

ผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ
และความเชื่อมั่นในตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
ธันวาคม 2556

ผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ
และความเชื่อมั่นในตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

ธันวาคม 2556

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ
และความเชื่อมั่นในตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
ธันวาคม 2556

เชิดศักดิ์ ภัคดีวิโรจน์. (2556). ผลของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความเชื่อมั่นในตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความเชื่อมั่นในตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หลังการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับเกณฑ์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ของโรงเรียน ภ.ป.ร. ราชวิทยาลัย ในพระบรมราชูปถัมภ์ อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 45 คน ใช้เวลาในการทดลอง 19 คาบ แบบแผนการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบ One – Group Pretest – Posttest Design วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าสถิติ t – test for Dependent Samples และค่าสถิติ t – test one group

ผลการวิจัยพบว่า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 16.78 คิดเป็นร้อยละ 83.90 ของคะแนนเต็ม

3. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 22.64 คิดเป็นร้อยละ 75.47 ของคะแนนเต็ม

5. ความเชื่อมั่นในตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01



THE EFFECTS OF ORGANIZING ACTIVE LEARNING IN MATHEMATICAL
PROCESS SKILLS ON MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING ABILITY,
CRITICAL THINKING ABILITY AND SELF-CONFIDENCE OF
MATHAYOMSUKSA III STUDENTS



Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Education Degree in Secondary Education

At Srinakharinwirot University

December 2013

Cherdsak Pakdeeviroch. (2013). **The Effects of Organizing Active Learning in Mathematical Process Skills on Mathematical Problem Solving Ability, Critical Thinking Ability and Self-Confidence of Mathayomsuksa III Students.**

Master's Thesis, M.Ed. (Secondary Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor: Assoc. Prof. Dr. Somchai Chuchat.

The purposes of this research were to compare the effects of organizing active learning on Mathematical Problem Solving Ability, Critical Thinking Ability and Self-Confidence of Mathayomsuksa III Students before and after being organized Active Learning in Mathematical Process Skills and compare Mathematical Problem Solving Ability, Critical Thinking Ability after being organized Active Learning in Mathematical Process Skills with a criterion.

The Subjects of this study were 45 Mathayomsuksa III students in the second semester of 2012 academic year from King's College School. They were selected by using cluster random sampling technique. The experiment lasted for 19 periods. The One – Group Pretest – Posttest Design was used for this study. The data were analyzed by using t – test for dependent samples and t – test one group.

The findings were as follows:

1. Mathematical Problem Solving Ability for Mathayomsuksa III students after attending active learning on Mathematical Process Skills was higher than that before attending the learning at the .01 level of significance.
2. Mathematical Problem Solving Ability for Mathayomsuksa III students after attending active learning on Mathematical Process Skills was statistically higher than the 65 percent criterion at the .01 level of significance.
3. Critical Thinking Ability for Mathayomsuksa III students after attending active learning on Mathematical Process Skills was higher than that before attending the learning at the .01 level of significance.
4. Critical Thinking Ability for Mahtayomsuksa III students after attending active learning on Mathematical Process Skills was statistically higher than the 65 percent criterion at the .01 level of significance.
5. Self-Confidence for Mathayomsuksa III students after attending active learning on Mathematical Process Skills was higher than that before attending the learning at the .01 level of significance.

ปริญญาบัตร

เรื่อง

ผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ
และความเชื่อมั่นในตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ของ

เชิดศักดิ์ ภัทธีโรจน์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาบัตร

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ที่ปรึกษา

.....ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ)

(อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์)



งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย

จาก

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดีด้วยความกรุณา และการให้คำปรึกษาในการทำวิจัยจาก รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ดูแล เอาใจใส่และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการทำวิจัย รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์ อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล อาจารย์ศุภวรรณ สัจพิบูล อาจารย์วันเพ็ญ ประทุมทอง และอาจารย์สุณิสา สุมิรัตน์ คณะกรรมการสอบเค้าโครงปริญญานิพนธ์และสอบปากเปล่าทุกท่าน ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.รชยา ศรีสุริฉน์ อาจารย์ ดร.นิสรา สิริสุนทร อาจารย์ มนัส พุทธคุณ อาจารย์ยุวดี ทองยี่สุน และอาจารย์ ดร.ภาวิดา บุตรเนียม ที่กรุณาอุทิศเวลาในการเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ที่ได้แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการ รองผู้อำนวยการ และคณะครูอาจารย์โรงเรียน ภ.ป.ร. ราชวิทยาลัย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ที่ได้อำนวยความสะดวก ให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลให้ ผู้วิจัยทำการวิจัยในครั้งนี้จนสำเร็จ และขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 4 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียน ภ.ป.ร. ราชวิทยาลัย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ที่ให้ความร่วมมือในการหาคุณภาพของเครื่องมือ และดำเนินการทดลองจนทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ สมาชิกในครอบครัวทุกท่าน ผู้เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนแก่ผู้วิจัยตลอดมา และขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ ทุกคนที่คอยเป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือตลอดมาจนสำเร็จการศึกษา

ท้ายสุดนี้ ขอขอบคุณ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่จัดตั้งโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) และผลักดันให้ข้าราชการทุนในโครงการ สควค. ได้เข้ารับการศึกษต่อโดยสนับสนุนทุนการศึกษาในการทำวิจัยและทุนการศึกษาตลอดหลักสูตร ซึ่งทำให้ผู้วิจัยสำเร็จการศึกษาในครั้งนี้ไปได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา-มารดา และครูอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทความรู้ทั้งปวงแก่ผู้วิจัย

เชิดศักดิ์ ภัททีวีโรจน์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
ความสำคัญของการวิจัย.....	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	9
สมมติฐานในการวิจัย.....	10
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก.....	12
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	47
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ..	92
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเชื่อมั่นในตนเอง.....	129
3 วิธีดำเนินการวิจัย	138
การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	138
การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ.....	139
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	157
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	158

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	165
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	165
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	165
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	166
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	170
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	170
สมมติฐานในการวิจัย.....	170
วิธีดำเนินการวิจัย.....	170
สรุปผลการวิจัย.....	172
อภิปรายผล.....	173
ข้อสังเกตจากการวิจัย.....	176
ข้อเสนอแนะ.....	177
บรรณานุกรม.....	178
ภาคผนวก.....	194
ภาคผนวก ก.....	195
ภาคผนวก ข.....	209
ภาคผนวก ค.....	223
ภาคผนวก ง.....	260
ภาคผนวก จ.....	302
ประวัติผู้วิจัย.....	304

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 การเปรียบเทียบลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก กับการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียน เป็นฝ่ายรับความรู้.....	16
2 เปรียบเทียบลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกกับการเรียนรู้ที่นักเรียน เป็นฝ่ายรับ ความรู้.....	17
3 รูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยา.....	83
4 ลักษณะของบุคคลที่คิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	116
5 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ กับกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก.....	141
6 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	149
7 แสดงการวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบทดสอบวัดความสามารถ ในการแก้ปัญหา เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	151
8 การจำแนกจำนวนข้อของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณญาณ รายด้าน.....	153
9 การจำแนกจำนวนข้อของแบบสอบถามวัดความเชื่อมั่นในตนเอง รายด้าน.....	155
10 แบบแผนการวิจัย.....	157
11 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลอง.....	166
12 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 65	166
13 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทาง คณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลอง	167
14 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 65	168

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
15 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความเชื่อมั่นในตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลอง.....	168
16 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบ วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 10 ข้อ.....	196
17 ค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	196
18 ค่าความเชื่อมั่นของการตรวจและการให้คะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	197
19 ค่า $\sum X_i$, ค่า $\sum X_i^2$, ค่า s_i^2 เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	200
20 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จำนวน 40 ข้อ	201
21 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการ คิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	203
22 ค่า p , ค่า q , ค่า pq เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิด อย่างมีวิจารณญาณ	205
23 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามวัดความเชื่อมั่นในตนเอง จำนวน 20 ข้อ.....	207
24 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (t) ของแบบสอบถามวัดความเชื่อมั่นในตนเอง.....	208
25 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 20 คะแนน).....	210
26 คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 30 คะแนน).....	215

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
27 คะแนนความเชื่อมั่นในตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์...	220



บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	10
2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ภายในเวลา 50 นาที.....	21
3 องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก.....	25
4 ลักษณะของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก.....	26
5 สอนอย่างไรให้ Active Learning. นวัตกรรมการเรียนการสอน.....	37
6 กระบวนการแก้ปัญหา ที่เป็นแนวตรง.....	63
7 กระบวนการแก้ปัญหาแบบพลวัต.....	64
8 ลำดับขั้นการแก้ปัญหา.....	66
9 กระบวนการแก้ปัญหา.....	67
10 กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	103
11 กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณตามรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาการคิด อย่างมี วิจารณญาณ.....	105
12 แสดงการจำลองปัญหาเพื่อฝึกความคิดทางคณิตศาสตร์.....	118
13 วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์.....	147

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

จากสภาพการณ์ในปัจจุบันจะพบว่าสิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นรอบตัวเรามีความเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและตลอดเวลา กระแสการเปลี่ยนแปลงทำให้เรารับรู้ข้อมูลข่าวสารมากเกินไป การพิจารณาวิเคราะห์ต่อสิ่งดังกล่าวเป็นเรื่องที่ลบลื่อนไป สิ่งที่เป็นแรงกดดันที่ต้องการปลูกฝังให้เกิดขึ้นกับเยาวชนคือการฝึกให้เด็กคิดเป็น รู้จักใช้วิจารณญาณในการตัดสินใจ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2544: คำชี้แจง) และแผนการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 10 (2550-2554: 20) ได้กำหนดเป้าหมายของการจัดการศึกษาของไทยไว้ว่า “ให้คนไทยทุกคนมีทักษะและกระบวนการในการคิด การวิเคราะห์และการแก้ปัญหา มีความใฝ่รู้และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม สามารถพัฒนาตนเองได้อย่างต่อเนื่องเต็มตามศักยภาพ” แนวการจัดการศึกษาที่กำหนดไว้ในพระราชบัญญัติการศึกษา พ.ศ.2542 มาตรา 24 (2) ให้สถานศึกษาจัดกระบวนการเรียนรู้โดยการฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้ป้องกันและแก้ปัญหา ดังนั้น จึงกล่าวได้ว่าปัจจุบันเรื่องการคิดและการสอนคิด เป็นเรื่องที่สำคัญอย่างยิ่งในการจัดการศึกษา ประเทศต่างๆ ทั่วโลกหันมาศึกษาเรื่องของการพัฒนาผู้เรียนให้เติบโตขึ้นอย่างมีคุณภาพในทุกๆ ด้าน ทั้งด้านสติปัญญา คุณธรรม และการเป็นพลเมืองดีของประเทศ การพัฒนาการคิดหรือสติปัญญาจึงจะเป็นด้านที่ได้รับความเอาใจใส่สูงสุด เนื่องจากเป็นด้านที่เห็นผลเด่นชัด (ทิตนา แคมมณี. 2545: 1)

คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์หนึ่งที่มุ่งเน้นผู้เรียนได้รู้จักคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น ทำงานอย่างเป็นระบบและมีหลักการ มีเหตุผลมีผล นอกจากนี้วิชาคณิตศาสตร์ยังเป็นวิชาที่ก่อให้เกิดความเจริญก้าวหน้าทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โลกในปัจจุบันเจริญขึ้นเพราะการคิดค้นทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งคณิตศาสตร์ยังช่วยให้แต่ละบุคคลเป็นบุคคลที่สมบูรณ์ เป็นพลเมืองดี (สิริพร ทิพย์คง. 2544: 1) คณิตศาสตร์จึงถือเป็นเครื่องมือในการพัฒนาความคิดของมนุษย์ซึ่งเป็นทรัพยากรสำคัญที่สุดในการพัฒนาประเทศ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบระเบียบมีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ช่วยพัฒนามนุษย์ให้สมบูรณ์ทั้งทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญา และอารมณ์ สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2544: บทนำ) จากที่ทราบกันเป็นอย่างดีว่า การที่จะพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ก็ต่อเมื่อได้พัฒนาทางด้านคณิตศาสตร์แล้วเป็นอย่างดี กล่าวคือ การมีความรู้ความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ที่ดีและแข็งแกร่งหรือมีศักยภาพทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Power) ย่อมได้เปรียบเพราะจะสามารถพัฒนาศักยภาพทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อไปได้ ดังนั้น ในการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึง

จำเป็นต้องพัฒนาด้านคณิตศาสตร์ก่อน (ปานทอง กุลนาถศิริ. 2543: 14-22) เป้าหมายเบื้องต้นของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ก็คือ การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนอย่างกว้างขวาง (ฉวีวรรณ เศวตมัลย์. 2544: 8-9) ซึ่งกระบวนการแก้ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญ และจำเป็นที่นักเรียนทุกคนจะต้องเรียนรู้ เข้าใจ สามารถคิดเป็นและแก้ปัญหาได้ เพราะการได้ฝึกแก้ปัญหาจะช่วยให้นักเรียนรู้จักคิด มีระเบียบขั้นตอนในการคิด รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล และรู้จักตัดสินใจอย่างฉลาด (สิริพร ทิพย์คง. 2536: 137) นอกจากนั้นการแก้ปัญหาก็เป็นพื้นฐานสำคัญในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดที่มีระบบ มีเหตุผล มีความเข้าใจ และกล้าตัดสินใจ โดยครูเป็นผู้จัดสถานการณ์ให้เร้าต่อความสนใจในการแก้ปัญหาที่สามารถช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาศักยภาพในการวิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ และสามารถถ่ายโยงการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไปสู่การแก้ปัญหาโดยทั่ว ๆ ไปการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนให้ได้ฝึกการแก้ปัญหาย่างสม่ำเสมอ จะส่งผลให้การจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (ศุภกิจ ประชุมกาเยาะมาต. 2552: 105)

ถึงแม้วิชาคณิตศาสตร์จะมีบทบาทสำคัญและมีความจำเป็นหลายประการดังที่กล่าวมาแล้ว แต่ในปัจจุบัน พบว่าปัญหาการจัดการเรียนการสอน คือ ผู้สอนส่วนใหญ่ยังคงใช้วิธีการสอนแบบบรรยายเพียงอย่างเดียว มุ่งเน้นการสอนเนื้อหา ส่งเสริมการท่องจำ มากกว่ามุ่งให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์เสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยไม่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน ผู้เรียนที่เรียนรู้ช้าหรือฟังการบรรยายไม่ทันจะเกิดความเบื่อหน่าย ถึงแม้ว่าผู้สอนจะพูดซ้ำๆ ผู้เรียนก็จะฟังอย่างเบื่อหน่ายและใจลอย (บัญญัติ ชานาญกิจ. 2549: 2) การจัดการเรียนรู้ที่สามารถกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น อยากที่จะเรียนรู้ (มนัส บุญประกอบ และคนอื่นๆ. 2543: 10) นอกจากนั้นขณะจัดการเรียนรู้ผู้เรียนจะต้องได้รับข้อมูลป้อนกลับ แก้ไขปัญหาที่เป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ในทันที ซึ่งการที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) จะช่วยเอื้อต่อสถานการณ์เหล่านี้ได้เป็นอย่างดี (Shenker; Goss; & Bernstein. 1996: 1-7)

การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิสัมพันธ์ ผู้เรียนกับผู้สอนและผู้เรียนกับเพื่อนในชั้นเรียน ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างเนื้อหาใหม่ คอยนำทางเพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจและใช้ข้อมูลข่าวสารให้เป็นประโยชน์ เป็นการจัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็นและข้อโต้แย้ง โดยใช้เหตุผลในการอธิบาย หรือแสดงการแก้ไข ปัญหา และสามารถเสนอทางเลือกในการปฏิบัติงานที่มีความซับซ้อน นอกจากนั้นการจัดการเรียนรู้เชิงรุกยังเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนจัดทำข้อมูลข่าวสาร และสามารถสร้างความหมายได้ด้วยถ้อยคำของผู้เรียนเอง หรือเมื่อผู้เรียนรวบรวมมาแล้ว ผู้เรียนสามารถตั้งสมมติฐาน วิเคราะห์ข้อมูล แปลความหมาย และสรุปผลได้อย่างชัดเจน ซึ่งเป็นเป้าหมายของการคิดระดับสูง (ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ. 2551: 2) เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องปฏิบัติ และศึกษาความรู้ด้วยตนเอง โดยการลงมือทำ และคิดในสิ่งที่กำลังทำ จากข้อมูลหรือกิจกรรมการเรียนการสอนที่ได้รับผ่านทางการฟัง การพูด การอ่าน และการเขียน การฟัง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดง

ความสามารถของตนเองออกมาอย่างเต็มที่ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมาย เข้าใจได้อย่างกว้างขวางลึกซึ้งและจดจำได้นานมากขึ้นอีกด้วย (สัจญา ภัทรกร. 2552: 155-156)

การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นรูปแบบหนึ่งของการคิดในระดับสูงที่อยู่บนพื้นฐานของ หลักการและเหตุผล มีการศึกษาข้อเท็จจริง ถือว่าเป็นทักษะการคิดที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้และ ดำเนินชีวิต (Russell. 1991: 12-17) เพราะความคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นกระบวนการคิดที่ตรงตรง อย่างเป็นรูปธรรมเกี่ยวกับข้อมูลหรือสถานการณ์ที่ปรากฏโดยใช้ความรู้ ความคิด ประสบการณ์ของตนเอง ในการสำรวจหลักฐานอย่างรอบคอบเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่สมเหตุสมผล (เพ็ญพิศุทธิ์ เนคมานุรักษ์. 2537: 8) จึงเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่ใช้ในการเรียนรู้และดำเนินชีวิตอย่างมีคุณค่าในโลกปัจจุบัน บุคคลที่มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณและสามารถคิดวิเคราะห์ได้อย่างมีหลักการ สามารถควบคุม จัดการ และตรวจสอบความคิดวิเคราะห์ตนเองได้ รวมทั้งสามารถตัดสินใจและแก้ปัญหาโดยใช้ การเหตุผลอย่างถูกต้องเหมาะสม สิ่งเหล่านี้เป็นทักษะที่ดีที่จะช่วยปรับปรุงให้ชีวิตดีขึ้น และเดินทางที่ ถูกต้อง (ศันสนีย์ ฉัตรคุปต์ และอุษา ชูชาติ. 2544: 50) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องปูพื้นฐาน การคิดและ ส่งเสริมการคิดให้แก่เด็ก และเยาวชน จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งนับตั้งแต่ระดับอนุบาลไปจนถึง ระดับสูง การได้รับการ พัฒนาความคิดตั้งแต่เยาว์วัยจะช่วยพัฒนาความคิดให้ก้าวหน้า ส่งผลให้ สติปัญญาเฉียบแหลมเป็นกรอบรอบคอบตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง สามารถแก้ไขปัญหาต่างๆ ในชีวิตได้ ดี (ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. 2548: 3) และที่สำคัญอย่างยิ่งเป็นทักษะสำคัญที่จะพัฒนาบุคคลให้มี ลักษณะคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น อันเป็นคุณลักษณะที่จะช่วยให้สามารถยืนหยัดอยู่ได้อย่าง มั่นคงในโลกปัจจุบันและอนาคต จากการศึกษาของครูดเทศก์ (วินัย ดำสุวรรณ.2538: 3; อ้างอิงจาก Kruteski. 1995: 1-2) พบว่า องค์ประกอบในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์กับกระบวนการคิดอย่างมี วิจารณญาณมีความสัมพันธ์กัน การสอนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการคิดมีแนวทางทำได้ 2 วิธี คือ การสอนโดยตรง และการสอดแทรกการคิด โดยผ่านเนื้อหาวิชาตามหลักสูตรโรงเรียน ซึ่งพีชเชอร์ (สมกิต อุดมอิทธิเสถียร. 2543: 25; อ้างอิงจาก Fisher. 1992: 64-78) ได้จำแนกเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่ เอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณออกเป็นเรื่องๆ ได้แก่ จำนวน พีชคณิต รูปทรง การวัด การจัดกระทำข้อมูล และการแก้ปัญหา ดังนั้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาจึงเอื้อต่อ การพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

คุณลักษณะหนึ่งที่มีความสำคัญที่การจัดการศึกษาควรมุ่งพัฒนาเด็ก คือ ความเชื่อมั่นใน ตนเอง เนื่องจากคุณลักษณะนี้เป็นคุณลักษณะที่สำคัญยิ่งที่ทำให้คนเราประสบความสำเร็จในการทำ สิ่งต่างๆ มีความเป็นตัวของตัวเอง กล้าคิด กล้าแสดงออก สามารถปรับตัวและเผชิญเหตุการณ์ได้ อย่างเหมาะสม ด้วยความรู้สึที่มั่นคง ความเชื่อมั่นในตนเองเป็นพื้นฐานที่สำคัญของการพัฒนา สติปัญญา และความคิดสร้างสรรค์ (สมจินตนา คุปตสุนทร. 2547: 1) ในส่วนของความสามารถใน การแก้ปัญหาบางครั้งยังขึ้นอยู่กลับความเชื่อมั่นในตนเอง การที่บุคคลจะประสบความสำเร็จ ทั้งด้านการเรียน การทำงาน การใช้ชีวิตในสังคมอย่างมีคุณค่า ต้องอาศัยความเชื่อมั่นในตนเอง (วาสนา เจริญสอน. 2537: 20) มีบทพิสูจน์หลายครั้งแล้วว่า แม้ในสถานการณ์เดียวกันในผู้ที่มี ความสามารถทัดเทียมกันจะเห็นว่าผู้ที่มีความเชื่อมั่นในตนเองสูงกว่ามักจะสามารถแก้ปัญหาและ

บรรลุปเป้าหมายแห่งความสำเร็จได้ดีกว่า ส่วนในตัวผู้ที่ขาดความเชื่อมั่นถึงแม้จะมีความรู้ความสามารถอยู่กับตัว แต่กลับไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ขาดความมั่นใจในการเผชิญปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น จากการศึกษาของกัวร์ (Goor. 1974: 3514-A) พบว่า เด็กที่มีความเชื่อมั่นในตนเองสูงจะมีความสามารถในการแก้ปัญหา กล้าแสดงความคิดใหม่ ๆ ในการแก้ปัญหาได้ดีกว่าเด็กที่มีความเชื่อมั่นในตนเองต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับงานของ จีนา สเลียร์ (2551: 183) พบว่า การแก้ปัญหาที่ดีหรือไม่ดี มีความแตกต่างกันที่ทัศนคติต่อปัญหาและการแก้ปัญหา ดังนั้นการแก้ปัญหาในชีวิตที่ดีจึงควรเสริมสร้างให้มีความเชื่อมั่นในตนเองเพิ่มขึ้น

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกเพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความเชื่อมั่นในตนเอง โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้การจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานสอดคล้องกับสภาพการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจสังคม และเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการ ให้สามารถตอบสนองความต้องการของบุคคล สังคมไทย ผู้เรียนมีศักยภาพในการแข่งขันและร่วมมืออย่างสร้างสรรค์ในสังคมโลก เป็นไปตามเจตนารมณ์มาตรา 80 ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2550 และพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2552 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2545 (กรมวิชาการ: 2551)

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับเกณฑ์
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับเกณฑ์
5. เพื่อเปรียบเทียบความเชื่อมั่นในตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ความสำคัญของการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้ ทำให้ทราบถึงผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความเชื่อมั่นในตนเอง เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้เต็มตามศักยภาพ พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเองมากขึ้น อีกทั้งเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ และผู้ที่เกี่ยวข้องที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุดกับผู้เรียน

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียน ภ.ป.ร. ราชวิทยาลัย ในพระบรมราชูปถัมภ์ อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 5 ห้องเรียน รวม 223 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียน ภ.ป.ร. ราชวิทยาลัย ในพระบรมราชูปถัมภ์ อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มด้วยการจับสลากมา 1 ห้องเรียนจากห้องเรียนทั้งหมด 5 ห้องเรียน ซึ่งนักเรียนแต่ละห้องมีผลการเรียนไม่แตกต่างกัน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ใช้เวลาทดลอง 19 คาบ คาบละ 50 นาที แบ่งเป็นทำแบบทดสอบ 3 คาบ ตอบแบบสอบถาม 1 คาบ และดำเนินการจัดการเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุก 15 คาบ มีรายละเอียดดังนี้

- ทำแบบสอบถามวัดความเชื่อมั่นในตนเอง $\frac{1}{2}$ คาบ
- ทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน 1 คาบ
- ทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน $\frac{1}{2}$ คาบ
- กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 15 คาบ
- ทำแบบสอบถามวัดความเชื่อมั่นในตนเอง $\frac{1}{2}$ คาบ
- ทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน 1 คาบ
- ทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน $\frac{1}{2}$ คาบ

ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการทดลองสอนด้วยตนเอง

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้เชิงรุก
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 2.2 ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 2.3 ความเชื่อมั่นในตนเอง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้เชิงรุก หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนและดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ มากกว่าการเป็นผู้รับความเพียงฝ่ายเดียว เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอน และเพื่อนในชั้นเรียน และสร้างองค์ความรู้จากสิ่งที่ปฏิบัติระหว่างการเรียนรู้การสอนผ่านการเขียน การพูด การฟังการอ่าน และการอภิปรายสะท้อนความคิด โดยมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ โดยการใช้การสนทนา ตั้งคำถามหรือนำเสนอสื่ออย่างใดอย่างหนึ่ง และทบทวนความรู้เดิมที่จำเป็นสำหรับความรู้ใหม่ แจกจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ผู้เรียนทราบ

ขั้นที่ 2 ขั้นนำเสนอสถานการณ์ เป็นขั้นที่ผู้สอนนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่ท้าทาย และมีความสัมพันธ์กับประสบการณ์ของผู้เรียน ตั้งกติการ่วมกันและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัย

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการกิจกรรม เป็นขั้นที่ผู้เรียนวิเคราะห์ปัญหาและร่วมกันวางยุทธวิธีในการแก้ปัญหา จากนั้นดำเนินการตามยุทธวิธีที่วางไว้ และมีการอภิปรายสะท้อนความคิดโดยทุกคนในกลุ่มต้องมีส่วนร่วม ซึ่งผู้สอนเป็นเพียงผู้ให้คำแนะนำและกระตุ้นความคิด

ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างองค์ความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนออกมานำเสนอแนวคิดของตนเองหรือของกลุ่มให้ผู้เรียนคนอื่น ๆ ได้รับความรู้ และอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดระหว่างกันจนเกิดความเข้าใจที่ชัดเจน

ขั้นที่ 5 ขั้นสรุป เป็นขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการเรียน เพื่อสะท้อนความคิดหรือความรู้ที่ได้ และตรวจสอบความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการเรียนด้วย

2. **ปัญหาทางคณิตศาสตร์** หมายถึง สถานการณ์ปัญหาหรือคำถามทางคณิตศาสตร์ที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันที ต้องใช้ทักษะกระบวนการและประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์เป็นแนวทางในการหาคำตอบของสถานการณ์ หรือคำถามนั้น ๆ

3. **ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์** หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้ ความคิด ทักษะ หลักการ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยแสดงความสามารถในการแก้ปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยา (Polya. 1957: 16-17) ดังนี้

3.1 ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา ผู้เรียนต้องเข้าใจว่าโจทย์ถามอะไร โจทย์กำหนดอะไรมาให้ และเพียงพอสำหรับการแก้ปัญหานั้นหรือไม่

3.2 ความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา ผู้เรียนต้องค้นหาความสัมพันธ์ ความเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ระบุความจำเป็นและความพอเพียงของข้อมูล เพื่อกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา

3.3 ความสามารถในการดำเนินการตามแผน ผู้เรียนลงมือปฏิบัติการตามแผนที่วางไว้ เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาด้วยการรู้จักเลือกวิธีการคิดคำนวณ สมบัติ กฎ หรือสูตรที่เหมาะสมมาใช้

3.4 ความสามารถในการตรวจสอบผล ผู้เรียนตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่าผลลัพธ์ที่ได้ถูกต้องสมบูรณ์ โดยการพิจารณาและตรวจสอบดูว่าผลลัพธ์ถูกต้องและมีเหตุผลที่น่าเชื่อถือได้

ความสามารถนี้วัดจากคะแนนรวมจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบอัตนัย 5 ข้อ โดยครอบคลุมเนื้อหาเรขาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

4. **ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ** หมายถึง ความสามารถในการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบโดยใช้ความรู้ ความคิด และประสบการณ์ ซึ่งวัดโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยมีแนวทางการสร้างตามแนวคิดแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณของคอร์เนล ระดับเอ็กซ์ (Cornell Critical Thinking Test,

level X) ที่พัฒนาโดยเอนนิสและมิลล์แมน (Ennis; & Millman. 1985: 123-155) วัดความสามารถ 4 ด้าน ดังนี้

4.1 ความสามารถด้านการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล และการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาตัดสินความถูกต้องของข้อมูล ความเป็นไปได้ของข้อมูล และสังเกตลักษณะต่างๆ จากสิ่งที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์หรือสาเหตุของปัญหา

4.2 ความสามารถในการอุปนัย หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาตัดสินว่า ข้อเท็จจริงใดสอดคล้อง ขัดแย้ง หรือไม่เกี่ยวข้องกับข้อความที่กำหนดให้

4.3 ความสามารถในการนินัย หมายถึง ความสามารถในการหาข้อสรุปจากข้อความที่กำหนดให้ ซึ่งข้อสรุปที่ได้ต้องมีความสมเหตุสมผล

4.4 ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาตัดสินว่าข้อความใดเป็นข้อความที่จำเป็นต้องเกิดก่อนข้อความหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ เพื่อให้ข้อความนั้นสมเหตุสมผล

ความสามารถนี้วัดจากคะแนนรวมจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจักษณ์ฐานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบปรนัย 3 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

5. ความเชื่อมั่นในตนเอง หมายถึง ลักษณะของบุคคลที่มีความพึงพอใจในตนเอง มีความภาคภูมิใจและยอมรับความสามารถของตนเอง มีจิตใจมั่นคง ไม่เชื่อโดยปราศจากเหตุผล กล่าวคิด กล่าวแสดงออก ชักถามในสิ่งที่ตนไม่เข้าใจ ตัดสินใจโดยไม่ลังเล กล่าวเผชิญและไม่หลีกเลี่ยงปัญหา มีความรับผิดชอบในผลงานของตนซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ด้าน ดังนี้คือ

5.1 ด้านจิตใจมั่นคง หมายถึง ลักษณะของบุคคลที่มีจิตใจหนักแน่น แน่วแน่ ไม่หวั่นไหวต่อเหตุการณ์ต่าง ๆ สามารถควบคุมอารมณ์ให้อยู่ในสภาพปกติได้ดี

5.2 ด้านกล้าแสดงออก หมายถึง ลักษณะของบุคคลที่กล้าพูด กล้ากระทำ กล้าแสดงความคิดเห็นในทางที่ถูกที่ควร ไม่ขี้อาย ไม่ประหม่า ไม่เคอะเขิน

5.3 ด้านกล้าตัดสินใจ หมายถึง ลักษณะของบุคคลที่กล้ากระทำต่อสิ่งต่าง ๆ ด้วยความคิดเห็นของตนเอง ไม่ลังเลใจ และไม่หวั่นไหวต่อคำติชมของผู้อื่น

5.4 ด้านกล้าเผชิญความจริง หมายถึง ลักษณะของบุคคลที่กล้ายอมรับสภาพความจริงของตนเองและสิ่งแวดล้อม มีความพอใจในความสามารถของตนเอง

5.5 ด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หมายถึง ลักษณะของบุคคลที่ชอบคิดชอบกระทำในสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ อยู่เสมอ ชอบการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ไม่พึ่งพาผู้อื่นตลอดเวลา

ในการวิจัยครั้งนี้ ความเชื่อมั่นในตนเองวัดได้จากคะแนนการทำแบบสอบถามวัดความเชื่อมั่นในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ซึ่งปรับปรุงจากแบบสอบถามวัดความเชื่อมั่นในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของเอนก สีขาว (2543: 103 – 104) และ จันทจิรา เสถียร (2551: 159-160)

6. **เกณฑ์** หมายถึง คะแนนขั้นต่ำที่จะยอมรับว่าผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณวิเคราะห์ได้จากคะแนนสอบหลังเรียน แล้วคิดเป็นร้อยละเทียบกับเกณฑ์โดยที่ผู้วิจัยใช้เกณฑ์ร้อยละ 65 ของคะแนนรวม โดยใช้เปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ปรับปรุงมาจากเกณฑ์ที่กำหนดของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. 2547: 15) ดังนี้

คะแนนร้อยละ 80-100 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ อยู่ในระดับดีเยี่ยม

คะแนนร้อยละ 75-79 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ อยู่ในระดับดีมาก

คะแนนร้อยละ 70-74 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ อยู่ในระดับดี

คะแนนร้อยละ 65-69 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ อยู่ในระดับค่อนข้างดี

คะแนนร้อยละ 60-64 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ อยู่ในระดับน่าพอใจ

คะแนนร้อยละ 55-59 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ อยู่ในระดับพอใช้

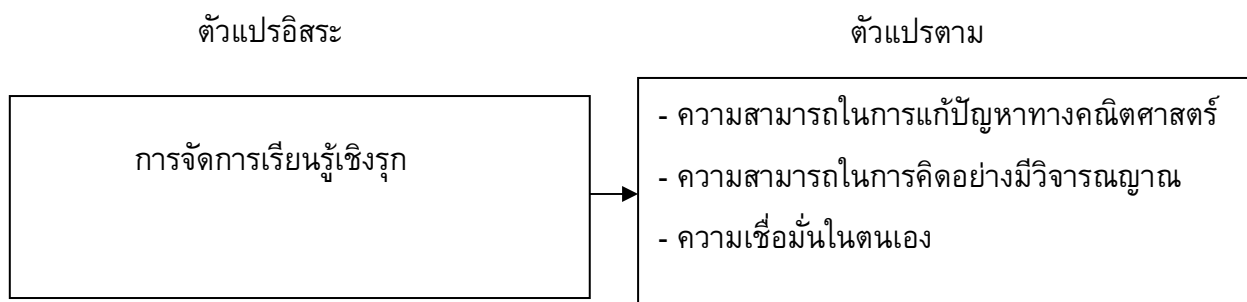
คะแนนร้อยละ 50-54 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ อยู่ในระดับต่ำ

คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 50 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ อยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้เกณฑ์ร้อยละ 65

กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษาเอกสาร ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ของเมเยอร์ส และโจนส์ (Meyers; & Jones. 1993: 1-139) ซิลเบอร์แมน (Silberman. 1996) สัตยญา ภัทรากร (2552: 7) และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยา (Polya. 1980: 225) ศุภกิจ ประชุมกาเหาะมาต (2552: 78-93) และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของเอนนิส และมิลล์แมน (Ennis; & Millman. 1985) ลดารัตน์ สงวรรณ (2553: 9) และความเชื่อมั่นในตนเองของเอนก สีขาว (2543: 103-104) และจันทจิรา เสถียร (2551: 159-160) ทำให้ผู้วิจัยกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่าก่อนเรียน
4. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
5. มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65
6. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีความเชื่อมั่นในตนเองสูงกว่าก่อนเรียน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการทำการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก
 - 1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก
 - 1.2 ลักษณะของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก
 - 1.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก
 - 1.4 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ในวิชาคณิตศาสตร์
 - 1.5 องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก
 - 1.6 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้เชิงรุก
 - 1.7 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก
 - 1.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 2.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 2.2 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 2.3 ความสำคัญของการแก้ปัญหา
 - 2.4 องค์ประกอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 2.5 องค์ประกอบที่จำเป็นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 2.6 กระบวนการและขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 2.7 ยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 2.8 แนวทางการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา
 - 2.9 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 3.1 ความหมายของความคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 3.2 แนวคิดและทฤษฎีของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 3.3 ความสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 3.4 กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 3.5 องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 3.6 ลักษณะของบุคคลที่มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 3.7 การคิดอย่างมีวิจารณญาณกับวิชาคณิตศาสตร์

- 3.8 แนวทางในการส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
- 3.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
- 4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเชื่อมั่นในตนเอง
 - 4.1 ความหมายของความเชื่อมั่นในตนเอง
 - 4.2 ความสำคัญของความเชื่อมั่นในตนเอง
 - 4.3 ลักษณะของบุคคลที่มีความเชื่อมั่นในตนเอง
 - 4.4 ปัจจัยที่ส่งผลให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง
 - 4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเชื่อมั่นในตนเอง

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)

1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้นิยามคำว่า Active Learning ให้มีชื่อเรียกเป็นภาษาไทยว่า การเรียนรู้เชิงรุก (ปราวีณยา สุวรรณณัฐโชติ. 2551: 1-3) การเรียนเชิงรุก (ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ. 2551: 1-3) การเรียนแบบใฝ่รู้ (บัญญัติ ชำนาญกิจ. 2549: 1-7) จากการทบทวนเอกสาร และศึกษา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) การจัดการเรียนรู้จาก ประสบการณ์ (Experiential Learning) และการจัดการเรียนรู้โดยการลงมือปฏิบัติ (Hands-on Learning) มักเป็นคำที่ถูกนำมาใช้แทนกัน (Hendrikson. 1984: 1) และยังมีชื่อเรียกอีกหลายอย่าง เช่น การจัดประสบการณ์แบบปฏิบัติการ (ยุพิน พิพิธกุล. 2523: 87-88; วนิดา บุษะกะนิษฐ์. 2532: 1-71; กุลยา ตันติผลาชีวะ. 2543: 49-50) การเรียนรู้เชิงปฏิบัติ (อัมพิกา ภูเดช. 2541: 57-58) การ เรียนรู้ที่กระตือรือร้น (มนัส บุญประกอบ; และคนอื่น ๆ. 2543: 1-164; ศิริพร มโนพิเชษฐวัฒนา. 2547: 1-177) การจัดประสบการณ์แบบปฏิบัติจริง (สุชาดา นทีตานนท์. 2550: 1-124) การเรียน จัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวา (สัญญา ภัทรากร. 2552: 1-157) ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะใช้คำว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุก ซึ่งมีนักการศึกษาให้ความหมายไว้ดังนี้

มาร์คส (วนิดา บุษะกะนิษฐ์. 2532: 34; อ้างอิงจาก Marks. 1970: 23) กล่าวว่า การจัดประสบการณ์แบบปฏิบัติการ มีจุดมุ่งหมาย เพื่อให้นักเรียนได้ค้นพบแนวคิดทางคณิตศาสตร์ จากการปฏิบัติการ เช่น การวัด การชั่งน้ำหนัก การพับกระดาษ กิจกรรมที่ทำด้วยมือแบบต่าง ๆ การสังเกตและการทดลองแบบวิทยาศาสตร์ หลังจากนั้นให้นักเรียนสรุปข้อเท็จจริง และกฎเกณฑ์ ต่าง ๆ

บอนเวล และไอสัน (Bonwell; & Eison. 1991: 2) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุก คือ การจัดการเรียนการสอนที่ผู้เรียนทำบางสิ่งบางอย่างและการคิดเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างที่พวกเขา กำลังลงมือปฏิบัติเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่

เมเยอร์ส และโจนส์ (Meyers; & Jones. 1993: 6) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุก คือ การจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงออกเกี่ยวกับการพูด การฟัง การอ่าน การเขียน และการไตร่ตรองแนวคิดและความรู้ที่ได้รับเป็นองค์ประกอบหลักที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

เซงเคอร์ กอส และเบิร์นสไตน์ (Shenker; Goss; & Bernstein. 1996: 1) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุก เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในบทบาทการเรียนรู้ของตนเองมากกว่าการรับความรู้หรือทักษะใหม่ๆ มาใช้โดยเป็นผู้รับฝ่ายเดียว การที่ผู้เรียนได้กระทำการต่าง ๆ ด้วยตนเอง และนำไปสู่การคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ตนกำลังทำอยู่

เพ็ทตี้ (Petty. 2004: 1) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุก เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กัน ผู้สอนจะเป็นผู้สนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มากกว่าการที่ผู้เรียนจะได้รับความรู้จากการบรรยายเพียงอย่างเดียว

วนิดา บุษยะกนิษฐ์ (2532: 5) กล่าวว่า การจัดประสบการณ์แบบปฏิบัติการ คือ การจัดกิจกรรมหรือประสบการณ์โดยการให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์ตรงโดยการทดลองทำ ปฏิบัติ สืบเสาะหาข้อมูล คิดค้น สรุปผล โดยใช้สื่อที่สามารถทำให้เด็กเกิดการรับรู้ได้ด้วยประสาทสัมผัสทั้งห้า

อัมพิกา ภูเดช (2541: 57-58) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ เป็นการจัดกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจจากการลงมือกระทำ และก่อให้เกิดทักษะต่าง ๆ โดยเกิดขึ้นได้จากการมีวัสดุอุปกรณ์ที่เอื้อต่อการเรียนรู้ การใช้เครื่องมือที่หลากหลายตัวเลือกให้นักเรียนเลือกกิจกรรมของตนเอง หรือการแก้ปัญหาด้วยวิธีการของตน นักเรียนได้สื่อสารสิ่งที่กำลังทำกับผู้อื่น และการได้รับการสนับสนุนกระตุ้นให้นักเรียนลงมือกระทำเป็นระยะจากครู

กุลยา ตันติผลาชีวะ (2543: 49-50) กล่าวว่า การจัดประสบการณ์แบบปฏิบัติการ หมายถึง การที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ทั้งได้คิดได้กระทำ โดยมีผู้สอนเป็นผู้มีส่วนร่วมให้ความเห็นในการสร้างความเข้าใจ หรืออธิบายเมื่อผู้เรียนสงสัย การจัดประสบการณ์แบบปฏิบัติการนี้จะทำให้พุทธิปัญญาของผู้เรียนสร้างเครือข่ายความรู้ใหม่ที่อวกงามหรือขยายพื้นฐานความรู้เดิมให้กว้างขวางขึ้น

อังคณา รุ่งกลับ (2543: 2) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุก เป็นการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนมากที่สุด โดยผู้เรียนจะต้องเป็นผู้พูด (ถาม อภิปราย ถกเถียง) ผู้ปฏิบัติ และศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองมากกว่าจะนั่งเป็นผู้ฟังเพียงอย่างเดียว นอกจากนั้นยังต้องถ่ายทอดประสบการณ์ความคิดของตนเอง รวมทั้งความรู้ที่ค้นคว้าหามาได้ให้กับกลุ่มเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการแก้ปัญหา และพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้งกลุ่ม

ปรีชาญ เดชศรี (2545 : 53) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกว่า การจัดการเรียนการสอนที่มีกิจกรรมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติทั้งในเชิงทักษะต่าง ๆ เช่น การทดลอง การสำรวจตรวจสอบ และปฏิบัติเพื่อพัฒนาเชาวน์ปัญญา เช่น การคิดแก้ปัญหา วิเคราะห์วิจารณ์

หรือการตัดสินใจเรื่องต่าง ๆ เพื่อแทนที่การเรียนการสอนที่ครูบอกเล่าให้นักเรียนได้ฟังเพียงด้านเดียว

บุหงา วัณณะ (2546 : 30-31) ให้ได้คำจำกัดความเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning ไว้ว่า เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีความหมาย โดยการร่วมมือระหว่างผู้เรียนด้วยกัน ในการนี้ครูต้องลดบทบาทในการสอนและการให้ข้อความรู้แก่ผู้เรียน โดยตรงแต่ไปเพิ่มกระบวนการและกิจกรรมที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการจะทำกิจกรรมต่าง ๆ มากขึ้น และอย่างหลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ โดยการพูด การเขียน การอภิปรายกับเพื่อน ๆ

ศิริพร มโนพิเชษฐวัฒนา (2547: 25) กล่าวว่า การเรียนรู้ที่กระตือรือร้น เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้มีบทบาทในการรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเองอย่างกระปรี้กระเปร่า โดยการลงมือทำ และคิดสิ่งที่ตนกำลังทำ จากข้อมูลหรือกิจกรรมการเรียนการสอนที่ได้รับผ่านทาง การอ่าน พูด ฟัง คิด เขียน อภิปราย แก้ปัญหาและมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม เพื่อทดแทนการสอนแบบบรรยาย

ศักดา ไชยกิจภิญโญ (2548: 12) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning คือ การเรียนที่ผู้เรียนหาความหมายและทำความเข้าใจด้วยตนเองหรือร่วมกันกับเพื่อน เช่น ร่วมกันสืบค้นหาคำตอบ ร่วมอภิปราย ร่วมนำเสนอ และสรุปความคิดรวบยอดร่วมกัน หรืออีกนัยหนึ่งคือการเปลี่ยนผู้เรียนจากการเป็นผู้นั่งฟังอย่างเดียว (Passive) มาเป็นผู้เรียนที่ร่วมกิจกรรมการแสวงหาความรู้ที่ผู้สอนกำหนด

บัญญัติ ชำนาญกิจ (2549: 3) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบใฝ่รู้ เป็นการเรียนการสอนที่ผู้เรียนจะต้องค้นหาเนื้อเรื่องเพื่อก่อให้เกิดองค์ความรู้ โดยการพูดคุย การเขียน การอ่าน หรือการตั้งคำถาม หรือการเรียนการสอนที่ผู้เรียนมีการเคลื่อนไหว อาจให้ผู้เรียนทำงานคนเดียว เป็นกลุ่มเล็ก หรือกลุ่มใหญ่ก็ได้

สุชาดา นทีตานนท์ (2550: 21) การจัดประสบการณ์แบบปฏิบัติจริง หมายถึง การจัดประสบการณ์หรือกิจกรรมให้แก่ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติจริงหรือกระทำกิจกรรมต่าง ๆ โดยตัวผู้เรียนเอง ทำให้เด็กเกิดการรับรู้ได้ด้วยประสาทสัมผัสทั้งห้า

ปราวีณยา สุวรรณณัฐโชติ (2551: 1) กล่าวว่า การเรียนรู้เชิงรุก เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน ดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ในการเรียนให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ซึ่งเป็นวิธีการเรียนรู้ในระดับลึก ผู้เรียนจะสร้างความเข้าใจและค้นหาความหมายของเนื้อหาสาระ โดยเชื่อมกับประสบการณ์เดิมที่มี แยกแยะความรู้ใหม่ที่ได้รับกับความรู้เก่าที่มี สามารถประเมิน ต่อเติมและสร้างแนวคิดของตนเองซึ่งเรียกว่ามีการเรียนรู้เกิดขึ้น ซึ่งแตกต่างจากวิธีการเรียนรู้ในระดับผิวเผิน ซึ่งเน้นการรับข้อมูลและจดจำข้อมูลเท่านั้น ผู้เรียนลักษณะนี้จะเป็นผู้เรียนที่เรียนรู้วิธีการเรียน (Learning how to learn) เป็นผู้เรียนที่กระตือรือร้นและมีทักษะที่สามารถเลือกรับข้อมูล วิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูลได้อย่างมีระบบ

สัญญา ภัทรากกร (2552: 13) การจัดการเรียนรู้ที่มีชีวิตชีวา หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนและเพื่อนในชั้นเรียน มีความร่วมมือกันระหว่างผู้เรียน ผู้เรียนจะได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ อันจะนำไปสู่การสร้างความรู้จากสิ่งที่ปฏิบัติในระหว่างการเรียนการสอน โดยการพูดและการฟัง การเขียน การอ่าน และการสะท้อนความคิด

จากความหมายนักการศึกษาข้างต้นกล่าวมา สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุก หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนและดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ มากกว่าการเป็นผู้รับความเพียงฝ่ายเดียว เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอน และเพื่อนในชั้นเรียน และสร้างองค์ความรู้จากสิ่งที่ปฏิบัติระหว่างการเรียนการสอนผ่านการเขียน การพูด การฟังการอ่าน และการอภิปรายสะท้อนความคิด

1.2 ลักษณะของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

เชงเคอร์ กอส และเบิร์นสไตน์ (Shenker; Goss; & Bernstein. 1996: 1) กล่าวถึงลักษณะของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ดังนี้

1. เป็นการเรียนรู้ที่มุ่งลดการถ่ายทอดความรู้จากผู้สอนสู่ผู้เรียนให้น้อยลง และพัฒนาทักษะให้เกิดกับผู้เรียน
 2. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียนโดยลงมือกระทำมากกว่านั่งฟังเพียงอย่างเดียว
 3. ผู้เรียนมีส่วนในกิจกรรม เช่น อ่าน อภิปราย และเขียน
 4. เน้นการสำรวจเจตคติและคุณค่าที่มีอยู่ในผู้เรียน
 5. ผู้เรียนได้พัฒนาการคิดระดับสูงในการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินผล
- การนำไปใช้
6. ทั้งผู้เรียนและผู้สอนรับข้อมูลป้อนกลับจากการสะท้อนความคิดได้อย่างรวดเร็ว

ซิลเบอร์แมน (Silberman. 1996 : xi) กล่าวถึง ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ดังนี้

1. มีปฏิสัมพันธ์ ผู้เรียนมีการพูดคุยกับเพื่อนร่วมชั้นและยังเป็นการสร้างการร่วมมือกันและการมีการพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน
2. มีการเรียนรู้ที่เกิดจากประสบการณ์ของผู้เรียน
3. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน

มหาวิทยาลัยเซฟฟิลด์ ฮอลแลม (Sheffield Hallam University. 2000: 7) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุก ในฐานะการเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และสรุปความแตกต่างระหว่างการเรียนรู้เชิงรุก กับการสอนที่ผู้สอนเป็นศูนย์กลางโดยผู้เรียนเป็นฝ่ายรับความรู้อย่างเดียว (Passive Learning) ไว้ดังนี้

ตาราง 1 การเปรียบเทียบลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก กับการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นฝ่ายรับความรู้

การจัดการเรียนรู้เชิงรุก	การจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นฝ่ายรับความรู้
<ul style="list-style-type: none"> - เน้นการทำงานเป็นกลุ่ม - เน้นการร่วมมือระหว่างผู้เรียน - เรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย - ผู้เรียนรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตน - ผู้สอนเป็นเพียงผู้ชี้แนะประสบการณ์ และอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ - ผู้เรียนเป็นเจ้าของความคิดและการทำงาน - เน้นทักษะ การวิเคราะห์และการแก้ปัญหา - ผู้เรียนมีวินัยในตนเอง - ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการวางแผนหลักสูตร - ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก - ใช้วิธีการเรียนรู้ที่หลากหลาย 	<ul style="list-style-type: none"> - เน้นการบรรยายจากผู้สอน - เน้นการแข่งขัน - เป็นการสอนรวมทั้งชั้น - ผู้สอนรับผิดชอบการเรียนรู้ของผู้เรียน - ผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะและจัดเนื้อหาเองทั้งหมด - ผู้สอนเป็นผู้ใส่ความรู้ลงในสมองของผู้เรียน - เน้นความรู้ในเนื้อหาวิชา - ผู้สอนเป็นผู้วางกฎระเบียบวินัย - ผู้สอนเป็นผู้วางแผนหลักสูตรแต่ผู้เดียว - ผู้เรียนเป็นฝ่ายรับความรู้ที่ผู้สอนถ่ายทอดเพียงอย่างเดียว - จำกัดวิธีการเรียนรู้และกิจกรรม

ที่มา: Sheffield Hallam University. (2000). **Active Teaching and Learning**

Approaches in Science:Workshop ORIC Bangkok. p. 7.

เซอร์แมนและเซอร์แมน (Sherman; & Sherman. 2004: 22) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และสรุปความแตกต่างระหว่างการเรียนรู้เชิงรุก กับการเรียนรู้ที่ครูเป็นศูนย์กลาง โดยนักเรียนเป็นผู้รับฝ่ายเดียว (Passive Learning) ดังนี้

ตาราง 2 เปรียบเทียบลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกกับการเรียนรู้ที่นักเรียนเป็นฝ่ายรับความรู้

ประเด็น	การเรียนรู้ที่นักเรียนเป็นฝ่ายรับความรู้	การจัดการเรียนรู้เชิงรุก
บทบาทนักเรียน	<ul style="list-style-type: none"> - เน้นท่องจำเนื้อหา หลักการ โดยขาดการเชื่อมโยงความรู้หรือประสบการณ์ 	<ul style="list-style-type: none"> - เน้นสร้างความรู้และความเข้าใจ - จัดจำเนื้อหา และหลักการโดยอาศัยความเข้าใจที่ได้รับจากประสบการณ์ - ค้นหาความคิดใหม่ ๆ ด้วยตนเอง - ถ่ายทอดความรู้ให้เพื่อนได้ - แสดงความคิดเห็นและเสนอผลงานได้อย่างเหมาะสม
บทบาทครู	<ul style="list-style-type: none"> - เสนอความรู้ให้กับนักเรียน - ควบคุมห้องเรียนให้มีบรรยากาศเป็นทางการ 	<ul style="list-style-type: none"> - จัดกิจกรรมตามประสบการณ์ของนักเรียน - ใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้เกิดการสื่อสาร การอภิปราย และวิพากษ์ระหว่างนักเรียน - ใช้สื่อการเรียนการสอน ยกตัวอย่างและอธิบายให้เหมาะสมกับวัย ประสบการณ์ของนักเรียน - มีการนำจุดประสงค์การเรียนรู้มาอภิปรายและพูดคุยร่วมกับนักเรียน - ช่วยเหลือนักเรียนให้สร้างความรู้ด้วยตนเอง - ร่วมมือกับครูคนอื่น

ตาราง 2 (ต่อ)

ประเด็น	การเรียนรู้ ที่นักเรียนเป็นฝ่ายรับความรู้	การจัดการเรียนรู้เชิงรุก
ทักษะการคิด	<ul style="list-style-type: none"> - คาดหวังกับคำตอบของนักเรียน - เน้นเนื้อหา 	<ul style="list-style-type: none"> - เน้นทักษะการวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการคิดระดับสูง - ตรวจสอบทักษะการคิดจากการทำงานของนักเรียน
หลักสูตร	<ul style="list-style-type: none"> - เน้นทักษะพื้นฐานเพียงอย่างเดียว 	<ul style="list-style-type: none"> - เน้นการสร้างมโนทัศน์
วิธีสอน	<ul style="list-style-type: none"> - เน้นการบรรยายและการอภิปรายในห้องเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> - วิธีการสอนที่หลากหลาย รวมถึงเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ
ลักษณะของกิจกรรม	<ul style="list-style-type: none"> - เรียนเป็นรายบุคคล หรือทั้งห้องเรียน 	<ul style="list-style-type: none"> - เรียนร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มใหญ่ และรายบุคคล
วิธีประเมิน	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบ เต็มคำในช่องว่าง ถูก-ผิด - เน้นการหาคำตอบที่ถูกที่สุด 	<ul style="list-style-type: none"> - ประเมินจากแฟ้มสะสมผลงาน โครงงาน นวัตกรรม และสังเกตการทำงานของนักเรียน - ประเมินโดยใช้แบบทดสอบให้เหมาะสม

ที่มา: Sherman; & Sherman. (2004). **Science and Science Teaching. Westport:** Greenwood Press. p. 22.

- อัมพิกา ภูเดช (2541: 58) กล่าวว่า การเรียนรู้เชิงปฏิบัติต้องมีส่วนประกอบ ดังนี้
1. การมีวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ ที่เป็นของจริงที่ผู้สอนหาให้สำหรับผู้เรียนแต่ละคน ให้ผู้เรียนก่อสร้าง ทำโครงการสร้าง สร้างสรรค์และแก้ปัญหา
 2. การมีโอกาสำหรับการใช้มือ สัมผัสจริง ผู้เรียนทำงานอย่างคล่องแคล่ว กับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ
 3. มีตัวเลือกสำหรับผู้เรียน ผู้เรียนเลือกกิจกรรมของตนเอง ผู้สอนให้ผู้เรียนเลือกกิจกรรม งานย่อย หรือแก้ปัญหาด้วยวิธีการของแต่ละบุคคล
 4. ภาษาจากผู้เรียน ผู้เรียนพูดเกี่ยวกับสิ่งที่กำลังทำกับผู้สอนและเพื่อน

5. การสนับสนุนของผู้สอน ผู้สอนใช้กลยุทธ์หลากหลาย เพื่อสนับสนุนความพยายามของผู้เรียนและกระตุ้นเขาให้ลงมือทำสิ่งที่ท้าทายระยะยาวตามที่เขาพัฒนาความคิดของเขา ผู้สอนและเพื่อนช่วยผู้เรียนเกี่ยวกับการกระทำของเขา

บุหงา วัฒนะ (2546: 33) ได้อธิบายว่า การที่จะตัดสินว่าเป็นการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ได้ก็ต่อเมื่อ

1. มีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน
2. มีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้เรียนด้วยกัน
3. บรรลุผลสำเร็จทางด้านวิชาการ
4. เกิดทักษะการคิดสื่อสารระหว่างกัน
5. มีการพัฒนาทักษะกระบวนการคิดไปสู่ในระดับที่สูงขึ้น
6. เกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาที่เรียนและเกิดแรงจูงใจต่อการเรียนรู้

ศักดา ไชกิจภิญโญ (2548: 12) กล่าวว่าจัดการเรียนรู้เชิงรุก ประกอบไปด้วย ลักษณะต่อไปนี้

1. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้
2. ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง
3. ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง คือ วิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินผล
4. ผู้เรียนมีทัศนคติอยากเรียนรู้ เช่น กระตือรือร้นในการเข้าร่วมกิจกรรม

ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ (2551: 2) ได้เสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ดังนี้

1. จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเอง เพื่อให้เกิดประสบการณ์ตรงกับการแก้ปัญหาตามสภาพจริง (Authentic situation)

2. จัดกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนได้กำหนดแนวคิด การวางแผน การยอมรับ การประเมินผลและการนำเสนอผลงาน

3. บูรณาการเนื้อหารายวิชา เพื่อเชื่อมโยงความเข้าใจวิชาต่างๆ ที่แตกต่างกัน
4. จัดบรรยากาศในชั้นเรียนให้เอื้อต่อการทำงานร่วมกับผู้อื่น (Collaboration)
5. ใช้กลวิธีของกระบวนการกลุ่ม (Group processing)
6. จัดให้มีการประเมินผลโดยกลุ่มเพื่อน (Peer assessment)

สัญญา ภัทรากร (2552: 17) ได้สรุปหลักการของการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาควรมีลักษณะดังนี้

1. ผู้เรียนมีการทำงานเป็นกลุ่ม
2. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้
3. ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง
4. ผู้เรียนมีการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง
5. ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเข้าร่วมกิจกรรม
6. ผู้เรียนอ่าน พูด ฟัง คิด และเขียนอย่างกระตือรือร้น

7. ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและเพื่อนในชั้นเรียน
8. ผู้เรียนมีการใช้วัสดุของจริงที่ผู้สอนจัดทำให้ เพื่อสร้างสรรค์ผลงาน หรือ

แก้ปัญหา

จากการศึกษาลักษณะของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่นักการศึกษาเสนอไว้ข้างต้น สรุปได้ว่า หลักการของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ควรมีลักษณะดังนี้

1. ใช้วิธีการและกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย
2. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน
3. ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนและเพื่อนในชั้นเรียนผ่านการอ่าน การพูด การฟัง การเขียน การอภิปรายสะท้อนความคิด
4. ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง
5. ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน
6. ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดระดับสูง
7. ผู้สอนเป็นเพียงผู้ชี้แนะประสบการณ์และอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้

1.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

บาลดีวิน และวิลเลียมส์ (Baldwin; & Williams. 1988: 187) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เชิงรุกไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียมพร้อม เป็นขั้นที่ผู้สอนนำผู้เรียนเข้าสู่เนื้อหา โดยการสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการอยากที่จะเรียนรู้ต่อไป
2. ขั้นปฏิบัติงานกลุ่ม เป็นขั้นที่ผู้สอนให้ผู้เรียนเข้ากลุ่มย่อยเพื่อทำงานร่วมกัน และสรุปความคิดเห็นของกลุ่มอีกทั้งต้องแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันระหว่างกลุ่มอื่น ๆ โดยที่ผู้สอนต้องเสริมข้อมูลให้สมบูรณ์
3. ขั้นประยุกต์ใช้ เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด หรือทำแบบทดสอบหลังเรียน
4. ขั้นติดตามผล เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าอิสระเพิ่มเติมโดยจัดทำเป็นรายงาน หรือให้นักเรียนเขียนบันทึกประจำวัน รวมถึงให้ผู้เรียนเขียนสรุปความรู้ที่ได้รับในคาบเรียนนั้น ๆ

จอห์นสัน และคนอื่น ๆ (Johnson; et al. 1991: 29-30) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุก สามารถทำตามขั้นตอนได้ดังนี้

1. ขั้นนำ (Advanced Organizer) (3-5 นาที) เป็นขั้นที่แสดงให้ผู้เรียนเห็นถึงความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาที่จะสอนกับสิ่งที่ผู้เรียนมีพื้นฐานอยู่ก่อนแล้ว พร้อมทั้งระบุโครงร่างของเนื้อหา แนวคิด ประเด็นหลัก ในการสอน ผู้เรียนจะเห็นความสำคัญและอยากเรียนรู้เรื่องนั้นมากขึ้น

2. ขั้นสอน เป็นขั้นที่ผู้สอนสอนเนื้อหา (10-15 นาที) ตามด้วยกิจกรรมอื่น (Collaborative activities) (3-4 นาที) ปกติผู้สอนมักจะสอนติดต่อกันเป็นเวลานาน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเฉื่อย และไม่กระตือรือร้นการเรียนรู้ จากการศึกษาพบว่าสมาธิหรือความสนใจของผู้เรียนจะลดลงอย่างรวดเร็วภายใน 15 นาที ดังนั้นในรูปแบบการสอนจึงแนะนำการสอน 10-15 นาที ตามด้วยกิจกรรมอื่น 3-4 นาที เพื่อเปลี่ยนบรรยากาศและเป็นการให้โอกาส ผู้สอนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน เช่น การตั้งคำถามให้ผู้เรียนตอบ หรือจะให้ผู้เรียนช่วยกันคิดเป็นกลุ่มเพื่อตอบ ผู้เรียนจะเข้าใจเนื้อหา และจำได้นานกว่าถามการอภิปรายร่วมกัน ผู้สอนทำซ้ำโดยสอนเนื้อหาสลับกับกิจกรรมเรื่อย ๆ ไป จนใกล้หมดเวลาสอน

3. ขั้นสรุป (Individual Summaries) เป็นขั้นที่ผู้เรียนสรุปเนื้อหาที่ได้เรียนด้วยตนเอง (4-6 นาที) โดยผู้สอนให้ผู้เรียนสรุปความเข้าใจของตนเอง โดยเขียนใจความสำคัญของเนื้อหาลงในแผ่นกระดาษ และแลกเปลี่ยนกับเพื่อนข้าง ๆ กันอ่าน หรือผู้สอนอาจสุ่มให้ผู้เรียนมาอ่านหน้าชั้นเรียน



ภาพประกอบ 2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ภายในเวลา 50 นาที

(Johnson; et al. 1991: 30)

วนิดา บุษยะกนิษฐ (2532: 5-6) ได้เสนอขั้นตอนในการจัดประสบการณ์แบบปฏิบัติการดังนี้

1. ขั้นนำ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนโดยการใช่วิธีสนทนา ถามคำถาม ตั้งปัญหา หรือสื่ออย่างใดอย่างหนึ่ง เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ อยากค้นคว้า ปฏิบัติจริง
2. ขั้นกิจกรรม นักเรียนลงมือกระทำ ปฏิบัติจริงโดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ในการเรียนรู้
3. ขั้นสรุปผล โดยครูและนักเรียนร่วมกันสนทนาเป็นการสรุปกิจกรรม

ศิริพร มโนพิเชษฐวัฒนา (2547: 136-137) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการเรียนรู้ที่กระตือรือร้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่หน่วยการเรียนรู้ เป็นขั้นเตรียมความพร้อมของผู้เรียนโดยการสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ ทบทวนความรู้เดิม หรือมโนทัศน์ที่จำเป็นต้องเป็นฐานสำหรับความรู้ใหม่ แนะนำหัวข้อเรื่องที่จะเรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นกิจกรรมซึ่งนำประสบการณ์ เป็นการเสนอสถานการณ์ด้วยกิจกรรมที่น่าสนใจสัมพันธ์กับประสบการณ์ของผู้เรียน และเป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียน กิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมดจะรวมถึงการได้สนทนาสื่อสาร และการได้รับประสบการณ์ ดังนี้

- สนทนาสื่อสารกับตนเอง ด้วยกิจกรรมการอ่าน/การเขียนที่กระตือรือร้น และการเขียนแผนผังมโนทัศน์

- สนทนาสื่อสารกับผู้อื่น ด้วยกิจกรรมอภิปรายกลุ่ม การเรียนแบบร่วมแรงร่วมใจ และเกม

- ประสบการณ์จากการลงมือกระทำด้วยกิจกรรมปฏิบัติการทักษะพื้นฐานการทดลองและการสืบสอบ

- ประสบการณ์จากการสังเกตกับเหตุการณ์จริงโดยตรง หรือโดยอ้อม ด้วยกิจกรรมละครบทบาทสมมติ สถานการณ์จำลอง การใช้กรณีศึกษา และการศึกษานอกสถานที่

ขั้นที่ 3 ขั้นกิจกรรมสรุปเชื่อมโยง และประยุกต์ใช้ เน้นให้ผู้เรียนฝึกทักษะและนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ โดยผู้เรียนร่วมกันสรุปแนวคิด หลักการ และมโนทัศน์ของเนื้อหาในบทเรียน เพื่อผู้เรียนจะได้นำมโนทัศน์และหลักการดังกล่าวไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ต่อไป เป็นการ บูรณาการประสบการณ์ มโนทัศน์ หลักการ และกฎเกณฑ์ สู่การสร้างมโนทัศน์ที่มีความหมายและกระจำยิ่งขึ้น ซึ่งสมาชิกในกลุ่มจะร่วมกันแก้สถานการณ์ปัญหาที่ได้รับมอบหมาย

ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินผล เป็นการประเมินเพื่อปรับปรุงและพัฒนาผู้เรียน โดยใช้การประเมินผลตามสภาพจริง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนคิดไตร่ตรองในสิ่งที่เรียนรู้ (Reflect) และประเมินความคิดนั้นของผู้เรียน

บัญญัติ ชำนาญกิจ (2549: 4-5) กล่าวว่า สำนักงานสภาสถาบันราชภัฏได้วิเคราะห์กระบวนการการเรียนรู้เชิงรุกไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ขั้นนี้เป็นขั้นที่ผู้สอนพยายามกระตุ้นให้ผู้เรียนถึงประสบการณ์เดิมของตนมาเชื่อมโยงหรืออธิบายประสบการณ์หรือเหตุการณ์ใหม่ แล้วนำไปสู่การขบคิดเพื่อเกิดข้อสรุปหรือองค์ความรู้ใหม่ และแบ่งปันประสบการณ์ของตนกับผู้อื่นที่อาจมีประสบการณ์เหมือนหรือต่างจากตนเอง เป็นการรวบรวมมวลประสบการณ์ที่หลากหลายจากแต่ละคน เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้สิ่งใหม่ร่วมกัน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนรู้สึกว่าตนมีความสำคัญเพราะได้มีส่วนร่วมในฐานะสมาชิก มีผู้ฟังเรื่องราวของตนเอง และได้รับรู้เรื่องราวของคนอื่น นอกจากนี้จะได้แลกเปลี่ยนประสบการณ์แล้ว ยังทำให้สัมพันธ์ภายในกลุ่มผู้เรียนเป็นไปด้วยดี ส่วนผู้สอนไม่ต้องเสียเวลาในการอธิบายหรือยกตัวอย่าง เพียงแต่ใช้เวลาเล็กน้อยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยน

ประสบการณ์กัน และยังช่วยให้ผู้สอนได้ทราบถึงความรู้พื้นฐานและประสบการณ์เดิมของผู้เรียน ซึ่งเป็นประโยชน์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไป

2. **ขั้นสร้างองค์ความรู้ร่วมกัน** ขั้นนี้ทำให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ สร้างสรรค์มวลประสบการณ์ ข้อมูลความคิดเห็น ฯลฯ เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ถ่องแท้ชัดเจน หรือเกิดข้อสรุป/องค์ความรู้ใหม่ หรือตรวจสอบ/ปรับ/เปลี่ยนความคิดความเชื่อของตนเอง กิจกรรมในขั้นนี้เป็นกิจกรรมกลุ่มที่เน้นการตั้งประเด็นให้ผู้เรียนได้คิด สะท้อนความคิด หรือบอกความคิดเห็นของตนเองให้คนอื่นได้รับรู้ และได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดระหว่างกันอย่างลึกซึ้งซึ่งจนเกิดความเข้าใจชัดเจน ได้ข้อสรุปหรือองค์ความรู้ใหม่ หรือเกิด/ปรับ/เปลี่ยนความคิดความเชื่อตามจุดประสงค์ที่กำหนด

3. **ขั้นนำเสนอความรู้** เป็นขั้นที่ทำให้ผู้เรียนได้รับข้อมูลความรู้ แนวคิด ทฤษฎี หลักการ ขั้นตอน หรือข้อสรุปต่าง ๆ โดยครูเป็นผู้จัดให้ เพื่อใช้เป็นต้นทุนในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ หรือช่วยให้การเรียนรู้บรรลุจุดประสงค์ กิจกรรมการเรียนรู้อาจทำได้โดยการให้แนวคิด ทฤษฎี หลักการ ข้อมูล ความรู้ ขั้นตอนทักษะ ซึ่งทำได้โดยการบรรยาย ดูวีดิทัศน์ ฟังแถบเสียง อ่านเอกสาร/ใบความรู้/ตำรา ฯลฯ หรือการรวบรวมประสบการณ์ของผู้เรียนที่เป็นผลให้เกิดการเรียนรู้ เนื้อหาสาระเพิ่มขึ้น หรือการรวบรวมข้อสรุปของการสะท้อนความคิดและอภิปรายประเด็นที่มอบหมายให้

4. **ขั้นประยุกต์ใช้หรือลงมือปฏิบัติ** เป็นขั้นที่ทำให้ผู้เรียนได้นำความคิดรวบยอด หรือข้อสรุป หรือองค์ความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นไปประยุกต์หรือทดลองใช้ หรือเป็นการแสดงผลสำเร็จของการเรียนรู้ในองค์ประกอบอื่น ๆ ซึ่งผู้สอนใช้กิจกรรมในองค์ประกอบนี้ในการประเมินผลการเรียนรู้ได้ และยังเป็นองค์ประกอบสำคัญที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รู้จักการนำไปใช้ในชีวิตจริง

สุชาติ นทีตานนท์ (2550: 5) ได้เสนอขั้นตอนการจัดประสบการณ์แบบปฏิบัติจริง ดังนี้

1. **ขั้นนำ** เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการสนทนา ตอบคำถาม เพื่อทบทวนประสบการณ์เดิม โดยครูมีบทบาทในการกระตุ้นให้เด็กเกิดความสนใจและมีความพร้อมก่อนการปฏิบัติกิจกรรม

2. **ขั้นปฏิบัติ** เป็นขั้นที่เด็กได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจริงและมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นจากการ คนคว่า ทดลอง ปฏิบัติการ เพื่อสืบค้นหาคำตอบจนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

3. **ขั้นสรุป** เป็นการสนทนาร่วมกันระหว่างเด็กและครูเมื่อทำกิจกรรมเสร็จเรียบร้อยเพื่อทบทวนประสบการณ์และนำเสนอผลงานที่สะท้อนความคิดเห็นจากการลงมือปฏิบัติจริง

สัญญา ภัทรการ (2552: 21) ได้สรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาไว้ 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 **ขั้นเตรียมพร้อมเข้าสู่บทเรียน** เป็นขั้นสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ ทบทวนความรู้เดิม แนะนำหัวข้อที่จะเรียน แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ผู้เรียนทราบ นำเสนอสัญลักษณ์

ต่าง ๆ ที่ต้องใช้ ยกตัวอย่างสถานการณ์ให้ผู้เรียนเห็นตัวอย่าง และตั้งกติการ่วมกัน เพื่อให้ผู้เรียนมีความพร้อมและเกิดความสนใจ

ขั้นที่ 2 ขั้นนำเสนอสถานการณ์ เป็นขั้นที่ผู้สอนนำเสนอสถานการณ์ปัญหามาสร้างความสนใจเพื่อให้ผู้เรียนได้ร่วมกันวางแผนการแก้ปัญหา และร่วมกันคิดวิเคราะห์ปัญหา และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามในสิ่งที่สงสัย

ขั้นที่ 3 ขั้นลงมือปฏิบัติ เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้ลงมือแก้ปัญหาตามที่ได้วางแผนไว้ มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม และทุกคนในกลุ่มต้องมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา โดยผู้สอนเป็นผู้คอยแนะนำ

ขั้นที่ 4 ขั้นอภิปราย เป็นขั้นที่ผู้เรียนออกมานำเสนอแนวคิดหน้าชั้นเรียน โดยทุกกลุ่มมีหน้าที่ตรวจสอบและมีสิทธิที่จะถามผู้เรียนที่ออกไปนำเสนอแนวคิด

ขั้นที่ 5 ขั้นสรุป เป็นขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันสรุปความรู้ หรือแนวคิดที่ได้ เพื่อสะท้อนความคิดที่ได้จากการลงมือปฏิบัติ และเพื่อให้มั่นใจว่าผู้เรียนมีการเรียนรู้จริง

จากแนวคิดดังกล่าวของนักการศึกษาข้างต้น สรุปได้ว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก มีดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ โดยการใช้การสนทนา ตั้งคำถามหรือนำเสนอสื่ออย่างใดอย่างหนึ่ง และทบทวนความรู้เดิมที่จำเป็นสำหรับความรู้ใหม่ แจ่มจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ผู้เรียนทราบ

ขั้นที่ 2 ขั้นนำเสนอสถานการณ์ เป็นขั้นที่ผู้สอนนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่ทำทนาย และมีความสัมพันธ์กับประสบการณ์ของผู้เรียน ตั้งกติการ่วมกันและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัย

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการกิจกรรม เป็นขั้นที่ผู้เรียนวิเคราะห์ปัญหาและร่วมกันวางยุทธวิธีในการแก้ปัญหา จากนั้นดำเนินการตามยุทธวิธีที่วางไว้ และมีการอภิปรายสะท้อนความคิดโดยทุกคนในกลุ่มต้องมีส่วนร่วม ซึ่งผู้สอนเป็นเพียงผู้ให้คำแนะนำและกระตุ้นความคิด

ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างองค์ความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนออกมานำเสนอแนวคิดของตนเอง หรือของกลุ่มให้ผู้เรียนคนอื่น ๆ ได้รับรู้ และอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดระหว่างกันจนเกิดความเข้าใจที่ชัดเจน

ขั้นที่ 5 ขั้นสรุป เป็นขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการเรียน เพื่อสะท้อนความคิดหรือความรู้ที่ได้ และตรวจสอบความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการเรียนด้วย

1.4 องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

เมเยอร์ส และโจนส์ (Meyers; & Jones. 1993: 19-20) กล่าวถึง องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกว่าประกอบด้วยปัจจัยที่มีความเกี่ยวข้องกัน 3 ประการ ได้แก่ ปัจจัยพื้นฐาน (Basic Elements) กลวิธีในการเรียนการสอน (Learning Strategies) และทรัพยากรทางการสอน (Teaching Resources) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ปัจจัยพื้นฐาน (Basic Element)

การพูดและการฟัง (talking and listening)

การเขียน (writing)

การอ่าน (reading)

การสะท้อนความคิด (reflecting)

2. กลวิธีในการเรียนรู้ (Learning Strategies)

กลุ่มเล็ก ๆ (Small groups) การทำงานร่วมแรงร่วมใจ (Cooperative work)

กรณีศึกษา (case studies) สถานการณ์จำลอง (simulations) การอภิปราย (discussion)

การแก้ปัญหา (problem solving) การเขียนบันทึกประจำวัน (journal writing)

3. ทรัพยากรทางการสอน (Teaching Resources)

การอ่าน (reading) การกำหนดการบ้าน (homework assignments)

วิทยากรภายนอก (outside speakers)

การใช้เทคโนโลยีในการสอน (teaching technology)

การเตรียมอุปกรณ์การศึกษา (prepared educational materials)

โทรทัศน์ทางการศึกษา (commercial and educational television)

ภาพประกอบ 3 องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Meyer; & Jones. B.1993: 20)

ฟิงค์ (Fink. 1999: 1-2) ได้เสนอถึงองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ดังนี้

1. การสนทนากับตัวเอง

เพื่อผู้เรียนจะได้สะท้อนความคิด ถามตนเองว่าคิดอะไร มีความรู้สึกอย่างไร โดยบันทึกการเรียนรู้ หรือแฟ้มสะสมงาน ว่ากำลังเรียนอะไร เรียนอย่างไร สิ่งที่เรียนนี้มีบทบาทอย่างไรในชีวิตประจำวัน

2. การสนทนาสื่อสารกับผู้อื่น

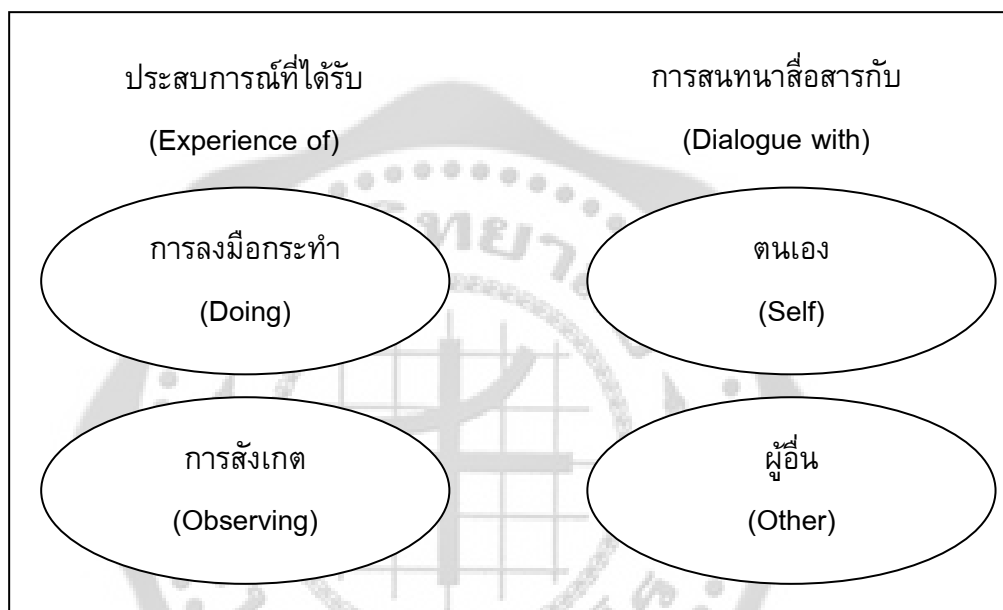
การอ่านตำรา หรือฟังคำบรรยาย ในการสอนแบบเดิมนั้นผู้เรียนจะถูกจำกัดความคิด ไม่มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น ขาดความกระตือรือร้นในการสนทนาสื่อสาร หากผู้สอนมอบหมายให้อภิปรายกลุ่มย่อยในหัวข้อที่น่าสนใจ จะช่วยสร้างสรรค์สถานการณ์ในการสนทนาสื่อสารให้มีความสนุกสนาน ทำหาย

3. ประสบการณ์ที่ได้จากการลงมือกระทำ

นักเรียนเกิดประสบการณ์โดยตรงจากการออกแบบและทำการทดลอง หรือทางอ้อมจากกรณีศึกษา บทบาทสมมติ กิจกรรมสถานการณ์จำลอง ฯลฯ

4. ประสบการณ์ที่ได้จากการสังเกต

นักเรียนมองหรือฟังคนอื่นที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อที่กำลังเรียน นักเรียนอาจสังเกตโดยตรงจากสิ่งที่เกิดขึ้นจริง หรือจากการสังเกตสถานการณ์จำลอง ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีคุณค่า



ภาพประกอบ 4 ลักษณะของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Fink, 1999: 1)

บัญญัติ ชำนาญกิจ (2549: 4) กล่าวถึง องค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้แบบใฝ่รู้ โดยดัดแปลงมาจากองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกของเมเยอร์ และโจนส์ (Meyers; & Jones. 1993: 19-20) ดังนี้

1. ปัจจัยพื้นฐานของการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบใฝ่รู้ มีอยู่ 4 ประเด็น ได้แก่

1.1 การพูดการฟัง จะช่วยให้ผู้เรียนได้ค้นหาความหมายของสิ่งที่เรียน

1.2 การเขียน จะช่วยให้ผู้เรียนได้ประมวลสารสนเทศใหม่ ๆ เป็นภาษาของ

เขาเอง

1.3 การอ่าน การตรวจเอกสารสรุป การบันทึกย่อ สามารถช่วยให้ผู้เรียนประมวลสิ่งที่อ่านและพัฒนาความสามารถในการเน้นสาระสำคัญ

1.4 การสะท้อนความคิด จะช่วยให้ผู้เรียนได้นำสิ่งที่เรียนรู้ไปเชื่อมโยงกับสิ่งที่รู้มาก่อน หรือนำความรู้ที่ได้รับไปเกี่ยวกับชีวิตประจำวัน หรือการให้ผู้เรียนหยุดเพื่อใช้เวลาในการคิดและบอกให้ผู้อื่นรู้ว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง เป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มความสามารถในการเก็บกักความรู้ของผู้เรียน

2. กลวิธีในการเรียนรู้ สามารถใช้วิธีการได้หลากหลาย ดังนี้

2.1 การแบ่งกลุ่มเล็ก ๆ ได้แก่ การทำงานแบบร่วมมือ กรณีศึกษา สถานการณ์จำลอง การอภิปราย การแก้ปัญหา การเขียนบทความ

2.2 ห้องเรียนใหญ่ อาจใช้ rally robin, rally table, round robin, round table, pair checks, pair works, think-pair-share, team-pair-solo หรือ think-pair-square

3. ทรัพยากรในการสอน จะต้องมีส่วนที่หลากหลายให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ได้แก่

3.1 การอ่าน

3.2 การให้การบ้าน

3.3 วิทยากรภายนอก

3.4 การใช้เทคโนโลยีในการสอน

3.5 การเตรียมอุปกรณ์การเรียนการสอน

3.6 การใช้โทรทัศน์เพื่อการศึกษา

สัญญา ภัทรกร (2552: 28) ได้สรุปองค์ประกอบการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวา มีดังนี้

1. ปัจจัยพื้นฐาน ได้แก่ การพูดและการฟัง การเขียน การอ่าน และการสะท้อนความคิด

2. กลวิธีในการเรียนรู้ ได้แก่ การแบ่งกลุ่มเล็ก ๆ การทำงานแบบร่วมแรงร่วมใจ กรณีศึกษา สถานการณ์จำลอง การอภิปราย การแก้ปัญหา และการเขียนบันทึกประจำวัน

3. ทรัพยากรทางการสอน ได้แก่ การให้การบ้าน วิทยากรจากภายนอก การใช้เทคโนโลยีในการสอน การเตรียมอุปกรณ์การศึกษา และโทรทัศน์ทางการศึกษา

จากการศึกษาองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ในการวิจัยครั้งนี้จะใช้แนวคิดของ เมเยอร์ และ โจนส์ (Meyers; & Jones. 1993: 19-20) ดังนี้

1. ปัจจัยพื้นฐาน ได้แก่ การพูดและการฟัง การเขียน การอ่าน และการสะท้อนความคิด

2. กลวิธีในการเรียนรู้ ได้แก่ การแบ่งกลุ่มเล็ก ๆ การทำงานแบบร่วมแรงร่วมใจ กรณีศึกษา สถานการณ์จำลอง การอภิปราย การแก้ปัญหา และการเขียนบันทึกประจำวัน

3. ทรัพยากรทางการสอน ได้แก่ การอ่าน การกำหนดการบ้าน วิทยากรจากภายนอก การใช้เทคโนโลยีในการสอน การเตรียมอุปกรณ์การศึกษา และโทรทัศน์ทางการศึกษา

1.5 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

เมเยอร์ และโจนส์ (Meyers; & Jones.1993: 59-119) ซิลเบอร์แมน (Silberman. 1996) พาร์เคนสัน วินเดล และเชลตัน (Parkenson; Windale; & Shelton. 1998: 47-55) เคแกน (Kagan. 1990:1-15) คณะทำงานของศูนย์การสอนและการเรียนรู้แห่งคารอไลนา (Staff of Center for Teaching; & Learning at Carolina. 2001: 15-28) ได้เสนอวิธีการและเทคนิคการสอนในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ดังนี้

1. การอภิปรายกลุ่ม (Group discussion) เป็นกลวิธีที่จัดใหม่ขึ้นด้วยเจตนา ร่วมกันที่จะพิจารณาเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยนำข้อปัญหา และแนวคิดต่าง ๆ เกี่ยวกับเรื่องนั้นมากล่าวให้ ช่วยกันแสดงความคิดเห็น หรือช่วยขบคิดเกี่ยวกับข้อปัญหานั้น เพื่อหาข้อสรุป ทุกคนมีส่วนร่วมในการพูด ออกความเห็นอย่างเท่าเทียมกัน โดยไม่มีการแยกผู้พูดและผู้ฟัง เป็นวิธีที่ทำให้เกิดผลดี มากมาย เพราะเป็นการเริ่มจากความรู้พื้นฐานของผู้เรียนไปสู่ประสบการณ์ใหม่ ช่วยพัฒนาเจตคติ ยกระดับความสนใจและการมีส่วนร่วมของผู้เรียนทุกคนจากการทำงานเป็นกลุ่ม ใช้กระบวนการที่นำ ผู้เรียนได้คิด สื่อสาร และแบ่งปันความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ต่อกัน อาจจำแนกได้เป็น 2 ประเภท ใหญ่ ๆ ได้แก่

1.1 การอภิปรายกลุ่มย่อย (Small group discussion) เป็นกลวิธีการสอนที่มี ประสิทธิภาพที่สุดอย่างหนึ่ง ที่สามารถใช้ได้กับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ในกรณีที่ต้องการให้มีการ แสดงความคิดเห็นกันอย่างทั่วถึง

1.2 การอภิปรายทั้งชั้นเรียน (Whole class discussion) เป็นการอภิปรายที่ มักมีผู้สอนเป็นผู้นำในการอภิปราย มักใช้เร้าความสนใจให้ผู้เรียนเริ่มแสดงความคิดเห็นในเรื่องใด เรื่องหนึ่งอาจเป็นการนำเขาสู่บทเรียนหรือสรุปบทเรียน

เทคนิคที่ดีเทคนิคหนึ่งสำหรับการอภิปรายกลุ่ม ที่ช่วยให้การลงสรุปแนวความคิด รวดเร็ว คือ การระดมสมอง หากใช้วิธีการระดมสมองได้อย่างเหมาะสมจะกระตุ้นแนวคิดใหม่ และ ส่งเสริมการแก้ปัญหาที่ต้องการความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และที่มีจุดมุ่งหมายบ่งชี้ชัดเจนว่าไม่ ต้องการคำตอบถูกผิด แต่ต้องการแนวทางแก้ปัญหาหลายแนวทาง ซึ่งระหว่างการระดมสมองทุกคน มีอิสระที่จะพูดและเสนอความคิดที่แตกต่างได้

2. เกม (Games) คือ กิจกรรมที่ใช้ผู้เล่นหนึ่งคนหรือมากกว่า เป็นการแข่งขันที่มี กฎเกณฑ์ หากเป็นเกมคณิตศาสตร์ต้องใช้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เข้ามาเกี่ยวข้อง ช่วย ให้ผู้เรียนสนุก ตื่นเต้น มีส่วนร่วมและกระตุ้นให้เรียนรู้ ช่วยพัฒนาทักษะแก้ปัญหา สื่อสาร การฟัง ความร่วมมือซึ่งกันและกัน ผู้สอนสามารถใช้เกมในการเสริมแรง ทบทวน สอนข้อเท็จจริง ทักษะ และมโนทัศน์ ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนสนใจบทเรียน ผู้เรียนอ่อนและเก่ง สามารถทำงานร่วมกันได้ดี ทำให้ผู้เรียนอ่อนเกิดกำลังใจในการเรียนมากขึ้น ทั้งอาจใช้เป็น การประเมินผลการเรียนรู้อย่างไม่เป็นทางการ

3. การแสดงบทบาทสมมติ (Role playing) เป็นกลวิธีที่ดีมาก เมื่อผู้สอนต้องการสำรวจความเข้าใจ เจตคติทางคณิตศาสตร์ หรือต้องการให้ผู้เรียนได้รู้ชัดว่า บุคคลที่อยู่ในสถานการณ์หนึ่งๆ นั้นรู้สึกอย่างไรและเพื่อเป็นการให้ข้อมูลสำหรับอภิปรายต่อไป โดยจัดให้มีการแสดงในสถานการณ์ที่คล้ายชีวิตจริง ผู้เรียนสวมบทบาทเป็นผู้เกี่ยวข้องที่อยู่ในสถานการณ์นั้น สิ่งสำคัญที่จะก่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ เจตคติ และค่านิยม คือ การอภิปรายหลังการแสดง นอกจากนี้เป็นผู้สังเกตการณ์แล้ว ผู้สอนจะเป็นผู้นำอภิปราย ผู้กำหนดบทบาท ผู้ควบคุมเวลา และช่วยแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการแสดงบทบาทสมมติ โดยองค์ประกอบหลักของการแสดงบทบาทสมมติจะประกอบด้วย บุคคลที่เกี่ยวข้อง ประเด็นปัญหาที่จะทำความเข้าใจ ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล เวลา และสถานที่ที่เกิดเหตุการณ์

4. การแสดงละคร (Drama) คล้ายคลึงกับการแสดงบทบาทสมมติ กล่าวคือ เป็นวิธีการที่ผู้เรียนเป็นผู้แสดงบทบาทที่ได้รับ ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเรื่องราวที่แสดง แต่ใช้เวลามากกว่าบทบาทสมมติ จึงเหมาะสมสำหรับใช้สอนเนื้อหาที่ยาก

5. การใช้กรณีศึกษา (Case study) เป็นวิธีหนึ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักวิเคราะห์สถานการณ์แวดล้อมเฉพาะเรื่อง อาจเป็นเรื่องสมมติหรือชีวิตจริงที่อธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นในชุมชน มักจะเกี่ยวกับปัญหาที่ผู้หนึ่งหรือหลายคนกำลังประสบอยู่ การใช้กรณีศึกษาจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนร่วมพิจารณา แสดงความรู้สึก เพื่อสรุปปัญหา แนวคิด และแนวทางแก้ปัญหา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจเนื้อหา และสภาพความเป็นจริงที่ลึกซึ้ง พัฒนาความคิดทักษะการแก้ปัญหา การประยุกต์ความรู้เดิม สร้างความเชื่อมั่นว่าการตัดสินใจของตนเองมีความสำคัญและเชื่อถือได้ และสร้างแรงจูงใจที่จะเรียนสิ่งอื่นต่อไป

6. การสอนโดยใช้สถานการณ์จำลอง (Simulation techniques) คือ การสอนที่มีการเลียนแบบสภาพเหตุการณ์ หรือสมมติสถานการณ์ใหม่คล้ายคลึงกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง และสอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียน จากนั้นเสนอเป็นกิจกรรมการสอน เพื่อให้ผู้เรียนได้ทดลองฝึกปฏิบัติ ออกความคิดเห็น หรือตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหาจากสถานการณ์นั้น ทำให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ในสภาพที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด ซึ่งวิธีการนี้จะทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างความเข้าใจในหลักการทางคณิตศาสตร์ และกระบวนการต่างๆ ที่ไม่เห็นเป็นรูปธรรม ผู้เรียนมีความรู้สึกร่วมต่อเหตุการณ์ได้ดี อีกทั้งยังสามารถถ่ายโยงการเรียนรู้ไปสู่การปฏิบัติจริงต่อไปได้ โดยผู้สอนต้องเตรียมอุปกรณ์ บทบาทหน้าที่ และสถานที่ ตลอดจนกล่าวนำและอธิบายบทบาทของผู้เรียนให้เข้าใจตรงกัน

7. การอ่านอย่างกระตือรือร้น (Active reading) เป็นกลวิธีการอ่านอย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเรื่องการอ่านได้ดีขึ้น ไม่ใช่การอ่านอย่างคร่ำๆ หรืออ่านไปเรื่อย ๆ เหมือนการอ่านทั่วไป แต่เป็นการอ่านที่มีวัตถุประสงค์เพื่อหาคำตอบหรือตั้งคำถาม โดยประมวลความคิดจากสิ่งที่อ่าน เพื่อให้มั่นใจว่าผู้เรียนได้รับสาระจากการอ่านอย่างต่อเนื่อง ทั้งได้ใช้วิจารณ์ญาณพินิจพิเคราะห์เรื่องที่อ่าน เป็นการอ่านเนื้อหาที่สนใจและก่อให้เกิดความสนใจค้นคว้า

เพิ่มเติมด้วยตัวผู้เรียนเอง โดยใช้เทคนิคต่างๆ ที่ช่วยส่งเสริมผู้เรียนในการอ่านและทำความเข้าใจเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ได้ เช่น การเน้นคำ การเขียนแผนภาพ การอ่านแล้วตั้งคำถาม ฯลฯ

8. การเขียนอย่างกระตือรือร้น (Active Writing) เป็นกลวิธีกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงออกเชิงความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ โดยใช้เทคนิคต่างๆ ที่ช่วยส่งเสริมผู้เรียนในการเขียน เช่น บันทึกประจำวัน การเขียนบทละคร การทำรายงาน ฯลฯ

9. การทำงานกลุ่ม (Small group work) เป็นกิจกรรมที่จัดให้ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่มย่อยๆ พุดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และพัฒนาทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น วิธีนี้ประสบผลสำเร็จเมื่อผู้เรียนมีการสะท้อนความคิดในสิ่งที่เรียน หรือประสบการณ์ที่ได้รับ

อุษณีย์ เทพรชัย (2543: 6-8) ได้เสนอวิธีการและเทคนิคการสอนในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ดังนี้

1. การเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative Learning) เป็นวิธีการเรียนที่เน้นสภาพแวดล้อมทางการเรียนให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ กลุ่มละ 4-6 คน สมาชิกแต่ละคนจะต้องร่วมในการเรียนรู้ร่วมกัน การเป็นกำลังใจซึ่งกันและกัน สมาชิกแต่ละคนจะต้องรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเองพร้อม ๆ กับการดูแลเพื่อนสมาชิกทุกคนภายในกลุ่ม ความสำเร็จของแต่ละคนคือความสำเร็จของกลุ่ม ความสำเร็จของกลุ่มคือความสำเร็จของทุกคน

2. การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นหลัก (Problem-Based Learning) เป็นเครื่องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความต้องการที่จะเฝ้าหาความรู้เพื่อแก้ปัญหา หรือเป็นการเรียนรู้ที่ผลจากกระบวนการทำงานที่จะทำให้เกิดความเข้าใจอย่างแท้จริงต่อสาเหตุของปัญหา โดยการให้นักเรียนเป็นผู้ตัดสินใจแก้ปัญหา รู้จักการทำงานร่วมกันเป็นทีมภายในกลุ่ม ครูจะมีส่วนร่วมน้อยที่สุด

3. การสอนแบบอภิปราย (Discussion) มีหลายรูปแบบ แต่ละรูปแบบจะมีลักษณะเฉพาะของตนเอง รูปแบบต่าง ๆ ของการสอนแบบอภิปราย ได้แก่ การอภิปรายทั้งห้องเรียน การอภิปรายแบบโต้ว่าที่ การอภิปรายเป็นคณะ การอภิปรายกลุ่มใหญ่ การอภิปรายย่อย เป็นต้น จุดมุ่งหมายของการใช้วิธีการสอนแบบอภิปราย คือ

3.1 เพื่อให้นักเรียนเป็นผู้ให้ความรู้แก่กลุ่มด้วยตนเอง คือ ต้องการให้นักเรียนมีบทบาทในการเรียนมากที่สุด

3.2 ให้โอกาสนักเรียนประยุกต์ความรู้และหลักการที่เรียนมาแล้ว

3.3 ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) แก่ครูและนักเรียนว่า การเรียนของนักเรียนสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้มากน้อยเพียงใด

3.4 ส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น นักเรียนจะมีโอกาสฝึกฝนการคิด โดยเริ่มจากการคิดเกี่ยวกับเนื้อหาสาระที่กำลังเรียน

3.5 ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างสมเหตุสมผล โดยรู้จักประเมินเหตุผลที่ตนเองเสนอ และเหตุผลที่ผู้อื่นเสนอด้วย

3.6 ส่งเสริมให้นักเรียนรับรู้ และกำหนดปัญหาที่จำเป็นที่ต้องใช้ความรู้จากการอ่านหรือการฟังการบรรยาย

3.7 นักเรียนมีการยอมรับหรือเปลี่ยนแปลงทัศนคติเดิมของตนได้ พัฒนาแรงจูงใจให้นักเรียนมีการค้นคว้าความรู้เพิ่มเติม

4. การสอนแบบใช้เทคนิคระดมสมอง (Brainstorming) เป็นลักษณะกลุ่มบุคคล ที่มาร่วมกันแสดงความคิดเห็นในเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างมีความคิดเห็นของแต่ละคน ไม่มีการตัดสินว่าความคิดของใคร ดี-เลว หรือ ถูก-ผิด แต่อย่างไร มีวิธีการสอน ดังนี้

4.1 กำหนดหัวข้อหรือปัญหาที่ทุกคนต้องแสดงความคิดเห็น

4.2 อธิบายให้สมาชิกในกลุ่มทราบจุดมุ่งหมายของการประชุม รวมทั้งแจ้งกติกาให้กลุ่มได้ทราบ กติกาที่สำคัญ คือ ทุกความคิดได้รับการยอมรับไม่มีการโต้แย้งคัดค้าน ต้องการปริมาณของความคิดมากกว่าคุณภาพ

4.3 ให้ทุกคนในกลุ่มหนึ่งเป็นวงกลมใกล้ชิดกัน ไม่มีผู้นำอภิปราย มีคนคอยจดบันทึกข้อคิดเห็นทั้งหมด (ทุกคนต้องแสดงความคิดเห็น)

4.4 นำความคิดทั้งหมดมาผสานกันอีกครั้ง

5. การสอนโดยใช้บทบาทสมมติ (Role Play) เป็นเทคนิคการสอนที่ใช้ในการพัฒนาทักษะการติดต่อสื่อสารและมนุษยสัมพันธ์ และการฝึกภาวะในการเป็นผู้นำ นอกจากนี้ยังเป็น การฝึกฝนให้มีความชำนาญในด้านการเผชิญสภาพการณ์ที่เกี่ยวข้องกับบุคคลอื่น จำนวนสมาชิก ขึ้นอยู่กับประเภทของการแสดงบทบาทสมมติ แต่ไม่ควรเกิน 9 คน

การแสดงบทบาทสมมตินี้ ใช้เป็นเทคนิคเพื่อประกอบการอภิปรายกลุ่มหรือประกอบการบรรยาย เพื่อแสดงจุดสำคัญในเรื่องหนึ่งหรือใช้เป็นจุดเริ่มต้นของการอภิปราย การใช้เทคนิคนี้จะได้ผลดีเมื่อมีการแสดงแบบไว้อย่างรัดกุม ควบคุมวิธีการใช้อย่างระมัดระวังตามสถานการณ์อันควร และระมัดระวังอย่าให้นักเรียนมีโอกาสกระทบกระทั่งกัน

6. การสอนโดยใช้สถานการณ์จำลอง (Simulation) หมายถึง การจำลองสถานการณ์จริงมาใช้ในชั้นเรียน นอกจากจะมีลักษณะหรือส่วนประกอบที่เหมือนของจริง ยังจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบเหล่านั้นเกิดขึ้นคล้ายกับการเปลี่ยนแปลงในสถานการณ์จริงด้วย ตัวอย่าง เช่น การฝึกนักบินโดยใช้เครื่องบินจำลอง สถานการณ์จำลองที่นิยมใช้กันทั่วไป ได้แก่ รูปแบบของการเขียน (Written Simulation Game) รูปแบบที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วย (Computer Assisted Simulation Game) การแสดงบทบาทจริง (Life Simulation Game)

7. การสอนแบบสัมมนา (Seminar) มีเป้าหมายหลักที่จะให้มีการค้นคว้าโดยอิสระ โดยไม่ถูกควบคุมและถูกจำกัดขอบเขตด้วยเนื้อหา หรือองค์ประกอบใดๆ ทั้งสิ้น ดังนั้นการสอนแบบสัมมนาเป็นการสอนที่ผสมเทคนิคการสอนและการเรียนแบบต่างๆ เข้าด้วยกัน เพื่อประโยชน์ทางการศึกษา การสอนแบบสัมมนามีลักษณะดังนี้

7.1 นักเรียนมีโอกาสแสดงความคิดเห็นโดยอิสระ

7.2 ทั้งนักเรียนและครูมีสิทธิการแสดงออกและร่วมกันสัมมนาเท่าๆ กัน

7.3 มีการจำกัดในขอบเขตที่ได้เตรียมการมาแล้ว

ปรีชาญ เดชศรี (2545: 53-55) ได้กล่าวถึงกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ Active Learning ไว้ ดังนี้

กิจกรรมการเรียนรู้ Active Learning สำหรับนักเรียนเป็นรายบุคคล

แบบที่ 1 การฝึกหัดเป็นรายบุคคลทั้งการเรียน การโต้ตอบ และการคิด การให้ทำกิจกรรมเหล่านี้มีเป้าหมายเพื่อ

1. เพิ่มพูนความรู้ความจำในเรื่องที่กำลังเรียน
2. ให้ข้อมูลป้อนกลับในทันทีแก่นักเรียน
3. นักเรียนมีโอกาสสำรวจตรวจสอบตนเองทั้งความรู้ เจตคติ และคุณค่าของการเรียนรู้

การเรียนรู้

รูปแบบกิจกรรม ได้แก่

1. การหยุดเพื่อทำความเข้าใจ วิธีนี้จะใช้เมื่อบรรยายไปแล้วประมาณ 10 – 15 นาที ให้ผู้สอนหยุดพักแล้วให้นักเรียนทำความเข้าใจกับเรื่องที่เรียนมา ในขณะเดียวกันครูจะเดินไปรอบ ๆ ห้องเพื่อให้นักเรียนซักถามเป็นรายบุคคลรวมทั้งตรวจสอบการบันทึกของนักเรียนด้วย วิธีนี้ช่วยให้นักเรียนที่ไม่มีโอกาสถามขณะบรรยาย ได้ซักถามปัญหาและทำความเข้าใจกับเนื้อหาที่เป็นช่วงสั้น ๆ ความเข้าใจที่เกิดขึ้นจะช่วยส่งผลให้เกิดการเรียนรู้เรื่องต่อไปทำได้ง่ายขึ้น
2. การให้เขียนสรุปเมื่อเรียนจบ เมื่อเรียนจบชั่วโมงแล้วให้ใช้วิธีการสรุปโดยให้นักเรียนแต่ละคนเขียนสรุปความรู้ที่ได้พร้อมกับส่งให้ครูตรวจสอบว่านักเรียนเข้าใจมากน้อยเพียงใด ครูจะต้องตรวจสอบก่อนเข้าสอนในชั่วโมงต่อไป เพื่อจะได้เข้าถึงพื้นฐานความรู้ที่ผ่านมาและนำไปเชื่อมโยงกับความรู้ที่จะให้ใหม่ในชั่วโมงต่อไป ด้วยวิธีนี้จะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างต่อเนื่อง
3. ให้นักเรียนเขียนเรื่องที่เข้าใจดีที่สุดและน้อยที่สุด ก่อนจบแต่ละชั่วโมงสอน ให้นักเรียนเขียนประมาณ 5 นาที เพื่อเขียนข้อความสั้น ๆ สรุปเรื่องที่เข้าใจได้มากที่สุดหรือดีที่สุด และเรื่องที่เข้าใจได้น้อยที่สุด ผลจากการเขียนจะช่วยให้นักเรียนมีโอกาสคิดทำความเข้าใจและทบทวนในเรื่องที่เรียนในทันทีทันใด
4. การตอบสนองต่อการสาธิตของครู เมื่อครูนำเสนอกิจกรรมหรือการสาธิตใด ๆ จบแล้วในทันที ให้นักเรียนเขียนข้อความสั้น ๆ เพื่อแสดงความคิดเห็นต่อการสาธิตของครู เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์และให้ข้อมูลป้อนกลับแก่ครูว่านักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างอย่างไร มากกว่าที่เป็นกิจกรรมเพื่อความสนุกสนาน
5. การบันทึกประจำวัน (หรือสัปดาห์) ครูตั้งประเด็นหรือคำถามหรือปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่กำลังเรียนอยู่หรือน่าสนใจ เพื่อให้นักเรียนไปอ่านค้นคว้าและเขียนในรูปของกรบันทึกประจำวัน ทั้งนี้ครูจะต้องเก็บบันทึกและตรวจเป็นระยะเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนตื่นตัว และในเวลาเดียวกันก็เป็นข้อมูลป้อนกลับให้แก่นักเรียนด้วย

6. การตั้งคำถามสั้น ๆ เมื่อเริ่มต้นบทเรียนให้นักเรียนแต่ละคนร่วมกันตั้งคำถามและเขียนบนกระดาน แล้วให้เวลานักเรียน 1- 2 นาที เพื่อตอบหรืออภิปรายเกี่ยวกับปัญหานั้น การตอบหรืออภิปรายเช่นนี้จะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ว่าเรื่องที่จะเรียนหรือเรื่องที่สนใจคืออะไร

แบบที่ 2 กิจกรรมที่เกี่ยวกับคำถามและคำตอบ กิจกรรมนี้มีเป้าหมายเพื่อ

1. ให้เวลารอคำตอบ เมื่อถามคำถามแล้วต้องให้เวลาคิดอย่างเพียงพอก่อนให้แสดงคำตอบ โดยคำนึงถึงตัวนักเรียนเป็นสำคัญ ต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนได้คิดและตอบคำถามไม่ใช่เฉพาะนักเรียนเก่งหรือที่กล้าแสดงออก เมื่อถามแล้วรอจนนักเรียนคิดได้จึงให้ยกมือตอบ

2. ให้นักเรียนในห้องเรียนตอบคำถามเอง เมื่อถามคำถามและนักเรียนตอบคำถามโดยครูไม่ต้องทวนคำตอบอีก แต่ให้นักเรียนทำความเข้าใจเองหรือซักถามผู้ตอบจนเข้าใจชัดเจน เพราะถ้าครูทวนคำตอบบ่อยเสมอจะทำให้เรียนไม่สนใจคำตอบจากเพื่อน แต่รอสรุปคำตอบจากครู หรือถ้านักเรียนตอบไม่ชัดเจนและไม่มีผู้ใดซักถาม ครูอาจถามคำถามที่เกี่ยวข้องกันเพื่อเพิ่มความชัดเจนอีกก็ได้

3. ส่งเสริมให้ฟังอย่างตั้งใจ เมื่อนักเรียนคนหนึ่งตอบคำถามแล้ว ให้นักเรียนอีกคนหนึ่งสรุปความรู้ที่ได้จากคำตอบของเพื่อนโดยใช้คำตอบของตนเอง

4. การเลือกส้อมปัญหาหรือเรื่องที่ต้องการทำความเข้าใจ ให้นักเรียนเขียนปัญหาหรือเรื่องที่ต้องการทำความเข้าใจมากที่สุดลงในกระดาษ แล้วรวบรวมไว้ในที่เดียวกัน จากนั้นจึงสุ่มจับขึ้นมา เพื่อทำความเข้าใจหรืออภิปราย

5. การทดสอบแบบสั้น ๆ ให้นักเรียนแต่ละคนเขียนข้อสอบของตนเอง เพื่อรวบรวมไว้ทำเป็นแบบทดสอบต่อไป

แบบที่ 3 การให้ข้อมูลป้อนกลับในทันทีทันใด วิธีนี้ก่อให้เกิด

1. ข้อมูลป้อนกลับในทันทีแก่ครูเกี่ยวกับการเรียนรู้ของนักเรียน
2. เพิ่มพูนความรู้ในเรื่องที่กำลังเรียน
3. ส่งเสริมให้เกิดการคิดวิเคราะห์วิจารณ์

รูปแบบกิจกรรม ได้แก่

1. การให้สัญญาณมือ เมื่อมีคำถามหรือปัญหาแล้วให้นักเรียนตอบโดยใช้สัญญาณมือที่ได้ตกลงกันไว้โดยไม่ต้องส่งเสียง เช่น ข้อสอบแบบ 4 ตัวเลือก อาจกำหนดให้แต่ละนิ้วแทนข้อของตัวเลือกและวางมือไว้บนอกของตัวเอง วิธีนี้จะมีเฉพาะครูที่เห็นคำตอบอย่างชัดเจน โดยแต่ละคนจะไม่เห็นคำตอบของคนอื่น ซึ่งจะช่วยให้ครูได้ประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนได้ในทันที

2. ป้ายกระดาษ ให้คำถามหรือปัญหาแก่นักเรียนโดยเขียนป้ายกระดาษแล้วให้นักเรียนตอบโดยใช้สัญญาณมือตามข้อ 1

การจัดการเรียนรู้ Active Learning จะก่อให้เกิดการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ กิจกรรมดังกล่าว เมื่อปฏิบัติแล้วจะส่งผล ดังนี้

1. ส่งเสริมให้เกิดทักษะการคิดวิเคราะห์วิจารณ์
2. กระตุ้นให้เด็กสร้างความรู้ด้วยตนเอง
3. เพิ่มความสามารถในการแสดงออกด้านการประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้จาก

บทเรียน

ตัวอย่างการสอน

1. การคาดการณ์ล่วงหน้าถึงเรื่องที่จะเรียน เพื่อให้นักเรียนสนใจในเรื่องที่จะเรียน ก่อนเริ่มต้นกิจกรรมครูสอบถามและให้นักเรียนเขียนเรื่องที่จะเรียนตามความรู้ ประสบการณ์เดิมที่มี และประเมินตนเองว่าเมื่อเรียนจบแล้วจะได้มีความรู้มากขึ้นเพียงใด

2. ให้ปัญหาหรือข้อโต้แย้ง ให้นักเรียนรับปัญหาหรือข้อโต้แย้งเกี่ยวกับแนวคิดของประเด็นที่กำลังศึกษา เพื่อให้เด็กได้ประสพกับข้อขัดข้องก่อนได้คำตอบ การบังคับให้นักเรียนแสดงออกโดยยังไม่มีคำตอบที่ครูเป็นผู้บอกจะเป็นการเพิ่มความเป็นไปได้ของนักเรียนในการประเมินทฤษฎีอย่างมีวิจารณญาณเมื่อพบปัญหาเหล่านั้นในภายหลัง

กิจกรรมการเรียนรู้ Active Learning สำหรับนักเรียนที่ทำเป็นคู่ กิจกรรมต่อไปนี้จะเกี่ยวข้องกับนักเรียนสองคนที่ทำกิจกรรมร่วมกัน ผลการทำกิจกรรม จะทำให้

1. ส่งเสริมให้เกิดทักษะการคิดวิเคราะห์วิจารณ์
2. เพิ่มความคิดระดับสูง
3. กระตุ้นนักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง
4. กระตุ้นให้นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบเจตคติและคุณค่าที่เกิดขึ้นกับตนเอง
5. ส่งเสริมให้นักเรียนรับฟัง และพิจารณาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน

รูปแบบกิจกรรม ได้แก่

1. การอภิปราย ให้นักเรียนอภิปรายหรือแลกเปลี่ยนการบันทึกกับเพื่อนที่นั่งติดกันและอาจกำหนดบทบาทหน้าที่ของเพื่อนแต่ละคนในการทำกิจกรรมคู่ เช่น เป็นผู้ถามหรือผู้ตอบ หรือทั้งสองคนอภิปรายร่วมกัน

2. เปรียบเทียบสมุดบันทึกหรือใช้สมุดบันทึกร่วมกัน นักเรียนบางคนมีทักษะด้านการจดบันทึกอยู่ในระดับต่ำ วิธีการหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มพูนทักษะการจดบันทึกคือให้ใช้วิธีเลียนแบบการจดบันทึกของผู้ที่มีทักษะหรือเปรียบเทียบกับ ผู้สอนอาจใช้วิธีหยุดการสอนชั่วคราวเพื่อการตรวจสอบหัวข้อหรือสาระสำคัญ โดยให้นักเรียนแลกเปลี่ยนกันอ่านบันทึก พร้อมกับเพิ่มเติมส่วนที่ตนเองบันทึกได้ไม่ครบ

3. ประเมินผลงานของผู้อื่น ให้นักเรียนแต่ละคนทำงานที่ได้รับมอบหมายของตนเองจนเสร็จ เมื่อถึงกำหนดส่งงาน ให้นักเรียนส่งงานเป็น 2 ชุด โดยชุดหนึ่งส่งครูผู้สอนส่วนอีกชุดหนึ่งมอบให้เพื่อน จากนั้นครูจะกำหนดแนวทางในการประเมินและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประเมินงานของเพื่อนที่ได้รับมา

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ Active Learning สำหรับนักเรียนที่ทำเป็นกลุ่ม กิจกรรมนี้เกี่ยวข้องกับนักเรียน 3 – 5 คน กิจกรรมที่ทำเป็นกลุ่มจะช่วยพัฒนา

1. การเรียนรู้และทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม
2. กระตุ้นทักษะการคิดวิเคราะห์วิจารณ์
3. เพิ่มพูนทักษะความคิดระดับสูง
4. เร่งเร้าให้เกิดความรู้ความคิดด้วยตนเอง
5. เร่งเร้าให้นักเรียนได้สำรวจตรวจสอบเจตคติและคุณค่าของตนเอง

รูปแบบกิจกรรม ได้แก่

1. การทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม (3 – 5 คน) ตั้งคำถามหรือปัญหาหลาย ๆ ประเด็น เพื่อให้ร่วมกันทำในแต่ละกลุ่ม และให้หมุนเวียนคำถามกันไปทั่วห้องเพื่อหาคำตอบหรือถามคำถามใหม่ ต่อจากนั้นให้นักเรียนแสดงผลที่ได้กับทั้งห้อง และให้นักเรียนทั้งห้องได้อภิปรายถึงแนวทางที่เป็นไปได้ของคำตอบที่เสนอ
2. งานกลุ่มบนกระดานดำ ให้นักเรียนทั้งกลุ่มแสดงวิธีแก้ปัญหาที่ค่อนข้างยากบนกระดานดำ
3. การทบทวน ให้นักเรียนในห้องเป็นกลุ่ม ๆ แก้ปัญหาร่วมกัน เพื่อทบทวนความรู้ที่เรียนมา (แทนการถามตอบปัญหาทั่วไป) เมื่อแก้ปัญหาภายในกลุ่มแล้วจึงให้ทั้งกลุ่มมาแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียนและให้เพื่อนในกลุ่มร่วมกันอภิปราย
4. การทำแผนผังความคิด แผนผังแนวคิดเป็นวิธีการหนึ่ง que แสดงถึงการเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดที่จะเรียนรู้ในห้องเรียน นักเรียนจะได้เรียนรู้วิธีการเชื่อมโยงแนวคิดที่สำคัญเข้าด้วยกัน โดยทั่วไปการเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดจะมีความซับซ้อนและเป็นไปได้หลายแนวทาง
5. Jigsaw Group ให้แต่ละกลุ่มศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งจนเข้าใจ แล้วแยกไปตั้งกลุ่มใหม่ที่สมาชิกมาจากกลุ่มที่ไม่ซ้ำกัน ต่อจากนั้นจึงให้สมาชิกแต่ละคนเผยแพร่ความรู้ที่มีแก่สมาชิกของกลุ่มที่รวมกันใหม่จนครบทุกคน
6. การแสดงสถานการณ์สมมติ ให้นักเรียนแต่ละคนแสดงสถานการณ์สมมติที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน ผลจากการแสดงจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
7. การระดมความคิดด้วยการเขียน ให้สมาชิกของกลุ่มระดมความคิดและเขียนแนวคิด เรื่อง ประเด็นหรือหัวข้อที่ได้เรียนมาแล้วลงบนกระดาษ โดยเขียนทีละคนและไม่ให้ซ้ำกัน ผลที่ได้จะแสดงถึงความรู้และความเข้าใจในเรื่องนั้น
8. การเล่นเกม เป็นกิจกรรมที่เหมาะสมสำหรับการเรียนการสอนเรื่องที่เข้าใจได้ยากและมีหลายแนวคิดอยู่ด้วยกัน
9. การอภิปรายแบบมีผู้นำเสนอ เป็นกิจกรรมที่เหมาะสมสำหรับการนำเสนอของกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งในเรื่องที่ได้รับมอบหมายต่อเพื่อนร่วมห้อง
10. การโต้วาที เป็นวิธีการที่ดีวิธีหนึ่ง que ส่งเสริมให้ผู้แสดงออกได้คิดและนำเสนอข้อมูลที่จัดกระทำแล้ว การโต้วาทีจะมีทั้งฝ่ายเสนอที่ทำหน้าที่สนับสนุนและฝ่ายโต้แย้ง

ศักดา ไชยกิจภิญโญ (2548: 14) กล่าวถึงกิจกรรมในการจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning ว่ามีหลายรูปแบบ ดังต่อไปนี้

1. Think-Pair-Share ผู้สอนตั้งปัญหา ผู้เรียนคิดหาคำตอบด้วยตนเองก่อนสัก 4-5 นาที ต่อมาจับคู่กับเพื่อน อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน หลังจากนั้นจึงสุ่มเรียกมานำเสนอหน้าชั้น

2. Minute Paper หลังจากบรรยายไป 15 นาที ผู้สอนสั่งให้ผู้เรียนสรุปที่เรียนไป 2 ประโยค ใน 1 นาที แล้วให้จับคู่แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ผู้สอนอาจสุ่มเรียกผู้เรียนมานำเสนอหน้าชั้น

3. Jigsaw ผู้สอนเลือกเนื้อหาที่สามารถแบ่งออกเป็น ส่วน ๆ ได้ หรือเลือกบทความที่มีเนื้อหาสอดคล้อง (ใกล้เคียง) 3-4 ชิ้น แบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่มเท่า ๆ กับเนื้อหา ให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมา 1 คน เลือกเนื้อหาที่เตรียมไว้ให้อ่านทำความเข้าใจร่วมกัน หรือหาคำตอบร่วมกันในกลุ่ม แล้วกลับไปสอนที่กลุ่มดั้งเดิมของตนจนทุกคนได้สอนครบ

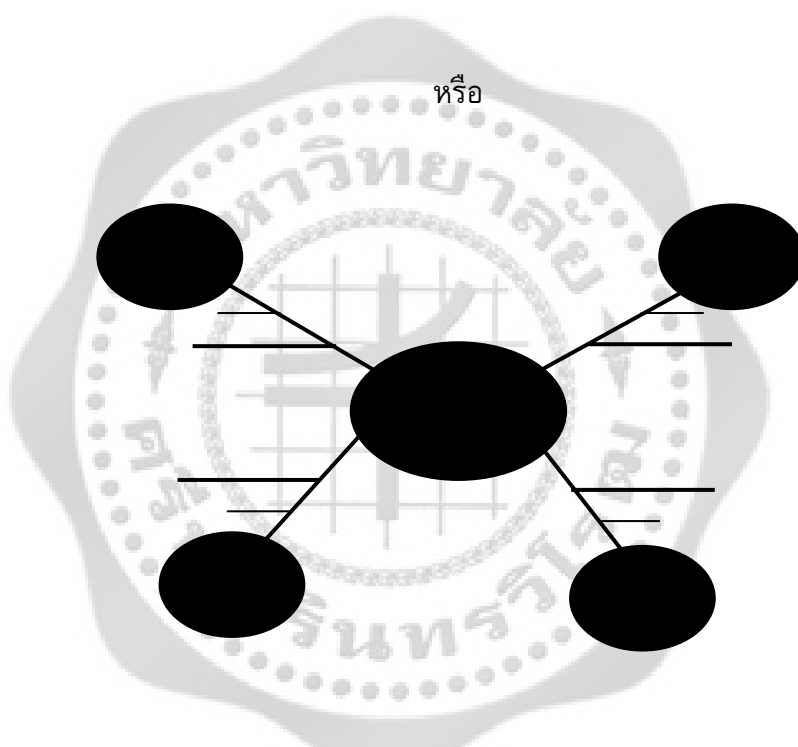
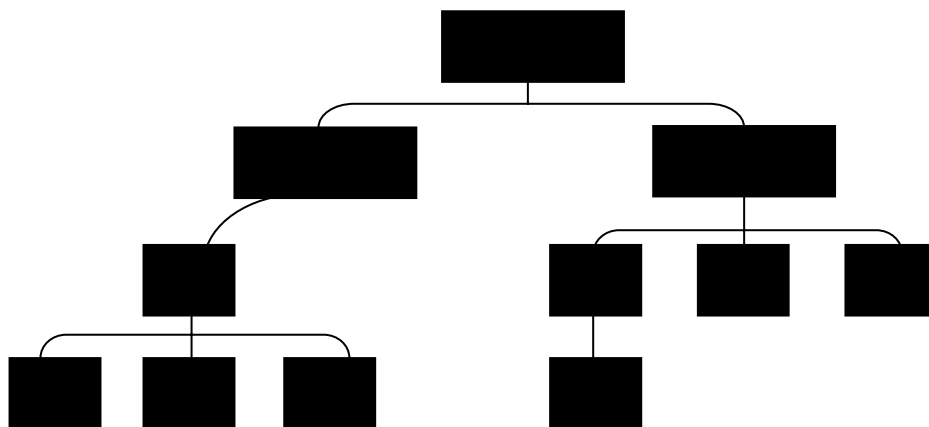
4. Round Table แบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่ม เพื่อตอบคำถาม โดยแต่ละกลุ่มได้รับกระดาษคำตอบ 1 แผ่น และปากกา 1 ด้าม ให้แต่ละกลุ่มเขียนคำตอบลงกระดาษ และเวียนให้กลุ่มอื่นดูคำถามคำตอบของกลุ่ม ผู้สอนอาจสุ่มเรียกมานำเสนอหน้าชั้น

5. Voting ให้ผู้เรียนยกมือเพื่อตอบคำถามของผู้สอนในลักษณะแสดงความเห็นด้วยและไม่เห็นด้วย หรือแข่งกันตอบ

6. End of Class Query สามนาทีก่อนสุดท้ายก่อนหมดคาบการสอน ให้ผู้เรียนสรุปการเรียนรู้ โดยเขียนออกมา 2 ประโยค หรือให้ซักถามก่อนจบการสอน

7. Trade of Problem แบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่ม ในแต่ละกลุ่มจะได้บัตรคำถามไม่เหมือนกัน ให้แต่ละกลุ่มเขียนคำตอบที่บัตรคำถามด้านหลัง เสร็จแล้วส่งให้เพื่อนกลุ่มอื่น ในขณะเดียวกันกลุ่มตนเองก็ได้รับบัตรคำถามจากกลุ่มอื่น โดยยังไม่ให้ดูคำตอบ ให้สมาชิกในกลุ่มอ่านคำถาม และร่วมกันคิดหาคำตอบ เมื่อได้คำตอบแล้วให้พลิกดูคำตอบของกลุ่มก่อนหน้า ถ้าคำตอบตรงกันไม่ต้องเขียนอะไรเพิ่มเติม แต่ถ้าคำตอบของกลุ่มไม่เหมือนกับคำตอบกลุ่มอื่น ให้เขียนคำตอบลงหลังบัตรคำถามนั้นเป็นอีกคำตอบหนึ่ง และให้ยื่นบัตรคำถามส่งให้กลุ่มอื่นต่อไป ในขณะเดียวกันก็รับบัตรคำถามของกลุ่มอื่นมา ให้ทำเช่นเดียวกันนี้จนครบ ผู้สอนรวบรวมบัตรคำถามที่มีคำตอบมากกว่าหนึ่งคำตอบ ให้ทั้งห้องร่วมอภิปรายหาคำตอบที่เป็นที่ยอมรับของทั้งห้อง

8. Concept Map แบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่ม แจกปากกาและแผ่นใสให้ ให้แต่ละกลุ่มเขียนประเด็นหลักที่ได้เรียนรู้ใส่ตรงกลางแผ่นใส พร้อมทั้งเขียนวงกลมล้อมรอบและเขียนประเด็นรองที่เกี่ยวข้องของแล้ววงกลมล้อมรอบเช่นกัน แล้วเชื่อมโยงกับวงกลมประเด็นหลัก ซึ่งจะได้รูปร่างคล้ายลูกโซ่ต่อ ๆ กัน เป็นแบบใยแมงมุมหรือเป็นรูปดาว ซึ่งการดูภาพแบบแผนภูมิเช่นนี้จะทำให้จดจำได้ง่ายหรือเข้าใจได้ง่าย



ภาพประกอบ 5 สอนอย่างไรให้ Active Learning. นวัตกรรมการเรียนการสอน

(ศักดิ์ดา ไชกิจภิญโญ. 2548: 14)

บัญญัติ ชำนาญกิจ (2549: 6) ได้กล่าวถึงกลวิธีที่ทำให้เกิดการเรียนแบบใฝ่รู้ ดังนี้

1. ให้นักเรียนเขียนสรุปเรื่องที่ผู้บรรยายหรือผู้เรียนอภิปรายทั้งชั้น
2. ให้ผู้เรียนอธิบายเรื่องที่ตนเองพูด
3. ให้ผู้เรียนผูกโยงปัญหาหรือเนื้อหาเกี่ยวกับความรู้ ประสบการณ์ของตนเอง พร้อมทั้ง

ยกตัวอย่างประกอบ

4. เขียนคำบรรยายของผู้สอนโดยใช้ถ้อยคำหรือสำนวนของตนเอง พร้อมทั้ง

ยกตัวอย่างประกอบ

5. อธิบายทัศนคติและมุมมองของตนเองที่มองปัญหานั้นแตกต่างจากคนอื่นในลักษณะมองต่างมุม

6. เขียนคำถามที่ตนเองสงสัยและข้องใจอยู่ เพื่อต้องการให้ได้คำตอบที่ชัดเจนหรือมีเหตุผล

7. ร่วมอภิปรายในชั้นเรียน

ณัฐพร เดชะ และสุทธาสินี เกสรประทุม (2550: 3-6) ได้กล่าวถึงกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning ไว้ดังนี้

1. กิจกรรมเดี่ยว

1.1 Minute Papers เป็นกิจกรรมการเขียนที่ให้ระยะเวลาผู้เรียนในการเขียนตอบคำถามเป็นเวลา 1 นาที โดยกิจกรรมนี้สามารถใช้ได้ในทุกช่วงเวลาของการเรียนการสอนไม่ว่าจะเป็นก่อนเข้าสู่บทเรียน ระหว่างบทเรียน และท้ายบทเรียน เช่น ก่อนเริ่มเข้าสู่บทเรียน ผู้สอนอาจให้ผู้เรียนเขียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนไปเมื่อครั้งที่แล้ว ในช่วงระหว่างและท้ายบทเรียนอาจถามว่า “ประเด็นสำคัญของหัวข้อนี้คืออะไร” เป็นต้น

1.2 Writing Activities เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเขียนต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการเขียนสรุป เขียนรายงาน เขียนตอบคำถาม เป็นต้น

1.3 Muddiest Point เป็นกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนเขียนในสิ่งที่ตนเองไม่เข้าใจหรือยังไม่กระจ่าง ซึ่งกิจกรรมนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้สอน เพราะจะช่วยให้ผู้สอนในการเตรียมการสอนครั้งต่อไปเพราะจะทำให้ทราบว่าผู้เรียนยังมีข้อสงสัยในจุดใดบ้าง เพื่อจะได้กลับไปเน้นย้ำในจุดนั้นอีกครั้งหนึ่ง

1.4 Affective Response เป็นกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนเขียนแสดงความรู้สึกของตนเองที่มีต่อการเรียนการสอน หรือต่อรายวิชานั้น ๆ เพื่อทราบถึงสร้างทัศนคติ และสร้างทัศนคติที่ดีให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน โดยการแสดงความรู้สึกนี้จะไม่มีผลต่อคะแนน แต่จะเป็นประโยชน์ต่อผู้สอนในการประเมินการสอนของตนเอง

1.5 Daily Journal ให้ผู้เรียนเขียนบันทึกกิจกรรมประจำวันของตนเอง โดยอาจใช้เทคโนโลยีเพื่อช่วยเหลือในการทำ คือให้ผู้เรียนใส่บันทึกของตนเองลงในอินเทอร์เน็ต หรือที่เรียกว่าการเขียน Blog ซึ่งจะเป็นการบูรณาการการสอนโดยนำเทคโนโลยีมาใช้ ผู้สอนอาจใช้วิธีการให้ผู้เรียนเขียนแสดงความคิดเห็น หรือคิดวิเคราะห์เกี่ยวกับหัวข้อที่ได้เรียนไปในแต่ละครั้งลงใน Blog เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิด ไม่ว่าจะเป็นการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ เป็นต้น

1.6 Reading Quiz กิจกรรมการอ่านประเภทต่างๆ เช่น การอ่านเพื่อตอบคำถาม การอ่านเพื่อสรุปใจความสำคัญ

1.7 Concept Maps การให้ผู้เรียนสรุปความรู้หรือแนวคิดที่ตนเองได้รับออกมาในภาพรวมในรูปแบบของภาพวาด แผนภาพ หรือการทำ mind mapping ซึ่งวิธีการนี้จะเป็นประโยชน์อย่างมากโดยเฉพาะกับผู้เรียนที่มีปัญหาในการถ่ายทอดความคิดออกมาเป็นภาษาเขียน แต่อาจมีความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ออกมาเป็นภาษาภาพ

1.8 Poster / Drawing / Display การให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงโดยมีผลงานออกมาอย่างเป็นรูปธรรม

2. กิจกรรมกลุ่ม

2.1 Think-pair-share เป็นกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนร่วมกันคิด ร่วมกันแก้ไขปัญหาเป็นคู่ๆ โดยวิธีการนี้สามารถปรับเปลี่ยนไปได้หลายรูปแบบ เช่น การให้ผู้เรียนต่างคนต่างหาคำตอบจากนั้นค่อยมาแลกเปลี่ยนคำตอบกัน แล้วร่วมกันสรุปคำตอบขึ้นใหม่ เป็นต้น

2.2 Brainstorming การระดมสมองช่วยกันคิดเป็นกลุ่ม โดยสามารถร่วมกันระดมสมองทั้งห้อง หรือแบ่งกลุ่มแล้วให้ช่วยกันคิดเฉพาะในกลุ่ม จากนั้นจึงมาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน

2.3 Games การเล่นเกมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา

2.4 Debates การโต้วาที โดยการให้หัวข้อในการอภิปรายและให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาข้อมูลด้วยตนเองจากนั้นจึงนำเหตุผลของทั้งสองฝ่ายมาโต้กัน กิจกรรมนี้มีประโยชน์อย่างมากในการฝึกทักษะกระบวนการคิดขั้นสูง (Meta cognition) เช่น การคิดอย่างมีเหตุมีผล การคิดวิเคราะห์ และสังเคราะห์

2.5 Teaching การสอนหรือการบรรยาย ซึ่งวิธีการสอนดั้งเดิมแบบนี้ก็สามารถนำมาประยุกต์ให้มีความเป็นจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาได้เช่นเดียวกัน ยกตัวอย่างเช่น การสอดแทรกการสาธิตเข้าไประหว่างการบรรยาย หรือการใช้กิจกรรมการเขียน หรือการบรรยายที่เรียกว่า “Guided Lecture” ซึ่งให้เวลาผู้เรียนในการฟังการบรรยายเป็นเวลา 20-30 นาที โดยไม่ให้มีการจด เมื่อจบการบรรยายจึงเปิดโอกาสให้ผู้เรียนจดสิ่งที่ตนเองสามารถจดจำได้โดยใช้เวลา 5 นาที หลังจากนั้นจึงให้ผู้เรียนออกเป็นกลุ่มย่อยๆ เพื่อแลกเปลี่ยนสิ่งที่ตนเองจดจำได้กับเพื่อนในกลุ่ม แล้วจึงมีการสรุปโดยผู้สอนอีกครั้งหนึ่ง

2.6 Jigsaw กิจกรรมนี้มีรูปแบบคล้ายคลึงกับการต่อจิ๊กซอว์ คือการให้ข้อมูลเพียงบางส่วนกับผู้เรียน จากนั้นผู้เรียนต้องศึกษาข้อมูลส่วนที่ตนเองได้รับและไปแลกเปลี่ยนความรู้ที่ได้กับเพื่อนในกลุ่มอีกทอดหนึ่ง

2.7 Demonstrations การสอนแบบการสาธิตที่ทำให้ผู้เรียนได้เห็นถึงขั้นตอนและวิธีการทำสิ่งต่างๆ อย่างแท้จริง ซึ่งจะตรงกับหลักการของการจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning ในแง่ที่ว่า การเรียนการสอนแบบนี้จะเน้นให้ใช้สิ่งที่มีอยู่จริงที่ผู้เรียนจะสามารถพบเห็นได้จริง

2.8 Socratic Method เป็นวิธีการสอนซึ่งเน้นที่การตั้งคำถาม โดยดึงเอาหลักแนวคิดของนักปราชญ์ชาวกรีกผู้มีชื่อเสียงคือโสเครตีส (Socrates) วิธีการสอนแบบนี้เน้นให้เกิดกระบวนการคิดขั้นสูงกับผู้เรียนมากกว่าการมุ่งเน้นที่การหาคำตอบของคำถามนั้น

2.9 Wait Time การเว้นจังหวะให้เกิดความเงียบเพื่อรอคำตอบของผู้เรียน หลังจากที่ผู้สอนถามคำถาม หรือการเว้นจังหวะของผู้สอน หลังจากที่ผู้เรียนตั้งคำถาม ซึ่งมีงานวิจัยที่ชี้ชัดว่าการเว้นจังหวะให้นานขึ้นเป็น 3-5 วินาทีที่จะเกิดผลดีต่อผู้เรียนเพราะจะทำให้ผู้เรียนมีคำตอบที่หลากหลายและยาวมากขึ้น

2.10 Student Summary of Student Answer ให้ผู้เรียนสรุปคำตอบของเพื่อนร่วมชั้นที่ได้กล่าว หรือเขียนไปแล้ว โดยวิธีการนี้สามารถใช้เป็นวิธีการที่ตรวจสอบความสนใจของผู้เรียนในห้องเรียนได้อีกด้วย

2.11 Fish Bowl เป็นกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนเขียนคำตอบใส่กระดาษไว้แล้ว ผู้สอนนำมารวบรวมใส่ไว้ในโถ จากนั้นจึงสุ่มเลือกคำตอบนั้นขึ้นมาอ่านโดยจะบอกชื่อหรือไม่ก็ได้ จากนั้นจึงแสดงความคิดเห็นต่อคำตอบนั้น หรือจัดแบ่งประเภทคำตอบของผู้เรียน โดยอาจให้ผู้เรียนช่วยกันคิดเพื่อจัดประเภทหรือลงคะแนนเสียงเพื่อคัดเลือกคำตอบที่ดีที่สุด นอกจากนี้วิธีการนี้ยังสามารถปรับเปลี่ยนได้หลายรูปแบบ เช่น ให้ผู้เรียนเขียนคำถามแล้วผู้สอนสุ่มเลือกเพื่อตอบคำถาม หรือให้ผู้เรียนเป็นผู้สุ่มเลือกคำตอบจากโถแทนผู้สอน เป็นต้น

2.12 Finger Symbols การใช้สัญลักษณ์มือเพื่อสื่อความหมายหรืออารมณ์ แทนการพูดซึ่งจะช่วยให้เกิดความสนุกสนานและแปลกใหม่ในชั้นเรียน

2.13 Role Playing การแสดงบทบาทสมมติที่นอกจากจะช่วยให้เกิดความสนุกสนาน ยังกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความกล้าแสดงออก

2.14 Panel Discussion การอภิปรายแบบกลุ่ม เช่นเดียวกับการโต้วาทีที่วิธีการนี้ผู้เรียนจะได้ฝึกทักษะกระบวนการคิดขั้นสูง (Metacognition) และเรียนรู้เนื้อหาไปพร้อม ๆ กัน

สัญญา ภัทรกร (2552: 39) ได้ใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่มีชีวิตชีวาใช้ในการจัดกิจกรรม ดังนี้

1. ตั้งคำถามสั้น ๆ ครูตั้งคำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทุกคนได้คิดและตอบคำถาม
2. ทำงานเป็นกลุ่ม ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่มย่อย ๆ ในงานที่ได้รับมอบหมาย
3. ระดมความคิด ผู้เรียนทุกคนมีอิสระที่จะพูดและเสนอความคิดของตนกับกลุ่มที่แบ่งแล้วให้ช่วยกันคิดเฉพาะในกลุ่ม
4. นำเสนอหน้าชั้นเรียน เป็นการแสดงแนวความคิดที่ได้ของกลุ่มจากการทำงานกลุ่มและการระดมความคิด
5. สรุปสิ่งที่เรียนด้วยตนเอง ก่อนหมดคาบการสอน ผู้สอนให้ผู้เรียนสรุปประเด็นสำคัญเพื่อตรวจสอบดูว่าผู้เรียนเข้าใจมากน้อยเพียงใด
6. ชักถามเมื่อเรียนจบ เมื่อเรียนจบในแต่ละคาบ ผู้สอนให้ผู้เรียนชักถามสิ่งที่สงสัยและข้องใจเพื่อให้ได้คำตอบที่ชัดเจนหรือมีเหตุผล

จากแนวคิดของนักการศึกษาข้างต้น สรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ผู้วิจัยได้ใช้กิจกรรมในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. การอภิปรายกลุ่ม ใช้เพื่อระดมความคิด ให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการนำเสนอ และสะท้อนความคิด แบ่งออกเป็น
 - การอภิปรายกลุ่มย่อย
 - การอภิปรายทั้งชั้นเรียน
2. การทำงานกลุ่ม ให้ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่มย่อยๆ เพื่อดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ และพัฒนาทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น
3. การตั้งคำถามสั้นๆ แบ่งออกเป็น
 - ผู้สอน ใช้เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความคิดและตอบคำถามสื่อความหมาย
 - ผู้เรียน ตั้งคำถามผ่านการพูด หรือเขียนในสิ่งที่สงสัยและไม่เข้าใจ เพื่อให้เกิดความกระจ่างในประเด็นนั้นๆ
4. การสรุปสิ่งที่เรียนรู้ เป็นข้อความสั้นๆ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน
5. การให้ข้อมูลย้อนกลับในทันทีทันใด เพื่อให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ เพิ่มพูนความรู้ในเรื่องที่กำลังเรียน และส่งเสริมการคิดวิเคราะห์วิจารณ์

1.6 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

เชงเคอร์ กอส และเบิร์นสไตน์ (Shenker; Goss; & Bernstein.1996: 20-22) กล่าวถึงบทบาทของผู้สอนในการนำการจัดการเรียนรู้เชิงรุกไปใช้ในชั้นเรียน ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้เชิงรุกเป็นการขยายทักษะการคิดวิเคราะห์ และการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณ ตลอดจนความสามารถของการประยุกต์เนื้อหาของผู้เรียน ดังนั้น จะต้องสื่อสารการเรียนการสอนอย่างชัดเจน
2. การจัดการเรียนรู้เชิงรุกจะต้องส่งเสริมความรับผิดชอบในการค้นคว้า และส่งเสริมการเรียนรู้นอกเวลาของผู้เรียน รวมทั้งการมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ
3. การจัดการเรียนรู้เชิงรุกต้องมุ่งเน้นให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบมากขึ้นด้วยตนเอง
4. การเรียนแบบบรรยายในชั้นเรียนอาจจะครอบคลุมเนื้อหามากกว่า แต่เมื่อผู้เรียนออกจากชั้นเรียนเนื้อหาที่มากจนไม่ชัดเจนจะทำให้ผู้เรียนลืม และไม่เข้าใจได้ ถึงแม้ว่าการจัดการเรียนรู้เชิงรุกจะใช้เวลาสอนมากกว่า และเรียนรู้มนต์สนได้น้อยกว่า แต่ผู้สอนสามารถปรับแก้ได้ โดยสอนมนต์สนที่สำคัญ และสื่อสารอย่างชัดเจนกับผู้เรียน ว่าผู้เรียนต้องเรียนรู้บางมนต์สนด้วยตนเอง ซึ่งผู้เรียนทำได้ดี เพราะผู้เรียนมีความเข้าใจในมนต์สนที่ได้เรียนรู้และสามารถนำไปใช้กับการเรียนมนต์สนใหม่ด้วยตนเองได้

5. วิธีการเรียนรู้โดยผู้เรียนเป็นฝ่ายรับความรู้ อาจทำให้ผู้เรียนมีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ซึ่งเป็นผลจากการสอน ในขณะที่การจัดการเรียนรู้เชิงรุกช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น เกิดความสนใจ สนุกสนาน และเกิดทักษะในการวิเคราะห์ สามารถถ่ายโอนความรู้ความเข้าใจที่เรียนได้

6. การจัดการเรียนรู้เชิงรุกวิธีการหนึ่ง ๆ ไม่ใช่วิธีการที่ดีที่สุดสำหรับผู้เรียนทุกคน ผู้สอนต้องเลือกกลวิธีและกิจกรรมที่เหมาะสม ศึกษาข้อมูลของผู้เรียนบางคนปฏิบัติได้เพียง และปรับกลวิธีการสอน ซึ่งการจัดการเรียนรู้เชิงรุกจะมีความยืดหยุ่นสูง สามารถปรับวิธีการใช้กิจกรรมและแหล่งเรียนรู้หลากหลาย ซึ่งทำได้มากกว่าการสอนแบบบรรยาย

ฟิงค์ (Fink. 1999: 2-4) กล่าวถึง การนำการจัดการเรียนรู้เชิงรุกไปใช้ในชั้นเรียนดังต่อไปนี้

1. ผู้สอนสร้างสรรค์กิจกรรมหลากหลาย เพื่อขยายประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก อีกทั้งผู้เรียนมีพื้นฐานและความสนใจต่างกัน ผู้สอนควรพิจารณากิจกรรมที่ส่งเสริมประสบการณ์ และการสนทนาสื่อสารให้มากขึ้น ตัวอย่างเช่น

1.1 แบ่งกลุ่มย่อย ให้ตัดสินใจหรือตอบคำถามที่สำคัญเป็นช่วง ๆ

1.2 ค้นหาวิธีที่จะให้ผู้เรียนเกิดการสนทนาตามสภาพจริงในชีวิตกับบุคคลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ดึงประสบการณ์ของผู้เรียนเข้ามาเชื่อมโยง เพื่อกระตุ้นความสนใจของกลุ่ม

1.3 ให้ผู้เรียนบันทึกการเรียนรู้ สร้างแฟ้มสะสมงาน บรรยายสิ่งที่เรียนรู้ ความคิด ความรู้สึกจากการเรียนของผู้เรียน

1.4 ค้นหาวิธีที่จะช่วยให้ผู้เรียนสังเกต (โดยตรงและโดยอ้อม) ในวิชาที่เรียน

1.5 ค้นหาวิธีให้ผู้เรียนลงมือกระทำทั้งทางตรงและโดยอ้อม

2. นำวิธีการปฏิสัมพันธ์มาก่อให้เกิดประโยชน์มากที่สุด ประสบการณ์ที่ได้รับจากการลงมือกระทำ จากการสังเกตกับการสนทนาสื่อสารกับตนเองและผู้อื่น อันเป็นการพัฒนาคุณค่าในตัวเอง สามารถนำมาใช้ให้มากขึ้น เพื่อเพิ่มความหลากหลาย และความสนใจของผู้เรียน โดยการจัดลำดับกิจกรรมให้เหมาะสมกับการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน ผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับกิจกรรม ตัวอย่างเช่น ให้ผู้เรียนสื่อสารกับตนเองโดยเขียนความคิดเห็นของตน ก่อนเข้ากลุ่มอภิปรายย่อย (สื่อสารกับผู้อื่น) กลุ่มอภิปรายควรจะได้ข้อคิดเห็นมากขึ้น การสังเกตปรากฏการณ์จะก่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มากขึ้น และตามด้วยการลงมือกระทำ ระหว่างการลงมือกระทำ ผู้เรียนจะรับสัมผัสได้ดีขึ้นว่าตนเองจำเป็นต้องทำอะไร สิ่งใดจำเป็นต้องเรียนรู้ ในที่สุดหลังการลงมือกระทำ ผู้เรียนจะเข้าสู่กระบวนการสร้างประสบการณ์โดยการเขียน (สื่อสารกับตนเอง) และ/หรืออภิปรายกับผู้อื่น จะทำให้เข้าใจสิ่งต่าง ๆ ชัดเจนขึ้น ลำดับของกิจกรรมเช่นนี้จะทำให้ผู้สอนและผู้เรียนได้รับประโยชน์จากการมีปฏิสัมพันธ์กัน

3. สร้างศักยภาพระหว่างประสบการณ์กับการสนทนาสื่อสาร หลักการมีปฏิสัมพันธ์ข้างต้นช่วยสร้างศักยภาพ กล่าวคือ ประสบการณ์ใหม่ (ทั้งจากการลงมือกระทำ และการสังเกต) มีศักยภาพที่จะให้ผู้เรียนได้รับมุมมองใหม่ว่าสิ่งใดมีเหตุผลที่อธิบายได้หรือไม่ มีศักยภาพ

ที่จะช่วยผู้เรียนสร้างความหมายต่อการเรียนรู้ที่เป็นไปได้มากมาย ทำให้ผู้เรียนเกิดการรู้แจ้ง และรับประสบการณ์ใหม่เพิ่มขึ้น และลึกซึ้งขึ้น

อุษณีย์ เทพวรชัย (2543: 11-14) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ดังนี้

1. ศึกษาแนวคิดการจัดการเรียนรู้เชิงรุก วิธีการสอน เทคนิคที่ใช้ และการประเมินผล
2. ศึกษาบทบาทของครู เทคนิค กลวิธีการสอน
3. เตรียมแผนการจัดการเรียนรู้ เขียนตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ทุกขั้นตอน คือ การตั้งวัตถุประสงค์ การกำหนดวิธีการสอน การเตรียมสื่อการสอน และการประเมินผล
4. เตรียมเครื่องมือประเมินผล โดยคำนึงถึงวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

มนัส บุญประกอบ และคนอื่น ๆ (2543: 7-13) ได้อธิบายเกี่ยวกับบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ Active Learning ไว้ดังนี้

1. กระตุ้นความรับผิดชอบของนักเรียนเพื่อการเรียนรู้
2. ให้นักเรียนได้คิด เพื่อตัวของตนเอง
3. เสนอโอกาสในการเรียนรู้ และกลวิธีการเรียนรู้ที่พิสัยกว้าง

ศิริพร มโนพิเชษฐวัฒนา (2547: 29-3) อธิบายบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ที่กระตือรือร้น ดังนี้

1. ครูเป็นผู้ชี้แนะนักเรียน ครูมีหน้าที่รับผิดชอบในการส่งเสริมและกระตุ้นแรงจูงใจของนักเรียน โดยต้องปฏิบัติต่อนักเรียนอย่างให้เกียรติและเท่าเทียมกัน ให้ความยอมรับและสนับสนุนความแตกต่างระหว่างบุคคล
2. ครูเป็นผู้จัดหาจุดมุ่งหมายที่สำคัญให้แก่ นักเรียน โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้าง หรือเลือกจุดมุ่งหมายเพิ่มเติม
3. ครูควรใช้การสอนที่มุ่งเสริมและสนับสนุนให้นักเรียนอภิปราย ทำงานกลุ่ม และร่วมมือกันปฏิบัติงานอย่างกระตือรือร้น
4. ครูควรเริ่มสอนตั้งแต่ปัญหาง่าย ๆ เพื่อให้เกิดมโนทัศน์ ส่งเสริมและกำหนดให้นักเรียนปฏิบัติงานร่วมกันเป็นกลุ่ม
5. ครูควรแนะนำโดยเน้นให้นักเรียนปรับปรุงงานให้ดีขึ้นมากกว่าระบุข้อผิดพลาดเพื่อกล่าวโทษ
6. ครูเป็นผู้จัดหาแนวทางหรือแหล่งข้อมูลให้กับนักเรียน
7. ครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทาง ไม่ใช่กำหนดขั้นตอนกิจกรรมให้นักเรียนปฏิบัติตามทุกขั้นตอน

บุหงา วัณณะ (2546: 32) กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning ดังนี้

1. การเตรียมตัวให้พร้อมที่จะสอน หรือศึกษาขอบเขตและกรอบในการทำงาน
2. ศึกษาฝ่ายผู้เรียน วิเคราะห์จุดอ่อน จุดแข็ง
3. จัดระบบการเรียนการสอน ซึ่งจะเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมมากที่สุด
4. รวบรวมทรัพยากรและผลิตขึ้นเพิ่มเติม โดยเฉพาะสื่อต่าง ๆ
5. ดำเนินการพัฒนาผู้เรียน และพัฒนางาน
6. ประเมินผล – สรุปผล และพัฒนางาน

ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ (2551: 3) กล่าวถึงบทบาทของครูผู้สอนในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ดังนี้

1. จัดให้ผู้สอนเป็นศูนย์กลางของการเรียน กิจกรรมหรือเป้าหมายที่ต้องการต้องสะท้อนความต้องการที่จะพัฒนาผู้เรียน และเน้นการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงของผู้เรียน
2. สร้างบรรยากาศของการมีส่วนร่วม และการเจรจาโต้ตอบที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับผู้สอน และเพื่อนในชั้นเรียน
3. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เป็นพลวัต ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในทุกกิจกรรมที่สนใจรวมทั้งกระตุ้นให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียน กิจกรรมที่เป็นพลวัต ได้แก่ การฝึกแก้ปัญหา การศึกษาด้วยตนเอง เป็นต้น
4. จัดสภาพการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaboratory Learning) ส่งเสริมให้เกิดการร่วมมือในกลุ่มผู้เรียน
5. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ท้าทาย และให้โอกาสผู้เรียนได้รับวิธีการสอนที่หลากหลายมากกว่าการบรรยายเพียงอย่างเดียว แม้รายวิชาที่เน้นทางด้านบรรยายหลักการ และทฤษฎีเป็นหลักก็สามารถจัดกิจกรรมเสริม อาทิ การอภิปราย การแก้ไขสถานการณ์ที่กำหนดเสริมเข้ากับกิจกรรมการบรรยาย
6. วางแผนในเรื่องของเวลาการสอนอย่างชัดเจน ทั้งในเรื่องของเนื้อหา และกิจกรรมในการเรียน ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ที่กระตือรือร้นจำเป็นต้องใช้เวลาการจัดกิจกรรมมากกว่าการบรรยาย ดังนั้นผู้สอนจำเป็นต้องวางแผนการสอนอย่างชัดเจน โดยสามารถกำหนดรายละเอียดลงในประมวลรายวิชา เป็นต้น
7. ใจกว้าง ยอมรับในความสามารถในการแสดงออก และความคิดเห็นที่ผู้เรียนนำเสนอ

สัญญา ภัทรากร (2552: 44) สรุปบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวา ดังนี้

1. จัดกิจกรรมให้หลากหลาย ไร่ใจ และท้าทายความสามารถของผู้เรียน
2. จัดหาสื่อการสอนที่เป็นรูปธรรม และเหมาะสมกับเนื้อหาที่สอน
3. สร้างบรรยากาศให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน

4. จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนและเพื่อนในชั้น
5. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีการค้นคว้า และระดมความคิด
6. ผู้สอนต้องมีใจกว้าง ยอมรับความสามารถของผู้เรียน
7. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความร่วมมือกัน
8. วางแผนเวลาในการจัดการเรียนรู้
9. ผู้สอนต้องสื่อสารให้ชัดเจน

สรุปได้ว่า บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก มีดังนี้

1. จัดกิจกรรมที่หลากหลาย มีความท้าทาย ไร้ใจ กระตุ้นผู้เรียนให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน
2. สนับสนุนและส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบด้วยตนเองมากขึ้น มีความมั่นใจในการเรียน กล้าคิด กล้าแสดงความคิดเห็น
3. สร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีส่วนร่วม และส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน และผู้เรียนกับเพื่อนในชั้นเรียน
4. วางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างชัดเจน ทั้งเนื้อหา และเวลา
5. มีการสื่อสารที่ชัดเจน
6. ลดบทบาทของตนเองเป็นเพียงผู้ชี้แนะแนวทางและจัดหาจุดมุ่งหมายให้กับผู้เรียน
7. มีความอดทนในการรอฟังคำตอบของนักเรียน และมีใจกว้างยอมรับความสามารถ ของผู้เรียน

1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

งานวิจัยต่างประเทศ

คริสตัสตู และคนอื่น ๆ (Christou; et al. 2007: 1-5) ได้ศึกษาการเคลื่อนไหวของนักเรียนในระหว่างการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุก จากการศึกษาพบว่า การเคลื่อนไหวในระหว่างการเรียนรู้ในการสอนเกี่ยวกับความรู้สึกเชิงเรขาคณิต นักเรียนได้สังเกตและลงมือกระทำ ทำให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง มีความสนใจในระหว่างการเรียนรู้ตลอด งานวิจัยนี้ยังสนับสนุนให้ผู้สอนเป็นผู้ช่วยเหลือนักเรียนให้สามารถสร้างความรู้ด้วยตนเองและผู้สอนต้องให้ความสนใจในทุกสถานการณ์ที่นักเรียนได้ลงมือกระทำ

วิลเลอร์ (Wheeler. 2007: 3-5) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ที่ส่งเสริมให้นักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาได้ลงมือกระทำในวิชาคณิตศาสตร์ จากการศึกษาพบว่ากระบวนการเรียนรู้เชิงรุก มีประสิทธิภาพมาก ในรายวิชาพีชคณิต นักเรียนมีโอกาสพัฒนาความสามารถของตนเอง และพัฒนาทักษะความคิดรวบยอดและการคิดในระดับที่สูงขึ้นซึ่งเป็นเป้าหมายของการพัฒนาวิชา

คณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้เชิงรุกยังได้แสดงให้เห็นว่าการกระทำของนักเรียนเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้ด้วย

งานวิจัยในประเทศ

ชัยณรงค์ ชันผีก และคนอื่น ๆ (2547: 188-191) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาการคิดและการตัดสินใจ เปรียบเทียบระหว่างนักศึกษาหญิงและนักศึกษาชายของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์จากกระบวนการเรียนรู้แบบ Active Learning ด้วยการใช้ชุดการเรียนรู้และคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคณิตศาสตร์ วิชา การคิดและการตัดสินใจ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนจากการใช้ชุดการเรียนรู้และคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคณิตศาสตร์ วิชา การคิดและการตัดสินใจ จากกระบวนการเรียนรู้แบบ Active Learning จำแนกตามหน่วยการเรียนรู้ของชุดการเรียนรู้ 3 หน่วย คือ หน่วยที่ 1 เรื่อง สมongและทักษะการคิดของมนุษย์ หน่วยที่ 2 เรื่อง การพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงเพื่อการให้เหตุผล และหน่วยที่ 3 เรื่อง การพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงเพื่อการตัดสินใจ พบว่าทั้งสามหน่วยการเรียนรู้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนจากการใช้ชุดการเรียนรู้และคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคณิตศาสตร์ วิชา การคิดและการตัดสินใจ จากกระบวนการเรียนรู้แบบ Active Learning เปรียบเทียบระหว่างนักศึกษาหญิงและนักศึกษาชาย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้งสามหน่วยการเรียนรู้ของนักศึกษาชายและหญิงไม่ได้แตกต่างกันมากนักโดยพบว่าทั้งค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนมีค่าใกล้เคียงกัน และยังพบอีกว่าในหน่วยที่ 3 ซึ่งใช้เครื่องมือในการเรียนรู้หลายอย่างนักศึกษาหญิงกลับทำคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนได้สูงกว่านักศึกษาชายเล็กน้อย

ศิริพร มโนพิเชษฐวัฒนา (2547. 150-153) ได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการที่เน้นผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ที่กระตือรือร้น (Active Learning) เรื่อง ร่างกายมนุษย์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ได้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการที่เน้นผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ที่กระตือรือร้น (Active Learning) ที่มีความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในเกณฑ์เหมาะสมมาก ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการที่เน้นผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ที่กระตือรือร้น (Active Learning) หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีคะแนนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ร้อยละ 70 มีคุณลักษณะและทักษะที่พึงประสงค์ดีขึ้น ปฏิสัมพันธ์ในการทำงานร่วมกันของนักเรียนมรการพัฒนาที่ดีขึ้น และนักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้ กล่าวคือ คะแนนผลการทดสอบ ภายหลังจากการเรียน 2 สัปดาห์ไม่แตกต่างจากหลังจบการเรียนทันที นอกจากนี้ ยังพบว่าการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการที่เน้นผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ที่กระตือรือร้น (Active Learning) ช่วยให้นักเรียนมีความรับผิดชอบร่วมกันในการเรียนรู้ ส่งเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างนักเรียนและนักเรียนมีความสุข สนุกกับการเรียนวิทยาศาสตร์

สัญญา ภัทรากกร (2552: 152-156) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวา เรื่อง ความน่าจะเป็น ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวา เรื่อง ความน่าจะเป็น สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้และผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวา เรื่อง ความน่าจะเป็น สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ และผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วทัญญู วุฒิวรรณ (2553: 73-76) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก สูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุกสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนส่วนมากมีความสุข ยิ้มแย้มแจ่มใส กระตือรือร้นในการเรียนและร่วมทำกิจกรรมต่างๆ ภายในห้องเรียน กล้าแสดงความคิดเห็นพูดคุยกายในห้องเรียน ในหัวข้อที่กำลังเรียน ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น มีความมั่นใจ และทักษะในการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ และคิดแก้ปัญหา

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัย จะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้เชิงรุก เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กันทั้งระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน หรือระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนด้วยกันเอง อีกทั้งผู้เรียนยังได้รับการตอบสนองจากผู้เรียนโดยทันที และได้สะท้อนความคิดเห็นระหว่างเรียนไม่ใช่การเป็นผู้รับเพียงฝ่ายเดียว ส่งผลถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น ความสัมพันธ์อันดีระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน ผู้เรียนกับเพื่อนในชั้นเรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ต่างๆ ของผู้เรียนก็พัฒนาในทางที่ดีขึ้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตรในปัจจุบันที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์

2.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์

บรูคเนอร์ และ กรอสนิเคิล (Brucker; & Grossnicle. 1957: 301) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวกับปริมาณที่นักเรียนไม่สามารถตอบได้ทันทีโดยวิธีที่เคยชิน และสิ่งที่เป็นปัญหาของนักเรียนเมื่อวานนี้อาจจะไม่ใช่ปัญหาในวันนี้ได้

แอนเดอร์สัน และพิงกรี (Andersons; & Pingry. 1973: 228) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการวิธีการแก้ไขหรือหาคำตอบ ซึ่งผู้ตอบจะทำได้ดีต้องมีวิธีการที่เหมาะสม ใช้ความรู้ ประสบการณ์ และการตัดสินใจ

ชาร์ล และเลสเตอร์ (Charles; & Lester. 1982: 5) ได้ให้ความหมายของปัญหาทำนองเดียวกันแต่ได้เพิ่มประเด็นที่ว่า การที่จะถือว่าเป็นปัญหา เมื่อบุคคลนั้นต้องการหรืออยากที่จะหาคำตอบ และต้องมีความมานะพยายามในการหาคำตอบ

ครูอิกแซงค์ และเซฟเฟิล (Cruikshank and Sheffield. 1992: 37) กล่าวว่าปัญหาเป็นคำถามหรือสถานการณ์ที่ทำให้งงงวย ปัญหาควรจะเป็นคำถามหรือสถานการณ์ที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที หรือรู้คำตอบในทันที ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์มิได้หมายความว่าปัญหานั้นต้องเกี่ยวข้องกับจำนวนเท่านั้น ปัญหาทางคณิตศาสตร์บางปัญหาอาจเกี่ยวข้องกับความรู้สึกรหรือการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์โดยไม่จำเป็นต้องเกี่ยวข้องกับจำนวนก็ได้

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537: 62) ได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์สรุปได้ดังนี้

1. เป็นสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบซึ่งอาจจะอยู่ในรูปปริมาณหรือจำนวน หรือคำอธิบายให้เหตุผล
2. เป็นสถานการณ์ที่ผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคยมาก่อน ไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันทีทันใด ต้องใช้ทักษะความรู้ และอุปกรณ์หลายๆ อย่างประมวลเข้าด้วยกันจึงหาคำตอบได้
3. สถานการณ์ใดจะเป็นปัญหาหรือไม่ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้แก้ปัญหาและเวลา สถานการณ์หนึ่งอาจเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่ง แต่อาจไม่ใช่ปัญหาสำหรับบุคคลอีกคนหนึ่งก็ได้ และสถานการณ์ที่เคยเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งในอดีต อาจไม่เป็นปัญหาสำหรับบุคคลนั้นแล้วในปัจจุบัน

สิริพร ทิพย์คง (2537: 57) กล่าวว่า ปัญหาคือ คำถามที่ต้องการคำตอบของนักเรียนคนหนึ่งอาจจะไม่ใช่ปัญหาของนักเรียนอีกคนหนึ่ง

พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2539: 520) ให้ความหมายว่า ปัญหา คือ ข้อสงสัย

สมเดช บุญประจักษ์ (2540: 10) กล่าวว่า ปัญหา หมายถึง สถานการณ์ที่บุคคลหรือกลุ่มบุคคลเผชิญและต้องการหาคำตอบ ซึ่งยังไม่รู้วิธีทางที่จะได้คำตอบของปัญหานั้นทันที ต้องใช้ความรู้วิธีการต่าง ๆ ที่มีอยู่มาผสมผสานเป็นแนวทางใหม่ในการหาคำตอบของปัญหา

ศุภย์พัฒนาหนังสือ (2544: 10) ให้ความหมายของ ปัญหาคณิตศาสตร์ ว่าเป็นปัญหาที่จะพบในการเรียนคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาต่าง ๆ จะต้องใช้ความสามารถในวิธีการแก้ปัญหา และความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนมา

ศิริพร รัตนโกสินทร์ (2546: 9) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการคำตอบ และไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันที ซึ่งบุคคลต้องใช้ความรู้และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์เป็นแนวทางหรือวิธีการในการหาคำตอบของสถานการณ์หรือคำถามนั้นๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 7) ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ซึ่งเผชิญอยู่และต้องการค้นหาคำตอบ โดยที่ยังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที

สัญญา ภัทรากร (2552: 48) ได้สรุปความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์หรือคำถามทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบ ซึ่งไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันที ต้องใช้ทักษะความรู้ทางคณิตศาสตร์และประสบการณ์ที่มีอยู่ในการหาคำตอบของสถานการณ์หรือคำถามนั้น

จากการศึกษาข้างต้น สรุปว่า ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ปัญหาหรือคำถามทางคณิตศาสตร์ที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันที ต้องใช้ทักษะกระบวนการและประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นแนวทางในการหาคำตอบของสถานการณ์ หรือคำถามนั้นๆ

2.2 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์

รัสเซล (สัญญา ภัทรากร. 2552: 48 อ้างอิงจาก Russel. 1961: 225) แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาที่เป็นรูปแบบ ได้แก่ ปัญหาที่ปรากฏอยู่ในแบบเรียน และหนังสือต่างๆ ไป

2. ปัญหาที่ไม่มีรูปแบบ ได้แก่ ปัญหาที่พบต่างๆ ไปในชีวิตประจำวัน

ครูลิก และรีส์ (Krulik; & Reys: 1980: 208) ได้แบ่งชนิดของปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 5 ชนิดคือ

1. ปัญหาที่เป็นความรู้ ความจำ
2. ปัญหาทางพีชคณิต
3. ปัญหาที่เป็นการประยุกต์ใช้
4. ปัญหาที่ไม่สมบูรณ์หรือปัญหาที่ให้ค้นหาส่วนที่หายไป
5. ปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์

ชาร์ล และเลสเตอร์ (Charles; & Lester. 1982: 6-10) ได้พิจารณาจำแนกประเภทของปัญหา ดังนี้

1. ปัญหาที่ใช้ฝึก (Drill Exercise) เป็นปัญหาที่ใช้ฝึกขั้นตอนวิธีและการคำนวณเบื้องต้น

2. ปัญหาการแปลงอย่างง่าย (Simple Translation Problem) เป็นปัญหาข้อความที่เคยพบมาก่อน เช่น ปัญหาในหนังสือเรียน ต้องฝึกให้คุ้นเคยกับการแปลงประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ มักเป็นปัญหาขั้นตอนเดียวที่มุ่งให้เกิดความเข้าใจในแนวคิดทางคณิตศาสตร์และพัฒนาความสามารถในการคิดคำนวณ

3. ปัญหาการแปลงซับซ้อน (Complex Translation Problem) คล้ายกับปัญหาการแปลงอย่างง่าย แต่เพิ่มเป็นปัญหาที่มี 2 ชั้นหรือมากกว่า 2 การดำเนินการ

โพลยา (Polya. 1985: 123-128) ได้แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. ปัญหาให้ค้นพบ (Problem to Find) เป็นปัญหาให้ค้นพบสิ่งที่ต้องการ ซึ่งอาจเป็นปัญหาในเชิงทฤษฎี หรือปัญหาในเชิงปฏิบัติ อาจเป็นรูปธรรมหรือนามธรรม ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ สิ่งที่ต้องการหา ข้อมูลที่กำหนด และเงื่อนไข

2. ปัญหาให้พิสูจน์ (Problem to Prove) เป็นปัญหาที่ให้แสดงอย่างสมเหตุสมผลว่าข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเท็จ ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ สมมติฐานหรือสิ่งที่กำหนดให้และผลสรุปหรือสิ่งที่จะต้องพิสูจน์

บิทเทอร์ แฮทฟิลด์ และเอ็ดเวิร์ด (Bitter, Hatfield and Edward. 1989: 37) แบ่งปัญหาออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1. ปัญหาปลายเปิด (Open-Ended) เป็นปัญหาที่มีคำตอบที่เป็นไปได้หลายคำตอบ ปัญหาเหล่านี้ให้ความสำคัญกับกระบวนการแก้ปัญหา มากกว่าคำตอบ

2. ปัญหาให้ค้นพบ (Discovery) ปัญหาประเภทนี้จะให้คำตอบในขั้นสุดท้ายแต่จะมีวิธีการที่หลากหลายให้นักเรียนใช้ในการหาคำตอบ

3. ปัญหาให้ค้นพบด้วยวิธีแนะแนวทาง (Guided Discovery) เป็นปัญหาที่นิยมใช้มากที่สุด ปัญหาประเภทนี้จะแนะแนวทางวิธีการแก้ปัญหาไว้ด้วยไม่มากก็น้อย ดังนั้นนักเรียนจะรู้สึกหมดหวังในการหาคำตอบ

บาร์ดูดี (Baroody. 1993: 2-34 – 2-36) ได้แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภทโดยใช้ผู้แก้ปัญหาและโครงสร้างของปัญหาเป็นเกณฑ์ ดังนี้

1. ปัญหาธรรมดา (Routine Problem) เป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาคุ้นเคยในวิธีการหรือโครงสร้างของปัญหา เช่น อาจเคยพบในตัวอย่าง เมื่อพบปัญหาจะทราบได้เกือบจะทันทีว่าจะแก้ปัญหาด้วยวิธีการใด ข้อมูลที่กำหนดให้ในปัญหาประเภทนี้มักมีแต่ข้อมูลที่จำเป็นและเพียงพอในการหาคำตอบมุ่งเน้นการฝึกทักษะใดทักษะหนึ่ง ปัญหาประเภทนี้มักพบในหนังสือเรียนทั่วไป

2. ปัญหาที่ไม่ธรรมดา (Non-routine Problem) เป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาจะต้องประมวลความรู้ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกันเพื่อนำไปใช้แก้ปัญหา เป็นปัญหาที่มีลักษณะสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงของชีวิตมากกว่าประเภทแรก ข้อมูลที่ปัญหากำหนดให้มีทั้งจำเป็น

และไม่จำเป็น หรือกำหนดข้อมูลไม่เพียงพอ วิธีการหาคำตอบอาจมีได้หลายวิธี คำตอบที่ได้ก็อาจมีมากกว่า 1 คำตอบ

ยูพิน พิพิธกุล (2530: 133) กล่าวว่า ปัญหาคณิตศาสตร์ที่นำมาให้ผู้เรียนฝึกคิดนั้น แบ่งออกเป็น 4 ลักษณะคือ

1. ปัญหาที่นักเรียนจะต้องค้นหาความจริง หรือข้อสรุปใหม่ที่ผู้เรียนยังไม่เคยเรียนมาก่อน
2. ปัญหาที่เกี่ยวกับวิธีการ การพิสูจน์ทฤษฎีบท
3. ปัญหาที่เกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ ที่อาศัยนิยามทฤษฎีบทต่างๆ ซึ่งจะถูกนำมาใช้
4. ปัญหาที่ต้องอาศัยกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหา

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537: 62-63) ได้กล่าวถึงประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. การแบ่งประเภทของปัญหา โดยพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา สามารถแบ่งปัญหาได้ 2 ประเภท คือ

1.1 ปัญหาให้ค้นพบ เป็นปัญหาที่ให้ค้นพบคำตอบ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปปริมาณ จำนวน หรือให้หาวิธีการ คำอธิบาย พร้อมให้เหตุผล

1.2 ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาให้แสดงการให้เหตุผลว่า ข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเท็จ

2. การแบ่งประเภทของปัญหา โดยพิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหา และความซับซ้อนของปัญหาที่ทำให้สามารถแบ่งปัญหาได้ 2 ประเภท คือ

2.1 ปัญหาธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนนักผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยในโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหา

2.2 ปัญหาไม่ธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน ผู้แก้ปัญหามองประมวลความรู้ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

ศุภย์พัฒนาหลักสูตร (2544: 2) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1. ปัญหาปกติ (Routine Problem) เป็นปัญหาที่พบในหนังสือเรียนและหนังสือทั่ว ๆ ไป ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยในโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหา

2. ปัญหาไม่ปกติ (Non-routine Problem) เป็นปัญหาที่เน้นกระบวนการคิด และปริศนาต่าง ๆ ผู้แก้ปัญหามองประมวลความรู้ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

ดวงเดือน อ่อนนุ่ม และคนอื่นๆ (2547: 46-47) กล่าวถึงลักษณะของปัญหาทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะได้แก่ ปัญหาที่เป็นเนื้อหาคณิตศาสตร์ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และความสามารถทางคณิตศาสตร์ และปัญหาที่เกี่ยวข้องกับ

ชีวิตประจำวัน เช่น ปัญหาเกี่ยวกับการตัดสินใจว่าควรเลือกสินค้าใดจึงจะเป็นผู้ฉลาดซื้อ ปัญหาในลักษณะนี้เป็นการสร้างความตระหนักในการซื้อของใช้ เป็นการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน

จากประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้างต้น ในงานวิจัยครั้งนี้ แบ่งของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. ปัญหาให้ค้นพบ เป็นปัญหาที่ให้ค้นพบคำตอบ อาจเป็นปัญหาเชิงทฤษฎี หรือ ปัญหาเชิงปฏิบัติ ซึ่งคำตอบอาจจะเป็นเชิงปริมาณ จำนวน หรือเชิงคุณภาพ ให้หาวิธีการ คำอธิบาย ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ สิ่งที่ต้องการหา ข้อมูลที่กำหนด และเงื่อนไข

2. ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาที่ให้แสดงเหตุผลว่าข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเท็จส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ สมมติฐาน หรือสิ่งที่กำหนดให้ และผลสรุป หรือ สิ่งที่ต้องการพิสูจน์

2.3 ความหมายและความสำคัญของการแก้ปัญห

มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการแก้ปัญห ดังนี้

โพลยา (Polya. 1957: 4-5) ได้ให้นิยามของการแก้ปัญหว่า การแก้ปัญหเป็น ความสามารถพิเศษทางสมอง ซึ่งเป็นพรสวรรค์ของแต่ละบุคคล ทำให้บุคคลนั้นมีความสามารถ พิเศษเหนือผู้อื่น

กาเย (Gagné. 1970: 63) อธิบายว่า กระบวนการแก้ปัญหเป็นรูปแบบของการ เรียนรู้อย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทหลักการที่มีความเกี่ยวข้องกันตั้งแต่สองประการขึ้นไป และใช้หลักการนั้นประสมประสานกันจนเป็นความสามารถชนิดใหม่ที่เรียกว่า ความสามารถ ทางด้านความคิดแก้ปัญห การเรียนรู้ประเภทนี้ต้องอาศัยหลักการเรียนรู้โมโนมิติ โดยสามารถ มองเห็นลักษณะร่วมกันของสิ่งเร้าทั้งหมด

กู๊ด (Good. 1973: 439) ให้ความหมายของ กระบวนการแก้ปัญหว่า เป็นกระบวนการ ที่เราใช้เพื่อค้นหา หรือทำให้เกิดความสัมพันธ์ใหม่ ๆ จากสิ่งต่าง ๆ ที่เรากำลังสังเกต หรือรับรู้ กระบวนการดังกล่าวนี้ประกอบด้วย การตั้งสมมติฐานทั้งแบบเปิดเผยและไม่เปิดเผย โดยใช้ความคิด และความเข้าใจทั้งอย่างง่าย ๆ หรืออย่างซับซ้อน เพื่อตรวจสอบสมมติฐานนั้น กระบวนการดังกล่าว นี้ ถ้ากระทำอย่างเป็นระบบก็เรียกว่า การวิจัย

ครูลิค และรีส์ (Krulik; & Reys.1980: 3-4) กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญห พอสรุปได้ ดังนี้

1. การแก้ปัญหเป็นเป้าหมายอย่างหนึ่ง (Problem Solving as a Goal) มักมี คำถามว่าทำไมจึงต้องสอนคณิตศาสตร์ หรือเป้าหมายในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์คืออะไร ทั้ง นักการศึกษา นักคณิตศาสตร์ และบุคคลที่เกี่ยวข้องมักเข้าใจว่า การแก้ปัญหเป็นจุดมุ่งหมาย สำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์ เมื่อการแก้ปัญหถูกนำมาพิจารณาว่าเป็นเป้าหมายอย่างหนึ่ง การ

แก้ปัญหาจึงเป็นอิสระจากปัญหาเฉพาะ กระบวนการและวิธีการ ตลอดจนเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ แต่การพิจารณาที่สำคัญต้องคำนึงว่า จะแก้ปัญหอย่างไร ซึ่งเป็นเหตุผลแรกสำหรับคณิตศาสตร์ศึกษา ข้อพิจารณานี้มีอิทธิพลต่อหลักสูตรทั้งหมดและมีความสำคัญต่อการนำไปใช้ในการฝึกปฏิบัติในห้องเรียน

2. การแก้ปัญหเป็นกระบวนการอย่างหนึ่ง (Problem Solving as a Process) การตีความในลักษณะนี้เห็นได้อย่างชัดเจนในการตอบปัญหาของนักเรียน ตลอดจนกระบวนการหรือขั้นตอนที่กระทำเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ สิ่งสำคัญที่ควรนำมาพิจารณา คือ วิธีการ กระบวนการ และยุทธวิธีที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหเป็นสิ่งที่สำคัญในกระบวนการแก้ปัญหา และเป็นจุดสำคัญของหลักสูตรคณิตศาสตร์

3. การแก้ปัญหเป็นทักษะพื้นฐานอย่างหนึ่ง (Problem Solving as a Basic Skill) การตีความลักษณะนี้จะพิจารณาเฉพาะเนื้อหาที่เป็นโจทย์ปัญหา คำนึงถึงรูปแบบการแก้ปัญหา และวิธีการแก้ปัญหา การพิจารณาถึงการแก้ปัญหว่าเป็นทักษะพื้นฐานจึงมีส่วนช่วยในการจัดการเรียนการสอนของครู ซึ่งต้องประกอบด้วยการสอนทักษะ มโนคติ และการแก้ปัญหา

สิริพร ทิพย์คง (2536: 157) กล่าวว่า การแก้ปัญหเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นที่นักเรียนทุกคนจะต้องเรียนรู้ เข้าใจ สามารถคิดเป็น และแก้ปัญหาได้ เพื่อจะนำกระบวนการนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันต่อไป เพราะการที่ได้ฝึกแก้ปัญหจะช่วยให้นักเรียนรู้จักคิด มีระเบียบขั้นตอนในการคิด รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล และรู้จักตัดสินใจอย่างฉลาด

ศูนย์พัฒนาหนังสือ (2544: 4) กล่าวว่า การแก้ปัญหเป็นลักษณะเฉพาะที่สำคัญของมนุษย์ ซึ่งต้องใช้อยู่เสมอในการปรับตัวอยู่ในสังคม การคิดแก้ปัญหทำให้เกิดข้อความรู้ใหม่ทั้งในด้านเนื้อหาวิธีการ เป็นทักษะที่สำคัญที่จะต้องปลูกฝังให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน

นงกัญญา เจริญเกียรติบรร (2547: 32) กล่าวว่า การแก้ปัญห หมายถึง สถานการณ์หรือคำถามที่ผู้แก้ปัญหต้องค้นคว้าวิธีการมาแก้ปัญห เพื่อให้ได้คำตอบโดยไม่มีระบุ วิธีการในการแก้ปัญหไว้อย่างชัดเจน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการ การใช้ความรู้ประสบการณ์และการตัดสินใจของผู้แก้ปัญหอย่างเหมาะสม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 6-7) กล่าวว่า การแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญห ยุทธวิธีแก้ปัญห และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ การแก้ปัญห เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนควรจะเรียนรู้ ฝึกฝน และพัฒนาให้เกิดทักษะขึ้นในตัวนักเรียน การเรียนการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้นไม่ย่อท้อ และมีความมั่นใจในการแก้ปัญหที่เผชิญอยู่ ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ตลอดจนทักษะพื้นฐานที่ผู้เรียนสามารถนำติดตัวไปใช้ในการแก้ปัญหในชีวิตประจำวันได้นานตลอดชีวิต

จากความหมายและความสำคัญของการแก้ปัญหาที่นักการศึกษาหลายท่านได้อธิบายไว้ จึงสรุปได้ว่า การแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ใช้ความรู้ และประสบการณ์ที่มีอยู่ เพื่อค้นหาคำตอบของปัญหา ซึ่งการแก้ปัญหาไม่ได้มีเป้าหมายเพียงแค่การหาคำตอบ แต่กระบวนการในการค้นหาคำตอบเป็นสิ่งสำคัญที่ผู้เรียนควรฝึกฝนและพัฒนาให้เกิดเป็นทักษะที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวันต่อไป

2.4 ลักษณะของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจ

ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจควรเป็นปัญหาที่นักเรียนไม่ค่อยพบในห้องเรียน ซึ่งในการสร้างปัญหาควรคำนึงถึงความรู้พื้นฐานของผู้แก้ปัญหาและความสามารถในการใช้ภาษาของผู้แก้ปัญหา (Krulik; & Reys.1980: 208) ไม่ควรเป็นคำถามที่วัดเพียงความจำหรือง่ายเกินไป หรือเป็นคำถามที่กว้างเกินไป (ฉวีวรรณ เศรษฐมาลย์. 2544: 7) ลักษณะของปัญหาทางคณิตศาสตร์ควรมีความใกล้เคียงกับปัญหาในชีวิตประจำวัน และสถานการณ์ที่สร้างขึ้นเป็นปัญหาควรใช้ภาษาหรือบรรยายในลักษณะที่ผู้แก้ปัญหามีประสบการณ์ ไม่ควรเป็นปัญหาธรรมดาทั่วๆ ไป (Clyde. 1967: 108) กล่าวว่ ปัญหาที่ดีควรจะต้องมีคุณลักษณะดังต่อไปนี้อย่างน้อย 1 ข้อ

1. เป็นปัญหาที่น่าสนใจและท้าทายความสามารถของนักเรียน
2. เป็นปัญหาที่ต้องใช้ทักษะการสังเกตและการวิเคราะห์
3. เป็นปัญหาที่ให้โอกาสสำหรับการอธิบายและมุ่งให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน
4. เป็นปัญหาที่ต้องใช้ความเข้าใจด้านแนวคิดทางคณิตศาสตร์และการประยุกต์ทักษะทางคณิตศาสตร์มาช่วยในการแก้ปัญหา
5. เป็นปัญหาที่ทำให้ได้หลักการทางคณิตศาสตร์และสามารถอ้างอิงไปยังสถานการณ์อื่น ๆ ได้
6. เป็นปัญหาที่มีประโยชน์กับปัญหาอื่น ๆ อีกและมีคำตอบหลายคำตอบหรือสามารถหาคำตอบได้หลายวิธี

ศูนย์พัฒนาหนังสือ (2544: 18) กล่าวว่า ลักษณะของปัญหาที่ดีควรมีลักษณะดังนี้

1. ภาษาที่ใช้กระชับ รัดกุม ถูกต้อง สามารถเข้าใจได้ง่าย
2. แปลกใหม่สำหรับนักเรียน ช่วยกระตุ้นและพัฒนาความคิด ท้าทายความสามารถนักเรียน
3. ไม่สั้นหรือยาวเกินไป
4. ไม่ยากหรือง่ายเกินไป สำหรับความสามารถของนักเรียนในวัยนั้นๆ
5. สถานการณ์ของปัญหาเหมาะสมกับวัยของนักเรียน
6. ให้ข้อมูลอย่างเพียงพอ ที่จะนำไปประกอบการพิจารณาแก้ปัญหาได้
7. ข้อมูลที่มีอยู่ต้องทันสมัย และเป็นเหตุการณ์ที่เป็นไปได้จริง
8. มีวิธีการหาคำตอบได้มากกว่า 1 วิธี

9. นักเรียนสามารถใช้การวาดภาพลายเส้น แผนภาพไดอะแกรม หรือแผนภูมิช่วยในการแก้ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 171-174) ได้กล่าวถึงลักษณะที่ดีของปัญหาที่ส่งเสริมทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. ปัญหาที่ดึงดูดความสนใจท้าทายความสามารถของนักเรียน เป็นปัญหาที่ไม่ง่ายหรือยากเกินไป เพราะถ้ายากเกินไปอาจไม่ดึงดูดความสนใจและไม่ท้าทาย แต่ถ้ายากเกินไปนักเรียนอาจท้อถอยก่อนที่จะแก้ปัญหาได้สำเร็จ

2. ปัญหาที่แปลกใหม่และปัญหาที่ไม่คุ้นเคย ซึ่งนักเรียนไม่เคยมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหานั้นมาก่อน เพราะถ้านักเรียนเคยมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหานั้นมาแล้ว ปัญหานั้นก็จะไม่ใช่ปัญหาที่น่าสนใจอีกต่อไป อย่างไรก็ตามสำหรับปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย ครูอาจดัดแปลงกำหนดสถานการณ์ขึ้นใหม่หรือเปลี่ยนแง่มุมของคำถามให้ต่างไปจากเดิม เพื่อให้กลายเป็นปัญหาที่แปลกใหม่สำหรับนักเรียนก็ได้

3. ปัญหาที่มีสถานการณ์ทั้งในคณิตศาสตร์และในบริบทอื่นๆ เพื่อให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาหลาย ๆ แบบและมีประสบการณ์ในการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับแนวคิดของศาสตร์อื่น ๆ ตลอดจนเพื่อให้ให้นักเรียนเห็นคุณค่าว่าคณิตศาสตร์สามารถประยุกต์ใช้ในบริบทอื่นๆ นอกเหนือจากคณิตศาสตร์ได้

4. ปัญหาในสถานการณ์จริง ที่เหมาะสมกับวัยและระดับพัฒนาการของนักเรียน ซึ่งนักเรียนสามารถทำความเข้าใจปัญหาและรับรู้ได้ การได้ลงมือแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง จะช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกทักษะ/กระบวนการด้านการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนเห็นคุณค่าว่า คณิตศาสตร์สามารถประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ด้วย

5. ปัญหาที่ส่งเสริมกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง

6. ปัญหาที่ใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาได้มากกว่าหนึ่งยุทธวิธี เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกใช้และปรับยุทธวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมได้หลากหลาย ตลอดจนเพื่อให้นักเรียนตระหนักว่าปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาได้มากกว่าหนึ่งยุทธวิธี

7. ปัญหาที่ส่งเสริมการสำรวจ สืบสวน สร้างข้อความ คาดการณ์ อธิบาย และตัดสินใจสรุปในกรณีทั่วไป เพื่อให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ในการสำรวจ สืบสวน รวบรวมข้อมูล ค้นหาความสัมพันธ์และแบบรูปที่จะนำไปสู่การสร้างข้อความคาดการณ์ ตรวจสอบข้อความคาดการณ์ และตัดสินใจสรุปในกรณีทั่วไปของตนเอง

8. ปัญหาที่ส่งเสริมขั้นตอนการพัฒนาความคิดของนักเรียนเพื่อนำไปสู่ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งประกอบด้วย การคิดกำหนดปัญหาให้ชัดเจน การคิดหาคำตอบที่หลากหลาย การคิดพิจารณาไตร่ตรอง วิเคราะห์อย่างถี่ถ้วน รอบคอบและสมเหตุสมผล และตัดสินใจ เพื่อให้ นักเรียนได้มีประสบการณ์และคุ้นเคยกับกระบวนการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ที่ถูกต้อง

9. ปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด อธิบายในสิ่งที่ตนคิด และนำเสนอแนวคิดของตนอย่างอิสระ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิด การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ ตลอดจนช่วยให้ นักเรียนเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์เหล่านั้นได้ชัดเจนยิ่งขึ้นด้วย

10. ปัญหาที่ใช้ภาษาที่เหมาะสมกับวัยและระดับพัฒนาการของนักเรียน เพื่อไม่ให้นักเรียนต้องมีปัญหาเกี่ยวกับภาษาที่ใช้

11. ปัญหาที่มีข้อมูลขาดหาย มีข้อมูลเกิน มีข้อมูลที่ขัดแย้งกันบ้าง หรืออาจมีคำตอบมากกว่าหนึ่งคำตอบหรือไม่มีคำตอบเลย เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกคิดเกี่ยวกับปัญหาตัดสินใจว่าอะไรคือสิ่งที่ต้องการค้นหา อะไรคือสิ่งที่กำหนดให้มา มีข้อมูลเพียงพอที่จะแก้ปัญหาได้หรือไม่ หรือมีข้อมูลเกินหรือขัดแย้งกันบ้างหรือไม่ ตลอดจนเพื่อให้ นักเรียนตระหนักว่าปัญหาทางคณิตศาสตร์อาจมีคำตอบมากกว่าหนึ่งคำตอบ หรือไม่มีคำตอบเลย

จากการศึกษาลักษณะของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจ พอจะสรุปได้ว่า ลักษณะของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจ มีดังนี้

1. เป็นปัญหาที่เร้าความสนใจและท้าทายความสามารถของผู้เรียน
2. ใช้ภาษากระชับรัดกุม ไม่สั้นหรือยาวเกินไป ถูกต้อง สามารถเข้าใจได้ง่าย
3. สถานการณ์ปัญหาเหมาะสมและมีความสัมพันธ์กับผู้เรียน
4. มีวิธีการหาคำตอบที่หลากหลาย
5. มีเงื่อนไขเพียงพอสำหรับการหาคำตอบ
6. นำไปสู่ความเข้าใจในหลักการทางคณิตศาสตร์

องค์ประกอบที่จำเป็นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาได้อธิบายองค์ประกอบที่จำเป็นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้ ออซูเบล (Ausubel.1968: 538) กล่าวว่า ในการแก้ปัญหาโดยทั่วไปนั้นต้องใช้ องค์ประกอบหลายอย่าง เช่น สถิติปัญญา และองค์ประกอบทางการคิด เช่น ความยืดหยุ่นทางการคิด การรวบรวมความคิด ความตั้งใจ

ไคลด์ (Clyde. 1967: 112) กล่าวถึง องค์ประกอบในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนไว้ดังนี้

1. วุฒิภาวะและประสบการณ์จะช่วยให้ นักเรียนแก้ปัญหาได้ดีขึ้น
2. ความสามารถในการอ่าน
3. สถิติปัญญา

ไฮเมอร์และทรูบลัด (Heimer; & Trueblood. 1977: 31-32) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบที่สำคัญบางประการที่มีผลต่อความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับภาษาหรือคำพูด สรุปได้ดังนี้

1. ความรู้เกี่ยวกับศัพท์เฉพาะ
2. ความสามารถในการคำนวณ
3. การรวบรวมข้อมูลที่ไม่สัมพันธ์กัน
4. ความสามารถในการรับรู้ถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่กำหนดให้มา
5. ความสามารถในการให้เหตุผลสำหรับคำตอบที่ได้
6. ความสามารถในการเลือกวิธีการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง
7. ความสามารถในการค้นหาข้อมูลที่ขาดหายไป
8. ความสามารถในการเปลี่ยนปัญหาที่เป็นประโยคภาษาให้เป็นประโยค

สัญลักษณ์

โพลยา (Polya. 1980: 225) กล่าวถึง สิ่งที่สัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นสิ่งที่มีส่วนช่วยในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ไว้ คือ ความรู้สึกเกี่ยวกับความเป็นไปได้ของปัญหา ความเป็นไปได้ของคำตอบ และกลวิธีต่าง ๆ เช่น การลองผิดลองถูก เป็นต้น

บาร์ดูดี (Baroody. 1993: 2-8 – 2-10) กล่าวถึง องค์ประกอบหลักของการแก้ปัญหา 3 ประการ คือ

1. องค์ประกอบทางด้านความรู้ความคิด (Cognitive Factor) ประกอบด้วย ความรู้เกี่ยวกับโมโนติ และยุทธวิธีในการแก้ปัญหาสำหรับสถานการณ์ใหม่ๆ
2. องค์ประกอบทางด้านความรู้สึก (Effective Factor) เป็นแรงขับเคลื่อนในการแก้ปัญหา และแรงขับนี้มาจากความสนใจ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความพยายามหรือความตั้งใจและความเชื่อของนักเรียน
3. องค์ประกอบทางด้านการสังเคราะห์ความคิด (Metacognitive Factor) เป็นความสามารถในการสังเคราะห์ความคิดของตนเองในการแก้ปัญหา ซึ่งจะสามารถตอบตนเองได้ว่า ทรัพยากรอะไรบ้างที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหา และจะติดตามและควบคุมทรัพยากรเหล่านั้นได้อย่างไร

นอกจากจะมีความรู้ความเข้าใจ มียุทธวิธีและการสังเคราะห์ความคิดในการแก้ปัญหา มีความรู้สึกที่ดีที่เป็นแรงขับเคลื่อนเกี่ยวกับการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์แล้ว บาร์ดูดี (Baroody. 1993: 2-10) ยังกล่าวย่ำว่า นักแก้ปัญหาที่ดียังต้องมีความยืดหยุ่น เพราะความยืดหยุ่นเป็นความสามารถในการปรับทรัพยากรที่มีอยู่ในลักษณะบูรณาการองค์ความรู้ในการแก้ปัญหา

คณะอนุกรรมการการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนคณิตศาสตร์ (2524: 141 – 142) กล่าวว่า การที่นักเรียนจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ นักเรียนควรจะต้องได้รับการฝึกฝนให้มีความรู้ความสามารถพื้นฐานดังต่อไปนี้

1. มีความรู้เกี่ยวกับเนื้อหา มีความเข้าใจ มีมโนคติ และทักษะในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นๆ
2. มีความสามารถในการอ่าน การแปลความ การตีความ และการขยายความ
3. มีความสามารถในการแปลงข้อความเป็นสัญลักษณ์ หรือแผนภาพ

4. มีความสามารถในการวิเคราะห์ความเกี่ยวข้องในระหว่างข้อมูลที่มีอยู่หาความเกี่ยวข้องระหว่างข้อมูลที่มีอยู่กับประสบการณ์เก่า

5. มีความสามารถในการจัดข้อมูล จัดลำดับขั้นตอน การวิเคราะห์หารูปแบบและการหาข้อสรุป

6. ความใฝ่ใจใคร่รู้ มีความกระตือรือร้น อยากรู้อยากเห็น

7. มีศรัทธา มีกำลังใจ และมีความอดทนในการคิดแก้ปัญหา

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537: 81-82) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อความสามารถด้านนี้ คือ ทักษะการอ่านและการฟัง การทำความเข้าใจปัญหาต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับศัพท์ นิยาม มโนคติ และข้อเท็จจริงต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ซึ่งแสดงถึงศักยภาพทางสมองของนักเรียนในการระลึกถึงและความสามารถนำมาเชื่อมโยงกับปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ ปัจจัยอีกประการหนึ่งซึ่งช่วยให้การทำความเข้าใจปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ คือ การรู้จักเลือกใช้กลวิธีมาช่วยในการทำความเข้าใจปัญหา เช่น การขีดเส้นใต้ข้อความสำคัญ การแบ่งวรรคตอน การจดบันทึกเพื่อแยกแยะประเด็นสำคัญ การเขียนภาพ หรือแผนภูมิ การสร้างแบบจำลอง การยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับปัญหา และการเขียนปัญหาใหม่ด้วยคำพูดของตนเอง

2. ทักษะในการแก้โจทย์ปัญหา ทักษะเกิดขึ้นจากการฝึกฝนทำบ่อย จนเกิดความชำนาญ มีประสบการณ์ในการเลือกกลวิธีต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ให้เหมาะสมกับปัญหา ผู้แก้ปัญหามีทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาจะสามารถวางแผนเพื่อกำหนดกลวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างรวดเร็วและเหมาะสม

3. ความสามารถในการคิดคำนวณและความสามารถในการให้เหตุผล การคิดคำนวณนับว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญของการแก้โจทย์ปัญหา เพราะถึงแม้ว่าจะทำความเข้าใจได้อย่างแจ่มชัด วางแผนการแก้โจทย์ปัญหาได้เหมาะสมแต่เมื่อลงมือแก้โจทย์ปัญหาแล้วคิดคำนวณไม่ถูกต้อง การแก้ปัญหานั้นก็ไม่ประสบผลสำเร็จ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะพื้นฐานในการบวก ลบ คูณ และหาร

สำหรับปัญหาที่ต้องการคำอธิบายให้เหตุผล ต้องอาศัยพื้นฐานในการเขียนและการพูด มีความเข้าใจในกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ความหมายของการพิสูจน์ และวิธีพิสูจน์แบบต่าง ๆ เท่าที่จำเป็นและเพียงพอในการนำไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา

4. แรงขับ เนื่องจากโจทย์ปัญหาเป็นสถานการณ์ที่แปลกใหม่ ไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันทีทันใด ผู้แก้ปัญหาก็ต้องคิดวิเคราะห์อย่างเต็มที่เพื่อที่จะได้หาคำตอบ ผู้แก้ปัญหาก็ต้องมีแรงขับที่จะสร้างพลังในการคิด ซึ่งแรงขับนี้ได้แก่ เจตคติ ความสนใจ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความสำเร็จตลอดจนความซาบซึ้งในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะต้องใช้ระยะเวลาในการปลูกฝังให้เกิดขึ้น โดยผ่านกิจกรรมต่าง ๆ ในการเรียนการสอน

5. ความยืดหยุ่น ผู้แก้ปัญหาที่ดีต้องมีความยืดหยุ่นในการคิด คือ ไม่ยึดติดในรูปแบบที่ตนเองคุ้นเคย แต่จะยอมรับรูปแบบและวิธีการใหม่ ๆ อยู่เสมอ ความยืดหยุ่นเป็นความสามารถในการปรับกระบวนการการคิดแก้ปัญหาโดยบูรณาการความเข้าใจ ทักษะและความสามารถในการแก้ปัญหา ตลอดจนแรงขับที่มีอยู่เชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ของปัญหาใหม่ สร้างความรู้ที่สามารถปรับใช้เพื่อแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ศูนย์พัฒนาหลักสูตร (2544: 2-3) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่จำเป็นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าควรประกอบด้วย

1. การมองเห็นภาพ ผู้แก้ปัญหาคควรมองเห็นภาพ มีความคิดกว้างไกล และมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหา

2. การจินตนาการ ผู้แก้ปัญหาคควรรู้จักจินตนาการว่าปัญหานั้นเป็นอย่างไร เพื่อหาแนวทางในการคิดแก้ปัญหา

3. การแก้ปัญหาอย่างมีทักษะ เมื่อมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาก็ลงมือทำอย่างมีระบบด้วยความชำนาญ มีความรู้สึกท้าทายที่จะแก้ปัญหาแปลก ๆ ใหม่ ๆ

4. มีความสามารถในการวิเคราะห์ความเกี่ยวข้องระหว่างข้อมูลที่มีอยู่และหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่มีอยู่กับประสบการณ์เดิม

5. มีความสามารถในการจัดระบบข้อมูล จัดลำดับขั้นตอน วิเคราะห์หารูปแบบ และหาข้อสรุป

6. มีความใฝ่ใจใคร่รู้ มีความกระตือรือร้น อยากรู้ อยากเห็น

7. มีศรัทธา มีกำลังใจ และมีความอดทนในการคิดแก้ปัญหา

ยุพิน พิพิธกุล (2544: 140) กล่าวถึง องค์ประกอบที่เป็นพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนในการเตรียมแก้ปัญหาดังนี้

1. ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ในเนื้อหาวิชาอย่างถ่องแท้

2. ผู้เรียนจะต้องมีความเข้าใจในมโนคติ (Concept) อย่างถูกต้อง

3. ผู้เรียนจะต้องมีความสามารถในการอ่าน การตีความการขยายความ

4. ผู้เรียนจะต้องมีความสามารถในการแปลข้อความ เป็นสัญลักษณ์ หรือแผนภาพ

5. ผู้เรียนจะต้องมีความสามารถในการวิเคราะห์ ความเกี่ยวข้องระหว่างประสบการณ์เก่ากับข้อมูลที่มีอยู่ใหม่

6. ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ความสามารถในการจัดข้อมูลเป็นลำดับขั้นตอน วิเคราะห์หารูปแบบเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป

สิริพร ทิพย์คง (2544: 106-107) กล่าวว่า สิ่งที่มีอิทธิพลมากที่สุดต่อการแก้ปัญหามีดังนี้

1. ความซับซ้อนของโจทย์ปัญหา ข้อมูลที่กำหนดใหม่จำนวนมาก

2. วิธีการนำเสนอโจทย์ปัญหา

3. ความคุ้นเคยกับกระบวนการแก้ปัญหา
 4. การใช้วิธีการแก้ปัญหาที่ไม่ถูกต้อง
 5. การเริ่มต้นการแก้ปัญหา นักเรียนไม่ทราบว่าจะเริ่มต้นอย่างไร จะต้องทำอะไรก่อน

6. ข้อมูลที่กำหนดให้ไม่เพียงพอ
 7. เจตคติของนักเรียนที่มีต่อการแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา นักเรียนมีกำลังใจที่จะแก้ปัญหาลักษณะต่าง ๆ

8. ประสบการณ์ในการแก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละคนแตกต่างกัน การที่จะเป็นนักแก้ปัญหาที่ดีจะต้องได้รับประสบการณ์ในการแก้ปัญหามากหลาย

จากการอธิบายองค์ประกอบที่จำเป็นในการแก้ปัญหามathematics สรุปได้ว่า

1. มีความสามารถในการอ่าน แปลความ ตีความ และขยายความ
 2. มีความสามารถในการคำนวณ
 3. มีความสามารถในการเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหา
 4. มีความสามารถในการจัดลำดับขั้นตอน วิเคราะห์ความเกี่ยวข้องของข้อมูล และหาข้อสรุป

5. มีกำลังใจและความอดทนในการแก้ปัญหา
 6. มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์
 7. ประสบการณ์ สติปัญญา และวุฒิภาวะ

2.6 กระบวนการและขั้นตอนในการแก้ปัญหามathematics

กระบวนการและขั้นตอนในการแก้ปัญหา เป็นการแก้ปัญหาคำถามที่กำหนดให้เป็นระบบ มีแบบแผน มีลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา ดังที่นักการศึกษาได้เสนอขั้นตอนและยุทธวิธีที่ใช้ในกระบวนการและขั้นตอนการแก้ปัญหามathematics ดังนี้

โพลยา (Polya. 1957: XVI-XVII) ได้เสนอขั้นตอนกระบวนการการแก้ปัญหา ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the problem) ต้องเข้าใจว่าโจทย์ถามอะไร โจทย์กำหนดอะไรมาให้ และเพียงพอสำหรับการแก้ปัญหานั้นหรือไม่ สามารถสรุปปัญหาออกมาเป็นภาษาของตนเองได้ ถ้ายังไม่ชัดเจนในโจทย์อาจใช้การวาดรูปและแยกแยะสถานการณ์หรือเงื่อนไขในโจทย์ออกเป็นส่วน ๆ ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจปัญหามากขึ้น

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา (Devising a plan) ผู้เรียนมองเห็นความสำคัญของข้อมูลต่าง ๆ ในโจทย์ปัญหาอย่างชัดเจนมากขึ้น เป็นขั้นที่ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์ถามกับข้อมูลหรือสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ถ้าหากไม่สามารถหาความสัมพันธ์ได้ ก็ควรอาศัยหลักการของการวางแผนการแก้ปัญหา ดังนี้

2.1 เป็นโจทย์ปัญหาที่เคยประสบมาก่อน หรือมีลักษณะคล้ายคลึงกับโจทย์ที่เคยแก้มาก่อนหรือไม่

2.2 รู้จักโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับโจทย์ที่จะแก้หรือไม่เพียงใด และรู้จักทฤษฎีที่จะใช้แก้หรือไม่

2.3 พิจารณาสິงที่ไม่รู้ในโจทย์และพยายามคิดถึงปัญหาที่คุ้นเคย ซึ่งมีสิ่งที่ไม่รู้เหมือนกัน และพิจารณาว่าจะใช้วิธีการแก้ปัญหาที่เคยพบมาใช้กับโจทย์ที่กำลังจะแก้ได้หรือไม่

2.4 ควรอ่านโจทย์ปัญหาอีกครั้ง และวิเคราะห์เพื่อดูว่าแตกต่างจากปัญหาที่เคยพบหรือไม่

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน (Carrying out the plan) ลงมือปฏิบัติการตามแผนที่วางไว้ เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาด้วยการรู้จักเลือกวิธีการคิดคำนวณ สมบัติ กฎ หรือสูตรที่เหมาะสมมาใช้

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล (Looking back) เป็นการตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่าผลลัพธ์ที่ได้ถูกต้องสมบูรณ์ โดยการพิจารณาและตรวจสอบดูว่าผลลัพธ์ถูกต้องและมีเหตุผลที่น่าเชื่อถือได้หรือไม่ ตลอดจนกระบวนการในการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะใช้วิธีการอีกวิธีหนึ่งตรวจสอบเพื่อดูว่าผลลัพธ์ที่ได้ตรงกันหรือไม่ หรืออาจใช้การประมาณค่าของคำตอบอย่างคร่าวๆ

กิลฟอร์ด (Guildford. 1971: 12) กล่าวว่า การแก้ปัญหามี 5 ขั้นตอน คือ

1. เตรียมการ คือ ค้นหาว่าปัญหาคืออะไร
2. วิเคราะห์ คือ พิจารณาถึงสาเหตุของปัญหา
3. เสนอทางแก้ คือ การหาวิธีการเหมาะสมกับสาเหตุของปัญหามาแก้ไข
4. ตรวจสอบผล คือ พิจารณาผลลัพธ์ว่าตรงตามที่ต้องการหรือไม่ ถ้าไม่จะต้องหาวิธีอื่นจนกว่าจะได้ผลตามที่ต้องการ
5. นำไปประยุกต์ใช้ คือ นำวิธีแก้ปัญหานั้นที่ได้ผลไปใช้กับปัญหาที่คล้ายกันในโอกาสต่อไป

เบลล์ (Bell. 1978: 312) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหามี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. นำเสนอปัญหาในรูปทั่วไป
2. เสนอปัญหาในรูปที่สามารถดำเนินการได้
3. ตั้งสมมติฐาน และเลือกวิธีดำเนินการเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา
4. ตรวจสอบสมมติฐาน และดำเนินการแก้ปัญหานั้นเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา หรือชุดของคำตอบที่เป็นไปได้
5. วิเคราะห์และประเมินคำตอบ รวมถึงวิธีซึ่งนำไปสู่การค้นพบยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

ออสบอร์น (Osborn. 1989: 1995A) ได้เสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. ขั้นค้นหาความจริง (Fact Finding) โดยการใช้คำถาม “ใคร”
2. ขั้นค้นหาปัญหา (Problem Finding) คือ ระบุนิยามของปัญหา
3. ขั้นค้นหาความคิดในการแก้ปัญหา (Idea Finding) โดยการระดมสมองจากสมาชิก
4. ขั้นค้นหาคำตอบ (Solution Finding) โดยใช้ตารางประเมินผล
5. ขั้นยอมรับนำไปปฏิบัติ (Acceptance Finding or Implementation)

ครูลิติก และรูดนิก (Krulik; & Rudnick. 1993: 39-57) กล่าวถึง ลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 5 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการอ่านและคิด (Read and Think) เป็นขั้นที่นักเรียนได้อ่านข้อปัญหาตีความจากภาษา สร้างความสัมพันธ์ และระลึกถึงสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว ปัญหาจะประกอบด้วยข้อเท็จจริงและคำถามอยู่ร่วมกันอาจทำให้เกิดการไขว่ไขว่ได้ ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องแยกแยะข้อเท็จจริงและข้อคำถาม มองเห็นภาพของเหตุการณ์ บอกสิ่งที่กำหนดและสิ่งที่ต้องการ และกล่าวถึงปัญหาในภาษาของตนเองได้

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและวางแผน (Explore and Plan) ในขั้นนี้ผู้แก้ปัญหาจะวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่ในปัญหา รวบรวมข้อมูล พิจารณาว่าข้อมูลที่มีอยู่เพียงพอหรือไม่ เชื่อมโยงข้อมูลเข้ากับความรู้เดิม เพื่อหาคำตอบที่เป็นไปได้ แล้ววางแผนเพื่อแก้ปัญหา โดยนำเอาข้อมูลที่มีอยู่มาสร้างเป็นแผนภาพหรือรูปแบบต่าง ๆ เช่น แผนผัง ตาราง กราฟ หรือวาดภาพประกอบ

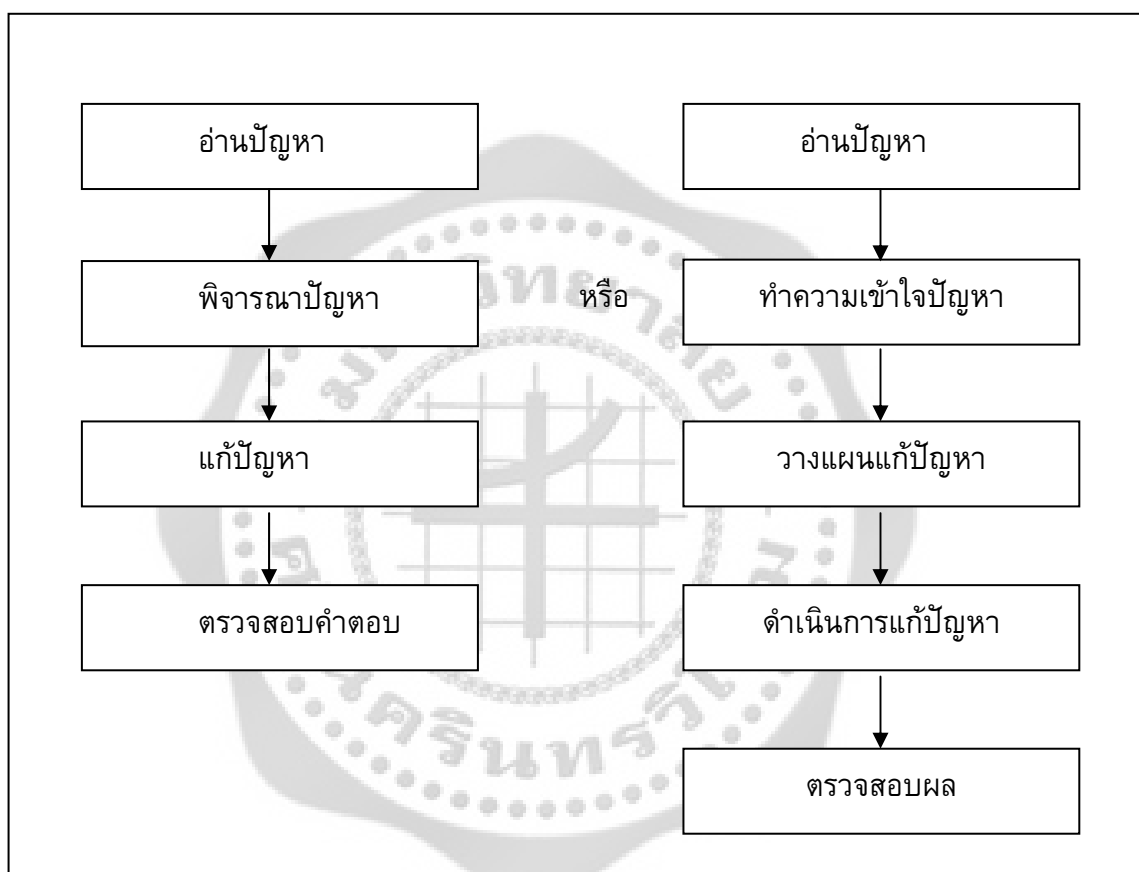
ขั้นที่ 3 ขั้นเลือกวิธีการแก้ปัญหา (Select a Strategy) ในขั้นนี้ผู้แก้ปัญหามองเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด แต่ละบุคคลจะเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันไป และในการแก้ปัญหาหนึ่งปัญหาอาจจะมีทางเลือกหลาย ๆ วิธีการแก้ปัญหามาประยุกต์เพื่อแก้ปัญหานั้นก็ได้

ขั้นที่ 4 การค้นหาคำตอบ (Find an Answer) เมื่อเข้าใจปัญหาและเลือกวิธีการในการแก้ปัญหาได้แล้ว นักเรียนควรจะประมาณคำตอบที่เป็นไปได้ ในขั้นนี้นักเรียนควรลงมือปฏิบัติด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งจะต้องอาศัยการประมาณค่า การใช้ทักษะการคิดคำนวณ การใช้ทักษะการคิดคำนวณ การใช้ทักษะทางพีชคณิต และการใช้ทักษะทางเรขาคณิต

ขั้นที่ 5 การมองย้อนและขยายผล (Reflect and Extend) ถ้าคำตอบที่ได้ไม่ใช่ผลที่ต้องการก็ต้องย้อนกลับไปยังกระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อหาวิธีการที่ใช้ในการหาคำตอบที่ถูกต้องใหม่ และนำเอาวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้องไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นต่อไป ในขั้นนี้ประกอบด้วย การตรวจสอบคำตอบ การค้นหาทางเลือกที่นำไปสู่

ผลลัพธ์ การมองความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงและคำถาม การขยายผลลัพธ์ที่ได้ การพิจารณาผลลัพธ์ที่ได้ และการสร้างสรรค์ปัญหาที่น่าสนใจจากข้อปัญหาเดิม

วิลสัน เฟอร์นันเดซ และฮาดาเวย์ (สมเดช บุญประจักษ์. 2540: 16-17; อ้างอิงจาก Wilson; Fernandez; & Hadaway. 1993: 60-62) กล่าวถึง กระบวนการแก้ปัญหาโดยทั่วไปว่า มักนำเสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยทั่วไปว่า มักนำเสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาเป็นขั้นๆ ในลักษณะที่เป็นกรอบการแก้ปัญหาที่เป็นแนวตรง ดังนี้

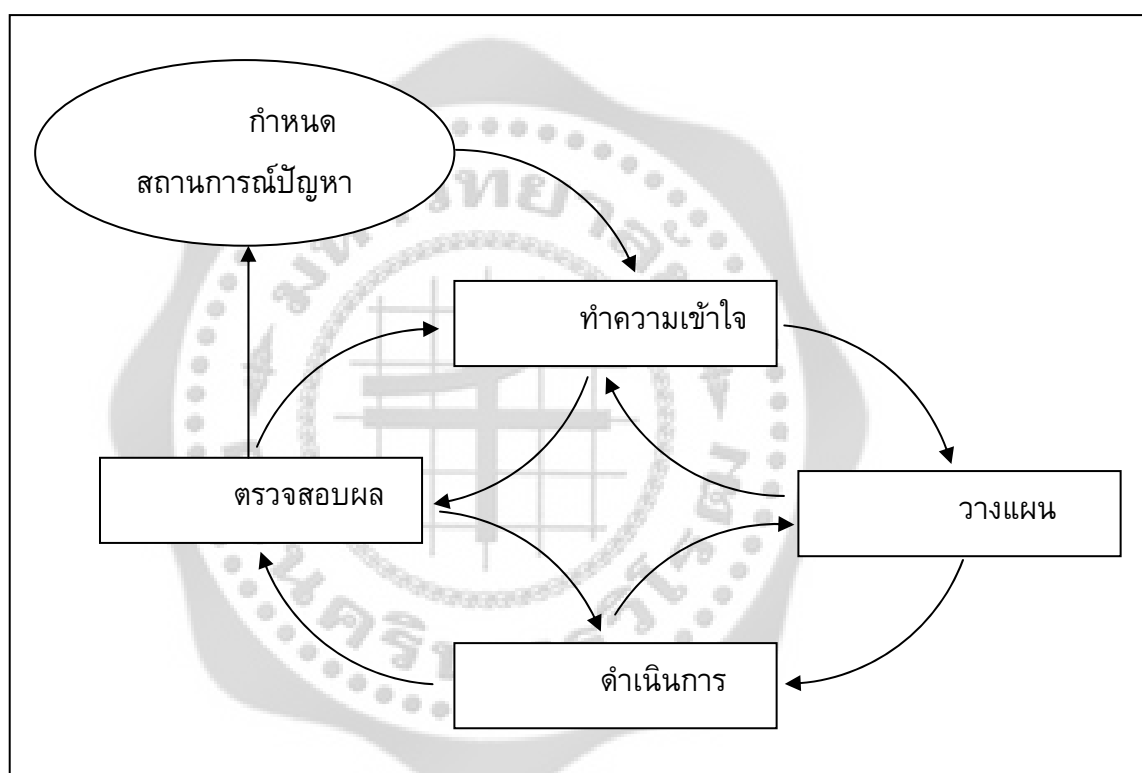


ภาพประกอบ 6 กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นแนวตรง (สมเดช บุญประจักษ์. 2540: 16)

จากภาพประกอบ 6 เป็นเสมือนขั้นตอนการแก้ปัญหาซึ่งต้องดำเนินตามขั้นตอนเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง จะเห็นว่าการดำเนินการในลักษณะแนวตรงเช่นนี้ทำให้ขาดการสืบสวน ในการแก้ปัญหา ขาดการช่วยเหลือตนเอง ขาดการวางระบบความคิดและการวัดผลตนเอง (self-assessment) ซึ่งรูปแบบเช่นนี้ วิลสัน เฟอร์นันเดซ และฮาดาเวย์ (สมเดช บุญประจักษ์. 2540: 16-17; อ้างอิงจาก Wilson; Fernandez; & Hadaway. 1993: 60-62) มองว่ามีข้อบกพร่อง ดังนี้

1. ทำให้เข้าใจว่าการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการในแนวตรงเสมอ
2. การแก้ปัญหาเป็นดังเช่นชุดของขั้นตอน
3. ทำให้เข้าใจว่าการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่ต้องจำ ต้องฝึก และต้องกระทำซ้ำๆ
4. เป็นการเน้นการได้มาเพียงคำตอบ

วิลสัน เฟอร์นันเดซ และฮาตาเวย์ ได้ปรับปรุงกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของโพลยา โดยเสนอเป็นกรอบแนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาที่แสดงความเป็นพลวัต (Dynamic) และเป็นวงจรของขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา ดังแผนภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 กระบวนการแก้ปัญหาแบบพลวัต

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2551: 11)

จากภาพประกอบ 7 ลูกศรเป็นการแสดงการพิจารณาตัดสินใจที่เป็นการเคลื่อนการทำงานจากขั้นตอนหนึ่งไปสู่อีกขั้นตอนหนึ่ง หรืออาจพิจารณาย้อนกลับไปขั้นตอนเดิมหากมีปัญหาหรือมีข้อสงสัยจะเห็นว่า กระบวนการไม่จำเป็นต้องเป็นแนวตรงดังรูปแบบเดิม เช่น เมื่อนักเรียนทำการแก้ปัญหาในขั้นตอนแรก คือ ทำความเข้าใจปัญหา แล้วเคลื่อนไปสู่การวางแผน ระหว่างการดำเนินการนั้น นักเรียนอาจค้นพบสิ่งที่ทำให้เข้าใจปัญหาได้ดียิ่งขึ้น หรือในขณะที่นักเรียน

ดำเนินการตามแผนที่วางไว้แต่ไม่สามารถดำเนินการได้ นักเรียนอาจจะกลับไปเริ่มวางแผนใหม่ หรือทำความเข้าใจปัญหาใหม่ ซึ่งการดำเนินการดังกล่าวเป็นการดำเนินการที่เป็นไปได้ในการ แก้ปัญหาโดยไม่จำเป็นต้องเริ่มต้นใหม่ในการทำความเข้าใจปัญหาเสมอไป

ศูนย์พัฒนาหลักสูตร (2544: 5-6) กล่าวถึงขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1. ก่อนที่ครูผู้สอนจะให้นักเรียนเรียนแก้ปัญหา ครูผู้สอนควรให้นักเรียนอ่าน สถานการณ์ให้เข้าใจ (สำหรับนักเรียนที่ยังอ่านไม่คล่อง ครูผู้สอนอาจอ่านให้นักเรียนฟัง) แล้วให้นักเรียนพิจารณาว่าสถานการณ์ให้รายละเอียดอะไรบ้าง แล้วจำแนกสถานการณ์ออกเป็น

1.1 สิ่ง สถานการณ์ให้มา

1.2 สิ่งที่ต้องการหา

1.3 ในสถานการณ์มีการซ่อนเงื่อนไขในการแก้ปัญหาไว้หรือไม่ และนักเรียน สามารถเดาหรือคาดคะเนคำตอบที่เป็นไปได้ ได้หรือไม่

2. วางแผนการแก้ปัญหา สถานการณ์ที่กำหนดให้จะมีวิธีแก้ปัญหามากมาย ครู อาจยกตัวอย่างแสดงวิธีการแก้ปัญหาแต่ละวิธีให้นักเรียนดู เพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียน นักเรียน บางคนอาจมีวิธีแก้ปัญหาแตกต่างไปจากที่ครูเสนอแนะก็ได้ ครูไม่ควรยึดติดกับคำตอบเท่านั้น ครู ควรดู วิธีการแก้ปัญหาของนักเรียน ในการสอนทุกครั้งควรมีการสรุป ชี้แนะให้นักเรียนได้พิจารณา วิธีการแก้ปัญหาเพื่อสร้างนิสัยให้นักเรียนคิดวางแผนก่อนลงมือทำ และรู้จักเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ ง่าย สั้นและสะดวกที่สุด

3. แก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ ครูผู้สอนควรให้นักเรียนเลือกยุทธวิธีที่เหมาะสม ตามความสามารถของนักเรียนแต่ละคน ครูผู้สอนไม่ควรจะกำหนดว่านักเรียนจะต้องใช้ยุทธวิธีนี้จึง ถูกต้อง และในบางสถานการณ์อาจใช้หลายยุทธวิธีผสมกันก็ได้ ถ้านักเรียนยังคิดหายุทธวิธีที่ เหมาะสมในการแก้ปัญหาไม่ได้ ครูผู้สอนควรให้การเสริมแรงทางบวก เพื่อให้นักเรียนมีกำลังใจใน การทำต่อไป

สถานการณ์ที่มีการคิดคำนวณ ถ้านักเรียนวางแผนแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม ชัดเจน ในขั้นลงมือปฏิบัติตามแผนมักจะมีปัญหาอยู่ที่การคิดคำนวณเท่านั้น ซึ่งถ้านักเรียนได้รับการ ฝึกทักษะมาอย่างเพียงพอ ก็จะไม่มีปัญหาแต่อย่างใดสำหรับปัญหาที่ต้องการคำอธิบาย การให้ เหตุผล ครูสามารถสร้างกิจกรรมเพื่อปลูกฝังและฝึกฝนการใช้ความคิด ต้องการคำอธิบาย นอกเหนือไปจากโจทย์ปัญหาที่มีคำตอบเป็นปริมาณ

ครูควรฝึกให้นักเรียนตรวจสอบการวางแผนก่อนที่จะลงมือทำตามแผนโดยพิจารณา ความเป็นไปได้ ความถูกต้องของแผนที่วางไว้ว่าเหมาะสมกับการแก้ปัญหาหรือไม่ ปัญหาบาง ปัญหาในชีวิตจริงไม่สามารถนำวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้โดยตรง ครูควรฝึกให้นักเรียน พิจารณาและปรับปรุงวิธีการให้เหมาะสม

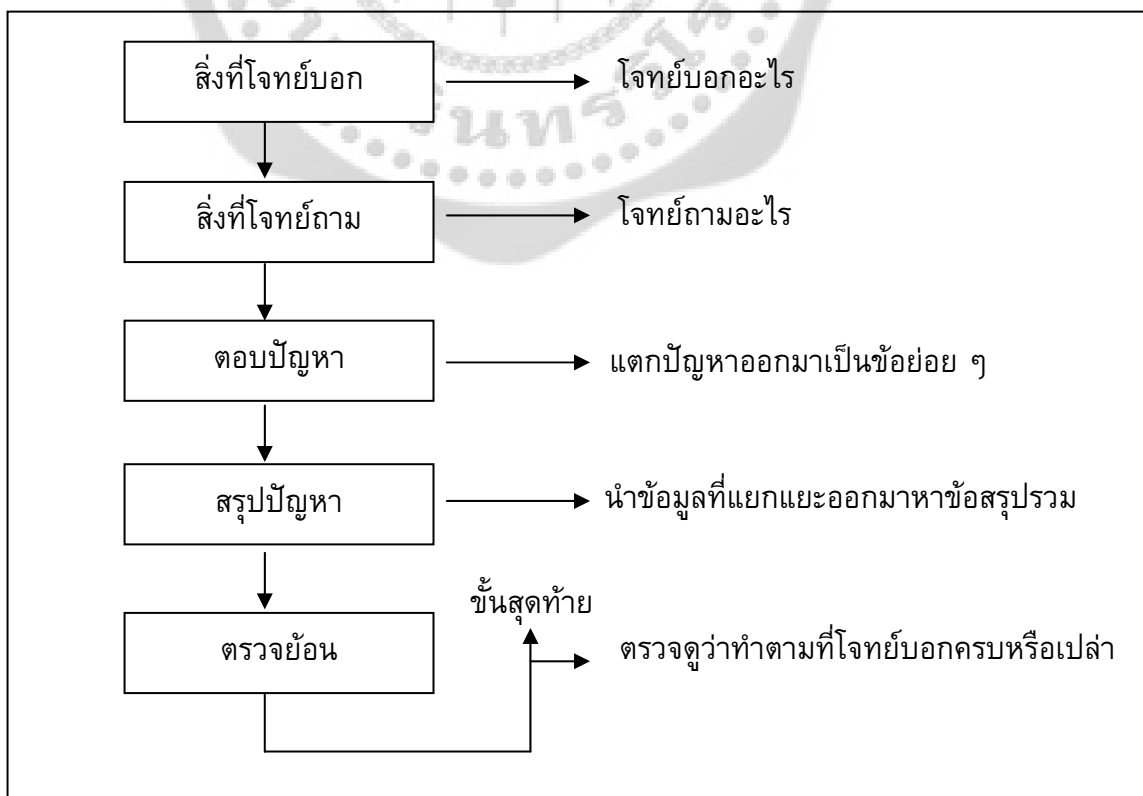
4. ตรวจสอบ ครูผู้สอนส่วนใหญ่จะมองข้ามความสำคัญของการตรวจสอบ เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันมักให้ความสำคัญของคำตอบที่ถูกต้องมากกว่าการ คำหนึ่งถึงกระบวนการในการคิด จึงมีแนวโน้มว่าครูผู้สอนจะหยุดทำการสอนทันทีเมื่อนักเรียนได้

ผลลัพธ์แล้ว ครูผู้สอนไม่ควรปล่อยให้สภาพการจัดการเรียนการสอนมีลักษณะดังที่กล่าวนี้ แต่ควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มองย้อนกลับไปทบทวนและตรวจสอบขั้นตอนต่างๆ ที่ผ่านมาแล้ว โดยพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ และพิจารณาว่าน่าจะมีคำตอบอื่น หรือวิธีการคิดอย่างอื่นอีกหรือไม่ โดยครูผู้สอนอาจใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนมองย้อนกลับ หรือตรวจสอบขั้นตอนต่างๆ ในลักษณะต่อไปนี้ เช่น

- 4.1 วิธีการที่ใช้แก้โจทย์ปัญหาสมเหตุสมผลหรือไม่
- 4.2 ใช้ข้อมูลทั้งหมดที่โจทย์อ้างถึงครบหรือไม่
- 4.3 สามารถพิสูจน์ผลลัพธ์ที่ได้ว่า เป็นความจริงหรือไม่
- 4.4 มีส่วนใดในวิธีการของนักเรียนที่น่าจะปรับให้สูงขึ้นบ้าง
- 4.5 สามารถใช้วิธีการอื่นในการแก้โจทย์ปัญหาข้อเดิมนี้อีกหรือไม่
- 4.6 วิธีการที่นักเรียนใช้จะสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาคืออื่น ๆ ได้บ้างหรือไม่

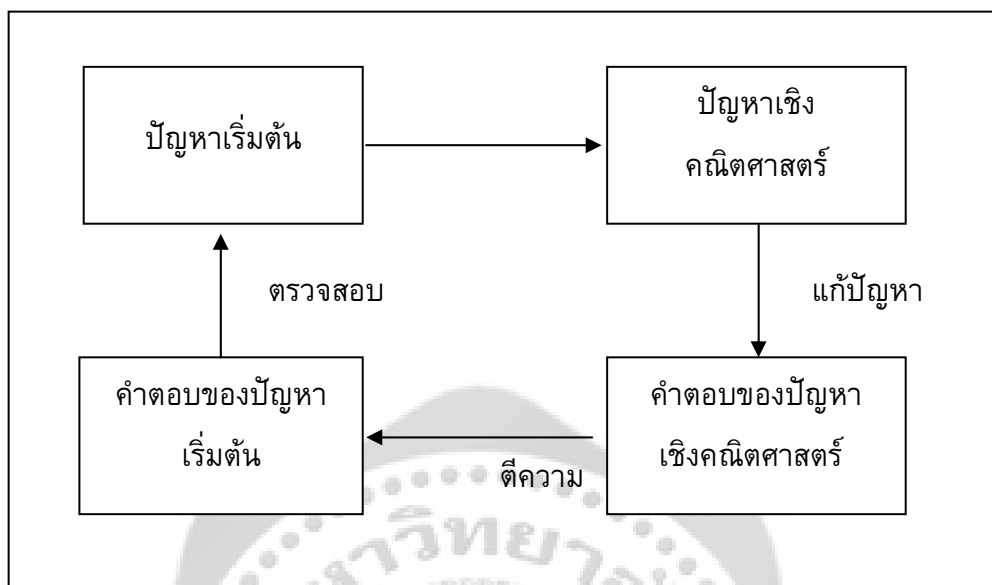
หลังจากที่ครูให้นักเรียนแก้สถานการณ์ต่างๆ แล้วอาจจะมีการฝึกทักษะในการแก้ปัญหา (มีตัวอย่างให้ในบางสถานการณ์) หรือฝึกการสร้างโจทย์ปัญหา โดยอาศัยสถานการณ์จากสภาพแวดล้อม จากกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตจริง รวมทั้งดัดแปลงจากปัญหาเดิม เพื่อฝึกการมองไปข้างหน้า ความเคยชินจากกระบวนการนี้จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเป็นนักแก้ปัญหาที่มีความสามารถต่อไป

ยุพิน พิพิธกุล (2530: 136) ได้เสนอแผนผังของลำดับขั้นของการแก้ปัญหาแสดงในภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 ลำดับขั้นการแก้ปัญหา (ยุพิน พิพิธกุล, 2530: 136)

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2537. 16 - 17) แสดงกระบวนการแก้ปัญหาโดยภาพรวม แสดงในภาพประกอบ 9



ภาพประกอบ 9 กระบวนการแก้ปัญหา

(คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 2537; 17)

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2542: 15-16) กล่าวถึงขั้นตอนในกระบวนการแก้ปัญหาประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นตอนที่ระบุสิ่งที่ต้องการ ระบุข้อมูลที่กำหนดให้ และระบุเงื่อนไขเชื่อมโยงสิ่งที่ต้องการกับข้อมูลที่กำหนดให้
2. วางแผนแก้ปัญหา ในขั้นนี้เป็นการระบุข้อมูลที่จำเป็นและไม่จำเป็นสำหรับการได้มาซึ่งสิ่งที่ต้องการ ระบุปัญหาย่อย และการเลือกใช้ยุทธศาสตร์ที่เหมาะสม ได้แก่ การสังเกต กระบวนการหรือรูปแบบการคิดจากปลายเหตุย้อนสู่ต้นเหตุ การเดาและทดสอบ การทดลองและสร้างสถานการณ์จำลอง การลดความซับซ้อนของปัญหา การแบ่งปัญหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ การใช้วิธีอนุมานทางตรรกวิทยา และการรายงานแจกแจงสมาชิกทั้งหมด
3. ดำเนินการตามแผน ในขั้นนี้เป็นการดำเนินการตามวิธีที่เลือกเพื่อแก้ปัญหา
4. ตรวจสอบกระบวนการและคำตอบ ในขั้นนี้เป็นการตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ คำตอบสมเหตุสมผลหรือไม่ สามารถหาวิธีการแก้ปัญหาที่ดีกว่า สั้นกว่าวิธีการที่เลือกได้หรือไม่ และสามารถดัดแปลงเพิ่มเติมเงื่อนไขหรือข้อมูลเพื่อสร้างปัญหาใหม่ได้หรือไม่

ทิสนา แคมมณี (2545: 124-125) กล่าวว่า ขั้นตอนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มีดังนี้

1. การสังเกต ให้นักเรียนได้ศึกษาข้อมูล รับรู้และทำความเข้าใจในปัญหาจนสามารถสรุป และตระหนักในปัญหานั้น
2. การวิเคราะห์ ให้ผู้เรียนได้อภิปราย หรือแสดงความคิดเห็น เพื่อแยกแยะประเด็นปัญหา สภาพ สาเหตุ และลำดับความสำคัญของปัญหา
3. สร้างทางเลือก ให้ผู้เรียนแสวงหาทางเลือกในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย ซึ่งอาจมีการทดลอง ค้นคว้า ตรวจสอบ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการทำกิจกรรมกลุ่ม และควรมีการกำหนดหน้าที่ในการทำงานให้แก่ผู้เรียน
4. เก็บข้อมูลประเมินทางเลือก ผู้เรียนปฏิบัติตามแผนงานและบันทึก การปฏิบัติงานเพื่อรายงาน และตรวจสอบความถูกต้องของทางเลือก
5. สรุป ผู้เรียนสรุปความด้วยตนเอง ซึ่งอาจทำในรูปของรายงาน

สิริพร ทิพย์คง (2544: 97) ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาว่า การแก้ปัญหาคือหัวใจของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพราะในการแก้ปัญหา ผู้เรียนต้องใช้ความคิดรวบยอด ทักษะการคิดคำนวณ หลักการ กฎ หรือสูตร แต่ผู้เรียนส่วนใหญ่มักไม่ประสบผลสำเร็จ เนื่องจากผู้เรียนมีปัญหาในเรื่องของทักษะการอ่าน ทำความเข้าใจโจทย์ และการวิเคราะห์โจทย์ ซึ่งในการเริ่มต้นพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะกระบวนการแก้ปัญหา ผู้สอนต้องสร้างพื้นฐานให้ผู้เรียนเกิดความคุ้นเคยกับกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งมีอยู่ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา ผู้เรียนต้องแยกแยะว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้ โจทย์ต้องการให้หาอะไรหรือโจทย์ถามอะไร หรือโจทย์ต้องการให้พิสูจน์อะไร
2. การวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด ซึ่งผู้เรียนต้องอาศัยทักษะในการนำความรู้ หลักการ กฎ สูตร หรือทฤษฎีที่เรารู้มาแล้วมาใช้ เช่น การเขียนภาพลายเส้น การเขียนตาราง แผนภาพ ช่วยในการแก้ปัญหา บางครั้งในบางปัญหาอาจใช้ทักษะในการประมาณค่า การคาดเดาคำตอบมาประกอบด้วย
3. การดำเนินการแก้ปัญหา ตามแผนที่ได้วางไว้ ซึ่งอาจใช้ทักษะการคิดคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ การพิสูจน์
4. การตรวจสอบหรือการมองย้อนกลับ มีวิธีการอื่นในการหาคำตอบอีกหรือไม่ ตลอดจนการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ

จากกระบวนการและขั้นตอนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้ข้างต้น ในการวิจัยครั้งนี้ใช้กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของโพลยา มี 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ผู้เรียนต้องเข้าใจว่าโจทย์ถามอะไร โจทย์กำหนดอะไรมาให้ และเพียงพอสำหรับการแก้ปัญหานั้นหรือไม่

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา ผู้เรียนต้องค้นหาความสัมพันธ์ ความเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ระบุความจำเป็นและความพอเพียงของข้อมูล เพื่อกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน ผู้เรียนลงมือปฏิบัติการตามแผนที่วางไว้ เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาด้วยการรู้จักเลือกวิธีการคิดคำนวณ สมบัติ กฎ หรือสูตรที่เหมาะสมมาใช้

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล ผู้เรียนตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่าผลลัพธ์ที่ได้ถูกต้องสมบูรณ์ โดยการพิจารณาและตรวจสอบดูว่าผลลัพธ์ถูกต้องและมีเหตุผลที่น่าเชื่อถือได้

2.7 ยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ครูลีค และรูดนิค (Krulik; & Rudnick. 1993 : 45-50) ได้เสนอยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา ดังนี้

1. การค้นหารูปแบบ (Pattern Recognition)
2. การทำย้อนกลับ (Working Backwards)
3. การคาดเดาและการตรวจสอบ (Guess and Test)
4. การแสดงบทบาทสมมติหรือการทดลอง (Simulation or Experimentation)
5. การสรุป รวบรวม หรือการขยายความ (Reduction / Expansion)
6. การแจงรายกรณีอย่างเป็นระบบ (Organized Listing / Exhaustive Listing)
7. การให้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ (Logical Deduction)

แฮทฟิลด์ เอดเวิร์ดส์ และบิทเทอร์ (Hatfield; Edwards; & Bitter. 1993: 50-60)

ได้เสนอยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาไว้ 11 วิธี ดังนี้

1. การประมาณค่าและการตรวจสอบ (Estimation and Check) เป็นวิธีในการนำเสนอคำตอบที่ใกล้เคียงเพื่อตัดสินว่าแนวทางแก้ปัญหานั้นจะเป็นวิธีใดซึ่งคำตอบที่ได้อาจไม่ถูกต้องก็ได้ คำตอบที่ประมาณขึ้นมาจะต้องตรวจสอบเพื่อให้ได้เป็นคำตอบที่แท้จริง การประมาณคำตอบสามารถทำเป็นประจำจนทำให้เป็นพื้นฐานในชั้นเรียน

2. การหาแบบรูป (Looking for Pattern) ปัญหาบางปัญหามีวิธีแก้วิธีเดียวเท่านั้นคือการหาแบบรูปจากข้อมูลที่ให้มา และทำนายข้อมูลที่ไม่ได้ให้มา

3. การตรวจว่าข้อมูลเพียงพอหรือไม่ (Insufficient Information) บางครั้งข้อมูลที่ให้มาไม่เพียงพอ มีบางส่วนขาดหายไป

4. การเขียนภาพ กราฟ และตาราง (Drawing Picture, Graphs and Table) วิธีนี้จะช่วยให้นักเรียนมองเห็นภาพจากปัญหาที่ยังยากหรือปัญหาที่เป็นนามธรรม การวาดภาพกราฟ และตารางเป็นการแสดงข้อมูลเชิงจำนวนให้นักเรียนเห็น ช่วยให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ไม่ปรากฏโดยทันที

5. การตัดข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องออก (Elimination of Extraneous Data) ปัญหาบางปัญหาให้ข้อมูลทั้งที่จำเป็นและไม่จำเป็น นักเรียนต้องตัดข้อมูลส่วนที่ไม่จำเป็นออกเพื่อที่จะให้ข้อมูลนั้นแคบลงแทนที่จะพยายามใช้ข้อมูลทั้งหมดที่ไม่มี ความหมาย

6. การพัฒนาสูตรและเขียนสมการ (Developing Formula and Writing Equations) สูตรที่สร้างขึ้นจะใช้ประโยชน์โดยการแทนจำนวนลงในสูตรเพื่อหาคำตอบ

7. การสร้างแบบจำลอง (Modeling) การสร้างแบบจำลองของปัญหาจะทำให้ นักเรียนเข้าใจโมเดลการดำเนินการที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา

8. การทำงานแบบย้อนกลับ (Working Backwards) การพิสูจน์ทางเรขาคณิต มักใช้วิธีนี้ นักเรียนต้องคิดย้อนกลับว่าจะหาคำตอบนั้นได้อย่างไร

9. การเขียนแผนภูมิสายงาน (Flowcharting) การเขียนแผนภูมิสายงานจะช่วยให้เห็นกระบวนการของการแก้ปัญหา ซึ่งผังงานเป็นเค้าโครงที่แสดงรายละเอียดของขั้นตอนที่ต้อง ดำเนินการตามเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ต้องการก่อนที่จะไปแก้ปัญหา

10. การลงมือแก้ปัญหาทันที (Acting Out the Problem) เป็นการลงมือ กระทำการแก้ปัญหาโดยทันที ซึ่งบางครั้งจะทำให้เห็นขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น

11. การทำปัญหาให้ง่ายขึ้น (Simplifying the Problem) เป็นการแทนจำนวน น้อย ๆ ที่สามารถคำนวณได้ โดยที่นักเรียนสามารถตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบได้ก่อนที่จะ แก้ไขปัญหาที่มีอยู่ นักเรียนจะต้องใช้ความรู้ในการเลือกการดำเนินการที่เหมาะสม

เคนเนดี และทิปส์ (Kennedy; & Tipps, 1997: 139-156) ได้เสนอยุทธวิธีที่ใช้ในการ แก้ปัญหาไว้ 10 วิธี ดังนี้

1. การค้นหาแบบรูป (Look for Pattern) เป็นวิธีที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในการ แก้ปัญหา เด็กเล็กสามารถค้นหาและอธิบายแบบรูปของสิ่งต่าง ๆ ได้ เช่น แบบรูปของจำนวน ดังต่อไปนี้ 0, 2, 4, 6, ... ; 15, 20, 25, ... เป็นต้น ส่วนเด็กโตจะคิดพร้อมกับแบบรูปที่เป็น นามธรรมและการใช้เหตุผลประกอบมากขึ้น

2. การใช้แบบจำลอง (Use a Model) ใช้สำหรับแก้ปัญหาที่ธรรมดาและไม่ ธรรมดา นักเรียนควรได้รับการส่งเสริมให้ใช้วิธีนี้ อุปกรณ์ที่เหมือนจริงจะดีสำหรับเด็กเล็กในขณะที่ ตัวอย่างด้านนามธรรมสามารถใช้กับเด็กโตได้ดี การใช้แบบจำลองจะดีกว่าการวาดภาพสำหรับ ปัญหาบางปัญหา เนื่องจากสามารถเคลื่อนย้ายได้

3. การใช้ภาพหรือแผนภาพ (Use a Drawing or Diagram) เป็นประโยชน์ มากสำหรับเด็กเล็ก โดยที่เด็กจะเรียนรู้ที่จะใช้ภาษาภาพเพื่อบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา ในขณะที่ เขามีความพร้อม การนำเสนอรูปภาพและแผนภาพก็จะเปลี่ยนมาเป็นการแสดงจำนวนและสิ่งอื่น ๆ ทางคณิตศาสตร์ รูปภาพและแผนภาพมักจะใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่างๆ ของปัญหา ตลอดจนกระบวนการสำหรับแก้ปัญหาด้วย

4. การลงมือแก้ปัญหาทันที (Act it Out) วิธีนี้เป็นการแก้ปัญหาโดยทันทีและไม่ค่อยประณีต เป็นการทำอย่างคร่าวๆ เพื่อให้เห็นภาพรวมและขั้นตอนในการแก้ปัญหานั้นได้ง่ายขึ้น

5. การสร้างตารางและ/หรือสร้างกราฟ (Construct a Table and/or Graph) วิธีนี้ช่วยให้นักเรียนสามารถรวบรวมข้อมูลที่อยู่อย่างกระจัดกระจายมาเป็นรูปแบบที่มีความซับซ้อนน้อยลง สามารถใช้ประโยชน์ได้ดีกว่า

6. การเดาและตรวจสอบ (Guess and check) วิธีนี้ต้องการให้ผู้แก้ปัญหาได้ใช้เหตุผลในการตัดสินใจที่จะทำการเดา ไม่เดาโดยขาดการไตร่ตรองหรือเดาแบบยุ่งเหยิงจนไม่สามารถยอมรับได้ เมื่อเดาครั้งแรกควรจะตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่ เป็นไปตามความจริงหรือไม่ ถ้ายังเป็นไปไม่ได้ต้องเดาซ้ำอีกจนกว่าจะได้คำตอบที่ใกล้เคียงที่สุด

7. การแจงกรณีที่เป็นไปได้ (Account for Possibilities) วิธีนี้ใช้แสดงความเป็นไปได้ของคำตอบก่อนที่จะทราบคำตอบ โดยอาจเขียนเป็นรายการหรือสร้างตารางเพื่อให้ง่ายต่อการแก้ปัญหา เหมาะสำหรับความเป็นไปได้ที่มีไม่มากนัก

8. การทำปัญหาให้ง่ายหรือแยกปัญหาเป็นส่วนๆ (Simplify or Break into Parts) ใช้กับปัญหาที่ยากหรือปัญหาที่มีตัวเลขหรือจำนวนที่มีความซับซ้อนมากๆ ทำให้ปัญหานั้นมีความซับซ้อนน้อยลงเพื่อให้แก้ปัญหานั้นได้ง่ายขึ้น

9. การทำย้อนกลับ (Work Backward) วิธีนี้มีความพิเศษที่สุดในบรรดาวิธีที่กล่าวมาทั้งหมด เป็นวิธีที่ช่วยให้เด็กได้พัฒนาทักษะความมีเหตุผลและเป็นสิ่งที่ทำหายที่จะหาคำตอบ

10. การเปลี่ยนมุมมองของปัญหา (Change Your Point of View) ปัญหาบางปัญหามีความยุ่งยาก ซับซ้อน ไม่สามารถลงมือแก้ปัญหานั้นได้โดยตรง บางครั้งจึงต้องเปลี่ยนมุมมองจากจุดมุ่งหมายของปัญหาโดยตรงเป็นสถานการณ์อื่นที่มีอยู่ในปัญหา เพื่อวิเคราะห์แล้วลงมือแก้ปัญหานั้นเพื่อโยงไปยังจุดมุ่งหมายของปัญหาจริง ๆ

ศูนย์พัฒนาหลักสูตร (2544: 5) ได้เสนอยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาไว้หลายวิธี เช่น

1. เดาและตรวจสอบ (Guess and check)
2. ทำให้ปัญหาง่ายลง (Make a simpler problem)
3. ค้นหารูปแบบ (Look for a pattern)
4. วาดรูป หรือแผนภาพ (Draw a picture)
5. ทำตาราง (Make a table)
6. แจงกรณีอย่างมีระบบ (Make an organized list)
7. ทำย้อนกลับ (Work backward)
8. ใช้หลักเหตุผล (Use logical reasoning)
9. การแสดงบทบาทสมมติ (Simulation)

ฉวีวรรณ เศวตมาลย์ (2544: 13-15) กล่าวถึงยุทธศาสตร์การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. กำหนดคุณลักษณะของปัญหา (Characterize the problem) อะไรคือสิ่งที่กำหนดอะไรคือสิ่งที่ต้องการ อะไรขาดหายไป ท่านกำลังค้นหาอะไรอยู่ ข้อมูลที่จำเป็นกำหนดมาให้หรือไม่ จงดูตัวอย่างหลาย ๆ ข้อ มีกรณีพิเศษใดหรือไม่ที่กำหนดขอบข่ายของคำตอบที่เป็นไปได้ ท่านสามารถทำปัญหานั้นให้ง่ายลง โดยใช้ประโยชน์จากการสมมาตรหรือทำข้อความ “โดยไม่สูญเสียความเป็นกรณีทั่วไป” เพื่อย่อโจทย์ทั้งข้อให้เป็นกรณีเฉพาะได้หรือไม่

2. ท่านเคยเห็นปัญหานี้มาก่อนหรือไม่ (Have you seen this before?) หรือท่านเคยเห็นปัญหานี้ในรูปแบบที่แตกต่างไปเพียงเล็กน้อย ถ้าเคย ท่านสามารถถ่ายถอดไปสู่ปัญหานี้ แล้วใช้วิธีการบางตอนที่เคยแก้ปัญหาเดิม มาใช้ได้หรือไม่ จงตั้งปัญหาที่คล้ายคลึงกันที่มีตัวแปรน้อยกว่าแล้วแก้ดูโดย “การคล้าย” เงื่อนไขในข้อหนึ่งหรือมากกว่านั้น ท่านสามารถเรียนรู้อะไรเกี่ยวกับปัญหาเดิมบ้างหรือไม่

3. ค้นหารูปแบบ (Look for a pattern) โดยการพิจารณาลักษณะโดยภาพรวมของอนุกรม $1+2+\dots+100$ นุ่มน้อย Fredrich Gauss ก็สร้างรูปแบบนี้ได้: $1+100 = 2+99 = \dots 101$ ความเข้าใจขั้นนี้ได้นำไปสู่การสังเกตทันทีว่า ตัวเลขอีก 50 คู่ เช่นนี้ก็สามารถสร้างขึ้นมาได้ โจทย์การหาผลบวกตั้งแต่ 1 ถึง 100 ก็กลายเป็นงานหาผลคูณอย่างง่าย $50 \times 101 = 5,050$

4. การทำให้ง่ายลง (Simplification) บางครั้งความสัมพันธ์หรือรูปแบบง่าย ๆ อาจถูกจัดให้อยู่ในรูปแบบหรือนิพจน์ที่ “ยุ่งเหยิง” จงพยายามแทนค่ารูปที่ยุ่งเหยิงด้วยสัญลักษณ์ง่าย ๆ แล้วค้นหาความสัมพันธ์ที่อยู่เบื้องหลัง การจัดพจน์ในนิพจน์ที่ซับซ้อนเสียใหม่อาจจะนำไปสู่ผลสำเร็จปลายทางเดียวกัน

5. การลดลง (Reduction) ปัญหาของท่านสามารถแบ่งเป็นปัญหาย่อย ๆ ที่จะแก้ได้ง่ายขึ้นหรือไม่

6. การทำย้อนกลับ (Work backwards) เมื่อท่านพยายามจะพิสูจน์ทฤษฎีบทที่ท่านทราบอยู่แล้วว่าเป็นจริง อาจง่ายขึ้นถ้าเริ่มต้นทำจากข้อสรุปขึ้นไปอย่างมีเหตุผล

7. จัดทำรายการ (Make a list) ถ้าท่านใช้เครื่องคอมพิวเตอร์มันอาจจะเป็นไปได้ที่จะจัดทำรายการทั้งหมดของผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ทุกชั้นของกระบวนการบางอย่าง ถ้าท่านสนใจในผลลัพธ์ใดโดยเฉพาะของกระบวนการนั้น มันก็ควรจะรวมอยู่ในรายการทั้งหมดนั้น

8. สถานการณ์จำลอง (Simulation and modeling) แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ อาจสร้างได้โดยการเลียนแบบกระบวนการที่ซับซ้อนในคณิตศาสตร์ หรือในโลกแห่งความเป็นจริงนั้น ถ้าผลที่ได้รับโดยใช้สถานการณ์จำลองถูกต้องแม่นยำแล้ว สถานการณ์จำลองนั้นคือความสำเร็จ

9. ตรรกศาสตร์ทางการ (Formal Logic) อุปนัยทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่มีศักยภาพในคณิตศาสตร์หลายสาขา เช่นเดียวกับเทคนิคที่เรียกว่า การพิสูจน์โดยอ้อม (indirect power) ซึ่งเป็นที่รู้จักว่าเป็นการพิสูจน์แบบ contrapositive ด้วย

10. คำตอบของท่านมีความหมายหรือไม่ ตรวจสอบคำตอบของท่านโดยใช้สามัญสำนึก และการให้เหตุผลแบบมีทางเลือก

11. ข้อสุดท้าย เมื่อใดก็ตามที่ท่านพยายามจะแก้ปัญหา จงค้นหาวิธีหลายๆ วิธี เพื่อเป็นตัวแทนลักษณะของปัญหา จงสร้างรูป และระบุชื่อประกอบ จัดทำรายการคุณลักษณะ เขียนรายการแสดงความสัมพันธ์ เป็นต้น ยิ่งท่านมีวิธีแทนปัญหาได้มากเท่าใด ก็ยังมีแนวโน้มที่ท่านจะค้นพบความสัมพันธ์ที่แอบแฝงอยู่ ซึ่งเป็นกุญแจไขไปสู่คำตอบได้มากเท่านั้น

สมวงษ์ แปลงประสพโชค และสมเดช บุญประจักษ์ (2545: 19) ได้กล่าวถึงยุทธวิธีการแก้ปัญหา ดังนี้

1. ทดลองกับตัวอย่างง่ายๆ
2. สร้างตาราง
3. เขียนแผนภาพ หรือรูปภาพ หรือสร้างโมเดล
4. หารูปแบบและตั้งกฎทั่วไป
5. เดาและตรวจสอบลงมือทดลองวิธีการเพื่อดูผล
6. กล่าวถึงปัญหาในรูปแบบใหม่ โดยเฉพาะรูปแบบที่เรารู้จัก
7. ให้ความสนใจทุกกรณีที่เป็นไปได้
8. หยุดเปลี่ยนมุมมองใหม่

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551 : 13-41) กล่าวว่า ยุทธวิธีแก้ปัญหาเป็นเครื่องมือสำคัญและสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ดี ที่พบบ่อยในคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. การค้นหาแบบรูป เป็นการวิเคราะห์ปัญหาและค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีลักษณะเป็นระบบหรือแบบรูปในสถานการณ์ปัญหานั้นๆ แล้วคาดเดาคำตอบ ซึ่งคำตอบที่ได้จะยอมรับว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้องเมื่อผ่านการตรวจสอบยืนยัน ยุทธวิธีนี้มักจะใช้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องจำนวนและเรขาคณิต

2. การสร้างตาราง เป็นการจัดระบบข้อมูลใส่ในตาราง ตารางที่สร้างขึ้นจะช่วยในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ อันจะนำไปสู่การค้นพบแบบรูปหรือข้อชี้แนะอื่น ๆ ตลอดจนช่วยให้ไม่ลืมหรือสับสนในกรณีใดกรณีหนึ่ง เมื่อต้องแสดงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหา

3. การเขียนภาพหรือแผนภาพ เป็นการอธิบายสถานการณ์และแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ของปัญหาด้วยภาพหรือแผนภาพ ซึ่งการเขียนภาพหรือแผนภาพจะช่วยให้เข้าใจปัญหาได้ง่ายขึ้น และบางครั้งก็สามารถหาคำตอบของปัญหาได้โดยตรงจากภาพหรือแผนภาพนั้น

4. การแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด เป็นการจัดระบบข้อมูล โดยแยกเป็นกรณีๆ ที่เกิดขึ้นทั้งหมด ในการแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด นักเรียนอาจจัดกรณีที่ไม่ใช่ออกก่อน แล้วค่อยค้นหาหรือแบบรูปของกรณีที่เหลืออยู่ ซึ่งถ้าไม่มีระบบในการแจงกรณีที่เหมาะสม ยุทธวิธี

นี่ก็จะมีประสิทธิภาพ ยุทธวิธีนี้จะใช้ได้ดีถ้าปัญหานั้นมีจำนวนกรณีที่เป็นไปได้แน่นอน ซึ่งบางครั้งเราอาจใช้การค้นหาแบบรูปและการสร้างตารางมาช่วยในการแจกกรณีด้วยก็ได้

5. การคาดเดาและตรวจสอบ เป็นการพิจารณาข้อมูลและเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ปัญหากำหนดผสมผสานกับประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้อง มาสร้างข้อความคาดการณ์ แล้วตรวจสอบความถูกต้องของข้อความคาดการณ์นั้น ถ้าการคาดเดาไม่ถูกต้องก็คาดเดาใหม่โดยอาศัยประโยชน์จากความไม่ถูกต้องของการคาดเดาในครั้งแรก ๆ เป็นกรอบในการคาดเดาคำตอบของปัญหาครั้งต่อไป นักเรียนควรคาดเดาอย่างมีเหตุผลและมีทิศทาง เพื่อให้สิ่งที่คาดเดานั้นเข้าใกล้คำตอบที่ต้องการมากที่สุด

6. การเขียนสมการ เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนดของปัญหา ในรูปของสมการ ซึ่งบางครั้งอาจเป็นอสมการก็ได้ ในการแก้สมการนักเรียนต้องวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาเพื่อหาว่า ข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดมามีอะไรบ้าง และสิ่งที่ต้องการหาคืออะไร หลังจากนั้นกำหนดตัวแปรแทนสิ่งที่ต้องการหาหรือแทนสิ่งที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่กำหนดมาให้แล้ว เขียนสมการหรืออสมการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเหล่านั้น ในการหาคำตอบของสมการ มักใช้สมบัติของการเท่ากันมาช่วยในการแก้สมการ ได้แก่ สมบัติสมมาตร สมบัติถ่ายทอด สมบัติการบวก และสมบัติการคูณ และเมื่อใช้สมบัติการเท่ากันมาช่วยแล้ว ต้องมีการตรวจสอบคำตอบของสมการตามเงื่อนไขของปัญหา ถ้าเป็นไปตามเงื่อนไขของปัญหา ถือว่าคำตอบที่ได้เป็นคำตอบที่ถูกต้องของปัญหานี้ ยุทธวิธีนี้มักใช้บ่อยในปัญหาทางพีชคณิต

7. การคิดแบบย้อนกลับ เป็นการวิเคราะห์ปัญหาที่พิจารณาจากผลย้อนกลับไปสู่เหตุ โดยเริ่มจากข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนสุดท้าย แล้วคิดย้อนขั้นตอนกลับมาสู่ข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนเริ่มต้น การคิดแบบย้อนกลับใช้ได้ดีกับการแก้ปัญหที่ต้องการอธิบายถึงขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบ

8. การเปลี่ยนมุมมอง เป็นการเปลี่ยนการคิดหรือมุมมองให้แตกต่างไปจากที่คุ้นเคย หรือที่ต้องทำตามขั้นตอนที่ละขั้นเพื่อให้แก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น ยุทธวิธีนี้มักใช้ในกรณีที่แก้ปัญหด้วยยุทธวิธีอื่นไม่ได้แล้ว สิ่งสำคัญของยุทธวิธีนี้ก็คือ การเปลี่ยนมุมมองที่แตกต่างไปจากเดิม

9. การแบ่งเป็นปัญหาย่อย เป็นการแบ่งปัญหาใหญ่หรือปัญหาที่มีความซับซ้อนหลายขั้นตอนออกเป็นปัญหาย่อยหรือเป็นส่วน ๆ ซึ่งในการแบ่งเป็นปัญหาย่อยนั้นนักเรียนอาจลดจำนวนของข้อมูลลง หรือเปลี่ยนข้อมูลให้อยู่ในรูปที่คุ้นเคยและไม่ซับซ้อน หรือเปลี่ยนให้เป็นปัญหาที่คุ้นเคยหรือเคยแก้ปัญหามาก่อนหน้านี้

10. การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ เป็นการอธิบายข้อความหรือข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในปัญหานั้นว่าเป็นจริง โดยใช้เหตุผลทางตรรกศาสตร์มาช่วยในการแก้ปัญหบางปัญหาเราใช้การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ ร่วมกับการคาดเดาและตรวจสอบ หรือการเขียนภาพและแผนภาพจนทำให้บางครั้งเราไม่สามารถแยกการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ออกจากยุทธวิธีอื่นได้อย่างเด่นชัด ยุทธวิธีนี้มักใช้บ่อยในปัญหาทางเรขาคณิตและพีชคณิต

11. การให้เหตุผลทางอ้อม เป็นการแสดงหรืออธิบายข้อความหรือข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในปัญหานั้นว่าเป็นจริง โดยการสมมติว่าข้อความที่ต้องการแสดงนั้นเป็นเท็จ แล้วหาข้อขัดแย้งยุทธวิธีนี้มักใช้กับการแก้ปัญหที่ยากแก่การแก้ปัญหโดยตรง และง่ายที่จะหาข้อขัดแย้งเมื่อกำหนดให้ข้อความที่จะแสดงเป็นเท็จ

จากแนวคิดของนักการศึกษาหลาย ๆ ท่านจะเห็นว่ายุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์มีอยู่หลายวิธี ผู้วิจัยสนใจยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. วิธีการค้นหาแบบรูปเป็นการวิเคราะห์ปัญหาและค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีลักษณะเป็นระบบหรือแบบรูปในสถานการณ์ปัญหานั้น ๆ แล้วคาดเดาคำตอบ
2. วิธีการสร้างตารางเป็นการจัดระบบข้อมูลใส่ในตาราง ตารางที่สร้างขึ้นจะช่วยในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ อันจะนำไปสู่การค้นพบแบบรูปหรือข้อชี้แนะอื่น ๆ
3. วิธีการเขียนภาพหรือแผนภาพเป็นการอธิบายสถานการณ์และแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ของปัญหาด้วยภาพหรือแผนภาพ
4. วิธีการแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดเป็นการจัดระบบข้อมูล โดยแยกเป็นกรณี ๆ ที่เกิดขึ้นทั้งหมด ในการแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดแล้วค่อยค้นหาหรือแบบรูปของกรณีที่เหลืออยู่
5. วิธีการคาดเดาและตรวจสอบเป็นการพิจารณาข้อมูลและเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ปัญหากำหนดผสมผสานกับประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้อง มาสร้างข้อความคาดการณ์ แล้วตรวจสอบความถูกต้องของข้อความคาดการณ์นั้น
6. วิธีการเขียนสมการเป็นการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนดของปัญหาในรูปของสมการและต้องมีการตรวจสอบคำตอบของสมการตามเงื่อนไขของปัญหา
7. วิธีการคิดย้อนกลับเป็นการวิเคราะห์ปัญหาที่พิจารณาจากผลย้อนกลับไปสู่เหตุ โดยเริ่มจากข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนสุดท้าย แล้วคิดย้อนขั้นตอนกลับมาสู่ข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนเริ่มต้น

2.8 แนวทางการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญห

บาร์ดูดี (Baroody, 1993: 2-31) กล่าวถึง การสอนการแก้ปัญหไว้ดังนี้

1. การสอนโดยผ่านการแก้ปัญห (Teaching via problem solving) แนวทางนี้ให้ความสนใจกับการใช้การแก้ปัญหในการสอนเนื้อหา เป็นเครื่องมือสำหรับฝึกการคำนวณ ปัญหาที่ใช้จะแสดงให้เห็นความสัมพันธ์กับโลกแห่งความเป็นจริง ปัญหาถูกใช้ในการเริ่มต้นและเป็นการกระตุ้นให้เกิดการอภิปรายเกี่ยวกับหัวข้อนั้น ๆ ในบางครั้งปัญหาถูกใช้กระตุ้นให้นักเรียนตั้งใจเรียนและเป็นสิ่งที่ควบคุมเนื้อหา วิธีการหนึ่งที่จะสอนโดยใช้ปัญหาคือ แสดงปัญหาตั้งแต่เริ่มต้นโดยการแสดงให้นักเรียนเห็นว่าพวกเขาจะมีความสามารถแก้ปัญหานั้นได้ อีกวิธีหนึ่งก็คือใช้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ในการแสดงทักษะการเรียนรู้

2. การสอนเกี่ยวกับการแก้ปัญหา (Teaching about problem solving) แนวทางนี้นำไปสู่การสอนโดยตรงเกี่ยวกับยุทธวิธีการแก้ปัญหาทั่วไป เป็นการอธิบายหรือยกตัวอย่างตามรูปแบบกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาทั้ง 4 ขั้น โดยเน้นเฉพาะการนำกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาทั้ง 4 ขั้นนั้นไปใช้

3. การสอนสำหรับการแก้ปัญหา (Teaching for problem solving) แนวทางนี้ให้ความสนใจกับการสอนยุทธวิธีการแก้ปัญหาทั่วไป โดยจะเน้นให้นักเรียนได้มีโอกาสในการแก้ปัญหา นักเรียนจะเรียนรู้ว่าจะใช้การแก้ปัญหาของโพลยาทั้ง 4 ขั้นอย่างไร และใช้ยุทธวิธีอะไรระหว่างกระบวนการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบ

โฮลเมส (Holmes. 1995: 37) กล่าวถึงขั้นตอนวิธีการสอนการแก้ปัญหาไว้ ดังนี้

1. กำหนดปัญหาหนึ่งปัญหาหรือมากกว่านั้นให้เด็กได้แก้ปัญหาให้อ่านแต่ละปัญหาและถามเกี่ยวกับความหมายของศัพท์ที่ไม่รู้ค่าใด โดยที่พวกเขาจะยังไม่ปรึกษากันว่าจะแก้ปัญหานั้นอย่างไร เมื่อพวกเขาอ่านศัพท์ทั้งหมดแล้ว ก็ให้ลงมือแก้ปัญหานั้นซึ่งอาจจะให้แก้ปัญหาเดี่ยวหรือแบ่งกลุ่มก็ได้ สังเกตการดำเนินการแก้ปัญหานั้นของนักเรียน

2. นำให้เกิดการอภิปรายในชั้นเรียน ให้นักเรียนได้ถกเถียงถึงแนวคิดวิธีการในการหาคำตอบ

3. ถามคำถามที่ช่วยให้นักเรียนได้เห็นแนวทางในการหาคำตอบ ใช้คำตอบที่ได้ให้กลายเป็นยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา

4. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้วิธีการแก้ปัญหา และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในการใช้วิธีการแก้ปัญหาที่ต่าง ๆ กัน ทำให้นักเรียนได้เห็นว่ามีวิธีการมากกว่า 1 วิธีการที่สามารถใช้แก้ปัญหาได้

สิริพร ทิพย์คง (2536: 60-62) กล่าวถึงแนวทางในการสอนการแก้ปัญหาดังนี้

1. สร้างบรรยากาศในการแก้ปัญหา

1.1 ใช้ช่วงเวลาในการคิด การวิเคราะห์และการทดลอง

1.2 ยอมรับคำถามที่นักเรียนถาม

1.3 อย่าทำให้นักเรียนเกิดความกลัว

1.4 ครูจะต้องมีความอดทน เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาไม่ได้

2. สร้างแรงจูงใจให้แก่นักเรียน

2.1 เน้นความสำคัญในการแก้ปัญหา โจทย์แบบฝึกหัดข้อแรก ๆ ควรจะเป็นโจทย์ที่นักเรียนทุกคนทำได้

2.2 ให้โจทย์ที่ง่ายก่อนแล้วจึงทำโจทย์ที่ยาก

2.3 ให้นักเรียนมีโอกาสเตรียมตัวในการที่จะแก้ปัญหายาก

2.4 ปลุกให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็นด้วยการใช้ปัญหาลึกลับ

3. วิธีที่จะเพิ่มความเข้าใจ

3.1 แสดงให้นักเรียนเห็นว่าอ่านปัญหาโจทย์อย่างไร อ่านแล้วต้องหยุดคิด แยกแยะสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้

3.2 ครูอ่านปัญหาอีกครั้งหนึ่งเพื่อให้นักเรียนจะได้เห็นปัญหาอย่างแจ่มชัด

3.3 ถามนักเรียนเพื่อจะตรวจดูให้แน่ใจว่านักเรียนเข้าใจข้อความ ศัพท์ และ สิ่งที่เกี่ยวข้องกับโจทย์หรือไม่

3.4 ช่วยนักเรียนในการพิจารณาข้อความที่สำคัญอันจะเป็นเหตุผลนำไปสู่ การแก้ปัญหา

3.5 แยกปัญหานั้นออกเป็นปัญหาย่อย ๆ ที่ง่ายขึ้น

3.6 ถ้านักเรียนไม่ทราบว่าจะเริ่มต้นที่ไหน ควรจะส่งเสริมให้นักเรียนเขียน ความจริงที่ได้จากปัญหานั้นเพื่อจะได้มองเห็นแนวทาง

3.7 ให้นักเรียนเขียนปัญหาที่เกี่ยวข้องกันและให้พิจารณาตัวแปรในกรณีของ โจทย์สมการ

4. เน้นถึงความยืดหยุ่นและเรื่องต่างๆ ในการแก้ปัญหา

4.1 อย่าเคร่งต่อกระบวนการที่ละชั้นหรือแบบฟอร์มจนเกินไป

4.2 แนะนำให้นักเรียนเปลี่ยนวิธีการเมื่อเจอปัญหายาก

4.3 ให้อ่านพิจารณาเปรียบเทียบปัญหาที่มีข้อมูลไม่ครบ และปัญหาที่มีข้อมูล

พิเศษเพิ่มเติม

4.4 ส่งเสริมให้นักเรียนใช้วิธีการแก้ปัญหาหลาย ๆ วิธีในโจทย์ข้อเดียวกัน

5. ให้คำแนะนำที่จะสร้างรูปแบบเพื่อการค้นคว้าหาคำตอบ

5.1 ใช้แผนผังแสดงวิธีแก้

5.2 ใช้ไดอะแกรม โมเดล หรือเขียนร่างเพื่อแยกดูโครงสร้าง

5.3 ใช้สัญลักษณ์เขียนแทนตัวแปรของปัญหา

6. แสดงให้นักเรียนเห็นว่าตั้งคำถามถามตัวเองอย่างไร

6.1 โจทย์กำหนดอะไร

6.2 โจทย์ต้องการให้ทำอะไร

6.3 ความคิดอะไรที่เคยเรียนมาแล้วและจะมาสัมพันธ์กับปัญหานี้

6.4 ปัญหาอะไรที่เคยทำมาแล้วและคล้ายกับปัญหานี้ มีข้อแตกต่างอย่างไร

6.5 จะเรียงลำดับขั้นตอนการคิดอย่างไร จะหาอะไรก่อนหลัง และแยกแยะ ออกเป็นปัญหาย่อยอย่างไร

6.6 จะสรุปปัญหานั้นอย่างไร

6.7 เมื่อแก้ปัญหาแล้วจะมีวิธีตรวจย้อนหรือตรวจคำตอบอย่างไร

7. เห็นวิธีการแก้ปัญหามากกว่าที่จะบอกว่าจะอย่างไร

7.1 ถามนักเรียนในการที่จะหาวิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา

7.2 ให้ความยอมรับในแต่ละส่วนที่ใช้วิธีการถูกต้องมากกว่าคำตอบถูกต้อง

แต่วิธีการผิด

7.3 การแก้โจทย์ปัญหาต้องดูที่วิธีการคิดของนักเรียนด้วย

7.4 ให้ออกสแกนนักเรียนในการแสดงวิธีการแก้ปัญหา

7.5 ให้อธิบายวิเคราะห์วิธีทำ

8. ส่งเสริมการทดลอง การลองผิดลองถูก การคาดคะเน การเดาคำตอบอย่างมีเหตุผล ซึ่งจะนำไปสู่การแก้โจทย์ปัญหา

9. ควรจะให้มีการฝึกทำโจทย์ปัญหาบ่อย ๆ

10. ให้นักเรียนกล่าวหรือเขียนการแก้ปัญหามาในแบบฟอร์มที่ถูกต้อง

11. ใช้โจทย์ปัญหานั้นเพื่อค้นพบความคิดรวบยอดตามแนวคิดศาสตร์สมัยใหม่

12. ใช้โจทย์ปัญหานั้นเป็นแบบฝึกหัดไปในตัว

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537: 83-89) กล่าวถึงการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์โดยนำขั้นตอนของการแก้ปัญหามา 4 ขั้นตอนของโพลยามา ดังนี้

1. การพัฒนาความสามารถในการเข้าใจปัญหา

1.1 การพัฒนาทักษะการอ่าน สามารถทำได้ในชั่วโมงคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะเมื่อถึงตัวอย่างหรือแบบฝึกหัดเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหา ครูยังไม่ควรเริ่มต้นโดยมุ่งไปที่วิธีทำเพื่อหาคำตอบของปัญหาเลยทีเดียว แต่ควรต้องใช้เวลาในการฝึกการอ่าน และทำความเข้าใจข้อความในโจทย์ปัญหากันก่อน โดยอาจจะฝึกเป็นรายบุคคล หรือฝึกเป็นกลุ่ม โดยอภิปรายร่วมกันถึงสาระสำคัญของโจทย์ปัญหา ความเป็นไปได้ของคำตอบที่ต้องการ ความพอเพียง หรือความเกินพอของข้อมูลที่กำหนดให้

1.2 การใช้กลวิธีช่วยเพิ่มพูนความเข้าใจ มีกลวิธีหลายประการที่ช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจปัญหาได้ชัดเจนขึ้น เช่น การเขียนภาพ เขียนแผนภาพ หรือสร้างแบบจำลอง การปรับขนาดของปริมาณต่าง ๆ ที่กำหนดในตัวปัญหา การใช้ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายกับปัญหาในชีวิตจริงมาให้นักเรียนฝึกทำความเข้าใจ

2. การพัฒนาความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา ในการทำแบบฝึกหัดเพื่อแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนในระดับประถมศึกษา ก่อนที่นักเรียนจะลงมือเขียนแสดงวิธีทำ นักเรียนบางคนจะเขียนประโยคสัญลักษณ์แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ที่กำหนดให้ในโจทย์ปัญหาก่อน โดยเขียนแสดงสิ่งที่ต้องการหาด้วยรูปสี่เหลี่ยม (\square)

การพัฒนาความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหามีแนวทางดังนี้

2.1 ครูต้องไม่บอกวิธีการแก้ปัญหากับนักเรียนโดยตรง แต่ควรใช้วิธีการกระตุ้นให้นักเรียนคิดด้วยตนเอง เช่น อาจใช้คำถามนำ โดยอาศัยข้อมูลต่าง ๆ ที่ปัญหาที่กำหนดให้ถามแล้วเว้นระยะให้นักเรียนคิดหาคำตอบ ถ้าตอบไม่ได้เปลี่ยนคำถามใหม่ให้ง่ายลง คำตอบหลายๆ

คำตอบของนักเรียนจะทำให้ภาพของแผนการแก้ปัญหาค่อย ๆ ปรากฏชัดขึ้น หยุดใช้คำถามเมื่อนักเรียนมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาแล้ว

2.2 ส่งเสริมให้นักเรียนคิดออกมาดัง ๆ คือ สามารถบอกให้คนอื่น ๆ ทราบว่าตนเองคิดอะไร ไม่ใช่คิดอยู่ในใจตนเองเงียบ ๆ อยู่คนเดียว การคิดออกมาดัง ๆ อาจอยู่ในรูปการบอก หรือเขียนแบบแผนลำดับขั้นตอนการคิดออกมาให้ผู้อื่นทราบ ทำให้เกิดการอภิปรายเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม

2.3 สร้างลักษณะนิสัยของนักเรียนให้คิดวางแผนก่อนลงมือทำเสมอ เพราะจะทำให้มองเห็นภาพรวมของการแก้ปัญหา สามารถประเมินความเป็นไปได้ทันทีในระยะเริ่มต้นก่อนที่จะลงมือทำไปแล้วจึงพบว่าหลงทางซึ่งทำให้เสียเวลา ตรงประเด็น ควรเน้นว่าวิธีการแก้ปัญหานั้นสำคัญกว่าคำตอบ เพราะวิธีการสามารถนำไปใช้ได้กว้างขวางกว่า

2.4 จัดหาปัญหาให้นักเรียนฝึกคิดบ่อย ๆ ซึ่งจะต้องเป็นปัญหาที่ทำทายน่าสนใจ เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน

2.5 ในการแก้ปัญหาแต่ละปัญหาควรส่งเสริมให้นักเรียนใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาให้มากกว่า 1 รูปแบบ เพื่อให้นักเรียนมีความยืดหยุ่นในการคิด ไม่ยึดอยู่ในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งโดยเฉพาะ การพิจารณาหายุทธวิธีใหม่จะก่อให้เกิดการคิดวางแผนแก้ปัญหาใหม่ นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกการวางแผนมากขึ้น

3. การพัฒนาความสามารถในการดำเนินการตามแผน การวางแผนเป็นการจัดลำดับขั้นตอนความคิดอย่างคร่าว ๆ ไม่ละเอียดชัดเจนนัก ในขั้นดำเนินการตามแผนนักเรียนต้องตีความขยายความ นำแผนไปสู่การปฏิบัติอย่างละเอียดชัดเจนตามลำดับขั้นตอนความสามารถดังกล่าวนี้สามารถสร้างให้เกิดขึ้นได้อย่างช้า ๆ ในตัวผู้เรียนจากการทำโจทย์ปัญหาในแบบฝึกหัดนั่นเอง โดยการฝึกให้นักเรียนวางแผนจัดลำดับความคิดก่อนแล้วจึงค่อยลงมือแสดงวิธีการหาคำตอบตามลำดับความคิดนั้น

4. การพัฒนาความสามารถในการตรวจสอบ ขั้นตรวจสอบของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ครอบคลุมประเด็นสำคัญ 2 ประเด็น ประเด็นแรกคือ การมองย้อนกลับไปที่ขั้นตอนการแก้ปัญหาตั้งแต่ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผน และขั้นดำเนินการตามแผนโดยพิจารณาความถูกต้องของกระบวนการและผลลัพธ์รวมทั้งการพิจารณาหายุทธวิธีอื่นในการแก้ปัญหา ประเด็นที่สองเป็นการมองไปข้างหน้า เป็นการใช้ประโยชน์จากกระบวนการแก้ปัญหาที่เพิ่งสิ้นสุดลงนั้นทั้งในส่วนที่เป็นเนื้อหาและกระบวนการ โดยสร้างสรรค์ปัญหาที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันขึ้นมาใหม่ การพัฒนาความสามารถในการตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหามีแนวทางดังนี้

4.1 กระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการตรวจสอบคำตอบที่ได้ให้เคยชินจนเป็นนิสัย

4.2 ฝึกให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบ

4.3 ฝึกการตีความหมายของคำตอบ

4.4 สนับสนุนให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดโดยใช้วิธีการหาคำตอบได้มากกว่า 1 วิธี

4.5 ให้นักเรียนฝึกหัดสร้างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551 : 180-186) กล่าวถึงแนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาดังนี้

1. ครูควรใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ หรือการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนได้มีโอกาสทำงานร่วมมือเป็นทีมหรือกลุ่ม ได้ลงมือแก้ปัญหาและปฏิบัติภารกิจต่าง ๆ จนบรรลุจุดประสงค์ที่คาดหวังไว้ ได้พูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ได้สื่อสารและนำยุทธวิธีแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาของตน ได้อภิปรายถึงยุทธวิธีแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ได้สะท้อนความคิดเห็นเกี่ยวกับยุทธวิธีแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาที่กระทำร่วมกันตลอดจนได้เรียนรู้ที่จะยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้นักเรียนมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน กล้าแสดงหรืออ้างอิงเหตุผล มีทักษะการสื่อสารและทักษะการเข้าสังคม มีความเชื่อมั่นในตนเอง และสามารถเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ ได้ ตลอดจนเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้งและจดจำได้นานมากขึ้น ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ ครูจะต้องเลือก ขนาดของกลุ่ม ว่าควรเป็นเท่าไร ซึ่งโดยปกติกลุ่มละ 3-4 คน เมื่อเลือกขนาดของกลุ่มได้แล้ว ครูควรจัดนักเรียนเข้ากลุ่มโดยให้แต่ละกลุ่มมีนักเรียนที่มีระดับความสามารถเก่ง ปานกลางและอ่อน อยู่ในกลุ่มเดียวกัน หลังจากนั้นครูควรชี้แจงบทบาทและหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม โดยเน้นย้ำว่า ทุกคนต้องมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา เข้าใจงานของกลุ่มและสามารถอธิบายได้ ขณะที่นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมร่วมกันอยู่ ครูควรมีบทบาทในการตรวจสอบตราสอดส่องการทำงานและพฤติกรรมของนักเรียนแต่ละคน คอยสอดแทรก/ขัดจังหวะกระบวนการแก้ปัญหาของกลุ่ม โดยใช้คำถามกระตุ้นเมื่อกลุ่มแก้ปัญหาไม่ได้หรือไม่ตรงประเด็น ตอบคำถาม (คำถามของกลุ่มเท่านั้น) และให้คำปรึกษาเท่าที่จำเป็น

2. ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์ ครูอาจเริ่มต้นจากการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาด้วยตนเอง เพราะการแก้ปัญหาแต่ละครั้งจะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดและกระบวนการของการแก้ปัญหา ได้เรียนรู้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ใหม่ๆ ผ่านการแก้ปัญหา

3. ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด อธิบายในสิ่งที่ตนคิด และนำเสนอแนวคิดของตนเองอย่างอิสระ ครูอาจเริ่มต้นจากการให้นักเรียนเติมคำตอบเพียงคำตอบเดียว เติมคำตอบสั้นๆ แล้วจึงเติมคำตอบเป็นข้อความหรือประโยค และเมื่อนักเรียนคุ้นเคยกับการได้คิด อธิบายในสิ่งที่ตนเองคิดและนำเสนอแนวคิดของตนเองแล้ว ครูควรให้ลงมือปฏิบัติแก้ปัญหากลุ่มเพราะการแก้ปัญหาเป็นกลุ่มจะช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกทักษะการคิด การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอร่วมกับเพื่อนสมาชิกในกลุ่มด้วย

4. ครูควรยอมรับความคิดเห็นของนักเรียนไม่ว่าจะถูกหรือผิด ซึ่งการตอบผิดของนักเรียนจะทำให้ครูได้รู้ว่าข้อผิดพลาดนั้นมาจากไหนและมีมากน้อยเพียงใด ครูไม่ควรย่ำสิ่งที่นักเรียนทำผิดหรือเข้าใจผิด แต่ครูควรซักถาม อธิบายและเปิดอภิปราย เพื่อให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดและกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง

5. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนเริ่มต้นคิดหาวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเองก่อน เนื่องจากมีนักเรียนจำนวนมากไม่ทราบว่า จะเริ่มต้นคิดแก้ปัญหาอย่างไร จึงรอให้ครูแนะและตั้งคำถามนำ ครูควรตระหนักว่าการถามนำมากเกินไป จะทำให้นักเรียนคุ้นเคยกับการคิดเพื่อตอบคำถามครูทีละคำถาม ต่อเนื่องกันจนได้คำตอบ โดยไม่คิดเพื่อหาวิธีแก้ปัญหาที่ครบขั้นตอนหรือกระบวนการด้วยตนเอง

6. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนคิดลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาตามขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหา ขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ครูควรให้ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แก่นักเรียน เลือกใช้ปัญหาที่ส่งเสริมกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในการดำเนินกิจกรรม แล้วสนับสนุนให้นักเรียนคิดและลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาตามขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนมีประสบการณ์และคุ้นเคยกับขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง

7. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหา มากกว่าหนึ่งยุทธวิธี เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาจนได้คำตอบของปัญหาแล้ว ครูควรกระตุ้นและสนับสนุนให้นักเรียนคิดหายุทธวิธีแก้ปัญหาอื่นที่แตกต่างจากเดิม แล้วให้นักเรียนใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาอื่นนั้น หากคำตอบของปัญหาอีกครั้ง เพื่อให้นักเรียนตระหนักว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาได้มากกว่าหนึ่งวิธี

8. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนสำรวจ สืบสวน สร้างข้อความคาดการณ์ อธิบาย และตัดสินข้อสรุปในกรณีทั่วไปของตนเอง ซึ่งอาจเริ่มจากการให้นักเรียนฝึกตั้งคำถามกับตัวเองบ่อย ๆ โดยเป็นคำถามที่ต้องการคำอธิบาย เช่น เพราะเหตุใด ทำไม และอย่างไร แล้วให้นักเรียนลงมือสำรวจ สืบสวน รวบรวมข้อมูล ค้นหาความสัมพันธ์และแบบรูป สร้างข้อความคาดการณ์ อธิบาย และตรวจสอบข้อความคาดการณ์ ตลอดจนตัดสินข้อสรุปในกรณีทั่วไปของตนเอง

9. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนใช้ช่องทางการสื่อสารได้มากกว่าหนึ่งช่องทางในการนำเสนอยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาจนได้คำตอบของปัญหาและนำเสนอยุทธวิธีในกระบวนการแก้ปัญหาแล้ว ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาใช้ช่องทางการสื่อสารอื่นที่ใช้ในการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์อีกครั้ง เพื่อให้ นักเรียนตระหนักว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ได้มากกว่าหนึ่งช่องทางการสื่อสาร

10. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาทั้งในคณิตศาสตร์และในบริบทอื่น ๆ นักเรียนไม่เพียงมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาหลาย ๆ แบบ แต่นักเรียนยังมีประสบการณ์ในการเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับแนวคิดของศาสตร์อื่นขณะ

แก้ปัญหาอีกด้วย ซึ่งจะทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าว่าคณิตศาสตร์สามารถประยุกต์ใช้ในบริบทอื่น ๆ นอกเหนือจากคณิตศาสตร์ได้ และการแก้ปัญหาหลาย ๆ แบบมีคุณค่ามากกว่าการแก้ปัญหาเดี่ยวตลอดเวลา

11. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติม โดยอาศัยแนวคิด ยุทธวิธี และกระบวนการแก้ปัญหาจากปัญหาเดิม ซึ่งในการสร้างปัญหาทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติมนี้ จะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของตนเองได้อย่างหลากหลายและเป็นอิสระ

12. ครูควรสนับสนุนให้นักเรียนรับรู้กระบวนการคิดของตนเอง ตรวจสอบความคิดและกระบวนการคิดของตนเองว่า มีสิ่งใดบ้างที่รู้ และมีสิ่งใดบ้างที่ไม่รู้ ตลอดจนสะท้อนกระบวนการแก้ปัญหาของตนเองออกมาด้วย

13. ครูควรเปิดอภิปรายร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนได้มีความรู้เกี่ยวกับยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ครูควรเป็นผู้นำเปิดอภิปรายร่วมกับนักเรียนทั้งชั้นเกี่ยวกับยุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหาที่นักเรียนแต่ละคนได้ทำ แล้วร่วมกันพิจารณาและสรุปว่ายุทธวิธีและกระบวนการแก้ปัญหาใดที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า แนวทางการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาสามารถทำได้โดยพัฒนาให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจปัญหา วางแผนการแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหา และสามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ และสร้างบรรยากาศที่เอื้ออำนวยต่อความสำเร็จในการแก้ปัญหาของผู้เรียน โดยการสร้างสื่อการเรียนการสอน และแนะนำแหล่งการเรียนรู้ซึ่งจะเป็นเครื่องมือในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน อีกทั้งสนับสนุนการเรียนรู้แบบร่วมมือของผู้เรียน ให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกัน และสนับสนุนการแสดงความคิดเห็น และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หมั่นตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน กำหนดปัญหาเรียงลำดับความยากง่าย และให้พอเหมาะกับเวลาที่ใช้ในการเรียน

2.9 การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการคิดที่สำคัญมากอย่างหนึ่ง ซึ่งจะต้องมีวิธีการที่จะกระตุ้นผู้สอนและผู้เรียนได้ตื่นตัวอยู่เสมอ นั่นคือ ผู้สอนต้องสร้างแบบวัดหรือแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ทำทลายความคิดของผู้เรียน ลักษณะจะต้องประยุกต์ความรู้จากแหล่งต่างๆ ที่พบในชีวิตประจำวัน (สุภาพร ปิ่นทอง.2554: 98) โดยมีนักวิชาการ และนักการศึกษา กล่าวถึงรูปแบบการวัดและประเมินผล ดังนี้

โพลยา (Polya.1980: 5-40) ได้เสนอรูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

ตาราง 3 รูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของโพลยา

ขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา	พฤติกรรมชี้วัดความสามารถ
ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	- หลังจากอ่านโจทย์ปัญหาแล้วจะต้องบอกได้ว่า โจทย์กำหนดอะไรมาให้ ต้องการทราบอะไรและ ข้อเท็จจริงเป็นอย่างไร
ขั้นวางแผนแก้ปัญหา	- ใช้เงื่อนไขความเป็นจริงในการแก้ปัญหาพร้อม ทั้งลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา	- ความสามารถในการสร้างตาราง เขียน ไดอะแกรม เขียนสมการหรือประโยคสัญลักษณ์ ทางคณิตศาสตร์ หรือทักษะการคำนวณ
ขั้นตรวจคำตอบ	- การพิจารณาความสมเหตุสมผล และการสรุป ความหมายของคำตอบ

ที่มา: Polya, G. (1980). On Solving Mathematics Problem in High School.

Problem Solving in School Mathematics; 1980 Yearbook. Virginia : the National Council of Teachers of mathematics. p.5-40.

ชาร์ล และเลสเตอร์ (Charles; & Lester. 1982: 11-12) เสนอรูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ โดยพิจารณาถึงความสามารถ 3 ประการ ดังนี้

1. ความเข้าใจในปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์ มีวิธีการให้คะแนน ดังนี้

0 หมายถึง แปลความหมายผิดโดยสิ้นเชิง

1 หมายถึง แปลความหมายผิดบางส่วน

2 หมายถึง แปลความหมายโจทย์ถูกต้อง

2. การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา มีวิธีการให้คะแนน ดังนี้

0 หมายถึง ไม่ลงมือทำหรือทำผิดโดยสิ้นเชิง

1 หมายถึง มีกระบวนการแก้ปัญหาถูกต้องบางส่วน

2 หมายถึง มีกระบวนการแก้ปัญหาถูกต้อง (ไม่พิจารณาการคำนวณ)

3. การตอบปัญหา เป็นการพิจารณากระบวนการแก้ปัญหาร่วมกับทักษะการคำนวณ มีวิธีการให้คะแนนดังนี้

0 หมายถึง ตอบผิดและกระบวนการแก้ปัญหาผิด

1 หมายถึง ตอบถูกเพียงบางส่วน (ในกรณีที่มีหลายคำตอบ)

2 หมายถึง การคำนวณถูกต้อง

บรรดล สุขปิติ (2551: 14-52) ได้นำเสนอรูปแบบและวิธีการของแบบทดสอบประเมินความสามารถแก้ปัญหา โดยกล่าวว่า การศึกษาค้นคว้าเพื่อพัฒนาแบบทดสอบสำหรับใช้เพื่อประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาโดยทั่วไป และการแก้ปัญหาสำหรับการปฏิบัติงานจริงมีมานานแล้ว จึงมีแบบทดสอบที่อยู่ในกลุ่มแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาหลายชนิด หลายรูปแบบ และข้อคำถามในแบบทดสอบที่ใช้ก็มีหลากหลายทั้งรูปแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ รูปแบบปรนัยชนิดถูกผิดหลายตัวเลือก รูปแบบอัตนัยชนิดเติมข้อความหรือบรรยายเป็นความเรียง โดยแบบทดสอบแต่ละชนิดหรือรูปแบบข้อคำถามแต่ละรูปแบบก็จะมีจุดเด่นและข้อจำกัดที่ต่างกันไป ครูผู้ประเมินจำเป็นต้องศึกษาเพื่อเลือกใช้ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม แบบทดสอบที่ใช้สำหรับการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาที่สำคัญมี 6 รูปแบบ ดังนี้

รูปแบบที่ 1 แบบทดสอบการจัดการปัญหา

เป็นแบบทดสอบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายแบบทดสอบแบบถูกผิดหลายตัวเลือก หรือคล้ายกับแบบสำรวจรายการ (checklist) กล่าวคือแบบทดสอบจะกำหนด “สถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้ และมีข้อคำถามในลักษณะที่ให้เลือกว่าในการแก้ไขปัญหานั้น ท่านจะปฏิบัติหรือไม่ ปฏิบัติ โดยกำหนดรายการที่เป็นการปฏิบัติให้พิจารณาหลาย ๆ รายการ

รูปแบบที่ 2 แบบทดสอบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบบเลือกตอบ

เป็นข้อคำถามที่นิยมใช้กันมากในการสร้างแบบทดสอบเพื่อการประเมินผลสัมฤทธิ์ในการเรียน เพราะข้อคำถามแบบเลือกตอบมีจุดเด่นอยู่หลายประการ ที่สำคัญได้แก่ 1) ถามได้เป็นจำนวนมากข้อจึงมีความครอบคลุมเนื้อหาได้อย่างกว้างขวาง 2) การตรวจง่ายและมีความเป็นปรนัยใช้เวลาตรวจน้อย 3) ใช้ได้กับการประเมินที่มีผู้เข้ารับการสอบวัดเป็นจำนวนมาก (และมีเวลาตรวจน้อย) 4) สามารถจะคัดเลือกข้อคำถามที่วิเคราะห์แล้วมีคุณภาพดีเก็บเอาไว้ใช้ได้อีกในโอกาสต่อไป แต่อย่างไรก็ตามข้อคำถามแบบเลือกตอบก็มีข้อจำกัดหรือจุดอ่อนที่สำคัญคือ 1) การมีตัวเลือกให้เลือกตอบจะเป็นการแนะนำคำตอบให้กับนักเรียน 2) เดาได้ง่าย เดาแล้วมีโอกาสได้คะแนนค่อนข้างสูง คะแนนที่สอบได้จึงไม่แน่ว่าเป็นการสะท้อนถึงความรู้ความสามารถที่มีอยู่จริงในตัวนักเรียน 3) ขาดสารสนเทศที่สำคัญคือไม่รู้ว่านักเรียนมีวิธีคิดอย่างไรในการแก้ปัญหา 4) ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้วัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ หรือความคิดริเริ่ม ความคิดที่ซับซ้อน

รูปแบบที่ 3 แบบทดสอบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบบอัตนัย

เป็นรูปแบบของข้อคำถามที่เหมาะสมกับการประเมินทักษะการคิด และกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งเป็นลักษณะของพฤติกรรม การเรียนรู้ในระดับสูง และมีลักษณะซับซ้อนได้ดี

รูปแบบที่ 4 แบบทดสอบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบบ
อัตนัยประยุกต์

เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดทักษะการแก้ปัญหาได้ดีชนิดหนึ่ง โดยเริ่มต้นพัฒนามาจาก
การจัดการศึกษาทางการแพทย์ที่พัฒนาแบบทดสอบดังกล่าวขึ้น เพื่อใช้สำหรับวัดทักษะการ
แก้ปัญหาทางการแพทย์ของนักศึกษาแพทย์ ทั้งนี้เนื่องจากเกิดปัญหาที่ไม่สามารถใช้การปฏิบัติจริง
สำหรับทดสอบทักษะในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวินิจฉัย หรือให้ การรักษาผู้ป่วยของนักศึกษา
แพทย์ทุกคน และในทุกสถานการณ์ได้ รวมทั้งเกิดความไม่เชื่อมั่นในการใช้แบบทดสอบแบบ
เลือกตอบที่มีการเดา และมีการแนะนำคำตอบโดยตัวเลือกที่กำหนดในตัว ข้อคำถามเอง และข้อคำถาม
อัตนัยแบบบรรยายทั่วไปก็มีจุดอ่อนที่มักจะถูกถามกว้าง ๆ ไม่เฉพาะเจาะจง โดยเฉพาะถ้าคำถามถาม
ไม่ชัดเจนจะทำให้นักเรียนตอบไม่ตรงกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดที่เน้นการวัดกระบวนการในการ
แก้ปัญหา

รูปแบบที่ 5 แบบทดสอบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบบ
ปรนัยประยุกต์

เป็นรูปแบบที่ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อแก้ปัญหาจุดอ่อนในเรื่องการตรวจให้คะแนน
ของแบบทดสอบอัตนัยประยุกต์ โดยเฉพาะปัญหาเรื่องความเป็นปรนัยของการตรวจ ความ
ยากลำบากและเวลาในการตรวจ ซึ่งทำให้นำไปใช้กับสถานการณ์ที่มีนักเรียนเข้าสอบจำนวนมาก ๆ
ได้ยาก

แบบทดสอบปรนัยประยุกต์จะมีลักษณะโครงสร้างของแบบทดสอบเช่นเดียวกับ
แบบทดสอบอัตนัยประยุกต์คือ มีลักษณะเป็นชุดของสถานการณ์ กล่าวคือ จะมีการวิเคราะห์
สถานการณ์ปัญหาที่สมบูรณ์ออกเป็นสถานการณ์ย่อย ๆ ที่ต่อเนื่องกัน แล้วค่อย ๆ ทะยอยกำหนด
ในแบบทดสอบทีละสถานการณ์ย่อย พร้อมแทรกข้อคำถามแบบเลือกตอบที่ใช้ข้อมูลในสถานการณ์
ย่อยนั้นเป็นระยะ ๆ จนครบสมบูรณ์

รูปแบบที่ 6 แบบทดสอบการวัด 3 ชั้น

โดยปกติการสอบวัด 3 ชั้น เป็นวิธีการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาการ
ปฏิบัติงานทางการแพทย์และการพยาบาล โดยเป็นการสอบปากเปล่าในลักษณะเผชิญกับ
สถานการณ์ปัญหาที่เป็นจริงหรือเสมือนจริง ตามขั้นตอนของการทดสอบแบบการวัด 3 ชั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ให้นักเรียนอ่านโจทย์ซึ่งกำหนดเป็นสถานการณ์สั้นๆ ในลักษณะกรณีศึกษา
ซึ่งอาจเป็นการบรรยายเหตุการณ์จำลองด้วยข้อความหรืออาจจัดทำในรูปของสื่อทัศนูปกรณ์ เช่น
เทปบันทึกภาพ หรือจากจอคอมพิวเตอร์ เป็นต้น จากนั้นนักเรียนที่เข้าสอบสามารถสอบถามข้อมูล
เพิ่มเติมจากครูหรือผู้ดำเนินการสอบได้

ขั้นนี้จะเป็นขั้นที่นักเรียนศึกษากรณีปัญหาเพื่อสร้างสมมติฐาน และพยายามเก็บ
รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา โดยครูผู้ดำเนินการสอบอาจถามคำถามบางอย่างเพื่อ
ทดสอบความเข้าใจเบื้องต้น หรือสำหรับเป็นประเด็นชี้แนะให้นักเรียนไปศึกษาค้นคว้าในขั้นที่ 2

ขั้นที่ 2 เป็นการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง เพื่อหาข้อมูลสำหรับการทดสอบ สมมติฐานหรือการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนด แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า อาจเป็นหนังสือ วารสาร หรือแหล่งข้อมูลอื่นใดที่เกี่ยวข้อง ซึ่งนักเรียนควรได้ศึกษาค้นคว้าจาก แหล่งข้อมูลหลายๆ แหล่ง และถ้าเป็นบุคคลก็ควรเป็นบุคคลหลายๆ คน ไม่ควรสอบถามจากบุคคล เพียงคนเดียว การดำเนินการในขั้นที่ 2 นี้ อาจให้เวลากับนักเรียนพอสมควร

ขั้นที่ 3 เป็นขั้นการสรุปปัญหา โดยนักเรียนจะนำข้อมูลเบื้องต้นในขั้นที่ 1 และ ข้อมูลที่ได้ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมในขั้นที่ 2 มาสรุปถึงปัญหา และเขียนอธิบายแนวทางแก้ไข ปัญหา ของกรณีศึกษานั้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 198-209) กล่าวว่า การ ประเมินผลที่มีเกณฑ์การให้คะแนนที่เป็นระบบและชัดเจน จะช่วยให้ครูสามารถพิจารณาและตัดสิน ได้ว่า นักเรียนของตนมีความรู้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ อยู่ใน ระดับใด เกณฑ์การให้คะแนนที่ยอมรับและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน คือ การให้คะแนน แบบรูบรีค (Rubric scoring) เป็นการให้คะแนนที่ประเมินผลงานหรือพฤติกรรมที่นักเรียน แสดงออก มีการกำหนดระดับคะแนนพร้อมบรรยายละเอียดของผลงานหรือพฤติกรรมของนักเรียน ไว้อย่างเป็นรูปธรรม

การให้คะแนนแบบรูบรีคเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ครูพิจารณาและตัดสินระดับ ความสามารถของนักเรียนด้านความรู้ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังช่วยให้นักเรียนประเมินผลระดับความสามารถ ด้านคณิตศาสตร์ของตนเอง แล้วนำมาปรับปรุงและพัฒนาความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของตนให้ สูงขึ้นด้วย การให้คะแนนแบบรูบรีคที่นิยมมี 2 แบบ คือ

1. การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Analytic scoring)

เป็นการให้คะแนนตามองค์ประกอบของสิ่งที่ต้องการประเมิน เช่น เมื่อต้องการ ประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา อาจแยกพิจารณาในความสามารถในการทำความเข้าใจ ปัญหา ยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาและการสรุปคำตอบของปัญหา ในการให้คะแนนจะกำหนด เกณฑ์ของคะแนนในแต่ละด้าน แล้วรายงานผลโดยจำแนกเป็นด้านๆ และอาจสรุปรวมคะแนนทุก ด้านด้วยก็ได้

ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์มักนำมาใช้ในการ ประเมินผล ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อวินิจฉัยหาจุดเด่นจุดด้อยของนักเรียนในแต่ละด้าน แล้วนำผลของ การประเมินที่ได้ไปส่งเสริมจุดเด่น หรือแก้ไขจุดด้อยเหล่านั้น หรือใช้ในการประเมินผลที่มี วัตถุประสงค์ เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพก่อนที่นักเรียนจะเรียน เนื้อหาใหม่ต่อไป การประเมินผลโดยการให้คะแนนแบบวิเคราะห์จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นเมื่อใช้ ร่วมกับวิธีการประเมินอย่างอื่น เช่น การสังเกตและการใช้คำถาม

2. การให้คะแนนแบบองค์รวม (Holistic scoring)

เป็นการให้คะแนนแบบบูรณาการที่ประเมินผลงาน โดยการกำหนดระดับคะแนน พร้อมบรรยายละเอียดของผลงานหรือพฤติกรรมของนักเรียนที่ควรมี เป็นภาพรวมของการทำงานทั้งหมด ไม่แยกแยะเป็นด้านๆ

ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ การให้คะแนนแบบองค์รวมมักนำมาใช้ในการประเมินผลที่มีวัตถุประสงค์เพื่อตัดสิน หรือสรุปผลการเรียนของนักเรียน การประเมินผลโดยการให้คะแนนแบบองค์รวมเป็นการประเมินที่เหมาะสมสำหรับการประเมินที่มีพิสัยกว้าง ๆ และต้องการผลที่เป็นภาพรวมกว้าง ๆ และจะมีประสิทธิภาพมากขึ้นเมื่อใช้ร่วมกับวิธีการประเมินผลอย่างอื่น เช่น การสังเกตและการใช้คำถาม

ตัวอย่าง

โจทย์ปัญหา: เครื่องบินตรวจอากาศลำหนึ่งบรรทุกน้ำมันเพียงพอสำหรับการบินโดยปลอดภัยเป็นเวลา 4 ชั่วโมง ในช่วงลมสงบหนึ่งเครื่องบินบินด้วยอัตราเร็ว 500 กิโลเมตรต่อชั่วโมง การบินในช่วงที่มีกระแสลม จะมีผลทำให้เครื่องบินบินเร็วขึ้นหรือช้าลง กล่าวคือ ในกรณีที่มีลมส่งท้าย เครื่องบินจะบินได้เร็วขึ้นด้วยอัตราเร็วเท่ากับอัตราเร็วของเครื่องบินที่บินในช่วงลมสงบหนึ่งบวกด้วยอัตราเร็วของกระแสลม และในกรณีที่มิลมต้านหน้า เครื่องบินจะบินได้ช้าลงด้วยอัตราเร็วเท่ากับอัตราเร็วของเครื่องบินที่บินในช่วงลมสงบหนึ่งลบด้วยอัตราเร็วของกระแสลม

ในวันหนึ่งนักบินนำเครื่องบินขึ้นจากสนามบินซึ่งอยู่ที่ชายฝั่งทะเลเพื่อบินออกสู่ทะเลลึก ในขณะที่มิลมบกพัดจากชายฝั่งสู่ทะเลด้วยอัตราเร็ว 25 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งลมบกนี้เป็นลมส่งท้ายเมื่อเครื่องบินออกสู่ทะเล และเป็นลมต้านหน้าเมื่อเครื่องบินบินเข้าสู่ชายฝั่ง

จงแสดงวิธีทำโดยใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เพื่อหาว่านักบินใช้น้ำมันทั้งหมดในการบินไปและกลับถึงสนามบินเดิมโดยปลอดภัย ได้ระยะทางรวมกันมากที่สุดกี่กิโลเมตร

แนวทางการให้คะแนนแบบวิเคราะห์

ด้านการกำหนดตัวแปรและสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่นำไปสู่การแก้ปัญหา (คะแนนเต็ม 10)

- | | |
|----------|---|
| 10 คะแนน | - กำหนดตัวแปรที่นำไปสู่หาคำตอบได้ และเขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเพื่อแสดงความสัมพันธ์ตามเงื่อนไขในโจทย์ได้ถูกต้อง |
| 5 คะแนน | - กำหนดตัวแปรที่นำไปสู่หาคำตอบได้ และเขียนแสดงเงื่อนไขในโจทย์ที่เกี่ยวข้องได้ครบ แต่ไม่ได้เขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเพื่อแสดงความสัมพันธ์ตามเงื่อนไขในโจทย์ หรือเขียนสมการไม่ถูกต้อง |

- 3 คะแนน - กำหนดตัวแปรที่นำไปสู่หาค่าตอบได้ และเขียนแสดงเงื่อนไขในโจทย์ที่เกี่ยวข้องได้บางส่วน แต่ไม่ได้เขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เพื่อแสดงความสัมพันธ์ตามเงื่อนไขในโจทย์ หรือเขียนสมการไม่ถูกต้อง
- 2 คะแนน - กำหนดตัวแปรที่นำไปสู่หาค่าตอบได้ แต่ไม่ได้ดำเนินการในขั้นต่อไปหรือดำเนินการในขั้นต่อไปไม่ถูกต้อง
- 0 คะแนน - ไม่แสดงวิธีทำ หรือแสดงวิธีไม่ตรงตามเงื่อนไขในโจทย์ หรือไม่ตอบ

ด้านการแก้สมการเพื่อหาค่าของตัวแปร (คะแนนเต็ม 5)

- 5 คะแนน - แสดงการคำนวณ และหาค่าตัวแปรได้ถูกต้อง
- 3 คะแนน - แสดงการคำนวณส่วนใหญ่ที่นำไปสู่การหาค่าของตัวแปรได้ แต่ไม่ได้ระบุค่าของตัวแปร หรือระบุไม่ถูกต้อง
- 2 คะแนน - แสดงการคำนวณได้เพียงเล็กน้อยหรือไม่แสดงการคำนวณแต่ระบุค่าของตัวแปรได้ถูกต้อง
- 0 คะแนน - แสดงการคำนวณเพียงเล็กน้อยหรือไม่แสดงการคำนวณ ไม่ระบุค่าของตัวแปร หรือระบุไม่ถูกต้อง

ด้านการตรวจสอบและการสรุปคำตอบ (คะแนนเต็ม 5)

- 5 คะแนน - แสดงการตรวจสอบค่าของตัวแปรกับเงื่อนไขในโจทย์ และสรุปคำตอบของโจทย์ได้ถูกต้อง
- 3 คะแนน - แสดงการตรวจสอบค่าของตัวแปรกับเงื่อนไขในโจทย์แต่ไม่สรุปคำตอบหรือสรุปไม่ถูกต้อง
- 2 คะแนน - สรุปคำตอบของโจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่แสดงการตรวจสอบค่าของตัวแปรกับเงื่อนไขในโจทย์หรือแสดงการตรวจสอบค่าของตัวแปรกับสมการที่กำหนดขึ้นมาหรือแสดงการตรวจสอบค่าของตัวแปรไม่ถูกต้อง
- 0 คะแนน - ไม่แสดงการตรวจสอบค่าของตัวแปรหรือการแสดงผลการตรวจสอบค่าของตัวแปรไม่ถูกต้อง ไม่สรุปคำตอบของโจทย์ปัญหาหรือสรุปไม่ถูกต้อง

ตัวอย่าง

โจทย์ปัญหา: ผงซักฟอกบรรจุกล่องสองยี่ห้อสำหรับใช้กับเครื่องซักผ้า มีน้ำหนักสุทธิ และราคาแตกต่างกัน แต่มีคุณภาพเท่าเทียมกัน ผงซักฟอกยี่ห้อ A น้ำหนักสุทธิ 3 กิโลกรัม ราคา 420 บาท ผงซักฟอกยี่ห้อ B น้ำหนักสุทธิ 1 กิโลกรัม ราคา 180 บาท เตยและตองเช่าอยู่หอพัก เดียวกัน เจ้าของหอพักมีเครื่องซักผ้าให้ใช้หนึ่งเครื่อง โดยผู้ใช้ต้องซื้อผงซักฟอกเอง เตยซื้อยี่ห้อ A ส่วนตองซื้อยี่ห้อ B มาใช้กับเครื่องซักผ้าดังกล่าว ในการซักผ้าน้ำหนัก 6 กิโลกรัม เท่ากัน เตยใช้ ผงซักฟอก 100 กรัม แต่ตองใช้เพียง 80 กรัม เท่านั้น

จงหาว่า ในการซักผ้าครั้งนี้ เตยและตองผู้ใดประหยัดเงินค่าผงซักฟอกมากกว่า พร้อมทั้งแสดงข้อมูลให้เห็นจริงตามที่ระบุมา

แนวทางการให้คะแนนแบบองค์รวม

20 คะแนน	- ตอบถูกต้อง สามารถแสดงข้อมูลเปรียบเทียบ และอธิบายได้อย่างชัดเจน
15 คะแนน	- ตอบถูกต้อง สามารถแสดงข้อมูลเปรียบเทียบ และอธิบายพอสื่อให้เข้าใจได้ครบถ้วน
10 คะแนน	- ตอบถูกต้อง สามารถแสดงข้อมูลเปรียบเทียบ และอธิบายพอสื่อให้เข้าใจได้เป็นบางส่วน
5 คะแนน	- ตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถแสดงข้อมูล เปรียบเทียบและอธิบายได้ หรือตอบไม่ถูกต้อง แต่สามารถแสดงข้อมูลเปรียบเทียบล้ออธิบายพอ สื่อให้เข้าใจได้เป็นบางส่วน
0 คะแนน	- ตอบไม่ถูกต้อง ไม่สามารถแสดงข้อมูล เปรียบเทียบ และอธิบายได้ หรืออธิบายผิด

จากการศึกษาแนวคิดของนักการศึกษาเกี่ยวกับการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ผู้วิจัยเลือกใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย ที่มีเกณฑ์ การให้คะแนนแบบรูบริก (Rubric scoring) ที่มีการให้คะแนนแบบองค์รวม

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

วิลเลียม (William. 2003: 185-187) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการเขียนตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาว่าสามารถช่วยเสริมการทำงานแก้ปัญหาได้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่กำลังเริ่มต้นเรียนพีชคณิตจำนวน 42 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 22 คน และกลุ่มควบคุม 20 คน กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้การเขียนตามขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนโดยใช้การแก้ปัญหตามขั้นตอนแต่ไม่ต้องฝึกเขียน มีการทดสอบทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองสามารถทำงานแก้ปัญหาได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม และนักเรียนกลุ่มทดลองมีการเขียนตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาได้เร็วกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุม จากการสัมภาษณ์นักเรียนในกลุ่มทดลองพบว่า นักเรียนจำนวน 75% มีความพอใจในกิจกรรมการเรียนและนักเรียนจำนวน 80% บอกว่ากิจกรรมการเขียนจะช่วยให้เขาเป็นนักแก้ปัญหาที่ดีขึ้นได้

ซิน (Xin.2003: 4276 - A) ได้เปรียบเทียบวิธีการสอนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยการแก้ปัญหาโดยเน้นให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยการแก้ปัญหา แบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มตัวอย่างใช้วิธีการสอนแบบ SBI (Explicit Schema – Based Problem Solving Strategy) และกลุ่มควบคุมใช้วิธีสอนแบบ TI (Traditional General Heuristic Instructional Strategy) ซึ่งทั้งสองกลุ่มมีการทดสอบความรู้ความเข้าใจทั้งก่อนเรียน – หลังเรียน ผลการศึกษาพบว่าความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ SBI และ TI ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งวิธีการสอนแบบ TI มีการทดสอบก่อนเรียน – ขณะเรียนและทำการทดสอบครั้งสุดท้าย ความสามารถในการแก้ปัญหาที่เชื่อมโยงของกลุ่มนักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบ SBI กับนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธี TI มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและควรเพิ่มการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนให้มากขึ้น โดยกำหนดเป็นมาตรฐานคือ 6 ครั้ง หรือมากกว่าในชั้นที่สูงขึ้น การวัดผลและประเมินผลความรู้ ความเข้าใจและความเอาใจใส่ของนักเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มนักเรียนที่เรียนแบบ SBI มีหลักสูตรที่ชัดเจนและทำให้เด็กรู้จักแก้ปัญหามากกว่าทั้งก่อนเรียน และหลังเรียนดังนั้น ควรให้เด็กได้ฝึกปฏิบัติและอภิปรายมากขึ้น

แวน (Van. 2006: 477-496) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการนี้ภาพ ภาพจำลองและการแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วยความสามารถที่หลากหลาย ซึ่งจุดประสงค์ของการศึกษาคั้งนี้เป็นการทดลองใช้ภาพจำลองและความสัมพันธ์กับความสามารถในการนี้ภาพของนักเรียนขณะที่ทำการแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์นักเรียนที่ไร้ความสามารถที่จะเรียนรู้ นักเรียนที่ได้มาจากระดับทั่วไป และนักเรียนที่มีพรสวรรค์ในเกรด 6 จำนวน 66 คน ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาคั้งนี้นักเรียนถูกประเมินด้วยเครื่องมือของการแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์การแสดงผลออกทางภาพจำลอง และความสามารถในการนี้ภาพ พบว่านักเรียนที่มีพรสวรรค์จะปฏิบัติได้ดีกว่านักเรียนที่ไร้ความสามารถที่จะเรียนรู้และผู้ที่ได้จากระดับทั่วไป นอกจากนี้การใช้ภาพ

จำลองเกี่ยวกับแผนภูมิมีนัยสำคัญและความเหมาะสมที่เป็นไปได้ด้วยสูงกว่า การปฏิบัติบนการวัดภาพจำลองแต่ละอัน และการสนทนานั้นสัมพันธ์กันทางลบกับการใช้รูปแบบที่มีภาพประกอบ

งานวิจัยภายในประเทศ

มาเลียม พินิจรอบ (2549: 76-77) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับผลการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการกลุ่มที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหา เรื่องอัตราส่วนและร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพระหฤทัยคอนแวนต์ เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548 จำนวน 50 คน โดยใช้การจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการกลุ่ม ผลการศึกษาพบว่า การจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการกลุ่ม เรื่องอัตราส่วนและร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการสอนมีทักษะการแก้ปัญหาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ดอกอ้อ ดีอีเม้ง (2551: 90-94) ได้ศึกษาพัฒนาการและเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบทีมแข่งขันและการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครู เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค การจัดการเรียนรู้แบบทีมแข่งขันและการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครู แบบทดสอบวัดความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และแบบสอบถามการรับรู้ความสามารถของตนเองทางการเรียนคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลระหว่างการทดลองคือ ค่าร้อยละ ส่วนข้อมูลหลังการทดลองใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance) โดยใช้คะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ได้จากแบบสอบถามเป็นตัวแปรร่วม พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบทีมแข่งขันเพิ่มขึ้น โดยพิจารณาจากคะแนนของแบบฝึกหัดและแบบทดสอบย่อยระหว่างการทดลองจาก 3 หน่วยการเรียนรู้ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบทีมแข่งขันสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนตามแนวคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศุภกิจ ประชุมกาเยาะมาต (2552: 103-109) ได้เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความฉลาดทางอารมณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนแบบเรียนเป็นคู่ (Learning Cell) ที่เน้นการแก้ปัญหากับการสอนตามปกติ กลุ่มทดลอง นักเรียนจำนวน 50 คน ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนแบบเรียนเป็นคู่ที่เน้นการแก้ปัญหา และกลุ่มควบคุม นักเรียน จำนวน 50 คน ได้รับการสอนตามปกติ ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 20 คาบ คาบละ 55 นาทีแบบแผนการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบ Randomized control-group Pretest – Posttest Design สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ t – test for independent samples ในรูปผลต่างของคะแนน (Difference Score) ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนแบบเรียนเป็นคู่ที่เน้นการแก้ปัญหามีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่า

นักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติและมีความฉลาดทางอารมณ์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัย จะเห็นได้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานสำคัญและจำเป็นสำหรับการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ มีเหตุผล เข้าใจในปัญหา มีหลักการและกล้าตัดสินใจที่จะเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด การฝึกฝนการแก้ปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้จะทำให้ผู้เรียนมีทักษะและเพิ่มความสามารถในการแก้ปัญหาจนทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ดีขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงประสบการณ์ที่ได้มาไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) เป็นรูปแบบหนึ่งของการคิดในระดับสูงที่อยู่บนพื้นฐานของหลักการและเหตุผล ซึ่งมีผู้ใช้ชื่อเรียกเป็นภาษาไทยแตกต่างกัน ได้แก่ ความคิดแบบวิพากษ์ วิจารณ์ การคิดอย่างมีเหตุผล การคิดเป็น การคิดวิเคราะห์วิจารณ์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (กนกทอง มหาวงศนันท์. 2550: 24) .ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้คำว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ

นักจิตวิทยา นักการศึกษาและผู้เชี่ยวชาญด้านการคิดหลายท่านได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้หลายลักษณะ ซึ่งแตกต่างกันไปต่างมุมมองในการพิจารณาของแต่ละบุคคล เพราะการให้นิยามและธรรมชาติของการคิดขาดการยอมรับของคนทั่วไป และเมื่อพิจารณากระบวนการคิดในแต่ละครั้งมักพบว่า ต้องประกอบด้วยสิ่งที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่จะคิด วิธีการคิด และจุดมุ่งหมายของการคิดที่แตกต่าง (ชานาญ เอี่ยมสำอาง. 2539: 51; อ้างอิงจาก Chuska. 1986)

3.1 ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

นักจิตวิทยา นักการศึกษาและผู้เชี่ยวชาญด้านการคิดหลายคนได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

ฮิลการ์ด (Hilgard. 1962: 12) ให้ความหมาย การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ว่าเป็นความสามารถในการตัดสินใจความหรือปัญหาว่าสิ่งใดเป็นจริง สิ่งใดเป็นเหตุเป็นผลกัน

วัตสันและ เกลเซอร์ (Watson; & Glaser. 1964: 10) ได้ให้ความหมายว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นการคิดประกอบด้วย ทศนคติ ความรู้และทักษะ โดยที่ทศนคติ หมายถึง ทศนคติต่อการแสวงหาความรู้ และยอมรับการแสวงหาสนับสนุนสิ่งที่อ้างว่าเป็นจริง แล้วใช้ความรู้ด้านการอนุมานมาสรุปใจความสำคัญ และการสรุปเป็นกรณีทั่วไป โดยตัดสินใจจากหลักฐานอย่างสมเหตุสมผล สอดคล้องกับหลักตรรกวิทยา ตลอดจนทักษะในการใช้ทศนคติและความรู้ดังกล่าวมาประเมินผลความถูกต้องของข้อความ

กู๊ด (Good. 1973: 680) ให้ความหมายของ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ว่าเป็นการคิดอย่างรอบคอบ ตามหลักการของการประเมินและมีหลักฐานอ้างอิงเพื่อหาข้อสรุปที่น่าเป็นไปได้ ตลอดจนพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมด และใช้กระบวนการตรรกวิทยาได้อย่างถูกต้อง

สกินเนอร์ (Skinner. 1976: 292-299) ได้ให้ความหมายของ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ว่าประกอบด้วยกระบวนการและความสามารถ กระบวนการ หมายถึง วิธีการแก้ปัญหาแบบวิทยาศาสตร์และทัศนคติในการแสวงหาความรู้ ส่วนความสามารถ หมายถึง ความรู้ในข้อเท็จจริง หลักการ การสรุปเป็นกรณีทั่วไป การอนุมาน การยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น การนิรนัย การตีความหมาย และการประเมินค่า รวมทั้งทักษะทางด้านความเข้าใจ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า

ฮัดจิ้นส์ (Hudgins. 1977: 173-180) ให้ความหมาย การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ว่าหมายถึง การมีเจตคติในการค้นคว้าหาหลักฐาน เพื่อการวิเคราะห์และประเมินข้อโต้แย้งต่างๆ การมีทักษะในการใช้ความรู้จำแนกข้อมูลและตรวจสอบสมมติฐานเพื่อหาข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล

ดิวอี้ (Dewey. 1983: 30) ได้เสนอว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นการคิดอย่างใคร่ครวญ ไตร่ตรอง และอธิบายขอบเขตของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ว่าเป็นการคิดที่เริ่มต้นจากสถานการณ์ ที่มีความยุ่งยากและสิ้นสุดด้วยสถานการณ์ที่มีความชัดเจน

ฟาเซียนซ์ (Facione. 1984: 253) กล่าวถึง การคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า เป็นกระบวนการหาข้อสรุปจากข้อความกลุ่มหนึ่งอย่างมีเหตุผลถูกต้องตามหลักตรรกวิทยา การอ้างเหตุผลเป็นการแสดงออกของการคิดอย่างมีวิจารณญาณของบุคคล และการอ้างเหตุผลสำหรับข้อสรุปใด ๆ ให้นำเชื่อถือหรือสมเหตุสมผลต้องมีหลักฐานอ้างอิงตามหลักตรรกวิทยา

มัวร์ และปากเกอร์ (Moore; & Parker. 1986: 67) อธิบายความหมายของ การคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า เป็นการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบ ในการตัดสินใจที่จะรับหรือปฏิเสธข้ออ้างต่าง ๆ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณนี้เป็นสิ่งสำคัญในการดำรงชีวิต เพราะว่าตลอดชีวิตจะพบกับข้ออ้างต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น จึงต้องใช้การตัดสินใจที่จะเชื่อถือ ยอมรับและประเมินอยู่เสมอ

แองจิโล (Angelo.1995: 6-7) ให้ความหมายของ การคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า เป็นการคิดด้วยเหตุผลและใช้ทักษะการคิดที่ซับซ้อนขึ้นเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ สังเคราะห์ รับรู้ปัญหา แก้ปัญหาและหาข้อสรุป

ลิปแมน (Lipman. 1998: 38) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นกระบวนการของการคิด และเป็นเครื่องมือที่บุคคลใช้ในการแก้ปัญหาตัดสินใจและเรียนรู้ใหม่ ๆ

จิรพา จันทะเวียง (2542: 23) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง กระบวนการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบ เกี่ยวกับข้อมูลที่เป็นปัญหา ข้อโต้แย้งหรือข้อมูลที่คลุมเครือ โดยใช้ความรู้ ความคิดและประสบการณ์ของตนเอง ในการพิจารณาหลักฐานและข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่การสรุปที่เป็นข้อยุติอย่างสมเหตุสมผลสำหรับการตัดสินใจ

ทิตนา แชมมณี (2545: 132) ให้ความหมาย การคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าเป็นการเห็นปัญหา สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้ต่อจากนั้นคือ การพิจารณาข้อมูลที่เกี่ยวข้องและตัดสินใจเลือกทางเลือกต่าง ๆ โดยยึดหลักเหตุผลเป็นหลักสำคัญ

สุนันทา สายวงศ์ (2544: 40) ให้ความหมาย การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึงกระบวนการคิดพิจารณา ไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูลหรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหา โดยใช้ความรู้ ความคิด และประสบการณ์ของตนเองในการพิจารณาหลักฐานและข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่การสรุปได้อย่างสมเหตุสมผล

ดวงกมล โพธิ์นาค (2545: 12) ให้ความหมาย การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึงความสามารถในการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูลต่าง ๆ สถานการณ์ที่ปรากฏข้อโต้แย้งหรือข้อมูลที่คลุมเครือ โดยใช้ความรู้ ความคิดและประสบการณ์ของตนเองในการตัดสินใจเพื่อลงสรุปเป็นข้อยุติที่สมเหตุสมผล

อัครพนธ์ ศรีหาคำ (2545: 10) ให้ความหมายว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึงความสามารถในการคิดพิจารณาอย่างรอบคอบ ไคร่ครวญ วิเคราะห์ สังเคราะห์ และการประเมินผลในข้อความหรือข้อโต้แย้งโดยหาหลักฐานที่มีเหตุผลหรือข้อมูลที่เชื่อถือได้มาสนับสนุนยืนยันในการตัดสินใจชี้ขาดตามเรื่องราวหรือสถานการณ์นั้น ๆ เพื่อลงสรุปที่ถูกต้องว่าควรเชื่อหรือไม่เชื่อในสถานการณ์หรือเรื่องราวที่ได้รับมา

ครองสิน มิตะทัง (2548: 17) ให้ความหมาย การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึงความสามารถทางสมองของบุคคลที่แสดงออกมาโดยใช้กระบวนการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบและมีเหตุผลเกี่ยวกับข้อมูลหรือสถานการณ์ที่ปรากฏ คิดแก้ปัญหาโดยยึดหลักการคิดด้วยเหตุผลจากข้อมูลที่เป็นจริง โดยใช้ความรู้ ความคิดหรือประสบการณ์ของตนเองในการตัดสินใจเชื่อหรือการกระทำสิ่งต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่สมเหตุสมผล

จากความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่กล่าวไว้ข้างต้น ผู้วิจัยพอสรุปได้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง ความสามารถในการคิดพิจารณา ไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูล หรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหา โดยใช้ความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการ และประสบการณ์ของตนเอง เป็นารคิดด้วยเหตุผล และใช้ทักษะความคิดขั้นสูงเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ สังเคราะห์ รับรู้ปัญหา แก้ปัญหา และหาข้อสรุป

3.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

เอนนิส และนอร์ริส (Ennis ; & Norris. 1989 : 187) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบด้วย 12 ทักษะ สรุปได้ดังนี้

1. ความสามารถในการกำหนดหรือระบุประเด็นคำถามหรือปัญหา
 - 1.1 ระบุปัญหาสำคัญได้ชัดเจน
 - 1.2 ระบุเกณฑ์เพื่อตัดสินคำตอบที่เป็นไปได้

2. สามารถวิเคราะห์ข้อโต้แย้ง
 - 2.1 ระบุข้อมูลที่มีเหตุผลหรือน่าเชื่อถือได้
 - 2.2 ระบุข้อมูลที่ไม่มีเหตุผลหรือไม่น่าเชื่อถือได้
 - 2.3 ระบุความเหมือนและความแตกต่างของความคิดเห็นหรือข้อมูลที่มีอยู่ได้
 - 2.4 สรุปข้อมูลที่มีอยู่ได้
3. สามารถถามด้วยคำถามที่ทำทหายและการตอบคำถามได้อย่างชัดเจน ตัวอย่างคำถาม เช่น ทำไม ประเด็นสำคัญคืออะไร ข้อความที่กำหนดขึ้นหมายความว่าอย่างไร ความคิดเห็นของท่านต่อเรื่องนี้คืออะไร ให้พิจารณาว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร ข้อมูลที่มีเหตุผลคืออะไร ข้อมูลที่ไม่มีเหตุผลคืออะไร ท่านมีความคิดเห็นอื่น ๆ เพิ่มเติมอีกหรือไม่อย่างไร
4. สามารถพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล
 - 4.1 เป็นข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญที่น่าเชื่อถือ
 - 4.2 เป็นข้อมูลที่ไม่มีข้อโต้แย้ง
 - 4.3 เป็นข้อมูลที่ได้รับการยอมรับ
 - 4.4 เป็นข้อมูลที่สามารถให้เหตุผลว่าเชื่อถือได้
5. สามารถสังเกตและตัดสินผลข้อมูลที่ได้จากการสังเกตด้วยตนเอง โดยใช้เกณฑ์ ต่อไปนี้
 - 5.1 เป็นข้อมูลที่ได้จากการสังเกตด้วยตนเอง โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ไม่ใช่เพียงได้ยินมาจากคนอื่น
 - 5.2 การบันทึกข้อมูลเป็นผลจากการสังเกตด้วยตนเอง และมีการบันทึกผลทันที ไม่ปล่อยทิ้งไว้นานแล้วทำการบันทึกภายหลัง
6. สามารถนิรนัยและตัดสินผลการนิรนัย คือ สามารถนำหลักการใหญ่แตกเป็นหลักย่อยๆ ได้ หรือนำหลักการไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้
7. สามารถอุปนัยและตัดสินผลอุปนัย คือ ในการสรุปอ้างอิงไปยังกลุ่มประชากรนั้น กลุ่มตัวอย่างต้องเป็นตัวแทนของประชากรและก่อนที่จะมีการอุปนัยนั้นต้องมีการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างถูกต้องตามแผนที่กำหนดและมีข้อมูลเพียงพอต่อการสรุปแบบอุปนัย
8. สามารถตัดสินคุณค่าได้
 - 8.1 สามารถพิจารณาทางเลือกโดยมีข้อมูลพื้นฐานเพียงพอ
 - 8.2 สามารถชี้ให้เห็นระหว่างดีและไม่ดี
9. สามารถให้ความหมายของคำต่าง ๆ และตัดสินความหมาย เช่น ทักษะต่อไปนี้
 - 9.1 สามารถบอกคำเหมือน คำที่มีความหมายคล้ายกัน
 - 9.2 สามารถจำแนก จัดกลุ่มได้
 - 9.3 สามารถให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการได้
 - 9.4 ยกตัวอย่างที่ใช้และไม่ใช้ได้

10. สามารถระบุข้อสันนิษฐานได้ โดยการคำนึงถึงความสัมพันธ์เชิงเหตุผลของข้อมูลเพื่อระบุทางเลือกที่เป็นไปได้

11. สามารถตัดสินใจเพื่อนำไปปฏิบัติได้ เช่น ทักษะต่อไปนี้

- 11.1 การกำหนดปัญหา
- 11.2 การเลือกเกณฑ์ตัดสินผลที่เป็นไปได้
- 11.3 กำหนดทางเลือกอย่างหลากหลาย
- 11.4 เลือกทางเลือกเพื่อปฏิบัติ
- 11.5 ทบทวนทางเลือกอย่างมีเหตุผล

12. การปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น

- 12.1 การโต้ตอบเพื่อให้ได้ข้อมูลต่าง ๆ
- 12.2 การใช้ภาษาที่สละสลวย

ทฤษฎีที่เกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

นักการศึกษา นักจิตวิทยา และผู้เชี่ยวชาญด้านการคิดหลายท่าน ได้ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

1. ทฤษฎีพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของเพียเจต์ (Piaget)

เพียเจต์ (Piaget, 1977: 83) มีความคิดว่า พัฒนาการสติปัญญา ก็คือการเปลี่ยนแปลงด้านโครงสร้างความรู้ซึ่งเพียเจต์เรียกว่าสกีมา (Schema) หรือ สกีม (Scheme) โครงสร้างความรู้นี้จะพัฒนาอย่างต่อเนื่องตามขั้นพัฒนาการทางปัญญา กระบวนการสำคัญที่เกี่ยวข้องกับพัฒนาการทางโครงสร้างความรู้คือ กระบวนการจัดระเบียบภายใน (Organization) และกระบวนการปรับ (Adaptation) กระบวนการปรับนี้จะเกิดขึ้นตลอดเวลาเพื่อให้เกิดภาวะสมดุล (Equilibration) เพียเจต์แบ่งพัฒนาการทางปัญญาของมนุษย์ออกเป็น 4 ขั้นด้วยกัน ซึ่งเด็กแต่ละขั้นจะมีลักษณะสำคัญ ดังนี้

1. ขั้นประสาทรับรู้และการเคลื่อนไหว (0 – 2 ปี) เด็กจะเรียนรู้สิ่งรอบตัว จากการสัมผัสและการกระทำเท่านั้น เด็กจะสนใจสิ่งต่างๆ และจะเลียนแบบในสิ่งที่พบเห็น ในตอนปลายๆ ของขั้นนี้เด็กจะทำสิ่งต่าง ๆ ซ้ำ ๆ ด้วยวิธีการต่าง ๆ ที่แปลกออกไป และเริ่มสร้างภาพความคิดในใจได้

2. ขั้นก่อนการคิดแบบเหตุผล (2 – 7 ปี) เด็กขั้นนี้จะมีพัฒนาการทางภาษาและการใช้สัญลักษณ์ก้าวหน้ารวดเร็วมาก เด็กจะเริ่มมีจินตภาพ เลียนแบบได้โดยไม่ต้องเห็นแม่แบบ ชอบเล่นสมมติโดยใช้สิ่งหนึ่งแทนสิ่งที่เป็นจริง อย่างไรก็ตามเด็กระยะนี้ยังมีขีดจำกัดในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เนื่องจากลักษณะที่ยึดตัวเองเป็นศูนย์กลางสูง มีการรับรู้แบบมุ่งสู่ศูนย์กลาง ใส่ใจเฉพาะสภาวะที่ปรากฏ และยังไม่อาจคิดย้อนกลับได้

3. ขั้นการคิดแบบเหตุผลเชิงรูปธรรม (7–11 ปี) เด็กส่วนใหญ่ในขั้นนี้ จะอยู่ในระดับประถมศึกษาขึ้นไป ข้อจำกัดที่ปรากฏในขั้นก่อนการคิดแบบเหตุผลจะหมดไป ฉะนั้น เขาจึงสามารถเข้าใจสิ่งๆ เกี่ยวกับการอนุรักษ์ การจัดกลุ่มหรือแบ่งหมู่ การจัดเรียงลำดับของสิ่งของ เวลา

และอัตราเร่ง อย่างไรก็ตามความสามารถเข้าใจสิ่งกับดังกล่าวก็ยังคงจำกัดอยู่เฉพาะเรื่องที่เป็นรูปธรรมเท่านั้น

4. ขั้นตอนการคิดแบบเหตุผลเชิงนามธรรม (11 ปีขึ้นไป) ขั้นนี้เด็กจะมีความสามารถคิดแก้ปัญหาหรือสรุปเหตุผลอย่างเป็นระบบ สามารถสรุปเหตุผลนอกเหนือจากข้อมูลที่มีอยู่ สามารถเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลตามหลักตรรกศาสตร์ และสามารถคิดสมมติฐานหรือความเป็นไปได้ของเหตุการณ์ต่าง ๆ อย่างสมเหตุสมผล และสรุปกฎเกณฑ์จากการตรวจสอบสมมติฐานที่กำหนดขึ้นด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

นอกจากนี้เพียเจต์ ได้เสนอว่า การใช้ความคิดของวัยรุ่นจะใกล้เคียงกับผู้ใหญ่เมื่อเผชิญกับปัญหาวัยรุ่นหรือผู้ใหญ่จะแก้ปัญหา โดยการพิจารณาข้อมูลที่นำมาตั้งสมมติฐานจากข้อมูล แล้วทดลองเพื่อดูว่าสิ่งที่ตั้งสมมติฐานไว้จริงหรือไม่ จากนั้นจึงสรุปผลอีกครั้ง ซึ่งเป็นการใช้เหตุผลที่เรียกว่าการนิรนัยเชิงสมมติฐาน (Hypothesis – Deductive Reasoning) จากแนวคิดนี้แสดงให้เห็นว่าวัยรุ่นน่าจะเป็นวัยที่สมควรได้รับการฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณให้เพิ่มขึ้นอย่างเต็มศักยภาพ

2. ทฤษฎีโครงสร้างเซวาน์ปัญญาของกิลฟอร์ด Guilford

กิลฟอร์ด (Guilford, 1971: 89 -91) เชื่อว่าความสามารถทางสมองสามารถปรากฏได้ในลักษณะของการปฏิบัติงาน ตามเงื่อนไขที่กำหนดให้ ในลักษณะของความสามารถ ด้านต่าง ๆ ที่เรียกว่าองค์ประกอบ และสามารถประเมินความสามารถนี้ได้ด้วยแบบทดสอบที่เป็นมาตรฐาน กิลฟอร์ดได้เสนอโครงสร้างเซวาน์ปัญญา โดยอธิบายว่า ความสามารถทางสมองของมนุษย์ประกอบด้วยสามมิติ คือ 1) มิติด้านการคิด (Operations) หมายถึงกระบวนการปฏิบัติงานหรือวิธีการคิดแบบต่าง ๆ 2) มิติด้านเนื้อหาการคิด (Contents) หมายถึง สิ่งเร้ารูปแบบต่าง ๆ และ 3) มิติด้านผลการคิด (Products) หมายถึงผลของการปฏิบัติหรือการคิดของสมอง ทั้งสามมิติประกอบกันเข้าเป็นหน่วยจุลภาคจำนวน 150 หน่วย แต่ละหน่วยมี 3 มิติ กิลฟอร์ดได้อธิบายว่า เมื่อบุคคลพบกับปัญหาจากสิ่งแวดล้อม บุคคลจะทำความรู้จักกับสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างของปัญหาและสภาพที่ก่อให้เกิดปัญหา โดยการแปลงรูปให้เข้ากับที่มีอยู่ในส่วนของความจำซึ่งบางครั้งอาจมีการแก้ไขข้อมูลก่อน จากนั้นจะประเมินกลั่นกรองเพื่อแยกประเภทข้อมูลที่เกี่ยวข้อง และไม่เกี่ยวข้อง กับปัญหาและหาทางออกของปัญหา ซึ่งในปัญหาหนึ่ง ๆ อาจมีทางออกหลายทาง นอกจากนี้ กิลฟอร์ด ยังได้อธิบายรูปแบบของการคิดแก้ปัญหาโดยทั่ว ๆ ไปว่า เป็นกระบวนการของความสามารถทางสมองด้านการจำ (Memory) การรู้และเข้าใจ (Cognitive) การคิดแบบอเนกนัย (Divergent Thinking) การคิดแบบเอกนัย (Convergent Thinking) และการประเมินค่า (Evaluation) ความสามารถทั้ง 5 นี้ จะปฏิบัติร่วมกัน

3. ทฤษฎีองค์ประกอบทางสติปัญญาด้านความรู้ของบลูม (Bloom)

บลูม และคณะ (Bloom; et al., 1976: 99-101) มีความเชื่อว่าสมรรถภาพทางความคิดของคน แยกย่อยและเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก โดยอาศัยพฤติกรรมทางความคิดเป็นพื้นฐาน สมรรถภาพ ทางความคิดแสดงออกได้โดยพฤติกรรมที่เกิดขึ้นง่ายไปสู่พฤติกรรมที่มีความ

ซับซ้อนมากขึ้น และมีลักษณะที่รวมเอาพฤติกรรมตอนต้นไว้ด้วย ซึ่งแบ่งออกได้เป็นขั้นตอนตามลำดับดังนี้ คือ ความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า กล่าวคือ โดยทั่ว ๆ ไปแล้ว ปัญหาที่สามารถตอบได้โดยอาศัยความรู้ความจำ จะเป็นปัญหาที่ตอบได้ง่ายกว่าปัญหาที่ต้องอาศัยความเข้าใจ ในทำนองเดียวกันปัญหาที่อาศัยความเข้าใจจะเป็นปัญหาที่ตอบได้ง่ายกว่าปัญหาที่อาศัยการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ และที่ยากยิ่งไปกว่าการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ คือ ปัญหาที่ต้องใช้ความสามารถในการวิเคราะห์และสังเคราะห์ ส่วนการตัดสินใจประเมินคุณค่าของสิ่งใด สิ่งหนึ่งนับเป็นทักษะทางสติปัญญาที่ต้องอาศัยความสามารถขั้นสูงสุด โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ความรู้ (Knowledge) เป็นลำดับขั้นต่ำสุดขององค์ประกอบของ สติปัญญาด้านความรู้ ประกอบไปด้วยความสามารถในการระลึกและจำความรู้ นั้น ๆ ได้ การให้ความหมาย การจัดลำดับหมวดหมู่การบอกกฎเกณฑ์ หลักการ หรือทฤษฎีได้

2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการเข้าใจความหมาย และจุดประสงค์ของเนื้อหาความรู้ นั้น ๆ ความสามารถในการแปลความและการขยายความ

3. การนำไปประยุกต์ใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถในการจดจำของข้อมูลต่าง ๆ และนำความเข้าใจไปใช้ในสถานการณ์หรือเหตุการณ์ใหม่ ๆ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะเนื้อหาความรู้ใดความรู้หนึ่งออกเป็นส่วนประกอบย่อย ๆ และสามารถเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบย่อยทั้งหลายนั้น รวมถึงลักษณะการจัดเข้าเป็นระบบของส่วนประกอบต่าง ๆ เหล่านั้นด้วย

5. การสังเคราะห์ (Synthesis) หมายถึง ความสามารถในการรวบรวมส่วนประกอบย่อย ๆ ทั้งหลายให้รวมเข้าเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน ซึ่งต้องอาศัยความสามารถในการวิเคราะห์ รวบรวมและจัดระบบระเบียบของส่วนประกอบทั้งหลายให้อยู่ในรูปลักษณะที่เป็นที่เข้าใจชัดเจนขึ้นกว่าเดิม ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าการสังเคราะห์เป็นพฤติกรรมเกี่ยวพันและส่งเสริมต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยตรง

6. การประเมินค่า (Evaluation) หมายถึง ความสามารถในการตัดสินใจ ประเมินค่าความคิด ผลงานคำตอบหรือวิธีการต่าง ๆ ซึ่งต้องอาศัยความสามารถในการใช้ความรู้ ความเข้าใจ การนำความรู้ไปใช้ การวิเคราะห์ และการสังเคราะห์ ประสมประสานกัน เพื่อพัฒนา เกณฑ์ในการประเมินค่าสิ่งต่าง ๆ

จากการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่า บุคคลจะมีพัฒนาการทางการคิดอยู่ตลอดเวลาของการเจริญเติบโต และจะสามารถพัฒนาการคิดจนถึงขั้นสูงสุดได้ในช่วงอายุ 11 – 15 ปี โดยจะสามารถคิดหาเหตุผลในเชิงนามธรรมในทุกรูปแบบ ซึ่งการคิดหาเหตุผลเหล่านั้นเป็นองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั่นเอง ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณควรจะพัฒนาให้นักเรียนในวัย 11 – 15 ปี

ซึ่งส่วนใหญ่ อยู่ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งจะทำให้การสอนเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมี
 วิจารณ์ญาณมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

3.3 ความสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ

อรพรรณ ลือบุญธวัชชัย. (2543: 7- 8) กล่าวถึง ความสำคัญของการคิดอย่างมี
 วิจารณ์ญาณ ว่ามีความสำคัญสำหรับบุคคลทุกระดับทุกอาชีพ รวมถึงการดำเนินชีวิตประจำวัน ดังนี้

1. การคิดเป็นคุณสมบัติพิเศษของมนุษย์ที่มีสมอง มีปัญญา มนุษย์จึงต้องคิดอยู่
 ตลอดเวลา เพื่อพัฒนาสร้างสรรค์โลก สังคม ครอบครัวและตนเองเพื่อการดำรงชีวิตที่ดีขึ้น

2. การคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณนำไปสู่ความรู้ที่ดีขึ้น เราเพียงแต่รับรู้เมื่อเราได้ใช้
 ความคิดเราก็จะมีการรับรู้ที่ดีขึ้น ชัดเจนขึ้น เมื่อเราใช้การสังเกตเราก็จะเห็นข้อมูล เมื่อมีการคิด การ
 ตีความ การทำความเข้าใจข้อมูลและเหตุการณ์ด้วยการใช้สมองต่อไปเราก็จะเกิดความชัดเจนใน
 ประเด็นปัญหา

3. สามารถอธิบายได้ยืนยันได้ถูกต้องและเหมาะสม ความคิดอย่างมี
 วิจารณ์ญาณจะนำไปสู่การตัดสินใจอย่างมีประสิทธิภาพในการดำเนินชีวิตประจำวัน ในสังคมยุค
 ข้อมูลข่าวสารการตัดสินใจเชื่อหรือไม่ในข้อมูลเหตุการณ์ที่รับทราบ ตลอดจนการตัดสินใจในการ
 เลือกปฏิบัติ จำเป็น ต้องอาศัยการวิเคราะห์ วินิจฉัยและตีความข้อมูลอย่างถูกต้องเหมาะสม

ทิศนา แคมมณี (2545: 59 – 60) กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนการสอนให้
 ผู้เรียนมีความคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ ดังนี้

1. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตนอย่างมีหลักการ มีเหตุผลได้งานที่มี
 ประสิทธิภาพ

2. ช่วยให้ผู้เรียนประเมินงานโดยใช้เกณฑ์อย่างสมเหตุผล

3. ส่งเสริมให้รู้จักประเมินตนเองอย่างมีเหตุผลและมีทักษะในการตัดสินใจ

4. ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาอย่างมีความหมายและเป็นประโยชน์

5. ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา

6. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถกำหนดเป้าหมาย รวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์ ด้าน
 ความรู้ทฤษฎี หลักการ ตั้งข้อสันนิษฐาน ตีความหมายและลงข้อสรุป

7. ช่วยให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการใช้ภาษาและสื่อความหมาย

8. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถคิดอย่างชัดเจน คิดอย่างถูกต้อง คิดอย่างแจ่มแจ้ง คิด

อย่าง กว้างขวาง และคิดอย่างนุ่มลึก สมเหตุผล

9. ช่วยให้ผู้เรียนเป็นผู้มีปัญญา กอปรด้วยความรับผิดชอบ ความมีระเบียบวินัย
 ความมีเมตตาและเป็นผู้มีประโยชน์

10. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถอ่าน เขียน พูด ฟัง ได้ดีช่วยให้ผู้เรียนพัฒนา
 ความสามารถในการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างต่อเนื่องในสถานการณ์ที่โลกมีการเปลี่ยนแปลง

รัสเซล (คันทันนีย์ ฉัตรคุปต์. 2548: 50; อ้างอิงจาก Russell: 1991: 5) กล่าวถึงความสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณทำให้เรามีความสามารถที่จะควบคุมจัดการกับความคิดของตนได้และประโยชน์ที่เห็นง่าย ๆ คือ เมื่อเราสามารถจัดการกับความคิดของเราได้ก็เท่ากับว่าเราสามารถควบคุมการดำเนินชีวิตของเราได้เช่นกัน รวมทั้งเราอาจปรับปรุงแก้ไขชีวิตเราให้ดีขึ้นและเดินทางไปในทางที่ถูกต้อง การคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความสำคัญมาก เป็นทักษะที่ครูผู้สอนต้องฝึกให้เกิดแก่ผู้เรียนเพราะจะทำให้เด็ก มีความสามารถเลือกรับข้อมูลที่มีประโยชน์และรู้จักใช้เหตุผล

คันทันนีย์ ฉัตรคุปต์ (2548: 50) กล่าวถึงความสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า ความเจริญทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว มนุษย์จะต้องใช้ปัญญาในการติดตามข้อความรู้เหล่านั้นเพราะต้องคิดวิเคราะห์เพื่อประยุกต์ศาสตร์ต่างๆ ที่มีมาวิวัฒนาการมากขึ้นเพื่อนำไปใช้ได้ถูกต้องเหมาะสม จึงจำเป็นต้องใช้ข้อความคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งเป็นเครื่องมือสำคัญที่ใช้ในการเรียนรู้และช่วยดำเนินชีวิตอย่างมีคุณค่าในโลกปัจจุบัน ยุคข้อมูลข่าวสาร บุคคลที่มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณจะสามารถคิดวิเคราะห์ ได้อย่างมีหลักการ สามารถควบคุม จัดการและตรวจสอบความคิดตนเองได้ รวมทั้งสามารถตัดสินใจและแก้ปัญหาโดยการใช้เหตุผลอย่างถูกต้องเหมาะสม

จากการศึกษาความสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จึงสรุปประโยชน์ของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

1. ทำให้ผู้เรียนสามารถจัดการ ควบคุม และตรวจสอบกับความคิดของตน ให้ดำเนินไปในทางที่ถูกต้อง
2. ทำให้ผู้เรียนสามารถเลือกรับข้อมูลที่มีประโยชน์ และรู้จักใช้เหตุผล วิเคราะห์ วิวินิจฉัย และตีความข้อมูลได้ถูกต้องเหมาะสม
3. ทำให้ผู้เรียนสามารถตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.4 กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบด้วยกระบวนการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการคิด ตั้งแต่การเผชิญปัญหาจนถึงลงสรุป และประเมินเกี่ยวกับประเด็นปัญหา ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักการศึกษา นักจิตวิทยา และผู้เชี่ยวชาญด้านการคิด ซึ่งแต่ละท่านได้อธิบายไว้ดังนี้

เดคาร์อย (Decaroil. 1973: 67-69) ได้กล่าวว่า กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วย

1. การนิยาม เป็นการกำหนดปัญหา ทำความตกลงเกี่ยวกับความหมายของคำ และข้อความ และการกำหนดเกณฑ์

2. การแสวงหาสมมติฐาน การคิดถึงความสัมพันธ์เชิงเหตุผล หาทางเลือกและการพยากรณ์

3. การประมวลผลข่าวสาร เป็นการระบุข้อมูลที่จำเป็น รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง หาหลักฐาน และจัดระบบข้อมูล

4. การตีความข้อเท็จจริงและการสรุปอ้างอิงจากหลักฐาน การระบอคติ

5. การใช้เหตุผล โดยระบุเหตุและผล ความสัมพันธ์เชิงตรรกศาสตร์

6. การประเมินผล โดยอาศัยเกณฑ์ การกำหนดความสมเหตุสมผล

7. การประยุกต์ เป็นการทดสอบข้อสรุป การสรุปอ้างอิง การนำไปปฏิบัติ

นิตเลอร์ (ทิสนา แชมมณี. 2545 : 150 ; อ้างอิงจาก Kneeder. 1985: 87) ได้เสนอกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ดังนี้

1. การนิยามและทำความเข้าใจปัญหา ประกอบด้วย

1.1 การระบุเรื่องราวที่สำคัญหรือระบุปัญหา

1.2 การเปรียบเทียบความคล้ายคลึงและความแตกต่างของคน ความคิด วัตถุประสงค์ของหรือผลลัพธ์ตั้งแต่ 2 อย่างขึ้นไป

1.3 การตัดสินระหว่างข้อมูลที่ชัดเจนกับข้อมูลที่คลุมเครือ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง ข้อมูลที่จำเป็นกับไม่จำเป็น

1.4 การตั้งคำถามที่จะนำไปสู่ความเข้าใจที่ลึกซึ้งและชัดเจนเกี่ยวกับเรื่องราวหรือสถานการณ์

2. การพิจารณาตัดสินข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กับปัญหา ประกอบด้วย

2.1 การจำแนกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริง ความคิดเห็นและการตัดสินอย่างมีเหตุผล

2.2 การตัดสินว่าข้อความหรือสัญลักษณ์ที่กำหนดให้มีความสอดคล้องสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และสอดคล้องกับบริบททั้งหมดหรือไม่

2.3 การระบุสมมติฐานที่ไม่ได้กล่าวไว้ในการอ้างเหตุผล

2.4 การระบุความคิดที่คนยึดติด หรือความคิดดั้งเดิมเกี่ยวกับคน กลุ่มคน

2.5 การระบุความอคติ ปัจจัยด้านอารมณ์ การโฆษณา และการเข้าข้าง

ตนเอง

2.6 การระบุความคล้ายคลึงและความแตกต่างระหว่างระบบค่านิยมและอุดมการณ์ที่แตกต่างกัน

3. การแก้ปัญหา/ การลงข้อสรุป ประกอบด้วย

3.1 การระบุความเพียงพอของข้อมูล

3.2 การพยากรณ์ผลลัพธ์ที่อาจเป็นไปได้

โรเจอร์, ซีบรอว์ และรอนนิง (ทิสนา แชมมณี. 2545: 60-61; อ้างอิงจาก Roger, Sebraw and Ronning. 1995: 24-28) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบด้วยทักษะย่อย (subskills) 4 ประการ คือ

1. ความรู้ (knowledge)
2. การสรุปอ้างอิง (inference)
3. การประเมิน (evaluation)
4. การควบคุมการคิด (metacognition)

ควอลล์มอลซ์ (Quellmalz. 1985: 29) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดอย่างมี
 วิจารณญาณ ดังนี้

1. ระบุหรือกำหนดคำถาม วิเคราะห์ส่วนประกอบที่สำคัญ และนิยามคำสำคัญ
2. การตัดสินความน่าเชื่อถือของการสนับสนุน แหล่งข้อมูล และการสังเกต
3. การสรุปอ้างอิงโดยการนิรนัย การอุปนัย การตัดสินคุณค่า และการตัดสิน

ความเท็จ

4. ใช้เกณฑ์ตัดสินความพอเพียง

สเตอร์นเบิร์ก และบารอน (Sternberg & Baron. 1985: 40) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับ
 กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

1. การนิยามและทำความเข้าใจปัญหา
2. การตัดสินข้อมูล
3. การสรุปอ้างอิงและการแก้ปัญหากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

เพ็ญพิศุทธิ์ เนคมานุรักษ์ (2537. 28-33) ได้สรุป กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 ว่าประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. การระบุหรือทำความเข้าใจกับประเด็นปัญหา ข้ออ้าง (Claims) หรือข้อ
 โต้แย้ง ซึ่งต้องอาศัยความสามารถในการพิจารณาข้อมูลหรือสภาพการณ์ที่ปรากฏ การพิจารณา
 ความหมายของคำ หรือความชัดเจนของคำ

2. การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ซึ่งต้องอาศัยความสามารถในการรวบรวมโดย
 การสังเกตทางตรงและทางอ้อม การดึงข้อมูลจากประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ การสังเกตจะช่วยให้บุคคล
 รับรู้สิ่งเร้าเพื่อให้เกิดกระบวนการดูซึมเข้าสู่โครงสร้างและกระบวนการปรับตัวให้เข้าสู่โครงสร้าง
 เพื่อให้เกิดภาวะสมดุล

3. การพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูล และการระบุความเพียงพอของข้อมูล
 ซึ่งต้องอาศัยความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล การประเมินความถูกต้อง
 ของข้อมูล การประเมินความพอเพียงของข้อมูลทั้งในแง่ปริมาณและคุณภาพ

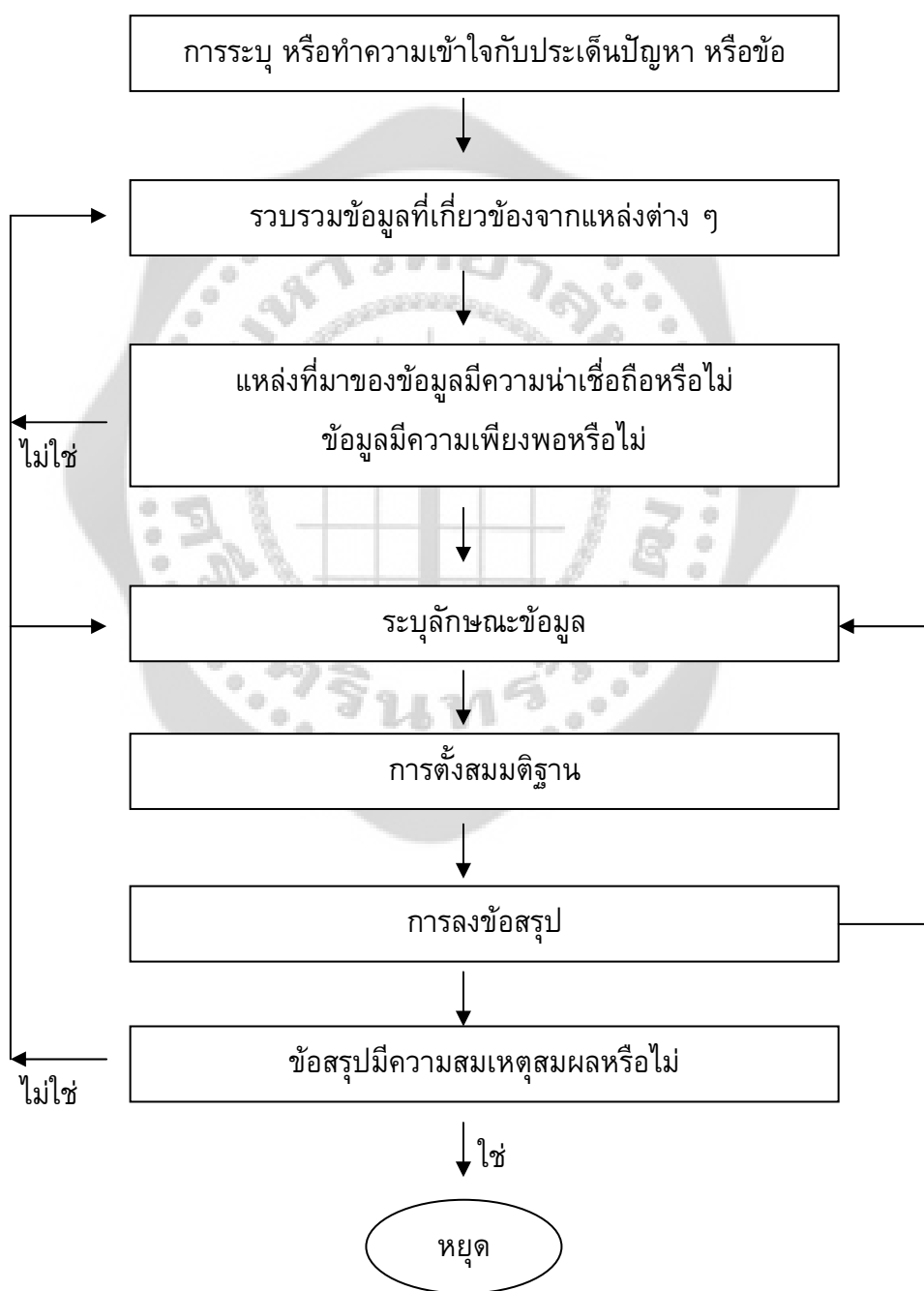
4. การระบุลักษณะของข้อมูล ซึ่งต้องอาศัยความสามารถแยกแยะความแตกต่าง
 ของข้อมูล การจัดลำดับความสำคัญของข้อมูล การตีความ การสังเคราะห์ การระบุข้อสันนิษฐาน
 เบื้องต้น การวิเคราะห์ การเปรียบเทียบ

5. การตั้งสมมติฐาน ซึ่งต้องอาศัยความสามารถในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างข้อมูลที่มีอยู่เพื่อระบุทางเลือกของปัญหา และความสามารถในการตั้งสมมติฐาน

6. การลงข้อสรุป ซึ่งต้องอาศัยความสามารถในการลงข้อสรุปโดยการใช้เหตุผลทั้งแบบอุปนัย และนิรนัย

7. การประเมินข้อสรุป ซึ่งต้องอาศัยความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินผล เพื่อพิจารณาว่าจะนำไปใช้ได้หรือไม่ และจะมีผลตามมาอย่างไร

ลักษณะของกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สามารถแสดงได้ดังภาพประกอบ 10



ภาพประกอบ 10 กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (เพ็ญพิศุทธิ์ เนคมานุรักษ์. 2537. 28-33)

มลิวัลย์ สมศักดิ์ (2540: 34-36) กล่าวว่า กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้น ประกอบ ด้วย การนิยามปัญหา การรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การตั้งสมมติฐาน การสรุปอ้างอิงโดยใช้หลักตรรกศาสตร์และการประเมินการสรุปอ้างอิง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การนิยามปัญหา หมายถึง การกำหนดปัญหาและการทำความเข้าใจของปัญหาโดยการพิจารณาข้อมูล เพื่อกำหนดปัญหาข้อโต้แย้งหรือข้อมูลที่คลุมเครือรวมทั้งการนิยามความหมายของคำและข้อความ การนิยามปัญหาเป็นกระบวนการที่เป็นจุดเริ่มต้นของการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการกระตุ้นให้บุคคลเริ่มต้นคิดเมื่อตระหนักว่ามีปัญหาหรือข้อโต้แย้ง หรือได้รับข้อมูลข่าวสารที่คลุมเครือจะพยายามหาคำตอบที่สมเหตุสมผลเพื่อทำความเข้าใจกับปัญหานั้น ปัญหา จึงเป็นสิ่งเร้าซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2. การรวบรวมข้อมูล หมายถึง การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา ข้อโต้แย้งหรือข้อมูลที่คลุมเครือจากแหล่งต่าง ๆ รวมทั้งการดึงข้อมูลหรือความรู้จากประสบการณ์เดิมที่มีอยู่มาใช้เมื่อบุคคลที่พบกับปัญหาหรือพบกับความสงสัย จะแสวงหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหานั้นจากแหล่งต่าง ๆ ให้มากที่สุด เพื่อครอบคลุมปัญหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาที่จำเป็นต้องใช้กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้น เป็นข้อมูลที่เป็นปัญหาข้อโต้แย้งหรือข้อมูลคลุมเครือ ดังนั้นวิธีการรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้แก่ การสังเกตทั้งการสังเกตด้วยตนเองและการรวบรวมข้อมูลจากการรายงานผลและการสังเกตของผู้อื่น

3. การจัดระบบข้อมูล หมายถึง การพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล พิจารณาความพอเพียงของข้อมูลและการจัดระบบข้อมูล ภายหลังจากได้รวบรวมข้อมูลจะต้องพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งที่มาของข้อมูล เพราะข้อมูลที่ได้อาจมาจากแหล่งที่ไม่น่าเชื่อถืออาจนำไปสู่การสรุปที่อาจผิดพลาดได้ ถ้าประเมินแล้วพบว่าข้อมูลที่มาจากแหล่งที่ขาดความน่าเชื่อถือก็จะตัดทิ้ง ส่วนข้อมูลที่มาจากแหล่งที่น่าเชื่อถือก็จะเก็บไว้ใช้ต่อไป ขณะเดียวกันจะต้องประเมินความถูกต้องและความเพียงพอของข้อมูลได้ว่าจะนำไปสู่การสรุปอ้างอิงได้หรือไม่ ในการสรุปอ้างอิงถ้าข้อมูลไม่เพียงพอจะต้องรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติม เมื่อรวบรวมข้อมูลมาจากแหล่งที่น่าเชื่อถือและข้อมูลถูกต้องเพียงพอแล้วจะต้องมีการจัดระบบข้อมูลที่รวบรวมได้โดยแยกแยะความแตกต่างของข้อมูลคือ จำแนกความแตกต่างระหว่างข้อมูลที่ชัดเจนกับข้อมูลที่คลุมเครือ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาการระบุ ข้อตกลงเบื้องต้น เพื่อนำมาจัดกลุ่มจัดลำดับความสำคัญของข้อมูล เพื่อใช้เป็นแนวทางในการตั้งสมมติฐาน

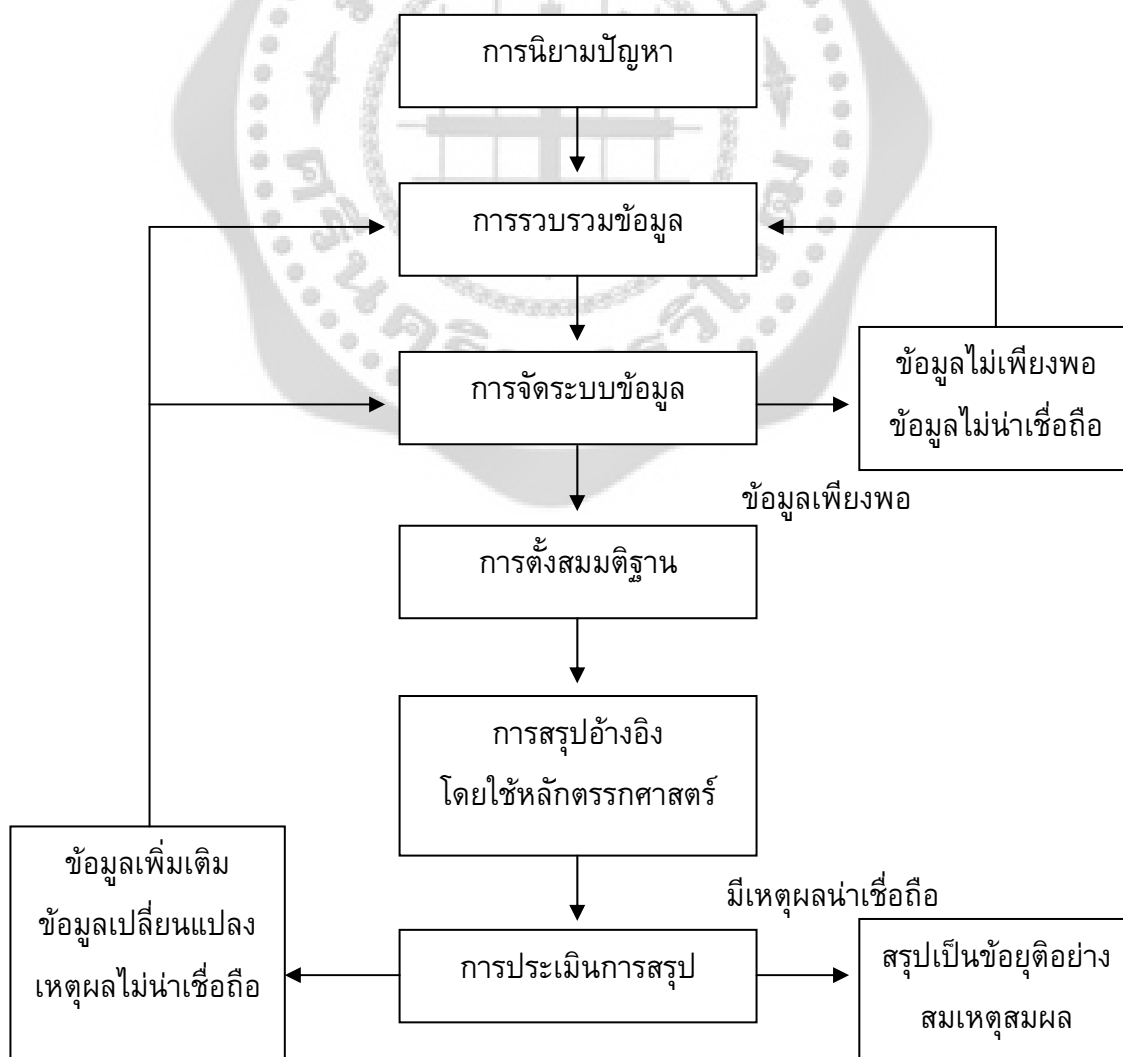
4. การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การพิจารณาแนวทางสรุปอ้างอิงของปัญหา ข้อโต้แย้งหรือข้อมูลที่คลุมเครือ โดยมีการนำข้อมูลที่มีการจัดระบบแล้วมาพิจารณาเชื่อมโยงหาความสัมพันธ์เพื่อกำหนดแนวทางการสรุปที่น่าจะเป็นไปได้ว่า จากข้อมูลที่ปรากฏสามารถเป็นไปได้ในทิศทางใดบ้างเพื่อที่จะได้พิจารณาเลือกแนวทางที่เป็นไปได้มากที่สุดหรือการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผลต่อไป

5. การสรุปอ้างอิงโดยใช้หลักตรรกศาสตร์หมายถึง การพิจารณาเลือกแนวทางที่สมเหตุสมผล ที่สุดจากข้อมูลและหลักฐานที่มีอยู่หลังจากกำหนดแนวทางเลือกที่อาจเป็นไปได้ก็

พยายามเลือกวิธีการหรือแนวทางที่เป็นไปได้มากที่สุดที่จะนำไปสู่การสรุปที่สมเหตุสมผล การใช้เหตุผลเป็นทักษะการคิดที่จำเป็นต่อการตัดสินใจสรุปปัญหา เป็นทักษะการคิดที่สำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพราะการคิดที่ดีนั้นขึ้นอยู่กับการใช้เหตุผลที่ดี ข้อสรุปที่ดีที่สุดจะต้องได้รับการสนับสนุนจากเหตุผลที่ดีด้วย (Norris and Ennis.1989) ดังนั้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณจึงจำเป็นต้องใช้เหตุผลที่ดีเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปเป็นข้อยุติอย่างสมเหตุสมผล และคุณลักษณะของการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความสัมพันธ์กับการใช้เหตุผลแบบตรรกศาสตร์ หรือใช้เหตุผลแบบอุปมาน และอนุมาน หรือการสรุปอ้างอิงโดยใช้หลักตรรกศาสตร์

6. การประเมินการสรุปอ้างอิง หมายถึง การประเมินความสมเหตุสมผลของการสรุปอ้างอิงหลังจากตัดสินใจสรุป โดยใช้หลักตรรกศาสตร์จะต้องประเมินข้อสรุปอ้างอิงว่าสมเหตุสมผลหรือไม่รวมทั้งพิจารณาว่า ข้อสรุปนั้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หรือไม่ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร ถ้าข้อมูลที่ได้รับมีการเปลี่ยนแปลงและ/หรือได้รับข้อมูลเพิ่มเติมต้องกลับไปรวบรวมข้อมูลที่มีอยู่อีกครั้ง เพื่อตั้งข้อสมมติฐานและสรุปอ้างอิงใหม่

กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีลำดับขั้นของการคิดตามรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังเสนอในภาพประกอบ 11



ภาพประกอบ 11 กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ทิตนา แคมมณี (2545: 152-153) ได้กล่าวถึง กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

1. สังเกต เน้นการให้ทำกิจกรรมรับรู้แบบปรนัยจนเกิดความเข้าใจ ได้ความคิดรวบยอดสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ และสรุปเป็นใจความสำคัญครบถ้วนตรงตามหลักฐานข้อมูล

2. อธิบาย ให้ผู้เรียนตอบคำถามแสดงความคิดเห็นเชิงเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย กับสิ่งที่กำหนด เน้นการให้เหตุผลด้วยหลักการ กฎเกณฑ์ หรือหลักฐานข้อมูลประกอบให้น่าเชื่อถือ

3. รับฟัง ให้ผู้เรียนได้ฟังความคิดเห็น ได้ตอบคำถามวิพากษ์วิจารณ์จากผู้อื่นที่มีต่อความคิดของตน เน้นการปรับเปลี่ยนความคิดเดิมของตนตามเหตุผล หรือข้อมูล โดยไม่ใช้อารมณ์หรือดีต่อแพ่งต่อความคิดเดิม

4. เชื่อมโยงความสัมพันธ์ ให้ผู้เรียนได้เปรียบเทียบความแตกต่าง และความคล้ายคลึงของสิ่งต่าง ๆ ให้สรุปจัดกลุ่มสิ่งที่เป็นพวกเดียวกัน เชื่อมโยงเหตุการณ์เชิงหาเหตุและผล หากกฎเกณฑ์การเชื่อมโยงในลักษณะอุปมาอุปไมย

5. วิจารณ์ จัดกิจกรรมให้วิเคราะห์เหตุการณ์ คำกล่าว แนวคิดหรือการกระทำ แล้วให้จำแนกหาจุดเด่น-จุดด้อย ส่วนดี-ส่วนเสีย ส่วนสำคัญ-ส่วนไม่สำคัญ ด้วยการยกเหตุผล หลักการมาประกอบการวิจารณ์

6. สรุป การจัดกิจกรรมให้พิจารณาส่วนประกอบของการกระทำ หรือข้อมูลต่าง ๆ ที่เชื่อมโยงเกี่ยวข้องกัน แล้วให้สรุปผลอย่างตรงและถูกต้องตามหลักฐานข้อมูล

นวลลออ ทินานนท์ (2545: 38) ได้สรุปกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณมี 7 ขั้นตอนดังนี้

1. การนิยาม เป็นการกำหนดปัญหาทำความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของคำ ข้อความ และการกำหนดกฎเกณฑ์

2. การแสวงหาสมมติฐาน เป็นการคิดถึงความสัมพันธ์เชิงเหตุผล หาทางเลือก และการพยากรณ์

3. การประมวลข่าวสารเป็นการระบุข้อมูลที่จำเป็นรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องหาหลักฐาน และเก็บระบบข้อมูล

4. การตีความข้อเท็จจริงและการสรุปอ้างอิงจากหลักฐาน

5. การใช้เหตุผลโดยระบุเหตุผลความสัมพันธ์เชิงตรรกศาสตร์

6. การประเมินผลโดยอาศัยความสัมพันธ์เชิงตรรกศาสตร์ การประยุกต์ใช้เป็นการสรุป อ้างอิงหรือนำไปปฏิบัติ

พิรุณ ศิริศักดิ์ (2547: 12-15) ได้สรุป กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

1. การระบุปัญหา เป็นความสามารถในการพิจารณาข้อคำถาม ข้อความ ข้ออ้าง ข้อโต้แย้ง หรือสถานการณ์ เพื่อทำความเข้าใจและสร้างความชัดเจนให้กับประเด็นปัญหา

2. การรวบรวมข้อมูล เป็นความสามารถในการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูล ทั้งจากการสังเกตหรือการรวบรวมข้อมูลที่มีอยู่แล้ว จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย เช่น เอกสาร ตำรา ห้องสมุด และอินเทอร์เน็ต รวมไปถึง การดึงข้อมูลจากประสบการณ์เดิมของบุคคล

3. การพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลและแหล่งข้อมูล เป็นความสามารถในการประเมินองค์ประกอบของข้อมูล และแหล่งข้อมูล ในด้านความเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาความถูกต้องเหมาะสม และความเพียงพอของข้อมูลและแหล่งข้อมูลทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ

4. ระบุลักษณะของข้อมูล เป็นความสามารถในการจำแนกความแตกต่างระหว่างข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงกับข้อมูลที่เป็นข้อคิดเห็น รวมไปถึงการจัดลำดับความสำคัญของข้อมูล และการพิจารณาข้อตกลงเบื้องต้นที่อยู่ในข้อมูล

5. การตั้งสมมติฐาน เป็นความสามารถในการคิดหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างข้อมูล เพื่อใช้ในการคาดคะเนคำตอบหรือระบุทางเลือกที่เป็นไปได้ เพื่อให้เกิดขอบเขตและแนวทางในการพิจารณาหาข้อสรุปหรือคำตอบของประเด็นปัญหา

6. การลงสรุป เป็นความสามารถในการใช้หลักตรรกศาสตร์เพื่อการแก้ปัญหาหรือการคิดหาเหตุผลของคำตอบ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

6.1 การสร้างข้อสรุปแบบนิรนัย เป็นวิธีการสร้างข้อสรุป โดยใช้หลักเหตุผลที่เริ่มต้นด้วยการกำหนดข้อความหลัก และนำไปสู่การถอดแบบไปเป็นข้อเสนอหรือข้อสรุปสำหรับสถานการณ์เฉพาะต่างๆ

6.2 การสร้างข้อความแบบอุปนัย เป็นวิธีการใช้เหตุผลที่เริ่มต้นด้วยการสังเกตความเป็นจริงจากปรากฏการณ์เฉพาะต่างๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงประจักษ์ แล้วจึงสรุปเป็นกฎเกณฑ์หรือข้อสรุปทั่วไป

7. การประเมินข้อสรุป เป็นความสามารถในการพิจารณาคำตอบหรือข้อสรุปเชิงพยากรณ์ความเป็นไปได้ หรือผลที่เกิดขึ้นตามมาอย่างน่าเชื่อถือ และสมเหตุสมผล

จากการศึกษากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักการศึกษา ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะประยุกต์กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณของเพ็ญพิศุทธิ์ เนคนานุรักษ์ บูรณาการเข้ากับกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของโพลยา ดังนี้

ขั้นที่	กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา	กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
1	ทำความเข้าใจปัญหา	- การระบุ หรือทำความเข้าใจกับประเด็นปัญหา ข้ออ้าง หรือข้อโต้แย้ง
2	วางแผนการแก้ปัญหา	- การรวบรวมข้อมูลและพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูล ระบุความเพียงพอของข้อมูล - ระบุลักษณะของข้อมูล จัดลำดับความสำคัญของข้อมูล
3	ดำเนินการตามแผน	- ตั้งสมมติฐาน
4	ตรวจสอบผล	- การลงข้อสรุป - การประเมินข้อสรุป

3.5 องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้หลากหลาย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแนวคิดและความเชื่อพื้นฐานของนักการศึกษาแต่ละท่าน วัตสัน และเกรเซอร์ (Watson & Glaser, 1964: 150) ได้อธิบายการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่าเป็นลักษณะของกระบวนการคิดที่มีองค์ประกอบดังนี้

1. ทศนคติ (Attitudes) หมายถึง ความสนใจในการแสวงหาความรู้ ตลอดจนนิสัยในการค้นหาหลักฐานมาสนับสนุนที่อ้างว่าเป็นจริง
2. ความรู้ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถในการลงข้อสรุปด้วยหลักการและเหตุผล

3. ทักษะ (Skill) หมายถึง ความสามารถที่จะนำทั้งทัศนคติและความรู้ไปประยุกต์ใช้พิจารณาตัดสินปัญหา สถานการณ์ ข้อความ หรือข้อสรุปต่างๆ ได้

เอนนิส (ทิตนา แชมมณี, 2545: 55-56; อ้างอิงจาก Ennis, 1985: 42-75) ได้กล่าวถึง การคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ว่า เป็นการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างมีเหตุผล ที่มุ่งเพื่อการตัดสินใจว่าสิ่งใดควรเชื่อหรือสิ่งใดควรทำ อันจะช่วยการตัดสินใจในสภาพการณ์ต่าง ๆ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วย

1. ลักษณะของผู้ที่มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณ

- 1.1 เป็นผู้ใจกว้าง คือ ยอมรับฟังและพิจารณาความคิดเห็นของผู้อื่น ไม่ยึดมั่นถือมั่นความคิดของตนเองเป็นหลัก และตัดสินใจด้วยข้อมูลประกอบเพียงพอ

- 1.2 มีความไวต่อความรู้สึกของผู้อื่น เข้าใจผู้อื่น
- 1.3 เปลี่ยนความคิดเห็นที่ตนมีอยู่ได้ ถ้ามข้อมูลที่มีเหตุผลมากกว่า
- 1.4 กระตือรือร้นในการค้นหาข้อมูลและความรู้
- 1.5 เป็นผู้ที่มีเหตุผล

2. ทักษะความสามารถคิดอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบด้วย 12 ทักษะ

ดังต่อไปนี้

- 2.1 สามารถกำหนดหรือระบุประเด็นคำถามหรือปัญหา
- 2.2 สามารถคิดวิเคราะห์ข้อโต้แย้ง
- 2.3 สามารถถามด้วยคำถามที่ทำทหายและตอบคำถามได้อย่างชัดเจน
- 2.4 สามารถพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล
- 2.5 สามารถสังเกตและตัดสินผลข้อมูลที่ได้จากการสังเกตด้วยตนเอง
- 2.6 สามารถนิรนัยและตัดสินผลการนิรนัย คือสามารถนำหลักการใหญ่ไปแตกเป็นหลักย่อยๆ ได้ หรือนำหลักการไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ได้
- 2.7 สามารถอุปนัยและตัดสินผลการอุปนัย คือ ในการสรุปอ้างอิงไปยังกลุ่มประชากรนั้น กลุ่มตัวอย่างต้องเป็นตัวแทนของประชากรและก่อนที่จะมีการอุปนัยนั้น ต้องมีการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างถูกต้องตามแผนที่กำหนดและมีข้อมูลเพียงพอต่อการสรุปแบบอุปนัย
- 2.8 สามารถตัดสินคุณค่าได้
- 2.9 สามารถให้ความหมายคำต่างๆ และตัดสินความหมาย
- 2.10 สามารถระบุข้อสันนิษฐานได้
- 2.11 สามารถตัดสินเพื่อนำไปปฏิบัติได้
- 2.12 การปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น

ดังนั้นโดยสรุปแล้ว ทักษะความสามารถคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทั้ง 12 ทักษะ เมื่อพิจารณาแล้วสามารถจำแนกออกเป็น 4 ประการ ดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลมีความชัดเจน(Clarity)
2. ข้อมูลและความรู้จากแหล่งต่างๆ มีความสมเหตุสมผลเป็นที่ยอมรับ(Basic)
3. ในการสรุปอ้างอิง (Inference) นั้น กระบวนการสรุปที่ใช้ คือ
 - 1) นิรนัย
 - 2) อุปนัย

ซึ่งในการสรุปต้องคำนึงถึงการตัดสินคุณค่า (Value Judgment) ด้วยการปฏิสัมพันธ์อย่างมีประสิทธิภาพ

พอล (ทิสนา แชมมณี. 2545: 58-59; อ้างอิงจาก Paul. 1993: 128-165) ได้กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหา (problem solving) คือ การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นเครื่องมือสำคัญในการแก้ปัญหา (Critical thinking is a major tool in problem

solving) และการแก้ปัญหาส่วนใหญ่ต้องใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (The problem solving is a major use of critical thinking)

การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งองค์ประกอบของการคิดอย่างมีเหตุผลนั้นมี 7 ประการ คือ

1. จุดหมาย คือ เป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ของการคิด
2. ประเด็นคำถาม คือ ปัญหาหรือคำถามที่ต้องการรู้
3. สารสนเทศ คือ ข้อมูล ข้อความรู้ต่าง ๆ เพื่อใช้ประกอบการคิด
4. ข้อมูลเชิงประจักษ์ คือ ข้อมูลที่ได้มานั้นต้องมีความน่าเชื่อถือ ความชัดเจน ถูกต้อง และมีความเพียงพอต่อการใช้เป็นพื้นฐานของการคิด
5. แนวคิดอย่างมีเหตุผล คือ แนวคิดทั้งหลายที่มีอาจรวมถึง กฎ ทฤษฎี

หลักการ

6. ข้อสันนิษฐาน
7. การนำไปใช้และผลที่ตามมา

เพ็ญพิศุทธิ์ เนคมานุรักษ์ (2537: 41-42) ได้อธิบายองค์ประกอบของความคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ดังนี้

1. การนิยามปัญหา ประกอบด้วย การกำหนดปัญหา การทำความเข้าใจกับปัญหา และการตระหนักถึงความมีอยู่ของปัญหา
2. การเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบของปัญหา ประกอบด้วย การพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล การหาหลักฐาน การตัดสินใจระหว่างข้อมูลที่ชัดเจนกับข้อมูลที่คลุมเครือ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง ข้อมูลที่จำเป็นกับไม่จำเป็น การพิจารณาความพอเพียงของข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การระบุข้อสันนิษฐาน รวมไปถึงการตีความข้อเท็จจริงและการสรุปอ้างอิง
3. การกำหนดข้อสมมติฐาน เป็นการคำนึงถึงความสัมพันธ์เชิงเหตุผล และเลือกสมมติฐานที่เป็นไปได้มากที่สุด
4. การลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล โดยใช้หลักตรรกศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล และการพิจารณาตัดสินความสมเหตุสมผลของการคิดหาเหตุผลทั้งด้านการอุปมานและการอนุมาน
5. การประเมินผลโดยอาศัยเกณฑ์การประยุกต์ใช้เป็นการพยากรณ์ผลลัพธ์ที่อาจเป็นไปได้ หรือการทำนายสิ่งที่เกิดขึ้นตามมาอย่างน่าเชื่อถือ
6. การประยุกต์ เป็นการทดสอบข้อสรุป การนำไปปฏิบัติ

ศิริกาญจน์ โกสุมภ์ (2544: 59) ได้สรุปองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ดังนี้

1. จุดมุ่งหมาย คือ เป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ทางการคิด คือ คิดเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหา หรือคิดเพื่อหาความรู้

2. ประเด็นปัญหา คือ ปัญหาหรือคำถามที่ต้องการรู้ คือ ผู้คิดสามารถระบุคำถามของปัญหาต่าง ๆ รวมทั้งระบุปัญหาสำคัญที่ต้องการแก้ไข หรือคำถามสำคัญที่ต้องการรู้
3. สารสนเทศ คือ ข้อมูลความรู้ต่าง ๆ เพื่อใช้ประกอบการคิด ข้อมูลต่าง ๆ ที่สมควรมีความกว้างลึกชัดเจน ยืดหยุ่นได้ และมีความถูกต้อง
4. ข้อมูลเชิงประจักษ์ คือ ข้อมูลที่ได้มานั้นต้องเชื่อถือได้ มีความชัดเจน ถูกต้อง และมีความเพียงพอต่อการใช้เป็นพื้นฐานของการคิดอย่างมีเหตุผล
5. แนวคิดอย่างมีเหตุผล คือ แนวคิดทั้งหลายที่มีอาจรวมถึง กฎ ทฤษฎี หลักการ ซึ่งแนวคิดดังกล่าวมีความจำเป็นสำหรับการคิดอย่างมีเหตุผล และแนวคิดที่ได้มานั้นต้องมีความเกี่ยวข้องกับปัญหา หรือคำถามที่ต้องการคำตอบ และต้องเป็นแนวคิดที่ถูกต้อง
6. ข้อสันนิษฐาน เป็นองค์ประกอบสำคัญของทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล เพราะผู้คิดต้องมีความสามารถในการตั้งสมมติฐานให้มีความชัดเจน สามารถตัดสินใจได้ เพื่อประโยชน์ในการหาข้อมูลการนำไปใช้และผลที่ตามมา ผู้คิดต้องคำนึงถึงผลกระทบ คือ ต้องมีความสามารถคิดไกล คือ มองถึงผลที่ตามมา รวมถึงการนำไปใช้ได้เพียงใด หรือไม่

จากการศึกษาองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วย

1. ความสามารถในการนิยามปัญหา เป็นความสามารถในการวิเคราะห์ข้อความหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ระบุเงื่อนไขต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับสถานการณ์ การทำความเข้าใจกับปัญหา
2. ความสามารถในการเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือ ความเพียงพอของข้อมูล รวมทั้งการเลือกข้อมูลที่สำคัญและไม่สำคัญในการแก้ปัญหา การจัดระบบข้อมูล และการตีความข้อเท็จจริงและการสรุปอ้างอิง
3. ความสามารถในการตระหนักในข้อตกลงเบื้องต้น แยกแยะได้ว่าข้อตกลงเบื้องต้นของปัญหานั้นคืออะไร
4. ความสามารถในการกำหนดสมมติฐาน เป็นการตัดสินใจเพื่อเลือกสมมติฐานที่เป็นไปได้มากที่สุด
5. ความสามารถในการหาข้อสรุป เป็นความสามารถในการใช้หลักตรรกศาสตร์เพื่อการแก้ปัญหา และความสมเหตุสมผลของคำตอบ
6. ความสามารถในการประเมินข้อสรุป เป็นความสามารถในการพิจารณาว่าคำตอบหรือข้อสรุปนั้นน่าเชื่อถือหรือไม่ และความเป็นไปได้สามารถนำไปประยุกต์ใช้

3.6 ลักษณะของบุคคลที่มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ลักษณะของบุคคลที่มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการคิดที่มีระบบของการคิดอย่างมีเหตุผล ที่สามารถนำไปสู่ความชัดเจนของปัญหา ซึ่งการแสดงออกถึงพฤติกรรมของบุคคลที่มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้น มีนักการศึกษากล่าวไว้ดังนี้

ฮัตจินส์ (Hudgins, 1977: 173-206) ได้อธิบายลักษณะของบุคคลที่มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณ ไว้ดังนี้

1. เป็นบุคคลที่มีความเข้าใจถึงองค์ประกอบที่สำคัญของข้อโต้แย้ง อธิบายว่าความคิดอย่างมีวิจารณญาณไม่เกิดขึ้น ถ้าไม่ตระหนักหรือเข้าใจสิ่งที่เป็นข้อโต้แย้ง ดังนั้นจึงต้องมีข้อมูลเพียงพอในการพิจารณาความเป็นจริงของข้อโต้แย้ง หรือทำนายผลที่เกิดขึ้น

2. สามารถแสวงหาหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อโต้แย้ง หรือข้อสรุปได้ ลักษณะนี้มีความสำคัญมากต่อการตัดสินใจในเรื่องราวต่างๆ มีเหตุผลที่สามารถตรวจสอบหลักฐานตามวิธีการต่อไปนี้

2.1 พิจารณาจากข้อเท็จจริง จากข้อมูลที่สังเกตได้หรือข้อมูลอื่น ๆ

2.2 พิจารณาถึงความคลาดเคลื่อนของหลักฐานที่นำมาประกอบการลงข้อสรุป เช่น ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจเชื่อถือไม่ได้ รายงานที่ขาดหลักฐานไม่น่าเชื่อถือ เป็นต้น

3. เป็นบุคคลที่สามารถชั่งน้ำหนัก หรือประเมินหลักฐานที่นำมาใช้ก่อนมีการลงข้อสรุปจนกว่าจะมีหลักฐานที่เพียงพอ

4. เป็นบุคคลที่สนใจบันทึก และเอาใจใส่ต่อสิ่งที่ไม่ได้กล่าวในข้อโต้แย้งหรือข้อสรุป เพื่อใช้ตรวจสอบข้อตกลง และตีความสิ่งที่ยังคลุมเครือ หรือการสรุปลักษณะต่างๆ ซึ่งอาจจะไม่ได้กล่าวชัดเจนในข้อตกลง

เอนนิส (Ennis, 1991: 158-180) กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ในลักษณะที่แสดงออกด้านความสามารถ ดังนี้

1. ด้านลักษณะที่แสดงออก

1.1 พุด เขียนหรือการสื่อความเข้าใจโดยมีความหมายชัดเจน

1.2 กำหนดประเด็นปัญหาที่แน่นอน

1.3 พิจารณาสถานการณ์รวมทั้งหมด

1.4 แสวงหาเหตุผลและใช้เหตุผล

1.5 เป็นผู้มีความทันสมัยอยู่เสมอ

1.6 มองหาทางเลือกหลายๆ ทาง

1.7 แสวงหาความถูกต้องแม่นยำ

1.8 ตระหนักถึงความเชื่อพื้นฐานของตนเอง

1.9 เปิดใจกว้างพิจารณาทัศนคติอื่นๆ นอกเหนือจากแนวคิดของตนเอง

- 1.10 ไม่ด่วนตัดสินใจกรณีพื้นฐานและเหตุผลไม่เพียงพอ
- 1.11 ยืนยันจุดยืนหรือเปลี่ยนจุดยืนเมื่อมีหลักฐานและเหตุผลเพียงพอ
- 1.12 ใช้การคิดวิจารณ์ญาณของตนเอง
2. ด้านความสามารถ
 - 2.1 บอกได้ชัดเจนว่าประเด็นนั้นเป็นการอ้างเหตุผลของปัญหาหรือข้อสรุป
 - 2.2 วิเคราะห์การให้เหตุผลได้
 - 2.3 ถามหรือตอบคำถามที่เกี่ยวกับความชัดเจนและความถูกต้องตาม

กฎหมาย

- 2.4 ให้คำนิยามหรือแนวคิดที่มีความหมายกำกวม
- 2.5 ชี้ให้เห็นความคิดที่ซ่อนอยู่เบื้องหลังที่ไม่อาจจะแสดงให้เห็นชัดเจนได้
- 2.6 วินิจฉัยความน่าเชื่อถือของที่มาของแนวคิดและเหตุผลต่างๆ ที่ได้
- 2.7 สังเกตและวินิจฉัยรายงานการสังเกตได้
- 2.8 ตัดสินใจโดยการใช้กฎต่าง ๆ ได้ผลและประเมินการวินิจฉัยนั้นได้ด้วย
- 2.9 คิดด้วยเหตุผลจากข้อมูลที่มีอยู่แล้วสรุปเป็นกฎเกณฑ์ และประเมินค่ากระบวนการคิดหาเหตุผลที่นำไปสู่ข้อสรุปได้
- 2.10 วินิจฉัยตัดสินคำนิยามต่าง ๆ และประเมินการวินิจฉัยตัดสินคุณค่าของคำนิยามนั้นได้
- 2.11 พิจารณาและให้เหตุผลโดยอาศัยหลักฐาน เหตุผลข้อสันนิษฐานแนวคิดที่เป็นจุดยืนของข้อความที่ตนเองไม่เห็นด้วยหรือยังมีข้อสงสัย
- 2.12 ผสมผสานความสามารถและพฤติกรรมอื่น ๆ ในการตัดสินใจและการเสนอผลการตัดสินใจให้เป็นที่ยอมรับ
- 2.13 ดำเนินตามระเบียบแบบแผนที่เหมาะสมกับสถานการณ์เช่นทำตามขั้นตอนต่างๆ ของการแก้ปัญหา สังเกตการณ์คิดของตนเองและใช้เกณฑ์ที่เหมาะสมในการคิด
- 2.14 ไวต่อความรู้สึก ระดับความรู้ และความเป็นผู้รู้ของบุคคลอื่น ใช้วิธีพูดที่เหมาะสมในการอภิปรายและเสนอความคิดเห็น
- 2.15 ใช้หรือมีปฏิกริยาต่อแนวความคิดหรือความเชื่อที่ผิดๆ ด้วยกริยาที่เหมาะสม

เพ็ญพิศุทธิ์ เนคมานุรักษ์ (2537: 43-44) ได้สรุปลักษณะของบุคคลที่มีการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ ดังนี้

1. ตระหนักถึงความสำคัญของการระบุหรือกำหนดความหมายของคำที่ชัดเจน
2. ระบุ หรือกำหนดประเด็นปัญหาที่ชัดเจนได้
3. สังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ ด้วยความเป็นปรนัย
4. วินิจฉัยตัดสินการรายงาน การสังเกตได้
5. เลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและรู้จักหาข้อมูลที่ถูกต้องชัดเจน

6. เห็นความสำคัญของความรู้ที่เชื่อถือได้ ไม่ใช้การเดาในการหาข้อเท็จจริง
7. แสดงถึงข้อจำกัดของข้อมูลได้
8. จำแนกความแตกต่างและประเภทของข้อมูลได้
9. ชี้ให้เห็นแนวคิดที่ซ่อนอยู่เบื้องหลังข้อตกลงเบื้องต้นที่ปรากฏอยู่ได้
10. ให้ความสำคัญกับการตั้งสมมติฐานในการแก้ปัญหา
11. มองหาทางเลือกหลาย ๆ ทาง
12. มีความรู้ทันสมัย ใจกว้าง และแสวงหาเหตุผลอยู่เสมอ
13. ตัดสินใจลงข้อสรุปเมื่อมีเหตุผลเพียงพอ
14. มีความสามารถในการใช้เหตุผล และใช้คำถามในการอธิบายได้
15. มีความสามารถในการสังเกต ควบคุม และแก้ไขกระบวนการคิดของตนเอง
16. ยืนยันข้อสรุป เมื่อมีหลักฐานและเหตุผลเพียงพอ
17. พิจารณาข้อสรุปใหม่ เมื่อมีหลักฐานหรือเหตุผลเพิ่มเติม

มลิวัลย์ สมศักดิ์ (2540: 41-42) กล่าวถึงพฤติกรรมของบุคคลที่มีการคิดอย่างมี
 วิจารณ์ญาณดังนี้

1. เข้าใจความหมายของข้อความ
2. พิจารณาและตัดสินให้เหตุผลนั้นว่ามีความคลุมเครือหรือไม่
3. พิจารณาและตัดสินข้อความว่าขัดแย้งกันและกันหรือไม่
4. พิจารณาและตัดสินข้อความว่าสรุปตามข้อมูลที่สนับสนุนหรือไม่
5. พิจารณาและตัดสินข้อความว่าเป็นลักษณะเฉพาะหรือไม่
6. พิจารณาและตัดสินข้อความว่ามีการนำหลักการไปประยุกต์ใช้หรือไม่
7. พิจารณาและตัดสินข้อความที่ได้จากการสังเกตว่าเชื่อถือได้หรือไม่
8. พิจารณาและตัดสินว่ามีเหตุผลเพียงพอที่จะสรุปแบบอุปนัยได้หรือไม่
9. พิจารณาและตัดสินว่ากำหนดปัญหาแล้วหรือไม่
10. พิจารณาข้อความว่าเป็นข้อตกลงเบื้องต้นหรือไม่
11. พิจารณาความพอเพียงของนิยาม
12. พิจารณาข้อความที่กระทำโดยผู้เชี่ยวชาญว่าเป็นที่ยอมรับหรือไม่

กรมวิชาการ (2544ข: 72) ได้กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีการคิดอย่างมี
 วิจารณ์ญาณ ดังนี้

1. ด้านการระบุประเด็นสำคัญ มีการแสดงออก ดังนี้
 - 1.1 ตระหนักถึงความสำคัญของการระบุหรือกำหนดความหมายของคำที่
 - 1.2 ระบุหรือกำหนดประเด็นปัญหาที่ชัดเจนได้

ชัดเจน

- ชัดเจนมากขึ้น
2. ด้านการรวบรวมข้อมูล มีการแสดงออก ดังนี้
 - 2.1 สังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ ด้วยความเป็นปรนัย
 - 2.2 วินิจฉัยตัดสินการรายงานการสังเกตได้
 - 2.3 เลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและรู้จักหาข้อมูลที่ถูกต้อง
 3. ด้านการพิจารณาความน่าเชื่อถือ มีการแสดงออก ดังนี้
 - 3.1 เห็นความสำคัญของความรู้ที่เชื่อถือได้ ไม่ใช่การเดาในการหาข้อเท็จจริง
 - 3.2 แสดงถึงข้อจำกัดของข้อมูลที่ได้
 4. ด้านการแยกแยะความแตกต่างของข้อมูล มีการแสดงออกดังนี้
 - 4.1 ประเภทของข้อมูลที่ได้
 - 4.2 ชี้ให้เห็นแนวคิดที่ซ่อนอยู่เบื้องหลัง ข้อตกลงที่ปรากฏอยู่ได้
 5. ด้านการตั้งสมมติฐาน มีการแสดงออกดังนี้
 - 5.1 ให้ความสำคัญกับการตั้งสมมติฐานในการแก้ปัญหา
 - 5.2 มองหาทางเลือกหลาย ๆ ทาง
 6. ด้านการลงข้อสรุป โดยการใช้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัย มีการแสดงออก ดังนี้
 - 6.1 มีความรู้ทันสมัย ใจกว้างและแสวงหาเหตุผลอยู่เสมอ
 - 6.2 ตัดสินใจสรุปเมื่อมีเหตุผลพอเพียง
 - 6.3 สรุปจากข้อมูลที่ให้ไว้ได้อย่างถูกต้อง สมเหตุสมผล
 - 6.4 มีความสามารถในการใช้เหตุผล และใช้คำถามที่เป็นการอธิบายได้
 - 6.5 มีความสามารถในการสังเกตควบคุม และแก้ไขกระบวนการคิดของตน
 - 6.6 สามารถคิดอย่างมีเหตุผลจากข้อมูลที่มีอยู่แล้ว สรุปเป็นประโยค ประเด็น หรือกฎเกณฑ์ได้
 7. ด้านการประเมินผล มีการแสดงออกดังนี้
 - 7.1 ยืนยันข้อสรุป เมื่อมีหลักฐานและเหตุผลพอเพียง
 - 7.2 พิจารณาข้อสรุปใหม่ เมื่อมีหลักฐานหรือเหตุผลเพิ่มเติม
- ตันสนีย์ ฉัตรคุปต์ (2548: 38-41) ได้กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่คิดอย่างมี
 วิจารณ์ญาณโดยสรุปจากแนวคิดของนักการศึกษา เวด (Wede), ไบเออร์ (Biyer), เฟอเร็ท (Ferrett)
 ดังนี้

ตาราง 4 ลักษณะของบุคคลที่คิดอย่างมีวิจารณญาณ

ลักษณะของบุคคลที่มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ		
เวด (Wede: 1995)	ไบเออร์ (Biyer: 1995)	เฟอร์เรท (Ferrett: 1997)
1. คิดตั้งคำถาม	1. คิดตั้งคำถาม	1. คิดตั้งคำถาม 2. มีความสนใจใฝ่รู้ต้องการ ค้นหาคำตอบใหม่ๆ 3. ตอบคำถามได้ตรงประเด็น
2. ทำให้คำถามมีความ ชัดเจน		
3. ตรวจสอบหาข้อมูล		4. ตรวจสอบหาข้อมูล
4. วิเคราะห์ข้อสันนิษฐาน และความลำเอียงที่อาจมี ขึ้น	2. วิเคราะห์ข้อสันนิษฐาน	5. วิเคราะห์ข้อมูล ข้อ สันนิษฐาน ความเห็นต่างๆ และหาข้อพิสูจน์
5. หลีกเลี่ยงที่จะใช้อารมณ์ มาเป็นตัวตัดสิน	3. ให้เหตุผล สามารถหา ข้อยุติจากข้อเสนอหรือ หลักฐานที่มีอยู่หลากหลาย	6. ใช้เหตุผลจากข้อมูลที่เป็น จริง หรือจากข้อเท็จจริงต่างๆ
6. หลีกเลี่ยงการคิดแบบ ตื้น ๆ ง่าย ๆ เกินไป		
7. พิจารณาถึงการตีความ ที่อาจเป็นไปได้หลายทาง	4. รู้จักใช้มุมมองต่าง ๆ กันในการตีความเพื่อให้ เข้าใจได้ดีขึ้น	
8. ยอมรับว่าอาจมีภาวะ กำกวมไม่ตรงไปตรงมา เกิดขึ้นได้		

ตาราง 4 (ต่อ)

ลักษณะของบุคคลที่มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ		
เวด (Wede: 1995)	ไบเออร์ (Biyer: 1995)	เฟอร์เรท (Ferrett: 1997)
9. ตระหนักรู้เกี่ยวกับ ความคิดของตนรู้ว่าคิด อะไรอยู่	5. ใจกว้างยอมรับฟัง ความคิดของผู้อื่นเคารพ ต่อเหตุผล ยอมเปลี่ยน จุดยืน เมื่อมีเหตุผลที่ดี	7. ตรวจสอบความของตนเอง 8. รับฟังความเห็นผู้อื่น ยอมรับว่าตัวเองยังมีความรู้ ความเข้าใจไม่มากพอ เปลี่ยน ความคิดได้
	6. แยกแยะหาข้อสรุป หรือ ข้อตัดสินใจตั้งอยู่บนหลัก ความจริงที่เชื่อถือได้ มี ความแม่นยำ สามารถ ถกเถียงอย่างสร้างสรรค์	9. ประเมินข้อถกเถียงได้ ตัดสินใจเรื่องราวจากการ รวบรวมข้อเท็จจริงทั้งหมด

ที่มา: ศันสนีย์ นัตรคุปต์. (2548: 39). ฝึกสมองให้คิดอย่างมีวิจารณญาณ.

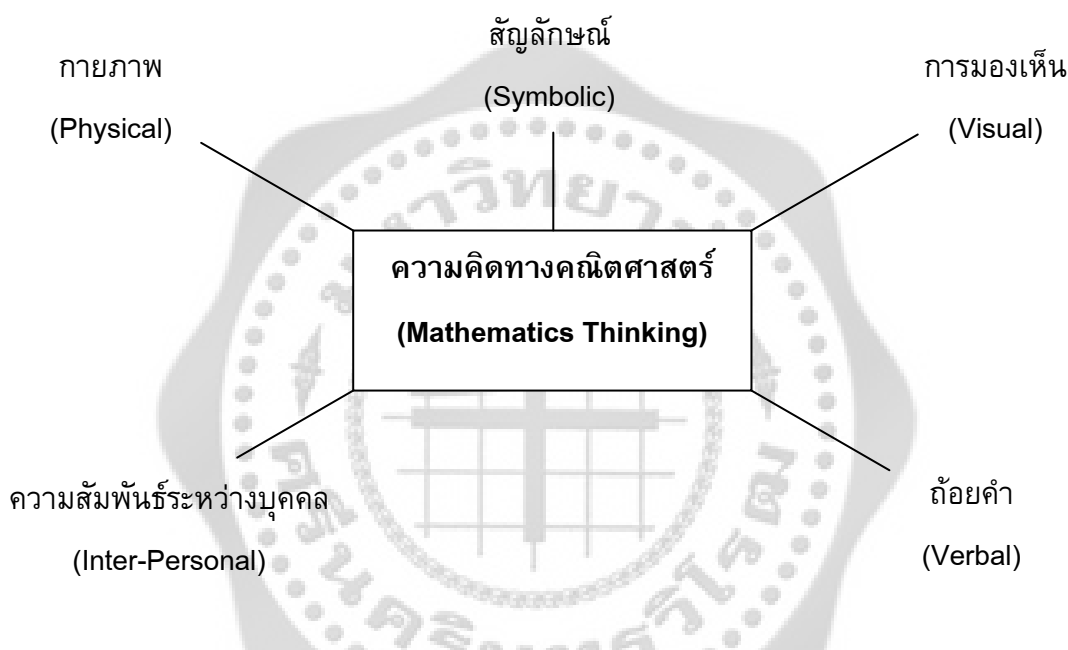
จากนักการศึกษาหลายท่านสรุปได้ว่า ลักษณะของผู้ที่มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีดังนี้

1. นิยามปัญหาได้ชัดเจน
2. เลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม
3. ระบุข้อตกลงเบื้องต้นและ ลักษณะของข้อมูล สามารถจำแนกแยกแยะข้อมูล
เปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูล
4. ตั้งสมมติฐาน กำหนดขอบเขตแนวทางการตั้งข้อสรุป และระบุสมมติฐานที่เป็นไปได้มากที่สุด

5. หาข้อสรุปของปัญหาโดยใช้หลักตรรกศาสตร์เพื่อการแก้ปัญหา
6. ประเมินผล พิจารณา ตัดสินคุณค่าของข้อสรุปที่ได้ ความถูกต้อง สมเหตุสมผล การประเมินไตร่ตรองอย่างรอบคอบ

3.7 การคิดอย่างมีวิจารณญาณกับวิชาคณิตศาสตร์

วิชาคณิตศาสตร์เป็นแนวทางแก้ปัญหาในใจ แก้ปัญหา แก้ปัญหาบนแผ่นกระดาษ และแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง การจำลองปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Fisher. 1992: 208) เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนพัฒนาการคิดได้หลายแนวทางตามภาพประกอบ 12



ภาพประกอบ 12 แสดงการจำลองปัญหาเพื่อฝึกความคิดทางคณิตศาสตร์ (Fisher. 1992: 208)

การใช้ถ้อยคำ (Verbal) โดยการผ่านการพูด การใช้หลักทางภาษาศาสตร์ การใส่คำพูดเป็นกระบวนการของแผนการสร้างความรู้สึกและความหมายสำหรับคนหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล (Inter-Personal) เป็นการเรียนรู้ผ่านการทำงานร่วมกัน การสังเกตผู้อื่น การเปรียบเทียบและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การถามปัญหา และการอภิปรายปัญหาร่วมกัน

กายภาพ (Physical) การใช้ลักษณะทางกายภาพมาปฏิบัติในงานทางคณิตศาสตร์ โดยการทำงานกับเครื่องมือที่เหมาะสม การจัดหาเครื่องมือทางคณิตศาสตร์หรือกระบวนการประยุกต์การปฏิบัติไปสู่กายภาพระดับโลก

การมองเห็น (Visual) เป็นการนำกระบวนการลงในรูปแบบฟอร์มรูปภาพ การสร้างแผนภูมิเพื่อการมองเห็นปัญหา การมองรูปแบบและทรงวัตถุด้วยการสัมผัสทางประสาทตา การคิดในเทอมของช่องว่างและอวกาศ การสื่อสารด้วยกราฟ


สัญลักษณ์ (Symbolic) ใช้การเขียนคำและสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรมนำไปสู่การแปลความหมาย การบันทึกและทำงานเกี่ยวกับปัญหาทางคณิตศาสตร์ การใช้ระบบบันทึกที่แตกต่างกัน การแปลงโจทย์ปัญหาเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

นอกจากนี้ ฟิชเชอร์ (Fisher. 1992: 210-220) ได้จำแนกเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่เอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

จำนวน (Number) ในการเตรียมผู้เรียนให้เกิดความคิดทางคณิตศาสตร์ นักจิตวิทยาสนใจความคิดเกี่ยวกับจำนวนมากกว่าให้ผู้เรียนหาคำตอบจากการคำนวณ ดังนั้นในการคิดคำนวณจากปัญหาตัวเลข ผู้เรียนต้องอธิบายได้ว่า เขาคิดด้วยกระบวนการอะไร บางครั้งผู้สอนอาจให้คำตอบมาก่อนแล้วให้เด็กคิดว่าโจทย์ควรเป็นอย่างไร เช่น คำตอบเป็น 25 คำถามจะเป็นอะไรได้บ้าง หรือกำหนดจำนวน 1, 2, 3 มาให้ นำมาเขียนเป็นจำนวนเต็ม 3 หลักได้กี่จำนวน อะไรบ้าง เป็นต้น คำสำคัญในการคิดทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนคือคำว่า “ถ้า...แล้ว” ซึ่งสามารถเชื่อมโยงการคิดไปสู่ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ ในกรณีที่เป็นโจทย์ปัญหา เช่น ถ้าเก็บเงินวันละ 2 บาท ในเวลา 5 วัน จะมีเงิน 10 บาท แล้วถ้าเก็บเงินวันละ 5 บาท 2 วัน จะมีเงินกี่บาท หรืออาจเขียนในรูปสมการ เช่น ถ้า $2 \times n = 10$ แล้ว $n \times 2$ จะเป็นเท่าไร จะเป็นการคิดในเรื่องจำนวนนี้เกี่ยวข้องกับเรื่องของพีชคณิต ซึ่งเป็นกลุ่มหนึ่งของเนื้อหาที่พัฒนามาจากการค้นหารูปแบบของจำนวน

พีชคณิต (Algebra) การค้นหารูปแบบเป็นการตอบสนองภายในจิตใจของมนุษย์เกี่ยวกับแบบฟอร์มที่มีอยู่ในประสบการณ์ การค้นหารูปแบบและลำดับการศึกษา และอธิบายโดยนักจิตวิทยา กลุ่มเกสโตลล์ ซึ่งพวกเขาถือว่าการรับรู้ เป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนรู้ กล่าวคือในการรับรู้สิ่งใด ๆ แนวโน้มในการจัดระเบียบหมวดหมู่มักจะอยู่ในรูปที่ดีที่มีความสมบูรณ์ มีระเบียบ กฎเกณฑ์ มีลักษณะสมมาตร ถ้าแม้ว่าในชีวิตจริงภาพนั้นจะไม่มี ความหมายแต่อย่างใด การคิดทางคณิตศาสตร์ก็มีพื้นฐานเช่นเดียวกัน การค้นหารูปแบบที่มีระเบียบ สมบูรณ์ และสมมาตร การที่ผู้เรียนต้องการสะสมประสบการณ์เกี่ยวกับรูปแบบของจำนวนให้ได้มาก ๆ ประสบการณ์เหล่านี้จะเรียกได้ว่า วิจารณญาณ เมื่อมีการคิดเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาตัวอย่างรูปแบบเชิงตรรกวิทยาที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดรูปแบบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เช่น การใช้สัญลักษณ์ \bullet ในสมการ $3 \bullet + 4 = 6$ ซึ่งผู้เรียนจะต้องคิดและอธิบายได้ว่า \bullet หมายถึงการคูณกันของเลขสองจำนวนแล้วหารด้วย 2 นอกจากนี้การใช้คำถามเกี่ยวกับรูปแบบของจำนวนก็มีความสำคัญ ในการคิดโดยทั่วไปมักจะใช้คำถามเกี่ยวกับรูปแบบจำนวนที่เป็นอนุกรมว่าจำนวนต่อไปคืออะไร จำนวนใดหายไป และรูปแบบที่นักเรียนเห็นเป็นอย่างไร

รูปทรง (Shape) เป็นเรื่องของเรขาคณิตซึ่งเกี่ยวข้องกับรูปแบบของเส้น พื้นที่ผิวและที่ว่าง ในการเรียนรู้รูปทรงจากประสบการณ์ ความคิด และการวาดบนแผ่นกระดาษ ผู้เรียนต้องการการเริ่มต้น ที่มีการฝึกทักษะการวาด และรู้จักรูปทรงแบบต่าง ๆ ก่อน อีกทั้งต้องรู้จักศัพท์และ

ความหมายในเชิงคณิตศาสตร์ เช่น เส้นรอบวง มุมฉาก เส้นขนาน เป็นต้น คำถามที่ใช้ได้แก่ รูปแบบที่พบคืออะไร อธิบายรูปที่พบ เช่น  คือ ลูกบาศก์ 1 ลูก มี 6 ด้าน มี 12 ขอบ และในกรณีที่มีลูกบาศก์ 2 ลูก, 3 ลูก,... นำมาวางเรียงต่อกันจะใช้คำถามให้นักเรียนคิดในทำนองเดียวกัน คือ มีด้าน มีขอบเท่าไร เป็นต้น

การวัด (Measurement) เนื้อหาบทเรียนที่เกี่ยวกับการวัด ต้องจัดกิจกรรมให้ตรงกับ ความสนใจของนักเรียนเพราะธรรมชาติของเด็กจะไม่สนใจสิ่งที่มีคนกล่าวว่าเป็นประโยชน์แต่สนใจมากกว่าเมื่อสิ่งนั้นสนุกและเป็นประโยชน์ต่อตนเอง เช่น นักเรียนสนใจจะวัดความยาวของบ้าน ตุ๊กตา ซึ่งน้ำหนักของรถยนต์เด็กเล่นมากกว่าวัดความยาวของโต๊ะเรียนหรือซังกระเป่านักเรียน ดังนั้นการใส่ความคิดลงในกิจกรรมการวัดจึงต้องทำอย่างต่อเนื่อง และความสนใจของผู้เรียนในการวัดทุกครั้งควรเริ่มจากให้เด็กได้ประมาณค่า ลำดับที่ 2 คือ ทดสอบการประมาณค่าแล้วจึงทบทวน ตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่า และประเมินค่าในสิ่งที่ต้องการวัดด้วยการปฏิบัติจริง กระบวนการดังกล่าวนี้ ประยุกต์มาจากระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการนี้เป็นเหตุผลหนึ่งที่กล่าวได้ว่า คณิตศาสตร์คือราชาของวิทยาศาสตร์

การจัดกระทำข้อมูล (Data Handling) เป็นเรื่องที่ทำด้วยสถิติและความน่าจะเป็น ซึ่งค่อนข้างเป็นเรื่องง่ายสำหรับผู้เรียน เพราะผู้เรียนเติบโตมาจากสภาพแวดล้อมที่มีสื่อทางสถิติจำนวนมาก การคิด กาดัดสินใจในทางสถิติของผู้เรียนจะพัฒนาจากประสบการณ์ การผ่านการวิเคราะห์ข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เช่น หนังสืออ้างอิง หนังสือพิมพ์ โทรทัศน์ วิทยุ กราฟ แผนภูมิต่าง ๆ

การแก้ปัญหา (Problem Solving) เป็นกระบวนการทางสมองเริ่มต้นขึ้นเมื่อมนุษย์เผชิญกับปัญหาและจบลงที่การได้คำตอบ นักคณิตศาสตร์แนะนำวิธีฝึกทักษะการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพว่าต้องดำเนินการตามกระบวนการ 5 ขั้นตอน คือ 1) การอ่านโจทย์ 2) การสำรวจ 3) การเลือกวิธีแก้ปัญหา 4) การแก้ปัญหา (แสดงวิธีทำ) และ 5) การตรวจสอบความถูกต้อง

จากการศึกษาแนวคิดดังกล่าว พอสรุปได้ว่า ถึงแม้ว่าการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะเน้น การคิดเชิงคณิตศาสตร์อยู่แล้วก็ตาม แต่การมุ่งเน้นพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ต้องเริ่มที่ตัวปัญหาและมองเป้าหมายของปัญหาอย่างชัดเจน ผู้เรียนต้องรู้จักแปลงโจทย์ปัญหาเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ มีวิธีใส่ความคิดจากภาษาเป็นการเขียนแผนภูมิ เขียนภาพแสดงขั้นตอน การแก้ปัญหาได้ ซึ่งการเล่นเกม และปริศนาคำทายคณิตศาสตร์ล้วนเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดอย่างมีวิจารณญาณ

3.8 แนวทางในการส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การพัฒนาความคิดของนักเรียนนับเป็นเป้าหมายที่สำคัญยิ่งของการจัดการศึกษา และสามารถพัฒนาได้โดยการสอน การพัฒนาความคิดจึงเข้ามามีบทบาทในการจัดการศึกษาจึงมีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนวคิดวิธีการในการส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

นิคเคอร์สัน (Nickerson. 1984: 26-30) ได้จัดประเภทโปรแกรมการสอนการคิดเป็น 5 ประเภท คือ

1. โปรแกรมใช้แนวทางกระบวนการคิด ได้แก่ การเปรียบเทียบ การจัดอันดับ การจำแนกประเภท การสรุปอ้างอิง และการทำนาย เช่น โปรแกรม Feuerstein's Instrumental Enrichment Program ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ฝึกทักษะการคิดที่แยกจากเนื้อหาวิชาโดยใช้ปัญหาในโลกความเป็นจริงซึ่งเน้นกระบวนการมากกว่าผลการคิด

2. โปรแกรมที่ใช้ยุทธศาสตร์ในการแก้ปัญหาungskศึกษากรวิธีที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นแนวทางที่นำไปสู่เป้าหมายที่เชื่อว่ามีโอกาสที่จะประสบผลสำเร็จ เช่น โปรแกรมของเซ็นเฟลด์ ซึ่งเป็นโปรแกรมการสอนการแก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์และโปรแกรมการทดลองกระบวนการสอนของสายสมร ทองคำ (2533: 24) ที่ทดลองเพื่อสร้างลักษณะนิสัยการคิดเป็นทำเป็น แก้ปัญหาเป็นในเรื่องกฎหมายของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้กลยุทธ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้คะแนนสูงกว่านักเรียนที่เรียนปกติ แสดงว่าโปรแกรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ

3. โปรแกรมที่ใช้แนวทางการพัฒนาความคิดตามทฤษฎีของเพียเจต์ โดยการสอนโปรแกรมนี้มุ่งหวังให้ผู้เรียนพัฒนาการคิดจากการคิดเฉพาะด้านและการคิดที่เป็นรูปธรรมให้สามารถคิดในแนวกว้างและคิดในสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ เช่น แนวทางการสอนแบบครบวงจรที่พัฒนาโดย คาร์พลัสและคณะ โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน คือ การสำรวจ การคิดค้น และการนำไปประยุกต์ใช้

4. โปรแกรมที่ใช้แนวทางด้านภาษาและสัญลักษณ์ เป็นแนวทางการสอนที่ผ่านทาง การเขียน หรือภาษาสัญลักษณ์ ซึ่งได้รับการส่งเสริมในรูปของหนังสือมากกว่าในโปรแกรม

5. กลุ่มที่ใช้แนวทางการสอนคิดเป็นเนื้อหาสาระสำคัญ โปรแกรมในแนวทางนี้ เชื่อว่า การเรียนรู้เกี่ยวกับการคิดจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนากระบวนการคิดของตนเองได้ดีขึ้น เพราะผู้เรียน จะรู้ถึงสิ่งที่เป็นความคิดของตนเอง รู้ว่าตนเองกำลังทำและคิดอะไร และต้องการรู้อะไร ซึ่งจะเป็นแนวทางให้สามารถควบคุมและตรวจสอบความคิดของตนได้ขณะที่ทำการคิด

นอริส (สุรางค์ ไคว์ตระกูล. 2541: 328; อ้างอิงจาก Norris. 1985: 178-243) ได้ให้ข้อเสนอแนะในการสอนการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ดังนี้

1. ครูต้องสร้างบรรยากาศในห้องเรียนที่ส่งเสริมให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็น แม้ว่าความคิดเห็นจะแตกต่างจากผู้อื่น

2. จะต้องส่งเสริมการอภิปรายในชั้นเรียน ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น

3. สนับสนุนให้นักเรียนอธิบายเหตุผลของคำตอบที่ให้มากกว่าการบอกว่า ผิดหรือถูก แต่เพียงอย่างเดียว

4. ควรจะสอนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณควบคู่ไปกับวิชาที่ครูสอน เช่น ในวิชาวรรณคดี ประวัติศาสตร์

5. ควรจะต้องสร้างความคาดหวังให้นักเรียนทราบว่า ครูต้องการให้นักเรียนใช้ความคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยแบ่งไว้ในวัตถุประสงค์

6. ครูควรจะให้โอกาสนักเรียนได้ฝึกหัดในการตัดสินใจว่าควรเชื่อหรือไม่ในโฆษณา สินค้าในโทรทัศน์หรือหนังสือพิมพ์ และสนับสนุนช่วยในการตัดสินใจ

เอนนิส (Ennis. 1989: 13-16) ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาความคิดวิจาร์ณญาณว่าให้สอนแยกต่างหากจากเนื้อหาของวิชาที่จะนำเสนอตามปกติในหลักสูตร เขาเห็นว่าจุดมุ่งหมายหลักการสอนก็คือการสอนให้ผู้เรียนคิดวิจาร์ณญาณในเนื้อหาที่อยู่นอกโรงเรียน แต่บางครั้งอาจจะต้องใช้เนื้อหาประกอบด้วย และเขาเสนอแนะไว้อีกว่า ในการสอนการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาวิธีที่เหมาะสมที่สุด คือ การสอนแยกเป็นสาขาวิชาหนึ่งอีกต่างหาก

อรพรรณ พรสีมา (2543: 27-28) ได้เสนอบัญญัติ 10 ประการในการสอนคิด ดังนี้

1. ใช้คำถามกระตุ้นให้เด็กคิด
2. เปิดโอกาสให้เด็กแสดงความคิดเห็น
3. เปิดโอกาสให้เด็กทำกิจกรรมทั้งกลุ่มและเดี่ยว การทำกิจกรรมเดี่ยวจะช่วยทำให้เด็กไตร่ตรอง ทบทวนเกี่ยวกับสิ่งที่ทำอย่างรอบคอบ ในขณะที่ทำกิจกรรมกลุ่มจะช่วยให้เด็กมีโอกาสแลกเปลี่ยนประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ทำให้คิดกว้างไกลขึ้น
4. ให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดอย่างมีขั้นตอน เริ่มจากทักษะการคิดขั้นพื้นฐาน ขั้นกลาง และขั้นสูง
5. ควรกระตุ้นและเสริมแรงเป็นระยะ
6. ผู้ใหญ่ควรรับฟังความคิดเห็นของเด็กด้วยความตั้งใจเพื่อเป็นการเสริมแรงให้กับผู้เรียนอีกทางหนึ่ง
7. ควรใช้วิธีชี้แนะที่เหมาะสมแทนการบอกคำตอบที่ถูกต้องทันทีทันใด
8. สร้างสภาพแวดล้อมและบรรยากาศที่ช่วยให้เด็กรู้สึกอบอุ่น มั่นใจและกระตือรือร้น
9. จัดแสดงสื่อและอุปกรณ์การคิดหลากหลายประเภทและมีปริมาณเพียงพอ เปิดโอกาสให้เด็กเข้าถึงสื่อและอุปกรณ์ได้
10. ผนังห้องมีคำถามคำถามที่ชวนใจ มีที่แสดงผลงานทางความคิดของเด็ก

จากการศึกษาแนวทางการส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สรุปได้ว่า ผู้สอนต้องสร้างบรรยากาศในห้องเรียนที่ส่งเสริม สนับสนุนให้ผู้เรียนกล้าความคิดเห็นที่หลากหลาย ใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความคิดอย่างเป็นลำดับขั้นตอน เสนอปัญหาหรือสถานการณ์ที่ท้าทาย ไร้

ความสามารถของผู้เรียน สร้างและแนะนำแหล่งการเรียนรู้ ใจกว้างรับฟังความคิดและคอยให้การเสริมแรงเป็นระยะ

3.9 การวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การวัดและประเมินความสามารถในการคิดเป็นสิ่งที่ยากเพราะหากไม่มีการประเมินก็เปรียบเสมือนการทำงานเสร็จเพียงครั้ง และหากไม่ประเมินผลความสามารถในการคิดของนักเรียนอย่างต่อเนื่อง อาจไม่เกิดการพัฒนาตามแนวที่มุ่งหวังได้ (Beyer. 1991: E-15) มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้แนวคิด และสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

เดรสเซล และเมย์ฮิว (Dressel & Mayhew. 1957: 179-181) กล่าวถึง การคิดอย่างมีวิจารณญาณในเชิงทักษะของการคิดซึ่งเป็นความสามารถของบุคคลในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบด้วยความสามารถต่างๆ 5 ด้าน ดังนี้

1. ความสามารถในการนิยามปัญหา ประกอบด้วย

1.1 การตระหนักถึงความเป็นไปของปัญหา ได้แก่ การล่วงรู้ถึงเงื่อนไขต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กันในสภาพการณ์ การรู้ถึงความขัดแย้งและเรื่องราวที่สำคัญในสภาพการณ์ การระบุจุดเชื่อมต่อที่ขาดหายไปของชุดเหตุการณ์ หรือความคิดและการรู้ถึงสภาพปัญหาที่ยังไม่มีคำตอบ

1.2 การนิยามปัญหา ได้แก่ การระบุถึงธรรมชาติของปัญหา ความเข้าใจถึงสิ่งที่เกี่ยวข้องและจำเป็นในการแก้ปัญหา นิยามองค์ประกอบของปัญหา ซึ่งมีความยุ่งยากและเป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรม จำแนกแยกแยะองค์ประกอบของปัญหาที่มีความซับซ้อนออกเป็น ส่วนประกอบที่สามารถจัดกระทำได้ ระบุงค์ประกอบที่สำคัญของปัญหา จัดองค์ประกอบของปัญหาให้เป็นลำดับขั้นตอน

2. ความสามารถในการเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบของปัญหา คือ การตัดสินใจว่าข้อมูลใดมีความจำเป็นต่อการแก้ปัญหา การจำแนกแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้กับ แหล่งข้อมูลที่เชื่อถือไม่ได้ การระบุว่าข้อมูลใดควรยอมรับหรือไม่ การเลือกตัวอย่างของข้อมูลที่มีความเพียงพอและเชื่อถือได้ ตลอดจนการจัดระบบระเบียบของข้อมูล

3. ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น ประกอบด้วย การระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่ผู้อ้างเหตุผลไม่ได้กล่าวไว้ การระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่คัดค้านการอ้างเหตุผล และการระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่ไม่เกี่ยวข้องกับการอ้าง

4. ความสามารถในการกำหนดและเลือกสมมติฐาน ประกอบด้วย การค้นหา การชี้แนะ ต่อคำตอบปัญหา การกำหนดสมมติฐานต่าง ๆ โดยอาศัยข้อมูลและข้อตกลงเบื้องต้น การเลือกสมมติฐานที่มีความเป็นไปได้มากที่สุดมาพิจารณาเป็นอันดับแรก การตรวจสอบความ

สอดคล้องระหว่างสมมติฐานกับข้อมูลและข้อตกลงเบื้องต้น การกำหนดสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่ยังไม่ทราบและเป็นข้อมูลที่จำเป็น

5. ความสามารถในการสรุปอย่างสมเหตุสมผล และการตัดสินความสมเหตุสมผลของการคิดหาเหตุผล ซึ่งประกอบด้วย

5.1 การลงสรุปอย่างสมเหตุสมผล โดยอาศัยข้อตกลงเบื้องต้น สมมติฐานและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การระบุความสัมพันธ์ระหว่างคำกับประพจน์ การระบุถึงเงื่อนไขที่จำเป็นและเงื่อนไขที่เพียงพอ การระบุความสัมพันธ์เชิงเหตุผล และการระบุและกำหนดข้อสรุป

5.2 การพิจารณาตัดสินความสมเหตุสมผลของกระบวนการที่นำไปสู่ ข้อสรุป ได้แก่ การจำแนกการสรุปที่สมเหตุสมผลจากการสรุปที่อาศัยคำนิยาม ความพึงพอใจ และความลำเอียง การจำแนกระหว่างการคิดหาเหตุผลที่มีข้อสรุปได้แน่นอนกับการคิดหาเหตุผลที่ไม่สามารถหาข้อสรุปที่เป็นข้อยุติได้

5.3 การประเมินข้อสรุปโดยอาศัยเกณฑ์การประยุกต์ใช้ ได้แก่ การระบุถึงเงื่อนไขที่จำเป็นต่อการพิสูจน์ข้อสรุป การรู้ถึงเงื่อนไขที่ทำให้ข้อสรุปไม่สามารถนำไปปฏิบัติได้ และการตัดสินความเพียงพอของข้อสรุปในลักษณะที่เป็นคำตอบของปัญหา

วัตสันและเกลเซอร์ (Watson; & Glaser. 1964: 10-15) ได้สร้างแบบสอบ Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal โดยใช้กับนักเรียนเกรด 9 ถึงวัยผู้ใหญ่ ลักษณะเป็นแบบสอบคู่ขนานกัน คือ ฟอร์มเอ และฟอร์มบี แต่ละฟอร์มประกอบด้วย 5 แบบสอบย่อย ข้อสอบรวมทั้งหมด 80 ข้อ ใช้เวลา 50 นาที ซึ่งวัดความสามารถ 5 ด้าน ดังนี้

1. ความสามารถในการอ้างอิงหรือสรุปความ (Inferences) เป็นการวัดความสามารถในการจำแนกระดับความน่าจะเป็นของข้อมูลหรือการลงข้อสรุปต่างๆ ที่ปรากฏในข้อความที่กำหนดให้ว่าข้อสรุปแต่ละข้อเป็นเช่นไร โดยเลือกจากตัวเลือก ได้แก่ เป็นจริง น่าจะเป็นจริง ข้อมูลที่ให้ไม่เพียงพอ น่าจะเป็นเท็จ และเป็นเท็จ

2. ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of assumption) เป็นการวัดความสามารถในการพิจารณาว่า ข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้น ข้อความใดไม่เป็นข้อตกลงเบื้องต้นของสถานการณ์หรือข้อความที่กำหนดให้

3. ความสามารถในการนิรนัย (Deduction) เป็นการวัดความสามารถในการจำแนกว่าข้อสรุปใดเป็นผลจากความสัมพันธ์ของสถานการณ์ที่กำหนดให้และข้อสรุปใดไม่เป็นผลจากความสัมพันธ์ของสถานการณ์นั้น

4. ความสามารถในการตีความ (Interpretation) เป็นการวัดความสามารถในการตัดสินความเป็นไปได้ของข้อสรุปในแต่ละข้อว่าน่าเชื่อถือหรือไม่น่าเชื่อถือจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

5. ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง (Evaluation of arguments) เป็นการวัดความสามารถในการตอบคำถามแล้วอ้างเหตุผลได้สมเหตุสมผล จำแนกว่าข้อความใดมีความสำคัญเกี่ยวข้องโดยตรงกับคำถาม

แบบสอบฉบับนี้มีค่าความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในโดยวิธีแบ่งครึ่งข้อสอบจำนวน 40 ข้อ จากจำนวนข้อสอบทั้งฉบับจำนวน 80 ข้อ ค่าพิสัยระหว่าง 0.69 – 0.85 และค่าความเที่ยงแบบคงที่โดยวิธีสอบ (เว้นระยะสอบ 3 เดือน) เท่ากับ 0.73

รอสส์ และรอสส์ (ทิตานา แชมมณี. 2545: 185-186; อ้างอิงจาก Ross; & Ross. 1976: 189-256) ได้สร้างแบบวัดกระบวนการรับรู้ขั้นสูงของรอสส์ (Ross Test of Higher Cognitive Processes) ใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 – 6 โดยวัดความสามารถทางสมองขั้นสูงในระบับการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินผล ตามการจัดระดับจุดมุ่งหมายทางการศึกษาของบลูม ลักษณะแบบสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 105 ข้อ แบ่งออกเป็น 8 ตอน โดยการแบ่งการสอบเป็น 2 ครั้ง ครั้งละประมาณ 1 ชั่วโมง ครั้งแรกสอบตอนที่ 1 – 5 ครั้งที่สองสอบตอนที่ 6 – 8 โดยวัดกระบวนการคิดทางสมอง ดังนี้

1. การอุปมาอุปไมย
2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย
3. การหาข้อสมมติที่ขาดหายไป
4. การหาความสัมพันธ์เชิงนามธรรม
5. การสังเคราะห์อย่างเป็นลำดับ
6. ยุทธวิธีการตั้งคำถาม
7. การวิเคราะห์ความเกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องของข้อมูล
8. การวิเคราะห์คุณลักษณะ

แบบวัดกระบวนการรับรู้ขั้นสูงของรอสส์มีค่าความเที่ยงแบบแบ่งครึ่งข้อสอบเท่ากับ 0.92 และค่าความเที่ยงแบบสอบซ้ำเท่ากับ 0.94

ชิปแมน (ทิตานา แชมมณี. 2545: 186; อ้างอิงจาก Shipman. 1983: 255-310) ได้พัฒนาแบบสอบวัดทักษะการให้เหตุผล ใช้ได้ทั่วไปกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ขึ้นไปจนถึงระดับมัธยมศึกษา แบบสอบมุ่งวัดการใช้เหตุผลทางภาษา (Reasoning in language) เป็นแบบสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 50 ข้อ ครอบคลุม 22 ทักษะ ทักษะที่สำคัญประกอบด้วย

1. การแปลความให้อยู่ในรูปของเหตุผล
2. การตระหนักถึงการใช้คำถามที่ไม่เหมาะสม
3. การหลีกเลี่ยงการด่วนสรุป
4. การใช้เหตุผลเชิงอุปมาอุปไมย
5. การบ่งชี้ข้อตกลงเบื้องต้น
6. การบ่งชี้ความคลุมเครือ
7. การเชื่อมโยงความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ
8. การระบุเหตุผลที่ดี
9. การจำแนกประเภทและขนาดของความแตกต่าง
10. การตระหนักถึงการถ่วงความสัมพันธ์

เอนนิส และมิลล์แมน (Ennis; & Millman. 1985: 123-155) ได้สร้างแบบสอบ Cornell Critical Thinking Test ไว้ 2 ฉบับ โดยใช้วัดกับบุคคลที่ต่างระดับกัน ดังนี้

1. แบบสอบ Cornell Critical Thinking Test, Level X เป็นแบบสอบที่ใช้กับนักเรียนเกรด 4 – 14 ลักษณะของแบบสอบมีจำนวน 71 ข้อ ใช้เวลาประมาณ 50 นาที เป็นแบบสอบปรนัยชนิด 3 ตัวเลือก แบ่งเป็น 4 ตอน ได้แก่ ความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล และการสังเกต (Credibility of source and observation) การอุปนัย (Induction) การนิรนัย (Deduction) และการระบุข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption identification) แบบสอบฉบับนี้มีบริบทของเนื้อเรื่องเกี่ยวกับคณะสำรวจโลกซุตที่สองซึ่งเดินทางไปดาวเคราะห์ชื่อ “นิโคมา” เพื่อค้นหาว่า คณะสำรวจซุตแรกที่ถูกส่งไปศึกษาว่ามนุษย์สามารถดำรงชีวิตอยู่บนดาวดวงนี้ได้หรือไม่ เมื่อสองปีที่ผ่านมาแล้วว่ามีสภาพอย่างไร เหตุใดจึงไม่ส่งข่าวกับมายังโลก ผู้ตอบแบบสอบถูกระบุให้เป็นบุคคลหนึ่งในคณะสำรวจโลกซุตที่สอง แบบสอบ Cornell Critical Thinking Test, Level X มีค่าความเที่ยง 0.67 – 0.90

2. แบบสอบ Cornell Critical Thinking Test, Level Z เป็นแบบสอบที่ใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปริญญาเลิศ นักศึกษาระดับวิทยาลัยและวัยผู้ใหญ่ ลักษณะของแบบสอบมีจำนวน 52 ข้อ ใช้เวลาประมาณ 50 นาที เป็นแบบสอบปรนัยชนิด 3 ตัวเลือก แบ่งเป็น 7 ตอน ได้แก่ การอุปนัย ความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล การพยากรณ์และการวางแผนการทดลอง การอ้างถึงเหตุผลผิดหลักตรรกะ การนิรนัย การให้คำจำกัดความ และการระบุข้อตกลงเบื้องต้น แบบสอบ Cornell Critical Thinking Test, Level Z มีค่าความเที่ยง 0.50 – 0.77

เอนนิส และเวียร์ (ทิตนา แชมมณี. 2545: 189; อ้างอิงจาก Ennis; & Weir. 1985: 189-210) ได้พัฒนาแบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณแบบความเรียงของเอนนิสและเวียร์ (The Ennis – Weir Critical Thinking Essay Test) ซึ่งเป็นแบบสอบอัตนัย ใช้สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาและระดับปริญญา โดยวัดความสามารถเกี่ยวกับการจับประเด็น การพิจารณาเหตุผลและข้อตกลงเบื้องต้น การเสนอประเด็นของตนเอง การให้เหตุผลที่ดี การพิจารณาประเด็นหรือคำอธิบายที่เป็นไปได้ของผู้อื่น แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณแบบความเรียงของเอนนิสและเวียร์ มีค่าความเที่ยงและค่าความสอดคล้องเท่ากับ 0.86 และ 0.82 ตามลำดับ

ทิตนา แชมมณี (2545: 153) ได้กำหนดเกณฑ์ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สรุปได้ว่า ผู้ที่คิดอย่างมีวิจารณญาณควรมีความสามารถดังนี้

1. สามารถกำหนดเป้าหมายในการคิดอย่างถูกต้อง
2. สามารถระบุประเด็นในการคิดได้อย่างชัดเจน
3. สามารถประมวลข้อมูลทั้งทางด้านข้อเท็จจริง และความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็นที่คิดทั้งทางกว้าง ทางลึก และทางไกล
4. สามารถวิเคราะห์ข้อมูล และเลือกข้อมูลที่จะใช้ในการคิดได้
5. สามารถประเมินข้อมูลได้
6. สามารถใช้หลักการ เหตุผลในการพิจารณาข้อมูล และเสนอคำตอบ/ทางเลือกที่สมเหตุสมผลได้

7. สามารถเลือกทางเลือก/ลงความเห็นในประเด็นที่คิดได้

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้แนวคิดแบบสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณของคอร์เนล ระดับเอ็กซ์ (Cornell Critical Thinking Test, level X) ที่พัฒนาโดยเอนนิสและมิลล์แมน (Ennis & Millman. 1985: 123-155) เป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 3 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ เนื่องจากมีความเหมาะสมกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบ่งออกเป็น 4 ด้าน คือ

1. ความสามารถด้านในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล และการสังเกต หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาตัดสินความถูกต้องของข้อมูล ความเป็นไปได้ของข้อมูล และสังเกตลักษณะต่าง ๆ จากสิ่งที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์หรือสาเหตุของปัญหา
2. ความสามารถในการอุปนัย หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาตัดสินว่าข้อเท็จจริงใดสอดคล้อง ขัดแย้ง หรือไม่เกี่ยวข้องกับข้อความที่กำหนดให้
3. ความสามารถในการนิรนัย หมายถึง ความสามารถในการหาข้อสรุปจากข้อความที่กำหนดให้ ซึ่งข้อสรุปที่ได้ต้องมีความสมเหตุสมผล
4. ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาตัดสินว่าข้อความใดเป็นข้อความที่จำเป็นต้องเกิดก่อนข้อความหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ เพื่อให้ข้อความนั้นสมเหตุสมผล

3.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ งานวิจัยต่างประเทศ

เกลเซอร์ (Glazer. 2001: 66-71) ได้ทำการศึกษาการใช้แหล่งข้อมูลจากเว็บเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณในโรงเรียนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา เขาได้กล่าววาระบบการศึกษาในสหรัฐอเมริกาได้มีการวิพากษ์วิจารณ์ให้มีการใช้หลักสูตรที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยผ่านการใช้แหล่งข้อมูลจากเว็บ ทั้งนี้เพราะเครือข่ายเว็ลด์ ไซด์ เว็บจะมีเครื่องมือและข้อมูลที่ส่งเสริมความท้าทายและกิจกรรมที่สำคัญประเภทนี้มากมายสำหรับห้องเรียนคณิตศาสตร์ระดับสูง (พื้นฐานพีชคณิตไปจนถึงแคลคูลัส) ในงานวิจัยนี้ได้มีการนำเสนอลักษณะที่ช่วยกระตุ้นการสืบเสาะและการสำรวจทางคณิตศาสตร์ และกลวิธีการสร้างโจทย์ปัญหาที่ทำให้ครูสามารถตั้งคำถามสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียน เพื่อช่วยส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณให้มีการพัฒนายิ่งขึ้น

จาคอบ (Jacob. 2008: 8) ได้ทำการศึกษาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับคณิตศาสตร์แบบออนไลน์และความสำเร็จทางคณิตศาสตร์ โดยมีการจัดกิจกรรมการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนผ่านการอภิปรายแบบออนไลน์ ซึ่งจัดขึ้นในปีแรกของการศึกษาในระดับมหาวิทยาลัยโดยใช้โปรแกรม BLS ทำการศึกษากับกลุ่มผู้เรียนจำนวน 46 คน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับเปลี่ยนรูปแบบในการประเมินการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการแก้โจทย์ปัญหาผ่านทาง

อภิปรายแบบออนไลน์ พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างความสำเร็จทางคณิตศาสตร์ที่วัดได้ใช้แบบทดสอบปลายภาคกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณแบบออนไลน์ซึ่งพบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีความนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังได้มีการตรวจสอบถึงความก้าวหน้าของทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการอภิปรายซึ่งพบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นด้วย

งานวิจัยภายในประเทศ

จิตราภรณ์ พงษ์มาลี (2550: 133-138) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการสอนของครูกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยศึกษาพฤติกรรมการสอนของครู 5 ด้าน คือ การสร้างแรงจูงใจใฝ่รู้ การแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง การใช้กิจกรรมกลุ่ม การใช้คำถามและการบูรณาการ ที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 5 ด้าน คือ การนิยามปัญหา การเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา การตระหนักในข้อตกลงเบื้องต้น การกำหนดและเลือกสมมติฐาน การลงสรุปอย่างสมเหตุสมผล เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถามพฤติกรรมการสอนของครู มาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับ และแบบทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณมาตรฐานประมาณค่า 3 ระดับ ผลการศึกษาพบว่า พฤติกรรมการสอนของครูเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณในภาพรวมอยู่ในระดับน้อย และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง และความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการสอนของครูกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ในภาพรวมไม่มีความสัมพันธ์กัน แต่เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าพฤติกรรมการสร้างแรงจูงใจใฝ่รู้มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้านการนิยามปัญหาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ลดารัตน์ สงวรรณ (2553: 127-131) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์แบบเว็บเควสท์ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์แบบเว็บเควสท์กับเกณฑ์ เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์แบบเว็บเควสท์และเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์แบบเว็บเควสท์กับเกณฑ์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ของนักเรียนหลังได้รับการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์แบบเว็บเควสท์สูงกว่าก่อนเรียนและผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ของนักเรียนหลังได้รับการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์แบบเว็บเควสท์สูงกว่าก่อนเรียนและผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภักตร์รัตน์ แสงเดือน. (2553: 91-96) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความตระหนักในการรู้จักคิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ และเปรียบเทียบกับเกณฑ์ ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมและผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรม และผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้ความตระหนักในการรู้จักคิดของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉาสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัย พอจะสรุปได้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความสำคัญมากในการเรียนรู้ของผู้เรียน เป็นความสามารถที่ผู้เรียนใช้ไตร่ตรองอย่างรอบคอบในการเลือกรับข้อมูล ประสพการณ์ต่างๆ เป็นการคิดอย่างมีระบบ ใช้หลักเหตุผล ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งในด้านการเรียน และการใช้ชีวิตประจำวัน เป็นทักษะการคิดระดับสูงที่ผู้เรียนควรได้รับการพัฒนาให้สูงขึ้น

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเชื่อมั่นในตนเอง

4.1 ความหมายของความเชื่อมั่นในตนเอง

สมิท (Smith. 1961: 185) ให้ความหมายว่า ความเชื่อมั่นในตนเอง หมายถึง ความพึงพอใจในตนเอง ความภาคภูมิใจในตนเอง หรือการยอมรับตนเอง ความเชื่อมั่นในตนเองจะมีบุคคลมากน้อยเพียงใดนั้น สามารถพิจารณาได้จากความขัดแย้งระหว่างตนตามอัตภาพ (Real Self) กับตนตามปณิธาน (Ideal Self) ถ้าความขัดแย้งมากจะเป็นเหตุให้ตนมีความรู้สึกที่ไม่มีค่า ไม่เหมาะสม และไม่พึงพอใจในตนเอง อันหมายถึง ขาดความเชื่อมั่นต่อตนเอง เกิดความวิตกกังวล ขาดความอบอุ่น และชอบพึ่งพาคนอื่น

เฮอร์ล็อก (Herlock. 1964: 659) กล่าวว่า เด็กที่มีความนึกคิดที่เกี่ยวกับตนเองจะรู้สึกว่าไม่มีใครชมเชยเขา เวลาเขาพูดมักจะสบตาไม่หลบตาของคู่สนทนาและผู้อื่น เสียงที่พูดดังฟังชัดเป็นการแสดงออกถึงความกล้าหาญ และความมั่นใจในตนเองที่จะเผชิญต่อเหตุการณ์ต่างๆ และเผชิญต่อความเป็นจริง แม้ว่าเหตุการณ์หรือความจริงที่เกิดขึ้นจะเป็นอุปสรรคต่อการทำงานเขาก็ไม่บังเกิดความท้อถอยยังคงรับผิดชอบ และตั้งใจกระทำงานนั้นๆ ต่อไปอย่างเชื่อมั่นว่าตนสามารถกระทำสิ่งที่กำลังทำอยู่ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยตนเอง

ไซมอนส์ (Symonds. 1964: 85-86) กล่าวว่า บุคคลที่มีความเชื่อมั่นในตนเองจะไม่ยอมจำนนต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งโดยสิ้นเชิงทีเดียว ต่างกับคนที่ขาดความเชื่อมั่นต่อตนเอง คือ มีความขลาดกลัวและไม่แน่ใจในตนเอง ซึ่งในเวลาส่วนใหญ่ไปในทางนี้กวาดภาพเอาเองตามสิ่งที่ตน

ต้องการ หรือปรารถนาสิ่งใดก็จะไม่ทำตามลำดับขั้นแห่งความเป็นจริง เนื่องจากเกิดความฉลาดกลัว หวั่นวิตก จนกลายเป็นคนไม่กล้าทำอะไรเลย อาจกล่าวได้ว่า ปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่ทำให้คนขาดความเชื่อมั่นในตนเองคือ ขาดความรู้ ขาดความกล้าหาญในทางชอบธรรม และมีความเกียจคร้าน และยังเนื่องมาจากความเชื่อที่ฝังลึกอยู่ในใจหรือบางทีก็เป็นผลของความล้มเหลวในอดีต

จงใจ ขจรศิลป์ (2532: 28) ให้ความหมายว่า ความเชื่อมั่นในตนเอง หมายถึง การกล้าแสดงออก กล้าตัดสินใจ และมีความมั่นใจที่จะทำสิ่งต่างๆ ให้สำเร็จได้ตามที่ต้องการ และเด็กจะเกิดความเชื่อมั่นต่อตนเองได้หรือไม่ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมรอบตัวเด็ก เช่น พ่อแม่ ครู เพื่อน และบุคคลอื่นๆ ที่เด็กรู้จัก รวมทั้งการมีโอกาสพบกับความสำเร็จของเด็กด้วย

นภาลักษณ์ รุ่งสุวรรณ (2535: 10) ให้ความหมายว่า ความเชื่อมั่นในตนเอง หมายถึง ลักษณะของบุคคลที่มีจิตใจมั่นคง ไม่เชื่อโดยไร้เหตุผล ไม่หวั่นไหวต่อคำวิพากษ์วิจารณ์ กล้าแสดงความคิดเห็น กล้าซักถามในสิ่งที่ตนยังไม่เข้าใจ ต้องการทำอะไรด้วยตนเอง มีการตัดสินใจโดยไม่ลังเล สามารถแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้ดี ไม่หลีกเลี่ยงสถานการณ์ที่เป็นปัญหา มีความรับผิดชอบในผลงานของตน ชอบทำอะไรแปลกๆ ใหม่ๆ มีแนวทางเป็นของตนเอง มีมานะพยายาม และมีความอดทน

วารุณี เจริญรัตนโชติ (2543: 18) กล่าวว่า ความเชื่อมั่นในตนเอง หมายถึง บุคลิกภาพส่วนหนึ่งของบุคคลในการกล้าคิดกล้าแสดงออก กล้าตัดสินใจ และมีความมั่นใจในการกระทำสิ่งต่างๆ ยอมรับผลที่เกิดขึ้นด้วยความพอใจและภาคภูมิใจ

เมทินี ด่านยังอยู่ (2544: 9) กล่าวว่า ความเชื่อมั่นในตนเอง หมายถึง ความสามารถในการกล้าแสดงออกของเด็กด้วยความมั่นใจ ซึ่งสังเกตได้จากท่าทางการกระทำ การกล้าแสดงความคิดเห็นหรือภาษาของเด็ก และใช้ชีวิตร่วมกับสังคมได้อย่างเหมาะสม ซึ่งความเชื่อมั่นในตนเองนั้น จะเกิดขึ้นด้วยการสร้างบรรยากาศให้เด็กได้พัฒนาอย่างอิสระและอบอุ่นใจ

สมจินตนา คุปตสุนทร (2547: 9) กล่าวว่า ความเชื่อมั่นในตนเอง หมายถึง ความสามารถในการกล้าพูด กล้าแสดงออก กล้าแสดงความคิดเห็น ไม่ขี้อาย ไม่ประหม่า มีจิตใจมั่นคงภาคภูมิใจในตนเองมั่นใจ ในความคิดของตนเอง และพร้อมที่จะรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น กล้าตัดสินใจโดยไม่ลังเลไม่วิตกกังวล กล้าเผชิญต่อความจริง รู้จักการปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมผู้ที่อยู่ใกล้ชิดได้แก่ พ่อแม่ ครู ผู้เลี้ยงดู ต้องรู้จักแสดงพฤติกรรมในการยอมรับความรู้สึก ความคิดเห็นให้กำลังใจ ให้คำชมเชยในทางที่ถูกต้องและเหมาะสมกับเหตุการณ์ ทำให้เด็กเกิดการเรียนรู้ที่ดีมีความเชื่อมั่นในตนเองและผู้อื่น จนสามารถพัฒนากลายเป็นบุคลิกภาพเฉพาะตน

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ความเชื่อมั่นในตนเอง หมายถึง บุคลิกของบุคคลที่มีความพึงพอใจในตนเอง มีความภาคภูมิใจและยอมรับความสามารถของตนเอง มีจิตใจมั่นคง ไม่เชื่อโดยปราศจากเหตุผล กล้าคิด กล้าแสดงออก ซักถามในสิ่งที่ตนไม่เข้าใจ ตัดสินใจโดยไม่ลังเล กล้าเผชิญและไม่หลีกเลี่ยงปัญหา มีความรับผิดชอบในผลงานของตน

4.2 ความสำคัญของความเชื่อมั่นในตนเอง

มาสโลว์ (Maslow. 1954: 411) ได้กล่าวว่า คนทุกคนในสังคมมีความปรารถนาที่จะได้รับความสำเร็จ ความภาคภูมิใจในตนเอง (Self – Esteem) และต้องการให้คนอื่นยอมรับนับถือในความสำเร็จของตนด้วย ถ้าความต้องการนี้ได้รับการตอบสนองอย่างเพียงพอ จะทำให้บุคคลนั้นมี ความเชื่อมั่นในตนเอง รู้สึกว่าตนเองมีค่า มีความสามารถและมีประโยชน์ต่อสังคม แต่ถ้าความต้องการนี้ถูกขัดขวางจะทำให้เกิดความรู้สึกว่ามีปมด้อยหรือเสียความภาคภูมิใจในตนเอง

สมาคมการศึกษาเด็กแห่งอเมริกา (Child Study Assosiation of America.1952: 185 – 186) ได้แสดงความคิดเห็นไว้ดังนี้ ความเชื่อมั่นในตนเองมักเกิดขึ้นกับเด็กที่ประสบความสำเร็จ ต่อการกระทำสิ่งต่าง ๆ เสมอ การที่บุคคลประสบความสำเร็จยิ่งมากเท่าไร จะทำให้มีความเชื่อมั่นในตนเองสูงขึ้น ทำให้เขารู้สึกว่าตัวเองไม่ได้ถูกข่มขู่จากบุคคลอื่น ความยุ่งยากใจต่างๆ ลดลงหรือหมดไป ผลคือสามารถที่จะกระทำสิ่งต่าง ๆ เป็นผลดียิ่งขึ้น ผู้ที่ขาดความเชื่อมั่นในตนเอง ย่อม กระทำสิ่งใดสำเร็จได้ยาก เพราะความเชื่อมั่นในตนเองเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการฝ่าฟัน ความสำเร็จของชีวิต

เมทีนี ด่านยังอยู่ (2544: 10) กล่าวว่า ความเชื่อมั่นในตนเอง มีความสำคัญและจะเกิดขึ้นได้เมื่อเด็กได้รับความสำเร็จจากการปฏิบัติกิจกรรมหรือกระทำสิ่งต่าง ๆ อยู่เสมอ บุคคลยัง ประสบผลสำเร็จมากเท่าไร ย่อมทำให้มีความเชื่อมั่นในตนเองมากขึ้นเท่านั้น เมื่อบุคคลมีความ เชื่อมั่นในตนเอง เขาจะรู้สึกว่าตนเองไม่อยู่ในอำนาจของคนอื่นได้ด้วย ผู้ที่มีความเชื่อมั่นจะมี ลักษณะของบุคคลที่มีวุฒิภาวะทางอารมณ์

แสงเดือน จุฑาริ (2546: 10) กล่าวว่า ความเชื่อมั่นในตนเองมีความสำคัญต่อการ ดำเนินชีวิตของบุคคลในสังคม เนื่องจากบุคคลที่มีความเชื่อมั่นในตนเอง จะประสบความสำเร็จทั้ง ทางด้านการเรียนพัฒนาสังคมและประเทศชาติ

จากที่กล่าวมาจะเห็นว่า ความเชื่อมั่นในตนเองมีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิตของบุคคล ในสังคม เนื่องจากบุคคลที่มีความเชื่อมั่นในตนเองเป็นบุคคลกล้าคิด กล้าแสดงออก กล้าตัดสินใจ และเผชิญกับปัญหาหรืออุปสรรคต่างๆ สามารถปรับตัวเข้ากับสิ่งรอบๆ ตัวได้ เมื่อบุคคลมีความ เชื่อมั่นในตนเองย่อมปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ด้วยความมั่นใจ ส่งผลให้กิจกรรมนั้นประสบความสำเร็จ ในที่สุด

4.3 ลักษณะของบุคคลที่มีความเชื่อมั่นในตนเอง

ซูซีฟ อ่อนโคกสูง (2516: 25 – 28) สรุปพฤติกรรมสำคัญของเด็กที่มีความเชื่อมั่นใน ตนเองไว้ ดังนี้

1. กล้าในการคิด การพูดและการกระทำ
2. ใจค่อมั่นคง ไม่เชื่อคนง่าย มีเหตุผล
3. รอบคอบมีแผนงาน
4. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ชอบทำสิ่งแปลกๆ ใหม่ ๆ

5. กล้าเสี่ยง (กล้าได้กล้าเสีย)
6. ชอบแสดงตัว
7. ไม่วิตกกังวลจนเกินไป
8. เป็นผู้นำ
9. รักความยุติธรรม
10. ชอบช่วยเหลือหมู่คณะ
11. ชอบอิสระ ไม่โอ้อวด
12. ตั้งจุดมุ่งหมายไว้สูงและคิดว่าจะทำให้สำเร็จ
13. มีความเกรงใจและเห็นใจผู้อื่น

สมพงษ์ ตีรพัฒน์ (2517: 24 – 25) ได้สรุปพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความเชื่อมั่นในตนเองไว้ ดังนี้

1. กล้าพูดกล้าแสดงออก กล้าแสดงความคิดเห็น
2. ไม่ขี้อาย ไม่ประหม่า ไม่เคอะเขิน
3. จิตใจมั่นคง เปลี่ยนความเชื่อยาก มั่นใจในความคิดของตนเอง
4. กล้าตัดสินใจไม่ลังเล
5. ไม่วิตกกังวล
6. กล้าเผชิญต่อความจริง
7. มีจิตใจเด็ดเดี่ยวแน่วแน่

อารยา สุระมาตย์ (2540: 37) ได้สรุปลักษณะของบุคคลที่มีความเชื่อมั่นในตนเองไว้ดังนี้

1. ความมั่นคงทางจิตใจ มีจิตใจหนักแน่นไม่ลังเล
2. ความกล้า กล้าพูด กล้าแสดงความคิดเห็น กล้ากระทำ กล้าเป็นผู้นำ
3. การพึ่งตนเอง แก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง มีความเพียรพยายาม
4. ความเป็นตัวของตัวเอง มีความภาคภูมิใจในตนเอง ตัดสินใจด้วยตนเองไม่

คล้อยตามผู้อื่น มีความคิดสร้างสรรค์

5. ความสามารถในการปรับตัว มีมนุษยสัมพันธ์ ช่วยเหลือผู้อื่น ให้ความร่วมมือกับหมู่คณะ ยอมรับสภาพใหม่ๆ มองโลกในแง่ดีมีความรับผิดชอบ

ธีรภาพ วัฒนวิจารณ์ (2545: 127) กล่าวว่า คนที่มีความเชื่อมั่นในตนเองจะเป็นคนที่มีลักษณะมั่นคง ไม่ลังเลในการตัดสินใจ ไม่วิตกกังวลต่อสิ่งที่ยังไม่เกิดขึ้น ในขณะที่เดียวกันก็ไม่พุ่มพวยหรือกังวลต่อสิ่งที่เกิดขึ้นไปแล้ว สามารถปรับตัวเข้ากับสถานการณ์ใหม่ และเมื่อประเมินว่าตนเองไม่พร้อมก็กล้าและมั่นใจที่จะขอความช่วยเหลือจากผู้อื่น

สมจินตนา คุปตสุนทร (2547: 15) กล่าวว่า เด็กที่ความมั่นใจในตนเองจะเป็นเด็กที่กล้าพูด กล้าแสดงออก กล้าคิดและปฏิบัติในสิ่งที่ตนเองเห็นว่าดีแล้วถูกต้องแล้ว มีบุคลิกภาพที่เปิดเผยแสดงความเป็นตัวของตัวเอง รู้จักปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ได้ง่าย ในขณะเดียวกัน

ก็พร้อมที่จะยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างมีเหตุผล และพร้อมขอความช่วยเหลือจากผู้อื่นที่ตนเองมั่นใจว่าจะทำสิ่งนั้น ๆ ได้ดีกว่าตนเพื่อให้งานที่ได้รับมอบหมายมีประสิทธิภาพสูงสุด

จากลักษณะของบุคคลที่มีความเชื่อมั่นในตนเองที่กล่าว สรุปได้ว่ามีลักษณะดังนี้

1. จิตใจมั่นคง หมายถึง ลักษณะของบุคคลที่มีจิตใจหนักแน่น แน่วแน่ ไม่หวั่นไหวต่อเหตุการณ์ต่างๆ สามารถควบคุมอารมณ์ให้อยู่ในสภาพปกติได้ดี
2. กล้าแสดงออก หมายถึง ลักษณะของบุคคลที่กล้าพูด กล้ากระทำ กล้าแสดงความคิดเห็นในทางที่ถูกต้อง ไม่ขี้อาย ไม่ประหม่า ไม่เคอะเขิน
3. กล้าตัดสินใจ หมายถึง ลักษณะของบุคคลที่กล้ากระทำต่อสิ่งต่างๆ ด้วยความคิดเห็นของตัวเอง ไม่ลังเลใจ และไม่หวั่นไหวต่อคำติชมของผู้อื่น
4. กล้าเผชิญความจริง หมายถึง ลักษณะของบุคคลที่กล้ายอมรับสภาพความจริงของตนเองและสิ่งแวดล้อม มีความพอใจในความสามารถของตนเอง
5. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หมายถึง ลักษณะของบุคคลที่ชอบคิดชอบกระทำในสิ่งแปลกๆ ใหม่ๆ อยู่เสมอ ชอบการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ไม่พึ่งพาผู้อื่นตลอดเวลา

4.4 ปัจจัยที่ส่งผลให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง

ความเชื่อมั่นในตนเองของเด็กจะเกิดขึ้นได้ต้องอาศัยประสบการณ์และสิ่งแวดล้อมรอบตัวเด็ก บุคคลที่เป็นปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดความเชื่อมั่นในตนเอง คือ พ่อ แม่ ครูและบุคคลที่เด็กรู้จัก ซึ่งบุคคลเหล่านี้เป็นผู้มีส่วนในการสร้างประสบการณ์และสิ่งแวดล้อมให้กับเด็กอย่างมาก ดังนั้นสิ่งแวดล้อมทางบ้าน สิ่งแวดล้อมทางโรงเรียน และสิ่งแวดล้อมทางสังคม จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งเสริมความเชื่อมั่นในตนเองของเด็กได้เป็นอย่างดี เนื่องจากเด็กในวัยนี้สนใจสิ่งแวดล้อมรอบตัว อยากรู้ อยากเห็น ชอบทำตาม และเลียนแบบ มีความคิดริเริ่ม ถ้าสิ่งแวดล้อมที่เด็กประสบอยู่ทำให้เด็กมีความสุข เด็กจะมีความเชื่อมั่นในตนเองสูง มองโลกในแง่ดี ถ้าสภาพแวดล้อมรอบตัวทำให้เด็กขาดความสุข เด็กจะมีความเครียด เกิดความวิตกกังวล ขาดความเชื่อมั่นในตนเอง และมองโลกในแง่ร้าย (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2522: 7 – 8)

ฟรอยด์ (ศรีวรรณ มากชู. 2521: 12; อ้างอิงจาก Freud. 1965: 26 – 29) ได้เน้น ถึงความสำคัญของการปลูกฝังบุคลิกภาพในวัยเด็กเล็กมากที่สุด โดยได้กล่าวว่าในช่วง 1 – 5 ปีแรกของชีวิตเป็นช่วงที่สำคัญที่สุดของการพัฒนาบุคลิกภาพ การอบรมเลี้ยงดูเด็กและการกระทำตัวอย่างให้แก่เด็กเป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะเด็กจะเลียนแบบบิดา มารดา และผู้ใกล้ชิด นอกจากนั้นการที่เด็กจะมีความเชื่อมั่นในตนเองก็ต่อเมื่อได้รับความรักความสนใจจากพ่อ แม่ ได้รับการส่งเสริมให้แสดงความคิดเห็นและมีอิสระในการตัดสินใจ ส่วนเด็กที่ขาดความเชื่อมั่นในตนเองนั้นก็มิสาเหตุมาจากพ่อแม่ ควบคุมให้ปฏิบัติตนอยู่ในขอบเขตที่พ่อแม่ เห็นชอบ ทำให้เด็กขาดอิสระที่จะคิด หรือตัดสินใจด้วยตนเอง เมื่อพบกับปัญหาที่ไม่สามารถตัดสินใจได้ เพราะไม่เคยฝึกการแก้ปัญหามาก่อน (สุมาลี วงศ์ปลูกแก้ว. 2526: 19) จากการศึกษาของ เฮอร์ล็อก (Hurlock. 1964: 661) พบว่า ผลการอบรม

เลี้ยงดูเด็กโดยวิธีประชาธิปไตย คือ ให้ความรักความสนใจและเห็นความสำคัญของเด็ก จะทำให้เด็กมีความเชื่อมั่นในตนเอง มีเพื่อนมากเป็นมิตร ซื่อสัตย์ คล่องแคล่ว ราบรื่นมีอารมณ์มั่นคง มีความคิดริเริ่มพึ่งตนเองได้ สามารถเผชิญชีวิตด้วยความมั่นใจ และทำให้เด็กรู้จักรับผิดชอบ ส่วนการอบรมเลี้ยงดูแบบอัตตาธิปไตย หรือแบบให้ทำตามกฎอย่างเคร่งครัดจะทำให้เด็กขาดความรู้สึกปลอดภัยขาดความคิดริเริ่ม ความเชื่อมั่นในตนเองของเด็กจะเกิดขึ้นได้ต้องอาศัยประสบการณ์และสิ่งแวดล้อมรอบตัวเด็ก ปัจจัยสำคัญที่ส่งเสริมความเชื่อมั่นในตนเองของเด็กได้เป็นอย่างดี (ประดิษฐ์ อปรมัย. 2526: 40) มีดังนี้

ครอบครัวกับการส่งเสริมความเชื่อมั่นในตนเองของเด็ก

สถาบันครอบครัว มีความสำคัญและมีอิทธิพลต่อการพัฒนาบุคลิกภาพของเด็ก แต่ละคนเพราะเด็กมักจะเลียนแบบพฤติกรรมของผู้ใหญ่ที่เด็กใกล้ชิดเสมอ การที่เด็กแสดงพฤติกรรมออกมา แล้วเป็นที่ยอมรับของบุคคลในครอบครัว จะทำให้เด็ก มีความเชื่อมั่นในตนเองและเกิดการเรียนรู้ที่จะแสดงพฤติกรรมนั้นๆ อยู่เสมอจนกลายเป็นลักษณะเฉพาะตัวของเด็ก นอกจากนี้ประเพณีความเชื่อ ค่านิยมในสังคม ศาสนา ก็เป็นสิ่งที่เด็กได้รับการถ่ายทอด โดยผ่านทางครอบครัวทั้งสิ้น (กวินทร์ ธรรมนุต. 2522: 17-18)

ครูกับการส่งเสริมความเชื่อมั่นในตนเองของเด็ก

การส่งเสริมความเชื่อมั่นในตนเองให้กับเด็ก นอกจากสถาบันครอบครัวแล้ว สถาบันทางการศึกษาก็เป็นอีกสถาบันหนึ่ง ที่มีส่วนในการส่งเสริมความเชื่อมั่นในตนเองให้กับเด็ก ครูก็ควรสร้างบรรยากาศ ที่ช่วยให้เด็กทุกคนรู้สึกอบอุ่นเมื่ออยู่กับครู ด้วยการแสดงความเป็นมิตรกับเด็ก พูดคุยกับเด็กอย่างเป็นกันเอง อดทนที่จะฟังเขาพูดอย่างตั้งใจ เปิดโอกาสให้เด็กแสดงออกอย่างเต็มที่ และยอมรับในความสามารถของเด็กที่มีอยู่ต่างกันโดยไม่เปรียบเทียบความสามารถของเด็กคนใด คนหนึ่งกับเด็กคนที่มีความสามารถเหนือกว่า แต่ควรยกย่องหรือชี้ให้เห็นว่าเด็กแต่ละคนไม่เหมือนกัน ต่างก็มีความสามารถพิเศษเฉพาะต่างกัน เด็กแต่ละคนควรแสดงความสามารถของตนให้เต็มที่ (แจ่มจันทร์ เกียรติกุล. 2531: 23 - 24)

เพื่อนกับการส่งเสริมความเชื่อมั่นในตนเองของเด็ก

เพื่อนมีส่วนในการส่งเสริมหรือบั่นทอนความเชื่อมั่นในตนเองของเด็กเช่นกัน เพราะเมื่อเด็กเริ่มออกจากบ้านมาสู่โรงเรียน หรือออกจากบ้านไปสู่ชุมชน มีการพบปะกับเด็กรุ่นราวคราวเดียวกัน อิทธิพลของเพื่อนจะเขามามีบทบาทกับการมีความเชื่อมั่นในตนเองของเด็กมากขึ้น เพราะเด็กจะติดเพื่อนที่อยู่ในวัยเดียวกัน มีความคิดอ่านใกล้เคียงกัน และมีรสนิยมคล้ายคลึงกัน ดังนั้นปฏิภริยาที่เพื่อนๆ แสดงกับเด็กในเชิงยอมรับหรือปฏิเสธ ก็จะมีผลต่อความรู้สึกนึกคิดเกี่ยวกับตนเองของเด็ก ที่จะส่งผลต่อไปถึงการมีหรือไม่มี ความเชื่อมั่นในตนเองของเด็กด้วย (เลขา ปิยะอัจฉริยะ และนางลักษณ์ วิรัชชัย. 2544: 37 – 279)

ผู้ใกล้ชิดและบุคคลที่เด็กรู้จักกับการส่งเสริมความเชื่อมั่นในตนเอง

สำหรับในสังคมไทยนั้น ผู้ใกล้ชิดกับเด็กนอกเหนือจากพ่อแม่ ได้แก่ ปู่ ย่า ตา ยาย หรือญาติสนิทที่พ่อแม่เลี้ยงดูเด็ก บุคคลเหล่านี้ ถ้ายังมีโอกาสใกล้ชิด หรือเลี้ยงดูเด็กอยู่เป็นเวลานานเท่าใด ก็ยังมีอิทธิพลต่อการมีหรือไม่มี ความเชื่อมั่นในตนเองของเด็กได้มากเท่านั้น นอกจากนี้ บุคคลที่เด็กรู้จักก็มีผลต่อการส่งเสริมหรือบั่นทอนความเชื่อมั่นในตนเองของเด็ก กล่าวคือ บุคคลที่มีน้ำใจเมื่อพบเด็กยิ้มแย้มเป็นกันเองมากกว่าจะทำหน้าตาดูดุดัน หรือคอยสำรวจความบกพร่องของเด็กอยู่เสมอ ย่อมทำให้เด็กเกิดความกลัวที่จะเข้าไปมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดในทางตรงกันข้าม ถ้าบุคคลที่เด็กรู้จักมีลักษณะตรงกันข้ามกับที่กล่าวมาข้างต้น ถึงแม้ว่าเด็กจะมีความเชื่อมั่นในตนเองอยู่บ้าง ท่าทีที่ได้รับจากบุคคลคนแปลกหน้าก็อาจบั่นทอนความรู้สึกเชื่อมั่นในตนเองของเด็กลงได้ และถ้าเด็กมีความเชื่อมั่นในตนเองน้อยอยู่แล้ว ท่าทีดังกล่าวจะยิ่งทำให้เด็กขาดความเชื่อมั่นในตนเองมากขึ้น (นภาลักษณ์ รุ่งสุวรรณ. 2534: 128-129)

จากการศึกษาสรุปได้ว่าปัจจัยที่ส่งผลให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเองมีองค์ประกอบหลายปัจจัย เช่น สถาบันครอบครัว ซึ่งประกอบไปด้วยพ่อ แม่ ญาติพี่น้อง หรือผู้ปกครองที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของนักเรียน ถ่ายทอดผ่านการเลี้ยงดูและการเลียนแบบพฤติกรรม ครูเป็นผู้ที่มีบทบาทในการส่งเสริมให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง ผ่านการอบรมสั่งสอน กิจกรรมการเรียนรู้ พูดคุยสนทนา และยกย่องชมเชย เพื่อน มีส่วนในการเสริมสร้างความมั่นใจในตนเองของนักเรียน เนื่องจากเด็กในวัยเดียวกันจะมีความคิดใกล้เคียงกัน การได้รับการยอมรับจากเพื่อนจะทำให้เด็กมีความมั่นใจในตนเองเพิ่มมากขึ้น

4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเชื่อมั่นในตนเอง

งานวิจัยต่างประเทศ

สตาร์กี้ (Starkey. 1990: 1945-A) ได้ศึกษาอิทธิพลของวิชาคณิตศาสตร์ที่มีต่ออาชีพที่ต้องการ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชายและหญิงจากวิทยาลัยต่างๆ ในแคลิฟอร์เนียได้ จำนวน 458 คน โดยใช้คำถามที่บรรยายเกี่ยวกับตนเอง (The Self-Descriptive Questionnaire) ของเฮอริท มาช (Herbert Mash) พบว่า นอกจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จะมีอิทธิพลต่อการทำนายอาชีพที่นักเรียนต้องการแล้ว ความเชื่อมั่นต่อตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ก็มีบทบาทต่อการเลือกอาชีพของนักเรียนเช่นกัน

กัวร์ (อัญชลี ฉิมพลี. 2551: 20; อ้างอิงจาก Goor. 1974 : 3514 – A) พบว่าเด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์สูง มีความเชื่อมั่นในตนเองสูงจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูง กล่าวแสดงออกในความคิดเห็นใหม่ๆ ในการแก้ปัญหาได้ดีกว่าผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ต่ำอีกด้วย

งานวิจัยภายในประเทศ

จันทจิรา เสถียร (2551: 116-118) ได้ศึกษาสหสัมพันธ์คาโนนิคอลระหว่างชุดตัวแปรอิสระ ได้แก่ ความถนัดทางการเรียนด้านภาษา แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความเชื่อมั่นในตนเอง การอบรมเลี้ยงดูแบบใช้เหตุผล การอบรมสั่งสอนของครู กับชุดตัวแปรตาม คือความสามารถในการแก้ปัญหาในชีวิตของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 และเพื่อศึกษาคำนำหนักความสำคัญคาโนนิคอลของชุดตัวแปรอิสระ ได้แก่ ความถนัดทางการเรียนด้านภาษา แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความเชื่อมั่นในตนเอง การอบรมเลี้ยงดูแบบใช้เหตุผล การอบรมสั่งสอนของครูที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาในชีวิตของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาด้านชีวิตประจำวัน แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาด้านการเรียน แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาด้านสังคม แบบทดสอบความถนัดทางการเรียนด้านภาษา แบบสอบถามแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ แบบสอบถามความเชื่อมั่นในตนเอง แบบสอบถามการอบรมเลี้ยงดูแบบใช้เหตุผล และแบบสอบถามการอบรมสั่งสอนของครู ผลการวิจัยพบว่า สหสัมพันธ์คาโนนิคอลระหว่างชุดตัวแปรอิสระด้านความถนัดทางการเรียนด้านภาษา แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความเชื่อมั่นในตนเอง การอบรมเลี้ยงดูแบบใช้เหตุผล และการอบรมสั่งสอนของครูกับชุดตัวแปรตามความสามารถในการแก้ปัญหาด้านชีวิตประจำวัน ด้านการเรียน และด้านสังคม ซึ่งในชุดแรกของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนในชุดที่สองและชุดที่สามของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 มีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีความนัยสำคัญทางสถิติ คำนำหนักความสำคัญคาโนนิคอลของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 กลุ่มตัวแปรอิสระด้านความถนัดทางการเรียนด้านภาษา เท่ากับ -.920 ส่วนตัวแปรอื่นๆ มีคำนำหนักน้อยกว่า .30 จึงไม่มีน้ำหนักในการส่งผลต่อตัวแปรคาโนนิคอล สำหรับกลุ่มตัวแปรตาม คือความสามารถในการแก้ปัญหาด้านชีวิตประจำวัน และความสามารถในการแก้ปัญหาด้านการเรียน เท่ากับ -.508 และ -.376 ตามลำดับในชุดที่หนึ่งนี้พบว่า ชุดตัวแปรอิสระของความถนัดทางการเรียนด้านภาษากับชุดตัวแปรตามของความสามารถในการแก้ปัญหาด้านชีวิตประจำวัน และด้านการเรียนส่งผลซึ่งกันและกันในลักษณะเช่นนี้ หมายความว่า นักเรียนที่มีความถนัดทางการเรียนด้านภาษาสูง มีแนวโน้มว่าจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาด้านชีวิตประจำวัน และด้านการเรียนสูงด้วย นอกจากนี้นักเรียนที่ความสามารถในการแก้ปัญหาด้านชีวิตประจำวัน และด้านการเรียนสูง จะทำให้มีความถนัดทางการเรียนด้านภาษาสูงขึ้นด้วย

อัญชลี ฉิมพลี (2551: 67-70) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบระดับความเชื่อมั่นในตนเอง โดยรวมและแยกเป็นรายด้าน ได้แก่ ด้านการกล้าแสดงออกเป็นตัวของตัวเอง ด้านการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อม ด้านความภาคภูมิใจในตนเองของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดกิจกรรมการสอนแบบเดินเรื่องก่อนการจัดประสบการณ์และระหว่างการจัดประสบการณ์ในแต่ละช่วงสัปดาห์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ แผนการจัดกิจกรรมการสอนแบบเดินเรื่องและแบบสังเกตพฤติกรรมความเชื่อมั่นในตนเองของเด็กปฐมวัย ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างพฤติกรรมกับจุดประสงค์อยู่ระหว่าง 0.67 ถึง 1 และมีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.91 และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การ

วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ (One – Way Repeated – Measures ANOVA) , Partial η^2 และ LSD แบบวัดซ้ำ ผลการวิจัย พบว่า เด็กปฐมวัยก่อนการจัดกิจกรรมและระหว่างการจัดกิจกรรม การสอนแบบเดินเรื่องในแต่ละช่วงสัปดาห์ มีความเชื่อมั่นในตนเองโดยเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < .05$ ทั้งโดยรวม ($F = 788.57$) และด้านการกล้าแสดงออก ($F = 288.74$) ด้านการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อม ($F = 2337.14$) และด้านความภาคภูมิใจในตนเอง ($F = 2229.29$) โดยการจัดกิจกรรมการสอนแบบเดินเรื่องส่งผลต่อความเชื่อมั่นในตนเอง โดยรวมร้อยละ 98% ($P = .98$) และส่งผลต่อความเชื่อมั่นในตนเอง รายด้านร้อยละ 95.4 , 99.4 , และ 99.4 ตามลำดับ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัย พบว่า ความเชื่อมั่นในตนเองเป็นคุณลักษณะหนึ่งที่จะนำพาผู้เรียนให้ประสบความสำเร็จในการเรียน และการใช้ชีวิตจริง เพราะความเชื่อมั่นในตนเอง จะทำให้ผู้เรียนกล้าคิด กล้าแสดงออก กล้าตัดสินใจ และเผชิญหน้ากับปัญหา หรืออุปสรรคต่าง ๆ สามารถปรับตัวเข้ากับสิ่งต่าง ๆ รอบตัวได้ ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความมั่นใจใจตนเอง และเสริมสร้างคุณลักษณะที่ดีควบคู่กันไปเพื่อให้ผู้เรียนเป็นบุคคลที่ดีมีคุณภาพต่อไป



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียน ภ.ป.ร. ราชวิทยาลัย ในพระบรมราชูปถัมภ์ อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 5 ห้องเรียน รวม 223 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียน ภ.ป.ร. ราชวิทยาลัย ในพระบรมราชูปถัมภ์ อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มด้วยการจับสลากมา 1 ห้องเรียนจากห้องเรียนทั้งหมด 5 ห้องเรียน ซึ่งนักเรียนแต่ละห้องมีผลการเรียนไม่แตกต่างกัน

เนื้อหาที่ใช้

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ใช้เวลาดทดลอง 19 คาบ คาบละ 50 นาที แบ่งเป็นทำแบบทดสอบ 3 คาบ ตอบแบบสอบถาม 1 คาบ และดำเนินการจัดการเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุก 15 คาบ มีรายละเอียดดังนี้

- ทำแบบสอบถามวัดความเชื่อมั่นในตนเอง $\frac{1}{2}$ คาบ
- ทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน 1 คาบ
- ทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน $\frac{1}{2}$ คาบ

- กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 15 คาบ
- ทำแบบสอบถามวัดความเชื่อมั่นในตนเอง $\frac{1}{2}$ คาบ
- ทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน 1 คาบ
- ทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน $\frac{1}{2}$ คาบ

ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการทดลองสอนด้วยตนเอง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

- 4.1 แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
- 4.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 4.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
- 4.4 แบบสอบถามวัดความเชื่อมั่นในตนเอง

2. การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

5.1 แผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

5.1.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หลักสูตรสถานศึกษา หลักการจุดมุ่งหมายของหลักสูตร รวมทั้งเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1.2 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการและวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก และผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกหรือวิธีการสอนแบบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การเรียนรู้เชิงรุก และหลักการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

5.1.3 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด รายละเอียดของ เนื้อหาวิชา กิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและการประเมินผล และแบ่งเนื้อหาให้เหมาะสมกับ เวลาที่จะดำเนินการสอน

5.1.4 วิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ให้ครอบคลุมและสอดคล้องกับ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความเชื่อมั่นใน ตนเองในการออกแบบของลักษณะการจัดกิจกรรม วิธีการสอน และเนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อกำหนดขอบข่ายเนื้อหาที่จะสอน

5.1.5 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และสาระการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ โดยมีแผนการจัดการเรียนรู้ 15 คาบ ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-9

- กิจกรรมพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 9 คาบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10-15

- ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับตรีโกณมิติ 6 คาบ

รวม 15 คาบ

โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดการเรียนรู้เชิงรุก ประกอบด้วย

1. จุดประสงค์การเรียนรู้
 - 1.1 ด้านความรู้
 - 1.2 ด้านทักษะกระบวนการ
 - 1.3 ด้านคุณลักษณะ
2. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้
3. ความรู้พื้นฐาน
4. สาระการเรียนรู้
5. กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้
 - 5.1 ชี้นำเข้าสู่บทเรียน
 - 5.2 ชี้นำเสนอสถานการณ์
 - 5.3 ชี้นำดำเนินการกิจกรรม
 - 5.4 ชี้นำสร้างองค์ความรู้
 - 5.5 ชี้นำสรุป
6. การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้
7. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

5.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จแล้ว เสนอต่อประธานและกรรมการควบคุม ปรินญาณิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน คือ ดร.รชยา ศรีสุริจัน อาจารย์ยุวดี ทองยี่สุน และอาจารย์มนัส พุทธคุณ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความชัดเจน และความถูกต้องของจุดประสงค์การเรียนรู้ สอดคล้องกับเนื้อหาและกิจกรรม สื่อการเรียนรู้ และความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ เพื่อนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

5.1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการพิจารณาแล้ว มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ ดังนี้

1. การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้เข้าใจผู้เรียนดีแล้ว แต่บางแผนการจัดการเรียนรู้ มีกิจกรรมการเรียนรู้หลายกิจกรรมอาจทำให้เกิดปัญหาด้านเวลาในการเรียนรู้ จึงปรับลดภาระงานในใบกิจกรรมของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้แต่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

2. ใบกิจกรรม และใบความรู้ต่าง ๆ ปรับขนาดตัวอักษรให้มีขนาดใหญ่ขึ้น ใส่กรอบข้อความให้เป็นสัดส่วน และตกแต่งให้มีสีสันสวยงาม ชวนอ่าน และปฏิบัติกิจกรรม

3. ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ ได้เพิ่มเติมพฤติกรรมของครูผู้สอนในขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก ให้ชัดเจนมากขึ้น

5.1.8 นำแผนการจัดการเรียนการสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วนำเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมประกันคุณภาพเพื่อตรวจสอบพิจารณาอีกครั้ง

5.1.9 นำแผนการจัดการเรียนการสอนที่ผ่านการพิจารณาแล้ว ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

ตาราง 5 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กับกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก

คาบที่	เนื้อหา	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก
1	กิจกรรมพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	- ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน	- อภิปรายทั้งชั้น - สร้างแรงจูงใจ - ใช้คำถาม
		- ขั้นนำเสนอสถานการณ์	- อภิปรายทั้งชั้น
		- ขั้นดำเนินการกิจกรรม	- การเรียนเป็นคู่
		- ขั้นสร้างองค์ความรู้	- เพื่อนร่วมคิด (Think-Pair-Share) - ใช้คำถาม
		- ขั้นสรุป	- ใช้คำถาม - Minute paper

ตาราง 5 (ต่อ)

คาบที่	เนื้อหา	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก
2	กิจกรรมพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	- ชี้นำเข้าสู่บทเรียน	- อภิปรายทั้งชั้น - สร้างแรงจูงใจ - ใช้คำถาม
		- ชี้นำเสนอสถานการณ์	- บทบาทสมมติ - ระดมความคิด
		- ชี้นำดำเนินการกิจกรรม	- การเรียนแบบร่วมมือ
		- ชี้นำสร้างองค์ความรู้	- การอภิปราย - การใช้คำถาม
		- ชี้นำสรุป	- ใช้คำถาม - สรุปข้อความสั้นๆ
3	กิจกรรมพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	- ชี้นำเข้าสู่บทเรียน	- ใช้คำถาม
		- ชี้นำเสนอสถานการณ์	- การอ่านอย่างกระตือรือร้น - การอภิปราย
		- ชี้นำดำเนินการกิจกรรม	- การเรียนเป็นคู่
		- ชี้นำสร้างองค์ความรู้	- เพื่อนร่วมคิด (Think-Pair-Share) - ใช้คำถาม
		- ชี้นำสรุป	- การอภิปราย
4	กิจกรรมพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	- ชี้นำเข้าสู่บทเรียน	- สร้างแรงจูงใจ - ใช้คำถาม
		- ชี้นำเสนอสถานการณ์	- การอ่านอย่างกระตือรือร้น - การใช้คำถาม
		- ชี้นำดำเนินการกิจกรรม	- การเรียนเป็นคู่
		- ชี้นำสร้างองค์ความรู้	- Gallery Walk
		- ชี้นำสรุป	- ใช้คำถาม - การอภิปราย

ตาราง 5 (ต่อ)

คาบที่	เนื้อหา	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก
5	กิจกรรมพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	- ชี้นำเข้าสู่บทเรียน	- สร้างแรงจูงใจ - ใช้คำถาม
		- ชี้นำเสนอสถานการณ์	- การอ่านอย่างกระตือรือร้น - การใช้กรณีศึกษา
		- ชี้นำดำเนินการกิจกรรม	- การเรียนแบบร่วมมือ
		- ชี้นำสร้างองค์ความรู้	- การอภิปราย - ใช้คำถาม
		- ชี้นำสรุป	- ใช้คำถาม - การอภิปราย
6	กิจกรรมพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	- ชี้นำเข้าสู่บทเรียน	- ใช้คำถาม
		- ชี้นำเสนอสถานการณ์	- การอ่านอย่างกระตือรือร้น - การอภิปราย
		- ชี้นำดำเนินการกิจกรรม	- การเรียนเป็นคู่
		- ชี้นำสร้างองค์ความรู้	- เพื่อนร่วมคิด (Think-Pair-Share) - ใช้คำถาม
		- ชี้นำสรุป	- การอภิปราย
7	กิจกรรมพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	- ชี้นำเข้าสู่บทเรียน	- สร้างแรงจูงใจ - ใช้คำถาม
		- ชี้นำเสนอสถานการณ์	- การอ่านอย่างกระตือรือร้น - ใช้คำถาม
		- ชี้นำดำเนินการกิจกรรม	- การเรียนเป็นคู่
		- ชี้นำสร้างองค์ความรู้	- Gallery Walk
		- ชี้นำสรุป	- ใช้คำถาม - การอภิปราย - Minute paper

ตาราง 5 (ต่อ)

คาบที่	เนื้อหา	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก
8	กิจกรรมพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	- ชี้นำเข้าสู่บทเรียน	- สร้างแรงจูงใจ - ใช้คำถาม
		- ชี้นำเสนอสถานการณ์	- การอ่านอย่างกระตือรือร้น - การใช้กรณีศึกษา
		- ชี้นำดำเนินการกิจกรรม	- การเรียนแบบร่วมมือ
		- ชี้นำสร้างองค์ความรู้	- การอภิปราย - ใช้คำถาม
		- ชี้นำสรุป	- ใช้คำถาม - การอภิปราย
9	กิจกรรมพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	- ชี้นำเข้าสู่บทเรียน	- สร้างแรงจูงใจ - ใช้คำถาม
		- ชี้นำเสนอสถานการณ์	- เกม
		- ชี้นำดำเนินการกิจกรรม	- การเรียนแบบร่วมมือ
		- ชี้นำสร้างองค์ความรู้	- การระดมสมอง - การอภิปราย
		- ชี้นำสรุป	- การอภิปราย - ใช้คำถาม
10	ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับตรีโกณมิติ	- ชี้นำเข้าสู่บทเรียน	- การใช้กรณีศึกษา
		- ชี้นำเสนอสถานการณ์	- การอ่านอย่างกระตือรือร้น - ใช้คำถาม
		- ชี้นำดำเนินการกิจกรรม	- การเรียนเป็นคู่ - การเรียนแบบค้นหา
		- ชี้นำสร้างองค์ความรู้	- เพื่อนร่วมคิด (Think-Pair-Share) - การอภิปราย
		- ชี้นำสรุป	- ใช้คำถาม

ตาราง 5 (ต่อ)

คาบที่	เนื้อหา	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก
11	ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับตรีโกณมิติ	- ชี้นำเข้าสู่บทเรียน	- สร้างแรงจูงใจ - ใช้คำถาม
		- ชี้นำเสนอสถานการณ์	- การใช้กรณีศึกษา - การสอนแบบสาธิต
		- ชี้นำดำเนินการกิจกรรม	- การเรียนแบบร่วมมือ
		- ชี้นำสร้างองค์ความรู้	- การใช้สัญลักษณ์มือ (Finger Symbols) - ใช้คำถาม
		- ชี้นำสรุป	- Minute paper
12	ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับตรีโกณมิติ	- ชี้นำเข้าสู่บทเรียน	- ใช้คำถาม - สร้างแรงจูงใจ
		- ชี้นำเสนอสถานการณ์	- การอ่านอย่างกระตือรือร้น
		- ชี้นำดำเนินการกิจกรรม	- การเรียนแบบร่วมมือ
		- ชี้นำสร้างองค์ความรู้	- การใช้สัญลักษณ์มือ (Finger Symbols) - ใช้คำถาม
		- ชี้นำสรุป	- การอภิปราย
13	ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับตรีโกณมิติ	- ชี้นำเข้าสู่บทเรียน	- สร้างแรงจูงใจ - ใช้คำถาม
		- ชี้นำเสนอสถานการณ์	- การอ่านอย่างกระตือรือร้น - การใช้กรณีศึกษา
		- ชี้นำดำเนินการกิจกรรม	- การระดมสมอง
		- ชี้นำสร้างองค์ความรู้	- การอภิปรายกลุ่มย่อย
		- ชี้นำสรุป	- ใช้คำถาม - การอภิปราย

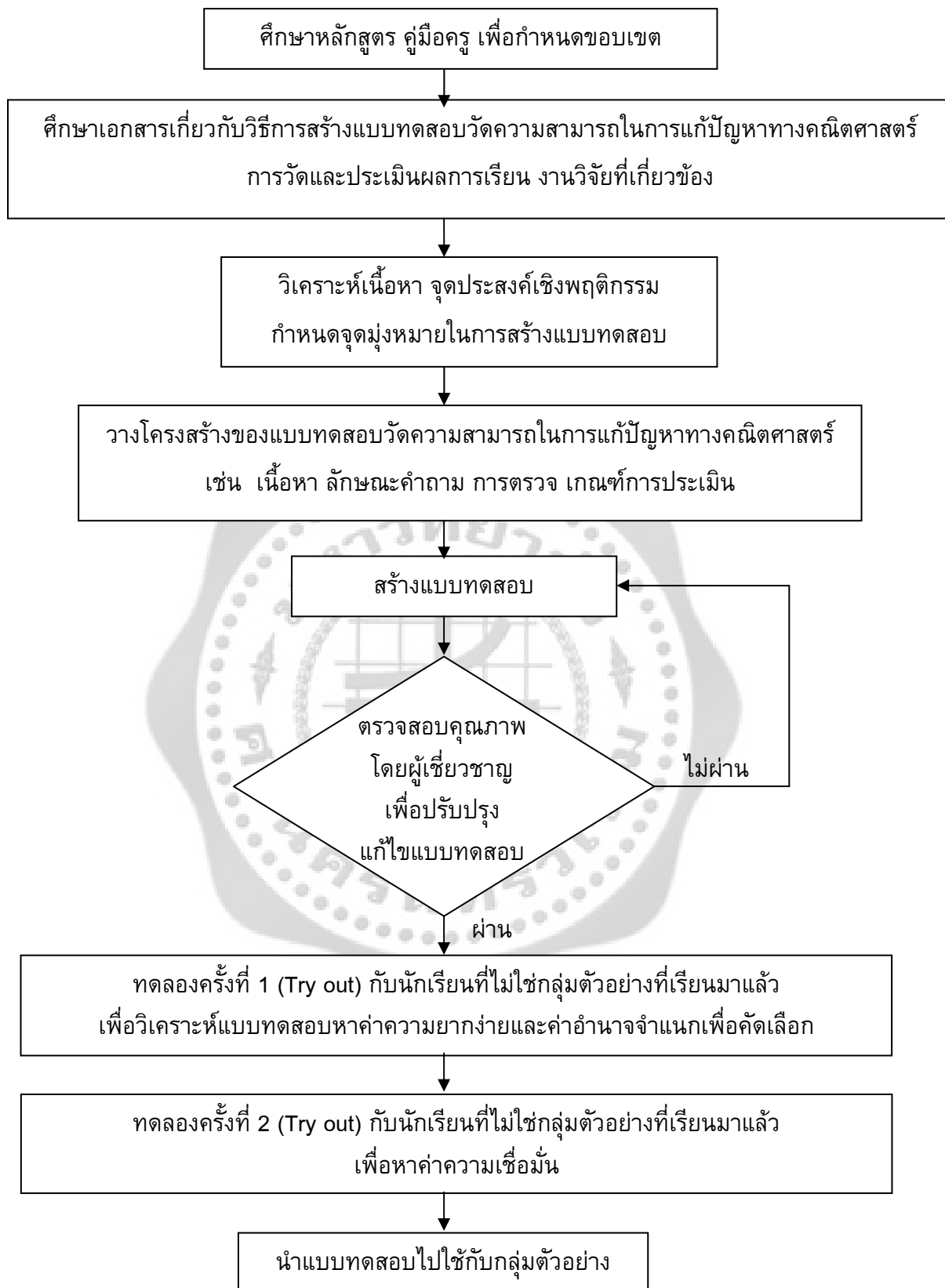
ตาราง 5 (ต่อ)

คาบที่	เนื้อหา	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก
14	ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับตรีโกณมิติ	- ชี้นำเข้าสู่บทเรียน	- สร้างแรงจูงใจ - ใช้คำถาม
		- ชี้นำเสนอสถานการณ์	- บทบาทสมมติ
		- ชี้นำเน้นการกิจกรรม	- การเรียนแบบร่วมมือ - บทบาทสมมติ
		- ชี้นำสร้างองค์ความรู้	- การอภิปราย - การใช้คำถาม
		- ชี้นำสรุป	- Minute paper
15	ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับตรีโกณมิติ	- ชี้นำเข้าสู่บทเรียน	- สร้างแรงจูงใจ - ใช้คำถาม
		- ชี้นำเสนอสถานการณ์	- ใช้คำถาม
		- ชี้นำเน้นการกิจกรรม	- การเรียนเป็นคู่
		- ชี้นำสร้างองค์ความรู้	- ผังมโนทัศน์ - ใช้คำถาม
		- ชี้นำสรุป	- การอภิปราย

5.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัย 5 ข้อ ใช้เวลา 50 นาที ผู้วิจัยได้ดำเนินการ

ตามลำดับขั้นตอน แสดงในภาพประกอบ 13



ภาพประกอบ 13 วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากภาพประกอบ 13 เป็นการแสดงลำดับขั้นในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.2.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หลักสูตรของ สสวท. หลักสูตรสถานศึกษา คู่มือครูการจัดสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และหนังสือแบบเรียนคณิตศาสตร์ สาระการเรียนรู้พื้นฐาน เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

5.2.2 ศึกษาทฤษฎี วิธีการสร้างแบบทดสอบ การวัดผล การประเมินผลการเรียน และเทคนิคการสร้างแบบทดสอบ

5.2.3 กำหนดจุดมุ่งหมายในการทดสอบ จุดประสงค์ของการเรียนรู้ สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหา และกำหนดพฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถที่ต้องการวัด

5.2.4 วางโครงสร้างแบบทดสอบให้สอดคล้องจุดมุ่งหมาย จุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหา กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน รวมทั้งสิ้น 20 คะแนน โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (Rubric Assessment) ซึ่งผู้วิจัยปรับปรุงมาจากเกณฑ์การตรวจให้คะแนนของปรีชา เนาว์เย็นผล (2544: 311) และแบบประเมินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555: 96 - 132)

ตาราง 6 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คะแนน / ความหมาย	การแสดงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏ
4 ดีมาก	<ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสมสอดคล้องกับปัญหา - นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องและแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน - สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
3 ดี	<ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง - เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องแต่ยังไม่เหมาะสม หรือยังไม่ครอบคลุมประเด็นปัญหา - นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องแต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน - สรุปคำตอบได้ถูกต้อง
2 พอใช้	<ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องเป็นบางส่วน หรือเข้าใจบางส่วนของปัญหาผิด - เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้แต่ยังไม่เหมาะสมหรือยังไม่ครอบคลุมประเด็นปัญหา - นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องเป็นบางส่วนแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน หรือดำเนินการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง - สรุปคำตอบได้บางส่วน หรือสรุปคำตอบที่ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน
1 ยังต้องปรับปรุง	<ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจปัญหาน้อยมาก หรือไม่เข้าใจปัญหา - เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่เหมาะสมหรือไม่สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ - นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้องไม่แสดงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา หรือพยายามแก้ปัญหด้วยวิธีการแก้ปัญหาที่ไม่เหมาะสม - สรุปคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่มีการสรุปคำตอบ
0 ไม่มีความพยายาม	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่ทำความเข้าใจปัญหา และไม่แสดงการแก้ปัญหา หรือคัดลอกข้อมูลจากปัญหา แต่ไม่ได้นำมาใช้ในการแก้ปัญหา

5.2.5 ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ให้สอดคล้องกับเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ โดยสร้างแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 10 ข้อ

5.2.6 เสนอแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเกณฑ์การประเมิน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ ได้แก่ อาจารย์ที่เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ อาจารย์ที่เชี่ยวชาญด้านการวัดผลการศึกษา จำนวน 3 ท่าน คือ ดร.รชยา ศรีสุริจัน อาจารย์ ดร. นิสรา สิริสุนทร และอาจารย์ ดร.ภาวิดา บุตรเนียม เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ จากนั้นคัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยพิจารณาจากค่า $IOC \geq 0.5$ จึงเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 – 1.00 จำนวน 9 ข้อ

5.2.7 นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจและแก้ไขจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างซึ่งผ่านการเรียน เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแล้ว และมีสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน เพื่อหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก

5.2.8 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่คัดเลือกแล้วไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างซึ่งผ่านการเรียน เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และมีสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน แล้วนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์โดยมีผู้ช่วยวิจัยอีก 1 ท่าน มาตรวจให้คะแนนแบบทดสอบ จากนั้นนำคะแนนของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน โดยได้ค่าความเชื่อมั่นของการตรวจและการให้คะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 0.79 แสดงว่าการตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดมีความเชื่อถือได้ ดังนั้นจึงใช้คะแนนของผู้วิจัยเป็นผู้ตรวจมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

5.2.9 ตรวจแบบทดสอบนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) จากนั้นคัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เฉพาะข้อที่มีค่าความยากง่าย (P_E) ตั้งแต่ 0.20 – 0.80 ซึ่งจากการวิเคราะห์คะแนนของแบบทดสอบได้ค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.47 – 0.60 ซึ่งมีความยากง่ายพอเหมาะ ไม่ยากหรือง่ายจนเกินไป และคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.20 – 1.00 ซึ่งจากการวิเคราะห์คะแนนของแบบทดสอบได้ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.40 – 0.70 ซึ่งเป็นข้อที่สามารถจำแนกคนได้ และสามารถนำไปใช้ทดลองได้ ซึ่งคัดเลือกแบบทดสอบนี้ทั้งหมด 5 ข้อ ดังนี้

ตาราง 7 แสดงการวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัดของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

มาตรฐาน / ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมที่ต้องการวัด			รวม
		รู้จำ	เข้าใจ	นำไปใช้	
ค 6.1 ม.3/1 - ม.3/6	สามารถใช้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดให้ได้	-	-	4 ข้อ	4 ข้อ
	นำความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติที่กำหนดให้ได้	-	-	1 ข้อ	1 ข้อ
รวม		-	-	5 ข้อ	5 ข้อ

5.2.10 นำแบบทดสอบมาหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ แบบอัตนัย โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัก ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เท่ากับ 0.83 แล้วนำแบบทดสอบเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโทเพื่อตรวจสอบ

5.2.11 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการหาคุณภาพแล้วไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียน ภ.ป.ร. ราชวิทยาลัย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 45 คน

5.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

5.3.1 ศึกษาตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิด ทฤษฎี วิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้านการนิยาม องค์ประกอบ โดยเลือกใช้แนวคิดแบบสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณของคอร์เนล ระดับเอ็กซ์ (Cornell Critical Thinking Test, level X) ที่พัฒนาโดยเอนนิสและมิลล์แมน (Ennis; & Millman. 1985: 123-155) เป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

5.3.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หลักสูตรของสสวท. หลักสูตรสถานศึกษา คู่มือครูการจัดสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และหนังสือแบบเรียนคณิตศาสตร์ สาระการเรียนรู้พื้นฐาน เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

5.3.3 รวบรวมข้อมูล สถานการณ์ ข้อความ/ข้อโต้แย้ง จากแหล่งข้อมูล/สื่อต่าง ๆ เช่น วิทยุ โทรทัศน์ หนังสือ หนังสือพิมพ์ เป็นต้น

5.3.4 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นแบบปรนัย 3 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ การให้คะแนนแต่ละข้อจะมีคำตอบที่ถูกต้องเพียง 1 ข้อ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน และตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน โดยมีค่าถ่วงวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 4 ด้าน ดังนี้

1. ความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล และการสังเกต
2. ความสามารถในการอุปนัย
3. ความสามารถในการนิรนัย
4. ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น

5.3.5 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่สร้างขึ้นเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาบัตรเพื่อพิจารณาความเหมาะสม และชี้แนะข้อบกพร่องพร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะในการแก้ไขปรับปรุง

5.3.6 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ผ่านการแก้ไขแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ ได้แก่ อาจารย์ที่เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ อาจารย์ที่เชี่ยวชาญด้านการวัดผลการศึกษา คือ คือ ดร.ชยา ศรีสุรินทร์ อาจารย์ ดร. นิสรา สิริสุนทร และอาจารย์ ดร.ภาวิดา บุตรเนียม เพื่อตรวจหาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity) ของแบบทดสอบ นำคะแนนที่ได้จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ แล้วคัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยพิจารณาจากค่า $IOC \geq 0.5$ จึงเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 – 1.00 จำนวน 39 ข้อ

5.3.7 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ผ่านการตรวจและแก้ไขจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างซึ่งมีสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 80 คน เพื่อหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก

5.3.8 ตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และหาค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อโดยใช้เทคนิค 27% ของจุดเตห์ฟาน (ลัวน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543: 210-212) คัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เฉพาะข้อที่มีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.20 – 0.80 ซึ่งจากการวิเคราะห์คะแนนของแบบทดสอบได้ค่าความยาก ตั้งแต่อยู่ 0.36 – 0.79 ซึ่งมีความยากพอเหมาะ ไม่ยากหรือง่ายจนเกินไป และคัดเลือกข้อที่มีอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 – 1.00 ซึ่งจากการวิเคราะห์คะแนนของแบบทดสอบได้ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.29 – 0.71 ซึ่งเป็นข้อที่สามารถจำแนกคน และสามารถนำไปใช้ทดลองได้ ซึ่งคัดเลือกแบบทดสอบนี้ทั้งหมด 30 ข้อ โดยแบ่งเป็น 4 ด้าน ดังนี้

ด้านที่ 1 ความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล และ การสังเกต

ด้านที่ 2 ความสามารถในการอุปนัย

ด้านที่ 3 ความสามารถในการนินัย

ด้านที่ 4 ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น

5.3.9 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่คัดเลือกแล้วไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างซึ่งมีสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543: 197-198) ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เท่ากับ 0.71 แล้วนำเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโท

5.3.10 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่ผ่านการหาคุณภาพแล้วไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียน ภ.ป.ร. ราชวิทยาลัย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 45 คน

ตาราง 8 การจำแนกจำนวนข้อของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณรายด้าน

ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	จำนวนข้อ
ด้านที่ 1 ความสามารถด้านในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล ลักษณะคำถาม เป็นข้อความ / สถานการณ์ ที่มาจากแหล่งข้อมูลมากกว่า 1 แหล่ง แล้วให้พิจารณาตัดสินความถูกต้องของข้อมูล ความเป็นไปได้ของข้อมูล และสังเกตลักษณะต่าง ๆ จากสิ่งที่เกี่ยวข้อง กับสถานการณ์หรือสาเหตุของปัญหา	7 (ข้อ 1 - 7)
ด้านที่ 2 ความสามารถในการอุปนัย ลักษณะคำถาม เป็นข้อความ / สถานการณ์ ที่กำหนดเป็นข้อสรุปข้อความคาดการณ์ไว้ แล้วให้พิจารณาตัดสินว่าข้อเท็จจริงใดสอดคล้องขัดแย้ง หรือไม่เกี่ยวข้องกับข้อความที่กำหนดให้	8 (ข้อ 8 - 15)

ตาราง 8 (ต่อ)

ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	จำนวนข้อ
<p>านที่ 3 ความสามารถในการนิรนัย</p> <p>ลักษณะคำถาม เป็นข้อความ / สถานการณ์ ที่กำหนดเป็นเหตุและผล 2 - 3 ข้อความ แล้วให้พิจารณาความสมเหตุสมผล หรือกำหนดเป็นเหตุ 2 - 3 ข้อความ แล้วให้หาผลที่เกิดขึ้นแล้วทำให้สมเหตุสมผล</p>	<p>8</p> <p>(ข้อ 16 - 23)</p>
<p>ด้านที่ 4 ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น</p> <p>ลักษณะคำถาม เป็นข้อความ / สถานการณ์แล้วให้พิจารณาตัดสินว่าข้อความใดเป็นข้อความที่น่าเชื่อถือที่จำเป็นต้องเกิดก่อนข้อความหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ เพื่อให้ข้อความนั้นสมเหตุสมผล</p>	<p>7</p> <p>(ข้อ 24 - 30)</p>
รวม	30

5.4 แบบสอบถามความเชื่อมั่นในตนเอง

แบบสอบถามวัดความเชื่อมั่นในตนเอง เป็นแบบสอบถามที่ผู้วิจัยได้พัฒนาจากแบบสอบถามความเชื่อมั่นในตนเอง และความเชื่อมั่นในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยอาศัยข้อมูลที่ศึกษาและปรับปรุงจากแบบทดสอบวัดความเชื่อมั่นในตนเองของ อมรพรรณ พิชัยภาพ (2535: 149) และ อเนก สีขาว (2543: 103-104) และจันทจิรา เสถียร (2551: 159-160) ซึ่งมีลำดับขั้นตอนการพัฒนา ดังต่อไปนี้

5.4.1 ศึกษาทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเชื่อมั่นในตนเอง เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาแบบสอบถาม

5.4.2 เขียนนิยามเชิงปฏิบัติการของ แบบสอบถามวัดความเชื่อมั่นในตนเอง โดยอาศัยข้อมูลที่ศึกษาและปรับปรุงจากแบบทดสอบวัดความเชื่อมั่นในตนเองของ อมรพรรณ พิชัยภาพ (2535: 149) และ อเนก สีขาว (2543: 103-104) และจันทจิรา เสถียร (2551: 159-160) ซึ่งแบบสอบถามวัดความเชื่อมั่นในตนเองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 20 ข้อ แบ่งออกเป็น 5 ด้าน ด้านละ 4 ข้อ ดังนี้

- 1) ด้านจิตใจมั่นคง หมายถึง นักเรียนมีจิตใจหนักแน่น แน่วแน่ ไม่หวั่นไหวต่อเหตุการณ์ต่าง ๆ สามารถควบคุมอารมณ์ให้อยู่ในสภาพปกติได้ดี
- 2) ด้านกล้าแสดงออก หมายถึง นักเรียนกล้าพูด กล้ากระทำ กล้าแสดงความคิดเห็นในทางที่ถูกที่ควร ไม่ขี้อาย ไม่ประหม่า ไม่เคอะเขิน
- 3) ด้านกล้าตัดสินใจ หมายถึง นักเรียนกล้ากระทำต่อสิ่งต่าง ๆ ด้วยความคิดเห็นของตนเอง ไม่ลังเลใจ และไม่หวั่นไหวต่อคำติชมของผู้อื่น

4) ด้านกล้าเผชิญความจริง หมายถึง นักเรียนที่กล้ายอมรับสภาพความจริง ของตนเองและสิ่งแวดล้อม มีความพอใจในความสามารถของตนเอง

5) ด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หมายถึง นักเรียนที่ชอบคิดชอบกระทำในสิ่ง

แปลก ๆ ใหม่ ๆ อยู่เสมอ ชอบการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ไม่พึ่งพาผู้อื่นตลอดเวลา

5.4.3 สร้างแบบสอบถามวัดความเชื่อมั่นในตนเอง แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ แบ่งออกเป็น 5 ด้าน ดังนี้

ตาราง 9 การจำแนกจำนวนข้อของแบบสอบถามวัดความเชื่อมั่นในตนเอง รายด้าน

ด้านของความเชื่อมั่นในตนเอง	จำนวนข้อ
1. จิตใจมั่นคง	4 ข้อ (ข้อ 1, 5, 13, 17)
2. กล้าแสดงออก	4 ข้อ (ข้อ 2, 4, 8, 10)
3. กล้าตัดสินใจ	4 ข้อ (ข้อ 6, 9, 12, 20)
4. กล้าเผชิญความจริง	4 ข้อ (ข้อ 3, 14, 15, 16)
5. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	4 ข้อ (ข้อ 7, 11, 18, 19)
รวม	20 ข้อ

โดยเกณฑ์การให้คะแนนของแบบสอบถามมี 2 กรณี คือ

กรณีที่ 1 ข้อความทางบวก (Positive) ได้แก่ ข้อ 1 – 9 ข้อ 11 – 12 ข้อ 14 – 16 และข้อ 18 – 20 มีการกำหนดคะแนนตามระดับความคิดเห็นดังต่อไปนี้

มากที่สุด	ให้	5	คะแนน
มาก	ให้	4	คะแนน
ปานกลาง	ให้	3	คะแนน
น้อย	ให้	2	คะแนน
น้อยที่สุด	ให้	1	คะแนน

กรณีที่ 2 ข้อความทางลบ (Negative) ได้แก่ ข้อ 10 ข้อ 13 และข้อ 17 มีการกำหนดคะแนนตามระดับความคิดเห็นดังต่อไปนี้

มากที่สุด	ให้	1	คะแนน
มาก	ให้	2	คะแนน
ปานกลาง	ให้	3	คะแนน
น้อย	ให้	4	คะแนน
น้อยที่สุด	ให้	5	คะแนน

5.4.4 นำแบบสอบถามวัดความเชื่อมั่นในตนเองที่ปรับปรุงแล้วไปให้ประธานและคณะกรรมการที่ปรึกษาปริญญาโทและผู้เชี่ยวชาญ ได้ตรวจสอบพิจารณาและให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับภาษาว่าถูกต้องเหมาะสม จำนวน 3 คน ได้แก่ อาจารย์ ดร.ภาวิดา บุตรเนียม อาจารย์ มนัส พุทธคุณ และอาจารย์ยุวดี ทองยี่สุน เพื่อตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แล้วคัดเลือกแบบสอบถามข้อที่มีค่า IOC ≥ 0.5 พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบสอบถามวัดความเชื่อมั่นในตนเอง (IOC) มีค่าตั้งแต่ 0.67 – 1.00 จำนวน 20 ข้อ

5.4.5 นำแบบสอบถามวัดความเชื่อมั่นในตนเองไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างซึ่งมีสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน แล้วนำมาตรวจให้คะแนนเพื่อหาค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถาม พบว่า แบบทดสอบวัดความเชื่อมั่นในตนเอง มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 2.37 – 5.76 และหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค พบว่าแบบสอบถามวัดความเชื่อมั่นในตนเอง มีความค่าเชื่อมั่นเท่ากับ 0.76

5.4.6 นำแบบทดสอบที่หาค่าความเชื่อมั่นที่ได้ไปเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโท

5.4.7 นำแบบทดสอบวัดความเชื่อมั่นในตนเอง ที่ได้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

ตัวอย่างแบบสอบถามวัดความเชื่อมั่นในตนเอง

คำชี้แจง

แบบสอบถามฉบับนี้เป็นแบบสอบถามวัดความเชื่อมั่นในตนเอง มีจำนวน 20 ข้อ ให้นักเรียนพิจารณาข้อความและทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องทางขวามือของข้อความแต่ละข้อ เพียงช่องเดียวที่ตรงกับรู้สึกหรือความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด โดยมีเกณฑ์ในการเลือกดังต่อไปนี้

มากที่สุด หมายถึง นักเรียนมีการปฏิบัติ / มีความคิดเห็นตามข้อความนั้นมากที่สุด
 มาก หมายถึง นักเรียนมีการปฏิบัติ / มีความคิดเห็นตามข้อความนั้นมาก
 ปานกลาง หมายถึง นักเรียนมีการปฏิบัติ / มีความคิดเห็นตามข้อความนั้นปานกลาง
 น้อย หมายถึง นักเรียนมีการปฏิบัติ / มีความคิดเห็นตามข้อความนั้นน้อย
 น้อยที่สุด หมายถึง นักเรียนมีการปฏิบัติ / มีความคิดเห็นตามข้อความนั้นน้อยที่สุด

ข้อ	ข้อความ	ระดับการปฏิบัติ / ความคิดเห็น				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
0.	ข้าพเจ้ารับอาสาเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน					
00.	เมื่อเพื่อนให้อธิบายคณิตศาสตร์ ข้าพเจ้าจะ เต็มใจอธิบายจนเพื่อนเข้าใจ					

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบแผนที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One-Group Pretest – Posttest Design (ชูศรี
 วงศ์รัตน์. 2550: 380) กล่าวคือ ศึกษากลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก โดย
 เปรียบเทียบจากการวัดผลก่อนและหลังเรียน โดยมีรูปแบบดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 10 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	สอบก่อน	การทดลอง	สอบหลัง
(R)E	T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

R แทน การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม (Random Assignment)

E แทน กลุ่มตัวอย่าง

X แทน การจัดการเรียนรู้เชิงรุก

T₁ แทน การทดสอบก่อนทดลอง (Pretest)

T₂ แทน การทดสอบหลังทดลอง (Posttest)

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ขอความร่วมมือจากโรงเรียน ภ.ป.ร. ราชวิทยาลัย ในพระบรมราชูปถัมภ์ อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม เลือกกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้ จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง โดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
2. ประมุนิเทศนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างให้เข้าใจถึงขั้นตอน กระบวนการในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนปฏิบัติตนได้ถูกต้อง
3. ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบสอบถามวัดความเชื่อมั่นในตนเอง แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ตรวจสอบแล้วบันทึกเป็นคะแนนก่อนเรียน (Pretest)
4. ดำเนินการทดลองโดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จำนวน 15 คาบ กับกลุ่มตัวอย่าง
5. เมื่อดำเนินการทดลองเรียบร้อยแล้ว ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบสอบถามวัดความเชื่อมั่นในตนเอง แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ตรวจสอบแล้วบันทึกเป็นคะแนนหลังเรียน (Posttest)
6. นำคะแนนหลังเรียนที่ได้บันทึกไว้ มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

4. การจัดการกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สถิติทดสอบ t – test for Dependent Samples
2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 65 โดยใช้สถิติทดสอบ t – test One Group
3. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สถิติทดสอบ t – test for Dependent Samples

4. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 65 โดยใช้สถิติทดสอบ t – test One Group

5. เปรียบเทียบความเชื่อมั่นในตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สถิติทดสอบ t - test for Dependent Samples

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) โดยคำนวณจากสูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2550: 34)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของกลุ่มตัวอย่าง
 $\sum X$ แทน ผลรวมทั้งหมดของข้อมูล
 n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่าง

2) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยคำนวณจากสูตร (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2550: 59)

$$S = \sqrt{\frac{\sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ S แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมข้อมูลแต่ละตัวยกกำลังสอง
 $(\sum X)^2$ แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมดยกกำลังสอง
 n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพเครื่องมือ

1) หาค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแบบสอบถามวัดความเชื่อมั่นในตนเอง (IOC) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และ อังคณา 2543: 248-249; อ้างอิงจาก Rovinelli; & Hambleton. 1977) ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้อง
 $\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2) หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบบปรนัย โดยใช้เทคนิค 27 % ของ จุง เตห์ ฟาน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543: 210-212)

หาค่าความยาก (p)

$$p = \frac{r_h + r_l}{n_h + n_l}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยาก
 r_h แทน จำนวนคนที่ทำข้อนั้นถูกในกลุ่มเก่ง
 r_l แทน จำนวนคนที่ทำข้อนั้นถูกในกลุ่มอ่อน
 n_h แทน จำนวนคนในกลุ่มเก่ง
 n_l แทน จำนวนคนในกลุ่มอ่อน

หาค่าอำนาจจำแนก (r)

$$r = \frac{r_h - r_l}{n_h}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก
 r_h แทน จำนวนคนที่ทำข้อนั้นถูกในกลุ่มเก่ง
 r_l แทน จำนวนคนที่ทำข้อนั้นถูกในกลุ่มอ่อน
 n_h แทน จำนวนคนในกลุ่มเก่ง

3) หาค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยแบ่งนักเรียนที่เข้าสอบออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนใช้เทคนิค 25 % ของนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด ใช้สูตรการวิเคราะห์ข้อสอบแบบอัตนัยของ วิทนีย์ และซาเบอร์ส (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543: 199-210)

หาค่าความยาก (P_E)

$$P_E = \frac{S_U + S_L - (2NX_{\min})}{2N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	P_E	แทน	ค่าความยากง่าย
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนของนักเรียนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนของนักเรียนกลุ่มอ่อน
	X_{\max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{\min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

หาค่าอำนาจจำแนก (D)

$$D = \frac{S_U - S_L}{N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	D	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนของนักเรียนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนของนักเรียนกลุ่มอ่อน
	X_{\max}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	X_{\min}	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

4) ตรวจสอบค่าความเชื่อมั่นของการตรวจและการให้คะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สถิติสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2550: 312)

$$r_{XY} = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ	r_{XY}	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด X
	$\sum Y$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด Y
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด X แต่ละตัวยกกำลังสอง

$\sum Y^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนชุด Y แต่ละตัวยกกำลังสอง
$\sum XY$	แทน	ผลรวมของผลคูณระหว่าง X กับ Y
N	แทน	จำนวนคนหรือสิ่งที่ศึกษา

5) หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามวัดความเชื่อมั่นในตนเอง โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2543: 218)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum s_i^2}{s^2} \right]$$

เมื่อ	α	แทน	สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	n	แทน	จำนวนข้อสอบ
	s_i^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรายข้อ
	s^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนของข้อสอบทั้งหมด

6) หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้สูตร KR-20 ของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2543: 215)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right]$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	n	แทน	จำนวนข้อสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของคนที่ทำข้อนั้นได้
	q	แทน	สัดส่วนของคนที่ทำข้อนั้นผิด
	s^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งหมด

7) หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบสอบถามวัดความเชื่อมั่นในตนเอง โดยใช้การแจกแจงแบบที (t - distribution) โดยแบ่งนักเรียนที่ตอบแบบสอบถามออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนใช้เทคนิค 25% ของนักเรียนที่ตอบแบบสอบถามทั้งหมด (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2543: 216)

$$t = \frac{\bar{X}_H - \bar{X}_L}{\sqrt{\frac{S_H^2}{n_H} + \frac{S_L^2}{n_L}}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	\bar{X}_H	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มเก่ง
	\bar{X}_L	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มอ่อน
	S_H^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มเก่ง
	S_L^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มอ่อน
	n_H	แทน	จำนวนของกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มเก่ง
	n_L	แทน	จำนวนของกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มอ่อน

3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

1) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความเชื่อมั่นในตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สถิติทดสอบ t – test for Dependent Samples (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2550: 179)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n - 1}}} \quad ; \quad df = n - 1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – Distribution
	D	แทน	ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	$(\sum D)^2$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
	df	แทน	ค่าองศาแห่งความเป็นอิสระ

2) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 65 โดยใช้สถิติทดสอบ t – test for One Group (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2550: 133 – 134)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}} ; \quad df = n - 1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – Distribution
	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	μ_0	แทน	ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์
	S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
	df	แทน	ค่าองศาแห่งความเป็นอิสระ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลความหมายของผลการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ต่างๆ ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
n	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบ
\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
s	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
μ_0	แทน	เกณฑ์ค่าเฉลี่ยที่ตั้งไว้ ($\mu_0 = 65\%$)
t	แทน	ค่าที่พิจารณาใน t - Distribution

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลความหมายผลของการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะนำเสนอตามลำดับขั้นของสมมติฐานดังนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สถิติทดสอบ t - test for Dependent Samples

2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 65 โดยใช้สถิติทดสอบ t - test One Group

3. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สถิติทดสอบ t - test for Dependent Samples

4. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 65 โดยใช้สถิติทดสอบ t - test One Group

5. เปรียบเทียบความเชื่อมั่นในตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สถิติทดสอบ t - test for Dependent Samples

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยนำคะแนนก่อนและหลังการทดลองมาเปรียบเทียบ ใช้สถิติทดสอบ $t - test$ for Dependent Samples ปรากฏดังตาราง 11

ตาราง 11 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	N	n	\bar{X}	s	t
ก่อนทดลอง	45	20	8.71	2.11	38.09**
หลังทดลอง	45	20	16.78	1.87	

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 11 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 65 โดยใช้สถิติทดสอบ $t - test$ One Group ปรากฏดังตาราง 12

ตาราง 12 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 65

กลุ่มตัวอย่าง	N	n	\bar{X}	s	μ_0 (65%)	t
	45	20	16.78	1.87	13	13.50**

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 12 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 16.78 คิดเป็นร้อยละ 83.90 ของคะแนนเต็ม

3. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยนำคะแนนก่อนและหลังการทดลองมาเปรียบเทียบ ใช้สถิติทดสอบ t – test for Dependent Samples ปรากฏดังตาราง 13

ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	<i>N</i>	<i>n</i>	\bar{X}	<i>s</i>	<i>t</i>
ก่อนทดลอง	45	30	15.09	2.87	25.69**
หลังทดลอง	45	30	22.64	2.30	

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 13 พบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 65 โดยใช้สถิติทดสอบ $t - test$ One Group ปรากฏดังตาราง 14

ตาราง 14 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 65

กลุ่มตัวอย่าง	N	n	\bar{X}	s	μ_0 (65%)	t
	45	30	22.64	2.30	19.5	9.24**

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 14 พบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 22.64 คิดเป็นร้อยละ 75.47 ของคะแนนเต็ม

5. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความเชื่อมั่นในตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยนำคะแนนก่อนและหลังการทดลองมาเปรียบเทียบ ใช้สถิติทดสอบ $t - test$ for Dependent Samples ปรากฏดังตาราง 15

ตาราง 15 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความเชื่อมั่นในตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	N	n	\bar{X}	s	t
ก่อนทดลอง	45	100	68.47	6.09	14.55**
หลังทดลอง	45	100	75.51	5.92	

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 15 พบว่า ความเชื่อมั่นในตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
2. เพื่อเปรียบเทียบผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
3. เพื่อเปรียบเทียบผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่มีต่อความเชื่อมั่นในตนเอง

สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่าก่อนเรียน
4. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65
5. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีความเชื่อมั่นในตนเองสูงกว่าก่อนเรียน

วิธีการดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียน ภ.ป.ร. ราชวิทยาลัย ในพระบรมราชูปถัมภ์ อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มด้วยการจับสลากมา 1 ห้องเรียนจากห้องเรียนทั้งหมด 5 ห้องเรียน ซึ่งนักเรียนแต่ละห้องมีผลการเรียนไม่แตกต่างกัน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
4. แบบสอบถามวัดความเชื่อมั่นในตนเอง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอน ดังนี้

1. ขอความร่วมมือจากโรงเรียน ภ.ป.ร. ราชวิทยาลัย ในพระบรมราชูปถัมภ์ อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม เลือกกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้ จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง โดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
2. ประเมินเทคนิคนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างให้เข้าใจถึงขั้นตอน กระบวนการในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนปฏิบัติตนได้ถูกต้อง
3. ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบสอบถามวัดความเชื่อมั่นในตนเอง แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ตรวจสอบบันทึกเป็นคะแนนก่อนเรียน (Pretest)
4. ดำเนินการทดลองโดยการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จำนวน 15 คาบ กับกลุ่มตัวอย่าง
5. เมื่อดำเนินการทดลองเรียบร้อยแล้ว ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบสอบถามวัดความเชื่อมั่นในตนเอง แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ตรวจสอบบันทึกเป็นคะแนนหลังเรียน (Posttest)
6. นำคะแนนหลังเรียนที่ได้บันทึกไว้ มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สถิติทดสอบ $t - test$ for Dependent Samples

2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 65 โดยใช้สถิติทดสอบ $t - test$ One Group

3. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สถิติทดสอบ $t - test$ for Dependent Samples

4. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 65 โดยใช้สถิติทดสอบ $t - test$ One Group

5. เปรียบเทียบความเชื่อมั่นในตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สถิติทดสอบ $t - test$ for Dependent Samples

สรุปผลการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 16.78 คิดเป็นร้อยละ 83.90 ของคะแนนเต็ม

3. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 22.64 คิดเป็นร้อยละ 75.47 ของคะแนนเต็ม

5. ความเชื่อมั่นในตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

จากการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความเชื่อมั่นในตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

1.1 การจัดการเรียนรู้เชิงรุก เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้และดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ มากกว่าการเป็นผู้รับความรู้เพียงอย่างเดียว ในระหว่างการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ผู้เรียนจะมีโอกาสพูดคุย แลกเปลี่ยนความคิด หรือมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในชั้นเรียน และครูผู้สอน เป็นการสร้างบรรยากาศที่ดี เป็นมิตรในการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนไม่เกิดความรู้สึกเครียด หรือความรู้สึกกดดันในการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล (2543: 248) ที่กล่าวว่า การเสริมสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดี ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกการช่วยเหลือเกื้อกูล การอยู่ร่วมกันอย่างเป็นสุข และช่วยให้ผู้เรียนเกิดทัศนคติที่ดีต่อการเรียน ต่อครู และนอกจากนั้นผู้วิจัยใช้กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกที่หลากหลาย และเว้นระยะเวลาการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยสอดแทรกการใช้คำถาม และการตอบสนองย้อนกลับสู่ผู้เรียนแบบทันทีทันใด เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนกระตือรือร้นต่อการเรียน และไม่รู้สึกเบื่อหน่าย สอดคล้องกับงานวิจัยของจอห์นสัน และคนอื่น ๆ (Johnson; et al. 1991: 29-58) ที่ดำเนินการสอนโดยการสอน 10-15 นาที ตามด้วยกิจกรรมอื่น 3-4 นาที เพื่อเปลี่ยนบรรยากาศ และเป็นการให้โอกาสผู้สอนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน เช่น การตั้งคำถามให้ผู้เรียนตอบ หรือจะให้ผู้เรียนช่วยกันคิดเป็นกลุ่มเพื่อตอบ ผู้เรียนจะเข้าใจเนื้อหา และจำได้นานกว่า นอกจากนั้นการที่ผู้สอนฟังการสนทนาของผู้เรียนขณะดำเนินกิจกรรมทำให้ผู้สอนเข้าใจ และรู้ความคลาดเคลื่อนของความคิดรวบยอดของผู้เรียน ซึ่งเป็นประโยชน์เมื่อถึงขั้นตอนการสร้างองค์ความรู้ และขั้นสรุป

1.2 การนำเสนอสถานการณ์ปัญหาให้กับผู้เรียนนั้น ผู้วิจัยจะกำหนดให้เป็นสถานการณ์ที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้ในชีวิตจริง หรือเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน เพื่อเร้าผู้เรียนเกิดความสนใจในการตอบคำถามและแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของบาร์ودی (Baroody. 1993: 2-31) ที่กล่าวว่า ปัญหาเป็นสื่อในการเรียนรู้ ที่แนวคิดใหม่เชื่อมโยงกับแนวคิดการพัฒนาทักษะและสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ นั่นคือ ใช้ปัญหาในการศึกษาเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ โดยการแสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์กับโลกที่เป็นจริง (Real World) ใช้ปัญหาในการแนะนำและทำความเข้าใจเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ บางครั้งใช้ปัญหาในการกระตุ้นการอภิปรายวิธีการแก้ปัญหา และสอดคล้องกับกรมวิชาการ (2544ก: 205) ที่ระบุไว้ว่าผู้สอนอาจจัดกิจกรรม หรือสถานการณ์สอดแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นการนำความรู้เนื้อหาสาระ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือนำความรู้และ

กระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือเห็นการนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์กับชีวิตประจำวัน

1.3 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยใช้ขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา (Polya. 1957: XVI-XVII) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการตามแผน และขั้นตรวจสอบผล โดยการกำหนดแบบแผนการเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาตามขั้นตอนทั้ง 4 ขั้น ด้วยการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน เกิดการแลกเปลี่ยนแนวความคิดในการแก้ปัญหา ตรวจสอบความคิดระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับผู้สอน ซึ่งสิ่งต่าง ๆ ข้างต้นนี้จะถูกสอดแทรกในทุกขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา ทำให้ผู้เรียนมีกรอบความคิดในการแก้ปัญหาอย่างชัดเจน ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของ วิลเลียม (William. 2003: 185-187) ซึ่งศึกษาการแก้ปัญหาโดยการเขียนตามขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาว่าสามารถช่วยส่งเสริมการแก้ปัญหาได้ โดยกลุ่มทดลองเรียนโดยใช้การเขียนตามขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนโดยใช้การแก้ปัญหาตามขั้นตอนแต่ไม่ต้องฝึกเขียน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม นอกจากนี้ผู้วิจัยยังส่งเสริมให้ผู้เรียนดำเนินการแก้ปัญหาตามขั้นตอน และให้ผู้เรียนเขียนร่องรอยการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอนให้มากขึ้น อภิปรายหรือซักถามเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาและแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องก่อนลงมือแก้ปัญหาอย่างต่อเนื่องทั้ง 15 คาบเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของรุ่งฟ้า จันทจักรุภรณ์ (2539: 97) ที่พบว่าเมื่อผู้เรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น ผู้เรียนจะใช้เวลามากขึ้นในการทำความเข้าใจปัญหา วิเคราะห์ปัญหา และอภิปรายกลุ่มก่อนลงมือแก้ปัญหา ส่งผลให้สามารถการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

2. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีจุดประสงค์การเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนใช้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายซึ่งปัญหาที่ถูกกำหนดนั้นจะเป็นปัญหาในโลกที่เป็นจริง เกี่ยวพันกับผู้เรียน ซึ่งในการแก้ปัญหาผู้เรียนต้องคิดวิเคราะห์ พิจารณาข้อมูล สถานการณ์ปัญหาที่กำหนด และเลือกยุทธวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา จึงเป็นการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณไปพร้อมกัน สอดคล้องกับแนวคิดของทิสนา แคมมณี (2545: 142) ที่กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณสามารถพัฒนาให้ดีขึ้นได้จากกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสม ซึ่งครูจำเป็นต้องหาวิธีการที่เหมาะสมเพื่อช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาการคิดให้เกิดขึ้น ทั้งนี้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ใช้ในการฝึกทักษะควรท้าทายความสนใจ และเกี่ยวพันกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนด้วย และจากการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่ครูผู้สอนแสดงบทบาทเป็นผู้อำนวยการความสะดวกในการเรียนรู้ (Facilitator) หรือเป็นผู้ให้คำปรึกษามากกว่าเป็นผู้ให้ความรู้ทำให้ผู้เรียนสามารถคิดหา

คำตอบอย่างเป็นลำดับขั้นตอนจากคำถาม หรือการอภิปรายระหว่างกันด้วยตนเองได้ ซึ่งสอดคล้องกับคิลเลียน (ภัทรรัตน์ แสงเดือน. 2553: 94; อ้างอิงจาก Killian. 1993: 883) ที่กล่าวว่า การส่งเสริมการสอนที่จะทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้นั้น ผู้สอนควรจะสอนให้ผู้เรียนรู้จักการตัดสินใจด้วยตนเอง ครูไม่ควรทำตัวเป็นผู้ให้คำตอบ (Answer Giver) แก่ผู้เรียนและพยายามใช้คำถามปลายเปิด และรู้จักใช้คำถามเพื่อกระตุ้นความคิดของผู้เรียน ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นแนวทางหนึ่งของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

3. ความเชื่อมั่นในตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3.1 ความเชื่อมั่นในตนเองของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้เชิงรุกเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการวิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือหลายวิธีการทั้งกระบวนการที่เป็นกิจกรรมกลุ่มใหญ่ กลุ่มย่อย หรือการทำกิจกรรมเป็นคู่ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะความสามารถทั้งเก่ง กลาง และอ่อน ทำให้เมื่อปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะลดความสามารถกันด้วย ดังนั้น ผู้เรียนที่เป็นเด็กอ่อนจะได้รับการแนะนำช่วยเหลือจากผู้เรียนที่เป็นเด็กเก่ง ช่วยให้ผู้เรียนที่เป็นเด็กอ่อนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้มากกว่าที่ครูจะเป็นผู้สอนเพียงฝ่ายเดียว เมื่อผู้เรียนได้รับการพัฒนาจนกล้าที่จะแสดงความคิดเห็น หรืออภิปรายในกลุ่มย่อย จึงทำให้ผู้เรียนมีความเชื่อมั่นในตนเองสูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของเอนก สีขาว (2543: 63-64) ที่อภิปรายไว้ว่าผู้เรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์พื้นฐานต่ำ เมื่อได้รับการอธิบายเนื้อหาจากผู้สอนแล้ว ในกลุ่มย่อยผู้เรียนยังได้รับการช่วยเหลือจากสมาชิกในกลุ่มขณะทำแบบฝึก เป็นผลให้ผู้เรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์พื้นฐานต่ำมีความเชื่อมั่นในตนเองสูงขึ้น

3.2 การจัดการเรียนรู้เชิงรุก เปิดโอกาสให้ผู้เรียนคิดและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และมีอิสระในการเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทำให้บรรยากาศภายในห้องเรียนเป็นไปอย่างสนุกสนาน นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเข้าร่วมกิจกรรม และสนับสนุนให้ผู้เรียนออกมานำเสนอแนวคิด แลกเปลี่ยนกับผู้เรียนคนอื่น ๆ หรือนำเสนอผลงานของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียนอย่างต่อเนื่อง ทำให้ผู้เรียนเกิดความเชื่อมั่นในตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับกุลา ตันติผลาชีวะ (2543: 53) ที่กล่าวว่า การที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงออกด้วยการให้อิสระแก่นักเรียนในการคิดและการทำกิจกรรม จะช่วยให้นักเรียนมีพฤติกรรมที่พึงประสงค์เพิ่มขึ้น ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนที่เหมาะสมจะส่งผลให้นักเรียนสามารถพัฒนาการได้เต็มตามศักยภาพ และในทุกครั้งของการแสดงออกของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะให้การเสริมแรงโดยการให้คำชมเชย ถึงแม้การแสดงความเห็น หรือแนวคิดนั้นยังไม่ถูกต้องก็ตาม ทำให้นักเรียนไม่กลัวและกล้าแสดงความคิดเห็นมากขึ้น และเกิดความเชื่อมั่นในตนเองสูงขึ้น สอดคล้องแนวคิดของมาสโลว์ (Maslow. 1954: 80-97) ที่กล่าวว่า มนุษย์ทุกคนมีความต้องการที่จะรู้สึกว่าตนเองมีค่า ประสบ

ความสำเร็จ ให้ผู้อื่นเห็นว่าตนมีความสามารถ ต้องการได้รับการยกย่องจากผู้อื่น ถ้าความต้องการนี้ได้รับการตอบสนองจะทำให้มีความมั่นใจในตนเอง เป็นต้น

ข้อสังเกตจากการวิจัย

จากการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความเชื่อมั่นในตนเอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้พบข้อสังเกตบางประการจากการวิจัย ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้เชิงรุก เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันมากขึ้น และผู้เรียนจะเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเองผ่านกิจกรรมกลุ่ม หรือการทำกิจกรรมเป็นคู่ ครูจะทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ให้คำแนะนำและช่วยเหลือ ทำให้ผู้เรียนสามารถแสดงความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการคิดได้อย่างเต็มที่ และเกิดการเรียนรู้จากการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งอาจได้ความคิดรวบยอดแตกต่างกัน หากบางเนื้อหาที่ต้องการความคิดรวบยอดเดียวกัน ครูต้องเป็นผู้สรุปความคิดรวบยอดอีกครั้ง

2. นักเรียนจะมีความกระตือรือร้น และตั้งใจในการเรียนมากขึ้น มีความตื่นตัวและมีความต้องการในการแก้ปัญหา และนักเรียนมียุทธวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์เดียวกันที่หลากหลาย สังเกตได้จากการนำเสนอหน้าชั้นเรียน ซึ่งเป็นโอกาสที่ดีที่ทำให้นักเรียนคนอื่น ๆ ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และกล้าที่จะซักถามครูเมื่อนักเรียนมีปัญหาหรือเกิดข้อสงสัย

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก เมื่อครูให้นักเรียนดำเนินกิจกรรม ครูควรเดินรอบห้อง สังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่ม และฟังการสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือแนวคิดในการแก้ปัญหาของนักเรียน เพื่อให้การแนะนำนักเรียนหากเกิดข้อสงสัย หรือรวบรวมประเด็นปัญหาของนักเรียนแล้วนำมาอภิปรายเพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนในความคิดรวบยอดของนักเรียน อีกประการหนึ่งเพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนพูดคุย หรืออภิปรายในสิ่งที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมภายในชั้นเรียนด้วย

4. การจัดการเรียนรู้ในคาบแรก ๆ นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจะประสบปัญหาในการทำกิจกรรม เนื่องจากไม่คุ้นเคยกับการแก้ปัญหาแบบเป็นขั้นตอน ทำให้นักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถตอบคำถามในชั้นการทำความเข้าใจปัญหา และการวางแผนการแก้ปัญหาในใบกิจกรรมได้ แต่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้ ทำให้ไม่สามารถปฏิบัติกิจกรรมได้ในระยะเวลาที่กำหนด ซึ่งในขั้นต้นผู้วิจัยต้องเข้าไปแนะนำนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย เพื่อชี้แนะแนวทางในการพิจารณาข้อมูลในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด และนักเรียนจะปฏิบัติได้ดี และรวดเร็วขึ้นในคาบเรียนต่อ ๆ มา

5. การดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในคาบแรก ๆ บางกลุ่มไม่สามารถปฏิบัติได้ในระยะเวลาที่กำหนด เนื่องจากนักเรียนยังไม่มีความรู้ในด้านยุทธวิธีการแก้ปัญหา กล่าวคือ นักเรียนไม่ทราบว่ายุทธวิธีการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แต่ละยุทธวิธีมีกระบวนการอย่างไร ทำให้ไม่สามารถเลือกยุทธวิธีมาใช้ได้อย่างเหมาะสม และไม่เป็นขั้นตอน ดังนั้น

ในเกือบทุกคาบเรียน ผู้วิจัยจึงสอดแทรกยุทธวิธีการแก้ปัญหาในรูปแบบของใบความรู้ และยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาที่ต้องใช้ยุทธวิธีนั้น ๆ เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ และความเข้าใจในยุทธวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้รวดเร็วขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การจัดการเรียนรู้เชิงรุก ครูผู้สอนต้องมีความอดทนในการรอฟังคำตอบ หรือความคิดเห็นของนักเรียน ให้การเสริมแรงเมื่อนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมได้ถูกต้อง เพื่อให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจ กล้าพูด กล้าแสดงออก และให้กำลังใจหากนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมไม่ถูกต้อง เพื่อเป็นแรงผลักดันให้นักเรียนทำกิจกรรมต่อไป
2. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกแต่ละครั้ง ผู้สอนควรจัดกิจกรรมให้หลากหลาย เตรียมสื่อการเรียนรู้ที่ทันสมัย เหมาะสมและสัมพันธ์กับผู้เรียน เพื่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับระยะเวลาต้องสอดคล้องกัน เพื่อความครบถ้วน สมบูรณ์ ในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

1. ควรจะมีการทำการวิจัยศึกษาผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุก โดยเลือกเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ เช่น ทฤษฎีบทพีทาโกรัส พื้นที่ผิวและปริมาตร ฯลฯ หรือเนื้อหาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นอื่น ๆ
2. ควรจะมีการทำการวิจัยศึกษาผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุก โดยศึกษาตัวแปรอื่น ๆ เช่น ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ความภาคภูมิใจในตนเอง หรือความสุขในการเรียน เป็นต้น
3. ควรจะมีการทำการวิจัยศึกษาผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะกับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2544ก). **คู่มือการจัดการสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- _____. (2544ข). **หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- _____. (2545). **คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544**. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ.
- _____. (2551). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กวินทร์ ธรรมนุต. (2522). **การศึกษาเปรียบเทียบพัฒนาการทางการคิดโดยยึดตนเองเป็นศูนย์กลางของเด็กที่มีความแตกต่างกันในด้านการอบรมเลี้ยงดูและการยอมรับของกลุ่มเพื่อน**. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กนกทอง มหาวงศนันท์. (2550). **การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กุลยา ตันติผลาชีวะ. (2543). **การสอนแบบจิตปัญญา**. กรุงเทพฯ: บริษัท เอ็ดดูเคชันเพรสโปรดักส์ จำกัด.
- _____. (2545, มกราคม). **“เด็กไม่กล้าแสดงออก”**. *วารสารการศึกษาปฐมวัย* 6 (2) : 50
- คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยนครราชสีมา. (2537). **ประมวลสาระชุดวิชาส่วัดและวิทยวิธีทางวิชาคณิตศาสตร์ (Foundations and Methodologies in Mathematics)**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยนครราชสีมา.
- คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนคณิตศาสตร์, ทบวงมหาวิทยาลัย. (2524). **ชุดเสริมประสบการณ์สำหรับครูคณิตศาสตร์**. อัดสำเนา.
- ครองสิน มิตะทัง. (2548). **การศึกษาตัวแปรสภาพแวดล้อมในครอบครัว ลักษณะของครูและลักษณะของนักเรียนที่ส่งผลต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดนครพนม**. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จงใจ ขจรศิลป์. (2531). **การศึกษาลักษณะการจัดกิจกรรมศิลปะสร้างสรรค์ และการเล่นตามมุมที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์และความเชื่อมั่นในตนเองของเด็กปฐมวัย**. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาปฐมวัย). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- แจ่มจันทร์ เกียรติกุล. (2531). การศึกษาความเชื่อมั่นในตนเองและวินัยในตนเองของ เด็กปฐมวัย ที่ได้รับการอบรมเลี้ยงดูต่างกันและอยู่ในชั้นเรียนของครูที่มีพฤติกรรมทางวาจาและท่าทางที่ต่างกัน. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาปฐมวัย). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จันทร์จิรา เสถียร. (2551). การศึกษาความถนัดทางการเรียนด้านภาษา แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความเชื่อมั่นในตนเอง การอบรมเลี้ยงดูแบบใช้เหตุผล และการอบรมสั่งสอนของครูที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาในชีวิตของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาชลบุรี เขต 1. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จิตราภรณ์ พงษ์มาลี. (2550). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการสอนของครูกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครราชสีมา เขต 6. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การบริหารการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จิรพา จันทะเวียง. (2542). ผลการฝึกความสามารถทางสมองด้านภาษาและผลผลิตที่ใช้วิธีการคิดต่างกันตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จุฑาทภัทร์ รินทร์ศรี. (2547). Active Learning. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. 1(1). หน้า 73-84.
- ฉวีวรรณ เสวตมาลย์. (2544). ศิลปะการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ชาลิณี เอี่ยมศรี. (2536). การพัฒนาแบบสอบการคิดวิเคราะห์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ชำนาญ เอี่ยมสำอางค์. (2539). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษาโดยการสอนแบบสืบสวน สอบสวนเชิงนิติศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี. (2542). การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ชูชีพ อ่อนโคกสูง. (2516). ความสัมพันธ์ระหว่างบุคลิกภาพ แสดงตัว ความวิตกกังวลความเชื่อมั่นในตนเองกับคุณธรรมแห่งพลเมืองดี. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาปฐมวัย). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2550). **เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย**. พิมพ์ครั้งที่ 10. นนทบุรี :ไทเนรมิตกิจ
อินเตอร์ โพรเกรสซีฟ จำกัด.
- ชัยณรงค์ ชันผืนึก; และคนอื่น ๆ. (2547). **การศึกษากระบวนการเรียนรู้แบบ Active Learning จาก
การใช้ชุดการเรียนและคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคณิตศาสตร์วิชาการคิดและการตัดสินใจ
ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์**. เพชรบูรณ์: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.
- ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล. (2542). **ชุดกิจกรรมค่ายคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาการจัดค่ายคณิตศาสตร์**.
พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แนนแจเม้นท์.
- _____. (2543). **หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์ โรงเรียนมัธยม**. พิมพ์ครั้งที่ 1.
กรุงเทพฯ: โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน.
- ณัฐพร เตชะ; และสุทธาสินี เกสรประทุม. (2550). **Active Learning. รายงานการสรุปกิจกรรม
ระหว่างวันที่15 – 21 ตุลาคม 2550**. หน้า 1.
- ดวงกมล โพธิ์นาค. (2545). **การศึกษาตัวแปรที่ส่งผลต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตกรุงเทพมหานคร ด้วยการวิเคราะห์หุระดับ**. ปรินญาณิพนธ์
กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ดวงเดือน อ่อนนวม; และคนอื่น ๆ. (2547). **เรื่องน่ารู้สำหรับครูคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ:
บริษัทโรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- ดอกอ้อ ดิอี่เม้ง. (2551). **ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบทีมแข่งขันที่มีต่อ
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5**.
ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ธีรภาพ วัฒนวิจารณ์. (2545, มกราคม). **“ความเชื่อมั่น”**. นิตยสารผู้จัดการ. 19 (220) : 127 – 128.
- ธรรมราช บุญทิพย์เจริญ. (2553). **การพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทาง
คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**. สารนิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาการแนะแนว).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ. (2551). **การเรียนเชิงรุก (Active Learning)**. สืบค้นเมื่อ 23 กันยายน 2553
จาก, <http://blog.eduzones.com/images/blog/sasithev/File/activet.pdf>.
- ทิศนา แคมมณี. (2545). **ศาสตร์การสอน:องค์ความรู้เพื่อการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่มี
ประสิทธิภาพ**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- นักกัญญา เจริญเกียรติบวร. (2547). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นภาลักษณ์ รุ่งสุวรรณ. (2534). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีระดับความเชื่อมั่นในตนเองเท่ากัน. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (จิตวิทยาการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- นवलลอ ทินานนท์. (2545,กรกฎาคม-ธันวาคม). การคิดเพื่อพัฒนาการเรียนรู้อ. วารสารศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 10(2) : 36 – 42.
- บรรดล สุขปิติ. (2551). เอกสารประกอบการสอน หน่วยที่ 5 การเขียนข้อความของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม. ถ่ายเอกสาร.
- บุหงา วัฒนะ. (2546). Active Learning. วารสารวิชาการ. 6(9) : 30-34.
- บัญญัติ ชำนาญกิจ. (2549). ทำไมจึงจำเป็นต้องจัดการเรียนรู้แบบใฝ่รู้ในระดับอุดมศึกษา. วารสารการจัดการความรู้ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. 1(1). หน้า 1-7.
- ประดิษฐ์ อุประนัย. (2526). “การพัฒนาพฤติกรรมเด็กปฐมวัย” ในเอกสารการสอนชุดวิชา พฤติกรรมการสอนเด็กปฐมวัยศึกษาหน่วยที่ 6. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2548). สอนอย่างไรให้คิดเป็น. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- ประเวศ วะสี. (2545). แนวคิดเกี่ยวกับการศึกษาและการจัดการเรียนการสอน. ในศาสตร์การสอน. กรุงเทพฯ: ด่านสุทธาการพิมพ์.
- ปราวีณยา สุวรรณณัฐโชติ. (2551). การเรียนเชิงรุก (Active Learning). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์. วารสารคณิตศาสตร์. 38(434-435) : 62-74.
- _____. (2544). กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ปรีชาญ เดชศรี. (2545). การเรียนรู้แบบ Active Learning : ทำได้อย่างไร. วารสาร สสวท. 30(116) : 53-55.
- _____. (2545). การเรียนรู้แบบ Active Learning: ทำได้อย่างไร(ต่อ). วารสาร สสวท. 30(117) : 48-49.
- ปานทอง กุลนาถศิริ. (2543). ความเคลื่อนไหว...เกี่ยวกับ NCTM : Principles and Standards for School Mathematics ในปี ค.ศ. 2000. วารสาร สสวท. 28(108) : 14 – 22.

- พิรุณ ศิริศักดิ์. (2547). ผลของการจัดกิจกรรมชุมชนแห่งการสืบสอบเชิงปรัชญาที่มีต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เพ็ญพิศุทธิ์ เนคมานุรักษ์. (2537). การพัฒนารูปแบบการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับนักศึกษาครู. วิทยานิพนธ์ ค.ด. กรุงเทพฯ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ภัทรรัตน์ แสงเดือน. (2553). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาจจา เรื่อง อัตรส่วนตรีโกณมิติ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความตระหนักรู้ในการรู้คิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มนัส บุญประกอบ; และคนอื่น ๆ. (2543). รายงานการวิจัย การวิจัยและพัฒนาเทคนิคการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทางการยกระดับคุณภาพวิทยาศาสตร์ศึกษา. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- มลิวลัย สมศักดิ์. (2540). รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนในโครงการขยายโอกาสทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มาเลียม พินิจรอบ. (2549). ผลการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการกลุ่มที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง อัตรส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เมทีนี ด่านยังอยู่. (2544). แนวโน้มอัตรการเปลี่ยนแปลงความเชื่อมั่น ในตนเองของเด็กปฐมวัยที่เกิดจากประสบการณ์การเล่นสมมุติ. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาเด็กปฐมวัย). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2523). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- _____. (2530). การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการมัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- _____. (2544). การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการมัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2539). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.
- รุ่งฟ้า จันท์จากรุณ. (2539). การศึกษาข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาเรื่องร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- เลขา ปิยะอัจฉริยะ และนางลักษณ วิรัชชัย. (2544). **แนวทางการวิจัยปฏิบัติการ : โรงเรียนปฏิรูปการเรียนรู้อื่นเพื่อพัฒนาคุณภาพผู้เรียน**. กรุงเทพฯ: พรักหวานกราฟฟิค.
- ลดารัตน์ สงวรรณ. (2553). **ผลการจัดการเรียนการสอนด้วยบทเรียนออนไลน์แบบเว็บแควสท์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. (2543). **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วัทัญญ วุฒิวรรณ. (2553). **ผลการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เชิงรุก เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน). ชลบุรี: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วนิดา บุษะกะนิษฐ์. (2532). **ผลของการจัดประสบการณ์แบบปฏิบัติการกับแบบปกติที่มีต่อทักษะการเปรียบเทียบของเด็กปฐมวัย**. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาปฐมวัย). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วารุณี เจริญรัตนโชติ. (2543). **แนวใหม่และอัตราการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมความเชื่อมั่นในตนเองของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์แบบปฏิบัติการทดลอง**. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาปฐมวัย) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วินัย คำสุวรรณ. (2538). **รายงานการวิจัยเรื่องรูปแบบหรือแนวการจัดการกระบวนกรเรียนรู้อื่นที่ส่งเสริมคุณลักษณะดีแก่งมีสุขระดับประถมศึกษา**. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- วาสนา เจริญสอน. (2537). **ผลการใช้กิจกรรมศิลปะสร้างสรรค์ประกอบคำถามเชื่อมโยงประสบการณ์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาของเด็กปฐมวัยที่มีระดับความเชื่อมั่นในตนเองต่างกัน**. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาปฐมวัย) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศักดา ไชกิจภิญโญ. (2548). **สอนอย่างไรให้ Active Learning. นวัตกรรมกรเรียนการสอน. 2(2) : 12-15.**
- ศันสนีย์ จิตรคุปต์. (2548). **การฝึกสมองให้คิดอย่างมีวิจารณญาณ. (ออนไลน์) จาก : www.onec.go.th/publication/brain.html-10k . สืบค้นเมื่อ 23 กันยายน 2553.**
- ศันสนีย์ จิตรคุปต์ และอุษา ชูชาติ. (2544). **ฝึกสมองให้คิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical thinking)**. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

- ศิริกาญจน์ โกลุมภ์. (2544). สอนเด็กให้คิดเป็น. กรุงเทพฯ. ทิปส์ พับบลิคเคชั่น.
- ศิริพร มโนพิเชษฐวัฒนา. (2547). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการที่เห็นผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ที่กระตือรือร้น เรื่อง ร่างกายมนุษย์. วิทยานิพนธ์กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ศิริพร รัตนโกสินทร์. (2546). การสร้างชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศรียรรณ มากชู. (2521). การศึกษาเปรียบเทียบสุขนิสัยของเด็กก่อนวัยเรียนตามสภาพครอบครัวที่แตกต่างกันในจังหวัดพิษณุโลก. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาปฐมวัย). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศรีสุดา คัมภีร์ภัทร. (2534). ทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์และความเชื่อมั่นในตนเองของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเคลื่อนไหวและจังหวะที่เห็นองค์ประกอบพื้นฐาน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาปฐมวัย). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศุภกิจ ประชุมกาเยาะมาต. (2552). การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และความฉลาดทางอารมณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้แบบเป็นคู่ (Learning Cell) ที่เห็นการแก้ปัญหากับการสอนตามปกติ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศูนย์พัฒนาหนังสือ. (2544). หนังสือเสริมประสบการณ์วิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เรื่อง การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ (Problem Solving). พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: ศูนย์พัฒนาหนังสือ กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- สัญญา ภัทรากกร. (2552). ผลการจัดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ความน่าจะเป็น. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

- _____.(2551). **ทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: หจก.ส. เจริญการพิมพ์.
- _____.(2555). **การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: บริษัท วี.พรีน (1991) จำกัด.
- สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. (2544). **เด็กก่อนวัยเรียนกับการเรียนรู้และหลักการสำคัญบางประการ**. กรุงเทพฯ: โรงเรียนเจริญผล.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2542). **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542**. กรุงเทพฯ: สำนักนายกรัฐมนตรี.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2549). **แผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 10: สังคมที่มีความยั่งยืน**. กรุงเทพฯ: สหมิตรพรีนติ้ง.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2547). **แนวปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544**. กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา.
- สนธยา อ่อนน้อม. (2538). **ผลของการเสริมแรงในการเล่าเรื่องที่มีต่อความเชื่อมั่นในตนเองของเด็กปฐมวัย**. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาปฐมวัย). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมกิต อุดมอิทธิเสถียร. (2543). **การพัฒนาแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเสริมสร้างการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษชั้นประถมศึกษาปีที่ 4**. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมจินตนา คุปตสุนทร. (2547). **การศึกษาความเชื่อมั่นในตนเองของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเล่นพื้นบ้านของไทย**. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาปฐมวัย). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมเดช บุญประจักษ์. (2540). **การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ**. ปรินญานิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมพงษ์ ติรพัฒน์. (2517). **ความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการอบรมเลี้ยงดูความเชื่อมั่นในตนเองและความรู้สึกรับผิดชอบของเด็กปฐมวัย**. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาปฐมวัย) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมวงษ์ แปลงประสพโชค; และสมเดช บุญประจักษ์. (2545). **กิจกรรมส่งเสริมการคิดและแก้ปัญหาคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.
- สิริพร ทิพย์คง. (2536). **เอกสารคำสอนวิชา 158522 ทฤษฎีและวิธีการสอนวิชาคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- _____. (2537 : กรกฎาคม-สิงหาคม). **การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในชั้นประถมศึกษาวารสารคณิตศาสตร์**. 38(430-431): 57-62.

- _____ (2544). การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ศูนย์พัฒนาหนังสือ.
- แสงเดือน จุฑารีย์. (2546). ผลของการจัดกิจกรรมสหศึกษามุ่งเข้าเห็นวัฒนธรรมเป็นฐานที่มีต่อความเชื่อมั่นในตนเองของเด็กปฐมวัย. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาปฐมวัย). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุชาดา นทีตานนท์. (2550). ผลการจัดประสบการณ์แบบปฏิบัติจริงที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาปฐมวัย). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุมาลี วงศ์ปลุกแก้ว. (2526). ความสัมพันธ์ของครูกับนักเรียนในชั้นเรียน ความรับผิดชอบและความเชื่อมั่นในตนเอง. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2541). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุนันทา สายวงศ์. (2544). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษาด้วยการสอนโดยใช้เทคนิคการคิดแบบหมวกหกใบ และการสอนแบบซินดิเคท. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุภาพร ปิ่นทอง. (2554). การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการและเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS และการสอนโดยใช้เทคนิค KWDL. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เอนก สีขาว. (2543). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเชื่อมั่นในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีระดับผลสัมฤทธิ์แตกต่างกัน และได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนแบบ STAD กับกิจกรรมการเรียนตามคู่มือครู. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อมรพรรณ พิชัยภาพ. (2535). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพัฒนาการของการเรียนรู้ และความเชื่อมั่นในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยหลักการเรียนเพื่อรู้แจ้งกับการสอนตามคู่มือของ สสวท. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อัศวิน ศรีหาคำ. (2545). ผลการฝึกรูปแบบการคิดต่างกันที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- อังคณา รุ่งกลับ. (2543). ระบบการฝึก-ศึกษาของ สรส.ทำไมหนอตต้อง Active Learning. *วารสารนาวิกศาสตร์*. 83(12). หน้า 2.
- อัญชลี ฉิมพลี. (2551). ความเชื่อมั่นในตนเองของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดกิจกรรมการสอนแบบเดินเรื่อง. *ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาปฐมวัย)*. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อัมพิกา ภูเดช (2541, มกราคม). การเรียนรู้เชิงปฏิบัติ (Active Learning). *การศึกษาเอกชน*. 7(72) : 57-58.
- อรทัย มูลคำและคณะ. (2542). **CHILD CENTRED :STORY LINE :การบูรณาการหลักสูตรและการเรียนการสอนโดยเห็นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง**. กรุงเทพฯ : มูลนิธิสดศรี – สฤษดิ์วงศ์.
- _____. (2544). **CHILD CENTRED :STORY LINE METHOD :การบูรณาการหลักสูตรและการเรียนการสอนโดยเห็นผู้เรียนเป็นสำคัญ เล่ม 2** . กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.
- อรพรรณ พรสีมา. (2543). *การคิด*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาทักษะการคิด.
- อรพรรณ ลือบุญธวัชชัย. (2543). *การคิดอย่างมีวิจารณญาณ : การเรียนการสอนพยาบาลศาสตร์*. กรุงเทพฯ. ธนาเพลสแอนด์กราฟฟิค.
- อารยา สุระมาตย์. (2540). *การวิเคราะห์องค์ประกอบบุคลิกภาพด้านความเชื่อมั่นในตนเอง*. *ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา)* กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อุษณีย์ เทพวรชัย. (2543). *การเรียนการสอนเชิงรุก*. กรุงเทพฯ: มายด์พับลิชชิง.
- Anderson, K. B.; & Pingry, R. E. (1973). **Problem – Solving in Mathematics : Its Theory and Practice**. Washington, D.C. : The National Council of Teachers of Mathematics.
- Angelo, T. A. (1995). Beginning the dialogue : Thoughts on promoting critical thinking : Classroom assessment for critical thinking. *Teaching of Psychology*. 22, 1: 6-7.
- Ausubel, D. P. (1968). **Education Psychology : A Cognitive View**. New York :Holt Rinehart and Winstion, Inc.
- Baldwin, J.; & Williams, H. (1988). **Active Learning : a Trainer’s Guide**. England : Blackwell Education.
- Baroody, A. J. (1993). **Problem Solving, Reasoning, and Communicating, K-8 : Helping Children Think Mathematically**. New York : Macmillan.
- Bell, F. H. (1978). **Teaching and Learning Mathematics (in Secondary)**. Dubuque, Iowa : Wm. C. Brown Company Publishers.
- Beyer, B.K. (1991). **Practical Strategies for the Teaching of Thinking**. Boston: Allyn and Bacon.

- Bitter, G. G.; Hatfield, M. M.; & Edward, N. T. (1989). **Mathematics Method for the Elementary and Middle Schools**. Boston : Allyn and Bacon, Inc.
- Bloom, B. S.; et al. (1976). **Human Characteristics and School Learning**. New York : McGraw – Hill Book.
- Bonwell, C. C.; & Eison, J. A. (1991). Active Learning : Creative Excitement in the Classroom. **ASHE-ERIC Higher Education Reports No. 1**. Washington, D.C.
- Bruckner, L. J.; & Grossnicle, F. E. (1957). **How to Make Arithmetic**. Philadelphia : The John C. Winston Co.
- Charles, R. L.; & Lester, F. K. (1982). **Teaching Problem Solving: What, Why & How**. Dale Seymour Publications.
- Child Study Association of America. (1952). **Our Children Today**. New York: The Viking Press.
- Christou, C.; et al. (2007). Developing an Active Learning Environment for the Learning of Stereometry. **International Conference on Technology and Mathematics Teaching (ICTMT8)**. Hradec Kralove, Czech Republic.
- Clyde, C.G. (1967). **Teaching Mathematics in the Elementary School**. New York : the Ronald Press Company.
- Cruikshank, D. E.; & Sheffield, L. J.. (1992). **Teaching and Learning Elementary and Middle School Mathematics**. New York : Macmillan.
- Decaroil, J. (1973, January). What Research Say to the Classroom Teacher: Critical Thinking. **Social Education**. 37, 1: 67-69.
- Dewey, J. (1983). **Experience and Education**. New York : Collier.
- _____. (1993). **How we Think: A restatement of the relation of reflective thinking to the educative process**. Boston : D.C.Health.
- Dressel, P.L. and Mayhew, L.B. (1957). **General Education: Explorations in Evaluation**. 2nd ed. Washington D.C. : American Council on Education.
- Ennis, R.H. (1985). A logical basic for measuring critical thinking skill. **Educational Leadership**. 43, 2: 45-48.
- _____. (1989). The Extent to which Critical Thinking is Subject Specific: Further Clawificawifcation. **Educational Research**. 19, 9 (May 1990): 13-16.
- _____. (1991, April). **Critical Thinking Conception**. Draft for Presentation at Area in Chicago.
- Ennis, R.H. and Norris, S. P. (1989). **Evaluating critical thinking**. California: Midwest Publications Critical Thinking Press.

- Ennis, R.H. and Millman, J. (1985). **Cornell Critical Thinking test Level X and Level Z-manual** 3rd ed. Californai: Midwest Publications.
- Facienc, P.A. (1984). Toward a Theory of Critical Thinking: **Liberial Education**. 70(3): 253-261.
- Fink, L. D. (1999). **Active Learning**. Reprinted with permission of the University of Oklahoma Instructional Development Program. Retrieved September 22, 2011, from <http://www.hcc.hawaii.edu/intranet/committees/FacDevCom/guidebk.teachtip/active.htm>.
- Fisher, R. (1992). **Teaching Children to Think**. London: Simon & Schuster Education.
- Gagné, R. M. (1970). **The Conditional of Learning**. 2nd ed. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Glazer, E. (2001). **Using Web Sources to Promote Critical Thinking in High School Mathematics**. Wellington: New Zealand.
- Good, C. V. (1973). **Dictionary of Education**. 3rd ed. New York: Teacher College Press.
- Goodman, H.E. (1990). **Developing Critical Thinking Skills and Improving Expressive Language Through Creative Writing**. Dissertation M.S. Practicum Nove University, (ERIC).
- Goor, A. (1974). Problem Solving Process of Creative and Non-Creative Student. "Dissertation Abstract International. 37(5): 3517-A.
- Guildford, J. P. (1971). **Theoanalysis of Intelligence**. New York: McGraw – Hill.
- Hatfield, M. M.; Edwards, N. T.; & Bitter, G. G. (1993). **Mathematics Methods for the Elementary and Middle Schools**. Boston: Allyn and Bacon.
- Heimer, R. T.; & Trueblood, Cecil R. (1977). **Strategies for Teaching Children Mathematics**. Washington D.C. : Addison – Wesley Publishing Company, Inc.
- Hendrikson, L. (1984). Active Learning. Retrieved September 22, 2011, from http://www.ed.gov/database/ERIC_Digests/ed253468.html.
- Hilgard, E.R. (1962). **Introduction of Psychology**. New York: Harcourt Brace and World.
- Holmes, E. E. (1995). **New Direction in Elementary School Mathematics Interactive Teaching and Learning**. New Jersey: Prentice-Hall.
- Hudgins, B.B. (1977). **Learning and Thinking: A primer for teacher**. Itasca: F.E.Peacock Publisher.

- Hurlock, E. B. (1964). **Child Development**. 3 rd ed. New York: McGraw-Hill Inc.
- Jacob, S. M. (2008). **Critical Thinking Skills in Online Mathematics Discussion Forums and Mathematical Achievement (Malaysia)**. Swinburne University.
- Johnson, D. W.; et al. (1991). **Active Learning : Cooperation in the College Classroom**. Edina, MN : Interaction Book Company.
- Kagan, S. (1990). **Cooperative learning: Resources for teachers**. The United of America: University of California.
- Kennedy, L. M.; & Tipps, S. (1997). **Guiding Children's Learning of Mathematics**.7th ed. Belmont, California: Wadsworth.
- Krulik, Stephen.; & Reys, Robert E. (1980). **Problem Solving in School Mathematics**. Reston, Virginia : The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- Krulik, S.; & Rudnick, J. A. (1993). **Reasoning and Problem Solving: A Handbook for Elementary School Teachers**. Massachusetts: Allyn and Bacon.
- Lipman, M. (1998). Critical Thinking – What can it be?. **Educational Leadership**. (September): 38-43.
- Maslow, A. H. (1954). **Motivation and Personality**. Hasper, New York.
- Meyers, C.; & Jones, T. B. (1993). **Promoting Active Learning : Strategies for the College Classroom**. San Francisco: Jossey-Bass.
- Moore, B.N. and Parker, R. (1986). **Critical Thinking Evaluating Claims and Arguments in Everyday Life**. California : Mayfield.
- Nickerson, R. S. (1984, September). Kind of Thinking Taught in Current Program. **Journal of Educational Leadership**. 42: 26-63.
- Norris, M. S. (1966). **Classroom Questions: What Kinds?**. New York: Harper and Row.
- Osborn, J. L. K.. (1989). Gifted and Talented Students in an Alternative Learning Center: Their Number and Characteristics. Doctoral Dissertation, Utah State University. **Dissertation Abstracts International**. 49: 1995A.
- Parkenson, J.; Windale, M.; & Shelton, J. (1998). **Raising the Quality of Science Education : Teachers'Workshop**. Srinakharinwirot University. 6-9 October 1998. Photocopied.
- Petty, G. (2004). Active Learning Work : the evidence. Retrieved July 5, 2008, from <http://www.geoffpetty.com>.
- Piaget, J. (1977). **The Origin of Intelligence in the child**. New York: Penquin Books.

- Polya, G. (1957). **How to Solve it**. 2nd ed. New York Double Anchor Book.
- _____. (1980). On Solving Mathematics Problem in High School. **Problem Solving in School Mathematics ; 1980 Yearbook**. Virginia : the National Council of Teachers of mathematics.
- _____. (1985). **How to Solve it : A New Aspect of Mathematical Method**. New York : Doubleday and Company Garden City.
- Quellmalz, E. S. (1985). Need : Better methods for testing higher – order thinking skills **Educational Leadership**. 43: 29-34.
- Rosenthal, Jeffrey. (1995). Active Learning Strategies in Advance Mathematics Classes. **Studies in Higher Education**. 20(2). 223-228.
- Russell, P. V. (1991). **Essentials of Mathematics**. New York : John Wiley, Inc.
- Sheffield Hallam University. (2000). **Active Teaching and Learning Approaches in Science : Workshop ORIC Bangkok**. Photocopied.
- Shenker, J. I.; Goss, S. A.; & Bernstein, D. A. (1996). Instructor's Resource Manual for Psychology : Implementing Active Learning in the Classroom. Retrieved September 22, 2011, from <http://s.psych/uiuc.edu/~jskenker/active.html>.
- Sherman, S. J.; & Sherman, B. S. (2004). **Science and Science Teaching**. Westport: Greenwood Press.
- Silberman, M. (1996). **Active Learning**. Boston : Allyn & Bacon.
- Skinner. B. S. (1976). Cognitive development: Pre-requisite thinking. **The Cleaning House** 49.
- Smith, H. C. (1961). **Personality Adjustment**. New York: McGraw-Hill Inc.
- Staff of Center for Teaching & Learning at Carolina. (2001). Alternative Strategies and Active Learning. Retrieved July 5, 2008, from <http://www.unc.edu/depts/ecl/fye2.html>.
- Wildfogel, Dennis. (1983). A Mock Symposium for Your Calculus Class. **American Mathematical Monthly**. 90(1) : 52-53.
- Starkey, S. L. (1990, May). The Influence of Mathematics and Verbal Self-Concept and Achievement on Career Aspirations (Mathematics Self-Concept). **Dissertation Abstracts International**. 10: 1945-A.
- Sternberg, R. J., & Baron, J. B. (1985, October). A Statewide Approach to Measuring Critical Thinking Skills. **Educational Leadership**. 40-43.

- Symond, A. F. (1964). **Teaching Yourself Personality Efficiency**. London: The English University Press.
- Van, Garderen D. (2006). Spatial Visualization, Visual Imagery and Mathematical Problem Solving of Students with Varying Abilities. **Dissertation Abstracts International**. 39(6): 496.
- Watson, J. W.; & Glaser, E. M. (1964). **Watson-Glaser critical thinking appraisal manual**. New York: Harcourt Brace and World.
- Wheeler, Amy. (2007). Active Learning to Improve Student Performance in Remedial Mathematics. In Paper Present at the annual meeting of the Mathematical Association of America. Retrieved June 18, 2008, from <http://www.allacademic.com/one/www/research>.
- William, Kenneth M. (2003). Writing about the Problem-Solving Process to Improve Problem-solving Performance. **Mathematics Teacher**. 96(3) : 185.
- Xin, Yan Ping. (2003, June). A Comparison of Two Instructional Approaches on Mathematical word Problem Solving By Students With Learning Problems, **Dissertation Abstracts International**. 12 : 4276 – A.



ภาคผนวก ก

ผลการวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - ค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - ค่าความเชื่อมั่นของการตรวจและการให้คะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามวัดความเชื่อมั่นในตนเอง
 - ค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบสอบถามวัดความเชื่อมั่นในตนเอง

ตาราง 16 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 10 ข้อ

ผู้เชี่ยวชาญ	คะแนนความคิดเห็นข้อที่									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
คนที่ 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
คนที่ 2	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
คนที่ 3	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0
IOC	1	1	1	1	0.67	0.67	1	1	1	0.33

คัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยพิจารณาจากค่า $IOC \geq 0.5$ จึงเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 – 1.00 จำนวน 9 ข้อ

ตาราง 17 ค่าความยากง่าย (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ข้อที่	P_E	D	ผลการพิจารณา
1	0.57	0.65	ใช้ได้
2	0.53	0.40	ใช้ได้
3	0.50	0.45	ใช้ได้
4	0.60	0.50	ใช้ได้
5	0.47	0.70	ใช้ได้

คัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เฉพาะข้อที่มีค่าความยากง่าย (P_E) ตั้งแต่ 0.47 – 0.60 ซึ่งมีความยากง่ายพอเหมาะ ไม่ยากหรือง่ายจนเกินไป และคัดเลือกข้อที่มีอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.40 – 0.70 ซึ่งเป็นข้อที่สามารถจำแนกคนได้ และสามารถนำไปใช้ทดลองได้ ซึ่งคัดเลือกแบบทดสอบนี้ทั้งหมด 5 ข้อ

ตาราง 18 ค่าความเชื่อมั่นของการตรวจและการให้คะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการ
แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คนที่	คะแนนจากผู้วิจัย (X)	คะแนนจากผู้ตรวจคนที่ 2 (Y)	X^2	Y^2	XY
1	19	19	361	361	361
2	17	18	289	324	306
3	18	18	324	324	324
4	15	17	225	289	255
5	16	16	256	256	256
6	18	17	324	289	306
7	14	16	196	256	224
8	16	17	256	289	272
9	16	17	256	289	272
10	18	16	324	256	288
11	19	20	361	400	380
12	16	17	256	289	272
13	18	19	324	361	342
14	17	16	289	256	272
15	17	16	289	256	272
16	15	17	225	289	255
17	13	14	169	196	182
18	12	14	144	196	168
19	14	16	196	256	224
20	13	14	169	196	182
21	18	17	324	289	306
22	17	16	289	256	272
23	19	19	361	361	361
24	17	16	289	256	272
25	16	18	256	324	288

ตาราง 18 (ต่อ)

คนที่	คะแนนจากผู้วิจัย (X)	คะแนนจากผู้ตรวจคนที่ 2 (Y)	X^2	Y^2	XY
26	15	16	225	256	240
27	17	18	289	324	306
28	18	19	324	361	342
29	14	13	196	169	182
30	14	12	196	144	168
31	17	16	289	256	272
32	18	19	324	361	342
33	18	18	324	324	324
34	19	19	361	361	361
35	17	16	289	256	272
36	18	18	324	324	324
รวม	593	604	9,893	10,250	10,045

ศึกษาผลสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้วิจัยและผู้ตรวจคนที่ 2 โดยใช้สถิติสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน

$$r_{XY} = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ r_{XY} แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนชุด X
 $\sum Y$ แทน ผลรวมของคะแนนชุด Y
 $\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนชุด X แต่ละตัวยกกำลังสอง
 $\sum Y^2$ แทน ผลรวมของคะแนนชุด Y แต่ละตัวยกกำลังสอง
 $\sum XY$ แทน ผลรวมของผลคูณระหว่าง X กับ Y
 N แทน จำนวนคนหรือสิ่งที่ศึกษา

จากตาราง จะได้

$$\sum X = 593, \quad \sum Y = 604, \quad \sum X^2 = 9,893$$

$$\sum Y^2 = 10,250, \quad \sum XY = 10,045, \quad N = 36$$

แทนในสูตร จะได้

$$r_{XY} = \frac{36(10,045) - (593)(604)}{\sqrt{[36(9,893) - (593)^2][36(10,250) - (604)^2]}}$$

$$= 0.79$$

ตาราง 19 ค่า $\sum X_i$, ค่า $\sum X_i^2$, ค่า s_i^2 เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ข้อที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$	s_i^2
1	127	461	0.37
2	115	379	0.33
3	114	372	0.31
4	119	411	0.50
5	118	400	0.36

การคำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย โดยใช้การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัก

จากตาราง 19 จะได้ $n = 5$, $\sum s_i^2 = 1.90$ และ $s_i^2 = 5.67$

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum s_i^2}{s_i^2} \right]$$

$$\alpha = \frac{5}{5-1} \left[1 - \frac{1.90}{5.67} \right]$$

$$\alpha = 0.83$$

เมื่อ α แทน สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น

n แทน จำนวนข้อสอบ

s_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรายข้อ

s_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนของข้อสอบทั้งฉบับ

โดยที่
$$s_i^2 = \frac{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}{N^2}$$

s_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรายข้อ

$\sum X_i$ แทน ผลรวมคะแนนข้อที่ i

$\sum X_i^2$ แทน ผลรวมของคะแนนข้อที่ i แต่ละตัวยกกำลังสอง

N แทน จำนวนผู้เข้าสอบ

ตาราง 20 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบ
วัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จำนวน 40 ข้อ

ด้าน	ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1. ความสามารถในการพิจารณาความ น่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล และการสังเกต	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1
	3	1	1	1	1
	4	1	1	1	1
	5	1	0	1	0.67
	6	1	1	1	1
	7	1	1	1	1
	8	1	1	0	0.67
	9	1	1	1	1
2. ความสามารถในการอุปนัย	10	1	1	1	1
	11	1	1	1	1
	12	1	1	1	1
	13	1	1	1	1
	14	0	1	0	0.33
	15	1	1	1	1
	16	1	1	1	1
	17	1	0	1	0.67
	18	1	1	1	1
	19	1	1	1	1
	20	1	1	1	1

ตาราง 20 (ต่อ)

ด้าน	ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
3. ความสามารถในการนิรนัย	21	1	1	1	1
	22	1	1	1	1
	23	1	1	1	1
	24	1	1	1	1
	25	1	1	1	1
	26	1	1	1	1
	27	1	1	1	1
	28	1	1	1	1
	29	1	1	1	1
	30	1	1	1	1
	31	1	1	1	1
4. ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น	32	1	1	1	1
	33	1	0	1	0.67
	34	1	1	1	1
	35	1	1	1	1
	36	1	1	1	1
	37	0	1	1	0.67
	38	1	1	1	1
	39	1	1	1	1
	40	1	1	1	1

คัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยพิจารณาจากค่า $IOC \geq 0.5$ จึงเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 – 1.00 จำนวน 39 ข้อ

ตาราง 21 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการ
คิดอย่างมีวิจารณญาณ

ด้าน	ข้อที่	p	r	ผลการพิจารณา
1. ความสามารถในการพิจารณาความ น่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล และการ สังเกต	1	0.71	0.57	ใช้ได้
	2	0.86	0.29	ใช้ไม่ได้
	3	0.64	0.43	ใช้ได้
	4	0.79	0.43	ใช้ได้
	5	0.64	0.71	ใช้ได้
	6	0.71	0.57	ใช้ได้
	7	0.43	0.29	ใช้ได้
	8	0.71	0.57	ใช้ได้
	9	0.93	0.14	ใช้ไม่ได้
2. ความสามารถในการอุปนัย	10	0.71	0.57	ใช้ได้
	11	0.64	0.71	ใช้ได้
	12	0.64	0.43	ใช้ได้
	13	0.71	0.29	ใช้ได้
	14	0.57	0.00	ใช้ไม่ได้
	15	0.71	0.57	ใช้ได้
	16	0.57	0.29	ใช้ได้
	17	0.71	0.29	ใช้ได้
	18	0.14	0.29	ใช้ไม่ได้
	19	0.79	0.43	ใช้ได้
	20	0.57	0.29	ใช้ได้

ตาราง 21 (ต่อ)

ด้าน	ข้อที่	p	r	ผลการพิจารณา
3. ความสามารถในการนิรนัย	21	0.36	0.71	ใช้ได้
	22	0.64	0.43	ใช้ได้
	23	0.64	0.14	ใช้ไม่ได้
	24	0.36	0.71	ใช้ได้
	25	0.57	0.00	ใช้ไม่ได้
	26	0.57	0.29	ใช้ได้
	27	0.50	0.71	ใช้ได้
	28	0.64	0.43	ใช้ได้
	29	0.36	0.71	ใช้ได้
	30	0.71	0.57	ใช้ได้
4. ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น	31	0.79	0.43	ใช้ได้
	32	0.71	0.57	ใช้ได้
	33	0.50	0.71	ใช้ได้
	34	0.79	0.57	ใช้ได้
	35	0.64	0.71	ใช้ได้
	36	0.71	0.57	ใช้ได้
	37	0.79	0.43	ใช้ได้
	38	0.57	0.29	ใช้ได้
	39	0.79	0.43	ใช้ได้

คัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เฉพาะข้อที่มีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.36 – 0.79 ซึ่งมีความยากง่ายพอเหมาะ ไม่ยากหรือง่ายจนเกินไป และคัดเลือกข้อที่มีอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.29 – 0.71 ซึ่งเป็นข้อที่สามารถจำแนกคนได้ และสามารถนำไปใช้ทดลองได้ ซึ่งคัดเลือกแบบทดสอบนี้ทั้งหมด 30 ข้อ โดยแบ่งเป็น 4 ด้าน ดังนี้

ด้านที่ 1 ความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล และการสังเกต จำนวน 7 ข้อ

ด้านที่ 2 ความสามารถในการอุปนัย จำนวน 8 ข้อ

ด้านที่ 3 ความสามารถในการนิรนัย จำนวน 8 ข้อ

ด้านที่ 4 ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น จำนวน 7 ข้อ

ตาราง 22 ค่า p , ค่า q , ค่า pq เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิด
อย่างมีวิจารณญาณ

ด้าน	ข้อที่	p	q	pq
1. ความสามารถในการพิจารณาความ น่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล และการ สังเกต	1	0.52	0.48	0.25
	2	0.72	0.28	0.20
	3	0.76	0.24	0.18
	4	0.72	0.28	0.20
	5	0.64	0.38	0.24
	6	0.48	0.52	0.25
	7	0.64	0.38	0.24
2. ความสามารถในการอุปนัย	8	0.76	0.24	0.18
	9	0.72	0.28	0.20
	10	0.64	0.38	0.24
	11	0.60	0.40	0.24
	12	0.68	0.32	0.22
	13	0.80	0.20	0.16
	14	0.72	0.28	0.20
	15	0.44	0.56	0.25
3. ความสามารถในการนิรนัย	16	0.60	0.40	0.24
	17	0.48	0.52	0.25
	18	0.64	0.36	0.23
	19	0.44	0.58	0.26
	20	0.64	0.36	0.23
	21	0.44	0.56	0.25
	22	0.60	0.40	0.24
	23	0.80	0.20	0.16

ตาราง 22 (ต่อ)

ด้าน	ข้อที่	p	q	pq
4. ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น	24	0.64	0.36	0.23
	25	0.44	0.56	0.25
	26	0.60	0.40	0.24
	27	0.76	0.24	0.18
	28	0.56	0.44	0.25
	29	0.64	0.38	0.24
	30	0.72	0.28	0.20
รวม				6.71

การคำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณแบบปรนัย โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson)

จากตาราง 22 จะได้ $n = 30$ และ $s^2 = 21.54$

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right]$$

$$r_{tt} = \frac{30}{30-1} \left[1 - \frac{6.71}{21.54} \right]$$

$$r_{tt} = 0.71$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	n	แทน	จำนวนข้อสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของคนที่ทำข้อนั้นได้
	q	แทน	สัดส่วนของคนที่ทำข้อนั้นผิด
	s^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

ตาราง 23 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถาม
วัดความเชื่อมั่นในตนเอง จำนวน 20 ข้อ

ด้าน	ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1. จิตใจมั่นคง	1	1	1	1	1
	5	1	1	1	1
	13	1	1	1	1
	17	1	1	1	1
2. กล้าแสดงออก	2	1	1	1	1
	4	1	1	0	0.67
	8	1	1	1	1
	10	1	1	1	1
3. กล้าตัดสินใจ	6	1	1	1	1
	9	1	1	1	1
	12	1	1	1	1
	20	1	1	1	1
4. กล้าเผชิญความจริง	3	1	1	1	1
	14	1	1	1	1
	15	1	1	1	1
	16	1	1	1	1
5. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	7	0	1	1	0.67
	11	1	1	0	0.67
	18	1	0	1	0.67
	19	1	1	1	1

จากตาราง 23 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามวัดความเชื่อมั่นในตนเอง พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องมีค่าตั้งแต่ 0.67 – 1.00 จำนวน 20 ข้อ นั่นคือสามารถนำไปใช้เก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างได้ทุกข้อ

ตาราง 24 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (t) ของแบบสอบถามวัดความเชื่อมั่นในตนเอง

ด้าน	ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก	ผลการพิจารณา
1. จิตใจมั่นคง	1	3.10	ใช้ได้
	5	3.02	ใช้ได้
	13	3.94	ใช้ได้
	17	3.20	ใช้ได้
2. กล้าแสดงออก	2	3.71	ใช้ได้
	4	3.89	ใช้ได้
	8	3.23	ใช้ได้
	10	4.39	ใช้ได้
3. กล้าตัดสินใจ	6	3.62	ใช้ได้
	9	4.20	ใช้ได้
	12	3.93	ใช้ได้
	20	3.76	ใช้ได้
4. กล้าเผชิญความจริง	3	3.37	ใช้ได้
	14	2.37	ใช้ได้
	15	2.88	ใช้ได้
	16	3.11	ใช้ได้
5. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	7	3.62	ใช้ได้
	11	4.39	ใช้ได้
	18	5.76	ใช้ได้
	19	4.44	ใช้ได้

ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามวัดความเชื่อมั่นในตนเอง 0.76

จากตาราง 24 อำนาจจำแนกรายข้อของแบบสอบถามวัดความเชื่อมั่นในตนเอง พบว่า มีค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 2.37 – 5.76 ทุกข้อ และใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความเชื่อมั่นในตนเอง เท่ากับ 0.76

ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการวิจัย

- คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
- คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
- คะแนนความเชื่อมั่นในตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ตาราง 25 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน (X)	D	D^2	X^2
1	12	19	7	49	361
2	9	17	8	64	289
3	6	17	11	121	289
4	7	15	8	64	225
5	9	16	7	49	256
6	8	16	8	64	256
7	8	17	9	81	289
8	6	18	12	144	324
9	8	16	8	64	256
10	5	13	8	64	169
11	7	17	10	100	289
12	12	19	7	49	361
13	10	18	8	64	324
14	9	17	8	64	289
15	11	17	6	36	289
16	8	17	9	81	289
17	12	19	7	49	361
18	9	19	10	100	361
19	6	17	11	121	289
20	8	15	7	49	225
21	9	16	7	49	256
22	7	18	11	121	324
23	9	17	8	64	289
24	9	18	9	81	324
25	12	18	6	36	324

ตาราง 25 (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน (X)	D	D^2	X^2
26	10	19	9	81	361
27	13	19	6	36	361
28	10	19	9	81	361
29	6	15	9	81	225
30	8	17	9	81	289
31	10	18	8	64	324
32	11	19	8	64	361
33	9	17	8	64	289
34	7	14	7	49	196
35	8	15	7	49	225
36	11	18	7	49	324
37	5	11	6	36	121
38	8	16	8	64	256
39	6	14	8	64	196
40	8	16	8	64	256
41	9	17	8	64	289
42	11	18	7	49	324
43	9	15	6	36	225
44	5	13	8	64	169
45	12	19	7	49	361
รวม	392	755	363	3,017	12,821

การวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สถิติทดสอบ t – test for Dependent Samples

$$\text{แทนในสูตร} \quad t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} \quad ; \quad df = n-1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – Distribution
	D	แทน	ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	$(\sum D)^2$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
	df	แทน	ค่าองศาแห่งความเป็นอิสระ

จากตาราง 25 จะได้ว่า $\sum D = 363$, $\sum D^2 = 3,017$, $n = 45$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น} \quad t &= \frac{363}{\sqrt{\frac{45(3,017) - (363)^2}{45-1}}} \\ &= \frac{363}{\sqrt{\frac{135,765 - 131,769}{44}}} \\ &= \frac{363}{\sqrt{90.82}} \\ &= \frac{363}{9.53} \\ &= 38.09 \end{aligned}$$

(เปิดตารางค่า t จะได้ว่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.4141 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 เมื่อ $df = 45 - 1 = 44$)

การวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 65 โดยใช้สถิติทดสอบ t – test for One Group

$$\text{จากสูตร} \quad t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}} \quad ; \quad df = n - 1$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – Distribution

\bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

μ_0 แทน ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์

S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

df แทน ค่าองศาแห่งความเป็นอิสระ

หาค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad \bar{X} &= \frac{\sum X}{N} \\ &= \frac{755}{45} \\ &= 16.78 \end{aligned}$$

หาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad S &= \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{45(12,821) - (755)^2}{45(44)}} \\ &= \sqrt{\frac{576,945 - 570,025}{1,980}} \\ &= \sqrt{\frac{6,920}{1,980}} \\ &= \sqrt{3.49} \\ &= 1.87 \end{aligned}$$

นั่นคือ $\bar{X} = 16.78$, $\mu_0 = 13$, $s = 1.87$ และ $n = 45$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น} \quad t &= \frac{16.78 - 13}{\frac{1.87}{\sqrt{45}}} \\ &= \frac{3.78}{0.28} \\ &= 13.50 \end{aligned}$$

(เปิดตารางค่า t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.4141 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 เมื่อ $df = 45 - 1 = 44$)



ตาราง 26 คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน (X)	D	D^2	X^2
1	18	24	6	36	576
2	15	20	5	25	400
3	17	23	6	36	529
4	11	21	10	100	441
5	12	20	8	64	400
6	18	22	4	16	484
7	16	24	8	64	576
8	15	24	9	81	576
9	17	24	7	49	576
10	19	22	3	9	484
11	17	22	5	25	484
12	13	20	7	49	400
13	14	25	11	121	625
14	16	22	6	36	484
15	13	22	9	81	484
16	14	20	6	36	400
17	10	19	9	81	361
18	14	21	7	49	441
19	12	23	11	121	529
20	16	20	4	16	400
21	18	25	7	49	625
22	15	24	9	81	576
23	18	26	8	64	676
24	15	24	9	81	576
25	16	22	6	36	484

ตาราง 26 (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน (X)	D	D^2	X^2
26	13	20	7	49	400
27	17	27	10	100	729
28	12	23	11	121	529
29	14	22	8	64	484
30	11	22	11	121	484
31	14	21	7	49	441
32	16	20	4	16	400
33	18	28	10	100	784
34	18	25	7	49	625
35	17	26	9	81	676
36	13	22	9	81	484
37	16	21	5	25	441
38	14	20	6	36	400
39	15	21	6	36	441
40	12	20	8	64	400
41	14	22	8	64	484
42	16	22	6	36	484
43	14	25	11	121	625
44	17	25	8	64	625
45	19	28	9	81	784
รวม	679	1,019	340	2,764	23,307

การวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทาง
คณิตศาสตร์ โดยใช้สถิติทดสอบ t – test for Dependent Samples

$$\text{แทนในสูตร} \quad t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n - 1}}} \quad ; \quad df = n - 1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – Distribution
	D	แทน	ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	$(\sum D)^2$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
	df	แทน	ค่าองศาแห่งความเป็นอิสระ

จากตาราง 26 จะได้ $\sum D = 340$, $\sum D^2 = 2,764$, $n = 45$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น} \quad t &= \frac{340}{\sqrt{\frac{45(2,764) - (340)^2}{45 - 1}}} \\ &= \frac{340}{\sqrt{\frac{124,380 - 115,600}{44}}} \\ &= \frac{340}{\sqrt{199.55}} \\ &= \frac{363}{14.13} \\ &= 25.69 \end{aligned}$$

(เปิดตารางค่า t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.4141 ที่ระดับ
นัยสำคัญทางสถิติที่ .01 เมื่อ $df = 45 - 1 = 44$)

การวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
กับเกณฑ์ร้อยละ 65 โดยใช้สถิติทดสอบ t – test for One Group

จากสูตร
$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}} ; df = n - 1$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – Distribution

\bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

μ_0 แทน ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์

S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

df แทน ค่าองศาแห่งความเป็นอิสระ

หาค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

จากสูตร
$$\begin{aligned} \bar{X} &= \frac{\sum X}{N} \\ &= \frac{1,019}{45} \\ &= 22.64 \end{aligned}$$

หาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

จากสูตร
$$\begin{aligned} S &= \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{45(23,307) - (1,019)^2}{45(44)}} \\ &= \sqrt{\frac{1,048,815 - 1,038,361}{1,980}} \\ &= \sqrt{\frac{10,454}{1,980}} \\ &= \sqrt{5.28} \\ &= 2.30 \end{aligned}$$

นั่นคือ $\bar{X} = 22.64$, $\mu_0 = 19.5$, $s = 2.30$ และ $n = 45$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น} \quad t &= \frac{22.64 - 19.5}{\frac{2.30}{\sqrt{45}}} \\ &= \frac{3.14}{0.34} \\ &= 9.24 \end{aligned}$$

(เปิดตารางค่า t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.4141 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 เมื่อ $df = 45 - 1 = 44$)



ตาราง 27 คะแนนความเชื่อมั่นในตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

คนที่	คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	D	D^2
1	69	86	17	289
2	66	74	8	64
3	58	66	8	64
4	57	68	11	121
5	64	75	11	121
6	72	80	8	64
7	69	72	3	9
8	66	77	11	121
9	53	69	16	256
10	58	64	6	36
11	65	75	10	100
12	72	88	16	256
13	65	74	9	81
14	75	80	5	25
15	68	73	5	25
16	62	69	7	49
17	67	72	5	25
18	77	84	7	49
19	69	74	5	25
20	70	74	4	16
21	73	79	6	36
22	72	76	4	16
23	69	75	6	36
24	75	80	5	25
25	78	82	4	16

ตาราง 27 (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	D	D^2
26	62	68	6	36
27	77	85	8	64
28	60	68	8	64
29	71	76	5	25
30	70	77	7	49
31	73	77	4	16
32	66	70	4	16
33	76	84	8	64
34	70	78	8	64
35	75	82	7	49
36	68	75	7	49
37	72	76	4	16
38	63	67	4	16
39	68	76	8	64
40	60	66	6	36
41	68	73	5	25
42	66	72	6	36
43	74	77	3	9
44	73	78	5	25
45	80	87	7	49
รวม	3,081	3,398	317	2,697

การวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความเชื่อมั่นในตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สถิติทดสอบ t – test for Dependent Samples

$$\text{แทนในสูตร} \quad t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} \quad ; \quad df = n-1$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – Distribution
 D แทน ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
 $\sum D^2$ แทน ผลรวมของผลต่างของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
 $(\sum D)^2$ แทน ผลรวมของผลต่างของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
 n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
 df แทน ค่าองศาแห่งความเป็นอิสระ

จากตาราง 27 จะได้ $\sum D = 317$, $\sum D^2 = 2,697$, $n = 45$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น} \quad t &= \frac{317}{\sqrt{\frac{45(2,697) - (317)^2}{45-1}}} \\ &= \frac{317}{\sqrt{\frac{121,365 - 100,489}{44}}} \\ &= \frac{317}{\sqrt{474.45}} \\ &= \frac{317}{21.78} \\ &= 14.55 \end{aligned}$$

(เปิดตารางค่า t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.4141 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 เมื่อ $df = 45 - 1 = 44$)

ภาคผนวก ค

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์
- แบบประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1
 รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เวลา 50 นาที

1. จุดประสงค์การเรียนรู้ นักเรียนสามารถ

ด้านความรู้ (K)

1. ใช้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของ โพล ยามาใช้แก้ปัญหาได้ (K_1)
2. ใช้ความรู้เกี่ยวกับยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาได้ (K_2)

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

1. แก้ปัญหาได้ (P_1)
2. สื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้ (P_2)
3. ให้เหตุผลได้ (P_3)

ด้านคุณลักษณะ (A)

1. ทำงานเป็นระบบ รอบคอบ (A_1)
2. มีระเบียบวินัย (A_2)
3. มีความรับผิดชอบ (A_3)

2. สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรม เรื่อง “ตามล่าหาความจริง”
2. กรรไกร
3. กาว

3. ความรู้พื้นฐาน

1. ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา
2. การให้เหตุผลแบบอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ (Induction)

4. สารการเรียนรู้

ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา (Strategy)

ในการแก้ปัญหาหนึ่ง ๆ นอกจากนักเรียนจะต้องมีความรู้พื้นฐานเพียงพอและเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาดีแล้วการเลือกใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาก็เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุด ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ช่วยในการแก้ปัญหาค่ะ ถ้านักเรียนคุ้นเคยกับยุทธวิธีแก้ปัญหาดัง ๆ ที่เหมาะสมและหลากหลายแล้ว นักเรียนจะสามารถเลือกยุทธวิธีเหล่านั้นมาใช้ได้ทันที ยุทธวิธีแก้ปัญหาคือเป็นเครื่องมือสำคัญและสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ดีที่พบบ่อยใน คณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. การค้นหาแบบรูป
2. การสร้างตาราง
3. การเขียนภาพ หรือแผนภาพ
4. การแจกแจงที่เป็นไปได้
5. การคาดคะเนและตรวจสอบ
6. การทำงานแบบย้อนกลับ
7. การเขียนสมการ
8. การเปลี่ยนมุมมอง
9. การแบ่งปัญหาเป็นปัญหาย่อย
10. การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์
11. การให้เหตุผลทางอ้อม

การคาดคะเนและตรวจสอบ

เป็นการพิจารณาข้อมูลและเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ปัญหากำหนดผสมผสานกับประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้อง มาสร้างข้อความคาดการณ์ แล้วตรวจสอบความถูกต้องของข้อความคาดการณ์นั้น ถ้าการคาดเดาไม่ถูกต้องก็คาดเดาใหม่โดยอาศัยประโยชน์จากความไม่ถูกต้องของการคาดเดา ในครั้งแรก ๆ เป็นกรอบในการคาดเดาคำตอบของปัญหาครั้งต่อไปนักเรียนควรคาดเดาอย่างมี เหตุผลและมีทิศทาง เพื่อให้สิ่งที่คาดเดานั้นเข้าใกล้คำตอบที่ต้องการมากที่สุด

ตัวอย่าง 1 ไบเตยซื้อขนมปังสองชนิดเพื่อมาขายในงานโรงเรียน เธอตั้งราคาขายขนมปังชนิดแรกในราคาชิ้นละ 10 บาท และชนิดที่สองในราคาชิ้นละ 15 บาท ถ้าเธอขายขนมปังชนิดแรกไปจำนวนหนึ่ง ขายชนิดที่สองไปอีกเป็นจำนวนครึ่งหนึ่งของจำนวนขนมปังชนิดแรก และได้เงินทั้งสิ้น 875 บาท จงหาว่าไบเตยขายขนมปังแต่ละชนิดไปอย่างละกี่ชิ้น

ในการแก้ปัญหานี้ ถ้านักเรียนไม่มีความรู้พื้นฐานในเรื่องสมการเพียงพอ อาจแก้ปัญหา โดยใช้ยุทธวิธีการคาดเดาและตรวจสอบ ได้ดังนี้

เนื่องจากไบเตยขายขนมปังได้เป็นจำนวนเงินรวม 875 บาท ซึ่งพิจารณาจำนวน 875 เป็นจำนวนคี่ และจำนวนขนมปังชนิดที่สองที่ขายชิ้นละ 15 บาท เป็นครึ่งหนึ่งของจำนวนขนมปังชนิดแรก

ดังนั้น จำนวนขนมปังชนิดแรกที่ขายในราคาชิ้นละ 10 บาท ต้องเป็นจำนวนคู่ เนื่องจาก 875 เป็นจำนวนเงินรวมที่ขายได้

นักเรียนอาจเริ่มคาดเดาจำนวนเงินที่ขายขนมปังชนิดแรกได้ที่ 800 บาท ดังนี้

ขนมปังชิ้นละ 10 บาท		ขนมปังชิ้นละ 15 บาท		จำนวนเงินรวมที่ขายได้	ผลสรุป
ชิ้น	จำนวนเงิน	ชิ้น	จำนวนเงิน		
80	800	40	600	1400	มากเกินไป
60	600	30	450	1050	มากเกินไป
40	400	20	300	700	น้อยเกินไป
50	500	25	375	875	ถูกต้อง

เพราะฉะนั้น ไบเตยขายขนมปังชนิดแรกไป 50 ชิ้น และชนิดที่สอง 25 ชิ้น

จากตัวอย่างจะเห็นได้ว่า การคาดเดาและตรวจสอบถือว่าเป็นยุทธวิธีที่ง่ายแต่ถ้าปัญหา มีความซับซ้อนก็อาจทำให้นักเรียนใช้เวลามาก

การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์

เป็นการอธิบายข้อความหรือข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในปัญหานั้นว่าเป็นจริง โดยใช้เหตุผลทางตรรกศาสตร์มาช่วยในการแก้ปัญหา บางปัญหาเราใช้การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ร่วมกับการคาดเดาและตรวจสอบ หรือการเขียนภาพและแผนภาพ จนทำให้บางครั้งเราไม่สามารถแยกการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ออกจากยุทธวิธีอื่นได้อย่างเด่นชัด ยุทธวิธีนี้มักใช้บ่อยในปัญหาทางเรขาคณิตและพีชคณิต

ตัวอย่าง 2 ผู้จัดการธนาคารให้การกับตำรวจว่า มีคนร้ายหนึ่งคนพร้อมอาวุธเข้ามาปล้นธนาคาร ได้เงินสดไป 10 ล้านบาท ตำรวจสอบสวนผู้ต้องสงสัยว่าเป็นโจรปล้นธนาคารสามคน ได้แก่ มาวิน อติชาติ ธนพล ผู้ต้องสงสัยทั้งสามคนยืนยันคำให้การดังนี้

มาวิน : ผมเป็นผู้บริสุทธิ์

อติชาติ : ผมไม่ได้ปล้นธนาคาร

ธนพล : อติชาติเป็นคนปล้นธนาคารครับ

ถ้าในคำให้การนี้มีเพียงหนึ่งคนเท่านั้นที่พูดความจริง จงหาว่าใครเป็นโจรปล้นธนาคาร ในการแก้ปัญหานี้ ยุทธวิธีหนึ่งที่ง่ายก็คือ การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ จากสถานการณ์ปัญหาเราสามารถสร้างตารางมาช่วยในการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ ได้ดังนี้

	ข้อความ	จริง / เท็จ	การตีความ
มาวิน	ผมเป็นผู้บริสุทธิ์	เท็จ	
อติชาติ	ผมไม่ได้ปล้นธนาคาร	เท็จ	
ธนพล	อติชาติเป็นคนปล้นธนาคารครับ	จริง	

เนื่องจากมีเพียงหนึ่งคนเท่านั้นที่พูดความจริง ดังนั้นเราจะสมมติให้ผู้ต้องสงสัยหนึ่งคน พูดความจริง แล้วพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อมูลที่กำหนด

- 1) สมมติให้ ธนพลพูดความจริง
นั่นคือ มาวินและอติชาติจะต้องพูดเท็จ

	ข้อความ	จริง / เท็จ	การตีความ
มาวิน	ผมเป็นผู้บริสุทธิ์	เท็จ	ผมไม่เป็นผู้บริสุทธิ์
อติชาติ	ผมไม่ได้ปล้นธนาคาร	เท็จ	ผมปล้นธนาคาร
ธนพล	อติชาติเป็นคนปล้นธนาคารครับ	จริง	อติชาติเป็นคนปล้นธนาคารครับ

จากข้อความที่ได้จากการตีความในตาราง พบว่า ทั้งมาวินและอติชาติเป็นโจรปล้นธนาคารทั้งคู่ ซึ่งจากข้อกำหนดโจรปล้นธนาคารมีเพียงคนเดียว ข้อสรุปที่ได้ จึงเกิดข้อขัดแย้ง ดังนั้น ที่สมมติว่าธนพลพูดความจริง จึงไม่ถูกต้อง

- 2) สมมติให้ อติชาติพูดความจริง
นั่นคือ มาวินและธนพลจะต้องพูดเท็จ

	ข้อความ	จริง / เท็จ	การตีความ
มาวิน	ผมเป็นผู้บริสุทธิ์	เท็จ	ผมไม่เป็นผู้บริสุทธิ์
อติชาติ	ผมไม่ได้ปล้นธนาคาร	จริง	ผมไม่ได้ปล้นธนาคาร
ธนพล	อติชาติเป็นคนปล้นธนาคารครับ	เท็จ	อติชาติไม่เป็นคนปล้นธนาคาร

จากข้อความที่ได้จากการตีความในตาราง พบว่า ผู้ที่เป็นโจรปล้นธนาคาร คือ มาวิน

- 3) สมมติให้ มาวินพูดความจริง
นั่นคือ อติชาติและชนพลจะต้องพูดเท็จ

	ข้อความ	จริง / เท็จ	การตีความ
มาวิน	ผมเป็นผู้บริสุทธิ์	จริง	ผมเป็นผู้บริสุทธิ์
อติชาติ	ผมไม่ได้ปล้นธนาคาร	เท็จ	ผมปล้นธนาคาร
ชนพล	อติชาติเป็นคนปล้นธนาคารครับ	เท็จ	อติชาติไม่เป็นคนปล้นธนาคาร

จากข้อความที่ได้จากการตีความในตาราง พบว่า มาวินเป็นผู้บริสุทธิ์ อติชาติเป็นโจรปล้นธนาคาร แต่ชนพลพูดเท็จว่าอติชาติเป็นคนปล้นธนาคาร นั่นคือ อติชาติไม่เป็นคนปล้นธนาคาร ข้อสรุปที่ได้จึงเกิดข้อขัดแย้ง ดังนั้น ที่สมมติว่ามาวินพูดความจริง จึงไม่ถูกต้อง

จากการให้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ข้างต้น จะได้ข้อสรุปที่สมเหตุสมผลว่า โจรปล้นธนาคารคือ มาวิน

กิจกรรม ตามล่าหาความจริง

กิจกรรม 1 : ใครสูงกว่ากัน?

ครูได้นำนักเรียนไปทัศนศึกษา ณ สวนสนุกแห่งหนึ่ง ขณะที่นักเรียนกำลังต่อแถว เพื่อเล่นเครื่องเล่นรถไฟอวกาศ ซึ่งเล่นได้ครั้งละ 8 คน เท่านั้นและในการเล่นแต่ละครั้ง ต้องนั่งเรียงลำดับตามความสูง โดยผู้เล่นที่มีความสูงมากที่สุดจะต้องนั่งหน้าสุด เรียงตามลำดับ

มาร์ก โจอี้ แสตมป์ ต้า เปี้ยก นิก เจ แจ็บ เป็นนักเรียนกลุ่มสุดท้ายที่กำลังจะเล่น รถไฟอวกาศ โดยที่พนักงานต้องจัดเด็กทั้ง 8 คน เป็นแถวเรียงตามลำดับความสูง โดยมีข้อมูลดังนี้

- เรืองความสูงแสตมป์ไม่แพ้ใคร
- มาร์กสูงกว่าโจอี้
- ต้าสูงกว่าเปี้ยก
- นิกสูงกว่าโจอี้แต่เตี้ยกว่ามาร์ก
- มาร์กเตี้ยกว่าเปี้ยก
- เจสูงกว่าต้าแต่เตี้ยกว่าแจ็บ

1) ชั้นทำความเข้าใจปัญหา

1.1) สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการทราบ คืออะไรบ้าง

- การเรียงลำดับความสูงของนักเรียนทั้ง 8 คน จากความสูงมากไปหา

ความสูงน้อย

1.2) สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนด คืออะไรบ้าง

- เครื่องเล่นรถไฟอวกาศเล่นได้ครั้งละ 8 คน เท่านั้น
- ผู้เล่นที่มีความสูงมากที่สุดจะต้องนั่งหน้าสุดเรียงตามลำดับ
- เรื่องความสูงแสดมปีไม่แพ้ใคร
- มาร์กสูงกว่าโจอี
- ต้าสูงกว่าเปี้ยก
- นิกสูงกว่าโจอีแต่เตี้ยกว่ามาร์ก
- มาร์กเตี้ยกว่าเปี้ยก
- เจสูงกว่าต้าแต่เตี้ยกว่าแจ็บ

2) ชั้นวางแผนการแก้ปัญหา

2.1) ความรู้/แนวคิดทางคณิตศาสตร์ ที่นำมาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา

- การให้เหตุผล
- ความสมเหตุสมผลของคำตอบ

2.2) ขั้นตอน/กลยุทธ์วิธี ที่ใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา

- การคาดคะเนและตรวจสอบ
- การสร้างตาราง

3) ขั้นตอนดำเนินการตามแผน

เงื่อนไข	ผลที่ได้	ผลสรุปการเรียงลำดับความสูง
เรื่องความสูงแสดมปีไม่แพ้ใคร	แสดมปีเป็นคนแรก	แสดมปี, ...
มาร์กสูงกว่าโจอี้	มาร์กสูงกว่าโจอี้	แสดมปี, ... , มาร์ก, ... , โจอี้, ...
ต้าสูงกว่าเปี้ยก	ต้าสูงกว่าเปี้ยก	แสดมปี, ... , ต้า, ... , เปี้ยก, ...
นิกสูงกว่าโจอี้แต่เตี้ยกว่ามาร์ก	นิกอยู่ระหว่างโจอี้ และมาร์ก โดยที่นิก อยู่ต่อจากมาร์ก	แสดมปี, ... , มาร์ก, นิก, โจอี้, ...
มาร์กเตี้ยกว่าเปี้ยก	มาร์กอยู่ต่อจากเปี้ยก	แสดมปี, ... , ต้า, ... , เปี้ยก, มาร์ก, นิก, โจอี้
เจสูงกว่าต้าแต่เตี้ยกว่าแจ็บ	เจอยู่ต่อจากแจ็บ และต้าอยู่ต่อจากเจ	แสดมปี, แจ็บ, เจ, ต้า, เปี้ยก, มาร์ก, นิก, โจอี้

ดังนั้น จากการคาดเดาและตรวจสอบจะได้ว่า เรียงลำดับความสูงของนักเรียนทั้ง 8 คน จากความสูงมากไปหาความสูงน้อย คือ แสดมปี, แจ็บ, เจ, ต้า, เปี้ยก, มาร์ก, นิก, โจอี้

4) ขั้นตอนตรวจสอบผล

จากการแก้ปัญหาโดยยุทธวิธีการคาดเดาและตรวจสอบคำตอบ เรียงลำดับความสูงของนักเรียนทั้ง 8 คน จากความสูงมากไปหาความสูงน้อย คือ แสดมปี, แจ็บ, เจ, ต้า, เปี้ยก, มาร์ก, นิก, โจอี้

เงื่อนไข	ความสมเหตุสมผล
เรื่องความสูงแสดมปีไม่แพ้ใคร	สมเหตุสมผล
มาร์คสูงกว่าโจอี้	สมเหตุสมผล
ต้าสูงกว่าเปี้ยก	สมเหตุสมผล
นิกสูงกว่าโจอี้แต่เตี้ยกว่ามาร์ค	สมเหตุสมผล
มาร์คเตี้ยกว่าเปี้ยก	สมเหตุสมผล
เจสูงกว่าต้าแต่เตี้ยกว่าแจ็บ	สมเหตุสมผล

ดังนั้น เรียงลำดับความสูงของนักเรียนทั้ง 8 คน จากความสูงมากไปหาความสูงน้อย คือ แสดมปี, แจ็บ, เจ, ต้า, เปี้ยก, มาร์ค, นิก, โจอี้ เป็นคำตอบที่ถูกต้อง

กิจกรรม 2 : ตำแหน่งไหนใครหนึ่ง?

หลังจากที่นักเรียนเล่นเครื่องเล่นรถไฟอวกาศครบแล้ว ครูจึงพานักเรียนไปเล่น เครื่องเล่นอีกชนิดหนึ่งชื่อว่า Circle cup ซึ่งมีลักษณะเป็นถ้วยน้ำชาขนาดใหญ่มีที่นั่งจัดเป็นวงกลมหันหน้าเข้าหากัน โดยเว้นระยะห่างเท่า ๆ กัน และนั่งได้ครั้งละ 6 คน

ต้า นิก เปี้ยก มาร์ค เจ และแจ็บ จะเล่นเครื่องเล่น Circle cup โดยทั้ง 6 คน จะนั่งในถ้วย ใบเดียวกัน ซึ่งมีข้อมูลแสดงการนั่งดังนี้

- แจ็บนั่งตรงข้ามกับเปี้ยกและอยู่ทางด้านซ้ายของนิก
- ต้า และเจ ไม่ได้นั่งอยู่ระหว่างนิกกับเปี้ยก
- ต้าไม่ได้นั่งติดกับแจ็บ
- เจไม่ได้นั่งติดกับเปี้ยก
- ก่อนที่จะเริ่มเล่น เจกับนิกเปลี่ยนที่กันนั่ง

1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

1.1) สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการทราบ คืออะไรบ้าง

- คนที่นั่งตรงข้ามกับมาร์คคือใคร

1.2) สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนด คืออะไรบ้าง

- ที่นั่งถูกจัดเป็นวงกลมหันหน้าเข้าหากัน โดยเว้นระยะห่างเท่าๆ กัน
- นั่งได้ครั้งละ 6 คน เท่านั้น
- แจ็บนั่งตรงข้ามกับเปี้ยกและอยู่ทางด้านซ้ายของนิก
- ต้า และเจ ไม่ได้นั่งอยู่ระหว่างนิกกับเปี้ยก
- ต้าไม่ได้นั่งติดกับแจ็บ
- เจไม่ได้นั่งติดกับเปี้ยก
- ก่อนที่จะเริ่มเล่น เจกับนิกเปลี่ยนที่กันนั่ง

2) ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา

2.1) ความรู้/แนวคิดทางคณิตศาสตร์ ที่นำมาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา

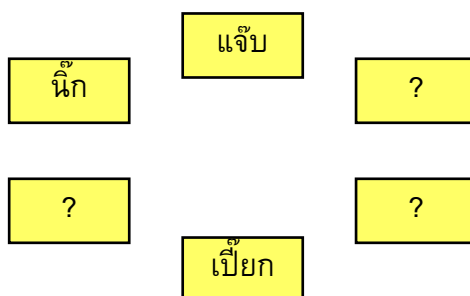
- การให้เหตุผล
- ความสมเหตุสมผลของคำตอบ

2.2) ขั้นตอน/กลยุทธ์วิธี ที่ใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา

- การคาดเดาและตรวจสอบ

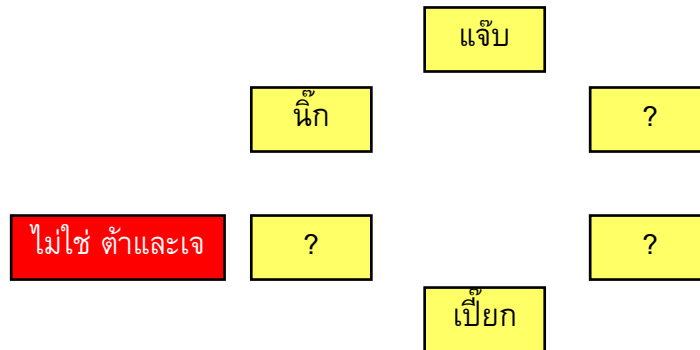
3) ขั้นดำเนินการตามแผน

เงื่อนไข 1 : แจ็บนั่งตรงข้ามกับเปี้ยกและอยู่ทางด้านซ้ายของนิก

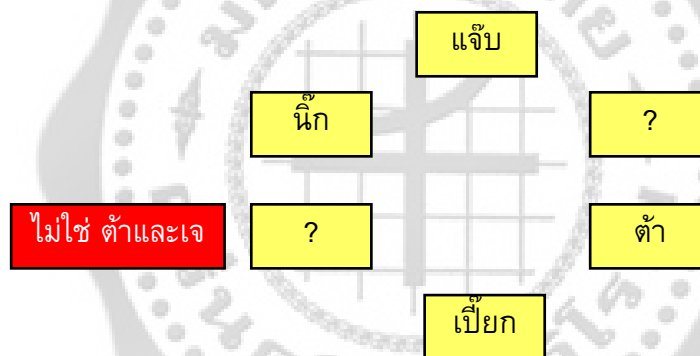


เงื่อนไข 2 : ต้า และเจ ไม่ได้นั่งอยู่ระหว่างนิกกับเปี้ยก

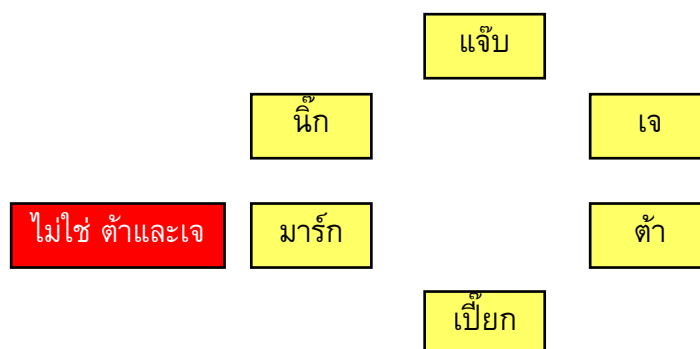
นั่นคือ ตำแหน่งระหว่างนิกกับเปี้ยกต้องไม่ใช่ต้าและเจ



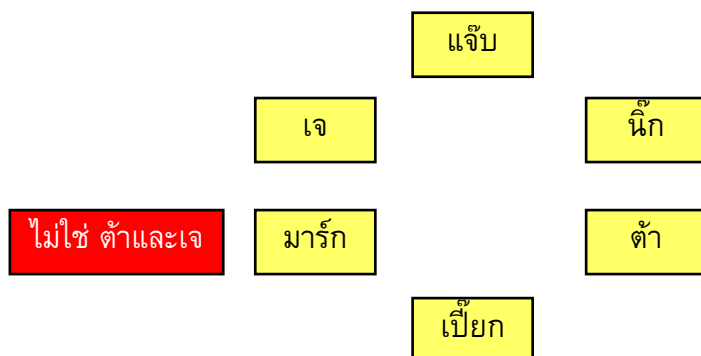
เงื่อนไข 3 : ต้าไม่ได้นั่งติดกับแจ็บ นั่นคือ ต้าต้องนั่งติดกับเปี้ยกเท่านั้น



เงื่อนไข 4 : เจไม่ได้นั่งติดกับเปี้ยก นั่นคือ เจต้องนั่งอยู่ระหว่างแจ็บและต้าเท่านั้น
นอกจากนั้นเหลือนักเรียนอีกหนึ่งคนคือ มาร์ก ดังนั้น มาร์กต้องนั่งระหว่างนิกกับเปี้ยกนั่นเอง



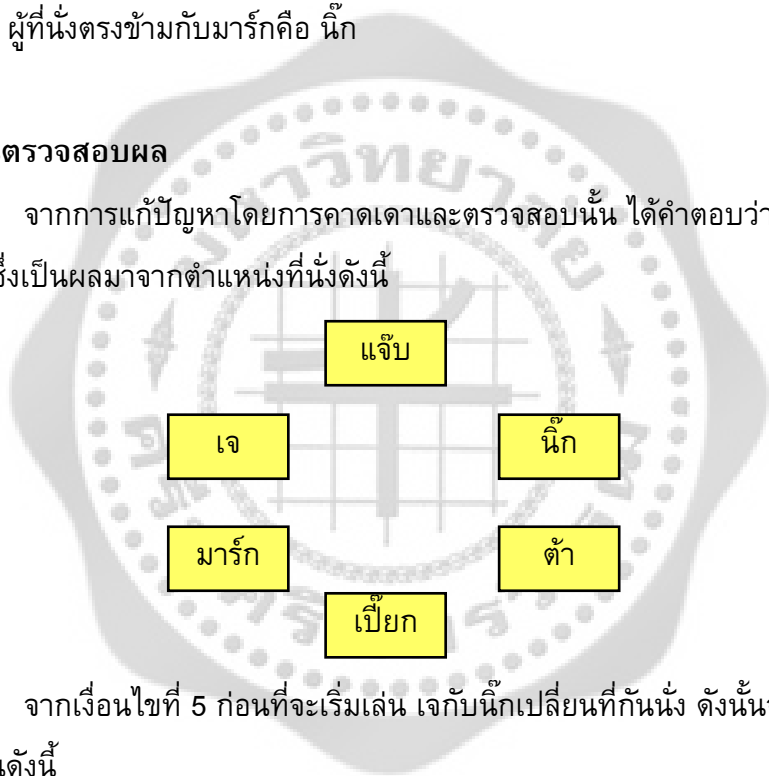
เงื่อนไข 5 : ก่อนที่จะเริ่มเล่น เจกับนิกเปลี่ยนที่กันหนึ่ง นั่นคือ เจกับนิกจะสลับตำแหน่งที่นั่งกัน



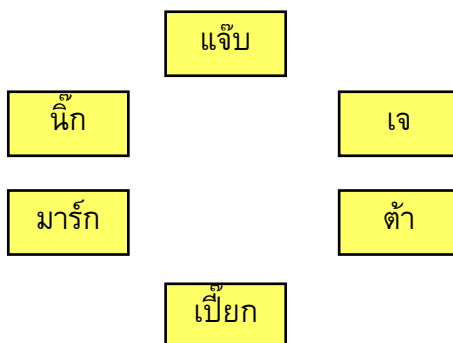
ดังนั้น ผู้ที่นั่งตรงข้ามกับมาร์กคือ นิก

4) ชั้นตรวจสอบผล

จากการแก้ปัญหาโดยการคาดเดาและตรวจสอบนั้น ได้คำตอบว่า ผู้ที่นั่งตรงข้ามกับมาร์กคือ นิก ซึ่งเป็นผลมาจากตำแหน่งที่นั่งดังนี้



จากเงื่อนไขที่ 5 ก่อนที่จะเริ่มเล่น เจกับนิกเปลี่ยนที่กันหนึ่ง ดังนั้นจะได้ตำแหน่งที่ นั่งก่อนเริ่มเล่นดังนี้



ซึ่งสอดคล้องกับเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดไว้ทุกข้อ

5. กิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุก

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (5 นาที)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนสิ่งที่นักเรียนได้ศึกษาในคาบเรียนที่ผ่านมา นั่นคือ ขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา 4 ขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา ขั้นการวางแผนการแก้ปัญหา ขั้นการดำเนินการตามแผน และขั้นการตรวจสอบ (K_1)

2. ครูตั้งคำถามกับนักเรียนในชั้นเรียน

- ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามประสบการณ์ของนักเรียนที่เคยเรียนรู้มา มีวิธีการแก้ปัญหาอะไรบ้าง

จากนั้นครูสุ่มเลขที่จากกล่องข้างในบรรจุลูกปิงปองที่มีเลขที่ของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนตอบคำถาม ประมาณ 4 – 5 คน

3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายว่า สิ่งที่เป็นเพื่อนในชั้นเรียนตอบมานั้นก็เป็นวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคยและใช้กันมานาน

ขั้นนำเสนอสถานการณ์ (15 นาที)

1. ครูให้นักเรียนจับกลุ่มกันเพื่อทำกิจกรรม กลุ่มละ 4 คน จากนั้นให้นักเรียน 1 - 4 คนละ หนึ่งหมายเลข โดยหน้าที่ของแต่ละคนมีดังนี้

หมายเลข 1 ทำหน้าที่ บริการ

หมายเลข 2 ทำหน้าที่ จดบันทึก หรือเขียนข้อสรุปของกลุ่มในใบงาน

หมายเลข 3 ทำหน้าที่ อ่านข้อความในใบกิจกรรมหรือใบความรู้

หมายเลข 4 ทำหน้าที่ เป็นตัวแทนนำเสนอผลงาน

ครูแจกใบความรู้ เรื่อง “คัมภีร์ฝึกยุทธวิธี 1” ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม โดยให้คนที่หมายเลข 1 ออกมารับใบความรู้ (K_2) (A_1) (A_2) (A_3)

2. ครูอธิบายเพิ่มจากยุทธวิธีในใบความรู้ โดยเริ่มจากยุทธวิธีการคาดเดาและตรวจสอบ พร้อมทั้งยกตัวอย่างที่ 1 ให้นักเรียนทำความเข้าใจ และเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามในประเด็น หรือแนวคิดการได้มาซึ่งคำตอบที่นักเรียนสงสัย หรือไม่เข้าใจ แต่ทุกครั้งที่เกิดคำถามครูลองให้นักเรียนทั้งห้องเรียนเสนอแนวคิด หรือแนวคำตอบของข้อสงสัยที่เพื่อนถาม โดยครูทำหน้าที่เพิ่มเติมหรือสรุปความรู้ที่นักเรียนตอบ (K_2)

3. ครูอธิบายเพิ่มจากยุทธวิธีในใบความรู้ ในยุทธวิธีการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ พร้อมทั้งยกตัวอย่างที่ 2 ให้นักเรียนทำความเข้าใจ และเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามในประเด็น หรือแนวคิดการได้มาซึ่งคำตอบที่นักเรียนสงสัย หรือไม่เข้าใจ แต่ทุกครั้งที่เกิดคำถามครูลองให้นักเรียนทั้งห้องเรียนเสนอแนวคิด หรือแนวคำตอบของข้อสงสัยที่เพื่อนถามโดยครูทำหน้าที่เพิ่มเติม

หรือสรุปความรู้ที่นักเรียนตอบ เช่นเดียวกัน (K_2)

4. ครูแจกใบกิจกรรม “ตามล่าหาความจริง” ซึ่งภายในประกอบด้วยกิจกรรมย่อย 2 กิจกรรม คือ กิจกรรม 1: ใครสูงกว่ากัน? และกิจกรรม 2: ตำแหน่งไหนใครนั่ง? โดยให้ผู้ที่นับหมายเลข 1 ออกมารับใบกิจกรรมหน้าชั้นเรียน

5. ครูกำหนดกติกาในการทำกิจกรรมให้นักเรียนแต่ละกลุ่มโดยย้ำเตือนหน้าที่ของแต่ละคนตั้งแต่หมายเลข 1 – 4 แต่ทุกคนภายในกลุ่มต้องช่วยกันระดมความคิดเพื่อแก้ปัญหาในแต่ละกิจกรรมย่อย

ขั้นตอนการกิจกรรม (15 นาที)

1. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติกิจกรรมโดยเน้นให้นักเรียนทำหน้าที่ของตน โดยแต่ละข้อครูให้กำหนดหัวข้อในการตอบคำถาม ให้นักเรียนตอบคำถามแต่ละขั้นตอนไม่ข้ามขั้นตอน (K_1) (K_2) (A_1) (A_2) (A_3) (P_1) (P_2) (P_3)

2. ขณะที่นักเรียนทำกิจกรรม ครูเดินสังเกตการทำงานของนักเรียน โดยฟังการสนทนาของนักเรียนแต่ละกลุ่ม และทำหน้าที่เป็นผู้แนะนำเมื่อนักเรียนมีปัญหา (P_1) (P_2) (P_3)

3. ให้นักเรียนทำกิจกรรมนี้ประมาณ 15 นาที หากนักเรียนเกิดข้อสงสัย ครูทำหน้าที่อธิบายเพิ่มเติม

ขั้นสร้างองค์ความรู้ (10 นาที)

1. เมื่อทุกกลุ่มแก้ปัญหาที่กำหนดในใบกิจกรรมเรียบร้อยแล้วครูให้นักเรียนที่นับหมายเลข 4 นำเสนอคำตอบของกลุ่ม โดยสุ่มกลุ่มที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการตอบ (A_2) (A_3) (P_2) (P_3)

2. เมื่อนักเรียนนำเสนอคำตอบครูถามกับนักเรียนทั้งชั้นเรียนว่าได้คำตอบเช่นเดียวกันกับที่เพื่อนกลุ่มนี้ตอบหรือไม่ ถ้ามีกลุ่มใดมีคำตอบที่แตกต่างกันให้นักเรียนอภิปรายกัน หรืออธิบายการได้มาของคำตอบของกลุ่มตนเอง ครูนำทำหน้าที่แนะนำ เพิ่มเติม และกระตุ้นนักเรียนให้แสดงความคิดเห็น

3. นักเรียนต้องพิจารณาความสมเหตุสมผลของการอธิบาย ของเพื่อนกลุ่มต่าง ๆ ที่สอดคล้องและไม่เกิดข้อขัดแย้งกับเงื่อนไขที่กำหนดในปัญหา หากมีนักเรียนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง มีวิธีการคิดที่แตกต่างกับกลุ่มอื่น ครูควรให้นักเรียนนำเสนอบนกระดานหน้าชั้นเรียน (P_2) (P_3)

4. กิจกรรมที่ 2 ก็ทำในลักษณะเดียวกัน

ขั้นสรุป (5 นาที)

1. นักเรียนอภิปรายถึงขั้นตอนการแก้ปัญหากระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา 4 ขั้นตอน กับปัญหาในลักษณะของการให้เหตุผล ซึ่งจะเกิดข้อขัดแย้งหากนักเรียนแก้ปัญหาผิด และต้องเปลี่ยนกรณีในการพิจารณาจนสามารถหาคำตอบที่สมเหตุสมผลได้ (K_1) (K_2)

2. ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปว่าในการแก้ปัญหาใด ๆ นักเรียนอาจพบวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย มากกว่าหนึ่งวิธีการก็เป็นได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้แก้ปัญหานั้น

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	เครื่องมือที่ใช้วัด	การวัดผล	การประเมินผล
ด้านความรู้ (K) 1. K_1 2. K_2	ใบกิจกรรม ตามล่าหาความจริง	ตรวจจากใบกิจกรรม ตามล่าหาความจริง	ถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป
ด้านทักษะกระบวนการ (P) 1. P_1 2. P_2 3. P_3	- ใบกิจกรรม ตามล่าหาความจริง - แบบประเมิน ทักษะ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์	- ตรวจจากใบกิจกรรม ตามล่าหาความจริง - สังเกตจากแบบ ประเมินทักษะกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์	คะแนนรวมร้อยละ 70 ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะ (A) 1. A_1 2. A_2 3. A_3	แบบประเมิน คุณลักษณะอันพึง ประสงค์	สังเกตจากการร่วม กิจกรรมการเรียนรู้	คะแนนรวมร้อยละ 70 ขึ้นไป

6. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการสอน

นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมดีมาก เนื่องจากการให้นักเรียนรับบทบาทสมมติ แบ่งหน้าที่ในการทำกิจกรรมทำให้ทุกคนมีส่วนร่วมและการแก้สถานการณ์ปัญหาที่กำหนด นักเรียนมากกว่าร้อยละ 80 สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้

ปัญหาและอุปสรรค

มีนักเรียนบางกลุ่มยังไม่สามารถเติมคำตอบในการแก้ปัญหาในขั้นการทำความเข้าใจปัญหาและขั้นการวางแผนการแก้ปัญหา และในการอธิบายแลกเปลี่ยนแนวคิดวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนบางคนยังสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้องเท่าที่ควร

แนวทางการแก้ไข

ครูควรเดินดูรอบห้องเรียน และสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียน เพื่อชี้แนะและตอบข้อสงสัยของนักเรียน และกระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายกันภายในกลุ่ม

ครูเชิดศักดิ์ ภัททีวีโรจน์

ผู้จัดการเรียนรู้

ใบความรู้ “คัมภีร์ฝึกยุทธวิธี 1”

ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา (Strategy)

ในการแก้ปัญหาหนึ่ง ๆ นอกจากนักเรียนจะต้องมีความรู้พื้นฐานเพียงพอและเข้าใจกระบวนการแก้ปัญหาดีแล้ว การเลือกใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุดก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ช่วยในการแก้ปัญหา ถ้านักเรียนคุ้นเคยกับยุทธวิธีแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เหมาะสมและหลากหลายแล้ว นักเรียนจะสามารถเลือกยุทธวิธีเหล่านั้นมาใช้ได้ทันทียุทธวิธีแก้ปัญหา ที่เป็นเครื่องมือสำคัญและสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ดีที่พบบ่อยในคณิตศาสตร์ มีดังนี้

- | | |
|------------------------------|-------------------------------|
| 1. การค้นหาแบบรูป | 2. การสร้างตาราง |
| 3. การเขียนภาพ หรือแผนภาพ | 4. การแจกกรณีที่เป็นไปได้ |
| 5. การคาดคะเนและตรวจสอบ | 6. การทำงานแบบย้อนกลับ |
| 7. การเขียนสมการ | 8. การเปลี่ยนมุมมอง |
| 9. การแบ่งปัญหาเป็นปัญหาย่อย | 10. การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ |
| 11. การให้เหตุผลทางอ้อม | |

การคาดคะเนและตรวจสอบ

เป็นการพิจารณาข้อมูลและเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ปัญหากำหนดผสมผสานกับประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้อง มาสร้างข้อความคาดการณ์แล้วตรวจสอบความถูกต้องของข้อความคาดการณ์นั้นถ้าการคาดเดา ไม่ถูกต้องก็คาดเดาใหม่โดยอาศัยประโยชน์จากความไม่ถูกต้องของการคาดเดาในครั้งแรก ๆ เป็น กรอบในการคาดเดาคำตอบของปัญหาครั้งต่อไปนักเรียนควรคาดเดาอย่างมี เหตุผลและมีทิศทาง เพื่อให้ สิ่งที่คาดเดานั้นเข้าใกล้คำตอบที่ต้องการมากที่สุด

การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์

เป็นการอธิบายข้อความหรือข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในปัญหานั้นว่าเป็นจริง โดยใช้เหตุผลทางตรรกศาสตร์มาช่วยในการแก้ปัญหบางปัญหาเราใช้การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ร่วมกับการคาดเดาและตรวจสอบ หรือการเขียนภาพและแผนภาพจนทำให้บางครั้งเราไม่สามารถแยกการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ออกจากยุทธวิธีอื่นได้อย่างเด่นชัดยุทธวิธีนี้มักใช้บ่อยในปัญหาทางเรขาคณิตและพีชคณิต

ใบกิจกรรม “ตามล่าหาความจริง”

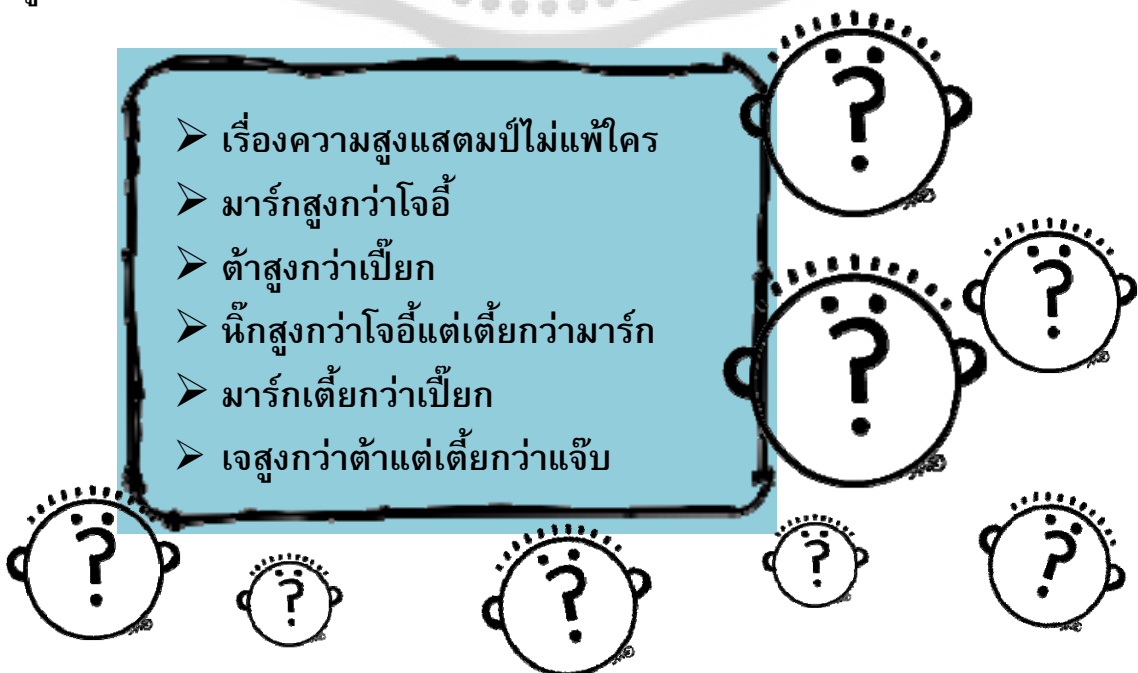
กิจกรรม 1 : ใครสูงกว่ากัน?

ครูได้นำนักเรียนไปทัศนศึกษา ณ สวนสนุกแห่งหนึ่ง ขณะที่นักเรียนกำลังต่อแถวเพื่อเล่นเครื่องเล่นรถไฟอวกาศ ซึ่งเล่นได้ครั้งละ 8 คน เท่านั้น และในการเล่นแต่ละครั้งต้องนั่งเรียงลำดับตามความสูง โดยผู้เล่นที่มีความสูงมากที่สุดจะต้องนั่งหน้าสุด เรียงตามลำดับ



มาร์ก โจอี้ แสตมป์ ต้า เปี้ยก นึก เจ แจ็บ เป็นนักเรียนกลุ่มสุดท้ายที่กำลังจะเล่นรถไฟอวกาศ โดยที่พนักงานต้องจัดเด็กทั้ง 8 คน เป็นแถวเรียงตามลำดับความสูง โดยมีข้อมูล ดังนี้

- เรื่องความสูงแสตมป์ไม่แพ้ใคร
- มาร์กสูงกว่าโจอี้
- ต้าสูงกว่าเปี้ยก
- นึกสูงกว่าโจอี้แต่เตี้ยกว่ามาร์ก
- มาร์กเตี้ยกว่าเปี้ยก
- เจสูงกว่าต้าแต่เตี้ยกว่าแจ็บ



กิจกรรม 1 “ใครสูงกว่ากัน?”

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....



ให้นักเรียนใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ในกิจกรรม 1: ใครสูงกว่ากัน? แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

1) ชั้นทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่งที่ยกสถานการณ์ปัญหาต้องการทราบ คืออะไรบ้าง

.....

.....

.....

- สิ่งที่ยกสถานการณ์ปัญหากำหนด คืออะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

2) ชั้นวางแผนการแก้ปัญหา

- ความรู้/แนวคิดทางคณิตศาสตร์ ที่นำมาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา

.....

.....

.....

- ขั้นตอน/กลยุทธ์วิธี ที่ใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา

.....

.....

.....

กิจกรรม 2 “ตำแหน่งไหนใครหนึ่ง?”

กิจกรรม 2 : ตำแหน่งไหนใครหนึ่ง?

หลังจากที่นักเรียนเล่นเครื่องเล่นรถไฟอวกาศครบแล้ว ครูจึงพานักเรียนไปเล่นเครื่องเล่นอีกชนิดหนึ่งชื่อว่า Circle cup ซึ่งมีลักษณะเป็นถ้วยน้ำชาขนาดใหญ่ มีที่นั่งจัดเป็นวงกลม หันหน้าเข้าหากัน โดยเว้นระยะห่างเท่า ๆ กัน และนั่งได้ครั้งละ 6 คน



คำเตือน

เครื่องเล่น

Circle cup อาจทำให้เกิดอาการ
เวียนศีรษะและ อาเจียนได้

ต้า นึก เปี้ยก มาร์ค เจ และแจ็บ จะเล่นเครื่องเล่น Circle cup โดยทั้ง 6 คนจะนั่งในถ้วยใบเดียวกัน ซึ่งมีข้อมูลแสดงการนั่งดังนี้

- แจ็บนั่งตรงข้ามกับเปี้ยกและอยู่ทางด้านซ้ายของนึก
- ต้า และเจ ไม่ได้นั่งอยู่ระหว่างนึกกับเปี้ยก
- ต้าไม่ได้นั่งติดกับแจ็บ
- เจไม่ได้นั่งติดกับเปี้ยก
- ก่อนที่จะเริ่มเล่น เจกับนึกเปลี่ยนที่กันนั่ง



กิจกรรม 2 “ตำแหน่งไหนใครหนึ่ง?”

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่..... กลุ่มที่.....



ให้นักเรียนใช้ข้อมูลที่กำหนดไว้ในกิจกรรม 2: ตำแหน่งไหนใครหนึ่ง? แล้วตอบคำถาม ต่อไปนี้

1. จากข้อมูลในกิจกรรม 2: ตำแหน่งไหน ใครหนึ่ง? อยากทราบว่าคนที่นั่งตรงข้ามกับมาร์คคือใคร

1) ชั้นทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่งที่ยุทธศาสตร์ปัญหาต้องการทราบ คืออะไรบ้าง

.....

.....

.....

- สิ่งที่ยุทธศาสตร์ปัญหากำหนด คืออะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

2) ชั้นวางแผนการแก้ปัญหา

- ความรู้/แนวคิดทางคณิตศาสตร์ ที่นำมาใช้ในการแก้ยุทธศาสตร์ปัญหา

.....

.....

.....

- ขั้นตอน/กลยุทธ์วิธี ที่ใช้ในการแก้ยุทธศาสตร์ปัญหา

.....

.....

.....

เฉลยกิจกรรม 1 “ใครสูงกว่ากัน?”

1) ชั้นทำความเข้าใจปัญหา

1.1) สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการทราบ คืออะไรบ้าง

- การเรียงลำดับความสูงของนักเรียนทั้ง 8 คน จากความสูงมากไปหา

ความสูงน้อย

1.2) สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนด คืออะไรบ้าง

- เครื่องเล่นรถไฟวากาตเล่นได้ครั้งละ 8 คน เท่านั้น
- ผู้เล่นที่มีความสูงมากที่สุดจะต้องนั่งหน้าสุดเรียงตามลำดับ
- เรื่องความสูงแสดมปีไม่แพ้ใคร
- มาร์กสูงกว่าโจอี้
- ต้าสูงกว่าเปี้ยก
- นิกสูงกว่าโจอี้แต่เตี้ยกว่ามาร์ก
- มาร์กเตี้ยกว่าเปี้ยก
- เจสูงกว่าต้าแต่เตี้ยกว่าแจ็บ

2) ชั้นวางแผนการแก้ปัญหา

2.1) ความรู้/แนวคิดทางคณิตศาสตร์ ที่นำมาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา

- การให้เหตุผล
- ความสมเหตุสมผลของคำตอบ

2.2) ขั้นตอน/กลยุทธ์วิธี ที่ใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา

- การคาดคะเนและตรวจสอบ

3) ขั้นตอนการตามแผน

เงื่อนไข	ผลที่ได้	ผลสรุปการเรียงลำดับความสูง
เรื่องความสูงแสดมปีไม่แพ้ใคร	แสดมปีเป็นคนแรก	แสดมปี, ...
มาร์กสูงกว่าโจอี้	มาร์กสูงกว่าโจอี้	แสดมปี, ... , มาร์ก, ... , โจอี้, ...
ต้าสูงกว่าเปี้ยก	ต้าสูงกว่าเปี้ยก	แสดมปี, ... , ต้า, ... , เปี้ยก, ...
นิกสูงกว่าโจอี้แต่เตี้ยกว่ามาร์ก	นิกอยู่ระหว่างโจอี้และมาร์ก โดยที่นิกอยู่ต่อจากมาร์ก	แสดมปี, ... , มาร์ก, นิก, โจอี้, ...
มาร์กเตี้ยกว่าเปี้ยก	มาร์กอยู่ต่อจากเปี้ยก	แสดมปี, ... , ต้า, ... , เปี้ยก, มาร์ก, นิก, โจอี้
เจสูงกว่าต้าแต่เตี้ยกว่าแจ็บ	เจอยู่ต่อจากแจ็บและต้าอยู่ต่อจากเจ	แสดมปี, แจ็บ, เจ, ต้า, เปี้ยก, มาร์ก, นิก, โจอี้

ดังนั้น จากการคาดเดาและตรวจสอบจะได้ว่า เรียงลำดับความสูงของนักเรียนทั้ง 8 คน จากความสูงมากไปหาความสูงน้อย คือ แสดมปี, แจ็บ, เจ, ต้า, เปี้ยก, มาร์ก, นิก, โจอี้

4) ชั้นตรวจสอบผล

จากการแก้ปัญหาโดยยุทธวิธีการคาดเดาและตรวจสอบคำตอบ เรียงลำดับความสูงของนักเรียนทั้ง 8 คน จากความสูงมากไปหาความสูงน้อย คือ แสตมป์, แจ็บ, เจ, ต้า, เปี้ยก, มาร์ก, นึก, โจอี้

เงื่อนไข	ความสมเหตุสมผล
เรื่องความสูงแสตมป์ไม่แพ้ใคร	สมเหตุสมผล
มาร์กสูงกว่าโจอี้	สมเหตุสมผล
ต้าสูงกว่าเปี้ยก	สมเหตุสมผล
นึกสูงกว่าโจอี้แต่เตี้ยกว่ามาร์ก	สมเหตุสมผล
มาร์กเตี้ยกว่าเปี้ยก	สมเหตุสมผล
เจสูงกว่าต้าแต่เตี้ยกว่าแจ็บ	สมเหตุสมผล

ดังนั้น เรียงลำดับความสูงของนักเรียนทั้ง 8 คน จากความสูงมากไปหาความสูงน้อย คือ แสตมป์, แจ็บ, เจ, ต้า, เปี้ยก, มาร์ก, นึก, โจอี้ เป็นคำตอบที่ถูกต้อง

เฉลยกิจกรรม 2 “ตำแหน่งไหนใครนั่ง?”

1) ชั้นทำความเข้าใจปัญหา

1.1) สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการทราบ คืออะไรบ้าง

- คนที่นั่งตรงข้ามกับมาร์คคือใคร

1.2) สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนด คืออะไรบ้าง

- ที่นั่งถูกจัดเป็นวงกลมหันหน้าเข้าหากัน โดยเว้นระยะห่างเท่า ๆ กัน
- นั่งได้ครั้งละ 6 คน เท่านั้น
- แจ็บนั่งตรงข้ามกับเป็ยกและอยู่ทางด้านซ้ายของนิก
- ต้า และเจ ไม่ได้นั่งอยู่ระหว่างนิกกับเป็ยก
- ต้าไม่ได้นั่งติดกับแจ็บ
- เจไม่ได้นั่งติดกับเป็ยก
- ก่อนที่จะเริ่มเล่น เจกับนิกเปลี่ยนที่กันนั่ง

2) ชั้นวางแผนการแก้ปัญหา

2.1) ความรู้/แนวคิดทางคณิตศาสตร์ ที่นำมาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา

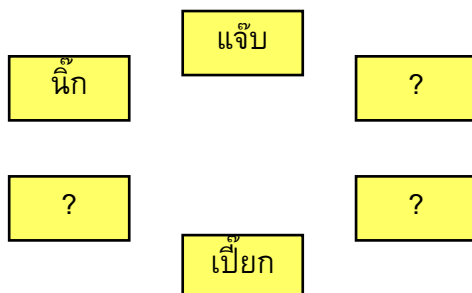
- การให้เหตุผล
- ความสมเหตุสมผลของคำตอบ

2.2) ขั้นตอน/กลยุทธ์วิธี ที่ใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา

- การคาดเดาและตรวจสอบ

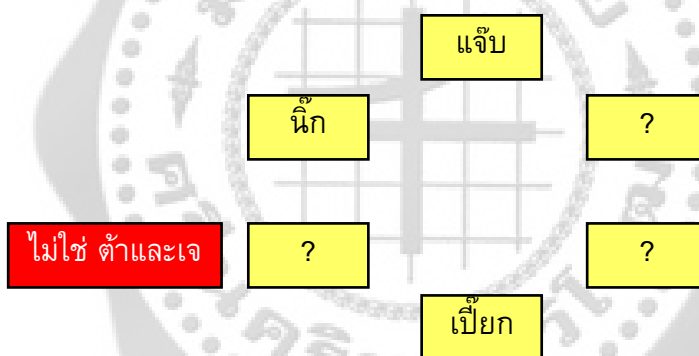
3) ขั้นตอนการตามแผน

เงื่อนไข 1 : แจ็บนั่งตรงข้ามกับเปี้ยกและอยู่ทางด้านซ้ายของนิก

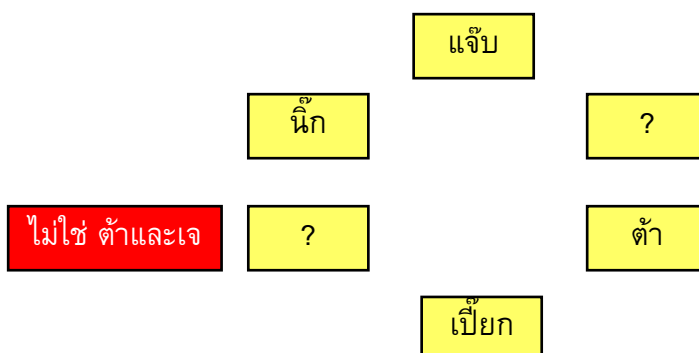


เงื่อนไข 2 : ต้า และเจ ไม่ได้นั่งอยู่ระหว่างนิกกับเปี้ยก

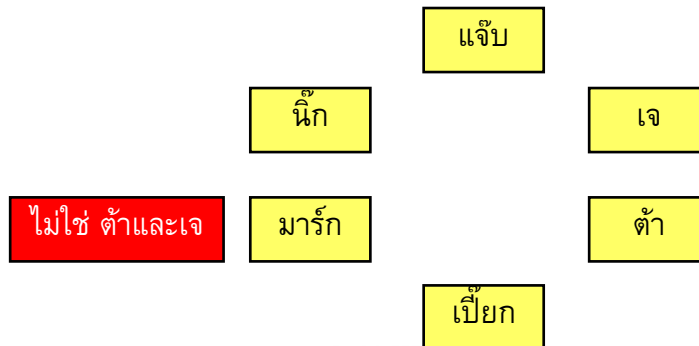
นั่นคือ ตำแหน่งระหว่างนิกกับเปี้ยกต้องไม่ใช่ต้าและเจ



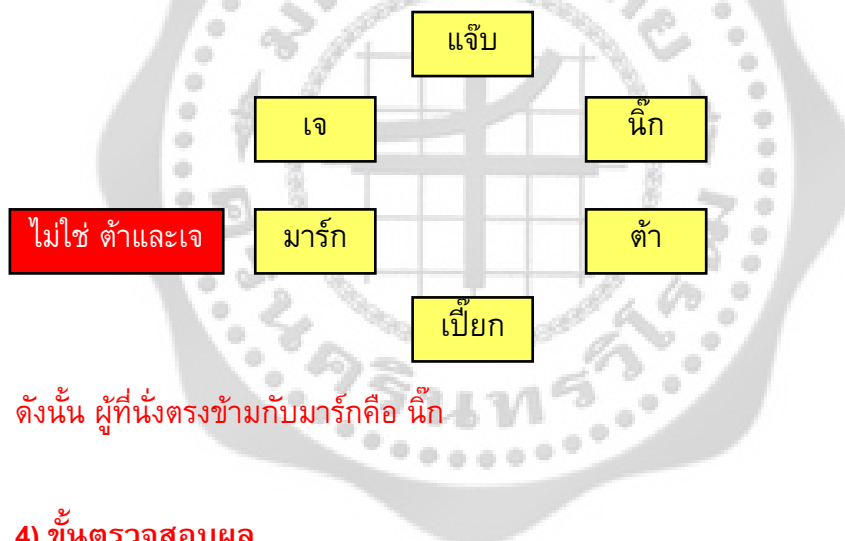
เงื่อนไข 3 : ต้าไม่ได้นั่งติดกับแจ็บ นั่นคือ ต้าต้องนั่งติดกับเปี้ยกเท่านั้น



เงื่อนไข 4 : เจไม่ได้นั่งติดกับเปี้ยก นั่นคือ เจต้องนั่งอยู่ระหว่างแจ็บและต้าเท่านั้น
นอกจากนั้นเหลือนักเรียนอีกหนึ่งคนคือ มาร์ก ดังนั้น มาร์กต้องนั่งระหว่างนิกกับเปี้ยกนั่นเอง



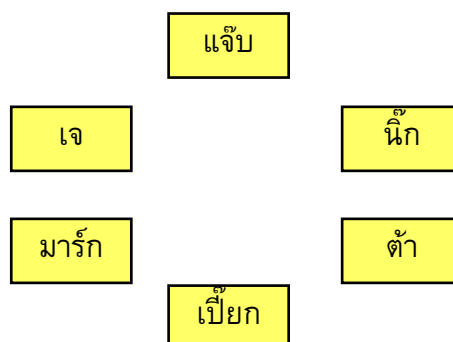
เงื่อนไข 5 : ก่อนที่จะเริ่มเล่น เจกับนิกเปลี่ยนที่กันนั่ง นั่นคือ เจกับนิกจะสลับ
ตำแหน่งที่นั่งกัน



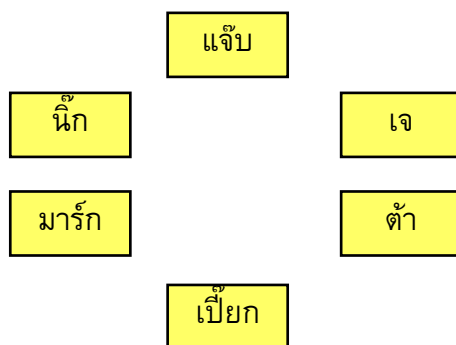
ดังนั้น ผู้ที่นั่งตรงข้ามกับมาร์กคือ นิก

4) ขั้นตอนตรวจสอบผล

จากการแก้ปัญหาโดยการคาดเดาและตรวจสอบนั้น ได้คำตอบว่า ผู้ที่นั่งตรงข้ามกับ
มาร์กคือ นิก ซึ่งเป็นผลมาจากตำแหน่งที่นั่งดังนี้



จากเงื่อนไขที่ 5 ก่อนที่จะเริ่มเล่น เจกับนิกเปลี่ยนที่กันหนึ่ง ดังนั้นจะได้ตำแหน่ง ที่นั่งก่อนเริ่มเล่นดังนี้



ซึ่งสอดคล้องกับเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดไว้ทุกข้อ



เกณฑ์การให้คะแนนคุณลักษณะอันพึงประสงค์

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	คุณลักษณะที่ปรากฏ
1. ความรับผิดชอบ	3 (ดีมาก)	- ปฏิบัติงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย - ปฏิบัติงานเสร็จสมบูรณ์ตามเวลาที่กำหนด
	2 (ดี)	- ปฏิบัติตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย - ปฏิบัติงานไม่เสร็จสมบูรณ์ตามเวลาที่กำหนด
	1 (พอใช้)	- ปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายเมื่อครูแนะนำ ตกเดือนหรือให้กำลังใจ - ปฏิบัติงานไม่เสร็จสมบูรณ์ตามเวลาที่กำหนด
2. ความมีระเบียบวินัย	3 (ดีมาก)	- ปฏิบัติตามกฎ กติกา หรือข้อตกลงทุกครั้ง - ไปกิจกรรม ใบบาง สะอาดเรียบร้อย
	2 (ดี)	- ปฏิบัติตามกฎ กติกา หรือข้อตกลงเป็นส่วนใหญ่ - ไปกิจกรรม ใบบาง ส่วนใหญ่สะอาดเรียบร้อย
	1 (พอใช้)	- ปฏิบัติตามกฎ กติกา หรือข้อตกลงเป็นบางครั้ง - ไปกิจกรรม ใบบาง ไม่ค่อยสะอาดเรียบร้อย

เกณฑ์การให้คะแนนคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	คุณลักษณะที่ปรากฏ
3. ทำงานเป็นระบบ รอบคอบ	3 (ดีมาก)	<ul style="list-style-type: none"> - มีการวางแผน และมอบหมายหน้าที่ความรับผิดชอบอย่างชัดเจน - ตรวจสอบความถูกต้องของการปฏิบัติงานทุกขั้นตอน
	2 (ดี)	<ul style="list-style-type: none"> - มีการวางแผน และมอบหมายหน้าที่ความรับผิดชอบชัดเจนอย่างชัดเจน แต่จะปฏิบัติเมื่อได้รับการแนะนำ ตักเตือน หรือให้กำลังใจ - ตรวจสอบความถูกต้องของการปฏิบัติงานบางขั้นตอน
	1 (พอใช้)	<ul style="list-style-type: none"> - มีการวางแผน และมอบหมายหน้าที่ความรับผิดชอบชัดเจนไม่ชัดเจน - ไม่มีการตรวจสอบความถูกต้องของการปฏิบัติงาน แต่จะปฏิบัติเมื่อได้รับการแนะนำ ตักเตือน หรือให้กำลังใจ

เกณฑ์การให้คะแนนทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	ทักษะกระบวนการที่ปรากฏ
1. การแก้ปัญหา	3 (ดีมาก)	- ดำเนินการตามขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ครบถ้วน - เลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหาถูกต้องเหมาะสม - คำตอบถูกต้อง มีความสมเหตุสมผล
	2 (ดี)	- ดำเนินการตามขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ครบถ้วน - เลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหาถูกต้อง แต่ไม่เหมาะสม - คำตอบถูกต้อง มีความสมเหตุสมผล
	1 (พอใช้)	- ดำเนินการตามขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ครบถ้วน เมื่อได้รับการแนะนำ - เลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหาถูกต้อง แต่ไม่เหมาะสม - คำตอบถูกต้อง มีความสมเหตุสมผล
2. การให้เหตุผล	3 (ดีมาก)	- อธิบายเหตุผลของการได้มาของคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผลและชัดเจน
	2 (ดี)	- อธิบายเหตุผลของการได้มาของคำตอบได้
	1 (พอใช้)	- อธิบายเหตุผลของการได้มาของคำตอบได้ แต่ไม่ชัดเจน

เกณฑ์การให้คะแนนทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	ทักษะกระบวนการที่ปรากฏ
3. การสื่อสารทางคณิตศาสตร์	3 (ดีมาก)	- ใช้ภาษา สัญลักษณ์ หรือการพูด นำเสนอเชิงคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง นำเสนอข้อมูลเป็นลำดับขั้นตอนชัดเจน มีรายละเอียดครบถ้วนสมบูรณ์
	2 (ดี)	- ใช้ภาษา สัญลักษณ์ หรือการพูด นำเสนอเชิงคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง แต่นำเสนอข้อมูลไม่เป็นลำดับขั้นตอนชัดเจน
	1 (พอใช้)	- ใช้ภาษา สัญลักษณ์ หรือการพูด นำเสนอเชิงคณิตศาสตร์ บางส่วนไม่ถูกต้อง และนำเสนอข้อมูลไม่เป็นลำดับ ขั้นตอนชัดเจน
4. การเชื่อมโยง	3 (ดีมาก)	- นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เชื่อมโยงได้อย่างถูกต้อง
	2 (ดี)	- นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เชื่อมโยงได้บางส่วน
	1 (พอใช้)	- นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เชื่อมโยงได้
5. การคิดสร้างสรรค์	3 (ดีมาก)	- มีแนวคิด หรือวิธีการแปลกใหม่ที่สามารถนำมาปฏิบัติได้ อย่างถูกต้อง
	2 (ดี)	- มีแนวคิด หรือวิธีการแปลกใหม่ที่สามารถนำมาปฏิบัติได้ แต่ไม่สมบูรณ์
	1 (พอใช้)	- มีแนวคิด หรือวิธีการที่แตกต่างแต่ยังไม่แปลกใหม่ ที่สามารถนำมาปฏิบัติ

ภาคผนวก ง

- แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
- แบบสอบถามวัดความเชื่อมั่นในตนเอง



แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ปริญาทิพนธ์

เรื่อง

ผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความเชื่อมั่นในตนเอง

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

นายเชิดศักดิ์ ภัทติวิโรจน์

การมัธยมศึกษา (การสอนคณิตศาสตร์)

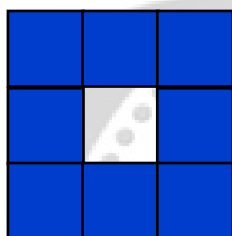
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



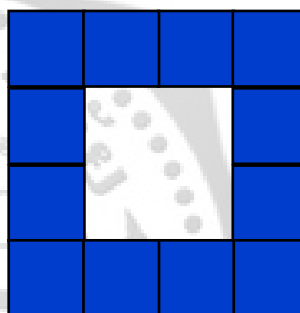
แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2556
 จำนวน 5 ข้อ คะแนนเต็ม 20 คะแนน เวลา 50 นาที

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนแสดงขั้นตอนในการแก้ปัญหาและหาคำตอบของปัญหาต่อไปนี้

1. กำหนดให้ ปูกระเบื้องรูปสี่เหลี่ยมรอบบ่อเลี้ยงปลา รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ตามสัดส่วนดังนี้ ถ้าปูกระเบื้อง 8 แผ่น จะได้บ่อเลี้ยงปลาขนาด 1 หน่วย ถ้าปูกระเบื้อง 12 แผ่น จะได้บ่อเลี้ยงปลา ขนาด 2 หน่วย ดังรูป



บ่อขนาด 1 หน่วย



บ่อขนาด 2 หน่วย

ถ้าต้องการบ่อขนาด 7 หน่วย ต้องปูกระเบื้องรอบบ่อกี่แผ่น

1) ชั้นทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่งที่ยืนยันการแก้ปัญหาต้องการทราบ คืออะไรบ้าง

.....

.....

- สิ่งที่ยืนยันการแก้ปัญหากำหนด คืออะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

4) ชั้นตรวจสอบผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ปัจจุบันชลลดา มีอายุมากกว่าพาที่ อยู่ 18 ปี และผลคูณของอายุของทั้งสองในปัจจุบันเป็น 4 เท่าของผลคูณของอายุทั้งสองคนเมื่อ 18 ปีที่ผ่านมา ปัจจุบันชลลดาและพาที่มีอายุรวมกันกี่ปี

1) ชั้นทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่งที่ยกสถานการณ์ปัญหาต้องการทราบ คืออะไรบ้าง

.....

.....

- สิ่งที่ยกสถานการณ์ปัญหากำหนด คืออะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

2) ชั้นวางแผนการแก้ปัญหา

- ความรู้/แนวคิดทางคณิตศาสตร์ ที่นำมาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา

.....

.....

.....

3. มีไอศกรีม 3 รส คือ ช็อคโกแลต, ส้ม และชาเขียว โดยลูกค้าสามารถสั่งเป็นแบบไอศกรีมอย่างเดี่ยวหรือไอศกรีมแล้วราดด้วยเครื่องแต่งหน้าไอศกรีม ซึ่งมีให้เลือก 2 ชนิด คือ อัลมอนด์ หรือลูกชิต แต่เลือกใส่ได้เพียงอย่างเดียว ลูกค้าจะมีรูปแบบในการสั่งไอศกรีม 2 ลูก ที่แตกต่างกันได้กี่แบบ

1) ชั้นทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการทราบ คืออะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

- สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนด คืออะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

2) ชั้นวางแผนการแก้ปัญหา

- ความรู้/แนวคิดทางคณิตศาสตร์ ที่นำมาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา

.....

.....

.....

- ขั้นตอน/กลยุทธ์วิธี ที่ใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา

.....

.....

.....

4. จากคดีอุบัติเหตุรถยนต์ชนสะพานลอยของเทศบาลแห่งหนึ่ง ตำรวจจับผู้ต้องสงสัยว่า เป็นคนขับรถยนต์คันดังกล่าวมาได้ 4 คน คือ ทิพย์ เทพ ทูย และเทิด โดยมีเพียงคนเดียวเท่านั้นที่พูดความจริง ต่อไปนี้คือคำให้การของแต่ละคนที่มีต่อเจ้าหน้าที่สืบสวน

ทิพย์ พูดว่า “เทพ เป็นคนขับ”

เทพ พูดว่า “ทูย เป็นคนขับ”

เทิด พูดว่า “ฉันไม่ได้ขับ”

ทูย พูดว่า “เทพ พูดโกหกที่บอกว่าผมเป็นคนขับ”

อยากทราบว่า ใครเป็นคนขับรถ

1) ชั้นทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการทราบ คืออะไรบ้าง

.....

.....

.....

- สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนด คืออะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

2) ชั้นวางแผนการแก้ปัญหา

- ความรู้/แนวคิดทางคณิตศาสตร์ ที่นำมาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา

.....

.....

.....

.....

- ขั้นตอน/กลยุทธ์วิธี ที่ใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา

.....

.....

.....

5. เรืออากาศเอกเบิร์ด บังคับเครื่องบินเฮลิคอปเตอร์ให้บินขึ้นตรงตามแนวตั้งจากพื้นสนามบิน พอขึ้นไปได้ระยะหนึ่งมองลงมาเห็นโรงเรียนเตรียมทหาร ด้วยมุมก้ม 30 องศา และเมื่อ บังคับเครื่องบินให้บินขึ้นในแนวตั้งจากจุดนี้อีก 200 เมตร จะมองเห็นโรงเรียนเตรียมทหาร เป็นมุมก้ม 60 องศา จงหาระยะที่เฮลิคอปเตอร์บินอยู่สูงเหนือสนามบินในขณะที่มองเห็น โรงเรียนเตรียมทหารครั้งที่สอง

1) ชั้นทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการทราบ คืออะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

- สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนด คืออะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

2) ชั้นวางแผนการแก้ปัญหา

- ความรู้/แนวคิดทางคณิตศาสตร์ ที่นำมาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา

.....

.....

.....

- ขั้นตอน/กลยุทธ์วิธี ที่ใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คะแนน / ความหมาย	การแสดงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏ
4 ดีมาก	<ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสมสอดคล้องกับปัญหา - นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน - สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
3 ดี	<ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง - เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องแต่ยังไม่เหมาะสม หรือยังไม่ครอบคลุมประเด็นปัญหา - นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน - สรุปคำตอบได้ถูกต้อง
2 พอใช้	<ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องเป็นบางส่วน หรือเข้าใจบางส่วนของปัญหาผิด - เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้แต่ยังไม่เหมาะสม หรือยังไม่ครอบคลุมประเด็นปัญหา - นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องเป็นบางส่วน แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน หรือดำเนินการแก้ปัญหามิได้ถูกต้อง - สรุปคำตอบได้บางส่วน หรือสรุปคำตอบที่ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน
1 ยังต้องปรับปรุง	<ul style="list-style-type: none"> - เข้าใจปัญหาน้อยมาก หรือไม่เข้าใจปัญหา - เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่เหมาะสม หรือไม่สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ - นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง ไม่แสดงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา หรือพยายามแก้ปัญหาคด้วยวิธีการแก้ปัญหาที่ไม่เหมาะสม - สรุปคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่มีการสรุปคำตอบ

เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)

คะแนน / ความหมาย	การแสดงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏ
0 ไม่มีความพยายาม	- ไม่ทำความเข้าใจปัญหา และไม่แสดงการแก้ปัญหา หรือคัดลอกข้อมูลจากปัญหา แต่ไม่ได้นำมาใช้ในการแก้ปัญหา



ตัวอย่างการให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

0. รูปวงกลมใหญ่มีพื้นที่เป็น 16 เท่าของรูปวงกลมรูปเล็ก ถ้าพื้นที่ของวงกลมทั้งสองต่างกันอยู่ 60π ตารางหน่วย แล้วพื้นที่ของรูปวงกลมทั้งสองวงรวมกันเป็นเท่าใด

1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่งที่ยืนยันการแก้ปัญหาต้องการทราบ คืออะไรบ้าง

.....

- สิ่งที่ยืนยันการแก้ปัญหาคำหนด คืออะไรบ้าง

.....

เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
บอกรายละเอียดเกี่ยวกับ
ปัญหาได้ครบถ้วน
(0.5 คะแนน)

2) ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา

- ความรู้/แนวคิดทางคณิตศาสตร์ ที่นำมาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา

.....

- ขั้นตอน/กลยุทธ์วิธี ที่ใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา

.....

บอกความรู้/แนวคิดที่
นำมาแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
(0.5 คะแนน)

เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้
ถูกต้องและเหมาะสม
(1 คะแนน)

3) ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

.....

นำวิธีการแก้ปัญหาไป
ใช้ได้ถูกต้อง
(1 คะแนน)

4) ขั้นตรวจสอบผล

.....

ตรวจคำตอบและ
สรุปคำตอบได้ถูกต้อง
สมบูรณ์
(1 คะแนน)

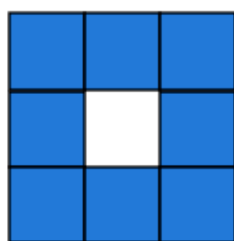
รวมคะแนน เท่ากับ 4 คะแนน

ตัวอย่างการเฉลย

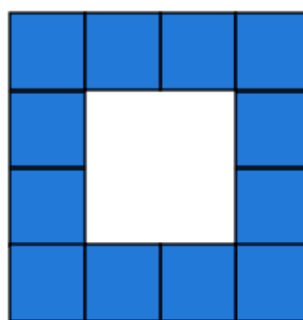
แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2556
 จำนวน 5 ข้อ คะแนนเต็ม 20 คะแนน เวลา 50 นาที

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนแสดงขั้นตอนในการแก้ปัญหาและหาคำตอบของปัญหาต่อไปนี้

- กำหนดให้ ปูกระเบื้องรูปสี่เหลี่ยมรอบบ่อเลี้ยงปลารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ตามสัดส่วนดังนี้ ถ้าปูกระเบื้อง 8 แผ่น จะได้บ่อเลี้ยงปลาขนาด 1 หน่วย ถ้าปูกระเบื้อง 12 แผ่น จะได้บ่อเลี้ยงปลาขนาด 2 หน่วย ดังรูป



บ่อขนาด 1 หน่วย



บ่อขนาด 2 หน่วย

ถ้าต้องการบ่อขนาด 7 หน่วย ต้องปูกระเบื้องรอบบ่อกี่แผ่น

1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการทราบ คืออะไรบ้าง
 - ถ้าต้องการบ่อขนาด 7 หน่วย ต้องปูกระเบื้องรอบบ่อกี่แผ่น
- สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนด คืออะไรบ้าง
 - ถ้าปูกระเบื้อง 8 แผ่น จะได้บ่อเลี้ยงปลาขนาด 1 หน่วย
 - ถ้าปูกระเบื้อง 12 แผ่น จะได้บ่อเลี้ยงปลาขนาด 2 หน่วย
 - กระเบื้องที่ปูรอบบ่อเลี้ยงปลาเป็นกระเบื้องรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส
 - รูปที่ได้ทั้งหมดจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

2) ชั้นวางแผนการแก้ปัญหา

- ความรู้/แนวคิดทางคณิตศาสตร์ ที่นำมาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา
 - ความรู้พื้นฐานทางรูปเรขาคณิต (รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส)
 - ความรู้เกี่ยวกับแบบรูป
- ขั้นตอน/กลยุทธ์วิธี ที่ใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา (ตอบได้มากกว่า 1 วิธี)
 - การค้นหาแบบรูป
 - การสร้างตาราง
 - การเขียนภาพ หรือแผนภาพ

3) ขั้นตอนการแก้ปัญหา

พิจารณาจำนวนกระเบื้องที่ปูรอบบ่อน้ำ โดยการค้นหาแบบรูป กำหนดให้ n แทนจำนวนเต็มบวกใด ๆ

รูปที่	ขนาดของบ่อเลี้ยงปลา (หน่วย)	แนวคิดการคำนวณจำนวนกระเบื้อง (แผ่น)	จำนวนกระเบื้อง ที่ปูรอบบ่อน้ำ (แผ่น)
1	1	$9 - 1 = 3^2 - 1^2 = (1 + 2)^2 - 1^2$	8
2	2	$16 - 4 = 4^2 - 2^2 = (2 + 2)^2 - 2^2$	12
3	3	$25 - 9 = 5^2 - 3^2 = (3 + 2)^2 - 3^2$	16
	.		
	.		
	.		
n	n	$(n + 2)^2 - n^2$	$(n + 2)^2 - n^2$

จากการค้นหาแบบรูปจะได้ว่า ขนาดของบ่อเลี้ยงปลา n หน่วย จะใช้จำนวนกระเบื้องรอบบ่อน้ำ เท่ากับ $(n + 2)^2 - n^2$ แผ่น

ดังนั้นถ้าต้องการบ่อเลี้ยงปลาขนาด 7 หน่วย จะใช้จำนวนกระเบื้องรอบบ่อน้ำ เท่ากับ $(7 + 2)^2 - 7^2 = 81 - 49 = 32$ แผ่น

4) ขั้นตรวจสอบผล

สมมติว่าต้องใช้กระเบื้องรอบบ่อเลี้ยงปลาขนาด 7 หน่วย เท่ากับ 32 แผ่น จากการค้นหาแบบรูปจะได้ว่า ขนาดของบ่อเลี้ยงปลา n หน่วย จะใช้จำนวนกระเบื้องรอบบ่อน้ำ เท่ากับ

$$(n + 2)^2 - n^2 \text{ แผ่น}$$

$$\text{นั่นคือ} \quad (n + 2)^2 - n^2 = 32$$

$$n^2 + 4n + 4 - n^2 = 32$$

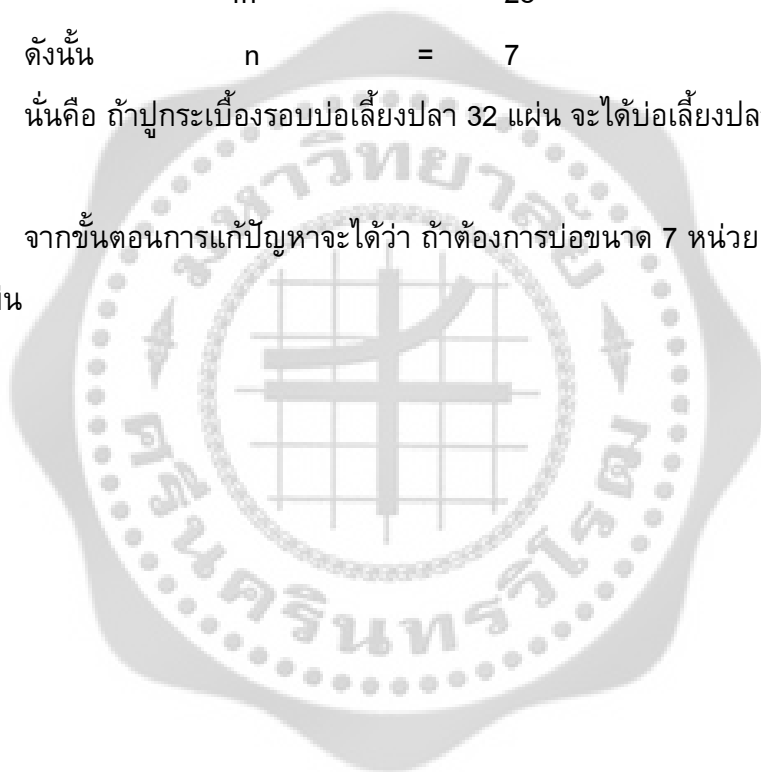
$$4n + 4 = 32$$

$$4n = 28$$

$$\text{ดังนั้น} \quad n = 7$$

นั่นคือ ถ้าปูกระเบื้องรอบบ่อเลี้ยงปลา 32 แผ่น จะได้บ่อเลี้ยงปลาขนาด 7 หน่วย เป็นจริง

จากขั้นตอนการแก้ปัญหาจะได้ว่า ถ้าต้องการบ่อขนาด 7 หน่วย ต้องปูกระเบื้องรอบบ่อ 32 แผ่น



2. ปัจจุบันชลลดาที่มีอายุมากกว่าพาที่อยู่ที่ 18 ปี และผลคูณของอายุของทั้งสองในปัจจุบันเป็น 4 เท่าของผลคูณของอายุทั้งสองคนเมื่อ 18 ปีที่ผ่านมา ปัจจุบันชลลดาและพาที่มีอายุรวมกันกี่ปี

1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการทราบ คืออะไรบ้าง
 - ปัจจุบันชลลดาและพาที่มีอายุรวมกันกี่ปี
- สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนด คืออะไรบ้าง
 - ปัจจุบันชลลดาที่มีอายุมากกว่าพาที่อยู่ที่ 18 ปี
 - ผลคูณของอายุของทั้งสองในปัจจุบันเป็น 4 เท่าของผลคูณของอายุทั้งสองคนเมื่อ

18 ปีที่ผ่านมา

2) ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา

- ความรู้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ ที่นำมาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา
 - ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการแก้สมการ
 - การบวก และการคูณจำนวนเต็ม
- ขั้นตอน/กลยุทธ์วิธี ที่ใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา (ตอบได้มากกว่า 1 วิธี)
 - การสร้างสมการ
 - การสร้างตาราง

3) ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

กำหนดให้ ปัจจุบันชลลดาที่มีอายุ x ปี

ดังนั้น ปัจจุบันพาที่จะมีอายุ $x - 18$ ปี

ใช้การสร้างตารางช่วยในการพิจารณาการสร้างสมการ

	ปัจจุบัน (ปี)	18 ปีที่แล้ว (ปี)
อายุของชลลดา	x	$x - 18$
อายุของพาที่	$x - 18$	$(x - 18) - 18 = x - 36$

จากสิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนด ว่าผลคูณของอายุของทั้งสองในปัจจุบันเป็น 4 เท่าของผลคูณของอายุทั้งสองคนเมื่อ 18 ปีที่ผ่านมา ทำให้สร้างสมการได้ว่า

$$x(x - 18) = 4[(x - 18)(x - 36)] \quad \text{โดยที่ } x > 36$$

หรือ

$$x = 4(x - 36) \quad \text{โดยที่ } x > 36$$

$$x = 4x - 144 \quad \text{โดยที่ } x > 36$$

$$3x = 144 \quad \text{โดยที่ } x > 36$$

นั่นคือ

$$x = 48$$

ดังนั้น ปัจจุบันชลดามีอายุ 48 ปี และปัจจุบันพาทีจะมีอายุ 30 ปี

4) ขั้นตรวจสอบผล

กำหนดให้ปัจจุบันชลดาและพาทีมีอายุ 48 ปี และ 30 ปี ตามลำดับ
 ดังนั้นเมื่อ 18 ปีที่แล้ว ชลดาและพาทีมีอายุ 30 ปี และ 12 ปี ตามลำดับ
 พิจารณาเงื่อนไขที่ว่าผลคูณของอายุของทั้งสองในปัจจุบันเป็น 4 เท่าของผลคูณ
 ของอายุทั้งสองคนเมื่อ 18 ปีที่ผ่านมา

$$48 \times 30 = 4(30 \times 12)$$

$$1440 = 4(360)$$

$$1440 = 1440 \quad \text{สอดคล้องกับเงื่อนไข}$$

ดังนั้น ปัจจุบันชลดามีอายุ 48 ปี และปัจจุบันพาทีจะมีอายุ 30 ปี

3. มีไอศกรีม 3 รส คือ ช็อกโกแลต, ส้ม และชาเขียว โดยลูกค้าสามารถสั่งเป็นแบบไอศกรีมอย่างเดียวหรือไอศกรีมแล้วราดด้วยเครื่องแต่งหน้าไอศกรีม ซึ่งมีให้เลือก 2 ชนิด คือ อัลมอนต์ หรือ ลูกชิต แต่เลือกใส่ได้เพียงอย่างเดียว ลูกค้าจะมีรูปแบบในการสั่งไอศกรีม 2 ลูก ที่แตกต่างกันได้กี่แบบ

1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

- สิ่งที่สถานการณ์ปัญหามองหาต้องการทราบ คืออะไรบ้าง

- ลูกค้าน่าจะมีรูปแบบในการสั่งไอศกรีม 2 ลูก ที่แตกต่างกันได้กี่แบบ

- สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนด คืออะไรบ้าง

- มีไอศกรีม 3 รส คือ ช็อกโกแลต, ส้ม และชาเขียว

- ลูกค้าสามารถสั่งเป็นแบบไอศกรีมอย่างเดียวหรือไอศกรีมแล้วราดด้วยเครื่องแต่งหน้าไอศกรีม ซึ่งมีให้เลือก 2 ชนิด คือ อัลมอนต์ หรือลูกชิต

- ลูกค้าเลือกเครื่องแต่งหน้าไอศกรีมได้เพียงอย่างเดียว

- รูปแบบในการสั่งไอศกรีม 2 ลูก ต้องแตกต่างกันทุกรูปแบบ

2) ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา

- ความรู้/แนวคิดทางคณิตศาสตร์ ที่นำมาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา

- การแจกแจงที่เป็นไปได้ทั้งหมด

- กฎการนับเบื้องต้น

- ขั้นตอน/กลยุทธ์วิธี ที่ใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา (ตอบได้มากกว่า 1 วิธี)

- การแจกแจงที่เป็นไปได้ทั้งหมด

- การสร้างตาราง

3) ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

จากการสั่งไอศกรีมของลูกค้าโดยมีเงื่อนไข มีไอศกรีม 3 รส คือ ช็อกโกแลต, ส้ม และชาเขียว ลูกค้าสามารถสั่งเป็นแบบไอศกรีมอย่างเดียวหรือไอศกรีมแล้วราดด้วยเครื่องแต่งหน้าไอศกรีม ซึ่งมีให้เลือก 2 ชนิด คือ อัลมอนต์ หรือลูกชิต

นั่นหมายถึง เราสามารถเลือกแบบของเครื่องแต่งหน้าไอศกรีมได้ 3 แบบ คือ อัลมอนต์ ลูกชิต หรือไม่แต่งหน้าเลย

ดังนั้นจะพิจารณากรณีที่เป็นได้ทั้งหมดของการเลือกไอศกรีม 2 ลูก

กรณีที่	รสของไอศกรีมลูกที่ 1	รสของไอศกรีมลูกที่ 2	จำนวนแบบในการเลือกเครื่องแต่งหน้า
1	ช็อคโกแลต	ช็อคโกแลต	3 แบบ
2	ช็อคโกแลต	ส้ม	3 แบบ
3	ช็อคโกแลต	ชาเขียว	3 แบบ
4	ส้ม	ส้ม	3 แบบ
5	ส้ม	ชาเขียว	3 แบบ
6	ชาเขียว	ชาเขียว	3 แบบ
รวม			18 แบบ

หมายเหตุ ในสถานการณ์นี้ ไอศกรีมที่ลูกค้าเลือกไม่สนใจลำดับในการเลือก เช่น ชาเขียวกับส้ม และส้มกับชาเขียว ถือเป็นกรณีเดียวกัน

จากการแจงกรณีทั้งหมดในการเลือกไอศกรีม 2 ลูก ที่แตกต่างกันทั้งหมด 18 แบบ

4) ขั้นตรวจสอบผล

- พิจารณาผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมดจากการเขียนแผนภาพต้นไม้อีกครั้งเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

- พิจารณาจำนวนของผลลัพธ์โดยการใช้กฎการนับเบื้องต้น ดังนี้
งานขั้นนี้คือการเลือกไอศกรีม 2 ลูก และเครื่องแต่งหน้าไอศกรีมได้ 3 แบบ งานนี้จะประกอบด้วย 3 ชั้น คือ

1. เลือกรสไอศกรีมลูกที่ 1 ได้ 3 รส นั่นคือ 3 วิธี
2. เลือกรสไอศกรีมลูกที่ 2 ได้ 2 รส นั่นคือ 2 วิธี
3. เลือกเครื่องแต่งหน้าไอศกรีมได้ 3 แบบ นั่นคือ 3 วิธี

จากกฎการนับเบื้องต้นจะได้รูปแบบในการสั่งไอศกรีม 2 ลูก ที่แตกต่างกันเท่ากับ

$$3 \times 2 \times 3 = 18 \text{ แบบ}$$

4. จากคดีอุบัติเหตุรถยนต์ชนสะพานลอยของเทศบาลแห่งหนึ่ง ตำรวจจับผู้ต้องสงสัยว่า เป็นคนขับรถยนต์คันดังกล่าวมาได้ 4 คน คือ ทิพย์ เทพ ทูย และเทิด โดยมีเพียงคนเดียวเท่านั้นที่พูดความจริง ต่อไปนี้คือคำให้การของแต่ละคนที่มีต่อเจ้าหน้าที่สืบสวน

ทิพย์ พูดว่า “เทพ เป็นคนขับ”

เทพ พูดว่า “ทูย เป็นคนขับ”

เทิด พูดว่า “ฉันไม่ได้ขับ”

ทูย พูดว่า “เทพ พูดโกหกที่บอกว่าผมเป็นคนขับ”

อยากทราบว่า ใครเป็นคนขับรถ

1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

- **สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการทราบ คืออะไรบ้าง**
 - ทิพย์ เทพ ทูย และเทิด ใครเป็นผู้ต้องสงสัยว่าขับรถยนต์ชนสะพานลอย
- **สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนด คืออะไรบ้าง**
 - ทิพย์ เทพ ทูย และเทิด เป็นคนขับรถยนต์ที่ชนสะพานลอย
 - ทิพย์ เทพ ทูย และเทิด มีเพียงคนเดียวเท่านั้นที่พูดความจริง
 - ทิพย์ พูดว่า “เทพ เป็นคนขับ”
 - เทพ พูดว่า “ทูย เป็นคนขับ”
 - เทิด พูดว่า “ฉันไม่ได้ขับ”
 - ทูย พูดว่า “เทพ พูดโกหกที่บอกว่าผมเป็นคนขับ”

2) ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา

- **ความรู้/แนวคิดทางคณิตศาสตร์ ที่นำมาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา**
 - การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์
 - ความสมเหตุสมผล
- **ขั้นตอน/กลยุทธ์วิธี ที่ใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา (ตอบได้มากกว่า 1 วิธี)**
 - การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์
 - การสร้างตาราง

3) ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา

ในการแก้ปัญหานี้ ยุทธวิธีหนึ่งที่น่าจะง่ายก็คือ การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์

จากสถานการณ์ปัญหา เราสามารถใช้การสร้างตารางมาช่วยในการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ เนื่องจากมีเพียงหนึ่งคนเท่านั้นที่พูดความจริง ดังนั้น เราจะสมมติให้ผู้ต้องสงสัยหนึ่งคนพูดความจริง แล้วพิจารณาความสมเหตุสมผลของข้อมูลที่กำหนด ได้ดังนี้

1) สมมติให้ทิพย์พูดจริง

	คำให้การ	จริง / เท็จ	การตีความ
ทิพย์	เทพ เป็นคนขี้บ	จริง	เทพเป็นคนขี้บรถ
เทพ	ทวย เป็นคนขี้บ	เท็จ	ทวยไม่ได้เป็นคนขี้บรถ
เทิด	ฉันไม่ได้ขี้บ	เท็จ	เทิดเป็นคนขี้บรถ
ทวย	เทพ พูดโกหกที่บอกว่าผมเป็นคนขี้บ	เท็จ	ทวยเป็นคนขี้บรถ

จากข้อความที่ได้จากการตีความในตาราง พบว่า ทั้งเทพ กับเทิด เป็นคนขี้บรถ ซึ่งคนขี้บรถจะมีเพียงคนเดียว และเกิดข้อความขัดแย้งระหว่างคำให้การของเทพและทวย ข้อสรุปที่ได้ จึงเกิดข้อขัดแย้ง ดังนั้นที่สมมติว่าทิพย์พูดจริง จึงไม่ถูกต้อง

2) สมมติให้เทพพูดจริง

	คำให้การ	จริง / เท็จ	การตีความ
ทิพย์	เทพ เป็นคนขี้บ	เท็จ	เทพไม่ได้เป็นคนขี้บรถ
เทพ	ทวย เป็นคนขี้บ	จริง	ทวยเป็นคนขี้บรถ
เทิด	ฉันไม่ได้ขี้บ	เท็จ	เทิดเป็นคนขี้บรถ
ทวย	เทพ พูดโกหกที่บอกว่าผมเป็นคนขี้บ	เท็จ	ทวยเป็นคนขี้บรถ

จากข้อความที่ได้จากการตีความในตาราง พบว่า ทั้งทวย กับเทิด เป็นซึ่งคนขี้บรถจะมีเพียงคนเดียว ข้อสรุปที่ได้ จึงเกิดข้อขัดแย้ง ดังนั้นที่สมมติว่าเทพพูดจริง จึงไม่ถูกต้อง

3) สมมติให้เทิดพูดจริง

	คำให้การ	จริง / เท็จ	การตีความ
ทิพย์	เทพ เป็นคนขี้บ	เท็จ	เทพไม่ได้เป็นคนขี้บรถ
เทพ	ทวย เป็นคนขี้บ	เท็จ	ทวยไม่ได้เป็นคนขี้บรถ
เทิด	ฉันไม่ได้ขี้บ	จริง	เทิดไม่ได้เป็นคนขี้บรถ
ทวย	เทพ พูดโกหกที่บอกว่าผมเป็น คนขี้บ	เท็จ	ทวยเป็นคนขี้บรถ

จากข้อความที่ได้จากการตีความในตาราง พบว่า เกิดข้อความขัดแย้งระหว่างคำให้การของ เทพและทวย ข้อสรุปที่ได้ จึงเกิดข้อขัดแย้ง ดังนั้นที่สมมติว่าเทิดพูดจริง จึงไม่ถูกต้อง

4) สมมติให้ทวยพูดจริง

	คำให้การ	จริง / เท็จ	การตีความ
ทิพย์	เทพ เป็นคนขี้บ	เท็จ	เทพไม่ได้เป็นคนขี้บรถ
เทพ	ทวย เป็นคนขี้บ	เท็จ	ทวยไม่ได้เป็นคนขี้บรถ
เทิด	ฉันไม่ได้ขี้บ	เท็จ	เทิดเป็นคนขี้บรถ
ทวย	เทพ พูดโกหกที่บอกว่าผมเป็น คนขี้บ	จริง	ทวยไม่ได้เป็นคนขี้บรถ

จากข้อความที่ได้จากการตีความ พบว่า คนที่ขี้บรถคือ เทิด

จากการให้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ข้างต้น จึงได้ข้อสรุปที่สมเหตุสมผลว่า คนขี้บรถยนต์ชน สะพานลอย คือ เทิด

4) ขั้นตรวจสอบผล

กำหนดประโยคที่ต้องการพิสูจน์ถ้าทวยพูดความจริงแล้วเทิดเป็นคนขี้บรถยนต์ชนสะพานลอย จะพิสูจน์ข้อความนี้โดยการหาข้อขัดแย้ง (Contradiction)

สมมติว่าทวยพูดความจริง แต่เทิดไม่ได้เป็นคนขี้บรถ จากขั้นตอนการแก้ปัญหาทั้งกรณีนี้ที่

1) กรณีที่ 2) กรณีที่ 3) และกรณีที่ 4) พบว่าทุกกรณีเกิดข้อขัดแย้ง ซึ่งทำให้ได้ว่า ทวยพูดความจริง และเทิดเป็นคนขี้บรถยนต์ชนสะพานลอย

ดังนั้น คนขี้บรถยนต์ชนสะพานลอย คือ เทิด

5. เรืออากาศเอกเบิร์ด บังคับเครื่องบินเฮลิคอปเตอร์ให้บินขึ้นตรงตามแนวตั้งจากพื้นสนามบิน พอขึ้นไปได้ระยะหนึ่งมองลงมาเห็นโรงเรียนเตรียมทหาร ด้วยมุมก้ม 30 องศา และเมื่อบังคับเครื่องบินให้บินขึ้นในแนวตั้งจากจุดนี้อีก 200 เมตร จะมองเห็นโรงเรียนเตรียมทหารเป็นมุมก้ม 60 องศา จงหาระยะที่เฮลิคอปเตอร์บินอยู่สูงเหนือสนามบินในขณะที่มองเห็นโรงเรียนเตรียมทหาร ครั้งที่สอง

1) ชั้นทำความเข้าใจปัญหา

- **สิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการทราบ คืออะไรบ้าง**

- ระยะที่เฮลิคอปเตอร์บินอยู่สูงเหนือสนามบินในขณะที่มองเห็นโรงเรียนเตรียมทหาร

ครั้งที่สอง

- **สิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนด คืออะไรบ้าง**

- เครื่องบินเฮลิคอปเตอร์บินขึ้นตามแนวตั้ง

- เมื่อบังคับเครื่องบินเฮลิคอปเตอร์บินขึ้นสูงระดับหนึ่ง (จุดที่ 1) มองเห็นโรงเรียนเตรียมทหารเป็นมุมก้ม 30 องศา

- เมื่อบังคับเครื่องบินให้บินขึ้นในแนวตั้งจากจุดเดิมอีก 200 เมตร (จุดที่ 2) จะมองเห็นโรงเรียนเตรียมทหารเป็นมุมก้ม 60 องศา

2) ชั้นวางแผนการแก้ปัญหา

- **ความรู้/แนวคิดทางคณิตศาสตร์ ที่นำมาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา**

- ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับสามเหลี่ยมมุมฉาก

- อัตราส่วนตรีโกณมิติ

- การแก้สมการ

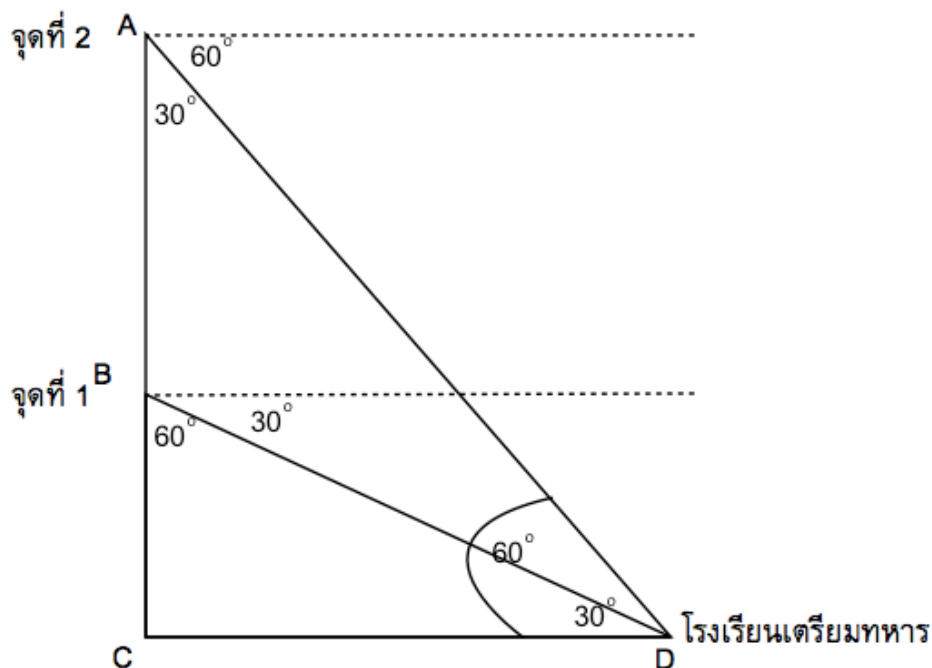
- **ขั้นตอน/กลยุทธ์วิธี ที่ใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา (ตอบได้มากกว่า 1 วิธี)**

- การเขียนภาพ

- การสร้างสมการ

3) ขั้นตอนการแก้ปัญหา

จากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด นำมาเขียนภาพ เพื่อช่วยในการพิจารณา
ความสัมพันธ์



พิจารณา $\triangle BCD$; $\tan 30^\circ = \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{BC}{CD}$
 $CD = \sqrt{3}BC \quad \dots(1)$

พิจารณา $\triangle ACD$; $\tan 60^\circ = \sqrt{3} = \frac{BC + 200}{CD}$
 $CD = \frac{BC + 200}{\sqrt{3}} \quad \dots(2)$

นำ (1) = (2) จะได้ว่า $\sqrt{3}BC = \frac{BC + 200}{\sqrt{3}}$

หรือ $3BC = BC + 200$

นั่นคือ $BC = 100$

ดังนั้นจุดที่ 2 อยู่สูงจากพื้นในแนวตั้ง เท่ากับ $200 + 100 = 300$ เมตร

4) ขั้นตรวจสอบผล

สมมติให้ AC ยาวเท่ากับ 300 เมตร จากโจทย์กำหนดให้ AB ยาวเท่ากับ 200 เมตร ดังนั้นทำให้ได้ว่า BC ยาวเท่ากับ 100 เมตร

$$\text{จากอัตราส่วนตรีโกณมิติจะได้ } CD = \sqrt{3}BC \text{ และ } CD = \frac{BC+200}{\sqrt{3}}$$

$$\text{พิจารณา } CD = \sqrt{3}BC = \sqrt{3}(100) = 100\sqrt{3} \quad \dots(1)$$

$$\text{พิจารณา } CD = \frac{BC+200}{\sqrt{3}} = \frac{100+200}{\sqrt{3}} = \frac{300}{\sqrt{3}} = 100\sqrt{3} \quad \dots(2)$$

ทำให้ (1) = (2) สอดคล้องกับเงื่อนไข

ดังนั้น ระยะที่เฮลิคอปเตอร์บินอยู่สูงเหนือสนามบินในขณะที่มองเห็นโรงเรียนเตรียมทหารครั้งที่สอง เท่ากับ 300 เมตร



แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความเชื่อมั่นในตนเอง
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

นายเชิดศักดิ์ ภัคดีวิโรจน์

การมัธยมศึกษา (การสอนคณิตศาสตร์)

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณชุดนี้ มีทั้งหมด 11 หน้า จำนวน 30 ข้อ แบ่งออกเป็น 4 ตอน โดยวัดความสามารถของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 4 ด้าน ดังนี้

ตอนที่ 1 ความสามารถด้านในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล จำนวน 7 ข้อ (ข้อ 1 - 7)

ตอนที่ 2 ความสามารถในการอุปนัย จำนวน 8 ข้อ (ข้อ 8 - 15)

ตอนที่ 3 ความสามารถในการนิรนัย จำนวน 8 ข้อ (ข้อ 16 - 23)

ตอนที่ 4 ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น จำนวน 7 ข้อ (ข้อ 24 - 30)

2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

เลือกคำตอบเพียง 1 ข้อ

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1			X	

หากต้องการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ค เป็นข้อ ก

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1	X		✖	

3. หากมีปัญหาใด ๆ ให้สอบถามจากอาจารย์ผู้คุมสอบ

4. ขอขอบคุณในความร่วมมือของท่าน

ตอนที่ 1 ความสามารถด้านการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล

ลักษณะคำถาม เป็นข้อความ / สถานการณ์ ที่มาจากแหล่งข้อมูลมากกว่า 1 แหล่ง แล้วให้พิจารณาตัดสินความถูกต้องของข้อมูล ความเป็นไปได้ของข้อมูล และสังเกตลักษณะต่างๆ จากสิ่งที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์หรือสาเหตุของปัญหา

- นักบินอวกาศออกสำรวจดาวเคราะห์นอกระบบเพื่อค้นหาสิ่งมีชีวิต โดยใช้ยานอวกาศแบบอัตโนมัติ แต่ใช้เวลาเกินกำหนดเวลาในการกลับโลก นักข่าวสายอวกาศของสำนักพิมพ์ A - Time กล่าวว่า “ที่นักบินอวกาศยังไม่กลับมาถึงโลกตามกำหนดเวลา เนื่องจากเชื้อเพลิงของยานอวกาศหมดระหว่างทางทำให้เดินทางไม่ถึงโลก” แต่นักข่าวสายอวกาศของสำนักพิมพ์ B - Time กล่าวว่า “ไม่น่าเป็นไปได้ เพราะนักบินอวกาศใช้ยานอวกาศแบบอัตโนมัติ ย่อมคำนวณปริมาณเชื้อเพลิงไว้เพียงพอในการเดินทาง”

นักเรียนคิดว่าคำพูดของใครมีข้อมูลน่าเชื่อถือมากกว่ากัน

ก. คำพูดของนักข่าวสายอวกาศสำนักพิมพ์ A - Time

ข. คำพูดของนักข่าวสายอวกาศสำนักพิมพ์ B - Time

ค. คำพูดของนักข่าวทั้งสองสำนักพิมพ์น่าเชื่อถือพอ ๆ กัน

- น้อยหน้ากับขุ่น เล่นโยนเหรียญกันอยู่ โดยในมือของน้อยหน้ามีเหรียญห้าบาทกับเหรียญสิบบาทอยู่อย่างละ 1 เหรียญ ก่อนโยนน้อยหน้ากล่าวว่า “ถ้าโยนเหรียญทั้งสองพร้อมกัน โอกาสที่เหรียญทั้งสองเกิดหน้าแตกต่างกันมีมากกว่าเกิดหน้าเดียวกัน” แต่ขุ่นบอกว่า “ไม่เห็นด้วยนะ เราคิดว่าเหรียญทั้งสองเกิดหน้าแตกต่างกันกับเกิดหน้าเดียวกันมีโอกาสเท่ากัน”

นักเรียนคิดว่าคำพูดของใครน่าเชื่อถือมากกว่ากัน

ก. น้อยหน้า

ข. ขุ่น

ค. คำพูดของทั้งสองคนน่าเชื่อถือพอ ๆ กัน

- โรงเรียนแห่งหนึ่งประกาศรับสมัครนักเรียนเข้าศึกษาต่อในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 200 คน ผู้ปกครองจึงพาลูก ๆ มาสมัครกันมากมายกว่า 500 คน สุเทพและทิพย์พระเนตรเป็นเพื่อนกัน และก็เป็นหนึ่งในนั้นที่นำลูกของตนมาสมัคร เมื่อสมัครเรียบร้อยแล้ว สุเทพพูดกับทิพย์พระเนตรว่า “ลูกของเรามีโอกาสได้เข้าเรียนมากกว่าลูกของนายเพราะมีคะแนนเฉลี่ยมากกว่า” สุเทพแย้งทันทีว่า “อาจจะไม่เป็นเช่นนั้น ลูกของมน่าจะมีโอกาสมากกว่าเพราะมาสมัครก่อนลูกของนาย”

นักเรียนคิดว่าคำพูดของใครน่าเชื่อถือมากกว่ากัน

- ก. ทิพย์พระเนตร
- ข. สุเทพ
- ค. ไม่น่าเชื่อถือทั้งสองฝ่าย

4. แอมกับฟ้าไปจ่ายตลาดนัดข้างหมู่บ้าน พวกเขาจะทำเนื้อทอดแดดเดียว แอมจึงบอกวิธีการเลือกเนื้อแดดเดียวที่ดีและสะอาดว่า “เนื้อแดดเดียวที่ดีต้องสะอาด สีสด ไม่มีแมลงวันตอม เพราะถ้ามีแมลงวันตอมอาจทำให้ท้องเสียได้” แต่ฟ้าก็แย้งว่า “เนื้อแดดเดียวที่ไม่มีแมลงวันตอมเลยสักตัว แสดงว่าเนื้อแดดเดียวชิ้นนั้นอาจถูกฉีดสารเคมีมาก็ได้”

นักเรียนคิดว่าคำพูดของใครน่าเชื่อถือมากกว่ากัน

- ก. แอม
- ข. ฟ้า
- ค. คำพูดของทั้งสองคนน่าเชื่อถือพอ ๆ กัน

5. หลังจากฝนตกมาหลายวัน เช้าวันนี้อากาศตอนเช้าแจ่มใส คุณพ่อจึงเสนอความคิดว่าวันนี้จะพาทุกคนไปตกปลาที่แม่น้ำนอกเมือง คุณพ่อจึงเอ่ยปากบอกทุกคนในครอบครัวขณะรับประทานอาหารเช้าว่า “วันนี้ฝนไม่ตก พ่อจะพาทุกคนไปตกปลานอกเมืองนะ” คุณแม่เมื่อได้ฟังเช่นนั้นจึงพูดว่า “เมื่อเช้าแม่ฟังพยากรณ์อากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยาประกาศว่า ภายใต้นี้ยังมีหย่อมความกดอากาศต่ำปกคลุมบริเวณนี้อยู่ วันนี้ฝนจึงน่าจะตก”

นักเรียนคิดว่าคำพูดของใครน่าเชื่อถือมากกว่ากัน

- ก. คุณพ่อ
- ข. คุณแม่
- ค. คำพูดของทั้งสองคนน่าเชื่อถือพอ ๆ กัน

6. เคนมีอาการท้องเสียอย่างรุนแรงเนื่องจากรับประทานอาหารไม่สะอาด แต่กับคิวเห็นอาการของเคนจึงปรึกษาหาวิธีการบรรเทาอาการท้องเสีย แต่บอกว่า “ให้เคนหยุดรับประทานอาหาร แล้วดื่มน้ำเยอะ ๆ เพื่อทดแทนการสูญเสียน้ำของร่างกาย” แต่คิวบอกว่า “ให้รับประทานอาหารอ่อน ๆ แล้วดื่มน้ำมาก ๆ เพื่อให้ร่างกายขับถ่ายเชื้อโรคออกให้หมด”

นักเรียนคิดว่าคำพูดของใครมีข้อมูลน่าเชื่อถือมากกว่ากัน

- ก. เต้
- ข. คิว
- ค. คำพูดของทั้งสองคนน่าเชื่อถือพอ ๆ กัน

7. โดนัทและขนมเทียนไปเที่ยวงานวัด ขณะเดินเที่ยวผ่านซุ้มปาลูกโป่งด้วยลูกดอก โดยลูกโป่งจะเป็นลูกโป่งขนาดเล็กวางไว้ในกล่องขนาด 5×5 ช่อง แต่ละช่องกว้างเท่า ๆ กัน และผู้เล่นลูกดอกสำหรับปา 7 ดอก โดยผู้เล่นจะได้รางวัลเมื่อปาลูกดอกที่ละลูกแล้วทำให้ลูกโป่งแตก 7 ลูก พ่อค้าจึงโฆษณาว่า “โอกาสที่ผู้เล่นจะได้รางวัลเป็น 7 ใน 25” แต่ขนมเทียนให้ข้อมูลว่า “อย่าไปเล่นเลย เพราะโอกาสที่ผู้เล่นจะได้รางวัลน้อยกว่า 7 ใน 25 มาก เนื่องจากผู้เล่นต้องปาลูกดอกที่ละลูก”
- นักเรียนคิดว่าคำพูดของใครมีข้อมูลน่าเชื่อถือมากกว่ากัน
- พ่อค้า
 - ขนมเทียน
 - คำพูดของทั้งสองคนน่าเชื่อถือพอ ๆ กัน

ตอนที่ 2 ความสามารถในการอุปหัย

ลักษณะคำถาม เป็นข้อความ / สถานการณ์ ที่กำหนดเป็นข้อสรุป ข้อความคาดการณ์ไว้แล้วให้พิจารณาตัดสินว่าข้อเท็จจริงใดสอดคล้อง ขัดแย้ง หรือไม่เกี่ยวข้องกับข้อความที่กำหนดให้

ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้

วันหนึ่ง ในชั่วโมงเรียนวิชาเศรษฐศาสตร์ คุณครูแตงกวา ได้เล่าเรื่องปัญหาของแพงที่นำมาจากหนังสือพิมพ์ฉบับหนึ่ง ข้อความมีอยู่ว่า “ในขณะที่เศรษฐกิจตกต่ำ ราคาสินค้าขึ้น ค่าครองชีพสูง แต่เงินเดือนเท่าเดิม ทำให้คนไทยตกอยู่ในสภาวะความเครียดเข้าครอบงำทุกหย่อมหญ้า ซึ่งคงจะไม่แปลกหากทุกวันนี้เราจะพบผู้ป่วยเป็น “โรคเครียด” อยู่บ่อยๆ ล่าสุด มีกระแสข่าวลือจากข้าราชการภายในกระทรวงพาณิชย์ว่า มีคนโรคจิตขู่วางระเบิดเหตุจากความไม่พอใจ ในการควบคุมราคาสินค้าไม่ได้จนทำให้เกิดภาวะแพงทั้งแผ่นดิน”

ให้นักเรียนพิจารณาข้อเท็จจริงในแต่ละข้อ เพื่อตอบคำถามข้อ 8 - 10 ว่าข้อเท็จจริงนั้น “สอดคล้อง” “ขัดแย้ง” หรือ “ไม่เกี่ยวข้อง” กับสิ่งที่ข้อความในหนังสือพิมพ์กล่าว

8. สาเหตุที่คนไทยเป็นโรคเครียดเพราะของแพง
- สอดคล้องกับข้อความในหนังสือพิมพ์
 - ขัดแย้งกับข้อความในหนังสือพิมพ์
 - ไม่เกี่ยวข้องกับข้อความในหนังสือพิมพ์

9. การรักษาสุขภาพจิตโดยการออกกำลังกาย ดูหนัง ฟังเพลง ทำให้คนไทยเป็นโรคเครียดน้อยลง
- สอดคล้องกับข้อความในหนังสือพิมพ์
 - ขัดแย้งกับข้อความในหนังสือพิมพ์
 - ไม่เกี่ยวข้องกับข้อความในหนังสือพิมพ์
10. ถ้ารัฐบาลปรับเงินเดือนให้สูงขึ้นตามค่าครองชีพ ถึงแม้สินค้าจะแพง คนไทยก็จะไม่ตกอยู่ในภาวะเครียด
- สอดคล้องกับข้อความในหนังสือพิมพ์
 - ขัดแย้งกับข้อความในหนังสือพิมพ์
 - ไม่เกี่ยวข้องกับข้อความในหนังสือพิมพ์

ให้นักเรียนอ่านข้อความต่อไปนี้

จากผลการสำรวจถึงความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวที่มีต่อภาพลักษณ์ของจังหวัดเชียงใหม่ ในสายตาของนักท่องเที่ยว พบว่า ความพึงพอใจโดยรวมของนักท่องเที่ยวที่มีต่อภาพลักษณ์ของจังหวัดเชียงใหม่อยู่ในระดับดี ซึ่งสามารถจำแนกในด้านต่าง ๆ ได้ดังนี้

ด้านการแสดงออกทางศิลปวัฒนธรรมล้านนา ในด้านนี้นักท่องเที่ยวมีความพึงพอใจในระดับดี

ด้านความสวยงามทางธรรมชาติ ในด้านนี้นักท่องเที่ยวมีความพึงพอใจในระดับดี

ด้านความงามสตรีผ่านการแสดงออกทางละครและรูปแบบต่าง ๆ ในด้านนี้นักท่องเที่ยวมีความพึงพอใจในระดับปานกลาง

ด้านความปลอดภัยจากการเดินทางท่องเที่ยว ในด้านนี้จากการวัดค่าเฉลี่ยแล้ว นักท่องเที่ยวมีความพึงพอใจในระดับดี

ด้านอรรถยาศัยและมิตรไมตรีของคนในพื้นที่ท่องเที่ยว ในด้านนี้นักท่องเที่ยวมีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

ให้นักเรียนพิจารณาข้อเท็จจริงในแต่ละข้อ เพื่อตอบคำถามข้อ 11 - 13 ว่าข้อเท็จจริงนั้น “สอดคล้อง” “ขัดแย้ง” หรือ “ไม่เกี่ยวข้อง” กับผลการสำรวจนี้

11. จังหวัดเชียงใหม่เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่มีชื่อเสียงและเป็นที่ยอมรับของนักท่องเที่ยว
- สอดคล้องกับผลสำรวจ
 - ขัดแย้งกับผลสำรวจ
 - ไม่เกี่ยวข้องกับผลสำรวจ

12. นักท่องเที่ยวมีความพึงพอใจด้านความงามสตรีผ่านการแสดงออกทางละครและรูปแบบต่าง ๆ มากกว่าด้านความปลอดภัยจากการเดินทางท่องเที่ยว
- สอดคล้องกับผลสำรวจ
 - ขัดแย้งกับผลสำรวจ
 - ไม่เกี่ยวข้องกับผลสำรวจ
13. สถานที่ท่องเที่ยวทางธรรมชาติและสถานที่ท่องเที่ยวทางศิลปวัฒนธรรม หากมีการปรับปรุงด้านความสะดวก ไม่เสื่อมโทรม พร้อมกับการอนุรักษ์ศิลปวัฒนธรรมประเพณีที่ดีงามก็จะส่งผลให้ความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวที่มีต่อจังหวัดเชียงใหม่สูงขึ้น
- สอดคล้องกับผลสำรวจ
 - ขัดแย้งกับผลสำรวจ
 - ไม่เกี่ยวข้องกับผลสำรวจ

ให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้

จำนวนคู่ คือ จำนวนที่เขียนได้ในรูปพหุคูณของ 2 หรือ $2n$ เมื่อ n แทนจำนวนเต็มใด ๆ
 จำนวนคี่ คือ จำนวนที่ไม่สามารถเขียนได้ในรูปพหุคูณของ 2 หรือเขียนได้ในรูป $2n + 1$ เมื่อ n แทนจำนวนเต็มใด ๆ

ให้นักเรียนพิจารณาข้อเท็จจริงในแต่ละข้อ เพื่อตอบคำถามข้อ 14 - 15 ว่าข้อเท็จจริงนั้น “สอดคล้อง” “ขัดแย้ง” หรือ “ไม่เกี่ยวข้อง” กับข้อความนี้

14. ผลบวกของจำนวนคี่กับจำนวนคี่ เป็นจำนวนคู่
- สอดคล้องกับข้อความนี้
 - ขัดแย้งกับข้อความนี้
 - ไม่เกี่ยวข้องกับข้อความนี้
15. ผลคูณของจำนวนคี่กับจำนวนคี่ เป็นจำนวนคู่
- สอดคล้องกับข้อความนี้
 - ขัดแย้งกับข้อความนี้
 - ไม่เกี่ยวข้องกับข้อความนี้

ตอนที่ 3 ความสามารถในการนิรนัย

ลักษณะคำถาม เป็นข้อความ / สถานการณ์ ที่กำหนดเป็นเหตุและผล 2 - 3 ข้อความ แล้วให้พิจารณาความสมเหตุสมผล หรือกำหนดเป็นเหตุ 2 - 3 ข้อความ แล้วให้หาผลที่เกิดขึ้นแล้วทำให้สมเหตุสมผล

16. เหตุ 1. คนทุกคนเป็นแมว
2. แมวทุกตัวเป็นปลา
ผล คนทุกคนเป็นปลา
ข้อความข้างต้น สมเหตุสมผลหรือไม่
ก. สมเหตุสมผล
ข. ไม่สมเหตุสมผล
ค. สรุปแน่นอนไม่ได้
17. เหตุ 1. เปิดทุกตัวว่ายน้ำได้
2. สัตว์ที่ว่ายน้ำได้จะบินได้
ผล เปิดทุกตัวบินได้
ข้อความข้างต้น สมเหตุสมผลหรือไม่
ก. สมเหตุสมผล
ข. ไม่สมเหตุสมผล
ค. สรุปแน่นอนไม่ได้
18. เหตุ 1. คนนครปฐมทุกคนเป็นคนน่ารัก
2. น้ำขิงเป็นคนน่ารัก
ผล น้ำขิงเป็นคนนครปฐม
ข้อความข้างต้น สมเหตุสมผลหรือไม่
ก. สมเหตุสมผล
ข. ไม่สมเหตุสมผล
ค. สรุปแน่นอนไม่ได้

19. เหตุ 1. ไดโนเสาร์ทุกตัวมีสี่ขา
2. ไม่มีสัตว์ที่มีสี่ขาตัวใดที่บินได้
ผล ไม่มีไดโนเสาร์ตัวใดบินได้
ข้อความข้างต้น สมเหตุสมผลหรือไม่
- สมเหตุสมผล
 - ไม่สมเหตุสมผล
 - สรุปแน่นอนไม่ได้
20. คนที่ตั้งใจเรียนทุกคนเป็นคนรวย พิศมัยตั้งใจเรียน ดังนั้นสรุปได้ว่า
- พิศมัยเป็นคนคนรวย ที่ไม่ตั้งใจเรียน
 - พิศมัยเป็นคนรวย
 - พิศมัยไม่เป็นคนรวย
21. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 บางคนเป็นคนดีมีน้ำใจ คนทุกคนที่เป็นคนดีมีน้ำใจเป็นคนน่ารัก
ดังนั้นสรุปได้ว่า
- นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทุกคนเป็นคนน่ารัก
 - นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 บางคนเป็นคนน่ารัก
 - คนดีมีน้ำใจทุกคน คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
22. น้ำฝนมีเงินมากกว่าน้ำหวานแต่น้อยกว่าน้ำขิง น้ำใสมีเงินมากกว่าน้ำฝน ดังนั้นสรุปได้ว่า
- น้ำฝนรวยที่สุด
 - น้ำใสรวยที่สุด
 - ไม่สามารถสรุปได้ว่าใครรวยกว่ากัน
23. ดาราตั้งห้าคนคุยกันเรื่องรองเท้าคู่งามคู่ใหม่ รองเท้าของดวงตาแพงกว่ารองเท้าของมยุรีแต่
ถูกกว่ารองเท้าของจินตรา รองเท้าของจินตราไม่แพงกว่ารองเท้าของลลิตา รองเท้าของมยุรี
แพงกว่ารองเท้าของพรชิตา ดังนั้นสรุปได้ว่า
- รองเท้าของดวงตาถูกกว่ารองเท้าของพรชิตา
 - รองเท้าของพรชิตาแพงกว่ารองเท้าของจินตรา
 - รองเท้าของจินตราแพงกว่ารองเท้าของมยุรี

ตอนที่ 4 ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น

ลักษณะคำถาม เป็นข้อความ / สถานการณ์ แล้วให้พิจารณาตัดสินว่าข้อความใดเป็นข้อความที่น่าเชื่อถือที่จำเป็นต้องเกิดก่อนข้อความหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ เพื่อให้ข้อความนั้นสมเหตุสมผล

24. ก่อนที่น้องพริ้มจะออกจากบ้านแม่บอกว่า “อย่าลืมพกร่มไปด้วยนะลูก” ข้อใดเป็นข้อความที่น่าเชื่อถือที่จำเป็นต้องเกิดก่อน เพื่อให้เหตุการณ์นี้สมเหตุสมผล
- เพื่อนของน้องพริ้มโทรศัพท์มาบอกว่าฝนจะตก
 - กรมอุตุนิยมวิทยารายงานว่าบริเวณท้องที่บ้านของน้องพริ้มจะเกิดฝนฟ้าคะนอง
 - แม่พี่ชว่น้ำท่วมทางภาคใต้
25. ศิระต้องการชวนสายป่านเพื่อนร่วมชั้นเรียนไปเดินดูของที่สวนจตุจักร เขาบอกว่า “ถ้าฉันชวนสายป่านไปจตุจักรนะ เธอต้องตอบตกลงแน่ ๆ” ข้อใดมีความหมายเดียวกับข้อความข้างต้น
- โอกาสที่สายป่านจะไปกับศิระ คือ 100 เปอร์เซ็นต์
 - โอกาสที่สายป่านจะไปกับศิระ คือ 0 เปอร์เซ็นต์
 - โอกาสที่สายป่านจะไปกับศิระมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์
26. “ความรักทำให้คนตาบอด” ข้อใดเป็นข้อความที่น่าเชื่อถือที่จำเป็นต้องเกิดก่อน เพื่อให้เหตุการณ์นี้สมเหตุสมผล
- ในสมัยก่อน เคยมีคนพิสูจน์ความรักโดยการทำร้ายตัวเองจนตาบอด
 - เมื่อมนุษย์เรามีความรักมักมองไม่เห็นความผิดหรือความไม่ดีของคนที่เรารัก
 - เป็นพื้นฐานความคิดของคนไทยที่มักกล่าวโทษความรัก เมื่อเรากระทำผิดพลาดกับคนรัก
27. ขณะครอบครัวหนึ่งกำลังรับประทานอาหารเย็น แม่สอนลูกชายว่า “เวลารับประทานอาหารอย่าร้องเพลง” ข้อใดเป็นข้อความที่น่าเชื่อถือที่จำเป็นต้องเกิดก่อน เพื่อให้เหตุการณ์นี้สมเหตุสมผล
- เวลารับประทานอาหารเป็นช่วงเวลา que ทุกคนได้พูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันดังนั้นไม่ควรร้องเพลง
 - การร้องเพลงขณะรับประทานอาหารเป็นการรบกวนผู้อื่น ไม่ควรปฏิบัติ
 - การร้องเพลงขณะรับประทานอาหารอาจทำให้เศษอาหารติดหลอดลม และทำให้เกิดอาการสำลักอาหารซึ่งเป็นอันตรายได้

28. “เด็กชายหูกกำลังดำเนินการแก้สมการกำลังสอง ที่มีรูปทั่วไป คือ $ax^2 + bx + c = 0$ เมื่อ $a \neq 0$ ซึ่งเมื่อแก้สมการแล้วปรากฏว่าสมการกำลังสองนี้มีคำตอบเดียว” ข้อใดเป็นข้อความที่น่าเชื่อถือที่จำเป็นจะต้องเกิดก่อนเพื่อให้เหตุการณ์นี้สมเหตุสมผล
- ก. เมื่อพิจารณาสมการกำลังสองในรูปทั่วไป $ax^2 + bx + c = 0$ เมื่อ $a \neq 0$ แล้ว $b^2 - 4ac = 0$
- ข. เมื่อพิจารณาสมการกำลังสองในรูปทั่วไป $ax^2 + bx + c = 0$ เมื่อ $a \neq 0$ แล้ว $b^2 - 4ac > 0$
- ค. เมื่อพิจารณาสมการกำลังสองในรูปทั่วไป $ax^2 + bx + c = 0$ เมื่อ $a \neq 0$ แล้ว $b^2 - 4ac < 0$
29. ครูประจำชั้นกำลังจะจับสลากรายชื่อนักเรียนเข้าประกวดมารยาท ซึ่งประกอบด้วย ตุ่น ต่าย ตูน ตัน และตาล โดยครูบอกว่า “ครูจะสุ่มหยิบรายชื่อในกล่องนี้ด้วยความยุติธรรม” ข้อใดเป็นข้อความที่น่าเชื่อถือที่จำเป็นจะต้องเกิดก่อนเพื่อให้เหตุการณ์นี้สมเหตุสมผล
- ก. ในกล่องนี้ต้องมีจำนวนกระดาษที่เขียนรายชื่อของแต่ละคนเท่า ๆ กัน
- ข. ในขณะที่หยิบครูจะหยิบอย่างรวดเร็ว
- ค. ในขณะที่หยิบครูจะใช้มือวนภายในกล่องเพื่อให้รายชื่อกระจาย
30. วันนี้ในคาบเรียนวิชาเกษตร ครูได้มอบเมล็ดถั่วหลากหลายให้นักเรียนแต่ละคนเอาไปปลูกที่บ้านแล้วนำมาส่งครู โดยเป็นเมล็ดถั่วเขียว 20 เมล็ด ถั่วแดง 35 เมล็ด ถั่วเหลือง 40 เมล็ด วิทยากับเพื่อนว่า “เขามีโอกาสปลูกแล้วได้ต้นถั่วแดงเท่านั้นแหละ” ข้อใดเป็นข้อความที่น่าเชื่อถือที่จำเป็นจะต้องเกิดก่อนเพื่อให้เหตุการณ์นี้สมเหตุสมผล
- ก. วิทยาเลือกเมล็ดถั่วแดงไปปลูกมากที่สุด
- ข. วิทยาเลือกเฉพาะเมล็ดถั่วแดงไปปลูกเท่านั้น
- ค. วิทยาไม่ได้เลือกเมล็ดถั่วแดงไปปลูกเลย

แบบสอบถามวัดความเชื่อมั่นในตนเอง

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ผลการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความเชื่อมั่นในตนเอง
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

นายเชิดศักดิ์ กักดีวิโรจน์

การมัธยมศึกษา (การสอนคณิตศาสตร์)

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

แบบสอบถามวัดความเชื่อมั่นในตนเอง

คำชี้แจง

แบบสอบถามฉบับนี้เป็นแบบสอบถามวัดความเชื่อมั่นในตนเอง มีจำนวน 20 ข้อ ให้นักเรียนพิจารณาข้อความและทำเครื่องหมาย ลงในช่องทางขวามือของข้อความแต่ละข้อ เพียงช่องเดียวที่ตรงกับรู้สึกหรือความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุดเพียงช่องเดียว โดยมีเกณฑ์ในการเลือกดังต่อไปนี้

- มากที่สุด หมายถึง นักเรียนมีการปฏิบัติ / มีความคิดเห็นตามข้อความนั้นมากที่สุด
 มาก หมายถึง นักเรียนมีการปฏิบัติ / มีความคิดเห็นตามข้อความนั้นมาก
 ปานกลาง หมายถึง นักเรียนมีการปฏิบัติ / มีความคิดเห็นตามข้อความนั้นปานกลาง
 น้อย หมายถึง นักเรียนมีการปฏิบัติ / มีความคิดเห็นตามข้อความนั้นน้อย
 น้อยที่สุด หมายถึง นักเรียนมีการปฏิบัติ / มีความคิดเห็นตามข้อความนั้นน้อยที่สุด

ข้อ	ข้อความ	ระดับการปฏิบัติ / ความคิดเห็น				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1	ข้าพเจ้ารับอาสาแนะนำผลงานหน้าชั้นเรียน					
2	เมื่อเพื่อนให้อธิบายคณิตศาสตร์ ข้าพเจ้าจะเต็มใจอธิบายจนเพื่อนเข้าใจ					
3	ข้าพเจ้าจะซักถามคุณครู เมื่อไม่เข้าใจหรือมีปัญหาในการเรียน					
4	ข้าพเจ้าแสดงความคิดเห็นโต้แย้งกับเพื่อน หากมีความคิดเห็นไม่ตรงกัน					
5	แม้ว่างานที่รับมอบหมายจะยาก แต่ข้าพเจ้าจะทำจนสำเร็จ					
6	ข้าพเจ้าไม่ใช่คนโลเลหรือชอบเปลี่ยนใจบ่อย ๆ					
7	ข้าพเจ้าจะทำแบบฝึกหัดด้วยตัวเอง					
8	ข้าพเจ้าได้รับคัดเลือกเป็นหัวหน้ากลุ่มอยู่เสมอ					

ข้อ	ข้อความ	ระดับการปฏิบัติ / ความคิดเห็น				
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
9	ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ข้าพเจ้าจะทำด้วยความมั่นใจ					
10*	เมื่อทำงานกลุ่ม ข้าพเจ้าชอบนั่งฟังเฉย ๆ มากกว่าจะพูดแสดงความคิดเห็น					
11	เมื่อทำงานกลุ่ม ข้าพเจ้าจะร่วมแสดงความคิดเห็นเพื่อให้งานสมบูรณ์ยิ่งขึ้น					
12	ข้าพเจ้าเป็นคนที่พูดตรง ๆ ไม่อ้อมค้อม					
13*	ข้าพเจ้าจะรู้สึกอายมาก เมื่อข้าพเจ้าพูดผิดต่อหน้าเพื่อนในห้อง					
14	ข้าพเจ้าจะภาคภูมิใจในผลงานของตนเอง หรือกลุ่มของตนเองมาก					
15	ถ้าเพื่อนบอกว่าความคิดเห็นของข้าพเจ้าไม่ถูกต้อง ข้าพเจ้าจะฟังและแก้ไข					
16	ถ้าข้าพเจ้าแก้โจทย์ปัญหาผิดพลาด ข้าพเจ้าจะรีบแก้ไขทันที					
17*	ข้าพเจ้าจะรู้สึกประหม่า ถ้าขณะที่ข้าพเจ้ากำลังทำงานแล้วครูมายืนดู					
18	เมื่อข้าพเจ้าตัดสินใจทำอะไรแล้ว จะต้องสำเร็จ และงานนั้นต้องดีที่สุดในที่สุด					
19	การแก้ปัญหด้วยตนเอง ทำให้ข้าพเจ้ารู้สึกมั่นใจมากกว่าการขอให้ผู้อื่นทำให้					
20	ข้าพเจ้าเชื่อมั่นในสิ่งที่ของตนเองพบเห็น มากกว่าการฟังการบอกเล่าต่อกันมา					



ภาคผนวก จ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแบบสอบถามวัดความเชื่อมั่นในตนเอง

1. อาจารย์ ดร.รชยา ศรีสุริฉิน
นักวิชาการสาขาคณิตศาสตร์มัธยมศึกษา
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กรุงเทพฯ
2. อาจารย์ ดร.นิสรา สิริสุนทร
อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพฯ
3. อาจารย์ ดร.ภาวิดา บุตรเนียม
หัวหน้างานทะเบียนวัดผล
โรงเรียน ภ.ป.ร.ราชวิทยาลัย ในพระบรมราชูปถัมภ์ นครปฐม
4. อาจารย์ยุวดี ทองยี่สุน
ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ (คศ.3) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนภัทรญาณวิทยา นครปฐม
5. อาจารย์มนัส พุทธคุณ
ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ (คศ.3) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียน ภ.ป.ร.ราชวิทยาลัย ในพระบรมราชูปถัมภ์ นครปฐม



ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นายเชตศักดิ์ ภัคศิริโรจน์
วันเดือนปีเกิด	10 ตุลาคม 2526
ภูมิลำเนา	อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	90 หมู่ 2 ถนนเพชรเกษม ตำบลท่าตลาด อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม 73110
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	ครู วิทยฐานะชำนาญการ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียน ภ.ป.ร. ราชวิทยาลัย ในพระบรมราชูปถัมภ์
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2544	มัธยมศึกษาตอนปลาย จาก โรงเรียนหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
พ.ศ. 2548	วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเอกคณิตศาสตร์ จาก คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร จังหวัดนครปฐม
พ.ศ. 2549	ประกาศนียบัตรวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ จาก คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร จังหวัดนครปฐม
พ.ศ. 2556	การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา (การสอนคณิตศาสตร์) จาก คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ