

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสากัจฉา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความตระหนักในการรู้คิด
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่4

ปริญญาณิพนธ์
ของ
ภัทรรัตน์ แสงเดือน

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
พฤษภาคม 2553

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภา์จกฉา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความตระหนักในการรู้คิด
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่4

ปริญญาณิพนธ์
ของ
ภัทรรัตน์ แสงเดือน

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

พฤษภาคม 2553

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความตระหนักในการรู้คิด
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

บทคัดย่อ
ของ
ภัทรวรัตน์ แสงเดือน

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

พฤษภาคม 2553

ภัทรวรัตน์ แสงเดือน. (2553). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความตระหนักรู้ในการรู้คิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ , ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล , รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วงษ์อยู่น้อย.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความตระหนักรู้ในการรู้คิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ และเปรียบเทียบกับเกณฑ์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนเทศบาล 4 วัดเมืองใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 34 คน โดยใช้การสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เวลาทดลอง 17 คาบ โดยใช้การวิจัยแบบ One Group Pretest – Posttest Design สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ t – test for Dependent Sample และค่าสถิติ t-test for One Sample

ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
5. ความตระหนักรู้ในการรู้คิดของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

THE EFFECT OF DHAMMASAKACCHA LEARNING ACTIVITY IN TRIGONOMETRIC RATIOS
ON ACADEMIC ACHIEVEMENT , CRITICAL THINKING ABILITY AND METACOGNITION
AWARENESS OF MATHAYOMSUKSA IV STUDENTS

AN ABSTRACT
BY
PATTARAT SANGDUAN

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Education Degree in Secondary Education
at Srinakharinwirot University
May 2010

Pattarat Sangduan. (2010). **The Effect of Dhammasakaccha Learning Activity in Trigonometric Ratios on Academic Achievement , Critical Thinking Ability and Metacognition Awareness of Mathayomsuksa IV Students.** Master thesis, M.Ed. (Secondary Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisory Committee: Assoc. Prof. Dr.Somchai Chuchat , Assist. Prof. Chaisak Leelajaruskui , Assoc. Prof. Dr.Somson Wongyounoi.

The purposes of this research was to compare mathematics achievement , critical thinking ability and metacognition awareness of Mathayomsuksa IV Students before and after being taught through the Dhammasakaccha learning activity in trigonometric ratios and compare to the criterion.

The subjects of this study were 34 Mathayomsuksa IV students in the second semester of 2009 academic year at Tessabarn 4 Wat Muangmai School, Lopburi. They were randomly selected by using cluster random sampling. The experimental group was taught for 17 hours. The One - Group Pretest – Posttest Design was used for the study. The data were statistically analyzed by using t – test for Dependent Sample and t – test for One Sample.

The results of the study indicated that :

1. The mathematical achievement of the experimental group after being taught through the Dhammasakaccha learning activity was statistically higher than before being taught at the .01 level of significance.

2. The mathematical achievement of the experimental group after being taught through the Dhammasakaccha learning activity was statistically higher than the 70 percentage criterion at the .01 level of significance.

3. The critical thinking ability of the experimental group after being taught through the Dhammasakaccha learning activity was statistically higher than before being taught at the .01 level of significance.

4. The critical thinking ability of the experimental group after being taught through the Dhammasakaccha learning activity was statistically higher than the 70 percentage criterion at the .01 level of significance.

5. The metacognition awareness of the experimental group after being taught through the Dhammasakaccha learning activity was statistically higher than before being taught at the .01 level of significance.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภา์จกฉา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความตระหนักในการรู้คิด

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่4

ของ

ภัทรรัตน์ แสงเดือน

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

วันที่ เดือน..... พ.ศ. 2553

คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ประธาน

..... ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ)

(รองศาสตราจารย์ นิภา ศรีไพโรจน์)

..... กรรมการ

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล)

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ)

..... กรรมการ

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วงษ์อยู่น้อย)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วงษ์อยู่น้อย)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดีด้วยความกรุณาและการให้คำปรึกษาแนะแนวทาง ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขต่างๆในการทำวิจัยจาก รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล และ รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วงษ์อยู่น้อย กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ นิภา ศรีไพโรจน์ และ อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ประสาท สอ้านวงศ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประกอบ สมร่วง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.วิไล ทองแผ่ ดร.เนติ เฉลยวาเรศ และอาจารย์พรทิพย์ แก้วใจดี ที่กรุณาอุทิศเวลาให้ข้อเสนอแนะ คำแนะนำ และตรวจแก้ไขเครื่องมือที่เป็นประโยชน์และมีค่ายิ่งต่อการทำวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนเทศบาล 4 วัดเมืองใหม่ ที่ให้ความอนุเคราะห์ดำเนินการทดลองในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี และขอขอบพระคุณอาจารย์พนมรุ้ง ปิ่นชัชวาลย์ และอาจารย์สามารถ พยอมหอม ที่คอยให้ความช่วยเหลือแก่ผู้วิจัยจนกระทั่งสามารถทำการศึกษาค้นคว้าได้สำเร็จ ขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ปีการศึกษา 2552 โรงเรียนเทศบาล 4 วัดเมืองใหม่ ทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพอมนตรี – คุณแม่วรรณา แสงเดือน ผู้เป็นที่รัก ผู้ให้กำลังใจ และผู้ให้การสนับสนุนด้านการศึกษาแก่ผู้วิจัยจนประสบความสำเร็จ และขอขอบใจเพื่อนๆ นิสิตปริญญาโท สาขาการมัธยมศึกษา (การสอนคณิตศาสตร์) ทุกคนที่สนับสนุนและให้ความช่วยเหลือมาโดยตลอด ผู้วิจัยจักระลึกถึงพระคุณของท่านตลอดไป

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบให้เป็นเครื่องบูชาพระคุณของบิดามารดา ครู อาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนและประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัย

ภัทรวรัตน์ แสงเดือน

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง.....	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	3
	ความสำคัญของการวิจัย.....	4
	ขอบเขตของการวิจัย.....	4
	นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
	สมมติฐานการวิจัย.....	9
2	เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบธรรมสภาัจฉา.....	10
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	18
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.....	29
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรู้คิด.....	52
3	วิธีการดำเนินการวิจัย	66
	การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	66
	การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	67
	การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	76
	การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	77
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	83
	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	83
	การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	83
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	83

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... 89
	ความมุ่งหมายของการวิจัย..... 89
	วิธีดำเนินการวิจัย..... 90
	สรุปผลการวิจัย..... 91
	อภิปรายผล..... 91
	ข้อสังเกตจากการวิจัย..... 95
	ข้อเสนอแนะ..... 96
	บรรณานุกรม..... 98
	ภาคผนวก..... 111
	ภาคผนวก ก..... 112
	ภาคผนวก ข..... 132
	ภาคผนวก ค..... 145
	ภาคผนวก ง..... 195
	ประวัติย่อผู้วิจัย..... 197

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบอัตนัย.....	70
2	แบบแผนการวิจัย.....	76
3	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา.....	84
4	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา กับเกณฑ์.....	85
5	ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา.....	86
6	ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา กับเกณฑ์.....	87
7	ผลการเปรียบเทียบความตระหนักในการรู้คิดของนักเรียน ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา.....	88
8	ค่าดัชนีสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบสอบกับจุดประสงค์ (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ จำนวน 16 ข้อ.....	111
9	ค่าดัชนีสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิด อย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 60 ข้อ.....	112
10	ค่าดัชนีสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามวัดความตระหนักในการรู้คิด จำนวน 80 ข้อ.....	116
11	ค่าความยาก (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ จำนวน 16 ข้อ.....	120
12	ค่า $\sum X_i$, ค่า $\sum X_i^2$ และค่า σ_i^2 ในการหาค่าความเชื่อมั่น (α -coefficient) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ จำนวน 8 ข้อ.....	121
13	ค่าความยาก (p) , ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถใน การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	122

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า	
14	ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อของแบบสอบถามวัดความตระหนักในการรู้คิด และค่าความเชื่อมั่น.....	126
15	คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา.....	131
16	คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา.....	133
17	คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา.....	136
18	คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา.....	138
19	คะแนนวัดความตระหนักในการรู้คิดของนักเรียน ก่อนและหลัง ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา.....	138

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1 กรอบแนวคิดการวิจัย.....

9

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การเปลี่ยนแปลงของมนุษย์ทั้งในอดีต ปัจจุบัน และอนาคต มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้มนุษย์ต้องมีการปรับตัวเพื่อให้ทันต่อการเจริญเติบโตและการแข่งขันของสังคม วิทยาศาสตร์ถือว่ามีผลสำคัญอย่างยิ่งต่อการเปลี่ยนแปลง การพัฒนา และการดำรงชีวิตของมนุษย์ วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ช่วยก่อให้เกิดความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี ทำให้โลกมีความเจริญขึ้น เพราะการคิดค้นทางด้านวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องอาศัยความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์เป็นสำคัญ สมกับคำกล่าวที่ว่า “Mathematics is the queen of science” (สิริพร ทิพย์คง. 2533: 1) นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนามนุษย์ให้สมบูรณ์มีความสมดุลทั้งทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญาและอารมณ์สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็นและสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข คณิตศาสตร์เป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ที่ศึกษาเกี่ยวกับแบบรูปและความสัมพันธ์เพื่อให้ได้ข้อสรุปและนำไปใช้ประโยชน์ คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นภาษาศาสตร์ที่ทุกคนเข้าใจตรงกันในการสื่อสาร สื่อความหมายและถ่ายทอดความรู้ระหว่างศาสตร์ต่างๆ (ปานทอง กุลนาถศิริ. 2543: 14-19)

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับการคิด กระบวนการ และเหตุผล คณิตศาสตร์ฝึกให้คนคิดอย่างมีระบบระเบียบ และเป็นพื้นฐานของวิทยาการต่างๆหลายสาขา (ยุพิน พิพิธกุล. 2539: 1) คณิตศาสตร์จึงเป็นศาสตร์ที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการจัดการศึกษา แต่จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยส่วนรวมยังไม่เป็นที่น่าพอใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ที่ประสบปัญหาในทุกๆระดับชั้น ผู้เรียนส่วนใหญ่รู้สึกว่าเป็นวิชาที่ยาก ไม่น่าสนใจ และไม่ประสงค์จะเลือกเรียนในสาขาวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนส่วนใหญ่จึงอยู่ในเกณฑ์ต่ำ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2545: 43) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงสภาพปัญหาในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ยุพิน พิพิธกุล (2539: 3-8) ได้เคยกล่าวถึงปัญหาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เกี่ยวกับตัวครูไว้ว่า ครูใช้วิธีการสอนแบบเก่า ซึ่งเป็นการบรรยายและฝึกเนื้อหา ครูเป็นผู้กำหนดรูปแบบการเรียนให้ผู้เรียน การสอนจะเน้นเนื้อหาเป็นศูนย์กลางไม่คำนึงถึงผู้เรียนและความแตกต่างระหว่างบุคคล ดังนั้นครูจึงเป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการจัดการเรียนการสอนให้บรรลุตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร ครูจึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาให้มีความรู้ความสามารถยิ่งขึ้นเพราะครูที่มีสมรรถภาพสูงย่อมมีความสามารถในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งจะมีผลให้นักเรียนได้มีการพัฒนาเป็นไปตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ (วราภรณ์ มีหนัก. 2545: 58-59)

ดังนั้นการเรียนการสอนจึงต้องจัดให้ผู้เรียนมีทักษะในการแสวงหาความรู้จากแหล่งการเรียนรู้ อย่างหลากหลาย เพราะการเรียนรู้เกิดได้จากแหล่งต่างๆ กัน ผู้เรียนไม่จำเป็นต้องรอรับความรู้จากผู้สอน เพียงฝ่ายเดียว ซึ่งผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง (ยุพิน พิพิธกุล, 2543: 26) แต่การสอนด้วยวิธีการที่ หลากหลายยังคงไม่เพียงพอ ครูยังคงต้องตระหนักถึงการพัฒนาเด็กให้เป็นคนดี ซึ่งในห้วงเวลาที่เมืองไทย กำลังมีการปฏิรูปการศึกษา โดยตระหนักถึงการพัฒนาเด็กเป็นคนดีนี้ ได้มีการหยิบยกกระบวนการสอน เด็กในแนวพุทธศาสนาขึ้นมาพิจารณา เนื่องจากพุทธศาสนาเป็นศาสนาที่ให้คุณค่าต่อการเรียนอย่าง สูงสุด จากผลการวิจัยของคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่พบว่าเด็กไทยในปัจจุบันมีปัญหา ทั้งด้านจิตใจและพฤติกรรมไม่สนใจในศาสนา มีความคิดสับสน ขาดการเชื่อมโยงในการมองปัญหา (สมพงษ์ จิตระดับ, 2547: 8-10) ด้วยเหตุนี้จึงได้มีการจัดการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉาซึ่งเป็นกระบวนการ เรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รับความรู้จากการอภิปรายซักถามระหว่างผู้เรียนเอง หรือระหว่างผู้เรียนกับ ผู้สอน โดยครูมีหน้าที่ในการจัดสถานการณ์ที่เป็นปัญหา เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจซักถาม จนสามารถ สรุปหลักความรู้ได้ (ดุษฎี สีตลวรางค์, 2524: 3) จะเห็นได้ว่าการศึกษาที่แท้จริงของสมเด็จพระสัมมาสัม พุทธเจ้านั้น คือการค้นคว้า การสนทนา ซักถามและการฝึกตน ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ ธรรมสภาัจฉาจึงมีความสอดคล้องกับวิชาคณิตศาสตร์ที่พัฒนาความคิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบเป็น ระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหา (สสวท.2544: บทนำ)

จากทฤษฎีพัฒนาการของเพียเจท์ (Piaget, 1964: 189) ได้กล่าวถึงพัฒนาการของ ความสามารถทางสติปัญญาของมนุษย์ในขั้นการคิดแบบเหตุผลเชิงนามธรรม (Formal operational stage) จะอยู่ในช่วงอายุ 12-15 ปี ซึ่งตรงกับนักเรียนในช่วงชั้นที่ 3 เด็กในช่วงวัยนี้มีความเข้าใจสิ่งที่เป็น นามธรรม สามารถคิดตามหลักตรรกศาสตร์ มีการคิดแบบอุปนัย และนิรนัยได้ ซึ่งเพียเจท์เชื่อว่า ความสามารถดังกล่าวมีผลต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ นักเรียนจะสามารถนำไปใช้ ประโยชน์ในการตัดสินใจ หรือแก้ไขปัญหาต่างๆ ในชีวิตได้ และเป็นประโยชน์ในการศึกษาหาความรู้ต่อไป การประเมินทักษะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สมบัติ การจนารักษ์พงศ์ (2549: 12) กล่าวว่าควรใช้วัดในชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หรือในช่วงชั้นที่ 3-4

การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นลักษณะการคิดที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างมี ประสิทธิภาพและเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่องตามความสามารถของตนเอง ดังนั้น ผู้เรียนจึงต้องมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ นั่นคือสามารถคิดวิเคราะห์ รู้จักแยกแยะข้อเท็จจริง มี ความสามารถในการโต้แย้ง และสามารถสรุปอ้างอิงได้ด้วย (กระทรวงศึกษาธิการ, 2544: 2) เหมือนดังที่ ดิวอี้ (Dewey, 1933: 30) ได้กล่าวไว้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง การคิดอย่างใคร่ครวญ ไตร่ตรองอย่างรอบคอบ ต่อความเชื่อหรือความรู้ต่างๆ โดยอาศัยหลักฐานมาสนับสนุน ความเชื่อหรือ ความรู้นั้น รวมทั้งข้อสรุปที่เกี่ยวข้อง และเอนนิส (Ennis, 1985: 46) ได้กล่าวถึงการคิดอย่างมี วิจารณญาณว่าเป็นการคิดอย่างพิจารณาไตร่ตรองอย่างมีเหตุผลและจุดมุ่งหมายเพื่อการตัดสินใจว่า

สิ่งใดควรเชื่อก่อนการลงมือปฏิบัติ นอกจากนี้ทักษะการคิดที่ได้รับความสนใจเพิ่มมากขึ้นในปัจจุบันและได้นำมาใช้ในด้านการจัดการเรียนการสอนคือ การรู้คิด (Metacognition) ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของ การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ เพราะว่าเป็นสิ่งที่ช่วยให้แต่ละคนควบคุมกำกับกระบวนการทางปัญญา ของตนได้ (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. 2544: 157) ด้วยเหตุนี้ผู้เรียนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนากระบวนการ คิด การแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ การให้นิยามความหมายของการรู้คิด (Metacognition) ของ นักจิตวิทยา นักการศึกษา และนักวิจัย ส่วนใหญ่จะกล่าวถึงการรู้คิดว่าเป็นเรื่องการคิดเกี่ยวกับการคิด ของบุคคลนั้น (thinking about their own thinking) เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบที่สำคัญสี่ประการคือ ด้าน การตระหนักรู้ (Awareness) ด้านยุทธวิธีทางความคิด (Cognitive Strategy) ด้านการวางแผน (Planning) และด้านการตรวจสอบตนเอง (Self Checking) (O'Neil; & Abedi. 1996: 234-245) พื้นฐาน ทางทฤษฎีของการคิดแบบเมต้า คือทฤษฎีการประมวลผลข้อมูล ที่อธิบายการทำงานของสมองโดย เทียบเคียงกับการทำงานของคอมพิวเตอร์ซึ่งเริ่มต้นจากการรับรู้ข้อมูล เก็บไว้ในหน่วยความจำระยะสั้น ทำการประมวลผลและแสดงอาการตอบสนองออกมา ในขณะเดียวกันก็อาจจะบันทึกไว้ในความจำระยะ ยาวของสมองด้วย (ณัฐภรณ์รัฐ เฉลิมสุข. 2550: 2) จากพื้นฐานทฤษฎีนี้เอง จึงทำให้มีการแตกขยาย แนวคิดและคำจำกัดความเกี่ยวกับการรู้คิดนี้ออกไปมากมาย คือ การคิดแบบเมต้า (Metacognition) การคิดอภิमान การคิดอภิปัญญา การรู้คิด และการคิดโดยใช้เหตุผลขั้นสูง ซึ่งจากการศึกษาทฤษฎี แนวคิดต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ชื่อสำหรับการวิจัยครั้งนี้ว่า การรู้คิด (Metacognition) และ นอกจากนี้การจัดการเรียนการสอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักควบคู่ไปกับการรู้คิดด้วย เพราะความตระหนักในการรู้คิดนี้ เป็นความสามารถที่จะรู้และควบคุมกระบวนการคิดของตนเองได้อย่าง มีประสิทธิภาพ ทำให้การคิดมีคุณค่า และเป็นประโยชน์ต่อการฝึกคิดเป็นอย่างมาก (Flavell. 1979: 103-104)

จากแนวคิดข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการศึกษาลักษณะสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความตระหนักในการรู้คิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา และเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนที่เน้น ผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งจะช่วยให้ครูมีทางเลือกในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้อีกทางหนึ่ง

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา ก่อนและหลังการทดลอง
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา กับเกณฑ์

3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา ก่อนและหลังการทดลอง
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา กับเกณฑ์
5. เพื่อเปรียบเทียบความตระหนักในการรู้คิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา ก่อนและหลังการทดลอง

ความสำคัญของการวิจัย

ผลของการวิจัยในครั้งนี้ จะเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความตระหนักในการรู้คิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และนอกจากนี้ผลของการวิจัยยังจะเป็นแนวทางให้แก่ครูสามารถนำไปปรับปรุงการสอนหรือสร้างชุดการเรียนเรื่องอื่นๆ ได้ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ของโรงเรียนเทศบาล 4 วัดเมืองใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี ซึ่งทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนโดยละความสามารถของนักเรียน จำนวน 5 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียน 254 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ของโรงเรียนเทศบาล 4 วัดเมืองใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 34 คน โดยใช้การสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยใช้วิธีการทดลองโดยดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โดยผู้วิจัยดำเนินการสอนเอง ใช้เวลาในการทดลอง 17 คาบ คาบละ 60 นาที โดยทดลองสอน 13 คาบ ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) 2 คาบ และทดสอบหลังเรียน (Post-test) 2 คาบ

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ซึ่งแบ่งเนื้อหาออกเป็น

- | | |
|----------------------------------------------------------|-------------|
| 1. อัตราส่วนตรีโกณมิติ | จำนวน 3 คาบ |
| 2. อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30 องศา 45 องศา และ 60 องศา | จำนวน 5 คาบ |
| 3. การอ่านค่าตรีโกณมิติจากตาราง | จำนวน 2 คาบ |
| 4. การประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ | จำนวน 3 คาบ |

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา
ตัวแปรตาม (Dependent Variable) คือ

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
2. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
3. ความตระหนักในการรู้คิด

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **ธรรมสภาัจฉา** หมายถึง การสนทนาระหว่างคนแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การอภิปรายปัญหา การแสวงหาเหตุผล คิดค้น คัดค้าน หรือคล้อยตาม เป็นการซักถาม และแก้ปัญหา ซึ่งเป็นวิธีการสอนของพระพุทธเจ้า

2. **การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา** หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่เน้นการสนทนาระหว่างครูและผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการอภิปรายปัญหาร่วมกัน มีการแสวงหาเหตุผล คิดค้น คัดค้าน หรือคล้อยตาม จนสรุปได้ข้อความรู้ร่วมกัน ซึ่งเป็นกระบวนการทางการศึกษาที่เน้นให้ผู้เรียนสามารถค้นพบความรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

เตรียมความพร้อมของนักเรียน โดยการซักถาม สนทนาโต้ตอบระหว่างครูและผู้เรียน ในขอบข่ายของเนื้อหาที่จะเรียนรู้ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการตอบสนองต่อกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นสอน

1. แสวงหาความรู้ ครูกำหนดประเด็นที่เป็นปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้จากเอกสารประกอบการเรียน ตำรา ใบความรู้ สื่อการเรียนรู้ ตลอดจนแหล่งการเรียนรู้อื่นๆ

2. ค้นพบความรู้ นำข้อมูลที่หามาได้ มาสรุปเพื่อสร้างองค์ความรู้ และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามในปัญหาที่พบ พร้อมร่วมกันอภิปราย

3. รวบรวมความรู้ นักเรียนรวบรวมความคิดที่ได้จากการซักถาม ได้ตอบ หรือแลกเปลี่ยนกัน มาวิเคราะห์เพื่อหาความถูกต้องของวิธีการหาคำตอบอย่างสมเหตุสมผล

4. พิสูจน์ความรู้ นักเรียนทำกิจกรรมฝึกทักษะ โดยนำข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้า และผ่านการวิเคราะห์แล้วมาใช้ในการปฏิบัติจริง

ขั้นสรุปบทเรียน

นักเรียนอภิปรายผลที่เกิดขึ้นจากการทำกิจกรรม แบบฝึกทักษะ ใบงาน สามารถนำผลที่เกิดขึ้นไปคิดวิเคราะห์และนำไปใช้แก้ปัญหาได้ด้วยเหตุผล ตลอดจนสามารถค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา โดยผู้สอนเพิ่มเติมความรู้ส่วนที่บกพร่องให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ ความสามารถของผู้เรียนในด้านความรู้ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ หลังจากการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมชาติศึกษา ซึ่งสามารถวัดออกมาเป็นคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแบบอัตนัยจำนวน 8 ข้อ โดยสอดคล้องกับพฤติกรรมด้านความรู้ ความคิด (Cognitive Domain) ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ตามที่วิลสัน (Wilson. 1971: 643 – 685) จำแนกไว้เป็น 4 ระดับ คือ

3.1 ด้านความรู้ความจำ เกี่ยวกับการคิดคำนวณ (Computation) ในด้านข้อเท็จจริง คำศัพท์ นิยาม และการใช้กระบวนการในการคิดคำนวณ

3.2 ด้านความเข้าใจ (Comprehension) เกี่ยวกับความคิดรวบยอด หลักการ กฎ การสรุปอ้างอิง และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปยังอีกแบบหนึ่ง การคิดตามแนวเหตุผล การอ่านและการตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.3 ด้านการนำไปใช้ (Application) ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหาที่ประสมอยู่ระหว่างเรียน การเปรียบเทียบ การสังเคราะห์ข้อมูล และการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนและสมมาตร

3.4 ด้านการวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนและไม่มีในแบบฝึกหัด แต่อยู่ในขอบเขตของเนื้อหาที่เรียน การค้นหาความสัมพันธ์ การพิสูจน์ การสร้างสูตร และทดสอบความถูกต้องของสูตร

4. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking Ability) หมายถึง ความสามารถในการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูลที่เป็นปัญหา ข้อโต้แย้ง หรือข้อมูลที่คลุมเครือ เพื่อตัดสินใจและนำไปสู่การสรุปข้อยุติอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งครอบคลุมกระบวนการคิด 4 ด้าน ดังนี้

4.1 การนิยามปัญหา ด้านการนิยามปัญหา หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการพิจารณาข้อมูล ปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ เพื่อกำหนดประเด็นปัญหา ข้อสงสัย ข้อคำถาม ของสถานการณ์ต่างๆ ที่เป็นปัญหาแล้วสามารถบอกลักษณะของปัญหาที่เกิดขึ้นได้ถูกต้องภายใต้ขอบเขตข้อเท็จจริงที่กำหนดให้

4.2 การตัดสินใจข้อมูล หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการพิจารณาตัดสินใจความน่าเชื่อถือของข้อมูล แหล่งข้อมูล ความสอดคล้องและความเพียงพอของข้อมูล จำแนกข้อมูลออกเป็นข้อเท็จจริงและข้อคิดเห็น และสามารถระบุข้อตกลงเบื้องต้น จากข้อมูลที่กำหนดให้ได้

4.3 การระบุสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการกำหนดแนวทางหรือพยากรณ์คำตอบ โดยอาศัยข้อมูลและข้อตกลงเบื้องต้น รวมทั้งเลือกสมมติฐานที่เหมาะสมโดยพิจารณาถึงความเป็นเหตุเป็นผลของปัญหาและผลที่จะเกิดขึ้น

4.4 การสรุปอ้างอิง หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการสรุปอ้างอิงแบบนัย อุปนัย จากข้อมูลหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้อย่างสมเหตุสมผล

เครื่องมือที่ใช้ทดสอบและประเมินความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน คือแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ตามแนวคิดของเอนนิส (Ennis, 1985: 45-48) เดรสเซล และเมย์ฮิว (Dressel ; & Mayhew, 1957: 179-181) ซึ่งในแต่ละข้อมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว ถ้าตอบถูกในแต่ละข้อให้ 1 คะแนน และตอบผิด ตอบมากกว่า 1 ข้อ หรือไม่ตอบเลยในแต่ละข้อให้ 0 คะแนน

5. ความตระหนักในการรู้คิด หมายถึง วิธีการที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจที่บุคคลมีต่อกระบวนการคิดของตนเองในการสอบ หรือการแก้ปัญหาใดๆ และใช้ความรู้ดังกล่าวเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการกำกับและควบคุมตนเองในการหาคำตอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.1 การตระหนักรู้ (Awareness) หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการรู้ถึงความจำเป็นของการใช้ยุทธวิธีทางความคิด การวางแผน ตลอดจนการตรวจสอบตนเองมาใช้ในการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและตัดสินใจเลือกคำตอบ

5.2 ยุทธวิธีทางความคิด (Cognitive Strategy) หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการคิดหาวิธีการและเลือกใช้วิธีการต่าง ๆ ที่หลากหลาย เพื่อนำมาใช้วิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและตัดสินใจเลือกคำตอบ

5.3 การวางแผน (Planning) หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในกำหนดแนวทางในการที่จะวิเคราะห์และหาคำตอบจากสถานการณ์ปัญหานั้น ๆ โดยเริ่มตั้งแต่ การกำหนดเป้าหมาย การคิดหายุทธวิธี และวิธีการดำเนินการแก้ปัญหา

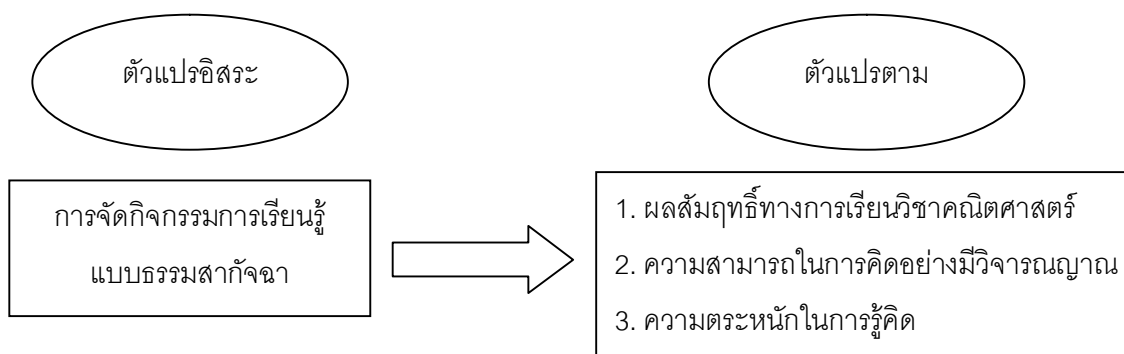
5.4 การตรวจสอบตนเอง (Self Checking) หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการตรวจสอบตนเองเกี่ยวกับความเหมาะสมของแนวทางที่วางไว้ วิธีดำเนินการ ยุทธวิธีต่าง ๆ ที่นำมาใช้เพื่อการตัดสินใจเลือกคำตอบในการวิเคราะห์สถานการณ์ที่เป็นปัญหา

แบบสอบถามความตระหนักในการรู้คิด กำหนดระดับคะแนนของการปฏิบัติเพื่อสะท้อนความตระหนักในการรู้คิดของผู้เรียนไว้ 5 ระดับ คือ คะแนน 5 คะแนน หมายถึง ข้อความตรงกับความรู้สึก ความคิด และการปฏิบัติมากที่สุด , 4 คะแนน หมายถึง ข้อความตรงกับความรู้สึก ความคิด และการปฏิบัติมาก , 3 คะแนน หมายถึง ข้อความตรงกับความรู้สึก ความคิด และการปฏิบัติปานกลาง , 2 คะแนน หมายถึง ข้อความตรงกับความรู้สึก ความคิด และการปฏิบัติน้อย และ 1 หมายถึง ข้อความตรงกับความรู้สึก ความคิด และการปฏิบัติที่น้อยที่สุด จำนวน 40 ข้อ

6. เกณฑ์ หมายถึง คะแนนขั้นต่ำที่จะยอมรับว่าหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา แล้วนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณผ่านเกณฑ์ โดยในที่นี้กำหนดเกณฑ์ ร้อยละ 70 ทั้งนี้การเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณ โดยวิเคราะห์จากคะแนนสอบหลังเรียน แล้วนำคะแนนเฉลี่ยมาเทียบกับเกณฑ์เป็นร้อยละ 70 นั้น ใช้สถิติเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2547: 15) ดังนี้

คะแนนร้อยละ	80 – 100	หมายถึง	ได้ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน / ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณดีเยี่ยม
คะแนนร้อยละ	75 – 79	หมายถึง	ได้ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน / ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณดีมาก
คะแนนร้อยละ	70 – 74	หมายถึง	ได้ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน / ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณดี
คะแนนร้อยละ	65 – 69	หมายถึง	ได้ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน / ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณค่อนข้างดี
คะแนนร้อยละ	60 – 64	หมายถึง	ได้ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน / ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณน่าพอใจ
คะแนนร้อยละ	55 – 59	หมายถึง	ได้ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน / ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณพอใช้
คะแนนร้อยละ	50 – 54	หมายถึง	ได้ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน / ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ
คะแนนร้อยละ	0 – 49	หมายถึง	ได้ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน / ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสากัจฉา สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรม
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสากัจฉา ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป
3. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสากัจฉา สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรม
4. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสากัจฉา ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป
5. ความตระหนักในการรู้คิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสากัจฉา สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรม

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบธรรมสภาัจฉา
 - 1.1 ความหมายของการสอนแบบธรรมสภาัจฉา
 - 1.2 กลวิธีการสอนแบบธรรมสภาัจฉา
 - 1.3 ขั้นตอนการสอนแบบธรรมสภาัจฉา
 - 1.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบธรรมสภาัจฉา
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 - 2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 - 2.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 2.3 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 2.4 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 - 2.5 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 3.1 ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 3.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 3.3 กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 3.4 องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 3.5 การส่งเสริมการสอนให้มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 3.6 การวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 3.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรู้คิด
 - 4.1 ความหมายของการรู้คิด
 - 4.2 องค์ประกอบของการรู้คิด
 - 4.3 การวัดความรู้คิด
 - 4.4 ความหมายของความตระหนัก

4.5 ความหมายของความตระหนักในการรู้คิด

4.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรู้คิด

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบธรรมสภาัจฉา

1.1 ความหมายของการสอนแบบธรรมสภาัจฉา

สุมน อมรวิวัฒน์ (2513: 50) ได้อธิบายไว้ว่า ธรรมสภาัจฉา หมายถึง การสนทนาธรรม แลกเปลี่ยนความคิดเห็น การอภิปรายปัญหา การแสวงหาเหตุผล คิดค้น คัดค้าน หรือคล้อยตาม เป็นการซักถาม และแก้ปัญหา พุทธวิธีการสอนนี้ใช้กันมาแต่ครั้งพุทธกาล การสอนแบบธรรมสภาัจฉาเป็นการสอนเพื่อให้ผู้เรียนรู้จักคิดแก้ปัญหา เป็นคนมีเหตุผล

กระทรวงศึกษาธิการ (2514: 3) ได้ให้ความหมายของวิธีสอนแบบธรรมสภาัจฉาว่าเป็นวิธีสอน ที่ผู้สอนเสนอสถานการณ์ที่เป็นปัญหา ให้นักเรียนสนทนากันจนได้ข้อสรุปความรู้

ประสาน ทองภักดี (2526: 27) ได้สรุปวิธีการสอนแบบธรรมสภาัจฉาว่าการสอนแบบนี้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดเพื่อหาคำตอบด้วยตนเอง ซึ่งทำให้เข้าใจลึกซึ้งเป็นความเข้าใจที่มั่นคง

พระธรรมปิฎก (ประยุทธ์ ปยุตโต. 2544: 158) ได้อธิบายเกี่ยวกับธรรมสภาัจฉาไว้ว่า การสอนของพระพุทธเจ้า มีองค์ประกอบที่เป็นคุณลักษณะ 4 ประการคือ

1. สันทัดสนา ชี้แจงให้เห็นชัด คือ จะสอนอะไรก็ชี้แจงจำแนกแยกแยะอธิบายและแสดงเหตุผลให้ชัดเจน จนผู้ฟังเข้าใจแจ่มแจ้ง เห็นจริงเห็นจดังจูงมือไปเห็นกับตา

2. สมาทปนา ชวนใจให้อยากรับไปปฏิบัติ คือสิ่งใดควรปฏิบัติหรือห้าทำก็แนะนำหรือบรรยายให้ทราบซึ่งในคุณค่า มองเห็นความสำคัญที่จะต้องฝึกฝนบำเพ็ญจนใจยอมรับ อยากลงมือทำ หรือนำไปปฏิบัติ

3. สมตฺเตชนา ใ้ใจให้อาจหาญแกล้วกล้า คือปลุกเร้าใจให้กระตือรือร้น เกิดความอุตสาหะ มีกำลังใจแข็งขัน มั่นใจที่จะทำ ให้สำเร็จจงได้ สู้งาน ไม่หวั่นระยอ ไม่กลัวเหน้อย ไม่กลัวยาก

4. สัมปหังสนา ปลอดภัยใ้ใจให้สดชื่นร่าเริง คือ บำรุงจิตให้แจ่มชื่นเบิกบาน โดยชี้ให้เห็นผลดีหรือ คุณประโยชน์ที่จะได้รับและทางที่จะก้าวหน้าบรรลุผลสำเร็จยิ่งขึ้นไป ทำให้ผู้ฟังมีความหวังและร่าเริงเบิกบานใจ

พระธรรมปิฎก (ประยุทธ์ ปยุตโต. 2544: 9-45) กล่าวว่า การฝึกฝนผู้เรียนให้รู้จักคิดหรือเรียกว่า วิธีคิดแบบวิเคราะห์เป็นวิธีคิดแบบการจำแนกแยกแยะหรือแจกแจง รวมทั้งการจัดหมวดหมู่หรือจัดประเภทไปพร้อมกัน ซึ่งเป็นกระบวนการทางการศึกษาที่ให้ผู้เรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง อันเป็นวิธีสอนที่เหมือนวิธีสอนแบบธรรมสภาัจฉา

จากความหมายข้างต้น สรุปได้ว่า การสอนแบบธรรมสภาัจฉา หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่เน้นการสนทนาระหว่างครูและผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการแลกเปลี่ยนความ

คิดเห็น มีการอภิปรายปัญหาพร้อมกัน มีการแสวงหาเหตุผล คิดค้น คัดค้าน หรือคล้อยตาม จนสรุปได้ ข้อความรู้อื่นๆ ซึ่งเป็นการบูรณาการทางการศึกษาที่เน้นให้ผู้เรียนสามารถค้นพบความรู้ได้ด้วยตนเอง

1.2 กลวิธีการสอนแบบธรรมสภาัจฉา

สุมน อมรวิวัฒน์ (2513: 287-289) ได้ เสนอแนะกลวิธีการสอนธรรมสภาัจฉา ว่ามีวิธีการคือ

1. คู่สนทนา ได้แก่ครูกับนักเรียน นักเรียนกับนักเรียน นักเรียนกับวิทยากร โดยตั้งจุดมุ่งหมาย การสนทนาให้ตรงกัน

2. คู่สนทนากำหนดหัวข้อเรื่อง หัวข้อปัญหา ขอบเขตการถกเถียง การซักถามในเรื่องที่กำหนด

3. คู่สนทนาจะต้องค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งวิทยากรต่างๆ ในหัวข้อที่จะสนทนา โดยเฉพาะ การอ่านในใจจะต้องรวบรวมประเด็น เพื่อนำมาสนทนา

4. การจัดการแสดงความคิดเห็น อาจทำได้ดังนี้

4.1 อภิปรายทั่วไปครูควรเป็นผู้ดำเนินการอภิปราย นักเรียนแสดงความรู้ แสดงความคิดเห็น หรือคัดค้านตามเวลาที่กำหนดให้ และครูเป็นผู้สรุป

4.2 อภิปรายเฉพาะกลุ่ม ครูจัดให้นักเรียนประมาณ 4 – 5 คน อภิปรายหน้าชั้นโดยมีครูเป็นผู้ดำเนินการอภิปรายซักถามนักเรียน

4.3 อภิปรายเป็นกลุ่ม แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม แต่ละกลุ่มค้นคว้า แล้วให้อภิปรายในกลุ่มของตน ให้นักเรียนกลุ่มหนึ่งอภิปรายหน้าชั้น และให้นักเรียนกลุ่มอื่นๆซักถามแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

4.4 จัดนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ ละ 5 – 7 คน แต่ละกลุ่มนำความรู้ที่อ่านมาแลกเปลี่ยนความคิดเห็น สรุปเป็นข้อคิดในเวลา 5 – 7 นาที แล้วให้ประธานกลุ่มอภิปรายหรือสนทนาหน้าชั้น

4.5 จัดโต๊ะเวที

4.6 แบ่งกลุ่มๆ ละ 5 – 7 คน ค้นคว้าหาความรู้แล้วแสดงความคิดเห็นในกลุ่ม แล้วส่งผู้แทน มาอภิปรายหน้าชั้น

4.7 ให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ แล้วช่วยกันระดมความคิด เขียนบนกระดานดำ นักเรียนทั้งชั้นช่วยกันพิจารณาอีกครั้งหนึ่ง

5. การแสดงความคิดเห็น จะต้องมีการสรุปความคิดเห็นและเรื่องราวทุกครั้ง การสรุปบทเรียน อาจทำได้โดย

5.1 ครูสรุปด้วยการบอกเล่าและอธิบายเพิ่มเติม

5.2 นักเรียนช่วยกันสรุปและเขียนลงบนกระดานดำ

5.3 นักเรียนที่เป็นเลขานุการ จดประเด็นและความคิดลงในสมุดให้ครูตรวจ

5.4 นักเรียนที่เป็นเลขานุการ จดประเด็นและความคิดเห็นแล้วพิมพ์สำเนาแจก

กระทรวงศึกษาธิการ (2514: 3) ได้กล่าวถึงลักษณะของการสนทนาจนได้ข้อสรุปความรู้ว่ามีลักษณะ ดังนี้

1. อภิปรายตามหัวข้อธรรมในหมู่ นักเรียน จนนักเรียนสรุปความรู้ร่วมกัน
2. ชักถามนักเรียนระหว่างนักเรียนกับนักเรียน นักเรียนกับครูผู้สอน โดยนักเรียนเป็นฝ่ายถาม หรือฝ่ายตอบสลับกัน หรือนักเรียนและครูผู้สอนผลัดกันถามผลัดกันตอบ จนนักเรียนสรุปหลักธรรม
3. ตั้งตัวแทนขึ้นชักถามกันระหว่างนักเรียนทั้งสองฝ่าย จนสรุปหลักธรรมได้

วิธีสอนแบบเหมาะกับผู้เรียนที่มีพื้นความรู้ในเนื้อหาพอสมควร และต้องการที่จะหาความกระจ่างในเนื้อหาเพิ่มขึ้น ใช้ได้ดีกับผู้เรียนจำนวนน้อย และมีความสามารถในการใช้ภาษา การชักถามได้ตอบ แสดงความคิดเห็น อภิปรายได้ดีพอสมควร

วิธีสอนแบบธรรมสภาัจฉา มีกลวิธีที่หลากหลาย เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในลักษณะการชักถาม ได้ตอบ การสนทนาในกลุ่มย่อย และการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียนหรือนักเรียนกับนักเรียน จนนักเรียนสามารถสรุปความรู้ที่ได้รับเป็นแนวคิดที่จะนำไปปฏิบัติในชีวิตประจำวันได้

ประสาร ทองภักดี (2526: 122-125) ได้สรุปเกี่ยวกับการสอนแบบธรรมสภาัจฉาว่า วิธีสอนนี้ พระพุทธเจ้าทรงใช้บ่อย ๆ ในสมัยพุทธกาล ภิกษุทั้งหลายมักจะประชุมสนทนาธรรมกัน ถกปัญหากัน หากปัญหาใดถกกันแล้ว อภิปรายกันแล้วโต้เถียงกันแล้ว ยังตกลงกันไม่ได้ พระพุทธองค์ก็มักจะเสด็จมาทรงเป็นประธานตัดสินชี้ขาด ทำให้ผู้เข้าประชุมได้รับความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องและมักปรากฏมีผู้บรรลุธรรมถึงพระอรหันต์ วิธีสอนแบบนี้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดเพื่อหาคำตอบด้วยตัวเอง ซึ่งทำให้เข้าใจลึกซึ้งเป็นความเข้าใจที่มั่นคง

จากการศึกษาเอกสารเรื่องกลวิธีการสอนแบบธรรมสภาัจฉาข้างต้น สามารถสรุปได้ดังนี้ กลวิธีการสอนแบบธรรมสภาัจฉาเป็นการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยวิธีการชักถาม ได้ตอบระหว่างครูกับผู้เรียน และระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน จนสามารถสรุปความรู้เพื่อนำไปปฏิบัติได้จริง ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ตั้งจุดมุ่งหมาย หรือเป้าหมายของการสนทนา การสอนให้ตรงกันระหว่างครูและผู้เรียน
2. กำหนดหัวข้อเรื่อง หัวข้อปัญหา ขอบเขต การชักถามในเรื่องที่กำหนด
3. ค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งวิทยาการต่างๆ ในหัวข้อที่จะสนทนา เพื่อรวบรวมประเด็น ที่จะนำมาใช้ในสนทนา
4. จัดการแสดงความคิดเห็นของผู้เรียน ซึ่งอาจจะกระทำได้หลายวิธี เช่น อภิปรายทั่วไป อภิปรายเป็นกลุ่ม อภิปรายเฉพาะกลุ่ม และได้วาที
5. ครูและผู้เรียนร่วมกันสรุปความคิดเห็น

1.3 ขั้นตอนการสอนแบบธรรมสภาัจฉา

คุชฎี สีสถาวรวงค์ (2524: 9-34) ได้อธิบายวิธีสอนแบบธรรมสภาัจฉาว่า เป็นการสอนที่อาศัยการสนทนาเป็นหลัก มีทั้งการอภิปรายกันในหมู่ผู้เรียน โดยมีครูผู้สอนเป็นประธาน การถามการตอบระหว่างผู้เรียน และการถามตอบระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน ความรู้ที่ได้จากการสนทนาธรรมนี้ เกิดจากการไตร่ตรองความรู้ที่ได้ยินที่ได้เห็น หลักในการสอนแบบธรรมสภาัจฉานั้นผู้สอนจะกำหนดสถานการณ์เร้าให้ผู้เรียนสนทนาซักถาม จนผู้เรียนสรุปหลักธรรมได้เอง พฤติกรรมการสอนจะมี 3 ลักษณะ คือ

1. ขั้นตอนอธิบายตามหัวข้อในหมู่ผู้เรียน จนผู้เรียนสามารถสรุปได้
2. ขั้นซักถามกันระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน โดยผู้เรียนเป็นฝ่ายถาม ผู้สอนเป็นฝ่ายตอบ หรือผู้สอนเป็นฝ่ายถาม ผู้เรียนเป็นฝ่ายตอบ หรือผู้สอนและผู้เรียนผลัดกันถามผลัดกันตอบ จนผู้เรียนสรุปความรู้ได้
3. ขั้นตั้งตัวแทนขึ้นซักถามกันระหว่างผู้เรียนสองฝ่าย จนสรุปความรู้ได้

สุมน อมรวิวัฒน์ (2535: 173-174) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนแบบธรรมสภาัจฉาว่าเป็นวิธีการที่ครูช่วยให้นักเรียนเกิดพฤติกรรมดังต่อไปนี้

1. แสวงหาความรู้ เป็นการสอนให้นักเรียนแสวงหาจากแหล่งต่าง ๆ ครูจะมีบทบาทเป็นที่ปรึกษาเป็นผู้ชี้แหล่งความรู้ ตอบคำถามให้ความกระจ่าง นักเรียนจดบันทึกเพื่อได้แนวคิดมาสู่ธรรมสภาัจฉา

2. ค้นพบความรู้อื่น เมื่อนักเรียนแสวงหาความรู้ ก็จะต้องฝึกทักษะการจับประเด็นของความรู้ต่างๆ และนำมาแลกเปลี่ยนความรู้ในกลุ่มของตน

3. รวบรวมความรู้ นักเรียนจะรวบรวมความรู้เป็นแนวคิด แนวความเชื่อและแนวปฏิบัติ โดยเลือกเฟ้นและรวบรวมเรื่องราวต่างๆ มาวิเคราะห์และประเมินค่าให้เกิดความเข้าใจ เห็นคุณค่า เกิดความรู้ลึกซึ้งอยากประพฤติตาม

4. พิสูจน์ เป็นการเกิดความรู้ความคิด ความเข้าใจมาปฏิบัติทดลองในชีวิตประจำวัน เป็นการนำความรู้มาสู่การปฏิบัติ

ส่วนกิจกรรมของครูก่อนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนดังกล่าวครูจะต้องเสริมสร้างศรัทธาทั้งระหว่างครูกับศิษย์ และศิษย์กับศิษย์ด้วยกัน นอกจากนั้น จะต้องสร้างบรรยากาศและสิ่งแวดล้อมที่ดี เพื่อบรรยายของการเรียนรู้อีกด้วย

สุคน สินพานนท์ (2538: 25-50) ได้จัดระบบการเรียนการสอนแบบธรรมสภาัจฉา ไว้ดังนี้

1. การเตรียมการก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

- 1.1 การสร้างศรัทธาให้ผู้เรียนได้มีความศรัทธา คือ มีความเชื่อความรู้ลึกซึ้งซาบซึ้ง มีความมั่นใจต่อการใช้วิธีสอนแบบธรรมสภาัจฉาต่อการจัดการเรียนรู้ มีความเชื่อมั่นในความจริง ความดีงามเชื่อในสิ่งที่ควรเชื่อด้วยเหตุผล

- 1.2 จัดบรรยากาศและสิ่งแวดล้อมอย่างเหมาะสม ทั้งในด้านการตกแต่งห้องเรียน การจัดห้องเรียนให้เป็นระเบียบ มีการตกแต่งป้ายนิเทศหน้าห้องเรียน มีข้อความสัมพันธ์กับเรื่องที่จะเรียน มีการ

กำหนดกติกา กฎระเบียบ แนวปฏิบัติร่วมกันในกลุ่มอย่างเหมาะสม การอภิปรายกลุ่มต้องเป็นไปด้วยความเป็นกันเอง

1.3 สร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ระหว่างผู้เรียนด้วยกัน มีการทักทาย สันทนาการกับผู้เรียนในเรื่องทั่วไปก่อนนำเข้าสู่บทเรียน และในระหว่างกิจกรรมการเรียนการสอนผู้สอนจะต้องเอาใจใส่ผู้เรียนทุกคนอย่างทั่วถึง โดยการสนทนาซักถาม

1.4 สร้างบุคลิกภาพของผู้สอน ผู้สอนจะต้องพัฒนาบุคลิกภาพ การแต่งกายสุภาพเรียบร้อย การพูดจาไพเราะ สันทนาการกับผู้เรียนด้วยความเป็นกันเอง สุขภาพจิตดี อารมณ์แจ่มใส มีความมั่นใจในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน มีการให้คำแนะนำเกี่ยวกับการเรียนแก่ผู้เรียนอย่างทั่วถึง

1.5 เตรียมสื่อการสอน ใบความรู้ ใบงานอย่างเหมาะสม และมีการวัดและประเมินผลผู้เรียนครบทุกด้าน

2. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

ผู้สอนยกสถานการณ์หรือตัวอย่างมาเสนอให้ผู้เรียน เห็นปัญหาและหาแนวทางในการแก้ไขปัญหา และเห็นคุณค่าของการแก้ปัญหาอย่างถูกต้อง

2.2 ขั้นสอน

2.2.1 แสวงหาความรู้ ผู้สอนออกแบบกิจกรรมหรือกำหนดประเด็น เพื่อให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยการค้นคว้าจากเอกสาร ตำรา หนังสือประเภทต่างๆ ป้ายนิเทศ สื่ออุปกรณ์ต่างๆ ตลอดจนแหล่งความรู้ด้านเทคโนโลยีประเภทต่างๆ และนำมาแลกเปลี่ยนความรู้และช่วยกันสรุป โดยมีผู้สอนคอยช่วยชี้แนะอย่างมีเมตตา

2.2.2 ค้นพบความรู้ ขณะที่ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการต่างๆ อย่างหลากหลายนั้น ผู้เรียนก็ย่อมค้นพบความรู้ไปด้วย ซึ่งถ้าจะให้ค้นพบความรู้ได้ตรงประเด็นนั้นผู้สอนควรจัดทำใบงาน กำหนดหัวข้อหรือตั้งประเด็นคำถามเพื่อเป็นการกำกับผู้เรียนให้ศึกษาข้อมูลความรู้ได้ตรงตามเป้าหมาย

2.2.3 การวิเคราะห์และการประเมินค่าความรู้ ผู้สอนควรได้นำวิธีคิดรูปแบบต่างๆ แทรกเข้ามา เพื่อให้ผู้เรียนได้รู้จักวิเคราะห์และประเมินค่าความรู้อย่างมีเหตุผล ผู้สอนอาจนำกรณีตัวอย่างมาให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดหาสาเหตุของปัญหา ต่อจากนั้นให้ผู้เรียนได้ฝึกการสรุปประเด็นของข้อมูลความรู้และประเมินค่าโดยวิธีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม และเสนอต่อชั้นเรียน

2.2.4 พิสูจน์ความรู้ เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนได้จัดกิจกรรมปฏิบัติพิสูจน์ความรู้ ให้ผู้เรียนทุกคนได้วางแผนการปฏิบัติตนและเลือกแนวการปฏิบัติ เพื่อจะได้รู้ถึงปัญหาและสาเหตุของปัญหาในการปฏิบัติ เพื่อจะได้นำมาอภิปรายร่วมกันเพื่อหาแนวทางแก้ไข

2.3 ชั้นสรุป

2.3.1 ให้ผู้เรียนทุกคนสรุปผลการปฏิบัติและพิสูจน์ความรู้ ตามทางเลือกของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม โดยสมาชิกแต่ละกลุ่มได้นำผลการสรุปมาเล่าสู่กันฟัง ให้ทราบถึงผลการปฏิบัติว่าเป็นอย่างไร มีเรื่องใดเป็นปัญหาหรืออุปสรรค หาสาเหตุของปัญหา และช่วยกันเสนอแนวทางแก้ไข ถ้าบุคคลใดได้ผลดีจากการปฏิบัติให้ช่วยกันหาสาเหตุของผลการปฏิบัตินั้น ซึ่งอาจใช้วิธีคิดในแบบที่ผู้เรียนคิดว่าเหมาะสม

2.3.2 นำผลการสรุปของแต่ละกลุ่มมาแลกเปลี่ยนกันด้วยวิธีการต่างๆ เช่น พุด เขียน เพื่อแสดงความมั่นใจว่าข้อมูลที่ได้รับการพิสูจน์ด้วยการปฏิบัตินั้นเป็นไปได้ มีคุณค่าและปฏิบัติได้ผลจริง

ไซศรี พานิชกุล (2546: 29-30) ได้สรุป การสอนแบบธรรมสภาัจฉาไว้ว่า เป็นการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้รับความรู้โดยการอภิปราย ชักถาม ระหว่างผู้เรียนกันเองหรือผู้เรียนกับผู้สอน โดยครูเป็นผู้จัดสถานการณ์ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจชักถาม อภิปราย จนผู้เรียนสรุปหลักความรู้ได้ มีพฤติกรรมการเรียนการสอน 3 ลักษณะ ดังนี้

1. ผู้สอนถามผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนคิด ค้นหาและสรุปได้
2. ผู้เรียนชักถามผู้สอนในธรรมที่ผู้เรียนสนใจหรือสงสัย ซึ่งผู้สอนจะอธิบายตามลำดับที่ผู้เรียนถาม จนสรุปหลักการได้

ถาม จนสรุปหลักการได้

3. สนทนาหรืออภิปรายกันเองในหมู่ผู้เรียน จนสรุปความรู้ได้

จากการศึกษาเอกสารขั้นตอนวิธีการสอนแบบธรรมสภาัจฉาข้างต้น สามารถสรุปวิธีการสอนธรรมสภาัจฉา ได้เป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

เตรียมความพร้อมของนักเรียน โดยการชักถาม สนทนาโต้ตอบในขอบข่ายของเนื้อหาที่จะเรียนรู้ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการตอบสนองต่อกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นสอน

1. แสวงหาความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ครูกำหนดประเด็นที่เป็นปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้จากเอกสารประกอบการเรียน ตำรา ใบงาน สื่อการเรียนรู้ ตลอดจนแหล่งการเรียนรู้อื่นๆ และบันทึกลงในใบกิจกรรมที่กำหนดให้

2. ค้นพบความรู้ นำข้อมูลที่หามาได้ มาสรุปเพื่อสร้างองค์ความรู้ และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ชักถามในปัญหาที่พบ พร้อมร่วมกันอภิปราย

3. รวบรวมความรู้ นักเรียนรวบรวมความคิดที่ได้จากการชักถาม โต้ตอบ หรือแลกเปลี่ยนกันมาวิเคราะห์เพื่อหาความถูกต้องของวิธีการหาคำตอบอย่างสมเหตุสมผล และบันทึกลงในใบกิจกรรมที่กำหนดให้

4. พิสูจน์ความรู้ นักเรียนทำกิจกรรมฝึกทักษะ โดยนำข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้า และผ่านการวิเคราะห์แล้วมาใช้ในการปฏิบัติจริง

ขั้นสรุปบทเรียน

นักเรียนอภิปรายผลที่เกิดขึ้นจากการทำกิจกรรมฝึกทักษะ สามารถนำผลที่เกิดขึ้นไปคิดวิเคราะห์ และนำไปใช้แก้ปัญหาได้ด้วยเหตุผล ตลอดจนสามารถค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา โดยผู้สอนเพิ่มเติมความรู้ส่วนที่บกพร่องให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

1.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบธรรมสภาัจฉา

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยพบว่า กลุ่มผู้สอนคณิตศาสตร์และงานวิจัยต่างประเทศยังไม่มี การทำวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา ผู้วิจัยจึงนำงานวิจัยในสาขาวิชาอื่นที่ได้ทำการ วิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา ดังนี้

ดุษฎี สีตลวรารักษ์ (2524: 67-68) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบวิธีสอนแบบไตรสิกขาและ ธรรมสภาัจฉาในการสอนเบญจศิลป์และฆราวาสธรรมในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนจากวิธีสอนแบบธรรมสภาัจฉาสูงกว่ากลุ่มที่เรียนจากวิธีสอนแบบ ไตรสิกขา ส่วนการใช้หลักธรรมในการแก้ปัญหาเชิงจริยธรรมนั้น นักเรียนที่เรียนจากวิธีสอนแบบไตรสิกขา มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากวิธีสอนแบบธรรมสภาัจฉา

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ (2538: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษากการใช้วิธีการสอนแบบธรรมสภาัจฉา เพื่อสร้างศรัทธาและวิถีคิดตามหลักพุทธธรรมแก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นักเรียนจำนวน 56 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบธรรมสภาัจฉามีความศรัทธาต่อพระพุทธศาสนา หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และนักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีการสอน แบบธรรมสภาัจฉามีวิถีคิดแบบสืบสาวเหตุปัจจัยหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .01

ประไพศรี ศิริวงษ์ (2540: ก – ข) ได้ศึกษาการใช้วิธีสอนแบบธรรมสภาัจฉาเพื่อพัฒนาความคิด รวบยอดของนักเรียนในวิชาภาษาไทย ท 503 จำนวน 2 ห้องเรียน รวมทั้งหมด 80 คน แบ่งเป็นกลุ่มควบคุม 40 คน และกลุ่มทดลอง 40 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบธรรมสภาัจฉา และเรียน โดยวิธีสอนตามคู่มือครู มีความคิดรวบยอดในวิชาภาษาไทย ท 503 หลังเรียนดีกว่าก่อนเรียนอย่างมี นัยสำคัญที่ระดับ .01 และพบว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบธรรมสภาัจฉา มีพัฒนาการทางความคิด รวบยอดในวิชาภาษาไทย ท 503 ดีกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ไขศรี พานิกุล (2546: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการใช้ เหตุผลเชิงจริยธรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนเรื่องหลักธรรมในพุทธศาสนา โดยการสอน แบบไตรสิกขากับการสอนแบบธรรมสภาัจฉา นักเรียนจำนวน 50 คน กลุ่มทดลองที่ 1 เรียนโดยการสอน แบบไตรสิกขา จำนวน 25 คน กลุ่มทดลองที่ 2 เรียนโดยการสอนแบบธรรมสภาัจฉา จำนวน 25 คน

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนเรื่องหลักกรรมในพุทธศาสนาโดยการสอนแบบไตรสิกขากับการสอนแบบธรรมสภาัจฉา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และ นักเรียนที่เรียนเรื่องหลักกรรมในพุทธศาสนาโดยการสอนแบบไตรสิกขากับการสอนแบบธรรมสภาัจฉา มีการใช้เหตุผลเชิงจริยธรรมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ไชยา เพชรพิมล (2547: 117) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย การพิจารณาจรรยาบรรณนวนิยายไทยรางวัลซีไรต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วิธีสอนแบบธรรมสภาัจฉากับวิธีสอนแบบปกติ จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 40 คน รวมทั้งสิ้น 80 คน กลุ่มทดลองใช้วิธีสอนแบบธรรมสภาัจฉา และกลุ่มควบคุมใช้วิธีสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย เรื่องการพิจารณาจรรยาบรรณนวนิยายไทยรางวัลซีไรต์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบธรรมสภาัจฉากับวิธีสอนแบบปกติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบธรรมสภาัจฉามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ และนักเรียนมีความคิดเห็นต่อวิธีสอนแบบธรรมสภาัจฉา ในระดับที่เห็นด้วยมากที่สุด

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉาเป็นการจัดการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เน้นการสนทนาซักถามระหว่างผู้สอนและนักเรียน นอกจากนี้การสอนแบบธรรมสภาัจฉายังทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดที่ดีขึ้น

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

วิลสัน (Wilson. 1971: 643-696) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางด้านสติปัญญา (Cognitive Domain) ในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งจำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาไว้เป็น 4 ระดับคือ

1. ความรู้ความจำการคิดคำนวณ (Computation) พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำสุด แบ่งออกเป็น 3 ชั้นคือ

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of Specific Facts) เป็นความสามารถที่จะระลึกถึงข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่นักเรียนเคยได้รับการเรียนการสอนมาแล้ว คำถามที่วัดความสามารถในระดับนี้จะเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ตลอดจนความรู้พื้นฐานซึ่งนักเรียนได้สั่งสมมาเป็นระยะเวลานานแล้ว

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of Terminology) เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำศัพท์และนิยามต่าง ๆ ได้ โดยคำถามอาจจะถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้ แต่ไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ

1.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to Carry out) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยาม และกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วมาคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มาแล้ว ข้อสอบวัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็นโจทย์ง่าย ๆ คล้ายคลึงกับตัวอย่าง นักเรียนไม่ต้องพบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณแต่ซับซ้อนกว่า แบ่งได้เป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ (Knowledge of Concepts) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำที่เกี่ยวกับข้อเท็จจริงเพราะมโนคติเป็นนามธรรม ซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่าง ๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างของมโนคตินั้น โดยใช้คำพูดของตนหรือเลือกความหมายที่กำหนดให้ ซึ่งเขียนในรูปแบบหรือยกตัวอย่างใหม่ ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียน

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ (Knowledge of Principles Rules and Generalization) เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎ และความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาจนได้แนวทางในการแก้ปัญหาได้ ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการ และกฎ ที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรกอาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความเข้าใจในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of Mathematical Structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้ เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับคุณสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหา จากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง (Ability to Transform Problem Elements from One Mode to Another) เป็นความสามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นสมการซึ่งมีความหมายคงเดิมโดยไม่รวมถึงกระบวนการแก้ปัญหา (Algorithms) หลังแปลแล้วอาจกล่าวได้ว่าเป็นพฤติกรรมที่สูงสุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

2.5 ความสามารถในการคิดตามแนวของเหตุผล (Ability to Follow A Line of Reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่วไป

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to Read and Interpret a Problem) ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นนี้ อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่น ๆ โดยให้นักเรียนอ่านและตีความโจทย์ปัญหาซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของ ข้อความ ตัวเลข ข้อมูลทางสถิติหรือกราฟ

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย เพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในระหว่างเรียน คือ เป็นแบบฝึกหัดที่นักเรียนต้องเลือกกระบวนการแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหาได้โดยไมยาก พฤติกรรมในระดับนี้แบ่งออกเป็น 4 ชั้น คือ

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหา ที่คล้ายกับปัญหาที่เคยประสบอยู่ในระหว่างเรียน (Ability to Solve Routine problems) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to Make Comparisons) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุดเพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหาชั้นนี้อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งใช้ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to Analyze Data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องมาพิจารณาว่า อะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติมมีปัญหาคืออื่นใดบ้างที่อาจเป็นตัวช่วยในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่หรือต้องแยกโจทย์ปัญหาออกพิจารณาเป็นส่วน มีการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่องแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและสมมาตร (Ability to Data Recognize Patterns , Isomorphisms and Symmetries) เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหา การจัดกระทำข้อมูล และการระลึกถึงความสัมพันธ์ นักเรียนต้องสำรวจหาสิ่งที่คุ้นเคยกันจากข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดจากโจทย์ปัญหาให้พบ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลง แต่ก็อยู่ในขอบเขตเนื้อหาวิชาที่เรียน การแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าว ต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวบรวมกับความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหา พฤติกรรมในระดับนี้ ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นสมรรถภาพสมองระดับสูง แบ่งออกเป็น 5 ชั้น ดังนี้

4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability to Solve Nonroutine Problems) คำถามที่ใช้ในชั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่างไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจ มโนมติ นิยาม ตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ (Ability to Discover Relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ แล้วสร้างความสัมพันธ์ใหม่ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาแทนการจำความสัมพันธ์ที่เคยพบมาแล้วมาใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4.3 ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ (Ability to Construct Proofs) เป็นความสามารถที่ควบคู่กับความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ อาจเป็นพฤติกรรมที่มีความซับซ้อนน้อยกว่า พฤติกรรมในการสร้างข้อพิสูจน์ พฤติกรรมในขั้นนี้ที่ต้องการให้นักเรียนสามารถตรวจสอบข้อพิสูจน์ว่า ถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดบ้าง

4.4 ความสามารถในการสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้องให้มีผลใช้ได้เป็นกรณีทั่วไป (Ability to Formulate and Validate Generalizations) เป็นความสามารถในการค้นพบสูตรหรือกระบวนการแก้ปัญหาและพิสูจน์ว่าใช้เป็นกรณีทั่วไปได้

กู๊ด (Good. 1973: 7) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การเข้าถึงความรู้ (Knowledge Attained) หรือการพัฒนาทักษะในการเรียน ซึ่งอาจพิจารณาจากคะแนนสอบที่กำหนดให้ คะแนนที่ได้จากงานที่ครูมอบหมายให้หรือทั้งสองอย่าง

หทัยกาญจน์ อินบุญมา (2547: 33) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญาในการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยอาจจะพิจารณาจากคะแนนสอบที่กำหนดให้ หรือคะแนนที่ได้จากงานที่ครูมอบหมาย

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ระดับความสามารถหรือระดับผลสัมฤทธิ์ของบุคคลหลังจากการเรียนหรือการฝึกอบรม ซึ่งสามารถแบ่งเป็น

1. ด้านความรู้ความจำ เกี่ยวกับการคิดคำนวณ (Computation) ในด้านข้อเท็จจริง คำศัพท์ นิยาม และการใช้กระบวนการในการคิดคำนวณ
2. ด้านความเข้าใจ (Comprehension) เกี่ยวกับความคิดรวบยอด หลักการ กฎ การสรุปอ้างอิง และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปยังอีกแบบหนึ่ง การคิดตามแนวเหตุผล การอ่านและการตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
3. ด้านการนำไปใช้ (Application) ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหาที่ประสบอยู่ระหว่างเรียน การเปรียบเทียบ การสังเคราะห์ข้อมูล และการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนและสมมาตร
4. ด้านการวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนและไม่มีในแบบฝึกหัด แต่อยู่ในขอบเขตของเนื้อหาที่เรียน การค้นหาความสัมพันธ์ การพิสูจน์ การสร้างสูตร และทดสอบความถูกต้องของสูตร

2.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เพรสคอตต์ (Prescott, 1961: 14 – 16) ได้ใช้ความรู้ทางชีววิทยา สังคมวิทยา จิตวิทยา และการแพทย์ ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนการสอนของนักเรียนและสรุปผลการศึกษว่าองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน มีดังนี้

1. องค์ประกอบทางด้านร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของร่างกาย สุขภาพ ร่างกาย ข้อบกพร่องทางร่างกายและบุคลิกภาพ
2. องค์ประกอบทางความรัก ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างบิดาและมารดา ความสัมพันธ์ระหว่างบิดามารดากับลูก ความสัมพันธ์ระหว่างระหว่างลูก ๆ ด้วยกัน และความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกทั้งหมดในครอบครัว
3. องค์ประกอบทางด้านวัฒนธรรมและสังคม ได้แก่ ขนบธรรมเนียมประเพณี ความเป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อมทางบ้าน การอบรมทางบ้านและฐานะทางบ้าน
4. องค์ประกอบทางความสัมพันธ์ในเพื่อนวัยเดียวกัน ได้แก่ ความสัมพันธ์ของนักเรียนกับเพื่อนวัยเดียวกันทั้งที่บ้านและที่โรงเรียน
5. องค์ประกอบทางการพัฒนาแห่งตน ได้แก่ สติปัญญา ความสนใจ เจตคติของนักเรียน
6. องค์ประกอบทางปรับตัว ได้แก่ ปัญหาการปรับตัวการแสดงออกทางอารมณ์

แครร์รอล (Carroll, 1963: 723 – 733) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับอิทธิพลขององค์ประกอบต่างๆ ที่มีต่อระดับผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนโดยการนำเอาครู นักเรียน และหลักสูตรมาเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ โดยเชื่อว่าเวลาและคุณภาพของการสอนมีอิทธิพลโดยตรงต่อปริมาณความรู้ที่นักเรียนจะได้รับ

จากการศึกษาองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้น สรุปได้ว่ามีองค์ประกอบหลายประการที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แต่สิ่งที่มีอิทธิพลและทำให้เกิดผลโดยตรง คือ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครู ส่วนองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับตัวนักเรียนโดยตรงนั้น ได้แก่ ความพร้อมทางร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ และสังคมของนักเรียน

2.3 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ไพศาล หวังพานิช (2526: 79) กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถวัดได้ 2 แบบ ตามจุดมุ่งหมายและลักษณะวิชาที่สอน คือ

1. การวัดด้านการปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติหรือทักษะของผู้เรียน โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถออกมาในรูปการกระทำจริง เช่น วิชาศิลปะ หรืองานช่าง เป็นต้น

2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาอันเป็น ประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนสามารถวัดได้ โดยใช้แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement test)

ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ (2538: 146 – 147) กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนเป็นการวัดความรู้ที่นักเรียนได้เรียนไปแล้ว ซึ่งมักจะเป็นข้อคำถามให้นักเรียนตอบด้วยกระดาษและ ดินสอกับให้นักเรียนปฏิบัติ

จากการศึกษาการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ การวัดความรู้ที่นักเรียนได้เรียนไปแล้ว ซึ่งสามารถวัดได้ทั้งในด้านทฤษฎี และการปฏิบัติจริง ซึ่งคำถามจะต้องตรงกับจุดประสงค์และเนื้อหาที่จะ วัด โดยในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่ละครั้งผู้วัดจะต้องตั้งเกณฑ์ในการวัดไว้อย่างชัดเจน

2.4 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

สาเหตุของการสอบตกและการออกจากโรงเรียนในระดับประถมศึกษา ซึ่งเรวัตและคุปตะ (Rawat; & Cupta. 1970: 7 – 9) ได้กล่าวว่า อาจมาจากสาเหตุใดสาเหตุหนึ่งหรือมากกว่านั้นโดยมี ด้วยกันหลายประการ ได้แก่

1. นักเรียนขาดความรู้สึกร่วมในการมีส่วนร่วมที่โรงเรียน
2. ความไม่เหมาะสมของการจัดเวลาเรียน
3. ผู้ปกครองไม่เอาใจใส่ในการศึกษาบุตร
4. นักเรียนมีสุขภาพไม่สมบูรณ์
5. ความยากจนของผู้ปกครอง
6. ประเพณีทางสังคม ความเชื่อที่ไม่เหมาะสม
7. โรงเรียนไม่มีการปรับปรุงที่ดี
8. การสอบตกซ้ำชั้นเพราะการวัดผลไม่ดี
9. อายุน้อยหรือมากเกินไป
10. สาเหตุอื่น ๆ เช่น การคมนาคมไม่สะดวก

วัชร บุรณสิงห์ (2525: 435) ได้กล่าวถึงลักษณะของนักเรียนที่เรียนอ่อนวิชาคณิตศาสตร์ว่ามี ลักษณะดังต่อไปนี้

1. ระดับสติปัญญา (I.Q.) อยู่ระหว่าง 75 – 90 และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางวิชาคณิตศาสตร์ จะต่ำกว่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 30
2. อัตราการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์จะต่ำกว่านักเรียนคนอื่น ๆ
3. มีความสามารถทางการอ่านต่ำ
4. จำหลักหรือมโนคติเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ที่เรียนไปแล้วไม่ได้
5. มีปัญหาในการใช้ถ้อยคำ

6. มีปัญหาในการหาความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ และการสรุปเป็นหลักเกณฑ์โดยทั่วไป
7. มีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์น้อย สืบเนื่องจากการสอบตกวิชาคณิตศาสตร์บ่อยครั้ง
8. เจตคติที่ไม่ดีต่อโรงเรียนและโดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อวิชาคณิตศาสตร์
9. มีความกดดันและรู้สึกกังวลต่อความล้มเหลวทางด้านการเรียนของตนเองและบางครั้งรู้สึกดูถูกตนเอง
10. ขาดความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเอง
11. อาจมาจากครอบครัวที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างจากนักเรียนอื่น ๆ ซึ่งมีผลทำให้ขาดประสบการณ์ที่จำเป็นต่อความสำเร็จในการเรียน
12. ขาดทักษะในการฟังและไม่มีความตั้งใจในการเรียนหรือมีความตั้งใจในการเรียนเพียงชั่วระยะเวลาสั้น ๆ
13. มีข้อบกพร่องในด้านสุขภาพ เช่น สายตาไม่ปกติ มีปัญหาทางด้านการฟังและมีข้อบกพร่องทางทักษะการใช้มือ
14. ไม่ประสบความสำเร็จในด้านการเรียนทั่ว ๆ ไป
15. ขาดความสามารถในการแสดงออกทางคำพูด ซึ่งทำให้ไม่สามารถใช้คำถามที่แสดงให้เห็นว่าตนเองก็ยังไม่เข้าใจในการเรียนนั้น ๆ

จากการศึกษาถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พบว่าสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อการเรียนคณิตศาสตร์ได้แก่

1. ปัจจัยที่มาจากตัวนักเรียนเอง คือ ระดับสติปัญญา พื้นฐานความรู้เดิม ความบกพร่องทางด้านร่างกาย เจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์
2. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครู
3. สิ่งแวดล้อมโดยรอบทั้งที่โรงเรียนและที่บ้าน

ดังนั้นครูผู้สอนควรจะวิเคราะห์หาสาเหตุเพื่อหาแนวทางนำไปแก้ไขปัญหาลดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ครอบคลุมทุกด้าน

2.5 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ประจักษ์ รัตนสุวรรณ (2525: 55) ได้กล่าวถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดพฤติกรรมและประสบการณ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียน แบบทดสอบประเภทนี้จึงมุ่งวัดคุณลักษณะ ด้านความรู้ ความคิดในเรื่องที่เรียน ลักษณะการวัดผลสัมฤทธิ์จะขึ้นอยู่กับลักษณะและธรรมชาติของรายวิชาที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้น ๆ โดยอาจจะเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ในแง่เนื้อหาวิชาโดยตรง หรืออาจจะวัดผลสัมฤทธิ์ในเชิงลงมือปฏิบัติ หน้าที่สำคัญของแบบทดสอบวัดผล

สัมฤทธิ์ก็คือมุ่งตรวจสอบความสามารถในการเรียนของบุคคล ทั้งในส่วนที่เกี่ยวกับระดับความสามารถในการเรียน ความก้าวหน้า หรือพัฒนาการในการเรียน

สมเกียรติ ปติฐพร (2525: 7) ได้กล่าวถึงประเภทและรูปแบบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ดังนี้

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง (Teacher Made Test) หมายถึง ข้อสอบที่ใช้ ทั่วไปในโรงเรียน โดยที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้นเอง สอบแล้วทิ้งไป จะสอบใหม่ก็สร้างขึ้นใหม่

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นแล้วนำไปใช้ทดสอบ แล้ววิเคราะห์ผลการสอบตามวิธีทางสถิติหลายครั้งเพื่อปรับปรุงข้อสอบให้มี คุณภาพดีขึ้น

รูปแบบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างง่ายและนิยมใช้มี 2 แบบคือ

1. แบบอัตนัยหรือความเรียง (Subject or Essay Type) หมายถึง แบบทดสอบที่กำหนดปัญหา หรือข้อคำถามให้ผู้ตอบเขียนตอบยาว ๆ เหมาะสำหรับการวัดหลาย ๆ ด้าน ในแต่ละข้อ เช่น วัดความคิด วัดภาษา วัดอารมณ์

2. แบบปรนัยหรือแบบใช้คำตอบสั้น ๆ (Objective or Short Answer Type) หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้คำตอบสั้น ๆ หรือกำหนดคำตอบให้เลือก อาจเป็นแบบถูก – ผิด จับคู่ แบบเติมคำ หรือแบบเลือกตอบ

วิเชียร เกตุสิงห์ (2512: 28) ได้กล่าวถึงหลักและข้อแนะนำในการเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบไว้ดังนี้

1. ตัวคำถามต้องชัดเจน อ่านแล้วเข้าใจว่าต้องการถามอะไร
2. พยายามให้ตัวเลือกสั้น ๆ โดยตัดคำที่ไม่จำเป็นออก
3. อย่าให้มีรายละเอียดในตัวคำถามมากเกินไปเพราะอาจเป็นการแนะนำคำตอบ
4. ต้องมั่นใจว่า คำถามแต่ละข้อมีคำตอบถูกต้องเพียงคำตอบเดียว
5. พยายามใช้คำถามที่วัดสมองชั้นลึก ๆ เช่น ถามความเข้าใจ การนำไปใช้การวิเคราะห์
6. ระวังการใช้ตัวเลือก “ไม่มีข้อใดถูก” หรือ “ถูกทุกข้อ” ถ้าจะใช้ก็ให้ใช้อย่างเหมาะสม เช่น กรณีที่หาตัวเลือกอื่นไม่ได้อีกแล้ว

7. ถ้าจะใช้คำถามปฏิเสธ ควรแสดงให้เห็นชัดว่าเป็นคำถามปฏิเสธ โดยการขีดเส้นใต้หรือใช้ตัวพิมพ์หนาแสดงข้อความที่แสดงคำถามปฏิเสธ

8. ตัวเลือกที่ถูกควรมีความยาวใกล้เคียงกับตัวอื่น

9. ตัวเลือกที่เป็นตัวเลือกถูกและผิด ต้องถูกผิดในแง่ของความหมาย ไม่ใช่ถูกผิดในแง่ของภาษา

10. ตัวเลือกแต่ละตัวควรให้เป็นอิสระจากกัน กล่าวคือ ไม่ควรกล่าวถึงกัน ไม่ควรให้ตัวเลือกตัวหนึ่งคลุมตัวเลือกอื่น ๆ

11. การวางตำแหน่งตัวถูก ควรกระจายกันออกไป ไม่ควรซ้ำกันหรือเรียงกันอย่างมีระบบทางที่ดีควรเรียงตามลำดับความยาว ให้ตัวเลือกที่มีความยาวน้อยที่สุดเป็นข้อ ก.

12. ตัวเลือกที่เป็นตัวลวง ต้องมีเหตุผลที่ใช้เป็นตัวลวง ไม่ใช่ผิดจนเห็นได้ชัดเจน

13. ควรเรียงลำดับตัวเลือกเป็นตัวเลข

14. ถ้าใช้รูปภาพประกอบคำถามให้ดี

15. ข้อหนึ่งควรมีตัวเลือก 4 – 5 ตัวเลือก

16. อย่าให้คำถามข้อแรก ๆ แน่คำตอบข้อหลัง ๆ

จากการศึกษาจึงพอสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ แบบทดสอบที่มุ่งวัดพฤติกรรมและประสบการณ์ทางการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ศึกษาไป โดยลักษณะของแบบทดสอบนั้นก็จะมีอยู่หลายแบบ แต่นิยมใช้ในปัจจุบันจะมีอยู่ 2 แบบ คือ

1. แบบทดสอบที่เป็นปรนัย คือ ให้เลือกตัวเลือกที่ได้ให้ไว้

2. แบบทดสอบที่เป็นอัตนัย คือ ให้แสดงวิธีทำหรือเติมคำตอบที่ถูกต้อง

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

ไดแกน (Deighan. 1971: 3333 – A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติทางคณิตศาสตร์ของครูและนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 3 – 6 จำนวน 1,022 คน ครู 44 คน ในโรงเรียนประถมศึกษาที่อยู่ในชนบท โดยใช้แบบวัดเจตคติ 2 ชนิด คือ 1) การตอบ “ใช่” , “ไม่ใช่” ของแอทโทเนน (Attonen) 2) Semantic Differential และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้ JOHN Test of Basic Skills และ LORGE Thorndike of Intelligence วิเคราะห์ผลโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และวิเคราะห์สมการถดถอย ผลปรากฏว่าเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กัน แต่เจตคติทางคณิตศาสตร์ของครูและนักเรียนไม่สัมพันธ์กัน

ทอมสัน (Thomson. 2000: 58 – A) ได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบเกี่ยวกับหลักสูตรที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการเรียนพีชคณิตปีที่ 2 ของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 จำนวน 16 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียนเป็นตัวชี้วัด แล้วให้นักเรียนกลุ่มที่ 1 เรียนตามหลักสูตรปกติ และนักเรียนกลุ่มที่ 2 เรียนหลักสูตรพีชคณิตขั้นสูง แล้วทำการทดสอบหลังเรียนซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบและการตอบแบบอิสระ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนตามหลักสูตรปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่านักเรียนที่เรียนหลักสูตรพีชคณิตขั้นสูง

ริโอแดน และ นอยซ์ (Riordan ; & Noyce. 2001: 368 – A) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของหลักสูตรมาตรฐานหลักวิชาคณิตศาสตร์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 5 – 8 ศึกษาโดยการเปรียบเทียบกับนักเรียน 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เรียนตามหลักสูตรเดิม กลุ่มที่ 2 เรียนตามหลักสูตรมาตรฐานหลัก ผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรมาตรฐานหลักมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรเดิม

ฟินน์และคนอื่น ๆ (Finn; et al. 2003: 228 – A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของครู กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักสูตร มาตรฐานหลัก โดยทำการศึกษากับครู 40 คน นักเรียน 1,466 คน จาก 26 โรงเรียน ผลการวิจัยพบว่า สิ่งที่สำคัญมากที่สุด คือ การเตรียมการสอนตามหลักสูตร รองลงมา คือ พฤติกรรมการสอนของครูซึ่งมีผลในทางบวก ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

เรย์และคนอื่น ๆ (Reys; et al. 2003: 74 – A) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับหลักสูตรมาตรฐานหลัก และหลักสูตรเดิมวิชาคณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน เกรด 8 โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกให้เรียนโดยใช้หลักสูตรมาตรฐานหลักอย่างน้อย 2 ปี และอีกกลุ่มเรียนโดยใช้หลักสูตรเดิม ผลวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรมาตรฐานหลักมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

งานวิจัยในประเทศ

รจนา รัตนานิคม (2544: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการเปรียบเทียบ ผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความสามารถเพียงพอในการเรียนที่ระดับนัยสำคัญ .01 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

พงษ์รัศมี เฟื่องฟู (2545: บทคัดย่อ) ได้สร้างบทเรียนเรื่องการอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ตามบทเรียนที่ผู้วิจัยเรียบเรียงมา กลุ่มตัวอย่างได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผลจากการวิจัยพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความสามารถเพียงพอในการเรียนรู้และประยุกต์ในเรื่องการอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

มยุรี บุญเยี่ยม (2545: 95) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดการเรียนเรื่อง “ความน่าจะเป็น” โดยใช้วิธีแก้ปัญหา เพื่อส่งเสริมความตระหนักในการรู้คิดของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง หลังการทดลองใช้ชุดการเรียน เรื่อง

“ความน่าจะเป็น” โดยใช้วิธีการแก้ปัญหาเพื่อส่งเสริมความตระหนักในการรู้คิดสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปริยทิพย์ บุญคง (2546: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยบางประการ กับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และหาค่า น้ำหนักของ ความสำคัญของปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่าง ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น ผลจากการวิจัยพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์พหุคูณระหว่างปัจจัยด้านการกำกับ ตนเอง ด้านการรับรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ ด้านความเชื่อมั่นภายใน ตนเองกับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ 0.561 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และค่า น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยด้านการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์และด้านการรับรู้ ความคาดหวังของผู้ปกครองด้านการศึกษา ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนปัจจัยด้านการกำกับตนเอง ความเชื่อมั่นอำนาจภายในตนและความ มีวินัยในตนเอง ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

อรทัย ศรีอุทธา (2547: 59) ได้ศึกษาชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูป เรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภายหลังได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการ ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .01

เสาวภา อนุเพชร (2548: 56) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ โดยได้รับการสอน เสริมด้วยชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์นันทนาการ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่ได้รับการสอนเสริมด้วยชุดกิจกรรม คณิตศาสตร์นันทนาการสูงกว่าก่อนได้รับการสอนเสริมด้วยชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์นันทนาการอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สันติ อิทธิพลนาวากุล (2550: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ใช้ชุดการเรียนคณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวน โดยใช้ โปรแกรม GSP เพื่อส่งเสริมความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย พบว่าผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภายหลังได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียน คณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวน โดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง ภาคตัดกรวย สูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภายหลังได้รับ การสอนโดยใช้ชุดการเรียนคณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวน โดยใช้โปรแกรม GSP เรื่อง ภาคตัดกรวย ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บุศรา อิมทรัพย์ (2551: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการใช้สื่อประสมเรื่อง “การแปลงทางเรขาคณิต” ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิต ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนโดยใช้สื่อประสมสูงกว่าเกณฑ์การเรียน 50% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ว่า ซึ่งจะเห็นได้ว่าการแก้ไขปัญหาเรื่องผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์นั้นหากมีการจัดกิจกรรมในหลาย ๆ รูปแบบ ทั้งการใช้รูปแบบการสอนแบบต่าง ๆ หรือสร้างชุดกิจกรรมหรือชุดการเรียนแบบต่าง ๆ ขึ้นมาใช้ จะทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ดังนั้น ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรจัดให้ตรงกับความต้องการและความสนใจของนักเรียน นักเรียนจึงจะเกิดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในทางบวก ซึ่งจะมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การคิดเป็นกระบวนการในสมองของมนุษย์ซึ่งเราไม่สามารถมองเห็นได้ แต่จะทราบถึงความคิดของบุคคลนั้นๆ ได้โดยกระบวนการตอบสนองของภายนอกที่เกิดขึ้น เช่น การแสดงพฤติกรรมต่างๆ ที่ออกมาจากความคิดที่เกิดขึ้นภายในตัวบุคคลนั้น ดังนั้นจึงถือว่าการคิดเป็นสิ่งสำคัญสำหรับมนุษย์เป็นอย่างมาก เพื่อเป็นแนวคิดในการนำไปสู่การปฏิบัติต่างๆ ในชีวิตประจำวัน และการดำรงชีวิตในสังคมโดยเฉพาะในยุคของเทคโนโลยีสารสนเทศ มนุษย์ทุกคนจะต้องมีการคิดวิเคราะห์ต่อข้อมูลข่าวสาร สามารถแยกข้อเท็จจริงได้ การคิดนั้นแบ่งออกเป็น 2 แบบ (Hilgard. 1962: 121-125) คือ

1. การคิดอย่างไม่มีจุดมุ่งหมาย (Association thinking) เป็นการคิดที่ไม่ได้ตั้งใจจะคิดหรือไม่มีจุดมุ่งหมายในการคิด เช่น การคิดเสรี (Free association) การฝันกลางวัน (Day dreaming) และ
2. การคิดอย่างมีจุดมุ่งหมาย (Directed thinking) เป็นการคิดเพื่อค้นหาคำตอบในการแก้ปัญหาหรือไปสู่จุดมุ่งหมายหรือเป้าหมายโดยตรง เช่น การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical thinking) เป็นการคิดอย่างมีเหตุผล ใช้ในการแก้ปัญหา

3.1 ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

คำว่า “ การคิดวิจารณ์ ” แปลมาจากภาษาอังกฤษ คำว่า “ Critical Thinking “ ซึ่งมีผู้ใช้ชื่อ ภาษาไทยมากมายแตกต่างกันไป เช่น การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดวิพากษ์วิจารณ์ การคิดวิเคราะห์ วิจารณ์ การคิดวิจารณ์ การคิดเป็น การคิดอย่างมีเหตุผล ถึงแม้จะมีการใช้ชื่อที่ต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาความหมายแล้วพบว่า มีความคล้ายคลึงกัน โดยผู้วิจัยใช้คำว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ แต่ในการอ้างอิงจากนักการศึกษา หรือผู้ที่กล่าวถึงบางท่าน อาจจะใช้คำว่า การคิดวิจารณ์ โดยมีผู้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

ดิวอี้ (Dewey. 1933: 30) ได้อธิบายว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง การคิดอย่างใคร่ครวญ ไตร่ตรองอย่างรอบคอบ ต่อความเชื่อหรือความรู้ต่างๆ โดยอาศัยหลักฐานมาสนับสนุน ความเชื่อหรือความรู้นั้น รวมทั้งข้อสรุปที่เกี่ยวข้อง และ ดิวอี้ ได้อธิบายขอบเขตของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า มีขอบเขตอยู่ระหว่างสองสถานการณ์ คือ การคิดที่เริ่มต้นจากสถานการณ์ที่ยุ่งยากและสับสน สิ้นสุดและจบลงด้วยสถานการณ์ที่มีความชัดเจน

ฮิลการ์ด (Hillgard. 1962: 336) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ว่า เป็นความสามารถในการตัดสินข้อความหรือปัญหาว่าสิ่งใดเป็นจริง สิ่งใดเป็นเหตุเป็นผลกัน

วัตสัน และ เกลเซอร์ (Watson; & Glaser. 1964) ได้ให้ความหมายของการคิดวิจารณ์ว่า ประกอบไปด้วยเจตคติ ความรู้และทักษะ โดยที่เจตคติ หมายถึง เจตคติ ในการแสวงหาความรู้ความสามารถ ในการตระหนักถึงปัญหาที่เป็นอยู่ และการยอมรับหลักฐานสำคัญที่มาสสนับสนุนเพื่อยืนยันว่าเป็นจริง ความรู้ หมายถึง ความรู้ในการหาแหล่งข้อมูลอ้างอิง การให้นำหนักหรือความถูกต้องของหลักฐานต่างๆ ด้วยเหตุผลและสุดท้าย ทักษะ หมายถึง ทักษะ ในการใช้ และประยุกต์ใช้เจตคติและความรู้ดังกล่าว

กู๊ด (Good. 1973: 680) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ว่า เป็นการคิดอย่างรอบคอบตามหลักการของการประเมินผล และมีหลักฐานอ้างอิงเนื้อหา ข้อสรุปที่น่าจะเป็นไปได้ตลอดจนพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมดและใช้กระบวนการทางตรรกวิทยาอย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล

ฮัดกินส์ (Hudgins. 1977: 173–206) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ว่า การมีทัศนคติในการค้นคว้าหาหลักฐานการวิเคราะห์และประเมินข้อโต้แย้งต่างๆ การมีทักษะในการใช้ความรู้จำแนกข้อมูลและตรวจสอบข้อสมมติฐานเพื่อลงข้อสรุปได้อย่างมีเหตุผล

ฟาเซียน (Facione: 1984: 353) ได้ให้ความหมายของการคิดวิจารณ์ว่าเป็นการหาข้อสรุปข้อความกลุ่มหนึ่งอย่างมีเหตุผล การอ้างเหตุผลถือเป็นการแสดงออกของการคิดวิจารณ์ของบุคคลและการอ้างเหตุผลของข้อสรุปใดๆให้นำเชื่อถือและสมเหตุสมผลจะต้องมีหลักฐานอ้างอิง

เอนนิส (Ennis. 1985: 46) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ว่าเป็นการคิดอย่างพิจารณาไตร่ตรองอย่างมีเหตุผลและจุดมุ่งหมายเพื่อการตัดสินใจว่าสิ่งใดควรเชื่อก่อนการลงมือปฏิบัติ โดยเน้นประเด็นสำคัญ 4 ประการคือ

1. เป็นการคิดที่ใช้เหตุผล
2. เป็นการคิดที่มีการไตร่ตรองตรวจสอบเหตุผลทั้งของตนเองและผู้อื่น
3. เป็นการคิดที่เน้นสติสัมปชัญญะ
4. เป็นการคิดที่เน้นการตัดสินใจว่าจะอะไรควรเชื่อ ควรปฏิบัติ

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2525: 754) กล่าวถึง การคิดพิจารณาญาณว่า หมายถึง ปัญญาที่สามารถรู้หรือให้เหตุผลที่ถูกต้อง

ทศนา แชมมณี (2533: 4) ได้กล่าวว่า การคิดพิจารณาญาณหมายถึง การเห็นปัญหา สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้ต่อนั้นคือการพิจารณาข้อมูลที่เกี่ยวข้องและตัดสินใจเลือกทางเลือกต่างๆ โดยยึดหลักเหตุผลเป็นหลักสำคัญ

ชำนาญ เขียมสำอาง (2539: 52) กล่าวว่า การคิดพิจารณาญาณ หมายถึง กระบวนการคิดไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูลที่เป็นปัญหา ข้อโต้แย้ง หรือข้อมูลที่คลุมเครือ เพื่อตัดสินใจและนำไปสู่การสรุปเป็นข้อยุติอย่างสมเหตุสมผล

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน (2541: 47) ได้นิยามความหมายของการคิดพิจารณาญาณไว้ว่าเป็นวิธีการคิดอย่างรอบคอบ สมเหตุสมผล ผ่านการพิจารณาปัจจัยรอบด้านอย่างกว้างไกลลึกซึ้ง และผ่านการพิจารณากลับกรองทั้งด้านคุณ – โทษ

อุษณีย์ โพธิ์สุข (2542: 11) ได้กล่าวว่า การคิดพิจารณาญาณ หมายถึง การคิดอย่างมีเหตุผลและมีประสิทธิภาพก่อนตัดสินใจจะเชื่ออะไรหรือไม่เชื่ออะไร ไม่รีบด่วนสรุปตัดสินใจโดยไม่ระวัง

วนิดา ปานโต (2543: 11) ได้ให้ความหมายของการคิดพิจารณาญาณว่า หมายถึง กระบวนการใช้สติปัญญาในการคิดพิจารณา ไตร่ตรองอย่างสุขุม รอบคอบ มีเหตุผล มีการประเมินสถานการณ์เชื่อมโยงเหตุการณ์ สรุปความ ตีความ โดยอาศัยความรู้ ความคิด และประสบการณ์ของตนในการสำรวจหลักฐานอย่างละเอียดเพื่อนำไปสู่การสรุปข้อมูลที่สมเหตุสมผล

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2545: 89) กล่าวว่า การคิดอย่างมีพิจารณาญาณ หมายถึง การคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างมีเหตุผล เพื่อตัดสินใจว่าสิ่งที่ถูกต้อง สิ่งใดควรเชื่อ สิ่งใดควรทำ

เกศณีย์ ไทยถนันทน์ (2547: 37) สรุป ความหมายของการคิดพิจารณาญาณได้ว่า การคิดอย่างมีพิจารณาญาณ หมายถึง กระบวนการคิดไตร่ตรองอย่างรอบคอบ เพื่อ/และตัดสินใจอย่างมีประสิทธิภาพโดยอาศัยหลักฐาน ประกอบด้วยสิ่งที่สำคัญที่จะคิด จุดมุ่งหมายในการคิด และกระบวนการคิด มีการประเมินอย่างรอบคอบต่อข้ออ้างอิง หลักฐาน เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่เป็นไปได้จริง มีการพิจารณาถึงองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องและใช้กระบวนการทางตรรกะ ได้อย่างสมเหตุสมผล ตลอดจนทักษะในการใช้ทัศนคติและความรู้ มาประเมินผลความถูกต้องของข้อความ

จากความหมายของการคิดอย่างมีพิจารณาญาณข้างต้น สรุปได้ว่า การคิดอย่างมีพิจารณาญาณ หมายถึง ความสามารถในการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูลที่เป็นปัญหา ข้อโต้แย้ง หรือข้อมูลที่คลุมเครือ โดยอาศัยหลักฐานมาสนับสนุน เพื่อตัดสินใจและนำไปสู่การสรุปข้อยุติอย่างสมเหตุสมผล

3.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

จากการพิจารณานิยามและความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้นเป็นความสามารถทางสมองที่มีกระบวนการที่ซับซ้อน มีผู้ที่เสนอทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้หลายท่านดังนี้

ทฤษฎีพัฒนาการทางปัญญาของเพียเจท์ (Piaget's Theory of Intellectual Development) (Piaget, 1964: 189)

เพียเจท์ (Piaget) ได้ศึกษาเกี่ยวกับเด็กว่า เด็กมีการปรับตัวและการแปลความหมายของสิ่งของและเหตุการณ์ในสิ่งแวดล้อมด้วยวิธีการของตนด้วยวิธีการใด โดยมีแนวคิดว่าเขาสนใจปัญหาเป็นการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมทั้งทางชีวภาพและสังคม ส่วนพัฒนาการทางเขาวงกตปัญหาเป็นผลมาจากประสบการณ์ที่เด็กมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัวตั้งแต่เกิดอย่างต่อเนื่องทำให้เกิดการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เพื่อให้เกิดความสมดุลระหว่างบุคคลและสิ่งแวดล้อมภายนอก รวมทั้งกระบวนการคิดของตน คนเราจะใช้กระบวนการดังกล่าวสร้างระบบการคิดทำให้บุคคลสามารถพัฒนาการการคิดได้อย่างรอบคอบ เพื่อให้เข้าใจเกี่ยวกับสิ่งรอบตัวเราได้ ทำให้การพัฒนาการทางสมองของมนุษย์เกิดขึ้นได้อย่างต่อเนื่อง และจะพัฒนาในขั้นสูงต่อไป การพัฒนาด้านเขาวงกตปัญหาที่สำคัญที่เพียเจต์นำเสนอ ดังนี้คือ

1. การรับเข้ามาและปรับให้เข้ากัน (Assimilation and Accommodation) เด็กจะรู้จักและเข้าใจสิ่งแวดล้อม ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์และการปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมนั้น เป็นกระบวนการที่เรียกว่าการปรับตัว (Adaptation) หรือการสร้างสมดุล (Equilibrium) กระบวนการนี้ประกอบด้วย การรับเข้ามา และการปรับให้เข้ากัน สำหรับการรับเข้ามาหมายถึง การจัดประสบการณ์ใหม่ให้ลงตัวได้เหมาะกับโครงสร้างหรือแผนภูมิตักษะที่มีอยู่ก่อน และการปรับให้เข้ากัน หมายถึง การปรับเปลี่ยนแผนภูมิตักษะให้เหมาะสมกับประสบการณ์ที่รับเข้ามาใหม่ เด็กเล็กจะรับสิ่งแวดล้อมเข้ามาด้วยการจับ ดูด สัมผัส ตรวจสอบ เป็นต้น และกระบวนการปรับให้เข้ากันก็เกิดขึ้นเมื่อสิ่งแวดล้อมขัดขวาง เคลื่อนที่ ทำให้เจ็บปวด ให้รางวัล ลงโทษ หรือมีปฏิกริยาตอบสนองในลักษณะอื่นๆ เมื่อเด็กเติบโตขึ้นแผนภูมิตักษะโครงสร้างทางสมองและแบบแผนพฤติกรรมก็จะละเอียดประณีตมากขึ้น ในการตอบสนองต่อประสบการณ์ ดังนั้นเขาวงกตปัญหาของผู้ใหญ่ จึงปรับเปลี่ยนแผนภูมิตักษะให้มีความคิดให้มีความสงบเยือกเย็นลง เมื่อได้รับอันตรายทางร่างกายจึงกล่าวได้ว่าบุคคลมีแนวโน้มผสมผสานแผนภูมิตักษะระดับสูงขึ้น ซึ่งเรียกว่า การจัดระบบ (Organization)

2. ระยะพัฒนาการทางเขาวงกตปัญหา การพัฒนาการการรู้คิดที่เกิดขึ้นด้วยการรับเข้ามาและการปรับให้เข้ากันกับโลกภายนอกนั้นสามารถแบ่งได้ออกเป็น 4 ระยะ ตามลำดับพัฒนาการ ดังนี้

ระยะแรก ขั้นการเคลื่อนไหวและประสาทสัมผัส (Sensorimotor Stage) เริ่มตั้งแต่แรกเกิดถึงประมาณ 2 ขวบเป็นขั้นที่เด็กสามารถแสดงออกทางการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อ มีปฏิกริยาตอบสนองต่อ

สิ่งแวดล้อมด้วยการกระทำความคิดของเด็กในขั้นนี้ใช้สัญลักษณ์น้อยมาก จะเข้าใจสิ่งต่างๆ จากการกระทำและการเคลื่อนไหว และจะเรียนรู้สิ่งต่างๆ รอบตัวที่เขาสามารถสัมผัสได้เท่านั้น

ระยะที่สอง ขั้นก่อนการปฏิบัติการ (Preoperational Stage) อายุประมาณ 2-7 ปี เป็นขั้นที่เด็กเริ่มใช้ภาษาและสัญลักษณ์อย่างอื่น การเรียนรู้เป็นไปอย่างรวดเร็วภาษาเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้เด็กสร้างความคิดรวบยอด หรือมโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งต่างๆ แต่เด็กในขั้นนี้พัฒนาการด้านการคิดยังไม่สมเหตุสมผลเด็กยังยึดติดอยู่กับการรับรู้ ซึ่งเป็นข้อจำกัด 6 ประการของการคิด คือ

1. การยึดติดอยู่กับสิ่งที่ป็นรูปธรรม
2. ไม่มีความสามารถคิดย้อนกลับโดยการใช้หลักการเหตุผล
3. การยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง เข้าใจว่าคนอื่นคิดหรือเข้าใจเหมือนตนเอง
4. การมองปัญหา สิ่งของหรือเหตุการณ์ทีละด้าน ไม่สามารถพิจารณาหลายๆ ด้านได้
5. การตัดสินสิ่งต่างๆ ตามสถานที่รับรู้หรือมองเห็นขณะนั้นเท่านั้น
6. การเชื่อมโยงเหตุการณ์หรือสิ่งของโดยไม่ได้ใช้หลักเหตุผล

ระยะที่สาม ขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม (Concrete Operation Stage) อายุประมาณ 7-11 ปี เป็นขั้นที่เด็กสามารถคิดด้วยการใช้สัญลักษณ์และภาษา สามารถสร้างภาพแทนในใจได้ การคิดมีลักษณะยึดตนเองเป็นศูนย์กลางน้อยลง สามารถแก้ปัญหาที่เป็นรูปธรรมได้เข้าใจหลักการคงอยู่ของสสาร ได้ว่าสสารหรือสิ่งของแม้จะเปลี่ยนสภาพไปก็ยังคงมีปริมาณเท่าเดิมสามารถคิดย้อนกลับได้ รวมทั้งสามารถจัดประเภทสิ่งของได้ตลอดจนเข้าใจในเรื่องของการเปรียบเทียบ

ระยะที่สี่ ขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม (Formal Operation Stage) อายุประมาณ 12-15 ปี เป็นขั้นที่เด็กสามารถเข้าใจในสิ่งที่ป็นนามธรรมได้ มีการคิดอย่างสมเหตุสมผลในการแก้ปัญหาสามารถแก้ปัญหาได้หลายๆ ทาง สามารถคิดแบบวิทยาศาสตร์ได้ รู้จักคิดได้ด้วยการสร้างภาพในใจขึ้น สามารถคิดเกี่ยวกับสิ่งที่นอกเหนือไปจากสิ่งปัจจุบัน มีความพอใจที่จะคิดวิจารณ์ญาณเกี่ยวกับสิ่งที่ป็นนามธรรม สามารถคิดสร้างทฤษฎีและทดสอบแบบวิทยาศาสตร์ได้ การคิดของเด็กจะไม่ยึดติดอยู่กับข้อมูลที่มาจากการสังเกตเพียงอย่างเดียว แต่เป็นการคิดที่อยู่ในรูปของการตั้งสมมติฐานหรือสถานการณ์ที่ยังไม่ได้เกิดขึ้นจริงๆ มีความคิดป็นของตนเองและเข้าใจความคิดของผู้อื่นด้วย

ทฤษฎีเชาวันปัญญาสามศรของสเติร์นเบิร์ก (A Triarchic Theory of Human Intelligence)

สเติร์นเบิร์ก (ทศนา แชมมณี. 2544: 30-31; อ้างอิงจาก Sternberg. 1985: 43-128) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับสติปัญญา โดยใช้ทฤษฎีชื่อว่า ทฤษฎีสามศร (Triarchic Theory) เสนอว่า ส่วนประกอบของสติปัญญา มี 3 ส่วน ซึ่งสามารถอธิบายป็นทฤษฎีย่อย 3 ทฤษฎี ดังนี้

1. ทฤษฎีย่อยด้านบริบทสังคม (Contextual Subtheory) กล่าวถึง ความสามารถทางสติปัญญาที่เกี่ยวข้องกับบริบททางสังคมและวัฒนธรรมของบุคคล รวมทั้งการปฏิบัติและการกระทำที่แสดงถึงความเฉลียวฉลาดของสติปัญญาในบริบทของสังคม ซึ่งประกอบด้วย

1. ความสามารถในการปรับเปลี่ยนตนเองให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมอย่างมีจุดมุ่งหมาย (adaptation)

2. การเลือกสิ่งแวดล้อมที่อำนวยความสะดวกสูงสุด (selection) มากกว่าที่จะทำตามความเคยชิน

3. ความสามารถในการดัดแปลงและปรับแต่งสิ่งแวดล้อม (shaping) ให้เหมาะสมกับทักษะความสามารถและค่านิยมของตน

2. ทฤษฎีย่อยด้านประสบการณ์ (Experiential Subtheory) กล่าวถึงผลของประสบการณ์ที่มีต่อความสามารถทางปัญญา ซึ่งเกี่ยวข้องกับความสามารถในการเรียนรู้จากประสบการณ์จริงและนำความรู้มาใช้ในการสร้างสรรค์ ประกอบด้วย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาแปลกใหม่ เป็นความสามารถในการคิดสิ่งใหม่ๆ ทั้งทางวิทยาศาสตร์และศิลปะศาสตร์

2. ความคล่องในการประมวลผลข้อมูลที่มี รวมทั้งความสามารถที่จะเชื่อมโยงความสามารถทั้งสองอย่างเพื่อเพิ่มพูนทักษะการแก้ปัญหาให้ดีขึ้น

3. ทฤษฎีย่อยด้านกระบวนการคิด (Componential Subtheory) กล่าวถึง ความสามารถทางสติปัญญาที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิด หรือความสามารถในการเรียนรู้สิ่งใหม่ ซึ่งครอบคลุมองค์ประกอบ 3 ประการ คือ

1. องค์ประกอบด้านปรับความคิด (meta-component) เป็นกระบวนการคิดสั่งการซึ่งประกอบด้วยการประมวลความรู้ คิดแก้ปัญหา วางแผนติดตาม และประเมินผลเพื่อให้งานดำเนินไปอย่างถูกต้อง

2. องค์ประกอบด้านปฏิบัติ (performance component) เป็นกระบวนการลงมือปฏิบัติตามการตัดสินใจสั่งการ องค์ประกอบด้านการปรับความคิดและองค์ประกอบด้านการปฏิบัติเป็นกระบวนการที่ควบคู่ไปด้วยกัน เพราะการคิดอย่างเดียวไม่เพียงพอต่อการแก้ปัญหา เนื่องจากไม่มีการปฏิบัติ ส่วนการปฏิบัติอย่างเดียวก็ไม่เพียงพอจะต้องอาศัยองค์ประกอบการคิดอย่างเหมาะสมช่วยองค์ประกอบด้านการปฏิบัติ ประกอบด้วยองค์ประกอบการคิดย่อยๆ ได้แก่ การเข้ารหัส การรวบรวมและเปรียบเทียบ การตอบสนองและการพัฒนาสติปัญญาในการแก้ปัญหา

3. องค์ประกอบด้านการแสวงหาความรู้ (knowledge-acquisition components) เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญของสติปัญญา จึงต้องอาศัยกระบวนการคัดเลือกมีการเลือกข้อมูลเข้ารหัส การเลือกวิธีการประมวลผลข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อให้เกิดภาพรวมที่ยอมรับได้ การเลือกวิธีการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้รับมากับข้อมูลเดิมที่มีอยู่แล้ว เพื่อให้ได้ข้อมูลความรู้ใหม่ที่เหมาะสมเข้าไปในระบบความจำ

เดรสเซลและเมย์ฮิว (Dressel; & Mayhew. 1957: 179-181) ได้กล่าวถึงความสามารถที่ถือว่าเป็นกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบด้วยความสามารถในด้านต่างๆ 5 ด้าน ดังต่อไปนี้

1. ความสามารถในการนิยามปัญหา ประกอบด้วย

1. การตระหนักถึงความเป็นไปของปัญหา ได้แก่ การรู้ถึงเงื่อนไขต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กันในสภาพการณ์ การรู้ถึงความขัดแย้งและเรื่องราวที่สำคัญในสภาพการณ์ การระบุจุดเชื่อมต่อที่ขาดหายไปของชุดของเหตุการณ์ หรือความคิดและการรู้ถึงสภาพปัญหาที่ยังไม่มีคำตอบ

2. การนิยามปัญหา ได้แก่ การระบุถึงธรรมชาติของปัญหา ความเข้าใจถึงสิ่งที่เกี่ยวข้องและจำเป็นในการแก้ปัญหา นิยามองค์ประกอบของปัญหา ซึ่งมีความยุ่งยากและเป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรม จำแนกแยกแยะองค์ประกอบของปัญหาที่มีความซับซ้อนออกเป็นส่วนประกอบที่สามารถจัดกระทำได้ ระบุงค์ประกอบที่สำคัญของปัญหา จัดองค์ประกอบของปัญหาให้เป็นลำดับขั้นตอน

2. ความสามารถในการเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบของปัญหา คือการตัดสินใจว่าข้อมูลใดมีความจำเป็นต่อการแก้ปัญหา การจำแนกแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้กับแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องไม่ได้ การระบุว่าข้อมูลใดควรยอมรับหรือไม่ การเลือกตัวอย่างข้อมูลที่มีความเพียงพอและเชื่อถือได้ ตลอดจนการจัดระบบระเบียบของข้อมูล

3. ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น ประกอบด้วย การระบุข้อตกลงที่ผู้อ้างเหตุผลไม่ได้กล่าวไว้ การระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่คัดค้านการอ้างเหตุผล และการระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่ไม่เกี่ยวกับการอ้าง

4. ความสามารถในการกำหนดและเลือกสมมติฐาน ประกอบด้วย การค้นหาการชี้แนะต่อคำตอบปัญหา การกำหนดสมมติฐานต่างๆ โดยอาศัยข้อมูลและข้อตกลงเบื้องต้น การเลือกสมมติฐานที่มีความเป็นไปได้มากที่สุดมาพิจารณาเป็นอันดับแรก การตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างสมมติฐานกับข้อมูลและข้อตกลงเบื้องต้น การกำหนดสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่ยังไม่ทราบและเป็นข้อมูลที่จำเป็น

5. ความสามารถในการสรุปอย่างสมเหตุสมผล และการตัดสินใจสมเหตุสมผลของการคิดหาเหตุผล ซึ่งประกอบด้วย

1. การลงสรุปอย่างสมเหตุสมผล โดยอาศัยข้อตกลงเบื้องต้น สมมติฐานและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การระบุความสัมพันธ์ระหว่างค่ากับประพจน์ การระบุเงื่อนไขที่จำเป็นและเงื่อนไขเพียงพอ การระบุความสัมพันธ์เชิงเหตุผล และการระบุและกำหนดข้อสรุป

2. การพิจารณาตัดสินความสมเหตุสมผลของกระบวนการที่นำไปสู่ข้อสรุป ได้แก่ การจำแนกการสรุปที่สมเหตุสมผลจากการสรุปที่อาศัยค่านิยม ความพึงพอใจ และความลำเอียง การจำแนกระหว่างการคิดหาเหตุผลที่มีข้อสรุปได้แน่นอนกับการคิดหาเหตุผลที่ไม่สามารถหาข้อสรุปที่เป็นข้อยุติได้

3. การประเมินข้อสรุปโดยอาศัยเกณฑ์การประยุกต์ใช้ ได้แก่ การระบุถึงเงื่อนไขที่จำเป็นต่อการพิสูจน์ข้อสรุป การรู้ถึงเงื่อนไขที่ทำให้ข้อสรุปไม่สามารถนำไปปฏิบัติได้ และการตัดสินความเพียงพอของข้อสรุปในลักษณะที่เป็นคำตอบของปัญหา

วัตสันและเกลเซอร์ (Watson; & Glaser. 1964: 10) ได้เสนอแนวคิดไว้ ดังนี้

การคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วย เจตคติ ความรู้และทักษะ ดังนี้

1. เจตคติ หมายถึง ความสนใจในการแสวงหาความรู้ ความสามารถในการพิจารณาปัญหาตลอดจนมีนิสัยในการค้นหาหลักฐานมาสนับสนุนสิ่งที่อ้างว่าจริง

2. ความรู้ หมายถึง ความสามารถในการอนุมาน สรุปใจความสำคัญ และการสรุปความเหมือนโดยพิจารณาหลักฐานและการใช้หลักตรรกศาสตร์

3. ทักษะ หมายถึง ความสามารถที่จะนำทั้งเจตคติและความรู้ไปประยุกต์ใช้พิจารณาตัดสินปัญหา สถานการณ์ ข้อความหรือข้อสรุปต่างๆ ได้

และได้เสนอว่ากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วยความสามารถย่อยๆ ดังนี้

1. ความสามารถในการอ้างอิงหรือสรุปความ (Inference) หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความน่าจะเป็นของข้อมูลหรือการสรุปข้อมูลต่างๆ ของข้อมูลที่กำหนดให้ได้

2. ความสามารถในการตระหนักถึงข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of assumptions) เป็นความสามารถในการรับรู้ข้อตกลงเบื้องต้นหรือข้อความสมมติที่กำหนดในประโยค โดยสามารถจำแนกว่าข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้น หรือข้อความใดไม่เป็นข้อตกลงเบื้องต้น

3. ความสามารถในการนิรนัย (Deduction) เป็นความสามารถในการจำแนกว่า ข้อสรุปใดเป็นผลจากความสัมพันธ์ของสถานการณ์ที่กำหนดให้อย่างแน่นอนและข้อความใดไม่เป็นผลต่อความสัมพันธ์นั้น

4. ความสามารถในการตีความ (Interpretation) เป็นความสามารถในการลงความเห็นและอธิบายความเป็นไปได้ของข้อสรุป จำแนกได้ว่าข้อสรุปใดที่เป็นไปได้ตามสถานการณ์ที่กำหนดให้

5. ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง (Evaluation of arguments) เป็นความสามารถในการประเมินน้ำหนักข้อมูลเพื่อตัดสินว่าเข้าประเด็นกับเรื่องหรือไม่ เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย ควรหรือไม่ควร

นีดเลอร์ (Woolfolk. 1987: 312; citing Kneidler. 1985: 227) ได้กำหนดความสามารถในกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. การนิยามและทำความเข้าใจของปัญหา ซึ่งจำแนกเป็นความสามารถย่อยๆ ได้แก่

1. การระบุเรื่องราวที่สำคัญหรือการระบุปัญหา เป็นความสามารถในการระบุความสำคัญของเรื่องที่น่าสนใจ การอ้างเหตุผล ภาพลัทธิทางการเมือง การใช้เหตุผลต่างๆ และข้อสรุปในการอ้างเหตุผล

2. การเปรียบเทียบความคล้ายคลึง และความแตกต่างระหว่างคน วัตถุ สิ่งของ ความคิด หรือผลลัพธ์ตั้งแต่ 2 อย่างขึ้นไป

3. การกำหนดว่าข้อมูลใดมีความเกี่ยวข้อง เป็นความสามารถในการจำแนกระหว่างข้อมูลที่สามารถพิสูจน์ความถูกต้องได้กับข้อมูลที่ไม่สามารถพิสูจน์ความถูกต้องได้ รวมทั้งการจำแนกระหว่างข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องราว

4. การกำหนดคำถามที่เหมาะสม เป็นความสามารถในการกำหนดคำถาม ซึ่งจะนำไปสู่ความเข้าใจที่ลึกซึ้งและชัดเจนเกี่ยวกับเรื่องราว

2. การพิจารณาตัดสินข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กับปัญหา จำแนกเป็นความสามารถย่อยๆ ได้แก่

1. การจำแนกหลักฐาน เป็นลักษณะข้อเท็จจริง ความคิดเห็น ซึ่งพิจารณาตัดสินโดยใช้เหตุผล เป็นความสามารถในการประยุกต์เกณฑ์ต่างๆ เพื่อการพิจารณาตัดสินลักษณะคุณภาพของการสังเกตและการคิดหาเหตุผล

2. การตรวจสอบความสอดคล้อง เป็นความสามารถในการตัดสินว่าข้อความหรือสัญลักษณ์ที่กำหนดมีความสอดคล้องสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และมีความสอดคล้องกับบริบททั้งหมดหรือไม่

3. การระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่ไม่ได้กล่าวอ้าง เป็นความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่ไม่ได้กล่าวไว้ในการอ้างเหตุผล

4. การระบุภาพพจน์ในการอ้างเหตุผลเป็นความสามารถของการระบุความคิดเห็นที่บุคคลยึดติด หรือความคิดตามประเพณีนิยม

5. การระบุความมีอคติปัจจัยทางอารมณ์และการโฆษณา เป็นความสามารถในการระบุความมีอคติในการอ้างเหตุผลและการตัดสินความเชื่อถือได้ของแหล่งข้อมูล

6. การระบุความแตกต่างระหว่างระบบค่านิยมและอุดมการณ์ เป็นความสามารถในการระบุความคล้ายคลึงและความแตกต่างระหว่างระบบค่านิยมและอุดมการณ์

3. การแก้ปัญหาหรือการลงสรุป จำแนกเป็น 2 ความสามารถย่อย ได้แก่

1. การระบุความเพียงพอของข้อมูล เป็นความสามารถในการตัดสินใจว่าข้อมูลที่มีอยู่เพียงพอทั้งด้านปริมาณและคุณภาพต่อการนำไปสู่ข้อสรุป การตัดสินใจ หรือการกำหนดสมมติฐานที่เป็นไปได้หรือไม่

2. การพยากรณ์ผลลัพธ์ที่อาจเป็นไปได้ เป็นความสามารถในการทำนายผลลัพธ์ที่อาจเป็นไปได้ของเหตุการณ์ หรือชุดของเหตุการณ์ต่างๆ

ดีคาโรลี (Decaroli. 1973: 67-69) เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

1. การนิยาม เป็นการกำหนดปัญหาทำความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของคำและข้อความและการกำหนดเกณฑ์

2. การแสวงหาสมมติฐาน การคิดถึงความสัมพันธ์เชิงเหตุผล การหาทางเลือกและการพยากรณ์

3. การประมวลผลข่าวสาร เป็นการระบุข้อมูลที่จำเป็น รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องหาหลักฐานและจัดระบบข้อมูล

4. การตีความข้อเท็จจริงและการสรุปอ้างอิงจากหลักฐาน การระบุอคติ
5. การใช้เหตุผล โดยระบุความสัมพันธ์เชิงตรรกศาสตร์
6. การประเมินผล โดยอาศัยเกณฑ์ กำหนดความสมเหตุสมผล
7. การประยุกต์ เป็นการทดสอบข้อสรุป การสรุปอ้างอิง การนำไปปฏิบัติ

เอนนิส (Ennis, 1985: 45-48) ซึ่งได้นิยามการคิดอย่างมีวิจารณญาณเผยแพร่เป็นครั้งแรกในปี 1962 และได้ปรับขยายคำนิยามให้ครอบคลุมมากขึ้นในปี 1985 และต่อมาในปี 1989 เขาได้เขียนหนังสือร่วมกับบอร์ริส (Noris) มีชื่อว่า Evaluating Critical Thinking คำนิยามในหนังสือนี้มีความหมายเช่นเดียวกันกับคำนิยามที่เคยให้ไว้คือ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นการคิดอย่างมีเหตุผล และการคิดแบบไตร่ตรองเพื่อการตัดสินใจก่อนจะเชื่อหรือก่อนจะลงมือปฏิบัติ และเสนอแนวคิดเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ดังนี้

1. ทักษะการนิยาม ได้แก่ การระบุจุดสำคัญของประเด็นปัญหา ข้อสรุป ระบุเหตุผล ทั้งที่ปรากฏและไม่ปรากฏ การตั้งคำถามที่เหมาะสมในแต่ละสถานการณ์ การระบุเงื่อนไขและข้อตกลงเบื้องต้น

2. ทักษะการตัดสินข้อมูล ได้แก่ การตัดสินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล การตัดสินความเกี่ยวข้องของประเด็นปัญหา การพิจารณาความสอดคล้อง

3. ทักษะการสรุปอ้างอิงในการแก้ปัญหาและการลงสรุปอย่างสมเหตุสมผล ได้แก่ การอ้างอิงและการสรุปแบบอุปนัย การนิรนัยโดยมีความตรง การทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นตามมาอย่างน่าเชื่อถือ

ควอลล์มอลซ์ (Quellmalz, 1985: 312) ได้สรุปความคล้ายคลึงกันของทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างทฤษฎีของนักจิตวิทยากับทฤษฎีของนักปรัชญาใน 4 ขั้นตอนย่อยของกระบวนการคิด ดังนี้

1. ขั้นการนิยามปัญหา ตามทฤษฎีของนักจิตวิทยาเป็นการค้นหาองค์ประกอบที่สำคัญของปัญหากับขั้นการทำความกระจ่างตามทฤษฎีของนักปรัชญา ซึ่งประกอบด้วย การกำหนดคำถามวิเคราะห์องค์ประกอบของปัญหาและการนิยามคำถาม

2. ขั้นการระบุข้อมูล เนื้อหาและกระบวนการที่จำเป็นในการแก้ปัญหา ตามทฤษฎีของนักจิตวิทยา ตรงกับขั้นการตัดสินความเชื่อถือได้ของข้อมูลที่นำมาสนับสนุน แหล่งข้อมูลตลอดจนข้อมูลที่ได้ออกจากการสังเกต ตามทฤษฎีของนักปรัชญา

3. ขั้นการนำข้อมูลมาประกอบใช้เพื่อการแก้ปัญหาตามทฤษฎีทางจิตวิทยาตรงกับขั้นการคิดหาเหตุผลตามทฤษฎีของนักปรัชญา ซึ่งประกอบด้วยการคิดหาเหตุผลเชิงอนุมานและการคิดหาเหตุผลเชิงอุปมาน

4. ขั้นการประเมินผลสำเร็จของคำตอบตามทฤษฎีของนักจิตวิทยา ตรงกับขั้นการใช้เกณฑ์ในการตัดสินความเพียงพอของคำตอบตามทฤษฎีของนักปรัชญา

จากการวิเคราะห์แนวคิดและทฤษฎีของนักจิตวิทยา ผู้เชี่ยวชาญ ทางด้านการคิดอย่างมี
 วิจารณ์ญาณ ที่กล่าวมาข้างต้น พบว่าการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณประกอบด้วยกระบวนการต่างๆหลาย
 ขั้นตอน ผู้วิจัยจึงบูรณาการแนวคิดของผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน คือ เอนนิส (Ennis, 1985: 45-48) เดรสเซลและ
 เมย์ฮิว (Dressel; & Mayhew, 1957: 179-181) สรุปเป็นความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ
 4 ด้าน คือ

1. การนิยามปัญหา หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการพิจารณาข้อมูล ปรากฏการณ์
 การหรือเหตุการณ์ เพื่อกำหนดประเด็นปัญหา ข้อสงสัย ข้อคำถาม ของสถานการณ์ต่างๆ ที่เป็นปัญหา
 แล้วสามารถบอกลักษณะของปัญหาที่เกิดขึ้นได้ถูกต้องภายใต้ขอบเขตข้อเท็จจริงที่กำหนดให้

2. การตัดสินข้อมูล หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการพิจารณาตัดสินความน่าเชื่อถือ
 ของข้อมูล แหล่งข้อมูล ความสอดคล้องและความเพียงพอของข้อมูล จำแนกข้อมูลออกเป็นข้อเท็จจริง
 และข้อคิดเห็น และสามารถระบุข้อตกลงเบื้องต้น จากข้อมูลที่กำหนดให้ได้

3. การระบุสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการกำหนดแนวทางหรือพยากรณ์
 คำตอบ โดยอาศัยข้อมูลและข้อตกลงเบื้องต้น รวมทั้งเลือกสมมติฐานที่เหมาะสมโดยพิจารณาถึงความ
 เป็นเหตุเป็นผลของปัญหาและผลที่จะเกิดขึ้น

4. การสรุปอ้างอิง หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการสรุปอ้างอิงแบบนินัย อุปนัย จาก
 ข้อมูลหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้อย่างสมเหตุสมผล

3.3 กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ

ดีคาโรลี (Decaroil, 1973: 67- 68) ได้กล่าวถึงกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณไว้ว่า
 ประกอบด้วย

1. การนิยาม เป็นการกำหนดปัญหา ทำความตกลงเกี่ยวกับความหมายของคำและข้อความ
 และการกำหนดเกณฑ์

2. การกำหนดสมมติฐาน การคิดถึงความสัมพันธ์เชิงเหตุผล หาทางเลือก และการพยากรณ์

3. การประมวลผลข่าวสาร เป็นการระบุข้อมูลที่จำเป็น รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องหาหลักฐาน
 และจัดระบบข้อมูล

4. การคิดความข้อเท็จจริง และการสรุปอ้างอิงจากหลักฐาน

5. การใช้เหตุผล โดยระบุเหตุ และผลความสัมพันธ์เชิงตรรกศาสตร์

6. การประเมินผล โดยอาศัยเกณฑ์ความสมเหตุสมผล

7. การประยุกต์ใช้ หรือนำไปปฏิบัติ

พอล (ทีศนา แซมณี, 2544: 58 ; อ้างอิงจาก Paul, 1993: 115) ซึ่งได้กล่าวถึงการคิด
 วิจารณ์ญาณ ว่า กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ มีความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหา คือ การคิดอย่างมี

วิจารณ์ญาณเป็นทักษะสำคัญของการแก้ปัญหาและการแก้ปัญหาส่วนใหญ่ต้องใช้ในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ

การคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ เป็นการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งองค์ประกอบของการคิดอย่างมีเหตุผลนั้น ประกอบด้วย 7 ประการ

1. จุดมุ่งหมาย คือ เป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ของการคิด คือ คิดเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหา หรือคิดเพื่อหาความรู้
2. ประเด็นคำถาม คือ ปัญหาหรือคำตอบที่ต้องการรู้ คือ ผู้คิดสามารถระบุปัญหาคำถามต่างๆ รวมทั้งระบุปัญหาสำคัญที่ต้องการแก้ไข หรือคำถามสำคัญที่ต้องการรู้
3. สารสนเทศ คือ ข้อมูลความรู้ต่างๆ เพื่อใช้ประกอบการคิด ข้อมูลต่างๆ ที่ได้มาควรมีความกว้าง ลึก ชัดเจน ยืดหยุ่น และมีความถูกต้อง
4. ข้อมูลเชิงประจักษ์ คือ ข้อมูลที่ได้มานั้นต้องเชื่อถือได้ มีความชัดเจน และถูกต้อง และมีความเพียงพอต่อการใช้ เป็นพื้นฐานของการคิดอย่างมีเหตุผล
5. แนวคิดอย่างมีเหตุผล คือ แนวคิดทั้งหลายที่มีอาจรวมถึง กฎ ทฤษฎี หลักการซึ่งแนวคิดดังกล่าว มีความจำเป็นสำหรับการคิดอย่างมีเหตุผล และแนวคิดที่ได้มานั้น ต้องมีความเกี่ยวข้องกับปัญหา หรือคำถามที่ต้องการหาคำตอบ และต้องเป็นแนวคิดที่ถูกต้องด้วย
6. ข้อสันนิษฐาน เป็นองค์ประกอบสำคัญของทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล เพราะผู้คิดต้องมีความสามารถในการตั้งข้อสันนิษฐานให้มีความชัดเจน สามารถตัดสินใจได้ เพื่อประโยชน์ในด้านการหาข้อมูลมาใช้ในการคิดอย่างมีเหตุผล
7. การนำไปใช้และผลที่ตามมา เป็นองค์ประกอบสำคัญของการคิดอย่างมีเหตุผลซึ่งผู้คิดต้องคำนึงถึงผลกระทบ คือ ต้องมีความสามารถคิดไกล คือ มองถึงผลที่ตามมา รวมทั้งการนำไปใช้ได้หรือไม่เพียงใด

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณประกอบด้วยหลักการสำคัญ ดังนี้

1. นิยามปัญหา หรือกำหนดจุดมุ่งหมายเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหา
2. ตั้งสมมติฐานของปัญหาที่ต้องการรู้ หรือปัญหาสำคัญที่ต้องการแก้ไข
3. การประมวลข่าวสาร สารสนเทศเพื่อนำไปใช้ประกอบการคิด ข้อมูลควรมีความถูกต้องและชัดเจน
4. ใช้แนวคิดอย่างมีเหตุผล มีการใช้กฎ ทฤษฎี และหลักการ ซึ่งต้องมีความถูกต้องสามารถนำมาใช้อ้างอิงในการแก้ปัญหา หาคำตอบได้
5. การประเมินผล ต้องมีความสมเหตุสมผล มีความชัดเจนของคำตอบที่ได้

6. การนำไปปฏิบัติ ผู้เรียนต้องมีความสามารถคิดไกล มองถึงผลที่ตามมาว่าสามารถนำไปใช้ได้หรือไม่ในทางปฏิบัติ

ดังนั้น การคิดอย่างมีวิจารณญาณ จึงควรได้รับการฝึกฝนให้เกิดความชำนาญ จะช่วยให้ได้ความคิดที่ผ่านการไตร่ตรอง พิจารณา อย่างรอบคอบแล้วว่า เป็นความคิดที่มีความสมเหตุสมผล สามารถเชื่อถือได้

3.4 องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ศูนย์พัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Center for Critical Thinking, 1966: 3-9) กล่าวถึงองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ 7 ประการ ดังนี้

1. จุดหมาย คือ เป้าหมาย หรือวัตถุประสงค์ของการคิด คือ คิดเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหา หรือคิดเพื่อหาความรู้

2. ประเด็นคำถาม คือ ปัญหาหรือคำถามที่ต้องการรู้ คือ ผู้คิดสามารถระบุคำถามของปัญหาต่างๆ รวมทั้งระบุปัญหาที่สำคัญที่ต้องการแก้ไข หรือคำถามสำคัญที่ต้องการรู้

3. สารสนเทศ คือ ข้อมูล ข้อความรู้อื่นๆ เพื่อให้ประกอบการคิด ข้อมูลต่างๆที่ได้มาควรมีความกว้าง ลึก ชัดเจน ยืดหยุ่นได้ และมีความถูกต้อง

4. ข้อมูลเชิงประจักษ์ คือ ข้อมูลที่ได้มานั้นต้องเชื่อถือได้ มีความชัดเจน ถูกต้อง และมีความเพียงพอต่อการใช้เป็นพื้นฐานของการคิดอย่างมีเหตุผล

5. แนวคิดอย่างมีเหตุผล คือ แนวคิดทั้งหลายที่มีอาจรวมถึงกฎ ทฤษฎี หลักการ ซึ่งแนวคิดดังกล่าวมีความจำเป็นสำหรับการคิดอย่างมีเหตุผลและแนวคิดที่ได้มานั้นต้องมีความเกี่ยวข้องกับปัญหาหรือคำถามที่ต้องการหาคำตอบและต้องเป็นแนวคิดที่ถูกต้องด้วย

6. ข้อสันนิษฐาน เป็นองค์ประกอบสำคัญของทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล เพราะผู้คิดต้องมีความสามารถในการตั้งข้อสันนิษฐานให้มีความชัดเจน สามารถตัดสินใจได้ เพื่อประโยชน์ในการหาข้อมูลมาใช้ในการคิดอย่างมีเหตุผล

7. การนำไปใช้และผลที่ตามมา เป็นองค์ประกอบสำคัญของการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งผู้คิดต้องคำนึงถึงผลกระทบ คือ ต้องมีความสามารถคิดไกล คือ มองถึงผลที่ตามมาพร้อมกับนำไปใช้ได้หรือไม่เพียงใด

กิลฟอร์ด (Guilford, 1967: 61 -63) ได้กล่าวว่าการคิดมีองค์ประกอบ 3 มิติคือ เนื้อหา วิธีคิด และผลของการคิดซึ่งแต่ละองค์ประกอบมีรายละเอียดดังนี้

เนื้อหา (Contents) แบ่งออกเป็น 4 ด้านได้แก่

1. ภาพ (Figural) หมายถึง ข้อมูลที่เป็นรูปธรรม สามารถที่จะรับรู้และระลึกออกมาได้ เช่น ภาพต่างๆ

2. สัญลักษณ์ (Symbolic) หมายถึง ข้อมูลที่เป็นเครื่องหมาย
3. ภาษา (Semantic) หมายถึง ข้อมูลที่เป็นถ้อยคำ
4. พฤติกรรม (Behavioral) หมายถึง ข้อมูลที่อยู่รูปกริยาอาการ

วิธีการคิด (Operations) แบ่งออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่

1. การรับรู้และการเข้าใจ (Cognition) หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลที่รู้จัก และมีความเข้าใจในสิ่งต่างๆ
2. การจำ (Memory) หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่สามารถเก็บสะสมและรวบรวมข้อมูล
3. การคิดแบบอนกนัย (Divergent Thinking) หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลที่สามารถสรุปข้อมูลต่างๆ ได้โดยไม่จำกัดจำนวน
4. การคิดแบบเอกนัย (Convergent Thinking) หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลที่สามารถสรุปข้อมูลที่ดีที่สุดจากข้อมูลที่กำหนดได้
5. การประเมินค่า (Evaluation) หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่สามารถหากฎเกณฑ์ที่สมเหตุสมผลจากข้อมูลที่กำหนดได้และสรุปได้ว่าข้อมูลอื่นใดที่มีลักษณะสอดคล้องกับเกณฑ์นั้น

ผลการคิด (Product) เป็นข้อมูลที่ได้จากวิธีการคิดแบบต่างๆ แบ่งเป็น 6 ด้าน ได้แก่

1. หน่วย (Units) หมายถึง สิ่งที่มีลักษณะเฉพาะตัว
2. จำพวก (Classes) หมายถึง สิ่งหนึ่งสิ่งใดซึ่งเป็นกลุ่มของหน่วยต่างๆ
3. ความสัมพันธ์ (Relations) หมายถึง ผลของการโยงความคิด 2 ประเภทเข้าด้วยกัน
4. ระบบ (Systems) หมายถึง การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของผลที่ได้หลายๆ คู่เข้าด้วยกันอย่างมีระเบียบแบบแผน
5. การแปลงรูป (Transformations) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงปรับปรุงข้อมูล
6. การประยุกต์ (Implication) หมายถึง การคิดที่มีผลสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหาหรือการปฏิบัติได้

จากที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า การคิดมีองค์ประกอบ 3 มิติ ซึ่งประกอบไปด้วย

1. มิติด้านเนื้อหา ได้แก่ ภาพ สัญลักษณ์ ภาษา พฤติกรรม ข้อมูลเชิงประจักษ์ และสารสนเทศ
2. วิธีการคิด ได้แก่ การรับรู้และการเข้าใจ การจำ การคิดแบบอนกนัย การคิดแบบเอกนัย การประเมินค่า ข้อสันนิษฐาน และการคิดแบบมีเหตุผล
3. ผลของการคิด ได้แก่ หน่วย จำพวก ความสัมพันธ์ ระบบ การแปลงรูป การประยุกต์ และการนำไปใช้

3.5 การส่งเสริมการสอนให้มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การส่งเสริมหรือการสอนให้นักเรียนสามารถคิดวิจารณ์ญาณนั้น สามารถทำได้ตามข้อเสนอแนะต่อไปนี คลาร์ค และ บิดเดิล (จิต นวนแก้ว. 2543: 54; อ้างอิงจาก Clark; & Biddle. 1993: 112) เสนอครูควรทำตัว ดังต่อไปนี้

1. เป็นนักวิจัย โดยการถามให้นักเรียนคิดอย่างกว้างไกล ในการนำข้อมูลมาใช้ประโยชน์
2. เป็นนักออกแบบ โดยสอนให้นักเรียนออกแบบสื่อวัสดุต่างๆ ที่จะช่วยให้นักเรียนพบคำตอบได้
3. เป็นผู้ให้คำปรึกษา โดยให้คำแนะนำแก่นักเรียนที่ยังไม่คุ้นเคยกับกระบวนการคิดสืบสวน เพื่อค้นหาคำตอบ
4. เป็นกรรมการ โดยคอยช่วยขจัดข้อขัดแย้งและให้การสนับสนุนที่เกิดกับนักเรียนและหาจังหวะส่งเสริมให้คิดด้วยคำถามที่เหมาะสม
5. เป็นนักวิเคราะห์ โดยการนำนักเรียนให้คิดไปในแนวทางที่ถูกต้อง ไม่คิดไปคนละทิศละทาง
6. เป็นผู้ตัดสินใจ คือ ตัดสินว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้มากน้อยเพียงใด โดยการถามเพื่อทดสอบความรู้ในเนื้อหาและกระบวนการคิด

คิลเลียน (จิต นวนแก้ว. 2543: 55; อ้างอิงจาก Killian. 1993: 883) ได้ทำการวิจัยโดยใช้เทคนิคเดลฟาย (Delphi) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญกับข้อเสนอแนะในการสอนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สรุปได้ ดังนี้

1. สอนให้นักเรียนรู้จักตัดสินใจเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุด
2. สอนให้เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน
3. ครูไม่ทำตัวเป็นผู้ให้คำตอบ (Answer Giver) แก่นักเรียน
4. ใช้วิธีการแบบปลายเปิดและซักถามแบบโซคราติค (Socratic Method)
5. ครูควรได้รับการฝึกให้ใช้คำถามเพื่อกระตุ้นความคิด
6. ควรพัฒนาบุคลากรทุกคนให้มีความก้าวหน้าในการสอนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
7. ไม่ใช่ใบงานเป็นหลักในการสอน

อาจกล่าวได้ว่า ข้อเสนอแนะทั่วไปเกี่ยวกับการสอนการคิดวิจารณ์ญาณข้างต้น เป็นแนวทางที่ครูผู้สอนตระหนักอยู่เสมอ นอกจากข้อเสนอแนะทั่วไปดังกล่าว ครูควรสอนให้นักเรียนคุ้นเคยกับการคิดวิจารณ์ญาณโดยตรง ด้วยขั้นตอนตามองค์ประกอบย่อยต่างๆ

การที่จะบอกได้ว่า นักเรียนหรือผู้เรียน มีความสามารถในการคิดวิจารณ์ญาณหรือไม่นั้น สามารถดูได้จากตัวบ่งชี้ของความสามารถในการคิดวิจารณ์ญาณ (หน่วยศึกษานิเทศก์กรมสามัญศึกษา. 2542: 35)

1. มีการกำหนดเป้าหมายในการคิด ระบุประเด็นปัญหาที่สำคัญ และทำความเข้าใจกับปัญหา
2. มีการรวบรวมข้อมูล หาหลักฐานข้อเท็จจริงและความคิดเห็น

3. วิเคราะห์จำแนกแยกแยะข้อมูลเพื่อจัดหมวดหมู่และเลือกข้อมูลที่จะนำไปใช้
 4. มีการประเมินความถูกต้อง ความน่าเชื่อถือและความเพียงพอของข้อมูล
 5. มีการแสวงหาทางเลือกหรือคำตอบที่สมเหตุสมผลด้วยการพิจารณาจากข้อมูล
 6. เลือกทางเลือกหรือวิธีการที่เหมาะสมด้วยการพิจารณาถึงผลที่จะเกิดขึ้นตามมา โดยคำนึงถึงผลได้ผลเสียคุณและโทษทั้งในระยะสั้นและระยะยาว
 7. มีการไตร่ตรองและทบทวนกลับไปกลับมาอย่างรอบคอบ
- จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การส่งเสริมการสอนให้มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณนั้นครูควรจะต้องเปลี่ยนบทบาทในการสอน กล่าวคือ
1. ครูควรเป็นนักวิจัย รู้จักการใช้คำถามปลายเปิดเพื่อกระตุ้นความคิดของนักเรียน
 2. ครูควรเป็นนักออกแบบ สอนโดยใช้สื่อการเรียนแบบต่างๆ เพื่อให้นักเรียนค้นพบคำตอบด้วยตัวเอง ไม่ใช่ใบบงานเป็นหลักในการสอน
 3. ครูควรเป็นผู้ให้คำปรึกษา ไม่ทำตัวเป็นผู้ให้คำตอบแก่นักเรียน ให้คำแนะนำแก่นักเรียนในการตัดสินใจเพื่อหาคำตอบที่ถูกต้อง
 4. ครูควรเป็นนักวิเคราะห์ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครูควรเลือกให้เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน

3.6 การวัดการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณ

ศิริชัย กาญจนวาสี (2544: 180-186) กล่าวถึงการวัดความสามารถทางการคิดไว้ดังนี้

การวัดความสามารถในการคิด มีเทคนิคการวัดที่สามารถเลือกใช้ได้หลายอย่าง ไม่ว่าจะเป็นการวัดโดยใช้แบบสอบ (test) การสังเกตพฤติกรรมโดยตรง (direct observation) การสัมภาษณ์รายบุคคล (individual interview) การบันทึกข้อมูลส่วนบุคคล (comprehensive personal record) ตลอดจนการตรวจผลงานจากแฟ้มสะสมงานหรือพัฒนางาน (portfolio)

การวัดความสามารถในการคิดโดยใช้แบบสอบสามารถจำแนกได้เป็นสองประเภท ได้แก่ แบบสอบข้อเขียน (paper-pencil test) และแบบสอบปฏิบัติการ (performance test) แบบสอบข้อเขียนนั้นนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องด้วยใช้ง่ายและสะดวกสำหรับผู้สอบทั้งกลุ่มเล็กและกลุ่มใหญ่ ในการพัฒนาแบบสอบข้อเขียนเพื่อวัดความสามารถในการคิด ผู้พัฒนาสามารถใช้รูปแบบการสร้างแบบสอบประเภทปรนัย (objective test) หรือแบบสอบประเภทอัตนัย (subjective test) สำหรับแบบสอบประเภทปรนัยเป็นแบบสอบที่ใช้เวลาในการสร้างมากแต่ตรวจง่าย และนิยมพัฒนาเป็นแบบสอบมาตรฐาน รูปแบบการตอบที่นิยมใช้กัน เช่น แบบสอบหลายตัวเลือก (multiple-choice tests) เป็นต้น ส่วนแบบสอบประเภทอัตนัยเป็นแบบสอบที่สร้างง่ายแต่ตรวจยาก การพัฒนาเป็นแบบสอบมาตรฐานจึงกระทำได้ยาก

รูปแบบการตอบที่นิยมใช้กัน เช่น การตอบสั้น (short answer) การเขียนตอบตามกรอบที่กำหนด (restricted essay tests) การเขียนตอบอย่างเป็นอิสระ (extended essay tests) เป็นต้น

แบบสอบข้อเขียนเพื่อวัดความสามารถในการคิด เราสามารถสร้างขึ้นมาใช้เองหรือที่เรียกว่าแบบสอบที่ครูสร้างขึ้นมาใช้ (teacher-made tests) ซึ่งสามารถนำไปปรับปรุงพัฒนาเป็นแบบสอบมาตรฐานได้

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่เป็นมาตรฐานมีผู้เชี่ยวชาญได้สร้างขึ้นได้แก่

1. Watson – Glaser Critical Thinking Appraisal

ลักษณะทั่วไปของแบบสอบ

แบบสอบนี้สร้างโดย Watson และ Glaser มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องฉบับปรับปรุงล่าสุดในปี ค.ศ. 1980 สำหรับนักเรียนระดับ ม.3 ถึงวัยผู้ใหญ่ แบบสอบมี 2 แบบซึ่งคู่ขนานกันคือ แบบ A และแบบ B แต่ละแบบประกอบด้วยแบบสอบย่อยมีข้อสอบรวม 80 ข้อ ใช้เวลาในการสอบ 50 นาที แต่ละแบบสอบย่อยวัดความสามารถในการคิดต่างๆ กัน ดังนี้

1. ความสามารถในการสรุปอ้างอิง (Inference) เป็นการวัดความสามารถในการตัดสินใจและจำแนกความน่าจะเป็นของข้อสรุปว่า ข้อสรุปใดเป็นจริงหรือเป็นเท็จลักษณะของแบบสอบย่อยนี้มีการกำหนดสถานการณ์มาให้ และมีข้อสรุปของสถานการณ์ 3-5 ข้อสรุป จากนั้นผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินว่าข้อสรุปเป็นเช่นไร โดยเลือกจากตัวเลือก 5 ตัวเลือก ได้แก่ เป็นจริง (true) น่าจะเป็นจริง (probably true) ข้อมูลที่ให้ไม่เพียงพอ (insufficient data) น่าจะเป็นเท็จ (probably false) และเป็นเท็จ (false)

2. ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น เป็นการวัดความสามารถในการจำแนกว่าข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้น ข้อความใดไม่เป็น ลักษณะของแบบสอบย่อยนี้มีการกำหนดสถานการณ์มาให้ และมีข้อความตามมา สถานการณ์ละ 2-3 ข้อความ จากนั้นผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินข้อความในแต่ละข้อว่า ข้อใดเป็นหรือไม่เป็นข้อตกลงเบื้องต้นของสถานการณ์ทั้งหมด

3. ความสามารถในการนิรนัย เป็นการวัดความสามารถในการหาข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลจากสถานการณ์ที่กำหนดมาให้โดยใช้หลักตรรกศาสตร์ ลักษณะของแบบสอบย่อยนี้มีการกำหนดสถานการณ์มาให้ 1 ย่อหน้า แล้วมีข้อสรุปตามมา สถานการณ์ละ 2-4 ข้อ จากนั้นผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินว่าข้อสรุปในแต่ละข้อเป็นข้อสรุปที่เป็นไปได้หรือไม่ตามสถานการณ์นั้น

4. ความสามารถในการแปลความ เป็นการวัดความสามารถในการให้นำหนักข้อมูลหรือหลักฐานเพื่อตัดสินความเป็นไปได้ของข้อสรุป ลักษณะของแบบสอบย่อยนี้มีการกำหนดสถานการณ์มาให้ แล้วมีข้อสรุปสถานการณ์ละ 2-3 ข้อ จากนั้นผู้ตอบต้องพิจารณาตัดสินว่าข้อสรุปในแต่ละข้อว่า น่าเชื่อถือหรือไม่ภายใต้สถานการณ์นั้น

5. ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง เป็นการวัดความสามารถในการจำแนกรู้ใช้ เหตุผลว่าสิ่งใดเป็นความสมเหตุสมผล ลักษณะของแบบสอบถามย่อยนี้มีการกำหนดชุดของคำถามเกี่ยวกับ ประเด็นปัญหาสำคัญมาให้ ซึ่งแต่ละคำถามมีชุดของคำตอบพร้อมกับเหตุผลกำกับ จากนั้นผู้พิจารณา ตัดสินว่าคำตอบใดมีความสำคัญเกี่ยวข้องโดยตรงกับคำถามหรือไม่ และให้เหตุผลประกอบต้องพิจารณา ตัดสินว่าคำตอบใดมีความสำคัญเกี่ยวข้องโดยตรงกับคำถามหรือไม่และให้เหตุผลประกอบ

2. Cornell Critical Thinking Test, Level X and Z

ลักษณะทั่วไปของแบบสอบ

Cornell Critical Thinking Test พัฒนาโดย Ennis และ Millman พัฒนาขึ้นมาโดยยึดทฤษฎีของ Ennis เป็นหลัก ทฤษฎีได้กำหนดว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีองค์ประกอบ 3 ส่วน คือ

1. การนิยามปัญหา
2. การพิจารณาตัดสินข้อมูล
3. การอ้างอิงเพื่อการแก้ปัญหาและการลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล

คู่มือการใช้แบบสอบได้ระบุถึงผู้คิดอย่างมีวิจารณญาณนั้น จะต้องมีสมรรถภาพในการตัดสินได้ ว่าสิ่งเหล่านี้เกิดขึ้นหรือไม่ ซึ่งมี 10 ลักษณะดังนี้

1. ข้อความที่ใช้สืบเนื่องมาจากข้อความที่กำหนดให้
2. สิ่งที่กำลังกล่าวถึงเป็นข้อตกลงเบื้องต้น
3. สิ่งที่เกิดขึ้นได้มีความตรง
4. สิ่งที่กำลังกล่าวหาเชื่อถือได้
5. การสรุปอ้างอิงเบื้องต้นมีความถูกต้อง
6. สมมติฐานมีความสมเหตุสมผล
7. ทฤษฎีที่ใช้มีความเหมาะสม
8. ประเด็นโต้แย้งขึ้นกับประเด็นที่คลุมเครือ
9. ข้อความที่ใช้มีความเฉพาะและชัดเจน
10. การใช้เหตุผลได้ตรงประเด็น

การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดขั้นนี้ใช้เอง (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2544ก: 171 – 179)

การวัดความสามารถทางการคิดของบุคคล ผู้สร้างเครื่องมือจะต้องมีความรอบรู้ในแนวคิดหรือ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิด เพื่อนำมาเป็นกรอบหรือโครงสร้างของการคิด เมื่อมีการกำหนดนิยามเชิง ปฏิบัติการของโครงสร้างหรือองค์ประกอบการคิดแล้ว จะทำให้ได้ตัวชี้วัดหรือลักษณะพฤติกรรมเฉพาะที่เป็นรูปธรรม ซึ่งสามารถบ่งชี้ถึงโครงสร้างหรือองค์ประกอบการคิดจากนั้น จึงเขียนข้อความตายตัวชี้วัด หรือลักษณะพฤติกรรมเฉพาะของแต่ละองค์ประกอบการคิดนั้น

ในตอนการพัฒนาแบบวัดความสามารถทางการคิด มีขั้นตอนดำเนินการที่สำคัญ ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการวัด

กำหนดจุดมุ่งหมายสำคัญของการสร้างแบบวัดความสามารถทางการคิดผู้พัฒนาแบบวัดจะต้องพิจารณาจุดมุ่งหมายของการนำแบบวัดไปใช้ด้วย ว่าต้องการวัดความสามารถทางการคิดทั่วไป หรือต้องการวัดความสามารถทางการคิดเฉพาะวิชา การวัดนั้นมุ่งติดตามความก้าวหน้าของความสามารถทางการคิด หรือต้องการเน้นการประเมินผลสรุปรวม สำหรับการตัดสินใจ รวมทั้งการแปลผลการวัดเน้นการเปรียบเทียบกับมาตรฐานของกลุ่ม หรือต้องการเปรียบเทียบกับเกณฑ์หรือมาตรฐานที่กำหนดไว้

2. กำหนดกรอบของการวัดและนิยามเชิงปฏิบัติการ

ผู้พัฒนาแบบวัดควรศึกษาเอกสาร แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางการคิดตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการ ผู้พัฒนาแบบวัดควรคัดเลือกแนวคิดหรือทฤษฎีที่เหมาะสมกับบริบทและจุดมุ่งหมายที่ต้องการเป็นหลัก แล้วศึกษาให้เข้าใจอย่างลึกซึ้ง เพื่อกำหนดโครงสร้าง องค์ประกอบของความสามารถทางการคิดตามทฤษฎีและให้นิยามเชิงปฏิบัติการของแต่ละองค์ประกอบในเชิงรูปธรรมของพฤติกรรมที่สามารถบ่งชี้ถึงลักษณะแต่ละองค์ประกอบของการคิดนั้นได้

3. สร้างผังข้อสอบ

การสร้างผังข้อสอบเป็นการกำหนดเค้าโครงของแบบสามารถทางการคิดที่ต้องการสร้างให้ครอบคลุม โครงสร้างหรือองค์ประกอบใดบ้างตามทฤษฎีและกำหนดว่าแต่ละส่วนมีน้ำหนักความสำคัญมากน้อยเพียงใด

4. เขียนข้อสอบ

กำหนดรูปแบบของการเขียนข้อสอบ ตัวคำถาม ตัวคำตอบ และวิธีการตรวจให้คะแนน เมื่อกำหนดรูปแบบของข้อสอบแล้ว ก็ลงมือร่างข้อสอบตามผังข้อสอบที่กำหนดไว้จนครบทุกองค์ประกอบภาษาที่ใช้ควรเป็นไปตามหลักการเขียนข้อสอบที่ดีโดยทั่วไป แต่สิ่งที่ต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ ได้แก่ การเขียนข้อสอบให้วัดตรงตามโครงสร้างของการวัด พยายามหลีกเลี่ยงคำถามนำและคำถามที่ทำให้ผู้ตอบสร้างตอบดี หลังจากร่างข้อสอบแล้วควรมีการทบทวนข้อสอบเพื่อพิจารณาความเหมาะสมของการวัดและความชัดเจนของภาษาที่ใช้ โดยผู้เขียนข้อสอบเองและผู้ตรวจสอบที่มีความเชี่ยวชาญในการสร้างแบบสอบวัดความสามารถในการคิด

5. นำแบบสอบวัดไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง หรือกลุ่มใกล้เคียง แล้วนำผลการตอบมาทำการวิเคราะห์หาคุณภาพ โดยทำการวิเคราะห์ข้อสอบและวิเคราะห์แบบสอบ

วิเคราะห์ข้อสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อในด้านความยากง่ายและอำนาจจำแนก เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่ายพอเหมาะและมีอำนาจจำแนกสูงไว้ พร้อมทั้งปรับปรุงข้อที่ไม่เหมาะสม

คัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพเหมาะสม และข้อสอบที่ปรับปรุงแล้วให้ได้จำนวนตามผังข้อสอบเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจความเที่ยงตรงตามเนื้อหา แล้วนำไปทดลองใช้ใหม่อีกครั้งเพื่อวิเคราะห์แบบสอบในด้านความเที่ยงหรือความเชื่อมั่น (Reliability) แบบสอบควรมีค่าความเชื่อมั่นอย่างน้อย 0.50 จึงเหมาะที่จะนำมาใช้ได้ ส่วนการตรวจสอบความตรงหรือความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบสอบ ถ้าสามารถหาเครื่องมือวัดความสามารถทางการคิดที่เป็นมาตรฐานสำหรับใช้เปรียบเทียบได้ก็ควรคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความตรงตามสภาพ (concurrent validity) ของแบบสอบด้วย

6. นำแบบวัดไปใช้จริง

หลังจากวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อและวิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบทั้งฉบับว่าเป็นไปตามเกณฑ์คุณภาพที่ต้องการแล้ว จึงนำแบบวัดความสามารถทางการคิดไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายจริง ในการใช้แบบวัดทุกครั้งควรมีการรายงานค่าความเชื่อมั่นทุกครั้งก่อนนำผลการวัดไปแปลความหมาย

จากการศึกษาเอกสารข้างต้น สรุปได้ว่า การวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ด้วยกัน คือ

1. แบบทดสอบการวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่เป็นมาตรฐาน ซึ่งเป็นทดสอบที่มีผู้สร้างไว้แล้ว เช่น Watson – Glaser Critical Appraisal , Cornell Critical Thinking Test, Level X and Z

2. แบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่สร้างขึ้นเอง ซึ่งในการสร้างแบบทดสอบลักษณะนี้ผู้สร้างจะต้องมีความรอบรู้ในแนวคิดหรือทฤษฎีเกี่ยวกับการคิด

ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่สร้างขึ้นเอง โดยเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ถ้าตอบถูกในแต่ละข้อให้ 1 คะแนน และตอบผิดตอบมากกว่า 1 ข้อ หรือไม่ตอบเลยในแต่ละข้อให้ 0 คะแนน

3.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

งานวิจัยต่างประเทศ

วัตสันและเกลเซอร์ (Watson; & Glaser. 1980: 55-67) ได้สร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1937 และได้พัฒนาอย่างต่อเนื่องจนถึงปี ค.ศ. 1980 สำหรับนักเรียนเกรด 9 ถึงวัยผู้ใหญ่ แบบทดสอบมี 2 ฉบับซึ่งเป็นคู่ขนานกันแต่ละฉบับประกอบด้วย 5 แบบทดสอบย่อยวัดความสามารถในการคิด 5 ด้าน คือการสรุปอ้างอิง ด้านการระบุข้อตกลงเบื้องต้น ด้านการนิรนัย ด้านการแปลความ และด้านการประเมินข้อโต้แย้ง ผลจากการพัฒนาแบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นแบบความสอดคล้องภายในโดยวิธีแบ่งครึ่งข้อสอบ มีพิสัยระหว่าง 0.69-0.85 และมีความเชื่อมั่นโดยวิธีสอบซ้ำซึ่งเว้นระยะห่างระหว่างสอบ 3 เดือน เท่ากับ 0.73

มอนโรล์ (Monroe. 1985: 2907) ได้ศึกษาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษา มหาวิทยาลัยชั้นปีที่ 1 ที่มีภูมิลำเนาจากโรงเรียนมัธยมปลายที่มีลักษณะแตกต่างกัน 3 แบบ คือ กลุ่มที่อยู่ในโรงเรียนรัฐอย่างน้อยในช่วง 3 ปีที่ผ่านมา กลุ่มที่เรียนโปรแกรม Christian อย่างน้อย 3 ปีที่ผ่านมา และกลุ่มที่เรียนในโรงเรียน Accelerated Christian Education อย่างน้อย 3 ปีที่ผ่านมา ผลการวิจัยพบว่า ไม่มีความแตกต่างของคะแนนการคิดวิจาร์ณญาณระหว่างนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ทั้ง 3 กลุ่มทั้งนี้อาจเนื่องมาจากนักศึกษาทั้ง 3 กลุ่มจะถูกจัดอยู่ทั้งในกลุ่มที่มีคะแนน CTA (คะแนนจากแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณของวัตสันและแกลเซอร์ รูปแบบ A) และคะแนนการคิดวิจาร์ณญาณสูงและต่ำ

โรเซน (Rosen. 1986: 841) ได้ศึกษาผลของทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่มีต่อการเรียนรู้เนื้อหาวิชาของวัยรุ่นที่มีความสามารถต่ำ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการฝึกทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณในลักษณะของการปรับปรุงกระบวนการประมวลข่าวสารของนักเรียนระดับมัธยมรูปแบบในการทดลองเป็นแบบกึ่งการทดลอง ผลการวิจัยพบว่า การฝึกทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่มีต่อการเรียนรู้ เนื้อหา ทั้งก่อนและหลังการวิจัยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นักเรียนที่ได้รับการฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณสามารถทำงานได้ดีเท่ากับนักเรียนกลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีเพียงเล็กน้อย

กู๊ดแมน (Goodman. 1990: Abstract) ได้รวบรวมการฝึกปฏิบัติเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณและส่งเสริมการแสดงออกโดยผ่านการเขียนอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับ 2-6 ที่มีความคิดและทักษะการจัดระบบต่ำ จำนวน 6 คน โดยใช้ครู 3 คน และครูอีก 1 คนเป็นผู้ให้คำแนะนำในการใช้เทคนิคระดมสมอง กำหนดโครงร่างและการร่างเรื่องราว จากการวิเคราะห์ตัวอย่างการเขียนและนักเรียนพบว่า มีการปรับปรุงการเขียนของตนเองในทางที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อได้รับการฝึกอย่างมีโครงสร้าง และแสดงให้เห็นความสำคัญของการสอนนักเรียนที่ประสบความสำเร็จง่ายลำบากในการเขียนโดยการสอนทีละขั้น นอกจากนี้ยังได้เรียนรู้ที่จะคิดอย่างมีระบบและมีการวางแผนมากขึ้น

วอลซ์ และฮาร์ดี้ (Walsh; & Hardy. 1999: Abstract) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการแสดงออกทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างเพศกับวิชาเอก กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 3 จำนวน 334 คน เป็นชาย 213 คน หญิง 121 คน จากวิชาเอกการศึกษา ธุรกิจพยาบาล ภาษาอังกฤษ ประวัติศาสตร์ และจิตวิทยา โดยใช้แบบวัด California Critical Thinking Disposition Inventory (CCTDI) ผลการวิจัยพบว่านักศึกษาที่มีการคิดวิจาร์ณญาณสูง 3 อันดับแรก คือ นักศึกษาวิชาเอก ภาษาอังกฤษ จิตวิทยา และพยาบาล ตามลำดับ และนักศึกษาหญิงมีคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่านักศึกษาชายในด้านการมีใจกว้างและวุฒิภาวะ

ฮัซส์ (Hughes. 2000: abstrace) ได้ศึกษาผลกระทบของหลักสูตรที่สร้างขึ้นเองเพื่อนำมาใช้ในการสอนการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยนำวิชาการเขียนเพื่อจูงใจมาสอน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ นักเรียนที่มีปัญญาเลิศ นักเรียนที่มีปัญญาปกติ และนักเรียนที่มีปัญหาด้านการเรียนรู้ ผลการศึกษา

พบว่า 1) นักเรียนที่มีปัญญาเลิศสามารถทำคะแนนได้สูงกว่านักเรียนที่มีปัญญาปกติ และนักเรียนปกติสามารถทำคะแนนได้ดีกว่านักเรียนที่มีปัญหาด้านการเรียนรู้ 2) หลังจากที่ได้สอนวิธีการเขียนแรงจูงใจแล้วนำมาเปรียบเทียบผลของการเขียนแรงจูงใจกับกลุ่มของนักเรียนที่มีความสามารถเท่าเทียมกัน พบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มมีพัฒนาการด้านการใช้รูปประโยคแสดงความคิดเห็นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 3) นักเรียนที่มีปัญญาเลิศ นักเรียนที่มีปัญญาปกติ และนักเรียนที่มีปัญหาด้านการเรียนรู้ มีวิธีการแสดงความคิดเห็นที่แตกต่างกันโดยนักเรียนที่มีปัญญาเลิศมักจะอ้างถึงคุณธรรมหรือความหมายของบทกลอนมากกว่า ในขณะที่นักเรียนที่มีปัญหาด้านการเรียนรู้มักจะอ้างถึงการตอบสนองของตนเองที่มีต่อบทกลอนมากกว่า ซึ่งความแตกต่างนี้ยังคงมีอยู่อย่างคงที่ภายหลังจากที่มีการสอนแล้ว แสดงให้เห็นว่า แม้การสอนจะส่งผลต่อพัฒนาการด้านโครงสร้างของงานเขียนแบบจูงใจอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติสำหรับนักเรียนในทุกระดับก็ตามแต่พัฒนาการของนักเรียนแต่ละกลุ่มก็มีความแตกต่างกัน 4) ครูที่มีการใช้หลักสูตรนี้อย่างเข้มข้นในช่วงเวลาสั้นๆ ในชั้นเรียน แสดงให้เห็นถึงพัฒนาการของเด็กนักเรียนมากกว่าครูที่ใช้หลักสูตรนี้ในระยะเวลานาน และไม่มีความเข้มข้นในระยะเวลานั้นๆ ดังนั้นการสอนวิธีการคิดวิเคราะห์อย่างมีวิจารณญาณนักเรียนมีความแตกต่างกัน

งานวิจัยในประเทศ

สมสุข โถวเจริญ (2541: 118-119) ได้ศึกษาระดับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาพยาบาล วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี ภาคใต้ ปราภฏผลดังนี้ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาพยาบาลอยู่ในระดับปานกลาง นักศึกษาพยาบาลเพศชายและเพศหญิงมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณไม่แตกต่างกันนักศึกษาพยาบาลที่กำลังศึกษาชั้นปีที่ 3 และ 4 มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่านักศึกษาพยาบาลที่กำลังศึกษาอยู่ชั้นปีที่ 1 และ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บุษกร คำคง (2542: 89-92) ได้ศึกษาปัจจัยบางประการที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดวิจารณ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มัธยมศึกษาปีที่ 3 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ผลการวิจัยพบว่า ค่าสหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความเชื่ออำนาจภายในตน การให้เหตุผลเชิงจริยธรรม การอบรมเลี้ยงดูแบบรักสนับสนุน การอบรมเลี้ยงดูแบบควบคุม การอบรมเลี้ยงดูแบบใช้เหตุผลกับความสามารถในการคิดวิจารณ์ของนักเรียนรวมทุกชั้นปีเท่ากับ 0.775 ซึ่งสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความเชื่ออำนาจภายในตน การอบรมเลี้ยงดูแบบใช้เหตุผลมีน้ำหนักความสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถในการคิดวิจารณ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และการให้เหตุผลเชิงจริยธรรม การอบรมเลี้ยงดูแบบรักสนับสนุน มีน้ำหนักความสำคัญที่ส่งผลต่อความสามารถในการคิดวิจารณ์ที่ระดับ .05

วารสารณ์ ยิ้มแย้ม (2543: 72) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดวิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนหนองแค"ศรีกิจพิทยา" จังหวัดสระบุรี โดยใช้ชุดการสอน ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการพัฒนาการคิดวิจารณ์ โดยใช้ชุดการสอนมีความคิดวิจารณ์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความคิดวิจารณ์ของนักเรียนมีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงและอัตราความก้าวหน้าสูงขึ้นในระยะทดลองและหลังการทดลอง และมีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงและอัตราความก้าวหน้าในระยะทดลองเพิ่มขึ้น และลดลงเล็กน้อยในระยะติดตามผล

อวยพร เรืองศรี (2545: 58-61) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดอภิปรายกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า การคิดอภิปราย แต่ละด้าน ได้แก่ ด้านการตระหนักรู้ ด้านยุทธวิธีทางความคิด ด้านการวางแผนและด้านการตรวจสอบตนเอง มีสหสัมพันธ์พหุคูณกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยรวมทุกด้านและตามด้านต่างๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกด้าน ทั้งจากการวิเคราะห์ในกลุ่มนักเรียนชายและนักเรียนหญิง

จิรนนท์ วัชรกุล (2546: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณในนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านกระทุ่ม อำเภอบางบาล จังหวัดสุรินทร์ ที่ได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิด อย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง สำหรับกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการฝึกคิด อย่างมีวิจารณญาณ มีความคิดวิจารณ์สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่ได้รับการฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ปกรณีย์ ไพธองกุล (2547: 132-136) ได้สร้างแบบประเมินและพัฒนาการคิดวิจารณ์ของนักเรียนนายร้อยตำรวจ แบบประเมินการคิดอย่างมีวิจารณญาณนักเรียนนายร้อยตำรวจประกอบด้วย 5 ด้าน ได้แก่ ด้านการอ้างอิง ด้านการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น ด้านการนิรนัย ด้านการตีความ และด้านการประเมินข้อโต้แย้ง จำนวน 95 ข้อ ผลการศึกษาพบว่าค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินที่คำนวณด้วยสัมประสิทธิ์แอลฟาโดยรวม เท่ากับ .801 ค่าความเชื่อมั่นแบบคะแนนจริงสัมพันธ์ที่คำนวณด้วยสูตรเฟลด์-ราซ เท่ากับ 0.803 การแสดงหลักฐานความเที่ยงตรงที่ใช้วิธีการวิเคราะห์หลายลักษณะหลายวิธี มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของด้านเดียวกันสูงกว่า เมื่อเทียบกับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับด้านอื่นๆ การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันพบว่า โครงสร้างของการคิดวิจารณ์นักเรียนนายร้อยตำรวจประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ซึ่งมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์และมีน้ำหนักองค์ประกอบอยู่ในเกณฑ์สูง ค่าความเที่ยงตรงโดยหาความสัมพันธ์ของแบบประเมินการคิดวิจารณ์นักเรียนนายร้อยตำรวจกับแบบทดสอบการคิดวิจารณ์ คอรัเนล ระดับ Z มีความสัมพันธ์กันที่ระดับ .01 และนักเรียนนายร้อยตำรวจที่เข้าร่วมโปรแกรมการพัฒนาการคิดวิจารณ์มีการคิดวิจารณ์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01และการคิดอภิปรายแต่ละด้านมีค่าน้ำหนักความสำคัญสัมพัทธ์ที่ส่งผลต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยรวมเป็นบวกทุกค่า และที่ส่งผลมากที่สุด คือ ด้านการตรวจสอบตนเอง แต่

เมื่อวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสัมพันธ์ของการคิดอภิमानแต่ละด้านที่ส่งผลต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณตามด้านต่างๆ พบว่า มีการคิดอภิमानบางด้านที่ส่งผลทางลบต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยเฉพาะเมื่อวิเคราะห์ตามกลุ่มนักเรียนชายและกลุ่มนักเรียนหญิง

เสาวนีย์ เชื้อทอง (2551: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ส่งเสริมการพัฒนาสมอง ผลปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ส่งเสริมการพัฒนาสมองมีความสามารถในการคิดวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จารุวรรณ คงทวี (2551: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการคิดวิจารณญาณของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดกิจกรรมละเลงสีด้วยนิ้วมือ ผลการวิจัยพบว่า การคิดวิจารณญาณของเด็กปฐมวัยหลังการทำกิจกรรมละเลงสีด้วยนิ้วมือสูงกว่าก่อนทำกิจกรรมละเลงสีด้วยนิ้วมืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องสรุปได้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นความสามารถในการคิดที่เกิดจากการได้รับการปลูกฝังการเรียนรู้ ด้วยวิธีการสอนที่หลากหลายวิธีแตกต่างกัน ซึ่งวิธีการสอนที่แตกต่างกันก็จะส่งผลให้เกิดความสามารถในการคิดวิจารณญาณที่แตกต่างกัน วิธีการสอนควรจะเน้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดเป็น ทำเป็น และวิเคราะห์ มีการใช้สื่อนวัตกรรม ช่วยในการสอนด้วยจะทำให้เกิดการอยากเรียนรู้ และเกิดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรู้คิด

4.1 ความหมายของการรู้คิด

การรู้คิด (Metacognition) เป็นแนวคิดทางจิตวิทยาการเรียนรู้ ซึ่งนักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านได้ศึกษาค้นคว้ามาตั้งแต่ปลายปี ค.ศ.1970 และกำลังเป็นที่กล่าวถึงอย่างมากในปัจจุบัน ดังจะเห็นได้ว่ามีผู้เขียนเป็นบทความ และศึกษาวิจัยเรื่องนี้ไว้เป็นจำนวนมาก “การรู้คิด” ในเอกสารและงานวิจัยของไทยพบว่า มีชื่อเรียกที่ต่างกันไปเช่น “ความรู้ทางอภิปัญญา” (เยี่ยมจิต นูรณ์โกศา. 2533; เพ็ญพิไล ฤทธาคนานนท์. 2535) “เมตาคอกนิชัน” (อารีรักษ์ สืบถิน. 2535; วัฒนาพร ระงับทุกข์. 2536; ทองหล่อ วงษ์อินทร์. 2537; ญัฐสิริ เจริญเกียรติบรร. 2539) “การคิดอภิमान” (สุทิน คงโรจนวงศา. 2543) และ “การรู้คิด” (สุรางค์ ใคว์ตระกูล. 2533; จรรยา ภูอุดม. 2544) ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้คำว่า “การรู้คิด” และในส่วนของความหมายของการรู้คิด มีนักการศึกษาหลายท่านจึงได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

ฟลาเวล (Flavell.1979:906-911) ได้ให้ความหมายของการคิดอภิमानไว้ว่า เป็นความรู้ของบุคคลเกี่ยวกับความคิดของตน และผลผลิตของการคิดหรือสิ่งอื่นๆ ที่เกี่ยวกับกระบวนการคิด

คอสต้า (Costa. 1984: 57) กล่าวว่าเมตาคอนนิชั่น คือความสามารถที่จะรู้ว่า เรารู้อะไร และไม่รู้อะไร เป็นความสามารถที่จะวางแผนเป็นขั้นตอนสำหรับผลิตสิ่งที่ตนต้องการ เป็นความรู้สึกที่ว่า กำลังทำอะไรอยู่ขั้นตอนใดระหว่างการแก้ปัญหา สามารถสะท้อนผลการคิด การประเมินผลการคิดของตนได้

เบเกอร์ และบราวน์ (Baker; & Brown. 1984: 22) ให้ความหมายของอภิปัญญาไว้ว่า หมายถึง ความสามารถที่จะคิด พิจารณา และควบคุมการเรียนรู้ของตนเอง

โอมัลเลย์ (Robin. 1987: 23; อ้างอิงจาก O'Malley. 1983) ให้ความหมายของอภิปัญญาไว้ดังนี้

1. เป็นความรู้เกี่ยวกับกระบวนการต่าง ๆ ที่นำมาซึ่งความรู้ความเข้าใจ

2. เป็นการควบคุมความรู้หรือการควบคุมการปฏิบัติการ หรือการจัดการตนเอง โดยใช้กระบวนการวางแผน การตรวจสอบ และการประเมินผล โอมัลเลย์ ยังสรุปว่า “นักเรียนผู้รู้ซึ่งวิธีการทาง อภิปัญญาเปรียบเสมือนผู้เรียนที่ปราศจากทิศทาง ความสามารถในการทบทวนความก้าวหน้าความสำเร็จและทิศทางการเรียนรู้ในอนาคตของตนเอง”

ครอส และปารีส (Cross; & Paris. 1988: 131) ได้ให้ความหมายของคำว่าอภิปัญญาว่าหมายถึง ความรู้และการควบคุมของผู้คนที่ต่อกระบวนการคิดและกิจกรรมการเรียนรู้

วูล์ฟอล์ก (Woolfolk. 1990: unpagged) ให้ความหมายว่า การคิดอภิมาน หมายถึง สภาวะของ เฉพาะบุคคลในการตระหนักรู้เกี่ยวกับกระบวนการทางปัญญาหรือกลไกทางความคิดของตนเองและรู้ว่าจะ นำมาใช้ในการปฏิบัติงานนั้น ๆ ได้อย่างไร

สแวนสัน (Swanson,H.L. 1990: 306) ให้ความหมายว่า การคิดอภิมาน หมายถึง ความสามารถของเฉพาะบุคคลในการรู้ตัวทางความคิดของตนเองและสามารถนำมาใช้ในการควบคุม กระบวนการคิดและกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ได้

พินทริชและเดอกรูท (Pintrich; & DeGroot. 1990: 33-40) ให้ความหมายว่า การรู้คิด หมายถึง ยุทธวิธีในการวางแผน(Planning) การตรวจสอบ (Monitoring) และการปรับปรุงกระบวนการทาง ความคิดของตนเอง (Modifying one's cognitions)

เอเรียล (Ariel,A. 1992: 123) ได้อธิบายความหมายของคำว่า การคิดอภิมาน ออกเป็น 4 ประเด็นดังนี้ 1) ความรู้ที่เกี่ยวกับความรู้ (Knowledge about Knowledge) คือการนำความรู้ตัวและความรู้สึกลำบากใจมาใช้ควบคุมกระบวนการคิด (Cognitive Process) ของตนเองได้ 2) การตระหนักรู้หรือเชื่อในสิ่งที่ตนเองได้นำมาใช้ในการกระบวนการทางความคิดกระบวนการเรียนรู้ตลอดจนกระบวนการแก้ปัญหา 3) การนำยุทธวิธีทางความคิดมาใช้และนำมาซึ่งผลผลิตแห่งการใช้ยุทธวิธีนั้น และ 4) การกำกับทางด้านความคิด (Regulation of cognition) โดยใช้กลไกต่างๆ มาใช้ควบคุมกระบวนการวางแผน (Planning) การบูรณาการ (Organizing) การตรวจสอบกระบวนการ (Monitoring) และการตรวจสอบผลลัพธ์ (Checking Outcomes)

อาร์มบัสเตอร์ (Fledhusen, J.E. 1995: 255-268; อ้างอิงจาก Armbruster. 1989: 107-119) ได้ให้ความหมายว่า การรู้คิด หมายถึง การควบคุมบังคับตนเองที่เกี่ยวกับการกำหนดเป้าหมายการวางแผนการใช้กระบวนการทางความรู้ความคิดอย่างเป็นระบบ การกำกับติดตามและประเมินกระบวนการและการทบทวนขั้นตอนการทำงาน

โอนีลและอาเบดี (O'Neil; & Abedi. 1996: 235) ได้สรุปถึงการคิดอภิमानว่าเป็นความรู้สึกตัวและตรวจสอบตนเองเป็นระยะ ๆ ว่าสัมฤทธิ์ผลดังเป้าหมายหรือไม่ และเมื่อถึงคราวจำเป็นก็สามารถเลือกหรือใช้ยุทธวิธีที่แตกต่างกันได้ เขาได้แบ่งองค์ประกอบของการรู้คิดเป็นสี่ด้าน คือ การวางแผน การกำกับติดตามหรือการตรวจสอบตนเอง ยุทธวิธีที่ใช้ และการตระหนักรู้

มาซาโนและคณะ (Nitko. 1996: 113-114; อ้างอิงจาก Marzano; et al. 1988: 101-102) ได้ให้ความหมายว่า การคิดแบบเมตตา หมายถึง การคิดของเฉพาะบุคคลในการตระหนักรู้ (Awareness) ในกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ และจากนั้นจึงใช้การตระหนักรู้มาใช้ควบคุมตนเองในการที่จะทำกิจกรรมหรืองานต่าง ๆ ให้เกิดผลสำเร็จตามมา ซึ่งได้แบ่งทักษะของการรู้คิดออกเป็น สามกลุ่ม คือ 1) ทักษะการควบคุมตนเอง (Self-regulation skills) ซึ่งจะถูกนำมาใช้เมื่อนักเรียนรู้สึกตัวว่าเขาสามารถควบคุมความตั้งใจและความพยายามในการปฏิบัติงานนั้น 2) ทักษะด้านการใช้ความรู้ (Types of knowledge) ซึ่งนักเรียนจะนำมาใช้ได้อย่างเหมาะสมกับงานที่ต้องจัดการปฏิบัติ ความรู้ดังกล่าวมีสามชนิด คือ ความรู้ในองค์ประกอบสำคัญ ความรู้ในกระบวนการ และความรู้เชิงเงื่อนไข และ 3) ทักษะการควบคุมสั่งการ (Executive control skills) ที่จะนำมาใช้เมื่อต้องการประเมิน วางแผน และตรวจสอบความก้าวหน้าในการปฏิบัติงาน

ไซมอน (สมจิตร์ ทรัพย์อัประไมย. 2540: 21; อ้างอิงจาก Simons. 1989: 89) ได้เสนอรายละเอียดของการกำกับควบคุมในการคิดแบบเมตตา ออกเป็น 5 ลักษณะ คือ การเตรียมตัว การตรวจสอบข้อมูลที่เป็นอีกครั้ง (Reorientation) การวางแผนต่อเนื่อง (On-line planning) การวินิจฉัยผลการไตร่ตรอง (Reflection) และการประเมินผล

ลีเฮย์ และแฮริส (Leahey; & Harris. 1997: 221) ให้ความหมายของการรู้คิดว่า หมายถึง ความรู้ การตระหนักรู้ และการตรวจสอบพุทธิพิสัยของตน

เพ็ญพิไล ฤทธาคุณานนท์ (2536: 248) กล่าวว่าความรู้ทางอภิปัญญา เป็นความรู้เกี่ยวกับกระบวนการ หรือกิจกรรมทางปัญญา หรือเป็นการกำกับกิจกรรมทางปัญญา หรือเป็นความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจ

ทิสนา แชมมณี และคณะ (2540: 82) ให้ความหมายของการคิดอภิमानไว้ว่า เป็นการรู้ตัวถึงความคิดของตนเองในการกระทำอะไรอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือการประเมินการรู้คิดของตนเองและใช้ความรู้นั้นในการควบคุมหรือปรับการกระทำของตนเอง ซึ่งครอบคลุมการวางแผน การควบคุม กำกับ การกระทำของตนเอง การตรวจสอบความก้าวหน้า และการประเมินผล

สมจิตร์ ทรัพย์อัประไมย (2540: 9) ให้ความหมายอภิปัญญาว่า เป็นการตระหนักรู้และความสามารถของตนเองในอันที่จะเข้าใจ ควบคุม และจัดการกับกระบวนการทางพุทธิปัญญาของตนเอง

เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์ (2540: 1-20) ให้ความหมายการคิดแบบเมต้าไว้ว่า เป็นความเข้าใจในกระบวนการคิดของตนเอง รู้ว่าตนเองรู้อะไร ต้องการรู้อะไร และยังไม่รู้อะไร ตลอดจนสามารถควบคุม และตรวจสอบการรู้คิดของตนเองได้

สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ (2543: 51) เรียกการรู้คิดว่า อภิปัญญา (Metacognition) เป็นความเข้าใจถึงกระบวนการปัญญา (Cognitive process) กล่าวคือ 1) ผู้เรียนรู้ตัวว่าตนคิดอะไร คิดอย่างไร 2) ผู้เรียนสามารถตรวจสอบความเข้าใจของตนได้ และ 3) ผู้เรียนสามารถปรับเปลี่ยนกลวิธีการคิดให้เหมาะสมได้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544: 157) กล่าวว่า การคิดแบบเมต้า (Metacognition) เป็นสิ่งที่ช่วยให้แต่ละคนควบคุมกำกับกระบวนการทางปัญญาของตนได้

จากการศึกษาแนวคิดและความหมายดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การรู้คิด หมายถึง ความเข้าใจทางความคิดของตนในการควบคุม และจัดการความคิดได้อย่างเหมาะสม มีการวางแผนและทบทวนความคิดของตนเอง ผู้เรียนสามารถปรับเปลี่ยนกลวิธีการคิดของตนเองให้เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้ได้

4.2 องค์ประกอบของการรู้คิด

ฟลาวเวล (Flavell, 1979: 906-911) ได้แบ่งการคิดอภิमान (Metacognition) เป็น 2 องค์ประกอบ คือ ความรู้ในการรู้คิด (Metacognitive Knowledge) และประสบการณ์ในการรู้คิด (Metacognitive Experience) ดังนี้

1. ความรู้ในการรู้คิด (Metacognitive Knowledge) เป็นส่วนของความรู้ทั้งหมดที่บุคคลสะสมไว้ในระบบความจำระยะยาว เป็นการที่บุคคลรู้ว่าตนเองรู้อะไรและคิดอย่างไรคิดถึงเป้าหมายและการบรรลุเป้าหมายอย่างไร ความรู้ในการคิดอภิमानประกอบด้วยความรู้เบื้องต้นหรือความเชื่อในเรื่องของตัวแปรหรือองค์ประกอบที่มีต่อกิจกรรมการคิด แบ่งออกเป็น 3 ตัวแปร คือ

1.1 ตัวแปรด้านบุคคล (Person Variables) หมายถึงการที่บุคคลมีความรู้เกี่ยวกับลักษณะที่บุคคลโดยทั่วไปมีอยู่ในด้านความสามารถทางปัญญา การเรียนรู้หรือการทำงาน เช่นรู้ถึงความถนัดและความสามารถของตนเอง รู้ว่าตนเองมีลักษณะอย่างไรจึงจะทำงานนั้นได้ดี

1.2 ตัวแปรด้านงาน (Task Variables) หมายถึง การตระหนักรู้ลักษณะของงานที่ทำ ซึ่งมีผลต่อการปฏิบัติงานของบุคคลนั้น ๆ การรู้ว่าสิ่งใดทำให้งานนั้นยาก สิ่งใดทำให้งานนั้นง่าย รวมถึงปัญหาและอุปสรรคของงานที่จะเกิดกับตนเอง

1.3 ตัวแปรด้านยุทธวิธี (Strategie Variables) คือความรู้ของบุคคลเกี่ยวกับยุทธวิธีที่เหมาะสมที่จะใช้ในการทำงานนั้นบรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นวิธีที่ช่วยให้เกิดความเข้าใจ การจัดระบบ การลงมือปฏิบัติและการประเมินผล ทั้งในสิ่งที่ทำไปแล้วและกับสิ่งที่จะทำต่อไป ตัวแปรด้านนี้ทำให้เกิดความก้าวหน้าในการคิดยุทธวิธีในการรู้คิดตลอดจนการตรวจสอบ

2. ประสบการณ์ในการรู้คิด (Metacognitive Experience) เป็นประสบการณ์ทางการคิดที่บุคคลสามารถควบคุมและมีความสำคัญต่อการกำกับตนเองในกิจกรรมการคิดเริ่มตั้งแต่การเข้าสู่สถานการณ์ในการคิดจนกระทั่งบรรลุเป้าหมายหรือเลิกการกระทำประสบการณ์ในการรู้คิดมี 3 องค์ประกอบ คือ

2.1 การวางแผน (Planning) เป็นการทำตัวตนเองคิดว่าจะทำงานนั้นอย่างไรตั้งแต่การกำหนดเป้าหมายจนถึงการปฏิบัติงานจนบรรลุเป้าหมาย

2.2 การกำกับ (Monitoring) เป็นการทบทวนความคิดเกี่ยวกับแผนที่วางไว้ว่าเป็นไปได้เพียงใด ความเหมาะสมของลำดับขั้นตอน และวิธีการที่เลือกใช้

2.3 การประเมิน (Evaluating) เป็นความคิดเกี่ยวกับการประเมินการวางแผนวิธีตรวจสอบและประเมินผลลัพธ์

เบเกอร์และบราวน์ (Baker; & Brown. 1984: 353-394) ได้กล่าวเกี่ยวกับ องค์ประกอบของอภิปัญญาว่า ประกอบด้วย

1. ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับความคิด (Knowledge of Cognition) หมายถึง การที่ผู้เรียนมีความตระหนักรู้ (Awareness) ในทักษะ กลวิธี และรู้แหล่งข้อมูลที่จะช่วยให้การปฏิบัติงานต่างๆ ดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. การกำกับติดตามด้านความคิด (Regulation of Cognition) หมายถึง การรับรู้กลไกภายในตัวของผู้เรียนในขณะที่ดำเนินการปฏิบัติงานต่าง ๆ กลไกเหล่านี้ ได้แก่ การสำรวจ (Checking) สภาพของกิจกรรมโดยทั่ว ๆ ไป การวางแผน (Planning) ว่าจะทำอะไรในขั้นต่อไปการตรวจสอบ (Monitoring) ยุทธวิธีขณะดำเนินงานหรือขณะปฏิบัติงาน การทดสอบ (Testing) การพิจารณาทบทวน (Revising) และการประเมินผล (Evaluating) ว่ายุทธวิธีต่าง ๆ ที่ใช้ไปแล้วนั้น ก่อให้เกิดประสิทธิภาพอย่างไรบ้าง

ดิกคินสัน(Dickinson.1987: 34) แบ่งองค์ประกอบของการรู้คิดเป็น 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความรู้ในยุทธวิธีของการรู้คิด (Metacognitive Knowledge) เป็นการเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งที่เรียนและการรู้จักตนเอง

2. ประสบการณ์ในการรู้คิด (Metacognitive Experience) เป็นการใช้ความคิดอย่างมีสติและรู้ตัว เช่น รู้ว่าตนเองเข้าใจและไม่เข้าใจในสิ่งนั้น ๆ อย่างไร

3. เป้าหมายหรืองาน (Goals or Task) เป็นการกำหนดจุดประสงค์หรือกำหนดงานที่ทำไว้ให้แน่นอน

4. การกระทำและยุทธวิธี (Action and Strategies) วิธีการที่บุคคลใช้เพื่อไปสู่ความสำเร็จตามเป้าหมาย

เวย์โนลด์ และคณะ (Wade; & Reynolds. 1989: 6-14: อ้างอิงจาก Reynolds; et al. 1989: 36-43) ได้เสนอแนะว่า องค์ประกอบที่สำคัญของการรู้คิดที่ผู้เรียนควรได้รับการพัฒนา คือ ความตระหนักรู้ (Awareness) ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ความตระหนักรู้ในลักษณะของงาน (Task Awareness) คือ การที่ผู้เรียนรู้ว่าตนเองจะต้องทำอะไรในการปฏิบัติงานนั้น ๆ

2. ความตระหนักรู้ในยุทธวิธี (Strategy Awareness) คือ การที่ผู้เรียนรู้ว่าจะต้องใช้ยุทธวิธีใด จึงจะเกิดความเข้าใจในการปฏิบัติงานนั้น ๆ

3. ความตระหนักรู้ในการปฏิบัติ (Performance Awareness) คือ การที่ผู้เรียนสามารถประเมินตนเองได้ว่าเกิดความเข้าใจในสิ่งที่ปฏิบัติหรือไม่ และมีความเข้าใจอยู่ในระดับใด

โอนีลและอะไบดี (O'Neil; & Abedi. 1996: 234-245) แบ่งองค์ประกอบของการคิดอภิमानเป็น 4 องค์ประกอบ

1. การวางแผน (Planning) เป็นการกำหนดเป้าหมาย และวางแผนที่จะทำให้ถึงเป้าหมาย

2. การตรวจสอบตนเอง (Self Checking) เป็นการตรวจสอบตนเองเพื่อผลสัมฤทธิ์ตามเป้าหมายที่วางไว้

3. ยุทธวิธีทางความคิด (Cognitive Strategy) เป็นการที่บุคคลใช้วิธีทางความคิดและความรู้สึกในการตรวจสอบกิจกรรมทางปัญญาที่อิสระและไม่อิสระของตนเอง

4. การตระหนักรู้ (Awareness) เป็นกระบวนการรู้ตัวเองด้วยตัวเอง

เพ็ญพิไล ฤทธาคนานนท์ (2533: 86-88) เรียกความรู้ในการรู้คิด ว่าความรู้ทางอภิปัญญา ซึ่งแบ่งได้ 3 ด้านคือ

1. ด้านที่เกี่ยวกับคน เป็นความรู้ความเชื่อที่มีต่อคนว่า คนมีลักษณะอย่างไรในฐานะผู้ใช้ปัญญา และแบ่งย่อยออกไปเป็น ความรู้ความเข้าใจถึงความแตกต่างและความคล้ายคลึงทางปัญญาในตัวบุคคล และระหว่างบุคคล

2. ด้านที่เกี่ยวกับงาน แบ่งเป็น ส่วนที่เป็นธรรมชาติหรือลักษณะของข้อมูลที่เรารับมา เช่น ข้อมูลที่มีลักษณะซับซ้อน ไม่คุ้นเคยหรือข้อมูลที่น้อยเกินไป ลักษณะของข้อมูลนี้มีผลสำคัญต่อการประมวลผลข้อมูล อีกส่วนหนึ่งเกี่ยวข้องกับงานที่เราต้องทำ แม้ว่าจะมีข้อมูลเท่ากันเป็นความยากง่ายของงาน เพราะงานบางส่วนทำง่ายบางอย่างทำยาก

3. ด้านที่เกี่ยวกับวิธีการหรือยุทธวิธี คือ การเรียนรู้ว่าวิธีการใดจะทำให้เราประสบความสำเร็จในการทำงานนั้น ยุทธวิธีการคิดอภิमान (Metacognitive Strategy) แตกต่างจากยุทธวิธีทางปัญญา

(Cognitive Strategy) คือ ยุทธวิธีทางปัญญามีไว้เพื่อให้เราทำงานทางปัญญาได้สำเร็จส่วนยุทธวิธีทางการคิดอภิमानจะทำให้เรารู้ว่าเราทำงานนั้นก้าวหน้าไปถึงไหนแล้ว

จากแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของการรู้คิดที่กล่าวมาทั้งหมด จะเห็นได้ว่า องค์ประกอบที่นักการศึกษาหลายๆ ท่านได้กล่าวไว้ นั้นจะมีความคล้ายคลึงกัน ไม่แตกต่างกันมากนัก ซึ่งหากพิจารณาแล้วจะพบว่า เป็นองค์ประกอบที่เกี่ยวกับความรู้ในการรู้คิด (Metacognitive Knowledge) ซึ่งเป็นความรู้ในด้านการคิดที่จะทำให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และประสบการณ์รู้คิด (Metacognitive Experience) คือการควบคุมพฤติกรรมของตนเองให้สามารถทำงานลุล่วงไปได้ด้วยดี จากนิยามของนักการศึกษาข้างต้นจึงสามารถสรุปองค์ประกอบของการรู้คิดได้เป็น 4 องค์ประกอบ คือ

1. การตระหนักรู้ (Awareness) หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการรู้ถึงความจำเป็นของการใช้ยุทธวิธีทางความคิด การวางแผน ตลอดจนการตรวจสอบตนเองมาใช้ในการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและตัดสินใจเลือกคำตอบ

2. ยุทธวิธีทางความคิด (Cognitive Strategy) หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการคิดหาวิธีการและเลือกใช้วิธีการต่าง ๆ ที่หลากหลาย เพื่อนำมาใช้วิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและตัดสินใจเลือกคำตอบ

3. การวางแผน (Planning) หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในกำหนดแนวทางในการที่จะวิเคราะห์และหาคำตอบจากสถานการณ์ปัญหานั้น ๆ โดยเริ่มตั้งแต่ การกำหนดเป้าหมาย การคิดหายุทธวิธี และวิธีการดำเนินการแก้ปัญหา

4. การตรวจสอบตนเอง (Self Checking) หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการตรวจสอบตนเองเกี่ยวกับความเหมาะสมของแนวทางที่วางไว้ วิธีดำเนินการ ยุทธวิธีต่าง ๆ ที่นำมาใช้เพื่อการตัดสินใจเลือกคำตอบในการวิเคราะห์สถานการณ์ที่เป็นปัญหา

4.3 การวัดการรู้คิด

การ์เนอร์และ อเล็กซานเดอร์ (Garner; & Alexander. 1989: 143-158) ได้เสนอแนะวิธีการวัดการรู้คิดว่าเป็นการอธิบายวิธีการเรียนรู้ของคนในด้านความสามารถที่เป็นความรู้และการควบคุมกระบวนการคิดของตนเอง จากการศึกษางานวิจัยสรุปวิธีการวัดการรู้คิดได้ ดังนี้

1. การสัมภาษณ์ (Interview Method) เป็นการรายงานย้อนหลังถึงกระบวนการคิดและสิ่งที่ได้กระทำ หลังจากการคิดและการกระทำดังกล่าวเสร็จสิ้น งานวิจัยที่ใช้การสัมภาษณ์เพื่อศึกษาความรู้ทางด้านการรู้คิดเกี่ยวกับการอ่าน เช่น งานวิจัยของไมเยอร์และปารีส (Myers; & Paris. 1978: 680-690) ตัวอย่างคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์ได้แก่ “อะไรทำให้เราเป็นนักอ่านที่ดี” “ท่านเคยย้อนกลับไปอ่านประโยคแรกๆ ของบทความเพื่อทำความเข้าใจกับความหมายของประโยคใดประโยคหนึ่งหรือไม่ เพราะเหตุใด” กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 2 และเกรด 6 ผลการวิจัยพบว่า ความรู้ในการรู้คิดของเด็กทั้งสอง

กลุ่มแตกต่างกัน เด็กโตจะมีความรู้ในการรู้คิดมากกว่าเด็กเล็ก การ์เนอร์ชี้ให้เห็นปัญหาสำคัญบางประการของการสัมภาษณ์ กล่าวคือ บางครั้งการสัมภาษณ์กระทำภายหลังกิจกรรมการคิดนานเกินไป ทำให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ไม่สามารถจำรายละเอียดต่างๆ ได้ครบ หรือจำผิดพลาด หรือรายงานได้น้อยกว่าความเป็นจริง บางครั้งคำถามที่ใช้เป็นตัวชี้แนะให้ผู้ตอบ ตอบตามสมมติฐานของผู้วิจัย ผู้ถูกสัมภาษณ์อาจรายงานกระบวนการคิดที่ตนมีได้ใช้จริงก็ได้

2. การคิดออกเสียง (Think Aloud Method) เป็นวิธีที่สัมภาษณ์ เป็นวิธีที่ผู้วิจัยเสนองานให้กลุ่มตัวอย่าง จากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างคิดออกเสียงในทุกสิ่งที่คิดและทุกสิ่งที่เกิดขึ้นในห้วงความคิดในขณะที่ทำงานที่กำหนดให้ แม้จะเป็นเรื่องไร้สาระ แต่สิ่งที่กลุ่มตัวอย่างคิดออกเสียงจะได้รับสนับนันทักเสียงไว้เพื่อวิเคราะห์ มีการสังเกตพฤติกรรมที่ไม่ใช่ภาษาประกอบข้อมูลที่ได้จากการคิดออกเสียงต้องได้รับการวิเคราะห์และตีความ ต้องมีการจัดประเภทและแยกแยะสิ่งสำคัญและไม่สำคัญออกจากกันได้ วิธีการนี้มีข้อจำกัดคือ กระบวนการคิดที่ต้องพูดออกมาจะเป็นกระบวนการคิดที่ด้อยประสิทธิภาพกว่ากระบวนการคิดที่ผู้คิดนั่งคิดคนเดียว หรือต้องใช้สมาธิมากๆ ก็ไม่สามารถพูดออกมาได้ การเก็บข้อมูลโดยการรายงานด้วยถ้อยคำมีโอกาสผิดพลาดได้ง่าย

3. การใช้แบบสอบถาม มีทั้งข้อคำถามปลายเปิด ข้อคำถามเลือกตอบ และมาตราส่วนประมาณค่า ตัวอย่างข้อคำถามปลายเปิดที่ใช้วัดการรู้คิด เช่น งานวิจัยของสแวนสัน (Swanson, 1990: 306-314) ได้ศึกษาผลของการรู้คิดและความถนัดทางการเรียนต่อการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษา โดยสแวนสันแบ่งการรู้คิดออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านงาน ด้านบุคคล และด้านยุทธวิธี ตัวอย่างข้อคำถามปลายเปิดด้านงาน เช่น ในชั้นเรียนนักเรียนต้องแก้ปัญหาโดยใช้คอมพิวเตอร์ มีนักเรียนที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่บ้าน 1 คน คุณคิดว่า ผู้ที่ไม่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่บ้าน จะแก้ปัญหาได้ง่ายหรือยากกว่าทำไม โดยให้คะแนน 1 – 5 ตามน้ำหนักการแสดงความคิดเห็นในการตอบปัญหา ตัวอย่างการวัดความรู้คิดที่ใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) เช่น งานวิจัยของโอนิลและอะบีได (O'Neil; & Abedi, 1996: 234-245) โดยแบ่งการรู้คิดออกเป็น 4 ด้าน คือ ด้านการตระหนักรู้ (Awareness) ยุทธวิธีทางความคิด (Cognitive Strategy) การวางแผน (Planning) และการตรวจสอบตนเอง (Self Checking) ตัวอย่างข้อความในด้านการวางแผน เช่น “ข้าพเจ้าพยายามทำความเข้าใจปัญหาก่อนที่จะแก้ปัญหา”

เว็บเพจ “Learning to learn” (ศุภลักษณ์ สิ้นธนา, 2545: 36-37; อ้างอิงจาก Learning to learn, 2000: 8) ได้กล่าวว่าการวัดการคิดอภิमानในปัจจุบัน ส่วนใหญ่จะใช้วิธีการรายงานตนเอง (Self-report) ซึ่งประกอบด้วย

1. การรายงานตนเองด้วยคำพูดในขณะที่ปฏิบัติงาน (Concurrent Verbal Reports) เป็นการให้บุคคลรายงานความคิดของตนเองออกมาโดยการพูดในขณะที่กำลังเกิดความคิดนั้น ซึ่งเป็นช่วงขณะที่กำลังปฏิบัติงานอยู่

2. การรายงานตนเองด้วยคำพูดภายหลังการปฏิบัติงาน (Retrospective Verbal Reports) เป็น การให้บุคคลระลึกถึงความคิดของตนเองในขณะที่ปฏิบัติงาน แล้วรายงานออกมาโดยการพูด เมื่อสิ้นสุด การปฏิบัติงานแล้ว วิธีนี้อาจทำให้ได้ข้อมูลที่เบี่ยงเบนไปจากความจริงบ้าง

3. การรายงานตนเองด้วยการเขียน (Written Report) เป็นการให้บุคคลรายงานความคิดของ ตนเองโดยการเขียน ด้วยการตอบคำถามภายหลังการปฏิบัติงาน

4. การรายงานตนเองโดยการประมาณค่า (Self-estimate) เป็นการให้บุคคลทำการประมาณค่า ผลการปฏิบัติงานของตนเองว่าอยู่ในระดับใด ทั้งก่อนและหลังการทำงาน วิธีการนี้เป็นกรวัดเพียงบาง องค์ประกอบของการคิดอภิमानเท่านั้น

การวัดการรู้คิดมีหลายรูปแบบ เช่น การสัมภาษณ์ การคิดออกเสียง และการใช้แบบสอบถาม ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการใช้แบบสอบถาม จำนวน 40 ข้อ โดยนำแบบสอบถามที่มีอยู่แล้วมา ปรับปรุงข้อคำถามให้เหมาะกับงานวิจัย กำหนดระดับของของการปฏิบัติเพื่อสะท้อนความตระหนักใน การรู้คิดของผู้เรียนไว้ 5 ระดับ คือ คะแนน 5 คะแนน หมายถึง ปฏิบัติมากที่สุด , 4 คะแนน หมายถึง ปฏิบัติมาก , 3 คะแนน หมายถึง ปฏิบัติปานกลาง 2 คะแนน หมายถึง ปฏิบัติน้อย และ 1 หมายถึง ปฏิบัติ น้อยที่สุด

4.4 ความหมายของความตระหนัก

มีผู้ให้ความหมายของ ความตระหนัก (Awareness) ไว้หลายท่าน ดังนี้

รูเนส (Runes. 1971: 32) กล่าวถึงความตระหนักว่า เป็นการกระทำที่เกิดจากความสำนึก

กู๊ด (Good. 1973: 54) ได้ให้ความหมายของความตระหนักว่า หมายถึงการกระทำที่แสดงถึง การเกิดความรับรู้ของบุคคลหรือการที่บุคคลแสดงความรู้สึกรับผิดชอบต่อปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น

คอฟฟ์กา (Koffka. 1978: 212) กล่าวถึงความตระหนักไว้ว่า มีความหมายคล้ายกับความสำนึก ในแง่ของภาวะทางจิตใจที่เกี่ยวกับความรู้สึก ความคิด และความปรารถนาต่างๆ แล้วมีการประเมินค่าและ ตระหนักถึงความสำคัญในการที่ตนเองมีสิ่งนั้นๆ นั่นคือ ประสบการณ์และสภาวะแวดล้อม หรือสิ่งเร้า ภายนอกเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้บุคคลเกิดความตระหนักขึ้น

ประภาเพ็ญ สุวรรณ (2520: 14) ให้ความหมายไว้ว่า ความตระหนัก หมายถึง การที่บุคคลถูกคิด ได้ หรือการเกิดขึ้นในความรู้สึกว่ามีสิ่งหนึ่ง เหตุการณ์หนึ่ง หรือสภาพการณ์หนึ่ง ซึ่งการรู้สึกว่ามี หรือการ ได้ถูกคิดถึงสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เป็นความรู้สึกที่เกิดขึ้นในสภาวะของจิตใจ แต่ไม่ได้หมายความว่าบุคคลนั้นจะจำ ได้หรือระลึกได้ถึงลักษณะบางอย่างของสิ่งนั้น

มยุรี บุญเยี่ยม (2545: 60) กล่าวไว้ว่า ความตระหนัก หมายถึง การที่บุคคลแสดงถึงการรับรู้ การคิดได้ และแสดงออกซึ่งความรับผิดชอบต่อเมื่อเผชิญกับปัญหา เหตุการณ์หรือสถานการณ์ใด สถานการณ์หนึ่ง

จากความหมายข้างต้น สรุปได้ว่า ความตระหนัก หมายถึง การกระทำหรือการแสดงออกที่เกิดจากความสำนึกของบุคคล เป็นความรู้สึกที่เกิดขึ้นในสภาวะของจิตใจที่เกี่ยวกับความรู้สึก ความคิด และความปรารถนาต่างๆ สามารถประเมินค่าความสำคัญในสิ่งที่ตนเองมีอยู่ได้ ซึ่งประสบการณ์ สภาวะแวดล้อม ถือเป็นสิ่งเร้าภายนอกที่จะทำให้บุคคลเกิดความตระหนัก

4.5 ความหมายของความตระหนักในการรู้คิด

มีผู้ให้ความหมายความตระหนักในการรู้คิด ไว้ดังนี้

ฟอร์ทูนาโต และคนอื่นๆ (Fortunato; other. 1991: 38) กล่าวว่าไว้ว่า ความตระหนักในการรู้คิด หมายถึง ความตระหนักของบุคคลในกระบวนการคิดเกี่ยวกับการวางแผน การควบคุมตรวจสอบ และการประเมินผลงานที่ทำและผลลัพธ์ที่ได้

อารีรักษ์ สืบถีน (2535: 8) ให้ความหมายของการตระหนักในการรู้คิดไว้ว่า เป็นความเข้าใจที่บุคคลมีต่อกระบวนการคิดในกิจกรรมการเรียนรู้ของตน ซึ่งจะทำให้เขาสามารถวางแผน ควบคุม ตรวจสอบ และประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2536: 14) กล่าวว่าสรุปไว้ว่า การตระหนักในการรู้คิด เป็นการรับรู้เกี่ยวกับการนำทักษะการรู้คิดซึ่งประกอบด้วย การวางแผน การควบคุมตรวจสอบ และการประเมินผลไปใช้ เพื่อให้สิ่งที่กระทำได้บรรลุผลตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

มยุรี บุญเยี่ยม (2545: 60) กล่าวว่า ความตระหนักในการรู้คิด เป็นวิธีการที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจของบุคคลที่มีต่อกระบวนการคิดในกิจกรรมการเรียนรู้ของตนและใช้ความรู้ ความเข้าใจดังกล่าว เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการกำกับและควบคุมตนเองในการแก้ปัญหาเพื่อให้สามารถแก้ปัญหาต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยประกอบด้วยกระบวนการประเมินสภาพเบื้องต้น การวางแผน การกำกับควบคุมเพื่อดำเนินการตามแผน และการตรวจสอบผลลัพธ์

จากความหมายของความตระหนักในการรู้คิดข้างต้น สรุปได้ว่า ความตระหนักในการรู้คิด หมายถึง ความเข้าใจของบุคคลที่มีต่อกระบวนการคิดของตนเองในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งจะทำให้การประเมินสภาพเบื้องต้นเกี่ยวกับการวางแผน การควบคุมตรวจสอบ และการประเมินผลมีประสิทธิภาพ สามารถกระทำกิจกรรมการเรียนรู้ได้บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

4.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรู้คิด

งานวิจัยต่างประเทศ

สแวนสัน (Swanson. 1990: 306-314) ได้ศึกษาอิทธิพลของการคิดอภิमान และความถนัดทางการเรียนต่อการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษา จำนวน 56 คน ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ความรู้ด้านการคิดอภิमान เป็นตัวทำนายความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่าความถนัดทางการเรียน ผู้ที่มี

ความรู้ด้านการคิดอภิमानสูงแต่มีความถนัดทางการเรียนต่ำสามารถแก้ปัญหาได้ดีกว่าผู้ที่มีความถนัดทางการเรียนสูงแต่มีความรู้ด้านการคิดอภิमानต่ำ และความรู้ด้านการคิดอภิमानไม่มีความสัมพันธ์กับความถนัดทางการเรียน

เอเวอร์สัน และคณะ (Everson; Others. 1992: abstract) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความวิตกกังวลในการสอบ และการคิดอภิमानในการอ่าน โดยศึกษากับนักศึกษาระดับอุดมศึกษา จำนวน 173 คน ใช้เครื่องมือ 4 ชนิด คือ แบบวัดความกังวลใจในการสอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการอ่าน แบบวัดการคิดอภิमान และแบบทดสอบมาตรฐานด้านความเข้าใจในการอ่าน ผลการศึกษาพบว่าความกังวลในการสอบมีอิทธิพลทางลบต่อการคิดอภิमान และความกังวลใจกับการคิดอภิमानมีอิทธิพลต่อความเข้าใจในการอ่าน

โอนิลและอะเบดี (O'Neil; & Abedi. 1996: 234-245) ได้ศึกษาความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของแบบวัดการคิดอภิमान โดยศึกษากับนักเรียนเกรด 8 และเกรด 2 จำนวน 1459 คน โดยแบ่งการคิดอภิमानออกเป็น 4 ด้าน คือ การวางแผน การตรวจสอบ ยุทธวิธีทางความคิด และการตระหนักรู้ ผลการศึกษาพบว่า ความเชื่อมั่นมีค่าระหว่าง .61 - .78 ส่วนค่าความเที่ยงตรงอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

โอนิล และบราวน์ (สุทิน คงโรจนวงศา. 2543: 27; อ้างอิงจาก O'Neil; & Brown. 1998: 331-351) ได้ศึกษาเรื่องผลของรูปแบบคำถามที่มีต่อการคิดอภิमान โดยแบ่งการคิดอภิमानเป็น 2 ด้าน คือ ด้านยุทธวิธีและด้านการตรวจสอบโดยมีรูปแบบคำถามสองแบบคือ แบบปลายเปิดและแบบ เลือกลงตอบ เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างนักเรียนหญิงกับชายที่มีความแตกต่างด้านเชื้อชาติ ผลที่ได้คือแบบทดสอบแบบปลายเปิดนักเรียนต้องใช้การคิดอภิमानด้านยุทธวิธี มากกว่าแบบทดสอบแบบ เลือกลงตอบ ส่วนการคิดอภิमानด้านการตรวจสอบตนเอง น้อยกว่าแบบทดสอบแบบเลือกลงตอบ ส่วนด้านความกังวล ด้านความพยายามจะมีมากในการทำแบบทดสอบแบบปลายเปิด ตัวแปรเพศและเชื้อชาติไม่มีความแตกต่างทางด้านการคิดอภิमान ความกังวลและความพยายาม

ซันนี่ คูเปอร์ (Sunny Cooper. 2006: Online) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการคิดอภิमानในผู้เรียนที่เป็นผู้ใหญ่ เป็นงานวิจัยที่มุ่งศึกษาว่าการคิดอภิमानมีการพัฒนาตามอายุ โดยใช้อายุและประสบการณ์ในการสอน (ปี) เป็นตัวแปรทดสอบความสัมพันธ์ กับ ทักษะการคิดอภิमान ผลการวิจัยพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างครูที่สอนระดับชั้นที่ต่างกัน แต่อย่างไรก็ตามผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าคะแนนการคิดอภิमान (metacognition) มีการพัฒนาตามอายุ และประสบการณ์ในการสอน

งานวิจัยในประเทศ

ทองหล่อ วงษ์อินทร์ (2536: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการวิเคราะห์ความรู้เฉพาะด้านกระบวนการในการคิดแก้ปัญหา และเมต้าคอกนิชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาผู้ชำนาญ และไม่ชำนาญในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย จำนวนกลุ่มละ 25 คน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนผู้ชำนาญในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ทั้งระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

และมัธยมศึกษาตอนปลาย มีคะแนนในตัวแปรทั้ง 3 ด้านสูงกว่านักเรียนผู้ไม่ชำนาญในระดับชั้นเดียวกัน นักเรียนผู้ชำนาญและผู้ไม่ชำนาญ ที่เรียนในระดับชั้นที่สูงกว่ามีคะแนนในตัวแปรทั้ง 3 ด้านสูงกว่านักเรียนในกลุ่มเดียวกัน ที่เรียนในระดับชั้นที่ต่ำกว่า ตัวแปรทั้ง 3 ด้านคือ 1) ความรู้เฉพาะด้าน ทั้งในด้านความคิดรวบยอด และด้านการดำเนินการ 2) กระบวนการในการคิดแก้ปัญหาในด้านการทำความเข้าใจปัญหา การสร้างตัวแทนปัญหาการวางแผนการดำเนินการแก้ปัญหา และการตรวจสอบการแก้ปัญหา 3) ความรู้ในเมตาคognition ด้านบุคคล ด้านงาน และด้านกลวิธี

วัฒนาพร กระจับทุกซ์ (2536: บทคัดย่อ) ศึกษาผลของการสอนยุทธศาสตร์การเรียนรู้ปัญหาในการอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายแบบโดยตรงและแบบสอดแทรกในเนื้อหา พบว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกยุทธศาสตร์การเรียนรู้ปัญหาแบบตรงและแบบสอดแทรกในเนื้อหา มีผลคะแนนเฉลี่ยความตระหนักในยุทธศาสตร์การเรียนรู้ปัญหาสูงกว่าก่อนฝึกทั้ง 3 ยุทธศาสตร์คือการวางแผน การตรวจสอบและ การประเมินผลตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ นอกจากนี้ ผลคะแนนเฉลี่ยจากการอ่านเพื่อความเข้าใจในการอ่านภาษาอังกฤษของทั้งสองกลุ่มเพิ่มขึ้น โดยที่กลุ่มที่ได้รับการสอนยุทธศาสตร์การเรียนรู้ปัญหาแบบโดยตรงมีคะแนนเฉลี่ยใน 41

การอ่านสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสอดแทรกในเนื้อหาการสอน

ณัฐฐี เจริญเกียรติบวร (2538: บทคัดย่อ) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ของนักเรียนและความตระหนักในเมตาคognition กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กรุงเทพมหานคร ตัวอย่างประชากรที่ใช้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 640 คน ผลการวิจัย พบว่า 1) ตัวอย่างประชากรมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด 2) พฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ของนักเรียนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 3) ความตระหนักในเมตาคognition มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 4) พฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ของนักเรียนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความตระหนักในเมตาคognition ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญ 5) พฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ของนักเรียนและความตระหนักในเมตาคognition มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

สมบัติ โพธิ์ทอง (2539: บทคัดย่อ) ศึกษาเรื่องการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงโดยใช้การคิดอภิमान ทำการศึกษา กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง จำนวน 30 คน ผู้วิจัยได้ทำการฝึกให้นักเรียนได้นำการคิดอภิमानมาใช้ในการแก้ปัญหา ผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์หลังการสอนแก้โจทย์ปัญหา

โดยใช้การคิดอภิमानมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สมจิตร์ ทรัพย์อัประโมย (2540: บทคัดย่อ) ศึกษาผลการใช้รูปแบบเพื่อพัฒนาเมตาคอนนิชันที่มีต่อเมตาคอนนิชันและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า 1) คะแนนเมตาคอนนิชันทั้งในงานด้านการอ่านตำราและงานในด้านการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทั้งในระยะหลังการทดลองและระยะติดตามผล 2) กลุ่มทดลองมีการทำนายผลสำเร็จในงาน การทำนายความมั่นใจของคำตอบสำหรับงานด้าน การอ่านตำราสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทั้งในระยะหลังการทดลองและระยะติดตามผล 3) คะแนนผลสัมฤทธิ์ในด้านการอ่านตำราของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน ทั้งในระยะหลังการทดลองและระยะติดตามผล 4) กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทั้งในระยะหลังการทดลองและระยะติดตามผล 5) ในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่ากลุ่มทดลองมีผลรวมเชิงเส้นตรงของคะแนนวิชาภาษาไทย วิชาคณิตศาสตร์และสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ 6) ขนาดเฉลี่ยของอิทธิพลสำหรับตัวแปรเมตาคอนนิชัน มีค่า .82 และสำหรับตัวแปรผลสัมฤทธิ์มีค่าเท่ากับ .43

สุทิน คงโรจนวงศา (2543: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาลักษณะรูปแบบคำถามของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ต่อการคิดอภิमान เพื่อเปรียบเทียบการคิดอภิमान 4 ด้าน ได้แก่ การตระหนักรู้ ยุทธวิธีทางความคิด การวางแผน และการตรวจสอบตนเองของนักเรียน ระหว่างกลุ่มที่ตอบแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบปลายเปิดกับกลุ่มที่ตอบแบบเลือกตอบ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 379 คน ผลการศึกษาพบว่า 1) การคิดอภิमानของนักเรียนชายระหว่างกลุ่มที่ตอบแบบทดสอบแบบปลายเปิดกับกลุ่มที่ตอบแบบเลือกตอบแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งจากการพิจารณาการคิดอภิमानพร้อมกันทั้ง 4 ด้าน และเป็นรายด้าน 2) การคิดอภิमानของนักเรียนหญิงระหว่างกลุ่มที่ตอบแบบทดสอบแบบปลายเปิดกับกลุ่มที่ตอบแบบเลือกตอบเมื่อพิจารณาการคิดอภิमानพร้อมกันทั้ง 4 ด้าน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาการคิดอภิमानเป็นรายด้าน พบว่า การคิดอภิमानด้านยุทธวิธีทางความคิดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนการตระหนักรู้ การวางแผน และการตรวจสอบตนเอง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ 3) การคิดอภิमानของนักเรียนทั้งหมดระหว่างกลุ่มที่ตอบแบบทดสอบแบบปลายเปิด กับ กลุ่มที่ตอบแบบเลือกตอบ เมื่อพิจารณาการคิดอภิमानพร้อมกันทั้ง 4 ด้าน พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การคิดอภิमानด้านการวางแผนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการตระหนักรู้ และการตรวจสอบตนเองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

อวยพร เรืองศรี (2545: บทคัดย่อ) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดอภิमानกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์พหุคูณ ระหว่างองค์ประกอบย่อยของการคิดอภิमानกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และเพื่อค้นหาค่าน้ำหนักความสำคัญสัมพัทธ์ของการ

คิดอภิमानที่ส่งผลต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยรวมทุกด้าน และจำแนกด้านต่าง ๆ กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 375 คน ผลการศึกษาพบว่า 1) การคิดอภิमानแต่ละด้าน คือ ด้านการตระหนักรู้ ด้านยุทธวิธีทางความคิด ด้านการวางแผนและด้านการตรวจสอบตนเอง มีสหสัมพันธ์ พหุคูณกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยรวมทุกด้านและตามด้านต่าง ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้ง จากการวิเคราะห์ในกลุ่มนักเรียนชายและนักเรียนหญิงและกลุ่มนักเรียนทั้งหมด 2) การคิดอภิमानแต่ละ ด้านมีค่านำหนักความสำคัญสัมพัทธ์ที่ส่งผลต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยรวมทุกด้านเป็นบวกทุก ค่า และส่งผลมากที่สุด คือ ด้านการตรวจสอบตนเอง รองลงมาตามลำดับคือ ด้านยุทธวิธีทางความคิด ด้านการตระหนักรู้ และด้านการวางแผน ทั้งจากการวิเคราะห์ในกลุ่มนักเรียนชายกลุ่มนักเรียนหญิงและ กลุ่มนักเรียนทั้งหมด แต่วิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญสัมพัทธ์ของการคิดอภิमानแต่ละด้านที่ส่งผลต่อการ คิดอย่างมีวิจารณญาณตามด้านต่าง ๆ พบว่า มีการคิดอภิमानบางด้านที่ส่งผลทางลบต่อการคิดอย่างมี วิจารณญาณ โดยเฉพาะเมื่อวิเคราะห์ตามกลุ่มนักเรียนชายและกลุ่มนักเรียนหญิง

วนิดา ทองดอนอ่ำ (2551: บทคัดย่อ) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยบางประการกับการคิด อภิमानของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครปฐม เขต 1 ผลการวิจัย พบว่า ตัวแปรปัจจัยที่ส่งผลต่อการคิดอภิमानในแต่ละด้าน พบว่า 1. ด้านการตระหนักรู้ กลุ่มตัวแปรที่ ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ สมรรถภาพทางสมองด้านภาษา สมรรถภาพทางสมอง ด้านเหตุผล และการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 ได้แก่ ความเชื่ออำนาจภายในตน 2. ด้านการวางแผน กลุ่มตัวแปรที่ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ สมรรถภาพทางสมองด้านภาษา และการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็น สำคัญ และส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ สมรรถภาพทางสมองด้านเหตุผล การ ควบคุมตนเองและความเชื่ออำนาจภายในตน 3. ด้านยุทธวิธีทางความคิด กลุ่มตัวแปรที่ส่งผลอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ สมรรถภาพทางสมองด้านภาษา การจัดการเรียนการสอนที่เน้น ผู้เรียนเป็นสำคัญ สมรรถภาพทางสมองด้านเหตุผล และการรับรู้ความคาดหวังของผู้ปกครองด้าน การศึกษา 4. ด้านการตรวจสอบตนเอง กลุ่มตัวแปรที่ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ได้แก่ สมรรถภาพทางสมองด้านภาษา การควบคุมตนเอง สมรรถภาพทางสมองด้านเหตุผล และความเชื่อ อำนาจภายในตน และส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ การรับรู้ความคาดหวังของ ผู้ปกครองด้านการศึกษา และการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรู้คิดจะเห็นว่าโดยส่วนใหญ่จะเป็นการศึกษาผลจาก การใช้การรู้คิดต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหรือความสามารถในการอ่าน ซึ่งทำให้ยืนยันได้ว่า การรู้คิดเป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของวิชาต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังจะทำให้ ผู้เรียนสามารถประเมินสภาพเบื้องต้นเกี่ยวกับการวางแผน การควบคุมตรวจสอบ และการประเมินผลมี ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ได้บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ของโรงเรียนเทศบาล 4 วัดเมืองใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี ซึ่งทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนโดยคณะกรรมการของนักเรียน จำนวน 5 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียน 254 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ของโรงเรียนเทศบาล 4 วัดเมืองใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 34 คน โดยใช้การสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยใช้วิธีการทดลองโดยดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โดยผู้วิจัยดำเนินการสอนเอง ใช้เวลาในการทดลอง 17 คาบ คาบละ 60 นาที โดยทดลองสอน 13 คาบ ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) 2 คาบ และทดสอบหลังเรียน (Post-test) 2 คาบ

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2552 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ซึ่งแบ่งเนื้อหาออกเป็น

1. อัตราส่วนตรีโกณมิติ	จำนวน 3 คาบ
2. อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30 องศา 45 องศา และ 60 องศา	จำนวน 5 คาบ
3. การอ่านค่าตรีโกณมิติจากตาราง	จำนวน 2 คาบ
4. การประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ	จำนวน 3 คาบ

2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบธรรมสากัจฉา
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
4. แบบสอบถามความตระหนักในการรู้คิด

รายละเอียดในการสร้างและพัฒนาเครื่องมือ มีดังนี้

1. ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสากัจฉา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

1.2 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนเทศบาล 4 วัดเมืองใหม่ลพบุรี เกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี สาระการเรียนรู้ และศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

1.3 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสากัจฉา

1.4 ศึกษาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

1.5 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่มีความสอดคล้องกับการเรียนแบบธรรมสากัจฉา และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

1.6 กำหนดสถานการณ์ปัญหาที่เน้นความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณในเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ

1.7 กำหนดรูปแบบของแผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบธรรมสากัจฉา เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งประกอบด้วย

1.7.1 สาระ

1.7.2 มาตรฐานการเรียนรู้

1.7.3 ตัวชี้วัด

1.7.4 จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1) ด้านความรู้
- 2) ด้านทักษะ/กระบวนการ
- 3) ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1.7.5 สาระการเรียนรู้

1.7.6 กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

เตรียมความพร้อมของนักเรียน โดยการซักถาม สนทนาโต้ตอบในข้อข่ายของเนื้อหาที่จะเรียนรู้ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการตอบสนองต่อกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นสอน

1. แสวงหาความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ครูกำหนดประเด็นที่เป็นปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้จากเอกสารประกอบการเรียน ตำรา ใบงาน สื่อการเรียนรู้ ตลอดจนแหล่งการเรียนรู้อื่นๆ และบันทึกลงในใบกิจกรรมที่กำหนดให้

2. ค้นพบความรู้ นำข้อมูลที่ได้ มาสรุปเพื่อสร้างองค์ความรู้ และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามในปัญหาที่พบ พร้อมร่วมกันอภิปราย

3. รวบรวมความรู้ นักเรียนรวบรวมความคิดที่ได้จากการซักถาม ได้ตอบ หรือแลกเปลี่ยนกัน มาวิเคราะห์เพื่อหาความถูกต้องของวิธีการหาคำตอบอย่างสมเหตุสมผล และบันทึกลงในใบกิจกรรมที่กำหนดให้

4. พิสูจน์ความรู้ นักเรียนทำกิจกรรมฝึกทักษะ โดยนำข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้า และผ่านการวิเคราะห์แล้วมาใช้ในการปฏิบัติจริง

ขั้นสรุปบทเรียน

นักเรียนอภิปรายผลที่เกิดขึ้นจากการทำกิจกรรมฝึกทักษะ สามารถนำผลที่เกิดขึ้นไปคิดวิเคราะห์และนำไปใช้แก้ปัญหาได้ด้วยเหตุผล ตลอดจนสามารถค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา โดยผู้สอนเพิ่มเติมความรู้ส่วนที่บกพร่องให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

1.7.7 สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

1.7.8 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

1.7.9 บันทึกหลังการสอน

- 1) ผลการสอน
- 2) ปัญหา / อุปสรรค
- 3) ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จแล้ว เสนอต่อประธานกรรมการควบคุมปริญญา นิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้องของจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรม การเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ และระยะเวลาที่ใช้ ตลอดจนภาษาที่ถูกต้อง

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อ ตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้องของจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ และระยะเวลาที่ใช้ ตลอดจนภาษาที่ถูกต้อง

1.10 ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของประธานและผู้เชี่ยวชาญ

2. ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

2.1 ศึกษาหลักสูตรสาระการเรียนรู้กลุ่มคณิตศาสตร์ เอกสารประกอบการสอน และวิธีสร้าง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ศึกษาวิธีสร้างแบบทดสอบโดยใช้ หลักการสร้างแบบทดสอบขั้นต้นของพร้อมพรรณ อุดมสิน (2544: 30)

2.2 ศึกษาเนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4

2.3 สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์ให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา กิจกรรมการเรียนรู้ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และการวัดผลและประเมินผล โดยยึดหลักการประเมินผลทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ของวิลสัน (Wilson. 1971: 643 - 694)

2.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบ ขั้นต้นซึ่งปรับปรุงของสุวรรณี พลิกามิน (2550: 55) จำนวน 16 ข้อ โดยให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ ที่คาดหวัง และให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความถูกต้อง

2.5 นำแบบทดสอบที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์และ ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลและประเมินผลทางการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้อง ความสอดคล้องของเนื้อหาจุดประสงค์ แล้วนำไปตรวจสอบหาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร IOC และคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป แล้วนำข้อเสนอมารับปรุงแก้ไข โดยผู้วิจัยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 – 1.00

2.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่ออาจารย์ ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์ตรวจพิจารณาอีกครั้ง แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียน เทศบาล 4 วัดเมืองใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี จำนวน 100 คน ที่เรียนเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติผ่าน มาแล้ว เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.7 ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบขั้นต้นที่นักเรียนทำได้ โดยการให้คะแนนแบ่งออกเป็นข้อละ 5 คะแนน และมีเกณฑ์การให้คะแนนเป็นรายข้อ ดังนี้

ตาราง 1 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบอัตนัย (สุวรรณีย์ พลิกคามิน. 2550: 55)

ขั้นกำหนดสัญลักษณ์ และเขียนอัตราส่วนตรีโกณมิติ (2 คะแนน)

คะแนน	ลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
2	กำหนดสัญลักษณ์จากโจทย์ และเขียนอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ถูกต้อง
1	กำหนดสัญลักษณ์จากโจทย์ได้ถูกต้อง แต่เขียนอัตราส่วนตรีโกณมิติไม่ถูกต้อง หรือ ไม่กำหนดสัญลักษณ์ แต่เขียนอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ถูกต้อง
0	ไม่กำหนดสัญลักษณ์จากโจทย์ และเขียนอัตราส่วนตรีโกณมิติไม่ถูกต้อง

ขั้นการแทนค่าและแสดงวิธีการคำนวณ (2 คะแนน)

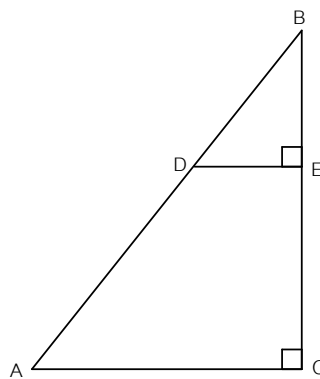
คะแนน	ลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
2	แทนค่าและแสดงวิธีการคำนวณในการหาค่าตอบได้ถูกต้อง ครบถ้วน
1	แทนค่าถูกต้อง แต่แสดงวิธีการคำนวณในการหาค่าตอบไม่ถูกต้อง
0	แทนค่าและแสดงวิธีการคำนวณในการหาค่าตอบไม่ถูกต้อง

ขั้นการแสดงคำตอบ (1 คะแนน)

คะแนน	ลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
1	แสดงคำตอบได้ถูกต้อง ชัดเจน
0	แสดงคำตอบไม่ถูกต้อง

ตัวอย่างการตรวจให้คะแนนข้อสอบอัตนัย

โจทย์ ถ้ามุม A มีขนาด 61 องศา และ BE ยาว 36 หน่วย จงหาความยาวของ DE



แนวคิดในการตอบ

กำหนดให้มุม A มีขนาด 61 องศา	}	2 คะแนน
BE ยาว 36 หน่วย		
DE ยาว x หน่วย		
พิจารณา $\triangle ABC$ และ $\triangle DBE$ เป็นรูปสามเหลี่ยมคล้าย		
ดังนั้น $\hat{A} = \hat{D} = 61^\circ$	}	2 คะแนน
จากรูป $\tan 61^\circ = \frac{BE}{DE}$		
$1.80 \approx \frac{36}{x}$		
$x \approx \frac{36}{1.80}$	}	1 คะแนน
$x \approx 20$		
ดังนั้น DE ยาวประมาณ 20 หน่วย		

2.8 นำผลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาค่าความยากและอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ ตามแนววิธีของวิทเนย์;และซาเบอร์ส (Whitney; & Sabers.) (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2543: 199-201) ซึ่งจะคัดเลือกปัญหาที่มีค่าความยาก (P_e) อยู่ระหว่าง .20 – .80 และดัชนีค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป จำนวน 8 ข้อ โดยให้ครอบคลุมกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งผลจากการวิจัยได้ค่าความยาก (P_e) อยู่ระหว่าง .44 – .78 และค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ระหว่าง .42 – .88

2.9 นำแบบทดสอบอัตนัยที่คัดเลือกแล้ว ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเทศบาล 4 วัดเมืองใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี จำนวน 100 คน ที่เรียนเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติผ่านมาแล้ว และหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha - Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) (Wiersma; & Jurs. 1985: 162) ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ 0.71 แล้วนำเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาวิทยานิพนธ์ก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3. ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

3.1 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ศึกษานิยามของการสร้างแบบทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

จากการศึกษาผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบตามแนวคิดของเอนนิส (Ennis. 1985: 45-48) นีดเลอร์ (Woolfolk. 1987: 312; citing Kneeder. 1985: 227) เดรสเซล และเมย์ฮิว (Dressel; & Mayhew. 1957: 179-181) สรุปเป็นความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 4 ด้าน คือ การนิยามปัญหา การตัดสินข้อมูล การระบุสมมติฐาน และการสรุปอ้างอิง

3.2 ศึกษาเทคนิควิธีการสร้างแบบทดสอบ หลักการตรวจให้คะแนน

3.3 กำหนดโครงสร้างของแบบทดสอบ สร้างแบบทดสอบตามนิยามปฏิบัติการ ซึ่งเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งผู้วิจัยกำหนดให้มีบทความ 10 บทความ บทความละ 4 ข้อ รวมเป็น 40 ข้อ และดำเนินการสร้างแบบทดสอบจำนวน 1.5 เท่าของจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการ คือ สร้างแบบทดสอบจำนวน 15 บทความ บทความละ 4 ข้อ รวมทั้งหมด 60 ข้อ การให้คะแนนแต่ละข้อจะมีคำตอบที่ถูกต้องเพียง 1 ข้อ ถ้าตอบถูกต้องให้ 1 คะแนนและตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

3.4 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่อประธานกรรมการควบคุมปริญญาโทและผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา แล้วนำข้อสอบไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม กับลักษณะพฤติกรรม (IOC) และคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป แล้วนำข้อเสนอมารับปรุงแก้ไข ซึ่งได้ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00

3.5 นำแบบทดสอบที่ได้ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเทศบาล 4 วัดเมืองใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี จำนวน 100 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เทห์ ฟาน (Fan. 1952: 6-52) คัดเลือกข้อที่มีความยาก (p) ระหว่าง .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง .20 ขึ้นไป จำนวน 40 ข้อ ซึ่งผลจากการวิจัยได้ค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง .40 – .75 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง .26 – .71

3.6 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วจำนวน 40 ข้อ ไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 100 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 (ลัวน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2540: 183-184) ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เท่ากับ 0.92 แล้วนำเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโทก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.7 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณมาจัดพิมพ์ เพื่อนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ที่กำหนดให้แล้วตอบคำถาม โดยเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ

ในปี พ.ศ.2547 Peter Gordon นักจิตวิทยาจากมหาวิทยาลัยโคลัมเบียได้ทำการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างเลขคณิต (Arithmetic) กับภาษา เขาได้ศึกษาชนพื้นเมืองจากกลุ่มแม่น้ำเมซอนเผ่า Pirah ซึ่งภาษาของชนเผ่านี้มีคำแทนจำนวน “หนึ่ง” และ “สอง” เท่านั้น สำหรับจำนวนที่มีค่ามากไปกว่านี้จะเรียกว่า “หลาย” สิ่งที่ Peter Gordon ได้พบก็คือ ชนเผ่านี้ไม่สามารถนับจำนวนที่มากกว่าสามได้ ผลการทดลองดังกล่าวสนับสนุน Sapir – Whorf Hypothesis ที่ว่า ทุก ๆ ความคิดต้องมีภาษาเป็นพื้นฐาน กล่าวคือ ถ้าไม่รู้ภาษาเกี่ยวกับเรื่องใด ก็จะไม่สามารถคิดเกี่ยวกับเรื่องนั้นได้

ที่มา : โกสุม กรีทอง. (2548, กันยายน – ตุลาคม). คณิตศาสตร์กับภาษา. วารสารการศึกษา วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี 33(138): 60.

ข้อ (0) การนิยามปัญหา

ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับบทความนี้มากที่สุดคือข้อใด

- ก. การไม่รู้ภาษาเขียน
- ข. การไม่มีภาษาใช้แทนจำนวน
- ค. การไม่มีภาษาใช้แทนจำนวนที่มากกว่าสอง
- ง. การไม่รู้ภาษาจะไม่สามารถสื่อสารทางความคิดได้ เฉลย ข้อ ง.

ข้อ (00) การตัดสินใจข้อมูล

ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อคิดเห็น

- ก. ภาษาของชนเผ่า Pirah มีคำแทนจำนวน “หนึ่ง” และ “สอง”
- ข. ชนเผ่า Pirah ไม่สามารถนับจำนวนที่มากกว่าสามได้
- ค. ทุก ๆ ความคิดต้องมีภาษาเป็นพื้นฐาน
- ง. ถ้าไม่รู้ภาษาเกี่ยวกับเรื่องใด ก็จะไม่สามารถคิดเกี่ยวกับเรื่องนั้นได้ เฉลย ข้อ ข.

ข้อ (000) การระบุสมมติฐาน

สมมติฐานใดเหมาะสมกับบทความนี้มากที่สุด

- ก. ชนเผ่า Pirah จะสามารถนับจำนวนที่มากกว่าสามได้ เมื่อรู้จักคำที่ใช้แทนจำนวน
- ข. ภาษาสะท้อนให้เห็นวิถีชีวิตของชนเผ่า Pirah
- ค. ถ้าชนเผ่า Pirah ไม่รู้ภาษาจะไม่สามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้
- ง. ภาษาเป็นกุญแจสำคัญที่นำไปสู่การเรียนรู้ของชนเผ่า Pirah เฉลย ข้อ ก.

ข้อ (0000) การสรุปอ้างอิง

จากบทความ สรุปได้ว่าอย่างไร

- ก. ถ้าไม่รู้ภาษา ก็ไม่สามารถคิดเลขได้
 - ข. ถ้าไม่รู้ภาษา ก็สามารถคิดเลขได้
 - ค. ถ้าไม่รู้ภาษา ก็ไม่สามารถแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ ได้
 - ง. ถ้าไม่รู้ภาษา ก็สามารถแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ ได้
- เฉลย ข้อ ค.

4. ขั้นตอนการพัฒนาแบบสอบถามความตระหนักในการรู้คิด

แบบสอบถามความตระหนักในการรู้คิดผู้วิจัยได้พัฒนาจากแบบสอบถามที่มีอยู่ ซึ่งมีองค์ประกอบทั้งหมด 4 ด้าน คือ ด้านความตระหนักรู้ (Awareness) ด้านยุทธวิธีทางความคิด (Cognitive Strategy) ด้านการวางแผน (Planning) และด้านการตรวจสอบตนเอง (Self Checking) โดยนำข้อคำถามมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับงานวิจัย ซึ่งมีลำดับตามขั้นตอนการพัฒนาดังต่อไปนี้

4.1 ศึกษาทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบถามความตระหนักในการรู้คิดเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาแบบสอบถาม

4.2 ศึกษางานวิจัย และปรับปรุงแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับความตระหนักในการรู้คิดของ อวยพร เรืองศรี (2545: 94-96) และวนิดา ทองดอนอ่ำ (2551: 141-148)

4.3 เขียนนิยามเชิงปฏิบัติการ จากแนวทางการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง โดยเขียนตามคุณลักษณะที่ต้องการวัด

4.4 สร้างแบบสอบถามวัดความตระหนักในการรู้คิด ลักษณะของแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด จำนวน 80 ข้อ โดยแบ่งแต่ละด้าน ๆ ละ 20 ข้อ

4.5 นำแบบสอบถามวัดความตระหนักในการรู้คิด ที่สร้างเสร็จแล้ว เสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาบัณฑิต แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบ แล้วนำมาคำนวณหาค่า IOC และคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป แล้วนำข้อเสนอมารับปรุงแก้ไข โดยผู้วิจัยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 – 1.00

4.6 นำแบบสอบถามวัดความตระหนักในการรู้คิด ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญและได้ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเทศบาล 4 วัดเมืองใหม่ จังหวัดลพบุรี จำนวน 100 คน แล้วนำผลมาหาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ โดยใช้ t -test (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2536: 139 – 140)

4.7 นำผลการทดลองมาวิเคราะห์เป็นรายข้อพร้อมคัดเลือก โดยพิจารณาจากค่าอำนาจจำแนกที่มีค่า t ตั้งแต่ 1.70 ขึ้นไป และคัดเลือกไว้ด้านละ 10 ข้อ รวมทั้งหมดจำนวน 40 ข้อ ซึ่งได้ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ (t) อยู่ระหว่าง 2.04 – 5.76

4.8 นำแบบสอบถามวัดความตระหนักในการรู้คิดที่คัดเลือกไว้ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเทศบาล 4 วัดเมืองใหม่ จังหวัดลพบุรี ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 200) ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามวัดความตระหนักในการรู้คิด เท่ากับ 0.94 แล้วนำเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมปริญญาโทก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

4.9 จัดทำเป็นเครื่องมือฉบับสมบูรณ์ เพื่อใช้ในการวิจัยต่อไป

ตัวอย่างแบบสอบถามวัดความตระหนักในการรู้คิด

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาข้อความในแต่ละข้อ แล้วให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องท้ายข้อความเพียงช่องเดียวที่ตรงกับความรู้สึก ความคิด และการกระทำของนักเรียนมากที่สุด เพียงช่องเดียว และ กรุณาตอบทุกข้อ โดยมีเกณฑ์การพิจารณาดังต่อไปนี้

- 5 หมายถึง ข้อความนั้นตรงกับความรู้สึก ความคิด และการปฏิบัติของนักเรียนมากที่สุด
- 4 หมายถึง ข้อความนั้นตรงกับความรู้สึก ความคิด และการปฏิบัติของนักเรียนมาก
- 3 หมายถึง ข้อความนั้นตรงกับความรู้สึก ความคิด และการปฏิบัติของนักเรียนปานกลาง
- 2 หมายถึง ข้อความนั้นตรงกับความรู้สึก ความคิด และการปฏิบัติของนักเรียนน้อย
- 1 หมายถึง ข้อความนั้นตรงกับความรู้สึก ความคิด และการปฏิบัติของนักเรียนน้อยที่สุด

รายการ	ระดับการปฏิบัติ				
	5	4	3	2	1
ความตระหนักรู้ (Awareness)					
0. การคิดอย่างเป็นลำดับขั้นตอน จะทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้องแม่นยำ....
00. การตรวจสอบคำตอบต้องใช้หลายวิธีเพื่อความถูกต้องแม่นยำ.....
ด้านยุทธวิธีทางความคิด (Cognitive Strategy)					
0. หากโจทย์ใดที่ซับซ้อน ข้าพเจ้าจะวิเคราะห์หรือออกเป็นประเด็นย่อย ๆ....
00. ข้าพเจ้าพิจารณาข้อมูลจากโจทย์ในแต่ละข้ออย่างรอบคอบ.....
ด้านการวางแผน (Planning)					
0. ก่อนที่จะลงมือทำข้อสอบข้าพเจ้าได้อ่านคำชี้แจงให้เข้าใจก่อนลงมือทำข้อสอบ.....
00. ข้าพเจ้าวางแผนล่วงหน้าว่าจะทำข้อสอบทุกข้อให้รอบคอบมากที่สุด

รายการ	ระดับการปฏิบัติ				
	5	4	3	2	1
ด้านการตรวจสอบตนเอง (Self Checking)					
0. ก่อนจะทำข้อต่อไป ข้าพเจ้าจะตรวจทานขั้นตอนในการคิดวิเคราะห์อย่างรอบคอบ.....
00. ข้าพเจ้าตรวจสอบความสัมพันธ์ของข้อมูลจากการวิเคราะห์โจทย์ในแต่ละข้ออย่างรอบคอบ.....

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อพัฒนาและทดลองแบบกลุ่มเดี่ยว คือ เลือกกลุ่มตัวอย่างมาหนึ่งกลุ่ม แล้วทำการทดสอบก่อนทำการทดลอง แล้วหาค่าเฉลี่ย จึงทดลองแล้วทำการทดสอบอีกครั้งและหาค่าคะแนนเฉลี่ย จากนั้นนำมาทดสอบสมมติฐานหาค่าความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยค่าสถิติ t-test ซึ่งใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One-Group Pretest-Posttest Design มีลักษณะดังตาราง 2

ตาราง 2 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T_1	X	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

- E แทน กลุ่มทดลอง
- X แทน การสอนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมจักรขาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความตระหนักในการรู้คิด เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ
- T_1 แทน การสอบก่อนการทดลอง (Pre-test)
- T_2 แทน การทดสอบหลังการทดลอง (Post-test)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอน ดังนี้

1. ขอความร่วมมือกับโรงเรียนเทศบาล 4 วัดเมืองใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรีที่ทำการทดลองสอนซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองสอนด้วยตนเองด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมจักรขา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. ชี้แจงให้กลุ่มตัวอย่างทราบถึงการจัดการเรียนรู้แบบธรรมกัจฉา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ เพื่อให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติตนถูกต้อง

3. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแบบสอบถามความตระหนักในการรู้คิด ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างแล้วบันทึกคะแนนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับจากการทดสอบครั้งนี้เป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้เวลา 2 คาบ

4. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมกัจฉา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น โดยใช้เวลาสอน 13 ชั่วโมง

5. เมื่อดำเนินการสอนครบตามแผนการจัดการเรียนรู้เรียบร้อยแล้ว ทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้วยแบบทดสอบ และความตระหนักในการรู้คิดด้วยแบบสอบถาม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกับที่ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) อีกครั้ง ใช้เวลา 2 คาบ และบันทึกผลการทดสอบให้เป็นคะแนนหลังเรียน (Posttest)

6. เมื่อตรวจให้คะแนนแบบทดสอบ แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

4. การจัดทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2543:

306)

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

เมื่อ	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยคะแนนของกลุ่มตัวอย่าง
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538: 79)

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

เมื่อ	S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลัง
	$(\sum X)^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

2.1.1 หาค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538: 248 – 249)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.1.2 หาค่าความยาก (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับข้อสอบอัตนัย โดยคำนวณจากสูตรที่ D.R.Whitney and D.L.Sabers, (1970) ได้เสนอไว้ดังนี้ (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2543: 199-200)

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

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

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

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

2.1.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับข้อสอบอัตนัย โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha - Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) (Wiersma; & Jurs. 1985: 162)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma^2} \right\}$$

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	k	แทน	จำนวนข้อในแบบทดสอบ
	σ_i^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
	σ^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนของเครื่องมือทั้งฉบับ

2.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมี
 วิจารณ์ญาณ

2.2.1 หาค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมี
 วิจารณ์ญาณ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (ล้วน สายยศ; และอังคณา
 สายยศ. 2540: 248 – 249)

2.2.2 หาความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมี
 วิจัยรณญาณตามสูตร KR – 20 ของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) (ล้วน สายยศ; และ
 อังคณา สายยศ. 2538: 197 – 199)

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

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ได้ในข้อหนึ่งๆ หรือจำนวนคนที่ทำถูกทั้งหมด
	q	แทน	สัดส่วนผู้ที่ไม่ได้ในข้อหนึ่งๆ คือ $1 - p$
	S_t^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือฉบับนี้

2.2.3 หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถ
 ในการคิดอย่างมีวิจัยรณญาณ โดยใช้เทคนิค 27% จากตารางวิเคราะห์ข้อสอบของ จุง เตห์ ฟาน (Fan.
 1952: 3-32)

2.3 สถิติที่ใช้หาคุณภาพของแบบสอบถามความตระหนักในการรู้คิด

2.3.1 หาค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อของแบบสอบถามวัดความตระหนักในการรู้คิด
 โดยใช้ t-test (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2536: 139 – 140)

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

เมื่อ	t	แทน	ค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบประเมิน
	\bar{X}_H	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง
	\bar{X}_L	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ
	S_H^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนของกลุ่มสูง
	S_L^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนของกลุ่มต่ำ
	n_H	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูง
	n_L	แทน	จำนวนคนในกลุ่มต่ำ

2.3.2 หาความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความตระหนักในการรู้คิด โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538: 200)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_t^2} \right\}$$

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	k	แทน	จำนวนข้อในแบบสอบถาม
	σ_i^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
	σ_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนของเครื่องมือทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

3.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจาร์ณญาณ และความตระหนักในการรู้คิดก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมชาติจักษ์ดา โดยใช้สูตร t-test for Dependent Sample (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2540: 248)

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

t	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณาใน t - distribution
$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังและก่อนใช้ชุดการเรียน
$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังและก่อนใช้ชุดการเรียน
N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมี
 วิจารณญาณหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมกัจจันท์กับค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์
 (ร้อยละ 70) โดยใช้สูตร t-test for One Sample (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2546: 146)

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

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณาใน t – distribution
	\bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	μ_0	แทน	ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์ ($\mu_0 = 70$)
	s	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
	N	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยคะแนนของกลุ่มตัวอย่าง
S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
k	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบ
μ_0	แทน	ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์
t	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณาใน t – distribution
**	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสากัจฉา โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Sample
2. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสากัจฉา โดยใช้สถิติ t-test for One Sample
3. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสากัจฉา โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Sample
4. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสากัจฉา โดยใช้สถิติ t-test for One Sample
5. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความตระหนักในการรู้คิดของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสากัจฉา โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Sample

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาทดลอง ตามแผนการทดลองแบบ One –Group Pretest – Posttest Design ข้อมูลที่ได้สามารถแสดงค่าสถิติ โดยจำแนกตามตัวแปรที่ศึกษา ได้ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา โดยการนำผลต่างรายคู่ระหว่างคะแนนก่อนและหลังการทดลองมาเปรียบเทียบ โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Sample ปรากฏผลดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา

การทดสอบ	N	k	\bar{X}	S	t
ก่อนการทดลอง	34	40	20.68	3.16	
หลังการทดลอง	34	40	31.50	6.11	24.40 **

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 3 พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉาทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้น

2. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสากัจฉา กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป โดยใช้สถิติ t-test for One Sample ปรากฏผล ดังตาราง 4

ตาราง 4 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสากัจฉา กับเกณฑ์

การทดสอบ	N	k	\bar{X}	S	μ_0 (70%)	t
หลังการทดลอง	34	40	31.50	6.11	28	3.33 **

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 4 พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสากัจฉา สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสากัจฉา ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น โดยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เฉลี่ย 31.50 คิดเป็นร้อยละ 78.75

3. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา โดยการนำผลต่างรายคู่ระหว่างคะแนนก่อนและหลังการทดลองมาเปรียบเทียบ โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Sample ปรากฏผลดังตาราง 5

ตาราง 5 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา

การทดสอบ	N	k	\bar{X}	S	t
ก่อนการทดลอง	34	40	19.32	5.70	
หลังการทดลอง	34	40	30.59	2.16	26.40 **

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 5 พบว่า คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉาทำให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงขึ้น

4. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภา์จฉา กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป โดยใช้สถิติ t-test for One Sample ปรากฏผล ดังตาราง 6

ตาราง 6 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภา์จฉา กับเกณฑ์

การทดสอบ	N	k	\bar{X}	S	μ_0 (70%)	t
หลังการทดลอง	34	40	30.59	2.16	28	7.00 **

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 6 พบว่า คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภา์จฉา สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภา์จฉา ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงขึ้น โดยมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 30.59 คิดเป็นร้อยละ 76.48

5. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความตระหนักในการรู้คิดของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา โดยการนำผลต่างรายคู่ระหว่างคะแนนก่อนและหลังการทดลองมาเปรียบเทียบ โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Sample ปรากฏผล ดังตาราง 7

ตาราง 7 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความตระหนักในการรู้คิดของนักเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา

การทดสอบ	N	k	\bar{X}	S	t
ก่อนการทดลอง	34	200	153.35	9.85	
					22.52 **
หลังการทดลอง	34	200	174.21	7.70	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 7 พบว่า คะแนนความตระหนักในการรู้คิดของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉาทำให้นักเรียนมีความตระหนักในการรู้คิดสูงขึ้น

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความตระหนักในการรู้คิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา ก่อนและหลังการทดลอง
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา กับเกณฑ์
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา ก่อนและหลังการทดลอง
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา กับเกณฑ์
5. เพื่อเปรียบเทียบความตระหนักในการรู้คิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา ก่อนและหลังการทดลอง

สมมติฐานในการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรม
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป
3. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรม
4. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป
5. ความตระหนักในการรู้คิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรม

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ของโรงเรียนเทศบาล 4 วัดเมืองใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี ซึ่งทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนโดยลดความสามารถของนักเรียน จำนวน 5 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียน 254 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ของโรงเรียนเทศบาล 4 วัดเมืองใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 34 คน โดยใช้การสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบธรรมสภาจจชา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ซึ่งเป็นแบบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ โดยมีค่าความยาก (P_E) อยู่ระหว่าง .44 – .78 ค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ระหว่าง .42 – .88 และค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.71
3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งเป็นแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ โดยมีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง .40 – .75 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง .26 – .71 และค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.92
4. แบบสอบถามความตระหนักในการรู้คิด ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) โดยมีค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 2.04 – 5.76 และค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.94

วิธีดำเนินการทดลอง

1. ขอความร่วมมือกับโรงเรียนเทศบาล 4 วัดเมืองใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี ที่ทำการทดลองสอนซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองสอนด้วยตนเองด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาจจชา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. ชี้แจงให้กลุ่มตัวอย่างทราบถึงการจัดการเรียนรู้แบบธรรมสภาจจชา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ เพื่อให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติตนถูกต้อง
3. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแบบสอบถามความตระหนักในการรู้คิด ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างแล้วบันทึกคะแนนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับจากการทดสอบครั้งนี้เป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้เวลา 2 คาบ

4. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมกัจฉา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น โดยใช้เวลาสอน 13 คาบ

5. เมื่อดำเนินการสอนครบตามแผนการจัดการเรียนรู้เรียบร้อยแล้ว ทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้วยแบบทดสอบ และความตระหนักรู้ในการรู้คิดด้วยแบบสอบถาม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกับที่ทดสอบก่อนเรียน(Pretest) อีกครั้ง ใช้เวลา 2 คาบ และบันทึกผลการทดสอบให้เป็นคะแนนหลังเรียน(Posttest)

6. เมื่อตรวจให้คะแนนแบบทดสอบ แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ใช้ค่าสถิติ t-test for Dependent Sample เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และความตระหนักรู้ในการรู้คิด ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมกัจฉา

2. ใช้ค่าสถิติ t-test for One Sample เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมกัจฉากับเกณฑ์ (ร้อยละ 70)

สรุปผลการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมกัจฉา สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมกัจฉา สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมกัจฉา สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมกัจฉา สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. ความตระหนักรู้ในการรู้คิดของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมกัจฉา สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

ผลการทดลองการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความตระหนักในการรู้คิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

1.1 กระบวนการเรียนการสอนของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉาอย่างต่อเนื่อง และเป็นลำดับขั้นตอน ซึ่งขั้นตอนของการสอนแบบธรรมสภาัจฉาแต่ละขั้นตอนจะมุ่งให้นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ในตัวผู้เรียน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การอภิปรายปัญหา การแสวงหาเหตุผล คัดค้านหรือคล้อยตาม วิธีสอนแบบนี้เป็นวิธีสอนที่มุ่งนักเรียนให้เกิดกระบวนการคิด รู้จักจำแนกแยกแยะจัดระบบความคิดของตนเอง ในการทดลองผู้วิจัยกำหนดขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามลำดับดังนี้ คือ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เตรียมความพร้อมของนักเรียน โดยการซักถามสนทนาได้ตอบระหว่างครูและผู้เรียน ในขอบข่ายของเนื้อหาที่จะเรียนรู้ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการตอบสนองต่อกิจกรรมการเรียนรู้ แสวงหาความรู้ ครูกำหนดประเด็นที่เป็นปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้จากเอกสารประกอบการเรียน ตำรา ใบความรู้ สื่อการเรียนรู้ ตลอดจนแหล่งการเรียนรู้อื่นๆ ค้นพบความรู้ นำข้อมูลที่ได้มาสรุปเพื่อสร้างองค์ความรู้ และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามในปัญหาที่พบ พร้อมร่วมกันอภิปราย รวบรวมความรู้ นักเรียนรวบรวมความคิดที่ได้จากการซักถาม ได้ตอบ หรือแลกเปลี่ยนกัน มาวิเคราะห์เพื่อหาความถูกต้องของวิธีการหาคำตอบอย่างสมเหตุสมผล พิสูจน์ความรู้ นักเรียนทำกิจกรรมฝึกทักษะ โดยนำข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้า และผ่านการวิเคราะห์แล้วมาใช้ในการปฏิบัติจริง และขั้นตอนสุดท้ายคือ ขั้นสรุปบทเรียน นักเรียนอภิปรายผลที่เกิดขึ้นจากการทำกิจกรรม แบบฝึกทักษะ ใบงาน สามารถนำผลที่เกิดขึ้นไปคิดวิเคราะห์และนำไปใช้แก้ปัญหาได้ด้วยเหตุผล ตลอดจนสามารถค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา โดยผู้สอนเพิ่มเติมความรู้ส่วนที่บกพร่องให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ งานวิจัยของประไพศรี ศิริวงศ์ (2540: ก - ข) ที่พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบธรรมสภาัจฉา และเรียนโดยวิธีสอนตามคู่มือครู มีความคิดรวบยอดในวิชาภาษาไทย ท 503 หลังเรียนดีกว่าก่อนเรียน และนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบธรรมสภาัจฉามีพัฒนาการทางด้านความคิดรวบยอดในวิชาภาษาไทย ท 503 ดีกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนตามคู่มือครู ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงมีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น

1.2 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา จะเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเองจากแหล่งการเรียนรู้ที่มีอยู่ภายในโรงเรียน หรือภายนอกโรงเรียน นักเรียนจะมีความกระตือรือร้นและติดตามเนื้อหาอยู่เสมอ การจัดกิจกรรมลักษณะนี้ทำ

ให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระมากขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนที่เก่งคอยช่วยเหลือเด็กที่อ่อนกว่า สอดคล้องกับ รุ่ง แก้วแดง (2541:29) ที่ได้กล่าวว่าในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนควรมีกิจกรรมที่หลากหลาย ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจและเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรม ได้ปรึกษาหารือและช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเพื่อนในวัยเดียวกันสามารถสร้างความสัมพันธ์ที่ดีภายในกลุ่มสร้างความคุ้นเคยยอมรับซึ่งกันและกัน เกิดความรู้สึกว่าตนเองมีความสำคัญและทุกคนมีความสำคัญเท่าเทียมกัน จึงส่งผลให้เกิดการช่วยเหลือซึ่งกันและกันทำให้นักเรียนได้เรียนอย่างมีความสุข ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงมีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

ขั้นตอนของการสอนแบบธรรมสภาัจฉาแต่ละขั้นตอนมุ่งให้นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ในตัวผู้เรียนอย่างถ่องแท้ มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การอภิปรายปัญหา การแสวงหาเหตุผลคัดค้านหรือคัดค้านตาม วิธีสอนแบบนี้เป็นวิธีสอนที่มุ่งให้เกิดกระบวนการคิด รู้จักจำแนกแยกแยะจัด ระบบความคิดจนสรุปเป็นแนวคิดที่นำไปใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน ซึ่งการแสวงหาความรู้จากแหล่งต่าง ๆ โดยครูมีบทบาทเป็นที่ปรึกษาให้กับนักเรียนแสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ คอยตอบคำถามให้ความกระจ่างชัดแก่นักเรียน นักเรียนจดบันทึกความรู้ และฝึกฝนความรู้หรือทักษะจากประเด็นความรู้ที่ได้ศึกษาค้นคว้ามาและนำมาแลกเปลี่ยนความรู้ในกลุ่มของตน แล้วรวบรวมความรู้เป็นการนำความรู้จากสมาชิกในกลุ่มของตนเองมาเป็นแนวคิด แนวความเชื่อ แนวปฏิบัติตามที่ได้ไปศึกษาค้นคว้ามาทำให้เกิดความรู้สึกลอยจากประพติปฏิบัติตาม แล้วพิสูจน์ความรู้ ด้วยการนำความรู้ ความคิด ความเข้าใจ ที่ได้ศึกษาค้นคว้าจากแหล่งต่าง ๆ มารายงานหน้าชั้นเรียน และสรุปรวบรวมความคิดเห็นนั้น สอดคล้องกับวิธีการสอนของพระพุทธรเจ้า ซึ่งเป็นการสอนแบบที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดเพื่อหาคำตอบด้วยตัวเอง ซึ่งทำให้เข้าใจลึกซึ้งซึ่งเป็นการเข้าใจที่มั่นคง (ประสาร ทองภักดี. 2526: 122-125) นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนดังกล่าวครูจะต้องเสริมสร้างศรัทธาทั้งระหว่างครูกับศิษย์ และศิษย์กับศิษย์ด้วยกัน จึงจะทำให้มีบรรยากาศและสิ่งแวดล้อมที่ดีต่อการเรียนรู้ สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยตรง (สุนน อมรวินวัฒน์. 2535: 173-174) ซึ่งสอดคล้องกับไชยา เพชรพิมล (2547: 117) ที่ได้กล่าวว่า วิธีสอนแบบธรรมสภาัจฉาเป็นการสอนที่นักเรียนได้แสวงหาความรู้จากแหล่งต่าง ๆ แล้วค้นพบความรู้ รวบรวมความรู้ แล้วทำการพิสูจน์ความรู้ เป็นวิธีสอนที่ทำให้นักเรียนมีการพัฒนาความคิดของตนเองได้ดีขึ้น เพราะขั้นตอนของการสอนแบบธรรมสภาัจฉา แต่ละขั้นตอนช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดและพัฒนาความคิดของตนเอง นอกจากนี้แผนการจัดการเรียนรู้ตามวิธีสอนแบบธรรมสภาัจฉาแต่ละแผนเป็นการฝึกสร้างความคิดของนักเรียนอย่างต่อเนื่อง ทำให้ผลการเรียนของ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้วิธีสอนแบบธรรมสภาัจฉาสูงกว่าวิธีสอนแบบปกติ ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงมีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

3. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

การปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละชั่วโมงของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา นักเรียนได้แสวงหาความรู้จากแหล่งต่าง ๆ แล้วค้นพบความรู้ รวบรวมความรู้ แล้วทำการพิสูจน์ความรู้ ซึ่งเป็นวิธีสอนที่ทำให้นักเรียนมีการพัฒนาความคิดของตนเองได้ดี (ไชยา เพชรพิมล, 2547: 118) นอกจากนี้ นักเรียนยังได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนร่วมชั้นซึ่งเป็นการส่งเสริมบุคลิกภาพของนักเรียนให้รู้จักกล้าแสดงออกอย่างถูกวิธีอีกด้วย และการที่ครูผู้สอนได้ปฏิบัติตัวเป็นผู้ให้คำปรึกษา หรือเป็นผู้ชี้แจงความรู้ ตอบคำถามให้ความกระจ่างได้นั้น จะทำให้นักเรียนสามารถคิดหาคำตอบอย่างเป็นลำดับขั้นตอนจากคำถามด้วยตัวเองได้ ซึ่งสอดคล้องกับ คิลเลียน (Killian, 1993: 883) ที่กล่าวว่า การส่งเสริมการสอนจะทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้นั้น ผู้สอนควรจะสอนให้นักเรียนรู้จักตัดสินใจด้วยตนเอง สอนให้เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน ครูไม่ควรทำตัวเป็นผู้ให้คำตอบ (Answer Giver) แก่นักเรียน และพยายามใช้วิธีถามคำถามแบบปลายเปิด และรู้จักใช้คำถามเพื่อกระตุ้นความคิดของนักเรียน ซึ่งเป็นเหตุผลที่สอดคล้องกับขั้นตอนวิธีการสอนแบบธรรมสภาัจฉา ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงมีผลทำให้ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนสูงขึ้น

4. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉาเป็นการจัดกิจกรรมเรียนการสอนที่มีกิจกรรมหลากหลาย ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจและเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรม ได้ปรึกษาหารือและช่วยเหลือซึ่งกันและกัน จึงทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉาเป็นกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งการเรียนการสอนในลักษณะนี้จะมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ศึกษา และเรียนรู้โดยอาศัยปฏิสัมพันธ์ต่อกัน มีการค้นคว้า และมีโอกาสแสดงความคิดเห็นร่วมกัน (ปิยดา ปัญญาศรี, 2545: 54) การเรียนแบบเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญนั้น จะมีลักษณะที่ให้ความสำคัญต่อความคิดเห็นของเพื่อน ชอบแลกเปลี่ยนความคิดเห็น หรือปรึกษาหารือกันในกลุ่มเพื่อนเมื่อเกิดปัญหา และต้องการมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับ คันทันนีย์ ฉัตรคุปต์ (2544: 43) ที่กล่าวว่า การเรียนหรือการทำงานที่ทำให้ผู้เรียนต้องมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ได้แย้งกันเพื่อหาข้อสรุป เป็นหลักการของการใช้ความคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยตรง ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงมีผลทำให้ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

5. ความตระหนักในการรู้คิดของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมชาติจะสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 5 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมชาติ เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ขึ้นด้วยตนเอง ได้เรียนรู้วิธีการคิด วิธีการเรียนรู้ของตนเอง และได้เรียนรู้ในสิ่งที่ตนเองสนใจและมีความถนัด อาจเป็นเหตุผลทำให้นักเรียนมีแรงจูงใจในการเรียน มีการกำกับตนเองในการเรียน ตลอดจนสามารถปรับปรุงกระบวนการรู้คิดและการเรียนรู้ของตนเองได้อย่างต่อเนื่องสอดคล้องกับคำกล่าวของ พรรณราย เทียมทัน (2545: 34) ที่ได้กล่าวไว้ว่า การเรียนรู้วิธีการเรียนรู้ เป็นองค์ประกอบสำคัญของกระบวนการคิด ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับการแก้ปัญหา เมื่อพบสถานการณ์ปัญหา จึงกล่าวได้ว่าการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นและฝึกให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาศึกษาหาคำตอบด้วยตนเอง โดยจะมีการนำพฤติกรรมเมตาคognition และยุทธศาสตร์เมตาคognition มาใช้ในการแก้ปัญหา จึงอาจเป็นเหตุผลทำให้นักเรียนมีความตระหนักในการรู้คิดสูงขึ้น และนอกจากนี้การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยนักเรียนได้พึ่งพาตนเองในการเรียนรู้ เพื่อให้เกิดทักษะที่จะนำสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ได้จริง ตลอดจนสามารถเข้าใจวิธีการเรียนรู้ของตนเองได้ (สมศักดิ์ ภูวิภาดาพรรณ. 2544: 1) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของณัฐวี เจริญเกียรติบวร (2538: บทคัดย่อ) และ สุพัตรา จันทร์เมือง (2548: บทคัดย่อ) ที่ได้ศึกษาพบว่า พฤติกรรมการสอนของครูมีความสัมพันธ์กับการคิดอภิमान และ กนกวรรณ ศรีลาเลิศ (2549: บทคัดย่อ) ศึกษาพบว่าลักษณะการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมส่งผลต่อความสามารถในการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง จึงเป็นการฝึกให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการเรียนรู้ของตนเอง ได้ฝึกคิด วางแผน และรู้จักตรวจสอบความถูกต้องด้วยตนเอง ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงมีผลทำให้ความตระหนักในการรู้คิดของนักเรียนสูงขึ้น

ข้อสังเกตจากการวิจัย

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมชาติ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความตระหนักในการรู้คิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้พบข้อสังเกตบางประการจากการวิจัย ซึ่งพอสรุป ได้ดังนี้

1. ในคาบแรกของการจัดการเรียนการสอนแบบธรรมชาติ นักเรียนยังปรับตัวไม่ได้ และไม่กล้าแสดงความคิดเห็นของตนเอง ไม่กล้าซักถาม แต่เมื่อผู้วิจัยใช้คำถาม และสร้างบรรยากาศในการเรียนให้เป็นกันเองจึงทำให้การเรียนการสอนดำเนินต่อไปด้วยดี

2. เนื้อหาเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ เป็นเนื้อหาที่นักเรียนได้เรียนมาแล้วในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จึงทำให้เนื้อหาในบางส่วนสามารถสอนไปได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นผู้วิจัยจึงปรับคำถามที่จะใช้ในการชี้แนะ เพื่อหาคำตอบเป็นการถามเพื่อทบทวนความรู้ที่นักเรียนได้เรียนมาแล้ว

3. ในระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมในช่วง นักเรียนที่เรียนเก่งสามารถทำใบงาน แบบฝึกหัดได้อย่างรวดเร็ว และมีความมั่นใจในการตอบคำถาม การนำเสนอหน้าชั้นเรียน ผู้วิจัยจึงแนะนำให้นักเรียนที่เรียนเก่งช่วยสอนหรือแนะนำเพื่อนที่เรียนอ่อน

4. ในการนำเสนอปัญหาหน้าชั้นเรียน เมื่อมีนักเรียนคนใดยกมือขึ้นตอบ ไม่ว่าจะคำตอบนั้นจะถูกหรือผิดผู้วิจัยก็จะกล่าวชมเชย หรือให้กำลังใจ ซึ่งทำให้นักเรียนคนอื่น ๆ ที่ไม่ค่อยตอบมีความตั้งใจและกระตือรือร้นที่จะคิดค้นหาคำตอบนั้นๆ

5. ในการกิจกรรมแสวงหาความรู้จากแหล่งการเรียนรู้อื่น ๆ เช่น ห้องสมุด , ห้องคอมพิวเตอร์ นักเรียนจะมีกระตือรือร้นมากในการทำงาน จึงทำให้บรรยากาศในการเรียนรู้ภายนอกห้องเรียนมีความสนุกสนานมากขึ้น

6. ในระหว่างการสอน ผู้วิจัยได้เดินดูการทำงานของนักเรียน ทำให้ผู้วิจัยทราบว่านักเรียนแต่ละคนมีพฤติกรรมการเรียนรู้เป็นอย่างไร และมีสิ่งใดที่จะต้องแก้ไขปรับปรุง อีกทั้งยังช่วยให้คำปรึกษา ชี้แนะข้อสงสัยของนักเรียน นอกจากนี้ยังเป็นการสร้างปฏิสัมพันธ์ที่ีระหว่างผู้วิจัยกับนักเรียนอีกด้วย

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมชาติศึกษาช่วงชั่วโมงแรก ครูควรทำความเข้าใจกับนักเรียนสำหรับการเรียน และการให้คะแนนการสอบ

2. ในการจัดการเรียนการสอนแต่ละครั้ง บางกิจกรรม เช่น แสวงหาความรู้จากห้องสมุดต้องใช้เวลาค่อนข้างมาก และมีความวุ่นวายพอสมควร ครูควรดูแลนักเรียนอย่างใกล้ชิด และจัดสรรเวลาให้เหมาะสมกับแต่ละกิจกรรม

3. ในระหว่างปฏิบัติกิจกรรม หรือทำใบงาน ครูผู้สอนต้องใช้ความอดทนรอเวลาที่จะให้นักเรียนได้คิดหรือค้นพบด้วยตนเอง โดยครูจะเป็นผู้ช่วยเหลือและให้คำแนะนำกับนักเรียนที่ยังไม่เข้าใจ

4. ในการอภิปรายหน้าชั้นเรียน ครูผู้สอนควรควบคุมเวลาในการนำเสนอให้สั้น เพื่อให้ นักเรียนได้มีโอกาสในการร่วมแสดงความคิดเห็นอย่างทั่วถึงกัน

5. ในการจัดการเรียนการสอนควรมีกิจกรรมที่มีความหลากหลาย เพื่อตอบสนองผู้เรียนที่มีพื้นฐานความรู้แตกต่างกัน

6. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมชาติศึกษาเหมาะสำหรับห้องเรียนที่มีจำนวนผู้เรียนน้อย เพราะจะทำให้ครูผู้สอนสามารถควบคุมการสนทนาซักถามได้ง่ายขึ้น

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์อื่นๆ ทั้งในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย
2. ควรศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา ในกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ ทั้งในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย
3. ควรศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา ที่มีต่อตัวแปรอื่นๆ เช่น ความคิดรวบยอด ความคิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหา การสื่อสาร เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กนกวรรณ ศรีลาเลิศ. (2549). **ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยคุณลักษณะผู้เรียนกับความสามารถในการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในเขตพื้นที่การศึกษาร้อยเอ็ด เขต 1.** ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2514). **พระไตรปิฎกฉบับหลวง เล่มที่ 19.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์กรมศาสนา.
- _____. (2544). **หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544.** กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ. ถ่ายเอกสาร.
- เกศณีย์ ไทยถนอม. (2547). **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถด้านการคิดวิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ประกอบการเขียนผังมโนคติ.** สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ไขศรี พานิชกุล. (2546). **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการใช้เหตุผลเชิงจริยธรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนเรื่องหลักธรรมในพุทธศาสนาโดยการสอนแบบไตรสิกขากับการสอนแบบธรรมสภาัจฉา.** ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จรรยา ภูอุดม. (2544). **การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้.** ปรินูญานิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จารุวรรณ คงทวี. (2551). **การคิดวิจารณ์ของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดกิจกรรมเลาะเล็งสีด้วยนิ้วมือ.** ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.(การศึกษาปฐมวัย). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จิต นวนแก้ว. (2543). **การพัฒนาความสามารถด้านการคิดขั้นสูงในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.** ปรินูญานิพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จිරนนท์ วัชรกุล. (2546). **ผลของการฝึกการคิดอย่างมีวิจารณ์ภายในนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.** วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (จิตวิทยาพัฒนาการ). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.

- ชำนาญ เอี่ยมสำอาง. (2539). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมี
วิจารณ์ญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษาโดยการสอนแบบ
สืบสวนสอบสวนเชิงนิติศาสตร์กับการสอนตาม**คู่มือครู**. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม.
 (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. (2546). **เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย**. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ: เทพเนรมิตการพิมพ์.
- เชิดศักดิ์ ไชวาสินธุ์. (2540). **การฝึกสมรรถภาพสมองเพื่อพัฒนากระบวนการคิด**. วิทยานิพนธ์
 กศ.ด.(การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
 ถ่ายเอกสาร.
- ไชยา เพชรพิมล. (2547). **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย การพินิจ
 วรรณกรรม นวนิยายไทยรางวัลซีไรต์** ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วิธีสอน
แบบธรรมสากัจฉากับวิธีสอนแบบปกติ. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การสอนภาษาไทย). นครปฐม:
 บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร. ถ่ายเอกสาร.
- ณัฏฐ์รัฐ นัฐ เฉลิมสุข. (2550). **การสร้างแบบวัดการคิดแบบเมตา (Metacognition) ของนักเรียน
 ช่วงชั้นที่ 4 : กรณีศึกษาจังหวัดสระบุรี**. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา).
 กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ณัฏฐ์ เจริญเกียรติบวร. (2538). **ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ของ
 นักเรียนและความตระหนักในเมตาคอกนิชัน** กับความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ค.ม.
 (การศึกษาคณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ดุษฎี สีสถาวรพงศ์. (2524). **การเปรียบเทียบวิธีสอนแบบไตรสิกขา และธรรมสากัจฉาในการสอน
 เบญจศิลป์และฆราวาสธรรม** ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การ
 มัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ทองหล่อ วงษ์อินทร์. (2537) **การวิเคราะห์ความรู้เฉพาะด้านกระบวนการในการคิดแก้ไขปัญหา
 และเมตาคอกนิชัน**ของนักเรียนมัธยมศึกษาผู้ชำนาญและไม่ชำนาญในการแก้ปัญหา
คณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ค.ด.(หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์
 มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ทีศนา แชมมณี. (2533). การพัฒนากระบวนการคิด. **วารสารการศึกษา**. 12(9): 1-5.
- _____. (2544). ทฤษฎี หลักการ และแนวคิดที่เป็นสากลเกี่ยวกับการคิดในช่วงศตวรรษที่ 20. ใน
วิทยาการด้านการคิด. 5-28. 1. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- ทีศนา แชมมณี; และคณะ. (2540). **ทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด : ต้นแบบการ
 เรียนรู้ทางด้านทฤษฎีและแนวปฏิบัติ**. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

- บุษกร ดำคง. (2542). ปัจจัยบางประการที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดวิจารณ์ญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มัธยมศึกษาปีที่ 3 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดสงขลา. ปรินญานินพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาพัฒนาการ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บุศรา อิมทรัพย์. (2551). ผลการใช้สื่อประสมเรื่อง “การแปลงทางเรขาคณิต” ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ปกรณไพโรจน์. (2547). การสร้างแบบประเมินและการพัฒนาการคิดวิจารณ์ญาณของนักเรียนนายร้อยตำรวจ. ปรินญานินพนธ์ กศ.ด. (จิตวิทยาการให้คำปรึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ประภาเพ็ญ สุวรรณ. (2520). ทศนคติ : การวัดการเปลี่ยนแปลงและพฤติกรรมอนามัย. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ประสาร ทองภักดี. (2526). กลวิธีสอนตามตามแนวพุทธศาสตร์. ศีกษาศาสตร์ตามแนวพุทธศาสตร์ ภาคที่ 2 ระบบการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวัฒนธรรมแห่งชาติ.
- ประกิจ รัตนสุวรรณ. (2525). การวัดและการประเมินผลทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ประไพศรี ศิริวงศ์. (2540). การใช้วิธีสอนแบบธรรมสภาัจฉาเพื่อพัฒนาความคิดรวบยอดของนักเรียนในวิชาภาษาไทย ท 503. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน). นนทบุรี: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. ถ่ายเอกสาร.
- ปานทอง กุลนาถศิริ. (2543, มกราคม-มีนาคม). ความเคลื่อนไหวเกี่ยวกับ NCTM. วารสารสสวท. 28(108): 14-19.
- ปิยดา ปัญญาศรี. (2545). การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างนักเรียนที่มีแบบการเรียน การอบรมเลี้ยงดู และระดับเชาว์ปัญญาแตกต่างกัน. ปรินญานินพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยการศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- ปริญทิพย์ บุญคง. (2546). การศึกษาปัจจัยบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญานินพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- พงศศิริ เฟื่องฟู. (2545). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการเรียน เรื่อง การอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.(คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พรรณราย เทียมทัน. (2545). ผลของการใช้เทคนิคที่พหุล ความรู้เบื้องต้น และเมตาคognition ที่มีต่อความสำเร็จในการสืบค้นข้อมูลบนเว็ลด์ไวด์เว็บของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2544). การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2534). ปัญหาในการทำปรินูญานิพนธ์ของนิสิตปรินูญาโท มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พระธรรมปิฎก (ประยุทธ์ ปยุตโต). (2544). พุทธวิธีในการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: สหธรรมิก.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). เมตาคognition, ใน วิทยาการด้านการคิด. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- เพ็ญพิไล ฤทธาคนานนท์. (2536). พัฒนาการทางพุทธิปัญญา. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพศาล หวังพานิช. (2526). การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- มยุรี บุญเยี่ยม. (2545). การพัฒนาชุดการเรียนรู้ เรื่อง “ความน่าจะเป็น” โดยใช้วิธีการแก้ปัญหา เพื่อส่งเสริมความตระหนักในการรู้คิด ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ยุพิน พิพิธกุล (2539). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: บพิศการพิมพ์.
- _____. (2543, กรกฎาคม-กันยายน). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 กับ การสอนคณิตศาสตร์. วารสารสสวท. 28(110): 24-31.
- เยี่ยมจิต บูรณ์โกศา. (2533). การเปรียบเทียบความเข้าใจในการอ่านภาษาอังกฤษ และความสนใจในการเรียนวิชาการอ่านภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยวิธีสอนที่อิงแนวทฤษฎีอภิปัญญา. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- รจนา รัตนานิคม. (2544). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่
ผู้เรียนสำคัญที่สุด. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2525). **พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน**. กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์.
- รุ่ง แก้วแดง. (2541). **ปฏิบัติการศึกษาไทย**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: มติชน.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ.. (2538). **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- _____. (2540). **สถิติวิทยาทางการวิจัย**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- _____. (2543). **เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- วนิดา ทองดอนอ้า. (2551). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยบางประการกับการคิดอภิमान
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครปฐม เขต 1.
ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วนิดา ปานโต. (2543). การเปรียบเทียบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการ
คิดอย่างมีวิจารณญาณที่มีการตรวจให้คะแนนและจำนวนข้อของแบบทดสอบต่างกัน.
ปรินญานิพนธ์. กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วราภรณ์ มีหนัก. (2545, กันยายน). การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทาง
คณิตศาสตร์. **วารสารวิชาการ**. 5(9): 58-65.
- วราภรณ์ ยิ้มแย้ม. (2543). การศึกษาการพัฒนาการคิดวิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี
ที่ 5 โรงเรียนหนองแค “สรกิจพิทยา” จังหวัดสระบุรี โดยใช้ชุดการสอน. ปรินญานิพนธ์
กศ.ม. (จิตวิทยาการแนะแนว). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
ถ่ายเอกสาร.
- _____. (2512). การเปรียบเทียบความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ของแบบทดสอบวัดความถนัด
**ที่ยังไม่ได้วิเคราะห์ กับที่วิเคราะห์แล้ว ที่มีต่อวิชาต่างๆ ในกลุ่มตัวอย่างนักเรียนมัธยม
แบบประสม**. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (วัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: วิทยาลัยวิชาการศึกษา
ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- วัชรีย์ บุรณสิงห์. (2525). การสอนคณิตศาสตร์ตามความแตกต่างระหว่างบุคคล. **เอกสารการสอนชุด
วิชาการการสอนคณิตศาสตร์หน่วยที่ 8-15**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

- วัฒนาพร รัชภัทก์. (2536). การเปรียบเทียบประสิทธิผลของรูปแบบการฝึกยุทธศาสตร์การ
**เรียนรู้อภิปัญญาในการอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจสำหรับนักเรียนระดับ
มัธยมศึกษาตอนปลายและโดยตรงกับแบบสอดแทรกในเนื้อหาการสอน.** วิทยานิพนธ์
ค.ด. (หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ; บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
ถ่ายเอกสาร.
- วิเชียร เกตุสิงห์. (2538). ค่าเฉลี่ยกับการแปลความหมาย: เรื่องง่าย ๆ ที่บางครั้งก็พลาดได้. **ข่าวสารวิจัย
การศึกษา.** 18(3): 9.
- คันสนีย์ ฉัตรคุปต์. (2544). รายงานเรื่องฝึกสมองให้คิดอย่างมีวิจารณญาณ. พิมพ์ครั้งที่ 2.
กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2544). แบบทดสอบมาตรฐานเพื่อวัดความสามารถในการคิดจากต่างประเทศ.
วิทยาการด้านการคิด. 180-192. 1. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
_____. (2544ก). การวัดและประเมินความสามารถในการคิด. ใน **วิทยาการด้านการคิด.** หน้า
171-179. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- ศุภลักษณ์ สิ้นธนา. (2545). การศึกษาการคิดอภิमानโดยใช้แบบจำลองความสัมพันธ์โครงสร้าง
เชิงเส้น: การวิเคราะห์กลุ่มพหุ. วิทยานิพนธ์ กศ.ด. (การทดสอบและวัดการศึกษา).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.). (2544). **คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระ
คณิตศาสตร์.** กรุงเทพฯ: สสวท.
- สมเกียรติ ปติสุพร.(2525). **การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมจิตร ทรัพย์อัประไมย. (2540). ผลการใช้รูปเพื่อพัฒนาเมตาคอกนิชันที่มีต่อเมตาคอกนิชันและ
สัมฤทธิ์ผลทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ ค.ด. (จิตวิทยา
การศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- สมบัติ การจนารักษ์. (2549). **คู่มือประเมินการคิด.** กรุงเทพฯ: ธารอักษร.
- สมบัติ โพธิ์ทอง. (2539). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงโดยใช้เมตาคอกนิชัน.
วิทยานิพนธ์ ค.ม. (ประถมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
ถ่ายเอกสาร.
- สมพงษ์ จิตระดับ. (2547). “เด็กไทยพันธุ์ใหม่เติบโตมาจากวัตุนิยม เพศเสรี ยาเสพติด” :
เด็กไทยวัยเก๋. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยก๊ก.

- สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ. (2543). **การยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและการประเมินตามสภาพจริง**. เชียงใหม่: โรงพิมพ์แสงศิลป์.
- สมศักดิ์ สิ้นธุระเวชญ์. (2545). **การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้**. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- สมสุข โถวจเจริญ. (2541). **ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาพยาบาล วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี ภาคใต้**. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาพัฒนาการ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สันติ อธิพิณนาวากุล. (2550). **การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวนโดยใช้ โปรแกรม GSP (The Geometer's Sketchpad) เพื่อส่งเสริมความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สิริพร ทิพย์คง. (2533). **ทฤษฎีและวิธีสอนวิชาคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- _____. (2545). **การวิจัยการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ปีการศึกษา 2521-2542**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุคนธ์ สิ้นพานนท์. (2538). **การใช้วิธีสอนแบบธรรมสภาัจฉาเพื่อสร้างศรัทธา และวิธีคิดตามหลักพุทธธรรมแก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (หลักสูตรและการสอน). นนทบุรี: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. ถ่ายเอกสาร.
- สุทิน คงโรจนวงศา. (2543). **ผลของรูปแบบคำถามของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ต่อการคิดอภิमान**. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุพัตรา จันทร์เมือง. (2548). **ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีต่อการคิดอภิमानของนักเรียนและนักศึกษาโดยใช้แบบจำลองความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น : การวิเคราะห์กลุ่มพหุ**. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยทางการศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- สมน อมรวิวัฒน์. (2513). "พุทธวิธีสอน"; **เอกสารการประชุมทางวิชาการ พระพุทธศาสนากับการศึกษาในประเทศไทย**. กรุงเทพฯ: กรมการศาสนา กระทรวงศึกษาธิการ
- _____. (2535). **สมบัติทิพย์ของการศึกษาไทย**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรางค์ ไคว้ตระกูล. (2533). **จิตวิทยาการศึกษา**. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- สุวรรณณี พลิดคามิน. (2550). **ชุดการเรียนรู้แบบค้นพบโดยการแนะแนวทาง เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ช่วงชั้นที่ 4**. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2547). **แนวปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544**. กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.. (2545). **รายงานการประเมินมาตรฐานโรงเรียนปีการศึกษา 2543 สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน. (2541). **แผนการจัดประสบการณ์ชั้นอนุบาลปีที่2 (เล่มที่ 1)**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา.
- เสาวนีย์ เชื้อทอง. (2551). **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิจารณ์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ส่งเสริมการพัฒนาสมอง**. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เสาวภา อนุเพชร. (2548). **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีผลการเรียนต่ำ เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ โดยได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์นันทนาการ**. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- หทัยกาญจน์ อินบุญมา. (2547). **ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความรู้สึกเชิงจำนวน เรื่อง การประมาณค่า ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา. (2542). **แนวทางการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542**.
- อรทัย ศรีอุทธา. (2547). **ชุดกิจกรรมแบบปฏิบัติการ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อรพินธ พัฒนาผล. (2551). **การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครสวรรค์เขต 1**. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- อวยพร เรืองศรี. (2545). **การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดอภิमानกับการคิดอย่างมี
วิจารณ์ญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.** ปรินญาณพนธ์ กศ.ม. (การวัดผล
การศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อารีรักษ์ สืบถิน. (2535). **ความสัมพันธ์ระหว่างความตระหนักในเมตาคอกนิชันกับความเข้าใจใน
การอ่านภาษาไทยและภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.** วิทยานิพนธ์ ค.ม.
(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- อุษณีย์ โพธิสุข. (2542). **“ชุดสร้างลูกให้เป็นอัจฉริยะ”, เล่มที่ 5 ฝึกให้ลูกเป็นนักคิด.** กรุงเทพฯ:
แพมิลี่ ไดรค.
- Ariel, A. (1992). *Education of Children and Adolescents with Learning Disabilities.* New York :
Macmillan Publishing.
- Baker, Linda.; & Brown, Ann L. (1984). *Cognitive Monitoring in Reading.* Newark: Delaware
International Reading Association.
- Carroll, John B. (1963, May). A Model of School Learning. *Teachers College Record.*
64(2): 723 – 733.
- Center for Critical Thinking Sonoma State University. (1996). *Critical Thinking Workshop
Handbook.* California : Foudation for Critical Thinking.
- Costa, L.A. (1984). Mediating the Metacognitive, *Education Leadership* 42(3) : 57-162.
- Cross, David R.; & Paris, Scott G. (1988). Developmental and Instructional Analysis of
Children’s Metacognition and Reading Comprehension. *Journal of Educational
Psychology.* 80(2): 131-142.
- Decrcloi, J. (1973). *What Research Say to Classroom Teacher : Critical Thinking.*ocial
Education.
- Deighan, William Patrick. (1971, January). An Examination of the Relationship between
Teachers’ Attitudes towards Arithmetic and the Attitudes of Their Students towards
Arithmetic. *Dissertation Abstracts International.* 31 : 3333 – A.
- Dewey, J. (1933). *How to Think.* Boston D.C. Health Company
- Dickinson, L. (1987). *Self Instruction in Language Learning.* Cambridge : Cambridge
University Press.
- Dressel, P.L.; & Mayhew, L.B. (1957). *General Education : Explorations in Evaluation* 2nd ed.
Washington, D.C.: American Council on Education.

- Ennis, R.H. (1985, October). A logical Basic for Measuring Critical Thinking Skill. **Educational Leadership**. 43: 45-48.
- Everson H.T. and Others. (1992). **Exploring the Relationship of Test Anxiety and Metacognition on Reading Test Performance : A Cognitive Analysis**. Available : ERIC (1985-1998).
- Facione,P.A. (1984). Toward a Theory of Critical Thinking : **Liberial Education**. 70(3): 253-261.
- Fan, Chung – Teh. (1952). **Item Analysis Table**. New Jersey: Princeton.
- Finn. Kelly F. ; et al. (2003, August). Teacher Variables That Relate to Student Achievement When Using a Standards – Based Curriculum. **Journal for Research in Mathematics Education**. 34(3): 228 – A.
- Flavell, John H. (1979). Metacognition and Cognitive Monitoring: A New Area of Cognitive-Development Inquiry. **American Psychologist**. 34(10): 906-911.
- Fledhusen, J.F. (1995). Creativity : A Knowledge Base, Metacognitive Skills and Personality Factors, **Journal of Creative Behavior**. 29(4): 255-268.
- Fortunato, I.; other. (1991, December). Metacognition and Problem Solving. **Arithmetic Teacher**. 39(4) : 38-40.
- Gardner, R.; & Alexander, P.A. (1989). Metacognition : Answered Unanswered Questions, **Educational Psychologist**. 24(2): 143-158.
- Good, C.V. (1973). **Dictionary of education**. Edited by Carter V. Good. New York: McGraw-Hill Book Company, Inc..
- Goodman, H.E. (1990). **Developing Critical Thinking Skills and Improving Expressive Language Through Creative Writing**. Dissertation M.S. Practicum Nove University,(ERIC).
- Guilford, J.P. (1967). **The Nature of Human Intelligence**. New York: Mc Graw-Hill.
- Hilgard, E.R. (1962). **Introduction to Psychology**. New York: Harcourt Brace and World Inc.
- Hudgins, B.B. (1977). **Learning and Thinking**. Illinois: P.E. Peacock Publishers, Inc.
- Hughes, Claire Elizabeth. (2000, November). A Comparative Study of Teaching Critical Thinking Thought Persuasive Writing to Average, Gifted and Students with Learning Disabilities: **Dissertation Abstracts. International**. 65-A(05): 1797.
- Koffka, K. (1978). **Encyclopedia of the Social Science**. New York: The Macmillan Company.
- Leahey; & Harris. (1997). **Learning and Cognition**. New Jersey: Prentice Hall.

- Lumpkin, C.R. (1991, May). Effect of Teaching Critical Thinking on the Critical Thinking Ability, Achievement, and Retention of Social Content by Fifth and Sixth-Grades. **Dissertation Abstracts Internationa**. 51(11): 3694 – A
- Monroe, B.S. (1985). **An Analysis of Critical Thinking Skills of College Freshman From Three Divergent High School Backgrounds**. Dissertation Ph.D. Miami University.
- Myers, Meyer T.; & Paris, Scott G. (1978 a). Children's Metacognitive Knowledge About Reading. **Journal of Educational Psychology**. 70(5): 680-690.
- Nitko,A.J. (1996). **Educational Assessment of Students**. 2nd ed. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall.
- O'Neil, H.F.; & Abedi, J. (1996, March-April). Reliability and Validity of a State Metacognitive Inventory : Potential for Alternative Assessment. **The Journal of Educational Research**. 89(4): 234-244
- Piaget,Jean. (1964). **Cognitive Development in Children**. In R.E.Ripple & V.N. Rockie st (Eds.), Cornell University.
- Pintrich, P.R.; & De Groot, E.V. (1990). Motivational and Self – Regulated Learning Components of Classroom Activities Academic Performance. **Journal of Educational Psychology**. 82 (1): 33-40
- Prescott, Daniel A. (1961). Report of Conference on Child Study. **Educational Bulletin**. Faculty of Education. Bangkok: Chulalongkorn University.
- Quellmalz, Edys S. (1985, October). Needed : Better Method for Testing Higher-Order Thinking Skill. **Education Leadership**. 43(2): 29-35.
- Rawat , D.S.; & Gupta , S.L. (1970). Education Wastage at the Primary Level. **A Handbook For Teachers**. New Delhi : S.K. Kitchula at Nalanda Press.
- Reys Robert. ; et al. (2003, August). 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, Jurie E.; & Noyce , Pendred E. (2001, April). The Impacts of Standards – Based Mathematics Curricula on Student Achievement in Massachusetts. **Journal for Research in Mathematics Education**. 32(4): 368 – A.
- Robin, J. (1987). **Learning Strategies: Theoretical Assumptions, Research History and typology**. Cambridge: Prentice Hall International Ltd.

- Rosen, L.E. (1986). **The Effect of Critical Thinking Skills Upon content Learning of Low-Ability Adolescents**. Dissertation Ph.D. The Claremont Graduate University.
- Runes, D.D. (1971). **Dictionary of Philosophy**. New Jersey : Littlefield, Adams & Co.
- Sunny Cooper. (2006). **Metacognition Theory**. (Online). Available: <http://www.lifecirclesinc.com/flavell.htm>.
- Swanson,L.H. (1990,February). Influence of Metacognitive Knowledge and Aptitude on Problem Solving. **Journal of Educational Psychology**. 82(2): 306-314. Dissertation Abstract International. 39(5): 2620-A.
- Thomson, Heather Anne. (2000). Investigating and Representing Inquiry in a College Mathematics Course. **Dissertation Abstracts online**. 39(3) : 61 – 10B.
- Watson, G.; & Glaser, E.M. (1964). **Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal Manual : Form Ym and Zm**. New York: Harcout Brace and World Inc.
- _____. (1980). **Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal Manual:Form Ym and Zm**. New York: Harcout Brace Jovanoich, Inc.
- Wiersma, William.; & Jurs, Stephen G. (1985). **Education Measurement and Testing**. Boston: Allyn and Bacon.
- Wilson, James W. (1971). Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics. **Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning**. Edited by Benjation S. Bloom. U.S.A.: Mc Graw – Hill.
- Woolfolk, A.E. (1987). **Education Psychology**. 3rd ed. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- _____. (1990). **Educational Psychology**. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

1. ค่าดัชนีสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบสอบกับจุดประสงค์ (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ จำนวน 16 ข้อ
2. ค่าดัชนีสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 60 ข้อ
3. ค่าดัชนีสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามวัดความตระหนักในการรู้คิด จำนวน 80 ข้อ
4. ตารางค่าความยาก (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีของวิทนีย์และซาเบอร์ (Whitney and Sabers) เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
5. ตารางค่า $\sum X_i$, ค่า $\sum X_i^2$ และค่า σ_i^2 ในการหาค่าความเชื่อมั่น (α -coefficient) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
6. ตารางค่าความยาก (p) , ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
7. ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายชื่อของแบบสอบถามวัดความตระหนักในการรู้คิด และค่าความเชื่อมั่น

ตาราง 8 ค่าดัชนีสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบสอบกับจุดประสงค์ (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ จำนวน 16 ข้อ

ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			IOC	การพิจารณา
	1	2	3		
1	1	1	1	1	ใช้ได้
2	1	1	1	1	ใช้ได้
3	1	1	1	1	ใช้ได้
4	1	1	1	1	ใช้ได้
5	1	1	1	1	ใช้ได้
6	1	1	1	1	ใช้ได้
7	1	1	1	1	ใช้ได้
8	1	1	1	1	ใช้ได้
9	1	1	1	1	ใช้ได้
10	0	1	1	0.67	ใช้ได้
11	1	1	1	1	ใช้ได้
12	0	1	1	0.67	ใช้ได้
13	1	1	1	1	ใช้ได้
14	1	1	1	1	ใช้ได้
15	1	1	1	1	ใช้ได้
16	0	1	1	0.67	ใช้ได้

ตาราง 9 ค่าดัชนีสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 60 ข้อ

ด้าน	ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			IOC	การพิจารณา
		1	2	3		
1. การนิยามปัญหา	1	1	1	1	1	ใช้ได้
	5	1	1	1	1	ใช้ได้
	9	1	1	1	1	ใช้ได้
	13	1	1	1	1	ใช้ได้
	17	1	1	1	1	ใช้ได้
	21	1	1	1	1	ใช้ได้
	25	1	1	1	1	ใช้ได้
	29	1	1	1	1	ใช้ได้
	33	1	1	1	1	ใช้ได้
	37	1	1	1	1	ใช้ได้
	41	1	1	1	1	ใช้ได้
	45	1	1	1	1	ใช้ได้
	49	1	1	1	1	ใช้ได้
	53	1	1	1	1	ใช้ได้
57	1	1	1	1	ใช้ได้	

ตาราง 9 (ต่อ)

ด้าน	ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			IOC	การพิจารณา
		1	2	3		
2. การตัดสินใจข้อมูล	2	1	1	1	1	ใช้ได้
	6	1	1	1	1	ใช้ได้
	10	1	1	1	1	ใช้ได้
	14	1	1	1	1	ใช้ได้
	18	1	1	1	1	ใช้ได้
	22	1	1	1	1	ใช้ได้
	26	1	1	1	1	ใช้ได้
	30	1	1	1	1	ใช้ได้
	34	1	1	1	1	ใช้ได้
	38	1	1	1	1	ใช้ได้
	42	1	1	1	1	ใช้ได้
	46	1	1	1	1	ใช้ได้
	50	1	1	1	1	ใช้ได้
	54	1	1	1	1	ใช้ได้
58	1	1	1	1	ใช้ได้	

ตาราง 9 (ต่อ)

ด้าน	ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			IOC	การพิจารณา
		1	2	3		
3. การระบุสมมติฐาน	3	1	1	1	1	ใช้ได้
	7	1	1	1	1	ใช้ได้
	11	1	1	1	1	ใช้ได้
	15	1	1	1	1	ใช้ได้
	19	1	1	1	1	ใช้ได้
	23	1	1	1	1	ใช้ได้
	27	1	1	1	1	ใช้ได้
	31	1	1	1	1	ใช้ได้
	35	1	1	1	1	ใช้ได้
	39	1	1	1	1	ใช้ได้
	43	1	1	1	1	ใช้ได้
	47	1	1	1	1	ใช้ได้
	51	1	1	1	1	ใช้ได้
	55	1	1	1	1	ใช้ได้
59	1	1	1	1	ใช้ได้	

ตาราง 9 (ต่อ)

ด้าน	ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			IOC	การพิจารณา
		1	2	3		
4. การสรุปอ้างอิง	4	1	1	1	1	ใช้ได้
	8	1	1	1	1	ใช้ได้
	12	1	1	1	1	ใช้ได้
	16	1	1	1	1	ใช้ได้
	20	1	1	1	1	ใช้ได้
	24	1	1	1	1	ใช้ได้
	28	1	1	1	1	ใช้ได้
	32	1	1	1	1	ใช้ได้
	36	1	1	1	1	ใช้ได้
	40	1	1	1	1	ใช้ได้
	44	1	1	1	1	ใช้ได้
	48	1	1	1	1	ใช้ได้
	52	1	1	1	1	ใช้ได้
	56	1	1	1	1	ใช้ได้
	60	1	1	1	1	ใช้ได้

ตาราง 10 ค่าดัชนีสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามวัดความตระหนักในการรู้คิด จำนวน 80 ข้อ

ความตระหนักในการรู้ คิด	ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			IOC	การพิจารณา
		1	2	3		
1. การตระหนักรู้	1	1	1	1	1	ใช้ได้
	2	1	1	1	1	ใช้ได้
	3	1	1	1	1	ใช้ได้
	4	1	1	1	1	ใช้ได้
	5	1	1	1	1	ใช้ได้
	6	1	0	1	0.67	ใช้ได้
	7	1	1	1	1	ใช้ได้
	8	0	1	1	0.67	ใช้ได้
	9	1	1	1	1	ใช้ได้
	10	1	1	1	1	ใช้ได้
	11	1	1	1	1	ใช้ได้
	12	1	1	1	1	ใช้ได้
	13	0	1	1	0.67	ใช้ได้
	14	1	1	1	1	ใช้ได้
	15	1	1	1	1	ใช้ได้
	16	1	1	1	1	ใช้ได้
	17	1	1	1	1	ใช้ได้
	18	1	0	1	0.67	ใช้ได้
	19	1	1	1	1	ใช้ได้
	20	1	1	1	1	ใช้ได้

ตาราง 10 (ต่อ)

ความตระหนักในการรู้ คิด	ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			IOC	การพิจารณา
		1	2	3		
2. ยุทธวิธีทางความคิด	21	1	0	1	0.67	ใช้ได้
	22	1	1	1	1	ใช้ได้
	23	1	1	1	1	ใช้ได้
	24	1	1	0	0.67	ใช้ได้
	25	1	0	1	0.67	ใช้ได้
	26	1	1	1	1	ใช้ได้
	27	1	1	1	1	ใช้ได้
	28	1	1	1	1	ใช้ได้
	29	1	0	1	0.67	ใช้ได้
	30	0	1	1	0.67	ใช้ได้
	31	1	1	1	1	ใช้ได้
	32	1	1	1	1	ใช้ได้
	33	1	1	1	1	ใช้ได้
	34	1	1	1	1	ใช้ได้
	35	1	1	1	1	ใช้ได้
	36	1	1	1	1	ใช้ได้
	37	1	0	1	0.67	ใช้ได้
	38	1	0	1	0.67	ใช้ได้
	39	1	1	1	1	ใช้ได้
	40	1	1	0	0.67	ใช้ได้

ตาราง 10 (ต่อ)

ความตระหนักในการรู้ คิด	ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			IOC	การพิจารณา
		1	2	3		
3. การวางแผน	41	1	1	1	1	ใช้ได้
	42	1	0	1	0.33	ตัดทิ้ง
	43	1	1	1	1	ใช้ได้
	44	1	1	0	0.67	ใช้ได้
	45	1	0	1	0.67	ใช้ได้
	46	1	0	1	0.67	ใช้ได้
	47	1	1	1	1	ใช้ได้
	48	1	1	1	1	ใช้ได้
	49	1	1	1	1	ใช้ได้
	50	1	1	0	0.67	ใช้ได้
	51	1	1	1	1	ใช้ได้
	52	1	1	1	1	ใช้ได้
	53	1	1	1	1	ใช้ได้
	54	1	1	0	0.67	ใช้ได้
	55	1	1	1	1	ใช้ได้
	56	1	0	1	0.67	ใช้ได้
	57	1	1	1	1	ใช้ได้
	58	1	1	1	1	ใช้ได้
	59	1	1	1	1	ใช้ได้
	60	1	0	1	0.67	ใช้ได้

ตาราง 10 (ต่อ)

ความตระหนักในการรู้ คิด	ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			IOC	การพิจารณา
		1	2	3		
4. การตรวจสอบตนเอง	61	0	1	1	0.67	ใช้ได้
	62	1	1	1	1	ใช้ได้
	63	1	1	1	1	ใช้ได้
	64	0	1	1	0.67	ใช้ได้
	65	1	1	1	1	ใช้ได้
	66	1	1	1	1	ใช้ได้
	67	1	1	1	1	ใช้ได้
	68	1	0	1	0.67	ใช้ได้
	69	1	1	1	1	ใช้ได้
	70	0	1	1	0.67	ใช้ได้
	71	1	1	1	1	ใช้ได้
	72	1	1	1	1	ใช้ได้
	73	1	1	1	1	ใช้ได้
	74	1	1	1	1	ใช้ได้
	75	1	0	1	0.67	ใช้ได้
	76	1	1	1	1	ใช้ได้
	77	1	1	1	1	ใช้ได้
	78	1	1	1	1	ใช้ได้
	79	1	1	0	0.67	ใช้ได้
	80	1	1	1	1	ใช้ได้

ตาราง 11 ค่าความยาก (P_E) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
คณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ จำนวน 16 ข้อ

ข้อที่	P_E	D	การพิจารณา
1	0.39	0.55	ตัดทิ้ง
2	0.61	0.79	คัดเลือกไว้
3	0.78	0.42	คัดเลือกไว้
4	0.44	0.63	คัดเลือกไว้
5	0.36	0.57	ตัดทิ้ง
6	0.63	0.75	คัดเลือกไว้
7	0.56	0.88	คัดเลือกไว้
8	0.48	0.70	ตัดทิ้ง
9	0.54	0.42	คัดเลือกไว้
10	0.62	0.71	ตัดทิ้ง
11	0.56	0.71	คัดเลือกไว้
12	0.56	0.76	ตัดทิ้ง
13	0.59	0.81	คัดเลือกไว้
14	0.46	0.75	ตัดทิ้ง
15	0.70	0.56	ตัดทิ้ง
16	0.62	0.71	ตัดทิ้ง

ตาราง 12 ค่า $\sum X_i$, ค่า $\sum X_i^2$ และค่า σ_i^2 ในการหาค่าความเชื่อมั่น (α -coefficient) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ จำนวน 8 ข้อ

ข้อที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$	σ_i^2
1	209	521	0.84
2	211	533	0.88
3	206	510	0.85
4	214	560	1.02
5	192	356	0.19
6	182	360	0.27
7	200	496	0.96
8	196	456	0.72

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach)

จากตาราง จะได้ $k = 8$; $\sum \sigma_i^2 = 5.73$ และ $\sigma_t^2 = 14.84$

$$\text{ดังนั้น} \quad \alpha = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_t^2} \right\}$$

เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
 k แทน จำนวนข้อในแบบสอบถาม
 σ_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
 σ_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนของเครื่องมือทั้งฉบับ

$$= \frac{8}{8-1} \left\{ 1 - \frac{5.73}{14.87} \right\}$$

$$= 0.71$$

ตาราง 13 ค่าความยาก (p) , ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่าง
มีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ด้าน	ข้อที่	p	r	การพิจารณา
1. การนิยามปัญหา	1	0.35	0.55	ตัดทิ้ง
	5	0.25	0.68	ตัดทิ้ง
	9	0.50	0.43	คัดเลือกไว้
	13	0.55	0.41	คัดเลือกไว้
	17	0.45	0.51	คัดเลือกไว้
	21	0.40	0.35	คัดเลือกไว้
	25	0.70	0.34	คัดเลือกไว้
	29	0.60	0.32	คัดเลือกไว้
	33	0.50	0.31	คัดเลือกไว้
	37	0.30	0.46	ตัดทิ้ง
	41	0.65	0.60	คัดเลือกไว้
	45	0.55	0.46	คัดเลือกไว้
	49	0.75	0.59	คัดเลือกไว้
	53	0.35	0.28	ตัดทิ้ง
	57	0.30	0.31	ตัดทิ้ง

ตาราง 13 (ต่อ)

ด้าน	ข้อที่	p	r	การพิจารณา
2. การตัดสินใจข้อมูล	2	0.30	0.25	ตัดทิ้ง
	6	0.30	0.60	ตัดทิ้ง
	10	0.40	0.26	คัดเลือกไว้
	14	0.75	0.41	คัดเลือกไว้
	18	0.70	0.58	คัดเลือกไว้
	22	0.60	0.48	คัดเลือกไว้
	26	0.55	0.71	คัดเลือกไว้
	30	0.60	0.59	คัดเลือกไว้
	34	0.60	0.65	คัดเลือกไว้
	38	0.25	0.52	ตัดทิ้ง
	42	0.70	0.44	คัดเลือกไว้
	46	0.55	0.57	คัดเลือกไว้
	50	0.45	0.43	คัดเลือกไว้
	54	0.25	0.32	ตัดทิ้ง
	58	0.30	0.48	ตัดทิ้ง

ตาราง 13 (ต่อ)

ด้าน	ข้อที่	p	r	การพิจารณา
3. การระบุสมมติฐาน	3	0.30	0.41	ตัดทิ้ง
	7	0.35	0.49	ตัดทิ้ง
	11	0.50	0.41	คัดเลือกไว้
	15	0.50	0.29	คัดเลือกไว้
	19	0.60	0.39	คัดเลือกไว้
	23	0.45	0.39	คัดเลือกไว้
	27	0.40	0.50	คัดเลือกไว้
	31	0.45	0.52	คัดเลือกไว้
	35	0.40	0.43	คัดเลือกไว้
	39	0.30	0.59	ตัดทิ้ง
	43	0.45	0.52	คัดเลือกไว้
	47	0.40	0.43	คัดเลือกไว้
	51	0.60	0.42	คัดเลือกไว้
	55	0.20	0.47	ตัดทิ้ง
	59	0.35	0.60	ตัดทิ้ง

ตาราง 13 (ต่อ)

ด้าน	ข้อที่	p	r	การพิจารณา
4. การสรุปอ้างอิง	4	0.25	0.31	ตัดทิ้ง
	8	0.30	0.47	ตัดทิ้ง
	12	0.75	0.23	คัดเลือกไว้
	16	0.65	0.45	คัดเลือกไว้
	20	0.60	0.66	คัดเลือกไว้
	24	0.50	0.40	คัดเลือกไว้
	28	0.70	0.36	คัดเลือกไว้
	32	0.40	0.58	คัดเลือกไว้
	36	0.65	0.38	คัดเลือกไว้
	40	0.25	0.53	ตัดทิ้ง
	44	0.40	0.40	คัดเลือกไว้
	48	0.60	0.67	คัดเลือกไว้
	52	0.45	0.70	คัดเลือกไว้
	56	0.30	0.83	ตัดทิ้ง
	60	0.40	0.28	ตัดทิ้ง

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้งหมด $\alpha = 0.92$

ตาราง 14 ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายชื่อของแบบสอบถามวัดความตระหนักในการรู้คิด และค่าความเชื่อมั่น

ด้าน	ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก	การพิจารณา
1. การตระหนักรู้	1	2.36	คัดเลือกไว้
	2	2.23	ตัดทิ้ง
	3	3.10	คัดเลือกไว้
	4	2.97	คัดเลือกไว้
	5	1.48	ตัดทิ้ง
	6	1.62	ตัดทิ้ง
	7	1.89	ตัดทิ้ง
	8	3.02	คัดเลือกไว้
	9	0.99	ตัดทิ้ง
	10	2.11	ตัดทิ้ง
	11	0.99	ตัดทิ้ง
	12	3.20	คัดเลือกไว้
	13	3.94	คัดเลือกไว้
	14	1.57	ตัดทิ้ง
	15	3.71	คัดเลือกไว้
	16	3.89	คัดเลือกไว้
	17	3.23	คัดเลือกไว้
	18	4.39	คัดเลือกไว้
	19	0.94	ตัดทิ้ง
	20	0.24	ตัดทิ้ง

ตาราง 14 (ต่อ)

ด้าน	ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก	การพิจารณา
2. ยุทธวิธีทางความคิด	21	2.19	คัดเลือกไว้
	22	3.62	คัดเลือกไว้
	23	2.10	ตัดทิ้ง
	24	4.20	คัดเลือกไว้
	25	3.93	คัดเลือกไว้
	26	3.76	คัดเลือกไว้
	27	2.10	คัดเลือกไว้
	28	1.89	ตัดทิ้ง
	29	3.37	คัดเลือกไว้
	30	2.37	คัดเลือกไว้
	31	2.88	คัดเลือกไว้
	32	3.11	คัดเลือกไว้
	33	-0.05	ตัดทิ้ง
	34	0.58	ตัดทิ้ง
	35	0.60	ตัดทิ้ง
	36	1.59	ตัดทิ้ง
	37	-0.16	ตัดทิ้ง
	38	-0.65	ตัดทิ้ง
	39	1.97	ตัดทิ้ง
	40	1.25	ตัดทิ้ง

ตาราง 14 (ต่อ)

ด้าน	ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก	การพิจารณา
3. การวางแผน	41	-0.25	ตัดทิ้ง
	42	2.04	คัดเลือกไว้
	43	2.61	คัดเลือกไว้
	44	0.64	ตัดทิ้ง
	45	2.84	คัดเลือกไว้
	46	2.43	คัดเลือกไว้
	47	1.84	ตัดทิ้ง
	48	1.52	ตัดทิ้ง
	49	0.69	ตัดทิ้ง
	50	1.68	ตัดทิ้ง
	51	-0.07	ตัดทิ้ง
	52	1.59	ตัดทิ้ง
	53	2.44	คัดเลือกไว้
	54	2.70	คัดเลือกไว้
	55	2.94	คัดเลือกไว้
	56	2.82	คัดเลือกไว้
	57	-1.53	ตัดทิ้ง
	58	3.62	คัดเลือกไว้
	59	2.87	คัดเลือกไว้
	60	0.04	ตัดทิ้ง

ตาราง 14 (ต่อ)

ด้าน	ข้อ	ค่าอำนาจจำแนก	การพิจารณา
4. การตรวจสอบตนเอง	61	4.71	คัดเลือกไว้
	62	0.65	ตัดทิ้ง
	63	4.44	คัดเลือกไว้
	64	5.76	คัดเลือกไว้
	65	2.54	ตัดทิ้ง
	66	3.59	คัดเลือกไว้
	67	1.67	ตัดทิ้ง
	68	4.57	คัดเลือกไว้
	69	1.13	ตัดทิ้ง
	70	3.08	คัดเลือกไว้
	71	2.16	ตัดทิ้ง
	72	0.88	ตัดทิ้ง
	73	2.17	ตัดทิ้ง
	74	2.42	ตัดทิ้ง
	75	2.70	คัดเลือกไว้
	76	1.67	ตัดทิ้ง
	77	3.03	คัดเลือกไว้
	78	1.56	ตัดทิ้ง
	79	4.42	คัดเลือกไว้
	80	4.72	คัดเลือกไว้

ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามวัดความตระหนักในการรู้คิดทั้งฉบับ = 0.94

ภาคผนวก ข

1. ตารางคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Sample
2. ตารางคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา โดยใช้สถิติ t-test for One Sample
3. ตารางคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Sample
4. ตารางคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา โดยใช้สถิติ t-test for One Sample
5. ตารางคะแนนวัดความตระหนักในการรู้คิดของนักเรียน ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Sample

ตาราง 15 คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา (คะแนนเต็ม 40 คะแนน)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	D	D ²
1	18	29	11	121
2	21	30	9	81
3	15	28	13	169
4	25	31	6	36
5	24	36	12	144
6	19	30	11	121
7	21	33	12	144
8	26	34	8	64
9	13	29	16	256
10	20	33	13	169
11	26	35	9	81
12	22	34	12	144
13	19	32	13	169
14	22	30	8	64
15	20	30	10	100
16	19	27	8	64
17	21	31	10	100
18	25	36	11	121
19	19	28	9	81
20	19	32	13	169
21	20	29	9	81
22	21	35	14	196
23	18	32	14	196
24	17	30	13	169
25	20	30	10	100
26	21	34	13	169
27	24	33	9	81

ตาราง 15 (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	D	D ²
28	17	29	12	144
29	24	33	9	81
30	27	36	9	81
31	20	32	12	144
32	20	31	11	121
33	18	29	11	121
34	22	30	8	64
			$\sum D = 368$	$\sum D^2 = 4,146$

การวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสากัจฉา สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 คือ t - test for Dependent Sample

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

$$t = \frac{368}{\sqrt{\frac{34(4,146) - (368)^2}{34 - 1}}}$$

$$t = \frac{368}{\sqrt{\frac{140,964 - 135,424}{33}}}$$

$$t = \frac{368}{12.96}$$

$$t = 24.40$$

(เปิดตาราง จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t ที่ระดับนัยสำคัญ .01 เมื่อ $df = 34 - 1 = 33$ และจากการเทียบจะได้ค่า $t = 2.46$)

ตาราง 16 คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (X) ของนักเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมชาติศึกษา (คะแนนเต็ม 40 คะแนน)

คนที่	คะแนนหลังเรียน (X)	X ²
1	29	841
2	30	900
3	28	784
4	31	961
5	36	1,296
6	30	900
7	33	1,089
8	34	1,156
9	29	841
10	33	1,089
11	35	1,225
12	34	1,156
13	32	1,024
14	30	900
15	30	900
16	27	729
17	31	961
18	36	1,296
19	28	784
20	32	1,024
21	29	841
22	35	1,225
23	32	1,024
24	30	900
25	30	900
26	34	1,156
27	33	1,089

ตาราง 16 (ต่อ)

คนที่	คะแนนหลังเรียน (X)	X ²
28	29	841
29	33	1,089
30	36	1,296
31	32	1,024
32	31	961
33	29	841
34	30	900
	$\sum X = 1,071$	$\sum X^2 = 34,967$

ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา

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

$$\bar{X} = \frac{1,071}{34}$$

$$\bar{X} = 31.50$$

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภา์จณา

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

$$S = \sqrt{\frac{34(34,967) - (1,071)^2}{34(34-1)}}$$

$$S = \sqrt{\frac{1,188,878 - 1,147,041}{1,122}}$$

$$S = 6.11$$

การวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภา์จณา สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 คือ t - test for One Sample

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{N}}} ; \quad df = n - 1$$

$$t = \frac{31.50 - 28}{\frac{6.11}{\sqrt{34}}}$$

$$t = \frac{3.50}{1.05}$$

$$t = 3.33$$

(เปิดตาราง จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t ที่ระดับนัยสำคัญ .01 เมื่อ $df = 34 - 1 = 33$ และจากการเทียบจะได้ค่า $t = 2.46$)

ตาราง 17 คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ก่อนและหลังได้รับการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภา์จจา (คะแนนเต็ม 40 คะแนน)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	D	D ²
1	19	30	11	121
2	19	28	9	81
3	16	27	11	121
4	17	29	12	144
5	25	32	7	49
6	19	29	9	81
7	24	30	6	36
8	21	31	10	100
9	16	28	12	144
10	20	30	10	100
11	27	34	7	49
12	22	31	9	81
13	26	33	7	49
14	15	28	13	169
15	17	29	12	144
16	17	26	9	81
17	17	31	14	196
18	23	34	11	121
19	17	29	12	144
20	22	30	8	64
21	19	28	9	81
22	21	33	12	144
23	18	32	14	196
24	19	31	12	144
25	20	33	13	169
26	24	33	9	81
27	21	31	10	100

ตาราง 17 (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	D	D ²
28	17	29	12	144
29	18	32	14	196
30	23	35	12	144
31	22	30	8	64
32	15	31	16	256
33	19	30	11	121
34	21	33	12	144
			$\sum D = 363$	$\sum D^2 = 4,059$

การวิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสากัจฉา สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3 คือ t - test for Dependent Sample

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

$$t = \frac{363}{\sqrt{\frac{34(4,059) - (363)^2}{34 - 1}}}$$

$$t = \frac{363}{\sqrt{\frac{138,006 - 131,769}{33}}}$$

$$t = \frac{363}{13.75}$$

$$t = 26.40$$

(เปิดตาราง จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t ที่ระดับนัยสำคัญ .01 เมื่อ $df = 34 - 1 = 33$ และจากการเทียบจะได้ค่า $t = 2.46$)

ตาราง 18 คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา (คะแนนเต็ม 40 คะแนน)

คนที่	คะแนนหลังเรียน (X)	X^2
1	30	900
2	28	784
3	27	729
4	29	841
5	32	1,024
6	29	841
7	30	900
8	31	961
9	28	784
10	30	900
11	34	1,156
12	31	961
13	33	1,089
14	28	784
15	29	841
16	26	676
17	31	961
18	34	1,156
19	29	841
20	30	900
21	28	784
22	33	1,089
23	32	1,024
24	31	961
25	33	1,089
26	33	1,089
27	31	961

ตาราง 18 (ต่อ)

คนที่	คะแนนหลังเรียน (X)	X ²
28	29	841
29	32	1,024
30	35	1,225
31	30	900
32	31	961
33	30	900
34	33	1,089
	$\sum X = 1,040$	$\sum X^2 = 31,966$

ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา

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

$$\bar{X} = \frac{1,040}{34}$$

$$\bar{X} = 30.59$$

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสากัจฉา

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

$$S = \sqrt{\frac{34(31,966) - (1,040)^2}{34(34 - 1)}}$$

$$S = \sqrt{\frac{1,086,844 - 1,081,600}{1,122}}$$

$$S = 2.16$$

การวิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสากัจฉา สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 4 คือ t – test for One Sample

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{N}}} ; \quad df = n - 1$$

$$t = \frac{30.59 - 28}{\frac{2.16}{\sqrt{34}}}$$

$$t = \frac{2.59}{0.37}$$

$$t = 7.00$$

(เปิดตาราง จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t ที่ระดับนัยสำคัญ .01 เมื่อ $df = 34 - 1 = 33$ และจากการเทียบจะได้ค่า $t = 2.46$)

ตาราง 19 คะแนนวัดความตระหนักในการรู้คิดของนักเรียน ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา (คะแนนเต็ม 200 คะแนน)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	D	D ²
1	136	161	25	625
2	151	173	22	484
3	148	168	20	400
4	139	164	25	625
5	146	172	26	676
6	154	179	25	625
7	167	182	15	225
8	138	160	22	484
9	146	174	28	784
10	159	173	14	196
11	161	184	23	529
12	135	163	28	784
13	148	172	24	576
14	146	167	21	441
15	157	178	21	441
16	149	173	24	576
17	126	183	14	196
18	170	188	18	324
19	147	167	20	400
20	156	175	19	361
21	144	166	22	484
22	143	164	21	441
23	165	176	11	121
24	161	181	20	400
25	167	180	13	169
26	159	173	14	196
27	128	176	17	289

ตาราง 19 (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	D	D ²
28	156	179	23	529
29	151	184	33	1,089
30	148	163	15	225
31	169	181	12	144
32	157	177	20	400
33	151	183	32	1,024
34	162	184	22	484
			$\sum D = 709$	$\sum D^2 = 15,747$

การวิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบธรรมสากัจฉา สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 5 คือ t - test for Dependent Sample

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

$$t = \frac{709}{\sqrt{\frac{34(15,747) - (709)^2}{34 - 1}}}$$

$$t = \frac{709}{\sqrt{\frac{535,398 - 502,681}{33}}}$$

$$t = \frac{709}{31.49}$$

$$t = 22.52$$

(เปิดตาราง จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t ที่ระดับนัยสำคัญ .01 เมื่อ $df = 34 - 1 = 33$ และจากการเทียบจะได้ค่า $t = 2.46$)

ภาคผนวก ค

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (แบบอัตนัย) เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (แบบปรนัย)
3. แบบสอบถามวัดความตระหนักในการรู้คิด
4. ตัวอย่าง แผนการจัดการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
จำนวน 8 ข้อ คะแนนเต็ม 40 คะแนน เวลา 1 คาบ

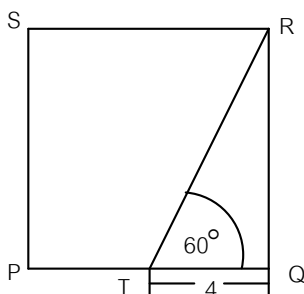
ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

คำสั่ง ให้นักเรียนแสดงวิธีทำอย่างละเอียดทุกข้อ

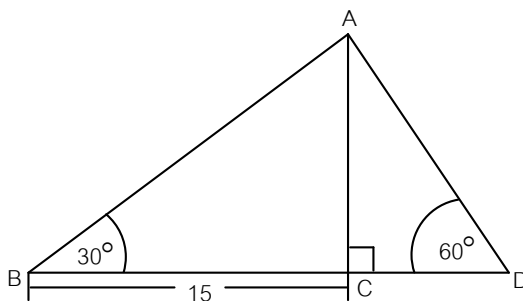
ข้อที่ 1 ถ้า $x \tan^2 60^\circ - 4x \cos 60^\circ + \cot^2 45^\circ = 2$ แล้ว $4x + 3$ มีค่าเท่าใด

ข้อที่ 2 ถ้า $\cot A = \frac{12}{5}$ แล้ว $\frac{4\sin A - \cos A}{2\sin A + \cos A}$ มีค่าเท่าไร

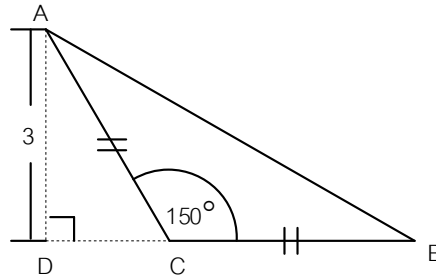
ข้อที่ 3 กำหนด T เป็นจุดบนด้าน PQ ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส PQRS ดังรูป ถ้า TQ มีความยาว 4 หน่วย และมุม RTQ มีขนาด 60 องศา แล้วสี่เหลี่ยม PQRS มีพื้นที่กี่ตารางหน่วย



ข้อที่ 4 กำหนดรูปสามเหลี่ยม ABD ซึ่งมีมุม ABD และมุม ADB มีขนาด 30 และ 60 องศาตามลำดับ ดังรูป และด้าน AC ตั้งฉากกับด้าน BD โดยที่ BC ยาว 15 หน่วย จงหาพื้นที่ของสามเหลี่ยม ABD



ข้อที่ 5 กำหนดให้ ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว โดยที่ $\hat{ACB} = 150^\circ$ และ $AC = BC$ ลากเส้นจาก A มาตั้งฉากกับส่วนที่ต่อออกไปของ BC ที่จุด D ถ้า AD ยาว 3 หน่วยแล้ว จงหาความยาวของเส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยม ABC (กำหนดให้ $\sin 15^\circ = 0.259$, $\cos 15^\circ = 0.966$ และ $\tan 15^\circ = 0.268$)



ข้อที่ 6 กำหนดให้ ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมที่มีมุม B เป็นมุมฉาก มุม A มีขนาด 30 องศา และมีพื้นที่ $24\sqrt{3}$ ตารางหน่วย จงหาความยาวของด้าน AB

ข้อที่ 7 เครื่องบินลำหนึ่งอยู่เหนือระดับน้ำทะเล 2,800 เมตร มองเห็นเรือสองลำที่ตำแหน่ง A และ B ในแนวเดียวกัน เป็นมุมก้ม 45° และ 60° ตามลำดับ จงหาว่าเรือสองลำนี้อยู่ห่างกันเท่าใด

ข้อที่ 8 ไกรสีห์ยืนอยู่บนพื้นดิน ณ จุดๆหนึ่งมองเห็นยอดตึกเป็นมุมเงย 30 องศา เมื่อเขาเดินเข้ามาใกล้ตึกเป็นระยะทาง 60 ฟุต เขาจะเห็นมุมเงยของยอดตึกเป็น 60 องศา อยากทราบว่าตึกนี้มีความสูงเท่าไร

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนเขียนชื่อ-สกุล ลงในกระดาษคำตอบ ตรงกับช่องว่างที่กำหนดให้อย่างชัดเจน
2. แบบทดสอบฉบับนี้ ประกอบด้วย บทความจำนวน 10 บทความ แต่ละบทความประกอบด้วยคำถามจำนวน 4 ข้อ รวมทั้งสิ้น 40 ข้อ คะแนนเต็ม 40 คะแนน ใช้เวลา 50 นาที
3. ให้นักเรียนอ่านบทความที่ 1-10 และพิจารณาข้อคำถามในแต่ละสถานการณ์ แล้วพิจารณาเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว และเขียนเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ
4. ในกรณีต้องการเปลี่ยนคำตอบ ให้นักเรียนลบให้สะอาด หรือ ขีดเส้นทับเครื่องหมายเดิม แล้วเขียนเครื่องหมายใหม่ให้ชัดเจน
5. ห้ามขีดเขียน หรือทำเครื่องหมายใดๆ ลงในข้อสอบ

บทความที่ 1 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 1 – 4

ในปี พ.ศ.2547 Peter Gordon นักจิตวิทยาจากมหาวิทยาลัยโคลัมเบียได้ทำการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างเลขคณิต (Arithmetic) กับภาษา เขาได้ศึกษาชนพื้นเมืองจากกลุ่มแม่น้ำอเมซอนเผ่า Pirah ซึ่งภาษาของชนเผ่านี้มีคำแทนจำนวน “หนึ่ง” และ “สอง” เท่านั้น สำหรับจำนวนที่มีค่ามากกว่านั้นจะเรียกว่า “หลาย” สิ่งที่ Peter Gordon ได้พบก็คือ ชนเผ่านี้ไม่สามารถนับจำนวนที่มากกว่าสามได้ ผลการทดลองดังกล่าวสนับสนุน Sapir – Whorf Hypothesis ที่ว่า ทุก ๆ ความคิดต้องมีภาษาเป็นพื้นฐาน กล่าวคือ ถ้าไม่รู้ภาษาเกี่ยวกับเรื่องใด ก็จะไม่สามารถคิดเกี่ยวกับเรื่องนั้นได้

ที่มา : โกสุม กรีทอง. (2548, กันยายน – ตุลาคม). คณิตศาสตร์กับภาษา. วารสารการศึกษา วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี 33(138): 60.

1. ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับบทความนี้มากที่สุดคือข้อใด
 - ก. การไม่รู้ภาษาเขียน
 - ข. การไม่มีภาษาใช้แทนจำนวน
 - ค. การไม่มีภาษาใช้แทนจำนวนที่มากกว่าสอง
 - ง. การไม่รู้ภาษาจะไม่สามารถสื่อสารทางความคิดได้

2. ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อคิดเห็น
 - ก. ภาษาของชนเผ่า Pirah มีคำแทนจำนวน “หนึ่ง” และ “สอง”
 - ข. ชนเผ่า Pirah ไม่สามารถนับจำนวนที่มากกว่าสามได้
 - ค. ทุก ๆ ความคิดต้องมีภาษาเป็นพื้นฐาน
 - ง. ถ้าไม่รู้ภาษาเกี่ยวกับเรื่องใด ก็จะไม่สามารถคิดเกี่ยวกับเรื่องนั้นได้

3. สมมติฐานใดเหมาะสมกับบทความนี้มากที่สุด
 - ก. ชนเผ่า Pirah จะสามารถนับจำนวนที่มากกว่าสามได้ เมื่อรู้จักคำที่ใช้แทนจำนวน
 - ข. ภาษาสะท้อนให้เห็นวิถีชีวิตของชนเผ่า Pirah
 - ค. ถ้าชนเผ่า Pirah ไม่รู้ภาษาจะไม่สามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้
 - ง. ภาษาเป็นกุญแจสำคัญที่นำไปสู่การเรียนรู้ของชนเผ่า Pirah

4. จากบทความ สรุปได้ว่าอย่างไร

- ก. ถ้าไม่รู้ภาษา ก็ไม่สามารถคิดเลขได้
- ข. ถ้าไม่รู้ภาษา ก็สามารถคิดเลขได้
- ค. ถ้าไม่รู้ภาษา ก็ไม่สามารถแสดงความคิดเกี่ยวกับเรื่องนั้นๆได้
- ง. ถ้าไม่รู้ภาษา ก็สามารถแสดงความคิดเกี่ยวกับเรื่องนั้นๆได้

บทความที่ 2 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 5 – 8

โดยธรรมชาติมดจะเดินทางโดยเส้นทางที่กำหนดไว้ด้วยฟีโรโมน เส้นทางที่ว่าแตกแขนงออกเป็นหลายแยก หลายสาย คำถามก็คือ มดหาทางกลับรังถูกได้อย่างไร มดเคยหลงทางบ้างหรือไม่ และผู้ที่สามารถให้คำตอบได้ก็คือ คณะนักวิจัยจากมหาวิทยาลัยเซฟฟิลด์ (University of Sheffield) สหราชอาณาจักร Duncan Jackson และคณะได้ทำการศึกษาพฤติกรรมของมดและตั้งข้อสังเกตว่า มด สปีชีส์ *Monomorium pharaonis* และแมลงที่กัดกินใบหลายสปีชีส์สร้างทางเดินออกจากรัง โดยแต่ละเส้นทางที่แตกแขนงออกไปนั้นทำมุมระหว่าง 50 – 60 องศา ในการเดินทางกลับรัง เมื่อมดพบทางแยก มันจะเลือกทางที่เบี่ยงน้อยที่สุด คณะของ Duncan ได้ทำการทดลองให้มดเดินทางในเส้นทางจำลองที่คณะของเขาสร้างขึ้น โดยกำหนดให้แต่ละเส้นทางมีทางแยกแตกแขนงออกไปโดยทำมุมขนาดต่าง ๆ กัน แล้วสังเกตว่ามดจะหาทางกลับรังถูกหรือไม่ ผลการทดลองพบว่า มุมที่ดีที่สุดสำหรับมดก็คือ 60 องศา เมื่อเพิ่มขนาดของมุมจาก 60 องศาไปจนถึง 120 องศา โอกาสที่มดจะกลับรังถูกยิ่งน้อยลง

ที่มา : โกลุม กรีทอง. (2548, มีนาคม – เมษายน). มุมมดๆ. วารสารการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี 33(135): 56.

5. บทความนี้กล่าวถึงเรื่องอะไร

- ก. ฟีโรโมน
- ข. มด
- ค. ทางเดินของมด
- ง. มุมองศาที่ดีที่สุดสำหรับมด

6. ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อเท็จจริง

- ก. โดยธรรมชาติมดจะเดินทางโดยเส้นทางที่กำหนดไว้ด้วยฟีโรโมน
- ข. มดหาทางกลับรังถูกได้อย่างไร
- ค. มดเคยหลงทางบ้างหรือไม่
- ง. มดสปีชีส์ *Monomorium pharaonis* และแมลงที่กัดกินใบหลายสปีชีส์สร้างทางเดินออกจากรัง

7. สมมติฐานในข้อใดน่าเชื่อถือมากที่สุด

- ก. มดเดินทางกลับรังโดยใช้ฟีโรโมน
- ข. มดจะสร้างทางเดินออกจากรังให้มีเส้นทางน้อยที่สุด
- ค. ทางเบี่ยงของมดยิ่งมากมดยิ่งเดินทางกลับรังได้มากขึ้น
- ง. เส้นทางเดินของมดจะแตกออกเป็นหลายสายโดยทำมุมขนาดเท่า ๆ กัน

8. ข้อสรุปใดถูกต้อง

- ก. ทางเดินของมดจะแตกออกไปหลายแขนงโดยทำมุมขนาดเท่า ๆ กัน
- ข. มุมทางเดินที่ดีที่สุดสำหรับมดคือมุมแหลม
- ค. เมื่อมุมทางเดินของมดเพิ่มมากขึ้นมดจะเดินทางกลับรังถูกได้มากขึ้น
- ง. มดสามารถเดินทางกลับรังได้โดยไม่จำเป็นต้องใช้ฟีโรโมน

บทความที่ 3 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 9 – 12

ทำไมพวกลูกกวาดหรือช็อกโกแลตบรรจุห่อที่วางขายตามร้านทั่วไปจึงไม่นิยมทำเป็นรูปทรงกลม (sphere) หากแต่นิยมทำเป็นรูปร่างที่ใกล้เคียงกับทรงกลมที่ถูกบีบข้าง (oblate spheroid) จากงานวิจัยล่าสุดพบว่า เมื่อนำทรงกลม (sphere) และทรงกลมที่ถูกบีบข้าง (oblate spheroid) ขนาดเท่ากันมาบรรจุหีบห่อทรงกลมที่ถูกบีบข้าง (oblate spheroid) จะประหยัดเนื้อที่ในการบรรจุถึง 4% ด้วยเหตุนี้เอง เจ้าเม็ด ช็อกโกแลตหลากสีเจ้าของสโลแกน “ละลายในปากแต่ไม่ละลายในมือ” จึงมีลักษณะเป็นเม็ดกลมแบนแทนที่จะเป็นเม็ดกลม ๆ เหมือนลูกบอล

ที่มา : โกลัม กรีทอง. (2547, มีนาคม – เมษายน). คณิตศาสตร์เบื้องหลังห่อขนม. วารสารการศึกษา วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี 32(129): 71.

9. ประเด็นสำคัญของบทความนี้คือข้อใด

- ก. รูปทรงของขนม
- ข. รูปทรงของบรรจุภัณฑ์
- ค. ช็อกโกแลต
- ง. วิธีการบรรจุผลิตภัณฑ์

10. จากสถานการณ์ ข้อความใดเป็นข้อเท็จจริง

- ก. ทำไมช็อกโกแลตบรรจุห่อที่วางขายตามร้านทั่วไปจึงไม่นิยมทำเป็นรูปทรงกลม (sphere)
- ข. หากแต่นิยมทำเป็นรูปร่างที่ใกล้เคียงกับทรงกลมที่ถูกบีบข้าง (oblate spheroid)
- ค. ทรงกลมที่ถูกบีบข้าง (oblate spheroid) จะประหยัดเนื้อที่ในการบรรจุได้ 4%
- ง. เจ้าเม็ดช็อกโกแลตหลากสีจึงมีลักษณะเป็นเม็ดกลมแบนแทนที่จะเป็นเม็ดกลม ๆ เหมือนลูกบอล

11. เหตุผลในข้อใดที่ทำให้ลูกกวาดหรือช็อกโกแลตมีลักษณะเป็นรูปทรงกลมที่ถูกบีบข้าง

- ก. ประหยัดเวลาในการบรรจุผลิตภัณฑ์
- ข. ประหยัดเนื้อที่ในบรรจุภัณฑ์
- ค. ประหยัดงบประมาณในการบรรจุผลิตภัณฑ์
- ง. ประหยัดผลิตภัณฑ์ในการบรรจุ

12. ข้อสรุปใดถูกต้องที่สุด

- ก. ซีอกโกแลตส่วนใหญ่มีรูปร่างเป็นทรงกลมที่ถูกบีบข้าง
- ข. ซีอกโกแลตรูปทรงกลมที่ถูกบีบข้างไม่นิยมนำมาใช้ในการผลิตสินค้า
- ค. ซีอกโกแลตรูปทรงกลมหรือทรงกลมที่ถูกบีบข้างช่วยประหยัดทรัพยากรได้ดีเท่ากัน
- ง. ซีอกโกแลตรูปทรงกลมที่ถูกบีบข้างช่วยประหยัดทรัพยากรได้มากกว่าซีอกโกแลตรูปทรงกลม

บทความที่ 4 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 13 – 16

จินตนาการ คือ กระบวนการคิดสร้างภาพในสิ่งที่ไม่เคยพบไม่เคยเห็น ไม่เคยทราบมาก่อนคล้ายกับการคาดเดา คาดหมายว่าสิ่งนั้นน่าจะเป็นอย่างไร เป็นการคิดในสิ่งแปลกใหม่ที่จะนำไปสู่กระบวนการสร้างสรรค์สิ่งใหม่

จินตนาการมีหลายลักษณะ อาจเป็นการเพ้อฝันที่เหนือจริงโดยไม่มีข้อมูล หลักฐานหรือเหตุและผลใด ๆ มาสนับสนุน หรือคิดฝันโดยมีหลักฐาน ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงเป็นฐาน แล้วอาศัยเหตุและผลมาประกอบ แม้จะยังไม่เป็นจริงในขณะนั้นแต่ก็อาจเป็นจริงได้ในอนาคต

จินตนาการจะมีคุณประโยชน์ต่อเมื่อ ได้มีความพยายามสร้างสรรค์จินตนาการให้เป็นจริงขึ้นมา จึงกล่าวได้ว่า จินตนาการเป็นหนทางที่จะนำไปสู่การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้เป็นอย่างดี

ที่มา : โกสุม กรีทอง. (2546, มกราคม – กุมภาพันธ์). จินตนาการ. วารสารการศึกษาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี 31(122): 67.

13. จากบทความ กล่าวถึงการคิดลักษณะใดเป็นสำคัญ

- ก. การคิดสร้างสรรค์
- ข. การคิดทบทวน
- ค. การคิดเพ้อฝัน
- ง. การคิดโดยไตร่ตรอง

14. ข้อใดไม่ใช่ลักษณะของจินตนาการ

- ก. การเพ้อฝัน
- ข. การคาดเดา
- ค. การอุปโลก
- ง. การคิดสิ่งแปลกใหม่

15. การสร้างสรรค์จินตนาการ เกิดขึ้นได้จากสิ่งใด

- 1. การคิดสิ่งแปลกใหม่
- 2. การคิดในสิ่งที่ไม่เคยพบไม่เคยเห็น
- 3. การคิดโดยใช้ปัญญาไตร่ตรอง
- 4. การคิดนอกกรอบ

- ก. ข้อ 1, 3
- ข. ข้อ 2, 4
- ค. ข้อ 1, 2, 3
- ง. ข้อ 1, 2, 4

16. ข้อสรุปใดไม่ถูกต้อง

- ก. จินตนาการมีทั้งคุณและโทษ
- ข. การจินตนาการทำให้มนุษย์ชอบคิดเพ้อฝัน
- ค. ถ้าไม่มีจินตนาการความคิดสร้างสรรค์ก็จะไม่เกิด
- ง. สิ่งประดิษฐ์ต่างๆ ในโลกเกิดขึ้นจากจินตนาการของมนุษย์

บทความที่ 5 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 17 – 20

เด็กส่วนมากเริ่มหัดและรู้สึกสนุกกับการนับตั้งแต่ยังเล็ก ๆ พอนับได้ถึงสิบเอ็ดเมื่อใดก็มักจะนับสิบสอง สิบสาม สิบสี่ ต่อไปได้จนถึงยี่สิบโดยอัตโนมัติ การที่เด็กสนใจและนี่ก็สนุกกับการนับก็คงจะเป็นเพราะเสียงของจำนวนเลขนั่นเอง คือ ลักษณะจำนวนเลขที่มีแบบซ้ำ ๆ กัน สิบเอ็ด สิบสอง... ยี่สิบเอ็ด ยี่สิบสอง... สามสิบเอ็ด สามสิบสอง... ฯลฯ ถ้าจะเรียกว่าคณิตศาสตร์ก็คงจะเป็นคณิตศาสตร์บริสุทธิ์ มิใช่คณิตศาสตร์ประยุกต์

17. บทความนี้กล่าวถึงเรื่องอะไร

- ก. จำนวน
- ข. ตัวเลข
- ค. การนับ
- ง. คณิตศาสตร์

18. ข้อความใดต่อไปนี้ไม่ใช่ข้อคิดเห็น

- ก. เด็กส่วนมากเริ่มหัดและรู้สึกสนุกกับการนับตั้งแต่ยังเล็ก ๆ
- ข. การที่เด็กสนใจและนี่ก็สนุกกับการนับก็คงจะเป็นเพราะเสียงของจำนวนเลขนั่นเอง
- ค. ลักษณะจำนวนเลขที่มีแบบซ้ำ ๆ กัน
- ง. ถ้าจะเรียกว่าคณิตศาสตร์ก็คงจะเป็นคณิตศาสตร์บริสุทธิ์ มิใช่คณิตศาสตร์ประยุกต์

19. สมมติฐานใดเหมาะสมกับบทความนี้มากที่สุด

- ก. การจดจำชื่อตัวเลขตามลำดับ ช่วยให้เด็กเล็ก ๆ นับตัวเลขต่อไปได้เรื่อย ๆ
- ข. การที่เด็กเล็ก ๆ สามารถนับตัวเลขได้ เกิดขึ้นจากความสนใจในการนับสิ่งของ
- ค. การจดจำชื่อตัวเลขตามลำดับ ไม่ช่วยให้เด็กเล็ก ๆ มีพัฒนาการทางความคิดดีขึ้นได้
- ง. การที่เด็กเล็ก ๆ สนุกกับการนับเกิดขึ้นเพราะความสนใจในการนับสิ่งของอย่างจริงจัง

20. ข้อสรุปใดเหมาะสมกับบทความนี้มากที่สุด

- ก. เด็กเล็ก ๆ สามารถนับหนึ่งจนถึงร้อยได้โดยใช้หลักการจำ
- ข. เสียงนับของตัวเลขทำให้เด็กเล็ก ๆ เกิดความสนุกสนานในการนับ
- ค. เด็กเล็ก ๆ สามารถจดจำชื่อตัวเลข ๆ ต่างตามลำดับได้
- ง. เด็กเล็ก ๆ รู้จักคณิตศาสตร์บริสุทธิ์ตั้งแต่เริ่มนับตัวเลขได้

บทความที่ 6 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 21 – 24

ตัวเลขแบบฮินดู – อารบิก นั้นให้ประโยชน์สองอย่างคือ ช่วยให้การเขียนอยู่ในรูปกระทัดรัด และช่วยให้การคำนวณง่ายและรวดเร็ว

21. ประเด็นสำคัญของบทความนี้คืออะไร

- ก. ตัวเลขฮินดู – อารบิก
- ข. ประโยชน์ของตัวเลขแบบฮินดู – อารบิก
- ค. การเขียนตัวเลขแบบฮินดู - อารบิกให้อยู่ในรูปกระทัดรัด
- ง. ตัวเลขแบบฮินดู - อารบิกช่วยให้การคำนวณง่ายและรวดเร็ว

22. ข้อความในข้อใดไม่สอดคล้องกับบทความนี้

- ก. การคำนวณจะง่ายหรือยากไม่ได้ขึ้นอยู่กับตัวเลขฮินดู – อารบิก
- ข. ตัวเลขแบบฮินดู – อารบิกช่วยทำให้ประหยัดเวลาในการเขียน
- ค. การเขียนตัวเลขแบบฮินดู – อารบิกทำให้อ่านจำนวนได้ง่ายขึ้น
- ง. การใช้ตัวเลขฮินดู – อารบิกทำให้เกิดความสะดวกในการคำนวณ

23. สมมติฐานในใดไม่เหมาะสมกับบทความนี้

- ก. ถ้าใช้ตัวเลขฮินดู – อารบิกในการคำนวณจะทำให้การคำนวณสะดวกขึ้น
- ข. ถ้าใช้ตัวเลขฮินดู – อารบิกในการคำนวณจะทำให้การคำนวณเสร็จเร็วขึ้น
- ค. ถ้าใช้ตัวเลขฮินดู – อารบิกในการคำนวณจะทำให้การคำนวณประหยัดเวลาขึ้น
- ง. ถ้าใช้ตัวเลขฮินดู – อารบิกในการคำนวณจะทำให้การคำนวณถูกต้องแม่นยำมากขึ้น

24. ข้อสรุปใดเหมาะสมกับบทความนี้มากที่สุด

- ก. ตัวเลขแบบฮินดู – อารบิกช่วยทำให้ประหยัดเวลาในการเขียน
- ข. การเขียนตัวเลขแบบฮินดู – อารบิกทำให้อ่านจำนวนได้ง่ายขึ้น
- ค. การใช้ตัวเลขฮินดู – อารบิกทำให้เกิดความสะดวกในการคำนวณ
- ง. ตัวเลขฮินดู – อารบิกมีประโยชน์ต่อวิชาคณิตศาสตร์

บทความที่ 7 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 25 – 28

การใช้ศอกวัดความยาวนั้น เริ่มมาตั้งแต่สมัยที่มนุษย์รู้จักบันทึกความสูงและขนาดของตึกกราม บ้านช่องและอนุสาวรีย์ แต่การใช้ศอกสำหรับวัดความยาวบนพื้นนั้นคงจะไม่สะดวก ดังนั้น เท้า (foot) จึงเป็นสิ่งที่น่าใช้มากกว่า เท้าของพวกกรีกและโรมันนั้นมีความยาวต่าง ๆ กันไป ในเอเธนส์ปรากฏว่า 1 ฟุต ที่ใช้ยาว 12.44 นิ้ว ส่วน 1 ฟุต ที่ใช้ในการสร้างวิหารพาเทนอน ยาว 11.69 นิ้ว และ 1 ฟุต แบบโรมันที่ใช้ในการวัดความยาวที่สโตนเฮนจ์ ยาว 11.86 นิ้ว การวัดด้วยเท้าจากสันเท้าไปยังนิ้วเท้า นั้นนับว่าเชื่อถือได้พอสมควร พอรู้ความยาวเท้าของตัวเองแล้ว เราก็จะประมาณความยาวของห้อง ความกว้างของสวนดอกไม้ ฯลฯ ได้

25. บทความนี้กล่าวถึงอะไร

- ก. การวัดความยาว
- ข. หน่วยวัดความยาว
- ค. การใช้ศอกวัดความยาว
- ง. การใช้เท้าวัดความยาว

26. ความยาวในข้อใดไม่ใช่ขนาดความยาวของเท้าที่ใช้ในสมัยก่อน

- ก. 12.44 นิ้ว
- ข. 11.86 นิ้ว
- ค. 11.69 นิ้ว
- ง. 11.66 นิ้ว

27. สมมติฐานใดเหมาะสมกับบทความนี้มากที่สุด

- ก. การใช้เท้าวัดความยาวมีความแม่นยำมากกว่าการใช้ศอก
- ข. การใช้ศอกวัดความยาวมีความแม่นยำมากกว่าการใช้เท้า
- ค. การใช้ศอกวัดความยาวสามารถบอกความยาวของสิ่งของได้ถูกต้อง
- ง. การวัดความยาวด้วยเท้าสามารถประมาณความยาวของสิ่งของได้

28. ข้อสรุปใดไม่เหมาะสมกับบทความนี้มากที่สุด

- ก. การใช้ศอกวัดความยาวทำได้ง่ายกว่าการใช้เท้า
- ข. ความยาวเท้า(foot) ของแต่ละคนมีความยาวไม่เท่ากัน
- ค. เราสามารถรู้ความยาวเท้าได้โดยการวัดความยาวจากสันเท้าไปยังนิ้วเท้า
- ง. การใช้ศอกหรือใช้เท้าวัดความยาวสามารถประมาณยาวของสิ่งของต่าง ๆ ได้

บทความที่ 8 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 29 – 32

วัตถุจะมีการสูญเสียความร้อนโดยผ่านผิว ดังนั้นถ้าพื้นที่ผิวยิ่งน้อยความร้อนก็สูญเสียไปน้อยด้วยเหตุนี้ กาน้ำชาหรือเหยือกที่ดีจึงควรมีรูปร่างใกล้เคียงทรงกลมมากที่สุด เพื่อให้เข้ากับคุณสมบัติอื่น ๆ เช่น การทรงตัว และการเทได้สะดวก

29. ประเด็นสำคัญของบทความนี้คืออะไร

- ก. การรักษาความร้อน
- ข. การสูญเสียความร้อน
- ค. รูปร่างภาชนะ
- ง. พื้นที่ผิว

30. ข้อใดต่อไปนี้เป็นไม่ใช่ข้อเท็จจริง

- ก. วัตถุจะมีการสูญเสียความร้อนโดยผ่านผิว
- ข. พื้นที่ผิวยิ่งน้อยความร้อนก็สูญเสียไปน้อย
- ค. การนำชาหรือเหยือกที่ดีควรมีรูปร่างใกล้เคียงทรงกลมมากที่สุด
- ง. เพื่อให้เข้ากับคุณสมบัติอื่น ๆ เช่น การทรงตัว และการเทได้สะดวก

31. จากบทความนี้ ถ้าต้องการจะเลือกซื้อกระติกน้ำร้อนควรพิจารณาที่สิ่งใดเป็นหลัก

- ก. การทรงตัว
- ข. ปริมาณความจุ
- ค. รูปทรงภาชนะ
- ง. การเทได้สะดวก

32. ข้อสรุปใดไม่เหมาะสมกับบทความนี้

- ก. พื้นที่ผิวมากก็จะทำให้สูญเสียความร้อนไปมาก
- ข. วัตถุไม่ได้มีการสูญเสียความร้อนแค่เฉพาะพื้นที่ผิวภายนอก
- ค. ภาชนะที่มีรูปร่างใกล้เคียงทรงกลมจะทำให้สูญเสียความร้อนน้อย
- ง. การเลือกกาน้ำชาควรพิจารณาที่รูปทรงมากกว่าการทรงตัว และการเทได้สะดวก

บทความที่ 9 ไขข้อคำถามข้อที่ 33 – 36

ความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดระหว่างตรีโกณมิติกับสามเหลี่ยมจะเห็นได้จากชื่อ tri- สาม , gonia- มุม , metrein- วัด ซึ่งเป็นภาษากรีก แปลว่า การวัดสามเหลี่ยม ซึ่งชาวกรีกนั้นนึกภาพมุมออกเป็นรูปหัวเข่า แต่ในขณะที่ชาวโรมันนึกภาพมุมว่างเหมือนเท้า (ankles) ภาษาโรมันจึงเรียกมุมว่า angulus

33. ประเด็นสำคัญของบทความนี้คืออะไร

- ก. มุม
- ข. ตรีโกณมิติ
- ค. ตรีโกณมิติกับสามเหลี่ยม
- ง. ความสัมพันธ์ระหว่างตรีโกณมิติกับสามเหลี่ยม

34. ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อเท็จจริง

- ก. ความสัมพันธ์ระหว่างตรีโกณมิติกับสามเหลี่ยมจะเห็นได้จากชื่อ
- ข. ชาวกรีกนึกภาพมุมออกเป็นรูปหัวเข่า
- ค. ชาวโรมันนึกภาพมุมว่างเหมือนเท้า
- ง. ภาษาโรมันเรียกมุมว่า angulus

35. สมมติฐานในข้อใดไม่เหมาะสมกับบทความนี้

- ก. ตรีโกณมิติกับรูปสามเหลี่ยมมีความเกี่ยวข้องกันมาตั้งแต่อดีต
- ข. ชาวกรีกและชาวโรมันจะมีเอกลักษณ์การเรียนรู้เรื่องมุมเป็นของตนเอง
- ค. ตรีโกณมิติมีความเกี่ยวข้องกับการวัดความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยม
- ง. ชาวกรีกและชาวโรมันมีวิธีการเรียนรู้เรื่องตรีโกณมิติที่แตกต่างกัน

36. ข้อสรุปใดเหมาะสมกับบทความนี้มากที่สุด

- ก. ตรีโกณมิติกับรูปสามเหลี่ยมมีความเกี่ยวข้องกันมาตั้งแต่อดีต
- ข. ชาวกรีกและชาวโรมันจะมีเอกลักษณ์การเรียนรู้เรื่องมุมเป็นของตนเอง
- ค. ตรีโกณมิติมีความเกี่ยวข้องกับการวัดมุม และความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยม
- ง. ชาวกรีกและชาวโรมันมีวิธีการเรียนรู้เรื่องตรีโกณมิติที่แตกต่างกัน

บทความที่ 10 ใช้ตอบคำถามข้อที่ 37 – 40

การประมาณค่าเป็นการคำนวณหาผลลัพธ์โดยประมาณ ด้วยการประมาณแต่ละจำนวนที่เกี่ยวข้องก่อนแล้วจึงนำมาคำนวณหาผลลัพธ์ การประมาณแต่ละจำนวนที่จะนำมาคำนวณอาจใช้หลักการปัดเศษหรือไม่ใช้ก็ได้ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในแต่ละสถานการณ์

37. ประเด็นสำคัญของบทความนี้คืออะไร

- ก. การประมาณ
- ข. การประมาณค่า
- ค. วิธีการหาค่าประมาณ
- ง. การคำนวณหาผลลัพธ์โดยการประมาณ

38. ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อเท็จจริง

- ก. การประมาณค่าเป็นการคำนวณหาผลลัพธ์โดยประมาณ
- ข. การประมาณค่าแต่ละจำนวนที่เกี่ยวข้องก่อนแล้วจึงนำมาคำนวณหาผลลัพธ์
- ค. การประมาณแต่ละจำนวนที่จะนำมาคำนวณอาจใช้หลักการปัดเศษ
- ง. การประมาณแต่ละจำนวนที่จะนำมาคำนวณขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในแต่ละสถานการณ์

39. จากบทความข้อใดเป็นวิธีการหาค่าประมาณ

- ก. การทดเลข
- ข. การทอนเลข
- ค. การปัดเศษ
- ง. การถอดราก

40. ข้อสรุปใดไม่สอดคล้องกับบทความนี้

- ก. การประมาณค่าเป็นการคำนวณหาผลลัพธ์โดยประมาณ
- ข. การประมาณเป็นการหาค่าซึ่งไม่ใช่ค่าที่แท้จริง
- ค. การประมาณค่าไม่จำเป็นต้องใช้หลักการปัดเศษ
- ง. การคำนวณหาผลลัพธ์โดยประมาณเป็นการหาค่าที่ไม่มีความละเอียด

แบบสอบถามวัดความตระหนักในการรู้คิด

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามวัดความตระหนักในการรู้คิดฉบับนี้ ประกอบด้วยข้อความที่ถามถึงความรู้สึก ความคิด และการปฏิบัติของนักเรียนในการทำข้อสอบ

2. ให้นักเรียนพิจารณาข้อความแต่ละข้อ แล้วตอบตามระดับความเป็นจริงให้มากที่สุด โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องทำข้อความเพียงช่องเดียว และ กรุณาตอบทุกข้อ ลงในกระดาษคำตอบ โดยมีความหมาย ดังนี้

- | | | |
|---|---------|------------------------------------------------------------------------|
| 5 | หมายถึง | ข้อความนั้นตรงกับความรู้สึก ความคิด และการปฏิบัติของนักเรียนมากที่สุด |
| 4 | หมายถึง | ข้อความนั้นตรงกับความรู้สึก ความคิด และการปฏิบัติของนักเรียนมาก |
| 3 | หมายถึง | ข้อความนั้นตรงกับความรู้สึก ความคิด และการปฏิบัติของนักเรียนปานกลาง |
| 2 | หมายถึง | ข้อความนั้นตรงกับความรู้สึก ความคิด และการปฏิบัติของนักเรียนน้อย |
| 1 | หมายถึง | ข้อความนั้นตรงกับความรู้สึก ความคิด และการปฏิบัติของนักเรียนน้อยที่สุด |

3. ใช้เวลาในการทำ 10 นาที ข้อความแต่ละข้อ ไม่มีคำตอบใดผิดหรือถูก และไม่มีผลต่อการเรียนของนักเรียน ดังนั้น จึงขอให้นักเรียนตอบให้ตรงกับความรู้สึกหรือความคิดของนักเรียนให้มากที่สุด

ข้อ	ข้อความ	ระดับความรู้สึก การคิด การปฏิบัติ				
		5	4	3	2	1
	1. ด้านความตระหนักรู้ (Awareness)					
1.	การคิดอย่างเป็นลำดับขั้นตอนจะทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้องแม่นยำ					
2.	ข้าพเจ้ารู้ว่าการตรวจสอบคำตอบเป็นสิ่งจำเป็น					
3.	การตรวจสอบคำตอบหลายครั้งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับคำตอบที่ไม่มั่นใจ					
4.	การทำข้อสอบต้องเลือกทำจากข้อที่ง่ายไปหาข้อที่ยาก					
5.	ข้าพเจ้ารู้ว่ก่อนที่จะวิเคราะห์หาคำตอบต้องทำอะไรก่อน					
6.	หากมีการวางแผนก่อนล่วงหน้า จะช่วยให้ทำข้อสอบได้ทันตามเวลาที่กำหนด					
7.	การตรวจสอบเวลาที่เหลือเป็นระยะ ๆ จะช่วยให้ทำข้อสอบได้ทันเวลาที่กำหนด					
8.	การวิเคราะห์ประเด็นสำคัญของโจทย์อย่างรอบคอบจะทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง					
9.	ในขณะที่ทำข้อสอบ หากพบโจทย์ที่ยากซับซ้อนข้าพเจ้ารู้ว่าควรแก้ปัญหาอย่างไร					
10.	การเน้นข้อความที่สำคัญในสถานการณ์ทำให้เห็นคำตอบได้ชัดเจน					
	2. ยุทธวิธีทางความคิด (Cognitive Strategy)					
11.	ในการวิเคราะห์โจทย์ข้าพเจ้าจะค่อย ๆ คิดทีละลำดับขั้นตอน					
12.	ข้าพเจ้าพยายามหาวิธีแก้ปัญหาหลาย ๆ วิธีเพื่อเป็นการตรวจสอบคำตอบที่ได้					
13.	ข้าพเจ้าจะวิเคราะห์แปลความหมายข้อมูลจากโจทย์ก่อนที่จะดำเนินการทำข้อสอบ					
14.	ข้าพเจ้าพยายามเชื่อมโยงข้อมูลจากโจทย์ให้สัมพันธ์กันตามความเป็นจริงมากที่สุด					

ข้อ	ข้อความ	ระดับความรู้สึก การคิด การปฏิบัติ				
		5	4	3	2	1
15.	ในกรณีที่ทำไม่ได้ ข้าพเจ้าจะกลับไปวิเคราะห์โจทย์ให้เข้าใจอีกครั้ง					
16.	เมื่ออ่านโจทย์แล้ว ข้าพเจ้าจัดเรียงลำดับประเด็นสำคัญที่โจทย์กำหนดเพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น					
17.	ในการสอบ ข้าพเจ้าวิเคราะห์หาคำตอบโดยการจัดลำดับขั้นตอนการคิดอย่างเป็นระบบเพื่อให้เข้าใจง่ายยิ่งขึ้น					
18.	ข้าพเจ้าใช้วิธีคิดหาคำตอบที่หลากหลายต่างกันเพื่อเป็นการตรวจสอบคำตอบไปในตัว					
19.	ข้าพเจ้าวิเคราะห์ตัวเลือกในข้อคำถามแต่ละตัวว่าสัมพันธ์กับสถานการณ์หรือไม่					
20.	ข้าพเจ้าอ่านสถานการณ์หลายครั้ง เพื่อทำความเข้าใจ					
3. ด้านการวางแผน (Planning)						
21.	ก่อนที่จะลงมือทำข้อสอบข้าพเจ้าได้อ่านคำชี้แจงให้เข้าใจก่อนลงมือทำข้อสอบ					
22.	ข้าพเจ้าจะเหลือเวลาในการสอบเพื่อตรวจสอบคำตอบอีกครั้งก่อนส่ง					
23.	ข้าพเจ้าตั้งใจว่าจะตรวจสอบเวลาที่ใช้ในการทำข้อสอบเป็นระยะ ๆ					
24.	ในการสอบ ข้าพเจ้าจะทำความเข้าใจข้อคำถามให้แน่ชัดก่อนคิดหาคำตอบ					
25.	ก่อนทำข้อสอบ ข้าพเจ้าวางแผนไว้ว่าจะเลือกทำข้อที่ตนเองถนัดก่อน					
26.	ข้าพเจ้าวางแผนไว้ว่าการวิเคราะห์โจทย์จะต้องแปลความหมายของข้อมูลให้ครบถ้วนก่อน					
27.	ข้าพเจ้าวางแผนไว้ว่าหากทำข้อสอบไม่ทันเวลาจะเลือกทำเฉพาะข้อที่ง่ายก่อน					
28.	ก่อนที่จะอ่านคำถาม ข้าพเจ้าจะอ่านสถานการณ์มากกว่า 1 ครั้งเพื่อทำความเข้าใจ					

ข้อ	ข้อความ	ระดับความรู้สึก การคิด การปฏิบัติ				
		5	4	3	2	1
29.	ก่อนที่จะอ่านข้อคำถาม ข้าพเจ้าจะวิเคราะห์สถานการณ์ก่อนว่ามีประเด็นสำคัญใดบ้าง					
30.	หลังจากที่อ่านสถานการณ์แล้ว ข้าพเจ้าจะพิจารณาว่าสิ่งใดเป็นประเด็นปัญหาสำคัญเป็นลำดับแรก					
31.	4. ด้านการตรวจสอบตนเอง (Self – Checking) ก่อนจะทำข้อต่อไป ข้าพเจ้าจะตรวจทานขั้นตอนในการคิดอย่างรอบคอบ					
32.	ข้าพเจ้าตรวจสอบความสัมพันธ์ของข้อมูลจากการวิเคราะห์โจทย์ในแต่ละข้ออย่างรอบคอบ					
33.	เมื่อมีเวลาเหลือ ข้าพเจ้าจะตรวจสอบข้อที่ไม่แน่ใจว่าคำตอบถูกต้อง					
34.	เมื่อคิดหาคำตอบได้แล้ว ข้าพเจ้าจะย้อนกลับไปทวนคำถามใหม่อีกครั้งว่าตรงประเด็นหรือไม่					
35.	ในการสอบ ข้าพเจ้าตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบในแต่ละข้อมากกว่าหนึ่งครั้ง					
36.	ข้าพเจ้าตรวจทานความถูกต้องของการวิเคราะห์ข้อมูลในโจทย์อย่างละเอียดรอบคอบ					
37.	ข้าพเจ้าตรวจสอบจำนวนข้อทั้งที่ทำได้และทำไม่ได้ก่อนส่ง					
38.	เมื่อมีเวลาเหลือ ข้าพเจ้าจะตรวจสอบคำตอบในข้อที่ทำได้อีกก่อนข้อที่ทำไม่ได้					
39.	ข้าพเจ้าใช้วิธีการตรวจสอบคำตอบหลายๆ วิธี					
40.	ข้าพเจ้าตรวจสอบลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์คำตอบของแต่ละสถานการณ์					

โครงการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน

ระดับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 2

ปีการศึกษา 2552

เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ

จำนวน 17 คาบ

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 2.1 วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดได้

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้

ตัวชี้วัด

1. ใช้ความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมในการคาดคะเนระยะทางและความสูง
2. แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับระยะทางและความสูงโดยใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นำความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมไปใช้ได้
2. บอกนิยามของไซน์ โคไซน์ และแทนเจนต์ของมุมแหลมของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้
3. หาอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมตามเงื่อนไขที่กำหนดให้ได้
4. บอกอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30 , 45 , 60 องศา ได้
5. นำความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30 , 45 , 60 องศา ไปใช้ได้
6. หาค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมต่างๆ จากตาราง และนำไปใช้ได้
7. นำความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้ในการหาระยะทางและความสูงได้

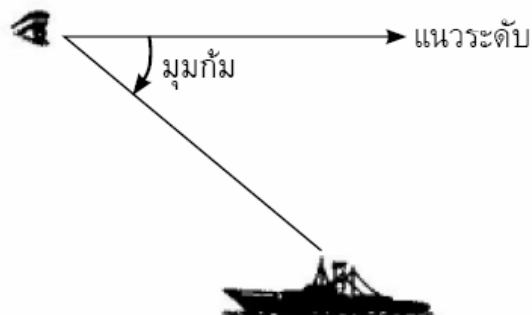
เนื้อหา

- | | |
|---------------------------------------------------------|-------|
| 1. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) | 2 คาบ |
| 2. อัตราส่วนตรีโกณมิติ | 3 คาบ |
| 3. อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30 , 45 และ 60 องศา | 2 คาบ |
| 4. อัตราส่วนตรีโกณมิติ $\csc A$, $\sec A$ และ $\cot A$ | 3 คาบ |
| 5. การหาค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติจากตาราง | 2 คาบ |
| 6. การประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ | 3 คาบ |
| 7. ทดสอบหลังเรียน (Posttest) | 2 คาบ |

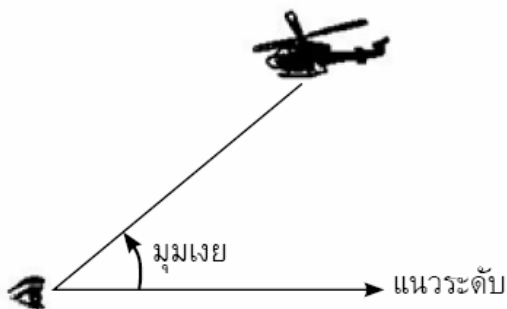
รวม

17 คาบ

มุมก้มหรือมุมกดลง (angle of depression) คือ มุมที่เบนจากระดับสายตาไปยังวัตถุที่สังเกตเห็นหรือมองอยู่ต่ำกว่าระดับสายตา



มุมเงยหรือมุมยกขึ้น (angle of elevation) คือ มุมที่เบนจากระดับสายตาไปยังวัตถุที่สังเกตเห็นหรือมองอยู่เหนือระดับสายตา



หลักการทำโจทย์

ในการคำนวณหาระยะทางและความสูงจะพิจารณาในรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก มีหลักดังนี้

1. วาดรูป กำหนดสิ่งต่าง ๆ ตามที่โจทย์ให้รายละเอียด สร้างสมการจาก

$$\text{อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม} = \frac{\text{ความยาวของด้านที่ต้องการหาค่า}}{\text{ความยาวด้านที่ทราบค่า}}$$

2. ใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมเพื่อหาค่า

6. กิจกรรมการเรียนรู้ (คาบที่ 1)

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทบทวนค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30 องศา 45 องศา และ 60 องศา โดยใช้การถาม

ตอบ

ชั้นสอนแสวงหาความรู้

- นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 11 เรื่อง การประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ

ค้นพบความรู้

- นักเรียนศึกษาเนื้อหาและตัวอย่างที่ 1 และ 2
- ครูสนทนากับนักเรียนหลักการแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนต้องทำอะไรบ้าง
- ครูอธิบายหลักการแก้โจทย์ปัญหาเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยยกตัวอย่างที่ 1 และ 2

ประกอบ

รวบรวมความรู้

- นักเรียนสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในห้อง จากตัวอย่างที่ 1 และ 2

พิสูจน์ความรู้

- นักเรียนทำใบงานที่ 11 เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ และประเมินความรู้ที่ได้เรียนมา

ขั้นสรุปบทเรียน

- ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนเฉลยใบงานที่ 11 พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามปัญหาที่พบในการทำใบงาน
- นักเรียนร่วมกันสรุปหลักการทำโจทย์โดยนำความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้ในการหาระยะทางหรือความสูง
- ครูช่วยนักเรียนสรุปอีกครั้ง และเพิ่มเติมบางอย่างที่นักเรียนยังมีความบกพร่องอยู่

กิจกรรมการเรียนรู้ (คาบที่ 2 - 3)**ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน**

- ครูทบทวนหลักการทำโจทย์โดยนำความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้ โดยใช้การถามตอบ

ชั้นสอนแสวงหาความรู้

- นักเรียนศึกษาตัวอย่างที่ 3 - 4 ในใบความรู้ที่ 11 และระดมความคิดเห็นในหลักการแก้โจทย์ปัญหา

ค้นพบความรู้

- ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนถามตอบการหลักการแก้โจทย์ปัญหาในตัวอย่างที่ 3 - 4
- ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามปัญหาที่พบในตัวอย่างที่ 3 - 4

รวบรวมความรู้

- นักเรียนทำใบงานที่ 12 เพื่อสรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษาใบความรู้และตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหา

6. ครูและนักเรียนช่วยกันเฉลยใบงานที่ 12

7. ครูช่วยนักเรียนสรุปอีกครั้ง และเพิ่มเนื้อหาเดิมบางอย่างที่นักเรียนยังมีความบกพร่อง

พิสูจน์ความรู้

8. นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 11 เพื่อประเมินความรู้ที่ได้เรียนมา และจากการทำใบงาน

9. ครูและนักเรียนช่วยกันเฉลยแบบฝึกหัดที่ 11

10. ครูช่วยนักเรียนสรุปอีกครั้ง และเพิ่มเติมเนื้อหาบางอย่างที่นักเรียนยังมีความบกพร่อง

ขั้นสรุปบทเรียน

11. นักเรียนร่วมกันสรุปหลักการทำความเข้าใจโดยนำความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้ในการหาระยะทางหรือความสูง

12. ครูช่วยนักเรียนสรุปเพิ่มเติม เรื่องหลักการแก้โจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติ

7. สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

1. ใบความรู้
2. ใบงาน
3. แบบฝึกทักษะ

8. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด/ประเมิน	วิธีการ	เครื่องมือ	เกณฑ์
ด้านความรู้	ทำใบงาน , แบบฝึกทักษะ	แบบประเมินผลงาน (ใบงาน , แบบฝึกทักษะ)	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80
ด้านทักษะ/กระบวนการ 1. การแก้ปัญหา 2. การให้เหตุผล 3. การสื่อสาร / สื่อความหมาย ทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ 4. การเชื่อมโยง	ให้อภิปราย	แบบประเมินการอภิปราย	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80
ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ 1. มีความกระตือรือร้น ใฝ่เรียนรู้ 2. ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น 3. มีความเชื่อมั่นในตนเองและกล้าแสดงออก	ประเมินพฤติกรรม ระหว่างเรียนและหลัง การเรียนรู้	แบบประเมินพฤติกรรม	ผ่านเกณฑ์ในระดับดี

บันทึกหลังการสอน (คาบที่ 1)

ในต้นชั่วโมง ผู้สอนได้ทบทวนค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติให้นักเรียน โดยเน้นย้ำค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30 องศา 45 องศา และ 60 องศา ที่จะใช้บ่อยมากกว่าค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมอื่น ๆ นักเรียนจะปรึกษากันภายในชั้นเรียนมากกว่าที่จะถามผู้สอน นอกจากนักเรียนจะอธิบายให้เพื่อนฟังไม่ได้จริง ๆ จึงจะมาถามผู้สอน นักเรียนสนใจการเรียนในชั่วโมงนี้มากกว่าในชั่วโมงที่ผ่านมา ซึ่งสังเกตได้จากระหว่างการสอนที่นักเรียนตั้งใจฟัง ซึ่งอาจเป็นเพราะเนื้อหาในชั่วโมงนี้เป็นเรื่องของการประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ ทำให้มีความยากมากขึ้นกว่าเดิม

ปัญหาและอุปสรรค

จากการที่นักเรียนศึกษาไปความรู้ นักเรียนส่วนมากยังวาดภาพจากสิ่งโจทย์กำหนดให้ไม่ถูกต้อง ทำให้นักเรียนคำนวณผิด โจทย์ในใบงานที่ทำในชั่วโมงบางข้อนักเรียนถ้าไม่มีรูปภาพประกอบมาให้ นักเรียนก็ยังคงทำไม่ได้ การคำนวณในบางครั้งต้องมีการคูณ หรือการหารที่เป็นจุดทศนิยมเยอะๆ นักเรียนก็มักจะขี้เกียจคำนวณ เพราะเสียเวลาในการคำนวณค่อนข้างนาน และบางครั้งคำตอบที่ได้ นักเรียนก็จะใส่จุดทศนิยมผิดตำแหน่ง

แนวทางแก้ไข

ผู้สอนเน้นให้นักเรียนวาดภาพหรือเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ให้ละเอียดที่สุด แล้วนักเรียนก็จะสามารถสร้างรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่จะนำไปใช้คำนวณได้ ในการคำนวณที่ต้องคูณ หรือหารจำนวนที่เป็นจุดทศนิยม ผู้สอนอนุญาตให้นักเรียนนำเครื่องคิดเลขมาช่วยในการคำนวณได้ เพราะจะได้ช่วยประหยัดเวลาในการทำงาน

ลงชื่อ นางสาวภัทรวรัตน์ แสงเดือน

ผู้สอน

บันทึกหลังการสอน (คาบที่ 2)

เนื้อหาในชั่วโมงครั้งนี้ เป็นโจทย์ปัญหาที่เป็นสถานการณ์ที่พบได้ทั่วไปในชีวิตประจำวัน นักเรียนมีความสนใจในการเรียนการสอน เพราะเป็นเรื่องที่นักเรียนส่วนมากยังไม่ค่อยเข้าใจ นักเรียนมีการซักถามผู้สอนเพิ่มมากขึ้นอันเนื่องมาจากเนื้อหาที่ยาก และนักเรียนบางส่วนยังวาดภาพจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ได้ แต่ในใบงานนี้มีรูปภาพประกอบไว้แล้ว นักเรียนจึงสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ตามลำดับขั้นตอนที่เขียนไว้ในใบงาน

ปัญหาและอุปสรรค

นักเรียนบางส่วนยังมีปัญหาในการคำนวณ เพราะลืมนำเครื่องคิดเลขมา จึงทำให้การทำใบงานในชั่วโมงเสร็จช้า เมื่อเพื่อนออกมานำเสนองานหน้าชั้นเรียนก็จะไม่สนใจฟัง เพราะยังทำใบงานไม่เสร็จ โจทย์ปัญหาบางข้อในใบงานนักเรียนไม่สามารถทำได้ เพราะต้องคิดคำนวณหลายขั้นตอน

แนวทางแก้ไข

ผู้สอนแก้ปัญหานักเรียนลืมนำเครื่องคิดเลขมา โดยให้นักเรียนสลับใช้เครื่องคิดเลขกับเพื่อนที่นำมา แต่ไม่ให้นักเรียนลอกใบงานของเพื่อน ในขณะที่นักเรียนออกมานำเสนอผลงานแล้วนักเรียนในชั้นเรียนไม่สนใจฟัง ผู้สอนได้แนะนำให้นักเรียนวางมือจากงานที่ทำก่อน เพื่อที่จะได้รับฟังวิธีการแก้ปัญหาไปพร้อมกัน โจทย์ที่นักเรียนไม่สามารถทำได้ ผู้สอนได้แนะวิธีการคิดให้นักเรียนคิดเองอย่างเป็นลำดับขั้นตอน

ลงชื่อ นางสาวภัทรวรัตน์ แสงเดือน

ผู้สอน

บันทึกหลังการสอน (คาบที่ 3)

เนื้อหาในชั่วโมงครั้งนี้ เป็นโจทย์ปัญหาที่ค่อนข้างยาก นักเรียนมีความสนใจในการเรียนการสอนน้อยลง แต่นักเรียนก็ยังมีอาการซักถามผู้สอนในส่วนที่ไม่เข้าใจ นักเรียนมีปฏิกิริยากันภายในชั้นเรียนเพิ่มมากขึ้นในขณะที่ทำแบบฝึกทักษะ

ปัญหาและอุปสรรค

นักเรียนบางคนยังมีปัญหาเกี่ยวกับการวาดภาพจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และแบบฝึกหัดในชั่วโมงนี้ไม่มีภาพประกอบมาให้ นักเรียนต้องวาดรูป กำหนดสิ่งต่าง ๆ ตามที่โจทย์ให้รายละเอียด และคำนวณหาคำตอบด้วยตัวเอง จึงทำให้นักเรียนใช้เวลาในการทำค่อนข้างนาน นักเรียนบางคนทำไม่เสร็จในชั่วโมงการนำเสนอหน้าชั้นเรียนในชั่วโมงนี้จึงค่อนข้างล่าช้า และใช้เวลานานนำเสนอได้แค่นิดเดียว

แนวทางแก้ไข

ผู้สอนได้แนะนำให้นักเรียนกับไปศึกษาไปความรู้ใหม่ และค่อย ๆ คิดหาคำตอบ ถึงจะใช้เวลามากก็ไม่ใช่เป็นไร นักเรียนบางคนที่ไม่เสร็จในชั่วโมงผู้สอนให้นักเรียนนำกลับไปทำต่อเป็นการบ้าน ในการนำเสนอเนื่องจากมีเวลาน้อย ผู้สอนจึงให้นักเรียนช่วยกันวิเคราะห์โจทย์ปัญหาเพื่อจะวาดรูปตามที่โจทย์กำหนดให้ออกมาให้ได้ก่อน แล้วจึงให้นักเรียนช่วยกันเสนอวิธีการหาคำตอบเป็นบางข้อ

ลงชื่อ นางสาวภัทรวรัตน์ แสงเดือน

ผู้สอน

เกณฑ์การให้คะแนน

ด้านคุณลักษณะ มีความกระตือรือร้น ใฝ่เรียนรู้

คะแนน / ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	- ลงมือปฏิบัติงานทันทีที่ได้รับมอบหมาย และปฏิบัติเอง - ปรีक्षा ค้นคว้า และซักถาม รวมทั้งแสดงความคิดเห็นด้วยตนเอง โดยไม่ต้องมีคนแนะนำ
2 ดี	- ลงมือปฏิบัติงานค่อนข้างช้า แต่พอมีเหตุผลที่พอรับฟังได้ - ปรีक्षा ค้นคว้า และซักถามเสมอ แต่ไม่ทุกครั้ง
1 พอใช้	- ลงมือปฏิบัติงานช้ามาก ต้องมีคนคอยกระตุ้นหรือแนะนำ - นาน ๆ ครั้งจึงจะปรีक्षा ค้นคว้า และซักถาม โดยต้องมีคนคอยกระตุ้นหรือแนะนำ

ด้านคุณลักษณะ ยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น

คะแนน / ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	- เปิดโอกาสให้ผู้อื่นได้พูดให้จบ และรับฟังอย่างมีบรรยากาศอย่างสม่ำเสมอ - เมื่อคนอื่นพูดจบ แล้วจึงแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมหรือขัดแย้ง
2 ดี	- พูดแทรกในขณะที่คนอื่นยังพูดไม่จบ แต่ทำไม่บ่อยนัก - เมื่อคนอื่นพูดจบแล้ว บางครั้งแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมหรือขัดแย้ง แต่ไม่มีเหตุผลประกอบ
1 พอใช้	- พูดแทรกในขณะที่คนอื่นพูดอยู่บ่อย ๆ หรือทำเป็นประจำ - ขอบขัดแย้งคนอื่นอย่างไม่มีเหตุผลเสมอ

ด้านคุณลักษณะ ความเชื่อมั่นในตนเองและกล้าแสดงออก

คะแนน / ความหมาย	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3 ดีมาก	- ตอบคำถามทุกครั้ง ด้วยตนเองโดยไม่ต้องคอยกระตุ้น - กล้าแสดงความคิดเห็น หรือรับอาสาในการปฏิบัติกิจกรรมทุกครั้ง
2 ดี	- ตอบคำถามบ่อย ๆ แต่ไม่ได้ตอบทุกครั้ง - แสดงความคิดเห็น หรือรับอาสาในการปฏิบัติกิจกรรมบ่อย ๆ แต่ไม่ทุกครั้ง
1 พอใช้	- ไม่ค่อยตอบคำถาม จะตอบก็ต่อเมื่อมีคนคอยกระตุ้น - แสดงความคิดเห็น หรือรับอาสาในการปฏิบัติกิจกรรมบ้างแต่ไม่บ่อย

เกณฑ์การให้คะแนน

1. การแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาและการอธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีดังกล่าว

คะแนน	ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
2	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้เข้าใจชัดเจน
1	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จเพียงบางส่วน อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้บางส่วน
0	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์ข้างต้นหรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหา

2. การให้เหตุผล หมายถึง การอ้างอิง การเสนอแนวความคิดประกอบการตัดสินใจ

คะแนน	ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
2	มีการอ้างอิง เสนอแนวความคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล
1	มีการอ้างเหตุผลที่ถูกต้องบางส่วน และเสนอแนวความคิดประกอบการตัดสินใจ
0	ไม่มีการอ้างเหตุผลหรือแนวความคิดประกอบการตัดสินใจ

3. การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ หมายถึง การใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบ

คะแนน	ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอที่ปรากฏให้เห็น
2	ใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง และนำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบตามลำดับขั้นตอนอย่างเป็นระบบ กระชับ ชัดเจน
1	ใช้ภาษาหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์บางส่วน และพยายามนำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบชัดเจนเป็นบางส่วน
0	ไม่นำเสนอเลย

4. การเชื่อมโยง หมายถึง การนำความรู้ หลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์ / สาระอื่น / ชีวิตประจำวัน

คะแนน	ความสามารถในการเชื่อมโยงที่ปรากฏให้เห็น
2	นำความรู้ หลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์ / สาระอื่น / ชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา หรือประยุกต์ใช้ได้อย่างสอดคล้อง เหมาะสม
1	นำความรู้ หลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์ได้บางส่วน
0	ไม่มีการเชื่อมโยงกับสาระอื่นใด

5. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หมายถึง แนวคิด / วิธีการที่แปลกใหม่ สามารถนำไปปฏิบัติ

คะแนน	ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ที่ปรากฏให้เห็น
2	มีแนวคิด / วิธีการที่แปลกใหม่ สามารถนำไปปฏิบัติได้ถูกต้อง สมบูรณ์
1	มีแนวคิด / วิธีการที่ไม่แปลกใหม่ สามารถนำไปปฏิบัติได้ถูกต้อง สมบูรณ์
0	ไม่มีผลงาน

ใบความรู้ที่ 9

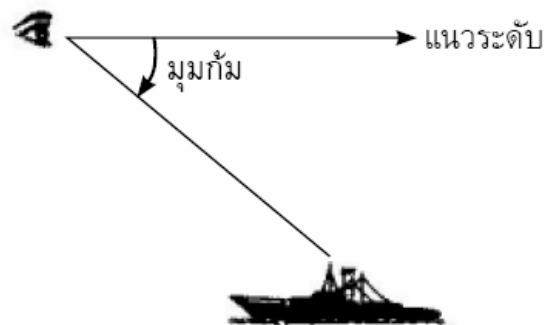
การประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ

อัตราส่วนตรีโกณมิติมีประโยชน์ในการหาความยาว ความสูง และระยะทางของสิ่งต่าง ๆ โดยทราบค่ามุมใดมุมหนึ่ง และความยาวด้านใดด้านหนึ่งของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ก็สามารถหาด้านที่เหลือได้

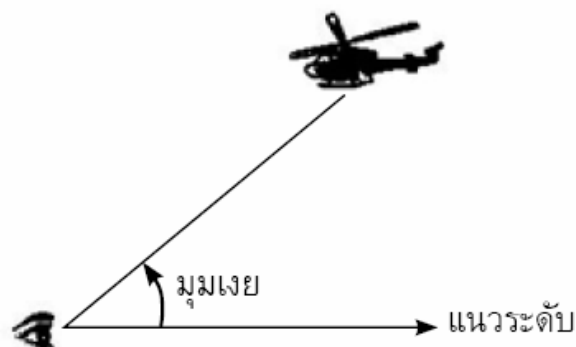
มุมก้มและมุมเงย

เส้นระดับสายตา คือ แนวเส้นตรงที่ลากจากตาของผู้มองขนานกับผิวน้ำทะเล หรือขนานกับพื้นราบ

มุมก้มหรือมุมกดลง (angle of depression) คือ มุมที่เบนจากระดับสายตาไปยังวัตถุที่สังเกตเห็นหรือมองอยู่ต่ำกว่าระดับสายตา



มุมเงยหรือมุมยกขึ้น (angle of elevation) คือ มุมที่เบนจากระดับสายตาไปยังวัตถุที่สังเกตเห็นหรือมองอยู่เหนือระดับสายตา



หลักการทำโจทย์

ในการคำนวณหาระยะทางและความสูงจะพิจารณาในรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก มีหลักดังนี้

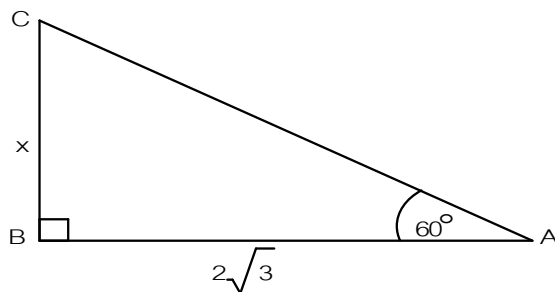
- วาดรูป กำหนดสิ่งต่าง ๆ ตามที่โจทย์ให้รายละเอียด สร้างสมการจาก

$$\text{อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม} = \frac{\text{ความยาวของด้านที่ต้องการหาค่า}}{\text{ความยาวด้านที่ทราบค่า}}$$

- ใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมเพื่อหาค่า

ตัวอย่างที่ 1 ถ้าเงาของเสาธงทอดไปยาว 2 เมตร และมุมยกขึ้นของดวงอาทิตย์เป็น 60° แล้วเสาธงสูงกี่เมตร

วิธีทำ วาดรูปจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้



ให้ความสูงของเสาธง x เมตร

AB เป็นเงาของเสาธงทอดไปยาว 2 เมตร

จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC

$$\text{จะได้ } \tan 60^\circ = \frac{BC}{AB}$$

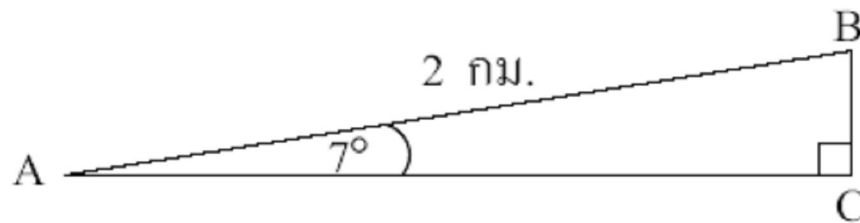
$$\sqrt{3} = \frac{x}{2}$$

$$x = 2 \times \sqrt{3}$$

$$x \approx 3.46 \text{ เมตร}$$

ดังนั้น เสาธงสูงประมาณ 3.46 เมตร

ตัวอย่างที่ 2 เครื่องบินลำหนึ่งบินอยู่ใกล้กับหอบังคับการบิน ถ้ามุมเงยจากสายตาของชายคนหนึ่งซึ่งมองจากหอเท่ากับ 7° เห็นเครื่องบินอยู่ไกลออกไป 2 กิโลเมตร อยากทราบว่า เครื่องบินลำนี้อยู่สูงจากหอกี่เมตร

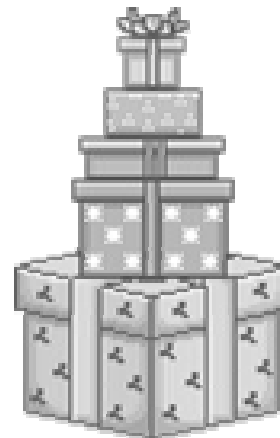


วิธีทำ

ให้ AB แทนระยะจากชายคนนี้กับเครื่องบินซึ่งเท่ากับ 2 กิโลเมตร
BC แทนความสูงของเครื่องบินจากหอที่ชายคนนี้อยู่

$$\begin{aligned}
 \text{จะได้} \quad \sin A &= \frac{BC}{AB} \\
 BC &= AB \sin A \\
 &= 2 \times \sin 7^\circ \\
 \text{จากตาราง } \sin 7^\circ &\approx 0.122 \\
 BC &\approx 2 \times 0.122 \\
 &= 0.244 \text{ กิโลเมตร} \\
 &= 0.244 \times 1000 \text{ เมตร} \\
 &= 244 \text{ เมตร}
 \end{aligned}$$

นั่นคือ เครื่องบินลำนี้อยู่สูงจากหอประมาณ 244 เมตร



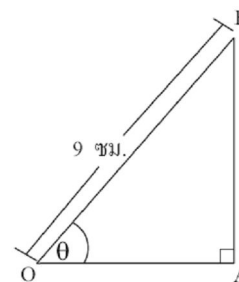
ตัวอย่างที่ 3 จากการสังเกตนาฬิกาเรือนหนึ่งเมื่อเวลา 15.07 นาฬิกา พบว่า ถ้าลากส่วนของเส้นตรงต่อจุดปลายของเข็มชั่วโมงและเข็มนาฬิกา ส่วนของเส้นตรงนี้จะตั้งฉากกับเข็มชั่วโมง ถ้าเข็มนาฬิกาของนาฬิกาเรือนนี้ยาว 9 เซนติเมตร จงหาความยาวของเข็มชั่วโมง

วิธีทำ วาดรูปจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

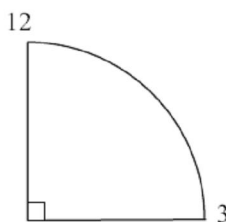


จากรูป ให้ OB แทนเข็มนาฬิกา
OA แทนเข็มชั่วโมง

และ θ เป็นมุมระหว่างเข็มนาฬิกาและเข็มชั่วโมง เมื่อเวลา 15.07



ให้ระยะห่างระหว่างตัวเลข 12 และตัวเลข 3 มี 15 ช่อง ซึ่งแต่ละช่องแทนเวลา 1 นาที



ระยะห่างระหว่างเข็มนาฬิกาที่กับเข็มชั่วโมง เมื่อเวลา 15.07 น. จะเท่ากับ 7 ช่อง

ระยะห่างระหว่างเข็มนาฬิกาที่กับเข็มชั่วโมง 15 ช่อง เท่ากับ 90 องศา

ระยะห่างระหว่างเข็มนาฬิกาที่กับเข็มชั่วโมง 7 ช่อง เท่ากับ $\frac{90 \times 7}{15} = 42$ องศา

$$\cos \theta = \frac{OA}{OB}$$

$$OA = OB \cos 42^\circ$$

$$\text{จากตาราง } \cos 42^\circ \approx 0.743$$

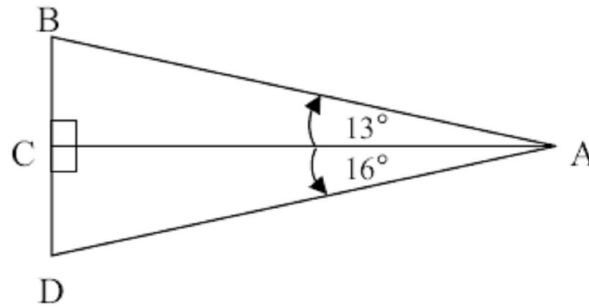
$$\text{จะได้ } OA \approx 9 \times 0.743$$

$$= 6.687$$

ดังนั้น เข็มชั่วโมงของนาฬิกาเรือนนี้ยาวประมาณ 6.7 เซนติเมตร

ตัวอย่างที่ 4 ชายคนหนึ่งมองต้นไม้ซึ่งอยู่ห่างจากบ้านเป็นระยะทาง 38 เมตร ถ้ามุมก้มซึ่งมองไปยังโคนต้นไม้มีขนาด 16° และมุมเงยซึ่งมองไปยังยอดของต้นไม้มีขนาด 13° จงหาความสูงของต้นไม้ต้นนี้

วิธีทำ วาดรูปจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้



จากรูป ให้ AC แทนระยะจากบ้านถึงต้นไม้ ซึ่งเท่ากับ 38 เมตร

และ $BC + CD$ แทนความสูงของต้นไม้

$$\tan 13^\circ = \frac{BC}{AC}$$

$$BC = \tan 13^\circ AC$$

จากตาราง $\tan 13^\circ \approx 0.231$

$$BC \approx 38 \times 0.231$$

$$= 8.778$$

$$\tan 16^\circ = \frac{CD}{AC}$$

$$CD = \tan 16^\circ AC$$

จากตาราง $\tan 16^\circ \approx 0.287$

$$CD \approx 38 \times 0.287$$

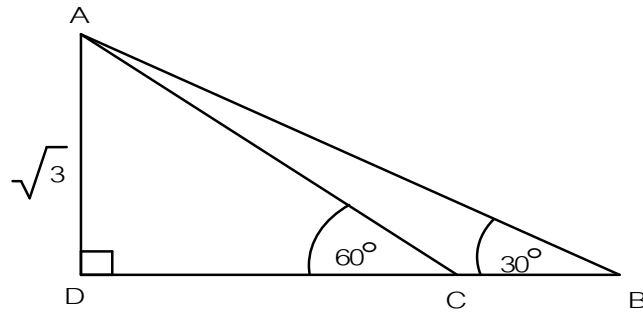
$$= 10.906$$

จะได้ ความสูงของต้นไม้ประมาณ $8.778 + 10.906 = 19.684$ หรือประมาณ 19.7 เมตร



ใบงานที่ 11
การประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ

1. จงหาความยาวของ AB และ BC



จากรูป $\tan 60^\circ = \frac{AD}{DC}$

..... =

DC =

$\tan 30^\circ = \frac{AD}{BD}$

..... =

BD =

ดังนั้น BC =

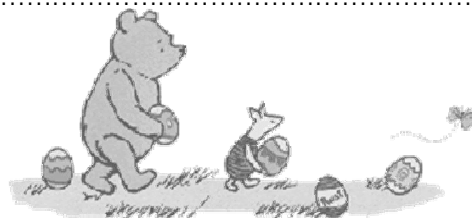
จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส $AB^2 = AD^2 + BD^2$

.....

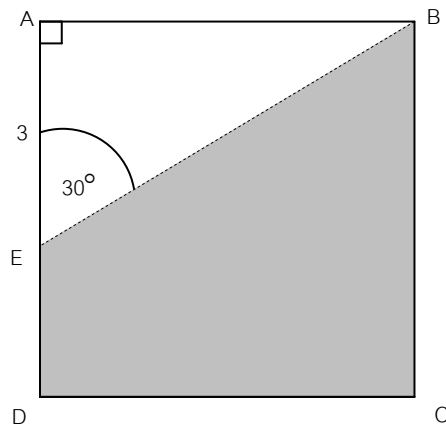
.....

.....

.....



2. กำหนดให้ E เป็นจุดบน AD ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ABCD ดังรูป ถ้า AE มีความยาว 3 หน่วย และมุม AEB เท่ากับ 30° จงหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม BCDE



จากรูป $\tan 30^\circ = \frac{AB}{AE}$

..... =

AB =

พื้นที่รูปสามเหลี่ยม ABE = $\frac{1}{2} \times AB \times AE$

พื้นที่รูปสามเหลี่ยม ABE =

พื้นที่รูปสามเหลี่ยม ABE =

พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ABCD = ด้าน \times ด้าน

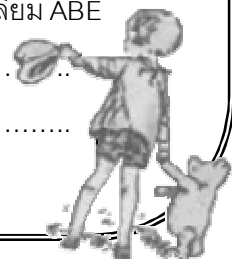
พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ABCD =

พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ABCD =

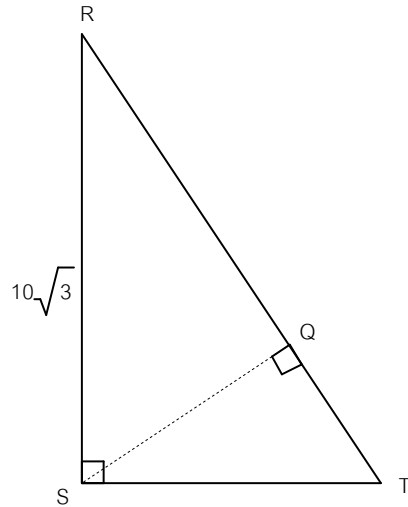
ดังนั้น พื้นที่รูปสี่เหลี่ยม BCDE = พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ABCD - พื้นที่รูปสามเหลี่ยม ABE

พื้นที่รูปสี่เหลี่ยม BCDE =

พื้นที่รูปสี่เหลี่ยม BCDE =



3. กำหนดให้ RST เป็นรูปสามเหลี่ยมที่มีมุม S เป็นมุมฉาก มีด้าน RS ยาวเท่ากับ $10\sqrt{3}$ หน่วย และด้าน RT ยาวเท่ากับ 20 หน่วย ถ้าลากส่วนของเส้นตรงจากจุด S ไปตั้งฉากกับด้าน RT ที่จุด Q จงหาว่า SQ ยาวกี่หน่วย



จากรูป $\cos R = \frac{RS}{RT}$

$\cos R = \dots\dots\dots$

$\cos R = \dots\dots\dots$

ดังนั้น มุม R = $\dots\dots\dots$

พิจารณารูปสามเหลี่ยม RQS

จะได้ $\sin \dots\dots\dots^\circ = \frac{SQ}{RS}$

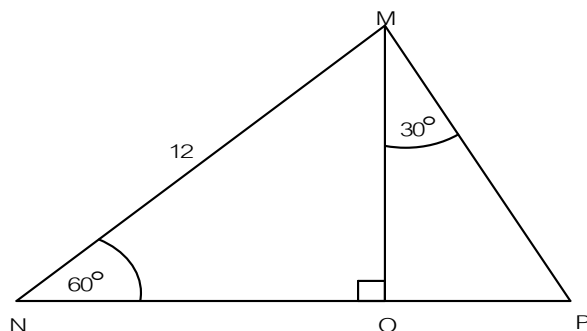
$\dots\dots\dots = \dots\dots\dots$

$\dots\dots\dots = \dots\dots\dots$

ดังนั้น SQ ยาวประมาณ $\dots\dots\dots$ หน่วย



4. กำหนดรูปสามเหลี่ยม MNP ซึ่งมีมุม MNP , มุม PMO มีขนาด 60 และ 30 องศาตามลำดับ ดังรูป และด้าน MO ตั้งฉากกับด้าน NP โดยที่ MN ยาว 12 หน่วย จงหาพื้นที่ของสามเหลี่ยม MNP



จากรูป $\sin 60^\circ = \frac{MO}{MN}$

..... =

MO =

จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส $NO^2 = MN^2 - MO^2$

.....

.....

.....

.....

$\tan 30^\circ = \frac{OP}{MO}$

..... =

OP =

ดังนั้น NP = NO + OP

NP =

พื้นที่ของสามเหลี่ยม MNP = $\frac{1}{2} \times MO \times NP$

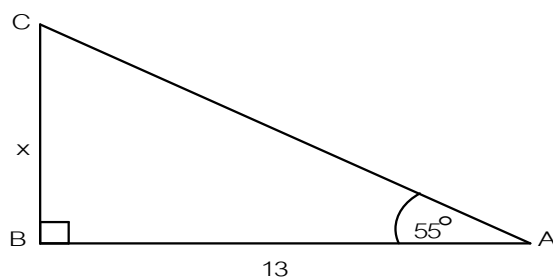
พื้นที่รูปสามเหลี่ยม MNP =



ใบงานที่ 12

การประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ

1. ถ้าเงาของเสาธงทอดยาวไป 13 เมตร และมุมเงยของดวงอาทิตย์เป็น 55° จงหาความสูงของเสาธง
วิธีทำ วาดรูปจากสิ่งที่โจทย์กำหนด



- ให้ BC เป็นความสูงของเสาธง
AB เป็นระยะที่เงาของเสาธงทอดยาวไป 13 เมตร

จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC

$$\text{จะได้ } \tan 55^\circ = \frac{BC}{AB}$$

$$\dots\dots\dots = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}$$

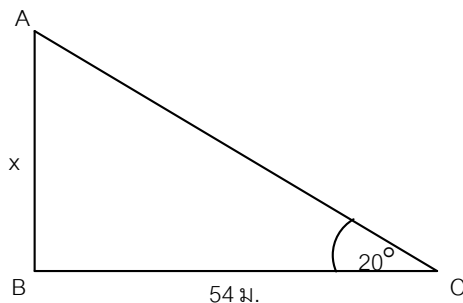
.....

.....

.....

ดังนั้น เสาธงสูงประมาณ.....เมตร

2. ต้นไม้ต้นหนึ่งทอดเงายาว 54 เมตร แนวของเส้นตรงที่ลากผ่านจุดปลายของต้นไม้ และยอดไม้ทำมุม 20° กับเงาของต้นไม้ อยากทราบว่าต้นไม้สูงกี่เมตร



วิธีทำ ให้ความสูงของต้นไม้เป็น x เมตร

BC เป็นเงาของต้นไม้ทอดยาว 54 เมตร

จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC

$$\text{จะได้ } \tan 20^\circ = \frac{AB}{BC}$$

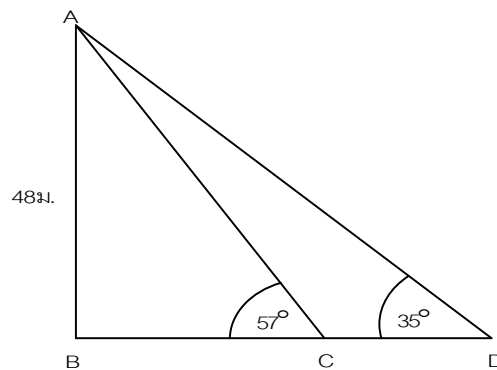
$$\dots\dots\dots = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}$$

.....

ดังนั้น ต้นไม้สูงประมาณ.....เมตร

3. ชายสองคนยืนอยู่ในทิศทางเดียวกันของตึกหลังหนึ่งซึ่งสูง 48 เมตร เขาทั้งสองต่างวัดมุมเงยของหลังคาตึกได้ 35° และ 57° ตามลำดับ อยากทราบว่าชายสองคนนี้อยู่ห่างกันกี่เมตร

วิธีทำ วาดรูปจากสิ่งที่โจทย์กำหนด



ให้ CD แทนระยะห่างระหว่างชายสองคนนี้

AB เป็นความสูงของตึก 48 เมตร

จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC

$$\tan 57^\circ = \frac{AB}{BC}$$

.....

$$BC = \dots\dots\dots$$

จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABD

$$\tan 35^\circ = \frac{AB}{BD}$$

.....

.....

.....

$$BD = \dots\dots\dots$$

$$\text{จะได้ } CD = \dots\dots\dots$$

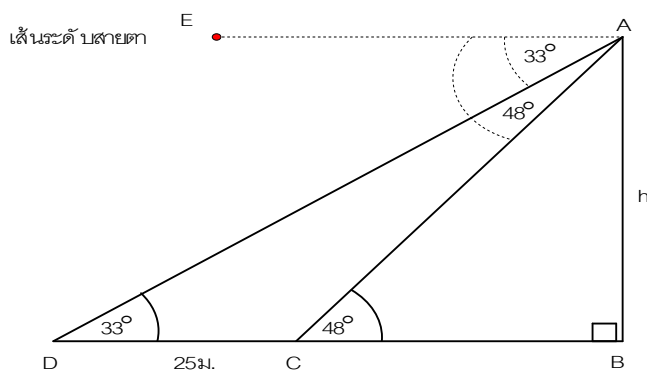
$$= \dots\dots\dots$$

$$= \dots\dots\dots$$

ดังนั้น ชายสองคนนี้อยู่ห่างกัน.....เมตร

4. ดิเรกยืนอยู่บนหน้าผาแห่งหนึ่งมองเห็นเรือสองลำจอดอยู่ในทะเลแนวเดียวกันเป็นมุม 33° และ 48° ซึ่งเรือทั้งสองนี้จอดห่างกัน 25 เมตร อยากทราบว่าหน้าผาสูงกี่เมตร

วิธีทำ วาดรูปจากสิ่งที่โจทย์กำหนด



ให้ AB เป็นความสูงของหน้าผา h เมตร

DC เป็นระยะห่างของเรือทั้งสอง 25 เมตร

จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC

$$\tan 48^\circ = \frac{AB}{BC}$$

.....

.....

.....

$$BC = \dots\dots\dots$$

จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABD

$$\tan 33^\circ = \frac{AB}{BD}$$

$$BD = \dots\dots\dots$$

หาความสูงของหน้าผา

ดังนั้น หน้าผามีความสูงประมาณ.....เมตร



แบบฝึกหัดที่ 11

การประยุกต์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ

1. ปรักษณียืนอยู่บนเชิงเขาซึ่งสูงกว่าระดับน้ำทะเล 800 เมตร มองเห็นเรือสองลำในทะเลที่อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกันเป็นมุมก้ม 30° และ 45° ตามลำดับ จงหาว่าเรือทั้งสองลำอยู่ห่างกันกี่เมตร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. เด็กหญิงแก้วยืนอยู่บนถนนสายหนึ่ง มองดูตึกริมถนนข้างซ้ายซึ่งสูง 15 ฟุต เป็นมุมเงย 22° และมองดูริมถนนข้างขวาซึ่งอยู่ตรงข้ามพอดีเห็นตึกซึ่งสูง 30 ฟุต เป็นมุมเงย 58° อยากทราบว่าถนนสายนี้กว้างกี่ฟุต

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



3. จากหน้าผาสูง 150 ฟุต เมื่อมองดูเรือสองลำเบื้องล่าง ปรากฏว่าได้มุมกดลง 15° และ 35° ตามลำดับ เรือทั้งสองนั้นอยู่ห่างกันเท่าใด

4. ชายสองคนยืนอยู่ในทิศทางเดียวกันของตึกหลังหนึ่งซึ่งสูง 27 เมตร เขาทั้งสองต่างวัดมุมเงยของหลังคาตึกได้ 45° และ 60° ตามลำดับ อยากทราบว่าชายสองคนนี้อยู่ห่างกันกี่เมตร



ภาคผนวก ง

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญตรวจแผนการจัดการเรียนรู้แบบธรรมสภาัจฉา แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามวัดความตระหนักในการรู้คิด

1. อาจารย์ประสาท สอ้านวงศ์
 ข้าราชการบำนาญ
 สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประกอบ สมว่าง
 ข้าราชการบำนาญ
 มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ลพบุรี
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิไลย ทองแผ้ว
 มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ลพบุรี
4. อาจารย์ ดร.เนติ เฉลยวาเรศ
 มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ลพบุรี
5. อาจารย์พรทิพย์ แก้วใจดี
 ตำแหน่ง ครู คศ.3
 โรงเรียนบดินเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) กรุงเทพมหานคร

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวภัทรรัตน์ แสงเดือน
วันเดือนปีเกิด	6 กันยายน 2526
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	120 หมู่ 3 ตำบลหัวสำโรง อำเภอท่าม่วง จังหวัดลพบุรี 15150
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครู คศ.1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนวัดสุคนธาราม จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2541	มัธยมศึกษาตอนต้น จาก โรงเรียนวินิตศึกษาในพระราชูปถัมภ์ จังหวัดลพบุรี
พ.ศ. 2544	มัธยมศึกษาตอนปลาย จาก โรงเรียนพิบูลวิทยาลัย จังหวัดลพบุรี
พ.ศ. 2548	ครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) วิชาเอกคณิตศาสตร์ จาก มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี จังหวัดลพบุรี
พ.ศ. 2553	การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาการมัธยมศึกษา (การสอนคณิตศาสตร์) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร