

ผลการฝึกทักษะแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ที่มีต่อความสามารถ
ในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน ที่ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแบบแผนการวิเคราะห์
แบบกลุ่มสุ่ม (RBD) กับแบบแผนการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA)

ปริญญานิพนธ์
ของ
วิไล บุญรังศรี

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาและสถิติทางการศึกษา

พฤษภาคม 2550

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

๒๓/๕๕

๑๑๖ น.ร. ๒๕๕๐

ผลการฝึกทักษะแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ที่มีต่อความสามารถ
ในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน ที่ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแบบแผนการวิเคราะห์
แบบกลุ่มสัมพันธ์ (RBD) กับแบบแผนการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA)

บทคัดย่อ
ของ
วิไล บุญธรรมศรี

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา
พฤษภาคม 2550

วิไล บุญรังศรี. (2550). ผลการฝึกทักษะแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน ที่ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแบบแผนการวิเคราะห์แบบกลุ่มสุ่ม (RBD) กับแบบแผนการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA). ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม.(การวิจัยและสถิติทางการศึกษา). กรุงเทพฯ :
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม :
รองศาสตราจารย์ ดร.บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์ , รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) กับการจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครู ที่ใช้แบบแผนการวิเคราะห์แบบกลุ่มสุ่ม (RBD) กับแบบแผนการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA)

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล เขตทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 60 คน ได้มาโดยการสุ่มด้วยวิธีจับสลาก 2 ห้องเรียน จากจำนวน 9 ห้องเรียน แล้วสุ่มให้ห้องเรียนหนึ่งเป็นกลุ่มทดลองและอีกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) และกลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครู เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นแบบสอบถามการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์จำนวน 20 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.921 และแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลจำนวน 60 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.898 และใช้คะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรจัดกลุ่มและเป็นตัวแปรควบคุม วิเคราะห์ด้วยแบบแผนการวิเคราะห์แบบกลุ่มสุ่ม (RBD) กับแบบแผนการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA)

ผลการศึกษาพบว่า

ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) กับการจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครู เมื่อใช้แบบแผนการวิเคราะห์แบบกลุ่มสุ่ม (RBD) มีค่าคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อใช้แบบแผนการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติสอดคล้องกัน

THE EFFECTS OF CONSTRUCTIVISM SKILL PRACTICE ON STUDENTS'
REASONABLE THINKING ABILITY THROUGH RANDOMIZED BLOCK DESIGN
AND ANALYSIS OF COVARIANCE DESIGN

AN ABSTRACT
BY
WILAI BUNNARANGSRI

Presented in partial fulfillment of requirement for
the Master of Education degree in Educational Research and Statistics
at Srinakarinwirot University

MAY 2007

Wilai Bunnarangsri. (2007). *The Effects of Constructivism Skill Practice on Students'*

Reasonable Thinking Ability through Randomized Block Design and Analysis of Covariance Design. Master thesis. M.Ed. (Educational Research and Statistics).

Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee:

Assoc. Prof. Dr. Boonchird Pinyoanuntapong, Assoc. Prof. Dr. Somchai Chuchat.

The purpose of this study was to compare the reasonable thinking ability of students with constructivism skill practice and with teachers' teaching plans through randomized block design (RBD) and analysis of covariance design (ANCOVA).

The samples used in the study were 60 Matthayomsuksa 1 students of Nawamintrachinuthit Satriwitthaya Putthamonthon in Thawiwatthana District, Bangkok, in second semester of 2006 academic year. They were in two classes selected by drawing from the total of nine classes. One class was the experimental group with the use of constructivism skill practice while another class was the control group with the use of teachers' teaching plans. The tools used in study were the questionnaire about self-perception of mathematical ability with 20 items and its reliability of 0.921; and the test of reasonable thinking ability with 60 items and its reliability of 0.898. The scores from self-perception of mathematical ability were used as block and controlled variables. The data were analyzed by using randomized block design and analysis of covariance design.

The findings of study showed that:

The means of students' reasonable thinking ability with constructivism skill practice and with teachers' teaching plans were different with no statistical significance when using randomized block design; and were concordantly different with no statistical significance when using analysis of covariance design.

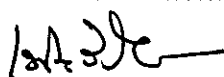
งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย
จาก
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

ผลการฝึกทักษะแบบสร้างสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ที่มีต่อความสามารถ
ในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน ที่ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแบบแผนการวิเคราะห์
แบบกลุ่มสัมพันธ์ (RBD) กับแบบแผนการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA)

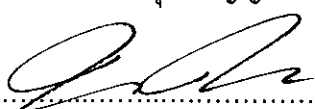
ของ
วิไล บุญรังศรี

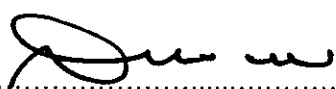
ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



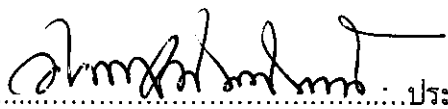
.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญสิริ จีระเดชากุล)
วันที่...15...เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2550

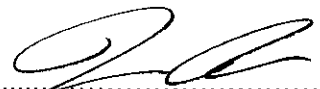
คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์


.....ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์)

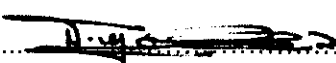

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ)

คณะกรรมการสอบปากเปล่า


.....ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.องอาจ นัยพัฒน์)


.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์)


.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ)


.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.เสกสรรค์ ทองคำบรรจง)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดีเป็นเพราะผู้วิจัยได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.บุญเชิด ภิญโญนันตพงษ์ ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.องอาจ นัยวัฒน์ และอาจารย์ ดร.เสกสรรค์ ทองคำบรรจง กรรมการแต่งตั้งเพิ่มเติม ตลอดจนอาจารย์ในภาควิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษาทุกท่าน ที่ได้เสียสละเวลาอัน มีค่า เพื่อให้คำปรึกษาแนะนำในการจัดทำงานวิจัยนี้ทุกขั้นตอน อีกทั้งทำให้ผู้วิจัยได้รับ ประสพการณ์ในการทำงานวิจัยและรู้ถึงคุณค่าของงานวิจัยที่จะช่วยให้การทำงานในด้านการ จัดการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีคุณค่ามากขึ้น และทุกท่านยังเป็นแบบฉบับของอาจารย์ ที่ทุ่มเทให้กับศิษย์และงานด้านวิชาการ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

นอกจากนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ดร.ไพจิตร สดวกการ, อาจารย์ณัฐ จันแยม อาจารย์อดุลย์ วิมลสันติรังษี ผู้เชี่ยวชาญที่ได้ให้ความรู้ในด้านการจัดการเรียนการสอน คณิตศาสตร์ อาจารย์มิ่ง เทพครเมือง, อาจารย์สุชาติ สิริมินนนท์, อาจารย์วรรณวดี สุขแจ่ม อาจารย์ธีรวัฒน์ สุขีสาร และคุณกิตติศักดิ์ นิวัฒน์ ผู้เชี่ยวชาญที่ได้ให้ความรู้ในการดำเนิน การวิจัย ซึ่งผู้วิจัยจะนำเอาความรู้นี้ไปยังประโยชน์ให้แก่ผู้อื่นต่อไปอีก

ท้ายสุดผู้วิจัยขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่ได้มอบความ พารณาดีตลอดระยะเวลาที่ศึกษาและทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้

วิไล บุญนรงค์ศรี

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	7
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า.....	7
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....	7
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	7
ตัวแปรที่ศึกษา.....	8
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	8
กรอบแนวคิดของการศึกษาค้นคว้า.....	10
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า.....	11
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	12
การเรียนรู้แบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง.....	13
คอนสตรัคติวิซึม(constructivism) และสมมติฐานการเรียนรู้.....	13
แนวคิดและทฤษฎีของการเรียนรู้แบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง.....	15
ความเชื่อพื้นฐานของปรัชญาแห่งการสรรค์สร้างความรู้.....	21
การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง.....	22
รูปแบบการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง.....	27
ยุทธวิธีและการสอนตามแนวคิดทฤษฎี Constructivism	
ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์.....	28
เทคนิคและบทบาทของผู้สอนตามทฤษฎีการเรียนรู้	
รู้แบบสรรค์สร้างความรู้.....	29
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	32
การคิดและการคิดอย่างมีเหตุผล.....	36
ความหมายของการคิด.....	36
ประเภทของการคิด	37
ความหมายของการคิดอย่างมีเหตุผล.....	38
แนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล.....	43
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	45

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2 (ต่อ)	
การรับรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์.....	47
ความหมายของการรับรู้ความสามารถของตนเอง.....	47
ทฤษฎีการรับรู้ความสามารถของตนเอง.....	48
ลักษณะการรับรู้ความสามารถของตนเองในวิชาคณิตศาสตร์.....	50
แหล่งที่ก่อให้เกิดการรับรู้ความสามารถของตนเอง.....	51
การพัฒนาการรับรู้ความสามารถของตนเอง.....	54
การประเมินการรับรู้ความสามารถของตนเอง.....	55
การวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์.....	56
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	57
แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มสุ่ม.....	62
รูปแบบโมเดลของการทดลองสำหรับ RBD.....	64
การแบ่งส่วนของผลรวมกำลังสองทั้งหมด.....	65
ข้อมูลสูญหาย.....	67
การวัดความสัมพันธ์.....	68
แบบแผนการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม.....	72
รูปแบบโมเดลของการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ANCOVA	73
ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม.....	73
หลักการปรับตัวแปรร่วม.....	74
การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมสำหรับแบบกลุ่มสุ่ม.....	78
แนวคิดในการคำนวณการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม.....	79
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	82
การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	82
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	83
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	83
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	92

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 (ต่อ)	
สถิติที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	93
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	97
สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	97
การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	97
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	98
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	101
ความมุ่งหมายของการศึกษา.....	101
สมมติฐานทางการศึกษา.....	101
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา.....	101
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา.....	102
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	102
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	103
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	104
อภิปรายผล.....	104
ข้อเสนอแนะ.....	109
บรรณานุกรม.....	111
ภาคผนวก.....	122
ภาคผนวก ก.....	123
ภาคผนวก ข.....	127
ภาคผนวก ค.....	166
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	168

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงการเปรียบเทียบสภาพของห้องเรียน.....	26
2	แสดงการเปรียบเทียบการคิดอย่างมีเหตุผล.....	40
3	ข้อมูลของแบบแผนการทดลองแบบกลุ่มสุ่ม.....	66
4	การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบกลุ่มสุ่ม.....	67
5	การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมสำหรับแบบกลุ่มสุ่ม.....	78
6	ข้อมูลของการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม.....	80
7	การวิเคราะห์ความแปรปรวน.....	81
8	การจัดการเรียนการสอนแบบสร้างสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) กับการจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครู.....	85
9	แสดงกลุ่มตัวอย่าง.....	93
10	ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มสูง กลุ่มกลาง และกลุ่มต่ำ.....	98
11	ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	99
12	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแบบแผนการวิเคราะห์กลุ่มสุ่ม (RBD).....	99
13	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแบบแผนการวิเคราะห์ ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA).....	100
14	ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC)ของแบบทดสอบ วัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล.....	124
15	ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ วัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล.....	126

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	กรอบแนวคิดของการศึกษาค้นคว้า.....	10
2	แสดงเขตของการพัฒนาใกล้ชิดของไวทกอสกั.....	19
3	แสดงขั้นตอนการสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง.....	28
4	ลำดับขั้นตอนการคิดของครูลิกและรูดนิก.....	37
5	ภาพปัญหาต่าซ้งแบบสองแขน.....	42
6	แสดงการกำหนดซ้งกันและกันของปัจเจกภายในบุคคล.....	48
7	ทฤษฎีการรับรู้ความสามารถของตนเองของแบนดูรา.....	53
8	แสดงความแตกต่างระหว่างการรับรู้ความสามารถของตนเอง และความคาดหวังที่จะเกิดขึ้น.....	53
9	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ความสามารถของตนเอง และความคาดหวังที่จะเกิดขึ้น.....	54
10	วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบ.....	87

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการด้านต่าง ๆ ของโลกในยุคปัจจุบันมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสังคมและเศรษฐกิจของประเทศ คุณภาพของคนเป็นตัวแปรสำคัญในการพัฒนาประเทศและความอยู่รอดของคนในสังคมที่มีความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์ การสื่อสาร โทรคมนาคมและเทคโนโลยีสารสนเทศ การศึกษาซึ่งมีบทบาทในการพัฒนาคุณภาพคนต้องสามารถเตรียมคนให้เป็นผู้ที่มีความสามารถในการแข่งขัน รู้จักคิด วิเคราะห์ ใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ รักการเรียนรู้และสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ด้วยความตระหนักถึงความสำคัญในเรื่องนี้คณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ จึงกำหนดไว้ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540-2544) ให้มีการปฏิรูปกระบวนการเรียนการสอนให้ผู้เรียนรู้จักคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์รู้จักค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม มีความสามารถที่หลากหลายซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการสร้างสรรค์ความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ในสังคมได้ ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติพุทธศักราช 2542 มุ่งให้ความสำคัญความจำเป็นในการศึกษา โดยยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ ให้เป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถในทุกๆด้าน รู้จักคิด รู้จักวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ตลอดจนสามารถแก้ปัญหาได้ ซึ่งในการจัดการศึกษาต้องให้สอดคล้องกับการศึกษาขั้นพื้นฐานในสังคมยุคปัจจุบัน/ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์มีความสำคัญที่ทุกคนต้องเรียนเป็นวิชาที่เสริมสร้างสติปัญญาของมนุษย์ให้คิดอย่างมีระบบขั้นตอน มีทักษะกระบวนการและมีเหตุผลเพื่อที่จะให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ได้แสวงหาความรู้จากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลายและสามารถแก้ปัญหาต่างๆ ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพตามความสามารถและเต็มศักยภาพของแต่ละคน อีกทั้งคณิตศาสตร์ยังเป็นพื้นฐานสำคัญในการสร้างความรู้ใหม่ในศาสตร์แขนงอื่นๆอีกด้วย (เพ็ญจันทร์ เจียบประเสริฐ. 2543 : 1)

คณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่มุ่งให้ผู้เรียนมีทักษะในการคิดคำนวณ รู้จักคิดอย่างมีเหตุผลและแสดงความคิดออกมาอย่างมีระเบียบชัดเจนและรัดกุม คณิตศาสตร์ได้กลายเป็นเครื่องมืออันสำคัญยิ่งในการวิเคราะห์(ชาลิต สูงใหญ่. 2530:1) อีกทั้งยังเป็นกระบวนการช่วยพัฒนาความคิดของผู้เรียนช่วยฝึกให้ผู้เรียนคิดเป็นขั้นตอนอย่างละเอียดถี่ถ้วนฝึกการใช้เหตุผลเพื่อประกอบการตัดสินใจ ส่งผลให้กระบวนการคิดและการปฏิบัติเป็นไปอย่างรวดเร็ว ถูกต้องแม่นยำ นอกจากนี้ยังเป็นกระบวนการที่สามารถตรวจสอบได้ตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพราะมีระเบียบวิธีและหลักเกณฑ์ที่แน่นอนในการแก้ปัญหา (กรมสามัญศึกษา. 2534 : 8) แต่ปรากฏว่าการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ครุส่วนใหญ่มักสอนคณิตศาสตร์บนกระดานดำให้นักเรียนจดบันทึก

ตาม เป็นผลให้นักเรียนได้เรียนคณิตศาสตร์แบบท่องจำ ทำตามตัวอย่าง ซึ่งทำให้นักเรียนขาดการคิดวิเคราะห์การใช้เหตุผลและไม่สามารถนำไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้ (จิราภรณ์ ศิริทวี, 2541 : 37 - 38) จากผลการประเมินคุณภาพการศึกษาด้านคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร ดังจะเห็นได้จากรายงานผลการประเมินคุณภาพการศึกษาด้านคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นต่ำกว่าเกณฑ์การประเมินขั้นผ่านร้อยละ 15.60 นั่นคือผลของการวัดร้อยละ 36.91 ของคะแนนเฉลี่ย และผลการประเมินนักเรียนตามระดับคุณภาพยังพบว่ามีนักเรียนอยู่ในระดับที่ควรปรับปรุงสูงถึงร้อยละ 80.95 ซึ่งเป็นผลที่ไม่น่าพอใจ (สำนักทดสอบทางการศึกษา, 2542 : 3) จะเห็นได้ว่าปัจจัยที่ส่งผลให้การประเมินคุณภาพทางการศึกษาในวิชาคณิตศาสตร์ต่ำอันเนื่องมาจากสภาพของวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งตามธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์แล้วเป็นทักษะการคำนวณ สรุปเป็นความคิดรวบยอดและเป็นนามธรรมทำให้มีผู้สนใจที่จะเรียนด้วยความตั้งใจจริงมีน้อย อีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้นักเรียนไม่อยากเรียนคณิตศาสตร์ นั่นคือผู้เรียนไม่เห็นความสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์ และเบื่อหน่ายการเรียนคณิตศาสตร์ในห้องเรียน เพราะเนื้อหาและวิธีการสอนไม่น่าสนใจให้น่าติดตาม (สมศักดิ์ โสภณพินิจ, 2537 : 61 - 79) ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ทำให้นักเรียนขาดความสนใจในกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์และส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำอีกด้วย

เมื่อศึกษาถึงลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาในปัจจุบัน พบว่า ส่วนใหญ่ยังเป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นเนื้อหาและยึดครูเป็นศูนย์กลางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นการเรียนรู้เนื้อหาในแบบเรียน ซึ่งประกอบด้วยมโนคติและวิธีดำเนินการทางคณิตศาสตร์ โดยมีครูเป็นผู้ถ่ายทอดมีการแบ่งเนื้อหาออกเป็นส่วนใหญ่ๆ การสอนเป็นเพียงการออกแบบกิจกรรมที่ครูพยายามถ่ายทอดและฝึกเนื้อหาแต่ละส่วน กิจกรรมในชั้นเรียนส่วนใหญ่จะมีครูเป็นผู้บอก อธิบาย ยกตัวอย่างประกอบและแสดงวิธีดำเนินการให้นักเรียนดู ดังปรากฏหลักฐานในผลการศึกษาวิจัยของ สมศักดิ์ ขจรเจริญกุล (2539 : 76 - 77) ที่ศึกษาเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนการสอนของครูคณิตศาสตร์โรงเรียนมัธยมศึกษาเขตการศึกษา 2 สังกัดกรมสามัญศึกษา ปีการศึกษา 2538 พบว่าความรู้ความเข้าใจของครูในการจัดทำแผนการสอนที่เน้นกระบวนการและการสอนแบบจัดกลุ่มย่อยให้นักเรียนร่วมมือกันทำงานยังมีน้อย การดำเนินการสอนของครูส่วนใหญ่ยังเป็นการบรรยาย อธิบายให้ตัวอย่าง นักเรียนมีโอกาสน้อยที่จะได้ปฏิบัติกิจกรรมเองเนื่องจากครูมักกังวลว่าจะสอนไม่ทันตามเนื้อหาที่หลักสูตรกำหนดไว้กิจกรรมการเรียนส่วนใหญ่นอกจากฟังการอธิบายและสาธิตจากครูแล้วยังมีกิจกรรมหลักอีกประการหนึ่ง คือ การให้นักเรียนฝึกวิธีการที่ได้รับการถ่ายทอดไปโดยการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนที่ครูเป็นผู้เลือกและกำหนด การใช้วิธีสอนแบบอธิบาย ยกตัวอย่างประกอบและแสดงให้ดูเป็นกิจกรรมการเรียนที่นักเรียนมีส่วนร่วมน้อย นักเรียนไม่ได้ลงมือปฏิบัติขาดการทดลองจริง นักเรียนขาดโอกาสในการคิดหรือแสดงความคิดเห็นทำให้นักเรียนขาดความเข้าใจที่ชัดเจน การจัดการเรียนการสอนในลักษณะที่กล่าวมาเป็นการจัดการเรียนการสอนที่ไม่ส่งเสริมความสามารถในการคิดและการใช้เหตุผล ทำให้นักเรียนไม่ชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ดังที่ดวงเดือน อ่อนน้อม (2538 : 51) ได้กล่าวไว้

ว่าการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่ทำกันอยู่ทั่วไปมักมุ่งที่การได้คำตอบที่ถูกต้องเป็นสำคัญ โดยไม่คำนึงถึงวิธีการที่ใช้ในการคิดหาคำตอบทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสได้พัฒนาสมรรถภาพในการคิดเท่าที่ควร เช่นเดียวกับประเวศ วะสี (2538 : 40) ที่กล่าวว่า การเรียนการสอนในสถาบันการศึกษาของไทยทุกระดับเป็นการศึกษาที่สร้างความอ่อนแอทางสติปัญญา ทำลายศักยภาพในการเรียนรู้ สร้างคนที่ขาดความรอบรู้ คิดไม่เป็น ทำอะไรไม่เป็น ไม่มีฉันทะและขาดความสามารถในการสร้างความรู้ สอดคล้องกับแนวคิดของกรีน (Greeno. 1988 : 23 - 31) ที่ว่าการสอนด้วยการแสดงให้นักเรียนดูซึ่งเน้นการใช้เทคนิคโดยไม่สนใจที่จะให้นักเรียนวิเคราะห์กระบวนการอย่างลึกซึ้ง เป็นการจัดการศึกษาที่ไม่สามารถพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสามารถทางกระบวนการคิดวิเคราะห์วิจารณ์และการสังเคราะห์ที่ลึกซึ้ง ขาดทักษะในการใช้ภาษาสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจ นอกจากนี้เดวิสและซอนฟิลด์ (Davis. 1996 : 23; Schoenfeld. 1992 : 343) ยังเห็นว่าการจัดการเรียนการสอนในลักษณะดังกล่าว เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ทำให้นักเรียนคิดว่าคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่ผู้รู้ได้จัดเตรียมไว้ให้เขาจดจำและทำตาม การรู้คณิตศาสตร์หมายถึงการจำและประยุกต์ใช้กฎอย่างถูกต้องเพื่อตอบคำถามของครู ความถูกต้องทางคณิตศาสตร์คือสิ่งที่ครูสรุปและยืนยันว่าถูกต้อง การเรียนคณิตศาสตร์หมายถึงการฝึกทำตามกฎที่ครูนำมาเสนอมากๆ การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จะมีกฎเกณฑ์สำหรับทำเสมอ คำตอบและวิธีการสำหรับแก้ปัญหาก็ได้มีการจัดเตรียมไว้ให้เขาเรียบเรียงแล้ว ด้วยเหตุนี้ นักเรียนจึงไม่เกิดการคาดหวังที่ค้นหาวิธีการหาคำตอบหรือแก้ปัญหาด้วยตัวเอง ขาดความพยายามในการแก้ปัญหาลงจากที่ไม่ประสบความสำเร็จในเวลาอันสั้น ขาดความกระตือรือร้นในการแก้ปัญหที่แปลกใหม่และไม่คุ้นเคยเพราะเชื่อว่าตนเองยังไม่มีความสามารถพอที่จะแก้ปัญหานั้นได้ สิ่งเหล่านี้ล้วนก่อให้เกิดผลเสียต่อการพัฒนาศักยภาพของนักเรียนทั้งสิ้น

การจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในปัจจุบันพบว่า แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ ของนักการศึกษากลุ่มคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) เป็นแนวคิดที่กำลังได้รับความนิยมแพร่หลายในต่างประเทศและมีแนวโน้มที่จะมีอิทธิพลต่อการจัดการเรียนการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ในอนาคตเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นแนวคิดซึ่งมีเป้าหมายสูงสุดที่นักเรียน เป็นผู้รักการเรียนรู้และสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองอย่างอิสระ ตระหนักถึงบทบาท ความสามารถในการควบคุมตนเองในกระบวนการเรียนรู้ และการคิดอย่างมีเหตุมีผล ตลอดจนมีความเข้าใจในสิ่งที่เรียนอย่างลึกซึ้งและสามารถนำความรู้ไปใช้ได้ (Clements. 1997 : 199; Jonassen. 1991 : 32; Driscoll. 1994 : 365) นักการศึกษากลุ่มนี้มีความเชื่อว่าวิชาคณิตศาสตร์ไม่ใช่ผลผลิตที่นักเรียนจะได้รับจากครู แต่เป็นกระบวนการที่นักเรียนควรมีประสบการณ์ในชั้นเรียนและเชื่อว่าการเรียนรู้ไม่ได้เกิดขึ้นจากการถ่ายทอด หรือซึมซับเอาจากครูแต่เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวของนักเรียน นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ขึ้นด้วยตนเองจากการสัมผัส หรือเชื่อมโยงสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม หรือสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่มีมาก่อนนักเรียนจึงเรียนคณิตศาสตร์ได้ดี และมีประสิทธิภาพมากที่สุดเมื่อเขาได้สร้างความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของเขาขึ้นมา โดยผ่านการกระทำในสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการของตนเอง (Anthony. 1996 : 350; Ausubel. 1963 : 22; Clements & Lindquist. 1992 : 44) นอกจากนี้ใน

รายงานการศึกษาวิจัยของแคมเบล (Campbell. 1997 : 106) เกี่ยวกับวิธีเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนยังพบว่าหากได้รับอนุญาตนักเรียนมักจะใช้วิธีการหาคำตอบที่แตกต่างไปจากวิธีการที่ผู้ใหญ่ชอบใช้ และพบว่าบางครั้งนักเรียนจะใช้วิธีการและยุทธวิธีที่เมื่อมองในสายตาของผู้ใหญ่อาจดูว่าไม่ถูกต้อง ไม่สมบูรณ์ ไม่ถูกหลักการให้เหตุผล หรือไม่มีประสิทธิภาพพอ ขณะที่ในสายตาของนักเรียนวิธีการเหล่านั้นกลับเป็นสิ่งที่มีความชัดเจนและมีเหตุผล ดังนั้นการสอนที่ตั้งอยู่บนความคิดของนักเรียนจึงมีประโยชน์ต่อความเข้าใจทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อัตนศาสตร์อย่างมีความหมาย เป็นการเรียนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเชื่อมั่นในการคิด การใช้เหตุผลและสามารถอธิบายได้อย่างสมเหตุสมผล จึงอาจกล่าวได้ว่าการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดนี้เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางโดยแท้จริง คำนี้ถึงความต้องการและความแตกต่างของนักเรียน ส่งเสริมให้นักเรียนมีพัฒนาการเต็มตามศักยภาพของตน ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล รักการเรียนรู้วิธีการและสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับเป้าหมายของแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 8 (พ.ศ.2540 - 2544) และแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 8 ที่ต้องการให้มีการปฏิรูปการศึกษาเพื่อให้มีการปรับกระบวนการเรียนการสอนให้นักเรียนเป็นศูนย์กลาง มีการฝึกปฏิบัติจากประสบการณ์จริงพร้อมทั้งปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้ในวิชาที่สำคัญ เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภาษา และคอมพิวเตอร์ ทั้งยังสอดคล้องกับแนวคิดในการจัดการศึกษาสำหรับเด็กไทยในปัจจุบันและอนาคตของ สิปพนนท์ เกตุทัต (2540 : 4) ที่ได้กล่าวไว้ว่าเราต้องปฏิรูปการเรียนการสอนสำหรับเด็กไทยให้มีการสอนสิ่งที่ควรรู้ ควรทำ เพื่อให้สามารถอยู่รอดในโลกแห่งการแข่งขัน การบอกให้จดจำแบบเก่าต้องเลือนหายไป เนื่องจากความรู้ในยุคโลกาภิวัตน์มีมากจนครูไม่สามารถสอนได้หมด สิ่งที่เด็กไทยควรมีคือความรู้พื้นฐาน ความแตกฉานทางภาษา และคอมพิวเตอร์เพื่อการสื่อสารยุคใหม่ ความมีโลกทัศน์สากล สิ่งที่สำคัญยิ่งคือ การสร้างเด็กไทยให้มีความใฝ่รู้ รู้วิธีการเรียนรู้ และรู้แหล่งความรู้ที่เป็นปัจจัย เป็นที่พึ่งให้เขาได้อย่างแท้จริงไปชั่วชีวิต นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับโครงการพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนที่สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติจัดทำขึ้นในปี พ.ศ. 2540 ซึ่งมุ่งพัฒนาการเรียนการสอนใน 4 ประเด็น ได้แก่ การเรียนรู้อย่างมีความสุข การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม การเรียนรู้เพื่อพัฒนาระบวนการคิดและการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสุนทรียภาพและลักษณะนิสัย (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2540 : คำนำ)

นักวิชาการไทยได้ให้ความสนใจเกี่ยวกับการพัฒนาความคิดเชิงเหตุผลในเด็กไทย เช่น จานง วิบูลย์ศรี (2526) ได้ทำการวิจัยเชิงทดลองเรื่องอิทธิพลของภาษาต่อการคิดเชิงเหตุผลในเด็กไทยเพื่อตรวจสอบทฤษฎีของเพียเจต์ (Piaget : 1960) และบรูเนอร์ (Bruner : 1964) ผลการศึกษาพบว่า ภาษามีอิทธิพลต่อการคิดเชิงเหตุผลของเด็กไทยอย่างแน่นอน แต่ทว่าต้องเป็นภาษาที่มีลักษณะผสมผสานกันทั้งส่วนที่เป็นถ้อยคำ (Verbal) และไม่เป็นถ้อยคำ (Non-verbal) ตามลำดับซึ่งเหมาะสมกับวัยของเด็กด้วย

อนึ่งได้มีนักวิชาการหลายท่านได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดเชิงเหตุผลของเด็กกับเชอร์ปีญญา เช่น เกรย์ (Gray : 1969) พบว่า เด็กที่มีเชอร์ปีญญาสูงใช้การคิดแบบวิเคราะห์โดยอาศัยเหตุผลมากกว่าเด็กที่มีเชอร์ปีญญาต่ำ แคร็ง (Caring : 1971) พบว่า แบบการคิดสัมพันธ์กับ

เชาวันปัญญาอย่างมีนัยสำคัญ ซายน์และมาร์กัส (Zajonc and Markus, 1975 : 76) พบว่า ระดับเชาวันปัญญาของเด็กได้รับอิทธิพลมาจากสภาพแวดล้อมทางปัญญา โดยสภาพแวดล้อมทางปัญญาดังกล่าวเป็นผลเฉลี่ยของเชาวันปัญญาที่อยู่รอบตัวเด็กแมตด็อกซ์ (Maddox : 1963) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของแต่ละคนจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเชาวันปัญญาและความสามารถทางสมองร้อยละ 50 - 60 ขึ้นอยู่กับความพยายามและวิธีการศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพร้อยละ 30 - 40 และขึ้นอยู่กับโอกาสและสิ่งแวดล้อมอื่นอีกร้อยละ 10 - 15

จากการศึกษางานวิจัยโดยส่วนใหญ่มีจุดมุ่งหมายเพื่ออธิบายอิทธิพลของตัวแปรอิสระที่สนใจศึกษาว่ามีผลต่อตัวแปรตามหรือไม่ แต่ในความเป็นจริงมีตัวแปรอิสระมากมายที่อาจมีผลต่อตัวแปรตาม แต่เราไม่สนใจศึกษา หรือไม่สามารถควบคุมตัวแปรอื่นๆ ที่มีผลต่อตัวแปรตามที่เราศึกษา นั้นได้ทุกตัวแปร หรือมีตัวแปรที่ยากแก่การควบคุมเนื่องจากหน่วยของการสุ่มใหญ่เกินไป ดังเช่น การศึกษาผลจรรยาบรรณวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็ก โดยใช้วิธีสอนที่แตกต่างกัน ย่อมเป็นไปได้ว่าผลการเรียนของเด็กนอกจากจะเป็นผลโดยตรงจากวิธีสอนแบบต่างๆ แล้ว บางส่วนอาจเกิดจากสภาพอื่นๆ ที่แตกต่างกันของเด็ก เช่น พื้นความรู้เดิม ความสามารถทางคณิตศาสตร์ ระดับสติปัญญา ความมีเหตุผล นั่นคือความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มมิได้เกิดจากการจัดกระทำ (treatment) เพียงอย่างเดียว แต่อาจเป็นเพราะความแตกต่างที่มีอยู่เดิมของกลุ่มก็เป็นไปได้ (ลัดดาวัลย์ หวังพานิช. 2528 : 239)

ดังนั้นการวิจัยทั้งหลายจึงพยายามควบคุมหรือจัดตัวแปรที่ไม่ได้ศึกษา และควบคุมความแตกต่างที่มีอยู่เดิมของกลุ่มให้เหลือเพียงตัวจัดกระทำที่ต้องการศึกษาเท่านั้น เราสามารถจัดตัวแปรอิสระที่ไม่สนใจศึกษาซึ่งเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ตัวแปรสอดแทรก หรือตัวแปรแทรกซ้อน (Extraneous or Intervening) หรืออีกอย่างว่าตัวแปรรบกวน (Nuisance Variable) ได้ด้วยวิธีการสุ่ม (Randomization) วิธีจับคู่ (matching) หน่วยหรือบุคคลในกลุ่ม แต่อย่างไรก็ตามวิธีควบคุมเหล่านี้ในบางครั้งไม่สามารถทำให้กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา มีความเท่าเทียมกันทุกประการ (รุ่งโรจน์ ศรีจันทร์ แก้ว. 2543 : 1; อ้างอิงจาก Campbell and Stanley. 1963 :2) วิธีแก้ไขอีกวิธีหนึ่ง คือ การออกแบบแผนการวิจัย (Research design) ที่กระทำโดยวิธีการสุ่ม (Randomization) หรือการจัดกลุ่ม (Block) (สุณีย์ เหมาะประสิทธิ์. 2536 : 261) และอีกวิธีคือ การเลือกใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลในกรณีที่มีตัวแปรบางตัวที่ผู้วิจัยไม่มั่นใจว่าสามารถควบคุมให้เท่ากันได้ในแต่ละกลุ่ม และตัวแปรนั้นๆ ยังมีความสัมพันธ์อย่างสูงกับคุณลักษณะที่ศึกษาอีกด้วย (ลัดดาวัลย์ หวังพานิช. 2528 : 240) ในการควบคุมตัวแปรรบกวนสามารถทำได้ 4 วิธี (อุทุมพร ทองอุไทย. 2519 : 5) คือ ใช้วิธีทำให้ตัวแปรรบกวนเป็นสิ่งที่คงที่สำหรับตัวอย่างทุกหน่วย ใช้วิธีสุ่มตัวอย่างให้กับสภาพการทดลอง ใช้เป็นตัวแปรอิสระที่จะศึกษา และควบคุมโดยวิธีทางสถิติ (Statistical Control)

ในสามวิธีแรกดังกล่าวเป็นการควบคุมโดยตรง คือ เป็นการควบคุมการวิจัยซึ่งอาจทำได้โดยการทดลอง เช่นใช้หน่วยทดลองที่สม่ำเสมอ เลือกสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม และนอกจากนี้ยังสามารถควบคุมโดยใช้แบบแผนที่ควบคุม หรือสามารถจัดตัวแปรรบกวนโดยการสุ่มเข้ากลุ่ม (block) เรียกว่า แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มสุ่ม (Randomized Block Design : RBD) เพื่อที่จะ

ช่วยในการลดอิทธิพลของตัวแปรปรวน คือ ต้องทำให้ความแตกต่างระหว่างหน่วยทดลองมีน้อยที่สุดโดยการจัดเข้ากลุ่ม (block) ขจัดตัวแปรปรวน เพื่อไม่ให้มีผลต่อการทดสอบการจัดกระทำ (treatment) และให้ในแต่ละกลุ่ม (block) มีความเป็นเอกพันธ์กัน หรือมีความแตกต่างกันน้อยที่สุด โดยให้ระหว่างกลุ่ม (block) มีความแตกต่างกัน ซึ่งแบบแผนการทดลองกลุ่มสุ่มนี้ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) มาวิเคราะห์ข้อมูลบางที่เรียกว่าวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนในแบบกลุ่มสุ่ม (Analysis of Variance on Randomized Block Design) ส่วนวิธีสุดท้ายใช้การควบคุมทางอ้อมโดยเลือกใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลในกรณีที่มีตัวแปรอิสระที่ผู้วิจัยไม่สนใจศึกษา และไม่สามารถควบคุมให้เท่ากันได้ในแต่ละกลุ่มและตัวแปรนั้นยังมีความสัมพันธ์กันสูงกับตัวแปรตามอีกด้วย ซึ่งมักเรียกตัวแปรอิสระที่ไม่สนใจศึกษาแต่มีผลต่อตัวแปรตามว่า ตัวแปรร่วม (Covariate) ซึ่งการควบคุมตัวแปรปรวนด้วยวิธีการควบคุมทางสถิติวิธีนี้เรียกว่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance : ANCOVA) เนื่องจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมนั้นเป็นการวิธีการผสมระหว่างการวิเคราะห์ความแปรปรวนกับการวิเคราะห์การถดถอย ดังนั้นข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมนั้นเป็นข้อตกลงเบื้องต้นร่วมกันระหว่างการวิเคราะห์ความแปรปรวนกับการวิเคราะห์การถดถอย ซึ่งเมื่อเทียบกับการวิเคราะห์ความแปรปรวนในแบบกลุ่มสุ่มแล้ว การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมจะมีข้อตกลงเบื้องต้นเพิ่มขึ้นจากการวิเคราะห์ความแปรปรวน คือข้อตกลงของการวิเคราะห์การถดถอย

จากข้อมูลที่กำลังมาข้างหน้าผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาและนำเอาหลักการในการจัดการเรียนการสอน โดยอาศัยกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้สรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง เพื่อศึกษาว่ากระบวนการสอนดังกล่าวจะช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นซึ่งมีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์แตกต่างกันได้หรือไม่โดยผู้วิจัยใช้แบบแผนการวิเคราะห์ 2 แบบ คือ แบบแผนการวิเคราะห์แบบกลุ่มสุ่ม (RBD) กับแบบแผนการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ทั้งสองวิธีเป็นตัวอย่างแบบแผนที่มีการควบคุมตัวแปรปรวนหรือตัวแปรร่วมที่ผู้ทำการวิจัยไม่ได้สนใจศึกษาแต่มีผลต่อตัวแปรตามเหมือนกัน โดยมีข้อแตกต่างกันที่การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเป็นการใช้ตัวแปรร่วมเป็นตัวปรับ (Adjusted) ค่าความคลาดเคลื่อนของการทดลอง สำหรับการวิเคราะห์แบบกลุ่มสุ่มซึ่งใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนในการวิเคราะห์ข้อมูลจะใช้ตัวแปรร่วมเพื่อจำแนกความแตกต่างออกเป็นกลุ่ม (block) และใช้ความแปรปรวนเนื่องจากกลุ่มปรับค่าความคลาดเคลื่อนของการทดลองนั้น (อวยพร จุฑานนท์. 2528 : 2) ว่าถ้านำทั้งสองแบบแผนมาวิเคราะห์ข้อมูลชุดเดียวกันผลที่ได้จะเป็นอย่างไร

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายสำคัญเพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเองที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล โดยมีจุดมุ่งหมาย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) กับการจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครู ที่ใช้แบบแผนการวิเคราะห์แบบกลุ่มสัมพันธ์ (RBD)
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) กับการจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครูที่ใช้แบบแผนการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA)

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จะเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนเป็นผู้สรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง มาใช้พัฒนาและปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน มีพัฒนาการทางด้านความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนหรือผู้ที่เกี่ยวข้องที่จะใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพสูงสุด และจะทำให้ทราบถึงผลการวิเคราะห์แบบแผนการวิเคราะห์แบบกลุ่มสัมพันธ์ (RBD) และแบบแผนการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA)

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล เขตทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร จำนวน 9 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 458 คน โดยทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนละความสามารถของนักเรียน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล เขตทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 60 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มด้วยวิธีจับสลาก 2 ห้องเรียน จากห้องเรียนทั้งหมด 9 ห้องเรียน แล้วสุ่มให้ห้องเรียนหนึ่งเป็นกลุ่มทดลองและอีกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม นำแบบสอบถามการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ให้นักเรียน

ทำ เพื่อแบ่งนักเรียนตามระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ สูง กลาง และต่ำ ระดับละ 10 คน จะได้กลุ่มทดลอง 30 คน กลุ่มควบคุม 30 คน รวม 60 คน

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 ใช้เวลาในการทดลอง 14 คาบ คาบเรียนละ 50 นาที โดยทำการทดสอบก่อนเรียน 1 คาบ ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน 12 คาบ และทำการทดสอบหลังเรียน 1 คาบ

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเองเป็นเนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค 31101 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องเศษส่วน

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่

1.1 การจัดการเรียนการสอน 2 วิธี คือ

1.1.1 การจัดการเรียนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)

1.1.2 การจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครู

1.2 ตัวแปรควบคุม คือ การรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์

2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) หมายถึง กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียน จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม โดยครูผู้สอนเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียนให้เกิดการขัดแย้งทางปัญญาขึ้น ซึ่งเป็นประสบการณ์ใหม่ที่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ผู้เรียนจะต้องพยายามปรับแนวคิดใหม่กับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่แล้วสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนการสร้างความรู้ด้วยตนเองของ บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์ (2540 : 55 - 56) ดังนี้

1.1 ขั้นปฐมนิเทศ ขั้นนี้ครูให้โอกาสนักเรียนสร้างจุดมุ่งหมายและแรงจูงใจในการเรียนรู้ในเนื้อหาที่กำหนด

1.2 ขั้นทำความเข้าใจ ขั้นนี้เป็นขั้นที่ให้นักเรียนปรับแนวคิดปัจจุบัน ในหัวข้อของบทเรียนให้ชัดเจน ซึ่งสามารถทำได้โดยให้เด็กทำกิจกรรมที่หลากหลาย เช่นการอภิปรายกลุ่มเล็ก การออกแบบแผ่นโปสเตอร์ และการเขียน

1.3 ขั้นจัดโครงสร้างแนวคิดใหม่ ขั้นการสร้างแนวคิดใหม่ นับว่าเป็นหัวใจสำคัญของขั้นตอนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนย่อยดังนี้

1.3.1 ทำแนวความคิดให้กระจ่างชัดและแลกเปลี่ยนกัน

1.3.2 สร้างแนวความคิดใหม่

1.3.3 ประเมินแนวความคิดใหม่

1.4 การนำแนวความคิดไปใช้ ขั้นนี้ครูต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนนำแนวความคิดของตนเองที่สร้างขึ้น ไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ที่หลากหลายทั้งที่คุ้นเคย และแปลกใหม่

1.5 ก้าวรบทวน ขั้นตอนสุดท้ายครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสะท้อนตนเอง แนวความคิดของตนเอง ได้เปลี่ยนแปลงไปอย่างไร โดยการวาดภาพเปรียบเทียบระหว่างความคิดของตน ตอนเริ่มเรียนในบทเรียนนั้น กับตอนสิ้นสุดการเรียนในบทเรียนนั้น

2. การจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครู หมายถึง การสอนที่ผู้วิจัยทำการสอนโดยยึดแนวการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ซึ่งมีขั้นตอนในการสอนดังนี้

2.1 ขั้นที่ 1 แจกจุดประสงค์การเรียนรู้

2.2 ขั้นที่ 2 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียนโดยการสนทนาและทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนโดยให้นักเรียนตอบคำถาม

2.3 ขั้นที่ 3 ขั้นสอน โดยครูสอนเนื้อหาประกอบการอธิบาย สาธิต ยกตัวอย่าง ใช้สื่อประกอบการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหา

2.4 ขั้นที่ 4 ขั้นสรุป ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปกฎเกณฑ์

2.5 ขั้นที่ 5 ขั้นวัดผลประเมินผล จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน การตอบคำถาม การทำกิจกรรม การทำแบบฝึกหัด

3. ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล หมายถึง ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลในวิชาคณิตศาสตร์ โดยสามารถถ่ายโยงไปสู่การแก้ปัญหาอื่นๆที่ไม่ใช่วิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาอื่นๆทั่วไปตามความสามารถที่พึงปรารถนา มี 4 ลักษณะดังนี้

3.1 การจำแนกประเภท (Classification) หมายถึงความสามารถด้านเหตุผลในการพิจารณาเปรียบเทียบสิ่งของต่าง ๆ มีอะไรเหมือนกัน มีอะไรต่างกัน เมื่อนำมาสร้างกลุ่มหรือพวก จะได้สามารถเปรียบเทียบว่า อะไรแตกต่างไปจากกลุ่ม หรืออะไรมีคุณสมบัติเหมือนกับกลุ่มที่กำหนดให้ความสามารถด้านนี้เป็นความสามารถด้านการแยกแยะ หรือวิเคราะห์คุณลักษณะของสิ่งต่าง ๆ

3.2 การอุปมาอุปไมย (Analogy) หมายถึงความสามารถด้านเหตุผลในการพิจารณาความสัมพันธ์ของคำสองคำ อ้างอิงไปยังความหมายคำอีกสองคำ หรือกลุ่มมโนภาพสองกลุ่ม กับกลุ่มมโนภาพอีกสองกลุ่มได้อย่างคล่องแคล่ว

3.3 อนุกรมสัมพันธ์ (Matrices) หมายถึงความสามารถด้านเหตุผลในการหาเหตุผลของการเปลี่ยนแปลงภาพอย่างมีระบบ

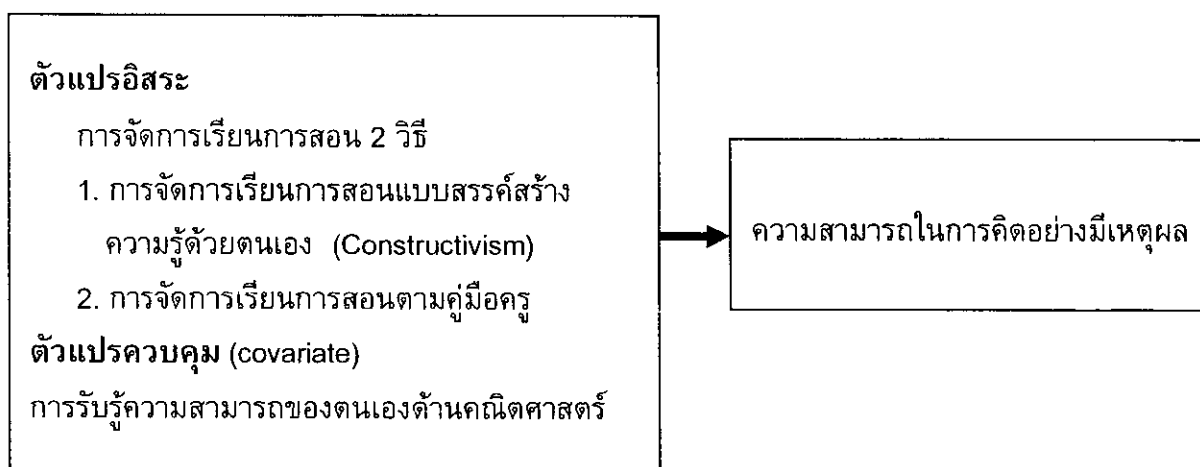
3.4 การสรุปอ้างอิง (Inference) หมายถึงความสามารถด้านเหตุผลในการสรุปผลจากเหตุต่าง ๆ อาจจะเป็นเหตุใหญ่หรือเหตุเล็กก็ได้

4. การรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ (Self – Perceived Ability to Learn Mathematics) หมายถึง การที่บุคคลรู้จักและคิดต่อตนเองเกี่ยวกับความสามารถของตนเองในด้านการเรียนรู้ เป็นการรับรู้เกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์ที่เขาเป็นอย่างแท้จริง รับรู้ว่าตนเองมีความสามารถในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับใด มีความสามารถที่จะทำได้หรือไม่ และมีความมั่นใจว่าจะทำได้ในระดับใด

5. แบบแผนการวิเคราะห์แบบกลุ่มสุ่ม (Randomized Block Design : RBD) คือ แบบแผนการวิเคราะห์ข้อมูลที่จัดอิทธิพลของตัวแปรปรบกวนโดยทำให้ความแตกต่างระหว่างหน่วยทดลองมีน้อยที่สุด โดยแยกการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์จัดเข้ากลุ่ม(block) เพื่อไม่ให้ไปมีผลต่อความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

6. แบบแผนการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance : ANCOVA) คือ แบบแผนการวิเคราะห์ข้อมูลที่จัดตัวแปรที่ไม่สามารถควบคุมได้โดยวิธีการทดลอง เป็นการรวมการวิเคราะห์ความถดถอยกับการวิเคราะห์ความแปรปรวนเข้าด้วยกัน โดยจัดการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ (covariate) จากการวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

กรอบแนวคิดของการศึกษาค้นคว้า



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดของการศึกษาค้นคว้า

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครู มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลแตกต่างกัน เมื่อใช้แบบแผนการวิเคราะห์แบบกลุ่มสุ่ม (RBD)
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครู มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลแตกต่างกัน เมื่อใช้แบบแผนการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA)

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่องผลการจัดการเรียนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (constructivism) ที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่การรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ต่างกัน ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เป็นแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยดังนี้

1. การเรียนรู้แบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (constructivism)
 - 1.1 คอนสตรัคติวิซึม(constructivism) และสมมติฐานการเรียนรู้
 - 1.2 แนวคิดและทฤษฎีของการเรียนรู้แบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง
 - 1.3 ความเชื่อพื้นฐานของปรัชญาแห่งการสรรค์สร้างความรู้
 - 1.4 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง
 - 1.5 รูปแบบการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง
 - 1.6 ยุทธวิธีและการสอนตามแนวคิดทฤษฎี Constructivism ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์
 - 1.7 เทคนิคและบทบาทของผู้สอนตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบสรรค์สร้างความรู้
 - 1.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง
2. การคิดและการคิดอย่างมีเหตุผล
 - 2.1 ความหมายของการคิด
 - 2.2 ประเภทของการคิด
 - 2.3 ความหมายของการคิดอย่างมีเหตุผล
 - 2.4 แนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล
 - 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดและการคิดอย่างมีเหตุผล
3. การรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของการรับรู้ความสามารถของตนเอง
 - 3.2 ทฤษฎีการรับรู้ความสามารถของตนเอง
 - 3.3 ลักษณะการรับรู้ตนเองในวิชาคณิตศาสตร์
 - 3.4 แหล่งที่ก่อให้เกิดการรับรู้ความสามารถของตนเอง
 - 3.5 การพัฒนาการรับรู้ความสามารถของตนเอง
 - 3.6 การประเมินการรับรู้ความสามารถของตนเอง
 - 3.7 การวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์
 - 3.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์

4. แบบแผนการวิเคราะห์แบบกลุ่มสุ่ม

4.1 รูปแบบโมเดลของการทดลองสำหรับ RBD

4.2 การแบ่งส่วนของผลรวมกำลังสองทั้งหมด

4.3 ข้อมูลสูญหาย

4.4 การวัดความสัมพันธ์

5. แบบแผนการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

5.1 รูปแบบโมเดลของการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ANCOVA

5.2 ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

5.3 หลักการปรับตัวแปรร่วม

5.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมสำหรับแบบกลุ่มสุ่ม

5.5 แนวคิดในการคำนวณการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

1. การเรียนรู้แบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (constructivism)

1.1 คอนสตรัคติวิซึม(constructivism) และสมมติฐานการเรียนรู้

ค็อบบี (อรุณี สุพรรณพงศ์. 2545 : 12 ; อ้างอิงจาก Cobb. 1944 : 13 – 20) มีความเห็นว่าการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม(constructivism) เป็นกระบวนการที่ไม่ได้หยุดนิ่งอยู่กับที่ ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยการสร้างรวบรวม ปรับเปลี่ยนสภาพการณ์รอบ ๆ ตัวมาอธิบายสิ่งที่กำลังศึกษา การเรียนรู้ตามความเห็นของ Cobb ต้องเกิดจากการประสานสัมพันธ์กันระหว่างครูกับนักเรียน สิ่งแวดล้อมรอบตัวผู้เรียนมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน

เคนเนท (Kenneth T.1996 :131) ได้ให้ความหมายการสรรค์สร้างความรู้เป็นการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นโดยยึดธรรมชาติเป็นการสร้างมิตินความรู้สึกลงในข้อมูลใหม่ของแต่ละบุคคล โดยการเชื่อมโยงก่อนจะได้มาซึ่งความเข้าใจ

สุมนหา พรหมบุญ และ อรพรรณ พรสีมา (2541 : 42) กล่าวถึงการเรียนรู้แบบสรรค์สร้างความรู้เป็นวิธีการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องแสวงหาความรู้ และสร้างความรู้ความเข้าใจขึ้นด้วยตนเอง ความแข็งแกร่ง ความเจริญงอกงามในความรู้อาจเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้ และแลกเปลี่ยนประสบการณ์กับคนอื่น ๆ หรือได้พบสิ่งใหม่ๆ แล้วนำความรู้ที่มีอยู่มาเชื่อมโยง ตรวจสอบกับสิ่งใหม่ๆ

จากความหมายที่กล่าวมาสรุปได้ว่าการเรียนรู้แบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเองเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ และแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยประสบการณ์ ความรู้เดิมเป็นฐานและเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ ให้สัมพันธ์กับบริบทในการสรรค์สร้างความรู้ใหม่

ในช่วงปลายทศวรรษ 1980 เป็นต้นมาได้เกิดนักการศึกษากลุ่มปัญญานิยมที่รู้จักกันในนามของนักการศึกษากลุ่มคอนสตรัคติวิสต์ (constructivist) มีแนวคิดในการจัดการศึกษาที่ตรงข้ามกับ

แนวคิดเดิมกล่าวคือ นักการศึกษากลุ่มนี้มีความเชื่อว่าความรู้เป็นสิ่งที่ไม่สามารถถ่ายทอดจากบุคคลหนึ่งไปสู่อีกบุคคลหนึ่งได้ แต่ความรู้เป็นสิ่งที่บุคคลแต่ละบุคคลจะต้องสร้างขึ้นมด้วยตนเอง (Anthony. 1996 : 349; Driscoll. 1994 : 360 ; Gredler. 1997 : 57; Sutherland. 1992 : 78; Wheatley. 1991 : 10) นักการศึกษากลุ่มนี้ได้สร้างทฤษฎีและหลักการเกี่ยวกับการเรียนรู้ขึ้นภายใต้แนวคิดนี้มากมาย โดยเรียกชื่อผลงานที่สร้างขึ้นต่าง ๆ กัน เช่น generative learning, embodied cognition, cognitive flexibility theory, situated learning and authentic instruction, postmodern and poststructural curricula และ educational semiotic เป็นต้น ผลงานเหล่านี้ล้วนเป็นผลงานที่สร้างขึ้นภายใต้แนวคิดที่ “ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง” หรือใช้คำว่า “การสร้าง” (construct) เหมือนกันโดยมีรายละเอียดของประเด็นหรือจุดสนใจที่แตกต่างกันอยู่บ้าง ผลงานเหล่านี้ถูกจัดอยู่ในกลุ่มที่ชื่อว่า คอนสตรัคติวิซึม (constructivism) หรือที่บางคนเรียกว่าทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Theory) (Cobb. 1994 : 4) ดังนั้นทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์จึงไม่ได้มีเพียงทฤษฎีเดียวแต่เป็นทฤษฎีหรือผลงานวิจัยที่มีการศึกษากันอย่างกว้างขวางในสาขาต่าง ๆ ตั้งแต่วิทยาศาสตร์ศึกษา คณิตศาสตร์ศึกษาไปจนกระทั่งถึงจิตวิทยาการศึกษาและเทคโนโลยีการศึกษา (Driscoll. 1994 : 360; Woolfolk. 1995 : 275) คอนสตรัคติวิซึมในปัจจุบันจึงหมายถึง กลุ่มแนวความคิดหรือผลงานทั้งหลายที่มองว่าความรู้เป็นการสร้างของบุคคล เป็นผลงานที่วางอยู่บนข้อตกลงพื้นฐานว่าความรู้ไม่ใช่ส่วนหนึ่งของวัตถุ ความรู้ไม่ใช่ความจริงภายนอกที่แยกออกจากบุคคล แต่ความรู้ไม่ว่าจะเป็นตัวเนื้อหาในหลักวิชา เช่น คณิตศาสตร์ สังคมศาสตร์ หรือความรู้ของผู้เรียนแต่ละคน ล้วนเป็นผลงานการสร้างของบุคคลบนพื้นฐานของวัฒนธรรม สภาพทางสังคมและความรู้ที่มีอยู่ก่อน (Gredler. 1997 : 57)

เกร็ดเลอร์และวูล์ฟ (Gredler. 1997 : 57; Woolfolk. 1995 : 276) ได้จำแนกผลงานกลุ่มคอนสตรัคติวิซึมที่เข้มงวด (radical constructivism) หรือคอนสตรัคติวิซึมเชิงปัญญา (cognitive constructivism) เป็นกลุ่มที่มีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) เน้นการสร้างความรู้เป็นรายบุคคล ศึกษาความแตกต่างของพัฒนาการเป็นรายบุคคลไม่ให้ความสำคัญกับสถานการณ์ทางสังคมที่การเรียนรู้เกิดขึ้น กลุ่มที่สองเรียกว่าคอนสตรัคติวิซึมเชิงสังคม (social constructivism) เป็นกลุ่มที่มีรากฐานมาจากทฤษฎีประวัติศาสตร์สังคมของไวโกทสกี (Vygotsky) เน้นบทบาทของภาษาและสังคมในการสร้างความรู้ เนื่องจากเชื่อว่าการเรียนรู้เป็นสิ่งที่มิในสังคมโดยธรรมชาติและเกิดขึ้นในสภาพทางวัฒนธรรมที่มีลักษณะเฉพาะ การเรียนรู้เกิดขึ้นได้ในทุก ๆ ที่ เช่น ในโรงงาน โต๊ะอาหาร ห้องประชุม โรงเรียน บนถนน สำนักงานและสนามแข่งขัน ด้วยเหตุนี้จึงเห็นว่าองค์ประกอบทางสังคมเป็นองค์ประกอบหลักที่ทำให้บุคคลเรียนรู้เกี่ยวกับตนเองและโลกภายนอกหรือเกิดการเรียนรู้นั้นเอง จึงเน้นการเรียนรู้ในสภาพชีวิตจริงมากกว่าการเรียนในโรงเรียน

เมื่อศึกษาถึงสมมติฐานเกี่ยวกับการเรียนรู้พบว่า มีนักการศึกษาหลายคน (Anthony. 1996 : 349; Driscoll. 1994 : 360 - 365; Gredler. 1997 : 59; Woolfolk. 1995 : 276 - 279) ได้กล่าวถึงสมมติฐานการเรียนรู้ผลงานของกลุ่มคอนสตรัคติวิซึมซึ่งพอจะสรุปได้ดังนี้

(1) ผลงานกลุ่มคอนสตรัคติวิซึมเป็นผลงานที่พัฒนาขึ้นจากสมมติฐานที่ว่าความรู้ไม่ได้เป็นสิ่งที่อยู่ภายนอกตัวบุคคลซึ่งจะสามารถถ่ายทอดไปยังผู้เรียนได้ แต่ความรู้ถูกสร้างขึ้นโดยผู้เรียน ในขณะที่ผู้เรียนพยายามสร้างความหมายของประสบการณ์ ผู้เรียนไม่ใช่ภาชนะว่างเปล่าที่รอคอยการเติมเต็ม แต่เป็นสิ่งมีชีวิตที่ต้องการค้นหาความหมายและกระบวนการอยู่ตลอดเวลา กระบวนการสร้างความหมายของผู้เรียนเป็นการสร้างรายละเอียดและทดสอบโครงสร้างทางปัญญาจนกระทั่งพบสิ่งที่พอใจ โดยมีประสบการณ์ที่ขัดแย้งเป็นสิ่งรบกวนโครงสร้างเหล่านี้ ทำให้บุคคลต้องปรับโครงสร้างเพื่อให้ได้ข้อมูลใหม่ที่มีความหมายอยู่ตลอดเวลา กระบวนการนี้เป็นการพัฒนาและปรับปรุงรูปแบบทางสมองซึ่งเพียเจต์เรียกว่าการปรับโครงสร้างทางปัญญา (accommodation) แต่นักการศึกษาคนอื่น ๆ เรียกว่าการสร้างความรู้ใหม่ (knowledge restructuring)

(2) ผลงานกลุ่มคอนสตรัคติวิซึมมีสมมติฐานว่า ความรู้ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นไม่จำเป็นต้องสอดคล้องกับความจริงภายนอกหรือสะท้อนไปสู่โลกที่เป็นจริงเสมอไป แต่ผู้เรียนจะสร้างแบบจำลองที่สอดคล้องกับประสบการณ์ของตนเอง โดยถือว่าสิ่งที่ถูกสร้างขึ้นนี้เป็นแบบจำลองที่สะท้อนถึงความเข้าใจในปัจจุบันของผู้เรียน ความไม่สอดคล้องกันระหว่างความเป็นจริงกับโครงสร้างทางปัญญาที่ผู้เรียนสร้างขึ้นนี้อาจเกิดจากข้อจำกัดของความสามารถในการสร้างความหมายของสิ่งแวดล้อมและข้อจำกัดในประสบการณ์ของผู้เรียนเอง ตัวอย่างเช่น การรับรู้ของเด็กเกี่ยวกับโลกและดวงอาทิตย์จากประสบการณ์ทำให้เด็กเชื่อว่าโลกแบนและดวงอาทิตย์เคลื่อนไหวไปรอบ ๆ โลก เพราะเห็นว่าในตอนกลางวันดวงอาทิตย์เคลื่อนไหวไปในท้องฟ้า ในทัศนของกลุ่มคอนสตรัคติวิสต์ถือว่าในสถานการณ์เช่นนี้ เด็กได้สร้างแบบจำลองที่สมบูรณ์ที่สุดซึ่งสอดคล้องกับประสบการณ์ของเขาแล้ว

(3) ผลงานกลุ่มคอนสตรัคติวิซึมนอกจากจะมีสมมติฐาน 2 ข้อข้างต้นร่วมกันแล้ว ถ้าพิจารณาแยกเป็น 2 กลุ่มตามที่ได้กล่าวมาแล้ว คือ กลุ่มคอนสตรัคติวิซึมเชิงปัญญาและกลุ่มคอนสตรัคติวิซึมเชิงสังคม พบว่าทั้งสองกลุ่มมีสมมติฐานเพิ่มเติมที่ต่างกัน คือ กลุ่มคอนสตรัคติวิซึมเชิงปัญญาเชื่อว่าความรู้ถูกสร้างขึ้นโดยสมาชิกแต่ละคนของสังคมจากพื้นฐานทางสติปัญญาและความรู้เดิมที่มีติดตัวมา ขณะที่กลุ่มคอนสตรัคติวิซึมเชิงสังคมเชื่อว่าความรู้ถูกสร้างขึ้นโดยสมาชิกในสังคมร่วมกัน โดยใช้การเจรจาปรึกษา (negotiation) เป็นเครื่องมือ มีภาษาและวัฒนธรรมเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้เกิดการเรียนรู้

1.2 แนวคิดและทฤษฎีของการเรียนรู้แบบสรรค์สร้างความรู้

แนวคิดจากทฤษฎีพื้นฐานที่สำคัญ

คอนสตรัคติวิซึม เป็นกลุ่มผลงานหรือทฤษฎีที่มีรากฐานมาจาก ปรัชญาและทฤษฎีทางจิตวิทยาที่หลากหลาย เช่น ปรัชญาการศึกษาของดิวอี้ (Dewey) และกู๊ดแมน (Goodman) ทฤษฎีพัฒนาการทางปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) ทฤษฎีประวัติศาสตร์สังคมของไวทกอสกี

ทฤษฎีปฏิสัมพันธ์และวัฒนธรรมของบรูเนอร์ (Bruner) และได้รับอิทธิพลมากจากนักจิตวิทยากลุ่มเกสตัลท์ (Gestalt psychologists) และบาทเล็ด (Bartlett) เป็นต้น (Driscoll.1994 : 359; Woolfolk. 1995 : 275)

1.2.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางปัญญาของเพียเจต์ (Jean Piaget's Cognitive Development Theory) ทฤษฎีพัฒนาการทางปัญญาของเพียเจต์ไม่เพียงแต่ทฤษฎีการเรียนรู้และทฤษฎีการสอน แต่เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับพัฒนาการทางปัญญาของบุคคล มีเป้าหมายในการแยกแยะและศึกษากฎโดยรวมของพัฒนาการทางปัญญา โดยเน้นที่พัฒนาการของการคิดเชิงเหตุผล จากวัยทารกจนกระทั่งโตเป็นผู้ใหญ่ มีสมมติฐานว่าพัฒนาการทางปัญญามีลักษณะคล้ายกับระบบทางชีววิทยา กล่าวคือเป็นกระบวนการสร้างโครงสร้างที่ต้องการอย่างต่อเนื่องขณะมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมกำหนดความหมายของพัฒนาการทางปัญญาว่าเป็นความมอของของการคิดเชิงเหตุผล (logical thinking) ที่มีผลลัพธ์เป็นการสร้างโครงสร้างทางปัญญาใหม่จากโครงสร้างที่มีอยู่เดิม โดยเชื่อว่าความมอของทางปัญญาเป็นผลมาจากองค์ประกอบ 4 อย่าง คือ สภาพแวดล้อมทางกายภาพ สภาพแวดล้อมทางสังคม วุฒิภาวะ และการสร้างความสมดุลของประสบการณ์ (Gredler. 1997 : 226 - 229) เมื่อการสร้างความสมดุลของประสบการณ์หมายถึงการปรับตัวกับสิ่งแวดล้อมเพื่อให้อยู่ในสภาพสมดุล โดยอาศัยกลไกพื้นฐาน 2 ประการ คือ กลไกการซึมซับประสบการณ์ (assimilation) อันเป็นการปรับเอาประสบการณ์ใหม่ที่ต้องการ หรือปรับสิ่งแวดล้อมให้รวมเข้ากับโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิมและกลไกการปรับโครงสร้างทางปัญญา อันเป็นกระบวนการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิมให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมหรือประสบการณ์ใหม่ หรือเปลี่ยนแปลงความคิด ความเข้าใจเดิมให้สอดคล้องกับสิ่งแวดล้อมใหม่ (สราวุธ โค้วตระกูล. 2536 : 34 – 35 ; อ้างอิงจาก Shuterland. 1992 : 25 - 27) เพียเจต์ได้จำแนกขั้นของพัฒนาการทางปัญญาออกเป็น 4 ขั้น คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นใช้ประสาทสัมผัส (Sensory-motor Stage) มีอายุตั้งแต่แรกเกิดถึง 2 ปี เป็นขั้นที่พัฒนาการเกิดจากใช้ประสาทสัมผัสต่าง ๆ เช่น ตา หู มือ และเท้า เป็นต้น

ขั้นที่ 2 ขั้นควบคุมอวัยวะต่าง ๆ (Preoperational Stage) มีอายุประมาณ 3 – 7 ปี เป็นขั้นที่เริ่มมีพัฒนาที่เป็นระบบมากขึ้น มีพัฒนาการของสมองที่ใช้ควบคุมการพัฒนาลักษณะนิสัยและการพัฒนาของอวัยวะต่าง ๆ

ขั้นที่ 3 ขั้นคิดอย่างเป็นรูปธรรม (Concrete-operational Stage) มีอายุประมาณ 8 – 14 ปี เป็นขั้นที่สามารถเรียนรู้ จำแนกสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมได้ แต่ยังไม่สามารถสร้างจินตนาการกับเรื่องราวที่เป็นนามธรรมได้

ขั้นที่ 4 ขั้นคิดอย่างเป็นนามธรรม (Formal-operational Stage) มีอายุประมาณ 14 ปีขึ้นไป เป็นขั้นที่สามารถคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล คิดในสิ่งที่ซับซ้อน และเป็นนามธรรมได้

เพียเจต์เชื่อว่าพัฒนาการของบุคคลจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องจากระดับที่ต่ำกว่าไปสู่ระดับที่สูงกว่าโดยไม่มีการข้ามขั้น และจะบรรลุถึงพัฒนาการในแต่ละขั้นได้ด้วยการมีประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อม ประสบการณ์ในการทำกิจกรรม และมีปฏิสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมทางสังคมดังนั้นในแง่ของการเรียนรู้จึงถือว่าการจัดกระทำและการมีประสบการณ์กับวัตถุที่เป็นรูปธรรมเป็นพื้นฐาน

สำคัญของการสร้างความรู้ เด็กเรียนรู้โดยการสร้างปัญหา ตั้งคำถาม และสำรวจคำตอบโดยการทดลองวิธีแก้ปัญหาจนเกิดการค้นพบหรือที่เรียกว่าการสร้างขึ้นใหม่โดยเด็กแต่ละคนนั่นเอง กฎหรือทฤษฎีที่ปรากฏในวิชาเฉพาะใดๆ ก็ตามถูกสร้างขึ้นใหม่โดยผู้เรียนแต่ละคนการสื่อสารกันด้วยภาษาไม่ว่าจะเป็นภาษาพูดหรือภาษาเขียนไม่สามารถถ่ายทอดสิ่งที่เป็นกฎหรือทฤษฎีจากบุคคลหนึ่งไปสู่อีกบุคคลหนึ่งได้ (Gredler. 1997 : 226 - 229; Shuterland. 1992 : 28)

1.2.2 ทฤษฎีประวัติศาสตร์สังคมของไวโกทสกี (Lev S. Vygotsky's

Sociohistorical) จุดเริ่มต้นแนวคิดของไวโกทสกีเกิดขึ้นจากความคิดที่ขัดแย้งกับผลงานวิจัยของพัฟเลฟ (Pavlov) และโคห์เลอร์ (Kohler) ที่ทำกับสุนัขและลิง โดยไวโกทสกีมีความเห็นว่าพฤติกรรมของมนุษย์ย่อมแตกต่างจากพฤติกรรมสัตว์ เนื่องจากพฤติกรรมของสัตว์เกิดจากสาเหตุ 2 ประการ คือ 1) เกิดขึ้นโดยธรรมชาติหรือโดยกำเนิด (innate reflexes) และ 2) เกิดจากการตอบสนองเพื่อให้ได้สิ่งที่ต้องการหรือเป็นการตอบสนองแบบมีเงื่อนไข (acquired or condition reflexes) ขณะที่พฤติกรรมของมนุษย์เกิดจากสาเหตุ 3 ประการ คือ 1) ประสบการณ์ที่มีติดตัวมาแต่กำเนิด ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมการตอบสนองโดยธรรมชาติและสิ่งที่เราสร้างสมมาจากบรรพบุรุษที่เรียกว่าประสบการณ์เชิงประวัติศาสตร์ (historical experience) ซึ่งสัตว์ไม่มี 2) ประสบการณ์ที่ได้จากประสบการณ์ของผู้อื่น เช่น เรารู้จักกรุงเบอร์ลินหรือดาวอังคารได้โดยไม่ต้องเคยไปกรุงเบอร์ลินหรือมีกล้องส่องดูดาว แต่สามารถรู้จักได้โดยประสบการณ์ของคนอื่นที่เคยไปหรือเคยใช้กล้องส่องดูดาวอังคารมาก่อน และ 3) วิธีที่มนุษย์ปรับตัวกับสิ่งแวดล้อมแตกต่างจากสัตว์ กล่าวคือ สัตว์ปรับตัวอย่างช้าๆ ให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมที่เรียกว่าการปรับตัวเชิงรับ (passive adaptation) ขณะที่มนุษย์ปรับสิ่งแวดล้อมให้ตอบสนองความต้องการของตนที่เรียกว่าการปรับตัวเชิงกระทำ (active adaptation) โดยการใช้สมอง นั่นคือ มนุษย์จะสร้างสิ่งต่างๆ ด้วยสมองก่อนแล้วจึงเปลี่ยนจากรูปแบบในสมองมาสู่การกระทำ พฤติกรรมของมนุษย์จึงเป็นเพียงการกระทำซ้ำแบบจำลองที่คิดไว้แล้ว

จากความแตกต่างดังกล่าวไวโกทสกีจึงสนใจศึกษาลักษณะการทำงานของสมองหรือจิตระดับสูง (higher psychological or mental functions) ของมนุษย์และตั้งชื่อผลงานที่ศึกษานี้ว่า ทฤษฎีประวัติศาสตร์สังคม ซึ่งมีรายละเอียดโดยสรุปดังนี้ (Gredler. 1997 : 243 - 256; Shuterland. 1992 : 42 - 48)

ทฤษฎีประวัติศาสตร์สังคมของไวโกทสกีมีสมมติฐานเบื้องต้น (basic assumptions) ว่าทั้งมนุษย์และสัตว์มีกระบวนการสืบทอดทางชีววิทยา (biological heritage) เป็นตัวกำหนดพัฒนาการขั้นพื้นฐานทางสมอง อันประกอบด้วย การรับรู้ (perception) การจำอย่างง่าย (simple memory) และความสนใจโดยธรรมชาติ (involuntary attention) ต่อมาเมื่อมนุษย์รู้จักพัฒนาเครื่องมือขึ้นใช้ รู้จักประดิษฐ์สัญลักษณ์ขึ้นใช้ในการสื่อสาร รู้จักสร้างและใช้สิ่งเร้าในฐานะที่เป็นเครื่องช่วยการจำและการคิด สิ่งเหล่านี้ก็มีการถ่ายทอดจากชนรุ่นหนึ่งไปสู่ชนอีกรุ่นหนึ่งเรียกว่ากระบวนการสืบทอดทางประวัติศาสตร์สังคม (sociohistorical heritage) ซึ่งเกิดขึ้นเฉพาะสังคมมนุษย์ มนุษย์จึงมีพฤติกรรมที่ต่างจากสัตว์โลกชนิดอื่น เนื่องจากการสืบทอดทางภาษาและระบบสัญลักษณ์ส่งผลให้ระบบการ

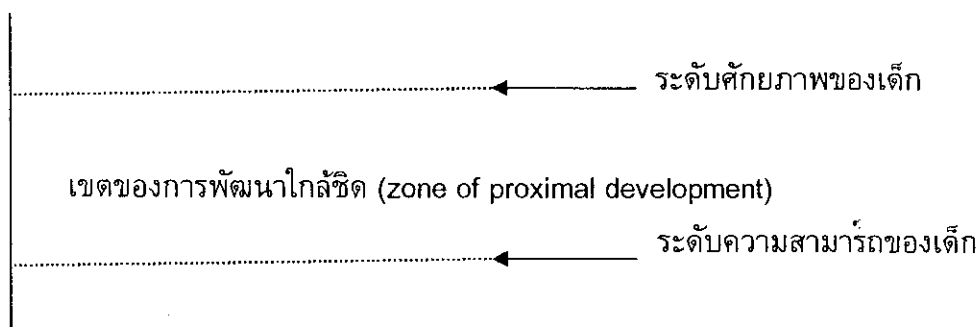
ทำงานของสมองมนุษย์พัฒนาจากขั้นพื้นฐานไปสู่ขั้นสูงหรือซับซ้อนยิ่งขึ้น อันประกอบด้วย การรับรู้ที่จัดเป็นกลุ่ม (categorical perception) การจำเชิงเหตุผล (logical memory) การคิดเชิงนามธรรม หรือเชิงมโนคติ (abstract or concept thought) การเลือกเฟ้นอย่างรอบคอบ (selective attention) และการรู้คิดกล่าวคือ การทำงานที่ซับซ้อนทางสมองถูกพัฒนาขึ้นโดยผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคล และการใช้ระบบสัญลักษณ์ควบคุมและกำกับจากสมมติฐานที่กล่าวมา จึงสรุปได้ว่าพัฒนาการที่ซับซ้อนทางสมองเกี่ยวข้องกับกระบวนการที่เชื่อมโยงกัน 2 กระบวนการ คือ กระบวนการเรียนรู้ภาษาและระบบสัญลักษณ์ และกระบวนการเรียนรู้ที่จะใช้ภาษาและระบบสัญลักษณ์กำกับและควบคุมการคิดของมนุษย์ โดยมีหลักการ 2 ข้อ เป็นตัวอธิบายการเปลี่ยนแปลงการทำงานของสมองจากขั้นพื้นฐานไปสู่ขั้นที่ซับซ้อน คือ

หลักการข้อที่ 1 เรียกว่ากฎทั่วไปของพัฒนาการทางพันธุกรรม (The General Law of Genetic Development) กล่าวว่าการทำงานที่ซับซ้อนทางสมองทั้งหมดมีจุดกำเนิดจากปฏิสัมพันธ์ทางสังคมระหว่างบุคคลกับบุคคล ที่เรียกว่า จิตวิทยาระหว่างบุคคล (interpsychological) จากนั้นบุคคลจะค่อย ๆ ได้มาซึ่งความหมายและกลายเป็นสิ่งที่มีอยู่ภายในตัวบุคคลเรียกว่าจิตวิทยาภายในตนเอง (intrapsychological) ครั้งหนึ่งเคยเป็นความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลมาก่อน เช่น ภาษาพูดเริ่มต้นจากการใช้เพื่อสื่อสารกับบุคคลอื่นจากนั้นจึงค่อยเปลี่ยนเป็นภาษาพูดภายใน (inner speech) ซึ่งเป็นความหมายของการคิดนั่นเอง

หลักการข้อที่ 2 เรียกว่ากระบวนการสร้างความหมาย (The Processes of Signification) กล่าวว่า มนุษย์ใช้ภาษาในการจัดระบบการรับรู้ สร้างนัยทั่วไปและสิ่งที่เป็นนามธรรมขึ้น โดยการจัดกระทำกับสัญลักษณ์ความจำอย่างง่ายจะกลายเป็นความจำเชิงเหตุผลที่เป็นระบบ และเมื่อมีพัฒนาการสูงสุดมนุษย์จะสามารถควบคุมการจำและความสนใจโดยใช้สิ่งเร้าที่กำหนดขึ้นเอง เช่น สามารถจดจำคำต่าง ๆ ได้จากการนำคำเหล่านั้นมาแต่งเป็นประโยคหรือเรื่องราว นอกจากนี้พัฒนาการของกระบวนการทางสมองระดับสูงยังอยู่ขึ้นกับการเรียนรู้ที่จะใช้สิ่งเร้าและสัญลักษณ์ช่วยควบคุมการดำเนินการภายในทางสมองที่ซับซ้อน การรวมกันระหว่างภาษากับการทำกิจกรรมจะสร้างพัฒนาการทางปัญญาที่เป็นนามธรรมขึ้น ไวโกทสกีได้ศึกษาพบว่าขณะเด็กพยายามแก้ปัญหาที่ซับซ้อนจะมีการวิจารณ์แสดงความคิดเห็นในการกระทำของตนเอง มีการพูดขึ้นนำการกระทำ พฤติกรรมนี้จะปรากฏมากขึ้นเมื่อเป็นการทำงานเชิงวิชาการที่ต้องใช้สมองและปรากฏมากที่สุดขณะเด็กทำงานโดยไม่มีผู้ใหญ่อยู่ด้วย

ทฤษฎีของไวโกทสกีนอกจากจะให้ความสำคัญกับภาษาและการมีปฏิสัมพันธ์ในฐานะเป็นเครื่องมือสำหรับการสร้างพัฒนาการทางสมองมนุษย์จากขั้นพื้นฐานไปสู่ขั้นที่ซับซ้อนดังที่กล่าวมาแล้ว อีกสิ่งหนึ่งที่ไวโกทสกีให้ความสำคัญไม่แพ้กันคือ การพัฒนาความสามารถทางสมองระดับสูงต้องเน้นพัฒนาการที่เหนือความสามารถปัจจุบันของเด็กที่เรียกว่า เขตของการพัฒนาใกล้เคียง (zone of proximal development) ซึ่งมีลักษณะดังภาพประกอบ 3 โดยใช้สถานการณ์ที่เลียดความสามารถปัจจุบันของเด็กแต่อยู่ในขอบเขตของศักยภาพที่เด็กจะทำได้ด้วยการช่วยเหลือแนะนำของผู้ใหญ่หรือการทำงานร่วมกับเพื่อน ๆ เป็นเครื่องมือในการพัฒนาความสามารถทางสมองของ

เด็ก ผลจากการทดลองของไวโกทสกีกับเด็ก 2 คนที่มีอายุสมอง 8 ปี พบว่าหลังจากใช้วิธีการดังกล่าว เด็กคนหนึ่งสามารถแก้ปัญหาของเด็กอายุ 12 ปีได้ อีกคนหนึ่งสามารถแก้ปัญหาของเด็กอายุ 9 ปีได้ ซึ่งเขานิยามว่าการรู้ความหมายของภาษาหรือความเข้าใจเกี่ยวกับการดำเนินการเป็นเพียงจุดเริ่มต้นของพัฒนาการทางปัญญา สิ่งสำคัญคือพัฒนาการในเขตของการพัฒนาใกล้เคียงจะถูกสร้างขึ้นจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใหญ่กับเด็ก หรือเด็กกับเด็กที่เก่งกว่า



ภาพประกอบ 2 แสดงเขตของการพัฒนาใกล้เคียงของไวโกทสกี

จากข้อมูลที่กล่าวมาจะเห็นว่าทั้งทฤษฎีพัฒนาการทางปัญญาของเพียเจต์และทฤษฎีประวัติศาสตร์สังคมของไวโกทสกีล้วนเป็นทฤษฎีที่ศึกษาแยกองค์ประกอบที่ส่งผลต่อพัฒนาการทางปัญญาของมนุษย์จากขั้นพื้นฐานไปสู่ขั้นสูง ซึ่งประกอบด้วยการคิดเชิงเหตุผล การจำเชิงเหตุผล การคิดเชิงโมโนติ และการรู้จัก โดยแต่ละทฤษฎีมีข้อสรุปที่สำคัญดังนี้

ข้อสรุปจากทฤษฎีพัฒนาการทางปัญญาของเพียเจต์

- 1) พัฒนาการทางปัญญาเกิดจากการกระทำกิจกรรมที่เหมาะสมกับวัย
- 2) ข้อขัดแย้งทางปัญญาก่อให้เกิดสภาวะไม่สมดุลเป็นแรงจูงใจที่ทำให้เกิดการกระทำอันจะก่อให้เกิดพัฒนาการทางปัญญา
- 3) พัฒนาการทางปัญญาของบุคคลจะเป็นไปตามลำดับขั้นไม่มีการกระโดดข้ามขั้นหรือสลับลำดับกันได้

ข้อสรุปจากทฤษฎีประวัติศาสตร์สังคมของไวโกทสกี

- 1) ภาษาและปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้พัฒนาการทางปัญญาของบุคคลเปลี่ยนจากขั้นพื้นฐานไปสู่ขั้นซับซ้อนหรือขั้นสูง
- 2) การพัฒนาความสามารถทางปัญญาระดับสูงต้องเน้นพัฒนาการที่เหนือความสามารถปัจจุบันของนักเรียนที่เรียกว่า เขตของการพัฒนาใกล้เคียง โดยใช้สถานการณ์ที่เลียดความสามารถปัจจุบันและปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดพัฒนาการทางปัญญา

จากข้อมูลที่กล่าวมาเห็นได้ชัดว่าทั้งทฤษฎีพัฒนาการทางปัญญาของเพียเจต์และทฤษฎีประวัติศาสตร์สังคมของไวโกทสกีล้วนมีจุดหมายที่พัฒนาการทางสมองระดับสูงของนักเรียน

บราวเนล(Brownell, W.) สนับสนุนการเรียนรู้ที่มีความหมายโดยเน้นความเข้าใจรูปแบบและหลักการรวมๆ ว่าเป็นวิธีการที่ดีกว่าการเรียนรู้โดยการท่องจำและการฝึกทำแบบฝึกหัดโดยปราศจากความหมาย (จารุวรรณ ยังรักษา. 2542 : 24 ; อ้างอิงจาก Gadaniidies . 1994 : citing Resnick and Ford . 1981)

บรูเนอร์ (Bruner, J.) ได้ให้ความเห็นว่าการสอนคณิตศาสตร์ที่ไม่ได้เน้นที่ความถูกต้องของคำตอบของปัญหา แต่เน้นที่กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนจะได้รับในห้องเรียน จุดเน้นอยู่ตรงที่ให้นักเรียนได้พยายามใช้ความคิดในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง นักเรียนแต่ละกลุ่มในชั้นควรได้รับโอกาสได้เสนอแนวความคิดพร้อมเหตุผลของกลุ่มต่อเพื่อนๆ นักเรียนในชั้นแนวความคิดที่ได้จากนักเรียนจะมีหลากหลาย นักเรียนทั้งชั้นจะต้องช่วยกันอภิปรายและประเมินแนวความคิดต่างๆ ออซูเบล (Ausubel, D.) สนับสนุนการเรียนรู้ที่มีความหมาย เขากล่าวว่า การเรียนรู้แบบค้นพบต้องใช้เวลามากและอย่าเข้าใจว่าเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายเสมอไป เขาเสนอแนะให้เริ่มต้นบทเรียนด้วยการเสนอโครงสร้างหรือแนวความคิด หรือสาระโดยสรุปของเรื่องที่จะเรียน ที่มีความหมายและเชื่อมโยงกับความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนมีอยู่เดิม(จารุวรรณ ยังรักษา. 2542 : 24 ; อ้างอิงจาก Gadaniidies . 1994 : citing Orton . 1987 and Shulman. 1970 : 53)

จอร์ท (George G. 1994 : 91 - 96) กล่าวถึงหลักการสำคัญของทฤษฎีการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิซึ่มมี 2 หลักการดังนี้

1. ความรู้ความเข้าใจ จะต้องสร้างโดยผู้เรียนที่เข้าไปมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้น
2. กระบวนการเรียนรู้ เป็นกระบวนการของการจัดหลักทั่วไป และปรับสิ่งที่จะเรียนรู้ใหม่ให้เข้ากับโลกของประสบการณ์ที่มีอยู่เดิม

ทฤษฎีการสรรค์สร้างความรู้หรือทฤษฎีการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิซึ่ม(Constructivism) เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่เชื่อว่าผู้เรียนต้องสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง องค์ความรู้ที่สร้างโดยผู้เรียนนั้นอาจยังไม่ถูกต้องสมบูรณ์ จะต้องได้รับการสนับสนุนจากสิ่งแวดล้อมช่วยปรับปรุงแต่งให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ด้วยเหตุนี้ถ้าครูได้ใช้วิธีสอนที่สอดคล้องกับทฤษฎีการสรรค์สร้างความรู้ ย่อมจะทำให้ผู้เรียนมีความสามารถทางด้านความคิด และการปฏิบัติ (เพ็ญจันทร์ เจียบประเสริฐ. 2543 : 16)

เจดศักดิ์ ชุมนุม (2540 : 97) กล่าวถึงทฤษฎีการสร้างความรู้แบบ Constructivism หรือ นิรมิตนิยม (นิรมิต แปลว่า สร้าง) มาจากแนวคิดดังต่อไปนี้

1. ความเชื่อพื้นฐานและเจ้าของความคิด มีนักการศึกษาผู้มีชื่อเสียงหลายคนได้เสนอแนวคิดที่เป็นการสนับสนุน ทฤษฎีการสร้างความรู้ คือ ผู้เรียนเป็นผู้ที่จะต้องเคลื่อนไหวในการสร้างความรู้เอง ไม่ใช่ว่ารับมาอย่างเชื่องๆ เอาไปเก็บไว้ในสมอง แล้วถ่ายทอดออกมา เมื่อคนหรือเหตุการณ์ภายนอกเรียกร้องให้ทำเช่นนั้น

ความเชื่อเกี่ยวกับวิธีการแสวงหาความรู้มีอยู่ 2 แนวทาง คือ แนวทางหนึ่งนั้นคือ เชื่อว่าความรู้มีอยู่แล้ว (อาจจะอยู่นอกหรือในตัวคน) รอเพียงการค้นพบ ส่วนอีกแนวหนึ่งเชื่อว่าความรู้

เป็นสิ่งที่ต้องกำหนดรู้หรือสร้างขึ้นมาเอง สำหรับครูที่มีความเชื่อในแนวทาง คือ ผู้ที่มีความเชื่อในแนวทฤษฎีการสร้างความรู้แบบ Constructivism นั้นเอง

2. กระบวนการสร้างความรู้ ในฝ่ายที่เชื่อว่าคนสามารถสร้างความรู้ได้นั้น มีความเชื่อตรงกันว่าอิทธิพลจากภายนอก อาจอยู่ในรูปของสัมผัสต่างๆ การเกี่ยวข้องกับโลกโดยผ่านการทดลอง และการดำเนินชีวิต (Pratice)

สมณทา พรหมบุญ และ อรพรรณ พรสีมา (2541 : 42) กล่าวถึงแนวคิดของการเรียนรู้แบบสรรค์สร้างความรู้ก็คือการเรียนรู้เป็นกระบวนการสรรค์สร้างความรู้ ความรู้เดิมเป็นพื้นฐานสำคัญของการสร้างสรรค์ความรู้ใหม่ และคุณภาพของการเรียนรู้มีความสัมพันธ์กับบริบทที่เกิดขึ้น

สมศักดิ์ สินธุเวชญ์ (2542 : 54) กล่าวถึงแนวคิด Constructivism เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในบุคคล บุคคลเป็นผู้สร้าง (Construct) ความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม เกิดเป็นโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structre)

ผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนทางปัญญาได้ แต่ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียน ปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้ โดยจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญา หรือเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น ซึ่งเป็นสภาวะที่ประสบการณ์ใหม่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ผู้เรียนต้องพยายามปรับข้อมูลใหม่กับประสบการณ์ที่มีอยู่เดิมแล้วสร้างเป็นความรู้ใหม่

1.3 ความเชื่อพื้นฐานของปรัชญาแห่งการสร้างสรรค์ความรู้

เนติศักดิ์ ชุมชุม (2540 : 101) กล่าวถึงความเชื่อพื้นฐานของปรัชญาแห่งการสร้างสรรค์ความรู้ มีดังต่อไปนี้

1. ความเข้าใจที่เกิดขึ้นจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมที่เรียนรู้ ไม่อาจจะแบ่งแยกจากวิธีการที่เกิดการเรียนรู้ (What is learned cannot be separated from how it is learned) ซึ่งให้ความหมายว่า ความรู้ (Cognition) ไม่ใช่เกิดขึ้นเพียงในบุคคล แต่เป็นส่วนหนึ่งของบริบททั้งสิ้นทั้งปวง ความเชื่ออย่างใหม่ ซึ่งนักเรียนอาจจะพยายามปรับความคิดทั้ง 2 อย่าง เข้าหากันแทนที่จะทิ้ง ซึ่งครูที่เข้าใจสามารถช่วยเหลือเด็กได้

2. ความขัดแย้งในความรู้ (Cognitive conflict) คือแรงกระตุ้นให้เกิดความต้องการที่จะเรียน และเป็นตัวกำหนดโครงสร้าง และลักษณะของสิ่งที่ได้เรียนรู้

3. ความรู้เกิดขึ้นโดยกระบวนการของการต่อรองทางสังคม กลุ่มจะร่วมกันทดสอบความรู้และคนอื่นๆ เป็นส่วนที่ก่อให้เกิดความขัดแย้ง ซึ่งก่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างใหม่

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (2540 : 45 - 47) ได้กล่าวถึงกลุ่มนักคิดเกี่ยวกับการสรรค์สร้างความรู้ มีความเชื่อเกี่ยวกับความรู้และมนุษย์ ดังนี้

ความเชื่อเกี่ยวกับความรู้

1. ความรู้เป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นด้วยตนเอง มีความเชื่อว่า ความรู้มิได้หมายถึงมวลหมู่ของข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หรือกฎเกณฑ์ต่างๆ ที่รอคอยให้เกิดการค้นพบอีกทั้ง มิใช่บาง

สิ่งบางอย่างที่คงอยู่อย่างอิสระจากตัวผู้รู้ มนุษย์ต่างหากเป็นผู้สรรค์สร้างความรู้ขึ้นโดยพยายามทำให้เกิดขึ้นอย่างมีความหมาย ตามประสบการณ์ที่พบบอกมาทุกสิ่งทุกอย่างที่เรารู้ ตัวเราเองเป็นผู้ทำให้เกิดขึ้น

2. ความรู้เป็นสิ่งที่นึกเห็นและอาจผิดพลาดได้ เนื่องจากความรู้เป็นสิ่งสรรค์สร้างของมนุษย์ซึ่งจะพบกับประสบการณ์ใหม่อยู่อย่างสม่ำเสมอ ความรู้จึงไม่สามารถเป็นอยู่ตายตัวหรือคงที่มิได้เปลี่ยนแปลงความเข้าใจของเราที่เกิดขึ้น เป็นเพียงข้อเสนอของความคิดหรือเป็นการทดลองดูก่อน และยังขาดความสมบูรณ์ครบถ้วน

3. ความรู้เจริญงอกงามขึ้นด้วยการเปิดโอกาสให้ทำต่อไป ความเข้าใจจะยิ่งลุ่มลึกและทวีความแข็งแรง ความรู้ที่เกิดขึ้นครั้งแรก ถ้าบุคคลได้ทำการทดสอบความเข้าใจเดิมกับสิ่งที่ประสบใหม่ต่อไปเรื่อยๆ โดยอาศัยประสบการณ์ที่แต่ละบุคคลได้พบจากวัตถุ และเหตุการณ์ ความเข้าใจจึงเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นทางสังคมด้วยบุคคล จึงสามารถแลกเปลี่ยนความรู้ของตน และนำข้อคิดเห็นจากผู้อื่นย้อนกลับมาสู่ตน ด้วยการสะสมความเข้าใจ ที่คิดอย่างใคร่ครวญ ทำให้ความรู้เจริญงอกงามขึ้นเรื่อยๆ

ความเชื่อเกี่ยวกับมนุษย์

1. มนุษย์ไม่ชอบสิ่งที่ไร้ระเบียบหรือยุ่งเหยิง สัญชาตญาณของความอยุ่รอด ผลักดันให้มนุษย์ต้องมีความเข้าใจ หรือทำให้สรรพสิ่งมีความหมายขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงมิได้ มนุษย์รายงานสรรพสิ่งในสิ่งแวดล้อมเข้าสู่ตนอย่างสม่ำเสมอ ปรากฏการณ์ที่แปลกใหม่จะถูกจัดกระทำให้เหมาะสมพอดีกับความเป็นระเบียบที่คงอยู่ในบุคคล

2. มนุษย์มีโครงสร้างความรู้ ภายในที่แนะให้รับรู้ เข้าใจและแสดงออก มวลมนุษย์ทั้งหมดเป็นเจ้าของเครือข่ายของสิ่งที่มีความหมาย ซึ่งมีการแก้ไขปรับปรุงอยู่เสมอ สิ่งที่มีความหมายเหล่านี้เป็นผลพวงของประสบการณ์ที่ผ่านมา ทั้งด้านกายภาพและด้านสังคม ซึ่งชี้แนะการรับรู้ ประสบการณ์ใหม่ การรับรู้นั้นจะป้อนกลับเข้าไปด้วยและจะสร้างโครงสร้างใหม่กระบวนการดังกล่าวเป็นการพัฒนา โครงสร้างความรู้ภายใน และในที่สุดจะเป็นตัวกำกับพฤติกรรม

1.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนตามแนวสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง

จากความรู้เกี่ยวกับพัฒนาการของเด็กซึ่งแสดงให้เห็นว่าการพัฒนาจะเกิดอย่างต่อเนื่องและเกิดขึ้นด้วยตัวของเด็กเอง นักการศึกษาได้นำความคิดดังกล่าวมาใช้พัฒนาการเรียนการสอนและแนวคิดหนึ่งที่ใช้ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์คือ คอนสตรัคติวิซึมซึ่งยอมรับว่าการพัฒนาในเรื่องของความรู้และความสามารถต่างๆ ของนักเรียนเกิดขึ้นมาแล้วตั้งแต่เด็กนักเรียนเหล่านั้นยังไม่ได้เข้าสู่ระบบโรงเรียน บางแนวความคิดที่เด็กมีอยู่อาจจะถูกต้องและสอดคล้องกับผู้อื่นแต่บางแนวความคิดอาจคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริงก็ได้ นอกจากนี้การพัฒนาแนวความคิดหลักเหล่านี้จะเป็นลักษณะที่เกิดขึ้นภายในสมองของนักเรียนเอง ซึ่งอาจสอดคล้องหรือขัดแย้งกับความเข้าใจและข้อเท็จจริงที่มีอยู่ก็ได้ การพัฒนาแนวความคิดหลักของเด็กเหล่านี้อาจแบ่งได้เป็น 3

ลักษณะ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2538 : 2 - 3)

1) การเปลี่ยนแปลง เป็นการพัฒนาแนวความคิดที่มีการเปลี่ยนความเชื่อจากเดิมไปสู่แนวคิดใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิมอย่างสิ้นเชิง(อาจเปลี่ยนจากความเชื่อที่เดิมเป็นความเชื่อที่ผิดไปสู่ความเชื่อใหม่ที่ถูกต้องก็ได้) เช่น ในสมัยโบราณมีแนวความคิดว่าโลกแบนและต่อมาได้มีการศึกษาแล้วพบว่าโลกกลม แนวคิดเกี่ยวกับโลกก็เปลี่ยนไปจากเดิมอย่างสิ้นเชิง

2) การเพิ่มเติมแนวคิดใหม่ที่เกิดขึ้น จะเพิ่มเติมเข้าไปกับแนวคิดเดิมที่มีอยู่แล้ว ส่วนใหญ่จะเป็นแนวคิดที่มีลักษณะเดียวกันเช่น เด็กมีความรู้เกี่ยวกับสัตว์ว่าเคลื่อนไหวได้ กินอาหารและขับถ่ายได้ ขยายพันธุ์ได้ เมื่อเด็กไปพบสัตว์อีกชนิดหนึ่งมีขน มีสองขา มีปากแหลม ขันได้และมีผู้ให้ความรู้สัตว์ชนิดนี้คือไก่ เด็กก็จะมีแนวความคิดหลักเพิ่มเติมว่า ไก่ก็เป็นสัตว์ชนิดหนึ่ง

3) การปรับแต่ง เป็นลักษณะที่เกิดจากการปรับแนวคิดเดิมเพียงเล็กน้อยโดยอาศัยข้อมูลที่ได้รับเข้ามาใหม่ เช่นเด็กมีความรู้เกี่ยวกับไก่อ่ามีลักษณะอย่างไร แต่เมื่อไปพบเห็นเปิดเป็นครั้งแรกก็ยังจะคิดว่าเป็นไก่ จนกว่าจะรู้จักแยกลักษณะที่สำคัญของไก่และเปิด คือ ไก่ปากแหลมแต่เปิดปากแบน นอกจากนั้นเด็กก็จะรู้ว่าเปิดแตกต่างจากไก่ และยอมรับว่าไก่และเปิดเป็นสัตว์ต่างชนิดกัน เด็กจะสร้างแนวคิดหลักอยู่ตลอดเวลาโดยไม่จำเป็นต้องมีการสอนภายในห้องเรียนเท่านั้น แต่จะได้จากสิ่งแวดล้อมเป็นสำคัญ นอกจากนี้การเรียนรู้ตามแนวคิดของคอนสตรัคติวิซึมจะเกิดขึ้นได้ตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้

3.1) การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นด้วยตัวของนักเรียน เป็นผลมาจากความกระตือรือร้นของนักเรียนซึ่งเกิดขึ้นเฉพาะตัวบุคคล การสอนโดยวิธีบอกเล่าซึ่งได้จัดเป็นกระบวนการสอนที่นักเรียนรับรู้จากผู้สอนโดยตรงจะไม่ช่วยให้เกิดการพัฒนาแนวความคิดหลักมากนัก แต่การบอกเล่าก็จัดเป็นวิธีให้ข้อมูลทางหนึ่งได้

3.2) ความรู้ต่างๆ จะถูกสร้างขึ้นด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยใช้ข้อมูลที่ได้รับมาใหม่ร่วมกับข้อมูล หรือความรู้ที่มีอยู่แล้วจากแหล่งต่าง ๆ เช่น สังคม สิ่งแวดล้อม รวมทั้งประสบการณ์เดิมมาเป็นเกณฑ์ช่วยการตัดสินใจ

3.3) ความรู้และความเชื่อของแต่ละคนจะแตกต่างกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อม วัฒนธรรมนิยมประเพณีและสิ่งที่นักเรียนได้พบเห็น ซึ่งจะถูกใช้เป็นพื้นฐานในการตัดสินใจและใช้เป็นข้อมูลในการสร้างแนวความคิดใหม่

3.4) ความเข้าใจจะแตกต่างจากความเชื่อโดยสิ้นเชิง และความเชื่อจะมีผลโดยตรงต่อการสร้างแนวความคิดและการเรียนรู้

จากแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนที่กล่าวมาแล้ว กิจกรรมส่วนใหญ่ภายในห้องเรียนจะดำเนินไปด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยครูทำหน้าที่เป็นพี่เลี้ยงมากกว่าผู้บอกเล่า ทั้งนี้โดยครูจะเป็นผู้รวบรวมสื่อและเอกสารต่างๆ เพื่อให้นักเรียนได้ใช้อ้างอิง จัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับบทเรียนหรือแนวคิดที่ต้องการ ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และชี้แนะนักเรียนในบางโอกาส เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสใช้ความคิดของตนเองอย่างเต็มที่

การจัดกิจกรรมตามแนว Constructivism เป็นการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง มีรูปแบบกิจกรรมที่หลากหลาย เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนตื่นตัวอยู่ตลอดเวลา มีการเชื่อมโยงวิธีการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชากับชีวิตจริง (จิราภรณ์ ศิริทวี. 2541 : 38 - 40) กล่าวถึงการเรียนรู้ตามแนว Constructivism ไว้ว่าเป็นการสอนให้นักเรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ คือการสอนให้เด็กคิด วิธีคิดมีหลากหลายแล้วแต่ทฤษฎี ในที่นี้จะขอลำถึงการคิด 10 วิธี ถ้านักเรียนได้รับการฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่องนักเรียนจะเป็นผู้มีความสามารถในการสร้างองค์ความรู้และสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ดังนี้

1. กล้าคิด (Risk Taking) คือกล้าหาทางเลือกอื่นๆ และเสนอออกมาไม่ว่าจะบังเกิดผลเช่นไรแก่ผู้เสนอก็ตาม เพื่อให้นักเรียนกล้าคิดครูต้องจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้เด็กกล้าเสี่ยง กล้าเดา กล้าคิด กล้าเสนอ และกล้าปกป้องความคิดของตนเองด้วย

2. คิดคล่อง (Fluency) คือความสามารถที่จะผลิตความคิดรวบยอด (Concept) หรือความคิดเห็น (Ideas) เป็นปริมาณมากๆ ได้ ยิ่งคิดคล่องก็ยิ่งมีข้อคิดเห็นมาก ยิ่งมีข้อคิดเห็นมากเท่าไรโอกาสพบความคิดที่มีคุณภาพสูง

3. คิดกว้าง (Flexibility) คือความสามารถที่จะคิดโดยไม่ติดอยู่ในกรอบหรือมุมมองเพียงมุมเดียว คนที่คิดกว้างจะมองเห็นกลยุทธ์หรือทางแก้ปัญหาที่หลากหลายในการจัดการกับปัญหาหนึ่งๆ

4. คิดของเดิม (Originality) คือความสามารถที่จะคิดอย่างหลักแหลมทำให้เกิดข้อคิดเห็นที่เป็นของตนเอง

5. คิดดัดแปลง (Elaboration) คือความสามารถต่อเติมข้อคิดเห็นที่มีอยู่แล้วให้น่าสนใจและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ความคิดเก่าคือรากฐานการคิดต่อของความคิดใหม่

6. ความคิดซับซ้อน (Complexity) คือความสามารถในการแสวงหาทางเลือกใหม่ ซึ่งหลายๆ ครั้งได้มาด้วยความยากลำบาก คนที่คิดซับซ้อนจะจัดระบบสรรพสิ่งที่สับสนได้ดีน่านะเรียบออกมาจากความโกลาหลได้

7. คิดวางแผน (Planning) คือความสามารถจัดการให้ได้มาซึ่งผลหรือทางออกที่พึงประสงค์ เป็นการรวบรวมการคิดวิธีการต่างๆ เพื่อแก้ปัญหา หรือป้องกันที่อาจเกิดขึ้นอย่างเป็นระเบียบระบบมีขั้นตอนดังนี้

7.1 ระบุปัญหา

7.2 ระบุข้อจำกัด

7.3 พิจารณาทางเลือก

7.4 บริหารทรัพยากรและเวลา

7.5 กำหนดแผนงาน

7.6 ไตร่ตรองถึงปัญหาแทรกซ้อนที่อาจเกิดขึ้นได้

8. **คิดตัดสินใจ (Decision Making)** คือการตกลงใจว่าจะกระทำการตัดสินใจเป็นจุดเริ่มของการปฏิบัติการ เป็นการประมวลทางเลือกต่างๆ โดยใช้วินิจฉัยแล้วระบุข้อตกลงใจว่าจะกระทำการในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง

9. **คิดระดมสมอง (Brainstorming)** คือเทคนิควิธีการเสาะหาวัตถุดิบ เพื่อนำไปคิดต่อเป็นการระดมความคิดเห็นให้มากหลากหลาย เพื่อนำไปใช้หรือพิจารณาโดยการคิดวิธีการต่างๆ ต่อไป

10. **คิดให้รู้กันทั่ว (Communication)** คือความสามารถในการเสนอความคิดหรือข้อคิดเห็นโดยชี้แจงให้ผู้อื่นเข้าใจและเห็นตามได้

ลักษณะการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์องค์ความรู้

จิราภรณ์ ศิริทวี (2541 : 8 - 40) กล่าวถึงลักษณะการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์องค์ความรู้ดังนี้

1. นักเรียนเป็นเจ้าของความคิด มากกว่าเป็นผู้รับสารหรือซึมซับข้อมูล
2. การสื่อสารของครูจะเป็นในลักษณะกระตุ้น ให้นักเรียนคิดโดยจะไม่บอก หรือตอบคำถามนักเรียนตรงๆ นักเรียนต้องเรียนรู้วิธีการแปลความหมายสิ่งที่ครูพูด เพื่อนำมาใช้ในการหาคำตอบที่นักเรียนต้องการ
3. นักเรียนรู้ด้วยความเข้าใจ
4. สิ่งที่นักเรียนเข้าใจเป็นสิ่งที่นักเรียนสร้างขึ้น ซึ่งไม่ใช่การลอกเลียนแบบแนวคิดของครู
5. สิ่งที่เรียนและวิธีเรียนมีผลกระทบจากบริบทของสังคม ซึ่งการเรียนรู้เกิดขึ้นรวมถึงบริบทของห้องเรียน

การเปรียบเทียบสภาพของห้องเรียนปกติ และห้องเรียนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้

ตาราง 1 แสดงการเปรียบเทียบสภาพของห้องเรียนปกติ และห้องเรียนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้

สภาพห้องเรียนปกติ (Traditional classrooms)	สภาพห้องเรียนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนสร้าง องค์ความรู้ (Constructivism classrooms)
1. หลักสูตรนำเสนอจากรายละเอียด ย่อยๆ ไปสู่องค์รวมเน้นทักษะพื้นฐาน	1. หลักสูตรมองจากองค์รวมไปหา รายละเอียดย่อยๆ เน้นที่ความคิดรวบ ยอดหลักๆ
2. กิจกรรมการสอนเน้นรูปแบบตามที่ หลักสูตรกำหนด	2. กิจกรรมการสอนเน้นให้นักเรียนถาม คำถามเพื่อเป็นแนวทางการหาข้อสรุป
3. กิจกรรมการเรียนรู้เน้นไปตามบทเรียน	3. กิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้นักเรียนหา ข้อมูลและเรียนรู้ด้วยการกระทำหรือ ด้วยสื่อที่จับต้องได้
4. สภาพของนักเรียนเป็นเสมือนกระดาน ชนวนว่างๆ ที่ครูมีหน้าที่ขีดร่องรอย ลงไป	4. นักเรียนถูกคาดหวังให้เป็นนักคิดที่ สามารถสร้างทฤษฎีเกี่ยวกับสิ่งที่เรียน ได้
5. บทบาทของครูคือผู้สั่งการ	5. บทบาทของครูคือ ผู้จัดการทำให้เกิด การเรียนรู้
6. ครูต้องการคำตอบที่ถูกต้อง	6. ครูต้องการให้นักเรียนแสดงความ คิดเห็นที่หลากหลายเพื่อให้สามารถ ค้นหาจุดยืนของความคิดของตนเอง
7. กิจกรรมการวัดและประเมินผลถูกแยก ส่วนจากกิจกรรมการสอน ส่วนมาก เน้นที่การสอบ	7. กิจกรรมการสอนและการประเมิน ผสมผสานกับรูปแบบการประเมินใช้ วิธีการที่หลากหลายเน้นการสังเกต พฤติกรรมของนักเรียนขณะทำงาน ผลงานที่นักเรียนสร้างขึ้นและเก็บ รวบรวมไว้ใน portfolio

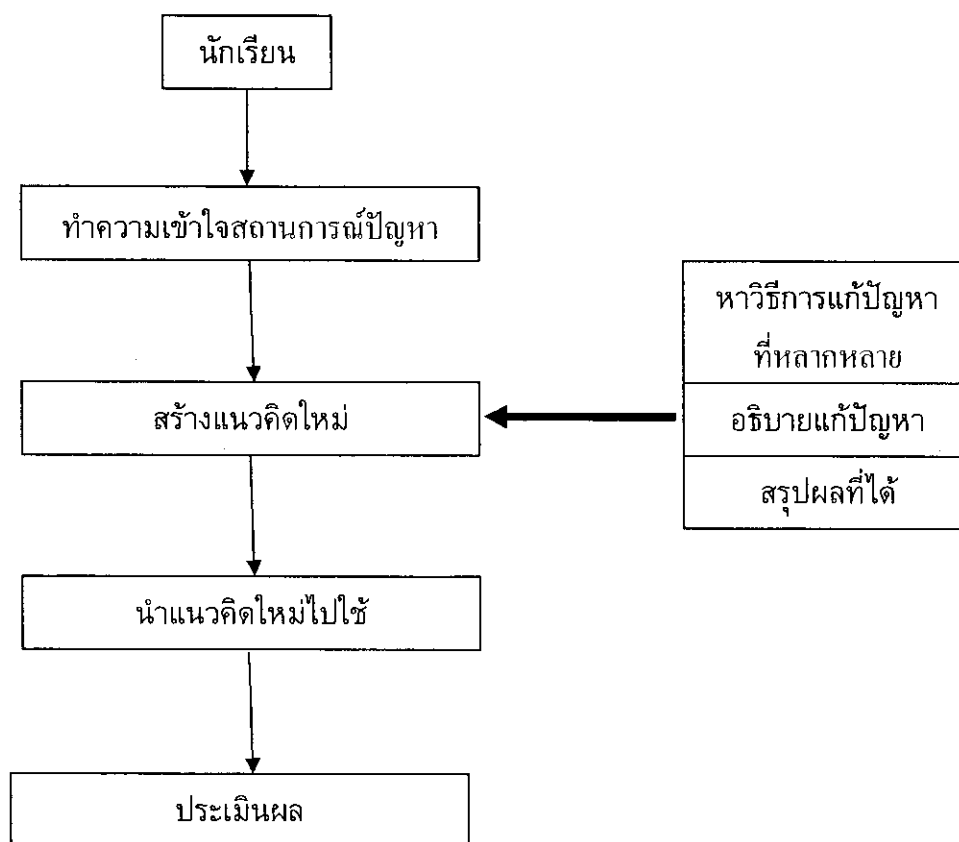
1.5 รูปแบบการสอนแบบการสรรค์สร้างความรู้

บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์ (2540 : 55 - 56) ได้กล่าวถึงการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ อาจจัดรูปแบบเป็นขั้นตอน 5 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นปฐมนิเทศ ขั้นนี้ครูให้โอกาสนักเรียนสร้างจุดมุ่งหมายและแรงจูงใจในการเรียนรู้ในเนื้อหาที่กำหนด
 2. ขั้นทำความเข้าใจ ขั้นนี้เป็นขั้นที่ให้นักเรียนปรับแนวคิดปัจจุบัน ในหัวข้อของบทเรียนให้ชัดเจน ซึ่งสามารถทำได้โดยให้เด็กทำกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การอภิปรายกลุ่มเล็ก การออกแบบแผ่นโปสเตอร์ และการเขียน
 3. ขั้นจัดโครงสร้างแนวคิดใหม่ ขั้นการสร้างแนวคิดใหม่ นับว่าเป็นหัวใจสำคัญของขั้นตอนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนย่อยดังนี้
 - 3.1 ทำแนวความคิดให้กระจ่างชัดและแลกเปลี่ยนกัน
 - 3.2 สร้างแนวความคิดใหม่
 - 3.3 ประเมินแนวความคิดใหม่
 4. การนำแนวความคิดไปใช้ ขั้นนี้ครูต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนนำแนวความคิดของตนเองที่สร้างขึ้น ไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ที่หลากหลายทั้งที่คุ้นเคย และแปลกใหม่
 5. การทบทวน ขั้นตอนสุดท้ายครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสะท้อนตนเอง แนวความคิดของตนเอง ได้เปลี่ยนแปลงไปอย่างไร โดยการวาดภาพเปรียบเทียบระหว่างความคิดของตน ตอนเริ่มเรียนในบทเรียนนั้น กับตอนสิ้นสุดการเรียนในบทเรียนนั้น
- สรุปได้ว่าการจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยให้ผู้เรียนได้สร้างสรรค์องค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเองเริ่มตั้งแต่ขั้นทำความเข้าใจ ขั้นสร้างแนวคิดใหม่ ขั้่นนำแนวคิดไปใช้ และขั้นประเมินผล

กรอบแนวคิดสำหรับขั้นตอนการสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเองได้ดังนี้

ขั้นตอนการสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง



ภาพประกอบ 3 แสดงขั้นตอนการสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง
(บุญเชิด ภิญโญนันตพงษ์, 2540 : 55 - 56)

1.6 ยุทธวิธีและการสอนตามแนวทฤษฎี Constructivism ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์

ครอว์ฟอร์ด และเมรี (Crawford M. and Mary W. 1999 : 34 - 38) กล่าวว่ายุทธวิธีการสอนคณิตศาสตร์ของครูในห้องเรียน ด้วยกิจกรรมให้นักเรียนสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivist) และสภาพแวดล้อมภายในชั้นเรียนมีดังนี้

1. การสัมพันธ์ (Relating)
2. การสร้างประสบการณ์ (Experiencing)
3. การประยุกต์ (Applying)
4. ความร่วมมือ (Co-operating)
5. การถ่ายโอน (Transferring)

แนวคิดทฤษฎี Constructivism ที่เกี่ยวข้องกับการคิดไตร่ตรองดังนี้ (อัมพร ม้าคนอง. 2543 : 74 - 78)

1. ความขัดแย้งทางปัญญา (Conflict) และความอยากรู้อยากเห็น (curiosity) เป็นกลไกสำคัญในการกระตุ้นให้ผู้เรียนเรียน
2. การมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน (peer interaction) เป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา
3. ความขัดแย้งทางปัญญาก่อให้เกิดกิจกรรมไตร่ตรอง
4. การไตร่ตรองกระตุ้นให้เกิดการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา (cognitive restructuring)
5. ข้อ 1 ถึงข้อ 4 เกิดขึ้นเป็นวงจร
6. วงจรนี้เกิดโดยประสบการณ์ของผู้เรียน
7. วงจรนี้ช่วยให้ผู้เรียนควบคุมการเรียนรู้ของตนเองได้

1.7 เทคนิคและบทบาทของผู้สอนตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบสรรค์สร้างความรู้

บรูคส์ และ บรูคส์ (Brooks and Brooks. 1993 : 103 - 118) กล่าวถึงบทบาทของผู้สอนควรยึดหลักในการสอน 12 ประการดังต่อไปนี้

1. ครูต้องยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน และใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนใช้กระบวนการแก้ปัญหา เพื่อก่อให้เกิดการเรียนรู้ เพื่อช่วยให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหา
2. ครูจะต้องใช้แหล่งข้อมูลวัตถุดิบที่อยู่รอบๆ ตัวนักเรียน มาใช้เป็นประโยชน์เพื่อส่งเสริมและกระตุ้นให้นักเรียนได้เรียนรู้
3. เมื่อมอบหมายงานให้นักเรียนทำ ครูจะต้องใช้คำพูดที่ทำให้นักเรียนเกิดความคิดและสติปัญญา เช่น “ให้จำแนก” “ให้วิเคราะห์” “ให้ทำนาย” และ “ให้สร้างสรรค์”
4. ครูจะต้องอนุญาตให้นักเรียน ได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น ความรู้สึกสำนึกที่มีต่อบทเรียน วิธีสอนและเนื้อหาวิชา
5. ครูจะต้องพยายามทำความเข้าใจความคิดรวบยอดของนักเรียน ก่อนที่จะร่วมแสดงความคิดเห็นของครูเอง
6. ครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนได้มีโอกาสสนทนา เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นทั้งกับเพื่อนนักเรียนด้วยกัน และครู
7. ครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ โดยครูใช้คำถามที่สมเหตุสมผล ใช้คำถามปลายเปิด และส่งเสริมให้นักเรียนได้ถามคำถามกับเพื่อนนักเรียนด้วยกัน
8. ครูจะต้องพยายามช่วยให้นักเรียนได้แก้ไขข้อผิดพลาดด้วยตนเอง
9. ครูต้องให้ความสนใจ ประสบการณ์เดิมของผู้เรียนเพื่อให้นักเรียนได้นำมาใช้ให้เป็นประโยชน์ ในการตั้งสมมติฐาน เพื่อหาวิธีการตรวจสอบและกระตุ้นให้นักเรียนได้ร่วมมือแก้ปัญหา

10. ครูจะต้องให้เวลากับนักเรียนเพื่อรอคำตอบหลังจากที่ป้อนคำถาม

11. ครูจะต้องให้เวลากับนักเรียนเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่
ใหม่
ของนักเรียน

12. ครูจะต้องตอบสนองความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียน โดยใช้แผนภูมิการเรียนรู้แบบวัฏจักร (Learning Cycle) ซึ่งประกอบด้วย

12.1 การนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement)

12.2 การสำรวจ (Exploration)

12.3 การอธิบาย (Explanation)

12.4 การลงข้อสรุป (Elaboration)

12.5 การประเมินผล (Evaluation)

จอร์ท (George G. 1994 : 91 - 96) กล่าวถึงเทคนิคของครูในการสอนแบบสรรค์สร้าง
ความรู้มีดังต่อไปนี้

1. ครูจะต้องโต้แย้งหาเหตุผลมาหักล้างคำตอบของนักเรียน เพื่อพวกเขาจะได้รู้เองว่า
คำตอบถูกหรือผิด

2. ครูจะต้องยุง ส่งเสริมให้นักเรียน ได้ต่อสู้กับปัญหาที่มอบหมายให้ทำ ไม่ยอมแพ้ง่ายๆ

3. ครูจะต้องใช้เวลานานอยู่กับกลุ่มของนักเรียน เพื่อที่จะให้นักเรียนเริ่มมองเห็นทิศทางที่
มีศักยภาพ ในการเริ่มทำงานที่มอบหมาย

4. ครูจะต้องเน้นและให้ความสำคัญ ของการให้นักเรียนได้ประเมินความสำเร็จของตนเอง

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (2540 : 50) กล่าวถึงการสรรค์สร้างความรู้ผู้เรียนและครูผู้สอน
มีบทบาทดังนี้

1. นักเรียนทุกคนต้องมีปฏิสัมพันธ์ เกี่ยวโยงกับโลกภายนอกที่ล้อมรอบตัวเขาเหล่านั้น
และมีโอกาสได้ค้นหาคำตอบ ตามสมมติฐาน เพื่ออธิบายสิ่งต่างๆ ในสิ่งแวดล้อมของเขา

2. ในการค้นหาคำตอบตามการคาดคิด หรือทำนาย เพื่อใช้ในการอธิบายนั้นเป็นการเปิด
โอกาสให้นักเรียนได้สร้างแบบจำลอง หรือตัวแทนของวัตถุ ปรากฏการณ์ธรรมชาติและเหตุการณ์ที่
นักเรียนได้ประสบไว้ในใจ ในความคิดหรือประสบการณ์ตรง

3. ความรู้และความคิดตามแบบจำลอง ที่นักเรียนได้พบและสรรค์สร้างขึ้นนี้อาจมี
ลักษณะที่ยังขาดความสมบูรณ์หรือเป็นเพียงความคิดรวบยอดที่ตื้นแคบ เมื่อเทียบกับความรู้
ความคิดของผู้เชี่ยวชาญที่มีความซับซ้อนและประสบการณ์มากๆ

4. การเรียนรู้ของนักเรียนทุกคนเกิดขึ้นได้โดยการได้ลงมือทำสิ่งที่มีความหมายสำหรับ
ตนเองแล้ว แม้ว่าการสร้างสิ่งที่มีความหมายจะเกิดจากการแนะนำของคนอื่นก็ตาม

5. การสรรค์สร้างความรู้ความสามารถปรากฏขึ้น เมื่อนักเรียนแต่ละคนได้มีส่วนเข้าไป
กระทำในกระบวนการนั้นแล้วเท่านั้น

6. การสรรค์สร้างความรู้ถือว่า ผู้เรียนเป็นผู้รับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง ครูหรือผู้สอน
เป็นเพียงผู้สนับสนุน หรือผู้อำนวยความสะดวกให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้เท่านั้น

7. การสรรค์สร้างความรู้เกิดจากผู้เรียนสร้างสิ่งที่มีความหมายแลกเปลี่ยนกัน โดยอาศัยการมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

8. บทบาทของครูไม่ใช่เป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ เข้าสู่ “ร่างกายเด็กที่ว่างเปล่า” แต่เป็นการช่วยนักเรียนสร้างและประกอบแบบจำลองทางความคิดขึ้นมาใหม่ ซึ่งนักเรียนใช้ในการอธิบายวัตถุปรากฏการณ์ธรรมชาติ และเหตุการณ์ต่างๆ ในสิ่งแวดล้อมรอบตัวนักเรียน

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2542 : 54) กล่าวว่าการเรียนรู้การสอนตามแนวคิด Constructivism ผู้สอนจะต้องมีบทบาทดังนี้

1. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสังเกต สำรวจเพื่อให้เห็นปัญหา
2. มีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน เช่น แนะนำ ถามให้คิด เพื่อให้ผู้เรียนค้นพบหรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง

3. ช่วยพัฒนาผู้เรียนให้คิดค้นต่อๆ ไป ให้ทำงานเป็นกลุ่ม พัฒนาให้ผู้เรียนมีประสบการณ์กว้างไกล

4. ประเมินความคิดรวบยอดของผู้เรียน ตรวจสอบความคิดและทักษะการคิดต่างๆ การปฏิบัติ การแก้ปัญหาและการพัฒนา ให้เคารพความคิดและเหตุผลของคนอื่นๆ

จรรยา กุ๋อุดม (2544 : 161) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนมีดังต่อไปนี้

1. เลือกมโนคติหลักที่ต้องการให้เกิดการเรียนรู้ เพื่อนำมากำหนดเป็นสถานการณ์
2. นำเสนอสถานการณ์ปัญหา และชี้ความสนใจของนักเรียนด้วยการสนทนาหรือนำเสนองานที่เหมาะสม

3. ใช้คำถามท้าทายนักเรียนให้เกิดการสำรวจ เพื่อนำไปสู่การสร้างหรือขยายมโนคติ เกิดการตรวจสอบแนวคิดของตนเอง โดยการถามให้นักเรียนอธิบายถึงเหตุผล และรายละเอียดของขั้นตอนการกระทำหรือแนวคิดต่างๆ

4. ช่วยเหลือนักเรียนให้เกิดความชัดเจนในการสื่อสาร นำเสนอศัพท์เทคนิคที่นักเรียนจะต้องประสบ แนะนำให้นักเรียนรู้จักใช้ภาษา และสัญลักษณ์ที่เหมาะสมตลอดจนตั้งคำถามให้นักเรียนอธิบายและขยายความเพิ่มเติม

5. สร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน ในเวลาที่จำเป็นหรือเหมาะสม หลีกเลี่ยงการตีค่าหรือแก้แนวคิดของนักเรียน แต่ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนสามารถค้นพบหนทางด้วยตนเอง

6. พยายามทำความเข้าใจ และค้นหารายละเอียดในคำตอบหรือแนวคิดของนักเรียน สรุปได้ว่ากิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้แบบสรรค์สร้างความรู้ ครูควรมีบทบาท ดังนี้

1. ครูใช้คำถาม ถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดโดยคำนึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
2. ครูให้นักเรียนแต่ละคนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น
3. ครูให้เวลากับนักเรียนในการคิดและการเชื่อมโยงความรู้

4. เปิดโอกาสให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์และเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน
5. ให้นักเรียนเป็นผู้รับผิดชอบและเกิดการเรียนรู้เอง ครูเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้
6. ครูจะต้องประเมินผลตามสภาพจริง เน้นว่านักเรียนได้เรียนรู้อะไร
7. เปิดโอกาสให้นักเรียนค้นพบข้อมูลข่าวสาร
8. กระตุ้นให้นักเรียนมีการแข่งขันภายในชั้น
9. สนับสนุนนักเรียนให้เรียนรู้ที่ชัดเจน พิจารณาการมีเหตุผล การสร้างและสรุปความ

1.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสรรค์สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

งานวิจัยต่างประเทศ

คุก (Cook. 1995 : 3124-A) ได้ศึกษาผลของการเรียนและการสอนแบบคอนสตรัคติวิซึม (Constructivist Pedagogy) ในวิชาคณิตศาสตร์เรื่องพีชคณิตเบื้องต้น (Elementary Algebra) พบว่าการเรียนการสอนแบบคอนสตรัคติวิซึม มีผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน เนื้อหาที่สอน และมีผลต่อการสอนของครู

เพียซา (จารุวรรณ ยังกษา. 2542 : 30; อ้างอิงจาก Piazza. 1995 : 3403-A) ได้ทำการวิจัยเชิงคุณภาพสำรวจการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ภายใต้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม พบว่าทฤษฎีการสอนแบบคอนสตรัคติวิซึมช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้การสร้างองค์ความรู้ด้านคณิตศาสตร์ดีขึ้น ช่วยให้ผู้สอนได้พัฒนาการสอนของตนเอง

เวด (Wade. 1995 : 3411-A) ได้ศึกษาผลของการสอนคณิตศาสตร์แบบแก้ปัญหาตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิซึม ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความเชื่อมั่นในตนเองและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยศึกษากับกลุ่มตัวอย่าง 17 คน และระยะเวลา 6 สัปดาห์ สอนวันละ 3 ชั่วโมง 30 นาที ทุกวัน ผู้วิจัยใช้สถิติ t-test เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและใช้การวิจัยเชิงคุณภาพในการศึกษาเจตคติและความเชื่อมั่นในตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง โดยวิธีสังเกตและสัมภาษณ์ ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของตัวอย่างเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับน้อยกว่า 0.05 ผู้วิจัยได้ทดสอบผลสัมฤทธิ์ (Posttest ครั้งที่ 2) ได้ผลเช่นเดียวกับ (Posttest ครั้งแรก) นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ เมื่อเรียนโดยวิธีสอนแบบแก้ปัญหาตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเพิ่มขึ้นสูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับน้อยกว่า 0.05 จากการศึกษาข้อมูลเชิงคุณภาพพบว่า เจตคติและความเชื่อมั่นในตนเองต่อวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างสูงขึ้น

บูลลอค (Bullock. 1996 : 611-A) ได้ศึกษาเพื่อประเมินประสิทธิผลของการสอนตามทฤษฎีการเรียนรู้คอนสตรัคติวิซึม ของครูคณิตศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษา จากเจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามทฤษฎีดังกล่าวมีเจตคติในทาง

บวกต่อวิชาคณิตศาสตร์

อัลซัป (Alsup. 1996 : 3038-A) ได้ศึกษาผลของการสอนแบบคอนสตรัคติวิซึมของ นักศึกษาฝึกสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบแก้ปัญหาภายใต้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมใน วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน ทศนิยม และร้อยละของนักศึกษาฝึกสอนลดความวิตกกังวลใน การเรียนคณิตศาสตร์ และช่วยให้นักศึกษาฝึกสอนมีความมั่นใจในการที่จะสอนวิชาคณิตศาสตร์ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เคอร์ (อูร์นี สุพรรณพงศ์. 2545 : 24-25; อ้างอิงจาก Kerr. 1999 : 59 – 12A) ได้ศึกษาการ ส่งเสริมการสรรค์สร้างความรู้ที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้นของนักเรียนเกรด 3 ในเมืองชั้นใน (Implementing constructivism to improve the mathematics achievement of inner city third grade students) กล่าวถึงปัญหาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน เกรด 3 ในโรงเรียนเมืองชั้นในโดยใช้หลักสูตรคณิตศาสตร์แบบดั้งเดิม การสอนและการเรียนรู้ใน โรงเรียนมีผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ นักอักษรศาสตร์และผู้วิจัยทางการศึกษา ด้านคณิตศาสตร์เห็นจุดที่ต้องการสรรค์สร้างความรู้ วิธีสอนขั้นพื้นฐานตามมาตรฐานในทาง ยุทธศาสตร์ได้วางเงื่อนไขที่นำไปสู่การสนับสนุนโรงเรียนทั้งหมดซึ่งประกอบด้วยกลุ่มในการพัฒนา และส่งเสริมให้โรงเรียนในโครงการดีขึ้นโดยประกอบด้วยส่วนสำคัญคือต้องการสิ่งที่เหมือนกัน จัดสรรวิสัยทัศน์ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ดีขึ้น ความช่วยเหลือที่ได้มาจากผู้เชี่ยวชาญ กำหนดแหล่งงบประมาณ คัดเลือกวิธีของหลักสูตร การอบรมซึ่งนำไปสู่ผู้ปกครอง การพัฒนาสื่อ อาชีพและสนับสนุนผู้ที่เกี่ยวข้องและวิธีการวัดการประเมินผลจากการศึกษาปรากฏว่า การแสดง หลักฐาน ตลอดจนแหล่งข้อมูล และวิธีสร้างความรู้ทางสติปัญญา ผลสะท้อนกลับและการประเมิน ที่หลากหลาย นั้นส่งผลให้ ผู้ปกครอง ครู นักเรียนมีเจตคติในทางบวกต่อการเปลี่ยนแปลงในการ สรรค์สร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งให้เห็นว่าการสรรค์สร้างความรู้มาตรฐานพื้นฐานการสอน การ เรียนรู้ทำให้ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ดีขึ้น

ไซเกลอร์ (อูร์นี สุพรรณพงศ์. 2545 : 25-26; อ้างอิงจาก Ziegler. 2000 : 61 – 01A) ได้ ศึกษามุมมองการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้การเรียนรู้ และการตรวจสอบ โดยผู้ปกครอง โรงเรียน ครู และอิทธิพลของพวกเขามีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน (Constructivist views of teaching, learning, and supervising held by public school teachers and their influence on student achievement in mathematics) ผลจากการปฏิรูปโรงเรียน ผู้ให้การศึกษาเริ่ม สนับสนุนยุทธวิธีการศึกษาขั้นพื้นฐานให้ดีขึ้น โดยธรรมชาติของเนื้อหาวิชาในโรงเรียน การเรียนรู้ ที่แท้จริงความตระหนักในการคิด การสร้างความรู้ใหม่ บทบาทของครู และการวัดภาคปฏิบัติ พื้นฐาน การพัฒนาเหล่านี้ ซึ่งผู้มีความรู้ได้รวบรวมความสำคัญในการสนับสนุนความเข้าใจในการ สรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง ดังนี้

1. ลักษณะเฉพาะของครู ความเข้าใจการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ การเรียนรู้และการ ตรวจสอบ
2. ครูมีอิทธิพลต่อความเข้าใจการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้การเรียนรู้และการตรวจสอบ

3. ความสัมพันธ์ของครูที่มีต่อความเข้าใจการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ การเรียนรู้และการตรวจสอบ

4. การสรรค์สร้างความรู้ภาคปฏิบัติมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน

จากการศึกษาพบว่าความแตกต่างด้านมิติการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ การเรียนรู้และการตรวจสอบการปฏิบัติมีประสิทธิภาพแตกต่างกันในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยยืนยันว่าผลการศึกษา แนวทางโรงเรียน ประสบการณ์การสอน เพศ และตำแหน่งมีความสัมพันธ์ต่อการใช้แบบสรรค์สร้างความรู้ การสอน การเรียนรู้ และการตรวจสอบภาคปฏิบัติ

งานวิจัยภายในประเทศ

ไพจิตร สดวกการ (2539 : 140) ได้ศึกษาผลของการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มี ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลจากการศึกษาพบว่า นักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลางที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนระดับเดียวกันที่ได้รับการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงและต่ำและนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนระดับเดียวกันที่ได้รับการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05, .001 และ .05 ตามลำดับ

วิโชติ พงษ์ศิริ (2540 : 68) ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิซึม ด้วยวิธีการสอนแบบแก้ปัญหากับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิซึมด้วยวิธีการสอนแบบแก้ปัญหามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สาคร ธรรมศักดิ์ (2541 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึมแบบร่วมมือกับการสอนตามคู่มือครู โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2540 โรงเรียนพระโขนงพิทยาลัย เขตพระโขนง กรุงเทพฯ จำนวน 80 คน แบ่งเป็นกลุ่มละ 40 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึมแบบร่วมมือ กลุ่มควบคุมรับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จารุวรรณ ยังรักษา (2542 : 83) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบค้นพบโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิซึมเป็นกลุ่ม กับเป็นรายบุคคล และการสอนตามคู่มือครูผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

หนึ่งนุช กาพภักดี (2543 : 103 - 107) ได้ทำการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดระดับสูงและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับการสอนตามคู่มือครู พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมมีความสามารถในการคิดระดับสูง ด้านการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู และนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

ระพีพันธ์ คร้ามณี (2544 : 75 - 77) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษาโดยการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึมกับการสอนแบบแก้ปัญหา พบว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึม กับนักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบแก้ปัญหามีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิเคราะห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อรุณี สุพรรณพงศ์ (2545 : 102) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบสรรค์สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองโดยวิธีสอนแบบค้นพบด้วยการแนะแนวทาง สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากผลการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีแบบสรรค์สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนค้นคว้าด้วยตนเอง นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ สามารถสร้างเจตคติในการเรียนรู้อคณิตศาสตร์ สร้างความเชื่อมั่นในตนเอง และสร้างมโนคติทางการเรียนรู้ได้ด้วย ทำให้ความสามารถในการคิดสูงขึ้น

2. การคิดและการคิดอย่างมีเหตุผล

2.1 ความหมายของการคิด

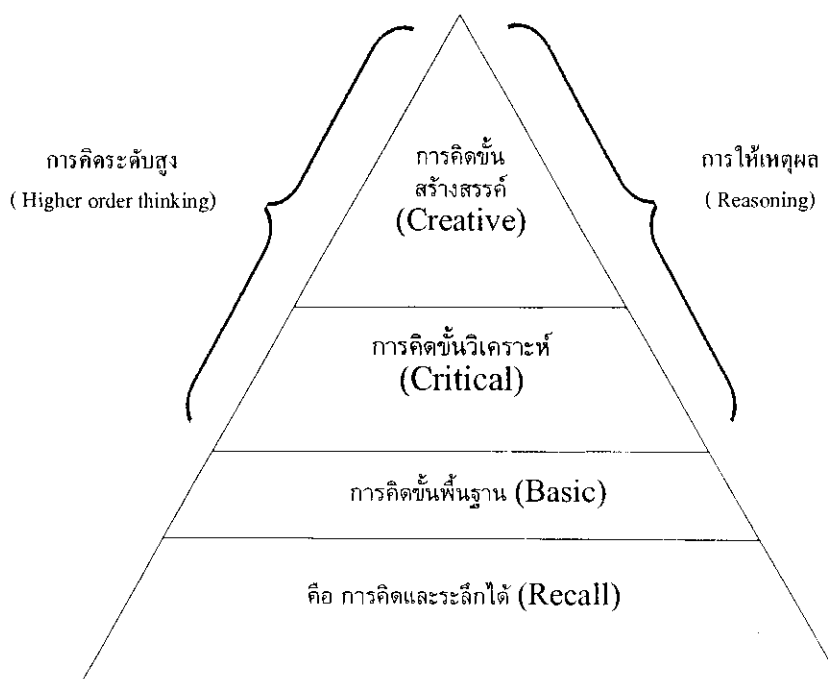
บรูเนอร์และไคเวอร์ (Bruner and Diver. 1966) กล่าวว่า การคิดเป็นกระบวนการที่ใช้ในการสร้างความคิดรวบยอด (Concept Formation) เกี่ยวกับข้อความจริงที่ได้รับและเป็นกระบวนการที่ใช้ในการแปลความหมายข้อมูล รวมถึงการสรุปอ้างอิงด้วยการจำแนกรายละเอียด การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้รับตลอดจนเป็นกระบวนการเกี่ยวกับการนำกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีเหตุผลเหมาะสม

ฮิลการ์ด (Hilgard. 1957 : 336) กล่าวว่า การคิดเป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในสมองเนื่องจากกระบวนการใช้สัญลักษณ์แทนสิ่งของหรือสถานการณ์ต่าง ๆ มาปรากฏในแนวความคิดรวบยอด

กิลฟอร์ด (Guilford. 1967) ให้ทัศนะว่า การคิดเป็นการค้นหาหลักการ (Abstraction) โดยแยกแยะคุณสมบัติของสิ่งต่าง ๆ หรือข้อความจริงที่ได้รับ แล้วทำการวิเคราะห์เพื่อหาข้อสรุปอันเป็นหลักการของข้อความจริงนั้นๆ รวมทั้งการนำหลักการดังกล่าวไปใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างไปจากเดิม (Generalization) ทัศนะของกิลฟอร์ดนี้สอดคล้องกับความคิดในระดับการสร้างแนวความคิดรวบยอดที่บลูมและคนอื่นๆ ได้เสนอไว้

เพียเจต์ (Piaget. 1969 : 58) ให้ทรรศนะเกี่ยวกับการคิดไว้ว่าการคิดหมายถึงการกระทำสิ่งต่างๆ ด้วยปัญญา การคิดของบุคคลเป็นกระบวนการใน 2 ลักษณะ คือเป็นกระบวนการปรับโครงสร้าง (Assimilation) โดยการจัดสิ่งเร้าหรือข้อความจริงที่ได้รับให้เข้ากับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่กับการปรับเปลี่ยนโครงสร้าง (Accommodation) โดยการปรับประสบการณ์เดิมให้เข้ากับข้อความจริงที่รับรู้ใหม่ บุคคลจะใช้ความคิดทั้งสองลักษณะนี้ร่วมกันหรือสลับกัน เพื่อปรับความคิดของตนให้เข้าใจสิ่งเร้ามากที่สุด ผลของการปรับเปลี่ยนการคิดดังกล่าวจะช่วยพัฒนาวิธีการคิดของบุคคลจากระดับหนึ่งไปสู่วิธีการคิดอีกระดับหนึ่งที่สูงกว่า

ครูลิก และรูดนิค (Krulik and Rudnick.1993 : 3) ได้แบ่งการคิดออกเป็น 4 ชั้น คือ การคิดและระลึกได้ (Recall) การคิดขั้นพื้นฐาน (Basic) การคิดขั้นวิเคราะห์ (Critical) และการคิดขั้นสร้างสรรค์ (Creative) ส่วนการให้เหตุผล ครูลิกและรูดนิค มองว่าเป็นส่วนสำคัญของการคิดที่เหนือไปจากการคิดขั้นระลึกได้ ดังแสดงให้เห็นในภาพภาพประกอบ 4 ต่อไปนี้



ภาพประกอบ 4 ลำดับขั้นการคิดของครูลิกและรูดนิค
(Krulik and Rudnick.1993 : 3)

ครูลิกและรูดนิค อธิบายว่า การคิดเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน แต่ละขั้นตอนที่แสดงในแผนภาพมิได้แยกจากกันทีเดียว จะเห็นว่า “การให้เหตุผล” เป็นส่วนที่รวมขั้นตอนตั้งแต่ความคิดพื้นฐาน การคิดขั้นวิเคราะห์ และการคิดที่สร้างสรรค์ และสำหรับการคิดในระดับสูง (Higher order thinking) เป็นการคิดที่อยู่ในขั้นวิเคราะห์และการคิดสร้างสรรค์

สุภานนท์ เสถียรศรี (2536 : 14) กล่าวว่า การคิดมีลักษณะเป็นทั้งกระบวนการและผลผลิตซึ่งมีลักษณะต่อเนื่องกัน แยกออกจากกันโดยเด็ดขาดไม่ได้ แต่อาจนำมาอธิบายต่างกันคือ ในกรณีที่กำลังถึงกระบวนการ ก็จะใช้วิธีการคิดหรือทักษะการคิดหรือทักษะการคิดมาอธิบาย ส่วนในกรณีของผลผลิตก็จะกล่าวถึงคุณภาพการคิดซึ่งเป็นผลที่เกิดจากการใช้วิธีการคิดมาแก้ปัญหาหรือทำงานในการจัดการศึกษานั้นมุ่งให้ผู้เรียนเกิดการคิดทั้งในลักษณะของกระบวนการหรือวิธีการคิดที่ดีเพื่อให้ได้ผลผลิตของการคิดที่มีคุณภาพ และสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาทั้งในเชิงวิชาการและไม่ใช่วิชาการ ตลอดจนสร้างคุณลักษณะประจำตัวให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

2.2 ประเภทของการคิด

กาเย่ (Gagne'. 1974 : 283) ได้จำแนกประเภทของการคิดไว้ 2 แบบคือ

1. การคิดอย่างเลื่อนลอยหรือไม่มีทิศทาง คือการคิดจากสิ่งที่พบเห็นจากประสบการณ์ตรง เรียกอีกอย่างหนึ่งว่าเป็นการคิดต่อเนื่อง (Associative Thinking) จำแนกย่อยเป็น 5 ลักษณะ คือ

1.1 Free Association คือการคิดถึงเหตุการณ์ที่ล่วงมาแล้ว เมื่อมีการกระตุ้นจากสิ่งเร้าจำพวกคำพูดหรือเหตุการณ์

1.2 Controlled Association คือการคิดโดยอาศัยคำสั่งเป็นแนว เช่น ผู้คิดอาจได้รับคำสั่งเป็นแนว เช่น ผู้คิดอาจได้รับคำสั่งให้บอกคำที่อยู่ในพวกเดียวกันกับคำที่ได้ยินมา

1.3 Day Dreaming คือการคิดที่มีจุดประสงค์เพื่อป้องกันตนเอง เพื่อให้เกิดความพอใจในตน ซึ่งเป็นการคิดฝันในขณะที่ยังตื่นอยู่

1.4 Night Dreaming คือการคิดฝันอันเนื่องมาจากความคิดของตน หรือ เป็นการคิดฝันเนื่องจากการรับรู้หรือตอบสนองสิ่งเร้า

1.5 Autistic Thinking คือการคิดหาเหตุผลเข้าข้างตนเอง ซึ่งขึ้นอยู่กับความเชื่อหรืออารมณ์ของผู้คิดมากกว่าขึ้นอยู่กับลักษณะที่แท้จริงของการคิด

2. การคิดอย่างมีทิศทางหรือมีจุดมุ่งหมาย คือการคิดที่บุคคลเริ่มใช้ความรู้พื้นฐานเพื่อกลั่นกรองการคิดที่เพ้อฝัน การคิดที่เลื่อนลอยไร้ความหมายให้เป็นการคิดที่มีทิศทางขึ้น โดยมุ่งไปสู่จุดหมายหนึ่ง และเป็นการคิดที่มีบทสรุปของการคิดหลังจากที่คิดเสร็จแล้วซึ่งจำแนกออกเป็น 2 ลักษณะดังนี้

2.1 การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (Creative Thinking) คือการคิดในลักษณะที่คิดได้หลายทิศทาง(Divergent Thinking)ไม่ซ้ำกัน หรือเป็นการคิดในลักษณะที่โยงสัมพันธ์กันได้ กล่าวคือเมื่อระลึกสิ่งใดได้ก็จะเป็นสะพานเชื่อมต่อให้ระลึกถึงสิ่งอื่นๆได้ต่อไปโดยสัมพันธ์กันเป็นลูกโซ่

2.2 การคิดวิเคราะห์ วิวิจารณ์ (Critical Thinking) คือ การคิดอย่างมีเหตุผล (Reasoning Thinking) ซึ่งเป็นการคิดที่ใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา โดยพิจารณาถึงสถานการณ์หรือข้อมูลต่างๆว่ามีข้อเท็จจริงเพียงใดหรือไม่การคิดอย่างมีทิศทางและมีจุดมุ่งหมายนี้ คลอสแมร์ และ ริปปเปิล (สมเจตน์ ไวยาการณ์. 2530 : 14; อ้างอิงจาก Klausmeir and Ripple. 1961 : *Learning and Human Abilities*.) ให้ทรรศนะว่าเป็นรากฐานที่สำคัญของการเรียนรู้และการแก้ปัญหาของบุคคล ทั้งนี้เพราะในการเรียนรู้และการแก้ปัญหานั้นบุคคลจะต้องใช้การคิดแบบวิเคราะห์วิจารณ์ (Critical Thinking) ทำความเข้าใจเกี่ยวกับข้อความจริงหรือปัญหานั้นๆในลักษณะต่างๆและใช้ในการคิดสร้างสรรค์ในการค้นหาแนวทางใหม่ๆในการเรียนรู้และการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นการคิดในลักษณะที่เป็นการขยายทัศนะของบุคคลได้กว้างไกลออกไป

2.3 ความหมายของการคิดอย่างมีเหตุผล

เทอร์สโตน (ณรงค์ พ่วงศรี. 2525 : 1; อ้างอิงจาก Thurstone.1938 : *Primary Mental Ability*.) ได้อธิบายว่า การคิดอย่างมีเหตุผลเป็นสมรรถภาพที่สำคัญอันหนึ่งในสมรรถภาพทั้ง 7 ได้แก่ สมรรถภาพทางด้านตัวเลข ภาษา ความจำ ความคล่องแคล่วในการจำ การคิดอย่างมีเหตุผล มิติสัมพันธ์ และการรับรู้

กู๊ด (ณรงค์ พ่วงศรี. 2525 : 10; อ้างอิงจาก Good.1945 : *Dictionary of Education*.) กล่าว

ว่าการคิดอย่างมีเหตุผล หมายถึงการกระทำหรือกระบวนการทางสมองที่จะลงความคิดเห็นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงและประสบการณ์ สามารถสรุปผลจากเหตุได้หรือข้อสมมุติได้

คาร์พลัส (สุภาพร บุญหนัก. 2540 : 31 - 32; อ้างอิงจาก Karplus. 1977 : 169 - 175) ได้อธิบายการคิดอย่างมีเหตุผลของเด็กในสองลักษณะคือ ขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม และขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรมไว้ดังนี้

การคิดอย่างมีเหตุผลแบบรูปธรรม (Concrete reasoning patterns : C)

C_1 (Classification) สามารถจำแนกและรวมกลุ่มสิ่งของโดยอาศัยเกณฑ์การสังเกต คุณสมบัติของสิ่งเหล่านั้นเช่น บอกความแตกต่างของกรดและเบสได้ โดยการสังเกตสีของกระดาษลิตมัสที่เปลี่ยนแปลง และมีความเข้าใจลักษณะที่เป็นตรรกศาสตร์ เช่นสุนัขเป็นสัตว์ แต่สัตว์ทุกตัวไม่ใช่สุนัขทั้งหมด

C_2 (Conservation) สามารถคิดอย่างมีเหตุผลเรื่องการอนุรักษ์ โดยมีปริมาตรของสารคงที่เมื่อไม่มีการนำมาเพิ่มหรือเอาออกไป เช่นเมื่อเทน้ำออกจากถ้วยกระบอกตวง ปริมาตรของน้ำจากถ้วยในครั้งแรกจะเท่ากับปริมาตรของน้ำในกระบอกถ้วยตวง

C_3 (Serial ordering) สามารถจัดอันดับความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆจากการสังเกต คุณสมบัติและเริ่มใช้วิธีการจับคู่ (One-to-one Correspondence) ระหว่างสิ่งของสองกลุ่มเช่น สัตว์ขนาดเล็กจะมีจังหวะการเต้นของหัวใจเร็วกว่าสัตว์ที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งการเต้นของหัวใจช้า

การคิดอย่างมีเหตุผลแบบนามธรรม (Formal reasoning patterns : F)

F_1 (Theoretical reasoning) สามารถจัดแบ่งกลุ่มที่ซับซ้อนมากขึ้น ใช้หลักตรรกช่วยในการจัดอันดับและการคิดอย่างมีเหตุผล ไม่จำเป็นต้องอาศัยคุณสมบัติที่สังเกตได้ด้วยประสาททั้งห้า เช่น สามารถแยกปฏิกริยาเคมีโดยใช้หลักการอนุรักษ์พลังงานนอกจากนี้ยังยอมรับข้อสมมุติฐานใดๆที่ขัดแย้งกับตนเองได้

F_2 (Combinatorial reasoning) สามารถใช้เกณฑ์ พิจารณาลักษณะผสมของความคิดในปัญหต่าง ๆ เช่น สามารถเข้าใจลักษณะทางพันธุกรรมที่แสดงลักษณะปรากฏ และลักษณะแฝงตั้งแต่สองจำนวนขึ้นไป

F_3 (Functionally and proportional reasoning) อธิบายและตีความของลักษณะหน้าที่ในลักษณะความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์ เช่น อธิบายถึงอัตราเร็วของการแพร่กระจายของโมเลกุลของสารผ่านเยื่อบาง ๆ จะเป็นสัดส่วนผกผันกับรากที่สองของน้ำหนักโมเลกุลของสารนั้น

F_4 (Control of variables) มีความเข้าใจในความจำเป็นที่จะออกแบบทดลอง โดยการใช้การควบคุมตัวแปรอื่น ๆ นอกจากตัวแปรที่ต้องการทดสอบเท่านั้น เช่น การออกแบบทดลองเพื่อทดสอบข้อเท็จจริงใน

F_5 (Probability and correlation reasoning) สามารถตีความจากการสังเกตตัวแปรอื่น ๆ ซึ่งแสดงผลที่ไม่ได้คาดหวังไว้ แต่จะตีความเฉพาะตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันเท่านั้น

ตาราง 2 การเปรียบเทียบการคิดอย่างมีเหตุผลของเด็กในชั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรมและชั้นปฏิบัติการ ด้วยนามธรรม

ชั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม	ชั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม
1. ต้องการใช้อ้างอิงการกระทำที่คล้ายคลึงกันจากวัตถุและจากคุณสมบัติที่สังเกตได้ 2. สามารถให้เหตุผลตาม $C_1 - C_3$ แต่ไม่สามารถให้เหตุผลตาม $F_1 - F_5$ 3. ในการปฏิบัติการที่ยุ่งยาก ต้องการคำแนะนำที่เป็นลำดับขั้น 4. มักไม่ใช้ความคิดของตนเอง ให้ความคิดเห็นที่ไม่แน่นอน ใช้ข้อสรุปหลายประเด็นหรือบางครั้งขัดแย้งกับข้อเท็จจริง	1. สามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับความคิดรวบยอดความสัมพันธ์ คุณสมบัติทางนามธรรม ข้อเท็จจริงและทฤษฎี โดยใช้สัญลักษณ์แทนความคิดได้ 2. สามารถให้เหตุผลตาม $F_1 - F_5$ ได้ดีพอๆ กับ $C_1 - C_3$ 3. สามารถวางแผนเพื่อปฏิบัติการ โดยครอบคลุมถึงวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ 4. มีความรู้ ความเข้าใจและใช้ความคิดพิจารณาด้วยตนเอง ตรวจสอบทบทวนตัวเองเพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นในผลสรุป ซึ่งใช้ข้อมูลต่างๆ เป็นรากฐาน

นอกจากนี้ ซันด์ (Sund. 1976 : 184) ได้แสดงความคิดเห็นไว้ดังนี้ว่า เด็กที่เริ่มมีอายุย่างเข้าวัยรุ่น ความรู้สึกนึกคิด ความรู้สึกความเข้าใจของเด็กวัยนี้จะมีวิวัฒนาการเข้าสู่ความเป็นผู้ใหญ่มากขึ้น เพียเจต์เรียกลักษณะขั้นการพัฒนาการทางสติปัญญาการเรียนรู้ของเด็กวัยนี้ว่า ขั้นที่มีแนวคิดปฏิบัติการแบบนามธรรม (Formal Operation) ตรงกับช่วงอายุประมาณ 11 – 15 ปี จากการศึกษาค้นคว้าวิจัยของเพียเจต์ พบว่า รูปแบบการกระทำที่เป็นเหตุผลของเด็กเมื่อเข้าวัยนี้ระบบและใช้กระบวนการคิดอย่างสลับซับซ้อน เริ่มขยายวงจากสิ่งที่เป็นรูปธรรม (Concrete Object) ออกไป โดยนำความคิดที่เป็นประสบการณ์เดิม ความคิดที่เป็นนามธรรม มาเป็นข้อมูลประกอบความคิดมากขึ้น จากพัฒนาการด้านความคิดดังกล่าว ทำให้เด็กในวัยนี้สามารถเผชิญกับปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ โดยใช้การกระทำที่เป็นเหตุผล (Logical Operation) ซึ่งมีลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

1. เหตุผลเชิงนามธรรม (Abstract Reasoning) กระบวนการคิดเริ่มมีหลักการแบบผู้ใหญ่มีความซับซ้อนในการใช้เหตุผล เช่น การลำดับเหตุผลเป็นขั้นตอน สามารถรวบรวมข้อมูลเข้าด้วยกันใช้ความคิดใคร่ครวญแล้วจึงแสดงออกมาเป็นการกระทำอย่างถูกต้องตามกาลเทศะ รู้จักใช้การคิดคาดการณ์เชิงคณิตศาสตร์ และสามารถใช้อารมณ์ได้อย่างมีหลักเกณฑ์

2. สามารถตั้งสมมติฐานเชิงใช้เหตุผลแบบอนุมานได้ (Hypothetical – Deductive)

Reasoning) เช่นเมื่อคนเราพบปัญหาอย่างหนึ่ง เราเริ่มต้นกระบวนการแก้ปัญหาโดยคาดการณ์ไว้ อย่างหนึ่งแล้วพยายามสรุปโดยใช้เหตุผลเชิงอนุมาน เช่น เด็กคนหนึ่งคิดว่า “วิธีที่จะได้เป็นเจ้าของ รถยนต์คันหนึ่ง คือการขอเงินพ่อแม่มาซื้อ” แต่ในขณะที่เดียวกันเกิดอีกความคิดหนึ่งแย้งกับความคิด เดิม “ไม่มีทางเป็นไปได้ พ่อแม่คงไม่ให้เงินแน่” และคิดต่อไปว่า “ต้องหาเงินมาซื้อด้วยตนเอง” ความคิดเป็นหนทางซึ่งนำไปสู่การแก้ปัญหาคือ“ต้องหางานทำและเก็บเงินสะสมไว้เพื่อซื้อรถที่ ต้องการ” ข้อสรุปสุดท้ายนี้เป็นความคิดเชิงเหตุผลแบบอนุมานที่เด็กคนนั้นนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ของตนเอง

3. การอ้างเหตุผลเชิงตรรกวิทยา (Syllogistic Reasoning) เป็นลักษณะการตั้งสมมติฐาน เชิงใช้เหตุผลแบบอนุมานชนิดหนึ่ง เช่น

- ก. สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมให้นมลูกกิน
- ข. สัตว์นี้ให้นมลูกกิน
- ค. เพราะฉะนั้นสัตว์นี้ เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

ในการใช้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์นี้ คนที่ใช้ความคิดขั้นนามธรรมจะประเมินเหตุผลนี้ว่าเป็น จริงเสมอไปหรือไม่ เช่น

- ก. สุนัขเห่า
- ข. สัตว์นี้เห่า
- ค. เพราะฉะนั้นสัตว์ตัวนี้เป็นสุนัข

คำตอบในข้อ ค. อาจเป็นปัญหาสำหรับผู้ที่ใช้ความคิดขั้นนามธรรม เพราะการสรุปว่าสัตว์ ทุกตัวที่ “เห่า” จะต้องเป็นสุนัขเสมอไปนั้นไม่จริง เพราะสัตว์ชนิดอื่นอาจ “เห่า” เหมือนสุนัข การ คิดเหตุผลแบบอนุมาน แบบ Syllogism จึงเป็นขั้นก้าวหน้าไปอีกข้างหนึ่ง การประเมินก่อนลงความ คิดเห็นเป็นลักษณะที่คนเราใช้สติปัญญาขั้นสูง

4. การสันนิษฐานความเป็นเหตุเป็นผล (Propositional Thinking) เด็กในวัยนี้บางคนเริ่มมี ความคิดคาดการณ์เป็นขั้น ๆ โดยใช้เหตุผลต่าง ๆ

- 4.1 มันอาจเป็นเช่นนั้น หรือเป็นเช่นนั้นได้
- 4.2 มันอาจเป็นเช่นนั้น และเป็นเช่นนั้นได้ด้วย
- 4.3 มันอาจเป็นเช่นนั้น แต่ไม่เป็นเช่นนั้น
- 4.4 มันอาจไม่เป็นทั้งเช่นนั้น และเช่นนั้นได้

ในกระบวนการใช้เหตุผลทำนองนี้ ทำให้เกิดการควบคุมตัวแปร (Factor) ตัวหนึ่งตัวใดไว้ แล้วใช้ตัวแปรอื่น ๆ เป็นตัวทดลองไปเรื่อย ๆ จนสามารถหาคำตอบหรือวิธีแก้ปัญหาได้

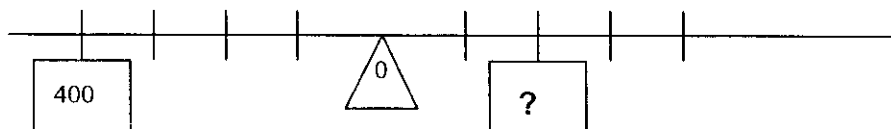
5. เข้าใจในเรื่องความสัมพันธ์ของข้อมูล (Comprehension of Allegory) เด็กสามารถเข้าใจ เรื่องหรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง แล้วสามารถแปลความหมาย และมีความคิดลึกซึ้ง เช่น สามารถนำเรื่องที่ประสบการณ์มาก่อนไปเปรียบเทียบกับสิ่งอื่นได้ โดยอธิบายความสัมพันธ์ของ ประเด็นต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้

6. การคิดย้อนกลับ (Reflexive Thinking) เด็กสามารถใช้เหตุผลโดยการย้อนกลับความคิดที่ตนได้มีประสบการณ์มาก่อนได้ เช่น การลงความเห็นจากข้อมูลที่ได้รับมาแล้ว ลำดับขั้นของการคิดทำนองนี้เริ่มจาก

- 6.1 ตั้งประเด็นของปัญหาที่ได้รับ
- 6.2 พิจารณาข้อมูลที่มีในปัญหา และข้อมูลที่ยังขาดหายไป
- 6.3 ร่างขึ้นการดำเนินการคิดหาข้อมูลที่ยังขาดหายไป
- 6.4 ลงมือตอบ โดยใช้เครื่องมือช่วย เช่น การเขียน

7. หลักการใช้เหตุผลแบบผสมตัวแปรอย่างมีระบบ (Combinatorial Logic) เป็นความคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหาโดยเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบหลาย ๆ ตัวแปรอย่างมีระบบตัวอย่างเช่น นักเรียนได้รับขวดบรรจุของเหลวไม่มีสีและไม่มีกลิ่นจำนวน 4 ใบ กับขวดแก้วทรงชมพูบรรจุของเหลวชนิดเดียวกัน เมื่อหยดของเหลวชนิดหนึ่งซึ่งมีป้ายชื่อ (ก) ลงในขวดชมพูของเหลวในขวดจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ให้นักเรียนทำการทดลองผสมของเหลวในขวดทั้ง 4 ใบ ให้ได้ของเหลวสีเหลือง ในการแก้ปัญหานี้ เด็กที่สติปัญญาถึงขั้นนามธรรมจะสามารถใช้วิธีการผสมของเหลวในขวดเหล่านี้อย่างมีระเบียบ ความยากของปัญหามือยู่ที่ ของเหลวเพียงขวดเดียวเท่านั้นที่จะผสมกับของเหลว (ก) จึงจะได้สีเหลือง ของเหลวในขวดอื่น ๆ จะไม่ทำปฏิกิริยากัน

8. เข้าใจเรื่องสัดส่วน (Proportional Thinking) การใช้ความคิดตามหลักการสัดส่วนสามารถนำมาเป็นเหตุผลในการแก้ปัญหาได้ ตัวอย่างเช่น ปัญหาดาซังแบบสองแขน เด็กสามารถหาคำตอบ ได้เองจากการใช้เหตุผลตามหลักสัดส่วน



ภาพประกอบ 5 ถามว่าจะต้องเอาน้ำหนักเท่าใดมาแขวนจึงจะทำให้คานอยู่ในลักษณะสมดุล

9. การควบคุมตัวแปร (Control Variable) เมื่อทำการทดลองหรือคิดแก้ปัญหาใด ๆ ที่สลับซับซ้อน จะสามารถแยกแยะตัวแปรต่าง ๆ ที่เป็นปัญหาเสียก่อน และใช้วิธีควบคุมตัวแปรหนึ่งไว้ในขณะที่ตัวแปรอื่น ๆ เปลี่ยนไป เพื่อเก็บข้อมูลจากตัวแปรที่เปลี่ยนเท่านั้น

10. จำแนก จัดลำดับหมวดหมู่ เช่น สัตว์ พืช สิ่งของ ตามลำดับของการจำแนก โดยถือชนิดเป็นเกณฑ์ตามที่เกิดตามระบบวิวัฒนาการหรือตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดให้

11. สามารถตั้งคำถาม และยอมรับการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล สามารถวิพากษ์วิจารณ์เรื่องสิทธิภาพ มีเหตุผลเป็นของตัวเองในด้านการคิด

12. สามารถคิดแบบความน่าจะเป็น (Probability)

13. สามารถเข้าใจความคิดเชิงอุดมคติ และมีอุดมคติเป็นของตนเอง

2.4 แนวทางในการส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลสามารถส่งเสริมได้ ดังที่ เลวิน (Lavin.1979) ได้ทำการทดลองสอนกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เมื่อปีที่ประเทศอิสราเอลพบว่า ความสามารถด้านการคิดอย่างมีเหตุผลสามารถสอนได้ ถ้าจัดประสบการณ์การเรียนรู้หรือวิธีสอนอย่างเหมาะสม และโดยทักษะที่สอดคล้องกันในเรื่องความจำเป็นที่จะต้องสอนให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลภายในโรงเรียนนี้ มีนักการศึกษาหลายท่านได้สร้างรูปแบบหรือโปรแกรมการสอน โดยมีทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลบางทักษะเป็นเป้าหมายของการจัดการสอนตามรูปแบบนั้น ๆ ซึ่ง นิคเคอร์สัน (Nickerson. 1984) ได้สรุปรูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีเหตุผลตามที่เป็นอยู่ในปัจจุบันออกเป็น 5 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีแนวทางในการสอนแตกต่างกันออกไป และทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลที่เป็นเป้าหมายของแต่ละรูปแบบการสอนคล้ายคลึงกัน อาจแตกต่างกันบ้าง แต่ส่วนใหญ่จะเป็นทักษะพื้นฐานของความสามารถด้านการใช้เหตุผล ความสามารถในการจัดประเภท การจัดเรียงลำดับ การเปรียบเทียบ การเทียบเคียงและการสรุปอ้างอิง ดังรายละเอียดของการจัดการสอนแต่ละกลุ่ม ดังต่อไปนี้ (สมเจตน์ ไวยากรณ์. 2530 : 20; อ้างอิงจาก Nickerson 1984 : Kinds of Thinking taught in current Programs.)

1. กลุ่มโปรแกรมที่เน้นในแนวทางกระบวนการคิด (Cognitive Process Approaches) กลุ่มนี้กำหนดข้อตกลงไว้ว่า ความสามารถในการคิดนั้นเป็นสิ่งที่ขึ้นอยู่กับกระบวนการคิดพื้นฐานบางประการ เช่น การเปรียบเทียบ การจัดลำดับ การจำแนกประเภท การอ้างอิง และการทำนาย กระบวนการคิดขั้นพื้นฐานนี้เป็นกระบวนการคิดอย่างมีระบบเหตุผล ซึ่งนำไปใช้ประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

2. กลุ่มโปรแกรมนี้นั้นในแนวทางยุทธศาสตร์การคิด โปรแกรมนี้มุ่งเน้นเกี่ยวกับกลวิธีที่นำมาใช้แก้ปัญหาซึ่งเป็นแนวทางที่นำไปสู่เป้าหมายที่เชื่อว่ามีโอกาสที่จะประสบผลสำเร็จสูง โปรแกรมนี้มักจะพบในงานวิจัยทางจิตวิทยาที่เกี่ยวกับการคิด โดยเฉพาะในด้านการแก้ปัญหาหรือในงานวิจัยที่เกี่ยวกับปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence)

3. กลุ่มโปรแกรมที่เน้นในแนวทางเกี่ยวกับการพัฒนาการของการคิดตามทักษะของเพียเจต์ (Formal Thinking Or Stage Development) โปรแกรมในกลุ่มนี้สร้างขึ้นตามแนวทฤษฎีจากการคิดเฉพาะด้าน และลักษณะที่เป็นรูปธรรม ให้สามารถคิดในแนวกว้างและคิดในสิ่งที่เป็นามธรรมได้ ซึ่งเป็นพัฒนาการในระดับการใช้เหตุผลเชิงตรรกวิทยาได้

4. กลุ่มโปรแกรมที่เน้นในแนวทางของการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ (Language and Symbol Manipulation) โปรแกรมนี้มีความเชื่อว่า การเขียนที่มีประสิทธิภาพนั้นเป็นกิจกรรมที่มีแบบแผน จำเป็นต้องใช้ความสามารถในการแสดงความคิดออกมาให้แจ่มชัดและมีความต่อเนื่อง ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้จำเป็นต้องมีการวางแผน ตลอดจนกำหนดแนวทางปฏิบัติเพื่อนำไปสู่เป้าหมาย โดยมีการแบ่งงานออกเป็นส่วนๆหรือเป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่อง ซึ่งเป็นการฝึกทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลด้านการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อความ โดยใช้การเขียนเป็นวิธีการแสดงความคิดออกมาเป็นเครื่องมือในการพัฒนา

5. กลุ่มโปรแกรมที่ยืดการคิดเป็นเนื้อหาสาระของการฝึก หรือเป็นโปรแกรมที่ใช้แนวทางของการคิดเกี่ยวกับการคิด (Thinking about Thinking) โปรแกรมในแนวทางนี้เชื่อว่า การเรียนรู้เกี่ยวกับการคิดจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนากระบวนการคิดของตนเองให้ดีขึ้น เพราะผู้เรียนจะรู้ถึงสิ่งที่มีความคิดของตนเอง รู้ว่าตนกำลังคิดอะไร และต้องการอะไร อันเป็นแนวทางที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถควบคุมและตรวจสอบการคิดของตนเองในขณะที่ทำการคิด กลุ่มนี้มุ่งที่จะพัฒนาการคิดของผู้เรียนให้ถึงขีดสูงสุดตามศักยภาพที่ผู้เรียนมีอยู่ โดยให้ผู้เรียนได้ทำการวางแผนการคิดเป็นขั้นตอนเพื่อใช้เป็นกรอบในการตรวจสอบว่าตนเองมักมีข้อผิดพลาดในขั้นตอนใด

กลุ่มโปรแกรมการฝึกทั้ง 5 กลุ่มนี้ เท่าที่จัดสอนในโรงเรียนสามารถจำแนกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ (สมเจตน์ ไวยการณ. 2530 : 24)

1. เป็นโปรแกรมเฉพาะทาง ซึ่งเป็นโปรแกรมการสอนทักษะการคิดโดยเฉพาะ ได้แก่กลุ่มโปรแกรมที่ใช้กระบวนการคิดเป็นแนวทาง

2. เป็นโปรแกรมที่เสริมสร้างทักษะการคิด โดยใช้เนื้อหาวิชาในหลักสูตรปกติเป็นสื่อในการพัฒนาทักษะการคิด ได้แก่ กลุ่มโปรแกรมที่เน้นในแนวทางยุทธศาสตร์การคิด กลุ่มโปรแกรมที่เน้นในแนวทางเกี่ยวกับพัฒนาการของการคิดตามทัศนะของเพียเจต์ กลุ่มโปรแกรมที่เน้นในแนวทางการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ และกลุ่มโปรแกรมที่ใช้แนวทางของการคิดเกี่ยวกับการคิด

สำหรับกิลฟอร์ด และฮอฟเนอร์ (Gullford and Hoepfner. 1971 : 28 – 32) ได้ให้ความเห็นว่า การพัฒนาบุคคลให้มีความสามารถในการให้เหตุผลนั้น ต้องเริ่มจากการส่งเสริมให้บุคคลได้คิดอย่างมีเหตุผล ความสามารถในการให้เหตุผลดังกล่าวนี้ เป็นสิ่งที่จำเป็นที่โรงเรียนควรจัดทำ และเป็นสิ่งที่สามารถฝึกได้โดยสอนควบคู่กับเนื้อหาวิชาปกติ หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เหมาะสม

เนื่องจากความสามารถในการคิดและการให้เหตุผลเป็นทักษะที่ต้องใช้การฝึกจากประสบการณ์ที่หลากหลาย และควรได้รับการฝึกอย่างต่อเนื่อง จากบรรยากาศของชั้นเรียนที่สนับสนุนให้มีการอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิด ชี้แจงเหตุผลและแก้ปัญหาาร่วมกัน ดังนั้นในการส่งเสริมความสามารถในการคิดและการให้เหตุผล ควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมและแสดงพฤติกรรมในการสืบค้น คาดการณ์ ค้นหาวิธีการพิสูจน์ สังเกตรูปแบบชี้แจงเหตุผลของแนวคิด โดยการอธิบายรูปแบบ แสดงด้วยภาพหรือจำลองแบบและตอบคำถามต่างๆ เช่น “ทำไม” “อะไรจะเกิดขึ้นถ้า...” “จงให้ตัวอย่าง ...” “สามารถจะใช้วิธีการอื่นได้หรือไม่ ถ้าการดำเนินการไม่บรรลุผล” ล้วนเป็นคำถามที่ก่อให้เกิดการคิด การสร้างข้อาคัดเดา การกำหนดรูปแบบ (Modelling) และการอธิบาย ซึ่งเป็นลักษณะของการให้เหตุผลเกี่ยวกับสถานการณ์ (Lappan and Schram 1989 : 14 – 30)

นอกจากนี้โรเวนและมอร์โรว์ (Rowan and Morrow. 1993 : 16 – 18) ยังได้ให้ข้อคิดเกี่ยวกับบรรยากาศในชั้นเรียนว่าเป็นสิ่งสำคัญมาก ครูต้องจัดบรรยากาศที่แสดงให้นักเรียนเห็นว่าการให้เหตุผลเป็นสิ่งที่สำคัญกว่าการได้เพียงคำตอบที่ถูกต้อง บรรยากาศในชั้นเรียนต้องไม่ทำให้นักเรียนรู้สึกหวาดกลัว เป็นบรรยากาศที่สนับสนุนและส่งเสริมให้นักเรียนได้พูด อธิบายการแสดงเหตุผลของแนวคิด ได้กระทำและสรุป พร้อมทั้งแสดงการยืนยันข้อสรุปของแนวคิดนั้น ๆ

จากแนวคิดดังกล่าวนี้ จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนการสอนในระดับมัธยมศึกษา ครูควรใช้วิธีการให้นักเรียนได้รู้จักคิดอย่างมีเหตุผลในการหาข้อความจริงที่อยู่เบื้องหลัง ตลอดจนทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนรู้ จะเป็นการช่วยสร้างพฤติกรรมการคิดระดับสูงของนักเรียนได้ดีขึ้น และกระทรวงศึกษาธิการได้ตระหนักถึงความสำคัญของการพัฒนาความสามารถในการคิดเช่นกัน จึงเสนอให้ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้เป็นวิธีการสอนควบคู่ไปกับการสอนเนื้อหาวิชา โดยเชื่อว่าวิธีสอนตามรูปแบบนี้จะส่งเสริมให้นักเรียนได้รู้จักคิดโดยใช้เหตุผลและรู้จักการกระทำซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น อันเป็นจุดมุ่งหมายของหลักสูตรทุกระดับ

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดและการคิดอย่างมีเหตุผล

งานวิจัยต่างประเทศ

เรย์ (Ray. 1979 : 3220-A) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบอิทธิพลของการใช้คำถามในระดับต่ำกับคำถามในระดับสูง ที่มีต่อความมีเหตุผลในเรื่องที่เป็นนามธรรมและการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในวิชาเคมี ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ใช้คำถามในระดับสูง สามารถทำข้อสอบในเรื่องของความมีเหตุผลเชิงนามธรรมและการคิดอย่างมีเหตุผล ได้คะแนนสูงกว่าอีกกลุ่มหนึ่งอย่างมีนัยสำคัญ

เลวิน (Levin. 1980 :174 - 220) ได้ทำการวิจัยเรื่องการสอนที่ทำให้นักเรียนสามารถพัฒนากระบวนการคิดในระดับสูงได้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งเลวินได้สรุปผลการวิจัยของเขาว่า เมื่อโรงเรียนกำหนดเป้าหมายของการจัดการศึกษาวิธีสอนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ และวัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสมแล้ว การฝึกหรือการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดและการใช้เหตุผลนั้น สามารถทำได้กับนักเรียนในทุกๆระดับ ไม่ว่าจะเป็นสติปัญญาหรือความถนัดทางการเรียนที่แตกต่างกัน

วิลเลียม (William.1981 : 1605-A) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาเปรียบเทียบทัศนคติ ผลสัมฤทธิ์ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ระหว่างการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับการสอนแบบเดิมที่ครูเป็นศูนย์กลาง วิชาประวัติศาสตร์อเมริกา ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สูงกว่ากลุ่มที่สอนแบบเดิมที่มีครูเป็นศูนย์กลาง

ริท (Writt. 1988 : 72 - A) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาเกี่ยวกับกระบวนการให้เหตุผล โดยเฉพาะยุทธวิธีแก้ปัญหาทั้ง 4 ขั้นตอนของโพลยา ซึ่งได้แก่ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการตามแผน และขั้นตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาโดยใช้ปัญหาเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดทั้งยุทธวิธีแก้ปัญหาและกระบวนการให้เหตุผลของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย การใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาและกระบวนการให้เหตุผล มีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งบางส่วนของกระบวนการให้เหตุผลมีความสัมพันธ์กับวิธีการแก้ปัญหาเป็นอย่างมาก ขณะที่อีกส่วนหนึ่งของกระบวนการให้เหตุผลมีความเกี่ยวข้องกับยุทธวิธีการแก้ปัญหา เมื่อพิจารณาถึงสัดส่วนของยุทธวิธีการแก้ปัญหา

ทั้ง 4 ขั้นตอนของโพลยาพบว่า ในกลุ่มนักเรียนที่ใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาก็ได้สำเร็จมีขั้นตอนการตามแผนแตกต่างกัน ส่วนใหญ่นักเรียนที่แก้ปัญหาก็ไม่สำเร็จพบความแตกต่างกันในขั้นตอนการตามแผนและใช้เวลาส่วนมากในขั้นทำความเข้าใจปัญหาและขึ้นวางแผนปัญหา ทั้งนี้ นักเรียนในกลุ่มที่ใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาก็ไม่มีใครใช้ขั้นตอนตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาก็

งานวิจัยในประเทศ

สมเจตน์ ไวยการณ (2530 : 93) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษารูปแบบการสอน เพื่อส่งเสริมความสามารถด้านการใช้เหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการสอนที่สร้างขึ้นสามารถสอนให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมการคิดตามทัศนะของบลูมและคนอื่น ๆ ได้ทุกระดับพฤติกรรม แต่พฤติกรรมการคิดดังกล่าวต้องการเวลาสอนแตกต่างกัน โดยเฉพาะพฤติกรรมการคิดด้านการสังเคราะห์และการประเมินค่าต้องการเวลาในการสอนมากกว่าพฤติกรรมการคิดด้านการวิเคราะห์ เมื่อเปรียบเทียบกับการสอนตามปกติแล้วพบว่า รูปแบบการสอนที่สร้างขึ้นช่วยให้ผู้เรียนทุกระดับการเรียนรู้ ทั้งที่มีผลการเรียนดี ปานกลาง และผลการเรียนต่ำ มีความสามารถในการใช้เหตุผลในทุก ๆ ด้านสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนการสอนตามปกติช่วยส่งเสริมความสามารถด้านการใช้เหตุผลของผู้เรียนเฉพาะผู้ที่มีผลการเรียนระดับปานกลางเท่านั้น ข้อค้นพบดังกล่าวสรุปได้ว่ารูปแบบการสอนที่สร้างขึ้นเหมาะสมที่จะนำไปใช้ประกอบการสอนในโรงเรียนเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านการใช้เหตุผลของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

เชิดศักดิ์ โฆวสินธุ์ (2530 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาการฝึกสมรรถภาพทางสมองเพื่อพัฒนาคุณภาพการคิด ผลการวิจัยพบว่า การฝึกสมรรถภาพทางสมอง ช่วยให้การเรียนรู้หรือคุณภาพการคิดของนักเรียนที่มีสภาพแวดล้อมด้อยกว่า สามารถพัฒนาคุณภาพการคิดให้อยู่ในระดับเดียวกันกับผู้ที่มีสภาพแวดล้อมดีกว่าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัชรินทร์ บุญมาทิต (2532 : 135) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำแบบเอกนัย กับที่เน้นคำถามแบบเอกนัย แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

กนิษฐา อุ่นอนันต์ (2532 : 94) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผลกับนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนตามคู่มือครูของสสวท.แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุภานันท์ เสถียรศรี (2536 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ การคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมการคิดกับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมการคิดกับที่เรียนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พัชรินทร์ เปรมประเสริฐ (2542 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยข้างต้น จะเห็นได้ว่า การสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดและการใช้เหตุผลสามารถทำได้กับนักเรียนในทุกระดับการเรียนรู้และรูปแบบการสอนที่สร้างขึ้นช่วยให้นักเรียนทุกระดับการเรียนรู้ ทั้งที่มีผลการเรียนดี ปานกลาง และผลการเรียนต่ำ มีความสามารถด้านการใช้เหตุผลในทุกๆ ด้านสูงขึ้น ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ที่มุ่งให้นักเรียนแสดงเหตุผลในการตัดสินใจ เพื่อหาความถูกต้องและข้อสรุปจะสามารถพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล และส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

3. การรับรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์

3.1 ความหมายของการรับรู้ความสามารถของตนเอง

ความหมายของการรับรู้ความสามารถของตนเอง ได้มีนักการศึกษาให้ความหมายไว้ดังนี้

เบนดูรา (Bandura. 1977 : 191) ได้ให้นิยาม การรับรู้ความสามารถของตนเองว่า เป็นความเชื่อในแต่ละบุคคลว่าเขาสามารถที่จะแสดงพฤติกรรมในบางงานได้ผลสำเร็จ ความเชื่อในความสามารถของตนเองก่อให้เกิดแรงจูงใจในความสำเร็จทางการเรียน ในการเลือกอาชีพ

แบนดูรา (สุพรรณิ กัณหดิลก. 2542 : 10 ; อ้างอิงจาก Bandura. 1986) ได้ให้ความหมายของการรับรู้ความสามารถของตนเองว่าหมายถึง การที่บุคคลตัดสินใจเกี่ยวกับความสามารถของตนเองว่าสามารถที่จะจัดการและดำเนินการกระทำพฤติกรรมบางอย่างในสภาพการณ์ที่เฉพาะเจาะจงได้หรือไม่

วรภรณ์ สุรัตนกร (2540 : 44) นิยามว่าการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ ส่งผลต่อพฤติกรรม ความพยายาม และการแสดงออกทางอารมณ์ในการทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีของแบนดูราในการฝึกกิจกรรมปริศนาคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน ผู้วิจัยคิดว่า ตัวแปรการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ อาจมีผลต่อพฤติกรรม ความพยายามและความเครียดในการทำกิจกรรม ทำให้นักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์สูง น่าจะมีการคิดหาเหตุผลทางตรรกศาสตร์ได้สูงกว่าให้นักเรียนที่มีความรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ต่ำ ในขณะที่เกี่ยวกับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์น่าจะมีความสัมพันธ์กับการฝึกกิจกรรมปริศนาคณิตศาสตร์ส่งผลต่อการหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

นิตา กิตติพงษ์นุรักษ์ (2543 : 11) ให้ความหมายว่า การรับรู้ตนเอง (Self-Perception) หมายถึงกระบวนการที่บุคคลสังเกตพฤติกรรม หรือมองตัวเองในสถานการณ์ สิ่งแวดล้อมต่างๆ หรือจากประสบการณ์ที่ได้รับ แล้วนำข้อมูลนั้นมาแปลความหมายเป็นเจตคติ หรือความรู้สึกที่มีต่อตนเอง ส่วนทฤษฎีการรับรู้ตนเอง (Self-Perception Theory) หมายถึง ทฤษฎีหรือหลักการที่เกี่ยวกับการสังเกตพฤติกรรม หรือการมองตนเองของแต่ละบุคคล

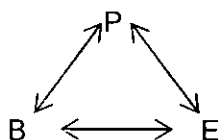
จากคำจำกัดความข้างต้นพอสรุปได้ว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ (Self – Perceived Ability to Learn Mathematic) หมายถึง การที่บุคคลรู้จัก และคิดต่อตนเอง เกี่ยวกับความสามารถของตนเองในด้านการเรียนรู้ เป็นการรับรู้เกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์ที่เขาเป็น อย่างแท้จริง รับรู้ว่าตนเองมีความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับใด มีความสามารถที่จะทำได้หรือไม่ และมีความมั่นใจว่าจะทำได้ในระดับใด

3.2 ทฤษฎีการรับรู้ความสามารถของตนเอง

ทฤษฎีการรับรู้ความสามารถของตนเอง (Self – Efficacy Theory) เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ ปัญหาสังคมของแบนดูรา (Bandura. 1977 : 191 - 193) ซึ่งเป็นนักจิตวิทยาที่อธิบายพฤติกรรมของมนุษย์ องค์ประกอบภายในมนุษย์ และสิ่งแวดล้อมต่างมีอิทธิพลต่อกันและกันในลักษณะที่แต่ละองค์ประกอบต้องสัมพันธ์กันอย่างถ้อยที่ถ้อยอาศัย ความสัมพันธ์เกิดระหว่างองค์ประกอบ 3 ประการ คือ

1. ความคาดหวังหรือ ความเชื่อ และปัจจัยภายในตัวบุคคล (P)
2. พฤติกรรม (B)
3. สิ่งแวดล้อม (E)

ซึ่งปฏิสัมพันธ์ระหว่าง 3 ปัจจัย มีลักษณะต่อเนื่องกันเป็นขั้นตอน เป็นระบบที่เกี่ยวข้องกันไว้ (Inter locking System) ในบางครั้งสิ่งแวดล้อมอาจมีส่วนในการทำให้เกิดพฤติกรรมได้มากกว่าองค์ประกอบภายในตัวบุคคล แต่ในบางเวลาองค์ประกอบภายในตัวบุคคลก็อาจจะมียิทธิพลต่อการแสดงพฤติกรรมมนุษย์มากกว่าสิ่งแวดล้อม ดังแสดงในภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 แสดงการกำหนดซึ่งกันและกันของปัจจัยภายในตัวบุคคล เจื่อนไขเชิงพฤติกรรม และเจื่อนไขเชิงสภาพแวดล้อม

แบนดูรา (Bandura, 1986 : 393 – 398) ได้กล่าวถึงการรับรู้ความสามารถของตนเองเป็นตัวกำหนดในเรื่องต่อไปนี้

1. พฤติกรรมการเลือก (Choice Behavior) บุคคลมีแนวโน้มที่จะหลีกเลี่ยงการกระทำกิจกรรมที่เชื่อว่ายากเกินความสามารถของตน ซึ่งจะทำให้พบกับความยากลำบากและเป็นทุกข์จากความล้มเหลว ส่วนบุคคลที่ประเมินความสามารถของตนต่ำเกินไปก็จะจำกัดตนเอง ทำให้ขาดโอกาสที่จะได้รับประสบการณ์ที่ดี การประเมินที่ดี คือ การประเมินสูงกว่าความสามารถที่บุคคลนั้นสามารถทำกิจกรรมนั้นได้เล็กน้อย ซึ่งจะทำให้บุคคลนั้นทำกิจกรรมที่ยากพอเหมาะและท้าทายความสามารถ ส่วนการประเมินที่ตรงกับความสามารถ กิจกรรมที่เลือกก็มีแนวโน้มที่จะประสบความสำเร็จสูง

2. การใช้ความพยายามและความยืนหยัด (Effort Expenditure and Persistence) การตัดสินใจความสามารถของตนเองเป็นตัวกำหนดว่า บุคคลนั้นจะต้องใช้ความพยายาม ความคงทนในการทำกิจกรรม เมื่อพบอุปสรรคหรือประสบการณ์ที่ไม่พอใจ บุคคลที่ตัดสินใจว่าตนมีความสามารถก็จะมีเข้มแข็งและความพยายาม ซึ่งพยายามที่ใช้ในการเรียนรู้จะต่างกับช่วงการนำทักษะการเรียนรู้ไปใช้ในขั้นตอนการเรียนรู้ คนที่รับรู้ว่ามีความสามารถสูงอาจรู้สึกว่าจะตนไม่จำเป็นต้องใช้ความพยายามมาก ส่วนผู้ที่สงสัยในความสามารถของตน จะใช้ความพยายามในการเรียนรู้สูง แต่จะใช้ความพยายามน้อยเมื่อต้องใช้ทักษะที่เรียนมาแล้ว

3. แบบแผนของความคิดและการตอบสนองทางอารมณ์ (Thought Patterns and Emotional Reaction) การรับรู้ความสามารถของตนเองมีอิทธิพลต่อแบบแผนของการคิดและการตอบสนองทางอารมณ์กับบุคคลนั้นในขณะที่มีปฏิสัมพันธ์กันจริงกับขณะที่คาดว่าจะมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม บุคคลที่ตัดสินใจว่าตนใช้ความสามารถในการจัดการตามความต้องการของสภาพแวดล้อม อย่างไรก็ตามแม้ว่าบุคคลจะมีการรับรู้ความสามารถของตนเองสูง แต่อาจจะไม่ทำพฤติกรรมนั้นก็ได้ ถ้าไม่มีปัจจัยเหล่านี้

1. ขาดแรงจูงใจและการถูกบังคับให้กระทำ (Disincentives and Performance Constraints)

2. ตัดสินผลความผิดพลาดของการกระทำ (Consequences of Misjudgment) เมื่อบุคคลตัดสินใจผลของการกระทำว่าผิดไป ก็จะไม่ต้องการกระทำพฤติกรรมนั้น

3. ประสบการณ์ที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ (Temporal Disparities) ทำให้ไม่สามารถประเมินความสามารถของตนเองได้ เนื่องจากประสบการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป อาจทำให้ตัดสินใจความสามารถของตนเองผิดไป จึงไม่แสดงพฤติกรรมนั้น

4. ประเมินการรับรู้ความสามารถของตนเองผิดพลาดไป (Faulty Assessments of Self-Performance) ถ้าบุคคลนั้นประเมินความสามารถของตนเองในพฤติกรรมต่ำ บุคคลนั้นก็จะไม่แสดงพฤติกรรมนั้น

5. การประเมินความสำคัญของทักษะย่อยๆ (Misweighting Requisite Subskills) ถ้าบุคคลคิดว่าตนเองขาดทักษะหรือมีทักษะด้านใดด้านหนึ่งไม่เพียงพอก็จะหลีกเลี่ยงไม่แสดงพฤติกรรมนั้น

6. เป้าหมายในการกระทำไม่ชัดเจน ไม่สามารถกระทำในทางปฏิบัติได้ (Obscure Aims and Performance Ambiguity)

7. รู้จักตนเองอย่างไม่ถูกต้อง (Faulty Self-Knowledge) ทำให้มีข้อมูลในการกระทำที่ไม่ถูกต้อง

3.3 ลักษณะการรับรู้ความสามารถของตนเองในวิชาคณิตศาสตร์

การรับรู้ตนเองในวิชาคณิตศาสตร์นั้นได้มีนักศึกษาทำวิจัยและได้แบ่งการรับรู้ตนเองในวิชาคณิตศาสตร์ออกเป็นลักษณะต่างๆ ดังนี้

สคาอัลวิก และแรนคิน (Skaalvik and Rankin. 1995 : 161 - 184) ได้แบ่งการรับรู้ตนเองในวิชาคณิตศาสตร์ (Math Self-Perception) ออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. การรับรู้ตนเองเกี่ยวกับความถนัดในวิชาคณิตศาสตร์ (Mathematics Self-Perceived Aptitude : MSPA) คือการรับรู้ตนเองของนักเรียนที่รับรู้ถึงความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ภายใน

2. การรับรู้ตนเองเกี่ยวกับความถนัดในวิชาคณิตศาสตร์ (Self-Perceived Ability to Learn Mathematics : MSAL) คือ การรับรู้ตนเองของนักเรียนที่คาดหวังถึงความสามารถในการเรียนรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์

ซิมป์สัน และคณะ (Simson, et.al. 1996 : 387 - 396) ได้แบ่งการรับรู้ตนเองในวิชาคณิตศาสตร์ (Math Self-Perception) ออกเป็น 4 ลักษณะ คือ

1. การรับรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ (Perceived Math Ability)
2. ความคาดหวังในอนาคตอันใกล้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ (Near-Future Expectancies for Math)
3. ความคาดหวังในอนาคตที่ห่างไกลเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ (Distant-Future Expectancies for Math)
4. การรับรู้สาเหตุของความสามารถทางคณิตศาสตร์ (Math Attributions to Ability)

มาร์ช และหยวง (Marsh and Yeung.1997 : 752 - 759) ได้แบ่งการรับรู้ตนเองในวิชาคณิตศาสตร์ (Math Self-Perception) ออกเป็น 4 ลักษณะ คือ

1. การรับรู้ความสามารถของตนเองเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ (Math Perceived Ability Self-Perception) คือ การรับรู้ตนเองของนักเรียนถึงสิ่งที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่เขาเป็นอย่างแท้จริง

2. การรับรู้สาเหตุของความสามารถทางคณิตศาสตร์ (Math Attributions to Ability) คือการอนุมานสาเหตุของความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ล้มเหลวและประสบความสำเร็จของนักเรียน โดยให้นักเรียนอนุมานสาเหตุเหล่านั้นด้วยตัวเอง

3. ความคาดหวังในอนาคตอันใกล้ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ (Near Future Expectancies for Math) คือ ความคาดหวังทั่วไปและความคาดหวังเฉพาะด้านของนักเรียนที่มีต่อคณิตศาสตร์ในอนาคตอันใกล้ที่นักเรียนคาดว่าจะกระทำหรือปฏิบัติ โดยความคาดหวังอันใกล้นี้มีจุดเริ่มต้นที่วันพรุ่งนี้

4. ความคาดหวังในอนาคตที่ห่างไกลเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ (Distant Future Expectancies for Math) คือ ความคาดหวังที่คล้ายคลึงกับความคาดหวังในอนาคตอันใกล้ แต่เป็นความคาดหวังของนักเรียนที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ที่เขาจะกระทำหรือปฏิบัติในระดับชั้นที่สูงขึ้น

รังรอง งามศิริ (2540 : 21 - 26) ได้ศึกษาเกี่ยวกับตัวแปรที่มีผลต่อความวิตกกังวลในการสอบงานเอกสารการวิจัยของต่างประเทศที่เกี่ยวข้องมีตัวแปรบางลักษณะเป็นการรับรู้ตนเอง คือ

1. การรับรู้สาเหตุของความสำเร็จและความล้มเหลวตามการรับรู้ของนักเรียน (Perceived Causes of Success and Failure)

2. การรับรู้ความคาดหวังของผู้ปกครอง (Perceived Parent's Expectation) คือ การรับรู้ของนักเรียนที่มีต่อความคาดหวังของผู้ปกครอง

3. การรับรู้รูปแบบการเรียนรู้ และนิสัยการเรียนรู้ (Perceived Learning Style Preferences and Study Habits)

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การรับรู้ตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ คือ ความคิด ความรู้สึก และความคาดหวังของบุคคลนั้นๆที่มีต่อตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 4 ลักษณะ คือ

1. การรับรู้ตนเองด้านความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
2. การรับรู้สาเหตุของความสำเร็จและความล้มเหลวในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
3. การรับรู้ตนเองด้านนิสัยในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
4. การรับรู้ความคาดหวังในอนาคตด้านการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

3.4 แหล่งที่ก่อให้เกิดการรับรู้ความสามารถของตนเอง

การรับรู้ความสามารถของตนเองมีพัฒนาการมาจากปัจจัย 4 ประการ ดังนี้ (Bandura. 1986 : 399 - 401)

1. การประสบความสำเร็จจากการกระทำ (Enactive Attainment) เป็นแหล่งที่สำคัญที่สุดเนื่องจากประสบการณ์ความสำเร็จที่แท้จริงของบุคคลนั้นๆ ความสำเร็จจะทำให้ประเมินตนเองสูง

ส่วนความล้มเหลวหลายๆ ครั้ง จะทำให้ประเมินความสามารถของตนเองต่ำลง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ถ้าความล้มเหลวนั้นเกิดขึ้นเร็วกว่าปกติ และไม่ได้แสดงว่าขาดความพยายามหรือแสดงถึงสาเหตุจากภายนอก

2. การสังเกตตัวแบบ (Vicarious Experience) การที่ได้เห็นประสบการณ์ที่ประสบความสำเร็จที่คล้ายคลึงกับกิจกรรมที่ตนกระทำก็สามารถเพิ่มความรู้สึกว่าตนเองมีความสามารถ นั่นคือ บุคคลนั้นจะบอกกับตัวเองว่า ถ้าผู้อื่นสามารถทำงานแล้วประสบความสำเร็จได้เราจะสามารถทำงานนั้นได้เช่นเดียวกันถ้ามีความตั้งใจและความพยายาม

3. การชักจูงด้วยวาจา (Verbal Persuasion) การพูดชักจูงเป็นวิธีการใช้อย่างแพร่หลายที่จะทำให้บุคคลเชื่อว่าตนเองมีความสามารถที่จะกระทำพฤติกรรมให้ประสบความสำเร็จได้ ผู้ชักจูงมักมีความพยายามในการกระทำกิจกรรมนั้นๆ มากขึ้น การพูดชักจูงจะให้ผลมากขึ้นจะต้องเป็นเรื่องที่เป็นไปได้ การพูดชักจูงในเรื่องที่ไม่สอดคล้องกับความเป็นจริงอาจก่อให้เกิดความล้มเหลว ซึ่งจะทำให้ผู้พูดชักจูงไม่ได้รับความเชื่อถือ และทำลายความรู้สึกของผู้ฟัง ส่วนบุคคลที่ถูกชักจูงที่คิดว่าตนเองไม่มีความสามารถ มักจะหลีกเลี่ยงการกระทำกิจกรรมที่ท้าทายและล้มเลิกการกระทำอย่างรวดเร็วเมื่อพบอุปสรรค

4. สภาวะทางกาย (Physiological State) บุคคลมักใช้ข้อมูลสภาวะทางกายในการตัดสินความสามารถของตน เช่น การตื่นเต้นมากเกินไปจะไม่สามารถทำกิจกรรมได้ดี บุคคลจะคาดหวังว่าจะกระทำสำเร็จเมื่อปราศจากภาวะเครียดหรือภาวะปั่นป่วน การฝึกให้มีการลดภาวะการกระตุ้นทางอารมณ์จะช่วยเพิ่มการรับรู้ความสามารถของตนเอง และเพิ่มผลการปฏิบัติงาน สภาวะทางกายดังกล่าวยังรวมถึงความอ่อนล้า เหนื่อยหอบ และความเจ็บปวดด้วย

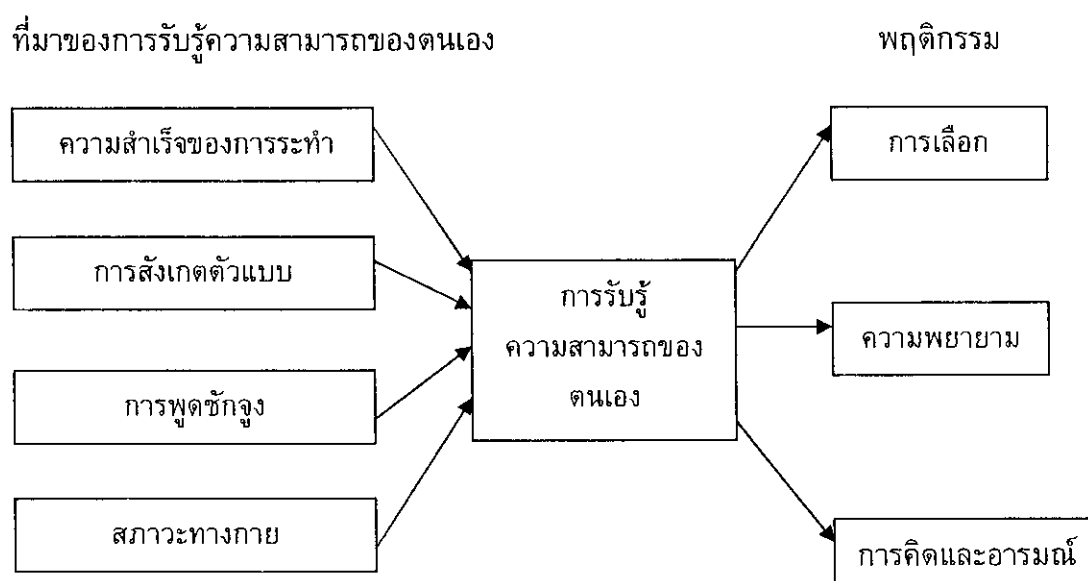
การรับรู้ความสามารถของตนเองนั้น สามารถเกิดขึ้นได้จากปัจจัยหลายอย่างที่กล่าวมาซึ่งอาจจะเกิดจากปัจจัยใดปัจจัยหนึ่ง หรืออาจเกิดจากการผสมผสานกันก็ได้

แบนดูรา (Bandura, 1999 : 245 – 246) ได้รวบรวมผลการศึกษาไว้ดังนี้ การศึกษาความสัมพันธ์ของแหล่งที่ก่อให้เกิดการรับรู้ความสามารถของตนเอง 4 แหล่ง ซึ่งพบว่า เป็นตัวพยากรณ์ระดับของการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ และอีกการศึกษาหนึ่งพบว่า เพศและการประสบความสำเร็จที่ผ่านมามีความสัมพันธ์กัน เป็นตัวพยากรณ์ของการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ โดยเพศชายที่มีประวัติการประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มีความเชื่อในความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์สูง ผลการศึกษาพบความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ความสามารถของตนเองกับการเลือกอาชีพ นักเรียนทั้งเพศชายและเพศหญิงมีความเชื่อในความสามารถของตนเองสูง และผู้ที่มีการรับรู้ทางบวกจะก่อให้เกิดผลสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ และมีแนวโน้มที่จะเลือกเรียนโปรแกรมคณิตศาสตร์ – วิทยาศาสตร์มากกว่าคนอื่น ซึ่งในการศึกษานี้ การประสบความสำเร็จ จะก่อให้เกิดความพยายาม เกิดพลังในการรับรู้ความสามารถของตนเอง ซึ่งการรับรู้ของแหล่งที่ก่อให้เกิดการรับรู้ความสามารถของตนเอง จะทำให้เกิดความแปรปรวนในการรับรู้ความสามารถของตนเองน้อย

ดังนั้นผู้ที่ประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์มีความเชื่อในความ

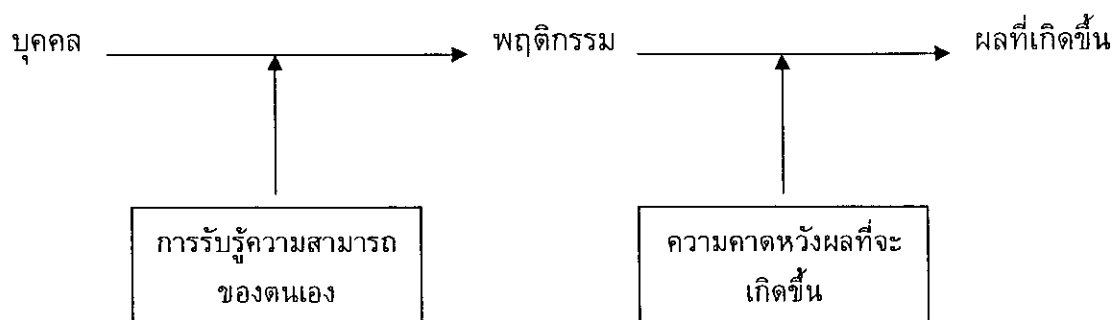
สามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์สูง ซึ่งผู้ที่มีการรับรู้ทางบวกจะก่อให้เกิดความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

จากทฤษฎีการรับรู้ความสามารถของตนเอง (Self – Efficacy Theory) ของแบนดูราที่กล่าวมาสามารถแสดงได้โดยภาพประกอบ 7 (ปริยทิพย์ บุญคง. 2543 : 22 ; อ้างอิงจาก Bezt . 1992)



ภาพประกอบ 7 ทฤษฎีการรับรู้ความสามารถของตนเองของแบนดูรา (Self-Efficacy Theory)

การรับรู้ความสามารถของตนเอง และความคาดหวังผลที่จะเกิดขึ้นนั้นมีความสัมพันธ์กันมาก เพื่อให้เข้าใจ และชัดเจน แบนดูรา (สมโภชน์ เอี่ยมสุภาษิต . 2536 : 58 ; อ้างอิงจาก Bandura. 1977) ได้เสนอแผนภาพแสดงความแตกต่างระหว่างการรับรู้ความสามารถของตนเอง และความคาดหวังผลที่เกิดขึ้นดังนี้



ภาพประกอบ 8 แสดงความแตกต่าง ระหว่างการรับรู้ความสามารถของตนเองและความคาดหวังผลที่จะเกิดขึ้น

การรับรู้ความสามารถของตนเอง เป็นการตัดสินใจความสามารถของตนเองว่าสามารถทำงานได้ในระดับใด ในขณะที่ความคาดหวังเกี่ยวกับผลที่จะเกิดขึ้นนั้นเป็นการตัดสินใจว่า ผลกรรมใดจะเกิดขึ้นจากการกระทำพฤติกรรมดังกล่าว ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ความสามารถของตนเองกับความคาดหวังผลที่จะเกิดขึ้นนี้ มีผลต่อการตัดสินใจ ที่จะกระทำพฤติกรรมของบุคคลนั้นๆ จะเห็นได้จากภาพประกอบ 9 ดังนี้

ความคาดหวังเกี่ยวกับผลที่เกิดขึ้น			
การรับรู้ ความสามารถ ของตนเอง	สูง	ไม่เห็นด้วย อาจจะกระทำ	เกิดการกระทำ มีความพึงพอใจ
	ต่ำ	ไม่สนใจ หลีกเลี่ยงที่จะ ไม่ทำแน่นอน	รู้สึกหมดคุณค่า เกิดความท้อแท้ ไม่กระทำ

ภาพประกอบ 9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ความสามารถของตนเอง และ ความคาดหวังผลที่จะเกิดขึ้น

3.5 การพัฒนาการรับรู้ความสามารถของตนเอง

แบนดูรา (สมโภชน์ เอี่ยมสุภาษิต. 2536 : 59 ; อ้างอิงจาก Bandura. 1977) ได้เสนอไว้ 4 วิธีด้วยกันคือ

1. ประสบการณ์ที่ประสบความสำเร็จ (Mastery Experiences) ซึ่งเชื่อกันว่าเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการพัฒนาการรับรู้ความสามารถของตนเอง เนื่องจากเป็นประสบการณ์โดยตรง ความสำเร็จทำให้เพิ่มความสามารถของตนเอง บุคคลจะเชื่อว่าเขาสามารถจะทำได้ ดังนั้นในการที่จะพัฒนาการรับรู้ความสามารถของตนเองนั้น จำเป็นจะต้องฝึกให้เขามีทักษะเพียงพอที่จะประสบความสำเร็จได้พร้อมๆ กับการทำให้เขารับรู้ว่ เขามีความสามารถจะกระทำเช่นนั้นได้ก็จะทำให้เขาใช้ทักษะที่ได้รับการฝึกได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งบุคคลที่ได้รับรู้ว่าตนเองมีความสามารถนั้นจะไม่ยอมแพ้อะไรง่ายๆ แต่จะพยายามทำงานต่างๆ เพื่อให้บรรลุถึงเป้าหมายที่ต้องการ
2. โดยการใช้ตัวแบบ (Modeling) การได้สังเกตตัวแบบแสดงพฤติกรรมที่มีความซับซ้อนและได้รับผลกรรมที่พึงพอใจ ก็จะทำให้ผู้สังเกตมีความรู้สึกว่าเขาก็สามารถที่จะประสบความสำเร็จได้ ถ้าเขาพยายามและไม่ย่อท้อ ซึ่งลักษณะของการใช้ตัวแบบที่ส่งผลต่อความรู้สึกว่าเขาสามารถที่จะทำได้ ก็คือ การแก้ปัญหาของบุคคลที่มีความกลัวต่อสิ่งต่างๆ โดยให้ดูตัวแบบที่มีลักษณะคล้ายกับตนเองก็สามารถทำให้ลดความกลัวต่างๆ ลงได้

3. การใช้คำพูดชักจูง (Verbal Persuasion) เป็นการบอกว่าบุคคลนั้นมีความสามารถที่จะประสบความสำเร็จได้ วิธีการนี้ค่อนข้างใช้ได้ง่ายและใช้กันทั่วไป ซึ่ง แบนดูราเองก็ได้กล่าวว่า การใช้คำพูดชักจูงนั้นไม่ค่อยจะได้ผลนัก ซึ่งจะให้ผลดีนั้นควรใช้ร่วมกับการทำให้บุคคลมีประสบการณ์ของความสำเร็จ พร้อมทั้งการใช้คำพูดชักจูงร่วมกัน ก็จะได้ผลดีในการพัฒนาการรับรู้ความสามารถของตนเอง

4. การกระตุ้นทางอารมณ์ (Emotional Arousal) การกระตุ้นทางอารมณ์มีผลต่อการรับรู้ความสามารถของตนเองในสภาพที่ถูกข่มขู่ ในการตัดสินใจความวิตกกังวลและความเครียดของคนนั้น ซึ่งบางส่วนจะขึ้นอยู่กับกระตุ้นทางสรีระ การกระตุ้นที่รุนแรงทำให้การกระทำไม่ค่อยได้ผลดี บุคคลจะคาดหวังความสำเร็จเมื่อเขาไม่ได้อยู่ในสภาพที่กระตุ้นด้วยสิ่งที่ไม่พึงพอใจ

วิธีการรับรู้ความสามารถของตนเองทั้ง 4 วิธีที่กล่าวมานี้ ก็เป็นวิธีที่เราจะสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาให้นักเรียนได้มีการรับรู้ความสามารถของตนเองที่สูงขึ้น เพื่อจะได้มีความพยายามในการเรียนไม่ยอมแพ้อะไรง่ายๆ อันจะนำไปสู่ความสำเร็จที่ต้องการ

3.6 การประเมินการรับรู้ความสามารถของตนเอง

การรับรู้ความสามารถของตนเองเป็นการตัดสินใจของบุคคลอย่างแน่อนเกี่ยวกับความมั่นใจในความสามารถในการดำเนินกิจกรรมบางอย่างให้สำเร็จ ด้วยระดับความสามารถที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับมิติ (Dimension) 3 มิติ ดังนี้ แบนดูรา (Bandura, 1986 : 396)

1. มิติระดับหรือขนาดของความคาดหวัง (Magnitude) หมายถึง ระดับความคาดหวังของบุคคลในการกระทำกิจกรรม ซึ่งแปรผันตามความยากง่ายของงานที่จะกระทำ บุคคลที่มีความคาดหวังในความสามารถของตนเองต่ำ หรือมีขีดความสามารถจำกัด ทำงานได้เฉพาะเรื่องที่ย่าง่าย ถ้ามอบหมายให้กระทำกิจกรรมที่ยากเกินความสามารถก็จะพบความล้มเหลว ดังนั้นการมอบหมายงานจะต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับความสามารถของแต่ละบุคคล

2. มิติเกี่ยวกับการนำไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ (Generality) เป็นความคาดหวังในความสามารถของตนเองในการนำมาปฏิบัติในสถานการณ์อื่นๆ ซึ่งมีความแตกต่างหรือคล้ายคลึงกัน

3. มิติความเข้มข้นหรือความมั่นใจ (Strength) หมายถึง ความสามารถที่จะพิจารณาตัดสินความเป็นไปได้ในความสามารถของบุคคลที่จะปฏิบัติงาน คือ เป็นความเชื่อมั่นของบุคคลในการประเมินการกระทำของตนเอง

จากที่กล่าวมา บุคคลที่มีความเชื่อมั่นในความสามารถตนเองสูงจะชอบทำงานที่ท้าทายความสามารถ ซึ่งความเชื่อในความสามารถที่ต่างกันขึ้นอยู่กับ 3 มิติ คือ ระดับความคาดหวัง การนำไปใช้ในสถานการณ์อื่น และความมั่นใจ

3.7 การวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์

เบทซ์ และ แสคเคทท์ (Brien & Kopala. 1999 : 233 ; citing Betz & Hackett. 1983) ได้ศึกษาการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ ในมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยสร้างแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
2. ความสามารถในการใช้คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน
3. ความสามารถในการเรียนวิชาในมัธยมศึกษาตอนปลายที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์

ซึ่งมีมาตรวัดระดับความมั่นใจในความสามารถของตนเอง ตั้งแต่ระดับไม่มั่นใจเลย (0) จนถึง มั่นใจมากที่สุด (9)

ซังค์ , แฮนสัน และค็อก (Schunk , Hanson and Cox. 1987 : 55) ได้สร้างแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ใช้ในงานวิจัยเชิงทดลอง จึงสร้างโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นคู่ทดสอบก่อนทดลองและหลังทดลอง ลักษณะแบบทดสอบจะมีส่วนที่เป็นโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์แบบไม่มีตัวเลือกและมาตรวัดระดับความมั่นใจในความสามารถของตนเอง ตั้งแต่ระดับไม่เกินไปไม่แน่ใจ (10) จนถึง ระดับแน่ใจว่าทำได้จริงๆ (100)

วูด และล็อก (จิราภรณ์ กุณสิทธิ์. 2541 : 54 ; อ้างอิงจาก Wood and Lock . 1987) ได้สร้างแบบวัดความสามารถของตนเอง เพื่อวัดระดับความสามารถของบุคคลในสถานการณ์เฉพาะ ดัดแปลงไปใช้กับวิชาต่างๆ ซึ่งสร้างตามแนวคิดของแบนดูรา (Bandura) ที่วัดด้านการคาดหวังในความสามารถของตนเองที่สามารถกระทำพฤติกรรมตามระดับงานที่กำหนดให้ได้หรือไม่ในระดับใด โดยคำถามที่สร้างขึ้นจะครอบคลุมเนื้อหา 7 ด้าน คือ

1. ด้านความจำ (Memorization) สัดส่วนของเนื้อหาและแนวคิดที่นักเรียนสามารถจำได้
2. ด้านความตั้งใจและเอาใจใส่ (Class concentration) สัดส่วนของชั่วโมงเรียนที่นักเรียนมีความตั้งใจและเอาใจใส่ในสิ่งที่ครูสอนอย่างเต็มที่
3. ด้านความตั้งใจในการสอบ (Exam concentration) สัดส่วนของเวลาที่นักเรียนจะทำความเข้าใจและตอบคำถามในขณะที่สอบ
4. ด้านความเข้าใจ (Understanding) สัดส่วนของเนื้อหาและแนวคิดที่นักเรียนสามารถเข้าใจได้
5. ด้านการอธิบายเนื้อหา (Explaining concepts) สัดส่วนของเนื้อหาและแนวคิดที่นักเรียนสามารถอธิบายได้ชัดเจน
7. ด้านการจดบันทึก (Note – taking) สัดส่วนของเวลาเรียนที่นักเรียนสามารถเข้าใจสิ่งที่นักเรียนจดบันทึกได้

นอกจากนี้ โมน (Mone. 1994 : 519) ได้เพิ่มองค์ประกอบด้าน Outcome Expectancy หรือ Outcome self-efficacy จำนวน 3 ข้อ และองค์ประกอบด้าน Process self – efficacy

จำนวน 17 ข้อ ซึ่งเขาเรียกว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองประกอบด้วย 2 ลักษณะตามแนวคิดของแบนดูรา (Bandura) คือ การรับรู้ความสามารถของตนเองด้านกระบวนการ (Process self-efficacy) การรับรู้ความสามารถของตนเองด้านผลลัพธ์ (Outcome self-efficacy)

วิลาสลักษณ์ ชั่ววัลลี (2538 : 97 - 109) ได้สรุปถึงการวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองไว้จากผลงานวิจัยต่างๆ พบว่า วิธีการวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองที่ใช้กันมากคือ การวัดความมั่นใจ โดยสอบถามว่า ผู้ตอบมีความมั่นใจว่าเขาสามารถปฏิบัติงานที่ยากขึ้นหรือไม่ ซึ่งคำตอบจะอยู่ในลักษณะ “ไม่มีความมั่นใจ” (0 คะแนน) ไปจนถึง “มีความมั่นใจเต็มที่” (10 คะแนน) หรือใช้สเกลแบบ 0% ถึง 100%

การวัดที่นิยมรองลงมาคือ การวัดระดับความยาก มักเป็นการถามว่า เขาสามารถปฏิบัติหน้างานในหน้าที่ยากขึ้นหรือไม่ ซึ่งคำตอบจะเป็นแบบ “ใช่” และ “ไม่ใช่” ส่วนการวัดแบบที่ 3 คือ การวัดแบบผสม จะมีทั้งการวัดความมั่นใจและระดับความยาก โดยใช้ข้อคำถามเดียวกัน และคำตอบให้เลือก 2 แบบ คือ “ใช่” และ “ไม่ใช่” และแบบเปอร์เซ็นต์ หรือ บนสเกล 11 หน่วย การรวมคะแนนก็โดยรวมคำตอบของความมั่นใจเฉพาะข้อที่ตอบ “ใช่” ในสเกลระดับความยาก

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างและพัฒนาแบบทดสอบการรับรู้ความสามารถของตนเองโดยใช้กรอบแนวคิดของ วูดและลอค (Wood and Locke) และ โมน (Mone) คือ วัดการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านกระบวนการและด้านผลลัพธ์

3.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์

งานวิจัยในต่างประเทศ

โคลลิน (Collin. 1982) ศึกษาพบว่าเมื่อเราควบคุมหรือกำหนดกิจกรรมทางด้านคณิตศาสตร์ในเด็กที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์สูงจะแสดงออกถึงความพยายามในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้สำเร็จ และจะยังคงใช้ความพยายามในการที่จะหาวิธีการต่างๆ มาแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ตนไม่สามารถทำได้มากกว่าเด็กที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองในด้านคณิตศาสตร์ต่ำ

เบทซ์ และแฮคเคทท์ (Betz and Hackett. 1983 : 329 - 345) พบว่าการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์มีผลต่อการเลือกเรียนวิชาคณิตศาสตร์พบว่าทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และตัวแปรที่ทำให้เกิดความวิตกกังวลในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ทั้งระดับสูงสุดและต่ำสุด คือ ทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

นอร์วิช (Norwich. 1987 : 384 - 387) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ กับ ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์กับเด็กอายุ 9 - 10 ปี จำนวน 72 คน โดยแบ่งการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ออกเป็น 4 ระดับ ผลการศึกษาพบว่า

ไม่สามารถทำนายความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์

แฮคเคทท์ และเบทซ์ (Hackett and Betz. 1989 : 263 - 271; Randhawa, Beamer and Lundgurg. 1993 : 41 - 48) ได้ทำการศึกษาโดยใช้ทฤษฎีการเรียนรู้ความสามารถของตนพบว่า การรับรู้ความสามารถของตนในวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์และการเลือกเรียนคณิตศาสตร์เป็นวิชาเอก การรับรู้ความสามารถของตนในวิชาคณิตศาสตร์ยังเป็นตัวทำนายการเลือกเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาเอกมากกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และการรับรู้ความสามารถของตนยังเป็นตัวเชื่อมระหว่างเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

โลเปซ และเลนท์ (Lopez and Lent. 1992 : 3 - 21) ได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ความสามารถของตน 4 แหล่ง ว่าจะมีความสัมพันธ์กับการรับรู้ความสามารถในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมปลายหรือไม่ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียน 50 คน (ชาย 19 คน หญิง 31 คน) ที่เรียนพีชคณิต โดยให้นักเรียนตอบแบบสอบถามที่ถามถึงแหล่งที่มาของการรับรู้ความสามารถของตน (Sources of Math Efficacy Scale = SMES) แบบสอบถามการรับรู้ความสามารถของตนในวิชาคณิตศาสตร์ (Math Self-Efficacy Scale) และแบบสอบถามอื่นๆ ผลการศึกษาพบว่าทั้ง 4 แหล่ง ที่มามีความสัมพันธ์ทางบวกกับการรับรู้ความสามารถในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน แต่แหล่งที่เป็นการสังเกตตัวเองและการกระตุ้นของอารมณ์สัมพันธ์กันอย่างไม่มีความสำคัญทางสถิติ

นอร์วิช และ โรโวลี (Norwich and Rovoli. 1993 : 308 - 321) ได้ศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรม การเรียนวิชาภาษาอังกฤษและวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎีการกระทำด้วยเหตุผลร่วมกับทฤษฎี การรับรู้ความสามารถของตน พบว่า ความตั้งใจเชิงพฤติกรรม การรับรู้ปัจจัยขัดขวาง และการรับรู้ความสามารถของตนมีความสัมพันธ์กันทางบวก และสามารถทำนายพฤติกรรมทางการเรียนได้ ทั้งยังสามารถสรุปรูปแบบของความสัมพันธ์เชิงเหตุผลของเจตคติ การรับรู้ทัศนคติทางสังคม และ พฤติกรรมการเรียนในอดีตว่าเป็นตัวชี้เหตุต่อความตั้งใจเชิงพฤติกรรม การรับรู้ปัจจัยขัดขวางและการรับรู้ความสามารถของตน ตัวแปรเหล่านี้ยังส่งผลต่อพฤติกรรมการเรียนในปัจจุบันด้วย

ปาจาเรส และมิลเลอร์ (Pajares and Miller. 1994 : 193 - 203) ศึกษาการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ มโนทัศน์ด้านคณิตศาสตร์กับความเชื่อในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ในเด็กจำนวน 350 คน พบว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์มีผลต่อการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มากกว่ามโนทัศน์ด้านคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังพบว่าเด็กชายมีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ มโนทัศน์ด้านคณิตศาสตร์สูงกว่า แต่มีความเครียดในการทำกิจกรรมด้านคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเด็กผู้หญิง

ปาจาเรส และ แครนซ์ เลอ (Pajares and Kranzler. 1995) ศึกษาการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์และการแสดงออกทางอารมณ์ขณะทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ในเด็กชั้น 9 , 10 , 11 และ 12 จำนวน 329 คน ผลการศึกษาพบว่า การรับรู้ความสามารถของตนเองด้าน

คณิตศาสตร์มีผลต่อความเครียดขณะทำกิจกรรมคณิตศาสตร์เพศชายและเพศหญิงมีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน แต่เพศหญิงจะมีความเครียดขณะทำกิจกรรมมากกว่า

สคาอัลวิกและแรนคิน (Skaalvik and Rankin. 1995 : 161 - 184) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 6 จำนวน 348 คน และนักเรียนเกรด 9 จำนวน 325 คน โดยได้แยกแบบทดสอบการรับรู้ตนเองออกเป็นการรับรู้อัตมโนทัศน์ การรับรู้ความถนัดของตนเอง (Self-Perceived Aptitude) และการรับรู้ความสามารถในการเรียนรู้ของตนเอง (Self-Perceived ability to Learn) แล้วเพิ่มแบบสอบถามให้บรรยายเกี่ยวกับตนเอง (Self-Description Questionnaire) ทั้ง 3 ฉบับ เป็นแบบทดสอบย่อยของการรับรู้ตัวเองโดยทั่วไป (General Self-Perception) ทั้งคณิตศาสตร์ และภาษาหลังจากนั้นนำไปศึกษาหาความสัมพันธ์กับการจูงใจภายใน (Intrinsic Motivation) ความพยายาม (Effort) ความวิตกกังวล (Anxiety) และการจูงใจจากโรงเรียน หรือสถานศึกษา (School Motivation) ทั้งคณิตศาสตร์ และภาษา เช่นเดียวกัน ซึ่งผลปรากฏว่า ความสัมพันธ์ภายในของแต่ละด้านในวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ตั้งแต่ .24 ถึง .88 ส่วนในด้านภาษามีความสัมพันธ์ตั้งแต่ .13 ถึง .83 และเมื่อนำมาทำเป็นรูปแบบแสดงอิทธิพล (Path Model) ด้วยโปรแกรม LISREL 7.20 พบว่าทั้งการรับรู้ตนเองในวิชาคณิตศาสตร์ และภาษาทั้งโดยทั่วไป และเฉพาะ ได้รับอิทธิพลจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งคณิตศาสตร์และภาษา ตั้งแต่ .41 ถึง .94 และเมื่อมีการนำการจูงใจภายใน (Intrinsic Motivation) ทั้งคณิตศาสตร์และภาษาเข้าไป ปรากฏว่า การรับรู้ตนเองโดยทั่วไปในวิชาคณิตศาสตร์และภาษามีผลต่อการจูงใจภายในเกี่ยวกับคณิตศาสตร์และภาษาตั้งแต่ .80 ถึง .90 ทั้งในระดับเกรด 6 และเกรด 9 แต่การรับรู้ตนเองเฉพาะด้านไม่มีผลต่อการจูงใจภายใน

สต็อกตัน และเบท (Stockton and Beth. 1995) ศึกษาความแตกต่างระหว่างเพศชายและเพศหญิงกับการรับรู้ความสามารถของตนเองในด้านคณิตศาสตร์กับนักศึกษาระดับมหาวิทยาลัยจำนวน 346 คน ผลการศึกษาพบว่า เพศหญิงมีการรับรู้ความสามารถของตนเองในด้านคณิตศาสตร์ในระดับต่ำกว่าเพศชายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .005

กอนท์ และจินมิเฟอร์ (Gonte and Jenmifer. 1995) ศึกษาวิธีการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ ที่ทำให้มีคณิตศาสตร์และทักษะทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นหรือลดลงในเด็กชั้น 10 11 12 โดยแบ่งเด็กออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มที่ 1 เด็กแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยมีผู้แนะนำวิธีการแก้ปัญหาอยู่ตลอดเวลาจนประสบความสำเร็จ กลุ่มที่ 2 เด็กทำการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สำเร็จได้เอง ผลปรากฏว่า ในกลุ่มที่ 1 การรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ลดลง ส่วนในกลุ่มที่ 2 พบว่ามี การรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์และทักษะด้านคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น

ซิลเลสเซน (Cillessen. 1997 : Abstract) ได้ศึกษานักเรียนเกรด 4 จำนวน 660 คน ในเรื่องความสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมชั้น ครู และการรับรู้ตนเอง พบว่า การรับรู้ตนเอง (Self-Perception) ในทางลบมีความสัมพันธ์กับค่าความสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมชั้น (Peer Status) ต่ำ กับความวิตก

กังวล (Anxiety) ความสามารถทางการเรียน (School Competence)ต่ำ และกับความโดดเดี่ยว (Loneliness) ต่ำ

ดีลาเคอร์ท ลีน และ เรจส์ไคนด์ (Delacourt Lyn and Rejskind. 1997 : 224 - 252) ได้ศึกษานักเรียนที่มีความสามารถต่ำ (Low Ability : LA) จำนวน 95 คน เป็นเพศชาย 40 จำนวน คน และนักเรียนที่มีความสามารถสูง (Hight Ability : HA) จำนวน 100 คน เป็นเพศชายจำนวน 45 คน ในระดับชั้น 9 โดยศึกษาเกี่ยวกับการรับรู้ตนเอง พบว่านักเรียนที่มีความสามารถสูงมีการแปลความหมายความสามารถทางการเรียนของตนเองมากกว่านักเรียนที่มีความสามารถต่ำในขณะที่ที่นักเรียนชายที่มีความสามารถสูงแปลความหมายความสามารถของตนเองสูงกว่านักเรียนชายที่มีความสามารถต่ำ

แอนโทนี (Anthony. 2000 บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง 7 มิติของการรับรู้ตนเอง และ 6 มิติ ของสถิติของความกังวล โดยใช้การวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคอล กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนที่ลงทะเบียนในระดับปริญญา 146 คน Canonical Function แสดงให้เห็นถึงระดับต่ำสุดของความเข้าใจเกี่ยวกับสมรรถภาพของโรงเรียน ความสามารถในการรับรู้ของสมอง และการเข้าใจอย่างสร้างสรรค์ เป็นการบริการที่มีระดับสูงสุดเกี่ยวกับสถิติของความวิตกกังวลที่มีความสัมพันธ์กับประโยชน์ของสถิติ การตีความกังวลในการทดสอบ และความกังวลในชั้นเรียน มโนทัศน์ของการคำนวณ ความกลัวที่จะขอร้องให้ช่วยเหลือ และความกลัวในโครงสร้างทางสถิติ พบว่าความวิตกกังวลมีความสัมพันธ์กับประโยชน์ของสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยในประเทศ

สิริวรรณ อัสวกุล (2528 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการรับรู้ความสามารถในการทำงานที่กำหนดของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและต่ำ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 120 คน แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มนักเรียนชาย กลุ่มนักเรียนหญิงที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง และกลุ่มนักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ให้ทำงานเปลี่ยนตัวเลขเป็นสัญลักษณ์แล้วให้คาดหวังก่อนสามารถทำงานให้ได้คะแนน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีการรับรู้ความสามารถในการทำงานที่กำหนดสูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

พัชรา ทศนวิจิตรวงศ์ (2540 : 80 - 115) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยบางประการ ได้แก่ ความถนัดทางการเรียนด้านภาษา ตัวเลข เหตุผล และมีติสัมพันธ์ ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และปัจจัยด้านความรู้สึกล คือ การรับรู้ตนเองเกี่ยวกับความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ ความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2539 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษากรุงเทพมหานคร จำนวน 563 คน พบว่าความถนัดทางการเรียนด้านภาษา ตัวเลข ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ การรับรู้ตนเองด้านความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ และความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนความถนัดด้านเหตุผล และมิติสัมพันธ์ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วรารณ สรตนากร (2540 : 44) นิยามว่าการรับรู้ความสามารถของตนเองด้าน

คณิตศาสตร์ส่งผลต่อพฤติกรรม ความพยายาม และการแสดงออกทางอารมณ์ในการทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีของแบนดูราในการฝึกกิจกรรมปริศนาคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน ผู้วิจัยคิดว่าตัวแปรการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ อาจมีผลต่อพฤติกรรม ความพยายามและความเครียดในการทำกิจกรรม ทำให้นักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์สูงน่าจะมีการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ได้สูงกว่านักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ต่ำ ในขณะที่เดียวกันการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์น่าจะมี ปฏิสัมพันธ์กับการฝึกกิจกรรมปริศนาคณิตศาสตร์ส่งผลต่อการหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

จิราภรณ์ กุณสิทธิ์ (2541 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษา การทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ ด้วยตัวแปรด้าน การกำกับตนเองในการเรียน ทักษะคิดต่อวิชาคณิตศาสตร์ การรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานครการวิจัยพบว่า การกำกับตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ การรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ ทักษะคิดต่อวิชาคณิตศาสตร์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

นิตา กิตติพงษ์นุรักษ์ (2543 : 11) ให้ความหมายว่าการรับรู้ตนเอง (Self-Perception) หมายถึงกระบวนการที่บุคคลสังเกตพฤติกรรมหรือมองตนเองในสถานการณ์สิ่งแวดล้อมต่าง ๆ หรือจากประสบการณ์ที่ได้รับแล้วนำข้อมูลนั้นมาแปลความหมายเป็นเจตคติ หรือความรู้สึกที่มีต่อตนเอง ส่วนทฤษฎีการรับรู้ตนเอง (Self-Perception Theory) หมายถึงทฤษฎี หรือหลักการที่เกี่ยวกับการสังเกตพฤติกรรม หรือการมองตนเองแต่ละบุคคล

หนึ่งฤทัย เมฆวาท (2546 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์กับความวิตกกังวลในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคอล พบว่าค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอลระหว่างชุดตัวแปรอิสระการรับรู้ตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในด้านความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ด้านสาเหตุของความสำเร็จและความล้มเหลวในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ด้านนิสัยในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ด้านความคาดหวังในอนาคตด้านการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ กับชุดตัวแปรตามความวิตกกังวลในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ด้านการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ด้านการสอบวิชาคณิตศาสตร์มีค่าสหสัมพันธ์คาโนนิคอล 3 ชุด ที่มีค่าเท่ากับ 0.477 , 0.279 และ 0.182 ตามลำดับ ซึ่งสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งสามค่า

จากผลการวิจัยจะเห็นว่าการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ส่งผลต่อพฤติกรรม ความพยายามและการแสดงออกทางอารมณ์ในการทำกิจกรรมคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมในการฝึกทักษะการสร้างความรู้ด้วยตนเองให้กับนักเรียน ผู้วิจัยคิด

ว่าตัวแปรการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์อาจมีผลต่อพฤติกรรมการพยายามและความเครียดในการทำกิจกรรม ทำให้ให้นักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์สูงน่าจะมีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลสูงกว่านักเรียนที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ต่ำ ในขณะที่เดียวกันการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์น่าจะมีปฏิสัมพันธ์กับการฝึกทักษะการสร้างความรู้ด้วยตนเองที่ส่งผลต่อความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

4. แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มสุ่ม (Randomized Block Design : RBD)

RBD เป็นแบบแผนการทดลองอีกแบบแผนหนึ่งที่เกิดขึ้นมาโดย ฟิชเชอร์เมื่อประมาณ ค.ศ. 1925 ภายหลังจากการพัฒนา CRD สำหรับ RBD ก็เป็นแบบแผนการทดลองที่พัฒนามาจากงานทางด้านเกษตรกรรมเช่นเดียวกับ CRD โดยฟิชเชอร์ที่ได้พิจารณาว่าในการทำการทดลองในแปลงเพาะปลูกพืชนั้นผลที่ได้จากการทดลองอาจจะไม่ได้เป็นผลมาจากสิ่งทดลองที่ให้ไปเพียงอย่างเดียวแต่อาจจะเกิดมาจากความแตกต่างของดินที่ปลูกพืชก็ได้ทั้งนี้เนื่องจากแปลงทดลองมีขนาดใหญ่ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาในเรื่องของความแตกต่างอันเนื่องมาจากลักษณะของดิน ฟิชเชอร์จึงได้ทำการแบ่งแปลงพืชออกเป็นส่วนเล็กๆ ซึ่งแต่ละส่วนนี้จะเรียกว่าบล็อก (block) จากนั้นจึงกำหนดสิ่งทดลองเข้าสู่บล็อกโดยการสุ่ม จากประเด็นดังกล่าวจึงได้พัฒนา RBD ขึ้น (Mahalanobis, 1964 : 238,247,251) และถึงแม้ว่า RBD จะพัฒนามาจากงานทางการเกษตรแต่ RBD ก็ได้ถูกนำไปใช้อย่างกว้างขวางในงานการทดลองสาขาอื่น ๆ (Federer, 1955 : 114)

ในการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์ความแปรปรวนระหว่างหน่วยทดลอง อาจทำให้การทดลองไม่ได้ผลซึ่งมีตัวแปรรบกวนที่อาจบิดบังผลของทรีทเมนต์ดังนั้นแบบแผนกลุ่มสุ่มเป็นวิธีที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง เพื่อลดความคลาดเคลื่อนของการทดลอง และลดปัญหาเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างตัวอย่างได้ แบบแผนกลุ่มสุ่มนี้เป็นแบบที่เหมาะสมกับการทดลอง นอกเหนือจากมีข้อดกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนแล้ว ยังมีเงื่อนไขอีก 3 ประการดังนี้ (Kirk, 1995 : 254)

1. มีตัวแปรทดลอง 1 ตัว กับระดับตัวแปรทดลอง p ระดับ ซึ่ง $p \geq 2$ และระดับตัวแปรรบกวน $n \geq 2$
2. การจัดกลุ่ม (block) ในแต่ละหน่วยทดลองต้องมีความเป็นเอกพันธ์กัน และความแปรปรวนภายในกลุ่มจะต้องน้อยกว่าความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม
3. ถ้าแต่ละกลุ่มที่มี p ระดับกับหน่วยทดลอง หน่วยทดลองในแต่ละกลุ่มจะต้องสุ่มมาและมีการกำหนด p ระดับตัวแปรทดลอง ในการออกแบบที่ต้องการ n กลุ่มของ p ระดับ หน่วยทดลองที่เป็นเอกพันธ์ ผลรวมของหน่วยทดลองทั้งหมดจะเท่ากับ $N = np$ และถ้าลักษณะโอกาสของตัวแปรทดลองซึ่งมี p ระดับ ตัวแปรทดลองจะต้องสุ่มมาอย่างอิสระสำหรับแต่ละหน่วยทดลอง ซึ่งกรณีนี้จะต้องรับระดับการทดลองทุกระดับ และต้องไม่มีการสุ่มตามลำดับเกิดขึ้น

การจัดกลุ่มให้มีความเป็นเอกพันธ์ ซึ่งแบบแผนการทดลองนี้มีลักษณะเด่นคือ การจัดหน่วยทดลองเป็นกลุ่มที่มีความเป็นเอกพันธ์ โดยใช้ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรตาม เป็นตัวแปรจัดกลุ่ม ซึ่งอาจเป็นลักษณะของหน่วยทดลอง เช่น เพศ อายุ ระดับการศึกษา ระดับสติปัญญา หรืออาจเป็นลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง เช่น ผู้สังเกต ดังนั้นการจัดกลุ่มให้มีความเป็นเอกพันธ์อาจทำได้โดย (ระวีวรรณ พันธุ์พานิช. 2540 : 107)

1. ใช้ตัวอย่างที่มาจากตระกูลเดียวกัน เช่น คู่แฝดที่คลอดออกมาพร้อมกัน
2. การใช้แบบทดสอบช่วยจัดกลุ่มตามตัวแปรที่ต้องการ
3. ใช้การจัดคู่
4. ใช้หน่วยทดลองซ้ำ ในทุกระดับการทดลอง (treatment)

นอกจากนี้ จริญญา จันทลักษณ์ (2527 : 166 - 167) ได้อธิบายวัตถุประสงค์ของการจัดกลุ่ม (block) ว่า เพื่อกำจัดความผันแปรที่เกิดขึ้นเนื่องจากปัจจัยที่ไม่ใช่ทรีทเมนต์ เพื่อแยกความผันแปรออกจากความคลาดเคลื่อน เรียกว่าเป็นการกระทำ “local control” ถ้ากลุ่ม (block) มีความสำคัญจริงและในการทดลองนั้นไม่ได้จัดกลุ่มไว้จะทำให้ความคลาดเคลื่อนของความแปรปรวนสูงกว่าที่ควรจะเป็นตามปกติ แต่ในทางกลับกันถ้าการจัดกลุ่มไม่มีความสำคัญแต่ผู้ทดลองจัดแบ่งกลุ่มจะมีข้อเสีย คือ

1. ถ้าการจัดกลุ่มต้องจัดพื้นที่ทดลองให้เป็นสัดส่วนจะทำให้สิ้นเปลืองงบประมาณโดยใช้เหตุ
2. ทางด้านสถิติ การจัดกลุ่มจะทำให้เสีย ชั้นของความเป็นอิสระ (df) สำหรับประมาณค่า

ความคลาดเคลื่อนของการทดลอง

หลักในการจัดกลุ่ม ผู้ทดลองต้องพยายามจัดกลุ่มสิ่งทดลอง โดยพยายามให้ภายในกลุ่มมีความสม่ำเสมอตลอดทั้งหมด และระหว่างกลุ่มจะต้องต่างกันมาก การจัดกลุ่มนี้จะต้องทำอย่างมีหลักเกณฑ์ เพื่อให้กลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ถ้าความแตกต่างมีเพียงเล็กน้อยไม่เกินไปกติกความปล่อยไว้รวมกับความคลาดเคลื่อนทั่วไป เพราะถือว่าเป็นความแปรปรวนสุ่มได้ ในบางครั้งผู้ทดลองอาจจะจัดกลุ่มเพราะคิดว่าความแตกต่างควรจะมีนัยสำคัญ แต่เมื่อทำการทดลองแล้วนำมาทดสอบดู อาจจะพบว่าความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญก็ได้ ในการทดลองแบบสุ่มกลุ่ม (RBD) เป็นการพยายามเอาทรีทเมนต์ทั้งหมดมาเปรียบเทียบภายใต้สภาพเดียวกัน (กลุ่มเดียวกัน) ในการทดลองที่มีจำนวนทรีทเมนต์เท่ากัน และขนาดของกลุ่มหรือจำนวนหน่วยทดลองภายในกลุ่มเท่ากัน ในกรณี การทดสอบนั้นเรียกว่า เป็นแบบกลุ่มสมบูรณ์ (complete block) หมายความว่า ขนาดของกลุ่มสามารถรับจำนวนทรีทเมนต์ได้ครบ แต่ถ้า $t > k$ คือ จำนวน ทรีทเมนต์มีมากกว่าจำนวนหน่วยทดลองภายในกลุ่ม(block) เรียกการทดลองนั้นว่าเป็นแบบกลุ่มไม่สมบูรณ์(incomplete block) ซึ่งจะใช้เฉพาะกรณีจำเป็น เมื่อจำนวนทรีทเมนต์มีมากเกินไปกว่าจำนวนหน่วยทดลองในกลุ่ม ถ้ากลุ่มยาวจนรับทรีทเมนต์ได้หมดจะมีความผันแปรภายในกลุ่มมาก เนื่องจากกลุ่มต้องใหญ่ ดังนั้นตามหลักการซึ่งต้องการให้หน่วยทดลองภายในกลุ่มมีความสม่ำเสมอมากที่สุด จึงแบ่งกลุ่มออกและทำการทดลองแบบกลุ่มไม่สมบูรณ์ ขนาดของกลุ่ม เริ่มจากกลุ่มที่เล็กที่สุด คือมี 2 หน่วยทดลอง ซึ่งใช้ในการเปรียบเทียบ 2 ทรีทเมนต์ ในการทดสอบผลจากการเปรียบเทียบ 2 ทรีทเมนต์นี้ อาจ

ใช้ t - test ทำการทดสอบแบบเปรียบเทียบจับคู่ได้ ซึ่งจะได้ผลเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ความแปรปรวนแล้วทดสอบแบบเปรียบเทียบจับคู่ได้ ซึ่งจะได้ผลเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ความแปรปรวนแล้วทดสอบแบบ F - test กรณีนี้ t เท่ากับ 2 และ k เท่ากับ 2 แต่ละกลุ่มจะมีเป็นคู่ ๆ วิธีสุ่มต้องทำภายในแต่ละกลุ่ม การทำเช่นนี้ผลรวมของค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยของกลุ่มหนึ่งจะเท่ากับศูนย์ เกิดเป็นข้อกำหนดขึ้น เวลาจัดข้อมูลใส่ในตารางต้องจัดเป็นคู่ ๆ จะใส่ตามใจชอบแบบ CRD ไม่ได้ (จริญ จันทลักษณ์. 2527 : 166 - 167)

4.1 รูปแบบโมเดลของการทดลองสำหรับ RBD (รุ่งโรจน์ ศรีจันทร์แก้ว. 2547 : 14 ; อ้างอิงจาก Kirk. 1995 : 256)

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_j + \pi_i + \varepsilon_{ij} \quad (i = 1, \dots, n : j = 1, \dots, p)$$

เมื่อ

Y_{ij}	คือ	คะแนนในกลุ่มที่ i และระดับการทดลอง j
μ	คือ	ค่าเฉลี่ยรวมของประชากร ($\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_p$) ซึ่งเป็นค่าคงที่สำหรับคะแนนทุกตัวในการทดลอง
α_j	คือ	ผลของตัวแปรทดลอง (treatment) สำหรับประชากรที่ระดับ j และมีค่าเท่ากับ $\mu_j - \mu$ ซึ่งเป็นความเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยรวมจากค่าเฉลี่ยของประชากรที่ระดับ j ผลของตัวแปรทดลองนี้เป็นค่าคงที่สำหรับคะแนนทุกตัวในระดับตัวแปรทดลอง a_j และ $\sum_{j=1}^p \alpha_j = 0$
π_i	คือ	ผลของตัวแปรจัดกลุ่ม (block) สำหรับประชากรที่ระดับ i และมีค่าเท่ากับ $\mu_{i.} - \mu$ ซึ่งเป็นความเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยรวมจากค่าเฉลี่ยของประชากรที่ระดับ i ผลของตัวแปรจัดกลุ่มนี้เป็นตัวแปรสุ่ม นั่นคือ $NID(0, \sigma_\pi^2)$
ε_{ij}	คือ	ผลของความคลาดเคลื่อนที่สัมพันธ์กับ Y_{ij} และมีค่าเท่ากับ $Y_{ij} - \mu_{i.} - \mu + \mu$ ซึ่งผลของความคลาดเคลื่อนเป็นตัวแปรสุ่ม นั่นคือ $NID(0, \sigma_\pi^2)$ และเป็นอิสระจากกันกับ π_i

จากโมเดลดังกล่าว ซึ่งเรียกว่า Mixed Model หรือ Model III ซึ่งเป็นโมเดลที่นิยมใช้สำหรับ RB-p design และผลความคลาดเคลื่อน (ε_{ij}) ในโมเดลถือว่าเป็น Residual error และ ε_{ij} มีค่าเท่ากับ

$$\begin{aligned} \varepsilon_{ij} &= Y_{ij} - [\mu + (\mu_j - \mu) + (\mu_{i.} - \mu)] \\ &= Y_{ij} - \mu - \mu_j + \mu - \mu_{i.} + \mu \\ &= Y_{ij} - \mu_j - \mu_{i.} + \mu \end{aligned}$$

4.2 การแบ่งส่วนของผลรวมกำลังสองทั้งหมด (Partition of Total Sum of Squares)

ค่าของพารามิเตอร์ μ, α_j, π_i และ ε_{ij} ในโมเดลข้างต้น เป็นค่าที่ไม่ทราบค่า แต่เราสามารถประมาณค่าได้จากตัวอย่างข้อมูล ต่อไปนี้

ค่าพารามิเตอร์ของสมการโมเดล

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_j + \pi_i + \varepsilon_{ij}$$

ตัวประมาณค่าอย่างง่ายของพารามิเตอร์

$$Y_{ij} = \bar{Y}_{..} + (\bar{Y}_{.j} - \bar{Y}_{..}) + (\bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{..}) + (Y_{ij} - \bar{Y}_{.j} - \bar{Y}_{i.} + \bar{Y}_{..}) \quad \text{.....(1)}$$

core Grand mean Block effect Treatment effect Residual effect

ในส่วนของ Total Sum of Squares สำหรับแบบแผนกลุ่มสุ่มที่แสดงใน (1) ซึ่งนั่นคือ Total Sum of Squares (SS_{TO}) ซึ่งมีด้วยกัน 3 ส่วน คือ Sum of squares due to treatment A (SS_A) , Sum of Squares due to blocks (SS_{BL}) , และ Sum of Squares due to residual error (SS_{RES}) จาก (1) ได้สมการดังนี้

$$Y_{ij} - \bar{Y}_{..} = (\bar{Y}_{.j} - \bar{Y}_{..}) + (\bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{..}) + (Y_{ij} - \bar{Y}_{.j} - \bar{Y}_{i.} + \bar{Y}_{..})$$

ยกกำลังสองทั้งสองข้าง

$$(Y_{ij} - \bar{Y}_{..})^2 = [(\bar{Y}_{.j} - \bar{Y}_{..}) + (\bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{..}) + (Y_{ij} - \bar{Y}_{.j} - \bar{Y}_{i.} + \bar{Y}_{..})]^2$$

$$\sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n (Y_{ij} - \bar{Y}_{..})^2 = \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n [(\bar{Y}_{.j} - \bar{Y}_{..}) + (\bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{..}) + (Y_{ij} - \bar{Y}_{.j} - \bar{Y}_{i.} + \bar{Y}_{..})]^2$$

$$\sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n (Y_{ij} - \bar{Y}_{..})^2 = n \sum_{j=1}^p (\bar{Y}_{.j} - \bar{Y}_{..})^2 + p \sum_{i=1}^n (\bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{..})^2 + \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n (Y_{ij} - \bar{Y}_{.j} - \bar{Y}_{i.} + \bar{Y}_{..})^2$$

$$SS_{TO} = SS_A + SS_{BL} + SS_{RES}$$

จากสูตร Sum of Squares ดังกล่าวไม่สะดวกที่จะคำนวณเพื่อหา Mean Squares ดังนั้นเพื่อให้สะดวกในการคำนวณ จึงนำเอาค่า Sum of Squares แต่ละค่าหารด้วย degree of freedom

$$MS_{TO} = \frac{SS_{TO}}{np - 1}$$

$$MS_A = \frac{SS_A}{p - 1}$$

$$MS_{BL} = \frac{SS_{BL}}{n - 1}$$

$$MS_{RES} = \frac{SS_{RES}}{(n - 1)(p - 1)}$$

สมมติฐานทางสถิติสำหรับตัวแปรทดลอง (treatment A)

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_p$$

หรือ $H_0 = \alpha_j = 0$, สำหรับทุกค่าของ j

$$H_1 = \mu_j \neq \mu_{j'} , \text{ สำหรับทุกค่าของ } j \text{ และ } j'$$

หรือ $H_1 = \alpha_j \neq 0$, สำหรับบางค่าของ j

การทดสอบสมมติฐานสำหรับตัวแปรทดลอง A โดยให้ $F = MS_A / MS_{RES}$ สมมติฐานทางสถิติสำหรับกลุ่ม (block) เมื่อ block ได้ถูกสุ่มมา

$$H_0 = \sigma_\pi^2 = 0$$

$$H_1 = \sigma_\pi^2 \neq 0$$

การทดสอบสมมติฐานสำหรับกลุ่ม (block) โดยให้ $F = MS_{BL} / MS_{RES}$ แหล่งความแปรปรวนของ RBD

ตาราง 3 ข้อมูลของแบบแผนการทดลองแบบกลุ่มสุ่ม

Block $l=1,2,\dots,n$	Treatment $J=1,2,\dots,p$				Total	Mean
	1	2	...	P		
Block 1	Y_{111}	Y_{121}	...	Y_{1p1}	$T_{1..}$	$\bar{Y}_{1..}$
	Y_{112}	Y_{122}	...	Y_{1p2}		
	T_{11}	T_{12}		T_{1p}		
	$Y_{11.}$	$Y_{12.}$	...	$Y_{1p.}$		
Block 2	Y_{211}	Y_{221}	...	Y_{2p1}	$T_{2..}$	$\bar{Y}_{2..}$
	Y_{212}	Y_{222}	...	Y_{2p2}		
	T_{21}	T_{22}		T_{2p}		
	$Y_{21.}$	$Y_{22.}$	...	$Y_{2p.}$		
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
Block n	Y_{n11}	Y_{n21}	...	Y_{np1}	$T_{n..}$	$\bar{Y}_{n..}$
	Y_{n12}	Y_{n22}	...	Y_{np2}		
	T_{n1}	T_{n2}		T_{np}		
	$Y_{n1.}$	$Y_{n2.}$	...	T_{np}		
Total	$T_{.1}$	$T_{.2}$		$T_{.n}$		
Mean	$\bar{Y}_{.1}$	$\bar{Y}_{.2}$		$\bar{Y}_{.n}$	T	$\bar{Y}$

ตาราง 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบกลุ่มสุ่มของข้อมูลจากตาราง 3

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
1. Treatment(A)	SS_A	$p-1$	$SS_A/(p-1)=MS_A$	MS_A/MS_{RES}
2. Block	SS_{BL}	$n-1$	$SS_{BL}/(n-1)=MS_{BL}$	MS_{BL}/MS_{RES}
3. Residual	SS_{RES}	$(n-1)(p-1)$	$SS_{RES}/(n-1)(p-1)=MS_{RES}$	
Total	SS_T	$Np-1$		

4.3 ข้อมูลสูญหาย (Missing Value)

ในการทดลองบางครั้งข้อมูลเราอาจมีค่าสังเกตสูญหาย หรือใช้ไม่ได้ไปบ้าง เช่น กลุ่มตัวอย่างอาจจะป่วย หรือตายซึ่งสาเหตุมีได้เนื่องจากทรีทเมนต์ หรือการบันทึกผิดพลาดอย่างเห็นได้ชัด ในกรณีนี้เราอาจประมาณค่าที่หายไปได้จากสูตรซึ่งคิดขึ้นโดย ค่าประมาณนี้มีได้ให้ข้อเท็จจริงเพิ่มเติม หากเป็นเพียงค่าที่ช่วยให้ความสะดวกในการวิเคราะห์ข้อมูลที่เหลือซึ่งกระทำได้นี้ (จริญ จันทลักขณา. 2527 : 177 - 178)

(ก) กรณีที่มีค่าหายไปเพียงค่าเดียว เราคำนวณค่าดังนี้

$$X = \frac{rB + tT - G}{(r-1)(t-1)}$$

เมื่อ	X	คือ	ค่าที่สูญหายไป
	r	คือ	จำนวนกลุ่ม
	t	คือ	จำนวนทรีทเมนต์
	B	คือ	ผลรวมของค่าสังเกตในกลุ่ม (block)
	T	คือ	ผลรวมของค่าสังเกตในทรีทเมนต์ที่มีค่าหายไป
	G	คือ	ผลรวมยอดค่าสังเกตทั้งหมด

เมื่อได้ค่า X แล้ว ก็เอาไปใส่ในตารางแล้ววิเคราะห์ความแปรปรวน โดยวิธีคำนวณปกติ แต่ df ของทั้งหมดและความคลาดเคลื่อนจะน้อยลงจากเดิมเท่ากับ 1 ค่าประมาณ X เป็นค่าที่ให้ความคลาดเคลื่อนของผลรวมกำลังสองของค่าสังเกตในการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้อยที่สุด แต่ทรีทเมนต์ SS จะมีค่าสูงขึ้นจากที่ควรจะเป็นเท่ากับ

$$\frac{[B - (t-1)X]^2}{t(t-1)}$$

ซึ่งจำนวนนี้จะต้องลบออกจาก ผลรวมของค่าสังเกตในทรีทเมนต์

ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ที่ค่าสูญหายไปกับทรีทเมนต์อื่น ๆ เท่ากับ

$$SD = \sqrt{S^2 \left[\frac{2}{r} + \frac{t}{r(r-1)(t-1)} \right]}$$

(ข) เมื่อมีค่าสังเกตสูญหายไปจำนวนหลายค่า คำนวณค่าสูญหายไปทุกค่าโดยคำนวณจาก $(\bar{X}_{i.} + \bar{X}_{.j})/2$

โดยเว้นไว้เพียงค่าเดียว เมื่อ

$$\begin{aligned} \bar{X}_{i.} &= \text{ค่าเฉลี่ยของทริทเมนต์ที่มีค่าสังเกตสูญหายไป} \\ \bar{X}_{.j} &= \text{ค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ค่าสังเกตสูญหายไป} \end{aligned}$$

4.4 การวัดความสัมพันธ์

สำหรับแบบแผนกลุ่มสุ่ม หรือแบบแผนที่ซับซ้อนมากกว่านี้ สามารถหาความสัมพันธ์ได้วิธีดังนี้ (Kirk. 1995 : 259 - 263)

$$\omega_{Y/A}^2 \cdot \rho_{Y/A} = \frac{\sigma_{\alpha}^2}{\alpha_{\varepsilon}^2 + \alpha_{\pi}^2 + \alpha_{\alpha}^2} \quad \text{และ} \quad \omega_{Y/A.BL}^2 \cdot \rho_{Y/A.BL} = \frac{\sigma_{\alpha}^2}{\alpha_{\varepsilon}^2 + \alpha_{\alpha}^2}$$

การวัด 2 ตัวแรก คือ $\omega_{Y/A}^2$ และ $\rho_{Y/A}$ เป็นความแปรปรวนของความสัมพันธ์ของตัวแปรทดลองที่เป็นผลรวมทั้งหมดในโมเดล ส่วนการวัด 2 ตัว คือ หลังคือ $\omega_{Y/A.BL}^2$ เรียก $\omega_{Y/A.BL}^2$ ว่า Partial Omega Squared และ $\rho_{Y/A.BL}$ เรียก $\rho_{Y/A.BL}$ ว่า Partial intraclass correlation ซึ่งไม่ได้สนใจหรือละเลยตัวแปรจัดกลุ่ม (block) และเป็นความแปรปรวนของความสัมพันธ์ของผลตัวแปรทดลองที่เป็นผลรวมของความคลาดเคลื่อน และเป็นผลรวมของตัวแปรทดลอง เครื่องหมาย dot Y/A .BL เป็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม (Y) กับตัวแปรทดลอง A ที่ไม่สนใจผลของตัวแปรจัดกลุ่ม ในทำนองเดียวกันก็สามารถวัดความสัมพันธ์ของตัวแปรจัดกลุ่ม (block) กับตัวแปรตาม (t) ได้จากสูตร

$$\omega_{Y/BL}^2 \cdot \rho_{Y/BL} = \frac{\sigma_{\pi}^2}{\alpha_{\varepsilon}^2 + \sigma_{\pi}^2 + \sigma_{\alpha}^2} \quad \text{และ}$$

กรณีที่ไม่นับสนใจหรือละเลยตัวแปรทดลอง A คือ

$$\omega_{Y/BL.A}^2 \cdot \rho_{Y/BL.A} = \frac{\sigma_{\pi}^2}{\alpha_{\varepsilon}^2 + \sigma_{\pi}^2}$$

การแปลค่า ω^2 สามารถแปลค่าได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \omega^2 &= .01 && \text{มีความสัมพันธ์กันน้อย} \\ \omega^2 &= .059 && \text{มีความสัมพันธ์ปานกลาง} \\ \omega^2 &= .138 && \text{มีความสัมพันธ์กันสูง} \end{aligned}$$

ส่วน Cohen (1977 : 284 - 288) ได้แนะนำในการอธิบายประสิทธิภาพความสัมพันธ์ ในการแปรค่าทางจิตวิทยาและสังคมศาสตร์ ดังนี้

$$\begin{aligned}\omega^2 &= .01 && \text{มี effect size น้อย} \\ \omega^2 &= .06 && \text{มี effect size ปานกลาง} \\ \omega^2 &= .15 && \text{ขึ้นไป มี effect size สูง}\end{aligned}$$

ตัวประมาณค่าอย่างง่ายของความสัมพันธ์ สำหรับการออกแบบการทดลองเป็นแบบเจาะจง (Fixed effects model) หาจากสูตร

$$\hat{\omega}_{Y/A,BI}^2 = \frac{\sum_{j=1}^p \hat{\alpha}_j^2 / p}{\alpha_\varepsilon^2 + \sum_{j=1}^p \hat{\alpha}_j^2 / p} \quad \text{และ} \quad \hat{\omega}_{Y/BI,A}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n \hat{\pi}_i^2 / n}{\alpha_\varepsilon^2 + \sum_{i=1}^n \hat{\pi}_i^2 / n}$$

$$\text{เมื่อ } \alpha_\varepsilon^2 = MS_{RES}$$

$$\sum_{j=1}^p \hat{\alpha}_j^2 / p = \frac{p-1}{np} (MS_A - MS_{RES})$$

$$\sum_{i=1}^n \hat{\pi}_i^2 / n = \frac{n-1}{np} (MS_{BL} - MS_{RES})$$

ในที่นี้ค่าคาดหวังของ $\sum_{j=1}^p \hat{\alpha}_j^2 / p$ คือ

$$\begin{aligned}E\left[\frac{p-1}{np} (MS_A - MS_{RES})\right] &= \frac{p-1}{np} \left[\alpha_\varepsilon^2 + \frac{n \sum_{j=1}^p \alpha_j^2}{p-1} \right] - \alpha_\varepsilon^2 \\ &= \sum_{j=1}^p \alpha_j^2 / p\end{aligned}$$

ตัวประมาณค่าอย่างง่ายของความสัมพันธ์ สำหรับการออกแบบการทดลองเป็นรูปแบบสุ่ม (Random effect model) หาจากสูตร

$$\hat{\rho}_{Y/A,BI} = \frac{\hat{\sigma}_\alpha^2}{\hat{\sigma}_\varepsilon^2 + \hat{\sigma}_\alpha^2} \quad \text{และ} \quad \hat{\rho}_{Y/BI,A} = \frac{\hat{\sigma}_\pi^2}{\hat{\sigma}_\varepsilon^2 + \hat{\sigma}_\pi^2}$$

$$\text{โดยที่ } \hat{\sigma}_\varepsilon^2 = MS_{RES}$$

$$\hat{\sigma}_\alpha^2 = (1/n) (MS_A - MS_{RES})$$

$$\hat{\sigma}_\pi^2 = (1/p) (MS_{BL} - MS_{RES})$$

ตัวประมาณค่าอย่างง่ายของความสัมพันธ์ สำหรับการออกแบบการทดลองเป็นรูปแบบผสม (Mixed effect model) ที่ระดับของตัวแปรทดลองเป็นแบบเจาะจงและตัวแปรกลุ่ม (block) เป็นแบบสุ่ม หาจากสูตร

$$\hat{\omega}_{Y/A,BI}^2 = \frac{\sum_{j=1}^p \hat{\alpha}_j^2 / p}{\alpha_\varepsilon^2 + \sum_{j=1}^p \hat{\alpha}_j^2 / p} \quad \text{และ} \quad \hat{\rho}_{IY/BI,A} = \frac{\hat{\sigma}_\pi^2}{\hat{\sigma}_\varepsilon^2 + \hat{\sigma}_\pi^2}$$

$$\text{โดยที่} \quad \hat{\sigma}_\varepsilon^2 = MS_{RES}$$

$$\sum_{j=1}^p \hat{\alpha}_j^2 / p = \frac{p-1}{np} (MS_A - MS_{RES})$$

$$\hat{\sigma}_\pi^2 = (1/p) (MS_{BL} - MS_{RES})$$

นอกจากนี้ $\hat{\omega}_{Y/A,BI}^2$ และ $\hat{\rho}_{IY/BI,A}$ ยังสามารถหาได้จากค่าสถิติ F ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนของระดับตัวแปรทดลอง A โดยมีข้อดักว่า $Y_{ij} = \mu + \alpha_j + \pi_i + \varepsilon_{ij}$ โดยใช้สูตร

$$\hat{\omega}_{Y/A,BI}^2 = \frac{(p-1)(F_A - 1)}{(p-1)(F_A - 1) + np}$$

$$\hat{\rho}_{IY/BI,A} = \frac{F_A - 1}{(n-1) + F_A}$$

และสูตรสำหรับตัวแปรจัดกลุ่ม (Block)

$$\hat{\omega}_{Y/A,BI}^2 = \frac{(n-1)(F_{BL} - 1)}{(n-1)(F_{BL} - 1) + np}$$

$$\hat{\rho}_{IY/BI,BL} = \frac{F_{BL} - 1}{(p-1) + F_{BL}}$$

Partial Omega Squared สามารถหา effect size ได้โดยวิธีการวัดของ Cohen ดังนี้

$$\text{สูตร} \quad \hat{f}_A = \sqrt{\frac{\hat{\omega}_{Y/A,BI}^2}{1 - \hat{\omega}_{Y/A,BI}^2}}$$

ซึ่ง Cohen ได้แนะนำว่า ตัวแปรทดลองจะมีความสัมพันธ์กันสูงคือ $f = .40$ หรือค่า $\hat{f}_A = 1.0$ หรือมากกว่านั้น ซึ่งเป็นเกณฑ์การพิจารณาที่ดีแล้ว

นอกจากนี้การประมาณค่า Omega Squared หาได้จากสูตรตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวน ดังนี้ (Keppel, 1991 : 65)

$$\hat{\omega}_A^2 = \frac{SS_A - (a-1)(MS_{S/A})}{SS_T + MS_{S/A}}$$

ข้อดีและข้อเสียของแบบแผนการวิเคราะห์กลุ่มสุ่ม (Cochran. 1957 : 106 -107)

ข้อดี

1. ค่าเฉลี่ยของการจัดกลุ่ม ได้ผลที่แม่นยำเป็นค่าที่ได้สูงกว่าการสุ่มสมบูรณ์
2. จำนวนของตัวแปรทดลอง และจำนวนของการสุ่มหน่วยทดลอง อาจจะรวมอยู่ด้วยกันกับการออกแบบนี้เหมือนเป็นการอธิบายเบื้องต้น ซึ่งแต่ละตัวแปรทดลอง จะมีบางจำนวนของกลุ่มหน่วยทดลอง ถ้าการสุ่มหน่วยทดลองที่เป็นหน่วยใหญ่หรือมีมาก ก็เป็นสิ่งที่ต้องการสำหรับบางตัวแปรทดลอง แต่ละตัวแปรทดลองนี้อาจใช้เป็น หน่วยทดลอง ภายในกลุ่มเพิ่มขึ้น ซึ่งขณะนี้ข้อจำกัดมีมากกว่าการสุ่มหน่วยทดลองกลุ่มเดียว ตัวแปรทดลองที่มีลักษณะคล้ายกันอาจจะสุ่มมาหรือ ครั้งใน กลุ่ม สรุปก็คือ แบบแผนนี้ใช้ได้กับการทดลองที่มีระดับหน่วยการทดลองจำนวนมาก
3. การวิเคราะห์ทางสถิติ เป็นการวิเคราะห์โดยตรง และวิเคราะห์ได้ง่าย
4. ถ้าความแปรปรวนในแผนการทดลองมีสูง ก็คือ หน่วยทดลองบางตัวมีขนาดใหญ่กว่าตัวอื่น ๆ ความคลาดเคลื่อนก็ไม่สำคัญสำหรับการทดสอบในแบบแผนนี้ ซึ่งมีการกำหนดหน่วยทดลองของค่าเฉลี่ยของตัวแปรทดลอง

ข้อเสีย

1. มีข้อดกลงเบื้องต้นของรูปแบบการทดลองมากกว่าแบบสุ่มสมบูรณ์
2. ถ้ามีการสูญหายไปของกลุ่มตัวอย่างจะวิเคราะห์ได้ยาก

ผจงจิต อินทสุวรรณ (2539:146) ให้ข้อคิดเห็นว่า ข้อได้เปรียบของแบบแผนการทดลองแบบ RBD แบ่งเป็น 4 ประการด้วยกัน คือ

1. การจัดกลุ่มหรือจัดบล็อกในแบบแผน RBD มักจะให้ผลที่ถูกต้องกว่า CRD
2. อาจใช้ทริทเมนต์จำนวนเท่าใดก็ได้ และจะมีเรพลิเคชัน จำนวนเท่าใดก็ได้ โดยที่แต่ละทริทเมนต์จะมีเรพลิเคชันจำนวนเท่ากัน
3. การวิเคราะห์ทางสถิติทำได้ ตรง ๆ
4. ถ้าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนของการทดลองในบางทริทเมนต์ใหญ่กว่าทริทเมนต์อื่น ๆ เรายังประมาณ ความคลาดเคลื่อนที่ไม่สำคัญสำหรับทดสอบทริทเมนต์ใด ๆ ก็ได้

สุรพล อุปติสสกุล (2521 : 57) เปรียบข้อดีข้อเสียของแบบแผนการทดลอง RBD ดังนี้

ข้อดี RBD มีความยืดหยุ่นดีทั้งจำนวนสิ่งทดลองและจำนวนบล็อกและสามารถควบคุมความแปรปรวนของการทดลองได้ทางหนึ่ง ทำให้วัตถุวิสัยของสิ่งทดลองได้ดีขึ้นและละเอียดขึ้น โดยลดค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (error variance) นอกจากนี้การวิเคราะห์ทางสถิติก็ง่าย

ข้อเสีย หากว่าสิ่งทดลองมากเกินไปภายในแต่ละบล็อกจะไม่ค่อยมีความสม่ำเสมอหรือจะหาบล็อกดังกล่าวที่สม่ำเสมอกันทีเดียวยาก และถ้าหน่วยของการทดลองสม่ำเสมอกันดีมากก็จะเป็นการเสียประสิทธิภาพได้ (มี d.f. ของความคลาดเคลื่อนสูง หรืออาจมี variance ต่ำก็ได้)

สายชล สันสมบูรณ์ (2546 : 83) ให้ข้อคิดเกี่ยวกับข้อดี ข้อเสีย แบบแผนการทดลอง RBD ดังนี้

ข้อดี

1. การจัดหน่วยการทดลองออกเป็นบล็อก เมื่อใช้การวางแผนการทดลองแบบนี้จะทำให้ได้ผลเที่ยงตรง (precision) สูงกว่าการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์
2. สามารถใช้ทรีทเมนต์และบล็อกจำนวนเท่าไรก็ได้ โดยทั่วไปมักใช้อย่างน้อย 2 บล็อก และสามารถใส่ทรีทเมนต์มากกว่า 1 ซ้ำในบล็อก โดยไม่ทำให้การวิเคราะห์ยุ่งยากมากนัก
3. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลได้ง่ายและรวดเร็ว เมื่อมีข้อมูลจากทรีทเมนต์ใดหรือบล็อกใดใช้ไม่ได้ เราอาจไม่นำข้อมูลนั้นมาพิจารณาก็ได้ และเมื่อมีข้อมูลสูญหาย (missing value) เราสามารถประมาณค่าของข้อมูลที่สูญหายได้โดยไม่ทำให้การคำนวณยุ่งยาก
4. การจัดทรีทเมนต์ ลงในบล็อกแบบสุ่ม ทำให้สามารถลดความคลาดเคลื่อนในการทดลอง อันเนื่องมาจากความเอนเอียง ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทดลองให้สูงขึ้น

ข้อเสีย

1. ในกรณีที่มีจำนวนทรีทเมนต์มาก จึงต้องจัดทรีทเมนต์ลงในบล็อกซึ่งต้องใช้บล็อกขนาดใหญ่ ทำให้ไม่สามารถควบคุมหน่วยทดลองให้สม่ำเสมอได้ หรือภายในบล็อกมีหน่วยทดลองที่แตกต่างกันมาก จะทำให้ความผันแปรระหว่างหน่วยทดลองภายในบล็อกเดียวกันสูง ทำให้ความคลาดเคลื่อนในการทดลอง (experimental error) สูง
2. ถ้ากำหนดทรีทเมนต์ให้แก่หน่วยทดลองไม่ถูกต้อง เช่น ในบล็อกหนึ่งจัดให้มีจำนวนทรีทเมนต์ไม่เท่ากัน จะทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลยุ่งยากมากขึ้น

5. แบบแผนการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance : ANCOVA)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม เป็นวิธีการทางสถิติที่พยายามปรับตัวแปรตาม การปรับ (Adjustment) นี้อยู่บนฐานของความสัมพันธ์ของตัวแปรตามกับตัวแปรร่วม (Concomitant หรือ Covariate Variable) เป็นสำคัญ ANCOVA เป็นการวิเคราะห์ความแปรปรวนกับการวิเคราะห์ การถดถอย (ANCOVA + MR) การวิเคราะห์ความแปรปรวน วิเคราะห์เฉพาะตัวแปรตาม แต่การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมวิเคราะห์ทั้งตัวแปรตามและตัวแปรร่วมที่เลือกมาแล้วว่าเป็นตัวแปรมาปรับที่ดี ผลที่ออกมาจึงเป็นผลของการปรับตัวแปรทั้งสองหรือมากกว่าสองเข้าหากัน เพื่อผลออกมาจะได้มีความคลาดเคลื่อนน้อยและไม่ลำเอียง การเลือกตัวแปรร่วมจึงต้องศึกษาให้ตัวแปรที่เกี่ยวกับตัวแปรตามมาน้อยเพียงใด (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2540 : 352) วิธีนี้ใช้การวัดตัวแปรเพิ่มขึ้น ตัวแปรร่วมเพิ่มขึ้นจากการวัดตัวแปรตามอีกอย่างน้อย 1 ตัว การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้ควบคุมตัวแปรแทรกซ้อน และเป็นสถิติที่ใช้เปรียบเทียบข้อมูล (ระดับอันตรภาค หรือ ระดับอัตราส่วน) ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มหรือมากกว่า 2 กลุ่ม ที่เป็นอิสระจากกัน โดยมีตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการวิเคราะห์ ชนิดคือ ตัวแปรอิสระ ตัวแปรตาม และตัวร่วม (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2528 : 267) ตัวแปรร่วมนี้จะเป็นแหล่งความแปรปรวนที่มีได้ควบคุม

ด้วยการทดลองหรืออาจเป็นคะแนนสอบก่อนหรือคะแนนตัวแปรอื่นที่มีความสัมพันธ์กันสูงกับตัวแปรตามก็ได้หรือไม่สามารถกำหนดประชากรแต่ละคนเข้ากลุ่มต่างๆ อย่างสุ่มได้ และเชื่อว่ามีผลต่อตัวแปรตาม ในวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมนี้เป็นการปรับผลการทดลองโดยจัดส่วนที่มีได้ควบคุม อันเป็นผลมาจากตัวแปรร่วมออกไป

การเลือกตัวแปรร่วม ตัวแปรร่วมในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมควรจะได้รับเลือกอย่างระมัดระวัง การควบคุมโดยการทดลองกับโดยทางสถิติ ไม่ควรจะแยกออกจากกันโดยสิ้นเชิง (อุทุมพร ทองอุไทย. 2523 : 389)

5.1 รูปแบบโมเดลของการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ANCOVA (ผจงจิต อินทสุวรรณ. 2539 : 232)

$$Y_{ij} = \mu' + \alpha'_j + \beta(x_{ij} - \bar{X}_{..}) + \varepsilon'_{ij}$$

โดยมีเงื่อนไขดังต่อไปนี้

$$\varepsilon'_{ij} \text{ เป็นอิสระ และ } N(0, \sigma^2) \text{ หรือ } Y_{ij} \sim NID(\mu_{ij}, \sigma^2) \quad (1)$$

$$\sum_j \alpha'_j = 0 \text{ (หรือ } \sum_{ij} \alpha'_j = 0 \text{ เมื่อ } n \text{ ไม่เท่ากัน)} \quad (2)$$

$$\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 \dots = \beta \quad (3)$$

เมื่อ

X_{ij} คือ คะแนนตัวแปรร่วม และไม่มี ความคลาดเคลื่อนในการวัด

μ' คือ ค่าเฉลี่ยรวม (grand mean or overall mean) ของ y ในกลุ่มประชากร

α'_j คือ ผลของตัวแปรทดลอง (treatment)

β คือ สัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงเส้นตรงของ y บน x เทอม μ' , α'_j และ ε'_{ij}

5.2 ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

1. กลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระจากกัน
2. การแจกแจงของกลุ่มประชากรเป็นโค้งปกติ
3. ความแปรปรวนของประชากรแต่ละกลุ่มเป็นเอกพันธ์
4. ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของประชากรทุกกลุ่มเป็นเอกพันธ์ (Homogeneity Of regression coefficient) นั่นคือ $\beta_{w1} = \beta_{w2} = \dots = \beta_{wp} = \beta_w$
5. ความสัมพันธ์ระหว่าง X กับ Y เป็นเส้นตรง
6. ตัวแปรร่วมเลือกมาอย่างปราศจากความคลาดเคลื่อน
7. การทดลองมีแหล่งความเปลี่ยนแปลงอื่น ซึ่งเชื่อว่าจะมีผลต่อตัวแปรตามและไม่เกี่ยวข้องกับจุดหมายของการทดลอง
8. Residual แจกแจงเป็นปกติมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์

ผลเกี่ยวกับข้อตกลงเบื้องต้น

จากข้อมูลทางการวิจัยพบว่า การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม มีความทนทานต่อข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับการกระจายเป็นปกติ และความเท่ากันของความคลาดเคลื่อน และพบว่าความคลาดเคลื่อนจากการวัดของตัวแปรร่วม ทำให้การประมาณค่า β ไม่เที่ยงตรง นอกจากนี้พบว่าความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรร่วมและตัวแปรตามมีผลต่อการศึกษาอิทธิพลของทรีทเมนต์ ซึ่งหมายความว่า ถ้าตัวแปรทั้งสองไม่มีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นหรือมีความสัมพันธ์เชิงเส้นต่ำ จะทำให้ประสิทธิภาพของการใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมน้อยลง สำหรับข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับความชัน (β) ของเส้นตรงถดถอย ก็มีผลต่อการสูญเสีย power ของการทดสอบ และทำให้การตีความผลจากการวิเคราะห์ที่ไม่ชัดเจน เพราะลักษณะที่ไม่ขนานกันของเส้นตรงถดถอย แสดงถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรร่วมกับทรีทเมนต์ (รุ่งโรจน์ ศรีจันทร์แก้ว 2547 : 14 ; อ้างอิงจาก Myer, J.L. 1979 : 408 - 409)

5.3 หลักการปรับตัวแปรร่วม

ถ้าตัวแปรตามและตัวแปรร่วม โดยกำหนด Y และ X สามารถปรับ Y ให้อิสระจาก X ได้อย่างไร การปรับที่ใช้ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนนี้ให้หลักของการวิเคราะห์ความถดถอย ถึงแม้ว่าผลของ X ต่อ Y จะมีใช่เชิงเส้นตรงก็ตาม เฉพาะกรณีที่เป็นเชิงเส้นตรงเท่านั้นที่ได้รับการพิจารณา (รุ่งโรจน์ ศรีจันทร์แก้ว 2547 : 14 ; อ้างอิงจาก Kirk. 1955 : 711 - 717)

การคำนวณผลรวมกำลังสองทั้งหมดที่ปรับแล้ว

มีสมการถดถอยสำหรับทำนาย Y จาก X ดังนี้

$$(1) \quad \hat{Y}_{ij} = \hat{B}_T (X_{ij} - \bar{X}_{..}) + \bar{Y}_{..}$$

เมื่อ $\hat{Y}_{ij}$ คือ คะแนนที่ทำนาย

$\hat{B}_T$ คือ สัมประสิทธิ์ถดถอยเชิงเส้นตรง สำหรับ $i = 1, \dots, n$ และ $j = 1, \dots, p$

คู่กับคะแนน X และ Y

X_{ij} คือ ตัวแปรร่วม สำหรับตัวอย่าง i ในระดับทดลอง j

$\bar{X}_{..}$ คือ ค่าเฉลี่ยของตัวแปรร่วม

$\bar{Y}_{..}$ คือ ค่าเฉลี่ยของตัวแปรทดลอง

ผลรวมของกำลังสองของส่วนที่เหลือรอบเส้นถดถอย คือ

$$(2) \quad \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p (Y_{ij} - \hat{Y}_{ij})^2$$

เมื่อ $(Y_{ij} - \hat{Y}_{ij})$ เป็นค่าความเบี่ยงเบนของคะแนนแต่ละค่า จากคะแนนทำนายผลบวกกำลังสองของค่านี้ คือความเปลี่ยนแปลงระหว่างคะแนนตัวแปรตาม ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกันเส้นถดถอยของ Y บน X ซึ่งเป็นค่าผลบวกกำลังสองที่ใช้ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ถ้า $\hat{\beta}_T(x_{ij} - \bar{x}_{..}) + \bar{y}_{..}$ ได้รับการแทนที่ใน $\hat{Y}_{ij}$ ในสมการ (2) ผลบวกกำลังสองของค่าที่เหลือจะเท่ากับ

$$\begin{aligned}\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p (Y_{ij} - \hat{Y}_{ij})^2 &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p [(\hat{Y}_{ij} - \bar{y}_{..}) - \hat{\beta}_T(x_{ij} - \bar{x}_{..})]^2 \\ &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p (Y_{ij} - \bar{y}_{..})^2 - 2\hat{\beta}_T \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p (x_{ij} - \bar{x}_{..})(Y_{ij} - \bar{y}_{..}) \\ &\quad + \hat{\beta}_T^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p (x_{ij} - \bar{x}_{..})^2\end{aligned}$$

แต่

$$\hat{\beta}_T = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p (x_{ij} - \bar{x}_{..})(Y_{ij} - \bar{y}_{..})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p (x_{ij} - \bar{x}_{..})^2}$$

และ

$$\hat{\beta}_T \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p (x_{ij} - \bar{x}_{..})^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p (x_{ij} - \bar{x}_{..})(Y_{ij} - \bar{y}_{..})$$

ดังนั้น

$$\begin{aligned}\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p (Y_{ij} - \hat{Y}_{ij})^2 &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p (Y_{ij} - \bar{y}_{..})^2 - 2\hat{\beta}_T \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p (x_{ij} - \bar{x}_{..})(Y_{ij} - \bar{y}_{..}) \\ &\quad + \hat{\beta}_T^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p (x_{ij} - \bar{x}_{..})^2\end{aligned}$$

$$(3) \quad \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p (Y_{ij} - \hat{Y}_{ij})^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p (Y_{ij} - \bar{y}_{..})^2 - \hat{\beta}_T^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p (x_{ij} - \bar{x}_{..})^2$$

ในเทอมทางขวา $-\hat{\beta}_T^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p (x_{ij} - \bar{x}_{..})^2$ คือค่าปรับแล้วของผลรวมกำลังสองทั้งหมดสำหรับ

Y , $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p (Y_{ij} - \hat{Y}_{ij})^2$ ซึ่งเป็นการจัดผลของตัวแปรรวมออกไป ค่าที่ปรับแล้วนี้มักจะลดลงจากค่า

Y ถ้า $\hat{\beta}_T \neq 0$ ผลรวมกำลังสองของเทอมทางขวามือในสมการ (3) เรียกว่าค่าลดของผลรวมกำลังสอง ซึ่งบางทีเรียกว่า ค่าปรับแล้วของผลรวมกำลังสองทั้งหมด และใช้สัญลักษณ์ $T_{yy(adj)}$ หรือ T_{adj} ค่าที่ยังไม่ได้ปรับของ Y และ X ใช้สัญลักษณ์ย่อเป็น และ T_{yy} และใช้ T_{xx} แทนที่ SS

ความชันของ $\hat{\beta}_T$ เส้นถดถอยที่ใช้ในการทำนาย Y และ X ได้จาก

$$\hat{\beta}_T = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p (x_{ij} - \bar{x}_{..})(Y_{ij} - \bar{y}_{..})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p (x_{ij} - \bar{x}_{..})^2} = \frac{T_{xy}}{T_{xx}}$$

เทอม T_{xy} หมายถึง ผลรวมกำลังสองของผลคูณของ X และ Y มันสามารถที่แสดงให้เห็นถึงสัมประสิทธิ์ของ $\hat{\beta}_T$ ซึ่งเป็นเส้นตรงที่ดีที่สุดที่สอดคล้องกับเกณฑ์กำลังสองน้อยที่สุดสำหรับ np คู่ของค่าที่สังเกต ค่าปรับแล้วของผลรวมกำลังสองทั้งหมด ได้จาก

$$(4) \quad T_{yy(adj)} = T_{yy} - \hat{\beta}_T^2 T_{xx} = T_{yy} - \frac{T_{xy}^2}{T_{xx}}$$

ชั้นของความเป็นอิสระสำหรับ $T_{yy(adj)}$ คือ $np - 2$ เนื่องจากมีข้อกำหนดซึ่งต้องอาศัยการคำนวณหาผลรวมกำลังสองจากเส้นถดถอย

การคำนวณค่าปรับแล้วของผลรวมกำลังสองภายในกลุ่ม

ผลรวมกำลังสองของทั้งหมด $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p (Y_{ij} - \bar{Y})^2$ ในแบบสุ่มสมบูรณ์สามารถแยกส่วนได้เป็นผลรวมกำลังสองของภายในกลุ่ม และระหว่างกลุ่ม ดังต่อไปนี้

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p (Y_{ij} - \bar{Y}_{..})^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p (Y_{ij} - \bar{Y}_{.j})^2 + n \sum_{j=1}^p (\bar{Y}_{.j} - \bar{Y}_{..})^2$$

$$T_{yy} = S_{yy} + A_{yy}$$

ในทำนองเดียวกัน ผลรวมกำลังสองของ X และผลคูณสลับของ X และ Y ก็แยกส่วนได้

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p (X_{ij} - \bar{X}_{..})^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p (X_{ij} - \bar{X}_{.j})^2 + n \sum_{j=1}^p (\bar{X}_{.j} - \bar{X}_{..})^2$$

$$T_{xx} = S_{xx} + A_{xx}$$

และ

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p (X_{ij} - \bar{X}_{..})(Y_{ij} - \bar{Y}_{..}) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p (X_{ij} - \bar{X}_{.j})(Y_{ij} - \bar{Y}_{.j}) + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p (X_{ij} - \bar{X}_{..})(\bar{Y}_{.j} - \bar{Y}_{..})$$

$$T_{xy} = S_{xy} + A_{xy}$$

ค่าที่ปรับแล้วของผลรวมกำลังสองภายในกลุ่ม ก็จะคำนวณหา $T_{yy(adj)}$ ได้

$$S_{yy(adj)} = S_{yy} - \hat{\beta}_w^2 S_{xx} = S_{yy} - \frac{S_{xy}^2}{S_{xx}}$$

เมื่อ $\hat{\beta}_w$ เป็นสัมประสิทธิ์การถดถอยภายในกลุ่ม ซึ่งกำหนดโดย

$$\hat{\beta}_w = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p (X_{ij} - \bar{X}_{.j})(Y_{ij} - \bar{Y}_{.j})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p (X_{ij} - \bar{X}_{.j})^2} = \frac{S_{xy}}{S_{xx}}$$

ชั้นของความเป็นอิสระสำหรับ $S_{yy(adj)}$ คือ $p(n - 1) - 1$

สัมประสิทธิ์ถดถอยในกลุ่มสำหรับระดับทดลองแต่ละระดับ

$$\hat{\beta}_{wj} = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x}_{ij} - \bar{x}_{.j})(\bar{y}_{ij} - \bar{y}_{.j})}{\sum_{i=1}^n (\bar{x}_{ij} - \bar{x}_{.j})^2} = \frac{s_{xyj}}{s_{xxj}}$$

สัมประสิทธิ์ถดถอย คือ

$$\hat{\beta}_{w1} = \frac{s_{xy1}}{s_{xx1}}$$

$$\hat{\beta}_{w2} = \frac{s_{xy2}}{s_{xx2}}$$

$$\hat{\beta}_{w3} = \frac{s_{xy3}}{s_{xx3}}$$

การรวมสัมประสิทธิ์ทั้งสามค่าโดยคิดน้ำหนักด้วยจะได้ $\hat{\beta}_w$

$$\hat{\beta}_w = \frac{(s_{xy1})(\hat{\beta}_{w1}) + (s_{xy2})(\hat{\beta}_{w2}) + (s_{xy3})(\hat{\beta}_{w3})}{s_{xx1} + s_{xx2} + s_{xx3}}$$

การใช้สูตรน้ำหนักนี้ ก็คือการพิจารณา s_{xxj} ซึ่งสูตรที่กะทัดรัดใช้ในการคำนวณคือสูตร

$$\hat{\beta}_w = s_{xy} / s_{xx}$$

จากข้อตกลงข้อหนึ่งในการปรับผลรวมกำลังสองภายในกลุ่มก็คือ สัมประสิทธิ์ถดถอยภายในกลุ่มซึ่งประมาณสัมประสิทธิ์ถดถอยภายในกลุ่มของประชากรร่วมกัน คือ

$$\hat{\beta}_{w1} = \hat{\beta}_{w2} = \hat{\beta}_{w3} = \hat{\beta}_w$$

สัมประสิทธิ์ถดถอยขั้นสุดท้ายที่ต้องการคือ $\hat{\beta}_w$ สัมประสิทธิ์นี้คำนวณได้จาก

$$\hat{\beta}_w = \frac{n \sum_{j=1}^p (\bar{x}_{.j} - \bar{x}_{..})(\bar{y}_{.j} - \bar{y}_{..})}{n \sum_{j=1}^p (\bar{x}_{.j} - \bar{x}_{..})^2} = \frac{A_{xy}}{A_{xx}}$$

ผลรวมกำลังสองของทั้งหมดสำหรับคะแนน X , Y และ XY สามารถแบ่งส่วนเป็นผลรวมกำลังสองของระหว่างและภายในกลุ่ม สัมประสิทธิ์ถดถอยทั้งหมด $\hat{\beta}_T$ เท่ากับน้ำหนักเฉลี่ยของ $\hat{\beta}_w$ และ $\hat{\beta}_B$ เมื่อ $\hat{\beta}_w$ และ $\hat{\beta}_B$ เป็นน้ำหนักโดยจะสอดคล้องกับผลรวมกำลังสองสำหรับ X นั่นคือ

$$\hat{\beta}_T = \frac{s_{xx}\hat{\beta}_w + A_{xx}\hat{\beta}_B}{s_{xx} + A_{xx}}$$

การคำนวณค่าปรับแล้วของผลรวมกำลังสองระหว่างกลุ่ม

ค่าที่ปรับแล้วของผลรวมกำลังสองที่ได้รับการปรับแล้ว คือ

$$A_{yy(adj)} = T_{yy(adj)} - S_{yy(adj)}$$

ผู้อ่านอาจสงสัยว่าทำไม $A_{yy(adj)}$ จึงใช้การลบโดยไม่หาจากสูตร

$$A_{yy(adj)} = A_{yy} - \hat{\beta}_B^2 A_{yy} = A_{yy} - \frac{A_{xy}^2}{A_{xx}}$$

จากสูตรแรกจะเห็นว่า $A_{yy(adj)}$ ค่า เป็นค่าความแตกต่างของ $T_{yy(adj)}$ กับ $S_{yy(adj)}$ การปรับค่า

ต้องกระทำอย่างเป็นอิสระ ฉะนั้น $\hat{\beta}_B$ จึงไม่ได้ช่วยการปรับ เพราะถ้าคำนวณจากสูตรที่สอง จะได้จากความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน จึงนำมาใช้ในการทดสอบ ไม่ได้ชั้นของความเป็นอิสระของ $A_{yy(adj)}$ คือ $p-1$ มิใช่ $p-2$ เพราะมิได้คำนวณโดยอาศัยเส้นถดถอย

5.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมสำหรับแบบกลุ่มสุ่ม

โมเดลเชิงเส้นตรงของแบบกลุ่มสุ่ม คือ

$$Y_{(adj)ij} = Y_{ij} - \beta_w (x_{ij} - \bar{X}_{..}) = \mu + \alpha_j + \pi_i + \varepsilon_{ij}, (i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, p)$$

ตาราง 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมสำหรับ RBAC-p

Source	SS	df	SS _{adj}	F
	yy xy xx			
1. Treatment(A)	$A_{yy} \ A_{xy} \ A_{xx}$	$p - 1$	$A_{adj} = \frac{(A_{yy} - E_{yy}) - (A_{xy} + E_{xy})^2}{A_{xx} - E_{xx}} - E_{adj}$	1/3
2. Block (S)	$S_{yy} \ S_{xy} \ S_{xx}$	$n - 1$		
3. Residual (E)	$E_{yy} \ E_{xy} \ E_{xx}$	$(p - 1)(n - 1)$		
			$E_{adj} = E_{yy} - \frac{(E_{xy})^2}{E_{xx}}$	
Total	tot _{yy} tot _{xy} tot _{xx}	$Np - 2$		

โดยที่ $A_{yy} = [A_y] - [Y]$

$$S_{yy} = [S_y] - [Y]$$

$$E_{yy} = [AS_y] - [A_y] - [S_y] + [Y]$$

$$\hat{\beta}_w = E_{xy} / E_{xx}$$

เมื่อ $[A_y] = \sum_{j=1}^p \frac{\left(\sum_{i=1}^n Y_{ij}\right)^2}{n}$

$$[S_y] = \sum_{i=1}^n \frac{\left(\sum_{j=1}^p Y_{ij} \right)^2}{n}$$

$$[S_y] = \frac{\left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p Y_{ij} \right)^2}{n}$$

$$[S_y] = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p Y_{ij}^2$$

5.5 แนวคิดในการคำนวณการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA)

หลักการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) คล้าย ๆ กับการวิเคราะห์ความแปรปรวน ในส่วนของตัวแปรหลักคือ ตัวแปรร่วม (X) กับตัวแปรตาม (Y) จะแตกต่างออกไปที่ตอนความเกี่ยวพันของ X กับ Y แล้วนำไปปรับ (Adjusted) ค่าของ T_{yy} , A_{yy} , S_{yy} เท่านั้น ที่แปลออกมาคือ ต้องหา T_{xy} (Sum of cross products total), A_{xy} (Sum of cross products between), S_{xy} (Sum of cross products within) จึงสามารถหา T_{adj} (adjusted sum of total), A_{adj} (adjusted sum of between), S_{adj} (adjusted sum of within) ขั้นตอนในการหามีดังนี้

1. หาเกี่ยวกับตัวแปร X หา T_{xx} (sum of total), A_{xx} (sum of between), S_{xx} (sum of within)

$$T_{xx} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p X_{ij}^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p X_{ij} \right)^2}{np}$$

$$= [AS_x] - [X]$$

$$A_{xx} = \sum_{j=1}^p \frac{\left(\sum_{i=1}^n X_{ij} \right)^2}{n} - \frac{\left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p X_{ij} \right)^2}{np}$$

$$S_{xx} = T_{xx} - A_{xx}$$

2. หาเกี่ยวกับตัวแปร Y หา T_{yy} , A_{yy} , S_{yy}

$$T_{yy} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p Y_{ij}^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p Y_{ij} \right)^2}{np}$$

$$= [AS_y] - [Y]$$

$$A_{yy} = \sum_{j=1}^p \frac{\left(\sum_{i=1}^n Y_{ij} \right)^2}{n} - \frac{\left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p Y_{ij} \right)^2}{np}$$

$$S_{yy} = T_{yy} - A_{yy}$$

3. หาเกี่ยวกับผลคูณ X กับ Y หา T_{xy} , A_{xy} และ S_{xy}

$$T_{xy} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p X_{ij} Y_{ij} - \frac{\left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p X_{ij} \right) \left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p Y_{ij} \right)}{np}$$

$$= [AS_{xy}] - [XY]$$

$$A_{xy} = \sum_{j=1}^p \frac{\left(\sum_{i=1}^n X_{ij} \right) \left(\sum_{i=1}^n Y_{ij} \right)}{n} - \frac{\left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p X_{ij} \right) \left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p Y_{ij} \right)}{np}$$

$$S_{xy} = T_{xy} - A_{xy}$$

4. หาเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยที่ปรับ (Adjusted mean) ของ Y

$$T_{adj} = T_{yy} - \frac{(T_{xy})^2}{T_{xy}}$$

$$S_{adj} = S_{yy} - \frac{(S_{xy})^2}{S_{xy}}$$

$$A_{adj} = A_{adj} - S_{adj}$$

5. เขียนลงตารางเพื่อหา MS และ F

ตาราง 6 ข้อมูลของการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม

TREATMENT (I=1,2,...,p)						
1		2		...	p	
X	Y	X	Y	...	X	Y
X_{11}	Y_{11}	X_{21}	Y_{21}	...	X_{p1}	Y_{p1}
X_{12}	Y_{12}	X_{22}	Y_{22}	...	X_{p2}	Y_{p2}
X_{13}	Y_{13}	X_{23}	Y_{23}	...	X_{p3}	Y_{p3}
:	:	:	:	...	:	:
:	:	:	:	...	:	:
:	:	:	:	...	:	:
X_{1n}	Y_{1n}	X_{2n}	Y_{2n}		X_{pn}	Y_{pn}

ตาราง 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของข้อมูลจากตาราง 6

Source	SS	df	MS	F
1. Between groups	A_{adj}	$p - 1$	$A_{adj} / p - 1$	MS_{Aadj}
2. Within groups	S_{adj}	$p(n - 1)$	$S_{adj} / p(n - 1)$	MS_{Sadj}
Total	T_{adj}	$np - 2$		

ข้อดีและข้อเสียของการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ระวีวรรณ พันธุ์พานิช. 2540 : 246) มีดังนี้

ข้อดี

1. ช่วยให้ผู้ทดลองจัดแหล่งความลำเอียงที่ไม่สามารถจัดออกไปได้โดยการควบคุมการทดลองได้อย่างน้อย 1 แหล่ง

2. ช่วยลดความคลาดเคลื่อนทางการทดลอง

3. ถ้ากลุ่มตัวอย่างไม่มีความเป็นเอกพันธ์ก่อนการทดลองอาจเก็บข้อมูลเพื่อเป็นตัวแปรร่วม

ได้ในขณะทดลอง

ข้อเสีย

1. การคำนวณยุ่งยากกว่าการวิเคราะห์ความแปรปรวน

2. ข้อตกลงเบื้องต้นเข้มงวดมากกว่า ทำให้การวิจัยบางอย่างปฏิบัติไม่ได้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
4. วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล เขตทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 9 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 458 คน โดยทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียนลดความสามารถของนักเรียน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล เขตทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 60 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่ม ดังนี้

1. สุ่มห้องเรียนโดยวิธีจับสลาก 2 ห้องเรียน จากทั้งหมด 9 ห้องเรียน
2. สุ่มแยกกลุ่มทดลองโดยวิธีจับสลากห้องเรียน ให้ห้องเรียนหนึ่งเป็นกลุ่มทดลองและอีกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม
3. นำแบบสอบถามการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ให้นักเรียนทำเพื่อแบ่งนักเรียนตามระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ สูง กลาง และต่ำ ระดับละ 10 คน จะได้กลุ่มทดลอง 30 คน กลุ่มควบคุม 30 คน รวม 60 คน

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่างและกลุ่มทดลองแต่ละกลุ่มใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 14 คาบ คาบละ 50 นาที ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. แบบสอบถามการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์
2. แผนการสอนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค 31101 เรื่องเศษส่วน ที่จัดการเรียนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง
3. แผนการสอนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค 31101 เรื่องเศษส่วน ที่จัดการเรียนการสอนตามคู่มือครู
4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. แบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยนำมาจากเครื่องมือของ หนึ่งฤทัย เมฆวาท ที่ทำการศึกษาเรื่อง การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์กับความวิตกกังวลในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบสอบถามที่สร้างขึ้นเป็นมาตราประเมินค่า 4 ระดับ คือ เป็นจริงมาก ส่วนใหญ่จริง ก่อนข้างจริง และไม่เป็นจริง จำนวน 20 ข้อ ผู้วิจัยนำมาหาคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

1.1 นำแบบสอบถามการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาจำนวน 100 คน จากนั้นนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม โดยใช้สูตรของครอนบัค (Cronbach) ด้วยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient Alpha) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับ .921 ซึ่งมีค่าสูงเพียงพอในการนำไปใช้วิจัยได้

1.2 จัดทำรูปเล่มของแบบสอบถามการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ พร้อมคำชี้แจงในการทำแบบสอบถาม เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูล

2. แผนการสอนที่จัดการเรียนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง

ขั้นตอนการสร้างแผนการสอนที่จัดการเรียนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง เรื่อง เศษส่วน

2.1 ศึกษาหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2544 และคู่มือครูรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และคู่มือการเขียนแผนการสอนที่เน้นการจัดการเรียนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง

2.2 ศึกษาเทคนิคการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนการสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเองของ บุญเชิด ภิญโญนนท์พงษ์ (2540 : 55 - 56)

2.3 วิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และเขียนโครงการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง เศษส่วน (ดังแสดงในภาคผนวก ข)

2.4 จัดทำแผนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง ให้สอดคล้องกับเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

2.5 นำแผนการสอนที่จัดการเรียนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเองที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์(ดังแสดงในภาคผนวก ก) เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา ความถูกต้อง ภาษาที่ใช้ และกิจกรรมการเรียนการสอน

2.6 นำแผนการสอนที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจและปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตริวิทยา พุทธมณฑล กรุงเทพมหานคร ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการทดลองครั้งนี้ เพื่อหาข้อบกพร่องเกี่ยวกับเวลา ภาษาที่ใช้ กิจกรรม สื่อการเรียน และปริมาณเนื้อหาที่นำมาจัดกิจกรรม

2.7 นำแผนการสอนมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งหนึ่งก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3. แผนการสอนที่จัดการเรียนการสอนตามคู่มือครู

ผู้วิจัยใช้แผนการสอนที่มีกิจกรรมการเรียนการสอนตามที่กำหนดไว้ในหนังสือคู่มือครูคณิตศาสตร์ หลักสูตรมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาสร้างเป็นแผนการสอนซึ่งได้ดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

3.1 ศึกษาหลักสูตรระดับมัธยมศึกษาช่วงชั้นที่ 3 มัธยมศึกษาปีที่ 1 พุทธศักราช 2544 แบบเรียนคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และคู่มือครูคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

3.2 วิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และเขียนโครงการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง เศษส่วน (ดังแสดงในภาคผนวก ข)

3.3 จัดทำแผนการสอนรายคาบให้สอดคล้องกับสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และสัมพันธ์กับเนื้อหาที่ใช้สอน

3.4 นำแผนการสอนที่จัดการเรียนการสอนตามคู่มือครูที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์(ดังแสดงในภาคผนวก ก) เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา ความถูกต้อง ภาษาที่ใช้ และกิจกรรมการเรียนการสอน

3.5 นำแผนการสอนที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจและปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตริวิทยา พุทธมณฑล กรุงเทพมหานคร ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการทดลองครั้งนี้ เพื่อหาข้อบกพร่องเกี่ยวกับเวลา ภาษาที่ใช้ กิจกรรม สื่อการเรียน และปริมาณเนื้อหาที่นำมาจัดกิจกรรม

3.6 นำแผนการสอนมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งหนึ่งก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) กับ การจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครู มีรายละเอียดดังแสดงในตาราง 8 ดังนี้

ตาราง 8 การจัดการเรียนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) กับการจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครู

การจัดการเรียนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)	การจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครู
1. <u>ขั้นนำ</u> ครูทบทวนโดยการถามตอบหรือยกสถานการณ์ปัญหา เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนระลึกถึงความรู้พื้นฐานเดิมที่จำเป็นต่อการเรียนรู้เรื่องใหม่ 2. <u>ขั้นสอน</u> 2.1 ขั้นปฐมนิเทศ ขั้นนี้ครูให้โอกาสนักเรียนสร้างจุดมุ่งหมายและแรงจูงใจในการเรียนรู้ในเนื้อหาที่กำหนด 2.2 ขั้นทำความเข้าใจ ขั้นนี้เป็นขั้นที่ให้นักเรียนปรับแนวคิดปัจจุบัน ในหัวข้อของบทเรียนให้ชัดเจน ซึ่งสามารถทำได้โดยให้เด็กทำกิจกรรมที่หลากหลาย เช่นการอภิปรายกลุ่มเล็ก การออกแบบแผ่นโปสเตอร์ และการเขียนโดยมีขั้นตอนดังนี้ 2.2.1 แบ่งกลุ่มนักเรียนกลุ่มละ 4 – 5 คน โดยแต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ 2.2.2 แจกใบความรู้หรือใบงาน หรือเอกสารแนะแนวทาง หรือบัตรงาน หรือสื่อของจริง ซึ่งประกอบด้วยสถานการณ์ ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่จะเรียนให้กับนักเรียนทุกกลุ่ม โดยสถานการณ์และปัญหานั้นต้องจัดให้พอเพียงกับสมาชิกในกลุ่มทุกคน 2.2.3 ให้นักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันปรึกษาหารือ ทำความเข้าใจ อภิปราย สร้างแนวคิดใหม่ นำแนวคิดไปใช้ และสรุปผล	<u>ขั้นที่ 1</u> แจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ <u>ขั้นที่ 2</u> ขั้นนำเข้าสู่บทเรียนโดยการสนทนาและทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนโดยให้นักเรียนตอบคำถาม

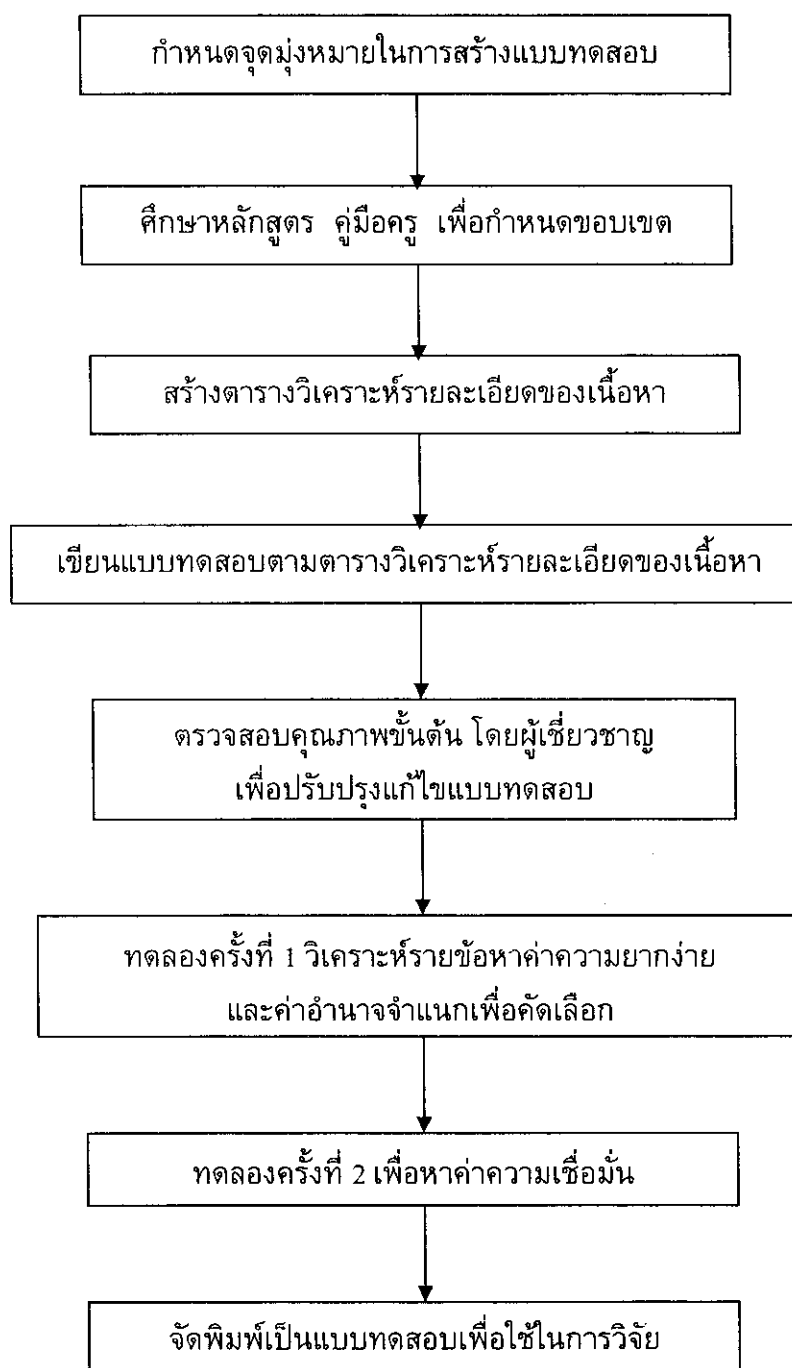
ตาราง 8 (ต่อ)

การจัดการเรียนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)	การจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครู
2.2.4 ในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถสรุปหลักการ กฎเกณฑ์ได้ด้วยตนเอง ครูจะต้องแนะแนวทางโดยการใช้คำถามอย่างมีขอบเขตเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาความคิดของนักเรียนไปสู่ข้อสรุป และความคิดรวบยอดได้จากขั้นคำถามต่อไปนี้ 2.2.4.1 คำถามขั้นสังเกต (Observation Question) เป็นคำถามที่ถามหารายละเอียดทั้งด้านคุณภาพและปริมาณ เพื่เก็บรวบรวมผลจากการทดลอง รูปภาพโจทย์ปัญหาต่าง ๆ 2.2.4.2 คำถามขั้นอธิบาย (Explanation Question) คำถามแบบนี้ผู้ตอบจะต้องอาศัยความรู้จากข้อมูลที่สังเกตได้ และความรู้เดิมที่มีอยู่คำถามขั้นอธิบายนี้อาจอยู่ในรูปความสัมพันธ์ระหว่างเหตุผลหรือหลักการต่าง ๆ คำถามขั้นนี้ต้องอาศัยการเปรียบเทียบ 2.2.4.3 คำถามขั้นทำนาย (Prediction Question) เป็นคำถามที่ถามในรูปของการอธิบายหรือคาดผลที่จะเกิดขึ้นในอนาคต คำถามแบบนี้อาศัยความสัมพันธ์ที่มีอยู่ในอดีตและปัจจุบันเป็นแนวทางในการทำนาย 2.2.4.4 คำถามขั้นควบคุมและนำไปใช้อย่างสร้างสรรค์ (Control and Creativity Question) หมายถึงคำถามที่ตั้งขึ้นอยู่ในรูปของความพยายามที่จะนำความรู้หรือกฎเกณฑ์ ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่ค้นพบจากขั้นอธิบาย และขั้นการทำนายมาใช้เพื่อแก้ปัญหาโจทย์ อธิบายสถานการณ์ใหม่ๆ และวางแผนเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้นไว้	

ตาราง 8 (ต่อ)

การจัดการเรียนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)	การจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครู
2.3 ขั้จัดโครงสร้างแนวคิดใหม่ ขั้การสร้างแนวคิดใหม่ นับว่าเป็นหัวใจสำคัญของขั้นตอนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนย่อยดังนี้ 2.3.1 ทำแนวความคิดให้กระจ่างชัดและแลกเปลี่ยนกัน 2.3.2 สร้างแนวความคิดใหม่ 2.3.3 ประเมินแนวความคิดใหม่ 2.4 การนำแนวความคิดไปใช้ ขั้นี้ครูต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนนำแนวความคิดของตนเองที่สร้างขึ้น ไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ที่หลากหลายทั้งที่คุ้นเคย และแปลกใหม่ 2.5 การทบทวน ขั้ตอนสุดท้ายครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสะท้อนตนเอง แนวความคิดของตนเอง ได้เปลี่ยนแปลงไปอย่างไร โดยการวาดภาพเปรียบเทียบระหว่างความคิดของตนตอนเริ่มเรียนในบทเรียนนั้น กับตอนสิ้นสุดการเรียนในบทเรียนนั้น 3. <u>ขั้นสรุป</u> 3.1 ให้นักเรียนส่งตัวแทนภายในกลุ่มรายงานผลการสรุปจากการศึกษาความรู้ใหม่ที่ได้ค้นพบด้วยตนเอง 3.2 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายผลจากการศึกษาและสร้างความคิดรวบยอดที่ถูกต้อง	... <u>ขั้นที่ 3</u> ขั้นสอน โดยครูสอนเนื้อหาประกอบการอธิบาย สาธิต ยกตัวอย่างใช้สื่อประกอบการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหา <u>ขั้นที่ 4</u> ขั้นสรุป ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปกฎเกณฑ์ <u>ขั้นที่ 5</u> ขั้นวัดผลประเมินผล จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน การตอบคำถาม การทำกิจกรรม การทำแบบฝึกหัด

4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังแสดงในภาพประกอบ 10 ดังนี้



ภาพประกอบ 10 วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

จากภาพประกอบ 10 เป็นการแสดงลำดับขั้นในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ผู้วิจัยศึกษาทฤษฎี และวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความถนัดทางด้านการคิดอย่างมีเหตุผล ตามทฤษฎีองค์ประกอบพื้นฐานทางสมองของ เทอร์สตัน (L.L. Thurstone) 4 ลักษณะ คือทักษะพื้นฐานด้านการจำแนกประเภท (Classification) การอุปมาอุปไมย (Analogy) อนุกรมสัมพันธ์ (Matrices) และการสรุปอ้างอิง (Inference)

3.2 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก แบ่งออกเป็น 4 ตอน ตอนละ 20 ข้อ รวมทั้งหมดจำนวน 80 ข้อ

3.3 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน (ดังแสดงในภาคผนวก ค) พิจารณาคำความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา แล้วนำผลไปคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยใช้สูตรของโรวินีลลี และแฮมเบลตัน เพื่อคัดเลือกข้อที่มีค่า (IOC) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ปรากฏว่าคัดเลือกแบบทดสอบไว้จำนวน 75 ข้อ ซึ่งมีค่า IOC ระหว่าง 0.6 – 1.0 (ดังแสดงในภาคผนวก ก)

3.5 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วไปทดลองครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน มาหาคุณภาพของแบบทดสอบโดยการวิเคราะห์รายข้อเพื่อหาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก โดยใช้ค่าสหสัมพันธ์แบบพอยท์-ไบซีเรียล (Point biserial : r_{pbis}) มีเกณฑ์ค่าความยากง่ายระหว่าง 0.2 ถึง 0.8 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ปรากฏว่าคัดเลือกแบบทดสอบไว้จำนวน 60 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.27 – 0.78 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.22 – 0.60 (ดังแสดงในภาคผนวก ก)

3.6 นำแบบทดสอบที่ได้ในข้อ 3.5 ไปทดลองครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน แล้วหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR – 20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .898 ซึ่งมีค่าสูงเพียงพอในการนำไปใช้วิจัยได้

3.7 จัดทำรูปเล่มของแบบทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล พร้อมคำชี้แจงในการทำแบบทดสอบ เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูล

ลักษณะเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. แบบสอบถามวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์

ลักษณะของแบบสอบถามเป็นมาตราประเมินค่า 4 ระดับ (Rating Scale) จำนวน 20 ข้อดังนี้ คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับการรับรู้ตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ตามสภาพความเป็นจริงมากที่สุด โดยพิจารณาดังนี้

เป็นจริงมาก หมายถึงนักเรียนมีการรับรู้ตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับมาก
 ส่วนใหญ่จริง หมายถึงนักเรียนมีการรับรู้ตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับค่อนข้างมาก
 ค่อนข้างจริง หมายถึงนักเรียนมีการรับรู้ตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับค่อนข้างน้อย
 ไม่เป็นจริง หมายถึงนักเรียนมีการรับรู้ตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับน้อย

ข้อความ	ระดับความรู้สึก			
	เป็นจริงมาก	ส่วนใหญ่จริง	ค่อนข้างจริง	ไม่เป็นจริง
การรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์				
0 ข้าพเจ้าสามารถจำสูตรในวิชาคณิตศาสตร์ได้อย่างรวดเร็ว				
00 ข้าพเจ้าสามารถทำแบบฝึกหัดคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเอง				

วิธีการตรวจให้คะแนน

ข้อความที่สร้างขึ้นมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ ข้อความทางบวก และข้อความทางลบ เกณฑ์นำหน้าการให้คะแนน และเกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนเฉลี่ยมีดังนี้

1. เมื่อเป็นข้อความทางบวก ให้คะแนนดังนี้

เป็นจริงมาก	4	คะแนน
ส่วนใหญ่จริง	3	คะแนน
ค่อนข้างจริง	2	คะแนน
ไม่เป็นจริง	1	คะแนน

2. เมื่อเป็นข้อความทางลบ ให้คะแนนดังนี้

เป็นจริงมาก	1	คะแนน
ส่วนใหญ่จริง	2	คะแนน
ค่อนข้างจริง	3	คะแนน
ไม่เป็นจริง	4	คะแนน

เกณฑ์การแปลความหมายของคะแนน

นำคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ทั้งฉบับของนักเรียนแต่ละคน มาจัดเรียงตามลำดับ เพื่อแบ่งนักเรียนตามระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ สูง กลาง และต่ำ ระดับละ 10 คน จะได้กลุ่มทดลอง 30 คน กลุ่มควบคุม 30 คน รวม 60 คน

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

ลักษณะของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ที่ใช้ทดสอบหลังการฝึกทักษะในการสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีลักษณะดังนี้

ลักษณะของแบบทดสอบ

แบบทดสอบนี้มีลักษณะเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว มี 4 ตัวเลือก แบ่งเป็น 4 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ด้านจำแนกประเภท

ตอนที่ 2 ด้านอุปมาอุปไมย

ตอนที่ 3 ด้านอนุกรมสัมพันธ์

ตอนที่ 4 ด้านสรุปอ้างอิง

ตัวอย่างข้อสอบวัดความสามารถด้านเหตุผล

ตอนที่ 1 ด้านจำแนกประเภท

(0) 2 4 6 ...

ก. 8

ข. 9

ค. 10

ง. 11

จ. 12

คำตอบคือ ข้อ ก.

ตอนที่ 2 ด้านอุปมาอุปไมย

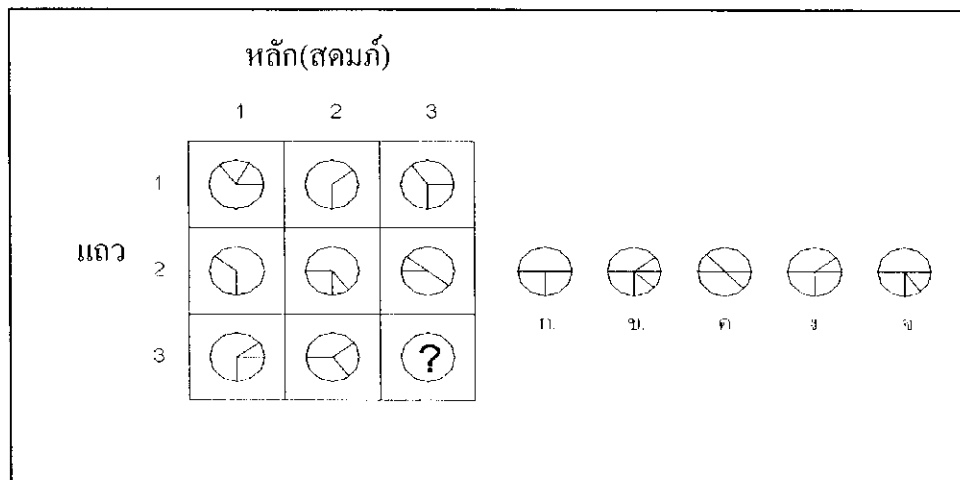
(0)

	:		→		:	?
ภาพที่ 1		ภาพที่ 2		ภาพที่ 3		ภาพที่ 4
						
ก.		ข.		ค.		ง.
						จ.

คำตอบคือ ข้อ ค.

ตอนที่ 3 ด้านอนุกรมสัมพันธ์

(0)



คำตอบคือ ข้อ จ.

ตอนที่ 4 ด้านสรุปอ้างอิง

(0) ถ้ามีเลข 9 เท่านั้นที่หาร 36 ลงตัว แล้ว A หาร 36 ลงตัว ดังนั้นอาจสรุปได้ว่า

- ก. A คือเลข 9
- ข. 36 หาร A ลงตัว
- ค. A หาร 36 ไม่ลงตัว
- ง. A แล 36 หารด้วย 36 ลงตัว
- จ. ยังสรุปไม่แน่นอน

คำตอบคือ ข้อ ก.

วิธีตรวจให้คะแนน

วิธีตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล โดยข้อที่ตอบถูก ได้ 1 คะแนน และข้อที่ตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือกในข้อเดียวกันได้ 0 คะแนน

4. วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. นำหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัยไปยังผู้อำนวยการโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล เพื่อขอความร่วมมือในการดำเนินการศึกษาค้นคว้า

2. แบบแผนที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เป็นแบบแผนการวิเคราะห์ 2 แบบ คือ แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มสุ่ม (RBD) กับแบบแผนการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA)

ตาราง 9 แสดงกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 60 ราย โดยแยกตามการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ สูง กลาง และต่ำ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การรับรู้ความสามารถของ ตนเองด้านคณิตศาสตร์	กลุ่ม		รวม
	ทดลอง	ควบคุม	
สูง	10	10	20
กลาง	10	10	20
ต่ำ	10	10	20
รวม	30	30	60

3. การดำเนินการทดลอง

3.1 สุ่มกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล เขตทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร โดยการสุ่มด้วยวิธีจับสลาก 2 ห้องเรียน จากจำนวน 9 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 458 คน แล้วนำมาสุ่มแยกกลุ่มทดลองโดยวิธีจับสลากห้องเรียน ให้ห้องเรียนหนึ่งเป็นกลุ่มทดลองและอีกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม นำแบบสอบถามการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ให้นักเรียนทำเพื่อแบ่งนักเรียนตามระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ สูง กลาง และต่ำ ระดับละ 10 คน จะได้กลุ่มทดลอง 30 คน กลุ่มควบคุม 30 คน รวม 60 คน

3.2 กลุ่มทดลอง นักเรียนได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสรุสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)

3.3 กลุ่มควบคุม นักเรียนได้รับการสอนตามคู่มือครู

4. หลังการทดลองนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลไปทดสอบกับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

5. นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ

5. สถิติที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบ คือ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และสัมประสิทธิ์การกระจาย

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 ค่าความเที่ยงตรงเชิงพินิจของแบบทดสอบโดยใช้ดัชนีความสอดคล้องจากสูตรของ โรวินลรี และแฮมเบลตัน (บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์. 2545 : 179)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์ มีค่าอยู่ระหว่าง +1 กับ -1
	R	แทน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	$\sum R$	แทน	ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 การหาค่าความยากง่าย (P) คำนวณความยากง่ายดังนี้ (บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์. 2548 : 5)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ	P	แทน	ดัชนีความยากง่าย
	R	แทน	จำนวนคนตอบถูก
	N	แทน	จำนวนคนสอบทั้งหมด

2.3 การหาค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้ค่าสหสัมพันธ์แบบพอยท์-ไบซีเรียล (Point biserial : r_{pbis}) (บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์. 2548 : 5)

$$r_{pbis} = \frac{\bar{X}_p - \bar{X}_q}{S_x} \cdot \sqrt{pq}$$

เมื่อ	r_{pbis}	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	$\bar{X}_p$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตอบถูก
	$\bar{X}_q$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตอบผิด
	S_x	แทน	คะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล โดยใช้สูตร คูลเดอร์ – ริชาร์ดสัน (KR - 20) (บุญเชิด ภิญญโณนนตพงษ์. 2545 : 218)

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

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด
	k	แทน	จำนวนข้อของเครื่องมือ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูกหรือความยากง่ายของแต่ละข้อ
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบผิด ซึ่งเท่ากับ $= 1 - p$
	S_x^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

2.5 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์แบบแอลฟา (Alpha Coefficient) (บุญเชิด ภิญญโณนนตพงษ์. 2545 : 220)

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

เมื่อ	α	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด
	K	แทน	จำนวนส่วนย่อยหรือจำนวนข้อคำถามของเครื่องมือวัด
	S_i^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนนแต่ละส่วนย่อยหรือแต่ละข้อ
	S_t^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับของเครื่องมือวัด

3. สถิติที่วิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของแบบแผนการวิเคราะห์แบบกลุ่มสุ่ม (RBD) (Kirk. 1995 : 261)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
1. Treatment(A)	SS_A	$p-1$	$SS_A/(p-1)=MS_A$	MS_A/MS_{RES}
2. Block	SS_{BL}	$n-1$	$SS_{BL}/(n-1)=MS_{BL}$	MS_{BL}/MS_{RES}
3. Residual	SS_{RES}	$(n-1)(p-1)$	$SS_{RES}/(n-1)(p-1)=MS_{RES}$	
Total	SS_T	$np-1$		

3.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA)

Source	SS	df	MS	F
1. Between groups	A_{adj}	$p - 1$	$A_{adj}/p - 1$	$\frac{MS_{Aadj}}{MS_{Sadj}}$
2. Within groups	S_{adj}	$p(n - 1)$	$S_{adj}/p(n - 1)$	MS_{Sadj}
Total	T_{adj}	$np - 2$		

ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธีของ เชฟเฟ (Scheffe') (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2537 : 264) จากสูตร

$$d = \sqrt{(K - 1)(MS_w)(F^*)\left(\frac{2}{n}\right)}$$

เมื่อ K แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
 F^* แทน ค่า F ที่เปิดจากตาราง (critical value)
 MS_w แทน ค่า Mean square within group ที่คำนวณไว้แล้วจากการวิเคราะห์ความแปรปรวน
 n แทน จำนวนหน่วยตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม (n เท่ากันทุกกลุ่ม
 ถ้าจำนวน n ไม่เท่ากันใช้ $\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j}$)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลความหมายของผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

X	แทน	คะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์
Y	แทน	คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล
$\bar{Y}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล
S.D.	แทน	คะแนนความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
p	แทน	ระดับตัวแปรทดลอง
n	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
SS	แทน	ผลรวมของส่วนเบี่ยงเบนยกกำลังสอง (Sum of Squares)
MS	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลบวกกำลังสองของส่วนเบี่ยงเบน (Mean Squares)
F	แทน	ค่าการวิเคราะห์ความแปรปรวน
df	แทน	ชั้นของความอิสระ (Degree of Freedom)
RBD	แทน	แบบแผนการวิเคราะห์แบบกลุ่มสุ่ม
ANCOVA	แทน	แบบแผนการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม
KR-20	แทน	ค่าความเชื่อมั่นแบบคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน
N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
กลุ่มทดลอง	แทน	การจัดการเรียนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง
กลุ่มควบคุม	แทน	การจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครู

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยได้เสนอตามลำดับดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
2. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3. การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแบบแผนการวิเคราะห์แบบกลุ่มสุ่ม (RBD)
4. การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแบบแผนการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การวิเคราะห์ตอนนี้ผู้วิจัยนำคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มสูง กลุ่มกลาง และกลุ่มต่ำ มาหาค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และหาค่าความเชื่อมั่น ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของนักเรียนทั้งหมด ดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 10 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มสูง กลุ่มกลาง และกลุ่มต่ำ

กลุ่ม	N	$\bar{X}$	S.D.	r_{tt}	SE _M
กลุ่มสูง	20	63.70	4.23	-	-
กลุ่มกลาง	20	53.20	2.76	-	-
กลุ่มต่ำ	20	44.90	4.12	-	-
รวม	60	53.93	8.59	0.918	1.110

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 10 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 60 คน มีค่าเท่ากับ 53.93 คะแนน และของนักเรียนกลุ่มสูง กลุ่มกลาง และกลุ่มต่ำ มีค่าเท่ากับ 63.70 53.20 และ 44.90 คะแนน ตามลำดับ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 60 คน มีค่าเท่ากับ 8.59 คะแนน และของนักเรียนกลุ่มสูง กลุ่มกลาง และกลุ่มต่ำ มีค่าเท่ากับ 4.23 2.76 และ 4.12 คะแนน ตามลำดับ และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.918 แสดงว่าข้อมูลที่ได้จากการวัดครั้งนี้มีความเชื่อถือได้สูง

2. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การวิเคราะห์ตอนนี้ผู้วิจัยนำคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จำแนกตามการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์เป็นกลุ่มสูง กลุ่มกลาง และกลุ่มต่ำ มาหาค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความเชื่อมั่น และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด ดังแสดงในตาราง 11

ตาราง 11 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

	N	$\bar{X}$	S.D.	r_{tt}	SE _M
กลุ่มทดลอง	30	47.67	4.92	0.724	0.897
กลุ่มควบคุม	30	47.53	5.51	0.797	1.007

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 11 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีค่าเท่ากับ 47.67 และ 47.53 ตามลำดับ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีค่าเท่ากับ 4.92 และ 5.51 ตามลำดับ และคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่วัดได้ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.724 และ 0.797 ตามลำดับ แสดงว่ามีความเชื่อถือได้สูง

3. การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแบบแผนการวิเคราะห์แบบกลุ่มสุ่ม (RBD)

การวิเคราะห์ตอนนี้ผู้วิจัยนำคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนมาจัดเป็นกลุ่ม (block) สูง กลาง และต่ำ แล้วนำคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) กับการจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครู มาวิเคราะห์ด้วยแบบแผนการวิเคราะห์แบบกลุ่มสุ่ม (RBD) ดังแสดงในตาราง 12

ตาราง 12 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแบบแผนการวิเคราะห์กลุ่มสุ่ม (RBD)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างวิธีการจัดการเรียนการสอน	.27	1	.267	.036
ระหว่างกลุ่ม (Block)	167.50	2	83.75	11.45
ความคลาดเคลื่อน(Residual)	14.63	2	7.32	

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 12 พบว่า คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) และการจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครู มีค่าคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

แสดงว่าการจัดการเรียนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) และการจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครู ส่งผลต่อความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลไม่แตกต่างกัน

4. การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแบบแผนการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA)

การวิเคราะห์ตอนนี้ผู้วิจัยจะแนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) กับการจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครู มาวิเคราะห์ด้วยแบบแผนการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) โดยใช้คะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์มาเป็นตัวแปรร่วม (covariate) ดังแสดงในตาราง 13

ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแบบแผนการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ตัวแปรร่วม	276.88	1	276.89	12.09**
ระหว่างวิธีการจัดการเรียนการสอน	20.57	1	20.58	.899
ความคลาดเคลื่อน (Error)	1305.25	57	22.90	
รวม	1582.40	60		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 13 พบว่า คะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์กับคะแนนแบบทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($F = 12.09$) ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงของแบบแผนการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม เมื่อพิจารณาคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) และการจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครู หลังจากควบคุมอิทธิพลของคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าการจัดการเรียนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) และการจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครู ส่งผลต่อความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลไม่แตกต่างกัน

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายสำคัญเพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเองที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล โดยมีจุดมุ่งหมาย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) กับการจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครู ที่ใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มสุ่ม (RBD)

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) กับการจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครู ที่ใช้แบบแผนการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA)

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครู มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลแตกต่างกัน เมื่อใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มสุ่ม (RBD)

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครู มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลแตกต่างกัน เมื่อใช้แบบแผนการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA)

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตริวิทยา พุทธมณฑล เขตทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 60 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มด้วยวิธีจับสลาก 2 ห้องเรียน จากจำนวน 9 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 458 คน แล้วสุ่มให้ห้องเรียนหนึ่งเป็นกลุ่มทดลองและอีกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม นำแบบสอบถามการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ให้นักเรียนทำเพื่อแบ่งนักเรียนตามระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ สูง กลาง และต่ำ ระดับละ 10 คน จะได้กลุ่มทดลอง 30 คน กลุ่มควบคุม 30 คน รวม 60 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แบบสอบถามการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยนำมาจากแบบสอบถามการรับรู้ตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของ หนึ่งฤทัย เมฆวาทัด ลักษณะของแบบสอบถามเป็นมาตราประเมินค่า 4 ระดับ (Rating Scale) จำนวน 20 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .921
2. แผนการสอนที่จัดการเรียนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง เรื่องเศษส่วน วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค 31101 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นแผนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งได้ผ่านการตรวจแก้ไขความถูกต้อง ความสอดคล้องด้านเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ และนำไปใช้กับกลุ่มทดลอง
3. แผนการสอนที่จัดการเรียนการสอนตามคู่มือครู เรื่องเศษส่วน วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค 31101 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นแผนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งได้ผ่านการตรวจแก้ไขความถูกต้อง ความสอดคล้องด้านเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ และนำไปใช้กับกลุ่มควบคุม
4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน โดยใช้แบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ ได้ค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.27 – 0.78 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.22 – 0.60 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .898

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการดำเนินการศึกษาค้นคว้าผู้วิจัยมีวิธีดำเนินการดังนี้

1. วางแผนในการดำเนินการทดลอง โดยทำหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนขอความร่วมมือทางโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล เขตทวีวัฒนา จังหวัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้
2. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม
 - 2.1 กลุ่มทดลอง จัดการเรียนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)
 - 2.2 กลุ่มควบคุม จัดการเรียนการสอนตามคู่มือครู
3. นำแบบสอบถามการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ พร้อมคำชี้แจงในการทำแบบสอบถาม ซึ่งมีทั้งหมด 20 ข้อ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด แล้วนำคะแนนที่ได้ของแต่ละคนมาเรียงลำดับจากมากไปน้อย เพื่อแบ่งนักเรียนตามระดับการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ สูง กลาง และต่ำ ระดับละ 10 คน จะได้กลุ่มทดลอง 30 คน กลุ่มควบคุม 30 คน รวม 60 คน

4. ชี้แจงให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองทราบถึงกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) เพื่อให้นักเรียนทุกคนได้เข้าใจตรงกันและปฏิบัติกิจกรรมได้ถูกต้อง

5. ดำเนินการทดลองโดยผู้วิจัยดำเนินการสอนทั้งกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมโดยใช้เวลาในการทดลองสอนกลุ่มละ 14 คาบ คาบละ 50 นาที โดยดำเนินการดังนี้

5.1 กลุ่มทดลอง สอนโดยใช้แบบฝึกทักษะแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)

5.2 กลุ่มควบคุม สอนตามคู่มือครู

6. เมื่อดำเนินการทดลองเสร็จแล้ว นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลไปทดสอบกับนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดอีกครั้ง แล้วบันทึกคะแนนหลังทดลอง (Post-test) โดยใช้เวลาในการทดสอบ 50 นาที

7. นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ด้วยแบบแผนการวิเคราะห์แบบกลุ่มสุ่ม (RBD) กับแบบแผนการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA)

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลระหว่างนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) กับการจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครู ที่ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแบบแผนการทดลองแบบกลุ่มสุ่ม (RBD) มีคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์เป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่ม (Block) และมีคะแนนทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลหลังการทดลองเป็นตัวแปรตาม

2. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลระหว่างนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) กับการจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครู ที่ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแบบแผนการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) มีคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรร่วม และมีคะแนนทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลหลังการทดลองเป็นตัวแปรตาม

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล สรุปได้ดังนี้

1. ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบ สรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) กับการจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครู เมื่อใช้ แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มสุ่ม (RBD) มีค่าคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือการจัดการเรียนการสอนแบบ สรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) และการจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครู ส่งผลต่อความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลไม่แตกต่างกัน

2. ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบ สรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) กับการจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครู เมื่อใช้ แบบแผนการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือการจัดการเรียนการสอนแบบ สรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) และการจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครู ส่งผลต่อความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลไม่แตกต่างกัน

อภิปรายผล

จากผลสรุปของการศึกษาค้นคว้าดังกล่าว สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบ สรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) กับการจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครู เมื่อใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มสุ่ม (RBD) ไม่ทำให้ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนแตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจาก

1.1 การจัดการเรียนการสอนแบบ สรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียน จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม โดยครูผู้สอนเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียนให้เกิดการขัดแย้งทางปัญญาขึ้น ซึ่งเป็นประสบการณ์ใหม่ที่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ผู้เรียนจะต้องพยายามปรับแนวคิดใหม่กับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่แล้วสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ เป็นการปรับกระบวนการเรียนรู้ใหม่จากการเรียนที่มีครูเป็นศูนย์กลาง มาเป็นกระบวนการใน 2 ลักษณะ คือ เป็นการปรับข้อเท็จจริงที่ได้รับใหม่ให้เข้ากับสถานการณ์เดิมและเป็นการปรับโครงสร้างของประสบการณ์เดิมให้เข้ากับข้อเท็จจริงใหม่ (สุภานันท์ เสถียรศรี, 2536 : 129; อ้างอิงจาก Piaget, 1962 : 58) ซึ่งทั้ง 2 ลักษณะนี้จะใช้ร่วมกันหรือสลับกัน เพื่อปรับความคิดของตนให้เข้าใจข้อเท็จจริงให้มากที่สุด ผลของการปรับเปลี่ยนนี้จะช่วยพัฒนาวิธีการคิดของบุคคลจากระดับหนึ่งไปสู่วิธีการคิดอีกระดับหนึ่งที่สูงกว่า เพื่อนำไปใช้ในการอภิปราย ให้ความหมาย ความสัมพันธ์วางแผนกำหนดขั้นตอนดำเนินการอย่างมีระบบ ในการค้นคว้าข้อเท็จจริงต่างๆ จากสถานการณ์ที่เป็นปัญหาหรือการตั้งคำถามซึ่ง อนันต์ จันทรกีว (2523 : 6) กล่าวว่า ในการค้นคว้าข้อเท็จจริงต่างๆ นั้น ต้องอาศัยวิธีการในการหาเหตุผลที่จะระบุปัญหาสาเหตุของปัญหา ตลอดจนระบุวิธีการที่จะนำเอาความรู้

ไปใช้ในการวางแผนแก้ปัญหาหรือในสถานการณ์ใหม่ๆ สิ่งที่จะได้ตามมาก็คือ ความรู้ ความเข้าใจ และเกิดทักษะในการแสดงการหาความรู้หลายด้าน เป็นวิธีที่ช่วยให้ผู้เรียนอยากรู้ อยากเห็น และมีแนวคิดที่กว้างไกลยิ่งขึ้น การจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมกระบวนการคิดโดยที่ให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมที่จัดกระบวนการสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตนเอง 5 ขั้นตอน ด้วยกันคือ ขั้นการวิเคราะห์ นำ ขั้นทำความเข้าใจ ขั้นจัดโครงสร้างแนวคิดใหม่ ขั้นการนำแนวความคิดไปใช้ ขั้นการทบทวน ซึ่งนักเรียนจะต้องฝึกใช้ทักษะการคิดของนักเรียนในการสำรวจ จำแนก จัดลำดับ การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้รับการสรุปอ้างอิง อันเกี่ยวข้องกับความจริงที่ได้รับจากสถานการณ์ต่างๆ ในการที่จะลงความเห็นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงหรือปรากฏการณ์ สามารถสรุปผลจากเหตุได้เป็นความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล (Nickerson. 1984 : 26-36) การจัดกิจกรรมที่มุ่งให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีระบบและเป็นเหตุผลมากขึ้นเริ่มจากการศึกษาประมวลความรู้ที่กำหนดไว้ให้ การฝึกวางแผน กำหนดขั้นตอนการหาความรู้ที่ต้องการนำความรู้ในข้อเท็จจริง ความรู้ตามทฤษฎีซึ่งเป็นความรู้ใหม่ที่ได้มาเป็นเกณฑ์เพื่อพิจารณาเหตุผล การตัดสินใจในการแก้ปัญหา อันนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง และเชื่อถือได้มากที่สุด ซึ่งผู้เรียนยังต้องสามารถอธิบายผลของคำตอบที่ถูกต้องได้อย่างชัดเจนและสมเหตุสมผล นอกจากนี้ในขั้นสุดท้ายจะต้องมีการอภิปรายผลในความรู้นั้นๆ อย่างมีรูปแบบ ซึ่งนักเรียนได้มีโอกาสมีอิสระในการคิดการเขียน ตลอดจนสามารถแสดงความคิดเห็นได้อย่างมีเหตุผล กิจกรรมการคิดในการสอนนักเรียนได้เสนอความคิดเห็น รับฟังเหตุผลของกันและกัน และสนุกสนานต่อการค้นคว้าหาความรู้ตามแนวคิดของตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะซึ่งบรรยากาศดังกล่าวจะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดอย่างมีเหตุผล

1.2 การจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครู เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความสามารถของแต่ละบุคคลโดยครูสอนเนื้อหาด้วยวิธีการต่างๆ เปิดโอกาสให้นักเรียนซักถาม มีการอภิปรายร่วมกับครู เพื่อช่วยกันสรุปผลและฝึกการนำความรู้ไปใช้ ทั้งนี้โอกาสที่นักเรียนได้รับการฝึกคิดอย่างมีเหตุผลขึ้นอยู่กับความร่วมมือในการศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง วิเคราะห์สถานการณ์ของกิจกรรมที่จัดขึ้นโดยครู กิจกรรมการเรียนการสอนมุ่งให้นักเรียนได้ลงมือกระทำกิจกรรมด้วยตนเองให้มากพร้อมทั้งยังมีการปรับแก้พฤติกรรมที่ไม่ถูกต้องได้อย่างทันที่ด้วย ทำให้นักเรียนมีความจริงใจที่จะทำแบบฝึกหัดตลอดเวลา ลักษณะช่วยให้นักเรียนได้ใช้ความคิดเห็นของตนเองรวมถึงการทำแบบฝึกหัด แสดงกระบวนการวิธีการคิด นักเรียนมีโอกาสอภิปรายซักถามโต้แย้ง ในการตรวจคำตอบซึ่งเป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับทำให้นักเรียนมีโอกาสแก้ไขข้อบกพร่อง เมื่อประสบความสำเร็จจะทำให้เกิดความมั่นใจและมีกำลังใจที่จะเรียนบทเรียนต่อไป เป็นการฝึกฝนที่ทำให้นักเรียนรู้จักคิดไตร่ตรองอย่างรอบคอบ และมีเหตุผลในการหาคำตอบอย่างระมัดระวังสอดคล้องกับจิตวิทยาในการเรียนรู้ของ ชันด์ (สวัณก์ นิยมคำ. 2517 : 15 ; อ้างอิงจาก Sund. 1967) กล่าวว่า นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีที่สุดก็ต่อเมื่อนักเรียนได้เกี่ยวข้องโดยตรงกับการค้นคว้าหาความรู้ โดยการจัดกิจกรรมที่นำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้า และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดเห็นของตนเองให้มากที่สุด ได้อย่างสมเหตุสมผลสอดคล้องกับการศึกษาของ นอร์เวล

(Norval. 1970 : 95-102) ที่พบว่า วิธีสอนที่เป็นการคิดวิเคราะห์แบบต่างๆ ก่อให้เกิดการคิดวิเคราะห์แบบจำแนกประเภท แบบโยงความสัมพันธ์และสรุปอ้างอิง เป็นการสอนที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีระบบและเป็นเหตุผลมากขึ้น

1.3 การจัดการเรียนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)

กับการจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครู เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ไปตามความรู้ ความสามารถของตน ซึ่งนักเรียนแต่ละคนจะใช้เวลาในการทำกิจกรรมมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความสามารถ ความต้องการ และสามารถซักถามข้อสงสัย ปัญหาต่างๆ จากครูได้เมื่อมีปัญหา ซึ่งการทำกิจกรรมต่างๆ เช่น การเผชิญสถานการณ์ปัญหาในใบกิจกรรม การทำแบบฝึกหัด ประจำหน่วยการเรียนรู้เป็นรายบุคคลเหมือนกัน สอดคล้องกับคำกล่าวที่ว่า นักเรียนแต่ละคนจะเรียนรู้ไปตามความสามารถของตนซึ่งนักเรียนแต่ละคนจะใช้เวลาในการทำกิจกรรมมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความสามารถของตน และสามารถซักถามปัญหาต่อผู้สอนเป็นรายบุคคลเช่นเดียวกัน (จารุวรรณ ยังรักษา. 2542 : 87; อ้างอิงจาก วัชรีย์ บุรณสิงห์. 2525 : 134) ซึ่งความสามารถด้านการคิดอย่างมีเหตุผลสามารถส่งเสริมได้ ดังที่ เลวิน (Levin. 1979) ได้ทำการทดลองสอนกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เมื่อปี 1979 ที่ประเทศอิสราเอล พบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลสามารถสอนได้ ถ้าจัดประสบการณ์การเรียนรู้ หรือวิธีสอนอย่างเหมาะสม การจัดโปรแกรมการสอน โดยใช้เนื้อหาวิชาในหลักสูตรปกติ เป็นสื่อในการพัฒนาทักษะการคิด จัดว่าเป็นโปรแกรมที่เสริมสร้างทักษะการคิด (สมเจตน์ ไวยาการณ์. 2530 : 24) สอดคล้องกับแนวคิดซึ่งพัฒนาโดย ลิพแมน ชาร์ป และออสแคนยัน (สุภานันท์ เสถียรศรี. 2536 : 126; อ้างอิงจาก Lipman, Sharp and Oscanyon. 1980) กล่าวว่า การใช้กระบวนการคิดเพื่อหาข้อสรุปในการแก้ปัญหา การสรุปหลักการจากข้อมูลและเงื่อนไขที่มีอยู่ การโยงเหตุและผลเข้าด้วยกัน ทั้งนี้โดยอาศัยความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียนเป็นเครื่องกระตุ้นในการฝึก โดยมีความเชื่อที่ว่า ในขณะที่ทำการสอนเนื้อหาวิชานั้นถ้าให้ผู้เรียนได้รู้จักใช้การคิดอย่างใคร่ครวญ มีการวางแผนตลอดจนกำหนดแนวทางปฏิบัติเพื่อนำไปสู่เป้าหมาย โดยมีการแบ่งงานออกเป็นส่วนตัว หรือเป็นขั้นตอนต่อเนื่อง และมีการประเมินตรวจสอบการคิดของตนเอง ก็จะเป็นการปลูกฝังทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งการคิดและการพัฒนาการคิดเป็นสิ่งที่นักศึกษาทั่วไปมีความเห็นสอดคล้องกันว่า เป็นสิ่งสำคัญในการจัดการศึกษาทุกระดับ (สมเจตน์ ไวยาการณ์. 2530 ; 11; อ้างอิงจาก Fredericksen. 1984) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ โรเจอร์ (Roger. 1970 : 146) ที่กล่าวว่า ภาวะที่ส่งเสริมให้บุคคลกล้าคิด ได้แก่ ภาวะที่บุคคลนั้นมีอิสระในการคิดโดยไม่ถูกวิพากษ์วิจารณ์ เพราะเป็นการคิดที่ยึดหลักเกณฑ์คิดจากเหตุใหญ่ไปสู่เหตุย่อย มีรูปแบบที่แน่นอน มีระเบียบแบบแผน เป็นการคิดจากข้อมูลต่างๆ ที่มีลักษณะร่วมกัน แตกต่างกันหรือคล้ายคลึงกัน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนวิเคราะห์จากข้อเท็จจริงตลอดจนปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น ได้มีการเปรียบเทียบความแตกต่างในลักษณะต่างๆ เป็นผลให้ผู้เรียนต้องใช้เหตุผลในการคิดและการคิดของผู้เรียนจะสูงขึ้นเมื่อได้รับการกระตุ้นให้คิด (Carter. 1968 : 688;and Mc.Multy. 1981 : 82-A)

1.4 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแบบแผนการวิเคราะห์แบบกลุ่มสัมพันธ์ (RBD) ใช้การ

วิเคราะห์ความแปรปรวนในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งจะใช้ตัวแปรร่วมเพื่อจำแนกความแตกต่างออกเป็นกลุ่ม(block) และใช้ความแปรปรวนเนื่องจากกลุ่มปรับค่าความคลาดเคลื่อนของการทดลองนั้น (อวยพร จุฑานนท์. 2528 : 2) ซึ่งในการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลระหว่างนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) กับการจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครูย่อมเป็นไปได้ว่าผลการเรียนของเด็กนอกจากจะเป็นผลโดยตรงจากวิธีสอนแบบต่างๆ แล้ว บางส่วนอาจเกิดจากสภาพอื่นๆ ที่แตกต่างกันของเด็ก เช่น พื้นความรู้เดิม ความสามารถทางคณิตศาสตร์ ระดับสติปัญญา ความมีเหตุผล นั้นคือความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มมิได้เกิดจากการจัดกระทำ (treatment) เพียงอย่างเดียว แต่อาจเป็นเพราะความแตกต่างที่มีอยู่เดิมของกลุ่มก็เป็นไปได้ (ลัดดาวัลย์ หวังพานิช. 2528 : 239) เพื่อที่จะช่วยในการลดอิทธิพลของตัวแปรรบกวน คือ ต้องทำให้ความแตกต่างระหว่างหน่วยทดลองมีน้อยที่สุดโดยการจัดเข้ากลุ่ม(block) จัดตัวแปรรบกวน เพื่อไม่ให้มีผลต่อการทดสอบการจัดกระทำ (treatment) และให้ในแต่ละกลุ่ม (block) มีความเป็นเอกพันธ์กัน หรือมีความแตกต่างกันน้อยที่สุด โดยให้ระหว่างกลุ่ม (block) มีความแตกต่างกัน ซึ่งแบบแผนการทดลองกลุ่มสุ่มนี้ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) มาวิเคราะห์ข้อมูลบางที่เรียกว่าวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนในแบบกลุ่มสุ่ม (Analysis of Variance on Randomized Block Design) โดยในการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลระหว่างนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) กับการจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครู มีคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์เป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่ม (Block) และมีคะแนนทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลหลังการทดลองเป็นตัวแปรตาม ซึ่งแบบแผนการทดลอง RBD จะมีความยืดหยุ่นดีทั้งจำนวนสิ่งทดลองและจำนวนบล็อกและสามารถควบคุมความแปรปรวนของการทดลองได้ทางหนึ่ง ทำให้วัดอิทธิพลของสิ่งทดลองได้ดีขึ้นและละเอียดขึ้น โดยลดค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (error variance) นอกจากนี้การวิเคราะห์ทางสถิติก็ง่าย (สุรพล อุปติสสกุล. 2521 : 57) ซึ่งสอดคล้องกับข้อคิดเกี่ยวกับแบบแผนการทดลอง RBD ของ สายชล สันสมบัติ (2546 :83) ที่กล่าวไว้ว่า การจัดหน่วยการทดลองออกเป็นบล็อก เมื่อใช้การวางแผนการทดลองแบบนี้จะทำให้ได้ผลเที่ยงตรง (precirion) ทำให้สามารถลดความคลาดเคลื่อนในการทดลองอันเนื่องมาจากความเอนเอียง ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทดลองให้สูงขึ้น

2. การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) กับการจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครู เมื่อใช้แบบแผนการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ไม่ทำให้ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนแตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจาก

2.1 การจัดการเรียนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) กับการจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครู เป็นรูปแบบการเรียนการสอน มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมการคิด เพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล เป็นการสอนที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนมี

ความสามารถในการคิดอย่างมีระบบและเป็นเหตุผลมากขึ้นตามที่ได้อภิปรายผลไว้ในข้อ 1.1 , 1.2 และ 1.3 ดังกล่าวข้างต้น

2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแบบแผนการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ซึ่งในการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลระหว่างนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) กับการจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครู โดยมีคะแนนการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรร่วม และมีคะแนนทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลหลังการทดลองเป็นตัวแปรตาม เป็นการใช้ตัวแปรร่วมเป็นตัวปรับ (Adjusted) ค่าความคลาดเคลื่อนของการทดลอง โดยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลในกรณีที่มีตัวแปรอิสระที่ผู้วิจัยไม่สนใจศึกษา และไม่สามารถควบคุมให้เท่ากันได้ในแต่ละกลุ่ม และตัวแปรนั้นยังมีความสัมพันธ์กันสูงกับตัวแปรตามอีกด้วย ซึ่งมักเรียกตัวแปรอิสระที่ไม่สนใจศึกษาแต่มีผลต่อตัวแปรตามว่า ตัวแปรร่วม (Covariate) ซึ่งการควบคุมตัวแปรรบกวนด้วยวิธีการควบคุมทางสถิติวิธีนี้เรียกว่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance : ANCOVA) เนื่องจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมนั้นเป็นการวิธีการผสมระหว่างการวิเคราะห์ความแปรปรวนกับการวิเคราะห์การถดถอย ดังนั้นข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมนั้นเป็นข้อตกลงเบื้องต้นร่วมกันระหว่างการวิเคราะห์ความแปรปรวน กับการวิเคราะห์การถดถอย ซึ่งเมื่อเทียบกับการวิเคราะห์ความแปรปรวนในแบบกลุ่มสุ่มแล้ว การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมจะมีข้อตกลงเบื้องต้นเพิ่มขึ้นจากการวิเคราะห์ความแปรปรวน คือข้อตกลงของการวิเคราะห์การถดถอย ซึ่งการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมนั้นเป็นการวิธีการที่ช่วยให้ผู้ทดลองขจัดแหล่งความลำเอียงที่ไม่สามารถขจัดออกไปได้โดยการควบคุมการทดลองได้น้อย 1 แหล่ง ช่วยลดความคลาดเคลื่อนทางการทดลอง และถ้ากลุ่มตัวอย่างไม่มีความเป็นเอกพันธ์ก่อนการทดลอง อาจเก็บข้อมูลเพื่อเป็นตัวแปรร่วมได้ในขณะทดลอง แต่การคำนวณยุ่งยากกว่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนและข้อตกลงเบื้องต้นเข้มงวดมากกว่า ทำให้การวิจัยบางอย่างปฏิบัติไม่ได้ (ระวีวรรณ พันธุ์พานิช, 2540 : 246)

จะเห็นว่าแบบแผนทั้งสองแบบแผนสามารถควบคุมอิทธิพลของตัวแปรร่วมที่ไม่ได้สนใจศึกษาได้ดีเหมือนกันซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Cochran and Cox (1957) ที่พบว่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมและการแบ่งกลุ่ม (block) ให้ผลดีเท่าๆกัน ในการจัดผลของตัวแปรอื่นนอกจากความคลาดเคลื่อนของการทดลอง ถ้าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรร่วมและตัวแปรตามเป็นเส้นตรงซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Cochran (1957 : 106-107) ที่ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อเสียของแบบแผนการวิเคราะห์กลุ่มสุ่มว่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมและการแบ่งกลุ่ม (block) ให้ผลดีเท่าๆกัน ในการจัดผลของตัวแปรอื่นนอกจากความคลาดเคลื่อนของการทดลอง

ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยครั้งนี้สามารถสรุปเป็นข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ในการวิจัยครั้งต่อไปดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การจัดการเรียนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) เป็นการสอนที่ยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมด้วยตนเอง ซึ่งครูจะต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล สภาพความพร้อม ตลอดจนพื้นฐานหรือประสบการณ์เดิมของนักเรียนแต่ละคน

1.2 การจัดการเรียนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ครูผู้สอนจะต้องให้นักเรียนได้ฝึกกระทำด้วยตนเองให้มากที่สุด และควรระมัดระวังในการช่วยเหลือนักเรียนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้มีทักษะในการปฏิบัติงานที่ถูกต้อง

1.3 ควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอน แบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ผสมผสานไปกับการสอนปกติ

1.4 กิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละครั้งควรให้มีความหลากหลาย ทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองของนักเรียนสามารถที่จะส่งเสริมและพัฒนาได้ แต่ต้องใช้เวลาและความอดทน ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนรู้จักคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหาด้วยวิธีการต่างๆ และครูควรเลือกวิธีการสอนรวมทั้งกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีความหลากหลาย น่าสนใจและควรทำอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ นักเรียนเกิดทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองอย่างรวดเร็วและคงทน

1.5 ควรศึกษาแบบแผนการทดลองให้เหมาะสมกับงานวิจัยที่ศึกษาค้นคว้า เพราะงานวิจัยโดยส่วนใหญ่มีจุดมุ่งหมายเพื่ออธิบายอิทธิพลของตัวแปรอิสระที่สนใจศึกษาว่ามีผลต่อตัวแปรตามหรือไม่ แต่ในความเป็นจริงมีตัวแปรอิสระมากมายที่อาจมีผลต่อตัวแปรตาม

1.6 แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มสุ่ม (RBD) กับแบบแผนการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ทั้งสองวิธีเป็นตัวแทนแบบแผนที่มีการควบคุมตัวแปรปรวนหรือตัวแปรร่วม ที่ผู้ทำการวิจัยไม่ได้สนใจศึกษาแต่มีผลต่อตัวแปรตามเหมือนกัน โดยมีข้อแตกต่างกันที่การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเป็นการใช้ตัวแปรร่วมเป็นตัวปรับ (Adjusted) ค่าความคลาดเคลื่อนของการทดลอง สำหรับการวิเคราะห์แบบกลุ่มสุ่มซึ่งใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนในการวิเคราะห์ข้อมูลจะใช้ตัวแปรร่วมเพื่อจำแนกความแตกต่างออกเป็นกลุ่ม (block) และใช้ความแปรปรวนเนื่องจากกลุ่มปรับค่าความคลาดเคลื่อนของการทดลองนั้น

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัย

2.1 ควรมีการศึกษากิจกรรมการเรียนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง ไปศึกษาผลในด้านต่างๆ เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการถ้อยแถลง ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นต้น

2.2 ควรมีการศึกษากิจกรรมการเรียนรู้แบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเองกับการสอนวิธีอื่นๆ เช่น วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน วิธีสอนแบบปฏิบัติการ วิธีสอนอุปนัย วิธีสอนแบบนิรนัย

2.3 ควรมีการศึกษากิจกรรมการเรียนรู้แบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเองกับเนื้อหาอื่น ๆ เช่น จำนวนนับ จำนวนเต็มลบ การประมาณค่า สมการและอสมการเป็นต้น

2.4 ควรมีการศึกษากิจกรรมการเรียนรู้แบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเองไปทดลองกับนักเรียนในระดับชั้นอื่น ๆ เช่น ระดับประถมศึกษา หรือระดับมัธยมศึกษา เพื่อให้ได้ผลการศึกษากว้างขวางขึ้น

2.5 ควรศึกษาการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแบบแผนกลุ่มสัมพันธ์กับแบบแผนการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมกับงานวิจัยเชิงทดลองอื่นๆ เพื่อจะได้ข้อมูลและผลการวิเคราะห์ซึ่งอาจจะสอดคล้องหรือขัดแย้งกับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้

2.6 ควรศึกษาการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแบบแผนกลุ่มสัมพันธ์กับแบบแผนการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมกับงานวิจัยเชิงสำรวจ เพื่อจะได้ข้อมูลและผลการวิเคราะห์ซึ่งอาจจะสอดคล้องหรือขัดแย้งกับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กนิษฐา อุ่นอนันต์. (2532). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และ
ความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วย
รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผลกับการสอนตามคู่มือครู
ของสสวท. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม.(วิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ . ถ่ายเอกสาร.
- กรมสามัญศึกษา. ศึกษาพิเศษ. (2534). คู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการ
การวิชาคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : ม.ป.พ.
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ,สำนักงาน. (2540). แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 8
(พ.ศ. 2540 – 2544). กรุงเทพฯ : ทบวงมหาวิทยาลัย.
- จรรยา กุ๋ออดม. (2544). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้าง
ความรู้. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ด.(คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ . ถ่ายเอกสาร.
- จรัญ จันทลักษณ์. (2527). สถิติวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- จารุวรรณ ยังกษา. (2542). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชา
คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบค้นพบโดยใช้กิจกรรม
การเรียนแบบคอนสตรัคติวิซึมเป็นกลุ่มกับเป็นรายบุคคล และการสอนตามคู่มือครู. ปรินญา
ณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิ
โรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จำนง วิบูลย์ศรี. (2526). อิทธิพลของภาษาต่อการคิดเชิงเหตุผลในเด็กไทย : การวิจัยเชิงทดลอง.
กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จิราภรณ์ กุณสิทธิ์.(2541).การทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยตัวแปรด้าน
การกำกับตนเองในการเรียน การรับรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ ทศนคติต่อ วิชา
คณิตศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร.
วิทยานิพนธ์ ค.ม. (จิตวิทยาการศึกษา).กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.ถ่ายเอกสาร.
- จิราภรณ์ ศิริทวี. (2541,กันยายน). “เทคนิคการจัดกิจกรรมให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้
(Constructivism),” วารสารวิชาการ. 1(9) : 35-52.
- เจดศักดิ์ ชุมนม. (2540). “นิรमितนิยม-ทฤษฎีการสร้างความรู้โดยผู้เรียน(Constructivism),” คู่มือ
ฝึกอบรมเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนแบบบูรณาการวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์.
กรุงเทพฯ : สำนักงานประสานงานโครงการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์. กระทรวงศึกษาธิการ.

- ชวลิต สูงใหญ่. (2530). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์และความสนใจใน วิชาคณิตศาสตร์อันเป็นผลจากการสอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนโดยชุด การสอน. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชูศรี วงศ์รัตน. (2528). แบบแผนการทดลองและสถิติ. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ.
- เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์. (2530). การฝึกสมรรถภาพสมองเพื่อพัฒนาคุณภาพการคิด. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ณรงค์ พ่วงศรี. (2525). การสร้างแบบทดสอบการคิดอย่างมีเหตุผล. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- ดวงเดือน อ่อนน่วม. (2538, กันยายน-ตุลาคม). "การสอนคณิตศาสตร์ที่เป็นกระบวนการ," วารสารคณิตศาสตร์. 39(444-445) : 51-66.
- นิดา กิตติพงษ์นุรักษ์. (2543). การศึกษาปัจจัยภายในและภายนอกที่สัมพันธ์ต่อการรับรู้ตนเองใน วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. (2540). ทฤษฎีและแนวคิดเรื่องการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม. กรุงเทพฯ : โครงการพัฒนาการเรียนการสอน. สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- (2545). การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ (รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์). คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- (2548). เอกสารประกอบการสอนวิธีการวิจัยทางการศึกษา. ภาควิชาการวัดและ ประเมินผลทางการศึกษา. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ประเวศ วะสี. (2538). "ยุทธศาสตร์ทางปัญญาของชาติ," ใน ยุทธศาสตร์ที่สำคัญของสังคมไทย. หน้า 38-40 . กรุงเทพฯ : มูลนิธิภูมิปัญญา.
- ปริญทิพย์ บุญคง. (2545). การศึกษาปัจจัยบางประการที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติ ทางการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ผจงจิต อินทสุวรรณ. (2539). แบบแผนเชิงสถิติของการทดลอง. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- พัชรา ทศนวิจิตรวงศ์. (2540). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยบางประการกับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- พัชรินทร์ เปรมประเสริฐ. (2542). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และ
ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดย
เน้นกระบวนการคณิตศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.
(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
ถ่ายเอกสาร.
- ไพจิตร สดวกการ. (2539). ผลของการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มี
ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของ
นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ค.ด. (หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพฯ :
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- เพ็ญจันทร์ เจียบประเสริฐ. (2543). รายงานการวิจัยการศึกษาประสิทธิภาพของปฏิบัติการบล็อก
แบบร่วมแรงร่วมใจที่มีต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องเลขฐานอื่น. กรุงเทพฯ : คุรุศาสตร์
สถาบันราชภัฏภูเก็ต.
- เพ็ญพิไล ฤทธาคนานนท์. (2536). พัฒนาการทางพุทธิปัญญา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ระพีพันธ์ คร้ามณี. (2544). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดอย่างมี
เหตุผลเชิงวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษาโดยการสอน
ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์กับการสอนแก้ปัญหา. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).
กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ระวีวรรณ พันธุ์พานิช. (2540). แบบแผนเชิงสถิติของการทดลอง. คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- รังรอง งามศิริ. (2540). การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรที่มีผลต่อความวิตกกังวล
ในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ค.ด.
(จิตวิทยาการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
ถ่ายเอกสาร.
- รุ่งโรจน์ ศรีจันทร์แก้ว. (2547). การศึกษาเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบ (Power of Test) ของผล
การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแบบแผนการวิเคราะห์แบบกลุ่มสุ่ม (RBD) กับแบบแผนการวิเคราะห์
ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA). ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา).
กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : สุริยยา
สาส์น.
- (2540). สถิติวิทยาทางการวิจัย. กรุงเทพฯ : สุริยยาสาส์น.
- ลัดดาวัลย์ หวังพานิช. (2528). สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. สำนัก
ทดสอบทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- วรารณ สุรัตนกร. (2544). ผลของการฝึกแก้ปริศนาคณิตศาสตร์ต่อการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีการรับรู้ความสามารถของตนเองด้านคณิตศาสตร์ต่างกัน. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาพัฒนาการ). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วัชรินทร์ บุญมาทิต. (2532). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองที่เน้นคำถาม อเนกนัย. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (ศึกษาวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วิโชติ พงษ์ศิริ. (2540). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิซึมด้วยวิธีสอนแบบแก้ปัญหา กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วิลาสลักษณ์ ชั่ววัลลี. (2538,มกราคม-เมษายน). "การรับรู้ความสามารถของงานในเรื่องอาชีพ:ตัวแปรที่สนใจในการศึกษาเกี่ยวกับอาชีพและการทำงาน," วารสารจิตวิทยา. 2(1) : 97-109.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2538). แนวคิดในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน. กรุงเทพฯ : ม.ป.พ. ถ่ายเอกสาร.
- สมเจตน์ ไวยาการณ. (2530). รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมโภชน์ เอี่ยมสุภาษิต. (2536). ทฤษฎีและเทคนิคการปรับพฤติกรรม. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมศักดิ์ ขจรเจริญกุล. (2539,มกราคม-กันยายน). "สภาพการจัดการเรียนการสอนของครูคณิตศาสตร์โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 2 ปีการศึกษา 2538," วารสารการวิจัยทางการศึกษา. 26(1-3) : 76-77.
- สมศักดิ์ สินธุเวชญ์. (2542,มกราคม). "ยุทธศาสตร์การสอน," วารสารวิชาการ. 2(1) : 51-79.
- สมศักดิ์ โสภณพินิจ. (2537,กรกฎาคม-ธันวาคม). "ยุทธวิธีการแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์กับการสอน," วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 2(2) : 61-79.
- สาคร ธรรมศักดิ์. (2541). ผลการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิซึมแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สายชล สินสมบูรณ์. (2546). สถิติวิเคราะห์. กรุงเทพฯ : โครงการตำราคณะวิทยาศาสตร์

- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2540). แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 8 (พ.ศ.2540 - 2544). กรุงเทพฯ : สำนักนายกรัฐมนตรี.
- สำนักทดสอบทางการศึกษา. (2542). รายงานผลการประเมินคุณภาพการศึกษานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2540. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- สิปปนนท์ เกตุทัต (2540, พฤษภาคม-มิถุนายน). "การศึกษาของเด็กไทย," จุลสารธุรกิจบัณฑิต. 18(49) : 4.
- สิริวรรณ อัสวกุล. (2528). ความคาดหวังเกี่ยวกับความสามารถในการทำงานที่กำหนดของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการสูงและต่ำ. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (จิตวิทยา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. (2536). สถิติประยุกต์เพื่อการวิจัย. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุพรรณิ กันตพิติก. (2542). ความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ความสามารถของตนเองกับพฤติกรรมการปฏิบัติตัวด้านสุขภาพในระยะตั้งครรภ์ของมารดาวัยรุ่น. วิทยานิพนธ์ พย.ม. (พยาบาล). ขอนแก่น : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- สุภานนท์ เสถียรศรี. (2536). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ การคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมการคิดกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุนันทา พรหมบุญ และ อรพรรณ พรสีมา. (2541). ทฤษฎีและแนวคิดเรื่องการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- สุรพล อุปติสสกุล. (2521). สถิติการวางแผนการทดลองขั้นต้น. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2536). จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2517). การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.
- หนึ่งนุช กาพภักดี. (2543). การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดระดับสูงและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคอนสตรัคติวิซึ่มกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- หนึ่งฤทัย เมฆวาท. (2546). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์กับความวิตกกังวลในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่

- 3 โดยวิธีวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคอล. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา).
กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อนันต์ จันทร์ทวี. (2523). ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ผลสัมฤทธิ์ และทัศนคติ ของนักเรียนชั้น มศ.2 และ ม.2. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ด.
(การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
ถ่ายเอกสาร.
- อรุณี สุพรรณพงศ์. (2545). การพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเอง
โดยวิธีสอนแบบค้นพบด้วยการแนะแนวทาง เรื่องเส้นตรงและมุม, ความยาว พื้นที่และ
ปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ :
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อวยพร จุฑานนท์. (2528). การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม การ
วิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของการวัดซ้ำ และการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสุ่มภายใน
บล็อกเมื่อใช้ตัวแปรร่วม. วิทยานิพนธ์ พ.ม.(สถิติ) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- อัมพร ม้าคอง. (2543,กรกฎาคม-ตุลาคม). "การสอนตามแนวคิดทฤษฎี Constructivist ในชั้น
เรียนคณิตศาสตร์," วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 29(1) : 74-80.
- อุทุมพร ทองอุไทย. (2519). แผนวิเคราะห์ข้อมูลพฤติกรรมศาสตร์. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- Alsop, John Keough. (1996,February). "The Effect of Mathematics Instruction based on
Constructivist on Prospective Teachers' Conceptual Understanding, Anxiety, and
Confidence," in *Dissertation Abstracts international*. 56(8) : 3038-A. Michigan : Bell
Howell.
- Anthony, Glenda. (1996,December). "Active Learning in a Constructivist Framework,"
Educational Studies in Mathematics. 31(4) : 349-369.
- Ausubel, David P. (1968). *Educational Psychology*. New York : Holt Rinehart.
- Bandura,A. (1977). *Social Learning Theory*. Englewood Cliffs,NJ : Prentice-Hall.
- _____. (1977,March). Self-Efficacy as a Determinant of Career Maturity in Urban and Hih
School Seniors ,*Journal Career Assessment*. 59(3) : 05-315.
- _____. (1986). *Social Foundation of Thought and Action : A Social Cognitive Theory*.
New Jersey : Prentice – Hall , Englewood Cliffs.
- Betz, N.E. and Hackett, G. (1983). "The Relationship of Mathematics Self-Efficacy
Expectation to the Selection of Science-Based College Major," *Journal of Vocation
Behavior*. 23(3) : 329-345.

- Bruner, J.S.(1964). "The Course of Cognitive Growth," *American Psychologist*. V.19 : HS.
- Bruner, J.S. and R.R. Diver. (1966). *Studies in Cognitive Growth*. New York : John Wiley and Sons.
- Bullock, Velma Lucille. (1996, August). "The Influences of a Constructivist Approach on Student' Attitudes Toward Mathematics in a Preservice Elementary Teachers Mathematics Course," in *Dissertation Abstracts Internation*. 57(2) : 611-A. Michigan : Bell Howell.
- Campbell, Patricia F. (1997,October). "Connecting Instructional Practice to student Thinking," *Teaching Children Mathematics*. 4(2) : 106-110.
- Carter, Jack L. (1968,November). "The Authovitarian V.S. the Inquiry Approach ," *School Science and Mathematics*. LXVIII(8) : 686 -688.
- Cillessen,Antonius H.N. (1997). Sociometric Status, Social Self-Perception, and the Development of School Adjustment in Middle Childhood. (Online). Available : FTP : ericir.syr.edu ; Acc.NO : ED408106.
- Clements. Douglas H. (1997, December). "(Mis?)Constructing Constructivism," *Teaching Children Mathematics*. 4(4) : 198-200.
- Cobb, P. (1994, November). "Where is the Mind? Constructivist and Sociocultural Perfectives on Mathematical Development," *Educational Researcher*. 23(7) : 13-20.
- Cochran. W.G., and Cox, G.M. (1957). *Experimental Designs*. New York : Wiley.
- Cook, Allen Peter. (1995). "On the Creation of Constructivist Instructional Process for Selected Topics in Algebra." *Dissertation Abstracts International*. 55(10) : 3124-A.
- Crawford, Michael and Mary, Witte. (1999, November.) "Strategies for Mathematics Teaching in Context," *Educational Leadership*. 3(57) : 34-39.
- Davis, Robert B. (1996,January). "One Very Complete View Of How Children Learn Mathematics," *Journal for Research in Mathematics Education*. 27(1) : 23.
- Delacourt, Marcia A.B., Lyn, Heather D. & Rejskind, F. Guillian. (1997). "Self-Perception of low and high ability adolescents in a Caribbean context," *Journal for the Education of the Gifted*. (CD-ROM). 20(3) : 224-252. Available : Library/NISC DISC REPORT.
- Driscoll, Marcy P. (1994). *Psychology of Learning for Instruction*. Boston : Allyn and Bacon.
- Gagne, Robert H. (1974). *Essentials of Learning for Instruction Hinsdale, The Dryden*.
- Gredler, Margaret E. (1997). *Learning and Instruction Theory into Practice*. 3rd ed. New Jersey : Prentice-Hall Inc.
- Greeno, Jame G. (1988). "Instructional Representation Based on Research about

- Understanding." in *Cognitive Science and Mathematics Education*. Edited by Alan H Schoenfeld. PP. 23-31. Hillsdale. New Jersey : Lawrence Erlbaum Associates.
- Guilford, J.P. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. New York : McGraw-Hill.
- Gullford, J.P. and Hoepfner. (1971). *The Analysis of Intelligence*. New York : McGraw-Hill.
- Hackett,G. and Betz,N.E. (1989). "An Eeploration of the Mathematics Self-Efficacy Mathematics Performance Correspondence," *Journal for Research in Mathematics Education*. 20(1) : 263-271.
- Hilgard, Ernest R. (1957). *Introduction to Psychology*. New York. : Harcourt, Brace and World Inc.
- Kenneth T. Henson. (1996). "Methods and Strategies for Teaching in Secondary and Middle School". 3rd .ed. U.S.A. : Longman Publishers.
- Keppel. Geoffrcy. (1991). Design and Analysis. *A researcher's Handbook*. Englewood Cliffs. NJ : Prentice Hall.
- Kirk, Roger E. (1995). *Experimental Design : Procedures for the Behavioral Sciences*. 3rd ed. Californial : Brooks/Cole Publishing Company.
- Krulik, Stephen and Jesse A. Rudnick. (1993). Reasoning and Problem Solving. *A Handbook for Elementary School Teachers*. Boston : Allyn and Bacon, Inc.
- Lappan, Glenda and Pamela W, Schram. (1989). "Communication and Reasoning : Critical Dimensions of Sense Making in Mathematics," in *New Directions for Elemental School Mathematics. 1989 yearbook*. PP. 14-30 Reston. Virginia : The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- Levin, Tamer. (1979). "Instruction Which Enable Students to Develop Higher Mental Process," *In Evaluation in Education*. Vol. 3 : 174-220 Choppin B.H. and Postletwaire(e.d.) Pergamon Press Ltd.
- Lopez, F.G. and Lent,R.W. (1992). "Sources of Mathematics Self-Efficacy in High Student," *The Career Development Quarterly*. 41 : 3-21.
- Mahalanobis, P.C. (1964,June). "Professor Ronald Aylmer Fisher," *Biometrics*. 2 : 238-251.
- Marsh, Herbert W. and Yeung, Alexander Seeshing. (1997,December). "Organization of Children's Academic Self-Perceptions : Reanalysis and Counter-Interpretations of Confirmatory Factor Analysis Results," *Journal of Education Psychology*. 89(4) : 752-759.
- Maddox, H. (1963). *How to study*. London : Wyman Ltd.
- Mone, Mark A. (1994, summer). "Comparative Validity of Two Measures of Self-Efficacy in

- Predicting Academic Goal and Performance," *Educational and Psychological Measurement*. 54(2) : 516-529.
- Myer, Jerome L. (1979). *Fundamental of Expermental Design*. Boston : Allyn and Bacon, Inc.
- Nickerson, Raymond S. (1984, September). "Kinds of Thinking Taught in Current Programs," *Educational Leadership*. 42(1) : 26-36.
- Norwich, B. (1987,December). "Self-Efficacy and Mathematics Achievment : A Study of Their Relation," *Journal of Education Psychology*. 79(4) : 384-387.
- Norwich, Brahm and Rovoli,Irini. (1993,June). "Affective Factors and Learning Behavior in Secondary School Mathematics and English Lessons for Average and Low Attainers," *British Journal of Education Psychology*. 63(2) : 308-321.
- Noval, Scott. (1970,April). "Strategy of Inquiry and Styles of Categorization A Three Years Exploratory Study," *Journal Of Research in Science Teaching*. Vol. 7 : 95 -102.
- Pajares, F. and J. Kranzler. (1995). Role of Self-Efficacy and General Mental Ability in Mathematics Problem-Solving : A Path Analysis. *Paper Presented at The Annual Meeting of The American Education Research*.
- Pajares, F. and Miller,M.D. (1994,June). "Role of Self-Efficacy and Self Concept Beliefs in Mathematical Problem Solving," *Journal of Educational Psychology*. 88(2) : 193-203.
- Piaget, J. (1960). *The Psychology of Intelligence*. Translated by M. Piercy & D.E. Berlyne. Harcourt : Brance.
- Piaget, J and B, Inhelder. (1969). *The Psychology of the Child*. Translated by Helen Weaver. New York : Basic Books.
- Ray, Charles Lear. (1979, December). "A Comparative Laboratory Study of the Effects of Lower Level and Higher Level Question on Students' Abstracts Reasoning and Critical Thinking in Two Non-Directive High School Chemistry Classroom," *Dissertation Abstracts International*. 40 : 3220-A.
- Rowan, Thomas E. and LornaJ. Morrow. (1993). *Implementing the K-8 Curriculum and Evaluation Standards Readings From the Arithmetic Teacher*. Reston Virginia : National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- Roger, G.P. (1970). "Towards a Theory of Creative, " in *Creativity*. Harmonsworth, Penquin Book, Ltd., 5 : 146 -149.
- Skaalvisk, Einer M. and Rankin,Richard J. (1995,Spring). "A Test of Internal / External

- Frame of Reference Model at Difference Level of Math and Verbal Self-Perception," *American Educational Research Journal*. 32(1) : 161-184.
- Schunk, D.H., Handson, A.R. and Cox, P.D. (1987,March). "Peer-Model Attributes and Chilgren's Achievement Behaviors," *Journal of Education Psychology*. 79(1) : 54-61.
- Simson, Sharon M., et.al. (1996,September). "Organization of Children's Academic Abillity-Related Self-Perceptions," *Journal of Education Psychology*. 88(3) : 387-396.
- Stockton, M.B. (1995). "The Influence of Same-Sex Role Modeling on The Math Anxiety, Math Self-Efficacy, and Math Performance of Female College Algebra Students," *M.A.I.* 33(1) : 30.
- Sund, Robert B. (1976). *Piaget For Education : A Multimedia Program*. Ohio : Charles E. Merrill Publishing Company, A Bell & Howell Company, 184 p.
- Sutherland, Peter. (1992). *Cognitive Development Today : Piaget and his Critics*. London : Paul Chapman Publising Ltd.
- Wade, Eileen Gray. (1995, May). "A study of the Effects of Constructivist-Based Mathematics Problem Solving Instructional Program on the Attitudes. Self-confidence, and Achievement of Post-fifth-grade Student.(Constructivist)," in *Dissertation Abstracts International*. 51(11) : 3411-A. Michigan : Bell Howell.
- William, James Melford. (1981, October). "A Comparison Study of the Tradition Teacheing Procedures on Student Attitude, Achievement, and Crittical Thinking Ability in Eleventh Grade United States History." *Dissertation Abstracts International*. 42 (4) : 1605-A
- Writt, Patrich James. (1988, July). "Mathematical Problem-Solving : An Exploration of the Relation of the Relationship between Strategies and Heuristics," *Dissertation Abstracts International*. 48(1) : 72-A.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ตาราง 14 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมี
เหตุผล

ข้อ	ค่าความสอดคล้อง(IOC)	ผลการคัดเลือก	ข้อ	ค่าความสอดคล้อง(IOC)	ผลการคัดเลือก
1	1.0	คัดเลือกไว้	21	1.0	คัดเลือกไว้
2	1.0	คัดเลือกไว้	22	1.0	คัดเลือกไว้
3	1.0	คัดเลือกไว้	23	0.6	คัดเลือกไว้
4	1.0	คัดเลือกไว้	24	1.0	คัดเลือกไว้
5	1.0	คัดเลือกไว้	25	0.8	คัดเลือกไว้
6	1.0	คัดเลือกไว้	26	1.0	คัดเลือกไว้
7	1.0	คัดเลือกไว้	27	1.0	คัดเลือกไว้
8	1.0	คัดเลือกไว้	28	1.0	คัดเลือกไว้
9	0.8	คัดเลือกไว้	29	1.0	คัดเลือกไว้
10	0.8	คัดเลือกไว้	30	0.6	คัดเลือกไว้
11	1.0	คัดเลือกไว้	31	0.8	คัดเลือกไว้
12	1.0	คัดเลือกไว้	32	1.0	คัดเลือกไว้
13	0.8	คัดเลือกไว้	33	1.0	คัดเลือกไว้
14	1.0	คัดเลือกไว้	34	1.0	คัดเลือกไว้
15	1.0	คัดเลือกไว้	35	1.0	คัดเลือกไว้
16	0.8	คัดเลือกไว้	36	1.0	คัดเลือกไว้
17	1.0	คัดเลือกไว้	37	1.0	คัดเลือกไว้
18	1.0	คัดเลือกไว้	38	1.0	คัดเลือกไว้
19	1.0	คัดเลือกไว้	39	1.0	คัดเลือกไว้
20	1.0	คัดเลือกไว้	40	1.0	คัดเลือกไว้

ตาราง 14 (ต่อ) ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

ข้อ	ค่าความสอดคล้อง(IOC)	ผลการคัดเลือก	ข้อ	ค่าความสอดคล้อง(IOC)	ผลการคัดเลือก
41	1.0	คัดเลือกไว้	61	0.2	ตัดออก
42	0.8	คัดเลือกไว้	62	0.6	คัดเลือกไว้
43	1.0	คัดเลือกไว้	63	1.0	คัดเลือกไว้
44	1.0	คัดเลือกไว้	64	0.2	ตัดออก
45	0.8	คัดเลือกไว้	65	0.8	คัดเลือกไว้
46	1.0	คัดเลือกไว้	66	0.6	คัดเลือกไว้
47	0.8	คัดเลือกไว้	67	1.0	คัดเลือกไว้
48	1.0	คัดเลือกไว้	68	0.6	คัดเลือกไว้
49	1.0	คัดเลือกไว้	69	0.2	ตัดออก
50	1.0	คัดเลือกไว้	70	0.2	ตัดออก
51	1.0	คัดเลือกไว้	71	0.2	ตัดออก
52	1.0	คัดเลือกไว้	72	1.0	คัดเลือกไว้
53	1.0	คัดเลือกไว้	73	1.0	คัดเลือกไว้
54	0.8	คัดเลือกไว้	74	1.0	คัดเลือกไว้
55	1.0	คัดเลือกไว้	75	1.0	คัดเลือกไว้
56	0.6	คัดเลือกไว้	76	1.0	คัดเลือกไว้
57	1.0	คัดเลือกไว้	77	1.0	คัดเลือกไว้
58	1.0	คัดเลือกไว้	78	1.0	คัดเลือกไว้
59	0.8	คัดเลือกไว้	79	1.0	คัดเลือกไว้
60	1.0	คัดเลือกไว้	80	1.0	คัดเลือกไว้

ตาราง 15 ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่าง
มีเหตุผล

ข้อ	p	r	ข้อ	p	r	ข้อ	p	r
1	.75	.34	21	.62	.42	41	.60	.48
2	.70	.32	22	.77	.28	42	.52	.60
3	.58	.31	23	.78	.48	43	.44	.43
4	.73	.25	24	.77	.56	44	.47	.49
5	.75	.35	25	.51	.42	45	.48	.59
6	.78	.35	26	.57	.27	46	.30	.43
7	.35	.24	27	.73	.48	47	.50	.44
8	.52	.26	28	.75	.36	48	.41	.32
9	.62	.24	29	.74	.49	49	.41	.32
10	.44	.26	30	.71	.40	50	.32	.28
11	.49	.22	31	.75	.39	51	.43	.42
12	.30	.27	32	.66	.44	52	.38	.39
13	.30	.30	33	.58	.33	53	.42	.41
14	.62	.24	34	.59	.42	54	.31	.32
15	.68	.26	35	.43	.34	55	.46	.33
16	.67	.38	36	.52	.58	56	.27	.42
17	.62	.26	37	.54	.44	57	.38	.37
18	.60	.23	38	.53	.44	58	.35	.46
19	.65	.50	39	.46	.35	59	.48	.35
20	.69	.30	40	.45	.31	60	.39	.36

มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .898

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

แบบสอบถามการรับรู้ตนเองด้านความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ลักษณะของแบบสอบถามเป็นมาตราส่วนประเมินค่า 4 ระดับ (Rating Scale) จำนวน 20 ข้อดังนี้

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับการรับรู้ตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ตามสภาพความเป็นจริงมากที่สุด โดยพิจารณาดังนี้

เป็นจริงมาก หมายถึง นักเรียนมีการรับรู้ตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับมาก

ส่วนใหญ่จริง หมายถึง นักเรียนมีการรับรู้ตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับค่อนข้างมาก

ค่อนข้างจริง หมายถึง นักเรียนมีการรับรู้ตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับค่อนข้างน้อย

ไม่เป็นจริง หมายถึง นักเรียนมีการรับรู้ตนเองในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับน้อย

ข้อ	ข้อความ	ระดับความรู้สึก			
		เป็นจริง มาก	ส่วนใหญ่ จริง	ค่อนข้าง จริง	ไม่เป็น จริง
1	ข้าพเจ้าจำเนื้อหาในวิชาคณิตศาสตร์ได้ดี.....	.....	.....	.....	.....
2	ข้าพเจ้าทำความเข้าใจในสิ่งที่ตนจดบันทึกในวิชาคณิตศาสตร์ได้ .....	.....	.....	.....	.....
3	ข้าพเจ้าคิดแก้ปัญหาทางวิชาคณิตศาสตร์รูปแบบใหม่ๆได้.....	.....	.....	.....	.....
4	ข้าพเจ้าทำความเข้าใจคุณสมบัติต่างๆในวิชาคณิตศาสตร์ได้.....	.....	.....	.....	.....
5	ข้าพเจ้าอธิบายเนื้อหาในวิชาคณิตศาสตร์ได้อย่างชัดเจน.....	.....	.....	.....	.....
6	ข้าพเจ้าตอบคำถามของครูในวิชาคณิตศาสตร์ได้ .....	.....	.....	.....	.....
7	ข้าพเจ้านำความรู้ในชั่วโมงเรียนวิชาคณิตศาสตร์มาตอบข้อสอบได้....	.....	.....	.....	.....
8	ข้าพเจ้าเข้าใจเนื้อหาในวิชาคณิตศาสตร์ได้ดี .....	.....	.....	.....	.....
9	ข้าพเจ้าตรวจสอบคำตอบในการทำแบบฝึกหัดได้ .....	.....	.....	.....	.....
10	ข้าพเจ้าหาวิธีแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ได้หลายวิธี.....	.....	.....	.....	.....
11	ข้าพเจ้าเสนอความคิดเห็นในห้องเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้อย่างรวดเร็ว	.....	.....	.....	.....
12	ข้าพเจ้าทำแบบฝึกหัดวิชาคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเอง .....	.....	.....	.....	.....
13	ข้าพเจ้าอธิบายสิ่งที่เรียนรู้มาแล้วในวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้คำพูดของ ตนเองได้.....	.....	.....	.....	.....
14	ข้าพเจ้านำสูตรทางคณิตศาสตร์มาใช้แก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง .....	.....	.....	.....	.....
15	ข้าพเจ้าบอกได้ถูกต้องว่าอะไรคือสิ่งที่โจทย์ต้องการถาม .....	.....	.....	.....	.....
16	ข้าพเจ้าทำความเข้าใจเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่เรียนรู้มาแล้วได้ด้วย ตนเอง .....	.....	.....	.....	.....
17	ข้าพเจ้าเลือกวิธีคำนวณในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ได้.....	.....	.....	.....	.....
18	ข้าพเจ้าอธิบายความคิดของตนในวิชาคณิตศาสตร์ได้อย่างละเอียดลึกซึ้ง	.....	.....	.....	.....
19	ข้าพเจ้าแสดงขั้นตอนในการแก้ปัญหาโจทย์ทางคณิตศาสตร์ได้ .....	.....	.....	.....	.....
20	ข้าพเจ้าคำนวณหาคำตอบจากโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้.....	.....	.....	.....	.....

ตารางวิเคราะห์เนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังประจำบทเรียนเรื่อง เศษส่วน
 ช่วงชั้นที่ 3 ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 12 คาบ เวลาคาบละ 50 นาที

จำนวนคาบ	เรื่อง	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
1	เศษส่วน	1. นักเรียนสามารถบอกความหมายและชนิดของเศษส่วนได้ 2. นักเรียนสามารถเขียนเศษส่วนแสดงปริมาณที่กำหนดให้ได้ 3. นักเรียนสามารถบอกเศษส่วนที่แทนด้วยจุดบนเส้นจำนวนและเขียนจุดบนเส้นจำนวนแทนเศษส่วนที่กำหนดให้ได้
2	การเปรียบเทียบเศษส่วน	นักเรียนสามารถบอกได้ว่าเศษส่วนที่กำหนดให้เศษส่วนจำนวนใดมากกว่า น้อยกว่า หรือเท่ากัน
2	การบวกและการลบเศษส่วน	1. นักเรียนสามารถหาผลบวก และผลลบของเศษส่วนได้อย่างแม่นยำและรวดเร็ว 2. อธิบายผลที่เกิดจากการบวก และการลบเศษส่วน พร้อมทั้งบอกความสัมพันธ์ของการดำเนินการได้ 3. ตระหนักถึงความสมเหตุของคำตอบที่ได้จากการคำนวณและการแก้ปัญหา
1	การคูณเศษส่วน	1. นักเรียนสามารถหาผลคูณของเศษส่วนได้อย่างแม่นยำและรวดเร็ว 2. อธิบายผลที่เกิดจากการคูณเศษส่วน พร้อมทั้งบอกความสัมพันธ์ของการดำเนินการได้ 3. ตระหนักถึงความสมเหตุของคำตอบที่ได้จากการคำนวณและการแก้ปัญหา
2	การหารเศษส่วน	1. นักเรียนสามารถหาผลหารของเศษส่วนได้อย่างแม่นยำและรวดเร็ว 2. นักเรียนสามารถหาผลลัพธ์ของโจทย์ระคนได้ 3. อธิบายผลที่เกิดจากการหารเศษส่วน พร้อมทั้งบอกความสัมพันธ์ของการดำเนินการได้ 4. ตระหนักถึงความสมเหตุของคำตอบที่ได้จากการคำนวณและการแก้ปัญหา
4	โจทย์ปัญหาเศษส่วน	1. นำความรู้เกี่ยวกับเศษส่วนไปใช้แก้โจทย์ปัญหาได้ 2. อธิบายผลที่เกิดจากการบวก ลบ คูณ และหารเศษส่วน พร้อมทั้งบอกความสัมพันธ์ของการดำเนินการได้ 3. ตระหนักถึงความสมเหตุของคำตอบที่ได้จากการคำนวณและการแก้ปัญหา

โครงการสอนเรื่อง เศษส่วน

ชื่อรายวิชา	คณิตศาสตร์พื้นฐาน	รหัสวิชา	ค 31101
กลุ่มสาระการเรียนรู้	คณิตศาสตร์	ช่วงชั้นที่	3
หน่วยการเรียนรู้	3.0	เวลาในการเรียนการสอน	3 คาบ/สัปดาห์
		จำนวน	14 คาบ

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษา ฝึกทักษะ/กระบวนการในเรื่องการเปรียบเทียบเศษส่วน การบวก ลบ คูณ และหาร เศษส่วน โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์เกี่ยวกับเศษส่วน โดยจัดประสบการณ์หรือสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า โดยการปฏิบัติจริง ทดลอง สรุป รายงาน เพื่อพัฒนาทักษะ/กระบวนการที่ได้ไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และใช้ในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งเห็นคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ สามารถทำงานอย่างเป็นระบบระเบียบ มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ และมีความเชื่อมั่นในตนเอง

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง นักเรียนสามารถ

1. เปรียบเทียบเศษส่วนได้
2. บวก ลบ คูณ และหารเศษส่วนได้
3. อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วนได้ พร้อมทั้งบอกความสัมพันธ์ของการดำเนินการได้
4. นำความรู้เกี่ยวกับเศษส่วนไปใช้แก้โจทย์ปัญหาได้
5. ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

เนื้อหาของบทเรียนและระยะเวลา

1. Pretest	1	คาบ
2. เศษส่วน	1	คาบ
3. การเปรียบเทียบเศษส่วน	2	คาบ
4. การบวกและการลบเศษส่วน	2	คาบ
5. การคูณและการหารเศษส่วน	3	คาบ
6. โจทย์ปัญหาเศษส่วน	4	คาบ
7. Posttest	1	คาบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 1 รหัสวิชา ค31101 ช่วงชั้นที่ 3 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
เรื่อง เศษส่วน จำนวน 1 คาบ เวลา 50 นาที

สาระสำคัญ

ในชีวิตประจำวันเราไม่สามารถใช้จำนวนนับบอกปริมาณได้เสมอไปจึงจำเป็นต้องสร้างจำนวนเพิ่มขึ้นเพื่อใช้บอกปริมาณที่ไม่เป็นจำนวนนับและเรียกจำนวนชนิดนี้ว่า เศษส่วน

เศษส่วนแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ เศษส่วนแท้ และเศษส่วนไม่แท้

เศษส่วนทุกจำนวนสามารถเขียนแทนด้วยจุดบนเส้นจำนวนได้ เช่นเดียวกับจำนวนนับ

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ

1. บอกความหมายและชนิดของเศษส่วนได้
2. เขียนเศษส่วนแสดงปริมาณที่กำหนดให้ได้
3. บอกเศษส่วนที่แทนด้วยจุดบนเส้นจำนวนและหาจุดบนเส้นจำนวนที่แทนเศษส่วนได้

ด้านทักษะ / กระบวนการ นักเรียนมีความสามารถ

1. การแก้ปัญหา
2. การให้เหตุผล
3. การสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ

ด้านคุณลักษณะ

1. ตระหนักในคุณค่า และมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์
2. สามารถทำงานอย่างเป็นระบบระเบียบ มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวินัย มีวิจรรณญาณ และมีความเชื่อมั่นในตนเอง

สาระการเรียนรู้

เศษส่วน หมายถึง จำนวนที่ใช้บอกปริมาณที่ไม่เป็นจำนวนเต็ม ซึ่งจะเขียนอยู่ในรูป

$$\frac{a}{b} \quad \text{เมื่อ } a \text{ และ } b \text{ เป็นจำนวนเต็ม โดยที่ } b \neq 0$$

เศษส่วนประกอบด้วยตัวเศษและตัวส่วน โดย **ตัวเศษ** หมายถึง จำนวนส่วนแบ่งที่ต้องการ และ **ตัวส่วน** หมายถึงจำนวนส่วนแบ่งทั้งหมดที่เท่า ๆ กัน เช่น

$$\frac{1}{3} \quad \text{อ่านว่า เศษ 1 ส่วน 3}$$

หมายความว่า เมื่อแบ่งสิ่งใดสิ่งหนึ่งออกเป็นสามส่วนเท่า ๆ กัน แล้วจำนวนนี้หมายถึงหนึ่งส่วนของส่วนแบ่งนั้น

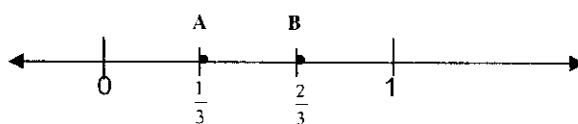
เศษส่วนแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

1. เศษส่วนแท้ คือ เศษส่วนที่มีตัวเศษน้อยกว่าตัวส่วน เช่น $\frac{1}{2}, \frac{3}{5}, \frac{19}{28}, \frac{31}{47}$ เป็นต้น
2. เศษส่วนไม่แท้ คือ เศษส่วนที่มีตัวเศษเท่ากับ หรือมากกว่าตัวส่วน เช่น $3, \frac{15}{6}, \frac{29}{5}, 2\frac{1}{3}$ เป็นต้น

การแทนเศษส่วนด้วยจุดบนเส้นจำนวน

ตัวอย่างที่ 1 จงเขียนเส้นจำนวนแล้วหาจุดที่แทนจำนวน $\frac{1}{3}$ และ $\frac{2}{3}$ บนเส้นจำนวน

วิธีทำ



ตัวอย่างที่ 2 จงเขียนเส้นจำนวนแล้วหาจุด X และ จุด Y บนเส้นจำนวนแทน

$1\frac{1}{2}$ และ $\frac{1}{2}$ ตามลำดับ

วิธีทำ

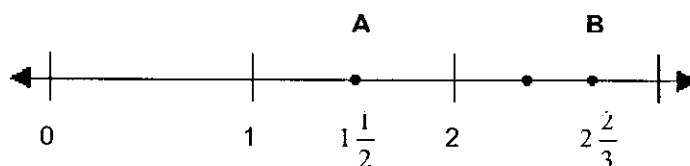


จากเส้นจำนวน จุด X แทน $\frac{3}{2}$ หรือ $1\frac{1}{2}$
 จุด Y แทน $\frac{1}{2}$

ตัวอย่างที่ 3 จงเขียนเส้นจำนวนและหาจุด A และ จุด B ที่แทนจำนวน

$1\frac{1}{2}$ และ $2\frac{2}{3}$ ตามลำดับบนเส้นจำนวน

วิธีทำ



จากเส้นจำนวน จุด A แทน $\frac{3}{2}$ หรือ $1 + \frac{1}{2}$ หรือ $1\frac{1}{2}$
 จุด B แทน $\frac{8}{3}$ หรือ $2 + \frac{2}{3}$ หรือ $2\frac{2}{3}$

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ

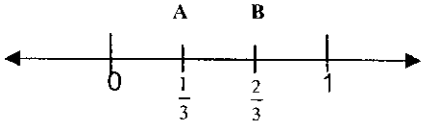
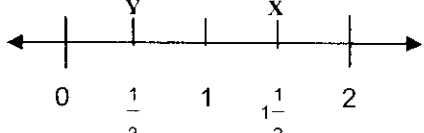
1. ครูแจ้งผลการเรียนรู้ที่คาดหวังเรื่องเศษส่วน
2. ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยตั้งคำถามว่าปริมาณในข้อใดต่อไป่นี้ที่สามารถหาตอบเป็นจำนวนนับได้

- นักเรียนห้องนี้มีกี่คน
- ดินสอ 1 โหล มีกี่แท่ง
- 45 นาที คิดเป็นกี่ชั่วโมง
- มีเด็ก 1 ชั้นแบ่งให้เด็ก 2 คน จะได้คนละกี่ชิ้น

จากคำถามข้างต้นครูอธิบายเพิ่มเติมว่าเราไม่สามารถใช้จำนวนนับบอกปริมาณได้เสมอไป จึงจำเป็นต้องสร้างจำนวนเพิ่มขึ้นเพื่อใช้บอกปริมาณที่ไม่เป็นจำนวนนับ และเรียกจำนวนชนิดนี้ว่า “เศษส่วน”

ขั้นสอน

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1. ครูชี้แจงถึงกิจกรรมที่นักเรียนจะต้องเรียนรู้ 2. ครูแจกแบบฝึกทักษะชุดที่ 1 เรื่องเศษส่วน โดยให้นักเรียนแต่ละคนศึกษา คำชี้แจง จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา และทำแบบฝึกทักษะที่เกี่ยวข้องกับการสรุปลงความรู้อย่างตนเอง ตลอดจนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน หากมีปัญหามาถามครูผู้สอนได้ 3. ให้นักเรียนทุกคนร่วมกันอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นค้นหาความหมายโดยการสังเกต เปรียบเทียบ และหาความสัมพันธ์ พร้อมทั้งสรุปความคิดรวบยอดจากแบบฝึกทักษะชุดที่ 1 4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับเศษส่วน 5. ให้นักเรียนแต่ละคนที่ทำแบบฝึกทักษะเสร็จเรียบร้อยแล้วมารวบรวมเฉลยแบบฝึกทักษะจากครูไปตรวจสอบคำตอบด้วยตนเอง 6. ในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถค้นพบข้อสรุปเองได้ ครูจะแนะแนวทางโดยใช้คำถามข้อใดข้อหนึ่งหรือหลายข้อในการพัฒนากระบวนการคิดของนักเรียนเพื่อเป็นแนวทางในการหาข้อสรุปจนนักเรียนสามารถสรุปความคิดรวบยอดได้ ดังตัวอย่างคำถามต่อไปนี้ ตัวอย่างคำถาม	1. ครูอธิบายความหมายและชนิดของเศษส่วน โดยใช้แผนผังแสดงความหมายและชนิดของเศษส่วนติดหน้าห้องแล้วแบ่งนักเรียนเป็นแถวให้แข่งขันยกตัวอย่างเศษส่วนตามชนิดของเศษส่วนที่ระบุในตาราง ครูอธิบายเพิ่มเติมว่าเศษส่วนประกอบด้วยตัวเศษและตัวส่วน โดย ตัวเศษ หมายถึง จำนวนส่วนแบ่งที่ต้องการ และ ตัวส่วน หมายถึง จำนวนส่วนแบ่งทั้งหมดที่เท่า ๆ กัน เช่น $\frac{1}{3} \text{ อ่านว่า เศษ 1 ส่วน 3}$ หมายความว่า เมื่อแบ่งสิ่งใดสิ่งหนึ่งออกเป็นสามส่วนเท่าๆกัน แล้วจำนวนนี้หมายถึงหนึ่งส่วนของส่วนแบ่งนั้น <u>เศษส่วนแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้</u> 1. เศษส่วนแท้ คือ เศษส่วนที่มีตัวเศษน้อยกว่าตัวส่วน เช่น $\frac{1}{2}, \frac{3}{5}, \frac{19}{28}, \frac{31}{47}$ เป็นต้น 2. เศษส่วนไม่แท้ คือ เศษส่วนที่มีตัวเศษเท่ากับ หรือมากกว่าตัวส่วน เช่น $3, \frac{15}{6}, \frac{29}{5}, 2\frac{1}{3}$ เป็นต้น

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
- ในชีวิตประจำวันของเรานั้นมักจะพบปริมาณที่ไม่เป็นจำนวนนับอยู่เสมอใช่หรือไม่ ยกตัวอย่าง - จำนวนที่สร้างขึ้นเพื่อใช้อธิบายปริมาณที่ไม่เป็นจำนวนนับเราเรียกว่าอะไร - ถ้าครูมีขนมเค้ก 4 ชิ้น แบ่งให้นักเรียน 2 คน คนละเท่าๆกันจะได้คนละกี่ชิ้น คำตอบได้มาโดยวิธีใด - ถ้าครูมีขนมเค้ก 1 ชิ้น แบ่งให้นักเรียน 4 คน คนละเท่าๆกันจะได้คนละกี่ชิ้น คำตอบได้มาโดยวิธีใด ดังนั้นอาจจะเขียนเศษส่วนในลักษณะการหารก็ได้ใช่หรือไม่ - จากแบบฝึกทักษะที่ 1 และ 2 จะพบว่าเศษส่วนสามารถแสดงได้ด้วยอะไร - ครูให้นักเรียนสังเกตว่า เศษส่วนแท้มีลักษณะอย่างไร ยกตัวอย่างประกอบ - นักเรียนสามารถเขียนเส้นจำนวนแทนเศษส่วนที่มีตัวเศษมากกว่าตัวส่วนได้หรือไม่ - เราเรียกเศษส่วนที่มีตัวเศษมากกว่าตัวส่วนว่าอะไร - เราสามารถทำเศษเกินให้เป็นจำนวนคละได้หรือไม่ ยกตัวอย่างประกอบ - จำนวนนับสามารถเขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วนได้หรือไม่ ยกตัวอย่างประกอบ - ครูถามว่าเศษเกิน, จำนวนคละ, เศษและส่วนที่เท่ากัน เป็นเศษส่วนแท้หรือไม่ - ครูให้นักเรียนสังเกตว่า เศษส่วนไม่แท้มีลักษณะอย่างไร ฯลฯ 7. เมื่อนักเรียนศึกษาแบบฝึกทักษะชุดที่ 1 เรื่องเศษส่วนเรียบร้อยแล้วให้นักเรียนแต่ละคนทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน เมื่อเสร็จแล้วครูสุ่มนักเรียนเฉลยแบบฝึกหัด โดยครูและนักเรียนทุกคนช่วยกันตรวจคำตอบที่ถูกต้อง 8. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดจากหนังสือเรียนเป็นการทำงาน	2. ครูอธิบายพร้อมยกตัวอย่างการเขียนเส้นจำนวนแทนศูนย์จำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ และเศษส่วนดังนี้ <u>ตัวอย่างที่ 1</u> จงเขียนเส้นจำนวนแล้วหาจุดที่แทนจำนวน $\frac{1}{3}$ และ $\frac{2}{3}$ บนเส้นจำนวน <u>วิธีทำ</u>  <u>ตัวอย่างที่ 2</u> จงเขียนเส้นจำนวนแล้วหาจุด X และ จุด Y บนเส้นจำนวนแทน $1\frac{1}{2}$ และ $\frac{1}{2}$ ตามลำดับ แบ่งระยะ 1 หน่วยทางขวามือของ 0 บนเส้นจำนวน ออกเป็น 2 ส่วนเท่าๆกัน ให้นักเรียนออกมาเขียนเศษส่วนแทนจุดดังกล่าว <u>วิธีทำ</u>  3. ครูกำหนดจุดบนเส้นจำนวนแล้วให้นักเรียนเขียนเศษส่วนแทนจุดหลายๆจำนวนจนเห็นว่านักเรียนทำได้คล่องแคล่วและถูกต้อง 4. กำหนดเศษส่วนให้นักเรียนแสดงจุดบนเส้นจำนวนแทนเศษส่วนที่กำหนดให้เหล่านั้น 5. ทบทวนเรื่องจำนวนตรงข้ามที่เป็นจำนวนเต็มแล้วให้นักเรียนดูแผนผังเส้นจำนวนที่แสดงจำนวนตรงข้ามที่เป็นเศษส่วน เช่น $\frac{1}{2}$ กับ $-\frac{1}{2}$ อยู่คนละข้างของ 0 และอยู่ห่างจาก 0 เป็น

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
	ระยะทางเท่ากันจึงกล่าวได้ว่า $-\frac{1}{2}$ เป็นจำนวนตรงข้ามของ $\frac{1}{2}$ หรือ $\frac{1}{2}$ เป็นจำนวนตรงข้ามของ $-\frac{1}{2}$ เป็นต้น แล้วให้นักเรียนหาจำนวนตรงข้ามของเศษส่วนที่กำหนดให้อีก 5 จำนวน 6. ให้นักเรียนเขียนเศษเกินที่เป็นบวกให้อยู่ในรูปจำนวนคละ และนำไปลงบนเส้นจำนวน เมื่อถูกต้องแล้วให้เขียนเศษเกินที่เป็นจำนวนลบให้อยู่ในรูปจำนวนคละแล้วนำไปลงบนเส้นจำนวนเส้นเดียวกับตอนแรก เพื่อที่จะได้สังเกตระยะที่แต่ละจำนวนอยู่ห่างจาก 0 เช่น $-\frac{5}{4}$ เป็นจำนวนตรงข้ามของ $\frac{5}{4}$ หรือ $-1\frac{1}{4}$ เป็นจำนวนตรงข้ามของ $1\frac{1}{4}$ 7. ครูให้นักเรียนแต่ละคนทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน เมื่อเสร็จแล้วครูสุ่มนักเรียนเฉลยแบบฝึกหัด โดยครูและนักเรียนทุกคนช่วยกันตรวจคำตอบที่ถูกต้อง 8. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดจากหนังสือเรียนเป็นบ้าน

ขั้นสรุป

1. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนให้รายงานสรุป ความคิดรวบยอดที่ได้จากการศึกษาแบบฝึกทักษะชุดที่ 1/ แบบฝึกหัดระหว่างเรียน เรื่องเศษส่วน
2. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความหมายของเศษส่วน ชนิดของเศษส่วน การเขียนเศษส่วนแทนจุดบนเส้นจำนวนและเขียนจุดบนเส้นจำนวนแทนเศษส่วน

เศษส่วน เป็นจำนวนที่เขียนอยู่ในรูป $\frac{a}{b}$ เมื่อ a และ b เป็นจำนวนเต็ม โดยที่ b ไม่เท่ากับศูนย์ เรียก a ว่า “ตัวเศษ” และเรียก b ว่า “ตัวส่วน”

เศษส่วนแบ่งเป็น 2 ชนิด ดังนี้

1. เศษส่วนแท้ คือ เศษส่วนที่มีตัวเศษน้อยกว่าตัวส่วน เช่น $\frac{1}{2}, \frac{3}{5}, \frac{19}{28}, \frac{31}{47}$ เป็นต้น

2. เศษส่วนไม่แท้ คือ เศษส่วนที่มีตัวเศษเท่ากับ หรือมากกว่าตัวส่วน เช่น $3, \frac{15}{6}, \frac{29}{5}, 2\frac{1}{3}$ เป็นต้น

เศษส่วนทุกจำนวนสามารถเขียนแทนด้วยจุดบนเส้นจำนวนได้

สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

1. แบบฝึกทักษะชุดที่ 1 เรื่องเศษส่วน
2. แบบฝึกหัดระหว่างเรียน
3. แผ่นโปรงใส ปากกาเขียนแผ่นโปรงใส
4. แผ่นผังแสดงความหมายและชนิดของเศษส่วน

การวัดผลและการประเมินผลการเรียนรู้

1. สังเกตความสนใจในการทำกิจกรรม การอภิปราย การซักถาม การตอบคำถาม การแสดงความคิดเห็น และการตัดสินใจ
2. ตรวจแบบฝึกทักษะ/แบบฝึกหัดระหว่างเรียน
3. ตรวจแบบฝึกหัดที่นักเรียนทำเป็นการบ้านหลังเรียน ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ประจำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 นักเรียนควรทำได้อย่างน้อย 80%

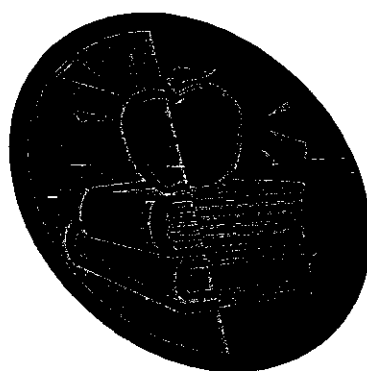
แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์

ชุดที่ 1

เรื่อง เศษส่วน

รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน

รหัสวิชา ค31101



ชื่อ - นามสกุล.....

ช่วงชั้นที่ 3 ปีที่ 1 ห้อง เลขที่.....

โรงเรียน.....

คำชี้แจง

1. แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ชุดที่ 1 เรื่องเศษส่วน ประกอบด้วย
 - ใบกิจกรรม
 - แบบฝึกหัดระหว่างเรียน
 - ใบความรู้
2. ให้นักเรียนศึกษาผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและเนื้อหาอย่างละเอียด
3. ให้นักเรียนทุกคนร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เกี่ยวกับเนื้อหาที่ศึกษา ทำแบบฝึกทักษะ โดยทำความเข้าใจปัญหา , หาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย สร้างเป็นแนวคิดใหม่ , ดำเนินการนำแนวคิดใหม่ที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหา และสรุปผลที่ได้จากการแก้ปัญหา หากมีข้อสงสัยสามารถซักถามครูผู้สอนได้ตลอดเวลา
4. เมื่อนักเรียนศึกษาแบบฝึกทักษะเสร็จแล้ว ให้หาข้อสรุป ซึ่งทุกคนต้องปรึกษาหารือช่วยเหลือซึ่งกันและกัน โดยจะต้องปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดให้อย่างเคร่งครัด และมีความซื่อสัตย์ต่อตนเอง
5. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมารายงานผลการศึกษาค้นคว้า
6. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับความหมายของเศษส่วน ชนิดของเศษส่วน การเขียนเศษส่วนแทนจุดบนเส้นจำนวนและเขียนจุดบนเส้นจำนวนแทนเศษส่วน
7. เมื่อนักเรียนทำแบบฝึกทักษะเสร็จเรียบร้อยแล้วให้นักเรียนแต่ละคนไปปรับใบเฉลยแบบฝึกทักษะที่ครูเพื่อการตรวจคำตอบด้วยตนเอง
8. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายข้อที่นักเรียนมีปัญหาในการทำแบบฝึกทักษะ
9. เมื่อนักเรียนเฉลยแบบฝึกทักษะเสร็จเรียบร้อยแล้วให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และทบทวนความรู้จากใบความรู้

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง นักเรียนสามารถ

1. บอกความหมายและชนิดของเศษส่วนได้
2. เขียนเศษส่วนแสดงปริมาณที่กำหนดให้ได้
3. บอกเศษส่วนที่แทนด้วยจุดบนเส้นจำนวนและหาจุดบนเส้นจำนวนที่แทนเศษส่วนได้

เนื้อหา เศษส่วน

เวลาที่ใช้ 50 นาที

สื่อการเรียนการสอน

1. แบบฝึกทักษะชุดที่ 1 เรื่องเศษส่วน
2. แบบฝึกหัดระหว่างเรียน
3. แผ่นโปรงใส ปากกาเขียนแผ่นโปรงใส
4. แผ่นผังแสดงความหมายและชนิดของเศษส่วน

แบบฝึกทักษะชุดที่ 1
เรื่อง เศษส่วน

ใบกิจกรรมที่ 1

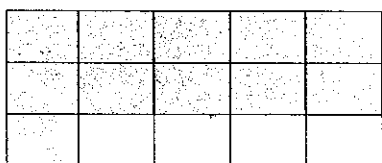
ให้นักเรียนพิจารณารูปภาพแล้วตอบคำถามต่อไปนี้

1)



เขียนแทนด้วย.....อ่านว่า.....

2)



เขียนแทนด้วย.....อ่านว่า.....

3) แบ่งขนมเค้กออกเป็น 4 ส่วนเท่าๆกัน ให้น้องไป 2 ส่วน น้องจะได้รับขนมเค้กคิดเป็นเศษส่วนเท่าใดของทั้งหมด



เขียนแทนด้วย.....อ่านว่า.....

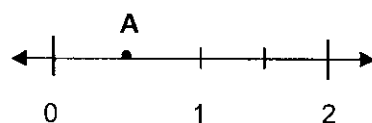
นักเรียนร่วมกันสรุปความหมายของเศษส่วน

สรุป.....
.....
.....
.....

ใบกิจกรรมที่ 2

ให้นักเรียนพิจารณาเส้นจำนวนต่อไปนี้

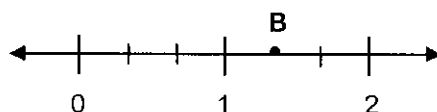
1)



จากเส้นจำนวนที่กำหนดให้แบ่งระยะจาก 0 ถึง 1 ออกเป็น 2 ส่วนเท่าๆกัน

ดังนั้น แทนจุด A ด้วย $\frac{1}{2}$

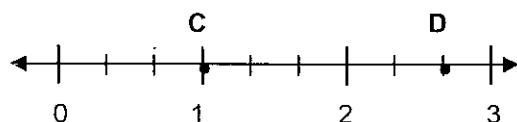
2)



จากเส้นจำนวนที่กำหนดให้แบ่งระยะจาก 0 ถึง 1 ออกเป็น 3 ส่วนเท่าๆกัน

ดังนั้น แทนจุด B ด้วย $\frac{4}{3}$ หรือ $1\frac{1}{3}$

3)



จากเส้นจำนวนที่กำหนดให้แบ่งระยะจาก 0 ถึง 1 ออกเป็น ส่วนเท่าๆกัน

ดังนั้น แทนจุด C ด้วย หรือ

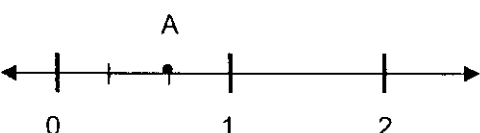
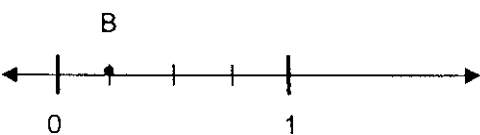
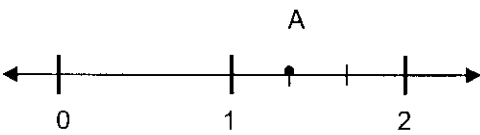
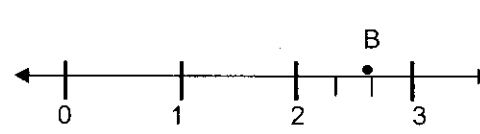
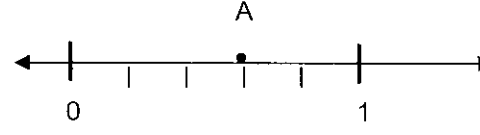
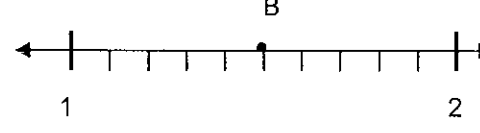
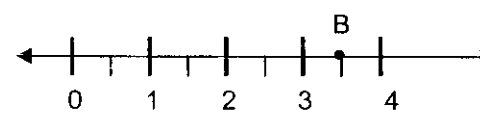
แทนจุด D ด้วย หรือ

นักเรียนร่วมกันสรุปชนิดของเศษส่วน

สรุป.....
.....
.....

ใบกิจกรรมที่ 3

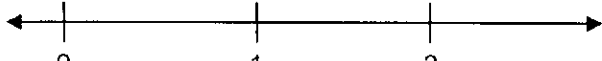
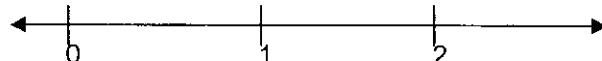
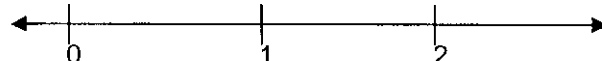
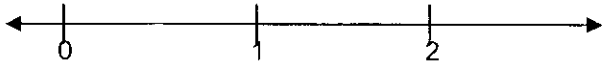
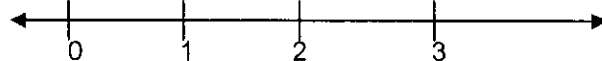
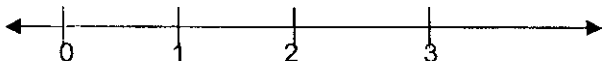
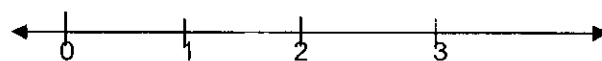
คำสั่ง จงเขียนจำนวนที่แทนด้วยจุด A หรือ จุด B บนเส้นจำนวน

ข้อ	เส้นจำนวน	ชื่อจุด	ระยะห่างจากศูนย์ (หน่วย)	แทนจำนวน
1		A	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$
2		B	.....	.....
3		A	$1 + \frac{1}{3}$	$1\frac{1}{3}$
4		B	.....	.....
5		A	.....	.....
6		B	.....	.....
7		A	.....	.....
8		B	.....	.....

สรุป เราสามารถแทนเศษส่วนด้วย.....

ใบกิจกรรมที่ 4

คำสั่ง จงเขียนจุด A บนเส้นจำนวนซึ่งแทนเศษส่วนที่กำหนดให้

ข้อ	เศษส่วน	เขียนแทนด้วยจุด A บนเส้นจำนวน
1	$\frac{1}{2}$	
2	$\frac{2}{3}$	
3	$\frac{3}{4}$	
4	$\frac{4}{5}$	
5	$1\frac{1}{2}$	
6	$1\frac{2}{3}$	
7	$2\frac{1}{3}$	
8	$\frac{7}{4}$	
9	$\frac{8}{4}$	

ใบกิจกรรมที่ 5

ให้นักเรียนเขียนเศษส่วนแท้ จำนวนคละ เศษเกิน มาอย่างละ 5 จำนวน พร้อมทั้งนำเศษส่วนเหล่านั้นมาเขียนลงบนเส้นจำนวนซึ่งเส้นจำนวนเส้นหนึ่งประกอบไปด้วย เศษส่วนแท้ จำนวนคละ และ เศษเกิน อย่างละ 1 จำนวน (ตามความรู้ ความเข้าใจ และประสบการณ์เดิมของนักเรียน)

เศษส่วนแท้.....
.....

จำนวนคละ.....
.....

เศษเกิน.....
.....

เขียนเศษส่วนลงบนเส้นจำนวนได้ดังนี้

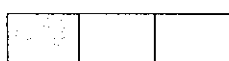
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ใบความรู้ 1
เรื่อง เศษส่วน

เศษส่วน หมายถึง จำนวนที่ใช้บอกปริมาณที่ไม่เป็นจำนวนเต็ม ซึ่งจะเขียนอยู่ในรูป

$$\frac{a}{b} \quad \text{เมื่อ } a \text{ และ } b \text{ เป็นจำนวนเต็ม โดยที่ } b \neq 0$$

เศษส่วนประกอบด้วยตัวเศษและตัวส่วน โดย **ตัวเศษ** หมายถึง จำนวนส่วนแบ่งที่ต้องการ และ **ตัวส่วน** หมายถึงจำนวนส่วนแบ่งทั้งหมดที่เท่า ๆ กัน เช่น



$\frac{1}{3}$ อ่านว่า เศษ 1 ส่วน 3

หมายความว่า เมื่อแบ่งสิ่งใดสิ่งหนึ่งออกเป็นสามส่วนเท่าๆกัน แล้วจำนวนนี้หมายถึงหนึ่งส่วนของส่วนแบ่งนั้น

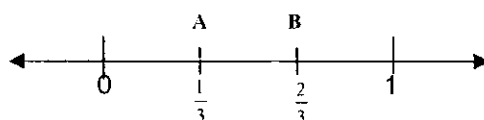
เศษส่วนแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

1. เศษส่วนแท้ คือ เศษส่วนที่มีตัวเศษน้อยกว่าตัวส่วน เช่น $\frac{1}{2}, \frac{3}{5}, \frac{19}{28}, \frac{31}{47}$ เป็นต้น
2. เศษส่วนไม่แท้ คือ เศษส่วนที่มีตัวเศษเท่ากับ หรือมากกว่าตัวส่วน เช่น $3, \frac{15}{6}, \frac{29}{5}, 2\frac{1}{3}$ เป็นต้น

นอกจากนี้เราสามารถแทนเศษส่วนทุกจำนวน ด้วยจุดบนเส้นจำนวน

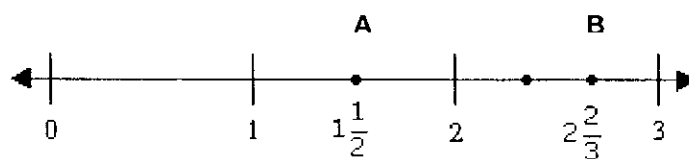
การแทนเศษส่วนด้วยจุดบนเส้นจำนวน

ตัวอย่างที่ 1



จุด A แทน $\frac{1}{3}$ และ จุด B แทน $\frac{2}{3}$

ตัวอย่างที่ 2



จุด A แทน $\frac{3}{2}$ หรือ $1 + \frac{1}{2}$ หรือ $1\frac{1}{2}$

จุด B แทน $\frac{8}{3}$ หรือ $2 + \frac{2}{3}$ หรือ $2\frac{2}{3}$

.....

แบบฝึกหัดระหว่างเรียน
เรื่อง เศษส่วน

1. ให้นักเรียนเขียนเศษส่วนแสดงส่วนที่แรเงา และคำอ่านลงในช่องว่างที่เว้นไว้

1)



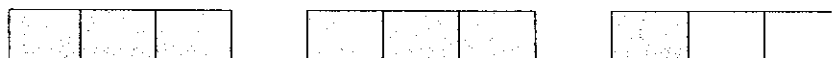
เขียนแทนด้วย.....อ่านว่า.....

2)



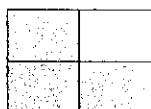
เขียนแทนด้วย.....อ่านว่า.....

3)



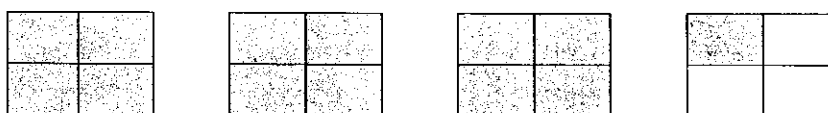
เขียนแทนด้วย.....อ่านว่า.....

4)



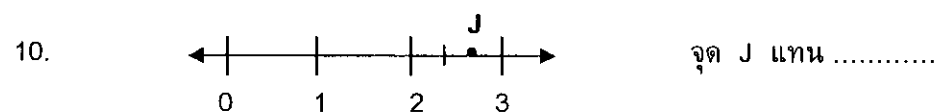
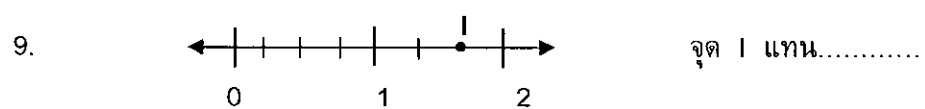
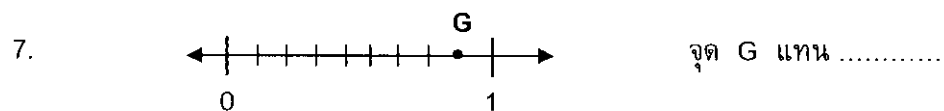
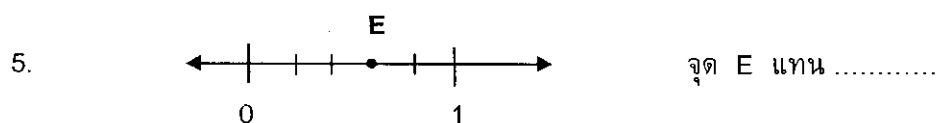
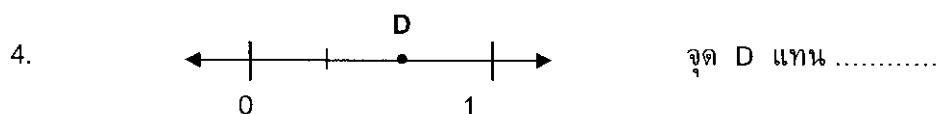
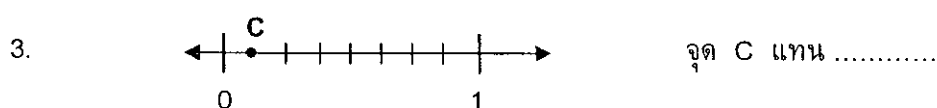
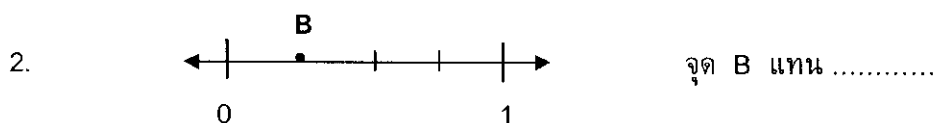
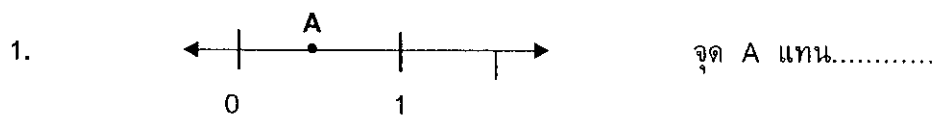
เขียนแทนด้วย.....อ่านว่า.....

5)

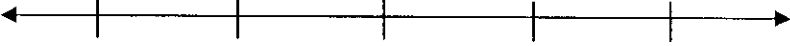
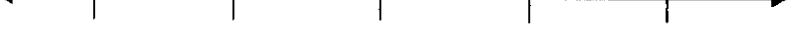
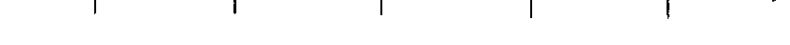
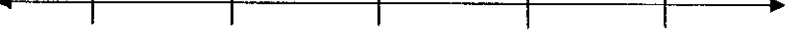
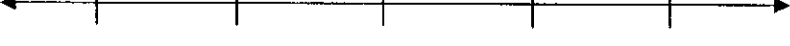
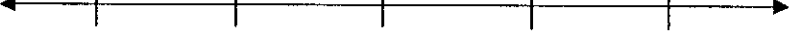
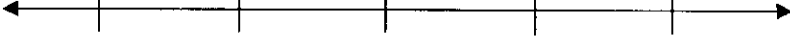
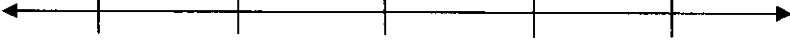
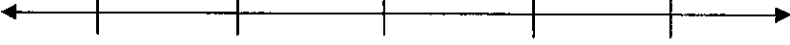


เขียนแทนด้วย.....อ่านว่า.....

2. จงเขียนจำนวนที่แทนด้วยจุด A ถึง J ในข้อ 1 ถึง 10 ตามลำดับ



3. ให้นักเรียนกำหนดเศษส่วนและเขียนเส้นจำนวนแทนเศษส่วน

ข้อ	เศษส่วน	เส้นจำนวนแทนเศษส่วน
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

.....

แบบทดสอบชุดจำแนกประเภท
คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีจำนวน 15 ข้อ นักเรียนควรรีบทำให้ครบทุกข้อจึงจะได้คะแนนดี
 2. ให้นักเรียนอ่านคำถามแล้วพิจารณาเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด ดีที่สุด หรือ เหมาะสมที่สุดเพียงคำตอบเดียวจากข้อ ก ข ค ง หรือ จ ที่ให้ไว้โดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในช่องว่างที่ตรงกับคำตอบนั้นในกระดาษคำตอบ
 3. แบบทดสอบชุดนี้แบ่งออกเป็นชุดย่อย 2 ชุด คือ
 - ชุดที่ 1** เป็นแบบทดสอบชุดจำแนกประเภทเข้าพวกเป็น 2 ตอน
 - ตอนแรก เป็นแบบทดสอบชุดจำแนกประเภทแบบเข้าพวกทางคำหรือข้อความทางภาษาจำนวน 5 ข้อ
 - ตอนที่สอง เป็นแบบทดสอบชุดจำแนกประเภทแบบเข้าพวกทางภาพรูปทรงเรขาคณิตจำนวน 3 ข้อ
 - ชุดที่ 2** เป็นแบบทดสอบชุดจำแนกประเภทแบบไม่เข้าพวกเป็น 2 ตอน
 - ตอนแรก เป็นแบบทดสอบชุดจำแนกประเภทแบบไม่เข้าพวกทางคำหรือข้อความทางภาษาจำนวน 5 ข้อ
 - ตอนที่สอง เป็นแบบทดสอบชุดจำแนกประเภทแบบไม่เข้าพวกทางภาพรูปทรงเรขาคณิตจำนวน 2 ข้อ
-

ตัวอย่าง

ชุดที่ 1 แบบทดสอบชุดจำแนกประเภท
แบบเข้าพวก

(00) 8 , 16 , 32 , 64 , ?

- ก. 66
- ข. 84
- ค. 128
- ง. 164
- จ. 192

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ค.

(01)




?

ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ค.

ชุดที่ 2 แบบทดสอบชุดจำแนกประเภท
แบบไม่เข้าพวก

(000) ข้อใดไม่เข้าพวก

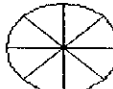
- ก. สามเหลี่ยม
- ข. สี่เหลี่ยม
- ค. ห้าเหลี่ยม
- ง. หกเหลี่ยม
- จ. วงกลม

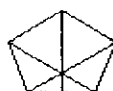
คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ

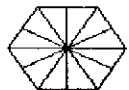
(001)

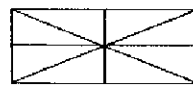
รูปใดแตกต่างจากข้ออื่น

ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

จ. 

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ค.

แบบทดสอบชุดที่ 1 ชุดจำแนกประเภทแบบเข้าพวก

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาเลือกคำหรือรูปภาพที่มีลักษณะหรือมีความหมายบางอย่างร่วมกัน

,เป็นพวกเดียวกัน โดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบที่ตรงกับ

ข้อ ก ข ค ง หรือ จ ที่อยู่หน้าคำตอบที่ถูกต้องลงใน กระดาษคำตอบ

1) 2 , 5 , 8 , 11 , ____ ?

ก. 12

ข. 13

ค. 14

ง. 15

จ. 16

2) 1 , 4 , ____ ? , 16 , 25

ก. 8

ข. 9

ค. 10

ง. 12

จ. 14

3)

2	5	7
3	6	9
4	7	?

ก. 10

ข. 11

ค. 12

ง. 13

จ. 14

4)

7	16	9
5	12	7
3	?	11

ก. 13

ข. 14

ค. 15

ง. 16

จ. 17

5)

2	4	7	11	?
3	7	13	21	?

ก. 16 , 31

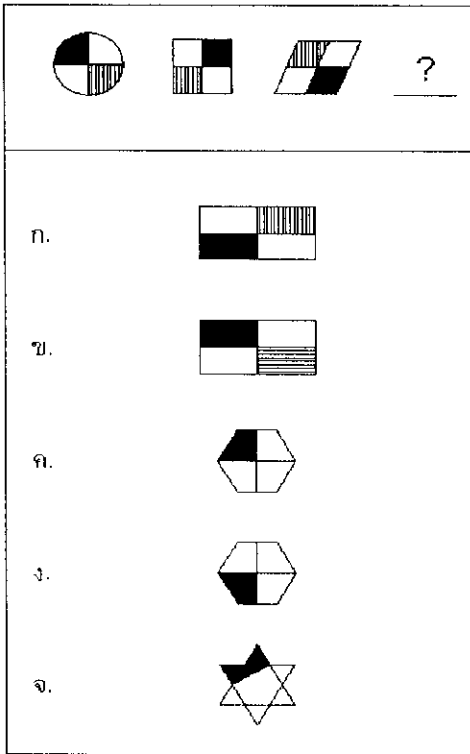
ข. 17 , 32

ค. 18 , 33

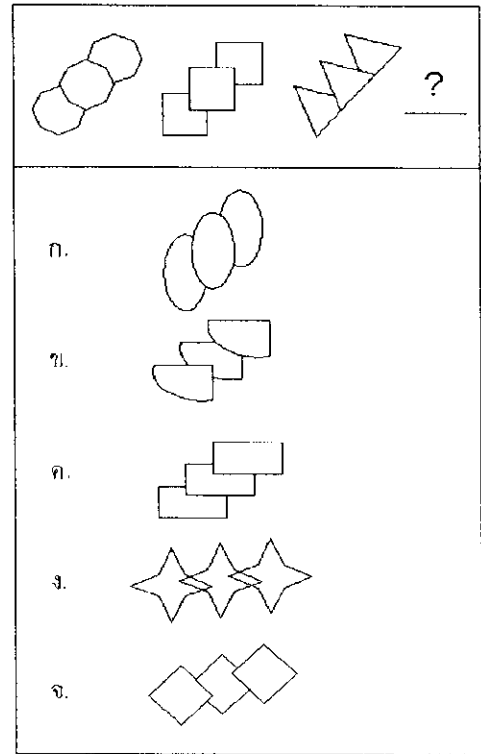
ง. 19 , 34

จ. 20 , 35

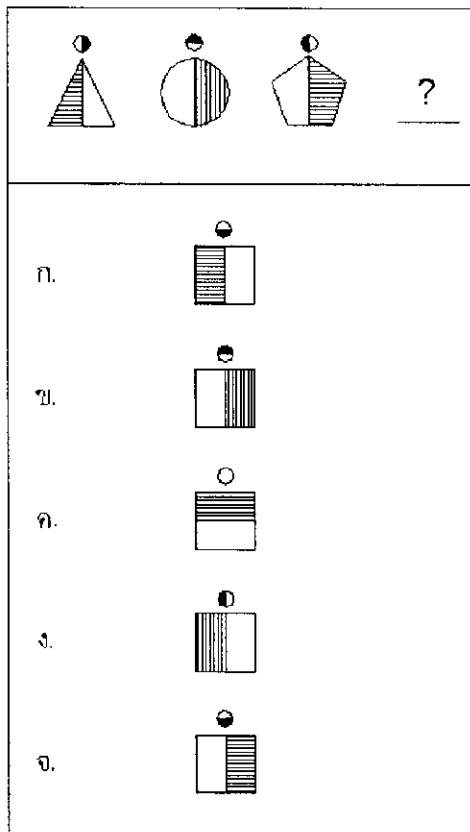
6)



8)



7)



แบบทดสอบชุดที่ 1 ชุดจำแนกประเภทแบบไม่เข้าพวก

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาเลือกคำหรือรูปภาพที่มีลักษณะหรือมีความหมายบางอย่างแตกต่าง, ไม่เป็นพวกเดียวกัน โดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบที่ตรงกับข้อ ก ข ค ง หรือ จ ที่อยู่หน้าคำตอบที่ถูกต้อง

- 9) ก. บวก
ข. เพิ่ม
ค. ลบ
ง. เดิม
จ. รวม
- 10) ก. สี่เหลี่ยมจัตุรัส
ข. สามเหลี่ยมด้านเท่า
ค. ห้าเหลี่ยมด้านเท่า
ง. สี่เหลี่ยมคางหมู
จ. สี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน
- 11) ก. 3.0
ข. 56
ค. -12
ง. $\frac{5}{7}$
จ. 0.124
- 12) ก. วา
ข. คีบ
ค. ฟุต
ง. ศอก
จ. เส้น
- 13) ก. ฐาน $\times$ สูง
ข. ด้าน $\times$ ด้าน
ค. กว้าง $\times$ ยาว
ง. $\frac{1}{2} \times$ ฐาน $\times$ สูง
จ. กว้าง $\times$ ยาว $\times$ สูง

14)

ก.



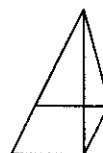
ข.



ค.



ง.



จ.



15)

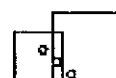
ก.



ข.



ค.



ง.



จ.



แบบทดสอบชุดอุปมาอุปมัย

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีจำนวน 15 ข้อ นักเรียนควรรีบทำให้ครบทุกข้อจึงจะได้คะแนนดี
2. ให้นักเรียนพิจารณาภาพที่ 1 กับภาพที่ 2 ก่อน ว่ามีความสัมพันธ์กัน อย่างไรแล้วพิจารณาว่าภาพที่ 3 ควรมีความสัมพันธ์ในลักษณะเดียวกันนี้ กับภาพใดในข้อ ก ข ค ง หรือ จ ที่ให้ไว้โดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในช่องว่างที่ตรงกับคำตอบนั้นในกระดาษคำตอบ
3. ถ้าพบข้อยากให้ข้ามไปทำข้ออื่นก่อน เมื่อมีเวลาเหลือจึงย้อนกลับมาทำใหม่ ต้องพยายามทำให้ครบทุกข้อจึงจะได้คะแนนดี
4. ห้ามทำเครื่องหมายใดๆ ลงในตัวข้อสอบนี้

ตัวอย่าง ข้อ (0)

ภาพที่ 1

ภาพที่ 2

ภาพที่ 3

ภาพที่ 4

ก.

ข.

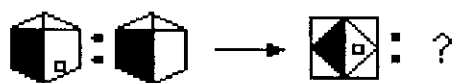
ค.

ง.

จ.

ข้อ (0) คำตอบ คือ ค.

16)



ก.



ข.



ค.



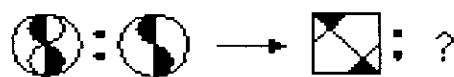
ง.



จ.



17)



ก.



ข.



ค.



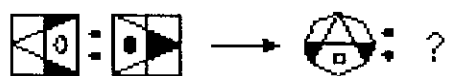
ง.



จ.



18)



ก.



ข.



ค.



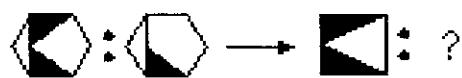
ง.



จ.



19)



ก.



ข.



ค.



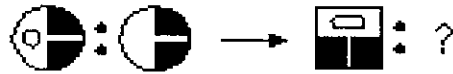
ง.



จ.



20)



ก.



ข.



ค.



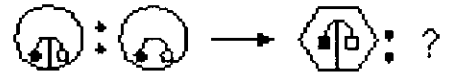
ง.



จ.



22)



ก.



ข.



ค.



ง.



จ.



21)



ก.



ข.



ค.



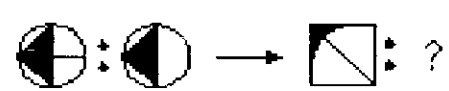
ง.



จ.



23)



ก.



ข.



ค.



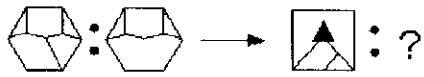
ง.



จ.



24)



ก.



ข.



ค.



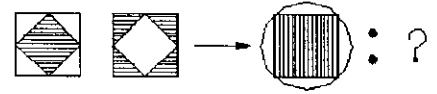
ง.



จ.



26)



ก.



ข.



ค.



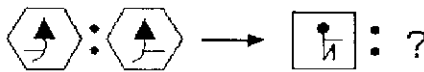
ง.



จ.



25)



ก.



ข.



ค.



ง.



จ.



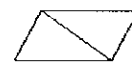
27)



ก.



ข.



ค.



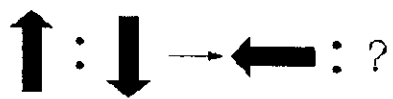
ง.



จ.

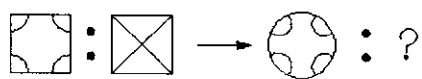


28)



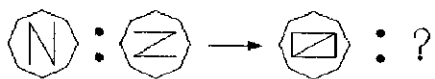
- ก. ↓
 ข. →
 ค. ↑
 ง. ←
 จ. ↔

30)



- ก. ○
 ข. ○
 ค. ○
 ง. ○
 จ. ○

29)



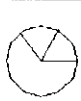
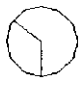
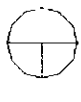
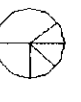
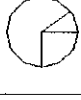
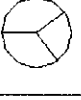
- ก. ⬡
 ข. ⬡
 ค. ⬡
 ง. ⬡
 จ. ⬡

แบบทดสอบชุดอนุกรมสัมพันธ์

คำชี้แจง

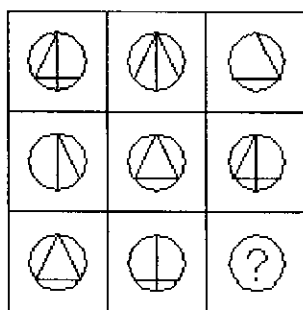
1. แบบทดสอบฉบับนี้มีจำนวน 15 ข้อ นักเรียนควรรีบทำให้ครบทุกข้อจึงจะได้คะแนนดี
2. คำถามแต่ละข้อให้นักเรียน เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด หรือเหมาะสมที่สุดเพียงข้อเดียว จาก ข้อ ก ข ค ง หรือ จ ที่ให้ไว้โดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในช่องว่างที่ตรงกับคำตอบนั้นในกระดาษคำตอบ
3. การหาคำตอบ ให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ของภาพในหลัก (สดมภ์) หนึ่งกับภาพในหลัก (สดมภ์) สองที่ทำให้ได้ผลลัพธ์เป็นภาพในหลัก (สดมภ์) สาม เมื่อนักเรียนพบความสัมพันธ์ดังกล่าวก็จะสามารถหาคำตอบในช่องขวาล่างได้ ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง ข้อ (0)

		หลัก (สดมภ์)							
		1	2	3					
แถว	1								
	2								
	3								

จากตัวอย่างนักเรียนจะเห็นว่า คำตอบที่ถูกต้องที่สุดคือ ข้อ จ. จะสังเกตเห็นว่านักเรียนสามารถพิจารณาความสัมพันธ์ของภาพได้ทั้งสองทิศทาง คือ ทิศทางตามแนวดิ่งและทิศทางตามแนวนอน การพิจารณาทั้งสองทิศทางจะช่วยให้นักเรียนพบคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

31)



A.



B.



C.

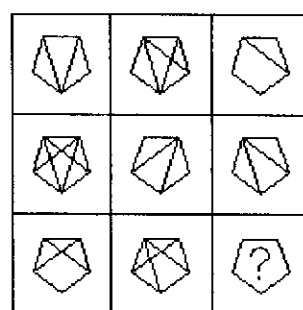


D.



E.

33)



A.



B.



C.

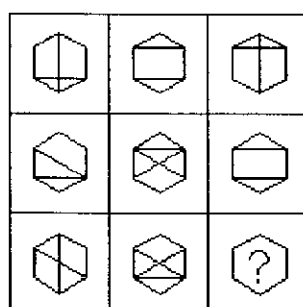


D.



E.

32)



A.



B.



C.

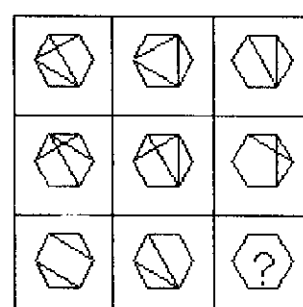


D.



E.

34)



A.



B.



C.

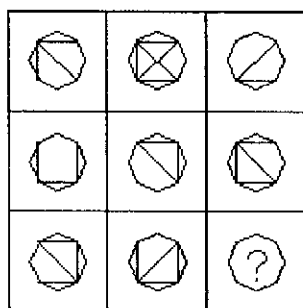


D.

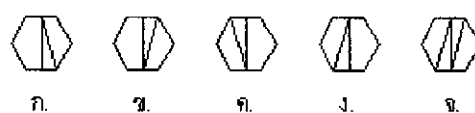
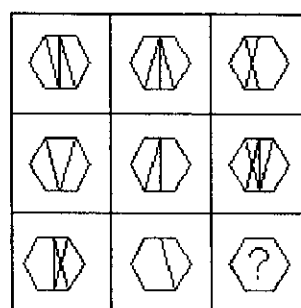


E.

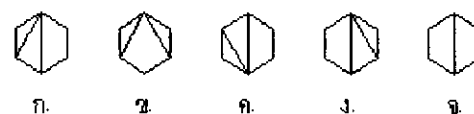
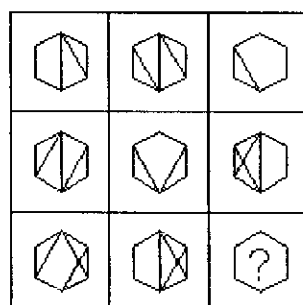
35)



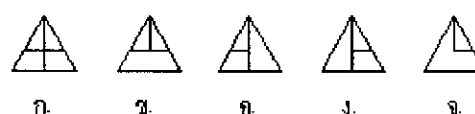
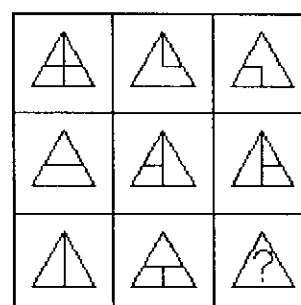
37)



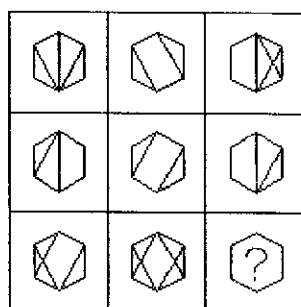
36)



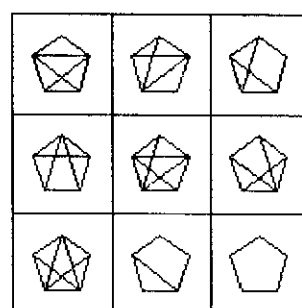
38)



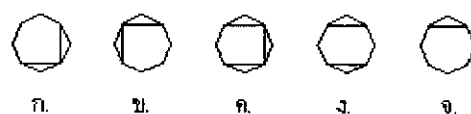
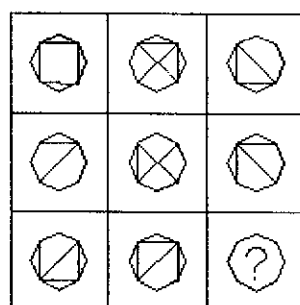
39)



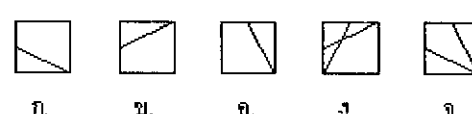
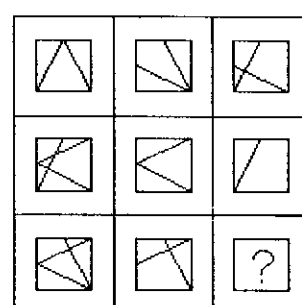
41)



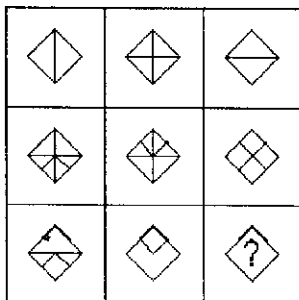
40)



42)



43)



ก.



ข.



ค.

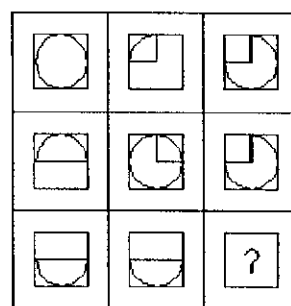


ง.



จ.

45)



ก.



ข.



ค.

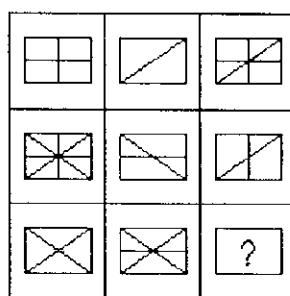


ง.



จ.

44)



ก.



ข.



ค.



ง.



จ.

แบบทดสอบชุดสรุปอ้างอิง

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีจำนวน 15 ข้อ นักเรียนควรรีบทำให้ครบทุกข้อจึงจะได้คะแนนดี
2. โจทย์แต่ละข้อจะกำหนดเป็นสถานการณ์หรือข้อความมาให้ให้นักเรียนพิจารณาสรุปความจากสถานการณ์หรือข้อความนั้นอย่างสมเหตุสมผลถูกต้องที่สุดโดยเลือกจากคำตอบจากข้อ ก ข ค ง หรือ จ ที่ให้ไว้โดยทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในช่องว่างที่ตรงกับคำตอบนั้นในกระดาษคำตอบ

ตัวอย่าง

ข้อ (0) ถ้าจำนวนที่หารด้วย 2 ลงตัวเป็นจำนวนคู่

a หารด้วย 2 ลงตัว ฉะนั้น...

- ก. a เป็นจำนวนคี่
- ข. a เป็นจำนวนคู่
- ค. a เท่ากับ 2 เท่านั้น
- ง. a เป็นจำนวนเฉพาะ
- จ. สรุปแน่นอนไม่ได้

คำตอบที่ถูกต้อง คือ ข้อ ข.

46) ถ้า $15 \times 49 = B$ แล้วจำนวนในข้อใดหาร B ไม่ลงตัว

- ก. 3
- ข. 5
- ค. 7
- ง. 30
- จ. 35

47) ถ้าให้ $A = 0.6 \times 0.01$

และ $B = 0.01 \times 0.6$ แล้วข้อใดเป็นจริง

- ก. $A > B$
- ข. $A < B$
- ค. $A = B$
- ง. $\frac{A}{B} = 0$
- จ. $A - B = 1$

48) กำหนดเศษส่วน $\frac{a}{b}$ ทำอย่างไรจึงมีค่าเท่ากับ 1

- ก. คูณด้วย $\frac{a}{b}$
- ข. หารด้วย $\frac{a}{b}$
- ค. บวกด้วย $\frac{a}{b}$
- ง. ลบด้วย $\frac{a}{b}$
- จ. หารด้วย $\frac{b}{a}$

49) ถ้า $A = 0.5 + 3$, $B = \frac{1}{3}$ ของ 2.7

ดังนั้น $A + B$ มีค่าเท่าใด

- ก. 2.75
- ข. 3.59
- ค. 4.40

ง. 5.12

จ. 10.7

50) ถ้านำ 5 มาคูณทั้งเศษและส่วนของ $\frac{A}{B}$

แล้วผลลัพธ์จะมีค่าเป็นอย่างไร

- ก. ลดลง
- ข. เท่าเดิม
- ค. เพิ่มขึ้น
- ง. มากมายนับไม่ถ้วน
- จ. สรุปไม่ได้ เพราะไม่ทราบค่า A และ B

51) ถ้า $A - 4 = 20$ แล้ว $A + 10$ จะมีค่าตรงกับข้อใด

- ก. 10
- ข. 30
- ค. 32
- ง. 34
- จ. 44

52) ถ้า $A + 2$ เป็นจำนวนคี่แล้วจำนวนคี่ตัวถัดไปตรงกับตัวใด

- ก. $A + 1$
- ข. $A + 3$
- ค. $A + 4$
- ง. $A + 5$
- จ. $A + 6$

53) ถ้าให้ A แทนจำนวนนับใดๆ แล้วผลลัพธ์ในข้อใดมีค่ามากที่สุด

- ก. $A - 1$
- ข. $A + 1$
- ค. $A \times 1$
- ง. $A \div 1$
- จ. $\frac{1}{A}$

54) สุดามีเงินเป็น 2 เท่า ของมาลี ลักษณะมีเงินเป็น 3 เท่า ของอรุณ สุดาและอรุณมีเงินเท่ากัน ดังนั้นใครมีเงินน้อยที่สุด

- ก. สุดา
- ข. มาลี
- ค. อรุณ
- ง. ลักษณะ
- จ. สรุปแน่นอนไม่ได้

55) แนวถนนขนานกับตัวตึก แต่ตั้งฉากกับถนน ถนนทำมุม 45 องศา กับแนวสนระดับของโรงเรียน ฉะนั้น...

- ก. ถนนกับตัวตึกขนานกัน
- ข. แนวสนระดับตั้งฉากกับแนวถนน
- ค. ถนนตั้งฉากกับตัวตึก
- ง. แนวตึกทำมุม 45 องศา กับถนน
- จ. สรุปแน่นอนไม่ได้

56) ถ้าไฟฟ้าไม่ขึ้นราคา ฉันจะติดเครื่องปรับอากาศ

ฉันติดเครื่องปรับอากาศ ฉะนั้น...

- ก. ไฟฟ้าขึ้นราคา
- ข. ไฟฟ้าไม่ขึ้นราคา
- ค. ไฟฟ้าราคาถูก
- ง. เครื่องปรับอากาศต้องใช้ไฟ
- จ. สรุปแน่นอนไม่ได้

57) A นั่งอยู่ระหว่าง B กับ C และ A นั่งทางซ้ายมือของ B ส่วน D นั่งติดกับ E ซึ่งอยู่ทางซ้ายของ C ใครนั่งอยู่กลาง (ทุกคนนั่งในแนวเส้นตรงเดียวกัน)

- ก. A
- ข. B
- ค. C
- ง. D
- จ. E

58) เส้นตรง A ขนานกับเส้นตรง B เส้นตรง C ขนานกับเส้นตรง D และเส้นตรง B ตั้งฉากกับเส้นตรง D ฉะนั้น...

- ก. เส้นตรง A ตั้งฉากกับเส้นตรง C
- ข. เส้นตรง A ขนานกับเส้นตรง C
- ค. เส้นตรง A ขนานกับเส้นตรง D
- ง. เส้นตรง C ขนานกับเส้นตรง B
- จ. สรุปแน่นอนไม่ได้

59) แต่งเป็นพี่ เขียวเป็นน้อง ฉะนั้น...

- ก. แต่งฉลาดกว่าเขียว
- ข. แต่งอายุมากกว่าเขียว
- ค. แต่งเรียนเก่งกว่าเขียว
- ง. แต่งเรียนชั้นสูงกว่าเขียว
- จ. สรุปแน่นอนไม่ได้

60) ถ้านายแพทสูง 180 เซนติเมตร แล้วนายแพทอาจเป็นนักบาสเกตบอล ถ้านายแพทเป็นนักบาสเกตบอลแล้ว นายแพทจะเป็นนักวอลเลย์บอล ฉะนั้น...

- ก. ถ้านายแพทสูง 180 เซนติเมตร แล้วนายแพทจะเป็นนักบาสเกตบอล
- ข. ถ้านายแพทเป็นนักวอลเลย์บอลแล้วนายแพทสูง 180 เซนติเมตร
- ค. ถ้านายแพทเป็นนักวอลเลย์บอลและนักบาสเกตบอลแล้ว นายแพทสูง 180 เซนติเมตร
- ง. ถ้านายแพทสูง 180 เซนติเมตร แล้วนายแพทเป็นนักวอลเลย์บอล
- จ. สรุปแน่นอนไม่ได้

.....

ภาคผนวก ค

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. แผนการสอนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค31101 เรื่อง เศษส่วน ที่จัดการเรียนการสอนแบบสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเองและที่จัดการเรียนการสอนตามคู่มือครู

1. ดร. ไพจิตร สดวกการ
ศึกษานิเทศก์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานครเขต 2
2. อาจารย์ณัฐ จันแยม
ครู คศ.4 โรงเรียนชัยฉิมพลี กรุงเทพมหานคร
3. อาจารย์อตุลย์ วิมลสันติรังษี
โรงเรียนนนทรีวิทยา กรุงเทพมหานคร

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

1. อาจารย์มิ่ง เทพक्रमเมือง
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
2. อาจารย์สุชาติ สิริมีนนท์
ครู คศ.3 โรงเรียนบางกะปิ กรุงเทพมหานคร
3. อาจารย์วรรณวดี สุขแจ่ม
มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์ กรุงเทพมหานคร
4. อาจารย์ธีรวัฒน์ สุขีสาร
โรงเรียนอนุบาลพระนครศรีอยุธยา
5. นายกิตติศักดิ์ นิวัฒน์
นิสิตปริญญาเอกมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาววิไล บุญรังศรี
วันเดือนปีเกิด	24 ธันวาคม 2518
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	673 ซ.จรัญสนิทวงศ์ 85 ถ.จรัญสนิทวงศ์ แขวงบางอ้อ เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร 10700
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครู อันดับ คศ. 1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตวีวิทยา พุทธมณฑล / สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 3
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2531	ประถมศึกษา โรงเรียนวัดสุวรรณาราม
พ.ศ. 2534	มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสุวรรณารามวิทยาคม
พ.ศ. 2537	มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสุวรรณารามวิทยาคม
พ.ศ. 2541	ปริญญาตรีศึกษาศาสตร์บัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
พ.ศ. 2550	กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ