



ผลของการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT
เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ
ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
THE EFFECTS OF THE 4 MAT TEACHING AND LEARNING
" DECIMALS AND FRACTIONS " ON ACADEMIC ACHIEVEMENT
AND MATHEMATICAL COMMUNICATION SKILLS
OF MATHAYOMSUKSA I STUDENTS

ผู้วิจัย

นายปริญญา สองสีดา*

Mr Parinya Songseeda

คณะกรรมการควบคุมรองศาสตราจารย์ ดร. ชวีวรรณ เสวตมาลย์
รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์**Advisory Committee**Assoc. Prof. Dr. Chaweewan Sawetamalya
Assoc. Prof. Nipa Sripairot**บทคัดย่อ**

การศึกษานี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT และเปรียบเทียบกับเกณฑ์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนศรีพุดผกา กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 35 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (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 และโดยรวมของนักเรียนหลังได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมของนักเรียนหลังได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คำสำคัญ : การเรียนการสอนแบบ 4 MAT, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะ การสื่อสารทางคณิตศาสตร์

Abstract

The purpose of this research were 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

* นิสิตปริญญาโท

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.

Keywords : The 4 MAT Teaching and Learning , Academic Achievement Mathematical Communication Skills

ความเป็นมาของปัญหาการวิจัย

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญวิชาหนึ่ง ถือว่าเป็นวิชาที่สร้างสรรคมนุษย์ให้เป็นผู้ที่ใช้ความคิดอย่างเป็นระบบและมีเหตุผล เป็นเครื่องมือในการปลูกฝังให้ผู้เรียนมีความละเอียด รอบคอบช่างสังเกต มีความคิดสร้างสรรค์ช่วยให้เข้าใจสิ่งต่าง ๆ อย่างลึกซึ้ง ตลอดจนมีความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล (วรรณิ โสมประยูร. 2534 : 220 - 224)

การเรียนรู้คณิตศาสตร์ส่วนใหญ่จะพัฒนาเฉพาะสมองซีกซ้ายแต่ความสามารถในการคิดจะพัฒนาได้เต็มที่ก็ต่อเมื่อผู้เรียนได้พัฒนาสมองทุกส่วน และเมื่อใดที่ครูสอนให้นักเรียนรู้จักคิด รู้จักใช้สมองทุกส่วนได้ตลอดเวลา เมื่อนั้นครูได้ช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาศักยภาพได้เต็มที่ (ดุษฎี บริพัตร ณ ออยุธยา.2538 : 1) ดังนั้นวิธีการสอนที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาสมองซีกขวา

และสมองซีกซ้ายสลับกันไปมาคือ การเรียนการสอน แบบ 4 MAT ในการจัดการเรียนการสอนแต่ละครั้งผู้เรียนและครู จะต้องมีการปฏิสัมพันธ์กันตลอดเวลา และทักษะที่สำคัญในการปฏิสัมพันธ์ก็คือ การฟัง พูด อ่าน เขียน ซึ่งทักษะเหล่านี้เป็นทักษะขั้นพื้นฐานของมนุษย์

ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ซึ่งทดลองสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน เพื่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการจัดการเรียนการสอนครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพของการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ต่อไป

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

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)

สมมุติฐานในการศึกษาค้นคว้า

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

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียน ศรีพฤฒา เขตสะพานสูง กรุงเทพมหานคร จำนวน 13 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 455 คน ซึ่งแต่ละห้องจัดแบบคณะกรรมการ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนศรีพฤฒา เขตสะพานสูง จังหวัด กรุงเทพมหานคร 1 ห้องเรียน จำนวน 35 คน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ คือ การเรียนการสอนแบบ 4 MAT

ตัวแปรตาม

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
2. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

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

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองแบบ One -Group Pretest - Posttest Design โดยทดสอบก่อนเรียน (Pretest) กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบวัดทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ด้านการพูด การอ่าน และการเขียน จากนั้นจึงดำเนินการสอนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องทศนิยมและเศษส่วน เป็นจำนวน 19 คาบ เมื่อสิ้นสุดการสอนจึงดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยใช้เครื่องมือฉบับเดียวกับก่อนเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ t - test dependent ใช้เปรียบเทียบ Pretest กับ Posttest และ ใช้สถิติ One sample t - test ใช้เปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ โดยมีขั้นตอนในการวิเคราะห์ดังนี้

1. วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมของนักเรียนก่อนและหลังจากการเรียนรู้แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สถิติ t - test dependent

2. วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมของนักเรียนหลังจากการเรียนรู้แบบ 4 MAT ของกลุ่มตัวอย่างเทียบกับเกณฑ์โดยใช้สถิติ One sample t - test

สรุปผลการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT สูงกว่าก่อนได้รับการเรียนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมของนักเรียนหลังได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT สูงกว่าก่อนได้รับการเรียนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน การเขียน และโดยรวมของนักเรียนหลังได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยในครั้งนี้ อภิปรายผลได้ดังนี้

1. คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งอาจเป็นผลสืบเนื่องมาจากสาเหตุดังต่อไปนี้

1.1 กระบวนการเรียนการสอนของนักเรียนกลุ่มทดลอง ซึ่งได้รับการสอนแบบ 4 MAT ได้รับการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่องเป็นขั้นตอนทั้ง 8 ขั้นตอนซึ่งเป็นไปตามหลักการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ที่เน้นความแตกต่างระหว่างผู้เรียนเป็นสำคัญซึ่งสอดคล้องกับ จรูญศรีแจบไรสง.(2546: 57) ได้กล่าวว่า รูปแบบการเรียนรู้แบบ 4 MAT เป็นรูปแบบการสอนที่ผู้สอนได้วางแผนการจัด

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนอย่างเป็นระบบเพื่อตอบสนองต่อการเรียนรู้ที่แตกต่างกันของผู้เรียน

1.2 การเรียนการสอนแบบ 4 MAT ทั้ง 8 ชั้นเป็นการเรียนการสอนที่พัฒนาสมองซีกขวาและสมองซีกซ้ายสลับกันไปเรื่อย ๆ ซึ่งทำให้นักเรียนไม่เครียดมากเวลาเรียนเพราะได้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ร่วมกัน

1.3 การเรียนการสอนแบบ 4 MAT เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการเรียนรู้ให้ผู้เรียน ดี เก่ง มีความสุข ซึ่งสอดคล้องกับ แมคคาร์ธี (McCarthy, 1990 : 31 - 37) ได้กล่าวว่า การเรียนการสอนแบบ 4 MAT ช่วยทำให้เกิดการปลูกฝังความรักซึ่งกันและกันระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับนักเรียนเพราะการได้ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ สอดคล้องกับ ไผท สิทธิสุนทร (2543 : 23) ได้กล่าวว่า การเรียนการสอนแบบ 4 MAT ทำให้เกิดบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ที่สนุกสนานเต็มศักยภาพของผู้เรียน ส่งผลให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนและเกิดการเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่องไม่รู้จักจบ

2. ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการพูด การอ่าน การเขียนและโดยรวมของนักเรียนภายหลังจากได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT สูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งอาจเป็นผลสืบเนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้

2.1 ขั้นตอนแบบ 4 MAT เปิดโอกาสให้ผู้เรียนใช้ความสามารถในการคิดด้วยตนเองมากขึ้น ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นของตนเองแบบบูรณาการหลาย ๆ ทักษะ เช่น ทักษะการพูด คือ การพูดคุยเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน พูดคุยถึงวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งในการเรียนการสอนนักเรียนทุกคนจะได้ทำงานร่วมกับผู้อื่น มีการพูดคุยกัน มีการอธิบายให้เพื่อนคนอื่น ๆ ที่ยังไม่เข้าใจอธิบายสนทนาโจทย์ปัญหา และการอธิบายหน้าชั้นเรียน ทักษะการอ่าน คือ อ่านโจทย์ปัญหา ในการเรียนการสอนนักเรียนทุกคนจะได้อ่านโจทย์ปัญหา และอธิบายโจทย์ปัญหาร่วมกันกับเพื่อน ว่าโจทย์ถามอะไร โจทย์กำหนดอะไรมาให้ และมีวิธีในการหาคำตอบอย่างไร ทักษะการเขียน คือ การแสดงวิธีทำในการแก้โจทย์ปัญหา ในการเรียนการสอนนักเรียนทุกคนจะได้ทำโจทย์ปัญหาต่าง ๆ ที่ครูกำหนดให้ อีกทั้งยังได้ทำโจทย์ปัญหาที่เพื่อน ๆ สร้างขึ้นอีกด้วย ซึ่งทักษะเหล่านี้เป็นทักษะที่สำคัญมากและมีความมองข้าม ซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดของมัมมี และเชพเพิร์ด (Mumme & Shepherd, 1993 : 7 - 9) ได้กล่าวว่า ทักษะการสื่อสารช่วยส่งเสริมให้นักเรียนทำความเข้าใจ

เข้าใจเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ โดยการแสดงแนวความคิด การอภิปราย และการฟังความคิดเห็นของนักเรียนคนอื่น ๆ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น

2.2 ขั้นตอนการสอนแบบ 4 MAT เป็นการจัดการกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม นักเรียนมีการปฏิสัมพันธ์กัน มีการช่วยเหลือกันในการเรียนรู้ ซึ่งจะเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี ซึ่งสอดคล้องกับ สมาคมคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teachers of Mathematics) (NCTM, 2000 : 270 - 272) ได้กล่าวว่า ครูจะต้องจัดสภาพห้องเรียนที่เอื้อต่อการส่งเสริมให้นักเรียนมีการอธิบาย การถกเถียง การอธิบาย และการใช้เหตุผล เป็นวิธีที่ทำให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กันมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน

2.3 การเรียนการสอนแบบ 4 MAT เป็นการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถอย่างในการสื่อสาร เช่น การแสดงความคิดเห็นในการแก้ปัญหา ซึ่งกิจกรรมนี้จะช่วยให้นักเรียนได้รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และจะช่วยให้นักเรียนเห็นความคิดเห็นที่แตกต่างออกไป ซึ่งสอดคล้องกับ ริเดเซล (Riedesel, 1990 : 377) ได้กล่าวว่า การสื่อสารช่วยให้ผู้เรียนเกิดความชัดเจนในการคิด อีกทั้งการสื่อสารยังเป็นทักษะที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความคิดในระดับสูง

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ในการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT แต่ละครั้ง ผู้สอนควรมีกิจกรรมที่มีความหลากหลายทันสมัย เหมาะสมกับผู้เรียนในแต่ละชั้น และเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติร่วมกัน

1.2 ในการจัดการเรียนการสอนแต่ละครั้ง กิจกรรมบางกิจกรรมต้องใช้เวลาค่อนข้างมาก ครูควรจัดสรรเวลาให้เหมาะสมกับแต่ละกิจกรรม

1.3 ผู้สอนต้องทำความเข้าใจขั้นตอนการสอนแต่ละชั้นเป็นอย่างดี มีความอดทนในการรอฟังความคิดเห็นต่าง ๆ จากผู้เรียน ใส่ใจและให้คำชี้แนะอย่างทั่วถึงไม่ลำเอียงหรืออคติ สร้างความรู้สึกเป็นกันเองระหว่างผู้เรียนและผู้สอน

1.4 ในการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ผู้สอนควรให้กำลังใจเมื่อผู้เรียนสามารถทำสิ่งต่าง ๆ ได้ถูกต้อง เช่น ปรบมือให้ ชม ให้ดาว ให้รางวัล เพื่อผู้เรียนจะรู้สึกภูมิใจเกิดความมั่นใจ และกล้าแสดงออกมากขึ้น



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 ควรศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนจากวิธีอื่นๆ เช่น การสอนแบบ CIPPA MODEL การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ การสอนแบบไตรสิกขา เป็นต้น

บรรณานุกรม

- จตุญศรี แจบไธสง. (2546). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่องเวกเตอร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้อย่างแบบ 4 MAT ร่วมกับเทคนิควิธีการเรียนแบบร่วมมือ. สารนิพนธ์ กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ดุขฎิ บริพัตร ณ อยุธยา. (2538). จากศักยภาพสู่อิสรภาพ. กรุงเทพฯ : นานมีบุ๊คส์.
- ไพท สิทธิสุนทร.(2543,มีนาคม). " การเรียนรู้อย่างแบบ 4 MAT", **สานปฏิรูป**.3 (24),20 -23.
- วรรณิ ไสมประยูร. (2534). **เทคนิคการสอนคณิตศาสตร์สำเร็จรูปสำหรับครูประถม**. กรุงเทพฯ :ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- McCarthy , Bernice. (1990). **4 MAT in Action II** .200 West Station Street Barrington in the United States of America : Excel , Inc.
- 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.
- Riedesel, C. Alan. (1990). **Teaching Elementary School Mathematics**. ed. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice - Hall.