การพัฒนาชุดการฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

สารนิพนธ์

ของ

นางสาวทับทิม สุกใส

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา
พฤษภาคม 2548

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การพัฒนาชุดการฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

23 ส.ค. 2548

บทคัดย่อ

ของ

นางสาวทับทิม สุกใส

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา
พฤษภาคม 2548

ทับทิม สุกใส . (2548). *การพัฒนาชุดการฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.* สารนิพนธ์ กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา).กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ : อาจารย์ชวลิต รวยอาจิณ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาชุดการฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนวัดใหม่พิเรนทร์ สำนักงานเขตบางกอกใหญ่ สังกัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 26 คน โดยตามเกณฑ์การจัดกลุ่มจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มสูง และกลุ่มต่ำ จุดมุ่งหมายรองคือ เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนก่อนและหลังการฝึกโดยชุดการฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ และเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์หลังการฝึกโดยชุดการฝึกของผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน ในการวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One Group time-series design วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample และ t-test แบบ Independent Sample เครื่องที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ชุดการฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ประสิทธิภาพเท่ากับ 80.41 / 80.05 และแบบทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่น 0.92 ค่าความยากง่าย 0.65 และค่าอำนาจจำแนก 0.38 ได้ผลการศึกษาค้นคว้า สรุปได้ว่า เมื่อได้รับการฝึก ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และ ผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

DEVELOPING A TRAINING KIT ON CRITICAL THINKING IN MATHEMATICS FOR PRATHOMSUKSA VI STUDENTS

AN ABSTRACT

BY

MISS TUBTIM SUKSAI

Presented in partial fulfillment of the requirements

for the Master of Education degree in Educational Measurement

at Srinakharinwirot University

May 2005

Tubtim suksai.(2005). *Developing a training kit on Critical thinking in Mathematics for Prathomsuksa VI students*. Master Project. M.Ed. (Educational Measurement). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor: Mr.Chawalit Ruayajin.

The purposes of this study to developing training kit on Critical thinking in Mathematics for the subjects consisted of 26 Pratomsuksa VI students studying in the second semester of 2004 academic year. The students were categorized into high and low of achievement by Mathematics achievement. Minor purposes to comparing critical thinking on Mathematics ability of students before using and after using practice on Critical thinking in Mathematics. And comparing critical thinking on Mathematics ability of students after using different levels of Mathematics achievement. The experiment was managed by using one group time – series design. The data were analysis by t – test Dependent and t – test Independent. The instruments in this study were critical thinking in Mathematics practices developed by the researcher. Study of Efficiency of critical thinking in Mathematics were 80.41/80.05 and ability test with reliability of .92, difficulty of .65, discrimination of .38 .The results research that: After using Critical thinking in Mathematics of students was significant higher at .01 level. And The students with high level of Mathematics achievement has Critical thinking in Mathematics ability score higher than low level of Mathematics achievement at .01 level significant.

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร และคณะกรรมการสอบได้พิจารณาสารนิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

.....

(อาจารย์ชวลิต รวยอาจิณ)

ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร

.....

(รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน

(อาจารย์ชวลิต รวยอาจิณ)

..... กรรมการสอบสารนิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิคม ตังคะพิภพ)

..... กรรมการสอบสารนิพนธ์

(รองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตนะ)

อนุมัติให้รับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดผลการศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ)

วันที่ ...6.... เดือน ...พฤศจิกายน..... พ.ศ. 2548

ประกาศคุณูปการ

สารนิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความกรุณาและการให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ ตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ตลอดจนให้ความรู้ แนวคิด และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยมาตลอด จากอาจารย์ชวลิต รวยอาจิณ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำสารนิพนธ์ครั้งนี้ จนสารนิพนธ์สำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.นิคม ดังคะพิภพ ดร.ละเอียด รักษ์เผ่า รองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตนะ ซึ่งเป็นผู้พิจารณาเค้าโครง และกรรมการสอบปากเปล่า ที่ได้กรุณาเสนอแนวคิดตรวจแก้ไขข้อบกพร่องให้

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตนะ ดร.ละเอียด รักษ์เผ่า อาจารย์อุดมศักดิ์ นาดี อาจารย์บุญศิริ ธรรมรักษ์ อาจารย์มาลัย พ่วงแต้ม อาจารย์เพ็ญศรี คงวุ่น ที่ได้กรุณาตรวจสอบและชี้แนะแก้ไขข้อบกพร่องในการสร้างเครื่องที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณอาจารย์บุญศิริ ธรรมรักษ์ อาจารย์นิรัญ พันธ์แก่น ที่ช่วยเหลือในการเก็บข้อมูล ขอขอบคุณ คณะครูและนักเรียนโรงเรียนวัดใหม่พิเรนทร์ โรงเรียนวัดราชสิทธาราม โรงเรียนวัดนาคกลาง และโรงเรียนวัดดีดวดที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูล วิเคราะห์ผล และในทุกๆด้านจนสารนิพนธ์สำเร็จลุล่วงด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ของสารนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา และครูอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอน ชี้แนะแนวทางและให้การสนับสนุนด้านการศึกษาแก่ผู้วิจัย

ทับทิม สุกใส

สารบัญ

บทที่ หน้า

1 บทนำ 1
ภูมิหลัง 1
ความมุ่งหมายของการวิจัย 3
ความสำคัญของการวิจัย 4
ขอบเขตของการวิจัย 4
ประชากรเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย 4
นิยามศัพท์เฉพาะ 5
กรอบแนวความคิดในการวิจัย 8

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 9
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ 10
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 21
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 24
การคิดอย่างมีวิจารณญาณกับวิชาคณิตศาสตร์ 35
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก 40
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 46

3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า 51
การกำหนดประชากรและเป้าหมาย 51
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า 53
การเก็บรวบรวมข้อมูล 68
แผนการทดลอง 69
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล 74
สถิติในการวิจัย 74

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 77
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 77
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 77
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 78

สารบัญ(ต่อ)

บทที่ หน้า

5 สรุปผล อภิปราย และข้อเนอแนะ 88

ความมุ่งหมาย ขอบเขต สมมติฐานของการวิจัย 88

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า 90

อภิปรายผล 91

ข้อเสนอแนะ 92

บรรณานุกรม 93

ภาคผนวก 100

ภาคผนวก ก 100

ภาคผนวก ข 112

ภาคผนวก ค 137

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์ 138

บัญชีตาราง

ตาราง หน้า

1 ตารางแสดงการสังเคราะห์กระบวนคิดอย่างมีจารณญาณ..... 32
2 ตารางแสดงตัวอย่างผังข้อสอบสำหรับการวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ..... 34
3 ตารางแสดงการจัดกลุ่มเป้าหมาย..... 52
4 ตารางแสดงร้อยละการหาประสิทธิภาพของชุดการฝึก..... 59
5 แผนการทดลอง..... 69
6 ตารางแสดงเวลากิจกรรมต่าง ๆ ในการดำเนินการ..... 71
7 แผนการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ..... 72
8 รายละเอียดการดำเนินการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ..... 73
9 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ..... 78
10 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างคะแนนความสามารถในการคิด
อย่างมีวิจารณญาณ ก่อนฝึกและหลังการฝึก 80
11 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างคะแนนความสามารถในการคิด
อย่างมีวิจารณญาณ ระหว่างกลุ่มผลสัมฤทธิ์สูงและกลุ่มผลสัมฤทธิ์ต่ำ..... 81
12 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรจัดกลุ่ม..... 83
13 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
ทางคณิตศาสตร์ของการจัดกลุ่มตัวแปรนอกเหนือจุดมุ่งหมาย..... 84
14 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์
ก่อนฝึกและหลังการฝึกของการจัดกลุ่มตัวแปรนอกเหนือจุดมุ่งหมาย..... 85
15 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์
ระหว่างกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำของการจัดกลุ่มตัวแปรนอกเหนือจุดมุ่งหมาย..... 86

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ หน้า

1 ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา 20

2 การจำลองปัญหาเพื่อการฝึกความคิดทางคณิตศาสตร์ 35

3 ขั้นตอนการสร้างชุดการฝึก 55

4 ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพแบบทดสอบ 63

5 แผนภูมิเส้นแสดงคะแนนการทดสอบก่อนและหลังการฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ 79

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

สมองมนุษย์มีความสามารถพิเศษกว่าสมองสัตว์ชนิดอื่นๆ ในจักรวาล และด้วยความสามารถพิเศษเช่นนี้ทำให้มนุษย์มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดคาดคะเนหาเหตุผลเชิงนามธรรมและคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนั้นสมองจึงเป็นสิ่งที่วิเศษสุดที่ธรรมชาติให้มามากกว่าทรัพย์สมบัติใด ๆ ก็ตาม และประเทศชาติที่พัฒนาก็เพราะสมองของคนในประเทศพัฒนา ซึ่งมีตัวอย่างให้เห็นจากผู้บริหารประเทศหลายคน บางคนสร้างตัวมาจากไม่มีอะไรเลย แต่เพราะอย่างเดียวที่มีคือสมองที่ทำให้เขาประสบผลสำเร็จในชีวิตได้

สำนักงานคณะกรรมการศึกษาแห่งชาติได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาศักยภาพสมองของมนุษย์เพื่อการเรียนรู้อย่างเต็มประสิทธิภาพมาโดยตลอด การปฏิรูปการเรียนรู้ " ผู้เรียนเป็นสำคัญที่สุด " ถือเป็นยุทธวิธีสร้างคนรุ่นใหม่ให้มีคุณภาพ สมบูรณ์พร้อมด้วยคุณลักษณะ ดี เก่ง มีความสุข อันเป็นคุณลักษณะที่ใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการดำเนินชีวิตในโลกปัจจุบันและโลกอนาคต การฝึกฝนเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้สมองมีประสิทธิภาพสูงขึ้น เช่นเดียวกับการป้อนข้อมูลต่าง ๆ ให้สมองเป็นการช่วยให้สมองเก็บข้อมูลได้มากขึ้น แต่การฝึกสมองทำงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดไม่ใช่เรื่องของการจำอย่างเดียว เพราะถึงแม้การจำจะเป็นสิ่งจำเป็น เป็นสิ่งสำคัญและเป็นประโยชน์ แต่เป็นเพียงขั้นพื้นฐานของสมอง (ศันสนีย์ ฉัตรคุปต์และอุษา ซูซาติ . 2545: 5) ได้กล่าวไว้ว่า ความจริงแล้วการฝึกให้สมองสามารถทำงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดเป็นเรื่องของการคิด เพราะถ้าหากสมองคิดเป็น ก็เรียกได้ว่าคน ๆ นั้นเป็นคนที่ศักยภาพมีประสิทธิภาพ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นรูปแบบหนึ่งของการคิดในระดับสูงที่อยู่บนพื้นฐานของหลักการและเหตุผล มีการศึกษาข้อเท็จจริง ถือว่าเป็นทักษะการคิดที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้และดำเนินชีวิต รัสเซล เครทซิแมนโน (Russell Crescimanno. 1991: 12-17) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณทำให้เราสามารถที่จะควบคุมจัดการกับความคิดของตนเองได้ และประโยชน์ที่เห็นชัดเจนสำหรับการคิดของเราได้เท่ากับว่าเราสามารถควบคุมการดำเนินชีวิตของเราได้ แอนเจโล (Angelo. 1995 : 6-7) กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นการคิดด้วยเหตุผลและใช้ทักษะการคิดที่ซับซ้อนขึ้น เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ สังเคราะห์ รับรู้ปัญหา แก้ปัญหาและหาข้อสรุป กู๊ด (Good.1973: 630) กล่าวว่า คิดวิจารณญาณคือการคิดอย่างรอบคอบตามหลักของการประเมินและมีหลักฐานอ้างอิงเพื่อหาข้อมูลสรุปที่น่าจะเป็นไปได้ตลอดจนพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมดและใช้กระบวนการตรรกวิทยาได้ถูกต้องสมเหตุสมผล

พิจารณาถึงความเป็นไปได้ในแง่มุมต่าง ๆ ที่จะหาว่าอะไรคือความจริงมากกว่าอะไรคือความถูกต้องและไม่ยอมใช้อคติส่วนตัวมาทำให้การตัดสินใจเบี่ยงเบน

การคิดอย่างมีวิจารณญาณจึงเป็นเครื่องมือสำคัญที่ใช้ในการเรียนรู้และดำเนินชีวิตอย่างมีคุณค่าในโลกปัจจุบัน บุคคลที่มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณจะสามารถคิดวิเคราะห์ได้อย่างมีหลักการ สามารถควบคุม จัดการ และตรวจสอบความคิดวิเคราะห์ตนเองได้ รวมทั้งสามารถตัดสินใจและแก้ปัญหาโดยการใช้เหตุผลอย่างถูกต้องเหมาะสม สิ่งเหล่านี้เป็นทักษะที่ดีที่จะช่วยปรับปรุงให้ชีวิตดีขึ้นและเดินไปในทางที่ถูกต้อง(ศันสนีย์ ฉัตรคุปต์และอุษา ชูชาติ.2545: 50) และที่สำคัญอย่างยิ่งเป็นทักษะสำคัญที่จะพัฒนาบุคคลให้มีลักษณะ คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น อันเป็นคุณลักษณะที่จะช่วยให้สามารถยืนหยัดอยู่ได้อย่างมั่นคงในโลกปัจจุบันและอนาคต

สมองของมนุษย์เป็นสิ่งสำคัญแต่ไม่ใช่สิ่งเดียวที่จะทำให้คนเรามีความคิดเกิดขึ้นได้ยังมีสิ่งอื่นที่เป็นนามธรรมเข้ามามีส่วนของการคิดด้วย ได้แก่ จิตวิญญาณ สัญชาตญาณ ร่วมไปกับการเรียนรู้จากประสบการณ์ จึงกล่าวได้ว่า ความคิดของมนุษย์เกิดร่วมไปกับการเรียนรู้ ต้องอาศัยการจัดรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อกระตุ้นให้สมองคิด ครูมีบทบาทสำคัญอย่างมากในการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ดีมีประสิทธิภาพของสมอง ครูจึงต้องทำหน้าที่มากกว่าคนสอน ต้องทำหน้าที่จัดการเรียนรู้ที่ไม่สร้างความเครียดให้กับผู้เรียน ต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดตั้งคำถาม กระตุ้นให้เกิดความใฝ่รู้ รวมทั้งเปิดกว้างในการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน ต้องจัดกิจกรรมหรือเนื้อหาวิชาที่กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการคิดและทักษะพื้นฐานสำหรับการคิด

วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่สามารถส่งเสริมด้านความคิด จากการศึกษาองค์ประกอบของกระบวนการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของครูดเทสกี (สมกิต อุดมอิทธิเสถียร.2545:3; อ้างอิงจาก Kruteski.1976) พบว่า ประกอบด้วยองค์ประกอบที่เป็นความสามารถด้านต่าง ๆ ดังนี้ 1) ความสามารถในการจัดกระทำโจทยปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้อยู่ในรูปของโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ 2) ความสามารถในการนำผลลัพธ์มาสรุปเป็นกรณีทั่วไป 3) ความสามารถในการจัดกระทำข้อมูลที่เป็นสัญลักษณ์และตัวเลข 4) ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสาขาต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ 5) ความสามารถในการใช้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ 6) ทำขั้นตอนการคิดให้สั้นได้อย่างมีเหตุผล 7) เปลี่ยนแนวทางการคิดเป็นวิธีอื่นได้ 8) พิสูจน์ข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์ได้อย่างชัดเจน 9) มีความจำที่ดีเกี่ยวกับแนวคิดและความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ จากการศึกษาของครูดเทสกีนี้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์กับกระบวนการคิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับความคิดวิจารณญาณได้อย่างชัดเจน

จากการศึกษาด้านการจัดการเรียนการสอนพบว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้โดยมุ่งเน้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษานั้นยังไม่สำเร็จเท่าที่ควร เห็นได้จากรายงาน การประเมินคุณภาพการศึกษาภายนอกของโรงเรียนวัดใหม่พิเรนทร์ สำนักงานบางกอกใหญ่ พบว่า มาตรฐานที่ตรวจสอบ 14 มาตรฐานพบว่า มาตรฐานด้านผู้สอนและด้านผู้บริหารผ่านเกณฑ์คุณภาพมาตรฐานระดับ ดี ทุกมาตรฐานและตัวบ่งชี้ ส่วนมาตรฐานด้านผู้เรียน มี 7 มาตรฐานผ่านเกณฑ์ระดับดี 4 มาตรฐานและระดับพอใช้ 3 มาตรฐาน มาตรฐานที่ 4 ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ มีวิจารณญาณ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรองและมีวิสัยทัศน์ ผู้เรียนผ่านเกณฑ์ในระดับ พอใช้ เพียง ร้อยละ 70 (สำนักการศึกษา . 2546:20) ผู้ประเมินให้ข้อเสนอและให้ฝึกผู้เรียนรู้จักการคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ มีปฏิภาณในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ เพื่อผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากการเรียนการสอนได้ อีกทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนยังอยู่ในระดับต่ำ โดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ควรมีการพัฒนาจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนเรียนรู้และฝึกฝนตนเองให้มากยิ่งขึ้น

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยเป็นบุคลากรคนหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและการจัดการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และได้เล็งเห็นความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ พบว่าการจัดกระบวนการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์นั้น ยังไม่มุ่งเน้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณอย่างชัดเจน ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาและพัฒนาการฝึกเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารญาณทางคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นเครื่องมือที่ช่วยเสริมสร้างความคิดอย่างมีวิจารณญาณ และช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาองค์ประกอบทางการเรียนรู้ไปพร้อมกัน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติและคิดแก้ปัญหาด้วยตนเองภายใต้เงื่อนไขต่างๆ และเพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการจัดกระบวนการเรียนการสอนสำหรับผู้เรียนต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อพัฒนาชุดการฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จุดมุ่งหมายรอง คือ

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนก่อนและหลังการฝึกโดยชุดการฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์หลังการฝึกโดยชุดการฝึกของผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน

ความสำคัญของการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ ทำให้ได้แบบฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก การลบ การคูณและการหาร ของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีประสิทธิภาพ และได้พัฒนาองค์ประกอบทางการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ไปพร้อม ๆ กับการพัฒนาทางด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นรากฐานในการศึกษา การดำรงชีวิตต่อไป ผลการศึกษายังเป็นข้อมูลและแนวทางสำหรับครู ผู้ปกครอง และผู้เกี่ยวข้องนำผลการศึกษาไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนากระบวนการคิดแก่ผู้เรียนต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 โรงเรียนวัดใหม่พิเรนทร์ สำนักงานเขตบางกอกใหญ่ จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนจำนวน 26 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่มโดยพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ใน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษาที่ 2547 ผ่านมา ดังนี้

กลุ่มผลสัมฤทธิ์สูง ได้แก่ กลุ่มผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์อยู่ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ตั้งแต่ 50 ขึ้นไป จำนวน 13 คน

กลุ่มผลสัมฤทธิ์ต่ำ ได้แก่ กลุ่มผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์อยู่ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์น้อยกว่า 50 ลงมา จำนวน 13 คน

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวจัดกระทำ คือ การฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ด้วยชุดฝึก

ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์

ตัวแปรที่ใช้ในการจัดกลุ่ม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ระยะเวลาที่ใช้ในการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือ ช่วงเดือนมกราคม ถึงเดือน มีนาคม พ.ศ. 2548 ของภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 โดยแบ่งระยะเวลา ดังนี้

1. ช่วงการทดสอบก่อนฝึก ทดสอบจำนวน 4 ครั้ง ระยะเวลาห่างกันครั้งละ 1 สัปดาห์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ตั้งแต่วันที่ 19 มกราคม ถึง 1 กุมภาพันธ์ 2548

2. ช่วงการฝึก จำนวน 10 ครั้ง ครั้งละ 50 นาที สัปดาห์ละ 5 ครั้ง ฝึกช่วงเวลาหลังเลิกเรียน เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ตั้งแต่วันที่ 3 –16 กุมภาพันธ์ 2548

3. ช่วงการทดสอบหลังฝึก ทดสอบจำนวน 4 ครั้ง ระยะเวลาห่างกัน ครั้งละ 1 สัปดาห์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ตั้งแต่วันที่ 18 กุมภาพันธ์ ถึง 11 มีนาคม 2548

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **การคิดอย่างมีวิจารณญาณ** หมายถึง กระบวนการคิดไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูลที่เป็นปัญหา ข้อโต้แย้ง หรือข้อมูลที่คลุมเครือ โดยใช้ความรู้ความคิดและประสบการณ์ของตนเองในการพิจารณาหลักฐานและข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่การสรุปที่เป็นข้อยุติอย่างสมเหตุสมผล โดยมีกระบวนการการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ทำความเข้าใจประเด็นปัญหา หมายถึง การระบุเรื่องราวที่สำคัญหรือการระบุปัญหา เป็นความสามารถในการระบุความสำคัญของเรื่องหรือ เหตุการณ์ สถานการณ์ การอ้างเหตุผล การใช้เหตุผลต่าง ๆ และข้อสรุปในการอ้างเหตุผล ระบุความคล้ายคลึง และความแตกต่างระหว่างคน วัตถุ สิ่งของ ความคิดหรือผลลัพธ์ตั้งแต่ 2 อย่างขึ้นไป ระบุเงื่อนไขเบื้องต้น รวมถึงความสามารถในการกำหนดคำถามซึ่งนำไปสู่ความเข้าใจที่ลึกซึ้งและชัดเจนของปัญหา

1.2 เสาะหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา หมายถึง ความสามารถในการเลือกหรือรวบรวมรวมข้อมูล การกำหนดว่าข้อมูลใดเกี่ยวข้อง เป็นความสามารถในการจำแนกระหว่างข้อมูลที่สามารถพิสูจน์ความถูกต้องได้ และความเพียงพอของข้อมูล ตัดสินความสอดคล้องสัมพันธ์ซึ่งกันและกันหรือไม่

1.3 วิเคราะห์ข้อมูล หมายถึง การวิเคราะห์ส่วนประกอบที่สำคัญ การวินิจฉัย การสังเคราะห์ลำดับ การแก้ปัญหา การตัดสินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล ตีความข้อเท็จจริง การพิจารณาความสอดคล้องของปัญหา ตัดสินความเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา

1.4 ประเมินค่าแต่ละองค์ประกอบ หมายถึง ความสามารถในการลงสรุปอย่างสมเหตุสมผลหรือประเมินการสรุปอ้างอิงโดยพิจารณาตัดสินและประเมินโดยอาศัยเกณฑ์การประยุกต์ใช้

2. กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ขั้นตอนในการดำเนินการเพื่อได้มาซึ่งคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ งานวิจัยนี้ผู้วิจัยดำเนินการตามกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ซึ่งประกอบด้วย

2.1 การทำความเข้าใจปัญหา หมายถึง ความสามารถที่ระบุได้ว่า ประเด็นของปัญหาอยู่ตรงไหน โจทย์ถามอะไร ข้อมูลที่โจทย์ให้มามีอะไรบ้างข้อมูลมีเพียงพอหรือไม่ ของประโยค หรือข้อความต่าง ๆ ใน โจทย์ปัญหาในขั้นนี้นักเรียนจะต้องสามารถสรุปปัญหาออกมาเป็นภาษาของตนเองได้

2.2 การวางแผนในการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ในการแก้ปัญหาและวางแผนว่าจะใช้วิธีใดในการแก้ปัญหา

2.3 การลงมือตามแผน หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการลงมือคิดคำนวณตามแผนการที่วางไว้ในขั้นที่ 2 เพื่อที่จะให้ได้คำตอบของปัญหา สิ่งที่นักเรียนจะต้องใช้ในขั้นตอนนี้ คือ ทักษะการคิดคำนวณ การรู้จักเลือกวิธีคิดคำนวณที่เหมาะสมมาใช้

2.4 การตรวจวิธีการและหาคำตอบ หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบเพื่อความแน่ใจว่าถูกต้องหรือไม่ โดยการพิจารณาและสำรวจดูผลตลอดจนกระบวนการในการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องรวบรวมความรู้ของเขาและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาเข้าด้วยกัน เพื่อทำความเข้าใจและปรับปรุงคำตอบให้ดีขึ้น

3. การคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูลทางคณิตศาสตร์ ตรรกศาสตร์ที่มีอยู่ หรือข้อมูลทางคณิตศาสตร์ ตรรกศาสตร์ที่ไม่ชัดเจนคลุมเครือ เพื่อตัดสินใจและนำไปสู่ข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล

4. การฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีรูปแบบเป็นการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ โดยการยึดหลักการคิดอย่างมีวิจารณญาณและรูปแบบกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์และตรรกศาสตร์ที่สูงขึ้น ประกอบไปด้วย

4.1 การฝึกการอุปมาอุปไมย หมายถึง การพัฒนาตามขั้นตอนการทำความเข้าใจปัญหาทางคณิตศาสตร์และการทำความเข้าใจปัญหาของกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในเรื่องการหยั่งรู้ทางคณิตศาสตร์ถึงความสัมพันธ์ระหว่างของ 2 สิ่ง สถานการณ์ 2 สถานการณ์ หรือกำหนดประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ต่าง ๆ โดยเฉพาะทักษะการเชื่อมโยงความคิดเข้าด้วยกันอย่างสมบูรณ์

4.2 การฝึกการอนุมาน หมายถึง การพัฒนาตามขั้นตอนการวางแผนเพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการเสาะหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องของกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อพัฒนาความสามารถในการวิเคราะห์ประโยคด้านตรรกศาสตร์ เกี่ยวข้องกับการประเมินค่า การสรุป และการพิจารณาอย่างละเอียดถึงคุณลักษณะภายในรวบรวมและเลือกประโยค หรือเหตุการณ์นั้น ๆ สามารถแยกได้ว่า ประโยคใด หรือข้อโต้แย้งใด โดยยึดเหตุผลที่สอดคล้องกันหรือขัดแย้งกัน

4.3 การฝึกการวิเคราะห์หลักฐาน หมายถึง การพัฒนาตามการขั้นการปฏิบัติตามแผนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการวิเคราะห์ข้อมูลของการกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อพัฒนาความสามารถในการคัด แยก หรือวินิจฉัยความน่าเชื่อถือของ

แหล่งข้อมูล หลักฐานในส่วนที่หายไป เพื่อนำมาทำให้ประโยคสมบูรณ์ หรือเมื่อเติมหลักฐานส่วนหนึ่งเข้าไปแล้วทำให้ประโยคหรือข้อความนั้นสามารถสรุปได้ โดยการวิเคราะห์หรือสังเคราะห์ข้อความที่กำหนดให้

4.4 การฝึกการประเมินสรุปอ้างอิง หมายถึง การพัฒนาตามขั้นตอนการตรวจสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการประเมินค่าแต่ละองค์ประกอบของการกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในการคิดพิจารณาความเป็นเหตุเป็นผลกัน ความสามารถในการวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประโยคหรือข้อมูลหลักฐานที่ให้มาว่าถูกต้องตามลำดับที่เกี่ยวข้องหรือไม่ เป็นการฝึกความสามารถในการจัดลำดับความคิดและทำให้ข้อมูลที่มีอยู่เป็นระบบและถูกต้อง

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง คะแนนความสามารถของผู้เรียนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ตามเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 โดยแบ่งเป็นสองกลุ่มได้แก่

5.1 กลุ่มผลสัมฤทธิ์สูง ได้แก่ กลุ่มผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์อยู่ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ตั้งแต่ 50 ขึ้นไป

5.2 กลุ่มผลสัมฤทธิ์ต่ำ ได้แก่ กลุ่มผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์อยู่ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์น้อยกว่า 50

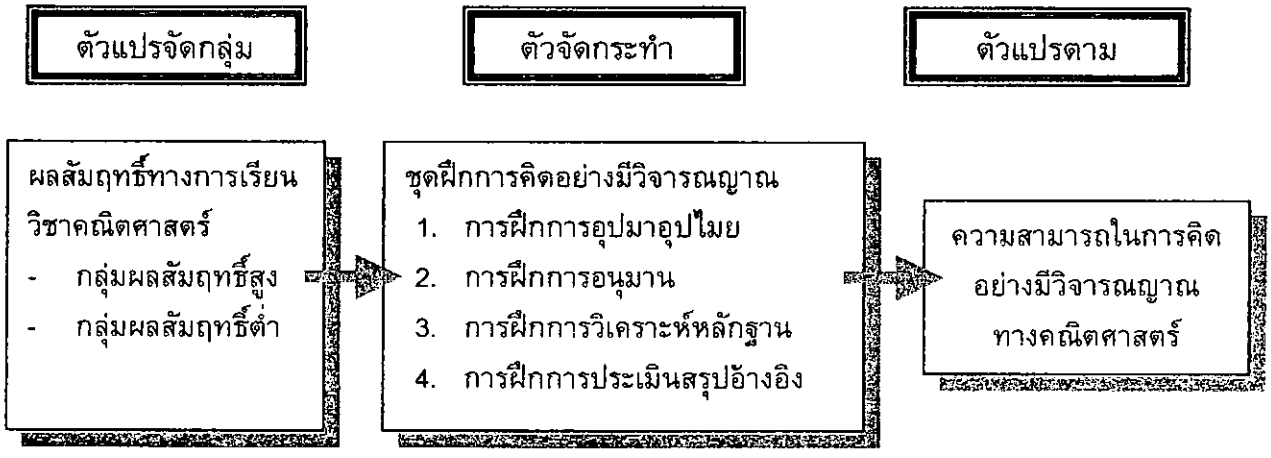
6. ผู้เชี่ยวชาญ ในการวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดผู้เชี่ยวชาญ 2 กลุ่ม คือ

6.1 ผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหา หมายถึง ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ที่มีประสบการณ์สอนมากกว่า 10 ปี หรือผู้ที่มีคุณวุฒิปริญญาโททางคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบเนื้อหาในการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์

6.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลการศึกษา หมายถึง ผู้ที่มีคุณวุฒิปริญญาโททางการวัดผลการศึกษาจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบรูปแบบและภาษาของแบบทดสอบ

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน ในการพัฒนาโดยยึดหลักการคิดอย่างมีวิจารณญาณตามรูปแบบกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น



สมมุติฐานการศึกษาค้นคว้า

1. เมื่อได้รับการฝึก ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น

2. ผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน เมื่อได้รับการฝึกแล้ว มีการพัฒนาด้านคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยศึกษาเอกสารต่าง ๆ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแบ่งเป็นหัวข้อดังนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์
   - 1.1 ความหมายและความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์
   - 1.2 ธรรมชาติ ลักษณะเฉพาะและวิสัยทัศน์การเรียนรู้วิชาของคณิตศาสตร์
   - 1.3 คณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาตามหลักสูตรแกนกลาง
   - 1.4 การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
   - 2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
   - 2.2 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
   - 2.3 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
   - 3.1 ความหมายของการคิดอย่ามีวิจารณญาณ
   - 3.2 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
   - 3.3 การวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
   - 3.4 การคิดอย่างมีวิจารณญาณกับวิชาคณิตศาสตร์
4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก
   - 4.1 ความหมายของแบบฝึก
   - 4.2 ประโยชน์ของแบบฝึก
   - 4.3 ลักษณะและหลักในการสร้างแบบฝึก
   - 4.4 การหาประสิทธิภาพของแบบฝึก
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   - 5.1 งานวิจัยต่างประเทศ
   - 5.2 งานวิจัยในประเทศ

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์

1.1 ความหมายและความสำคัญของคณิตศาสตร์

ความหมายของวิชาคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญอย่างยิ่งวิชาหนึ่ง ซึ่งมีความจำเป็นต่อชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์ และเป็นเครื่องมือสำคัญ ในการปลูกฝังอบรมให้นักเรียนได้มีความละเอียด รอบคอบรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้วิชาต่าง ๆ ในอันที่จะดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข และสิ่งที่สำคัญที่สุด คือเป็นมรดกทางวัฒนธรรมที่สืบทอดต่อมาจนถึงเยาวชนรุ่นหลัง ฉะนั้นการให้เด็กได้มีความรู้ ความเข้าใจในคณิตศาสตร์อย่างแท้จริงจึงมีความสำคัญมากเพราะจะช่วยให้เด็กดำรงชีวิตได้อย่างมีความสุขในสังคมปัจจุบัน

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่สร้างสรรค์มนุษย์ ซึ่งเกี่ยวกับความคิด กระบวนการและเหตุผล ฝึกคนให้คิดอย่างเป็นระเบียบ และเป็นรากฐานของวิทยาการหลายสาขา

เวบสเตอร์ (Webster. 1988 : 835) ได้ให้ความหมายไว้ว่า คณิตศาสตร์ หมายถึงกลุ่มวิชาต่าง ๆ ได้แก่ เลขคณิต เรขาคณิต และแคลคูลัส ฯลฯ ซึ่งเกี่ยวกับปริมาณ ขนาด รูปร่างและความสัมพันธ์ โดยการใช้จำนวนและสัญลักษณ์เป็นเครื่องช่วย

บุญทัน อยู่ชมบูรณ์ (2529 : 1) สรุปคุณสมบัติทั่วไปไว้ดังนี้

1.คณิตศาสตร์เริ่มต้นด้วยสิ่งที่ไม่ต้องให้คำนิยาม (Undefined Terms) คำจำกัดความ (Definition) และสิ่งที่เห็นจริงแล้วโดยไม่ต้องพิสูจน์ (Axioms) รวมเป็นหลักเบื้องต้น (Principles)

2. จากกฎเบื้องต้น อาศัยตรรกวิทยา (Logic or Reasoning) นักคณิตศาสตร์ก็สามารถสร้างทฤษฎี (Theorems) ขึ้นมาโดยการพิสูจน์ (Proof)

3. สัญลักษณ์ (Symbols) เป็นเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ในการพิสูจน์

4. คณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ

4.1 คณิตศาสตร์ประยุกต์ หรือคณิตศาสตร์ปฏิบัติ (Applied Mathematics) เป็นคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

4.2 คณิตศาสตร์บริสุทธิ์ (Pure Mathematics) เป็นคณิตศาสตร์ที่ไม่สามารถนำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้โดยตรง แต่เป็นสิ่งที่เสริมสร้างความคิดริเริ่มและช่วยให้มองเห็นความงดงามของคณิตศาสตร์

ยุพิน พิพิธกุล และอรพรรณ ตันบรรจง (2531 : 1) กล่าวว่าคณิตศาสตร์เป็นศิลปะอย่างหนึ่งเป็นวิชาเกี่ยวกับการคิดใช้พิสูจน์อย่างมีเหตุผล กำหนดขึ้นด้วยสัญลักษณ์ที่รัดกุม และสื่อความหมายได้ถูกต้องช่วยให้เกิดการกระทำในการคิดคำนวณและแก้ปัญหา เป็นโครงสร้างที่มีเหตุผลใช้อธิบายข้อคิดต่าง ๆ เช่น สัจพจน์ คุณสมบัติ กฎ ทำให้เกิดความคิดที่จะเป็นรากฐาน

ในการที่จะใช้พิสูจน์แก้ปัญหาเรื่องอื่นต่อไป ซึ่งการคิดนั้นต้องคิดอย่างมีแบบแผนและมีรูปแบบทุกขั้นตอน ซึ่งจะตอบได้และจำแนกออกมาให้เห็นจริง

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า คณิตศาสตร์ คือวิชาที่ว่าด้วยการคำนวณ ประกอบด้วยกลุ่มวิชา เลขคณิต เรขาคณิต พีชคณิต เป็นวิชาเกี่ยวกับการคิดในการพิสูจน์อย่างมีเหตุผล เป็นวิชาที่สื่อความหมายให้เกิดการกระทำในการคิดคำนวณและแก้ปัญหา โดยอาศัยการคิดอย่างมีแบบแผนและรูปแบบที่เป็นขั้นตอน

ความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์

จากหลักสูตรแกนกลางวิชาคณิตศาสตร์ กล่าวไว้ว่า คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ ระเบียบ แบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้นนอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนามนุษย์ให้สมบูรณ์ มีความสมดุลทั้งทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญา และอารมณ์ สามารถคิดเป็น ทำเป็นแก้ปัญหาเป็น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

จอร์นสันและไรซิ่ง (Johnson and Rising . 1967) ได้กล่าวถึงความสำคัญเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ไว้ว่า

1. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับการคิด เราใช้คณิตศาสตร์พิสูจน์เชิงเหตุผลในการตัดสินสิ่งที่เราคิดนั้นว่าเป็นจริงหรือไม่ เราใช้การคิดเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ในด้านวิทยาศาสตร์ การปกครอง และอุตสาหกรรม วิธีการให้เหตุผลนี่เองที่ทำให้เราเข้าใจถึงพลังทางความคิด และท้าทายความอยากเห็นของมนุษย์เราที่จะต้องใช้ความคิด

2. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่สร้างสรรค์ทางด้านจิตใจของมนุษย์วิชาหนึ่งโดยเกี่ยวกับพื้นฐานทางความคิด กระบวนการและเหตุผล ดังนั้นคณิตศาสตร์จึงเป็นมากกว่าเลขคณิตศาสตร์ มากกว่าพีชคณิต มากกว่าเรขาคณิตศาสตร์ มากว่าสถิติ มากว่าแคลคูลัส

3. คณิตศาสตร์เป็นภาษาอย่างหนึ่งซึ่งกำหนดขึ้นด้วยข้อความทางสัญลักษณ์ที่กระชับรัดรุมและสื่อความหมายได้ ภาษาคณิตศาสตร์เป็นภาษา ซึ่งดำเนินไปด้วยการคิดมากกว่าการฟัง

4. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ช่วยในการจัดโครงสร้างทางความรู้ ข้อความแต่ละข้อความถูกสรุปด้วยเหตุผล จากการพิสูจน์ข้อความหรือข้อสมมุติเดิม โครงสร้างของคณิตศาสตร์เป็นโครงสร้างทางเหตุ

5. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีรูปแบบ นั่นคือ ความเป็นระเบียบในรูปแบบของการคิด ทุกสิ่งมีรูปแบบสามารถถูกจัดได้ด้วยหลักการทางคณิตศาสตร์ เช่น คลื่นวิทยุ โครงสร้างของโมเลกุล และรูปร่างเซลล์ของผึ้ง

6. คณิตศาสตร์เป็นเป็นศิลปะอย่างหนึ่ง ความงามทางคณิตศาสตร์สามารถพบได้ในกระบวนการซึ่งแยกข้อเท็จจริงที่ถูกถ่ายทอดผ่านการใช้เหตุผลเป็นขั้นตอน โดยนักคณิตศาสตร์ได้พยายามใช้ความพยายามใช้ความคิดสร้างสรรค์ จินตนาการ และทำความเข้าใจในสิ่งที่ท้าทายความคิด

ความสำคัญที่นักคณิตศาสตร์ได้เสนอแนะมานั้นจะเห็นได้ว่าวิชาคณิตศาสตร์มีความสำคัญทั้งในด้านพัฒนาผู้เรียนให้รู้จักใช้ความคิดเหตุผล เพื่อที่จะพัฒนาวิธีการเสาะแสวงหาความรู้ใหม่ และพัฒนาผู้เรียนให้เห็นคุณค่าของความงามในการใช้ระเบียบการคิด โครงสร้างของวิชาที่จัดไว้อย่างกลมกลืน อันจะส่งผลถึงการสร้างจิตใจของมนุษย์ให้มีความละเอียดรอบคอบและสุขุมเยือกเย็น เมื่อผู้เรียนได้ผ่านการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์

1.2 ธรรมชาติ ลักษณะเฉพาะและวิสัยทัศน์การเรียนรู้วิชาของคณิตศาสตร์

ธรรมชาติ และลักษณะเฉพาะของการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม มีโครงสร้างซึ่งประกอบด้วยคำ อนิยาม บทนิยาม สัจพจน์ที่เป็นข้อตกลงเบื้องต้น จากนั้นจึงใช้การให้เหตุผลที่สมเหตุสมผลสร้างทฤษฎีบทต่าง ๆ ขึ้นและนำไปใช้อย่างเป็นระบบ คณิตศาสตร์มีความถูกต้องเที่ยงตรง คงเส้นคงวา มีระเบียบแบบแผนเป็นเหตุเป็นผล และมีความสมบูรณ์ในตัว

คณิตศาสตร์เป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ที่ศึกษาเกี่ยวกับแบบรูปและความสัมพันธ์ เพื่อให้ได้ข้อสรุปและนำไปใช้ประโยชน์ คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นภาษาสากลที่ทุกคนเข้าใจตรงกันในการสื่อสาร สื่อความหมาย และถ่ายทอดความรู้ระหว่างศาสตร์ต่าง ๆ

วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

การศึกษาคณิตศาสตร์สำหรับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เป็นการศึกษาเพื่อปวงชนที่เปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องและตลอดชีวิตตามศักยภาพ ทั้งนี้เพื่อให้ เยาวชนเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่พอเพียง สามารถนำความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นไปพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดียิ่งขึ้น รวมทั้งสามารถนำไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และเป็นพื้นฐานสำหรับการศึกษาต่อ ดังนั้นจึงเป็นความรับผิดชอบของสถานศึกษาที่ต้องจัดสาระการเรียนรู้ที่เหมาะสมแก่ผู้เรียนแต่ละคน ทั้งนี้เพื่อให้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

สำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ และต้องการเรียนคณิตศาสตร์มากขึ้นให้ถือเป็นหน้าที่ของสถานศึกษาที่จะต้องจัดโปรแกรมการเรียนการสอนให้แก่ผู้เรียน

เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้คณิตศาสตร์เพิ่มเติมตามความถนัดและความสนใจ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ที่ทัดเทียมกับนานาอารยประเทศ

1.3 คณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาตามหลักสูตรแกนกลาง

หลักสูตรแกนกลางในวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาที่ใช้อยู่ในปัจจุบันได้กำหนดลักษณะคุณภาพของผู้เรียน สาระและโครงสร้างวิชา จุดมุ่งหมายการสอนและหลักการสอนวิชาโดยมีลักษณะเป็นกรอบและแนวทางในการจัดการศึกษาสำหรับสถานศึกษานำไปปฏิบัติ (กระทรวงศึกษา. 2545)

คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบการศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

เมื่อผู้เรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ปีแล้ว ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาคุณภาพชีวิตตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และเป็นพื้นฐานในการศึกษาในระดับที่สูงขึ้น

การที่ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีคุณภาพนั้นจะต้องมีความสมดุลระหว่างสาระทางด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ ควบคู่ไปกับคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ดังนี้

1. มีความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์พื้นฐานเกี่ยวกับ จำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูล และความน่าจะเป็น พร้อมทั้งสามารถนำความรู้นั้นไปประยุกต์ได้

2. มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอการมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

3. มีความสามารถในการทำงานอย่างเป็นระบบ มีระเบียบวินัย มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ มีความเชื่อมั่นในตนเอง พร้อมตระหนักในคุณค่าและเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์

สาระและโครงสร้างวิชาคณิตศาสตร์

สาระการเรียนรู้ที่กำหนดไว้นี้เป็นสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน ประกอบด้วยเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนควรบูรณาการสาระต่าง ๆ เข้าด้วยกันเท่าที่จะเป็นไปได้

สาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ
สาระที่ 2 การวัด
สาระที่ 3 เรขาคณิต
สาระที่ 4 พีชคณิต
สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น
สาระที่ 6 ทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์

สำหรับผู้เรียนที่มีความสนใจหรือมีความสามารถสูงทางคณิตศาสตร์ สถานศึกษาอาจจัดให้ผู้เรียนเรียนรู้สาระที่เป็นเนื้อหาวิชาที่กว้างขึ้น เข้มข้นขึ้น หรือฝึกทักษะกระบวนการมากขึ้น โดยพิจารณาจากสาระหลักที่กำหนดไว้นี้ หรือสถานศึกษาอาจจัดสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์อื่น ๆ เพิ่มเติมก็ได้ เช่น แคลคูลัสเบื้องต้นหรือทฤษฎีกราฟเบื้องต้น โดยพิจารณาให้เหมาะสมกับความสามารถและความต้องการของผู้เรียน

ความมุ่งหมายของการสอนคณิตศาสตร์

ในการสอนคณิตศาสตร์ ครูควรศึกษาถึงความมุ่งหมายของการสอนคณิตศาสตร์ให้เข้าใจเพื่อให้การสอนมีประสิทธิภาพได้มีการศึกษาตั้งความมุ่งหมายของการสอนคณิตศาสตร์ไว้หลายทัศนะ ดังนี้

ไมเคิลลิส (Michelis. 1967 : 192) กล่าวว่าการสอนคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษา ควรมีจุดมุ่งหมาย ดังนี้

1. เพื่อให้เด็กเข้าใจสังกัป (Concept) เกี่ยวกับจำนวน โครงสร้างของระบบจำนวน ความสัมพันธ์ การกระทำ และเพื่อให้นักเรียนสามารถที่จะสรุปกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์

2. เพื่อให้เด็กมีทักษะการคิดคำนวณ

3. เพื่อให้เด็กมีความซาบซึ้งในวิธีการที่มนุษย์เกี่ยวข้องกับระบบและเครื่องมือของการวัด เพื่อสนองความต้องการของเขา และเพื่อให้เด็กเข้าใจความหมายและกระบวนการของการวัด

4. เพื่อให้เด็กซาบซึ้งในวิชาคณิตศาสตร์ในฐานะที่เป็นมรดกทางวัฒนธรรม และเพื่อให้เด็กมีความเข้าใจคณิตศาสตร์ ในแง่ที่เป็นภาษาที่แสดงและบันทึกเกี่ยวกับปริมาณได้

5. เพื่อให้เด็กซาบซึ้ง สนุกสนานในคณิตศาสตร์ และมีความสนใจในทฤษฎีและนำไปปฏิบัติ

เฟอร์ และฟิลิปส์ (Fehr and Phillips. 1972 : 3-5) ได้สรุปเป้าหมายของการสอนคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้ คือ

1. เพื่อให้เข้าใจในคณิตศาสตร์
2. เพื่อให้เด็กมีทักษะในการคิดคำนวณ
3. เพื่อให้เด็กสามารถแก้ปัญหาได้

แครมเมอร์ (Kramer. 1966 : 4) ได้เสนอความมุ่งหมายของการสอนความมุ่งหมายของการสอนคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษา ไว้ดังนี้

1. มีความเข้าใจในโครงสร้างของระบบจำนวนจริง แนวคิดเบื้องต้นทางเรขาคณิตศาสตร์และหลักการที่เป็นรากฐานของกระบวนการทางคณิตศาสตร์เบื้องต้น

2. มีความรู้เกี่ยวกับศัพท์ และสัญลักษณ์เกี่ยวกับปริมาณ กราฟ มาตราส่วน แผนผัง และรูปร่างทางเรขาคณิตและการวัด

3. มีทักษะในการคิดคำนวณอย่างมีเหตุผล คิดคำนวณได้อย่างรวดเร็ว การทดสอบการตอบและการนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาวิชาอื่น ๆ และในชีวิตประจำวัน

4. ให้มีเจตคติเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่พึงประสงค์

5. ให้มีความเชื่อมั่นในเหตุผล

คาเปอร์ (Kaper. 1968 : 321 – 327)ได้กำหนดจุดมุ่งหมายในการสอนคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. เพื่อให้ผู้เรียนพัฒนาความสามรถทางความคิด
2. เพื่อให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล
3. เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง

เมื่อพิจารณาความมุ่งหมายในการสอนคณิตศาสตร์ตามทัศนะของบุคคล ต่าง ๆ จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ดังกล่าวมาแล้วจะเห็นว่าความมุ่งหมายของการสอนคณิตศาสตร์มุ่งให้ผู้เรียนมีสังกัป หรือมโนทัศน์ (Concept) ทางคณิตศาสตร์ มีทักษะ (Skill) ในการคิดคำนวณ มีความเข้าใจในกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สามารถนำไปแก้ปัญหาได้อย่างมีเหตุผล มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ซึ่งการสอนคณิตศาสตร์ให้ผู้เรียนบรรลุตามความมุ่งหมายนั้นต้องอาศัยหลักการสอนที่ถูกวิธี และเหมาะสมกับเด็กในแต่ละวัย อีกทั้งต้องใช้วิธีจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่หลากหลาย

หลักการสอนคณิตศาสตร์

การสอนคณิตศาสตร์นั้น ต้องมีการเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียน จัดเนื้อหาให้ต่อเนื่อง เทคนิคในการสอน ใช้สื่อประกอบการสอนเน้นให้ผู้เรียนมีความเข้าใจ สามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีความสุข (สมจิต ชีวปรีชา. 2529:28-32)

วิชาคณิตศาสตร์ เป็นวิชาที่มีความสำคัญยิ่ง และจำเป็นที่จะต้องให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ความเข้าใจ มีทักษะในการคิดคำนวณ สามารถใช้ความคิดอย่างมีเหตุผล จึงได้มีผู้เสนอแนวคิดและหลักในการสอนคณิตศาสตร์ ดังนี้

วิธีการสอนคณิตศาสตร์พอสรุปได้ 4 วิธี คือ

1. วิธีสอนแบบค้นพบ (Discovery Teaching) เป็นวิธีสอนที่เน้นให้นักเรียนมีอิสระที่จะซักถาม เลือกข้อมูลที่จำเป็นเพื่อตอบคำถาม โดยไม่จำเป็นต้องมีครูสอน จุดเด่นของวิธีสอนนี้ก็คือ ก่อให้เกิดแรงจูงใจสูงมาก

2. วิธีสอนโดยการบรรยาย (Expository Teaching) เป็นวิธีสอนที่ครูเป็นผู้ควบคุมวิธีการสอน มุ่งป้อนความรู้ในเรื่องมโนคติหรือทักษะ โดยที่ครูจะอธิบายว่า จะค้นหาคำตอบได้อย่างไร และครูเป็นผู้ประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน

3. วิธีสอนแบบค้นพบโดยตรง (Direct Discovery Teaching) เป็นวิธีการสอนที่ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก โดยจัดโครงสร้างและลำดับของประสบการณ์ในการเรียนรู้ให้แก่นักเรียน ครูอาจสร้างปัญหาต่าง ๆ ด้วยกลวิธีต่าง ๆ ซึ่งช่วยให้นักเรียนพัฒนาเทคนิคการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

4. วิธีผสมผสาน (Combination Method) เป็นวิธีที่ผสมผสานการสอนทั้ง 3 วิธีข้างต้น

สุรชัย ขวัญเมือง (2522 : 19) ได้เสนอแนะขั้นตอนการสอนคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ขั้นเตรียม (Preparation) เป็นขั้นสำรวจและเตรียมความพร้อมของผู้เรียน
2. ขั้นสำรวจ ค้นคว้า (Exploration and Discovery) เป็นขั้นนำเด็กให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องที่สอน ว่าจะสอนจะใช้อุปกรณ์และกิจกรรมใด
3. ขั้นใช้สัญลักษณ์และสรุปกฎเกณฑ์ (Abstract and Organization)
4. ขั้นฝึกทักษะ (Finding Skill)
5. ขั้นนำไปใช้ (Application)

จากที่กล่าวมาแล้ว จะเห็นว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญยิ่งในชีวิตประจำวัน เป็นวิชาที่ช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างมีแบบแผน ฝึกให้เป็นผู้มีระเบียบวินัย เป็นคนมีเหตุผล มีความคิดสร้างสรรค์ เป็นพื้นฐานในการเรียนวิชาอื่น ๆ เช่น วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ ฯลฯ อีกทั้งเป็นวิชาที่สามารถฝึกให้เด็กฝึกการคิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง จึงสมควรอย่างยิ่งที่จะต้องฝึกฝนให้เด็ก มีความรู้ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ให้เด็กได้มีพัฒนาการทางสมองในด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณยิ่งขึ้น

1.4 การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

การที่จะแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ดีนั้นจะต้องอาศัยรูปแบบวิธีการต่าง ๆ ที่เหมาะสม ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนะขั้นตอนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ต่าง ๆ กันดังนี้

วิลสัน (wilson. 1971 : 643 – 696) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญา (Cognitive Domain) ในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ จากแนวคิดของวิลสัน พอจะกล่าวได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ก็คือ ผลสำเร็จของการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ที่ประเมินเป็นระดับความสามารถสมองนั่นเอง ซึ่งวิลสัน

ได้จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางพุทธิพิสัย (Cognitive Domain)ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาโดยอิงลำดับขั้นของพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยตามกรอบแนวคิดของบลูม (Bloom's Taxonomy) ไว้เป็น 4 ระดับได้แก่

1. ความรู้ ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ (Computation) พฤติกรรมนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมในระดับที่อยู่ในระดับต่ำสุด แบ่งออกเป็น 3 ขั้น ดังนี้

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of Specific Facts) เป็นความสามารถในการที่จะระลึกถึงข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่นักเรียนเคยได้รับจาการเรียนการสอนมาแล้ว คำถามจะเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ตลอดจนความรู้พื้นฐานซึ่งนักเรียนได้สั่งสมมาเป็นระยะเวลานานแล้วด้วย

1.2 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of Carry Out Algorithms) เป็นความสามารถในการระลึก หรือ จำศัพท์และนิยามต่าง ๆได้ โดยคำถามอาจจะถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้ แต่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ

1.3 ความรู้ความจำเกี่ยวกับการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability of Carry out Algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนินาม และกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วมาคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มาแล้ว ข้อสอบที่วัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็นโจทย์ง่าย ๆ คล้ายคลึงกับตัวอย่าง นักเรียนไม่ต้องพบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจในการเลือกใช้กระบวนการ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ แต่ซับซ้อนกว่ามาก แบ่งได้เป็น 6 ขั้น ดังนี้

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ (Concept) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะมโนคติเป็นนามธรรมซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่าง ๆ ซึ่งต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างของมโนคตินั้น สามารถทำได้โดยใช้คำพูดของตนหรือเลือกความหมายที่กำหนดให้ได้โดยเขียนรูปใหม่ หรือยกตัวอย่างใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนในขั้นเรียน มิฉะนั้นจะเป็นเพียงการวัดความจำเท่านั้น

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์และการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป (Principles , Rules and Generalizations) เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎ และความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาจนได้แนวทางแก้ปัญหา ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎที่นักเรียนเพิ่มเคยพบเป็นครั้งแรก อาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Mathermatical Structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้ เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปเป็นแบบหนึ่ง (Ability to Transform Problem Elements From One Mode to Another) เป็นความสามารถในการแปลข้อมูลที่กำหนดให้ เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นรูปสมการซึ่งมีความหมายเดิม โดยไม่รวมถึงกระบวนการคิดคำนวณ (Algorithms) หลังจากแปลแล้วอาจกล่าวได้ว่าเป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมความเข้าใจ

2.5 ความสามารถในการคิดตามแนวของเหตุผล (Ability to Follow a Line of Reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่ว ๆไป

2.6 ความสามารถในการอ่านแปละตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to Read and Interpret a Problem) ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นตอนนี้อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่น ๆ โดยให้นักเรียนอ่านตีความโจทย์ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของข้อความ ตัวเลข ข้อมูลทางสถิติหรือ กราฟ

3. การนำไปใช้ ((Application) เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคยเพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหาได้ไม่ยาก พฤติกรรมในระดับนี้แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน (Ability to Solve Routine Problems) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจ และเลือกกระบวนการแก้ปัญหา จนได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to make Comparisons เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหาขั้นนี้อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวนและจำเป็นต้องอาศัยความรู้เกี่ยวข้อง รวมทั้งความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการสังเคราะห์ข้อมูล (Ability to Analyze Data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง พิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม มีปัญหาอื่นใดบ้างที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่หรือต้องการแยกโจทย์ปัญหาออก พิจารณาเป็นส่วน ๆ มีการตัดสินใจหลายครั้งต่อเนื่องตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร (Ability to recognize Pattern, Isomephisms and Symmetries) เป็นความสามารถที่ต้องพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูลและการระลึกความสัมพันธ์ นักเรียนต้องสำรวจหาสิ่งที่คุ้นเคยกันจากข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดจากโจทย์ปัญหาที่พบ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลง แต่อยู่ในขอบเขตของเนื้อหาวิชาที่เรียน การแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าวต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหาพฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพสมองระดับสูง แบ่งเป็น 5 ขั้น คือ

4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาไม่เคยประสบมาก่อน (Ability To Solve Nonroutine Problems) คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่าง ไม่เคยเห็นมาก่อนนักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานความเข้าใจ มโนมติ นิยาม ตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

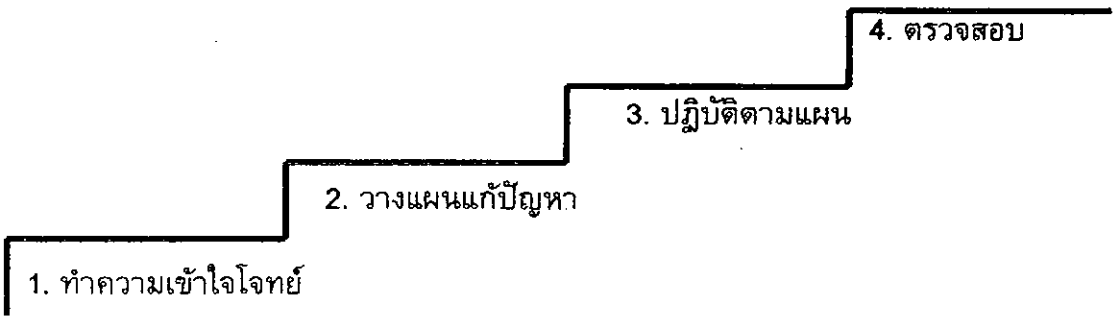
4.2 ความสามารถในการค้นหา (Ability To Discover Relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่างๆที่โจทย์กำหนดให้ใหม่ แล้วสร้างความสัมพันธ์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาแทนการจำความสัมพันธ์ เดิมที่เคยพบมาแล้ว มาใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4.3 ความสามารถในการพิสูจน์ (Ability To Construct Proofs) ความสามารถในการพิสูจน์โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยเห็นมาก่อนนักเรียนจะต้องอาศัยนิยามทฤษฎีต่าง ๆที่เรียนมาแล้วมาช่วยในการแก้ปัญหา

4.4 ความสามารถในการวิจารณ์การพิสูจน์ (Ability To Criticize Proofs) ความสามารถในขั้นนี้เป็นการใช้เหตุผลที่ควบคู่กับความสามารถในกรเขียนพิสูจน์ แต่ความสามารถในการวิจารณ์เป็นพฤติกรรมที่ยุ่งยากซับซ้อนกว่า ความสามารถในขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนมองเห็นและเข้าใจการพิสูจน์ว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดไปจากมโนคติ หลักการ กฎ นิยาม หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

4.5 ความสามารถเกี่ยวการสร้างสูตร และทดสอบความถูกต้องของสูตร (Ability To Formulate and Validate Generalization) นักเรียนต้องสามารถสร้างสูตรขึ้นมาใหม่โดยให้สัมพันธ์กับเรื่องเดิมและต้องสมเหตุสมผลด้วย นั่นคือ การถามให้หาและพิสูจน์ประโยคทางคณิตศาสตร์หรืออาจถามให้นักเรียนสร้างกระบวนการคิดคำนวณใหม่ พร้อมทั้งแสดงการใช้กระบวนการนั้น

โพลยา (Polya. 1957: 6 –22) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยทั่วไปไว้ 4 ขั้นตอน ซึ่งเรียกว่ากระบวนการเรียนการสอนตามลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา (Polya 's Problem Solving Steps) มีขั้นตอนดังนี้



ภาพประกอบ 1 ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา (Polya 's Problem Solving Steps)

ขั้นที่ 1 เป็นการทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Problem) สิ่งแรกที่จะทำความเข้าใจ คือ ประโยค ข้อความต่าง ๆ ใน โจทย์ปัญหาในขั้นนี้นักเรียนจะต้องสามารถสรุปปัญหาออกมาเป็นภาษาของตนเองได้ สามารถบอกได้ว่า ประเด็นของปัญหาอยู่ตรงไหน โจทย์ถามอะไร ข้อมูลที่โจทย์ให้มามีอะไรบ้างข้อมูลมีเพียงพอหรือไม่

การทำความเข้าใจโจทย์นี้ นักเรียนจำเป็นต้องมีทักษะในการจับใจความ ทักษะการตีความและทักษะการแปลความ โดยต้องทำความเข้าใจในสัญลักษณ์ต่าง ๆในโจทย์ นักเรียนจะต้องสรุปปัญหา วิเคราะห์ปัญหาอยู่ตรงไหน แปลความ ทำความเข้าใจให้ได้ว่า โจทย์ถามหาอะไร ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ควรฝึกนักเรียนอ่านโจทย์ปัญหาให้ถูกต้องตามวรรคตอนของโจทย์ และบอกได้ว่าสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มีทั้งหมดกี่ตอน อะไรบ้าง และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบคืออะไร

ขั้นที่ 2 เป็นขั้นการวางแผนในการแก้ปัญหา (Devising a Plan) ในขั้นนี้ตอนมองเห็นความสัมพันธ์ในการแก้ปัญหาและวางแผนว่าจะใช้วิธีใดในการแก้ปัญหา ครูผู้สอนควรใช้เวลาและความละเอียดอ่อนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนพอสมควร ทั้งนี้เพราะการวางแผนนี้จะช่วยให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหามากขึ้น การวางแผนในการแก้ปัญหาเป็นการแยกแยะปัญหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ เพื่อสะดวกต่อการลำดับขั้นในการแก้ปัญหาและวางแผนใช้วิธีการลองผิดลองถูกการหารูปแบบ การหาความสัมพันธ์ ตลอดจนความคล้ายคลึงของปัญหาเดิมที่เคยทำในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นลงมือตามแผน (Carrying out the Plan) ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือคิดคำนวณตามแผนการที่วางไว้ในขั้นที่ 2 เพื่อที่จะให้ได้คำตอบของปัญหา สิ่งที่นักเรียนจะต้องใช้ในขั้นตอนนี้ คือ ทักษะการคิดคำนวณ การรู้จักเลือกวิธีคิดคำนวณที่เหมาะสมมาใช้

ในการคิดคำนวณหาคำตอบ นักเรียนจำเป็นต้องมีทักษะคิดคำนวณ เช่นการบวก การลบ การคูณ การหาร การยกกำลัง การแก้สมการ เป็นต้น

ขั้นที่ 4 เป็นตรวจสอบ (Looking Back) ขั้นนี้เป็นขั้นตรวจสอบเพื่อความแน่ใจว่าถูกต้องหรือไม่ โดยการพิจารณาและสำรวจดูผลตลอดจนกระบวนการในการแก้ปัญหา

นักเรียนจะต้องรวบรวมความรู้ของเขาและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาเข้าด้วยกัน เพื่อทำความเข้าใจและปรับปรุงคำตอบให้ดีขึ้น ครูผู้สอนส่วนใหญ่มักจะมองข้ามความสำคัญของขั้นนี้ เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนที่เป็นปัจจุบันมักให้ความสำคัญของคำตอบที่ถูกต้อง มากกว่าจะคำนึงถึงกระบวนการในการคิดหาวิธีที่ถูกต้อง โดยครูอาจจะใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนมองย้อนกลับหรือตรวจสอบขั้นตอนต่าง ๆในลักษณะต่อไปนี้ เช่น

- วิธีการที่ใช้แก้โจทย์ปัญหาสมเหตุสมผลหรือไม่
- ใช้ข้อมูลทั้งหมดที่โจทย์อ้างถึงครบหรือไม่
- สามารถพิสูจน์ผลลัพธ์ที่ได้ว่า เป็นความจริงหรือไม่
- มีส่วนใดในวิธีการของนักเรียนที่น่าจะปรับให้ง่ายขึ้นบ้าง

สวัสดิ์ จิตต์จนะ (2535 : 75 – 81) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ 7 ขั้น ดังนี้

1. อ่านโจทย์ปัญหา
2. แบ่งโจทย์ปัญหา
3. พิจารณาความสัมพันธ์ของจำนวนต่าง ๆ ในโจทย์
4. ตัดสินใจเลือกใช้วิธีการหาคำตอบ
5. แสดงความคิดในการแก้โจทย์ปัญหา
6. แสดงวิธีหาคำตอบ
7. คิดคำนวณหาคำตอบ

จากที่กล่าวมาจะเห็นว่า ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์นั้นมีหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับแนวคิดของแต่ละบุคคล ซึ่งการจะนำไปใช้ต้องคำนึงถึงสภาพของผู้เรียน ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำขั้นตอนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของบุคคลต่าง ๆ มาสรุปเป็น 4 ขั้นตอนใหญ่ ๆ ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา
2. ขั้นวางแผน
3. ขั้นปฏิบัติตามแผน
4. ขั้นตรวจสอบ

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กูด (วราลักษณ์ ลิ้มทองสกุล.2545 : 16 .อ้างอิงจาก Good.1959:7) กล่าว ผลสัมฤทธิ์ คือ การทำให้สำเร็จ หรือประสิทธิภาพทางด้านการกระทำในทักษะที่กำหนดให้ หรือในด้านความรู้ ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การเข้าถึงความรู้การพัฒนาทักษะในการเรียน ซึ่งพิจารณาจากคะแนนสอบที่กำหนดให้ คะแนนที่ได้จากงานที่ครูมอบหมายให้หรือทั้งสองอย่าง

ไพศาล หวังพานิช (2523 : 137) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic Achievement) หมายถึง คุณลักษณะและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการฝึกอบรมหรือ

การสอน จึงเป็นการตรวจสอบความสามารถหรือความสัมฤทธิ์ผล (Level of Accomplishment) ของบุคคลว่าเรียนรู้แล้วเท่าไร มีความสามารถชนิดใด

อารมณ์ เพชรชื่น (2527:46) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ว่า ผลที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอนการฝึกฝนหรือประสบการณ์ต่าง ๆทั้งที่โรงเรียน ที่บ้าน และสิ่งแวดล้อมอื่น ๆซึ่งประกอบด้วยความสามารถทางสมอง ความรู้สึก ค่านิยม จริยธรรมต่าง ๆ

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2529: 29) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic Achievement) หมายถึง คุณลักษณะ รวมถึงความรู้ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน หรือมวลประสบการณ์ทั้งปวงที่บุคคลได้รับการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพทางสมอง

ธีรนุช นามประเทือง (2545 : 40) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic Achievement) หมายถึง คุณลักษณะความรู้ความสามารถของบุคคลอันเกิดจาดการเรียนการสอน เป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์ ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วราลักษณ์ ลิ้มทองสกุล.(2545 : 16) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ที่ได้เมื่อสุดสิ้นการเรียนแล้ว

จากความหมายข้างต้น สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน(Academic Achievement) เป็นความสำเร็จในการได้รับเรียนรู้ รวมถึงคุณลักษณะความรู้ความสามารถเฉพาะบุคคลที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ ในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์ ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง สามารถทางสติปัญญา (Cognitive Domain) ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เจมส์ ดับบลิว วินสัน (Jame W. Wilson) ได้จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาในการเรียนคณิตศาสตร์ ออกเป็น 4 ระดับ คือ (สุกัญญา เทียนพิทักษ์กุล , 2543 : 38 ; อ้างอิงจาก Wilson. 1971 ; 643-685 , *Children's Book* Reading *Habits*.)

1. ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ (Computation) หมายถึง ความสามารถในการระลึกได้ถึงสิ่งที่เรียนมาแล้ว การวิเคราะห์พฤติกรรม มี 3 ด้าน ดังนี้

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม

1.3 ความรู้ความจำเกี่ยวกับการใช้กระบวนการคิดคำนวณ

2. ความเข้าใจ (Comprehensive) เป็นความสามารถในการแปลความหมาย ตีความและขยายความในปัญหาใหม่ ๆ โดยนำความรู้ที่ได้เรียนรู้มาแล้วไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การแสดงพฤติกรรม มี 6 ขั้น คือ

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอด

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎ และการสรุปอ้างอิง

2.3 ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์

2.4 ความสามารถในการแปลงส่วนประกอบของโจทย์ปัญหาจากรูปแบบหนึ่งไปอีกรูปแบบหนึ่ง

2.5 ความสามารถในหลักของเหตุและผล

2.6 ความสามารถในการอ่านและการตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. การนำไปใช้ (Application)เป็นความสามารถในการนำความรู้ กฎ หลักการ ข้อเท็จจริง สูตร ทฤษฎีที่เรียนมาแล้วไปแก้ปัญหาใหม่ที่เกิดขึ้นเป็นผลสำเร็จ การวัดพฤติกรรม มี 4 ขั้น คือ

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาเกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.4 ความสามารถในการระลึกได้ซึ่งรูปแบบ ความสอดคล้องและลักษณะสมมาตรของปัญหา

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการพิจารณาส่วนสำคัญ หาความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญเหล่านั้น ซึ่งการที่บุคคลมีความสามารถดังกล่าวแล้วจะสามารถทำให้บุคคลนั้นสามารถแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดาหรือโจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยมาก่อน พฤติกรรมนี้เป็นจุดมุ่งหมายสูงสุดของการเรียนคณิตศาสตร์ การวัดพฤติกรรมมี 5 ขั้น

4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดา

4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์

4.3 ความสามารถในการแสดงการพิสูจน์

4.4 ความสามารถในการวิจารณ์ การพิสูจน์

4.5 ความสามารถในการกำหนดและหาความเที่ยงตรงในการสรุป

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จากคะแนนความสามารถของผู้เรียนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ตามเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533 ปีการศึกษา 2547 ภาคเรียนที่ 1 มาเป็นเกณฑ์ในการจัดกลุ่ม

2.3 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการออกข้อสอวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เพื่อต้องการทราบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น มีผู้ศึกษาให้ความหมายดังนี้

ล้วน สายยศ (2519: 14) ได้กล่าวว่า การออกข้อสอบคณิตศาสตร์ควรแบ่งเป็น 3 ประการ คือ

1. คณิตศาสตร์ทักษะ ซึ่งหมายถึง ความคล่องแคล่วในการคิดเลข การใช้เครื่องหมายข้อสอบมีลักษณะเป็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ไม่เกี่ยวข้องกับอิทธิพลความเข้าใจภาษา

2. คณิตศาสตร์เหตุผล เป็นการถามเรื่องวิธีการ หลักการ การแปลความ การตีความ การขยายความ การไล่เลียงหาเหตุผล ขั้นการพิสูจน์ และการประเมินค่า ข้อสอบชนิดนี้ความเข้าใจภาษามีอิทธิผลมาก เพราะคำถามจะต้องใช้อธิบายด้วยภาษาเป็นส่วนใหญ่

3. คณิตศาสตร์โจทย์ปัญหา มุ่งตรวจสอบผลสัมฤทธิ์สุดท้ายในการคิด จุดประสงค์ของการออกชนิดนี้เพื่อให้เด็กแก้ปัญหาเป็น สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้ ข้อสอบชนิดนี้ต้องเกี่ยวข้องกับภาษาเป็นอย่างมาก

ไพศาล หวังพานิช (2523:137) ได้กล่าวถึงการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถวัดได้ 2 แบบ ตามจุดมุ่งหมายและลักษณะวิชาที่สอน คือ

1. การวัดด้านปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติหรือทักษะของผู้เรียนโดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถดังกล่าวในรูปของการกระทำจริงให้ออกเป็นผลงาน เช่น วิชาศิลปศึกษา พลศึกษา การช่าง เป็นต้น การวัดแบบนี้จึงต้องใช้ "ข้อสอบภาคปฏิบัติ" (Performance Test)

2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา อันเป็นประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน รวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่าง ๆ สามารถวัดได้โดยใช้ "ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์" (Achievement Test)

3. เอกสารเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

3. 1. ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การคิดอย่างมีวิจารญาณเป็น เป็นรูปแบบหนึ่งของการคิดในระดับสูงที่อยู่บนพื้นฐานของหลักการณ์และเหตุผล มีการศึกษาข้อเท็จจริง ถือว่าเป็นทักษะการคิดที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้และการดำเนินชีวิตในโลกปัจจุบัน เราควรทำความเข้าใจ ถึงความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน เนื่องจากมีนักการศึกษาให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้หลายความหมาย อาทิ

ไบเออร์ (ศันสนีย์ ฉัตรคุปต์.2545 : 26 ; อ้างอิงจาก Beyer.1995:) ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือ ความสามารถที่จะตัดสินสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างมีเหตุผล ไม่ใช่การ

คาดเดา นับตั้งแต่เรื่องเล็กน้อย เช่น การปรุงอาหาร ไปจนถึงเรื่องใหญ่ขึ้น เช่น บทสรุปของงานวิจัยว่ามีคุณภาพหรือไม่ อย่างไร ผู้ที่ใช้ความคิดอย่างมีวิจารณญาณจะสามารถประเมินข่าวสารหรือข้อถกเถียงได้อย่างมีหลักน่าเชื่อถือ

แอนเจโล (Angelo.1995 : 6-7) ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า เป็นการคิดด้วยเหตุผล และใช้ทักษะการคิดที่ซับซ้อนขึ้น เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ สังเคราะห์ รับรู้ปัญหา แก้ปัญหาและหาข้อสรุป

เคอร์แลนด์ (ศันสนีย์ ฉัตรคุปต์.2545: 30 ; อ้างอิงจาก Kerland.1995:) ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า เกี่ยวข้องกับการใช้เหตุผล ใช้สติปัญญาและความคิดที่เปิดกว้าง ซึ่งตรงข้ามกับการใช้อารมณ์ไม่ยอมใช้สติปัญญาดังนั้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณจึง ยึดหลักของเหตุผลมากกว่าอารมณ์ มีความถูกต้อง แม่นยำ พิจารณาความเป็นไปได้ในแง่มุมต่าง ๆ ต้องการจะหาว่าอะไรคือความจริงมากกว่าอะไรคือความถูกต้องและไม่ยอมให้อคติส่วนตัวมาทำให้การตัดสินเบี่ยงเบนไป

สคริเวน (ศันสนีย์ ฉัตรคุปต์.2545: 30 ; อ้างอิงจาก Scriven.1996) ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือ กระบวนการคิดอย่างวิเคราะห์หรือสังเคราะห์ หรือนำไปประยุกต์ใช้ หรือเพื่อตรวจสอบข้อมูลซึ่งอาจได้มาจากการสังเกต การทดลอง การใช้เหตุผลหรือการติดต่อสื่อสารเพื่อใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติต่อไป

ฮาลเพิร์น (ศันสนีย์ ฉัตรคุปต์.2545: 30 ; อ้างอิงจาก Halpern. 1996) ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า เป็นกระบวนการทางความคิดและใช้เหตุผล โดยความรู้ที่มีอยู่แล้วมาใช้ในการคิดหาข้อสรุปเพื่อเพิ่มโอกาสของความสำเร็จให้มากขึ้น เป็นการคิดที่มีเป้าหมายแน่นอน มีเหตุผลสามารถแก้ปัญหา คำนวณหาความเป็นไปได้ และตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งต่างจากการคิดแบบไม่มีเป้าหมาย เช่น การคิดฟุ้งซ่าน ดังนั้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณจึงเป็นการคิดที่ยึดเอาผลลัพธ์เป็นหลัก ผู้คิดสามารถประเมินผลที่ได้จากกระบวนการคิของตนโดยดูว่าที่ตัดสินใจไปนั้นถูกต้องหรือไม่ ปัญหาที่แก้ไขแล้วได้ผลเป็นอย่างไร

รักจิริโอ (ศันสนีย์ ฉัตรคุปต์.2545: 31 ; อ้างอิงจาก Ruggierio.1996) เสนอว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณหมายถึง การตรวจสอบความคิดของเราเอง การคิดตัดสินใจว่าวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดคืออะไร ความเชื่อแบบใดที่มีเหตุผลมากที่สุด จากนั้นต้องมีการประเมินข้อสรุปอีกครั้งหนึ่ง

แมคโคเวน (ศันสนีย์ ฉัตรคุปต์.2545: 31 ; อ้างอิงจาก Mckowen.1996) ให้ความหมายการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า เป็นการคิดที่แจ่มแจ้งผ่านการไตร่ตรวญมาแล้วอย่างรอบคอบใช้ทุกอย่างที่เรามีอย่างดีที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ผู้คิดจะต้องไม่ใส่อารมณ์ของตัวเองเข้าไปด้วย โดยเฉพาะการคิดเกี่ยวกับกฎหมายหรือตรรกวิทยา แต่เนื่องจากคนเราคิดด้วยสมองทั้งหมดไม่ใช่คิดด้วยสมองเฉพาะซีกซ้ายเท่านั้น เพราะฉะนั้นการคิดโดยไม่ใช้อารมณ์เลยจึงเป็นไป

ไม่ได้ดังนั้นหน้าที่ของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือต้องคอยระมัดระวังไม่ให้เกิดความคิดที่เป็นอคติหรือลำเอียงขึ้น

ฮิลการ์ด (Hilgard:1992 : 337) ให้ความหมายการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า หมายถึงความสามารถในการตัดสินข้อความหรือปัญหาว่าสิ่งใดเป็นจริง สิ่งใดเป็นเหตุเป็นผลกัน

เอนนิส (Ennis.1989:1) ให้ความหมายการคิดวิจารณญาณว่า หมายถึงการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างมีเหตุผลที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อการตัดสินใจว่าสิ่งใดควรเชื่อ หรือสิ่งใดที่ช่วยให้ตัดสินใจในสภาพการณ์ได้ถูกต้อง (Demo.1991:citing Hilgard. 962 :12. Ennis. 1985 :46)

ดิวอี้ (Dewey.1933 : 30) ได้เสนอความหมายของการคิดวิจารณญาณไว้ว่า หมายถึงการคิดใคร่ครวญไตร่ตรอง และอธิบายขอบเขตของการคิดวิจารณญาณว่าเป็นการคิดที่เริ่มต้นจากสถานการณ์ที่มีความยุ่งยากและสิ้นสุดด้วยสถานการณ์ที่มีความชัดเจน

กู๊ด (Good.1973 : 630) ให้ความหมายการคิดวิจารณญาณว่า หมายถึงการคิดอย่างรอบคอบตามหลักของการประเมินและมีหลักฐานอ้างอิงเพื่อหาข้อมูลสรุปที่น่าจะเป็นไปได้ตลอดจนพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมดและใช้กระบวนการตรรกวิทยาได้ถูกต้องสมเหตุสมผล

ฮัดจินส์ (Hudgins.1977 :173–206) ให้ความหมายการคิดวิจารณญาณไว้ว่า หมายถึงการมีเจตคติในการค้นคว้าหาหลักฐาน เพื่อการวิเคราะห์และประเมินข้อโต้แย้งต่าง ๆ การมีทักษะในการใช้ความรู้จำแนกข้อมูล เพื่อตรวจสอบข้อสมมติฐานเพื่อหาข้อสรุปอย่างสมเหตุผล (ชำนาญ เอี่ยมสำอาง. 2539 : 51 – 52 : อ้างอิงจาก Dewey. 1933 : 9 ; Good. 1973 : 680 ; Hudgins. 1977 : 173 – 206)

สมสุข โถวเจริญ (2541 :20) ได้ให้ความหมายว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึงกระบวนการคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างรอบคอบในข้อความที่เป็นปัญหาโดยหาหลักฐานที่มีเหตุผลหรือข้อมูลที่เชื่อถือได้ มายืนยัน การตัดสินใจตามเรื่องราวหรือสถานการณ์นั้น เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปที่ถูกต้อง

จิรพา จันทะเวียง (2542:23) ได้ให้ความหมายว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึงกระบวนการคิดไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูลที่เป็นปัญหา ข้อโต้แย้ง หรือข้อมูลที่คลุมเครือ โดยใช้ความรู้ความคิดประสบการณ์ของตนเองในการพิจารณาหลักฐานและข้อมูลที่เป็นปัญหา เพื่อนำไปสู่การสรุปที่เป็นข้อยุติอย่างสมเหตุสมผลสำหรับการตัดสินใจ

จากนิยามการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สรุปความหมายได้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณหมายถึง กระบวนการคิดไตร่ตรองอย่างรอบคอบเกี่ยวกับข้อมูลที่เป็นปัญหา ข้อโต้แย้ง หรือข้อมูลที่คลุมเครือ โดยใช้ความรู้ความคิดและประสบการณ์ของตนเองในการพิจารณาหลักฐานและข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่การสรุปที่เป็นข้อยุติอย่างสมเหตุสมผล

2.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

จากการพิจารณานิยามและความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณนั้นประกอบด้วยกระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการคิด ซึ่งมีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาหลายท่านได้กล่าวถึงการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ลักษณะต่าง ๆกัน ซึ่งสามารถสรุปได้ ดังนี้

วัตสัน และ เกลเซอร์ (Watson and Glaser .1964 : 10-15) ได้เสนอแนวคิดไว้ว่า กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบทัศนคติความรู้ และทักษะในเรื่องต่าง ๆดังนี้

1. ทัศนคติในการสืบเสาะ ซึ่งประกอบด้วย ความสามารถในการเห็นปัญหาและความต้องการที่จะสืบเสาะค้นหาข้อมูล หลักฐาน มาพิสูจน์ เพื่อหาข้อเท็จจริง

2. ความรู้ในการหาแหล่งข้อมูลอ้างอิง และการใช้ข้อมูลอ้างอิงอย่างมีเหตุผล

3. ทักษะในการประยุกต์ใช้ความรู้และทัศนคติดังกล่าวมาใช้ให้เป็นประโยชน์

การวัดความสามารถทางด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ต้องวัดความสามารถย่อย ๆ ซึ่งมีอยู่ 5 ด้านดังนี้

1. ความสามารถในการอ้างอิงหรือสรุปความ (Inferences) หมายถึง ความสามารถในการจำแนกระดับความน่าจะเป็นของข้อมูลหรือการสรุปข้อมูลต่าง ๆที่ปรากฏในข้อความที่กำหนดให้

2. ความสามารถในการยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น (Rucognition of Assumption) หมายถึง ความสามารถพิจารณาจำแนกว่าข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้น ข้อความใดไม่เป็นข้อตกลงเบื้องต้น

3. ความสามารถในการนิรนัย (Deduction) ความสามารถในการจำแนกว่า ข้อสรุปใดเป็นผลมาจากความสัมพันธ์ของสถานการณ์ที่กำหนดให้อย่างแน่นอนและข้อความใดไม่เป็นผลต่อความสัมพันธ์นั้น

4. ความสามารถในการตีความ (Interpretation) หมายถึงความสามารถในการจำแนกว่าข้อสรุปใดเป็นหรือไม่เป็นความจริงตามที่สรุปได้จากสถานการณ์ที่กำหนดให้

5. ความสามารถในการประเมินข้อโต้แย้ง (Evaluation of Arguments) หมายถึง ความสามารถในการจำแนกว่าข้อความใดเป็นการอ้างเหตุผลที่หนักแน่น

เอนนิส (Ennis. 1985 :46) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดวิจารณญาณ ดังนี้

1. ทักษะการนิยาม ได้แก่ การระบุจุดสำคัญของประเด็นปัญหา ข้อสรุป ระบุเหตุผลทั้งที่ปรากฏและไม่ปรากฏ การตั้งคำถามที่เหมาะสมในแต่ละสถานการณ์ การระบุเงื่อนไขข้อตกเบื้องต้น

2. ทักษะการตัดสินข้อมูล ได้แก่ การตัดสินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล การตัดสินความเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา การพิจารณาความสอดคล้อง

3. ทักษะการสรุปอ้างอิงในการแก้ปัญหาและการลงสรุปอย่างสมเหตุสมผล ได้แก่ การอ้างและการตัดสินใจในการสรุปแบบอุปนัย การนิรนัย โดยมีความตรง การทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นตามมาอย่างน่าเชื่อถือ

เดรสเซลและเมย์ฮิว (Dressel and Mayhew. 1957 : 179) ได้เสนอแนวคิดว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วยความสามารถต่าง ๆ 5 ด้าน คือ

1. ความสามารถในการนิยามปัญหา เป็นความสามารถในการที่จะทำความเข้าใจหรือตระหนักถึงความมีอยู่ของปัญหาและสามารถที่จะกำหนดปัญหาได้ ประกอบด้วย ลักษณะต่อไปนี้

1.1 ความสามารถในการตระหนักถึงความเป็นไปของปัญหา ได้แก่ การรู้ถึงเงื่อนไขต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กันในสภาพการณ์ การรู้ถึงความขัดแย้งและเรื่องราวที่สำคัญในสภาพการณ์และความสามารถในการระบุจุดเชื่อมต่อที่ขาดหายไปของชุดเหตุการณ์หรือความคิดและการรู้ถึงสภาพปัญหาที่ยังไม่ทีคำตอบ

1.2 ความสามารถในการนิยามปัญหา ได้แก่ การระบุถึงธรรมชาติของปัญหา ความเข้าใจถึงสิ่งที่เกี่ยวข้องและจำเป็นในการแก้ปัญหา สามารถนิยามองค์ประกอบข้อปัญหาซึ่งมีความยุ่งยากและเป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรม สามารถจำแนกแยกแยะองค์ประกอบของปัญหาที่มีความซับซ้อนออกเป็น สวนประกอบที่สามารถจัดกระทำได้ สามารถระบุองค์ประกอบที่สำคัญของปัญหา สามารถจัดองค์ประกอบของปัญหาให้เป็นลำดับขั้นตอน

2. ความสามารถในการเลือกหรือรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบของปัญหาโดยการพิจารณาความเพียงพอของข้อมูล ประกอบด้วย ความสามารถในการจำแนกข้อมูลที่เชื่อถือได้กับแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือไม่ได้ ความสามารถในการยอมรับหรือไม่ การเลือกตัวอย่างของข้อมูลที่มีความเพียงพอและเชื่อถือได้

3. ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้นหรือจัดระบบข้อมูลได้ว่า ข้อมูลใดเป็นข้อมูลจริง ข้อมูลใดเป็นข้อคิดเห็น และมีความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลมากน้อยเพียงใด ประกอบด้วย ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่ผู้อ้างเหตุผลไม่ได้กล่าวไว้ ความสามารถในการระบุข้อตกลงที่คัดค้านการอ้างเหตุผลและความสามารถในการระบุข้อตกลงที่ไม่เกี่ยวข้องกับการอ้างเหตุผล

4. ความสามารถในการกำหนดและตั้งสมมติฐานจากปัญหา โดยการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างสมมติฐานกับข้อมูลและข้อตกลงเบื้องต้น ประกอบด้วยการค้นหา การชี้แนะคำตอบ การกำหนดสมมติฐานต่าง ๆ โดยอาศัยข้อมูลและข้อตกลงเบื้องต้นที่มีความเป็นไปได้มากที่สุดพิจารณาเป็นอันดับแรก การตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างสมมติฐานกับข้อมูลและการกำหนดสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่ยังไม่ทราบ และเป็นข้อมูลที่จำเป็น

5. ความสามารถในการลงสรุปอย่างสมเหตุสมผลหรือการประเมินการสรุปอ้างอิงโดยพิจารณาตัดสินความสมเหตุสมผลของการคิดหาเหตุผลและประเมินข้อสรุปโดยอาศัยเกณฑ์การประยุกต์ใช้ ประกอบด้วย

5.1 ความสามารถในการลงสรุปอย่างสมเหตุสมผล โดยอาศัยข้อตกลงเบื้องต้นสมมติฐานและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การระบุความสัมพันธ์ระหว่างคำกับประพจน์ การระบุถึงเงื่อนไขที่จำเป็นเพียงพอ การระบุความสัมพันธ์เชิงเหตุผล และความสามารถในการระบุและกำหนดข้อสรุป

5.2 ความสามารถในการตัดสินพิจารณาความสมเหตุสมผลของกระบวนการที่จะนำไปสู่ข้อสรุป ได้แก่ การจำแนกข้อสรุปที่สมเหตุสมผลจากการสรุปที่อาศัยค่านิยมความพึงพอใจและความลำเอียง การจำแนกระหว่างการคิดหาเหตุผลที่มีข้อสรุปได้แน่นอนกับการหาเหตุผลที่ไม่สามารถหาข้อสรุปที่เป็นข้อยุติได้

5.3 ความสามารถในการประเมินข้อสรุป โดยอาศัยเกณฑ์การประยุกต์ใช้ ได้แก่ การระบุเงื่อนไขที่จำเป็นต่อการพิสูจน์ข้อสรุป การรู้ถึงเงื่อนไขที่ทำให้ข้อสรุปไม่สามารถนำไปปฏิบัติได้ และตัดสินความพอเพียงของข้อสรุปในลักษณะที่เป็นคำตอบของปัญหา

นีดเลอร์ (อวยพร เรืองศรี .2545 : 8 ; อ้างอิงจาก Kneedler.1985: 277; *Cognitive Science*) ได้กำหนดการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. การนิยาม และการทำความกระจ่างชัดของปัญหา ซึ่งจำแนกเป็น 4 ความสามารถย่อย ได้แก่

1.1 การระบุเรื่องราวที่สำคัญหรือการระบุปัญหา เป็นความสามารถในการระบุในความสำคัญของเรื่องที่อ่าน การอ้างเหตุผล ภาพล้อทางการเมือง การใช้เหตุผลต่าง ๆ และข้อสรุปในการอ้างเหตุผล

1.2 การเปรียบเทียบความคล้ายคลึง และความแตกต่างระหว่างคน วัตถุ สิ่งของ ความคิดหรือผลลัพธ์ตั้งแต่ 2 อย่างขึ้นไป

1.3 การกำหนดว่าข้อมูลใดเกี่ยวข้อง เป็นความสามารถในการจำแนกระหว่างข้อมูลที่สามารถพิสูจน์ความถูกต้องได้กับข้อมูลที่ไม่สามารรถพิสูจน์ความถูกต้องได้ รวมทั้งการจำแนกระหว่างข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง

1.4 การกำหนดคำถามที่เหมาะสม ซึ่งเป็นความสามารถในการกำหนดคำถามซึ่งจะนำไปสู่ความเข้าใจที่ลึกซึ้ง และชัดเจนเกี่ยวกับเรื่องราว

2 การพิจารณาตัดสินข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กับปัญหา แบ่งเป็น 5 ความสามารถย่อย ได้แก่

2.1 การจำแนกหลักฐาน เป็นลักษณะข้อเท็จจริง ความคิดเห็น ซึ่งพิจารณาตัดสินโดยใช้เหตุผล เป็นความสามารถในการประยุกต์เกณฑ์ต่าง ๆ เพื่อการพิจารณาตัดสินลักษณะคุณภาพของการสังเกตและการคิดหาเหตุผล

2.2 การตรวจสอบความสอดคล้อง เป็นความสามารถในการตัดสินว่าข้อความหรือสัญลักษณ์ที่กำหนด มีความสอดคล้องสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และมีความสอดคล้องกับบริบททั้งหมดหรือไม่

2.3 การระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่ไม่ได้กล่าวอ้าง เป็นความสามารถในการระบุว่าข้อตกลงเบื้องต้นที่ไม่ได้กล่าวอ้างเหตุผล

2.4 การระบุภาพพจน์ในการอ้างเหตุผล เป็นความสามารถของการระบุความคิดที่บุคคลยึดถือหรือความคิดตามประเพณีนิยม

2.5 การระบุความแตกต่างระหว่างระบบค่านิยมและอุดมการณ์ เป็นความสามารถในการระบุความคล้ายคลึง และความแตกต่างระหว่างระบบค่านิยมและอุดมการณ์

3 การแก้ปัญหาหรือการลงข้อสรุป จำแนกเป็น 2 ความสามารถย่อยได้แก่

3.1 ข้อมูลที่มีอยู่เพียงพอทั้งด้านปริมาณและคุณภาพต่อการนำไปสู่ข้อสรุปการตัดสินใจหรือการกำหนดสมมติฐานที่เป็นไปได้หรือไม่

3.2 การพยากรณ์ผลลัพธ์ที่อาจเป็นไปได้ เป็นความสามารถในการทำนายผลลัพธ์ที่อาจเป็นไปได้ของเหตุการณ์ต่าง ๆ

เควลล์มอลซ์ (Quellmalz .1985: 29) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

1. การระบุหรือกำหนดคำถาม วิเคราะห์ส่วนประกอบที่สำคัญ และนิยามคำสำคัญ

2. การตัดสินความน่าเชื่อถือของการสนับสนุน แหล่งข้อมูล และการสังเกต

3. การสรุปอ้างอิงโดยการนิรนัย การอุปนัย การตัดสินคุณค่าและการตัดสินความเท็จ

4. ใช้เกณฑ์ตัดสินความพอเพียงพอของข้อสรุป

สเตอร์นเบิร์กและบารอน (Sternberg and Baron .1985: 40) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. การนิยามและทำความเข้าใจปัญหา
2. การตัดสินข้อมูล
3. การสรุปอ้างอิงและการแก้ปัญหากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

เดอคาโรลี (Decaroli . 1973 : 67) แบ่งแนวคิดเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณออกเป็น 7 ขั้นตอน คือ

1. การนิยามปัญหา เป็นการกำหนดปัญหา ทำความตกลงเกี่ยวกับความหมายของคำและข้อความและการกำหนดเกณฑ์

2. การกำหนดสมมติฐาน การหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล หาทางเลือกการพยากรณ์

3. การประมวลข่าวสาร เป็นการระบุข้อมูลที่จำเป็น รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง การหาหลักฐานและจักระบบข้อมูล

4. การตีความข้อเท็จจริงและการอ้างอิงจากหลักฐาน

5. การใช้เหตุผล โดยระบุเหตุและผลของความสัมพันธ์เชิงตรรกศาสตร์

6. การประเมินผล โดยอาศัยเกณฑ์ความสมเหตุสมผล

7. การประยุกต์ใช้หรือนำไปปฏิบัติ

จากการวิเคราะห์กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณดังที่ได้เสนอนั้น พบว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วยกระบวนการและทักษะต่างๆที่ เกี่ยวข้องกับการคิด นับตั้งแต่การเผชิญปัญหา จนถึงลงสรุปและประเมินเกี่ยวกับประเด็นปัญหา ซึ่งผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านได้กำหนดกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณาญาณแตกต่างกันไป แต่ในภาพรวมมีส่วนที่คล้ายคลึงกัน สามารถจัดกระบวนการการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. **ทำความเข้าใจประเด็นปัญหา** คือ การระบุเรื่องราวที่สำคัญหรือการระบุปัญหาเป็นความสามารถในการระบุในความสำคัญของเรื่องหรือ เหตุการณ์ สถานการณ์ การอ้างเหตุผล การใช้เหตุผลต่าง ๆ และข้อสรุปในการอ้างเหตุผล ระบุความคล้ายคลึง และความแตกต่างระหว่างคน วัตถุ สิ่งของ ความคิดหรือผลลัพธ์ตั้งแต่ 2 อย่างขึ้นไป ระบุเงื่อนไขเบื้องต้น รวมถึงความสามารถในการกำหนดคำถามซึ่งนำไปสู่ความเข้าใจที่ลึกซึ้ง และชัดเจนของปัญหา

2. **เสาะหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา** คือ ความสามารถในการเลือกหรือรวบรวบรวมข้อมูล การกำหนดว่าข้อมูลใดเกี่ยวข้อง เป็นความสามารถในการจำแนกระหว่างข้อมูลที่สามารถพิสูจน์ความถูกต้องได้ และความเพียงพอของข้อมูล ตัดสินความสอดคล้องสัมพันธ์ซึ่งกันและกันหรือไม่

3. **วิเคราะห์ข้อมูล** คือ การวินิจฉัย การสังเคราะห์ลำดับ ยุทธวิธีไขปัญหาการตัดสินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล ตีความข้อเท็จจริง วิเคราะห์ส่วนประกอบที่สำคัญ ตัดสินความเกี่ยวข้องของประเด็นปัญหา การพิจารณาความสอดคล้องของปัญหา

4. **ประเมินค่าแต่ละองค์ประกอบ** คือ ความสามารถในการลงสรุปอย่างสมเหตุสมผลหรือประเมินการสรุปอ้างอิงโดยพิจารณาตัดสินและประเมินโดยอาศัยเกณฑ์การประยุกต์ใช้

ซึ่งสามารถสังเคราะห์เพื่อสรุปเป็นกระบวนการคิด คือ แสดงดังตาราง 1

ตาราง 1 ตารางแสดงการสังเคราะห์กระบวนคิดอย่างมีจารณญาณ

กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	ทักษะที่เกี่ยวข้อง	กิจกรรมการคิด	ผู้เชี่ยวชาญ
1. ทำความเข้าใจประเด็นปัญหา	1. ทักษะทางภาษา 2. ทักษะการสังเกต 3. ทักษะการคาดคะเนคำตอบ 4. ทักษะการอุปมาอุปไมย	1. การนิยามและทำความเข้าใจปัญหา 2. ทำความเข้าใจความหมายของคำภาษา สัญลักษณ์	สเติร์นเบอร์และบารอน,เดรสเซลและเมย์ฮิว, เดอคาโรลี , เอนนิส , เควลล์มอลซ์,
2. เสาะหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	1. ทักษะทางภาษา 2. ทักษะการสังเกต 3. ทักษะการอุปมาน	1. เลือกและรวบรวมข้อมูล หาหลักฐาน 2. พิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล 3. พิจารณาความพอเพียงของข้อมูล 4. ตีความข้อมูล	เดรสเซลและเมย์ฮิว,เดอคาโรลี, เควลล์มอลซ์, วัตสันและเกลเซอร์, นีดเลอร์ , เอนนีส เดรสเซลและเมย์ฮิว วัตสันและเกลเซอร์
3. วิเคราะห์ข้อมูล	1. ทักษะการอุปมาน 2. ทักษะการอนุมาน 3. ทักษะการจำแนก 4. ทักษะการเปรียบเทียบ	1. ระบุความสัมพันธ์เชิงเหตุผล 2. จำแนกระหว่างข้อมูลที่ชัดเจนกับข้อมูลคลุมเครือ 3. การวินิจฉัย 4. การสังเคราะห์สำดับ ยุทธวิธีไขปัญหา	เดรสเซลและเมย์ฮิว, เดอคาโรลี, นีดเลอร์ สเติร์นเบอร์และบารอน, จอร์นดีรอสและคาร์ทีรีน นีดเลอร์ , เอนนีส
4. ประเมินค่าแต่ละองค์ประกอบ	1. ทักษะการวิเคราะห์ 2. ทักษะการสังเคราะห์ 3. ทักษะการอนุมาน	1. สรุปปัญหาจากหลักฐานและข้อมูล 2. สรุปอย่างสมเหตุสมผลโดยใช้ข้อมูลแบบอุปมานและอนุมาน	สเติร์นเบอร์และบารอน,เดรสเซลและเมย์ฮิว, เดอคาโรลี , เอนนีส เอนนีส

2.3 การวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สามารถวัดได้ด้วยแบบทดสอบ ซึ่งมี 2 ลักษณะ คือ แบบทดสอบมาตรฐานซึ่งผู้สร้างไว้แล้วกับแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่สร้างขึ้นใช้เอง ดังที่สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2540 : 85 – 91) ได้เสนอไว้ ดังนี้

1. แบบทดสอบการวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่เป็นมาตรฐาน ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่มีผู้สร้างไว้แล้ว เช่น Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal , Critical Thinking Test

2. แบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่สร้างขึ้นใช้เอง ซึ่งในการสร้างแบบทดสอบในลักษณะนี้ผู้สร้างเครื่องมือจะต้องมีความรอบรู้ในแนวคิดหรือทฤษฎีเกี่ยวกับการคิด เพื่อนำมาเป็นกรอบหรือโครงสร้างของการคิด เมื่อกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของโครงสร้างหรือองค์ประกอบของการคิดแล้ว จะทำให้ได้ตัวชี้วัดหรือลักษณะพฤติกรรมเฉพาะที่เป็นรูปธรรม จากนั้นจึงเขียนข้อความตามตัวชี้วัดหรือลักษณะเฉพาะของแต่ละองค์ประกอบการคิดนั้น ๆ ซึ่งสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติได้เสนอการสร้างแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้เป็นขั้นตอน ดังนี้

2.1 กำหนดจุดมุ่งหมายของแบบทดสอบ

สิ่งสำคัญของการสร้างแบบทดสอบ ก็คือ การกำหนดจุดมุ่งหมาย ซึ่งผู้พัฒนาแบบทดสอบที่ใช้วัดจะต้องพิจารณาจุดมุ่งหมายของการใช้แบบทดสอบด้วยว่า ต้องการวัดความสามารถทางการคิดทั่ว ๆไป หรือต้องการใช้วัดความสามารถทางการคิดเฉพาะวิชา (Aspect-Specific)

2.2 กำหนดกรอบของการวัดและนิยามเชิงปฏิบัติการ

ผู้พัฒนาแบบทดสอบที่ใช้วัดควรศึกษาเอกสาร แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางการคิดตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

2.3 สร้างผังข้อสอบ (Table of Specification)

การสร้างผังข้อสอบ เป็นการกำหนดเค้าโครงของแบบวัดความสามารทางการคิดที่ต้องการว่าต้องการให้ครอบคลุมโครงสร้างหรือองค์ประกอบใดบ้าง และแต่ละส่วนมีน้ำหนักความสำคัญมากน้อยเพียงใด

ตาราง 2 ตารางตัวอย่างผังข้อสอบสำหรับการวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

องค์ประกอบที่ต้องการวัด	น้ำหนัก (%)	จำนวนข้อสอบ
1. ความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล	25	10
2. ความสามารถในการอุปนัย	25	10
3. ความสามารถในการนิรนัย	25	10
4. ความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น	25	10
รวม	**100**	**40**

2.4 เขียนข้อสอบ

กำหนดรูปแบบของการเขียนข้อสอบ ตัวคำถาม ตัวคำตอบ และวิธีการตรวจให้คะแนน จากนั้นก็ลงมือร่างข้อสอบตามผังข้อสอบที่กำหนดไว้จนครบทุกองค์ประกอบ ตรวจสอบความชัดเจนของภาษาที่ใช้ โดยผู้เขียนข้อสอบเองและผู้ตรวจสอบที่มีความเชี่ยวชาญในการสร้างข้อสอบ

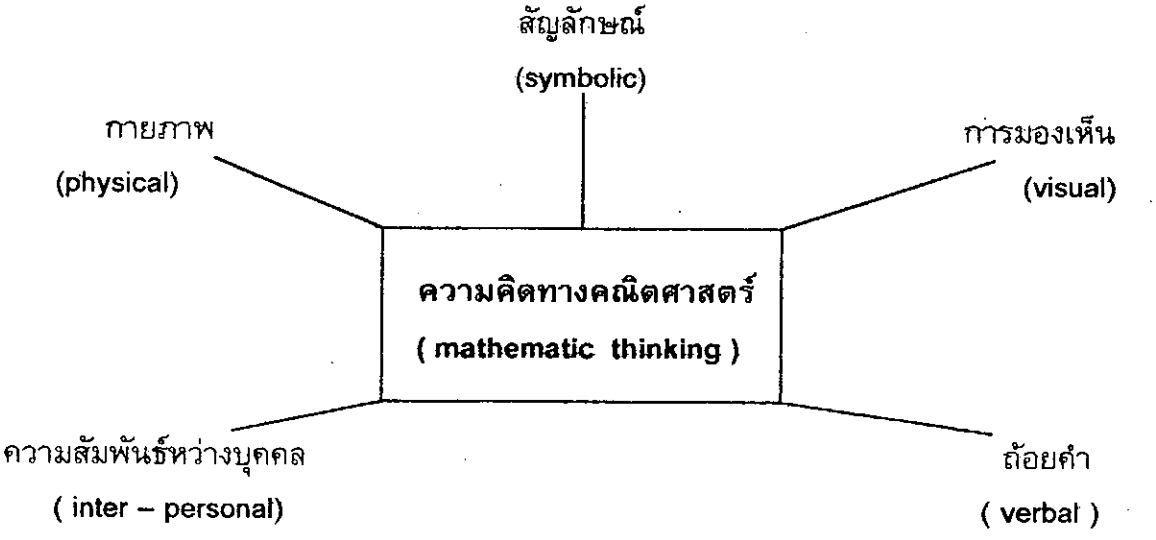
2.5 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้ วิเคราะห์คุณภาพและปรับปรุง

วิเคราะห์ข้อสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบเป็นรายข้อในด้านความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพและปรับปรุงข้อสอบที่ไม่เหมาะสม

2.6 นำแบบทดสอบไปใช้จริง

3. ความคิดวิจารณญาณกับวิชาคณิตศาสตร์

วิชาคณิตศาสตร์เป็นแนวทางแก้ปัญหาในใจ แก้ปัญหาบนแผ่นกระดาษ และแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง การจำลองปัญหาทางคณิตศาสตร์(Fisher. 1992 : 208) เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนพัฒนาการคิดได้หลายแนวทางตามภาพประกอบ



ภาพประกอบ 2 การจำลองปัญหาเพื่อฝึกความคิดทางคณิตศาสตร์

การใช้ถ้อยคำ (verbal) โดยผ่านการพูด การใช้หลักทางภาษาศาสตร์ การใส่คำพูดเป็นกระบวนการของแผนการสร้างความรู้สึกและความหมายสำหรับคนคนหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล (inter – personal) เป็นการเรียนรู้ผ่านการทำงาน ร่วมกัน สังเกตผู้อื่น การเปรียบเทียบและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การถามปัญหา และการอภิปรายปัญหาร่วมกัน

กายภาพ (physical) การใช้ลักษณะทางการภาพมาปฏิบัติในงานทางคณิตศาสตร์ โดยการทำงานกับเครื่องมือที่เหมาะสมการจัดหาเครื่องมือทางคณิตศาสตร์หรือกระบวนการประยุกต์การปฏิบัติไปสู่กายภาพระดับโลก

การมองเห็น (visual) เป็นการนำกระบวนการลงในรูปแบบฟอร์มรูปภาพ การสร้างแผนภูมิเพื่อการมองเห็นปัญหา การมองรูปแบบและทรงวัตถุด้วยการสัมผัสทางประสาทตา การคิดในเทอมของช่องว่างและอวกาศ การสื่อสารด้วยกราฟ

สัญลักษณ์ (symbolic) ใช้การเขียนคำและสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรมนำไปสู่การแปลความหมาย การบันทึกและทำงานเกี่ยวกับปัญหาคณิตศาสตร์ การใช้ระบบบันทึกที่แตกต่างกัน การแปลงโจทย์ปัญหาเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนในระดับชั้นประถมศึกษา ครูมักจะคุ้นเคยกับเนื้อหาตามหลักสูตร ซึ่งฟิชเชอร์ (Fisher. 1992) ได้จำแนกเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่เอื้อต่อการพัฒนาทักษะการคิดวิจารณญาณ เป็นเรื่อง ๆ ได้แก่ จำนวน (number) พีชคณิต (algebra) รูปทรง (shape) การวัด (measurement) การจัดกระทำข้อมูล (data handing) และการแก้ปัญหา (problem sloving)

จำนวน (number) ในการเตรียมให้เด็กเกิดความคิดทางคณิตศาสตร์นักจิตวิทยาสนใจความคิดเกี่ยวกับจำนวนมากกว่าให้เด็กหาคำตอบจากการคำนวณ ดังนั้นในการคิดคำนวณจากปัญหาตัวเลข เด็กจะต้องอธิบายได้ว่า เขาคิดด้วยกระบวนการอะไร บางครั้งผู้สอนอาจให้คำตอบมาก่อนแล้วให้เด็กคิดว่า โจทย์ควรเป็นอย่างไร เช่น คำตอบเป็น 25 คำถามจะเป็นอะไรได้บ้าง หรือกำหนดจำนวน 0,2,3 มาให้ จะเขียนจำนวนเต็มเป็นเลข 3 หลักได้กี่จำนวนอะไรบ้าง คำสำคัญในการคิดทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับจำนวนคือคำว่า "ถ้า... แล้ว" ซึ่งสามารถเชื่อมโยงการคิดไปสู่ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ ในกรณีที่เป็นโจทย์ปัญหา เช่น ถ้าเก็บเงินวันละ 2 บาท ในเวลา 5 วัน จะมีเงิน 10 บาท แล้วการเก็บเงินวันละ 5 บาท 2 วัน จะมีเงินกี่บาท หรืออาจเขียนในรูปสมการ เช่น ถ้า $2 \times n = 10$ แล้ว $n \times 2$ จะเป็นเท่าไร จะเห็นได้ว่าการคิดในเรื่องจำนวนนี้เกี่ยวข้องกับเรื่องของพีชคณิตด้วยพีชคณิต เป็นอีกกลุ่มเนื้อหาหนึ่งที่พัฒนามาจากการค้นหารูปแบบของ

จำนวน การค้นหารูปแบบเป็นการตอบสนองภายในจิตใจมนุษย์เกี่ยวกับแบบฟอร์มตามที่มีอยู่ในประสบการณ์ การค้นหารูปแบบและลำดับการศึกษาและอธิบายโดยนักจิตวิทยา กลุ่ม เกสตอล์ (Gestalt) ซึ่งพวกเขาถือว่าการรับรู้ (Perception) เป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนรู้ กล่าวคือ ในการรับรู้สิ่งใด ๆ แนวโน้มในการจัดระเบียบหมวดหมู่มักจะอยู่ในรูปที่ดีมีความสมบูรณ์ มีระเบียบกฎเกณฑ์ (regularity) มีลักษณะสมมาตร (Symmetry) ถึงแม้ว่าในชีวิตจริงภาพนั้นจะไม่มีความหมายแต่อย่างใด (Gredler.1992) การคิดทางคณิตศาสตร์ก็มีพื้นฐานเช่นเดียวกัน คือ การค้นหารูปแบบที่มีระเบียบ สมบูรณ์ และสมมาตร สำหรับเด็กระดับประถมศึกษามีความต้องการสะสมประสบการณ์เกี่ยวกับรูปแบบของจำนวนให้ได้มาก ๆ ประสบการเหล่านี้อาจเรียกได้ว่าวิจารณญาณ เมื่อมีการคิดเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา ตัวอย่างรูปแบบเชิงตรรกวิทยาที่กระตุ้นให้เด็กเกิดรูปแบบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เช่น การใช้ ◉ เป็นสัญลักษณ์ วงกลมนี้จะบอกว่ากระทำต่อเลข 2 จำนวนอย่างไร ถ้า $3 \text{ ◉ } 4 = 6$ เป็นประโยคสัญลักษณ์ที่เป็นจริงเด็กจะคิดและอธิบายได้ว่า ◉ หมายถึงการคูณกันของเลขสองจำนวนแล้วหารด้วย 2 นอกจากนี้การใช้คำถามเกี่ยวกับรูปแบบของจำนวนก็มีความสำคัญ ในการคิดโดยทั่วไปมักจะใช้คำถามเกี่ยวกับรูปแบบจำนวนที่เป็นอนุกรมว่าจำนวนต่อไปคืออะไร จำนวนใดหายไป และรูปแบบที่นักเรียนเห็นเป็นอย่างไร

รูปทรงเป็นเรื่องของเรขาคณิตซึ่งเกี่ยวข้องกับรูปแบบของเส้น พื้นที่ผิวและที่ว่างในการเรียนรู้รูปทรงจากประสบการณ์ ความคิด และการวาดบนแผ่นกระดาษ เด็กต้องการการ

เริ่มต้น ที่มีการฝึกทักษะการวาดและรู้จักรูปทรงแบบต่าง ๆ ก่อน อีกทั้งต้องการรู้คำศัพท์และความหมายในเชิงคณิตศาสตร์ เช่น เส้นรอบวง มุมฉาก เส้นขนาน อีกด้วย การฝึกฝนให้เด็กเกิดการคิดทางคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาจึงต้องให้พื้นฐานทางรูปทรงและทักษะการคิดไปพร้อม ๆ กัน คำถามที่ใช้ ได้แก่ รูปแบบที่นักเรียนพบคืออะไร อธิบายรูปที่พบ ดังตัวอย่าง ลูกบาศก์ 1 ลูก จำนวน = 1 มีด้าน = 6 ด้าน มีขอบ = 12 ในกรณีที่มีลูกบาศก์ 2 ลูก, 3 ลูก, ... นำมาวางเรียงต่อกันจะใช้คำถามให้นักเรียนคิดในทำนองเดียวกัน คือ มีด้านมีขอบเท่าไร

การวัด เนื้อหาบทเรียนเกี่ยวกับการวัด ต้องจัดกิจกรรมให้ตรงกับความสนใจของนักเรียนเพราะธรรมชาติของเด็กจะไม่สนใจสิ่งที่มีคนกล่าวว่าเป็นประโยชน์แต่สนใจมากกว่าเมื่อสิ่งนั้นสนุกและเป็นประโยชน์ต่อตนเอง เช่น นักเรียนสนใจจะวัดความยาวของบ้านตุ๊กตา ชั่งน้ำหนักของรถยนต์เด็กเล่นมากกว่าวัดความยาวของโต๊ะเรียน หรือชั่งกระเป๋านักเรียน ดังนั้น การใส่ความคิดลงในกิจกรรมการวัดจึงต้องทำต่อเนื่องและความสนใจของเด็กในการวัดทุกครั้งควรเริ่มจากให้เด็กได้ประมาณค่า ลำดับที่ 2 คือ ทดสอบการประมาณค่าแล้วจึงทบทวนตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่า และประเมินค่าในสิ่งที่ต้องการวัดด้วยการปฏิบัติจริง กระบวนการดังกล่าวนี้ ประยุกต์มาจากระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการนี้เป็นเหตุผลหนึ่งที่เรียกว่าวิชาคณิตศาสตร์ "ราชินีของวิทยาศาสตร์"

การจัดกระทำข้อมูล เป็นเรื่องที่ทำด้วยสถิติและความน่าจะเป็น เนื้อหาในระดับประถมศึกษาค่อนข้างเป็นเรื่องง่ายสำหรับผู้เรียน เพราะผู้เรียนเติบโตมาจากสภาพแวดล้อมที่มีสื่อทางสถิติจำนวนมากการคิด การตัดสินใจในทางสถิติของผู้เรียนจะพัฒนาจากประสบการณ์การผ่านการวิเคราะห์ข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เช่น หนังสืออ้างอิง หนังสือพิมพ์ โทรทัศน์ วิทยุ กราฟ แผนภูมิต่าง ๆ การแก้ปัญหา เป็นกระบวนการทางสมองเริ่มต้นขึ้นเมื่อมนุษย์เผชิญกับปัญหาและจบลงที่การได้คำตอบ นักคณิตศาสตร์แนะนำวิธีฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพว่าต้องดำเนินการตามกระบวนการ 5 ขั้น คือ

1. การอ่านโจทย์
2. การสำรวจ
3. การเลือกวิธีแก้ปัญหา
4. แก้ปัญหา (แสดงวิธีทำ)
5. ตรวจสอบความถูกต้อง

อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จะเน้นทางการคิดคณิตศาสตร์อยู่แล้ว แต่การมุ่งเน้นพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ต้องเริ่มที่ตัวปัญหาและมองเป้าหมายของปัญหาอย่างชัดเจน ผู้เรียนต้องรู้จักแปลงโจทย์ปัญหาเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ มีวิธีใส่ความคิดจากภาษาเป็นการเขียนแผนภูมิ เขียนภาพแสดงขั้นตอนแก้

ปัญหาได้ การเล่นเกม และปริศนาคำทายทางคณิตศาสตร์เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดอย่างมีวิจารณญาณ

จากการศึกษาสรุปได้ว่า ได้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิดไตร่ตรองอย่างรอบครอบเกี่ยวกับข้อมูลทางคณิตศาสตร์ ตรรกศาสตร์ที่มีอยู่ หรือข้อมูลทางคณิตศาสตร์ ตรรกศาสตร์ที่ไม่ชัดเจนคลุมเครือ เพื่อตัดสินใจและนำไปสู่ข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล

จากการพิจารณาขั้นตอนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของบุคคลต่าง ๆ ที่กล่าวไว้ ซึ่งสรุปเป็น 4 ขั้นตอนใหญ่ ๆ ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา
2. ขั้นวางแผน
3. ขั้นปฏิบัติตามแผน
4. ขั้นตรวจสอบ

และ จากการจัดกระบวนการการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำความเข้าใจประเด็นปัญหา
2. เสาะหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
3. วิเคราะห์ข้อมูล
4. ประเมินค่าแต่ละองค์ประกอบ

จากการวิเคราะห์การพิจารณาขั้นตอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณดังที่ได้เสนอนั้น พบว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วยกระบวนการและทักษะต่าง ๆที่เกี่ยวข้องกับการคิด นับตั้งแต่การเผชิญปัญหา จนถึงลงสรุปและประเมินเกี่ยวกับประเด็นปัญหา ของวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านได้กำหนดกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณาญาณแตกต่างกันไป แต่ในภาพรวมมีส่วนที่คล้ายคลึงกัน สามารถจัดกระบวนการการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อให้สอดคล้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้แสดงดังตาราง 3

ตาราง 3 ตารางแสดงความสอดคล้องการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	ทักษะกระบวนการ
1. ขั้นทำความเข้าใจโจทย์	1. ทำความเข้าใจประเด็นปัญหา	1. ทักษะทางภาษา 2. ทักษะการสังเกต 3. ทักษะการคาดคะเนคำตอบ 4. ทักษะการอุปมาอุปไมย
2 ขั้นวางแผน	2. เสาะหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	1. ทักษะทางภาษา 2. ทักษะการสังเกต 3. ทักษะการอุปมาน
3 ขั้นปฏิบัติตามแผน	3. วิเคราะห์ข้อมูล	1. ทักษะการอุปมาน 2. ทักษะการอนุมาน 3. ทักษะการจำแนก 4. ทักษะการเปรียบเทียบ
4. ขั้นตรวจสอบ	4. ประเมินค่าแต่ละองค์ประกอบ	1. ทักษะการวิเคราะห์ 2. ทักษะการสังเคราะห์ 3. ทักษะการอนุมาน

จากการวิเคราะห์ความสอดคล้องของกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณาญาณ ผู้วิจัยได้จึงสรุปการศึกษาเพื่อการจัดทำรูปแบบการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ซึ่งจำแนกได้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การพัฒนาการอุปมาอุปไมย เป็นฝึกเพื่อพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในเรื่องการหยั่งรู้ทางคณิตศาสตร์ ถึงความสัมพันธ์ระหว่างคำ 2 คำ หรือกำหนดประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ต่าง ๆ โดยเฉพาะทักษะการเชื่อมโยงความคิดเข้าด้วยกันอย่างสมบูรณ์ ซึ่งสอดคล้องกับการขั้นการทำความเข้าใจปัญหาทางคณิตศาสตร์และขั้นการทำความเข้าใจประเด็นปัญหาของกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2. การพัฒนาการอนุมาน เป็นการฝึกเพื่อพัฒนาความสามารถในการวิเคราะห์ประโยคด้านตรรกศาสตร์ เกี่ยวข้องกับการประเมินผลและการพิจารณาอย่างละเอียดถึงคุณลักษณะภายในรวบรวมและเลือกประโยค หรือเหตุการณ์นั้น ๆ สามารถแยกได้ว่า ประโยคใดหรือข้อโต้แย้งใด ใช้หลักตรรกศาสตร์ที่สอดคล้องกันหรือขัดแย้งกัน ซึ่งสอดคล้องกับการขั้น

การวางแผนเพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการเสาะหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องของกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

3. การพัฒนาการวิเคราะห์หลักฐาน เป็นการฝึกเพื่อพัฒนาความสามารถในการคัด แยก หรือวินิจฉัยความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล หลักฐานในส่วนที่หายไป เพื่อนำมาทำให้ประโยคสมบูรณ์ตามหลักการอนุมานของตรรกศาสตร์ หรือเมื่อเติมหลักฐานส่วนหนึ่งเข้าไปแล้วทำให้ประโยคหรือข้อความนั้นสามารถสรุปได้ โดยการวิเคราะห์หรือสังเคราะห์ข้อความที่กำหนดให้ ซึ่งสอดคล้องกับการขั้นการปฏิบัติตามแผนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และขั้นวิเคราะห์ข้อมูลของการกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

4. การพัฒนาการประเมินสรุปอ้างอิง เป็นการฝึกเพื่อพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในการคิดพิจารณาความเป็นเหตุเป็นผลกันโดยใช้หลักตรรกศาสตร์ ความสามารถในการวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประโยคหรือข้อมูลหลักฐาน ที่ให้มาว่าถูกต้องตามลำดับที่เกี่ยวข้องหรือไม่ เป็นการฝึกความสามารถในการจัดลำดับความคิดและทำให้ข้อมูลที่มีอยู่เป็นระบบและถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับการขั้นการการตรวจสอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และขั้นประเมินค่าแต่ละองค์ประกอบของการกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก

4.1 ความหมายของแบบฝึก

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตสถาน 2525 (ราชบัณฑิตสถาน . 2525: 483) ได้ให้ความหมายของแบบฝึกไว้ว่า หมายถึง แบบตัวอย่าง ปัญหา หรือคำสั่งที่ตั้งขึ้นเพื่อให้นักเรียนฝึกตอบ เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับที่เว็บสเตอร์ (Webster 1979: 640) ได้กล่าวถึงความหมายของแบบฝึกว่าแบบฝึกหมายถึงโจทย์ปัญหา หรือตัวอย่างที่ยกมาจากหนังสือ เพื่อนำมาใช้สอนหรือให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนทักษะต่าง ๆให้ดีขึ้น หลังจากที่เรียนบทเรียน เช่น การฝึกทักษะการคำนวณ การทบทวนไวยากรณ์ เป็นต้น เตือนใจ ตรีเนตร (2544 : 6) ได้กล่าวถึงความหมายของแบบฝึกสรุปได้ว่า แบบฝึกเป็นสื่อประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการปฏิบัติด้วยตนเอง ได้ฝึกทักษะเพิ่มเติมจากเนื้อหา จนปฏิบัติได้อย่างชำนาญและให้ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ได้ในชีวิตประจำวัน

ชาญชัย ถวิตรังสีมา และเชิดวิทย์ ฤทธิ์ประศาสน์ (2523 : 114) ได้กล่าวว่าการฝึกหมายถึงการจัดสภาพการณ์ หรือให้ผู้ฝึกเปลี่ยนพฤติกรรมจนสามารถปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วาสนา สุพัฒน์ (2530 : 11) กล่าวว่า แบบฝึกหัดหมายถึง งานหรือกิจกรรมที่ครูมอบหมายให้นักเรียนทำเพื่อทบทวนความรู้ต่าง ๆ ที่ได้เรียนไปแล้ว ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะและเพิ่มทักษะซึ่งสามารถนำมาแก้ปัญหาได้

สรุปได้ว่า แบบฝึกหมายถึง สื่อที่ประกอบการเรียนการสอน มีลักษณะเป็นแบบฝึกหัดที่ครอบคลุมกิจกรรมที่ผู้เรียนพึงกระทำ จนปฏิบัติได้อย่างชำนาญ เพื่อให้เกิดทักษะและเพิ่มทักษะเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

4.2 ประโยชน์ของแบบฝึก

แบบฝึกมีประโยชน์ต่อการเรียนรู้วิชาทักษะเป็นอย่างมาก ดังที่ แพตตี้ (Petty. 1963 . 469 – 427) กล่าวไว้ดังนี้

1. เป็นส่วนที่เพิ่มเติมหรือเสริมสร้างให้เกิดการเรียนทักษะ เป็นอุปกรณ์การสอนที่ช่วยลดภาระของครู เพราะแบบฝึกเป็นส่วนที่จัดทำขึ้นอย่างเป็นระบบ

2. ช่วยเสริมทักษะการใช้ภาษา เป็นเครื่องมือที่ช่วยผู้เรียนในการฝึกทักษะทางการใช้ภาษาให้ดีขึ้น แต่ต้องอาศัยการส่งเสริมและการเอาใจใส่จากผู้สอนด้วย

3. ช่วยในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล เนื่องจากผู้เรียนมีความสามารถทางภาษาแตกต่างกัน การให้ผู้เรียนทำแบบฝึกที่เหมาะสมกับความสามารถของเขาจะช่วยให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในด้านจิตใจมากขึ้น

4. แบบฝึกช่วยเสริมให้เกิดทักษะทางภาษาคงทน ลักษณะการฝึกเพื่อช่วยให้เกิดผลดังกล่าวนั้นได้แก่

4.1 ฝึกทันทีหลังจากที่ผู้เรียนได้เรียนรู้เรื่องนั้น ๆ

4.2 ฝึกซ้ำหลาย ๆ ครั้ง

4.3 เน้นเฉพาะเรื่องที่ต้องการฝึก

5. แบบฝึกที่ใช้จะเป็นเครื่องวัดผลการเรียนหลังจากเรียนจบบทเรียนแต่ละครั้ง

6. แบบฝึกที่จัดทำขึ้นเป็นรูปเล่ม ผู้เรียนสามารถเก็บรักษาไว้ใช้เป็นแนวทางเพื่อทบทวนด้วยตนเองได้ต่อไป

7. การให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดช่วยให้ครูมองจุดเด่น หรือปัญหาต่าง ๆ ของผู้เรียนได้ชัดเจน ซึ่งจะช่วยให้ครูดำเนินการปรับปรุงแก้ไขปัญหานั้น ๆ ได้ทันท่วงที

8. แบบฝึกที่จัดขึ้นนอกเหนือจากที่มีอยู่ในหนังสือเรียนจะช่วยให้ผู้เรียนฝึกฝนอย่างเต็มที่

9. แบบฝึกที่จัดพิมพ์เรียบร้อยแล้วจะช่วยให้ครูประหยัดทั้งแรงงานและเวลาในการที่จะต้องเตรียมสร้างแบบฝึกอยู่เสมอในด้านผู้เรียนก็ไม่ต้องเสียเวลาในการลอกแบบฝึกหัดจากตำราเรียนหรือกระดานดำ ทำให้มีเวลาและโอกาสได้ฝึกทักษะต่าง ๆ มากขึ้น

10. แบบฝึกช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายและยังมีประโยชน์ในการที่ผู้เรียนสามารถบันทึกและมองเห็นความก้าวหน้าของตนเองได้อย่างมีระบบและระเบียบ

ดังนั้นจะเห็นได้ว่า แบบฝึกมีประโยชน์มากมายนอกจากช่วยประหยัดแรงงานค่าใช้จ่ายและเวลาแล้วยังช่วยกระตุ้นส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักประมวลความคิดลักษณะต่าง ๆ ได้เป็นระบบที่สำคัญ ช่วยให้ผู้เรียนมีพัฒนาการที่ดี มีความชำนาญและเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.3 ลักษณะและหลักในการสร้างแบบฝึก

ลักษณะของแบบฝึก

เมื่อต้องการฝึกผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ในสิ่งที่ต้อการ จำเป็นต้องอาศัยแบบฝึกที่มีคุณภาพ และน่าสนใจ จึงจะบรรลุได้ตามจุดมุ่งหมาย ดังนั้นในการฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ให้ได้ผลดี ลักษณะของแบบฝึกและวิธีการสร้างแบบฝึกจะต้องมีความเหมาะสมในด้านต่าง ๆ นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนวคิดและรูปแบบของแบบฝึก ดังนี้

บิลโลว์ (Billow . 1962 : 87) กล่าวถึงลักษณะแบบฝึกไว้ว่า แบบฝึกที่ดีนั้นต้องดึงดูดความสนใจและสมาธิของผู้เรียน เรียงลำดับจากง่ายไปยากเปิดโอกาสให้ผู้เรียนฝึกเฉพาะอย่าง ใช้ภาษาเหมาะสมกับวัย วัฒนธรรมประเพณี ภูมิหลังทางภาษาของเด็ก และฝึกที่ดีควรจะเป็นแบบฝึกสำหรับเด็กเก่ง และซ่อมเสริมสำหรับเด็กอ่อนในขณะเดียวกัน นอกจากนี้แล้วควรใช้หลายลักษณะ และมีความหมายต่อผู้ฝึกด้วย

รีเวอร์ส (River . 1968 : 97) กล่าวถึงลักษณะแบบฝึกไว้ดังนี้ คือ

1. บทเรียนทุกบทเรียนควรให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกมากพอ ก่อนที่จะเรียนเรื่องต่อไป
2. แต่ละบทควรฝึกโดยใช้เพียงแบบฝึกเดียว
3. ฝึกโครงสร้างใหม่กับสิ่งที่เรียนรู้แล้ว
4. สิ่งที่ฝึกแต่ละครั้งควรเป็นบทฝึกสั้น ๆ
5. ประโยคและคำศัพท์ควรเป็นแบบที่ใช้พูดกันในชีวิตประจำวัน
6. แบบฝึกควรให้นักเรียนได้ใช้ความคิดไปด้วย
7. แบบฝึกควรมีหลาย ๆ แบบ เพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย
8. การฝึกควรฝึกให้นักเรียนนำสิ่งที่เรียนแล้วสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ศศิธร สุทธิแพทย์. (2517 : 72) ได้ศึกษาพบว่า แบบฝึกที่ดีนักเรียนสนใจและกระตือรือร้นที่จะทำ จะต้องมีลักษณะดังนี้

1. ใช้หลักจิตวิทยา
2. สำนวนภาษาง่าย
3. ให้ความหมายต่อชีวิต
4. คิดได้เร็วและสนุก
5. ปลุกความสนใจ
6. เหมาะกับวัยและความสามารถ
7. อาจศึกษาด้วยตนเอง

เดือนใจ ตรีเนตร (2544 : 8) กล่าวว่าลักษณะแบบฝึกที่ดีไว้ว่า แบบฝึกจะต้องเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก มีคำสั่ง และคำอธิบายที่ชัดเจน มีเนื้อหารูปแบบน่าสนใจซึ่งจะต้องอาศัยหลักจิตวิทยา เพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายในการเรียน และนักเรียนสามารถนำสิ่งที่เรียนไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

กานดา ทิววัฒนปกรณ์ (2543 : 49) กล่าวไว้ว่า แบบฝึกที่ดีควรเป็นเรื่องที่เหมาะสมกับวัยและความสามารถของเด็ก น่าสนใจ ใช้เวลาเหมาะสมและมีคำชี้แจงที่เข้าใจง่าย

จากการศึกษาลักษณะของแบบฝึก สามารถสรุปได้ว่า แบบฝึกจะต้องมีเนื้อหาที่เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน ควรเรียงเนื้อหาจากง่ายไปหายาก มีรูปแบบที่ชัดเจนและเป็นแบบฝึกที่ให้ผู้เรียนใช้ความสามารถอย่างเต็มที่

หลักในการสร้างแบบฝึก

แบบฝึกเป็นสื่อที่สำคัญที่จะช่วยในการพัฒนาความคิดของนักเรียน ดังนั้นแบบฝึกที่ดีจะต้องสร้างให้มีคุณภาพ โดยสร้างให้มีหลักการสร้างดังที่ได้มีผู้เสนอไว้ ดังนี้

บัททส์ (กานดา ทิววัฒนปกรณ์ . 2543 : 49 ; อ้างอิงจาก นิตยา กิจโร .2530 : 40) ได้สรุปการสร้างแบบฝึกไว้ดังนี้

1. ก่อนที่จะสร้างแบบฝึกจะต้องกำหนดโครงร่างไว้คราว ๆ ว่าจะเขียนแบบฝึกเกี่ยวกับเรื่องอะไร และมีวัตถุประสงค์อย่างไร
2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ทำ
3. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. แจ้งวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมออกเป็นกิจกรรมย่อย โดยคำนึงถึงความเหมาะสมของผู้เรียน
5. กำหนดอุปกรณ์ที่จะใช้ในกิจกรรมแต่ละขั้นตอนให้เหมาะสม
6. กำหนดเวลาที่ใช้ในการฝึกแต่ละขั้นตอนให้เหมาะสม
7. การประเมินผลจะประเมินอย่างไร

โรจนา แสงระวี (2531 : 20) กล่าวถึงการสร้างแบบฝึกให้ดีประสิทธิภาพว่า ครูต้องคำนึงถึงตัวนักเรียนเป็นสำคัญ โดยดูความพร้อม ระดับสติปัญญา ความสามารถ ความเหมาะสมในการใช้ภาษา ตลอดจนเนื้อหาและระยะเวลาในการทำแบบฝึก ซึ่งจะทำให้นักเรียนสนใจที่จะนำเอาแบบฝึกที่ครูสร้างขึ้นมาแก้ไขข้อบกพร่อง หรือ ส่งเสริมทักษะทางภาษาให้ดียิ่งขึ้น

พฐู ทั่งแดง (ชุลีพร แจ่มถนอม . 2542 : 32 อ้างอิงจาก พฐู ทั่งแดง .2534 : 17) กล่าวในการสร้างแบบฝึกจะต้องใช้ภาษาที่เหมาะสมกับนักเรียน วัย ความสามารถ คำนึงถึงหลักจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องในการสร้างแบบฝึก เกี่ยวข้องกับบทเรียนที่เรียนมาแล้ว และส่งเสริมความคิด สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

4.4 ประสิทธิภาพของแบบฝึก

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (เดือนใจ ตรีเนตร 2544 : 10 อ้างอิงจาก ชัยยงค์ พรหมวงศ์ . 2528) ได้กล่าวถึงความจำเป็นที่ต้องทดสอบประสิทธิภาพของแบบฝึก มีความจำเป็นหลายประการ คือ

1. สำหรับหน่วยงานผลิตแบบฝึก เป็นการประกันคุณภาพของแบบฝึก ว่าอยู่ในขั้นสูงเหมาะสมที่จะผลิตออกมาจำนวนมากหากไม่มีการทดสอบประสิทธิภาพเสียก่อนแล้วผลิดออกมาใช้ประโยชน์ไม่ได้ดีก็จะต้องทำใหม่เป็นการสิ้นเปลืองเวลาและเงินทอง

2. สำหรับผู้ใช้แบบฝึก แบบฝึกจะทำหน้าที่สอน โดยที่ช่วยสร้างสภาพการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเปลี่ยนพฤติกรรมตามที่มุ่งหวัง บางครั้งต้องช่วยครูสอน บางครั้งสอนแทน ดังนั้นก่อนนำแบบฝึกไปใช้ ครูจึงควรมั่นใจว่าชุดดารสอนนั้นมีประสิทธิภาพในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จริงการทดสอบประสิทธิภาพตามลำดับขั้น จะช่วยให้เรามีแบบฝึกที่มีคุณค่าทางการสอนจริงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

3. สำหรับผู้ผลิตแบบฝึก การทดสอบประสิทธิภาพ ทำให้ผู้ผลิตมั่นใจได้ว่าเนื้อหาสาระที่บรรจุในชุดแบบฝึกง่ายต่อการเข้าใจ อันจะช่วยให้ผู้ผลิตมีความชำนาญสูงขึ้น

เกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพ

เกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพของแบบฝึก ใช้ผลการประเมินความแตกต่างของคะแนนจากการสอบก่อนและสอบหลังการฝึก โดยยึดเกณฑ์ว่า หลังการฝึก ผู้เรียนจะได้คะแนนสูงกว่าก่อนฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยคำนวณหาค่า ที (t- test แบบ Dependent Sample)

กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวน) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพ E_1 เป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ และ E_2 เป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์ กำหนดเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหมายว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่น่าพึงพอใจ โดยกำหนดให้เป็นเปอร์เซ็นต์ของผลเฉลี่ยของคะแนนทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมด ต่อเปอร์เซ็นต์ของผลการทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมดนั่น คือ E_1 / E_2ใช้เกณฑ์ในเนื้อหาเป็นทักษะไว้ 80/80

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (เดือนใจ ตรีเนตร . 2544: 10;อ้างอิงจาก ชัยยงค์ พรหมวงศ์ . 2528) ได้กล่าวถึงวิธีคำนวณหาประสิทธิภาพ โดยใช้วิธีการคำนวณดังนี้

E_1 ได้จากการเอาคะแนนงานทุกชิ้นของนักเรียนแต่ละคนรวมกัน แล้วหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) เทียบส่วนเป็นร้อยละ

E_2 ได้จากการเอาคะแนนผลการสอบหลังการทดลองของผู้เรียนทั้งหมดรวมกัน แล้วหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) เทียบส่วนเป็นร้อยละ

การคำนวณประสิทธิภาพของแบบฝึก

กระทำโดยใช้สูตรต่อไปนี้

สูตรที่ 1 $$E_1 = \left[\frac{\left(\frac{\sum X}{N} \right) \times 100}{A} \right]$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพกระบวนการที่จัดไว้ในแบบฝึกคิดเป็นร้อยละจากการทำแบบฝึก

$\sum X$ แทน คะแนนจากการทำแบบฝึก

A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึก

N แทน จำนวนผู้รับการฝึก

สูตรที่ 2 $$E_2 = \left[\frac{\left(\frac{\sum F}{N} \right) \times 100}{B} \right]$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพกระบวนการที่จัดไว้ในแบบฝึกคิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบหลังฝึก

$\sum F$ แทน คะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังฝึก

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังฝึก

N แทน จำนวนผู้รับการฝึก

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิประสิทธิภาพของแบบฝึก และการยอมรับประสิทธิภาพของแบบฝึก มีผู้ให้เกณฑ์ ดังนี้

เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต (2528 : 295) กล่าวถึงการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดแบบฝึกนิยมตั้งไว้ 90/90 สำหนับเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำ และเนื้อหาวิชาที่เป็นทักษะหรือเจตคติไม่ต่ำกว่า 80/80

/สุกิจ ศรีพรหม (2541 : 71) กล่าวถึงการยอมรับประสิทธิภาพของชุดการสอนหรือแบบฝึกมี 3 ระดับ คือ

1.สูงกว่าเกณฑ์เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนหรือแบบฝึก สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เกิน 2.5 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป

2. เท่ากับเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพซองชุดการสอนหรือแบบฝึก เท่ากับเกณฑ์หรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แต่ไม่เกิน 2.5 เปอร์เซ็นต์

3. ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนหรือแบบฝึก ต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แต่ไม่ต่ำกว่า 2.5 เปอร์เซ็นต์ถือว่ายังมีประสิทธิที่ยอมรับได้

ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ

เมื่อผลิตชุดการสอนหรือแบบฝึก เพื่อเป็นต้นแบบแล้ว ต้องนำชุดการสอนหรือแบบฝึกไปทดสอบประสิทธิภาพตามขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นหาประสิทธิภาพ 1 : 1 แบบเดี่ยว

เป็นการทดลองกับผู้เรียน 1 คน โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลาง และเด็กเก่ง คำนวณหาประสิทธิภาพเสร็จแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดลองแบบเดี่ยวนี้จะได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานมาก

2. ขั้นหาประสิทธิภาพ 1 : 10 (แบบกลุ่ม)

เป็นการทดลองกับผู้เรียน 6 –10 คน (คละผู้เรียนที่เก่งกับอ่อน) คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง ในคราวนี้คะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้น

3. ขั้นหาประสิทธิภาพ 1: 100 (ภาคสนาม)

เป็นการทดลองกับผู้เรียนทั้งชั้น 40-100 คน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วทำการปรับปรุงผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้

จากการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเกณฑ์ประสิทธิภาพของแบบฝึกดังกล่าวผู้วิจัยได้ศึกษาเพื่อ สร้างแบบฝึกเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ให้มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

จะเห็นได้ว่า การสร้างแบบฝึกควรคำนึงถึงตัวนักเรียนเป็นหลัก โดยมีจุดมุ่งหมายที่แน่นอน ว่าจะฝึกเรื่องอะไร ด้านใด จัดเนื้อหาไม่ยากเกินไป และมีรูปแบบน่าสนใจ

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดอย่างมีวิจารณญาณ

5.1 งานวิจัยในต่างประเทศ

ฮัลสเตรด (Halsted . 1998: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และความคิดอย่างมีวิจารณญาณในโรงเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมกลุ่มตัวที่ใช้ทำการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นเกรด 7 จากการวิจัยครั้งนี้มีการบ่งชี้ว่า นักการศึกษาอาจจะต้องเปลี่ยนระเบียบวิธีและทฤษฎีเกี่ยวกับการสอนในเรื่องวิชาวิทยาศาสตร์เพราะการวิจัยพบว่า ห้องเรียนและสิ่งแวดล้อมในห้องเรียนมีผลอย่างมากในการที่จะสนับสนุนให้ผู้เรียนคิดและยังพบรูปแบบการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสนทนาแรกเปลี่ยนความคิดและการได้ทำงานด้วยกัน การทดลองด้วยตนเองจริง ๆ เป็นวิธีที่ให้ประโยชน์อย่างมากต่อการเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

เชฟเฟอร์ (Shepherd .1998 : บทคัดย่อ) ได้ใช้วิธีการเรียนแบบไต่สวนเป็นเครื่องมือในการใช้ฝึกความคิดอย่างมีวิจารณญาณในชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษ การวิจัยครั้งนี้จะทำการสำรวจทัศนคติและการเรียนในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนเมื่อทำการใช้วิธีไต่สวน ผลการทดลองพบว่า ผู้เรียนที่อยู่ในกลุ่มทดลองมีความคิดอย่างมีวิจารณญาณเพิ่มขึ้นจากการวัดโดยใช้แบบวัด Cornell. ยังพบอีกว่าในการเรียนด้วยวิธีไต่สวนนี้ทำให้ผู้เรียนซึมซับเนื้อหาได้ดีกว่าวิธีการสอนปกติและสรุปได้ว่า การใช้วิธีการการเรียนแบบวิธีไต่สวนนี้เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพจะเพิ่มในเรื่องความคิดวิจารณญาณ และทัศนคติที่ในการแก้ปัญหา

5.2 งานวิจัยในประเทศ

วินัย ดำสุวรรณ์ (ศึกษาศาสตร์ปริทัศน์. 2539:51) ได้ศึกษาผลการฝึกทักษะความคิดวิจารณญาณที่มีต่อความสามารถด้านความคิดวิจารณญาณและการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า การพัฒนากระบวนการคิดของนักเรียนระดับประถมศึกษายังมีแนวทางอื่นๆนอกเหนือจากการเรียนการสอนปกติในชั้นเรียน การจัดกิจกรรมหรือการใช้แบบฝึกก็สามารถแทรกไปในบทเรียนได้โดยไม่กระทบกระเทือนต่อเนื้อหาและแผนการสอนแต่อย่างใด การฝึกทักษะการคิดวิจารณญาณโดยตรงแล้ว ยังส่งผลถึงการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้วยระดับหนึ่งถ้านักเรียนได้รับการพัฒนาความสามารถด้านการคิดวิจารณญาณ และการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จะทำให้การสอนคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ชาลิณี เอี่ยมศรี.(2536 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างและพัฒนารูปแบบสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่มีคุณภาพการคิดวิจารณญาณที่สร้างเป็นแบบสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 3 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ใช้เวลาในการสอบ 60 นาที แบ่งออกเป็น 4 ตอน วัดความสามารถในการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต ความสามารถในการนิรนัย ความสามารถในการอุปนัยและความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น ผลการวิจัยสรุปว่า ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในเท่ากับ .7277 ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงแบบสอบซ้ำเท่ากับ .6855 ความตรงตามโครงสร้างโดยวิธีการวิเคราะห์ตัวประกอบได้ตัวประกอบที่สำคัญ 7 ตัว ซึ่งมีค่าร้อยละของความแปรปรวนเท่ากับ 31.0 ข้อสอบที่มีน้ำหนักตัวมากกว่า .30 จำนวน 29 ข้อ ความตรงตามสภาพได้จากการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ระหว่างคะแนนแบบสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับคะแนนสอบแบบ โปรเกรสซีส ฉบับมาตรฐาน เท่ากับ .4022 มีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ความสัมพันธ์กับคะแนนแบบสอบไม่เข้าพวกเท่ากับ .361 มีนัยสำคัญที่ .01 และมีความสัมพันธ์กับคะแนนแบบสอบถามการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เท่ากับ .4564 มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

เพ็ญพิศุทธ์ เนคมานุรักษ์ (2536 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการคิดวิจารณญาณสำหรับนักศึกษา การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาการคิดวิจารณญาณของนักศึกษาครู ระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการพัฒนาการคิดวิจาณญาณโดยใช้รูปแบบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและกลุ่มควบคุมที่ได้รับการพัฒนาการคิดวิจาณญาณโดยวิธีสอนปกติ ปรากฏว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่ใช้รูปแบบการพัฒนาการคิดวิจารณญาณที่ต่างกันมีคะแนนเฉลี่ยหลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และไม่พบความแตกต่างระหว่าคะแนนเฉลี่ยของการคิดวิจารณญาณภายหลังการทดลองและระยะคิดตามผลของนักศึกษาที่ใช้รูปแบบพัฒนาการคิดวิจารณญาณ

สมัด อาบสุวรรณ์ (2539 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในการคิดวิจารณญาณด้านการตัดสินใจสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาโปรแกรมส่งเสริมความสามารถในด้านการคิดวิจารณญาณด้านการตัดสินใจ ปรากฏว่าค่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดด้านการตัดสินใจของนักเรียนหลังเข้าร่วมโปรแกรมสูงกว่าก่อนเข้าร่วมโปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่าเกณฑ์การประเมิน หลังเข้าร่วมโปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5

ชำนาญ เอี่ยมสำอาง (2539 : บทคัดย่อ) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษา โดยการสอนแบบสืบสวน สอบสวน เชิงนิติศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนเชิงนิติศาสตร์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนียสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วิไลวรรณ ปิยะปกรณ์ (2535 : บทคัดย่อ) ศึกษาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณผลการศึกษาพบว่าความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เบญจมาศ สันประเสริฐ. (2533 : บทคัดย่อ) ศึกษาผลการใช้แบบฝึกทักษะการทดลองที่มีต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

พรนิภา สมาเอ็ม.(2545 :95) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบบูรณาการตามแนวพระราชบัญญัญการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 กับแนวคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุนันทา สายวงศ์.(2544:บทคัดย่อ) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษาด้วยการสอนโดยใช้เทคนิคการคิดแบบหมวกหกใบ และการสอนแบบซินดิเคท ปรากฏว่า มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมันัยสำคัยทางสถิติที่ระดับ .05

สุกัญญา วุฒิรัตน์ (2546: บทคัดย่อ) ศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการสอนโดยใช้โครงงานคณิตศาสตรี พบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์หลังการสอนดดยใช้โครงงานคณิตศาสตรีสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อารุณี ไทยบัณฑิตย์ (2545: 84) ศึกษาผลการฝึกคิดแบบโยนิโสมนสิการ ที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน พบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทะทางการเรียนสูงมีคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

วราลักษณ์ ลิ้มทองสกุล (2545:บทคัดย่อ) ศึกษาความสัมพันธ์แบบคาโนนิคอล ระหว่างความสามารถทางสมองกับผลสัมฤทะทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ค่าน้ำหนักความสำคัญของคาโนนิคอล เกิดจากตัวแปรอิสระของความสามารถทางสมองด้านจำนวนและเหตุผล ส่งผลซึ่งกันและกันกับชุดตัวแปรตามผลสัมฤทะทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์

ทิพา คลี่ขจาย.(2547: บทคัดย่อ) ศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานโรงเรียนเอกชน ในเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 พบว่า

1. ความถนัดทางเหตุผลด้านจำแนกประเภท ด้านอุปมาอุปไมย ด้านอนุกรมมิติ และด้านวิเคราะห์ ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณส่วนด้านการสรุปความส่งผลอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ค่าน้ำหนักความสัมพันธ์ของเพศและระดับชั้น ส่งผลต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างชายหญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับ 3 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ3 ไม่แตกต่างกัน

จากงานวิจัยทั้งต่างประเทศและในประเทศแสดงให้เห็นว่าการฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้หลายรูปแบบ เช่น การใช้แบบฝึก รูปแบบการเรียนการสอน การใช้แบบฝึกประกอบด้วยทักษะหลายด้าน พิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลและการสังเกต ความสามารถในการนิรนัย ความสามารถในการอุปนัยและความสามารถในการระบุข้อตกลงเบื้องต้น ของ

ฮัลสเตรด เป็นต้น แต่จากการพิจารณางานวิจัยยังไม่พบการพัฒนาแบบฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์โดยตรง ซึ่งวิชาคณิตศาสตร์มีความสำคัญและเป็นพื้นฐานของการศึกษาที่สำคัญ ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยมีความสนใจในการสร้างและพัฒนาแบบฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ และศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ในกลุ่มนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน ต่อไป

บทที่ 3
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

การพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ สำหรับผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าตามลำดับดังนี้

1. การกำหนดประชากรเป้าหมาย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา
3. การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ
4. แผนการทดลอง
5. การดำเนินการทดลอง
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรเป้าหมาย

ประชากรเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 โรงเรียนวัดใหม่พิเรนทร์ สำนักงานเขตบางกอกใหญ่ จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนจำนวน 26 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่มโดยพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ใน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษาที่ 2547 ผ่านมา ดังนี้

กลุ่มผลสัมฤทธิ์สูง ได้แก่ กลุ่มผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์อยู่ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ตั้งแต่ 50 ขึ้นไป จำนวน 13 คน

กลุ่มผลสัมฤทธิ์ต่ำ ได้แก่ กลุ่มผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์อยู่ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์น้อยกว่า 50 ลงมา จำนวน 13 คน

ขั้นตอนการแบ่งกลุ่มเป้าหมาย

ผู้ศึกษาได้กำหนดกลุ่มเป้าหมายที่ศึกษาค้นคว้าเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 26 คน จากนั้นได้นำคะแนนการวัดผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มเป้าหมายจากภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 มาจัดลำดับเพื่อหาตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ ดังมีขั้นตอนดังนี้ จัดแบ่งกลุ่มโดยใช้ ตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 50 เป็นเกณฑ์จัดกลุ่มผลสัมฤทธิ์สูงและกลุ่มผลสัมฤทธิ์ต่ำ แสดงดังตาราง 4

เนื่องจากผู้วิจัยมีข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมทุกวิชาและคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยมีสนใจนำมาวิเคราะห์เพิ่มเติม จึงจัดแบ่งกลุ่มโดยใช้เกณฑ์ผลสัมฤทธิ์รวมทุกวิชาและเกณฑ์ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์เพิ่มเติม โดย มีการจัดแบ่งกลุ่มดังนี้

1. เกณฑ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทุกวิชา ใช้คะแนนการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 และดำเนินการจัดหาตำแหน่งเช่นเดียวกับคะแนนวิชาคณิตศาสตร์ ได้ดังนี้

กลุ่มผลสัมฤทธิ์สูง ได้แก่ กลุ่มผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์อยู่ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทลตั้งแต่ 50 ขึ้นไป จำนวน 13 คน

กลุ่มผลสัมฤทธิ์ต่ำ ได้แก่ กลุ่มผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์อยู่ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์น้อยกว่า 50 จำนวน 13 คน

2. เกณฑ์ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ โดยใช้คะแนนการทดสอบก่อนฝึก ทั้ง 4 ครั้งมาหาค่าเฉลี่ยและจัดกลุ่ม ได้ดังนี้

กลุ่มการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูง ได้แก่ กลุ่มผู้เรียนที่มีคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ ร้อยละ 60 ขึ้นไป จำนวน 6 คน

กลุ่มการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่ำ ได้แก่ กลุ่มผู้เรียนที่มีคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ น้อยกว่า ร้อยละ 60 จำนวน 20 คน

ตาราง 3 แสดงการจัดแบ่งกลุ่มเป้าหมาย

คนที่	คณิตศาสตร์			คะแนนรวมทุกวิชา[a]			ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ[a]		
	คะแนน	P_r	กลุ่ม	คะแนน	P_r	กลุ่ม	คะแนน	ร้อยละ	กลุ่ม
1	95.0	99	สูง	511.0	96	สูง	43.50	72.50	สูง
2	92.0	96	สูง	495.0	89	สูง	36.50	60.83	สูง
3	88.0	93	สูง	486.0	82	สูง	27.25	45.42	ต่ำ
4	83.5	89	สูง	483.5	79	สูง	37.50	62.50	สูง
5	83.0	85	สูง	489.0	86	สูง	36.25	60.42	สูง
6	82.0	81	สูง	502.0	93	สูง	44.50	74.17	สูง
7	74.5	78	สูง	439.5	68	สูง	37.00	61.67	สูง
8	73.0	74	สูง	397.0	39	ต่ำ	26.50	44.17	ต่ำ
9	72.5	70	สูง	469.5	75	สูง	24.25	40.42	ต่ำ
10	72.0	67	สูง	401.0	43	ต่ำ	25.50	42.50	ต่ำ
11	70.5	63	สูง	446.5	71	สูง	23.50	39.17	ต่ำ
12	70.0	59	สูง	428.0	54	สูง	20.50	34.17	ต่ำ
13	68.5	56	สูง	433.5	61	สูง	26.75	44.58	ต่ำ

ตาราง 3 (ต่อ)

คนที่	คณิตศาสตร์			คะแนนรวมทุกวิชา[a]			ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ[a]		
	คะแนน	P_r	กลุ่ม	คะแนน	P_r	กลุ่ม	คะแนน	ร้อยละ	กลุ่ม
14	61.0	48	ต่ำ	435.0	64	สูง	24.00	40.00	ต่ำ
15	60.0	44	ต่ำ	424.0	50	สูง	22.00	36.67	ต่ำ
16	60.0	41	ต่ำ	383.0	29	ต่ำ	25.50	42.50	ต่ำ
17	58.5	37	ต่ำ	394.5	36	ต่ำ	21.00	35.00	ต่ำ
18	57.5	33	ต่ำ	373.5	18	ต่ำ	16.25	27.08	ต่ำ
19	54.5	30	ต่ำ	374.5	21	ต่ำ	15.25	25.42	ต่ำ
20	54.0	26	ต่ำ	416.0	46	ต่ำ	20.00	33.33	ต่ำ
21	53.0	22	ต่ำ	363.0	11	ต่ำ	22.25	37.08	ต่ำ
22	53.0	19	ต่ำ	380.0	25	ต่ำ	22.25	37.08	ต่ำ
23	52.0	15	ต่ำ	386.0	32	ต่ำ	23.75	39.58	ต่ำ
24	50.0	11	ต่ำ	327.0	7	ต่ำ	29.00	48.33	ต่ำ
25	50.0	7	ต่ำ	372.0	14	ต่ำ	23.50	39.17	ต่ำ
26	50.0	4	ต่ำ	314.0	4	ต่ำ	26.25	43.75	ต่ำ

[a] ตัวแปรจัดกลุ่มที่อยู่นอกเหนือจุดมุ่งหมายของการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา โดยแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่

1. ชุดการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ เป็นลักษณะการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ ที่มุ่งเน้นการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และตรรกศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยการฝึกชุดการฝึกกิจกรรม 4 รูปแบบ ได้แก่

1.1 การอุปมาอุปไมย ประกอบด้วยชุดการฝึกกิจกรรม 3 ชุด

1.1.1 ด้านภาษา พร้อมแบบทดสอบย่อย แบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อคำถาม

1.1.2 ด้านจำนวน พร้อมแบบทดสอบย่อย แบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อคำถาม

1.1.3 ด้านสัญลักษณ์ พร้อมแบบทดสอบย่อย แบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือกจำนวน 10 ข้อคำถาม

1.2 การอนุมาน ประกอบด้วยชุดการฝึกกิจกรรม 2 ชุด

1.2.1 ด้านการจัดลำดับ พร้อมแบบทดสอบย่อย แบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อคำถาม

1.2.2 ด้านการไขปัญหา พร้อมแบบทดสอบย่อย แบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อคำถาม

1.3 การวิเคราะห์หลักฐาน ประกอบด้วยชุดการฝึกกิจกรรม 3 ชุด

1.3.1 ด้านการจัดกลุ่ม พร้อมแบบทดสอบย่อย แบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อคำถาม

1.3.2 ด้านอนุกรม พร้อมแบบทดสอบย่อย แบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อคำถาม

1.3.3 ด้านการสังเคราะห์ลำดับ พร้อมแบบทดสอบย่อย แบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อคำถาม

1.4 การประเมินสรุปอ้างอิง ประกอบด้วยชุดการฝึกกิจกรรม 2 ชุด

1.4.1 ด้านการวิเคราะห์ข้อมูล พร้อมแบบทดสอบย่อย แบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อคำถาม

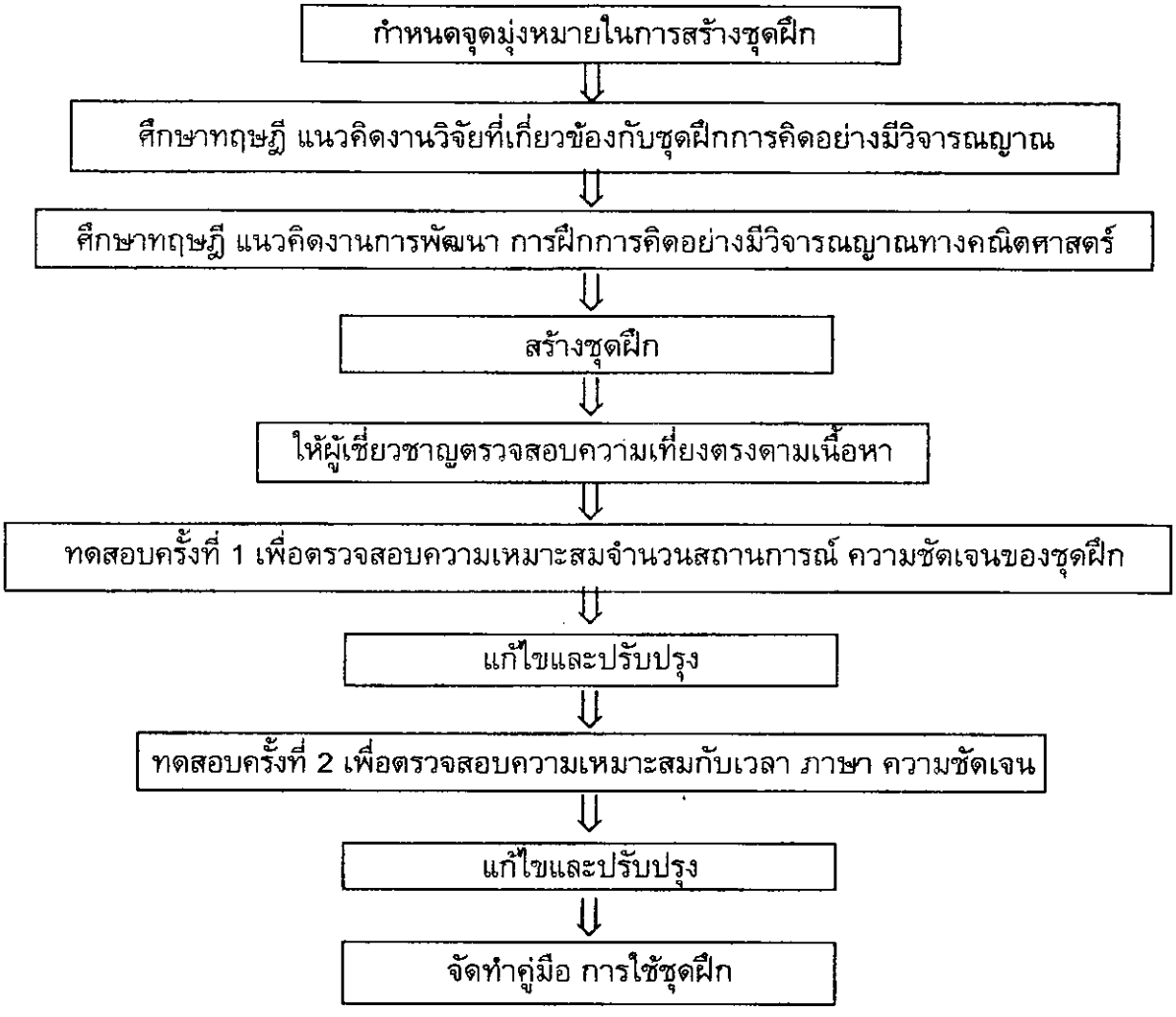
1.4.2 ด้านการสรุปความ พร้อมแบบทดสอบย่อย แบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อคำถาม

2. แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่วัดเนื้อหาเดียวกับแบบฝึกในชุดการฝึก แบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือดังนี้

1. ชุดกิจกรรมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แสดงดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 3 แผนภาพแสดงขั้นตอนการสร้างชุดฝึก

จากภาพประกอบ 3 ผู้วิจัยได้ดำเนินขั้นตอนในการสร้างชุดฝึก ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างชุดฝึก เพื่อสร้างแบบทดสอบย่อยใช้สำหรับวัดความคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อให้ผู้เรียนฝึกฝนลำดับความคิดในการทำโจทย์ทางคณิตศาสตร์ให้ได้ผลดียิ่งขึ้นนอกเหนือจากการสอนปกติ

2. ศึกษาทฤษฎี เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการฝึกทักษะความคิดอย่างมีวิจารณญาณในประเด็นต่าง ๆ โดยบูรณาการจากทฤษฎีต่าง ๆ

3. ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถในการคิดจาก ตำรา บทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการคิดเพื่อกำหนดขั้นตอนการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

โดยผ่านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หาร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อนำไปสร้างแบบฝึกเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

4. สร้างชุดกิจกรรมให้สอดคล้องกับแนวคิดทางการฝึกทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยกำหนดหัวข้อการสร้างการฝึก 4 ชุด ดังนี้

4.1 การพัฒนาการอุปมาอุปไมย คือ การฝึกและพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในเรื่องการหยั่งรู้ทางคณิตศาสตร์ ถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่ง 2 สิ่ง หรือสถานการณ์ หรือกำหนดประเด็นปัญหา ที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ต่าง ๆ โดยเฉพาะทักษะการเชื่อมโยงความคิดเข้าด้วยกันอย่างสมบูรณ์ ประกอบด้วยเนื้อหา 3 เนื้อหา ได้แก่

4.1.1 การอุปมาอุปไมยด้านภาษา เป็นการฝึกความสามารถของผู้เรียนในเรื่องการหยั่งรู้ทางคณิตศาสตร์ ถึงความสัมพันธ์ระหว่างคำ 2 คำที่สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การฝึกเป็นการพัฒนาการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของภาษา เช่น 4 สลึง เท่ากับ 1 บาท

4.1.2 การอุปมาอุปไมยด้านจำนวน เป็นการฝึกความสามารถของผู้เรียนในเรื่องการหยั่งรู้ทางคณิตศาสตร์ ถึงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน 2 จำนวนที่สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การฝึกเป็นการพัฒนาการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของจำนวน

เช่น $2 + 2 + 2 = 3 \times 2$

4.1.3 การอุปมาอุปไมยด้านสัญลักษณ์ เป็นความสามารถของผู้เรียนในเรื่องการหยั่งรู้ทางคณิตศาสตร์ ถึงความสัมพันธ์ระหว่างสัญลักษณ์ 2 สัญลักษณ์หรือมากกว่า รวมถึงสัญลักษณ์ที่กำหนดประเด็นปัญหา ที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ต่าง ๆ เช่น

✪ + ✪ + ✪ + ✪ + ✪ + ✪ = 12 แล้ว ✪ × ✪ มีค่าเท่าใด

4.2 การพัฒนาการอนุมาน เป็นการฝึกและพัฒนาความสามารถในการวิเคราะห์ประโยคด้านตรรกศาสตร์ เกี่ยวข้องกับการประเมินผลและการพิจารณาอย่างละเอียดถึงคุณลักษณะภายในรวบรวมและเลือกประโยค หรือเหตุการณ์นั้น ๆ สามารถแยกได้ว่า ประโยคใด หรือข้อโต้แย้งใด ใช้หลักตรรกศาสตร์ที่สอดคล้องกันหรือขัดแย้งกัน ประกอบด้วยเนื้อหา 2 เนื้อหา ได้แก่

4.2.1 การอนุมานด้านการจัดลำดับ เป็นความสามารถในการวิเคราะห์ประโยคด้านตรรกศาสตร์ จัดระบบข้อมูล ความสำคัญ เรียงลำดับได้อย่างถูกต้อง เช่น แดง , ดำ , ดาว และ เดือน มีเงินเดือน 4,500 บาท , 5,000 บาท 6,000 บาท และ 7,000 บาท ดาวมีเงินเดือนมากกว่า เดือน และน้อยกว่า แดง ดำมีเงินเดือนน้อยกว่า ดาว และมากกว่า เดือน ใครมีเงินเดือนเท่าไร

4.2.2 การอนุมานด้านการไขปัญหา เป็นความสามารถในการวิเคราะห์ประโยคด้านตรรกศาสตร์ เพื่อการตัดสินใจในการแก้ปัญหา เช่น จำนวนเต็มที่มากที่สุดแต่น้อยกว่า 1 คือจำนวนใด

4.3 การพัฒนาการวิเคราะห์หลักฐาน เป็นการฝึกและพัฒนาความสามารถในการคัดแยก หรือวินิจฉัยความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล หลักฐานในส่วนที่หายไป เพื่อนำมาทำให้ประโยคสมบูรณ์ตามหลักการอนุมานของตรรกศาสตร์ หรือเมื่อเติมหลักฐานส่วนหนึ่งเข้าไปแล้วทำให้ประโยคหรือข้อความนั้นสามารถสรุปได้ โดยการวิเคราะห์หรือสังเคราะห์ข้อความที่กำหนดให้ ประกอบด้วยเนื้อหา 3 เนื้อหา ได้แก่

4.3.1 วิเคราะห์หลักฐานด้านการจัดกลุ่ม เป็นการเติมหลักฐานส่วนหนึ่งเข้าไปแล้วทำให้ประโยคสัญลักษณ์หรือข้อความทางคณิตศาสตร์นั้นสามารถสรุปได้ โดยการวิเคราะห์หรือสังเคราะห์ข้อความทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ เช่น จงเติมเครื่องหมาย ( ) เพื่อทำให้ชุดตัวเลข $9 \div 3 + 4 - 1$ มีคำตอบเท่ากับ 6

4.3.2 วิเคราะห์หลักฐานด้านความสัมพันธ์แบบอนุกรม เป็นการเติมหลักฐานส่วนหนึ่งเข้าไปแล้วทำให้สถานการณ์นั้นเป็นไปตามระบบหรือกฎเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่ง โดยการวิเคราะห์หรือสังเคราะห์ข้อความที่กำหนดให้ เช่น 12 , 23 , 34 , ... จำนวนถัดไปคือจำนวนใด

4.3.3 วิจารณญาณวิเคราะห์หลักฐานด้านการสังเคราะห์ลำดับ เป็นการเติมหลักฐานส่วนหนึ่งเข้าไปแล้วทำให้ลำดับสถานการณ์นั้นเป็นไปตามระบบ กฎเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่ง และสามารถสรุปได้ โดยการวิเคราะห์หรือสังเคราะห์ข้อความที่กำหนดให้ เช่น เลขชุดหนึ่งดังนี้ 3×37 , 5×39 , 7×41 ชุดตัวเลขถัดไปเป็นอย่างไร

4.4 การพัฒนาการประเมินสรุปอ้างอิง เป็นการฝึกและพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในการคิดพิจารณาความเป็นเหตุเป็นผลกันโดยใช้หลักตรรกศาสตร์ ความสามารถในการวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประโยคหรือข้อมูลหลักฐาน ที่ให้มาว่าถูกต้องตามลำดับที่เกี่ยวข้องหรือไม่ เป็นการฝึกความสามารถในการจัดลำดับความคิดและทำให้ข้อมูลที่มีอยู่เป็นระบบและถูกต้อง ประกอบด้วยเนื้อหา 2 เนื้อหา ได้แก่

4.4.1 การสรุปอ้างอิงด้านการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นความสามารถในการวิเคราะห์ สังเคราะห์ พิจารณาองค์ประกอบ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด ของประโยคหรือข้อมูลหลักฐาน เพื่อนำมาสรุปหรือการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ เป็นการฝึกความสามารถในการจัดลำดับความคิดและทำให้ข้อมูลที่มีอยู่เป็นระบบและถูกต้อง เช่น นกและไก่มีขารวมกัน 42 ขา ไก่มีมากกว่านก 3 ตัว ไก่มีกี่ตัว โจทย์ปัญหานี้หาคำตอบได้อย่างไร

4.4.2 การสรุปอ้างอิงด้านการสรุปความ ความสามารถในการวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประโยคหรือข้อมูลหลักฐาน ที่เชื่อถือได้ เพื่อนำไปสู่การสรุปและการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ เป็นการฝึกความสามารถในการจัดลำดับความคิดและตัดสินข้อมูลที่มีอยู่ให้เป็นระบบและถูกต้อง เช่น ครูจัดลำดับการเข้าแถวโดยให้ไก่ยืนระหว่างเป็ดกับห่าน เป็ดอยู่ระหว่าไก่และหมู ห่านอยู่ระหว่างไก่กับแมว ใครอยู่ติดหมู

5. นำชุดฝึกกิจกรรมที่สร้างขึ้น ในแต่ละชุดดำเนินการหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อในวิชาคณิตศาสตร์จำนวน 3 ท่าน เป็นผู้พิจารณาความสอดคล้องของเนื้อหากับจุดมุ่งหมายการจัดกิจกรรม

6. นำชุดการฝึกกิจกรรมที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ ไปทดลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนวัดนาคกลาง สำนักงานเขตบางกอกใหญ่ จำนวน 3 คน โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลาง และเด็กเก่ง แล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น ตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา ได้จำนวนสถานการในการฝึก 5 สถานการณ์ จำนวนข้อคำถามในแบบทดสอบย่อย จำนวน 10 ข้อ ในเวลา 15 นาที ผลการทดสอบแสดงดังตาราง 4

7. คัดเลือกและปรับปรุงชุดการฝึกกิจกรรม แล้วนำชุดกิจกรรมไปทดลองกับผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนวัดดีดวด จำนวน 10 คน ตรวจสอบความเหมาะสมของเวลา ภาษาและความชัดเจนของชุดกิจกรรม ได้เวลาในการฝึก ชุดละ 50 นาที การพิจารณเกณฑ์ได้แบบฝึกคะแนนเฉลี่ยการทดสอบย่อยไม่ถึงเกณฑ์ ร้อยละ 80 คือ 76.50 แต่ถือว่ายังมีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้ เนื่องจากผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของแบบฝึก 80/80 การยอมรับประสิทธิภาพมีความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกินร้อยละ 5 นั่นคือ ไม่ต่ำกว่า เกณฑ์76/76 และมีค่าเพิ่มขึ้นจากการทดสอบครั้งแรกทุกแบบฝึก จากนั้นนำแบบฝึกและแบบทดสอบย่อย ปรับปรุงแก้ไข ผลการทดสอบแสดงดังตาราง 4

8. เขียนคู่มือในการดำเนินการฝึก แล้วจัดพิมพ์ชุดการฝึกกิจกรรม

9. การหาประสิทธิภาพของชุดการฝึกกิจกรรมกับกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดใหม่พิเรนทร์ จำนวน 26 คน ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบย่อยและหาค่าเฉลี่ยในการทดสอบแต่ละชุดการฝึก

ผู้วิจัยนำข้อมูลวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการฝึก พิจารณาจากเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ ดังนี้

80 ตัวแรก หมายถึง คะแนนการทดสอบย่อยในแต่ละชุดการฝึกการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 80

80 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนการทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ หลังการฝึกด้วยชุดการฝึกได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 80
ผลการทดสอบแสดงดังตาราง 4

ตาราง 4 แสดงค่าเฉลี่ยร้อยละการหาประสิทธิภาพของชุดการฝึกกิจกรรม

แบบฝึก	ร้อยละของการทดสอบ			E_1	E_2
	ครั้งที่ 1 (3 คน)	ครั้งที่ 2 (10 คน)	ครั้งที่ 3 (26 คน)		
1	56.67	79.00	81.50	80.41	80.05
2	60.00	75.00	78.10		
3	60.00	76.00	82.60		
4	60.00	77.00	83.30		
5	66.67	76.00	77.40		
6	56.67	75.00	81.50		
7	53.33	74.00	81.50		
8	60.00	74.00	76.70		
9	50.00	80.00	80.00		
10	70.00	79.00	81.50		
เฉลี่ย	59.33	76.50	80.41		

ในการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการฝึก ผู้วิจัยได้ตรวจแบบทดสอบย่อยของแต่ละชุดการฝึกแต่ละกิจกรรม การทดสอบครั้งที่ 1 จำนวนกลุ่ม 3 คน และครั้งที่ 2 จำนวน 10 คน ค่าเฉลี่ยของการทดสอบมีค่าเพิ่มขึ้นทุกแบบฝึก และในการทดสอบครั้งที่ 3 เฉลี่ยหาค่าร้อยละ ได้ร้อยละ 80.41 เมื่อพิจารณาแต่ละชุดการฝึกพบว่า ชุดการฝึกที่ 2 , 5 และ 8 คะแนนเฉลี่ย 78.10 , 77.40 และ 76.40 ต่ำเกณฑ์ 80 ที่ตั้งไว้ แต่ถือว่ายังมีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้ เนื่องจากผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของแบบฝึก 80/80 การยอมรับประสิทธิภาพมีความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกินร้อยละ 5 นั่นคือ ไม่ต่ำกว่า เกณฑ์ 76/76 และเมื่อพิจารณาคะแนนการทดสอบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ หลังการฝึกด้วยชุดการฝึกได้ค่าเฉลี่ยร้อยละ 80.05 แสดงว่า ชุดการฝึกกิจกรรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 80.41/80.05 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แสดงว่า ชุดการฝึกที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีคุณภาพ

ตัวอย่างชุดการฝึกทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ชุดที่ 1 การพัฒนาการอุปมาอุปไมย ประกอบด้วยการอุปมาอุปไมย 3 เนื้อหา ได้แก่ ภาษา จำนวน และสัญลักษณ์ พร้อมแบบทดสอบย่อย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

ชุดที่ 2 การพัฒนาการอนุมาน ประกอบด้วยการอนุมาน 2 เนื้อหา ได้แก่ จัดลำดับ และไขปัญหา พร้อมแบบทดสอบย่อย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

ชุดที่ 3 การพัฒนาการวิเคราะห์หลักฐาน ประกอบด้วยการอุปมาอุปไมย 3 เนื้อหา ได้แก่ การจัดกลุ่ม อนุกรม และสังเคราะห์ลำดับ พร้อมแบบทดสอบย่อย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

ชุดที่ 4 การพัฒนาการสรุปอ้างอิง ประกอบด้วยการสรุปอ้างอิง 3 เนื้อหา ได้แก่ วิเคราะห์ข้อมูล และการสรุปความ พร้อมแบบทดสอบย่อย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

ตัวอย่าง

แนวการจัดกิจกรรมพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์

ด้านอุปมาอุปไมย

ครั้งที่ 1 **ชั้น** ประถมศึกษาปีที่ 6 **เวลา** 50 **นาที**

จุดประสงค์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้านการอุปมาอุปไมย

สาระสำคัญ การอุปมาอุปไมยเป็น ความสามารถของผู้เรียนในเรื่องการหยั่งรู้ทางคณิตศาสตร์ ถึงความสัมพันธ์ระหว่างคำ 2 คำ หรือกำหนดประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ต่าง ๆ โดยเฉพาะทักษะการเชื่อมโยงความคิดเข้าด้วยกันอย่างสมบูรณ์

เนื้อหา การอุปมาอุปไมยด้านภาษา

อุปกรณ์ 1. ชุดคำถามการอุปมาอุปไมยด้านภาษา
2. ใบงาน
3. แบบทดสอบย่อย และแบบบันทึกคะแนน
4. แบบบันทึกพฤติกรรมและทักษะ

กิจกรรม

ขั้นนำ (ทำความเข้าใจประเด็นปัญหา)

1. ผู้ฝึกเสนอประเด็นปัญหา หรือสถานการณ์ เช่น มาตราเงินไทยเป็นดังนี้

4	สลึง	เป็น	1 บาท
4	บาท	เป็น	1 ตำลึง
20	ตำลึง	เป็น	1 ชั่ง

คำถาม ถ้านักเรียนมีเงินสิบหกสลึงจะเป็นเงินกี่บาท

2. นักเรียนคิด คาดคะเนคำตอบหรือผลที่จะเกิดขึ้นด้วยตนเอง

ขั้นฝึก

(การเสาะหาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง)

1. ผู้ฝึกใช้คำถามกระตุ้น พร้อมการอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนสังเกตข้อมูลที่เกี่ยวข้องและระบุข้อตกลงเบื้องต้น

(วิเคราะห์ข้อมูล)

2. อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น แสดงการเทียบค่ามาตราเงินไทย แล้วเปรียบเทียบกับกลุ่มเพื่อนในกลุ่มย่อย และเสนอต่อกลุ่มใหญ่ โดยผู้ฝึกจัดสถานการณ์ต่างๆ ให้นักเรียนคิดหาคำตอบ เปิดโอกาสให้นักเรียนเสนอผลสรุปของการคิดคำตอบและเปรียบเทียบความเหมือนหรือความต่างของการคิดของผู้อื่น

(ประเมินค่าองค์ประกอบ)

3. นักเรียนบอกการตัดสินใจของตนเองเพื่อยืนยันการตัดสินใจในหาคำตอบอีกครั้ง พร้อมระบุเหตุผล โดยผู้ฝึกประเมินการคิดของนักเรียนเป็นอย่างไร พร้อมกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการสรุปผลการคิดหาคำตอบ โดยการพิจารณาคำถาม วิเคราะห์หาคำตอบ พร้อมอภิปรายคำตอบที่ได้ และเปรียบเทียบคำตอบที่ได้กับคำตอบที่คาดคะเนไว้ในขั้นนำ
   - กรณีที่ 1 คำตอบถูกหมดทุกคน ตัวแทน1 คน เฉลย พร้อมสรุปแนวคิดที่ซ้ำกันมากที่สุด และวิธีที่ง่ายและรวดเร็วที่สุด
   - กรณีที่ 2 คำตอบถูกไม่หมดทุกคน นักเรียนที่ตอบถูกเฉลย พร้อมช่วยกันอภิปรายวิธีการหาคำตอบ
4. ทบทวนกระบวนการคิด โดยกำหนดคำถามเกี่ยวกับการเปรียบเทียบค่ามาตราเงินไทยที่กำหนด แล้วแลกเปลี่ยนกันตั้งคำถามและหาคำตอบ
5. ผู้ฝึกกำหนดสถานการณ์ใหม่ นักเรียนพิจารณาอภิปรายหาคำตอบ ตามขั้นตอนดังที่กล่าวข้างต้น เช่น

ตัวอย่างข้อคำถาม

1	งาน	เท่ากับ	100	ตารางวา
400	ตารางวา	เท่ากับ	1	ไร่
ถ้า 1000	ตารางวา	เท่ากับเท่าไร		

6. ผู้ฝึกเปลี่ยนสถานการณ์ใหม่ จำนวน 5 สถานการณ์

ขั้นสรุป

1. ทดสอบย่อยโดยเนื้อสอดคล้องกับสถานการณ์ในกิจกรรมการฝึก จำนวน 10 ข้อ เวลาประมาณ 5 นาที

สรุปผลการฝึก 1. ผู้ฝึกบันทึกพฤติกรรมและทักษะของผู้เรียน

2. ผู้ฝึกบันทึกคะแนนแบบฝึกและการทดสอบย่อย

แบบทดสอบย่อยการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์
ด้านการอุปมาอุปไมย
ชุดที่ 1 ภาษา

ตัวอย่าง มาตราเงินไทยเป็นดังนี้

4 สลึง เป็น 1 บาท
4 บาท เป็น 1 ตำลึง
20 ตำลึง เป็น 1 ชั่ง

ถ้ามีเงินสิบหกสลึงจะเป็นเงิน ..... บาท

ก. 2 บาท
ข. 3 บาท
ค. 4 บาท
ง. 5 บาท

เฉลย ข้อ ค.

---

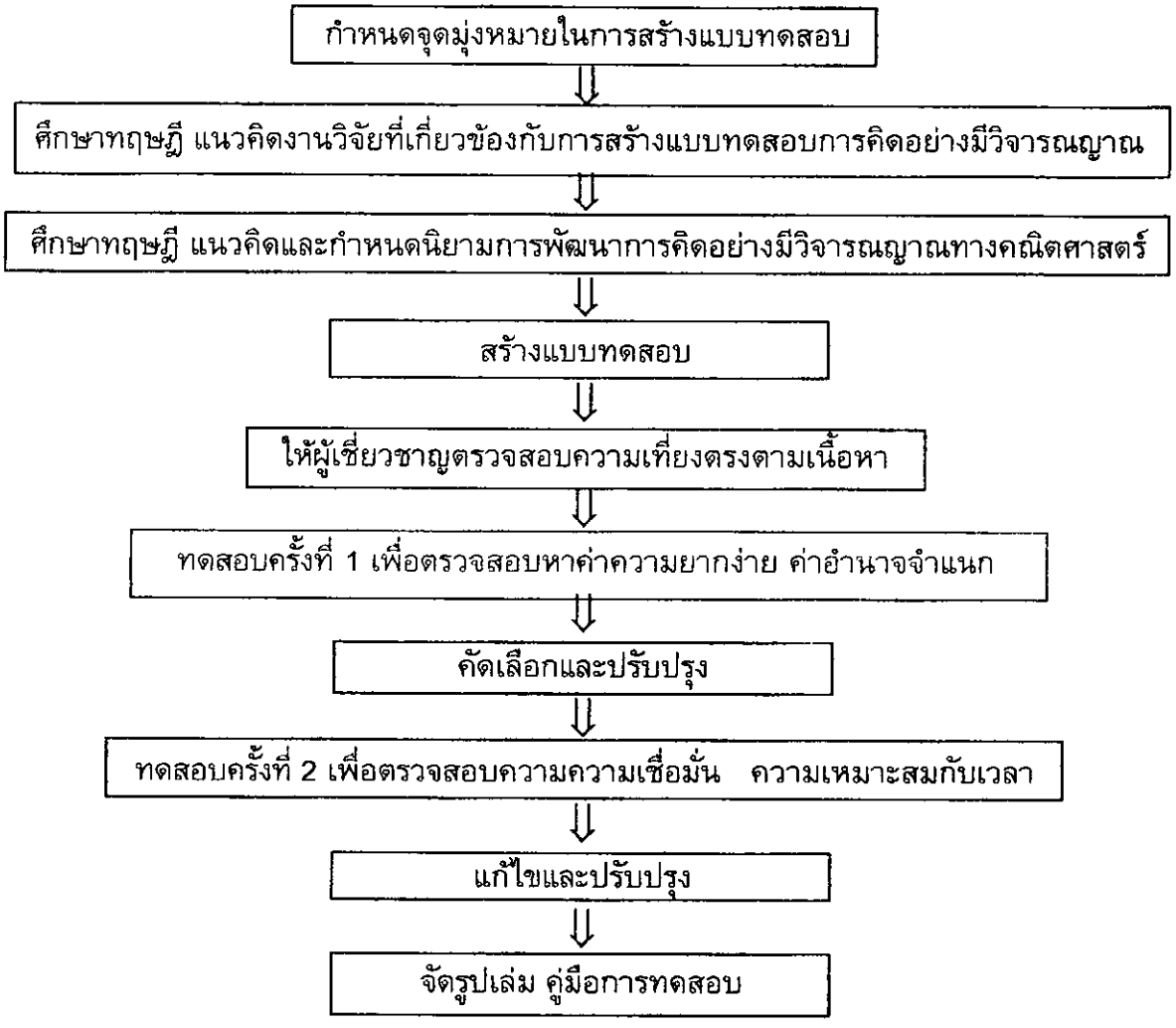
1. 10 มิลลิเมตร เป็น 1 เซนติเมตร
100 เซนติเมตร เป็น 1 เมตร
1,000 เมตร เป็น 1 กิโลเมตร

ถ้า 8,000 มิลลิเมตร มีความยาวเท่าใด

ก. 8 เซนติเมตร
ข. 80 เซนติเมตร
ค. 800 เซนติเมตร
ง. 80 เมตร

2. การสร้างและหาคุณภาพแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์

ในการสร้างแบบทดสอบเพื่อพิจารณาผลการฝึก แสดงดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 4 แผนภาพแสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์

จากภาพประกอบ 4 ผู้วิจัยได้ดำเนินขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ เพื่อสร้างแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดใหม่พิเรนทร์ สำนักงานเขตบางกอกใหญ่

2. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กำหนดนิยามการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์เพื่อเป็นแนวทางในการสร้าง พร้อมทั้งศึกษาเอกสาร หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 วิชาคณิตศาสตร์ เพื่อหาขอบเขตของเนื้อหาในการสร้างแบบทดสอบ

3. สร้างแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์แบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก วัดเนื้อหาเดียวกับการฝึก ประกอบด้วย

3.1 แบบทดสอบการอุปมาอุปไมย จำนวน 60 ข้อ ได้แก่

3.1.1 เนื้อหาด้านภาษา จำนวน 20 ข้อ

3.1.2 เนื้อหาด้านจำนวน จำนวน 20 ข้อ

3.1.3 เนื้อหาด้านสัญลักษณ์ จำนวน 20 ข้อ

3.2 แบบทดสอบการอนุมาน จำนวน 40 ข้อ ได้แก่

3.2.1 เนื้อหาการจัดลำดับ จำนวน 20 ข้อ

3.2.2 เนื้อหาการไขปัญหา จำนวน 20 ข้อ

3.3 แบบทดสอบวิเคราะห์หลักฐาน จำนวน 60 ข้อ ได้แก่

3.3.1 เนื้อหาการจัดกลุ่ม จำนวน 20 ข้อ

3.3.2 เนื้อหาการอนุกรม จำนวน 20 ข้อ

3.3.3 เนื้อหาการสังเคราะห์ลำดับ จำนวน 20 ข้อ

3.4 แบบทดสอบการสรุปอ้างอิง จำนวน 40 ข้อ ได้แก่

3.4.1 เนื้อหาการวิเคราะห์ข้อมูล จำนวน 20 ข้อ

3.4.2 เนื้อหาการสรุปความ จำนวน 20 ข้อ

นำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญที่ทรงคุณวุฒิทางการวัดผลการศึกษาจำนวน 3 ท่าน ซึ่งพิจารณาความสอดคล้องของแบบทดสอบกับจุดมุ่งหมาย ซึ่งได้ค่าความสอดคล้อง (IOC) ที่มีค่าตั้งแต่ 0.67 ถึง 1

4. นำแบบทดสอบที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดลองครั้งที่ 1 กับผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดนาคกลาง จำนวน 20 คน เพื่อหาค่าคุณภาพรายข้อ ได้แก่ ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก โดยพิจารณาค่าความยากง่าย ตั้งแต่ 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป คัดเลือกไว้เนื้อหาละ 6 ข้อคำถาม รวมจำนวนแบบทดสอบ 60 ข้อคำถาม ดังนี้

3.1 แบบทดสอบการอุปมาอุปไมย จำนวน 18 ข้อ ได้แก่

3.1.1 เนื้อหาด้านภาษา จำนวน 6 ข้อ

ค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.25 – 0.65 และค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.40 - 0.83

3.1.2 เนื้อหาด้านจำนวน จำนวน 6 ข้อ

ค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.30 – 0.70 และค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.36 – 0.66

3.1.3 เนื้อหาด้านสัญลักษณ์ จำนวน 6 ข้อ

ค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.25 – 0.75 และค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.31 – 0.60

3.2 แบบทดสอบการอนุมาน จำนวน 12 ข้อ ได้แก่

3.2.1 เนื้อหาการจัดลำดับ จำนวน 6 ข้อ

ค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20 – 0.60 และค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.39 – 0.59

3.2.2 เนื้อหาการไขปัญหา จำนวน 6 ข้อ

ค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.25 – 0.50 และค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.29 – 0.48

3.3 แบบทดสอบวิเคราะห์หลักฐาน จำนวน 18 ข้อ ได้แก่

3.3.1 เนื้อหาการจัดกลุ่ม จำนวน 6 ข้อ

ค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.25 – 0.70 และค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.25 – 0.65

3.3.2 เนื้อหาการอนุกรม จำนวน 6 ข้อ

ค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.40 – 0.75 และค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.26 –0.71

3.3.3 เนื้อหาการสังเคราะห์ลำดับ จำนวน 6 ข้อ

ค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.30 – 0.75 และค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.31 – 0.60

3.4 แบบทดสอบการสรุปอ้างอิง จำนวน 12 ข้อ ได้แก่

3.4.1 เนื้อหาการวิเคราะห์ข้อมูล จำนวน 6 ข้อ

ค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.30 – 0.70 และค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.28 – 0.51

3.4.2 เนื้อหาการสรุปความ จำนวน 6 ข้อ

ค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.25 – 0.55 และค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.29 – 0.68

5. นำแบบทดสอบที่ได้จากการทดสอบครั้งที่ 1 จัดเรียงแบบทดสอบใหม่ โดยสลับข้อคำถามและตัวเลือก จำนวน 4 ฉบับ ไปทดสอบครั้งที่ 2 กับผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนราชสิทธาราม จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวน 121 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่น

แบบทดสอบชุดที่ 1	ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) 0.92	ค่าความยากง่าย (p) 0.65
	ค่าอำนาจจำแนก(r) 0.38	
แบบทดสอบชุดที่ 2	ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) 0.88	ค่าความยากง่าย (p) 0.58
	ค่าอำนาจจำแนก(r) 0.32	
แบบทดสอบชุดที่ 3	ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) 0.89	ค่าความยากง่าย (p) 0.58
	ค่าอำนาจจำแนก(r) 0.36	
แบบทดสอบชุดที่ 4	ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) 0.87	ค่าความยากง่าย (p) 0.60
	ค่าอำนาจจำแนก (r) 0.35	

6. จัดพิมพ์เตรียมพร้อมสำหรับการทดสอบ

ตัวอย่างแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ชุดที่ 1 ด้านการอุปมาอุปไมย

ตัวอย่าง (0) ไข่ไก่ 5 ฟอง ราคา 10 บาท

ไข่ไก่ 20 ฟอง ราคา ..... บาท

ก. 15 บาท

ข. 20 บาท

ค. 30 บาท

ง. 40 บาท

เฉลย ข้อ ง. 40 บาท

(00) 4 สลึง เป็น 1 บาท

4 บาท เป็น 1 ตำลึง

20 ตำลึงเป็น 1 ชั่ง

ถ้ามีเงินยี่สิบสลึงจะเป็นเงิน.....บาท

ก. 3 บาท

ข. 4 บาท

ค. 5 บาท

ง. 6 บาท

เฉลย ข้อ ค. 5 บาท

ชุดที่ 2 ด้านการอนุมาน

ตัวอย่าง (0) สัมเขียวหวาน 10 ผล ราคาเท่าแอปเปิ้ล 2 ผล แอปเปิ้ล 5 ผล มีราคาเท่ากับทุเรียน 1 ผล ถ้าทุเรียนราคาผลละ 50 บาท สัมเขียวหวานราคาผลละเท่าไร

ก. 2 บาท

ข. 3 บาท

ค. 4 บาท

ง. 5 บาท

เฉลย ข้อ ก. 2 บาท

(00) กล้วย , อ้อย , ส้ม , ลี่ มีน้ำหนัก 25 กิโลกรัม , 28 กิโลกรัม , 30 กิโลกรัม และ 32 กิโลกรัม

กล้วยมีน้ำหนักมากกว่าลี่ และหนักน้อยกว่าอ้อย

ส้มมีน้ำหนักน้อยกว่ากล้วย และมากกว่าลี่

ใครมีน้ำหนักเท่าไร

ก. กล้วย 25 กิโลกรัม, อ้อย 28 กิโลกรัม , ส้ม 30 กิโลกรัม , ลี่ 32 กิโลกรัม

ข. กล้วย 32 กิโลกรัม, อ้อย 30 กิโลกรัม , ส้ม 25 กิโลกรัม , ลี่ 28 กิโลกรัม

ค. กล้วย 32 กิโลกรัม, อ้อย 30 กิโลกรัม , ส้ม 28 กิโลกรัม , ลี่ 25 กิโลกรัม

ง. กล้วย 30 กิโลกรัม, อ้อย 32 กิโลกรัม , ส้ม 28 กิโลกรัม , ลี่ 25 กิโลกรัม

เฉลย ข้อ ง.

ชุดที่ 3 ด้านการวิเคราะห์หลักฐาน

ตัวอย่าง (0) จงใส่เครื่องหมาย (...) ลงในชุดของตัวเลข $4 \times 3 - 2 + 9$ ให้ได้คำตอบ = 1

ก. $(4 \times 3) - 2 + 9$

ข. $(4 \times 3) - (2 + 9)$

ค. $4 \times (3 - 2) + 9$

ง. $4 \times 3 - (2 + 9)$

เฉลย ข้อ ข. $(4 \times 3) - (2 + 9)$

(00) จงเติมเครื่องหมาย $+ , - , \times , \div$ ให้ได้ค่าตามที่กำหนด

$(25 \square 5) \square (15 \square 3) = 10$

ก. $+ , \div , \times$

ข. $\div , \times , +$

ค. $- , + , \div$

ง. $- , \times , \div$

เฉลย ข้อ ค. $- , + , \div$

ชุดที่ 4 ด้านการสรุปอ้างอิง

ตัวอย่าง (0) ข้าว 3 กิโลกรัม , กล้วย 28 ขีด, เผือก 3200 กรัม , แป้ง 1.5 ปอนด์ อะไรหนักที่สุด

ก. ข้าว
ข. กล้วย
ค. เผือก
ง. แป้ง

เฉลย ข้อ ค. เผือก

(00) สมศรีมีอายุมากกว่าสมหญิงและน้อยกว่าสมชาย สมศักดิ์น้อยกว่าสมศรีและมากกว่าสมหญิง ใครมีอายุมากที่สุด

ก. สมศรี
ข. สมหญิง
ค. สมชาย
ง. สมศักดิ์

เฉลย ข้อ ค. สมชาย

การตรวจให้คะแนน

การตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบเลือกตอบ ชนิด 5 ตัวเลือก ข้อที่ตอบถูกต้องได้ 1 คะแนน ส่วนข้อที่ ตอบผิด หรือ ไม่ตอบ หรือ ตอบมากกว่า 1 คำตอบ ในข้อเดียวกันได้ 0 คะแนน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. ขออนุญาตผู้บังคับบัญชาและผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดำเนินการทดลอง

2. ดำเนินการคัดเลือกแบ่งกลุ่มนักเรียนจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 แบ่งกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำจากตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ ที่ 50

3. กำหนดระยะเวลาในการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ในช่วงเดือนมกราคม ถึง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2548

3.1 ช่วงการทดสอบก่อนฝึก ทดสอบจำนวน 4 ครั้ง ระยะเวลาห่างกันครั้งละ 1 สัปดาห์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ตั้งแต่วันที่ 19 มกราคม ถึง 1 กุมภาพันธ์ 2548

3.2 ช่วงการฝึก จำนวน 10 ครั้ง ครั้งละ 50 นาที สัปดาห์ละ 5 ครั้ง ฝึกช่วงเวลาหลังเลิกเรียน เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ตั้งแต่วันที่ 3 –16 กุมภาพันธ์ 2548

3.3 ช่วงการทดสอบหลังฝึก ทดสอบจำนวน 4 ครั้ง ระยะเวลาห่างกันครั้งละ 1 สัปดาห์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ตั้งแต่วันที่ 18 กุมภาพันธ์ ถึง 11 มีนาคม 2548

4. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสรุปผลการศึกษา

แผนการทดลอง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้ศึกษาค้นคว้าทำตามแบบแผนการทดลองแบบ One-Group time-series design (ชูศรี วงศ์รัตนะ .2528 : 249) ดังนี้

กลุ่ม	สอบก่อน	ตัวแปรจัดกระทำ	สอบหลัง
E	T_1 , T_2 , T_3 , T_4	X	T_5 , T_6 , T_7 , T_8

E หมายถึง กลุ่มศึกษา

T_1 , T_2 , T_3 , T_4 หมายถึง การสอบ 4 ครั้ง ก่อนที่จะได้รับการฝึกด้วยแบบฝึก

T_5 , T_6 , T_7 , T_8 หมายถึง การสอบ 4 ครั้ง หลังจากที่ได้รับการฝึกด้วยแบบฝึก

X หมายถึง การฝึกด้วยชุดฝึกพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

วิธีการดำเนินการทดลอง

ในการดำเนินการครั้งนี้ ทำการทดลองช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนมีนาคม ผู้ศึกษาค้นคว้าได้ดำเนินขั้นตอน 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นก่อนทดลอง

1.1 ทำการแบ่งกลุ่มเป้าหมายคือ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดใหม่พิเรนทร์ สำนักงานเขตบางกอกใหญ่ จำนวน 26 คน จากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนำมาแบ่งกลุ่มนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มผลสัมฤทธิ์สูง และ กลุ่มผลสัมฤทธิ์ต่ำ กลุ่มละ 13 คน

1.2 ทำการทดสอบสอบก่อนการฝึกจำนวน 4 ครั้งโดยให้ระยะเวลาห่างกันครั้ง 1 สัปดาห์ เพื่อตรวจสอบผลการทดสอบว่ามีการเพิ่มขึ้น ลดลงโดยธรรมชาติหรือมีแนวโน้วคงที่

ขั้นที่ 2 ขั้นทดลอง

2.1 ใช้เวลาทั้งหมด 10 ครั้ง ครั้งละ 50 นาที ซึ่งฝึกในและนอกเวลาเรียน สัปดาห์ละ 5 วัน เป็นเวลา 2 สัปดาห์

1. การพัฒนาการอุปมาอุปไมย ใช้เวลา 3 ครั้ง

ครั้งที่ 1	ครูชี้แจงและอธิบายตัวอย่างการฝึก	ประมาณ 10	นาที
	นักเรียนทำการฝึกครั้งที่ 1	ประมาณ 40	นาที
ครั้งที่ 2	ครูและนักเรียนร่วมอภิปรายผลการฝึก	ประมาณ 10	นาที
	นักเรียนทำการฝึกครั้งที่ 2	ประมาณ 40	นาที
ครั้งที่ 3	ครูและนักเรียนร่วมอภิปรายผลการฝึก	ประมาณ 10	นาที
	นักเรียนทำการฝึกครั้งที่ 2	ประมาณ 40	นาที

2. การพัฒนาการอนุมาน ใช้เวลา 2 ครั้ง

ครั้งที่ 1	ครูชี้แจงและอธิบายตัวอย่างการฝึก	ประมาณ 10	นาที
	นักเรียนทำการฝึกครั้งที่ 1	ประมาณ 40	นาที
ครั้งที่ 2	ครูและนักเรียนร่วมอภิปรายผลการฝึก	ประมาณ 10	นาที
	นักเรียนทำการฝึกครั้งที่ 2	ประมาณ 40	นาที

3. การพัฒนาชุดวิเคราะห์หลักฐาน ใช้เวลา 3 ครั้ง

ครั้งที่ 1	ครูชี้แจงและอธิบายตัวอย่างการฝึก	ประมาณ 10	นาที
	นักเรียนทำการฝึกครั้งที่ 1	ประมาณ 40	นาที
ครั้งที่ 2	ครูและนักเรียนร่วมอภิปรายผลการฝึก	ประมาณ 10	นาที
	นักเรียนทำการฝึกครั้งที่ 2	ประมาณ 40	นาที
ครั้งที่ 3	ครูและนักเรียนร่วมอภิปรายผลการฝึก	ประมาณ 10	นาที
	นักเรียนทำการฝึกครั้งที่ 2	ประมาณ 40	นาที

4. การพัฒนาการสรุปอ้างอิง ใช้เวลา 2 ครั้ง

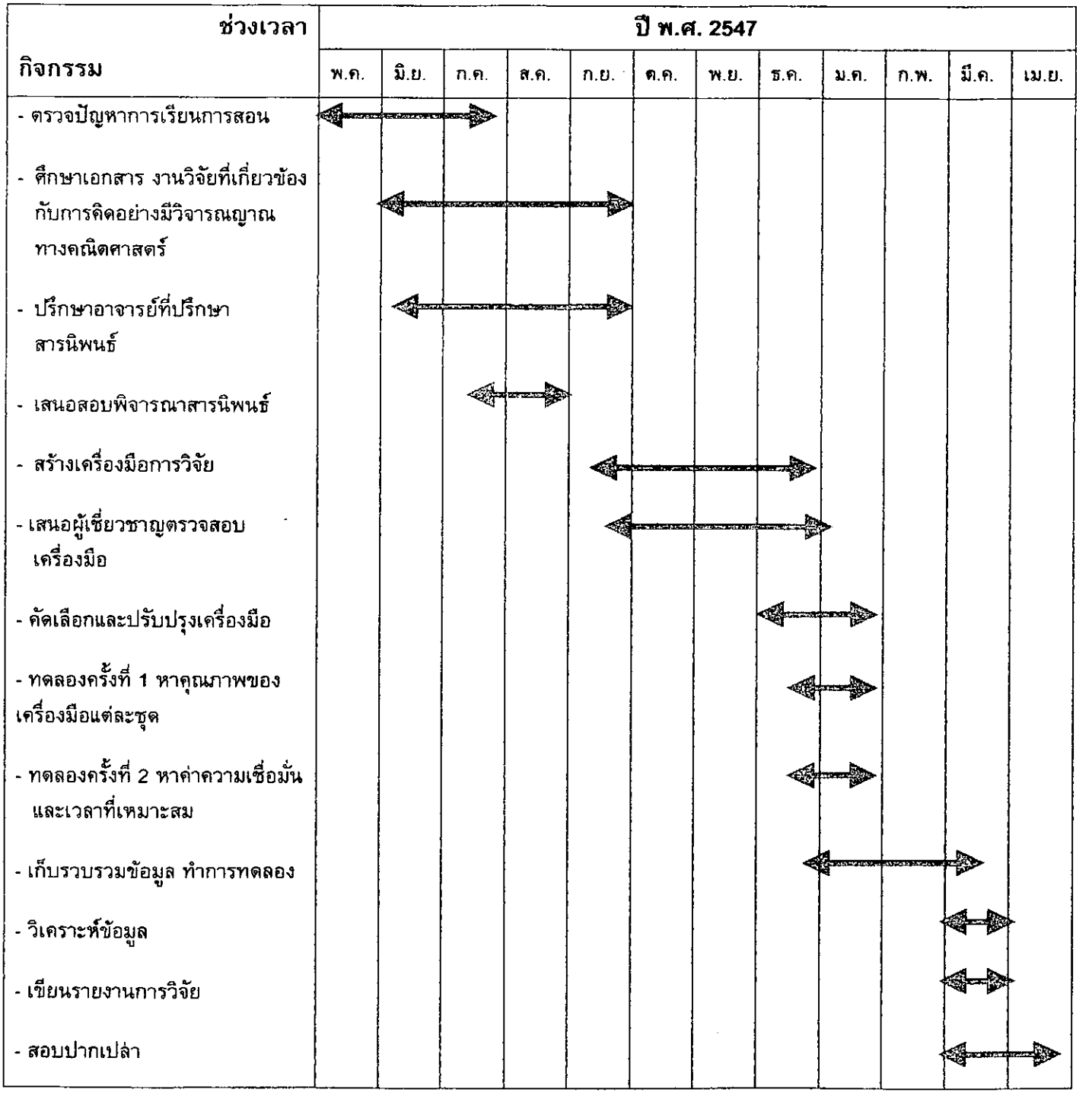
ครั้งที่ 1	ครูชี้แจงและอธิบายตัวอย่างการฝึก	ประมาณ 10	นาที
	นักเรียนทำการฝึกครั้งที่ 1	ประมาณ 40	นาที
ครั้งที่ 2	ครูและนักเรียนร่วมอภิปรายผลการฝึก	ประมาณ 10	นาที
	นักเรียนทำการฝึกครั้งที่ 2	ประมาณ 40	นาที

ขั้นที่ 3 ขั้นหลังการทดลอง

3.1 ทำการทดสอบสอบก่อนการฝึกจำนวน 4 ครั้งโดยให้ระยะเวลาห่างกันครั้ง 1 สัปดาห์ เพื่อตรวจสอบผลการทดสอบเช่นเดียวกับการทดสอบก่อน ว่ามีการเพิ่มขึ้น ลดลง โดยธรรมชาติหรือมีแนวโน้วคงที่ เพื่อการจัดกระทำข้อมูลจากการฝึกได้อย่างถูกต้อง

3.2 นำแบบทดสอบที่ได้มาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไปแผนการดำเนินการวิจัย

ตารางเวลากิจกรรมต่าง ๆ ที่จะดำเนินการ



แผนพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547

โรงเรียนวัดใหม่พิเรนทร์ สำนักงานเขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพมหานคร

ชุดการฝึก	จุดมุ่งหมาย	ครั้งที่	เนื้อหา	เวลา
	- สอบก่อน 4 ครั้ง		- ทดสอบ	40 นาที
พัฒนาการอุปมาอุปไมย	- เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้านการอุปมาอุปไมยของผู้เรียนในเรื่องการหยั่งรู้ทางคณิตศาสตร์ ถึงความสัมพันธ์ระหว่างคำ 2 คำ หรือกำหนดประเด็นปัญหา ที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ต่าง ๆ โดยเฉพาะทักษะการเชื่อมโยงความคิดเข้าด้วยกันอย่างสมบูรณ์	1	- ด้านภาษา	50 นาที
		2	- จำนวน	50 นาที
		3	- ด้านสัญลักษณ์	50 นาที
พัฒนาการอนุมาน	- เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้านการอนุมานของผู้เรียนในการวิเคราะห์ประโยคด้านตรรกศาสตร์ เกี่ยวข้องกับการประเมินผลและการพิจารณาอย่างละเอียดถึงคุณลักษณะภายในรวบรวมและเลือกประโยค หรือเหตุการณ์นั้น ๆ สามารถแยกได้ว่า ประโยคใด หรือข้อโต้แย้งใด ใช้หลักตรรกศาสตร์ที่สอดคล้องกันหรือขัดแย้งกัน	4	- จัดลำดับ	50 นาที
		5	- ไขปัญหา	50 นาที
พัฒนาการวิเคราะห์หลักฐาน	- เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้านหลักฐานที่หายไปของผู้เรียนในการคัด แยก หรือวินิจฉัยความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล หลักฐานในส่วนที่หายไป เพื่อนำมาทำให้ประโยคสมบูรณ์ตามหลักการอนุมานของตรรกศาสตร์ หรือเมื่อเติมหลักฐานส่วนหนึ่งเข้าไปแล้วทำให้ประโยคหรือข้อความนั้นสามารถสรุปได้ โดยการวิเคราะห์หรือสังเคราะห์ข้อความที่กำหนดให้	6	- การจัดกลุ่ม	50 นาที
		7	- อนุกรม	50 นาที
		8	- สังเคราะห์ลำดับ	50 นาที
พัฒนาการสรุปอ้างอิง	- เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้านการสรุปอ้างอิงของผู้เรียนในการคิดพิจารณาความเป็นเหตุเป็นผลกันโดยใช้หลักตรรกศาสตร์ ความสามารถในการวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประโยคหรือข้อมูลหลักฐาน ที่ให้มาว่าถูกต้องตามลำดับที่เกี่ยวข้องหรือไม่ เป็นการฝึกความสามารถในการจัดลำดับความคิดและทำให้ข้อมูลที่มีอยู่เป็นระบบและถูกต้อง	9	- วิเคราะห์ข้อมูล	50 นาที
		10	- สรุปความ	50 นาที
	- ทดสอบ 4 ครั้ง		- ทดสอบ	40 นาที

รายละเอียดการดำเนินการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547

โรงเรียนวัดใหม่พิเรนทร์ สำนักงานเขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพมหานคร

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	เวลา	กิจกรรม
1	19 ม.ค. 2548	9.30. – 10.20 น.	ชี้แจง อธิบายการศึกษาวิจัย
2	19 ม.ค. 2548	14.30. – 15.20 น.	ทดสอบครั้งที่ 1
3	24 ม.ค. 2548	14.30. – 15.20 น.	ทดสอบครั้งที่ 2
4	28 ม.ค. 2548	10.30. – 11.20 น.	ทดสอบครั้งที่ 3
5	1 ก.พ. 2548	14.30. – 15.20 น.	ทดสอบครั้งที่ 4
6	3 ก.พ. 2548	14.30. – 15.20 น.	ฝึกการอุปมาอุปไมยด้านภาษา
7	4 ก.พ. 2548	10.30. – 11.20 น.	ฝึกการอุปมาอุปไมยด้านจำนวน
8	7 ก.พ. 2548	10.30. – 11.20 น.	ฝึกการอุปมาอุปไมยด้านสัญลักษณ์
9	8 ก.พ. 2548	14.30. – 15.20 น.	ฝึกการอนุมานด้านการจัดลำดับ
10	9 ก.พ. 2548	9.30. – 10.20 น.	ฝึกการอนุมานด้านการไขปัญหา
11	10 ก.พ. 2548	14.30. – 15.20 น.	ฝึกการวิเคราะห์หลักฐานด้านการจัดกลุ่ม
12	11 ก.พ. 2548	14.30. – 15.20 น.	ฝึกการวิเคราะห์หลักฐานด้านการอนุกรม
13	14 ก.พ. 2548	10.30. – 11.20 น.	ฝึกการวิเคราะห์หลักฐานด้านการสังเคราะห์ลำดับ
14	15 ก.พ. 2548	14.30. – 15.20 น.	ฝึกการสรุปอ้างอิงด้านการวิเคราะห์ข้อมูล
15	16 ก.พ. 2548	9.30. – 10.20 น.	ฝึกการสรุปอ้างอิงด้านการสรุปความ
16	18 ก.พ. 2548	14.30. – 15.20 น.	ทดสอบครั้งที่ 5
17	25 ก.พ. 2548	10.30. – 11.20 น.	ทดสอบครั้งที่ 6
18	3 มี.ค 2548	14.30. – 15.20 น.	ทดสอบครั้งที่ 7
19	8 มี.ค. 2548	9.30. – 10.20 น.	ทดสอบครั้งที่ 8
20	11. มี.ค. 2548	10.30. – 11.20 น.	ชี้แจงสรุปผลการศึกษา

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อตรวจให้คะแนนแล้ว ทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows ตามขั้นตอนดังนี้

1. วิเคราะห์โดยหาค่า คะแนนเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และค่าสัมประสิทธิ์การแปรผัน (C.V.)

2. วิเคราะห์เปรียบเทียบความสามารถการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ระหว่างก่อนฝึกและหลังฝึก ด้วยการทดสอบ t – test แบบ Dependent Samples

3. วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน ด้วยการทดสอบ t – test แบบ Independent Samples

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ คะแนนเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ โดยใช้โปรแกรม SIREE

2.1 ความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (Face Validity) ของแบบทดสอบโดยใช้สูตรของโรวิเนลลี และ แฮมเบลตัน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ . 2539 : 249)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องมีค่าอยู่ระหว่าง - 1 ถึง + 1

$\sum R$ แทน ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 การวิเคราะห์รายข้อของแบบทดสอบ เพื่อหาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

2.2.1 ค่าความยากง่าย โดยใช้สูตร

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

เมื่อ p แทน ดัชนีค่าความง่าย

R แทน จำนวนผู้เรียนที่ทำข้อนั้นถูก

N แทน จำนวนผู้เรียนที่ทำข้อแบบทดสอบทั้งหมด

2.2.2 ค่าอำนาจจำแนก โดยใช้สูตรอย่างง่าย ดังนี้

$$D = \frac{U}{n_U} - \frac{L}{n_L}$$

เมื่อ D แทน ดัชนีค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

U แทน จำนวนผู้เรียนที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนสูง

L แทน จำนวนผู้เรียนที่ตอบถูกในกลุ่มคะแนนต่ำ

n_U แทน จำนวนผู้เรียนทั้งหมดในกลุ่มคะแนนสูง

n_L แทน จำนวนผู้เรียนทั้งหมดในกลุ่มคะแนนต่ำ

2.3 หาประสิทธิภาพของชุดการฝึกกิจกรรมการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตร E_1 / E_2 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ของชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2532 : 495)

สูตรที่ 1

$$E_1 = \left[\frac{\left(\frac{\sum X}{N} \right) \times 100}{A} \right]$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพกระบวนการที่จัดไว้ในชุดการฝึกคิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบย่อย

$\sum X$ แทน คะแนนจากการทำแบบทดสอบย่อย

A แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบ

N แทน จำนวนผู้รับการฝึก

สูตรที่ 2

$$E_2 = \left[\frac{\left(\frac{\sum F}{N} \right) \times 100}{B} \right]$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพกระบวนการที่จัดไว้ในแบบฝึกคิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบหลังฝึก

$\sum F$ แทน คะแนนจาการทำแบบทดสอบหลังฝึก

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังฝึก

N แทน จำนวนผู้รับการฝึก

2.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละฉบับ โดยใช้วิธีคูเดอร์ ริชาร์ดสัน 20 (KR-20) จากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ.2539:249)

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

เมื่อ r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
k แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ
p แทน สัดส่วนของผู้เรียนที่ทำข้อนั้นถูก
q แทน สัดส่วนของผู้เรียนที่ทำข้อนั้นผิด
S^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

2.5 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (Standard error of measurement : SE) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ . 2539 : 244)

$$SE_{meas} = S\sqrt{1-r_{tt}}$$

เมื่อ SE_{meas} แทน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด
S แทน คะแนนความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบ
r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

3. สถิติที่ใช่ในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้โปรแกรมประมวลผล SPSS

3.1 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนฝึกและหลังฝึก ด้วยการทดสอบ t – test แบบ Dependent Samples

3.2 เปรียบเทียบแตกต่างคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตสาสตร์ของผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน ด้วยการทดสอบ t – test แบบ Independent Samples

3.3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย ระหว่างตัวแปรจัดกลุ่ม คำนวณโดยใช้สูตรสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Coefficient Correlation)

3.4 ทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย โดยใช้สูตรการทดสอบค่าที (t – test)

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้เกิดความเข้าใจถูกต้องตรงกันในการแปลความหมายข้อมูล ผู้วิจัยจึงกำหนดสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

$\overline{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยการทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
S	แทน	ความส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$S_{\overline{X}}$	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานค่าเฉลี่ย
$\overline{X}_D$	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่าง (Mean Difference)
$S_{\overline{D}}$	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานค่าเฉลี่ยของผลต่าง
T_1	แทน	การทดสอบครั้งที่ 1 ก่อนที่จะได้รับการฝึกด้วยแบบฝึก
T_2	แทน	การทดสอบครั้งที่ 2 ก่อนที่จะได้รับการฝึกด้วยแบบฝึก
T_3	แทน	การทดสอบครั้งที่ 3 ก่อนที่จะได้รับการฝึกด้วยแบบฝึก
T_4	แทน	การทดสอบครั้งที่ 4 ก่อนที่จะได้รับการฝึกด้วยแบบฝึก
T_5	แทน	การทดสอบครั้งที่ 5 หลังจากที่ได้รับการฝึกด้วยแบบฝึก
T_6	แทน	การทดสอบครั้งที่ 6 หลังจากที่ได้รับการฝึกด้วยแบบฝึก
T_7	แทน	การทดสอบครั้งที่ 7 หลังจากที่ได้รับการฝึกด้วยแบบฝึก
T_8	แทน	การทดสอบครั้งที่ 8 หลังจากที่ได้รับการฝึกด้วยแบบฝึก
n	แทน	จำนวนผู้เรียน

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตามจุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า ดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารญาณทางคณิตศาสตร์ ของกลุ่มเป้าหมาย

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ก่อนฝึกและหลังฝึก ของผู้เรียน

3. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน

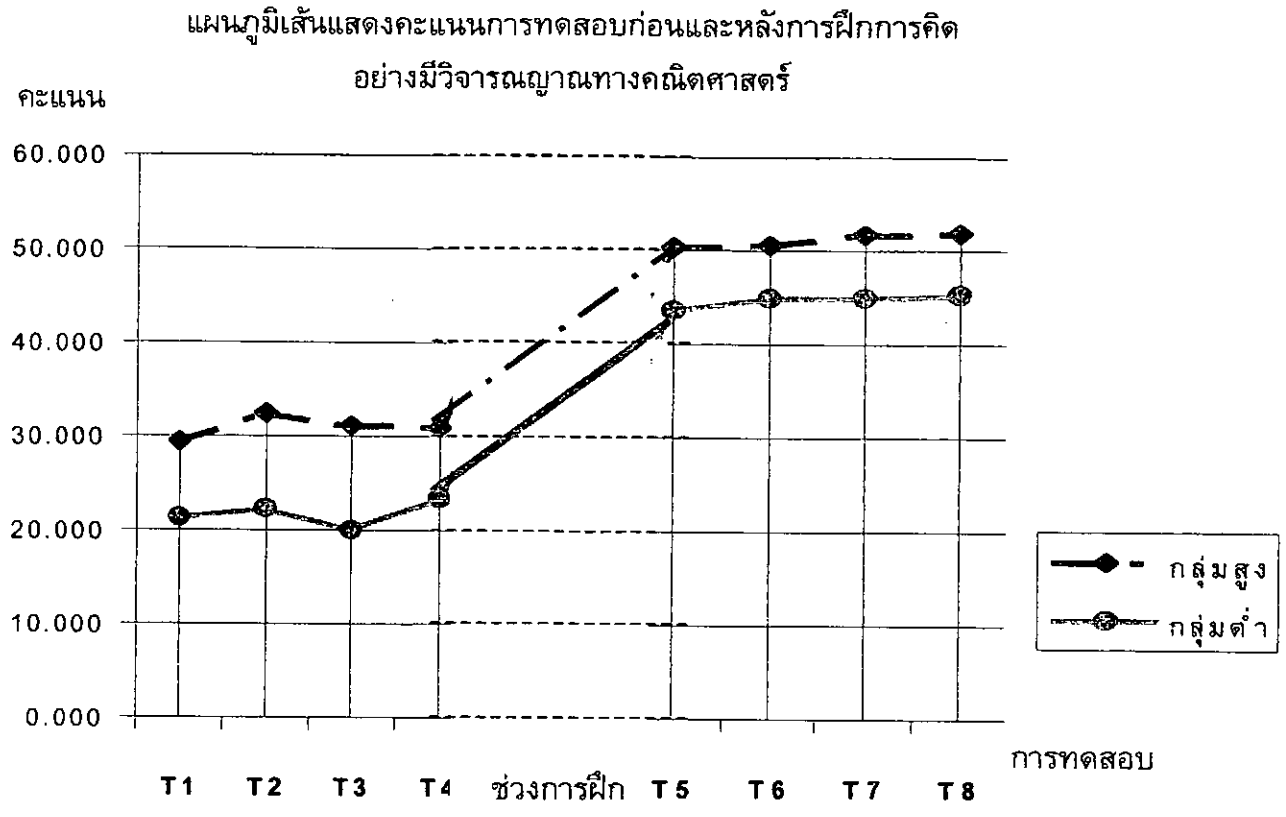
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มเป้าหมาย ก่อนฝึกและหลังฝึก จำนวน 26 คน ได้ค่าสถิติพื้นฐาน คือ ค่าคะแนนเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังแสดงไว้ในตาราง 9

ตาราง 9 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มเป้าหมาย

การทดสอบ	ผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์			
	กลุ่มสูง		กลุ่มต่ำ	
	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S
T_1	30.308	7.488	21.308	4.608
T_2	33.077	6.174	22.308	5.089
T_3	31.615	9.314	19.923	5.361
T_4	31.000	9.566	23.462	6.200
เฉลี่ย	31.500	7.354	21.712	4.216
T_5	50.538	3.230	43.538	4.215
T_6	50.538	3.886	44.923	5.823
T_7	51.923	3.818	45.00	4.491
T_8	52.231	3.855	45.231	4.885
เฉลี่ย	51.038	3.522	44.673	4.544

จากตาราง 9 ปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ในการทดสอบทั้ง 8 ครั้ง คะแนนเต็ม 60 คะแนน โดยคะแนนเฉลี่ยก่อนฝึก ของกลุ่มผลสัมฤทธิ์สูง มีค่าระหว่าง 30.308 ถึง 33.077 คะแนนเฉลี่ยหลังการฝึก มีค่าระหว่าง 50.538 ถึง 52.231 พิจารณาคะแนนการทดสอบ ก่อนการฝึกและหลังการฝึก ของกลุ่มผลสัมฤทธิ์สูง เห็นได้ว่า แนวโน้มค่าเฉลี่ยคงที่ และคะแนนเฉลี่ยก่อนฝึก ของกลุ่มผลสัมฤทธิ์ต่ำ มีค่าระหว่าง 19.923 ถึง 23.462 และคะแนนเฉลี่ยหลังการฝึก มีค่าระหว่าง 43.538 ถึง 45.231 ซึ่งแนวโน้วคงที่เช่นเดียวกับ กลุ่มผลสัมฤทธิ์สูง แสดงว่า คะแนนทดสอบก่อนการฝึกและหลังการฝึกคงที่ช่วงระยะเวลาการทดสอบไม่มีผลต่อคะแนนการทดสอบ เมื่อนำมาเขียนแผนภูมิเส้นแสดงได้ดังนี้



แผนภาพประกอบ 5 แผนภูมิเส้นแสดงคะแนนการทดสอบก่อนและหลังการฝึกการคิด
อย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์

พิจารณาจากแผนภูมิเส้น คะแนนเฉลี่ย กลุ่มผลสัมฤทธิ์สูง เกินครึ่งของคะแนนเต็ม 60 คะแนน แตกต่างกับคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มผลสัมฤทธิ์ต่ำที่มีคะแนนเฉลี่ยไม่ถึงครึ่งของคะแนนเต็ม แบบทดสอบนี้จึงค่อนข้างง่ายสำหรับผู้เรียนกลุ่มผลสัมฤทธิ์สูง และเป็นแบบทดสอบค่อนข้างยากสำหรับผู้เรียนกลุ่มผลสัมฤทธิ์ต่ำ เมื่อพิจารณาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานใกล้เคียงกัน แสดงว่า มีการกระจายค่อนข้างต่ำ ดังนั้นในการทดสอบผู้วิจัยจึง นำคะแนนการทดสอบครั้งที่ 1 , 2 , 3 และ 4 และคะแนนการทดสอบครั้งที่ 5 , 6 , 7 และ 8 ของกลุ่มเป้าหมาย มาหาค่าเฉลี่ย ได้ค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนฝึกของกลุ่มผลสัมฤทธิ์สูง 31.500 คะแนน กลุ่มผลสัมฤทธิ์ต่ำ 21.712 คะแนน และคะแนนหลังการฝึกของกลุ่มผลสัมฤทธิ์สูง 51.038 คะแนน กลุ่มผลสัมฤทธิ์ต่ำ 44.673 คะแนน เพื่อทำการทดสอบสมมติฐานต่อไป

2. การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ก่อนฝึกและหลังฝึกของผู้เรียนกลุ่มผลสัมฤทธิ์สูงและต่ำ ที่ได้รับการฝึกโดยชุดพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณจากการทดสอบก่อนและหลังการฝึก มาวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนฝึกและหลังฝึก ด้วยการทดสอบ t – test แบบ Dependent Samples แสดงไว้ ดังแสดงในตาราง 10

ตาราง 10 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ก่อนฝึกและหลังฝึก

กลุ่ม	ทดสอบ	n	$\bar{X}$	S	$S_{\bar{X}}$	ช่วงของการประมาณค่าเฉลี่ย	t
กลุ่มสูง	ก่อนฝึก	13	31.500	7.354	2.040	27.502 - 35.499	12.434**
	หลังฝึก	13	51.038	3.522	0.987	49.103 - 52.973	
กลุ่มต่ำ	ก่อนฝึก	13	21.712	4.217	1.168	19.423 - 24.312	13.775**
	หลังฝึก	13	44.673	4.544	1.260	42.203 – 47.142	

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากตาราง 10 แสดงว่า คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มผลสัมฤทธิ์สูง ก่อนและหลังการฝึกด้วยชุดกิจกรรมพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ โดยก่อนฝึกมีคะแนนเฉลี่ย 31.500 คะแนน ช่วงของการประมาณค่าเฉลี่ยก่อนฝึก 27.502 - 35.499 คะแนน หลังการฝึกมีคะแนนเฉลี่ย 51.143 คะแนน ช่วงของการประมาณค่าเฉลี่ยหลังฝึก 49.103 - 52.973 คะแนน

คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มผลสัมฤทธิ์ต่ำ ก่อนและหลังการฝึกด้วยชุดกิจกรรมพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ โดยก่อนฝึกมีคะแนนเฉลี่ย 21.712 คะแนน ช่วงของการประมาณค่าเฉลี่ยก่อนฝึก 19.423 – 24.312 คะแนน หลังการฝึกมีคะแนนเฉลี่ย 44.673 คะแนน ช่วงของการประมาณค่าเฉลี่ยหลังฝึก 42.203 – 47.142 คะแนน พิจารณาจากช่วงการประมาณค่าเฉลี่ยทั้งกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ พบว่า ก่อนฝึกและหลังฝึกมีช่วงคะแนนค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน และเมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ด้วยการทดสอบ t – test แบบ Dependent Samples แล้ว ปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนการฝึกและหลักการฝึกของกลุ่มผลสัมฤทธิ์สูงและผลสัมฤทธิ์ต่ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 นั่นคือ ผู้เรียนกลุ่มผลสัมฤทธิ์สูงและกลุ่มผลสัมฤทธิ์ต่ำที่ได้รับการฝึกโดยชุดการฝึกกิจกรรมมีการพัฒนาความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น

3. การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนที่มีความสามารถในการคิดอย่งมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ระหว่างกลุ่มผลสัมฤทธิ์สูงและกลุ่มผลสัมฤทธิ์ต่ำ โดยผู้วิจัยได้นำคะแนนผลต่างระหว่างก่อนฝึกและหลังฝึกการฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนกลุ่มผลสัมฤทธิ์สูงและกลุ่มผลสัมฤทธิ์ต่ำ วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย ด้วยการทดสอบ t–test แบบ Independent Samples ดังแสดงในตาราง 11

ตาราง 11 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ของกลุ่มผลสัมฤทธิ์สูงและกลุ่มผลสัมฤทธิ์ต่ำ

เกณฑ์	กลุ่ม	n	$\overline{X_D}$	S	$S_{\overline{D}}$	t
ผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์	สูง	13	19.808	6.808	1.888	3.791**
	ต่ำ	13	22.962	6.010	1.667	

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากตาราง 11 แสดงว่า คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของกลุ่มผลสัมฤทธิ์สูงและกลุ่มผลสัมฤทธิ์ต่ำ หลังการฝึกด้วยชุดกิจกรรมพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ กลุ่มผลสัมฤทธิ์สูงและกลุ่มผลสัมฤทธิ์ต่ำมีค่าเฉลี่ยของผลต่างคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 19.808 และ 22.962 คะแนน เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยการทดสอบ t – test แบบ Independent Samples ปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มผลสัมฤทธิ์สูงและกลุ่มผลสัมฤทธิ์ต่ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 นั่นคือ ผู้เรียนกลุ่มผลสัมฤทธิ์สูงและกลุ่มผลสัมฤทธิ์ต่ำ เมื่อได้รับการฝึกแล้ว มีการพัฒนาความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน

เนื่องจากผู้วิจัยมีข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมทุกวิชา และคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจึงสนใจนำมาจัดกลุ่มเพื่อวิเคราะห์เพิ่มเติมในลักษณะเดียวกับการแบ่งกลุ่มโดยใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ว่าจะมีความสอดคล้องกันหรือไม่ โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์และศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม ดังนี้

1. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรจัดกลุ่มที่ศึกษาและตัวแปรที่ศึกษาเพิ่มเติม

2. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารญาณทางคณิตศาสตร์ ของการจัดกลุ่มตามตัวแปรที่ศึกษาเพิ่มเติม

3. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ก่อนฝึกและหลังฝึก ของผู้เรียนตามกลุ่มตัวแปรที่ศึกษาเพิ่มเติม

4. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณแตกต่างกัน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ศึกษาเพิ่มเติม

1. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรจัดกลุ่ม ผู้วิจัยได้ดำเนินการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของการจัดกลุ่มที่ศึกษากับการจัดกลุ่มที่ศึกษาเพิ่มเติมว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่ คำนวณโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson Product – Correlation Coefficient) แล้วทดสอบนัยสำคัญทางสถิติโดยใช้สูตรการทดสอบ (t-test) ปรากฏผล แสดงไว้ในตาราง 12

ตาราง 12 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรจัดกลุ่ม

	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวม[a]	ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ[a]
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์	-	.894**	.750**
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวม[a]		-	.750**
ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ[a]			-

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01 [a] ตัวแปรจัดกลุ่มที่อยู่นอกเหนือจุดมุ่งหมายของการศึกษา

จากตาราง 12 ปรากฏค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ระหว่างเกณฑ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมทุกวิชา เกณฑ์ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีค่า ระหว่าง .750 ถึง .894 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกเกณฑ์การจัดกลุ่ม

2 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มเป้าหมาย ก่อนฝึกและหลังฝึก โดยเปรียบเทียบค่าสถิติจำแนกตามเกณฑ์ผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวม และ ความสามารถมรการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่นอกเหนือจุดมุ่งหมาย ได้ค่าสถิติพื้นฐาน คือ ค่าคะแนนเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังแสดงไว้ในตาราง 13

ตาราง 13 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของการจัดกลุ่มตัวแปรนอกเหนือจุดมุ่งหมาย

	ผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์				ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน[a]				ความสามารถในการคิด[a]			
	กลุ่มสูง		กลุ่มต่ำ		กลุ่มสูง		กลุ่มต่ำ		กลุ่มสูง		กลุ่มต่ำ	
	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S
T_1	30.308	7.488	21.308	4.608	29.923	7.911	21.462	4.737	37.167	4.579	22.600	3.966
T_2	33.077	6.174	22.308	5.089	32.385	7.377	22.769	5.510	39.500	25.888	24.550	4.673
T_3	31.615	9.314	19.923	5.361	30.308	10.617	20.923	5.377	40.167	4.262	21.950	5.196
T_4	31.000	9.566	23.462	6.200	31.538	9.234	23.077	6.317	40.000	5.404	23.950	5.165
เฉลี่ย	31.500	7.354	21.712	4.216	31.038	8.410	22.058	4.417	39.208	3.750	23.263	3.500
T_5	50.538	3.230	43.538	4.215	50.923	2.362	43.077	3.926	52.000	2.137	46.050	4.763
T_6	50.538	3.886	44.923	5.823	51.923	2.900	43.615	4.538	53.500	1.602	46.800	4.884
T_7	51.923	3.818	45.000	4.491	52.384	2.725	44.385	4.253	54.667	1.722	47.150	4.749
T_8	52.231	3.855	45.231	4.885	52.538	2.270	44.538	4.737	55.000	1.751	47.500	4.894
เฉลี่ย	51.038	3.522	44.673	4.544	51.942	1.969	43.904	4.179	53.375	1.394	46.875	4.556

[a] ตัวแปรจัดกลุ่มที่อยู่นอกเหนือจุดมุ่งหมายของการศึกษา

จากตาราง 13 ปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ในการทดสอบทั้ง 8 ครั้ง โดยคะแนนเฉลี่ยก่อนฝึก ของกลุ่มสูง เกณฑ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์รวมทุกวิชา และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีค่าระหว่าง 30.308 ถึง 33.077, 29.923 ถึง 32.385 และ 37.167 ถึง 40.167 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยหลังการฝึก มีค่าระหว่าง 50.538 ถึง 52.231, 50.923 ถึง 52.538 และ 52.000 ถึง 55.000 ตามลำดับ พิจารณาคะแนนการทดสอบ ก่อนการฝึกและหลังการฝึกของกลุ่มสูง เห็นได้ว่า แนวโน้มค่าเฉลี่ยคงที่ โดยคะแนนเฉลี่ยก่อนฝึก ของกลุ่มต่ำ เกณฑ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์รวมทุกวิชา และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีค่าระหว่าง 19.923 ถึง 23.462 , 20.923 ถึง 22.769 และ 21.950 ถึง 24.550 และคะแนนเฉลี่ยหลังการฝึก มีค่าระหว่าง 43.538 ถึง 45.231 , 43.077 ถึง 44.538 และ 46.050 ถึง 47.500 ซึ่งแนวโน้วคงที่เช่นเดียวกับ กลุ่มสูง แสดงว่า คะแนนทดสอบก่อนการฝึกและหลังการฝึกคงที่ช่วงระยะเวลาการทดสอบไม่มีผลต่อคะแนนการทดสอบ เช่นเดียวกัน

พิจารณาคะแนนเฉลี่ย กลุ่มสูงทุกเกณฑ์การจัดกลุ่ม เกินครึ่งของคะแนนเต็ม 60 คะแนน แตกต่างกับคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำของทุกเกณฑ์ที่มีคะแนนเฉลี่ยไม่ถึงครึ่งของคะแนนเต็ม แบบทดสอบนี้จึงค่อนข้างง่ายสำหรับผู้เรียนกลุ่มสูง และเป็นแบบทดสอบค่อนข้างยาก

สำหรับผู้เรียนกลุ่มต่ำ เมื่อพิจารณาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานใกล้เคียงกัน แสดงว่ามีการกระจายค่อนข้างต่ำ เช่นเดียวกัน

3 การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ก่อนฝึกและหลังฝึกของผู้เรียนกลุ่มผลสัมฤทธิ์สูงและต่ำ ที่ได้รับการฝึกโดยชุดพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณจากการทดสอบก่อนและหลังการฝึก มาวิเคราะห์ความแตกต่างด้วยการทดสอบ t – test แบบ Dependent Samples แสดงไว้ ดังแสดงในตาราง 14

ตาราง 14 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ก่อนฝึกและหลังฝึกของการจัดกลุ่มตัวแปรนอกเหนือจุดมุ่งหมาย

เกณฑ์	กลุ่ม	ทดสอบ	n	$\bar{X}$	S	$S_{\bar{X}}$	t
ผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์	สูง	ก่อนฝึก	13	31.500	7.354	2.040	12.434**
		หลังฝึก	13	51.038	3.522	0.987	
	ต่ำ	ก่อนฝึก	13	21.712	4.217	1.168	13.775**
		หลังฝึก	13	44.673	4.544	1.260	
ผลสัมฤทธิ์รวม[a]	สูง	ก่อนฝึก	13	31.038	8.410	2.117	13.039**
		หลังฝึก	13	51.942	1.969	0.551	
	ต่ำ	ก่อนฝึก	13	22.058	4.417	1.225	12.817**
		หลังฝึก	13	43.904	4.179	1.159	
การคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์[a]	สูง	ก่อนฝึก	6	39.208	3.750	1.531	9.430**
		หลังฝึก	6	53.375	1.394	0.569	
	ต่ำ	ก่อนฝึก	20	23.263	3.500	0.833	20.061**
		หลังฝึก	20	46.875	4.556	1.039	

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01 [a] ตัวแปรจัดกลุ่มที่อยู่นอกเหนือจุดมุ่งหมายของการศึกษา

จากตาราง 14 แสดงว่า คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสูง เกณฑ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมทุกวิชา และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ก่อนและหลังการฝึกด้วยชุดกิจกรรมพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์

โดยก่อนฝึกมีคะแนนเฉลี่ย 31.500 , 31.38 และ 39.208 คะแนน ตามลำดับ หลังการฝึกมีคะแนนเฉลี่ย 51.038 ,51.942 และ 53.375 คะแนน ตามลำดับ เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแล้ว ปรากฏว่า ทุกเกณฑ์การจัดกลุ่ม คะแนนเฉลี่ยก่อนการฝึกและหลังการฝึกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 นั่นคือ ผู้เรียนกลุ่มสูงที่ได้รับการฝึกโดยชุดการฝึกกิจกรรมมีการพัฒนาความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น

พิจารณาคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ ก่อนและหลังการฝึกด้วยชุดกิจกรรมพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ โดยก่อนฝึก มีคะแนนเฉลี่ย 21.712 , 22.058 และ 23.263 คะแนน ตามลำดับ หลังการฝึกมีคะแนนเฉลี่ย 44.673 , 43.904 และ 46.875 คะแนน ตามลำดับ เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแล้ว ปรากฏว่า ทุกเกณฑ์การจัดกลุ่ม คะแนนเฉลี่ยก่อนการฝึกและหลักการฝึกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 นั่นคือ ผู้เรียนกลุ่มต่ำที่ได้รับการฝึกโดยชุดการฝึกกิจกรรมมีการพัฒนาความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น

4.การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนที่มีความสามารถในการคิดอย่งมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มผลสัมฤทธิ์สูงและกลุ่มผลสัมฤทธิ์ต่ำ โดยผู้วิจัยได้นำคะแนนเฉลี่ยผลต่างของการทดสอบก่อนและหลังการฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย ด้วยการทดสอบ t-test แบบ Independent Samples ดังแสดงในตาราง 15

ตาราง 15 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ระหว่างกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำของการจัดกลุ่มตัวแปรนอกเหนือจุดมุ่งหมาย

เกณฑ์	กลุ่ม	n	$\bar{X}_D$	S	$S_{\bar{X}_D}$	t
ผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์	สูง	13	19.808	6.808	1.888	3.791**
	ต่ำ	13	22.962	6.010	1.667	
ผลสัมฤทธิ์รวม[a]	สูง	13	21.846	6.145	1.704	6.158**
	ต่ำ	13	22.154	6.126	1.699	
การคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์[a]	สูง	6	14.167	3.680	1.502	4.564**
	ต่ำ	20	18.625	6.542	2.671	

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01 , [a] ตัวแปรจัดกลุ่มที่อยู่นอกเหนือจุดมุ่งหมายของการศึกษา

จากตาราง 15 แสดงว่า คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ เกณฑ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมทุกวิชา เกณฑ์ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หลังการฝึกด้วยชุดกิจกรรมพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ กลุ่มสูงมีค่าเฉลี่ยของผลต่างคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 19.808 , 21.846 และ 14.167 คะแนน ตามลำดับ กลุ่มต่ำมีค่าเฉลี่ยของผลต่างคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 21.962 , 22.154 และ 18.625 คะแนน ตามลำดับ

เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยการทดสอบ t – test แบบ Independent Samples ปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำเกณฑ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมทุกวิชา และเกณฑ์ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 นั่นคือ ผู้เรียนที่มีความสามารถตามเกณฑ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมและเกณฑ์ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณแตกต่างกัน เมื่อได้รับการฝึกแล้ว มีการพัฒนาความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน

บทที่ 5
สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อศึกษาผลการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดใหม่พิเรนทร์ สำนักงานเขตบางกอกใหญ่ สังกัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อพัฒนาชุดการฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จุดมุ่งหมายรอง คือ

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนก่อนและหลังการฝึกโดยชุดการฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์หลังการฝึกโดยชุดการฝึกของผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรเป้าหมายในการวิจัย

ประชากรเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเป็นผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 โรงเรียนวัดใหม่พิเรนทร์ สำนักงานเขตบางกอกใหญ่ จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนจำนวน 26 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่มโดยพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ใน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษาที่ 2547 ผ่านมา ดังนี้

กลุ่มผลสัมฤทธิ์สูง	ได้แก่	กลุ่มผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์อยู่ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ตั้งแต่ 50 ขึ้นไป จำนวน 13 คน
กลุ่มผลสัมฤทธิ์ต่ำ	ได้แก่	กลุ่มผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์อยู่ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์น้อยกว่า 50 ลงมา จำนวน 13 คน

สมมุติฐานการศึกษาค้นคว้า

1. เมื่อได้รับการฝึก ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น

2. ผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน เมื่อได้รับการฝึกแล้ว มีการพัฒนาด้านคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา โดยแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่

1. ชุดการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ เป็นลักษณะการจัดกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ ที่มุ่งเน้นการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และตรรกศาสตร์ ชุดการฝึกกิจกรรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 80.41/80.05 ซึ่งประกอบด้วยการฝึกชุดการฝึกกิจกรรม 4 รูปแบบ ได้แก่ การอุปมาอุปไมย การอนุมาน การวิเคราะห์หลักฐาน การประเมินสรุปอ้างอิง

2. แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่วัดเนื้อหาเดียวกับแบบฝึกในชุดการฝึก แบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น ค่าความเชื่อมั่น 0.92 ค่าความยากง่าย 0.65 ค่าอำนาจจำแนก 0.38

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. ขออนุญาตผู้บังคับบัญชาและผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดำเนินการทดลอง

2. ดำเนินการแบ่งกลุ่มเป้าหมายจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แบ่งกลุ่มเป็น 2 กลุ่ม คือ ผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์สูงและผลสัมฤทธิ์ต่ำ กำหนดระยะเวลาในการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ในช่วง เดือนมกราคม ถึง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2548

2.1 ช่วงการทดสอบก่อนฝึก ทดสอบจำนวน 4 ครั้ง ระยะเวลาห่างกันครั้งละ 1 สัปดาห์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ตั้งแต่วันที่ 19 มกราคม ถึง 1 กุมภาพันธ์ 2548

2.2 ช่วงการฝึก จำนวน 10 ครั้ง ครั้งละ 50 นาที สัปดาห์ละ 5 ครั้ง ฝึกช่วงเวลาหลังเลิกเรียน เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ตั้งแต่วันที่ 3 –16 กุมภาพันธ์ 2548

2.3 ช่วงการทดสอบหลังฝึก ทดสอบจำนวน 4 ครั้ง ระยะเวลาห่างกันครั้งละ 1 สัปดาห์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ตั้งแต่วันที่ 18 กุมภาพันธ์ ถึง 11 มีนาคม 2548

3. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสรุปผลการศึกษา

แผนการทดลอง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้ศึกษาค้นคว้าทำตามแบบแผนการทดลองแบบ One-Group time-series design (ชูศรี วงศ์รัตนะ .2528 : 249) ดังนี้

กลุ่ม	สอบก่อน	ตัวแปรจัดกระทำ	สอบหลัง
E	T_1 , T_2 , T_3 , T_4	X	T_5 , T_6 , T_7 , T_8

E หมายถึง กลุ่มศึกษา

T_1 , T_2 , T_3 , T_4 หมายถึง การสอบ 4 ครั้ง ก่อนที่จะได้รับการฝึกด้วยแบบฝึก

T_5 , T_6 , T_7 , T_8 หมายถึง การสอบ 4 ครั้ง หลังจากที่ได้รับการฝึกด้วยแบบฝึก

X หมายถึง การฝึกด้วยชุดฝึกพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อตรวจให้คะแนนแล้ว ทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows ตามขั้นตอนดังนี้

1. วิเคราะห์โดยหาค่า คะแนนเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)

2. วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความสามารถการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ระหว่างก่อนฝึกและหลังฝึก ของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ ด้วยการทดสอบ t – test แบบ Dependent Samples

3. วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ของผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แตกต่างกัน ด้วยการทดสอบ t – test แบบ Independent Samples

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

ชุดการฝึกกิจกรรมการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพ 80.41/80.05 และผลการศึกษาพบว่า

1. ผู้เรียนกลุ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงและกลุ่มผลสัมฤทธิ์ต่ำ ที่ได้รับการฝึกโดยชุดการฝึกกิจกรรมมีการพัฒนาความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

2. ผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง เมื่อได้รับการฝึกแล้ว มีการพัฒนาด้านคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ผลการศึกษาตัวแปรการจัดกลุ่มเพิ่มเติมที่นอกเหนือจุดมุ่งหมาย พบว่า เกณฑ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีผลการศึกษาที่สอดคล้องกับเกณฑการจัดกลุ่ม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

อภิปรายผล

ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ อภิปรายผลได้ดังนี้

1. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ของผู้เรียนกลุ่มผลสัมฤทธิ์สูงและกลุ่มผลสัมฤทธิ์ต่ำ ก่อนการฝึกและหลังการฝึก สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ วินัย ดำสุวรรณ ที่พบว่า ผลการฝึกทักษะการคิดอย่างมีวิจารณทั้งจัดนอกเวลาเรียน และแทรกในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการฝึก ปรากฏว่าความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงขึ้นได้ด้วยการฝึกฝน (วินัย ดำสุวรรณ .2538:62) และสอดคล้องกับ สุกัญญา วุฒิรัตน์ (2546 :76) ที่ศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์ พบว่า ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์หลังการสอนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ของกลุ่มผลสัมฤทธิ์สูงและกลุ่มผลสัมฤทธิ์ต่ำ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 สอดคล้อง สุนันทา สายวงศ์ (2544: บทคัดย่อ) ที่ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้เทคนิคการคิดแบบหมวกหกใบและการสอนแบบซินิดเคท พบว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันและมีความคิดอย่างมีวิจารณญาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ สอดคล้องกับ อารุณี ไทยบัณฑิตย์ (2545:บทคัดย่อ) ที่ศึกษาผลการฝึกคิดแบบโยนิโสมนสิการ ที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน พบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่ากลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้สรุปข้อเสนอแนะไว้ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1.1 ควรมีการศึกษาผลการฝึกรูปแบบต่าง ๆ หรือความสัมพันธ์กับรูปแบบการฝึก ที่ส่งผลต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ เพื่อศึกษาดูว่า การฝึกรูปแบบใดที่ส่งผลต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ มากน้อย แค่ไหน

1.2 ควรมีการศึกษาช่วงระยะเวลาของฝึกคิด เพื่อศึกษาว่าระยะเวลาของการฝึกจะมีผลต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารญาณ หรือไม่ การฝึกการคิดจะมีความคงทนได้ในระยะเวลานานเท่าใด

2. ข้อเสนอแนะสำหรับนำผลการศึกษาค้นคว้าไปใช้ประโยชน์

2.1 การฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สามารถฝึกควบคู่ไปกับการเรียนการสอนปกติ โดยการสอดแทรกในเนื้อ หรือฝึกนอกเวลาเรียนก็ไม่กระทบกระเทือนต่อเนื้อหาและแผนการจัดการเรียนรู้แต่อย่างใด และการฝึกควรมีความต่อเนื่องและชัดเจน ผู้เรียนจะได้รับผลดีจากการฝึกนั้นเป็นอย่างสูง

2.2 จากผลการศึกษานอกเหนือจุดมุ่งหมายพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างเกณฑ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมทุกวิชา เกณฑ์ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ศึกษาเพิ่มเติม มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกเกณฑ์การจัดกลุ่มนั้น และผลการวิเคราะห์มีความสอดคล้องกัน แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์รวม ดังนั้นการศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ จึงสามารถนำผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉพาะวิชามาศึกษา เพื่อสะดวกในในการดำเนินการวิจัยและลดขั้นตอนและวิธีการศึกษาได้หลายขั้นตอน

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กานดา ทิววัฒนปกรณ์. (2543).*ผลการฝึกแบบการคิดที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนมัธยมปีที่ 3*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.ถ่ายเอกสาร.

กระทรวงศึกษาธิการ.(2545).*คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์* .กรุงเทพฯ. องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์(ร.ส.พ.).

จิรพา จันทะเวียง. (2542). *ผลการฝึกความสามารถทางสมองด้านภาษาและผลผลิตที่ใช้วิธีการคิดต่างกันตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.ถ่ายเอกสาร.

ชัยยงค์ พรหมวงค์. (2528). *ชุดการสอนในระดับประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ชาญชัย ถวิดรังสิมาและเชิดวิทย์ ฤทธิ์ประศาสน์. (2523). *การพัฒนาบุคคล*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ชาลิณี เอี่ยมศรี. (2536). *การพัฒนาแบบสอบการคิดวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*.วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การวัดและประเมินผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2528). *แบบแผนการทดลองและสถิติ*. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

———. (2544). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย*. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : เทพเนรมิตการพิมพ์.

ชำนาญ เอี่ยมสำอาง. (2539). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษาโดยการสอนแบบสืบสวนเชิงนิติศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.ถ่ายเอกสาร.

เตือนใจ ตรีเนตร. (2544). *ผลการใช้แบบฝึกการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่อง พื้นที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.ถ่ายเอกสาร.

ทิพาวดี คลี่ขจาย.(2547) *การศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานโรงเรียนเอกชน ในเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.ถ่ายเอกสาร.

ธีรนุช นามประเทือง.(2545).*การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติ และความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการคูณ การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบ 4 MAT.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา)กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.ถ่ายเอกสาร.

นิพนธ์ วงศ์เกษม. (2534). *ความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มทักษะการคิดวิจารณญาณและความสนใจในอาชีพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดดอนตูม จังหวัดราชบุรี.* วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (วิจัยและประเมินผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

นิพล นาสมบูรณ์. (2536). *ผลของการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.* วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

บุญชม ศรีสะอาด. (2532). *วิธีการทางวิจัยทางสถิติ.* มหาสารคาม : ภาควิชาพื้นฐานของการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.

บุญทัน อยู่สมบูรณ์.(2529).*พฤติกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา.*กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

เบญจมาศ สันประเสริฐ. (2533). *การศึกษาผลการสอนที่ใช้รูปแบบฝึกทักษะการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

พรนิภา สมาเอ็ม.(2545).*การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาและความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดนการสอนแบบบูรณาการตามแนวพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542กับตามแนวคู่มือครู.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์.(2529).*การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์*. สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ไพศาล หวังพานิช.(2523).*การวัดผลการศึกษา*.กรุงเทพฯ:ไทยวัฒนาพานิช.

เพ็ญพิศุทธิ์ ทวีรัตน์. (2531). *การพัฒนารูปแบบการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาครู*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (จิตวิทยาการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

มลิวัลย์ สมศักดิ์. (2540). *รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนในโครงการขยายโอกาสทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ยุพิน พิพิธกุลและ อรพรรณ ตันบรรจง.(2531).*สื่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์*.กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รัชฎาภรณ์ พรมลา. (2541). การสร้างแบบฝึกเสริมทักษะเพื่อสอนซ่อมเสริมทักษะการคิดคำนวณ เรื่อง การคูณ การหาร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.*รายงานการศึกษาค้นคว้าอิสระ*.วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (การประถมศึกษา). พิษณุโลก :บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร.ถ่ายเอกสาร

ราชบัณฑิตยสถาน. (2524). *พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน*. กรุงเทพ ฯ : สำนักพิมพ์อักษรเจริญทัศน์.

โรจนา แสงรุ่งระวี. (2531). *ผลสัมฤทธิ์ในการเขียนสะกดคำด้วยการใช้แบบฝึก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ.(2540).*สถิติวิทยาทางการวิจัย*. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ.: สุวีริยาสาส์น.

วรรณา บุญฉิม. (2541). *ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านเหตุผลกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

วราภรณ์ ยิ้มแย้ม. (2543). *การศึกษาการพัฒนาความคิดวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่5 โรงเรียนหนองแค"สรกิจพิทยา"จังหวัดสระบุรีโดยใช้ชุดการสอน*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาการแนะแนว). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

วราลักษณ์ ลิ้มทองสกุล.(2545).*การศึกษาความสัมพันธ์แบบคาโนนิคอล ระหว่างความสามารถทางสมองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

วาสนา สุพัฒน์. (2530). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนตามคู่มือครูโดยการทำแบบฝึกหัดปรนัยชนิดเลือกตอบแบบอัตนัยกับการทำแบบฝึกหัดในหนังสือแบบเรียน.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

วินัย ดำสุวรรณ์. (2538). *รายงานการวิจัยผลการฝึกทักษะความคิดอย่างมีวิจารณญาณที่มีต่อความสามารถด้านการคิดวิจารณญาณและการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.* กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วนิดา ปานโต. (2543). *การเปรียบเทียบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่มีการตรวจให้คะแนนและจำนวนข้อสอบแบบทดสอบต่างกัน.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

วิไลวรรณ ปิยะปกรณ์. (2535). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.ถ่ายเอกสาร.

ศศิธร สิทธิแพทย์ (2518). *แบบฝึกหัดสำหรับเรื่องวลีในภาษาไทยระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา.*วิทยานิพนธ์ ค.ม. (กรุงเทพฯ) : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

ศันสนีย์ ฉัตรคุปต์และอุษา ชูชาติ. (2545). *ฝึกสมองให้คิดอย่างมีวิจารณญาณ.* พิมพ์ครั้งที่ 2 , กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช

สมกิจ อุดมอิทธิเสถียร. (2545) *การพัฒนาแบบฝึกคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเสริมสร้างความคิดวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาพิเศษ). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สุกัญญา เทียนพิทักษ์กุล (2543).*การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติและความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องโจทย์ปัญหา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้หนังสือเรียนเล่มเล็กเชิงวรรณกรรม.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สุกัญญา วุฒิรัตน์.(2546).*การศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้โครงงานคณิตศาสตร์.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาพิเศษ). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สุนันทา สายวงศ์.(2544).*การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษาด้วยการสอนโดนใช้เทคนิคการคิดแบบหมวกหกใบ และการสอนแบบซินดิเคท.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สุกิจ ศรีพรหม (2541,กันยายน). *ชุดการสอนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.* วารสารวิชาการ. 1(9):68-72

สุรชัย ขวัญเมือง.(2522). *วิธีสอนและการวัดผลวิชาคณิตศาสตร์ในชั้นประถมศึกษา.*กรุงเทพฯ : เทพนิมิตการพิมพ์.

เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต (2528). *เทคโนโลยีทางการศึกษา.* กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า.

สำนักการศึกษา.(2546).*รายการประเมินคุณภาพการศึกษา.* กรุงเทพฯ :กองวิชาการ

อวยพร เรืองศรี . (2545). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดอภิมานกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

อัครพันธ์ ศรีหาคำ. (2545). *ผลการศึกษาการฝึกรูปแบบการคิดต่างกันที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6* . ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยและสถิติทางการศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

อารุณี ไทยบัณฑิตย์. (2545).*การพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การฝึกคิดแบบโยนิโสมนสิการ.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาพัฒนาการ). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.ถ่ายเอกสาร.

อารมณ์ เพชรชื่น.(2527).*เทคนิคการวัดและประเมินผลผลการศึกษาระดับประถมศึกษา.* มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์.

Angelo, T.A. (1995) Beginning the dialogue : Thoughts on promoting critical thinking : Classroom assessment for critical thinking .*Teaching of Psychology.*22 , 1 : 6 –7

Beyer, Barry K.(1987). *Critical thinking. Bloomington*, IN : Phi Delta Kappa Education Foundation.

Billow, F.L. (1962) . *The Teacher Work Out His Own Exercises. The Techniques of Language Teaching.* London : Green and Company Ltd.

Crescative , Russell. (1991,winter) The cultivation of critical thinking : some tools and techniques .*VCCA Journal* .6,1 :12-17.

Decaroli, J.(1993,January). "What Research say to the Classroom Teacher : Critical Thing," *Social Education.* 37(1) : 67-68

Dewey.John.(1993). *How We Think* . New York : D.C. Health and Company.

Dressel, P.L. Mayhew, L.B.(1975). *General Education : Exploration induction.* 2nd ed. Washington D.C. : American Council on Education.

Dressel. P.L ,Schmidt , J. (1953). "Some modification of the multiple choice item," *Education and Psychological measurement.*13(2), 574 – 595.

Ennis , Kobert H. Millman ,J. and tomko Thomas N(1985) . *Manual for Cornell Critical Thinking Test, Level X and level Z.* California Midurst Publication Co; Inc ,.

Good , C.V. (1973). *Dictionary of Education.* 3rd ed. New York : Mc Graw Hill.

Halpern , Diane F. (1996) Thought and knowledge : An Introduction to critical thinking. In Flower ,Babara. Critical thinking across the curriculum project: critical thinking definitions.

Halsted , Sarah E . Washington . (1999, February). " Facilitating Creative And Critical Thinking and Middle School Science," *Dissertation Abstracts International.* 37(1): 47.

Hilguard, E.R. (1962). *Introduction of Psychology.* New York : Harcourt Brace and World.

Johnson, Donovan and Gerald R. Rising.(1967).*Guidelines for Teaching Mathematics.* California: wadsworth Publishing Company Inc.

Hudgins , B.B. and Edelman S. (1988). Children's self Directed Children's Self Directed Critical – Thinking'. *Journal of Education Research.81(5):262-273.*

Kurland , Daniel J. (1995) I know what it says.. what does it mean? In Fowler, Barbara. Critical thinking across the curriculum project: critical thinking definitions.

McKowen. In Wal, Anita vender. Z Critival Thinking. www.herdesa.org.au/vic/cornerstones/pdf/vder wal.pdf.

Petty , Green (1968). *Language Workbook and Practices Material, Developing Language Skills in Elementary School.* . New York : Allyn and Bacon.

Polya, George. (1957) . *How To Solve It.* New York : Doubleday & Compay Inc.

Quellmalz, E.S (1985,October). "Need : Better Methods for Testing Higher – Order Thinking Skills," *Education Leadership.* 43(2):29-34.

Russell, David H.(1965).*Children's Thinking.* New York : Oinn and Company.

Scriven, S.M.; Paul,(2000) R. Defining critical thinking: A draft statement for the National Council for Excellence in critical thinking.

Sternberg, R.J. and Baron, J.B(1985,October). "A Statewide Approach to Measuring Critical Thinking Skills," *Education Leadership.*43(2):10-13.

Webster, N. (1979). *Webster's New Twentieth Century Dictionary of the English Language Unabridged.* . Spring field, Massachusetts: Collins and World company.

..... (1988). *Webster's New World Dictionary.* 3rd ed. New York : Simon & Schuster Company.

Watson,G. and Glaser , E.M.(1964).*Watson – Glazer Critical Thinking Appraisal Manual.* New York : Harcourt Brace and World.

Wilson, Cynthia R. (1971) " Evaluation of learning in Secondary School Mathmatics " In Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning. PP 643-696 .Ed. By Benjamin S. Bloom. New York : McGraw-hill Book.

Woolfolk, Anita E. (1995). Education Psychology. 6th ed. Boston : Allyn and Bacon A Simon & Schuster Company.

ภาคผนวก ก

ผลการวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตารางค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ

คุณภาพแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ชุดแบบทดสอบ	ค่าความเชื่อมั่น	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
ชุด A	0.92	0.65	0.38
ชุด B	0.88	0.58	0.32
ชุด C	0.89	0.58	0.36
ชุด D	0.87	0.60	0.35

ตารางการวิเคราะห์คุณภาพ

แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
1	0.30	0.83	31	0.55	0.57
2	0.45	0.70	32	0.70	0.44
3	0.60	0.67	33	0.60	0.65
4	0.40	0.40	34	0.25	0.52
5	0.65	0.38	35	0.30	0.60
6	0.25	0.53	36	0.30	0.25
7	0.40	0.58	37	0.60	0.59
8	0.70	0.36	38	0.55	0.71
9	0.50	0.40	39	0.60	0.48
10	0.60	0.66	40	0.70	0.58
11	0.30	0.47	41	0.75	0.41
12	0.65	0.45	42	0.40	0.26
13	0.25	0.31	43	0.75	0.59
14	0.75	0.23	44	0.55	0.46
15	0.35	0.60	45	0.65	0.60
16	0.60	0.42	46	0.50	0.31
17	0.40	0.43	47	0.60	0.32
18	0.45	0.52	48	0.30	0.31
19	0.20	0.47	49	0.70	0.34
20	0.40	0.50	50	0.40	0.35
21	0.45	0.39	51	0.45	0.51
22	0.30	0.59	52	0.35	0.28
23	0.35	0.49	53	0.30	0.46
24	0.60	0.39	54	0.40	0.28
25	0.30	0.41	55	0.45	0.50
26	0.30	0.48	56	0.55	0.41
27	0.50	0.29	57	0.50	0.29
28	0.50	0.41	58	0.50	0.43
29	0.25	0.32	59	0.25	0.68
30	0.45	0.43	60	0.35	0.55

ตารางการวิเคราะห์คุณภาพ

ชุดที่ 1 การคิดอย่างมีวิจารณญาณการอุปมาอุปไมย ด้านภาษา

ข้อที่	ความเที่ยงตรงเชิงพินิจ	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	หมายเหตุ
1	1	0.30	0.83	คัดเลือก
2	1	0.45	0.70	คัดเลือก
3	1	0.60	0.67	คัดเลือก
4	1	0.15	-0.01	ตัดทิ้ง
5	1	0.65	0.53	คัดเลือกไว้
6	1	0.60	0.67	คัดเลือกไว้
7	1	0.40	0.40	คัดเลือก
8	1	0.10	-0.27	ตัดทิ้ง
9	1	0.30	0.14	ตัดทิ้ง
10	1	0.65	0.38	คัดเลือก
11	1	0.15	0.31	ตัดทิ้ง
12	1	0.40	0.28	คัดเลือกไว้
13	1	0.45	0.38	คัดเลือกไว้
14	1	0.30	0.52	คัดเลือกไว้
15	1	0.45	0.44	คัดเลือกไว้
16	1	0.25	0.53	คัดเลือก
17	1	0.20	-0.06	ตัดทิ้ง
18	1	0.30	-0.01	ตัดทิ้ง
19	1	0.35	0.36	คัดเลือกไว้
20	1	0.35	0.16	คัดเลือกไว้

ตารางการวิเคราะห์คุณภาพ

ชุดที่ 2 การคิดอย่างมีวิจารณญาณการอุปมาอุปไมย

ด้านจำนวน

ข้อที่	ความเที่ยงตรงเชิงพินิจ	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	หมายเหตุ
1	1	0.45	0.57	คัดเลือกไว้
2	1	0.40	0.58	คัดเลือก
3	0.67	0.45	0.53	คัดเลือกไว้
4	1	0.25	0.51	คัดเลือกไว้
5	1	0.65	0.22	คัดเลือกไว้
6	1	0.70	0.36	คัดเลือก
7	1	0.70	0.45	คัดเลือกไว้
8	1	0.50	0.40	คัดเลือก
9	0.67	0.65	0.36	คัดเลือกไว้
10	1	0.55	0.45	คัดเลือกไว้
11	1	0.60	0.66	คัดเลือก
12	1	0.60	0.69	คัดเลือกไว้
13	1	0.45	0.61	คัดเลือกไว้
14	1	0.30	0.47	คัดเลือก
15	1	0.65	0.53	คัดเลือกไว้
16	1	0.65	0.45	คัดเลือก
17	0.67	0.50	0.41	คัดเลือกไว้
18	1	0.20	0.63	คัดเลือกไว้
19	1	0.20	0.08	ตัดทิ้ง
20	1	0.25	0.56	คัดเลือกไว้

ตารางการวิเคราะห์คุณภาพ

ชุดที่ 3 การคิดอย่างมีวิจารณญาณการอุปมาอุปไมย ด้านสัญลักษณ์

ข้อที่	ความเที่ยงตรงเชิงพินิจ	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	หมายเหตุ
1	1	0.85	0.40	ตัดทิ้ง
2	1	0.25	0.31	คัดเลือกไว้
3	1	0.75	0.23	คัดเลือกไว้
4	1	0.35	0.60	คัดเลือกไว้
5	1	0.60	0.38	คัดเลือก
6	0.67	0.05	0.14	ตัดทิ้ง
7	1	0.60	0.42	คัดเลือกไว้
8	1	0.90	0.52	ตัดทิ้ง
9	1	0.40	0.43	คัดเลือกไว้
10	0.67	0.45	0.41	คัดเลือก
11	1	0.25	0.40	คัดเลือก
12	1	0.45	0.52	คัดเลือกไว้
13	1	0.50	0.18	ตัดทิ้ง
14	0.67	0.20	0.17	ตัดทิ้ง
15	1	0.15	-0.10	ตัดทิ้ง
16	1	0.50	0.36	คัดเลือก
17	1	0.40	0.46	คัดเลือก
18	1	0.20	0.35	คัดเลือก
19	1	0.25	-0.40	ตัดทิ้ง
20	1	0.20	0.13	ตัดทิ้ง

ตารางการวิเคราะห์คุณภาพ

ชุดที่ 4 การคิดอย่างมีวิจารณญาณอนุมาน

ด้านการจัดลำดับ

ข้อที่	ความเที่ยงตรงเชิงพินิจ	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	หมายเหตุ
1	1	0.10	0.17	ตัดทิ้ง
2	1	0.15	0.53	ตัดทิ้ง
3	1	0.20	0.47	คัดเลือก
4	1	0.40	0.50	คัดเลือก
5	1	0.30	0.17	คัดเลือกไว้
6	1	0.05	0.12	คัดเลือกไว้
7	1	0.45	0.39	คัดเลือก
8	1	0.10	0.13	คัดเลือกไว้
9	1	0.35	0.06	คัดเลือกไว้
10	1	0.10	0.03	คัดเลือกไว้
11	1	0.15	0.19	คัดเลือกไว้
12	1	0.30	0.59	คัดเลือก
13	1	0.20	0.16	คัดเลือกไว้
14	1	0.35	0.49	คัดเลือก
15	1	0.15	0.25	คัดเลือกไว้
16	1	0.45	0.03	คัดเลือกไว้
17	1	0.40	0.09	คัดเลือกไว้
18	1	0.05	0.06	คัดเลือก
19	1	0.15	0.28	ตัดทิ้ง
20	1	0.50	0.12	คัดเลือกไว้

ตารางการวิเคราะห์คุณภาพ
ชุดที่ 5 การคิดอย่างมีวิจารณญาณการอนุมาน
ด้านการไขปัญหา

ข้อที่	ความเที่ยงตรงเชิงพินิจ	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	หมายเหตุ
1	0.67	0.40	0.61	คัดเลือกไว้
2	1	0.30	0.41	คัดเลือก
3	1	0.45	0.31	คัดเลือกไว้
4	1	0.30	0.48	คัดเลือก
5	1	0.40	0.00	ตัดทิ้ง
6	1	0.50	0.02	ตัดทิ้ง
7	1	0.50	0.29	คัดเลือก
8	1	0.50	0.41	คัดเลือก
9	1	0.30	0.25	คัดเลือกไว้
10	0.67	0.60	0.43	คัดเลือกไว้
11	0.67	0.35	0.56	คัดเลือกไว้
12	0.67	0.50	0.32	คัดเลือกไว้
13	1	0.60	0.28	คัดเลือกไว้
14	1	0.25	0.32	คัดเลือก
15	0.67	0.35	0.24	คัดเลือกไว้
16	0.67	0.45	0.43	คัดเลือก
17	0.67	0.30	0.11	ตัดทิ้ง
18	1	0.20	0.60	คัดเลือกไว้
19	1	0.25	0.46	คัดเลือกไว้
20	1	0.25	0.25	คัดเลือกไว้

ตารางการวิเคราะห์คุณภาพ

ชุดที่ 6 การคิดอย่างมีวิจารณญาณการฝึกชุดวิเคราะห์หลักฐาน ด้านการจัดกลุ่ม

ข้อที่	ความเที่ยงตรงเชิงพินิจ	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	หมายเหตุ
1	1	0.55	0.57	คัดเลือก
2	1	0.10	0.35	ตัดทิ้ง
3	1	0.70	0.44	คัดเลือก
4	1	0.30	0.25	ตัดทิ้ง
5	1	0.60	0.65	คัดเลือก
6	1	0.70	0.72	คัดเลือกไว้
7	0.67	0.70	0.82	คัดเลือกไว้
8	1	0.70	0.74	คัดเลือกไว้
9	1	0.60	0.51	คัดเลือกไว้
10	1	0.50	0.62	คัดเลือกไว้
11	0.67	0.45	0.62	คัดเลือกไว้
12	1	0.25	0.52	คัดเลือก
13	0.67	0.30	0.60	คัดเลือก
14	0.67	0.25	0.57	คัดเลือกไว้
15	1	0.35	0.39	คัดเลือกไว้
16	1	0.55	0.48	คัดเลือกไว้
17	1	0.30	0.25	คัดเลือก
18	0.67	0.20	0.10	ตัดทิ้ง
19	0.67	0.20	0.35	คัดเลือกไว้
20	0.67	0.35	0.46	คัดเลือกไว้

ตารางการวิเคราะห์คุณภาพ

ชุดที่ 7 การคิดอย่างมีวิจารณญาณวิเคราะห์หลักฐาน ด้านความสัมพันธ์แบบอนุกรม

ข้อที่	ความเที่ยงตรงเชิงพินิจ	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	หมายเหตุ
1	1	0.95	-0.16	ตัดทิ้ง
2	1	0.90	0.40	ตัดทิ้ง
3	0.67	0.55	0.14	ตัดทิ้ง
4	0.67	0.80	0.36	ตัดทิ้ง
5	1	0.35	0.00	ตัดทิ้ง
6	1	0.60	0.59	คัดเลือก
7	0.67	0.55	0.71	คัดเลือก
8	0.67	0.60	0.48	คัดเลือก
9	1	0.50	0.39	คัดเลือกไว้
10	1	0.85	0.24	ตัดทิ้ง
11	0.67	0.70	0.58	คัดเลือก
12	0.67	0.90	0.54	ตัดทิ้ง
13	1	0.75	0.41	คัดเลือก
14	1	0.80	0.57	ตัดทิ้ง
15	0.67	0.80	0.74	ตัดทิ้ง
16	0.67	0.40	0.26	คัดเลือก
17	0.67	0.30	0.48	คัดเลือกไว้
18	0.67	0.50	0.55	คัดเลือกไว้
19	1	0.30	0.24	คัดเลือกไว้
20	1	0.35	0.42	คัดเลือกไว้

ตารางการวิเคราะห์คุณภาพ

ชุดที่ 8 การคิดอย่างมีวิจารณญาณวิเคราะห์หลักฐาน ด้านการสังเคราะห์ลำดับ

ข้อที่	ความเที่ยงตรงเชิงพินิจ	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	หมายเหตุ
1	1	0.75	0.66	คัดเลือก
2	1	0.75	0.59	คัดเลือก
3	1	0.55	0.46	คัดเลือก
4	1	0.65	0.60	คัดเลือก
5	0.67	0.65	0.54	คัดเลือกไว้
6	1	0.30	0.44	คัดเลือกไว้
7	1	0.50	0.49	คัดเลือกไว้
8	1	0.90	0.60	ตัดทิ้ง
9	1	0.50	0.64	คัดเลือกไว้
10	1	0.55	0.55	คัดเลือกไว้
11	0.67	0.50	0.31	คัดเลือก
12	0.67	0.60	0.32	คัดเลือก
13	1	0.30	0.31	คัดเลือกไว้
14	0.67	0.15	0.16	ตัดทิ้ง
15	0.67	0.40	0.02	ตัดทิ้ง
16	1	0.10	-0.15	ตัดทิ้ง
17	1	0.10	0.54	ตัดทิ้ง
18	0.67	0.20	0.22	คัดเลือกไว้
19	1	0.30	0.28	คัดเลือกไว้
20	1	0.30	-0.43	ตัดทิ้ง

ตารางการวิเคราะห์คุณภาพ

ชุดที่ 9 การคิดอย่างมีวิจารณญาณการสรุปอ้างอิง

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อที่	ความเที่ยงตรงเชิงพินิจ	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	หมายเหตุ
1	1	0.70	0.34	คัดเลือก
2	1	0.40	0.35	คัดเลือก
3	1	0.45	0.19	ตัดทิ้ง
4	1	0.45	0.51	คัดเลือก
5	1	0.35	0.28	คัดเลือก
6	0.67	0.30	0.46	คัดเลือก
7	1	0.40	0.28	คัดเลือก
8	0.67	0.40	-0.01	ตัดทิ้ง
9	1	0.30	0.36	คัดเลือกไว้
10	1	0.45	0.35	คัดเลือกไว้
11	1	0.65	0.26	คัดเลือกไว้
12	1	0.40	0.32	คัดเลือกไว้
13	1	0.50	0.10	ตัดทิ้ง
14	1	0.60	0.34	คัดเลือกไว้
15	0.67	0.40	0.38	คัดเลือกไว้
16	1	0.65	0.09	ตัดทิ้ง
17	1	0.40	0.41	คัดเลือกไว้
18	1	0.45	0.38	คัดเลือกไว้
19	1	0.30	0.43	คัดเลือกไว้
20	1	0.25	0.33	คัดเลือกไว้

ตารางการวิเคราะห์คุณภาพ

ชุดที่ 10 การคิดอย่างมีวิจารณญาณการสรุปอ้างอิง

ด้านการสรุปความ

ข้อที่	ความเที่ยงตรงเชิงพินิจ	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	หมายเหตุ
1	0.67	0.45	0.50	คัดเลือก
2	1	0.55	0.41	คัดเลือก
3	1	0.50	0.29	คัดเลือก
4	1	0.45	0.18	ตัดทิ้ง
5	1	0.45	0.47	คัดเลือก
6	1	0.50	0.43	คัดเลือก
7	1	0.50	0.43	คัดเลือกไว้
8	0.67	0.40	0.47	คัดเลือกไว้
9	0.67	0.30	0.33	คัดเลือกไว้
10	1	0.35	0.55	คัดเลือกไว้
11	1	0.50	0.45	คัดเลือกไว้
12	1	0.25	0.68	คัดเลือก
13	1	0.65	0.40	คัดเลือกไว้
14	1	0.70	0.05	คัดเลือกไว้
15	1	0.50	0.45	คัดเลือกไว้
16	1	0.50	0.48	คัดเลือกไว้
17	1	0.20	0.42	คัดเลือกไว้
18	1	0.40	0.05	ตัดทิ้ง
19	1	0.10	0.05	ตัดทิ้ง
20	1	0.35	0.55	คัดเลือก

ภาคผนวก ข

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์
2. ตัวอย่างชุดกิจกรรมการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์
3. ตัวอย่างแบบทดสอบย่อย ชุดที่ 1-10

ตัวอย่างแบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

จุดประสงค์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบไปการคิด 4 ด้าน ได้แก่

1. การอุปมาอุปไมย
2. การอนุมาน
3. การวิเคราะห์หลักฐาน
4. การสรุปอ้างอิง

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้มี 10 หน้า จำนวน 60 ข้อ เวลา 60 นาที
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวลงในกระดาษคำตอบ
3. ในข้อที่นักเรียนไม่แน่ใจในการตอบให้นักเรียนข้ามข้อนั้นไป แล้วค่อยย้อนกลับมาคิดใหม่อีกครั้ง ไม่เช่นนั้นนักเรียนอาจทำไม่ทันเวลา

ตัวอย่างการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้าน อุปมาอุปไมย

มาตราเงินไทยเป็นดังนี้

4 สลึง เป็น 1 บาท

4 บาท เป็น 1 ตำลึง

20 ตำลึง เป็น 1 ชั่ง

ถ้ามีเงินสิบหกสลึงจะเป็นเงินกี่บาท

ก. 2 บาท

ข. 3 บาท

ค. 4 บาท

ง. 5 บาท

เฉลย ข้อ ค. เนื่องจาก 4 สลึง เป็น 1 บาท ดังนั้น

สิบหกสลึง จึงมีค่าเท่ากับ $16 \div 4 = 4$ บาท

1. 10 มิลลิเมตร เป็น 1 เซนติเมตร
   100 เซนติเมตร เป็น 1 เมตร
   1,000 เมตร เป็น 1 กิโลเมตร
   ถ้า 8,000 มิลลิเมตร เป็นความยาวเท่าใด

ก.	8	เซนติเมตร	ค.	80	เซนติเมตร
ข.	8	เมตร	ง.	80	เมตร

2. 1 สลึง เท่ากับ 25 สตางค์
   100 สตางค์ เท่ากับ 1 บาท
   ถ้ามีเงินยี่สิบห้าบาทคิดเป็นเท่าใด

ก.	25	สลึง	ค.	250	สตางค์
ข.	250	สลึง	ง.	2,500	สตางค์

3. ซักผ้า 15 ชิ้น ใช้ผงซักฟอก 3 ช้อน
   ซักผ้า 45 ชิ้น ใช้ผงซักฟอกกี่ช้อน

ก.	9	ช้อน	ค.	5	ช้อน
ข.	7	ช้อน	ง.	3	ช้อน

4. 1 งาน เท่ากับ 100 ตารางวา
   400 ตารางวา เท่ากับ 1 ไร่
   ถ้า ปลูกข้าวโพด 1000 ตารางวา จะเท่ากับเท่าใด

ก.	4	งาน	ค.	2.5	งาน
ข.	4	ไร่	ง.	2.5	ไร่

5. 60 วินาที เท่ากับ 1 นาที
   60 นาที เท่ากับ 1 ชั่วโมง
   ระยะเวลา 18,000 วินาที จะเท่ากับกี่ชั่วโมง

ก.	9	ชั่วโมง	ค.	5	ชั่วโมง
ข.	7	ชั่วโมง	ง.	3	ชั่วโมง

6. 2 คืบ เท่ากับ 1 ศอก
   4 ศอก เท่ากับ 1 วา
   1 วา เท่ากับ 2 เมตร
   ความยาว 48 คืบ จะมีความยาวเท่ากับเท่าใด

ก.	22	วา	ค.	12	เมตร
ข.	12	วา	ง.	22	เมตร

7. 1.5×2 คู่กับ $1.5 + 1.5$

2.3×4 คู่กับ .....

ก. $2.3 + 4$ ค. $2.3+2.3+2.3$

ข. $2.3 + 2.3$ ง. $2.3 + 2.3 + 2.3 + 2.3$

8. $3 \times (17 + 5)$ คู่กับ $(3 \times 17) + (3 \times 5)$

$20 \times (6 + 4)$ คู่กับ .....

ก. $(6 \times 20) + (4 \times 6)$ ค. $(4 \times 20) + (4 \times 6)$

ข. $(20 \times 6) + (20 \times 4)$ ง. $(20 \times 4) + (4 \times 6)$

9. $3 \times 3 \times 3$ คู่กับ 3^3

$5 \times 5 \times 5 \times 5 \times 5$ คู่กับ .....

ก 5^3 ค. 3^2

ข. 3^5 ง. 5^5

10. 7×2 คู่กับ $7 + 7$

..... คู่กับ $4 + 4 + 4 + 4$

ก. 4×2 ค. 4×4

ข. 4×3 ง. 4×5

11. $10 \times A = 50$ คู่กับ 5

$20 \times B = 60$ คู่กับ .....

ก. 5 ค. 3

ข. 4 ง. 2

12. $2 + 2 + 2$ คู่กับ $4 + 2$

$7 + 7 + 7$ คู่กับ .....

ก. $7 + 14$ ค. $4 + 14$

ข. $14 + 7$ ง. $14 + 4$

13. ☆ + ☆ = □

□ + □ + □ = 300

○ + ○ + ○ + ○ = 4

☆ + □ + ○ มีค่าเท่าใด

ก. 154 ค. 152

ข. 153 ง. 151

14 ☆+ ☆ = 200

□+□+□ = 360

✸+✸+✸+✸ = 280

☆+□+✸ มีค่าเท่าใด

ก. 290 ค. 120

ข. 200 ง. 100

15 ❖+ ❖ + ❖ = ❖ × ❖ แล้ว ❖ มีค่าเท่าใด

ก. 1 ค 3

ข. 2 ง. 4

16. ☆☆☆ เท่ากับ ❀

❀❀ เท่ากับ □□

ข้อใดถูกต้อง

ก. ❀ = ☆ ค. ☆☆☆ = □

ข. ☆ = □ ง. □❀= ☆☆

17. =

=

= 50

มีค่าเท่าใด

ก. 25 ค. 75

ข. 50 ง. 100

18. ● = 5 ★ = 3 □ = 9 ข้อใดถูกต้อง

ก. ● + ● = □ + 1

ข. ★ = □×□

ค. ★ + ★ = □ - ●

ง. □ + □ + ● = ★ × ★ + ●

19. สมชาย , สมศักดิ์ , สมศรี , และสมหญิง มีอายุ 18 ปี , 20 ปี , 24 ปี , และ 26 ปี สมศรีมีอายุมากกว่าสมหญิงและอายุน้อยกว่าสมชาย สมศักดิ์อายุน้อยกว่าสมศรีและอายุมากกว่าสมหญิง ใครมีอายุเท่าไร

ก. สมชายอายุ 20 ปี , สมศักดิ์อายุ 18 ปี ,สมศรีอายุ 24 ปี ,และสมหญิงอายุ 26 ปี

ข. สมชายอายุ 26 ปี , สมศักดิ์อายุ 20 ปี ,สมศรีอายุ 24 ปี, และสมหญิงอายุ 18 ปี

ค. สมชายอายุ 24 ปี , สมศักดิ์อายุ 26 ปี ,สมศรีอายุ 18 ปี, และ สมหญิงอายุ 20 ปี

ง. สมชายอายุ 18 ปี , สมศักดิ์อายุ 24 ปี , สมศรีอายุ 20 ปี, และสมหญิงอายุ 26 ปี

20. จิ๋ว , จอม , เจี๊ยบ , และ จุก มีน้ำหนัก 28 กิโลกรัม , 30 กิโลกรัม , 34 กิโลกรัม และ 36 กิโลกรัม เจี๊ยบมีน้ำหนักมากกว่าจุกและน้ำหนักน้อยกว่าจิ๋ว จอมมีน้ำหนักน้อยกว่าเจี๊ยบและมากกว่าจุก ใครมีน้ำหนักเท่าไร

ก. จิ๋ว 36 กิโลกรัม ,จอม 30 กิโลกรัม,เจี๊ยบ 34 กิโลกรัม ,จุก 28 กิโลกรัม

ข. จิ๋ว 30 กิโลกรัม ,จอม 28 กิโลกรัม,เจี๊ยบ 36 กิโลกรัม ,จุก 34 กิโลกรัม

ค. จิ๋ว 28 กิโลกรัม ,จอม 30 กิโลกรัม,เจี๊ยบ 34 กิโลกรัม ,จุก 36 กิโลกรัม

ง. จิ๋ว 34 กิโลกรัม ,จอม 36 กิโลกรัม,เจี๊ยบ 28 กิโลกรัม ,จุก 30 กิโลกรัม

21. จำนวนที่รวมกันได้ 7 คูณกันได้ 10 จำนวนที่น้อยกว่าคือจำนวนใด

ก. 2 ค. 4

ข. 3 ง. 5

22. จำนวนที่รวมกันได้ 30 แต่จำนวนหนึ่งเป็น 2 เท่าของอีกจำนวนหนึ่ง จำนวนที่น้อยกว่าคือจำนวนใด

ก. 10 ค. 20

ข. 15 ง. 25

23. มีจำนวนปริศนาอยู่หนึ่งจำนวน ประกอบด้วยเลขสองหลัก เลขทั้งสองตัวเมื่อนำมาบวกกันแล้วได้เท่ากับ 9 และเมื่อนำมาคูณกันแล้วได้เท่ากับ 8 จำนวนปริศนานั้นคือจำนวนใด

ก. 18 ค. 36

ข. 27 ง. 45

24. ☆ + ☆ = □

□ + □ + □ = 30

○ + ○ + ○ + ○ = 40

ϖ + ϖ + ϖ = ○ + ○ + ○ สิ่งใดมีค่าน้อยที่สุด

ก. ○ ค. □

ข. ϖ ง. ☆

25. ถ้า C + D เป็นจำนวนคี่ ข้อใดผิด

ก. C = D ค. C < D

ข. C ≠ D ง. C > D

26. $\frac{6}{A}$ มีค่ามากกว่า 2 เมื่อใด

ก. A เท่ากับ 3 ค. A มากกว่า 3

ข. A น้อยกว่า 3 ง. A เท่ากับ 6

27. ถ้า $a > b$, $b > c$ และ $c > d$ ข้อใดมีค่ามากที่สุด

ก. $a \div b$ ค. $a \div d$

ข. $b \div c$ ง. $c \div d$

28. ถ้า $a \times b$ เป็นจำนวน คี่ ข้อใดถูกต้อง

ก. a เป็นจำนวนคู่ b เป็นจำนวนคี่ ค. a เป็นจำนวนคู่ b เป็นจำนวนคู่

ข. a เป็นจำนวนคี่ b เป็นจำนวนคู่ ง. a เป็นจำนวนคี่ b เป็นจำนวนคี่

29. ถ้า A และ B เป็นจำนวนคู่ที่ต่างกันอยู่ 8 และ $A + 3 = 15$ B มีค่าเท่าใด

ก. 4 ค. 10

ข. 6 ง. 18

30. ให้ A, B, C เป็นจำนวนสองหลักที่เรียงกัน และ $A + C = 52$ ข้อใด**ไม่เป็นจริง**

ก. A เป็นจำนวนคู่ ค. B คือ 26

ข. A คือ 25 ง. C คือ 27

คำชี้แจง ให้เลือกชุดของตัวเลขที่มีคำตอบตรงตามที่กำหนดให้

31. $4 \times 3 - 2 + 9$ ให้ได้คำตอบ 1

ก. $(4 \times 3) - 2 + 9$ ค. $4 \times (3 - 2) + 9$

ข. $(4 \times 3) - (2 + 9)$ ง. $4 \times 3 - 2 + 9$

32. $144 \times 56 - 49 \div 7$ ให้ได้คำตอบ 144

ก $(144 \times 56) - (49 \div 7)$ ค. $144 \times 56 - (49 \div 7)$

ข. $(144 \times 56) - 49 \div 7$ ง. $144 \times (56 - 49) \div 7$

33. $8 + 10 - 5 - 4$ ให้ได้คำตอบ 9

ก. $8 + 10 - (5 - 4)$ ค. $8 + (10 - 5) - 4$

ข. $(8 + 10) - 5 - 4$ ง. $(8 + 10) - (5 - 4)$

34. เติมเครื่องหมายใด ทำให้ $20 \square 12 = 72 \div 9$ เป็นจริง

ก. + ค. $\times$

ข. – ง. $\div$

35. เติมเครื่องหมายใด ทำให้ $3 \square 4 = 18 \square 6$ เป็นจริง

ก. + และ $\div$ ค. $\times$ และ +

ข. + และ $\times$ ง. $\times$ และ -

36. เติมจำนวนใดแล้วทำให้ 108 ÷ ❑ = ❑ + 7 เป็นจริง

ก. 12 และ 3 ค. 7 และ 9

ข. 9 และ 5 ง. 5 และ 12

คำชี้แจง ข้อ 1 -10 ให้พิจารณาว่าจำนวนในข้อใดที่ทำให้ ลำดับของชุดตัวเลขเป็นจริง

37. 15 , 20 , ..., 30 , 35

ก. 25 ค. 35

ข. 30 ง. 40

38. 10 , 15 , 30 , 45 , ...

ก. 50 ค 65

ข. 60 ง. 70

39. ○□●●■■○○.....

ก. ●● ค. □□

ข. ■■ ง. □□□

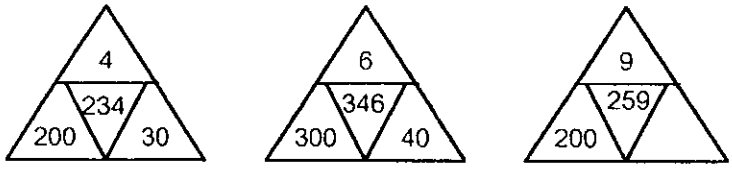
40. ⇖⇦⇖⇨⇨⇗⇦⇗⇨⇨⇖⇦⇖⇨⇨⇗.....

ก. ⇦ ค. ⇨⇨

ข. ⇦⇦ ง. ⇗⇨⇨

คำชี้แจง ให้พิจารณาจำนวนในช่องว่าง จำนวนที่หายไปคือจำนวนใด

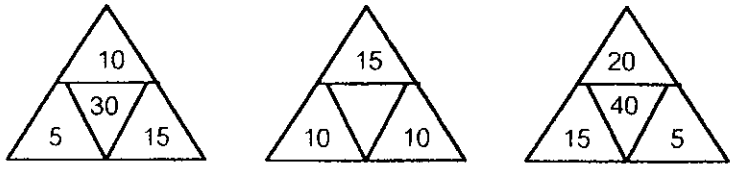
41.



ก. 40 ค. 60

ข. 50 ง. 70

42.



ก. 45 ค. 35

ข. 40 ง. 30

43. มีเลขชุดหนึ่งดังนี้

1. 12 + 14
2. 14 +16
3. 16 + 18
4. ?

ดังนั้นเลขปริศนาชุดนี้คือข้อใด

ก. 16 + 19
ข. 18 + 20
ค. 19 + 21
ง. 20 + 22

44. มีเลขชุดหนึ่งดังนี้

1. 1,3
2. 1,3,6
3. 1,3,6,10
4. ?

ดังนั้นเลขปริศนาชุดนี้คือข้อใด

ก. 1,3,6,10,12
ข. 1,3,6,10,14
ค. 1,3,6,10,15
ง. 1,3,6,10,17

45. มีเลขชุดหนึ่งดังนี้

1. 0
2. 5
3. ?
4. 15

ดังนั้นเลขปริศนาชุดนี้คือข้อใด

ก. 6
ข. 8
ค. 10
ง. 12

46. เลขชุดใดที่เรียงจากมากไปน้อย และผลบวกมีค่าเท่ากับ 60

ก. 21 +15 + 10 + 8 + 6
ข. 31 +14 + 11 + 5 + 2
ค. 35 +11 + 10 + 9 + 8
ง. 35 +10 + 9 + 8 + 4

47. เลขชุดใดที่เรียงจากมากไปน้อย และผลต่างมีค่าเท่ากับ 21

ก. 54 – 24 – 12 – 1
ข. 52 – 15 – 12 – 4
ค. 45 – 8 – 12 – 6
ง. 40 – 7 – 5 – 7

48. เลขชุดใดที่เรียงจากมากไปน้อย และผลคูณมีค่าเท่ากับ 105

ก. 7 ×5 × 3 ×1
ข. 5 ×3 × 7 ×2
ค. 6 ×4 × 3 ×2
ง. 4 ×7 × 3 ×1

คำชี้แจง ให้พิจารณาโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ว่ามีลักษณะตรงกับตัวเลือกใดในตัวเลือก ก – ง

49. เนื้อไก่ย่าง 3 ตัว ราคา 150 บาท เนื้อหมูย่าง 2 กิโลกรัม ราคา 210 บาท ไก่ย่าง 5 ตัวราคาเท่าไร

ก. คำถามไม่สอดคล้องกับข้อมูล
ข. ไม่สามารถหาคำตอบได้เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ
ค. สามารถหาคำตอบได้และข้อมูลเหมาะสมที่จะใช้หาคำตอบ
ง. สามารถหาคำตอบได้และข้อมูลเกินความจำเป็น

50. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 60 คน สอบผ่านวิชาคณิตศาสตร์ 15 คน สอบผ่านวิชาอังกฤษ 22 คนอยากทราบว่า มีนักเรียนสอบผ่านทั้งสองวิชาทั้งหมดกี่คน

ก. คำถามไม่สอดคล้องกับข้อมูล
ข. ไม่สามารถหาคำตอบได้เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ
ค. สามารถหาคำตอบได้และข้อมูลเหมาะสมที่จะใช้หาคำตอบ
ง. สามารถหาคำตอบได้และข้อมูลเกินความจำเป็น

51. ส้มกิโลกรัมละ 15 บาท องุ่นกิโลกรัมละ 45 บาท ซื้ออย่างละ 3 กิโลกรัม ต้องจ่ายเงินเท่าไร

ก. คำถามไม่สอดคล้องกับข้อมูล
ข. ไม่สามารถหาคำตอบได้เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ
ค. สามารถหาคำตอบได้และข้อมูลเหมาะสมที่จะใช้หาคำตอบ
ง. สามารถหาคำตอบได้และข้อมูลเกินความจำเป็น

52. ในฤดูหนาวผ่านมา ร้อยละ 75 ของนักเรียนทั้งหมดต้องการเสื้อกันหนาว ร้อยละ 10ต้องการผ้าห่ม ที่เหลือต้องการทั้งสองอย่าง อยากทราบว่า ต้องจัดเสื้อกันหนาวอย่างน้อยกี่ตัว

ก. คำถามไม่สอดคล้องกับข้อมูล
ข. ไม่สามารถหาคำตอบได้เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ
ค. สามารถหาคำตอบได้และข้อมูลเหมาะสมที่จะใช้หาคำตอบ
ง. สามารถหาคำตอบได้และข้อมูลเกินความจำเป็น

53. จำนวนสองจำนวนผลคูณเท่ากับ 15 ผลบวกเท่ากับ 8 จำนวนทั้งสองคือ

ก. คำถามไม่สอดคล้องกับข้อมูล
ข. ไม่สามารถหาคำตอบได้เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ
ค. สามารถหาคำตอบได้และข้อมูลเหมาะสมที่จะใช้หาคำตอบ
ง. สามารถหาคำตอบได้และข้อมูลเกินความจำเป็น

54. ข้าวราดแกง 3 จาน ราคา 45 บาท น้ำเปล่าแก้วละ 2 บาท ขนมถ้วยละเท่าไร

ก. คำถามไม่สอดคล้องกับข้อมูล
ข. ไม่สามารถหาคำตอบได้เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ
ค. สามารถหาคำตอบได้และข้อมูลเหมาะสมที่จะใช้หาคำตอบ
ง. สามารถหาคำตอบได้และข้อมูลเกินความจำเป็น

55. เมื่อวานซืนเป็นวันพุธ วันมะรืนเป็นวันที่ 18 วันที่ 25 จะเป็นวันอะไร

ก. วันอาทิตย์ ค. วันอังคาร

ข. วันจันทร์ ง. วันศุกร์

56. สมศรีเป็นพี่ของสมร สมชายเป็นพี่ปรีดา ปรีดาเป็นพี่ของสมศรี ดังนั้นใครมีอายุมากที่สุด

ก. สมร ค. ปรีดา

ข. สมศรี ง. สมชาย

57. นกตัวหนึ่งบินตรงไปทางทิศเหนือแล้วเลี้ยวซ้ายสองครั้ง สักครู่หนึ่งจึงเลี้ยวขวาอีก 2 ครั้ง สุดท้ายนกบินไปทางทิศใด

ก. เหนือ ค. ตะวันออก

ข. ใต้ ง. ตะวันตก

58. วันที่ 1 เดือนมกราคมเป็นวันจันทร์ วันสุดท้ายของเดือนเป็นวันอะไร

ก. จันทร์ ค. พุธ

ข. อังคาร ง. พฤหัสบดี

59. นกสีแดง 3 ตัว สีขาว 2 ตัว เกาะบนกิ่งไม้ ถ้านกบินไป 2 ตัว ข้อสรุปใดถูกต้อง

ก. เหลือนกสีแดง 3 ตัว ค. เหลือนกสีแดงอย่างน้อย 1 ตัว

ข. เหลือนกสีขาวอย่างน้อย 1 ตัว ง. เหลือนกสีขาว 2 ตัว สีแดง 1 ตัว

60. วันปิดเรียนจะเป็นวันเสาร์และอาทิตย์ วันนี้นักเรียนไม่ไปโรงเรียน ดังนั้นข้อสรุปใดถูกต้อง

ก. วันนี้เป็นวันเสาร์ ค. วันนี้ฝนตก

ข. วันนี้เป็นวันอาทิตย์ ง. ยังสรุปไม่ได้แน่นอน

ตัวอย่างแนวการจัดกิจกรรมพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ด้านอุปมาอุปไมย

ครั้งที่ 1 **ชั้น** ประถมศึกษาปีที่ 6 **เวลา** 50 **นาที**

จุดประสงค์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณการอุปมาอุปไมยด้านภาษา

สาระสำคัญ วิจารณญาณการอุปมาอุปไมยด้านภาษา เป็นความสามารถของผู้เรียนในเรื่องการหยั่งรู้ทางคณิตศาสตร์ ถึงความสัมพันธ์ระหว่างคำ 2 คำที่สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การฝึกเป็นการพัฒนาการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของภาษา โดยเฉพาะทักษะการเชื่อมโยงความคิดเข้าด้วยกันอย่างสมบูรณ์

เนื้อหา การอุปมาอุปไมยด้านภาษา

อุปกรณ์ 1. ชุดคำถามการอุปมาอุปไมยด้านภาษา
2. ใบงาน
3. แบบทดสอบย่อย และแบบบันทึกคะแนน
4. แบบบันทึกพฤติกรรมและทักษะ

ขั้นตอนการจัดกิจกรรม

ขั้นนำ (ทำความเข้าใจประเด็นปัญหา)

1. ผู้ฝึกเสนอประเด็นปัญหา หรือสถานการณ์ เช่น มาตราเงินไทยเป็นดังนี้

4	สลึง	เป็น	1 บาท
4	บาท	เป็น	1 ตำลึง
20	ตำลึง	เป็น	1 ชั่ง

คำถาม ถ้านักเรียนมีเงินสิบหกสลึงจะเป็นเงินกี่บาท

2. นักเรียนคิด คาดคะเนคำตอบหรือผลที่จะเกิดขึ้นด้วยตนเอง

ขั้นฝึก

(การเสาะหาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง)

1. ผู้ฝึกใช้คำถามกระตุ้น พร้อมการอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนสังเกตข้อมูลที่เกี่ยวข้องและระบุข้อตกลงเบื้องต้น

(วิเคราะห์ข้อมูล)

2. อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น แสดงการเทียบค่ามาตราเงินไทย แล้วเปรียบเทียบกับกลุ่มเพื่อนในกลุ่มย่อย และเสนอต่อกลุ่มใหญ่ โดยผู้ฝึกจัดสถานการณ์ต่างๆ ให้นักเรียนคิดหาคำตอบ เปิดโอกาสให้นักเรียนเสนอผลสรุปของการคิดคำตอบและเปรียบเทียบความเหมือนหรือความต่างของการคิดของผู้อื่น

(ประเมินค่าองค์ประกอบ)

3. ผู้เรียนเรียนบอกการตัดสินใจของตนเองเพื่อยืนยันการตัดสินใจในหาคำตอบอีกครั้ง พร้อมระบุเหตุผล โดยผู้ฝึกประเมินการคิดของนักเรียนเป็นอย่างไร พร้อมกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการสรุปผลการคิดหาคำตอบ โดยการพิจารณาคำถาม วิเคราะห์ หาคำตอบ พร้อมอภิปรายคำตอบที่ได้ และเปรียบเทียบคำตอบที่ได้กับคำตอบที่คาดคะเนไว้ในขั้นนำ
   - กรณีที่ 1 คำตอบถูกหมดทุกคน ตัวแทน1 คน เฉลย พร้อมสรุปแนวคิด ที่ซ้ำกันมากที่สุด และวิธีที่ง่ายและรวดเร็วที่สุด
   - กรณีที่ 2 คำตอบถูกไม่หมดทุกคน นักเรียนที่ตอบถูกเฉลย พร้อมช่วยกันอภิปรายวิธีการหาคำตอบ
4. ทบทวนกระบวนการคิด โดยกำหนดคำถามเกี่ยวกับการเปรียบเทียบค่ามาตราเงินไทยที่กำหนด แล้วแลกเปลี่ยนกันตั้งคำถามและหาคำตอบ
5. ผู้ฝึกกำหนดสถานการณ์ใหม่ นักเรียนพิจารณาอภิปรายหาคำตอบ ตามขั้นตอนดังที่กล่าวข้างต้น เช่น

ตัวอย่างข้อคำถาม

1	งาน	เท่ากับ	100	ตารางวา
400	ตารางวา	เท่ากับ	1	ไร่
ถ้า 1,000 ตารางวา		เท่ากับเท่าไร		

6. ผู้ฝึกเปลี่ยนสถานการณ์ใหม่ จำนวน 5 สถานการณ์ ในเรื่อง การชั่ง ตวง วัด เงิน มาตรเปรียบเทียบต่าง ๆ

ขั้นสรุป

1. ทดสอบย่อยโดยเนื้อสอดคล้องกับสถานการณ์ในกิจกรรมการฝึก จำนวน 7 ข้อ เวลาประมาณ 5 นาที

ประเมินและสรุปผลการฝึก

1. ผู้ฝึกบันทึกพฤติกรรมและทักษะของผู้เรียน
2. ผู้ฝึกบันทึกคะแนนแบบฝึกและการทดสอบย่อย

ใบงาน ชุดพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์
ด้านการอุปมาอุปไมย ชุดที่ 1 ภาษา

4	สลึง	เป็น	1 บาท
4	บาท	เป็น	1 ตำลึง
20	ตำลึง	เป็น	1 ชั่ง

ถ้านักเรียนมีเงินสิบหกสลึงจะเป็นเงินกี่บาท

1. โจทย์กำหนดหา (16 สลึง เป็นกี่บาท)
2. ความสัมพันธ์ใดที่เกี่ยวข้อง (4 สลึง เป็น 1 บาท)
3. ใช้วิธีการ (หาร โดย 16 สลึง หาร ด้วย 4)
4. คำตอบ คือ (4 บาท)

1	งาน	เท่ากับ	100	ตารางวา
400	ตารางวา	เท่ากับ	1	ไร่

ถ้า 800 ตารางวา เท่ากับเท่าไร

1. โจทย์กำหนดหา (_____)
2. ความสัมพันธ์ใดที่เกี่ยวข้อง (_____)
3. ใช้วิธีการ (_____)
4. คำตอบ คือ (_____)

30 เซนติเมตร		เท่ากับ	1	ฟุต
1	ฟุต	เท่ากับ	12	นิ้ว
36	นิ้ว	เท่ากับ	1	หลา

ผ้ายาว 240 เซนติเมตร ยาวเท่ากับเท่าใด

1. โจทย์กำหนดหา (_____)
2. ความสัมพันธ์ใดที่เกี่ยวข้อง (_____)
3. ใช้วิธีการ (_____)
4. คำตอบ คือ (_____)

100 กรัม	เท่ากับ	1	ขีด
10 ขีด	เท่ากับ	1	กิโลกรัม

ถ้าข้าวสารหนัก 1,900 กรัม เท่ากับเท่าใด

1. โจทย์กำหนดหา (.....)
2. ความสัมพันธ์ใดที่เกี่ยวข้อง (.....)
3. ใช้วิธีการ (.....)
4. คำตอบ คือ (.....)

ปลาทู	3	ตัว	ราคา	12	บาท
ปลาทู	5	ตัว	ราคา	....	บาท

1. โจทย์กำหนดหา (.....)
2. ความสัมพันธ์ใดที่เกี่ยวข้อง (.....)
3. ใช้วิธีการ (.....)
4. คำตอบ คือ (.....)

ไข่	1 ฟอง	เทียบเท่าพลังงาน	250	แคลอรี	
ไข่	5 ฟอง	เทียบเท่าพลังงานเท่าใด			

1. โจทย์กำหนดหา (.....)
2. ความสัมพันธ์ใดที่เกี่ยวข้อง (.....)
3. ใช้วิธีการ (.....)
4. คำตอบ คือ (.....)

แบบบันทึกพฤติกรรมและทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้เรียน
ชุดกิจกรรมการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดใหม่พิเรนทร์

ที่	ชื่อ - สกุล	พฤติกรรม										หมายเหตุ
		สนใจใฝ่รู้	เปิดใจ	กระตือรือร้น	สะสมข้อมูล	ไม่ด่วนสรุป	ไวต่อความรู้สึก	จัดลำดับความสำคัญ	รอบคอบ	จัดรายการทำงาน	ตัดสินใจจากเหตุผล	
รวม												
ร้อยละ												

แบบทดสอบย่อยพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ด้านการอุปมาอุปไมย
ชุดที่ 1 ภาษา

คำชี้แจง 1. แบบทดสอบนี้มี จำนวน 10 ข้อ เวลา 15 นาที

2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวลงในกระดาษคำตอบ

---

1. ข้าวสาร 10 ถุง จัดทำอาหารกลางวันได้สำหรับนักเรียน 200 คน ข้าวสาร กี่ถุง จัดทำอาหารกลางวันได้สำหรับนักเรียน 280 คน

ก. 12 ถุง ข. 13 ถุง

ค. 14 ถุง ง. 15 ถุง

2. ปลาทู 3 ตัว ราคา 12 บาท
ปลาทู 5 ตัว ราคากี่บาท

ก. 7 บาท ข. 12 บาท

ค. 20 บาท ง. 25 บาท

3. ปลูกถั่ว 2 ไร่ ใช้เมล็ด 4 ลิตร
ปลูกถั่ว 10 ไร่ ใช้เมล็ด กี่ลิตร

ก. 10 ลิตร ข. 15 ลิตร

ค. 20 ลิตร ง. 24 ลิตร

4. 4 สลึง เป็น 1 บาท
4 บาท เป็น 1 ตำลึง
20 ตำลึง เป็น 1 ชั่ง
มีเงิน 36 บาท มีค่าเท่ากับเท่าใด

ก. 3 ชั่ง ข. 9 ตำลึง

ค. 15 สลึง ง. 20 บาท

5. ถ้าวิ่งด้วยความเร็ว 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เป็นเวลา 30 นาที ได้ระยะทาง 30 กิโลเมตร แต่ถ้าวิ่งด้วยความเร็ว 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เป็นเวลาเท่าใดจึงจะได้ระยะทาง 30 กิโลเมตร

ก. 10 นาที ข. 12 นาที

ค. 13 นาที ง. 15 นาที

6. กระดาษ 1 รีม เท่ากับกระดาษ 500 แผ่น กล่อง 1 ใบ บรรจุกระดาษได้ 5 รีม จะเท่ากับกระดาษกี่แผ่น

ก. 2,000 แผ่น ข. 2,500 แผ่น

ค. 3,000 แผ่น ง. 3,500 แผ่น

7. ถังน้ำมัน 1 แกลลอน บรรจุเท่ากับ 3.78 ลิตร
ถังน้ำมัน 1 บาเรล บรรจุเท่ากับ 42 แกลลอน
ถังน้ำมัน 1 บาเรล จะบรรจุน้ำมันได้กี่ลิตร

ก. 150.0 ลิตร ข. 153.36 ลิตร

ค. 155.56 ลิตร ง. 158.76 ลิตร

8. เพชร 1 กระรัตเท่ากับ 200 มิลลิกรัม และเท่ากับ 100 สตางค์ ดังนั้นเพชร 450 สตางค์ คิดเป็นกี่กระรัต

ก. 2.0 กระรัต ข. 2.5 กระรัต

ค. 4.0 กระรัต ง. 4.5 กระรัต

9. ข้าว 100 กรัม เทียบเท่าพลังงาน 368 แคลอรี
ข้าว 1 กิโลกรัม เทียบเท่าพลังงานเท่าใด

ก. 36.8 แคลอรี

ข. 368 แคลอรี

ค. 3,680 แคลอรี

ง. 36,800 แคลอรี

10. น้ำ 1 มิลลิกรัม หนัก 1 กรัม
น้ำ 1 ลิตร หนัก 1 กิโลกรัม
น้ำ 1 ลูกบาศก์เมตรหนัก 1000 กิโลกรัม
น้ำ 10,000 กรัม หนักเท่าใด

ก. 1 ลิตร

ข. 10 ลิตร

ค. 10 ลูกบาศก์เมตร

ง. 10 ลูกบาศก์เมตร

แบบทดสอบย่อยชุดพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ด้านการอุปมาอุปไมย ชุดที่ 2 จำนวน

คำชี้แจง 1. แบบทดสอบนี้มี จำนวน 10 ข้อ เวลา 15 นาที

2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวลงในกระดาษคำตอบ

---

1. 10 ÷ 5 คู่กับ 2 × 1
   20 ÷ 4 คู่กับ .....
   ก. 3 × 1
   ข. 4 × 1
   ค. 5 × 1
   ง. 6 × 1

2. 6 + 3 คู่กับ 3 × 3
   9 + 7 คู่กับ .....
   ก. 4 × 4
   ข. 5 × 5
   ค. 6 × 6
   ง. 7 × 7

3. 16 คู่กับ 4^2
   36 คู่กับ .....
   ก. 3^2
   ข. 4^2
   ค. 5^2
   ง. 6^2

4. 6 + 6 คู่กับ 2 × 6
   9 + 9 + 9 คู่กับ .....
   ก. 2 × 9
   ข. 9 × 2
   ค. 9 × 3
   ง. 3 × 9

5. 24 ÷ 6 = 2 + 2
   30 ÷ 5 = ...
   ก. 2 + 2
   ข. 3 + 3
   ค 4 + 4
   ง. 5 + 5

6. (45 + 66) + 20 คู่กับ (20 + 66) + 45
   (18 + 32) + 10 คู่กับ .....
   ก. (18 + 32) + 10
   ข. (32 + 18) + 10
   ค. (10 + 32) + 18
   ง. (10 + 18) + 32

7. 5 × 5 คู่กับ 25
   ..... คู่กับ 49
   ก. 7 × 7
   ข. 6 × 6
   ค. 5 × 5
   ง. 4 × 4

8. 8 คู่กับ 16
   5 คู่กับ .....
   ก. 5
   ข. 10
   ค. 15
   ง. 20

9. 42 ÷ 6 = 35 ÷ 5
   10 ÷ 5 = ...
   ก. 1 + 1
   ข. 3 + 3
   ค. 4 ÷ 2
   ง. 9 ÷ 3

10. 0.1 + 0.02 + 0.003 คู่กับ $\frac{123}{1000}$
    0.5 + 0.06 คู่กับ .....
    ก. $\frac{56}{1000}$ ข. $\frac{560}{1000}$
    ค. $\frac{56}{100}$ ง. $\frac{560}{100}$

แบบทดสอบย่อยพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ด้านการอุปมาอุปไมย
ชุดที่ 3 สัญลักษณ์

คำชี้แจง 1. แบบทดสอบนี้มี จำนวน 10 ข้อ เวลา 15 นาที

2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวลงในกระดาษคำตอบ

---

1. ☺ เท่ากับ ☆☆☆

☹ เท่ากับ ☆☆

☹ เท่ากับ ☆

☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆ ตรงกับข้อใด

ก. ☹☹☹☺☺

ข. ☺☺☺☹☺

ค. ☺☺☺☺☺☹

ง. ☹☺☺☹☺☺

2. ✪ + ✪ + ✪ + ✪ + ✪ + ✪ = 12

✪ × ✪ มีค่าเท่าใด

ก. 1 ข. 2

ค. 3 ง. 4

3. ✪ + ✪ + ✪ + ✪ + ✪ = 5 × 3

✪ มีค่าเท่าใด

ก. 2 ข. 3

ค. 4 ง. 5

4 ❀❀❀❀ เท่ากับ ✿✿

♥♥ เท่ากับ ❀❀

❀❀ ✿✿ ♥♥♥♥ ♥ มีค่าเท่าใด

ก. ♥♥♥♥♥

ข. ❀❀ ❀ ♥♥

ค. ❀ ✿✿ ♥♥

ง. ✿✿✿✿✿♥

5. 🖉🖉🖉 = 21 บาท

🕮🕮🕮🕮🕮 = 15 บาท

🖉🖉🖉🖉 = 8 บาท

ต้องการซื้อ 🖉 🕮 🖉 อย่างละ 1 โหล

ต้องจ่ายเงินทั้งหมดเท่าใด

ก. 134 บาท ข. 144 บาท

ค. 164 บาท ง. 174 บาท

6. KKK = YY

Ẅ Ẅ = Φ

Φ Φ Φ = KKK

ค่าของ Ẅ สอดคล้องกับ Y ตรงกับข้อใด

ก. Ẅ = Y ข. Ẅ Ẅ = Y

ค. Ẅ Ẅ Ẅ = Y ง. Ẅ Ẅ Ẅ Ẅ = Y

7. 🚗🚗🚗🚗 = 1,200

💻💻 = 2,000

☎☎☎☎☎ = 400

🚗🚗💻☎☎☎ มีค่าเท่าใด

ก. 1,840 ข. 1,800

ค. 1,500 ง. 1,440

8. ❶ + ❷ = ❹

❶ + ❸ = ❺

❶ + ❹ มีค่าเท่าใด

ก. ❹ ข. ❺

ค. ❻ ง. ❼

9. ✪ + ✪ + ✪ = 450

2✪ - ✪ มีค่าเท่าใด

ก. 100 ข. 120

ค. 150 ง. 200

10. 🏳🏳🏳🏳 = ❋❋

✪✪ = ✿✿✿✿

❋❋ = ✿✿ ข้อใด ถูกต้อง

ก. ✪ = ❋ ข. 🏳🏳🏳 = ✪

ค. ✿✿ = 🏳🏳🏳🏳

ง. ✿✿ = 🏳🏳

ชุดพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ด้านการอนุมาน
ชุดที่ 4 จัดลำดับ

คำชี้แจง 1. แบบทดสอบนี้มี จำนวน 10 ข้อ เวลา 15 นาที

2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวลงในกระดาษคำตอบ

---

1. แดง , ดำ , ดาว และ เดือน มีเงินเดือน 4,500 บาท , 5,000 บาท 6,000 บาท และ 7,000 บาท ดาวมีเงินเดือนมากกว่า เดือน และน้อยกว่า แดง ดำมีเงินเดือนน้อยกว่า ดาว และมากกว่า เดือน ใครมีเงินเดือนเท่าไร
   - ก. แดง 4,500 บาท, ดำ 5,000 บาท , ดาว 6,000 บาท เดือน 7,000 บาท
   - ข. แดง 5,000 บาท, ดำ 4,500 บาท , ดาว 7,000 บาท เดือน 6,000 บาท
   - ค. แดง 6,000 บาท, ดำ 5,000 บาท , ดาว 4,500 บาท เดือน 7,000 บาท
   - ง. แดง 7,000 บาท, ดำ 5,000 บาท , ดาว 6,000 บาท เดือน 4,500 บาท
2. โจ ,ก้อง ,อิงค์ และ อ่ำ ,มีความสูง 170 เซนติเมตร , 175 เซนติเมตร , 180 เซนติเมตร และ 185 เซนติเมตร อิงค์ มีความสูง มากกว่า อ่ำ และน้อยกว่า โจ ก้องมีความสูงน้อยกว่า อิงค์ และ มากกว่า อ่ำ ใครมีความสูงเท่าไร
   - ก. โจ 170 ซ.ม. , ก้อง 180 ซ.ม., อิงค์ 175 ซ.ม., อ่ำ 185 ซ.ม.
   - ข. โจ 180 ซ.ม. , ก้อง 185 ซ.ม., อิงค์ 170 ซ.ม., อ่ำ 175 ซ.ม.
   - ค. โจ 185 ซ.ม. , ก้อง 175 ซ.ม., อิงค์ 180 ซ.ม., อ่ำ 170 ซ.ม.
   - ง. โจ 175 ซ.ม. , ก้อง 170 ซ.ม., อิงค์ 185 ซ.ม., อ่ำ 180 ซ.ม.
3. จำนวนที่รวมกัน 10 คูณกันได้ 21 จำนวนที่น้อยกว่าคือจำนวนใด

   ก. 3 ข. 5 ค. 7 ง. 9
4. จำนวนที่ผลต่างต่างกัน 8 คูณกันได้ 20 จำนวนที่มากกว่าคือจำนวนใด

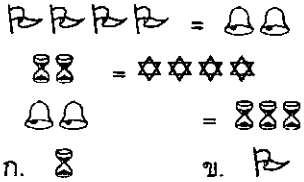
   ก. 2 ข. 4 ค. 10 ง. 12
5. จำนวนที่รวมกันได้ 18 แต่จำนวนหนึ่งเป็น 2 เท่าของอีกจำนวนหนึ่ง จำนวนที่มากกว่าคือจำนวนใด

   ก. 4 ข. 6 ค. 12 ง. 14
6. จำนวนที่รวมกันได้ 21 แต่จำนวนหนึ่งเป็น 2 เท่าของอีกจำนวนหนึ่ง จำนวนที่น้อยกว่าคือจำนวนใด

   ก. 3 ข. 7 ค. 14 ง. 18
7. มีจำนวนปริศนาอยู่หนึ่งจำนวน ประกอบด้วยเลขสองหลัก เลขทั้งสองตัวเมื่อนำมาบวกกันแล้วได้เท่ากับ 4 และเมื่อนำมาคูณกันแล้วได้เท่ากับ 0 จำนวนปริศนานั้นคือจำนวนใด

   ก. 30 ข. 40 ค. 50 ง. 60
8. มีจำนวนปริศนาอยู่หนึ่งจำนวน ประกอบด้วยเลขสามหลัก เลขทั้งสามตัวเมื่อนำมาบวกกันแล้วได้เท่ากับ 12 และเมื่อนำเลขทั้งสามตัวมาคูณกันแล้วได้เท่ากับ 50 จำนวนปริศนานั้นคือจำนวนใด

   ก. 480 ข. 255 ค. 426 ง. 372
9. มีจำนวนปริศนาอยู่หนึ่งจำนวน ประกอบด้วยเลขสามหลัก เลขทั้งสามตัวเมื่อนำมาบวกกันแล้วได้เท่ากับ 15 และเมื่อนำเลขทั้งสามตัวมาคูณกันแล้วได้เท่ากับ 80 จำนวนปริศนานั้นคือจำนวนใด

   ก. 186 ข. 258 ค. 357 ง. 555
10. 

    ข้อใดมีค่ามากที่สุด

    ก. ข. ค. ง.

แบบทดสอบย่อยพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์
ด้านการอนุมาน ชุดที่ 5 ไขปัญหา

คำชี้แจง 1. แบบทดสอบนี้มี จำนวน 10 ข้อ เวลา 15 นาที

2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวลงในกระดาษคำตอบ

---

1. **A . BCD** เป็นทศนิยมและ **A , B, C และ D** ไม่เป็น 0 ข้อใดถูกต้อง
   - ก. ค่าประจำหลักของ A คือ 10
   - ข . ค่าประจำหลักของ B คือ $\frac{1}{100}$
   - ค. ค่าประจำหลักของ C คือ 1
   - ง. ค่าประจำหลักของ D คือ $\frac{1}{1000}$

2. ถ้า $\frac{A}{B}$ เป็นเศษส่วนแท้ ข้อใดถูกต้อง
   - ก. A < B
   - ข. A > B
   - ค. A เป็นจำนวนเฉพาะ
   - ง. B เป็นจำนวนคู่

3. ให้ A, B, C เป็นจำนวนเต็ม และ A + B = C และ A × C เป็นจำนวนคี่แล้ว ข้อใดเป็นจริง
   - ก. A, B, C เป็นจำนวนคี่
   - ข. A และ B เป็นจำนวนคี่ C เป็นจำนวนคู่
   - ค. A และ C เป็นจำนวนคี่ B เป็นจำนวนคู่
   - ง. B และ C เป็นจำนวนคู่ A เป็นจำนวน

4. ถ้า A เป็นจำนวนประกอบเฉพาะของ B แล้ว ข้อใดถูกต้อง
   - ก. A มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ B
   - ข. A มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ B
   - ค. A ไม่เท่ากับ B
   - ง. A เท่ากับ B

5. กำหนดให้ a เป็นจำนวนคี่ที่มากที่สุด แต่น้อยกว่า 31 ดังนั้น a มีค่าเท่าใด
   - ก. 27
   - ข. 29
   - ค. 30
   - ง. 33

6. จำนวนเต็มที่มากที่สุดแต่น้อยกว่า 1 คือจำนวนใด
   - ก. 0
   - ข. 1
   - ค. 2
   - ง. ไม่มี

7. กำหนดให้ b เป็นจำนวนสองหลักที่เป็นจำนวนคี่ ระหว่าง 10 ถึง 20 ที่มีค่าของตัวเลขต่างกันอยู่ 4 คือจำนวนใด
   - ก. 17
   - ข. 15
   - ค. 13
   - ง. 11

8. กำหนดให้ A มากกว่า B ผลคูณของทั้งสองเท่ากับ 40 ข้อใดเป็นจริง
   - ก. A คือ 2
   - ข. B คือ 5
   - ค. A คือ 8
   - ง. B คือ 10

9. ให้ A, B, C เป็นจำนวนที่เรียงกันตามลำดับ และ A + C = 16 ข้อใดเป็นจริง
   - ก. A คือ 6
   - ข. B คือ 8
   - ค. C คือ 8
   - ง. A + B คือ 16

10. ให้ A, B, C เป็นจำนวนสองหลักที่เรียงกัน และ B + C = 61 ข้อใด<u>ไม่เป็นจริง</u>
    - ก. A เป็นจำนวนคู่
    - ข. A + B เท่ากับ 59
    - ค. B คือ 30
    - ง. C คือ 31

แบบทดสอบย่อยพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์วิเคราะห์หลักฐาน
ชุดที่ 6 การจัดกลุ่ม

คำชี้แจง 1. แบบทดสอบนี้มี จำนวน 10 ข้อ เวลา 15 นาที

2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวลงในกระดาษคำตอบ

คำชี้แจง ให้เลือกชุดของตัวเลขที่มีคำตอบตรงตามที่กำหนดให้

1. $4 + 3 \times 2 \div 1$ ให้ได้คำตอบ 14
   - ก. $4 + (3 \times 2) \div 1$
   - ข. $4 + (3 \times 2 \div 1)$
   - ค. $(4 + 3) \times (2 \div 1)$
   - ง. $4 + 3 \times (2 \div 1)$

2. $9 \div 3 + 4 - 1$ ให้ได้คำตอบ 6
   - ก. $9 \div (3 + 4 - 1)$
   - ข. $(9 \div 3) + (4 - 1)$
   - ค. $9 \div (3 + 4) - 1$
   - ง. $(9 \div 3 + 4) - 1$

3. $15 \div 3 \times 4 + 1$ ให้ได้คำตอบ 25
   - ก. $15 \div (3 \times (4 + 1))$
   - ข. $(15 \div 3 \times 4) + 1$
   - ค. $15 \div (3 \times 4) + 1$
   - ง. $(15 \div 3) \times (4 + 1)$

4. $8 + 0 \times 4 - 2$ ให้ได้คำตอบ 16
   - ก. $(8 + 0) \times (4 - 2)$
   - ข. $8 + (0 \times 4) - 2$
   - ค. $8 + 0 \times (4 - 2)$
   - ง. $(8 + 0 \times 4) - 2$

5. $10 - 1 + 8 \times 2$ ให้ได้คำตอบ 17
   - ก. $10 - (1 + 8 \times 2)$
   - ข. $(10 - 1 + 8) \times 2$
   - ค. $10 - (1 + 8) \times 2$
   - ง. $(10 - 1) + (8 \times 2)$

6. เติมเครื่องหมายใด ทำให้ $5 + 8 \square 15 \div 3$ เป็นจริง
   - ก. $>$
   - ข. $<$
   - ค. $=$
   - ง. $\neq$

7. เติมเครื่องหมายใด ทำให้ $26 \square 13 = 10 \square 5$ เป็นจริง
   - ก. $\div$ และ $\div$
   - ข. $+$ และ $-$
   - ค. $\times$ และ $+$
   - ง. $\div$ และ $\times$

8. เติมเครื่องหมายใด ทำให้ $100 \square 10 = 11 \square 10$ เป็นจริง
   - ก. $-$ และ $\times$
   - ข. $+$ และ $-$
   - ค. $\times$ และ $+$
   - ง. $+$ และ $\times$

9. เติมจำนวนใดแล้วทำให้ $46 + \square = 72 - 12$ เป็นจริง
   - ก. 14
   - ข. 12
   - ค. 10
   - ง. 8

10. เติมจำนวนใดแล้วทำให้ $9 \times \square < 61 + 10$ เป็นจริง
   - ก. 10
   - ข. 9
   - ค. 8
   - ง. 7

แบบทดสอบย่อยพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์วิเคราะห์หลักฐาน

ชุดที่ 7 อนุกรม

คำชี้แจง 1. แบบทดสอบนี้มี จำนวน 10 ข้อ เวลา 15 นาที

2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวลงในกระดาษคำตอบ

คำชี้แจง ข้อ 1 -10 ให้พิจารณาว่าจำนวนในข้อใดที่ทำให้ ลำดับของชุดตัวเลขเป็นจริง

1. 12 , 23 , 34 , ...

ก. 33 ข. 34 ค. 44 ง. 45

2. 100 , 90 , ... , 70 , 60 , ...

ก. 75 ,80 ข. 80 ,60 ค. 80, 50 ง. 60, 80

3. 2 , 8 , 32 , ...

ก. 83 ข. 100 ค. 120 ง. 128

4. ⇦⇦⇧⇦⇦⇦⇧⇧.....

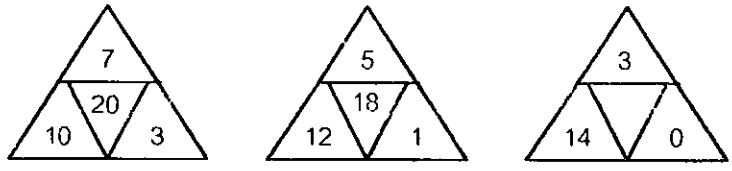
ก. ⇦⇦⇦ ข. ⇧⇧⇧ ค. ⇦⇦⇦⇦ ง. ⇧⇦⇦⇦

5. ⮝⮟⮟⮝⮟⮟⮟⮝.....

ก. ⮝⮟⮟ ข. ⮝⮟⮟⮟⮟ ค. ⮟⮟⮟⮟ ง. ⮝⮝⮝⮝

คำชี้แจง ให้พิจารณาจำนวนในช่องว่าง จำนวนที่หายไปคือจำนวนใด

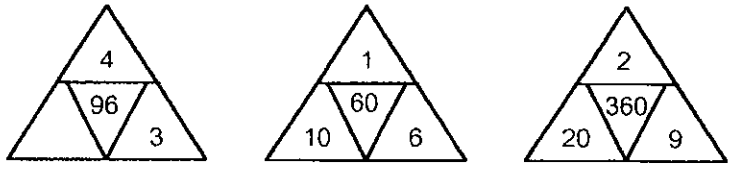
6.



ก. 11 ข. 14

ค. 17 ง. 18

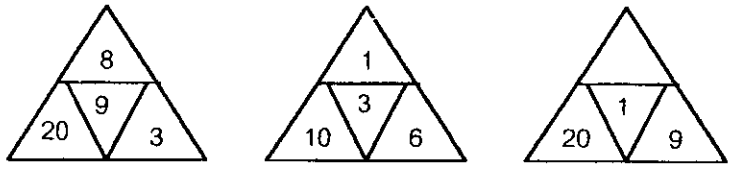
7.



ก. 8 ข. 9

ค. 10 ง. 12

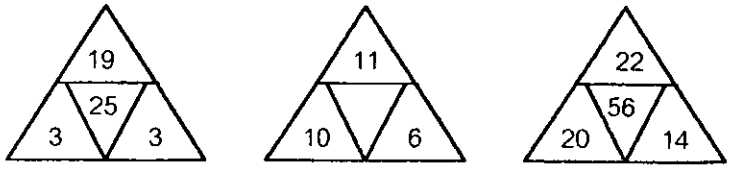
8.



ก. 7 ข. 10

ค. 11 ง. 12

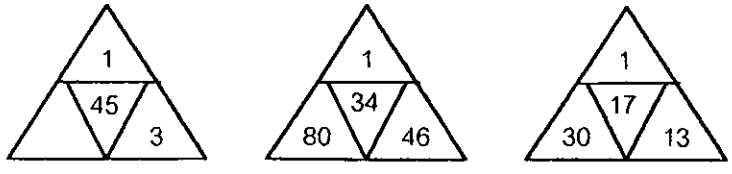
9.



ก. 66 ข. 42

ค. 30 ง. 27

10.



ก. 32 ข. 40

ค. 48 ง. 54

แบบทดสอบย่อยพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์วิเคราะห์หลักฐาน
ชุดที่ 8 ด้านการสังเคราะห์ลำดับ

คำชี้แจง 1. แบบทดสอบนี้มี จำนวน 10 ข้อ เวลา 15 นาที
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวลงในกระดาษคำตอบ

1. มีเลขชุดหนึ่งดังนี้
   1. 3×37
   2. 5×39
   3. 7×41
   4. ?

   ดังนั้นเลขปริศนาชุดนี้ คือข้อใด
   ก. 9×41 ข. 9×43
   ค. 11×41 ง. 11×43

2. มีเลขชุดหนึ่งดังนี้
   1. 3 , 8
   2. 3 , 8 , 13
   3. 3 , 8 , 13 , 18
   4. ?

   ดังนั้นเลขปริศนาชุดนี้ คือข้อใด
   ก. 3 , 8 , 13 , 18, 21 ข. 3 , 8 , 13 , 18, 22
   ค. 3 , 8 , 13 , 18, 23 ง. 3 , 8 , 13 , 18, 24

3. มีเลขชุดหนึ่งดังนี้
   1. 1 , 2 , 3
   2. 1 , 2 , 3 , 5
   3. ?
   4. 1 , 2 , 3 , 5 , 7 , 11

   ดังนั้นเลขปริศนาชุดนี้ คือข้อใด
   ก. 1 , 2 , 3 , 5 , 6 ข. 1 , 2 , 3 , 5 , 7
   ค. 1 , 2 , 3 , 5 , 6 , 7 ง. 1 , 2 , 3 , 5 , 7 , 9

4. มีเลขชุดหนึ่งดังนี้
   1. 10 , 8
   2. 10 , 8 , 6
   3. 10 , 8 , 6 , 4
   4. ?

   ดังนั้นเลขปริศนาชุดนี้ คือข้อใด
   ก. 10 , 8 , 4 ข.10 , 8 , 6 , 2
   ค. 10 , 8 , 6 , 4 , 2 ง.10 , 8 , 6 , 4 , 2 , 0

5. มีเลขชุดหนึ่งดังนี้
   1. 4 , 8
   2. ?
   3. 4 , 8 , 16 , 32
   4. 4 , 8 , 16 , 32 , 64

   ดังนั้นเลขปริศนาชุดนี้ คือข้อใด
   ก. 4 , 8 , 16 ข. 4 , 8 , 10
   ค. 4 , 8 , 10 , 12 ง. 4 , 8 , 10 , 14

6. มีเลขชุดหนึ่งดังนี้
   1. 1 , 3
   2. 1 , 3 , 9
   3. 1 , 3 , 9 , 12
   4. ?

   ดังนั้นเลขปริศนาชุดนี้ คือข้อใด
   . 1 , 3 , 9 , 12 , 13 ข. 1 , 3 , 9 , 12 , 14
   ค. 1 , 3 , 9 , 12 , 15 ง. 1 , 3 , 9 , 12 , 16

7. เลขชุดใดที่เรียงจากมากไปน้อย และผลบวกมีค่าเท่ากับ 66
   . 35+14+9+5+2 ข. 30+15+10+5+2
   ค. 26+17+16+10+3 ง. 26+18+13+8+1

8. เลขชุดใดที่เรียงกันตามลำดับ และผลบวกมีค่าเท่ากับ 81
   ก. 26 + 27 + 28 ข. 28 + 26 + 27
   ค. 25 + 29 + 27 ง. 22 + 24 + 35

9. เลขชุดใดที่เป็นจำนวนคี่จากน้อยไปมาก และผลบวกมีค่าเท่ากับ 135
   ก. 70 + 35 + 30 ข. 30 + 35 + 70
   ค. 43 + 45 + 47 ง. 47 + 43 + 45

10. เลขชุดใดที่เรียงจากมากไปน้อยและผลต่างมีค่าไม่เท่ากับ 0
   ก. 5 – 3 – 2 ข. 7 – 4 – 3
   ค. 9 – 4 – 2 ง. 11 – 6 – 5

แบบทดสอบย่อยพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ด้านการสรุปอ้างอิง
ชุดที่ 9 การวิเคราะห์ข้อมูล

คำชี้แจง 1. แบบทดสอบนี้มี จำนวน 10 ข้อ เวลา 15 นาที
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวลงในกระดาษคำตอบ

คำชี้แจง ให้พิจารณาโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ว่ามีลักษณะตรงกับตัวเลือกใดในตัวเลือก ก – ง

ก. คำถามไม่สอดคล้องกับข้อมูล
ข. ไม่สามารถหาคำตอบได้เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ
ค. สามารถหาคำตอบได้และข้อมูลเหมาะสมที่จะใช้หาคำตอบ
ง. สามารถหาคำตอบได้และข้อมูลเกินความจำเป็น

1. นกและไก่มีขารวมกัน 42 ขา ไก่มีมากกว่านก 3 ตัว ไก่มีกี่ตัว

2. เมื่อนำสองคูณจำนวนๆ หนึ่งมาลบกับ 8 จะมีค่ามากกว่า จำนวนนั้นบวกด้วย 4 อยู่ 3 จำนวนนั้นคือจำนวนใด

3. ธนบัตรใบละห้าร้อยบาทแลกธนบัตรใบละห้าสิบบาทได้กี่ใบ

4. เหรียญบาท 12 เหรียญ วางเรียงซ้อนกันจะสูงกว่าเหรียญห้าบาทเท่าไร

5. ต้อมสูง 150 เซนติเมตร เตี้ยกว่า ตุ้ม 5 เซนติเมตร สูงกว่า แดน 12 เซนติเมตร แดนเตี้ยกว่าตุ้มเท่าไร

6. เลี้ยงควาย 5 ตัว ต้องใช้พื้นที่ 5 ตารางวา เลี้ยงวัว 5 ตัว ต้องใช้พื้นที่เท่าไร

7. แก้วน้ำทรงกระบอกสูง 5 นิ้ว บรรจุน้ำได้ 250 มิลลิเมตร จะบรรจุข้าวสารได้กี่ลิตร

8. รถโดยสารหนึ่งคันบรรทุกคนได้ 30 คน ถ้าวิ่ง 3 รอบจะได้ค่าโดยสารเท่าใด

9. ไม้เมตร 3 อันวางต่อกันจะยาวกี่เซนติเมตร

10. เครื่องบินโดยสารบรรทุกผู้โดยสาร 55 คน ค่าโดยสารคนละ 2,500 บาท เดินทางจาก กรุงเทพ ฯ ถึง เชียงใหม่ใช้เวลา 2 ชั่วโมง แต่ละเที่ยวจะได้ค่าโดยสารเท่าใด

แบบทดสอบย่อยพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ด้านการสรุปอ้างอิง
ชุดที่ 10 การสรุปความ

คำชี้แจง 1. แบบทดสอบนี้มี จำนวน 10 ข้อ เวลา 15 นาที

2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวลงในกระดาษคำตอบ

---

1. ชาตรีเรียนเก่งกว่าประเสริฐ แต่อ่อนกว่าสราวุธ และวิชาญเก่งกว่าชาตรี ใครเรียนอ่อนที่สุด
   ก. ชาตรี
   ข. ประเสริฐ
   ค. สราวุธ
   ง. วิชาญ
2. ครูจัดลำดับการเข้าแถวโดยให้ไก่ยืนระหว่างเป็ดกับห่าน เป็ดอยู่ระหว่าไก่และหมู ห่านอยู่ระหว่างไก่กับแมว ใครอยู่ติดหมู
   ก. ไก่
   ข. เป็ด
   ค. ไก่กับห่าน
   ง. เป็ดกับแมว
3. เมือง ก อยู่ทางตะวันออกของเมือง ข เมือง ข อยู่เหนือเมือง ค แต่ใต้เมือง ง ดังนั้นข้อสรุปใดถูกต้อง
   ก. เมือง ก อยู่ใต้สุด
   ข. เมือง ข อยู่ใต้สุด
   ค. เมือง ค อยู่เหนือสุด
   ง. เมือง ง อยู่เหนือสุด
4. แก้วเป็นน้องขวด ขวดเป็นพี่โหล ข้อใดถูกต้อง
   ก. ขวดอายุมากที่สุด
   ข. แก้วอายุน้อยที่สุด
   ค. โหลเป็นพี่แก้ว
   ง. แก้วอายุมากกว่าขวด
5. ก้อยสูงกว่าโป้ง แต่เตี้ยกว่ากลาง และนางสูงกว่าก้อย ใครเตี้ยที่สุด
   ก. ก้อย
   ข. กลาง
   ค. โป้ง
   ง. นาง
6. ทองรวยกว่าแก้ว เพชรรวยกว่าเงิน เงินรวยกว่าทอง ดังนั้นใครรวยที่สุด
   ก. ทอง
   ข. แก้ว
   ค. เพชร
   ง. เงิน
7. นักเรียนทุกคนเป็นคนเก่ง คนเก่งเป็นคนนอนดึก สรุปได้ว่าอย่างไร
   ก. นักเรียนบางคนไม่เก่ง
   ข. นักเรียนทุกคนนอนดึก
   ค. นักเรียนบางคนนอนไม่ดึก
   ง. ยังสรุปไม่ได้
8. มานพจะใส่เสื้อตามสีประจำวัน วันนี้เป็นวันศุกร์ เมื่อวานมานพใส่เสื้อสีอะไร
   ก. เหลือง
   ข. เขียว
   ค. ฟ้า
   ง. แสด
9. ไก่แพงกว่าเป็ด เป็ดถูกกว่าปลา และปลาถูกกว่าปู ดังนั้นข้อสรุปใดถูกต้อง
   ก. ไก่แพงกว่าปลา
   ข. เป็ดราคาถูกที่สุด
   ค. ปูราคาแพงที่สุด
   ง. ปูแพงกว่าไก่
10. แม่มีอาชีพค้าขาย พ่อมีอาชีพทหาร ดังนั้นข้อสรุปใดถูกต้อง
    ก. ลูกชายเป็นทหาร
    ข. แม่รวยกว่าพ่อ
    ค. แม่คิดเลขเก่งกว่าพ่อ
    ง. ยังสรุปไม่ได้

ภาคผนวก ค

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องในการวิจัย

1. แบบทดสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์
2. ชุดกิจกรรมการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจคุณภาพเครื่องมือ

รองศาสตราจารย์ชูศรี วงศ์รัตนะ	ภาควิชาการวัดและวิจัยการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
อาจารย์ ดร. ละเอียด รักษ์เผ่า	ภาควิชาการวัดและวิจัยการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
อาจารย์อุดมศักดิ์ นาดี	นักวิชาการ 8 ว. สำนักการศึกษากรุงเทพมหานคร
อาจารย์บุญศิริ ธรรมษ์รัก	อาจารย์ 2 ระดับ 7 โรงเรียนราชสิทธาราม
อาจารย์มาลัย พ่วงแต้ม	อาจารย์ 2 ระดับ 7 โรงเรียนวัดพระยาทำ
อาจารย์เพ็ญศรี คงวุ่น	อาจารย์ 1 ระดับ 5 โรงเรียนวัดนาคกลาง

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวทับทิม สุกใส
วันเดือนปีเกิด	8 มีนาคม 2519
สถานที่เกิด	อำเภอบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	611/4 แขวงวัดอรุณ เขตบางกอกใหญ่
ตำแหน่งหน้าที่การงานในปัจจุบัน	รับราชการสังกัดโรงเรียนวัดใหม่พิเรนทร์
	ตำแหน่งอาจารย์ 1 รับเงินเดือนระดับ 5
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนวัดใหม่พิเรนทร์ สำนักงานเขตบางกอกใหญ่
	กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2532	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านช่องด่าน
	อ. บ่อพลอย จ. กาญจนบุรี
พ.ศ. 2538	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ่อพลอยรัชดาภิเษก
	อ. บ่อพลอย จ. กาญจนบุรี
พ.ศ. 2542	วิทยาศาสตรบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์)
	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี
พ.ศ. 2548	การศึกษามหาบัณฑิต
	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ