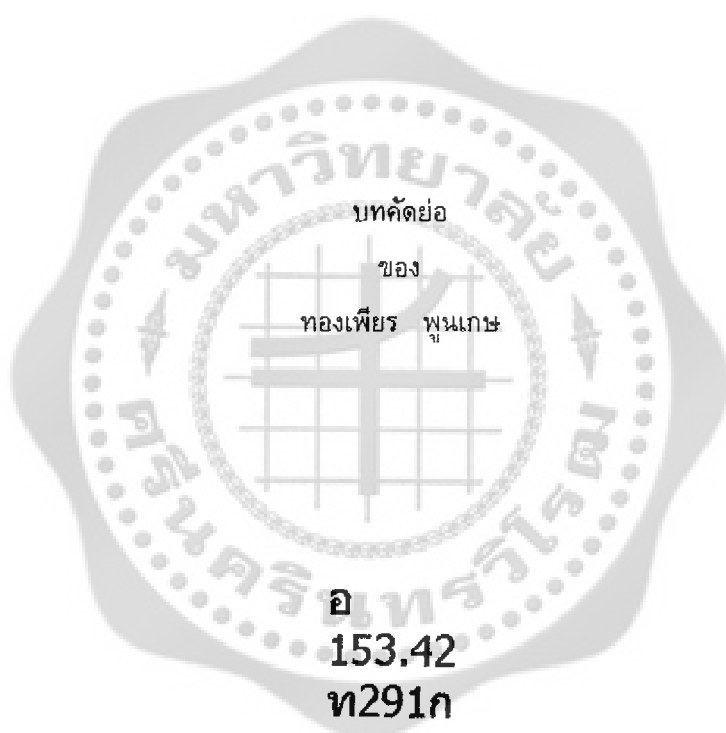


153.42
ท291ก
จ.2

การศึกษาเปรียบเทียบผลการจัดอันดับความสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่างกัน

7 ก.ย. 2547



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา

พฤษภาคม 2547

ห 251203

การศึกษาเปรียบเทียบผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่างกัน



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา
พฤษภาคม 2547
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ทองเพียร พูนเกษ. (2547), การศึกษาเปรียบเทียบผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่างกัน. ปรินญาณพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
คณะกรรมการควบคุม : รองศาสตราจารย์ ดร.บุญเชิด ภิบุญอนันตพงษ์,
อาจารย์ชวลิต รวยอาจิน.

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายสำคัญเพื่อเปรียบเทียบผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ ด้านสัญลักษณ์ และด้านภาษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่างกัน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สังกัดกรมสามัญศึกษาเดิม) จังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 375 คน จากโรงเรียนทั้งหมด 7 โรงเรียน ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่มแบบสองขั้นตอน (Two-Stage Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ประกอบด้วย 1) แบบทดสอบวัดผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ (DFR) 2) แบบทดสอบวัดผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านสัญลักษณ์ (DSR) 3) แบบทดสอบวัดผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านภาษา (DMR) และ 4) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .8057 , .8252 , .7722 และ .8119 ตามลำดับ

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรตามหลายตัวแบบทางเดียว (one-way MANOVA) วิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรตามตัวเดียวแบบทางเดียว (one-way ANOVA) และทดสอบความแตกต่างรายคู่ด้วยวิธี LSD (Fisher's Least-Significant Difference) ตามลำดับ

ผลการศึกษาพบว่า

1. ค่าเฉลี่ยร่วม (centroid) ของคะแนนผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ ด้านสัญลักษณ์ และด้านภาษาระหว่างนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (Wilks' Lambda = .832, $F=11.865$)
2. การเปรียบเทียบคะแนนผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ ด้านสัญลักษณ์ และด้านภาษาที่คะแนนของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกฉบับ ($F = 19.554, 30.297, 11.185$ ตามลำดับ) เมื่อทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ ผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพและด้านภาษาของนักเรียนกลุ่มสูง ปานกลาง และต่ำ ทุกกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนด้านสัญลักษณ์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เฉพาะระหว่างนักเรียนกลุ่มสูงกับปานกลาง และกลุ่มสูงกับต่ำเท่านั้น

A COMPARISON OF RELATIONS-DIVERGENT PRODUCTION OF
MATHAYOM SUKSA III STUDENTS WITH DIFFERENT LEVELS OF
MATHEMATICS ACHIVEMENT



Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree in Educational Measurement
at Srinakharinwirot University

May 2004

Thongpian Poonkate. (2004). *A Comparison of Relations-Divergent Production of Mathayom Suksa III Students with Different Level of Mathematics Achievement*. Master thesis. M.Ed. (Educational Measurement). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee : Assoc. Prof. Boonchird Pinyoanuntapong, Mr. Chawalit Ruayajin.

This study aimed to compare relations-divergent production on figural, symbolic, and semantic by Mathayom Suksa III students with different levels of mathematics achievement.

The subjects consisted of 375 Mathayom Suksa III students in seven schools under the Office of Basic Education Commission, Kanchanaburi province, during the 1st semester of 2003 academic year, through two-stage random sampling.

The instrument for the study included Divergent Figural Relations test (DFR), Divergent Symbolic Relations test (DSR), and Divergent Semantic Relations test (DMR), and mathematics achievement test with reliability of .8057, .8252, .7722, and .8119, respectively. Then data were analyzed by one-way MANOVA, one-way ANOVA, and Fisher's Least-Significant Difference.

The results revealed that :

1. There was a significant difference at .01 level among that centroid of DFR, DSR, and DMR by students with high, moderate, and low level of mathematics achievement (Wilks' Lambda = .832, $F=11.865$).
2. When compared each test, it was found that there was a significant difference at .01 level among that of DFR, DSR, and DMR by students with high, moderate and low level of mathematics achievement ($F=19.554$, 30.297 , 11.185 , respectively) whereas in each pair, it was found that there was a significant difference at .05 level among that of DFR and DMR by students with high, moderate and low level of mathematics achievement, while at .05 level among that of DSR by students with high and moderate, and students with high and low level of mathematics achievement.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาเปรียบเทียบผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่างกัน

ของ

นางสาวทองเพียร พูนเกษ

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.นภาพร หะวานนท์)

วันที่ 22 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2547

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

.....

ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์)

.....

กรรมการ

(อาจารย์ ขวลิต รวยอาจิน)

.....

กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(รองศาสตราจารย์ ชูศรี วงศ์รัตนะ)

.....

กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(อาจารย์ ดร.ละเอียด รัชเณร์)

ปริญญาโทได้รับทุนอุดหนุนส่งเสริมปริญญาโท

จาก

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความรู้ และความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์ ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ อาจารย์ชวลิต รวยอาจิณ กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตนและ อาจารย์ ดร.ละเอียต รักษ์เผ่า คณะกรรมการแต่งตั้งเพิ่มเติมในการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ที่ได้กรุณา ในการให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ยิ่งในการปรับปรุงแก้ไขให้การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ สมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครูอาจารย์ และขอขอบใจนักเรียนโรงเรียนสังกัด สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สังกัดกรมสามัญศึกษาเดิม) จังหวัดกาญจนบุรี ที่ให้ความ ร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ คุณชนธิชา เศตะพราหมณ์ และเพื่อน ๆ สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา (ภาคพิเศษ) รุ่น 13 ทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน ตลอดจนเป็นกำลังใจด้วยดีเสมอมา

กราบขอบพระคุณบิดา – มารดา ที่ได้อบรมสั่งสอนให้ความเมตตา อุปการะ และสนับสนุนการ ศึกษาของผู้วิจัยตลอดมา ขอขอบใจสมพร – ทัชชกร พูนเกษ น้องสาวที่ช่วยเหลือในทุกด้านอย่างเต็มใจ

คุณค่าความดีและประโยชน์อันพึงมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชา พระคุณบิดา – มารดา บุรพคณาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน

ทองเพียร พูนเกษ

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	3
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	3
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....	3
ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	3
ตัวแปรที่ศึกษา	3
นิยามศัพท์เฉพาะ	4
กรอบแนวคิดในการศึกษาค้นคว้า.....	5
สมมติฐานการศึกษาค้นคว้า.....	5
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
ความสามารถทางสมอง	6
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	22
การวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรตามหลายตัว	24
เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	27
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	32
การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง	32
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	34
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	41
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	43
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	46
สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	46
การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	47
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	47

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
5 สรุปผล อภิปรายและข้อเสนอแนะ.....	52
ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า.....	52
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....	52
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า.....	53
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	53
การเก็บรวบรวมข้อมูล	53
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล	54
อภิปรายผล	55
ข้อเสนอแนะ	56
บรรณานุกรม	57
ภาคผนวก	62
ภาคผนวก ก คำอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ , แบบทดสอบวัดผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์	63
ภาคผนวก ข ค่าความยาก คำอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ค 011) , แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ (ค 011)	74
รายนามผู้เชี่ยวชาญ	82
ประวัติย่อผู้วิจัย	84

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าจำแนกตามขนาดโรงเรียน	34
2 การวิเคราะห์รายละเอียดวิชาคณิตศาสตร์ (ค 011) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	37
3 แบบแผนการศึกษาค้นคว้า.....	41
4 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดผลการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ ด้านสัญลักษณ์ ด้านภาษา และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์.....	47
5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างผลการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ ด้านรูปภาพ ด้านสัญลักษณ์ และด้านภาษา.....	48
6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรตามหลายตัวด้วยการเปรียบเทียบคะแนนของ แบบทดสอบวัดผลการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ ด้านสัญลักษณ์ และด้านภาษาระหว่างนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ต่างกัน.....	49
7 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ สัญลักษณ์ และด้านภาษาของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ.....	50
8 การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ ด้านรูปภาพ ด้านสัญลักษณ์ และด้านภาษาของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนต่างกัน.....	51
9 ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์	64
10 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์.....	75

สารบัญภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	โครงสร้างความสามารถทางสมองของทฤษฎีองค์ประกอบเดี่ยว.....	8
2	โครงสร้างความสามารถทางสมองของทฤษฎีสององค์ประกอบ.....	9
3	โครงสร้างความสามารถทางสมองของทฤษฎีไฮราคัล.....	10
4	แบบจำลองโครงสร้างทางสมองตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด.....	13
5	แบบจำลองจุลภาควิธีการคิดเนกนัยที่มีเนื้อหาต่างกัน.....	20
6	ตัวอย่างแบบ one-way MANOVA ที่มี 3 กลุ่ม ตัวแปรตามมี 2 ตัว.....	25
7	ตัวอย่างลักษณะข้อมูลที่จะทำการวิเคราะห์แบบ two-way MANOVA ที่มี 6 กลุ่ม ตัวแปรตามมี 2 ตัว.....	25



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

หัวใจของการปฏิรูปการศึกษา คือ การปฏิรูปการเรียนการสอน หัวใจของการสอน คือการที่นักเรียนได้สัมผัสและสัมผัสกับสรรพสิ่งที่อยู่ภายในตนและอยู่รอบตัว นักเรียนได้ฝึกคิด ฝึกทำ ฝึกวัดและประเมิน ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ได้รับการฝึกหัดขัดเกลาทั้งกาย วาจา ใจ ซึ่งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 หมวด 4 มาตรา 22 - 30 ได้ระบุแนวการจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ จึงต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ รัฐส่งเสริมการจัดแหล่งเรียนรู้ตลอดชีวิตทุกรูปแบบ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2545 : 7) เพราะการศึกษาเป็นหัวใจของการพัฒนาประเทศให้มีความเจริญก้าวหน้าทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมืองการปกครอง ตลอดจนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การศึกษาจึงเป็นเครื่องมือพื้นฐานที่สำคัญในการดำรงชีวิตอยู่ภายใต้เงื่อนไขแห่งการเปลี่ยนแปลง และการปรับตัวให้เหมาะสม ดังนั้นในการจัดกระบวนการเรียนจึงได้คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล (หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา. 2544 : 2) เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันแก้ไขปัญหา ให้รู้จักคิดเป็น ทำเป็น มีการจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมตามความสนใจของผู้เรียน ฝึกทักษะกระบวนการคิด ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ปลูกฝังคุณธรรมค่านิยมที่พึงงาม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ความสามารถทางสมองหรือสมรรถภาพทางสมองเป็นองค์ประกอบที่สำคัญและจำเป็นต่อการเรียนการสอน เพราะเป็นปัจจัยที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนศึกษาวิชาต่าง ๆ ได้บรรลุตามจุดหมายปลายทางของการศึกษานั้น ๆ ได้ (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2524 : 1) นักการศึกษาจึงได้พยายามศึกษาค้นคว้าและทำการวิจัยตลอดมาเกี่ยวกับพฤติกรรมทางสติปัญญาของมนุษย์เพื่อที่จะได้เข้าใจถึงลักษณะหน้าที่ ตลอดจนความสามารถทางสติปัญญาของมนุษย์อย่างแท้จริง ในอันที่จะนำผลที่ได้ไปช่วยในการจัดมวลประสบการณ์และวิธีการที่ถูกต้องเหมาะสมให้สอดคล้องกับการพัฒนาสมรรถภาพทางสติปัญญาของผู้เรียน ตลอดจนช่วยปลูกฝังผู้เรียนให้เกิดความสามารถในการคิดค้นและแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ นักจิตวิทยาและนักการศึกษาจึงได้สร้างแบบทดสอบทางสมองขึ้น มีทฤษฎีที่เป็นรากฐานของความเชื่อในการสร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองหลายทฤษฎี ดังนี้ ทฤษฎีองค์ประกอบเดียว (Uni Factor Theory) ทฤษฎีสองตัวประกอบ (The Two Factor Theory) ทฤษฎีไฮราคัล (Hierarchical Theory) ทฤษฎีหลายตัวประกอบ (Multiple Factor Theory) สำหรับทฤษฎีหลายตัวประกอบนี้เป็นทฤษฎีที่มีความเชื่อว่าสมรรถภาพทางสมองของมนุษย์นั้นประกอบด้วยองค์ประกอบหลายด้าน ทฤษฎีนี้มีความคิดเกี่ยวกับโครงสร้างและองค์ประกอบทางสมองที่เป็นสมรรถภาพพื้นฐาน (Primary Mental Ability) อยู่ 2 แนว คือ ทฤษฎีของเทอร์สโตน และทฤษฎีของกิลฟอร์ด สำหรับทฤษฎีที่แบ่งองค์ประกอบของสติปัญญาออกเป็นจำนวนมากกว่าทฤษฎีอื่น ๆ คือ ทฤษฎีโครงสร้างสามมิติของสติปัญญา (The structure of Intellect theory) ของกิลฟอร์ด ซึ่งได้เสนอโครงสร้างสามมิติดังนี้

มิติที่ 1 วิธีการคิด (Operation) หมายถึง ขบวนการทางสมองแบบต่าง ๆ มีส่วนประกอบย่อย 5 ส่วน คือ การรู้จักและเข้าใจ การจำ การคิดอ่อนน้อม การคิดเอกนัย และการประเมินค่า

มิติที่ 2 เนื้อหา (Contents) หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งเร้าต่าง ๆ ซึ่งแบ่งออกได้ 4 ระดับ จากง่ายไปหายาก ตามลักษณะของสมองที่รับเข้าไป คือ รูปภาพ สัญลักษณ์ ภาษา และพฤติกรรม

มิติที่ 3 ผลการคิด (Products) หมายถึง ผลที่เกิดจากการที่มนุษย์คิดในสิ่งต่าง ๆ แล้วสามารถจัดเป็นรูปแบบต่าง ๆ 6 รูปแบบ คือ หน่วย จำพวก ความสัมพันธ์ ระบบ การแปลงรูป และการประยุกต์

สำหรับสมรรถภาพทางสมองด้านการคิดนอกเนกนัย (Divergent Production) นั้นเป็นวิธีการคิดอย่างหนึ่งของกระบวนการคิด (Operation) ตามทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของกิลฟอร์ด เป็นความคิดในระบบเปิด ซึ่งผู้ตอบจะมีอิสระในการคิดทุกทิศทาง สามารถค้นหาวิธีการแก้ปัญหาในแนวทางกว้างและลึก และสามารถตอบในแนวใด ๆ ได้โดยไม่จำกัด ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของแอนเดอร์สัน และคณะว่า ความคิดแบบนอกเนกนัยเป็นกระบวนการคิดในลักษณะไม่หยุดนิ่ง เป็นความคิดขั้นต้นของการแก้ปัญหา (วัชรินทร์ บุญมาทิต. 2532 : 64-65 ; อ้างอิงจาก Garry and Kingsley. 1970 : 473 - 474)

ในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ต้องส่งเสริมทักษะเบื้องต้นและเทคนิค นอกจากนั้น ยังต้องพัฒนานักเรียนให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ และรู้จักใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (ยุพิน พิพิธกุล. 2519:3) เนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีลักษณะเป็นนามธรรม ต้องใช้ความคิดอย่างสมเหตุสมผล จึงจะเรียนรู้และเข้าใจโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ได้ ดังนั้นจุดประสงค์ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ และทักษะในการคิดคำนวณตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ก่อให้เกิดประโยชน์ในการนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ (อุทัย เพชรช่วย. 2530 : 29) ทั้งยังพบว่าในปัจจุบันคณิตศาสตร์มีบทบาทมากกว่าในอดีตและมีความสำคัญในชีวิตประจำวันมากขึ้นเป็นลำดับ เกือบทุกวิชาต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ทั้งนั้น ดังนั้นจึงมีผู้ศึกษาความสัมพันธ์ของความคิดนอกเนกนัยที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลายท่าน เช่น สมศักดิ์ วะนันทน์ (2517 : บทคัดย่อ) พบว่าความสามารถทางการคิดนอกเนกนัย เวกนัย มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นบวก วาสนา เศษสวย (2540 : 79-81) พบว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตโดยใช้วิธีคิดแบบนอกเนกนัย จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าวิธีคิดแบบอื่น ๆ และนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน ทิวดี นกบิน (2542 : 60-64) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าเท่ากับ .9797 และมีสัมประสิทธิ์การพยากรณ์เท่ากับ 95.84% จิรพา จันทเวียง (2542 : 80-82) พบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน จะมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณต่างกัน น้ำผึ้ง ปลั่งพงษ์พันธ์ (2544 : บทคัดย่อ) พบว่าตัวพยากรณ์ที่ส่งผลดีที่สุดต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ คือ แบบทดสอบวัดการคิดนอกเนกนัยด้านสัญลักษณ์ทั้ง 5 แบบ โดยสามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 83.90

ด้วยเหตุผลดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดนอกเนกนัยแต่ละแบบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนให้ถูกต้องเหมาะสมยิ่งขึ้น

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายสำคัญเพื่อเปรียบเทียบผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ ด้านสัญลักษณ์ และด้านภาษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่างกัน โดยมีจุดมุ่งหมายเฉพาะดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ
2. เพื่อเปรียบเทียบผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านสัญลักษณ์ของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ
3. เพื่อเปรียบเทียบผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านภาษาของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยจัดกิจกรรมกระบวนการเรียนรู้ให้นักเรียนสามารถพัฒนาตนตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพตามความสามารถของนักเรียน

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1.1 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สังกัดกรมสามัญศึกษาเดิม) จังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 30 โรงเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 5,347 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สังกัดกรมสามัญศึกษาเดิม) จังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 375 คน จากโรงเรียนทั้งหมด 7 โรงเรียน ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่มแบบสองขั้นตอน (Two-Stage Random Sampling)

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จำแนกออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

- 2.1.1 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง
- 2.1.2 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง
- 2.1.3 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

2.2 ตัวแปรตาม คือ ผลการคิดอเนกนัยแต่ละแบบตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของ กิลฟอร์ด โดยแบ่งออกเป็นความสามารถทางสมองด้านต่าง ๆ ตามเนื้อหา ดังนี้

2.2.1 ผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ

2.2.2 ผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านสัญลักษณ์

2.2.3 ผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านภาษา

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การคิดอเนกนัย (Divergent Production) หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลที่สามารถให้ข้อมูลต่าง ๆ ได้หลายรูปแบบจากสิ่งเร้าที่กำหนดให้และข้อมูลที่สร้างขึ้นใหม่นี้จะมีส่วนของสิ่งเร้าเดิมรวมอยู่ด้วย หรือสามารถที่จะตอบสนองสิ่งเร้าได้หลายแง่มุมแตกต่างกันไป ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาผลคิดอเนกนัยโดยแบ่งออกเป็น

1.1 ผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ หมายถึงความสามารถทางสมองของบุคคลที่สามารถเชื่อมโยง หรือมองเห็นความสัมพันธ์ของรูปภาพที่กำหนดให้ในแง่มุมต่าง ๆ กัน

1.2 ผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านสัญลักษณ์ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลที่สามารถเชื่อมโยง หรือมองเห็นความสัมพันธ์ของสัญลักษณ์ตัวเลขที่กำหนดให้ในแง่มุมต่าง ๆ กัน

1.3 ผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านภาษา หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลที่สามารถเชื่อมโยง หรือมองเห็นความสัมพันธ์ของภาษาที่กำหนดให้ในแง่มุมต่าง ๆ กัน

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเรียนรู่วิชาคณิตศาสตร์ซึ่งวัดโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ตามเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ค 011) ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามตารางวิเคราะห์รายละเอียดเพื่อวัดความสามารถทางสติปัญญาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

3. ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึงระดับคะแนนที่แบ่งตามผลการสอบโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แบ่งเป็น 3 ระดับ โดยใช้ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ ดังนี้

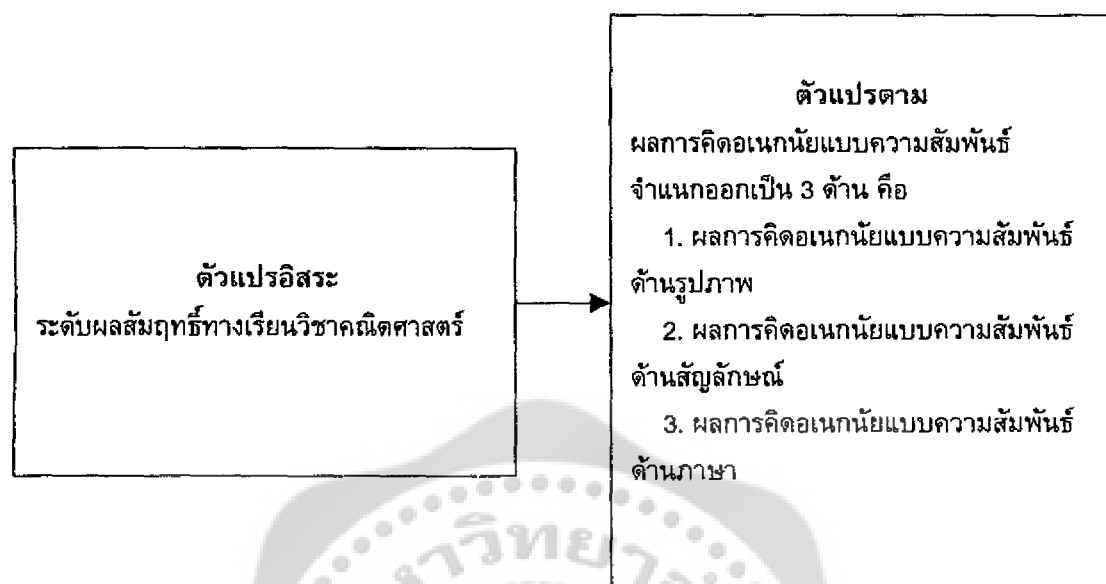
3.1 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง หมายถึง ระดับคะแนนที่มีตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ สูงกว่า 66

3.2 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง หมายถึง ระดับคะแนนที่มีตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ ตั้งแต่ 33-66

3.3 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ หมายถึง ระดับคะแนนที่มีตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ ต่ำกว่า 33

4. ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้ที่วุฒิปริญญาโทสาขาการวัดผลการศึกษาก่อน 5 ท่าน และหรือ อาจารย์ผู้มีประสบการณ์ในการสอนคณิตศาสตร์ไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 1 ท่าน

กรอบแนวคิดในการศึกษาค้นคว้า



สมมติฐานการศึกษาค้นคว้า

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่างกัน มีผลการคิดถ้อยแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ ด้านสัญลักษณ์ และด้านภาษาต่างกัน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า ผู้วิจัยจะนำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ความสามารถทางสมอง
 - 1.1 ความหมายของความสามารถทางสมอง
 - 1.2 ทฤษฎีความสามารถทางสมอง
 - 1.3 ความคิดสร้างสรรค์
 - 1.4 การคิดนอกกรอบ
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
3. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรตามหลายตัว
4. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 4.1 งานวิจัยในต่างประเทศ
 - 4.2 งานวิจัยในประเทศ

1. ความสามารถทางสมอง

1.1 ความหมายของความสามารถทางสมอง

มนุษย์แต่ละคนมีความแตกต่างกันในการพัฒนาศักยภาพทางสมอง ซึ่งความสามารถทางสมองได้มีผู้ให้นิยามไว้ต่าง ๆ กัน ดังที่ สเปียร์แมน (Spearman) (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายศ. 2541 : 14 ; อ้างอิงจาก Spearman. 1927) กล่าวว่า ความสามารถทางสมอง มี 2 องค์ประกอบ เป็นความสามารถทั่วไปและความสามารถเฉพาะอย่าง

เทอร์สโตน (Thurstone) (ลัวัน สายยศและอังคณา สายศ. 2541 : 14 ; อ้างอิงจาก Thurstone. 1938) ให้ความหมายว่า ความสามารถทางสมองเป็นความสามารถขั้นพื้นฐานทางสมอง ประกอบด้วยความสามารถด้านตัวเลข ความสามารถด้านภาษา ความมีเหตุผล การรับรู้ ความจำ มิติสัมพันธ์ และความคล่องแคล่วในการใช้ภาษา

กิลฟอร์ด (Guilford) (ลัวัน สายยศและอังคณา สายศ. 2541 : 14 ; อ้างอิงจาก Guilford. 1967) ให้ความหมายว่า ความสามารถทางสมองเป็นโครงสร้างสามมิติอันเกิดขึ้นจากด้านเนื้อหา (Contents) ด้านวิธีการคิด (Operations) และด้านผลของการคิด (Products)

คาร์เตอร์ วี กู๊ด (Carter V. Good) (มาลินี จุฑะรพ. 2537 : 159) ได้ให้ความหมายของความสามารถทางสมองไว้ 3 นัย คือ

- ความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ใหม่ได้อย่างเร็วและเรียบร้อย และความสามารถในการเรียนรู้จากประสบการณ์

- สมรรถภาพในการรวบรวมประสบการณ์ต่าง ๆ เข้าเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน
- ระดับของความสามารถที่สามารถวัดได้ด้วยเครื่องมือทดสอบชาวปัญญา

เกรกอรี คิมเบิล (Gregory Kimble) (มาลินี จุฑารพ. 2537 : 159) ให้ความหมายว่า

ความสามารถทางสมอง คือผลรวมของความสามารถ 5 ประการ คือ 1) การใช้กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับสัญลักษณ์ 2) การคิดหาเหตุผล 3) การกระทำโดยมีความมุ่งหมาย 4) การปฏิบัติต่อสิ่งแวดล้อมอย่างได้ผลดี และ 5) การปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ใหม่ได้

สต็อดดาร์ด (Stoddard) (พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา. 2542 : 35) ให้ความหมายว่า ความสามารถทางสมองเป็นความสามารถในการทำกิจกรรมที่มีลักษณะดังนี้ คือ 1) มีความยุ่งยาก 2) มีความซับซ้อน 3) เป็นนามธรรม 4) มีคุณค่าทางสังคม 5) อยู่ในชีวิตประจำวัน 6) มีความแปลกใหม่ 7) ต้องใช้แรงจูงใจและความอดทนอย่างสูง

ก๊อดดาร์ด (Goddard) (พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา. 2542 : 35) ให้ความหมายว่า ความสามารถทางสมองเป็นความสามารถในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่ 1) ยาก 2) ซับซ้อน 3) เป็นนามธรรม 4) ประหยัดทางเศรษฐกิจ 5) มีการปรับปรุงให้บรรลุเป้าหมาย 6) ให้คุณค่าทางสังคม 7) มีการกระทำโดยคิดขึ้นเอง และสามารถรักษากิจกรรมนั้นได้ โดยใช้สมาธิ ความอดทน และความตั้งใจ

เทอร์แมน (Terman) (พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา. 2542 : 36) ให้ความหมายว่า ความสามารถทางสมองเป็นความสามารถในการคิดและในรูปของความคิดนั้นจะมีลักษณะเป็นนามธรรม

บินเน็ต (Alfred Binet) (พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา. 2542 : 36) ให้ความหมายว่า ความสามารถทางสมองเป็นแนวโน้มในการใช้ความสามารถเพื่อให้เข้าใจสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ตามลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้น ๆ แล้วนำความรู้ความเข้าใจที่ได้รับมาไปดัดแปลงและปรับปรุงเพื่อใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาให้บรรลุผลตามวัตถุประสงค์ในโอกาสต่อไป

เวคส์เลอร์ (Wechsler) (ประสาธ อิศรปริดา. 2538 : 112 ; อ้างอิงจาก Wechsler. 1958 : 7) ให้ความหมายว่า ความสามารถทางสมอง เป็นผลรวมของศักยภาพของบุคคลที่จะกระทำสิ่งต่าง ๆ อย่างมีจุดหมาย คิดอย่างมีเหตุผล และปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เฟลด์แมน (Feldman) (ประสาธ อิศรปริดา. 2538 : 112 ; อ้างอิงจาก Feldman. 1992 : 382) ได้จัดกลุ่มความหมายของความสามารถทางสมองไว้ 3 กลุ่ม ดังนี้

- ความสามารถทางสมองเป็นความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถเชิงเหตุผล และสามารถระบุวิธีการแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธี
- ความสามารถทางสมองเป็นความสามารถทางภาษา
- ความสามารถทางสมองเป็นความสามารถทางสังคม ซึ่งหมายถึง การมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นได้อย่างราบรื่น

กล่าวโดยสรุป ความสามารถทางสมอง คือ ความสามารถของบุคคลในการเรียนรู้ การคิดหาเหตุผล การตัดสินใจ การแก้ปัญหา ตลอดจนการนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ การปรับปรุงตัวเองต่อสิ่งแวดล้อม และสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ และสามารถดำรงตนในสังคมได้อย่างเป็นสุข

1.2 ทฤษฎีความสามารถทางสมอง

บุคคลแต่ละคนมีความแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับสิ่งที่บุคคลนั้นได้รับ ไม่ว่าจะเป็นโครงสร้างภายในของแต่ละบุคคลหรือสิ่งแวดล้อมที่บุคคลได้สัมผัส โครงสร้างภายในของบุคคลที่สำคัญก็คือสติปัญญา ซึ่งถือเป็นความสามารถทางสมองที่ติดตัวมาแต่กำเนิด ทำให้มนุษย์สามารถเรียนรู้และทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้ ด้วยเหตุนี้เองทำให้นักจิตวิทยาและนักการศึกษาให้ความสนใจในการศึกษาทำความเข้าใจเกี่ยวกับความสามารถทางสมอง เพื่อต้องการพัฒนาบุคคลให้เจริญก้าวหน้าตามศักยภาพที่มี จึงมีทฤษฎีความสามารถทางสมองหลายทฤษฎี ดังนี้

1.2.1 ทฤษฎีองค์ประกอบเดียว (Uni-factor Theory) บางทีเรียกทฤษฎีนี้ว่า Global Theory ผู้คิดทฤษฎีนี้คือบีเนท์และซิมอน (Binet and Simon) ทฤษฎีนี้เสนอโครงสร้างของเชาว์ปัญญาเป็นลักษณะอันหนึ่งอันเดียวไม่แบ่งแยกออกเป็นส่วนย่อย คล้ายกับเป็นความสามารถทั่วไป (General ability) ซึ่งสามารถเขียนโครงสร้างได้ดังภาพ



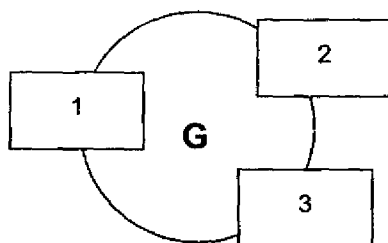
ภาพประกอบ 1 โครงสร้างความสามารถทางสมองของทฤษฎีองค์ประกอบเดียว

1.2.2 ทฤษฎีสององค์ประกอบ (Bi-Factor Theory) ทฤษฎีนี้คิดโดยสเปียร์แมน (Charles Spearman) ซึ่งเป็นนักจิตวิทยาชาวอังกฤษ เป็นทฤษฎีที่เกิดจากการวิเคราะห์คุณลักษณะโดยกระบวนการทางสถิติ พบว่ากิจกรรมทางสมองทั้งหลายประกอบด้วยองค์ประกอบ 2 ประการ คือ

1.2.2.1 ความสามารถทั่วไป (General factors) เขียนแทนด้วย G -factors เป็นความสามารถที่มีอยู่ในตัวมนุษย์ทั่วไป ซึ่งจะมีสอดแทรกในความคิดและกิจกรรมต่าง ๆ ทุกอย่าง แต่จะมีไม่เท่ากันทุกคน บางคนอาจจะมียาก บางคนอาจจะมีน้อย

1.2.2.2 ความสามารถเฉพาะ (Specific factors) เขียนแทนด้วย S-factors เป็นความสามารถในการทำกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น ไม่เกี่ยวข้องกับการทำกิจกรรมอย่างอื่น โดยถือว่าความสามารถเฉพาะนี้เป็นตัวประกอบที่สำคัญที่ทำให้มนุษย์มีความแตกต่างกัน และเป็นความสามารถพิเศษที่มีเฉพาะแต่ละบุคคลไม่เหมือนกันทุกคน เช่น ความสามารถทางดนตรี ศิลปะ เป็นต้น (ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ, 2528 : 28 - 30)

จะเห็นได้ว่าทฤษฎีนี้มองความสำคัญที่องค์ประกอบทั่วไปเป็นหลัก ไม่แตกต่างจากทฤษฎีของบีเนท์ ส่วนที่แตกต่างก็คือมองเห็นว่านอกจากองค์ประกอบรวมแล้ว ยังมีองค์ประกอบย่อยเพิ่มขึ้นอีก สามารถเขียนโครงสร้างได้ดังภาพ



ภาพประกอบ 2 โครงสร้างความสามารถทางสมองของทฤษฎีสององค์ประกอบ

1.2.3 ทฤษฎีหลายองค์ประกอบ (Multiple Factors Theory) เทอร์สโตน (L.L.Thurstone) (ลัวัน สายยศและอังคณา สายยศ. 2541 : 45 - 47) ได้คิดค้นทฤษฎีหลายองค์ประกอบ โดยได้ทำการวิจัยโครงสร้างทางสมองและได้ใช้หลักการวิเคราะห์ตัวประกอบ (Factor Analysis) ซึ่งวิเคราะห์ความสามารถทางสมองพื้นฐาน (Primary Mental Abilities) ของมนุษย์ออกเป็น 7 องค์ประกอบ ได้แก่

1.2.3.1 องค์ประกอบด้านภาษา (Verbal factor ใช้ตัวย่อว่า V) เป็นความสามารถในการใช้คำศัพท์ ข้อความ บทกวี หรือเรื่องราวต่าง ๆ ในด้านภาษา และเลือกใช้ภาษาได้อย่างเหมาะสม

1.2.3.2 องค์ประกอบด้านความคล่องแคล่วในการใช้ถ้อยคำ (Word Fluency factor ใช้ตัวย่อว่า W.) เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำต่างๆ ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว ในเวลาอันจำกัด ความสามารถด้านนี้จะส่งผลในด้านการเจรจา และการประพันธ์ทั้งร้อยแก้วและร้อยกรอง การตอบโต้ในทันทีทันใดอย่างที่มีปฏิภาณไหวพริบในการเจรจา

1.2.3.3 องค์ประกอบด้านจำนวน (Number factor ใช้ตัวย่อว่า N.) เป็นความสามารถในการเข้าใจวิชาคณิตศาสตร์ หาความสัมพันธ์และความหมายของจำนวนและมีความแม่นยำคล่องแคล่วในการบวก ลบ คูณ หาร ในวิชาเลขคณิตได้อย่างดี

1.2.3.4 องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (Space factor ใช้ตัวย่อว่า S.) เป็นความสามารถที่เข้าใจถึงขนาดและมิติต่าง ๆ อันได้แก่ ความสั้น ยาว ไกล ใกล้ และพื้นที่หรือรูปทรงที่มีขนาดและปริมาตรแตกต่างกัน สามารถสร้างจินตนาการให้เห็นส่วนย่อยและส่วนผสมของวัตถุต่าง ๆ เมื่อ นำมาซ้อนทับกัน สามารถรู้ความสัมพันธ์ของรูปทรงเรขาคณิตเมื่อเปลี่ยนแปลงที่อยู่

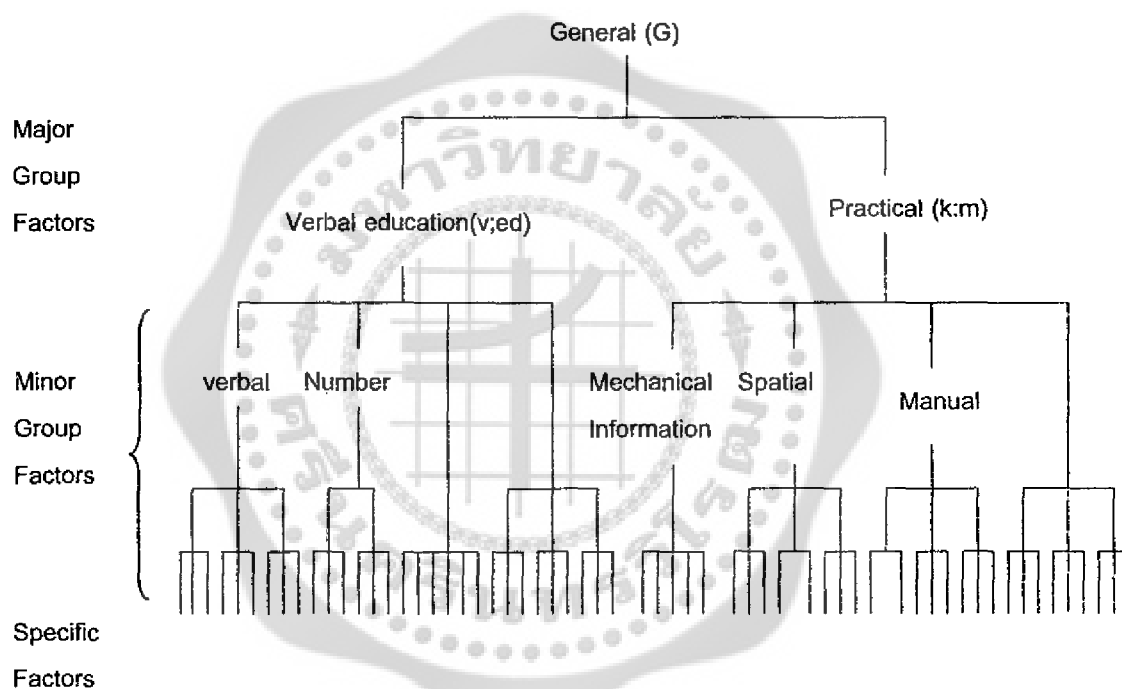
1.2.3.5 องค์ประกอบด้านความจำ (Memory factor ใช้ตัวย่อว่า M.) เป็นความสามารถในการจำเรื่องราวและมีสติระลึกจำจนสามารถถ่ายทอดได้

1.2.3.6 องค์ประกอบด้านสังเกตพิจารณา (Perceptual Speed factor ใช้ตัวย่อว่า P.) เป็นความสามารถด้านเห็นรายละเอียด ความคล้ายคลึงหรือความแตกต่างระหว่างสิ่งของต่าง ๆ อย่างรวดเร็ว และถูกต้อง

1.2.3.7 องค์ประกอบด้านเหตุผล (Reasoning factor ใช้ตัวย่อว่า R.) เป็นความสามารถในด้านพิจารณาหาเหตุผลค้นคว้าหาความสำคัญ ความสัมพันธ์ และหลักการทั้งหลายที่สร้างกฎหรือทฤษฎี

1.2.4 ทฤษฎีไฮราคัล (Hierarchical Theory) ทฤษฎีนี้คิดค้นโดยนักจิตวิทยาชาวอังกฤษ คือ เบิร์ท (Burt) เวอร์นอน (Vernon) และฮัมเฟย์ (Humphreys) (ลัวัน สายยศและอังคณา สายยศ. 2541 : 47 - 48 ; อ้างอิงจาก Vernon.1960) ทฤษฎีนี้มีความเชื่อว่าความสามารถทางสมองของมนุษย์ประกอบ

ไปด้วยองค์ประกอบทั่วไป (G-factor) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 องค์ประกอบใหญ่ ๆ คือ Verbal-education (V : ed) และ Practical -mechanical (k : m) องค์ประกอบใหญ่ 2 อันนี้รวมเรียกว่า Major Group Factors องค์ประกอบใหญ่ 2 อันนี้ยังแบ่งย่อยลงไปอีก คือ องค์ประกอบ Verbal-education แบ่งย่อยออกเป็นองค์ประกอบด้านภาษา (Verbal) และองค์ประกอบด้านตัวเลข (Numerical) และอื่น ๆ อีก ในทำนองเดียวกัน องค์ประกอบ Practical -mechanical แบ่งย่อยออกเป็น Mechanical information, Spatial และ Manual และยังมีอื่น ๆ แต่ยังไม่กำหนด กลุ่มองค์ประกอบนี้เรียกว่า Minor Group Factors ระดับที่ต่ำสุดขององค์ประกอบในรูปแบบนี้ยังมีองค์ประกอบย่อย ๆ ไปอีก เรียกว่า องค์ประกอบเฉพาะ (Specific factors) ถ้าพิจารณาโครงสร้างอันนี้แล้ว ก็ไม่ต่างอะไรกับลักษณะของต้นไม้แผ่กิ่งก้านใหญ่เล็กลงไปตามลำดับ ลำต้นก็เปรียบเสมือน G-factor กิ่งก้านเล็ก ๆ เปรียบเสมือน Specific factors นั้นเอง



ภาพประกอบ 3 โครงสร้างความสามารถทางสมองของทฤษฎีไอราคัลล์

ฮัมเฟรย์ได้ชี้ให้เห็นว่าทฤษฎีนี้เป็นลักษณะการแพร่ขยายองค์ประกอบจากส่วนใหญ่มากกว่าที่จะเป็นองค์ประกอบย่อยเริ่มตั้งแต่ต้น ดังทฤษฎีของเทอร์สโตนและยังได้เสนอแนะในการสร้างแบบทดสอบว่าผู้สร้างควรที่จะเลือกระดับขั้นขององค์ประกอบตามจุดมุ่งหมายของแบบทดสอบนั้น นั่นคือแบบทดสอบบางชุดอาจใช้หลายระดับขององค์ประกอบก็ได้ เช่น จะวัดความสามารถด้านการแก้ปัญหาแบบอุปมาอุปไมยก็ควรใช้แบบทดสอบที่รวมด้านภาษา ตัวเลข ภาพ และอุปมาอุปไมยมิติ (Spatial analogies) ถ้าต้องการวัดความสามารถด้านภาษา ก็ควรจะใช้ข้อความประเภศัพท์ อุปมาอุปไมย และการเรียงลำดับสมบูรณ์แบบ ซึ่งจะเป็นแบบผสมไม่เป็นอันหนึ่งอันเดียวกันเท่าไรนัก

1.2.5 ทฤษฎีความสามารถทางสมองสองระดับ (Two-Level Theory of Mental Ability) เจนเซน (Jensen) (ลัวัน สายยศและอังคณา สายยศ. 2541 : 52) ได้เสนอทฤษฎีเมื่อปี ค.ศ. 1968 โดยมีสาระสำคัญว่า ความสามารถทางสมองมีเพียง 2 ระดับ คือ

ระดับที่ 1 (Level I) เป็นความสามารถด้านการเรียนรู้โดยการท่องจำเพียงอย่างเดียวเป็นความสามารถที่จะสั่งสมหรือเก็บสะสมข้อมูลไว้ได้และพร้อมที่จะระลึกหรือถ่ายทอดออกมาในระดับนี้ได้รับการแปลงรูปหรือการจัดกระทำทางสมองแต่อย่างใด หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งว่าสมองระดับนี้ไม่ได้ใช้วิธีการคิดใด ๆ เลยจากสิ่งที่สมองรับเข้าไป

ระดับที่ 2 (Level II) เป็นความสามารถในด้านการคิดทางสมอง มีการจัดกระทำทางสมองเป็นขั้นสร้างมโนภาพ เหตุผล และแก้ปัญหา ซึ่งคล้ายกับความสามารถทั่วไป

1.2.6 ทฤษฎีเชาว์ปัญญาของคัทเทิล อาร์ บี คัทเทิล (R.B.Cattell) (ลัวัน สายยศและอังคณา สายยศ. 2541 : 53) เขาได้เสนอผลงานในวารสารปี ค.ศ. 1963 และพิมพ์แนวคิดเป็นเล่มเมื่อปี ค.ศ. 1971 โดยมีสาระสำคัญว่า โครงสร้างของเชาว์ปัญญาประกอบด้วย 2 ส่วน คือ Fluid component กับ Crystallized component

Fluid component หรือ Fluid ability เป็นความสามารถทั่วไป ผู้ที่มีความสามารถด้านนี้สูงจะสามารถทำงานชนิดต่าง ๆ ได้ดี ความสามารถด้านนี้มักจะแทรกในทุก ๆ อริยาบถของกิจกรรมทางสมองที่เป็นการคิดและการแก้ปัญหา มโนภาพของความสามารถด้านนี้ค่อนข้างเป็นนามธรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งประสิทธิภาพทางสมองด้านที่ไม่ใช้ภาษา (Nonverbal) และด้านที่ไม่เกี่ยวข้องกับวัฒนธรรม ตัวอย่างความสามารถด้านนี้ เช่น ความสามารถด้านเหตุผลเชิงอุปมาและอุปนัย เหตุผลสัมพันธ์ ความสามารถเข้าใจการเปลี่ยนแปลงของอนุกรมภาพ เป็นต้น

Crystallized component หรือ Crystallized ability เป็นความสามารถที่เชื่อมโยงกับวัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อมอย่างใกล้ชิด ซึ่งก็คือความสามารถที่จะเข้าใจภาษา ความสามารถในการประเมินคุณค่าของสิ่งคมนั่นเอง

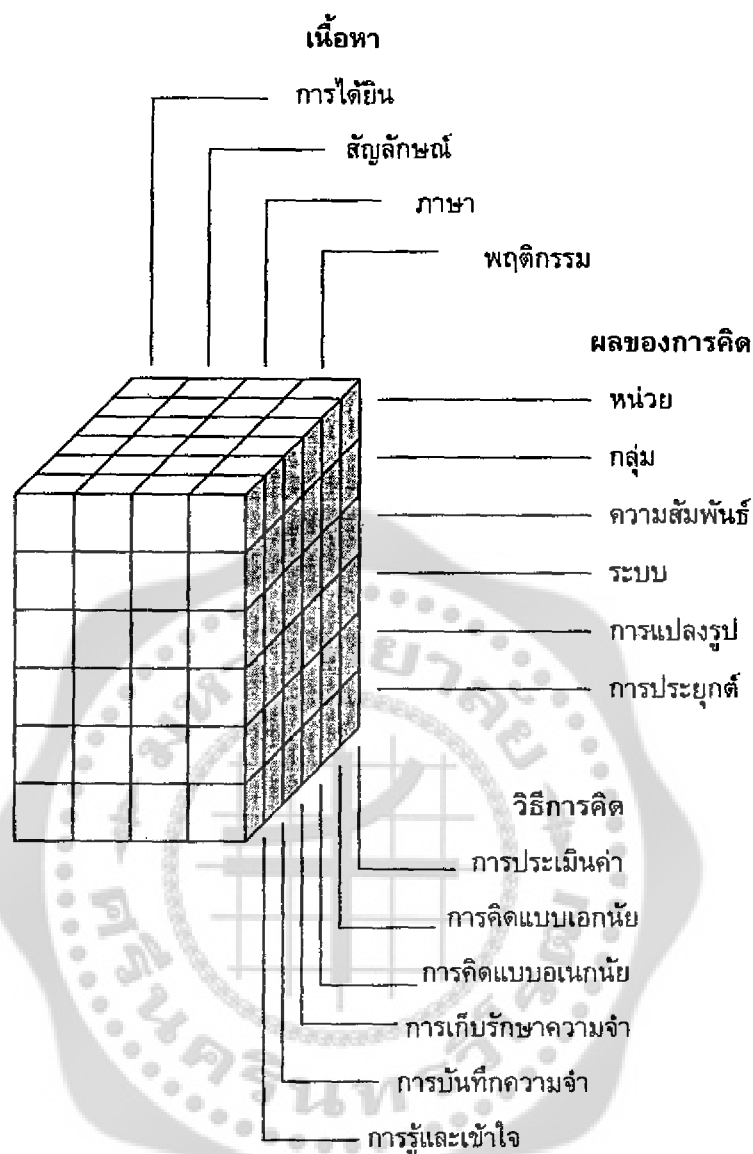
1.2.7 ทฤษฎีเชาว์ปัญญาแบบพหุมิติของการ์ดเนอร์ (Theory of Multiple Intelligence) การ์ดเนอร์ (Gardner) (Daniel. 2001 : 127 ; อ้างอิงจาก Gardner.1999) ได้เสนอทฤษฎีเชาว์ปัญญาแบบพหุมิติ โดยจำแนกเชาว์ปัญญาออกเป็น 8 ชนิด คือ เชาว์ปัญญาด้านภาษา (linguistic) ด้านเหตุผล-คณิตศาสตร์ (logical-mathematical) ด้านมิติสัมพันธ์ (spatial) ด้านดนตรี (musical) ด้านร่างกาย-การเคลื่อนไหว (bodily-kinesthetic) ด้านการรู้เกี่ยวกับผู้อื่น (interpersonal) ด้านการรู้เกี่ยวกับตนเอง (intrapersonal) และด้านนักธรรมชาติวิทยา (naturalist)

การ์ดเนอร์มีแนวคิดที่ว่า แต่ละบุคคลจะมีความสามารถทางเชาว์ปัญญาเด่นในด้านใดด้านหนึ่งเท่านั้น ส่วนความสามารถด้านอื่น ๆ จะอยู่ในระดับค่าเฉลี่ยของคนส่วนใหญ่ เช่น นักวิทยาศาสตร์หรือนักคณิตศาสตร์ จะมีความสามารถเด่นในด้านเหตุผล-คณิตศาสตร์ แต่ไม่เด่นทางด้านภาษา ด้านดนตรี ด้านมิติสัมพันธ์ หรือความเข้าใจผู้อื่น เป็นต้น ซึ่งทฤษฎีนี้ไม่ได้เน้นเชาว์ปัญญาเฉพาะองค์ประกอบด้านภาษา และเหตุผลคณิตศาสตร์เท่านั้น แต่ได้ขยายแนวคิดเกี่ยวกับความสามารถทางเชาว์ปัญญาไปสู่เรื่องร่างกาย ศิลปะ ดนตรี และการปรับตัวอีกด้วย ทำให้การสร้างแบบทดสอบวัดเชาว์ปัญญาตามแนวของ

การ์ดเนอร์มีประโยชน์สำหรับใช้ในการพยากรณ์ความสำเร็จในอาชีพต่าง ๆ ซึ่งเป็นคุณลักษณะเฉพาะของบุคคลมากกว่าการวัดความสามารถกว้าง ๆ ทั่วไป

1.2.8 ทฤษฎีโครงสร้างทางสมองตามแนวคิดของกิลฟอร์ด นักจิตวิทยาและนักการศึกษา ได้ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับสมรรถภาพทางสมองของมนุษย์และทำให้เกิดทฤษฎีต่าง ๆ ขึ้น กิลฟอร์ดนักจิตวิทยาชาวอเมริกันได้ค้นคว้าเกี่ยวกับทฤษฎีหลายตัวประกอบที่ทำให้สามารถอนุมานถึงโครงสร้างที่แสดงออกถึงสมรรถภาพสมองของมนุษย์ และได้วิจัยขยายทฤษฎีตัวประกอบพหุคูณของเทอร์สไตน์ โดยใช้วิธีสหสัมพันธ์และวิเคราะห์ตัวประกอบ วิธีของการศึกษาด้วยวิธีนี้ก็คือ การใช้แบบทดสอบวัดสติปัญญาที่มีอยู่ในสมัยนั้นไปวัดผลวิธีการคิดของความคิดด้านต่าง ๆ ในมิติขบวนการคิด (Operations) แบบทดสอบเหล่านั้นสร้างขึ้นตามคำนิยามของขบวนการคิดแต่ละอย่าง เช่น จะวัดความคิดต่อเนื่องกันก็นิยามว่า ความคิดต่อเนื่องคืออะไร แล้วสร้างข้อสอบตามนั้น แล้วใช้วิธีสหสัมพันธ์และการวิเคราะห์องค์ประกอบและได้เสนอเป็นทฤษฎีโครงสร้างทางสมอง (Structure of Intellect Theory) เรียกย่อว่า SI อธิบายความสามารถทางสมองของมนุษย์เป็นแบบจำลองมหภาคสามมิติ (Three Dimensional Model) ดังนี้ (Guildford. 1967 : 1-19)





ภาพประกอบ 4 แบบจำลองโครงสร้างทางสมองตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด

มิติที่ 1 วิธีการคิด (Operation) หมายถึง การปฏิบัติงานทางสติปัญญาหรือกระบวนการคิดแบบต่าง ๆ ขบวนการคิดนี้จะเกิดขึ้นตามลำดับจากง่ายไปยาก โดยมีส่วนประกอบ 6 ชั้นดังนี้

1. การรู้และการเข้าใจ (Cognition) หมายถึงความสามารถทางสติปัญญาของมนุษย์ที่เห็นสิ่งเร้า และเกิดการคิด รับรู้ และเข้าใจในสิ่งนั้น ๆ สามารถบอกได้ว่าสิ่งนั้นคืออะไร เช่น เห็นรูปเก้าอี้สามารถบอกได้ว่ารูปนั้นคือเก้าอี้

2. การบันทึกการจำ (Memory Recording) หมายถึงความสามารถทางสติปัญญาของมนุษย์ที่เก็บสะสมความรู้หรือข้อมูลต่าง ๆ ที่รู้จักไว้และสามารถระลึกออกมาในรูปแบบที่ต้องการได้

3. การเก็บรักษาความจำ (Memory Retention) หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญาของมนุษย์ที่จำสิ่งที่ผ่านเข้ามาในช่วงระยะเวลาหนึ่ง

4. การคิดแบบอนเคนัย (Divergent Production) หมายถึงความสามารถทางสติปัญญาของมนุษย์ที่ตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้แตกต่างกัน เช่น ถามว่าการออกกำลังมีประโยชน์อย่างไร ซึ่งอาจมีหลายคำตอบ แต่ถ้าตอบได้หลายคำตอบและถูกต้องมาก แสดงว่ามีความสามารถในการคิดแบบอนเคนัย

5. การคิดแบบเอกนัย (Convergent Production) หมายถึงความสามารถทางสติปัญญาของมนุษย์ในการคิดหาคำตอบที่ดีที่สุดเพียงคำตอบเดียว เช่น ถามว่า ปลาใช้อะไรในการหายใจ ผู้ตอบคิดว่าอวัยวะที่ใช้หายใจมีหลายอย่าง เช่น ปาก จมูก เหงือก งวง แต่ควรตอบว่า เหงือก จึงเป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

6. การประเมินค่า (Evaluation) หมายถึงความสามารถทางสติปัญญาของมนุษย์ในการพิจารณาตัดสินคุณค่าได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม โดยอาศัยเกณฑ์ที่ตั้งขึ้น เช่น ให้ออกว่า กขค มีลักษณะการจัดเรียงเหมือนกับ อบด หรือไม่ ซึ่งผู้ตอบบอกได้ว่า ไม่เหมือน

มิติที่ 2 เนื้อหา (Content) หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งเร้าต่าง ๆ ที่ปรากฏด้วยระบบประสาทสัมผัสทั้งหลาย แล้วบุคคลแยกแยะเพื่อจะรับรู้ ซึ่งสามารถแบ่งได้ 5 ประเภท คือ

1. ภาพ (Figural) หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่เป็นรูปธรรม มีโครงสร้างที่แยกออกเป็นภาพและพื้น (Figural - Ground) สามารถที่จะรับรู้หรือระลึกออกมาได้ เช่น ภาพต่าง ๆ เสียงต่าง ๆ เป็นต้น

2. สัญลักษณ์ (Symbolic) หมายถึง สิ่งเร้าหรือข้อมูลที่เป็นเครื่องหมาย หรือสัญญาณต่าง ๆ เช่น โฉินดนตรี เครื่องหมายต่าง ๆ

3. ภาษา (Semantic) หมายถึง สิ่งเร้าหรือข้อมูลที่เป็นถ้อยคำต่าง ๆ ที่ใช้พูดและสามารถใช้เป็นสื่อในการติดต่อกับบุคคลอื่นได้

4. พฤติกรรม (Behavioral) หมายถึง สิ่งเร้าหรือข้อมูลที่เป็นการกระทำหรือแสดงออกของบุคคลรวมถึงการแสดงออกทางจิตใจที่มองไม่เห็นโดยตรง เช่น ความคิด ทัศนคติ อารมณ์

มิติที่ 3 ผลของการคิด (Products) หมายถึง ผลของกระบวนการจัดกระทำของวิธีการคิดกับข้อมูลจากเนื้อหา ผลของการคิดออกในรูปลักษณะต่าง ๆ ตั้งแต่เป็นหน่วยย่อยจนถึงการประยุกต์ใช้แบ่งได้ 6 ประเภทคือ

1. หน่วย (Units) หมายถึง สิ่งที่ย่อยที่สุดของสิ่งต่าง ๆ ที่มีคุณสมบัติเฉพาะตัว ไม่เหมือนกับสิ่งอื่น ๆ เช่น แมว นก ม้า

2. กลุ่ม (Classes) หมายถึง กลุ่มต่าง ๆ หรือชุดของหน่วยที่มีคุณสมบัติร่วมกัน เช่น แมวกับสุนัข ซึ่งจัดเป็นกลุ่มเดียวกัน

3. ความสัมพันธ์ (Relations) หมายถึง ผลของการเชื่อมความคิดหลายประเภทเข้าด้วยกัน โดยมีเกณฑ์ที่ตั้งขึ้นเป็นตัวกำหนด เช่น พ่อคู่กับแม่ ชายคู่กับหญิง มีความสัมพันธ์กัน

4. ระบบ (Systems) หมายถึง การจัดแบบแผนหรือรวมโครงสร้าง ให้กลุ่มต่าง ๆ ให้อยู่ในระบบเดียวกัน โดยมีหลักเกณฑ์ร่วมกัน เช่น อาทิตย จันทร อังคาร พุธ พฤหัสบดี ศุกร์ และเสาร์ เป็นระบบของวันในหนึ่งสัปดาห์

5. การประยุกต์ (Implications) หมายถึงการนำเอาความเข้าใจไปใช้ในการคาดคะเนหรือพยากรณ์ทำนายอะไรบางอย่างจากข้อมูลที่กำหนดไว้ให้แตกต่างจากเดิม เช่น "หัด" อาจนำไปใช้ให้เกิดความหมายว่า "หัดเดิน" หรือ "แบบฝึกหัด"

1.3 ความคิดสร้างสรรค์

1.3.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์ เป็นสมรรถภาพด้านหนึ่งของสมอง มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู (2524 : 10) ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะความคิดแบบอเนกนัย หรือความคิดหลายทิศทางที่นำไปสู่กระบวนการคิดประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ รวมทั้งการคิดและค้นพบวิธีการแก้ปัญหาใหม่ ตลอดจนความสำเร็จในการคิดค้นพบทฤษฎีต่าง ๆ อันก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในทางสร้างสรรค์ที่เป็นประโยชน์ต่อสังคม

ดิลก ดิลกานนท์ (2534 : 40) ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง การคิดอย่างมีสาระ (Productive Thinking) ในเชิงนวัตกรรม จินตนาการ และความคิดอเนกนัย ซึ่งรวมถึงความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) ความคิดริเริ่ม (Originality) และความคิดละเอียดประณีต (Elaboration) ความกล้าเสี่ยง (Risk-Taking) และอารมณ์ขัน (Humor)

พรณี เกษมกล (2534 : 75) ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้หลายทิศทาง หลายแง่มุม และเน้นความคิดแปลกใหม่ของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้า เน้นความคิดแบบอเนกนัย ประยุกต์ ความคิดเดิมผสมผสานจนเกิดเป็นความคิดใหม่ รวมทั้งการประดิษฐ์ค้นพบ สิ่งต่าง ๆ ตลอดจนวิธีการคิด ทฤษฎีที่มีหลักการได้สำเร็จ

พัชรี วาสวิท (2535 : 61) ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือ ลักษณะความคิดอย่างกว้างขวางหรือความคิดหลายแง่มุมที่เรียกว่าความคิดอเนกนัย (Divergent Thinking) ทำให้สามารถคิดค้นและค้นพบความสัมพันธ์ใหม่ ๆ ของสิ่งต่าง ๆ ความสำเร็จในการคิดแก้ปัญหา ตลอดจนการประดิษฐ์สิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ ขึ้นมา

ประธานพร แจ่มเจริญทรัพย์ (2536 : 17) ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของสมองในการคิดหลายทิศทางโดยเชื่อมโยงความสัมพันธ์กับความคิดเดิม และจัดระเบียบขั้นตอนความคิดออกเป็นรูปใหม่ ก่อให้เกิดผลผลิตหรือแนวทางในการแก้ที่ต่างไปจากเดิม

วุฒิ วัฒนสิน (2539 : 60) ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดแบบโยงความสัมพันธ์ของความคิดแปลก ๆ ใหม่ ๆ โดยมีสิ่งเร้าภายนอกเป็นตัวกระตุ้นทำให้เกิดความคิดใหม่ที่ต่อเนื่องกัน เป็นความคิดอเนกนัยประกอบด้วยความคล่องตัวในการคิด ความยืดหยุ่น และต้องเป็นความคิดริเริ่มของตนเองที่จะนำไปสู่กระบวนการคิดประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่

อารี พันธุ์ณี (2543 : 6) ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางสมองที่คิดในลักษณะอเนกนัย อันนำไปสู่การค้นพบสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ ด้วยการคิดดัดแปลงปรุงแต่งจากความคิดเดิมผสมผสานกันให้เกิดสิ่งใหม่ ๆ ซึ่งรวมทั้งการประดิษฐ์คิดค้นพบสิ่งต่าง ๆ ตลอดจนวิธีการคิดทฤษฎีหลักการได้สำเร็จ ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้นั้น มิใช่เพียงแต่คิดในสิ่งที่เป็นไปได้ สิ่งที่เป็นเหตุเป็นผล

เพียงอย่างเดียวเท่านั้น หากแต่ความคิดจินตนาการก็เป็นสิ่งสำคัญที่จะก่อให้เกิดความแปลกใหม่แต่ต้องควบคู่ไปกับการพยายามที่จะสร้างความคิดค้น หรือจินตนาการประยุกต์จึงจะทำให้เกิดผลงานจากความคิดสร้างสรรค์ขึ้น

กิลฟอร์ด (Guilford, 1950 : 444 - 454) ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะความคิดแตกแขนง (Divergent Thinking) คือความคิดหลายทิศทาง หลายแง่หลายมุม คิดกว้างไกล ซึ่งลักษณะความคิดเช่นนี้จะนำไปสู่การคิดประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ รวมถึงการคิดค้นพบวิธีการแก้ปัญหาได้สำเร็จด้วย ซึ่งความคิดแตกแขนงนั้นประกอบด้วยลักษณะความคิดริเริ่ม (Originality) ความคล่องแคล่วในการคิด (Fluency) ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) และความคิดละเอียดละออ (Elaboration)

วอลลาสและโคแกน (อาร์ รังสินธ์, 2527 : 4 ; อ้างอิงจาก Wallach and Kogan, 1957) ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ กล่าวคือ เมื่อระลึกถึงสิ่งหนึ่งสิ่งใดก็จะเห็นสะพานช่วยให้ระลึกถึงสิ่งอื่นที่มีความสัมพันธ์กันต่อไปได้อีก

บารอน และเมย์ (อาร์ พันธุ์มณี, 2543 : 3 ; อ้างอิงจาก Baron and May, 1960)

ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถของบุคคลที่จะนำไปสู่สิ่งใหม่ ๆ เกิดผลผลิตใหม่ ๆ ทางเทคโนโลยี รวมทั้งความสามารถในการประดิษฐ์คิดค้นสิ่งแปลกใหม่แตกต่างจากที่เคยปรากฏและยังประโยชน์อย่างมหาศาลต่อชาวโลก

เวสกอต และสมิท (อาร์ พันธุ์มณี, 2543 : 4 ; อ้างอิงจาก Wescott and Smith, 1963)

ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางสมองที่นำประสบการณ์เดิมของตนออกมาแล้วนำประสบการณ์นั้นมาจัดให้อยู่ในรูปใหม่ การจัดรูปใหม่จะเป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละคน ไม่จำเป็นต้องเป็นสิ่งใหม่ระดับโลก

ทอแรนซ์ (Torrance, 1962 : 16) ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการของ

ความรู้สึกที่ไขว่คว้าหา หรือสิ่งบกพร่องที่ขาดหายไป แล้วรวบรวมความคิดตั้งเป็นสมมติฐาน และทำการทดสอบสมมติฐานแล้วรายงานผลที่ได้รับจากการค้นพบ

แมคแคนเดส (McCandless, 1973 : 216 - 217) ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์

หมายถึงพฤติกรรมที่เป็นทั้งกระบวนการและผลผลิต ในแง่ของกระบวนการ การสร้างสรรค์สามารถพิจารณาในรูปของการคิดอย่างซับซ้อน ความสามารถที่จะเห็นความสัมพันธ์ใหม่ ๆ ระหว่างวัตถุหรือเหตุการณ์ การตั้งสมมติฐานและทดสอบสมมติฐาน และทักษะในการสื่อความหมายความคิดของตนต่อผู้อื่น แก่นของคำจำกัดความในแง่ของกระบวนการก่อปรด้วยความสามารถในการโยงความสัมพันธ์และความเป็นเอกลักษณ์ (ซึ่งเป็นตัวประกอบของการคิดแบบแตกแขนง) หรืออาจจะพิจารณาการสร้างในรูปของผลผลิตที่แปลกใหม่หรือมีความคิดริเริ่ม ซึ่งเป็นสิ่งที่เป็นที่ยอมรับ มีประโยชน์ มีความหมายและมีคุณค่าทั้งต่อผู้สร้างและวัฒนธรรม

เกตเซลส์ และแจ็กสัน (อาร์ พันธุ์มณี, 2543 : 3 ; อ้างอิงจาก Getzels and Jackson, 1975.)

ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะการคิดที่หาคำตอบหลาย ๆ คำตอบในการตอบสนองต่อสิ่งเร้า ซึ่งลักษณะเช่นนี้มักจะเกิดขึ้นกับบุคคลที่มีอิสระในการตอบสนองจึงจะสามารถตอบสนองได้มาก

โรเจอร์ (Rogers, 1985 : 7) ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการที่คิดและ

กระทำเพื่อให้เกิดผลผลิตใหม่ขึ้น และมีความแตกต่างไปจากบุคคลอื่น

มาเยสกี (Mayesky. 1985 : 3) ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นแนวทางของการคิด หรือการกระทำบางสิ่งบางอย่างที่เป็นลักษณะเริ่มแรกสำหรับบุคคลอื่น และเน้นสิ่งที่มีคุณค่าสำหรับคนคิดหรือคนอื่น ๆ ซึ่งก็คือ มีหนทางใหม่ ๆ ในการแก้ปัญหาหรือการสร้างผลผลิตใหม่ ๆ เช่น เพลง โคลงกลอน และเครื่องจักรใหม่ ๆ เป็นต้น

เดย์ (Day. 1988 : 5) ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นหนทางของการคิด การกระทำหรือการทำบางสิ่งบางอย่างที่เป็นการริเริ่มของแต่ละบุคคล และมีคุณค่าต่อบุคคล และผู้อื่น

อาร์โนลด์ (Arnold. 1988 : 92) ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นการกระทำที่นำไปสู่การแก้ปัญหาหรือความสามารถในการคิดแบบเปิด คิดนอกเนกนัย และคิดในหนทางที่ไม่เหมือนกัน โดย ความคิดสร้างสรรค์ต้องประกอบด้วย 4 อย่างคือ เป็นสิ่งใหม่ (Novel) เป็นสิ่งที่สัมพันธ์กัน (Relevance) เป็นสิ่งที่ขัดแย้งกัน (Conflict) และเป็นสิ่งที่ต้องประเมินผล (Evaluation)

จากความหมายดังกล่าว สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการ คิดหาคำตอบได้หลายทิศทาง หลายแง่หลายมุม นำไปสู่สิ่งใหม่ ซึ่งรวมทั้งการประดิษฐ์ คิดค้นพบสิ่งต่าง ๆ ตลอดจนวิธีการ ทฤษฎี หลักการได้สำเร็จ

1.3.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ของทอร์เรนซ์

ทอร์เรนซ์กล่าวว่า จะแสดงออกตลอดกระบวนการของความรู้สึก หรือการเห็นปัญหา การรวบรวมความคิดเพื่อตั้งเป็นข้อสมมติฐานการทดสอบและการดัดแปลงสมมติฐาน ตลอดจนวิธีการ เผยแพร่ ผลสรุปที่ได้ ซึ่งทฤษฎีของทอร์เรนซ์ อาจขยายความได้ว่า ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์เมื่อเห็นและเข้าใจ จะรวบรวมประสบการณ์และข้อมูลต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เพื่อแสวงหาวิธีใหม่ ๆ เพื่อเผชิญหรือแก้ปัญหา (รัชนี ลาซโรจน์. 2537 : 27)

ทอร์เรนซ์ (ทิวต์ นกบิน. 2542 : 10 ; อ้างอิงจาก Torrance. 1964.) ได้กำหนดขั้นตอน ของความคิดสร้างสรรค์ออกเป็น 4 ขั้นตอน

1. ขั้นตอนต้น เกิดจากความรู้สึกต้องการหรือความพอใจในสิ่งต่าง ๆ ที่จะทำให้บุคคล เริ่มคิดเขาจะพยายามรวบรวมข้อเท็จจริง เรื่องราวและแนวคิดต่าง ๆ ที่มีอยู่เข้าด้วยกัน เพื่อหาความกระจ่าง ในปัญหา ขั้นนี้ผู้คิดยังไม่ทราบว่าจะเกิดขึ้นจะเป็นรูปใด และอาจใช้เวลานานจนบางครั้งเกิดขึ้นโดย ผู้คิดไม่รู้สีกตัว

2. ขั้นครุ่นคิด ต่อจากนั้นเริ่มต้นมีระยะหนึ่งที่มีความรู้ความคิดเห็นและเรื่องราวต่าง ๆ ที่ รวบรวมไว้มาประสมกลมกลืนเข้าเป็นรูปร่าง ระยะนี้ผู้คิดต้องใช้ความคิดอย่างหนัก แต่บางครั้งความคิดอันนี้ อาจหยุดชะงักไปเฉย ๆ เป็นเวลานาน บางครั้งก็กลับเกิดขึ้นใหม่อีก

3. ขั้นเกิดความคิด ในระยะที่กำลังครุ่นคิดนั้น บางครั้งอาจเกิดความคิดผุดขึ้นมาทันที ทันใด ผู้คิดจะมองเห็นความสัมพันธ์ของความคิดใหม่เข้ากัน ความคิดเก่า ๆ ซึ่งมีผู้คิดมาแล้ว การมองเห็นความสัมพันธ์ในแนวความคิดใหม่นี้ จะเกิดขึ้นทันทีทันใด ผู้คิดไม่ได้นึกฝันว่าจะเกิดขึ้นเลย

4. **ขั้นปรับปรุง** เมื่อเกิดความคิดใหม่แล้ว ผู้คิดจะขัดเกลาความคิดนั้นให้หมดจดเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย หรือต่อเติมเสริมแต่งความคิดที่เกิดขึ้นใหม่นั้นให้รัดกุมและวิวัฒนาการก้าวหน้าต่อไป

เดวิส (กรมวิชาการ. 2535 : 6 ; อ้างอิงจาก Davis. 1983) ได้รวบรวมแนวคิดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ของนักจิตวิทยาที่ได้กล่าวถึงทฤษฎีของความคิดสร้างสรรค์ โดยแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ 4 กลุ่ม คือ

1. **ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงจิตวิเคราะห์** นักจิตวิทยาทางจิตวิเคราะห์หลายคน เช่น Freud และ Kris ได้เสนอแนวความคิดเกี่ยวกับการเกิดของความคิดสร้างสรรค์ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นผลมาจากความขัดแย้งภายในจิตได้สำนึกกระหว่างแรงขับทางเพศ (Libido) กับความรู้สึกผิดชอบทางสังคม (Social conscience) ส่วน Kubie และ Rugg ซึ่งเป็นนักจิตวิเคราะห์แนวใหม่กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์นั้นเกิดขึ้นระหว่างการรู้สึกกับจิตได้สำนึกซึ่งอยู่ในขอบเขตของจิตส่วนที่เรียกว่า จิตก่อนสำนึก

2. **ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงพฤติกรรมนิยม** นักจิตวิทยาในกลุ่มนี้มีแนวความคิดเกี่ยวกับเรื่องความคิดสร้างสรรค์ว่า เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ โดยเน้นที่ความสำคัญของการเสริมแรงการตอบสนองที่ถูกต้องกับสิ่งเร้าเฉพาะหรือสถานการณ์ นอกจากนี้ยังได้เน้นความสัมพันธ์ทางปัญญา คือ การโยงความสัมพันธ์จากสิ่งเร้าหนึ่งไปยังสิ่งต่าง ๆ ทำให้เกิดความคิดใหม่หรือสิ่งใหม่เกิดขึ้น

3. **ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงมานุษยนิยม** นักจิตวิทยาในกลุ่มนี้มีแนวคิดว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่มนุษย์มีติดตัวมาแต่กำเนิด ผู้ที่สามารถนำความคิดสร้างสรรค์มาใช้ได้ คือ ผู้ที่มีสัจการแห่งตน คือ รู้จักตนเอง พอใจตนเอง และใช้ตนเองเต็มตามศักยภาพของตน มนุษย์จะสามารถแสดงความคิดสร้างสรรค์ของตนออกมาได้อย่างเต็มที่นั้นขึ้นอยู่กับการสร้างสภาวะหรือบรรยากาศที่เอื้ออำนวย ได้กล่าวถึงบรรยากาศที่สำคัญในการสร้างสรรค์ว่าประกอบด้วย ความปลอดภัยในเชิงจิตวิทยา ความมั่นคงของจิตใจ ความปรารถนาที่จะเล่นกับความคิด และการเปิดกว้างที่จะรับประสบการณ์ใหม่

4. **ทฤษฎี AUTA** ทฤษฎีนี้เป็นรูปแบบของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นในตัวบุคคล โดยมีแนวคิดว่า ความคิดสร้างสรรค์นั้นมีอยู่ในมนุษย์ทุกคน และสามารถพัฒนาให้สูงขึ้นได้ การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ตามรูปแบบ AUTA ประกอบด้วย

4.1 **การตระหนัก (Awareness)** คือ ตระหนักถึงความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ที่มีต่อตนเอง สังคม ทั้งในปัจจุบันและอนาคต และตระหนักถึงความคิดสร้างสรรค์ที่มีอยู่ในตนเองด้วย

4.2 **ความเข้าใจ (Understanding)** คือมีความรู้ ความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในเรื่องราวต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์

4.3 **เทคนิควิธี (Techniques)** คือ การรู้เทคนิควิธีในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทั้งที่เป็นเทคนิคส่วนบุคคลและเทคนิคที่เป็นมาตรฐาน

4.4 **การตระหนักในความจริงของสิ่งต่าง ๆ (Actualization)** คือ การรู้จักหรือตระหนักในตนเอง พอใจในตนเอง และพยายามใช้ตนเองอย่างเต็มศักยภาพ รวมทั้งการเปิดกว้างรับประสบการณ์ต่าง ๆ โดยมีการปรับตัวได้อย่างเหมาะสม การตระหนักถึงเพื่อนมนุษย์ด้วยกัน การผลิตผลงานด้วยตนเอง และการมีความคิดที่ยืดหยุ่นเข้ากับทุกรูปแบบของชีวิต

องค์ประกอบทั้ง 4 นี้จะผลักดันให้บุคคลสามารถดึงศักยภาพเชิงสร้างสรรค์ของตนเองออกมาใช้ได้

จากทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ที่กล่าวมาแล้วทั้งหมดนี้ จะเห็นได้ว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะที่มีอยู่ในบุคคลทุกคน และสามารถที่จะพัฒนาให้สูงขึ้นได้โดยอาศัยการเรียนรู้ และการจัดบรรยากาศที่เอื้ออำนวย

1.3.3 การวัดความคิดสร้างสรรค์

การศึกษาค้นคว้าในเรื่องการวัดความคิดสร้างสรรค์ ได้พยายามศึกษาและพัฒนาเป็นลำดับ โดยเฉพาะการวัดความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้ (อาร์ รังสินันท์, 2530 : 160-161)

การสังเกต หมายถึง การสังเกตพฤติกรรมของบุคคลที่แสดงออกเชิงสร้างสรรค์

การวาดภาพ หมายถึง การให้เด็กวาดภาพจากสิ่งเร้าที่กำหนด เป็นการถ่ายทอดความคิดสร้างสรรค์ออกมาเป็นรูปธรรมและสามารถสื่อความหมายได้ สิ่งเร้าที่กำหนดให้เด็กอาจเป็นวงกลมสี่เหลี่ยม แล้วให้เด็กวาดต่อเติมให้เป็นภาพ

รอยหยดหมึก หมายถึง การให้เด็กดูภาพรอยหยดหมึก แล้วคิดตอบจากภาพที่เด็กเห็น มักใช้กับเด็กวัยประถมศึกษา เพราะเด็กสามารถอธิบายได้ดี

การเขียนเรียงความและงานศิลปะ หมายถึง การให้เด็กเขียนเรียงความจากหัวข้อที่กำหนดและการประเมินงานศิลปะของนักเรียน

การทดสอบ หมายถึง การใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์วัดพฤติกรรมของเด็ก นับเป็นพัฒนาการของการวัดความคิดสร้างสรรค์ในขั้นต่อมา คือ การใช้แบบทดสอบมาตรฐาน ซึ่งเป็นผลมาจากการวิจัยเกี่ยวกับธรรมชาติของความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์มีทั้งที่ใช้ภาษาเป็นสื่อ และที่ใช้ภาพเป็นสื่อ เพื่อเร้าให้เด็กแสดงออกเชิงความคิดสร้างสรรค์ และมีการกำหนดเวลาด้วย ปัจจุบันแบบทดสอบมาตรฐานที่ใช้วัดความคิดสร้างสรรค์ก็มีหลายแบบ เช่น แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของวอลลาสและโคแกน แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของเจเลนและเฮอร์แบน

1.4 การคิดนอกเนกนัย

1.4.1 ความหมายของการคิดนอกเนกนัย

การคิดนอกเนกนัยเป็นความสามารถทางสมองที่นักการศึกษาได้ศึกษาและให้นิยามไว้ดังนี้

กิลฟอร์ด (Guilford) (ลัวัน สายยศและอังคณา สายยศ, 2541 : 48 -52; อ้างอิงจาก Guilford, 1967) ให้ความหมายว่า การคิดนอกเนกนัย (Divergent Production) เป็นความสามารถในการตอบสิ่งเร้าได้หลายแง่หลายมุมแตกต่างกันไป เช่น ให้ออกประโยชน์ของน้ำมาให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ ถ้าใครคิดได้มากและแปลกที่สุด และมีเหตุผลถือว่าผู้นั้นมีความคิดนอกเนกนัย

การริย์ และคิงส์เลย์ (วัชรินทร์ บุญมาทิต, 2532 : 64 ; อ้างอิงจาก Garry and Kingsley, 1970 : 473-474) ให้ความหมายว่า การคิดแบบนอกเนกนัย (Divergent Thinking) เป็นการคิดในระบบเปิด

(Open System) ซึ่งผู้ตอบจะมีอิสระในการคิดทุกทิศทาง เขาจะค้นหาวิธีการแก้ปัญหาในแนวทางกว้างและลึกและสามารถตอบในแนวใด ๆ ได้โดยไม่จำกัด

แอนเดอร์สันและคนอื่น ๆ (วัชรินทร์ บุญมาทิต. 2532 : 65 ; อ้างอิงจาก Anderson and others. 1970 : 95-97) ให้ความหมายว่าการคิดแบบอเนกนัยเป็นกระบวนการคิดในลักษณะไม่หยุดนิ่ง (Dynamics) เป็นการคิดขั้นต้นของการแก้ปัญหา ก่อนที่ผู้ตอบจะใช้การคิดแบบอเนกนัยเพื่อเลือกคำตอบที่ดีที่สุด

กัลแลคเกอร์ (วัชรินทร์ บุญมาทิต. 2532 : 67-68 ; อ้างอิงจาก Gallagher. 1962 : 227) ให้ความหมายว่า การคิดแบบอเนกนัยเป็นกระบวนการคิดที่ผู้ตอบจะใช้เวลาคล่องในการคิด คิดในลักษณะกว้างและลึกแล้วผู้ตอบยังจะต้องมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับคำตอบด้วย ซึ่งเขาได้กล่าวถึงลักษณะของคำตอบที่เกิดจากการคิดแบบอเนกนัยไว้ 3 ประการคือ

1. El - Elaboration ได้แก่ ความสามารถในการตอบคำถามในแนวทางให้มากที่สุดตอบได้ละเอียดที่สุด และเป็นคำถามที่เป็นปม ซึ่งสามารถคิดและวิจารณ์ได้หลายลักษณะ

2. Ass - Association คำตอบนั้นจะต้องเป็นคำตอบที่มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน ซึ่งอาจเป็นความสัมพันธ์ในลักษณะของแนวคิด รูปร่าง สี เหตุการณ์ หรือสถานการณ์ต่าง ๆ และผู้ตอบจะมีอิสระที่จะคิดแบบของความสัมพันธ์ดังกล่าวในรูปใดก็ได้

3. Syn - Synthesis คำตอบนั้นจะต้องมีเนื้อหาสาระที่สามารถสรุปความสัมพันธ์หรือสามารถนำข้อสรุปไปประยุกต์ได้อย่างอิสระ

ดังนั้นการคิดแบบอเนกนัย หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลที่จะต้องตอบคำถามได้หลายแง่หลายมุม ละเอียดที่สุด และสามารถที่จะคิดรวมสิ่งที่มีความสัมพันธ์กันให้เป็นรูปใหม่ที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่นได้มากที่สุด

สำหรับในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้แบบจำลองจุลภาค ซึ่งมีวิธีคิดแบบอเนกนัยที่มีเนื้อหาต่างกัน ดังแสดงในภาพ



ภาพประกอบ 5 แบบจำลองจุลภาควิธีการคิดอเนกนัยที่มีเนื้อหาต่างกัน

1.4.2 ลักษณะกระบวนการคิดอเนกนัย

Guilford (1967) กล่าวว่า คนที่มีความคิดอเนกนัยจัดเป็นคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งหมายถึงความสามารถของบุคคลที่ใช้ในการแก้ปัญหา เป็นการคิดที่ก่อให้เกิดสิ่งต่างๆ ใหม่ ๆ เป็นความสามารถของบุคคลที่จะประยุกต์ใช้กับงานหลาย ๆ ชนิด ซึ่งประกอบด้วยลักษณะดังต่อไปนี้

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่ แตกต่างจากความคิดธรรมดา ความคิดริเริ่มเกิดจากการนำเอาความรู้เดิมมาดัดแปลง และประยุกต์ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ขึ้น เป็น

ลักษณะที่เกิดขึ้นเป็นครั้งแรก ต้องอาศัยลักษณะ ความกล้าคิด กล้าลอง เพื่อทดสอบความคิดของตนเอง บ่อยครั้งต้องอาศัยความคิดจินตนาการ หรือที่เรียกว่า ความคิดจินตนาการประยุกต์ คือไม่ใช่คิดเพียงอย่างเดียวแต่จำเป็นต้องคิดอย่างสร้างสรรค์และหาทางทำให้เกิดผลงานด้วย

ความคิดริเริ่มนั้นสามารถอธิบายได้ตามลักษณะดังนี้ คือ

1.1 ลักษณะทางกระบวนการ คือ เป็นกระบวนการคิด และสามารถแตกความคิดจากของเดิมไปสู่ความคิดแปลกใหม่ ที่ไม่ซ้ำกับของเดิม

1.2 ลักษณะของบุคคล คือ บุคคลที่มีความคิดริเริ่ม จะเป็นบุคคลที่มีเอกลักษณ์ของตนเอง เชื่อมมั่นในตนเอง กล้าคิด กล้าลอง กล้าแสดงออก ไม่ขลาดกลัวต่อความไม่แน่นอน หรือคลุมเครือ แต่เต็มใจและยินดีที่จะเผชิญและเสี่ยงกับสภาพการณ์ดังกล่าว

1.3 ลักษณะทางผลผลิต ผลงานที่เกิดขึ้น เป็นงานที่แปลกใหม่ ไม่เคยปรากฏมาก่อน ต้องการแสดงความคิดอย่างอิสระ

2. ความคล่องในการคิด (Fluency) หมายถึงความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และมีคำตอบในปริมาณที่มากในเวลาจำกัด แบ่งออกเป็น

2.1 ความคล่องแคล่วทางด้านถ้อยคำ (Word fluency) ซึ่งเป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่วนั่นเอง

2.2 ความคิดคล่องแคล่วทางการโยงสัมพันธ์ (Associational fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดหาถ้อยคำที่เหมือนกันหรือคล้ายกันได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ ภายในเวลาที่กำหนด

2.3 ความคล่องแคล่วทางการแสดงออก (Expressional fluency) เป็นความสามารถในการใช้สีหรือประโยค คือความสามารถที่จะนำคำมาเรียงกันอย่างรวดเร็วเพื่อให้ได้ประโยคที่ต้องการ

2.4 ความคล่องแคล่วในการคิด (Ideational fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด เป็นความสามารถอันดับแรกในการที่จะพยายามเลือกเฟ้นให้ได้ความคิดที่ดีและเหมาะสมที่สุด จึงจำเป็นต้องคิด คิดออกมาให้ได้มากหลายอย่าง และแตกต่างกัน แล้วจึงนำเอาความคิดที่ได้มาทั้งหมดมาพิจารณาแต่ละอย่างเปรียบเทียบกับว่าความคิดอันใดจะเป็นความคิดที่ดีที่สุด

3. ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภท หลายทิศทาง แบ่งออกเป็น

3.1 ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที (Spontaneous flexibility) เป็นความสามารถที่จะพยายามคิดได้หลายอย่าง อย่างอิสระ

3.2 ความคิดยืดหยุ่นทางการดัดแปลง (Adaptive flexibility) เป็นความสามารถที่จะคิดได้หลากหลายและสามารถดัดแปลงจากสิ่งหนึ่งไปเป็นหลายสิ่งได้

4. ความคิดละเอียดละออ (Elaboration) คือความคิดในรายละเอียดเพื่อตกแต่งหรือขยายความคิดหลักให้มีความหมายสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ความคิดละเอียดละออ เป็นคุณลักษณะที่จำเป็นยิ่งในการสร้างผลงานที่มีความแปลกใหม่ให้สำเร็จ

จากความหมายและลักษณะของการคิดอเนกนัย สรุปได้ว่า การคิดอเนกนัยคือ ความสามารถทางสมองของบุคคลที่จะตอบคำถามได้หลายแง่หลายมุม ละเอียดที่สุด และสามารถที่จะ คิดรวมสิ่งที่มีความสัมพันธ์กันให้เป็นรูปใหม่ที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่นได้มากที่สุด ซึ่งจะเห็นได้ว่า การคิดอเนกนัยก็ คือความคิดสร้างสรรค์นั่นเอง

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญา (Cognitive Domain) ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วิลสัน (อนันต์ โพธิกุล, 2543 : 45 ; อ้างอิงจาก Wilson, 1971 : 643-685) ได้จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้น มัธยมศึกษาไว้เป็น 4 ระดับ คือ

1. ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation) พฤติกรรมในระดับนี้ ถือว่าเป็นพฤติกรรม ที่อยู่ในระดับต่ำที่สุด แบ่งออกได้เป็น 3 ชั้น ดังนี้

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of Specific Facts) คำถามที่วัดความสามารถในระดับนี้ จะเกี่ยวกับข้อเท็จจริงตลอดจนความรู้พื้นฐานซึ่งนักเรียนได้สั่งสมมาเป็นระยะเวลานาน

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of Terminology) เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำคำศัพท์และนิยามต่างๆ ได้ โดยคำถามอาจจะถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้ แต่ไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ

1.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to Carry Out Algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยาม และกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วมาคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มาแล้ว ข้อสอบวัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็นโจทย์ง่ายๆ คล้ายคลึงกับตัวอย่าง นักเรียน ต้องไม่พบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำ เกี่ยวกับการคิดคำนวณ แต่ซับซ้อนกว่า แบ่งได้เป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ (Knowledge of Concepts) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่า ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะมโนคติเป็นนามธรรม ซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่างๆ ต้องอาศัย การตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างของมโนคตินั้น โดยใช้คำพูดของตนหรือเลือกความหมายที่กำหนด ให้ ซึ่งเขียนในรูปใหม่หรือยกตัวอย่างใหม่ ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียน

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์ และการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป (Knowledge of Principles Rules and Generalization) เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎ และ ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหา จนได้แนวทางในการแก้ปัญหาได้ ถ้าคำถามนั้นเป็น คำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรก อาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ ก็ได้

2.3 ความเข้าใจในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of Mathematical Structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้ เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับคุณสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหา จากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง (Ability to Transform Problem Elements from One Mode to Another) เป็นความสามารถในการแปลงข้อความที่กำหนดให้ เป็นข้อความใหม่ หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นสมการ ซึ่งมีความหมายคงเดิม โดยไม่รวมถึงกระบวนการแก้ปัญหา (Algorithms) หลังจากแปลแล้ว อาจกล่าวได้ว่า เป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

2.5 ความสามารถในการติดตามแนวของเหตุผล (Ability to Follow A Line of Reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่ว ๆ ไป

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to Read and Interpret a Problem) ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นนี้ อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่น ๆ โดยให้นักเรียนอ่านและตีความโจทย์ปัญหาซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของข้อความ ตัวเลข ข้อมูลทางสถิติ หรือกราฟ

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

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหา ที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน (Ability to Solve Routine Problem) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to Make Comparisons) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหาขั้นนี้อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งใช้ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to Analyze Data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องมาพิจารณาว่า อะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม มีปัญหาอื่นใดบ้าง ที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่ หรือต้องแยกโจทย์ปัญหาออกพิจารณาเป็นส่วน มีการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร (Ability to Recognize Patterns Isomorphisms and Symmetries) เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูล และการระลึกถึงความสัมพันธ์ นักเรียนต้องสำรวจหาสิ่งที่คุ้นเคยกันจากข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดจากโจทย์ปัญหาให้พบ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็น หรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลง แต่ก็อยู่ในขอบเขตเนื้อหาวิชาที่เรียน การแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าว ต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหา พฤติกรรมในระดับนี้ ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพสมองระดับสูง แบ่งเป็น 5 ชั้น ดังนี้

4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability to Solve Nonroutine Problems) คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่าง ไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจ มโนคติ นิยาม ตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ (Ability to Discover Relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดใหม่ แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาแทนการจำความสัมพันธ์ที่เคยพบมาแล้ว มาใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4.3 ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ (Ability to Construct Proofs) เป็นความสามารถที่ควบคู่กับความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ อาจเป็นพฤติกรรมที่มีความซับซ้อนน้อยกว่าพฤติกรรมในการสร้างข้อพิสูจน์ พฤติกรรมในขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนตรวจสอบข้อพิสูจน์ว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดบ้าง

4.4 ความสามารถในการสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้องให้มีผลใช้ได้เป็นกรณีทั่วไป (Ability to Formulate and Validate Generalizations) เป็นความสามารถในการค้นพบสูตรหรือกระบวนการแก้ปัญหาและพิสูจน์ว่าใช้เป็นกรณีทั่วไปได้

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จัดได้ว่าเป็นเกณฑ์ที่จะนำมาใช้ในการประเมินความสามารถทางสมองได้อย่างกว้างขวาง ซึ่งผู้วิจัยสนใจที่จะทำการศึกษาค้นคว้าเพื่อเปรียบเทียบผลการคิดออกแนยแบบความสัมพันธ์ที่มีเนื้อหาต่างกันของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน

3. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรตามหลายตัว

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรตามหลายตัว (Multivariate Analysis of Variance ใช้ตัวย่อว่า MANOVA) (บุญชม ศรีสะอาด, 2538 : 67 - 69) เป็นเทคนิคที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลที่มีตัวแปรอิสระตั้งแต่ 1 ตัวขึ้นไป มีกลุ่มตัวอย่างตั้งแต่สองกลุ่มขึ้นไป ตามจำนวนระดับ หรือประเภทย่อยของตัวแปรอิสระ โดยมุ่งทดสอบสมมติฐานทางสถิติเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยในตัวแปรตามของกลุ่มเหล่านั้นตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป

3.1 ลักษณะการวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรตามหลายตัว แบ่งออกเป็น

3.1.1 กรณีการวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรตามหลายตัวแบบทางเดียว (one - way MANOVA) จะมีตัวแปรอิสระตัวเดียว ซึ่งมีระดับหรือประเภทตั้งแต่ 2 ระดับ หรือประเภทขึ้นไป ในตัวอย่างนี้เป็นรูปแบบข้อมูลที่จะวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรตามหลายตัวแบบทางเดียวอย่างง่าย ตัวแปรอิสระมีตัวเดียว ซึ่งมี 3 ระดับหรือประเภท จึงมีกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม แต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือไม่เท่ากันก็ได้ ตัวแปรตามมี 2 ตัวแปรคือ X_1 กับ X_2 ซึ่งวัดจากสมาชิกคนเดิม จุด (.) แทนค่าที่วัดจากสมาชิกของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่ม 1		กลุ่ม 2		กลุ่ม 3	
X_1	X_2	X_1	X_2	X_1	X_2
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.

ภาพประกอบ 6 ตัวอย่างแบบ one-way MANOVA ที่มี 3 กลุ่ม ตัวแปรตามมี 2 ตัว

3.1.2 กรณีการวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรตามหลายตัวแบบสองทาง (two-way MANOVA) จะมีตัวแปรอิสระ 2 ตัว ในตัวอย่างตามภาพประกอบ 7 เป็นรูปแบบลักษณะข้อมูลที่จะวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรตามหลายตัวแบบสองทางอย่างง่าย ตัวแปรอิสระมี 2 ตัวแปร คือ A กับ B ตัวแปร A มี 2 ระดับหรือประเภท ส่วนตัวแปร B มี 3 ระดับหรือประเภท จึงมีกลุ่มตัวอย่าง $2 \times 3 = 6$ กลุ่มย่อย ตัวแปรตามมี 2 ตัวแปร คือ X_1 กับ X_2 จุด (.) แทนค่าที่วัดจากสมาชิกกลุ่มตัวอย่าง

	B_1		B_2		B_3	
	X_1	X_2	X_1	X_2	X_1	X_2
A_1	.	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.
A_2	.	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.

ภาพประกอบ 7 ตัวอย่างลักษณะข้อมูลที่จะทำการวิเคราะห์แบบ two-way MANOVA ที่มี 6 กลุ่ม ตัวแปรตามมี 2 ตัว

การวิเคราะห์แบบ ANOVA จะทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยในมิติเดียว แต่การวิเคราะห์แบบ MANOVA จะทดสอบนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยใน t มิติ เมื่อ t เป็นจำนวนตัวแปรตาม กรณีที่มีตัวแปรตามมากกว่าหนึ่งตัว การวิเคราะห์โดยใช้ ANOVA ทำการวิเคราะห์โดยใช้ตัวแปรตามทีละตัว ทำให้ ANOVA หรือ F-test ที่ทดสอบแต่ละครั้งเป็นอิสระจากกัน ไม่เกี่ยวข้องกัน ซึ่งจะผิดไปจากสภาพความเป็นจริงที่วัดตัวแปรตามเหล่านั้น จากสมาชิกกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียวกัน ค่าที่วัดย่อมมีความสัมพันธ์กันในทางใดทางหนึ่ง การวิเคราะห์แบบ MANOVA จะนำเอาสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามมาพิจารณาด้วย เป็นการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามหลายตัวในฐานะเป็น set หนึ่ง ลักษณะดังกล่าวนี้ทำให้สามารถคำนวณความน่าจะเป็นที่แท้จริงได้ จากเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นไปได้ว่า ในการวิเคราะห์ด้วย ANOVA ที่แยกกันตามตัวแปรตาม อาจไม่พบนัยสำคัญของความแตกต่าง แต่เมื่อวิเคราะห์ด้วย MANOVA ที่วิเคราะห์ตัวแปรตามทั้งหมดพร้อม ๆ กัน จะพบนัยสำคัญของความแตกต่าง

3.2 วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรตามหลายตัว

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรตามหลายตัวโดยใช้แลมด้า (Λ) ของ Wilks เพื่อคำนวณหา F ตามวิธีของ Rulon และ Brooks โดยใช้สูตรต่อไปนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2538 : 69 -80 ; อ้างอิงจาก Kerlinger and Pedhazur, 1973 : 356 ; citing Rulon and Brooks, 1968)

$$F = \frac{1 - \Lambda^{1/s}}{\Lambda^{1/s}} \cdot \frac{ms - v}{t(k - 1)} \dots\dots\dots(1)$$

$$\Lambda = \frac{|W|}{|T|} \dots\dots\dots(2)$$

$$m = \frac{2N - t - k - 2}{2} \dots\dots\dots(3)$$

$$s = \sqrt{\frac{t^2(k - 1)^2 - 4}{t^2 + (k - 1)^2 - 5}} \dots\dots\dots(4)$$

$$v = \frac{t(k - 1) - 2}{2} \dots\dots\dots(5)$$

N แทน จำนวนสมาชิกทั้งหมด

k แทน จำนวนกลุ่มทดลอง

t แทน จำนวนตัวแปรตาม

$|W|$ แทน determinant ของเมตริกซ์ของผลรวมของกำลังสองและผลรวมของ

ผลคูณภายในกลุ่ม

$|T|$ แทน determinant ของเมตริกซ์ของผลรวมของกำลังสองและผลรวมของผลคูณของทั้งหมด

กรณีมี 2 กลุ่ม

$$W = \begin{bmatrix} SS_{w1} & SP_{w12} \\ SP_{w21} & SS_{w2} \end{bmatrix}$$

$$T = \begin{bmatrix} SS_{t1} & SP_{t12} \\ SP_{t21} & SS_{t2} \end{bmatrix}$$

กรณีมีมากกว่า 2 กลุ่ม ก็ขยายเมตริกซ์ของ W และ T ตามจำนวนกลุ่มโดยใช้หลักเดียวกัน ในการวิเคราะห์จะเริ่มจากการคำนวณหา $|W|$ และ $|T|$ เพื่อแทนในสูตร (2) หา Λ เนื่องจากการคำนวณมีความซับซ้อนมาก จึงต้องอาศัยคอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์

ค่า F ตามสูตร (1) มี df_1 เป็น $t(k-1)$ และมี df_2 เป็น $ms-v$

4. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยในต่างประเทศ

กิลฟอร์ด ฮอฟเนอร์ และปีเตอร์สัน (Guilford, Hoepfner and Peterson. 1965 : 659 - 682) ได้ศึกษาองค์ประกอบของโครงสร้างทางสมอง เพื่อทำนายหรือพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 9 พบว่า องค์ประกอบของสมรรถภาพสมองที่ใช้พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ได้ดี คือ การคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ แบบระบบ และแบบประยุกต์ การประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ และแบบระบบ ที่รองลงมาคือการรู้จักและเข้าใจทางภาษา แบบหน่วย แบบระบบ การคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป จะเห็นได้ว่าสมรรถภาพสมองที่ใช้พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ดีคือ การคิดเอกนัย การคิดเอกนัย และการประเมินค่าเนื้อหาสัญลักษณ์ ผลการคิดแบบความสัมพันธ์ แบบระบบ และแบบการประยุกต์ แสดงว่าผู้ที่ได้รับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง จะต้องมีความสมรรถภาพสมองสามด้านดังกล่าวสูงด้วย

เบนท์ลีย์ (Bentley. 1966 : 269 - 272) ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบอุปมาอุปไมยของมิลเลอร์ (Millers Analogies test : MAT) และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งวัดความคิดด้านต่าง ๆ ตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด 4 ด้าน (การรู้และเข้าใจ การจำ การคิดเอกนัย และการประเมินค่า) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนระดับปริญญาโท ในมหาวิทยาลัยมินเนโซต้า จำนวน 75 คน พบว่า ความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์กับการคิดแบบเอกนัยและการประเมินค่า เท่ากับ .53 และ .38 ตามลำดับ ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ดันแฮม กิลฟอร์ด และฮอฟเนอร์ (Dunham, Guilford and Hoepfner. 1969 : 624) ศึกษาแบบทดสอบ 43 ฉบับ ซึ่งสร้างขึ้นโดยวิธีการคิดด้านการรู้จักและเข้าใจ การจำ การคิดอเนกนัย และคิดเอกนัย เนื้อหาภาพ สัญลักษณ์ และภาษา ผลการคิดแบบหน่วย จำพวก ระบบ ได้หาความเชื่อมั่นด้วยวิธีคูเดอร์-ริชาร์ดสัน และวิธี obtained communality as a lower - bond ผลปรากฏว่าแบบทดสอบวัดการรู้จักและเข้าใจทางภาพแบบจำพวก 3 ฉบับ การรู้จักและเข้าใจทางสัญลักษณ์แบบจำพวก 4 ฉบับ การรู้จักและเข้าใจทางภาษาแบบหน่วย 2 ฉบับ การรู้จักและเข้าใจทางภาษาแบบจำพวก 3 ฉบับ การรู้จักและเข้าใจทางภาษาแบบระบบ 2 ฉบับ มีค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ .46 - .89 , .66 - .75 , .75 - .77 , .52 - .74, .75 - .87 ตามลำดับ แบบทดสอบวัดการจำทางสัญลักษณ์แบบจำพวก 2 ฉบับ การจำทางภาษาแบบจำพวก 2 ฉบับ มีค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ .75 - .82 , .67 - .78 แบบทดสอบวัดความคิดอเนกนัยทางภาพแบบจำพวก 3 ฉบับ การคิดอเนกนัยทางสัญลักษณ์แบบหน่วย 2 ฉบับ การคิดอเนกนัยทางสัญลักษณ์แบบจำพวก 3 ฉบับ การคิดอเนกนัยทางภาษาแบบจำพวก 3 ฉบับ มีค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ .42 - .71, .63 - .79 , .59 - .75, .54 - .81 ตามลำดับ และแบบทดสอบวัดการคิดเอกนัยทางภาพแบบหน่วย 3 ฉบับ การคิดเอกนัยทางภาษาแบบจำพวก 4 ฉบับ มีความเชื่อมั่นตั้งแต่ .72 - .80 , .65 - .83 , .30 - .61, .32 - .70 ตามลำดับ

โฮลลี่ (Holly. 1971 : 2484 - A) ได้ศึกษาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบซึ่งสร้างขึ้นตามแนวทฤษฎีของกิลฟอร์ด โดยใช้คะแนนเฉลี่ย (GPA) จากการเรียนวิชาพีชคณิตแผนใหม่ และคะแนนจากแบบทดสอบ ซี.เอ็ม.ที. (Cooperative Mathematics Test : CMT) เป็นเกณฑ์ ศึกษาในกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาของโรงเรียนซานเมืองภาคใต้ของรัฐแคลิฟอร์เนีย จำนวน 177 คน ผลปรากฏว่าแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองสร้างตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด 15 ฉบับ มีค่าสหสัมพันธ์พหุคูณเมื่อใช้คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบพีชคณิตแผนใหม่ และคะแนนจากแบบทดสอบ ซี.เอ็ม.ที เป็นเกณฑ์ มีค่า .56 และ .60 ตามลำดับ

บอนค์ (Bonk. 1988 : p. 5 - 9) ได้ทำการศึกษาผลการฝึกการคิดอเนกนัยและเอกนัยโดยใช้คอมพิวเตอร์ในการฝึกที่ส่งผลต่อการแก้ปัญหา (Critical Thinking) และความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับประถมศึกษา (เกรด 4,5 และ 6) จำนวน 40 คน จากนั้นแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นสองกลุ่ม โดยกลุ่มแรกได้รับการฝึกเอกนัยด้วยคอมพิวเตอร์ และกลุ่มที่สอง ได้รับการฝึกอเนกนัยด้วยคอมพิวเตอร์ เช่นกัน ใช้เวลาในการฝึกทั้งหมด 25 ชั่วโมง สำหรับแบบทดสอบการแก้ปัญหาใช้แบบทดสอบของคอร์เนลล์ (Cornell Critical Thinking) และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ใช้แบบของ Shaefer ซึ่งสร้างตามแนวของทอเรนซ์ ผลการศึกษาพบว่าการคิดแบบอเนกนัยมีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าการคิดแบบเอกนัยอย่างมีนัยสำคัญ และการคิดแบบเอกนัยมีความสัมพันธ์กับการคิดแก้ปัญหาสูงกว่าการคิดแบบอเนกนัยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4.2 งานวิจัยในประเทศ

สมศักดิ์ วยะนันท์ (2517 : 44-50) ได้ศึกษาความสามารถของการคิดแบบอเนกนัย (Divergent thinking) เอกนัย (Convergent thinking) กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 7 ปีการศึกษา 2516 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจากกลุ่มโรงเรียนในเมืองหลวง และกลุ่มโรงเรียนในชนบทภาคกลาง จำนวน 353 คน โดยแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถของการคิดแบบอเนกนัยกับ

เอกนัย ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด ประกอบด้วยแบบทดสอบ 8 ฉบับ ผลการวิจัยพบว่าแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านเอกนัยและเอกนัยที่สร้างขึ้นมีค่าความเชื่อมั่นสูง ตั้งแต่ .756 ถึง .965 สำหรับค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบเอกนัยเท่ากับ .664 แบบทดสอบเอกนัยเท่ากับ .545 และสมรรถภาพสมองด้านการคิดแบบเอกนัยและเอกนัย มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

บังอร พุ่มสะอาด (2517 : 40-53) ได้ศึกษาเปรียบเทียบองค์ประกอบของสมรรถภาพทางสมอง ด้านการคิดเอกนัยทางภาษา โดยยึดผลการคิดทั้ง 6 แบบ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 7 จังหวัดพระนครศรีอยุธยา พบว่าแบบทดสอบด้านการคิดเอกนัยทางภาษา มีค่าความ เชื่อมั่นระหว่าง .684 ถึง .782 และความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างซึ่งหาโดยวิเคราะห์องค์ประกอบอยู่ระหว่าง .327 ถึง .664 สำหรับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบทดสอบสอบด้านการคิดเอกนัยทางภาษา 6 ฉบับ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และวิชาภาษาไทย .079 ถึง .244 และ .024 ถึง .231 ตามลำดับ แบบทดสอบที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยสูงสุด คือ แบบทดสอบด้านการคิดเอกนัยทางภาษาแบบการแปลงรูป

จรินทร์ ประสงค์สม (2517 : 50 -52) ได้สร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองทางรูปภาพ ใช้ วิธีการคิด 5 ด้าน (การรู้จักและเข้าใจ การจำ การคิดเอกนัย การคิดเอกนัย การประเมินค่า) เนื้อหาทาง ภาพนำแบบทดสอบไปศึกษากับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ปีการศึกษา 2516 ของกรุงเทพมหานคร จำนวน 250 คน ปรากฏว่า ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทางรูปภาพห้าด้านอยู่ระหว่าง .79 ถึง .97 ส่วนความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองทางรูปภาพ เมื่อใช้แบบทดสอบ วัดด้านการรู้จักและเข้าใจทางภาพ การคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์เป็นเกณฑ์มีค่า .81 และ .66 ตามลำดับ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า

ทองสุข วันแสน (2524 : 126) ได้ศึกษาสมรรถภาพสมองทางภาษา 5 ด้าน ตามแนวทฤษฎี โครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2523 พบว่านักเรียนที่มี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาภาษาไทยสูง มีสมรรถภาพสมองทางภาษาทั้ง 5 ด้าน (การ รู้และเข้าใจ การจำ การคิดเอกนัย การคิดเอกนัย และการประเมินค่า) ในแบบต่าง ๆ (แบบหน่วย กลุ่ม ความสัมพันธ์ ระบบ การแปลงรูป การประยุกต์) สูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ และวิชาภาษาไทยต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จินดา กิจพูนวงศ์ (2537 : 88) ได้ศึกษาผลการฝึกความคิดเอกนัยที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนปานกลางมีความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดคล่องตัว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดยืดหยุ่น ความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดริเริ่ม และความคิด สร้างสรรค์รวมทุกด้านแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ การเรียนสูงมีค่าสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางในทุกด้าน นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางกับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ มีความคิดสร้างสรรค์ ด้านความคิดคล่องตัว ความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดยืดหยุ่น และความคิดสร้างสรรค์รวมทุกด้านแตกต่าง กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดริเริ่มแตกต่างกันอย่างไม่มี นัยสำคัญทางสถิติ โดยที่คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางมีค่าสูงกว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำในทุกด้าน

วาสนา เศษวย (2540 : 79-81) ได้ศึกษาผลการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์ และ ผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกันตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น ป.5 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์ และ ผลผลิตแบบ DSP กับ ESP มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล ด้านการแก้โจทย์ ปัญหา และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมทุกด้านแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกแบบ DSP มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกแบบ ESP ส่วนนักเรียนที่ได้รับการฝึกแบบ NSP และ DSP มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณ ความสามารถทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล ความสามารถทางคณิตศาสตร์รวมทุกด้าน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยนักเรียนที่ได้รับการฝึกแบบ DSP มีค่าสูงกว่าแบบ NSP ทุกด้าน และนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมทุกด้านแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จิรพา จันทะเวียง (2542 : 80-82) ได้ศึกษาผลการฝึกความสามารถทางสมองด้านภาษาและ ผลผลิตที่ใช้วิธีการคิดต่างกันตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่าง มีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เมื่อพิจารณาวิธีการฝึก 3 วิธี พบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง ต่ำ ที่ได้รับการฝึกความสามารถทางสมองด้านอเนกนัย มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้านการอนุมาน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีคะแนนเฉลี่ยด้านการอนุมานสูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ปานกลาง และต่ำ นักเรียนที่ได้รับการฝึกความสามารถทางสมองด้วยวิธีคิดแบบเอกนัย มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้านการอนุมานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มีคะแนนเฉลี่ยด้านการอนุมานสูงกว่านักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ปานกลางและต่ำ ส่วนนักเรียนที่ได้รับการฝึกความสามารถทางสมองด้วยวิธีคิดแบบประเมินค่า มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้านการอนุมานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดย นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มีคะแนนเฉลี่ยด้านการอนุมานสูงกว่านักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางและต่ำ เมื่อพิจารณาระดับของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3 ระดับ พบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงเมื่อได้รับการฝึกด้วยวิธีการคิดต่างกัน จะมีความสามารถในการคิดอย่างมี วิจารณญาณด้านการอนุมานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่ได้รับการฝึกด้วยวิธีคิด แบบประเมินค่า มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าแบบเอกนัยและอเนกนัยตามลำดับ นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ปานกลางเมื่อได้รับการฝึกด้วยวิธีการคิดต่างกัน จะมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้าน การอนุมานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่ได้รับการฝึกด้วยวิธีคิดแบบประเมินค่า มี คะแนนเฉลี่ยสูงกว่าแบบเอกนัยและอเนกนัยตามลำดับ นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ เมื่อได้รับ การฝึกด้วยวิธีการคิดต่างกัน มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้านการอนุมานแตกต่างกันอย่าง ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ทิวดีน นกบิน (2542 : 60-64) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนซึ่งวัดได้จากระดับคะแนนเฉลี่ย (GPA) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 358 คน โดยสร้างแบบทดสอบวัดผลการคิดอเนกนัยเนื้อหาภาพ 6 แบบ คือ แบบหน่วย จำพวก ความสัมพันธ์ ระบบ การแปลงรูป และการประยุกต์ ผลการศึกษาพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ

ของคะแนนแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของเจเลนและเออร์แบน และแบบทดสอบวัดผลการคิด
 อเนกนัยเนื้อหาภาพ 6 แบบ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าเท่ากับ .9797 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ
 .01 และมีสัมประสิทธิ์การพยากรณ์เท่ากับ 95.84%

น้ำผึ้ง ปลั่งพงษ์พันธ์ (2544 : 57) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลการคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์
 กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
 พหุคูณของตัวพยากรณ์ที่ส่งผลดีที่สุดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ .916 อย่างมี
 นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ 83.90% โดยที่กลุ่มตัวพยากรณ์ที่ส่งผล
 ดีที่สุด คือ แบบทดสอบวัดผลการคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์แบบหน่วย ส่งผลอันดับรองลงมา ตามลำดับ
 คือ แบบความสัมพันธ์ แบบระบบ แบบจำพวก และแบบแปลงรูป ส่งผล 29.88% , 15.60% , 14.94%
 และ 9.63% ตามลำดับ

จรงค์ ตั้งละมัย (2545 : 49-50) ได้ศึกษาผลการฝึกความคิดอเนกนัยในเนื้อหาต่างกันที่มีต่อ
 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกความคิด
 อเนกนัยที่มีเนื้อหาภาพกับภาษามีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่
 ระดับ .05 โดยการฝึกความคิดอเนกนัยที่มีเนื้อหาภาษามีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่าการฝึก
 ความคิดอเนกนัยในเนื้อหาสัญลักษณ์และรูปภาพ ส่วนนักเรียนที่ได้รับการฝึกความคิดอเนกนัยที่มีเนื้อหา
 สัญลักษณ์กับรูปภาพและนักเรียนที่ได้รับการฝึกความคิดอเนกนัยที่มีเนื้อหาสัญลักษณ์กับภาษามี
 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อพิจารณาระดับผลสัมฤทธิ์
 ทางกรเรียน พบว่า นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ มีความสามารถในการ
 คิดวิเคราะห์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกคู่ โดยนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการ
 เรียนสูงมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางและต่ำ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะเห็นว่าองค์ประกอบของความสามารถทางสมองที่สัมพันธ์กับ
 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ การคิดวิเคราะห์ การแก้ไขปัญหาของนักเรียนก็คือ
 การคิดอเนกนัย แต่จากการศึกษางานวิจัยต่าง ๆ ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาว่านักเรียนที่มีระดับผล
 สัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันจะมีความสามารถในการคิดอเนกนัยที่มีเนื้อหาต่างกัน คือ รูปภาพ สัญลักษณ์
 ภาษา ต่างกันหรือไม่ อย่างไร

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
3. วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล
4. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สังกัดกรมสามัญศึกษา เดิม) จังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 30 โรงเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 5,347 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สังกัดกรมสามัญศึกษา เดิม) จำนวน 375 คน จากโรงเรียนทั้งหมด 7 โรงเรียน ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่มแบบสองขั้นตอน (Two-Stage Random Sampling) โดยดำเนินการตามลำดับขั้นดังนี้

1. คำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ โดยมีขั้นตอนดังนี้
 - 1.1 กำหนดค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้เกิดขึ้นได้มากที่สุด (e)
 - 1.2 กำหนดค่าความเชื่อมั่น 95% ($\alpha = 0.05$)
 - 1.3 คำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดได้ 371 คน โดยใช้สูตร (มยุรี ศรีชัย).

3538 : 104)

$$n = \frac{N \sum_{g=1}^K N_g \sigma_g^2}{\frac{N^2 e^2}{Z^2} + \sum_{g=1}^K N_g \sigma_g^2}$$

เมื่อ	e	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนของการสุ่ม
	n	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด
	N_g	แทน	จำนวนสมาชิกของประชากรในชั้นที่ g

N แทน จำนวนสมาชิกทั้งหมดของประชากร
 σ_g^2 แทน ค่าความแปรปรวนของประชากรชั้นที่ g

2. สุ่มกลุ่มตัวอย่างขั้นที่ 1 โดยวิธีสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) มีขนาดโรงเรียนเป็นชั้น (Strata) มีโรงเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit) ดังนี้

2.1 จำแนกโรงเรียนที่มีอยู่ 30 โรงเรียน แบ่งออกเป็น 4 ขนาด คือ ขนาดใหญ่พิเศษ ขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก จากการสำรวจพบว่า มี

โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ 3 โรงเรียน จำนวนห้องเรียน 33 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 1,279 คน

โรงเรียนขนาดใหญ่ 3 โรงเรียน จำนวนห้องเรียน 27 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 1,104 คน

โรงเรียนขนาดกลาง 16 โรงเรียน จำนวนห้องเรียน 64 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 2,274 คน

โรงเรียนขนาดเล็ก 8 โรงเรียน จำนวนห้องเรียน 19 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 690 คน

2.2 สุ่มโรงเรียนตามขนาดโรงเรียนจำนวนทั้งหมด 7 โรงเรียน

2.3 คำนวณหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละชั้น โดยใช้สูตรดังนี้ (มยุรี ศรีชัย. 3538 :

112)

$$n_g = \frac{nN_g\sigma_g}{\sum_{g=1}^K N_g\sigma_g}$$

เมื่อ n แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด
 n_g แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างในชั้น g
 N_g แทน ขนาดของประชากรในชั้น g
 σ_g แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากรในชั้น g
 K แทน จำนวนชั้น

3. สุ่มกลุ่มตัวอย่างขั้นที่ 2 โดยวิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม ซึ่งในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ใช้กลุ่มตัวอย่าง 375 คน

ได้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างดังตาราง

ตาราง 1 แสดงจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า จำแนกตามขนาดโรงเรียน

ขนาดโรงเรียน	โรงเรียน	จำนวนนักเรียน (ห้องเรียน)
ใหญ่พิเศษ	โรงเรียนกาญจนาภิเษราช	100 (2)
ใหญ่	โรงเรียนท่าม่วงราษฎร์บำรุง	75 (2)
กลาง	โรงเรียนลาดหญ้าพิทยาคม	40 (1)
	โรงเรียนไทรโยคน้อยวิทยา	40 (1)
	โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ฯ	40 (1)
	โรงเรียนไทรโยคมนตรีกาญจนวิทยา	35 (1)
เล็ก	โรงเรียนหนองตากยาตั้งวิริยะราษฎร์บำรุง	45 (1)
รวม		375 (9)

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีดังนี้

1. แบบทดสอบวัดผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวทางของ กิลฟอร์ดจำนวน 3 ฉบับ ประกอบด้วย แบบทดสอบวัดการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ ด้านสัญลักษณ์ และด้านภาษา จำนวน 5, 6, 5 ข้อ ตามลำดับ
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ค 011) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) จำนวน 1 ฉบับ จำนวน 40 ข้อ

วิธีดำเนินการสร้างเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ที่มีเนื้อหาต่างกัน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ดังจะได้เสนอขั้นตอนการปฏิบัติงานดังนี้

วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบวัดผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ที่มีเนื้อหาต่างกันที่ใช้ในการวิจัยเพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลการคิดอเนกนัยแต่ละแบบของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่างกัน
2. ศึกษา นิยาม ทฤษฎี และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลการคิดอเนกนัย โดยทำการศึกษาค้นคว้าจากวารสาร งานวิจัย และปริญญานิพนธ์
3. เขียนนิยามการสร้างแบบทดสอบวัดผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ที่มีเนื้อหาต่างกันตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองตามแนวคิดของกิลฟอร์ดทั้ง 3 แบบ คือ การคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ การคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านสัญลักษณ์ การคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านภาษา

4. เขียนข้อสอบวัดผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ โดยเขียนให้ตรงตามนิยามทั้ง 3 ฉบับตามจำนวนดังนี้

4.1 การคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ จำนวน 10 ข้อ

4.2 การคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านสัญลักษณ์ จำนวน 12 ข้อ

4.3 การคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านภาษา จำนวน 10 ข้อ

5. นำแบบทดสอบวัดผลการคิดอเนกนัยที่สร้างขึ้นจำนวน 32 ข้อ ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้นด้านความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Face Validity) เพื่อคัดเลือกและปรับปรุงข้อความให้สอดคล้องกับนิยามที่กำหนดไว้ โดยข้อความทั้งหมดต้องมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับหรือมากกว่า .50 ผลปรากฏว่าแบบทดสอบมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.8 – 1.0 ผ่านเกณฑ์ทุกข้อ

6. นำแบบทดสอบที่ได้รับการตรวจจากผู้เชี่ยวชาญไปทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อเป็นการทดลองเครื่องมือ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่โรงเรียนวิสุทธิรังษี, โรงเรียนเทพมงคลรังษี, โรงเรียนบ้านเก่าวิทยาและโรงเรียนท่าเรือพิทยาคม จำนวน 160 คน โดยกำหนดให้นักเรียนทำแบบทดสอบครั้งละ 1 ข้อ ข้อละ 2 นาที

7. ทำการตรวจให้คะแนนและนำตัวอย่างคำตอบที่ได้จากการทดสอบครั้งที่ 1 ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของการให้คะแนนว่าเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่

8. นำแบบทดสอบที่ได้จากการทดสอบครั้งที่ 1 มาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อดังตาราง 9 ในภาคผนวก ก โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของข้อคำถามกับคะแนนรวมจากข้ออื่น ๆ ที่เหลือทั้งหมดพบว่า

8.1 แบบทดสอบวัดผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพทั้ง 10 ข้อ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ตั้งแต่ .227 ถึง .495 และคัดเลือกข้อสอบจำนวน 5 ข้อ ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ .406 ถึง .495

8.2 แบบทดสอบวัดผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านสัญลักษณ์ทั้ง 12 ข้อ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ตั้งแต่ .392 ถึง .576 และคัดเลือกข้อสอบจำนวน 6 ข้อ ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ .484 ถึง .576

8.3 แบบทดสอบวัดผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านภาษาทั้ง 10 ข้อ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ตั้งแต่ -.410 ถึง .467 และคัดเลือกข้อสอบจำนวน 5 ข้อ ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตั้งแต่ .328 ถึง .467

9. นำแบบทดสอบวัดผลการคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ทั้ง 3 ฉบับ ที่คัดเลือกเฉพาะข้อที่มีอำนาจจำแนกที่ใช้ได้ตามข้อ 8.1, 8.2 และ 8.3 จำนวน 5, 6 และ 5 ข้อ ตามลำดับ มาวิเคราะห์ข้อมูลหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ได้ผลดังนี้

9.1 แบบทดสอบวัดผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ จำนวน 5 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นที่ได้จากสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา เท่ากับ .8057

9.2 แบบทดสอบวัดผลการศึกษาการคิดเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านสัญลักษณ์ จำนวน 6 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นที่ได้จากสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา เท่ากับ .8252

9.3 แบบทดสอบวัดผลการศึกษาการคิดเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านภาษา จำนวน 5 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นที่ได้จากสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา เท่ากับ .7722

วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบเพื่อสร้างแบบทดสอบเลือกตอบตามเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ (ค 011) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2. ศึกษาหลักสูตร แบบเรียน คู่มือครู และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ตามเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ค 011) หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง 2533) ดังนี้

2.1 บทที่ 1 เลขยกกำลัง ประกอบด้วยเนื้อหาเรื่อง การคูณและการหารเลขยกกำลัง สมบัติอื่น ๆ ของเลขยกกำลัง

2.2 บทที่ 2 พหุนาม ประกอบด้วยเนื้อหาเรื่อง เอกนาม การบวกและการลบเอกนาม พหุนาม การบวกและการลบพหุนาม การคูณพหุนาม การหารพหุนาม

2.3 บทที่ 3 ทฤษฎีบทของพีทาโกรัส ประกอบด้วยเนื้อหาเรื่อง ทฤษฎีบทของพีทาโกรัส บทกลับของทฤษฎีบทของพีทาโกรัส

2.4 บทที่ 4 วงกลม ประกอบด้วยเนื้อหาเรื่อง สมบัติเกี่ยวกับวงกลม การสร้างรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า

2.5 บทที่ 5 จำนวนจริง ประกอบด้วยเนื้อหาเรื่อง จำนวนตรรกยะ จำนวนอตรรกยะ รากที่สอง รากที่สาม

2.6 บทที่ 6 สมการและอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ประกอบด้วยเนื้อหาเรื่อง การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว อสมการ

2.7 บทที่ 7 ระบบสมการเชิงเส้น ประกอบด้วยเนื้อหาเรื่อง สมการเชิงเส้นสองตัวแปร กราฟของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร วิธีแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร โจทย์สมการเชิงเส้นสองตัวแปร

2.8 บทที่ 8 อัตราส่วนตรีโกณมิติ ประกอบด้วยเนื้อหาเรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ

3. สร้างตารางวิเคราะห์รายละเอียดโดยครูผู้รับผิดชอบการดำเนินการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 5 ท่าน จำแนกตามพฤติกรรม 4 ระดับ คือ ด้านความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการคิดคำนวณ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์

ตาราง 2 การวิเคราะห์รายละเอียดวิชาคณิตศาสตร์ (ค 011) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เนื้อหา \ พฤติกรรม	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์
1. เลขยกกำลัง	✓	✓	✓	✓
2. พหุนาม	✓	✓	✓	✓
3. ทฤษฎีบทของพีทาโกรัส	✓	✓	✓	✓
4. วงกลม	✓	✓	✓	✓
5. จำนวนจริง	✓	✓	✓	✓
6. สมการและอสมการ				
เชิงเส้นตัวแปรเดียว	✓	✓	✓	✓
7. ระบบสมการเชิงเส้น	✓	✓	✓	✓
8. อัตราส่วนตรีโกณมิติ	✓	✓	✓	✓

4. สร้างแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 5 ตัวเลือก ตามตารางวิเคราะห์รายละเอียด จำนวน 80 ข้อ

5. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจำนวน 80 ข้อ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญซึ่งมีความรู้ในเนื้อหา จำนวน 5 คน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เพื่อคัดเลือกข้อสอบโดยข้อสอบที่ใช้ได้มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.8 – 1.0 ผ่านเกณฑ์ทั้ง 80 ข้อ

6. นำแบบทดสอบที่ได้รับการตรวจจากผู้เชี่ยวชาญไปทดสอบครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่โรงเรียนวิสุทธิรังษี จำนวน 120 คน เพื่อเป็นการทดลองเครื่องมือ (Try Out)

7. นำแบบทดสอบที่ได้จากการทดสอบครั้งที่ 1 มาวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27% ของจุง เต ฟาน (Chung Teh Fan) เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ดังตาราง 10 ในภาคผนวก ข ผลปรากฏว่าได้ค่า p อยู่ระหว่าง .15 ถึง .87 ค่า r อยู่ระหว่าง -.59 ถึง .85 แล้วคัดเลือกข้อสอบโดยยึดค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไปจำนวน 40 ข้อ ได้ค่า p ตั้งแต่ .22 ถึง .80 และค่า r ตั้งแต่ .21 ถึง .85

8. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่คัดเลือกไว้จากข้อ 7 มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร Kuder Richardson (KR-20) ได้เท่ากับ .8119 ซึ่งมีค่าสูงตามเกณฑ์ทฤษฎีคือ .70 จึงสามารถนำไปใช้ในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

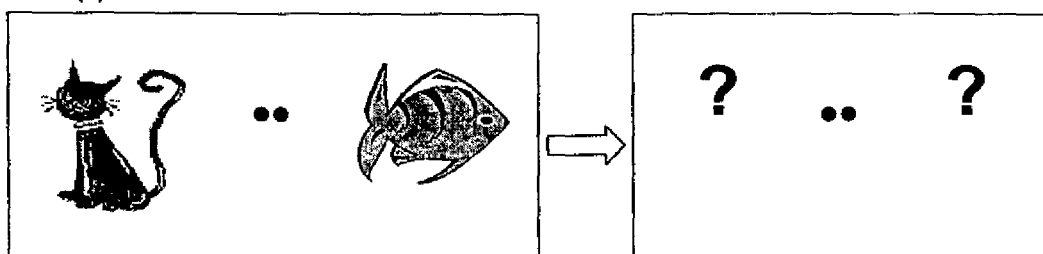
ลักษณะของแบบทดสอบวัดการคิดเนกนัย

แบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านการคิดเนกนัยเป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง จำนวน 3 ฉบับ ซึ่งแต่ละฉบับมีลักษณะดังนี้

1. แบบทดสอบการคิดเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ จำนวน 5 ข้อ ให้เวลาข้อละ 2 นาทีดังตัวอย่าง

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนสิ่งที่เกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กันเหมือนสิ่งที่กำหนดให้ ให้มากที่สุด

(0)



ตัวอย่างคำตอบ

คน : ข้าว

นก : แมลง

ลิง : กล้วย

ฯลฯ

2. แบบทดสอบการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านสัญลักษณ์ สร้างตามแนวข้อสอบที่

กิลฟอร์ดได้เสนอไว้ เป็นข้อสอบแบบ Alternate Additions (Guilford, 1967: 146) จำนวน 2 ข้อ ให้เวลาข้อละ 2 นาที แบบ Number Rules (Guilford, 1967: 147) จำนวน 2 ข้อ ให้เวลาข้อละ 2 นาที แบบ Number Combinations (Guilford, 1967: 147) จำนวน 2 ข้อ ให้เวลาข้อละ 2 นาที ดังตัวอย่าง

คำชี้แจง ให้นักเรียนหาวิธีการให้ได้มากที่สุด เพื่อให้ได้ผลบวกเท่ากับที่กำหนดให้ โดยสามารถใช้ตัวเลขซ้ำกันได้

(0) ตัวเลขที่กำหนดให้ คือ 1 2 3 4 5 ทำให้ได้ผลบวกเป็น 7

ตัวอย่างคำตอบ

1. $3 + 4$

2. $1 + 2 + 4$

3. $2 + 3 + 2$

ฯลฯ

3. แบบทดสอบการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านภาษา จำนวน 5 ข้อ ให้เวลาข้อละ 2 นาที ดังตัวอย่าง

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนคำที่มีความหมายใกล้เคียงกับคำที่กำหนดให้ ให้ได้มากที่สุด

(0) ใหญ่

ตัวอย่างคำตอบ โต มโหฬาร

ฯลฯ

ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ค 011) บทที่ 1 เลขยกกำลัง บทที่ 2 พหุนาม บทที่ 3 ทฤษฎีบทของพีทาโกรัส บทที่ 4 วงกลม บทที่ 5 จำนวนจริง บทที่ 6 สมการและอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว บทที่ 7 ระบบสมการเชิงเส้น และ บทที่ 8 อัตราส่วนตรีโกณมิติ จำนวน 40 ข้อ เป็นข้อสอบชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำแนกพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญา 4 ระดับ คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ มีลักษณะดังนี้

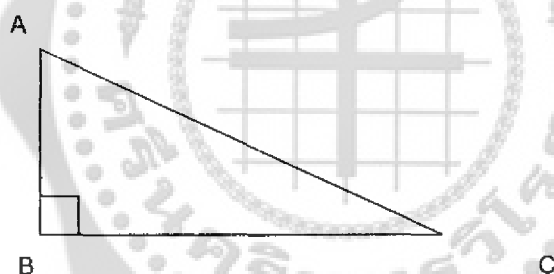
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ค 011)

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ให้นักเรียนอ่านโจทย์แต่ละข้อให้เข้าใจแล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

ตัวอย่างข้อสอบความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ

(0) จากรูปที่กำหนดให้ ข้อใดถูกต้อง



- ก. $AB^2 - BC^2 = AC^2$
- ข. $AC^2 + BC^2 = AB^2$
- ค. $BC^2 - AB^2 = AC^2$
- ง. $AB^2 + AC^2 = BC^2$
- * จ. $AC^2 - BC^2 = AB^2$

(00) ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

- ก. $1 \div a^n = a^n$
- ข. $[(2^2)^2]^2 = 2^6$
- ค. $4^{xy} = (4^x)(4^y)$
- * ง. $4^4 \div 4^6 = 4^{-2}$
- จ. $0^1 = 0$ และ $1^0 = 1$

ตัวอย่างข้อสอบความเข้าใจ

(0) ข้อใดเป็นจำนวนตรรกยะ

- * ก. 0.17
- ข. $\sqrt{2}$
- ค. $\sqrt{3}$
- ง. π
- จ. 9.24573...

(00) สามเหลี่ยมหน้าจั่วรูปหนึ่งมีด้านฐานยาว 16 นิ้ว ถ้าผลบวกของด้านประกอบมุมยอดเป็น 34 นิ้ว แล้วสามเหลี่ยมนี้จะสูงกี่นิ้ว

- ก. 8
- ข. 12
- * ค. 15
- ง. 17
- จ. 21

ตัวอย่างข้อสอบการนำไปใช้

(0) ต้องการตัดกระดาษเป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วที่มีด้านประกอบมุมฉากด้านหนึ่งยาว 3 เซนติเมตร และด้านตรงข้ามมุมฉากยาว 5 เซนติเมตร จำนวน 4 ชิ้น ต้องใช้กระดาษทั้งหมดกี่ตารางเซนติเมตร

- ก. 4
- ข. 6
- ค. 12
- * ง. 24
- จ. 30

(00) ถังน้ำรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าใบหนึ่ง กว้าง 10 เมตร เมื่อไขน้ำออก 300 ลูกบาศก์เมตร ระดับน้ำจะลดลงจากเดิม 2 เมตร ถังใบนี้ยาวเท่าไร

- ก. 7
- * ข. 15
- ค. 18
- ง. 30
- จ. 33

ตัวอย่างข้อสอบการวิเคราะห์

(0) ข้อใดมีความหมายเหมือนกับ $1 + \sqrt[3]{8} + \sqrt[3]{27} + \sqrt[3]{64}$

ก. $\sqrt[3]{100}$

* ข. $1 + \sqrt{4} + \sqrt{9} + \sqrt{16}$

ค. $1 + \sqrt[3]{2^2} + \sqrt[3]{3^2} + \sqrt[3]{4^2}$

ง. $1 + \sqrt{2+2} + \sqrt{6+3} + \sqrt{8+8}$

จ. $1 + \sqrt[3]{2+2} + \sqrt[3]{6+3} + \sqrt[3]{8+8}$

(00) ข้อใดเป็นเท็จ

ก. π เป็นจำนวนตรรกยะ

ข. $\sqrt{2}$ เขียนบนเส้นจำนวนได้

ค. $\sqrt{(-7)^2}$ เป็นจำนวนตรรกยะ

* ง. $\sqrt{2} + \sqrt{3}$ เป็นจำนวนตรรกยะ

จ. $0.435 + 0.47$ เป็นจำนวนตรรกยะ

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. แบบแผนการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรตามหลายตัวแบบทางเดียว (one-way MANOVA) โดยการศึกษาระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์กับผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ โดยแบ่งออกเป็น ผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ ด้านสัญลักษณ์ และด้านภาษา มีลักษณะดังนี้

ตาราง 3 แบบแผนการศึกษาค้นคว้า

A ₁			A ₂			A ₃		
B ₁	B ₂	B ₃	B ₁	B ₂	B ₃	B ₁	B ₂	B ₃

จากตาราง กำหนดสัญลักษณ์ ดังนี้

A คือ ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น

A₁ ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง

A₂ ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง

A₃ ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

B คือ ผลการคิดคะแนนแบบความสัมพันธ์ แบ่งออกเป็น

B₁ ผลการคิดคะแนนแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ

B₂ ผลการคิดคะแนนแบบความสัมพันธ์ด้านสัญลักษณ์

B₃ ผลการคิดคะแนนแบบความสัมพันธ์ด้านภาษา

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเป็นขั้นตอนดังนี้

2.1 ติดต่อโรงเรียนที่เลือกเป็นกลุ่มตัวอย่าง ขออนุญาตผู้บริหารโรงเรียนและนัดหมายวัน เวลา เพื่อนำแบบทดสอบไปทำการสอบ

2.2 จัดเตรียมข้อสอบให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่สอบแต่ละครั้ง วางแผนดำเนินการสอบโดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดสอบเอง

2.3 อธิบายให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างเข้าใจวัตถุประสงค์และผลประโยชน์ที่จะได้รับการทำแบบทดสอบ

2.4 อธิบายให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างเข้าใจวิธีทำแบบทดสอบ และวิธีตอบก่อนที่จะลงมือทำ

2.5 นำผลการสอบมาตรวจให้คะแนน โดยถือเกณฑ์พิจารณาใน 3 องค์ประกอบ ได้แก่ คะแนนความคล่องแคล่ว คะแนนความคิดยืดหยุ่น และคะแนนความคิดริเริ่ม การให้คะแนนแต่ละองค์ประกอบมีหลักการให้คะแนนดังนี้

2.5.1 คะแนนความคล่องแคล่ว (Fluency) ให้คะแนนที่ได้จากการนับจำนวนคำตอบที่แตกต่างกัน โดยไม่คำนึงว่า คำตอบเหล่านี้จะไปซ้ำกับคำตอบของนักเรียนคนอื่นหรือไม่ จะได้คำตอบละ 1 คะแนน

2.5.2 คะแนนความยืดหยุ่น (Flexibility) ให้คะแนนที่ได้จากการนับจำนวนคำตอบที่ไม่อยู่ในทิศทางเดียวกัน หรือคำตอบที่อยู่ในประเภทที่แตกต่างกัน ได้คะแนนประเภทละ 1 คะแนน

2.5.3 คะแนนความคิดริเริ่ม (Originality) ให้คะแนนตามสัดส่วนของความถี่ของคำตอบ ซึ่งดัดแปลงมาจากวิธีการของ ครอปเพลย์ (กรมวิชาการ. 2535 : 51 ; อ้างอิงจาก Cropley. 1966 : 261-262) คำตอบใดที่นักเรียนตอบซ้ำกันมาก ๆ ก็จะได้คะแนนน้อยหรือไม่ได้เลย ถ้าคำตอบที่ซ้ำกับคนอื่นน้อยหรือไม่ซ้ำกับคนอื่นเลย ก็จะได้คะแนนมากขึ้น โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

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

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าต่าง ๆ ดังนี้

1. หาค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบ คือ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และหาค่าความแปรปรวน (S^2)
2. วิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ (Item Analysis) เพื่อหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบโดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซนต์ และเปิดตารางจุง เต ฟาน สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
3. วิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ (Item Analysis) เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกโดยใช้สัมประสิทธิ์ของข้อคำถามกับคะแนนรวมจากข้ออื่น ๆ ที่เหลือทั้งหมดโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation) (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์, 2545 : 165-166) สำหรับแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองด้านการคิดอเนกนัย ซึ่งมีสูตรดังนี้

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

เมื่อ	N	แทน	จำนวนคนในกลุ่ม
	X	แทน	คะแนนของข้อคำถาม
	Y	แทน	คะแนนผลรวมของข้ออื่น ๆ ที่เหลือทุกข้อ

4. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้สูตร Kuder Richardson (KR-20) (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์, 2545 : 217-218)

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

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน	จำนวนข้อ
	p	แทน	สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ
	q	แทน	สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อ = $1 - p$
	S^2	แทน	ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งฉบับ

5. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบการคิดคะแนนด้านสัญลักษณ์ทั้งฉบับ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -coefficient) (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. 2545 : 220)

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

เมื่อ	α	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด
	K	แทน	จำนวนข้อคำถามของเครื่องมือวัด
	S_i^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ
	S_x^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

6. หาคความสัมพันธ์ระหว่างผลการคิดคะแนนแบบความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation) (Hinkle, Dennis E. and others. 1988 : 111)

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

เมื่อ	N	แทน	จำนวนคนในกลุ่ม
	X	แทน	คะแนนของผลการคิดคะแนนแบบความสัมพันธ์
	Y	แทน	คะแนนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ทดสอบนัยสำคัญทางสถิติโดยใช้สูตร (Hinkle, Dennis E. and others. 1988 : 224)

$$t = r \frac{\sqrt{n-2}}{1-r^2}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าจาก t-distribution
	r	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
	n	แทน	ขนาดกลุ่มตัวอย่าง

7. เปรียบเทียบผลการคิดคะแนนแบบความสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่างกัน วิเคราะห์ด้วยสถิติ MANOVA เพื่อคำนวณหาค่า F โดยใช้สูตรต่อไปนี้ (Kerlinger and Pedhazur, 1973 : 356 อ้างอิงจาก Rulon and Brooks, 1968)

$$F = \frac{1 - \Lambda^{1/s}}{\Lambda^{1/s}} \cdot \frac{ms - v}{t(k - 1)}$$

$$\Lambda = \frac{|W|}{|T|}$$

$$m = \frac{2N - t - k - 2}{2}$$

$$s = \sqrt{\frac{t^2(k - 1)^2 - 4}{t^2 + (k - 1)^2 - 5}}$$

$$v = \frac{t(k - 1) - 2}{2}$$

เมื่อ	N	แทน	จำนวนสมาชิกทั้งหมด
	k	แทน	จำนวนกลุ่มทดลอง
	t	แทน	จำนวนตัวแปรตาม
	W	แทน	determinant ของเมตริกซ์ของผลรวมของกำลังสองและผลรวมของผลคูณภายในกลุ่ม
	T	แทน	determinant ของเมตริกซ์ของผลรวมของกำลังสองและผลรวมของผลคูณของทั้งหมด

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้วิเคราะห์สถิติ one-way MANOVA โดยใช้โปรแกรม SPSS

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ที่ตรงกัน ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบ
N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
k	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
S.D.	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
C.V.	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย
MS_B	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลรวมกำลังสองของคะแนนระหว่างกลุ่ม (Mean Square Between)
MS_W	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลรวมกำลังสองของคะแนนภายในกลุ่ม (Mean Square Within)
df	แทน	ชั้นของความเป็นอิสระ (degree of Freedom)
F	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณาใน F - Distribution
DFR	แทน	แบบทดสอบวัดผลการคิดถ้อยแถลงแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ
DSR	แทน	แบบทดสอบวัดผลการคิดถ้อยแถลงแบบความสัมพันธ์ด้านสัญลักษณ์
DMR	แทน	แบบทดสอบวัดผลการคิดถ้อยแถลงแบบความสัมพันธ์ด้านภาษา
X	แทน	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
r	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson Product Moment Correlation)
r_{KR}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณโดยใช้สูตร Kuder Richardson (KR-20) สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และใช้สูตร α -coefficient สำหรับแบบทดสอบวัดผลการคิดถ้อยแถลงแบบความสัมพันธ์
SEM	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน
Min	แทน	ค่าต่ำสุดของคะแนนจากแบบทดสอบ
Max	แทน	ค่าสูงสุดของคะแนนจากแบบทดสอบ

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอเป็นลำดับ ดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ ด้านสัญลักษณ์ และด้านภาษา

3. การเปรียบเทียบผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ ด้านสัญลักษณ์ และด้านภาษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่างกัน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

การวิเคราะห์ตอนนี้ ผู้วิจัยได้นำคะแนนของแบบทดสอบวัดผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ ด้านสัญลักษณ์ ด้านภาษา และคะแนนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มาหาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบ ($\bar{X}$) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (C.V.) ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ ด้านสัญลักษณ์ ด้านภาษา และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

แบบทดสอบ	N	k	$\bar{X}$	S.D.	Min	Max	C.V.	r_{tt}	SEM
DFR	375	5	54.3627	32.5681	0	181	59.9089	.8144	14.0307
DSR	375	6	35.2320	24.5068	0	162	69.5583	.8193	10.4175
DMR	375	5	32.1067	13.2681	0	158	41.3250	.8072	5.8258
X	375	40	16.3120	6.6414	4	39	40.7148	.8190	2.8255

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 4 พบว่าคะแนนของแบบทดสอบวัดผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด (54.3627) รองลงมาคือด้านสัญลักษณ์ (35.2320) และด้านภาษา (32.1067) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่าคะแนนของแบบทดสอบวัดผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ ด้านสัญลักษณ์ และด้านภาษา มีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 32.5681, 24.5068 และ 13.2681 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย พบว่าแบบทดสอบวัดผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านสัญลักษณ์มีการกระจายของคะแนนมากที่สุด คือ 69.5583 และ

ด้านภาษามีการกระจายของคะแนนน้อยที่สุด คือ 41.3250 เมื่อพิจารณาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ พบว่าแบบทดสอบวัดผลการคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์มีค่าความเชื่อมั่นมากที่สุด (.8193) รองลงมาคือด้านรูปภาพ (.8144) และด้านภาษา (.8072) ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของแบบทดสอบวัดผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ ด้านสัญลักษณ์ และด้านภาษา เท่ากับ 14.0307 , 10.4175 และ 5.8258 ตามลำดับ

ในส่วนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเท่ากับ 16.3120 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 6.6414 ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย 40.7148 และมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .8190 มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ 2.8255

2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ ด้านสัญลักษณ์ และด้านภาษา

การวิเคราะห์ตอนนี้ ผู้วิจัยต้องการตรวจสอบว่าตัวแปรตาม คือ ผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ ด้านสัญลักษณ์ และด้านภาษา มีความสัมพันธ์กันหรือไม่ จึงนำค่าคะแนนของแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับ มาวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย (r) โดยใช้สูตรของเพียร์สัน ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ ด้านสัญลักษณ์ และด้านภาษา

แบบทดสอบ	DFR	DSR	DMR
DFR	1.000	.503**	.599**
DSR		1.000	.340**
DMR			1.000

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 5 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนแบบทดสอบวัดผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ทั้ง 3 ด้านมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกคู่คู่ที่มีความสัมพันธ์กันมากที่สุดคือ แบบทดสอบวัดผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพกับด้านภาษา รองลงมาคือด้านรูปภาพกับด้านสัญลักษณ์ และด้านสัญลักษณ์กับด้านภาษาตามลำดับ จากข้อมูลพื้นฐานตอนนี้เป็นแนวทางให้ผู้วิจัยทำการเปรียบเทียบผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ ด้านสัญลักษณ์ และด้านภาษาของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรตามหลายตัว (Multivariate Analysis of Variance : MANOVA)

3. การเปรียบเทียบผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ ด้านสัญลักษณ์ และด้านภาษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่างกัน

การวิเคราะห์ตอนนี้ ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ ด้านสัญลักษณ์ และด้านภาษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่างกัน 3 ระดับ มาหาค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเฉลี่ยร่วม (centroid) แยกตามระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ แล้วนำค่าเฉลี่ยร่วม (centroid) ของผลการคิดในแต่ละกลุ่มมาเปรียบเทียบกันโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรตามหลายตัวแบบทางเดียว (one – way MANOVA) วิเคราะห์หาค่า Wilks' Lambda และค่าสถิติอื่น แล้วทดสอบนัยสำคัญทางสถิติโดยใช้ค่า F-Test ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรตามหลายตัวด้วยการเปรียบเทียบคะแนนของแบบทดสอบวัดผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ ด้านสัญลักษณ์ และด้านภาษาระหว่างนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่างกัน

ตัวแปร	ระดับผลสัมฤทธิ์สูง		ระดับผลสัมฤทธิ์ปานกลาง		ระดับผลสัมฤทธิ์ต่ำ	
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
แบบทดสอบ DFR	67.2385	36.0980	51.0946	29.3300	42.0928	25.9017
แบบทดสอบ DSR	47.5692	30.9536	30.4595	16.9911	25.9794	16.8077
แบบทดสอบ DMR	35.6615	17.6005	32.0270	10.2073	27.4639	8.4336
Pillai's Trace	= .169		F = 11.441**			
Hotelling's Trace	= .200		F = 12.288**			
Roy's Largest Root	= .190		F = 23.500**			
Wilks' Lambda	= .832		F = 11.865**			

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 6 พบว่า ค่า Wilks' Lambda = .832 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าค่าเฉลี่ยร่วม (centroid) ของแบบทดสอบวัดผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ ด้านสัญลักษณ์ และด้านภาษาระหว่างกลุ่มนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำมีค่าแตกต่างกัน

เพื่อให้เห็นเด่นชัด ผู้วิจัยนำค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการคิดคะแนนแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ ด้านสัญลักษณ์ และด้านภาษา ของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำมา เปรียบเทียบกันทีละฉบับ แล้วทดสอบนัยสำคัญทางสถิติโดยใช้ค่า F-Test ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการคิดคะแนนแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ สัญลักษณ์ และด้านภาษาของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ

แบบทดสอบ	MS _B	MS _W	df ₁	df ₂	F
DFR	18868.115	964.942	2	372	19.554**
DSR	15731.112	519.238	2	372	30.297**
DMR	1867.305	166.949	2	372	11.185**

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 7 พบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการคิดคะแนนแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ ด้านสัญลักษณ์ และด้านภาษาของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกฉบับ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการคิดคะแนนแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ ด้านสัญลักษณ์ และด้านภาษาของนักเรียนแต่ละกลุ่มเป็นรายคู่โดยใช้การทดสอบ LSD (Fisher's Least-Significant Difference) ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์
ด้านรูปภาพ ด้านสัญลักษณ์ และด้านภาษาของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน

แบบทดสอบ	การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มระดับผลสัมฤทธิ์		Mean Difference	Std. Error
DFR	สูง	ปานกลาง	16.1439*	3.7340
	สูง	ต่ำ	25.1457*	4.1678
	ปานกลาง	ต่ำ	9.0018*	4.0580
DSR	สูง	ปานกลาง	17.1098*	2.7391
	สูง	ต่ำ	21.5898*	3.0573
	ปานกลาง	ต่ำ	4.4801	2.9768
DMR	สูง	ปานกลาง	3.6345*	1.5531
	สูง	ต่ำ	8.1976*	1.7336
	ปานกลาง	ต่ำ	4.5631*	1.6879

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 8 พบว่านักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับปานกลาง นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับต่ำ และนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางกับต่ำ มีค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกคู่

นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับปานกลาง และนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับต่ำ มีค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านสัญลักษณ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับปานกลาง นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับต่ำ และนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางกับต่ำ มีค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านภาษาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกคู่

บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่างกัน ซึ่งสรุปสาระสำคัญได้ดังนี้

✓ ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายสำคัญเพื่อเปรียบเทียบผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ ด้านสัญลักษณ์ และด้านภาษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่างกัน โดยมีจุดมุ่งหมายเฉพาะดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ
2. เพื่อเปรียบเทียบผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านสัญลักษณ์ของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ
3. เพื่อเปรียบเทียบผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านภาษาของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1.1 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สังกัดกรมสามัญศึกษาเดิม) จังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 30 โรงเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 5,347 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สังกัดกรมสามัญศึกษาเดิม) จังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 375 คน จากโรงเรียนทั้งหมด 7 โรงเรียน ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่มแบบสองขั้นตอน (Two-Stage Random Sampling)

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จำแนกออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

2.1.1 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง

2.1.2 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง

2.1.3 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

2.2 ตัวแปรตาม คือ ผลการคิดอเนกนัยแต่ละแบบตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของ กิลฟอร์ด โดยแบ่งออกเป็นความสามารถทางสมองด้านต่าง ๆ ตามเนื้อหา ดังนี้

2.2.1 ผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ

2.2.2 ผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านสัญลักษณ์

2.2.3 ผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านภาษา

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่างกัน มีผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ ด้านสัญลักษณ์ และด้านภาษาต่างกัน

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. แบบทดสอบวัดผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวทฤษฎีของ กิลฟอร์ดจำนวน 3 ฉบับ ประกอบด้วย

1.1 แบบทดสอบวัดผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ จำนวน 5 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง .406 ถึง .495 และมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .8057

1.2 แบบทดสอบวัดผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านสัญลักษณ์ จำนวน 6 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง .484 ถึง .576 และมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .8252

1.3 แบบทดสอบวัดผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านภาษา จำนวน 5 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง .328 ถึง .467 และมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ .7722

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ค 011) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) จำนวน 1 ฉบับ จำนวน 40 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ .22 ถึง .80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .21 ถึง .85 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .8119

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ติดต่อโรงเรียนที่เลือกเป็นกลุ่มตัวอย่าง ขออนุญาตผู้บริหารโรงเรียนและนัดหมายวัน เวลา เพื่อนำแบบทดสอบไปทำการสอบ

2. จัดเตรียมข้อสอบให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่สอบแต่ละครั้ง วางแผนดำเนินการสอบ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดสอบเอง
3. อธิบายให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างเข้าใจวัตถุประสงค์และผลประโยชน์ที่จะได้รับจากการทำแบบทดสอบ
4. อธิบายให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างเข้าใจวิธีทำแบบทดสอบ และวิธีตอบก่อนที่จะลงมือทำ
5. นำผลการสอบมาตรวจให้คะแนน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาเปรียบเทียบผลการคิดคะแนนแบบความสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่างกัน ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้น ดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวัดผลการคิดคะแนนแบบความสัมพันธ์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
2. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างผลการคิดคะแนนแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ ด้านสัญลักษณ์ และด้านภาษา
3. การเปรียบเทียบผลการคิดคะแนนแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ ด้านสัญลักษณ์ และด้านภาษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่างกัน

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลสรุปผลได้ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร่วม (centroid) ของคะแนนผลการคิดคะแนนแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ ด้านสัญลักษณ์ และด้านภาษาระหว่างนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (Wilks' Lambda เท่ากับ .832 , $F = 11.865$)
2. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการคิดคะแนนแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ ด้านสัญลักษณ์ และด้านภาษาของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำที่ละฉบับพบว่า นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันมีผลการคิดคะแนนแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ ด้านสัญลักษณ์ และด้านภาษาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($F = 19.554$, 30.297 , 11.185 ตามลำดับ)
3. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการคิดคะแนนแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ ด้านสัญลักษณ์ และด้านภาษาระหว่างกลุ่มนักเรียนเป็นรายคู่ พบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการคิดคะแนนแบบความสัมพันธ์ทั้งด้านรูปภาพ และด้านภาษา ของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกคู่ ส่วนค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการคิดคะแนนแบบความสัมพันธ์ด้านสัญลักษณ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เฉพาะระหว่างนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับปานกลาง และระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับต่ำเท่านั้น

อภิปรายผล

ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้อภิปรายได้ดังนี้

1. การเปรียบเทียบผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่างกัน พบว่านักเรียนที่ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ มีผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ ด้านสัญลักษณ์ และด้านภาษา แตกต่างกันไป ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่า นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่างกัน มีผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ ด้านสัญลักษณ์ และด้านภาษา ต่างกัน ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะการคิดอเนกนัยเป็นความสามารถของนักเรียนในการรับรู้และจินตนาการต่าง ๆ ได้หลายรูปแบบจากข้อมูลที่กำหนดให้ทำให้นักเรียนสามารถทำแบบทดสอบได้ดี และอาจเนื่องมาจากนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีความสามารถในการคิดแบบอเนกนัยสูงกว่านักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ทำให้นักเรียนมีคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลการคิดอเนกนัยทั้ง 3 ฉบับแตกต่างกัน

2. จากผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการคิดอเนกนัยแต่ละฉบับพบว่า นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีคะแนนผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านรูปภาพ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกคู่ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของทิวัดดี นกบิน (2542 : 64) ที่พบว่าองค์ประกอบของสมรรถภาพสมองด้านผลการคิดอเนกนัยทางรูปภาพตามทฤษฎีของกิลฟอร์ดสามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ดี

นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกับปานกลาง และนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกับต่ำ มีคะแนนผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านสัญลักษณ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กิลฟอร์ด ฮอฟเนอร์ และปีเตอร์สัน (Guilford, Hoepfner and Peterson. 1965 : 659 - 682) ที่พบว่า องค์ประกอบของ สมรรถภาพสมองที่ใช้พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ได้ดีคือ การคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านสัญลักษณ์ จากผลการวิจัยข้างต้นยังสอดคล้องกับสตาพร ทัพพะกุล (2516 : 62) ที่พบว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงมีสมรรถภาพสมองทางสัญลักษณ์สูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ เช่นเดียวกับน้ำผึ้ง ปลั่งพงษ์พันธ์ (2544 : บทคัดย่อ) ที่พบว่าแบบทดสอบวัดผลการคิดอเนกนัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์คือแบบทดสอบวัดผลการคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์แบบหน่วย แบบจำพวก แบบความสัมพันธ์ แบบระบบ และแบบแปลงรูป

นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีคะแนนผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านภาษาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าความสามารถในการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์ด้านภาษา มีความสัมพันธ์กับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเบ็นเน็ตต์และคนอื่น ๆ (Bennett and others. 1965 : 81-91) ที่พบว่า แบบทดสอบย่อยที่เป็นตัวพยากรณ์ความสำเร็จในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ดีคือแบบทดสอบวัดสมรรถภาพด้านภาษา รองลงมาคือด้านตัวเลข และมิติสัมพันธ์ เช่นเดียวกับ บังอร พุ่มสะอาด (2517 : 54-56) ที่พบว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจะมีความสามารถด้านการคิดอเนกนัยทางภาษาสูงด้วย

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

ผลจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ พบว่านักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ปานกลางและต่ำจะมีความสามารถในการคิดอเนกนัยแตกต่างกัน ดังนั้นถ้าต้องการให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้น ในการจัดการเรียนการสอนควรจัดให้นักเรียนฝึกการคิดให้มีหลายแง่ หลายมุมแตกต่างกันออกไป ซึ่งอาจเชื่อมโยงผลการคิดแบบต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ ค้นหาความรู้และฝึกคิดตัดสินใจต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลาย และอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกัน และกัน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาค้นคว้าต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาวิธีการคิดอเนกนัยที่มีผลการคิดแบบอื่น ๆ ได้แก่ แบบหน่วย แบบกลุ่ม แบบระบบ แบบการแปลงรูป และแบบการประยุกต์ จะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หรือไม่ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนฝึกทักษะด้านอื่น ๆ ไปพร้อมกัน

2.2 ควรมีการศึกษาผลการคิดอเนกนัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาอื่น ๆ

2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ใช้จำแนกนักเรียนออกเป็น 3 ระดับนี้ มีเนื้อหาตามหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ ค 011 ซึ่งยังไม่ครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมดในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ควรมีการศึกษาในทำนองเดียวกันนี้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้จากทำแบบทดสอบวัดคุณภาพการศึกษาระดับชาติ (National test) ที่กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการจัดทำขึ้น



บรรณานุกรม

- กรมการฝึกหัดครู. (2524). รายงานการวิจัยเรื่องความคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา. หน่วยศึกษานิเทศก์.
- กรมวิชาการ. (2535). ความคิดสร้างสรรค์ หลักการ ทฤษฎี การเรียนการสอน การวัดผล ประเมินผล. กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ.
- กรมสามัญศึกษา. (2544). ระบบการดูแลช่วยเหลือนักเรียนในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา. หน่วยศึกษานิเทศ.
- จงรักษ์ ตั้งละมัย. (2545). ผลการฝึกความคิดอเนกนัยในเนื้อหาต่าง ๆ ที่มีต่อความสามารถในการ คิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จิรินทร์ ประสงค์สม. (2517). ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองทางรูปภาพกับผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย วิทยาลัยวิชาการ ศึกษา. ถ่ายเอกสาร.
- จินดา กิจพูนวงศ์. (2537). ผลการฝึกความคิดอเนกนัยที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้น ประถมปีที่ 3. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จิรพา จันทะเวียง. (2542). ผลการฝึกความสามารถทางสมองด้านภาษาและผลผลิตที่ใช้วิธีการคิดต่างกัน ตาม ทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมี วิจาร์ณญาณของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ. (2528). การวัดความถนัด. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ดิลก ดิลกานนท์. (2534). การฝึกทักษะการคิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์. ปรินญานิพนธ์ กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ทองสุข วันแสน. (2524). การศึกษาสมรรถภาพสมองทางภาษาห้าด้านตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของ กิลฟอร์ด. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ทิวัดน์ นกบิน. (2542). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียน. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- น้ำผึ้ง ปลั่งพงษ์พันธ์. (2544). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลการคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- บังอร พุ่มสะอาด. (2517). *การศึกษาเปรียบเทียบองค์ประกอบของสมรรถภาพสมองด้านการคิด อเนกนัยทางภาษาตามทฤษฎีกลีฟฟอร์ดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน*. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย วิทยาลัยวิชาการศึกษา. ถ่ายเอกสาร.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2538). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย*.
- บุญเชิด ภิญโญนันตพงษ์. (2545). *การวัดประเมินการเรียนรู้*. ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- _____. (2524). *ความสามารถทางภาษาห้าด้านตามทฤษฎีโครงสร้างทางปัญญาของ กลีฟฟอร์ด*. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ประธานพร แจ่มเจริญทรัพย์. (2536, มิถุนายน-กันยายน). "การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในกิจกรรมเสริมทักษะภาษาไทย โดยใช้กระบวนการ 9 ประการ," *วารสารศึกษาศาสตร์* 16(2) : 16 - 21.
- ประสาธ อิศรปริดา. (2538). *สารัตถะจิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ : นวัตกรรมการพิมพ์.
- พรณี เกษกมล. (2534, ตุลาคม - พฤศจิกายน). "การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์," *วารสารสารพัฒนาหลักสูตร* 11(107) : 75 - 78.
- พัชรี วาสวิท. (2535, มกราคม - เมษายน). "ความคิดสร้างสรรค์กับเด็กก่อนวัยเรียน," *วารสารคหเศรษฐศาสตร์* 35 (1) : 59 - 63.
- พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา. (2542). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการแนะแนวและจิตวิทยาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- มยุรี ศรีชัย. (2538). *เทคนิคการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง*. กรุงเทพฯ : วิ.เจ.พรินต์.
- มาลินี จุฑะรพ. (2537). *จิตวิทยาการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ : อักษรการพิมพ์.
- บุพิน พิพิธกุล. (2519). *การสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ : กรุงเทพมหานคร.
- รัชณี ลาซโรจน์. (2537, ตุลาคม). "ความคิดสร้างสรรค์," *ข้อเสนอแนะสำหรับครูยุคปฏิวัติเทคโนโลยี* 38(4) : 20 - 29.
- ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. (2541). *เทคนิคการสร้างและสอบข้อสอบความถนัดทางการ เรียนและ ความสามารถทั่วไป*. พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- วัชรินทร์ บุญมาทิต. (2532). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองที่เน้นคำถาม แบบเอกนัยกับคำถามแบบ อเนก นัย*. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วาสนา เศษสาย. (2540). *ผลการฝึกสมรรถภาพทางสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีการ คิดต่างกันตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกลีฟฟอร์ดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วุฒิ วัฒนสิน. (2539, มกราคม-มิถุนายน). "ความคิดสร้างสรรค์กับศิลปะศึกษา," *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขตปัตตานี* 11(1) : 59 - 66.

- สถาพร ทัพพะกุล. (2516). ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพทางสมองด้านสัญลักษณ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์. ปรินญานินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- สมศักดิ์ วยะนันท์. (2517). การศึกษาความสามารถของการคิดแบบอเนกนัย เอกนัย และผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์. ปรินญานินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย วิทยาลัยวิชาการศึกษา. ถ่ายเอกสาร.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2545). รายงานผลการดำเนินงานโครงการนำร่อง ระดับชาติ เรื่อง การปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้ในโรงเรียนนำร่อง : รูปแบบที่คัดสรร. กรุงเทพฯ ฯ : หจก. เอส พี เค เปเปอร์ แอนด์ ฟอรั่ม.
- อนันต์ โพธิกุล. (2543). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบบูรณาการเชิงวิธีการกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญานินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ ฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อารี พันธุ์ณี. (2543). คิดอย่างสร้างสรรค์. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : ดันอ้อ 1999.
- อารี รังสินนท์. (2527). ความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ : ชนะการพิมพ์.
- _____. (2530). "ความคิดสร้างสรรค์" ภาควิชาแนะแนวและจิตวิทยาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อุทัย เพชรช่วย. (2530,ธันวาคม). "จะลดจำนวนนักเรียนที่เรียนอ่อนหรือเรียนช้าในวิชาคณิตศาสตร์ให้เหลือน้อยลงได้อย่างไร." *ประถมศึกษา*. 38(3) : 29.
- Arnold, P.J. (1988). *Education Movement and the Curriculum*. Basinstoke : Taylor & Francis (Printer) Ltd.
- Bennett, G.K., Seashore, N.G., Wesman, A.G., (1956, October) "The Differential Aptitude Test An Overview," in *The Personnel and Guidance Journal*, 39 : 81-91.
- Bentley, Joseph C.(1966 , February) "Creativity and Academic Achievement," *The Journal of Educational Research*, 59 : 269 - 272 .
- Bonk , Curtis J. (1988 , April) *The Effect of Convergent and Divergent Computer Software on Children's Critical and Creative Thinking*. ERIC Acc. No. ED 296715. P.5 - 9.
- Day, B. (1988). *Early Childhood Education : Creative Learning Activites*. 3rd ed. New York. Macmillan Publishing Company.
- Daniel Fasko, Jr. (2001, April) An Analysis of Multiple Intelligences Theory and Its Use with the Gift and Talented. *Roeper Review*. 23(3) : 45-48.
- Dunham, J.L. , J.P. Guilford and Ralph Hoefner. (1969, Autumn) "The Cognition, Production, and Memory of Class Concepts," *Educational and Psychological Measurement*. 29 : 615 - 638.

- Guilford, J.P., R. Hoepfner and H. Peterson. (1965, Autumn). "Predicting Achievement in Ninth - Grade Mathematic from Measure of Intellectual Aptitude Factors," *Educational and Psychological Measurement*, 25 : 659 - 682.
- Guilford, J.P. (1950). "Creativity," *American Psychologist*. 5 : 444 – 454.
- Guilford, J.P. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. New York : McGraw-Hill Book Company
- Hinkle, Dennis E., Wiersma, William., Jurs Stephen G. (1988). *Applied Statistics for the Behavioral Sciences*. Chicago : Rand McNally Callege. 489p. : ill.
- Holly, Keith Allen. (1971, November) "Structure of Intellect Factor Abilities and a Self – Concept Measure in Mathematics Relative to Performance in High School Modern Algebra," *Dissertation Abstracts International*. 32 : 2484 - A.
- Mayesky, M., Neuman, D. and Wloodnowski, R.J. (1985) . *Creative Activities for Young Children*. U.S.A. : Pelmar.
- McCandless, Boyd R. and Ellis D. Evans. (1973). *Children and Youth : Psychosocial Development*. Hinsdale Ill, The Dryden Press.
- Rogers, C.R. (1985). "What does the Experts Say About Creativeness? In Donald Herberholz and Kay Alexander." *Developing Artistic and Perceptual. Awareness : Art Practice in The Elementary Classroom*. Iowa : WM.C. Brown Company.
- Torrance, Paule E. (1962). *Guiding Creative Talent*. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice – Hall.



ภาคผนวก ก

คำอธิบายจำแนกของแบบทดสอบวัดผลการคิดอเนกนัย
แบบความสัมพันธ์

แบบทดสอบวัดผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์

ตาราง 9 ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลการคิดเนกนัยแบบความสัมพันธ์

ข้อ	ค่า r ของแบบทดสอบวัดผลการคิดเนกนัยแบบความสัมพันธ์		
	ด้านรูปภาพ (DFR)	ด้านสัญลักษณ์ (DSR)	ด้านภาษา (DMR)
1	0.227**	0.400**	0.260**
2	0.389**	0.547**	0.449**
3	0.495**	0.457**	0.220***
4	0.420**	0.484**	-0.410
5	0.420**	0.440**	0.328**
6	0.347**	0.485**	0.340**
7	0.384**	0.558**	0.380**
8	0.314**	0.530**	0.247**
9	0.460**	0.392**	0.467**
10	0.406**	0.576**	0.147
11		0.461**	
12		0.537**	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

หมายเหตุ

แบบทดสอบ DFR คัดเลือกข้อสอบจำนวน 5 ข้อ ได้แก่ ข้อ 3, 4, 5, 9, 10

แบบทดสอบ DSR คัดเลือกข้อสอบจำนวน 6 ข้อ ได้แก่ ข้อ 2, 4, 7, 8, 10, 12

แบบทดสอบ DMR คัดเลือกข้อสอบจำนวน 5 ข้อ ได้แก่ ข้อ 2, 5, 6, 7, 9

แบบทดสอบวัดผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์

คำชี้แจงในการทำแบบทดสอบวัดผลการคิดอเนกนัยแบบความสัมพันธ์

1. แบบทดสอบชุดนี้มีทั้งหมด 3 ฉบับย่อย

ฉบับที่ 1	มี 5 ข้อ ให้เวลาทำข้อละ 2 นาที
ฉบับที่ 2	มี 3 ตอน ตอนละ 2 ข้อ ให้เวลาทำข้อละ 2 นาที
ฉบับที่ 3	มี 5 ข้อ ให้เวลาทำข้อละ 2 นาที
2. แบบทดสอบทุกฉบับ เป็นแบบให้เขียนตอบ โดยให้นักเรียนเขียนคำตอบทุกข้อ
3. ในแต่ละฉบับจะมีตัวอย่างให้นักเรียนศึกษาก่อนทำ ซึ่งผู้ดำเนินการสอบจะเป็นผู้ชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจ
4. ข้อสอบแต่ละข้อจะมีคำตอบถูกหลายคำตอบ ให้นักเรียนตอบให้ได้มากที่สุดและแตกต่างจากเพื่อนมากที่สุด จึงจะได้คะแนนดี
5. ถ้านักเรียนมีข้อสงสัยให้ยกมือถามก่อนที่จะเริ่มดำเนินการสอบ

แบบทดสอบฉบับที่ 3 (DMR)

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนคำที่มีความหมายใกล้เคียงกับคำที่กำหนดให้ ให้ได้มากที่สุด

ตัวอย่าง ใหญ่

ตัวอย่างคำตอบ

1. โต
 2. มโหฬาร
 3. เบิ้ม
- ฯลฯ

1. แม่ น้ำ



2. ฉาฆาต

[The page contains horizontal dashed lines for writing.]

3. ยึดเยื่อ

[illegible]

4. มากมาย



5. ห้อย

[illegible]

ภาคผนวก ข

ค่าความยาก (p) อำนาจจำแนก (r)

ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ค 011)

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ค 011)

ตาราง 10 ค่าความยาก (p) อำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ข้อ	p	r	ข้อ	p	r
1	0.58	0.50	21	0.32	0.41
2	0.74	0.57	22	0.35	0.61
3	0.52	0.43	23	0.36	0.33
4	0.62	0.57	24	0.68	0.75
5	0.80	0.61	25	0.29	0.43
6	0.70	0.73	26	0.30	0.46
7	0.71	0.43	27	0.36	0.26
8	0.47	0.40	28	0.52	0.65
9	0.48	0.49	29	0.58	0.26
10	0.61	0.57	30	0.55	0.55
11	0.44	0.41	31	0.42	0.70
12	0.58	0.38	32	0.44	0.35
13	0.44	0.35	33	0.66	0.85
14	0.69	0.64	34	0.76	0.77
15	0.60	0.68	35	0.46	0.63
16	0.48	0.31	36	0.48	0.49
17	0.47	0.40	37	0.31	0.24
18	0.57	0.47	38	0.26	0.38
19	0.31	0.24	39	0.22	0.21
20	0.66	0.44	40	0.22	0.41

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ค 011)

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ
2. ให้นักเรียนอ่านโจทย์แต่ละข้อให้เข้าใจ แล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ
3. เวลาที่ใช้ในการสอบ 60 นาที
4. ห้ามนักเรียนทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบ
5. เมื่อทำข้อสอบเสร็จเรียบร้อยแล้วหรือหมดเวลา ให้นักเรียนส่งแบบทดสอบพร้อมกระดาษคำตอบคืนอาจารย์ควบคุมห้องสอบ

1. ถ้า $[(ab^2)^2]^2$ มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. a^4b^8
- ข. a^4b^8
- ค. a^2b^8
- ง. a^4b^{-8}
- จ. a^2b^8

2. $(7^{-5} \div 7^{-3})^4$ คือข้อใด

- ก. 7^8
- ข. 7^{12}
- ค. 7^{16}
- ง. 7^{20}
- จ. 7^{24}

3. $(2^3)(3^2)(2^{-3})(3^{-3})$ เท่ากับข้อใด

- ก. $\frac{1}{3}$
- ข. 1
- ค. 3
- ง. 3^2
- จ. 2^23^2

4. เกาะหนึ่งมีความหนาแน่นของประชากรเท่ากับ

3.34×10^2 คนต่อตารางกิโลเมตร ถ้าเกาะนั้นมีพื้นที่ 1.76×10^4 ตารางกิโลเมตรเกาะนั้นมีประชากรกี่ล้านคน

- ก. 58,784
- ข. 587,840
- ค. 5,878,400
- ง. 58,784,000
- จ. 587,840,000

5. ค่าของ $(5x^2y^{-3})(4x^{-5}y^4)$ คือข้อใด

- ก. $\frac{10y}{x^3}$
- ข. $\frac{15y}{x^2}$
- ค. $\frac{15y}{x^3}$
- ง. $\frac{20y}{x^2}$
- จ. $\frac{20y}{x^3}$

6. $(0.75)^4 \times \left(\frac{3}{4}\right)^2 \times \left(\frac{75}{100}\right)^2$ สามารถเขียนได้ดังข้อใด

ก. $\left(\frac{3}{4}\right)^4$

ข. $\left(\frac{3}{4}\right)^6$

ค. $\left(\frac{3}{4}\right)^8$

ง. $\left(\frac{27}{64}\right)^3$

จ. $\left(\frac{27}{64}\right)^{\frac{4}{3}}$

7. $2xy + x^2y - 6xy$ มีค่าเท่ากับข้อใด

ก. $9xy$

ข. $x^2y + 4xy$

ค. $x^2y - 4xy$

ง. $x^2y + 8xy$

จ. $x^2y - 8xy$

8. ถ้า $x^3 + 2x^2 + 3x + m$ และ $x^3 + x^2 + 9$ ต่างหารด้วย $x+1$ แล้วเหลือเศษเท่ากัน จงหาค่า m เป็นเท่าไร

ก. 0

ข. 1

ค. -1

ง. 11

จ. 13

9. นักเรียนห้องหนึ่งมี $x^4 - 4x^3 - x^2 - x + 20$ คน ถ้าจะเข้าแถวให้ได้แถวละ $x - 4$ คน จะได้แถวทั้งหมดกี่แถว

ก. $x - 5$

ข. $x^2 - x + 3$

ค. $x^2 - x - 4$

ง. $x^2 - x - 5$

จ. $x^3 - x - 5$

10. ถ้าหารพหุนาม $2x^3 - x^2 - 2x + 9$ ด้วยพหุนาม A จะได้ผลหาร $x^2 - 2x + 2$ เหลือเศษ 3 จงหาพหุนาม A

ก. $2x - 3$

ข. $2x + 3$

ค. $2x - 6$

ง. $2x - 9$

จ. $2x + 9$

11. $(x^2 - 2x - 3) \div (x - 3)$ มีค่าตรงกับข้อใด

ก. $x + 3$

ข. $x - 3$

ค. $x + 1$

ง. $x - 1$

จ. $-x - 1$

12. $(2x + 5y)(2x - 5y)$ มีค่าตรงกับข้อใด

ก. $4x^2 + 20xy + 25y^2$

ข. $4x^2 - 20xy + 25y^2$

ค. $4x^2 + 20xy - 25y^2$

ง. $4x^2 - 25y^2$

จ. $25x^2 - 4y^2$

13. กำหนดความยาวของด้านของรูปสามเหลี่ยมให้ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

ก. 3, 4, 5

ข. 6, 12, 18

ค. 18, 24, 30

ง. 15, 20, 25

จ. 25, 24, 7

14. สามเหลี่ยมด้านเท่าที่มีด้านยาวด้านละ 10 นิ้ว จะมีความสูงเท่าไร

ก. $5\sqrt{3}$

ข. $6\sqrt{3}$

ค. $7\sqrt{3}$

ง. 6

จ. 7

15. สี่เหลี่ยมจัตุรัสมีพื้นที่ 25 ตารางนิ้ว จะมีเส้นทแยงมุมยาวเท่าไร

- ก. 5
- ข. 6
- ค. 7
- ง. $5\sqrt{2}$
- จ. $6\sqrt{2}$

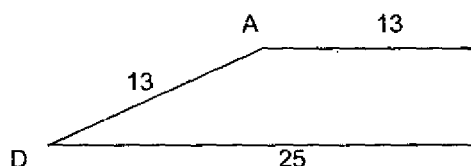
16. รูปสามเหลี่ยมที่มีด้านประกอบมุมฉากยาว 7 นิ้ว และด้านตรงข้ามมุมฉากยาว 25 นิ้ว จะมีพื้นที่กี่ตารางนิ้ว

- ก. 48
- ข. 56
- ค. 84
- ง. 120
- จ. 300

17. การตั้งเสาโทรทัศน์สูง 24 ฟุต โดยใช้ลวด 4 เส้น รึงหัวเสาและตรึงกับหลัก 4 หลัก โดยปักหลักทางทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก ทิศตะวันตกของเสา ให้ห่างจากโคนเสา 10 ฟุต ต้องใช้ลวดอย่างน้อยกี่ฟุต

- ก. 48
- ข. 52
- ค. 84
- ง. 104
- จ. 144

18. จากรูป พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมคางหมู ABCD เป็นกี่ตารางหน่วย



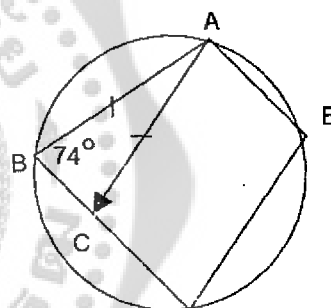
- ก. 78
- ข. 95
- ค. 98
- ง. 120
- จ. 150

19. ข้อใดไม่ถูกต้อง

- ก. มุมในครึ่งวงกลมเป็นมุมฉาก
- ข. คอร์ดคือส่วนของเส้นตรงซึ่งเชื่อมจุดสองจุดภายในวงกลม
- ค. ส่วนของเส้นตรงที่ตั้งฉากกับคอร์ดจะแบ่งครึ่งคอร์ดนั้น
- ง. เส้นตรงที่ตั้งฉากกับรัศมีที่จุดบนวงกลมจะเป็นเส้นสัมผัสกับวงกลมที่จุดนั้น
- จ. ผลบวกของขนาดของมุมตรงข้ามของรูปสี่เหลี่ยมใด ๆ ที่แนบในวงกลมเท่ากับหนึ่งมุมฉาก

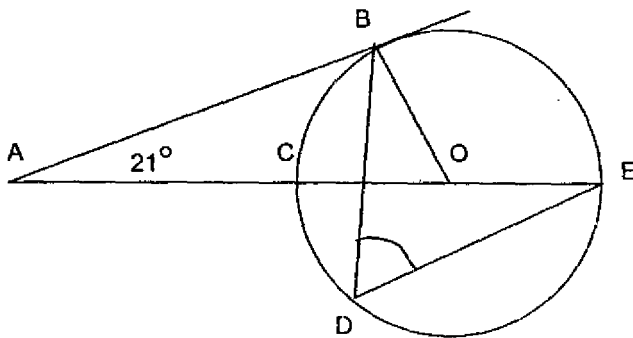
20. จากรูปสี่เหลี่ยม ABDE บรรจุอยู่ในวงกลม $AC \parallel DE$

$AB = AC$, มุม $ABC = 74$ องศา จงหาว่ามุม BAE มีขนาดกี่องศา



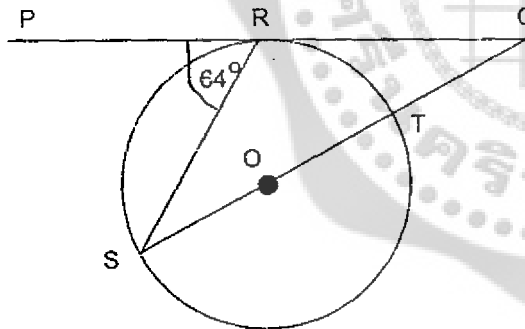
- ก. 104
- ข. 106
- ค. 108
- ง. 110
- จ. 112

21. จากรูป O เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม AB เป็นเส้นสัมผัส มุม $BAO = 21^\circ$ องศา มุม BDE มีขนาดเท่ากับเท่าไร



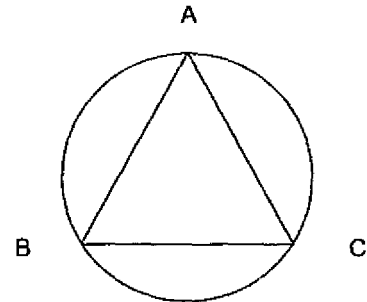
- ก. 25.5
- ข. 35.5
- ค. 45.5
- ง. 55.5
- จ. 65.5

22. จากรูป PQ สัมผัสวงกลม O ที่จุด R จงหาขนาดของ มุม RQS เท่ากับกี่องศา



- ก. 38
- ข. 40
- ค. 42
- ง. 44
- จ. 46

23. ให้ส่วนโค้ง AC เท่ากับส่วนโค้ง AB ข้อใดไม่มีโอกาสที่จะเป็นจริง



- ก. $AC = AB$
- ข. $AC = BC$
- ค. มุม ACB เป็นมุมฉาก
- ง. มุม CAB เป็นมุมฉาก
- จ. สามเหลี่ยม ABC เป็นสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

24. พิจารณาว่าข้อความใดบ้างถูกต้อง

- 1) มุมในครึ่งวงกลมมีค่าไม่เกิน 90 องศา
- 2) เส้นตรงที่ลากจากจุดศูนย์กลางไปยังจุดสัมผัสจะตั้งฉากกับเส้นสัมผัส
- 3) คอร์ดสองคอร์ดในวงกลมวงหนึ่ง ถ้าอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางเป็นระยะทางเท่ากัน จะมีขนาดเท่ากัน

- ก. ข้อ 1) เท่านั้น
- ข. ข้อ 2) เท่านั้น
- ค. ข้อ 3) เท่านั้น
- ง. ข้อ 1) และ ข้อ 2)
- จ. ข้อ 2) และ ข้อ 3)

25. ข้อใดเป็นเท็จ

- ก. $\sqrt{(-5)^2} = 5$
- ข. $\frac{22}{7}$ เป็นจำนวนอตรรกยะ
- ค. 5.999... เป็นจำนวนจริง
- ง. π เป็นจำนวนอตรรกยะและจำนวนจริง
- จ. 2.05252252225... เป็นจำนวนอตรรกยะ

26. ข้อใดเป็นจำนวนอตรรกยะทุกจำนวน

- ก. $0.1\dot{7}$, $\sqrt{2}$, π
 ข. $\frac{4\sqrt{4}}{\sqrt{8}}$, $\frac{2}{3}$, $\sqrt{2}$
 ค. $\sqrt{2}$, $\frac{2}{3}$, π
 ง. $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$, π
 จ. $0.1\dot{7}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{4\sqrt{4}}{\sqrt{8}}$

27. จำนวนในข้อใดมีค่าเท่ากับ $\frac{221}{11}$

- ก. 2.09
 ข. 2.09
 ค. 20.09
 ง. 20.09
 จ. 20.009

28. $\sqrt{3} - 7\sqrt{12} + 3\sqrt{75}$ มีค่าตรงกับข้อใด

- ก. $2\sqrt{3}$
 ข. $5\sqrt{3}$
 ค. $7\sqrt{3}$
 ง. $15\sqrt{3}$
 จ. $35\sqrt{3}$

29. $\sqrt{2,025} - \sqrt[3]{8,000} + \sqrt{289}$ มีค่าตรงกับ ข้อใด

- ก. 40
 ข. 42
 ค. 45
 ง. 48
 จ. 52

30. รากที่สองที่เป็นบวกของ 11,025 และรากที่สามของ 3,375 แตกต่างกันเท่าไร

- ก. 20
 ข. 60
 ค. 90
 ง. 100
 จ. 110

31. กำหนด a, b, c และ d เป็นจำนวนจริงใด ๆ โดยที่ $d \neq 0$ ข้อใดไม่ถูกต้อง

- ก. $a = b$ ก็ต่อเมื่อ $a + c = b + c$
 ข. ถ้า $a < b$ และ $b < c$ แล้ว $a < c$
 ค. $a \leq b$ ก็ต่อเมื่อ $a + c \leq b + c$
 ง. ถ้า $d > 0$ แล้ว $a \leq b$ ก็ต่อเมื่อ $ad \leq bd$
 จ. ถ้า $d < 0$ แล้ว $a \leq b$ ก็ต่อเมื่อ $ad \leq bd$

32. ขั้นตอนแรกของการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว คือข้อใด

- ก. แก่สมการ
 ข. แทนปริมาณไม่ทราบค่าด้วยตัวแปร
 ค. นำคำตอบของสมการไปตอบปัญหาโจทย์
 ง. เขียนข้อมูลที่กำหนดไว้ในเทอมของตัวแปร
 จ. หาปริมาณ 2 ปริมาณที่เท่ากันเพื่อเขียนสมการ

33. ถ้า $m + 3m = 72 - 5m$ แล้ว m มีค่าเท่าไร

- ก. 8
 ข. 9
 ค. 67
 ง. 69
 จ. 81

34. ถ้า $a + by = cb$ แล้ว y เท่ากับเท่าไร

ก. $ab - a - b$

ข. $\frac{c - b}{a}$

ค. $\frac{cb - a}{b}$

ง. $\frac{cb + a}{a}$

จ. $\frac{cb + a}{a}$

35. ธนพลกับปรกรณ์เอาเงินที่มีอยู่มานับดู ปรากฏว่า ธนพลมีเงินมากกว่าปรกรณ์ 45 บาท แต่ปรกรณ์มีเงิน ผ่าธนาคารอยู่ 150 บาท ทำให้ปรกรณ์มีเงินเป็นสองเท่า ของธนพล ธนพลมีเงินอยู่เท่าไร

ก. 105

ข. 108

ค. 110

ง. 115

จ. 120

36. ฉันมีเงินอยู่จำนวนหนึ่ง แล้วพี่ชายให้มาอีก 2 เท่า ของที่ฉันมีอยู่ เมื่อฉันนำเงินไปซื้อของ 75 บาท และ ทำบุญอีก 15 บาท ฉันจะเหลือเงินไม่ถึง 30 บาท เดิมฉันมีเงินเท่าไร

ก. มากกว่า 40 บาท

ข. มากกว่า 42 บาท

ค. มากกว่า 45 บาท

ง. น้อยกว่า 40 บาท

จ. น้อยกว่า 42 บาท

37. กำหนด $8 < 5x - 2 < 28$ แล้วข้อใดถูกต้อง

ก. $1 < 2x < 2$

ข. $4 < 2x < 12$

ค. $1 < 3x < 2$

ง. $4 < 3x < 8$

จ. $1 < 3x < 8$

38. เมื่อ 10 ปีที่ผ่านมา บิดามีอายุเป็น 4 เท่าของบุตร ถ้าใน 6 ปีข้างหน้า บิดาจะมีอายุเป็น 2 เท่าของบุตร จงหาว่าปัจจุบันบิดาอายุกี่ปี

ก. 40

ข. 42

ค. 44

ง. 46

จ. 48

39. $\sin 30^\circ + \cos 30^\circ + \tan 30^\circ$ มีค่าเท่ากับข้อใด

ก. $\frac{\sqrt{3} + \sqrt{2} + 1}{2}$

ข. $\sqrt{2} + \sqrt{3}$

ค. $\frac{3\sqrt{3} + 1}{2}$

ง. $\frac{2 + \sqrt{3}}{4}$

จ. $\frac{3 + 5\sqrt{3}}{6}$

40. ข้อใดที่เป็นไปไม่ได้

ก. $\sin A = \frac{1}{2}$

ข. $\tan B = 0.75$

ค. $\cot D = 1.2$

ง. $\cos A = 1.5$

จ. $\sec A = 2$



ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวทองเพียร พูนเกษ
วันเดือนปีเกิด	13 มีนาคม 2517
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	37 หมู่ 3 ตำบลช่องสะแก อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี 76000
ตำแหน่งหน้าที่การงานในปัจจุบัน	อาจารย์ 1 ระดับ 5
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนบ้านเก่าวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี 71000
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2529	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดนาค (แบ่งอุทิศวิทยาคาร)
พ.ศ. 2532	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดจันทราวาส (ศุขประสารราษฎร์)
พ.ศ. 2533	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดจันทราวาส (ศุขประสารราษฎร์)
พ.ศ. 2539	ค.บ. (อุตสาหกรรมศิลป์) สถาบันราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง
พ.ศ. 2547	กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ