

การศึกษาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ของโรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย

สารนิพนธ์
ของ
นริศราภรณ์ ศรีพงษ์ชัย

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา

พฤษภาคม 2548

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ของโรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย

บทคัดย่อ

ของ

นริศราภรณ์ ศรีพงษ์ชัย

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา

พฤษภาคม 2548

๒ ๖๖ ๖๖

นริศราภรณ์ ศรีพงษ์ชัย (2548) การศึกษาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย สารนิพนธ์ กศ ม (การวัดผลการศึกษา)
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์
อาจารย์ ดร. ละเจียด รักษ์เฒ่า

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัยภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 กลุ่มตัวอย่างเป็น
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 95 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบวัดทักษะ
กระบวนการทางคณิตศาสตร์

1 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ฉบับ มีค่าความยากง่าย
ตั้งแต่ 36 ถึง 80 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 25 ถึง 70 และมีค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ 792 ถึง 882

2 การประมาณค่าเฉลี่ยด้วยความเชื่อมั่น 95% ของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในแต่ละแผนการเรียน พบว่า แผนการเรียนศิลป์ภาษาฝรั่งเศส
ศิลป์ภาษาจีน ศิลปคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ มีค่าตั้งแต่ 40.89 - 51.27 , 51.77 -
60.22 , 72.25 - 78.08 และ 78.89 - 84.62 ตามลำดับ ส่วนการประมาณค่าเฉลี่ยด้วยความเชื่อมั่น
95% ของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แต่ละทักษะ พบว่า ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
ด้านการแก้ปัญหา ด้านการให้เหตุผล ด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการ
นำเสนอ ด้านการเชื่อมโยง และด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีค่าตั้งแต่ 11.90 - 14.01 , 15.34 -
16.67 , 11.24 - 13.23 , 10.30 - 12.19 และ 11.81 - 13.70 ตามลำดับ

3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัยที่มีแผนการเรียนต่างกัน มี
ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 01 นอกจากนี้ยัง
พบว่านักเรียนที่มีแผนการเรียนต่างกัน มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา
ด้านการให้เหตุผล ด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ ด้านการ
เชื่อมโยง และด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 01

TITLE A STUDY OF MATHEMATICAL SKILLS OF THE MATHAYOMSUKSA 4 STUDENT
OF MATER DEI SCHOOL

AN ABSTRACT
BY
NARISARAPORN SEEPONGCHAI

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Education Degree in Education Measurement
at Srinakharinwirot University
May 2005

Narisaraporn Seepongchai (2005) *Title a Stydy of Mathematical Skills of The Mathayomsuksa 4 Student of Mater Dei School* Master Project, M Ed (Educational Measurement)
Bankok Graduate School, Srinakharinwirot University Project Advisor
Dr La-lad Ruckpau

The purpose of this research is to study mathematical skills of mathayomsuksa 4 students All 95 samples are mathayomsuksa 4 Mater Dei students, academic year 2004 The instrument used in this study is the skill test in mathematical process

The results are as follows

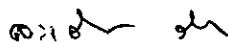
1 The easiness index of all 5 skill tests in Mathematical process varies from 36 - 80
The discriminant index varies from 25 - 70 and the reliability is from 79 - 88

2 95% confidence interval for mean in Mathematic process of Mater Dei students in the French – English , the English – Chinese , the Mathematic and the Science program varies from 40.89 – 51.27 , 51.77 – 60.22 , 72.25 – 78.08 and 78.89 – 84.62 respectively The 95% confidence interval for mean in mathematical process of problem solving skills , reasoning skills , the mathematical communication and presentation abilities , connection skills and creative thinking skills vary from 11.90 – 14.01 , 15.34 – 16.67 , 11.24 – 13.23 , 10.30 – 12.19 and 11.81 – 13.70 respectively

3 The mathayomsuksa 4 students of Mater Dei school attending different academic programs, hence, acquire different Mathematical process skill levels at the .01 level Furthermore, students attending different academic programs use different approaches in mathematical process of problem solving skills , reasoning skills , the mathematical communication and presentation abilities , connection skills and creative thinking skills All these mentioned skills differentiate show that the statistically significant difference of all mathematical skills level at .01

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร และคณะกรรมการสอบ
ได้พิจารณาสารนิพนธ์เรื่อง การศึกษาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 4 ของโรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย ของ นริศราภรณ์ ศรีพงษ์ชัย ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์



(อาจารย์ ดร. ละเอียด รักษ์เฝ้า)

ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร



(รองศาสตราจารย์ นิภา ศรีไพโรจน์)

คณะกรรมการสอบ



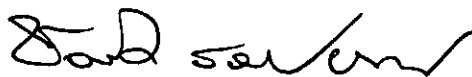
ประธาน

(อาจารย์ ดร. ละเอียด รักษ์เฝ้า)



กรรมการสอบสารนิพนธ์

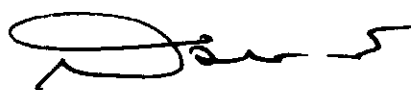
(รองศาสตราจารย์ นิภา ศรีไพโรจน์)



กรรมการสอบสารนิพนธ์

(อาจารย์ ขวลิต รวยอาจิณ)

อนุมัติให้รับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย ชูชาติ)

วันที่ 10 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2548

ประกาศคุณูปการ

สาธิตนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีเป็นเพราะผู้วิจัยได้รับคำแนะนำและช่วยเหลือแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆเป็นอย่างดีจาก อาจารย์ ดร. ละเอียด รัชต์เผ่า ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสาธิตนิพนธ์และประธานกรรมการสอบสาธิตนิพนธ์ รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์ ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์ และ อาจารย์ชวลิต รวยอาจิณ ร่วมเป็นกรรมการสอบสาธิตนิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านเป็นอย่างยิ่งไว้ ณ ที่นี้

ในการตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบเบื้องต้น ผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์เป็นอย่างดีจาก อาจารย์ป่านทิพย์ ไสภาศิต อาจารย์วรวรรณ แสงใส อาจารย์จิรณา ศุภกิจโกศลชัย อาจารย์ยุทธดนัย พิทักษ์อรณพ และนางสาววิจิตรา ทองงอก ซึ่งผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบคุณครูใหญ่โรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัยที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทำวิจัย และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยเป็นอย่างดี ทำให้สาธิตนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้

ท้ายสุดผู้วิจัยขอน้อมรำลึกถึงพระคุณบิดามารดา ครูอาจารย์ พี่ น้อง และเพื่อนๆทุกคนที่ให้อกำลังใจที่ดีเยี่ยมตลอดระยะเวลาที่ศึกษาและทำวิจัย

นริศราภรณ์ ศรีพงษ์ชัย

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	3
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	3
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	3
นิยามศัพท์เฉพาะ	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544	7
ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	15
เกณฑ์การให้คะแนนและเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ย	33
คุณภาพของแบบทดสอบ	39
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	61
สมมติฐานการศึกษาค้นคว้า	66
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	67
ประชากร	67
กลุ่มตัวอย่าง	67
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	67
วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	70
ลักษณะของเครื่องมือ	72
การตรวจให้คะแนน	80
การแปลความหมายค่าเฉลี่ย	82
วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	83
การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล	83
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	84

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	88
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	88
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	88
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	89
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	98
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	98
สมมติฐานการศึกษาค้นคว้า	98
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	98
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	99
วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	99
การวิเคราะห์ข้อมูล	99
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล	100
อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า	102
ข้อเสนอแนะ	109
บรรณานุกรม	111
ภาคผนวก	117
ประวัติย่อผู้ทำวิจัย	162

บัญชีตาราง

ตาราง

	หน้า
1 การจัดกลุ่มทฤษฎีกระบวนการความคิดสร้างสรรค์และนักทฤษฎีในแต่ละกลุ่ม	33
2 เกณฑ์การประเมินผลทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	36
3 เกณฑ์การให้ระดับคุณภาพ	38
4 รูปแบบการหาค่าความเที่ยงตรงเชิงสภาพของแบบทดสอบอิงเกณฑ์	42
5 รูปแบบการหาค่าความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ของแบบทดสอบอิงเกณฑ์	43
6 การแปลความหมายของค่าความง่าย (P_E) ของข้อสอบ	47
7 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย จำแนกตามแผนการเรียนรู้	67
8 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	71
9 ค่าความเชื่อมั่นของการให้คะแนนของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	72
10 เกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ คะแนนเต็ม 100 คะแนน	82
11 เกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แต่ละทักษะ คะแนนเต็ม 20 คะแนน	82
12 สถิติพื้นฐานของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละแผนการเรียนรู้	89
13 สถิติพื้นฐานของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แต่ละทักษะ จำแนกตามแผนการเรียนรู้	90
14 เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีแผนการเรียนรู้ต่างกัน	93
15 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยรายคู่ของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่มีแผนการเรียนรู้ต่างกัน	94
16 เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แต่ละทักษะ ของนักเรียนที่มีแผนการเรียนรู้ต่างกัน	95
17 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยรายคู่ของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ แต่ละทักษะของนักเรียนที่มีแผนการเรียนรู้ต่างกัน	96
18 ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของแบบทดสอบ วัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	121
19 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ วัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	124

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของวิลสัน เฟอร์นันเดซ และฮาตาเวย์	19
2 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา	20
3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	69
4 กราฟแสดงค่าคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนแต่ละแผนการเรียน	127
5 กราฟแสดงค่าคะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐานของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนแต่ละแผนการเรียน	127
6 กราฟแสดงค่าคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แต่ละทักษะ ของนักเรียนแต่ละแผนการเรียน	129
7 กราฟแสดงค่าคะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐานของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ แต่ละทักษะของนักเรียนแต่ละแผนการเรียน	129

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

นับตั้งแต่ได้มีการประกาศใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2524 การศึกษาไทยได้มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นมากมาย มีการคัดเลือกโรงเรียนซึ่งเป็นโรงเรียนนำร่อง ในการจัดการศึกษา โดยใช้หลักสูตรใหม่นี้ หลังจากนั้นจึงได้มีการประกาศใช้ในปีการศึกษา 2546 โดยทุกโรงเรียนทั่วประเทศ จะต้องใช้หลักสูตรเดียวกัน ซึ่งมีลักษณะเป็นหลักสูตรที่ได้หลอมรวมหลักสูตรประถมศึกษาพุทธศักราช 2521 ปรับปรุง พ.ศ. 2533 หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ปรับปรุง พ.ศ. 2533 และหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ปรับปรุง พ.ศ. 2533 ให้มีความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันต่อเนื่องเชื่อมโยงกันตลอด 12 ปี โดยมีจุดหมายของหลักสูตรเป็นเป้าหมายสำคัญ (ชัยฤทธิ์ ศิลาเดช 2545 : 26)

เมื่อพิจารณาในแต่ละสาระการเรียนรู้ โดยเฉพาะสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีความสำคัญ และเกื้อหนุนต่อสาระการเรียนรู้อื่นๆ และถูกนำมาใช้ในการดำรงชีวิตช่วยให้การดำรงชีวิตมีเป้าหมายมีคุณภาพ แต่ในขณะเดียวกันคณิตศาสตร์ก็เป็นศาสตร์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับชีวิตมากนักและมีความเจริญของศาสตร์ได้โดยไม่ต้องเกี่ยวข้องกับความเป็นอยู่ของชีวิต เช่น คณิตศาสตร์บริสุทธิ์ เมื่อพิจารณาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นหลักสูตรที่ใช้มาตรฐานเป็นแกนนำ กล่าวคือ เน้นผู้เรียนว่า ควรรู้อะไรและสามารถทำอะไรได้ ดังนั้นการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานนี้ คงไม่ใช่การเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่หนักไปทางคณิตศาสตร์บริสุทธิ์มากเกินไปหรือคณิตศาสตร์ประยุกต์น้อยเกินไป แต่จะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เกิดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สามารถแก้ปัญหา ให้เหตุผล สื่อสารสื่อความหมายและนำเสนอ รู้จักเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับสาระการเรียนรู้อื่นๆ ตลอดจนในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และสุดท้ายคือผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ (กรมวิชาการ 2544 : 8)

การที่ผู้เรียนจะเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีคุณภาพนั้น ผู้เรียนจะต้องมีความสมดุลระหว่างสาระทางด้านความรู้ ทักษะกระบวนการควบคู่ไปกับคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยม กล่าวคือมีความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์พื้นฐานเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็นพร้อมทั้งสามารถนำความรู้นั้นไปประยุกต์ได้มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การเชื่อมโยง

ความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ มีความสามารถในการทำงานอย่างเป็นระบบมีระเบียบวินัย มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเองพร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ (กรมวิชาการ 2544? 2-3) ซึ่งในการจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้และสามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปประยุกต์เพื่อพัฒนาคุณภาพของสังคมไทยให้ดีขึ้นนั้น ผู้เรียนควรได้มีการฝึกและพัฒนาความสามารถทางการคิด เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้นำเสนอแนวคิดของแต่ละคน หรือแนวคิดของกลุ่ม เพราะในการนำเสนอแต่ละครั้ง ผู้เรียนมีโอกาสดูร่วมแสดงแนวคิดเสริมเพิ่มเติมร่วมกัน หรือซักถามหาข้ออภิปรายขัดแย้งด้วยเหตุและผล ทำให้เกิดการเรียนรู้ขยายในวงกว้างและลึกมากขึ้น ผู้เรียนสามารถนำความรู้หรือแนวคิดที่ได้จากการนำเสนอขึ้นไปประยุกต์ หรือเป็นแบบอย่างในการปฏิบัติได้ (สิริพร ทิพย์คง 2545 96)

หลังจากได้มีการเปลี่ยนแปลงการใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน โรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัยเป็นโรงเรียนหนึ่งที่เข้าเป็นโรงเรียนนำร่องในการใช้หลักสูตรนี้ โดยได้มีการจัดกระบวนการเรียนการสอนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานเป็นเวลา 2 ปีแล้ว ในระดับช่วงชั้นที่ 4 นั้นได้มีการจัดแผนการเรียนเป็น 4 แผนการเรียนคือ แผนการเรียนศิลปภาษาฝรั่งเศส แผนการเรียนศิลปภาษาจีน แผนการเรียนศิลปคณิตศาสตร์ และแผนการเรียนวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ ซึ่งผลที่ได้หลังจากมีการเปลี่ยนแปลง ได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีไม่ว่าจะเป็นจากทางครู นักเรียนและผู้ปกครอง ตลอดจนชุมชนที่แวดล้อม และด้วยเหตุที่เมื่อพิจารณาตามหลักสูตรแล้ว ในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ขึ้น เพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนได้เกิดกระบวนการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์อย่างแท้จริงหรือไม่ และเกิดกระบวนการในแต่ละด้านต่างกันอย่างใด ซึ่งทางโรงเรียนยังไม่ได้มีการจัดทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบ ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจ ที่จะสร้างและศึกษาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่4 ของโรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัยที่เรียนคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ซึ่งควรมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญ 5 ทักษะคือ 1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา 2 มีความสามารถในการให้เหตุผล 3 มีความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ 4 มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆได้ 5 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เมื่อมีแบบประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แล้ว จะเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนในการประเมินผลการจัดการเรียนการสอน และปรับปรุงแก้ไขให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และเป็นแนวทางเพื่อการจัดทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในระดับชั้นอื่นต่อไป

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

- 1 เพื่อสร้างและหาคุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่4 ของโรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย
- 2 เพื่อประมาณค่าทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่4 ของโรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย ในแต่ละแผนการเรียน
- 3 เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 5 ทักษะ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่4 ของโรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ทำให้ได้เครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่4 โรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย และทำให้ทราบว่าทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แต่ละทักษะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่4 โรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย มีทักษะที่เด่นและทักษะที่ด้อยอย่างไร ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่4 ในการจัดการเรียนการสอน ปรับปรุงแก้ไขให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นและเป็นแนวทางเพื่อการจัดทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในระดับชั้นอื่นต่อไป อีกทั้งยังเป็นประโยชน์ในการพัฒนาการเรียนการสอนสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ให้มากที่สุด

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

- 1 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 ของโรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร จำนวน 4 ห้องเรียน ได้แก่ แผนการเรียนศิลป์ภาษาฝรั่งเศส 1 ห้องเรียน แผนการเรียนศิลป์ภาษาจีน 1 ห้องเรียน แผนการเรียนศิลป์คณิตศาสตร์ 1 ห้องเรียน และแผนการเรียนวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ 1 ห้องเรียน จำนวนทั้งหมด 188 คน
- 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 ของโรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ทั้ง 4 แผนการเรียน จำนวนนักเรียน 95 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตามชั้น (stratified random sampling) โดยใช้แผนการเรียนเป็นชั้น (Strata) แต่ละชั้นสุ่มแบบมีระบบ
- 3 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ได้แก่ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จำแนกออกเป็น 5 ทักษะ ดังนี้

- 3 1 ทักษะด้านการแก้ปัญหา
- 3 2 ทักษะด้านการให้เหตุผล
- 3 3 ทักษะด้านด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ
- 3 4 ทักษะด้านการเชื่อมโยง
- 3 5 ทักษะด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1 ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ทักษะ ดังนี้ คือ

1 1 ทักษะด้านการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งผู้แก้ปัญหจะต้องใช้ความรู้ ความคิด และประสบการณ์เดิม ประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดในปัญหา โดยใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหาได้ แก้ปัญหาในสถานการณ์จริงโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ และใช้ความรู้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาได้

1 2 ทักษะด้านการให้เหตุผล หมายถึง ความสามารถในการคิดการตัดสินใจมีสมรรถนะของการรับรู้ในทางคณิตศาสตร์ และสามารถอธิบายให้เหตุผลต่างๆให้ผู้อื่นรับรู้ข้อเท็จจริงได้ โดยนำวิธีการให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยมาช่วยในการค้นหาความจริงหรือข้อสรุป และช่วยในการตัดสินใจบางอย่างได้

1 3 ทักษะด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ หมายถึง ความสามารถในการเขียนเพื่อบอกวิธีทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งเพื่อชี้แจงไขความ ตอบปัญหาความรู้หรือความคิดที่เข้าใจยาก ลำดับขั้นตอนหรือคำอธิบายอย่างแจ่มแจ้ง โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และรัดกุม

1 4 ทักษะด้านการเชื่อมโยง หมายถึง ความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์กับสาระกับชีวิตประจำวัน เกิดความตระหนักในประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ นำแนวคิดที่เชื่อมโยงกับหัวข้อหรือกระบวนการที่ได้รับ มาใช้เพื่อให้เกิดความเข้าใจและเกิดความต่อเนื่องระหว่างบทเรียนต่างๆ โดยเชื่อมโยงความคิดรวบยอด หลักการและวิธีทางคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ เพื่ออธิบายข้อสรุป หรือเรื่องราวต่างๆได้ และนำความรู้และทักษะที่ได้จากการเรียนคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในการเรียนรู้ในงาน และในการดำรงชีวิต

1 5 ทักษะด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการการคิดหลายทิศทาง หลายแง่ หลายมุม คิดได้กว้างไกล ซึ่งนำไปสู่การคิดค้นหาวิธีการแก้ปัญหาให้สำเร็จ ผลิต

หรือสร้างสิ่งแปลกใหม่ ที่ไม่รู้จักมาก่อน ซึ่งอาจเกิดจากประสบการณ์ และการรวบรวมเอาความรู้ต่างๆ ทำการทดสอบและรายงานผลที่ได้ ซึ่งแตกต่างจากที่เคยมีมา

2 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้วัดพฤติกรรมความสามารถที่แสดงออก ในลักษณะของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ อันได้แก่ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 5 ทักษะ คือ

2 1 แบบทดสอบวัดทักษะด้านการแก้ปัญหา หมายถึง แบบทดสอบที่ให้ผู้สอบแสดงความสามารถในการหาวิธีการ เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งผู้แก้ปัญหาจะต้องใช้ความรู้ ความคิด และประสบการณ์เดิม ประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดในปัญหา โดยใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหาได้ แก้ปัญหาในสถานการณ์จริงโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ และใช้ความรู้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาได้

2 2 แบบทดสอบวัดทักษะด้านการให้เหตุผล หมายถึง แบบทดสอบที่ให้ผู้สอบแสดงความสามารถในการคิดการตัดสินใจ มีสมรรถนะของการรับรู้ในทางคณิตศาสตร์ และสามารถอธิบายให้เหตุผลต่างๆให้ผู้อื่นรับรู้ข้อเท็จจริงได้ โดยนำวิธีการให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยมาช่วยในการค้นหาความจริงหรือข้อสรุป และช่วยในการตัดสินใจบางอย่างได้

2 3 แบบทดสอบวัดทักษะด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ หมายถึง แบบทดสอบที่ให้ผู้สอบแสดงความสามารถในการเขียนเพื่อบอกวิธีทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งเพื่อชี้แจงไขความตอบปัญหาความรู้หรือความคิดที่เข้าใจยาก ลำดับขั้นตอนหรือคำอธิบายอย่างแจ่มแจ้ง โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และรัดกุม

2 4 แบบทดสอบวัดทักษะด้านการเชื่อมโยง หมายถึง แบบทดสอบที่ให้ผู้สอบแสดงความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์กับสาระกับชีวิตประจำวัน เกิดความตระหนักในประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ นำแนวคิดที่เชื่อมโยงกับหัวข้อหรือกระบวนการที่ได้รับ มาใช้เพื่อให้เกิดความเข้าใจและเกิดความต่อเนื่องระหว่างบทเรียนต่างๆโดยเชื่อมโยงความคิดรวบยอด หลักการและวิธีทางคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ เพื่ออธิบายข้อสรุป หรือเรื่องราวต่างๆได้ และนำความรู้และทักษะที่ได้จากการเรียนคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้ในงานและการดำรงชีวิต

2 5 แบบทดสอบวัดทักษะด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หมายถึง แบบทดสอบที่ให้ผู้สอบแสดงความสามารถในการการคิดหลายทิศทาง หลายแง่ หลายมุม คิดได้กว้างไกล ซึ่งนำไปสู่การคิดค้นหาวิธีการแก้ปัญหาให้สำเร็จ ผลิต หรือสร้างสิ่งแปลกใหม่ ที่ไม่รู้จักมาก่อน ซึ่งอาจเกิดจากประสบการณ์ และการรวบรวมเอาความรู้ต่างๆทำการทดสอบและรายงานผลที่ได้ซึ่งแตกต่างจากที่เคยมีมา

3 คุณภาพของแบบทดสอบ หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านต่างๆดังนี้

3 1 ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่สามารถ วัดสิ่งที่ต้องการวัดได้ตรงตามจุดมุ่งหมาย สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้จะใช้การตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจสอบ

3 2 ค่าความยากง่าย(Easiness index) หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ทำข้อสอบนั้นได้ถูกคำนวณหาค่าความยากง่ายรายข้อ คำนวณจากสูตร Whitney and Sabers (1970) โดยใช้เทคนิค 25% ในการแบ่งกลุ่มสูงกลุ่มต่ำ

3 3 ค่าอำนาจจำแนก(Discrimination) หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่สามารถแบ่งผู้สอบออกได้ โดยผู้ที่ทำข้อสอบถูกควรจะมีความสามารถในระดับสูง และผู้ที่ทำข้อสอบผิดควรมีความสามารถในระดับต่ำ คำนวณหาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ คำนวณจากสูตร Whitney and Sabers(1970) โดยใช้เทคนิค 25% ในการแบ่งกลุ่มสูงกลุ่มต่ำ

3 4 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่มีความคงที่ในการสอบ คำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของ Cronbach โดยดัดแปลงจากสูตร XR 20 ซึ่งสามารถใช้หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบบรรยายเป็นข้อๆโดยให้คะแนนเป็นระดับได้

3 5 ค่าความเชื่อมั่นของการให้คะแนน หมายถึง ความคงที่ของการตัดสินใจของกรรมการให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์ในการให้คะแนน จากแบบทดสอบที่ตรวจให้คะแนนโดยกรรมการ 2 ท่าน โดยการหาค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ระหว่างการตรวจให้คะแนนของกรรมการคนที่ 1 กับ กรรมการคนที่ 2

4 เกณฑ์การให้คะแนน หมายถึง ตัวเลขที่กำหนดขึ้นเพื่อบอกระดับความสามารถในแต่ละทักษะกระบวนการ ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบ Holistic Scoring Rubric โดยให้คะแนนแต่ละทักษะกระบวนการ เป็น 5 ระดับ คือ 0 - 4 คะแนนในแต่ละข้อ

5 เกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ย หมายถึง ตัวเลขที่กำหนดขึ้นเพื่อบอกระดับคุณภาพของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และ บอกระดับคุณภาพในแต่ละทักษะกระบวนการโดยใช้ 4 ระดับ คือ ดีมาก ดี พอใช้ และต้องปรับปรุง

6 ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้ที่มีความรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์เกี่ยวกับการวิจัย และวัฏผลการศึกษา และสอนวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งมีประสบการณ์การทำงานมาแล้วไม่ต่ำกว่า 5 ปี จำนวน 5 คน

7 กรรมการผู้ตรวจให้คะแนน หมายถึง ผู้ที่มีความรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งมีประสบการณ์การทำงานมาแล้วไม่ต่ำกว่า 5 ปี จำนวน 2 คน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง ตามลำดับดังนี้

- 1 สารการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544
 - 1 1 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544
 - 1 2 สารและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544
 - 1 3 สารการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
- 2 ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
 - 2 1 ทักษะด้านการแก้ปัญหา
 - 2 2 ทักษะด้านการให้เหตุผล
 - 2 3 ทักษะด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ
 - 2 4 ทักษะด้านการเชื่อมโยง
 - 2 5 ทักษะด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
- 3 เกณฑ์การให้คะแนนและเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ย
- 4 คุณภาพของแบบทดสอบ
 - 4 1 ความเที่ยงตรง (Validity)
 - 4 2 ค่าความยากง่าย (Easiness index)
 - 4 3 ค่าอำนาจจำแนก (Discriminant index)
 - 4 4 ความเชื่อมั่น (Reliability)
- 5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1 สารการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

1 1 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

กรมวิชาการ(2544? 1) ได้กล่าวว่า หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 มีความมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความรู้ มีคุณธรรม กระบวนการเรียนรู้และบูรณาการตามความเหมาะสมของแต่ละระดับการศึกษา โดยยึดหลักความมีเอกภาพด้านนโยบายและมีความหลากหลายในการปฏิบัติ กำหนดจุดมุ่งหมายที่เป็นมาตรฐานการเรียนรู้แบ่งเป็นช่วงช่วงละ 3 ปี ซึ่งถือเป็นมาตรฐานการเรียนรู้ 8 กลุ่มสาระ

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นแบ่งเป็นช่วงชั้นละ 3 ปี ซึ่งถือเป็นมาตรฐานที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาคุณภาพชีวิต ความเป็นไทย ความเป็นพลเมืองดีของชาติ การดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพ ตลอดจนเพื่อการศึกษาต่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาและเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต โดยถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด สามารถพัฒนาตามธรรมชาติ และเต็มตามศักยภาพ เป็นหลักสูตรที่เปิดโอกาสให้สถานศึกษาจัดหลักสูตรได้ยืดหยุ่นทั้งด้านเนื้อหาสาระ เวลา และการจัดการเรียนรู้ โดยมีหลักการวัดประเมินผลที่สอดคล้องกับมาตรา 26 ของพระราชบัญญัติการศึกษาพุทธศักราช 2542 กล่าวคือ การวัดผลตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน เน้นการปฏิบัติ ประเมินการอ่าน คิด วิเคราะห์ เขียนด้วยวิธีการที่หลากหลายต่อเนื่องควบคู่ไปกับกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อตรวจสอบการเรียนรู้ตามมาตรฐานการเรียนรู้ของแต่ละช่วงชั้น

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นกลุ่มวิชาหนึ่งใน 8 กลุ่มสาระ เมื่อพิจารณาจุดหมายของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้กำหนดให้ผู้เรียนมีทักษะและกระบวนการโดยเฉพาะทางคณิตศาสตร์ ทักษะการคิด การสร้างปัญหา ทักษะในการดำเนินชีวิต มีความคิดสร้างสรรค์ รู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลง มีทักษะและศักยภาพในการสื่อสารและการใช้เทคโนโลยี ตลอดจนมีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยม อันพึงประสงค์ สาระการเรียนรู้กลุ่มคณิตศาสตร์เป็นสาระการเรียนรู้ในกลุ่มพื้นฐานสำคัญที่ผู้เรียนทุกคนต้องเรียนรู้

1.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์หลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

สิริพร ทิพย์คง (2545 : 73 -74) ได้กล่าวว่าสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ที่ผู้เรียนทุกคนต้องเรียนรู้ เนื่องจากคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม และคณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่นๆที่เกี่ยวข้อง คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต และช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์ให้เป็นผู้ที่สมบูรณ์ มีความสมดุลทั้งทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญาและอารมณ์ สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

กรมวิชาการ (2544 : 2-7) ได้กล่าวถึง วิสัยทัศน์ คุณภาพของผู้เรียน สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้ การวัดผล วิธีการประเมินผล และแหล่งการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1 2 1 คณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผลเป็นระบบระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบทำให้สามารถคาดเดาเหตุการณ์ วางแผน ตัดสินและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม คณิตศาสตร์เป็นเรื่องในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่นๆที่เกี่ยวข้อง คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนาคนให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ ที่มีความสมดุลทั้งทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญาและอารมณ์ สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

1 2 2 วิสัยทัศน์ของกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ คือ เยาวชนทุกคนเป็นผู้ที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่พอเพียง สามารถนำความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นไปพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดียิ่งขึ้น รวมทั้งสามารถนำไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ต่างๆ และเป็นพื้นฐานสำหรับการศึกษาต่อ ดังนั้นจึงเป็นความรับผิดชอบของสถานศึกษาที่ต้องจัดสาระการเรียนรู้ที่เหมาะสมแก่ผู้เรียนแต่ละคน ทั้งนี้เพื่อให้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

1 2 3 คุณภาพของผู้เรียน เมื่อเรียนจบการศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เมื่อผู้เรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ปีแล้ว ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจ ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาคุณภาพชีวิต ตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และเป็นพื้นฐานในการศึกษาในระดับที่สูงขึ้น

การที่ผู้เรียนจะมีความรู้ทางคณิตศาสตร์อย่างมีคุณภาพนั้น จะต้องมีความสมดุลระหว่างสาระทางด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ ควบคู่ไปกับคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ดังนี้

1) มีความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์พื้นฐานเกี่ยวกับจำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูล และความน่าจะเป็น พร้อมทั้งสามารถนำความรู้นั้นไปประยุกต์ใช้ได้

2) มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ

3) มีความสามารถในการทำงานอย่างเป็นระบบ มีระเบียบวินัย มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์

1 2 4 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ เป็นเป้าหมายคุณภาพของผู้เรียน เมื่อเรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐานและเมื่อจบในแต่ละช่วงชั้นในคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 6 สาระ คือ

สาระที่1 จำนวนและการดำเนินการ

ประกอบด้วยมาตรฐาน 4 มาตรฐาน

สาระที่2 การวัด

ประกอบด้วยมาตรฐาน 3 มาตรฐาน

สาระที่3 เรขาคณิต

ประกอบด้วยมาตรฐาน 2 มาตรฐาน

สาระที่4 พีชคณิต

ประกอบด้วยมาตรฐาน 2 มาตรฐาน

สาระที่5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

ประกอบด้วยมาตรฐาน 3 มาตรฐาน

สาระที่6 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

ประกอบด้วยมาตรฐาน 5 มาตรฐาน

สาระทั้ง 6 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้จำนวน 19 มาตรฐาน นำไปจัดระดับความสามารถตามช่วงชั้น ซึ่งมี 4 ช่วงชั้นคือ ช่วงชั้นที่1 ป 1 – ป 3 ช่วงชั้นที่2 ป 4 – ป 6 ช่วงชั้นที่3 ม 1 – ม 3 ช่วงชั้นที่4 ม 4 – ม 6

นอกจากนี้ สิริพร ทิพย์คง(2545 78-79) ได้กล่าวว่า หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ เป็นเกณฑ์ในการกำหนดคุณภาพของผู้เรียน เมื่อเรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งกำหนดไว้เฉพาะส่วนที่จำเป็นสำหรับเป็นพื้นฐานในการดำรงชีวิตให้มีคุณภาพ สาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนมีดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1 1 เข้าใจถึงความหลากหลาย ของการแสดงจำนวน และการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1 2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวน และความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่างๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1 3 ใช้การประมาณค่าและการคำนวณในการแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1 4 เข้าใจในระบบจำนวนและสามารถนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไป

ใช้ได้

สาระที่ 2 การวัด

- มาตรฐาน ค 2 1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด
- มาตรฐาน ค 2 2 วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดได้
- มาตรฐาน ค 2 3 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้

สาระที่ 3 เรขาคณิต

- มาตรฐาน ค 3 1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติได้
- มาตรฐาน ค 3 2 ใช้การนิยามภาพ (visualization) ให้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหาได้

สาระที่ 4 พีชคณิต

- มาตรฐาน ค 4 1 อธิบายและวิเคราะห์แบบรูป(pattern) ความสัมพันธ์และฟังก์ชันต่างได้
- มาตรฐาน ค 4 2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อื่นๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหาได้

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

- มาตรฐาน ค 5 1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลได้
- มาตรฐาน ค 5 2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็น ในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล
- มาตรฐาน ค 5 3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็น ช่วยในการตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้

สาระที่ 6 ทักษะ/ กระบวนการทางคณิตศาสตร์

- มาตรฐาน ค 6 1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา
- มาตรฐาน ค 6 2 มีความสามารถในการให้เหตุผล
- มาตรฐาน ค 6 3 มีความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ

- มาตรฐาน ค 6 4 มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆได้

- มาตรฐาน ค 6 5 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

1.2.5 กระบวนการเรียน

- 1) การจัดกระบวนการเรียนรู้สำหรับสาระคณิตศาสตร์นั้น ผู้เกี่ยวข้องควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ กระบวนการเรียนรู้ควรจัดให้สอดคล้องกับความสนใจ และความถนัดของผู้เรียน

โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลทั้งวุฒิภาวะของผู้เรียน ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะการคิด คำนวณพื้นฐาน มีความสามารถในการตัดสินใจ ตลอดจนพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเต็มศักยภาพ

2) การจัดเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ต้องคำนึงถึงความง่าย ยาก ความต่อเนื่อง และลำดับขั้นของเนื้อหา และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ต้องคำนึงถึงลำดับขั้นการเรียนรู้โดยจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้จากประสบการณ์จริง รวมทั้งปลูกฝังนิสัยให้รักในการศึกษาและแสวงหาความรู้ทางคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง

3) การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ควรจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ทั้งตรงตามและสมดุลทั้งสามด้านคือ

ด้านความรู้ ประกอบด้วยสาระการเรียนรู้ 5 สาระดังนี้

- (1) จำนวนและการดำเนินการ
- (2) การวัด
- (3) เรขาคณิต
- (4) พีชคณิต
- (5) การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

ด้านทักษะ/กระบวนการ ประกอบด้วย 5 ทักษะ/กระบวนการที่สำคัญดังนี้

- (1) การแก้ปัญหา
- (2) การใช้เหตุผล
- (3) การสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ
- (4) การเชื่อมโยง
- (5) ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ด้านคุณธรรมจริยธรรมและค่านิยม ได้แก่

- (1) ตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์
- (2) สามารถทำงานอย่างเป็นระบบ มีระเบียบวินัย รอบคอบ มีความรับผิดชอบ

มีวิจรรณญาณและมีความเชื่อมั่นในตัวเอง

4) การส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศสภาพแวดล้อม สื่อการเรียนการสอน รวมทั้งอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรู้ทางคณิตศาสตร์ มีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญและจำเป็น ทั้งนี้ควรให้การสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถดำเนินการวิจัยและพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน ให้เป็นไปอย่างมีศักยภาพ

5) การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้เกิดขึ้นได้ตลอดเวลาทุกสถานที่ ควรมีการประสานความร่วมมือกับหน่วยงานและบุคคลทั้งหลายที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาคณิตศาสตร์ เช่น สถานศึกษา โรงเรียน สมาคม ชมรม ชุมนุม ห้องสมุด พิพิธภัณฑ์ สวณคณิตศาสตร์สร้างสรรค์ ห้องกิจกรรมคณิตศาสตร์ หรือห้องปฏิบัติการคณิตศาสตร์ มุมคณิตศาสตร์ พ่อแม่ผู้ปกครอง ครู อาจารย์ ศึกษานิเทศก์ และภูมิปัญญาท้องถิ่น

1 2 6 การวัดผลและการประเมินผล การวัดผลและการประเมินผลทางคณิตศาสตร์ ผู้สอนไม่ควรมุ่งวัดแต่ด้านความรู้เพียงอย่างเดียว ควรวัดให้ครอบคลุมด้านทักษะ/กระบวนการ และด้านคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมด้วย ทั้งนี้ต้องวัดให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ที่ได้กำหนดไว้ในหลักสูตร การวัดผลและการประเมินผลควรใช้วิธีการที่หลากหลาย สอดคล้องและเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของการวัด มุ่งเน้นการวัดสมรรถภาพโดยรวมของผู้เรียนเป็นหลัก และผู้สอนต้องถือว่าการวัดและการประเมินผลเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งหัวใจของการวัดผลและการประเมินผลอยู่ที่การวัดผลเพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอน ช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเต็มตามศักยภาพ

1 2 7 แหล่งการเรียนรู้ของสาระคณิตศาสตร์ แหล่งการเรียนรู้ของสาระคณิตศาสตร์นั้น ไม่ใช่แค่ห้องเรียนเท่านั้น แต่ยังรวมสถานที่ต่างๆในชุมชน เช่น ห้องเรียน ห้องสมุด โรงเรียน วิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศูนย์การเรียนรู้ พิพิธภัณฑ์ สมาคม ชุมนุม ชมรม มุมคณิตศาสตร์ ห้องกิจกรรมคณิตศาสตร์ หรือห้องปฏิบัติการคณิตศาสตร์ สวณคณิตศาสตร์สร้างสรรค์ สื่อสิ่งพิมพ์ต่างๆ (CAI , Software , Internet , E-Book เป็นต้น) รวมทั้งบุคคลทั้งหลายที่มีความรู้ทางคณิตศาสตร์ เช่น ครู อาจารย์ ศึกษานิเทศก์ ภูมิปัญญาท้องถิ่น

1 3 สาระการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท)(2546ก คำนำ)ได้รับมอบหมายจากกระทรวงศึกษาธิการให้พัฒนาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช2544 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รวมทั้งสาระการออกแบบและเทคโนโลยี และสาระสนเทศในกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ตลอดจนจัดทำสื่อการเรียนรู้ตามหลักสูตรดังกล่าว ซึ่งได้กล่าวถึงเนื้อหาสาระการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ดังนี้

1 3 1 สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เล่ม1 ประกอบด้วยสาระการเรียนรู้ 4 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่

หน่วยการเรียนรู้บทที่1 เซต เนื้อหาสาระเรื่องเซต ถือว่าเป็นเนื้อหาที่มีความสำคัญต่อวิชาคณิตศาสตร์เพราะเป็นรากฐานและเครื่องมือที่สำคัญในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ทุกสาขา เรื่องเซตที่กล่าวถึงในหนังสือเรียนจะเป็นพื้นฐานที่เพียงพอต่อการนำไปใช้ (สสวท 2546ก 1)

หน่วยการเรียนรู้บทที่ 2 การให้เหตุผล การให้เหตุผลเป็นสาระใหม่ของวิชาคณิตศาสตร์ในช่วงชั้นที่ 4 (มัธยมศึกษาปีที่ 4) เป็นเนื้อหาที่มีความสำคัญ เพราะการดำเนินชีวิตของคนเราต้องขึ้นอยู่กับเหตุผล ไม่ว่าจะเป็นความเชื่อ การโต้แย้ง การตัดสินใจ ต้องใช้เหตุผลประกอบทั้งสิ้น อีกทั้งยังเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการหาความรู้ของศาสตร์ต่างๆ สาระที่จะกล่าวถึงในหนังสือเรียนประกอบด้วย เรื่องการให้เหตุผลแบบอุปนัย และการให้เหตุผลแบบนิรนัย (สสวท 2546ก 28)

หน่วยการเรียนรู้บทที่ 3 จำนวนจริง ในบทเรียนนี้มุ่งให้ผู้เรียนมีความรู้เกี่ยวกับจำนวนจริงเพิ่มขึ้นจากช่วงชั้นที่ 3 โดยจะให้เห็นว่าเซตของจำนวนจริงประกอบด้วยจำนวนชนิดต่างๆ สมบัติของจำนวนจริงเกี่ยวกับการบวกและการคูณ การเท่ากันและการไม่เท่ากันของจำนวนจริง การแก้สมการและอสมการตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสอง และค่าสัมบูรณ์ (สสวท 2546ก 52)

หน่วยการเรียนรู้บทที่ 4 เลขยกกำลัง ในบทเรียนนี้มีวัตถุประสงค์ให้ผู้เรียนศึกษาเรื่องเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ โดยได้กล่าวถึง บทนิยาม สมบัติ การดำเนินการประมาณของเลขยกกำลัง อีกทั้งยังได้นำสมบัติของเลขยกกำลังไปประยุกต์ใช้ในบางเรื่อง (สสวท 2546ก 104)

1 3 2 สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เล่ม 2 ประกอบด้วยสาระการเรียนรู้ 2 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่

หน่วยการเรียนรู้บทที่ 1 ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน เนื้อหาสาระเรื่องความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ถือว่าเป็นเรื่องหนึ่งในคณิตศาสตร์ที่มีความสำคัญ ความรู้เรื่องฟังก์ชันมีประโยชน์ในการแก้โจทย์ปัญหาที่ต้องใช้ตัวแปร ในบทนี้ได้กล่าวถึงความสัมพันธ์เพื่อนำเข้าสู่ความรู้เรื่องฟังก์ชัน และเนื่องจากฟังก์ชันที่พบเสมอในคณิตศาสตร์มักจะเขียนอยู่ในรูปสมการ ดังนั้น ในบทเรียนจึงได้กำหนดฟังก์ชันไว้ในรูปสมการเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้ยังได้กล่าวถึงกราฟของฟังก์ชันชนิดต่างๆ ที่เป็นพื้นฐานและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน (สสวท 2546ข 1)

หน่วยการเรียนรู้บทที่ 2 อัตราส่วนตรีโกณมิติ เนื้อหาสาระเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติอยู่ในสาระหลักเรื่องการวัดโดยหนังสือเรียนได้กล่าวถึงอัตราส่วนของความยาวของด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ซึ่งได้แก่ ไซน์ โคไซน์ และ แทนเจนต์ของมุมที่มีขนาดระหว่าง 0° ถึง 90° และการอ่านค่าของอัตราส่วนตรีโกณมิติดังกล่าวจากตาราง รวมทั้งตัวอย่างการแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับการวัดสำหรับไซน์ โคไซน์ และแทนเจนต์ของมุมที่มีขนาด 0° และ 90° ไม่ได้กล่าวไว้ในหนังสือเรียนเนื่องจากไม่สามารถหาโดยใช้รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก แต่จะต้องอาศัยบทนิยามที่ต้องใช้วงกลมหนึ่งหน่วยซึ่งผู้เรียนที่เลือกเรียนวิชาคณิตศาสตร์รายวิชาเพิ่มเติมจะได้เรียนเรื่องดังกล่าว (สสวท 2546ข 94)

2 ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

การจัดกระบวนการเรียนรู้สำหรับสาระคณิตศาสตร์นั้น ผู้ที่เกี่ยวข้องควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

กระบวนการเรียนรู้ควรจัดให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลรวมทั้งวุฒิภาวะของผู้เรียน ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดคำนวณพื้นฐานมีความสามารถในการคิดในใจตลอดจนพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเต็มศักยภาพ

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์(2545 78-79) ได้กล่าวถึงมาตรฐานการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการเป็นมาตรฐานที่ผู้เรียน เมื่อผ่านกระบวนการการเรียนรู้แล้วควรจะได้ มาตรฐานนี้จึงเป็นเรื่องของการปฏิบัติ

ทักษะ (Skill) หมายถึง ระดับความคล่องแคล่วในการประกอบกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง ให้ดำเนินต่อไปอย่างต่อเนื่องตามลำดับ ลักษณะของทักษะ จะต้องมีการตอบสนองที่ต่อเนื่องเป็นลูกโซ่ มีการเคลื่อนไหวที่ผสมผสานกัน และรูปแบบของการตอบสนองมีลักษณะเฉพาะ หลักเกณฑ์สำหรับการพิจารณาพฤติกรรมตอบสนองของบุคคลว่าถึงขั้นเป็นทักษะหรือไม่นั้น จะพิจารณาจากองค์ประกอบต่อไปนี้

1 ความถูกต้องและรวดเร็วในการกระทำ (Accuracy and Speed) ถ้าบุคคลแสดงพฤติกรรมประเภทใดก็ตาม ที่กระทำได้อย่างถูกต้องและมีความรวดเร็ว ก็อาจจัดให้เข้าเกณฑ์ข้อที่ 1

2 การประสานสัมพันธ์กันอย่างดี (Coordination) ถ้าบุคคลแสดงการตอบสนองต่อสิ่งเร้าในเรื่องใดก็ตามด้วยความถูกต้องและรวดเร็วแล้ว ก็จะต้องพิจารณาองค์ประกอบข้อที่ 2 ว่ามีการประสานสัมพันธ์กันอย่างไรระหว่างอวัยวะต่างๆ ที่เกี่ยวข้องหรือไม่

ในการพัฒนาทักษะการปฏิบัติ ผู้สอนอาจจะเริ่มพัฒนาเรียงตามลำดับดังนี้

1 ขั้นทำตามแบบ จัดแบบอย่าง que แสดงกระบวนการทีละขั้น ให้ทำตามขั้นตอนและฝึกซ้ำจนชำนาญ

2 ขั้นทำเอง โดยไม่มีแบบ ระบุสิ่งที่ต้องการ รายชื่ออุปกรณ์ที่ต้องใช้ ให้ทำตามคำสั่งในใบงาน และฝึกซ้ำจนชำนาญ

3 ขั้นทำโดยอัตโนมัติ เปลี่ยนสถานการณ์ เปลี่ยนงานให้วางแผน และปฏิบัติด้วยตนเองจนชำนาญ

กรมวิชาการ (2544? 6) ได้แบ่งกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ออกเป็น 5 ทักษะดังนี้คือ

1 การแก้ปัญหา

2 การให้เหตุผล

3 การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ

4 การเชื่อมโยง

5 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ซึ่งจากกระบวนการดังกล่าวข้างต้นได้มีผู้กล่าวไว้ดังนี้

2.1 ทักษะด้านการแก้ปัญหา

กรมวิชาการ (2544: 15) ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาว่า ผู้เรียนใช้ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ ช่วยค้นพบ ผลการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน การแก้ปัญหา ควรเป็นจุดเน้นหลักของหลักสูตรคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่ทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์เป็นประโยชน์ของคณิตศาสตร์ในโลกรอบๆตัว เป็นวิธีการสืบเสาะหาความรู้และการนำไปใช้ ซึ่งการเชื่อมโยงกับการสอนในทุกสาระของคณิตศาสตร์

สิริพร ทิพย์คง (2545: 97) ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาว่า การแก้ปัญหาเป็นหัวใจของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพราะในการแก้ปัญหา ผู้เรียนต้องใช้ความคิดรวบยอด ทักษะการคิดคำนวณ หลักการ กฎ หรือสูตร แต่ผู้เรียนส่วนใหญ่มักไม่ประสบผลสำเร็จ เนื่องจากผู้เรียนมีปัญหาในเรื่องของทักษะการอ่าน ทำความเข้าใจโจทย์ และการวิเคราะห์โจทย์ ซึ่งในการเริ่มต้นพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะกระบวนการแก้ปัญหา ผู้สอนต้องสร้างพื้นฐานให้ผู้เรียนเกิดความคุ้นเคยกับกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งมีอยู่ 4 ขั้นตอนดังนี้

1 การทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา ผู้เรียนต้องแยกแยะว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้ โจทย์ต้องการให้หาอะไรหรือโจทย์ถามอะไร หรือโจทย์ต้องการให้พิสูจน์อะไร

2 การวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด ซึ่งผู้เรียนต้องอาศัยทักษะในการนำความรู้ หลักการ กฎ สูตร หรือทฤษฎีที่เรียนรู้แล้วมาใช้ เช่น การเขียนภาพหลายเส้น การเขียนตาราง แผนภาพ ช่วยในการแก้ปัญหามักครั้งในบางปัญหาอาจใช้ทักษะในการประมาณค่า การคาดเดาคำตอบมาประกอบด้วย

3 การดำเนินการแก้ปัญหา ตามแผนที่ได้วางไว้ ซึ่งอาจใช้ทักษะการคิดคำนวณหรือการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ การพิสูจน์

4 การตรวจสอบหรือการมองย้อนกลับ มีวิธีการอื่นในการหาคำตอบอีกหรือไม่ ตลอดจนการพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ

สุนทร จันทรรักษ์ (2528: 85 – 86) ได้กล่าวถึงวิธีการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1 วิธีการแก้ปัญหาแบบอุปนัย (Inductive Method) เป็นการแก้ปัญหาโดยเริ่มจากการค้นหาและรวบรวมข้อมูลที่ได้จากข้อเท็จจริงย่อยๆ แล้วนำไปตอบปัญหา สรุปเป็นกฎเกณฑ์หรือหลักการที่ให้ได้ทั่วไป แบ่งออกได้เป็น 4 ขั้นตอนได้แก่

ขั้นที่ 1 กำหนดรู้ปัญหาโดยแจ่มแจ้ง

ขั้นที่ 2 หาข้อมูลจากแหล่งต่างๆ

ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นที่ 4 สรุปผล

วิธีการแก้ปัญหาแบบนี้เป็นวิธีการที่ใช้กับปัญหาง่ายๆ ที่พอมองเห็นแนวทางการแก้ปัญหา จึงเป็นวิธีการง่ายๆ คือ ไม่ต้องตั้งสมมติฐานเหมาะกับเด็กในระดับประถมศึกษาที่มีเนื้อหาวิชาไม่ยากนัก และเด็กยังไม่สามารถตั้งสมมติฐานได้

2 วิธีแก้ปัญหาแบบนิรนัย (Deductive Method) เป็นวิธีการแก้ปัญหาจากกฎเกณฑ์ ไปหาข้อเท็จจริงส่วนย่อย มี 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดรู้ปัญหาโดยแจ่มแจ้ง

ขั้นที่ 2 ตั้งสมมติฐานไว้หลายๆอย่าง

ขั้นที่ 3 เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาพิสูจน์

ขั้นที่ 4 วิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นที่ 5 สรุปผล

กล่าวโดยสรุปได้ว่าวิธีการแก้ปัญหาแบบนี้เป็นการแก้ปัญหาที่ค่อนข้างยาก นักเรียนจะต้องมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหา แล้วจึงตั้งสมมติฐานเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

สุนันท์ จิมวัย(2543 :23) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่สำคัญที่ส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1 องค์ประกอบเกี่ยวกับตัวผู้แก้ปัญหา ซึ่งเกี่ยวกับ

1 1 ความรู้ความคิดและประสบการณ์

1 2 ระดับสติปัญญาและความสามารถ

1 3 การรับรู้และการสังเคราะห์ความคิด

1 4 ทักษะและความรู้พื้นฐาน

1 5 ความรู้สึก ความต้องการที่จะแก้ปัญหา ความเชื่อและเจตคติต่อการแก้ปัญหา

1 6 ความยืดหยุ่นและความมั่นใจในตัวเองต่อความสามารถในการแก้ปัญหา

2 องค์ประกอบเกี่ยวกับสภาพแวดล้อม ซึ่งเกี่ยวกับ

2 1 บรรยากาศที่เอื้อต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา

2 2 วิธีการพัฒนาที่ส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการแก้ปัญหา

2 3 มีวิธีพัฒนาอย่างเพียงพอ และได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

2.4 สถานการณ์ปัญหาที่นำมาเป็นสื่อในการพัฒนา เป็นปัญหาที่ดีที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ และพัฒนาทักษะต่างๆเป็นปัญหาที่น่าสนใจ ท้าทายความสามารถและเหมาะสมกับวัย

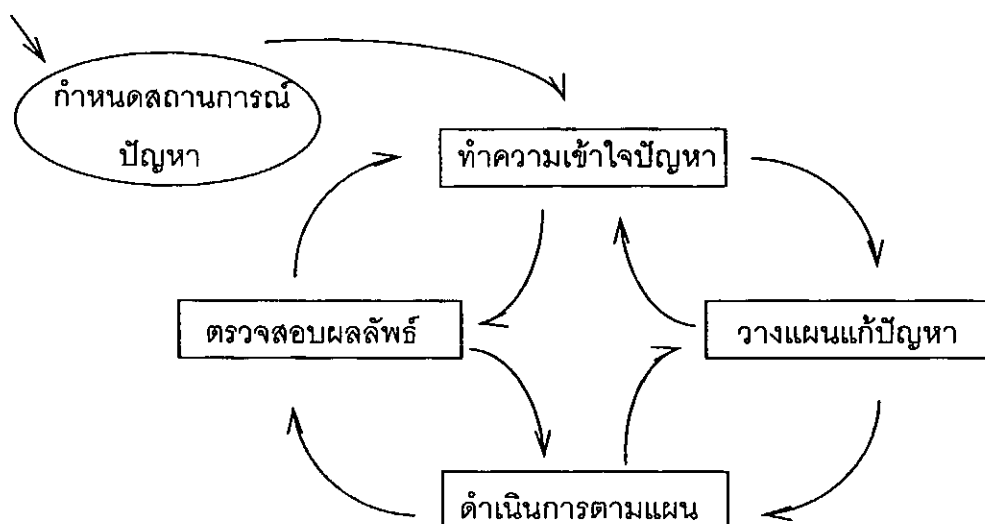
ซาลิวสกี (Zalewski 1978 2804-A) ได้เสนอองค์ประกอบในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่าสิ่งที่เป็นองค์ประกอบมีดังนี้

- 1 ความสามารถในการเข้าใจสัญลักษณ์
- 2 ความสามารถในการจัดกระทำ
- 3 ความสามารถในการอ่านและตีความ
- 4 ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical concept)
- 5 ทักษะในการคำนวณ (Computation skill)

เซทเทล และ นิโคล (Szetela, & Nicol 1992 42) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่ต้องเผชิญหน้ากับสถานการณ์แปลกๆ โดยอาศัยความต่อเนื่องของการใช้ศาสตร์ระหว่างการให้ข้อเท็จจริง การแยกเป้าหมาย และการสำรวจความเป็นไปได้ของแผนการที่จะดำเนินงานไปให้ถึงเป้าหมาย ปัญหาเป็นสถานการณ์ซึ่งในขั้นแรกแต่ละบุคคล ไม่รู้วิธีการที่จะรับรองการแก้ปัญหาที่ถูกต้องได้ แล้วแต่ความต้องการของแต่ละบุคคลในการแก้ปัญหา ความสำเร็จของการแก้ปัญหาขึ้นอยู่กับกระบวนการตระหนักในความคิดของตน ขบวนการตระหนักในความคิดของตนสามารถประเมินได้ยาก แต่สามารถประเมินได้โดยสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาขึ้น ซึ่งสะดวกสำหรับนักศึกษาในการสื่อสารทางความคิด

วิลสัน เฟอร์นันเดซ และฮาดาเวย์ (Wilson, Fernandez, & Hadaway 1993 60 – 62) ได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาว่า โดยทั่วไปมักนำเสนอขั้นตอนการแก้ปัญหเป็นขั้นๆในลักษณะที่เป็นกรอบการแก้ปัญหที่เป็นแนวทาง ซึ่งต้องดำเนินการตามขั้นตอนเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง ทำให้ขาดการสืบสวนในการแก้ปัญหา ขาดการช่วยเหลือตนเอง ขาดการวางระบบความคิดและการวัดผลตนเอง(Self-assessment) จึงได้เสนอกรอบงานในการแก้โจทย์ปัญหาที่ต้องการเน้นถึงความเป็นพลวัต (dynamic) และวงจรธรรมชาติของการแก้โจทย์ปัญหาไว้ โดยวิลสันและคณะเห็นว่าในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนนั้นนักเรียนอาจเริ่มที่ขั้นแรก ด้วยการทำความเข้าใจโจทย์แล้วจึงวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหาซึ่งระหว่างการดำเนินการนั้นนักเรียนอาจจะค้นพบ สิ่งที่ทำให้เข้าใจปัญหาได้ดียิ่งขึ้น หรือในขณะที่นักเรียนดำเนินการตามแผนที่วางไว้ แต่ไม่สามารถดำเนินการได้นั้น นักเรียนอาจจะกลับไปเริ่มวางแผนใหม่ หรือทำความเข้าใจปัญหาใหม่หรือตั้งคำถามใหม่ ซึ่งการดำเนินการดังกล่าวนี้เป็นการดำเนินการที่เป็นไปได้ในการแก้โจทย์ปัญหา โดยที่ไม่จำเป็นต้องไปเริ่มต้นใหม่ในขั้นทำความเข้าใจปัญหาเสมอไป ซึ่งได้ปรับปรุงกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของโพลยาโดยเสนอเป็นกรอบแนวคิด

เกี่ยวกับการแก้ปัญหาที่แสดงพลวัตร (Dynamic) และเป็นวงจรของขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา ดังแผนภาพ



ภาพประกอบ 1 กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของวิลสัน เฟร์นันเดซ และ ฮาดาเวย์

(Wilson, Fernandez, & Hadaway 1993 62)

โพลยา (Polya 1957 16–17) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

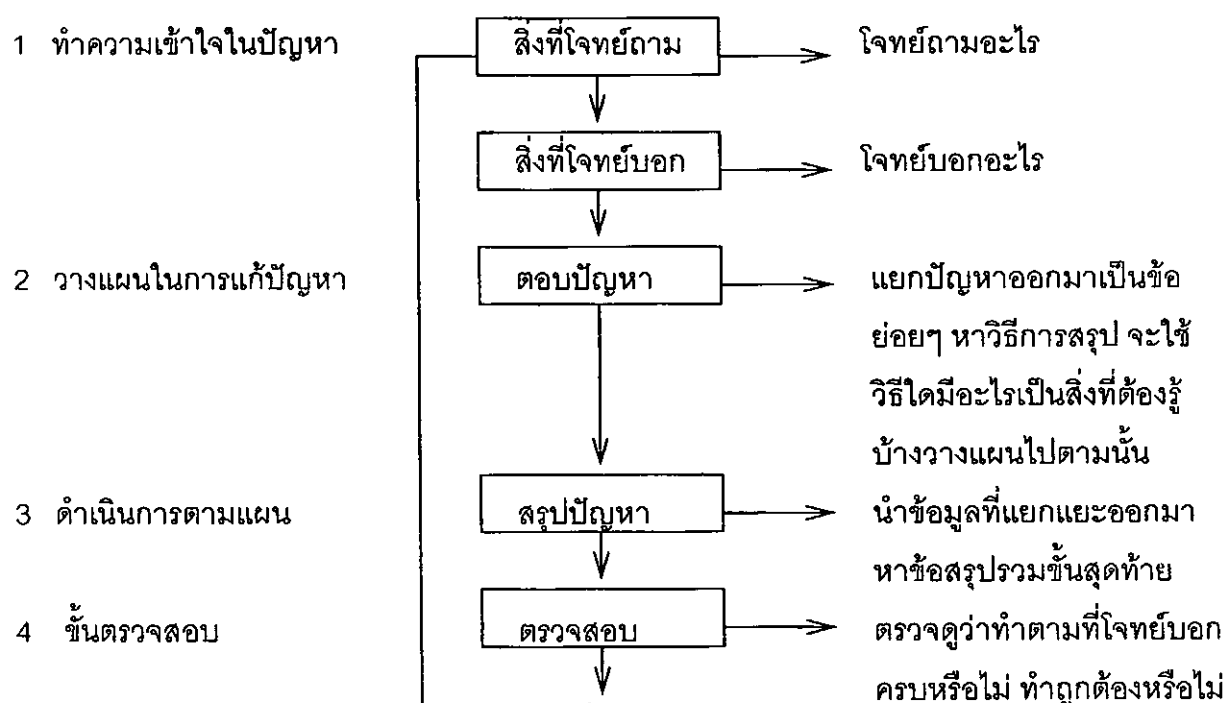
ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Problem) เป็นขั้นทำความเข้าใจ โจทย์ว่าโจทย์ให้ข้อมูลอะไรมาบ้าง มีเงื่อนไขอะไรบ้าง สิ่งที่โจทย์กำหนดให้เพียงพอหรือไม่ สิ่งที่โจทย์ ต้องการคืออะไร ถ้าไม่ชัดเจนควรใช้การเขียนภาพ แยกสถานการณ์หรือเงื่อนไขออกเป็นส่วนๆ

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผน (Devising A Plan) เป็นขั้นค้นหาความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่ กำหนดให้กับสิ่งที่ต้องการหาถ้าหากไม่สามารถเชื่อมโยงได้ก็ควรอาศัยหลักการวางแผนในการแก้ปัญหา ดังนี้

- 1 เป็นโจทย์ปัญหาที่เคยพบมาก่อนหรือมีลักษณะคล้ายกับโจทย์ที่เคยแก้มาก่อนหรือไม่
- 2 รู้เกี่ยวกับโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับโจทย์ที่ต้องการแก้เพียงใด และรู้ ทฤษฎีที่จะใช้แก้หรือไม่
- 3 พิจารณาสິ่ที่ไม่รู้ในโจทย์ และพยายามคิดถึงปัญหาที่คุ้นเคยซึ่งมีสิ่งที่ไม่รู้เหมือนกัน และพิจารณาดูว่าจะใช้วิธีการที่เคยพบมากับโจทย์ที่ต้องการแก้ได้หรือไม่
- 4 ควรอ่านโจทย์ปัญหาอีกครั้ง และวิเคราะห์ดูว่าแตกต่างจากปัญหาที่เคยพบมาหรือไม่

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน (Carrying out the Plan) เป็นขั้นปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ และตรวจสอบว่าแต่ละขั้นตอนที่ปฏิบัตินั้นถูกต้องหรือไม่

ขั้นที่ 4 ขั้นการตรวจสอบย้อนกลับ (Looking Back) เป็นขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้สมเหตุสมผลหรือไม่ สามารถนำผลหรือวิธีการไปใช้แก้ปัญหาอื่นได้หรือไม่ ซึ่งขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา แสดงไว้ดังแผนภูมิต่อไปนี้



ภาพประกอบ 2 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา (Polya 1985: 87)

คอนเวย์ (สมมาตร บรรจงรัตน์ 2540: 16) อ้างอิงมาจาก Conway (1968: 159) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยนักคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1 คัดเลือกข้อมูล ซึ่งจะต้องค้นหาสิ่งต่อไปนี้

1.1 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาโดยตรง ซึ่งอาจจะมีหรือไม่มีอยู่ในโจทย์ปัญหาก็คือตาม

1.2 ข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งอาจจะเป็นข้อมูลที่น่าสนใจแต่ไม่ได้ช่วยในการหาคำตอบของปัญหา

1.3 ข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม เนื่องจากปัญหาโดยทั่วไปไม่จำเป็นต้องประกอบด้วย ข้อมูลที่ต้องการใช้ในการหาคำตอบเสมอไป

2 แปลความหมายของคำถาม ต้องทำความเข้าใจว่าโจทย์ถามอะไร แล้วพิจารณา ข้อมูลที่โจทย์ให้มา

3 ระบุมเทคนิคที่จะใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งจะต้องพิจารณาว่าเทคนิคทางพีชคณิต อะไร ที่ต้องใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา และทบทวนเทคนิคที่เหมาะสม

4 กำหนดคำตอบอย่างคร่าวๆ เป็นการพยายามสรุปผลของคำตอบโดยการประมาณ ผลจากการคำนวณทั้งหมด

ยี่โอทิส และ โฮสติก้า (สมมาตร บรรจงรัตน์ 2540 17 อ้างอิงมาจาก Yeotis and Hosticka 1980 561) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย 8 ขั้นตอนดังนี้

- 1 เลือกข้อมูลที่ได้มาจากปัญหา
- 2 จัดจำแนกข้อมูลออกเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องสำหรับการแก้ปัญห
- 3 เรียงลำดับข้อมูลที่มีความจำเป็นที่จะใช้ในการหาคำตอบของปัญหา
- 4 พิจารณาว่าข้อมูลที่จำเป็นใดที่ได้มาแล้วและข้อมูลใดที่ยังต้องการเก็บรวบรวมอยู่
- 5 พิจารณาว่าจะเก็บรวบรวมข้อมูลที่ต้องการด้วยวิธีใด
- 6 เก็บรวบรวมข้อมูลที่ต้องการ
- 7 ใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งหมดในการแก้ปัญห
- 8 ตรวจสอบความเชื่อถือได้ของคำตอบ

ปีเตอร์ (สมมาตร บรรจงรัตน์ 2540 17 อ้างอิงมาจาก Peter 1984 1062 – A) ได้สรุป รวบรวมขั้นตอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จากบทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ ปัญหาคณิตศาสตร์ในช่วงปี ค.ศ 1894 – 1983 พบว่าขั้นตอนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์นั้นโดยทั่วไป จะประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

- 1 อ่านโจทย์ปัญหาอย่างพินิจพิเคราะห์
- 2 หาสิ่งที่โจทย์กำหนดให้
- 3 กำหนดสัญลักษณ์แทนตัวที่ไม่ทราบค่า
- 4 เขียนความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ไม่ทราบค่า และสิ่งที่ทราบค่า เพื่อกำหนด

กระบวนการในการแก้โจทย์ปัญหา

- 5 คาดคะเนคำตอบที่เป็นไปได้
- 6 คิดคำนวณแก้โจทย์ปัญหา
- 7 ตรวจสอบคำตอบ

8 สรุปคำตอบ

ดังนั้นการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จึงเป็นความสามารถในการหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งผู้แก้ปัญหามustต้องใช้ความรู้ความคิด และประสบการณ์เดิมประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดในปัญหา โดยใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหาได้ แก้ปัญหาในสถานการณ์จริงโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ และใช้ความรู้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาได้

2.2 ทักษะด้านการให้เหตุผล

กรมวิชาการ(2544: 16) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลไว้ดังนี้ ผู้เรียนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้เกิดความเชื่อมั่นในความสามารถด้านเหตุผล และทำการคิดการตัดสินใจ ทั้งในเรื่องเกี่ยวกับคณิตศาสตร์และในชีวิตอื่นๆ ความสามารถในการด้านเหตุผลจะช่วยให้ผู้เรียนมีสมรรถนะของการรับรู้ในทางคณิตศาสตร์ มีตรรกะในการคิดและสามารถอธิบายให้เหตุผลต่างๆ ให้ผู้อื่นได้รับรู้ข้อเท็จจริงได้

การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงตรรกะ ขึ้นอยู่กับพัฒนาการด้านเชาว์ปัญญาและการใช้ภาษาของผู้เรียน ผู้เรียนในชั้นประถมศึกษาในฐานะนักคิดเชิงรูปธรรมซึ่งใช้บริบทเชิงรูปธรรมและ กายภาพสนับสนุนเหตุผลของตน และพัฒนาขึ้นเรื่อยๆเมื่ออยู่ชั้นมัธยมศึกษาด้วยการถ่ายโยงการให้เหตุผลที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม แม้ผู้เรียนที่เรียนอยู่ในระดับสูงแล้ว ก็ยังมีความจำเป็นในการใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรมเพื่อการสนับสนุนการให้เหตุผล

สิริพร ทิพย์คง (2545 : 99) ได้กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนรู้จักคิดและให้เหตุผลเป็นสิ่งสำคัญ และเป็นองค์ประกอบที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถคิดอย่างมีเหตุผลและรู้จักให้เหตุผลมีดังนี้

- 1 ผู้สอนควรให้ผู้เรียนได้พบเห็นโจทย์หรือปัญหาที่ผู้เรียนสนใจ เป็นปัญหาที่ไม่ยากเกินความสามารถของผู้เรียนที่จะคิด และให้เหตุผลในการหาคำตอบได้
- 2 ผู้สอนควรให้ผู้เรียนมีโอกาและเป็นอิสระที่จะแสดงออก ถึงความคิดเห็นในการใช้และให้เหตุผลของตนเอง
- 3 ผู้สอนให้ผู้เรียนช่วยกันสรุป แล้วผู้สอนช่วยสรุปและชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจว่า เหตุผลของผู้เรียนถูกต้องตามหลักเกณฑ์หรือไม่ มีข้อบกพร่องที่何在อย่างไร

นอกจากนี้ผู้สอนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจ ผู้เรียนได้มีโอกาสนลงมือปฏิบัติ คำถามที่ควรกระตุ้นนักเรียนด้วยคำว่า "ทำไม" "อย่างไร" "เพราะเหตุใด"

สุภาพร บุญหนัก (2544 : 5) ได้เสนอความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลว่า หมายถึงผู้เรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลในวิชาคณิตศาสตร์ โดยสามารถถ่ายโยงไปสู่การแก้ปัญหาอื่นๆ ทั่วไปตามความสามารถที่พึงปรารถนา

ชุดสวาท ชันธมูล (2530 : 8) ได้ให้ความหมายของการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ว่า หมายถึง กระบวนการหาคำตอบหรือข้อสรุปในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยใช้หลักเกณฑ์ทางตรรกศาสตร์ในการตัดสินใจซึ่งแบ่งออกเป็น

1 การคิดหาเหตุผลแบบอนุมาน (Deductive Reasoning) เป็นความสามารถในการสรุปผล จากความจริงสากล ไปสู่ความจริงเป็นกรณีเฉพาะราย ซึ่งเป็นผลที่ตามมาจากความจริงสากลนั้นโดยตรง

2 การคิดหาเหตุผลแบบอุปมาน (Inductive Reasoning) เป็นความสามารถในการสรุปผลจากข้อเท็จจริงย่อยๆ แล้วพยายามหากฎเกณฑ์ สรุปเป็นกฎเกณฑ์กว้างๆ

คาร์พลัส (สุภาพร บุญหนัก 2544 : 31 อ้างอิงมาจาก Karplus 1977 : 169-175) ได้อธิบายการคิดอย่างมีเหตุผลของเด็กในสองลักษณะคือ ขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม และขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม ไว้ดังนี้

การคิดอย่างมีเหตุผลแบบรูปธรรม (Concrete reasoning patterns : C)

C₁ (Classification) สามารถจำแนกและรวมกลุ่มของสิ่งของโดยอาศัยเกณฑ์การสังเกตคุณสมบัติของสิ่งเหล่านั้น

C₂ (Conservation) สามารถคิดอย่างมีเหตุผลเรื่องการอนุรักษ์ โดยปริมาตรของสารคงที่เมื่อไม่มีการนำมาเพิ่มหรือเอาออกไป

C₃ (Serial ordering) สามารถจัดอันดับแสดงความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ จากการสังเกตคุณสมบัติ และเริ่มใช้วิธีจับคู่ (One – to – one Correspondence) ระหว่างสิ่งของสองกลุ่ม

การคิดอย่างมีเหตุผลแบบนามธรรม (Formal reasoning patterns : F)

F₁ (Theoretical reasoning) สามารถจัดแบ่งกลุ่มที่ซับซ้อนมากขึ้น ใช้หลักตรรกะช่วยในการจัดอันดับและการคิดอย่างมีเหตุผล ไม่จำเป็นต้องอาศัยคุณสมบัติที่สังเกตได้ด้วยประสาททั้งห้า

F₂ (Combinatorial reasoning) สามารถใช้กฎเกณฑ์ พิจารณาลักษณะผสมของความคิดในปัญหาต่างๆ

F₃ (Functionally and proportional reasoning) อธิบายและตีความลักษณะหน้าที่ในลักษณะความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์

F₄ (Control of variables) มีความเข้าใจในความจำเป็นที่จะออกแบบทดลอง โดยการควบคุมตัวแปรอื่นๆ นอกจากตัวแปรที่ต้องการทดสอบเท่านั้น

F₅ (Probability and correlation reasoning) สามารถตีความจากการสังเกตตัวแปรอื่นๆ ซึ่งแสดงผลที่ไม่ได้คาดหวังไว้ แต่จะตีความเฉพาะตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันเท่านั้น

นอกจากนี้ซันด์ (สุภาพร บุญหนัก 2544 32-34 อ้างอิงมาจาก Sund 1976 184) ได้ให้ความคิดเห็นไว้ดังนี้ เด็กที่เริ่มมีอายุอย่างเข้าวัยรุ่น ความรู้สึกนึกคิด ความรู้สึกความเข้าใจของเด็กวัยนี้จะมีวิวัฒนาการเข้าสู่ความเป็นผู้ใหญ่มากขึ้น เพียร์เจต์เรียกลักษณะขั้นการพัฒนาการทางสติปัญญาการเรียนรู้ของเด็กวัยนี้ว่า ขั้นที่มีแนวคิด ปฏิบัติการแบบนามธรรม (Formal Operation) ตรงกับช่วงอายุประมาณ 11 – 15 ปี จากการศึกษาค้นคว้าวิจัยของเพียร์เจต์พบว่า รูปแบบการกระทำที่เป็นเหตุเป็นผลของเด็กเมื่อเข้าวัยนี้จะเป็นระบบ และใช้กระบวนการคิดอย่างสลับซับซ้อน เริ่มขยายวงจากสิ่งที่เป็นรูปธรรม (Concrete Objects) ออกไป โดยนำความคิดที่เป็นประสบการณ์เดิม ความคิดที่เป็นนามธรรม มาเป็นข้อมูลประกอบความคิดมากขึ้น จากพัฒนาการด้านความคิดดังกล่าว ทำให้เด็กในวัยนี้สามารถเผชิญกับปัญหาในรูปแบบต่างๆโดยใช้การกระทำที่เป็นเหตุผล(Logical Operation) ซึ่งมีลักษณะต่างๆดังนี้

1 เหตุผลเชิงนามธรรม(Abstract Reasoning) กระบวนการคิดเริ่มมีหลักการแบบผู้ใหญ่ มีความซับซ้อนในการใช้เหตุผล เช่น การลำดับเหตุผลเป็นขั้นตอน สามารถรวบรวมข้อมูลเข้าด้วยกัน ใช้ความคิดใคร่ครวญแล้วจึงแสดงออกมาเป็นการกระทำ อย่างถูกต้องตามกาลเทศะ รู้จักใช้ความคิดคาดการณ์เชิงคณิตศาสตร์ และสามารถใช้การวิพากษ์วิจารณ์ได้อย่างมีหลักเกณฑ์

2 สามารถตั้งสมมุติฐานเชิงใช้เหตุผลแบบอนุมานได้ (Hypothetical-Deductive Reasoning) เช่น เมื่อคนเราพบปัญหาอย่างหนึ่ง เราเริ่มต้นกระบวนการแก้ปัญหา โดยคาดการณ์ไว้ อย่างหนึ่ง แล้วพยายามสรุปโดยใช้เหตุผลเชิงอนุมาน เช่น เด็กคนหนึ่งคิดว่า "วิธีที่จะได้เป็นเจ้าของรถคันหนึ่ง คือการขอเงินพ่อแม่มาซื้อ" แต่ในขณะเดียวกัน เกิดอีกความคิดหนึ่งแย้งกับความคิดเดิม "ไม่มีทางเป็นไปได้ พ่อแม่คงไม่ให้เงินแน่" และคิดต่อไปอีกว่า "ต้องหาเงินมาซื้อด้วยตัวเอง" ความคิดเป็นหนทางชี้นำไปสู่การแก้ปัญหา คือ "ต้องหางานทำ และเก็บเงินสะสมไว้เพื่อซื้อรถที่ต้องการ" ข้อสรุปสุดท้ายนี้เป็นความคิดเชิงเหตุผลแบบอนุมานที่เด็กคนนี้นำมาใช้ในการแก้ปัญหาของตนเอง

3 การอ้างเหตุผลเชิงตรรกวิทยา(Syllogistic Reasoning) เป็นลักษณะการตั้งสมมุติฐานเชิงใช้เหตุผลแบบอนุมานชนิดหนึ่ง เช่น

ก สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมให้นมลูกกิน

ข สัตว์นี้ให้นมลูกกิน

ค เพราะฉะนั้นสัตว์นี้เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

ในการใช้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์นี้คนที่ใช้ความคิดขั้นนามธรรมจะประเมินเหตุผลนี้ว่าเป็นจริงเสมอไปหรือไม่ เช่น

ก สุนัขเห่า

ข สัตว์นี้เห่า

ค เพราะฉะนั้นสัตว์ตัวนี้เป็นสุนัข

คำตอบในข้อ ค อาจเป็นปัญหาสำหรับผู้ที่ใช้ความคิดขั้นนามธรรม เพราะการสรุปว่า สัตว์ทุกตัวที่เห่าจะต้องเป็นสุนัขเสมอไปนั้นไม่จริง เพราะสัตว์ชนิดอื่นอาจเห่าเหมือนสุนัขการคิดเหตุผลแบบอนุมานแบบ Syllogism จึงเป็นขั้นก้าวหน้าไปอีกขั้นหนึ่ง การประเมินก่อนลงความคิดเห็นเป็นลักษณะที่คนเราใช้สติปัญญาขั้นสูง

4 การสันนิษฐานความเป็นเหตุเป็นผล (Propositional Thinking) เด็กในวัยนี้บางคนเริ่มมีความคิดคาดการณ์เป็นขั้นๆ โดยใช้เหตุผลต่างๆ

4 1 มันอาจเป็นเซนนี หรือเป็นเซนนันได้

4 2 มันอาจเป็นเซนนี และเป็นเซนนันได้ด้วย

4 3 มันอาจเป็นเซนนี แต่ไม่เป็นเซนนัน

4 4 มันอาจไม่เป็นทั้งเซนนี และเซนนันได้

ในกระบวนการใช้เหตุผลทำนองนี้ ทำให้เกิดการควบคุมตัวแปร (Factor) ตัวหนึ่งตัวใดไว้ แล้วใช้ตัวแปรอื่นๆ เป็นตัวทดลองไปเรื่อยๆ จนสามารถหาคำตอบหรือวิธีแก้ปัญหาก็ได้

5 เข้าใจในเรื่องความสัมพันธ์ของข้อมูล (Comprehension of Allegory) เด็กสามารถเข้าใจเรื่องหรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง แล้วสามารถแปลความหมาย และมีความคิดลึกซึ้ง เช่น สามารถนำเรื่องที่มีประสบการณ์มาก่อนไปเปรียบเทียบกับสิ่งอื่นได้ โดยอธิบายความสัมพันธ์ของประเด็นต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้

6 การคิดย้อนกลับ (Reflexive Thinking) เด็กสามารถใช้เหตุผลโดยการย้อนกลับความคิดที่ตนได้มีประสบการณ์มาก่อนได้ เช่น การลงความเห็นจากข้อมูลที่ได้รับมาแล้ว ลำดับขั้นของการคิดทำนองนี้เริ่มจาก

6 1 ตั้งประเด็นของปัญหาที่ได้รับ

6 2 พิจารณาข้อมูลที่มีในปัญหา และข้อมูลที่ยังขาดหายไป ได้

6 3 ร่างขั้นตอนการดำเนินการคิดหาข้อมูลที่ยังขาดหายไป

6 4 ลงมือตอบ โดยใช้เครื่องมือช่วย เช่น การเขียน

7 หลักการใช้เหตุผลแบบผสมตัวแปรอย่างมีระบบ (Combinatorial Logic) เป็นความคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหาโดยเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบหลายๆตัวแปรอย่างมีระบบ

8 เข้าใจเรื่องสัดส่วน (Proportional Thinking) การใช้ความคิดตามหลักการสัดส่วนสามารถนำมาเป็นเหตุผลในการแก้ปัญหาได้

9 การควบคุมตัวแปร (Control Variable) เมื่อทำการทดลองหรือคิดแก้ปัญหาใดๆ ที่สลับซับซ้อน จะสามารถแยกแยะตัวแปรต่างๆ ที่เป็นปัญหาเสียก่อน และใช้วิธีควบคุมตัวแปรหนึ่งไว้

ในขณะที่ตัวแปรอื่นๆ เปลี่ยนไป เพื่อเก็บข้อมูลจากตัวแปรที่เปลี่ยนเท่านั้น

10 จำแนก จัดลำดับหมวดหมู่ เช่น สัตว์ พืช สิ่งของ ตามลำดับของการจำแนก โดยถือชนิดเป็นเกณฑ์ตามที่เกิดตามระบบอวัยวะ หรือตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดให้

11 สามารถตั้งคำถาม และยอมรับการตัดสินใจอย่างเหตุผล สามารถวิพากษ์วิจารณ์เรื่องสิทธิเสรีภาพ มีเหตุผลเป็นของตนเองในด้านการคิด

12 สามารถคิดแบบความน่าจะเป็น (Probability)

13 สามารถเข้าใจความคิดเชิงอุดมคติ และมีอุดมคติเป็นของตนเอง

จากแนวคิดดังกล่าวนี้จะเห็นได้ว่าการให้เหตุผล คือความสามารถในการคิดการตัดสินใจ มีสมรรถนะของการรับรู้ในทางคณิตศาสตร์ และสามารถอธิบายให้เหตุผลต่างๆให้ผู้อื่นรับรู้ข้อเท็จจริงได้ โดยนำวิธีการให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยมาช่วยในการค้นหาความจริงหรือข้อสรุป และช่วยในการตัดสินใจบางอย่างได้

2.3 ทักษะด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ

สำหรับความหมายของ การสื่อสาร หรือการสื่อความหมาย(Communication)นั้น กิดานันท์ มลิทอง (2543 : 21) ได้กล่าวไว้ว่าเป็นคำที่มีรากศัพท์มาจากภาษาละตินว่า "communis" หมายถึง "พร้อมกัน" หรือ "ร่วมกัน" (Common) หมายความว่าเมื่อมีการสื่อสารกันเกิดขึ้นคนเราพยายามที่จะสร้าง "ความพร้อมกันหรือความร่วมกัน" ทางด้านความคิด เรื่องราวเหตุการณ์ ทัศนคติ ฯลฯ กับบุคคลที่เรากำลังสื่อสารด้วยนั้น

กรมวิชาการ(2544 : 15-16) ได้กล่าวถึงการสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอ คณิตศาสตร์ไว้ดังนี้ การสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอคณิตศาสตร์ เป็นภาษาที่ต้องทำให้มีความหมายแก่ผู้เรียน ถ้าผู้เรียนต้องการสื่อสารความคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพ ความสามารถในการสื่อสารทั่วไป จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจภาษาคณิตศาสตร์ และเป็นเหมือนสะพานที่ช่วยให้ผู้เรียนแปลข้อความต่างๆ ให้เป็นภาษาเชิงนามธรรมและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ การสื่อสารมีบทบาทสำคัญในการช่วยผู้เรียน สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่ใช้แทนความคิดทางคณิตศาสตร์ ในด้านกายภาพ รูปภาพ กราฟ สัญลักษณ์ คำพูด และสมองเข้าด้วยกัน เพื่อให้ได้มาซึ่งการรับรู้ในคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์ทั้งในฐานะที่เป็นชนิดของระบบการสื่อสารและในฐานะที่เป็นเครื่องมือ เมื่อผู้เรียนเข้าใจได้ว่าตัวแทนสิ่งหนึ่ง สามารถอธิบายสถานการณ์ต่างๆได้มาก และวิธีการในการแทนที่ปัญหาวีธีหนึ่งอาจช่วยได้มากเท่าวิธีอื่นๆแล้ว ผู้เรียนก็จะเริ่มเข้าใจในพลัง ความยืดหยุ่น และประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์

เป็นเรื่องสำคัญสำหรับผู้เรียนในการมีโอกาสได้ "พูดเป็นคณิตศาสตร์" ควรมีการปะทะสังสรรค์ระหว่างเพื่อนร่วมชั้นเรียน ช่วยให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้ที่จะคิดเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์ เช่น

การอธิบายว่าแก้ปัญหาอย่างไร ช่วยให้เด็กได้ทำความเข้าใจในวิธีการคิดและพัฒนาความเข้าใจที่ลึกซึ้ง

ให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการ "ทำคณิตศาสตร์" กิจกรรมในการค้นหาการสืบเสาะหาความรู้ พรรณนา และอธิบายความคิดเชิงคณิตศาสตร์ ส่งเสริมสนับสนุนพัฒนาการทางทักษะด้านคณิตศาสตร์ ผ่านกิจกรรมที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตของตน เป็นสิ่งที่เห็นได้ชัดเจนในการอภิปรายนั้นคือผู้เรียนควร มองวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิธีที่มีประสิทธิผลในการทำ ความเข้าใจ อธิบาย และตอบสนองต่อโลกรอบๆ ตัวของเขาเอง

สิริพร ทิพย์คง (2545 : 100) ได้กล่าวถึง การสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอว่า การจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ทำ ได้ทุกเนื้อหาที่ต้องการให้คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะนำเสนอข้อมูลใน รูปแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง ตาราง กราฟ

วัชร ชันเชื้อ (2545 : 49) ได้กล่าวถึงอุปสรรค หรือปัญหาที่จะขัดขวางการสื่อสารไม่ให้เกิด ประสิทธิภาพ ซึ่งมีหลายประการด้วยกัน ซึ่งอุปสรรคแต่ละอย่างล้วนแล้วแต่มาจากองค์ประกอบของการ สื่อสารทั้งนั้น ดังนั้นเมื่อเรามีความต้องการที่จะให้การสื่อสารของเรา เป็นไปด้วยดีในทุกส่วนของ กระบวนการ การสื่อสารต้องให้ความร่วมมือและมีการเตรียมการเป็นอย่างดี

สมชาย วรภิเกษมสกุล(2540 : 75) ได้กล่าวถึงเป้าหมายของการเรียนรู้นิเทศศาสตร์โดยการ สื่อสารแนวความคิด การแสดงด้วยภาพ ศัพท์ สัญลักษณ์ในการนำเสนอแนวคิดอธิบายความสัมพันธ์ และจำลองสถานการณ์นั้น ครูผู้สอนต้องกระตุ้นผู้เรียนโดยใช้คำถามนำ เพื่อให้ นักเรียนอธิบาย แนวความคิดของตนเอง โดยให้เพื่อนมีส่วนร่วมในการอภิปรายแนวความคิดนั้น ซึ่งจะทำให้เกิดการ ปฏิสัมพันธ์แลกเปลี่ยนแนวความคิดซึ่งกันและกัน อภิปรายประโยชน์และข้อบกพร่องของแต่ละ แนวทางเพื่อร่วมกันตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด

การจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอมีแนวทางในการดำเนินการดังนี้

- 1 กำหนดโจทย์ปัญหาที่น่าสนใจและเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน
- 2 ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและแสดงความคิดเห็นด้วยตนเอง โดยผู้สอนช่วยชี้แนะแนวทาง ในการสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอ

มัมมี และเชพเพอร์ต (วัชร ชันเชื้อ 2545 , อ้างอิงมาจาก Mumme and Shepherd 1993 : 7-11) ได้เสนอประโยชน์ในการเรียนคณิตศาสตร์ที่เกิดจากการส่งเสริมการสื่อสารดังนี้

- 1 การสื่อสารจะช่วยส่งเสริมการเข้าใจคณิตศาสตร์แก่นักเรียน โดยให้นักเรียนได้อธิบาย ความคิดของเขา มีความสนใจในการที่จะได้อภิปรายและการฟังก็จะช่วยให้นักเรียนคนอื่นๆ เข้าใจได้

อย่างลึกซึ้งด้วย การฟังจะช่วยให้นักเรียนได้พิจารณาความคิดของคนอื่น จะเป็นการช่วยนักเรียนให้เห็นคุณค่าของความคิดที่แตกต่างกันออกไปของนักเรียน แม้จะอยู่ในสถานการณ์เดียวกันก็ตาม นักเรียนจะสร้างความเข้าใจจากรากฐานของประสบการณ์เดิมของนักเรียนนั่นเอง การสื่อสารจะสนับสนุนการสร้างความรู้แก่นักเรียน โดยการสื่อสารจะช่วยขยายความคิดของนักเรียนให้ชัดเจนยิ่งขึ้น แต่ในบางครั้งการสื่อสารอาจสร้างความไม่สมดุลให้เกิดขึ้นได้จนกลายเป็นอคติ

2 การสื่อสารจะช่วยให้เกิดการแลกเปลี่ยนความเข้าใจทางคณิตศาสตร์แก่นักเรียน นักเรียนส่วนมากมักจะล้มเหลวในการแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ เมื่อนักเรียนได้นำเสนอกฎเกณฑ์และกระบวนการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์โดยการจำมากกว่าการคิดแบบค้นพบด้วยตนเอง และการแลกเปลี่ยนความคิดซึ่งกันและกัน ครูจำเป็นต้องให้เกิดการสื่อสารมากขึ้น เพื่อให้บุคคลหนึ่งได้เชื่อมต่อกับความคิดซึ่งกันและกัน เพื่อให้บุคคลหนึ่งเชื่อมต่อกับความคิดทางคณิตศาสตร์ไปยังอีกบุคคลหนึ่ง โดยการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดกัน ครูต้องให้นักเรียนมีการพัฒนาทางภาษาคณิตศาสตร์ในการทำ ความเข้าใจในบทบาทของคำนิยามและกระบวนการ ในการอภิปรายและขยายสมมติฐานให้ชัดเจนขึ้น

3 การสื่อสารจะช่วยเสริมสร้างให้นักเรียนเป็นผู้เรียนรู้ เมื่อครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พูดหรือเขียนความคิดของนักเรียนเอง ครูควรบอกนักเรียนว่าจะประเมินอะไรจากการพูดของนักเรียน เพื่อให้ครูแน่ใจถึงความสามารถทางการสื่อสารความคิดของนักเรียนอย่างแท้จริง นักเรียนควรฝึกการใช้ ศักยภาพและควบคุมการเรียนรู้ของพวกเขาให้มาก เพื่อที่นักเรียนจะได้กลายเป็นผู้เสริมสร้างความรู้ด้วยตนเอง

4 การสื่อสารเป็นการส่งเสริมสภาพแวดล้อมที่อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ การพูดและการฟังบุคคลอื่นในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ เป็นวิธีการที่จะทำให้เราหลุดพ้นจากความวิตกกังวลในการที่จะแสดงความคิด การมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนเป็นการให้ความสนุกสนานแก่การเรียนรู้ การอำนวยความสะดวกและสังคมจะมีอิทธิพลต่อความเต็มใจที่จะพูด เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดของนักเรียน

5 การสื่อสารจะช่วยให้ครูผู้สอนได้รับประโยชน์ในการหยั่งรู้ถึงความคิดของนักเรียน ครูจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับวิธีการคิดวิธีการคิดของนักเรียนเป็นอย่างมาก โดยการฟังการอธิบาย และการให้เหตุผลของนักเรียน ความสามารถที่เป็นทักษะการสื่อสารจะเป็นการอธิบายโดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ทั้งหมดอย่างคล่องแคล่วโดยนักเรียนจะต้องนำไปใช้และมีการฝึกปฏิบัติบ่อยๆ

ดังนั้นจากแนวคิดดังกล่าว การสื่อสารการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ จึงหมายถึง ความสามารถในการเขียนเพื่อบอกวิธีทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งเพื่อชี้แจงไขความ ตอบปัญหาความรู้หรือความคิดที่เข้าใจยาก ลำดับขั้นตอนหรือคำอธิบายอย่างแจ่มแจ้ง โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และรัดกุม

2.4 ทักษะด้านการเชื่อมโยง

กรมวิชาการ(2544: 15-16) ได้กล่าวถึงการเชื่อมโยงไว้ดังนี้ ผู้เรียนควรรู้ว่าคุณคิดเชิงคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์อย่างไรกับสาระนั้น และกับชีวิตประจำวัน หลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ต้องสอนแบบบูรณาการให้เห็น ความเชื่อมโยงในเนื้อหาต่างๆ ไม่แยกออกจากกันเดี่ยวๆ และสอนให้เกิดความตระหนักในประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ทั้งในและนอกโรงเรียน

สำหรับในชั้นเรียนซึ่งเน้นเรื่องการเชื่อมโยง ต้องนำแนวคิดที่เชื่อมโยงกับหัวข้อหรือกระบวนการมาใช้เพื่อให้แน่ใจในความต่อเนื่องระหว่างบทเรียน บทเรียนต่างๆ ต้องให้เวลาเพื่อให้สามารถสำรวจอภิปรายและสร้างความเข้าใจในความเชื่อมโยง แต่ละหัวข้อในวิชาคณิตศาสตร์จะเชื่อมโยงกันและกัน ผู้เรียนจะต้องเปรียบเทียบให้เห็นความแตกต่างของมโนทัศน์และวิธีการต่างๆ ผู้สอนต้องช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาแนวคิดเชิงนามธรรมและใช้วิธีการต่างๆ ในการแทนที่ปัญหาหรือมโนทัศน์

สร้างความเข้าใจให้ผู้เรียนว่าสามารถใช้คณิตศาสตร์ในการเรียนรู้ในวิชาอื่นๆ และใช้กับงานในชีวิตประจำวันอย่างไร ซึ่งผู้สอนสามารถประสานกับผู้สอนที่สอนวิชาอื่นๆ ให้การเรียนรู้ข้ามวิชา เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสได้สำรวจถึงการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้เข้าใจว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่มีพลังและยืดหยุ่น สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้หลากหลาย นำไปใช้ในการบรรยายและสร้างโมเดลของปรากฏการณ์จริงในโลก สื่อสารแนวคิดและสารสนเทศที่ซับซ้อน

สิริพร ทิพย์คง(2545: 101-102) กล่าวว่าว่าการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาต่างๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ด้วยกัน และการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ เช่น การคิดดอกเบี้ยทบต้น ก็อาศัยความรู้เรื่องเลขยกกำลัง และผลบวกของอนุกรม และในงานศิลปะ การออกแบบบางชนิดใช้ความรู้เกี่ยวกับรูปเรขาคณิต

องค์ประกอบที่ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ มีดังนี้

- 1 มีความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์อย่างเด่นชัดในเรื่องนั้น
- 2 มีความรู้ในเนื้อหาที่จะนำไปเชื่อมโยง กับสถานการณ์ต่างๆ ที่ต้องการเป็นอย่างดี
- 3 มีทักษะในการมองเห็นความเกี่ยวข้องระหว่างความรู้และทักษะ/กระบวนการที่มีในเนื้อหานั้นกับงานที่เกี่ยวข้อง
- 4 มีทักษะในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อสร้างความสัมพันธ์และคณิตศาสตร์กับศาสตร์ต่างๆ
- 5 มีความเข้าใจในการแปลความหมาย ของคำตอบที่หาได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ว่ามีความเป็นไปได้หรือสอดคล้องกับสถานการณ์นั้นๆ อย่างสมเหตุสมผล

ดังนั้นการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จึงหมายถึง ความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์กับสาระกับชีวิตประจำวัน เกิดความตระหนักในประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ นำแนวคิดที่เชื่อมโยงกับหัวข้อหรือกระบวนการที่ได้รับ มาใช้เพื่อให้เกิดความเข้าใจและเกิดความต่อเนื่องระหว่างบทเรียนต่างๆโดยเชื่อมโยงความคิดรวบยอด หลักการและวิธีทางคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ เพื่ออธิบายข้อสรุปหรือเรื่องราวต่างๆได้ และนำความรู้และทักษะที่ได้จากการเรียนคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในการเรียนรู้ในงาน และในการดำรงชีวิต

2.5 ทักษะด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

สิริพร ทิพย์คง (2545 : 114 – 115) กล่าวว่า การคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking) เป็นกระบวนการใช้ความคิด จินตนาการประยุกต์ เพื่อนำไปสู่การคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ที่แปลกใหม่ ที่คนอื่น ๆ คาดคิดไม่ถึงหรือมองข้าม การคิดสร้างสรรค์จึงคิดได้หลากหลาย กว้างไกล อาจเกิดจากความคิดอย่างผสมผสานเชื่อมโยงกันระหว่างความคิดใหม่ๆ กับประสบการณ์เดิม ทำให้เกิดสิ่งใหม่ที่จะช่วยแก้ปัญหาและเอื้ออำนวยประโยชน์ต่อตนเองและสังคม การคิดสร้างสรรค์สามารถฝึกฝนและพัฒนาให้สูงขึ้นได้ โดยอาศัยวิธีการอบรมเลี้ยงดูแบบประชาธิปไตย การฝึกฝนการคิดอย่างสม่ำเสมอ การฝึกจินตนาการและ การระดมพลังสมอง การระดมพลังสมองเป็นวิธีการรวบรวมความคิดเห็นจากสมาชิกของกลุ่ม ภายในระยะเวลาอันสั้น ทำให้เกิดความคิดมากมายในช่วงเวลาที่กำหนด โดยการส่งเสริมให้นักเรียนคิดให้ได้มากที่สุด กระตุ้นให้ทุกคนได้แสดงความคิดเห็นอย่างเป็นอิสระ ไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์ความคิดเหล่านั้น แต่จะมีการนำความคิดมาประสานให้สอดคล้องกันแล้วสรุปลงความเห็น

สำหรับกระบวนการคิดสร้างสรรค์นั้น มีขั้นตอนดังนี้

- 1 ขั้นเตรียม เป็นการรวบรวมประสบการณ์ต่างๆ ที่เคยได้รับมา
- 2 ขั้นขัดแย้งยุ่งยาก เป็นการครุ่นคิดปัญหา หาแนวทางวิธีการแก้ปัญหานั้นๆ
- 3 ขั้นการมองเห็น เป็นการคิดแล้วได้คำตอบออกมาทันที เช่น การมองเห็นมะม่วงหล่น ก็เกิดความคิดที่จะสร้างเครื่องเก็บมะม่วง ซึ่งคิด ได้ตะกร้อที่ใช้เก็บผลไม้

4 ขั้นพิสูจน์ เป็นการตรวจสอบและประเมินว่าสิ่งที่คิดนั้นใช้ได้จริงและเป็นประโยชน์หรือไม่
โลแกน (Logan 1971 : 3-11) ได้รวบรวมความคิดสร้างสรรค์และสรุปได้ 5 แนวทางคือ

- 1 ความหมายในแง่ของความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หมายถึง ความคิดริเริ่มที่แปลกใหม่ แม้จะคล้ายคลึงกับสิ่งที่มีผู้คิดไว้แล้ว แต่ถ้ามีองค์ประกอบใหม่บางอย่างที่ต่างไปจากเดิม และผู้คิดคิดขึ้นมาได้อย่างฉับพลัน โดยที่สิ่งนั้นเป็นสิ่งใหม่สำหรับตัวผู้คิดเอง ก็จัดว่าเป็นความคิดสร้างสรรค์สิ่งทีคิดขึ้นมาได้นั้นจะต้องเป็นประโยชน์และเป็นที่พอใจของคนอื่นๆในเวลานั้นด้วย

2 ความหมายในแง่ของการเปรียบเทียบความคิดธรรมดา ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง การคิดสิ่งใหม่ๆ โดยคิดในแง่มุมที่แปลกใหม่ และใช้จินตนาการหรือวิธีการใหม่ๆในการแก้ปัญหา ผู้มี

ความคิดสร้างสรรค์จะคิดแก้ปัญหาจากประสบการณ์และความสามารถ ของตนเองในขณะที่คนอื่นๆ จะเห็นคล้อยตามความคิดที่ผู้รู้ผู้ชำนาญคิดเอาไว้ แล้วโดยไม่ได้ใช้ประสบการณ์และความสามารถของตนเองให้เป็นประโยชน์เลย

3 ความสามารถในการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการที่บุคคลสามารถคิดค้นสิ่งใหม่ๆ ขึ้นมาได้ หรือค้นพบสิ่งที่ผู้อื่นค้นพบมาก่อนแล้ว หรือจัดเรียงสิ่งที่มีอยู่แล้วให้อยู่ในรูปแบบใหม่นี้ จะทำให้ได้ความรู้ใหม่อีกด้วย กระบวนการของความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นสิ่งสำคัญ ไม่ใช่เพราะสิ่งที่คิดได้มีความสำคัญ แต่เป็นเพราะตัวกระบวนการของความคิดสร้างสรรค์ เป็นการมีชีวิตที่สมบูรณ์แบบของคน ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการที่บุคคลเรียนรู้ถึงสิ่งใหม่ๆ ด้วยแรงกระตุ้นจากความต้องการของตนเอง และได้เรียนรู้แล้ว ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการมองเห็นหรือสร้างสรรค์ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่อยู่ในจิตสำนึก และจิตใต้สำนึกซึ่งเป็นกระบวนการคิดที่หลุดพ้นจากภาวะปกติ ขั้นตอนของกระบวนการคิดสร้างสรรค์มีดังนี้

- 3 1 ขั้นรู้สึกถึงปัญหา
- 3 2 ขั้นพยายามคิดแก้ปัญหา
- 3 3 ขั้นเข้าใจปัญหาอย่างลึกซึ้งและคิดหาคำตอบได้
- 3 4 ขั้นแก้ปัญหาได้สมบูรณ์ตามจุดมุ่งหมาย
- 3 5 ขั้นเผยแพร่สิ่งที่คิดได้ให้ผู้อื่นได้ทราบ

4 ความหมายในแง่ของสติปัญญา ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสติปัญญาอย่างหนึ่งที่อยู่ในรูปแบบของความคิดแบบอนैनัย ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่จะคิดได้อย่างคล่องแคล่ว คิดได้หลายแนวทาง คิดหาความสัมพันธ์ระหว่างการแก้ปัญหา กับสิ่งเร้าต่างๆ ให้ได้คำตอบแบบใหม่ๆ หลายๆ คำตอบจากคำถามเพียงข้อเดียว

5 ความหมายในแง่ของผลงาน ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความคิดที่จะสร้างสิ่งที่ไม่เคยมีมาก่อน สิ่งนั้นจะต้องแปลกใหม่ไม่เหมือนใคร และจะต้องใช้ความพยายามมากในการประดิษฐ์ปรับปรุงหรือรวบรวมสิ่งต่างๆ เข้าด้วยกันด้วยวิธีใหม่ที่ยังไม่เคยมีผู้ทำมาก่อน เพื่อเป็นการเพิ่มคุณค่าให้กับสิ่งนั้น ความคิดสร้างสรรค์ในความหมายนี้เน้นผลงานเดิม ตลอดจนการค้นพบความสัมพันธ์ในรูปแบบใหม่ระหว่างสิ่งที่มีอยู่ในโลก

เทย์เลอร์ (Taylor 1973 39-51) ได้ให้ข้อคิดของทฤษฎีที่น่าสนใจว่า ผลของความคิดสร้างสรรค์ของคนเรานั้น ไม่จำเป็นต้องเป็นขั้นสูงสุดเสมอไป คือ ไม่จำเป็นต้องคิดค้นประดิษฐ์ของใหม่ๆ ที่ยังไม่มีผู้ใดคิดก่อนเลย หรือสร้างทฤษฎีที่ต้องใช้ความคิดด้านนามธรรมอย่างสูงยิ่ง แต่ความคิดสร้างสรรค์ของคนเรานั้นอาจจะเป็นขั้นใดขั้นหนึ่งใน 6 ขั้น ต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 เป็นความคิดสร้างสรรค์ขั้นต้นสุด เป็นสิ่งธรรมดาสามัญ ถือเป็นพฤติกรรมหรือการแสดงออกของตนอย่างอิสระ ซึ่งพฤติกรรมนั้นไม่จำเป็นต้องอาศัยความริเริ่ม และทักษะแต่อย่างใดถือเป็นแต่เพียงให้แสดงออกอย่างอิสระเท่านั้น

ขั้นที่ 2 ได้แก่งานที่ออกมาเป็นผลผลิต ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยทักษะบางประการแต่ไม่จำเป็นต้องเป็นสิ่งใหม่ เช่น การทำกับข้าวพลิกแพลงให้อร่อย เป็นต้น

ขั้นที่ 3 เป็นขั้นที่เรียกว่าขั้นสร้างสรรค์ คือ เป็นผลงานที่แสดงให้เห็นว่า ผู้กระทำได้แสดงความคิดใหม่ของเขาเอง โดยไม่ได้ลอกเลียนแบบมาจากคนอื่น ถึงแม้ว่างานนั้นจะเป็นงานที่ผู้อื่นเคยทำมาแล้วก็ตาม ก็จัดว่าเป็นงานอยู่ในขั้นสร้างสรรค์ได้ เพราะเป็นสิ่งที่ผู้ทำคิดค้นขึ้นมาเอง เช่น การแก้ปัญหาชีวิตประจำวัน

ขั้นที่ 4 เป็นขั้นความคิดสร้างสรรค์ประดิษฐ์สิ่งใหม่ๆ โดยไม่ซ้ำแบบใคร เป็นขั้นที่ผู้กระทำได้แสดงให้เห็นความสามารถที่แตกต่างไปจากผู้อื่น

ขั้นที่ 5 เป็นขั้นที่สามารถปรับปรุงขั้นที่ 4 ให้ดียิ่งขึ้น

ขั้นที่ 6 เป็นความคิดสร้างสรรค์ขั้นสูงสุด อันแสดงถึงความสามารถในการคิด สิ่งที่เป็นนามธรรมขั้นสูงสุด เช่น เซอร์ ชาลส์ ดาร์วิน คิดตั้งทฤษฎีวิวัฒนาการขึ้น เป็นต้น

เกลเบช (Gehlbach 1987 34-35) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูที่จะช่วยเด็กพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ไว้ 2 ประการคือ

- 1 จัดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกความคิดสร้างสรรค์ แทนที่จะเน้นด้านวิชาการอย่างเดียว
- 2 เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดสร้างสรรค์โดยการให้เขียน ได้เห็น และได้ทำงานด้านศิลปะ

นักคณิตศาสตร์และนักจิตวิทยา มีความสนใจในกระบวนการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (The Creative Process in Mathematical Contexts) ตลอดจน โดยนักจิตวิทยาได้แบ่งทฤษฎีกระบวนการคิดสร้างสรรค์ (Creative Process) ออกเป็นกลุ่มใหญ่ๆตามแนวคิดของนักจิตวิทยาได้ 7 กลุ่ม (Busse and Mansfield 1980 91) ดังตาราง 1

ตาราง 1 การจัดกลุ่มทฤษฎีกระบวนการความคิดสร้างสรรค์และนักทฤษฎีในแต่ละกลุ่ม

กลุ่มทฤษฎีกระบวนการความคิดสร้างสรรค์	นักทฤษฎี
1 กลุ่มจิตวิเคราะห์ (Psychoanalytic)	เอนส์ คริสต์ (Ernst Kris) ลอเรนซ์ คูบี
2 กลุ่มเกสตัลท์ (Gestalt)	แมกซ์ เวอร์ไทเทเบอร์ (Max Wertheimer)
3 กลุ่มสัมพันธ์เชื่อมโยง (Association)	ซาร์นอฟฟ์ เมดนิค (Sarnoff Mednick)
4 กลุ่มรับรู้ (Perceptual)	เอนส์เนต ชาร์สเทล (Ernest Schactel)
5 กลุ่มมนุษยนิยม (Humanistic)	คาร์ล โรเจอร์ (Carl Rogers)
6 กลุ่มพัฒนาการการรู้คิด (cognitive – Developmental)	เดวิด ฟิลด์แมน (David Feldman)
7 กลุ่มทฤษฎีส่วนประกอบ (Composite Theorios)	จาร์ล ฮาดามาร์ส (Jacques Hadamard) อาเธอร์ คอลอร์สเจอร์ (Arthur Koestler) โฮเวอดร์ กรูเบอร์ (Howard Grvuber) จอร์จ เฮลส์ริส (Deorge Haslemid)

ดังนั้นความคิดริเริ่มสร้างสรรค์จึงหมายถึง ความสามารถในการคิดหลายทิศทาง หลายแง่หลายมุม คิดได้กว้างไกล ซึ่งนำไปสู่การคิดค้นหาวิธีการแก้ปัญหาให้สำเร็จ ผลิต หรือสร้างสิ่งแปลกใหม่ที่ไม่มีใครรู้จักมาก่อน ซึ่งอาจเกิดจากประสบการณ์ และการรวบรวมเอาความรู้ต่างๆ ทำการทดสอบและรายงานผลที่ได้ ซึ่งแตกต่างจากที่เคยมีมา

3 เกณฑ์การให้คะแนนและเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ย

สิริพร ทิพย์คง (2545 : 219 - 220) ได้เสนอเกณฑ์ในการประเมินผลการทำงานว่า ในปัจจุบันการประเมินผลการทำงาน มีการกำหนดการให้คะแนนแบบ Scoring Rubric อย่างชัดเจนเป็นรูปธรรม ซึ่ง Rubric เป็นระบบการให้ระดับคะแนนที่มีมาตรฐาน โดยเน้นการประเมินผลงานที่นักเรียนทำแทนการประเมินที่ตัวนักเรียน โดยทั่วไปในการประเมินผลแบบ Rubric นิยมให้คะแนนเป็นระดับคะแนน 4 หรือ 5 หรือ 6 สำหรับเกณฑ์การให้คะแนนแบบ Rubric มี 2 แบบ คือ

1 เกณฑ์การให้คะแนนโดยพิจารณาจากคุณภาพของแต่ละขั้นตอนการปฏิบัติ
(Holistic Scoring Rubric) เช่น

0 คะแนน สำหรับการที่ไม่ได้แสดงความพยายามในการแก้ปัญหาเลย

1 คะแนน สำหรับการแสดงความพยายามในการแก้ปัญหาบ้าง แต่ไม่ได้แสดงความก้าวหน้าในการหาคำตอบที่ถูกต้อง

2 คะแนน สำหรับกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ ถึงแม้จะยังไม่ได้คำตอบ

3 คะแนน สำหรับการใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง แต่มีการคิดคำนวณผิดพลาดเล็กน้อย

4 คะแนน สำหรับการใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง ทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง และการอธิบายคำตอบนั้น

5 คะแนน สำหรับกระบวนการแก้ปัญหาที่ชัดเจน อธิบายขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง

จะเห็นว่าการให้คะแนนแบบ Holistic Scoring Rubric นั้นจะเน้นกระบวนการคิด และการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

2 เกณฑ์การให้คะแนนโดยพิจารณาจากองค์ประกอบย่อยของงานที่นักเรียนทำ

(Analytic Scoring Rubric) เช่น

การแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งจะแบ่งการให้คะแนนตามขั้นตอนของการแก้ปัญหา ดังนี้

1) การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา

0 คะแนน สำหรับความเข้าใจโจทย์ปัญหาผิด

2 คะแนน สำหรับความเข้าใจในแต่ละส่วนของโจทย์ปัญหา

4 คะแนน สำหรับความเข้าใจในโจทย์ปัญหาได้ถูกต้องสมบูรณ์

2) การวางแผนในการแก้ปัญหา

0 คะแนน สำหรับการไม่มีความพยายามที่จะแก้ปัญหาหรือการวางแผนไม่เหมาะสม

2 คะแนน สำหรับการวางแผนการแก้ปัญหาบางส่วนได้ถูกต้อง

4 คะแนน สำหรับการวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ซึ่งจะนำไปสู่การได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง

3) การดำเนินการตามแผนและคำตอบที่ได้

0 คะแนน สำหรับคำตอบที่ผิดหรือไม่มีคำตอบ

1 คะแนน สำหรับการคิดคำนวณไม่ถูกต้องหรือยกจำนวนมาคิดไม่ถูกต้อง (ขาดความรอบคอบ ทำให้ลอกโจทย์มาคิดผิด) หรือมีบางส่วนของคำตอบถูก

2 คะแนน สำหรับการดำเนินการตามแผนถูกต้องแต่คำตอบที่ได้ผิด

3 คะแนน สำหรับการดำเนินการตามแผนและคำตอบที่ได้ถูกต้องสมบูรณ์

ชัยฤทธิ์ ศิลาเดช (2545 : 86-87) ได้กล่าวถึง Rubric ว่า เป็นเครื่องมือในการให้คะแนนที่ประกอบด้วย

1 รายการประเมิน หรือเกณฑ์พิจารณา (Criteria) เป็นการกำหนดรายการที่จะใช้พิจารณาชิ้นงานหนึ่งๆ เช่น งานเขียน 1 ชิ้น อาจกำหนดรายการประเมินโดยดูจาก

- 1 1 จุดมุ่งหมาย (Purpose)
- 1 2 การจัดองค์ประกอบต่างๆ (Organization)
- 1 3 รายละเอียด (Details)
- 1 4 หลักไวยากรณ์ ตัวสะกด (Mechanics)
- 1 5 หลักไวยากรณ์ ตัวสะกด (Mechanics)

2 คำอธิบายคุณภาพของรายการประเมินในแต่ละระดับคุณภาพ ซึ่งอาจเขียนเป็นลำดับตั้งแต่ "ดีเลิศ" ไปจนถึง "ต้องปรับปรุง" คำอธิบายระดับคุณภาพควรชัดเจน กระชับที่สุด เป็นคำอธิบายที่จะสามารถบอกได้ว่า ทำไมจึงดีเลิศ ดี หรือต้องปรับปรุง (หรืออาจใช้เป็นตัวเลข เช่น ระดับ 4, 3, 2, 1, 0)

เอกรินทร์ สัมहाศาล (2546 : 235-240) ได้กล่าวถึงการกำหนดเกณฑ์การประเมิน (Rubric) ซึ่งเป็นแนวทางในการให้คะแนนที่บรรยายถึงระดับความสามารถในการแสดงออกของผู้เรียน รวมถึงคุณภาพของผลงานที่ผู้เรียนต้องกระทำได้ในแต่ละระดับไว้อย่างชัดเจน ทำให้ผู้สอนและผู้เกี่ยวข้องทราบว่า ผู้เรียนรู้อะไร และสามารถทำอะไรได้มากน้อยเพียงใด

นอกจากนี้ยังได้กล่าวถึงวิธีกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนว่า การกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนตามแนวทางของรูปรีดตามทีนิยมใช้กันทั่วไปมี 2 รูปแบบ คือ

1 การกำหนดเกณฑ์โดยภาพรวม (Holistic Score) เป็นการให้คะแนนโดยพิจารณาผลงานของผู้เรียนในภาพรวมว่า มีคุณภาพสอดคล้องกับเกณฑ์ในระดับใดบ้าง และมีคะแนนเดียวสำหรับงานนั้น ซึ่งจะมีคำอธิบายคุณภาพของงานประกอบการให้คะแนนและตัดสินระดับคะแนนต่างๆได้ด้วยการให้คะแนนแบบภาพรวม มีวิธีพิจารณาหลายวิธีได้แก่

วิธีที่1 กำหนดตามระดับความผิดพลาดโดยพิจารณาจากความบกพร่องของคำตอบว่ามีมากน้อยเพียงใด แล้วหักจากคะแนนสูงสุดที่ระดับ ตัวอย่างเช่น เกณฑ์การให้คะแนนผลงานการแก้โจทย์คณิตศาสตร์

วิธีที่2 กำหนดระดับการยอมรับและคำอธิบาย

วิธีที่3 แยกประเด็นพิจารณาออกเป็นประเด็นย่อย และทำเป็นตารางพิจารณาความถูกต้องของแต่ละประเด็น กำหนดระดับของคะแนนตามจำนวนที่ปฏิบัติได้ถูกต้องตามประเด็นเหล่านั้น

2 การกำหนดเกณฑ์แบบแยกองค์ประกอบ (Analytic Score) เป็นการกำหนดเกณฑ์โดยจำแนกสิ่งต่างๆที่ต้องการประเมินออกมาเป็นประเด็นๆ การให้คะแนนจะให้ตามระดับคุณภาพของแต่ละประเด็นที่กำหนดไว้ แล้วนำคะแนนจากการประเมินประเด็นทั้งหมดมารวมกันอีกครั้งหนึ่ง

สสวท (2546ค 142-144) ได้เสนอเกณฑ์การประเมินผลทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ดังตาราง 2

ตาราง 2 เกณฑ์การประเมินผลทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
1 การแก้ปัญหา	3 (ดี)	- ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาได้สำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ และอธิบายขั้นตอนของวิธีการดังกล่าวได้อย่างชัดเจน
	2 (พอใช้)	- มียุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาได้สำเร็จแต่ไม่สามารถอธิบายขั้นตอนของวิธีการดังกล่าว
	1 (ต้องปรับปรุง)	- มีหลักฐานหรือร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหาบางส่วน แต่แก้ปัญหาไม่สำเร็จ
2 การให้เหตุผล	3 (ดี)	- มีการอ้างอิงที่ถูกต้องและเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล
	2 (พอใช้)	- มีการอ้างอิงที่ถูกต้องบางส่วน และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ แต่อาจไม่สมเหตุสมผลในบางกรณี
	1 (ต้องปรับปรุง)	- มีการเสนอแนวคิดที่ไม่สมเหตุสมผลในการตัดสินใจ และไม่ระบุการอ้างอิง
3 การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์	3 (ดี)	- ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง นำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูลประกอบตามลำดับขั้นตอนชัดเจนและมีรายละเอียดสมบูรณ์

ตาราง 2 (ต่อ) เกณฑ์การประเมินผลทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
	2 (พอใช้)	- ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์นำเสนอ โดยใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูล ประกอบตามลำดับขั้นตอนชัดเจนบางส่วนแต่ ขาดรายละเอียดที่สมบูรณ์
	1 (ต้องปรับปรุง)	- ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อย่าง ง่ายๆ ไม่ได้ใช้กราฟ แผนภูมิ หรือตารางและ การนำเสนอข้อมูลไม่ชัดเจน
4 การเชื่อมโยงความรู้ ต่างๆทาง คณิตศาสตร์และ เชื่อมโยง คณิตศาสตร์กับ ศาสตร์อื่นๆ	3 (ดี)	- นำความรู้หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์หรือสาระ อื่นในชีวิตประจำวันเพื่อช่วยในการแก้ปัญหา หรือประยุกต์ใช้ได้อย่างสอดคล้องและเหมาะสม
	2 (พอใช้)	- นำความรู้หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์ได้บางส่วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- นำความรู้หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ ไปเชื่อมโยงไม่เหมาะสม
5 ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์	3 (ดี)	- มีแนวคิดหรือวิธีการแปลกใหม่ที่สามารถนำไป ปฏิบัติได้ถูกต้อง
	2 (พอใช้)	- มีแนวคิดหรือวิธีการแปลกใหม่ แต่ไม่สามารถ นำไปปฏิบัติได้ถูกต้องสมบูรณ์
	1 (ต้องปรับปรุง)	- มีแนวคิดหรือวิธีการไม่แปลกใหม่ และนำไป ปฏิบัติแล้วยังไม่สมบูรณ์

จากที่ได้กล่าวมาทั้งหมดจะเห็นได้ว่าเกณฑ์ในการให้คะแนนนั้นสามารถทำได้ 2 วิธี ซึ่ง สามารถเลือกวิธีใดก็ได้ตามความเหมาะสม ดังนั้นสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยจึงใช้เกณฑ์การให้ คะแนนแบบ Holistic Scoring Rubric โดยให้คะแนนทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แต่ละทักษะ เป็น 5 ระดับ คือ 4 , 3 , 2 , 1 และ 0

สสวท (2546ค 22-27) ได้เสนอเกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ว่า การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ จะต้องสอดคล้องกับการเรียนการสอนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้อย่างเที่ยงตรงและครอบคลุมผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยเน้นการประเมินตามสภาพจริง เพื่อให้สามารถวัดสมรรถภาพของผู้เรียนได้ตามความเป็นจริง ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์จำแนกได้เป็น

1 แบบรวม เป็นเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินผลการปฏิบัติงานหรือความสำเร็จของงานแต่ละชิ้นในภาพรวม ตามสาระสำคัญที่ระบุไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้

2 แบบวิเคราะห์ เป็นเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินผลการปฏิบัติงานหรือผลงานที่แยกประเมินเป็นรายองค์ประกอบย่อย ผลที่ได้จากการประเมินจะมีรายละเอียดที่นำไปใช้ประโยชน์เพื่อวินิจฉัยผู้เรียนและให้ข้อมูลป้อนกลับเกี่ยวกับการบรรลุผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของผู้เรียน

การประเมินผลการปฏิบัติงานหรือผลงานของผู้เรียนแต่ละครั้ง อาจใช้เกณฑ์แบบรวมหรือเกณฑ์แบบวิเคราะห์เพียงแบบใดแบบหนึ่ง หรือใช้ทั้ง 2 แบบก็ได้ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมลักษณะและจุดประสงค์ของงานที่ต้องการประเมิน ตลอดจนเวลาที่ใช้ในการประเมินทั้ง 2 แบบ แล้วได้ผลการประเมินในบางส่วนที่สอดคล้องกัน ผู้ประเมินจะต้องบันทึกคำอธิบายผลการประเมินไว้ด้วย เพื่อชี้แจงให้ผู้เกี่ยวข้องได้รับทราบตามข้อมูลสภาพจริง โดยมีแนวทางการสร้างเกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 3 ขั้นตอนคือ การวางแผน การประเมินและการสรุปผล ซึ่งการแปลผลสรุปผลและรายงานผลการประเมินคะแนน กำหนดเกณฑ์การให้ระดับคุณภาพดังตาราง 3

ตาราง 3 เกณฑ์การให้ระดับคุณภาพ

ค่าร้อยละ	คุณภาพ
80 ขึ้นไป	ดีมาก
60 – 79	ดี
50 – 59	พอใช้
ต่ำกว่า 50	ต้องปรับปรุง

4 คุณภาพของแบบทดสอบ

บุญชม ศรีสะอาด (2535 : 78) ได้กล่าวถึงการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือว่า ในการใช้เครื่องมือรวบรวมข้อมูลในการวิจัย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีคุณค่าดังที่ต้องการ จำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่เป็นมาตรฐาน ซึ่งผ่านกระบวนการสร้างอย่างมีระบบ ซึ่งจะต้องมีคุณภาพประกอบกันหลายประการดังนี้ ทุกข้อต้องมีคุณภาพเข้าเกณฑ์ ในด้านระดับความยาก (เฉพาะข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์อิงกลุ่มและข้อสอบความถนัด) อำนาจจำแนก (กรณีข้อสอบทุกประเภทและกรณีเครื่องมือที่เป็นมาตรฐานประมาณค่าเมื่อต้องการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม) ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (กรณีข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์อิงกลุ่มและอิงเกณฑ์) เมื่อนำทุกข้อที่มีคุณภาพมารวมกันเป็นฉบับ เครื่องมือทั้งฉบับนั้นต้องมีคุณภาพในด้านความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่น

ซึ่งคุณภาพของแบบทดสอบจะต้องมีคุณภาพประกอบกันดังนี้

4.1 ความเที่ยงตรง (Validity)

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543 : 246-265) ได้กล่าวถึงความเที่ยงตรงดังนี้ ความเที่ยงตรง(Validity) เป็นคุณภาพของแบบทดสอบที่หมายถึงแบบทดสอบที่สามารถวัดได้ตรงตามลักษณะหรือจุดประสงค์ที่ต้องการจะวัด ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ความถนัด เจตคติ จริยธรรม บุคลิกภาพ และอื่นๆ แบบทดสอบทุกฉบับจะต้องมีคุณภาพด้านความเที่ยงตรงจึงจะเชื่อได้ว่าเป็นแบบทดสอบที่ดี และผลที่ได้จากการวัดจะถูกต้องตรงตามที่ต้องการ

ความเที่ยงตรงในการวัดจำแนกตามคุณลักษณะหรือจุดประสงค์ที่ต้องการวัดได้ 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ

4.1.1 ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) หมายถึง เครื่องมือที่สามารถวัดได้ตามเนื้อหาที่ต้องการจะวัด และการพิจารณาความเที่ยงตรงชนิดนี้ จะใช้การวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล (rational analysis) ดังนั้นความเที่ยงตรงตามเนื้อหาจึงขึ้นอยู่กับบุคคลที่จะวิเคราะห์ ทำให้ผลที่ได้จึงมักจะไม่ค่อยแน่นอนขนาดความเป็นปรนัย

ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาจำแนกออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

1) ความเที่ยงตรงเชิงเหตุผล (Logical Validity) บางครั้งเรียกว่า ความเที่ยงตรงเชิงการสุ่ม (Sampling Validity) เป็นความเที่ยงตรงที่ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อนั้นวัดได้ตรงตามตารางวิเคราะห์รายละเอียด (Table of Specifications) หรือไม่ ถ้าเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงกลุ่ม ผู้เชี่ยวชาญทางสาขาวิชานั้นจะต้องพิจารณาว่าแบบทดสอบฉบับนั้นมีข้อสอบแต่ละข้อ ตรงตามพฤติกรรมที่จะวัดและจำนวนข้อ สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์รายละเอียดหรือไม่ สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์นั้น ผู้เชี่ยวชาญทางสาขาวิชาจะต้องพิจารณาว่าข้อสอบของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นนั้น วัดได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือไม่ จากนั้นผู้เชี่ยวชาญ

ทางด้านวิชาที่สร้างแบบทดสอบ จะพิจารณาว่าข้อสอบวัดได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือไม่ ถ้าแน่ใจว่า ตรง จะกาเครื่องหมายในช่อง “+1” ถ้าแน่ใจว่า ไม่ตรง จะกาเครื่องหมายในช่อง “-1” และ ถ้าไม่แน่ใจว่า ตรงหรือไม่ จะกาเครื่องหมายในช่อง “0” จากนั้นนำค่าการพิจารณามาคำดัชนี ความสอดคล้อง (Index of Consistency IOC) โดยใช้สูตรของโรวินลลีและแฮมเบลตัน (Rowinelli and Hambleton 1977) ดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง
 $\sum R$ แทน ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ในกรณีที่เป็นแบบทดสอบอิงโดเมน (Domain-Reference Test) ค่า IOC จะคำนวณ จากสูตรของโรวินลลีและแฮมเบลตันเช่นกัน ดังนี้

$$IOC = \frac{(N - 1)S_1 - S_2 + S_1}{2(N - 1)n}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง
 N แทน จำนวนจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมในโดเมนที่จะวัด
 n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ (Subject matter experts)
 S_1 แทน ผลรวมคะแนนของผู้เชี่ยวชาญในจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่จะวัด
 S_2 แทน ผลรวมคะแนนของผู้เชี่ยวชาญในจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมใน โดเมนนั้น

การพิจารณาค่า IOC จะต้องมียุคมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 จึงจะถือว่าวัดได้สอดคล้องกัน

2) ความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Face Validity) เป็นคุณภาพของแบบทดสอบที่พิจารณาว่า ข้อสอบแต่ละข้อวัดได้ตรงตามคุณลักษณะที่นิยามไว้หรือไม่ ซึ่งเป็นความเที่ยงตรงที่เหมาะสมสำหรับ แบบทดสอบวัดความรู้สึก (Affective domain) เช่น การวัดทางด้านบุคลิกภาพ ค่านิยม ฯลฯ ซึ่งแบบทดสอบเหล่านี้ก่อนสร้างแบบทดสอบ จะต้องนิยามสิ่งที่จะวัดให้ชัดเจนก่อน หลังจากนั้นจึงจะ สร้างข้อสอบหรือข้อความให้สอดคล้องกับที่นิยามไว้ แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบข้อสอบหรือข้อความ แต่ละข้อว่าสร้างตรงตามนิยามไว้หรือไม่ ถ้าสร้างได้ตรงตามนิยามไว้ ก็แสดงว่าแบบทดสอบมีความ

เที่ยงตรงเชิงเนื้อหาทางด้านความเที่ยงตรงเชิงพินิจนั่นเอง สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์นั้น จะสร้างข้อสอบให้มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ด้านความเที่ยงตรงเชิงเหตุผลมากกว่าความเที่ยงตรงเชิงพินิจ

4 1 2 ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ (Criterion-Related Validity) หมายถึง คุณภาพของเครื่องมือที่เอาผลการวัด ของแบบทดสอบไปหาความสัมพันธ์กับเกณฑ์ที่ต้องการ เช่น เกณฑ์เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ หรือผลการเรียนในปัจจุบัน เกณฑ์เกี่ยวกับผลการทำงานหลังจากเรียนสำเร็จไปแล้ว เพื่อใช้ในการพยากรณ์ ดังนั้นความเที่ยงตรงประเภทนี้จำแนกออกเป็น 2 ชนิด คือ

1) ความเที่ยงตรงเชิงสภาพ (Concurrent Validity) หมายถึง ความเที่ยงตรงที่เอาผลการวัดของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ไปหาความสัมพันธ์กับเกณฑ์ในสภาพปัจจุบัน การคำนวณหาค่าความเที่ยงตรงเชิงสภาพนั้น จะจำแนกวิธีคำนวณตามชนิดของแบบทดสอบดังนี้

1 1) ความเที่ยงตรงเชิงสภาพของแบบทดสอบอิงกลุ่ม เป็นการหาความเที่ยงตรงเชิงสภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ที่ใช้ในการสอบนักเรียนเพื่อประเมินผลรวม (Summative evaluation) เมื่อนักเรียนเรียนจบวิชานั้นแล้วมีความรู้ในระดับใดของคะแนน หรือมีความรู้เก่งกว่าคนอื่นมากน้อยเพียงใด ดังนั้นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงกลุ่มนี้ เมื่อจะคำนวณหาความเที่ยงตรงเชิงสภาพ จะต้องนำแบบทดสอบฉบับที่จะหาความเที่ยงตรง ไปทำการทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำผลการสอบคำนวณหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) กับคะแนนความรู้หรือเกรดเฉลี่ย (G P A) ของวิชานั้นซึ่งถือว่าเป็นคะแนนเกณฑ์(Criteria) ของนักเรียนที่สอบแบบทดสอบฉบับนั้น โดยใช้สูตรคำนวณดังนี้

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

เมื่อ r_{XY} แทน ค่าความเที่ยงตรงเชิงสภาพ

N แทน จำนวนนักเรียนที่ทำแบบทดสอบ

$\sum X$ แทน ผลรวมคะแนนของแบบทดสอบที่หาความเที่ยงตรงเชิงสภาพ

$\sum Y$ แทน ผลรวมคะแนนความรู้ของนักเรียนในขณะนั้นหรือคะแนนเกณฑ์

$\sum X^2$ แทน ผลรวมคะแนนของแบบทดสอบของนักเรียนแต่ละคนยกกำลังสอง

$\sum Y^2$ แทน ผลรวมคะแนนเกณฑ์ของนักเรียนแต่ละคนยกกำลังสอง

$\sum XY$ แทน ผลรวมของผลคูณระหว่างคะแนนแบบทดสอบกับคะแนนเกณฑ์

ค่าความเที่ยงตรงที่คำนวณได้จะต้องมีค่าใกล้ +1 จึงจะดี

1 2) ความเที่ยงตรงเชิงสภาพของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ เป็นการหาความเที่ยงตรงเชิงสภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ใช้ในการทดสอบนักเรียน เพื่อประเมินผลย่อย (Formative evaluation) ซึ่งความเที่ยงตรงเชิงสภาพของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ หมายถึง แบบทดสอบที่สามารถวัดความรู้ (Master) และไม่รู้ (Nonmaster) ของนักเรียนในการทดสอบ (Test status) ในแต่ละจุดประสงค์ว่าตรงกับสถานภาพความรู้จริง (Know status) หรือไม่ ถ้าตรงกับสภาพความรู้จริง ก็แสดงว่ามีความเที่ยงตรงสูง ซึ่งคำนวณจากค่า " ϕ " ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1 คือค่า ϕ มีค่าใกล้ +1 แสดงว่ามีความเที่ยงตรงสูง และค่า ϕ มีค่าใกล้ 0 หรือ -1 แสดงว่ามีความเที่ยงตรงต่ำหรือไม่เที่ยงตรง แบบทดสอบจุดประสงค์ทั่วไป ควรมีค่าความเที่ยงตรงมากกว่า 0.50 ถ้ามีค่าต่ำกว่า 0.50 แสดงว่าเป็นแบบทดสอบที่ขาดความเที่ยงตรงเชิงสภาพ

ตาราง 4 รูปแบบการหาค่าความเที่ยงตรงเชิงสภาพของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

สถานภาพการสอบ (Test status)				
สถานภาพ ความรู้จริง (Known status)		ไม่รู้	รู้	รวม
	รู้	B	A	A + B
	ไม่รู้	D	C	C + D
	รวม	B + D	A + C	

จากผลสรุปในตารางนำตัวเลขมาคำนวณด้วยสูตรความเที่ยงตรงเชิงสภาพของแบบทดสอบดังนี้

$$\phi = \frac{(AD) - (BC)}{\sqrt{(A+B)(C+D)(B+D)(A+C)}}$$

แบบทดสอบวัดจุดประสงค์ที่สำคัญ ควรมีค่าความเที่ยงตรงมากกว่า 0.75 ส่วนแบบทดสอบวัดจุดประสงค์ทั่วไป ควรมีค่าความเที่ยงตรงมากกว่า 0.50 ถ้ามีค่าต่ำกว่า 0.50 แสดงว่าเป็นแบบทดสอบที่ขาดความเที่ยงตรงเชิงสภาพ

2) ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive Validity) หมายถึง ความเที่ยงตรงที่ได้มาจากการวัดผลของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปคำนวณหาความสัมพันธ์กับเกณฑ์ในอนาคต เพื่อที่จะ

เอาผลการสอบไปพยากรณ์ผลความสำเร็จในอนาคต และการคำนวณความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์นี้จะคำนวณตามชนิดของแบบทดสอบดังนี้

2 1) ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ของแบบทดสอบอิงกลุ่ม การหาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอิงกลุ่ม เป็นการหาโดยเอาคะแนนของแบบทดสอบไปหาความสัมพันธ์กับผลงานที่สำเร็จไปแล้ว เช่นคะแนนเกรดเฉลี่ย (G P A) ที่จบการศึกษาไปแล้ว ผลการปฏิบัติงานเมื่อจบการศึกษาไปแล้ว ฯลฯ แบบทดสอบที่จะหาความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์จะต้องทดสอบ ก่อนที่กลุ่มตัวอย่างจะเรียนสำเร็จ เช่น แบบทดสอบที่ใช้ในการสอบคัดเลือก เมื่อสอบกับกลุ่มตัวอย่างนี้แล้วจะต้องรอให้กลุ่มตัวอย่างนี้เรียนจบไปก่อน หรือสำเร็จไปทำงานแล้ว จึงเอาเกรดเฉลี่ยหรือผลการปฏิบัติงานมาหาความสัมพันธ์กับคะแนนสอบคัดเลือก ถ้าความสัมพันธ์มีค่าสูง แสดงว่ามีความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ จึงสามารถนำแบบทดสอบไปสอบคัดเลือกได้ หรือนำไปใช้เพื่อพยากรณ์ผลความสำเร็จในการเรียน หรือพยากรณ์ผลความสำเร็จในการทำงาน การหาความเที่ยงตรงชนิดนี้คำนวณจากสูตร r_{xy} เช่นเดียวกับค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบเชิงสภาพของแบบทดสอบอิงกลุ่ม โดยที่ X คือคะแนนของแบบทดสอบที่ต้องการหาความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ และ Y เป็นคะแนนที่เป็นผลงานหลังจากสำเร็จไปแล้ว เป็นต้น

2 2) ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ การหาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ก็มีความหมายเช่นเดียวกับแบบทดสอบอิงกลุ่ม ต่างกันแต่วิธีการคำนวณหาค่าความเที่ยงตรง ซึ่งจะคำนวณในลักษณะหาค่าความสอดคล้องของความรอบรู้กับไม่รอบรู้ของผลการสอบแบบทดสอบที่จะหาความเที่ยงตรงกับสถานการณ์ในอนาคต (Future status) โดยใช้สูตรฟี (Phi ϕ) ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 5 รูปแบบการหาค่าความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

สถานการณ์การสอบ (Test status)				
สถานการณ์ ความจริง (Known status)		ไม่รอบรู้	รอบรู้	รวม
	รอบรู้	B	A	A + B
	ไม่รอบรู้	D	C	C + D
	รวม	B + D	A + C	

จากตารางคำนวณค่า ϕ

$$\phi = \frac{(AD) - (BC)}{(A+B)(C+D)(B+D)(A+C)}$$

ค่า ϕ ที่ได้จากตารางดังกล่าวจะเป็นความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ซึ่งแปลความหมายเช่นเดียวกับ ϕ ที่คำนวณจากความเที่ยงตรงเชิงสภาพของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

4 1 3 ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) หมายถึง คุณภาพของแบบทดสอบที่สามารถวัดได้ตรงตามลักษณะหรือตามทฤษฎีต่างๆของโครงสร้างนั้น หรือวัดได้ครอบคลุมตามลักษณะของโครงสร้างของแบบทดสอบมาตรฐาน การคำนวณค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ทั้งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์อิงกลุ่ม หรืออิงเกณฑ์ มีวิธีการคำนวณเหมือนกันดังนี้

1) คำนวณจากค่าความสัมพันธ์ เป็นคำนวณความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ของแบบทดสอบที่ต้องการหาความเที่ยงตรง โดยเอาคะแนนที่ได้จากการทดสอบกับ คะแนนที่ได้จากการทดสอบแบบทดสอบมาตรฐานที่วัดลักษณะเดียวกัน ไปคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากสูตร

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

จากสูตร ค่า X จะเป็นคะแนนของแบบทดสอบที่ต้องการหาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ส่วน Y เป็นคะแนนที่ได้จากการสอบของแบบทดสอบมาตรฐานที่วัดลักษณะเดียวกัน นอกจากนี้ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างที่คำนวณจากค่าสหสัมพันธ์ยังหาโดยคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบทดสอบแต่ละส่วน (Parts) หรือแต่ละจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับคะแนนรวมของแบบทดสอบ แล้วคำนวณค่าเฉลี่ยจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในแต่ละส่วน กับคะแนนรวม เป็นค่าความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง

2) วิธีคำนวณจากหลายลักษณะหลายวิธี (The Multitrait-Multimethod Matrix) เป็นวิธีหาค่าความเที่ยงแบบตรงหลายลักษณะหลายวิธี (Multitrait-Multimethod validity) ซึ่งแคมป์เบลและฟิสค์ (Campbell and Fiske 1959) ได้กล่าวถึงการวัดความเที่ยงแบบตรงหลายลักษณะหลายวิธีนี้ว่า เป็นการหาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบที่ประกอบด้วยลักษณะที่วัด มีสองลักษณะหรือมากกว่าสองลักษณะ และมีวิธีวัดสองวิธี หรือมากกว่าสองวิธีแล้วคำนวณหาความเที่ยงตรงสองลักษณะดังนี้

2 1) ความเที่ยงตรงเชิงเหมือน (Convergent validity) เป็นความเที่ยงตรงที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างผลการวัดลักษณะเดียวกัน หรือวิธีวัดเดียวกันซึ่งก็คือความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่สอบซ้ำกัน(Reliability of test-retest) และวัดลักษณะเดียวกันแต่ต่างวิธีวัด จะมีความสัมพันธ์กันมีค่าสูง

2 2) ความเที่ยงตรงเชิงจำแนก (Discriminant validity) เป็นความเที่ยงตรงที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างผลการวัด ที่ต่างลักษณะกัน จะใช้วิธีวัดเดียวกันหรือต่างวิธีกันก็ตาม จะมีค่าความสัมพันธ์กันต่ำ หรือมีค่าต่ำกว่าความเที่ยงตรงเชิงเหมือน

3) วิธีคำนวณจากการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) เป็นวิธีที่จะต้องคำนวณหาค่าสหสัมพันธ์ภายใน (Intercorrelation) ของข้อสอบแต่ละข้อหรือแบบทดสอบย่อย (Subtest) แต่ละฉบับ จากนั้นจึงหาค่าน้ำหนักขององค์ประกอบ (Factor loading) เพื่อพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อหรือแบบทดสอบย่อยแต่ละฉบับนั้นวัดองค์ประกอบเดียวกันหรือไม่ ถ้าผลปรากฏว่าเมื่อคำนวณน้ำหนักค่าองค์ประกอบ แล้วปรากฏว่ามีหนึ่งองค์ประกอบ แสดงว่าแบบทดสอบฉบับนั้นมีความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง

4) วิธีคำนวณจากกลุ่มที่รู้จักอยู่แล้ว (Known-group technique) เป็นวิธีที่เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มที่รู้ว่ามีลักษณะที่ต้องการวัด กับกลุ่มที่รู้ว่าไม่มีลักษณะที่ต้องการวัด เช่น ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบคณิตศาสตร์ ทำได้โดยนำแบบทดสอบคณิตศาสตร์ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่เรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ (กลุ่มที่รู้ทางคณิตศาสตร์) กับกลุ่มที่เรียนวิชาเอกภาษาไทย (กลุ่มที่ไม่รู้หรือรู้น้อยทางคณิตศาสตร์) แล้วคำนวณคะแนนเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่ม มาทดสอบนัยสำคัญทางสถิติโดยใช้สูตรดังนี้

$$t = \frac{\bar{X}_H - \bar{X}_N}{\sqrt{\frac{S_H^2}{n_H} + \frac{S_N^2}{n_N}}}$$

$$df = n_H + n_N - 2$$

เมื่อ	$\bar{X}_H$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่มี (Have H) สิ่งที่ต้องการวัด (กลุ่มคณิตศาสตร์)
	$\bar{X}_N$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ไม่มี (Non N) สิ่งที่ต้องการวัด (กลุ่มภาษาไทย)
	S_H^2	แทน	ความแปรปรวนของกลุ่มที่มีสิ่งที่ต้องการวัด
	S_N^2	แทน	ความแปรปรวนของกลุ่มที่ไม่มีสิ่งที่ต้องการวัด
	n_H	แทน	จำนวนคนในกลุ่มที่มีสิ่งที่ต้องการวัด
	n_N	แทน	จำนวนคนในกลุ่มที่ไม่มีสิ่งที่ต้องการวัด

จากสูตรคำนวณค่า t แล้วนำไปเทียบกับ t_α (t เปิดจากตารางการแจกแจง t ที่ระดับ α) ถ้า t ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ t_α แล้ว แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่มีสิ่งที่ต้องการวัดมีความมากกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มไม่มีสิ่งที่ต้องการวัด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ α ที่กำหนดไว้ ดังเช่นกำหนดที่ $\alpha = 0.5$ หรือ $\alpha = 0.1$ แสดงว่าแบบทดสอบฉบับนี้มีความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง

โดยทั่วไปแล้วความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ไม่นิยมที่จะหาจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เพราะแบบทดสอบชนิดนี้มีเนื้อหาและพฤติกรรมที่จะวัดที่ชัดเจนอยู่แล้ว ส่วนแบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน หรือแบบทดสอบวัดบุคลิกภาพ จริยธรรม ฯลฯ เป็นต้น เป็นแบบทดสอบที่ไม่มีเนื้อหาและพฤติกรรมที่ชัดเจน จึงเหมาะที่จะหาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างซึ่งใช้วิธีดังกล่าวข้างต้นนั่นเอง ดังนั้นความเที่ยงตรงของแบบทดสอบสำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ วัดสิ่งที่ต้องการวัดตามจุดมุ่งหมาย จึงให้การตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจสอบ

4.2 ค่าความยากง่าย (Easiness index)

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2543 : 196 - 185) ได้กล่าวถึงการหาค่าความยากของแบบทดสอบอิงกลุ่มว่า จะมีการวิเคราะห์หาดัชนีค่าความยากหรือดัชนีค่าความง่ายของข้อสอบได้ 2 วิธี ดังนี้

วิธีที่ 1 คำนวณจากดัชนีค่าความยาก (Difficulty index) เป็นค่าที่แสดงคุณสมบัติของแบบทดสอบว่ามีนักเรียนทำผิดกี่คนในจำนวนของนักเรียนที่ทำข้อสอบนั้นทั้งหมด ถ้ามีจำนวนนักเรียนทำผิดมาก ก็จะมีดัชนีค่าความยากสูง ซึ่งแปลว่าเป็นข้อสอบที่ยากมาก แต่ถ้ามีจำนวนนักเรียนทำผิดน้อย ก็จะมีดัชนีค่าความยากต่ำ ซึ่งแปลว่าเป็นแบบสอบที่มีความยากต่ำ หรือเป็นแบบทดสอบที่ง่ายนั่นเอง ซึ่งเป็นค่าดัชนีที่คำนวณจากสัดส่วนของนักเรียนที่ทำข้อนั้นผิดโดยคำนวณจากสูตรดังนี้

$$P_o = \frac{N_w}{N_t}$$

เมื่อ P_o แทน ดัชนีค่าความยาก
 N_w แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นผิด
 N_t แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ทำข้อสอบข้อนั้น

วิธีที่ 2 คำนวณจากดัชนีค่าความง่ายของแบบทดสอบ (Easiness index) เป็นค่าที่แสดงคุณสมบัติของข้อสอบว่า มีนักเรียนทำถูกกี่คนในจำนวนนักเรียนที่ทำถูกข้อนั้นทั้งหมด ถ้ามีนักเรียนที่ทำถูกมาก ก็จะมีดัชนีค่าความง่ายสูง ซึ่งแปลว่าแบบทดสอบง่ายมาก แต่ถ้ามีจำนวนนักเรียนที่ทำ

แบบทดสอบถูกจำนวนน้อย จะมีค่าดัชนีน้อย ซึ่งแปลว่าเป็นข้อสอบที่ง่ายน้อย หรือเป็นข้อสอบที่ยากมากนั่นเอง เป็นค่าดัชนีที่คำนวณจากสูตรดังนี้

$$P_E = \frac{N_r}{N_t}$$

เมื่อ P_E แทน ดัชนีค่าความง่าย
 N_r แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูก
 N_t แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ทำข้อสอบข้อนั้น

ในการคำนวณค่าความยากโดยทั่วไปมักจะใช้ความหมายดัชนีค่า P_E ยังไม่ปรากฏว่าใช้ในความหมายของ P_0 ดังเช่น ความหมายของค่า p ที่คำนวณหาในปัจจุบันไม่ว่าจะเปิดตาราง Chung-The-Fan หรือคำนวณจากสูตรอย่างง่ายก็ตาม ค่า p จะอยู่ในความหมายของ P_E กล่าวคือ ยิ่งมีค่า P_E สูง แปลว่าง่าย และ P_E มีค่าต่ำ แปลว่ายาก นั่นเอง และการแปลความหมายค่า P_E และ p จะแปลผลดังตาราง 6

ตาราง 6 การแปลความหมายของค่าความง่าย (P_E) ของข้อสอบ

ดัชนีค่า (P_E)	ความหมาย
มากกว่า 0.80	ง่ายมาก (ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)
0.60 – 0.80	ค่อนข้างง่าย
0.40 – 0.59	ปานกลาง
0.20 – 0.39	ค่อนข้างยาก
ต่ำกว่า 0.20	ยากมาก (ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)

ส่วนการหาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2543: 196-197) ได้กล่าวถึงค่าความยากง่ายของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ว่า จะพิจารณาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบอิงเกณฑ์แตกต่างจากแบบทดสอบอิงกลุ่ม โดยที่ในแบบทดสอบอิงเกณฑ์แต่ละข้อจะต้องมีค่าความยากง่ายน้อยกว่า 0.40 ก่อนที่นักเรียนจะได้รับการสอน และเมื่อนักเรียนได้รับการสอนแล้ว ข้อสอบแต่ละข้อจะต้องมีค่าความยากง่าย มากกว่า 0.75 ทั้งนี้เป็นเพราะว่าการวิเคราะห์ข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ไม่ได้เน้นที่จะนำค่าความยากง่ายเพื่อมาเลือกข้อสอบ แต่เน้นที่คุณภาพในการ

สอนของครู กล่าวคือ ถ้าครูยังไม่ได้สอนเนื้อหา นั้น ข้อสอบควรจะยากคือ มีค่า p ต่ำกว่า 0.40 แต่ถ้าครูทำการสอนแล้วและครูสอนดี นักเรียนควรจะเรียนรู้ในเนื้อหา นั้น ก็ควรจะทำข้อสอบนั้นได้ ซึ่งข้อสอบควรจะยากคือมีค่ามากกว่า 0.75 ส่วนการคำนวณค่าความยากง่ายนั้น จะคำนวณจากสูตร เช่นเดียวกับข้อสอบอิงกลุ่ม โดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ P แทน ดัชนีค่าความยากง่าย (ดัชนีค่าความง่าย)

R แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูก

N แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบทั้งหมด

ดัชนีค่าความยากง่ายของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ก็คือดัชนีค่าความง่าย P_e ของแบบทดสอบอิงกลุ่มนั่นเอง

สำหรับในงานวิจัยครั้งนี้ได้ใช้การหาค่าความยากรายข้อ จิตรศิริ ปิยพิมลสิทธิ์(2544 :205) ได้กล่าวว่า สามารถทำการวิเคราะห์ได้โดยคำนวณจากสูตรของวิทนีย์ และ ซาเบอร์ (Whitney ,D R and Sabers, D L ,1970) ใช้เทคนิค 25% ในการแบ่งกลุ่มสูงกลุ่มต่ำมีสูตรในการคำนวณดังนี้

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

เมื่อ P แทน ค่าความยาก

S_H แทน ผลรวมของคะแนนในกลุ่มสูง

S_L แทน ผลรวมของคะแนนในกลุ่มต่ำ

N แทน จำนวนผู้สอบในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

$X_{\max}$ แทน คะแนนสูงสุดในข้อนั้น

$X_{\min}$ แทน คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

ซึ่งเกณฑ์ในการพิจารณา คือ ข้อสอบที่มีคุณภาพจะมีค่าความยากระหว่าง 20 ถึง 80

4.3 ค่าอำนาจจำแนก (Discriminant index)

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2543 : 185-191) ได้ให้ความหมายของดัชนีค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอิงกลุ่มว่า หมายถึงดัชนีที่บ่งบอกถึงว่าข้อสอบข้อนั้นสามารถจำแนกนักเรียนออกเป็นสองกลุ่มคือ กลุ่มที่ได้คะแนนสูงหรือกลุ่มเก่ง กับกลุ่มที่ได้คะแนนต่ำหรือกลุ่มอ่อน ค่าอำนาจจำแนกนี้จะมีความหมายในรูปค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ซึ่งมีค่าระหว่าง -1 ถึง +1 โดยทั่วไปแล้วข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกใช้ได้จะมี ค่ามากหรือเท่ากับ 0.20 และถ้าข้อสอบข้อนั้นมีค่าอำนาจจำแนกใกล้ +1 ก็แสดงว่าข้อสอบนั้นสามารถจำแนกคนเก่งและคนอ่อนได้ถูกต้องสูงมาก แต่ถ้าข้อใดมีค่าอำนาจจำแนกเป็นลบหรือใกล้ 0 แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นจำแนกคนเก่งคนอ่อนไม่ได้ดี สำหรับความหมายของค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบอิงเกณฑ์นั้น จะเป็นค่าอำนาจจำแนกระหว่างกลุ่มที่ยังไม่ได้รับการเรียนรู้หรือกลุ่มที่ยังไม่รู้ (Nonmaster) กับกลุ่มที่ได้รับการเรียนรู้แล้ว (Master) ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบอิงเกณฑ์ก็เช่นเดียวกับข้อสอบอิงกลุ่มคือ มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1 ในแนวความคิดของข้อสอบอิงเกณฑ์ไม่เน้นค่าอำนาจจำแนก เนื่องจากแบบทดสอบอิงเกณฑ์จะใช้ในการวัดผลในการเรียนการสอนอย่างมีระบบ (Systematic instruction)

สำหรับในงานวิจัยครั้งนี้ได้ใช้การหาค่าอำนาจจำแนกโดยใช้สูตร D R Whitney and D L Sabers (ล้วน สายยศและ อังคณา สายยศ 2543 : 201) ใช้เทคนิค 27% ในการแบ่งกลุ่มสูงกลุ่มต่ำ

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

เมื่อ	D	แทน	อำนาจจำแนก
	S_U	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน
	$X_{\max}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	$X_{\min}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

4.4 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability)

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2543 : 209 – 244) ได้กล่าวถึงความเชื่อมั่นของแบบทดสอบว่า ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบหมายถึง ความคงที่ของคะแนนที่ได้จากการทดสอบนักเรียนคนเดียวกันหลายๆครั้งในแบบทดสอบชุดเดิม ปราศจากความคลาดเคลื่อน ซึ่งค่าความเชื่อมั่น

จะมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1 และจะพิจารณาค่าที่เป็นบวกเท่านั้น ซึ่งควรมีค่ามากกว่า 0.70 จึงจะเป็นแบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่นได้ การคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นจะคำนวณในรูปของการประมาณค่าหาในรูปของค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น มักใช้สัญลักษณ์ว่า r_{tt} , r_{xx} , หรือ r_{cc} โดยทั่วไปแล้วความเชื่อมั่นแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงกลุ่ม (Reliability of norm-referenced test) กับความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงกลุ่ม (Reliability of criterion-referenced test) และในแต่ละประเภทของการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นนั้นจะมีสูตรที่ใช้ในการประมาณค่าความเชื่อมั่นอยู่หลายสูตรด้วยกัน ซึ่งมีวิธีการคำนวณจำแนกออกตามลักษณะของแบบทดสอบอิงกลุ่มแลอิงเกณฑ์ ดังนี้

4.4.1 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงกลุ่มมีวิธีการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์อยู่ 3 วิธี ดังนี้

1) ความเชื่อมั่นแบบความคงที่ของคะแนน (Stability reliability) เป็นการประมาณค่าความเชื่อมั่นโดยพิจารณาจากคะแนนที่ได้จากการทดสอบ 2 ครั้งในเครื่องมือวัดชุดเดียวกันว่ายังคงมีค่าเท่ากันหรือไม่ถ้ามีค่าเหมือนเดิมแสดงว่ามีความคงที่ของคะแนน วิธีนี้เป็นวิธีการทดสอบซ้ำ (Test-retest method) วิธีการความเชื่อมั่นแบบนี้มีจุดอ่อนตรงช่วงเวลาของการทดสอบซ้ำ กล่าวคือถ้าการทดสอบครั้งแรกกับครั้งที่สองเว้นช่วงการทดสอบนานไป ผลของการสอบครั้งที่สองอาจจะมีผลจากนักเรียนได้รับการฝึกในเรื่องที่ทดสอบมากขึ้นหรือนักเรียนอาจจะลืมเนื้อหานั้นไปทำให้การประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบต่ำเกินไป แต่ถ้าการทดสอบครั้งแรกกับการทดสอบครั้งที่สองเว้นช่วงการทดสอบเร็วไป นักเรียนอาจจะจำข้อสอบได้ ทำให้การประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบสูงเกินไป ผลของการเปลี่ยนแปลงค่าความเชื่อมั่นนี้ เรียกว่าเกิด carry-over effect

วิธีการประมาณค่าความเชื่อมั่นแบบสอบซ้ำนี้จะคำนวณหาค่าโดยหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการสอบสองครั้งโดยใช้สูตรคำนวณหาความสัมพันธ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson product-moment coefficient correlation) โดยใช้สูตร

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

เมื่อ r_{tt} แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

N แทน จำนวนนักเรียนที่เข้าสอบ

$\sum X$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนของการสอบครั้งแรก

$\sum Y$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนของการสอบครั้งที่สอง

$\sum X^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสองของการสอบครั้งแรก

ΣY^2 แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสองของ
การสอบครั้งที่สอง

ΣXY แทน ผลรวมทั้งหมดของผลคูณระหว่างคะแนนแบบทดสอบ
ครั้งแรกกับครั้งที่สอง

2) ความเชื่อมั่นโดยใช้แบบทดสอบที่เหมือนกันสองฉบับ (Equivalent-form reliability) เป็นการประมาณค่าความเชื่อมั่นโดยใช้แบบทดสอบที่มีลักษณะการวัดสิ่งเดียวกัน แล้วนำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบทั้งสองฉบับที่คู่ขนานกันนี้ ไปคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดยใช้สูตรของเพียร์สัน เช่นเดียวกับการหาค่าความเชื่อมั่นแบบความคงที่ของคะแนน การหาค่าความเชื่อมั่นแบบนี้มีปัญหาดตรงสร้างเครื่องมือวัดให้คู่ขนานกัน การที่แบบทดสอบจะเป็นคู่ขนานกันนั้น นอกจากแบบทดสอบทั้งสองฉบับนั้นจะวัดในเนื้อหาเดียวกันแล้ว ยังต้องมีคะแนนเฉลี่ย ความแปรปรวน และค่าสถิติอื่นๆ เท่ากันด้วย ดังนั้นจึงเป็นเรื่องค่อนข้างยากที่จะสร้างเครื่องมือวัดให้คู่ขนานกันได้

3) ความเชื่อมั่นโดยใช้ความสอดคล้องภายใน (Internal consistency reliability) เป็นการหาความเชื่อมั่นโดยใช้การทดสอบฉบับเดียว ทำการทดสอบเพียงครั้งเดียว ซึ่งมีวิธีการประมาณค่าความเชื่อมั่นดังนี้

วิธีที่ 1 วิธีแบ่งครึ่งแบบทดสอบ (Split-half method) วิธีนี้จะแบ่งแบบทดสอบออกเป็นสองส่วนมีลักษณะเป็นคู่ขนานกัน ดังนั้นจึงนิยมแบ่งเป็นฉบับข้อคู่กับฉบับข้อคี่ แล้วนำมาหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง คะแนนข้อคู่กับคะแนนข้อคี่ โดยใช้สูตรของเพียร์สัน

(Pearson Product-moment coefficient correlation) จะได้ค่าความเชื่อมั่นเพียงครึ่งฉบับจากนั้นจึงนำไปหาค่าความเชื่อมั่นของทั้งฉบับโดยใช้สูตรขยายของสเปียร์แมนบราวน์

(Spearman-Brown formula) ดังนี้

$$r_{tt} = \frac{2r_{\frac{1}{2}}}{1 + r_{\frac{1}{2}}}$$

เมื่อ r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งสองฉบับ

$r_{\frac{1}{2}}$ แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบครึ่งฉบับ

วิธีที่ 2 วิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson procedure) ในปี ค.ศ. 1937 คูเดอร์และริชาร์ดสันได้พัฒนาสูตรที่หาความเชื่อมั่นให้ง่ายเข้า โดยที่เครื่องมือที่จะหาความเชื่อมั่นโดยวิธีนี้ จะต้องมีลักษณะที่วัดองค์ประกอบร่วมกัน และคะแนนแต่ละข้อต้องอยู่ในลักษณะที่ทำถูกต้อง 1 คะแนน ทำผิดได้ 0 คะแนนเท่านั้น ถ้าตรวจให้คะแนนนอกเหนือจากนี้จะใช้วิธีการนี้หาค่าความเชื่อมั่นไม่ได้และวิธีนี้จะมีสูตรที่ใช้หาความเชื่อมั่น คือ สูตร KR 20 ดังนี้

สูตร KR 20

$$r_{ii} = \frac{k}{n-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{\sigma^2} \right)$$

เมื่อ	k	แทน	จำนวนข้อสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของคนที่ทำข้อนั้นได้
	q	แทน	สัดส่วนของคนที่ไม่ทำข้อนั้นผิด
	σ^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบ

$$\text{หาได้จาก } \sigma^2 = \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N^2}$$

วิธีที่ 3 วิธีของครอนบัค (Cronbach alpha procedure) ครอนบัคได้พัฒนาสูตรหาความเชื่อมั่นในรูปสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ในปี ค.ศ. 1951 โดยพัฒนามาจากสูตร KR 20 ทั้งนี้เป็นเพราะจะได้ใช้หาค่าความเชื่อมั่นกับเครื่องมือที่ไม่ได้ตรวจให้คะแนนเป็น 1 กับ 0 จะตรวจให้คะแนนลักษณะใดก็ได้ สูตรที่ใช้คือ

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

เมื่อ	α	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	k	แทน	จำนวนข้อสอบ
	σ_i^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อหาได้จากสูตร $\frac{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}{N^2}$
โดยที่	$\sum x_i$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนในข้อที่ i
	$\sum x_i^2$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละคน ยกกำลังสอง ในข้อที่ i
	N	แทน	จำนวนคนเข้าสอบ
	σ^2	แทน	คะแนนแปรปรวนของทั้งฉบับคำนวณจาก

$$\text{สูตร} \quad \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N^2}$$

โดยที่ $\sum x$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนของข้อสอบ
ทั้งหมด
 $\sum x^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละคน
ยกกำลังสอง

วิธีที่ 4 วิธีของฮอยท์ (Hoyt's ANOVA procedure) การหาค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีนี้เหมาะสำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ประเภทตรวจให้คะแนนต่างกัน ในแต่ละข้อ เช่นเดียวกับการหาความเชื่อมั่นแบบสัมประสิทธิ์แอลฟา แต่วิธีการคำนวณแบบฮอยท์นี้ใช้หลักสถิติของการวิเคราะห์ความแปรปรวนคือใช้สูตรว่า

$$r_{tt} = 1 - \frac{MS_E}{MS_P}$$

เมื่อ MS_E แทน คะแนนความแปรปรวนของความ
คลาดเคลื่อน (Error)
 MS_P แทน คะแนนความแปรปรวนระหว่างคน
(Between people)

การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ดังที่กล่าวมาแล้ว จะเห็นว่าสามารถคำนวณหาได้หลายวิธี แต่มีลักษณะการใช้ที่แตกต่างกัน แบบทดสอบที่กำหนดเวลาในการสอบ (Speed test) ควรใช้วิธีหาความเชื่อมั่นแบบความคงที่ของคะแนน คือใช้วิธีสอบซ้ำ (Test-retest) กับความเชื่อมั่นที่ใช้แบบทดสอบเหมือนกันสองฉบับ หรือแบบทดสอบคู่ขนาน (Equivalent-form or parallel-form) สำหรับการหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้วิธีความสอดคล้องภายใน (Internal consistency) นั้นเหมาะสำหรับแบบทดสอบที่มีการสอบเพียงครั้งเดียว และเป็นแบบทดสอบที่วัดในสิ่งเดียวกันหรือแบบทดสอบที่เป็นเอกพันธ์กัน

4) ความเชื่อมั่นที่มีผู้ให้คะแนนมากกว่า 1 คน เป็นการหาความเชื่อมั่นที่ใช้แบบทดสอบฉบับเดียวทำการทดสอบเพียงครั้งเดียว และมีผู้ตรวจให้คะแนนมากกว่า 1 คน ซึ่งหาในรูปของสัมประสิทธิ์สรุปการอ้างอิง (Generalizability Coefficient ρ^2) ที่ครอนบัค เกลเซอร์และราชารัตนัม (Cronbach, Gleser and Rajaratnam, 1963) และเบรนแนน (Brennan) ได้เสนอสูตรในการคำนวณดังนี้

$$\rho^2 = \frac{\sigma_p^2}{\sigma_p^2 + \sigma_i^2 + \sigma_e^2}$$

เมื่อ	ρ^2	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นหรือสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง
	σ_p^2	แทน	การประมาณค่าคะแนนความแปรปรวนของผู้สอบซึ่งคำนวณจาก $\frac{MS_p - MS_r}{n_i}$
	σ_e^2	แทน	การประมาณค่าคะแนนความคลาดเคลื่อนความแปรปรวนซึ่งคำนวณจากค่า MS_r
	σ_i^2	แทน	การประมาณค่าคะแนนความแปรปรวนของผู้ให้คะแนนซึ่งมีค่าเท่ากับ $\frac{MS_i - MS_r}{n_p}$
	MS_p	แทน	ความแปรปรวนของผู้สอบที่คำนวณจากการวิเคราะห์ความแปรปรวน
	MS_r	แทน	ความคลาดเคลื่อนของความแปรปรวนที่คำนวณจากการวิเคราะห์ความแปรปรวน
	MS_i	แทน	ความแปรปรวนของผู้ให้คะแนน
	n_i	แทน	จำนวนของผู้ประเมินคะแนน
	n_p	แทน	จำนวนของผู้สอบ

5) ความเชื่อมั่นของคะแนนผลต่างของแบบทดสอบ คะแนนผลต่าง

(Difference score $D = x - y$) มีความหมายเป็น 3 ลักษณะคือ

- 5 1) คะแนนผลต่างระหว่างนักเรียน 2 คน ที่สอบแบบทดสอบฉบับเดียวกัน
- 5 2) คะแนนผลต่างระหว่างคะแนนของแบบทดสอบ 2 ฉบับที่สอบกับนักเรียนคนเดียว
- 5 3) คะแนนผลต่างของการสอบ 2 ครั้ง ในแบบทดสอบฉบับเดียวกันของนักเรียนคนเดียว (Pretest-Posttest)

ความเชื่อมั่นของคะแนนผลต่าง ซึ่งมีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$r_D = \frac{\frac{r_{XY} + r_{YY}}{2} r_{XY}}{1 - r_{XY}}$$

เมื่อ r_D แทน ความเชื่อมั่นของคะแนนผลต่างของ X และ Y
 r_{XY} แทน ความเชื่อมั่นของคะแนน X
 r_{YY} แทน ความเชื่อมั่นของคะแนน Y
 r_{XY} แทน สหสัมพันธ์ระหว่าง X กับ Y

6) ความเชื่อมั่นจากการแบ่งส่วนย่อยของแบบทดสอบ ในบางครั้งของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นจะแบ่งออกเป็นส่วนย่อยๆ แต่ละส่วนย่อยๆ (Parts) นั้น มีจำนวนข้อสอบไม่เท่ากัน หรือจำนวนข้อสอบเท่ากันแต่มีการกระจายคะแนนไม่เท่ากัน และส่วนย่อยๆ นั้นวัดเนื้อหาเดียวกัน การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่เหมาะสม ควรจะหาในรูปแบบของคอนเจนเนอริก (congeneric form) คือมีข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption) ว่าส่วนย่อยแต่ละส่วนนั้นมีคะแนนจริง (True score) สัมพันธ์กันในเชิงเส้นตรงและการหาความเชื่อมั่นประเภทนี้ เป็นการหาแบบความสอดคล้องภายใน (Internal consistency) โดยเอาคะแนนจากการทดสอบเพียงครั้งเดียวของแบบทดสอบมาคำนวณจากสูตรดังนี้

สูตรที่ 1 แบบทดสอบที่แบ่งส่วนย่อยเป็นสองส่วน ($X = X_1 + X_2$) การคำนวณใช้สูตรราจู (Raju 1970) ดังนี้

$$r_{tt} = \frac{\sigma_{x_1 x_2}}{\lambda_1 \lambda_2 \sigma_x^2}$$

เมื่อ $\sigma_{x_1 x_2}$ แทน ความแปรปรวนร่วมระหว่างส่วนย่อยคำนวณ
 จากสูตร $\frac{1}{N} \sum (x_1 - \mu_1)(x_2 - \mu_2)$ และ
 N คือ จำนวนผู้เข้าสอบ

$$\lambda_1 = \frac{k_1}{k_1 + k_2} \text{ และ } \lambda_2 = \frac{k_2}{k_1 + k_2}$$

เมื่อ k_1 กับ k_2 เป็นจำนวนข้อสอบแต่ละส่วน

σ_x^2 = ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับหาได้จาก

$$\text{สูตร } \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N^2}$$

สูตรที่ 2 แบบทดสอบที่แบ่งส่วนย่อยเป็น 3 ส่วน ($X = X_1 + X_2 + X_3$)
 คำนวณใช้สูตรของคริสทอฟ (Krstof 1971) ดังนี้

$$r_{tt} = \frac{(\sigma_{x_1x_1}\sigma_{x_2x_2} + \sigma_{x_1x_2}\sigma_{x_2x_1} + \sigma_{x_1x_3}\sigma_{x_3x_1} + \sigma_{x_1x_3}\sigma_{x_3x_2} + \sigma_{x_2x_3}\sigma_{x_3x_2})^2}{\sigma_{x_1x_1}\sigma_{x_2x_2}\sigma_{x_3x_3}\sigma_x^2}$$

เมื่อ $\sigma_{x_1x_1}$ แทน ความแปรปรวนร่วมระหว่างส่วนที่ 1 กับส่วนที่ 1
 $\sigma_{x_1x_2}$ แทน ความแปรปรวนร่วมระหว่างส่วนที่ 1 กับส่วนที่ 2
 $\sigma_{x_1x_3}$ แทน ความแปรปรวนร่วมระหว่างส่วนที่ 1 กับส่วนที่ 3
 $\sigma_{x_2x_3}$ แทน ความแปรปรวนร่วมระหว่างส่วนที่ 2 กับส่วนที่ 3
 σ_x^2 แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

สูตรที่ 3 แบบทดสอบที่แบ่งส่วนย่อยหลายส่วน

($X = X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_k$) การคำนวณใช้สูตรของราชู(Raju 1977) และ เฟลด์ท์ (Feldt 1975) ในปี 1977 ราชูได้ปรับปรุงสูตรที่คำนวณส่วนย่อย 2 ส่วน ให้เป็นสูตรคำนวณจากหลายๆส่วนย่อย คือ $K_1, K_2, \dots, K_n$ และ $\lambda_1 = K_1 / \sum k_i$ เมื่อ K_i คือ จำนวนข้อสอบของแต่ละส่วนย่อยๆ ดังนั้นสูตรความเชื่อมั่นของราชูมีดังนี้

$$r_{tt} = \frac{(\sigma_x^2 - \sum \sigma_{x_i}^2)}{(1 - \sum \lambda_i^2) \sigma_x^2}$$

เมื่อ σ_x^2 แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ
 $\sigma_{x_i}^2$ แทน ความแปรปรวนของแต่ละส่วนย่อยของแบบทดสอบ

ส่วนเฟลด์ท์ได้เสนอสูตรในปี 1975 ในการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่แบ่งส่วนย่อยหลายส่วนดังนี้

$$r_{tt} = \frac{\sigma_x^2 (\sum \sigma_{x_i}^2 - \sum \sigma_{x_i x_j}^2)}{\sigma_x^2 - \sum \sigma_{x_i x_j}^2}$$

เมื่อ σ_x^2 แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ
 $\sigma_{x_i}^2$ แทน ความแปรปรวนของแต่ละส่วนย่อยของแบบทดสอบ
 $\sigma_{x_i x_j}^2$ แทน ความแปรปรวนร่วมระหว่างส่วนย่อย

วิธีคำนวณความเชื่อมั่นจากการแบ่งส่วนย่อยของแบบทดสอบในสูตรที่ 2 กับสูตรที่ 3 นั้นมีกระบวนการคล้ายกับสูตรที่ 1 ที่ได้ยกตัวอย่างให้ดูแล้ว

อิทธิพลที่มีผลต่อค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่มาจากการสอบเพียงครั้งเดียว หรือ คำนวณหาแบบความสอดคล้องภายใน (Internal consistency) นั้นจำนวนข้อสอบมีผลต่อความเชื่อมั่น เพราะจำนวนข้อสอบมากข้อทำให้ค่าความแปรปรวนสูง การคำนวณค่าความเชื่อมั่นจะมีค่าสูงด้วย และทำนองเดียวกันจำนวนข้อสอบน้อยข้อทำให้ความแปรปรวนต่ำการหาค่าความเชื่อมั่นจะมีค่าต่ำด้วย ดังนั้นถ้าต้องการให้มีค่าความเชื่อมั่นสูงๆ ควรจะออกข้อสอบหลายๆข้อ จะสามารถวัดได้ครอบคลุมกับ สิ่งที่ต้องการวัดทำให้แบบทดสอบวัดได้เที่ยงตรง (Validity) ซึ่งเป็นคุณสมบัติของแบบทดสอบที่ต้องการ นั่นเอง

4 4 2 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ หมายถึง ผลของคะแนนที่สอบได้มีความคงที่ ในการให้ผู้รอบรู้หรือไม่รอบรู้ในเรื่องที่สอบ ซึ่งมีวิธีหาอยู่หลายวิธีดังนี้

1) ความเชื่อมั่นแบบหาความคงที่ของความรอบรู้ (Stability reliability) เป็นการ คำนวณหาความเชื่อมั่นโดยกานำแบบทดสอบอิงเกณฑ์มาสอบซ้ำ 2 ครั้งจากนั้นนำคะแนนที่ได้จากการกำหนดคะแนนจุดตัดที่เหมาะสม และการหาความคงที่ชนิดนี้ ชรอกและคอสแครลลี (Shrock and Cosoarelli 1990) ได้เสนอให้คำนวณจากสูตรดังนี้

$$\phi = \frac{(AD) - (BC)}{(A+B)(C+D)(B+D)(A+C)}$$

2) ความเชื่อมั่นแบบการสอดคล้องในการตัดสินใจ (Decision consistency reliability) เป็นการหาความสอดคล้องระหว่างการทดสอบ 2 ครั้งจากแบบทดสอบฉบับเดียว หรือ แบบทดสอบที่คู่ขนานกัน 2 ฉบับซึ่ง คาร์เวอร์ (Carver 1970) แฮมเบลตันและโนวิก (Hambleton and Novick 1973) ได้เสนอสูตรในการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (Agreement coefficient) ดังนี้

$$\text{วิธีที่ 1} \quad P = \frac{A+D}{N}$$

ในกรณีที่คำนวณจากผลการรอบรู้ และไม่รอบรู้จากแบบทดสอบ 2 ฉบับนั้น แบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับนี้ จะต้องคู่ขนานกันและแบบทดสอบทั้งสองฉบับนี้จะต้องนำไปทดสอบกับ นักเรียนกลุ่มเดียวกัน แฮมเบลตัน และโนวิก ได้เสนอสูตรหาค่าความสอดคล้องดังนี้

$$\text{วิธีที่ 2} \quad P = P_{11} + P_{00}$$

นอกจากนี้ การหาค่าความสอดคล้องในการตัดสินใจนั้น สวามินาธาร, แฮมเบลตัน และอัลจินา (Swaminathan, Hambleton and Algina) ได้ใช้สูตรเคปปา (Kappa K) ของโคเฮน (Cohen) คำนวณหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ในสูตรดังนี้

วิธีที่ 3

$$K = \frac{P - P_c}{1 - P_c}$$

3) การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์จากการทดสอบเพียงครั้งเดียว
การหาค่าความเชื่อมั่นที่ได้จากการทดสอบเพียงครั้งเดียวมีวิธีหาหลายวิธีด้วยกันดังนี้

วิธีที่ 1 ความเชื่อมั่นจากสูตรลิวิงสตัน (Livingston 1972)

$$r_{cc} = \frac{\sigma^2 (KR 20) + (\mu - KC)^2}{\sigma^2 + (\mu - KC)^2}$$

เมื่อ	r_{cc}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์
	σ^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบอิงเกณฑ์
	K	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบอิงเกณฑ์
	C	แทน	สัดส่วนของเกณฑ์ที่ผ่าน
	KR 20	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่หาจากสูตร KR 20

วิธีที่ 2 ความเชื่อมั่นจากสูตรไบโนเมียล (Binomial formula) ของโลเว (Lovett 1978)

$$r_{cc} = 1 - \frac{K \sum X_i - \sum X_i^2}{\{(K-1) \sum (X_i - c)^2\}}$$

เมื่อ	r_{cc}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์
	K	แทน	จำนวนข้อสอบ
	$\sum X_i$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	$\sum X_i^2$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	X_i	แทน	คะแนนของนักเรียนแต่ละคน
	c	แทน	คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

วิธีที่ 3 ความเชื่อมั่นโดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน

การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนซึ่ง
โลเวท (Lovett) ได้เสนอสูตรที่ใช้แนวความคิดของฮอยท์ (Hoyt's) หาค่าความเชื่อมั่นดังนี้

$$r_{cc} = 1 - \frac{MS_E}{MS_P}$$

การหาโดยสูตรการวิเคราะห์ความแปรปรวนเหมาะสำหรับแบบทดสอบที่ให้คะแนนแต่ละข้อ มากกว่า 1 คะแนน

วิธีที่ 4 ความเชื่อมั่นโดยวิธีแบ่งครึ่งแบบทดสอบ วิธีนี้จะหาความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรสเปียร์แมนบราวน์ (Spearman-Brown) เช่นเดียวกับการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงกลุ่มแล้วใช้สูตรปรับแก้ของแองกอฟฟ์ (Angoff 1953) ดังนี้

$$r_{cc} = \frac{r_{12} \sigma^2}{(\sigma_1 + r_{12} \sigma_2)(\sigma_2 + r_{12} \sigma_1)}$$

เมื่อ	σ^2	แทน	ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	σ_1	แทน	ความเบี่ยงเบนของข้อสอบข้อคู่
	σ_2	แทน	ความเบี่ยงเบนของข้อสอบข้อคี่
	r_{12}	แทน	สหสัมพันธ์ระหว่างข้อสอบข้อคู่กับข้อคี่

วิธีที่ 5 ความเชื่อมั่นโดยสูตรของแฮร์ริส (Harris 1972) ซึ่งได้เสนอสูตรสำหรับหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ดังนี้

$$r_{cc} = \frac{SS_b}{SS_b + SS_w}$$

เมื่อ	SS_b	แทน	ผลรวมกำลังสองระหว่างกลุ่ม
	SS_w	แทน	ผลรวมกำลังสองภายในกลุ่ม

4) ความเชื่อมั่นที่คำนึงถึงจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ที่คำนึงถึงจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้น ราฐู (Raju) ได้เสนอสูตรคอนเจนเนอริก (Congeneric) ดังนี้

$$r_{cc} = \frac{\sigma^2 + (\mu - c)^2 - \sum [\sigma_i^2 + (\mu - c)^2]}{[\sigma^2 + (\mu - c)^2][1 - \sum \lambda_i^2]}$$

เมื่อ	σ_x^2	แทน	ความแปรปรวนของทั้งฉบับ
	μ	แทน	คะแนนเฉลี่ยทั้งฉบับ
	μ_i	แทน	คะแนนเฉลี่ยในแต่ละจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
	λ_i	แทน	$\frac{K_i}{\sum K_i}$ เมื่อ K_i คือจำนวนข้อสอบในแต่ละจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

C แทน คะแนนจุดตัดของแต่ละจุดประสงค์

จะเห็นว่าการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงกลุ่มและอิงเกณฑ์มีอยู่หลายวิธี ดังนั้น การที่จะใช้สูตรใดคำนวณนั้นขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ในการสร้างแบบทดสอบ และชนิดของแบบทดสอบ และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบควรจะมีค่าสูงกว่า 0.70 จึงจะถือว่าแบบทดสอบนั้นมีผลการวัดที่มีความคงที่แน่นอนเป็นที่เชื่อถือได้

ดังนั้นสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยจึง หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยคำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของ Cronbach โดยดัดแปลงจากสูตร XR 20 ซึ่งสามารถใช้หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบบรรยายเป็นข้อๆโดยให้คะแนนเป็นระดับได้

ส่วนค่าความเชื่อมั่นของการให้คะแนน ซึ่งเป็นความคงที่ของการตัดสินใจของกรรมการให้คะแนน ใช้เกณฑ์ในการให้คะแนนจากแบบทดสอบ ที่ตรวจให้คะแนนโดยกรรมการ 2 ท่าน โดยใช้สูตรสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson product moment correlation coefficient)

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

เมื่อ	r_{xy}	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการให้คะแนน
	N	แทน	จำนวนนักเรียนที่เข้าสอบ
	$\sum X$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของการให้คะแนนกรรมการคนที่หนึ่ง
	$\sum Y$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของการให้คะแนนกรรมการคนที่สอง
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสองของการให้คะแนนกรรมการคนที่หนึ่ง
	$\sum Y^2$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสองของการให้คะแนนกรรมการคนที่สอง

ΣXY แทน ผลรวมทั้งหมดของผลคูณระหว่างการให้คะแนน
กรรมการคนที่หนึ่ง กับการให้คะแนนกรรมการคนที่
สอง

หลังจากคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ได้แล้ว จะใช้การทดสอบนัยสำคัญ
(Test of significance) โดยใช้การทดสอบค่า t -test

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

เมื่อ r แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณได้
 N แทน จำนวนข้อมูลหรือจำนวนคน

5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และการสร้างแบบทดสอบ
ได้รวบรวมและนำเสนอตามลำดับดังนี้

5.1 งานวิจัยภายในประเทศ

สมลวง ธนะพานิชย์กุล (2539 : 52-55) ได้ทำการสร้างแบบทดสอบวัดกระบวนการ
แก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปี
การศึกษา 2538 ของโรงเรียนกุนนทีรุทธารามวิทยาคม ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค015
จำนวน 250 คน โดยผู้วิจัยได้นำเนื้อหาเรื่อง ลำดับและอนุกรม จำนวน 10 ข้อ ทำการทดสอบกับกลุ่ม
ตัวอย่าง พบว่า แบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ มีค่าความเที่ยงตรงเชิง
เนื้อหาสูง และเกณฑ์ให้คะแนนสามารถนำมาประเมินผลการสอบได้ มีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.39 –
0.71 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.31 – 0.88 ค่าอำนาจจำแนกได้ค่าสูงกว่า 0.2319 ทำให้มีนัยสำคัญ
ทางสถิติ เมื่อนำแบบทดสอบไปทำการทดสอบครั้งที่ 3 ได้ค่าเฉลี่ยเป็น 17.52 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น
11.25 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่า 0.8068 ค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้คะแนน มีค่า
0.9763 ซึ่งใกล้เคียง 1 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 แสดงว่าเกณฑ์ให้คะแนนมีความชัดเจน แน่นนอน
และมีความเป็นปรนัย จากค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ และค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การให้
คะแนน สามารถยืนยันคุณภาพของแบบทดสอบได้ว่า เหมาะสมที่จะนำมาประเมินการแก้ปัญหาของ
ผู้สอบได้

วสันต์ เดือนแจ้ง (2546 : 80) ได้ทำการศึกษาปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2545 ในจังหวัดนครปฐม จำนวน 270 คน พบว่า ความถนัดทางด้านภาษา ความถนัดทางด้านตัวเลข การรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 01

รุ่งฟ้า จันท์จารุภรณ์ (2539 : 31) ได้ทำการศึกษาข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาเรื่องร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมศึกษา ในสังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จังหวัดอ่างทองจำนวน 335 คน พบว่านักเรียนมีข้อบกพร่องมากที่สุด ได้แก่การเขียนอัตราส่วนและสัดส่วนแสดงความสัมพันธ์ โดยนักเรียนมีข้อบกพร่องในการอ่าน ขาดการคิดหาเหตุผล ขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับนิยามและการเขียนสัญลักษณ์ของสัดส่วน มีข้อบกพร่องในการใช้ภาษา ไม่มีความสามารถในการใช้ข้อความที่กระชับรัดกุมเหมาะสมในการตีความ

สุขจิตร์ ตั้งเจริญ (2543 : 37-40) ได้ทำการศึกษาการใช้กลวิธีในการแก้ปัญหาเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์สมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสตรีสมุทรปราการ จำนวน 98 คน พบว่า นักเรียนสามารถใช้กลวิธีการเดาและตรวจสอบในการแก้โจทย์ปัญหาได้ทุกข้อ นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงส่วนใหญ่ สามารถใช้วิธีแก้สมการก่อน ถ้าไม่ได้คำตอบนักเรียนจึงจะใช้กลวิธีในการแก้ปัญหา นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงและปานกลางหลายคนไม่สามารถเขียนเป็นสมการได้ นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ต่ำไม่สามารถหาความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อนำมาสร้างตารางได้ กลวิธีวาดภาพช่วยให้นักเรียนเห็นทิศทางในการแก้ปัญหา และสามารถช่วยให้นักเรียนหาคำตอบของโจทย์ปัญหาสะดวกขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ใช้กลวิธีเดา และ ตรวจสอบมากที่สุด รองลงมานักเรียนใช้กลวิธีการย้อนกลับ นักเรียนไม่สามารถใช้การวาดภาพแทนข้อความที่กำหนดให้ได้ ถ้าไม่ใช่เป็นข้อความที่เกี่ยวกับรูปร่างต่างๆ ส่วนกลวิธีการสร้างตาราง นักเรียนใช้น้อยที่สุด และยังได้ผลที่น่าสนใจว่านักเรียนบางคนยังใช้กลวิธีในการให้เหตุผลช่วยในการหาคำตอบด้วย

สุนทรี ดิษฐลักษณ์ (2529 : 57-58) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนคณิตศาสตร์โดยวิธีสอนแบบปฏิบัติการ โรงเรียนนครหลวง “อุดมรัชต์วิทยา” อำเภอนครหลวง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 244 คน พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปฏิบัติและวิธีสอนตามคู่มือ มีความคิดสร้างสรรค์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 01 นักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบปฏิบัติการมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบดั้งเดิม และ

ความคิดสร้างสรรค์ด้านความคล่องในการคิด ความคิดที่ยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม แตกต่างกันอย่าง
แล้ว โดยมีสาเหตุจากผลของวิธีสอนใดๆ

สุดสวาท ชันธมุล (2530 71-72) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลการสอนโจทย์ปัญหา 2 วิธีที่มี
ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ โรงเรียนโนนสูงพิทยาคาร อำเภอเมือง จังหวัด
อุดรธานี จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 180 คน พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแก้โจทย์ปัญหาตามคู่มือครู และ
การสอนแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้ขั้นตอนชี้แนะความเข้าใจโจทย์ปัญหาตามแนวของสตีฟ มีความสามารถ
ในการคิดหาเหตุผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแสดงว่าความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิง
ตรรกศาสตร์ที่ได้รับจากการสอนทั้งสองแบบใกล้เคียงกัน และทำให้ความสามารถในการคิดหาเหตุผล
เชิงตรรกศาสตร์แบบอุปมานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 05

สุภาพร บุญหนัก (2544 75) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยวิธีการ
แก้โจทย์ เรื่องความเท่ากันทุกประการ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดนวลนรดิศ กรุงเทพมหานคร จำนวน 148 คน พบว่า ความสามารถ
ในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนก่อนและหลังการทดลองใช้ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยวิธีการ
แก้โจทย์ เรื่องความเท่ากันทุกประการ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน
หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 01

สุนันท์ เสถียรศรี (2536 122-128) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
คณิตศาสตร์ การคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรม
การคิดกับการสอนตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนยานนาวา
วิทยาคม เขตสาทร กรุงเทพมหานคร แยกเป็นกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม ซึ่งมี
นักเรียนกลุ่มละ 50 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมการคิด กลุ่มควบคุมได้รับ
การสอนตามคู่มือครู พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้แบบฝึกกิจกรรม
การคิด กับที่เรียนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 05 แสดงให้เห็นว่า การ
เรียนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมการคิด ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการเรียนตามคู่มือ
ส่วนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมการคิด กับที่เรียน
ตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 05 โดยนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึก
กิจกรรมการคิด มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามคู่มือครูอย่างเชื่อก
ได้ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แสดงให้เห็นว่า การเรียนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมการคิดทำให้นักเรียนมี
ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลสูงกว่า การเรียนตามคู่มือครู

พัชรินทร์ เปรมประเสริฐ (2542 86-87) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการการคณิตศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือครู โรงเรียนพุทธิรังสีพิบูล อำเภอบ้านโพธิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 2 กลุ่มคือเป็นกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม กลุ่มละ 41 คน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการการคณิตศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 01 อาจเนื่องมาจาก การสอนโดยเน้นกระบวนการการคณิตศาสตร์ มีแนวทางที่ผู้สอนสามารถจัดการเรียนการสอน ให้สอดคล้อง เหมาะสมกับจุดประสงค์ เนื้อหา และสถานการณ์ ตามหัวข้อเรื่องในวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการสร้างความคิดรวบยอด กระบวนการสร้างทักษะการคิดคำนวณ และกระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหา

ยงยศ พุทธิให้ (2543 74) ได้ทำการศึกษาความคิดรวบยอดที่ผลิตทางคณิตศาสตร์เรื่อง "เซต" ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสายปัญญา พบว่า นักเรียนมีความคิดรวบยอดเรื่องสับเซต และเพาเวอร์เซต เมื่อพิจารณาโดยรวมแล้ว พบว่ามีสาเหตุมาจากความคิดรวบยอดเรื่องสับเซตและเพาเวอร์เซตจะมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันทั้งในนิยามสัญลักษณ์การเขียนเครื่องหมาย "{ }" และข้อตกลงเบื้องต้นที่ว่าเซตว่างเป็นสับเซตของเซตทุกเซต เซตทุกเซตเป็นสับเซตของตัวเอง กล่าวคือความคิดรวบยอดหนึ่งจะเป็นพื้นฐานนำไปสู่ความเข้าใจอีกความคิดรวบยอดหนึ่ง

สุภาวดี ตั้งบุปผา (2533 128-132) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรุงเทพมหานคร พบว่า แบบทดสอบการคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ตัวเลข ตามทฤษฎีโครงสร้างของกิลฟอร์ด ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 4 7599 ถึง 35 3534 ซึ่งสอดคล้องกับแบบทดสอบที่ผู้อื่นเคยสร้างมา มีค่าความเชื่อมั่นของคะแนนความคล่อง 7938 - 9871 และความเชื่อมั่นของคะแนนความคิดยืดหยุ่น 6435 - 8726 ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างมีค่ามากกว่าค่าความเที่ยงตรงเชิงจำแนก ดังนั้นถ้าผู้สอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ได้คะแนนด้านความสามารถในการสร้างโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่เป็นความคล่องแคล่วในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิดและคะแนนความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ดูจากเกณฑ์ปกติของคะแนนแต่ละองค์ประกอบ จะได้คะแนนที่ปกติเป็น T_{60} , T_{66} และ T_{55} ตามลำดับ จัดว่ามีความคล่องแคล่วในการคิดสูง ความยืดหยุ่นในการคิดสูงมาก และมีความคิดริเริ่มสูง

ดิลก ดลกานนท์ (2534 69 -71) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการฝึกทักษะการคิดเพื่อส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนปลูกจิต โรงเรียนวัดบางเตย และโรงเรียนวัดมหาพฤฒาราม จำนวน 300 คน พบว่าสามารถส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์

ของนักเรียนให้สูงขึ้นแตกต่างจากนักเรียนที่ไม่ได้ใช้แบบฝึกอย่างมีนัยสำคัญ โดยทักษะด้านการรับรู้ ซึ่งเป็นความสามารถในการมองเห็นปัญหาหรือสิ่งเร้าต่างๆ และแสดงออกถึงความสามารถด้วยการ บอกรายละเอียดต่างๆที่สำคัญ 4 ลักษณะคือ ความคล่อง ความยืดหยุ่น ความริเริ่ม และความละเอียด ปราณีต ทักษะด้านการอุปมา เป็นพื้นฐานของการคิดที่สำคัญอย่างหนึ่งในการฝึกความคิดสร้างสรรค์ ทักษะด้านการโยงความสัมพันธ์ เป็นพื้นฐานของความสามารถในการคิดจินตนาการด้วยส่วนหนึ่ง และ ด้านจินตนาการ เป็นความสามารถในการคิดให้ได้ผลที่ขยายกว้างออกไป

5.2 งานวิจัยภายนอกประเทศ

ทักเกอร์ (Tucker 1975 2620 – A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านการคิด แก้ปัญหา กับความสามารถในการอ่าน การคำนวณ และทักษะในการให้ความหมายของรูปแบบที่เกี่ยวข้องกับปัญหา พบว่า ทักษะในการคำนวณและทักษะในการให้ความหมายของรูปแบบที่เกี่ยวข้องกับปัญหามีความสัมพันธ์กับความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหาที่เป็นปัญหา และรูปภาพ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

มูราสกี (Muraski 1979 4104 – A) ได้ทำการศึกษาผลของการสอนอ่านในทางคณิตศาสตร์ กับความสามารถในการแก้ปัญหา กับนักเรียนเกรด 6 พบว่า กลุ่มของนักเรียนที่ได้รับการสอนอ่าน ในทางคณิตศาสตร์จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่า กลุ่มที่ไม่ได้รับการสอนอ่านในทาง คณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 005

ฟอร์ซิท และ แอนสเลย์ (Forsyth and Ansley 1982 257 – 263) ได้ศึกษาคำความ เทียงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) ของแบบทดสอบการแก้ปัญหาจิตยคณิตศาสตร์ ที่มี ตัวเลือกเป็นกระบวนการคิด กับตัวเลือกที่เป็นผลสำเร็จที่เน้นความสำคัญของทักษะการคำนวณ โดยใช้แบบทดสอบ I T E D (Iowa tests Educational Development) จำนวน 36 ข้อ ไปทดสอบกับ นักเรียนเกรด 9 และเกรด 11 จำนวน 9 โรงเรียน และในแต่ละโรงเรียนใช้วิธีการจับคู่(Matched pairs) เพื่อให้กลุ่มหนึ่งใช้เครื่องคำนวณช่วยในการหาคำตอบ ผลการวิจัยพบว่าทักษะการคำนวณไม่มีผลต่อ ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง และความสามารถของผู้สอบ ในการแก้ปัญหาจิตยคณิตศาสตร์ของ นักเรียน จะใช้ทักษะกระบวนการคิดมากกว่าทักษะการคำนวณ

จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้นจะเห็นว่ากระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน จะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับพื้นฐานความรู้เดิมที่นักเรียนได้รับจากเป็นประสบการณ์ที่ผ่านมา และความสามารถทาง ความคิดของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน อีกประการหนึ่งคือ กระบวนการเรียนการสอนในโรงเรียนซึ่งมีลักษณะการสอนที่แตกต่างกัน เช่น การ

สอนโดยใช้คู่มือครู การสอนแบบปฏิบัติจริง การสอนโดยให้นักเรียนนำเสนอผลงานเป็นกลุ่ม ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้สูงหรือ ต่ำ แตกต่างกันได้

สมมติฐานการศึกษาค้นคว้า

จากเอกสารที่เกี่ยวข้องและผลการวิจัยที่ผ่านมาแล้ว ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานไว้ดังนี้

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่4 ที่มีแผนการเรียนต่างกัน มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในปีการศึกษา 2547 ของโรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร มี 4 แผนการเรียน ได้แก่แผนการเรียนศิลปภาษาฝรั่งเศส 1 ห้องเรียน แผนการเรียนศิลปภาษาจีน 1 ห้องเรียน แผนการเรียนศิลปคณิตศาสตร์ 1 ห้องเรียน และแผนการเรียนวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ 1 ห้องเรียน จำนวนทั้งหมด 188 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 ของโรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร จำนวนนักเรียนทั้งหมด 95 คน ได้มาจากการสุ่มตามชั้น(stratified random sampling) โดยใช้แผนการเรียนเป็นชั้น (Strata) แต่ละชั้นสุ่มแบบมีระบบ ปรากฏดังตาราง 5

ตาราง 7 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย จำแนกตามแผนการเรียน

แผนการเรียน	จำนวนนักเรียน	จำนวนนักเรียนที่สุ่ม (50%)
ศิลปภาษาฝรั่งเศส	45	23
ศิลปภาษาจีน	45	23
ศิลปคณิตศาสตร์	48	24
วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์	50	25
รวม	188	95

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้แก่ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยเรียบเรียงขึ้นตามมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ดังนี้

ฉบับที่ 1 แบบทดสอบวัดทักษะด้านการแก้ปัญหา

สร้างขึ้นตามมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ม 4 – ม 6 มาตรฐาน ค 6 1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา ได้แก่

- 1 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหาได้
- 2 แก้ปัญหาในสถานการณ์จริงโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้
- 3 ใช้ความรู้ ทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

ฉบับที่ 2 แบบทดสอบวัดทักษะด้านการให้เหตุผล

สร้างขึ้นตามมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ม 4 – ม 6 มาตรฐาน ค 6 2 มีความสามารถในการให้เหตุผล ได้แก่ นำวิธีการให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยมาช่วยในการค้นหาความจริงหรือข้อสรุป และช่วยในการตัดสินใจบางอย่างได้

ฉบับที่ 3 แบบทดสอบวัดทักษะด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ

สร้างขึ้นตามมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ม 4 – ม 6 มาตรฐาน ค 6 3 มีความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ ได้แก่ ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจนและรัดกุม

ฉบับที่ 4 แบบทดสอบวัดทักษะด้านการเชื่อมโยง

สร้างขึ้นตามมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ม 4 – ม 6 มาตรฐาน ค 6 4 มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆได้ ได้แก่

1 เชื่อมโยงความคิดรวบยอด หลักการและวิธีทางคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ เพื่ออธิบายข้อสรุป หรือเรื่องราวต่างๆได้

2 นำความรู้และทักษะที่ได้จากการเรียนคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในการเรียนรู้ในงาน และในการดำรงชีวิต

ฉบับที่ 5 แบบทดสอบวัดทักษะด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

สร้างขึ้นตามมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ม 4 – ม 6 มาตรฐาน ค 6 5 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ได้แก่ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำงาน

โครงสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบเติมคำตอบ แบ่งออกเป็น 5 ฉบับดังนี้

ฉบับที่ 1 แบบทดสอบวัดทักษะด้านการแก้ปัญหา จำนวน 5 ข้อ

ฉบับที่ 2 แบบทดสอบวัดทักษะด้านการให้เหตุผล จำนวน 5 ข้อ

ฉบับที่ 3 แบบทดสอบวัดทักษะด้านการสื่อสาร

การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ

จำนวน 5 ข้อ

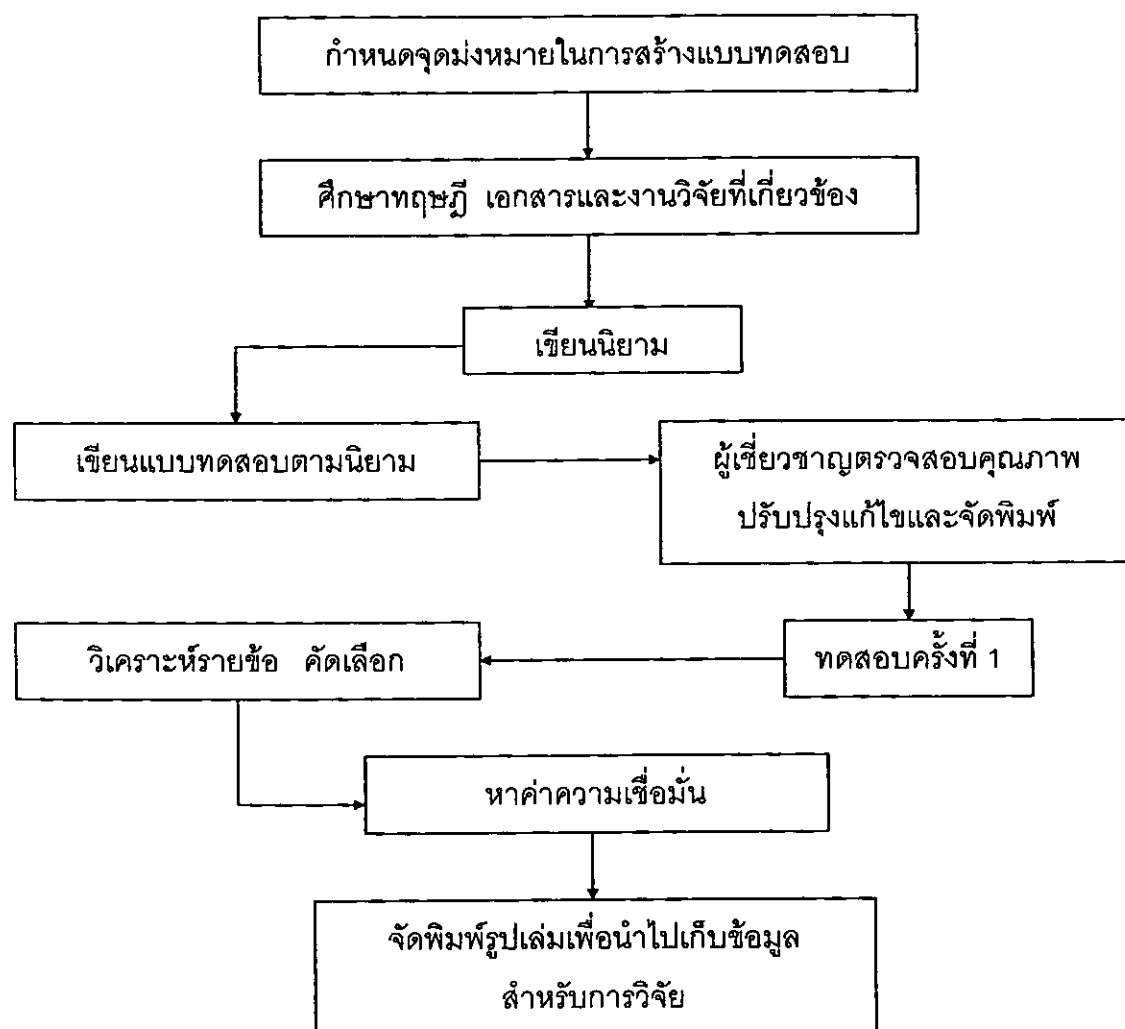
ฉบับที่ 4 แบบทดสอบวัดทักษะด้านการเชื่อมโยง

จำนวน 5 ข้อ

ฉบับที่ 5 แบบทดสอบวัดทักษะด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จำนวน 5 ข้อ

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แสดงได้ดังแผนภาพต่อไปนี้



ภาพประกอบ 3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้สร้างตามขั้นตอนดังนี้

1 กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อนำไปใช้ในการวิจัย

2 ศึกษาทฤษฎี งานวิจัย และเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมที่จะใช้ในการสร้างแบบทดสอบ เพื่อใช้ในการสร้างแบบทดสอบ โดยศึกษาจากเอกสารต่อไปนี้

2 1 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 สาระที่ 6 ทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์

2 2 ศึกษาการสร้างพัฒนาแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของชุดปฏิบัติการเรียนรู้ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 ตลอดจนบทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างเครื่องมือวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2 3 ศึกษาหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 1 และ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3 เขียนนิยาม ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

4 เขียนแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ตามนิยามของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 5 ทักษะโดยสร้างทักษะละ 10 ข้อ รวม 50 ข้อ ข้อสอบที่สร้างขึ้นมีลักษณะดังนี้

4 1 ลักษณะของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นแต่ละทักษะเป็นแบบทดสอบแบบเติมคำตอบ จากสถานการณ์ที่สร้างเป็นกราฟ ภาพ ตาราง หรือข้อความสถานการณ์ ที่ประสบในชีวิตประจำวัน ในเรื่องเกี่ยวกับการเรียนและเรื่องทั่วไป หรือเป็นสถานการณ์ที่ไม่เคยประสบมาก่อน

4 2 เขียนข้อสอบให้ครอบคลุมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ทักษะ

4 3 การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบ Holistic Scoring Rubric โดยให้คะแนนแต่ละข้อ เป็น 5 ระดับ

5 ตรวจสอบคุณภาพขั้นต้นโดยให้ผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เกี่ยวกับการวิจัยและวัดผลการศึกษา และสอนคณิตศาสตร์ซึ่งมีประสบการณ์การทำงานมาแล้วไม่ต่ำกว่า 5 ปี จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงตามนิยาม เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมและถูกต้อง ซึ่งมีค่าความเที่ยงตรงตามนิยามอยู่ระหว่าง 30 ถึง 1 00 จึงคัดเลือกข้อที่มีความเที่ยงตรงตามนิยามมีค่า 1 00 ทุกข้อ ซึ่งสามารถคัดเลือกได้ 5 ฉบับ ฉบับละ 8 ข้อ จึงจัดพิมพ์

แบบทดสอบที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ และได้จากการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆเรียบร้อยแล้ว 5 ฉบับ ฉบับละ 8 ข้อ

6 นำแบบทดสอบในข้อ 5 ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนอัสสัมชัญคอนแวนต์ จำนวน 40 คน ซึ่งเลือกมาด้วยวิธีการสุ่มตามชั้น (stratified random sampling) โดยใช้แผนการเรียนเป็นชั้น (Strata) แต่ละชั้นสุ่มแบบมีระบบ จากประชากร 200 คน

7 นำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก ปรากฏว่า ได้ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 00 ถึง 80 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 00 ถึง 70 จึงคัดเลือกข้อที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 36 ถึง 80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 25 ถึง 70 ดังแสดงในภาคผนวกหน้า 123 -124

8 นำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น ปรากฏว่าได้ค่าความเชื่อมั่นดังตาราง 8

ตาราง 8 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบ	ความเชื่อมั่น
ฉบับที่ 1 ทักษะการแก้ปัญหา	882
ฉบับที่ 2 ทักษะการให้เหตุผล	807
ฉบับที่ 3 ทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ	839
ฉบับที่ 4 ทักษะการเชื่อมโยง	792
ฉบับที่ 5 ทักษะความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	815

9 เพื่อดูว่าการให้คะแนนมีความคงเส้นคงวาหรือไม่ จึงมีการให้ผู้ตรวจให้คะแนน 2 ท่าน คือ ผู้วิจัยและครูสอนคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายของโรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย นำผลที่ได้ทำการหาค่าความเชื่อมั่นของการให้คะแนน ปรากฏว่าได้ค่าความเชื่อมั่นดังตาราง 9

ตาราง 9 ค่าความเชื่อมั่นของการให้คะแนนของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบ	ความเชื่อมั่น
ฉบับที่1 ทักษะการแก้ปัญหา	995 **
ฉบับที่2 ทักษะการให้เหตุผล	990**
ฉบับที่3 ทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมาย ทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ	996**
ฉบับที่4 ทักษะการเชื่อมโยง	979**
ฉบับที่5 ทักษะความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	947**

**p < 01

10 นำแบบทดสอบที่ผ่านการทดลองหาคุณภาพแล้วไปเก็บข้อมูลเพื่อทำการวิจัยต่อไป

ลักษณะของเครื่องมือ

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สร้างขึ้นตามแนวทางการประเมินผลด้วยทางเลือกใหม่ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ภูมิวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ แบ่งออกเป็น 5 ฉบับ ทั้ง 5 ฉบับ เป็นแบบทดสอบแบบเติมคำตอบ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1 แบบทดสอบฉบับที่ 1 วัดทักษะด้านการแก้ปัญหา เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดความสามารถในการหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งผู้แก้ปัญหจะต้องใช้ความรู้ ความคิด และประสบการณ์เดิม ประมวลเข้ากับสถานการณ์ใหม่ที่กำหนดในปัญหา โดยใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหาได้ แก้ปัญหาในสถานการณ์จริงโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ และใช้ความรู้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาได้

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดทักษะด้านการแก้ปัญหา

คำสั่ง จงแสดงวิธีการแก้ปัญหา อย่างละเอียดทุกขั้นตอน พร้อมทั้งอธิบายขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบ
ข้อ 0 นักเรียนชั้น ม 4 ในโรงเรียนหญิงแห่งหนึ่งมี 200 คน จากการสำรวจเกี่ยวกับการชอบสวมใส่
กางเกงยีนส์ และกระโปรงพบว่า มีนักเรียนที่ไม่ชอบสวมใส่ทั้งกางเกงยีนส์และกระโปรงเพียง 5 คน
มีนักเรียนที่ชอบสวมใส่กางเกงยีนส์เพียงอย่างเดียว 165 คน และชอบสวมใส่กระโปรงเพียงอย่างเดียว
22 คน จงหาว่า มีนักเรียนกี่คนที่ชอบสวมใส่ทั้งกางเกงยีนส์และกระโปรง โดยใช้วิธีการหาคำตอบทุก
วิธีที่กำหนดให้ต่อไปนี้

วิธีที่ 1 ใช้สูตร $n(A \cup B) = n(A) + n(B) - n(A \cap B)$

วิธีที่ 2 โดยใช้แผนภาพเวนน์ – ออยเลอร์

เฉลยคำตอบ

วิธีที่ 1 ใช้สูตร $n(A \cup B) = n(A) + n(B) - n(A \cap B)$

จากสูตร $n(A \cup B) = n(A) + n(B) - n(A \cap B)$

เมื่อกำหนดให้ A แทน นักเรียนที่ชอบสวมใส่กางเกงยีนส์

B แทน นักเรียนที่ชอบสวมใส่กระโปรง

$n(A \cup B)$ แทน จำนวนนักเรียนที่ชอบสวมใส่กางเกงยีนส์หรือกระโปรง

$n(A)$ แทน จำนวนนักเรียนที่ชอบสวมใส่กางเกง

$n(B)$ แทน จำนวนนักเรียนที่ชอบสวมใส่กระโปรง

$n(A \cap B)$ แทน จำนวนนักเรียนที่ชอบสวมใส่ทั้งกางเกงยีนส์และกระโปรง

จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้จะได้ว่า

จำนวนนักเรียนชั้นม 4 ทั้งหมด = $n(U) = 200$ คน

จำนวนนักเรียนที่ไม่ชอบสวมใส่ทั้งกางเกงยีนส์และกระโปรง = $n(U) - n(A \cup B) = 5$ คน

จำนวนนักเรียนที่ชอบสวมใส่กางเกงยีนส์เพียงอย่างเดียว = $n(A) - n(A \cap B) = 165$ คน

จำนวนนักเรียนที่ชอบสวมใส่กระโปรงเพียงอย่างเดียว = $n(B) - n(A \cap B) = 22$ คน

นั่นคือ $n(A \cup B) = 200 - 5 = 195$ (1)

$n(A) = 165 + n(A \cap B)$ (2)

$n(B) = 22 + n(A \cap B)$ (3)

แทน (1) , (2) และ (3) ในสูตร $n(A \cup B) = n(A) + n(B) - n(A \cap B)$

จะได้ $195 = [165 + n(A \cap B)] + [22 + n(A \cap B)] - n(A \cap B)$

$195 = [165 + 22] + [n(A \cap B) + n(A \cap B) - n(A \cap B)]$

$195 = 187 + n(A \cap B)$

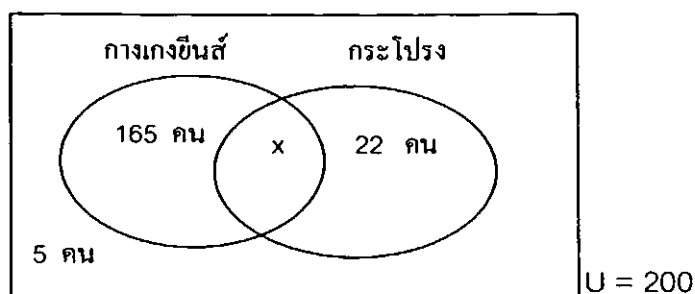
$n(A \cap B) = 195 - 187$

$= 8$

ดังนั้นจำนวนนักเรียนที่ชอบสวมใส่ทั้งกางเกงยีนส์และกระโปรงมี 8 คน

ตอบ จำนวนนักเรียนที่ชอบสวมใส่ทั้งกางเกงยีนส์และกระโปรงมี 8 คน

วิธีที่ 2 ใช้ความรู้เรื่องการเขียนแผนภาพเวนน-ออยเลอร์ช่วยในการแก้ปัญหา
จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้สามารถเขียนเป็นแผนภาพเวนน-ออยเลอร์ได้ดังนี้



จากแผนภาพข้างต้น

กำหนดให้ จำนวนนักเรียนที่ชอบสวมใส่ทั้งทางเกยยีนส์และกระโปรง = x คน

จะได้ว่า $200 = 165 + 22 + 5 + x$

$$x = 200 - 192$$

$$x = 8$$

ตอบ จำนวนนักเรียนที่ชอบใส่ทั้งทางเกยยีนส์และกระโปรง 8 คน

2 แบบทดสอบฉบับที่ 2 วัดทักษะด้านการให้เหตุผล เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดความสามารถในการคิดการตัดสินใจ มีสมรรถนะของการรับรู้ในทางคณิตศาสตร์ และสามารถอธิบายให้เหตุผลต่างๆให้ผู้อื่นรับรู้ข้อเท็จจริงได้ โดยนำวิธีการให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยมาช่วยในการค้นหาความจริงหรือข้อสรุป และช่วยในการตัดสินใจบางอย่างได้

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดทักษะด้านการให้เหตุผล

- ข้อ 0 กำหนดเหตุ
- 1 ชาวภาคใต้ทุกคนเป็นคนไทย
 - 2 ชาวปัตตานีเป็นคนภาคใต้
 - 3 นิดาเป็นชาวปัตตานี

จงหาข้อสรุปจากเหตุที่กำหนดให้

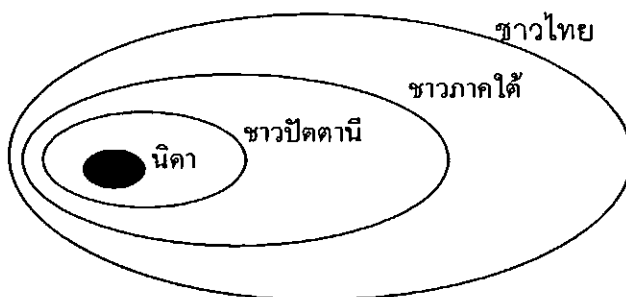
อธิบายขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบ

ผลสรุปของคำตอบ

เฉลยคำตอบ

อธิบายขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบ

สามารถใช้แผนภาพของเวนนิง – ออยเลอร์ในการค้นหาคำตอบ โดยใช้การให้เหตุผลแบบนิรนัยดังนี้



ผลสรุปของคำตอบ

เมื่อตรวจสอบผลสรุปกับแผนภาพ พบว่า นิดาเป็นชาวไทย

3 แบบทดสอบฉบับที่ 3 วัดทักษะด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดความสามารถความสามารถในการเขียนเพื่อบอกวิธีทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งเพื่อชี้แจงไขความ ตอบปัญหาความรู้หรือความคิดที่เข้าใจยาก ลำดับขั้นตอนหรือคำอธิบายอย่างแจ่มแจ้ง โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องชัดเจนและรัดกุม

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดทักษะด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ

ข้อ 0 ให้นักเรียนนำเซตที่กำหนดให้ต่อไปนี้เขียนแผนภาพแสดงเซต อาจใช้รูปปิดต่างๆหรือ

สัญลักษณ์อื่นได้ เมื่อกำหนดให้

$$A = \{ 1, 5, 6, 9 \}$$

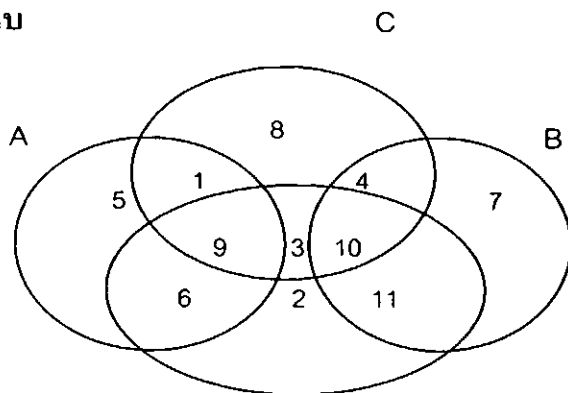
$$B = \{ 4, 7, 10, 11 \}$$

$$C = \{ 1, 3, 4, 8, 9, 10 \}$$

$$D = \{ 2, 3, 6, 9, 10, 11 \}$$

เขียนแผนภาพแทนเซต

เฉลยคำตอบ



4 แบบทดสอบฉบับที่ 4 วัดทักษะด้านการเชื่อมโยง เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์กับสาระกับชีวิตประจำวัน เกิดความตระหนักในประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ นำแนวคิดที่เชื่อมโยงกับหัวข้อหรือกระบวนการที่ได้รับ มาใช้เพื่อให้เกิดความเข้าใจและเกิดความต่อเนื่องระหว่างบทเรียนต่างๆ โดยเชื่อมโยงความคิดรวบยอด หลักการและวิธีการคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ เพื่ออธิบายข้อสรุป หรือเรื่องราวต่างๆ ได้ และนำความรู้และทักษะที่ได้จากการเรียนคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้ในงาน และในการดำรงชีวิต

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดทักษะด้านการเชื่อมโยง

ข้อ0 สมมติว่านักเรียนเป็นเจ้าของบริษัททัวร์จะจัดทัวร์นำเที่ยวชมวัดต่างๆ ที่สำคัญภายในกรุงเทพมหานคร เพื่อให้เป็นที่สนใจแก่นักท่องเที่ยวจึงมีเงื่อนไขในการคิดค่าบริการว่าถ้ามีนักท่องเที่ยวเพิ่มขึ้นทุกๆ 1 คน จะลดค่าบริการลงคนละ 2 บาท ซึ่งปัจจุบันมีนักท่องเที่ยวร่วมคณะทัวร์แล้ว 41 คน และคิดค่าบริการคนละ 450 บาท อยากทราบว่าถ้านักเรียนต้องการให้ได้รายได้จากการจัดทัวร์ครั้งนี้มากที่สุดจะได้กี่บาท และจะต้องมีนักท่องเที่ยวกี่คน คิดค่าบริการคนละเท่าใด

ขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบ

ดังนั้นจะได้รายได้จากการจัดทัวร์ครั้งนี้มากที่สุด

บาท

และจะต้องมีนักท่องเที่ยว

คน คิดค่าบริการคนละ

บาท

เฉลยคำตอบ

ขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบ

มีนักท่องเที่ยวอยู่แล้ว 41 คน และคิดค่าบริการคนละ 450 บาท

ถ้ามีนักท่องเที่ยวเพิ่มขึ้นทุกๆ 1 คน จะลดค่าบริการคนละ 2 บาท

นำมาสร้างเป็นสมการเพื่อหาคำตอบของรายได้ดังนี้

ให้ y แทน รายได้ทั้งหมดที่จะได้รับจากการจัดทัวร์

x แทน จำนวนนักท่องเที่ยวที่เพิ่มขึ้น

สร้างสมการรายได้ดังนี้

$$y = (41 + x)(450 - 2x)$$

$$\text{ดังนั้น } y = 18450 + 368x - 2x^2$$

นำความรู้เรื่องการเขียนกราฟช่วยในการหาคำตอบดังนี้

$$\text{เมื่อพิจารณาจากสมการ } y = 18450 + 368x - 2x^2$$

จะได้กราฟของสมการเป็นรูป พาราโบลาคว่ำ

ซึ่งหาจุดสูงสุด (x, y) ของกราฟจากสูตร $x = \frac{-b}{2a}$ เมื่อ $y = ax^2 + bx + c$, $a \neq 0$

เพื่อใช้ในการหารายได้ที่สูงที่สุด

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น } x &= \frac{-368}{2(-2)} = 92 \quad \text{และ } y = 18450 + 368(92) - 2(92)^2 \\ &= 35,378 \end{aligned}$$

นั่นคือ จะได้รายได้สูงสุดจากการจัดทัวร์สูงสุดคือ 35,378 บาท

$$\text{จำนวนนักท่องเที่ยว เท่ากับ } 41 + 92 = 133 \text{ คน}$$

$$\text{และคิดค่าบริการคนละ } 450 - 2(92) = 266 \text{ บาท}$$

ตอบ ดังนั้นจะได้รายได้จากการจัดทัวร์ครั้งนี้มากที่สุด 35,378 บาท

และจะต้องมีนักท่องเที่ยว 133 คน คิดค่าบริการคนละ 266 บาท

5 แบบทดสอบฉบับที่ 5 วัดทักษะด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดความสามารถในการการคิดหลายทิศทาง หลายแง่ หลายมุม คิดได้กว้างไกล ซึ่งนำไปสู่การคิดค้นหาวิธีการแก้ปัญหาให้สำเร็จ ผลิต หรือสร้างสิ่งแปลกใหม่ ที่ไม่รู้จักมาก่อน ซึ่งอาจเกิดจากประสบการณ์ และการรวบรวมเอาความรู้ต่างๆ ทำการทดสอบและรายงานผลที่ได้ ซึ่งแตกต่างจากที่เคยมีมา

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดทักษะด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ข้อ 0 ให้นักเรียน นำตัวเลข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ต่อไปนี้

1	2	3	4	5	6	7	8	9
+	-	×	÷					

มากระทำกันให้มีผลลัพธ์เป็น 90 ให้ได้ 4 วิธี โดยนักเรียนสามารถใช้เลขติดต่อกันเป็นจำนวนได้ไม่เกิน 2 หลัก และตัวเลขหรือสัญลักษณ์ในแต่ละวิธีใช้ได้ 1 ครั้งเท่านั้น

1)

2)

3)

4)

เฉลยคำตอบ

1)

4	5	×	2
---	---	---	---

2)

3	8	+	5	2
---	---	---	---	---

3)

7	9	-	3	+	1	4
---	---	---	---	---	---	---

4)

1	2	×	3	+	9	×	6
---	---	---	---	---	---	---	---

คำตอบมีได้มากมาย หลากหลายกว่าที่เฉลยไว้ในข้างต้น

การตรวจให้คะแนน

การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ฉบับ ใช้เกณฑ์การในการตรวจให้คะแนนแบบ Holistic Scoring Rubric โดยให้คะแนน เป็น 5 ระดับ ดังนี้

- 1 ทักษะด้านการแก้ปัญหา เกณฑ์การให้คะแนนกำหนดไว้ 5 ระดับดังนี้
 - 0 คะแนน เมื่อไม่ได้แสดงความพยายามในการแก้ปัญหาเลย
 - 1 คะแนน เมื่อแสดงความพยายามในการแก้ปัญหาบ้างแต่ไม่ได้แสดงการหาคำตอบที่ถูกต้อง
 - 2 คะแนน เมื่อแสดงความพยายามในการแก้ปัญหาที่นำไปสู่คำตอบ แต่ยังไม่ได้คำตอบที่ถูกต้อง
 - 3 คะแนน เมื่อแสดงการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง แต่ไม่ได้แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ชัดเจน
 - 4 คะแนน เมื่อแสดงการแก้ปัญหาได้ชัดเจน ทุกขั้นตอน มีการอธิบายขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบ และทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง
- 2 ทักษะด้านการให้เหตุผล เกณฑ์การให้คะแนนกำหนดไว้ 5 ระดับดังนี้
 - 0 คะแนน เมื่อไม่ได้แสดงความพยายามในการให้เหตุผลเลย
 - 1 คะแนน เมื่อแสดงความพยายามในการนำการให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยช่วยในการหาข้อสรุปบ้าง แต่ยังไม่ได้หาข้อสรุป
 - 2 คะแนน เมื่อนำการให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยช่วยในการหาข้อสรุป แต่ข้อสรุปที่ได้ยังไม่ถูกต้อง
 - 3 คะแนน เมื่อนำการให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยช่วยในการหาข้อสรุป และทำให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง แต่ไม่ได้อธิบายขั้นตอนการให้เหตุผลที่ชัดเจน
 - 4 คะแนน เมื่อนำการให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยช่วยในการหาข้อสรุป และทำให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้องชัดเจน มีการอธิบายขั้นตอนการให้เหตุผลที่ชัดเจนและทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง
- 3 ทักษะด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ เกณฑ์การให้คะแนนกำหนดไว้ 5 ระดับดังนี้
 - 0 คะแนน เมื่อไม่ได้แสดงความพยายามในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอเลย
 - 1 คะแนน เมื่อแสดงการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารสื่อความหมาย และนำเสนอได้บ้าง แต่ยังไม่ได้หาคำตอบที่ถูกต้อง

- 2 คะแนน เมื่อแสดงการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และนำเสนอที่นำไปสู่คำตอบ แต่คำตอบยังไม่ถูกต้อง
 - 3 คะแนน เมื่อแสดงการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารสื่อความหมาย และนำเสนอได้อย่างถูกต้องชัดเจนและรัดกุม
 - 4 คะแนน เมื่อแสดงการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ใน การสื่อสาร สื่อความหมายและนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และรัดกุม มีการอธิบายขั้นตอนการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์ทุกขั้นตอนอย่างถูกต้องและชัดเจน
- 4 ทักษะด้านการเชื่อมโยง เกณฑ์การให้คะแนนกำหนดไว้ 5 ระดับดังนี้
- 0 คะแนน เมื่อไม่ได้แสดงการใช้หลักการและวิธีทาง คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ เพื่ออธิบายข้อสรุป หรือเรื่องราวต่างๆได้เลย
 - 1 คะแนน เมื่อนำความคิดรวบยอด หลักการและวิธีทางคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ เพื่ออธิบายข้อสรุป หรือเรื่องราวต่างๆได้บ้าง แต่ยังไม่ได้หาข้อสรุป
 - 2 คะแนน เมื่อนำความคิดรวบยอด หลักการและวิธีทางคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ เพื่ออธิบายข้อสรุป หรือเรื่องราวต่างๆนำไปสู่ข้อสรุป แต่ข้อสรุปยังไม่ถูกต้อง
 - 3 คะแนน เมื่อนำความคิดรวบยอด หลักการและวิธีทางคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ เพื่ออธิบายข้อสรุป หรือเรื่องราวต่างๆและนำไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้อง แต่ไม่ได้อธิบายชัดเจน
 - 4 คะแนน เมื่อนำความคิดรวบยอด หลักการและวิธีทางคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ เพื่ออธิบายข้อสรุป หรือเรื่องราวต่างๆได้อย่างชัดเจนทุกขั้นตอน และนำไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้อง
- 5 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เกณฑ์การให้คะแนนกำหนดไว้ 5 ระดับดังนี้
- 0 คะแนน เมื่อไม่ได้แสดงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เลย
 - 1 คะแนน เมื่อแสดงความคิดบ้าง แต่ไม่ได้หาคำตอบ
 - 2 คะแนน เมื่อคิดได้หลากหลาย กว้างไกล แต่ไม่ชัดเจนและไม่มีการอธิบายขั้นตอนการคิดที่ได้มาซึ่งคำตอบ
 - 3 คะแนน เมื่อคิดได้หลากหลาย กว้างไกล หลายแง่หลายมุม แต่อธิบายขั้นตอนการคิดที่ได้มาซึ่งคำตอบไม่ชัดเจน

- 4 คะแนน เมื่อคิดได้หลากหลาย กว้างไกล หลายแง่หลายมุม รัดกุมและชัดเจน มีการอธิบายขั้นตอนการคิดที่ได้มาซึ่งคำตอบอย่างชัดเจน

การแปลความหมายค่าเฉลี่ย

การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้กำหนดระดับคุณภาพ 4 ระดับคือ ดีมาก ดี พอใช้ และต้องปรับปรุง ปรากฏดังตาราง 10

ตาราง 10 เกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ คะแนนเต็ม 100 คะแนน

ค่าเฉลี่ย	คุณภาพ
80 ขึ้นไป	ดีมาก
60 – 79	ดี
50 – 59	พอใช้
ต่ำกว่า 50	ต้องปรับปรุง

ส่วนเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แต่ละทักษะได้กำหนดระดับคุณภาพ 4 ระดับ คือดีมาก ดี พอใช้ และต้องปรับปรุง ปรากฏดังตาราง 11

ตาราง 11 เกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แต่ละทักษะ คะแนนเต็ม 20 คะแนน

ค่าเฉลี่ย	คุณภาพ
80 ขึ้นไป	ดีมาก
60 – 79	ดี
50 – 59	พอใช้
ต่ำกว่า 50	ต้องปรับปรุง

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลมาทำการวิเคราะห์นั้น ผู้วิจัยดำเนินงานเป็นขั้นตอนดังนี้

- 1 วางแผนในการดำเนินการสอบ ติดตามขอความร่วมมือในการนำแบบทดสอบ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 ของโรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง
- 2 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ฉบับ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งผ่านการหาคุณภาพแล้วทั้ง 5 ฉบับ ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยทำการทดสอบหลังจากนักเรียนเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ครบทุกหน่วยการเรียนรู้เรียบร้อยแล้ว ในระหว่างวันที่ 10 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 ถึงวันที่ 14 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 และอธิบายให้นักเรียนเข้าใจวัตถุประสงค์ และประโยชน์ที่ได้รับจากการทำแบบทดสอบ
- 3 นำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ค่าสถิติ และทดสอบสมมติฐาน

การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากนำเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างและนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การตรวจให้คะแนน แล้วนำคะแนนหรือข้อที่ได้มาทำการวิเคราะห์ดังนี้

- 1 หาค่าสถิติพื้นฐานของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละแผนการเรียน ได้แก่ ค่าคะแนนเฉลี่ย(Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(Standard Deviation) และช่วงประมาณค่าเฉลี่ย 95%
- 2 หาค่าสถิติพื้นฐานของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แต่ละทักษะ ของนักเรียนที่มีแผนการเรียนต่างกัน ได้แก่ ค่าคะแนนเฉลี่ย(Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(Standard Deviation) และช่วงประมาณค่าเฉลี่ย 95%
- 3 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว(One – way Analysis of Variance) ของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีแผนการเรียนต่างกัน และทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติ
- 4 เปรียบเทียบพหุคูณ (multiple comparison test) ของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีแผนการเรียนต่างกัน และทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติ
- 5 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One – way Analysis of Variance) ของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แต่ละทักษะของนักเรียนที่มีแผนการเรียนต่างกัน และทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติ

6 เปรียบเทียบพหุคูณ(multiple comparison test) ของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ แต่ละทักษะของนักเรียนที่มีแผนการเรียนต่างกัน และทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1 ค่าสถิติพื้นฐาน โดยใช้สูตรดังนี้

1.1 ค่าคะแนนเฉลี่ย (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2543 306)

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

เมื่อ	$\bar{x}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
	$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

(บุญชม ศรีสะอาด 2535 103)

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

เมื่อ	S D	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum x^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2 สถิติที่ใช้หาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้สูตรของโรวินลลีและแฮมเบิลตัน

(Rowinelli and Hambleton) (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2543 249)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

ΣR แทน ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 ค่าความยากง่ายรายข้อของแบบทดสอบ โดยใช้เทคนิค 25% ในการแบ่งกลุ่มสูง กลุ่มต่ำ ใช้สูตร Whitney and Sabers (จัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์ 2544 : 205)

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

เมื่อ P แทน ค่าความยากง่าย

S_H แทน ผลรวมของคะแนนในกลุ่มสูง

S_L แทน ผลรวมของคะแนนในกลุ่มต่ำ

N แทน จำนวนผู้สอบในกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

$X_{\max}$ แทน คะแนนสูงสุดในข้อนั้น

$X_{\min}$ แทน คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

2.3 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบทดสอบ โดยใช้เทคนิค 25% ในการแบ่งกลุ่มสูง กลุ่มต่ำ ใช้สูตร Whitney and Sabers (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2543 : 201)

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

เมื่อ D แทน อำนาจจำแนก

S_U แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง

S_L แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน

N แทน จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

$X_{\max}$ แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด

$X_{\min}$ แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด

2.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรของ Cronbach (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ 2543 : 229)

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

เมื่อ α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
n	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
s_i^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนข้อหนึ่งๆ
S^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

2.5 ค่าความเชื่อมั่นของการให้คะแนน โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (ชูศรี วงศ์รัตนะ 2544 : 313)

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

เมื่อ r_{XY}	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของการให้คะแนน
N	แทน	จำนวนนักเรียนที่เข้าสอบ
$\sum X$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของการให้คะแนนกรรมการคนที่หนึ่ง
$\sum Y$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของการให้คะแนนกรรมการคนที่สอง
$\sum X^2$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสองของการให้คะแนนกรรมการคนที่หนึ่ง
$\sum Y^2$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสองของการให้คะแนนกรรมการคนที่สอง
$\sum XY$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของผลคูณระหว่างการให้คะแนนกรรมการคนที่หนึ่ง กับ การให้คะแนนกรรมการคนที่สอง

2.6 ทดสอบความมีนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ โดยใช้การทดสอบค่า

t-test (ชูศรี วงศ์รัตนะ 2544 : 317)

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

$$df = N - 2$$

เมื่อ t แทน ค่าจากการแจกแจงแบบ t
 r แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณได้
 N แทน จำนวนข้อมูลหรือจำนวนคน

3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 โดยใช้สูตรการวิเคราะห์ความแปรปรวนของฟิชเชอร์ (ชูศรี วงศ์รัตน์ 2544 : 229)

$$F = \frac{MS_B}{MS_w}$$

$$df_1 = k - 1, \quad df_2 = N - k$$

เมื่อ MS_B แทน Mean square between-group
 MS_w แทน Mean square within-group

3.2 เปรียบเทียบพหุคูณโดยใช้วิธีทดสอบของเชฟเฟ (Scheffe')

(ชูศรี วงศ์รัตน์ 2544 : 248)

$$CV_d = \sqrt{(k - 1)(F^*)(MS_{Within}) \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)}$$

เมื่อ k แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
 F^* แทน F ที่เปิดจากตาราง (critical value)
 MS_{Within} แทน ค่า Mean square within group ที่คำนวณไว้แล้ว
ในการวิเคราะห์ความแปรปรวน
 n_i แทน จำนวนหน่วยตัวอย่างในกลุ่มที่ 1
 n_j แทน จำนวนหน่วยตัวอย่างในกลุ่มที่ 2

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อสื่อความหมายในการเสนอผลการวิจัยให้เข้าใจตรงกันดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
S	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
$S_{\bar{X}}$	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย
SS	แทน	ผลรวมของส่วนเบี่ยงเบนยกกำลังสอง (Sum of Squares)
MS	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลบวกกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบน (Mean Squares)
F	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาในการแจกแจง F
p	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติ
df	แทน	ชั้นของความเป็นอิสระ (Degrees of Freedom)

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เสนอผลตามลำดับดังนี้

- 1 สถิติพื้นฐานของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนแต่ละแผนการเรียน ได้แก่ ค่าคะแนนเฉลี่ย ค่าคะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และช่วงประมาณค่าเฉลี่ย 95%
- 2 สถิติพื้นฐานของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แต่ละทักษะของนักเรียนที่มีแผนการเรียนต่างกัน ได้แก่ ค่าคะแนนเฉลี่ย ค่าคะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และช่วงประมาณค่าเฉลี่ย 95%
- 3 เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่มีแผนการเรียนต่างกัน และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยรายคู่
- 4 เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แต่ละทักษะของนักเรียนที่มีแผนการเรียนต่างกัน และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยรายคู่

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อเก็บรวบรวมข้อมูลครบถ้วนตามแผนการวิจัยที่ได้กำหนดไว้แล้ว ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ ปรากฏผลดังนี้

1 สถิติพื้นฐานของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แต่ละแผนการเรียน ซึ่งได้ผลแสดงดังตาราง 12

ตาราง 12 สถิติพื้นฐานของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละแผนการเรียน
(คะแนนเต็ม 100 คะแนน)

แผนการเรียน	N	$\bar{X}$	S	$S_{\bar{X}}$	ช่วงประมาณค่าเฉลี่ย 95%
ศิลป์ภาษาฝรั่งเศส	23	46.08	11.99	2.50	40.89 - 51.27
ศิลป์ภาษาจีน	23	56.00	9.77	2.03	51.77 - 60.22
ศิลป์คณิตศาสตร์	24	75.16	6.90	1.40	72.25 - 78.08
วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์	25	81.76	6.94	1.38	78.89 - 84.62

จากตาราง 12 แสดงให้เห็นว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละแผนการเรียน มีค่าคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 46.08 ถึง 81.76 โดยแผนการเรียนวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์มีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงสุด และแผนการเรียนศิลป์ภาษาฝรั่งเศสมีค่าคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด นอกจากนี้ยังพบอีกว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยของแผนการเรียนศิลป์ภาษาฝรั่งเศสมีค่าคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม ส่วนค่าคะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐานของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แต่ละแผนการเรียน พบว่ามีค่าตั้งแต่ 6.90 ถึง 11.99 โดยแผนการเรียนศิลป์ภาษาฝรั่งเศสมีค่าสูงสุด แสดงว่ามีความสามารถทางทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ต่างกันสูงสุด และแผนการเรียนศิลป์คณิตศาสตร์มีค่าต่ำสุด แสดงว่ามีความสามารถทางทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ต่างกันต่ำสุด นอกจากนี้ยังพบว่าแผนการเรียนศิลป์คณิตศาสตร์ กับแผนการเรียนวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานใกล้เคียงกัน แสดงว่ามีความสามารถทางทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ใกล้เคียงกัน ส่วนช่วงประมาณค่าเฉลี่ยด้วยความเชื่อมั่น 95% ของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละแผนการเรียน พบว่าแผนการเรียนศิลป์ภาษาฝรั่งเศสมีช่วงคะแนนต่ำสุด

เท่ากับ 40.89 และสูงสุดเท่ากับ 51.27 อยู่ในระดับต้องปรับปรุงถึงพอใช้ แผนการเรียนรู้ศิลปะภาษาจีนมีช่วงคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 51.77 และสูงสุดเท่ากับ 60.22 อยู่ในระดับพอใช้ถึงดี แผนการเรียนรู้ศิลปคณิตศาสตร์มีช่วงคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 72.25 และสูงสุดเท่ากับ 78.08 อยู่ในระดับดี และแผนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์มีช่วงคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 78.89 และสูงสุดเท่ากับ 84.62 อยู่ในระดับดีถึงดีมาก

2 สถิติพื้นฐานของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แต่ละทักษะ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีแผนการเรียนรู้ต่างกัน ซึ่งได้ผลแสดงดังตาราง 13

ตาราง 13 สถิติพื้นฐานของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แต่ละทักษะ จำแนกตามแผนการเรียนรู้ (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)

ทักษะกระบวนการ	แผนการเรียนรู้	N	$\bar{X}$	S	$S_{\bar{X}}$	ช่วงประมาณค่าเฉลี่ย 95%
1 การแก้ปัญหา	ศิลป์-ฝรั่งเศส	23	7.47	4.87	1.01	5.36 - 9.58
	ศิลป์-จีน	23	11.47	4.14	.86	9.68 - 13.27
	ศิลป์-คณิต	24	15.04	2.72	.55	13.89 - 16.19
	วิทย์-คณิต	25	17.36	2.32	.46	16.40 - 18.31
	รวม	95	12.95	5.18	.53	11.90 - 14.01
2 การให้เหตุผล	ศิลป์-ฝรั่งเศส	23	12.39	2.70	.56	11.21 - 13.56
	ศิลป์-จีน	23	15.26	2.52	.52	14.16 - 16.35
	ศิลป์-คณิต	24	17.79	2.16	.44	16.87 - 18.70
	วิทย์-คณิต	25	18.32	1.57	.31	17.67 - 18.96
	รวม	95	16.01	3.25	.33	15.34 - 16.67
3 การสื่อสาร	ศิลป์-ฝรั่งเศส	23	9.00	3.78	.79	7.36 - 10.63
	ศิลป์-จีน	23	9.95	5.37	1.12	7.63 - 12.27
	ศิลป์-คณิต	24	13.79	4.11	.84	12.05 - 15.53
	วิทย์-คณิต	25	15.84	2.64	.52	14.75 - 16.93
	รวม	95	12.24	4.89	.50	11.24 - 13.23

ตาราง 13 (ต่อ)

ทักษะกระบวนการ	แผนการเรียนรู้	N	$\bar{X}$	S	$S_{\bar{X}}$	ช่วงประมาณค่าเฉลี่ย 95%
4 การเชื่อมโยง	ศิลป์-ฝรั่งเศส	23	8.73	2.81	58	7.52 - 9.95
	ศิลป์-จีน	23	8.60	4.56	95	6.63 - 10.58
	ศิลป์-คณิต	24	12.83	4.68	95	10.85 - 14.81
	วิทย์-คณิต	25	14.48	3.28	65	13.12 - 15.83
	รวม	95	11.25	4.63	47	10.30 - 12.19
5 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	ศิลป์-ฝรั่งเศส	23	8.47	4.08	85	6.71 - 10.24
	ศิลป์-จีน	23	10.69	3.92	81	8.99 - 12.39
	ศิลป์-คณิต	24	15.70	2.66	54	14.58 - 16.83
	วิทย์-คณิต	25	15.76	2.94	58	14.54 - 16.97
	รวม	95	12.75	4.64	47	11.81 - 13.70

จากตาราง 13 เมื่อพิจารณาระหว่างแผนการเรียนรู้ที่ต่างกัน พบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา ด้านการให้เหตุผล ด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ด้านการเชื่อมโยง และด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เมื่อจำแนกตามแผนการเรียนรู้มีค่าอยู่ระหว่าง 7.47 - 17.36 , 12.39 - 18.32 , 9.00 - 15.84 , 8.60 - 14.48 และ 8.47 - 15.76 ตามลำดับ โดยทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ของนักเรียนที่มีแผนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์มีค่าสูงสุด รองลงมาคือแผนการเรียนรู้ศิลป์คณิตศาสตร์ ศิลป์ภาษาจีนและศิลป์ภาษาฝรั่งเศส ตามลำดับ ส่วนทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยง พบว่านักเรียนที่มีแผนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์มีค่าสูงสุด รองลงมาคือ แผนการเรียนรู้ศิลป์คณิตศาสตร์ ศิลป์ภาษาฝรั่งเศสและศิลป์ภาษาจีน ตามลำดับ ส่วนค่าคะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐานของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา ด้านการให้เหตุผล ด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ ด้านการเชื่อมโยง และด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เมื่อจำแนกตามแผนการเรียนรู้พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 2.32 - 4.87 , 1.57 - 2.70 , 2.64 - 5.37 , 2.81 - 4.68 และ 2.66 - 4.08 ตามลำดับ โดยทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาและด้านการให้เหตุผล ของนักเรียนที่มีแผนการเรียนรู้ศิลป์ภาษาฝรั่งเศส

มีค่าสูงสุด แสดงว่ามีการกระจายของคะแนนด้านการแก้ปัญหาและด้านการให้เหตุผลสูงกว่าแผนการเรียนอื่น และแผนการเรียนวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์มีค่าต่ำสุด แสดงว่ามีการกระจายของคะแนนด้านการแก้ปัญหาและด้านการให้เหตุผลต่ำกว่าแผนการเรียนอื่น ส่วนทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ของนักเรียนที่มีแผนการเรียนศิลป์ภาษาจีนมีค่าสูงสุด แสดงว่ามีการกระจายของคะแนนด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอสูงกว่าแผนการเรียนอื่น และแผนการเรียนวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์มีค่าต่ำสุด แสดงว่ามีการกระจายของคะแนนด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอต่ำกว่าแผนการเรียนอื่น ส่วนทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยง ของนักเรียนที่มีแผนการเรียนศิลป์คณิตศาสตร์มีค่าสูงสุด แสดงว่ามีการกระจายของคะแนนด้านการเชื่อมโยงสูงกว่าแผนการเรียนอื่น และแผนการเรียนศิลป์ฝรั่งเศสมีค่าต่ำสุด แสดงว่ามีการกระจายของคะแนนด้านการเชื่อมโยงต่ำกว่าแผนการเรียนอื่น นอกจากนี้ยังพบอีกว่านักเรียนที่มีแผนการเรียนศิลป์ภาษาจีนกับศิลป์คณิตศาสตร์มีค่าใกล้เคียงกัน แสดงว่ามีการกระจายของคะแนนด้านการเชื่อมโยงใกล้เคียงกัน ส่วนทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของนักเรียนที่มีแผนการเรียนศิลป์ฝรั่งเศสมีค่าสูงสุด แสดงว่ามีการกระจายของคะแนนด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์สูงกว่าแผนการเรียนอื่น และแผนการเรียนศิลป์ฝรั่งเศสคณิตศาสตร์มีค่าต่ำสุด แสดงว่ามีการกระจายของคะแนนด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์น้อยกว่าแผนการเรียนอื่น ส่วนการประมาณค่าเฉลี่ยด้วยความเชื่อมั่น 95% ของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา ด้านการให้เหตุผล ด้านการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ ด้านการเชื่อมโยง และด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เมื่อจำแนกตามแผนการเรียนพบว่า มีค่าตั้งแต่ 5.36 – 18.31 , 11.21 – 18.96 , 7.36 – 16.93 , 6.63 – 15.83 และ 6.71 – 16.97 ตามลำดับ โดยทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา พบว่า แผนการเรียนศิลป์ภาษาฝรั่งเศสอยู่ในระดับต้องปรับปรุง แผนการเรียนศิลป์ภาษาจีนอยู่ในระดับต้องปรับปรุงถึงดี แผนการเรียนศิลป์คณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีถึงดีมาก และแผนการเรียนวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก ส่วนทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล พบว่า แผนการเรียนศิลป์ภาษาฝรั่งเศสอยู่ในระดับพอใช้ถึงดี แผนการเรียนศิลป์ภาษาจีนอยู่ในระดับดีถึงดีมาก แผนการเรียนศิลป์คณิตศาสตร์และแผนการเรียนวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก ส่วนทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ พบว่าแผนการเรียนศิลป์ภาษาฝรั่งเศสและศิลป์ภาษาจีนอยู่ในระดับต้องปรับปรุงถึงพอใช้ แผนการเรียนศิลป์คณิตศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้ถึงดีและแผนการเรียนวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีถึงดีมาก ส่วนทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยง พบว่า แผนการเรียนศิลป์ภาษาฝรั่งเศสอยู่ในระดับต้องปรับปรุง แผนการเรียนศิลป์ภาษาจีนอยู่ในระดับต้องปรับปรุงถึงพอใช้

แผนการเรียนรู้คณิตศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้ถึงดี และแผนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี ส่วนทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ พบว่า แผนการเรียนรู้ศิลปภาษาฝรั่งเศสและศิลปภาษาจีนอยู่ในระดับต้องปรับปรุงถึงพอใช้ แผนการเรียนรู้คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีถึงดีมาก เมื่อพิจารณาการรวมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แต่ละทักษะ พบว่าด้านการให้เหตุผลมีช่วงประมาณค่าเฉลี่ย 95% สูงสุด มีค่าตั้งแต่ 15 34 – 16 67 อยู่ในระดับดีถึงดีมาก ส่วนด้านการเชื่อมโยงมีช่วงประมาณค่าเฉลี่ย 95% ต่ำสุด มีค่าตั้งแต่ 10 30 – 12 19 อยู่ในระดับพอใช้

3 เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีแผนการเรียนต่างกัน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One – way Analysis of Variance) และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยรายคู่ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์เปรียบเทียบพหุคูณของเชฟเฟ (scheffe') ซึ่งได้ผลแสดงดังตาราง 14 - 15

ตาราง 14 เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีแผนการเรียนต่างกัน

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	3	19588 638	6529 546	79 017 **
ภายในกลุ่ม	91	7519 719	82 634	
รวมทั้งหมด	94	27108 358		

**p < 01

จากตาราง 14 แสดงให้เห็นว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีแผนการเรียนต่างกัน มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 01 และเพื่อต้องการทราบว่านักเรียนแผนการเรียนใดบ้าง ที่มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันจึงทำการทดสอบต่อเป็นรายคู่ตามวิธีของเชฟเฟ (Scheffe') ซึ่งได้ผลแสดงดังตาราง 15

ตาราง 15 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยรายคู่ของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนที่มีแผนการเรียนต่างกัน

แผนการเรียน		ศิลป์-ฝรั่งเศส	ศิลป์-จีน	ศิลป์-คณิต	วิทย์-คณิต
	$\bar{X}$	46 087	56 000	75 166	81 760
ศิลป์ - ฝรั่งเศส	46 087	-	9 913 *	29 079 *	35 673 *
ศิลป์ - จีน	56 000		-	19 166 *	25 760 *
ศิลป์ - คณิต	75 166			-	6 593
วิทย์ - คณิตศาสตร์	81 760				-

จากตาราง 15 แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีแผนการเรียนต่างกัน พบว่า นักเรียนที่มีแผนการเรียนศิลป์ภาษาฝรั่งเศส กับนักเรียนที่มีแผนการเรียนศิลป์ภาษาจีน ศิลปคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 05 ส่วนนักเรียนที่มีแผนการเรียนศิลป์ภาษาจีน กับนักเรียนที่มีแผนการเรียนศิลปคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 05 ส่วนนักเรียนที่มีแผนการเรียนศิลปคณิตศาสตร์ กับแผนการเรียนวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่านักเรียนที่มีแผนการเรียนศิลปคณิตศาสตร์ กับแผนการเรียนวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

4 เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แต่ละทักษะ ของนักเรียนที่มีแผนการเรียนต่างกัน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One – way Analysis of Variance) และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยรายคู่ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์เปรียบเทียบพหุคูณของเชฟเฟ (scheffe') ซึ่งได้ผลแสดงดังตาราง 16 - 17

ตาราง 16 เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แต่ละทักษะ ของนักเรียนที่มีแผนการเรียนรู้ต่างกัน

ทักษะกระบวนการ	แหล่งของความแปรปรวน				
		df	SS	MS	F
1 การแก้ปัญหา	ระหว่างกลุ่ม	3	1329 635	443 212	33 549**
	ภายในกลุ่ม	91	1202 197	13 211	
	รวม	94	2531 832		
2 การให้เหตุผล	ระหว่างกลุ่ม	3	523 678	174 559	33 847**
	ภายในกลุ่ม	91	469 311	5 157	
	รวม	94	992 989		
3 การสื่อสาร	ระหว่างกลุ่ม	3	743 157	247 719	14 946**
	ภายในกลุ่ม	91	1508 275	16 574	
	รวม	94	2251 432		
4 การเชื่อมโยง	ระหว่างกลุ่ม	3	626 450	208 817	13 617**
	ภายในกลุ่ม	91	1395 486	15 335	
	รวม	94	221 937		
5 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	ระหว่างกลุ่ม	3	953 305	317 768	26 821**
	ภายในกลุ่ม	91	1078 127	11 848	
	รวม	94	2031 432		

**p < 01

จากตาราง 16 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่มีแผนการเรียนต่างกัน มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา ด้านการให้เหตุผล ด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ด้านการเชื่อมโยง และด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 01 และเพื่อต้องการทราบว่านักเรียนที่มีแผนการเรียนใดบ้างมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในแต่ละด้านแตกต่างกัน จึงทำการทดสอบต่อเป็นรายคู่ตามวิธีของเซฟเฟ (Scheffe') ซึ่งได้ผลแสดงดังตาราง 17

ตาราง 17 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยรายคู่ของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ แต่ละทักษะของนักเรียนที่มีแผนการเรียนต่างกัน

ทักษะกระบวนการ		แผนการเรียน	ศิลป์-ฝรั่งเศส	ศิลป์-จีน	ศิลป์-คณิต	วิทย์-คณิต
		$\bar{X}$	7 478	11 478	15 041	17 360
1 การแก้ปัญหา	ศิลป์-ฝรั่งเศส	7 478	-	4 000*	7 563*	9 881*
	ศิลป์-จีน	11 478		-	3 563*	5 881*
	ศิลป์-คณิต	15 041			-	2 318
	วิทย์-คณิต	17 360				-
		$\bar{X}$	12 391	15 260	17 791	18 320
2 การให้เหตุผล	ศิลป์-ฝรั่งเศส	12 391	-	2 869*	5 400*	5 928*
	ศิลป์-จีน	15 260		-	2 530*	3 059*
	ศิลป์-คณิต	17 791			-	528
	วิทย์-คณิต	18 320				-
		$\bar{X}$	9 000	9 956	13 791	15 840
3 การสื่อสาร	ศิลป์-ฝรั่งเศส	9 000	-	956	4 791*	6 840*
	ศิลป์-จีน	9 956		-	3 835*	5 883*
	ศิลป์-คณิต	13 791			-	2 048
	วิทย์-คณิต	15 840				-

ตาราง 17 (ต่อ)

ทักษะกระบวนการ แผนการเรียนรู้		ศิลป์-ฝรั่งเศส	ศิลป์-จีน	ศิลป์-คณิต	วิทย์-คณิต
$\bar{X}$		8 739	8 608	12 833	14 480
4 การเชื่อมโยง	ศิลป์-ฝรั่งเศส	8 739	-	4 094*	5 740*
	ศิลป์-จีน	8 608	-	4 224*	5 871*
	ศิลป์-คณิต	12 833		-	1 646
	วิทย์-คณิต	14 480			-
$\bar{X}$		8 478	10 695	15 708	15 760
5 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	ศิลป์-ฝรั่งเศส	8 478	-	7 230*	7 281*
	ศิลป์-จีน	10 695	-	5 012*	5 064*
	ศิลป์-คณิต	15 708		-	051
	วิทย์-คณิต	15 760			-

จากตาราง 17 แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่าง ของคะแนนเฉลี่ยรายคู่ของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แต่ละทักษะ ของนักเรียนที่มีแผนการเรียนรู้ต่างกัน พบว่า นักเรียนที่มีแผนการเรียนรู้ศิลป์ภาษาฝรั่งเศสกับนักเรียนที่มีแผนการเรียนรู้ศิลป์ภาษาจีน ศิลป์คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาและด้านการให้เหตุผล แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 05 นอกจากนี้ยังพบอีกว่า นักเรียนที่มีแผนการเรียนรู้ศิลป์ภาษาฝรั่งเศสกับนักเรียนที่มีแผนการเรียนรู้ศิลป์คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ด้านการเชื่อมโยง และด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 05 ส่วนแผนการเรียนรู้ศิลป์ภาษาจีนกับแผนการเรียนรู้ศิลป์คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา ด้านการให้เหตุผล ด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ ด้านการเชื่อมโยง และด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 05 ส่วนคู่อื่นๆไม่พบความแตกต่าง

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย ซึ่งสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

- 1 เพื่อสร้างและหาคุณภาพของแบบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย
- 2 เพื่อประมาณค่าทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย ในแต่ละแผนการเรียน
- 3 เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 5 ทักษะ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย

สมมติฐานการศึกษาค้นคว้า

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีแผนการเรียนต่างกัน มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ แตกต่างกัน

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 ของโรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร จำนวน 4 ห้องเรียน ได้แก่ แผนการเรียนศิลป์ภาษาฝรั่งเศส 1 ห้องเรียน แผนการเรียนศิลป์ภาษาจีน 1 ห้องเรียน แผนการเรียนศิลป์คณิตศาสตร์ 1 ห้องเรียน และแผนการเรียนวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ 1 ห้องเรียน จำนวนทั้งหมด 188 คน

2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 ของโรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ทั้ง 4 แผนการเรียน จำนวนนักเรียน 95 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตามชั้น (stratified random sampling) โดยใช้แผนการเรียนเป็นชั้น (Strata) แต่ละชั้นสุ่มแบบมีระบบ

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 5 ฉบับ ฉบับละ 5 ข้อ ดังนี้

ฉบับที่ 1 แบบทดสอบวัดทักษะด้านการแก้ปัญหา มีค่าความเชื่อมั่น 882

ฉบับที่ 2 แบบทดสอบวัดทักษะด้านการให้เหตุผล มีค่าความเชื่อมั่น 807

ฉบับที่ 3 แบบทดสอบวัดทักษะด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ มีค่าความเชื่อมั่น 8397

ฉบับที่ 4 แบบทดสอบวัดทักษะด้านการเชื่อมโยง มีค่าความเชื่อมั่น 792

ฉบับที่ 5 แบบทดสอบวัดทักษะด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีค่าความเชื่อมั่น 815

วิธีดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลมาทำการวิเคราะห์นั้น ผู้วิจัยดำเนินงานเป็นขั้นตอนดังนี้

1 วางแผนในการดำเนินการสอบ ติดต่อขอความร่วมมือในการนำแบบทดสอบ ไปสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2547 ของโรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

2 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ฉบับ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งผ่านการหาคุณภาพแล้วทั้ง 5 ฉบับ ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยทำการทดสอบหลังจากนักเรียนเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ครบทุกหน่วยการเรียนรู้แล้ว ในระหว่างวันที่ 10 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 ถึงวันที่ 14 เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 และอธิบายให้นักเรียนเข้าใจวัตถุประสงค์และประโยชน์ที่ได้รับจากการทำแบบทดสอบ

3 นำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ค่าสถิติ และทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1 หาคุณภาพของแบบทดสอบ ได้แก่

1.1 หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ

1.2 หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ และค่าความเชื่อมั่นของการให้คะแนน

2 หาค่าสถิติพื้นฐานของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ แต่ละแผนการเรียนรู้ ได้แก่ ค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) ค่าคะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และประมาณค่าเฉลี่ย 95%

3 หาค่าสถิติพื้นฐานของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แต่ละทักษะ จำแนกตามแผนการเรียนรู้ ได้แก่ ค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) ค่าคะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) จำแนกตามทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ทักษะ และประมาณค่าเฉลี่ย 95%

4 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One – way Analysis of Variance) ของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีแผนการเรียนรู้ต่างกัน และทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติพร้อมทั้งเปรียบเทียบพหุคูณ (multiple comparison test) ของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีแผนการเรียนรู้ต่างกัน และทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติ

5 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One – way Analysis of Variance) ของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แต่ละทักษะของนักเรียนที่มีแผนการเรียนรู้ต่างกัน และทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติ พร้อมทั้งเปรียบเทียบพหุคูณ (multiple comparison test) ของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แต่ละทักษะของนักเรียนที่มีแผนการเรียนรู้ต่างกันและทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลสรุปได้ดังนี้

1 หากคุณภาพของแบบทดสอบ

1.1 ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน มีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ฉบับอยู่ระหว่าง 90 ถึง 1.00 ซึ่งคัดเลือกได้ฉบับละ 8 ข้อ

1.2 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ฉบับ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 36 ถึง 80 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 25 ถึง 70 มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบตั้งแต่ 792 ถึง 882 และมีค่าความเชื่อมั่นของการให้คะแนนตั้งแต่ 947 ถึง 996

2 การประมาณค่าเฉลี่ยด้วยความเชื่อมั่น 95% ของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แต่ละแผนการเรียนรู้ พบว่าแผนการเรียนรู้ศิลปภาษาฝรั่งเศสมีช่วงคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 40.89 และสูงสุดเท่ากับ 51.27 อยู่ในระดับต้องปรับปรุงถึงพอใช้ แผนการเรียนรู้ศิลปภาษาจีนมีช่วงคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 51.77 และสูงสุดเท่ากับ 60.22 อยู่ในระดับพอใช้ถึงดี แผนการเรียนรู้ศิลปคณิตศาสตร์มีช่วงคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 72.25 และสูงสุดเท่ากับ 78.08 อยู่ในระดับดี และแผนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์มีช่วงคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 78.89 และสูงสุดเท่ากับ 84.62 อยู่ในระดับดีถึงดีมาก ส่วนการประมาณค่าเฉลี่ย 95% ของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา ด้านการให้เหตุผล ด้านการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ ด้านการเชื่อมโยง และด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เมื่อจำแนกตามแผนการเรียนรู้พบว่า มีค่าตั้งแต่ 5.36 – 18.31

, 11 21 – 18 96 , 7 36 – 16 93 , 6 63 – 15 83 และ 6 71 – 16 97 ตามลำดับ โดยทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา พบว่า แผนการเรียนรู้ศิลปะภาษาฝรั่งเศสอยู่ในระดับต้องปรับปรุง แผนการเรียนรู้ศิลปะภาษาจีนอยู่ในระดับต้องปรับปรุงถึงดี แผนการเรียนรู้คณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีถึงดีมาก และแผนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก ส่วนทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล พบว่า แผนการเรียนรู้ศิลปะภาษาฝรั่งเศสอยู่ในระดับพอใช้ถึงดี แผนการเรียนรู้ศิลปะภาษาจีนอยู่ในระดับดีถึงดีมาก แผนการเรียนรู้คณิตศาสตร์และแผนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก ส่วนทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ พบว่าแผนการเรียนรู้ศิลปะภาษาฝรั่งเศสและศิลปะภาษาจีนอยู่ในระดับต้องปรับปรุงถึงพอใช้ แผนการเรียนรู้คณิตศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้ถึงดี และแผนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีถึงดีมาก ส่วนทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยง พบว่า แผนการเรียนรู้ศิลปะภาษาฝรั่งเศสอยู่ในระดับต้องปรับปรุง แผนการเรียนรู้ศิลปะภาษาจีนอยู่ในระดับต้องปรับปรุงถึงพอใช้ แผนการเรียนรู้คณิตศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้ถึงดี และแผนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี ส่วนทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ พบว่าแผนการเรียนรู้ศิลปะภาษาฝรั่งเศสและศิลปะภาษาจีนอยู่ในระดับต้องปรับปรุงถึงพอใช้ แผนการเรียนรู้คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีถึงดีมาก เมื่อพิจารณาการรวมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แต่ละทักษะ พบว่าด้านการให้เหตุผลมีช่วงประมาณค่าเฉลี่ย 95% สูงสุด มีค่าตั้งแต่ 15 34 – 16 67 อยู่ในระดับดีถึงดีมาก ส่วนด้านการเชื่อมโยงมีช่วงประมาณค่าเฉลี่ย 95% ต่ำสุด มีค่าตั้งแต่ 10 30 – 12 19 อยู่ในระดับพอใช้

3 นักเรียนที่มีแผนการเรียนรู้ต่างกัน มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 01 โดยนักเรียนที่มีแผนการเรียนรู้ศิลปะภาษาฝรั่งเศสกับนักเรียนที่มีแผนการเรียนรู้ศิลปะภาษาจีน ศิลปะคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 05 ส่วนนักเรียนที่มีแผนการเรียนรู้ศิลปะภาษาจีน กับนักเรียนที่มีแผนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 05 ส่วนนักเรียนที่มีแผนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ กับแผนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่านักเรียนที่มีแผนการเรียนรู้คณิตศาสตร์กับแผนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนที่มีแผนการเรียนรู้ต่างกัน มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา ด้านการให้เหตุผล ด้านการสื่อสารการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ ด้านการเชื่อมโยง และด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 01 โดย

นักเรียนที่มีแผนการเรียนศิลปภาษาฝรั่งเศสกับนักเรียนที่มีแผนการเรียนศิลปภาษาจีน ศิลปคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาและด้านการให้เหตุผล แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 05 นอกจากนี้ยังพบอีกว่า นักเรียนที่มีแผนการเรียนศิลปภาษาฝรั่งเศสกับนักเรียนที่มีแผนการเรียนศิลปคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ ด้านการเชื่อมโยง และด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 05 ส่วนแผนการเรียนศิลปภาษาจีนกับแผนการเรียนศิลปคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา ด้านการให้เหตุผล ด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ ด้านการเชื่อมโยง และด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 05 ส่วนคู่อื่นๆไม่พบความแตกต่าง

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

จากการศึกษาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นโดยใช้เนื้อหาจากหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 1 และ เล่ม 2 ตามหลักสูตรขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 โดยนำเนื้อหาเรื่อง เซต การให้เหตุผล จำนวนจริง เลขยกกำลัง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน และอัตราส่วนตรีโกณมิติ มาสร้างแบบทดสอบตามมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์สาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ฉบับ ได้แก่ แบบทดสอบวัดทักษะด้านการแก้ปัญหา แบบทดสอบวัดทักษะด้านการให้เหตุผล แบบทดสอบวัดทักษะด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ แบบทดสอบวัดทักษะด้านการเชื่อมโยง และแบบทดสอบวัดทักษะด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งในแต่ละฉบับมีจำนวน 10 ข้อ เมื่อรวมทั้ง 5 ฉบับ จะได้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์จำนวน 50 ข้อ หลังจากนั้นจึงนำแบบทดสอบที่ได้ไปหาคุณภาพของแบบทดสอบตามลำดับดังนี้

1.1 นำแบบทดสอบและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์สาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินผลความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับมาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งผลจากการประเมินได้แบบทดสอบ 5 ฉบับ ฉบับละ 8 ข้อ ที่มีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์สาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์และมีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ตั้งแต่ 90 ถึง 1 00 ซึ่งสอดคล้องกับค่ากล่าวของ ล้วน สายยศ (2543 : 249) ที่กล่าวว่า การพิจารณาค่า IOC จะต้องมีความมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 จึงจะถือว่าวัดได้สอดคล้องกัน

1 2 นำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 5 ฉบับไปทำการทดสอบเพื่อหาคุณภาพ ได้ทำการคัดเลือกฉบับละ 5 ข้อ มีค่าความยากง่ายรายข้อตั้งแต่ 36 ถึง 80 ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ จัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์ (2544 : 205) ที่กล่าวว่า เกณฑ์ในการพิจารณาเกี่ยวกับคุณภาพของข้อสอบอัตนัย ใช้เกณฑ์เดียวกับข้อสอบเลือกตอบ คือข้อสอบที่มีคุณภาพจะมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกรายข้อตั้งแต่ 25 ถึง 70 ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ ล้วน สายยศ (2543 : 197) ที่กล่าวว่า ดัชนีค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ยิ่งเกณฑ์ควรมีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 0 และสอดคล้องกับคำกล่าวของ จัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์ (2544 : 205) ที่กล่าวว่า ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบอัตนัยที่มีคุณภาพ จะมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และมีค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ 792 ถึง 882 ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ ล้วน สายยศ (2543 : 209) ที่กล่าวว่า ในการวัดผลนั้นจะต้องสร้างเครื่องมือที่ต้องการนำไปวัดผลให้มีคุณภาพที่เชื่อมั่นได้ เพื่อผลการวัดที่ออกมาจะได้เป็นคะแนนความรู้จริงของนักเรียน ที่ปราศจากความคลาดเคลื่อนในการวัด และค่าความเชื่อมั่นจะมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1 และจะพิจารณาเฉพาะค่าที่เป็นบวกเท่านั้นซึ่งควรมีค่ามากกว่า 0.70 เมื่อพิจารณาโดยรวมแล้ว สามารถกล่าวได้ว่าแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบที่ดีมีคุณภาพ มีความยากง่าย อยู่ในระดับปานกลาง มีค่าอำนาจจำแนกและความเชื่อมั่นอยู่ในระดับที่เหมาะสม

1 3 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย ให้เกณฑ์การให้คะแนนแบบ Holistic Scoring Rubric โดยให้คะแนนแต่ละทักษะกระบวนการเป็น 5 ระดับ คือ 0 - 4 คะแนนในแต่ละข้อ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของสิริพร ทิพย์คง (2545 : 219-220) ที่กล่าวว่า Rubric เป็นระบบการให้ระดับคะแนนที่มีมาตรฐาน โดยเน้นการประเมินผลงานที่นักเรียนทำแทนการประเมินที่ตัวนักเรียน ซึ่งนิยมให้คะแนนเป็นระดับคะแนน 4 หรือ 5 หรือ 6 และการให้คะแนนแบบ Holistic Scoring Rubric นั้นจะเน้นกระบวนการคิด และการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และเพื่อดูว่าการให้คะแนนมีความคงเส้นคงวาหรือไม่ จึงมีการตรวจสอบให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของการให้คะแนนโดยผู้ตรวจ 2 คน มีค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ 947 ถึง 996 ซึ่งแต่ละฉบับมีค่าความเชื่อมั่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ ชูศรี วงศ์รัตนะ (2544 : 316-317) ที่กล่าวว่า ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงกว่า 90 ถือว่าอยู่ในระดับสูงมาก และการที่จะสรุปว่าตัวแปรคู่หนึ่งมีความสัมพันธ์กันจริงหรือไม่ จะต้องมีการทดสอบนัยสำคัญก่อน นั้นแสดงว่าการให้คะแนนของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น มีความคงเส้นคงวาสถิติสามารถยืนยันคุณภาพของแบบทดสอบวัดกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยผู้วิจัยสามารถตรวจให้คะแนนกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของผู้สอบได้

ผู้วิจัยมีความเห็นว่า ผลการสร้างแบบทดสอบดังกล่าว จะเป็นแนวทางให้กับครูผู้สอนคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์และอาจเป็นแนวทาง ในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในระดับชั้นอื่นต่อไป

2 การประมาณค่าทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้วยความเชื่อมั่น 95 % ของนักเรียนแต่ละแผนการเรียนพบว่า แผนการเรียนศิลปภาษาฝรั่งเศสมีช่วงคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 40 89 และสูงสุดเท่ากับ 51 27 แสดงว่าหากนักเรียนที่มีแผนการเรียนศิลปภาษาฝรั่งเศสคนใดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ก็จะมีคะแนนอยู่ในช่วง 40 89 คะแนน ถึง 51 27 คะแนน ด้วยความมั่นใจ 95% แผนการเรียนศิลปภาษาจีนมีช่วงคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 51 77 และสูงสุดเท่ากับ 60 22 แสดงว่าหากนักเรียนที่มีแผนการเรียนศิลปภาษาจีนคนใดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ก็จะมีคะแนนอยู่ในช่วง 51 77 คะแนน ถึง 60 22 คะแนน ด้วยความมั่นใจ 95% แผนการเรียนศิลปคณิตศาสตร์มีช่วงคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 72 25 และสูงสุดเท่ากับ 78 08 แสดงว่าหากนักเรียนที่มีแผนการเรียนศิลปคณิตศาสตร์คนใดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ก็จะมีคะแนนอยู่ในช่วง 72 25 คะแนน ถึง 78 08 คะแนน ด้วยความมั่นใจ 95% และแผนการเรียนวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์มีช่วงคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 78 89 และสูงสุดเท่ากับ 84 62 แสดงว่าหากนักเรียนที่มีแผนการเรียนศิลปภาษาฝรั่งเศสคนใดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ก็จะมีคะแนนอยู่ในช่วง 78 89 คะแนน ถึง 84 62 คะแนน ด้วยความมั่นใจ 95% ส่วนการประมาณค่าเฉลี่ยด้วยความเชื่อมั่น 95% ของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา ด้านการให้เหตุผล ด้านการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ด้านการเชื่อมโยง และด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เมื่อจำแนกตามแผนการเรียนพบว่า มีค่าตั้งแต่ 5 36 – 18 31 , 11 21 – 18 96 , 7 36 – 16 93 , 6 63 – 15 83 และ 6 71 – 16 97 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาการรวมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แต่ละทักษะ พบว่าด้านการให้เหตุผลมีช่วงประมาณค่าเฉลี่ย 95% สูงสุด มีค่าตั้งแต่ 15 34 – 16 67 แสดงว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลสูงกว่าทักษะอื่น ส่วนด้านการเชื่อมโยง มีช่วงประมาณค่าเฉลี่ย 95% ต่ำสุด มีค่าตั้งแต่ 10 30 – 12 19

ซึ่งผู้วิจัยมีความเห็นว่า ผลการศึกษาเรื่องนี้ จะเป็นแนวทางให้กับครูผู้สอนคณิตศาสตร์ในการแก้ไขทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีแผนการเรียนต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในนักเรียนที่มีแผนการเรียนศิลปภาษาฝรั่งเศสและแผนการเรียนศิลปภาษาจีน ต้องปรับปรุงทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ ด้านการเชื่อมโยงและด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และเมื่อพิจารณาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยง จำเป็นต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไขให้นักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้น และนอกจากนี้ต้องส่งเสริมและใช้กิจกรรมการเรียนการสอนและการวัดประเมินผล

ที่เน้นทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับนักเรียนแผนการเรียนศิลป์คณิตศาสตร์ และแผนการเรียนวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ เพื่อให้ให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ดียิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ คำกล่าวของ สสวท (2546ค 14) ที่กล่าวว่า การวัดผลและประเมินผลเป็นกระบวนการที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจหรือรู้ทัน ในการปรับปรุงความสามารถทางคณิตศาสตร์ โดยมีจุดประสงค์เพื่อนำผลการประเมินมาใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ ปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้ รวมทั้งปรับปรุงการสอนของผู้สอนให้มีประสิทธิภาพ

3 ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีแผนการเรียนต่างกัน พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน โดยนักเรียนที่มีแผนการเรียนศิลป์ภาษาฝรั่งเศสกับแผนการเรียนศิลป์ภาษาจีน ศิลป์คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 05 ส่วนแผนการเรียนศิลป์ภาษาจีนกับแผนการเรียนศิลป์คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 05 ส่วนแผนการเรียนศิลป์คณิตศาสตร์กับแผนการเรียนวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่านักเรียนที่มีแผนการเรียนศิลป์คณิตศาสตร์กับแผนการเรียนวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสาเหตุดังต่อไปนี้

3.1 การที่นักเรียนจะมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันนั้น นักเรียนแต่ละคนมีความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ โดยสามารถแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ หรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันด้วยวิธีการที่หลากหลายสามารถให้เหตุผล สื่อความหมายพร้อมทั้งนำเสนอได้อย่างสร้างสรรค์ สามารถเชื่อมโยงความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆได้ แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของสิริพร ทิพย์คง (2545 74) ที่กล่าวว่า ผู้เรียนจะมีความรู้ทางคณิตศาสตร์อย่างมีคุณภาพนั้น ต้องมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ

3.2 จากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่าความสามารถทางทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีแผนการเรียนศิลป์คณิตศาสตร์ กับนักเรียนที่มีแผนการเรียนวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองแผนการเรียนกับนักเรียนที่มีแผนการเรียนศิลป์ภาษาฝรั่งเศส และแผนการเรียนศิลป์ภาษาจีน จะพบว่ามีค่าสูงกว่า ซึ่งอาจเนื่องมาจากนักเรียนที่มีแผนการเรียนศิลป์คณิตศาสตร์และแผนการเรียนวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ของโรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย จะต้องมีคะแนนเฉลี่ยจากระดับชั้น

มัธยมศึกษาตอนต้นในรายวิชาคณิตศาสตร์ไม่ต่ำกว่าเกรด 3 ซึ่งถือว่าสามารถเรียนคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีถึงดีมาก และเป็นนักเรียนที่สนใจที่จะศึกษาต่อในแผนการเรียนดังกล่าวซึ่งมุ่งเน้นการเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาหลักของแผนการเรียน จึงส่งผลให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีแผนการเรียนศิลปภาษาฝรั่งเศส และแผนการเรียนศิลปภาษาจีน ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของยุพิน พิพิธกุล(พัชรินทร์ เปรมประเสริฐ 2542 : 88 อ้างอิงมาจากยุพิน พิพิธกุล (2536 : 232) ที่กล่าวว่านักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์เก่งมักจะเรียนได้เร็ว เมื่อเขาได้รับการกระตุ้น ครูอธิบายเพียงเล็กน้อยเขาก็เกิดความเข้าใจ มีความอยากรู้ อยากเห็นและกระตือรือร้น สามารถมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้ที่มีอยู่เดิมได้

ผู้วิจัยมีความเห็นว่า ผลการศึกษาเรื่องนี้จะเป็นแนวทางให้กับครูผู้สอนคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย นำไปใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอน โดยเน้นทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีแผนการเรียนต่างกัน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างทัดเทียม และส่งผลถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้น จึงจำเป็นจะต้องจัดการเรียนการสอนและกิจกรรมต่างๆ ให้สอดคล้องเหมาะสมกับผู้เรียนซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพัชรินทร์ เปรมประเสริฐ(2542 : 86) ที่พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1 ทั้งนี้เนื่องมาจากการสอนโดยเน้นกระบวนการคณิตศาสตร์ มีแนวทางที่ผู้สอนสามารถจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์เนื้อหา และสถานการณ์ ตามหัวข้อเรื่องในวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยความคิดรวบยอด กระบวนการสร้างทักษะการคิดคำนวณ และกระบวนการสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ปัจจุบันนักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มักจะตั้งคำถามกับครูผู้สอนเสมอว่าเรียนคณิตศาสตร์แล้วจะนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร หากนักเรียนมีทักษะทางคณิตศาสตร์ นักเรียนก็จะสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสารการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยง และมีความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งจะทำให้ นักเรียนรู้ถึงการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน เพื่อเกิดประโยชน์ต่อตัวนักเรียนเอง และตระหนักถึงคุณค่าที่จะได้รับการเรียนคณิตศาสตร์

นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนที่มีแผนการเรียนต่างกัน มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา ด้านการให้เหตุผล ด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ ด้านการเชื่อมโยง และด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1 โดยนักเรียนที่มีแผนการเรียนศิลปภาษาฝรั่งเศสกับแผนการเรียนศิลปภาษาจีน ศิลปคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา

และด้านการให้เหตุผล แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 05 นอกจากนี้ยังพบอีกว่า นักเรียนที่มีแผนการเรียนรู้ศิลปะภาษาฝรั่งเศสกับแผนการเรียนรู้ศิลปคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการสื่อสารการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ด้านการเชื่อมโยง และด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 05 ส่วนแผนการเรียนรู้ศิลปะภาษาจีนกับแผนการเรียนรู้ศิลปคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา ด้านการให้เหตุผล ด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ ด้านการเชื่อมโยง และด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 05 ส่วนคู่อื่นๆไม่พบความแตกต่างทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสาเหตุต่อไปนี้

1) ผู้เรียนจะมีทักษะการแก้ปัญหาได้ จำเป็นจะต้องมีความคิดรวบยอด ทักษะการคิดคำนวณ ทักษะการอ่าน ทำความเข้าใจโจทย์และการวิเคราะห์โจทย์ ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยวิธีการแก้ปัญหาแบบอุปนัย และแบบนิรนัย ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของสุนทร จันทตรี (2528 : 86) ที่กล่าวว่า การแก้ปัญหาค่อนข้างยาก นักเรียนจะต้องมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาก่อน แล้วจึงตั้งสมมติฐาน และเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งอาศัยการแก้ปัญหาแบบอุปนัยและนิรนัย แสดงว่า นักเรียนในแผนการเรียนรู้ใด ที่มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา แตกต่างกัน จะมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผลแตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของสุจิตรา ชันธุมูล (2530 : 71-72) ที่พบว่านักเรียนที่ได้รับการแก้โจทย์ปัญหาตามคู่มือครูและการสอนแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้ขั้นตอนที่แนะความเข้าใจโจทย์ปัญหาตามแนวของสตีฟ มีความสามารถในการคิดเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ที่ได้รับการสอนทั้งสองแบบใกล้เคียงกัน และทำให้ความสามารถในการคิดเชิงตรรกศาสตร์แบบอุปมาน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 05 นอกจากนี้แล้วนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาลด อาจเนื่องมาจากนักเรียนขาดทักษะด้านการให้เหตุผล ขาดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ ใช้การเขียนสัญลักษณ์และภาษาผิดพลาด ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของรุ่งฟ้า จันทจักรภรณ์ (2539 : 31) ที่กล่าวว่า ข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนเกิดจากขาดการคิดหาเหตุผล ขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับนิยามและการเขียนสัญลักษณ์ มีความบกพร่องในการใช้ภาษา ไม่มีความสามารถในการใช้ข้อความที่กะทัดรัดเหมาะสมในการตีความและซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของสุจิตรา ตั้งเจริญ (2543 : 40) ที่กล่าวว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำบางคนใช้กลวิธีการให้เหตุผลช่วยในการหาคำตอบในการแก้โจทย์ปัญหา ดังนั้นจะเห็นได้ว่านักเรียนจะมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สูงได้ จำเป็นต้องมีทักษะกระบวนการด้านการให้เหตุผลด้วยซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของสุภาพร บุญหนัก (2544 : 74) ที่พบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของ

นักเรียนก่อนและหลังการทดลองใช้ชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยวิธีแก้ปัญหา เรื่องความเท่ากันทุกประการเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 01

2) ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ จะส่งผลต่อความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ กับศาสตร์อื่นๆ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของกรมวิชาการ (2544: 15-16) ที่กล่าวว่า การสื่อสารมีบทบาทสำคัญในการช่วยให้ผู้เรียน สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่ใช้แทนความคิดทางคณิตศาสตร์ แสดงว่านักเรียนในแผนการเรียนใดที่มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอแตกต่างกับแผนการเรียนอื่นๆ จะมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยงแตกต่างกับแผนการเรียนอื่นๆ ด้วย ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของยงยศ พุทธิให้ (2543: 74) ที่พบว่า นักเรียนมีความคิดรวบยอดเรื่องสับเซต และเพาเวอร์เซต มีสาเหตุมาจากความคิดรวบยอดเรื่องสับเซตและเพาเวอร์เซต จะมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันทั้งในนิยาม สัญลักษณ์การเขียนเครื่องหมาย "{ }" และข้อตกลงเบื้องต้นที่ว่าเซตว่างเป็นสับเซตของเซตทุกเซต เซตทุกเซตเป็นสับเซตของตัวเอง กล่าวคือ ความคิดรวบยอดหนึ่งจะเป็นพื้นฐานนำไปสู่ความเข้าใจอีกความคิดรวบยอดหนึ่ง แสดงให้เห็นว่าการที่นักเรียนจะเกิดความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้นั้น จำเป็นต้องอาศัยความสามารถด้านการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และนำเสนอเพื่อเชื่อมโยงไปสู่ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้แล้วทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ จะส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาซึ่งจะเห็นได้จากนักเรียนที่มีแผนการเรียนต่างกัน ที่มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอแตกต่างกัน จะมีทักษะด้านการแก้ปัญหาต่างกันด้วยซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของวสันต์ เดือนแจ้ง (2546: 78) ที่ค้นพบว่า ความถนัดทางด้านภาษา ความถนัดทางด้านตัวเลข การรับรู้ความสามารถตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 01

3) ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์นั้น จำเป็นจะต้องมีความสามารถในการเชื่อมโยงความคิด ทั้งจากประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่เพื่อเชื่อมโยง เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาคิดค้นสิ่งใหม่ๆ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของสิริพร ทิพย์คง (2545: 114) ที่กล่าวว่า การคิดสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการใช้ความคิด จินตนาการประยุกต์ เพื่อนำไปสู่การคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ที่แปลกใหม่ที่คนอื่นคาดคิดไม่ถึงหรือมองข้าม การคิดสร้างสรรค์จึงคิดได้หลากหลาย กว้างไกล คิดอย่างผสมผสานเชื่อมโยงกันระหว่างความคิดใหม่ๆ กับประสบการณ์เดิม แสดงว่านักเรียนในแผนการเรียนใดที่มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยงแตกต่างกับแผนการเรียนอื่นๆ จะมีทักษะ

กระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ แตกต่างกับแผนการเรียนอื่นๆ ด้วย ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของดิลก ดลกันนท์(2534 : 71) ที่กล่าวว่า ทักษะด้านการโยงความสัมพันธ์เป็นพื้นฐานของความสามารถในการคิดจินตนาการให้ได้ผลที่ขยายกว้างออกไป นอกจากนี้การที่นักเรียนจะเกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้นั้น นักเรียนจำเป็นต้องประสบกับสถานการณ์แล้วได้คิดอย่างอิสระเพื่อหาทางแก้ไขปัญหาดังนั้นครูผู้สอนจำเป็นต้องจัดสถานการณ์ให้กับนักเรียนเพื่อใช้ในการฝึกความคิดให้เกิดความสร้างสรรค์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ เบลล์ (Bell 1978 : 21) ที่กล่าวว่า กระบวนการคิดแก้ปัญหาเป็นกิจกรรมที่สำคัญ เมื่อครูนำเสนอปัญหาแล้วควรจัดสภาพแวดล้อมที่ให้ออกาสนักเรียนได้คิดอย่างอิสระ จะทำให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ และเรียนรู้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของดิลก ดลกันนท์(2534 : 69-71)ที่พบว่า การฝึกทักษะการคิดสามารถส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนให้สูงขึ้นแตกต่างจากนักเรียนที่ไม่ได้ใช้แบบฝึกอย่างมีนัยสำคัญ โดยทักษะด้านการรับรู้ซึ่งเป็นความสามารถในการมองเห็นปัญหาหรือสิ่งเร้าต่างๆ และแสดงออกถึงความสามารถด้วยการบอกรายละเอียดต่างๆ ที่สำคัญ ทักษะด้านการอุปมาเป็นพื้นฐานของการคิดที่สำคัญอย่างหนึ่งในการฝึกความคิดสร้างสรรค์ ทักษะด้านการโยงความสัมพันธ์เป็นพื้นฐานในการคิดจินตนาการด้วยส่วนหนึ่ง และด้านจินตนาการเป็นความสามารถในการคิดที่ขยายกว้างออกไป และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของสุนทรี ดิษฐลักษณ (2529 : 57-58) ที่พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปฏิบัติและวิธีสอนตามคู่มือ มีความคิดสร้างสรรค์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 01

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาค้นคว้า ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะที่อาจเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนและการศึกษาดังนี้

1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 จากผลการศึกษา จะเห็นว่า นักเรียนที่มีแผนการเรียนต่างกันมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน ดังนั้น ครูผู้สอน ผู้บริหาร และผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องทางการศึกษา ควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลรวมทั้ง วุฒิกวาระของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดคำนวณพื้นฐาน เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเต็มศักยภาพ อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ต่อไป

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ครูผู้สอนควรเน้นให้นักเรียนได้มีการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ต่างๆ โดยครูอาจตั้งสถานการณ์สมมติให้กับนักเรียน หรืออาจจะให้นักเรียนใช้สถานการณ์จริงที่เกิดขึ้นกับตนเอง เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการให้

เหตุผล เกิดการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ สื่อความและนำเสนอได้อย่างสร้างสรรค์

1.3 ครูผู้สอนต้องคอยให้คำแนะนำและดูแลช่วยเหลือนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ต่ำอย่างใกล้ชิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนที่มีแผนการเรียนรู้ศิลปภาษาฝรั่งเศส และแผนการเรียนรู้ศิลปภาษาจีน จะต้องได้รับการพัฒนาทางด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ให้มากขึ้น

1.4 จากข้อสังเกตของผู้วิจัยพบว่า นักเรียนที่มีแผนการเรียนรู้คณิตศาสตร์และแผนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน และมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีแผนการเรียนรู้ศิลปภาษาฝรั่งเศส และแผนการเรียนรู้ศิลปภาษาจีน ดังนั้นครูผู้สอนควรปรับกิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับผู้เรียน เพื่อให้สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างทัดเทียม

1.5 ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ถ้าต้องการที่จะส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้ดีครูผู้สอนจะต้องฝึกฝนให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา ด้านการให้เหตุผล ด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ ด้านการเชื่อมโยง และด้านความคิดสร้างสรรค์

2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

2.1 ควรทำการศึกษาทำนองเดียวกันนี้กับประชากรกลุ่มอื่นๆ เพื่อเปรียบเทียบการวิจัยว่าแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

2.2 ควรศึกษาเกี่ยวกับตัวแปรอื่นๆเพิ่มเติม เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ความสนใจในการเรียน ความคงทนในการเรียน ของนักเรียนแต่ละแผนการเรียน ที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ, กรมวิชาการ (2544) แนวทางการประเมินผลด้วยทางเลือกใหม่ตามหลักสูตร
การศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ กรุงเทพฯ
กรมวิชาการ กระทรวงฯ
- กิดานันท์ มลิทอง (2543) เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม กรุงเทพฯ อรุณการพิมพ์
- จักรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์ (2544) การใช้ SPSS เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล (เอกสารประกอบการสอน)
กรุงเทพฯ ม.ป.พ. อัดสำเนา
- ชัยฤทธิ์ ศิลาเดช (2545) คู่มือการเขียนแผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญระดับมัธยมศึกษา
(ปรับปรุงใหม่) กรุงเทพฯ แม็ค
- ทศวีร์ วงศ์รัตนะ (2544) เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย พิมพ์ครั้งที่ 8 กรุงเทพฯ เทพเนรมิตการพิมพ์
- ดิลก ดิลกานนท์ (2534) การศึกษาทักษะการคิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ปริญญาโท
กศ.ด (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร) กรุงเทพฯ บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ถ่ายเอกสาร
- บุญชม ศรีสะอาด (2535) การวิจัยเบื้องต้น กรุงเทพฯ สุวีริยาสาส์น
- พัชรินทร์ เปรมประเสริฐ (2542) การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการ
การคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยเน้นกระบวนการ
คณิตศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู ปริญญาโท กศ.ม (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ถ่ายเอกสาร
- ยงยศ พุทธให้ (2543) การศึกษาความคิดรวบยอดที่ผลิตทางคณิตศาสตร์เรื่อง “เซต” ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสายปัญญา ปริญญาโท กศ.ม (การมัธยมศึกษา)
กรุงเทพฯ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ถ่ายเอกสาร
- ยุพิน พิพิธกุล (2536) การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ม.ป.ท. อัดสำเนา
- รุ่งฟ้า จันทจุฑาภรณ์ (2539) การศึกษาข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาเรื่องร้อยละของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2 ปริญญาโท กศ.ม (คณิตศาสตร์) กรุงเทพฯ บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ถ่ายเอกสาร
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้ พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ
สุวีริยาสาส์น

- วสันต์ เดือนแจ้ง (2546) ปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 ปริญญานิพนธ์ กศ ม (การวัดผลการศึกษา)
กรุงเทพฯ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ถ่ายเอกสาร
- วัชร ชื่นเชื้อ (2545) การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องตรรกศาสตร์เบื้องต้น โดยใช้กระบวนการ
กลุ่มเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปริญญานิพนธ์ กศ ม
(การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
ถ่ายเอกสาร
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546ก) คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐาน
คณิตศาสตร์เล่ม1กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่4 กรุงเทพฯ ครูสภา
ลาดพร้าว
- (2546ข) คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐาน
คณิตศาสตร์เล่ม 2กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่4 กรุงเทพฯ ครูสภา
ลาดพร้าว
- (2546ค) คู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์
กรุงเทพฯ สถาบัน
- สมชาย วรภิเกษมสกุล (2540) การพัฒนารูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยการสื่อสาร
แนวความคิดเพื่อเพิ่มทักษะการแก้ปัญหา ปริญญานิพนธ์ กศ ด (คณิตศาสตร์ศึกษา)
กรุงเทพฯ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ถ่ายเอกสาร
- สมมาตร บรรจงรัตน์ (2540) การพัฒนาการเรียนการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ช่วง
อุตสาหกรรมในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพโดยใช้การวิจัยเชิงปฏิบัติการ ปริญญานิพนธ์
กศ ด (คณิตศาสตร์ศึกษา) กรุงเทพฯ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร ถ่ายเอกสาร
- สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2545) การวัดและประเมินผลการเรียนรู้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2544 กรุงเทพฯ วัฒนาพานิช
- สมสว่าง ณะพานิชย์สกุล (2539) การสร้างแบบทดสอบวัดกระบวนการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์
ปริญญานิพนธ์ กศ ม (การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ถ่ายเอกสาร
- สิริพร ทิพย์คง (2545) หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์ กรุงเทพฯ บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ

- สุขจิตร ตั้งเจริญ (2543) การใช้กลวิธีในการแก้ปัญหาเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์
สมการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 ปริญญานิพนธ์ กศ ม (คณิตศาสตร์) กรุงเทพฯ
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ถ่ายเอกสาร
- สุดสวาท ชันธมูล (2530) ผลการสอนโจทย์ปัญหา2วิธี ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
คณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่2เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ปริญญานิพนธ์ กศ ม กรุงเทพฯ
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ถ่ายเอกสาร
- สุนทร จันทตรี (2528) สังคมศึกษาในระดับประถมศึกษา กรุงเทพฯ อักษรสยามการพิมพ์
- สุนทร ดิษฐลักษณ (2529) ความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่2ที่เรียนคณิตศาสตร์โดยวิธีสอนแบบปฏิบัติการ ปริญญานิพนธ์ กศ ม
กรุงเทพฯ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ถ่ายเอกสาร
- สุนันท์ ฉิมวัย (2543) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการ
การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการกับนักเรียนที่ได้รับการ
การสอนตามคู่มือครูในรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 ปริญญานิพนธ์ กศ ม (การมัธยมศึกษา)
กรุงเทพฯ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ถ่ายเอกสาร
- สุนันท์ เสถียรศรี (2536) การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์การคิดอย่างมีเหตุผล
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่2ที่เรียนโดยใช้แบบฝึกกิจกรรมการคิดกับการสอนตามคู่มือครู
ปริญญานิพนธ์ กศ ม (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ถ่ายเอกสาร
- สุภาพร บุญหนัก (2544) การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยวิธีการแก้ปัญหา เรื่องความเท่ากัน
ทุกประการเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่2
ปริญญานิพนธ์ กศ ม (การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ถ่ายเอกสาร
- สุภาวดี ตั้งบุปผา (2533) การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทาง
คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3กรุงเทพมหานคร ปริญญานิพนธ์ กศ ม
(การวัดผลการศึกษา) กรุงเทพฯ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร ถ่ายเอกสาร
- เอกรินทร์ สีมหาศาล (2546) กระบวนการวัดและประเมินผลตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช2544 กรุงเทพฯ บัณฑิตวิทยาลัย

- Bell, Frederick H (1978) *Teaching and Learning Mathematics (in Secondary School)*
Dubuque, Iowa Wm C Brown Company Publishers
- Buss, Thomas V and Richard S Mansfield (1980) "Theories of the Creative Process A
Review and a Perspective," *Journal of Creative Behavior* 14(2)
- Conway, D & M J Dreyfuss (1968) *Arithmetic Skills and Problem Solving* Newyork
Hercourt, Brace World, Inc
- Forsyth, Robert A & Ansley N Timothy (1982) "The Importance of Computational Skill for
Answering item in Mathematics Problem Solving Test , Implications for Construct
Validity," *Educational and Psychological Measurement* 42 257-263
- Gehlbach, Roger D (1987) "Creativity and Instruction the Problem of Task Desingn,"
Journal of Creative Behavior V 21, No 1
- Karplus, Robert (1977) "Science Teaching and the Development of Reasoning *Journal of*
Research in Science Teaching," 14(2) 169 – 175
- Logan, Lilian M & Virgil G Logan (1971) *Design for Creative Teaching* Toronto
McGraw – Hill of Canada
- Muraski, Sue Virginia (1979, January) "A Study of Logaical Thinking in Grade Four through
Seven," *Dissertation Abstracts International* 39 4104 – A
- Peter, Orehovec, John (1984, October) "Implications of the development of Mathematical
Problem Solving, 1894 – 1983," *Dissertation Abstracts international* 45 1062 – A
- Polya, George (1957) *How To Solve It A New Aspect of Mathematical Method* New York
Doubleday and Company Garden City
- (1985) *How To Solve It* Princeton University Press
- Sund, Robert B (1976) *Piaget For Education A Multimedia Program* Ohio Charles E
Merrill Publishing Company, A Bell & Howell Company, 184 p
- Taylor, Calvin Walker (1973) *Creativity, progress and potential* New York Harper
- Tucker, Benny Fracis (1975, November) "A Correlation Study of Three Primary Skills Which
Contribute to Arithmetic Problem Ability Among Fourth Grade Syudents,"
Dissertation Abstracts International 5 2620-A
- Walter Szetela & Cynthia Nicol (1992, May) "Evaluacating Problem Solving in
Mathematics," *Educational Leadership* P 42 – 45

- Wilson, James E , Maria L Fernandez & Nelda Hadaway (1993) "Mathematical Problem Solving ," *Research Ideas for the Classroom High School Mathematic* edited by patricia'S Wilson New York Macmillan Publishing Company
- Yeotis, C & A Hosticka (1980, November) "Promoting the Transition to Formal Thought The Devlopment of Problem Solving Skill in Middle School Mathematics and Science Curriculum," *School Science and Mathematics* 80 557 – 565
- Zalewski, Claire Jean (1978, July) "An Investigation of Selected Factor, Contributing to Success in Solving Mathematical Word Problem," *Dissertation Abstracts International* 4 2804 – A

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการแนะนำ
ตรวจสอบและแก้ไขเครื่องมือเพื่อทำสารนิพนธ์

- 1 นางสาวปานทิพย์ ไสภาศิต
ครูใหญ่โรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย
- 2 นางวรวรรณ แสงใส
หัวหน้ากลุ่มสาระคณิตศาสตร์โรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย
- 3 นางสาวจิรณา ศุภกิจโกศลชัย
ครูสอนคณิตศาสตร์โรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย
- 4 นายยุทธดนัย พิทักษ์อรณพ
ครูสอนคณิตศาสตร์โรงเรียนเขมะสิริอนุสสรณ์
- 5 นางสาววิจิตรา ทองงอก
ฝ่ายนิเทศการศึกษา กองการศึกษา เทศบาลเมืองวารินชำราบ
จังหวัดอุบลราชธานี

ภาคผนวก ข
ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ

ตาราง 18 ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา(IOC) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบ	ข้อ	ค่า IOC
ฉบับที่1 การแก้ปัญหา	1	1
	2	1
	3**	0.8
	4	1
	5	1
	6	1
	7**	0.4
	8	1
	9	1
	10	1
ฉบับที่2 การให้เหตุผล	1**	0.8
	2	1
	3	1
	4**	0.8
	5	1
	6	1
	7	1
	8	1
	9	1
	10	1
ฉบับที่3 การสื่อสาร การสื่อความหมาย ทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ	1	1
	2	1
	3	1
	4**	0.6
	5	1
	6	1
	7	1

ตาราง 18 (ต่อ)

แบบทดสอบ	ข้อ	ค่า IOC
ฉบับที่3 การสื่อสาร การสื่อความหมาย ทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ	8	1
	9	1
	10**	0.6
ฉบับที่4 การเชื่อมโยง	1	1
	2**	0.8
	3	1
	4	1
	5	1
	6	1
	7	1
	8	1
	9**	0.8
	10	1
ฉบับที่5 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	1	1
	2	1
	3	1
	4	1
	5**	0.8
	6	1
	7	1
	8	1
	9	1
	10**	0.6

** ข้อที่คัดออก

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก

ตาราง 19 ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทาง
คณิตศาสตร์

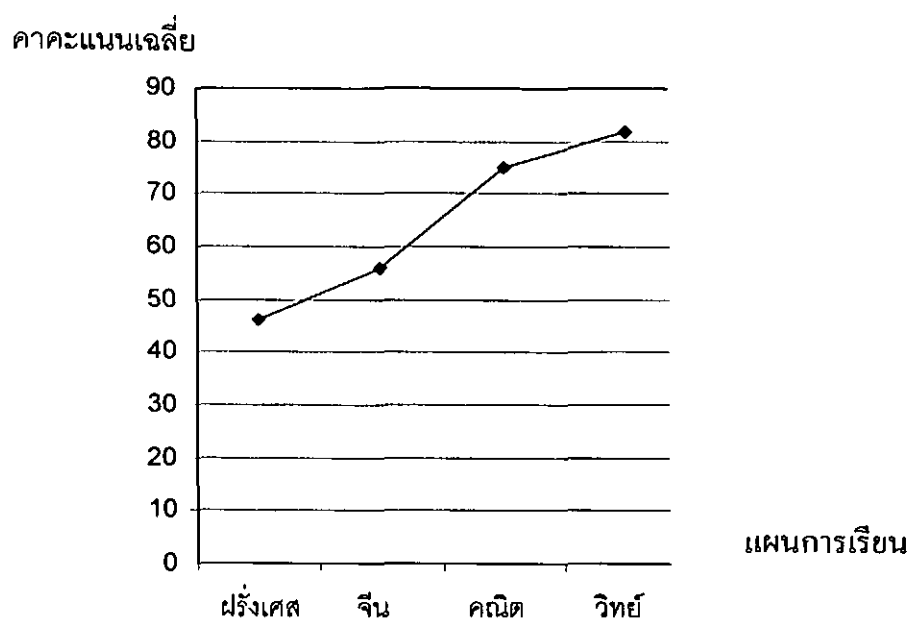
แบบทดสอบ	ข้อ	P	r
ฉบับที่ 1 การแก้ปัญหา	1	68	17
	2 **	51	28
	3 **	63	40
	4	69	57
	5 **	78	45
	6 **	71	53
	7 **	74	38
	8	45	30
ฉบับที่ 2 การให้เหตุผล	1 **	40	40
	2	52	70
	3 **	60	40
	4 **	70	55
	5 **	53	40
	6 **	57	55
	7	49	33
	8	51	68
ฉบับที่ 3 การสื่อสาร การสื่อความหมาย ทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ	1 **	68	65
	2 **	63	25
	3 **	73	53
	4 **	80	30
	5 **	72	43
	6	70	30
	7	52	10
	8	00	00

ตาราง 19 (ต่อ)

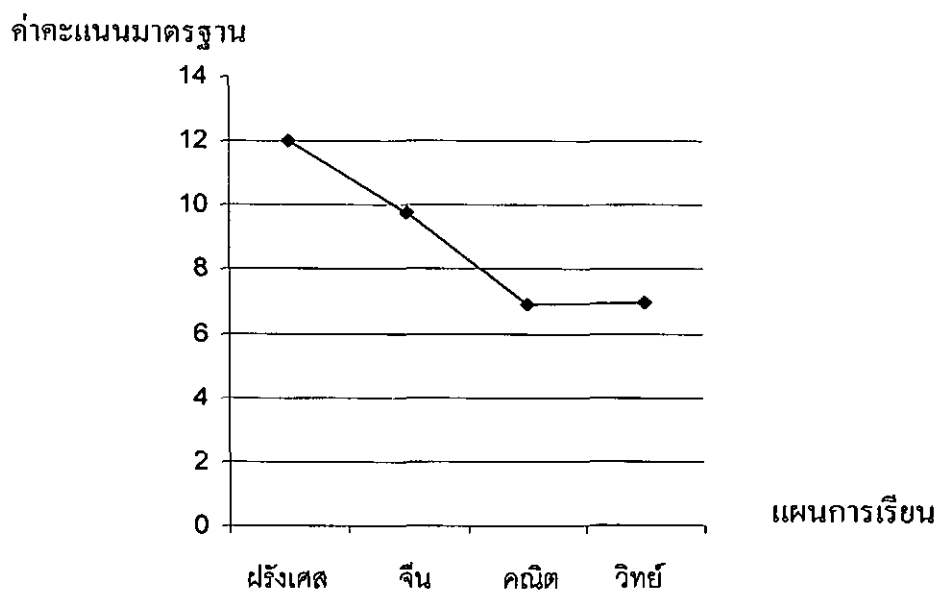
แบบทดสอบ	ข้อ	P	r
ฉบับที่ 4 การเชื่อมโยง	1	54	48
	2 **	37	60
	3 **	45	70
	4	51	48
	5 **	53	65
	6 **	56	43
	7 **	40	67
	8	53	45
ฉบับที่ 5 ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์	1 **	61	38
	2 **	36	33
	3	38	57
	4 **	68	63
	5 **	56	43
	6 **	71	38
	7	19	13
	8	60	60

** ข้อสอบที่ใช้ในการวิจัย

ภาคผนวก ง
กราฟแสดงค่าคะแนนเฉลี่ยและค่าคะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์



ภาพประกอบ 4 กราฟแสดงค่าคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละแผนการเรียนรู้

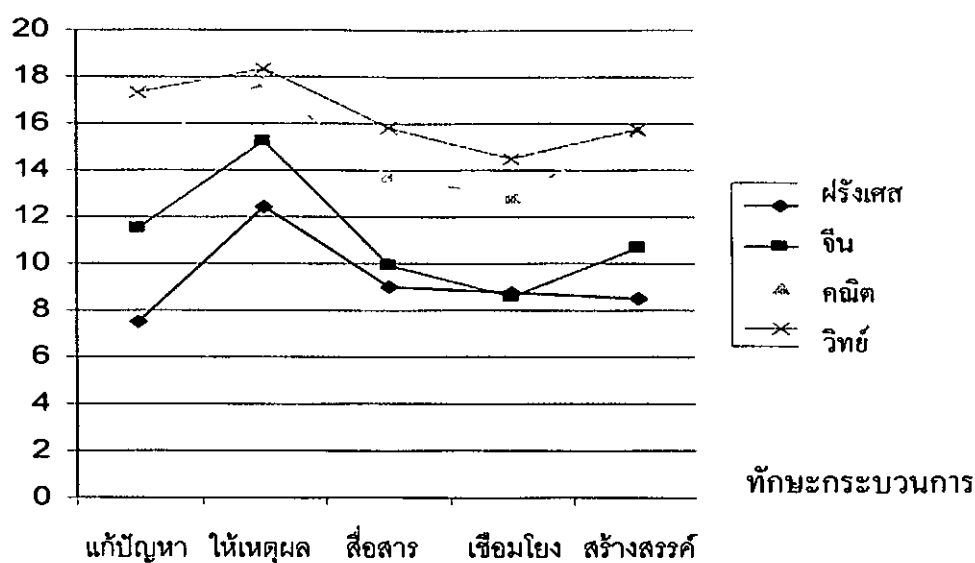


ภาพประกอบ 5 กราฟแสดงค่าคะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐานของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละแผนการเรียนรู้

ภาคผนวก จ

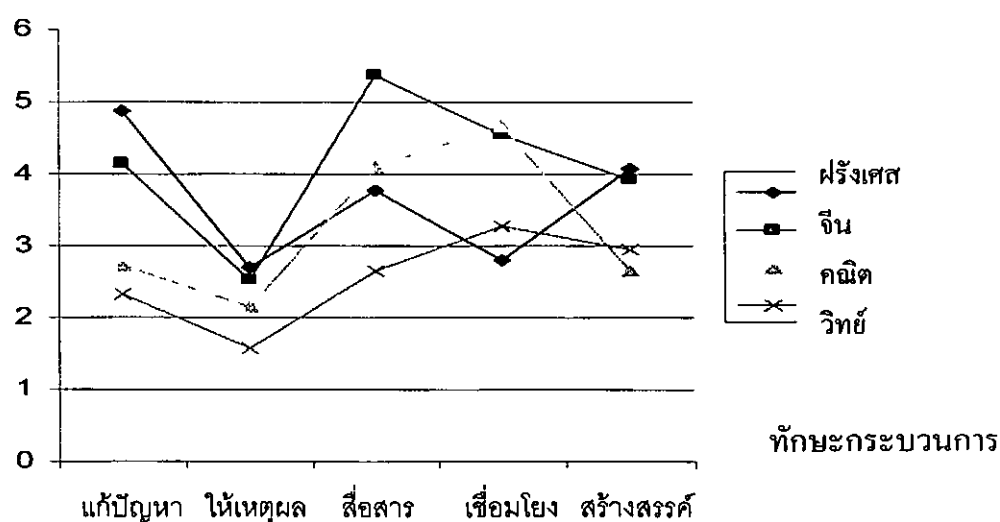
กราฟแสดงค่าคะแนนเฉลี่ยและค่าคะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แต่ละทักษะ

ค่าคะแนนเฉลี่ย



ภาพประกอบ 6 กราฟแสดงค่าคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แต่ละทักษะของนักเรียนแต่ละแผนการเรียน

ค่าคะแนนเฉลี่ย



ภาพประกอบ 7 กราฟแสดงค่าคะแนนมาตรฐานของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แต่ละทักษะของนักเรียนแต่ละแผนการเรียน

ภาคผนวก จ
แบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ฉบับที่ 1

ทักษะการแก้ปัญหา

โปรดกรอรายละเอียดเกี่ยวกับตัวนักเรียนต่อไปนี้

ชื่อ-สกุล

ชั้นม 4 /

เลขที่

คำสั่ง

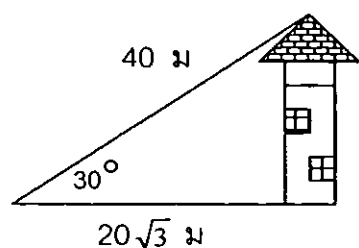
- 1 เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย
- 2 แบบทดสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที
- 3 ให้นักเรียนแสดงการแก้ปัญหาให้ชัดเจนทุกขั้นตอน มีการอธิบายขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบและทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง

ข้อ1 จากการสำรวจนักเรียนชั้น ม 4 ของโรงเรียนแห่งหนึ่ง จำนวน 50 คน เกี่ยวกับการเดินทางไปโรงเรียนโดยรถยนต์ส่วนตัว รถประจำทางและเรือ พบว่า 20 คน เดินทางโดยรถยนต์ส่วนตัว 26 คน เดินทางโดยรถประจำทาง 18 คน เดินทางโดยเรือ 8 คนเดินทางโดยเรือและรถยนต์ส่วนตัว 10 คนเดินทางโดยรถยนต์ส่วนตัวและรถประจำทาง 9 คนเดินทางโดยเรือและรถประจำทาง 3 คน เดินทางโดยรถยนต์ส่วนตัว รถประจำทาง และเรือ จงหาว่ามึนักเรียนกี่คนที่ไม่ได้เดินทางโดยรถยนต์ส่วนตัว รถประจำทาง และเรือ โดยใช้วิธีการหาคำตอบทุกวิธีที่กำหนดให้ต่อไปนี้

วิธีที่ 1 ใช้สูตร
$$n(A \cup B \cup C) = n(A) + n(B) + n(C) - n(A \cap B) - n(B \cap C) - n(A \cap C) + n(A \cap B \cap C)$$

วิธีที่ 2 โดยใช้แผนภาพเวนน - ออยเลอร์

ข้อ2 หอคอยแห่งหนึ่ง ถ้ามองจากพื้นดินจะทำมุมเป็นมุมเงย 30° เมื่ออยู่ห่างจากหอคอย $20\sqrt{3}$ เมตร ดังรูป



จงหาว่าหอคอยนี้สูงกี่เมตรโดยใช้วิธีหาคำตอบทุกวิธีดังต่อไปนี้

วิธีที่ 1 ใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติ

วิธีที่ 2 ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

ข้อ3 ชาวสวนคนหนึ่งต้องการล้อมรั้วที่ดินของเขา ซึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยที่ดินที่ต้องการล้อมรั้วอยู่ติดแม่น้ำซึ่งไม่ต้องทำรั้วกันดังรูป ถ้าเขามีลวดหนามสำหรับทำรั้วยาว 480 เมตร จงหาว่าชาวสวนคนนี้จะล้อมรั้วให้มีพื้นที่มากที่สุดได้เท่าใดโดยใช้ลวดที่มีอยู่



สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

ขั้นตอนการแก้ปัญหา

สรุปคำตอบ

ข้อ4 ผู้ส่งออกสัมรายหนึ่งต้องการส่งออกสินค้าไปยังประเทศ สหรัฐอเมริกาโดยทางเรือ ซึ่งค่าขนส่งสินค้าจากกรุงเทพ ไปยังสหรัฐอเมริกาเท่ากับ ค่าขนส่งเบื้องต้น 30,000 บาท และคิดเพิ่มตามจำนวนน้ำหนักของสินค้า กิโลกรัมละ 2 บาท หากเดือนนี้ เขามีงบประมาณในการจ่ายค่าขนส่งสินค้า 50,000 บาท จงหาว่า เขาจะสามารถส่งออกสัมไปขายยังสหรัฐอเมริกาได้มากที่สุดกี่กิโลกรัม

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

ขั้นตอนการแก้ปัญหา

สรุปคำตอบ

ข้อ 5 เครื่องบินลำหนึ่งออกเดินทางจากจุดเริ่มต้นไปในทิศ 060° เป็นระยะทาง 400 กม ถึงเมือง A และแล่นต่อในทิศ 150° เป็นระยะทาง 300 กม ถึงจุด B จงหาว่าเครื่องบินลำนี้อยู่ห่างจากจุดเริ่มต้นเป็นระยะทางกี่กิโลเมตร (กำหนดให้ใช้เครื่องคิดเลขในการคำนวณได้)

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

ขั้นตอนการแก้ปัญหา

สรุปคำตอบ

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ฉบับที่ 2

ทักษะการให้เหตุผล

โปรดกรอรายละเอียดเกี่ยวกับตัวนักเรียนต่อไปนี้

ชื่อ-สกุล

ชั้นม 4 /

เลขที่

คำสั่ง

- 1 เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย
- 2 แบบทดสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที
- 3 ให้นักเรียนนำการให้เหตุผลแบบอุปนัยและนิรนัยช่วยในการหาข้อสรุปและทำให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้องชัดเจน มีการอธิบายขั้นตอนการให้เหตุผลที่ชัดเจนและทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง

ข้อ 1 จงตรวจสอบว่าผลสรุปต่อไปนี้สมเหตุสมผลหรือไม่ เมื่อกำหนดให้

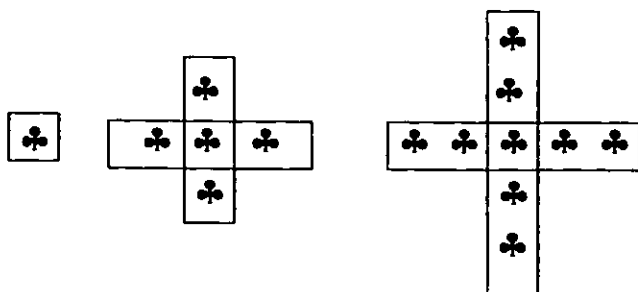
- เหตุ
- 1 คนที่มีความสุขทุกคนมีสุขภาพจิตดี
 - 2 คนที่แข็งแรงบางคนมีความสุข
 - 3 สุนดาเป็นคนแข็งแรง

ผล สุนดาเป็นคนสุขภาพจิตดี

อธิบายขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบ

ผลสรุปของคำตอบ

ข้อ 2 จงสังเกตจำนวน ♣ ในรูปที่ 1 , 2 , 3 และ 4 ต่อไปนี้



รูปที่ 1

รูปที่ 2

รูปที่ 3

รูปที่ 4

รูปที่ 15

จงหาจำนวน ♣ ในรูปที่ 15
อธิบายขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบ

โดยใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัย

ผลสรุปของคำตอบ

ข้อ 3 จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ต่อไปนี้ จงใช้ในการพิจารณาเพื่อตอบคำถาม

เบล็ค โจอี้ และ ริปปิ้น เป็นชื่อของ สุนัข แมว และ นก ตามลำดับ ซึ่งเป็นสัตว์เลี้ยงของ นัท นิด และหน้อย แต่ละคนเป็นเจ้าของสัตว์เลี้ยงข้างต้นคนละ ตัว ซึ่งพบว่า

- 1) เจ้าของริปปิ้นจะตื่นแต่เช้าทุกวันเพื่อไปขายของในตลาด
- 2) นัทมักจะตื่นสายเสมอ
- 3) หน้อยไม่ชอบเลี้ยงนก
- 4) เบล็คเป็นสุนัขที่รักเจ้านายมาก และจะไม่ทำร้ายเจ้านาย
- 5) นัทถูกเบล็คกัดเมื่ออาทิตย์ก่อน

จากสถานการณ์ข้างต้นจงนำวิธีการให้เหตุผลช่วยในการ ค้นหาว่า เบล็ค โจอี้ และริปปิ้น แต่ละตัวเป็นสัตว์เลี้ยงของใคร

อธิบายขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบ

ผลสรุปของคำตอบ

ข้อ 4 ตึกให้เช่าแห่งหนึ่งมีทั้งหมด 3 ชั้น ดังรูป แต่ละชั้นมีอยู่ 2 ห้อง ซึ่งทุกห้องมีผู้อยู่อาศัย ห้องละ 1 คน ดังรายชื่อต่อไปนี้ สมชาย รัตนา เสกสรร พิชิต นิดา และสุทัศน์ จากข้อมูลที่เจ้าของตึกได้บันทึกเอาไว้ดังนี้

- 1) ห้องเช่าของรัตนารู้ชั้นที่ 3
- 2) ห้องของพิชิตอยู่ด้านล่างต่อจากห้องของรัตนา
- 3) สมชายอยู่ห้องทางขวามือถัดจากห้องของพิชิต
- 4) สุทัศน์ไม่ได้อยู่ชั้นเดียวกันกับรัตนา
- 5) เสกสรรมีห้องเช่าอยู่ชั้นแรก และอยู่ห้องข้างเดียวกันกับห้องของสมชาย



จงนำวิธีการให้เหตุผลช่วยในการ ค้นหาว่า นิดามีห้องเช่าอยู่ ชั้นใด และ สุทัศน์มีห้องเช่าติดกับห้องเช่าใครในชั้นเดียวกัน

อธิบายขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบ

ผลสรุปของคำตอบ

ข้อ 5 บริษัทแห่งหนึ่ง ได้ทำการรับสมัครพนักงาน 4 คน เพื่อมาทำงานในตำแหน่งเลขานุการ ฝ่ายบัญชี ฝ่ายการตลาด และ ประชาสัมพันธ์ ฝ่ายละ 1 คน โดยหลังจากฝ่ายบุคคลได้ทำการสอบสัมภาษณ์และรับเข้าทำงานแล้ว เจ้าของบริษัทต้องการทราบว่าพนักงานทั้ง 4 คนซึ่งได้แก่ ลีดา กัญญา เพ็ญงาม และ นริศา ทำงานในตำแหน่งใดบ้าง โดยอ่านจากข้อมูลที่ฝ่ายบุคคลได้บันทึกไว้ดังนี้

- 1) คนที่ทำงานตำแหน่งประชาสัมพันธ์เป็นคนที่ผอมที่สุดในจำนวน 4 คนนี้
- 2) กัญญาเป็นคนที่อ้วนที่สุดใน 4 คนนี้
- 3) นริศา ไม่ได้ทำงานในตำแหน่งเลขานุการ และประชาสัมพันธ์
- 4) คนที่ทำงานฝ่ายการตลาดไม่ใช่ลีดา และ นริศา
- 5) เพ็ญงามไม่ได้ทำงานฝ่ายประชาสัมพันธ์
- 6) กัญญาไม่ได้ทำงานฝ่ายการตลาด

จงนำวิธีการให้เหตุผลช่วยในการ ค้นหาว่า หากนักเรียนคือเจ้าของบริษัทดังกล่าว ลีดา

กัญญา เพ็ญงาม และ นริศาทำงานในตำแหน่งใด

อธิบายขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบ

ผลสรุปของคำตอบ

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์**ฉบับที่ 3****ทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ**

โปรดกรอรายละเอียดเกี่ยวกับตัวนักเรียนต่อไปนี้

ชื่อ-สกุล

ชั้นม 4 /

เลขที่

คำสั่ง

- 1 เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย
- 2 แบบทดสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที
- 3 ให้นักเรียนแสดงการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนออย่างถูกต้อง ชัดเจน และรัดกุม อธิบายการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ทุกขั้นตอนอย่างถูกต้องและชัดเจน

ข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับสัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบทดสอบ

R แทน เซตของจำนวนจริง

Q แทน เซตของจำนวนตรรกยะ

Q' แทน เซตของจำนวนอตรรกยะ

N แทน เซตของจำนวนนับ

I แทน เซตของจำนวนเต็ม

I แทน เซตของจำนวนเต็มลบ

I^+ แทน เซตของจำนวนเต็มบวก

$\in$ แทน เป็นสมาชิก

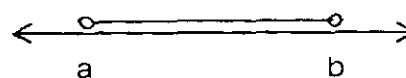
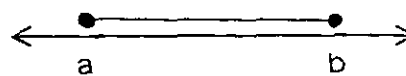
$\subset$ แทน เป็นสับเซต

$|$ แทน โดยที่

$[a, b]$ แทน $\{x \mid a \leq x \leq b\}$ แสดงเป็นเส้นจำนวน

(a, b) แทน $\{x \mid a < x < b\}$ แสดงเป็นเส้นจำนวน

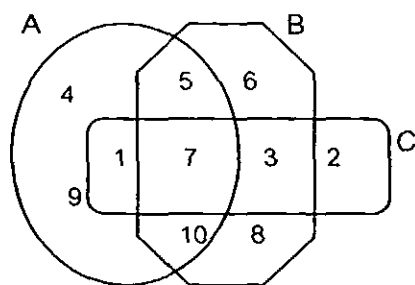
$(-\infty, \infty)$ แทน $\{x \mid x \in R\}$



ข้อ 1 ให้นักเรียนนำเซตที่กำหนดให้ต่อไปนี้เขียนแผนภาพแสดงเซต อาจใช้รูปปิดต่างๆหรือสัญลักษณ์อื่นๆได้

ตัวอย่าง กำหนดให้ $A = \{1, 4, 5, 7, 9, 10\}$
 $B = \{3, 5, 6, 7, 8, 10\}$
 $C = \{1, 2, 3, 7\}$

เขียนแผนภาพแสดงเซต



กำหนดให้ $A = \{1, 5, 9, 12, 14, 17\}$
 $B = \{2, 6, 9, 10, 14, 15\}$
 $C = \{3, 7, 10, 11, 15, 16\}$
 $D = \{4, 8, 11, 12, 16, 17\}$
 $E = \{5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13\}$

เขียนแผนภาพแสดงเซต

ข้อ 2 จากเซตที่กำหนดให้ ให้นักเรียนเติมช่องว่างให้สมบูรณ์โดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ให้ถูกต้อง ชัดเจน และรัดกุม จงเขียนเซตแบบต่างๆ ดังต่อไปนี้

ข้อ	แบบแจกแจงสมาชิก	แบบข้อความ	แบบบอกเงื่อนไข
ตัวอย่าง	$\{2, 4, 6, 8\}$	เซตของจำนวนคู่บวกที่น้อยกว่า 10	$\{x \in \mathbb{I}^+ \mid x < 10 \text{ และ } x \text{ เป็นจำนวนคู่}\}$
1	$\{4, 9, 16, 25, \dots\}$		
2		เซตของจำนวนเต็มที่มีรากที่สองเป็นจำนวนเต็ม	
3			$\{x \mid x \text{ เป็นจำนวนเฉพาะบวก}\}$
4		เซตของจำนวนเต็มที่มีค่าสัมบูรณ์ไม่เกิน 10	

ข้อ 3 จากแผนภาพที่กำหนดให้ให้นักเรียนใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ $\cup$, $\cap$, $-$, $'$,
 A, B, C และ D เขียนสื่อความหมายแทนส่วนที่แรเงา

ข้อดกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับสัญลักษณ์

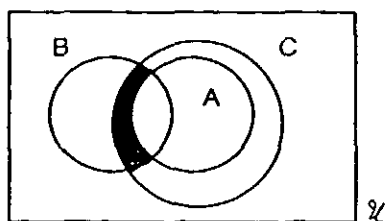
$A \cup B$ หมายถึง สมาชิกของเซต $A \cup B$ เป็นสมาชิกของเซต A หรือ B หรือของทั้งสองเซต

$A \cap B$ หมายถึง สมาชิกของเซต $A \cap B$ เป็นสมาชิกของทั้งเซต A และ เซต B

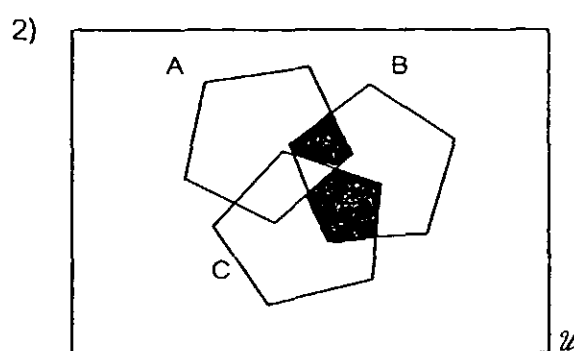
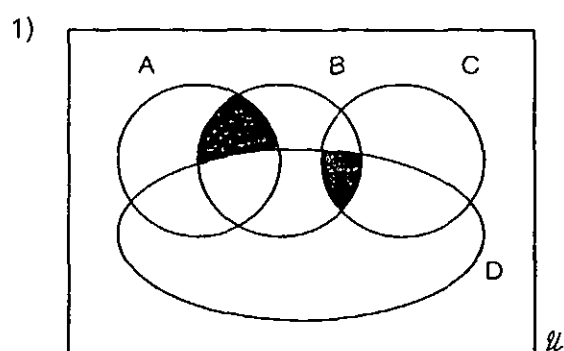
$A - B$ หมายถึง สมาชิกของเซต $A - B$ อยู่ในเซต A แต่ไม่อยู่ในเซต B

A' หมายถึง สมาชิกของเซต A' อยู่ในเซต X แต่ไม่อยู่ในเซต A

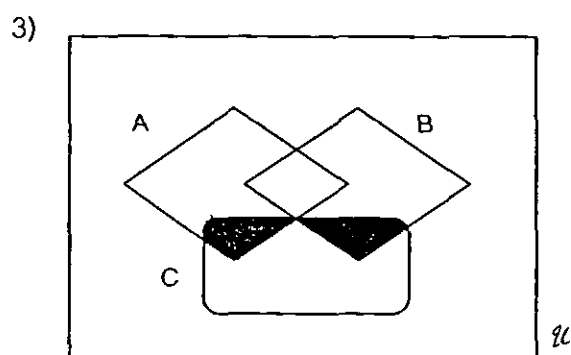
ตัวอย่าง



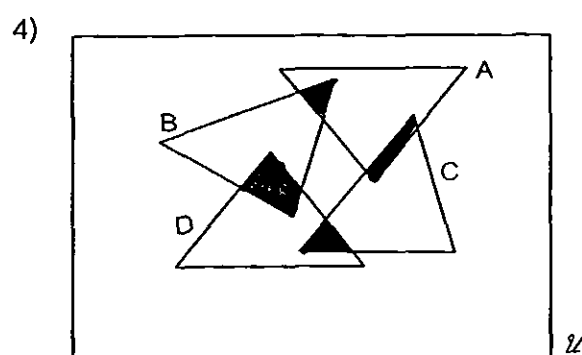
ตอบ $(B - A) \cap C$



ตอบ



ตอบ

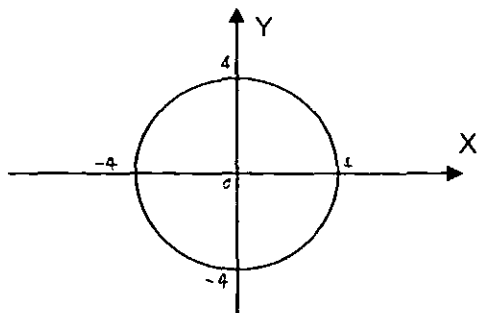


ตอบ

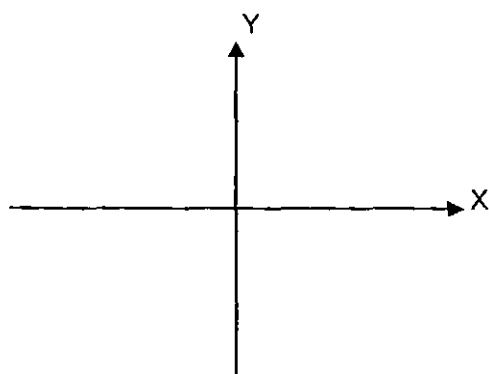
ตอบ

ข้อ 4 จากความสัมพันธ์ที่กำหนดให้ต่อไปนี้ ให้นักเรียนเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ ในแต่ละข้อ
อย่างถูกต้อง ชัดเจนและรัดกุม

ตัวอย่าง $r = \{ (x, y) \in \mathbb{R} \times \mathbb{R} \mid x^2 + y^2 = 16 \}$

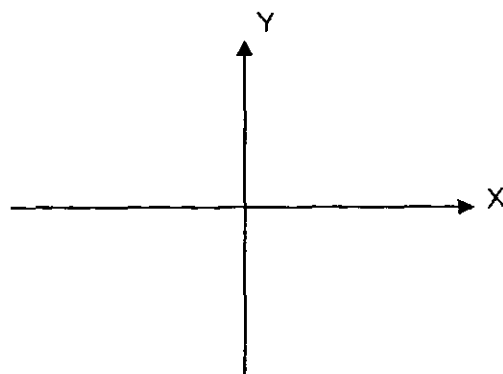


1) $r = \{ (x, y) \in \mathbb{R} \times \mathbb{R} \mid |x| + |y| = 4 \}$



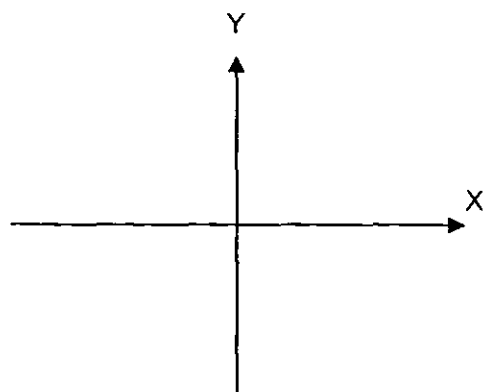
กราฟข้อ 1)

2) $r = \{ (x, y) \in \mathbb{R} \times \mathbb{R} \mid y = x^2 + 1 \}$



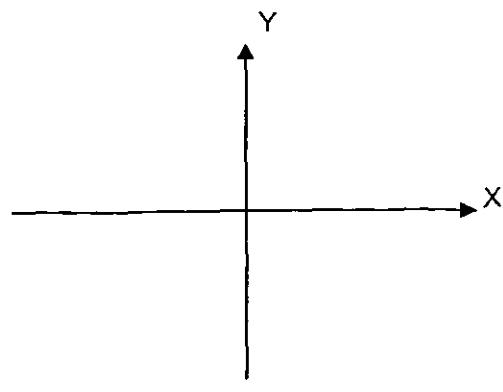
กราฟข้อ 2)

3) $r = \{ (x, y) \in \mathbb{R} \times \mathbb{R} \mid x = \sqrt{y^2 + 4} \}$



กราฟข้อ 3)

3) $r = \{ (x, y) \in \mathbb{R} \times \mathbb{R} \mid y = \sqrt{16 - x^2} \}$



กราฟข้อ 4)

ข้อ 5 จากช่วงต่างๆ ที่กำหนดให้ต่อไปนี้ ให้นักเรียนเขียนกราฟ บนเส้นจำนวนพร้อมทั้งหาช่วงคำตอบของแต่ละข้อ ของการดำเนินการของเซตต่อไปนี้ เมื่อกำหนดให้ $A = [2, 5)$, $B = (-1, 3]$ และ $C = (-\infty, 7]$

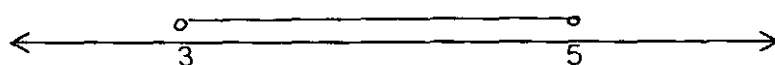
ตัวอย่าง

การดำเนินการของเซต

ช่วงคำตอบ

$$(A - B) \cap C = (3, 5)$$

แสดงช่วงคำตอบบนเส้นจำนวน



การดำเนินการของเซต

ช่วงคำตอบ

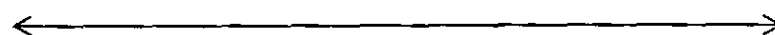
$$1) A \cup B =$$

แสดงช่วงคำตอบบนเส้นจำนวน



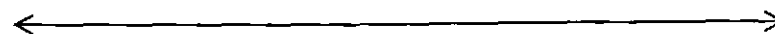
$$2) C - B =$$

แสดงช่วงคำตอบบนเส้นจำนวน



$$3) A \cap B =$$

แสดงช่วงคำตอบบนเส้นจำนวน



$$4) (B - A) \cap C =$$

แสดงช่วงคำตอบบนเส้นจำนวน



แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ฉบับที่ 4

ทักษะการเชื่อมโยง

โปรดกรอกรายละเอียดเกี่ยวกับตัวนักเรียนต่อไปนี้

ชื่อ-สกุล

ชั้นม 4 /

เลขที่

คำสั่ง

- 1 เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย
- 2 แบบทดสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที
- 3 ให้นักเรียนนำความคิดรวบยอด หลักการและวิธีทางคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ เพื่ออธิบายข้อสรุป หรือเรื่องราวต่างๆได้อย่างชัดเจนทุกขั้นตอน และนำไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้อง

ข้อ 1 จงหาค่าของจำนวนแต่ละข้อต่อไปนี้ แล้วดูว่าคำตอบที่หาได้ ตรงกับอักษรภาษาอังกฤษตัวใด
แล้วนำมาเติม ในช่องว่างตามข้อที่กำหนดให้ แล้วเรียงเป็นข้อความ พร้อมทั้งแปลความหมาย
ข้อความที่ได้เป็นภาษาไทยอย่างถูกต้อง ชัดเจน และรัดกุม

ข้อ

$$1 - 4^2 =$$

$$2 \frac{\sqrt{27}}{\sqrt{3}} =$$

$$3 (-3)^2 =$$

$$4 \frac{1}{2} + \frac{3}{4} =$$

$$5 |-2| + |4| =$$

$$6 -2|-4| =$$

$$7 8^{\frac{1}{3}} =$$

$$8 (3^4)^{\frac{3}{4}} =$$

$$9 \sqrt{20} + \sqrt{45} =$$

$$10 \sqrt[3]{-27} =$$

$$11 (-\sqrt{2})(\sqrt{8}) =$$

$$12 -\left(3^{\frac{1}{2}} 3^{\frac{3}{2}}\right) =$$

$$13 |6-10| =$$

$$14 (\sqrt{3} + \sqrt{2})(\sqrt{3} - \sqrt{2}) =$$

$$15 |-2-3|^2 =$$

$$16 \sqrt{4^2+3^2} =$$

$$17 |-10| - |-2| =$$

$$18 |-6| - |-6| =$$

$$19 \sqrt{2}(\sqrt{6} + \sqrt{24}) =$$

$$20 2^{-3} =$$

ค่า ตอบ	-3	5	-4	25	1	-16	8	2	3	7	10	9	6	-8	$6\sqrt{3}$	4	-12	27	$\frac{1}{8}$	$\frac{5}{4}$	0	$\sqrt{2}$	$5\sqrt{5}$	20	11	-9
อักษร	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z

นำอักษรที่ได้จากคำตอบมาเติมในช่องว่างต่อไปนี้ให้ตรงกับข้อที่กำหนดด้านล่างช่องว่าง

ni als and la ts eac and pt mum

ข้อ (10) (5) (13) (6) (8) (7) (19) (2)

i e

ข้อ (20) (12)

hen h re is a oo a an e o nat re

ข้อ (9) (4) (14) (17) (15) (16) (3) (11) (1) (18)

ดังนั้นข้อความที่ได้คือ

ข้อความนี้มีแปลว่า

ข้อ 2 ให้นักเรียนพิจารณาว่าคำที่กำหนดให้ต่อไปนี้มี ความหมายตรงกับคำราชาศัพท์ใด แล้วนำอักษรที่อยู่หน้าคำดังกล่าวเติมลงช่องว่างที่กำหนดให้ (ทางขวามือ)

ก อ้วน	1 ชูบพระองค์
ข จดหมาย	2 ต้องพระราชประสงค์
ค อาบน้ำ	3 ทรงพระสรวล
ง หัวเราะ	4 ประทับ
จ นอน	5 พระราชหัตถเลขา
ฉ ไอ	6 บรรทม
ช วันเกิด	7 สรงน้ำ
ช อยากได้	8 ทรงพระกรรสะ
ฉ นั่ง	9 ทรงพระพวงพี
ญ ผอม	10 พระบรมราชสมภพ

จากการพิจารณาข้างต้นให้นักเรียนนำตัวเลขในแต่ละข้อที่เป็นคำราชาศัพท์ แทนที่อักษรเพื่อหาคำของแต่ละข้อต่อไปนี้

ข้อ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ตัวเลข	3	-2	1	0	-6	4	-1	12	-3	5

<u>ตัวอย่าง</u>	ก ตาย	ข 1 เสวย
	ข กิน	ก 2 สวรรคต
	ค ยืน	ค 3 ทรงยืน

ข้อ	1	2	3
ตัวเลข	-4	3	$\sqrt{2}$

$$\begin{aligned}
 \text{ข้อ 0} & \quad (ค)^2 - 2(ก) + ข \\
 & = \sqrt{2}^2 - 2(3) + (-4) \\
 & = -8 \quad \text{ตอบ}
 \end{aligned}$$

$$1) (\sqrt{2})^2 + [(2(ง) - 3(จ))(ช)]$$

=

$$2) |ข| - |-ข| + |ค - ฉ|$$

=

ข้อ 3 ในสมัยสมเด็จพระบรมไตรโลกนาถได้ทรงจัดตั้ง ระบบศักดินาโดยกำหนดจำนวนที่ดินเป็นเกณฑ์ ดังนี้

พระมหาอุปราช	มีศักดินา	100,000	ไร่
เจ้าพระยา เสนาบดี	มีศักดินา	10,000	ไร่
พระครูผู้รั้งธรรม	มีศักดินา	2,400	ไร่
ไพร่หัวหน้า	มีศักดินา	25	ไร่
ทาส	มีศักดินา	5	ไร่

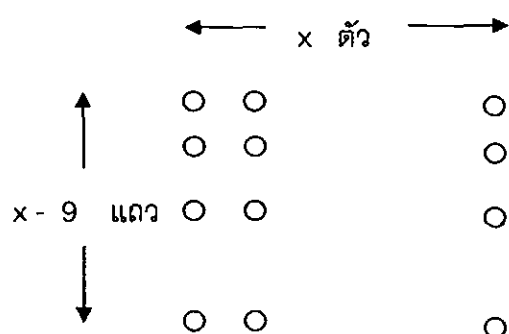
ถ้าปัจจุบัน นายบุญมีได้รับที่ดินจากพ่อของเขา 20 ไร่ หลังจากนั้นได้นำที่ดินที่ได้ไปขายให้กับสมชายซึ่งขายในราคาไร่ละ 45,000 บาท จากนั้น นายบุญมีได้นำเงินดังกล่าวไปซื้อที่ดินจากนางสาวจิตตรี ซึ่งขายให้กับเขาไร่ละ 10,000 บาท จงหาว่า นายบุญมีจะซื้อที่ดินจากนางสาวจิตตรีได้มากที่สุดกี่ไร่ และหากนายบุญมี มีที่ดินในจำนวนดังกล่าวแล้ว ถ้าเขาเกิดในช่วงสมัยสมเด็จพระบรมไตรโลกนาถ นายบุญมีจะมีศักดินาคืออะไร

ขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบ

สรุปคำตอบ

- ข้อ 4 ถ้านักเรียนเป็นประธานของโรงเรียนแห่งหนึ่ง ได้รับมอบหมายจากครูให้นำเพื่อนๆ ไปจัดหอประชุมของโรงเรียน เพื่อจัดกิจกรรม ซึ่งพบว่ามีเก้าอี้ทั้งหมด 736 ตัว โดยครูได้สั่งให้จัดเก้าอี้ในแต่ละแถวมีจำนวนเก้าอี้มากกว่าจำนวนแถวทั้งหมดในหอประชุมอยู่ 9 ตัว นักเรียนจะบอกให้เพื่อนๆ จัดเก้าอี้ในแต่ละแถวมีกี่ตัว และเมื่อจัดเสร็จแล้วจะมีทั้งหมดกี่แถว โดยจะต้องใช้เก้าอี้ครบทุกตัว

ดังรูป



ขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบ

ดังนั้นจะต้องจัดเก้าอี้แถวละ

ตัว

และเมื่อจัดเสร็จแล้วจะมีทั้งหมด

แถว

ข้อ 5 ถ้านักเรียนเป็นแม่ค้าขายปลาทองที่ตลาดนัดจตุจักร ซึ่งติดป้ายขายตัวละ 60 บาท โดยมี
 ค่าใช้จ่ายที่เป็นค่าเช่าร้านวันละ 500 บาท และค่าใช้จ่ายอื่นๆ รวมทั้งต้นทุนของราคาปลาทอง
 เฉลี่ยแล้วตัวละ 40 บาท ถ้าต้องการขายให้ได้กำไรวันละไม่ต่ำกว่า 1,000 บาท นักเรียน
 จะต้องขายปลาทองให้ได้อย่างน้อยวันละกี่ตัว

ขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบ

ดังนั้นนักเรียนจะต้องขายปลาทองให้ได้อย่างน้อยวันละ

ตัว

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ฉบับที่ 5

ทักษะความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

โปรดกรอรายละเอียดเกี่ยวกับตัวนักเรียนต่อไปนี้

ชื่อ-สกุล

ชั้นม 4 /

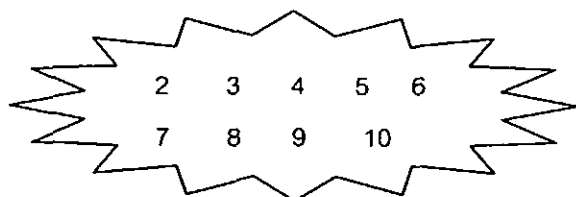
เลขที่

คำสั่ง

- 1 เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย
- 2 แบบทดสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที
- 3 ให้นักเรียนแสดงการคิดอย่างหลากหลาย กว้างไกล หลายแง่หลายมุม รัดกุมและชัดเจน มีการอธิบายขั้นตอนการคิดที่ได้มาซึ่งคำตอบอย่างชัดเจน

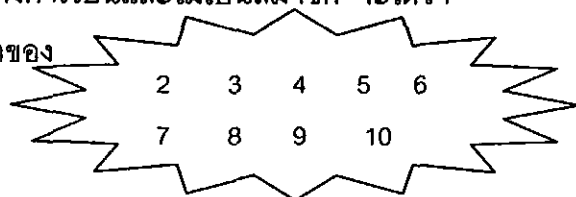
ข้อ1 ให้นักเรียนกำหนดและเขียนแผนภาพแสดงเซตตามความคิดของนักเรียนโดยอิสระ พร้อมยกตัวอย่างแสดงการเป็นและไม่เป็นสมาชิกของเซตด้วย อาจใช้รูปปิดต่างๆ ตัวเลข หรือสัญลักษณ์ใดๆ ก็ได้

ตัวอย่าง เซตของจำนวนเต็มที่มีมากกว่า 1 แต่ไม่เกิน 10

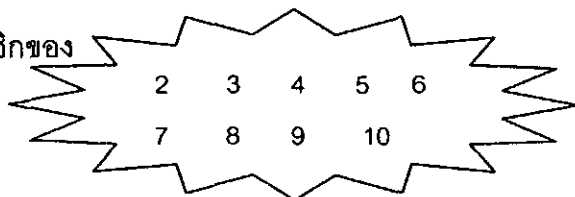


ยกตัวอย่างแสดงการเป็นและไม่เป็นสมาชิก จะได้ว่า

8 เป็นสมาชิกของ



1 ไม่เป็นสมาชิกของ



กำหนดและเขียนแผนภาพแสดงเซต

ยกตัวอย่างแสดงการเป็นและไม่เป็นสมาชิก จะได้ว่า

ข้อ2 ถ้ากำหนดสมาชิกของเซต A คือ

-4 -3 -1 0 2,4 6 7 9 10 ส้ม, ลำไย มังคุด
ทุเรียน, แอปเปิล, รถยนต์, จักรยาน, เครื่องบิน, เรือ, โลก
มนุษย์, ช้าง วัว สุนัข, แมว a e i o u, b, c, d g
h k, m n, r s, t, w

ให้นักเรียนนำสมาชิกเซต A เขียนเซตให้ได้มากที่สุด (อย่างน้อย 4 เซต) โดยที่ในแต่ละเซตจะต้องเป็นสับเซตของเซต A และเขียนอย่างสร้างสรรค์ที่สุด (เซตจะต้องมีลักษณะไม่ซ้ำในทำนองเดียวกัน) โดยจะเขียนเป็นเซตแบบข้อความ หรือ แบบเงื่อนไขก็ได้

ตัวอย่าง เซตของอักษรภาษาอังกฤษในคำว่า " student "

ข้อ3 ให้นักเรียนพิจารณารูปแบบคำตอบของจำนวนต่อไปนี้ แล้วเขียนจำนวนอื่นๆที่มีลักษณะของรูปแบบคำตอบในทำนองเดียวกันให้ได้มากที่สุด (อย่างน้อย 4 รูปแบบ)

ตัวอย่าง 1) $1 + 10 = 11$
 $1 + 10 + 100 = 111$
 $1 + 10 + 100 + 1,000 = 1,111$

 2) $9 \times 9 = 81$
 $99 \times 9 = 891$
 $999 \times 9 = 8991$

เป็นต้น

รูปแบบที่ 1

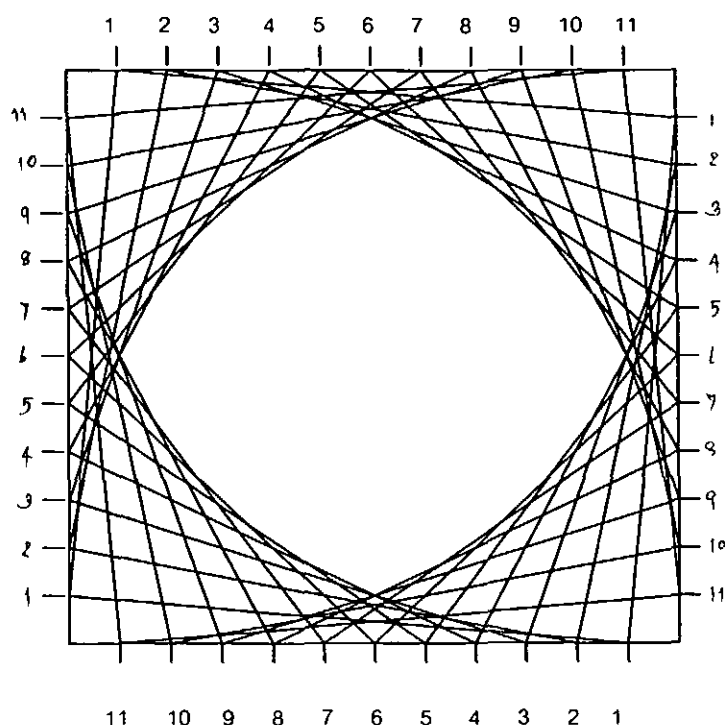
รูปแบบที่ 2

รูปแบบที่ 3

รูปแบบที่ 4

ข้อ 4 ให้นักเรียนสร้างรูปทรงเรขาคณิต แล้วแบ่งแต่ละด้านของรูปทรงดังกล่าวออกเป็นช่องเท่าๆกัน นำไม้บรรทัดโยงเส้นตรงเชื่อมจุดแบ่งแต่ละด้าน เพื่อสร้างให้เป็นผลงานทางศิลปะอย่างสวยงาม โดยจะมีขนาดและจำนวนช่องเท่าใดก็ได้ ตามความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน พร้อมทั้งอธิบายขั้นตอนการสร้างประกอบภาพ

ตัวอย่าง



ขั้นตอนการสร้าง

- 1 สร้างรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสแบ่งแต่ละด้านเป็น 12 ช่องช่องละเท่าๆกัน
- 2 ลากเส้นตรงเชื่อมเส้นแบ่งช่องในด้านที่มีมุมประชิดกันโดย
ลากเส้นตรงจากเส้นแบ่งที่ 1 ไปยัง เส้นแบ่งที่ 1 , เส้นแบ่งที่ 2 ไปยัง เส้นแบ่งที่ 2 , , เส้นแบ่งที่ 11
ไปยัง เส้นแบ่งที่ 11

สร้างรูปทรง

ขั้นตอนการสร้าง

ข้อ5 ให้นักเรียน นำตัวเลข หรือ สัญลักษณ์ที่กำหนดให้ต่อไปนี้

1	2	3	4	5	6	7	8	9	+	-	×	÷
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

มากระทำกันให้มีผลลัพธ์เป็น 12 ให้ได้มากที่สุด (อย่างน้อย 4 วิธี) โดยนักเรียนสามารถใช้เลขโดด ต่อกันเป็นจำนวนได้ไม่เกินเลข 2 หลัก และตัวเลข หรือสัญลักษณ์ในแต่ละวิธีใช้ได้ 1 ครั้งเท่านั้น

ตัวอย่าง 1)

1

7

-

5

2)

8

4

-

7

2

 เป็นต้น

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวนริศราภรณ์ ศรีพงษ์ชัย
วันเดือนปีเกิด	28 สิงหาคม 2520
สถานที่เกิด	อ. กมลาไสย จังหวัดกาฬสินธุ์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	123 ซ. สังคม 1 โชคชัย 4 ซอย 6 เขตลาดพร้าว จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10230
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครูผู้สอน
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย เขตปทุมวัน จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2538	มัธยมศึกษาตอนปลาย (ม. 6) จากโรงเรียนมัธยมตระการพืชผล จังหวัดอุบลราชธานี
พ.ศ. 2541	ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) จากสถาบันราชภัฏสวนดุสิต
พ.ศ. 2548	ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) (สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร