

ผลของการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT  
เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ปริญญานิพนธ์  
ของ  
ปริญญา สองสีดา

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา  
ตุลาคม 2550

ผลของการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT  
เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

บทคัดย่อ  
ของ  
ปริญญา สองสีดา

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา  
ตุลาคม 2550

ปริญญา สองสีดา. (2550). ผลของการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT เรื่อง ทศนิยมและ

เศษส่วน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ :

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : รองศาสตราจารย์  
ดร. จีวรพรรณ เสวตมาลย์, รองศาสตราจารย์ นิภา ศรีไพโรจน์.

การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และทักษะ  
การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการเรียนการสอน  
แบบ 4 MAT และเปรียบเทียบกับเกณฑ์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1  
ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนศรีพุดผา กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 35 คน ซึ่งได้มา  
จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เวลาทดลอง 19 คาบ โดยใช้การวิจัยแบบ  
One – Group Pretest – Posttest Design สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ t – test dependent  
และ One sample t - test

ผลการศึกษาพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการเรียนการสอนแบบ  
4 MAT สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการเรียนการสอนแบบ  
4 MAT สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมของ  
นักเรียนหลังได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  
ระดับ .01
4. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมของ  
นักเรียนหลังได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ  
ที่ระดับ .01

THE EFFECTS OF THE 4 MAT TEACHING AND LEARNING “ DECIMALS AND  
FRACTIONS ” ON ACADEMIC ACHIEVEMENT AND MATHEMATICAL  
COMMUNICATION SKILLS OF MATHAYOMSUKSA I STUDENTS

AN ABSTRACT

BY

PARINYA SONGSEEDA

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

October 2007

Parinya Songseeda. (2007). *The Effects of the 4 MAT Teaching and Learning "Decimals and Fractions" on Academic Achievement and Mathematical Communication Skills of Mathayomsuksa I Students*. Master Thesis, M.Ed. (Secondary Education). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisory Committee : Assoc. Prof. Dr. Chaweewan Sawetamalya, Assoc. Prof.Nipa Sripairot.

The purpose of this research was to compare mathematics achievement and mathematical communication skills of Mathayomsuksa I students before and after being taught through the 4 MAT system and compare to the criterion

The subjects of this study were 35 Mathayomsuksa I students in the first semester of the 2007 academic year at Sripruetta School in Bangkok. They were randomly selected by using cluster random sampling. The experimental group was taught for 19 hours. The One - Group Pretest – Posttest Design was used for the study. The data were statistically analyzed by using t – test dependent and One sample t - test

The results of the study indicated that :

1. The mathematical achievement of the experimental group after being taught through the 4 MAT system was statistically higher than before being taught at the .01 level of significance.
2. The mathematical achievement of the experimental group after being taught through the 4 MAT system was statistically higher than the 70 percentage criterion at the .01 level of significance.
3. The mathematical communication skills in speaking , reading , writing and by overall of the experimental group after being taught through the 4 MAT system were statistically higher than before at the .01 level of significance.
4. The mathematical communication skills in speaking , reading , writing and by overall of the experimental group after being taught through the 4 MAT system were statistically higher than the 70 percentage criterion at the .01 level of significance.

ผลของการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT  
เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ปริญญานิพนธ์  
ของ  
ปริญญ์ สองสีดา

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา  
ตุลาคม 2550

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

## ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดีด้วยความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เศรษฐมัลย์ ประธานควบคุมปริญญานิพนธ์ รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์ กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำในการศึกษาค้นคว้าตลอดจนให้ความช่วยเหลือในการตรวจสอบ ปรับปรุงแก้ไขปริญญานิพนธ์จนสำเร็จด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ประสาท สอ้านวงศ์ ประธานสอบปากเปล่า ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล กรรมการสอบปากเปล่า ที่เสียสละเวลาตลอดจนให้ความช่วยเหลือในการตรวจสอบ ปรับปรุงแก้ไขปริญญานิพนธ์จนสำเร็จด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญ อาจารย์ประสาท สอ้านวงศ์ อาจารย์มณีนีภา ชูติบุตร อาจารย์จรรยา ศรีแจบโธสง และอาจารย์วิมล พรหมจันทร์ ที่ได้กรุณาแก้ไขข้อบกพร่อง และให้คำแนะนำเป็นอย่างดีในเรื่องเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียน รองผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ครูทุกท่านของโรงเรียนสมโภชกรุงธนุสรณ์ (200ปี) และโรงเรียนศรีพฤตมา ที่ได้อำนวยความสะดวกและให้ความอนุเคราะห์ดำเนินการทดลองในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี และขอขอบพระคุณอาจารย์จันจิรา วัฒนกุล และอาจารย์เฉลิมรัตน์ เชิดชู ที่คอยให้ความช่วยเหลือข้าพเจ้าเสมอมา ขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/3 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนศรีพฤตมาทุกคนที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

ผู้วิจัยขอน้อมรำลึกถึงพระคุณของคุณพ่อบุญสอน – คุณแม่ปราณี สองสีดา ที่ให้ความอนุเคราะห์สนับสนุนด้านการศึกษาและเป็นที่กำลังใจตลอดมา ขอขอบคุณพี่ชिरาพร สองสีดาที่คอยให้ความห่วงใย ขอขอบคุณรุ่นพี่ เพื่อน ๆ นิสิตปริญญาโท สาขามัธยมศึกษา ที่คอยให้ความช่วยเหลือเสมอมา และขอขอบใจเพื่อน ๆ จากมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษมที่คอยเป็นกำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ให้เสร็จสมบูรณ์

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบให้เป็นเครื่องบูชาพระคุณของ บิดา – มารดา ครู – อาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัย

ปริญญา สองสีดา

## สารบัญ

| บทที่                                                                 | หน้า |
|-----------------------------------------------------------------------|------|
| 1 บทนำ.....                                                           | 1    |
| ภูมิหลัง.....                                                         | 1    |
| ความมุ่งหมายของการวิจัย.....                                          | 3    |
| ความสำคัญของการวิจัย.....                                             | 3    |
| ขอบเขตของการศึกษา.....                                                | 3    |
| นิยามศัพท์เฉพาะ.....                                                  | 4    |
| กรอบแนวคิดในการวิจัย.....                                             | 7    |
| สมมุติฐานในการวิจัย.....                                              | 7    |
| 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....                                 | 8    |
| เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบ 4 MAT.....                 | 9    |
| เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์..... | 26   |
| เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์.....         | 33   |
| 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....                                             | 55   |
| การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง.....                           | 55   |
| การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....                        | 56   |
| การเก็บรวบรวมข้อมูล.....                                              | 66   |
| การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล.....                                 | 67   |
| 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....                                           | 71   |
| สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....                              | 71   |
| การนำเสนอการวิเคราะห์ข้อมูล.....                                      | 71   |
| ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....                                             | 72   |

## สารบัญ (ต่อ)

| บทที่                                 | หน้า |
|---------------------------------------|------|
| 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... | 76   |
| ความมุ่งหมายของการวิจัย.....          | 76   |
| วิธีดำเนินการวิจัย.....               | 76   |
| สรุปผลการวิจัย.....                   | 78   |
| อภิปรายผล.....                        | 79   |
| ข้อเสนอแนะ.....                       | 81   |
| บรรณานุกรม.....                       | 82   |
| ภาคผนวก.....                          | 90   |
| ภาคผนวก ก.....                        | 91   |
| ภาคผนวก ข.....                        | 123  |
| ภาคผนวก ค.....                        | 147  |
| ประวัติย่อผู้วิจัย.....               | 149  |

## บัญชีตาราง

| ตาราง                                                                                                                                                                                     | หน้า |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 แบบแผนการทดลอง .....                                                                                                                                                                    | 56   |
| 2 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลัง<br>จากการเรียนรู้ แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ t – test dependent .....                                    | 72   |
| 3 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากการเรียนรู้<br>แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ One sample t – test.....                                            | 73   |
| 4 ผลการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน การเขียน<br>และโดยรวมของนักเรียนก่อนและหลังจากการเรียนรู้แบบ 4 MAT ของกลุ่ม<br>ตัวอย่างโดยใช้สถิติ t – test dependent..... | 74   |
| 5 ผลการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน การเขียน<br>และโดยรวมของนักเรียนหลังจากการเรียนรู้แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่าง<br>โดยใช้สถิติ One sample t – test.....       | 75   |
| 6 ค่าดัชนีสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (IC) ของแบบทดสอบวัด<br>ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....                                                                                  | 92   |
| 7 ค่าดัชนีสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (IC) ของแบบวัดทักษะการสื่อสาร<br>ทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่าน.....                                                                               | 93   |
| 8 ค่าดัชนีสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (IC) ของแบบวัดทักษะการสื่อสาร<br>ทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน.....                                                                              | 94   |
| 9 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r ) ของแบบทดสอบ<br>วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทศนิยมและเศษส่วน จำนวน 50 ข้อ.....                                                 | 95   |
| 10 ค่าความยากง่าย ( $P_E$ ) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบวัดทักษะการสื่อสาร<br>ทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่าน จำนวน 9 ข้อ.....                                                                    | 96   |
| 11 ค่าความยากง่าย ( $P_E$ ) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบวัดทักษะการสื่อสารทาง<br>คณิตศาสตร์ด้านการเขียน จำนวน 9 ข้อ.....                                                                   | 97   |
| 12 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังจาก<br>การเรียนรู้แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ t – test dependent.....                                          | 98   |

## บัญชีตาราง (ต่อ)

| ตาราง                                                                                                                                                               | หน้า |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 13 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากการ<br>เรียนรู้แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ One sample t – test .....                         | 100  |
| 14 ผลการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียนก่อน<br>และหลังจากการเรียนรู้แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ<br>t – test dependent.....     | 103  |
| 15 ผลการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียน<br>หลังจากการเรียนรู้แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ<br>One sample t – test.....           | 105  |
| 16 ผลการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านของนักเรียนก่อน<br>และหลังจากการเรียนรู้แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ<br>t – test dependent.....    | 108  |
| 17 ผลการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านของนักเรียน<br>หลังจากการเรียนรู้แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ<br>One sample t – test.....          | 110  |
| 18 ผลการวิเคราะห์ผลทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนก่อน<br>และหลังจากการเรียนรู้แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ<br>t – test dependent..... | 113  |
| 19 ผลการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนก่อน<br>และหลังจากการเรียนรู้แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ<br>One sample t – test.....  | 115  |
| 20 ผลการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยรวมของนักเรียนก่อน<br>และหลังจากการเรียนรู้แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ<br>t – test dependent.....         | 118  |
| 21 ผลการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยรวมของนักเรียน<br>หลังจากการเรียนรู้แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ<br>One sample t – test.....               | 120  |

## บัญชีภาพประกอบ

| ภาพประกอบ                                                                                               | หน้า |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....                                                                             | 7    |
| 2 การเรียนรู้ของนักเรียนตามแนวความคิดของ Kolb.....                                                      | 9    |
| 3 รูปแบบของผู้เรียน 4 แบบ.....                                                                          | 12   |
| 4 รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4 MAT เลี้ยวที่ 1.....                                                           | 13   |
| 5 รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4 MAT เลี้ยวที่ 2.....                                                           | 14   |
| 6 รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4 MAT เลี้ยวที่ 3.....                                                           | 15   |
| 7 รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4 MAT เลี้ยวที่ 4.....                                                           | 16   |
| 8 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ตามแบบการเรียนรู้ และเทคนิคการ<br>พัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวา..... | 16   |
| 9 รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4 MAT เลี้ยวที่ 1.....                                                           | 17   |
| 10 รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4 MAT เลี้ยวที่ 2.....                                                          | 18   |
| 11 รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4 MAT เลี้ยวที่ 3.....                                                          | 19   |
| 12 รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4 MAT เลี้ยวที่ 4.....                                                          | 20   |

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ภูมิหลัง

การศึกษานับเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาคุณภาพของคนให้มีคุณสมบัติในการวิเคราะห์วิจารณ์ เป็นผู้รู้จักใช้วิจารณ์อย่างสุ่มรอบคอบ เป็นผู้ที่เป็นและเป็นผู้ที่ตัดสินใจที่ดี ดังนั้นในการปลูกฝังวิธีการคิดให้แก่เยาวชนเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญเหนือความสำคัญทั้งปวง ทั้งนี้เพราะความคิดเป็นอาวุธลับที่สำคัญอย่างยิ่งของแต่ละบุคคลที่จะใช้เพื่อพัฒนาความเจริญก้าวหน้าแก่ประเทศชาติโดยรวมและส่วนบุคคลได้ (สมหวัง พิธิยานุวัฒน์. 2527 : 56) ทั้งนี้รูปแบบการศึกษามีการจัดหลักสูตรให้สอดคล้องกับแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2545-2559 ที่กล่าวว่าเป็นแผนยุทธศาสตร์ระยะยาว 15 ปีที่มีความสำคัญยิ่ง เนื่องจากการนำสาระของการปฏิรูปการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ และนโยบายของรัฐบาลสู่การปฏิบัติ และเป็นกรอบแนวทางในการจัดทำแผนพัฒนาการศึกษาทุกด้าน แต่การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันยังไม่สอดคล้องตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ ทั้งนี้อาจกล่าวได้ว่า การสอนในปัจจุบันสอนให้จำมากกว่าสอนให้ทำ สอนให้เชื่อมากกว่าสอนให้ขัดแย้ง สอนเนื้อหามากกว่าสอนกระบวนการแสวงหาความรู้ มิได้ดึงเอาศักยภาพของนักเรียนออกมาใช้ แต่เป็นการปิดกั้นการพัฒนาศักยภาพของนักเรียนโดยสิ้นเชิง (บุรุษย์ ศิริมหาสาร. 2540 : 20) ดังนั้นในการจัดการศึกษาจึงจำเป็นที่จะให้ผู้เรียนตระหนักถึงความสำคัญของการเรียนรู้ เอาใจใส่ต่อการเรียนรู้ และรู้วิธีการแสวงหาความรู้ ในการที่จะพัฒนาตนเองนั่นคือ การสอนให้นักเรียนรู้จักคิด เป็นเจ้าของความคิด สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง (จิราภรณ์ ศิริทวี. 2541:37)

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญวิชาหนึ่ง ถือว่าเป็นวิชาที่สร้างสรรค์มนุษย์เกี่ยวกับความคิดอย่างเป็นระบบและมีเหตุผล เป็นเครื่องมือในการปลูกฝังให้ผู้เรียนมีความละเอียด รอบคอบ ช่างสังเกต มีความคิดสร้างสรรค์ช่วยให้เข้าใจสิ่งต่าง ๆ อย่างลึกซึ้ง ตลอดจนมีความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล (วรวิณี โสมประยูร. 2534 : 220 – 224) และการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ต้องการที่จะให้บุคคลมีความสามารถในหลาย ๆ ด้าน ซึ่งครอบคลุมในทุกด้านของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมการเรียนรู้ ไม่ว่าจะเป็นในด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ด้านจิตพิสัย (Affective Domain) และด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) และคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับความคิด เราใช้คณิตศาสตร์ในการพิสูจน์อย่างมีเหตุผล ว่าสิ่งที่เราคิดนั้นเป็นจริงหรือไม่ด้วยการคิด (ยุพิน พิพิธกุล. 2530:2) นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นราชินีของวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนาให้แต่ละบุคคลเป็นคนที่สมบูรณ์ เป็นพลเมืองดี เพราะคณิตศาสตร์ช่วยเสริมสร้างความมีเหตุผล ความเป็นคนช่างคิดช่างริเริ่มสร้างสรรค์มีระบบระเบียบในการคิด มีการ

วางแผนในการทำงาน มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย ตลอดจนมีลักษณะการเป็นผู้นำในสังคม (สิริพร ทิพย์คง. 2536 : 9)

การเรียนรู้คณิตศาสตร์ส่วนใหญ่จะพัฒนาเฉพาะสมองซีกซ้าย แต่ความสามารถในการคิดจะพัฒนาได้เต็มที่ก็ต่อเมื่อผู้เรียนได้พัฒนาสมองทุกส่วน และเมื่อใดที่ครูสอนให้นักเรียนรู้จักคิด รู้จักใช้สมองทุกส่วนได้ตลอดเวลา เมื่อนั้นครูได้ช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาศักยภาพได้เต็มที่ (คุชกริ บริพัตร ณ อยุธยา.2538 : 1) และกระบวนการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนใช้สมองทั้งสองซีกอย่างสมดุล ภายในสมองจะมีสารสุขหรือสารเอนโดรีฟินหลั่งออกมาจากต่อมไร้ท่อใต้สมอง ซึมเข้าสู่กระแสโลหิตไหลเวียนไปทั่วร่างกาย เป็นผลทำให้ผู้เรียนมีความสุข อารมณ์ดี ร่าเริงเบิกบาน อยู่ในสภาวะผ่อนคลาย มีจินตนาการ มีความคิดสร้างสรรค์ ส่งผลให้เกิดความงุดงามตามจริยธรรมตามมา (วิชัย วงษ์ใหญ่. 2543 :35) ดังนั้นวิธีการสอนที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาสมองซีกขวาและสมองซีกซ้ายสลับกันไปมาคือ การเรียนการสอนแบบ 4 MAT

การเรียนการสอน 4 MAT เป็นวิธีการเรียนการสอนที่คำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียนแต่ละคน โดยจัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับผู้เรียนทั้ง 4 แบบ คือ ผู้เรียนที่ใช้จินตนาการเป็นหลัก ผู้เรียนที่ใช้การวิเคราะห์และเก็บรายละเอียดเป็นหลัก ผู้เรียนที่ใช้ประสาทสัมผัสและสามัญสำนึกเป็นหลัก และผู้เรียนที่ใช้การค้นพบแบบพลวัตและการค้นพบด้วยตนเองเป็นหลัก ซึ่งในการจัดการเรียนแต่ละครั้งผู้เรียนและครูจะต้องมีการปฏิสัมพันธ์กันตลอดเวลา และทักษะที่สำคัญในการปฏิสัมพันธ์ก็คือ การฟัง พูด อ่าน เขียน ซึ่งทักษะเหล่านี้เป็นทักษะขั้นพื้นฐานของมนุษย์ที่เป็นกระบวนการส่งผ่านหรือถ่ายทอดความคิด ความรู้ เนื้อหา ประสบการณ์ ความต้องการ ความสนใจ ฯลฯ รูปแบบการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดก็คือการสื่อสารแบบสองทาง (Two way) ทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้ส่งสารและผู้รับสาร ให้สามารถโต้ตอบซักถามในสิ่งที่ไม่เข้าใจได้ แต่ในปัจจุบันรูปแบบของการสื่อสารเป็นแบบทางเดียว (One way) ครูไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดหรือความต้องการ จึงเป็นสาเหตุให้การเรียนการสอนไม่เกิดประสิทธิผล (วัชร ชันเชื้อ. 2545 : 3) และจะเห็นว่าการสื่อสารเป็นกระบวนการ (Process) ที่มีความสำคัญต่อมนุษย์ ทั้งในด้านการดำเนินชีวิต สังคม การเมือง การศึกษา จนอาจกล่าวได้ว่า การสื่อสารเป็นฟันเฟืองของเครื่องจักรกลแห่งสังคมดำเนินไปอย่างไม่หยุดยั้ง เนื่องจากการสื่อสารเป็นทั้งเครื่องมือ และวิธีการในการก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างใดอย่างหนึ่งทั้งต่อบุคคล ต่อองค์กร และต่อสังคม ดังนั้น เราจึงไม่อาจปฏิเสธได้ว่าการสื่อสารเป็นสถาบันหนึ่งของสังคมที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งจนไม่อาจละเลยที่จะนำมาศึกษาให้ทราบ และเข้าใจถึงองค์ความรู้ต่าง ๆ ของการสื่อสาร เพื่อจะได้นำเอาการสื่อสารไปใช้ได้อย่างถูกต้อง และมีประสิทธิภาพ (กิตติมา สุรสนธิ. 2541 : 1)

ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ซึ่งทดลองสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการจัดการเรียนการสอนครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ต่อไป

### ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70)
3. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT
4. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70)

### ความสำคัญของการวิจัย

ทำให้ได้แนวคิดในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์และสามารถนำไปพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

### ขอบเขตของการศึกษา

#### ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนศรีพุดผา เขตสะพานสูง จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 13 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 455 คน

#### กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนศรีพุดผา เขตสะพานสูง จังหวัดกรุงเทพมหานคร 1 ห้องเรียน จำนวน 35 คน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

### เนื้อหาที่ใช้

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ของกระทรวงศึกษาธิการ ที่จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการ สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ( สสวท. ) เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน ประกอบไปด้วยเนื้อหาดังนี้

|                                     |    |     |
|-------------------------------------|----|-----|
| การเปรียบเทียบทศนิยม                | 1  | คาบ |
| การบวกและการลบทศนิยม                | 2  | คาบ |
| การคูณและการหารทศนิยม               | 4  | คาบ |
| เศษส่วนและการเปรียบเทียบเศษส่วน     | 1  | คาบ |
| การบวกและการลบเศษส่วน               | 2  | คาบ |
| การคูณและการหารเศษส่วน              | 4  | คาบ |
| ความสัมพันธ์ระหว่างทศนิยมและเศษส่วน | 1  | คาบ |
| รวม                                 | 15 | คาบ |

### ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 ใช้เวลาดทดลอง 19 คาบ คาบละ 50 นาที  
ดังนี้

|                   |    |     |
|-------------------|----|-----|
| 1. ทดสอบก่อนเรียน | 2  | คาบ |
| 2. ดำเนินการสอน   | 15 | คาบ |
| 3. ทดสอบหลังเรียน | 2  | คาบ |
| รวม               | 19 | คาบ |

### ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การเรียนการสอนแบบ 4 MAT
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
  - 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
  - 2.2 ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การเรียนการสอนแบบ 4 MAT หมายถึง การเรียนการสอนโดยคำนึงถึงความแตกต่าง ของผู้เรียนแต่ละคน โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับผู้เรียนทั้ง 4 แบบ คือ

|                  |                                                 |
|------------------|-------------------------------------------------|
| ผู้เรียนแบบที่ 1 | ใช้จินตนาการเป็นหลัก                            |
| ผู้เรียนแบบที่ 2 | ใช้การวิเคราะห์และเก็บรายละเอียดเป็นหลัก        |
| ผู้เรียนแบบที่ 3 | ใช้ประสาทสัมผัสและสามัญสำนึกเป็นหลัก            |
| ผู้เรียนแบบที่ 4 | ใช้การค้นพบแบบพลวัตและการค้นพบด้วยตนเองเป็นหลัก |

และดำเนินการสอนตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ทั้ง 8 ขั้น คือ

1. ขั้นสร้างคุณค่าและประสบการณ์ (สมองซีกขวา) ผู้สอนสร้างประสบการณ์ตรงที่เป็นรูปธรรมเพื่อเชื่อมความรู้เก่าให้กับนักเรียนและควรกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดหรือสร้างแรงจูงใจเพื่อให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้และสนใจในสิ่งที่เรียน
2. ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์ (สมองซีกซ้าย) ผู้สอนควรให้ผู้เรียนวิเคราะห์ประสบการณ์โดยการอภิปราย และฝึกให้นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่มอย่างหลากหลาย เช่น ช่วยกันระดมสมองอภิปรายร่วมกัน เป็นต้น
3. ขั้นปรับปรุงประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด (สมองซีกขวา) ผู้สอนควรให้ผู้เรียนบูรณาการประสบการณ์และนำความรู้ที่ได้มาเชื่อมโยงกับความรู้เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจ ความคิดรวบยอด โดยผู้วิจัยมีบทบาทในการเตรียมข้อมูล ให้ข้อมูลสถิติ แล้วให้นักเรียนค้นคว้า
4. ขั้นพัฒนาความคิดรวบยอด (สมองซีกซ้าย) ผู้สอนควรให้ทฤษฎีหรือความคิดรวบยอด แก่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจ กิจกรรมควรเป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าจากใบความรู้ แหล่งวิทยาการท้องถิ่น การสถิติ เป็นต้น
5. ขั้นลงมือปฏิบัติจากกรอบความคิดที่กำหนด (สมองซีกซ้าย) ครูควรให้ผู้เรียนได้ลงปฏิบัติโดยผ่านประสาทสัมผัส เช่น การทดลองจากใบงานการทดลอง การทำแบบฝึกหัด เป็นต้น โดยผู้วิจัยมีหน้าที่ชี้แนะและอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เรียน
6. ขั้นสร้างชิ้นงานเพื่อสะท้อนความเป็นตนเอง (สมองซีกขวา) ครูผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความสามารถเพื่อสร้างสรรค์ชิ้นงานตามจินตนาการของตน
7. ขั้นวิเคราะห์คุณค่าและการประยุกต์ใช้ (สมองซีกซ้าย) ผู้สอนควรให้ผู้เรียนวิเคราะห์ชิ้นงานเพื่อนำไปสู่การประยุกต์หรือดัดแปลงชิ้นงานให้ดีขึ้น
8. ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้กับผู้อื่น (สมองซีกขวา) ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงชิ้นงาน เพื่อให้เพื่อนๆ ได้ชื่นชม ซึ่งเป็นการแบ่งปันโอกาสทางด้านความรู้และประสบการณ์ให้ผู้อื่นได้ซาบซึ้ง

2. **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์** หมายถึง ความสามารถในการคิดคำนวณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แบบปรนัย 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับพฤติกรรมด้านความรู้และความคิด

(Cognitive Domain) ตามที่วิลสัน (Wilson.1971 :643-696) ได้จำแนกไว้ 4 ด้าน ได้แก่ ความรู้ ความจำด้านการคิดคำนวณ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์

3. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการถ่ายทอดเรื่องราวหรือแนวความคิดทางคณิตศาสตร์โดยการพูด การเขียน ที่เป็นตัวแทนการคิดของนักเรียน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการตามสถานการณ์จำลองต่าง ๆ ที่ครูผู้สอนกำหนดให้

3.1 ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด คือ ความสามารถในการแสดงความคิดเกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์โดยการพูด ซึ่งวัดโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดจำนวน 2 ข้อ ที่มีเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถด้านการพูดเป็นแบบ rubric (Rubric Assessment) โดยผู้วิจัยปรับปรุงแนวคิดและเกณฑ์การให้คะแนน (สมเดช บุญประจักษ์. 2540 : 48 – 51) และเคนเนดี้ และทิปส์ Kennedy and Tipps. 1994 : 112 ; citing Vermont Department Education. n.d. : 14 – 15).

3.2 ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่าน คือ ความสามารถในการวิเคราะห์และจับใจความใจหายปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดโดยใช้แบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านจำนวน 5 ข้อ ที่มีเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถด้านการอ่านซึ่งมีลักษณะเป็นแบบ rubric (Rubric Assessment) โดยผู้วิจัยได้ปรับปรุงแนวคิดและเกณฑ์การให้คะแนนของ สมเดช บุญประจักษ์. (2540 : 48 – 51)

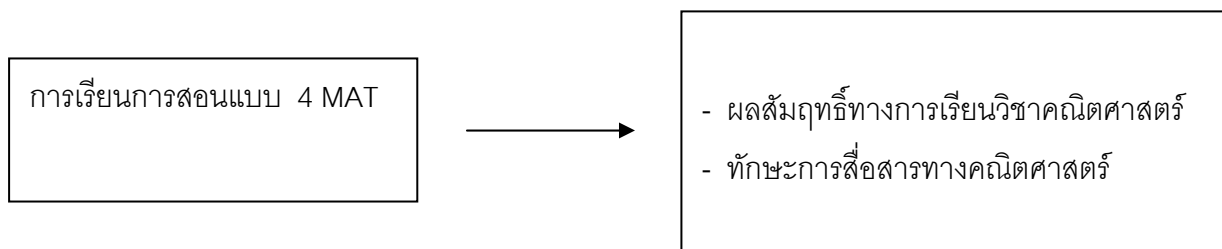
3.3 ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน คือ ความสามารถในการถ่ายทอดความคิดโดยการทำแบบฝึกทักษะ ซึ่งวัดโดยใช้แบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน จำนวน 5 ข้อ ที่มีเกณฑ์การประเมินความสามารถทางสื่อสารแบบภาพรวม (holistic scoring)

4. เกณฑ์ หมายถึง ความต้องการขั้นต่ำที่จะยอมรับว่าผู้เรียนที่เรียนรู้จากการเรียนการสอนแบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ในงานวิจัยนี้กำหนดคะแนนร้อยละ 70 (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. 2547 :15)

## กรอบแนวคิดในการวิจัย

ตัวแปรอิสระ

ตัวแปรตาม



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

## สมมุติฐานในการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT สูงกว่าก่อนได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70 ขึ้นไป
3. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน การเขียนและโดยรวมของนักเรียน หลังได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT สูงกว่าก่อนได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT
4. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน การเขียนและโดยรวมของนักเรียนหลังได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70 ขึ้นไป

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

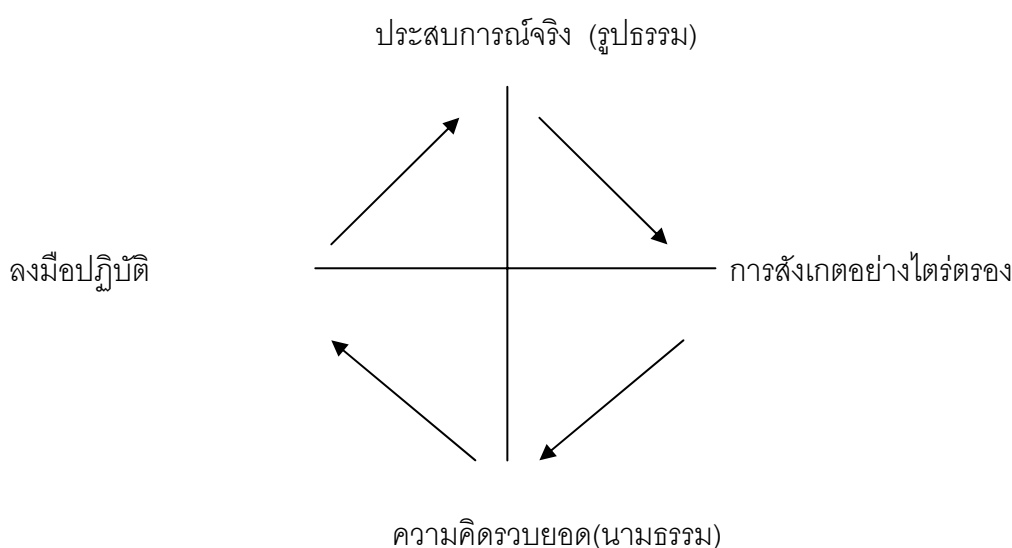
1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบ 4 MAT
  - 1.1 ประวัติความเป็นมาของการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT
  - 1.2 รูปแบบของผู้เรียน 4 แบบ
  - 1.3 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 4 MAT
  - 1.4 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนแบบ 4 MAT
  - 1.5 ข้อคิดสำคัญในการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT
  - 1.6 ประโยชน์ของการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT
  - 1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
  - 2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
  - 2.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 2.3 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
  - 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
  - 3.1 ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
  - 3.2 ความสำคัญของการสื่อสาร
  - 3.3 องค์ประกอบของการสื่อสาร
  - 3.4 อุปสรรคในการสื่อสาร
  - 3.5 บทบาทของครูในการพัฒนาการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
  - 3.6 ประโยชน์ของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
  - 3.7 เกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้โดยการสื่อสารแนวความคิด
  - 3.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

## 1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT

### 1.1 ประวัติความเป็นมาของการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT

อุษณีย์ โพธิ์สุข (2542 :63) ได้กล่าวถึงประวัติความเป็นมาของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ซึ่งสรุปได้ว่า แมคคาร์ธี (McCarthy) เป็นผู้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบนี้เป็นคนแรก เป็นนักการศึกษาที่มีประสบการณ์ในการสอนหลายระดับ ทำให้เกิดความเข้าใจว่าเด็ก ๆ แต่ละคนมีความแตกต่างกันทั้งสภาพสติปัญญา การรับรู้ และการเรียนรู้อย่างสิ้นเชิง ในปี 1979 (McCarthy) ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากบริษัทแมคโดนัลด์ ทำวิจัยเกี่ยวกับองค์ประกอบทางสมองและสไตล์การเรียนรู้ของเด็ก เขาได้กลั่นกรองรูปแบบการศึกษาเกี่ยวกับสไตล์การเรียนรู้หลายรูปแบบ ในที่สุดก็ดึงเอางานของ เดวิด คอลบ์ (David Kolb) มาเป็นขอบข่ายหรือแนวทางในกระบวนการเรียนรู้และแนวความคิดในเรื่องความแตกต่างของคน ตามทฤษฎีของคอลบ์นั้น เขาเห็นว่ามี 2 มิติที่สำคัญกับการเรียนรู้ คือ การรับรู้และกระบวนการ การเรียนเกิดจากการที่คนทั้งหลายรับรู้แล้วนำเข้าไปจัดกระบวนการในสิ่งที่ตนรับรู้มาอย่างไร ตัวอย่างคนที่มีความแตกต่างกันมาก ๆ ก็ได้แก่คนที่รับรู้ผ่านรูปธรรม แต่อีกคนหนึ่งรับรู้ผ่านนามธรรมคนสองกลุ่มนี้สร้างความคิดแตกต่างกันในเรื่องเดียวกัน

อีกมุมหนึ่งก็คือ การแบ่งลักษณะการเรียนรู้เป็น 2 กลุ่มที่แตกต่างกัน กลุ่มการเรียนรู้โดยใช้สัญญาณยังรู้มองเห็นสิ่งต่าง ๆ เป็นรูปธรรมแล้ววิเคราะห์ สังเคราะห์จากการรับรู้ที่ได้มาเป็นองค์ความรู้ แต่อีกกลุ่มหนึ่งเรียนรู้ได้ดีต่อเมื่อผ่านการวิเคราะห์ การประเมินสิ่งต่าง ๆ โดยการเอาตัวเองเข้าไปพิสูจน์หรือใช้หลักแห่งเหตุผล ทั้ง 4 กลุ่ม 2 แนวคิดต่างมีจุดดีเด่นคนละแบบ ซึ่งเป็นโครงสร้างทางกลไกของการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีอยู่จริงในทุกโรงเรียนทั่วโลก ดังแสดงภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 การเรียนรู้ของนักเรียนตามแนวคิดของ Kolb

ที่มา : (Kolb ,Rubin and McIntyre. 1984 : 38)

ในปี ค.ศ.1980 แมคคาร์ธี (McCarthy) จึงได้สรุปแนวความคิดเป็นรูปแบบการเรียนการสอนแบบใหม่ที่ตอบสนองการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 แบบ (4 Types of Students) ซึ่งลักษณะการเรียนรู้ของเด็ก ๆ มีความสัมพันธ์โดยตรงกับโครงสร้างทางสมองและระบบการทำงานของสมองซีกซ้ายและซีกขวา โดยเอาแนวความคิดจากคอลบ (Kolb) มาประยุกต์ ซึ่งรูปแบบของคอลบ (Kolb) นั้นได้รากฐานจากทฤษฎีของ จอห์น ดิวอี้ , เคิร์ท เลวิน และฌอง ปิอาเจต์ ซึ่งรูปแบบการเรียนที่แมคคาร์ธีได้คิดขึ้นนั้น สรุปได้ว่า แมคคาร์ธี (McCarthy) เป็นคนแรกที่พัฒนาการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ขึ้นมา ซึ่งรูปแบบการสอนแบบ 4 MAT เป็นรูปแบบที่คำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียน ต่อมาก็ได้นำความแนวคิดและทฤษฎีของคอลบ (Kolb) คือ มิติที่สำคัญในการเรียนรู้ การรับรู้และกระบวนการเข้ามาเกี่ยวข้อง ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่สมดุลและเต็มศักยภาพของผู้เรียน

## 1.2 รูปแบบของผู้เรียน 4 แบบ

มอริส และ แมคคาร์ธี (Morris and McCarthy.1990 : 194 – 195) เสนอแนวคิดที่ว่า ผู้เรียนมี 4 แบบ ซึ่งมีรูปแบบการเรียนรู้ และการรับรู้ที่ต่างกัน โดยมีลักษณะดังนี้

**ผู้เรียนแบบที่ 1** ผู้เรียนมีการเรียนรู้โดยใช้จินตนาการ (Imaginative Learners) เป็นพวกที่ชอบถามเหตุผลว่า “ทำไม” หรือ Why? จะเรียนได้ดีโดยการฟัง จะรับข้อมูลแล้วสะท้อนความคิดเห็นโดยหาความหมายที่ชัดเจน แล้วบูรณาการให้เข้ากับแนวคิดของตนเองเพื่อนำข้อมูลไปใช้เป็นส่วนตัวสามารถจัดการกับปัญหาได้ด้วยตนเอง และระดมความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่นก็ได้ ครูสามารถพัฒนาผู้เรียนแบบนี้ได้โดยคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

- 1 อำนวยความสะดวกเพื่อให้เกิดความก้าวหน้าของผู้เรียนแต่ละบุคคล
- 2 ช่วยให้ผู้เรียนรู้จักตัวเองมากขึ้น
- 3 หลักสูตรควรส่งเสริมความสามารถของแต่ละบุคคลอย่างแท้จริง
- 4 การได้รับความรู้เป็นการยกระดับความเข้าใจของบุคคล
- 5 ส่งเสริมความเป็นตัวตนที่แท้จริงของผู้เรียน
- 6 ชอบการอภิปราย งานกลุ่ม และข้อมูลย้อนกลับที่เป็นจริงเกี่ยวกับความรู้สึก
- 7 สนใจคนที่ใช้ความพยายามในการร่วมมือกับผู้อื่น
- 8 ตระหนักถึงพลังทางสังคมที่มีผลต่อการพัฒนามนุษย์
- 9 พยายามเน้นจุดมุ่งหมายที่มีความหมายที่ดี
- 10 โน้มน้าวเมื่อเกิดความกลัว ความกดดัน และบางเวลาเมื่อเกิดความกล้าหาญ

**ผู้เรียนแบบที่ 2** ผู้เรียนที่มีการเรียนรู้โดยใช้การวิเคราะห์ (Analytic Learners) และการ

เก็บรายละเอียดเป็นหลัก เป็นพวกที่สอบถามว่าข้อเท็จจริงคือ “ อะไร ” หรือ What? จะแสวงหา รายละเอียดและคิดเป็นขั้นตอน จะรับรู้ในลักษณะรูปธรรมและสะท้อนความคิดเห็นออกมา  
เก่งในการเรียนแบบเดิม การตรวจสอบข้อเท็จจริง และนำเสนอข้อเท็จจริงต่าง ๆ มาประกอบเป็น  
ทฤษฎี จัดการกับปัญหาด้วยเหตุผลหลักเกณฑ์ และการดำเนินการเป็นขั้นตอนเพื่อนำข้อเท็จจริง  
ครูสามารถพัฒนาผู้เรียนแบบนี้ได้โดยคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. ความสนใจในการถ่ายทอดความรู้
2. พยายามเป็นผู้ที่มีความถูกต้องแม่นยำให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้
3. มีความเชื่อว่าหลักสูตรจะส่งเสริมความรู้ความเข้าใจที่มีความหมายมากขึ้น

และการนำเสนออย่างมีระบบ

4. มองความรู้อย่างเข้าใจลึกซึ้ง
5. ส่งเสริมผู้เรียนที่มีความสามารถโดดเด่น
6. ชอบข้อเท็จจริงและรายละเอียด การคิดแบบเป็นระบบและตามขั้นตอน
7. เป็นครูแบบเดิมที่รักความรู้แบบแม่นยำ
8. เชื่อในการใช้อำนาจอย่างมีเหตุผล
9. มีแนวโน้มที่ไม่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ โดยมีอำนาจเหนือเจตคติ

### **ผู้เรียนแบบที่ 3 ผู้เรียนมีการเรียนรู้ด้วยประสาทสัมผัสและสามัญสำนึก**

(Commonsense Learners) เป็นพวกที่สอบถามว่า “ อย่างไร ” หรือ How? ชอบการลงมือปฏิบัติ  
จะรับรู้ข้อมูลที่เป็นนามธรรม และประมวลความรู้จากการทดลองการกระทำจริง ชอบทดลองทำสิ่ง  
ต่าง ๆ ต้องการรู้วิธีการทำงานของสิ่งต่าง ๆ ชอบวางแผนและกำหนดเวลา จัดการกับปัญหาด้วยการ  
ลงมือทำ ครูสามารถพัฒนาผู้เรียนแบบนี้ได้โดยคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. สนใจผลผลิตและความสามารถ
2. พยายามให้ทักษะที่จำเป็นในการดำรงชีวิต
3. เชื่อว่าหลักสูตรควรจะปรับให้เข้ากับความสามารถและการใช้ประโยชน์ที่เหมาะสม

กับความต้องการของมนุษย์

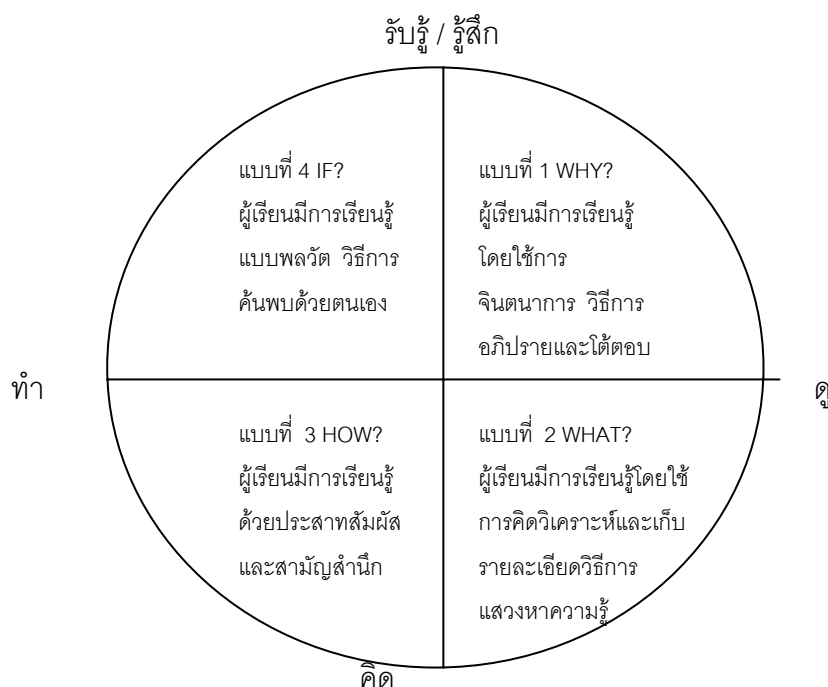
4. การส่งเสริมและการประยุกต์ใช้การปฏิบัติ
5. ความรู้ทำให้ผู้เรียนสามารถวางแผนการดำรงชีวิตได้
6. ชอบวิธีการใช้ทักษะและกิจกรรมที่ลงมือปฏิบัติ
7. วิธีที่ดีควรส่งเสริมด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
8. ใช้การให้รางวัลในการวัดผล
9. มีแนวโน้มที่จะไม่ยืดหยุ่นและเชื่อมั่นในตนเอง

# 10. ขาดทักษะของการทำงานเป็นทีม

**ผู้เรียนแบบที่ 4** ผู้เรียนมีการเรียนรู้แบบพลวัตและการค้นพบด้วยตนเอง (Dynamic Learners) เป็นพวกที่ชอบตั้งเงื่อนไข “ ถ้าอย่างนั้น ” หรือ If ? จะรับรู้ผ่านสิ่งที่เป็นรูปธรรมเรียนด้วยการลองผิดลองถูก จะปรับตัวหรือเปลี่ยนแปลงได้ง่าย มีความคิดใหม่ ๆ มีความสามารถมองทิศทางใหม่ ๆ จัดการกับปัญหาด้วยสัญชาตญาณ ครูสามารถพัฒนาผู้เรียนแบบนี้ได้โดยคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. สนใจในการทำให้ผู้เรียนค้นพบด้วยตนเอง
2. พยายามช่วยให้บุคคลแสดงวิสัยทัศน์ของเขา
3. เชื่อว่าหลักสูตรควรจะมีมุ่งไปตามความสนใจและความถนัดของผู้เรียน
4. เข้าใจว่าความรู้จำเป็นสำหรับการปรับปรุงสังคมที่ยิ่งใหญ่
5. ส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยการทดลอง
6. ชอบวิธีการสอนที่หลากหลาย
7. เป็นผู้นำที่พยายามกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียน
8. พยายามสร้างสรรค์สิ่งใหม่เพื่อกระตุ้นให้มีชีวิตชีวามากยิ่งขึ้น
9. สามารถสร้างขอบเขตใหม่ ๆ
10. มีแนวโน้มที่หุ่นหันพลันแล่นและจัดการกับการเปลี่ยนแปลงให้เหมาะสม

รูปแบบของผู้เรียน 4 แบบ สามารถสรุปได้ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 รูปแบบของผู้เรียน 4 แบบ

ที่มา:(Morris and McCarthy.1990 :199)

สรุปได้ว่า รูปแบบของผู้เรียน 4 แบบได้แก่ ผู้เรียนแบบที่ 1 ใช้จินตนาการเป็นหลัก ผู้เรียนแบบที่ 2 ใช้การวิเคราะห์และเก็บรายละเอียดเป็นหลัก ผู้เรียนแบบที่ 3 ใช้ประสาทสัมผัส และสามัญสำนึกเป็นหลัก ผู้เรียนแบบที่ 4 ใช้การค้นพบแบบพลวัตและการค้นพบด้วยตนเองเป็นหลัก ซึ่งการจัดรูปแบบการเรียนของผู้เรียน 4 แบบนี้จะช่วยตอบสนองการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนใน ลักษณะต่าง ๆ ที่แตกต่างกันไป

### 1.3 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 4 MAT

มอริส และ แมคคาร์ธี (Morris and McCarthy.1990 :4-23) ได้เสนอรูปแบบการจัด กิจกรรมการเรียนแบบ 4 MAT ที่คำนึงถึงแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 แบบ กับการพัฒนาสมองซีกซ้าย และซีกขวาอย่างสมดุล ซึ่งลำดับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนแบบ 4 MAT มี 8 ขั้นตอน ดังนี้

#### 1. **เลี้ยวที่ 1** การบูรณาการประสบการณ์ตนเอง

การพัฒนาจากประสบการณ์จริง ไปสู่การสังเกตจากสติปัญญาคิดไตร่ตรอง ต้องสร้าง ประสบการณ์ให้คิดหาเหตุผลด้วยตนเอง ผู้เรียนที่ชอบจินตนาการจะมีความสุขมากที่สุดในการเรียนรู้

บทบาทครู เป็นผู้กระตุ้น สร้างแรงจูงใจ เป็นผู้ช่วย

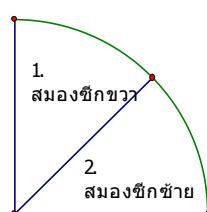
วิธีการ สถานการณ์จำลอง การอภิปราย

นักเรียน สร้างเหตุผล

**ขั้นที่ 1** ขั้นสร้างประสบการณ์ ผู้เรียนที่ถนัดการเรียนรู้ด้วยสมองซีกขวามีความ สะดวกสบายและมีความสุขที่สุดในการเรียน ครูสร้างประสบการณ์ที่มีความหมาย ด้วยวิธีการกระตุ้น หรือสร้างแรงจูงใจและให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงประสบการณ์ดังกล่าวเป็นประสบการณ์ของตนเอง

**ขั้นที่ 2** ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์ ผู้เรียนที่ถนัดการเรียนรู้ด้วยสมองซีกซ้ายมีความสุข สะดวกสบายและมีความสุขที่สุดในการเรียน จะใช้สมองสะท้อนความคิดจากประสบการณ์ ผู้เรียนจะ ตรวจสอบประสบการณ์โดยการอภิปราย หลังจากครูสร้างประสบการณ์ที่มีความหมายให้แล้ว ดังแสดงในภาพประกอบ 4

ประสบการณ์จริง



สังเกตคิดไตร่ตรอง

ภาพประกอบ 4 รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4 MAT เลี้ยวที่ 1

ที่มา : (Morris and McCarthy.1990 : 5 – 10)

## 2. เลี้ยวที่ 2 การพัฒนาความคิดรวบยอด

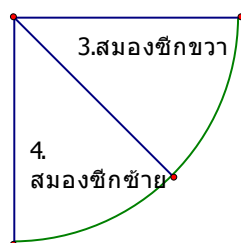
การพัฒนาความคิดรวบยอด จากการสังเกตด้วยสติปัญญาคิดไตร่ตรอง ไปสู่การสร้างแนวคิดที่เป็นนามธรรม ผู้เรียนชอบการวิเคราะห์จะมีความสุขที่สุดในการเรียนรู้

|             |                       |
|-------------|-----------------------|
| บทบาทของครู | เป็นผู้สอน            |
| วิธีการ     | ให้ข้อมูล ข้อเท็จจริง |
| นักเรียน    | แสวงหารายละเอียด      |

**ขั้นที่ 3** ขั้นบูรณาการการสังเกตไปสู่ความคิดรวบยอด ผู้เรียนที่ถนัดการเรียนรู้ด้วยสมองซีกขวามีความสะดวกสบายและมีความสุขที่สุดในการเรียน นักเรียนบูรณาการประสบการณ์และความรู้ เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจความคิดรวบยอด โดยครูเป็นผู้ให้ข้อมูลและข้อเท็จจริงและจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นำไปสู่ความเข้าใจความคิดรวบยอด

**ขั้นที่ 4** ขั้นพัฒนาทฤษฎีและความคิดรวบยอด ผู้เรียนที่ถนัดการเรียนรู้ด้วยสมองซีกซ้ายมีความสะดวกสบายและมีความสุขที่สุดในการเรียน ครูให้ผู้เรียนได้รับข้อมูลหรือข้อเท็จจริงตามทฤษฎีหรือความคิดรวบยอด โดยการวิเคราะห์ที่ไตร่ตรองประสบการณ์ หรือ ไต่ถาม ค้นคว้า นักเรียนคิดวิเคราะห์ ไตร่ตรอง จากประสบการณ์ ข้อมูล ข้อเท็จจริงที่ได้รับ ดังแสดงในภาพประกอบ 5

สังเกตคิดไตร่ตรอง



ความคิดนามธรรม

ภาพประกอบ 5 รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4 MAT เลี้ยวที่ 2

ที่มา : (Morris and McCarthy .1990:11 - 15)

## 3. เลี้ยวที่ 3 การปฏิบัติและปรับแต่งเป็นความคิดของตนเอง

การทดลองด้วยตนเอง ไปสู่การสร้างแนวคิดที่เป็นนามธรรม ผู้เรียนที่ชอบใช้สามัญสำนึกจะมีความสุขที่สุดในการเรียนรู้

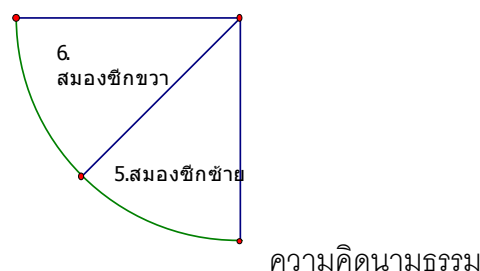
|          |                |
|----------|----------------|
| บทบาทครู | เป็นผู้ฝึก     |
| วิธีการ  | อำนวยความสะดวก |
| นักเรียน | ลองปฏิบัติ     |

**ขั้นที่ 5** ขั้นปฏิบัติตามความคิดรวบยอด ผู้เรียนที่ถนัดการเรียนรู้ด้วยสมองซีกซ้ายมีความสะดวกสบาย และมีความสุขที่สุดในการเรียน ครูให้ผู้เรียนได้ลองทำโดยผ่านประสาทสัมผัส โดยครู

เป็นผู้ฝึกและอำนวยความสะดวก เช่น การทดลอง การทำแบบฝึกหัด เพื่อพัฒนาความคิดและทักษะของตนเอง

**ขั้นที่ 6** ขั้นปรับแต่งเป็นแนวคิดของตนเอง ผู้เรียนที่ถนัดการเรียนรู้ด้วยสมองซีกขวา มีความสะดวกสบายและมีความสุขที่สุดในการทำงาน ผู้เรียนจะปรับปรุงสิ่งที่ตนเองปฏิบัติด้วยวิธีการของตนเอง และบูรณาการข้อมูลเป็นองค์ความรู้ของตนเองดังแสดงในภาพประกอบ 6

ทำการทดลองด้วยตนเอง



**ภาพประกอบ 6** รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4 MAT เลี้ยวที่ 3

ที่มา : (Morris and McCarthy .1990: 16 - 18)

#### 4. **เลี้ยวที่ 4** การบูรณาการและประยุกต์ประสบการณ์

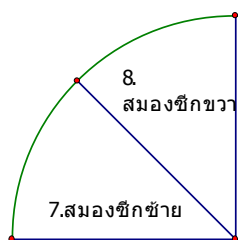
การทดลองด้วยตนเอง ไปสู่การได้รับประสบการณ์จริง ผู้เรียนแบบพลวัตจะมีความสุขที่สุดในการเรียนรู้

|          |                                                |
|----------|------------------------------------------------|
| บทบาทครู | เป็นผู้ประเมิน แก้ไขข้อบกพร่อง ผู้ร่วมเรียนรู้ |
| วิธีการ  | ค้นพบด้วยตนเอง                                 |
| นักเรียน | ค้นพบด้วยตนเอง                                 |

**ขั้นที่ 7** ขั้นประยุกต์เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ ผู้เรียนที่ถนัดการเรียนรู้ด้วยสมองซีกซ้ายมีความสะดวกสบายและมีความสุขที่สุดในการเรียน ผู้เรียนวิเคราะห์จากการเรียนรู้แล้วนำไปสู่การวางแผนเพื่อประยุกต์ใช้หรือดัดแปลงให้ดีขึ้น หรือกลั่นกรองนำสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่น

**ขั้นที่ 8** ขั้นแลกเปลี่ยนความรู้ของตนกับผู้อื่น ผู้เรียนที่ถนัดการเรียนรู้ด้วยสมองซีกขวามีความสะดวกสบายและมีความสุขที่สุดในการเรียน จากการที่ได้ทักษะการคิดค้นด้วยตนเอง ผู้เรียนจะแบ่งปันสิ่งที่ได้เรียนรู้มากับผู้อื่น เป็นการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ดังแสดงในภาพประกอบ 7

### ประสบการณ์จริง



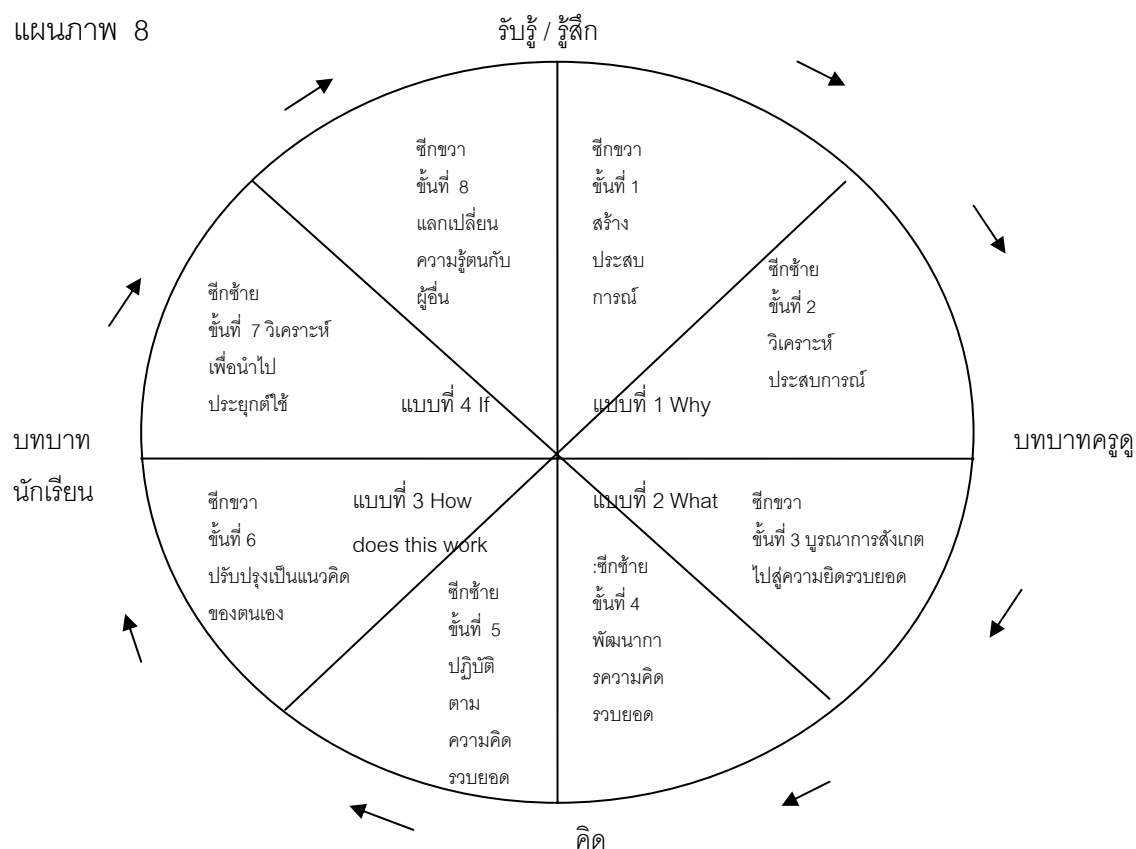
ทำการทดลองด้วยตนเอง

### ภาพประกอบ 7 รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4 MAT เลี้ยวที่ 4

ที่มา : (Morris and McCarthy .1990: 16 - 18)

จากขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ทั้ง 8 ขั้นสามารถสรุปได้ดังแสดงใน

แผนภาพ 8



ภาพประกอบ 8 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ตามแบบการเรียนรู้ และเทคนิคการพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวา

ที่มา : (Morris and McCarthy .1990: 200)

สุวิทย์ มูลคำ , อรทัย มูลคำ (2545 : 159 – 163) กล่าวเอาไว้ว่า การจัดการเรียนรู้ที่คำนึงถึงรูปแบบการเรียนรู้ของกลุ่มผู้เรียน 4 กลุ่ม กับพัฒนาการสมองซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุล ซึ่งได้แก่ผู้เรียนแบบที่ 1 (Why) มีการจินตนาการเป็นหลัก ผู้เรียนแบบที่ 2 (What) มีการเรียนรู้ด้วยวิเคราะห์

และการเก็บรายละเอียดเป็นหลัก ผู้เรียนแบบที่ 3 (How) มีการเรียนรู้ด้วยสามัญสำนึกหรือประสาทสัมผัส ผู้เรียนแบบที่ 4 (If) มีการเรียนรู้ด้วยการรับรู้จากประสบการณ์รูปธรรมไปสู่การลงมือปฏิบัติ ซึ่งเบอร์นิส แมคคาร์ธี ได้กำหนดลำดับขั้นของการเรียนรู้ 4 MAT โดยแบ่งวงล้อกระบวนการเรียนรู้ออกเป็น 8 ขั้นตอน ดังรายละเอียดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 MAT ดังนี้

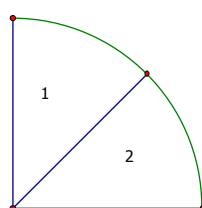
**ส่วนที่ 1** ผู้เรียนแบบที่ 1 (Imaginative Learners) เป็นช่วงที่ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์และกระบวนการเฝ้าสังเกตอย่างไตร่ตรอง มักใช้คำถามว่า “ทำไม” (Why)

**บทบาทของผู้สอน :** คอยกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์สิ่งที่สังเกตได้อย่างไตร่ตรอง

**วิธีการจัดกิจกรรม :** ใช้คำถามถามข้อมูลเพื่อให้ผู้เรียนสังเกต การร่วมกันอภิปรายการให้ผู้เรียนได้พบของจริงและให้ผู้เรียนทำกิจกรรม

ในส่วนที่ 1 สามารถแบ่งขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็น 2 ขั้นตอนที่คำนึงถึงการทำงานของสมองซีกขวาและซีกซ้ายของผู้เรียน ดังแสดงในภาพประกอบ 9

ประสบการณ์ตรง



การสังเกต

**ภาพประกอบ 9** รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4 MAT เลี้ยวที่ 1

**ที่มา :** สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545 : 160)

**ขั้นตอนที่ 1** ขั้นสร้างคุณค่าและประสบการณ์ของสิ่งที่เรียน (สมองซีกขวา) ผู้สอนควรกระตุ้นความสนใจและแรงจูงใจให้ผู้เรียนคิด โดยใช้คำถามที่กระตุ้นให้ผู้เรียนสังเกต การออกไปปฏิสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมจริงของสิ่งที่เรียน เป็นขั้นที่เน้นการจัดกิจกรรมที่พัฒนาสมองซีกขวา

**ขั้นตอนที่ 2** ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์ (สมองซีกซ้าย) จากขั้นตอนที่ 1 ที่ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้และสนใจในสิ่งที่เรียน ต่อจากนั้นในขั้นที่ 2 นี้ ผู้สอนควรให้ผู้เรียนวิเคราะห์หาเหตุผล ฝึกทำกิจกรรมกลุ่มอย่างหลากหลาย เช่น ฝึกเขียนแผนผังมโนคติ (Concept mapping) ช่วยกันระดมสมอง อภิปรายร่วมกัน เป็นขั้นที่เน้นการจัดกิจกรรมที่พัฒนาสมองซีกซ้าย

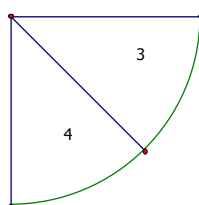
**ส่วนที่ 2** ผู้เรียนแบบที่ 2 (Analytic Learners) เป็นช่วงที่ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการสังเกตอย่างไตร่ตรองไปสู่การสร้างความคิดรวบยอด มักใช้คำถามว่า “อะไร” (What)

**บทบาทของผู้สอน :** เตรียมข้อมูลที่ผู้เรียนควรทราบและสาธิต

**วิธีการจัดกิจกรรม :** ให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าเนื้อหาที่จะเรียนจากแหล่งต่าง ๆ เช่น ใบบความรู้ วิดีทัศน์ เล่นเกม เป็นต้น โดยผู้สอนจะเป็นผู้ให้ข้อมูล

ในส่วนที่ 2 สามารถแบ่งขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็น 2 ขั้นตอนที่คำนึงถึงการทำงาน of สมอชิกขาและชิกซ้ายของผู้เรียน ดังแสดงในภาพประกอบ 10

การสังเกต



สร้างความคิดรวบยอด

**ภาพประกอบ 10** รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4 MAT เลี้ยวที่ 2

**ที่มา :** สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545 : 161)

**ขั้นตอนที่ 3** ขั้นปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด (สมอชิกขา) ผู้สอนควรเน้นให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์อย่างไตร่ตรอง นำความรู้ที่ได้มาเชื่อมโยงกับข้อมูลที่ได้ศึกษาค้นคว้า โดยจัดระบบการวิเคราะห์ เปรียบเทียบการจัดลำดับความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียน เป็นขั้นที่เน้นการจัดกิจกรรมที่พัฒนาสมอชิกขา

**ขั้นตอนที่ 4** ขั้นพัฒนาความคิดรวบยอด (สมอชิกซ้าย) ผู้สอนควรให้ทฤษฎี หลักการที่ลึกซึ้ง โดยเฉพาะรายละเอียดของข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจ และพัฒนาความคิดรวบยอดของตนเองในเรื่องที่เรียน กิจกรรมควรเป็นกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนค้นคว้าจากใบบความรู้ แหล่งวิทยาการท้องถิ่น การสาธิต การทดลองการใช้ห้องสมุด วิดีทัศน์ สื่อประสมต่าง ๆ เป็นขั้นที่เน้นการจัดกิจกรรมที่พัฒนาสมอชิกซ้าย

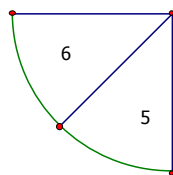
**ส่วนที่ 3** ผู้เรียนแบบที่ 3 (Commonsense Learners) เป็นช่วงที่ผู้เรียนจะสร้างความคิดรวบยอด (มโนคติ) ไปสู่การลงมือปฏิบัติกิจกรรม การทดลอง ตามความคิดของตนเองและสร้างชิ้นงานที่เป็นลักษณะเฉพาะตัว มักใช้คำถามว่า “อย่างไร” (How)

**บทบาทของผู้สอน :** เป็นผู้คอยแนะนำ ชี้แนะ (Coach) และผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) แก่ผู้เรียน

**วิธีการจัดกิจกรรม :** ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติการทดลอง สรุปผลการทดลอง และทำแบบฝึกหัดตามความเหมาะสมของเนื้อเรื่องที่เรียน

ในส่วนที่ 3 สามารถแบ่งขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็น 2 ขั้นตอนที่คำนึงถึงการทำงาน of สมอชิกขาและชิกซ้ายของผู้เรียน ดังแสดงในภาพประกอบ 11

ลงมือปฏิบัติ



สร้างความคิดรวบยอด

**ภาพประกอบ 11** รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4 MAT เลี้ยวที่ 3

**ที่มา :** สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545 : 162)

**ขั้นตอนที่ 5** ขั้นลงมือปฏิบัติจากกรอบความคิดที่กำหนด (สมองซีกซ้าย) ผู้สอนควรให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมการทดลองจากใบงานการทดลอง ทำแบบฝึกหัด การสรุปผลการปฏิบัติกิจกรรม สรุปผลการทดลองที่ถูกต้องชัดเจน โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนซักถามข้อสงสัยก่อนปฏิบัติกิจกรรม ฝึกเลือกใช้อุปกรณ์บันทึกผลการทดลอง เป็นขั้นที่เน้นการจัดกิจกรรมที่พัฒนาสมองซีกซ้าย

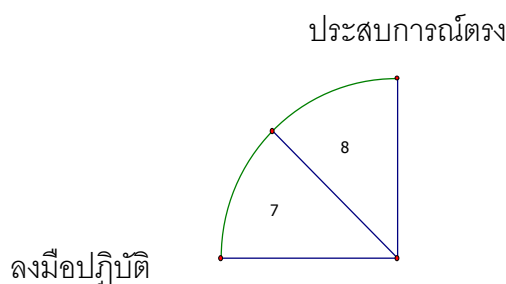
**ขั้นตอนที่ 6** ขั้นสร้างชิ้นงานเพื่อสะท้อนความเป็นตนเอง (สมองซีกขวา) ผู้สอนต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียน ได้แสดงความสามารถของตนเองตามความถนัด ความสนใจ เพื่อสร้างสรรค์ชิ้นงานตามจินตนาการของตนเองที่แสดงถึงความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่เรียน ให้เห็นเป็นรูปธรรมในรูปแบบต่าง ๆ โดยเลือกวิธีการนำเสนอผลงานในลักษณะเฉพาะตัว ชิ้นงานที่สร้างอาจเป็นภาพวาด นิทาน สมุดรวบรวมสิ่งที่เรียน สิ่งประดิษฐ์ แผ่นพับ เป็นต้น เป็นขั้นที่เน้นการจัดกิจกรรมที่พัฒนาสมองซีกขวา

**ส่วนที่ 4** ผู้เรียนแบบที่ 4 (Dynamic Learners) เป็นช่วงที่ผู้เรียนได้นำเสนอผลงานของตนเอง โดยสอดแทรกการอภิปรายถึงปัญหา อุปสรรคในการปฏิบัติกิจกรรม วิธีการแก้ไขปัญหา เพื่อปรับปรุงชิ้นงานจนสำเร็จและเป็นประโยชน์ต่อตนเอง ซึ่งสามารถบูรณาการการประยุกต์ใช้ เชื่อมโยงกับชีวิตจริง/อนาคต มักใช้คำถามว่า “ถ้าหาก” (If)

**บทบาทของผู้สอน :** ให้คำแนะนำ ร่วมประเมินผลงาน แนะนำวิธีการปรับปรุงผลงาน และการรวบรวมผลงาน

**วิธีการจัดกิจกรรม :** ผู้เรียนนำเสนอชิ้นงานที่ปรับปรุง อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น และนำผู้อื่น

ในส่วนที่ 4 สามารถแบ่งขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็น 2 ขั้นตอนที่คำนึงถึงการทำงานของสมองซีกขวาและซีกซ้ายของผู้เรียน ดังแสดงในภาพประกอบ 12



**ภาพประกอบ 12** รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4 MAT เลี้ยวที่ 4

**ที่มา :** สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545 : 163)

**ขั้นตอนที่ 7** ขั้นวิเคราะห์คุณค่าและการประยุกต์ใช้ (สมองซีกซ้าย) ผู้สอนควรให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ชิ้นงานของตนเองโดยอธิบายขั้นตอนการทำงาน ปัญหาอุปสรรคในการทำงานและวิธีการแก้ไข โดยบูรณาการการประยุกต์ใช้เพื่อเชื่อมโยงกับชีวิตจริง/อนาคต ซึ่งอาจจะวิเคราะห์ชิ้นงานในกลุ่มย่อยหรือกลุ่มใหญ่ก็ได้ตามความเหมาะสม เป็นขั้นที่เน้นการจัดกิจกรรมที่พัฒนาสมองซีกซ้าย

**ขั้นตอนที่ 8** ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์เรียนรู้กับผู้อื่น (สมองซีกขวา) เป็นขั้น สุดท้ายที่ผู้สอนควรให้ผู้เรียนได้นำผลงานของตนเองมานำเสนอหรือจัดแสดงในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การจัดนิทรรศการ ป้ายนิเทศ เพื่อให้เพื่อน ๆ ได้ชื่นชมซึ่งถือเป็นการแบ่งปันโอกาสทางด้านความรู้และประสบการณ์ให้ผู้อื่นได้ซาบซึ้ง ในขั้นนี้ผู้เรียนควรรับฟังการวิพากษ์วิจารณ์อย่างสร้างสรรค์ ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น เป็นขั้นที่เน้นการจัดกิจกรรมที่พัฒนาสมองซีกขวา

จากขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 4 MAT สรุปได้ว่า ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ประกอบด้วย 8 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นสร้างคุณค่าและประสบการณ์ (สมองซีกขวา) ผู้สอนสร้างประสบการณ์ตรงที่เป็นรูปธรรมเพื่อเชื่อมความรู้เก่าให้กับนักเรียนและควรกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดหรือสร้างแรงจูงใจเพื่อให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้และสนใจในสิ่งที่เรียน
2. ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์ (สมองซีกซ้าย) ผู้สอนควรให้ผู้เรียนวิเคราะห์ประสบการณ์โดยการอภิปราย และฝึกให้นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่มอย่างหลากหลาย เช่น ช่วยกันระดมสมอง อภิปรายร่วมกัน เป็นต้น
3. ขั้นปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด (สมองซีกขวา) ผู้สอนควรให้ผู้เรียนบูรณาการประสบการณ์และนำความรู้ที่ได้มาเชื่อมโยงกับความรู้เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจ ความคิดรวบยอด โดยผู้วิจัยมีบทบาทในการเตรียมข้อมูล ให้ข้อมูลสถิติ แล้วให้นักเรียนค้นคว้า
4. ขั้นพัฒนาความคิดรวบยอด (สมองซีกซ้าย) ผู้สอนควรให้ทฤษฎีหรือความคิดรวบยอดแก่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจ กิจกรรมควรเป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าจากใบความรู้ แหล่งวิทยาการท้องถิ่น การสถิติ เป็นต้น

5. ขั้นลงมือปฏิบัติจากกรอบความคิดที่กำหนด (สมองซีกซ้าย) ครูควรให้ผู้เรียนได้ลงปฏิบัติโดยผ่านประสาทสัมผัส เช่น การทดลองจากใบงานการทดลอง การทำแบบฝึกหัด เป็นต้น โดยผู้วิจัยมีหน้าที่ชี้แนะและอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เรียน
6. ขั้นสร้างชิ้นงานเพื่อสะท้อนความเป็นตนเอง (สมองซีกขวา) ครูผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความสามารถเพื่อสร้างสรรค์ชิ้นงานตามจินตนาการของตน
7. ขั้นวิเคราะห์คุณค่าและการประยุกต์ใช้ (สมองซีกซ้าย) ผู้สอนควรให้ผู้เรียนวิเคราะห์ชิ้นงานเพื่อนำไปสู่การประยุกต์หรือดัดแปลงชิ้นงานให้ดีขึ้น
8. ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้กับผู้อื่น (สมองซีกขวา) ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงชิ้นงาน เพื่อให้เพื่อน ๆ ได้ชื่นชม ซึ่งเป็นการแบ่งปันโอกาสทางด้านความรู้และประสบการณ์ให้ผู้อื่นได้ซาบซึ้ง

#### 1.4 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนแบบ 4 MAT

##### บทบาทของครู

มอริส และแมคคาร์ธี (Morris and McCarthy. 1990 : 3) กล่าวว่า ในการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ครูต้องเปลี่ยนแปลงเจตคติที่สำคัญเกี่ยวกับการสอน ดังนี้

1. สภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ที่ผู้เรียนทุกคนมีโอกาสเท่าเทียมกัน
2. สภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ที่ถือว่าภารกิจสำคัญของครู คือ การสร้างแรงจูงใจ
3. สภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ที่นำแนวคิดเล็ก ๆ น้อย ๆ มาใช้เป็นพื้นฐานในการสอน
4. สภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ที่สามารถฝึกทักษะเกี่ยวกับการสอนแนวคิดและมี

ประโยชน์ในปัจจุบัน

5. สภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ที่นำผู้เรียนไปสู่ความสุขจากการค้นพบด้วยตนเอง
6. สภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ที่กระตุ้นส่งเสริมการสอนให้เข้ากับรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้ง 4 แบบ โดยใช้เทคนิคการพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวา
7. สภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ที่ไม่เพียงแต่ให้เกียรติ และยัคนำถึงความแตกต่างของผู้เรียนอีกด้วย

##### บทบาทของนักเรียน

บทบาทของนักเรียนเมื่อผ่านประสบการณ์ครบวงจรที่เป็นการเรียนรู้ที่ก้าวหน้าตามธรรมชาติ ผู้เรียนจะได้รับประสบการณ์ ความรู้สึกและสามัญสำนึก ต่อจากนั้นยังได้สังเกต ใฝ่ดูและการตอบสนอง ผู้เรียนจะนำไปพัฒนาความคิด พิสูจน์ทฤษฎี ทดลองทฤษฎีของตนเองนำมาเป็น

ความคิดรวบยอดและประสบการณ์ที่ได้รับมาประยุกต์กับประสบการณ์ที่คล้ายคลึงกัน ทำให้เกิดการผสมผสานระหว่างประสบการณ์เก่ากับประสบการณ์ใหม่ทำให้ฉลาดขึ้น (ตรูเนตร อัครสวัสดิ์.

ม.ป.ป.: 26)

จากบทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนแบบ 4 MAT สรุปได้ว่า ในการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ครูและนักเรียนต่างก็มีส่วนสำคัญที่จะทำให้การเรียนการสอนประสบผลสำเร็จและต่างฝ่ายจะต้องช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เช่น ครูจัดการเรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างของนักเรียน และนักเรียนต้องรู้จักใช้ความคิด กล้าคิด กล้าแสดงความคิดเห็น ดังนั้นการที่ครูและนักเรียนรับบทบาทหน้าที่ของตนก็จะทำให้การเรียนการสอนแบบ 4 MAT ประสบผลสำเร็จมากยิ่งขึ้น

### 1.5 ข้อคิดสำคัญในการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT

แมคคาร์ธี (McCarthy. 1990 : 186) ได้สรุปข้อคิดสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ไว้ดังนี้

1. ไม่มีรูปแบบการเรียนรู้ใดที่เรียนรู้ได้ดีที่สุดเพราะเป็นเพียงวิธีที่ต่างกันเท่านั้น
2. ไม่มีรูปแบบการเรียนรู้ใดที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้มากที่สุด
3. จำเป็นต้องศึกษา วิจัยรูปแบบการเรียนรู้และรวบรวมผลการวิจัยกับผลการวิจัย

สมรรถภาพเด่นของสมองมาพัฒนา รูปแบบการเรียนการสอน

4. จำเป็นต้องสอนกระบวนการคิดกับความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการคิดเพื่อวิเคราะห์และจัดลำดับความสำคัญก่อน – หลังได้ถูกต้อง

5. โครงการพัฒนาคุณภาพครูเป็นสิ่งจำเป็นมากและต้องเป็นโครงการต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน

6. ค้นหาวิธีเรียนที่ทำให้ผู้เรียนสามารถค้นพบความรู้ด้วยตนเอง และมีความสุขในการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นได้ง่ายและรวดเร็ว

จากการศึกษาข้อคิดสำคัญในการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT สรุปได้ว่าข้อคิดสำคัญในการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT คือ ครูต้องคิดเสมอว่าไม่มีรูปแบบการสอนใดดีที่สุด ครูควรจะต้องศึกษาและพัฒนาความรู้และการสอนอยู่เสมอ ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนจะได้เรียนรู้ได้ด้วยตนเองและมีความสุขในการเรียนรู้

## 1.6 ประโยชน์ของการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 4 MAT เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ทั้งต่อผู้เรียนและผู้สอน ดังที่นักการศึกษาได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ไว้ดังต่อไปนี้

แมคคาร์ธี (McCarthy. 1990 : 31 - 37) กล่าวถึง ประโยชน์ของการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ว่าช่วยทำให้เกิดการปลูกฝังความรักซึ่งกันและกันระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับนักเรียนเพราะการได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้ รวมทั้งยังเกิดการยอมรับซึ่งกันและกัน

อุษณีย์ โพธิ์สุข (2542 : 62) กล่าวถึง ประโยชน์ของการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ว่าเป็นวิธีการสอนที่ไม่ยาก ผู้เรียนสนุกสนานและช่วยในการสังเกตพฤติกรรมเพื่อสำรวจดูว่าเด็กคนไหนตอบสนองการเรียนแบบใดมากที่สุด ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้ว่าเด็กน่าจะมีศักยภาพทางการเรียนรู้ลักษณะใด

กิตติคม คาวีรัตน์ (2543 : 34) กล่าวถึง ประโยชน์ของการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ว่าเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมผู้เรียนให้มีคุณลักษณะ เก่ง ดี มีสุข ทำให้ ผู้เรียนที่มีลักษณะการเรียนรู้ที่แตกต่างกันได้มีศักยภาพของตนเอง ผู้เรียนและผู้สอนสามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันได้ เกิดพฤติกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือร่วมใจ มีการจัดกิจกรรมที่หลากหลาย เกิดการเรียนรู้ตามสภาพจริง มีสื่อที่ทันสมัย และมีการประเมินผลตามสภาพจริงเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่วางไว้

ไพฑูริ ลิขิตสุนทร (2543 : 23) กล่าวถึง ประโยชน์ของการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ว่าทำให้เกิดบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ที่สนุกสนานเต็มตามศักยภาพของผู้เรียน ส่งผลให้ ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียน และเกิดการเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่องไม่รู้จักจบ

จากการศึกษาประโยชน์ของการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT สรุปได้ว่า ประโยชน์ของการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT คือ เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนทำกิจกรรมร่วมกัน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อตัวผู้สอนและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน อีกทั้งการจัดกิจกรรมยังช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะ เก่ง ดี มีสุข ทำให้ผู้เรียนมีลักษณะการเรียนรู้ที่แตกต่างกันไปตามศักยภาพของตนเอง ทำให้บรรยากาศแห่งการเรียนรู้สนุกสนานเต็มตามศักยภาพของผู้เรียน จึงส่งผลให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีและเกิดการเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่อง

## 1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT

### งานวิจัยต่างประเทศ

โบเวอร์ (Bower. 1987 : Abstract) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลของการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการสุ่มนักเรียน 3 โรงเรียน จาก 54 โรงเรียน เกรด 6 ในเมือง Chapel hill – Carrboro แล้วทำการสุ่มนักเรียนเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติ ในเนื้อหาเรื่องกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทัศนคติในการเรียนเฉพาะบทเรียนและต่อวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แมคคาร์ธี (McCarthy. 1990 : 31 – 37) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องการใช้ระบบ 4MAT นำวิธีการเรียนแบบต่าง ๆ มาสู่โรงเรียน ระบบ 4MAT เป็นระบบการสอนแบบวงจร 8 ขั้น ซึ่งตั้งอยู่บนพื้นฐานของวิธีการเรียนเฉพาะตัวของนักเรียนและขอบเขตการทำงานที่ควบคุมโดยระบบสมอง สิ่งสำคัญที่ต้องมีในนักเรียน 4 ประการ ได้แก่ ความคิดจินตนาการ ความคิดวิเคราะห์ การมีสามัญสำนึก และการรู้จักปรับเปลี่ยนเคลื่อนไหว สามารถใช้ระบบ 4MAT มาทำให้เกิดความต่อเนื่องกันในระบบการทำงานของสมองได้ ในการเรียน นักเรียนใช้วิธีที่ตนเองสะดวกที่สุดในขณะที่มีการแสดงความคิดเห็นขัดแย้งเล็กน้อย

แมคคาร์ธี (McCarthy. 1991 : 17) ได้ศึกษาการเรียนรู้กับโรงเรียน : สิ่งที่เกิดขึ้นเพิ่มเติม การวิเคราะห์ประเมินผล ได้กระทำอย่างต่อเนื่องจากโรงเรียนจำนวน 16 โรงเรียน ในประเทศสหรัฐอเมริกา และแคนาดา เน้นที่ส่วนแสดงความสำเร็จ คือ บุคลิกภาพ ค่าเฉลี่ย เนื้อหาและหลักสูตร ความมีประสิทธิภาพและการสร้างสรรค์ การฝึกการประเมิน สามารถเปลี่ยนนักเรียนให้เป็นผู้ที่ยอมรับความสำคัญของการเป็นคนมีความรับผิดชอบ ซึ่งเป็นการประเมินตนเอง มีความเป็นไปได้ในการใช้กระบวนการ 4 MAT เป็นหลักการ

1. ในการอบรม ครูมีทัศนคติต่อความหลากหลายและความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยเห็นความสำคัญของความเหมาะสมที่จะนำมาทัศนคติความหลากหลายและความคิดสร้างสรรค์มาใช้ในการเรียนการสอน

2. การอบรมมีส่วนในการพัฒนาบทเรียนที่บูรณาการความคิดสร้างสรรค์และวางรูปแบบการเรียนรู้ไปพร้อมกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 4 MAT และช่วยให้เกิดความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 4 MAT

3. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 4 MAT มีความเกี่ยวข้องกับทัศนคติและรูปแบบการเรียนรู้

เออร์ซิน (Ursin. 1995) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลจากการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของนักเรียนเกรด 9 ในวิชาวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลก กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาจำนวน 48 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 4 MAT กลุ่มที่ได้รับการสอนตามหนังสือเรียน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในด้านเจตคติพบว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน

แมคคาร์ธี (McCarthy. 1997 : 46 – 51) ได้ศึกษานักเรียน 4 แบบ ระบบ 4 MAT อยู่ที่มีลักษณะเฉพาะตัวที่นักเรียนสามารถนำไปใช้ในห้องเรียน ในขณะเดียวกันนักเรียนก็สามารถพัฒนาความรู้ได้ครบถ้วนตามวงจรการศึกษา นักเรียนสามารถทำให้เกิดผล โดยเป็นไปตามวงจรธรรมชาติ จากความรู้ลึกไปถึงผลสะท้อนกลับมาให้คิดวิเคราะห์ ในที่สุดก็แสดงออกมาเป็นพฤติกรรม โดยครูไม่แบ่งนักเรียนเป็นประเภทต่าง ๆ แต่ช่วยพวกเขาให้เกิดความสมดุลและมีความพร้อมสมบูรณ์ ผลการวิจัยปรากฏว่านักเรียนมีพฤติกรรมที่แสดงถึงความคิดวิเคราะห์

### งานวิจัยในประเทศ

ปณต เกิดภักดี (2544 : 46) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง “ การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้น ผู้เรียนเป็นสำคัญโดยการจัดกิจกรรมแบบ 4 MAT “ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนนาหลวง สำนักงานเขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร จำนวน 41 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนภายหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

ธีรนุช นามประเทือง (2545 : 82 – 84) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติ และความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการคูณการหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT” กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านหินแหลม กาญจนบุรี จำนวน 22 คน ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการคูณการหาร มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 89.01/80.36 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และ นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีความคงทนในการเรียนรู้

จรรยาศรี แจบโธสง (2546 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง “ ผลการจัดกิจกรรม การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับเทคนิควิธีการ

เรียนแบบร่วมมือ ” กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนปทุมคงคา เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร จำนวน 40 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เวกเตอร์ ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับเทคนิควิธีการเรียนแบบร่วมมือมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนกลุ่มเก่งกับนักเรียนกลุ่มอ่อนมีเจตคติต่อรูปแบบการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับเทคนิควิธีการเรียนแบบร่วมมือไม่แตกต่างกัน

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบ 4 MAT สรุปได้ว่าการสอนแบบ 4 MAT เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการเรียนการสอนเพราะส่งเสริมให้นักเรียนเรียนด้วยตนเองตามความสามารถของบุคคล อีกทั้งยังสามารถปรับกิจกรรมให้เข้ากับการสอนหลาย ๆ แบบ เช่น การเรียนแบบสืบสวนสอบสวน การเรียนการสอนแบบ CIPPA MODEL เป็นต้น

## 2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

### 2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

วิลสัน (Wilson. 1971 : 643-696) ได้แบ่งพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ในวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาออกเป็น 2 ด้าน

1. พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยหรือความรู้ความคิด (Cognitive Domain)
2. พฤติกรรมด้านจิตพิสัยหรือด้านความรู้สึก (Affective Domain)

สำหรับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยหรือความรู้ความคิด (Cognitive Domain) แบ่งเป็น 4 ระดับ คือ

#### 1. ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation)

พฤติกรรมในระดับนี้ ถือว่าเป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำที่สุด แบ่งออกได้เป็น 3 ขั้น ดังนี้

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of Specific Facts) คำถามที่วัดความสามารถในระดับนี้จะเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ตลอดจนความรู้พื้นฐานซึ่งนักเรียนได้สั่งสมมาเป็นระยะเวลานานแล้วด้วย

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

1.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to Carry out Algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยามและกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วมาคิดคำนวณ

ตามลำดับ ขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มาแล้ว ข้อสอบวัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็นโจทย์ง่ายคล้ายคลึงกับตัวอย่าง นักเรียนไม่ต้องพบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

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

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ (Knowledge of Concepts) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะมโนคติเป็นนามธรรมซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่าง ๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างของมโนคตินั้น โดยใช้คำพูดของตนหรือเลือกความหมายที่กำหนดให้ซึ่งเขียนในรูปใหม่หรือยกตัวอย่างใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียน

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์และการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป (Knowledge of Principles ,Rules ,and Generalization) เป็นความสามารถในการเอาหลักการ กฎ และความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหา จนได้แนวทางในการแก้ปัญหาได้ ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรก อาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความเข้าใจในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of Mathematical Structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับคุณสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหา จากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง (Ability to Transform Problem Elements from one Mode to Another) เป็นความสามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้ เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นสมการ ซึ่งมีความหมายคงเดิม โดยไม่รวมถึงกระบวนการแก้ปัญหา (Algorithms) หลังจากแปลแล้วอาจกล่าวได้ว่าเป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

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

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to Read and Interpret a Problem) ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่น ๆ โดยให้นักเรียนอ่านและตีความโจทย์ปัญหาซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของข้อความ ตัวเลข ข้อมูลทางสถิติหรือกราฟ

**3. การนำไปใช้ (Application)** เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย เพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในระหว่างเรียน คือ แบบฝึกหัดที่นักเรียนต้องเลือก

กระบวนการแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหาได้โดยไม่ยาก พฤติกรรมในระดับนี้แบ่งออกเป็น 4 ขั้น คือ

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน (Ability to Solve Routine Problems) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

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

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to Analyze Data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องมาพิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม มีปัญหาอื่นใดบ้างที่อาจเป็นตัวอย่งในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่หรือต้องแยกโจทย์ปัญหาออกพิจารณาเป็นส่วน มีการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร (Ability to Recognize Patterns, Isomorphisms, and Symmetries) เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูลและการระลึกถึงความสัมพันธ์ นักเรียนต้องสำรวจหาสิ่งที่คุ้นเคยกันจากข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดจากโจทย์ปัญหาให้พบ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลงแต่ก็อยู่ในขอบเขตเนื้อหาวิธีที่เรียน การแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าว ต้องอาศัยความรู้ที่เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกัน เพื่อแก้ปัญหาพฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพสมองระดับสูง แบ่งเป็น 5 ขั้น ดังนี้

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

4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ (Ability to Discover Relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดใหม่แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาแทนการจำความสัมพันธ์เดิมที่เคยพบมาแล้วมาใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4.3 ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ (Ability to Construct Proofs) เป็นความสามารถที่ควบคู่กับความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ อาจเป็นพฤติกรรมที่มีความซับซ้อนน้อยกว่าพฤติกรรมในการสร้างข้อพิสูจน์ พฤติกรรมในขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนสามารถตรวจสอบข้อพิสูจน์ว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาด

4.4 ความสามารถในการวิจารณ์การพิสูจน์ (Ability to Criticize Proofs) ความสามารถในการใช้เหตุผลที่ควบคู่กับความสามารถในการเขียนพิสูจน์ แต่ความสามารถในการพิจารณาเป็นพฤติกรรมที่ยากซับซ้อนกว่า ความสามารถในการขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนมองเห็นและเข้าใจการพิสูจน์นั้นว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดไปจากมโนคติ หลักการ กฎ นิยาม หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

4.5 ความสามารถในการสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้องของสูตร (Ability to Formulate and Validate Generalizations) นักเรียนต้องสามารถสร้างสูตรขึ้นใหม่โดยให้สัมพันธ์กับเรื่องเดิมและต้องสมเหตุผลผลด้วย นั่นคือการถามให้หาและพิสูจน์ประโยคทางคณิตศาสตร์หรืออาจถามให้นักเรียนสร้างกระบวนการคิดคำนวณใหม่ พร้อมทั้งแสดงการใช้กระบวนการนั้น

จากการที่ได้ศึกษาสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิดคำนวณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านต่าง ๆ 4 ด้าน ได้แก่ ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์

## 2.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เพรสคอตต์ (Prescott, 1961 : 14-16) ได้ใช้ความรู้ทางชีววิทยา สังคมวิทยา จิตวิทยา และการแพทย์ ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนของนักเรียนและสรุปผลการศึกษาว่าองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งในและนอกห้องเรียน มีดังต่อไปนี้

1. องค์ประกอบทางด้านร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของร่างกาย สุขภาพทางกาย ข้อบกพร่องทางร่างกายและบุคลิกท่าทาง

2. องค์ประกอบทางความรัก ได้แก่ ความสัมพันธ์ของบิดามารดา ความสัมพันธ์ของบิดามารดากับลูก ความสัมพันธ์ระหว่างลูก ๆ ด้วยกัน และความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกทั้งหมดในครอบครัว

3. องค์ประกอบทางวัฒนธรรมและสังคม ได้แก่ ขนบธรรมเนียมประเพณี ความเป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อมทางบ้าน การอบรมทางบ้านและฐานะทางบ้าน

4. องค์ประกอบทางความสัมพันธ์ในเพื่อนวัยเดียวกัน ได้แก่ ความสัมพันธ์ของนักเรียนกับเพื่อนวัยเดียวกันทั้งที่บ้านและที่โรงเรียน

5. องค์ประกอบทางการพัฒนาแห่งตน ได้แก่ สติปัญญา ความสนใจ เจตคติของนักเรียน

6. องค์ประกอบทางการปรับตัว ได้แก่ ปัญหาการปรับตัว การแสดงออกทางอารมณ์

แคร์รอล (Carroll. 1963 : 723-733) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับอิทธิพลขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน โดยการนำเอาครูและหลักสูตรมาเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ โดยเชื่อว่าเวลาและคุณภาพของการสอนมีอิทธิพลโดยตรงต่อปริมาณความรู้ที่นักเรียนจะได้รับ

จากการศึกษาองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ข้างต้นที่กล่าวมา จะเห็นว่า องค์ประกอบที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ องค์ประกอบทางด้านร่างกาย องค์ประกอบทางความรัก องค์ประกอบทางวัฒนธรรมและสังคม องค์ประกอบทางความสัมพันธ์ในเพื่อนวัยเดียวกัน องค์ประกอบการพัฒนาแห่งตน และ องค์ประกอบทางการปรับตัว

## 2.3 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

สาเหตุของการสอบตกและการออกจากโรงเรียนในระดับประถมศึกษา ซึ่งเรวัตและคุปตะ (Rawat and Cupta. 1970 : 7-9) ได้กล่าวว่า อาจมาจากสาเหตุใดสาเหตุหนึ่ง หรือมากกว่านั้นโดยมีด้วยกันหลายประการ ได้แก่

1. นักเรียนขาดความรู้สึกลงในการมีส่วนร่วมกับการเรียน
2. ความไม่เหมาะสมของการจัดเวลาเรียน
3. ผู้ปกครองไม่เอาใจใส่ในการศึกษาบุตร
4. นักเรียนมีสุขภาพไม่สมบูรณ์
5. ความยากจนของผู้ปกครอง
6. ประเพณีทางสังคม ความเชื่อที่ไม่เหมาะสม
7. โรงเรียนไม่มีการปรับปรุงที่ดี
8. การสอบตกซ้ำชั้นเพราะการวัดผลไม่ดี
9. อายุน้อยหรือมากเกินไป

10. สาเหตุอื่น ๆ เช่น การคมนาคมไม่สะดวก

สำหรับนักเรียนที่อ่อนวิชาคณิตศาสตร์นั้น วชิร บุณยสิงห์ (2525 : 435) ได้กล่าวว่า เป็นนักเรียนที่มีลักษณะ ดังต่อไปนี้

1. ระดับสติปัญญา (I.Q.) อยู่ระหว่าง 75 – 90 และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์จะต่ำกว่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 30

2. อัตราการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์จะต่ำกว่านักเรียนอื่น ๆ

3. มีความสามารถทางการอ่านต่ำ

4. จำหลักหรือมโนคติเบื้องต้นทางคณิตศาสตร์ที่เรียนไปแล้วไม่ได้

5. มีปัญหาในการใช้ถ้อยคำ

6. มีปัญหาในการหาความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ และการสรุปเป็นหลักเกณฑ์โดยทั่วไป

7. มีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์น้อย สังเกตจากการสอบตกวิชาคณิตศาสตร์บ่อยครั้ง

8. มีเจตคติที่ไม่ดีต่อโรงเรียนและโดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อวิชาคณิตศาสตร์

9. มีความกดดันและรู้สึกกังวลต่อความล้มเหลวทางด้านการเรียนของตนเอง และบางครั้งรู้สึกถูกดูถูกตัวเอง

10. ขาดความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเอง

11. อาจมาจากครอบครัวที่มีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างจากนักเรียนอื่น ๆ ซึ่งมีผลทำให้ขาดประสบการณ์ที่จำเป็นต่อความสำเร็จในการเรียน

12. ขาดทักษะในการฟัง และไม่มีความตั้งใจในการเรียนหรือมีความตั้งใจในเพียงชั่วระยะเวลาสั้น

13. มีข้อบกพร่องในด้านสุขภาพ เช่น สายตาไม่ปกติ มีปัญหาด้านการฟังและมีข้อบกพร่องทางทักษะการใช้มือ

14. ไม่ประสบผลสำเร็จในด้านการเรียนทั่ว ๆ ไป

15. ขาดความสามารถในการแสดงออกทางคำพูด ซึ่งทำให้ไม่สามารถใช้คำถามที่แสดงให้เห็นว่าตนเองก็ยังไม่เข้าใจในการเรียนนั้น ๆ

16. มีวุฒิภาวะค่อนข้างต่ำทั้งทางด้านอารมณ์และสังคม

จากการศึกษาถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์นั้นมีด้วยกันมากมายหลายประการซึ่งต่างก็เป็นปัญหาที่ต้องร่วมกันแก้ไข แต่ถ้าเราจะพิจารณาถึงสาเหตุของปัญหาหลัก ๆ คือ ครูผู้สอน ดังนั้น ถ้าครูมีการเตรียมการสอนที่ดี ใช้สื่อการสอนที่ทันสมัยและหลากหลาย ก็จะทำให้นักเรียนชอบวิชาคณิตศาสตร์ และนักเรียนจะตั้งใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น จึงส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ดีขึ้น

## 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ งานวิจัยต่างประเทศ

บูล (Bull. 1993 : 54 -07A) ได้ศึกษาเรื่องการสำรวจประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในระดับเกรด 8 โดยใช้การเรียนแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองเป็นครูจำนวน 5 คน และนักเรียนเกรด 8 จำนวน 274 คน และกลุ่มควบคุมเป็นครูจำนวน 4 คน และนักเรียนเกรด 8 จำนวน 237 คน ซึ่งกลุ่มทดลอง ครูจะสอนโดยใช้ชุดการเรียน “ Magic Math ” โดยสังเกตการณ์สอนของครูในชั้นเรียน ส่วนกลุ่มทดลองครูจะสอนตามปกติ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนจากชุดการเรียน มีความสามารถมากกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติ

ริโอแดน และนอยซ์ (Riordan and Noyce. 2001 : 368 – A) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของหลักสูตรมาตรฐานหลักวิชาคณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนเกรด 5 ถึง เกรด 8 ศึกษาโดยการเปรียบเทียบกับนักเรียน 2 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 เรียนตามหลักสูตรเดิม ส่วนกลุ่มที่ 2 เรียนตามหลักสูตรมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรมาตรฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรเดิม

ฟินน์และคนอื่น ๆ (Finn,et al. 2003 : 74 – A) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของครูกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักสูตรมาตรฐานหลัก โดยทำการศึกษากับครู 20 คน และนักเรียน 1,466 คน จาก 26 โรงเรียน ผลการวิจัยพบว่า สิ่งที่สำคัญที่สุด คือ การเตรียมการสอนตามหลักสูตร รองลงมา คือ พฤติกรรมการสอนของครู ซึ่งมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

## งานวิจัยในประเทศ

ขวัญตา พันธบ้านแหลม (2546 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องกราฟ และการประยุกต์ของกราฟของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 38 คน ปีการศึกษา 2545 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสามารถทางการเรียน เรื่องกราฟและการประยุกต์ของกราฟที่ระดับนัยสำคัญ .01

กรรณิการ์ แพลอย (2547 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแปลงแบบหมุนแกนพิกัดของสมการกำลังสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 32 คน 1 ห้องเรียน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสามารถเพียงพอในการเรียนรู้เรื่องการแปลงแบบหมุนแกนพิกัดของสมการกำลังสอง ที่ระดับนัยสำคัญ .01

วนิดา พรชัย (2548 , บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนการสอนแบบซีปปา (CIPPA MODEL) เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพฤติกรรมกล้าแสดงออกของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่างกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเคียนซาพิทยาคม อำเภอเคียนซา จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 1 ห้องเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนสูงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบซีปปา (CIPPA MODEL) สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากงานวิจัยข้างต้นที่กล่าวมา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เป็นตัวชี้วัดตัวหนึ่งที่บ่งบอกถึงความสามารถของผู้เรียน ทั้งนี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับการจัดการเรียนการสอน และการเลือกใช้นวัตกรรมต่าง ๆ เพื่อให้เหมาะสมในการพัฒนาผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพ

### 3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

#### 3.1 ความหมายของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

เทอร์เบอร์ (Thurber. 1976 : 513) ได้กล่าวว่า ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นการตั้งสถานการณ์ ในกิจกรรมการเขียนหรือการพูดในเรื่องประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ซึ่งจะมีผลต่อการปรับปรุงที่ดีขึ้นต่อตนเอง เมื่อผู้เรียนได้ฝึกหัดเพิ่มมากขึ้นจะส่งผลให้ผู้เรียนมีพลังในการคิดด้วยตนเอง

เคนเนดี้ และทิปส์ (Kennedy and Tipps. 1994 : 181) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นเป้าหมายที่สำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลความรู้ที่เป็นนามธรรมไปสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

วัชรีย์ ชันเชื้อ (2545 : 8) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การสื่อสารแนวความคิดทางคณิตศาสตร์โดยการพูดหรือเขียน การแสดงด้วยภาพ ศัพท์ สัญลักษณ์ ที่เป็นตัวแทนการคิดของนักเรียน ซึ่งอธิบายความสัมพันธ์ และสถานการณ์จำลองต่าง ๆ ที่ครูผู้สอนกำหนดให้

พรสวรรค์ จรัสรุ่งชัยสกุล (2547 : 7) กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การถ่ายทอดเรื่องราวต่าง ๆ ที่เป็นข้อเท็จจริง ข้อคิดเห็น หรือความรู้สึก โดยอาศัยการพูด การเขียน การแสดงความคิดเห็น การร่วมกันอภิปราย หรือการจัดกิจกรรม เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

จากความหมายของทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่า ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการถ่ายทอดเรื่องราวหรือแนวความคิดทางคณิตศาสตร์

โดยการพูด การเขียน ที่เป็นตัวแทนการคิดของนักเรียน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการตาม สถานการณ์จำลองต่าง ๆ ที่ครูผู้สอนกำหนดให้

### 3.2 ความสำคัญของการสื่อสาร

บุญศรี ปรานณศักดิ์ และศิริพร จิรวัดมนกุล (2538 : 13) ได้เสนอทฤษฎีเกี่ยวกับ ความสำคัญของการสื่อสารดังนี้ การสื่อสารมีความสำคัญต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิต ซึ่งหมายถึง ระดับสภาพการดำรงชีพของมนุษย์ ตามองค์ประกอบแห่งชีวิตได้แก่ ร่างกาย อารมณ์ สังคม ความคิดและจิตใจ สถาบันทางสังคมที่มีผลกระทบต่อคุณภาพชีวิต ได้แก่ ครอบครัว เศรษฐกิจ การสาธารณสุข นันทนาการ วัฒนธรรม การปกครอง การศึกษา และศาสนา สังคมโลกโดย องค์การระหว่างประเทศต่าง ๆ ได้พยายามเผยแพร่แนวคิดเพื่อให้ทุก ๆ ประเทศเห็นความสำคัญของการยกระดับคุณภาพชีวิตให้ได้มาตรฐาน

ทัศนีย์ กระต่ายอินทร์ และสุกิต อนุศาสตร์ (2542 : 3-4) ได้กล่าวว่า มนุษย์จำเป็นต้องใช้ การสื่อสารตลอดชีวิต เริ่มจากการสื่อสารภายในตนเอง คิดว่าจะทำอะไร เมื่อไร จะต้องสัมพันธ์ กับผู้อื่นและจะเกิดผลอย่างไร การสื่อสารจะขยายความกว้างขึ้น และมนุษย์จะใช้การสื่อสารเพื่อทำ กิจกรรมร่วมกันตลอดเวลา การสื่อสารจึงมีความสำคัญดังนี้

1. การสื่อสารเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิต ไม่มีใครที่จะดำรงชีวิตได้โดยปราศจากการสื่อสาร โดยเฉพาะสังคมมนุษย์ที่มีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาตลอดเวลา พัฒนาการทางสังคม จึงดำเนินไปพร้อม ๆ กับพัฒนาการทางการสื่อสาร

2. การสื่อสารช่วยดำรงสังคมให้อยู่ร่วมกันเป็นปกติสุข เพื่อหาสาระที่เกี่ยวข้องกับ ระเบียบ ประเพณี กฎเกณฑ์ทางสังคมและความรู้ต่าง ๆ จำเป็นต้องรับการถ่ายทอดเพื่อให้เป็นมรดก ทางสังคม ตกลงใช้ร่วมกันอย่างสันติ

3. การสื่อสารเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนา การพัฒนาสังคมในด้านคุณธรรม จริยธรรม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ฯลฯ รวมทั้งศาสตร์ในการสื่อสาร จำเป็นต้องพัฒนาอย่างไม่ หยุดยั้งและต้องใช้การสื่อสารเป็นเครื่องมือในการพัฒนาต่าง ๆ เช่น การใช้โสตทัศนหรือสื่อ อิเล็กทรอนิกส์ในงานสาธารณสุข เป็นต้น

วัชรวิ ชันเชื้อ (2545 : 39) กล่าวถึงความสำคัญของการสื่อสาร จะพบว่าการสื่อสารนั้นมี ความสำคัญต่อชีวิตของคนเราเป็นอย่างมากไม่ว่าจะเป็นด้านสังคม ในชีวิตประจำวันด้าน อุตสาหกรรมและธุรกิจ ด้านการปกครองและด้านการเมืองระหว่างประเทศ และเช่นเดียวกันในด้าน การเรียนการสอนถ้าเราต้องการจะให้เกิดประสิทธิภาพเราจะต้องให้ความสำคัญกับเรื่องการสื่อสารให้

ตรงกัน เพื่อให้ช่วยให้ถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจ และสามารถทำงานร่วมกันได้โดยมีความเข้าใจไปในทิศทางเดียวกัน และผู้รับสารก็ต้องมีการสะท้อนกลับแนวคิดมายังผู้ส่งสารด้วย

จากความสำคัญของการสื่อสารข้างต้น จะพบว่า การสื่อสารนั้นจำเป็นสำหรับมนุษย์ทุกคน เพราะมนุษย์ทุกคนต้องสื่อสารกันตลอดเวลา เช่น พูด เขียน ซึ่งการสื่อสารเหล่านี้จะช่วยดำรงสังคมให้อยู่ร่วมกันอย่างเป็นปกติสุข

### 3.3 องค์ประกอบของการสื่อสาร

วรพล พรหมิกบุตร (2534 : 20) ได้แบ่งองค์ประกอบของการสื่อสารไว้ดังนี้

1. องค์ประกอบที่เป็นบุคคลในกระบวนการสื่อสารยังอาจแยกได้เป็น 2 ฝ่ายที่สำคัญได้แก่ ผู้ส่งสาร (transmitter) และผู้รับสาร (Receiver)

2. องค์ประกอบที่เป็นผลเชิงวัฒนธรรม ก็อาจแยกได้เป็น 2 ส่วน ได้แก่ ข่าวสาร (Message) และ เทคนิควิธีสื่อสาร (Communication Technique)

ทัศนีย์ กระต่ายอินทร์ และสุกิต อนุศาสตร์ (2542 : 4 – 10) ได้จัดองค์ประกอบของการสื่อสารดังนี้

1. ผู้ส่งสาร (Sender) คือบุคคลที่เริ่มต้นสร้างสารและส่งสารไปยังผู้อื่นโดยใช้ภาษาเป็นเครื่องมือ ผู้ส่งสารในฐานะผู้เริ่มต้นการสื่อสารจะส่งสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อพัฒนาตนเองให้มีคุณสมบัติ ดังนี้

1.1 เป็นผู้ที่มีเจตนาแนชัดที่จะให้ผู้อื่นรับรู้ตามประสงค์ของตน

1.2 เป็นผู้ที่มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่จะสื่อสารเพียงพอ ผู้สื่อสารอาจสำรวจระดับความรู้ความเข้าใจของตนเองตามลำดับเนื้อหา คือ

1.2.1 บอกได้ว่าเคยผ่านพบหรือได้ยินได้ฟังเรื่องนั้น ๆ มา

1.2.2 นำมาบอกเล่าด้วยถ้อยคำของตนเองได้

1.2.3 ใช้ความรู้ ความชำนาญ แกะไขสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

1.2.4 วิเคราะห์ปัญหาได้

1.2.5 ประเมินค่าได้

1.3 เป็นผู้ที่มีความเชื่อถือ ความเชื่อถือของผู้ส่งสารเป็นผลรวมของความรู้ความสามารถ บุคลิกลักษณะ การเป็นคนที่สังคมยอมรับการเป็นคนคล่องแคล่วเปิดเผยในการติดต่อสื่อสาร

1.4 เป็นผู้ที่มีความพยายามจะเข้าใจความสามารถและความพร้อมของผู้รับสาร

1.5 เป็นผู้รู้จักใช้กลวิธีที่เหมาะสม ในการนำเสนอสาร อาศัยการเตรียมการทักษะทางภาษา การใช้อุปกรณ์ ตลอดจนเทคโนโลยีในการสื่อสารอย่างเหมาะสม

2. สาร (Message) คือ เรื่องราวอันมีความหมายและแสดงออกโดยอาศัยภาษาหรือสัญลักษณ์ที่สามารถทำให้เกิดการรับรู้ร่วมกันได้ สารประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนคือ

2.1 รหัสของสาร คือ ภาษาสัญลักษณ์ หรือสัญญาณที่มนุษย์คิดขึ้นเพื่อแทนความคิด

2.2 เนื้อหาของสารจะครอบคลุมความรู้ ความคิดและประสบการณ์ที่มนุษย์ต้องการถ่ายทอด แลกเปลี่ยนเพื่อความเข้าใจร่วมกัน โดยเนื้อหาของสารดังกล่าวแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ เนื้อหาสารที่แสดงข้อเท็จจริง เนื้อหาสารที่แสดงข้อคิดเห็นหรือทรรศนะ และเนื้อหาสารที่แสดงความรู้สึก

2.3 การจัดการ หมายถึง รูปแบบวิธีการในการนำรหัสมาเรียบเรียง เพื่อให้ได้ใจความตามเนื้อหาที่ต้องการ สารที่ได้รับการจัดอย่างดีทั้งในด้านการเรียบเรียง การลำดับความ การลำดับความยากง่ายตลอดจนรูปแบบและการใช้ภาษาที่ดี

3. สื่อหรือช่องทาง (Media or Channel) สื่อหรือช่องทางเป็นองค์ประกอบสำคัญอีกประการหนึ่งในการสื่อสาร ผู้ส่งสารต้องอาศัยสื่อหรือช่องทาง ทำหน้าที่นำสารไปสู่ผู้รับสาร โดยทั่วไปสารจะถ่ายทอดเข้าสู่ระบบการเรียนรู้

4. ผู้รับสาร (Receiver) ผู้รับสารเป็นองค์ประกอบสำคัญในการสื่อสาร มีบทบาทในการกำหนดความรู้เรื่องราวที่ผู้ส่งสาร ส่งผ่านสื่อมาถึงตนและมีปฏิกิริยาตอบสนอง ผู้รับสารที่ดีควรทำหน้าที่ตามบทบาทของตนเอง และควรพัฒนาตนเองให้มีคุณสมบัติ ดังนี้

4.1 เป็นผู้ที่มีเจตนาแจ่มชัดและกระตือรือร้นที่จะรับสาร

4.2 เป็นผู้พยายามรับรู้เรื่องราวข่าวสารต่าง ๆ อย่างสม่ำเสมอ

4.3 เป็นผู้ที่มีความรู้สึกรวดเร็วและถูกต้อง

4.4 เป็นผู้ที่มีสมาธิ สามารถบังคับใจให้อยู่ที่เรื่องราวที่กำลังสื่อสาร

5. ปฏิกริยาตอบกลับ (Feedback) ในการสื่อสารแต่ละครั้งผู้ส่งสารและผู้รับสาร ต่างมีวัตถุประสงค์ในการสื่อสารของตนเองและจะแสดงปฏิกริยาตอบกลับเพื่อให้อีกฝ่ายหนึ่งรับรู้ความรู้สึกนึกคิดของตน ต่างต้องประเมินผลและบรรยากาศในการสื่อสารตลอดเวลา การสื่อสารอาจเกิดผลตรงตามเป้าหมาย ปฏิกริยาตอบกลับจะช่วยให้ผู้ส่งสารสามารถปรับเปลี่ยนข้อมูล ท่าที หรือวิธีการสื่อสารเพื่อให้การสื่อสารบรรลุจุดประสงค์

กิดานันท์ มลิทอง (2543 : 23 – 24) กล่าวว่า การถ่ายทอดข่าวสารหรือการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นข้อมูลในการสื่อสาร จะเกิดได้ดีก็ต่อเมื่อมีต้นทางของการถ่ายทอดหรือเรียกว่า “ผู้ส่ง”

ได้รับทราบข่าวสารต่าง ๆ ในการผ่านสื่อไปยังจุดหมายปลายทาง หรือเรียกว่า “ผู้รับ” ได้รับทราบข่าวสารนั้นร่วมกัน จากหลักการนี้จึงมีองค์ประกอบต่าง ๆ เพื่อให้การสื่อสารเกิดขึ้นได้ดังต่อไปนี้

1. ผู้ส่ง ผู้สื่อสาร หรือต้นแหล่งของการส่ง (Sender, Communicator or Source) เป็นแหล่งหรือผู้ที่นำข่าวสารเรื่องราว แนวความคิด ความรู้ ตลอดจนเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้หลายอย่าง เช่น ผู้อ่านข่าว ครู นักร้อง นักเขียน จิตรกร ฯลฯ เป็นผู้นำเนื้อหาเรื่องราวของข่าว บทความ ภาพ มาเสนอแก่ผู้รับเรียกว่า “การเข้ารหัส”

2. เนื้อหาเรื่องราว ได้แก่ เนื้อหาของสารหรือเรื่องราวที่ส่งออกมา เช่น ความรู้ ความคิด ข่าวสาร บทเพลง ข้อเขียน เพื่อให้ผู้รับรับข้อมูลเหล่านั้น

3. สื่อหรือช่องทางในการนำสาร หมายถึง ตัวกลางที่ช่วยถ่ายทอดแนวความคิด เหตุการณ์ เรื่องราวต่าง ๆ ผู้ส่งต้องการให้ไปถึงผู้รับ สื่อที่ใช้กันมากที่สุดคือ ภาษาพูด ซึ่งใช้เสียงเป็นสื่อ เวลาเขียนหรืออ่านหนังสือสื่อที่ใช้ก็คือ ภาษาเขียน หรือถ้ามีการสื่อความหมายกับคนไปก็ใช้สื่อเป็นภาษามือ กิริยาท่าทางหรือการแสดงออกทางท่าทางหน้าตา

4. ผู้รับหรือกลุ่มเป้าหมาย (Receiver or Target Audience) ได้แก่ ผู้รับเนื้อหาเรื่องราวจากแหล่งหรือที่ผู้ส่งส่งมา ผู้รับนี้อาจเป็นบุคคล กลุ่มชนหรือสถาบันก็ได้ เมื่อรับเรื่องราวแล้ว ผู้รับก็ต้องมีการถอดรหัส (Decode) คือการแปลข่าวนั้นให้เข้าใจ

5. ผล (Effect) หมายถึง สิ่งที่เกิดขึ้นจากการที่ผู้ส่งสารส่งเรื่องราวไปยังผู้รับ ผลที่เกิดขึ้นก็คือ การที่ผู้รับอาจมีความเข้าใจหรือไม่รู้เรื่อง ยอมรับหรือปฏิเสธ พอใจหรือโกรธ สิ่งเหล่านี้เป็นผลของการสื่อสาร และจะเป็นผลสืบเนื่องต่อไปว่าการสื่อสารนั้นจะสามารถบรรลุผลตามจุดมุ่งหมายหรือไม่ทั้งนี้ย่อมขึ้นอยู่กับทัศนคติของผู้รับ สื่อที่ใช้ และสถานการณ์ในการสื่อสารเป็นสำคัญด้วย

6. ผลป้อนกลับ (Feedback) เป็นสิ่งที่เกี่ยวเนื่องจากผลซึ่งผู้รับส่งกลับมายังผู้ส่ง โดยผู้รับอาจแสดงอาการให้เห็น เช่น ง่วงนอน ประหม่อ ยิ้ม พยักหน้า ส่ายหน้า การพูดโต้ตอบ หรือการแสดงความคิดเห็น เพื่อเป็นข้อมูลที่ทำให้ผู้ส่งทราบว่า ผู้รับมีความพอใจหรือมีความเข้าใจใน ความหมายที่ส่งไปหรือไม่ ผลป้อนกลับนี้คือข้อมูลย้อนกลับอันเกิดจากการตอบสนองของผู้รับที่ส่งกลับไปยังผู้ส่งคนอื่นนั่นเอง

จากองค์ประกอบของการสื่อสารข้างต้น สรุปได้ว่า องค์ประกอบของการสื่อสารประกอบด้วย ส่วนสำคัญ 3 ส่วนคือ

1. ผู้ส่งสารหรือต้นแหล่งของการส่ง คือ บุคคลที่เริ่มสร้างสารและส่งไปยังผู้อื่น
2. สารหรือเนื้อหาเรื่องราว คือ เนื้อหาและเรื่องราวอันมีความหมาย
3. ผู้รับสารหรือกลุ่มเป้าหมาย คือ ผู้รับเนื้อหาหรือเรื่องราวอันมีความหมาย

### 3.4 อุปสรรคในการสื่อสาร

มณฑล ไบบัว (2536 : 65 – 69) กล่าวว่า สาเหตุหลายอย่างที่จะทำให้เกิดอุปสรรคในการสื่อสารดังนี้

1. การเลือกในการสื่อสาร (Selectivity in Communication) ปกติคนเราจะเลือกคิดเลือกทำ เลือกเชื่อ ในสิ่งที่เราปรารถนา การสื่อสารก็เช่นเดียวกันในการสื่อสารแต่ละสถานการณ์เราจะเลือกกว่าเราจะสื่อสารอย่างไรตามความรู้สึกและความต้องการของเรา การเลือกในการสื่อสารมี 4 สถานการณ์ดังนี้

1.1 การเลือกรับหรือการเลือกใช้ (Selective exposure)

1.2 การเลือกให้ความสนใจ (Selective attention)

1.3 การเลือกรับรู้และเลือกตีความหมาย (Selective perception and interpretation)

1.4 การเลือกจดจำ (Selective retention)

2. การมีความหมายไม่ตรงกัน (By passing) หมายถึง การที่ผู้ส่งสารและผู้รับสารมีความหมายต่อสารไม่เหมือนกัน ความหมายของภาษาอังกฤษไม่ได้อยู่ที่คำ แต่ความหมายของภาษาอยู่ที่ผู้ใช้โดยขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของคน

3. ความสับสนระหว่างความรู้สึกกับความจริง (The inference observation confusion) อุปสรรคของการสื่อสารอีกประการหนึ่งก็คือ คู่สื่อสารไม่รู้ตัวว่าสิ่งที่ตนพูดนั้นเป็นการพูดตามความรู้สึกของตนไม่ใช่เป็นการพูดตามความจริงที่ตนได้พบเห็น

4. การไม่เปลี่ยนแปลงความเห็น (Frozen evaluation) ปกติคนเรามักไม่ค่อยยอมเปลี่ยนแปลงความรู้สึกนึกคิด เมื่อมีความเชื่ออย่างไร มีความคิดอย่างไร ก็มักจะยึดมั่นถือมั่นในความคิดและความเชื่อนั้น ๆ ทั้ง ๆ ที่ในความเป็นจริงแล้วสิ่งต่าง ๆ ในโลกนี้มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

5. การมองไม่เห็นความแตกต่าง (Indiscrimination) อุปสรรคของการสื่อสารที่เกิดจากการสื่อสารในข้อนี้ หมายถึงผู้สื่อสารไม่สามารถมองเห็นความแตกต่างระหว่างสิ่งสองสิ่งหรือหลายสิ่งได้ แต่มักจะมองว่าสิ่งเหล่านั้นเหมือนกัน ๆ กัน ซึ่งอาจจะมีสาเหตุมาจากธรรมชาติของคนเราที่มักจะชอบจำแนกสิ่งของออกเป็นหมวดหมู่ เพื่อความสะดวกในการจดจำแต่การกระทำเช่นนี้จะทำให้เราละเลยในความแตกต่างเล็ก ๆ น้อย ๆ จนทำให้เราขาดความรู้ที่แท้จริงในสิ่งนั้น เพราะไม่ได้ทำการวิเคราะห์หรือสอบสวนสิ่งนั้นโดยเฉพาะ

6. การมีความคิดแบบสุดโต่ง (Polarization) หมายถึงการที่เรามองตัดสินอะไรเด็ดขาด ไม่มีการประนีประนอม มองเห็นสิ่งต่าง ๆ ว่ามีเพียงสองลักษณะซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างตรงกัน

ข้าม ไม่มีจุดตรงกลางระหว่างความแตกต่างทั้งสองนั้น การคิดแบบนี้ย่อมเป็นอุปสรรคต่อการสื่อสาร เพราะจะทำให้จำกัดความคิดของเราและสกัดกั้นทางเลือกที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาต่าง ๆ

7. การมีความคิดว่ารู้หมด (Allness) การมีความคิดว่ารู้หมด เป็นความรู้สึกของคนที่ไม่รู้ว่าตนเองได้สรุปหรือย่อสิ่งที่ตนพบเห็น ดังนั้น จึงทึกทักเอาสิ่งที่ตนพูดหรือสิ่งที่ตนรู้นั้น สมบูรณ์ เบ็ดเสร็จ ครบถ้วน แน่นนอน ซึ่งตามความเป็นจริงแล้วเราไม่สามารถที่จะรู้หรืออธิบายสถานการณ์ หรือความจริงในสิ่งแวดล้อมของเราได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์ เพราะจะทำให้เรามีความคิดแคบ ปิดเป็นความจริง

บุญศรี ปรานณศักดิ์ และศิริพร จิรวรรณกุล (2538 : 52 – 62) ได้แยกประเภทปัญหาหรือสิ่งที่เป็นอุปสรรคขัดขวางการสื่อสาร หลายประการดังนี้

1. กรอบแห่งการอ้างอิง (Frame of reference) กล่าวคือ เมื่อได้รับสารอย่างใดอย่างหนึ่งเราจะเอาประสบการณ์ของตนเองเป็นเครื่องช่วยสร้างภาพ สร้างความนึกคิด ตีความและตัดสินใจกระทำอย่างใดอย่างหนึ่ง

2. กระบวนการเลือกทางจิตวิทยา (Selective Process) ลักษณะการเลือกที่มีผลต่อการสื่อสาร จำแนกเป็น 4 ระดับ คือ

2.1 การเลือกเปิดรับ (Selective exposure)

2.2 การเลือกให้ความสนใจ (Selective attention)

2.3 การเลือกรับรู้และเลือกตีความ (Selective perception and interpretation)

2.4 การเลือกจดจำ (Selective retention)

3. ลักษณะความหมายของภาษา ความหมายคือ ผลที่เกิดขึ้นในการรับรู้จากการที่คนเรามีปฏิกิริยาต่อสิ่งเร้าหรือสิ่งแวดล้อม ความหมายเป็นผลจากองค์ประกอบของคนกับองค์ประกอบของสิ่งแวดล้อมทางกายภาพคือ สมอของเร้าสัมผัสสิ่งเร้าอย่างเป็นรูปธรรม ลักษณะของความหมายในภาษาที่เราใช้สื่อสารกันมีผลกระทบต่อการสื่อสาร บางครั้งอาจทำให้เกิดความเข้าใจไม่ตรงกันได้ ลักษณะของภาษาแบ่งได้เป็น 4 ลักษณะคือ

3.1 ความหมายนัยตรง (Denotative meaning) คือความหมายที่ปรากฏในพจนานุกรม เป็นความหมายเชิงวัตถุวิสัยสามารถผูกโยงเข้ากับปรากฏการวัตถุสิ่งของที่ปรากฏมีจริงได้

3.2 ความหมายนัยประหวัด (Connotative meaning) คือความหมายที่มีได้ปรากฏในพจนานุกรม เป็นความหมายเชิงอัตวิสัยเกิดขึ้นในความรู้สึกหรืออารมณ์สะท้อนใจของแต่ละบุคคล จึงมีจำเป็นต้องเหมือนกัน

3.3 ความหมายเชิงโครงสร้าง (Structural meaning) ภาษาพูด ภาษาเขียน ของคนชาติต่าง ๆ จะมีรูปแบบการจัดเรียงทำให้เป็นประโยค เป็นข้อความรูปแบบดังกล่าวกำหนดโดย

หลักไวยากรณ์ของภาษานั้น ๆ เช่น ประโยคจะต้องประกอบด้วยประธาน กริยา กรรม มีคำวิเศษณ์ สันธาน บุพบท ฉะนั้นบ่อยครั้งที่เราไม่ทราบความหมายของคำทุกคำ

3.4 ความหมายเชิงอรรถาธิบาย (Contextual meaning) เป็นความหมายที่เกิดจากการพรรณนาหรืออธิบายเนื้อหาของเรื่องราวที่ทำการสื่อสาร

#### 4. การมีความหมายไม่ตรงกัน

4.1 ความหมายเปลี่ยนไปตามกาลเวลา

4.2 ความหมายเปลี่ยนไปตามท้องถิ่น

4.3 ความหมายทั่วไปกับความหมายทางเทคนิค

4.4 ความหมายในความรู้สึกกับความเป็นจริง

5. การไม่เปลี่ยนแปลงความเห็นเป็นอุปสรรคอย่างหนึ่งในการสื่อสาร เพราะในความเป็นจริงแล้วชีวิตสังคม และสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ มีการเปลี่ยนแปลงไป การที่บุคคลไม่ยอมเปลี่ยนแปลงความคิดก็เป็นปัญหาในการสื่อสารได้

6. การมองข้ามความแตกต่าง คนเรานิยมที่จะจำแนกสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นหมวดหมู่เพื่อสะดวกในการจำ ทำให้เราเน้นความเหมือนกันจนมองข้ามความแตกต่างซึ่งมีผลต่อเจตคติ อคติ ค่านิยม และความเชื่อซึ่งมีผลกระทบต่อการสื่อสาร

7. การมีความคิดแบบทวินาม หมายถึงการพิจารณาหรือตัดสินสิ่งหนึ่งสิ่งใดอย่างเด็ดขาดไม่มีประนีประนอม

กิดานันท์ มลิทอง (2531 : 41 – 42) ได้กล่าวว่า ในบางครั้งการสื่อสารหรือการสื่อความหมายและการเรียนรู้อาจจะไม่ได้ผลบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เพราะอาจจะเกิดอุปสรรคระหว่างผู้ส่งและผู้รับ หรือผู้สอนหรือผู้เรียนในด้านต่าง ๆ เช่น

1. คำพูด (Verbalism) การใช้ภาษาหรือคำพูดอาจจะยากเกินไปในการทำความเข้าใจ

2. ฝันกลางวัน (Day Dreaming) ผู้รับมีจิตใจเลือนลอย ไม่มีสมาธิทำให้ไม่รับรู้ได้

3. ข้ออ้างถึงที่ขัดแย้ง (Referent confusion) ข่าวสารหรือบทเรียนที่ส่งมานั้นอาจขัดแย้งกับประสบการณ์เดิมของผู้รับ ทำให้เกิดความขัดแย้งได้

4. การรับรู้ที่จำกัด (Limited perception) ผู้รับอาจมีขีดจำกัดของการรับรู้ซึ่งเกี่ยวกับประสาทสัมผัสเฉพาะของแต่ละบุคคล

5. สภาพแวดล้อมทางกายภาพไม่เอื้ออำนวย (Physical discomfort)

6. การไม่ยอมรับ (Imperception) ผู้ส่งอาจเป็นที่ไม่ยอมรับของผู้รับทำให้เกิดการต่อต้านหรือไม่สนใจที่จะรับรู้ข้อมูลที่ส่งมา

จากอุปสรรคของการสื่อสารข้างต้น สรุปได้ว่า อุปสรรคของการสื่อสาร คือ

1. การเลือกในการสื่อสาร เช่น เลือกให้ความสนใจ เลือกจดจำ
2. การไม่เปลี่ยนแปลงความเห็น
3. การมีความหมายไม่ตรงกัน เช่น ความหมายเปลี่ยนไปตามท้องถิ่น
4. การมีความคิดว่ารู้หมด
5. ลักษณะความหมายของภาษา

### 3.5 บทบาทของครูในการพัฒนาการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

เกรย์ และรีส (Gray and Reese. 1957 : 397 – 398) กล่าวว่า ครูควรฝึกให้นักเรียนอ่าน ทบทวนอย่างละเอียด และรู้จักตั้งคำถามด้วยตนเองและครูที่ให้นักเรียนเข้าใจในเรื่องต่อไปนี้

1. สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์
2. เข้าใจความหมายของเลขคณิต
3. หัดอ่านให้เร็วขึ้น
4. หัดเข้าใจศัพท์เกี่ยวกับปริมาณและคุณภาพ

สมิท (Smith. 1963 : 8) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับการสอนอ่านคณิตศาสตร์โดยเฉพาะที่เกี่ยวกับ โจทย์ปัญหาว่า เมื่อต้องการให้นักเรียนแก้ปัญหาหนึ่งโดยเฉพาะเป็นกระบวนการใหญ่ ๆ เราต้องหา วิธีการทำตามลำดับขั้น ดังนี้

1. อ่านปัญหาทั้งหมดอย่างละเอียด พยายามทำความเข้าใจกับทุกปัญหา ซึ่งอาจต้องใช้เวลามากหน่อย
2. อ่านประโยคที่มีคำถามหรือคำบอกปัญหาอีกครั้ง
3. อ่านปัญหาทั้งหมดเพื่อตอบคำถาม ดูว่าโจทย์บอกอะไรที่เป็นประโยชน์บ้าง
4. ตัดสินหาวิธีการที่ถูกนำมาใช้แก้ปัญหา เช่น จะต้องทำวิธีบวก ลบ คูณ หรือหาร
5. คาดคะเนคำตอบ โดยการกะประมาณจำนวนจากคำ หรือประโยคที่จะบอกจำนวน  
แก่เรา
6. หลังจากทำตามขั้นตอนเหล่านี้แล้ว นักเรียนก็ควรพร้อมที่จะทำโจทย์ปัญหาโดยเขียน  
สัญลักษณ์แทนจำนวนลงบนกระดาษ ลงมือคิดอย่างระมัดระวัง
7. เปรียบเทียบคำตอบที่คาดคะเนไว้
8. ตรวจคำตอบ

ดีชานต์ (Dechant. 1970 : 399) กล่าวว่า การอ่านคณิตศาสตร์ต้องการให้นักเรียนเข้าใจ  
สัญลักษณ์ใหม่ สามารถอ่านและคำนวณได้ อนุมานได้ รู้จักแปลสูตรที่มีความหมายได้ อนุมานได้

รู้จักแปลสูตรเป็นความสัมพันธ์ที่มีความหมายได้ และความเข้าใจนี้ไม่จำกัดอยู่แค่เข้าใจเรื่องนักเรียนควรได้รับการแนะนำในการอ่านคณิตศาสตร์เป็นขั้น ๆ ไป นักเรียนควรฝึกดังนี้

1. อ่านเพื่อจับใจความสำคัญ
2. อ่านเพื่อจัดระเบียบ เรียงเรียงสิ่งที่ต้องการใช้
3. แปลสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์และสูตร
4. อ่านเพื่อหาความสัมพันธ์และแปลเป็นสมการ
5. วิเคราะห์สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์และสูตรอย่างระมัดระวัง
6. วิเคราะห์กราฟและรูป
7. ทำตามขั้นตอนการที่เฉพาะเจาะจง เช่น เรียงความหมายของคำ หาปัญหา

ใช้ข้อเท็จจริงพิสูจน์ปัญหา

8. วาดภาพปัญหาที่แทนด้วยภาพได้
9. ศึกษาความหมายของศัพท์ ในคณิตศาสตร์ที่ตรงกันข้ามกับวิชาอื่น
10. เขียนสัญลักษณ์เฉพาะและตัวย่อ

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teachers Mathematics)(NCTM. 2000 : 270 - 272) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการพัฒนาการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนในระดับเกรด 6 – 8 ว่า ครูจะต้องจัดสภาพห้องเรียนที่เอื้อต่อการส่งเสริมให้นักเรียนมีการอธิบาย การถกเถียง การอภิปราย และการใช้เหตุผล เป็นวิธีที่ทำให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ค้นหาปัญหาร่วมกัน รวมถึงการให้คำแนะนำจากครู การให้คะแนนมีการอธิบาย การถกเถียง การอภิปราย และการใช้เหตุผล เป็นวิธีที่ทำให้นักเรียนได้มีการสื่อสารทำให้เกิดการเรียนรู้ โดยครูจะต้องกำหนดชิ้นงาน (Tasks) ที่ประกอบไปด้วย

1. ความสัมพันธ์เกี่ยวกับความสำคัญของแนวคิดทางคณิตศาสตร์
2. มีแนวทางในการหาคำตอบได้หลายวิธี
3. อนุญาตให้นักเรียนแสดงความคิด (Representations) ได้อย่างหลากหลาย
4. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบาย แสดงเหตุผล และการคาดเดา ในการแก้ปัญหา

การอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ครูจะมีบทบาทในการให้คำแนะนำ โดยที่ครูเดินไปตามกลุ่ม และรับฟังคำตอบที่แตกต่างกันของนักเรียน

การพูดและการเขียนเป็นการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญที่ช่วยให้นักเรียน

1. คิดวิธีการแก้ปัญหา
2. มีกฎเกณฑ์ในการอธิบาย
3. ทดสอบความสามารถของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้คำศัพท์ และสัญลักษณ์ใหม่ ๆ

4. ตรวจสอบการใช้รูปแบบของการให้เหตุผล

5. การให้เหตุผลของการคาดเดา

6. การวิเคราะห์ข้อแก้ตัว (Justifications)

โรวันและมอร์โรว์ (Rowan and Morrow. 1993 :9 – 11) ได้เสนอแนวทางในการส่งเสริมการใช้คณิตศาสตร์สื่อสารดังนี้

1. นำเสนอสื่อรูปธรรม แล้วให้นักเรียนได้พรรณนาถึงสิ่งที่พบ

2. ใช้เนื้อหา เรื่องราวและงานที่เกี่ยวข้องและใกล้ตัวของนักเรียน เช่น โครงการ กิจกรรม การสืบค้นเป็นสื่อที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้สื่อสารโดยตรง กิจกรรมเช่นนี้ช่วยให้นักเรียนเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ว่าเป็นวิชาที่มีประโยชน์ในการดำเนินชีวิต และเป็นเรื่องราวที่เกี่ยวข้องใกล้ตัวนักเรียน จะทำให้การใช้คณิตศาสตร์สื่อสารเป็นไปได้อย่างสมบูรณ์

3. การใช้คำถาม โดยเฉพาะคำถามปลายเปิดจะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด และแสดงการตอบสนองออกมา คำถามปลายเปิดเป็นคำถามที่ให้โอกาสนักเรียนได้คิดอย่างหลากหลายและคิดอย่างสร้างสรรค์ การส่งเสริมคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร รวมไปถึงการให้นักเรียนได้ตั้งคำถามให้กับตนเอง ซึ่งจะนำไปสู่การค้นพบตามที่เขาสงสัย

4. ให้โอกาสนักเรียนได้เขียนสื่อสารแนวคิด การสื่อสารแนวคิดเป็นสิ่งสำคัญและควรให้นักเรียนได้ฝึกเขียนแสดงแนวคิดของตน เพื่อให้นักเรียนเห็นว่าการเขียนเป็นส่วนสำคัญของการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ นักเรียนจะต้องเข้าใจว่าทำไมจึงต้องเขียนอธิบาย นั่นคือ เป้าหมายของการเขียนต้องชัดเจนกับนักเรียน

5. ใช้กลุ่มแบบร่วมมือและช่วยเหลือกัน (Cooperative and Collaborative group) การให้นักเรียนนั่งเรียนเป็นแถวและนั่งประจำโต๊ะของตนเอง ไม่ได้ส่งเสริมให้เกิดการอภิปราย การจัดกลุ่มให้นักเรียนได้ร่วมมือและช่วยเหลือกันในการเรียนรู้ เป็นการให้โอกาสนักเรียนได้สำรวจแนวคิด อธิบายแนวคิดกันในกลุ่มเป็นการส่งเสริมการสื่อสารโดยตรง

6. ใช้การชี้แนะโดยตรงและชี้แนะทางอ้อม (Overt and Covert clues) การตอบสนองต่อคำถามของนักเรียน การบริหารและจัดระบบชั้นเรียน เป็นการชี้แนะให้นักเรียนได้ทราบถึงสิ่งที่คาดหวังและมาตรฐานของการเรียนรู้ เพื่อที่นักเรียนจะได้แสวงแนวคิดเหล่านั้นได้อย่างไม่ต้องกังวล

สมชาย วรกิจเกษมสกุล (2540:75) กล่าวว่าเป้าหมายของการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยการสื่อสารแนวความคิด เป็นวิธีการให้ผู้เรียนได้แสดงแนวความคิดทางคณิตศาสตร์โดยการพูด การเขียน การแสดงด้วยภาพ ศัพท์ สัญลักษณ์ในการนำเสนอความคิดอธิบายความสัมพันธ์และจำลองสถานการณ์โดยครูผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นโดยใช้คำถามนำแล้วให้ผู้เรียนอธิบายแนวความคิดของตน โดยให้เพื่อน ๆ มีส่วนร่วมในการอภิปรายแนวคิดนั้น ก่อให้เกิดปฏิสัมพันธ์แลกเปลี่ยนแนวความคิดซึ่งกัน

และกัน อภิปรายประโยชน์และข้อบกพร่องของแต่ละแนวทางและร่วมกันตัดสินใจเลือกทางการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด ดังนั้นการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยการสื่อสารแนวความคิด ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พูด มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน ๆ เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสชี้แจงอธิบายเหตุผลและยังได้รับฟังแนวความคิดของเพื่อน ๆ และให้ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกการอ่านและการเรียนไปพร้อม ๆ กัน

จากการส่งเสริมการสื่อสารในการเรียนคณิตศาสตร์ ข้างต้น สรุปได้ว่า การส่งเสริมการสื่อสารสามารถทำได้ทำได้หลายวิธี เช่น การให้นักเรียนแสดงแนวคิดในการพูด การเขียน การอ่าน การใช้เนื้อหาทางคณิตศาสตร์เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของเราเพื่อให้นักเรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นเรื่องใกล้ตัว หรืออาจจะให้นักเรียนร่วมมือและช่วยเหลือกันในงานกลุ่ม และที่สำคัญมากในการส่งเสริมการสื่อสารคือครูควรเป็นทั้งผู้ส่งสารและในขณะเดียวกันก็ต้องเป็นผู้รับสารด้วย ซึ่งการสื่อสารแบบนี้จะทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

### 3.6 ประโยชน์ของการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

รีเดเซล (Riedesel. 1990 : 377) ได้นำเสนอประโยชน์ของการสื่อสารโดยการเขียนดังนี้

1. เป็นการประเมินการเรียนรู้ผู้เรียนเป็นรายบุคคล เพราะสิ่งที่ผู้เรียนเขียนบรรยายจะแสดงระดับความเข้าใจที่แตกต่างกัน
2. เป็นเครื่องมือช่วยวิจัยกระบวนการคิดของผู้เรียน
3. เป็นทักษะที่จำเป็นช่วยให้ผู้เรียนเกิดความชัดเจนในการคิด
4. เป็นทักษะที่จะช่วยเสริมทักษะการอ่าน และการเขียนในรายวิชาอื่นโดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์ที่ต้องใช้การบรรยายในสิ่งที่ค้นพบ
5. เป็นวิธีในการเรียนคณิตศาสตร์วิธีหนึ่งที่ปกติผู้เรียนไม่ค่อยได้ใช้
6. เป็นทักษะที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดในระดับสูง เพื่อตอบคำถามว่า อย่างไร (How) และทำไม (Why) มากกว่าตอบว่าอะไร (What) ที่ไหน (Where) เมื่อไร (When)
7. เป็นการร่วมมือกันในการทำกิจกรรมเดียวกัน ทำให้ผู้เรียนรู้สึกทราบดีว่าสมาชิกในกลุ่มประสบความสำเร็จร่วมกัน เกิดความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันในการเรียนรู้

มัมมี และเชฟเพอร์ต (Mumme & Shepherd.1993 : 7- 11) ได้เสนอประโยชน์ในการเรียนคณิตศาสตร์ที่เกิดจากการส่งเสริมการสื่อสาร ดังนี้

1. การสื่อสารจะช่วยส่งเสริมความเข้าใจคณิตศาสตร์แก่นักเรียน โดยให้นักเรียนได้อธิบายความคิดของเขา มีความสนใจในการที่จะได้อภิปราย และการฟังก็จะช่วยให้นักเรียนคนอื่น ๆ เข้าใจได้อย่างลึกซึ้งด้วย การฟังจะช่วยให้นักเรียนได้พิจารณาความคิดของคนอื่น จะเป็นการช่วยให้นักเรียนได้เห็นคุณค่าของความคิดที่แตกต่างกันออกไปของนักเรียน แม้จะอยู่ใน

สถานการณ์เดียวกันก็ตาม นักเรียนจะสร้างความเข้าใจจากรากฐานของประสบการณ์เดิมของนักเรียนนั่นเอง การสื่อสารจะสนับสนุนการสร้างความรู้แก่นักเรียน โดยการสื่อสารจะช่วยขยายความคิดของนักเรียนให้ชัดเจนยิ่งขึ้น แต่ในบางครั้งการสื่อสารอาจสร้างความไม่สมดุลให้เกิดขึ้นจนกลายเป็นอคติ

2. การสื่อสารจะช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจทางคณิตศาสตร์แก่นักเรียน นักเรียนส่วนมากมักจะล้มเหลวในการแสดงความคิดทางคณิตศาสตร์ เมื่อนักเรียนได้นำเสนอกฎเกณฑ์และกระบวนการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์โดยการจำมากกว่าการค้นพบด้วยตนเองและการแลกเปลี่ยนความคิดซึ่งกันและกัน ครูจำเป็นต้องให้เกิดการสื่อสารมากขึ้น เพื่อให้บุคคลหนึ่งได้เชื่อมต่อกับความคิดทางคณิตศาสตร์ไปยังอีกบุคคลหนึ่ง โดยการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดกัน ครูต้องให้นักเรียนมีการพัฒนาทางภาษาคณิตศาสตร์ ในการทำความเข้าใจในบทบาทของคำนิยามและกระบวนการในการอภิปรายและขยายสมมติฐานให้ชัดเจนขึ้น

3. การสื่อสารจะช่วยเสริมสร้างให้นักเรียนเป็นผู้เรียนรู้ เมื่อครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พูดหรือเขียนความคิดของนักเรียนเอง ครูควรจะบอกนักเรียนว่าจะประเมินอะไรจากการพูดของนักเรียน เพื่อให้ครูแน่ใจในความสามารถทางการสื่อสารความคิดของนักเรียนอย่างแท้จริงนักเรียนควรฝึกการใช้ศักยภาพและควบคุมการเรียนรู้ของพวกเขาให้มาก เพื่อที่นักเรียนจะได้กลายเป็นผู้เสริมสร้างความรู้ด้วยตนเอง

4. การสื่อสารเป็นการส่งเสริมสภาพแวดล้อมที่อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ การพูดและการฟังบุคคลอื่นในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ เป็นวิธีการที่จะทำให้เราหลุดพ้นจากความวิตกกังวลในการที่จะแสดงความคิด การมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนจะเป็นการให้ความสนุกสนานในการเรียนแก่นักเรียน การอำนวยความสะดวกและสังคมจะมีอิทธิพลต่อความเต็มใจที่จะพูดเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนแนวความคิดของนักเรียน

จากประโยชน์ของการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยการสื่อสารคณิตศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่า ประโยชน์ของการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยการสื่อสารคณิตศาสตร์ มีประโยชน์ ดังนี้

1. ช่วยเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจให้กับผู้เรียนรู้
2. ช่วยส่งเสริมสภาพแวดล้อมที่ดีในการเรียนรู้

### 3.7 เกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้โดยการสื่อสารแนวความคิด

**เกณฑ์** หมายถึง ความต้องการพื้นฐานที่จะยอมรับว่าผู้เรียนที่เรียนรู้จากการเรียนการสอนแบบ 4 MAT มีผลการเรียนผ่านเกณฑ์ โดยวิเคราะห์จากคะแนนสอบหลังเรียน แล้วนำคะแนนเฉลี่ย

มาเทียบกับเกณฑ์ที่เป็นร้อยละ โดยใช้สถิติเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดของ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. 2547 :15)

|                |          |         |                                 |
|----------------|----------|---------|---------------------------------|
| ได้คะแนนร้อยละ | 80 – 100 | หมายถึง | อยู่ในระดับ ดีเยี่ยม            |
| ได้คะแนนร้อยละ | 75 – 79  | หมายถึง | อยู่ในระดับ ดีมาก               |
| ได้คะแนนร้อยละ | 70 – 74  | หมายถึง | อยู่ในระดับ ดี                  |
| ได้คะแนนร้อยละ | 65 – 69  | หมายถึง | อยู่ในระดับ ค่อนข้างดี          |
| ได้คะแนนร้อยละ | 60 – 64  | หมายถึง | อยู่ในระดับ น่าพอใจ             |
| ได้คะแนนร้อยละ | 55 – 59  | หมายถึง | อยู่ในระดับ พอใช้               |
| ได้คะแนนร้อยละ | 50 – 54  | หมายถึง | อยู่ในระดับ ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ    |
| ได้คะแนนร้อยละ | 0 – 49   | หมายถึง | อยู่ในระดับ ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ |

เลสเตอร์ และโครล (สมเดช บุญประจักษ์. 2540 : 48 – 51 อ้างอิงจาก Lester and Kroll.1991 : 278 – 282) ได้เสนอเทคนิคการประเมินผลในชั้นเรียน ว่าสามารถประเมินได้จาก

1. การสังเกตและสอบถาม
2. การตรวจผลงาน
3. การเขียนลักษณะต่าง ๆ
4. การเก็บรวบรวมข้อมูลไว้ในแฟ้มรายบุคคล
5. การทดสอบ

รายละเอียดของแต่ละเทคนิคโดยสังเขป มีดังนี้

1. การสังเกตและสอบถาม

การสังเกตและสอบถามนักเรียนขณะที่นักเรียนกำลังทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์จะทำให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับทักษะ กระบวนการ เจตคติและความเชื่อ ซึ่งการสังเกตสามารถทำได้ทั้งอย่างไม่เป็นทางการขณะที่เฝ้าดูการปฏิบัติงานของนักเรียน และสังเกตอย่างเป็นทางการหรือจากการสัมภาษณ์

การเลือกคำถามที่จะถามในขณะที่ทำการสังเกตเป็นสิ่งสำคัญ ในชั้นเรียนปกติมีหลายเหตุผลในการถามคำถาม เช่น ถามเพื่อกระตุ้นให้คิด ถามเพื่อชี้แนะ ถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ หรือถามเพื่อให้นักเรียนรู้ว่าเพื่อนรู้อะไร

ครูควรบันทึกการสังเกต โดยอาจบันทึกลงในบัตรบันทึก หรือแบบสำรวจรายการหรือแบบประมาณค่า หรือแบบบันทึกสำหรับบันทึกการสังเกต การสังเกตเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการคิดและดำเนินการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

2. การตรวจผลงาน

เป็นการพิจารณาถึงกระบวนการแก้ปัญหา โดยพิจารณาว่านักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาอย่างไร ไม่ได้ให้ความสำคัญของผลลัพธ์ที่ได้เป็นหลัก มีวิธีการตรวจผลงานนักเรียนที่สำคัญ

## 2 วิธี คือ

2.1 การตรวจให้คะแนนแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา (Analytic scoring) เป็นการตรวจให้คะแนนโดยกำหนดระดับหรือจุดการให้คะแนนในแต่ละระดับพฤติกรรม ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา เช่น ในแต่ละขั้นตอนจะได้คะแนนตั้งแต่ 0 – 2 ดังรายละเอียดต่อไปนี้

การตรวจให้คะแนนในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา (Analytic scoring)

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา
  - 0 : ไม่เข้าใจปัญหาทั้งหมด
  - 1 : ไม่เข้าใจปัญหาบางส่วนหรือแปลความผิด
  - 2 : เข้าใจปัญหาถูกต้อง
2. ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา
  - 0 : ไม่ทำอะไรเลย
  - 1 : วางแผนถูกต้องเป็นบางส่วน ขึ้นอยู่กับการแปลความส่วนที่ถูกต้อง
  - 2 : วางแผนที่วางไว้สู่คำตอบที่ถูกต้อง ถ้าดำเนินการอย่างถูกต้อง
3. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา
  - 0 : นักเรียนคำนวณผิด
  - 1 : แก้ปัญหาได้บางส่วน
  - 2 : กำหนดปัญหาถูกต้องและคำนวณถูกต้อง
4. ขั้นตรวจสอบผล
  - 0 : ไม่มีคำตอบหรือคำตอบผิด
  - 1 : ลอกคำตอบผิด คำนวณผิด (บางส่วนของปัญหาที่มีหลายคำตอบ)
  - 2 : ตอบถูกต้อง ตอบตรงตามที่ปัญหาถาม

2.2 การตรวจให้คะแนนภาพรวม (Holistic scoring) เน้นการให้คะแนนภาพรวมของผลการแก้ปัญหา ให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดที่สัมพันธ์กับกระบวนการคิดในการแก้ปัญหาให้ค่าคะแนนหนึ่งค่าสำหรับผลการแก้ปัญหาทั้งหมด ซึ่งต่างจากการให้คะแนนในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหาดังตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนมีดังนี้

การตรวจให้คะแนนภาพรวม (Holistic scoring)

- 0 คะแนน เมื่อปรากฏข้อใดข้อหนึ่งต่อไปนี้
  - กระดาษว่างเปล่า

- ลอกข้อมูลในปัญหา แต่ไม่ได้ใช้ข้อมูลเหล่านั้นในการแก้ปัญหาหรือนำมาใช้ แต่ไม่ได้ทำให้เกิดความเข้าใจปัญหาชัดเจนขึ้น

- คำตอบไม่ถูกต้องและไม่ได้แสดงสิ่งอื่นใดเลย

1 คะแนน เมื่อปรากฏข้อใดข้อหนึ่งต่อไปนี้

- มีการแสดงวิธีการหาคำตอบโดยลอกข้อมูลที่บ่งบอกถึงความเข้าใจปัญหาบางอย่าง และแนวทางที่ใช้จะไม่นำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง

- ใช้ยุทธวิธีไม่เหมาะสมและพยายามแก้ปัญหา และไม่มีความคิดหายุทธวิธีอื่นพยายามใช้แนวทางเดียวที่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้

- นักเรียนพยายามที่จะหาเป้าหมายย่อย แต่ไม่ได้แสดงออกมา

2 คะแนน เมื่อปรากฏข้อใดข้อหนึ่งต่อไปนี้

- ใช้ยุทธวิธีไม่เหมาะสมและได้คำตอบไม่ถูกต้อง แต่ผลงานแสดงถึงความเข้าใจปัญหา

- ใช้ยุทธวิธีเหมาะสม แต่

1) ไม่ได้ดำเนินมากพอที่จะได้คำตอบ

2) ดำเนินการไม่ถูกต้อง แต่ไม่ได้แสดงรายละเอียดของการแก้ปัญหา

- ได้คำตอบของปัญหาย่อย แต่ไม่สามารถทำต่อได้

- ได้คำตอบที่ถูกต้อง แต่ไม่ได้แสดงรายละเอียดของการแก้ปัญหา

3 คะแนน เมื่อปรากฏข้อใดข้อหนึ่งต่อไปนี้

- ดำเนินการตามยุทธวิธีที่จะนำไปสู่คำตอบ แต่เข้าใจผิดบางส่วนของปัญหา หรือละเลยเงื่อนไขบางประการในปัญหา

- เลือกยุทธวิธีเหมาะสม แต่

1) ตอบปัญหาผิด ด้วยเหตุผลที่ไม่ชัดเจน

2) ได้จำนวนที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องของปัญหา แต่ไม่ได้ตอบปัญหา หรือตอบปัญหาไม่ถูกต้อง

3) ไม่ได้คำตอบ

- ตอบคำถามถูกต้องและเลือกยุทธวิธีที่เหมาะสม แต่ดำเนินการตามยุทธวิธีไม่สมบูรณ์

4 คะแนน เมื่อปรากฏข้อใดข้อหนึ่งต่อไปนี้

- มีข้อผิดพลาดในการดำเนินการแก้ปัญหาด้วยยุทธวิธีที่เหมาะสม แต่ข้อผิดพลาดไม่ได้ส่งผลให้เข้าใจปัญหาผิด หรือไม่รู้จักดำเนินยุทธวิธีอย่างไร แต่เป็นเพราะลอกผิดหรือคำนวณผิดมากกว่า

- เลือกยุทธวิธีได้เหมาะสมและดำเนินการได้คำตอบถูกต้อง

### 3. การประเมินผลการเขียน

การเขียนนับว่าเป็นส่วนสำคัญของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ การประเมินผลจากการเขียนสามารถพิจารณาได้จาก 3 ลักษณะ คือ

3.1 การเขียนรายงานผลของตนเอง (Self – reports) เหมาะสำหรับการใช้ประเมินความรู้สึกและความเชื่อเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ มากกว่าที่จะใช้วัดพฤติกรรมการแสดงออก ควรใช้การเขียนรายงานของตนเองประกอบกับการประเมินแบบอื่น ๆ

3.2 การเขียนรายงานในชั้นหรือการบ้าน เหมาะที่จะใช้ประเมินความเข้าใจในเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ และใช้เป็นข้อมูลสำหรับครูในการวางแผนบทเรียนต่อไป

3.3 การเขียนในการสอบ ส่วนใหญ่แล้วการเขียนในคณิตศาสตร์มักจะเป็นการเขียนในการทดสอบ

4. ประเมินจากผลงานที่เก็บรวบรวมไว้ในแฟ้มข้อมูลรายบุคคล โดยปกติแล้วแฟ้มข้อมูลรายบุคคลจะรวบรวมข้อมูลจากทั้งการสอบ จากการบ้านและผลงานอื่น ๆ ที่เป็นจุดสำคัญที่จะนำมาประเมินผลรวมสุดท้ายเพื่อให้เกรด

5. การทดสอบ แบบทดสอบโดยทั่วไปมักจะเน้นให้นักเรียนหาคำตอบที่ถูกต้องของปัญหา ไม่ได้เน้นถึงกระบวนการคิดแก้ปัญหา ดังนั้น ในการสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน ควรจะกำหนดข้อคำถามที่มุ่งประเมินกระบวนการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน

เกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้โดยการสื่อสารแนวความคิดคณิตศาสตร์ ได้จำแนกเกณฑ์การประเมินคณิตศาสตร์ โดยการสื่อสารแนวความคิด ออกเป็น 3 ด้าน คือ (Kennedy and Tipp. 1994 : 112 ; citing Vermont Department Education. n.d. : 14 – 45).

### 1. ภาษาคณิตศาสตร์ (Mathematics Language)

1.1 ใช้ภาษาคณิตศาสตร์อย่างไม่เหมาะสม

1.2 ใช้ภาษาคณิตศาสตร์เหมาะสมเป็นบางครั้ง

1.3 ใช้ภาษาคณิตศาสตร์เหมาะสมเกือบทุกครั้ง

1.4 ใช้ภาษาคณิตศาสตร์อย่างเหมาะสม ถูกต้อง ชัดเจน

### 2. การใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ (Representation)

2.1 ไม่ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

- 2.2 ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เป็นบางครั้ง
- 2.3 ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อย่างเหมาะสมเกือบทุกครั้ง
- 2.4 ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อย่างถูกต้องเหมาะสมทุกครั้ง
3. การนำเสนอความคิด (Presentation)
  - 3.1 การนำเสนอไม่ชัดเจน (ไม่สมบูรณ์ ขาดรายละเอียด เนื้อหาสับสน)
  - 3.2 การนำเสนอชัดเจนเป็นบางส่วน
  - 3.3 การนำเสนอมีความชัดเจนเกือบสมบูรณ์
  - 3.4 การนำเสนอชัดเจนดีมาก (สมบูรณ์ เป็นระบบ)

โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยต้องการวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด อ่าน และเขียน ดังนี้

1. ผู้วิจัยวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรม การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด และผู้วิจัยสร้างเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถด้านการพูด โดยผู้วิจัยปรับปรุงแนวคิดและเกณฑ์การให้คะแนนของ (สมเดช บุญประจักษ์. 2540 : 48 – 51) และเคนเนดี้ และทิปส์ Kennedy and Tipps. 1994 : 112 ; citing Vermont Department Education. n.d. : 14 – 15).
2. ผู้วิจัยวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่าน โดยผู้วิจัยสร้างแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่าน และผู้วิจัยจะสร้างเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถด้านการอ่าน โดยผู้วิจัยได้ปรับปรุงแนวคิดและเกณฑ์การให้คะแนนของ (สมเดช บุญประจักษ์. 2540 : 48 – 51)
3. ผู้วิจัยวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน โดยผู้วิจัยสร้างแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน และผู้วิจัยสร้างเกณฑ์การประเมินความสามารถทางสื่อสารแบบภาพรวม (holistic scoring)

### 3.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

#### งานวิจัยต่างประเทศ

ซาลิวสกี (Zalewski. 1978 : 2804 – A) และเคอร์ซิโอ (Curcio. 1982 : 3047 – A) ได้ศึกษาความเข้าใจการอ่านกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจในการอ่านกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับปานกลาง

โรจาส (Rojas.1992 : 53 – A) ทำการศึกษาวิจัยการส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องความน่าจะเป็น โดยการพัฒนาเรียนรู้ด้านทักษะการอ่านและการเขียน โดยให้นักเรียนได้เรียนเป็นกลุ่ม โดยให้นักเรียนเรียนเนื้อหา เรื่อง ความน่าจะเป็นและใช้เทคนิคในการเสริมกิจกรรมทางภาษาในการเรียนคณิตศาสตร์ ผูกการสื่อสารให้นักเรียนโดยกระตุ้นให้นักเรียนได้ค้นคว้าโดยใช้การเสริมแรงในการอ่าน เขียนและพูด ผลปรากฏว่า การทดลองนี้ทำให้นักเรียนมีการเรียนดีขึ้นในกิจกรรมการเรียนรู้ แต่ว่ากิจกรรมการอ่านนักเรียนเห็นประโยชน์เล็กน้อย โดยไม่รู้ว่าการอ่านจะมีประโยชน์อย่างไร อะไรที่เป็นความสามารถในการอ่านของพวกเขา

โจฮันนิง (Johanning.2000 : 151 – 160) ได้ศึกษาการวิเคราะห์การเขียนและการทำงานกลุ่มร่วมกัน ของนักเรียนมัธยมศึกษาในการศึกษาวิชาพีชคณิตเบื้องต้น มีการปฏิรูปโดยการส่งเสริมโดยการให้นักเรียนอ่าน เขียน อภิปรายทางคณิตศาสตร์ เช่นเดียวกับการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ การศึกษาครั้งนี้ได้ให้ความสำคัญกับการเขียนซึ่งจะช่วยให้เด็กนักเรียนคิดไปพร้อม ๆ กันโดยพิจารณาจากผลงานของนักเรียน เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อศึกษาความเข้าใจของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาว่ามีความเข้าใจอย่างไร คิดอย่างไรกับวิธีการแก้ปัญหาที่ได้เขียนอธิบาย กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนระดับเกรด 7 และ 8 จำนวน 48 คน เป็นนักเรียนเกรด 7 จำนวน 14 คน และเกรด 8 จำนวน 34 คน การดำเนินการโดยใช้การเขียนและการทำงานกลุ่มในการเรียนพีชคณิตเบื้องต้น ใช้ระยะเวลาการทดลอง 1 ปี โดยการแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม 7 คน ซึ่งประกอบด้วยนักเรียนเกรด 8 จำนวน 4 คน (ผู้ชาย 1 คน ผู้หญิง 3 คน) นักเรียนเกรด 7 จำนวน 3 คน (ผู้ชาย 2 คน ผู้หญิง 1 คน) เพื่อให้เกิดการสมดุลงของกลุ่มตัวอย่าง การเก็บรวบรวมข้อมูลโดย บันทึกภาพการมีส่วนร่วมและการอภิปรายกลุ่ม และการสัมภาษณ์นักเรียน ผลการศึกษาพบว่า การเขียนอธิบายเป็นวิธีหนึ่งที่กระตุ้นนักเรียนในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เมื่อนักเรียนได้สื่อสารความคิดของตนเองลงบนกระดาษและถ่ายทอดสู่บุคคลอื่น การเขียนอธิบายก่อนการอภิปรายกลุ่ม ทำให้มั่นใจว่านักเรียนทุกคนมีโอกาสศึกษาด้วยตนเองก่อนที่จะพบครูกับเพื่อน ๆ การเขียนทำให้นักเรียนมีความมั่นใจมากขึ้นในการทำงานกลุ่มโดยการแลกเปลี่ยนความคิดภายในกลุ่ม ซึ่งบรรยากาศเช่นนี้ นักเรียนจะมีความกระตือรือร้นในการคิดและการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วย

โรดิเฮฟเวอร์ (Rodeheaver.2000 : 61 – A) ได้ทำการศึกษา กรณีศึกษาระหว่างนักศึกษาคูและความร่วมมือของครูที่สอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา เพื่อศึกษาว่าการสื่อสารอะไรบ้างที่จะมีผลต่อการเรียนการสอน และทำการประเมินข้อมูลย้อนกลับจากนักศึกษาคู ผลปรากฏว่า ข้อมูลย้อนกลับของนักศึกษานี้แสดงถึงครูทำการได้ให้ความสำคัญกับการสื่อสารเป็นอย่างมากโดยมีการจัดการสื่อสารเข้าไปในกระบวนการเรียนการสอนแต่ว่าคุณภาพของการสื่อสารนั้น

จะเป็นการเน้นเพียงให้บรรลุจุดมุ่งหมายเท่านั้น ไม่ได้เน้นในด้านการปฏิบัติ ซึ่งในการใช้การสื่อสารในการทดลองนี้ไม่ได้รับความเป็นอิสระจากครูเลย

โควิงตัน (Covington.2001 : 61 – 12A) ได้ทำการศึกษาวิจัยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในโครงการ Connected Mathematics Project (CMP) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา จุดมุ่งหมายของการศึกษา เพื่อพิจารณาผลของโครงการ CMP ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาซึ่งโรงเรียนตั้งอยู่ในตัวเมือง โดยมีจุดมุ่งหมายอยู่ข้อหนึ่งคือ การเปรียบเทียบรูปแบบของการมีปฏิสัมพันธ์และการสื่อสารในห้องเรียน ของทั้งสองกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองคือห้องเรียนที่เรียนจากโครงการ CMP และห้องเรียนที่เรียนจากห้องเรียนหลักสูตรปกติ รูปแบบของการวิจัยผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลทั้งด้านเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ การวิจัยเชิงปริมาณจะทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในระดับเกรด 8 จำนวน 700 คน ที่เรียนอยู่ในปีการศึกษา 1999 – 2000 โดยใช้คะแนนมาตรฐานของรัฐเป็นเกณฑ์ (State Basic Standards : BST) ส่วนด้านการวิจัยเชิงคุณภาพ ทำโดยการสำรวจจากประสบการณ์ของผู้ที่มีส่วนร่วมในการวิจัยตั้งแต่เริ่มต้น ครูและนักเรียน ผลการศึกษาค้นพบว่า รูปแบบของการมีปฏิสัมพันธ์ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม คือนักเรียนโครงการ CMP และนักเรียนที่เรียนในหลักสูตรปกติมีความแตกต่างกันมาก เพราะห้องเรียนโครงการ CMP จะให้โอกาสนักเรียนทางการเรียนคณิตศาสตร์มากกว่าห้องเรียนหลักสูตรปกติ นอกจากนี้ นักเรียนในโครงการ CMP ได้แสดงถึงการใช้ทักษะการให้เหตุผลทางพีชคณิตอยู่ในระดับเดียวกับนักเรียนในหลักสูตรปกติ แต่แสดงถึงความเข้าใจแนวคิด โดยมีการใช้กลยุทธ์วิธีที่หลากหลายกว่านักเรียนในหลักสูตรปกติ สรุป นักเรียนในโครงการ CMP จะมีผลการปฏิบัติเป็นที่น่าพอใจและได้รับประสบการณ์ทางบวก จากห้องเรียนมากกว่านักเรียนที่เรียนจากหลักสูตรปกติ ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

### งานวิจัยในประเทศ

บุญรวย ชูรักษา (2524 : 20) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจในการอ่านกับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดสุราษฎร์ธานี ผลปรากฏว่าความเข้าใจในการอ่านกับการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ต่อกันในทางบวก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .613 มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

สมเดช บุญประจักษ์ (2540 : 91 – 92) ได้ทำการศึกษาพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การเรียนแบบรวมมือเพื่อที่จะพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ในด้าน ความสามารถในการแก้ปัญหาการใช้เหตุผล และการใช้คณิตศาสตร์สื่อสารกลุ่ม

ตัวอย่างจำนวน 154 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง 75 คน และกลุ่มควบคุม 79 คน ผลการทดลองปรากฏว่า นักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมนั้น มีศักยภาพทางด้าน คณิตศาสตร์ ทั้ง 3 ด้าน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม โดยเฉพาะในด้านการใช้คณิตศาสตร์สื่อสารนั้นนักเรียนกลุ่มทดลองมีการพัฒนาการใช้คณิตศาสตร์สื่อสารได้ดีขึ้นตามลำดับ

สมชาย วรภิเษมสกุล (2540 : 155) ได้ศึกษาค้นคว้าและพัฒนารูปแบบการสอน คณิตศาสตร์โดยการสื่อสารแนวความคิดเพื่อเพิ่มทักษะการแก้ปัญหา โดยใช้กลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ที่มีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 195 คน ผลจากการศึกษาค้นคว้าพบว่า นักเรียนที่ได้เรียนจากรูปแบบการสื่อสารแนวความคิดนั้นแล้วมีผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น เนื่องจากการใช้คณิตศาสตร์สื่อสารสอดคล้องกับหลักสูตรที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ โดยต้องการให้ผู้เรียนได้สื่อสาร/ อภิปรายแนวคิดของตน (การพูด/การเขียน) ที่เกี่ยวกับเนื้อหาวิชา เพื่อให้ความช่วยเหลือเพื่อนที่ไม่อาจทำความเข้าใจได้จากการอธิบายของครูผู้สอน หรือแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดจากความเข้าใจคลาดเคลื่อนของผู้เรียนอย่างรวดเร็ว โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ เพื่อให้ให้นักเรียนที่เรียนเก่งช่วยเหลือนักเรียนที่เรียนอ่อน

วัชร ชันเชื้อ (2545 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาค้นคว้าการพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์เบื้องต้น โดยใช้กระบวนการกลุ่มเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 โรงเรียนพิบูลวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี จำนวน 80 คน ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยใช้ทักษะการพูดและการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เมื่อเรียนโดยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์เบื้องต้น โดยใช้กระบวนการกลุ่ม เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสาร นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ตามเกณฑ์ร้อยละ 70

พรสวรรค์ จรัสรุ่งชัยสกุล (2547 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาค้นคว้าการพัฒนาชุดการเรียนรู้ เรื่อง เมทริกซ์ และดีเทอร์มิแนนต์ โดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 โรงเรียนวัดสุทธิวราราม เขตสาทร กรุงเทพมหานคร จำนวน 44 คน ผลการศึกษาพบว่า ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หลังจากการเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ เรื่อง เมทริกซ์ และดีเทอร์มิแนนต์ โดยใช้หลักการเรียนรู้เพื่อรอบรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ปรากฏว่านักเรียนมีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยเฉลี่ยร้อยละ 79.94

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับการสื่อสาร สรุปได้ว่า การสื่อสารเป็นทักษะที่มีความสำคัญมากในชีวิตประจำวันของเราไม่ว่าจะเป็นด้านการพูด การเขียน การอ่าน และถ้าผู้วิจัยรู้จักการนำทักษะการสื่อสารมาเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่เรียนและวิธีสอนก็จะทำให้การสื่อสารมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เช่น การใช้กระบวนการกลุ่มเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสาร การเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อทักษะส่งเสริมทักษะการสื่อสาร เป็นต้น

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

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

#### การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

##### ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนศรีพุดผา เขตสะพานสูง จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 13 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 455 คน

##### กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนศรีพุดผา เขตสะพานสูง จังหวัดกรุงเทพมหานคร 1 ห้องเรียน จำนวน 35 คน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

##### เนื้อหาที่ใช้

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ของกระทรวงศึกษาธิการ ที่จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ( สสวท. ) เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน

##### ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 ใช้เวลาทดลอง 19 คาบ คาบละ 50 นาที  
ดังนี้

|                   |    |     |
|-------------------|----|-----|
| 1. ทดสอบก่อนเรียน | 2  | คาบ |
| 2. ดำเนินการสอน   | 15 | คาบ |
| 3. ทดสอบหลังเรียน | 2  | คาบ |
| รวม               | 19 | คาบ |

### แบบแผนการวิจัย

ระยะเวลาในการวิจัยครั้งนี้ กระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 โดยใช้เวลาทดลอง 19 คาบ คาบละ 50 นาที

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ผู้วิจัยใช้แบบแผนการทดลอง One – Group Pretest – Posttest Design (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 200-202)

ตาราง 1 แบบแผนการทดลอง

| กลุ่ม | สอบก่อน | ทดลอง | สอบหลัง |
|-------|---------|-------|---------|
| E     | $T_1$   | X     | $T_2$   |

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E หมายถึง กลุ่มทดลอง

X หมายถึง การเรียนการสอนแบบ 4 MAT

$T_1$  หมายถึง การสอบก่อนการทดลอง (Pretest)

$T_2$  หมายถึง การสอบหลังการทดลอง (Posttest)

## 2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
3. แบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน และการเขียน

1. ขั้นตอนการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน จากการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรระดับมัธยมศึกษา และคู่มือการสอนคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ
2. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT
3. วิเคราะห์สาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้
4. จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ที่กำหนดไว้โดยมีแผนการจัดการเรียนรู้ 7 แผน คือ

|                                                                   |       |
|-------------------------------------------------------------------|-------|
| แผนจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ทศนิยมและการเปรียบเทียบทศนิยม       | 1 คาบ |
| แผนจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การบวกและการลบทศนิยม                | 2 คาบ |
| แผนจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การคูณและการหารทศนิยม               | 4 คาบ |
| แผนจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง เศษส่วนและการเปรียบเทียบเศษส่วน     | 1 คาบ |
| แผนจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การบวกและการลบเศษส่วน               | 2 คาบ |
| แผนจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การคูณและการหารเศษส่วน              | 4 คาบ |
| แผนจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างทศนิยมและเศษส่วน | 1 คาบ |

รวม 15 คาบ

ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนประกอบด้วย

- 4.1 จุดประสงค์การเรียนรู้
- 4.2 สาระการเรียนรู้
- 4.3 กิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้
  - 4.3.1 ขั้นสร้างคุณค่าและประสบการณ์ของสิ่งที่เรียน (สมองซีกขวา)
  - 4.3.2 ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์ (สมองซีกซ้าย)
  - 4.3.3 ขั้นปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด (สมองซีกขวา)
  - 4.3.4 ขั้นพัฒนาความคิดรวบยอด (สมองซีกซ้าย)
  - 4.3.5 ขั้นลงมือปฏิบัติจากกรอบความคิดที่กำหนด (สมองซีกซ้าย)
  - 4.3.6 ขั้นสร้างชิ้นงานเพื่อสะท้อนความเป็นตนเอง (สมองซีกขวา)
  - 4.3.7 ขั้นวิเคราะห์คุณค่าและการประยุกต์ใช้ (สมองซีกซ้าย)
  - 4.3.8 ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้กับผู้อื่น (สมองซีกขวา)

#### 4.4 สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้

#### 4.5 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบประเมิน

คุณลักษณะที่พึงประสงค์ของนักเรียน โดยปรับปรุงมาจากเกณฑ์การให้คะแนนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 128) โดยให้ครู เพื่อนครู และนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับปรุงเกณฑ์การประเมินแบบรูบริก (Rubric Assessment)

#### 4.6 บันทึกหลังการสอน

#### 4.7 ข้อเสนอแนะ

5. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ที่ผู้วิจัยสร้างเสร็จแล้วเสนอต่อประธานกรรมการควบคุมปริญญาโท และผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือจำนวน 4 คน เพื่อการตรวจสอบความเหมาะสม และความถูกต้องของจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ / แหล่งการเรียนรู้ และระยะเวลาที่ใช้สอน ตลอดจนภาษาที่ถูกต้อง เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

6. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปเสนอประธานกรรมการควบคุมปริญญาโท เพื่อตรวจสอบแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

7. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องซึ่งเป็นแผนจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์นำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

## 2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เป็นแบบทดสอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร คู่มือครู แบบเรียน และวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จากเอกสารและตำราเกี่ยวกับเทคนิคการสร้าง และวิเคราะห์ข้อสอบของชวาล แพรัตกุล. (2520 : 1 – 407)

2. สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผู้วิจัยจะวิเคราะห์ร่วมกับอาจารย์ผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 4 คน

3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ โดยให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์และด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 4 คน ตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหา จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและความครอบคลุมของคำถามและความเหมาะสม หลังจากนั้นนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

4. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่อคณะกรรมการตรวจพิจารณาอีกครั้ง แล้วนำข้อสอบไปหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม กับ ลักษณะพฤติกรรม (IC) คัดเลือกข้อที่มีดัชนีความสอดคล้อง (IC)  $\geq .50$  ขึ้นไป ได้ค่า (IC) = .75 จำนวน 4 ข้อ (IC) = 1.00 จำนวน 46 ข้อ

5. นำแบบทดสอบที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนศรีพฤฒา เขตสะพานสูง จังหวัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งได้ผ่านการเรียน เรื่องทศนิยมและเศษส่วน มาแล้วจำนวน 100 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

6. ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบที่นักเรียนทำ โดยให้ 1 คะแนน สำหรับข้อสอบที่ตอบถูก และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อสอบที่ตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบเกิน 1 ตัวเลือก

7. นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เทห์ ฟาน (Fan, 1952 : 6-52) คัดเลือกข้อที่ค่าความยาก (p) ระหว่าง .20 – .80 และค่าอำนาจจำแนก (r) .20 ขึ้นไป

8. เลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากระหว่าง .30 - .72 และมีค่าอำนาจจำแนก .33 – .63 จำนวน 30 ข้อ โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหาตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร

9. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไปทดลองกับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 100 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2540 : 183 -184) ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นเป็น .84

10. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

### 3. แบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

3.1 วัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด โดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรม การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด ซึ่งสร้างเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถด้านการพูด โดยปรับปรุงแนวคิดและเกณฑ์การให้คะแนนของ เคนเนดี้ และทิปส์ (Kennedy and Tipp, 1994 :112 ; citing Vermont Department Education. n.d.:14 – 45). และสมเดช บุญประจักษ์ (2540 : 48 – 51).

3.2 วัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่าน โดยใช้แบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านแบบอัตนัยจำนวน 9 ข้อ สร้างเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถด้านการอ่าน โดยปรับปรุงแนวคิดและเกณฑ์การให้คะแนนของ สมเดช บุญประจักษ์. (2540 : 48 – 51).

3.3 วัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน โดยใช้แบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนแบบอัตนัยจำนวน 9 ข้อ และสร้างเกณฑ์การประเมินความสามารถทางสื่อสารแบบภาพรวม (holistic scoring)

และมีขั้นตอนในการสร้างแบบสังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด แบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่าน และแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ดังนี้

1. ศึกษาหลักการและวิธีการในการสร้างแบบประเมิน ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จากเอกสาร / ตำราที่เกี่ยวข้อง

2. สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดที่แสดงถึงความสามารถทางการสื่อสารด้านการพูดของนักเรียน โดยนำไปสังเกตพฤติกรรมและบันทึกคะแนนที่แสดงถึงความสามารถทางการสื่อสารคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียน และสร้างเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถด้านการพูด สร้างแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่าน และสร้างเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถด้านการอ่านที่แสดงถึงความสามารถทางการสื่อสารด้านการอ่านของนักเรียน และสร้างแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน และสร้างเกณฑ์การประเมินความสามารถทางสื่อสารแบบภาพรวม (holistic scoring) ที่แสดงถึงความสามารถทางการสื่อสารด้านการเขียน

3. สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผู้วิจัยจะวิเคราะห์ร่วมกับอาจารย์ผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 4 คน

4. สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด สร้างแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านแบบอัตนัย จำนวน 9 ข้อ และสร้างแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนแบบอัตนัย จำนวน 9 ข้อ โดยให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์และด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 4 คน ตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหา จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและความครอบคลุมของคำถามและความเหมาะสม หลังจากนั้นนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

5. นำแบบสังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดที่แสดงถึงความสามารถด้านการพูด เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถด้านการพูด แบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านที่แสดงถึงความสามารถด้านการอ่าน และเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถด้านการอ่าน แบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนที่แสดงถึงความสามารถทางการสื่อสารด้านการเขียน และเกณฑ์การให้คะแนนสร้างเกณฑ์การประเมิน

ความสามารถทางสื่อสารแบบภาพรวม (holistic scoring) ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น ไปให้กรรมการควบคุม ปรินซิพัลและผู้เชี่ยวชาญจำนวน 4 คน ได้ตรวจสอบความถูกต้องเชิงเนื้อหา แล้วนำข้อสอบไป หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม กับลักษณะพฤติกรรม (IC) คัดเลือกข้อที่มีดัชนีความ สอดคล้อง (IC)  $\geq .50$  ขึ้นไป ซึ่งแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านได้ค่า ดัชนี ความสอดคล้อง (IC) = 1.00 จำนวน 9 ข้อ แบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน ได้ค่า ดัชนีความสอดคล้อง (IC) = 1.00 จำนวน 9 ข้อ

6. นำแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดสอบ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนศรีพฤฒา เขตสะพานสูง จังหวัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งได้ ผ่านการเรียน เรื่องทศนิยมและเศษส่วน มาแล้วจำนวน 100 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

7. ตรวจให้คะแนนแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ที่นักเรียนทำโดยมีเกณฑ์ การให้คะแนนเป็นรายข้อ ดังนี้

#### เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถด้านการพูด

| คะแนน/<br>ความหมาย | คุณลักษณะที่ปรากฏเห็น                                                                                                        |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3 (ดีมาก)          | อธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วน<br>อธิบายแนวคิดของตนให้บุคคลอื่นฟังอย่างถูกต้อง ชัดเจน  |
| 2(ดี)              | อธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้เป็นส่วนใหญ่<br>อธิบายแนวคิดของตนให้บุคคลอื่นฟังอย่างชัดเจนเป็นส่วนใหญ่ |
| 1(พอใช้)           | อธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้บางส่วน<br>อธิบายแนวคิดของตนให้บุคคลอื่นฟังอย่างชัดเจนบางส่วน           |
| 0(ควรปรับปรุง)     | อธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาไม่ได้<br>อธิบายแนวคิดของตนให้บุคคลอื่นฟังไม่ชัดเจน                        |

### เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถด้านการอ่าน

| คะแนน/<br>ความหมาย | คุณลักษณะที่ปรากฏเห็น                                                                                       |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3 (ดีมาก)          | บอกรายละเอียดเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วน<br>เขียนประโยคสัญลักษณ์ประกอบการอธิบายได้ถูกต้อง ครบถ้วน |
| 2(ดี)              | บอกรายละเอียดเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาได้เป็นส่วนใหญ่<br>เขียนประโยคสัญลักษณ์ประกอบการอธิบายได้เป็นส่วนใหญ่       |
| 1(พอใช้)           | บอกรายละเอียดเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาได้บางส่วน<br>เขียนประโยคสัญลักษณ์ประกอบการอธิบายได้บางส่วน                 |
| 0(ควรปรับปรุง)     | บอกรายละเอียดเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาไม่ได้<br>เขียนประโยคสัญลักษณ์ประกอบการอธิบายไม่ได้                         |

### เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถด้านการเขียน

| คะแนน/<br>ความหมาย | คุณลักษณะที่ปรากฏเห็น                                                                                    |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3 (ดีมาก)          | การนำเสนอความคิดชัดเจนดีมาก อธิบายคำตอบถูกต้อง<br>ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อย่างถูกต้อง เหมาะสม ทุกครั้ง |
| 2(ดี)              | การนำเสนอความคิดชัดเจนเป็นส่วนใหญ่หรือเกือบสมบูรณ์<br>ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เหมาะสมเป็นส่วนใหญ่       |
| 1(พอใช้)           | การนำเสนอความคิดชัดเจนเป็นบางส่วน<br>ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เหมาะสมเป็นบางครั้ง                        |
| 0(ควรปรับปรุง)     | การนำเสนอความคิดไม่ชัดเจน ขาดรายละเอียด<br>ไม่ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์                                  |

8. นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (D) โดยใช้วิธีของวิทนี และซาเบอร์ส (D.R. Whitney and D.L. Sabers) (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2539 : 199 – 200) คัดเลือกข้อที่มีค่าที่มีความยาก (p) ระหว่าง .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนก (D) .20 ขึ้นไป

9. คัดเลือกแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านมีค่าความยาก (p) .36 - .66 ค่าอำนาจจำแนก (D) .50 - .57 จำนวน 5 ข้อ และแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนที่มีค่าความยากระหว่าง (p) .31 - .62 และมีค่าอำนาจจำแนก (D) .48 - .59 จำนวน 5 ข้อ โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์เชิง โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหาตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร

10. นำแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ที่คัดเลือกไปทดลองกับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 100 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$  - Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 200) ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านเป็น .88 และได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนเป็น .86

11. นำแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

### ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งมีตัวอย่าง ดังนี้

ข้อ (0) ค่าของเลขโดด 7 หน้าจุดทศนิยมและหลังจุดทศนิยมของจำนวน 37.107 มีค่าเท่าใด

ก. 70 และ 0.07

ข. 7 และ 0.07

ค. 7 และ 0.007

ง. 70 และ 0.007

**เฉลย ค.**

ข้อ (00) ข้อใดต่อไปนี้เป็นถูก

ก.  $0.2 + 0.4 + 0.05 = 0.11$

ข.  $3.2 + 0.4 + 4.5 = 7.1$

ค.  $4.2 + 1.5 - 3.1 = 2.3$

ง.  $0.23 + 0.5 - 0.2 = 0.53$

**เฉลย ง.**

## 2. แบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด ตัวอย่างดังนี้

สังเกตวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ชื่อ - สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

| พฤติกรรมที่สังเกต                                     | คะแนน |   |   |   |
|-------------------------------------------------------|-------|---|---|---|
|                                                       | 3     | 2 | 1 | 0 |
| 1. อธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา |       |   |   |   |
| 2. อธิบายแนวคิดของตนให้บุคคลอื่นฟังอย่างชัดเจน        |       |   |   |   |

### เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถด้านการพูด

| คะแนน/<br>ความหมาย | คุณลักษณะที่ปรากฏเห็น                                                                                                        |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3 (ดีมาก)          | อธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วน<br>อธิบายแนวคิดของตนให้บุคคลอื่นฟังอย่างถูกต้อง ชัดเจน  |
| 2 (ดี)             | อธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้เป็นส่วนใหญ่<br>อธิบายแนวคิดของตนให้บุคคลอื่นฟังอย่างชัดเจนเป็นส่วนใหญ่ |
| 1 (พอใช้)          | อธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้บางส่วน<br>อธิบายแนวคิดของตนให้บุคคลอื่นฟังอย่างชัดเจนบางส่วน           |
| 0 (ควรปรับปรุง)    | อธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาไม่ได้<br>อธิบายแนวคิดของตนให้บุคคลอื่นฟังไม่ชัดเจน                        |

### 3. แบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่าน

ข้อ (0) หนังสือเล่มหนึ่งมี 405 หน้า นิชาอ่านไปแล้ว  $\frac{11}{15}$  ของจำนวนหน้าทั้งหมด  
ยังเหลือหนังสืออีกกี่หน้าที่นิชายังไม่ได้อ่าน

0) โจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง

ตอบ.....

00) โจทย์ต้องการหาอะไร

ตอบ.....

000) วิธีหาคำตอบทำอย่างไร

ตอบ.....

0000) เขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างไร

ตอบ.....

### เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถด้านการอ่าน

| คะแนน/<br>ความหมาย | คุณลักษณะที่ปรากฏเห็น                                                                                       |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3 (ดีมาก)          | บอกรายละเอียดเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วน<br>เขียนประโยคสัญลักษณ์ประกอบการอธิบายได้ถูกต้อง ครบถ้วน |
| 2(ดี)              | บอกรายละเอียดเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาได้เป็นส่วนใหญ่<br>เขียนประโยคสัญลักษณ์ประกอบการอธิบายได้เป็นส่วนใหญ่       |
| 1(พอใช้)           | บอกรายละเอียดเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาได้บางส่วน<br>เขียนประโยคสัญลักษณ์ประกอบการอธิบายได้บางส่วน                 |
| 0(ควรปรับปรุง)     | บอกรายละเอียดเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาไม่ได้<br>เขียนประโยคสัญลักษณ์ประกอบการอธิบายไม่ได้                         |

#### 4 แบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน

ข้อ (0) จงแสดงวิธีทำ

ต้นปีการศึกษา มังกรสูง  $163\frac{3}{4}$  เมื่อสิ้นปีการศึกษา มังกรวัดความสูงได้  $166\frac{3}{5}$

เซนติเมตร มังกรสูงขึ้นเท่าใด

วิธีทำ .....

.....

.....

#### เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถด้านการเขียน

| คะแนน/<br>ความหมาย | คุณลักษณะที่ปรากฏเห็น                                                                                    |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3 (ดีมาก)          | การนำเสนอความคิดชัดเจนดีมาก อธิบายคำตอบถูกต้อง<br>ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อย่างถูกต้อง เหมาะสม ทุกครั้ง |
| 2 (ดี)             | การนำเสนอความคิดชัดเจนเป็นส่วนใหญ่หรือเกือบสมบูรณ์<br>ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เหมาะสมเป็นส่วนใหญ่       |
| 1 (พอใช้)          | การนำเสนอความคิดชัดเจนเป็นบางส่วน<br>ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เหมาะสมเป็นบางครั้ง                        |
| 0 (ควรปรับปรุง)    | การนำเสนอความคิดไม่ชัดเจน ขาดรายละเอียด<br>ไม่ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์                                  |

จากนั้นนำคะแนนดิบ (ผลรวมของคะแนนด้านการพูด การอ่านและการเขียน) ของนักเรียน มาวิเคราะห์โดยใช้ค่าสถิติพื้นฐานร้อยละ แล้วนำคะแนนที่ได้ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์

### 3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยดำเนินการทดลองตามขั้นตอนดังนี้

1. ขอความร่วมมือกับโรงเรียนศรีพุดผา เขตสะพานสูง จังหวัดกรุงเทพมหานคร ที่ทำการทดลองสอนซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างของการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ผู้วิจัยจะดำเนินการทดลองสอนด้วยตนเองด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. ชี้แจงให้กลุ่มตัวอย่างทราบถึงการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติตนได้ถูกต้อง

3. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นจำนวน 30 ข้อ แบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด แบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านจำนวน 5 ข้อ และแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนจำนวน 5 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีพฤฒา เขตสะพานสูง กรุงเทพมหานคร ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง แล้วบันทึกคะแนนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับจากการทดสอบครั้งนี้เป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียน (Pretest)

4. ดำเนินการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT โดยใช้เวลาการสอน 15 คาบ คาบละ 50 นาที

5. เมื่อดำเนินการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ครบแล้ว จะทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด วัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่าน และวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนอีกครั้ง และบันทึกผลการทดสอบให้เป็นคะแนนหลังเรียน (Posttest)

7. เมื่อตรวจให้คะแนนแบบทดสอบ แล้วจะนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

#### 4. การจัดทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ จะใช้สถิติการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

##### 1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538 : 73)

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

เมื่อ  $\bar{X}$  แทน คะแนนเฉลี่ย

$X$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$N$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 ความแปรปรวน คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 73)

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

|            |     |                                 |
|------------|-----|---------------------------------|
| เมื่อ s    | แทน | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน    |
| $\sum X$   | แทน | ผลรวมของคะแนนทั้งหมด            |
| $\sum X^2$ | แทน | ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง |
| N          | แทน | จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง    |

## 2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

### 2.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

#### 2.1.1 การหาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา

คณิตศาสตร์โดยใช้ค่าดัชนีสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$$\text{สูตร } IC = \frac{\sum R}{N} \quad (\text{พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538 : 177})$$

|          |     |                                                   |
|----------|-----|---------------------------------------------------|
| IC       | แทน | ดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับลักษณะของพฤติกรรม |
| $\sum R$ | แทน | ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด    |
| N        | แทน | จำนวนผู้เชี่ยวชาญ                                 |

#### 2.1.2 หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

โดยคำนวณจากสูตร KR – 20 คูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson)

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

|       |          |     |                                                            |
|-------|----------|-----|------------------------------------------------------------|
| เมื่อ | $r_{tt}$ | แทน | ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ                                   |
|       | n        | แทน | จำนวนข้อของแบบทดสอบ                                        |
|       | p        | แทน | สัดส่วนของผู้ที่ได้ในข้อหนึ่ง ๆ หรือจำนวนคนที่ทำถูกทั้งหมด |
|       | q        | แทน | สัดส่วนผู้ที่ไม่ได้ในข้อหนึ่ง คือ 1 - p                    |
|       | $s_t^2$  | แทน | คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือฉบับนี้                       |

(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 :197 - 199)

#### 2.1.3 หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้เทคนิค 27% จากตารางวิเคราะห์ข้อสอบของ จุง เทห์ ฟาน (Fan. 1952 : 3-32).

## 2.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

### 2.2.1 หาความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยใช้

สัมประสิทธิ์แอลฟา (  $\alpha$  - Coefficient) ของครอนบัค (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 :200)

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

|                |     |                           |
|----------------|-----|---------------------------|
| เมื่อ $\alpha$ | แทน | สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น |
| $N$            | แทน | จำนวนข้อในแบบทดสอบ        |
| $s_i^2$        | แทน | คะแนนความแปรปรวนในรายข้อ  |
| $s_t^2$        | แทน | ความแปรปรวนทั้งฉบับ       |

### 2.2.2 หาค่าความยากของแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยคำนวณ

จากสูตร วิทนีและซาเบอร์(D.R.Whitney and D.L. Sabers)

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

|             |     |                                          |
|-------------|-----|------------------------------------------|
| เมื่อ $P_E$ | แทน | ค่าความยากง่าย                           |
| $S_U$       | แทน | ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง                   |
| $S_L$       | แทน | ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน                   |
| $X_{\max}$  | แทน | คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด              |
| $X_{\min}$  | แทน | คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด              |
| $N$         | แทน | จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน |

(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 199 – 200)

### 2.2.3 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดย

คำนวณจากสูตร วิทนีและซาเบอร์(D.R.Whitney and D.L. Sabers)

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

|            |     |                                          |
|------------|-----|------------------------------------------|
| เมื่อ $D$  | แทน | ค่าอำนาจจำแนก                            |
| $S_U$      | แทน | ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง                   |
| $S_L$      | แทน | ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน                   |
| $X_{\max}$ | แทน | คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด              |
| $X_{\min}$ | แทน | คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด              |
| $N$        | แทน | จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน |

(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 199 – 200)

### 3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 t – test Dependent เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT และศึกษาทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน การเขียนและโดยรวมก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT

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

เมื่อ t แทน ค่าที่พิจารณาใน t - Distribution

$\sum D$  แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนของการทดสอบก่อนและหลังจากการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน

$\sum D^2$  แทน ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังการเรียนการสอนแบบ 4 MAT เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน

N แทน จำนวนผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3.2 One sample t - test เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70) และเพื่อเปรียบเทียบทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการพูด การอ่าน การเขียนและโดยรวม หลังได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70)

$$\text{สูตร} \quad t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}} \quad , \quad df = n - 1$$

t แทน ค่าที่พิจารณาใน t – Distribution

$\bar{X}$  แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

$\mu_0$  แทน ค่าเฉลี่ยที่เป็นเกณฑ์คือ 70 %

S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

n แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

df = n - 1

(ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2546 : 144 - 146)

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ ในการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

|           |     |                                            |
|-----------|-----|--------------------------------------------|
| $N$       | แทน | จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง               |
| $\bar{X}$ | แทน | ค่าเฉลี่ยของคะแนน                          |
| $s$       | แทน | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน               |
| $k$       | แทน | คะแนนเต็ม                                  |
| $df$      | แทน | ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (Degrees of Freedom) |
| $t$       | แทน | ค่าสถิติของการแจกแจงแบบ $t$ – distribution |
| **        | แทน | มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01             |

#### การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังจากการเรียนรู้แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ  $t$  – test dependent
2. ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากการเรียนรู้แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ One sample  $t$  - test
3. ผลการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน การเขียนและโดยรวมของนักเรียนก่อนและหลังจากการเรียนรู้แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ  $t$  – test dependent
4. ผลการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน การเขียนและโดยรวมของนักเรียนหลังจากการเรียนรู้แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ One sample  $t$  - test

## ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาทดลอง ตามแผนการทดลองแบบ One –Group

Pretest – Posttest Design ข้อมูลที่ได้สามารถแสดงค่าสถิติ โดยจำแนกตามตัวแปรที่ศึกษา ได้ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังจากการเรียนรู้แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ t – test dependent

ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยได้ทำการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง แล้วนำคะแนนมาคำนวณเพื่อวิเคราะห์ ปรากฏผลดังตาราง 2

ตาราง 2 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังจากการเรียนรู้แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ t – test dependent

| กลุ่มตัวอย่าง | N  | k  | $\bar{X}$ | s    | t       |
|---------------|----|----|-----------|------|---------|
| ก่อนทดลอง     | 35 | 30 | 12.66     | 3.30 | 28.68** |
| หลังทดลอง     | 35 | 30 | 25.06     | 2.40 |         |

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 2 พบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT สูงวก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

2. ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากการเรียนรู้แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ One sample t - test

ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยได้ทำการทดสอบหลังการทดลอง แล้วนำคะแนนมาคำนวณเพื่อวิเคราะห์ ปรากฏผลดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากการเรียนรู้แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ One sample t - test

| กลุ่มตัวอย่าง | <i>N</i> | <i>k</i> | $\bar{X}$ | <i>s</i> | $\mu_0$ (70%) | <i>t</i> |
|---------------|----------|----------|-----------|----------|---------------|----------|
|               | 35       | 30       | 25.06     | 2.40     | 21.00         | 9.90**   |

\*\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 3 พบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า การจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

3. ผลการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน การเขียนและโดยรวมของนักเรียนก่อนและหลังจากการเรียนรู้แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ t – test dependent

ผู้วิจัยได้นำคะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวม โดยได้ทำการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง แล้วนำคะแนนมาคำนวณเพื่อวิเคราะห์ปรากฏผลดังตาราง 4

ตาราง 4 ผลการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน การเขียนและ  
โดยรวมของนักเรียนก่อนและหลังจากการเรียนรู้แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ t – test  
dependent

| ทักษะการสื่อสารทาง<br>คณิตศาสตร์ด้าน | N  | k  | ก่อน      |      | หลัง      |      | t       |
|--------------------------------------|----|----|-----------|------|-----------|------|---------|
|                                      |    |    | $\bar{X}$ | s    | $\bar{X}$ | s    |         |
| การพูด                               | 35 | 6  | 2.49      | 1.10 | 4.97      | .75  | 13.12** |
| การอ่าน                              | 35 | 15 | 8.97      | 2.26 | 13.49     | .98  | 13.84** |
| การเขียน                             | 35 | 15 | 8.43      | 1.93 | 13.00     | 1.06 | 15.13** |
| โดยรวม                               | 35 | 36 | 19.89     | 3.67 | 31.46     | 1.84 | 21.76** |

\*\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 4 พบว่าทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน การเขียนและ  
โดยรวมของนักเรียนหลังได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT สูงวก่อก่อนได้รับการสอนอย่างมี  
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ทำให้นักเรียนมีทักษะ  
การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมสูงขึ้น

4. ผลการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน การเขียนและ  
โดยรวมของนักเรียนหลังจากการเรียนรู้แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ One sample  
t - test

ผู้วิจัยได้นำคะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน การเขียนและ  
โดยรวม โดยได้ทำการทดสอบหลังการทดลอง แล้วนำคะแนนมาคำนวณเพื่อวิเคราะห์ ปรากฏผลดัง  
ตาราง 5

ตาราง 5 ผลการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน การเขียนและ  
โดยรวมของนักเรียนหลังจากการเรียนรู้แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ One sample  
t - test

| ทักษะการสื่อสารทาง<br>คณิตศาสตร์ด้าน | N  | k  | $\bar{X}$ | s    | $\mu_0 (70\%)$ | t       |
|--------------------------------------|----|----|-----------|------|----------------|---------|
| การพูด                               | 35 | 6  | 4.97      | 0.75 | 4.20           | 6.08**  |
| การอ่าน                              | 35 | 15 | 13.49     | 0.98 | 10.50          | 18.06** |
| การเขียน                             | 35 | 15 | 13.00     | 1.06 | 10.50          | 13.96** |
| โดยรวม                               | 35 | 36 | 31.46     | 1.84 | 25.20          | 20.14** |

\*\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 5 พบว่าทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน การเขียนและ  
โดยรวมของนักเรียนหลังได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนน  
เต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า การจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT  
ทำให้นักเรียนมีทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมสูงกว่า  
เกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

#### ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70)
3. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT
4. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70)

#### สมมุติฐานในการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT สูงกว่าก่อนได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70 ขึ้นไป
3. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน การเขียนและโดยรวมของนักเรียน หลังได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT สูงกว่าก่อนได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT
4. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน การเขียนและโดยรวมของนักเรียนหลังได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70 ขึ้นไป

#### วิธีดำเนินการวิจัย

##### 1. การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง

###### 1.1 กลุ่มประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนศรีพยุพตา เขตสะพานสูง จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 13 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 455 คน

## 1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนศรีพุดผา เขตสะพานสูง จังหวัดกรุงเทพมหานคร 1 ห้องเรียนจำนวน 35 คน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

## 2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
3. แบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน และการเขียน

## 3. วิธีดำเนินการทดลอง

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยดำเนินการทดลองตามขั้นตอนดังนี้

1. ขอความร่วมมือกับโรงเรียนศรีพุดผา เขตสะพานสูง จังหวัดกรุงเทพมหานคร ที่ทำการทดลองสอนซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างของการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองสอนด้วยตนเองด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. ชี้แจงให้กลุ่มตัวอย่างทราบถึงการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติตนได้ถูกต้อง
3. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นจำนวน 30 ข้อ แบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด แบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านจำนวน 5 ข้อ และแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนจำนวน 5 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีพุดผา เขตสะพานสูง จังหวัดกรุงเทพมหานคร ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง แล้วบันทึกคะแนนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับจากการทดสอบครั้งนี้เป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียน (Pretest)
4. ดำเนินการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT โดยใช้เวลาการสอน 15 คาบ คาบละ 50 นาที
5. เมื่อดำเนินการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ครบแล้ว ทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

วัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่าน และวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนอีกครั้ง และบันทึกผลการทดสอบให้เป็นคะแนนหลังเรียน (Posttest)

7. เมื่อตรวจให้คะแนนแบบทดสอบ แล้วจะนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

#### 4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

4.1 หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่าน คะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน และคะแนนทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยรวม

4.2 ใช้ค่าสถิติ  $t$ -test dependent เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT และเปรียบเทียบทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน การเขียนและโดยรวมก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT

4.3 ใช้ค่าสถิติ One sample  $t$ -test เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70) และเพื่อเปรียบเทียบทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT กับเกณฑ์ (ร้อยละ 70)

#### สรุปผลการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT สูงวก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT สูงวก่อนเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมของนักเรียนหลังได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT สูงวก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมของนักเรียนหลังได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT สูงวก่อนเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

## อภิปรายผล

จากผลการวิจัยในครั้งนี้ อภิปรายผลได้ดังนี้

### 1. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการเรียนการสอนแบบ

4 MAT สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งอาจเป็นผลสืบเนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

1.1 กระบวนการเรียนการสอนของนักเรียนกลุ่มทดลอง ซึ่งได้รับการสอนแบบ 4 MAT ได้รับการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่องเป็นขั้นตอนทั้ง 8 ขั้นตอนซึ่งเป็นไปตามหลักการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ซึ่งเน้นความแตกต่างระหว่างผู้เรียนเป็นสำคัญ จึงส่งผลให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมตามความถนัด เช่น เล่นเกม แต่งโจทย์ปัญหา การทำงานร่วมกับผู้อื่น วาดภาพ ระบายสี ทำโมบาย ซึ่งสอดคล้องกับ จรูญศรี แจบไธสง. (2546 : 57) ได้กล่าวว่า รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4 MAT เป็นรูปแบบการสอนที่ผู้สอนได้วางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบเพื่อตอบสนองต่อการเรียนรู้ที่แตกต่างกันของผู้เรียน มีการแบ่งขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนออกเป็น 4 ส่วนเพื่อตอบสนองต่อวิธีการเรียนของนักเรียนแต่ละแบบ ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ตามความถนัดและตามความสามารถของนักเรียน

1.2 การเรียนการสอนแบบ 4 MAT ทั้ง 8 ขั้นตอนเป็นการเรียนการสอนที่พัฒนาสมองซีกขวาและสมองซีกซ้ายสลับกันไปเรื่อย ๆ ซึ่งทำให้นักเรียนไม่เครียดมากเวลาเรียน เพราะได้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ร่วมกัน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ เพรสคอตต์ (Prescott.1961 : 14 – 16) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบทางความสัมพันธ์ในเพื่อนวัยเดียวกัน ได้แก่ ความสัมพันธ์ของนักเรียนกับเพื่อนวัยเดียวกันทั้งที่บ้านและที่โรงเรียนมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.3 การเรียนการสอนแบบ 4 MAT เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้ให้ผู้เรียน ดี เก่ง มีความสุข ซึ่งสอดคล้องกับ แมคคาร์ธี (McCarthy. 1990 : 31 – 37) ได้กล่าวว่า การเรียนการสอนแบบ 4 MAT ช่วยทำให้เกิดการปลูกฝังความรักซึ่งกันและกันระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับนักเรียนเพราะการได้ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ รวมทั้งยังเกิดการยอมรับซึ่งกันและกัน และสอดคล้องกับ ไผท สิทธิสุนทร (2543 : 23) ได้กล่าวว่า การเรียนการสอนแบบ 4 MAT ทำให้เกิดบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ที่สนุกสนานเต็มศักยภาพของผู้เรียน ส่งผลให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียน และเกิดการเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่องไม่รู้จักจบ

## 2. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน การเขียนและโดยรวมของนักเรียน ภายหลังจากได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งอาจพิจารณาได้ว่าเป็นผลสืบเนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

2.1 ขั้นตอนการแบบ 4 MAT เปิดโอกาสให้ผู้เรียนใช้ความสามารถในการคิดด้วยตนเองมากขึ้น ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นของตนแบบบูรณาการหลาย ๆ ทักษะ เช่น ทักษะการการพูด คือ การพูดคุยเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน พูดคุยถึงวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งในการเรียนการสอนนักเรียนทุกคนจะได้ทำงานร่วมกับผู้อื่น มีการพูดคุยต่าง ๆ มีการอธิบายให้เพื่อนคนอื่น ๆ ที่ยังไม่เข้าใจ อภิปรายสนทนาโจทย์ปัญหา และการอภิปรายหน้าชั้นเรียน ทักษะการอ่าน คือ อ่านโจทย์ปัญหา ในการเรียนการสอนนักเรียนทุกคนจะได้อ่านโจทย์ปัญหา และอภิปรายโจทย์ปัญหาร่วมกันกับเพื่อน ว่าโจทย์ถามอะไร โจทย์กำหนดอะไรมาให้ และมีวิธีในการหาคำตอบอย่างไร ทักษะการเขียน คือ การแสดงวิธีทำในการแก้โจทย์ปัญหา ในการเรียนการสอนนักเรียนทุกคนจะได้ทำโจทย์ปัญหาต่าง ๆ ที่ครูกำหนดให้ อีกทั้งยังได้ทำโจทย์ปัญหาที่เพื่อน ๆ สร้างขึ้นอีกด้วย ซึ่งทักษะเหล่านี้เป็นทักษะที่สำคัญมากและไม่ควรมองข้าม ซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดของมัมมี และเซฟเฟอร์ด (Mumme & Shepherd.1993 : 7 – 9) ได้กล่าวว่า ทักษะการสื่อสารช่วยส่งเสริมให้นักเรียนทำความเข้าใจเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ โดยการแสดงแนวความคิด การอภิปราย และการฟังความคิดเห็นของนักเรียนคนอื่น ๆ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น

2.2 ขั้นตอนการสอนแบบ 4 MAT เป็นการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม นักเรียนมีการปฏิสัมพันธ์กัน มีการช่วยเหลือกันในการเรียนรู้ ซึ่งจะเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี ซึ่งสอดคล้องกับ สภาครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teachers of Mathematics) (NCTM. 2000 : 270 – 272) ได้กล่าวว่า ครูจะต้องจัดสภาพห้องเรียนที่เอื้อต่อการส่งเสริมให้นักเรียนมีการอธิบาย การถกเถียง การอธิบาย และการใช้เหตุผล เป็นวิธีที่ทำให้ นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กันมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ค้นหาปัญหาร่วมกัน รวมถึงการให้คำแนะนำจากครู การให้นักเรียนมีการอธิบาย การถกเถียง การอภิปราย และการใช้เหตุผล เป็นวิธีที่ทำให้นักเรียนได้มีการสื่อสารทำให้เกิดการเรียนรู้

2.3 การเรียนการสอนแบบ 4 MAT เป็นการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความสามารถอย่างเต็มที่ เช่น การแสดงความคิดเห็นในการแก้ปัญหา ซึ่งกิจกรรมนี้จะช่วยให้นักเรียนได้รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และจะช่วยให้นักเรียนเห็นความคิดที่แตกต่างออกไป ซึ่งสอดคล้องกับ ริเดเซล (Riedesel. 1990 : 377) ได้กล่าวว่า การสื่อสารช่วยให้ผู้เรียนเกิดความชัดเจนในการคิด อีกทั้งการสื่อสารยังเป็นทักษะที่ช่วยให้นักเรียนเกิดความคิดในระดับสูง

## ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะที่จะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนและการศึกษาค้นคว้าต่อไป

### 1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ผู้สอนต้องทำความเข้าใจขั้นตอนการสอนแต่ละขั้นเป็นอย่างดี มีความอดทนในการรอฟังความคิดเห็นต่าง ๆ จากผู้เรียน ใส่ใจและให้คำชี้แนะอย่างทั่วถึง ไม่ลำเอียงหรืออคติ สร้างความรู้สึกเป็นกันเองระหว่างผู้เรียนและผู้สอน

1.2 ในการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ผู้สอนควรให้กำลังใจเมื่อผู้เรียนสามารถทำสิ่งต่าง ๆ ได้ถูกต้อง เช่น ประทับมือให้ ชม ให้ดาว ให้รางวัล เพื่อผู้เรียนจะรู้สึกภูมิใจ เกิดความมั่นใจ กล่าวพูด และกล้าแสดงออกมากขึ้น

1.3 ในการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT แต่ละครั้ง ผู้สอนควรมีกิจกรรมที่มีความหลากหลาย ทันสมัย เหมาะสมกับผู้เรียนในแต่ละชั้น และเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติร่วมกัน

1.4 ในการจัดการเรียนการสอนแต่ละครั้ง กิจกรรมบางกิจกรรมต้องใช้เวลาค่อนข้างมาก ครูควรจัดสรรเวลาให้เหมาะสมกับแต่ละกิจกรรม

### 2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาผลการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์อื่น ๆ กลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ หรือระดับชั้นอื่น ๆ

2.2 ควรศึกษาผลการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ที่มีต่อตัวแปรอื่นๆ เช่น ความคิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหา การเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เป็นต้น

2.3 ควรศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนจากวิธีอื่น ๆ เช่น การสอนแบบ CIPPA MODEL การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ การสอนแบบไตรสิกขา เป็นต้น

บรรณานุกรม

## บรรณานุกรม

- กรรณิการ์ แพลอย. (2547). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการแปลงแบบหมุนแกนพิกัดของ  
สมการกำลังสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม.(คณิตศาสตร์).  
กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2531). เทคโนโลยีร่วมสมัย. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- .....(2543). เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : อรุณการพิมพ์
- กิตติคม คาวีรัตน์. (2543,ตุลาคม). “การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยใช้  
วัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT, ” วารสารวิชาการ. 3 (10) :31 – 34.
- กิติมา สุรสนธิ. (2541). ความรู้ทางการสื่อสาร. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ขวัญตา พันธุ์บ้านแหลม.(2546). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง กราฟและการประยุกต์ของ  
กราฟของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ :  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จรรยาตรี แจบไธสง. (2546). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่องเวกเตอร์  
โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4 MAT ร่วมกับเทคนิควิธีการเรียนแบบร่วมมือ. สารนิพนธ์  
กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ .บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จิราภรณ์ ศิริทวี. (2541,กันยายน). เทคนิคการจัดกิจกรรมให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้  
constructivism .1(9).
- ชวาล แพ้วตุล. (2520). เทคนิคการเขียนข้อสอบ. กรุงเทพฯ : พิกัดอักษร.
- ชูศรี วงศ์รัตนะ . (2546). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 9 กรุงเทพฯ  
เทพเนรมิตการพิมพ์.
- ดุษฎี บริพัตร ณ อยุธยา. (2538). จากศักยภาพสู่อิสรภาพ. กรุงเทพฯ : นานมีบุ๊คส์.
- ตรุเนตร อัสชสวัสดิ์. (2542,กันยายน – ธันวาคม). งานวิจัย การศึกษาผลการสอนโดยใช้ชุด  
กิจกรรม 4 MAT และการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์  
ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1  
ที่เรียนวิชาสังคมศึกษา. วิชาการศึกษาศาสตร์.1(1) : 79 – 80.
- ทัศนีย์ กระต่ายอินทร์; และ สุภิต อนุศาสตร์. (2542). “หน่วยที่ 1 การสื่อสาร,” เอกสาร  
ประกอบการเรียนวิชาภาษาไทยเพื่อการสื่อสารและการสืบค้น. ลพบุรี : ภาควิชาภาษาไทย  
และบรรณารักษศาสตร์ ศูนย์การพิมพ์สถาบันราชภัฏเทพสตรี.

- ธีรบุช นามประเทือง.(2545). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติ และความคงทน  
ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การคูณ การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4  
ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT. ปริญญาานิพนธ์  
กศ.ม.(การประถมศึกษา).กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- นัญฐิตา โพธิ์เพชร. (2545). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค 4 MAT  
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.  
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญรวย ชูรักษา. (2524). ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจในการอ่านกับการแก้โจทย์ปัญหา  
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดสุราษฎร์ธานี. บัณฑิตวิทยาลัย  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญศรี ปราภณศักดิ์; และ ศิริพร จิรวัดณ์กุล. (2538). การสื่อสารเพื่อพัฒนาคุณภาพการพยาบาล.  
พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุรชัย ศิริมหาสาร. (2540 , เมษายน – มิถุนายน) .” การศึกษาที่เน้นมนุษย์เป็นศูนย์กลางของ  
การพัฒนา ,” วารสารพัฒนาหลักสูตร. 18(129).
- ปณต เกิดภักดี. (2544). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น  
ประถมศึกษาปีที่ 6 จากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยจัดกิจกรรม  
แบบ 4 MAT. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยทางการประถมศึกษา). กรุงเทพฯ :  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ไพฑูริ ลิทธิสุนทร.(2543,มีนาคม). “ การเรียนรู้แบบ 4 MAT”, สานปฏิรูป.3 (24),20 -23.
- พรสวรรค์ จรัสรุ่งชัยสกุล. (2547). การพัฒนาชุดการเรียนรู้ เรื่อง เมทริกซ์ และดีเทอร์มิแนนต์ โดยใช้  
หลักการเรียนเพื่อรอบรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 4. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2538). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 6.  
กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- มณฑล ไบบัว. (2536). หลักการและทฤษฎีการสื่อสาร. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2530). การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. (2536). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์  
ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.

- .....(2538). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- .....(2539). เทคนิคการวัดผลกาเรียนรู้. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- .....(2540). สถิติวิทยาทางการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- วรพล พรหมิกบุตร. (2534). การสื่อสารสัญลักษณ์ ธรรมชาติ พัฒนาการ ผลกระทบ.  
กรุงเทพฯ : อาร์ตไลต์.
- วรรณิ์ โสมประยูร. (2534). เทคนิคการสอนคณิตศาสตร์สำเร็จรูปสำหรับครูประถม. กรุงเทพฯ :  
ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- วนิดา พรชัย. (2548). ผลการจัดการเรียนการสอนแบบชิปปา (CIPPA MODEL) เรื่อง พื้นที่ผิวและ  
ปริมาตร ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพฤติกรรมกล้าแสดงออกของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3  
ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่างกัน. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).  
กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2543). วิสัยทัศน์การศึกษา. นนทบุรี : SR PRINTING LIMITED PARTNERSHIP.
- วัชร บุญณสิงห์. (2525). " การสอนคณิตศาสตร์ตามความแตกต่างระหว่างบุคคล เอกสารการสอน  
ชุดวิชาการสอนคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 8 – 15 ". กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- วัชร ชันเชื้อ. (2545). การพัฒนาชุดการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์เบื้องต้น โดยใช้  
กระบวนการกลุ่มเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.  
ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมชาย วรภิเกษมสกุล. (2540). การพัฒนารูปแบบการสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยการสื่อสาร  
แนวความคิดเพื่อเพิ่มทักษะการแก้ปัญหา. กศ.ด. (การวิจัยและการพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ  
: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- สมเดช บุญประจักษ์. (2540). การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ. ปรินญานิพนธ์. กศ.ด.  
(คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมหวัง พิธิยานุวัฒน์. (2527). การออกแบบการศึกษาค้นคว้าในหลักการและวิธีการสำหรับนักวิจัย.  
กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่ม  
คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3-4 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. หน้า 128.

- สิริพร ทิพย์คง. (2536). *การศึกษาศักยภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่อยู่ในรูปแบบต่าง ๆ* [กรุงเทพฯ] : โครงการวิจัยและพัฒนาสมรรถภาพวิจัยของครูโดยใช้สมรรถฐาน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุวิทย์ มูลคำ; และ อรทัย มูลคำ. (2545). 21 *การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาคุณธรรมจริยธรรม ค่านิยมและการเรียนรู้โดยการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง*. กรุงเทพฯ ฯ . โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2547). *แนวปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้หลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ ฯ : สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา.
- อุษณีย์ โพธิสุข. (2537). *สร้างลูกให้เป็นอัจฉริยะ* : กรุงเทพฯ ฯ . ผู้จัดการ.
- ..... (2542,พฤศจิกายน). “ การสอนแบบ 4 MAT System ,” *สานปฏิรูป*. 2(20) :62-65.
- อุษณีย์ โพธิสุข; และคนอื่น ๆ .(2544). *สร้างสรรค้้นักคิด : คู่มือการจัดการศึกษาสำหรับผู้ที่มีความสามารถพิเศษด้านทักษะความคิดระดับสูง*. กรุงเทพฯ ฯ : รัตนพรชัย.
- Bower , Patricia Shane. (1987, October). “The Effect of 4 MAT System on Achievement and Attitudes in Science ,” *Dissertation Abstracts International* . 47(2) : Abstract.
- Bull, Michael Parter. (1993, May). Exploring the Effects on Mathematics Achievement of Eight Grade students that are Taught Problem – Solving Through a Four – Step Method That Addresses the Perceptual Strengths of Each Student (Magic Math). *Dissertation Abstracts*. 54(11) : 5407 – A.
- Carrol , John B.(1963 , May) “A Model of School Learning ,” *Teachers College Record* 64 (8) : 723 – 733.
- Covington, C. L. M. (2001). “ The Effects of Connected Mathematics Project on Middle School Mathematics Achievement,” *Dissertation Abstracts Online*. 61-12A.
- Curcio, Frances Rena. (1982). “The Effect of Knowledge, Reading and Mathematics Achievement, and Sex on Comprehending Mathematical Relationships Expressed in Graphs,” *Dissertation Abstracts International*. 185 : 3047 – A.
- Dechant, Emerald V .(1970). *Improving the Teaching of Reading*. New Jersey : Prentice – Hall Inc.
- Fan , Chung – Teh.(1952). *Item Analysis Table*. Princeton , New Jersey : Education Testing service.

Finn. Kelly F. ; & et al. (2003,June). Assertiveness Level of Occupational Therapists.

*Dissertation Abstracts International*. 58(2) : 809.

Gray, Lillian ; & Reese , Dora .(1957). *Teaching Children to Read*. New York :

The Ronuld Press Company.

Johanning, I. Debra. (2000,March). " An Analysis of Writing and Postwriting Group

Collaboration In Middle School Pre- Algebra," *School Science and*

*Mathematics*. 100(3) : 151 -160.

Kennedy, J.E. ; & Tipps, Steve. (1994). *Guiding Children' Learning of Mathematics*

1994, (7<sup>th</sup> ed). Belmont, California : Wadsworth Publishing Company.

Kolb , David A ; & Rubin, Irwin M. ; & McIntyre, Jame M.(1984).*Organizational Psychology :*

*an Experiential Approach to Organizational Behavior*. 4<sup>th</sup> ed. Englewood Cliffs,

N.J. : Prentice – Hall.

Lester, Frank K. ; & Kroll, Diana L. (1991,April). "Evaluation a New Vision,"

*The Mathematics Teacher*. 84(4) : 276 – 284.

McCarthy , Bernice. (1990). *4 MAT in Action II* . 200 West Station Street Barrington

in the United States of America : Excel , Inc.

.....(1991 , November). " Learning Styles and Schools : Making It Happen ,"

*Dissertation Abstracts International*. 51 (3) : 17.

.....(1997 , March). " A Tale of Four Learners : 4 MAT 's Learning Styles,"

*Dissertation Abstracts International*. 54(7) : 46 – 51.

Morris , Susan ; & McCarthy , Bernice. (1990). *4 MAT in Action ,II sample lesson plans for*

*use with the 4 MAT system*.

Mumme, Judith ; & Shepherd, Nancy. (1993). " *Communication in Mathematics," in*

*Implementing the K – 8 Curriculum and Evaluation Standards*. The National

Council of Teachers of Mathematics.

National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and Standards for*

*School Mathematics*. United States of America. The National Council of

Teachers of Mathematics.

- Prescott, Daniel A.(1961). Report of Conference on Child Study. *Education Bulletin*. Faculty of Education. Bangkok : Chulalongkorn University.
- Rawat, D.S. ; & Gupta, S.L. (1970). *Education Wastage at the Primary Level. A Handbook For Teachers* . New Delhi : S.K.Kitchula at Nalanda Press.
- Riedesel, C. Alan. (1990). *Teaching Elementary School Mathematics*. 5<sup>th</sup> ed. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice – Hall.
- Riordan, Jurie E. ; & Noyce, Pendred E. (2001,July). The Impacts of Standards – Based Mathematics Curricula on Student Achievement in Massachusetts. *Journal for Research in Mathematics Education*. 32(4) : 368 – A.
- Rodeheaver, L. R. (2000). “A Case Study of Communication Between Secondary Mathematics Student Teachers and The Cooperative Teacher,” *Dissertation Abstracts Online*. 61 – 03A.
- Rojas, M. E. (1992). “ Enhancing the Learning of Probability Through Developing Students’ Skill in Reading and Writing,” *Dissertation Abstracts Online*. 53 – 05A.
- Rowan, Thomas E. ; & Morrow, Lorna J. (1993). *Implementing K – 8 Curriculum and Evaluation Standards Reading form the Arithmetics Teacher*. Reston Virginia : The National Council of Teachers of Mathematic, Inc.
- Roy,S. (1982).” Mathematical Creativity - can it be taught at an early age?.” *International Journal of Mathematics Educational in Science and Techniques*. 13(2) : 143 – 147.
- Smith, Nila Banton. (1963). *Be a Better Reader Book II*. 2<sup>nd</sup> ed. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice – Hall, Inc.
- Thurber, Walter A. (1976). *Teaching Science in Today’s secondary School*. Boston : Allyn and Bacon.
- Ursin, Valerie Dee.(1995) “Effects of The 4 MAT System of Instruction on Achievement, Product, and Attitudes Toward Science of Ninth – Grade Students,” *Dissertation Abstracts International*, 594- A.
- Wilson, J.W. (1971). “ *Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics*,” *Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. Edited by Benjamin S. Bloom. U.S.A. : Mc Graw – Hill ,643 – 696..

Zalewski, Jean C. (1978 , November). An Investigation of Selected Factors Contributing to Success in Solving Mathematical World Problem, *Dissertation Abstracts International*. 39 : 2804 – A.

ภาคผนวก

#### ภาคผนวก ก

- ค่าดัชนีสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (IC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
- ค่าดัชนีสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (IC) ของแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
- ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก ( $p$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
- ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก ( $P_E$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) ของแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
- การวิเคราะห์ข้อมูลแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สถิติ  $t$  – test Dependent
- การวิเคราะห์ข้อมูลแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ One sample  $t$  – test
- การวิเคราะห์ข้อมูลแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สถิติ  $t$  – test Dependent
- การวิเคราะห์ข้อมูลแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สถิติ One sample  $t$  – test

ตาราง 6 ค่าดัชนีสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (IC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์  
ทางการเรียน เรื่องทศนิยมและเศษส่วน จำนวน 50 ข้อ

| ข้อ<br>ที่ | ความคิด<br>เห็นผู้เชี่ยวชาญ |   |   |   | IC  | การ<br>พิจารณา | ข้อที่ | ความคิด<br>เห็นผู้เชี่ยวชาญ |   |   |   | IC  | การ<br>พิจารณา |
|------------|-----------------------------|---|---|---|-----|----------------|--------|-----------------------------|---|---|---|-----|----------------|
|            | 1                           | 2 | 3 | 4 |     |                |        | 1                           | 2 | 3 | 4 |     |                |
| 1          | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         | 26     | 1                           | 1 | 1 | 0 | .75 | ใช้ได้         |
| 2          | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         | 27     | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         |
| 3          | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         | 28     | 1                           | 1 | 0 | 1 | .75 | ใช้ได้         |
| 4          | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         | 29     | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         |
| 5          | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         | 30     | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         |
| 6          | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         | 31     | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         |
| 7          | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         | 32     | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         |
| 8          | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         | 33     | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         |
| 9          | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         | 34     | 1                           | 0 | 1 | 1 | .75 | ใช้ได้         |
| 10         | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         | 35     | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         |
| 11         | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         | 36     | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         |
| 12         | 1                           | 1 | 0 | 1 | .75 | ใช้ได้         | 37     | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         |
| 13         | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         | 38     | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         |
| 14         | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         | 39     | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         |
| 15         | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         | 40     | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         |
| 16         | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         | 41     | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         |
| 17         | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         | 42     | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         |
| 18         | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         | 43     | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         |
| 19         | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         | 44     | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         |
| 20         | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         | 45     | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         |
| 21         | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         | 46     | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         |
| 22         | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         | 47     | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         |
| 23         | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         | 48     | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         |
| 24         | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         | 49     | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         |
| 25         | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         | 50     | 1                           | 1 | 1 | 1 | 1   | ใช้ได้         |

ตาราง 7 ค่าดัชนีสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (IC) ของแบบวัดทักษะการสื่อสารทาง  
คณิตศาสตร์ด้านการอ่าน เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน จำนวน 9 ข้อ

| ข้อที่ | ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ |   |   |   | IC | การพิจารณา |
|--------|-------------------------|---|---|---|----|------------|
| 1      | 1                       | 1 | 1 | 1 | 1  | ใช้ได้     |
| 2      | 1                       | 1 | 1 | 1 | 1  | ใช้ได้     |
| 3      | 1                       | 1 | 1 | 1 | 1  | ใช้ได้     |
| 4      | 1                       | 1 | 1 | 1 | 1  | ใช้ได้     |
| 5      | 1                       | 1 | 1 | 1 | 1  | ใช้ได้     |
| 6      | 1                       | 1 | 1 | 1 | 1  | ใช้ได้     |
| 7      | 1                       | 1 | 1 | 1 | 1  | ใช้ได้     |
| 8      | 1                       | 1 | 1 | 1 | 1  | ใช้ได้     |
| 9      | 1                       | 1 | 1 | 1 | 1  | ใช้ได้     |

ตาราง 8 ค่าดัชนีสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (IC) ของแบบวัดทักษะการสื่อสารทาง  
คณิตศาสตร์ด้านการเขียน เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน จำนวน 9 ข้อ

| ข้อที่ | ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ |   |   |   | IC | การพิจารณา |
|--------|-------------------------|---|---|---|----|------------|
| 1      | 1                       | 1 | 1 | 1 | 1  | ใช้ได้     |
| 2      | 1                       | 1 | 1 | 1 | 1  | ใช้ได้     |
| 3      | 1                       | 1 | 1 | 1 | 1  | ใช้ได้     |
| 4      | 1                       | 1 | 1 | 1 | 1  | ใช้ได้     |
| 5      | 1                       | 1 | 1 | 1 | 1  | ใช้ได้     |
| 6      | 1                       | 1 | 1 | 1 | 1  | ใช้ได้     |
| 7      | 1                       | 1 | 1 | 1 | 1  | ใช้ได้     |
| 8      | 1                       | 1 | 1 | 1 | 1  | ใช้ได้     |
| 9      | 1                       | 1 | 1 | 1 | 1  | ใช้ได้     |

ตาราง 9 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทศนิยมและเศษส่วน จำนวน 50 ข้อ

| ข้อที่ | p   | r   | การพิจารณา  | ข้อที่ | p   | r   | การพิจารณา  |
|--------|-----|-----|-------------|--------|-----|-----|-------------|
| 1      | .81 | .22 | ตัดทิ้ง     | 26     | .70 | .30 | ตัดทิ้ง     |
| 2      | .63 | .44 | คัดเลือกไว้ | 27     | .67 | .52 | คัดเลือกไว้ |
| 3      | .70 | .30 | ตัดทิ้ง     | 28     | .61 | .48 | คัดเลือกไว้ |
| 4      | .63 | .52 | คัดเลือกไว้ | 29     | .65 | .33 | ตัดทิ้ง     |
| 5      | .52 | .44 | คัดเลือกไว้ | 30     | .67 | .22 | ตัดทิ้ง     |
| 6      | .59 | .22 | ตัดทิ้ง     | 31     | .37 | .37 | คัดเลือกไว้ |
| 7      | .54 | .26 | ตัดทิ้ง     | 32     | .44 | .30 | ตัดทิ้ง     |
| 8      | .57 | .63 | คัดเลือกไว้ | 33     | .65 | .48 | คัดเลือกไว้ |
| 9      | .56 | .52 | คัดเลือกไว้ | 34     | .57 | .41 | คัดเลือกไว้ |
| 10     | .61 | .48 | คัดเลือกไว้ | 35     | .56 | .30 | ตัดทิ้ง     |
| 11     | .57 | .26 | ตัดทิ้ง     | 36     | .65 | .56 | คัดเลือกไว้ |
| 12     | .72 | .33 | ตัดทิ้ง     | 37     | .39 | .48 | คัดเลือกไว้ |
| 13     | .69 | .56 | คัดเลือกไว้ | 38     | .43 | .41 | คัดเลือกไว้ |
| 14     | .50 | .41 | คัดเลือกไว้ | 39     | .56 | .30 | ตัดทิ้ง     |
| 15     | .61 | .33 | ตัดทิ้ง     | 40     | .54 | .41 | คัดเลือกไว้ |
| 16     | .52 | .44 | คัดเลือกไว้ | 41     | .59 | .52 | คัดเลือกไว้ |
| 17     | .67 | .30 | ตัดทิ้ง     | 42     | .48 | .44 | คัดเลือกไว้ |
| 18     | .70 | .22 | ตัดทิ้ง     | 43     | .41 | .22 | ตัดทิ้ง     |
| 19     | .30 | .41 | คัดเลือกไว้ | 44     | .41 | .44 | คัดเลือกไว้ |
| 20     | .54 | .26 | ตัดทิ้ง     | 45     | .37 | .44 | คัดเลือกไว้ |
| 21     | .62 | .52 | คัดเลือกไว้ | 46     | .67 | .52 | คัดเลือกไว้ |
| 22     | .50 | .48 | คัดเลือกไว้ | 47     | .72 | .33 | ตัดทิ้ง     |
| 23     | .56 | .52 | คัดเลือกไว้ | 48     | .69 | .26 | ตัดทิ้ง     |
| 24     | .61 | .19 | ตัดทิ้ง     | 49     | .72 | .41 | คัดเลือกไว้ |
| 25     | .43 | .33 | คัดเลือกไว้ | 50     | .54 | .41 | คัดเลือกไว้ |

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ทั้งฉบับ = .84

ตาราง 10 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก ( $P_E$ ) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่าน จำนวน 9 ข้อ

| ข้อที่ | $P_E$ | D   | การพิจารณา  |
|--------|-------|-----|-------------|
| 1      | .66   | .50 | คัดเลือกไว้ |
| 2      | .60   | .48 | ตัดทิ้ง     |
| 3      | .56   | .42 | ตัดทิ้ง     |
| 4      | .50   | .56 | คัดเลือกไว้ |
| 5      | .67   | .33 | ตัดทิ้ง     |
| 6      | .50   | .63 | คัดเลือกไว้ |
| 7      | .59   | .52 | คัดเลือกไว้ |
| 8      | .36   | .57 | คัดเลือกไว้ |
| 9      | .39   | .55 | ตัดทิ้ง     |

ค่าความเชื่อมั่น ( $\infty$ -coefficient) ในการให้คะแนนของแบบฝึกทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านทั้งฉบับ = .88

ตาราง 11 ผลการวิเคราะห์ค่าความยาก ( $P_E$ ) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน จำนวน 9 ข้อ

| ข้อที่ | $P_E$ | D   | การพิจารณา  |
|--------|-------|-----|-------------|
| 1      | .82   | .44 | ตัดทิ้ง     |
| 2      | .62   | .50 | คัดเลือกไว้ |
| 3      | .56   | .51 | คัดเลือกไว้ |
| 4      | .70   | .33 | ตัดทิ้ง     |
| 5      | .72   | .37 | ตัดทิ้ง     |
| 6      | .53   | .56 | คัดเลือกไว้ |
| 7      | .67   | .44 | ตัดทิ้ง     |
| 8      | .46   | .48 | คัดเลือกไว้ |
| 9      | .31   | .59 | คัดเลือกไว้ |

ค่าความเชื่อมั่น ( $\infty$ -coefficient) ในการให้คะแนนของแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านทั้งฉบับ = .86

ตาราง 12 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังจากการ  
เรียนรู้แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ t – test dependent

| คนที่ | คะแนนก่อนเรียน | คะแนนหลังเรียน | D  | $D^2$ |
|-------|----------------|----------------|----|-------|
| 1     | 14             | 26             | 12 | 144   |
| 2     | 12             | 26             | 14 | 196   |
| 3     | 10             | 24             | 14 | 196   |
| 4     | 11             | 24             | 13 | 169   |
| 5     | 11             | 25             | 14 | 196   |
| 6     | 17             | 26             | 9  | 81    |
| 7     | 14             | 25             | 11 | 121   |
| 8     | 14             | 25             | 11 | 121   |
| 9     | 11             | 24             | 13 | 169   |
| 10    | 19             | 30             | 11 | 121   |
| 11    | 10             | 22             | 12 | 144   |
| 12    | 19             | 28             | 9  | 81    |
| 13    | 8              | 20             | 12 | 144   |
| 14    | 6              | 21             | 15 | 225   |
| 15    | 12             | 26             | 14 | 196   |
| 16    | 13             | 22             | 9  | 81    |
| 17    | 16             | 26             | 10 | 100   |
| 18    | 10             | 25             | 15 | 225   |
| 19    | 12             | 27             | 15 | 225   |
| 20    | 13             | 27             | 14 | 196   |
| 21    | 8              | 20             | 12 | 144   |
| 22    | 9              | 19             | 10 | 100   |
| 23    | 11             | 26             | 15 | 225   |
| 24    | 18             | 27             | 9  | 81    |
| 25    | 14             | 26             | 12 | 144   |

ตาราง 12 (ต่อ)

| คนที่    | คะแนนก่อนเรียน | คะแนนหลังเรียน | D   | $D^2$ |
|----------|----------------|----------------|-----|-------|
| 26       | 12             | 27             | 15  | 225   |
| 27       | 8              | 26             | 18  | 324   |
| 28       | 13             | 26             | 13  | 169   |
| 29       | 8              | 27             | 19  | 361   |
| 30       | 13             | 25             | 12  | 144   |
| 31       | 16             | 27             | 11  | 121   |
| 32       | 14             | 25             | 11  | 121   |
| 33       | 14             | 27             | 13  | 169   |
| 34       | 17             | 26             | 9   | 81    |
| 35       | 16             | 24             | 8   | 64    |
| $\Sigma$ | 443            | 877            | 434 | 5,604 |

ทดสอบสมมุติฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังจากการ  
เรียนรู้แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ t – test dependent

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

$$t = \frac{434}{\sqrt{\frac{35(5,604) - (434)^2}{34}}}$$

$$t = 28.68$$

ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากการ  
เรียนรู้แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ One sample t - test

| คนที่ | คะแนนหลังเรียน $X$ | $X^2$ |
|-------|--------------------|-------|
| 1     | 26                 | 676   |
| 2     | 26                 | 676   |
| 3     | 24                 | 576   |
| 4     | 24                 | 576   |
| 5     | 25                 | 625   |
| 6     | 26                 | 676   |
| 7     | 25                 | 625   |
| 8     | 25                 | 625   |
| 9     | 24                 | 576   |
| 10    | 30                 | 900   |
| 11    | 22                 | 484   |
| 12    | 28                 | 784   |
| 13    | 20                 | 400   |
| 14    | 21                 | 441   |
| 15    | 26                 | 676   |
| 16    | 22                 | 484   |
| 17    | 26                 | 676   |
| 18    | 25                 | 625   |
| 19    | 27                 | 729   |
| 20    | 27                 | 729   |
| 21    | 20                 | 400   |
| 22    | 19                 | 361   |
| 23    | 26                 | 676   |
| 24    | 27                 | 729   |
| 25    | 26                 | 676   |

ตาราง 13 (ต่อ)

| คนที่    | คะแนนหลังเรียน $X$ | $X^2$  |
|----------|--------------------|--------|
| 26       | 27                 | 729    |
| 27       | 26                 | 676    |
| 28       | 26                 | 676    |
| 29       | 27                 | 729    |
| 30       | 25                 | 625    |
| 31       | 27                 | 729    |
| 32       | 25                 | 625    |
| 33       | 27                 | 729    |
| 34       | 26                 | 676    |
| 35       | 24                 | 576    |
| $\Sigma$ | 877                | 22,171 |

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

$$\bar{X} = \frac{877}{35}$$

$$\bar{X} = 25.06$$

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

$$s = \sqrt{\frac{(35 \times 22,171) - (877 \times 887)}{35 \times 34}}$$

$$s = 2.4$$

ทดสอบสมมุติฐานวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากการเรียนรู้แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ One sample t – test

$$\text{สูตร } t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}}, \quad df = n - 1$$

$$t = \frac{25.06 - 21}{\frac{2.4}{\sqrt{35}}}$$

$$t = 9.90$$

ตาราง 14 ผลการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียนก่อนและหลังจาก  
การเรียนรู้แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ t – test dependent

| คนที่ | คะแนนก่อนเรียน | คะแนนหลังเรียน | D | $D^2$ |
|-------|----------------|----------------|---|-------|
| 1     | 2              | 5              | 3 | 9     |
| 2     | 3              | 6              | 3 | 9     |
| 3     | 1              | 5              | 4 | 16    |
| 4     | 1              | 5              | 4 | 16    |
| 5     | 2              | 4              | 2 | 4     |
| 6     | 3              | 4              | 1 | 1     |
| 7     | 4              | 5              | 1 | 1     |
| 8     | 2              | 5              | 3 | 9     |
| 9     | 2              | 6              | 4 | 16    |
| 10    | 3              | 5              | 2 | 4     |
| 11    | 2              | 4              | 2 | 4     |
| 12    | 2              | 5              | 3 | 9     |
| 13    | 3              | 5              | 2 | 4     |
| 14    | 3              | 4              | 1 | 1     |
| 15    | 2              | 5              | 3 | 9     |
| 16    | 1              | 6              | 5 | 25    |
| 17    | 1              | 4              | 3 | 9     |
| 18    | 2              | 5              | 3 | 9     |
| 19    | 2              | 5              | 3 | 9     |
| 20    | 3              | 4              | 1 | 1     |
| 21    | 2              | 4              | 2 | 4     |
| 22    | 1              | 5              | 4 | 16    |
| 23    | 1              | 5              | 4 | 16    |
| 24    | 2              | 4              | 2 | 4     |
| 25    | 2              | 4              | 2 | 4     |

ตาราง 14 (ต่อ)

| คนที่    | คะแนนก่อนเรียน | คะแนนหลังเรียน | D  | $D^2$ |
|----------|----------------|----------------|----|-------|
| 26       | 2              | 4              | 2  | 4     |
| 27       | 3              | 5              | 2  | 4     |
| 28       | 5              | 6              | 1  | 1     |
| 29       | 4              | 6              | 2  | 4     |
| 30       | 2              | 6              | 4  | 16    |
| 31       | 4              | 5              | 1  | 1     |
| 32       | 4              | 5              | 1  | 1     |
| 33       | 3              | 6              | 3  | 9     |
| 34       | 3              | 6              | 3  | 9     |
| 35       | 5              | 6              | 1  | 1     |
| $\Sigma$ | 87             | 174            | 87 | 259   |

ทดสอบสมมุติฐานทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียนก่อนและ  
 หลังจากการเรียนรู้แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ t – test dependent

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

$$t = \frac{87}{\sqrt{\frac{35(259) - (87)^2}{34}}}$$

$$t = 13.12$$

ตาราง 15 ผลการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียนหลังจาก  
การเรียนรู้แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ One sample t - test

| คนที่ | คะแนนหลังเรียน $X$ | $X^2$ |
|-------|--------------------|-------|
| 1     | 5                  | 25    |
| 2     | 6                  | 36    |
| 3     | 5                  | 25    |
| 4     | 5                  | 25    |
| 5     | 4                  | 16    |
| 6     | 4                  | 16    |
| 7     | 5                  | 25    |
| 8     | 5                  | 25    |
| 9     | 6                  | 36    |
| 10    | 5                  | 25    |
| 11    | 4                  | 16    |
| 12    | 5                  | 25    |
| 13    | 5                  | 25    |
| 14    | 4                  | 16    |
| 15    | 5                  | 25    |
| 16    | 6                  | 36    |
| 17    | 4                  | 16    |
| 18    | 5                  | 25    |
| 19    | 5                  | 25    |
| 20    | 4                  | 16    |
| 21    | 4                  | 16    |
| 22    | 5                  | 25    |
| 23    | 5                  | 25    |
| 24    | 4                  | 16    |
| 25    | 4                  | 16    |

ตาราง 15 (ต่อ)

| คนที่    | คะแนนหลังเรียน $X$ | $X^2$ |
|----------|--------------------|-------|
| 26       | 4                  | 16    |
| 27       | 5                  | 25    |
| 28       | 6                  | 36    |
| 29       | 6                  | 36    |
| 30       | 6                  | 36    |
| 31       | 5                  | 25    |
| 32       | 5                  | 25    |
| 33       | 6                  | 36    |
| 34       | 6                  | 36    |
| 35       | 6                  | 36    |
| $\Sigma$ | 174                | 84    |

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

$$\bar{X} = \frac{174}{35}$$

$$\bar{X} = 4.97$$

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

$$s = \sqrt{\frac{(35 \times 884) - (174 \times 174)}{35 \times 34}}$$

$$s = 0.74$$

ทดสอบสมมุติฐานทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูดของนักเรียนหลังจากการ  
เรียนรู้แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ One sample t - test

$$\text{สูตร } t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}}, \quad df = n - 1$$

$$t = \frac{4.97 - 4.2}{\frac{0.74}{\sqrt{35}}}$$

$$t = 6.16$$

ตาราง 16 ผลการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านของนักเรียนก่อนและ  
 หลังจากการเรียนรู้แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ t – test dependent

| คนที่ | คะแนนก่อนเรียน | คะแนนหลังเรียน | D | $D^2$ |
|-------|----------------|----------------|---|-------|
| 1     | 8              | 12             | 4 | 16    |
| 2     | 7              | 14             | 7 | 49    |
| 3     | 9              | 14             | 5 | 25    |
| 4     | 11             | 15             | 4 | 16    |
| 5     | 11             | 15             | 4 | 16    |
| 6     | 7              | 13             | 6 | 36    |
| 7     | 7              | 14             | 7 | 49    |
| 8     | 8              | 13             | 5 | 25    |
| 9     | 6              | 13             | 7 | 49    |
| 10    | 5              | 12             | 7 | 49    |
| 11    | 5              | 11             | 6 | 36    |
| 12    | 7              | 14             | 7 | 49    |
| 13    | 9              | 15             | 6 | 36    |
| 14    | 6              | 14             | 8 | 64    |
| 15    | 11             | 13             | 2 | 4     |
| 16    | 13             | 14             | 1 | 1     |
| 17    | 12             | 14             | 2 | 4     |
| 18    | 11             | 13             | 2 | 4     |
| 19    | 9              | 12             | 3 | 9     |
| 20    | 8              | 13             | 5 | 25    |
| 21    | 8              | 13             | 5 | 25    |
| 22    | 9              | 14             | 5 | 25    |
| 23    | 11             | 14             | 3 | 9     |
| 24    | 12             | 14             | 2 | 4     |
| 25    | 11             | 13             | 2 | 4     |

ตาราง 16 (ต่อ)

| คนที่    | คะแนนก่อนเรียน | คะแนนหลังเรียน | D   | $D^2$ |
|----------|----------------|----------------|-----|-------|
| 26       | 12             | 14             | 2   | 4     |
| 27       | 8              | 14             | 6   | 36    |
| 28       | 13             | 15             | 2   | 4     |
| 29       | 8              | 13             | 5   | 25    |
| 30       | 9              | 12             | 3   | 9     |
| 31       | 8              | 14             | 6   | 36    |
| 32       | 7              | 13             | 6   | 36    |
| 33       | 7              | 13             | 6   | 36    |
| 34       | 9              | 13             | 4   | 16    |
| 35       | 12             | 15             | 3   | 9     |
| $\Sigma$ | 314            | 472            | 158 | 840   |

ทดสอบสมมุติฐานทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านของนักเรียนก่อนและ  
 หลังจากการเรียนรู้แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ t – test dependent

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

$$t = \frac{158}{\sqrt{\frac{35(840) - (158)^2}{34}}}$$

$$t = 13.84$$

ตาราง 17 ผลการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านของนักเรียนหลังจากการ  
เรียนรู้แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ One sample t - test

| คนที่ | คะแนนหลังเรียน $X$ | $X^2$ |
|-------|--------------------|-------|
| 1     | 12                 | 144   |
| 2     | 14                 | 196   |
| 3     | 14                 | 196   |
| 4     | 15                 | 225   |
| 5     | 15                 | 225   |
| 6     | 13                 | 169   |
| 7     | 14                 | 196   |
| 8     | 13                 | 169   |
| 9     | 13                 | 169   |
| 10    | 12                 | 144   |
| 11    | 11                 | 121   |
| 12    | 14                 | 196   |
| 13    | 15                 | 225   |
| 14    | 14                 | 196   |
| 15    | 13                 | 169   |
| 16    | 14                 | 196   |
| 17    | 14                 | 196   |
| 18    | 13                 | 169   |
| 19    | 12                 | 144   |
| 20    | 13                 | 169   |
| 21    | 13                 | 169   |
| 22    | 14                 | 196   |
| 23    | 14                 | 196   |
| 24    | 14                 | 196   |
| 25    | 13                 | 169   |

ตาราง 17 (ต่อ)

| คนที่    | คะแนนหลังเรียน $X$ | $X^2$ |
|----------|--------------------|-------|
| 26       | 14                 | 196   |
| 27       | 14                 | 196   |
| 28       | 15                 | 225   |
| 29       | 13                 | 169   |
| 30       | 12                 | 144   |
| 31       | 14                 | 196   |
| 32       | 13                 | 169   |
| 33       | 13                 | 169   |
| 34       | 13                 | 169   |
| 35       | 15                 | 225   |
| $\Sigma$ | 472                | 6,398 |

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

$$\bar{X} = \frac{472}{35}$$

$$\bar{X} = 13.49$$

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

$$s = \sqrt{\frac{(35 \times 6,398) - (472 \times 472)}{35 \times 34}}$$

$$s = 0.98$$

ทดสอบสมมุติฐานทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านของนักเรียนหลังจากการ  
เรียนรู้แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ One sample t - test

$$\text{สูตร } t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}}, \quad df = n - 1$$

$$t = \frac{13.49 - 10.50}{\frac{0.74}{\sqrt{35}}}$$

$$t = 18.06$$

ตาราง 18 ผลการวิเคราะห์ผลทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนก่อนและ  
หลังจากการเรียนรู้แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ t – test dependent

| คนที่ | คะแนนก่อนเรียน | คะแนนหลังเรียน | D | $D^2$ |
|-------|----------------|----------------|---|-------|
| 1     | 11             | 13             | 2 | 4     |
| 2     | 6              | 12             | 6 | 36    |
| 3     | 8              | 14             | 6 | 36    |
| 4     | 8              | 14             | 6 | 36    |
| 5     | 7              | 13             | 6 | 36    |
| 6     | 11             | 13             | 2 | 4     |
| 7     | 10             | 14             | 4 | 16    |
| 8     | 8              | 12             | 4 | 16    |
| 9     | 8              | 13             | 5 | 25    |
| 10    | 7              | 14             | 7 | 49    |
| 11    | 6              | 12             | 6 | 36    |
| 12    | 8              | 11             | 3 | 9     |
| 13    | 8              | 12             | 4 | 16    |
| 14    | 6              | 11             | 5 | 25    |
| 15    | 9              | 14             | 5 | 25    |
| 16    | 11             | 15             | 4 | 16    |
| 17    | 12             | 15             | 3 | 9     |
| 18    | 10             | 13             | 3 | 9     |
| 19    | 8              | 12             | 4 | 16    |
| 20    | 8              | 12             | 4 | 16    |
| 21    | 7              | 11             | 4 | 16    |
| 22    | 9              | 13             | 4 | 16    |
| 23    | 11             | 14             | 3 | 9     |
| 24    | 10             | 12             | 2 | 4     |
| 25    | 10             | 14             | 4 | 16    |

ตาราง 18 (ต่อ)

| คนที่    | คะแนนก่อนเรียน | คะแนนหลังเรียน | D   | $D^2$ |
|----------|----------------|----------------|-----|-------|
| 26       | 12             | 13             | 1   | 1     |
| 27       | 8              | 12             | 4   | 16    |
| 28       | 11             | 14             | 3   | 9     |
| 29       | 7              | 13             | 6   | 36    |
| 30       | 6              | 14             | 8   | 64    |
| 31       | 5              | 13             | 8   | 64    |
| 32       | 6              | 13             | 7   | 49    |
| 33       | 6              | 14             | 8   | 64    |
| 34       | 8              | 13             | 5   | 25    |
| 35       | 9              | 13             | 4   | 16    |
| $\Sigma$ | 295            | 455            | 160 | 840   |

ทดสอบสมมุติฐานทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนก่อนและ  
 หลังจากการเรียนรู้แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ t – test dependent

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

$$t = \frac{160}{\sqrt{\frac{35(840) - (160)^2}{34}}}$$

$$t = 15.13$$

ตาราง 19 ผลการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียน  
หลังจากการเรียนรู้แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ One sample t - test

| คนที่ | คะแนนหลังเรียน $X$ | $X^2$ |
|-------|--------------------|-------|
| 1     | 13                 | 169   |
| 2     | 12                 | 144   |
| 3     | 14                 | 196   |
| 4     | 14                 | 169   |
| 5     | 13                 | 169   |
| 6     | 13                 | 169   |
| 7     | 14                 | 196   |
| 8     | 12                 | 144   |
| 9     | 13                 | 169   |
| 10    | 14                 | 196   |
| 11    | 12                 | 144   |
| 12    | 11                 | 121   |
| 13    | 12                 | 144   |
| 14    | 11                 | 121   |
| 15    | 14                 | 196   |
| 16    | 15                 | 225   |
| 17    | 15                 | 225   |
| 18    | 13                 | 169   |
| 19    | 12                 | 144   |
| 20    | 12                 | 144   |
| 21    | 11                 | 121   |
| 22    | 13                 | 169   |
| 23    | 14                 | 196   |
| 24    | 12                 | 144   |
| 25    | 14                 | 196   |

ตาราง 19 (ต่อ)

| คนที่    | คะแนนหลังเรียน $X$ | $X^2$ |
|----------|--------------------|-------|
| 26       | 13                 | 169   |
| 27       | 12                 | 144   |
| 28       | 14                 | 196   |
| 29       | 13                 | 169   |
| 30       | 14                 | 196   |
| 31       | 13                 | 169   |
| 32       | 13                 | 169   |
| 33       | 14                 | 196   |
| 34       | 13                 | 169   |
| 35       | 13                 | 169   |
| $\Sigma$ | 455                | 5,953 |

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

$$\bar{X} = \frac{455}{35}$$

$$\bar{X} = 13.00$$

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

$$s = \sqrt{\frac{(35 \times 5,953) - (455 \times 455)}{35 \times 34}}$$

$$s = 1.06$$

ทดสอบสมมุติฐานทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่านของนักเรียนหลังจากการ  
เรียนรู้แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ One sample t - test

$$\text{สูตร } t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}}, \quad df = n - 1$$

$$t = \frac{13.00 - 10.50}{\frac{1.06}{\sqrt{35}}}$$

$$t = 13.96$$

ตาราง 20 ผลการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยรวมของนักเรียนก่อนและหลังจาก  
การเรียนรู้แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ t – test dependent

| คนที่ | คะแนนก่อนเรียน | คะแนนหลังเรียน | D  | $D^2$ |
|-------|----------------|----------------|----|-------|
| 1     | 21             | 30             | 9  | 81    |
| 2     | 16             | 32             | 16 | 256   |
| 3     | 18             | 33             | 15 | 225   |
| 4     | 20             | 34             | 14 | 196   |
| 5     | 20             | 32             | 12 | 144   |
| 6     | 21             | 30             | 9  | 81    |
| 7     | 21             | 33             | 12 | 144   |
| 8     | 18             | 30             | 12 | 144   |
| 9     | 16             | 32             | 16 | 256   |
| 10    | 15             | 31             | 16 | 256   |
| 11    | 13             | 27             | 14 | 196   |
| 12    | 17             | 30             | 13 | 169   |
| 13    | 20             | 32             | 12 | 144   |
| 14    | 15             | 29             | 14 | 196   |
| 15    | 22             | 32             | 10 | 100   |
| 16    | 25             | 35             | 10 | 100   |
| 17    | 25             | 33             | 8  | 64    |
| 18    | 23             | 31             | 8  | 64    |
| 19    | 19             | 29             | 10 | 100   |
| 20    | 19             | 29             | 10 | 100   |
| 21    | 17             | 28             | 11 | 121   |
| 22    | 19             | 32             | 13 | 169   |
| 23    | 23             | 33             | 10 | 100   |
| 24    | 24             | 30             | 6  | 36    |
| 25    | 23             | 31             | 8  | 64    |

ตาราง 20 (ต่อ)

| คนที่    | คะแนนก่อนเรียน | คะแนนหลังเรียน | D   | $D^2$ |
|----------|----------------|----------------|-----|-------|
| 26       | 26             | 31             | 5   | 25    |
| 27       | 19             | 31             | 12  | 144   |
| 28       | 29             | 35             | 6   | 36    |
| 29       | 19             | 32             | 13  | 169   |
| 30       | 17             | 32             | 15  | 225   |
| 31       | 17             | 32             | 15  | 225   |
| 32       | 17             | 31             | 14  | 196   |
| 33       | 16             | 33             | 17  | 289   |
| 34       | 20             | 32             | 12  | 144   |
| 35       | 26             | 34             | 8   | 64    |
| $\Sigma$ | 696            | 1,101          | 405 | 5,023 |

ทดสอบสมมติฐานทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยรวมของนักเรียนก่อนและหลังจากการเรียนรู้แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ t – test dependent

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

$$t = \frac{405}{\sqrt{\frac{35(5,023) - (405)^2}{34}}}$$

$$t = 21.76$$

ตาราง 21 ผลการวิเคราะห์ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยรวมของนักเรียนหลังจาก  
การเรียนรู้แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ One sample t - test

| คนที่ | คะแนนหลังเรียน $X$ | $X^2$ |
|-------|--------------------|-------|
| 1     | 30                 | 900   |
| 2     | 32                 | 1,024 |
| 3     | 33                 | 1,089 |
| 4     | 34                 | 1,156 |
| 5     | 32                 | 1,024 |
| 6     | 30                 | 900   |
| 7     | 33                 | 1,089 |
| 8     | 30                 | 900   |
| 9     | 32                 | 1,024 |
| 10    | 31                 | 961   |
| 11    | 27                 | 729   |
| 12    | 30                 | 900   |
| 13    | 32                 | 1,024 |
| 14    | 29                 | 841   |
| 15    | 32                 | 1,024 |
| 16    | 35                 | 1,225 |
| 17    | 33                 | 1,089 |
| 18    | 31                 | 961   |
| 19    | 29                 | 841   |
| 20    | 29                 | 841   |
| 21    | 28                 | 784   |
| 22    | 32                 | 1024  |
| 23    | 33                 | 1,089 |
| 24    | 30                 | 900   |
| 25    | 31                 | 961   |

ตาราง 21 (ต่อ)

| คนที่    | คะแนนก่อนเรียน | คะแนนหลังเรียน $X$ | $X^2$  |
|----------|----------------|--------------------|--------|
| 26       | 26             | 31                 | 961    |
| 27       | 19             | 31                 | 961    |
| 28       | 29             | 35                 | 1,225  |
| 29       | 19             | 32                 | 1,024  |
| 30       | 17             | 32                 | 1,024  |
| 31       | 17             | 32                 | 1,024  |
| 32       | 17             | 31                 | 961    |
| 33       | 16             | 33                 | 1,089  |
| 34       | 20             | 32                 | 1,024  |
| 35       | 26             | 34                 | 1,156  |
| $\Sigma$ | 696            | 1,101              | 34,749 |

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

$$\bar{X} = \frac{1,101}{35}$$

$$\bar{X} = 31.46$$

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

$$s = \sqrt{\frac{(35 \times 34,749) - (1,101 \times 1,101)}{35 \times 34}}$$

$$s = 1.84$$

ทดสอบสมมุติฐานทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยรวมของนักเรียนหลังจากการเรียนรู้  
แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ One sample t - test

$$\text{สูตร } t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}}, \quad df = n - 1$$

$$t = \frac{31.46 - 25.2}{\frac{1.84}{\sqrt{35}}}$$

$$t = 20.14$$

#### ภาคผนวก ข

- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
- แบบสังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด
- แบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่าน
- แบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียน
- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT เรื่อง การเปรียบเทียบเศษส่วน

**แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**  
**กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550**  
**โรงเรียนศรีพุดผา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานครเขต 2**

.....

**คำชี้แจง** 1. แบบทดสอบมี 30 ข้อ 30 คะแนน

2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดแล้วทำเครื่องหมายกากบาทลงในกระดาษคำตอบ  
เพียงข้อเดียว

1. ผลบวกค่าประจำหลักของ 7 ของ 784.407 มีค่าเท่าใด

ก.  $10 + 0.1$

ข.  $10 + 0.10$

ค.  $100 + 0.001$

ง.  $100 + 0.100$

2. เลขโดดที่มีค่าน้อยที่สุดของ 187.96 คือจำนวนใด

ก. 1

ข. 6

ค. 7

ง. 8

3. จำนวน 4.69 เขียนให้อยู่ในรูปการกระจายได้ดังในข้อใด

ก.  $(4 \times 10^2) + (6 \times 10) + \left(9 \times \frac{1}{10}\right)$

ข.  $(4 \times 10^2) + (6 \times 1) + \left(9 \times \frac{1}{10}\right)$

ค.  $(4 \times 1) + \left(6 \times \frac{1}{10}\right) + \left(9 \times \frac{1}{10^2}\right)$

ง.  $(4 \times 1) + \left(6 \times \frac{1}{10^2}\right) + \left(9 \times \frac{1}{10^3}\right)$

4. เลขโดด 5, 4, 7 และ 2 เขียนให้อยู่ในรูปทศนิยม 3 ตำแหน่งให้มีค่ามากที่สุดได้ดังในข้อใด

ก. 4.752

ข. 5.427

ค. 7.524

ง. 7.542

5. ถ้า \* เป็นเลขโดดที่มากกว่า 1 จำนวนในข้อต่อไปนี้มีค่ามากที่สุด

ก.  $4.7 * 2$

ข.  $4.42 *$

ค.  $4.94 *$

ง.  $4. * 14$

6. ข้อใดถูกต้อง

ก.  $15.47 < 15.74$

ข.  $17.56 > 17.65$

ค.  $24.65 > 27.14$

ง.  $42.71 < 42.61$

7. ผลลัพธ์ของ  $15.07 + 118.23$  มีค่าเท่าใด

ก. 113.3

ข. 123.3

ค. 133.3

ง. 143.3

8. ข้อใดถูกต้อง

ก.  $45.68 + 14.23 = 58.91$

ข.  $5.42 + 40.5 = 45.92$

ค.  $7.542 + 14.36 = 21.92$

ง.  $42.57 + 13.83 = 55.30$

9. ข้อใด ผิด

ก.  $35.68 - 14.23 = 21.45$

ข.  $15.72 - 10.5 = 5.92$

ค.  $17.53 - 11.36 = 6.17$

ง.  $63.57 - 13.83 = 49.74$

10. ข้อใด ผิด

ก.  $0.3 \times 5 = 1.5$

ข.  $0.2 \times 0.6 = 0.12$

ค.  $1.3 \times 4 = 4.1$

ง.  $2.2 \times 7 = 15.4$

11. ค่าของ  $(0.4 \times 0.45) \div 0.3$  ตรงกับข้อใด

ก. 0.06

ข. 0.6

ค. 6

ง. 60

12.  $A \times 0.4 = 16.4$  แล้ว A คือจำนวนใด

ก. 4.1

ข. 6.1

ค. 41

ง. 61

13. วันแรกวิ่งได้ระยะทาง 12.45 กิโลเมตร วันที่สองวิ่งได้ระยะทาง 26.64 กิโลเมตร รวมสองวันวิ่งได้กี่กิโลเมตร

ก. 39.09

ข. 40.09

ค. 41.09

ง. 42.09

14. นิดซื้อดินสอ 15.50 บาท ซื้อปากกา 12.75 บาท ให้ธนบัตรใบละ 100 บาท นิดจะได้รับเงินทอนเท่าไร

ก. 71.75 บาท

ข. 72.25 บาท

ค. 73.75 บาท

ง. 74.25 บาท

15. แดงมีราคากิโลกรัมละ 37 บาท ซึ่งแดงมีผลหนึ่งหนัก 2 กิโลกรัม 7 ชีด แดงมีผลนี้ราคาเท่าไร

ก. 89.00 บาท

ข. 89.90 บาท

ค. 99.00 บาท

ง. 99.90 บาท

16. นำลวดเส้นหนึ่งมาตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 14.2 เซนติเมตร ยาว 28.6 เซนติเมตร ถ้านำลวดเส้นนี้มาตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส จะได้รูปสี่เหลี่ยมที่ด้านยาวด้านละเท่าไร

ก. 19.4 เซนติเมตร

ข. 20.4 เซนติเมตร

ค. 21.4 เซนติเมตร

ง. 22.4 เซนติเมตร

17. เศษส่วนในข้อใดไม่เท่ากับเศษส่วนในข้ออื่น

ก.  $\frac{1}{2}$

ข.  $\frac{2}{3}$

ค.  $\frac{6}{9}$

ง.  $\frac{10}{15}$

18. ข้อใด ผิด

ก.  $\frac{1}{2} = \frac{3}{6}$

ข.  $\frac{3}{4} \neq \frac{4}{7}$

ค.  $\frac{5}{7} = \frac{7}{5}$

ง.  $\frac{6}{11} \neq \frac{12}{21}$

19.  $4\frac{3}{6} + A = \frac{17}{3}$  แล้ว A คือจำนวนในข้อใด

ก.  $1\frac{1}{6}$

ข.  $-\frac{9}{6}$

ค.  $2\frac{3}{6}$

ง.  $-\frac{13}{6}$

20. ผลลัพธ์ของ  $-\frac{7}{5} - \frac{3}{5}$  คือจำนวนใด

ก.  $-\frac{4}{5}$

ข.  $-\frac{10}{5}$

ค.  $\frac{21}{25}$

ง.  $\frac{21}{5}$

21. ข้อใด ผิด

ก.  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{3} = \frac{1}{6}$

ข.  $\frac{2}{6} \div \frac{1}{4} = \frac{1}{2}$

ค.  $\frac{3}{4} \times \frac{4}{6} = \frac{1}{2}$

ง.  $\frac{3}{5} \div \frac{12}{15} = \frac{3}{4}$

22. ถ้า  $\frac{2}{7} \times A = -\frac{3}{2}$  แล้ว A คือจำนวนใด

ก.  $\frac{14}{3}$

ข.  $-\frac{14}{3}$

ค.  $\frac{21}{4}$

ง.  $-\frac{21}{4}$

23. จุดบนเส้นจำนวนที่เป็นจุดกึ่งกลางระหว่างจุดที่แสดงจำนวน  $\frac{5}{6}$  และ  $\frac{6}{7}$  แสดงจำนวนใด

ก.  $\frac{1}{42}$

ข.  $\frac{1}{84}$

ค.  $\frac{71}{42}$

ง.  $\frac{71}{84}$

24. ผลลัพธ์ของ  $\left(3\frac{3}{5} \times \frac{15}{6}\right) \div \left(1\frac{2}{5} \times \frac{25}{14}\right)$  คือจำนวนใด

ก.  $2\frac{3}{5}$

ข.  $2\frac{4}{5}$

ค.  $3\frac{3}{5}$

ง.  $3\frac{4}{5}$

25.  $\left(\frac{4}{3} \times \frac{35}{3}\right) \div \frac{8}{3}$  เป็นกี่เท่าของ  $\frac{5}{2} \div \frac{6}{2}$

ก. 7 เท่า

ข. 6 เท่า

ค. 5 เท่า

ง. 4 เท่า

26. แม่ค้าต้องการแบ่งเชือก  $\frac{60}{4}$  เมตร ออกเป็นขดเล็ก ๆ โดยแต่ละขดยาว 3 เมตร จะแบ่งได้ทั้งหมดกี่ขด

ก. 2 ขด

ข. 3 ขด

ค. 4 ขด

ง. 5 ขด

27. จำนวนในข้อใดเท่ากับ 5.34

ก.  $5\frac{34}{10}$

ข.  $5\frac{3}{10} + 5\frac{4}{10}$

ค.  $5\frac{34}{100}$

ง.  $3\frac{3}{10} + 2\frac{4}{10}$

28. ข้อใด ผิด

ก.  $0.45 = \frac{45}{100}$

ข.  $0.39 = \frac{39}{10}$

ค.  $1.98 = 1\frac{98}{100}$

ง.  $2.22 = 2\frac{22}{100}$

29. จำนวนในข้อใดเท่ากับ  $\frac{1}{9}$

ก.  $0.\dot{1}$

ข.  $0.\dot{2}$

ค.  $0.\dot{4}$

ง.  $0.\dot{5}$

30. ข้อใด ผิด

ก.  $\frac{5}{10} = 0.5$

ข.  $\frac{1}{4} = 0.25$

ค.  $\frac{2}{5} = 0.4$

ง.  $\frac{1}{5} = 0.02$

ข้อใดในการสอบทุกคนจะ

ครู ปริญา สองสีดา

### แบบสังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

สังเกตวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ชื่อ - สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

| พฤติกรรมที่สังเกต                                     | คะแนน |   |   |   |
|-------------------------------------------------------|-------|---|---|---|
|                                                       | 3     | 2 | 1 | 0 |
| 1. อธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา |       |   |   |   |
| 2. อธิบายแนวคิดของตนให้บุคคลอื่นฟังอย่างชัดเจน        |       |   |   |   |

### เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถด้านการพูด

| คะแนน/<br>ความหมาย | คุณลักษณะที่ปรากฏเห็น                                                                                                        |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3 (ดีมาก)          | อธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วน<br>อธิบายแนวคิดของตนให้บุคคลอื่นฟังอย่างถูกต้อง ชัดเจน  |
| 2 (ดี)             | อธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้เป็นส่วนใหญ่<br>อธิบายแนวคิดของตนให้บุคคลอื่นฟังอย่างชัดเจนเป็นส่วนใหญ่ |
| 1 (พอใช้)          | อธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้บางส่วน<br>อธิบายแนวคิดของตนให้บุคคลอื่นฟังอย่างชัดเจนบางส่วน           |
| 0 (ควรปรับปรุง)    | อธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาไม่ได้<br>อธิบายแนวคิดของตนให้บุคคลอื่นฟังไม่ชัดเจน                        |

ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น ม.1/.....เลขที่.....

### แบบฝึกทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (ด้านการอ่าน)

#### เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน

1) สมโชควิ่งบนพื้นราบได้ระยะทาง 15.45 กิโลเมตร วิ่งขึ้นภูเขาได้ระยะทางอีก 9.39 กิโลเมตร สมโชควิ่งขึ้นภูเขาได้ระยะทางน้อยกว่าวิ่งบนพื้นราบเท่าไร

โจทย์กำหนดอะไรมาให้

.....  
.....

โจทย์ต้องการหาอะไร

.....  
.....

หาคำตอบได้อย่างไร

.....  
.....

เขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างไร

.....  
.....

2) ปัจจุบันเชียวอายุ 48 ปี ขาวมีอายุเป็น  $\frac{1}{2}$  ของเชียว เชียวอายุมากกว่าขาวกี่ปี

โจทย์กำหนดอะไรมาให้

.....  
.....

โจทย์ต้องการหาอะไร

.....  
.....

หาคำตอบได้อย่างไร

.....  
.....

เขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างไร

.....  
.....

3) ครูศรีสุดามีเงิน 1,250.50 บาท แบ่งให้นักเรียน 5 คนเท่า ๆ กัน จะได้คนละเท่าไร  
โจทย์กำหนดอะไรมาให้

.....  
 .....

โจทย์ต้องการหาอะไร

.....

หาคำตอบได้อย่างไร

.....  
 .....

เขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างไร

.....  
 .....

4) แม่ค้าซื้อฝรั่งมาขาย 560 ลูก ขายไป  $\frac{2}{5}$  ของฝรั่งทั้งหมด แม่ค้าขายฝรั่งไปทั้งหมดกี่ลูก  
โจทย์กำหนดอะไรมาให้

.....  
 .....

โจทย์ต้องการหาอะไร

.....

หาคำตอบได้อย่างไร

.....  
 .....

เขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างไร

.....  
 .....

5) เจตต์มีเงิน 2,500.50 บาท ซื้อดินสอ 25 บาท ซื้อสมุด 340.50 บาท เจตต์เหลือเงิน  
ทั้งหมดกี่บาท

โจทย์กำหนดอะไรมาให้

.....  
.....

โจทย์ต้องการหาอะไร

.....

หาคำตอบได้อย่างไร

.....  
.....

เขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างไร

.....  
.....

### เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถด้านการอ่าน

| คะแนน/<br>ความหมาย | คุณลักษณะที่ปรากฏเห็น                                                                                       |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3 (ดีมาก)          | บอกรายละเอียดเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วน<br>เขียนประโยคสัญลักษณ์ประกอบการอธิบายได้ถูกต้อง ครบถ้วน |
| 2(ดี)              | บอกรายละเอียดเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาได้เป็นส่วนใหญ่<br>เขียนประโยคสัญลักษณ์ประกอบการอธิบายได้เป็นส่วนใหญ่       |
| 1(พอใช้)           | บอกรายละเอียดเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาได้บางส่วน<br>เขียนประโยคสัญลักษณ์ประกอบการอธิบายได้บางส่วน                 |
| 0(ควรปรับปรุง)     | บอกรายละเอียดเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาไม่ได้<br>เขียนประโยคสัญลักษณ์ประกอบการอธิบายไม่ได้                         |

### ตัวอย่างการให้คะแนนทักษะความสามารถด้านการอ่าน

0) เชือก 3 เส้นยาว 15.2 , 18.78 และ 25.45 เซนติเมตร เมื่อนำมาต่อกันเป็น  
ท่อนยาวจะได้เชือกที่ยาวกี่เซนติเมตร?

โจทย์กำหนดอะไรมาให้

.....

โจทย์ต้องการหาอะไร

.....

หาคำตอบได้อย่างไร

.....

เขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างไร

.....

บอกรายละเอียดเกี่ยวกับ  
โจทย์ปัญหาได้ครบถ้วน  
(1 คะแนน)

บอกวิธีการแก้โจทย์ปัญหา  
ได้ถูกต้อง  
(1 คะแนน)

เขียนประโยคสัญลักษณ์ได้  
ถูกต้อง  
(1 คะแนน)

รวม 3 คะแนนจะ



ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น ม.1/.....เลขที่.....

แบบฝึกทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ (ด้านการเขียน)

เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน

จงแสดงวิธีทำ

1) ไม้ 3 ท่อนยาว 45.2 , 58.78 และ 125.45 เซนติเมตร เมื่อนำมาต่อกันเป็น  
ท่อนยาวจะได้ไม้ยาวกี่เซนติเมตร

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

ตอบ .....

2) ร้านค้ามีข้าวสารอยู่  $\frac{27}{4}$  กิโลกรัม ถ้าเขาแบ่งขายเป็นถุงๆละ  $\frac{3}{2}$  กิโลกรัม ร้านค้าจะ  
บรรจุข้าวสารได้กี่ถุง

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

ตอบ .....

3) พุเรียนชนิดที่หนึ่ง 2 ผลราคา 150.50 บาท พุเรียนชนิดที่สอง 4 ผลราคา 321 บาท  
พุเรียนชนิดใดราคาแพงกว่ากัน และแพงกว่ากันเท่าไร

วิธีทำ.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอบ .....

4) โรงเรียนจัดงานพบผู้ปกครองนักเรียน 1,200 คน ผู้ปกครองมาร่วมงาน  $\frac{3}{4}$  ของ  
 ผู้ปกครองนักเรียนทั้งหมด ผู้ปกครองมาร่วมงานกี่คน

วิธีทำ.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

ตอบ .....

5) แม่มีเงิน 125.25 บาท แบ่งให้ลูก 5 คนคนละเท่า ๆ กัน ลูกจะได้รับเงินเท่าไร

วิธีทำ.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

ตอบ .....

### เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถด้านการเขียน

| คะแนน/<br>ความหมาย | คุณลักษณะที่ปรากฏเห็น                                                                                    |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3 (ดีมาก)          | การนำเสนอความคิดชัดเจนดีมาก อธิบายคำตอบถูกต้อง<br>ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อย่างถูกต้อง เหมาะสม ทุกครั้ง |
| 2(ดี)              | การนำเสนอความคิดชัดเจนเป็นส่วนใหญ่หรือเกือบสมบูรณ์<br>ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เหมาะสมเป็นส่วนใหญ่       |
| 1(พอใช้)           | การนำเสนอความคิดชัดเจนเป็นบางส่วน<br>ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เหมาะสมเป็นบางครั้ง                        |
| 0(ควรปรับปรุง)     | การนำเสนอความคิดไม่ชัดเจน ขาดรายละเอียด<br>ไม่ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์                                  |

ตัวอย่างการให้คะแนนทักษะความสามารถด้านการเขียน

0) เชือก 3 เส้นยาว 15.2 , 18.78 และ 55.45 เซนติเมตร เมื่อนำมาต่อกันเป็น  
ท่อนยาวจะได้เชือกที่ยาวกี่เซนติเมตร?

วิธีทำ .....  
.....  
.....  
.....

$$\begin{array}{r} 15.2 \\ + \\ 18.78 \\ + \\ \hline 55.45 \\ \hline 89.43 \end{array}$$

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

เขียนรายละเอียดเกี่ยวกับ  
โจทย์ปัญหาได้ครบถ้วน  
(1 คะแนน)

เขียนจำนวนและสัญลักษณ์ทาง  
คณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง เหมาะสม  
(1 คะแนน)

ตอบ .....

}

หาผลลัพธ์ได้ถูกต้อง  
(1 คะแนน)

รวม 3 คะแนน



## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

รายวิชา คณิตศาสตร์

รหัส ค 31101

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เรื่อง การเปรียบเทียบเศษส่วน

จำนวน 1 คาบ

คาบละ 50 นาที

มาตรฐาน ค. 1.4 บวก ลบ คูณและหารเศษส่วนและทศนิยมได้

### 1. จุดประสงค์การเรียนรู้

**ด้านความรู้** นักเรียนสามารถ

1. นักเรียนสามารถหา ค.ร.น. ของจำนวนเต็มได้
2. นักเรียนสามารถบอกได้ว่าเศษส่วนที่กำหนดให้มากกว่า น้อยกว่า หรือเท่ากัน

**ด้านทักษะ / กระบวนการ** นักเรียนสามารถ

- สื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด

**ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์**

- ความรับผิดชอบ
- ความมีระเบียบวินัย
- ทำงานอย่างเป็นระบบ รอบคอบ

### 2. สาระการเรียนรู้

เศษส่วน หมายถึง จำนวนที่เขียนอยู่ในรูป  $\frac{a}{b}$  โดยที่  $a$  และ  $b$  เป็นจำนวนเต็ม และ  $b$

ไม่ใช่ 0

ชนิดของเศษส่วน เศษส่วนแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. เศษส่วนแท้ คือ เศษส่วนที่มีตัวเศษน้อยกว่าตัวส่วน เช่น  $\frac{3}{5}$ ,  $\frac{7}{9}$ ,  $\frac{11}{13}$ , ...
2. เศษเกิน คือ เศษส่วนที่มีตัวเศษมากกว่าหรือเท่ากับตัวส่วน เช่น  $\frac{2}{2}$ ,  $\frac{13}{7}$ ,  $\frac{25}{7}$ , ...

**การเปรียบเทียบเศษส่วนที่เป็นจำนวนบวกทั้งสองจำนวน**

1. เมื่อตัวส่วนของเศษส่วนทั้งสองเท่ากัน ให้พิจารณาตัวเศษ คือ

1.1 ถ้าตัวเศษ **เท่ากัน** เศษส่วนทั้งสองนั้นเท่ากัน

เช่น  $\frac{3}{5} = \frac{3}{5}$  เพราะว่า  $3 = 3$

$$\frac{4}{9} = \frac{4}{9} \quad \text{เพราะว่า } 4 = 4$$

ถ้าตัวเศษ **ไม่เท่ากัน** เศษส่วนที่มีตัวเศษมากจะ **มากกว่า** เศษส่วนที่มีตัวเศษน้อยกว่า

$$\text{เช่น } \frac{4}{9} \neq \frac{7}{9} \quad \text{เพราะว่า } 4 \neq 7 \text{ และ } \frac{4}{9} < \frac{7}{9} \quad \text{เพราะว่า } 4 < 7$$

$$\frac{17}{11} \neq \frac{15}{11} \quad \text{เพราะว่า } 17 \neq 15 \text{ และ } \frac{17}{11} > \frac{15}{11} \quad \text{เพราะว่า } 17 > 15$$

## 2. เมื่อตัวส่วนของเศษส่วนทั้งสอง**ไม่เท่ากัน**

ให้ทำตัวส่วนทั้งสองจำนวนให้เท่ากัน โดยนำจำนวนที่ไม่เท่ากับ 0 มาคูณหรือหารทั้งตัวเศษและตัวส่วน เมื่อได้เศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากันแล้ว จึงเปรียบเทียบตัวเศษโดยใช้หลักเกณฑ์ข้อ 1

เช่น

$$\text{ต้องการเปรียบเทียบ } \frac{1}{2} \text{ และ } \frac{3}{8}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{1 \times 4}{2 \times 4} = \frac{4}{8}$$

$$\frac{3}{8} = \frac{3}{8}$$

เมื่อตัวส่วนของเศษส่วนทั้งสองเท่ากัน ให้พิจารณาตัวเศษ 4 และ 3

$$\text{จะเห็นว่า } 4 > 3 \text{ ดังนั้น } \frac{1}{2} > \frac{3}{8}$$

## การเปรียบเทียบเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบทั้งสองจำนวน

ให้ทำตัวส่วนทั้งสองจำนวนให้เท่ากัน แล้วเปรียบเทียบตามหลักเกณฑ์ข้อ 1 หรือ ข้อ 2

$$\text{เช่น } \frac{-3}{5} = \frac{-3}{5} \quad \text{เพราะว่า } -3 = -3$$

$$\frac{-4}{9} \neq \frac{-7}{9} \quad \text{เพราะว่า } -4 > -7 \text{ ดังนั้น } \frac{-4}{9} > \frac{-7}{9}$$

### 3. กิจกรรมการเรียนรู้

#### 1. ขั้นสร้างคุณค่าและประสบการณ์ (สมองซีกขวา) ครูให้นักเรียนเล่นเกม

“ มากกว่า น้อยกว่า ”

1.1 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่มเท่า ๆ กัน แล้วแจกบัตรเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากันให้นักเรียนทุกคน คนละ 1 ใบ

1.2 ครูสุ่มจับบัตรจำนวนจากกล่องป้ายซึ่งมีบัตรจำนวนที่เขียนเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากันกับบัตรที่แจกให้นักเรียนทุกคน โดยครูจะสุ่มหยิบมา 1 ป้าย เช่น หยิบได้  $\frac{7}{9}$

1.3 ครูสุ่มจับฉลากจากกล่องซึ่งมีบัตร มากกว่า น้อยกว่า เท่ากับ โดยครูจะสุ่มหยิบมา 1 ป้าย เช่น ครูหยิบได้ บัตร มากกว่า

1.4 ครูให้สัญญาณนักเรียน เช่น จำนวนที่มากกว่า  $\frac{7}{9}$  ออกมาหน้าห้อง

1.5 ครูและนักเรียนร่วมกันพิจารณา นักเรียนที่ออกมาหน้าห้องว่าจำนวนที่นักเรียนถือ นั้นมากกว่า  $\frac{7}{9}$  หรือไม่ ถ้านักเรียนตอบถูกต้องจะได้ 1 คะแนน ถ้าผิดจะติดลบ 1 คะแนน ไม่ตอบ ติดลบ 2 คะแนน

1.6 กลุ่มใดได้คะแนนมากที่สุด จะเป็นผู้ชนะ

#### 2. ขั้นวิเคราะห์ประสบการณ์ (สมองซีกซ้าย)

ครูให้นักเรียนจับกลุ่มอภิปรายเกม “ มากกว่า น้อยกว่า ” ดังนี้

2.1 นักเรียนมีวิธีในการเปรียบเทียบเศษส่วนอย่างไร

#### 3. ขั้นปรับปรุงประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด (สมองซีกขวา)

3.1 ครูเปลี่ยนตัวเลขบนบัตรจำนวนเศษส่วน โดยบัตรจะมีเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากัน และ เศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน

3.2 เล่นเกม “ มากกว่า น้อยกว่า ” อีกครั้งจนกว่านักเรียนจะเข้าใจการเปรียบเทียบเศษส่วน

#### 4. ขั้นพัฒนาความคิดรวบยอด (สมองซีกซ้าย)

ครูอธิบายการเปรียบเทียบเศษส่วน ดังนี้

**การเปรียบเทียบเศษส่วนที่เป็นจำนวนบวกทั้งสองจำนวน**

1. เมื่อตัวส่วนของเศษส่วนทั้งสองเท่ากัน ให้พิจารณาตัวเศษ คือ

1.1 ถ้าตัวเศษ เท่ากัน เศษส่วนทั้งสองนั้นเท่ากัน

เช่น  $\frac{3}{5} = \frac{3}{5}$  เพราะว่า  $3 = 3$

1.2 ถ้าตัวเศษ **ไม่เท่ากัน** เศษส่วนที่มีตัวเศษมากจะ **มากกว่า** เศษส่วนที่มีตัวเศษน้อยกว่า

เช่น  $\frac{4}{9} \neq \frac{7}{9}$  เพราะว่า  $4 \neq 7$  และ  $\frac{4}{9} < \frac{7}{9}$  เพราะว่า  $4 < 7$

2. เมื่อตัวส่วนของเศษส่วนทั้งสอง**ไม่เท่ากัน**

ให้ทำส่วนทั้งสองจำนวนให้เท่ากัน โดยนำจำนวนเดียวกันที่ไม่เท่ากับ 0 มาคูณหรือหารทั้งตัวเศษและตัวส่วน เมื่อได้เศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากันแล้ว จึงเปรียบเทียบตัวเศษโดยใช้หลักเกณฑ์ข้อ 1 และให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 4 เรื่อง การเปรียบเทียบเศษส่วน

5. **ชั้นลงมือปฏิบัติจากกรอบแนวคิดที่กำหนด (สมองซีกซ้าย)**

ครูทบทวนการเปรียบเทียบเศษส่วน โดยครูตั้งโจทย์ให้นักเรียนทำบนกระดาน

เช่น จงเรียงเศษส่วนจากมากไปน้อย  $\frac{-1}{2}, \frac{3}{2}, \frac{2}{2}$

5.1 ครูแจกใบงานที่ 4 เกี่ยวกับการเปรียบเทียบเศษส่วนให้นักเรียนทุกคนทำ

5.2 นักเรียนทำใบงานที่ 4 และผลัดกันตรวจความถูกต้องกับเพื่อน

6. **ชั้นสร้างชิ้นงานเพื่อสะท้อนความเป็นตนเอง (สมองซีกขวา)**

6.1 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่มเท่า ๆ กัน

6.2 นักเรียนนำบัตรจำนวนที่แจกให้นำมาจัดเรียงเป็นโมบายโดยกลุ่มแรกเรียงจำนวน

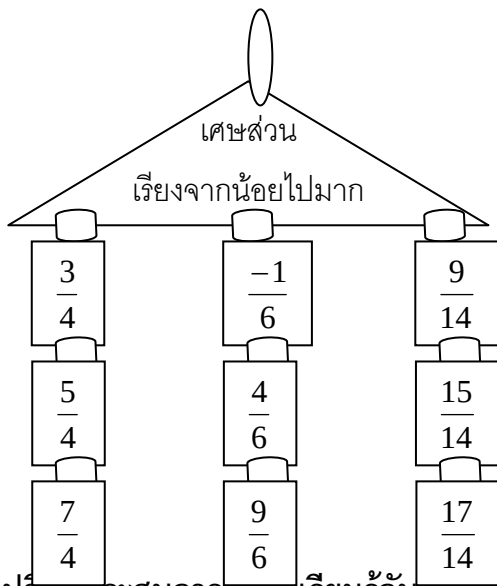
จากมากไปน้อย กลุ่มที่สองเรียงจากน้อยไปมาก

6.3 ครูและนักเรียนตรวจสอบความถูกต้อง

7. **ชั้นวิเคราะห์คุณค่าและการประยุกต์ใช้ (สมองซีกซ้าย)**

7.1 นักเรียนนำเสนอผลงาน และตั้งคำถามถามเพื่อน เกี่ยวกับการเปรียบเทียบ

เศษส่วน



8. **ชั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้กับผู้อื่น (สมองซีกขวา)**

## 8.1 นำเสนอผลงานนักเรียนบนป้ายนิเทศ

## 4. สื่อการเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 4
2. ใบงานที่ 4
3. เกม “มากกว่า น้อยกว่า ”

## 5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

| การวัดผล                                                                          | การประเมินผล   | เครื่องมือ                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------------------------------------------------|
| <b>ด้านความรู้</b><br>ตรวจแบบฝึกหัด                                               | ผ่านเกณฑ์ 80 % | แบบฝึกหัด                                              |
| <b>ด้านทักษะ/กระบวนการ</b><br>สังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทาง<br>คณิตศาสตร์ด้านการพูด | ผ่านเกณฑ์ 70 % | แบบสังเกตพฤติกรรมการสื่อสาร<br>ทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด |
| <b>ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์</b><br>สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้                    | ผ่านเกณฑ์ 80 % | แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้                           |

## 6. บันทึกหลังการสอน

.....

.....

.....

## 7. ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ใบความรู้ที่ 4 การเปรียบเทียบเศษส่วน

เศษส่วน หมายถึง จำนวนที่เขียนอยู่ในรูป  $\frac{a}{b}$  โดยที่  $a$  และ  $b$  เป็นจำนวนเต็ม และ  $b$  ไม่ใช่ 0

**เศษส่วนแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ**

1. เศษส่วนแท้ คือ เศษส่วนที่มีตัวเศษน้อยกว่าตัวส่วน เช่น  $\frac{3}{5}, \frac{7}{9}, \frac{11}{13}, \dots$
2. เศษเกิน คือ เศษส่วนที่มีตัวเศษมากกว่าหรือเท่ากับตัวส่วน เช่น  $\frac{2}{2}, \frac{13}{7}, \frac{25}{7}, \dots$



**การเปรียบเทียบเศษส่วนที่เป็นจำนวนบวกทั้งสองจำนวน**

1. เมื่อตัวส่วนของเศษส่วนทั้งสองเท่ากัน ให้พิจารณาตัวเศษ คือ

1.1 ถ้าตัวเศษ เท่ากัน เศษส่วนทั้งสองนั้นเท่ากัน

เช่น  $\frac{3}{5} = \frac{3}{5}$  เพราะว่า  $3 = 3$

ถ้าตัวเศษ ไม่เท่ากัน เศษส่วนที่มีตัวเศษมากกว่า มากกว่า เศษส่วนที่มีตัวเศษน้อยกว่า

เช่น  $\frac{4}{9} \neq \frac{7}{9}$  เพราะว่า  $4 \neq 7$  และ  $\frac{4}{9} < \frac{7}{9}$  เพราะว่า  $4 < 7$

2. เมื่อตัวส่วนของเศษส่วนทั้งสองไม่เท่ากัน

ให้ทำส่วนทั้งสองจำนวนให้เท่ากัน โดยนำจำนวนที่ไม่เท่ากับ 0 มาคูณหรือหารทั้งตัวเศษและตัวส่วน เมื่อได้เศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากันแล้ว จึงเปรียบเทียบตัวเศษโดยใช้หลักเกณฑ์ข้อ 1

เช่น ต้องการเปรียบเทียบ  $\frac{1}{2}$  และ  $\frac{3}{8}$

$$\frac{1}{2} = \frac{1 \times 4}{2 \times 4} = \frac{4}{8}$$

$$\frac{3}{8} = \frac{3}{8}$$

เมื่อตัวส่วนของเศษส่วนทั้งสองเท่ากัน ให้พิจารณาตัวเศษ 4 และ 3

จะเห็นว่า  $4 > 3$  ดังนั้น  $\frac{1}{2} > \frac{3}{8}$

**การเปรียบเทียบเศษส่วนที่เป็นจำนวนลบทั้งสองจำนวน**

ให้ทำตัวส่วนทั้งสองจำนวนให้เท่ากัน แล้วเปรียบเทียบตามหลักเกณฑ์ข้อ 1 หรือ ข้อ 2

เช่น  $-\frac{3}{5} = -\frac{3}{5}$  เพราะว่า  $-3 = -3$

ค.ร.น. ของ 8 และ 12

$$8 = 2 \times 2 \times 2$$

$$12 = 2 \times 2 \times 3$$

ค.ร.น. ของ 8 และ 12 คือ  $2 \times 2 \times 2 \times 3 = 24$

ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น ม.1/.....เลขที่.....



## ใบงานที่ 4 (การเปรียบเทียบเศษส่วน)



การเปรียบเทียบเศษส่วน

1. จงเติมเครื่องหมาย  $>$  ,  $<$  หรือ  $=$  ให้ถูกต้อง

1.  $\frac{9}{3}$    $\frac{7}{3}$

2.  $\frac{3}{8}$    $\frac{6}{8}$

3.  $-\frac{1}{4}$    $\frac{1}{2}$

4.  $-\frac{3}{11}$    $-\frac{9}{11}$

5.  $1\frac{3}{8}$    $\frac{11}{8}$

6.  $2\frac{3}{4}$    $\frac{3}{8}$

7.  $1\frac{3}{6}$    $\frac{3}{2}$

8.  $-8\frac{4}{6}$    $-2\frac{4}{8}$

9.  $\frac{10}{18}$    $\frac{5}{9}$

10.  $\frac{63}{6}$    $\frac{23}{4}$

เกม “ มากกว่า น้อยกว่า ”

## อุปกรณ์

1. บัตรเศษส่วนที่ตัวส่วนเท่ากัน เช่น  $\frac{3}{5}$ ,  $\frac{8}{5}$ ,  $\frac{12}{5}$ , ...
2. บัตร มากกว่า น้อยกว่า เท่ากับ
3. กล้องจับฉลาก

## วิธีการเล่น

- 1.1 ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่มเท่า ๆ กัน แล้วแจกบัตรเศษส่วนที่ตัวส่วนเท่ากันให้นักเรียนทุกคน คนละ 1 ใบ
- 1.2 ครูสุ่มจับบัตรจำนวนจากกล่องป้ายซึ่งมีบัตรจำนวนที่เขียนเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากันกับบัตรที่แจกให้นักเรียนทุกคน โดยครูจะสุ่มหยิบมา 1 ป้าย เช่น หยิบได้  $\frac{7}{9}$
- 1.3 ครูสุ่มจับฉลากจากกล่องซึ่งมีบัตร มากกว่า น้อยกว่า เท่ากับ โดยครูจะสุ่มหยิบมา 1 ป้าย เช่น ครูหยิบได้ บัตร มากกว่า
- 1.4 ครูให้สัญญาณนักเรียน เช่น จำนวนที่มากกว่า  $\frac{7}{9}$  ออกมานำห้อง
- 1.5 ครูและนักเรียนร่วมกันพิจารณา นักเรียนที่ออกมาหน้าห้องว่าจำนวนที่นักเรียนถืออยู่นั้นมากกว่า  $\frac{7}{9}$  หรือไม่ ถ้านักเรียนตอบถูกต้องจะได้ 1 คะแนน ถ้าผิดจะติดลบ 1 คะแนน ไม่ตอบติดลบ 2 คะแนน
- 1.6 กลุ่มใดได้คะแนนมากที่สุด จะเป็นผู้ชนะ

#### ภาคผนวก ค

- รายนามผู้เชี่ยวชาญในการให้คำแนะนำ ตรวจสอบ และแก้ไขเครื่องมือ

## รายนามผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตพฤติกรรมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์  
แบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการอ่าน แบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้าน  
การเขียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. อาจารย์ประสาธ สอ้านวงศ์  
ข้าราชการบำนาญ  
สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ
2. อาจารย์มณีนภา ชูติบุตร  
ศึกษานิเทศก์วิทยฐานะ ศึกษานิเทศก์เชี่ยวชาญ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา  
กรุงเทพมหานคร เขต 3
3. อาจารย์จรรยา ศรี แจบไธสง  
นักวิชาการศึกษา 6ว กลุ่มวิจัยและพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ สำนักวิชาการและมาตรฐาน  
การศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ
4. อาจารย์วิมล พรหมจันทร์  
หัวหน้าหมวดคณิตศาสตร์ โรงเรียนศรีพฤฒา กรุงเทพมหานคร

ประวัติย่อผู้วิจัย

## ประวัติย่อผู้วิจัย

|                              |                                                                                                                          |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ชื่อ ชื่อสกุล                | นายปริญญา สองสีดา                                                                                                        |
| วันเดือนปีเกิด               | 24 มกราคม 2526                                                                                                           |
| สถานที่เกิด                  | จังหวัดบุรีรัมย์                                                                                                         |
| สถานที่อยู่ปัจจุบัน          | 344 / 78 – 79 ตำบลนิคม อำเภอสตึก<br>จังหวัดบุรีรัมย์ 31150                                                               |
| ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน | ครู คศ. 1                                                                                                                |
| สถานที่ทำงานปัจจุบัน         | โรงเรียนสมโภชกรุงธนุสรณ์ (200ปี) เขตสะพานสูง<br>กรุงเทพมหานคร โทร 02 – 3682652                                           |
| ประวัติการศึกษา              |                                                                                                                          |
| พ.ศ. 2538                    | ประถมศึกษาปีที่ 6<br>จากโรงเรียนบ้านสตึก อำเภอสตึก จังหวัดบุรีรัมย์                                                      |
| พ.ศ. 2544                    | มัธยมศึกษาปีที่ 6<br>จาก โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์                                            |
| พ.ศ. 2548                    | ครุศาสตรบัณฑิต วิชาเอกคณิตศาสตร์<br>จากมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม กรุงเทพมหานคร                                          |
| พ.ศ. 2550                    | ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต<br>กศ.ม. (การมัธยมศึกษา สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์)<br>จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร |