

ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนที่มีต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 2
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ช่วงชั้นที่ 3)

ปริญญานิพนธ์
ของ
กชกร รุ่งหัวไผ่

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา

มีนาคม 2547

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

510.712
ก112ผ
จ.3

ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนที่มีต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 2
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ช่วงชั้นที่ 3)

บทคัดย่อ
ของ
กชกร รุ่งหัวไผ่

14 ส.ย. 2547

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา
มีนาคม 2547

1 2547 จ.3

กชกร รุ่งหัวไม้. (2547). ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนที่มีต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ช่วงชั้นที่ 3). ปรินูณานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ, รองศาสตราจารย์ ดร.สมสร วงษ์อยู่น้อย.

การวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ช่วงชั้นที่ 3) ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ช่วงชั้นที่ 3) ของโรงเรียนหนองม่วงวิทยา อำเภอหนองม่วง จังหวัดลพบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 30 คน กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ดำเนินการทดลองสอนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry Method) ใช้เวลาในการสอน 14 ชั่วโมง ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง การประยุกต์ 2 แบบแผนการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบ One-Group Pretest-Posttest Design และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าสถิติ t-test Dependent

ผลจากการวิจัยพบว่า

1. ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

THE EFFECT OF INQUIRY METHOD ON MATAYOMSUKSA I STUDENTS'
MATHEMATICAL CREATIVITY AND ACHIEVEMENT ON "APPLICATION 2"

AN ABSTRACT
BY
KODCHAKORN ROONGHUAPAI

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree in Secondary Education
at Srinakharinwirot University
March 2004

Kodchakorn Roonghuapai. (2004). **The Effect of Inquiry Method on Matayomsuksa I Students' Mathematical Creativity and Achievement on "Application 2"**. Master thesis, M.Ed. (Secondary Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee : Assoc. Prof. Somchai Chuchat, Assoc. Prof. Somson Wongyounoi.

The purposes of this research were to compare students' mathematical creativity and achievement for Matayomsuksa I on "Application 2 before and after being taught by Inquiry Method.

The subjects of this study were 30 Matayomsuksa I students of Nongmuangwittaya School, Nongmuang, Lopburi, enrolled in the second semester of 2003 academic year. They were selected by simple random sampling. The experimental group was taught through the Inquiry method. It took each group 14 hours periods. The One-Group Pretest-Posttest Design was used for this study. The data were statistically analyzed by using t-test Dependent.

The findings were follow :

1. The mathematical creativity of the experimental group after being taught by Inquiry Method was statistically higher than before being taught at the .01 level.
2. The mathematical achievement of the experimental group after being taught by Inquiry Method was statistically higher than before being taught at the .01 level.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนที่มีต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 2
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ช่วงชั้นที่ 3)

ของ
กชกร รุ่งหัวไผ่

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.นภาพร หะวานนท์)
วันที่ ..1... เดือน มีนาคม พ.ศ. 2547

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมสร วังน้อย)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(รองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เสวตมาลย์)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาของ รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ ประธานกรรมการที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วงษ์อยู่น้อย กรรมการที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เศวตมัลย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล และรองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาชี้แนะข้อบกพร่องและให้ข้อเสนอแนะแก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดี และเป็นผู้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ตลอดจนเป็นแบบอย่างที่ดีในการทำหน้าที่ครู ผู้วิจัยกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.อารี พันธุ์มณี อาจารย์ประสาท สอ้านวงศ์ รองศาสตราจารย์ ดร.สิริพร ทิพย์คง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล และรองศาสตราจารย์ กิตติ พัฒนตระกูลสุข เป็นผู้เชี่ยวชาญในการในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้และได้ให้คำปรึกษา แนะนำแก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนหนองม่วงวิทยา หัวหน้าหมวดวิชา คณิตศาสตร์ และอาจารย์พัชรินทร์ ไรจนบวร อาจารย์ 3 ระดับ 8 โรงเรียนหนองม่วงวิทยา และ คณะครูอาจารย์ในโรงเรียนทุกท่านที่ได้อำนวยความสะดวก ให้ความช่วยเหลือและให้การสนับสนุน ให้ผู้วิจัยทำการศึกษาค้นคว้าจนสำเร็จ และขอขอบใจนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-2 โรงเรียนหนองม่วงวิทยา ที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัวผู้เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุน แก่ผู้วิจัยจนประสบความสำเร็จ และขอขอบใจเพื่อน ๆ นิสิตปริญญาโท สาขาการมัธยมศึกษา (การสอนคณิตศาสตร์) ที่คอยให้กำลังใจตลอดเวลา ผู้วิจัยจักระลึกถึงพระคุณของท่านตลอดไป

กชกร รุ่งหัวไผ่

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย
จาก
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย	3
ความสำคัญของการวิจัย	3
ขอบเขตของการวิจัย	3
กรอบแนวคิดในการวิจัย	8
สมมติฐานทางการวิจัย	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry Method)	10
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์	25
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	49
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ..	72
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลตามสภาพจริง (Authentic Assessment)	81
3 วิธีการดำเนินการวิจัย	96
การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง	96
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	97
การเก็บรวบรวมข้อมูล	109
การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล	110
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	113
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	116
ความมุ่งหมายของการวิจัย	116
สมมติฐานทางการวิจัย	116

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 (ต่อ) สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	
วิธีการดำเนินการวิจัย	116
สรุปผลการวิจัย	117
อภิปรายผล	118
ข้อสังเกตจากการวิจัย	119
ข้อจำกัดในการวิจัย	120
ข้อเสนอแนะ	120
บรรณานุกรม	122
ภาคผนวก	136
ภาคผนวก ก	137
ภาคผนวก ข	145
ภาคผนวก ค	190
ภาคผนวก ง	209
ประวัติย่อผู้วิจัย	211

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

1	เปรียบเทียบกระบวนการคิดสร้างสรรค์ของ ทอแรนซ์ วอลลาส ออสเบอรน์ แอนเดอร์สัน และจุงส์	38
2	แสดงการให้คะแนนความคิดในการแก้ปัญหาตามเกณฑ์หรือน้ำหนักที่กำหนด	57
3	แสดงปริมาณข้าวที่ปลูกได้ในทั้งสี่ภาคของประเทศไทย	65
4	แสดงการให้คะแนนความคิดริเริ่มของทอแรนซ์	69
5	แบบแผนการวิจัย	96
6	แสดงปริมาณข้าวโพดที่ปลูกได้ในทั้ง 4 ภาคของประเทศไทย (น้ำหนักคิดเป็นหน่วยพันล้านตัน)	105
7	แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน โดย จำแนกแต่ละด้าน และโดยรวม	114
8	แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน	115
9	แสดงค่า $\sum x_i$ ค่า $\sum x_i^2$ ค่า s_i และค่าความเชื่อมั่น (α -coefficient) ของแบบวัด ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	138
10	แสดงค่า $\sum x_i$ ค่า $\sum x_i^2$ ค่า s_i และค่าความเชื่อมั่น (α -coefficient) ของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 2	139
11	แสดงค่าความยาก (P_E) และอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 2	140
12	แสดงคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและ หลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 30 คน	141
13	แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 30 คน	143

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวในการวิจัย	8
2 แสดงขั้นตอนของกระบวนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนของบรูเนอร์	12
3 แสดงกระบวนการสืบสวนสอบสวน	15
4 แสดงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน	18
5 แสดงแบบจำลองโครงสร้างสมรรถภาพทางสมองของกิลฟอร์ด	31
6 แสดงสมรรถภาพทางด้านการคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด	33
7 กระบวนการคิดสร้างสรรค์	53
8 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	79

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

หัวใจสำคัญของแนวทางในการปฏิรูปทางการศึกษาคือการปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้เพื่อสร้างคนไทยให้เป็นคนดี คนเก่ง และมีความสุข ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติพุทธศักราช 2542 ได้กำหนดแนวทางในการปฏิรูปการศึกษาโดยให้ความสำคัญกับผู้เรียนเป็นหลัก เพื่อรองรับกระแสการเปลี่ยนแปลง ทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคมและเทคโนโลยี และให้ความสำคัญสูงสุดสำหรับกระบวนการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อผู้เรียนพัฒนาได้อย่างเต็มตามศักยภาพ สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองและรู้จักแสวงหาความรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต (วรรณ ขุนศรี. 2546 : 73) ซึ่งปัจจุบันได้มีการจัดการศึกษาตามแนวทางที่กำหนดไว้ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 เป็นหลักสูตรการศึกษาของประเทศชาติที่มีจุดประสงค์ที่จะพัฒนาคุณภาพของผู้เรียนให้เป็นคนดีมีปัญญา มีคุณภาพชีวิตที่ดี ที่มีขีดความสามารถในการ แข่งขัน เพื่อเพิ่มศักยภาพของผู้เรียนให้สูงขึ้น สามารถดำเนินชีวิตได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ. 2544ข : 1) และผู้เรียนควรมีโอกาสได้เรียนรู้ตลอดเวลา ตามความสนใจ และความถนัดของผู้เรียน จากสื่อการเรียนรู้หรือแหล่งความรู้อื่นๆ ที่นอกเหนือไปจากตำราเรียน การเปลี่ยนแปลงบทบาทของผู้เรียน จากเป็น “ผู้รับ” มาเป็น “ผู้เรียน” และเปลี่ยนบทบาทของครูจาก “ผู้สอน” หรือ “ผู้ถ่ายทอดความรู้” มาเป็น “ผู้จัดประสบการณ์การเรียนรู้” ให้ผู้เรียน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงบทบาทนี้ จะเป็นการเปลี่ยนจุดเน้นของการเรียนรู้ว่าอยู่ที่ผู้เรียนมากกว่าผู้สอน (ทิตนา แคมมณี. 2542 : 4) แต่ครูผู้สอนยังคงมีบทบาทสำคัญในที่จะการสนับสนุนและสร้างเสริมประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมายแก่ผู้เรียน ให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ให้มากที่สุด ดีที่สุดตามศักยภาพของแต่ละบุคคล (ธนู ฤทธิกุล. 2542 : 43)

วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่มีความสำคัญกับผู้เรียนทุกคน ผู้เรียนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และเป็นพื้นฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับสูงต่อไปและวิชาคณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนาศักยภาพของแต่ละคนให้เป็นคนที่มีสมรรถนะ ช่วยส่งเสริมความมีเหตุผล ความเป็นคนช่างคิด ช่างริเริ่มสร้างสรรค์ มีระเบียบในการคิด มีการวางแผนการทำงาน มีความรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายและมีความสามารถในการแก้ปัญหา (สิริพร ทิพย์คง. 2544 : 17) ซึ่งในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ครูผู้สอนควรใช้เทคนิควิธีการสอนหลากหลายรูปแบบ เพื่อนำไปพัฒนาความสามารถในการเรียนของผู้เรียน ดังนั้น ครูผู้สอนคณิตศาสตร์จึงควรเป็นบุคคลที่ไม่ยอมหยุดอยู่กับที่ควรแสวงหาความรู้และแนวทางต่างๆ ในการสอนคณิตศาสตร์อยู่เสมอ (สุดใจ ศรีจามร. 2542 : 18) แต่สภาพการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เท่าที่ผ่านมา จะเห็นได้ว่ายังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควรอาจเป็นเพราะครูผู้สอนมักสอนด้วยวิธีการสอนที่ไม่มีความหลากหลาย ยึดตัวเองเป็นสำคัญ ไม่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดและได้แสดงออกเท่าที่ควรหรืออาจเป็นเพราะวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เป็นนามธรรม เนื้อหา บางเรื่อง

อาจยากเกินที่จะอธิบายได้เข้าใจ (กิตติ พัฒนตระกูลสุข. 2544 : 23) จึงยากต่อการเรียนรู้และทำความเข้าใจอย่างรวดเร็วได้ จากที่ทางกรมวิชาการได้ศึกษาศักยภาพของเด็กไทยในปีการศึกษา 2544 พบว่า ผู้เรียนมีศักยภาพในด้านทักษะการคิดต่ำ ผู้เรียนเคยชินกับการสอนและการสอบที่นิยมคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว (Best answer) โดยผู้เรียนจะให้ความสนใจกับคำตอบที่ถูกต้องที่สุด (Key) และละเลยคำตอบที่เป็นตัวลวง (distracter) ที่ถูกน้อยกว่าเป็นการปลูกฝังให้ผู้เรียนเคยชินกับการมองปัญหาเพียงด้านเดียว หรือมองโลกแบบมิติเดียว (ขจรศักดิ์ สีเสน. 2544 : 15) ทำให้ผู้เรียนขาดความคิดที่หลากหลาย ไม่มีความยืดหยุ่นในการคิด และขาดความคิดที่แปลกใหม่ในการแก้ปัญหา นั่นคือ ผู้เรียนขาดความคิดสร้างสรรค์นั่นเอง

๙ ความคิดสร้างสรรค์เป็นคุณภาพที่มีอยู่ในมนุษย์ทุกคน หากได้รับการส่งเสริม พัฒนาและนำไปใช้ให้เหมาะสมก็จะเกิดประโยชน์มหาศาล ดังนั้นถ้าหากประชากรในสังคมใดมีทรัพยากรบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์สูง ก็ย่อมจะเป็นแรงขับให้สังคมนั้นพัฒนาก้าวหน้าไปได้อย่างรวดเร็ว คนที่มีความคิดสร้างสรรค์ จึงเป็นบุคคลที่เป็นที่ต้องการทุกสังคม ดังนั้นการพัฒนาประชากรให้เป็นนักคิดสร้างสรรค์จึงเป็นเป้าหมายสำคัญในการพัฒนาสังคมและประเทศชาติ (อารี พันธุ์ณี. 2545 : 1) แต่ในสังคมไทยในปัจจุบันยังขาดแคลนบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์อย่างสูง การศึกษาไม่ได้ช่วยผลักดันให้คนคิดอย่างสร้างสรรค์แต่เน้นที่ระบบท่องจำและเชื่อฟังมากกว่ารวมทั้งบริบทในสังคมไทยที่ไม่เอื้อให้คนคิดสร้างสรรค์เพราะคนที่คิดแหวกวงสภาวะที่เป็นที่ยอมรับออกไปจนแหวกแนวและแตกต่างจะไม่ได้การยอมรับจากสังคม ทำให้สังคมขาดนักคิดสร้างสรรค์อย่างเพียงพอ ฉะนั้นบทบาทของครูผู้สอนจึงถือว่าเป็นบุคคลที่มีความสำคัญยิ่งที่จะทำให้การจัดกระบวนการเรียนรู้บรรลุเป้าหมาย ครูผู้สอนเองควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่เป็นการสนับสนุน และส่งเสริมให้ ผู้เรียนได้แสดงออกถึงความคิดสร้างสรรค์ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนเป็นคนเก่ง คนดี และมีความสุขตามที่เรต่างมุ่งหวังไว้ (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. 2542 : 19)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการแสวงหาความรู้ของผู้เรียนให้รู้จักการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผล จนค้นพบความรู้หรือแนวทางการแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง ซึ่งเป็นวิธีการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน (ไสว พักขาว. 2544 : 102) และครูผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมคิด ร่วมแสดงความคิดเห็น ร่วมค้นคว้า และสรุปความรู้ด้วยตนเอง นั่นคือ ครูผู้สอนทำหน้าที่เป็นเพียงพี่เลี้ยง ผู้ประสานงาน ที่ปรึกษาและผู้ติดตามผลเท่านั้น (นวลจิตต์ ชาวศิริพิงค์. 2540 : 16) ซึ่งสอดคล้องกับแนวการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางมากที่สุดและจากการศึกษางานวิจัยหลายเรื่องเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ผลจากการวิจัยพบว่า หลังจากครูผู้สอนจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวนแล้ว นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น มีทักษะกระบวนการแก้ปัญหา มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และที่สำคัญนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนดังกล่าว รวมทั้งมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น

(สิริลักษณ์ วงษ์เพชร. 2542 : 130, ปรมารณ อนุพันธ์. 2544 : 100, ลัดดา เพียรประสพ. 2545 : 121)

ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาจึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน มาใช้ทดลองสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีความหลากหลาย รวมทั้งใช้เทคนิคการเรียนรู้ต่างๆ ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างเต็มศักยภาพ ซึ่งน่าจะเกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพของการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อน และหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลัง ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน

ความสำคัญของการวิจัย

ผลจากการวิจัยครั้งนี้ ทำให้ได้แนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนที่เป็นการ ส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และเป็นแนวทางสำหรับครู ผู้สอนที่จะนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในเนื้อหาอื่นๆ ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ช่วงชั้นที่ 3) ของ โรงเรียนหนองม่วงวิทยา อำเภอหนองม่วง จังหวัดลพบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 ทั้งหมด 8 ห้องเรียน จำนวน 320 คน .

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ช่วงชั้นที่ 3) ของโรงเรียนหนองม่วงวิทยา อำเภอหนองม่วง จังหวัดลพบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 30 คน กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 2.1 ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 - 2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ช่วงชั้นที่ 3) ภาคเรียนที่ 2 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เรื่อง การประยุกต์ 2 ซึ่งแบ่งเนื้อหาออกเป็น

- | | |
|------------------------------------|-----------------|
| 1. การประยุกต์ของจำนวนและพีชคณิต | จำนวน 4 ชั่วโมง |
| 2. การประยุกต์ทางเรขาคณิตและการวัด | จำนวน 4 ชั่วโมง |
| 3. ปัญหาทำให้คิด | จำนวน 6 ชั่วโมง |

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 ใช้เวลาในการดำเนินการทดลอง 17 ชั่วโมง โดยทำการทดสอบก่อนเรียน 1 ชั่วโมง 30 นาที ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน 14 ชั่วโมง และทำการทดสอบหลังเรียน 1 ชั่วโมง 30 นาที โดยผู้วิจัยดำเนินการทดลองสอนด้วยตนเอง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน ด้วยการฝึกให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้โดยใช้กระบวนการคิด หาเหตุผล จนค้นพบความรู้ หรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง และสามารถนำวิธีการแก้ปัญหานั้นไปประยุกต์ใช้ได้ ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ขั้นสังเกต คือ ขั้นตอนที่ครูนำเสนอสถานการณ์ที่เป็นปัญหา แล้วให้นักเรียนสังเกตสภาพการณ์หรือสิ่งแวดล้อมที่เป็นปัญหา ขั้นนี้ครูจะส่งเสริมให้นักเรียนฝึกคิด วิเคราะห์ และทำความเข้าใจ แปลความหมาย จัดโครงสร้างความคิดในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้สอดคล้องกับปัญหา ครูจะทำท่ายและกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยคำถามต่างๆ ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรม

1.1.1 ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนร่วมกันสังเกตสภาพการณ์หรือสิ่งแวดล้อมที่เป็นปัญหา

1.1.2 นักเรียนฝึกการคิด วิเคราะห์ และทำความเข้าใจ แปลความหมายจัดโครงสร้างแนวคิดในรูปแบบต่างๆ

1.1.3 ครูทำท่ายและกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยคำถามต่างๆ

1.2 **ชั้นอธิบาย** คือ ขั้นตอนที่นักเรียนฝึกการตั้งสมมติฐานเพื่ออธิบาย และทำความเข้าใจที่มาหรือสาเหตุของปัญหา โดยครูกระตุ้นให้นักเรียนหาคำอธิบายหรือสาเหตุของปัญหาในรูปเหตุผล จากความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียน ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรม

1.2.1 นักเรียนร่วมกันตั้งสมมติฐาน เพื่ออธิบายที่มาของปัญหา

1.2.2 ครูกระตุ้นให้นักเรียนหาคำอธิบายหรือสาเหตุของปัญหาในรูปเหตุผล

1.3 **ขั้นทำนายและทดสอบ** คือ ขั้นตอนที่นักเรียนนำข้อมูลที่รวบรวมได้ มาร่วมกันอภิปรายความเป็นไปได้ของคำตอบจากปัญหาหรือสมมติฐานที่ตั้งไว้ และพยากรณ์ผลหรือทำการทดสอบสมมติฐานซึ่งจะนำไปสู่ข้อสรุป โดยมีครูเป็นผู้คอยแนะนำหรือให้คำปรึกษา ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรม

1.3.1 นักเรียนร่วมกันอภิปรายความเป็นไปได้ของคำตอบจากปัญหาหรือสมมติฐานที่ตั้งไว้

1.3.2 นักเรียนร่วมกันพยากรณ์ผลหรือทำการทดสอบสมมติฐาน

1.3.3 ครูให้คำแนะนำหรือให้คำปรึกษานักเรียน เมื่อนักเรียนต้องการ

1.4 **ขั้นนำไปใช้และสร้างสรรค์** คือ ขั้นตอนที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนนำหลักการ กฎเกณฑ์ หรือวิธีการแก้ปัญหาที่ค้นพบไปใช้ในสถานการณ์ปัญหาอื่นๆ ต่อไป ขั้นตอนนี้จะเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ จากการนำเสนอผลงาน การอภิปรายซักถาม การแลกเปลี่ยนความรู้ และการลงข้อสรุปร่วมกันของนักเรียนกับครูผู้สอน ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรม

1.4.1 นักเรียนร่วมกันนำเสนอผลงานที่หลากหลาย

1.4.2 นักเรียนร่วมกันอภิปรายและแลกเปลี่ยนความรู้

1.4.3 ครูผู้สอนและนักเรียนร่วมกันลงข้อสรุป

1.4.4 นักเรียนนำข้อสรุปที่ได้ไปแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาอื่นๆ

หมายเหตุ ในแต่ละกิจกรรมของขั้นตอนต่างๆ ผู้วิจัยจัดให้มีความยืดหยุ่นสามารถสลับกิจกรรมกันได้ตามความเหมาะสม

2. ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถทางการคิดของบุคคลที่จะนำไปสู่สิ่งใหม่ เป็นความสามารถในการสร้างสรรค์สิ่งที่แปลกใหม่ เป็นความคิดที่หลากหลาย คิดได้กว้างไกลมีคุณค่าและเกิดประโยชน์

3. ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางการคิดของนักเรียนที่จะนำไปสู่การวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แปลกใหม่ มีความยืดหยุ่นและมีความหลากหลาย โดยมีสถานการณ์ปัญหาต่างๆ เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดสร้างสรรค์ออกมา ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย การคิด 3 ลักษณะ คือ

3.1 **ความคิดคล่องตัว** หมายถึง ความสามารถทางการคิดของนักเรียนในการคิดหาคำตอบได้อย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง และได้คำตอบในปริมาณมากๆ ในเวลาที่จำกัด

3.2 ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ความสามารถทางการคิดของนักเรียนในการคิดหา
คำตอบได้หลายทาง หลายรูปแบบและสามารถเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาได้ทันทีที่รู้ว่ามีคำตอบเป็น

3.3 ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความสามารถทางการคิดของนักเรียนในการคิดหา
คำตอบที่มีความแปลกใหม่ และแตกต่างจากความคิดของผู้อื่น

4. แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง แบบวัด
ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่ปรับปรุงมาจากแบบทดสอบวัดความสามารถ
ในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของบอลกา (Balka. 1974 : 333-363) และสุภาวดี ตั้งบุบผา
(2533 : 153-158) ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการ
เรียนการสอนรวมทั้งเนื้อหาวิชาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้มากที่สุด โดยเป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัด
ความคิดสร้างสรรค์ 3 ด้าน คือ ความคิดคล่องตัว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ซึ่งมีลักษณะ
การถาม 5 ด้าน ดังนี้

4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลก
ใหม่ หมายถึง ความสามารถทางการคิดของนักเรียนในการคิดวิธีการแก้ปัญหาได้หลายๆ วิธี และ
สามารถเลือกวิธีที่เหมาะสมและแตกต่างจากวิธีการเดิมหรือเป็นความสามารถในการเปลี่ยนแปลง
วิธีการคิดเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

4.2 ความสามารถในการคาดคะเนผลที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
หมายถึง ความสามารถทางการคิดของนักเรียนในการคาดคะเนเรื่องราว ทำนายเหตุการณ์ต่างๆ
จากความสัมพันธ์ที่ได้ในการเปรียบเทียบเหตุการณ์นั้น แล้วขยายความไปสู่เหตุการณ์หรือเรื่องราว
ในอนาคตได้อย่างถูกต้องจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

4.3 ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิดทางคณิตศาสตร์ หมายถึง
ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดหาคำตอบ โดยที่สามารถตรวจคำตอบวิธีการคิด และ
คำตอบที่ถูกต้องได้จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ในปริมาณที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไข

4.4 ความสามารถในการสร้างแบบรูปทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทาง
การคิดของนักเรียนในการสร้างชุดคำตอบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ โดยไม่
จำกัดจำนวน

4.5 ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข หมายถึง ความ
สามารถทางการคิดของนักเรียนในการจัดกลุ่มได้หลายแบบ โดยไม่จำกัดจำนวน จากสถานการณ์
ทางคณิตศาสตร์ ที่กำหนดให้โดยใช้เกณฑ์ หรือคุณสมบัติ หรือลักษณะบางอย่างที่ร่วมกันได้อย่าง
ไม่จำกัดจำนวน

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน
ผู้วิจัยกำหนดวิธีการตรวจจะคะแนน โดยยึดตามเกณฑ์การตรวจให้คะแนนของทอแรนซ์
(กรมวิชาการ. 2543 : 57; อ้างอิงจาก Torrance. 1969 : Guiding Creative Talent) ดังนี้

1. การให้คะแนนความคิดคล่องตัว พิจารณาจากจำนวนคำตอบที่ถูกต้องตามเงื่อนไขของข้อสอบในแต่ละข้อ โดยให้คะแนนคำตอบข้อละ 1 คะแนน ตามปริมาณคำตอบที่ไม่ซ้ำกัน

2. การให้คะแนนความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ ซึ่งจะจัดกลุ่มหรือประเภทของคำตอบของนักเรียนแต่ละคนตามวิธีการคิดที่แตกต่างกันต่อเงื่อนไขที่กำหนด โดยให้คะแนนเป็นกลุ่มหรือประเภทละ 1 คะแนน

(ในกรณีที่ไม่สามารถจัดคำตอบลงในกลุ่มที่ได้จัดเตรียมเรียบร้อยแล้วให้ผู้ตรวจอาจจัดกลุ่มขึ้นใหม่ได้อีกตามความจำเป็นจนกว่าจะครบตามคำตอบ)

3. การให้คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาจากความถี่ของคำตอบของนักเรียนทั้งหมดที่เป็นความคิดที่แปลกแตกต่างไปจากคำตอบของผู้อื่น โดยเกณฑ์การให้คะแนนยึดหลักดังนี้

คำตอบซ้ำ 12% ขึ้นไป	0	คะแนน
คำตอบซ้ำ 6-11%	1	คะแนน
คำตอบซ้ำ 3-5%	2	คะแนน
คำตอบซ้ำ 2%	3	คะแนน
คำตอบซ้ำ ไม่เกิน 1%	4	คะแนน

คะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหาได้จากผลบวกของคะแนนความคิดคล่องตัว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ในแต่ละกิจกรรมมารวมกันเป็นผลบวกของคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนแต่ละคน

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากคะแนนการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ โดยจะทำการทดสอบหลังจากการเรียนการสอนสิ้นสุดลงแล้ว และวัดให้ครอบคลุมเนื้อหา เรื่อง การประยุกต์ 2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์นี้ สอดคล้องกับพฤติกรรมด้านความรู้และความคิด (Cognitive Domain) ตามที่ วิลสัน (Wilson. 1971 : 643-685) จำแนกไว้ 4 ระดับ ดังนี้

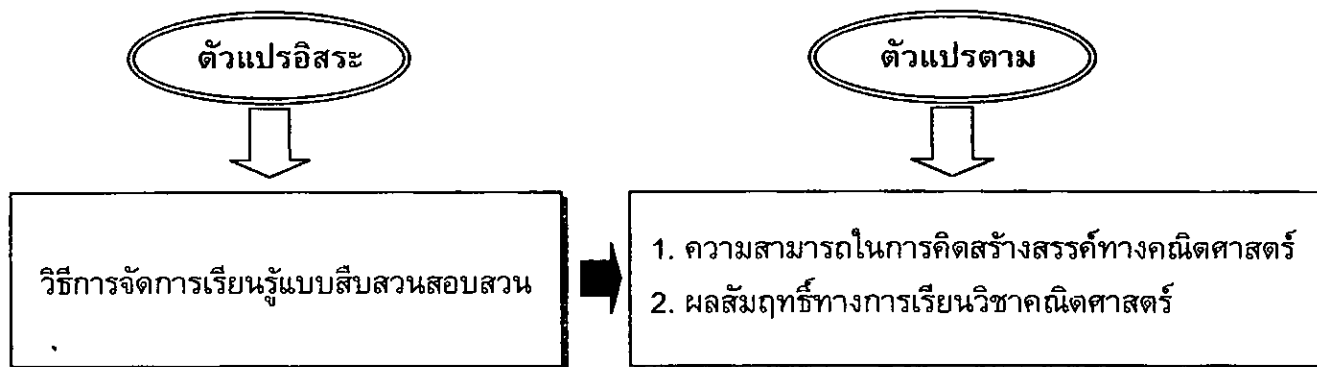
5.1 ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation) ประกอบด้วยความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง คำศัพท์ นิยาม และความสามารถในการคิดคำนวณ ตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มาแล้ว

5.2 ความเข้าใจ (Comprehension) ประกอบด้วยความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ หลักการ กฎ การสรุปอ้างอิงและโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง การติดตามหาเหตุผล การอ่านและตีความโจทย์ปัญหา

5.3 การนำไปใช้ (Application) ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหาต่างๆ ที่คล้ายคลึงกับที่เรียนมา ตลอดจนความสามารถในการเปรียบเทียบ การวิเคราะห์ข้อมูล และการมองเห็นแบบลักษณ์โครงสร้างที่เหมือนและสมมาตรกัน

5.4 การวิเคราะห์ (Analysis) ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่าง แต่อยู่ในขอบเขตเนื้อหาที่เรียน และความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์โดยการจัดการส่วนต่างๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานทางการวิจัย

1. ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน
 - 1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน
 - 1.2 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน
 - 1.3 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน
 - 1.4 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน
 - 1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์
 - 2.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์
 - 2.2 ลักษณะของความคิดสร้างสรรค์
 - 2.3 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์
 - 2.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์
 - 2.5 กระบวนการคิดสร้างสรรค์
 - 2.6 หลักการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์
 - 2.7 บทบาทของครูในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์
 - 2.8 อุปสรรคของความคิดสร้างสรรค์
 - 2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 - 3.2 กระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 - 3.3 เทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 - 3.4 ความสามารถในการคิดทางคณิตศาสตร์
 - 3.5 การวัดความสามารถคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 - 3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 - 4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 - 4.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 - 4.3 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 - 4.4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 - 4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลตามสภาพจริง

(Authentic Assessment)

- 5.1 ความหมายของการประเมินผลตามสภาพจริง
- 5.2 แนวคิดและหลักการเกี่ยวกับการประเมินผลตามสภาพจริง
- 5.3 ลักษณะการประเมินผลตามสภาพจริง
- 5.4 วิธีการและเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลตามสภาพจริง
- 5.5 เกณฑ์การประเมินผล (Rubric Assessment)
- 5.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลตามสภาพจริง

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน

(Inquiry Method)

1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน

กูด (Good. 1973 : 303) ได้ให้คำจำกัดความของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนว่า มีลักษณะเป็นแบบเดียวกันกับการสอนโดยวิธีการแก้ปัญหา (Problem solving approach) โดยระบุลักษณะสำคัญ ดังนี้

1. เป็นการเรียนจากกิจกรรมที่จัดขึ้น
2. นักเรียนใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการจัดกิจกรรม

คาร์น (Carin. 1993 : 86) กล่าวว่า การสอนแบบสืบสวนสอบสวน เป็นกระบวนการที่เมื่อพบปัญหาแล้วมีการตั้งสมมติฐานหรือหาคำตอบที่เป็นไปได้ ทดสอบสมมติฐานนั้น ด้วยข้อมูลที่รวบรวมได้ แล้วพยายามที่จะประยุกต์ข้อสรุปนั้นมาเป็นความรู้ใหม่ โดยมีประเด็นหลักอยู่ที่กระบวนการ (Process) มากกว่าผลผลิต (Product)

มัวร์ และ ควินน์ (Moore & Quinn. 1994 : 212) กล่าวว่า การสอนแบบสืบสวนสอบสวนเป็นการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นเพื่อจะแก้ปัญหา โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการหาคำตอบ

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2537 : 92) กล่าวว่า การสอนสืบสวนสอบสวนเป็นกระบวนการตรวจสอบปัญหาหรือสถานการณ์อันหนึ่งอันใดในการค้นหาความจริง การสืบสวนสอบสวนเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย สถานการณ์นั้น จึงเป็นปัญหาสำหรับผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนต้องค้นหาสาเหตุเพื่อมาอธิบายปัญหานั้น โดยผู้เรียนและผู้สอนเป็นผู้สืบสวนสอบสวนด้วยการตั้งคำถาม จุดมุ่งหมายปลายทางคือ ผู้เรียนสามารถสรุปความรู้ด้วยตนเอง

สมชาย ชูชาติ (2538 : 82) กล่าวว่า วิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวนเป็นการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยหลักการและวิธีการทางวิทยาศาสตร์เช่นเดียวกับวิธีการสอนแบบแก้ปัญหาเพื่อจะพัฒนาความสามารถในการใช้สติปัญญาของผู้เรียน

สุพิน บุญชูวงศ์ (2538 : 61) กล่าวว่า วิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวนเป็นวิธีสอนที่ฝึกให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผล จนค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยผู้สอนต้องตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้เอง และสามารถนำการแก้ปัญหานั้นมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

วิจิต สุรัตน์เรืองชัย (2540 : 82) กล่าวว่า วิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวน หมายถึง การสอนที่เน้นให้นักเรียนค้นคว้าความรู้ด้วยตนเองโดยใช้การสังเกต สอบถาม และทดลองจนได้ข้อสรุป

วัฒนาพร ระเบียบทุกข์ (2542 : 16) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนแบบสืบค้น (Inquiry instruction) เป็นการใช้คำถามที่มีความหมาย เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสืบค้นหรือค้นหาคำตอบในประเด็นที่กำหนดให้ เน้นการให้ผู้เรียนรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง

กรมวิชาการ (2544 : 36) กล่าวว่า การสอนแบบสืบสวนสอบสวน หมายถึง การสอนที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้โดยใช้กระบวนการคิดหาเหตุผล จนค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยครูตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาและสามารถนำวิธีการแก้ปัญหานั้นมาแก้ปัญหาได้

ปรมาภรณ์ อนุพันธ์ (2544 : 12) กล่าวว่า การสอนแบบสืบสวนสอบสวนเป็นการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดเพื่อค้นคว้าหาความรู้ความจริงด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้ตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้นักเรียนได้ค้นคว้าวิธีการแก้ปัญหาได้เอง

ไสว พักขาว (2544 : 102) กล่าวว่า วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry method) เป็นวิธีการสอนที่เน้นการแสวงหาความรู้เพื่อการแก้ปัญหาโดยใช้คำถาม จัดเป็นวิธีการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน บทบาทของครูผู้สอนจะลดลง ผู้สอนจะเปิดโอกาสและชี้แนะให้ผู้เรียนได้ร่วมคิด ร่วมแสดงความคิดเห็น ร่วมค้นคว้า และสรุปความรู้ด้วยตนเองจากการถามตอบหรือครูและผู้เรียนผลัดกันถามก็ได้ แต่รูปแบบที่ผู้เรียนเป็นผู้ถามจะสอดคล้องกับแนวการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางมากที่สุด

กัลยา ทองสุ (2545 : 6) กล่าวว่า การสอนแบบสืบสวนสอบสวน หมายถึง การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและมุ่งให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยมีครูมีหน้าที่ เพื่อส่งเสริมช่วยเหลือและใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบวิธีการแก้ปัญหานั้นๆ

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2545 : 136) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน คือ กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาหาความรู้ โดยผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางการแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์ หรือวิธีการในการแก้ปัญหา และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการควบคุม ปรับปรุง เปลี่ยนแปลง หรือสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมในสภาพการณ์ต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง

จากที่กล่าวมาข้างต้นอาจสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนด้วยการฝึกให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการคิด หาเหตุผล จนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเองและสามารถนำวิธีการแก้ปัญหานั้นไปประยุกต์ใช้ได้

1.2 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน

บรูเนอร์ (เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. 2538 : 178-179; อ้างอิงจาก Bruner. 1966 : 89) ได้เสนอกระบวนการสืบสวนสอบสวนไว้เป็น 4 ขั้นตอน ซึ่งเป็นที่รู้จักกันในชื่อ OEPD Techniques ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ขั้นสังเกต (Observation - O) เป็นขั้นที่สำคัญที่สุดอันดับแรกของกระบวนการแสวงหาความรู้ ขั้นสังเกตนี้ครูจัดสถานการณ์ กิจกรรมหรือสถานการณ์ทดลอง ให้ผู้เรียนสังเกต จะทำให้ผู้เรียนเกิดปัญหาคับข้องใจ (Conflict) ผู้เรียนจะถามเพื่อให้ได้ข้อมูลแล้วจดบันทึกข้อมูลเหล่านั้นไว้เป็นพื้นฐาน เพื่อจะนำมาประกอบการพิจารณาตั้งสมมติฐานต่อไป
2. ขั้นอธิบาย (Explanation - E) เมื่อใช้การสังเกตการเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นแรกแล้วต่อไปพยายามอธิบายสถานการณ์หรือปรากฏการณ์นั้นๆ ว่ามีอะไรเป็นสาเหตุ เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้นโดยพยายามหาแนวทางในการอธิบายไว้หลายๆ ทางตามแบบของการตั้งสมมติฐาน
3. ขั้นทำนายหรือคาดคะเน (Prediction - P) เมื่อทดลองสมมติฐาน เพื่อหาทางอธิบายว่าปัญหาเหล่านั้นมีสาเหตุจากอะไรแล้วผู้เรียนก็พอจับเค้าโครงของปัญหาได้แน่ชัดขึ้น ฉะนั้นจะสามารถคาดคะเนได้ว่า ถ้ามีสาเหตุเช่นเดียวกันอีก จะเกิดอะไรตามมา แม้ว่าไม่มีสถานการณ์เช่นนั้นปรากฏให้เห็นจริงๆ
4. ขั้นนำไปใช้และสร้างสรรค์ (Control and creativity - C) คือ ขั้นที่สามารถนำแนวคิดที่ได้รับไปใช้ในการแก้ปัญหากับสถานการณ์อื่นๆ ได้อย่างถูกต้อง

สรุปขั้นตอนของกระบวนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนของบรูเนอร์ได้ดังภาพประกอบ 2

-----→ O -----→ E -----→ P -----→ C

ความรู้เดิม สังเกต อธิบาย ทำนาย ความรู้และสร้างสรรค์

ภาพประกอบ 2 แสดงขั้นตอนของกระบวนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนของบรูเนอร์

ที่มา : เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. (2538). เทคโนโลยีทางการศึกษา. หน้า 180.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2537 : 96-97) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสืบสวนสอบสวนในวิชาคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้ว่า

ขั้นที่ 1 สอนผู้เรียนว่าจะใช้วิธีการสอนแบบสืบสวนสอบสวนอย่างไร และจะเรียนคณิตศาสตร์โดยผ่านการสืบสอบ ก็คือ การอธิบาย และอภิปราย 4 ขั้นตอนของกระบวนการสืบสวนสอบสวน ผู้เรียนควรอภิปรายเกี่ยวกับการตั้งคำถามและกิจกรรมการตั้งคำถามและกิจกรรมซึ่งกำหนดให้ภายใต้กระบวนการสืบสวนสอบสวน ผู้เรียนควรรวบรวมคำถามและกิจกรรมเพิ่มขึ้นเพื่อใช้ในแต่ละขั้นของการสืบสวนสอบสวนให้ประสบความสำเร็จ

ในขั้นนี้ผู้เรียนควรได้รับการกระตุ้นให้ค้นหาแบบรูปทางคณิตศาสตร์ วิธีดำเนินการและสรุปทั่วไป ความกระตือรือร้นเป็นลักษณะที่ดีในการเรียนคณิตศาสตร์ ครูควรใช้คำถามที่ต้องการให้ผู้เรียนตอบเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาและหลักการทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 2 ในขั้นนี้ผู้สอนควรจะแนะนำให้ผู้เรียนรู้จักแหล่งความรู้และวิธีรวบรวมข้อมูลเมื่อใช้ในการแก้ปัญหา ผู้สอนควรจะให้ผู้เรียนรู้จักการวิเคราะห์ สังเคราะห์ด้วยวิธีการฝึกตั้งคำถาม เพื่อให้มองเห็นแนวทางว่าจะรวบรวมข้อมูลอย่างไร

ขั้นที่ 3 เป็นขั้นที่จัดรวบรวมข้อมูลเพื่อหาแนวทางสรุปปัญหา ในขั้นนี้ผู้เรียนควรทำงานตามลำพังหรือเป็นกลุ่มย่อย ผู้สอนช่วยเหลือเพียงเล็กน้อย ผู้เรียนใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา กระบวนการสืบสวนสอบสวนจึงเป็นไปอย่างช้าๆ ข้อสำคัญก็คือ ผู้สอนต้องหลีกเลี่ยงการแทรกแซงและบอกผู้เรียนว่าทำอย่างไร

ขั้นที่ 4 การวิเคราะห์และประเมินวิธีการสืบสวนสอบสวน เป็นเรื่องที่สำคัญที่สุดของกระบวนการสืบสวนสอบสวน ในขั้นนี้ผู้เรียนจะตั้งคำถามว่าฉันได้เรียนรู้เกี่ยวกับอะไรบ้าง ผู้เรียนจะเข้าใจดียิ่งขึ้นโดยการประเมินด้วยตนเอง คำถามจะมีทั้งของครูผู้สอนและผู้เรียน ผู้เรียนควรตอบทุกคำถาม ผู้สอนอาจจะมึนบทบาทมากขึ้นในการถามนำเพื่อให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์และประเมิน เมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้ผู้เรียนควรจะถามตัวเองว่า“ฉันได้เรียนอะไรเกี่ยวกับคณิตศาสตร์และฉันเรียนรู้เกี่ยวกับการเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีสืบสวนสอบสวนอย่างไร”

สมชาย ชูชาติ (2538 : 82-83) กล่าวถึง ลำดับขั้นตอนของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนไว้ดังนี้

1. ขั้นการสังเกตกับแนวทาง คือ ขั้นที่ครูปูพื้นฐานความพร้อมให้นักเรียนทั้งในด้านความรู้และการสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนเกิดความกระหายใคร่จะแสวงหาความจริง
2. ขั้นสังเกต คือ ขั้นที่ครูสร้างสถานการณ์ให้นักเรียนสังเกต ส่วนใหญ่เป็นปัญหาหรือเป็นการแสดงละครปริศนา ในขั้นนี้ครูส่งเสริมให้นักเรียนฝึกการคิดวิเคราะห์
3. ขั้นอธิบาย เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนหาคำอธิบายหรือสาเหตุของปัญหาข้อใจในรูปของเหตุผล ในขั้นนี้นักเรียนมีโอกาสฝึกการตั้งทฤษฎี ฝึกการคิดแบบมีเหตุผล และฝึกการวิเคราะห์ระบบจากผลไปหาเหตุหรือจากปัญหาไปหาสาเหตุ

4. ขั้นทำนายและทดลอง คือ ขั้นนี้ครูช่วยให้นักเรียนรู้หาวิธีพิสูจน์คำอธิบายหรือทฤษฎีที่นักเรียนได้ร่วมกันสร้างขึ้น โดยฝึกให้รู้จักการทำนายผล เมื่อเราแปรค่าสาเหตุและฝึกให้รู้จักการแก้ปัญหาด้วยวิธีการตั้งสมมติฐานเชิงทำนาย ตลอดจนการทดสอบสมมติฐานนั้น

5. ขั้นควบคุมและคิดสร้างสรรค์ คือ ขั้นที่ครูส่งเสริมให้นักเรียนสามารถนำเอาหลักการกฎเกณฑ์และวิธีการแก้ปัญหาที่ค้นพบใช้ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม เพื่อให้เกิดการควบคุมและสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมภายในและภายนอกของมนุษย์

ขั้นตอนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนดังกล่าวข้างต้น อาจจะสรุปเป็น 4 ขั้นตอนได้ดังนี้

1. การสังเกต นักเรียนสังเกตสภาพการณ์หรือสิ่งแวดล้อมอันเป็นปัญหาพยายามนำความคิดรวบยอดเดิมมาแปลความหมาย ทำความเข้าใจจัดโครงสร้างความคิดในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้สอดคล้องสัมพันธ์กับสภาพการณ์อันเป็นปัญหานั้น

2. การอธิบาย นักเรียนจัดโครงสร้างความคิด ตั้งสมมติฐานเพื่ออธิบาย คิดทบทวนหรือทำความเข้าใจปัญหานั้นๆ ให้ชัดเจน เปลี่ยนแปลงโครงสร้างความคิดหลายๆ แบบรูป เพื่ออธิบายทำความเข้าใจปัญหา

3. การทำนายและทดลอง เมื่อจัดโครงสร้างความคิดหลายๆ รูปแบบหรืออธิบายปัญหา แล้วมองแนวทาง มีความเข้าใจ สามารถทำนายหรือพยากรณ์ได้ว่า เมื่อเป็นเช่นนั้นผลจะเป็นอย่างไร อะไรเกิดขึ้น

4. การนำไปใช้และสร้างสรรค์ สามารถทำความเข้าใจได้ แก้ปัญหาได้ สามารถกว้างไกลออกไปในการใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง คิดสร้างสรรค์นำไปใช้ในสภาพการณ์ต่างๆ ไม่จำกัดอยู่เพียงการแก้ปัญหาหรือพอใจแต่เพียงการแก้ปัญหาได้เท่านั้น

เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต (2538 : 178-179) กล่าวว่า การสืบสวนสอบสวน เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้วิธีหนึ่ง ที่จะช่วยให้บุคคลได้ค้นพบความจริงต่างๆ ด้วยตนเองซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. การสังเกต (Observing) จะสังเกตเหตุการณ์หรือสิ่งหนึ่งสิ่งใดด้วยความสนใจ

2. การตั้งคำถาม (Questioning) เมื่อเกิดข้อสงสัยว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น ก็จะเริ่มสำรวจหาข้อมูลต่างๆ มาประกอบการพิจารณา ด้วยการไต่ถามหรือสอบสวนหาข้อมูลต่างๆ โดยพยายามตั้งคำถามหลายแง่หลายมุมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้นๆ โดยตรง เพื่อจะได้คำตอบ มาช่วยเฉลยปัญหาหรือข้อสงสัยให้กระจ่าง

3. การวัด (Measuring) ในขณะที่ดำเนินการถามหรือการตอบคำถามอยู่นั้น จำเป็นจะต้องมีการกระทำต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง นั่นคือ การวัด ซึ่งจะวัดทั้งขนาด น้ำหนัก และเวลา

4. การเดา (Guessing) เมื่อมีการวัดแล้วจะลองเดาหรือคาดคะเน โดยอาศัยพื้นฐานจากประสบการณ์เดิมที่มีอยู่มาประกอบการคาดคะเน บางทีอาจจะผิดหรือถูกก็ได้

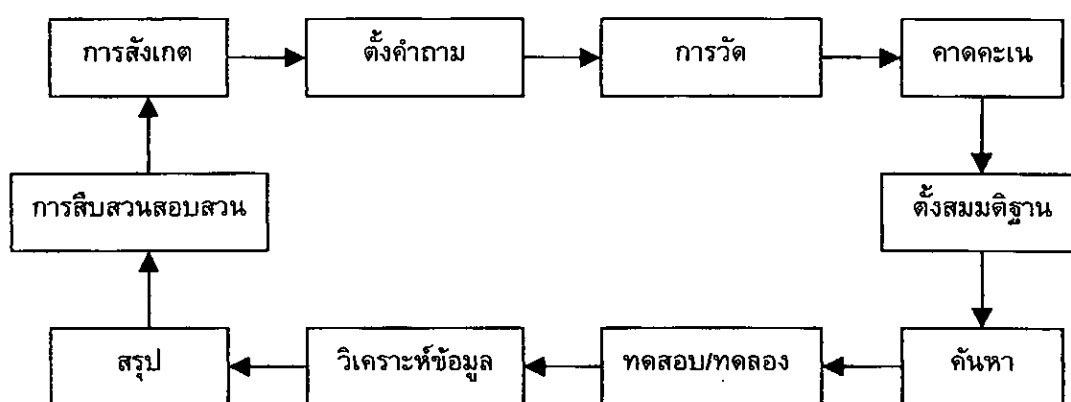
5. การตั้งสมมติฐาน (Hypothesizing) เพื่อให้การคาดคะเนใกล้เคียงความจริงมากขึ้น ก็จะต้องลองตั้งสมมติฐาน (Hypothesis) ขึ้นหลายๆ ทาง

6. การค้นหา (Investigating) การหาเส้นทางของความน่าจะเป็นไปได้ของสมมติฐานแต่ละอันให้อยู่ในวงจำกัดที่ใกล้เคียงกับความจริงมากที่สุด

7. การทดสอบ/ทดลอง (Testing/Experimenting) จะทดสอบหรือทดลองสมมติฐานที่ตั้งไว้ พร้อมทั้งจดบันทึกข้อมูล

8. การวิเคราะห์ข้อมูล (Analysis) นำข้อมูลที่จดบันทึกไว้มาทำการวิเคราะห์

9. การสรุป (Concluding) เมื่อวิเคราะห์เสร็จแล้ว ก็จะสรุปผลสรุปเป็นกระบวนการสืบสวนสอบสวนได้ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 แสดงกระบวนการสืบสวนสอบสวน

ที่มา : เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. (2538). เทคโนโลยีทางการศึกษา. หน้า 179.

วิจิต สุรัตน์เรืองชัย (2540 : 82) กล่าวถึง ขั้นตอนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนไว้ 4 ขั้นตอนดังนี้

1. สังเกต เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนกำหนดสถานการณ์ปัญหาหรือเรื่องราวหรือการทดลองที่น่าสนใจ ให้นักเรียนสังเกตและเกิดความสงสัยขึ้น หากนักเรียนสังเกตแล้วไม่เกิดความสงสัยหรือเกิดปัญหขึ้น ครูผู้สอนอาจชี้แนะปัญหาให้นักเรียนก็ได้

2. ทำนาย เป็นขั้นตอนที่นักเรียนคาดเดาคำตอบของปัญหาที่สงสัย โดยก่อนที่จะทำนายนักเรียนจะทำการสืบสวนสอบสวน โดยใช้คำถามต่างๆ กับครูเพื่อให้ได้ข้อมูลมากที่สุด ครูจะตอบเพียงกว้างๆ ในหลักการ ไม่ตอบคำตอบโดยตรง เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนใช้คำถามอย่างกว้างขวาง ลึกซึ้ง จากนั้นนักเรียนจะทำนายคำตอบของปัญหาในขั้นตอนแรก

3. ทดลอง เป็นขั้นตอนที่นักเรียนดำเนินการพิสูจน์คำตอบที่คาดเดาหรือทำนายไว้ว่าถูกต้องหรือไม่ โดยการทดลองตามแนวทางที่ครูผู้สอนเตรียมไว้ หรือหากเป็นปัญหาที่ไม่ต้องทดลองเพื่อหาคำตอบก็อาจใช้การศึกษาค้นคว้าหรือวิธีการอื่นใด เพื่อพิสูจน์คำทำนายดังกล่าว

4. สรุป เป็นขั้นตอนการสรุปผลการทดลองหรือศึกษาค้นคว้าว่าคำตอบที่หาคำตอบไว้ ถูกหรือผิดและสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่ต่อไป

วัฒนาพร ระเบียบทุกข์ (2542 : 17) กล่าวถึง ขั้นตอนกระบวนการสืบค้น (Inquiry process) ไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดปัญหา
 - จัดสถานการณ์หรือเรื่องราวที่น่าสนใจ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียน สังเกต สงสัย ในเหตุการณ์หรือเรื่องราว
 - กระตุ้นให้ผู้เรียนระบุปัญหาจากการสังเกตว่าอะไรคือปัญหา
2. กำหนดสมมติฐาน
 - ตั้งคำถามให้ผู้เรียนร่วมกันระดมความคิด
 - ให้ผู้เรียนสรุปสิ่งที่คาดว่าจะเป็คำตอบของปัญหานั้น
3. รวบรวมข้อมูล
 - มอบหมายให้ผู้เรียนไปค้นคว้าหาข้อมูลจากเอกสารหรือแหล่งข้อมูลต่างๆ
 - ให้ผู้เรียนวิเคราะห์และประเมินว่า ข้อมูลนั้นมีความเกี่ยวข้องกับปัญหาหรือไม่
 ความถูกต้องน่าเชื่อถือเพียงไร
4. ทดสอบสมมติฐาน
 - ให้ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้นำมาร่วมกันอภิปราย เพื่อสนับสนุนสมมติฐาน
5. สร้างข้อสรุป
 - ให้ผู้เรียนสรุปว่า ปัญหานั้นมีคำตอบหรือข้อสรุปอย่างไร อาจสรุปในรูปของ รายงานหรือเอกสาร

กรมวิชาการ (2544ช : 36-37) กล่าวถึง ขั้นตอนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ไว้ 5 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นการสังเกตกับแนวหน้า คือ ขั้นที่ครูปูพื้นฐานความพร้อมในด้านความรู้ให้นักเรียน
2. ขั้นสังเกต คือ ครูสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาหรือเป็นการแสดงละครปริศนา เพื่อให้นักเรียนสังเกตสภาพการณ์หรือสิ่งแวดล้อมที่เป็นปัญหานั้นๆ ขั้นนี้ครูส่งเสริมให้นักเรียน ฝึกคิด วิเคราะห์ ทำความเข้าใจ แปลความหมาย และจัดโครงสร้างความคิดในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้ สอดคล้องกับสภาพปัญหาและสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนเกิดความกระหายใคร่จะแสวงหาความจริง
3. ขั้นอธิบาย เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนหาคำอธิบายหรือสาเหตุของปัญหาใน รูปของเหตุผล ขั้นนี้นักเรียนฝึกการตั้งทฤษฎีหรือสมมติฐานเพื่ออธิบายที่มา สาเหตุของปัญหานั้น เป็นการฝึกวิเคราะห์ระบบจากผลไปหาเหตุ
4. ขั้นทำนาย ให้นักเรียนรู้จักหาแนวทางหรือวิธีที่จะพิสูจน์ทำนายผลหรือพยากรณ์ได้ ว่าผลจะเป็นอย่างไร จะเกิดอะไรขึ้น เป็นการทดสอบสมมติฐานหรือพิสูจน์ทฤษฎีที่ตั้งขึ้น

5. ขั้นควบคุมและสร้างสรรค์ เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนนำหลักการ กฎเกณฑ์และวิธีการแก้ปัญหามาใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมในสภาพการณ์ต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง ลักษณะพิเศษของวิธีสอนแบบนี้ คือ ก้าวไกลกว่าการสอนแบบวิทยาศาสตร์ ในด้านที่คิดไปถึงการใช้ประโยชน์ต่อไปด้วย ไม่จำกัดเฉพาะแต่การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเท่านั้น

ไสว พักขาว (2544 : 102-104) กล่าวถึง ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ 6 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นนำเสนอสถานการณ์หรือสิ่งที่เป็นปัญหา โดยครูอาจเล่าเรื่องโดยใช้สื่อ/อุปกรณ์ ภาพประกอบหรือนำของจริงมาแสดงก็ได้
2. ขั้นสังเกต ครูให้ผู้เรียนสังเกตสิ่งที่ครูนำเสนอ โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 หรืออาจใช้เครื่องมือบางอย่างช่วยก็ได้
3. ขั้นอธิบาย ครูให้ผู้เรียนคิดสาเหตุของปัญหาแล้วตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับปัญหานั้น จากความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้เรียน
4. ขั้นทดสอบ ครูให้ผู้เรียนช่วยกันตั้งคำถามเพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาให้มากที่สุด เพื่อทดสอบสมมติฐาน โดยครูจะไม่พยายามตอบคำถามในลักษณะที่จะอธิบายคำตอบของปัญหา แต่อาจตอบเพียง “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” เท่านั้น นอกจากการถามแล้วครูอาจให้ผู้เรียนศึกษาหรือทำการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐานด้วยก็ได้ ในกรณีที่เรื่องไม่ยุ่งยาก และใช้เวลาไม่มาก
5. ขั้นสรุป ครูให้ผู้เรียนสรุปความรู้ที่ได้จากขั้นทดสอบเพื่ออธิบายคำตอบของปัญหา
6. ขั้นนำความรู้ไปใช้ ครูกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

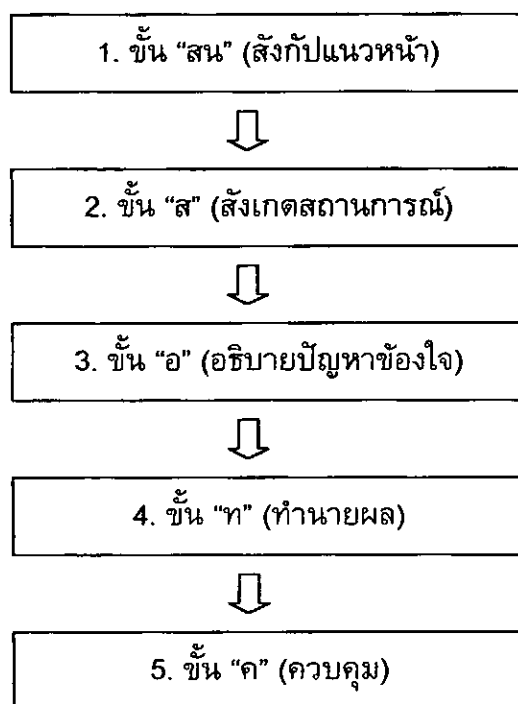
สุวิทย์ มูลคำ และ อรรถัย มูลคำ (2545 : 138-141) กล่าวถึง ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนไว้ดังนี้

1. ขั้น “สน” คือ ขั้นของการให้สังเกตกับแนวหน้า ซึ่งได้แก่ การเตรียมความพร้อมทางการเรียนให้กับผู้เรียน โดยการดึงเอาความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้เรียนที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่สอนมาให้สัมพันธ์กันรวมทั้งปูพื้นฐานความรู้ใหม่ที่เป็นสำหรับการเรียนรู้ เนื้อหาสาระใหม่ให้กับผู้เรียน
2. ขั้น “ส” คือ ขั้นของการสังเกตสถานการณ์ที่เป็นปัญหาในขั้นนี้จะสร้างสถานการณ์ปัญหาขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้สังเกตและวิเคราะห์องค์ประกอบและธรรมชาติของปัญหาอย่างละเอียด การเรียนรู้ที่สำคัญในขั้นนี้คือ การเรียนรู้สังเกตกับ ลักษณะร่วมของสถานการณ์ขององค์ประกอบต่างๆ ในสถานการณ์ที่เป็นปัญหา
3. ขั้น “อ” คือขั้นของการอธิบายปัญหาข้อใจ โดยอาศัยความสามารถในการหาเหตุผลมาอธิบายถึงสาเหตุของปัญหา ส่วนมากการอธิบายมักจะอยู่ในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลแบบฟังก์ชัน ขั้นนี้เป็นจุดเริ่มต้นของความสามารถในการสร้างทฤษฎีขึ้นมาสำหรับ

อธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ การเรียนที่สำคัญที่สุดในขั้นนี้คือการเรียนรู้หลักว่า เมื่อปรากฏผลออกมาในรูปของปัญหาอย่างนี้ อะไรควรจะเป็นเหตุหรือสาเหตุของการเกิดผลอันนั้น

4. ขั้น “ท” คือ ขั้นของการทำนายผลเมื่อเราแปรเหตุเป็นขั้นตอนของการตั้งสมมติฐาน เพื่อจะทดสอบดูว่าคำอธิบายขั้นที่ 3 ว่าถูกต้องมากน้อยเพียงใด และยังเป็นการคาดคะเนผลของสาเหตุต่างๆ ทั้งนี้เพื่อฝึกให้ผู้เรียนคิดอย่างรอบคอบ การเรียนที่สำคัญในขั้นนี้คือ การเรียนรู้วิธีแก้ปัญหาโดยนำหลักการที่เรียนรู้ในขั้นที่ 3 มาใช้

5. ขั้น “ค” คือ ขั้นของการควบคุมและสร้างสรรค์ทั้งสิ่งแวดล้อมภายนอกและภายใน เป็นขั้นที่นำผลของการแก้ปัญหา มาปฏิบัติใช้ในชีวิตจริง เพื่อให้เกิดการควบคุมสิ่งแวดล้อมภายใน (ทางจิตใจ) ขั้นนี้ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ฉะนั้นการเรียนที่สำคัญในขั้นนี้ คือ การเรียนรู้วิธีสร้างสรรค์ ซึ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนดังกล่าวอาจสรุปเป็นภาพประกอบ 4 ได้ดังนี้



ภาพประกอบ 4 แสดงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน

ที่มา : สุวิทย์ มูลคำ, และ อรทัย มูลคำ. (2545). 21 วิธีจัดการเรียนรู้. หน้า 141.

จากที่กล่าวมาข้างต้นอาจสรุปได้ว่า ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนมีหลายขั้นตอน แต่ละขั้นตอนไม่ยุ่งยากและซับซ้อนมากเกินไป ครูสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียน ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ ได้ยึดแนวทางของขั้นตอนในการสอนแบบสืบสวนสอบสวนของนักการศึกษาหลายท่านดังที่กล่าวมาข้างต้น ซึ่งสรุปเป็นขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนในครั้งนี้ได้ 4 ขั้นตอน คือ

1. ^๙ขั้นสังเกต เป็นขั้นที่ครูสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาแล้วให้นักเรียนสังเกตสภาพการณ์หรือสิ่งแวดล้อมที่เป็นปัญหา ขั้นนี้ครูจะส่งเสริมให้นักเรียนฝึกคิด วิเคราะห์ และทำความเข้าใจ แปลความหมาย จัดโครงสร้างความคิดในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้สอดคล้องกับปัญหาและครูจะทำท่ายและกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยคำถามต่างๆ ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรม

1.1 ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนร่วมกันสังเกตสภาพการณ์หรือสิ่งแวดล้อมที่เป็นปัญหา

1.2 นักเรียนฝึกการคิด วิเคราะห์และทำความเข้าใจ แปลความหมาย จัดโครงสร้างแนวคิดในรูปแบบต่างๆ

1.3 ครูทำท่ายและกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยคำถามต่างๆ

2. ขั้นอธิบาย เป็นขั้นที่นักเรียนฝึกการตั้งสมมติฐานเพื่ออธิบาย และทำความเข้าใจที่มาหรือสาเหตุของปัญหา โดยครูกระตุ้นให้นักเรียนหาคำอธิบายหรือสาเหตุของปัญหาในรูปเหตุผล จากความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียน ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรม

2.1 นักเรียนร่วมกันตั้งสมมติฐาน เพื่ออธิบายที่มาของปัญหา

2.2 ครูกระตุ้นให้นักเรียนหาคำอธิบายหรือสาเหตุของปัญหาในรูปเหตุผล

3. ขั้นทำนายและทดสอบ เป็นขั้นนักเรียนนำข้อมูลที่รวบรวมได้ มาร่วมกันอภิปรายความเป็นไปได้ของคำตอบจากปัญหาหรือสมมติฐานที่ตั้งไว้ และพยากรณ์ผลหรือทำการทดสอบสมมติฐาน ซึ่งจะนำไปสู่ข้อสรุป โดยมีครูเป็นผู้คอยแนะนำหรือให้คำปรึกษาเมื่อนักเรียนต้องการ ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรม

3.1 นักเรียนนำข้อมูลที่ได้ มาร่วมกันอภิปรายความเป็นไปได้ของคำตอบจากปัญหาหรือสมมติฐานที่ตั้งไว้

3.2 นักเรียนร่วมกันพยากรณ์ผลหรือทำการทดสอบสมมติฐาน

3.3 ครูให้คำแนะนำหรือให้คำปรึกษานักเรียน เมื่อนักเรียนต้องการ

4. ขั้นนำไปใช้และสร้างสรรค์ เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนนำหลักการ กฎเกณฑ์หรือวิธีการแก้ปัญหาที่ค้นพบ ไปใช้ในสถานการณ์ปัญหาอื่นๆ ต่อไป ขั้นนี้จะเป็นการส่งเสริมนักเรียนให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ จากการนำเสนอผลงาน การอภิปรายซักถาม การแลกเปลี่ยนความรู้ และการลงข้อสรุปร่วมกันของนักเรียนกับครูผู้สอน ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรม

4.1 นักเรียนร่วมกันนำเสนอผลงานที่หลากหลาย

4.2 นักเรียนร่วมกันอภิปรายและแลกเปลี่ยนความรู้

4.3 ครูผู้สอนและนักเรียนร่วมกันลงข้อสรุป

4.4 นักเรียนนำข้อสรุปที่ได้ไปแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาอื่นๆ

หมายเหตุ ในแต่ละกิจกรรมของขั้นตอนต่างๆ ผู้วิจัยจัดให้มีความยืดหยุ่นสามารถสลับกิจกรรมกันได้ตามความเหมาะสม

1.3 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน

คาลลาฮาน และคนอื่นๆ (Callahan, et al. 1998 : 261-262) ได้กล่าวถึง บทบาทของครูในการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ครูมีหน้าที่ให้คำแนะนำกับนักเรียนมากกว่าบอกให้นักเรียนทำตาม
2. ครูตั้งคำถาม เลือกประเด็นที่น่าสนใจเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดและพยายามค้นหาคำตอบ

คำตอบ

3. ในขณะที่นักเรียนค้นหาคำตอบ ครูควรแนะนำในการค้นพบโดยหาความชัดเจนกับปัญหา

4. ครูพยายามสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนที่เป็นการส่งเสริมการสร้างข้อคาดการณ์ การตั้งข้อสงสัยและการคิดแก้ปัญหา

5. สนับสนุนให้นักเรียนตั้งสมมติฐานและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบสมมติฐานด้วยตนเอง

6. ช่วยนักเรียนในการวิเคราะห์และประเมินความคิดของตนเอง โดยเปิดโอกาสให้มีการอภิปรายเปิดในชั้นเรียน และพยายามกระตุ้นให้นักเรียนพยายามคิดโดยไม่มีการข่มขู่ เมื่อคำตอบไม่เป็นไปตามที่คาดหวัง

สพิน บุญชูวงศ์ (2538: 57) กล่าวว่าในการสอนแบบนี้ ครูเป็นผู้แนะแนวทางคอยให้ความช่วยเหลือและสร้างสถานการณ์ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ ฉะนั้นครูควรมีบทบาท 3 ประการ คือ

1. ป้อนคำถามนักเรียนเพื่อนำไปสู่การค้นคว้า ครูจะต้องรู้จักป้อนคำถามจะต้องรู้ว่าถามอย่างไรนักเรียนจึงเกิดความคิด

2. เมื่อได้ตัวปัญหาแล้วให้นักเรียนทั้งชั้นอภิปรายวางแผนการแก้ปัญหา กำหนดวิธีแก้ปัญหาเอง

3. ถ้าปัญหาใดยากเกินไป นักเรียนไม่สามารถวางแผนการแก้ปัญหาได้ ครูกับนักเรียนอาจร่วมกันหาทางแก้ปัญหาต่อไป

กรมวิชาการ (2544ช : 36) กล่าวถึง บทบาทของครูในการสอนแบบสืบสวนสอบสวนไว้ดังนี้

1. ครูจะต้องจัดสภาพแวดล้อม สถานการณ์หรือสิ่งเร้าต่างๆ ที่เป็นปัญหาให้นักเรียนได้ฝึกสังเกต เปรียบเทียบ จนเห็นปัญหาและเกิดความสงสัยใคร่รู้

2. ครูกระตุ้นให้นักเรียนหาสาเหตุของปัญหานั้นด้วยการตั้งคำถาม

3. ให้นักเรียนตั้งสมมติฐานเชิงทำนายแล้วพิสูจน์ แล้วให้นักเรียนช่วยกันสรุป

4. ครูส่งเสริมให้นักเรียนนำหลักการและกฎเกณฑ์ที่ค้นพบไปใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อให้เกิดการควบคุมและสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2545) กล่าวถึง บทบาทของครูผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน ไว้ดังนี้

1. กระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจ คิดปัญหา วางแผนและแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน มีเหตุผลด้วยตนเอง
2. กระตุ้นให้ผู้เรียนหาวิธีการแก้ปัญหาหลายๆ วิธี และใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ช่วยในการแก้ปัญหา
3. เสริมแรงหรือให้กำลังใจแก่ผู้เรียน
4. ช่วยเหลือ แนะนำ กำกับอย่างใกล้ชิด ตลอดจนเป็นผู้อำนวยความสะดวก เพื่อให้กระบวนการเรียนรู้ดำเนินไปได้ด้วยความเรียบร้อย
5. จัดเตรียมแหล่งการเรียนรู้ที่สำคัญให้แก่ผู้เรียน
6. จัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมให้เอื้อต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน
7. เป็นผู้ให้ข้อมูลย้อนกลับทั้งข้อดีและข้อบกพร่องแก่ผู้เรียน

จากที่กล่าวมาข้างต้นอาจสรุปได้ว่า บทบาทที่สำคัญของครูผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน ก็คือ การจัดสภาพแวดล้อม สถานการณ์ปัญหาหรือกิจกรรมต่างๆ ที่กระตุ้นต่อการเรียนรู้ของนักเรียน โดยให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการสืบเสาะหาความรู้อย่างมีกระบวนการ มีเหตุผล และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองและยังเป็นการฝึกให้นักเรียนได้สังเกต ฝึกกระบวนการคิด กล้าที่จะคิดและตัดสินใจ รวมทั้งครูผู้สอนควรให้โอกาสนักเรียนในการคิด ให้การเสริมแรงและให้กำลังใจนักเรียนอีกด้วย

1.4 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน

สมชาย ชูชาติ (2538: 82) กล่าวถึง ข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ไว้ดังนี้

ข้อดี

1. ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในการเรียนการสอนเพราะเขาจะต้องกำกับการเรียนการสอนด้วยตนเอง ดังนั้นบทบาทของผู้เรียนจึงเป็นผู้ที่มีความกระฉับกระเฉงไม่เป็นผู้ที่เฉื่อยชาต่อไป
2. เป็นการเรียนโดยการเน้นที่ปัญหาจะมีประโยชน์ต่อผู้เรียนในแง่ที่ว่าฝึกให้เขาเป็นผู้ที่รู้จักลักษณะวิธีการแก้ปัญหา
3. เป็นการเรียนที่ฝึกทักษะและความสามารถในการตัดสินใจ
4. บทบาทของครูผู้สอนเปลี่ยนจากผู้บอกมาเป็นผู้ถาม ซึ่งวิธีการดังกล่าวจะทำให้ผู้เรียนกระตือรือร้นมากขึ้น
5. เป็นการยอมรับเจตคติของผู้เรียนแต่ละคนโดยเฉพาะในเรื่องค่านิยมและเจตคติของผู้เรียน เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พัฒนาค่านิยมและเจตคติไปในด้านที่ดีด้วย
6. บทบาทของครูผู้สอนเปลี่ยนแปลงไป ไม่เป็นผู้คุมการเรียนการสอน กลายเป็นผู้เรียนไปกับนักเรียนด้วย

7. ไม่ส่งเสริมการเรียนรู้ในเชิงแข่งขันเพื่อคะแนน แต่ผู้เรียนสามารถเรียนไปโดยมุ่งที่จะบรรลุเป้าหมายของตนเอง

ข้อจำกัด

1. ในกรณีที่นำการสอนแบบสืบสวนสอบสวนมาใช้กับกลุ่มผู้เรียนที่มีใช้รายบุคคล แล้วผู้เรียนอาจไม่มีโอกาสร่วมกิจกรรมทุกคน มีผู้เรียนเพียงบางคนเท่านั้นที่มีโอกาสในการแสดงความคิดเห็น การตัดสินใจ

2. การสอนแบบสืบสวนสอบสวนนั้นเป็นวิธีการที่มุ่งให้นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผล วิธีการดังกล่าวต้องใช้เวลามากพอสมควร แต่การสอนในชั้นเรียนส่วนใหญ่ ผู้สอนมักมีแนวโน้มที่จะเร่งรัดคำตอบหรือข้อโต้ตอบของผู้เรียนเสมอ

3. ในบางครั้งผู้เรียนเกิดความรู้สึกว่าปัญหาหรือประเด็นที่ผู้สอนหยิบยกขึ้นมาเพื่อการสืบเสาะหาความรู้ นั้น แท้จริงแล้วผู้สอนมีคำตอบอยู่ในใจไว้ก่อนซึ่งดูเหมือนว่าผู้เรียนถูกตะล่อมให้เป็นไปตามสิ่งที่ผู้สอนคิดไว้แล้ว

วิชิต สุรัตน์เรืองชัย (2540 : 82) กล่าวถึง ข้อดีและข้อด้อยของการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ไว้ดังนี้

ข้อดี

1. ฝึกการคิดหาเหตุผลให้แก่ผู้เรียน
2. บรรยายภาคต้นตอ น่าสนใจ

ข้อด้อย

1. เตรียมสถานการณ์ที่จะก่อให้เกิดปัญหาแก่ผู้เรียนลำบาก เพราะต้องควบคุมให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยในปัญหาที่กำหนดไว้แล้ว

2. ใช้เวลาเรียนมาก ครูผู้สอนต้องใช้ความอดทนเพื่อตะล่อมกล่อมเกลานักเรียน
3. ต้องใช้อุปกรณ์การสอนมาก สิ้นเปลือง

ไสว พักขาว (2544 : 102-103) กล่าวถึง ข้อดีและข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

ข้อดี

1. ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมคิดหาเหตุผล และสรุปความรู้ด้วยตนเอง
2. ผู้เรียนได้ฝึกการแก้ปัญหา
3. ส่งเสริมการแสดงออกของผู้เรียน
4. สร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน

ข้อจำกัด

1. ใช้เวลาในการสอนมาก
2. เหมาะกับวิชาที่ต้องใช้เหตุผล

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2545) กล่าวถึง ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน ไว้ดังนี้

ข้อดี

1. ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีการค้นหาความรู้และการแก้ปัญหาด้วยตนเอง
2. ความรู้ที่ได้มีคุณค่า มีความหมายสำหรับผู้เรียน เป็นประโยชน์และจดจำได้นาน สามารถเชื่อมโยงความรู้และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
3. เป็นวิธีการที่ทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ มีความอิสระ มีชีวิตชีวา และสนุกสนานกับการเรียนรู้
4. ทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิธีและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อจำกัด

1. ใช้เวลามากในการเรียนรู้แต่ละครั้ง บางครั้งอาจได้สาระการเรียนรู้ไม่ครบถ้วนตามที่กำหนด
2. ถ้าปัญหาหรือสถานการณ์ง่ายหรือยากเกินไป ไม่เข้าใจหรือไม่น่าสนใจ จะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายไม่อยากเรียน
3. เป็นวิธีการที่มีการลงทุนสูง ซึ่งบางครั้งอาจได้ผลไม่คุ้มค่ากับการลงทุน
4. ผู้สอนต้องใช้เวลาในการวางแผนมาก

จากที่กล่าวมาข้างต้นอาจสรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนมีทั้งข้อดีและข้อจำกัดมากพอสมควร ที่สำคัญอยู่ที่ว่าครูผู้สอนสามารถจะนำไปปรับเพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนอย่างไรที่จะเกิดผลดีที่สุดแก่นักเรียน นักเรียนเกิดการเรียนรู้มากที่สุดและเป็นที่ทราบกันดีแล้วว่าไม่มีวิธีการสอนแบบใดที่จะดีที่สุด เหมาะสมที่สุดในการจัดการเรียนการสอนในแต่ละเรื่อง เพราะในการจัดการเรียนรู้แบบต่างๆ ย่อมมีทั้งข้อดีและข้อจำกัดเช่นกัน

1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน

งานวิจัยต่างประเทศ

เมสัน (Mason. 1997 : 58-09A) ได้ศึกษาการเรียนรู้พีชคณิตด้วยตนเองโดยใช้การสืบสวนสอบสวนกลุ่มย่อยของนักเรียนเกรด 9 มีจุดมุ่งหมาย เพื่อแสดงให้เห็นถึงองค์ประกอบที่มีผลต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ของนักเรียน โดยใช้การสืบสวนสอบสวนกลุ่มย่อยและแสดงให้เห็นว่าองค์ประกอบเหล่านั้นมีผลต่อกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างไร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 9 จำนวน 22 คนที่เรียนวิชาพีชคณิต ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสนทนาในกลุ่มผลงานของนักเรียน การเขียนและการบ้านที่ให้นักเรียนเขียนเกี่ยวกับการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ในแต่ละวัน ผู้วิจัยได้สรุปและตีความหมายจากการเรียนรู้ดังกล่าว ผลจากการวิจัย พบว่า นักเรียนจะเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ดีจากการสอนโดยใช้การสืบสวนสอบสวนกลุ่มย่อย ซึ่งสามารถสังเกตได้จากการสร้างสรรค์ความรู้ของนักเรียน นักเรียนสามารถเรียนรู้การดำเนินการที่ซับซ้อนและตีความหมายของลักษณะความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ ความสัมพันธ์ของครูกับนักเรียนและความสัมพันธ์ของ

การทดสอบกับคะแนน การเรียนรู้ของแต่ละบุคคลขึ้นอยู่กับ การสร้างประสบการณ์และมุมมองของนักเรียนแต่ละคน การเรียนรู้ระหว่างบุคคลเกิดขึ้นได้ดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับ การพัฒนาความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนแต่ละคนกับนักเรียนคนอื่นๆ และความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับครู นักเรียนแต่ละคนกับครูจะมีอิทธิพลต่อกันและกัน

ทอมสัน (Thomson. 2000 : 61-10B) ได้ศึกษาการสอนแบบสืบสวนสอบสวนและการใช้ตัวแทนในการสืบสวนสอบสวนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับวิทยาลัย ศึกษาโดยการสังเกตจากครูและนักเรียน จำนวน 2 ห้องเรียน ในขณะที่มีการเรียนการสอนวิชาแคลคูลัสสำหรับคณิตศาสตร์ ในชีวิต โดยดูจากสภาพทั่วๆ ไปของห้องเรียน และทักษะการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน มีการบันทึก เทปและวิดีโอและสัมภาษณ์ครู 1 คนกับนักเรียน 6 คนและนักเรียน 6 คน และศึกษาจากการรายงานการทดลองของนักเรียน ผลจากการวิจัยพบว่า จุดมุ่งหมายของครูและเวลาเรียนมีผลต่อการพัฒนาการสืบสวนสอบสวน การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ การใช้สัญลักษณ์และการใช้ภาษาของนักเรียนทั้ง 2 ห้อง เมื่อมีเวลามากการดำเนินการของห้องก็จะเป็นการใช้คำถามของนักเรียนในการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และความเข้าใจของนักเรียน และมีการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์บ่อยครั้ง แต่ถ้ามีเวลาน้อยเพื่อให้ครอบคลุมเนื้อหาหัวข้อต่างๆ ในห้องเรียนจะดำเนินไปด้วยคำถามและวิธีการของครู มีการเชื่อมโยงวิทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์น้อย นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มยังคงไว้ซึ่งกระบวนการของความคิดรวบยอดของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และสามารถประยุกต์วิธีการได้ แต่นักเรียนมีความเชื่อมั่นในการบอกครูในเรื่องของความสัมพันธ์ของคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

สิริลักษณ์ วงษ์เพชร (2542 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยโดยการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามคู่มือครู ผลจากการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนและการสอนตามคู่มือแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับก่อนได้รับการสอนของกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

มนมนัส สุดสิ้น (2543 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการวิเคราะห์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบกับการเขียนแผนผังมโนทัศน์ ผลจากการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ นำไปใช้ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบกับการเขียนแผนผังมโนทัศน์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ส่วนความสามารถในการวิเคราะห์วิจารณ์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบกับการเขียนแผนผังมโนทัศน์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปรมาภรณ์ อนุพันธ์ (2544 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาชุดการสอนคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันแบบสืบสวนสอบสวน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ตรรกศาสตร์เบื้องต้น ผลจากการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์เบื้องต้น ของนักเรียนภายหลังจากได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันแบบสืบสวนสอบสวน สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ลัดดา เพียรประสพ (2545 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองแบบสืบสวนสอบสวนและศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองแบบสืบสวนสอบสวน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้มาจากการสุ่มอย่างง่ายจำนวน 120 คน แล้วแบ่งออกเป็น 3 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 40 คน ดำเนินการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองแบบสืบสวนสอบสวน เรื่อง อัตราส่วน ผลจากการวิจัยพบว่า ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองแบบสืบสวนสอบสวน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภายหลังจากได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองแบบสืบสวนสอบสวน สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยทั้งต่างประเทศและในประเทศ จะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้เกิดองค์ความรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนนี้มีผลต่อการพัฒนาความรู้ความสามารถของนักเรียน และส่งผลไปในทางบวกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนของนักเรียน โดยเฉพาะกับวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นวิชาที่ควรมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองจากการปฏิบัติจริง

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์

2.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

ทอแรนซ์ (Torrance. 1962 : 16) ได้นิยามความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นกระบวนการของความรู้สึกไวต่อปัญหาหรือสิ่งที่บกพร่องหายไป หรือสิ่งที่ไม่ประสานกัน และไม่ไวต่อการแยกแยะไวต่อการคิดหาวิธีการแก้ปัญหา ไวต่อการเดาหรือการตั้งสมมติฐานที่เกี่ยวกับข้อบกพร่องต่อจากนั้นก็ทำการรวบรวมข้อมูลต่างๆ เพื่อทดสอบสมมติฐานนั้น

กิลฟอร์ด (Guilford. 1967 : 61) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นความคิดแบบอเนกนัย (Divergent Thinking) คือ ความคิดหลายทิศทาง หลายแง่ หลายมุม คิดได้กว้างไกล ความคิดในลักษณะเช่นนี้จะนำไปสู่การประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ รวมทั้งหาวิธีการแก้ไขปัญหาให้สำเร็จด้วยความคิดอเนกนัยนี้

เดอ โบโน (De Bono. 1970 : 10-13) ได้นิยามคำว่า ความคิดสร้างสรรค์ ว่าเป็น การจินตนาการประยุกต์สิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อแก้ปัญหาต่างๆ ไม่ใช่เป็นจินตนาการฟุ้งซ่านเลื่อนลอย

โบวี (ยุวธัย มิตรกุล. 2543 : 11; อ้างอิงจาก Bovee. 1995 : 220) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง สามารถในการก่อความคิดใหม่และความคิดที่แปลกกว่าผู้อื่นหรือการค้นหาด้านแบบความคิดที่ไม่ตาย

สมชาย ชูชาติ (2538 : 84) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ โดยมีสิ่งเร้าเป็นตัวกระตุ้นทำให้เกิดความคิดใหม่ต่อเนื่องกันไป

ศรีสุรางค์ ทิเนกุล (2542 : 13) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถที่มีอยู่ในตัวบุคคลเป็นลักษณะความคิดแปลกใหม่ ไม่ลอกเลียนแบบ มีลักษณะที่เป็นตัวของตัวเอง ซึ่งอาจเกิดจากการคิดปรับปรุงเปลี่ยนแปลง จากความคิดเดิมให้เป็นความคิดแปลกใหม่และแตกต่างจากความคิดเดิมเป็นงานที่สร้างสรรค์และมีประโยชน์

สุดใจ ศรีจามร (2542 : 18) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการตัวบุคคลที่จะคิดได้หลายแง่หลายมุม หลายทิศทาง สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของเหตุการณ์ต่างๆ ที่ก่อให้เกิดสิ่งแปลกใหม่ หรือเป็นความสามารถในการเปลี่ยนแปลงสิ่งที่มีอยู่เดิมให้มีรูปร่างที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า และเป็นการคิดที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น

มาลี จุฑา (2544 : 207) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการคิดให้ได้มาซึ่งสิ่งแปลกๆ ใหม่ๆ ไม่ซ้ำเดิมและมีการพัฒนาอยู่เสมอ

ศิริกาญจน์ โกสุมภ์ และ ดารณี คำวังนัง (2544 : 74) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง จินตนาการประยุกต์ที่สามารถนำไปสู่สิ่งประดิษฐ์คิดค้นใหม่ทางเทคโนโลยีเป็นความคิดในลักษณะที่คนอื่นคาดไม่ถึง เป็นความคิดที่หลากหลาย คิดได้กว้างไกล เป็นได้ทั้งปริมาณและคุณภาพ

สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ (2544 : 47) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการมองเห็นสิ่งต่างๆ ในแง่มุมใหม่ๆ เป็นการคิดที่ไม่ธรรมดาหรือเป็นการทำสิ่งต่างๆ ได้อย่างมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวหรือไม่ซ้ำแบบใคร ยังมีความแปลกใหม่

อุษณีย์ โพธิสุข และคนอื่นๆ (2544 : 29) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการทางปัญญาระดับสูงที่ใช้กระบวนการทางความคิดหลายๆ อย่างมารวมกัน เพื่อสร้างสรรค์สิ่งใหม่หรือแก้ปัญหาที่มีอยู่ให้ดีขึ้น ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อผู้สร้างสรรค์มีอิสรภาพทางความคิด

จิริยา สมประสงค์ (2545 : 2) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการคิดริเริ่มที่คล่องตัว มีความยืดหยุ่นและละเอียดลออ มองเห็นการณ์ไกล สามารถสร้างสรรค์สิ่งที่แปลกใหม่เพิ่มพูนขึ้นโดยหล่อหลอมจากประสบการณ์เดิม เพื่อการปรับปรุงแก้ไขข้อปัญหาต่างๆ หรือเพื่อเสนอความคิดใหม่ที่เป็นประโยชน์กว่าบนพื้นฐานของเหตุผลและความเป็นไปได้อย่างมีวิสัยทัศน์ ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาซึ่งให้คุณค่าต่อส่วนรวม

ชนินทร์ชัย อินทிரากรณ์, สุวิทย์ หิรัญยกานนท์ และ สิริวรรณ เมธีวิวัฒน์ (2545 : 57) ได้ให้นิยามความหมายของคำว่า ความคิดสร้างสรรค์ ว่าหมายถึง ความคิดหรือการกระทำในสิ่งหรือกิจกรรมใหม่ๆ อยู่เสมอ โดยไม่ซ้ำหรือเลียนแบบใคร

ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา (2545 : 16) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความคิดที่มุ่งแก้ปัญหาหรือประดิษฐ์คิดค้นในแนวทางที่แปลกใหม่แตกต่างจากเดิมและมีคุณค่าเป็นประโยชน์

อารี พันธุ์ณี (2545 : 84) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการทางสมองที่คิดในลักษณะอเนกนัย อันนำไปสู่การคิดค้นพบสิ่งแปลกใหม่ด้วยการจัดตั้งแปลงปรุงแต่งจากความคิดเดิมผสมผสานกันให้เกิดสิ่งใหม่ ซึ่งรวมทั้งการประดิษฐ์คิดค้นต่างๆ ตลอดจน วิธีการคิด ทฤษฎี หลักการได้สำเร็จ

อารี หลวงนา (2545 : 50) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะการคิดลักษณะหนึ่งซึ่งเป็นความสามารถที่สำคัญของมนุษย์อันเป็นพื้นฐานในการพัฒนาความสามารถด้านอื่นๆ ตลอดจนทำให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการพัฒนาประเทศ

อุษณีย์ อนุรุทธีวงศ์ (2545 : 94) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง

1. การสร้างใหม่ที่ไม่ธรรมดา แปลก ที่เป็นหนทางและทางออกของปัญหาที่ลงตัว ล้ำหน้าที่ละเอียดอ่อนซับซ้อน
2. การมองสิ่งต่างๆ ในมุมกว้าง จะะลึกไปเห็นประเด็นปัญหาอย่างมีจุดมุ่งหมาย
3. การวิเคราะห์โดยการที่เอาหนทางการแก้ปัญหาเป็นตัวตั้ง ซึ่งมีกระบวนการทางความคิดที่ยืดหยุ่น ความคิดที่ไม่ธรรมดาหักทอโยงใยกับสิ่งต่างๆ มิติที่อาศัยข้อมูล ประสบการณ์ที่อยู่บนพื้นฐานของจินตนาการ
4. เป็นการสังเคราะห์ การสร้างโครงสร้างใหม่ การนำเอาข้อมูลต่างๆ มาประมวล มาวางรากฐานทิศทางใหม่ที่มีกระบวนการที่เป็นเอกลักษณ์

จากที่กล่าวมาข้างต้นอาจสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถทางการคิดของบุคคลที่จะนำไปสู่สิ่งใหม่ เป็นความสามารถในการสร้างสรรค์สิ่งที่แปลกใหม่ เป็นความคิดที่หลากหลาย คิดได้กว้างไกลมีคุณค่าและเกิดประโยชน์

2.2 ลักษณะของความคิดสร้างสรรค์

นิวเวลล์, ชอว์ และ ซิมป์สัน (ศรีสุรางค์ ที่นะกุล. 2542 : 13; อ้างอิงจาก Newell, Shaw & Simpson. 1963 : 109-112) ได้กล่าวว่า การพิจารณาผลผลิตอันใดอันหนึ่งที่จัดเป็น ผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์มีหลักเกณฑ์ต่อไปนี้

1. เป็นผลผลิตที่แปลกใหม่ และมีค่าต่อผู้คิด สังคมและวัฒนธรรม
 2. เป็นผลผลิตที่ไม่เป็นไปตามปรากฏการณ์นิยมในเชิงที่ว่ามีการคิดดัดแปลงหรือยกเลิกผลผลิตหรือยอมรับความคิดที่มีมาก่อน

3. เป็นผลผลิตซึ่งได้รับการกระตุ้นอย่างสูงและมั่นคงด้วยระยะทาง

4. เป็นผลผลิตที่ได้จากการประมวลปัญหาซึ่งค่อนข้างคลุมเครือและไม่แจ่มชัด

สมชาย ชูชาติ (2538 : 84) ได้กล่าวไว้ว่าลักษณะของกระบวนการความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง วิธีการคิดหรือกระบวนการทำงานของสมองอย่างมีขั้นตอน ตลอดจนคิดแก้ปัญหาได้สำเร็จ ซึ่งเป็นกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หรือที่เรียกว่า “กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์” (Creative problem solving)

ศรีสุรางค์ ทิเนกุล (2542 : 13) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์มีลักษณะสำคัญ 3 ประการ คือ

1. เป็นความคิดหรือการกระทำที่แปลกใหม่
2. เป็นความคิดหรือการกระทำที่แก้ปัญหาได้
3. เป็นความคิดริเริ่มที่ต้องมีความคงทนและสามารถพัฒนาไปจนถึงจุดที่สมบูรณ์

ศิริกาญจน์ โกสุมภ์ และ ดารณี คำวจิณัง (2544 : 74) กล่าวถึง ลักษณะของความคิดสร้างสรรค์ว่ามี 3 ลักษณะคือ

1. เป็นกระบวนการ หมายถึง ความรู้สึกไวต่อปัญหา พยายามคิดแก้ปัญหา
2. เป็นลักษณะของบุคคล หมายถึง บุคคลที่มีความกระตือรือร้น อยากรู้ อยากเห็น
3. เป็นลักษณะของผลผลิต หมายถึง ผลงานที่สร้างสรรค์

ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา (2545 : 16) กล่าวว่า จุดเน้นลักษณะเฉพาะของความคิดสร้างสรรค์มี 3 ลักษณะคือ

1. ความคิดสร้างสรรค์เป็นความคิดแปลกใหม่ แปลกแตกต่างจากเดิม ซึ่งอาจเกิดจากการคิดปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสิ่งที่มีอยู่แล้ว หรือการใช้จินตนาการคิดประดิษฐ์สิ่งใหม่ขึ้นมา
2. เป็นการคิดมุ่งแก้ปัญหา ที่เกิดจากความต้องการของบุคคลหรือความจำเป็นจากสิ่งแวดล้อมโดยมีลักษณะของความไวต่อการรับรู้ถึงปัญหาหรือการคิดค้นพบปัญหาในแง่มุมหรือรูปแบบที่แตกต่างจากธรรมดา
3. เป็นการคิดที่มีคุณค่า เป็นประโยชน์ มีใช้คิดฟุ้งซ่านให้แปลกๆ แตกต่างแต่ไร้สาระ หรือเป็นอันตรายเป็นการคิดแปลกใหม่ที่เหมาะสมกับการแก้ปัญหา มีทางเป็นไปได้และใช้ประโยชน์ได้จริง

จากที่กล่าวมาข้างต้นอาจสรุปได้ว่า ลักษณะของความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการคิดทางสมองที่คิดได้กว้างไกล หลายทิศทางการคิดดัดแปลง ปรับปรุง ต่อเติม และผสมความคิดเดิมให้เป็นสิ่งใหม่ มีความหลากหลายและแปลกใหม่ โดยมีสถานการณ์ต่างๆ เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดสร้างสรรค์ออกมา

2.3 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

โดยทั่วไปแล้วเมื่อก้าวถึงความคิดสร้างสรรค์ แล้วเรามักเข้าใจและมุ่งไปที่ความคิดริเริ่ม ซึ่งแท้ที่จริงแล้ว ความคิดสร้างสรรค์ประกอบไปด้วยลักษณะความคิดอื่นๆ อีกด้วย นอกจากนั้น ความคิดสร้างสรรค์ไม่ใช่ความสามารถที่มาจากกรรมพันธุ์แต่เพียงอย่างเดียว ความคิดสร้างสรรค์ไม่ใช่สิ่งที่เลื่อนลอยหรือเพ้อฝัน การที่จะเกิดความคิดสร้างสรรค์ได้ต้องมีการเร้าจากสิ่งอื่นประกอบด้วย ได้มีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์พอสรุปได้ดังนี้

กิลฟอร์ด (Guilford, 1967 : 267-293) กล่าวว่า องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ประกอบไปด้วย

1. ความคิดริเริ่ม (originality) หมายถึง ลักษณะการคิดที่แปลกใหม่แตกต่างจากความคิดง่าย ๆ ธรรมดาหรือความคิดที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น เป็นลักษณะการคิดที่เกิดขึ้นครั้งแรกไม่เคยมีใครนึกมาก่อนและเป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่น
 2. ความคิดคล่องตัว (fluency) หมายถึง ความสามารถในการคิดได้รวดเร็วและมีปริมาณมากและไม่ซ้ำในเรื่องเดียวกัน ความคิดคล่องตัวนี้มีความสำคัญต่อการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า เพราะการแก้ปัญหาเฉพาะหน้านั้นต้องการความรวดเร็วและคิดหาวิธีการแก้ไขได้หลายวิธี
 3. ความคิดละเอียดลออ (elaboration) หมายถึง ความสามารถในการคิดถึงรายละเอียดเพื่อตกแต่งความคิดหลักให้มีความหมายสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะการแก้ปัญหาเฉพาะหน้านั้น การคิดถึงรายละเอียดของเรื่องนั้นๆ มากเท่าใดยิ่งทำให้การแก้ปัญหาเฉพาะหน้ามีประสิทธิภาพมากขึ้น
- ขจรศักดิ์ สีเสน (2544 : 17) กล่าวว่า รูปแบบความสามารถที่เป็นความคิดสร้างสรรค์มีองค์ประกอบดังนี้

1. ความคิดริเริ่ม (originality) หมายถึง ลักษณะความคิดที่แปลกใหม่แตกต่างจากความคิดธรรมดาไม่เหมือนคนอื่นหรือแปลกกว่าคนอื่น
2. ความคิดคล่องตัว (fluency) หมายถึง การมีความคิด มีวิธีหรือคำตอบในการแก้ปัญหาได้หลายทาง ตลอดจนมีความสามารถในการคิดที่รวดเร็วและต่อเนื่อง
3. ความคิดยืดหยุ่น (flexibility) หมายถึง ความสามารถในการมองปัญหาได้หลายด้านและสามารถเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาได้ทันทีที่รู้สึกว่าจะมีความจำเป็น
4. ความคิดละเอียดลออ (elaboration) หมายถึง ความสามารถในการขยายและตกแต่งความคิดให้สมบูรณ์ เกิดเป็นภาพชัดเจนและได้ความหมาย

พีรพงศ์ ดวงแก้ว (2544 : 13) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ มีดังนี้

1. ความคิดริเริ่ม (originality) หมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่ แตกต่างจากความคิดธรรมดาไม่เหมือนคนอื่น แปลกกว่าคนอื่น
2. ความคิดคล่อง (fluency) หมายถึง การมีแนวคิด มีวิธีหรือคำตอบในการแก้ปัญหาได้หลายทาง ตลอดจนมีความสามารถในการคิดที่รวดเร็วและต่อเนื่อง

3. ความคิดยืดหยุ่น (flexibility) หมายถึง ความสามารถในการมองปัญหาได้หลายด้านและสามารถเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาได้ทันทีที่รู้ว่ามีคำตอบ

4. ความคิดละเอียดลออ (elaboration) หมายถึง ความสามารถในการขยายและตกแต่งความคิดให้สมบูรณ์เกิดเป็นภาพที่ชัดเจนและมีความหมาย

ศิริกาญจน์ โกสมุทร และ ดารณี คำวังนัง (2544 : 74) กล่าวว่า องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ประกอบไปด้วย

1. ความคิดคล่องแคล่ว (fluency) ซึ่งหมายถึง ปริมาณความคิดของบุคคลในการคิดหาคำตอบอย่างรวดเร็ว คล่องแคล่ว และมีปริมาณมากในเวลาจำกัด

2. ความคิดยืดหยุ่น (flexibility) ซึ่งหมายถึง ประเภทหรือแบบแผนความคิดที่สามารถคิดได้หลายทาง การใช้วิธีการหลายๆ อย่างที่แตกต่างกัน มาจัดเป็นความคิดให้มีทิศทางหลายทิศทางแตกต่างกันออกไป

3. ความคิดริเริ่ม (originality) ซึ่งหมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่ แตกต่างจากบุคคลอื่น เป็นความคิดที่คนอื่นคิดไม่ถึง แนวคิดแปลกใหม่ที่กล้าให้แตกต่างจากความคิดเดิมหรือความคิดเก่า

4. ความคิดรอบคอบละเอียดลออ (elaboration) ซึ่งหมายถึง ความช่างสังเกต พิถีพิถันประณีตบรรจง เพื่อให้การสร้างผลงานมีความแปลกใหม่เป็นพิเศษ เป็นขั้นตอน สามารถอธิบายให้ เห็นภาพชัดเจน เป็นความคิดที่นำมาขยายความคิดแรกให้ชัดเจนขึ้นเป็นการเพิ่มเติมรายละเอียดให้ความคิดริเริ่มสมบูรณ์ งดงามและมีสาระชัดเจนขึ้น

อารี พันธุ์ณี (2545 : 35) กล่าวถึง องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ 4 ประการ ดังนี้

1. ความคิดริเริ่ม หมายถึง ลักษณะความคิดที่แปลกใหม่ แตกต่างจากความคิดธรรมดาหรือเป็นความคิดง่ายๆ ความคิดริเริ่ม หรือที่เรียกว่า Wild idea เป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม

2. ความคิดคล่องตัว หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน

3. ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ประเภทหรือแบบของความคิด

4. ความคิดละเอียดลออ หมายถึง คุณลักษณะที่จำเป็นในการสร้างผลงานที่มีความแปลกใหม่เป็นพิเศษให้สำเร็จ

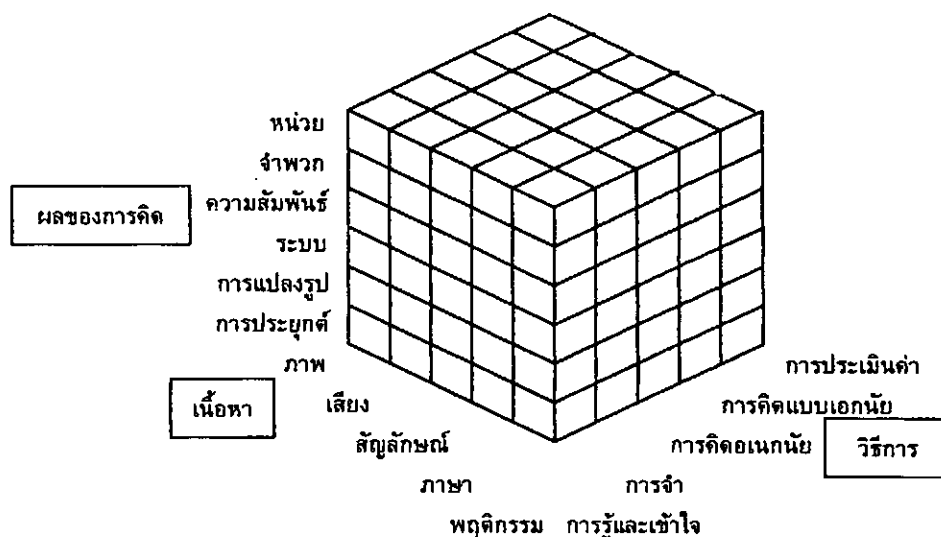
จากที่กล่าวมาข้างต้นอาจสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ มีองค์ประกอบ 4 ประการ คือ ความคิดคล่องตัว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ ซึ่งเป็นลักษณะการคิดแบบอนกนัย (Divergent thinking) ในแต่ละลักษณะของความคิดสร้างสรรค์จะส่งเสริมซึ่งกันและกัน ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ 3 ลักษณะ คือ ความคิดคล่องตัว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

2.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์

ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ที่แพร่หลายและเป็นที่ยอมรับ ได้แก่ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด แนวคิดทฤษฎีความคิดของทอแรนซ์ ทฤษฎีองค์ประกอบของเฮอร์เบิร์ต และทฤษฎีอูต้า ซึ่งอาจสรุปได้ดังนี้

2.4.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด

กิลฟอร์ด (Guilford, 1967 : 289) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นความสามารถทางสมองที่มีลักษณะเด่นและมีองค์ประกอบหลายอย่าง ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 แสดงแบบจำลองโครงสร้างสมรรถภาพทางสมองของกิลฟอร์ด

ที่มา : Guilford, J.P. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. p. 289.

กิลฟอร์ด ได้นำเสนอรูปแบบโครงสร้างสมรรถภาพทางสมองสามมิติประกอบด้วย

1. มิติทางด้านเนื้อหา (content) หมายถึง วัตถุหรือข้อมูลต่างๆ ที่รับรู้ใช้เป็นสื่อก่อให้เกิดการคิด เนื้อหาแบ่งเป็น 5 ชนิดคือ

1.1 เนื้อหาที่เป็นภาพ (figural content) หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่เป็นรูปธรรมต่างๆ บุคคลสามารถรับรู้ได้ด้วยประสาทสัมผัส

1.2 เนื้อหาที่เป็นเสียง (auditory content) หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่อยู่ในรูปเสียงที่มีความหมาย

1.3 เนื้อหาที่เป็นสัญลักษณ์ (symbolic content) หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งเร้าในรูปเครื่องหมายต่างๆ เช่น ตัวอักษร ตัวเลข รวมทั้งสัญลักษณ์ต่างๆ

1.4 เนื้อหาที่เป็นภาษา (semantic content) หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่อยู่ในรูปถ้อยคำที่มีความหมายต่างๆ กัน สามารถใช้ติดต่อสื่อสารได้

1.5 เนื้อหาที่เป็นพฤติกรรม (behavior content) หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่ไม่ใช่อ้อยคำเป็นการแสดงออกของมนุษย์ เจตคติ ความต้องการ รวมถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล การกระทำที่สามารถสังเกตได้

2. มิติด้านวิธีการคิด (operation) หมายถึง กระบวนการคิดต่างๆ ที่สร้างขึ้นประกอบด้วยความสามารถ 5 ชนิดดังนี้

2.1 การรับรู้และการเข้าใจ (cognition) เป็นความสามารถทางสติปัญญาของมนุษย์ในการรับรู้และทำความเข้าใจ

2.2 การจำ (memory) เป็นความสามารถทางสติปัญญาของมนุษย์ในการเก็บสะสมความรู้และข้อมูลต่างๆ และสามารถระลึกได้เมื่อต้องการ เช่น การจำสูตรคูณ

2.3 การคิดแบบอบเนกนัย (divergent thinking) เป็นความสามารถในการคิดแบบกระจาย หลายรูปแบบแตกต่างกันไป

2.4 การคิดแบบเอกนัย (convergent thinking) เป็นความสามารถในการสรุปคำตอบที่ดีที่สุดจากข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่มีหลากหลายให้เหลือเพียงคำตอบเดียว

2.5 การประเมินค่า (evaluation) เป็นความสามารถทางสติปัญญาในการตัดสินสิ่งที่รับรู้ จำได้หรือกระบวนการคิดนั้นว่ามีคุณค่า ถูกต้องเหมาะสมหรือมีเพียงพอหรือไม่โดยอาศัยเกณฑ์ที่ดีที่สุด

3. มิติด้านผลผลิตของการคิด (product) หมายถึง ความสามารถที่เกิดจากการผสมผสานมิติด้าน เนื้อหาและด้านปฏิบัติการเข้าด้วยกันเป็นผลผลิต เมื่อสมองรับรู้จากสิ่งเร้าทำให้เกิดการคิดในรูปแบบต่างๆ กัน ซึ่งให้ผลออกมาต่างๆ กัน แบ่งออกเป็น 6 ชนิด ดังนี้

3.1 หน่วย (unit) หมายถึง สิ่งที่มีลักษณะเฉพาะแตกต่างกันไปจากสิ่งอื่น เช่น คน แก้ว เสื้อผ้า เป็นต้น

3.2 จำพวก (class) หมายถึง ประเภทหรือกลุ่มของหน่วยที่มีลักษณะร่วมกัน เช่น สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ไ้แก่ ช้าง คน ปลาฉลาม เป็นต้น

3.3 ความสัมพันธ์ (relation) หมายถึง ผลของการเชื่อมโยงความคิดของประเภทหรือหลายประเภทเข้าด้วยกัน เช่น เลือคู่ป่า ปลาคู่น้ำ เป็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับที่อยู่อาศัย

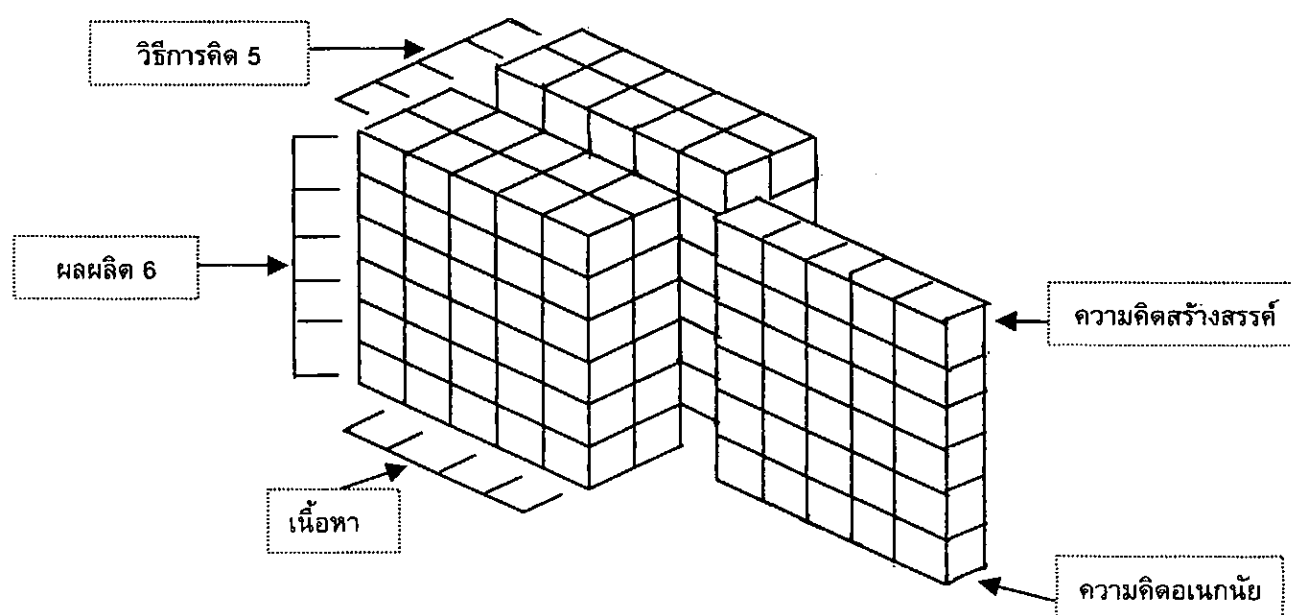
3.4 ระบบ (system) หมายถึง การเชื่อมโยงกลุ่มของสิ่งเร้าโดยอาศัยกฎเกณฑ์หรือแบบแผนบางอย่าง เช่น 2, 4, 6, 8 เป็นระบบเลขคู่

3.5 การแปลงรูป (transformation) หมายถึง การเปลี่ยนแปลง ปรับปรุง ดีความ ขยายความ ให้นิยามใหม่

3.6 การประยุกต์ (implications) หมายถึง การคาดคะเน หรือทำนายจากข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่กำหนด

โครงสร้างทางสติปัญญาของกิลฟอร์ดประกอบด้วยหน่วยจุลภาคจากทั้งสามมิติเท่ากับ $5 \times 5 \times 6$ คือ 150 หน่วย แต่ละหน่วยประกอบด้วย หน่วยเนื้อหา-ปฏิบัติการ-ผลผลิต (content-operation-product)

จากโครงสร้างทางสติปัญญาข้างต้น กิลฟอร์ดได้ศึกษาเรื่องราวความคิดสร้างสรรค์ (creative thinking) ความมีเหตุผล (reasoning) และการแก้ปัญหา (problem solving) โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบ เขาพบว่า ความคิดสร้างสรรค์คือ การคิดหลายแบบหลายทาง ซึ่งสามารถใช้แก้ปัญหาอันนำไปสู่การคิดประดิษฐ์สิ่งใหม่ได้ ดังนั้น กิลฟอร์ดจึงได้อธิบายความคิดสร้างสรรค์โดยได้เปรียบเทียบกับโครงสร้างทางสติปัญญาด้วยการนำโครงสร้างนามาศึกษาเฉพาะส่วนที่เป็นกระบวนการคิด (operations) ด้านการคิดแบบอเนกนัย โดยใช้มิติด้านเนื้อหา และผลผลิตตามโครงสร้างเดิม ทำให้หน่วยจุลภาคที่แทนความสามารถด้านการคิดสร้างสรรค์อยู่ที่ $1 \times 5 \times 6$ หน่วย ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 แสดงสมรรถภาพด้านการคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด

ที่มา : Guilford, J.P. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. p. 291.

การคิดแบบอเนกนัย มีลักษณะการคิด 4 แบบ คือ มีความคิดยืดหยุ่น (flexibility) เช่น เมื่อหาคำตอบว่ากระดาษหนังสือพิมพ์ใช้ทำอะไรได้อะไรได้บ้าง ก็สามารถหาคำตอบลักษณะการใช้หลายๆ แบบได้ และมีความคิดริเริ่ม (originality) สามารถหาคำตอบที่แปลกใหม่ได้ มีความคล่องทางการคิด (fluency) คือ สามารถให้คำตอบได้มากเมื่อให้คิดในเรื่องใดเรื่องหนึ่งและมีความคิดละเอียดลออ (elaboration) ซึ่งก็คือประสานความคิดและติดตามให้เกิดความสำเร็จจากผลงานของความคิดนั้นๆ ด้วย

2.4.2 แนวคิดทฤษฎีความคิดของทอแรนซ์

ทอแรนซ์ (Torrance. 1962 : 204) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ว่าประกอบไปด้วยความคล่องแคล่วในการคิด (fluency) ความคิดยืดหยุ่นในการคิด (flexibility) และความคิดริเริ่มในการคิด และยังให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่าเป็นกระบวนการของความไวต่อปัญหาหรือสิ่งที่ขาดหายไปหรือสิ่งที่ยังไม่ประสานกันแล้วเกิดความพยายามในการสร้างแนวคิด ตั้งสมมติฐาน ทดลองสมมติฐาน และเผยแพร่ผลที่ได้ให้ผู้อื่นได้รับรู้และเข้าใจ ทำให้เกิดแนวทางในการค้นคว้าในสิ่งแปลกๆ ใหม่ๆ ต่อไป เป็นกระบวนการของการรับรู้ปัญหาหรือเป็นช่องว่างของข้อมูล รูปแบบความคิดหรือสมมติฐาน การทดสอบและขยายผลสมมติฐาน และการสื่อสารถึงผลที่ได้รับ ในความหมายนี้ ความคิดสร้างสรรค์สามารถปรับปรุงพัฒนา โดยใช้กระบวนการฝึกฝนอบรมได้ ซึ่งวิธีการฝึกฝนที่ทอแรนซ์พบว่า ทำให้บุคคลมีความคิดสร้างสรรค์ คือ การขยันทิ้งคำถาม การซักถาม การแสวงหา การทดลอง เพื่อพยายามค้นพบความจริงหรือหาคำตอบด้วยตนเอง ทอแรนซ์ได้เสนอหลักการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์โดยมีจุดเน้นที่ตัวครูผู้สอน ในการส่งเสริมให้เกิดคำถาม และให้ความสนใจต่อคำถามแปลกๆ ของเด็กโดยผู้ถามไม่ควรมุ่งที่ตอบที่ถูกต้อง แต่เพียงอย่างเดียวเพราะในการแก้ปัญหาของเด็กนั้น เด็กอาจใช้วิธีเดาก็ควรยอมรับครูผู้สอนควรใช้วิธีกระตุ้นให้ผู้เรียนวิเคราะห์ ค้นหาเพื่อพิสูจน์ การเดาโดยใช้การสังเกตหรือประมวลจากประสบการณ์ของผู้เรียน

2.4.3 ทฤษฎีองค์ประกอบของเออร์เบิร์น

ดร.เออร์เบิร์น ได้นำเสนอ “ทฤษฎีองค์ประกอบของเออร์เบิร์น” ที่ประกอบด้วยองค์ประกอบทางความคิดสร้างสรรค์ 6 อย่างคือ (อุษณีย์ อนุรุทธวงศ์. 2545 : 95)

องค์ประกอบทางความคิด-ความรู้

- 1) ความคิดและการปฏิบัติที่มีความหลากหลาย มีลักษณะเป็นอเนกนัย
- 2) ความรู้ทั่วไป และความคิดที่เป็นพื้นฐาน
- 3) ความรู้เฉพาะทาง และทักษะเฉพาะทาง

องค์ประกอบด้านบุคลิกภาพ

- 4) ความมีใจจดจ่อต่องาน มีความมุ่งมั่นหมั่นสำเร็จ
- 5) มีแรงจูงใจและแรงผลักดันภายในสูงมาก
- 6) เป็นคนเปิดเผย อดทนที่จะพยายามหาทางพิสูจน์ความสงสัยหรือความคลุมเครือ

โดยในแต่ละองค์ประกอบทำงานร่วมกันไม่ใช่แยกเป็นส่วน แต่เป็นกระบวนการทำงานที่เป็นระบบ ทั้งในด้านวิธีการคิด ความรู้ การปฏิบัติที่มีแรงจูงใจ เป็นตัวขับเคลื่อนอยู่ภายในที่เป็นพลังสำคัญทำให้คนพยายามหาหนทางสู่ทางออกที่สำเร็จที่สุด

ทฤษฎีของ ดร.เออร์เบิร์นให้ความสำคัญกับ องค์ความรู้ จินตนาการ ความคิดที่แปลกใหม่ รวมไปถึงองค์ประกอบทางจิตวิทยาที่ส่งผลต่อความสำเร็จ ดังนั้นในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในแนวความคิดของ ดร.เออร์เบิร์น ไม่ได้เน้นจินตนาการแต่เพียงอย่างเดียวเท่านั้น

จินตนาการที่ดีต้องอยู่บนพื้นฐานของความรู้ที่แน่นหนาพอที่จะให้เกิดความยืดหยุ่นและหลากหลายได้ รวมทั้งความศรัทธาที่จะหาสิ่งใหม่ๆ ในรูปแบบที่ไม่มีใครคิดมาก่อน

2.4.4 ทฤษฎีอูต้า (Auta)

เดวิส (กรมวิชาการ. 2534 : 14; อ้างอิงจาก David. 1974 : 45) กล่าวว่า ทฤษฎีนี้เป็นรูปแบบของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นในตัวบุคคลโดยมีแนวคิดที่ว่า ความคิดสร้างสรรค์นั้นมีอยู่ในมนุษย์ทุกคนและสามารถพัฒนาให้สูงขึ้นได้ การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ตามรูปแบบของอูต้า ประกอบด้วย

1) การตระหนัก (Awareness) คือ มีความรู้ถึงความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ที่มีต่อตนเอง สังคม ทั้งในปัจจุบันและอนาคต และตระหนักถึงความคิดสร้างสรรค์ที่มีอยู่ในตนเองด้วย

2) ความเข้าใจ (Understanding) คือ มีความรู้ความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในเรื่องราวต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์

3) เทคนิควิธี (Techniques) คือ การรู้เทคนิคในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทั้งที่เป็นเทคนิคส่วนบุคคลและเทคนิคที่เป็นมาตรฐาน

4) การตระหนักในความจริงของสิ่งต่างๆ (Actualization) คือ การรู้จักหรือตระหนักตนเอง พอใจในตนเองและพยายามใช้ตนเองเต็มศักยภาพ รวมทั้งการเปิดกว้างรับประสบการณ์ต่างๆ โดยมีการปรับตัวได้อย่างเหมาะสม การตระหนักถึงเพื่อนมนุษย์ด้วยกัน การผลิตผลงานด้วยตนเองและ มีความคิดที่ยืดหยุ่นเข้ากับทุกรูปแบบของชีวิต

จากแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะที่มีอยู่ในตัวบุคคลอยู่แล้ว และสามารถที่จะส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้นให้สูงขึ้นได้โดยอาศัยการเรียนรู้ การฝึกฝน และบรรยากาศที่เป็นการส่งเสริมและกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์

2.5 กระบวนการคิดสร้างสรรค์

ออสบอร์น (Osborn. 1957 : 214) ได้กล่าวถึงกระบวนการสร้างสรรค์ว่ามี 7 ขั้นตอน คือ

1. ชี้ถึงปัญหา เป็นการระบุหรือทราบประเด็นปัญหา
2. การเตรียมและรวบรวมข้อมูล เป็นขั้นเตรียมการรวบรวมข้อมูล เพื่อใช้ในการคิดแก้ปัญหา
3. การวิเคราะห์ เป็นขั้นคิดพิจารณาและแจกแจงข้อมูล
4. การใช้ความคิด หรือคัดเลือกเพื่อหาทางเลือกต่างๆ เป็นขั้นพิจารณาอย่างละเอียดรอบคอบ และหาทางเลือกที่เป็นไปได้หลายๆ ทาง
5. การคิดและการทำให้กระจ่าง เป็นขั้นที่ทำให้จิตใจว่างและในที่สุดก็เกิดความคิดแวบแล้วกระจ่างขึ้น
6. การสังเคราะห์ หรือการบรรจุชิ้นส่วนต่างๆ เข้าด้วยกัน
7. การประเมินผล เป็นการคัดเลือกจากคำตอบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด

แอนเดอร์สัน (อาร์ พันธ์มณี. 2545 : 9-10; อ้างอิงจาก Anderson. 1957 : 72)

แบ่งกระบวนการคิดด้านความคิดสร้างสรรค์เป็น 6 ขั้นตอนคือ

1. มีความสนใจและรู้ถึงความต้องการของจิตใจและสมอง
2. รวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์และสิ่งที่น่าสนใจ
3. ไตร่ตรองถึงการวางแผน โครงร่างและรูปแบบของงาน
4. จากผลข้อ 1-3 ทำให้เกิดจินตนาการ
5. สร้างจินตนาการออกมาให้เป็นความจริง และเสนอผลงานให้ชัดเจน
6. รวบรวมความคิด และแสดงออกมาในรูปของผลงาน

ทอแรนซ์ (Torrance. 1965 : 12) ได้แบ่ง กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ออกเป็น

1. การพบความจริง (Fact-finding) ในขั้นนี้เริ่มตั้งแต่เกิดความรู้สึกกังวลใจ มีความสับสน วุ่นวาย เกิดขึ้นในใจ แต่ไม่สามารถบอกได้ว่า เป็นอะไร จากจุดนี้ก็พยายามตั้งสติและพิจารณาว่าความยุ่งยาก สับสน หรือสิ่งที่ทำให้กังวลใจนั้นคืออะไร
2. การค้นพบปัญหา (Problem-finding) ขั้นนี้เกิดต่อจากขั้นที่ 1 เมื่อได้พิจารณาโดยรอบคอบแล้ว จึงสรุปว่าความกังวลใจ ความสับสนวุ่นวายใจนั้นคือการมีปัญหาเกิดขึ้นนั่นเอง
3. การตั้งสมมติฐาน (Idea-finding) เมื่อรู้ว่ามีปัญหาก็พยายามที่จะคิดแก้ไขและตั้งสมมติฐานขึ้นและรวบรวมข้อมูลต่างๆ เพื่อนำไปใช้ในการทดสอบสมมติฐานในขั้นต่อไป
4. การค้นพบคำตอบ (Solution-finding) ในขั้นนี้ก็จะทำให้พบคำตอบจากการทดสอบสมมติฐานในขั้นที่ 3
5. ยอมรับผลจากการค้นพบ (Acceptance-finding) ขั้นนี้จะเป็นการยอมรับคำตอบที่ได้จากการพิสูจน์เรียบร้อยแล้วว่าจะแก้ปัญหาให้สำเร็จอย่างไร และต่อจากจุดนี้การแก้ปัญหาหรือการค้นพบยังไม่จบตรงนี้ แต่ที่ได้จากการค้นพบจะนำไปสู่หนทางที่จะทำให้เกิดแนวคิดหรือ สิ่งใหม่ต่อไปเรียกว่า New Challenges

วอลลาซ (Wallach. 1971 : 67) กระบวนการคิดสร้างสรรค์เกิดจากความคิดใหม่ๆ โดยการลองผิดลองถูก แบ่งเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นเตรียม (Preparation) เป็นขั้นเตรียมข้อมูลต่างๆ เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับการกระทำหรือแนวทางที่ถูกต้อง หรือข้อมูลระบุปัญหาหรือข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริง
2. ขั้นความคิดคุกรุ่นหรือระยะฟักตัว (Incubation) เป็นขั้นที่อยูในความวุ่นวายของข้อมูลต่างๆ ทั้งเก่าและใหม่ สะเปะสะปะ ปราศจากความเป็นระเบียบเรียบร้อย ไม่สามารถขมวดความคิดนั้น จึงปล่อยความคิดไว้เฉยๆ
3. ขั้นความคิดกระจ่างชัด (Illumination) เป็นขั้นที่ความคิดสับสนนั้นได้ผ่านการเรียบเรียงและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ต่างๆ เข้าด้วยกันให้มีความกระจ่างชัด และจะมองเห็นภาพพจน์มโนทัศน์ของความคิด

4. ขั้นทดสอบความคิดและพิสูจน์ให้เห็นจริง (Verification) เป็นขั้นที่ใช้ความคิด 3 ขั้น จากขั้นต้นเพื่อพิสูจน์ว่าเป็นความคิดที่เป็นจริงและถูกต้อง

จุง (อารี พันธมณี. 2545 : 9-10; อ้างอิงจาก Jungs. 1963 : 102) ได้อธิบายวิธีการสร้างความคิดสร้างสรรค์ในลักษณะที่คล้ายคลึงกันโดยเขาเสนอวิธีการคิดสร้างสรรค์ไว้ 5 ขั้นและเรียกขั้นเหล่านี้ว่า “ห้าขั้นแห่งการสร้างความคิด” ดังนี้

1. ขั้นคิดรวบรวมข้อมูล หมายถึง การใช้ใจคิดรวบรวมวัตถุดิบต่างๆ คิดถึงข้อมูลต่างๆ ทุกอย่างที่เรากระทำ เช่น การโฆษณา หรือจะเขียนรูป เป็นต้น เราก็คิดภาพที่เรากระทำมา เช่น สี เส้น การวาดรูปที่เราทำกันมา พยายามใช้ความคิดกับสิ่งต่างๆ อย่างกระตือรือร้น ให้มันหลั่งไหลเข้ามาสู่ใจหรือสมอง

2. ขั้นกระบวนการใช้วัตถุดิบ หมายถึง การคิดถึงข้อมูลต่างๆ ที่ได้รวบรวมอยู่ในใจ ครั่งแล้วครั่งเล่า ว่าการทำอย่างนี้จะเป็นที่สนใจและได้ประโยชน์ไหม แล้วนำมาเปรียบเทียบกับความคิดอย่างอื่นที่เรารวบรวมอยู่ในใจ หากสมองเหนื่อยก็หยุดพักไว้ก่อน

3. ขั้นทำให้ใจให้ว่าง หมายถึง การหยุดคิดแล้วทำจิตใจให้ว่างลืมปัญหาต่างๆ ในขั้นที่ 2 แล้วหาความสนใจไปยังสิ่งอื่นๆ อีก ปลดปล่อยจิตใจสำนึกของกลไกความคิดทำงานของมันต่อไป

4. ขั้นยูริกา หมายถึง ขั้นเกิดความคิดแวบเข้ามาบางครั้งความคิดอาจหลั่งไหลเข้ามาโดยไม่คาดฝันอาจเป็นเวลาไหนก็ได้แต่ส่วนใหญ่มักเกิดขึ้นในตอนที่เราครึ่งหลับครึ่งตื่นในตอนเช้า และเขาเรียกขั้นนี้ว่า “ยูริกา” ซึ่งแปลว่า “ข้าพเจ้าได้พบแล้ว” หรือ “ได้ตัวแล้ว” ซึ่งเป็นคำกล่าวของอาร์คิมิดีส กล่าวในขณะที่เขาได้พบวิธีหาน้ำหนักของวัตถุเพื่อพิสูจน์ความบริสุทธิ์ของทองคำ

5. ขั้นวิพากษ์วิจารณ์ หมายถึง เป็นขั้นที่ต้องใช้เวลาวิพากษ์วิจารณ์อย่างจริงจังต่อความคิดใหม่ที่คิดได้ แล้วพยายามจัดความคิดนั้นให้เป็นรูปร่าง เพื่อที่จะนำไปใช้ประโยชน์หรือให้มันทำงานได้ เขาเสนอแนะว่า ช่วงตอนนี้เป็นโอกาสดีที่ให้ใครช่วยวิพากษ์วิจารณ์ เพราะบางทีคำพูดสักเพียงประโยคเดียว อาจทำให้ความคิดใหม่ที่คิดนั้นยังดีขึ้น

ดังนั้น เราสามารถเปรียบเทียบกระบวนการคิดสร้างสรรค์ของ ทอแรนซ์ วอลลาซ ออสบอร์น แอนเดอร์สัน และจุงส์ ได้ดังตาราง 1

จากที่กล่าวมาข้างต้นอาจสรุปได้ว่า ในการจะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ควรจัดการเรียนรู้ให้เป็นไปตามลำดับขั้นตอนของความคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้ได้มากที่สุด และเป็นไปตามที่ครูคาดหวังไว้

ตาราง 1 เปรียบเทียบกระบวนการคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ วอลลาซ ออสบอร์น แอนเดอร์สันและจุงส์

	ทอแรนซ์	วอลลาซ	ออสบอร์น	แอนเดอร์สัน	จุงส์
1	การพบความจริงเริ่มมีความรู้สึกกังวลใจ สับสน วุ่นวายขึ้น	ขั้นเตรียมการรวบรวมข้อมูล	ชี้ถึงปัญหา-ระบุปัญหา การเตรียมและรวบรวมข้อมูล	ความสนใจและรู้ถึงความต้องการของจิตใจและสมอง รวบรวมข้อมูล	รวบรวมข้อมูล
2	การค้นพบปัญหา พิจารณาด้วยความมีสติสัมปชัญญะถึงความกังวล วุ่นวาย สับสน และพบว่า นั่นคือ ปัญหา	ขั้นความคิดคุกรุ่น ระยะวุ่นวายสับสน แก่ปัญหาไม่ได้จึง ลืมเสียชั่วคราวแต่ จริงๆ แล้วจิตได้ สำนึกยังคิดอยู่	การวิเคราะห์ ใช้ความคิดคัดเลือกข้อมูล	ไตร่ตรองถึงการวางแผน โครงร่าง และรูปแบบของงาน	กระบวนการใช้วัสดุทบทวนและวิเคราะห์ข้อมูล
3	การตั้งสมมติฐาน รวบรวมข้อมูลต่างๆ เพื่อใช้ทดสอบสมมติฐาน	ขั้นความคิดกระจ่าง ชัด เรียบเรียงข้อมูล เชื่อมโยงกับสิ่งต่างๆ ให้สัมพันธ์ เกิดเป็นภาพพจน์	การคิดและการทำให้ ความคิดกระจ่างชัดขึ้น	เกิดจินตนาการ	ทำใจให้ว่าง คิดยังไม่ออก จงลืมนปัญหาชั่วคราว แต่ปล่อยให้จิตได้สำนึกของกลไกความคิดทำงาน
4	การค้นพบคำตอบ พบคำตอบจากการทดสอบสมมติฐาน	ขั้นทดสอบความคิด และพิสูจน์ให้เห็นจริง	การสังเคราะห์ การรวบรวม บรรจุชิ้นส่วนต่างๆ เข้าด้วยกัน	สร้างจินตนาการ และแสดงออกมาในรูปผลงาน	ยูรีกาคิดคำตอบได้
5	ยอมรับผลจากการค้นพบ ยอมรับและเผยแพร่ผลที่ได้อันเป็นแนวทางไปสู่การค้นพบสิ่งใหม่	นำผลที่ได้ไปใช้ต่อไป	การประเมินผล ประเมินสิ่งที่รวบรวมและคิดว่าถูกต้อง		วิพากษ์วิจารณ์ ประเมินความคิดที่ได้

ที่มา : อาลี พันธุ์มน. (2545). ฝึกให้คิดเป็นคิดให้สร้างสรรค์. หน้า 12-13.

2.6 หลักการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

ซัทแมน (Suchman. 1964 : 1) กล่าวถึง แนวความคิดในการสอนให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ดังนี้

1. ครูควรเป็นผู้สร้างจุดสนใจเพื่อให้นักเรียนอยากสืบสวนสอบสวน คือ สถานการณ์หรือการสาธิตให้เด็กเกิดการอยากรู้อย่างไม่ถึงเป็นเช่นนั้น
2. การให้อิสระภาพแก่นักเรียน
3. การสร้างบรรยากาศและสิ่งแวดล้อมให้มีการตอบสนอง โดยครูเป็นเพียงผู้ตอบสนองมากกว่าเป็นผู้ชี้แนะ โดยการให้ข้อมูลข้อสนเทศ เมื่อเด็กต้องการหรือเพื่อเสริมให้มีการทดสอบทฤษฎีต่อไป

ทอแรนซ์ (Torrance. 1965 : 90-91) ได้เสนอหลักในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ไว้หลายประการ ซึ่งเน้นตัวครูกับนักเรียนและปฏิสัมพันธ์ระหว่างครู กับนักเรียนเป็นสำคัญ ดังนี้

1. การส่งเสริมให้เด็กถามและให้ความสนใจต่อคำถามที่แปลกๆ ของเด็กและเขายังเห็นว่าพ่อแม่หรือครูไม่ควรมุ่งที่คำตอบที่ถูกแต่เพียงอย่างเดียว เพราะในการแก้ปัญหาแม้เด็กจะใช้วิธีเดาหรือเสี่ยงบ้างก็ควรจะยอม แต่ควรกระตุ้นให้เด็กได้วิเคราะห์ ค้นหา เพื่อพิสูจน์การเดาโดยใช้การสังเกตและประสบการณ์ของเด็กเอง
2. ตั้งใจฟังและเอาใจใส่ต่อความคิดแปลกๆ ของเด็กด้วยใจเป็นกลาง เมื่อเด็กแสดงความคิดเห็นในเรื่องใด แม้จะเป็นความคิดที่ยังไม่เคยได้ยินมาก่อน ผู้ใหญ่ก็อย่าเพิ่งตัดสินใจและลดทอนความคิดนั้นแต่รับฟังไว้
3. กระตือรือร้นกับคำถามที่แปลกๆ ของเด็กด้วยการตอบคำถามอย่างมีชีวิตชีวาหรือชี้แนะให้เด็กหาคำตอบจากแหล่งต่างๆ ด้วยตนเอง
4. แสดงให้เด็กเห็นว่าความคิดของเด็กนั้นมีคุณค่าและนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ เช่น จากภาพที่เด็กวาด อาจนำไปเป็นลวดลาย ถ้วยชาม ภาชนะ เป็นภาพปฏิทิน บัตร ส.ค.ส. เป็นต้น ซึ่งจะทำให้เด็กเกิดความภูมิใจและมีกำลังใจที่จะคิดสร้างสรรค์ต่อไป
5. กระตุ้นและส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง ควรให้อุปกรณ์และเตรียมการให้เด็กเรียนรู้ด้วยตนเองและยกย่องเด็กที่มีการเรียนรู้ด้วยตนเอง ครูอาจเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้ชี้แนะลดการอธิบายและการบรรยายลง แต่เพิ่มการให้นักเรียนมีส่วนร่วมริเริ่มกิจกรรมด้วยตนเองมากขึ้น
6. เปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนรู้ ค้นคว้าอย่างต่อเนื่องอยู่เสมอโดยไม่ต้องใช้วิธีขู่ด้วยคะแนนหรือการสอบ การตรวจสอบ เป็นต้น
7. พึงระลึกว่าการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในเด็กจะต้องใช้เวลาพัฒนาอย่างค่อยเป็นค่อยไป
8. ส่งเสริมให้เด็กใช้จินตนาการของตนเอง และยกย่องชมเชยเมื่อเด็กมีจินตนาการที่แปลกและมีคุณค่า

ศิริกาญจน์ โกสุมภ์ และ ดารณี คำวังนัง (2544 : 78) ได้เสนอหลักการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ไว้พอสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นคุณสมบัติที่มีอยู่แล้วในเด็กทุกคน ครูผู้สอนสามารถส่งเสริมให้พัฒนาขึ้น ทั้งทางตรงและทางอ้อม ในทางตรง ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การฝึกอบรม สำหรับทางอ้อมนั้นได้แก่ การจัดบรรยากาศ สิ่งแวดล้อมภายในโรงเรียน ภายในห้องเรียน ให้ส่งเสริมความเป็นอิสระ เสริมการเรียนรู้ ครูผู้สอนสามารถสร้างและส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ โดยดำเนินการดังนี้

1. ยอมรับความสามารถของผู้เรียน เชื่อมั่นในความสามารถของผู้เรียนอย่างไม่มีเงื่อนไขรวมทั้งพ่อแม่และผู้ปกครองของผู้เรียนด้วย
2. สร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ไม่มีการประเมินผลจากภายนอกจะทำให้ผู้เรียนมีความรู้สึกเป็นอิสระ เป็นตัวของตัวเองและกล้าแสดงออก ทั้งความคิดและการกระทำอย่างสร้างสรรค์
3. มีความเข้าใจความรู้สึกของผู้เรียน เข้าไปสู่โลกของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนไว้วางใจ รู้สึกปลอดภัย

อุษณีย์ โพธิสุข และคนอื่นๆ (2544 : 33) กล่าวถึง แนวทางการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ไว้ดังนี้

1. กระบวนการคิด เป็นการสอนที่เพิ่มทักษะความคิดด้านต่างๆ เช่น ความคิดจินตนาการ ความคิดเอहनัย อเนกนัย ความคิดวิจารณ์ญาณ ความคิดวิเคราะห์ ความคิดสังเคราะห์ ความคิดแปลกใหม่ ความหลากหลาย ความคิดยืดหยุ่น ความคิดเห็นที่แตกต่างและการประเมินผล
2. ผลผลิต เป็นสิ่งที่ชี้ให้เราเห็นหลายสิ่งหลายอย่างของการคิด เช่น วิธีคิด และประสิทธิภาพทางความคิด การนำเอาความรู้ไปสู่การนำไปใช้จุดสำคัญในการสอนว่าจะพิจารณาเกณฑ์ของผลผลิตอย่างไรนั้นควรจะมีการกำหนดให้นักเรียนรู้จักการระบุจุดประสงค์ของการทำงาน รู้จักประเมินการทำงานของตนเองอย่างใช้เหตุผล พยายามและสามารถปรับใช้ได้ในชีวิตจริง
3. องค์ความรู้พื้นฐาน คือ ให้โอกาสเด็กได้รับความรู้ผ่านสื่อและทักษะหลายด้าน โดยใช้ประสาทสัมผัสหรือความรู้ที่มีมาจากประสบการณ์ที่หลากหลาย และมีแหล่งข้อมูลที่ต่างกันทั้งจากหนังสือ ผู้เชี่ยวชาญ การทดสอบด้วยตนเอง และที่สำคัญคือให้เด็กได้สร้างความรู้จากตัวของเขาเอง
4. สิ่งที่ทำทายนักเรียน คือ งานที่สรรค์สร้าง และมีมาตรฐานให้เด็กได้ทำ
5. บรรยากาศในชั้นเรียน คือ ต้องให้อิสระเสรี ความยุติธรรม ความเคารพในความคิดเห็นของนักเรียน ให้เด็กมั่นใจว่าจะไม่ถูกลงโทษหากมีความคิดที่แตกต่างจากครูหรือคิดว่าครูไม่ถูกต้องยอมให้เด็กล้มเหลวหรือผิดพลาดแต่ต้องฝึกให้เรียนรู้จากข้อผิดพลาดที่ผ่านมา
6. ตัวนักเรียน คือ สนับสนุนให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง ความเคารพตนเอง กระหายใคร่รู้
7. การใช้คำถาม คือ ครูต้องสนับสนุนให้นักเรียนถามคำถามของเขา
8. การประเมินผล ครูต้องหลีกเลี่ยงการประเมินซ้ำๆ ซากๆ หรือเป็นทางการอยู่ตลอด และสนับสนุนให้เด็กได้ประเมินการเรียนรู้ด้วยตนเองและประเมินร่วมกับครู

9. การสอนและการจัดหลักสูตร ควรจะนำไปผสมผสานกับวิชาการต่างๆ เพราะสามารถใช้ได้กับทุกวิชา ลองให้เด็กเรียนรู้ในสิ่งที่ไม่มีความท้าทายที่สุด คำตอบที่ตายแล้วคำตอบที่คลุมเครือและเปลี่ยนแปลงได้ง่ายๆ และให้ครูเป็นผู้ให้การสนับสนุน และช่วยเหลือเด็กไม่ใช่ผู้สั่งการและสอน

10. การจัดระบบในชั้นเรียน ให้เด็กได้ค้นคว้าความรู้ด้วยตนเองให้มากขึ้น ปรับระบบตารางเรียนให้ยืดหยุ่นเพื่อตอบสนองความต้องการและความสามารถที่หลากหลาย จัดกลุ่มการสอนหลายๆ แบบ เช่น จับคู่ กลุ่มเล็ก กลุ่มใหญ่ และสอนแบบเดี่ยว นอกจากนี้ ควรจัดห้องเรียนให้แตกต่างกันไปในแต่ละเวลา สถานที่ เช่น บางห้อง บางเวลา ไม่มีที่นั่ง นั่งไถ่กัน ไถ่กัน นั่งข้างนอก ห้องเรียน เรียนที่สนาม เป็นต้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นอาจสรุปได้ว่า การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เป็นสิ่งที่สามารถส่งเสริมกันได้ จากความร่วมมือของหลายๆ ฝ่าย โดยเฉพาะครูผู้สอนสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้นักเรียน โดยการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงออก ใช้วิธีการกระตุ้นและสร้างความสนใจในการอยากแก้ปัญหา ฝึกให้นักเรียนได้คิด และควรจัดหาประสบการณ์ที่ทำให้ท้ายเพื่อให้นักเรียนมีโอกาสพัฒนาความอยากรู้อยากเห็น ความเป็นอิสระและความเป็นตัวของตัวเอง

2.7 อุปสรรคของความคิดสร้างสรรค์

วิจิตร วรุตบางกูร (2535 : 43) กล่าวถึง ปัจจัยที่เป็นอุปสรรคของความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. ความเคยชิน ความเคยชินทำให้เกิดแบบพฤติกรรมที่ยากต่อการเปลี่ยนแปลงสิ่งที่ต่อต้านการเปลี่ยนแปลงย่อมเป็นอุปสรรคต่อความคิดสร้างสรรค์ และนิสัย การรับรู้ ตัวอย่างเช่น เมื่อเห็นคลิป (Clip) เรายอมรับทันทีว่ามีไว้ใช้หนีบกระดาษเท่านั้น และไม่อาจเห็นประโยชน์อื่นๆ ของสิ่งนี้ทั้งสิ้น แต่ความจริงแล้วยังสามารถใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้อีกมากมาย

2. ความกลัว ความกลัวผิดพลาด กลัวถูกหัวเราะเยาะ กลัวเสียหน้า กลัวถูกหาว่าอยากเด่นอยากดัง กลัวไม่สำเร็จ ความกลัวเหล่านี้ทำให้เกิดความอึดอัดใจ ตื่นตระหนกคิดอะไรไม่ออกและไม่อยากจะทำอะไร

3. อคติ อคติทำให้เรายึดมั่นอยู่กับความเชื่ออย่างใดอย่างหนึ่งไม่ยอมพิจารณาแนวทางอื่นๆ อคติจึงเป็นตัวจำกัดความคิดของบุคคล ทำให้มองไม่เห็นวิธีอื่นๆ ที่ดีกว่าและไม่ยอมรับบางสิ่งบางอย่างโดยไม่มีเหตุผล วิธีที่ดีที่สุด คือ ยอมรับว่าเรามีอคติและพยายามเอาชนะอคติด้วยการเปิดใจให้กว้าง วิเคราะห์สิ่งต่างๆ รอบๆ ตัว รับฟังความคิดเห็นจากคนอื่นบ้าง เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น ควรให้ความสนใจกับ “อะไรผิดอะไรถูก” มากกว่า “ใครผิดใครถูก”

4. ความเฉื่อยชา คนเฉื่อยชาจะยอมรับสิ่งที่มีอยู่และเป็นอยู่ ไม่สนใจวิธีการใหม่ๆ ที่ดีกว่า ไม่สนใจและไม่พอใจ ต่อการเปลี่ยนแปลงใดๆ มักจะเป็นคนถ่วงให้กลุ่มไม่ก้าวหน้า วิธีเอาชนะความเฉื่อยชา คือ เร่งปฏิบัติการ เดือนตนเองให้กระตือรือร้น ทำงานให้สำเร็จ เพื่อให้ได้เวลาและความปลอดโปร่งใจพอที่จะคิดอะไรใหม่ๆ ได้

ศรีสุรางค์ ทีนะกุล (2542 : 23) กล่าวถึง อุปสรรคของความคิดสร้างสรรค์ ไว้ดังนี้

1. การไม่ชอบให้ซักถาม หมายถึง การที่ผู้ใหญ่ไม่ชอบและไม่สนับสนุนให้เด็กเป็นคนช่างซักถาม หรือยับยั้งการถามและรู้สึกรำคาญและไม่พอใจที่เด็กซักถามบ่อยๆ โดยเฉพาะการที่เด็กถามคำถามแปลกๆ และผู้ใหญ่มักจะดัดบดไม่ตอบคำถามหรือดูทำให้เด็กไม่กล้าที่จะถามอีกต่อไป
2. การเอาอย่างกันหรือทำตามอย่างกัน เป็นการกระทำที่ชอบเอาอย่างกัน คิดตามกัน คิดเลียนแบบ หรือกระทำในสิ่งที่เลียนแบบ หรือกระทำในสิ่งที่เลียนแบบ หรือกระทำตามในสิ่งที่เลียนแบบของเดิม
3. การเน้นบทบาทและความแตกต่างระหว่างเพศ หมายถึง การที่สังคมกำหนดบทบาทของเพศหญิงและเพศชายอย่างเคร่งครัด เช่น เพศชายต้องเล่นปืน เล่นตุ๊กตาไม่ได้ หรือเพศหญิงต้องทำงานบ้านทุกอย่าง
4. วัฒนธรรมที่ยกย่องความสำเร็จและประณามความล้มเหลว การที่สังคมมีค่านิยมต่อความสำเร็จมากเกินไป ความล้มเหลวที่ไม่ยอมรับ ทำให้เด็กไม่กล้าทดลองกระทำสิ่งใหม่ๆ เพราะกลัวความล้มเหลว
5. บรรยากาศที่เคร่งเครียดและเอาจริงเอาจังมากเกินไป หมายถึง การกระทำหรือความคิดทุกอย่างต้องอยู่ในระเบียบกฎเกณฑ์อย่างเคร่งครัด จะเปี่ยงเบนหรือคลาดเคลื่อนจากสิ่งที่กำหนดไม่ได้ ถือเป็นความผิดและไม่กล้าคิดสร้างสรรค์
6. ความกลัว ความไม่กล้าคิดไม่กล้าแสดงออก ไม่กล้ากระทำสิ่งใหม่ๆ
7. ความเคยชิน หมายถึง การยอมรับหรือการยึดติดอยู่กับรูปแบบหรือการกระทำเดิมที่เคยทำมาเป็นประจำ
8. ความมีอคติหรือความลำเอียง หมายถึง ความเชื่อและคิดตามทัศนะของตน ลำเอียงและยึดมั่นกับความเข้าใจของตนโดยไม่ยอมรับความรู้หรือประสบการณ์ใหม่ๆ ทำให้มีทัศนะที่แคบ
9. ความเฉื่อยชา อืดอาด เชื่องช้า ทั้งในการริเริ่มทั้งความคิดและการกระทำทำงานล่าช้า ไม่ทันการณ์ และล่าสมัย
10. ความเกียจคร้าน รวมทั้งการหลบหลีก หลีกเลียงไม่เต็มใจ ไม่รับผิดชอบ ไม่หวังผลในงานที่เกิดขึ้น จะทำให้ไม่สามารถสร้างสรรค์ผลงานได้เลย

ศิริกาญจน์ โกสุมภ์ และ ดารณี คำวัจนัง (2544 : 79) กล่าวว่า ครูเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญ ในการส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน ในทางกลับกัน ครูก็อาจเป็นอุปสรรคที่สำคัญที่จะขัดขวางความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้เช่นกัน โดยเฉพาะครูที่มีบทบาทหรือลักษณะดังต่อไปนี้

1. ต้องการคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว
2. จำกัดขอบเขตของความคิดของผู้เรียน

3. มักใช้ความเคยชินตามประสบการณ์ที่ผ่านมา
4. ไม่สนใจในความคิดที่ท้าทาย
5. ประเมินความคิดเร็วเกินไป
6. วัฒนธรรมที่เน้นความสำเร็จและประณามความล้มเหลว
7. บรรยากาศที่เคร่งเครียดและเอาจริงเอาจัง
8. มีอคติหรือลำเอียงยกย่องผู้ที่เรียนเก่ง ละเลยคนที่เรียนอ่อน
9. การเน้นบทบาทและความแตกต่างทางเพศ
10. ความเฉยชา ขาดความกระตือรือร้น
11. ขาดเทคนิคการตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด

อุษณีย์ โพธิ์สุข: และคนอื่นๆ (2544 : 36) ได้กล่าวถึงอุปสรรคที่มีผลต่อการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ไว้ดังนี้

1. อุปสรรคในด้านการรับรู้ ได้แก่ การที่คนเราไม่สามารถมองเห็นปัญหาที่แท้จริงได้ เป็นเหตุให้การแก้ปัญหาหันเหไปโดยปราศจากเป้าหมายที่ชัดเจนและแน่นอน
2. อุปสรรคด้านวัฒนธรรม ซึ่งจะเป็นผลเนื่องจากกฎเกณฑ์ทางสังคมซึ่งเป็นสิ่งกำหนดให้บุคคลต้องมีพฤติกรรมอยู่ในกรอบระเบียบแบบแผน ทำให้มีผลต่อการสกัดกั้นความท้าทายต่อการคิดค้น และความเปลี่ยนแปลงอันเป็นคุณลักษณะของความคิดสร้างสรรค์
3. อุปสรรคด้านอารมณ์ เป็นอุปสรรคที่สำคัญประการหนึ่งทั้งนี้เพราะอารมณ์ของบุคคล อันได้แก่ ความกลัว ความโกรธ ความรัก และความเกลียด เป็นต้น นับว่ามีความสำคัญมากต่อปัญหาและเหตุผล เช่นเดียวกับ บุคคลถ้ามีอารมณ์เกิดขึ้นสูง ความสามารถทางปัญญาและเหตุผลของบุคคลนั้นก็ต่ำ นั่นคือ อารมณ์เป็นตัวสกัดกั้นความคิดและเหตุผล ตลอดจนความคิดสร้างสรรค์ของบุคคล

อารี พันธุ์ณี (2545 : 138) กล่าวว่า อุปสรรคต่อการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ มีดังนี้

1. การไม่ชอบซักถาม หมายถึง การที่ผู้ใหญ่ไม่ชอบและไม่สนับสนุนให้เด็กเป็นคนช่างถามหรือยับยั้งการถาม เพราะรู้สึกว่ารำคาญและไม่พอใจเมื่อเด็กซักบ่อยๆ โดยเฉพาะกับเด็กบางคนที่ชอบตั้งคำถามแปลกๆ
2. การเอาอย่างกันหรือทำงานตามอย่างกัน หมายถึง การกระทำที่ชอบเอาอย่างกัน คิดตามกัน คิดในสิ่งที่เคยมี เลียนแบบของเดิม ไม่กล้าคิดและไม่กล้าแสดงออกเพราะกลัวถูกหัวเราะ
3. การเน้นบทบาทและความแตกต่างทางเพศมากเกินไป หมายถึง การที่สังคมได้กำหนดบทบาทของเพศหญิงและเพศชายอย่างเคร่งครัด ทำให้ทั้งสองเพศไม่กล้าล่วงล้ำในเส้นที่ขีดกำหนดไว้ทั้งที่ตนเองก็มีความสามารถ
4. วัฒนธรรมที่เน้นความสำเร็จและประณามความล้มเหลว หมายถึง การที่สังคมมีค่านิยมต่อความสำเร็จมากเกินไป เมื่อมีการทำอะไรแล้ว ก็ต้องให้เกิดความสำเร็จเพียงอย่างเดียว

ความล้มเหลวเป็นสิ่งที่ไม่ยอมรับและทำให้อับอาย ดังนั้นจึงทำให้เด็กไม่กล้าทดลองของใหม่ เพราะกลัวความล้มเหลวและผลที่ได้รับจากสังคม คือ การดูถูกดูแคลน

5. บรรยากาศที่เคร่งเครียดและเอาจริงเอาจังมากเกินไป หมายความว่า การกระทำและความคิดทุกอย่างจะต้องอยู่ในระเบียบแบบแผนอย่างเคร่งครัด จะคลาดเคลื่อนหรือเบี่ยงเบนเพียงเล็กน้อยไม่ได้แม้แต่เล็กน้อย ก็ถือเป็นความผิดอันยิ่งใหญ่และไม่สามารถให้อภัยได้ ไม่มี ความยืดหยุ่น ฉะนั้น บรรยากาศที่เคร่งเครียดและเอาจริงเอาจังมากเกินไปจนทำให้เด็กรู้สึกอึดอัด หวาดกลัว ไม่กล้าคิดสร้างสรรค์

6. ความกลัว หมายถึง ความไม่กล้าคิดไม่กล้าแสดงออก และไม่กล้ากระทำสิ่งใหม่ เพราะกลัวถูกหัวเราะเยาะ กลัวถูกตำหนิติเตียนและกล่าวหาว่าเซย์ ไม่เข้าท่า เป็นตัวตลก อยากเด่น อยากดัง กลัวเสียหน้า กลัวถูกว่าโง่ ความกลัวจะเป็นตัวบั่นทอนความคิดสร้างสรรค์ เป็นอย่างยิ่ง

7. ความเคยชิน หมายถึง การยอมรับหรือการติดอยู่กับรูปแบบหรือการกระทำเดิมๆ ทำเป็นประจำโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงใหม่เคยชินกับสภาพชีวิตที่เป็นมา กลุ่มคนกลุ่มนี้จะไม่พอใจในการเปลี่ยนแปลงและมักมีความคิดเห็นที่ขัดแย้ง และมองว่าความคิดใหม่ หรือการเปลี่ยนแปลงจะทำให้เกิดความเดือนร้อน สร้างความรำคาญใจและสร้างปัญหา ความเคยชิน จึงเป็นอุปสรรคสำคัญยิ่งในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

8. ความมีอคติหรือความลำเอียง หมายถึง ความเชื่อและความคิดตามทัศนะของตน ลำเอียงและยึดมั่นกับความเข้าใจของตนเองโดยไม่ยอมรับรู้สิ่งใหม่ๆ ทำให้เกิดทัศนคติที่แคบไม่ยอม เชื่อถือแนวทางอื่นๆ ที่เป็นไปได้คือว่าคำตอบที่ถูกที่สุดมีเพียงคำตอบเดียวเท่านั้นและการตัดสินใจสิ่งต่างๆ ก็จะนำเอาความคิดความเชื่อของตนเองเพียงอย่างเดียวเข้ามาเป็นเกณฑ์ ในการตัดสินใจ ฉะนั้น การฝึกตนเอง ประการแรกคือการยอมรับว่าตนเองมีอคติและเอาชนะด้วยการเปิดใจให้กว้าง

9. ความเฉื่อยชา หมายถึง ความอืดอาด เชื่องช้า และความล่าช้าในการริเริ่มทั้ง ความคิดและการกระทำ ความเฉื่อยชาเป็นอุปสรรคที่สำคัญยิ่งต่อการสร้างสรรค์เป็นการแสดงถึงการขาดความคิดสร้างสรรค์ ขาดการกระตุ้นที่ผลักดันให้เกิดสิ่งใหม่ๆ แต่กลับเฉื่อยชาอยู่กับที่จึงยากที่จะประสบความสำเร็จ

10. ความเกียจคร้าน ความเกียจคร้านเป็นอุปสรรคของงานทุกชนิด อย่าหวังว่าจะประสบความสำเร็จอย่างสร้างสรรค์เลย แม้แต่การหลีกเลี่ยงความล้มเหลวก็เป็นไปได้ยาก ความเกียจคร้านหมายความว่าความรวมถึง ลักษณะที่ทำเพียงผ่านไป ไม่เอาจริงเอาจังกับสิ่งใด สักแต่ทำพอให้เสร็จ ทำงานอย่างไม่เต็มที่ ไม่เต็มความสามารถ ประเภทหนักไม่เอาเบาไม่สู้ชอบแต่ความสบาย ฉะนั้น ผู้ที่มีความเกียจคร้านจะไม่สามารถสร้างสรรค์ผลงานได้เลย

จากที่กล่าวมาข้างต้นอาจสรุปได้ว่า อุปสรรคต่อการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ถือได้ว่าเป็นสิ่งที่กีดขวางหรือสกัดกั้นไม่ให้ความคิดสร้างสรรค์พัฒนา จึงเป็นสิ่งที่ควรหลีกเลี่ยงหรือต้องจัดให้หมดไป นั่นคือ นอกจากการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์แล้วเราควรจัดอุปสรรคต่างๆ ที่ส่งผลต่อการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ให้หมดไปด้วย จึงจะทำให้การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นั้น เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลสูงสุด

2.8 บทบาทของครูในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

ฮอลล์แมน (ดิลก ดิลกานนท์. 2534 : 21-22; อ้างอิงจาก Hallman. 1971 : 220-224)

ได้เสนอข้อเสนอแนะสำหรับครูในการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์แก่ผู้เรียน ดังนี้

1. ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้ด้วยความคิดริเริ่มของตนเอง ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเป็นผู้ค้นพบและอยากทดลอง
2. จัดบรรยากาศในการเรียนรู้อย่างเสรี ให้ผู้เรียนมีอิสระในการคิดและการแสดงออก มีอิสระในการศึกษาในกรอบของความสนใจและความสามารถของเขา ครูจะต้องไม่ทำตัวเป็นเผด็จการทางความคิด
3. สนับสนุนให้ผู้เรียน เรียนรู้เพิ่มมากขึ้น โดยการให้ข้อมูลข่าวสารที่กระตุ้นให้เกิดความสนใจที่จะเรียนรู้เพิ่มขึ้นด้วยตนเอง
4. ส่งเสริมกระบวนการคิดสร้างสรรค์โดยยั่วผู้เรียนคิดหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลในรูปแบบที่แปลกใหม่ไปจากเดิม ส่งเสริมจากการคิดจินตนาการ ส่งเสริมให้คิดวิธีการแก้ปัญหาแปลกๆ ใหม่ๆ
5. ไม่เข้มงวดผลหรือคำตอบหรือข้อสรุปที่ได้จากการค้นพบของผู้เรียนมากเกินไป ครูต้องไม่ให้ความสำคัญกับความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น และยอมรับความคลาดเคลื่อนและความผิดพลาดเป็นเรื่องปกติ
6. สนับสนุนให้ผู้เรียนมีความยืดหยุ่นทางสติปัญญา โดยยั่วผู้เรียนคิดหาวิธีการหาคำตอบหรือการแก้ปัญหาหลายๆ วิธี
7. สนับสนุนให้ผู้เรียนรู้จักประเมินผลสัมฤทธิ์และความก้าวหน้าของตนเองด้วย
8. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่ไวต่อการรับรู้ในสิ่งเร้า ทั้งในด้านความรู้สึกและปัญหาในด้านบุคคลและสังคม
9. ส่งเสริมให้ผู้เรียนตอบคำถามประเภทปลายเปิดที่มีความหมายและไม่มีคำตอบที่แน่นอนตายตัว
10. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ ความคิด และเครื่องมือในการแก้ปัญหา ซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเข้าถึงกระบวนการโดยตลอด
11. ฝึกให้ผู้เรียนมีกำลังใจต่อการสู้ความล้มเหลวและความคับข้องใจ
12. ฝึกให้ผู้เรียนพิจารณาแก้ปัญหาในภาพรวมมากกว่าที่จะแก้ปัญหาย่อยๆ เข้าใจปัญหาและรู้จักบูรณาการปัญหาเหล่านั้น

วิลเลียมส์ (Williams. 1971 : 35-37) ได้ย้ำว่า การสอนเพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์นั้น เน้นการสอนให้เด็กรู้จักคิด การแสดงความรู้สึกและการแสดงออก และยิ่งกล่าวด้วยว่าการสอนทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์นั้น จะต้องสอนอย่างต่อเนื่อง ทั้งในด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การจัดสภาพแวดล้อมตลอดจนความเข้าใจในเรื่องการพัฒนาด้านความคิดสร้างสรรค์ของเด็กและระดับความสามารถในการแสดงออกให้เด็กรู้จักคิด รู้จักแสดงออกความรู้สึก จะส่งเสริมให้เด็กเกิดความคิดสร้างสรรค์ แล้วต้องส่งเสริมอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอด้วยการจัดประสบการณ์ รวมทั้ง การจัดสภาพแวดล้อม หรือบรรยากาศที่ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งได้แก่ บรรยากาศที่บุคคลรู้สึกปลอดภัย ซึ่งเกิดจากความรู้สึกว่าตนเองมีค่าเป็นที่ยอมรับของคนอื่น มีอิสระในการแสดงออก โดยที่การแสดงออกนั้น ไม่มีการวัดหรือประเมินผล

พีรพงศ์ ดวงแก้ว (2544 : 13) กล่าวว่า มีข้อควรคำนึงถึงสำหรับครูในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้เพื่อส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นแก่ นักเรียน ดังนี้

1. ควรให้อิสระในการคิด
2. หาแนวคิดหรือคำตอบให้มากที่สุด
3. ไม่วิจารณ์หรือเปรียบเทียบ ผลงานหรือคำตอบ
4. ยอมรับความคิดทั้งหมด
5. ให้เวลาในการเพาะความคิด
6. ฝึกการคิดให้สม่ำเสมอและต่อเนื่อง

มาลี จุฑา (2544 : 223) กล่าวถึงบทบาทของครูในการส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้แก่นักเรียนนั้น มีดังนี้

1. ใช้วิธีสอนหลายๆ วิธีผสมผสานกันตามความเหมาะสม
2. ใช้วิธีกลุ่มสัมพันธ์ เพื่อให้กลุ่มกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงออก
3. ใช้วิธีการระดมสมอง เพื่อระดมความคิดของนักเรียน และเลือกวิธีการที่เหมาะสม เพื่อเป็นข้อสรุปหรือแนวทางในการแก้ปัญหา
4. ใช้ชุดการฝึกความคิดสร้างสรรค์ของนักวิชาการต่างๆ เช่น
 - 4.1 โปรแกรมส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของมหาวิทยาลัยเพอร์ดู (Perdue creative thinking program)
 - 4.2 โปรแกรมส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของพานส์ (Parnes creative thinking program)
 - 4.3 โปรแกรมส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของวิลเลียม (Williams creative thinking program)
5. จัดสถานการณ์ให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหา
6. จัดกิจกรรมทางภาษา คือ

6.1 ฝึกทักษะการอ่านเรื่องที่กำหนดให้ไปได้ส่วนหนึ่งแล้วให้นักเรียนคาดหว้งเรื่องราวที่ยังอ่านไม่ถึง

6.2 ฝึกทักษะการฟังจากเทป วิดีทัศน์ ฟังจากครู หรือเพื่อน ในเรื่องที่เล่ามาถึงตอนหนึ่งแล้วให้นักเรียนคาดหว้งถึงตอนต่อไปว่าจะเป็นอย่างไร

6.3 ฝึกทักษะการเขียน ให้ประกวดหรือแข่งขันการเขียนเรื่องราวต่างๆ เพื่อส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

6.4 ฝึกทักษะทางศิลปะการวาดภาพทางการประดิษฐ์ให้ประดิษฐ์ในรูปแบบต่างๆ

6.5 ฝึกทักษะทางดนตรีและการแสดง

7. ให้กำลังใจและให้รางวัล

ศิริกาญจน์ โกสมุทร และ ดารณี คำวัจนัง (2544 : 78) กล่าวถึง บทบาทของครูผู้สอนในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนถามและให้ความสนใจต่อคำถามแปลกๆ ของผู้เรียน
2. เปลี่ยนบทบาทของตนเป็นผู้ชี้แนะ ลดการอธิบายและบรรยายลง
3. กระตุ้นให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ ค้นหา พิสูจน์ความสงสัย
4. ตั้งใจฟังและเอาใจใส่ความคิดแปลกๆ ของผู้เรียน
5. ตอบคำถามแปลกๆ ของผู้เรียนได้อย่างมีชีวิตชีวา
6. แนะนำให้ผู้เรียนหาคำตอบจากแหล่งต่างๆ ด้วยตนเอง
7. ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้จินตนาการของตนเอง

จากที่กล่าวมาข้างต้นอาจสรุปได้ว่า นอกจากครูจะทำหน้าที่เป็นผู้สอน แล้วครูยังมีบทบาทและหน้าที่ที่สำคัญในการส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดแก่ผู้เรียน โดยครูจะต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน ครูจะต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักคิด รู้จัก กล้าแสดงออก และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความรู้สึกและความคิดเห็นออกมาอย่างเหมาะสมที่สร้างสรรค์ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ และสร้างปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับผู้เรียน เพื่อให้เกิดความรู้สึกสบายใจ กล้าที่จะคิด กล้าทำ และแสดงออกมากยิ่งขึ้น

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์

งานวิจัยต่างประเทศ

ซิมป์สัน (Simpson. 1999 : 106) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ ความฉลาด แรงจูงใจ และเพศของเด็กปัญญาเลิศ งานวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบ เรนซูลลี (Renzulli) อธิบายลักษณะของความเป็นเลิศทางสติปัญญาเกี่ยวกับความฉลาดระดับสูง ความสามารถทางด้านความคิดสร้างสรรค์ และการปฏิบัติงานขั้นสูง กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียน ปัญญาเลิศเกรด 5 การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน ผลการวิจัยพบว่า ความฉลาด และแรงจูงใจ เป็นปัจจัยสำคัญต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แต่ความคิดสร้างสรรค์ไม่เป็นปัจจัยสำคัญต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเพศไม่เป็นปัจจัยสำคัญต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของเด็กปัญญาเลิศ

แม็กเกรเกอร์ (McGregor. 2001 : 168) ได้สร้างโปรแกรมการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และศึกษาผลกระทบของการใช้โปรแกรมการสอนนี้ ที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการอ่าน และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยศึกษากับนักเรียน 97 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่ลงทะเบียนเรียนภาคฤดูร้อนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ต้องการสอบเอนทรานซ์ เครื่องมือที่ใช้ ก็คือ ACT Study Skill Assessment แบบทดสอบการอ่านของ Nelson-Denny การประเมินการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ Watson-Glaser และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ Torrance ผลจากการวิจัยพบว่า ผลของคะแนนก่อนสอบและหลังสอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

งานวิจัยในประเทศ

พวงผกา โกมุติกานนท์ (2544 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาโดยการเปรียบเทียบผลของการระดมพลังสมอง และเทคนิคการคิดแบบหมวกหกใบที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีความคิดสร้างสรรค์ต่ำกว่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ลงมา เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า คือ แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ TTCT สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือการทดสอบค่าที (t-test) ผลจากการวิจัย พบว่านักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นหลังจากได้รับการระดมสมองและเทคนิคการคิดแบบหมวกหกใบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการระดมสมองกับนักเรียนที่ได้รับการเทคนิคการคิดแบบหมวกหกใบมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่นักเรียนที่ได้รับการเทคนิคการคิดแบบหมวกหกใบมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการระดมสมอง

วิมลมาศ อธิศักดิ์โสภา (2545 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาวิจัยเพื่อการเปรียบเทียบพัฒนาการทางความคิดสร้างสรรค์ของเด็กที่มีความสามารถพิเศษด้านความคิดสร้างสรรค์ 3 ระดับ คือ ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ กลุ่มตัวอย่างได้รับการฝึกโดยใช้แบบฝึกระดมสมองตามแนวคิดของวิลเลียมส์ สัปดาห์ละ 5 ครั้ง ครั้งละ 50 นาที เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ผลจากการวิจัยพบว่า เด็กที่มีความสามารถพิเศษด้านความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 3 ระดับ มีพัฒนาการทางความคิดสร้างสรรค์เพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเด็กที่มีความสามารถพิเศษด้านความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 3 ระดับ มีพัฒนาการทางความคิดสร้างสรรค์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 รวมทั้งเด็กที่มีความสามารถพิเศษด้านความคิดสร้างสรรค์ระดับต่ำ ที่ได้รับการฝึกระดมสมองเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของวิลเลียมส์ มีพัฒนาการทางความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าเด็กที่มีความสามารถพิเศษด้านความคิดสร้างสรรค์ระดับสูงและปานกลาง

ศิริพร เกาว์โท (2545 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการเรียนรู้แบบบูรณาการที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ต่ำจำนวน 30 คน กลุ่มทดลองได้รับการเรียนรู้แบบบูรณาการ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ โปรแกรมการเรียนรู้แบบบูรณาการและแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้น หลังจากได้รับการเรียนรู้แบบบูรณาการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

.01 และนักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้น หลังจากไม่ได้รับการเรียนรู้แบบบูรณาการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 รวมทั้งนักเรียนได้รับการเรียนรู้แบบบูรณาการมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มมากขึ้นกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการเรียนรู้แบบบูรณาการ

ทิพย์บุปผา สาคร (2546 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาการทางความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ฝึกด้วยแบบฝึกคิดแบบบอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ ในแต่ละผลผลิตตามแนวทฤษฎีของกิลฟอร์ดและจำแนกตามระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลจากการศึกษาค้นคว้าพบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกด้วยแบบฝึกคิดแบบบอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิตตามแนวทฤษฎีของกิลฟอร์ด มีพัฒนาการทางด้านความคิดสร้างสรรค์ ในแต่ละด้านสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับปานกลางและนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับต่ำ พบว่า มีพัฒนาการทางความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดคล่องตัว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางกับต่ำ พบว่า มีพัฒนาการทางความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดคล่องตัว ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ซึ่งที่กล่าวมาข้างต้นอาจสรุปได้ว่า มีผู้ที่ให้ความสนใจในการศึกษาค้นคว้าในเรื่องนี้เป็นจำนวนมาก นักการศึกษาหลายท่านให้ความสนใจในเรื่องความคิดสร้างสรรค์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีการให้เทคนิคและวิธีการต่างๆ ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ที่ถือว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งในปัจจุบัน

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

3.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

เหตุผลหนึ่งที่มีความคิดสร้างสรรค์ถูกนำมาพิจารณาถึงความสำคัญจากนักการศึกษาหลายท่าน เพราะว่าการสร้างสรรค์ทำให้นักเรียนรู้จักการสำรวจในวิชาคณิตศาสตร์ที่จะเป็นการฝึกฝนที่ดีให้กับนักเรียน ถ้าปราศจากความคิดสร้างสรรค์ นักเรียนจะถูกจำกัดขอบเขตในการคิดและมีแนวทางในการแก้ปัญหาเพียงอย่างเดียวซึ่งไม่ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์เลย ครูควรเตรียมความพร้อมของนักเรียนในเรื่องของการสืบสวนสอบสวน การวิเคราะห์ การสร้าง ข้อตกลง การริเริ่ม การยืดหยุ่น และการสร้างสรรค์ สภาพแวดล้อมดังกล่าวมีส่วนสำคัญในการสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยการค้นพบมากกว่าการเรียนรู้ด้วยการท่องจำโดยใช้เทคนิคที่แตกต่างกัน เช่น การใช้การตั้งคำถามแทนการสอนแบบบรรยายและให้นักเรียนคิดยุทธวิธีในการแก้ปัญหา จากการประยุกต์ขั้นตอนของครูผู้สอน นักเรียนจะเกิดการสร้างสรรค์และเกิดความคิดในการเรียนคณิตศาสตร์ ถ้าได้รับการสอนที่เหมาะสม (Davis. 1983 : 101-111) และได้มีนักการศึกษาหลายท่านที่กล่าวถึงความหมายและให้คำนิยามของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

เกอร์ฮาร์ด (Gerhard. 1971 : 157) ได้นิยามความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ว่า “เป็นการสร้างหรือจัดระบบความคิดใหม่ จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่นำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ ริเริ่ม คาดไม่ถึงและมองเห็นผลผลิตในรูปแบบใหม่”

เจนเซนด์ (Jensen. 1973 : 10) ได้ให้นิยามปฏิบัติการของคำว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเขียนคำตอบที่เป็นตัวเลข กราฟ หรือแผนภูมิ ที่แตกต่างกัน ซึ่งคำตอบที่ได้มีลักษณะเป็นการประยุกต์

รอย (Roy. 1982 : 143-147) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่ซับซ้อน แต่ก็สามารถสังเกตได้โดยการใช้เกณฑ์ในการพิจารณา คือ

1. ความสามารถในการลงสรุปเป็นหลักโดยทั่วไป
2. ความสามารถในการตีความหมาย
3. ความสามารถในการค้นพบเนื้อหาที่สำคัญ

เฮย์รอก (Grinstein & Lipsey. 2001; citing Haylock. 1987 : 82) กล่าวว่า นักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จะมีความคิดที่เป็นอิสระ ไม่ยึดติดกับขั้นตอนการแก้ปัญหาแบบเดิมๆ พวกเขาต้องการและปรารถนาที่จะเผชิญกับสิ่งที่มีความหลากหลายทั้งทางด้านมุมมองและแนวคิดต่างๆ และพวกเขาจะมีความสุขไปกับแนวความคิดใหม่ๆ มองเห็นคุณค่าในการเรียนคณิตศาสตร์ และผลที่พวกเขาได้รับตามมาก็คือแนวความคิดใหม่ๆ นั่นเอง นักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มักมีความคิดรวบยอดในตนเองสูงและจะมีความวิตกในเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ

คาร์โรล และ โฮวีสัน (Carroll & Howieson. 1991 : 69) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อาจพบกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษที่ยอมละทิ้งการแก้ปัญหาแบบเดิมๆ ไปสู่ค้นพบวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างไปจากเดิม

คาร์ฟ (Craft. 1999 : 79) กล่าวว่า วิธีการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เกิดขึ้นได้ด้วยการกระตุ้นโดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ จุดประสงค์ในการปฏิบัติงานที่เหมาะสม การชี้แจงข้อตกลงประกอบด้วยตัวอย่าง จะสามารถทำให้เด็กมีความคิดสร้างสรรค์มากขึ้น

สุพัตรา ฤกษ์ปาย (2544 : 8) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของนักเรียนที่จะแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้กว้างไกล หลายทิศทาง ด้วยการคิดดัดแปลง ประยุกต์ผสมผสาน จากความคิดเดิมให้เกิดเป็นสิ่งใหม่

ทิพย์บุบผา สาคร (2546 : 18) ได้ให้นิยามของคำว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดปัญหาคณิตศาสตร์ได้กว้างไกล หลายทิศทางด้วยการปรับปรุง ดัดแปลง ต่อเติม หาความสัมพันธ์ของสิ่งเร้าในแง่มุมต่างๆ อันที่จะทำให้เกิดสิ่งใหม่

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ให้นิยามคำว่า “ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์” แทนคำว่า “ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์” ซึ่งมีความหมายเช่นเดียวกันและจากที่กล่าวมาข้างต้นอาจสรุปความหมายของ “ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์” ว่า หมายถึง ความสามารถทางการคิดของนักเรียนที่จะนำไปสู่การวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แปลกใหม่ มีความยืดหยุ่น และมีความหลากหลาย โดยมีสถานการณ์ปัญหาต่างๆ เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดสร้างสรรค์ออกมา ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยการคิด 3 ลักษณะคือ

1. ความคิดคล่องตัว หมายถึง ความสามารถทางการคิดของนักเรียนในการคิดหาคำตอบได้อย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง และได้คำตอบในปริมาณมากๆ ในเวลาที่จำกัด
2. ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ความสามารถทางการคิดของนักเรียนในการคิดหาคำตอบได้หลายทาง หลายรูปแบบและสามารถเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาได้ทันทีที่รู้ว่ามีคำตอบ
3. ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความสามารถทางการคิดของนักเรียนในการคิดหาคำตอบที่มีความแปลกใหม่ และแตกต่างจากความคิดของผู้อื่น

3.2 กระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

นักคณิตศาสตร์และนักจิตวิทยา มีความสนใจในกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ นักจิตวิทยาจัดกลุ่มทฤษฎีที่อธิบายกระบวนการคิดสร้างสรรค์ออกเป็นกลุ่มใหญ่ๆ โดยกลุ่มทฤษฎีที่อธิบายกระบวนการคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยแนวคิดทางจิตวิทยาการเรียนรู้ในกลุ่มต่างๆ ร่วมกัน (composite theories) และนักทฤษฎีในกลุ่มนี้ที่สำคัญก็คือ จาร์ต ฮาดามาร์ส (Jacques Hadamard) เป็นนักคณิตศาสตร์ชาวฝรั่งเศส ที่ทำการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (The mathematical creativity) และได้อธิบายถึงกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้วยทฤษฎีจิตวิเคราะห์ (Psychoanalysis) และทฤษฎีการสัมพันธ์เชื่อมโยง (The association theory) กล่าวว่า กระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีอยู่ 4 ขั้นตอน คือ (สุภาวดี ตั้งบุบผา. 2533 : 37-38)

1. ขั้นเตรียม (Preparation) เป็นขั้นตอนที่ได้รับปัญหาและบุคคลที่มีต่อการกระทำปัญหานั้นในระดับที่รู้ตัว (Conscious) อย่างเป็นระบบ (Systematic) โดยใช้วิธีการเชิงตรรก (Logical approach) ซึ่งความพยายามในระดับนี้ จะเป็นตัวกระตุ้นให้แนวทางต่างๆ ไปในการแก้ปัญหา ซึ่งแนวทางดังกล่าวจะเข้าสู่กระบวนการครุ่นคิด (Incubation) ต่อไป
2. ขั้นครุ่นคิด (Incubation) เป็นขั้นตอนที่มีกระบวนการคิดที่ไม่รู้ตัว (Unconscious thinking process) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่เกิดการรวมตัวกันของความคิดต่างๆ แบบสุ่ม และจะมีความคิดที่ดีเท่านั้นที่จะขึ้นสู่ระดับความรู้ตัว (Consciousness)
3. ขั้นรู้แจ้ง (Illumination) เป็นขั้นตอนที่เกิดขึ้นในระดับรู้ตัว (Conscious)
4. ขั้นตรวจสอบเสนอผลและการนำผลไปใช้ (Verification exposition) เป็นขั้นสุดท้ายของกระบวนการคิดสร้างสรรค์ที่เกิดขึ้นในระดับรู้ตัว (Conscious) ทั้งหมด

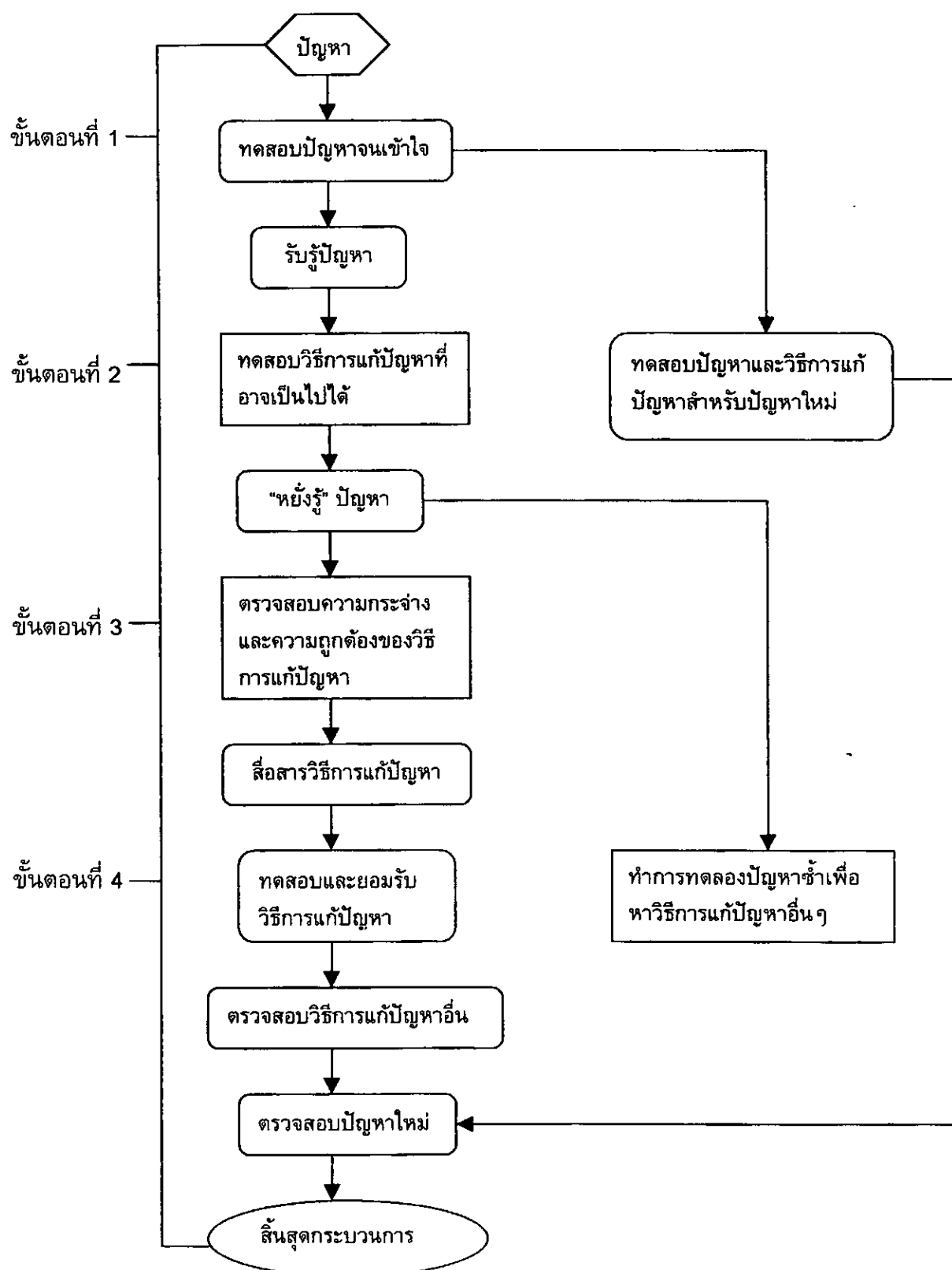
ในการตรวจสอบความชัดเจนและความถูกต้อง (Verification and Precision) นั้น วิธีการหนึ่งที่ทำได้อีกคือ การสื่อสาร (Communicating) ซึ่งกระทำได้ 2 ลักษณะ คือ การสื่อสารกับตนเอง (Communicating one's insight to oneself) และการพูดสื่อสารกับบุคคลอื่น (Communicating it to others)

ในกระบวนการรู้แจ้ง (Illumination หรือ Insight) เป็นขั้นที่สำคัญที่เกิดจุดวิกฤต (Critical point) ขึ้น ซึ่งเป็นการใช้จุดวิกฤตนี้แบ่งแยก ขั้นตอนเตรียม (Preparation) และขั้นครุ่นคิด (Incubation) ออกจากขั้นตรวจสอบ (Verification)

วิลสัน (Wilson. 1978 : 425) ได้กล่าวว่า จุดวิกฤต (Critical point) อาจพิจารณาได้ว่าเป็นตัวชี้ถึงกระบวนการ 3 ประการของจุดวิกฤต คือการรับรู้ (Perception) การหยั่งรู้ (Insight) และการสื่อสาร (Communication) ซึ่งโพลยา (Wilson. 1978 : 425; citing Polya. 1957. *How to Solve It*) แบ่งกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็น 4 ขั้นตอน คือ

1. เข้าใจปัญหา (Understanding the problem phases)
2. วางแผน (Devising a plan phases)
3. ดำเนินการตามแผน (Carry out the plan phases)
4. ทบทวน (Looking back phases)

ดังภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 กระบวนการคิดสร้างสรรค์

ที่มา : Wilson, D.B. (1978). A Report on the Use of Structured Tutorials as a Mean to Creative Thinking. *Educational Science Technology*. 9(4) : 426 p.

ขจรศักดิ์ สีเสน (2544 : 17) กล่าวว่า กระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มี 4 ขั้นตอน

1. ขั้นเตรียม (Preparation) ผู้มีความคิดสร้างสรรค์ มีความรู้ ภูมิปัญญาและความคิดในการแก้ปัญหาต่างๆ

2. ขั้นฟุ้งฟัก (Incubation) ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ มีจิตใคร่ครวญถึงปัญหาทั้งในขณะที่ยังไม่รู้และไม่รู้ตัว

3. ขั้นรู้แจ้ง (Illumination) ความคิดเข้ารูปเข้ารอยอย่างกะทันหัน หาวิธีการแก้ปัญหาได้แล้ว

4. ขั้นตรวจสอบ (Verification) ตรวจสอบดูว่าวิธีการแก้ปัญหานั้นได้ผลจริงหรือไม่ จากที่กล่าวมาข้างต้นอาจสรุปได้ว่าในการจัดกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียน เพื่อเป็นการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์คณิตศาสตร์นั้น การศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก็เป็นเรื่องที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่จะสามารถช่วยให้การจัดกระบวนการเรียนรู้นั้นเกิดประสิทธิภาพสูงสุดและในการศึกษากระบวนการคิดสร้างสรรค์นี้ จะดูเพียงองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งไม่ได้ต้องดูทุกองค์ประกอบทั้งนี้เพราะบางคนอาจมีลักษณะนิสัยตรงกับลักษณะของผู้มีความคิดสร้างสรรค์ แต่ขาดผลงานหรือขาดความคิดก็ไม่สามารถจัดได้ว่าเป็นผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์

3.3 เทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

เทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนสามารถทำได้หลากหลายวิธีโดยเลือกใช้เทคนิคต่างๆ ในการจัดการเรียนรู้ พอสรุปได้ดังนี้

3.3.1 เทคนิคระดมสมอง (Brainstorming)

ออสเบอร์น (สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ. 2545 : 104-105; อ้างอิงจาก Osborn. 1963 : 245) นำเสนอหลักการใหญ่ๆ ของการแก้ปัญหาโดยวิธีการระดมสมอง มีดังนี้

1. ไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์ความคิดเห็นทั้งของตนเองและผู้อื่น
2. พยายามหาคำตอบที่แปลกแตกต่างออกไป
3. พยายามหาคำตอบให้ได้มากที่สุด
4. พยายามดัดแปลงตกแต่งความคิดที่มีอยู่

หัวใจของการแก้ปัญหาโดยวิธีการระดมสมอง คือ การไม่วิพากษ์วิจารณ์หรือตัดสินถูกผิด ทั้งนี้เพื่อเปิดโอกาสให้สมาชิกในกลุ่มได้เสนอความคิดเห็นอย่างเต็มที่ หลักการนี้จะทำให้ได้มา ซึ่งข้อเสนอแนะมากมายในการแก้ปัญหา ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าการแก้ปัญหาโดยวิธีการนี้ แม้จะนั่งคิดคนเดียวก็สามารถหาวิธีการแก้ปัญหาที่มีคุณภาพได้

3.3.2 เทคนิคกอร์ดอน (The Gordon Technique)

กอร์ดอน (สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ. 2545 : 105; อ้างอิงจาก Gordon. 1961 : **Synectics**) ได้เปลี่ยนแปลงวิธีการระดมสมองบางส่วน แล้วเพิ่มกระบวนการที่เรียกว่า “ความคิดสร้างสรรค์เชิงปฏิบัติการ” ขึ้นมา วิธีนี้แตกต่างจากวิธีระดมสมองตรงที่ว่าจะไม่มีการชี้แจงปัญหาอย่างละเอียดก่อนล่วงหน้า ปัญหาจะให้แนวกว้างๆ ในลักษณะนามธรรม (Abstract) เช่น ปัญหา คือ **เรื่องการหาที่จอดรถในตัวเมือง** ประธานกลุ่มจะเริ่มต้นด้วยคำถามที่ว่า

*ปัญหานี้เกี่ยวกับ การเก็บสิ่งของเข้าที่ เราสามารถจัดเก็บสิ่งของให้เข้าที่ได้กี่วิธี จากการทดลองใช้คำถามกับนักศึกษาในระดับอุดมศึกษา กอร์ดอนพบคำตอบมากมายดังนี้

- | | |
|----------------------|----------------------------------|
| 1. เก็บใส่ถุง | 6. วางบนสายพานที่ลากไปยังที่เก็บ |
| 2. กองไว้ | 7. ตัดออกเป็นชิ้นเล็กๆ |
| 3. วางไว้เป็นแถวๆ | 8. ผัง |
| 4. ใส่กระป๋อง | 9. เอาใส่กระป๋อง |
| 5. แขนบนไม้แขวนเสื้อ | 10. เอาใส่กล่อง |

เมื่อเวลาผ่านไปสักระยะหนึ่งประธานกลุ่มเริ่มตั้งคำถามให้แคบลง เช่น อาจพูดว่า “**ของที่เราต้องการเก็บมีขนาดใหญ่**” จากนั้น ก็ให้ข้อจำกัดลงไปอีกว่า “**สิ่งของที่พับไม่ได้ หรือ ตัดออกเป็นชิ้นๆ ไม่ได้**” คำถามอาจทำให้แคบลงเท่าที่ต้องการ ทั้งนี้โดยตั้งอยู่บนพื้นฐานความเชื่อว่าการเริ่มต้นด้วยคำถามที่กว้างมากๆ จะนำไปสู่คำตอบที่ตามปกติคนจะนึกไม่ถึง เช่น คำตอบที่ว่าเก็บโดยห้อยแขวน ซึ่งโดยปกติคงไม่มีใครนึกจะจอดรถเข้าที่ห้อยแขวน นอกจากนี้ การเคลื่อนของเข้าเก็บที่โดยใช้สายพานก็เป็นความเป็นจริงได้มากที่สุดทีเดียว

เทคนิคกอร์ดอนจึงมีทั้งส่วนคล้ายและต่างไปจากการระดมสมอง และน่าสนใจในการนำไปใช้ในชั้นเรียน เพื่อกระตุ้นความคิดอเนกนัยของผู้เรียนได้อีกวิธีหนึ่ง

3.3.3 กระบวนการแก้ปัญหา : ความคิดสร้างสรรค์ทุติยภูมิ (A Problem-solving process : Secondary creativity) (สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ. 2537 : 101-103)

ถ้าการที่อาร์คิมิดีส (Archimedes) คิดหาปริมาตรวัตถุโดยการแทนที่น้ำสำเร็จแล้ววิ่งออกมาตามถนนพร้อมตะโกนก้องว่า “ยูริกา” (Eureka) นั้น ใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่เรียกว่าความคิดสร้างสรรค์ปฐมภูมิ (Primary creativity) อันเป็นกระบวนการคิดที่ผู้คิดใช้ความคิดสร้างสรรค์โดยไม่รู้ตัว แล้วความคิดสร้างสรรค์ทุติยภูมิ (Secondary creativity) ก็คือการนำขั้นตอนการคิดมาใช้อย่างรู้ตัว โดยอาจดำเนินไปเป็นขั้นตอนกระบวนการคิดสร้างสรรค์ดังต่อไปนี้

1. การนำเข้าสู่ปัญหา (Orientation)
2. การเตรียมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง (Preparation)
3. การคิดแก้ปัญหาแบบอเนกนัย (Ideation)
4. การประเมินค่าคำตอบที่ดีที่สุด (Evaluation)
5. การนำไปปฏิบัติ (Implementation)

ปัญหาที่ให้นักเรียนแก้ไขควรเป็นเรื่องที่ไม่ยุ่งยากเกินไปโดยอาจเป็นเรื่องต่อไปนี้

1. การทำชั้นเรียนให้มีประโยชน์ใช้สอยมากที่สุด
2. การวางแผนจัดวันพิเศษให้กับคนพิเศษ เช่น นักกีฬายอดเยี่ยม ครูดีเด่น

นักเรียนเก่ง เป็นต้น

3. การวางแผนจัดทำสวนดอกไม้หรือสวนผักในโรงเรียน
4. การจัดทัศนศึกษานอกสถานที่
5. การเพิ่มพูนสุขภาพพลานามัยของนักเรียนในโรงเรียน
6. การวางแผนจัดทำสนามเด็กเล่น
7. การทำงานอาสาสมัคร
8. การวางแผนช่วยเหลือเด็กที่ยากไร้

ขั้นตอนของการปฏิบัติมีดังนี้

1. การนำเข้าสู่ปัญหา (Orientation) คือ การดูขอบเขตของปัญหาและตั้งจุดมุ่งหมายเพื่อให้มั่นใจว่าตนมีความตั้งใจจริงในการแก้ปัญหา และเป็นการสำรวจปัญหาอย่างละเอียดอาจทำได้โดยการเขียนข้อความแล้วตอบปัญหาต่อไปนี้

- ความสำเร็จในการแก้ปัญหามีความหมายอย่างไรและมากน้อยเพียงใดทั้งต่อตัวเองและต่อผู้อื่น

- ทำไมท่านจึงต้องการทำงานชิ้นนี้
- ถ้าไม่ทำงานชิ้นนี้ท่านรู้สึกอย่างไร
- องค์ประกอบใดที่ทำให้ท่านไม่ทำงานชิ้นนี้มาก่อน

จากนั้นเขียนจุดประสงค์หรือปัญหาเฉพาะที่ต้องการแก้ไขมา 2-3 ประโยค โดยทั่วไปแล้วจุดประสงค์ของขั้นนี้ก็คือ ช่วยให้ผู้คล่มีเหตุผลในการทำงาน และเพื่อพิจารณาว่าบุคคลมีความปรารถนาอย่างจริงใจที่จะทำงานชิ้นนั้นหรือไม่

2. การเตรียมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง (Preparation) ขั้นเตรียมข้อมูลเป็นเรื่องราวของการหาข้อเท็จจริง ในขณะที่ขั้นนำเข้าสู่ปัญหาเตรียมด้านอารมณ์และความพร้อมในการเตรียมข้อมูล ในการเตรียมข้อมูลเราต้องสำรวจทุกสิ่งที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงของปัญหา ทั้งที่รู้ ที่ไม่รู้ และต้องการจะรู้จึงต้องรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา โดยพิจารณาว่าใคร ทำอะไร ที่ไหน เมื่อไร และอย่างไร

จากนั้นเขียนรายงานแสดงหัวข้อที่ท่านยังไม่รู้และต้องการจะรู้ และเขียนแหล่งความรู้ในเรื่องนั้นๆ ลงไปด้วย พยายามนึกถึงแหล่งความรู้ต่างๆ อาจเป็นสถานที่ที่คนนึกไม่ถึง

3. การคิดแก้ปัญหาแบบอนกนัย (Ideation) จากข้อมูลที่มีพยายามหาคำตอบที่เป็นไปได้ให้มากที่สุด โดยการตั้งคำถามที่ต้องการคำตอบได้หลายแบบ เช่น “มีทางใดบ้างที่เราสามารถจะแก้ปัญหานั้นๆ ได้” แทนที่จะเป็นคำถามที่เฉพาะเจาะจงเอาคำตอบเดียว เช่น “วิธีใดที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหานั้นๆ” ในการหาคำตอบบุคคลอาจใช้วิธีการระดมสมองด้วยตนเองแทนที่จะทำ

เป็นกลุ่มเป็นการหาคำตอบคนเดียว บันทึกคำตอบต่างๆ ไว้โดยไม่ละเลยกฎเบื้องต้นของวิธีการระดมสมองที่ว่าประวิงเวลาการตัดสินใจ พยายามหาคำตอบที่แปลก หาคำตอบให้ได้มากที่สุด และปรับปรุงเปลี่ยนแปลงความคิดเดิมให้ได้ความคิดใหม่ออกมา

วิธีการหาคำตอบแบบอื่นก็มี เช่น วิธีหาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ (Forced relationships) หรือขยายวิธีความคิดอย่างมีระบบของพาร์เนส (Parnes) และถ้าต้องการความคิดของคนอื่นๆ ก็อาจรวบรวมคนมาช่วยกันระดมสมองก็ได้

4. การประเมินคำตอบที่ดีที่สุด (Evaluation) เมื่อได้ความคิดที่หลากหลายพอสมควรแล้วต่อมาก็มาถึงขั้นเลือกสรรหาคำตอบที่ใช้ได้ดีที่สุด วิธีการคิดคิดแบบอเนกนัยจะมีประโยชน์มากในขั้นนี้ ก่อนเลือกสรรเราควรตรวจสอบคำตอบอีกทีว่า คำตอบใดสามารถนำมารวมในหัวข้อเดียวกันได้ และใส่เครื่องหมายลำดับคำตอบลงมา

จากนั้นก็ต้องหาเกณฑ์เลือกที่เหมาะสม เช่น ดูว่าจากการแก้ปัญหาแบบนั้นๆ จะได้ผลดีอย่างไรบ้าง และผลดีจะตกอยู่กับใคร หรือเกณฑ์อาจจอยู่ในรูปเวลา เงิน สุขภาพ เจตคติและอื่นๆ (เช่น แก้ปัญหาแบบนี้ประหยัดเงิน เวลา พลังงานหรือไม่ เป็นต้น) เกณฑ์บางข้ออาจมี น้ำหนักมากกว่าเกณฑ์อื่นๆ เราก็จะให้น้ำหนักเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าหรือ 3 เท่า ตัวอย่างการให้คะแนนตามเกณฑ์แสดงไว้ในตาราง 2

ตาราง 2 แสดงการให้คะแนนความคิดในการแก้ปัญหาตามเกณฑ์หรือน้ำหนักที่กำหนด

เกณฑ์ ความคิด	1×2	2	3	4×3	5	6	คะแนนรวม
1.							
2.							
3.							

ที่มา : สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ. (2537). เทคนิคการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์. หน้า 104.

จากตารางจะเห็นว่ามีความคิดหรือคำตอบทั้ง 10 อย่าง โดยมีเกณฑ์วัด 6 อย่าง เกณฑ์ที่ 1 และ 4 มีค่าน้ำหนักสำคัญมากกว่าเกณฑ์อื่นอื่นๆ เป็น 2 และ 3 เท่าตามลำดับ การให้คะแนนเราต้องพิจารณาว่าเกณฑ์ที่ 1 ความคิดที่ 1 มีคุณค่ามากน้อยแค่ไหน โดยให้คะแนนของคุณค่าดังต่อไปนี้ 5 = ดีที่สุด, 4 = ดีมาก, 3 = ดี, 2 = พอใช้, 1 = ไม่ดี เมื่อให้คะแนนความคิดที่ 1 โดยยึดเกณฑ์ที่ 1 แล้วก็ให้คะแนนความคิดที่ 2, 3, 4 ลงมาตามลำดับที่ทำเช่นนี้ก็เพื่อความยุติธรรมของความคิดทุกข้อ เราต้องยึดเกณฑ์ที่ละเกณฑ์เป็นหลัก สำหรับความคิดบางอย่างที่ใช้เกณฑ์นั้นๆ วัดไม่ได้ จึงบอกไม่ได้ว่ามีคุณค่ามากน้อยเพียงใดก็ให้ใส่คะแนน 3

เมื่อให้คะแนนตามเกณฑ์จนครบ แล้วก็รวมคะแนน เราอาจจะต้องแปลกใจที่ความคิดที่ได้รับคะแนนสูงไม่ใช่ความคิดที่เราคะแนนแต่แรกว่าดีที่สุดในที่สุด แต่การตัดสินโดยใช้ตารางเช่นนี้นับว่าเป็นการตัดสินที่เที่ยงธรรมที่สุดวิธีหนึ่ง

5. การนำไปปฏิบัติ (Implementation) สิ่งที่เราลงแรงลงความคิดไปทั้งหมดจะไม่เกิดประโยชน์อะไรถ้าไม่นำไปปฏิบัติ ขั้นนี้จึงนับว่าสำคัญมากและเรามีแนวโน้มที่จะประสบผลสำเร็จในการผลิตงานสร้างสรรค์ เพราะว่าเราได้ผ่านกระบวนการขั้นตอนมาแล้วอย่างดี

การนำไปปฏิบัติควรเริ่มจากการวางโครงร่างโดยตอบคำถามต่อไปนี้
สิ่งใดต้องทำก่อนใครบ้างที่จะต้องมีส่วนเกี่ยวข้องเราต้องอธิบายความคิดนี้ให้ผู้อื่นฟังอีกบ้างหรือไม่
ถ้าต้องอธิบายให้ผู้อื่นเชื่อจะต้องทำอย่างไรงานครั้งนี้ต้องใช้วัสดุอะไรบ้างต้องจัดแบ่งเวลาอย่างไร
ต้องเสียสละสิ่งใดบ้างในการทำงานนี้ให้ลุล่วงจะเริ่มตันเมื่อไรจะดีที่สุดจะทำที่ไหน ควรมีขั้นตอนในการทำอะไร และอาจมีคำถามอื่นๆ เพิ่มเติมได้อีกถ้าคิดว่าจำเป็น

กระบวนการแก้ปัญหาทั้ง 5 ขั้นที่กล่าวมามีได้แบ่งแยกกันโดยเด็ดขาด เมื่อใดที่เราอยู่ในขั้นที่ 3 แต่เกิดความคิดที่ดีสำหรับขั้นที่ 1 และขั้นที่ 2 ก็ย้อนกลับไปปรับปรุงความคิดขั้นที่ 1 และขั้นที่ 2 ได้ สิ่งที่สำคัญ ก็คือ อย่าตื่นตันในผลงานที่ขาดความคิดรอบคอบ ถ้าทำให้ครบทุกขั้นที่กล่าวมาแล้ว ย่อมมีแนวโน้มที่จะประสบผลสำเร็จเป็นอย่างมากในการผลิตงานและสร้างสรรค์ผลงาน

จากที่กล่าวมาข้างต้นอาจสรุปได้ว่า ในการจัดการเรียนรู้ครูไม่ควรยึดติดที่วิธีการสอนใดวิธีหนึ่ง ครูควรจัดการเรียนรู้ให้มีความหลากหลาย รวมทั้งใช้เทคนิคต่างๆ ที่จะเป็นตัวกระตุ้นและส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ให้มากที่สุด ในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยก็ได้ใช้เทคนิคต่างๆ ในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน เช่น เทคนิคการระดมสมอง เทคนิคกอร์ดอน กระบวนการแก้ปัญหา : ความคิดสร้างสรรค์ทุกัญมิต เป็นต้น

3.4 ความสามารถในการคิดทางคณิตศาสตร์

โดยลักษณะของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์มักจะมีคำตอบที่ถูกเพียงคำตอบเดียว ซึ่งเป็นลักษณะคำถามแบบเอกนัย (Convergent thinking skills) ดังนั้นสำหรับคนโดยทั่วไปคณิตศาสตร์จึงเป็นการใช้ทักษะการคิดแบบเอกนัย แต่ความเป็นจริงแล้วทักษะการคิดแบบอเนกนัย (Divergent thinking skills) ก็เป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งในวิชาคณิตศาสตร์จากงานวิจัยของ เกิทเซล และแจ๊คสัน (Orton. 1987 : 109; citing Getzels & Jackson. 1962 : **Creativity and Intelligence**) ได้ศึกษาเด็ก 2 ลักษณะคือเด็กที่มีสติปัญญาสูง (High I.Q.) และเด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์สูง (High creative) ผลจากการวิจัยพบว่า เด็กที่มีสติปัญญาสูงนั้นเป็นผู้ที่ใช้ความสามารถในการคิดแบบเอกนัย (Convergent abilities) ในขณะที่เด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงจะต้องใช้ความสามารถทั้งในการคิดแบบเอกนัยและอเนกนัย (Convergent and divergent abilities)

และจากการศึกษาองค์ประกอบของความสามารถทางคณิตศาสตร์ของครูเทศก์

(Orton. 1987 : 111; citing Kruteski. 1976 : **Teaching and Learning Mathematics**) พบว่า
ควรประกอบด้วยความสามารถดังต่อไปนี้ คือ

1. การจัดกระทำโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้อยู่ในรูปของโครงสร้างทางคณิตศาสตร์
2. การนำผลลัพธ์มาสรุปเป็นกรณีทั่วไป
3. การจัดกระทำข้อมูลที่เป็นสัญลักษณ์และตัวเลข
4. การมองเห็นความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสาขาต่างๆ ทางคณิตศาสตร์
5. การใช้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์
6. การทำขั้นตอนการคิดให้สั้นได้อย่างมีเหตุผล
7. การเปลี่ยนแนวทางการคิดเป็นวิธีอื่นได้ โดยหลีกเลี่ยงความคิดเดิมและวิธีการคิด

ย้อนกลับ

8. การพิสูจน์ข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ได้อย่างชัดเจน ง่ายและใช้เหตุผลที่กระชับ
 9. มีความจำที่ดีเกี่ยวกับแนวความคิดและความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์
- นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาอีกหลายท่านกล่าวถึงความสามารถในการคิดทางคณิตศาสตร์

ไวอาทิ เช่น

ไซแดม และ วีเวอร์ (Orton. 1987 : 111; citing Suydam & Weaver. 1979 :
245-248) ได้วิเคราะห์ลักษณะของผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีนั้น
ควรประกอบด้วย

1. ความสามารถในการประมาณ และวิเคราะห์
2. ความสามารถในการมองเห็น และตีความข้อเท็จจริงได้ในเชิงปริมาณและความสัมพันธ์
3. ความสามารถในการเข้าใจทอม และความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์
4. ความสามารถในการพิจารณาเปรียบเทียบความเหมือน-ความแตกต่างและการคิด

แบบอุปมาอุปไมย

5. ความสามารถในการเลือกกระบวนการ และข้อมูลที่ถูกต้องได้
6. ความสามารถในการพิจารณารายละเอียดที่เกี่ยวข้อง
7. ความสามารถในการสรุปอ้างอิง จากตัวอย่างพื้นฐาน
8. ความสามารถในการเปลี่ยนวิธีการคิดได้อย่างดี
9. ได้คะแนนจากแบบทดสอบวัดความตระหนักในคุณค่าของตนเองสูง และได้คะแนน

จากแบบทดสอบวัดความวิตกกังวลต่ำ

ไคเซน (Kissane. 1988 : 520-528) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการคิดทางคณิตศาสตร์
(Mathematical thinking) ประกอบด้วย

1. การตั้งปัญหา
2. การยกตัวอย่าง
3. ความสามารถพิเศษและการสรุปอ้างอิง

4. การกำหนดสัญลักษณ์และการแทนค่า
5. การบันทึกข้อมูลจากการสังเกต
6. การสำรวจคำถามอย่างเป็นระบบ
7. การกำหนดลำดับขั้นตอนการคิด
8. การตรวจสอบความคิดที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีโดยมีหลักฐานที่มาสสนับสนุน
9. การสรุปอ้างอิงโดยใช้ข้อมูลพื้นฐานสนับสนุน
10. การสื่อสารให้ผู้อื่นฟังเข้าใจ

จากที่กล่าวมาข้างต้นอาจสรุปได้ว่า ความสามารถในการคิดทางคณิตศาสตร์มีมากมายหลายลักษณะ ซึ่งมีความสอดคล้องกับเนื้อหาวิชาที่กำหนดไว้ ครูจะเป็นผู้กำหนดความสามารถในการคิดทางคณิตศาสตร์เอง เพื่อให้มีความสอดคล้องกับการพัฒนาความคิดและการแก้ปัญหาของผู้เรียนในทุกๆ ด้าน จะเห็นได้ว่าการส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์จะส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างสร้างสรรค์อีกด้วย

3.5 การวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

บอลกาเป็นอาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ วิทยาลัยเซนต์แมรี นอเตอร์ ดัม (Saint Mary's Coolege, Notre Dame) รัฐอินเดียนา สหรัฐอเมริกา ได้ศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยการสร้างเกณฑ์ที่ใช้วัดนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ขึ้นมา 25 เกณฑ์ แล้วนำเกณฑ์ดังกล่าวไปสำรวจความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 3 กลุ่ม ได้แก่ นักคณิตศาสตร์ นักวิชาการคณิตศาสตร์ และครูผู้สอนในระดับมัธยมศึกษาซึ่งคัดเลือกเกณฑ์ที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน 80% ขึ้นไป จากการสำรวจพบว่าได้เกณฑ์ที่ใช้วัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มี 6 ด้าน ซึ่งสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้ (Balke. 1974 : 333-363)

1. ความสามารถในการวางหลักการหรือกฎเกณฑ์ ในลักษณะเหตุและผลจากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการนำข้อมูลหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ มาสรุปเป็นหลักการทั่วไปหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ ด้วยกระบวนการตรรกศาสตร์
2. ความสามารถในการกำหนดรูปแบบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดหาคำตอบที่ถูกต้อง หรือสร้างชุดคำตอบที่หลากหลายจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ได้โดยไม่จำกัดจำนวน
3. ความสามารถในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดวิธีการแก้ปัญหาได้หลายๆ วิธี และสามารถเลือกวิธีที่เหมาะสมและแตกต่างจากวิธีการเดิมหรือเป็นความสามารถในการเปลี่ยนแปลงวิธีการคิดเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

4. ความสามารถในการพิจารณาหรือประเมินปัญหาตลอดจนคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคะเนเรื่องราวหรือทำนายเหตุการณ์ต่างๆ ในอนาคตได้อย่างถูกต้องโดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ กับเหตุการณ์ในอนาคตตามเงื่อนไขที่เป็นไปได้

5. ความสามารถในการค้นหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการตรวจสอบหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ และสามารถคิดหาคำตอบที่ถูกต้องได้

6. ความสามารถในการแยกแยะปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อยๆ ที่จะจงได้ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการจัดประเด็นสำคัญของปัญหาและการคิดวิธีการแก้ปัญหาโดยการแยกแยะปัญหาย่อยๆ เพื่อนำไปคิดหาคำตอบตามขั้นตอนจนได้คำตอบที่ถูกต้องจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

หลังจากได้เกณฑ์ที่ใช้วัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ แล้วบอลลกได้นำเกณฑ์ ดังกล่าวมาสร้างเป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัย ใช้สำหรับทดสอบนักเรียนเกรด 6 เกรด 7 และเกรด 8 แล้วจึงนำแบบทดสอบ ดังกล่าวไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางคณิตศาสตร์ตรวจพิจารณา และปรับปรุงแก้ไขจนได้เป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (Creative Ability in Mathematics Test : CAMT)

บอลลกได้นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของมินเนโซตา (Minnesota Test of Creative Thinking) ไปทดสอบวัดกับนักเรียนเกรด 6 เกรด 7 และเกรด 8 จำนวน 500 คน แล้วนำมาตรวจให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ 3 องค์ประกอบ คือ ความคล่องตัวในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิดและความคิดริเริ่ม แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์ผล โดยการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มๆ โดยใช้คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และคะแนนจากแบบวัดเชาว์ปัญญาของทางโรงเรียนเป็นเกณฑ์ ผลจากการวิจัยพบว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังกล่าวประกอบ ด้วยความคิด 2 ลักษณะ คือ การคิดแบบอเนกนัย (Convergent) ได้แก่ ด้านที่ 1, 4, 5 และ 6 และความคิดเอกนัย (Divergent) ได้แก่ ด้านที่ 2, 3 และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ดังกล่าว มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เชาว์ปัญญา และความคิดสร้างสรรค์ทั่วไป

ตัวอย่าง ข้อสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของบอลลกด้านที่ 3, 4 และ 5 มีดังนี้

ด้านที่ 3 ความสามารถในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่

ตัวอย่าง สมมติให้นักเรียนมีน้ำอยู่ 1 บาร์เรลและมีกระป๋องขนาด 7 และ 8 ถ้วยตวง อย่างละ 1 ใบ นักเรียนจะมีวิธีตวงน้ำโดยใช้กระป๋อง 2 ใบนี้ เพื่อให้ได้น้ำประมาณ 9 ถ้วยตวง ได้อย่างไร จงอธิบายขั้นตอนหรือการตวง

จากการทำข้อสอบของนักเรียน พบว่านักเรียนที่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ต่ำ ตอบว่าเป็นไปไม่ได้ที่จะตวงได้ 9 ถ้วยตวงพอดีแต่จะมีนักเรียนบางส่วนบอกว่าสามารถตวงได้ 9 ถ้วยตวงพอดีและสามารถอธิบายลำดับขั้นตอนของการตวงได้อย่างถูกต้องด้วยลำดับขั้นตอนเพียง 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ตวงน้ำใส่กระป๋องที่มีขนาด 8 ถ้วยตวง

ขั้นที่ 2 เทน้ำออกจากกระป๋องขนาด 8 ถ้วยตวง ใส่ในกระป๋องขนาด 7 ถ้วยตวงจะเหลืออยู่ในกระป๋องเดิมอยู่ 1 ถ้วยตวง

ขั้นที่ 3 เทน้ำออกจากกระป๋องขนาด 7 ถ้วยตวงกลับใส่ภาชนะเดิมที่ใส่น้ำอยู่แล้วเทน้ำที่เหลือ 1 ถ้วยตวงจากกระป๋องขนาด 8 ถ้วยตวงใส่กระป๋องขนาด 7 ถ้วยตวง

ขั้นที่ 4 ตวงน้ำใหม่อีก 8 ถ้วยตวงแล้วมารวมกับน้ำ 1 ถ้วยตวงที่มีอยู่แล้วรวมเป็น 9 ถ้วยตวง

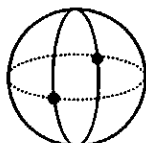
จากแนวคิดที่นักเรียนตอบมา จะเห็นได้ว่า นักเรียนคนนี้ไม่เทน้ำทิ้งแต่กลับเทคืนภาชนะเดิม ซึ่งแสดงถึง การเห็นความสำคัญของทรัพยากร ถือว่าเป็นนักเรียนที่มีความสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงและมีนักเรียนบางคนตอบได้แบบเดียวกันแต่แบ่งขั้นตอนได้มากกว่าหรือบางคนเทน้ำทิ้งโดยลืมนึกไปว่า ถ้าสิ่งนั้นมีค่ามากกว่าน้ำจะเป็นอย่างไร เป็นต้น

ด้านที่ 4 ความสามารถในการพิจารณาหรือประเมินปัญหาตลอดจนคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

ตัวอย่าง มีลูกบอล 1 ลูก ถ้านักเรียนไม่มีเครื่องช่วยในการเขียนรูปเรขาคณิต นักเรียนสามารถเขียนรูปเรขาคณิต เช่น เส้นตรง รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม วงกลมหรือรูปหลายเหลี่ยม บนผิวของลูกบอลได้หรือไม่อย่างไร จงอธิบาย

นักเรียนบางคนตอบว่า ไม่สามารถเขียนรูปดังกล่าวได้ แต่สามารถเขียนรูปที่บุดเบี้ยว และรูปที่เป็นรูปร่างอิสระได้ ซึ่งถือว่า นักเรียนกลุ่มนี้จัดเป็นนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ค่อนข้างต่ำ แต่มีนักเรียนบางส่วนที่ตอบแตกต่างจากคนอื่น เช่น

- สามารถเขียนเส้นตรงสองเส้นบนลูกบอลให้ตัดผ่านจุดเดียวกัน 2 จุดได้ ดังรูป



- สามารถเขียนรูปเรขาคณิตได้ง่ายขึ้น ถ้าลูกบอลมีขนาดเล็กลง เป็นต้น

พิจารณาจากการตอบคำถามของนักเรียนพบว่า ถ้านักเรียนตอบได้แตกต่างจากผู้อื่น 2 ประเด็น แสดงว่า นักเรียนมีความคิดริเริ่มคิดเป็นร้อยละ 2 ถ้าตอบได้แตกต่างจากผู้อื่น 1 ประเด็น แสดงว่านักเรียนมีความคิดริเริ่มคิดเป็นร้อยละ 2-5 ของนักเรียนทั้งหมด 500 คน

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล บอกลาได้อภิปรายผลว่า คะแนนความคล่องตัวในการคิดสูงเพียงอย่างเดียวไม่สามารถที่จะเป็นตัวชี้ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงได้ แต่คะแนนความคล่องตัวในการคิดสูงรวมกับคะแนนความยืดหยุ่นในการคิดสูง สามารถเป็นตัวชี้ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงได้ และนักเรียนที่มีคะแนนความคิดยืดหยุ่นสูง จะเห็นได้ว่าเป็นนักเรียนที่มีความเข้าใจปัญหาและมีความสามารถในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ที่กำหนดให้แล้วตอบสนองต่อปัญหานั้นได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

ด้านที่ 5 ความสามารถในการค้นหาข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

ตัวอย่าง จากรายงานของกระทรวงเกษตร ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า ครอบครัวชาวอเมริกัน ต้องใช้จ่ายในการซื้อของชำเป็นเงินโดยเฉลี่ย 30 ดอลลาร์ต่อสัปดาห์และค่าใช้จ่ายดังกล่าวเป็นค่าวัสดุที่ใช้บรรจุของชำนั้นๆ เป็นเงิน 9 เหรียญ โดยในแต่ละรัฐมีขยะย่อยสลาย 577 ปอนด์ และในหนึ่งปีจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการทำจัดขยะมูลฝอยเกือบ 50 ดอลลาร์ต่อคนต่อปี โดยเฉลี่ยชาวอเมริกันทิ้งขยะ 5.3 ปอนด์ต่อวัน รัฐบาลสหรัฐต้องใช้งบประมาณ 4.5 พันล้านดอลลาร์ต่อปีในการกำจัดขยะและของเน่าเสีย สำหรับประชากรของรัฐ จำนวน 200,000,000 คน

จากข้อมูลที่กำหนดให้ข้างต้น ให้นักเรียนเขียนประโยคคำถามที่เกี่ยวกับสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์เท่าที่นักเรียนสามารถทำได้ โดยสามารถใช้ข้อมูลที่กำหนดให้เป็นคำตอบซึ่งตัวอย่างคำถามที่นักเรียนเขียน มีดังนี้

1. ในหนึ่งปี ครอบครัวชาวอเมริกัน ต้องเสียค่าขยะมูลฝอย โดยเฉลี่ยเป็นเงินเท่าไร
2. ในเวลาหนึ่งปีครอบครัวชาวอเมริกันต้องเสียค่าใช้จ่ายสำหรับซื้อของชำ โดยเฉลี่ยเป็นเงินเท่าไร
3. ในหนึ่งเดือนครอบครัวชาวอเมริกันแต่ละครอบครัว ต้องเสียค่าวัสดุที่ใช้ในการบรรจุหีบห่อของชำเป็นจำนวนเงินเท่าไร เป็นต้น

ซึ่งจากข้อสอบดังกล่าว ต้องการให้นักเรียนพิจารณาจากข้อมูลที่กำหนดให้ แล้วตั้งเป็นคำถามให้ได้มากที่สุด เพื่อวัดความสามารถในการค้นหาสิ่งที่ขาดหายไปของข้อมูล แต่จะต้องเป็นคำถามที่สามารถหาคำตอบได้ โดยใช้ข้อมูลที่ให้มาคิดหาคำตอบ

สุภาวดี ตั้งบุบผา (2533 : 153-158) ได้สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2532 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในกรุงเทพมหานคร แบบทดสอบที่สร้างวัดเกี่ยวกับความสามารถของบุคคลที่แสดงความคิดริเริ่ม ความคล่องแคล่วในการคิดและความคิดยืดหยุ่นในการคิดจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 7 ด้าน ดังนี้

1. ความสามารถในการตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการตั้งคำถาม หรือโจทย์ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์โดยไม่จำกัดจำนวน ซึ่งโจทย์ที่สร้างขึ้นมาเมื่อคำนวณแล้วผลลัพธ์ได้คำตอบตรงกับที่กำหนด

ตัวอย่าง 0) ให้นักเรียนตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่คำนวณได้แล้วได้ผลลัพธ์เท่ากับ 36 (หน่วยอะไรก็ได้)

ตัวอย่างคำตอบ

1. สนามฟุตบอลแห่งหนึ่งมีด้านยาว ยาวกว่าด้านกว้าง 5 เมตร และถ้าวัดโดยรอบสนามนี้ยาว 26 เมตร สนามฟุตบอลนี้มีพื้นที่เท่าไร

2. อีก 10 ปีข้างหน้า นายดำจะมีอายุ 50 ปี เมื่อ 4 ปีที่แล้ว นายดำอายุกี่ปี

2. ความสามารถในการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการสร้างชุดคำตอบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้โดยไม่จำกัดจำนวน

ตัวอย่าง 0) ให้นักเรียนหาตัวเลขมาใส่ในตารางแล้วทำให้ผลบวกตามแนวนอนเท่ากับผลบวกตามแนวตั้งและเท่ากับผลบวกตามแนวเส้นทแยง โดยไม่ใช้ตัวเลขซ้ำกัน

ตัวอย่างคำตอบ

10	11	6
5	9	13
12	7	8

8	1	6
13	5	7
4	9	2

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างไปจากวิธีเดิมจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้โดยไม่จำกัดจำนวน

ตัวอย่าง 0) ชาย 2 คน ต้องการแบ่งน้ำจากกระป๋องคนละครึ่งซึ่งในกระป๋องมีน้ำอยู่ 8 ลิตร แต่เขามีภาชนะที่ใช้แบ่ง 2 ขนาด คือ จุ 5 ลิตรกับขนาดจุ 3 ลิตร ดังนั้น ชาย 2 คน จะมีวิธีการแบ่งน้ำกันอย่างไร

ตัวอย่างคำตอบ

ขั้นที่ 1 เทน้ำในกระป๋อง 8 ลิตร ใส่ในภาชนะขนาดบรรจุ 5 ลิตรจนเต็ม แล้วเทน้ำจากภาชนะ 5 ลิตรไปใส่ภาชนะ 3 ลิตร ดังนั้นจะเหลือน้ำในภาชนะ 5 ลิตรอยู่ 2 ลิตรนำไปเก็บไว้ต่างหาก

ขั้นที่ 2 เทน้ำจากภาชนะ 3 ลิตร ใส่คืนกระป๋องจะทำให้มีน้ำในกระป๋องอยู่ 6 ลิตร เทน้ำจากกระป๋องใส่ภาชนะ 5 ลิตร แล้วเทใส่ภาชนะ 3 ลิตร จะทำให้เหลือน้ำในภาชนะ 5 ลิตร อยู่ 2 ลิตร นำน้ำ 2 ลิตรไปรวมกับน้ำ 2 ลิตรที่ได้ในขั้นที่ 1 จะได้ น้ำ 4 ลิตร

4. ความสามารถในการคาดคะเนผลที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคาดคะเนเรื่องราว ทำนายเหตุการณ์ต่างๆ จากความสัมพันธ์ที่ได้ในการเปรียบเทียบเหตุการณ์นั้นแล้วขยายความไปสู่เหตุการณ์หรือเรื่องราวในอนาคตได้อย่างถูกต้องจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ที่กำหนดให้ในปริมาณที่เป็นไปได้ ตามเงื่อนไข

ตัวอย่าง 0) ใช้ตารางข้างล่างนี้ตอบคำถาม

ตาราง 3 แสดงปริมาณข้าวที่ปลูกได้ในภาคทั้งสี่ของประเทศไทย (น้ำหนักคิดเป็นหน่วยล้านตัน)

ปี พ.ศ. \ ภาค	กลาง	ตะวันออกเฉียงเหนือ	เหนือ	ใต้
2529	178	163	150	186
2530	195	183	150	150
2531	199	225	150	143

ที่มา : สุภาวดี ตั้งบุบผา. (2533). การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรุงเทพมหานคร. หน้า 154.

ถ้าในปี พ.ศ. 2535 รัฐได้ส่งเสริมให้ชาวนาได้ทำนาปีละสองครั้งส่วนสภาพอื่นๆ คล้ายคลึงกันกับ พ.ศ. 2531 ถามว่านักเรียนจะสามารถคาดคะเนอะไรได้บ้างเกี่ยวกับปริมาณของข้าวที่จะปลูก

ตัวอย่างคำตอบ

1. ในปี พ.ศ. 2535 ภาคเหนือ คาดว่าจะได้ปริมาณข้าว 2 X 150 ล้านตัน

2. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จะยังคงเป็นภาคที่ได้ปริมาณข้าวมากที่สุด

5. ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิด หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดหาคำตอบ โดยที่สามารถตรวจคำตอบวิธีการคิดและคำตอบที่ถูกต้องได้จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ในปริมาณที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไข

ตัวอย่าง 0) ให้นักเรียนแสดงวิธีการหาคำตอบที่เกิดจากเงื่อนไขต่อไปนี้

- (1) เป็นจำนวนสองจำนวนใดๆ
- (2) ผลบวกของสองจำนวนเท่ากับ 14
- (3) ผลคูณของสองจำนวนมีค่ามากกว่า 10

ตัวอย่างคำตอบ ผลรวมของตัวเลข ผลคูณของตัวเลข

- | | | |
|----|----------|---------------|
| 1. | $7 + 7$ | 7×7 |
| 2. | $1 + 11$ | 1×11 |

6. ความสามารถในการนำหลักการ หรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในกรณีทั่วไป หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการให้ข้อมูลที่เป็นคำตอบหลายคำตอบ จากการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ได้โดยไม่จำกัดจำนวน

ตัวอย่าง

0) กรณีที่ 1 ถ้าเรานิยามเครื่องหมาย @ แทนการบวก เช่น $a @ b$ หมายความว่า $a + b$ แต่ผลลัพธ์ไม่คิดหลักสิบ (ให้ใส่เฉพาะหลักหน่วยเท่านั้น) เช่น $5 @ 7$

กรณีที่ 2 ถ้าเรานิยามเครื่องหมาย * แทนการลบ เช่น $a * b$ แทน $a - b$ แต่ผลลัพธ์ไม่คิดหลักสิบ (ให้ใส่เฉพาะหลักหน่วยเท่านั้น)

ให้นักเรียนใช้เครื่องหมาย @ และ * และใช้ตัวเลขตั้งแต่ 0 ถึง 9 เขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ในรูปของสมการ

ตัวอย่างคำตอบ

1. $9 @ 8 = 7$
2. $4 * 1 = 3$

7. ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการจัดกลุ่มได้หลายแบบโดยไม่จำกัดจำนวน จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้โดยใช้เกณฑ์หรือคุณสมบัติหรือลักษณะบางอย่างที่ร่วมกันได้อย่างไม่จำกัดจำนวน

ตัวอย่าง 0) ให้นักเรียนจัดกลุ่มจำนวนที่กำหนดให้ ตามเกณฑ์หรือคุณสมบัติหรือลักษณะบางอย่างร่วมกันให้ได้มากที่สุด โดยที่แต่ละกลุ่มต้องมีตัวเลขตั้งแต่ 3 จำนวนขึ้นไป พร้อมทั้งระบุเกณฑ์ในการจัดกลุ่มด้วย

	12	15	17	18	19	23	27	32
<u>ตัวอย่างคำตอบ</u>	กลุ่ม				เกณฑ์			
1.	12	15	18	27	หารด้วย 3 ลงตัว			
2.	12	18	32		หารด้วย 2 ลงตัว			
3.	17	19	23		เป็นจำนวนเฉพาะ			

กรมวิชาการ (2543 : 55-57) ได้ยกตัวอย่างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยอาศัยหลักการเดียวกับแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางด้านภาษาหรือศิลปะ คือ ผู้ตอบ คิดหาคำตอบได้หลายๆ ทาง หลายๆ แบบให้มากที่สุด ไว้ 5 ด้าน ดังนี้

1. การตั้งโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง ภายในเวลา 5 นาที ให้นักเรียนสร้างโจทย์คณิตศาสตร์ที่คำนวณแล้ว ได้ผลลัพธ์เท่ากับที่กำหนดให้

คำสั่ง ให้สร้างโจทย์คณิตศาสตร์ที่คำนวณแล้วได้ผลลัพธ์เท่ากับ 12 หน่วย

คำตอบ สุดามีส้ม 8 ผล แม่ให้อีก 6 ผล แจกน้อง 2 ผล เหลือส้มก็ผล

2. การตั้งคำถาม

คำชี้แจง ภายในเวลา 8 นาที ให้นักเรียนตั้งคำถามย่อยๆ จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ให้ได้มากที่สุด

สถานการณ์ที่กำหนดให้

สมบัติมีรายได้เดือนละ 5,000 บาท จ่ายเป็นค่าเช่าบ้าน 1,500 บาท ค่าไฟฟ้า 200 บาท ค่าโทรศัพท์ 250 บาท ค่าอาหารส่วนตัววันละ 50 บาท ให้น้องสาวเดือนละ 300 บาท ให้น้องชาย $\frac{2}{3}$ ของน้องสาว ค่าใช้จ่ายอื่นๆ 500 บาท ส่วนที่เหลือเก็บฝากธนาคาร

คำสั่ง ให้นักเรียนตั้งคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ให้ได้มากที่สุด

คำตอบ สมบัติจ่ายค่าโทรศัพท์มากกว่าค่าไฟฟ้าเท่าไร

3. การสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง ภายในเวลา 5 นาที ให้นักเรียนเติมตัวเลขลงในรูป $\square$ ที่กำหนดตัวเลข ที่เติมให้ใช้ได้เฉพาะเลข 0 ถึง 9 และจะใช้ตัวเลขซ้ำกี่ครั้ง โดยผลลัพธ์จะต้องเท่ากับที่กำหนดให้

คำตอบ $\boxed{9} - \boxed{8} + \boxed{2} = \boxed{3}$

1. $\square - \square + \square = \square$

2. $\square - \square + \square = \square$

3. $\square - \square + \square = \square$

4. $\square - \square + \square = \square$

4. การเปรียบเทียบเชิงปริมาณ

คำชี้แจง ภายในเวลา 5 นาที ให้นักเรียนเปรียบเทียบความสูงและน้ำหนักจาก ข้อมูลที่กำหนดให้ ให้มากที่สุด นักเรียนจะได้คะแนนดี ถ้าสามารถเปรียบเทียบได้มากที่สุด หลายแง่หลายมุม โดยเฉพาะการเปรียบเทียบที่คนอื่นคาดไม่ถึง

คำสั่ง ให้นักเรียนเปรียบเทียบความสูงและน้ำหนักของนิด นุช และน้อย จาก ความสูงและน้ำหนักที่กำหนดให้

ในการเปรียบเทียบทุกครั้ง ข้อความที่เปรียบเทียบจะต้องกล่าวถึงคน 3 คน พร้อมความสูงและน้ำหนัก

	นิด	นุช	น้อย
ความสูง	140 ซม.	160 ซม.	150 ซม.
น้ำหนัก	60 กก.	52 กก.	65 กก.

คำตอบ นุช สูงกว่า นิด แต่น้อยกว่า นูช

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักการศึกษาหลายท่านดังที่กล่าวมาข้างต้น ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยปรับปรุงจากเนื้อหาแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของบอลกา (Balka. 1974 : 333-363) และสุภาวดี ตั้งบุบผา (2533 : 153-158) โดยผู้วิจัยสร้างให้มีความเหมาะสม และสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนรวมทั้งเนื้อหาวิชาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้มากที่สุดซึ่งมีลักษณะการถาม 5 ด้าน ดังนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่ หมายถึง ความสามารถทางการคิดของนักเรียนในการคิดวิธีการแก้ปัญหาได้หลาย ๆ วิธี และสามารถเลือกวิธีที่เหมาะสมและแตกต่างจากวิธีการเดิมหรือเป็นความสามารถในการเปลี่ยนแปลงวิธีการคิดเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
2. ความสามารถในการคาดคะเนผลที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางการคิดของนักเรียนในการคาดคะเนเรื่องราว ทำนายเหตุการณ์ต่างๆ จากความสัมพันธ์ที่ได้ในการเปรียบเทียบเหตุการณ์นั้น แล้วขยายความไปสู่เหตุการณ์หรือเรื่องราวในอนาคตได้อย่างถูกต้องจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
3. ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิดทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการคิดหาคำตอบ โดยที่สามารถตรวจสอบวิธีการคิดและคำตอบที่ถูกต้องได้จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ในปริมาณที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไข
4. ความสามารถในการสร้างแบบรูปทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางการคิดของนักเรียนในการสร้างชุดคำตอบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้โดยไม่จำกัดจำนวน
5. ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข หมายถึง ความสามารถทางการคิดของนักเรียนในการจัดกลุ่มได้หลายแบบโดยไม่จำกัดจำนวนจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ที่กำหนดให้โดยใช้เกณฑ์ หรือคุณสมบัติ หรือลักษณะบางอย่างที่ร่วมกันได้อย่างไม่จำกัดจำนวน

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ลักษณะนั้นคือ ความคิดคล่องตัว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม เพื่อให้การตรวจมีความเป็นปรนัย ผู้วิจัยจึง

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ลักษณะนั้นคือ ความคิดคล่องตัว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม เพื่อให้การตรวจมีความเป็นปรนัย ผู้วิจัยจึง กำหนดวิธีการตรวจคะแนน โดยยึดตามเกณฑ์การตรวจให้คะแนนของทอแรนซ์ (กรมวิชาการ, 2543 : 57 ;อ้างอิงจาก Torrance. 1969 : **Guiding Creative Talent**) ดังนี้

1. การให้คะแนนความคิดคล่องตัวทางคณิตศาสตร์ พิจารณาจากจำนวนคำตอบที่ถูกต้องตามเงื่อนไขของข้อสอบในแต่ละข้อ โดยให้คะแนนคำตอบข้อละ 1 คะแนน ตามปริมาณคำตอบที่ไม่ซ้ำกัน
2. การให้คะแนนความคิดยืดหยุ่นทางคณิตศาสตร์ พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ ซึ่งจะจัดกลุ่มหรือประเภทของคำตอบของนักเรียนแต่ละคนตามวิธีการคิดที่แตกต่างกันต่อเงื่อนไขที่กำหนด โดยให้คะแนนเป็นกลุ่มหรือประเภทละ 1 คะแนน
(ในกรณีที่ไม่สามารถจัดคำตอบลงในกลุ่มที่ได้จัดเรียบร้อยแล้วให้ผู้ตรวจอาจจัดกลุ่มขึ้นใหม่ได้อีกตามความจำเป็นจนกว่าจะครบตามคำตอบ)
3. การให้คะแนนความคิดริเริ่มทางคณิตศาสตร์ พิจารณาจากความถี่ของคำตอบของนักเรียนทั้งหมดที่เป็นความคิดที่แปลกแตกต่างไปจากคำตอบของผู้อื่น โดยเกณฑ์การให้คะแนนยึดหลักดังนี้

ตาราง 4 การให้คะแนนความคิดริเริ่มของทอแรนซ์

คำตอบซ้ำ	คะแนนที่ได้
12% ขึ้นไป	0
6-11%	1
3-5%	2
2%	3
ไม่เกิน 1%	4

ที่มา : กรมวิชาการ (2543). การเรียนรู้เพื่อพัฒนาระบบการ. หน้า 57.

คะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหาได้จากผลบวกของคะแนนความคิดคล่องตัว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม ในแต่ละกิจกรรมมารวมกันเป็นผลบวกของคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคน

3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

บอลกา (Balka. 1974 : 98-A) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยการสำรวจเกณฑ์ที่จะนำมาสร้างแบบทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญ 3 กลุ่ม ได้แก่ ครู ผู้สอน นักวิชาการทางคณิตศาสตร์ และนักคณิตศาสตร์ ซึ่งคัดเลือกเกณฑ์ที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ มีความคิดเห็นสอดคล้องกัน 80% ขึ้นไป มาสร้างเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย ซึ่งมีทั้งหมด 6 ด้าน แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนเกรด 6 เกรด 7 และเกรด 8 จำนวน 500 คน แล้วนำมาตรวจให้คะแนน ความคิดสร้างสรรค์ 3 องค์ประกอบ คือ ความคล่องตัวในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิดและความคิดริเริ่ม แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์ผล โดยการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มๆ โดยใช้คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และคะแนนจากแบบวัดเชาว์ปัญญาของทางโรงเรียนเป็นเกณฑ์ ผลจากการวิจัยพบว่า แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังกล่าวประกอบด้วย ความคิด 2 ลักษณะ คือ การคิดแบบเอกนัย (Convergent) และความคิดอเนกนัย (Divergent) และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ดังกล่าว มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เชาว์ปัญญา และความคิดสร้างสรรค์ทั่วไป

คาร์โรล และ โนเอล (Carroll & Noel. 1991 : 214) ได้ทำการวิจัยโดยใช้แบบทดสอบวัดความฉลาดและการสร้างสรรค์ของนักเรียน แล้วได้ดำเนินการสอนนักเรียนเพื่อเปรียบเทียบความฉลาดและการสร้างสรรค์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 7 จำนวน 48 คน แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ตามคะแนนความฉลาดและคะแนนการสร้างสรรค์ที่ได้ทดสอบในครั้งแรก ซึ่งวัดจากการแก้ปัญหาการใช้จินตนาการ และการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้คะแนนสูงสุดเป็นนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มของนักเรียนที่มีความฉลาดสูงและกลุ่มที่มีความคิดสร้างสรรค์สูง

งานวิจัยในประเทศ

สุพัตรา ฤกษ์บ้าย (2544 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยโดยการเปรียบเทียบผลของการใช้เทคนิคแบบร่วมมือและการใช้สัญญาเงื่อนไข เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีเชาว์ปัญญาระดับปานกลาง และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไป ตามเกณฑ์ของกรมวิชาการและมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 ลงมา ผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือและใช้สัญญาเงื่อนไขเป็นกลุ่ม มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นหลังจากการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือและใช้สัญญาเงื่อนไขเป็นรายบุคคลก็มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นหลังจากการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 รวมทั้งนักเรียนที่ใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือและใช้สัญญา

เงื่อนไขเป็นกลุ่ม มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไม่ต่างจากนักเรียนที่ใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือและใช้สัญญาเงื่อนไขเป็นรายบุคคล

กุลภัสสร ศิริพรรณ (2545 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์และน้ำหนักความสำคัญของระดับตัวแปรระดับนักเรียนและตัวแปรระดับห้องเรียน ที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้วยการวิเคราะห์พหุระดับ (Multilevel analysis) ตัวแปรระดับนักเรียนประกอบด้วย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (ACH), เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (ATT), การสนับสนุนการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้ปกครอง (SUPP) และการเข้าร่วมกิจกรรมคณิตศาสตร์ของนักเรียน (ACT) และตัวแปรระดับห้องเรียน ประกอบด้วยบรรยากาศในห้องเรียนคณิตศาสตร์ (CLIM) และพฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู (BHT) ผลจากการวิจัยสรุปได้ว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระระดับนักเรียน และตัวแปรอิสระระดับห้องเรียนกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์เท่ากับ 0.6814 และ 0.883 ซึ่งสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 โดยที่ตัวแปรอิสระทุกตัวอธิบายความแปรปรวนของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 46.3 และ 78.0 ตามลำดับ ส่วนค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรอิสระระดับนักเรียนและระดับห้องเรียนส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สายสุนีย์ กลิ่นสุคนธ์ (2545 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการใช้เทคนิคแบบร่วมแรงร่วมใจที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีเชาวน์ปัญญาระดับปานกลางและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไปตามเกณฑ์ของกรมวิชาการและมีความคิดสร้างสรรค์ต่ำว่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 25 ลงมา จำนวน 40 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ คือ โปรแกรมเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมแรงร่วมใจและแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผลจากการศึกษาค้นคว้าพบว่านักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นหลังจากได้รับและ ไม่ได้รับการใช้เทคนิคแบบร่วมแรงร่วมใจอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการใช้เทคนิคแบบร่วมแรงร่วมใจมีความคิดสร้างสรรค์มากกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการใช้เทคนิคแบบร่วมแรงร่วมใจอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษาเกี่ยวกับเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จะเห็นได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่สามารถส่งเสริมและพัฒนาขึ้นได้ ซึ่งก็อยู่กับครูผู้สอนว่าจะจัดการเรียนรู้ในรูปแบบที่เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดกระบวนการคิดจนกระทั่งพัฒนาเป็นความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หรือไม่ ทั้งนี้สิ่งที่สำคัญอีกประการก็คือ เทคนิคและวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เป็นการส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยเน้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ให้มากที่สุด และครูผู้สอนก็มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเต็มที่

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

4.1 ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

วิลสัน (Wilson. 1971 : 643-696) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญา (Cognitive domain) ในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ จากแนวคิดของวิลสันพอจะกล่าวได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก็คือ ผลสำเร็จของการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ที่ประเมินเป็นระดับความสามารถนั่นเอง

และวิลสัน (Wilson. 1971 : 643-696) ยังได้จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางพุทธิพิสัย (Cognitive domain) ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาโดยอ้างอิงลำดับขั้นของพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ตามกรอบแนวคิดของบลูม (Bloom's taxonomy) ไว้เป็น 4 ระดับ ได้แก่

1. ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation) พฤติกรรมในระดับนี้ ถือว่าเป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำสุด แบ่งออกได้เป็น 3 ชั้น ดังนี้

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of specific facts) คำถามที่วัดระดับความสามารถในระดับนี้จะเกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง ตลอดจนความรู้พื้นฐาน ซึ่งนักเรียนได้สั่งสมมาเป็นระยะเวลานานแล้วด้วย

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of terminology) เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำศัพท์และนิยามต่างๆ ได้ โดยคำถามอาจจะเป็นถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้ แต่ไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ

1.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to carry out algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยามและกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วมาคิดคำนวณ ตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มาแล้ว ข้อสอบวัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็นโจทย์ที่ง่ายคล้ายคลึงกับตัวอย่างนักเรียนไม่ต้องพบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณแต่ซับซ้อนกว่า แบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ (Knowledge of concepts) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะมโนคติเป็นนามธรรม ซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่างๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างมโนคตินั้น โดยใช้คำพูดของตนหรือเลือกความหมายที่กำหนดให้ ซึ่งเขียนในรูปแบบใหม่หรือยกตัวอย่างใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียน

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์และการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป (Knowledge of principles rules and generalization) เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎและความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาจนได้แนวทางในการแก้ปัญหาถ้าคำถาม

นั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรก อาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความเข้าใจในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of mathematical structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับคุณสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบของปัญหา จากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง (Ability to transform problem element from one mode to another) เป็นความสามารถในการแปลงข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลภาษาพูดให้เป็นสมการ ซึ่งมีความหมายคงโดยไม่รวมถึงกระบวนการแก้ปัญหา (Algorithms) หลังจากแปลแล้ว อาจกล่าวได้ว่าเป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

2.5 ความสามารถในการติดตามแนวของเหตุผล (Ability to follow a line of reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างจากความสามารถในการอ่านทั่วๆ ไป

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to read and interpret a problem) ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นนี้ อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่นๆ โดยให้นักเรียนอ่านและตีความโจทย์ปัญหา ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของข้อความตัวเลข ข้อมูลทางสถิติหรือกราฟ

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคยเพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในระหว่างเรียน คือ แบบฝึกหัดที่นักเรียนจะต้องเลือกใช้กระบวนการแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหาได้โดยไม่ยากพฤติกรรมในระดับนี้แบ่งออกเป็น 4 ชั้น คือ

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน (Ability to solve routine problem) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to make comparisons) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหานี้ อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งใช้ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to analyze data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องมาพิจารณาว่า อะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติมมีปัญห่อื่นใดบ้างที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่หรือต้องแยกโจทย์

ปัญหาออกมาพิจารณาเป็นส่วน มีการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร (Ability to recognize patterns isomorphisms and symmetries) เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่องตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูลและการระลึกถึงความสัมพันธ์ นักเรียนต้องสำรวจหาสิ่งที่คุ้นเคยกันจากข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดจากโจทย์ปัญหาที่พบ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลง แต่ก็อยู่ในขอบเขตเนื้อหาวิชาที่เรียนการแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าว ต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหา พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพสมองระดับสูง แบ่งเป็น 5 ชั้น คือ

4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability to solve non-routine problem) คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่างไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจในคติ นิยาม ตลอดจนทฤษฎีต่างๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ (Ability to discover relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่างๆ ที่โจทย์กำหนดให้ แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาแทนการจำความสัมพันธ์เดิมที่เคยพบมาแล้วมาใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4.3 ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ (Ability to construct proofs) เป็นความสามารถที่ควบคู่กับความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ อาจเป็นพฤติกรรมที่มีความซับซ้อนน้อยกว่าพฤติกรรมในการสร้างข้อพิสูจน์ พฤติกรรมในขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนสามารถตรวจสอบข้อพิสูจน์ว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาด

4.4 ความสามารถในการวิจารณ์การพิสูจน์ (Ability to criticize proofs) เป็นความสามารถในขั้นนี้เป็นการใช้เหตุผลที่ควบคู่กับความสามารถในการเขียนพิสูจน์ แต่ความสามารถในการพิจารณาเป็นพฤติกรรมที่ยุ่ยากซับซ้อนกว่า ความสามารถในขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนมองเห็นและเข้าใจการพิสูจน์นั้นว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดไปจาก มโนคติ หลักการ กฎ นิยาม หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

4.5 ความสามารถในการสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้องของสูตร (Ability to formulate and validate generalizations) นักเรียนต้องสามารถสร้างสูตรขึ้นมาใหม่โดยใช้ความสัมพันธ์กับเรื่องเดิมและต้องสมเหตุสมผลด้วย นั่นคือการถามให้หาและพิสูจน์ประโยคทางคณิตศาสตร์ หรืออาจถามให้นักเรียนสร้างกระบวนการคิดคำนวณใหม่ พร้อมทั้งแสดงการใช้กระบวนการนั้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นอาจสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จัดได้ว่าเป็นเกณฑ์ที่จะนำมาใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของการสอนอย่างกว้างขวาง ซึ่งผู้วิจัยสนใจที่จะทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน และผู้วิจัยได้ให้นิยามของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากคะแนนการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ โดยจะทำการทดสอบหลังจากการเรียนการสอนสิ้นสุดลงแล้ว และวัดให้ครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง การประยุกต์ 2 แบบทดสอบนี้สอดคล้องกับพฤติกรรมด้านความรู้และความคิด (Cognitive domain) ตามที่ วิลสัน (Wilson. 1971 : 643-685) จำแนกไว้ 4 ระดับ ดังนี้

1. ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation) ประกอบด้วย ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง คำศัพท์ นิยามและความสามารถในการคิดคำนวณ ตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มาแล้ว
2. ความเข้าใจ (Comprehension) ประกอบด้วยความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ หลักการ กฎ การสรุปอ้างอิงและโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง การติดตามหาเหตุผล การอ่านและตีความโจทย์ปัญหา
3. การนำไปใช้ (Application) ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่คล้ายคลึงกับที่เรียนมา ตลอดจนความสามารถในการเปรียบเทียบ การวิเคราะห์ข้อมูล และการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนและสมมาตรกัน
4. การวิเคราะห์ (Analysis) ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่าง แต่อยู่ในขอบเขตเนื้อหาที่เรียน และความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์โดยการจัดการส่วนต่างๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

4.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

เพรสคอตต์ (Prescott. 1961 : 14-16) ได้ใช้ความรู้ทางชีววิทยา สังคมวิทยา จิตวิทยา และการแพทย์ ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนของนักเรียน และสรุปผลการศึกษาว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งในและนอกห้องเรียน มีดังต่อไปนี้

1. องค์ประกอบทางร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของร่างกาย สุขภาพทางกาย ข้อบกพร่องทางร่างกายและบุคลิกภาพ
2. องค์ประกอบทางความรัก ได้แก่ ความสัมพันธ์ของบิดามารดา ความสัมพันธ์ของบิดามารดากับลูก ความสัมพันธ์ระหว่างลูกๆ ด้วยกัน และความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกทั้งหมดในครอบครัว
3. องค์ประกอบทางวัฒนธรรมและสังคม ได้แก่ ขนบธรรมเนียมประเพณี ความเป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อมทางบ้าน การอบรมทางบ้านและฐานะทางบ้าน

4. องค์ประกอบทางการพัฒนาแห่งตน ได้แก่ สถิติปัญญา ความสนใจ เจตคติของนักเรียน

5. องค์ประกอบทางการปรับตัว ได้แก่ ปัญหาการปรับตัว การแสดงออกทางอารมณ์ แครร์รอล (Carrol. 1963 : 723-733) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับอิทธิพลขององค์ประกอบต่างๆ ที่มีต่อระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยการนำเอาครู นักเรียน และหลักสูตรมาเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ โดยเชื่อว่าเวลาและคุณภาพของการสอนมีอิทธิพลโดยตรงต่อปริมาณความรู้ที่นักเรียนจะได้รับ

จากการศึกษาองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ดังกล่าวมาข้างต้นนั้น มีองค์ประกอบหลายประการที่ทำให้เกิดผลกระทบต่องานสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเฉพาะองค์ประกอบ ที่เกี่ยวกับตัวนักเรียนในด้านต่างๆ เช่น สถิติปัญญา อารมณ์ ความสนใจ เจตคติต่อการเรียนรวมถึงองค์ประกอบทางวัฒนธรรมและสังคมของนักเรียน และที่ทำให้เกิดผลโดยตรง นั่นคือ การสอน ของครู นั่นเอง

4.3 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

สาเหตุของการสอบตกและการออกจากโรงเรียนระดับประถมศึกษา ซึ่ง เรวัต และ กุปตะ (Rawat & Gupta. 1970 : 7-9) ได้กล่าวว่าอาจมาจากสาเหตุใดสาเหตุหนึ่งหรือมากกว่านั้น โดยมีด้วยกันหลายประการ ได้แก่

1. นักเรียนขาดความรู้สึกร่วมกับโรงเรียน
2. ความไม่เหมาะสมของการจัดเวลาเรียน
3. ผู้ปกครองไม่เอาใจใส่ในการศึกษาของบุตร
4. นักเรียนมีสุขภาพไม่สมบูรณ์
5. ความยากจนของผู้ปกครอง
6. โรงเรียนไม่มีการปรับปรุงที่ดี
7. การสอบตกซ้ำชั้นเพราะการวัดผลไม่ดี
8. อายุน้อยเกินไป
9. สาเหตุอื่นๆ เช่น การคมนาคมไม่สะดวก

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวิ (2542 : 145) กล่าวถึง สาเหตุหรือที่มาที่ทำให้นักเรียนเรียนอ่อนทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. ขอบกพร่องทางร่างกาย
2. ระดับสติปัญญาต่ำ
3. มีประสบการณ์ที่ไม่ดีมาก่อน ทำให้ฝังใจ เกิดการต่อต้านไม่ยอมรับ ปิดกั้นตัวเอง ทั้งแบบรู้ตัวและแบบไม่รู้ตัว

4. สิ่งแวดล้อมทางบ้าน การปลูกฝังนิสัยในการเรียน ตลอดจนนิสัยส่วนตัวในด้านต่าง ๆ เช่น ความกระตือรือร้น กล้าคิด กล้าถาม กล้าแสดงออก ความอดทน ความเพียรพยายาม การรู้จักแบ่งเวลา ความมีระเบียบวินัยในตนเอง ความรับผิดชอบ การมีสมาธิ

5. วุฒิภาวะต่ำ

6. พื้นฐานความรู้เดิมไม่เพียงพอที่จะนำมาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ ทำให้เรียนตามเพื่อไม่ทัน ไม่เข้าใจบทเรียนใหม่

จากที่กล่าวมาข้างต้นอาจสรุปได้ว่า สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การสร้างความสนใจให้นักเรียนอยากเรียนรู้ และรู้สึกชอบต่อการมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งเป็นหน้าที่ของครูที่จะจัดหาวิธีที่มีความเหมาะสม มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลที่ดียิ่งขึ้น ดังนั้น การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน โดยมีกิจกรรมต่าง ๆ ที่น่าสนใจและใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนการสอนมากที่สุด ซึ่งอาจจะช่วยให้ให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น

4.4 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

พิชิต ฤทธิ์จัญญ (2544 : 99-101); มณฑณี ภูฎาการ (2542 : 80-93) และ พร้อมพรรณ อุดมสิน (2545 : 29-33) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งมีความสอดคล้องกันพอสรุปได้ดังนี้

4.1 วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร

การสร้างแบบทดสอบ ควรเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด ซึ่งเป็นการระบุจำนวนข้อสอบและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดไว้

4.2 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นพฤติกรรมที่เป็นผลการเรียนรู้ที่ผู้สอนมุ่งหวังจะให้เกิดกับผู้เรียน ซึ่งผู้สอนจะต้องกำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนและสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

4.3 กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีสร้าง

โดยการศึกษาตารางวิเคราะห์หลักสูตรและจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาและตัดสินใจเลือกใช้ชนิดของข้อสอบที่จะใช้วัดว่าจะใช้แบบใด โดยต้องเลือกให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน แล้วศึกษาวิธีเขียนข้อสอบชนิดนั้นให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักและวิธีการเขียนข้อสอบ

4.4 เขียนข้อสอบ

ผู้ออกข้อสอบลงมือเขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร และให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยอาศัยหลักและวิธีการเขียนข้อสอบที่ได้ศึกษามาแล้วในขั้นที่ 4.3

4.5 ตรวจทานข้อสอบ

เพื่อให้ข้อสอบที่เขียนไว้แล้วในขั้นที่ 4.4 มีความถูกต้องตามหลักวิชา มีความสมบูรณ์ครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณา ทบทวนตรวจทานข้อสอบอีกครั้งก่อนที่จะจัดพิมพ์และนำไปใช้ต่อไป

4.6 จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง

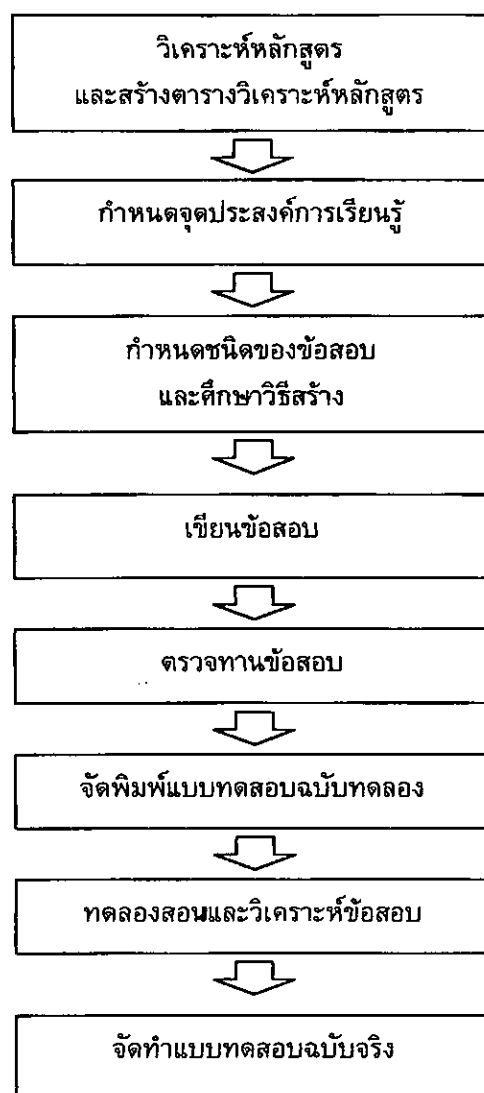
เมื่อตรวจทานข้อสอบเสร็จแล้วให้พิมพ์ข้อสอบทั้งหมด จัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับทดลองโดยมีคำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบ (direction) และจัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

4.7 ทดสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ

การทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบเป็นวิธีการตรวจคุณภาพของแบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริง โดยนำแบบทดสอบไปทดลองสอบกับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันกับกลุ่มที่ต้องการสอนจริง แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพ โดยสภาพการปฏิบัติจริงของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในโรงเรียนมักไม่ค่อยมีการทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ ส่วนใหญ่นำแบบทดสอบไปใช้ทดสอบแล้วจึงวิเคราะห์ข้อสอบ เพื่อปรับปรุงข้อสอบและนำไปใช้ในครั้งต่อไป

4.8 จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง

จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ หากพบว่าข้อสอบข้อใดไม่มีคุณภาพหรือมีคุณภาพไม่ดี อาจจะต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงแก้ไขข้อสอบให้มีคุณภาพดีขึ้น แล้วจึงจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับจริงที่จะนำไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป ดังภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ที่มา : พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2544). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. หน้า 101.

4.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

ริโอแดน และ นอยซ์ (Riordan & Noyce. 2001: 368-A) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของหลักสูตรมาตรฐานหลักวิชาคณิตศาสตร์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 5 ถึงเกรด 8 ศึกษาโดยการเปรียบเทียบกับนักเรียน 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เรียนตามหลักสูตรเดิม กลุ่มที่ 2 เรียนตามหลักสูตรมาตรฐานหลัก ผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรมาตรฐานหลักมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรเดิม

ทอมสัน (Thomson. 2001 : 58-A) ได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบเกี่ยวกับหลักสูตรที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการเรียนพีชคณิตปีที่ 2 ของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 จำนวน 16 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียนเป็นตัวชี้วัด แล้วให้นักเรียนกลุ่มที่ 1 เรียนตามหลักสูตรปกติ และนักเรียนอีกกลุ่มเรียนหลักสูตรพีชคณิตขั้นสูง แล้วทำการทดสอบหลังเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบและการตอบแบบอิสระ ผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนตามหลักสูตรปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่านักเรียนที่เรียนหลักสูตรพีชคณิตขั้นสูง

ฟินน์ และคนอื่นๆ (Finn, et al. 2003 : 228-A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของครูกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักสูตรมาตรฐานหลัก โดยทำการศึกษาเกี่ยวกับครู 40 คนนักเรียน 1,466 คน จาก 26 โรงเรียน ผลจากการวิจัยพบว่า สิ่งที่สำคัญมากที่สุด คือ การเตรียมการสอนตามหลักสูตร รองลงมา คือ พฤติกรรม การสอนของครู ซึ่งมีผลในทางบวกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

เรย์ และคนอื่นๆ (Reys, et al. 2003 : 74-A) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับหลักสูตรมาตรฐานหลักและหลักสูตรเดิมวิชาคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 8 โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกให้เรียนโดยใช้หลักสูตรมาตรฐานหลักอย่างน้อย 2 ปี และอีกกลุ่มเรียนโดยใช้หลักสูตรเดิม ผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรมาตรฐานหลักมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

งานวิจัยในประเทศ

พัชรินทร์ เปรมประเสริฐ (2542 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู ผลจากการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการกับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการกับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รจนา รัตนานิคม (2544 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดกิจกรรมที่ผู้เรียนสำคัญที่สุด ผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความสามารถเพียงพอในการเรียนที่ระดับนัยสำคัญ .01 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

พงศ์รัศมี เฟื่องฟู (2545 : บทคัดย่อ) ได้สร้างบทเรียนเรื่องการอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ตามบทเรียนที่ผู้วิจัยเรียบเรียงมา กลุ่มตัวอย่างได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความสามารถเพียงพอในการเรียนรู้และประยุกต์ เรื่อง การอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ปริยทิพย์ บุญคง (2546 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และหาค่าน้ำหนักของความสำคัญของปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น ผลจากการวิจัยพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์พหุคูณระหว่างปัจจัยด้านการกำกับตนเอง ด้านการรับรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ ด้านความเชื่อมั่นภายในตนเองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ 0.561 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยด้านการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์และด้านการรับรู้ความคาดหวังของผู้ปกครองด้านการศึกษา ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนปัจจัยด้านการกำกับตนเอง ความเชื่อมั่นอำนาจภายในตนเอง และความมีวินัยในตนเอง ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากที่กล่าวมาข้างต้นเกี่ยวกับเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จะเห็นได้ว่าในการจัดการเรียนรู้ไม่ว่าจะเป็นรูปแบบใดๆ ก็ตาม สิ่งที่ไม่ควรที่จะละเลยที่จะวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อเป็นตัวชี้วัดความสำเร็จจากการสอนด้วยวิธีการต่างๆ เพราะว่าไม่มีวิธีการสอนใดที่ดีสำหรับทุกเนื้อหา แต่ในฐานะที่เราเป็นครูผู้เราควรเลือกใช้วิธีการสอนที่หลากหลายรูปแบบเพื่อสนองรับต่อการพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนรู้ให้มากที่สุด นักเรียนได้พัฒนาอย่างเต็มที่

5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลตามสภาพจริง (Authentic Assessment)

5.1 ความหมายของการประเมินผลตามสภาพจริง

ส.วาสนา ประวาลพฤกษ์ (2540 : 50) ได้ให้ความหมายว่า การประเมินจากสภาพที่แท้จริง เป็นการวัดโดยเน้นให้ผู้เรียนได้นำความรู้ แนวคิดในวิชาต่างๆ ที่เรียนมาเพื่อนำมาแก้ปัญหาโดยใช้ทักษะการคิดที่ซับซ้อน (Complex thinking) มากกว่าที่จะถามว่าความสามารถขั้นต้นหรือความสามารถย่อยๆ เป็นการวัดโดยรวมทั้งด้านความคิด เจตคติ และการกระทำไปพร้อมๆ กัน

สมนึก นนธิจันทร์ (2540 : 73) กล่าวว่า การประเมินผลจากสภาพจริงเป็นการประเมินผลที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้กระทำการกิจกรรมต่างๆ ด้วยการแสดงออกหลายๆ ด้านเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา โดยใช้ทักษะกระบวนการคิดที่สลับซับซ้อน ที่อยู่บนพื้นฐานของเหตุการณ์ที่เป็นในทุบริบทเท่าที่จะเป็นไปได้

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (สมนึก นนธิจันทร์. 2540 : 73; อ้างอิงจาก สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. 2540 : 4-5) กล่าวว่า การวัดและการประเมินผลจากสภาพที่แท้จริง หมายถึง การวัดและประเมินผลจากสภาพที่แท้จริงของผู้เรียนที่อยู่บนพื้นฐานของเหตุการณ์จริงในชีวิตจริงโดยการยึดการปฏิบัติเป็นสำคัญ มีความสัมพันธ์กับการเรียนการสอนเน้นการพัฒนาที่ปรากฏให้เห็นทั้งในและนอกห้องเรียน มีผู้เกี่ยวข้องกับการประเมินหลายฝ่ายและเกิดขึ้นได้ในทุบริบทเท่าที่จะเป็นไปได้ การประเมินจากสภาพจริงเป็นการประเมินที่มีลักษณะไม่เป็นทางการ

ชัยฤทธิ์ ศิลาเดช (2541 : ออนไลน์) กล่าวถึง การประเมินจากสภาพจริง ไว้ดังนี้

1. การประเมินผลจากสภาพจริง เป็นการประเมินความสามารถ ความรู้สึกและทักษะที่สอดคล้องกับชีวิตจริง

2. การประเมินผลจากสภาพจริง เป็นการคัดเลือกผลงานเพื่อการประเมิน ดังนั้น ผลงานควรเป็นผลงานที่มีคุณค่าและท้าทาย เป็นสิ่งที่ผู้สอนต้องการให้ผู้เรียนปฏิบัติได้จริง

3. การประเมินผลจากสภาพจริง หมายถึง กระบวนการสังเกต การบันทึกและรวบรวมข้อมูลจากงานและวิธีการที่นักเรียนทำ เพื่อเป็นพื้นฐานของการตัดสินใจในการศึกษาถึงผลกระทบต่อเด็กเหล่านั้น

4. การประเมินผลจากสภาพจริง จะไม่เน้นการประเมินเฉพาะทักษะพื้นฐานแต่จะเน้นการประเมินทักษะ ความคิดซับซ้อนในการทำงานของนักเรียนความสามารถทางการแก้ปัญหาและการแสดงออกที่เกิดจากการปฏิบัติในสภาพจริงในการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางเป็นผู้ค้นพบและผลิตความรู้ นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติจริง รวมทั้งเน้นการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนเพื่อสนองจุดประสงค์ของหลักสูตรและความต้องการของสังคม

กรมวิชาการ (2542ก : 6) กล่าวถึง ความหมายของการประเมินจากสภาพจริงว่าเป็น กระบวนการสังเกต การบันทึกและรวบรวมข้อมูลจากงานและวิธีการที่ผู้เรียนทำ เพื่อเป็นพื้นฐานของการตัดสินใจในการศึกษาถึงผลกระทบต่อผู้เรียน การประเมินผลจากสภาพจริงจะไม่เน้นเฉพาะทักษะพื้นฐาน แต่จะเน้นการประเมินทักษะการคิดที่ซับซ้อนในการทำงานของผู้เรียนความสามารถในการแก้ปัญหาและการแสดงออกที่จะเกิดจากการปฏิบัติจริงในสภาพจริงในการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ให้ผู้ค้นพบและผู้ผลิตความรู้ ฝึกปฏิบัติจริงรวมทั้งการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนเพื่อสนองจุดประสงค์ของหลักสูตรและความต้องการของสังคม

อารี มาลา (2542 : 22) กล่าวว่า การประเมินจากสภาพจริง คือ การประเมินความสามารถที่แท้จริงของนักเรียน จากผลงานการกระทำ เพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเองในสภาพที่แท้จริง ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการคิดที่ซับซ้อน กระบวนการทำงาน ความสามารถในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ

ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ (2544 : 76) กล่าวว่า การประเมินตามสภาพจริงเป็นการประเมินผลเพื่อดูความก้าวหน้าและพัฒนาการของผู้เรียนโดยวิธีการที่เป็นระบบ เพื่อใช้อธิบายความสามารถที่แท้จริง

นิยม ไชยวงศ์ (2544 : 30) กล่าวว่า การประเมินจากสภาพจริง เป็นกระบวนการสังเกต การบันทึกและการรวบรวมข้อมูลการเรียนรู้ จากวิธีการทำงานและผลงานที่นักเรียนทำในสภาพของการแสดงออกจริง ในเนื้อหาวิชาที่เรียนเป็นการประเมินที่ดำเนินการอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาควบคู่ไปกับการจัดการเรียนการสอนที่เน้นวัดที่ การแสดงออก กระบวนการคิด/ทำงาน (Process) ผลผลิต (Product) และแฟ้มสะสมผลงาน (Portfolio) เพื่อดูพัฒนาการต่างๆ ของผู้เรียน โดยให้ความสำคัญกับการช่วยเหลือนักเรียนให้ประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้และพัฒนาการด้านอื่นๆ การประเมินจากสภาพจริง จะแตกต่างจากการประเมินการเรียนที่ได้รับการทดสอบที่มุ่งวัดเฉพาะความรู้และทักษะบางส่วน นอกจากนี้การประเมินตามสภาพจริงยังเป็นการประเมินที่ให้สารสนเทศที่มีคุณภาพต่อเนื่อง เอื้อประโยชน์ต่อครูผู้สอน เพื่อใช้เป็นแนวทางปรับปรุง พัฒนารูปแบบ วิธีการจัดการเรียนการสอนให้ตอบสนองความแตกต่างของแต่ละบุคคล

กุลยา ตันติผลาชีวะ (2545 : 27) กล่าวว่า การประเมินตามสภาพจริงเป็นวิธีการประเมินที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลที่มาจากการกระทำจริงของเด็กคิด ซึ่งหมายถึง กระบวนการปฏิบัติ (performance) หรือผลงาน (outcome) หรือผลงานจากการปฏิบัติการเรียนรู้นั้นๆ

จากที่กล่าวมาข้างต้นอาจสรุปได้ว่า การประเมินตามสภาพจริง หมายถึง การประเมินความสามารถของผู้เรียนจากสภาพที่แท้จริง เพื่อตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหาหรือการทำงาน ในสถานการณ์ที่เป็นจริงหรือคล้ายกับของจริง ไม่ได้เน้นที่การประเมินทักษะพื้นฐานเพียงอย่างเดียว แต่มุ่งเน้นที่จะประเมินทักษะการคิดที่มีความซับซ้อนของผู้เรียน และเปิดโอกาสให้ตัวผู้เรียน เพื่อน ครูและผู้ปกครองมีส่วนร่วมในการประเมินผล เพื่อที่จะวัดความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนได้ นอกจากนั้น การประเมินผลจากสภาพจริงยังเป็นการประเมินผลที่ส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียนทุกด้านและช่วยให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้และเสริมสร้างทักษะมากขึ้น

5.2 แนวคิดและหลักการเกี่ยวกับการประเมินผลตามสภาพจริง

จรัญ คำยัง (2539 : 51) กล่าวถึง แนวคิดในการประเมินตามสภาพจริง (Conceptual framework) ไว้ว่า แนวคิดหรือกรอบความคิดของการประเมินสภาพจริงที่จะนำไปสู่การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่เป็นวิธีการที่เป็นชีวิตจริง (Authentic approach) ทำให้เกิดการเรียนรู้ขึ้นเต็มศักยภาพของผู้เรียนดังต่อไปนี้

1. การปฏิบัติในชีวิตจริงสามารถถ่ายโยง (Transfer) ไปสู่สถานการณ์ใหม่ได้ดีกว่าการนำความรู้จากการเรียนรู้ทั่วๆ ไปที่ไม่ใช่สภาพชีวิตจริง

2. ผู้เรียนได้ใช้ความคิดและการปฏิบัติอย่างมีความหมายต่อผู้เรียน เนื่องจากผู้เรียนได้คิดงานเองและปฏิบัติตามความคิดของเขา ย่อมทำให้เกิดความมุ่งมั่นและทำให้สำเร็จเพื่อจะได้เห็นผลแห่งการคิดและการปฏิบัติ

3. กระตุ้นให้ผู้เรียนอยากคิด อยากทดลอง และปฏิบัติ การกำหนดปัญหาที่ท้าทาย ยั่วเย้าและเป็นไปได้จริง นอกจากมีความหมายต่อผู้เรียนแล้วยังทำให้ผู้เรียนไม่เบื่อหน่าย อยากคิด และอยากทำให้สำเร็จ

4. เน้นให้ผู้เรียนคิดและปฏิบัติด้วยแนวทางของตนเอง (Self-directed approach) แนวคิดของวิธีที่เน้นชีวิตจริงมุ่งให้ผู้เรียน แก้ปัญหาด้วยวิธีของตนเอง คิดวางแผนด้วยวิธีของตนเอง ปฏิบัติในสิ่งที่ตนชอบ ดังนั้นการกำหนดงานควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีอิสระในการคิดไม่ควรเป็นงานที่ต้องทำตามคำสั่ง (On-commanded tasks) เพราะจะไม่เกิดความคิดสร้างสรรค์ส่งเสริมให้นำความรู้หลายเนื้อหาหลายวิชา (Crossed area) มาประยุกต์ใช้เป็นธรรมชาติของชีวิตจริงที่จะทำการสิ่งใดจะเป็นการวางแผนหรือการแก้ปัญหาจะใช้ทักษะย่อยๆ กับเนื้อหาที่เป็นองค์ความรู้จากหลากหลายวิชามารวมเข้าด้วยกัน

กรมวิชาการ (2542ก : 27) กล่าวถึง หลักการที่จำเป็นของการประเมินตามสภาพจริงไว้ดังนี้

1. เป็นการเปรียบเทียบความก้าวหน้าและการแสดงออกของผู้เรียนแต่ละคน (มิใช่เปรียบเทียบกับกลุ่ม) บนรากฐานของทฤษฎีทางพฤติกรรมการณ์การเรียนรู้และด้วยเครื่องมือประเมินที่หลากหลาย

2. การประเมินจากสภาพจริงจะต้องมีรากฐานบนพัฒนาการที่เหมาะสมจะต้องเรียนรู้ทางสติปัญญาที่หลากหลาย

3. การประเมินผลจากสภาพจริงและการพัฒนาหลักสูตรที่เหมาะสมจะต้องจัดทำให้ส่งเสริมซึ่งกันและกัน คือจะต้องพัฒนามาจากบริบทที่มีรากฐานทางวัฒนธรรมที่ผู้เรียนอาศัยอยู่และที่ต้องเรียนรู้ให้เห็นกับกระแสการเปลี่ยนแปลงของโลก

4. ความรู้ในเนื้อหาสาระในทางกว้างและลึกจะนำไปสู่การพัฒนาให้ผู้เรียนเรียนรู้มากขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนได้บรรลุเป้าหมาย สนองความต้องการและเสริมสร้างศักยภาพของผู้เรียนอย่างเต็มที่

5. การเรียน การสอน การประเมิน จะต้องหลอมรวมกันและประเมินต่อเนื่องตลอดเวลา ที่ทำการเรียนการสอน โดยผู้เรียนมีส่วนร่วม

6. การเรียน การสอน การประเมิน เน้นการปฏิบัติจริงในสภาพที่สอดคล้องหรือใกล้เคียงกับธรรมชาติความเป็นจริงของการดำเนินชีวิตและกิจกรรมการเรียนการสอน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดงานด้วยตนเอง

7. การเรียนการสอนจะต้องเป็นไปเพื่อพัฒนาศักยภาพให้เต็มที่สูงสุดตามสภาพที่แท้จริงของแต่ละบุคคล

จากที่กล่าวข้างต้นอาจสรุปได้ว่า แนวคิดและหลักการที่สำคัญของการวัดผลและการประเมินผลเป็นการประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียนและประเมินจากสภาพที่แท้จริงของผู้เรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงตามแนวทางที่ตนเองวางไว้ และสามารถนำความรู้ที่ได้รับมาประยุกต์ใช้จริงในชีวิตประจำวัน

5.3 ลักษณะของการประเมินผลตามสภาพจริง

ดาร์ลิง-แฮมมอล และคนอื่นๆ (Darling-Hammond, et al. 1995 : 11-12) กล่าวว่า ลักษณะของการประเมินตามสภาพจริงมี 4 ประการ คือ

1. เป็นการประเมินกระบวนการปฏิบัติในสถานการณ์จริง เช่น การปฏิบัติ การเขียนของเด็ก ไม่ใช่การสะกดคำหรือตอบคำถามเกี่ยวกับการเขียน การดำเนินการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ไม่ใช่การจำเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เป็นต้น การประเมินนี้จะลุ่มลึกถึงการใช้ความรู้ในการปฏิบัติ การใช้สติปัญญาในการตัดสินใจ และการพัฒนาความเข้มแข็งของสมรรถนะต่างๆ จากการคิดและการเรียนรู้
2. เป็นการประเมินเนื้อแท้ของการปฏิบัติโดยอิงมาตรฐานของการปฏิบัติที่ตกลงร่วมกัน ไม่มีการปิดบังความลับ ทั้งครูและผู้เรียนรู้สิ่งที่ต้องประเมินเป็นอย่างดีเท่าเทียมกัน ซึ่งทำให้การเรียนรู้และการปฏิบัติเป็นสิ่งที่สนับสนุนกัน
3. เป็นการประเมินที่กระตุ้นให้ผู้เรียนประเมินตนเองจากการทำงานของตนเองเกิดการพัฒนาความสามารถในการดำเนินตามมาตรฐานสากลที่เป็นแรงกระตุ้นเร้าใจให้เกิดความอยากทำงานดีขึ้นตามลำดับ
4. เป็นการประเมินที่กำหนดให้ผู้เรียนนำเสนอผลงานและพูดอธิบายโดยจุดประสงค์เพื่อให้เด็กสะท้อนสิ่งที่รู้และเข้าใจเนื้อหาจริงๆ ถ้าเป็นเด็กเล่าให้ครูฟังว่ามีความคิด มีความเข้าใจในสิ่งที่ทำเป็นอย่างไร

สมนึก นนธิจันทร์ (2540 : 75) ได้กล่าวถึง ลักษณะของการประเมินผลตามสภาพจริงไว้ดังนี้

1. เป็นการประเมินผลจากสภาพจริง กระทำได้ตลอดเวลาในทุกสถานการณ์ทั้งที่บ้าน โรงเรียนและชุมชน สังเกตพฤติกรรมต่างๆ โดยใช้การตัดสินใจของมนุษย์ในการให้คะแนน
2. กำหนดปัญหาหรืองานแบบปลายเปิด เพื่อให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างคำตอบเอง (รูปแบบเก่าผู้เรียนต้องเลือกคำตอบจากผู้เขียนข้อสอบกำหนดไว้) กล่าวคือ ให้ผู้เรียนตอบด้วยการแสดงสร้างสรรค์ ผลิตภัณฑ์หรือทำงาน
3. ไม่เน้นการประเมินผลทักษะพื้นฐานแต่ให้ผู้เรียนผลิต สร้างหรือทำบางสิ่งบางอย่างที่เน้นทักษะการคิดที่ซับซ้อน การพิจารณาไตร่ตรอง การทำงาน และการแก้ปัญหา นั่นคือ เน้นการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหา

4. เน้นสภาพปัญหาที่สอดคล้องกับความเป็นจริงในชีวิตประจำวัน (โลกแห่งความจริง) เน้นการแก้ปัญหาที่สะท้อนถึงชีวิตจริง

5. ใช้ข้อมูลอย่างหลากหลายเพื่อที่จะประเมินนั่นคือ ความพยายามที่จะรู้จักผู้เรียนในทุกแง่มุม ข้อมูลจึงต้องได้มาจากหลายๆ ทาง ซึ่งหมายถึง เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลต้องมีหลากหลายประการด้วย

6. เน้นการมีส่วนร่วมระหว่างผู้เรียน-ผู้สอน-ผู้ปกครอง

7. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการตัดสินใจว่า จะประเมินเขาตรงไหน เรื่องอะไร การให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน ทำให้ผู้เรียนรู้จักวางแผนการเรียนรู้ตามความต้องการของตนเองว่าอยากรู้ อยากทำอะไรบ้างซึ่งนำไปสู่การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ วิธีการเรียนและวางแผนผลการประเมินผล อันเป็นการเรียนและการประเมินผลที่ใช้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางอย่างแท้จริง

นิยม ไชยวงศ์ (2544 : 31) กล่าวถึง ลักษณะของการประเมินผลตามสภาพจริงไว้ดังนี้

1. เป็นการประเมินที่ดำเนินการไปเรื่อยๆ ตลอดเวลาควบคู่กับการจัดการเรียน

การสอน

2. อยู่บนพื้นฐานของการแสดงออก และการปฏิบัติจริงของนักเรียน

3. ให้ความสำคัญกับจุดแข็งของนักเรียน

4. เน้นทักษะการแสดงออกอย่างชัดเจน

5. สัมพันธ์กับการเรียนการสอน

6. แสดงภาพรวมของการเรียนรู้และความสามารถที่แท้จริงของนักเรียน

7. เอื้ออำนวย สนับสนุน ส่งเสริม พัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนทุกด้าน

สมศักดิ์ ภู่วิภาดาธรรม (2544 : 101-104) ได้จำแนกคุณลักษณะของการประเมินตามสภาพจริงออกเป็น 4 ลักษณะ ดังนี้

1. การปฏิบัติในสภาพจริง (Performance in the field) การประเมินตามสภาพจริง ออกแบบขึ้นเพื่อประเมินการปฏิบัติตามสภาพจริง เช่น นักเรียนเรียนการเขียนก็ต้องเขียนให้ผู้อ่านจริงเป็นผู้อ่าน มิใช่เรียนการเขียนแล้ววัดผู้เรียนด้วยเพียงการใช้แบบทดสอบวัดการสะกดคำหรือตอบคำถามเกี่ยวกับหลักการเขียน หรือถ้าให้นักเรียนเรียนวิทยาศาสตร์ก็ต้องให้นักเรียนทำการทดลองวิทยาศาสตร์ ทำงานค้นคว้าวิจัย หรือทำโครงการแทนการทดสอบเพียงความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตามงานที่ให้นักเรียนทำต้องเป็นงานที่สัมพันธ์กับชีวิตความเป็นจริง ทำหยาการใช้สติปัญญาที่ซับซ้อน หรือใช้ความรู้ที่อาศัยทักษะทางอภิปัญญา (Meta-cognition skills) และต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

2. เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน (Criteria) เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินต้องเป็นเกณฑ์ประเมิน “แก่นแท้” (Essentials) ของการปฏิบัติมากกว่าเป็นเกณฑ์มาตรฐานที่สร้างขึ้นจากผู้หนึ่งผู้ใด โดยเฉพาะเกณฑ์ที่เป็นแก่นแท้เป็นเกณฑ์ที่เปิดเผยและรับรู้กันอยู่ในโลกของความเป็นจริงของทั้งตัวนักเรียนเองและผู้อื่น ไม่ใช่เกณฑ์ที่เป็นความลับปิดกั้นอย่างที่มีการประเมินแบบดั้งเดิม

ใช้อยู่การให้นักเรียนรู้ว่า ตนเองต้องทำภารกิจอะไรและมีเกณฑ์อย่างไร การเปิดเผยเกณฑ์การประเมินไม่ใช่เป็นการ “คดโกง” ถ้าภารกิจนั้นเป็นเรื่องเกี่ยวกับการปฏิบัติจริง แต่ถ้าภารกิจที่ทำให้เป็นการหาคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบตอบ เช่น ข้อสอบแบบเลือกตอบ การเปิดเผยคำตอบก่อนย่อมไม่ควรทำการประเมินในสภาพจริงที่มีการเปิดเผยเกณฑ์ไว้ก่อนนั้นถือว่าการเรียนของผู้เรียนและการสอนของครูจะส่งเสริมกันและกัน เมื่อครูและนักเรียนต่างรู้ล่วงหน้าว่าการประเมินจะเน้นที่จุดใด ตัวอย่างเช่น รู้ว่าจะวัดจากความสามารถในการแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนสามารถใช้หลักฐานอ้างอิงในการเขียนเรียงความ เพื่อชักจูงใจให้ผู้อ่านเห็นความสำคัญในหัวข้อที่เขียนเรียงความ กรณีนี้ทั้งผู้สอนและผู้เรียนจะได้รู้ว่าจะส่งเสริมซึ่งกันและกันอย่างไร

3. การประเมินตนเอง (Self-assessment) การประเมินตนเองมีความสำคัญมากต่อการปฏิบัติภารกิจจริง (Authentic task) โดยจุดประสงค์ของการประเมินตามสภาพจริงก็คือ

3.1 เพื่อช่วยให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการประเมินงานของตนโดยเทียบวัดกับมาตรฐานทั่วไปของสาธารณชน (Public standard)

3.2 เพื่อปรับปรุง ขยายขยาย และเปลี่ยนทิศทางการดำเนินงาน

3.3 เพื่อริเริ่มในการวัดความก้าวหน้าของตนในแบบต่างๆ หรือจุดต่างๆ อย่างที่ไม่มี การวัดเช่นนั้นมาก่อน

จึงเป็นได้ว่า การประเมินตนเองเป็นการทำงานที่ตนเป็นผู้ชี้ขาดตนเอง ปรับปรุงจากแรงจูงใจของตนเอง ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นต่อมนุษย์ในโลกของความเป็นจริง เนื่องจากมาตรฐานการปฏิบัติยึดถือเรื่องของความก้าวหน้าเป็นสำคัญ ดังนั้นการทำให้กระบวนการปรับปรุงสิ่งต่างๆ ดียิ่งขึ้น ชัดเจนมากขึ้น เหมาะสมมากขึ้น จึงถือเป็นหัวใจของการประเมินตามสภาพจริง เปิดโอกาสให้นักเรียนซึ่งอยู่ในระดับขั้นต้นของการพัฒนาสมรรถภาพมีโอกาสเห็น รับรู้ และได้รับคำชมเชยในการพัฒนาตน

4. การนำเสนอผลงาน คุณลักษณะประการหนึ่งของการประเมินตามสภาพจริงนั้น นักเรียนมักได้รับการคาดหวังให้เสนอผลงานต่อสาธารณชน และเป็นการเสนอผลงานด้วยปากเปล่า กิจกรรมการนำเสนอทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ยั่งยืน เนื่องจากนักเรียนได้สะท้อนความรู้สึกของตนเองว่ารู้อะไรและนำเสนอเพื่อให้ผู้อื่นสามารถเข้าใจได้ ซึ่งเป็นสิ่งที่ทำให้แน่ใจว่านักเรียนได้เรียนรู้ในหัวข้อนั้นๆ อย่างแท้จริง นอกจากนี้คุณลักษณะของการประเมินผลตามสภาพจริงเช่นนี้มีประโยชน์ตอบสนองต่อเป้าประสงค์ที่สำคัญอีกหลายประการ คือ

4.1 เป็นสัญญาณบ่งบอกว่างานของนักเรียนมีความสำคัญมากพอที่จะให้ผู้อื่นรับรู้ และชื่นชมได้

4.2 เปิดโอกาสให้ผู้อื่น เช่น ครู เพื่อนนักเรียน ผู้ปกครอง ได้เรียนรู้ ตรวจสอบ ปรับปรุง และชื่นชมในความสำเร็จด้วยอย่างต่อเนื่อง

4.3 เป็นตัวแทนของการบรรลุถึงเป้าหมายในการวัดทางการศึกษาอย่างแท้จริง และมีชีวิตชีวา

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า การประเมินผลตามแนวคิดนี้เป็นการวัดและการประเมินผลสภาพที่แท้จริงของผู้เรียน เพราะอยู่บนพื้นฐานของเหตุการณ์จริง ยึดการปฏิบัติเป็นสำคัญและสัมพันธ์กับการเรียนการสอน เน้นพัฒนาการที่ปรากฏเห็นชัดเจน ซึ่งผู้ที่เกี่ยวข้องในการประเมินมีหลายฝ่าย และเกิดขึ้นในทุกบริบทเท่าที่จะเป็นไปได้ ซึ่งในการจัดการเรียนการสอนมีการเปิดโอกาส และกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยการฝึกปฏิบัติในสิ่งที่ตนเองมีความสามารถ ความถนัด และความสนใจ และมีการวัดและประเมินผลจากสภาพจริงจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการ พัฒนาได้อย่างเต็มศักยภาพและพัฒนาได้ในทุกๆ ด้าน

5.4 วิธีการและเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลตามสภาพจริง

สมนึก นนธิจันทร์ (2540 : 79–100); กรมวิชาการ (2542ก : 39); ดำรัส สีหะวีรชาติ (2542 : 20); ชัยฤทธิ์ ศิลาเดช (2544 : 243) และ สำลี รักสุทธี และคนอื่นๆ (2544 : 115) ได้จำแนกวิธีการและเครื่องมือประเมินผลจากสภาพจริง ซึ่งสอดคล้องกันพอสรุปได้ดังนี้

5.4.1. การสังเกต (Observation) เป็นวิธีการวัดและเก็บข้อมูลตามสภาพจริงได้ดี เพราะสามารถทำได้ตลอดเวลาทุกสถานที่ การสังเกตทำได้โดยตั้งใจและไม่ตั้งใจคือ มีแบบรายการ กำหนดไว้ล่วงหน้าเพื่อบันทึกกิจกรรมต่างๆ ที่พบเห็นซึ่งอาจเป็นกระดานแผ่นเล็กจดไว้แล้วมาลงรายละเอียดภายหลังอย่างไรก็ตามการสังเกตควรทำทั้ง 2 วิธี

หลักการสังเกต ในการสังเกตที่ดี เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องกับข้อเท็จจริง

สมนึก นนธิจันทร์ (2540 : 81) ได้ให้หลักการในการสังเกตดังนี้

1. ควรมีการวางแผนเป็นขั้นตอนในการดำเนินการสังเกต โดยยึดจุดมุ่งหมายเป็นเกณฑ์เพื่อให้ได้บรรลุจุดมุ่งหมายนั้นๆ
2. ในการสังเกตครั้งหนึ่งๆ ควรสังเกตเพียงบุคคลเดียวในแต่ละสถานการณ์
3. ควรสังเกตสถานการณ์หรือสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นกับบุคคลที่ถูกสังเกตเพื่อประกอบการพิจารณาว่าพฤติกรรมที่เกิดขึ้นเหมาะสมหรือสอดคล้องกับสถานการณ์นั้นๆ หรือไม่
4. การสังเกตบุคคลหนึ่งไม่ควรสังเกตเพียงสถานการณ์เดียว ควรสังเกตหลายๆ สถานการณ์จึงจะเข้าใจพฤติกรรมของบุคคลอย่างละเอียด
5. การสังเกตบุคคลในสถานการณ์เดียวกันควรสังเกตหลายๆ ครั้งเท่าที่จะทำได้
6. การสังเกตที่ดีต้องมีการบันทึกการสังเกตไว้ทุกครั้ง เพื่อช่วยบันทึกความจำและดูพัฒนาการหรือความถี่ของพฤติกรรมต่างๆ
7. ในขณะสังเกตควรทำใจให้เป็นกลาง ไม่ใส่อคติหรือความเห็นส่วนตัวเข้าไป เพราะอาจทำให้ข้อมูลผิดพลาด

5.4.2. การสัมภาษณ์ (Interview) เป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะเก็บข้อมูลพฤติกรรมด้านต่างๆ ได้ดี เช่น ความคิด (สติปัญญา) ความรู้สึก กระบวนการขั้นตอนในการทำงาน วิธีการแก้ปัญหา ฯลฯ อาจใช้ประกอบกับการสังเกตเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มั่นใจยิ่งขึ้น การสัมภาษณ์มีทั้งแบบเป็นทางการและ

ไม่เป็นทางการ ซึ่งทั้ง 2 วิธีมีทั้งจุดเด่นและจุดด้อย การที่จะเลือกใช้วิธีใดนั้น ขึ้นอยู่กับความถนัดของผู้สัมภาษณ์ ความพร้อมของผู้ถูกสัมภาษณ์และสภาพแวดล้อมของการสัมภาษณ์

ข้อแนะนำในการสัมภาษณ์ ในการสัมภาษณ์ควรเตรียมตัวและปฏิบัติดังนี้

1) ก่อนการสัมภาษณ์

- ศึกษาข้อมูลภูมิหลังของผู้เรียน
- ศึกษาจุดมุ่งหมายของการสัมภาษณ์
- จัดทำแบบสัมภาษณ์หรือคู่มือครู
- ฝึกหัดการสัมภาษณ์
- นัดหมายผู้สัมภาษณ์

2) ระหว่างการสัมภาษณ์

- สร้างบรรยากาศเป็นกันเอง
- ตั้งใจฟังอย่างสนใจ และไวต่อความรู้สึกของผู้ถูกสัมภาษณ์
- ตั้งคำถามที่น่าสนใจ และไม่ควรชี้นำคำตอบ
- อย่าสอนหรือให้คำแนะนำ
- สร้างบรรยากาศให้การสนทนา และเป็นไปอย่างธรรมชาติ
- อย่าเอาอารมณ์หรือความรู้สึกเข้าไปเกี่ยวข้องและตระหนักอยู่เสมอว่าการ
- สัมภาษณ์มิใช่การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นแต่เป็นการรวบรวมข้อเท็จจริง
- ในกรณีที่มีการบันทึกเสียง ควรจะแจ้งและขออนุญาตผู้ถูกสัมภาษณ์ก่อน
- พยายามให้ผู้สัมภาษณ์ตอบให้ตรงประเด็น
- ใช้วาจาที่สุภาพ

3) เมื่อเสร็จสิ้นการสัมภาษณ์

- ไม่ควรแสดงอาการรีบร้อนเมื่อหมดเวลาการสัมภาษณ์
- ปิดการสัมภาษณ์ให้เป็นกันเองและพยายามทำให้ผู้ถูกสัมภาษณ์รู้สึกเห็น

ความสำคัญและประโยชน์ของการสัมภาษณ์

5.4.3 แบบสอบถาม เป็นเครื่องมือชนิดหนึ่ง que สร้างขึ้นมาเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลในด้านต่างๆ ที่ต้องการทราบจากผู้ตอบ ซึ่งแบบทดสอบอาจมีลักษณะการสร้างขึ้น เพื่อทดแทนการสัมภาษณ์ แบบสอบถามไม่มีตัดสินว่าถูกหรือผิด

ในการประเมินผลจากสภาพจริงที่ใช้แบบสอบถาม ควรพิจารณาใช้แบบสอบถามปลายเปิด ชนิดเขียนตอบ ด้วยแบบสอบถามประเภทนี้ไม่มีคำตอบที่แน่นอนเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความคิดที่อิสระ ปราศจากแรงกดดันใดๆ ในการแสดงถึงการแก้ปัญหาที่ไม่มีการตัดสินว่าสิ่งที่ได้แสดงความคิดเห็นไปนั้นถูกหรือผิด คำตอบที่ได้จะเป็นเครื่องชี้ วิธีการทำงานความคิดและบุคลิกภาพของผู้เรียน

5.4.4 การตรวจผลงาน เป็นวิธีการประเมินผลที่ครูผู้สอนใช้เป็นประจำและใช้บ่อยที่สุด การตรวจผลงานจะเป็นการช่วยเหลือนักเรียนที่ยังประสบปัญหาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนประการหนึ่ง ส่วนอีกประการหนึ่งเป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการตรวจผลงานมาใช้ในการปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูผู้สอน

ข้อเสนอแนะสำหรับการตรวจงาน โดยทั่วไปครูมักประเมินนักเรียนทุกคนจากชิ้นงานเดียวกัน การประเมินแนวใหม่มีข้อเสนอแนะให้ผู้สอนได้ยืดหยุ่นการประเมินจากการตรวจสอบผลงานมากขึ้น ดังนี้

- 1) ครูผู้สอนอาจกำหนดงานร่วมกันกับผู้เรียนและไม่ควรเป็นชิ้นเดียวแต่ก็ไม่จำเป็นต้องนำงานทุกชิ้นมาประเมิน อาจเลือกเฉพาะงานที่นักเรียนได้ดี และการบอกความหมายความสามารถของผู้เรียน ตามลักษณะที่ครูต้องการประเมินได้ ซึ่งเป็นวิธีการเน้นจุดแข็งเสริมแรงให้นักเรียน สร้างแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนพยายามผลิตผลงานที่ดีๆ ออกมามากขึ้นอีกวิธีหนึ่ง
- 2) อาจประเมินชิ้นงานที่นักเรียนทำนอกเหนือจากที่ครูกำหนดให้ได้แต่ต้องมั่นใจเป็นสิ่งที่ผู้เรียนทำเองจริงๆ จะทำให้ครูรู้จักผู้เรียนมากขึ้นและประเมินความสามารถของผู้เรียนได้ตามสภาพที่แท้จริง
- 3) ชิ้นงานที่หยิบมาประเมินของแต่ละคนอาจเป็นเรื่องเดียวกันหรือไม่ก็ได้
- 4) ผลการประเมิน ไม่ควรบอกเป็นคะแนนหรือระดับคุณภาพที่เป็นเฉพาะตัวเลขอย่างเดียวแต่ควรบอกความหมายของผลของคะแนนด้วย

5.4.5 การใช้บันทึกจากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง เป็นการรวบรวมความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับตัวนักเรียน ผลงานนักเรียน โดยเฉพาะความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของนักเรียนจากแหล่งต่างๆ ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้บุคคลที่เกี่ยวข้องและใกล้ชิดกับผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการรายงานข้อมูลต่างๆ เพื่อนำมาประกอบการประเมินด้วย การประเมินจากบุคคลที่เกี่ยวข้องหลายๆ คนจะเป็นการหาความเชื่อมั่นของการประเมินจากสภาพความเป็นจริงอีกทางหนึ่ง ข้อมูลที่ได้จากบุคคลที่เกี่ยวข้องมีจุดเด่นตรงที่จะได้ข้อมูลของผู้เรียนจากสถานการณ์ต่างๆ และจากเวลาที่แตกต่างกันซึ่งข้อมูลส่วนนี้นับว่าสำคัญมากในการที่จะนำมาวิเคราะห์ สังเคราะห์และสรุปผล บุคคลที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนที่ใช้ประกอบการประเมินประกอบด้วย

- ครูในโรงเรียน โดยการประชุมแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนรู้ของผู้เรียน
- เพื่อนนักเรียน โดยชั่วโมงสนทนาวิพากษ์วิจารณ์ผลงาน (นักเรียนควรได้รับการแนะนำมาก่อน เกี่ยวกับหลักการ วิธีการวิจารณ์เพื่อสร้างสรรค์
- ผู้ปกครอง โดยจดหมาย สารสัมพันธ์ที่ครูหรือโรงเรียนกับผู้ปกครองมีถึงกันตลอดเวลาโดยการประชุมผู้ปกครองที่โรงเรียนจัดขึ้น หรือตอบแบบสอบถามนั้น ๆ

5.4.6 การใช้ข้อสอบแบบเน้นการปฏิบัติจริง การปฏิบัติจริง เป็นการประเมินที่นับว่ามีความตรงที่สุดวิธีการหนึ่ง เพราะความจริงที่แท้จริงก็คือ ประสบการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นต่อหน้าเราเอง ประสบการณ์รวมความถึงการกระทำ การคิดและความรู้สึกที่เป็นกระบวนการของประสบการณ์โลกแห่งประสบการณ์เน้นการกระทำและผลของการกระทำ ฉะนั้น ความเป็นจริงที่แท้จริงอันเกิดจากการกระทำจะต้องพิสูจน์ให้ชัดเจนว่าสามารถปฏิบัติได้ แล้วจึงยอมรับว่าเป็นความรู้ที่แท้จริง หากเป็นข้อทดสอบควรเป็นแบบทดสอบในการปฏิบัติจริง ซึ่งมีลักษณะดังนี้

- 1) เป็นปัญหาที่มีความหมายต่อผู้เรียนและมีความสำคัญเพียงพอที่จะแสดงถึงความรู้ของนักเรียนระดับชั้นนั้นๆ
- 2) เป็นปัญหาที่เลียนแบบสภาพจริง ในชีวิตของนักเรียน
- 3) แบบทดสอบต้องครอบคลุมทั้งความสามารถและเนื้อหาตามหลักสูตร
- 4) ผู้เรียนจะต้องใช้ความรู้ความสามารถ ความคิดหลายๆ ด้านมาผสมผสานกัน และแสดงความคิดเห็นอย่างเป็นขั้นตอน
- 5) ควรมีคำตอบถูกได้หลายคำตอบ และวิธีการหาคำตอบได้หลายวิธี
- 6) มีเกณฑ์การให้คะแนนตามความสมบูรณ์ของคำตอบอย่างชัดเจน

5.4.7 การประเมินโดยแฟ้มสะสมผลงาน

ชัยฤทธิ์ ศิลาเดช (2544 : 243) ได้กล่าวไว้ว่า แฟ้มสะสมผลงาน (Portfolio) มีลักษณะสำคัญ 3 ประการ ดังนี้

- 1) การสะสม (Collection) ผลงานและ/หรือหลักฐานที่เป็นตัวแทนความสามารถของเจ้าของแฟ้ม
- 2) การจัดระบบ (Organizing) หรือการสะสม ข้อมูล ผลงาน หลักฐานด้วยตนเอง อันได้แก่
 - มีส่วนร่วมในการกำหนดเนื้อหาของแฟ้มสะสมผลงาน
 - การใช้เกณฑ์คัดเลือกผลงานด้วยตนเอง
 - การพัฒนาผลงานด้วยตนเอง
 - การคิดย้อนกลับต่อกระบวนการพัฒนาผลงาน
- 3) การมีสิ่งสะท้อน (Reflection) ถึงเจ้าของแฟ้ม ในประเด็นต่อไปนี้
 - พัฒนาการและความก้าวหน้าในการปฏิบัติงาน
 - ผลสำเร็จของการปฏิบัติงาน

5.4.8 มาตรฐานประมาณค่า

เครื่องมืออีกอย่างหนึ่งที่ใช้บันทึกการสังเกต ก็คือ มาตรฐานประมาณค่า (Rating scales) ซึ่งต้องการให้ผู้สังเกตคิดค้นเกี่ยวกับความรู้ ทักษะ ความรู้สึกและคุณลักษณะในขอบเขตที่สังเกต โดยกำหนดให้เป็นตัวเลขหรือบรรยายระดับคุณภาพมาตรฐานประมาณค่าจะสร้างค่อนข้างยาก เนื่องจากต้องมีการบรรยายระดับคุณภาพ เพื่อให้เกิดความเข้าใจของผู้สังเกตแต่ละคน

มีฉะนั้นจะเกิดความลำเอียง การมีช่วงแสดงระดับคุณภาพหรือความถี่ของการกระทำจะช่วยให้ครูสามารถบันทึกข้อมูลได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ แต่ต้องพยายามให้เกิดความยุติธรรมมากที่สุด

5.4.9 การสุ่มเหตุการณ์ (Event sampling) เทคนิคการสุ่มเหตุการณ์หรือบางหัวข้อในเหตุการณ์ที่ปรากฏ เช่น ครูอาจสังเกตความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบการแก้โจทย์ปัญหา เป็นต้น มีการบันทึกเหตุการณ์แต่ละอย่างเมื่อลงมือปฏิบัติ แล้วบันทึกเหตุการณ์แต่ละอย่างเมื่อลงมือสังเกต ซึ่งมีแนวทางหลายวิธีที่จะออกแบบเมื่อบันทึก โดยอาจจะต้องทำอย่างย่อๆ และมีข้อมูลเพียงเล็กน้อยซึ่งอาจสังเกตประกอบด้วยก็จะมีประโยชน์อย่างมากในการนำไปตีความหมายและสรุปผลของการเรียนรู้

จากที่กล่าวมาข้างต้นอาจสรุปได้ว่า ครูผู้สอนต้องเลือกวิธีการประเมินผลที่เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแต่ละครั้ง เพื่อให้ได้ผลจากการวัดและการประเมินผลที่มีความเที่ยงตรงและมีความเชื่อมั่น การประเมินผลที่หลากหลายจะช่วยให้นักเรียนมีโอกาสดisplayความรู้ความสามารถ ความคิด ได้ใช้ทักษะ/กระบวนการต่างๆ และการเรียนรู้ที่เกิดจากการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดความสามารถในการปฏิบัติงานของผู้เรียนเพื่อประเมินการปฏิบัติงานและสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนจากการประเมินตามสภาพจริง โดยปรับปรุงมาจากเกณฑ์การให้คะแนนด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์แบบองค์รวม ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546:128) โดยให้ครู นักเรียน และเพื่อนนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์การประเมินแบบรูบริก (Rubric Assessment) เป็นเกณฑ์ในการประเมิน

5.5 เกณฑ์การประเมิน (Rubric Assessment)

กรมวิชาการ (2542ก : 54-59) กล่าวว่า ในการปฏิบัติงานใดๆ ในชีวิตจริงนั้นมีแนวทางไปสู่ความสำเร็จหลายแนวทาง และงานหรือคำตอบที่ได้ก็มีคำตอบถูกเพียงคำตอบเดียวหรือมีผลอย่างใดอย่างหนึ่งเสมอไปในการทำงานภาคปฏิบัติที่สอดคล้องกับสภาพชีวิตจริงของนักเรียนก็เช่นเดียวกันงานหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้นักเรียนทำจะมีแนวทางไปสู่ความสำเร็จของงานและวิธีการหาคำตอบหลายแนวทาง คำตอบที่ได้ก็อาจมีใช่เป็นไปตามแนวทางที่กำหนดไว้เสมอไปจึงทำให้การตรวจให้คะแนนไม่สามารถให้ได้อย่างชัดเจนแน่นอนเหมือนการตรวจให้คะแนนข้อสอบแบบเลือกตอบ ซึ่งอาจตรวจให้คะแนนด้วยเครื่องตรวจกระดาษคำตอบก็ได้ ดังนั้นการตรวจให้คะแนนการปฏิบัติที่ตัดสินใจโดยมนุษย์ จึงต้องมีการกำหนดแนวทางเป็นการให้คะแนนไว้อย่างชัดเจนโดยอาจทำขึ้นจากครูเพียงหนึ่งคนหรือมากกว่าหนึ่งคนก็ได้

การให้คะแนนของรูบริกก็คือการตอบคำถามว่านักเรียนทำอะไรได้สำเร็จหรือว่ามีระดับความสำเร็จในขั้นต่างๆ กันหรือมีผลงานเป็นอย่างไรนั่นเอง

การให้คะแนนรูปрик มี 2 แบบ คือ

1) การให้คำแนนเป็นภาพรวม (Holistic Score) คือการให้คะแนนงานชิ้นใดชิ้นหนึ่ง โดยดูภาพรวมของชิ้นงานว่ามีความเข้าใจความคิดรวบยอด การสื่อความหมาย กระบวนการที่ใช้ และผลงานเป็นอย่างไร แล้วเขียนอธิบายคุณภาพของงานหรือความสำเร็จของงานเป็นชั้นๆ โดยอาจจะแบ่งระดับคุณภาพตั้งแต่ 0-4 หรือ 0-6 สำหรับในขั้นตอนการให้คะแนนรูปริก อาจจะแบ่งวิธีการให้คะแนนหลายวิธี เช่น

วิธีที่ 1 แบ่งงานตามคุณภาพเป็น 3 กอง คือ

กองที่ 1 ได้แก่งานที่มีคุณภาพเป็นพิเศษและเขียนอธิบายลักษณะของคนที่มีคุณภาพเป็นพิเศษ

กองที่ 2 ได้แก่งานที่ยอมรับได้และเขียนอธิบายลักษณะของงานที่ยอมรับได้

กองที่ 3 ได้แก่งานที่ยอมรับได้น้อย หรือยอมรับไม่ได้และเขียนอธิบายลักษณะของงานที่ยอมรับได้น้อย

จากนั้นก็นำงานแต่ละกองมาให้คะแนนเป็น 2 ระดับ คือ

กองที่ 1 จะให้คะแนน 6 หรือ 5

กองที่ 2 จะให้คะแนน 4 หรือ 3

กองที่ 3 จะให้คะแนน 2 หรือ 1

สำหรับงานที่แสดงว่าไม่ได้ใช้ความพยายามเลย ให้คะแนนเป็น 0

วิธีที่ 2 กำหนดระดับความผิดพลาด โดยพิจารณาจากความบกพร่องของคำตอบว่ามีมากน้อยเพียงใด แล้วหักจากระดับคะแนนสูงสุดมาที่ระดับ ดังนี้

4 หมายถึง คำตอบถูกแสดงเหตุผลถูกต้อง แนวคิดชัดเจน

3 หมายถึง คำตอบถูก เหตุผลถูกต้อง อาจมีข้อผิดพลาดเล็กน้อย

2 หมายถึง เหตุผลหรือการคำนวณผิดพลาดแต่มีแนวโน้มที่จะนำไปสู่คำตอบ

1 หมายถึง แสดงวิธีคิดเล็กน้อยแต่ไม่ได้คำตอบ

0 หมายถึง ไม่ตอบหรือตอบไม่ถูกเลย

วิธีที่ 3 กำหนดระดับและคำอธิบาย เช่น เกณฑ์การให้คะแนนของความสามารถเข้าใจเนื้อหาสาระเขียนได้เป็น 4 ระดับดังนี้

4 หมายถึง การสาธิตหรือแสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจที่สมบูรณ์ครบถ้วน ถูกต้องแม่นยำในหลักการความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของงานหรือสถานการณ์ที่กำหนดรวมทั้งข้อเสนอแนวคิดใหม่ que แสดงถึงความเข้าใจอย่างลึกซึ้งถึงกฎเกณฑ์หรือลักษณะของข้อมูล

3 หมายถึง การแสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจที่สมบูรณ์ ครบถ้วนถูกต้องในหลักการความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของงานหรือสถานการณ์ที่กำหนด

2 หมายถึง การแสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจอย่างสมบูรณ์ ครบถ้วนถูกต้องในหลักการความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของงานหรือสถานการณ์ที่กำหนดในบางส่วน

1 หมายถึง แสดงออกให้เห็นถึงการเข้าใจในหลักการความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของงานหรือสถานการณ์ที่กำหนดน้อยมาก และเข้าใจไม่ถูกต้องในบางส่วน

0 หมายถึง ไม่แสดงความคิดเห็นใดๆ

มาตรวัดนี้บรรยายความสามารถการแสดงออกตั้งแต่ระดับ 0 ซึ่งต่ำสุดไปจนถึงระดับ 4 ซึ่งเป็นความสามารถสูงสุด โดยปกติระดับของรูปรีจะต้องมีการพิจารณาว่าระดับใดจะเป็นที่ยอมรับได้ จะเห็นได้ว่าตั้งแต่ระดับ 3 ขึ้นไป มีคำอธิบายถึงการแสดงออกที่ยอมรับได้เพราะนักเรียนแสดงออกถึงความเข้าใจที่สมบูรณ์ ครบถ้วน ถูกต้องในหลักการความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริงของงานหรือสถานการณ์ที่กำหนด

2) การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Score) เพื่อให้การมองคุณภาพงานหรือความสามารถของนักเรียนได้อย่างชัดเจน จึงได้มีการแยกองค์ประกอบของการให้คะแนนและอธิบายคุณภาพของงานในแต่ละองค์ประกอบเป็นระดับ โดยทั่วไปแล้ว จะมีการแยกองค์ประกอบของงานเป็น 4 ด้าน คือ

2.1 ความเข้าใจในความคิดรวบยอด ข้อเท็จจริง เป็นการแสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจในความคิดรวบยอด หลักการในปัญหาที่ถามกระจ่างชัด

2.2 การสื่อความหมาย สื่อสาร คือ ความสามารถในการอธิบาย นำเสนอ การบรรยาย เหตุผล แนวคิดให้ผู้อื่นเข้าใจได้ดีมีความคิดสร้างสรรค์

2.3 การใช้กระบวนการและยุทธวิธี สามารถเลือกใช้ยุทธวิธีกระบวนการที่นำไปสู่ความสำเร็จได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.4 ผลสำเร็จของงาน ความถูกต้องแม่นยำในผลสำเร็จของงาน หรืออธิบายที่มาและตรวจสอบผลงาน

จากที่กล่าวมาข้างต้นอาจสรุปได้ว่า การประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริงเป็นกระบวนการที่ให้ผู้สอนให้พัฒนาคุณภาพผู้เรียน และเป็นวิธีการวัดประเมินผลที่ต้องการตอบสนองการประเมินความสามารถ ทักษะ ความคิดขั้นสูงที่ซับซ้อน การแก้ปัญหา การปฏิบัติจริง ตลอดจนความสามารถในการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

5.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลตามสภาพจริง

งานวิจัยต่างประเทศ

ทัชเชต (Touchet. 1997 : abstract) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับมุมมองของนักเรียนที่มีต่อการประเมินผลตามสภาพจริงโดยใช้แฟ้มสะสมผลงาน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 1 และเกรด 2 ผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้เรื่องการประเมินผลตามสภาพจริงโดยใช้แฟ้มสะสมผลงานเป็นอย่างดี และนักเรียนทั้งหมดก็ยอมรับวิธีการประเมินผลโดยใช้แฟ้มสะสมผลงาน

งานวิจัยในประเทศ

ชัยฤทธิ์ ตีลาเดช (2540 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาแฟ้มสะสมผลงานในการประเมินผลการเรียนวิชาภาษาอังกฤษและการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาภาษาอังกฤษ ผลจากการวิจัยพบว่า กระบวนการของการประเมินผลการเรียนจากการประเมินตามสภาพจริงโดยใช้แฟ้มสะสมผลงานช่วยให้นักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนวิชาภาษาอังกฤษทั้ง 2 ทักษะ และสร้างแรงจูงใจให้แก่ผู้เรียนได้มาก การประเมินโดยใช้แฟ้มสะสมผลงานมีคุณภาพตามเกณฑ์การประเมินของลิทท์และคณะในระดับมากในทุกๆ รายการ

พิสิษฐ์ พึ่งเดช (2542 : 61-62) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องการใช้แฟ้มสะสมผลงานในการจัดการเรียนการสอนและการประเมินผลของครูช่างอุตสาหกรรม ระดับมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 5 ผลจากการวิจัยพบว่า ครูช่างอุตสาหกรรมมีการใช้แฟ้มสะสมผลงานในการจัดการเรียนการสอนและประเมินผลด้านการวางแผนการใช้แฟ้มสะสมผลงานอยู่ในระดับปานกลาง ส่วนด้านการประเมินผลอุปสรรคในการใช้แฟ้มสะสมผลงาน การนำไปใช้และด้านการปรับปรุงพัฒนาอยู่ในระดับน้อย ครูช่างอุตสาหกรรมมีปัญหาและอุปสรรคในการใช้แฟ้มสะสมผลงานในการจัดการเรียนการสอนและการประเมินผล ครูช่างอุตสาหกรรมต้องการความช่วยเหลือในการใช้แฟ้มสะสมผลงานอยู่ในระดับมาก

จันทรา พวงยอด (2543 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาความรับผิดชอบของนักเรียนโดยใช้กิจกรรมและเทคนิคการประเมินจากสภาพจริงกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แบบสังเกตพฤติกรรมความรับผิดชอบด้านการปฏิบัติตนตามกฎระเบียบของโรงเรียน ความรับผิดชอบด้านการปฏิบัติตนในการเรียน และแบบทดสอบวัดความรับผิดชอบด้านการยอมรับผลการกระทำของตนเอง ผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความรับผิดชอบด้านการปฏิบัติตนตามกฎระเบียบของโรงเรียนสูงขึ้นในทุกสัปดาห์ ความรับผิดชอบด้านการปฏิบัติตนในการเรียนสูงขึ้นเป็นลำดับจากสัปดาห์ที่ 1 ถึงสัปดาห์ที่ 3 แต่สัปดาห์ที่ 4 นักเรียนมีความรับผิดชอบด้านการปฏิบัติตนในการเรียนลดลงเล็กน้อย และความรับผิดชอบด้านการปฏิบัติตนตามกฎระเบียบของโรงเรียน ความรับผิดชอบด้านการปฏิบัติตนในการเรียน และด้านการยอมรับผลการกระทำของตนเองสูงขึ้น หลังจากใช้กิจกรรมและเทคนิคการประเมินจากสภาพจริง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินตามสภาพจริง จะเห็นได้ว่าในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครูผู้สอนควรมีการประเมินผลตามสภาพที่แท้จริงของผู้เรียนเพื่อสะท้อนถึงตัวผู้เรียนอย่างแท้จริง ทั้งในด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ รวมถึงคุณลักษณะและเจตคติของผู้เรียน เพื่อนำผลที่ได้จากการประเมินผลมาปรับปรุงและพัฒนาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ช่วงชั้นที่ 3) ของโรงเรียนหนองม่วงวิทยา อำเภอหนองม่วง จังหวัดลพบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 8 ห้องเรียน ทั้งหมด 320 คน

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ช่วงชั้นที่ 3) ของโรงเรียนหนองม่วงวิทยา อำเภอหนองม่วง จังหวัดลพบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 30 คน ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ผู้วิจัยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One-Group Pretest-Posttest Design

ตาราง 5 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T_1	X	T_2

ที่มา : ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. หน้า 249.

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

- E แทน กลุ่มทดลอง
- X แทน การจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน
- T₁ แทน การสอบก่อนการจัดกระทำทดลอง (Pre-test)
- T₂ แทน การสอบหลังการจัดกระทำทดลอง (Post-test)

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้มีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง การประยุกต์ 2
2. แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นแบบทดสอบที่ปรับปรุงมาจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของบอลกา (Balka. 1974 : 633-636) และ สุภาวดี ตั้งบุบผา (2533 : 153-158) จำนวน 10 ข้อ แบบทดสอบมีลักษณะคำถาม 5 ด้าน ดังนี้

2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่ จำนวน 2 ข้อ

2.2 ความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ข้อ

2.3 ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิดทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ข้อ

2.4 ความสามารถในการสร้างแบบรูปทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ข้อ

2.5 ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข จำนวน 2 ข้อ

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 2

สำหรับเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มีรายละเอียดในการสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง การประยุกต์ 2 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ของกระทรวงศึกษาธิการ

1.2 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ช่วงชั้นที่ 3) ในมาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน

1.3 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง การประยุกต์ 2 เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้

1.4 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ ให้มีสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย

[illegible]

เกณฑ์การให้คะแนน

1. ความรับผิดชอบ

คะแนน/ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏเห็น
3 ดีมาก	-ส่งงานก่อนหรือตรงเวลานัดหมาย -รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายและปฏิบัติเองจนเป็นนิสัย และแนะนำชักชวนผู้อื่นปฏิบัติได้
2 ดี	-ส่งงานช้ากว่ากำหนด แต่ได้มาการติดต่อชี้แจงกับครูผู้สอน มีเหตุผลที่รับฟังได้ -รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายและปฏิบัติเองจนเป็นนิสัย
1 พอใช้	-ส่งงานช้ากว่ากำหนด -ปฏิบัติงานโดยต้องอาศัยการชี้แนะ แนะนำ ตักเตือนหรือให้กำลังใจ

2. ความมีระเบียบวินัย

คะแนน/ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏเห็น
3 ดีมาก	-สมุดงาน ชิ้นงาน สะอาดเรียบร้อย -ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกันทุกครั้ง
2 ดี	-สมุดงาน ชิ้นงาน ส่วนใหญ่สะอาดเรียบร้อย -ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกันเป็นส่วนใหญ่
1 พอใช้	-สมุดงาน ชิ้นงาน ไม่ค่อยสะอาดเรียบร้อย -ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกันเป็นบางครั้ง ต้องอาศัยการแนะนำ

3. การทำงานอย่างเป็นระบบ รอบคอบ

คะแนน/ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏเห็น
3 ดีมาก	-มีการวางแผนการดำเนินงานอย่างเป็นระบบ -การทำงานมีครบทุกขั้นตอน ดัดขั้นตอนที่ไม่สำคัญออก -จัดเรียงลำดับความสำคัญก่อน-หลัง ถูกต้องครบถ้วน
2 ดี	-มีการวางแผนการดำเนินงาน -การทำงานมีครบทุกขั้นตอน แต่ผิดพลาดบ้าง -จัดเรียงลำดับความสำคัญก่อน-หลัง ได้บางส่วน
1 พอใช้	-ไม่มีการวางแผนการดำเนินงาน -การทำงานไม่มีขั้นตอน มีความผิดพลาดต้องแก้ไข -ไม่จัดเรียงลำดับความสำคัญ

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้
กลุ่มคณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3-4 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. หน้า 128.

2. ตัวอย่าง แบบประเมินทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่เป็นจริงมากที่สุด

ที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน															รวม
		การแก้ปัญหา			การให้เหตุผล			การสื่อสาร สื่อความหมาย การนำเสนอ			การเชื่อมโยง			ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์			
		2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	
กลุ่ม.....																	
1																	
2																	
3																	
4																	
กลุ่ม.....																	
1																	
2																	
3																	
4																	

ผู้ประเมิน
..... / /

เกณฑ์การให้คะแนน

1. **การแก้ปัญหา** หมายถึง ความสามารถในการใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาและการอธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าว

คะแนน	ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
2	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จ อย่างมีประสิทธิภาพ อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้เข้าใจชัดเจน
1	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหา สำเร็จเพียงบางส่วน อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้บางส่วน
0 ไม่พยายาม	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์ข้างต้นหรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหา

2. การให้เหตุผล หมายถึง การอ้างอิง การเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ

คะแนน	ความสามารถในการให้เหตุผลที่ปรากฏให้เห็น
2	มีการอ้างอิง เสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล
1	มีการอ้างเหตุผลที่ถูกต้องบางส่วน และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
0	ไม่มีการอ้างเหตุผลหรือแนวคิดประกอบการตัดสินใจ

3. การสื่อสาร การสื่อสารความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ หมายถึง การใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบ

คะแนน	ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อสารความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอที่ปรากฏให้เห็น
2	ใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง และนำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบตามลำดับขั้นตอน เป็นได้ระบบ กระชับ ชัดเจน
1	ใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์บางส่วนและพยายามนำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบชัดเจนบางส่วน
0	ไม่นำเสนอเลย

4. การเชื่อมโยง หมายถึง การนำความรู้ หลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/สาระอื่นในชีวิตประจำวัน

คะแนน	ความสามารถในการเชื่อมโยงที่ปรากฏให้เห็น
2	นำความรู้ หลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/สาระอื่นในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา หรือประยุกต์ใช้ได้อย่างสอดคล้องเหมาะสม
1	นำความรู้ หลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์ได้บางส่วน
0	ไม่มีการเชื่อมโยงกับสาระอื่นใด

5. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หมายถึง แนวคิด/วิธีการที่แปลกใหม่สามารถนำไปปฏิบัติ

คะแนน	ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ที่ปรากฏให้เห็น
2	มีแนวคิด/วิธีการที่แปลกใหม่สามารถนำไปปฏิบัติได้ถูกต้องสมบูรณ์
1	มีแนวคิด/วิธีการที่ไม่แปลกใหม่สามารถนำไปปฏิบัติได้ถูกต้องสมบูรณ์
0	ไม่มีผลงาน

การแปลผล ใช้เกณฑ์ดังนี้

คะแนน 8 – 10 หมายถึง ดีมาก

คะแนน 6 – 7 หมายถึง ดี

คะแนน 4 – 5 หมายถึง ปานกลาง

คะแนน 0 – 3 หมายถึง ควรปรับปรุง

3. ตัวอย่าง แบบประเมินผลงานกลุ่ม

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่เป็นจริงมากที่สุด

ที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน															รวม
		ทำงานเสร็จตรงเวลา			ความกระตือรือร้น			ตรวจสอบงาน			อภิปรายร่วมกัน			ความสำเร็จของงาน			
		2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	
กลุ่ม																	
1																	
2																	
3																	
4																	
กลุ่ม																	
1																	
2																	
3																	
4																	

ผู้ประเมิน

..... / /

เกณฑ์การให้คะแนน

ทำงานเสร็จตรงเวลา หมายถึง นักเรียนทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตรงตามเวลาที่กำหนด

2 หมายถึง นักเรียนทุกคนทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตรงตามเวลาที่กำหนด

1 หมายถึง นักเรียนบางคนทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตรงตามเวลาที่กำหนด

0 หมายถึง นักเรียนทุกคนทำงานที่ได้รับมอบหมายไม่เสร็จตรงตามเวลาที่กำหนด

- ความกระตือรือร้น** หมายถึง นักเรียนตั้งใจเรียน ไม่คุย ไม่เล่น ไม่ง่วง
- 2 หมายถึง นักเรียนทุกคนตั้งใจเรียน ไม่คุย ไม่เล่น ไม่ง่วง
- 1 หมายถึง นักเรียนบางคนตั้งใจเรียน ไม่คุย ไม่เล่น ไม่ง่วง
- 0 หมายถึง นักเรียนทุกคนไม่ตั้งใจเรียน คุย เล่น หรือง่วง
- ตรวจสอบงาน** หมายถึง นักเรียนช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของงานที่มอบหมาย
- 2 หมายถึง นักเรียนทุกคนช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของงานที่มอบหมาย
- 1 หมายถึง นักเรียนบางคนช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของงานที่มอบหมาย
- 0 หมายถึง นักเรียนทุกคนไม่ช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของงานที่มอบหมาย
- อภิปรายร่วมกัน** หมายถึง นักเรียนให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์และอภิปรายผลงานของกลุ่ม
- 2 หมายถึง นักเรียนทุกคนให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์และอภิปรายผลงานของกลุ่ม
- 1 หมายถึง นักเรียนบางคนให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์และอภิปรายผลงานของกลุ่ม
- 0 หมายถึง นักเรียนทุกคนไม่ให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์และอภิปรายผลงานของกลุ่ม
- ความสำเร็จของงาน** หมายถึง ผลของการทำใบกิจกรรมและแบบฝึกทักษะเพิ่มเติม
- 2 หมายถึง ทำใบกิจกรรมและแบบฝึกทักษะเพิ่มเติมได้ถูกต้อง
- 1 หมายถึง ทำใบกิจกรรมและแบบฝึกทักษะเพิ่มเติมไม่ถูกต้อง
- 0 หมายถึง ไม่ทำใบกิจกรรมและแบบฝึกทักษะเพิ่มเติม
- การแปลผล** ใช้เกณฑ์ดังนี้
- คะแนน 8 – 10 หมายถึง ดีมาก
- คะแนน 6 – 7 หมายถึง ดี
- คะแนน 4 – 5 หมายถึง ปานกลาง
- คะแนน 0 – 3 หมายถึง ควรปรับปรุง

1.4.6 บันทึกหลังสอน

1.4.7 ข้อเสนอแนะ

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ 2 ที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่อประธานกรรมการควบคุมปริญญาโท และผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ จำนวน 3 ท่าน คือ รองศาสตราจารย์ ดร.สิริพร ทิพย์คง รองศาสตราจารย์กิตติ พัฒนตระกูลสุข และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยศักดิ์ สีลาจรัสกุล เพื่อการตรวจสอบความเหมาะสม และความถูกต้องของจุดประสงค์การเรียนรู้ สารการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ และระยะเวลาที่ใช้ ตลอดจน ภาษาที่ถูกต้อง เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปเสนอประธานกรรมการควบคุมปริญญาโท เพื่อตรวจสอบแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ตรวจสอบแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนหนองม่วงวิทยา อำเภอหนองม่วง จังหวัดลพบุรี ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1 ห้องเรียน ทั้งหมด 40 คน เพื่อหาความบกพร่อง ในการจัดกิจกรรม ระยะเวลาที่ใช้ การใช้สื่อและปริมาณเนื้อหา ที่นำมาจัดกิจกรรม แล้วนำเสนอต่อประธานกรรมการควบคุมปริญญาโท เพื่อแก้ไขข้อบกพร่อง ก่อนนำไปทดลองใช้

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องซึ่งเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ ที่สมบูรณ์ นำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2. แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

การสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

2.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

2.2 ศึกษาตำรา เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2.3 สร้างแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย จำนวน 20 ข้อที่ปรับปรุงมาจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของบอลกา (Balka. 1974 : 333-363) และ สุภาวดี ตั้งบุบผา (2533 : 153-158) ประกอบด้วย 5 ด้าน ดังนี้

2.3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่ จำนวน 4 ข้อ

2.3.2 ความสามารถในการคาดคะเนผลที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 4 ข้อ

2.3.3 ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิดทางคณิตศาสตร์ จำนวน 4 ข้อ

2.3.4 ความสามารถในการสร้างแบบรูปทางคณิตศาสตร์ จำนวน 4 ข้อ

2.3.5 ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข จำนวน 4 ข้อ

ตัวอย่าง แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่

ตัวอย่าง 0) ชาย 2 คน ต้องการแบ่งน้ำจากกระป๋องคนละครึ่งซึ่งในกระป๋องมีน้ำอยู่ 8 ลิตรแต่เขามีภาชนะที่ใช้แบ่ง 2 ขนาด คือ จู 5 ลิตรกับขนาดจู 3 ลิตร ดังนั้น ชาย 2 คนจะมีวิธีการแบ่งน้ำกันอย่างไร

ตัวอย่างคำตอบ

ขั้นที่ 1 เทน้ำในกระป๋อง 8 ลิตร ใส่ในภาชนะขนาดบรรจุ 5 ลิตรจนเต็ม แล้วเทน้ำจากภาชนะ 5 ลิตรไปใส่ภาชนะ 3 ลิตร ดังนั้นจะเหลือน้ำในภาชนะ 5 ลิตรอยู่ 2 ลิตรนำไปเก็บไว้ต่างหาก

ขั้นที่ 2 เทน้ำจากภาชนะ 3 ลิตร ใส่คืนกระป๋องจะทำให้มีน้ำในกระป๋องมีอยู่ 6 ลิตร เทน้ำจากกระป๋องใส่ภาชนะ 5 ลิตร แล้วเทใส่ภาชนะ 3 ลิตร จะทำให้เหลือน้ำในภาชนะ 5 ลิตรอยู่ 2 ลิตร นำน้ำ 2 ลิตรไปรวมกับน้ำ 2 ลิตรที่ได้ในขั้นที่ 1 จะได้ น้ำ 4 ลิตร

2. ความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

ตัวอย่าง 0) ใช้ตารางข้างล่างนี้ตอบคำถาม

ตาราง 6 แสดงปริมาณข้าวโพดที่ปลูกได้ทั้ง 4 ภาคของประเทศไทย (น้ำหนักคิดเป็นหน่วยล้านตัน)

ปี พ.ศ. \ ภาค	กลาง	ตะวันออก เฉียงเหนือ	เหนือ	ใต้
2540	185	173	165	198
2541	195	193	165	165
2542	202	224	165	152

ถ้าในปี พ.ศ. 2545 รัฐได้ส่งเสริมให้ชาวไร่ปลูกข้าวโพดปีละสองครั้งส่วนสภาพอื่นๆ คล้ายคลึงกันกับ พ.ศ. 2542 ถามว่านักเรียนจะสามารถคาดคะเนอะไรได้บ้างเกี่ยวกับปริมาณของข้าวโพดที่จะปลูก

ตัวอย่างคำตอบ

1. ในปี พ.ศ. 2545 ภาคเหนือ คาดว่าจะปลูกข้าวโพดได้ปริมาณ 2×165 ล้านตัน
2. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นภาคที่ปลูกข้าวโพดได้ปริมาณมากที่สุด

3. ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบและวิธีการคิดทางคณิตศาสตร์

ตัวอย่าง 0) ให้นักเรียนแสดงวิธีการหาคำตอบที่เกิดจากเงื่อนไขทั้ง 3 ข้อ ต่อไปนี้

- (1) เป็นจำนวนสองจำนวนใดๆ

(2) ผลบวกของสองนั้นจำนวนเท่ากับ 20

(3) ผลคูณของสองจำนวนนั้นมีค่ามากกว่า 65

แนวทางการคิด	ผลรวมของตัวเลข	ผลคูณของตัวเลข
1.	$12 + 8$	12×8
2.	$5 + 15$	5×15

ตัวอย่างคำตอบ

1. ตอบ 12, 8
2. ตอบ 5, 15

4. ความสามารถในการสร้างแบบรูปทางคณิตศาสตร์

ตัวอย่าง 0) ให้นักเรียนหาตัวเลขมาใส่ในตารางแล้วทำให้ผลบวกตามแนวนอนเท่ากับผลบวกตามแนวตั้งและเท่ากับผลบวกตามแนวเส้นทแยง โดยใช้ตัวเลขซ้ำกัน

ตัวอย่างคำตอบ

7	8	3
2	6	10
9	4	5

5. ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข

ตัวอย่าง 0) ให้นักเรียนจัดกลุ่มจำนวนที่กำหนดให้ ตามเกณฑ์หรือคุณสมบัติหรือลักษณะบางอย่างร่วมกันให้ได้มากที่สุด โดยที่แต่ละกลุ่มต้องมีตัวเลขตั้งแต่ 3 จำนวนขึ้นไปพร้อมทั้งระบุเกณฑ์หรือเหตุผลในการจัดกลุ่มด้วย

	10	15	21	23	27	28	30	31			
ตัวอย่างคำตอบ	กลุ่ม				เกณฑ์						
1.	15	21	27	30	จำนวนที่หารด้วย 3 ลงตัว						
2.	10	15	30	จำนวนที่หารด้วย 5 ลงตัว							
3.	10	28	30	เป็นจำนวนคู่							

2.4 นำแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนคณิตศาสตร์และผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวัดและประเมินผล การเรียนรู้ จำนวน 3 ท่าน รองศาสตราจารย์ ดร.อารี พันธุ์มณี อาจารย์ประสาท สอนวงศ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล พิจารณาตรวจสอบด้านความตรงเชิงพินิจ ตลอดจนภาษาที่ใช้ในแต่ละข้อ แล้วเสนอต่อประธานกรรมการควบคุมปริญญาโทเพื่อตรวจสอบพิจารณา แล้วนำมาปรับปรุง แก้ไขตามข้อเสนอแนะให้เรียบร้อย

2.5 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วจำนวน 10 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนระดับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนหนองม่วงวิทยา อำเภอหนองม่วง จังหวัดลพบุรี จำนวน 100 คน เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) (ลัวัน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2543 : 218) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.74 แล้วนำเสนอต่อประธานกรรมการควบคุมปริญญาโทเพื่อนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2.6 นำแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 2 เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ มีขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้

3.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 มาตรฐานและสาระ การเรียนรู้กลุ่มวิชาคณิตศาสตร์ และวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์

3.2 สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเนื้อหา เรื่อง การประยุกต์ 2

3.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 20 ข้อ โดยสร้างให้มีความสอดคล้องกับ ตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์และด้าน การวัดและประเมินผล จำนวน 3 ท่าน คือ รองศาสตราจารย์ ดร.สิริพร ทิพย์คง รองศาสตราจารย์กิตติ พัฒนตระกูลสุข และผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความ เหมาะสม แล้วนำข้อเสนอมารับปรับปรุงแก้ไข

3.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้ปรับปรุงมาแล้ว เสนอต่อประธานกรรมการควบคุมปริญญาโทเพื่อตรวจสอบพิจารณาอีกครั้ง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข ตามข้อเสนอแนะให้เรียบร้อย

3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้ว ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหนองม่วงวิทยา อำเภอหนองม่วง จังหวัด ลพบุรี ที่เรียน เรื่อง การประยุกต์ 2 มาแล้ว จำนวน 100 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาคุณภาพ ของแบบทดสอบ

3.6 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยาก (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบอันดับของวิทนี; และ ซาเบอร์ส (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2543 : 199-201; อ้างอิงจาก Whitney; & Sabers. 1970)

3.7 เลือกแบบทดสอบเฉพาะที่มีค่าความยาก (P_E) ตั้งแต่ 0.41-0.70 และมีค่าอำนาจจำแนก (D) ระหว่าง 0.26-0.56 ซึ่งครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวน 10 ข้อ

3.8 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วจำนวน 10 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนหนองม่วงวิทยา อำเภอหนองม่วง จังหวัดลพบุรี จำนวน 100 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของ ครอนบัค (Cronbach) (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2543 : 218) แล้วนำเสนอต่อประธานกรรมการควบคุมปริญญาบัตรก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.9 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ตัวอย่าง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งเกณฑ์การให้คะแนน

“ฉันอ่านหนังสือเล่มหนึ่ง วันแรกอ่านได้ $\frac{1}{3}$ ของจำนวนหน้าทั้งหมด วันที่สองอ่านได้ $\frac{1}{2}$ ของจำนวนหน้าทั้งหมด ปรากฏว่ายังเหลือจำนวนหน้าที่ยังไม่ได้อ่านอีก 50 หน้า จงหาว่าหนังสือเล่มนี้มีทั้งหมดกี่หน้า”

วิธีทำ วันแรกอ่านหนังสือได้ $\frac{1}{3}$ ของจำนวนหน้าทั้งหมด
วันที่สองอ่านหนังสือได้ $\frac{1}{2}$ ของจำนวนหน้าทั้งหมด
เหลือจำนวนหน้าที่ยังไม่ได้อ่านอีก 50 หน้า

ให้ x แทน จำนวนหน้าของหนังสือเล่มนี้ $\longrightarrow$ สิ่งที่โจทย์ถาม
เขียนสมการได้ดังนี้

$$\begin{aligned} x &= \frac{1}{3}x + \frac{1}{2}x + 50 \\ x &= \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{2}\right)x + 50 \\ x &= \left\{\left(\frac{1 \times 2}{3 \times 2}\right) + \left(\frac{1 \times 3}{2 \times 3}\right)\right\}x + 50 \\ x &= \left(\frac{2}{6} + \frac{3}{6}\right)x + 50 \\ x &= \left(\frac{5}{6}\right)x + 50 \\ x &= \left(\frac{5x}{6} + \frac{50 \times 6}{1 \times 6}\right) \\ x &= \frac{5x}{6} + \frac{300}{6} \\ x &= \frac{5x + 300}{6} \end{aligned}$$

ขั้นตอน
การแก้ปัญหา

$$6x = 5x + 300$$

$$6x - 5x = 300$$

$$x = 300$$

∴ หนังสือเล่มนี้มี 300 หน้า

ตรวจคำตอบ

แทน $x = 300$ ในสมการ

$$\text{จะได้ } 300 = \frac{1}{3}x + \frac{1}{2}x + 50$$

$$300 = \left(\frac{1}{3} \times 300\right) + \left(\frac{1}{2} \times 300\right) + 50$$

$$300 = 100 + 150 + 50$$

$$300 = 300$$

ขั้นตอน
การแก้ปัญหา (ต่อ)

การตรวจสอบคำตอบ

เกณฑ์การให้คะแนน

1) สิ่งที่โจทย์กำหนดให้	}	1	คะแนน
2) สิ่งที่โจทย์ถาม			
3) ขั้นตอนการแก้ปัญหา		2	คะแนน
4) ตรวจสอบคำตอบ		1	คะแนน
รวม		4	คะแนน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอน ดังนี้

1. ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ใช้เวลาสอบ 1 ชั่วโมง 30 นาที แล้วบันทึกคะแนนที่ได้จากการทดสอบ

2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนตามกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเองกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 14 ชั่วโมง

3. ทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียนแต่สลับข้อกัน ใช้เวลาสอบ 1 ชั่วโมง 30 นาที แล้วบันทึกคะแนนที่ได้จากการทดสอบ

4. ตรวจให้คะแนนการทดสอบที่ได้จากการทดสอบแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. วิเคราะห์ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบ t-test Dependent

2. วิเคราะห์ข้อมูลคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบ t-test Dependent

3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 สถิติพื้นฐาน

3.1.1 หาคะแนนเฉลี่ย (Mean) โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2543 : 306)

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3.1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนของแบบทดสอบ (Standard Deviation) คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2543 : 308)

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

เมื่อ S แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน

X แทน คะแนนของนักเรียนแต่ละคน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

N-1 แทน จำนวนตัวแปรอิสระ (Degrees of freedom)

3.2 สถิติเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือ

3.2.1 หาค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงพินิจและความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ตามลำดับ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2543 : 248-249)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรม

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3.2.2 หาค่าความยาก (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบอัตนัยของ วิทนีย์ และซาเบอร์ส (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2543 : 199-201; อ้างอิงจาก Whitney & Sabers. 1970)

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

เมื่อ P_E แทน ค่าดัชนีความยาก

S_U แทน ผลรวมของคะแนนของนักเรียนกลุ่มเก่ง

S_L แทน ผลรวมของคะแนนของนักเรียนกลุ่มอ่อน

$X_{\max}$ แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด

$X_{\min}$ แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

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

เมื่อ D แทน ค่าอำนาจจำแนก

S_U แทน ผลรวมของคะแนนของนักเรียนกลุ่มเก่ง

S_L แทน ผลรวมของคะแนนของนักเรียนกลุ่มอ่อน

$X_{\max}$ แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด

$X_{\min}$ แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

3.2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของ ครอนบัค (Cronbach) (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2543 : 218)

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

เมื่อ	α	แทน	สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	k	แทน	จำนวนข้อสอบ
	s_i^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
	s^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนของข้อสอบทั้งฉบับ

$$\text{โดยที่ } s_i^2 = \frac{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ	$\sum X$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนในข้อที่ i
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสองในข้อที่ i
	N	แทน	จำนวนคนเข้าสอบ

$$\text{โดยที่ } s^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X_i)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ	$\sum X$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนทั้งฉบับ
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนคนเข้าสอบ

3.3 สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

3.3.1 ใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test Dependent เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2543 : 248)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่พิจารณาใน t – Distribution
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	$(\sum D)^2$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
	df	แทน	N-1

3.3.2 ใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test Dependent เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2543 : 248) (ใช้สูตรเดียวกันการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลความหมายผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ต่างๆ ที่ใช้แทนความหมาย ดังต่อไปนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	ค่าคะแนนเฉลี่ย
S	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างรายคู่ระหว่างคะแนนการทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน
$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างรายคู่ระหว่างคะแนนการทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการที่พิจารณา t – Distribution
df	แทน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (degrees of freedom)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน
 2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน
- ดังตาราง 7 และตาราง 8 ตามลำดับ

ตาราง 7 แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน โดยจำแนกแต่ละด้าน และโดยรวม

ความสามารถในการ คิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์	กลุ่มทดลอง	N	$\bar{x}$	S	ΣD	ΣD^2	t
คิดคล่องตัว	ก่อนทดลอง	30	56.17	10.23	1,173	49,161	**20.09
	หลังทดลอง	30	95.27	16.04			
คิดยืดหยุ่น	ก่อนทดลอง	30	21.37	4.59	396	5,658	**17.12
	หลังทดลอง	30	34.23	4.49			
คิดริเริ่ม	ก่อนทดลอง	30	18.70	5.15	369	5,129	**13.81
	หลังทดลอง	30	30.67	6.42			
รวมทั้ง 3 ด้าน	ก่อนทดลอง	30	96.50	17.66	1,922	129,258	**24.15
	หลังทดลอง	30	160.57	25.30			

$$t_{(.01, 29)} = 2.462$$

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 7 พบว่า ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ทั้ง 3 ด้าน คือ ความคิดคล่องตัว ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานทางการวิจัยข้อ 1 แสดงว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบสวน สอบสวนส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น

ตาราง 8 แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน

กลุ่มทดลอง	N	$\bar{x}$	S	$\sum D$	$\sum D^2$	t
ก่อนทดลอง	30	17.47	6.89	327	4,153	**13.35
หลังทดลอง	30	28.40	6.59			

$$t_{(.01, 29)} = 2.462 \quad \text{**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01}$$

จากตาราง 8 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานทางการวิจัยข้อ 2 แสดงว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้น

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน

สมมติฐานทางการวิจัย

1. ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน

วิธีการดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ช่วงชั้นที่ 3) ของโรงเรียนหนองม่วงวิทยา อำเภอหนองม่วง จังหวัดลพบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 30 คน กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง การประยุกต์ 2
2. แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นแบบทดสอบที่ปรับปรุงมาจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของบอลกา (Balka. 1974 : 633-636) และสุภาวดี ตั้งบุบผา (2533 : 153-158) จำนวน 10 ข้อ เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย มีลักษณะคำถาม 5 ด้าน จำนวน 10 ข้อ
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 2 เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอน ดังนี้

1. ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ใช้เวลาสอบ 1 ชั่วโมง 30 นาที แล้วบันทึกคะแนนที่ได้จากการทดสอบ
2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนตามกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเองกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 14 ชั่วโมง
3. ทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียนแต่สลับข้อกัน ใช้เวลาสอบ 1 ชั่วโมง 30 นาที แล้วบันทึกคะแนนที่ได้จากการทดสอบ
4. ตรวจสอบให้คะแนนการทดสอบที่ได้จากการทดสอบแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน โดยใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบ t-test Dependent
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน โดยใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์แบบ t-test Dependent

สรุปผลการวิจัย

1. ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้น

อภิปรายผล

ผลจากการวิจัยครั้งนี้ อภิปรายผลได้ดังนี้

1. จากสมมติฐานข้อ 1 “ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน” จากผลการทดลองพบว่า หลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนแล้วทำให้ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น ทั้งนี้ น่าจะเป็นผลมาจาก

1.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนมีอิสระทางความคิด นักเรียนสามารถสร้างแก้ปัญหาได้อย่างไม่จำกัดความคิดไม่ถูกปิดกั้น มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการยกสถานการณ์ปัญหา แล้วให้นักเรียนร่วมกันแก้ปัญหา จึงส่งผลต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนได้รับการสอน ซึ่งสอดคล้องกับหลักของกรมวิชาการ (2544 : 36) ที่กล่าวว่า “การจัดการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนเป็นการสอนที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการคิดหาเหตุผล จนค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง” และสอดคล้องกับผลการวิจัยของเมสัน (Mason. 1997 : 58-09A), ทอมสัน (Thomson. 2000 : 61-10B) และสิริลักษณ์ วงศ์เพชร (2542 : 130-131)

1.2 กิจกรรมและสื่อ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ กิจกรรมเหล่านี้มุ่งเน้นให้เกิดความคิดคล่องตัว (Fluency) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) และความคิดริเริ่ม (Originality) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของแบลงเกนชิป (สิริลักษณ์ วงศ์เพชร. 2542 : 135 ; อ้างอิงจาก Blankenship. 1975 : 214) ที่ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่สามารถส่งเสริมได้ แม้ในช่วงเวลาสั้นๆ แต่ต้องเป็นกิจกรรมที่เหมาะสม

2. จากสมมติฐานข้อ 2 “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน” จากผลการทดลอง พบว่า หลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนแล้วทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น ทั้งนี้ น่าจะเป็นผลมาจาก

2.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองได้ลงมือปฏิบัติจริง ทำให้นักเรียนเกิดความรู้และความเข้าใจในเรื่องที่ตนได้เรียนรู้ รวมทั้งเกิดทักษะและกระบวนการต่างๆ ในการเรียนรู้ ดังนั้น จึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสิริลักษณ์ วงศ์เพชร (2542 : 130-131)

2.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปตามลำดับขั้นตอนของการสืบสวนสอบสวน โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมมือกันค้นคว้าหาความรู้เพื่อหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนจะมีส่วนร่วมในกิจกรรมและให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ครูจะเป็นเพียงผู้ชี้แนะและใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดหาคำตอบ การที่ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดเองเป็นการท้าทายความสามารถทำให้เกิดบรรยากาศที่ดีในการจัดการเรียนรู้ นักเรียนไม่เบื่อหน่าย ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น

2.3 เนื้อหาในเรื่อง การประยุกต์ 2 เป็นเนื้อหาที่เน้นการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ปัญหาต่างๆ ที่มีความหลากหลาย ทำให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการคิดและการปฏิบัติ ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว เกิดความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน รวมทั้งเกิดทักษะกระบวนการต่างๆ ในการเรียนรู้ ซึ่งส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น

ข้อสังเกตจากการวิจัย

1. นักเรียนมีความกระตือรือร้นและให้ความสนใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดเตรียมไว้ในแต่ละชั่วโมง เพราะกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวเป็นกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมอย่างเต็มที่ ทุกคนได้แสดงออกซึ่งความสามารถและศักยภาพของตนเอง โดยผ่านกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม และกิจกรรมส่วนใหญ่ยังเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันของนักเรียน ทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้เป็นอย่างดี และมีเหตุผลในการคิดหาคำตอบ

2. ในบางกิจกรรมนักเรียนบางคนยังสับสนและทำได้ไม่ดีเท่าที่ควร เช่น กิจกรรม “ขนาดของมุม” กิจกรรม “เรื่องของมุม” และกิจกรรม “ลูกบาศก์มหัศจรรย์” เป็นต้น ครูผู้สอนได้อธิบายเพิ่มเติมและจัดแบบฝึกหัดเพิ่มเติมให้กับนักเรียนทั้งในและนอกเวลาเรียนทำให้นักเรียนมีความเข้าใจอย่างถูกต้อง ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น และมีความสุขกับการเรียนมากยิ่งขึ้น

3. ในบางกิจกรรมที่จัดเตรียมให้นักเรียน เช่น กิจกรรม “แต่งแต้มเติมสี” กิจกรรม “สร้างสรรค์รูปเรขาคณิต” เป็นต้น ถ้าให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการกำหนดเกณฑ์ต่างๆ ในการปฏิบัติกิจกรรมเอง จะเป็นการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้มากกว่า ครูผู้สอนเป็นผู้กำหนดเกณฑ์ต่างๆ ให้กับนักเรียน

4. การสร้างบรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนมีส่วนสำคัญต่อการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นอย่างมาก ผู้วิจัยจึงสร้างบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้เสมอ รวมถึงการมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียน นักเรียนกับนักเรียน และการให้ความเอาใจใส่กับนักเรียนทุกคน ซึ่งจะส่งผลต่อการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นอย่างมาก

5. การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการคิด การวิเคราะห์ การแก้ปัญหา โดยการทำกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเองตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดการทำกิจกรรม โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้ให้คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือเมื่อนักเรียนต้องการ ทำให้นักเรียนมีความตื่นตัวอยู่เสมอ ซึ่งในบางครั้งอาจทำให้เสียเวลาไปบ้าง แต่นักเรียนก็จะเกิดการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี

6. การให้ผลย้อนกลับกับนักเรียนเมื่อทำแต่ละกิจกรรมเสร็จแล้ว ทำให้นักเรียนได้ทราบถึงข้อผิดพลาดของตนเองและกลุ่ม แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาตนเองให้ดียิ่งขึ้น รวมทั้งทำให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจกับผลงานต่างๆ ในการทำกิจกรรมของตนเองและกลุ่มอีกด้วย

ข้อจำกัดในการวิจัย

1. สิ่งที่ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูง ส่วนหนึ่งอาจเป็นผลจากระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยที่มีจำกัด ทำให้นักเรียนบางคนจำข้อสอบได้หรืออาจเป็นเพราะมีการสื่อสารกันระหว่างนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง
2. ในบางกิจกรรมที่จัดให้นักเรียนใช้เวลานานทำให้กิจกรรมอื่นๆ ที่อยู่ในช่วงเดียวกันนักเรียนทำไม่ทันตามเวลา ผู้วิจัยจึงปรับบางกิจกรรมให้มีความเหมาะสมกับระยะเวลามากขึ้น รวมถึงคอยให้คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือกับนักเรียนทำให้นักเรียนสามารถทำกิจกรรมต่างๆ ได้อย่างรวดเร็วและทันตามเวลาที่กำหนด
3. เนื่องจากนักเรียนจะต้องเปลี่ยนห้องเรียนทุกชั่วโมง นักเรียนต้องเสียเวลาไปกับการเดินเพื่อเปลี่ยนห้องเรียนของนักเรียน รวมทั้งแต่ละอาคารเรียนอยู่ห่างกันพอสมควร ผู้วิจัยจึงต้องปรับกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดเตรียมไว้ให้กับนักเรียนให้เหมาะสมกับเวลาที่จำกัด

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะที่จะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนและการศึกษาค้นคว้าต่อไป

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนสามารถที่จะส่งเสริมและพัฒนาได้ แต่ต้องใช้เวลาและความอดทน ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนรู้จักคิด รู้จักแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย และครูควรเลือกวิธีการสอนรวมทั้งกิจกรรมต่างๆ ที่ใช้ในการจัดเรียนการสอนที่เป็นการส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

1.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวนจะเกิดประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น ถ้าครูผู้สอนให้โอกาสนักเรียนได้คิดและสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง โดยครูผู้สอนเป็นเพียงผู้ให้คำปรึกษา ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยความเข้าใจได้ดีกว่าการจำ

1.3 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรจัดกิจกรรมที่มีความหลากหลาย เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง เพราะจะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ และทำให้นักเรียนเกิดทักษะ/กระบวนการต่างๆ ที่จะส่งผลต่อการเรียนรู้ต่อไป

1.4 ในการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ให้แก่นักเรียน ครูสามารถที่จะปฏิบัติได้และควรปฏิบัติอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ โดยอาจสอดแทรกไว้ในแต่ละ

กิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน หรือในท้ายชั่วโมงเรียน เพื่อให้ นักเรียนสามารถพัฒนาตนเองได้ อย่างรวดเร็ว ถึงแม้ว่าอาจทำให้เสียเวลาไปบ้าง

1.5 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมอย่างเต็มที่ และนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ยังเป็นการพัฒนาความสามารถของนักเรียนในทุกๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการต่าง เป็นต้น

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

X 2.1 ควรทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน โดยจำแนกตามระดับความสามารถของนักเรียน เช่น การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่เรียนเก่ง ปานกลาง และเรียนอ่อน

2.2 ควรนำวิธีการสอนอื่นๆ มาจัดการเรียนรู้ให้แก่ นักเรียน เพื่อนำมาพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน เช่น การสอนแบบแก้ปัญหา การสอนแบบโมเดลชิปปา เป็นต้น หรือจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละชั่วโมง โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้หรือเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่มีความหลากหลายให้แก่ นักเรียน

2.3 ควรมีการจัดการเรียนรู้แบบสืบสวนสอบสวน เพื่อพัฒนาทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ ให้กับนักเรียนในแต่ละระดับชั้น เช่น ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยง ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมวิชาการ. (2534). *ความคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

----- (2540). รายงานการประเมินคุณภาพทางการศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษา กรมฯ.

----- (2542ก). การประเมินผลจากสภาพจริง (Authentic Assessment). กรุงเทพฯ:
โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

----- (2542ข). การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับ
ประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: กองวิจัยทางการศึกษา กรมฯ.

----- (2543). การเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา
กรมศาสนา.

✓ ----- (2544ก). แนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนตามหลักสูตรการศึกษา
ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและครุภัณฑ์.

----- (2544ข). เอกสารหมายเลข 12 : สรุปคำบรรยายการวัดและการประเมินตาม
สภาพจริง. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษา กรมฯ.

----- (2544ค). เอกสารหมายเลข 14 : เกณฑ์การประเมิน (Rubric Assessment).
กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษา กรมฯ.

----- (2544ง). เอกสารหมายเลข 16 : ตัวอย่างแนวการจัดทำเครื่องมือประเมินตาม
หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานวิชาคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการ
ศึกษา กรมฯ.

✓ ----- (2544จ). การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน.
กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและครุภัณฑ์.

/ ----- (2544ฉ). คู่มือการจัดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและครุภัณฑ์.

----- (2544ช). รายงานการวิจัยเรื่อง การสังเคราะห์วิธีสอนวิชาภาษาไทย ภาษา
อังกฤษ คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: กองวิจัยทาง
การศึกษา กรมฯ.

/ ----- (2545). การวิจัยเพื่อการพัฒนาการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน.
กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและครุภัณฑ์.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2544ก). การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้
ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ กระทรวงฯ.

- (กระทรวงศึกษาธิการ. (2544ข). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กัลยา ทองสุ. (2545). การพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนเพื่อส่งเสริมการใช้ตัวแทน (Representation) เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กุลภัสสร ศิริพรรณ. (2544). การศึกษาตัวแปรที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดขอนแก่น ด้วยการวิเคราะห์พหุระดับ. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กุลยา ตันติผลาชีวะ. (2545, มกราคม). การประเมินตามสภาพจริง. วารสารการศึกษาปฐมวัย. 6(1) : 26-33.
- กิตติ พัฒนตระกูลสุข. (2544, พฤษภาคม-สิงหาคม). การอธิบายความเป็นนามธรรมของคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นด้วยเรขาคณิต. ศึกษาปริทัศน์. 16(2) : 23.
- เกรียงไกร เจริญวงศ์ศักดิ์. (2542). คลื่นลูกที่ 5 ประชาสังคม สังคมที่พึงประสงค์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: ชัสเซลมีเดีย.
- ขจรศักดิ์ สีเสน. (2544, มกราคม). การแก้ปัญหาด้วยกระบวนการคิดสร้างสรรค์. วารสารวิชาการ. 4(1) : 15-18.
- จรัญ คำยัง. (2539, มกราคม-กันยายน). การประเมินตามสภาพจริงคณิตศาสตร์เชิงวิจัยในชั้นเรียน. การวิจัยทางการศึกษา. 26(1-3) : 51-64.
- จริยา สมประสงค์. (2545, เมษายน). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์. วารสารเซนจอห์น. 5(5) : 2.
- จันทรา พวงยอด. (2543). การพัฒนาความรับผิดชอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพุทธจักรวิทยา โดยใช้กิจกรรมและเทคนิคการประเมินผลจากสภาพจริง. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จตุพร โพธิ์ศิริ. (2534). การเปรียบเทียบผลของการฝึกด้วยตนเองกับการฝึกด้วยตนเองและการฝึกโดยครูที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดพรหมโลก อำเภอพรหมคีรี จังหวัดนครศรีธรรมราช. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เจ็ดศักดิ์ ชูมนุ่ม. (2540). รวบรวมความบทรียน : นวัตกรรมจากโครงการพัฒนาทรัพยากร. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2544ข). **หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กัลยา ทองสุ. (2545). **การพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนเพื่อส่งเสริมการใช้ตัวแทน (Representation) เรื่อง ระบบสมการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กุลภัสสร ศิริพรรณ. (2544). **การศึกษาตัวแปรที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดขอนแก่น ด้วยการวิเคราะห์พหุระดับ**. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กุลยา ตันติผลาชีวะ. (2545, มกราคม). **การประเมินตามสภาพจริง. วารสารการศึกษาปฐมวัย**. 6(1) : 26-33.
- กิตติ พัฒนตระกูลสุข. (2544, พฤษภาคม-สิงหาคม). **การอธิบายความเป็นนามธรรมของคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นด้วยเรขาคณิต. ศึกษาปริทัศน์**. 16(2) : 23.
- เกรียงไกร เจริญวงศ์ศักดิ์. (2542). **คลื่นลูกที่ 5 ปรัชญาสังคม สังคมที่พึงประสงค์ในศตวรรษที่ 21**. กรุงเทพฯ: ชัสเชลมีเดีย.
- ขจรศักดิ์ สีเสน. (2544, มกราคม). **การแก้ปัญหาด้วยกระบวนการคิดสร้างสรรค์. วารสารวิชาการ**. 4(1) : 15-18.
- จรัญ คำยัง. (2539, มกราคม-กันยายน). **การประเมินตามสภาพจริงคณิตศาสตร์เชิงวิจัยในชั้นเรียน. การวิจัยทางการศึกษา**. 26(1-3) : 51-64.
- จริยา สมประสงค์. (2545, เมษายน). **การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์. วารสารเซนจอห์น**. 5(5) : 2.
- จันทรา พวงยอด. (2543). **การพัฒนาความรับผิดชอบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพุทธจักรวิทยา โดยใช้กิจกรรมและเทคนิคการประเมินผลจากสภาพจริง**. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จุติพร โพธิศิริ. (2534). **การเปรียบเทียบผลของการฝึกด้วยตนเองกับการฝึกด้วยตนเอง และการฝึกโดยครูที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดพรหมโลก อำเภอพรหมคีรี จังหวัดนครศรีธรรมราช**. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เจ็ดศักดิ์ ชุมชุม. (2540). **รวมบทความบทเรียน : นวัตกรรมจากโครงการพัฒนาทรัพยากร**. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

ชนาธิป พรกุล. (2544, ตุลาคม). การจัดการเรียนรู้แบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. วารสารวิชาการ. 4(10) : 15-18.

ชนินทร์ชัย อินทภิภรณ์ สุวิทย์ หิรัญยกานนท์ และ สิริวรรณ เมธีวิวัฒน์. (2545). **พจนานุกรม ศัพท์การศึกษา**. กรุงเทพฯ: โอ.คิว.บุ๊คเซ็นเตอร์.

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี. (2542). **การสอนคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ชัยฤทธิ์ ศิลาเดช. (2540). **การพัฒนาแฟ้มสะสมผลงานในการประเมินผลการเรียนภาษาอังกฤษ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**. ปรินญานิพนธ์ กศ.ด. (การวัดผลทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

----- (2541). **การประเมินผลตามสภาพจริงโดยใช้แฟ้มสะสมงาน (PORTFOLIO)**. (ออนไลน์). แหล่งที่มา: <http://campus.fortunecity.com/sociology>. วันที่สืบค้น 4 กรกฎาคม 2546.

----- (2544). **คู่มือการเขียนแผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญระดับมัธยมศึกษา**. กรุงเทพฯ: แม็ค.

ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ. (2544, กันยายน-ธันวาคม). การประเมินด้วยแฟ้มสะสมผลงาน (Portfolio Assessment). **การวัดผลทางการศึกษา**. 20(59) : 76.

ดิลก ดิลกานนท์. (2534). **การฝึกคิดสู่ความเป็นเลิศทางปัญญา**. กรุงเทพฯ: ธนวิซการพิมพ์.

ดาร์ส สีหวิรัชชาติ. (2542). **รายงานการวิจัย การจัดการเรียนการสอนจากสภาพจริงและวัดผลประเมินผลโดยใช้แฟ้มสะสมผลงาน ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 4**. กรุงเทพฯ: คณะกรรมการวิจัยการศึกษา การศาสนาและการวัฒนธรรม กระทรวงศึกษาธิการ.

ทิพย์บุปผา สาคร. (2546). **การศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ฝึกด้วยแบบฝึกคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ในแต่ละผลผลิตตามแนวทฤษฎีของ กิลฟอร์ดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ทีศนา แชมมณี. (2542, พฤษภาคม). การจัดการเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง : โมเดล ชิปปา (CIPPA MODEL). **วารสารวิชาการ**. 2(5) : 2-30.

----- (2545). **ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธนู ฤทธิกุล. (2542, มิถุนายน). การเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. **วารสารวิชาการ**. 2(6) : 42-45.

นวลจิตต์ เขาวีรติพงศ์. (2540, เมษายน-มิถุนายน). รูปแบบการสอน Group Investigation.

สารพัฒนาหลักสูตร. 16(129) : 69-74.

----- . (2545ก). ชุดฝึกอบรมครู : ประมวลสาระ บทที่ 5 การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

นวลจิตต์ เขาวีรติพงศ์. (2545ข). ชุดฝึกอบรมครู : ประมวลสาระ บทที่ 6 การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

นิยม ไชยวงศ์. (2544). “ร่วมปฏิรูปการเรียนรู้กับครูต้นแบบ” การปฏิรูปการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : การสอนแบบรูปแบบการเรียนการสอนและการประเมินผลจากสภาพจริงวิชาคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ดับบลิว.เจ.พรีอพเพอดี.

ปรมาภรณ์ อนุพันธ์. (2544). การพัฒนาชุดการสอนคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันแบบสืบสวนสอบสวน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ตรรกศาสตร์เบื้องต้น. ปรินุญานินท์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา. (2545). ความคิดสร้างสรรค์: พหุสภาวะที่พัฒนาได้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.

ปรีทิพย์ บุญคง. (2546). การศึกษาปัจจัยบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินุญานินท์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ปิยะลักษณ์ โพธิ์ถาวร. (2542). ผลของการศึกษาการฝึกตามแบบของบอลกาในการสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง. วิทยานิพนธ์ ก.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

พงศ์รัศมี เฟื่องฟู. (2545). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการเรียน เรื่อง การอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. ปรินุญานินท์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2545). การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พวงผกา โกมุติกานนท์. (2544). การเปรียบเทียบผลของการระดมสมองและเทคนิคการคิดแบบหวนทวนที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชุมชนทางดิ่งชั้น เขตดิ่งชั้น กรุงเทพมหานคร. ปรินุญานินท์ กศ.ม. (จิตวิทยาการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). **วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พลิชฐ์ พึ่งเดช. (2542). **การศึกษาการใช้แฟ้มสะสมผลงานในการจัดการเรียนการสอนและการประเมินผลของครูช่างอุตสาหกรรม ระดับชั้นมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 5**. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พัชรินทร์ เปรมประเสริฐ. (2542). **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครู**. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พิชิต ฤทธิ์เจริญ. (2544). **หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา**. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏพระนคร.
- พีรพงศ์ ดวงแก้ว. (2544, ตุลาคม). **ครูกับการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์**. *ครูเชียงราย*. 38(232) : 11-13.
- มนมนัส สุดสิ้น. (2543). **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประกอบกับการเขียนแผนผังมโนทัศน์**. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. (2537). **ประมวลสาระชุดวิชา สารัตถะและวิทยวิธีการทางคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 8-11**. กรุงเทพฯ: สาขาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- มันหนี่ กุฎาคาร. (2542). **เอกสารคำสอนวิชา วผ 401 การวัดผลทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- มาลี จุฑา. (2544). **การประยุกต์จิตวิทยาเพื่อการเรียนรู้**. กรุงเทพฯ: ทิพย์วิสุทธิ.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2533). **การสอนคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ยุวदनัย มิตรกุล. (2543, มกราคม-มิถุนายน). **ความคิดสร้างสรรค์ปัจจัยพื้นฐานสำคัญแห่งพลังสร้างสรรค์**. *วิทยาลัยคริสเตียน*. 6(1) : 10-15.
- รจนา รัตนานิคม. (2544). **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้เรียนสำคัญที่สุด**. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- ลัดดา เพียรประสพ. (2544). **ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองแบบสืบสวนสอบสวน เรื่อง อัตราส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2538). **เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- (2540). **สถิติวิทยาทางการวิจัย**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- (2543). **เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- วรรณ ขุนศรี. (2546, มีนาคม). การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. **วารสารวิชาการ**. 6(3) : 73-75.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2542). **แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง**. กรุงเทพฯ: แอล.ที. เฟลส.
- วิจิตร วรุตบางกูร. (2535). **ผู้บริหารสถาบันอุดมศึกษา อธิการบดี คณบดี หัวหน้าภาควิชา**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วิชัย ประสิทธิ์วุฒิเวชช์. (2542, มกราคม). ความคิดสร้างสรรค์ : ปัญหาการสอนที่น่าท้าทาย. **วารสารวิชาการ**. 2(1) : 75-80.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2541, สิงหาคม). ความคิดสร้างสรรค์ : ศักยภาพที่เสริมสร้างพัฒนาได้. **วารสารวิชาการ**. 1(8) : 23-25.
- วิชิต สุรัตน์เรืองชัย. (2540). **เอกสารประกอบการสอนวิชา 404361 วิธีสอนทั่วไป**. ชลบุรี: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- วิมลมาศ อธิศักดิ์โสภาก. (2545). **การเปรียบเทียบพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีความสามารถพิเศษด้านความคิดสร้างสรรค์ที่ได้รับการฝึกกระดมพลังสมองตามแนวคิดของวิลเลียม. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาพิเศษ)**. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศักดิ์ดา ไชกิจภิญโญ. (2543, มกราคม-เมษายน). การสอนให้เกิดความคิดสร้างสรรค์. **วารสารการส่งเสริมประสิทธิภาพการเรียนการสอน**. 9(1) : 1-5.
- ศรีสุรางค์ ทินะกุล. (2542). **การคิดและการตัดสินใจ**. กรุงเทพฯ: เวิร์ดเวฟ เอ็ดดูเคชั่น.
- ศิริกาญจน์ โกสุมภ์ และ ดารณี คำวังนัง. (2544). **สอนให้เด็กคิดเป็น**. กรุงเทพฯ: ทิพย์พบบลิเคชั่น.
- ศิริพร เถาว์โท. (2545). **ผลของการเรียนรู้แบบบูรณาการที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบรรหารแจ่มใส 1 อำเภอดอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี**. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาพิเศษ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ส.วาสนา ประवालพุกษ์. (2540). การวัดการปฏิบัติจริง. กรุงเทพฯ: SR PRINTING LIMITED PARTNERSHIP.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่ม
คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3-4 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: สถาบันฯ.

สมชาย ชูชาติ. (2538). เอกสารคำสอนวิชา ศษ 361 วิธีสอนทั่วไป. กรุงเทพฯ: ภาควิชา
หลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สมนึก นนธิจันทร์. (2540). การเรียนการสอนการวัดและการประเมินผลจากสภาพจริงของ
ผู้เรียนโดยใช้ portfolio. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

สมศักดิ์ ภูวิภาดารวรรณ. (2537). เทคนิคการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ:
ไทยวัฒนาพานิช.

----- . (2542, พฤษภาคม-มิถุนายน). เทคนิคการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์. ข่าวสาร
กองบริการทางการศึกษา. 10(79) : 5-7.

----- . (2544). การยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและประเมินตามสภาพจริง : Learner
Centeredness [and] Authentic Assessment. กรุงเทพฯ: The Knowledge Center.

สายสุนีย์ กลิ่นสุคนธ์. (2545). ผลของการใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อ
ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
โรงเรียนป้อมนาคราชสวทยานนท์ อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ.
สารนิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สิริพร ทิพย์คง. (2544, กันยายน-ธันวาคม). การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับ
พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. ศึกษาสารปริทัศน์. 16(3) : 7-24.

สิริลักษณ์ วงษ์เพชร. (2542). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการ
คิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตาม
คู่มือครู. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สุดใจ ศรีจามร. (2542, เมษายน). กิจกรรมคณิตศาสตร์ที่เน้นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์.
ศูนย์บริการวิชาการ. 7(4) : 3-5.

สุพัตรา ฤกษ์บ้าย. (2544). ผลการใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือและการใช้สัญญาเงื่อนไข
ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
โรงเรียนไทยนิยมสงเคราะห์ สำนักงานเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร.

ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- สุพิน บุญชูวงศ์. (2538). **หลักการสอน**. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏสวนดุสิต.
- สุภาวดี ตั้งบุบผา. (2533). **การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรุงเทพมหานคร**. ปรินุญานินท์ กศ.ม. (การวัดผลทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุรศักดิ์ หลาบมาลา. (2541, มกราคม). การสอนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์. **วารสารวิชาการ**. 7(4) : 3-5.
- สุลัดดา ลอยฟ้า. (2541, มกราคม-สิงหาคม). การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ : การมีส่วนร่วมของผู้เรียน. **วารสารศึกษาศาสตร์**. 20(1) : 9-10.
- สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ. (2545). **21 วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการ**. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- ไสว พักขาว. (2544). **หลักการสอนสำหรับการเป็นครูมืออาชีพ**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์เอมพันธ์.
- สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. (2540). **ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด : ต้นแบบการเรียนรู้ทางด้าน หลักการ ทฤษฎีและแนวการปฏิบัติ**. กรุงเทพฯ: สำนักประเมินผลการจัดการศึกษา สำนักงานฯ.
- สำลี รักสุทธี. และคนอื่นๆ. (2544). **ตารางการวิเคราะห์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 : กลุ่มสาระการเรียนรู้**. กรุงเทพฯ: พ.ศ.พัฒนา.
- เสาวนีย์ ลิกขาบัณฑิต. (2538). **เทคโนโลยีทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- อรนุช ศรีสะอาด. (2543, กรกฎาคม). การวัดและประเมินผลการปฏิบัติงานของนักเรียน. **วารสารวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม**. 5(1) : 11-17.
- อรนุช อยู่ทิม: และคนอื่นๆ. (2543, มกราคม). การประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนในชั้นเรียนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. **วารสารวิชาการ**. 6(1) : 9-19.
- อารี พันธุ์มณี. (2543). **คิดอย่างสร้างสรรค์**. กรุงเทพฯ: ดันอ้อ 1999.
- . (2545). **ฝึกคิดให้เป็น คิดให้สร้างสรรค์**. กรุงเทพฯ: ไยไหม.
- . (2545, เมษายน). **บรรยากาศการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์**. **การศึกษา กทม**. 25(7) : 4-5.
- อารี มาลา. (2542). **การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลา โดยใช้เครื่องคิดเลขกราฟิก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเมืองกลาง จังหวัดภูเก็ต**. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยทางการศึกษา การศาสนาและการวัฒนธรรม กระทรวงศึกษาธิการ.

อารี หลวงนา. (2545, มกราคม-เมษายน). กลยุทธ์การสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์.
ครุทัศน์. 16(1) : 50-54.

อุษณีย์ โพธิสุข และคนอื่นๆ. (2544). สร้างสรรค์นักคิด : คู่มือการจัดการศึกษาสำหรับผู้ที่มี
ความสามารถพิเศษด้านทักษะความคิดระดับสูง. กรุงเทพฯ: รัตนพรชัย.

อุษณีย์ อนุรุทธวิวงศ์. (2545, กุมภาพันธ์). เด็กที่มีความสามารถพิเศษ : ความคิดสร้างสรรค์ :
การมองต่างมุมของนักวิชาการ. สานปฏิรูป. 4(47) : 94-96.

Balka, Donald S. (1974). Creative Ability in Mathematics. *Arithmetic Teacher*. 21(7) :
333-363.

Callahan, Joseph F., et al. (1998). *Teaching in Middle and Secondary Schools*. 3rd ed.
U.S.A.: MacMillan.

Cangelosi, James S. (2003). *Teaching Mathematics in Secondary and Middle School :
And Interactive Approach*. 3rd ed. New Jersey: Pearson Education.

Carin, Arthur. (1993). *Teaching Science Through Discovery*. 7th ed. U.S.A.: Macmillan.

Carroll, John. & Howieson, Noel. (1991, December). Recognizing Creative Thinking
Talent in Classroom. *Roper Review*. 14(2) : 68-71.

Castelline, David George. (1997, May). The Influences of Portfolio Assessment on
Teachers Expectation for Student. *Dissertation Abstracts International*. 57(11) :
4706-A.

Clements, Douglas. (1998). *Math in My World*. New York: McGraw-Hill.

Craft, Anna. (2000). *Creativity Across the Primary Curriculum*. London and New York:
Talor & Francis Group.

Darling-Hammond, L., et al. (1995). *Authentic Assessment in Action : Study of Schools
and Students at Work*. New York: Teacher College.

De Bono, E. (1970). *Lateral Thinking : a Textbook of Creativity*. London: Wade Look
Education.

Driscoll, Marcy P. (1994). *Psychology of Learning for Instruction*. Boston: Allyn and Bacon.

Finn. Kelly F., et al. (2003). Teacher Variables That Relate to Student Achievement
When Using a Standards-Based Curriculum. *Journal for Research in
Mathematics Education*. 34(3) : 228-A.

Good, Carter V. (1973). *Dictionary of Education*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill.

- Goodman, Billie W. (1992). **Five College Students' Involvement in Creating Mathematics and the Resulting Effects on Their Perceptions of the Nature of Mathematics, on Their Perceptions of Their Creative Ability, and on Their Creative Behavior.** (Online). Available: <http://thailis.uni.et.th>; DAO. July 24, 2003.
- Gordon, W.J.J. (1961). **Synectics.** New York: Harper & Row.
- Gredler, Margaret E. (1997). **Learning and Instruction Theory into Practice.** 3rd ed. New Jersey: Prentice-Hall.
- Grinstein & Lipsey. (2001). **Encyclopedia of Mathematics Education.** New York: Routledge Falmer.
- Guilford, J.P. (1967). **The Nature of Human Intelligence.** New York: McGraw-Hill.
- Guilford, J.P. & Ralph Hoepfner. (1971). **The Analysis of Human Intelligence.** New York: McGraw-Hill.
- Jensen, Linda Rae. (1973). The Relationships Among Mathematical Creativity, Numerical Aptitude and Mathematical Achievement. **Dissertation Abstracts International.** 2168-A.
- Kissane, V. Barry. (1988, October). ¹⁰⁶²Mathematical Investigation : Description Rational and Example, ¹⁰⁶²**Mathematics Teacher.** 81(7) : 520-528.
- Lason, Anne M. (1997, May). Portfolio Assessment of Student Achievement at Baccalaureate. **Dissertation Abstracts International.** 57(11) : 4748-A.
- Martin, Ralph E., et al. (1994). **Teaching Science for All Children.** Boston: Allyn and Bacon.
- McGregor, Gerlad E. (2001). **Creative Thinking Instruction for a College Study Skills Program : A Case Study.** (Online). Available: <http://thailis.uni.et.th>; DAO. June 4, 2003.
- Moore, Kenneth D & Quinn, Cheri. (1994). **Secondary Instructional Method.** Wm.C.Brown: Communications.
- Orton, Antrany. (1987). **Learning Mathematics : Issues, Theory and Classroom Practice.** London: Cassell Education.
- Osborn, Alex F. (1957). **Applied Imagination.** N.Y.C.: Scribner.
- Polya, Gyorgy. (1957). **How to Solve It : a new aspect of Mathematical method.** New York: Doubleday.
- Prescott, Banial A. (1961). Report of Conference on Child Student. **Education Bulletin.** Bangkok : Faculty of Education. Chulalongkorn University.

- Prielipp, Thomas. (1976). **Cognitive Classroom Learning Understanding, Thinking, and Problem Solving**. London: Academic Press.
- Raywat, D.S. & Gupta, S.L. (1970). Educational Wastage at the Primary Level. **A Handbook For Teachers**. New Delhi: S.K.Kitchula at Nalanda.
- Reys, Robert., et al. (2003). Assessing the Impact of Standards-Based Middle Grades Mathematics Curriculum Materials on Student Achievement. **Journal for Research in Mathematics Education**. 34(1) : 74-A.
- Riordan, Julie E. & Noyce, Pendred E. (2001). The Impacts of Standards-Based Mathematics Curricula on Student Achievement in Massachusetts. **Journal for Research in Mathematics Education**. 32(4) : 368-A.
- Roy, S. (1982). Mathematical Creative—Can It Be Taught at Early Age? **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**. 13(2) : 307–314.
- Smith, James A. (1967). **Creative Teaching of the Social Studies in the Elementary School**. New York: Allyn and Bacon.
- Suchman, M.A. (1964). Teaching Mathematics and Thinking. **Arithmetic Teacher**. 37(8) : 36-37.
- Thomson, Denisse R. (2001). The Effects of Curriculum on Achievement in Second-Year Algebra: The Example of Chicago School Mathematics. **Journal for Research in Mathematics Education**. 32(1) : 58-A.
- Thomson, Heather Anne. (2000). Investigating and Representing Inquiry in a College Mathematics Course. **Dissertation Abstracts International**. p. 61-10B.
- Torrance, Paul E. (1962). **Guiding Creative Talent**. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
- . (1965). **What Research Says to the Teachers in Creativity**. Washington D.C.: Association of Class Teachers of the National Education Association.
- Wallach, Michell. (1971). **The Creativity-Intelligence**. New York: General Learning.
- William, Edward P. (1971, August). A Mastery Learning Strategy for College Freshmen Mathematics. **Dissertation Abstracts International**. 32(2) : 841-A.
- Wilson, D.B. (1978). A Report on the Use of Structured Tutorials as a Mean to Creative Thinking. **Educational Science Technology**. 9(4) : 423–432.

- Wilson, James W. (1971). Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics. in **Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning.** p. 643-696. Bloom, Benjamin S. (eds.). New York: McGraw-Hill.
- Wilson, Robert C. (1958). **Education of Gifted.** Chicago: The University of Chicago.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผลการวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. ตารางค่า $\sum x_i$ ค่า $\sum x_i^2$ ค่า s_i และค่าความเชื่อมั่น (α -coefficient) ของแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
2. ตารางค่า $\sum x_i$ ค่า $\sum x_i^2$ ค่า s_i และค่าความเชื่อมั่น (α -coefficient) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 2
3. ตารางแสดงค่าความยาก (P_E) และอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 2
4. คะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 30 คน
5. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 30 คน

ตาราง 9 ค่า $\sum x_i$ ค่า $\sum x_i^2$ ค่า s_i และค่าความเชื่อมั่น (α -coefficient) ของแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ข้อที่	$\sum x_i$	$\sum x_i^2$	s_i
1	828	6882	0.26
2	835	6997	0.25
3	726	5292	0.21
4	676	4596	0.26
5	820	6752	0.28
6	800	6428	0.28
7	729	5335	0.20
8	678	4614	0.17
9	813	6637	0.27
10	794	6332	0.27
			$\sum s_i = 2.45$

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right\}$$

เนื่องจาก $n = 10$; $\sum S_i^2 = 2.45$ และ $S_t^2 = 7.30$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น} \quad \alpha &= \frac{10}{10-1} \left\{ 1 - \frac{2.45}{7.3} \right\} \\ &= \frac{10}{9} \{ 1 - 0.33 \} \\ &= \frac{10}{9} (0.67) \\ &= 0.74 \end{aligned}$$

เมื่อ α แทน สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น

n แทน จำนวนข้อสอบ

S_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนของข้อสอบทั้งฉบับ

ตาราง 10 ค่า $\sum x_i$ ค่า $\sum x_i^2$ ค่า s_i^2 และค่าความเชื่อมั่น (α -coefficient) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 2

ข้อที่	$\sum x_i$	$\sum x_i^2$	s_i^2
1	355	1285	0.25
2	337	1165	0.29
3	326	1092	0.29
4	324	1078	0.28
5	331	1125	0.29
6	333	1131	0.22
7	331	1117	0.21
8	323	1081	0.38
9	331	1129	0.33
10	320	1048	0.24
			$\sum s_i^2 = 2.78$

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

$$\alpha = \frac{10}{10-1} \left\{ 1 - \frac{\sum s_i^2}{S_t^2} \right\}$$

เนื่องจาก $n = 10$; $\sum S_i^2 = 2.78$ และ $S_t^2 = 10.10$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น } \alpha &= \frac{10}{10-1} \left\{ 1 - \frac{2.78}{10.10} \right\} \\ &= \frac{10}{9} \{ 1 - 0.27 \} \\ &= 0.81 \end{aligned}$$

เมื่อ α แทน สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น

n แทน จำนวนข้อสอบ

S_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนของข้อสอบทั้งฉบับ

ตาราง 11 แสดงค่าความยาก (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 2

ข้อที่	P_E	D	ผลการพิจารณา	ข้อที่	P_E	D	ผลการพิจารณา
1	0.67	0.50	คัดไว้	11	0.14	0.20	ตัดทิ้ง
2	0.70	0.41	คัดไว้	12	0.41	0.35	คัดไว้
3	0.39	0.44	ตัดทิ้ง	13	0.51	0.17	คัดไว้
4	0.42	0.26	ตัดทิ้ง	14	0.65	0.38	ตัดทิ้ง
5	0.72	0.27	ตัดทิ้ง	15	0.70	0.26	คัดไว้
6	0.70	0.39	คัดไว้	16	0.67	0.38	คัดไว้
7	0.61	0.26	คัดไว้	17	0.59	0.25	คัดไว้
8	0.37	0.27	ตัดทิ้ง	18	0.62	0.56	ตัดทิ้ง
9	0.71	0.35	ตัดทิ้ง	19	0.64	0.54	คัดไว้
10	0.28	0.21	ตัดทิ้ง	20	0.00	0.00	ตัดทิ้ง

ตาราง 12 คะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 30 คน

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง		คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	
			D	D ²				D	D ²
1	44	79	35	1225	16	70	116	46	2116
2	57	107	50	2500	17	57	100	43	1849
3	48	84	36	1296	18	79	144	35	1225
4	50	75	25	625	19	57	83	26	676
5	48	90	42	1764	20	34	65	31	961
6	51	103	52	2704	21	57	72	15	225
7	34	63	29	841	22	67	112	45	2025
8	44	86	42	1764	23	60	100	40	1600
9	52	74	22	484	24	68	103	35	1225
10	60	103	43	1849	25	56	99	43	1849
11	55	80	25	625	26	63	123	60	3600
12	54	99	45	2025	27	74	115	41	1681
13	61	100	39	1521	28	65	97	32	1024
14	60	109	49	2401	29	53	115	62	3844
15	57	96	39	1521	30	50	96	46	2116

สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐานทดสอบความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าที่พิจารณาใน t - Distribution
 $\sum D^2$ แทน ผลรวมของผลต่างของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
 $(\sum D)^2$ แทน ผลรวมของผลต่างของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
 N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
 df แทน $N-1$

เนื่องจาก $\sum D = 1,922$; $\sum D^2 = 129,258$; $(\sum D)^2 = 3,694,084$; $N = 30$

$$\begin{aligned}
 \text{ดังนั้น} \quad t &= \frac{1,922}{\sqrt{\frac{30(129,258) - 3,694,084}{30 - 1}}} \\
 &= \frac{1,922}{\sqrt{\frac{3,877,740 - 3,694,084}{29}}} \\
 &= \frac{1,922}{\sqrt{\frac{183,656}{29}}} \\
 &= \frac{1,922}{79.58} \\
 &= 24.15
 \end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.462
ที่ระดับนัยสำคัญที่ .01 เมื่อ $df = 30 - 1 = 29$)

ตาราง 13 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 2 ก่อนเรียนและ
หลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 30 คน

คะแนนเต็ม 40 คะแนน									
คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง		คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	
			D	D ²				D	D ²
1	16	31	15	225	16	22	32	10	100
2	11	20	8	64	17	21	25	4	16
3	16	27	11	121	18	32	38	6	36
4	12	24	12	144	19	2	18	16	256
5	13	24	11	121	20	10	20	10	100
6	16	26	10	100	21	15	28	13	169
7	10	20	10	100	22	31	35	4	16
8	15	22	7	49	23	21	36	15	225
9	15	36	21	441	24	23	35	12	144
10	18	33	15	225	25	31	37	6	36
11	15	20	5	25	26	25	40	15	225
12	14	26	12	144	27	11	22	11	121
13	15	23	8	64	28	20	33	13	169
14	14	22	8	64	29	12	34	22	484
15	24	36	12	144	30	24	29	5	25

สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐานทดสอบความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าที่พิจารณาใน t - Distribution
 $\sum D^2$ แทน ผลรวมของผลต่างของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
 $(\sum D)^2$ แทน ผลรวมของผลต่างของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
 N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
 df แทน $N-1$

เนื่องจาก $\sum D = 327$; $\sum D^2 = 4,153$; $(\sum D)^2 = 106,929$; $N = 30$

ดังนั้น

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{327}{\sqrt{\frac{30(4,153) - 106,929}{30 - 1}}} \\
 &= \frac{327}{\sqrt{\frac{124,590 - 106,929}{29}}} \\
 &= \frac{327}{\sqrt{\frac{17,661}{29}}} \\
 &= \frac{327}{24.677} \\
 &= 13.25
 \end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.462 ที่ระดับนัยสำคัญที่ .01 เมื่อ $df = 30 - 1 = 29$)

ภาคผนวก ข

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ 2
2. ตัวอย่างแบบประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของนักเรียน
3. ตัวอย่างแบบประเมินทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์
4. ตัวอย่างแบบประเมินผลงานกลุ่ม

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง "การประยุกต์ 2"



ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

โดย

นางสาวกชกร รุ่งหัวไผ่

นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
(การสอนคณิตศาสตร์)

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพิ่มเติม
ช่วงชั้นที่ 3 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ 2
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายวิชา คณิตศาสตร์เพิ่มเติม

ระดับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ภาคเรียนที่ 2

ปีการศึกษา 2546

เรื่อง การประยุกต์ของจำนวนและพีชคณิต

จำนวน 2 ชั่วโมง

1. จุดประสงค์การเรียนรู้

1.1 ด้านความรู้ นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับเศษส่วนและทศนิยมไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้

1.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ นักเรียนสามารถ

1.2.1 แก้ปัญหา

1.2.2 ให้เหตุผล

1.2.3 สื่อสาร และนำเสนอ

1.2.4 เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

1.2.5 คิดริเริ่มสร้างสรรค์

1.3 ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์

1.3.1 ความรับผิดชอบ

1.3.2 ความมีระเบียบวินัย

1.3.3 การทำงานอย่างเป็นระบบ รอบคอบ

2. สาระการเรียนรู้

การบวกและการลบเศษส่วน

1. การบวกและการลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากัน ให้นำตัวเลขมาบวกหรือลบกัน โดยที่ตัวส่วนคงเดิม

ตัวอย่างเช่น

$$1) \frac{1}{5} + \frac{2}{5} = \frac{3}{5}$$

$$2) \frac{7}{16} - \frac{5}{16} = \frac{2}{16} = \frac{1}{8}$$

2. การบวกและการลบเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน ให้ทำตัวส่วนของเศษส่วน
ทุกจำนวนเท่ากันก่อน แล้วจึงนำตัวเลขมาบวกหรือลบกัน

ตัวอย่างเช่น

$$1) \frac{2}{7} + \frac{2}{5} = \frac{2 \times 5}{7 \times 5} + \frac{2 \times 7}{5 \times 7} = \frac{10}{35} + \frac{14}{35} = \frac{24}{35}$$

$$2) \frac{1}{2} - \frac{5}{11} = \frac{1 \times 11}{2 \times 11} - \frac{5 \times 2}{11 \times 2} = \frac{11}{22} - \frac{10}{22} = \frac{1}{22}$$

การคูณและการหารเศษส่วน

1. การคูณเศษส่วน ให้นำตัวเลขคูณตัวเลข และคูณตัวส่วนกับตัวส่วน

ตัวอย่างเช่น

$$1) \frac{7}{25} \times \frac{5}{21} = \frac{7 \times 5}{25 \times 21} = \frac{35}{525} = \frac{1}{15}$$

2. การหารเศษส่วน ให้นำจำนวนนั้นคูณกับส่วนกลับของเศษส่วนที่เป็นตัวหาร

ตัวอย่างเช่น

$$1) \frac{1}{2} \div \frac{5}{8} = \frac{1}{2} \times \frac{8}{5} = \frac{1 \times 8}{2 \times 5} = \frac{8}{10} = \frac{4}{5}$$

การบวกและการลบทศนิยม

การบวกและการลบทศนิยม ใช้หลักการเช่นเดียวกันกับการบวกและการลบจำนวนนับ
นั่นคือ ให้บวกหรือลบจำนวนที่อยู่ในหลักเดียวกัน

ตัวอย่างเช่น

$$1) 12.35 + 0.059 = 12.409$$

$$2) 482.1 - 57.48 = 324.62$$

$$\begin{array}{r} 12.350 \\ + 0.059 \\ \hline 12.409 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 482.10 \\ - 57.48 \\ \hline 324.62 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0.059 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 157.48 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 12.409 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 324.62 \\ \hline \end{array}$$

การคูณและการหารทศนิยม

1. การคูณทศนิยม อาจใช้ความรู้เรื่องเศษส่วนช่วยในการหาผลคูณได้หรืออาจใช้
หลักการเช่นเดียวกับการคูณจำนวนนับ แล้วใส่จุดทศนิยมที่ผลคูณ ให้จำนวนตำแหน่งทศนิยมของ
ผลคูณเท่ากับผลบวกของจำนวนตำแหน่งทศนิยมทั้งสองจำนวนที่นำมาคูณกัน

ตัวอย่างเช่น

$$1) 1.2 \times 0.4 = \frac{12}{10} \times \frac{4}{10} = \frac{48}{100} = 0.48 \text{ (การคูณโดยใช้ความรู้เรื่องเศษส่วน)}$$

$$\begin{array}{c}
 2) \quad 1.2 \times 0.4 = 0.48 \\
 \begin{array}{ccc}
 \uparrow & \uparrow & \uparrow \\
 1 \text{ ตำแหน่ง} & 1 \text{ ตำแหน่ง} & 2 \text{ ตำแหน่ง}
 \end{array}
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{c} 2) \quad 1.2 \times 0.4 = 0.48 \\ \uparrow \quad \uparrow \quad \uparrow \\ 1 \text{ ตำแหน่ง} \quad 1 \text{ ตำแหน่ง} \quad 2 \text{ ตำแหน่ง} \end{array}} \right\} \text{การคูณเช่นเดียวกับจำนวนนับ}$$

2. การหารทศนิยม อาจใช้ความรู้เรื่องเศษส่วน หรืออาจใช้หลักการหารจำนวนนับในการหาผลหาร

ตัวอย่างเช่น

$$1) \quad 1.44 \div 0.6 = \frac{144}{100} \div \frac{6}{10} = \frac{144}{100} \times \frac{10}{6} = \frac{1440}{600} = \frac{24}{10} = 2.4$$

$$2) \quad 44.1 \div 3 = 14.7$$

$$\begin{array}{r}
 14.7 \\
 3 \overline{) 44.1} \\
 \underline{3} \\
 14 \\
 \underline{12} \\
 21 \\
 \underline{21} \\
 00
 \end{array}$$

3. การหารทศนิยมด้วยทศนิยม อาจทำได้โดยเปลี่ยนตัวหารเป็นจำนวนนับก่อน แล้วจึงหาผลหาร

ตัวอย่างเช่น

$$1) \quad 2.015 \div 0.05 = 201.5 \div 5 = 40.3$$

การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเศษส่วนและทศนิยม มีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ทำความเข้าใจโจทย์ แล้วพิจารณา
 - 1.1 สิ่งที่โจทย์ต้องการ
 - 1.2 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้
2. วางแผนการแก้ปัญหา อาจทำได้โดย
 - 2.1 วาดภาพประกอบ
 - 2.2 ทำตาราง
 - 2.3 เขียนแผนผังหรือแผนภูมิ ฯลฯ
3. ดำเนินการแก้ปัญหา
4. ตรวจสอบคำตอบ

ตัวอย่างเช่น วันแรกอ่านหนังสือได้ $\frac{1}{3}$ ของจำนวนหน้าทั้งหมด วันที่สองอ่านได้ 18 หน้า รวม 2 วัน อ่านหนังสือได้ครึ่งเล่มพอดี หนังสือเล่มนี้มีกี่หน้า

วิธีทำ	วันแรกอ่านหนังสือได้	$\frac{1}{3}$	ของจำนวนหน้าทั้งหมด
	วันที่สองอ่านได้	$\frac{1}{2}$	ของจำนวนหน้าทั้งหมด
ดังนั้น	วันที่สองอ่านหนังสือได้	$\frac{1}{2} - \frac{1}{3}$	ของจำนวนหน้าทั้งหมด
		$= \frac{3-2}{6}$	ของจำนวนหน้าทั้งหมด
		$= \frac{1}{6}$	ของจำนวนหน้าทั้งหมด
	$\frac{1}{6}$ ของเล่มคิดเป็น	18	หน้า
	1 ส่วนคิดเป็น	18	หน้า
	6 ส่วนคิดเป็น	$6 \times 18 = 108$	หน้า
	นั่นคือ หนังสือเล่มนี้มี 108 หน้า		

ตรวจคำตอบ

ให้หนังสือเล่มนี้มี	108	หน้า
วันแรกอ่านได้	$\frac{1}{3} \times 108 =$	36
วันที่สองอ่านได้	$\frac{1}{6} \times 108 =$	18
รวม 2 วัน อ่านได้	$\frac{1}{2} \times 108 =$	54
∴ หนังสือเล่มนี้มี	$36 + 18 =$	54 ซึ่งเป็นจริง
เพราะฉะนั้น หนังสือเล่มนี้มี	108	หน้า

3. กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

1. ทบทวนความรู้เกี่ยวกับการบวก ลบ คูณ และหารเศษส่วน โดยให้นักเรียนฝึกทำกิจกรรมที่ 1 “ปริศนาจำนวนไขว้” แล้วร่วมกันเฉลย
2. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ

3. แบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 5 คน โดยใช้บัตรคำ
 4. ครูยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาโดยใช้แผ่นโปรงใสที่ 1 เรื่อง "สวนของลุงแก้ว" แล้วให้นักเรียนร่วมกันสังเกตและอภิปรายซักถามปัญหาดังกล่าว
 5. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ โดยการเขียนแนวคิดในการหาคำตอบ อาจวาดภาพประกอบ ทำตาราง หรือเขียนแผนผัง
 6. ครูสุ่มนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลงาน แล้วร่วมกันอภิปรายซักถาม ครูตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง
 7. ครูกับนักเรียนร่วมกันสรุปแนวทางในการแก้ปัญหา โดยการถามตอบประกอบการใช้แผ่นโปรงใสที่ 2
 8. ครูแจกใบกิจกรรมที่ 2 "ความยาวเชือก" และอุปกรณ์ที่ใช้ (เชือก, ดลัดเมตร) แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มฝึกปฏิบัติ
 9. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลย พร้อมทั้งอภิปรายซักถาม
- ชั่วโมงที่ 2**
1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายซักถามเกี่ยวกับเกร็ดความรู้ เรื่อง "กำเนิดทศนิยม"
 2. ทบทวนความรู้เกี่ยวกับการบวก ลบ คูณ และหารทศนิยม โดยฝึกทำกิจกรรมที่ 3 "จัดรูสมหัตถ์จรรย" แล้วช่วยกันเฉลย พร้อมทั้งร่วมกันอภิปรายซักถาม
 3. ครูยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาโดยใช้แผ่นโปรงใสที่ 3 เรื่อง "ความจุของถังน้ำ" ให้นักเรียนร่วมกันสังเกตและอภิปรายซักถามปัญหาดังกล่าว
 4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแก้ปัญหา จากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้
 5. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอ แล้วให้เพื่อนกลุ่มอื่นร่วมอภิปรายซักถาม โดยครูเป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง
 6. ครูกับนักเรียนร่วมกันสรุปแนวทางในการแก้ปัญหา โดยการถามตอบประกอบการใช้แผ่นโปรงใส
 7. นักเรียนฝึกทำกิจกรรมที่ 4 "ประลองปัญญาด้วยปัญหาคณิต"
 8. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลย พร้อมทั้งอภิปรายซักถาม

4. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

- | | |
|---|--|
| 4.1 เกร็ดความรู้ เรื่อง "กำเนิดทศนิยม" | 4.6 แผ่นโปรงใสที่ 1 เรื่อง "สวนของลุงแก้ว" |
| 4.2 ใบกิจกรรมที่ 1 "ปริศนาจำนวนไขว้" | 4.7 แผ่นโปรงใสที่ 2 |
| 4.3 ใบกิจกรรมที่ 2 "ความยาวเชือก" | 4.8 แผ่นโปรงใสที่ 3 เรื่อง "ความจุของถังน้ำ" |
| 4.4 ใบกิจกรรมที่ 3 "จัดรูสมหัตถ์จรรย" | 4.9 บัตรคำ |
| 4.5 ใบกิจกรรมที่ 4 "ประลองปัญญาด้วยปัญหาคณิต" | 4.10 ดลัดเมตร |
| | 4.11 เชือก |

5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดผล	การประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้
1. ตรวจสอบการทำใบกิจกรรมที่ 1-4	ถูกต้อง 80% ขึ้นไป	-ใบกิจกรรมที่ 1-4
2. สังเกตจากการร่วมกิจกรรม	คะแนนรวม 80% ขึ้นไป	-แบบประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ -แบบประเมินทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์
3. ตรวจสอบผลงาน	ผ่านเกณฑ์ 80% ขึ้นไป	-แบบประเมินผลงานกลุ่ม

6. บันทึกหลังสอน

.....

.....

.....

7. ข้อเสนอแนะ

.....

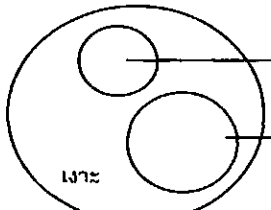
.....

.....

แผ่นโปรงใสที่ 1 เรื่อง “สวนลุงของแก้ว”

สวนลุงแก้วมีมะม่วงคิดเป็น $\frac{1}{4}$ ของต้นไม้ทั้งหมด มีองุ่นคิดเป็น $\frac{2}{3}$ ของต้นไม้ทั้งหมด ส่วนต้นไม้ที่เหลือเป็นเงาะ สวนลุงแก้วมีเงาะคิดเป็นเศษส่วนเท่าไรของต้นไม้ทั้งหมด

แนวการคิดและคำตอบ

ลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา	วิธีทำ
(1) ทำความเข้าใจปัญหา <pre> graph LR A[สิ่งที่โจทย์ต้องการ] --> B[เงาะคิดเป็นเศษส่วนเท่าไรของต้นไม้ทั้งหมด] C[สิ่งที่โจทย์กำหนดให้] --> D["-มะม่วงคิดเป็น $\frac{1}{4}$ ของต้นไม้ทั้งหมด -องุ่นคิดเป็น $\frac{2}{3}$ ของต้นไม้ทั้งหมด"] </pre>	สวนลุงแก้วมี มะม่วงคิดเป็น $\frac{1}{4}$ ของต้นไม้ทั้งหมด องุ่นคิดเป็น $\frac{2}{3}$ ของต้นไม้ทั้งหมด ส่วนต้นไม้ที่เหลือเป็นเงาะ
(2) วางแผน โดยวาดภาพประกอบ 	
(3) ดำเนินการแก้ปัญหา	ดังนั้น สวนลุงแก้วมีเงาะคิดเป็น $1 - \left(\frac{1}{4} + \frac{2}{3} \right) = 1 - \left(\frac{3+8}{12} \right)$ $= \frac{12-11}{12} = \frac{1}{12}$ เงาะคิดเป็น $\frac{1}{12}$ ของต้นไม้ทั้งหมด มะม่วงคิดเป็น $\frac{1}{4}$ ของต้นไม้ทั้งหมด องุ่นคิดเป็น $\frac{2}{3}$ ของต้นไม้ทั้งหมด
(4) ตรวจสอบคำตอบ	สวนลุงแก้วมีต้นไม้ทั้งหมด $1 = \frac{1}{4} +$ $\frac{2}{3} + \frac{1}{12}$

แผนโปร่งใสที่ 2

การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเศษส่วนและทศนิยม

การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเศษส่วนและทศนิยม มีลำดับขั้นตอนดังนี้

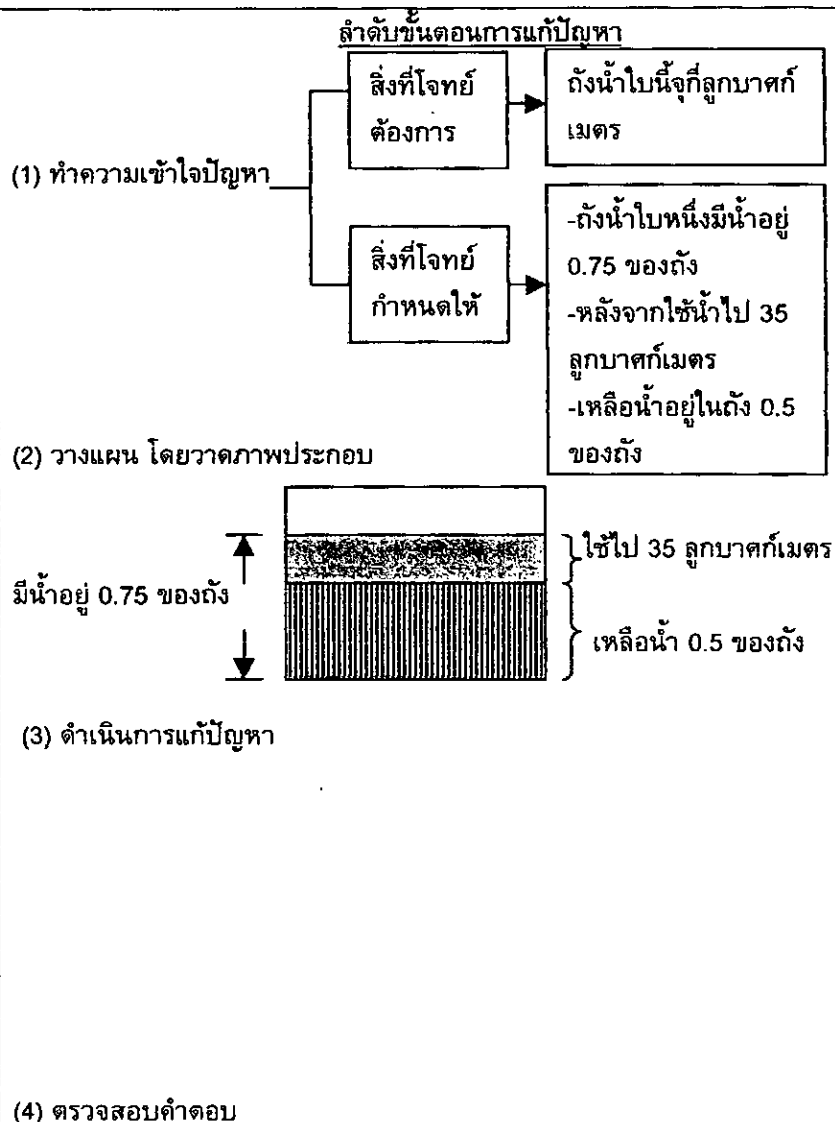
1. ทำความเข้าใจโจทย์ แล้วพิจารณา
 - 1.1 สิ่งที่โจทย์ต้องการ
 - 1.2 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้
2. วางแผนการแก้ปัญหา อาจทำได้โดย
 - 2.1 วาดภาพประกอบ
 - 2.2 ทำตาราง
 - 2.3 เขียนแผนผังหรือแผนภูมิ ฯลฯ
3. ดำเนินการแก้ปัญหา
4. ตรวจสอบคำตอบ



แผ่นโปรงใสที่ 3 เรื่อง “ความจุของก้นน้ำ”

ก้นน้ำใบหนึ่งมีน้ำอยู่ 0.75 ของก้น หลังจากใช้น้ำไป 35 ลูกบาศก์เมตร เหลือน้ำอยู่ในก้น 0.5 ของก้น ก้นน้ำใบนี้จุน้ำกี่ลูกบาศก์เมตร

แนวทางการคิดและคำตอบ



วิธีทำ

ก้นน้ำใบหนึ่งมีน้ำอยู่ 0.75 ของก้น หลังจากใช้น้ำไป 35 ลูกบาศก์เมตร เหลือน้ำอยู่ในก้น 0.5 ของก้น

ดังนั้น ใช้น้ำไป $0.75 - 0.5 = 0.25$ ของก้น

0.25 ของก้น คิดเป็นน้ำ 35 ลบ.ชม.

$(\frac{25}{100} = \frac{1}{4})$ ของก้นคิดเป็นน้ำ 35 ลบ.ชม.)

นั่นคือ 1 ส่วน จะจุน้ำ 35 ลบ.ชม.

ดังนั้น 4 ส่วน จะจุน้ำ $35 \times 4 = 140$ ลบ.ชม.

ตรวจสอบ ถ้าก้นน้ำใบนี้จุ 140 ลบ.ชม.

มีน้ำอยู่ $0.75 \times 140 = 105$ ลบ.ชม.

ใช้น้ำไป 35 ลบ.ชม.

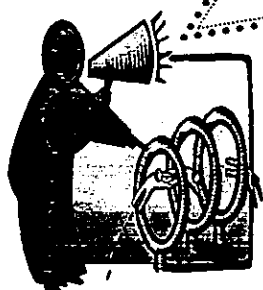
เหลือน้ำ $105 - 35 = 70$ ลบ.ชม.

คิดเป็นน้ำ $\frac{70}{140} = 0.5$ ของก้น (เป็นจริง)

เกร็ดความรู้ เรื่อง “กำเนิดทศนิยม”

เรื่องระบบทศนิยมมีคนกล่าวในผลงานของ Bhaskara นักคณิตศาสตร์ผู้มีชีวิตอยู่ในสมัยระหว่างคริสต์ศตวรรษที่ 12 อย่างไรก็ดีมีเหตุผลที่พอนำเชื่อถือได้ว่า คงจะมีผู้รู้เรื่องระบบทศนิยมอยู่บ้างก่อนหน้านี้มาแล้ว เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่าห้าศตวรรษในตอนปลายของคริสต์ศตวรรษที่ 16 ชาวฮอลันดาคนหนึ่งมีนามว่า Stevinus เขาได้ใช้เครื่องแสดงระบบทศนิยมโดยเขียน 0, 1, 2, 3,... บรรจุไว้ในวงเล็บเล็กๆ แล้วนำไปใส่กำกับไว้ข้างท้ายจำนวนเต็มหน่วยและทศนิยมตำแหน่งที่หนึ่งที่สองที่สาม... ตามลำดับ

ตัวอย่าง 25 (0) 3 (1) 7 (2) 9 (3) มีความหมายเท่ากับ 25.379 โดยเหตุที่การเขียนแบบของ Stevinus ดูไม่กระต๊าก จึงมีผู้พยายามหาวิธีดัดแปลงเสียใหม่ให้รัดกุม ในการนี้ John Napier นักปราชญ์ชาวสก็อต ได้เสนอแนะให้ใช้จุดเล็กๆ เขียนเติมลงไปในช่วงระหว่างจำนวนเต็มหน่วยกับจำนวนที่เป็นเศษเหลือกว่าจะมีผู้นำเอาจุดทศนิยมที่ Napier บัญญัติในตอนคริสต์ศตวรรษที่ 19 ไปใช้ อย่างแพร่หลายนั้น มีข้อที่ควรสังเกตว่าจะรอจังหวะอยู่นานนับหนึ่งศตวรรษทีเดียว



ใบกิจกรรมที่ 1

“ปริศนาจำนวนไขว้”

ชื่อ ชั้น เลขที่

คำชี้แจง ให้นักเรียนหาผลลัพธ์ในแต่ละข้อต่อไปนี้ แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้มาเติมลงในช่องว่าง

ก	ข		ง	จ
ค			ฉ	
		ช		
ซ	ณ			ฎ
ญ			ฏ	

แนวตั้ง	แนวนอน
ก. $\frac{4}{5} \times 55$	ก. $12 \times 3\frac{1}{2}$
ข. $10\frac{1}{2} - 8\frac{1}{2}$	ค. $\frac{1}{2} \times 9$
ง. $8\frac{2}{3} \times 4\frac{1}{4}$	ง. $40\frac{2}{3} - 9\frac{2}{3}$
จ. $\frac{2}{3} \times \frac{1}{2}$	ฉ. $2\frac{2}{3} + 2\frac{1}{6} + 1\frac{1}{2}$
ช. $\frac{3}{4} + \frac{5}{6} + \frac{7}{12}$	ช. $3 - \frac{1}{6}$
ซ. $9 \div \frac{1}{3}$	ซ. $\frac{5}{6} \times 29$
ณ. $7\frac{1}{4} - 2\frac{3}{4}$	ญ. $2 \div \frac{4}{15}$
ฎ. $4\frac{1}{2} - 1\frac{3}{5}$	ฏ. $5 + \frac{9}{10}$

เฉลยใบกิจกรรมที่ 1



4	2		3	1
4	$\frac{1}{2}$		6	$\frac{1}{3}$
		2	$\frac{5}{6}$	
2	4	$\frac{1}{6}$		2
7	$\frac{1}{2}$		5	$\frac{9}{10}$

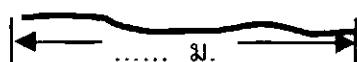
ใบกิจกรรมที่ 2

“ความยาวเชือก”

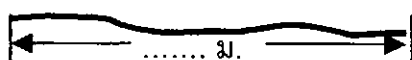
ชื่อกลุ่ม ชั้น

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติกิจกรรมต่อไปนี้ แล้วบันทึกผลการทำกิจกรรม พร้อมทั้งแสดงแนวความคิดในการแก้ปัญหาดังกล่าว

เชือกเส้นที่ 1



เชือกเส้นที่ 2



เชือกเส้นที่ 3



1. เชือกทั้งสามเส้น มีความยาวเส้นละเท่าไร

.....

.....

.....

2. นำเชือกทั้งสามเส้นมาผูกต่อกันให้เป็นเชือกเส้นเดียว เชือกเส้นที่ต่อแล้วจะมีความยาวเท่าไร

.....

.....

.....

3. ปมรอยต่อของเชือกแต่ละปมยาวเท่าไร

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 3

“จิตรสมหัตถ์จรรย”

ชื่อ ชั้น เลขที่

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมตัวเลขที่กำหนดให้ในแต่ละช่องลงในช่องว่าง โดยให้ผลบวกของจำนวนในแนวนอน แนวตั้ง และแนวทแยงมุม เท่ากัน พร้อมทั้งหาผลรวมของแต่ละแนวด้วย

(1) <table border="1" style="margin: 10px auto; text-align: center;"> <tr><td>1.2</td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>1.5</td><td></td></tr> <tr><td>2.4</td><td>0.3</td><td>1.8</td></tr> </table> ผลรวมเท่ากับ.....	1.2				1.5		2.4	0.3	1.8	(4) <table border="1" style="margin: 10px auto; text-align: center;"> <tr><td></td><td></td><td>1.8</td></tr> <tr><td></td><td>2.0</td><td></td></tr> <tr><td>2.2</td><td></td><td>1.7</td></tr> </table> ผลรวมเท่ากับ.....			1.8		2.0		2.2		1.7
1.2																			
	1.5																		
2.4	0.3	1.8																	
		1.8																	
	2.0																		
2.2		1.7																	
(2) <table border="1" style="margin: 10px auto; text-align: center;"> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0.9</td><td>0.8</td><td>0.7</td></tr> <tr><td>0.5</td><td></td><td></td></tr> </table> ผลรวมเท่ากับ.....				0.9	0.8	0.7	0.5			(5) <table border="1" style="margin: 10px auto; text-align: center;"> <tr><td>0.6</td><td></td><td>0.4</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1.0</td><td>0.3</td><td>0.8</td></tr> </table> ผลรวมเท่ากับ.....	0.6		0.4				1.0	0.3	0.8
0.9	0.8	0.7																	
0.5																			
0.6		0.4																	
1.0	0.3	0.8																	
(3) <table border="1" style="margin: 10px auto; text-align: center;"> <tr><td></td><td>0.7</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>0.9</td><td></td></tr> <tr><td>1.0</td><td>1.1</td><td>0.6</td></tr> </table> ผลรวมเท่ากับ.....		0.7			0.9		1.0	1.1	0.6	(6) <table border="1" style="margin: 10px auto; text-align: center;"> <tr><td></td><td></td><td>1.7</td></tr> <tr><td></td><td>1.6</td><td>1.2</td></tr> <tr><td>1.5</td><td></td><td></td></tr> </table> ผลรวมเท่ากับ.....			1.7		1.6	1.2	1.5		
	0.7																		
	0.9																		
1.0	1.1	0.6																	
		1.7																	
	1.6	1.2																	
1.5																			

เฉลยใบกิจกรรมที่ 3

(1)

1.2	2.7	0.6
0.9	1.5	2.1
2.4	0.3	1.8

ผลรวมเท่ากับ 4.5

(4)

2.3	1.9	1.8
1.5	2.0	2.5
2.2	2.1	1.7

ผลรวมเท่ากับ 6.0

(2)

1.0	0.3	1.1
0.9	0.8	0.7
0.5	1.3	0.6

ผลรวมเท่ากับ 2.4

(5)

0.6	1.1	0.4
0.5	0.7	0.9
1.0	0.3	0.8

ผลรวมเท่ากับ 2.1

(3)

1.2	0.7	0.8
0.5	0.9	1.3
1.0	1.1	0.6

ผลรวมเท่ากับ 2.7

(6)

1.3	1.8	1.7
2.0	1.6	1.2
1.5	1.4	1.9

ผลรวมเท่ากับ 4.8

ใบกิจกรรมที่ 4

“ประลองปัญญาด้วยปัญหาคณิต”

ชื่อกลุ่ม ชั้น

คำชี้แจง ให้นักเรียนแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ พร้อมแสดงแนวทางในการคิด

ปัญหาที่ 1

อ้อมหาผลคูณของ 1.84×2.9 ได้ 5.456

ซึ่งมีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าผลคูณที่ถูกต้อง อยู่เท่าใด

ปัญหาที่ 2

กำหนดให้ $a = 0.1$, $b = 0.01$ และ $c = 0.001$

จงหาค่าของ $(c \div b) \times a$

ปัญหาที่ 3

2.5 เท่าของจำนวนจำนวนหนึ่งมากกว่า 1.8 เท่าของจำนวนนั้นอยู่
0.21 จำนวนนั้นมีค่าเท่าไร

[illegible]

ปัญหาที่ 4

ลวดเส้นหนึ่งยาว 17.6 เซนติเมตร นำมาดัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส
ให้มีพื้นที่มากที่สุด รูปสี่เหลี่ยมนี้จะมีพื้นที่เท่าใด

[illegible]

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพิ่มเติม
ช่วงชั้นที่ 3 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การประยุกต์ 2
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

รายวิชา คณิตศาสตร์เพิ่มเติม

ระดับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ภาคเรียนที่ 2

ปีการศึกษา 2546

เรื่อง การประยุกต์ของจำนวนและพีชคณิต (ต่อ)

จำนวน 2 ชั่วโมง

1. จุดประสงค์การเรียนรู้

1.1 ด้านความรู้ นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้

1.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ นักเรียนสามารถ

1.2.1 แก้ปัญหา

1.2.2 ให้เหตุผล

1.2.3 สื่อสาร และนำเสนอ

1.2.4 เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์

1.2.5 คิดริเริ่มสร้างสรรค์

1.3 ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์

1.3.1 การทำงานอย่างเป็นระบบ

1.3.2 ความมีระเบียบวินัย

1.3.3 ความรับผิดชอบ

2. สาระการเรียนรู้

หลักการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีดังนี้

1. อ่านโจทย์ให้เข้าใจว่า โจทย์กำหนดอะไรมาให้และโจทย์ต้องการอะไร
2. สมมติสิ่งที่โจทย์ต้องการเป็นตัวแปร
3. เปลี่ยนประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ (เขียนสมการ)
4. แก้สมการหาค่าตัวแปร
5. ตรวจสอบคำตอบ

ตัวอย่างเช่น

จำนวนนับสามจำนวนเรียงกัน เมื่อนำมารวมกันได้ผลลัพธ์เป็น 45 จงหาจำนวนสามจำนวนนั้น

วิธีทำ สิ่งที่ต้องพิจารณา คือ จำนวนนับสามจำนวนเรียงกัน

ให้ x แทน จำนวนนับจำนวนที่หนึ่ง

$x + 1$ แทน จำนวนนับจำนวนที่สอง

$x + 2$ แทน จำนวนนับจำนวนที่สาม

ถ้าจำนวนนับสามจำนวนนี้รวมกันได้ 45

$$\text{เขียนสมการได้ดังนี้ } x + (x + 1) + (x + 2) = 45$$

$$3x + 3 = 45$$

$$3x = 42$$

$$x = 14$$

$\therefore$ จำนวนนับจำนวนที่หนึ่งคือ 14, จำนวนที่สอง คือ $14 + 1 = 15$ และจำนวนนับจำนวนที่สาม คือ $14 + 2 = 16$

ตรวจคำตอบ

แทนค่า $x = 14$ ในสมการ

$$\text{จะได้ } 14 + 15 + 16 = 45$$

$$45 = 45 \quad \text{ซึ่งเป็นจริง}$$

ดังนั้น จำนวนนับสามจำนวนเรียงกัน คือ 14, 15 และ 16

3. กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

1. ครูและนักเรียนร่วมพูดคุยเกี่ยวกับเกร็ดความรู้เรื่อง “เครื่องหมายบวกและลบ”

2. ทบทวนความรู้ เรื่อง การแก้สมการ โดยให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 1 “ปริศนาตัวเลขไขว้”

แล้วร่วมกันเฉลย

3. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ

4. ครูยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาโดยใช้แผ่นโปรงใสที่ 1 เรื่อง “ปัญหาของสามสหาย”

โดยให้นักเรียนสังเกตและร่วมกันอภิปรายถึงปัญหาดังกล่าว

5. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแก้ปัญหาพร้อมกัน พร้อมทั้งแสดงแนวทางในการคิด

6. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอ แล้วให้เพื่อนกลุ่มอื่นร่วมอภิปรายซักถาม
ครูตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง

7. ครูกับนักเรียนร่วมกันสรุปแนวทางในการแก้ปัญหา โดยการถามตอบซึ่งครูเป็นผู้ใช้คำถามแนะแนวทาง

8. ครูแจกใบกิจกรรมที่ 2 “ทายสิ...เท่าไร” และอุปกรณ์ที่ใช้ (ถุงเงิน, ธนบัตรและเหรียญชนิดต่าง ๆ) แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มฝึกปฏิบัติ

9. ครูสุ่มนักเรียนออกมานำเสนอผลงาน แล้วให้เพื่อนกลุ่มอื่นร่วมกันอภิปรายซักถาม โดยครูตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง

ชั่วโมงที่ 2

1. ครูยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาโดยใช้แผ่นโปรงใสที่ 2 เรื่อง “ค่าของจำนวน”

2. ให้นักเรียนร่วมกันสังเกตและอภิปรายถึงปัญหาดังกล่าว

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแก้ปัญหา พร้อมทั้งแสดงแนวทางในการคิด

4. ครูสุ่มนักเรียนออกมานำเสนอ แล้วให้เพื่อนกลุ่มอื่นร่วมอภิปรายซักถาม โดยครูตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง

5. ครูกับนักเรียนร่วมกันสรุปแนวทางในการแก้ปัญหา โดยการถามตอบประกอบการใช้แผ่นโปรงใสที่ 3

6. นักเรียนฝึกทำกิจกรรมที่ 3 “ลูกบาศก์มหัศจรรย์” แล้วร่วมกันเฉลย พร้อมทั้งอภิปรายซักถาม

7. นักเรียนฝึกทำแบบฝึกทักษะเพิ่มเติม พร้อมร่วมกันเฉลยและอภิปรายซักถาม

4. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

4.1 เกร็ดความรู้ เรื่อง “เครื่องหมายบวกและลบ”

4.7 แผ่นโปรงใสที่ 3

4.2 ใบกิจกรรมที่ 1 “ปริศนาตัวเลขไขว้”

4.8 ถุงเงิน

4.3 ใบกิจกรรมที่ 2 “ ทายสิ...เท่าไร”

4.9 ธนบัตรและเหรียญชนิดต่าง ๆ

4.4 ใบกิจกรรมที่ 3 “ลูกบาศก์มหัศจรรย์”

4.10 แบบฝึกทักษะเพิ่มเติม

4.5 แผ่นโปรงใสที่ 1 เรื่อง “ปัญหาของสามสหาย”

4.6 แผ่นโปรงใสที่ 2 เรื่อง “ค่าของจำนวน”

5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดผล	การประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้
1. ตรวจการทำใบกิจกรรมที่ 1-3	ถูกต้อง 80% ขึ้นไป	-ใบกิจกรรมที่ 1-3
2. สังเกตจากการร่วมกิจกรรม	คะแนนรวม 80% ขึ้นไป	-แบบประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ -แบบประเมินทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์
3. ตรวจแบบฝึกทักษะเพิ่มเติม	ถูกต้อง 80% ขึ้นไป	-แบบฝึกทักษะเพิ่มเติม
4. ตรวจผลงาน	ผ่านเกณฑ์ 80% ขึ้นไป	-แบบประเมินผลงานกลุ่ม

6. บันทึกหลังสอน

.....

.....

.....

7. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

เกร็ดความรู้ เรื่อง “เครื่องหมายบวกและลบ”

+ และ - มีปรากฏเป็นตัวพิมพ์ครั้งแรก ในเรื่องเกี่ยวกับเลขคณิตโดย John Widmon เมื่อปี ค.ศ. 1489 ที่ Leipzig ใช้แทนการเพิ่มขึ้นและการลดลง ยังมิได้ใช้เป็น การบวกอย่างปัจจุบันนี้ สันนิษฐานว่าสัญลักษณ์ + คงมาจากอักษรละติน et และ - คงมาจากตัวย่อ $\overline{\text{mi}}$ ซึ่งใช้แทน minus นั้นเอง ได้ปรากฏแน่นอนว่า Van der Hoeck นักคณิตศาสตร์ชาวฮอลันดาเป็นผู้ใช้เครื่องหมายทั้ง 2 นี้ ในการบวกลบเลข เมื่อ ปี ค.ศ. 1514 แต่ก่อนหน้านี้คงจะได้มีใช้กันแล้ว



แผ่นโปรงใสที่ 1 เรื่อง “ปัญหาของสามสหาย”

แก้วมีเงิน 890 บาท ก้อยมีเงินเป็นสามเท่าของแก้ว หน้อยมีเงินเป็น
ครึ่งหนึ่งของก้อย หน้อยมีเงินกี่บาท

แนวความคิด แก้วมีเงิน 890 บาท

ก้อยมีเงินเป็นสามเท่าของแก้ว เท่ากับ $3 \times 890 = 2,670$ บาท

ให้ x แทน จำนวนของหน้อย

จาก หน้อยมีเงินเป็นครึ่งหนึ่งของก้อย

$$\begin{aligned}\text{จะได้ } x &= \frac{1}{2} \times 2,670 \\ &= 1,335\end{aligned}$$

$\therefore$ หน้อยมีเงิน 1,335 บาท

คำตอบ 1,335 บาท

แผ่นโปรงใสที่ 2 เรื่อง “ค่าของจำนวน”

จำนวน 5 จำนวนเรียงกัน มีผลรวมเท่ากับ 80 ผลบวกของจำนวนที่อยู่ระหว่างจำนวนที่มีค่ามากที่สุดและน้อยที่สุด มีค่าเท่าใด

แนวความคิด ให้ x แทนจำนวนที่หนึ่ง

ดังนั้น จำนวน 5 จำนวนเรียงกัน คือ $x, x + 1, x+2, x+3, x+4$

จาก ผลรวมของจำนวน 5 จำนวนเรียงกันเท่ากับ 80

$$\begin{aligned}
 \text{จะได้} \quad x + (x + 1) + (x+2) + (x+3) + (x+4) &= 80 \\
 5x + 10 &= 80 \\
 5x &= 80 - 10 \\
 5x &= 70 \\
 x &= \frac{70}{5} \\
 x &= 14
 \end{aligned}$$

แทน $x = 14$ ในสมการ

$$\begin{aligned}
 \text{จะได้} \quad 14 + (14 + 1) + (14+2) + (14+3) + (14+4) &= 80 \\
 14 + 15 + 16 + 17 + 18 &= 80 \\
 80 &= 80
 \end{aligned}$$

∴ จำนวนที่หนึ่งเท่ากับ 14

นั่นคือ จำนวน 5 จำนวนเรียงกัน มีดังนี้ 14, 15, 16, 17, 18

ดังนั้น ผลบวกของจำนวนที่อยู่ระหว่างจำนวนที่มากที่สุดและน้อยที่สุด
เท่ากับ $15 + 16 + 17 = 48$

คำตอบ 48

แผ่นโปรงใสที่ 3

หลักการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

มีดังนี้

- ❶ อ่านโจทย์ให้เข้าใจว่า โจทย์กำหนดอะไรมาให้และโจทย์ต้องการอะไร
- ❷ สมมติสิ่งที่โจทย์ต้องการเป็นตัวแปร
- ❸ เปลี่ยนประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์
(เขียนสมการ)
- ❹ แก้สมการหาค่าตัวแปร
- ❺ ตรวจสอบคำตอบ



ใบกิจกรรมที่ 1

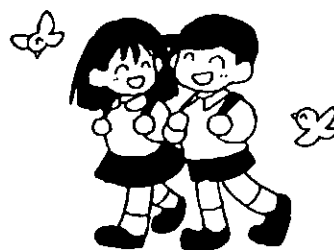
“ปริศนาตัวเลขไขว้”

ชื่อ ชั้น เลขที่

คำชี้แจง ให้นักเรียนแก้สมการในแต่ละข้อต่อไปนี้ แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้มาเติมลงในช่องว่าง

a				b
		c	d	
	e		f	
g				
		h		i

แนวตั้ง	แนวนอน
a. $x - 5 = 9$	a. $2x - 7 = 15$
d. $\frac{y}{3} = 52$	b. $x + 3 = 9$
e. $1 + a = 13$	c. $y - 1 = 20$
f. $m + 4 = 60$	f. $2m = 100$
g. $3n = 90$	g. $\frac{y}{4} = 8$
h. $10 = k + 7$	i. $x - 5 = 4$



เฉลยใบกิจกรรมที่ 1

1	1			6
4		2	1	
	1		5	0
3	2		6	
0		3		9

ใบกิจกรรมที่ 2

“ทนายสิ...ทำอะไร”

ชื่อกลุ่ม ชั้น

คำชี้แจง ให้นักเรียนแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ พร้อมทั้งแสดงแนวการคิด

นัทมีเงินจำนวนหนึ่ง หลังจากนักช่วยแม่ทำงานบ้าน แม่จึงให้ค่าขนมเพิ่ม 50 บาท
 นัทมีเงินเป็น 125.75 บาท เดิมนัทมีเงินเท่าไร เป็นเหรียญหรือธนบัตรชนิดใดได้บ้าง ตอบ
 มาให้มากที่สุด

[illegible]

เฉลยใบกิจกรรมที่ 2

แนวการคิด

ให้นัทมีเงิน x บาท

แม่ให้ค่าขนมเพิ่ม 50 บาท

นัทมีเงินเป็น 125.75 บาท

ดังนั้น เดิมนัทมีเงินอยู่ $x + 50 = 125.75$

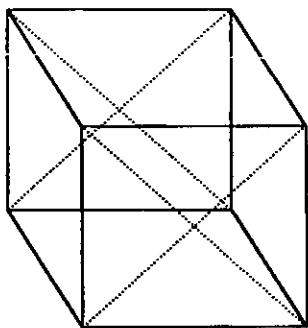
$$x = 125.75 - 50$$

$$x = 75.75 \text{ บาท}$$

แสดงว่า เดิมนัทมีเงินเป็นเหรียญหรือธนบัตร ดังนี้

แบบที่	ชนิดของเหรียญหรือธนบัตร						
	50 บาท	20 บาท	10 บาท	5 บาท	1 บาท	50 สต.	25 สต.
1	1	1	-	1	-	1	1
2	1	-	2	-	5	1	1
3	-	2	3	1	-	1	1
4	-	3	-	3	-	-	3
5	-	1	4	1	10	-	3
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.

2. ให้นักเรียนสร้างลูกบาศก์มหัศจรรย์โดยการกำหนดจำนวนต่างๆ ตามตัวอย่างข้างต้น พร้อมทั้งแสดงแนวความคิด

[illegible]

เฉลยใบกิจกรรมที่ 3

แนวการคิด

ข้อ 1

ผลบวกแต่ละด้าน

ด้านบน	$A + 202 + 13 + 148 = 430$	$A = 67$
ด้านซ้าย	$B + 121 + 67 + 148 = 430$	$B = 94$
ด้านหลัง	$C + 94 + 148 + 13 = 430$	$C = 175$
ด้านขวา	$D + 175 + 13 + 202 = 430$	$D = 40$
ด้านหน้า	$67 + 202 + 40 + 121 = 430$	
ด้านล่าง	$121 + 40 + 175 + 94 = 430$	

ผลบวกแนวเส้นทแยงมุม

ด้านซ้าย	$148 + 67 + 40 + 175 = 430$
ด้านขวา	$13 + 202 + 121 + 94 = 430$

ดังนั้น $A = 67$, $B = 94$, $C = 175$ และ $D = 40$

ข้อ 2 พิจารณาจากคำตอบของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

แบบฝึกหัดเพิ่มเติม

ชื่อ ชั้น เลขที่

คำชี้แจง ให้นักเรียนแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ พร้อมทั้งแสดงแนวความคิด

❶ วันแรกอ่านหนังสือได้ $\frac{1}{3}$ ของจำนวนหน้าหนังสือทั้งหมด วันที่สองอ่านได้ 18 หน้า รวมทั้งสองวันอ่านได้ครึ่งเล่มพอดี หนังสือเล่มนี้มีทั้งหมดกี่หน้า

.....

.....

.....

.....

.....

.....

❷ มีไข่ไก่ 60 ฟอง ทำแตกไป 4 ฟอง ที่เหลือให้น้องไป 3 เท่าของจำนวนไข่ที่ทำแตก ไข่ที่เหลือจากให้น้องต้มขายไป 8 ฟอง ขายไข่ไปกี่ฟอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

❸ จำนวนคู่ 4 จำนวนเรียงกัน ผลรวมของทั้งสี่จำนวนเป็น 100 ถ้ามว่า ผลบวกของจำนวนสองจำนวนที่อยู่ตรงกลางเป็นเท่าไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เฉลยแบบฝึกหัดเพิ่มเติม

ข้อ 1 แนวการคิด

ให้ x แทนจำนวนหน้าของหนังสือเล่มนี้

จากวันแรกอ่านหนังสือได้ $\frac{1}{3}$ ของจำนวนหน้าหนังสือทั้งหมด

นั่นคือ อ่านหนังสือได้ $\frac{1}{3}x$ หน้า

วันที่สองอ่านได้ 18 หน้า และรวมทั้งสองวันอ่านได้ครึ่งเล่มพอดี

นั่นคือ อ่านหนังสือได้ $\frac{1}{2}x$ หน้า

เขียนสมการได้ดังนี้ $\frac{1}{3}x + 18 = \frac{1}{2}x$

$$18 = \frac{1}{2}x - \frac{1}{3}x$$

$$18 = \frac{3x - 2x}{6}$$

$$18 = \frac{x}{6}$$

$$18 \times 6 = x$$

$$108 = x$$

ตรวจคำตอบ แทน $x = 108$ ในสมการ จะได้

$$\frac{1}{3}(108) + 18 = \frac{1}{2} \times 108$$

$$36 + 18 = 54$$

$$54 = 54$$

ซึ่งเป็นจริง

ดังนั้น หนังสือเล่มนี้มีทั้งหมด 108 หน้า

คำตอบ 108 หน้า

ข้อ 2 แนวการคิด

เดิมมีไข่ไก่ 60 ฟอง ทำแตกไป 4 ฟอง เหลือไข่ $60 - 4 = 56$ ฟอง

ให้นำไข่ไป 3 เท่าของจำนวนไข่ที่ทำแตก นั่นคือ ให้นำไข่ไป $3 \times 4 = 12$ ฟอง

เหลือไข่หลังจากให้นำไข่ $56 - 12 = 44$ ฟอง

ให้จำนวนไข่ที่ขายไปเป็น x ฟอง

ไข่ที่ตม้นน้อยกว่าไข่ที่ขาย 8 ฟอง นั่นคือ ไข่ที่ตม้นเท่ากับ $x - 8$ ฟอง

เขียนสมการได้ดังนี้ $x + (x - 8) = 44$

$$2x - 8 = 44$$

$$2x = 44 + 8$$

$$2x = 52$$

$$x = 26$$

ตรวจคำตอบ แทน $x = 26$ ในสมการ จะได้

$$26 + (26 - 8) = 44$$

$$26 + 18 = 44$$

$$44 = 44 \quad \text{ซึ่งเป็นจริง}$$

ดังนั้น ขายไข่ไป 44 ฟอง

คำตอบ 44 ฟอง

ข้อ 3 แนวการคิด

ให้ x แทนจำนวนคู่จำนวนที่หนึ่ง

ดังนั้น จำนวนคู่ 4 จำนวนเรียงกัน คือ $x, x+2, x+4, x+6$

จำนวนคู่ 4 จำนวนเรียงกันมีผลรวมเป็น 100

เขียนสมการได้ดังนี้

$$x + (x+2) + (x+4) + (x+6) = 100$$

$$4x + 12 = 100$$

$$4x = 100 - 12$$

$$4x = 88$$

$$x = 22$$

ตรวจคำตอบ แทน $x = 22$ ในสมการ จะได้

$$22 + (22+2) + (22+4) + (22+6) = 100$$

$$22 + 24 + 26 + 28 = 100$$

$$100 = 100 \quad \text{ซึ่งเป็นจริง}$$

ดังนั้น จำนวนคู่จำนวนที่หนึ่ง คือ 22

และจำนวนคู่ 4 จำนวนเรียงกัน คือ 22, 24, 26, 28

∴ ผลบวกของจำนวนคู่สองจำนวนที่อยู่ตรงกลางคือ $24 + 26 = 50$

คำตอบ 50

เกณฑ์การให้คะแนน

1. ความรับผิดชอบ

คะแนน/ ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏเห็น
3 ดีมาก	-ส่งงานก่อนหรือตรงเวลาดังหมาย -รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายและปฏิบัติเองจนเป็นนิสัย และแนะนำชักชวน ผู้อื่นปฏิบัติได้
2 ดี	-ส่งงานช้ากว่ากำหนด แต่ได้มาการติดต่อชี้แจงกับครูผู้สอน มีเหตุผลที่รับฟังได้ -รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายและปฏิบัติเองจนเป็นนิสัย
1 พอใช้	-ส่งงานช้ากว่ากำหนด -ปฏิบัติงานโดยต้องอาศัยการชี้แนะ แนะนำ ดักเตือนหรือให้กำลังใจ

2. ความมีระเบียบวินัย

คะแนน/ ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏเห็น
3 ดีมาก	-สมุดงาน ชิ้นงาน สะอาดเรียบร้อย -ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกันทุกครั้ง
2 ดี	-สมุดงาน ชิ้นงาน ส่วนใหญ่สะอาดเรียบร้อย -ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกันเป็นส่วนใหญ่
1 พอใช้	-สมุดงาน ชิ้นงาน ไม่ค่อยสะอาดเรียบร้อย -ปฏิบัติตนอยู่ในข้อตกลงที่กำหนดไว้ร่วมกันเป็นบางครั้ง ต้องอาศัยการแนะนำ

3. การทำงานอย่างเป็นระบบ รอบคอบ

คะแนน/ ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏเห็น
3 ดีมาก	-มีการวางแผนการดำเนินงานอย่างเป็นระบบ -การทำงานมีครบทุกขั้นตอน ดัดขั้นตอนที่ไม่สำคัญออก
2 ดี	-มีการวางแผนการดำเนินงาน -การทำงานมีครบทุกขั้นตอน แต่ผิดพลาดบ้าง
1 พอใช้	-ไม่มีการวางแผนการดำเนินงาน -การทำงานไม่มีขั้นตอน มีความผิดพลาดต้องแก้ไข

แบบประเมินทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่เป็นจริงมากที่สุด

ที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน															รวม	
		การแก้ปัญหา			การให้เหตุผล			การสื่อสาร สื่อความหมาย การนำเสนอ			การเชื่อมโยง			ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์				
		2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0		
	กลุ่ม.....																	
1																		
2																		
3																		
4																		
	กลุ่ม.....																	
1																		
2																		
3																		
4																		
	กลุ่ม.....																	
1																		
2																		
3																		
4																		
	กลุ่ม.....																	
1																		
2																		
3																		
4																		

ผู้ประเมิน

..... / /

เกณฑ์การให้คะแนน

1. การแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาและการอธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าว

คะแนน	ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
2	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จ อย่างมีประสิทธิภาพ อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้เข้าใจชัดเจน
1	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหา สำเร็จเพียงบางส่วน อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้บางส่วน
0	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์ข้างต้นหรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหา

2. การให้เหตุผล หมายถึง การอ้างอิง การเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ

คะแนน	ความสามารถในการให้เหตุผลที่ปรากฏให้เห็น
2	มีการอ้างอิง เสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล
1	มีการอ้างเหตุผลที่ถูกต้องบางส่วน และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
0	ไม่มีการอ้างเหตุผลหรือแนวคิดประกอบการตัดสินใจ

3. การสื่อสาร การสื่อสารความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ หมายถึง การใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบ

คะแนน	ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อสารความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอที่ปรากฏให้เห็น
2	ใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง และนำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบตามลำดับขั้นตอน เป็นได้ระบบ กระชับ ชัดเจน
1	ใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์บางส่วนและพยายามนำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบชัดเจนบางส่วน
0	ไม่นำเสนอเลย

4. การเชื่อมโยง หมายถึง การนำความรู้ หลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/สาระอื่นในชีวิตประจำวัน

คะแนน	ความสามารถในการเชื่อมโยงที่ปรากฏให้เห็น
2	นำความรู้ หลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/สาระอื่นในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา หรือประยุกต์ใช้ได้อย่างสอดคล้องเหมาะสม
1	นำความรู้ หลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์ได้บางส่วน
0	ไม่มีการเชื่อมโยงกับสาระอื่นใด

5. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หมายถึง แนวคิด/วิธีการที่แปลกใหม่สามารถนำไปปฏิบัติ

คะแนน	ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ที่ปรากฏให้เห็น
2	มีแนวคิด/วิธีการที่แปลกใหม่สามารถนำไปปฏิบัติได้ถูกต้องสมบูรณ์
1	มีแนวคิด/วิธีการที่ไม่แปลกใหม่สามารถนำไปปฏิบัติได้ถูกต้องสมบูรณ์
0	ไม่มีผลงาน

การแปลผล ใช้เกณฑ์ดังนี้

คะแนน 8 – 10	หมายถึง	ดีมาก
คะแนน 6 – 7	หมายถึง	ดี
คะแนน 4 – 5	หมายถึง	ปานกลาง
คะแนน 0 – 3	หมายถึง	ควรปรับปรุง

แบบประเมินผลงานกลุ่ม

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่เป็นจริงมากที่สุด

ที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน															รวม
		ทำงานเสร็จตรงเวลา			ความกระตือรือร้น			ตรวจสอบงาน			อภิปรายร่วมกัน			ความสำเร็จของงาน			
		2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	
กลุ่ม																	
1																	
2																	
3																	
4																	
กลุ่ม																	
1																	
2																	
3																	
4																	

ผู้ประเมิน

..... / /

เกณฑ์การให้คะแนน

ทำงานเสร็จตรงเวลา หมายถึง นักเรียนทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตรงตามเวลาที่กำหนด

2 หมายถึง นักเรียนทุกคนทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตรงตามเวลาที่กำหนด

1 หมายถึง นักเรียนบางคนทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จตรงตามเวลาที่กำหนด

0 หมายถึง นักเรียนทุกคนทำงานที่ได้รับมอบหมายไม่เสร็จตรงตามเวลาที่กำหนด

ความกระตือรือร้น	หมายถึง	นักเรียนตั้งใจเรียน ไม่คุย ไม่เล่น ไม่ง่วง
	2 หมายถึง	นักเรียนทุกคนตั้งใจเรียน ไม่คุย ไม่เล่น ไม่ง่วง
	1 หมายถึง	นักเรียนบางคนตั้งใจเรียน ไม่คุย ไม่เล่น ไม่ง่วง
	0 หมายถึง	นักเรียนทุกคนไม่ตั้งใจเรียน คุย เล่น หรือง่วง
ตรวจสอบงาน	หมายถึง	นักเรียนช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของงานที่มอบหมาย
	2 หมายถึง	นักเรียนทุกคนช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของงานที่มอบหมาย
	1 หมายถึง	นักเรียนบางคนช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของงานที่มอบหมาย
	0 หมายถึง	นักเรียนทุกคนไม่ช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของงานที่มอบหมาย
อภิปรายร่วมกัน	หมายถึง	นักเรียนให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์และอภิปรายผลงานของกลุ่ม
	2 หมายถึง	นักเรียนทุกคนให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์และอภิปรายผลงานของกลุ่ม
	1 หมายถึง	นักเรียนบางคนให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์และอภิปรายผลงานของกลุ่ม
	0 หมายถึง	นักเรียนทุกคนไม่ให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์และอภิปรายผลงานของกลุ่ม
ความสำเร็จของงาน	หมายถึง	ผลของการทำใบกิจกรรมและแบบฝึกทักษะเพิ่มเติม
	2 หมายถึง	ทำใบกิจกรรมและแบบฝึกทักษะเพิ่มเติมได้ถูกต้อง
	1 หมายถึง	ทำใบกิจกรรมและแบบฝึกทักษะเพิ่มเติมไม่ถูกต้อง
	0 หมายถึง	ไม่ทำใบกิจกรรมและแบบฝึกทักษะเพิ่มเติม

การแปลผล ใช้เกณฑ์ดังนี้

คะแนน 8 – 10	หมายถึง	ดีมาก
คะแนน 6 – 7	หมายถึง	ดี
คะแนน 4 – 5	หมายถึง	ปานกลาง
คะแนน 0 – 3	หมายถึง	ควรปรับปรุง

ภาคผนวก ค

1. แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 2

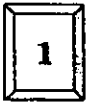
แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์



ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง

1. แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ฉบับนี้เป็นแบบอัตนัย มีลักษณะข้อคำถาม 5 ด้าน ด้านละ 2 ข้อ
2. ให้นักเรียนแสดงวิธีการคิดและคำตอบลงในข้อสอบ
3. เมื่อหมดเวลาแล้วให้นักเรียนคืนแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์



**ความสามารถในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
ด้วยวิธีการที่แปลกใหม่**



คำชี้แจง ให้นักเรียนแก้ปัญหาจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้

ตัวอย่าง ชาย 2 คน ต้องการแบ่งน้ำจากกระป๋องคนละครึ่งซึ่งในกระป๋องมีน้ำอยู่ 8 ลิตร แต่เขามีภาชนะที่ใช้แบ่ง 2 ขนาด คือ จุ 5 ลิตรกับขนาดจุ 3 ลิตร ดังนั้น ชาย 2 คนจะมีวิธีการแบ่งน้ำกันอย่างไร

ตัวอย่างแนวคิดและคำตอบ

ชาย 2 คนจะมีวิธีการแบ่งน้ำกันดังนี้

ขั้นที่ 1 เทน้ำจากกระป๋อง 8 ลิตร ลงในกระป๋อง 5 ลิตรจนเต็ม

ขั้นที่ 2 เทน้ำจากกระป๋อง 5 ลิตร ลงในกระป๋อง 3 ลิตรจนเต็ม

ขั้นที่ 3 เทน้ำจากกระป๋อง 3 ลิตร ลงในกระป๋อง 8 ลิตรจนหมดกระป๋อง

ขั้นที่ 4 เทน้ำจากกระป๋อง 5 ลิตร ลงในกระป๋อง 3 ลิตรจนหมดกระป๋อง

(ถึงขั้นนี้ มีน้ำ 6 ลิตรในกระป๋อง 8 ลิตร, 2 ลิตรในกระป๋อง 3 ลิตร และกระป๋อง 5 ลิตร ไม่มีน้ำ)

ขั้นที่ 5 เทน้ำจากกระป๋อง 8 ลิตร ลงในกระป๋อง 5 ลิตรจนเต็ม

ขั้นที่ 6 เติมน้ำให้เต็มกระป๋อง 3 ลิตรจากกระป๋อง 5 ลิตร

(ตอนนี้มีน้ำ 4 ลิตรในกระป๋อง 5 ลิตร, 1 ลิตรในกระป๋อง 8 ลิตร และ 3 ลิตรในกระป๋อง 3 ลิตร)

ขั้นที่ 7 เทน้ำจากกระป๋อง 3 ลิตรลงในกระป๋อง 8 ลิตร รวมเป็น 4 ลิตร

สรุป จะได้ น้ำ 4 ลิตรตามต้องการ

1. พลอยมีเงินจำนวนหนึ่งเป็นเหรียญสลึง เหรียญห้าสิบบสตางค์ เหรียญบาท และเหรียญห้าบาท รวมกันไม่เกิน 30 บาท พลอยน่าจะจะมีเหรียญแต่ละชนิดจำนวนอย่างละกี่เหรียญ ตอบให้ได้มากที่สุด

.....

.....

.....

.....

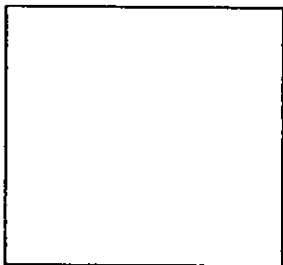
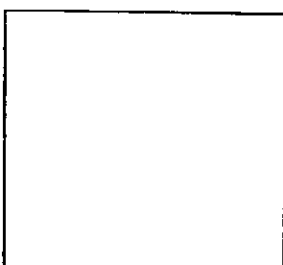
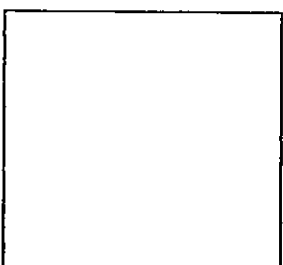
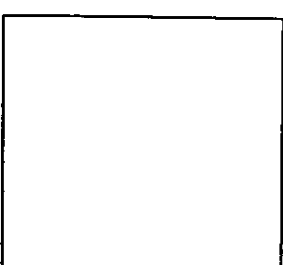
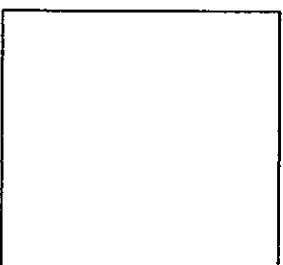
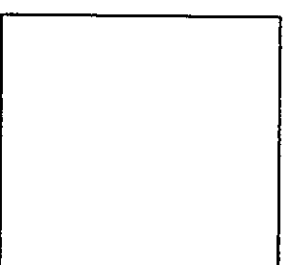
.....

.....

.....

.....

2. ที่ดินแปลงหนึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสดังรูปที่กำหนดให้ ถ้าต้องการแบ่งที่ดินออกเป็นสองส่วนเท่าๆ กัน จะมีวิธีการแบ่งที่ดินดังกล่าวอย่างไร บอกมาให้ได้มากที่สุด

1.		4.	
2.		5.	
3.		6.	

2

ความสามารถในการคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้น ในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์



คำชี้แจง ให้นักเรียนคาดคะเนถึงผลที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้

ตัวอย่าง ใช้ตารางข้างล่างนี้ตอบคำถาม

ตารางแสดงปริมาณข้าวโพดที่ปลูกได้ทั้ง 4 ภาคของประเทศไทย (น้ำหนักคิดเป็นล้านตัน)

ปี พ.ศ. \ ภาค	กลาง	ตะวันออกเฉียงเหนือ	เหนือ	ใต้
2540	185	173	165	198
2541	195	193	165	165
2542	202	224	165	152

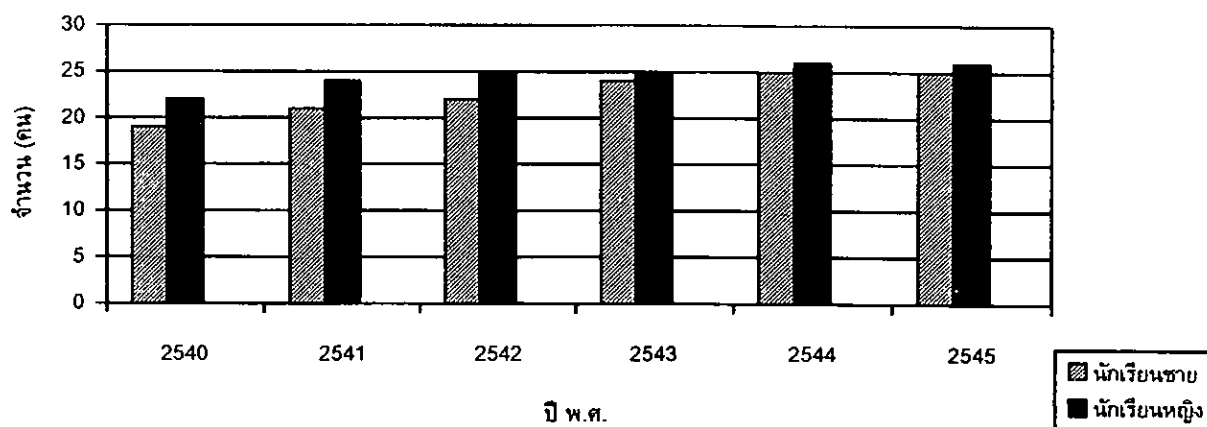
ถ้าในปี พ.ศ. 2545 รัฐได้ส่งเสริมให้ชาวไร่ได้ทำไร่ข้าวโพดปีละสองครั้งส่วนสภาพอื่นๆ คล้ายคลึงกันกับ พ.ศ. 2542 ถามว่านักเรียนจะสามารถคาดคะเนอะไรได้บ้างเกี่ยวกับปริมาณของข้าวโพดที่จะปลูก

ตัวอย่างคำตอบ

1. ในปี พ.ศ. 2545 ภาคเหนือ คาดว่าจะได้ปริมาณข้าวโพด 2×165 ล้านตัน
2. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จะยังคงเป็นภาคที่ได้ปริมาณข้าวโพดมากที่สุด

① ให้นักเรียนใช้แผนภูมิแท่งข้างล่างนี้ตอบคำถาม

แผนภูมิแสดงจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนหนองม่วงวิทยา
จำแนกตามเพศ



นักเรียนจะสามารถคาดคะเนอะไรได้บ้างเกี่ยวกับจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนหนองม่วงวิทยา จำแนกตามเพศ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

② ให้นักเรียนใช้ข้อมูลในตารางข้างล่างนี้ในการตอบคำถาม

ตารางแสดงการเปรียบเทียบรายรับรายจ่ายของร้านอาหารแห่งหนึ่ง
ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม

เดือน	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม
รายรับ (บาท)	2,500	2,800	3,200	3,400	3,500
รายจ่าย (บาท)	2,100	2,400	3,000	2,500	2,200

นักเรียนคาดคะเนอะไรได้บ้าง จากตารางแสดงการเปรียบเทียบรายรับรายจ่ายของร้านอาหารแห่งหนึ่งตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม

.....

.....

.....

.....

.....

.....



คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีการคิดหาคำตอบที่เกิดจากเงื่อนไขต่างๆ ให้ครบตามที่กำหนดให้

ตัวอย่าง ให้นักเรียนแสดงวิธีการคิดหาคำตอบที่เกิดจากเงื่อนไขครบทั้ง 3 ข้อ ต่อไปนี้

- (1) เป็นจำนวนสองจำนวนใดๆ
- (2) ผลบวกของสองนั้นจำนวนเท่ากับ 20
- (3) ผลคูณของสองจำนวนนั้นมากกว่า 55

ตัวอย่างแนวการคิดและคำตอบ

แนวการคิด	ผลรวมของตัวเลข	ผลคูณของตัวเลข
1.	$12 + 8$	12×8
2.	$4 + 16$	4×16
คำตอบ		
1.	12 , 8	
2.	4 , 16	

❶ ให้นักเรียนแสดงวิธีการคิดหาคำตอบที่เกิดจากเงื่อนไขครบทั้ง 3 ข้อต่อไปนี้

1. เป็นจำนวนสามจำนวนใดๆ ที่เรียงติดกัน (เช่น 1, 2, 3)
2. มีเพียงจำนวนเดียวที่เป็นจำนวนเฉพาะ
3. ผลรวมของทั้งสามจำนวนน้อยกว่า 99

1.	4.
2.	5.
3.	6.

❷ ให้นักเรียนแสดงวิธีการคิดหาคำตอบที่เกิดจากเงื่อนไขครบทั้ง 3 ข้อต่อไปนี้

1. เป็นจำนวนคู่สองจำนวนใดๆ
2. ผลต่างของทั้งสองจำนวนนั้นน้อยกว่า 60
3. ผลคูณของทั้งสองจำนวนนั้นมากกว่าหรือเท่ากับ 48

1.	4.
2.	5.
3.	6.

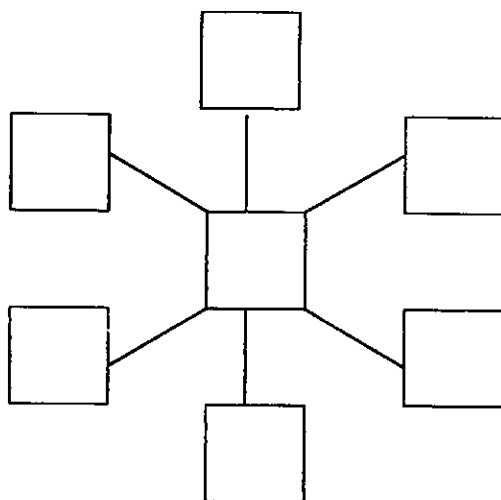
4

ความสามารถในการสร้างแบบรูปทางคณิตศาสตร์

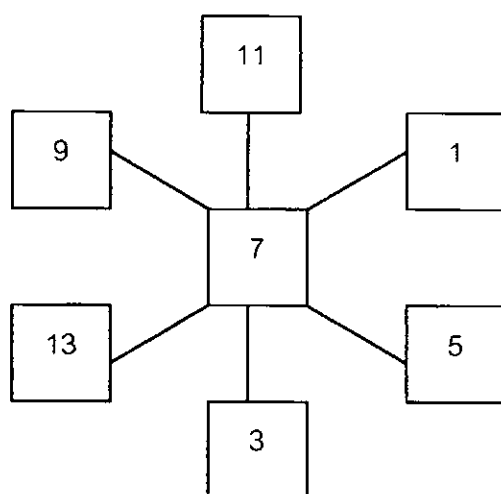


1. “เพราะเรานั้นเท่ากัน”

คำชี้แจง ให้เขียนจำนวนคู่หรือจำนวนคี่ 7 จำนวนลงในรูปสี่เหลี่ยมต่อกันนี้ โดยให้ผลบวกในแนวเส้นตรงเดียวกันเท่ากัน พร้อมทั้งบอกผลรวมแต่ละแนวด้วย

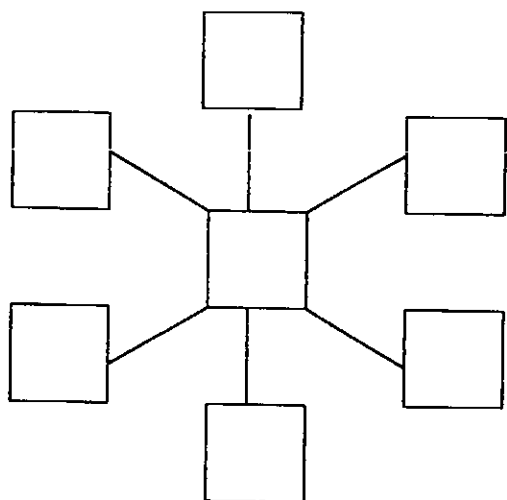


ตัวอย่างคำตอบ (ใช้จำนวนคี่)

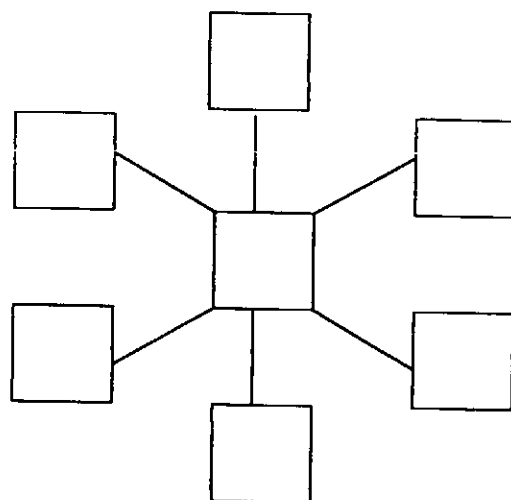


ผลรวมเท่ากับ 21

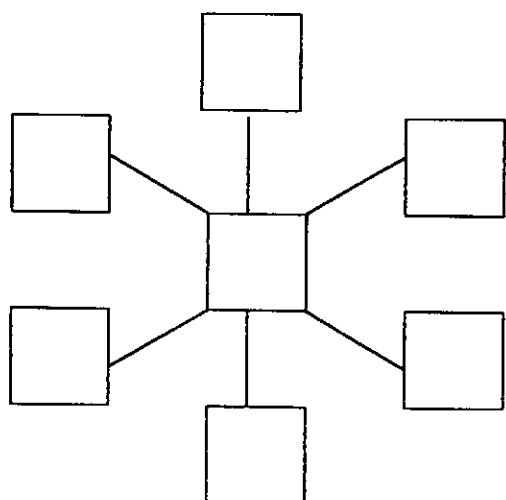
1. ผลรวมเท่ากับ



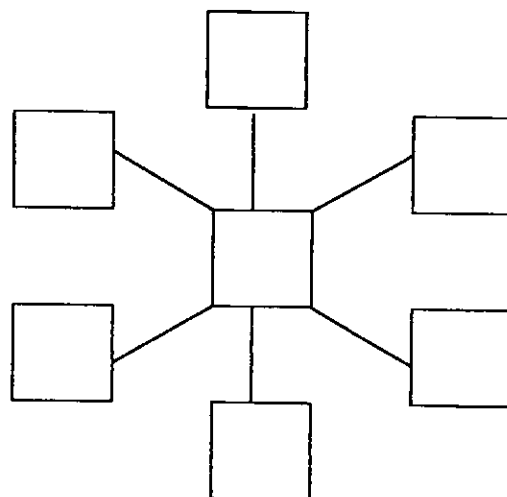
3. ผลรวมเท่ากับ



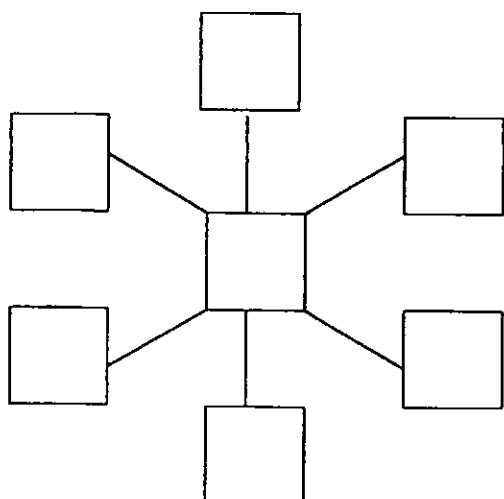
2. ผลรวมเท่ากับ



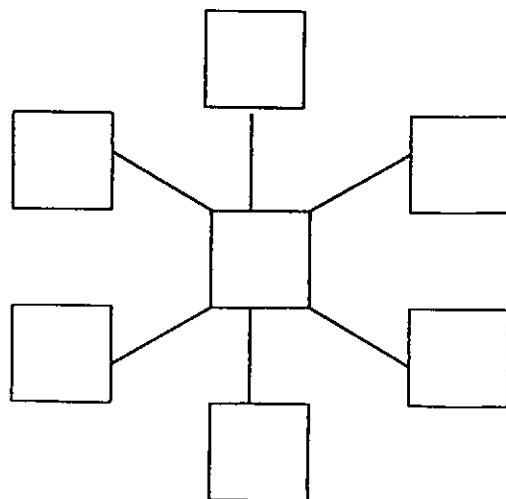
5. ผลรวมเท่ากับ



3. ผลรวมเท่ากับ



6. ผลรวมเท่ากับ



2. “ตารางร้อยช่อง”

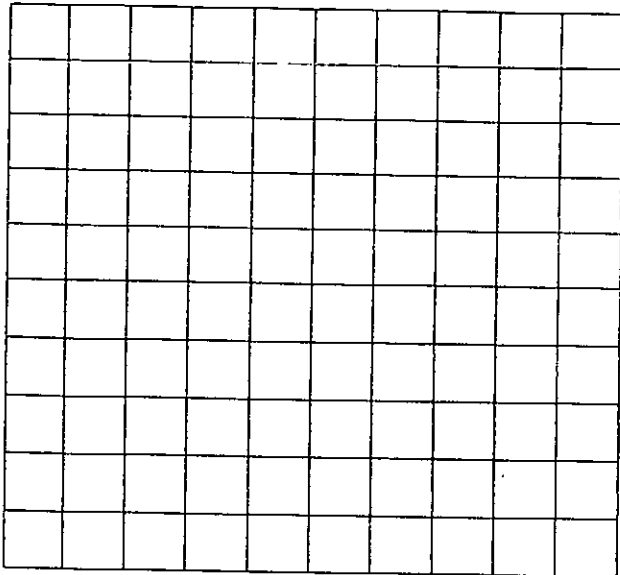
คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนตัวเลขลงในตารางร้อยช่องให้มีความสัมพันธ์กัน แล้วบอกความสัมพันธ์ของตัวเลขดังกล่าว

ตัวอย่างคำตอบ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

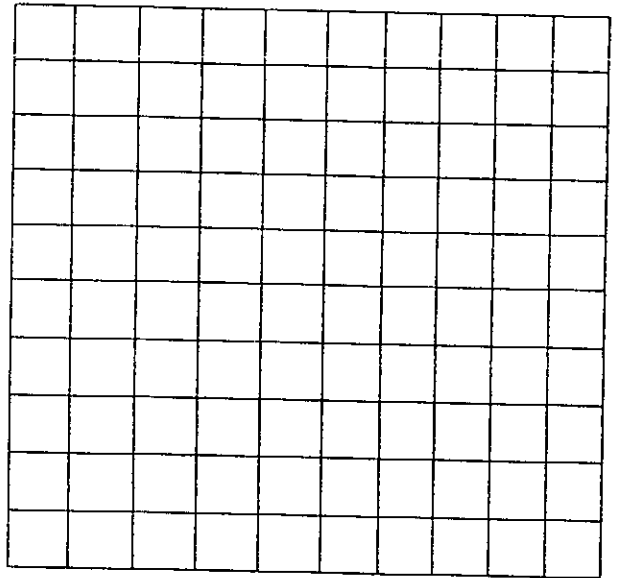
ตัวเลขในตารางมีค่าเพิ่มขึ้นทีละ 1

1.



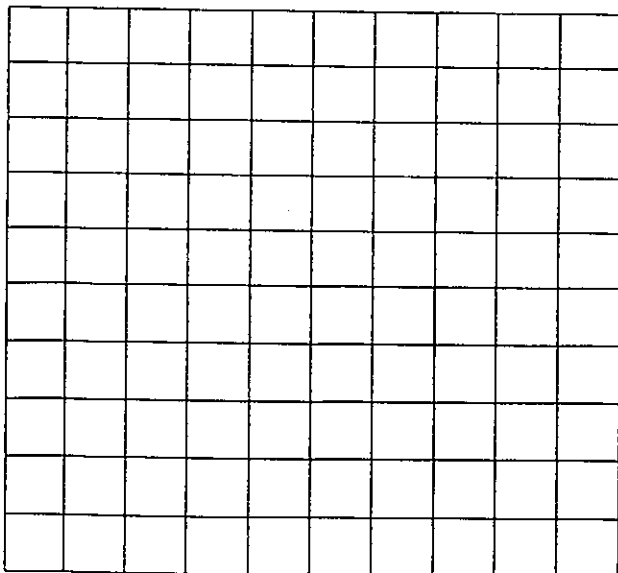
.....

3.



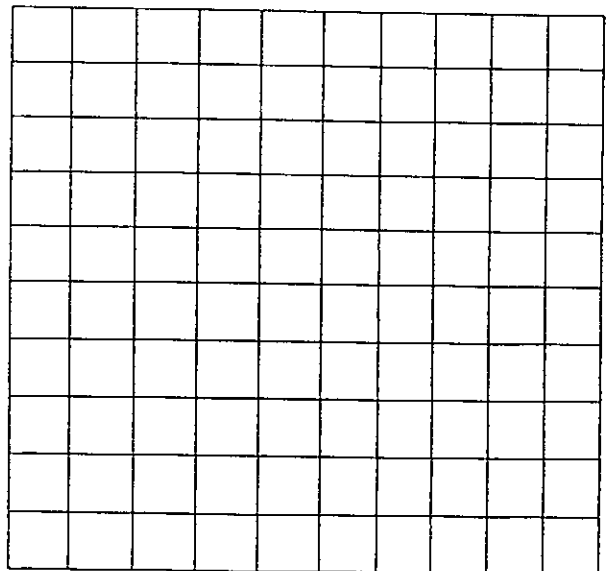
.....

2.



.....

4.



.....

5

ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลข



คำชี้แจง ให้นักเรียนจัดกลุ่มจำนวนที่กำหนดให้ ตามเกณฑ์หรือคุณสมบัติหรือลักษณะบางอย่างร่วมกันให้ได้มากที่สุด โดยที่แต่ละกลุ่มต้องมีตัวเลขตั้งแต่ 3 จำนวนขึ้นไป พร้อมทั้งระบุเกณฑ์ในการจัดกลุ่มด้วย

ตัวอย่าง

10 15 21 23 27 28 30 31

ตัวอย่างแนวการคิดและคำตอบ

	กลุ่ม	เกณฑ์
1.	15 21 27 30	จำนวนที่หารด้วย 3 ลงตัว
2.	10 15 30	จำนวนที่หารด้วย 5 ลงตัว
3.	10 28 30	เป็นจำนวนคู่

❶ 2 , 5 , 8 , 9 , 12 , 23 , 32 , 35

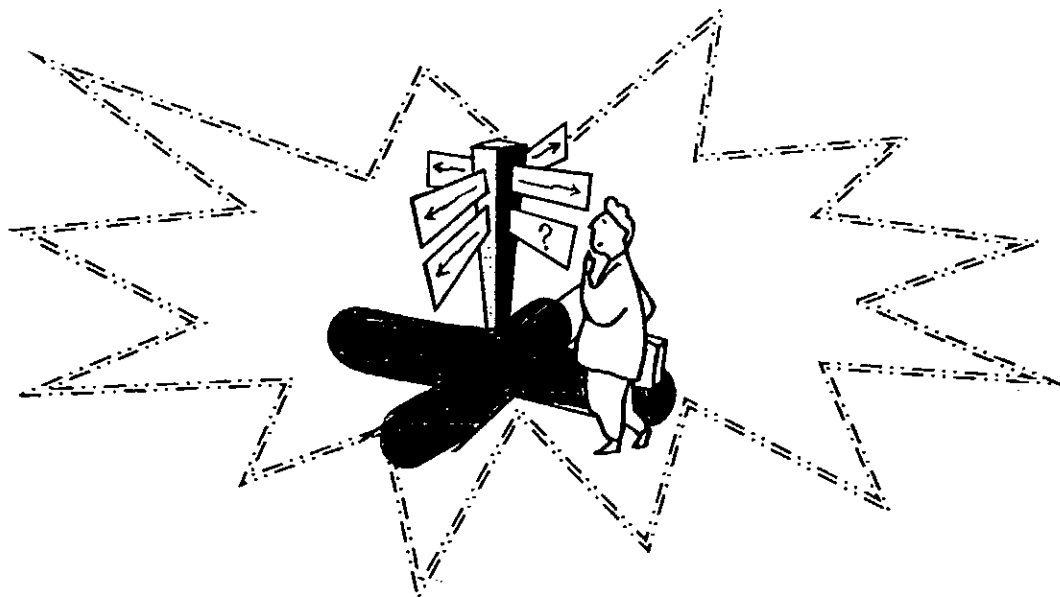
	กลุ่ม	เกณฑ์
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

❷ 1 , 3 , 8 , 11 , 15 , 24 , 45 , 50

	กลุ่ม	เกณฑ์
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



เรื่อง การประยุกต์ 2

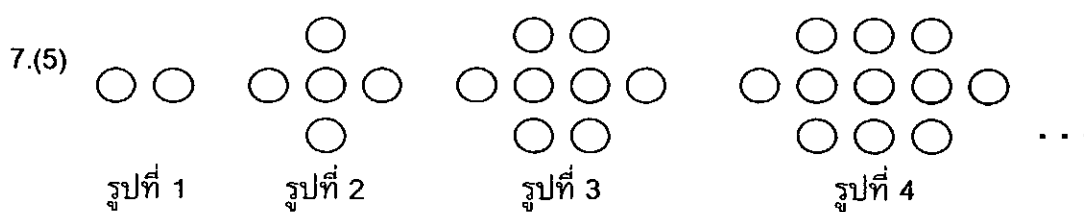
คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีข้อคำถามทั้งหมด 20 ข้อ
2. ให้นักเรียนแสดงวิธีทำ ลงในกระดาษคำตอบ
3. ห้ามขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงข้อสอบ
4. เมื่อหมดเวลาให้นักเรียนคืนแบบทดสอบและส่งกระดาษคำตอบ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ 2
จำนวน 10 ข้อ คะแนนเต็ม 40 คะแนน เวลา 1 ชั่วโมง

1.(1) มีนักท่องเที่ยวจำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มที่หนึ่งมี 60 คน กลุ่มที่สองมี 75 คน ถ้า $\frac{3}{4}$ ของจำนวนนักท่องเที่ยวกลุ่มที่หนึ่ง และ $\frac{2}{5}$ ของจำนวนนักท่องเที่ยวกลุ่มที่สองขึ้นรถโดยสารไปเที่ยวชมวัดพระศรีรัตนศาสดาราม จำนวนนักท่องเที่ยวกลุ่มใดไปชมวัดพระศรีรัตนศาสดารามมากกว่าและมากกว่าเป็นจำนวนกี่คน

2.(2) ก้องเลี้ยงสุนัขและนกจำนวนหนึ่ง ถ้านับหัวของสัตว์ทั้งสองชนิดรวมกันได้ 20 หัวและนับขาได้ 70 ขา ก้องเลี้ยงสุนัขและนกอย่างละกี่ตัว



จากแบบรูปที่กำหนดให้ จ्ञำนวนรูปวงกลมของรูปที่ 9 และรูปที่ 19 มีกี่รูป

8.(6) ร้านขายของแห่งหนึ่งติดราคาสินค้าที่ลดราคาไว้ ดังนี้

แป้งเด็ก กระป๋องละ 99.75 บาท

ยาสระผม ขวดละ 100.25 บาท

ครีมบำรุงผิว ขวดละ 125.50 บาท

น้ำยาปรับผ้านุ่ม โหลละ 142.50 บาท

สบู่ราคาโหลละ 89.50 บาท

ยาสีฟัน แป็คคู่ แป็คละ 94.50 บาท

ถ้ำนงลักษณะต้องการซื้อสินค้า 4 ประเภท และจ่ายเงินให้แม่ค้าเป็นธนบัตรฉบับละ 500 บาท

จำนวน 1 ใบ เขาจะเลือกซื้อสินค้าประเภทใดได้บ้าง โดยให้เหลือเงินทอนจากแม่ค้าให้น้อยที่สุด จะเหลือเงินทอนกี่บาท และเป็นเหรียญหรือธนบัตรชนิดใดบ้าง

9.(7) ถ้านักเรียนมีเหรียญบาท 10 เหรียญ เหรียญห้าบาท 3 เหรียญและเหรียญสิบบาท 2 เหรียญ นำซื้อสมุดวาดเขียนราคา 20 บาท นักเรียนจะจ่ายเงินด้วย เหรียญต่าง ๆ ได้กี่แบบ อย่างไรบ้าง

[illegible]

10.(7) ธนามีเงินอยู่จำนวนหนึ่ง แต่ละวันจะใช้จ่ายเงินไปครึ่งหนึ่งของที่มีอยู่ ในวันที่ 5 ธนามีเงินที่เหลือได้ 50 บาท เดิมธนามีเงินอยู่เท่าไร

[illegible]

ภาคผนวก ง

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือที่ใช้ในทดลอง

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการจัดการเรียนรู้

1. รองศาสตราจารย์ ดร. สิริพร ทิพย์คง
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน
3. รองศาสตราจารย์ กิตติ พัฒนตระกูลสุข
โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผู้เชี่ยวชาญด้านแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

1. รองศาสตราจารย์ ดร. อารี พันธุ์มณี
คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน
3. อาจารย์ ประสาท สอ้านวงศ์
ข้าราชการบำนาญ

ผู้เชี่ยวชาญด้านแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

1. รองศาสตราจารย์ ดร. สิริพร ทิพย์คง
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน
3. รองศาสตราจารย์ กิตติ พัฒนตระกูลสุข
โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล นางสาวกชกร รุ่งหัวไผ่
 วันเดือนปีเกิด 24 พฤษภาคม 2520
 สถานที่เกิด อำเภอโคกสำโรง จังหวัดลพบุรี
 สถานที่อยู่ปัจจุบัน 112 หมู่ 7 ตำบลหนองม่วง อำเภอหนองม่วง จังหวัดลพบุรี 15170
 ตำแหน่งหน้าที่การงาน อาจารย์ 1 ระดับ 4
 สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนบ้านโป่งเกิด อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2539 มัธยมศึกษาตอนปลาย
 จาก โรงเรียนหนองม่วงวิทยา อำเภอหนองม่วง จังหวัดลพบุรี
 พ.ศ.2543 ครุศาสตรบัณฑิต วิชาเอกคณิตศาสตร์ วิชาโทวิทยาศาสตร์ทั่วไป
 จาก สถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาลัยสงครณ ในพระบรมราชูปถัมภ์
 จังหวัดปทุมธานี
 พ.ศ.2547 การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
 จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ