

**การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์**

**ปริญญานิพนธ์
ของ
จรัสรัตน์ สุวรรณ**

**เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุขบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
เมษายน 2546**

371.9537

71697

2.2

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

บทคัดย่อ

ของ

จรีรัตน์ สุวรรณ

10 ต.ค. 2546

21/10/12

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุขบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

เมษายน 2546

21/10/12

จรัสรัตน์ สุวรรณ. (2546). การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา
ตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา).
กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม:
รองศาสตราจารย์ ดร. ณรงค์ บัณฑิต, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุพจน์ ไชยสังข์,
รองศาสตราจารย์ ดร. ชานวาทย์ เทียมบุญประเสริฐ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น และเพื่อศึกษาผลการใช้
โปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นที่พัฒนาขึ้น กลุ่มทดลองที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่
2 - 3 ปีการศึกษา 2545 ที่มีคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นไม่ต่ำกว่า 3.5 จากโรง
เรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ฝ่ายมัธยม) โรงเรียนสตรีวิทยา โรงเรียนชนัดดาเบรียล โรงเรียน
สวนกุหลาบวิทยาลัย โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการและโรงเรียนเบญจมราชูทิศ ราชบุรี ที่สอบผ่าน
เกณฑ์คัดเลือกเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ 2 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนแรกเป็นการเสนอชื่อมีนัก
เรียนผ่านเกณฑ์ 145 คน และขั้นที่สองเป็นการทดสอบความสามารถด้วยแบบทดสอบ 2 ฉบับ คือ แบบ
ทดสอบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบความคิดระดับสูง แล้วคัดเลือกนักเรียนที่
ได้คะแนนสูงสุดจำนวน 15 คนแรกเป็นกลุ่มทดลอง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย เครื่องมือคัดเลือก
เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ โปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นสำหรับนักเรียนระดับมัธยม
ศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับโครง
ร่างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์ สำหรับโปรแกรมคอมพิ
นาทอริกเบื้องต้นมีการหาคุณภาพของโปรแกรมโดยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบจากนั้นนำไปทดลองกับกลุ่ม
ทดลองเป็นระยะเวลา 15 วัน ๆ ละ 6 ชั่วโมง รวม 90 ชั่วโมง หลังการทดลองมีการทดสอบด้วยแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์ แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้ Binomial test

ผลการวิจัยสามารถสรุปผลได้ดังนี้ คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
แบบอิงเกณฑ์หลังเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นมีค่าเท่ากับ 57.73 ซึ่งมากกว่าคะแนนจุดตัดของผู้
เชี่ยวชาญ และ 100 % ของนักเรียนกลุ่มทดลองสามารถสอบได้มากกว่าคะแนนจุดตัด อย่างมีนัยสำคัญทาง
สถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า โปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเป็นโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพ
และผลการใช้โปรแกรม พบว่า นักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองมีความสนุกกับการเรียน ความรู้สึกที่อยากเรียนรู้
อย่างต่อเนื่อง โจทย์ปัญหาที่กำหนดไว้ในโปรแกรมเป็นโจทย์ที่ค่อนข้างยาก แต่ทำหาคำความสามารถ สำหรับ
พฤติกรรมในการแก้โจทย์ปัญหาด้านการสำรวจศึกษา การใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหา ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่
นำมาใช้ ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และการสื่อความคิดในการแก้ปัญหาที่มีการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้น
นักเรียนสามารถเลือกใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาได้เหมาะสม และมีประสิทธิภาพ มโนคติของคณิตศาสตร์ที่นักเรียน
นำมาใช้มีความถูกต้อง สอดคล้องกับปัญหา และสามารถเชื่อมโยงความรู้พื้นฐานได้เป็นอย่างดี นักเรียน
สามารถแสดงแนวคิด / วิธีทำที่มากกว่าหนึ่งแนวคิด และมีแนวคิดเป็นของตนเอง นอกจากนั้นยังสามารถนำ
เสนอแนวคิดพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบได้

THE DEVELOPMENT OF AN INTRODUCTION TO COMBINATORICS PROGRAM
FOR SECONDARY MATHEMATICALLY TALENTED STUDENTS

AN ABSTRACT
BY
JAREERAT SUWAN

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Doctor of Education degree in Mathematics Education
at Srinakharinwirot University
APRIL 2003

Jareerat Suwan. (2003). *The Development of an Introduction to Combinatorics Program for Secondary Mathematically Talented Students*. Doctor of Education Degree (Mathematics Education). Bangkok ; Graduate School, Srinakharinwirot University. Committee : Assoc. Prof. Dr Narong Punnim, Assist. Prof. Dr Supotch Chaiyasang, Assoc. Prof. Dr Chanvit Tiamboonprasert

The purposes of this research were: 1) To develop an Introduction to combinatorics Program, and 2) To study its effectiveness after implementation. The experimental group used was MS. 2 and 3 students enrolled in the academic year 2002 whose average grades were not less than 3.5 from six different schools to participate the program. Those schools were Demonstration School of Srinakharinwirot University, Satreewittaya School, St. Gabriel School, Suankularb wittayalai School, Triamudomsuksa Patanakan School and Benjamarachutis school. The experimental group was identified by two steps of selection; firstly by nomination at the amount of 145 students whose grade point average were not less than 3.5 recommended by their classroom mathematics teachers, then 15 out of 145 students were selected through two paper tests. The one on creative problem solving and another one on higher level of thinking. All the instruments used for the research comprised The Selective Instrument for the Mathematically Talented; An Introduction to Combinatorics Program developed; The Evaluation Form for the Specialists to Review the structure of the Program and The Criterion-referenced Achievement Test. After the program was reviewed and approved by the Specialists, it was then used as treatment lasted for 15 days or 90 hours and 6 hours for each day. At the end of treatment, criterion-referenced test was employed. The data were then analyzed by Binomial Test.

The findings were: the program of an Introduction to Combinatorics was effective justified by mean score of 57.73 which was higher than the criterion for effectiveness of the program (49 points) and all of the subjects or 100% obtained higher scores than that of the criterion for effectiveness of the program at the 0.01 level of statistical significance. This convinced the effectiveness of the program. It was further more found that the experimental group enjoyed the program activities after treatment and would like to continue the class. Even though the problems in research program were difficult, it was challengeable. As for problem solving behaviors on problem investigation, problem solving strategy, employment of fundamental mathematics knowledge, flexibility, originality and communication of thought in problem solving, it was found to be better. The experiment group could also selected the appropriate problem solving strategy more effectively, used the mathematical concepts correctly, according to the problems and were able to make connection between the fundamental knowledge and new knowledge. The experimental group could used their own concepts more than once to solve problems, showed and also explained those concepts.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มี
ความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

ของ
นางสาวจรีรัตน์ สุวรรณ

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษาดุสิตบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.นภาพร หะวานนท์)
วันที่ 24 เดือน เมษายน พ.ศ. 2546

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ ปิ่นนิยม)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ ไชยสังข์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(รองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เสวตมาลย์)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุ่ง เชนจิต)

พระมหากษัตริย์คุณ

ด้วยในระหว่างการศึกษาในระดับปริญญาตรีบัณฑิต
ข้าพระพุทธเจ้าได้รับทุนสนับสนุนการศึกษาจากมูลนิธิคุรุปัทม
ในพระราชูปถัมภ์ของสมเด็จพระบรมโอรสาธิราช ฯ สยามมกุฎราชกุมาร
ข้าพระพุทธเจ้าสำนึกในพระมหากษัตริย์คุณเป็นล้นเกล้าล้นกระหม่อม
อย่างหาที่สุดมิได้

ด้วยเกล้าด้วยกระหม่อม
ข้าพระพุทธเจ้า
นางสาวจรีรัตน์ สุวรรณ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาเสียสละเวลา ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือจากหลายฝ่าย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ บินนิม ประธานกรรมการ ที่เป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ เสียสละเวลาให้คำแนะนำปรึกษา ติดตามการทำงาน ช่วยแก้ไขข้อบกพร่อง เป็นแบบอย่างของครูและนักวิจัยต้นแบบให้แก่ผู้วิจัย ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ ไชยสังข์ และรองศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ กรรมการ ที่ได้กรุณาเสียสละเวลา ให้คำแนะนำปรึกษาที่เป็นประโยชน์ ให้กำลังใจ และให้ความกรุณาช่วยเหลือด้านต่าง ๆ ที่มีคุณค่ายิ่ง ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เศวตมาลย์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รุ่ง เจนจิต กรรมการแต่งตั้งเพิ่มเติม ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าของท่านมาเป็นกรรมการสอบปากเปล่า และกรุณาให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิตติยา ปภาพจน์ ที่ได้กรุณาเสียสละเวลา ให้คำแนะนำปรึกษาที่เป็นประโยชน์ ให้ความกรุณาช่วยเหลือด้านต่าง ๆ ที่มีคุณค่ายิ่ง และได้กรุณาเป็นผู้ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ขอกราบขอบพระคุณคณะผู้เชี่ยวชาญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ระพีพันธ์ โพธิ์ศรี รองศาสตราจารย์ ดร.นิตยา สุวรรณศรี ดร. สุมิตรา โรจนินิติ และดร. รสวลีย์ อักษรวงศ์ ที่ให้กำลังใจ สละเวลา แสดงความคิดเห็น ให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ประจำหลักสูตรทุกท่าน ที่กรุณาถ่ายทอดความรู้ ประสบการณ์ และให้คำแนะนำช่วยเหลือด้านต่าง ๆ

ขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสำหรับ อาจารย์ สุรสาธ ฝาสุข ที่ให้กำลังใจ และให้ความช่วยเหลือในการทดลองใช้โปรแกรม และเพื่อนร่วมรุ่นทุกคนที่เป็นกำลังใจ ขอขอบคุณเป็นอย่างสูงสำหรับนักเรียนทุก ๆ ท่าน ที่กรุณาสละเวลาเป็นกลุ่มทดลอง ให้ความร่วมมือด้วยความตั้งใจเป็นอย่างดี

ขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ และญาติพี่น้องทุก ๆ ท่านที่เป็นผู้คอยให้ความช่วยเหลือด้านต่าง ๆ ให้กำลังใจ และได้สนับสนุน จนทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงไปได้ด้วยดี

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผู้วิจัยรู้สึกเป็นเกียรติอย่างสูง และหวังว่าผลงานวิจัยนี้คงจะเป็นประโยชน์ ต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 โดยเฉพาะการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

จรัสรัตน์ สุวรรณ

สารบัญ

บทที่	หน้า
1. บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย	3
ความสำคัญของการวิจัย	3
ขอบเขตของการวิจัย	3
กลุ่มทดลอง.....	3
เนื้อหาของโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น.....	3
ผลการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น.....	3
นิยามศัพท์เฉพาะ	4
สมมติฐานการวิจัย	5
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์	6
ความหมายของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์	6
ลักษณะของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์	7
ศักยภาพด้านการคิดของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์	8
การคัดแยกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ	9
การพัฒนาหลักสูตรสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ	10
แนวทางการจัดหลักสูตรสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ	10
รูปแบบการจัดหลักสูตร สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ	11
รูปแบบการเรียนการสอน สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ	11
โปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ	18
ความหมายของคอมพิวเตอร์	18
เนื้อหาในคอมพิวเตอร์	19
การเรียนการสอนคอมพิวเตอร์	20
การแก้ปัญหา	21
การจัดการเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ.....	24
บทเรียนแบบโปรแกรม	26
แบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์	27
ประเภทของแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์.....	27
คะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์	28
การวิเคราะห์แบบทดสอบอิงเกณฑ์	28
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	29

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
3.	วิธีดำเนินการวิจัย	32
	การกำหนดกลุ่มทดลอง.....	32
	การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือในการวิจัย.....	33
	การทดลองภาคสนาม.....	37
	การวิเคราะห์ข้อมูล	38
4.	ผลการวิจัย	39
	ผลการสร้างและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น.....	39
	ผลการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์.....	46
	ผลการหาประสิทธิภาพของโปรแกรม.....	48
	ผลการใช้โปรแกรม.....	49
5.	สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	54
	ความมุ่งหมาย สมมติฐาน และวิธีดำเนินการวิจัย	54
	สรุปผลการวิจัย.....	56
	อภิปรายผล	57
	ข้อเสนอแนะ	59
	บรรณานุกรม	61
	ภาคผนวก	67
	ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญและนักเรียนที่เข้าร่วมโครงการวิจัย	68
	ภาคผนวก ข แบบประเมินโครงร่างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น	71
	ภาคผนวก ค แบบทดสอบอิงเกณฑ์	82
	ภาคผนวก ง รายชื่อหนังสือในมุมความรู้ และเกม	87
	ภาคผนวก จ การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์	90
	ภาคผนวก ฉ ภาพตัวอย่างการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน และ ความคิดเห็น ในการเรียน.....	92
	ภาคผนวก ช โปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น	97
	ประวัติย่อผู้วิจัย.....	124

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	ผลการประเมินความเหมาะสมของโครงร่างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น.....	42
2	ผลการประเมินความสอดคล้องของโครงร่างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น.....	44
3	ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบ อิงเกณฑ์ชุดที่ 1	46
4	ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบ อิงเกณฑ์ชุดที่ 2	47
5	ผลการวิเคราะห์คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์.....	47
6	ผลการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบ อิงเกณฑ์กับคะแนนจุดตัด.....	48
7	ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาด้านการสำรวจ ตามระยะต่าง ๆ ของ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน.....	49
8	ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาด้านการใช้ทฤษฎีแก้ปัญหา ตามระยะ ต่าง ๆ ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน.....	50
9	ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาด้านความคิดยืดหยุ่น ตามระยะต่าง ๆ ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน.....	51
10	ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาด้านความคิดริเริ่ม ตามระยะต่าง ๆ ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน.....	51
11	ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาด้านการสื่อความคิดในการแก้ปัญหา ตามระยะต่าง ๆ ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน.....	52

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	รูปแบบการสอนที่ใช้ในชั้นเรียนปกติของ Bloom	12
2	รูปแบบการสอนที่มุ่งพัฒนาความคิดระดับสูงและท้าทายสติปัญญา ของ Bloom.....	12
3	โครงสร้างทางปัญญาของกิลฟอร์ด.....	14
4	ขั้นตอนการเรียนรู้การสอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของปาร์น.....	18
5	แบบจำลองของการแก้ปัญหาในแนวดตรง	22
6	กรอบความคิดที่เน้นความเป็นพลวัต และวงจรธรรมชาติของการแก้ปัญหา	22

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ปัจจุบันเป็นยุคที่เทคโนโลยีมีความเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว ประเทศไทยจึงต้องการผู้ที่มีความรู้ความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจำนวนมาก ในการพัฒนาด้านเทคโนโลยีให้เจริญก้าวหน้าทัดเทียมกับต่างประเทศ จากการประเมินสถานภาพกำลังคนในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สวทช.2543:12) พบว่าประเทศไทยกำลังเผชิญกับสภาวะการขาดแคลนกำลังคนในด้านนี้อย่างรุนแรง และศักยภาพของกำลังคนที่มีอยู่ก็ยังไม่เข้มแข็งเพียงพอที่จะทำให้ประเทศสามารถยืนหยัดอยู่ได้ด้วยพึ่งพาตนเอง จึงต้องอาศัยเทคโนโลยีจากต่างประเทศเป็นหลัก จากเหตุผลดังกล่าวทำให้ประเทศไทยต้องหันมาเร่งรัดการผลิตกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างจริงจัง เพื่อให้มีคุณภาพและปริมาณพอเพียงกับความต้องการ วิธีการผลิตกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีวิธีหนึ่งก็คือการจัดการศึกษาสำหรับผู้ที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายของรัฐบาล (คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.2541:26-27) ในการวางแผนพัฒนาการศึกษาสำหรับเด็กและเยาวชนผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ให้บรรลุศักยภาพสูงสุด

การจัดการศึกษาสำหรับผู้ที่มีความสามารถพิเศษเป็นการให้โอกาสทางการศึกษาสำหรับเยาวชนซึ่งเป็นทรัพยากรบุคคลที่มีคุณค่า แต่การจัดการศึกษาสำหรับผู้ที่มีความสามารถพิเศษในปัจจุบัน เป็นการจัดการศึกษาในรูปแบบที่ไม่แตกต่างจากเด็กทั่วไปเพราะยังใช้หลักสูตรเช่นเดียวกัน เพียงแต่มีการปรับเปลี่ยนหรือเพิ่มกิจกรรมให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของโครงการที่จัดขึ้นเท่านั้น (อุษณีย์ โพธิสุข .2541:187 – 188) ด้วยเหตุผลดังกล่าว พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 จึงกำหนดเป็นนโยบายในมาตรา 10 วรรค 4 ว่า"...การจัดการศึกษาสำหรับบุคคลซึ่งมีความสามารถพิเศษ ต้องจัดด้วยรูปแบบที่เหมาะสมโดยคำนึงถึงความสามารถของบุคคลนั้น"(คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2542: 9)

การจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษโดยให้เรียนร่วมกับเด็กปกตินั้นพบว่า ทำให้เด็กรู้สึกเบื่อหน่าย ต้องพยายามหาวิธีการฆ่าเวลาในแต่ละวัน วันละหลายชั่วโมง และเด็กเหล่านั้นรู้สึกไม่คอยสบายใจกับการจัดการเรียนการสอนที่เข้มงวดและจำกัดการมีส่วนร่วมของเด็กโดยไม่ได้รับการกระตุ้นให้แสดงความคิดสร้างสรรค์ จึงทำให้เด็กเหล่านี้ต้องทำตัวเป็นนักวิชาการที่ดีตามความคาดหวังและใช้ความจำทำคะแนนให้ได้ดี (Freeman.2001:1 ; citing Sternberg & Lubart.1955) ดังนั้น การจัดการศึกษาเฉพาะกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษจึงช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ของเด็ก รวมทั้งทำให้มีความทะเยอทะยาน สามารถพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณและความคิดสร้างสรรค์ (Freeman.2001:6 ; citing Rogers & Span.1993) การจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษโดยทั่วไปนิยมจัดใน 2 รูปแบบคือการเร่งเวลาเรียน (Acceleration) และการเพิ่มพูนประสบการณ์(Enrichment) การเร่งเวลาเรียนเป็นการช่วยให้เด็กได้เรียนเร็วขึ้นหรือการเรียนข้ามชั้นเรียน การเร่งเวลาเรียนนั้นขึ้นอยู่กับความก้าวหน้าของเด็กที่จะตระหนักถึงความสามารถของตน จึงเป็นการตอบสนอง ส่วนการเพิ่มพูนประสบการณ์เป็นการพัฒนาศักยภาพที่ถูกซ่อนเร้นไว้ เป็นการกระตุ้นให้เด็กได้ตระหนักถึงเนื้อหาที่กว้างขึ้น (Freeman.2001:7) สำหรับประเทศไทยนั้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สวทช.) ได้จัดการศึกษาสำหรับเยาวชนที่จะไปแข่งขันโอลิมปิกวิชาการวิชาคณิตศาสตร์ระหว่าง

ประเทศโดยจัดแบบเพิ่มพูนประสบการณ์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อคัดเลือกผู้ที่ได้คะแนนสูงสุด 6 คนแรกเป็นตัวแทนไปแข่งขัน

การส่งเยาวชนไทยไปแข่งขัน คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ โอลิมปิกวิชาการระหว่างประเทศ โดยมีเป้าหมายที่จะวัดมาตรฐานมัธยมศึกษาของประเทศไทยเทียบกับสากล และนำความรู้ที่ได้จากการอบรมและจากการแข่งขันมาช่วยยกระดับมาตรฐานการศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของประเทศ แต่การส่งเยาวชนไทยไปแข่งขันโอลิมปิกวิชาการระหว่างประเทศ ตั้งแต่ พ.ศ.2532 จนถึงปัจจุบัน พบว่า ยังไม่บรรลุผลตามเป้าหมายดังกล่าว เนื่องจากการแข่งขันโอลิมปิกวิชาการเป็นมาตรฐานมัศึกษาระดับสากล ซึ่งสูงกว่ามาตรฐานมัธยมศึกษาของไทย ข้อสอบที่ออกซับซ้อนหลายชั้นและเน้นภาคปฏิบัติ ซึ่งนักเรียนไทยยังขาดทักษะในด้านนี้(สอวน.2543:2) การยกระดับมาตรฐานด้านคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาให้เทียบเท่าสากลนั้นกระทำได้ยากในระยะเวลาสั้น จำเป็นต้องทำต่อเนื่องเป็นเวลานาน และจากการศึกษาข้อสอบแข่งขันคณิตศาสตร์โอลิมปิกระหว่างประเทศพบว่า ข้อสอบนั้นครอบคลุมเนื้อหาวิชาพีชคณิต เรขาคณิต ทฤษฎีจำนวน และคอมบินาทอริก (สสวท.2537) นอกจากนั้นเนื้อหาดังกล่าวยังถูกจัดให้เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาของสหรัฐอเมริกา (House.1991:59-64 ;Tobin.1983:1 -2)

คอมบินาทอริกเป็นคณิตศาสตร์ที่ศึกษาภายใต้เซตจำกัดเกี่ยวกับการแจกแจง การจัดสิ่งของให้เป็นไปตามรูปแบบและเงื่อนไขที่กำหนด ฮาร์ท (Hart .1991:70) ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาเชิงคอมบินาทอริกว่า เป็นการแก้ปัญหาเพื่อที่จะตอบคำถามต่อไปนี้เพียงหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งคำถามคือ ปัญหานั้นมีคำตอบหรือไม่ ถ้ามีคำตอบแล้วมีคำตอบได้กี่แบบ และคำตอบใดเป็นคำตอบที่เหมาะสมที่สุด อิงกลิม (English.1993:257-258) ได้กล่าวถึงความสำคัญของคอมบินาทอริกไว้สองประการคือ ประการแรกคอมบินาทอริกประกอบไปด้วยโครงสร้างของหลักการเชิงคณิตศาสตร์ที่สำคัญหลายหลักการเช่นหลักการนับเบื้องต้น และคอมบินาทอริกยังครอบคลุมเนื้อหาในหลักสูตรของคณิตศาสตร์หลายสาขารวมทั้งการนับ การคำนวณ และความน่าจะเป็น ประการที่สอง การแก้ปัญหาเชิงคอมบินาทอริกนั้นส่งเสริมให้เกิดพัฒนาการในขั้นการคิดอย่างเป็นแบบแผน (formal-operation stage) ตามทฤษฎีการเรียนรู้ของเพียเจต์ (Piaget) ดังนั้นเนื้อหาของคอมบินาทอริกเช่น หลักการนับเบื้องต้น วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ หลักการนับพิราบ จึงเป็นพื้นฐานที่จะนำไปสู่ความเข้าใจเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ขั้นสูงและคณิตศาสตร์ที่เป็นนามธรรม นอกจากนั้นคอมบินาทอริกยังมีความสำคัญอย่างยิ่งในการประยุกต์ใช้ในสาขาวิชาต่าง ๆ โดยเฉพาะสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์(Chen & Koh . 1996 ; Brualdi .1999 ; Jackson & Thoro.1990)

จากการศึกษางานวิจัยในประเทศพบว่ามีการพัฒนาหลักสูตรเสริมสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นอยู่ 3 หลักสูตรคือ หลักสูตรทฤษฎีจำนวน (นิตติยา ปากพจน์. 2540) หลักสูตรเรขาคณิต (พิชากกร แปลงประสพโชค. 2540) และหลักสูตรพีชคณิต (ยุพร ริมชลการ. 2543) แต่ยังไม่มีการวิจัยและพัฒนาหลักสูตรคอมบินาทอริก และจากการติดตามผลของนักเรียนที่เข้าร่วมโครงการทดลองใช้หลักสูตรเสริมสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นทั้ง 3 หลักสูตร พบว่านักเรียนหลายคนได้เป็นตัวแทนของประเทศไทยไปแข่งขันโอลิมปิกวิชาการ วิชาคณิตศาสตร์ระหว่างประเทศ และได้ทำชื่อเสียงให้กับประเทศไทย ประกอบกับการแก้ปัญหาทางคอมบินาทอริก เป็นการแก้ปัญหาที่ถ้าสามารถหาคำตอบได้แล้วจะมีวิธีหาคำตอบได้มากกว่าหนึ่งวิธี การแก้ปัญหาทางคอมบินาทอริกจึงเป็นการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับลักษณะของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ และยังท้าทายความสามารถของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญและความจำเป็นในการที่จะส่งเสริม และพัฒนา

ผู้ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ โดยการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ โดยมุ่งให้ผู้เรียนได้เรียนรู้แนวคิดที่สำคัญเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์เบื้องต้น และพัฒนาความสามารถด้านการแก้ปัญหา เพื่อให้เป็นนักแก้ปัญหาที่ดีและมีคุณภาพไม่เพียงแต่ต้องการคำตอบของปัญหาเท่านั้นทั้งยังสามารถเลือกคำตอบที่เหมาะสมกับสถานการณ์นั้นได้ โดยจัดให้นักเรียนเรียนแบบวิธีเพิ่มพูนประสบการณ์ ซึ่งจัดนอกเวลาเรียนปกติในลักษณะการจัดกลุ่มเฉพาะและเรียนในช่วงปิดภาคเรียน

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น และเพื่อศึกษาผลการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นที่พัฒนาขึ้น

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมกับศักยภาพของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
2. ส่งเสริมเยาวชนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ให้พัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ให้สูงขึ้น
3. เป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมพิเศษสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษสาขาอื่น ๆ ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

1. กลุ่มทดลอง เป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 และมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโดยเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.5 กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 ในโรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ฝ่ายมัธยม) โรงเรียนสตรีวิทยา โรงเรียนเซนต์คาเบรียล โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ และโรงเรียนบุญจรัสวิทยาสรรค์ ราชบุรี โดยกลุ่มทดลองทั้งหมดเป็นนักเรียนที่ได้คะแนนสูงสุดจำนวน 15 คนแรกของขั้นตอนการคัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษในชั้นที่ 2 (ดังรายละเอียดในบทที่3) และไม่เคยเข้าร่วมโครงการส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ศึกษา (สอวน.)

2. เนื้อหาของโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนแรกเป็นความรู้พื้นฐาน ได้แก่ เซต ตรรกศาสตร์ ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ส่วนที่สองเป็นเนื้อหาทางคอมพิวเตอร์ ได้แก่ หลักการนับเบื้องต้น วิธีเรียงสับเปลี่ยน วิธีจัดหมู่ การเพิ่มเข้า – ตัดออก และฟังก์ชันก่อกำเนิด

3. ผลการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น เป็นการศึกษาพฤติกรรมการเรียนของกลุ่มทดลองเกี่ยวกับความรู้ที่อยากเรียนรู้ ความท้าทายของโจทย์ปัญหา พฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งได้จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนของกลุ่มทดลองทั้งหมดระหว่างเรียน และซักถามนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองหลังจากการเรียนการสอนสิ้นสุดลง จำนวน 10 คน

นิยามศัพท์เฉพาะ

นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

หมายถึง นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ มัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโดยเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.5 และมีความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์โดดเด่นกว่านักเรียนอื่น ๆ ในวัยเดียวกันโดยพิจารณาจากการให้คะแนนของครู และนักเรียนจากแบบเสนอชื่อนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษรวมกันแล้วเฉลี่ยต่อข้อเป็น 2.5 และคะแนนผลการทดสอบด้วยแบบทดสอบสองฉบับคือแบบทดสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความคิดระดับสูง โดยสามารถตอบแบบทดสอบได้มากกว่า 50% และ 80% ของคะแนนเต็มจากแบบทดสอบทั้งสองฉบับตามลำดับ

โปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น

หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้สอนนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ใช้เวลาเรียน 90 ชั่วโมง โดยมุ่งให้ผู้เรียนได้เรียนรู้แนวคิดที่สำคัญเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์เบื้องต้นและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา โปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ประกอบด้วยเอกสาร 2 เล่มคือ

1. เอกสารประกอบการเรียน ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาคอมพิวเตอร์เบื้องต้น และโจทย์ปัญหาสำหรับฝึกทักษะในการแก้โจทย์ปัญหา โดยเนื้อหาคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนแรกเป็นความรู้พื้นฐาน ได้แก่ เซต ตรรกศาสตร์ ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ส่วนที่สองเป็นเนื้อหาทางคอมพิวเตอร์ ได้แก่ หลักการนับเบื้องต้น วิธีเรียงสับเปลี่ยน วิธีจัดหมู่ การเพิ่มเข้า – ตัดออก และฟังก์ชันก่อกำเนิด โดยใช้แนวคิดในการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตของวิสัยทัศน์และคณะ เป็นกรอบความคิดในการสร้างคำถามกระตุ้นให้นักเรียนแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และเพิ่มเติมการขยายปัญหาไปใช้ในการสร้างโจทย์ปัญหาสำหรับฝึกทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาโดยเฉพาะการเพิ่มเติมการขยายปัญหา

2. แผนการสอน ประกอบด้วย สารสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อ การวัดและประเมินผล จะใช้รูปแบบการเรียนการสอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของปาร์น(ดังภาพประกอบ 4 หน้า 18) และในแต่ละขั้นตอนของการนำเสนอบทเรียนผู้วิจัยจะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยจะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติแก้ปัญหา ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง มีโอกาสได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ความรู้กับเพื่อนร่วมห้อง

ประสิทธิภาพของโปรแกรม

หมายถึง พัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียน ซึ่งได้จากการทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์ และคะแนนจุดตัดของผู้เชี่ยวชาญที่กำหนดให้กับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์ ถ้าคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนมากกว่าคะแนนจุดตัดของผู้เชี่ยวชาญ และผู้เรียนมากกว่า 75% สามารถสอบได้คะแนนมากกว่าคะแนนจุดตัดแสดงว่าโปรแกรมมีประสิทธิภาพ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์

หมายถึง แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัยมี 2 ชุด ใช้เวลาสอบชุดละ 3 ชั่วโมง ดังนี้

ชุดที่ 1 แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคอมพิวเตอร์ มีจำนวน 5 ข้อ

ชุดที่ 2 แบบทดสอบวัดความรู้ในเนื้อหาคอมพิวเตอร์ มีจำนวน 10 ข้อ

คะแนนจุดตัด

หมายถึง เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินการรู้ชั้นต่ำของนักเรียนที่ยอมรับว่าเป็นผู้รอบรู้ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคอมพิวเตอร์เป็นผู้กำหนดให้กับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์

การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

หมายถึง กระบวนการที่ซับซ้อนทางสมองซึ่งเกี่ยวข้องกับการหยั่งเห็น การจินตนาการ การจัดกระทำ และการรวบรวมความคิด โดยอาศัยความสามารถในการคิดอย่างสร้างสรรค์ ในการคิดหาทางเลือกหลาย ๆ แบบ ก่อนที่จะเลือกนำไปใช้แก้ปัญหา

สมมติฐานการวิจัย

โปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและนำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
2. การพัฒนาหลักสูตรสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ
3. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ป้องกันสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
4. แบบทดสอบอิงเกณฑ์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

1.1 ความหมายของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

ก่อนที่จะกล่าวถึงความหมายของนักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยขอกล่าวถึงนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษโดยทั่วไปก่อน จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า นักวิชาการและหน่วยงานทางการศึกษาได้ให้นิยามคำว่า “นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ” หลายความหมายด้วยกัน ซึ่งส่วนใหญ่มักอ้างถึงความฉลาดที่เกินวัยของเด็กหากมีการทดสอบทางสติปัญญาหรือความถนัด นักเรียนเหล่านี้จะได้คะแนนสูงกว่านักเรียนทั่วไป แต่คำนิยามที่ได้รับการยอมรับและที่นิยมใช้คือ คำนิยามของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาของสหรัฐอเมริกา (U.S. Office of Education . 1993) ได้นิยามความหมายของ นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษว่า หมายถึง นักเรียนที่แสดงออกถึงความสามารถอันโดดเด่น หรือแสดงศักยภาพที่จะพัฒนาให้โดดเด่นให้เป็นที่ประจักษ์ได้ เมื่อเปรียบเทียบกับนักเรียนที่มีสภาพแวดล้อมหรือประสบการณ์คล้ายคลึงกัน หรืออายุพอ ๆ กัน ความสามารถพิเศษที่เหนือคนอื่นอาจมีด้านเดียว หรือหลายด้านดังต่อไปนี้คือ ความสามารถทางด้านสติปัญญา (intellectual ability) ทางวิชาการสาขาใดสาขาหนึ่ง (specific academic ability) ความสามารถทางการคิดสร้างสรรค์ (creative thinking ability) ความสามารถทางด้านความเป็นผู้นำ (leadership ability) และความสามารถทางด้านศิลปะหรือดนตรี (visual / performing arts & musics) นอกจากนี้ยังมีคำนิยามที่มีชื่อเสียงอีกความหมายหนึ่ง คือ นิยามของเรนซูลี (Renzulli . 1977:19) กล่าวว่า นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษว่า หมายถึง นักเรียนที่มีความสามารถ 3 ประการประกอบกันคือ มีความสามารถทางด้านหนึ่งด้านใดสูงกว่าปกติ มีความมุ่งมั่นมุ่งมั่นต่องานและมีความคิดสร้างสรรค์เหนือนักเรียนปกติ

สำหรับประเทศไทย คณะกรรมการศึกษาแห่งชาติ (คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2541) ได้ให้ความหมายของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษว่า หมายถึง เด็กและเยาวชนที่แสดงออกซึ่งความสามารถอันโดดเด่นด้านหนึ่งด้านใดหรือหลายด้าน ในด้านสติปัญญา ความคิดสร้างสรรค์ การใช้ภาษา การเป็นผู้นำ การสร้างงานทางด้านทัศนศิลป์และศิลปะการแสดง ความสามารถทางด้านดนตรี ความสามารถทางด้านกีฬา ความสามารถทางด้านวิชาการสาขาใดสาขาหนึ่งหรือหลายสาขา พฤติกรรมดังกล่าว แสดงให้เห็นถึงศักยภาพที่พัฒนาความสามารถได้อย่างเป็นที่ประจักษ์ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับเด็กและเยาวชนอื่นที่มีอายุระดับเดียวกัน สภาพแวดล้อมหรือประสบการณ์ระดับเดียวกัน

จากการศึกษาดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยได้แนวคิดเกี่ยวกับความหมายของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านคณิตศาสตร์ว่า น่าจะมีความหมายเช่นเดียวกับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษโดยทั่วไป เพียงแต่นักเรียนเหล่านี้มีความสนใจและความสามารถทางวิชาการด้านคณิตศาสตร์ที่โดดเด่นเป็นที่ประจักษ์เมื่อเปรียบเทียบกับนักเรียนที่มีอายุระดับเดียวกัน สำหรับความหมายของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านคณิตศาสตร์นั้น ได้มีผู้กล่าวถึงความหมายของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านคณิตศาสตร์ไว้หลายท่าน พอสรุปได้ดังนี้ นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านคณิตศาสตร์ หมายถึง นักเรียนที่มีความสามารถโดดเด่นทางด้านคณิตศาสตร์ มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เหนือกว่าปกติ มีความมุ่งมั่นต่องานทางด้านคณิตศาสตร์ สามารถที่จะเข้าใจเรื่องนามธรรม สามารถแก้ปัญหาและให้เหตุผลได้ มีความคิดยืดหยุ่น สามารถย้อนกระบวนการคิดและย้อนทวนกระบวนการคิดได้ (Heid . 1983 : 221-222 ; House . 1987 : 14-15 ; Krutetskii . 1976 : 302 ; Ridge and Renzulli . 1981 : 208-209)

กล่าวโดยสรุป นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านคณิตศาสตร์ หมายถึง นักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์โดดเด่นกว่านักเรียนอื่น ๆ ในวัยเดียวกัน ความสามารถที่เหนือปกติเหล่านี้จะรวมถึงการมีความคิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหาพร้อมทั้งให้เหตุผลและการเข้าใจเรื่องนามธรรมได้

1.2 ลักษณะของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านคณิตศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับลักษณะของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษโดยทั่วไป พอสรุปลักษณะของนักเรียนเหล่านี้ได้ดังนี้

1. มีศักยภาพในการแก้ปัญหาและให้เหตุผล
2. มีความอยากรู้อยากเห็นอย่างสม่ำเสมอ
3. สามารถใช้คำศัพท์สูงเกินวัยทั้งปริมาณและคุณภาพของคำ
4. มีความสนใจในสิ่งต่างๆ ทั้งในมุมกว้างและแนวลึก
5. รักการอ่านและสามารถเรียนรู้ได้จากการอ่าน
6. สามารถเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วและง่ายดาย
7. มีความเข้าใจในสิ่งที่เป็นามธรรม และสิ่งที่ซับซ้อน
8. มีความคิดสร้างสรรค์
9. มีสมาธิเยี่ยม
10. มักจะสร้างมาตรฐานในการประเมินตนเอง
11. มีความคิดยืดหยุ่น
12. ชอบคิดค้นสิ่งใหม่ๆ และมีความคิดแปลกใหม่
13. สามารถสื่อสารกับผู้ใหญ่ได้เหมือนอยู่ในวัยเดียวกัน
14. มีความสุขและสนุกในการเผชิญกับสิ่งท้าทาย

ซึ่งนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษอาจไม่มีลักษณะทั้งสิบสี่อย่างในข้างต้น แต่อาจมีลักษณะหลายอย่างหรือบางอย่างเท่านั้น (คุชฌี บริพัตร ณ อยุธยา . 2531 ; ผดุง อารยะวิญญู . 2542 : 175-177 ; อุษณีย์ โพธิสุข . 2543 : 37-41 ; House . 1987 : 8-9 ; Ridge and Renzulli . 1981 : 191-266 ; Nordby . 2/6/44)

สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์นั้นโดยทั่วไปจะมีลักษณะดังนี้

1. สามารถที่จะทำความเข้าใจ เรียนรู้ และประยุกต์แนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างรวดเร็ว
2. มีความสามารถสูงในการคิด และทำในสิ่งที่เป็นามธรรมได้้นอกจากนี้ยังสามารถหารูปแบบและความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ได้รวดเร็ว

3. มีความสามารถที่จะใช้ความคิดอย่างยืดหยุ่นและสร้างสรรค์ในการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องและประหยัดเวลา
4. มีความสนใจเกี่ยวกับข้อมูลเชิงตัวเลข
5. สามารถที่จะนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้กับโจทย์ปัญหาและสถานการณ์ใหม่ๆ ได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ ในการแก้โจทย์ปัญหายังจะสนใจโครงสร้างของปัญหามากกว่ารายละเอียดปลีกย่อย
6. สามารถจัดเนื้อหาและแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดีโดยเฉพาะหลักการ วิธีการพิสูจน์ วิธีการหาคำตอบ และความสัมพันธ์ของเนื้อหา
7. สามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับปริมาณและมิติสัมพันธ์ รวมทั้งแนวคิดเกี่ยวกับสัญลักษณ์
8. สามารถที่จะสรุปเหตุผล และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์
9. มีจิตสำนึกในการคิดคำนวณ
10. มีความมุ่งมั่นในการทำงานและกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ โดยมีการวางแผน และดำเนินงานให้บรรลุเป้าหมาย นอกจากนี้ ยังมีสมาธิและจดจ่ออยู่กับงานคณิตศาสตร์เป็นเวลานานๆ ได้
11. มีความสามารถในการตั้งสมมุติฐานและคาดคะเนคำตอบได้
12. มีความสามารถในการย้อนกระบวนการคิดได้
13. มีความสามารถในการศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง และมีแนวทางการคิดที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างจริงจัง

(Greenes . 1981 : 14-16 , Heid . 1983 . 224 ; House . 1987 : 8-9 ; Kruteetskii . 1976 : 302 ; อุษณีย์ โพธิสุข . 2543 : 46-47 ; นิตติยา ปภากจน์ . 2540 : 16-17)

กล่าวโดยสรุป นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์มีลักษณะที่แตกต่างจากนักเรียนปกติทั่วไปคือ มีความสามารถในการคิดและเข้าใจในสิ่งที่เป็นนามธรรม สามารถให้เหตุผลและหาคำตอบของปัญหาที่แปลกใหม่ได้อย่างรวดเร็ว มีความมุ่งมั่นในการทำงานและกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ยังสามารถที่จะประยุกต์ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างรวดเร็ว จากลักษณะดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยสามารถนำแนวคิดเกี่ยวกับลักษณะของเด็กนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์โดยเฉพาะลักษณะการคิดและการแก้ปัญหา มากำหนดเป็นทิศทางของเนื้อหาว่าควรจะมีความเป็นนามธรรมมากขึ้น และโจทย์ปัญหาควรจะเป็นโจทย์ที่แปลกใหม่และท้าทาย การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการคิด และค้นคว้าด้วยตนเอง

1.3 ศักยภาพด้านการคิดของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ

ศักยภาพด้านการคิดของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ที่ เป็นความสามารถในการคิดประกอบด้วย การคิดระดับสูง การคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Meier. 1993: 8-10, 26-27 ; Martorell. 1992 : 3326 ; Carroll, et al. 1992 : 209-212 ; Gallucci. 1992 : 389 ; Woo. 1991: 506)

ความคิดระดับสูง (Higher-order thinking) ตามแนวคิดของบลูม (Bloom. 1956) หมายถึง พฤติกรรมการเรียนรู้ระดับการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ซึ่งเป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ที่สูงกว่าระดับ ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ นอกจากนี้ ครูลีค และ รุดนิก (Krulik & Rudnick. 1993) ได้ให้ความหมายของ การคิดระดับสูง ว่าหมายถึง การคิดขั้นวิเคราะห์ (critical) และการคิดสร้างสรรค์ (creative)

ความคิดสร้างสรรค์ (creative thinking) หมายถึง ความสามารถในการคิดสิ่งที่แปลกใหม่ ในแง่มุมต่าง ๆ เป็นความคิดที่มีประโยชน์และมีคุณค่า (Good & Braphy. 1986: 685) ซึ่งความสามารถในการคิดนี้

(Guilford. 1967) ประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม (originality) ความคิดคล่อง (fluency) ความคิดยืดหยุ่น (flexibility) และความคิดละเอียดลออ (elaboration)

ความคิดอย่างมีวิจารณญาณ (critical thinking) หมายถึง ความคิดอย่างมีเหตุผล มีหลักเกณฑ์ มีหลักฐาน และมีประสิทธิภาพก่อนตัดสินใจว่าจะเชื่อหรือไม่เชื่ออะไร หรือก่อนที่จะตัดสินใจว่าจะทำหรือไม่ทำอะไร (Ennis.1985)

การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (creative problem solving) หมายถึง กระบวนการที่ซับซ้อนทางสมอง ซึ่งเกี่ยวข้องกับการหยั่งเห็นจินตนาการ การจัดกระทำ และการรวบรวมความคิด โดยอาศัยความสามารถในการคิดอย่างสร้างสรรค์ ในการคิดหาทางเลือกหลาย ๆ แบบ ก่อนที่จะเลือกนำไปใช้แก้ปัญหาใหม่ที่ประสบ

ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยมุ่งเน้นการพัฒนาศักยภาพด้านการคิดที่ประกอบด้วย การคิดสร้างสรรค์ และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

1.4 การคัดแยกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ

การคัดแยกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ เป็นการจำแนกนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างจากนักเรียนทั่วไปออกจากกัน วิธีการจำแนกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ มีหลายวิธีที่แตกต่างกัน แต่วิธีการจำแนกที่นิยมกันมากที่สุดมี 4 วิธีคือ 1). การใช้แบบทดสอบวัดไอคิว 2). การเสนอชื่อจากครู 3). การเสนอชื่อจากผู้ปกครอง 4). การเสนอชื่อจากเพื่อน (Freeman .2001 :10) ซึ่งในการคัดแยกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ เพื่อจัดการศึกษาพิเศษนั้น อุษณีย์ โพธิสุข(2541)ได้เสนอแนะว่าไม่ควรให้ความสำคัญกับผลการตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือเท่านั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องมือที่เป็นแบบข้อสอบอาจไม่สอดคล้องกับธรรมชาตินิสัย หรืออาจมีข้อจำกัดอื่น เช่น ประสบการณ์ ความพร้อมในขณะสอบ เป็นต้น แต่ควรคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของโครงการ และธรรมชาติของนักเรียนที่มีความสามารถแต่ละสาขา (อุษณีย์ โพธิสุข . 2541: 93-94)

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตรสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์เรื่องทฤษฎีจำนวนของ นิตติยา ปภาพจน์ (2540) และเรื่องเรขาคณิตของ พิชกร แปลงประสพโชค (2540) พบว่า ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือที่พิจารณาถึงลักษณะของนักเรียนทางด้านพฤติกรรม การเรียนรู้ในการคัดเลือนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย 1). แบบเสนอชื่อ 2). แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และ 3). แบบทดสอบวัดความคิดระดับสูง แบบเสนอชื่อจะเป็นแบบสอบถามที่ให้ผู้หรือนักเรียนเสนอชื่อตนเอง โดยจะสอบถามเกี่ยวกับลักษณะพฤติกรรมของนักเรียนที่ได้รับการเสนอชื่อ ซึ่งเป็นพฤติกรรมดังกล่าวเป็นพฤติกรรมบ่งชี้ถึงคุณลักษณะของนักเรียนเกี่ยวกับความสนใจ ความต้องการ ลักษณะนิสัย และความสามารถ แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นการวัดพฤติกรรมในด้านการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยมีเนื้อหาทางด้านเลขคณิต พีชคณิต เรขาคณิต และทฤษฎีจำนวน ส่วนแบบทดสอบวัดความคิดระดับสูงแบ่งเป็น 7 ตอน คือ อุปมาอุปมัย เหตุผลเชิงนิรนัย ส่วนของเหตุที่ขาดหายไป การสังเคราะห์ลำดับ กลไกปริศนา การวิเคราะห์ข้อมูลที่ให้และมีให้ความกระจำในการตอบปัญหา และการวิเคราะห์คุณลักษณะ (นิตติยา ปภาพจน์ . 2540 : 117-139) ในการคัดเลือนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์มีกระบวนการอยู่สองขั้นตอนคือ

ขั้นตอนแรก เป็นการสอบถามความสนใจ ความสมัครใจจากนักเรียน แล้วให้ครูเสนอชื่อหรือนักเรียนเสนอชื่อตนเอง

ขั้นตอนที่สอง เป็นการทดสอบความสามารถด้วยแบบทดสอบสองฉบับคือ แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ด้านคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความคิดระดับสูง

การคัดเลือกโดยวิธีนี้ จะทำให้ได้นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านคณิตศาสตร์ที่มีความสนใจเข้าร่วมโครงการ

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตรพีชคณิตสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ของ ยูพร ริมชการ (2543) พบว่า ได้ใช้เครื่องมือและกระบวนการเช่นเดียวกับของนิตติยา ปภาพจน์ และพิชากร แปลงประสพโชค เพราะมีความสะดวกและเปิดกว้างและให้นักเรียนได้แสดงความสามารถในการคิดหาคำตอบ ทำให้ง่ายต่อการคัดเลือกและเห็นความแตกต่างระหว่างนักเรียนเก่งและนักเรียนไม่เก่ง

จากข้อมูลดังกล่าวประกอบกับ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยไม่ได้สนใจที่จะพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการคัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นผู้วิจัยจึง มีแนวคิดที่จะใช้เครื่องมือและกระบวนการเช่นเดียวกับของนิตติยา ปภาพจน์ พิชากร แปลงประสพโชค และยูพร ริมชการ ในการคัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ เครื่องมือคัดเลือกดังกล่าวซึ่งประกอบด้วย แบบเสนอชื่อ แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดความคิดระดับสูง โดยมีกระบวนการคัดเลือกสองขั้นตอนคือ ขั้นตอนแรก เป็นการเสนอชื่อโดยครูหรือนักเรียนเสนอตัวเอง ขั้นตอนที่สอง เป็นการทดสอบความสามารถด้วยแบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดความคิดระดับสูง

2. การพัฒนาหลักสูตรสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ

2.1 แนวทางการจัดหลักสูตรสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ

ดวงเดือน อ่อนน่วม (2529 : 54-56) และ ฟรีแมน (Freeman.2001: 7) กล่าวว่า แนวทางการจัดหลักสูตรสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษที่สำคัญมี 2 วิธีคือ

1. วิธีเพิ่มพูนประสบการณ์ (enrichment) เป็นวิธีจัดการศึกษาที่ขยายหลักสูตรให้กว้างขึ้น และลึกกว่าที่มีอยู่ในหลักสูตรปกติ

2. วิธีเร่งเวลาเรียน (acceleration) เป็นการย่นระยะเวลาเรียนที่สามารถจัดได้หลายรูปแบบ เช่น การลดเวลาเรียนเป็นบางครั้ง บางวิชา หรือข้ามชั้นเรียน

การจัดหลักสูตรสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษโดยวิธีเร่งเวลาเรียนนั้น เป็นการจัดการศึกษาที่ตอบสนองนักเรียนที่ตระหนักถึงความสามารถของตน ซึ่งการเร่งนั้นขึ้นอยู่กับความก้าวหน้าของนักเรียน ส่วนวิธีเพิ่มพูนประสบการณ์เป็นการช่วยพัฒนาศักยภาพที่ซ่อนเร้นไว้ หรือเป็นการกระตุ้น (Freeman.2001:7) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้แนวคิดในการจัดหลักสูตรสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีเพิ่มพูนประสบการณ์ ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนที่จะเรียนรู้ได้สูงกว่าระดับพื้นฐานและเป็นวิธีการที่จะสำรวจแนวคิดต่าง ๆ จนกระทั่งได้แนวคิดใหม่ นอกจากนั้น ยังเป็นการเตรียมพื้นฐาน แนวทาง และกระตุ้นให้นักเรียนค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อพัฒนาศักยภาพของนักเรียนให้บรรลุเป้าหมายสูงสุดของตนเองได้

2.2 รูปแบบการจัดหลักสูตรสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ

การจัดหลักสูตรสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษโดยวิธีเพิ่มพูนประสบการณ์นั้น สามารถจัดได้หลายรูปแบบ เช่น การศึกษาอิสระหรือการทำโครงการ การจัดตั้งศูนย์การเรียนรู้ การสาธิต และการฝึกภาคสนาม โครงการเรียนวันเสาร์ โครงการเรียนช่วงปิดเทอม การให้ผู้เชี่ยวชาญดูแลและให้คำปรึกษา การใช้ชุดการสอน การจัดสอบแข่งขัน (ผดุง อารยะวิญญู. 2542 : 183-184 ; Davis & Rimm.1994:123-134)

ดวงเดือน อ่อนน่วม (2529 : 56) ได้กล่าวถึงการเพิ่มพูนประสบการณ์สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษว่า สามารถทำได้ 3 ลักษณะคือ

1. เพิ่มพูนประสบการณ์ในแนวลึก เป็นการศึกษาเนื้อหาวิชาในหลักสูตรอย่างลึกซึ้งและเข้มข้นกว่านักเรียนปกติอื่นๆ

2. การเพิ่มพูนประสบการณ์ในแนวกว้าง เป็นการให้ศึกษาเนื้อหาวิชาในหลักสูตรในแนวกว้าง ด้วยการนำไปสัมพันธ์กับเรื่องอื่นๆ เพื่อขยายความรู้ให้กว้างขึ้น

3. การเพิ่มพูนในเรื่องที่ทันสมัย เป็นการให้ศึกษาเรื่องราวของสิ่งต่างๆ รอบตัวที่เกิดขึ้นในขณะนั้นตามความสามารถและความสนใจของนักเรียน

นอกจากนั้น ฮาวเลย์, ฮาวเลย์และเพนดาร์วิส (Howley and Davis. 1991 : 99-100, citing Howley, Howley and Pendarvis.1986) ได้กล่าวถึงการจัดโปรแกรมการเรียนรู้โดยวิธีเพิ่มพูนประสบการณ์ที่เน้นกระบวนการเรียนรู้ว่ามี 3 แบบคือ

1. โปรแกรมเพิ่มพูนประสบการณ์ที่เน้นกระบวนการคิด เป็นการพัฒนากระบวนการคิดโดยนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษได้รับการสอนเพื่อให้บรรลุตามลำดับขั้นของพฤติกรรมการเรียนรู้ของบลูม การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของปาร์น บรรลุตามโครงสร้างสติปัญญาของกิลฟอร์ด บรรลุตามยุทธวิธีการสอนเพื่อให้เกิดและรู้จักของวิลเลียม โดยกระตุ้นให้ใช้ทักษะเป้าหมายผ่านการเรียนรู้โดยใช้ศูนย์การเรียนรู้ การเข้าร่วมอภิปรายหาเหตุผล การเปิดโอกาสให้เรียนรู้อย่างอิสระภายใต้หัวข้อที่สนใจ และควรมีการส่งเสริมการใช้กระบวนการคิดด้วย การสอนหรือใช้ทักษะการคิดบ่อยๆ หรือให้โอกาสฝึกคิดเกี่ยวกับประเด็นที่อยู่นอกเหนือไปจากเนื้อหาหรือบทเรียน หรือเล่นเกมที่ต้องอาศัยการวางแผนในการเล่น

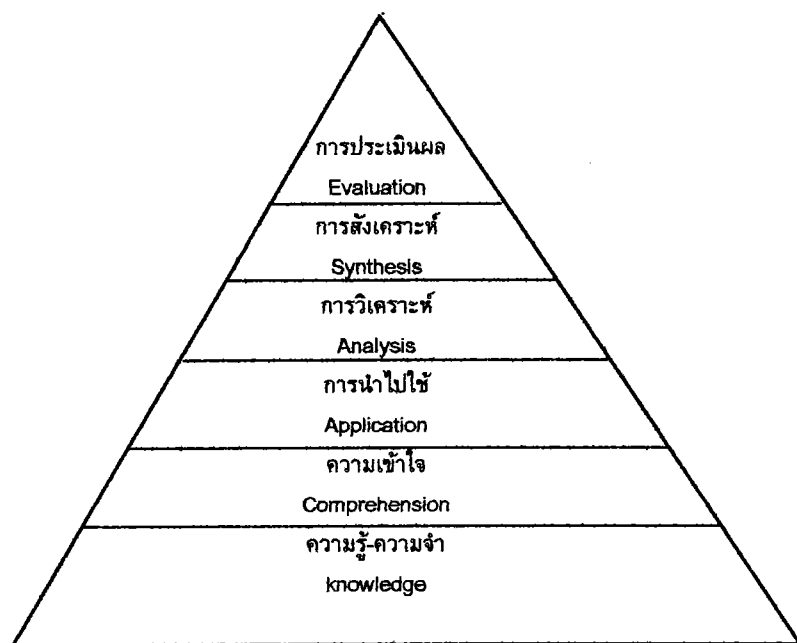
2. โปรแกรมการเพิ่มพูนประสบการณ์ที่เน้นเนื้อหา เป็นการเสนอเนื้อหาในสาขาต่างๆ นอกเหนือไปจากเนื้อหาในหลักสูตรโดยทั่วไปทั้งในแนวกว้างและแนวลึก

3. โปรแกรมเพิ่มพูนประสบการณ์ที่เน้นผลผลิต เป็นการเน้นถึงคุณภาพของผลที่ได้รับจากการจัดการเรียนการสอนนอกเหนือไปจากเนื้อหาและกระบวนการคิด เป็นสิ่งที่สะท้อนออกมาจากประสบการณ์ ความเข้าใจที่ได้รับจากการเรียนการสอน

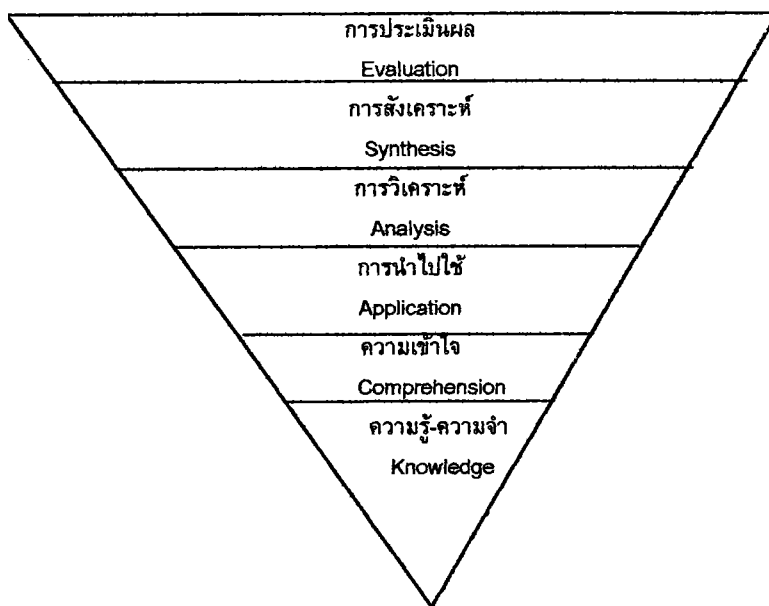
จากการศึกษาข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยได้แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการจัดหลักสูตรสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านคณิตศาสตร์โดยวิธีเพิ่มพูนประสบการณ์ จัดเป็นโครงการเรียนวันเสาร์และอาทิตย์หรือช่วงปิดเทอม ซึ่งจัดเป็นโปรแกรมการเพิ่มพูนประสบการณ์ที่เน้นกระบวนการคิดและเนื้อหา

2.3 รูปแบบการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ

รูปแบบการเรียนการสอนเป็นโครงสร้างที่ใช้เป็นแนวทางในการสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนและจัดสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนการสอน บลูม (Bloom.1956:1-12) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนที่ดีจะต้องสร้างองค์ความรู้ ความเข้าใจเป็นพื้นฐานเสียก่อน เมื่อมีความรู้ ความเข้าใจก็จะนำไปสู่การวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินผลตามลำดับขั้น แต่ในการเรียนการสอนที่โรงเรียนส่วนใหญ่จัดจะวนเวียนอยู่กับทักษะพื้นฐานความรู้ ความเข้าใจและใช้เวลาในการจัดกิจกรรมขั้นที่ 1 และ 2 เท่านั้น ดังแสดงให้เห็นภาพประกอบ 1-2 ซึ่งแสดงความแตกต่างของลำดับขั้นการเรียนรู้และเวลาที่ใช้ในการสอนในชั้นเรียนปกติกับการสอนนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษที่มุ่งพัฒนาความคิดระดับสูง ในนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษจะมีการใช้เวลาในขั้นการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินผลมากกว่าขั้นอื่นๆ



ภาพประกอบ 1 รูปแบบการสอนที่ใช้ในชั้นเรียนปกติของ Bloom.



ภาพประกอบ 2 รูปแบบการสอนที่มุ่งพัฒนาความคิดระดับสูงและท้าทายสติปัญญาของ Bloom

รูปแบบการจัดการเรียนการสอนนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษมีหลายรูปแบบ บางรูปแบบจะเป็นไปในวงกว้าง บางรูปแบบจะเจาะจงเฉพาะ เช่น รูปแบบการสอนของเรนชูลลี ซึ่งมุ่งหมายเฉพาะเจาะจงเพื่อใช้สอนเด็กปัญญาเลิศ โดยมุ่งพัฒนาทักษะทางปัญญาในการหาความรู้และเจตคติในการแสวงหาความรู้ รูปแบบการสอนของวิลเลียมมุ่งเน้นพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ทั้งทักษะด้านจิตพิสัยและสติปัญญา ดังนั้นรูปแบบการสอนของวิลเลียมจึงลึกซึ้งมากกว่ารูปแบบการสอนของเรนชูลลีที่พยายามพัฒนาหลาย ๆ ด้านแต่ไม่ลึกมากนัก ส่วนรูปแบบการสอนของปาร์นเน้นกระบวนการที่บุคคลจะจัดการความรู้ ข้อมูล การตระหนักถึงปัญหาและการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ขณะเดียวกันก็จะเน้นการพัฒนาปฏิสัมพันธ์ทางสังคมและการพัฒนาตนเองของผู้เรียนด้วย รูปแบบของกิลฟอร์ดจะครอบคลุมทั้งเนื้อหา กระบวนการคิด และผลสัมฤทธิ์ โดยเน้นการคิดสร้างสรรค์และการคิดนอกกรอบ สำหรับรูปแบบการสอนของของเทรฟฟิงเกอร์จะเน้นการเรียนรู้แบบนำทางตนเอง ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงรูปแบบการสอนเพียงบางรูปแบบดังนี้

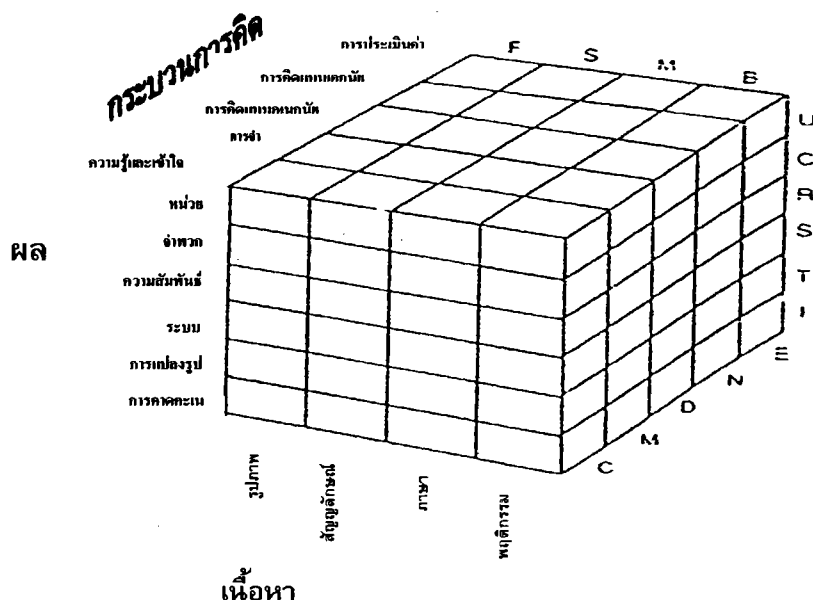
1. รูปแบบการสอนของกิลฟอร์ด : โครงสร้างของปัญญา (J.P. Guilford : The Structure of Intellect)
2. รูปแบบการเรียนการสอนของ ซิดนีย์ ปาร์น: การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Sidney Parnes: Creative Problem Solving)
3. รูปแบบการเรียนการสอนของเรนชูลลี: การเสริมสร้างทวิปัญญาสามขั้น (Joseph S. Renzulli : The Enrichment Triad)
4. รูปแบบการสอนของเทรฟฟิงเกอร์: การเรียนรู้แบบนำทางตนเอง (Donald J. Treffinger : Self-Directed Learning)
5. รูปแบบการเรียนการสอนของวิลเลียม: ยุทธวิธีการสอนเพื่อให้คิดและรู้สึก (Frank E. Williams: Teaching Strategies for Thinking and Feeling)

1. รูปแบบการสอนของกิลฟอร์ด (J.P. Guilford : The Structure of Intellect)

กิลฟอร์ดพัฒนาโครงสร้างทางปัญญาจากประสบการณ์วิจัยเรื่อง ความสามารถและเจตคติของมนุษย์ ที่มหาวิทยาลัยเชาเทิร์น แคลิฟอร์เนีย โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เจตคติ สติปัญญา และการวิเคราะห์ผลของการทดสอบเขาได้ค้นพบองค์ประกอบของความสามารถต่าง ๆ ถึง 40 องค์ประกอบ และได้ทำการพัฒนาเป็นโครงสร้างทางปัญญา กิลฟอร์ดกล่าวว่าลักษณะทางปัญญาของมนุษย์มี 3 มิติ คือ เนื้อหา (content) กระบวนการคิด (operation) และผล (product) ดังนี้

1. มิติของเนื้อหา มี 4 ประเภทคือ เนื้อหาประเภทรูปภาพ สัญลักษณ์ ภาษา และพฤติกรรม
2. มิติของกระบวนการคิด มี 5 ประเภทคือ การรู้และเข้าใจ การจำ การคิดแบบเอกนัย (convergent thinking) การคิดแบบอเนกนัย (divergent thinking) และการประเมินค่า
3. มิติของผล มี 6 ประเภทคือ หน่วย (units) จำพวก (classes) ความสัมพันธ์ ระบบ การแปลงรูป และการประยุกต์

เมื่อรวมทั้ง 3 มิติเข้าด้วยกันแล้ว แบบจำลองโครงสร้างของปัญญาตามทฤษฎีของกิลฟอร์ดจะประกอบด้วย 120 แบบ ดังภาพประกอบ 3 โครงสร้างทางปัญญาของกิลฟอร์ด



ภาพประกอบ 3 โครงสร้างทางปัญญาของกิลฟอร์ด

แนวคิดพื้นฐานของกิลฟอร์ด คือ ลักษณะความสามารถของสติปัญญาจะมีมากมายหลายด้าน กิลฟอร์ดไม่เชื่อในลักษณะปัญญาที่เป็นกลุ่มก้อนเดียวกันและมีลักษณะทั่วไป กิลฟอร์ดมีความเห็นว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นส่วนหนึ่งของปัญญา ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์จะเป็นกระบวนการคิดแบบอนกนัย และผลที่ได้คือการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสร้างของใหม่ ซึ่งความคิดสร้างสรรค์แบ่งออกเป็น 4 ประเภทคือ

- 1) ความคิดริเริ่ม (originality) ซึ่งหมายถึง ความคิดที่มีลักษณะใหม่ๆ ซึ่งไม่มีผู้ใดคิดมาก่อน หรืออาจเป็นความคิดที่ตัดแปลงมาจากความคิดเดิมมีลักษณะแตกต่างจากความคิดทั่วไป
- 2) ความคิดคล่อง (fluency) ซึ่งหมายถึง ความคิดหลากหลายในเรื่องเดียวกัน เกิดขึ้นโดยไม่ช้ากันเลย มีความคล่องในการใช้ถ้อยคำ การโยงความสัมพันธ์ การแสดงออก และการคิด
- 3) ความคิดยืดหยุ่น (flexibility) ซึ่งหมายถึง ลักษณะความคิดที่ไม่คงที่ สามารถปรับเปลี่ยนได้ มีความคิดยืดหยุ่นแบบอิสระ มีความคิดยืดหยุ่นแบบดัดแปลง
- 4) ความคิดละเอียดละออ (elaboration) ซึ่งหมายถึง การประสานงานและช่วยเสริมความคิดอเนกนัย ทั้ง 3 ประเภท ซึ่งได้แก่ ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่อง และความคิดยืดหยุ่นให้เกิดผลสำเร็จหรือผลผลิตตามต้องการ และผลที่ได้คือ การได้ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสร้างของใหม่จากของเดิม

ดังนั้นแนวคิดของกิลฟอร์ดจะเน้นถึงการได้ทราบถึงความสามารถพิเศษด้านต่างๆ ของนักเรียนเพื่อจัดโปรแกรมให้เหมาะสม โดยการส่งเสริมความสามารถพิเศษของนักเรียน ในกรณีที่นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์สูง ครูควรฝึกให้พัฒนาผลงานที่เป็นผลจากความคิดอเนกนัย สำหรับนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาสูง ครูควรส่งเสริมความสามารถที่ขาดหายไป(เมเกอร์. 2540 : 28-43)

2. รูปแบบการเรียนการสอนของ ซิดนีย์ ปาร์น : การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Sidney Parnes : Creative Problem Solving)

รูปแบบการเรียนการสอนของปาร์น เป็นรูปแบบการเรียนการสอนแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีโครงสร้างของกระบวนการที่ใช้จินตนาการ รูปแบบการแก้ปัญหาจะแตกต่างกับรูปแบบอื่นๆ ตรงที่ ปาร์นจะเน้นถึงการคิดหาทางเลือกหลาย ๆ แบบ ก่อนที่จะเลือกนำไปใช้แก้ปัญหา ผู้ที่จะแก้ปัญหาจะต้องไม่ประเมินหรือตัดสินแนวคิดที่จะแก้ปัญหาต่าง ๆ เพราะต้องการให้คิดหาทางเลือกให้แปลกใหม่ประหลาดที่สุด การประเมินหรือการ

ตัดสินใจเลือกจะทำให้ไม่เกิดความคิดที่แปลกพิสดาร การประเมินหรือตัดสินใจเลือกจะมีในขั้นตอนที่สมควร โดยนักเรียนจะต้องเรียนตามลำดับขั้นตอน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มีขั้นตอนดังนี้

1. การค้นหาข้อเท็จจริง (fact finding) เป็นการวิเคราะห์ตัวปัญหาว่า คืออะไร สังเกต สำรวจ และรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ของปัญหา
2. ค้นหาตัวปัญหา (problem finding) เป็นการรวบรวมปัญหาต่างๆ ให้เห็นปัญหาใหญ่ที่เด่นชัดหรือตัวปัญหาในรูปแบบที่จะสามารถแก้ปัญหาแล้วทดลองวางแผนแก้ปัญหา
3. ค้นหาแนวคิด (idea finding) เป็นการระดมสมอง เสนอแนวคิดในการแก้ปัญหา กระตุ้นให้คิดหาวิธีแก้ปัญหามากที่สุด
4. ค้นหาคำตอบ (solution finding) เป็นการค้นหาคำตอบของปัญหาตามแนวคิดที่กำหนดในขั้นที่ 3
5. การยอมรับผลจากการค้นหาคำตอบ (acceptance finding) เป็นการให้ผู้ร่วมฟังพิจารณาแผนในการแก้ปัญหา หรือยอมรับคำตอบที่ค้นพบ เผยแพร่และคิดต่อไปว่าการค้นพบนี้จะนำไปสู่หนทางที่จะทำให้เกิดแนวคิดหรือสิ่งใหม่ต่อไปอีก

รูปแบบการเรียนการสอนของปาร์นมีจุดมุ่งหมายดังนี้

1. เพื่อให้ผู้แก้ปัญหาที่ตั้งต้นด้วยความยุ่งเหยิง สับสน ไปสู่การแก้ไขที่สร้างสรรค์และมีประสิทธิภาพ
2. เพื่อส่งเสริมบุคคลให้มีพฤติกรรมที่สร้างสรรค์ ปาร์นให้คำจำกัดความของพฤติกรรมที่สร้างสรรค์ว่า “ เป็นรูปแบบของปฏิกิริยาตอบสนองที่มีต่อสิ่งเร้าต่างๆ ซึ่งอาจเป็น สิ่งของ คำพูด สัญลักษณ์ ฯลฯ แล้วบังเกิดเป็นผลรวมของปฏิกิริยาตอบสนองซึ่งมีลักษณะพิเศษ “ พฤติกรรมที่สร้างสรรค์ เป็นการปฏิบัติการของความรู้ จินตนาการ การประเมิน ซึ่งมีผลเป็นผลผลิตใหม่ ความคิดใหม่ที่เป็นประโยชน์และมีคุณค่าต่อบุคคลและสังคม

ด้านการสอน ครูจะเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนพัฒนาความคิดและผลงานของตนเอง ส่งเสริมให้นักเรียนแสดงออกอย่างอิสระ และครูจะเป็นผู้ฟังมากกว่าเป็นผู้พูด ในการสร้างบรรยากาศที่ทำให้เกิดความสร้างสรรค์นั้น ครูจะต้องสร้างบรรยากาศในห้องเรียนให้นักเรียนรู้สึกปลอดภัยที่จะแสดงความคิดเห็นอย่างเสรี ส่งเสริมความขี้เล่นของนักเรียน ให้เวลาสำหรับการฝึกตัวของความคิด และให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นให้มากๆ และให้ได้ความคิดที่มีคุณภาพ

ในกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 5 ขั้นตอนนี้ เทคนิคที่สำคัญคือ การส่งเสริมให้ทุกคนแสดงความคิดเห็นให้มากที่สุด จะไม่มีการวิจารณ์ตัดสินจนกว่าจะถึงขั้นที่ 3 มีบรรยากาศที่อบอุ่นทำให้ไม่เกิดความกลัวหรือความเครียด ใช้เทคนิคการระดมพลังสมอง การมีเวลาฝึกที่เพียงพอ การยอมรับความคิดทุกความคิด การเขียนรายการความคิด การให้เวลาในการประมวลความคิด เทคนิคหรือกลยุทธ์เหล่านี้จะช่วยให้นักเรียนได้ข้อมูลจากความคิดความจำที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา อันจะนำไปใช้ในการแก้ปัญหา การไม่วิจารณ์ตัดสินข้อคิดต่างๆ ที่เสนอขึ้นมา จะช่วยให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นมากขึ้น และทักษะที่สำคัญในทุกขั้นตอนนี้คือ ทักษะการตั้งคำถามอย่างสร้างสรรค์ที่ช่วยให้คิดหาคำตอบ หรือการแก้ปัญหาที่แปลกพิสดาร (Maker, 1982 : 59-57)

3. รูปแบบการเรียนการสอนของเรนซูลลี : การเสริมสร้างทวิปัญญาสามขั้น (Joseph S. Renzulli : The Enrichment Triad)

รูปแบบการเรียนการสอนของเรนซูลลี เป็นรูปแบบที่มุ่งพัฒนาทักษะทางปัญญาในการหาความรู้ และเจตคติในการแสวงหาความรู้ รูปแบบของการเสริมทวิปัญญา 3 ขั้น คือ

1. Type I เป็นกิจกรรมสำรวจทั่วไป

2. Type II เป็นกิจกรรมฝึกหัดเป็นกลุ่ม

3. Type III เป็นการศึกษาค้นคว้าแก้ปัญหาจริง ๆ เป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มเล็ก

ในกิจกรรมทวิปัญญาขั้นที่ 1 เป็นกิจกรรมสำรวจทั่วไป ครูควรเลือกหัวข้อการเรียนหลาย ๆ วิชาที่คาดว่าจะเป็นที่สนใจของนักเรียน แล้วให้นักเรียนทุกคนได้มีโอกาสศึกษาสำรวจเนื้อหา วิธีเรียน ครูจะต้องให้เสรีภาพแก่นักเรียนในการศึกษา สำรวจหัวข้อต่าง ๆ นักเรียนแต่ละคนจะเลือกเรื่องใดเรื่องหนึ่งเพื่อศึกษาอย่างลึกซึ้ง

กิจกรรมทวิปัญญาขั้นที่ 2 เป็นกิจกรรมฝึกหัดเป็นกลุ่ม ครูจะใช้สื่อการสอน เทคนิควิธีสอน เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและความรู้สึกในหัวข้อวิชาที่นักเรียนเลือก จะมีการฝึกทักษะให้ทำแบบฝึกหัด เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในวิชานั้น

กิจกรรมทวิปัญญาขั้นที่ 3 เป็นการศึกษาค้นคว้าแก้ปัญหาจริง ๆ เป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มเล็ก ซึ่งเน้นการศึกษาค้นคว้าเพื่อแก้ปัญหาในแต่ละวิชาเป็นรายบุคคล หรือเป็นกลุ่มเล็ก (Maker. 1982 : 72-91)

สำหรับรูปแบบการสอนจะมีแนวทางดังนี้

1. การใช้เวลาส่วนใหญ่จะเป็นการให้นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษเรียนเนื้อหาเรื่องราวที่สนใจอย่างกว้างขวางและใช้วิธีการเรียนด้วยตนเอง

2. บทบาทของครู คือ ช่วยนักเรียนแต่ละคนโดย จัดปัญหาที่เป็นจริงและแก้ไขได้ ซึ่งตรงกับความต้องการของนักเรียนแต่ละคน และให้ความรู้ ความชำนาญในการศึกษาค้นคว้าและแหล่งความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษแก้ปัญหาได้

3. ให้นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษแต่ละคนได้มีวิธีการสร้างผลงานของตน

4. รูปแบบการสอนของเทรฟฟิงเกอร์ : การเรียนรู้แบบนำทางตนเอง (Donald J. Treffinger : Self-Directed Learning)

รูปแบบการเรียนการสอนของเทรฟฟิงเกอร์ เป็นรูปแบบการเรียนรู้แบบนำทางตนเอง โดยการสอนจะมี 4 ลำดับขั้นตอนคือ

1. การแสวงหาหรือการตั้งจุดมุ่งหมายหรือวัตถุประสงค์
2. ประเมินพฤติกรรมก่อนเรียน
3. แสวงหาวิธีการและกระบวนการเรียนที่เหมาะสม และดำเนินการเรียนการสอน
4. ประเมินผลงานและพฤติกรรม

โดยครูจะให้โอกาสนักเรียนแต่ละคนได้มีส่วนในการตัดสินใจ 4 ขั้นตอน เช่น ในขั้นตอนที่ 1 การตั้งจุดมุ่งหมาย ครูจะมีทางเลือกหลาย ๆ ทางให้นักเรียน ในขั้นที่ 2 ครูให้นักเรียนพิจารณาทางเลือก ในขั้นที่ 3 นักเรียนจะดำเนินการเรียนรู้ด้วยตนเอง ครูจะเป็นผู้จัดหาวัสดุอุปกรณ์และอำนวยความสะดวก และในขั้นที่ 4 การประเมินผล ครูและนักเรียนจะประเมินร่วมกัน ครูจะเปลี่ยนบทบาทจากการเป็นผู้สอน ผู้ตัดสินใจ มาเป็นผู้เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ ให้ความสะดวก ให้คำปรึกษา และแนะนำให้รู้จักแหล่งวิชาการอื่น ๆ (Maker. 1982 : 147-174)

5. รูปแบบการเรียนการสอนของวิลเลียม : ยุทธวิธีการสอนเพื่อให้คิดและรู้สึก (Frank E. Williams : Teaching Strategies for Thinking and Feeling)

รูปแบบการเรียนการสอนของวิลเลียม เป็นยุทธวิธีการสอนเพื่อให้คิดและรู้สึกซึ่งมีส่วนคล้ายกับรูปแบบของกิลฟอร์ด รูปแบบของวิลเลียมมี 3 มิติที่มีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกันในสถานการณ์การเรียนการสอน

มิติที่ 1 หลักสูตร ได้แก่ เนื้อหาวิชาต่าง ๆ ที่สอนในโรงเรียน

มิติที่ 2 ยุทธวิธีการสอน ได้แก่ สถานการณ์ เทคนิคและวิธีสอนที่ครูใช้ในการสอนยุทธวิธีการสอนของวิลเลียมมี 18 ข้อ คือ การใช้พาราดอกซ์ (paradox) การใช้คุณสมบัติ (attribute) การใช้อุปมาอุปมัย (analogies) ชี้ให้เห็นจุดบอด (discrepancies) ตั้งคำถามที่ยั่ว (ask provocative) ให้อตัวอย่างของการเปลี่ยนแปลง (change) ให้อตัวอย่างของนิสัยความเคยชิน (habit) ใช้การค้นหาที่มีโครงสร้าง (organized random search) สอนทักษะการค้นหา (skill of search) สร้างความอดทนต่อสิ่งคลุมเครือ (tolerance for ambiguity) ส่งเสริมการคิดเชิงญาณ (intuitive expression) สอนมิใช่เพื่อให้ปรับตัว (adjust) แต่สอนเพื่อให้เกิดการพัฒนา (development) ศึกษาบุคคลที่สร้างสรรค์และกระบวนการสร้างสรรค์ (creative people and creative processes) ส่งเสริมให้นักเรียนประเมินสถานการณ์ (evaluate situation) พัฒนาการอ่านอย่างสร้างสรรค์ (creative reading) พัฒนาทักษะในการฟังอย่างสร้างสรรค์ (creative listening) พัฒนาในการเขียนอย่างสร้างสรรค์ (creative writing) และพัฒนาทักษะในการจินตนาการมองเห็นภาพ (skill in visualization) ยุทธวิธีทั้ง 18 วิธีนี้ วิลเลียมกล่าวว่า ใช้ได้ผลในการสอนนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ แต่วิธีที่ได้ผลมากที่สุดคือ ยุทธวิธีสำรวจจุดบอด ยุทธวิธีตั้งคำถามยั่ว ยุทธวิธีให้อตัวอย่างการเปลี่ยนแปลง ยุทธวิธีพัฒนาทักษะการค้นหา ยุทธวิธีการสร้างความอดทนต่อสิ่งคลุมเครือ ยุทธวิธีการสอนเพื่อให้เกิดการพัฒนาไม่ใช้เพื่อการปรับตัว และยุทธวิธีการประเมินสถานการณ์

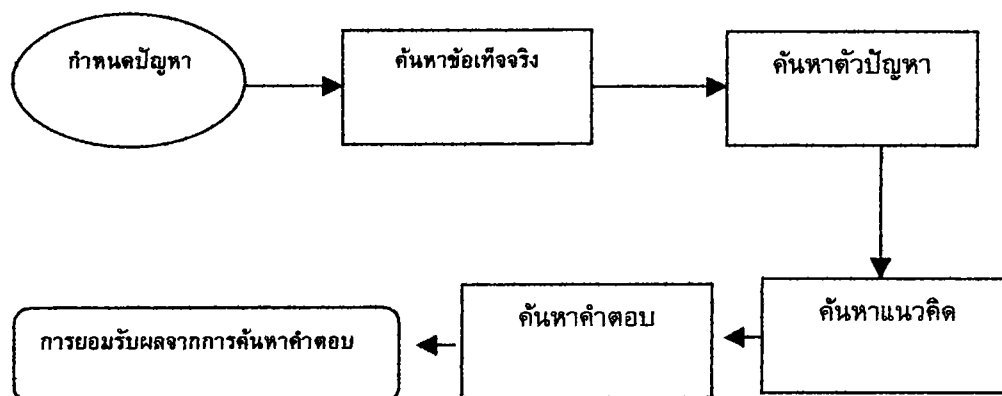
มิติที่ 3 พฤติกรรมของนักเรียน ซึ่งเป็นผลจากการใช้ยุทธวิธีการสอนตามรูปแบบของวิลเลียมซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มพฤติกรรมความคิด ได้แก่ มีความคิดคล่อง มีความคิดยืดหยุ่น มีความคิดริเริ่ม มีความคิดละเอียดละออ และอีกกลุ่มหนึ่งคือ กลุ่มพฤติกรรมความรู้สึก ได้แก่ ลักษณะนิสัยปกติคือ ช่างสังเกตและใฝ่รู้ มีลักษณะช่างคิดฝันหรือคิดจินตนาการ มีลักษณะนิสัยชอบสิ่งที่ยากลำบากท้าทาย และมีลักษณะนิสัยกล้าเสี่ยงและกล้าเดา

จุดมุ่งหมายของการนำรูปแบบการสอนของวิลเลียมไปใช้ในการสอนนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษนั้นเพื่อให้ผู้สอนได้ตระหนักถึงความสร้างสรรค์ของนักเรียนทุกคน และหาทางให้เขาได้แสดงหรือระบายความสร้างสรรค์ของตนออกมา และการสอนนั้นจะเน้นการจัดการเรียนการสอนเป็นรายบุคคล

การนำรูปแบบของวิลเลียมไปใช้ ผู้ใช้ควรตอบคำถามเหล่านี้เสียก่อนคือ

1. ท่านต้องการให้นักเรียนทำอะไร (กิจกรรมของนักเรียน)
2. กิจกรรมเหล่านั้นจะนำนักเรียนไปสู่อะไร (พฤติกรรมของนักเรียน)
3. ท่านจะอย่างไรเพื่อให้เกิดพฤติกรรมนั้น ๆ (ยุทธวิธีการสอนของครู)
4. กิจกรรมเหล่านั้นอยู่ในวิชาอะไร มีข้อมูลใดบ้างที่ต้องการ กิจกรรมเหล่านี้สัมพันธ์กับหลักสูตรอย่างไร (Maker. 1982 : 175-199)

จากการศึกษาดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยได้แนวคิดในการจัดรูปแบบการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์โดยการจัดการเรียนการสอนจะนำรูปแบบการเรียนการสอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของปาร์นมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีโอกาสพัฒนาศักยภาพด้านการเรียนรู้ให้ถึงขีดสูงสุด และพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ดังภาพประกอบ 4 และจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้เด็กนักเรียนได้ฝึกการคิด การให้เหตุผล และการสร้างผลงานใหม่จากสิ่งที่เรียนรู้ ลักษณะของการจัดกิจกรรมจัดทั้งแบบเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม การจัดสภาพแวดล้อมในการเรียนการสอนให้มีบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้มีวัสดุอุปกรณ์และหนังสือที่ส่งเสริมการเรียนรู้



ภาพประกอบ 4 ขั้นตอนการเรียนการสอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของปาร์น

3. โปรแกรมคอมบินาทอริกเบื้องต้นสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ

3.1 ความหมายของคอมบินาทอริก

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมบินาทอริก พบว่า นักวิชาการได้ให้ความหมายของคอมบินาทอริกไว้หลายความหมายด้วยกัน เช่น

บราวดี (Brualdi.1999 :2 – 3) ได้ให้ความหมายของ คอมบินาทอริก ว่า คอมบินาทอริกเป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับการจัดสิ่งของให้เป็นไปตามรูปแบบและเงื่อนไขที่กำหนด ปัญหาที่พบในวิชาคอมบินาทอริกคือ ปัญหาเกี่ยวกับการมีอยู่หรือความเป็นไปได้ในการจัดสิ่งของ (existence of arrangement) ให้มีรูปแบบซึ่งสอดคล้องกับเงื่อนไขที่ต้องการนั้น และปัญหาเกี่ยวกับการแจงนับในการจัดสิ่งของ (enumeration of arrangement) ให้สอดคล้องกับเงื่อนไขที่ต้องการนั้น อาจทำได้หลายวิธีจึงต้องมีการแจงนับ

ดอสซี่และคณะ (Dossey, et al. 1993 : 1) ได้ให้ความหมายของ คอมบินาทอริก ว่า คอมบินาทอริกเป็นคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการแก้ปัญหาเพื่อที่จะหาวิธีการให้มากที่สุดในการแก้ปัญหานั้น ปัญหาที่พบเป็นปัญหาเกี่ยวกับการตัดสินใจว่ามีอยู่หรือเป็นไปได้ (determining existence) ปัญหาการนับ (counting) และปัญหาความเหมาะสม (optimization)

โรเบิร์ต (Roberts.1984 :1) ได้ให้ความหมายของ คอมบินาทอริก ว่า คอมบินาทอริกเป็นคณิตศาสตร์แผนใหม่ที่ศึกษาเกี่ยวกับการแก้ปัญหาในเรื่องการจัดสิ่งของ พาร์ทิชัน (partition) การออกแบบ (designs) การกำหนดผู้ทำงาน (assignments of workers) การออกแบบตารางหรือกำหนดการ (schedules) ซึ่งปัญหาที่พบในวิชาคอมบินาทอริกคือ ปัญหาเกี่ยวกับการมีอยู่หรือความเป็นไปได้ (existence problem) ในการจัดสิ่งของ ปัญหาการนับ (counting problem) และปัญหาเกี่ยวกับความเหมาะสม (optimization problem)

เฮซวินเคิล (Hazewinkel.1995:706-710) ได้ให้ความหมายของ คอมบินาทอริก ว่า คอมบินาทอริกเป็นคณิตศาสตร์ที่ว่าด้วยการแก้ปัญหาเกี่ยวกับวิธีการเลือก การจัดเรียงสมาชิก ของเซตจำกัดโดยใช้กฎหรือหลักการที่เหมาะสม

ฮาร์ท (Hart .1991:70) ได้ให้ความหมายของ คอมบินาทอริก ว่า คอมบินาทอริกเป็นคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการนับและเป็นการแก้ปัญหาเพื่อที่จะหาวิธีการให้มากที่สุดในการแก้ปัญหานั้น นอกจากนั้นเป็นการแก้ปัญหาเพื่อที่จะตอบคำถามต่อไปนี้เพียงหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งคำถามคือ

1. ปัญหานั้นมีคำตอบหรือไม่ (Does a solution exist ?)

2. ถ้ามีคำตอบแล้วมีคำตอบได้กี่แบบ (How many solution are there ?)
3. คำตอบใดเป็นคำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Is there an optimum solution?)

กล่าวโดยสรุป คอมบินาทอริกเป็นคณิตศาสตร์ที่ศึกษาภายใต้เซตจำกัดเกี่ยวกับการแจกแจง การจัดสิ่งของให้เป็นไปตามรูปแบบ และเงื่อนไขที่กำหนด เป็นการแก้ปัญหาเพื่อที่จะตอบคำถามต่อไปนี้เพียงหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งคำถามคือ ปัญหานั้นมีคำตอบหรือไม่ ถ้ามีคำตอบแล้วมีคำตอบได้กี่แบบ คำตอบใดเป็นคำตอบที่เหมาะสมที่สุด ปัญหาในคอมบินาทอริกเป็นปัญหาที่มีความสัมพันธ์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน เช่น ปัญหาการจัดเสื้อผ้าในการแต่งตัว ปัญหาในการเลือกวิธีเดินทาง ปัญหาการวางแผนการตลาด เป็นต้น ดังนั้นคอมบินาทอริกจึงมีประโยชน์คือเป็นคณิตศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์กับชีวิตประจำวัน และเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ยังเป็นคณิตศาสตร์ที่มีความเชื่อมโยงกับคณิตศาสตร์สาขาอื่น เช่น เรขาคณิต พีชคณิต ทฤษฎีจำนวน

3.2 เนื้อหาในคอมบินาทอริกสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

ก่อนที่จะกล่าวถึงเนื้อหาในคอมบินาทอริกสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจะขอกล่าวถึงเนื้อหาในคอมบินาทอริกโดยทั่วไปก่อน จากการศึกษาตำราเกี่ยวกับคอมบินาทอริกโดยทั่วไปพบว่าวิชาคอมบินาทอริกเป็นคณิตศาสตร์ที่จัดให้เรียนในระดับอุดมศึกษา สำหรับนักศึกษาวิชาเอกคณิตศาสตร์ และวิทยาการคอมพิวเตอร์ โดยเนื้อหาที่จัดให้เรียนนั้นมีความแตกต่างกันในบางหัวข้อเช่น

ตำราคอมบินาทอริกเบื้องต้น โดยบราวดี (Brualdi.1999) ได้จัดเนื้อหาให้ประกอบด้วยบทนำกล่าวถึงหัวข้อคอมบินาทอริกคืออะไร หลักการนับพิราบ วิธีเรียงสับเปลี่ยน วิธีจัดหมู่ ฟังก์ชันก่อกำเนิด (generating function) สมบัติทวินาม ความสัมพันธ์เวียนบังเกิด (recurrence relation) การเพิ่มเข้า - ตัดออก (inclusion - exclusion) การจับคู่ (matching) ทฤษฎีกราฟ และการออกแบบการทดลองด้วยคอมบินาทอริก

ตำราคอมบินาทอริกเบื้องต้น โดยโบกาต (Bogart.1990) ได้จัดเนื้อหาให้ประกอบด้วยการจัดเรียงสิ่งของเบื้องต้น ความสัมพันธ์สมมูล พาร์ทิชัน เทคนิคการนับเชิงพีชคณิต ทฤษฎีกราฟ การจับคู่การออกแบบการทดลองด้วยคอมบินาทอริก เซตเรียงอันดับ และการจัดเรียงสิ่งของโดยใช้กราฟ

ตำราคอมบินาทอริกประยุกต์ โดยแทคเกอร์ (Tacker.1995) ได้จัดเนื้อหาให้ประกอบด้วยทฤษฎีกราฟ การจัดเรียงสิ่งของ การเลือก ฟังก์ชันก่อกำเนิด การเพิ่มเข้า - ตัดออก การจัดเรียงสิ่งของโดยรูปแบบของโพลยา และทฤษฎีเกม

ตำราคณิตศาสตร์ดิสครีต โดยจอห์นสันบาว (Johnsonbaugh.1997) ได้จัดเนื้อหาส่วนหนึ่งของตำราเรียนดังกล่าวเป็นเนื้อหาทางคอมบินาทอริกตามข้อเสนอแนะของสมาคมคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (The Mathematical Association of America:MAA) ในปี ค.ศ.1983 โดยการจัดการเรียนการสอนนั้นจะเน้นการแก้ปัญหา เนื้อหาประกอบด้วย วิธีเรียงสับเปลี่ยน ความน่าจะเป็น หลักการนับพิราบ และสมบัติทวินาม

นอกจากนั้นโบกาต (Bogart.1991:78-81) ได้สำรวจเกี่ยวกับเนื้อหาคอมบินาทอริกที่นิยมจัดให้นักศึกษาระดับอุดมศึกษา วิชาเอกคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์เรียนประกอบด้วย วิธีเรียงสับเปลี่ยน วิธีจัดหมู่ พาร์ทิชัน ความสัมพันธ์เวียนบังเกิด การเพิ่มเข้า - ตัดออก ฟังก์ชันก่อกำเนิด และ สมการผลต่าง (difference equations)

จากการศึกษาเอกสารเสริมความรู้วิชาคณิตศาสตร์เกี่ยวกับคอมบินาทอริกโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.2544) เป็นเอกสารที่จัดทำเพื่อเสริมความรู้วิชาคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนครู และผู้ที่สนใจสำหรับค้นคว้าและใช้เป็นเอกสารประกอบการอบรมเข้มคณิตศาสตร์โอลิมปิกค่ายที่ 1 ในเดือนตุลาคมถึงพฤศจิกายน พบว่าเนื้อหาแบ่งเป็น 2 บทคือ วิธีการนับประกอบด้วย หลักการนับเบื้องต้น วิธีเรียงสับ

เปลี่ยน วิธีจัดหมู่ การแจกแจง (distributions) สัมประสิทธิ์ทวินาม สัมประสิทธิ์เอนกนาม(multinomial coefficients) และการเพิ่มเข้า - ตัดออก แผนภาพของเวนน์ สูตรการเพิ่มเข้า - ตัดออก และการเรียงย้ายตำแหน่ง (derangement)

จากการศึกษาคำว่าเกี่ยวกับคอมบินาทอริกสำหรับนักเรียนที่เตรียมตัวไปแข่งขันโอลิมปิกวิชาการระหว่างประเทศ ของ เซนและโค (Chen & Koh.1996) พบว่าเนื้อหาประกอบด้วย หลักการนับเบื้องต้น วิธีเรียงสับเปลี่ยน วิธีจัดหมู่ ความสัมพันธ์เวียนบังเกิด หลักการเพิ่มเข้า - ตัดออก (The principle of inclusion and exclusion) ฟังก์ชันก่อกำเนิดและหลักกรังนกพิราบและจำนวนรามเซย์ (The pigeonhole principle and Ramsey number)

จากการที่ผู้วิจัยได้เข้าร่วมสังเกตการณ์ในโครงการจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ โครงการส่งเสริมนักเรียนที่มีความเป็นเลิศทางคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในเดือนมีนาคมถึงเมษายน 2543 โครงการส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ (สอวน.) วันที่ 3-19 ตุลาคม 2543 และโครงการส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ (สอวน.) วันที่ 5-22 ตุลาคม 2544 พบว่า หลักสูตรในการจัดอบรมนั้นประกอบด้วย ตรรกศาสตร์และการพิสูจน์ พีชคณิต เรขาคณิต ทฤษฎีจำนวน และคอมบินาทอริก สำหรับวิชาคอมบินาทอริกนั้นแต่ละโครงการได้หลักสูตรดังนี้

1. โครงการส่งเสริมนักเรียนที่มีความเป็นเลิศทางคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในเดือนมีนาคมถึงเมษายน 2543 จัดให้เรียนวิชาคอมบินาทอริกจำนวน 36 ชั่วโมง เนื้อหาของหลักสูตรประกอบด้วย ภาษาคณิตศาสตร์ (mathematics language) โจทย์ปัญหา (The word problems) เทคนิคการนับเบื้องต้น (counting technique) และทฤษฎีกราฟเบื้องต้น (basic graph Theory)

2. โครงการส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์(สอวน.) วันที่ 3-19 ตุลาคม 2543 จัดให้เรียนคอมบินาทอริกจำนวน 15 ชั่วโมง เนื้อหาประกอบด้วย หลักการนับเบื้องต้น หลักการรวมเข้าและตัดออก (principle of Inclusion and exclusion)

- 3.โครงการส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์(สอวน.) วันที่ 5-22 ตุลาคม 2544 จัดให้เรียนคอมบินาทอริกจำนวน 15 ชั่วโมง เนื้อหาประกอบด้วย บทนำ (introduction) หลักการนับเบื้องต้น (basic counting principle) การแจกแจงสิ่งของ (distribution) สัมประสิทธิ์ทวินาม (binomial coefficients) และหลักกรังนกพิราบ (The pigeonhole principle)

จากการศึกษาดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยได้แนวคิดในการจัดโปรแกรมคอมบินาทอริกเบื้องต้นสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้โมเดลที่สำคัญเกี่ยวกับคอมบินาทอริกเบื้องต้นและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา จึงจัดเนื้อหาของโปรแกรมคอมบินาทอริกเบื้องต้นดังกล่าวให้ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนแรกเป็นความรู้พื้นฐาน ได้แก่ เซต ตรรกศาสตร์ ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ส่วนที่สองเป็นเนื้อหาทางคอมบินาทอริก ได้แก่ หลักการนับเบื้องต้น วิธีเรียงสับเปลี่ยน วิธีจัดหมู่ การเพิ่มเข้า - ตัดออก และฟังก์ชันก่อกำเนิด

3.3 การเรียนการสอนคอมบินาทอริก

เนื่องจากคอมบินาทอริกเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการแก้ปัญหา แต่การแก้ปัญหาในคอมบินาทอริกนั้นจะพบว่าการหาคำตอบที่ได้และการให้เหตุผลนั้นจะแตกต่างจากการแก้ปัญหาในคณิตศาสตร์สาขาอื่น ๆ ดังนั้นการเรียนการสอนคอมบินาทอริกก็คือการเรียนการสอนการแก้ปัญหาที่ต้องใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดในการพัฒนาโปรแกรมคอมบินาทอริกเบื้องต้นสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษระดับ

มัธยมศึกษาตอนต้นของผู้วิจัยที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้แนวคิดที่สำคัญเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์เบื้องต้น และพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และเพื่อให้เกิดการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพัฒนาความสามารถถึงขีดสูงสุดผู้วิจัยจึงนำแนวคิดการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมาใช้ ดังนั้นในหัวข้อนี้จึงจะกล่าวถึงการแก้ปัญหาและการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

3.3.1 การแก้ปัญหา

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการหาวิธีเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา ซึ่งผู้ที่แก้ปัญหาก็จะต้องใช้ความรู้ ความคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่มาผสมกับข้อมูลต่าง ๆ ที่กำหนดในปัญหา เพื่อกำหนดวิธีการหาคำตอบของปัญหา(ปริชา เนาว์เย็นผล.2544 :18) ซึ่งซอนเฟลด์ (Schoenfeld.1985:15)ได้กล่าวถึงความรู้และพฤติกรรมที่จำเป็น ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่พอเพียงสำหรับใช้ในกระบวนการแก้ปัญหา มีดังนี้

1. แหล่งข้อมูล(resources) หมายถึงความรู้ที่พื้นฐานสำหรับการแก้โจทย์ปัญหา แต่ละคนต้องมีความรู้ทางคณิตศาสตร์ซึ่งทำให้สามารถเผชิญกับปัญหาที่อยู่ในมือ ความรู้ดังกล่าวประกอบด้วย สัญชาตญาณและความรู้ที่ไร้รูปแบบที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้น ข้อเท็จจริง การแก้ปัญหามีลำดับขั้นตอน (algorithmic procedure) การแก้ปัญหามีลำดับขั้นตอนในชีวิตประจำวัน ความเข้าใจเกี่ยวกับการยอมรับหลักการหรือกฎ ที่ใช้ในการแก้ปัญหา

2. ยุทธวิธี (heuristics) และเทคนิคที่จะนำมาใช้เพื่อให้เกิดความก้าวหน้าในการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยหรือปัญหาที่ไม่เป็นมาตรฐาน รวมทั้งยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา เช่น การวาดภาพ การนึกถึงปัญหาที่คล้ายกันหรือมีความสัมพันธ์ของปัญหา การทำย้อนกลับ การคาดเดาและตรวจสอบ เป็นต้น

3.การควบคุมแนวทางในการแก้ปัญหา (control) เป็นการควบคุมความคิดและการตัดสินใจในการเลือกแหล่งข้อมูล ยุทธวิธีที่จะใช้ แล้ววางแผน และประเมินผลการตัดสินใจ การควบคุมแนวทางในการแก้ปัญหาที่ดีจะช่วยทำให้ตัดสินใจตัดสินใจที่ไม่น่าจะนำไปสู่คำตอบออกไป

4.ความเชื่อ (belief) ซึ่งได้แก่ความเชื่อในเรื่องของคณิตศาสตร์หมายถึงมุมมองในโลกคณิตศาสตร์ของคนใดคนหนึ่งซึ่งเป็นพฤติกรรมความเชื่อของแต่ละบุคคลเกี่ยวกับตนเอง เกี่ยวกับสภาพแวดล้อม เกี่ยวกับหัวข้อ (topic)นั้น และเกี่ยวกับคณิตศาสตร์

กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นที่ยอมรับและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya. 1957 : 16-17) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนคือ

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

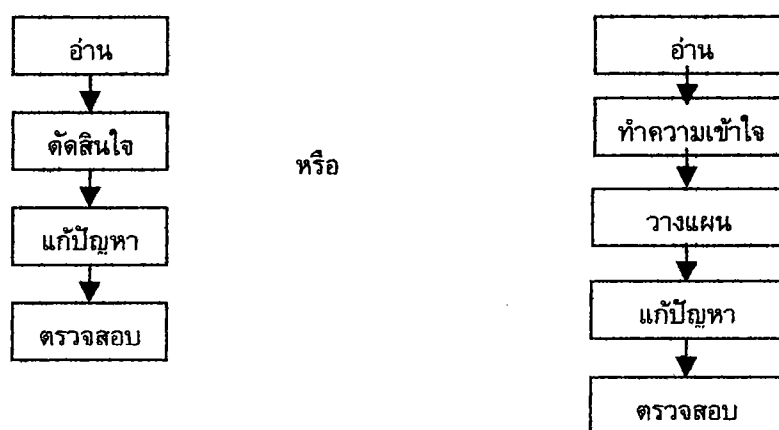
ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นการพิจารณาว่าปัญหาคำถามอะไรมาบ้าง ปัญหาต้องการอะไร มีความรู้ใดบ้างที่เกี่ยวข้อง และคำตอบปัญหาจะอยู่ในรูปแบบใด

ขั้นวางแผน เป็นการพิจารณาว่าจะแก้ปัญหาโดยวิธีใด จะแก้ปัญหายังไง สิ่งต่างๆในปัญหามีความสัมพันธ์กันอย่างไร และปัญหาที่กำหนดให้มีความสัมพันธ์กับปัญหาที่เคยมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่ผ่านมาหรือไม่ ในขั้นตอนนี้ เป็นขั้นตอนสำคัญที่ผู้แก้ปัญหาก็จะต้องกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา และเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นการลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ในขั้นวางแผนจนกระทั่งได้คำตอบของปัญหา หรือค้นพบวิธีการแก้ปัญหาใหม่

ขั้นตรวจสอบ เป็นการพิจารณาความถูกต้องของคำตอบและวิธีการแก้ปัญหาโดยพิจารณาย้อนกลับไปที่ขั้นตอนต่างๆ ของการแก้ปัญหา ตลอดจนเป็นการพิจารณาว่า มีคำตอบหรือวิธีแก้ปัญห่อื่นอีกหรือไม่ เพื่อจะได้นำไปปรับปรุงและแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาให้เหมาะสมกว่าเดิม

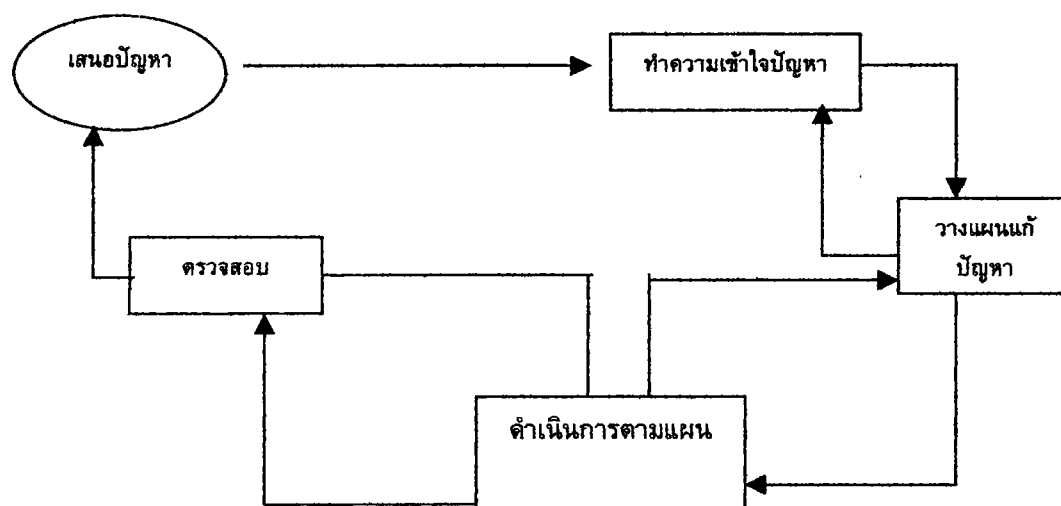
ขั้นตอนการแก้ปัญหาแบบโพลยาที่นำมาใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์อย่างกว้างขวาง หนังสือเรียน แบบฝึกหัด และตำราต่างๆ เกี่ยวกับการแก้ปัญหา มักเน้นขั้นตอนการแก้ปัญหาเป็นขั้นๆ และใช้กรอบของการแก้ปัญหาในแนวเส้นตรงดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 แบบจำลองของการแก้ปัญหาในแนวเส้นตรง

ขั้นตอนของการแก้ปัญหาแบบจำลองนี้ทำให้เข้าใจได้ว่า การแก้ปัญหาต้องดำเนินการจากขั้นตอนแรกไปสู่ขั้นตอนสุดท้ายโดยมีจุดหมายปลายทางอยู่ที่ความถูกต้องของคำตอบที่ได้ ซึ่งไม่สอดคล้องกับขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยาและเป้าหมายของการสอนให้นักเรียนคิดเป็น

วิลสันและคณะ (Wilson, et al. 1993 : 60-62) ให้ข้อเสนอแนะว่า กรอบความคิดของขั้นตอนแก้ปัญหาต้องเน้นความเป็นพลวัตและวงจรธรรมชาติของการแก้ปัญหาในชีวิตจริงโดยเสนอกรอบความคิดที่แสดงความเป็นพลวัต ซึ่งมีลักษณะดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 กรอบความคิดที่เน้นความเป็นพลวัต และวงจรธรรมชาติของการแก้ปัญหา

จากภาพประกอบ 6 อธิบายได้ดังนี้เมื่อนำเสนอปัญหาต่อนักเรียน นักเรียนจะคิดและหาวิธีทำความเข้าใจกับปัญหา สร้างแนวคิด วางแผน กำหนดวิธีการแก้ปัญหา ในกระบวนการนี้จะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในปัญหาดีขึ้น และอาจมีการปรับปรุงการวางแผนใหม่ เมื่อวางแผนเสร็จเรียบร้อยแล้ว นักเรียนต้องตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน แจกแจงรายละเอียด และลงมือปฏิบัติการตามแผน เมื่อพบว่าไม่สามารถทำตามแผนได้ นักเรียนจะต้องย้อนกลับไปพยายามสร้างแผนใหม่ หรืออาจต้องกลับไปทำความเข้าใจกับปัญหาใหม่ หลังจากลงมือปฏิบัติดำเนินการตามแผนจนได้คำตอบที่คิดว่าเป็นคำตอบของปัญหาแล้ว นักเรียนจะย้อนกลับไปพิจารณาว่าคำตอบที่ได้ถูกต้องหรือมีความสอดคล้องกับเงื่อนไขต่างๆ ที่กำหนดในปัญหาหรือไม่ การตรวจสอบย้อนกลับยังรวมถึงการพิจารณาหาคำตอบของปัญหาใหม่ด้วยวิธีการหรือยุทธวิธีที่แก้ปัญหาอย่างอื่น ซึ่งจะต้องวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาใหม่ การแก้ปัญหาปัญหาหนึ่งด้วยวิธีการที่หลากหลายหรือใช้ยุทธวิธีที่แตกต่างกัน จะทำให้ได้มีโอกาสเปรียบเทียบวิธีการ ปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหาให้ดียิ่งขึ้น หลังจากขั้นตอนตรวจสอบ ครูควรให้โอกาสนักเรียนได้ใช้ประโยชน์จากการแก้ปัญหาอย่างเต็มศักยภาพโดยขยายปัญหาซึ่งได้แก่ การเสนอปัญหาใหม่ที่มีโครงสร้างของปัญหาเช่นเดิม หรือมีโครงสร้างคล้ายกับปัญหาเดิม การที่นักเรียนสามารถเสนอปัญหาและแก้ปัญหาเหล่านั้นได้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถเข้าใจถึงปัญหานั้นได้ด้วยความเข้าใจอย่างถ่องแท้ (Kennedy and Tipps. 1994 : 61) การเสนอปัญหาใหม่รวมไปถึงการขยายปัญหาเดิมออกไป เช่น การหานัยทั่วไปของคำตอบของปัญหาในรูปคำอธิบาย

ยุทธวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ยุทธวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นเครื่องมือที่จะช่วยในการแก้ปัญหา ถ้านักเรียนได้รับประสบการณ์ในการฝึกการใช้ยุทธวิธีก็จะสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ยุทธวิธีแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญ (Johnson & Herr. 1994 ; Kennedy & Tipps. 1994 ; Polya.1957) ได้แก่

1. การเขียนภาพหรือแผนภาพ
2. การแจกแจงรายการ
3. การประมาณคำตอบ
4. การให้เหตุผล
5. การหารูปแบบ
6. การเดาและการตรวจสอบ
7. การทำปัญหาให้ง่ายหรือแบ่งเป็นปัญหาย่อย
8. การนึกถึงปัญหาที่คล้ายกัน
9. การสร้างตัวแบบ
10. การทำย้อนกลับ
- 11.การใช้ตัวแปรเป็นต้น

การประเมินการแก้ปัญหา

การประเมินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถประเมินได้จากการสังเกตและการใช้คำถาม การสัมภาษณ์ การประเมินสมุติงาน การประเมินผลการรายงาน และการประเมินแฟ้มผลงาน สำหรับการประเมินพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนควรประเมินเกี่ยวกับพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ (ปรีชา เนาว์เย็นผล , 2544: 56-57) ดังนี้

1. การสำรวจศึกษา เป็นพฤติกรรมในด้านการสำรวจ สังเกต ค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูล และการสร้างข้อสรุปที่สามารถนำไปใช้ได้ สถานการณ์ที่กว้างขวางขึ้น
2. ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้แก้ปัญหา เป็นการพิจารณาว่าแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนนำมาใช้นั้นมีความถูกต้อง และสอดคล้องกับสาระของปัญหาหรือไม่ เพียงใด
3. การใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหา เป็นพฤติกรรมในเชิงว่าการใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาของนักเรียนมีความเหมาะสม หรือมีประสิทธิภาพเพียงใด
4. ความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากจำนวนความแตกต่าง และความหลากหลายในแนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่นักเรียนค้นพบ และนำมาใช้ในการแก้ปัญหา
5. ความคิดริเริ่ม พิจารณาจากการเป็นต้นแบบของการคิด การมีแนวคิดที่เป็นของตนเองของนักเรียน และการพัฒนาแนวคิดที่ได้เรียนรู้มาที่แสดงถึงความเป็นผู้ริเริ่ม หรือเป็นต้นแบบการคิด
6. การสื่อสารความคิดในการแก้ปัญหา พิจารณาจากการแสดงแนวคิด / วิธีทำในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่สามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจถึงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้แก้ปัญหา

3.3.2 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้เรียนได้เรียนจากการจัดมวลประสบการณ์ที่หลากหลาย ดำเนินถึงผลประโยชน์ที่จะเกิดกับผู้เรียนและตอบสนองการเรียนรู้ของผู้เรียนตามความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยผู้เรียนมีโอกาสเลือกกิจกรรมและได้ลงมือปฏิบัติจริงสรุปเป็นความรู้ใหม่และเกิดเป็นความภูมิใจต่อความสำเร็จของตน ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก จัดสถานการณ์แหล่งความรู้และสื่อที่เหมาะสมเอื้ออำนวยต่อการพัฒนาการเรียนรู้อันของนักเรียน (กรมวิชาการ, 2541 : 3)

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบยึดผู้เรียนเป็นสำคัญเป็นแนวคิดที่ได้รับการยอมรับเป็นอย่างมากในปัจจุบัน มีพื้นฐานมาจากปรัชญาการศึกษา และทฤษฎีพื้นฐานทางจิตวิทยาหลายแบบ แนวคิดหลักคือ แนวคิดที่มุ่งให้นักเรียนได้มีบทบาท มีส่วนร่วมในการเรียนการสอนมากขึ้น ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้จากการกระทำ ปฏิบัติแก้ปัญหา ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยยึดความสนใจความสามารถของผู้เรียนเป็นสำคัญ และสามารถที่จะพัฒนาศักยภาพของตนเองและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ต่อตนเองได้ ตลอดจนเน้นกระบวนการเรียนรู้ร่วมกัน ผู้เรียนจะมีความรู้ความสามารถในการวิเคราะห์ด้วยตนเอง ได้มีรูปแบบการเรียนรู้ต่างๆ อย่างหลากหลาย เรียนอย่างมีความสุข นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมต่างๆ มีจิตใจที่สดชื่นแจ่มใสในระหว่างที่ดำเนินกิจกรรม

จุดมุ่งหมายของการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีดังนี้

1. เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสนใจ
2. เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถต่างๆ ตามศักยภาพของตน
3. เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการลงมือกระทำ ปฏิบัติ แก้ปัญหา ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง
4. เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสนใจ และความสามารถของตนเอง
5. เพื่อให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงการเรียนรู้กับสภาพชีวิตประจำวัน
6. เพื่อให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิด ความรู้กับเพื่อนร่วมห้อง

ลักษณะการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีลักษณะดังนี้

1. เป็นการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและมีบทบาทในการเรียนการสอนตามความสนใจ ความสามารถ ตั้งแต่การร่วมกำหนดจุดประสงค์ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อ การประเมินผล
2. เป็นการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการลงมือทำกิจกรรม การปฏิบัติ การแก้ปัญหา การศึกษาด้วยตนเอง จากสื่อ เพื่อน และ ครู
3. เป็นการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกฝนทักษะต่าง ๆ เช่น ทักษะการคิด วิเคราะห์ การสังเกต การทดลอง การค้นคว้า การจดบันทึก การสังเคราะห์ การสรุปข้อความรู้ต่างๆ ของตนเอง
4. เป็นการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสร้างความสัมพันธ์ แลกเปลี่ยนความรู้ และความคิดกับเพื่อนจากการทำกิจกรรมต่างๆ

ประเภทของการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยทั่วไปมี 2 แบบคือ

1. แบบเน้นกิจกรรมการสอนเป็นหลัก ประเภทของการสอนแบบนี้ได้แก่ การสอนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก การสอนแบบร่วมมือ การสอนแบบเน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสอนแบบเน้นกระบวนการทางคณิตศาสตร์ การสอนแบบคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นต้น
2. แบบเน้นสื่อ เป็นประเภทการสอนที่มีลักษณะดังเช่น สอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม สอนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนรายบุคคล สอนแบบศูนย์การเรียนรู้ สอนโดยใช้โปรแกรม CAI เป็นต้น

บทบาทของครูตามแนวการสอนเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีดังนี้

1. เป็นผู้จัดการ เป็นผู้กำหนดบทบาทให้นักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมทำกิจกรรมต่างๆ ที่เหมาะสมกับความสามารถ ความสนใจของนักเรียน
2. เป็นผู้ช่วยเหลือและเป็นแหล่งความรู้ กล่าวคือ เป็นผู้ให้ความช่วยเหลือทางด้านวิชาการในยามที่นักเรียนต้องการ อันจะช่วยให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพ
3. เป็นผู้สนับสนุนกระบวนการเรียนการสอน กล่าวคือ ให้การสนับสนุนด้านสื่อ คำแนะนำ เพื่อให้ นักเรียนสามารถดำเนินกิจกรรมได้อย่างราบรื่น
4. เป็นผู้ติดตามตรวจสอบ (monitor) คอยตรวจสอบกระบวนการทำงานและผลงานของนักเรียนรวมทั้ง การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน ทั้งนี้เพื่อนำผลมาปรับปรุงการเรียนการสอนต่อไป

บทบาทของนักเรียนตามแนวการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีดังนี้

1. เป็นผู้ลงมือกระทำ นักเรียนจะต้องดำเนินกิจกรรมต่างๆ ที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ด้วยตนเอง เพื่อผล การเรียนรู้
2. เป็นผู้มีส่วนร่วม นักเรียนจะต้องเป็นผู้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมทุกขั้นตอน
3. เป็นสมาชิกของกลุ่ม นักเรียนจะต้องเป็นผู้แลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์ ความคิดเห็น สร้างความสัมพันธ์กับผู้อื่นในกลุ่ม เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ
4. เป็นผู้ประเมิน นักเรียนจะต้องคอยตรวจสอบความก้าวหน้าในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ ด้วยการประเมินตนเอง การประเมินผู้เรียนในกลุ่ม เป็นต้น

ตัวบ่งชี้การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

ตัวบ่งชี้การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ ตัวบ่งชี้กระบวนการเรียนของนักเรียน และตัวบ่งชี้กระบวนการสอนของครู (คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ .2545) มีดังนี้

ตัวบ่งชี้กระบวนการเรียนของนักเรียน ประกอบด้วย 9 ตัวบ่งชี้ คือ

1. นักเรียนมีประสบการณ์ตรงสัมพันธ์กับธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม และเทคโนโลยี
2. นักเรียนฝึกปฏิบัติและทำกิจกรรมจนค้นพบความถนัดและวิธีการของตนเอง
3. นักเรียนเห็นแบบอย่างที่ดี และฝึกเผชิญสถานการณ์จนเกิดจิตสำนึกและคุณธรรม
4. นักเรียนฝึกคิดหลายวิธี สร้างสรรค์จินตนาการ และแสดงออกอย่างชัดเจนมีเหตุผล
5. นักเรียนได้รับการเสริมแรงให้ทดลองวิธีการแก้ปัญหาทั้งด้วยตนเองและแลกเปลี่ยน

เรียนรู้จากกลุ่ม

6. นักเรียนได้ฝึกค้นคว้ารวบรวมข้อมูล และสร้างสรรค์ความรู้จากแหล่งวิทยาการในโรงเรียนและชุมชน

เรียนและชุมชน

7. นักเรียนสนใจใฝ่รู้ มีส่วนร่วมในการเรียนอย่างมีความสุข
8. นักเรียนฝึกระเบียบวินัย และรับผิดชอบในการทำงานจนสำเร็จ
9. นักเรียนฝึกประเมินผลงาน ฝึกประเมินและปรับปรุงตนเอง และยอมรับผู้อื่น

ตัวบ่งชี้กระบวนการสอนของครู ประกอบด้วย 10 ตัวบ่งชี้ คือ

1. ครูเตรียมการสอนทั้งเนื้อหาและวิธีการที่ผสมผสานภูมิปัญญาไทยและความรู้สากล
2. ครูจัดสิ่งแวดล้อม และบรรยากาศที่ปลุกเร้า จูงใจและเสริมแรงให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้
3. ครูเข้าใจและเอาใจใส่ให้นักเรียนเป็นรายบุคคล และแสดงความเมตตาต่อนักเรียนอย่างทั่วถึง
4. ครูจัดกิจกรรม และสถานการณ์ให้นักเรียนได้แสดงออกอย่างสร้างสรรค์
5. ครูส่งเสริมให้นักเรียนฝึกคิด ฝึกทำ และฝึกปรับปรุงตนเอง
6. ครูส่งเสริมกิจกรรมแลกเปลี่ยนความรู้จากกลุ่ม พร้อมทั้งสังเกตส่วนดีและปรับปรุงส่วน

เต็มศักยภาพ

ถึง

ด้อยของนักเรียน

7. ครูใช้สื่อการสอนเพื่อฝึกการคิด การแก้ปัญหา และค้นพบความรู้
8. ครูใช้แหล่งความรู้ที่หลากหลาย และเชื่อมโยงประสบการณ์กับชีวิตจริงโดยร่วมมือกับ

ชุมชน

9. ครูปลูกฝังระเบียบวินัย ค่านิยม และคุณธรรมตามวิถีวัฒนธรรมไทย

10. ครูประเมินตนเองอยู่เสมอ ตลอดจนสังเกตและประเมินพัฒนาการของนักเรียนอย่างต่อเนื่อง

เนื่อง

3.4 บทเรียนแบบโปรแกรม

การสอนแบบโปรแกรมตามแนวคิดของสกินเนอร์ (Skinner. 1968) มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการให้นักเรียนมีพัฒนาการเรียนรู้ที่ละขั้นตอนต่อเนื่องกันไปจนถึงผลสุดท้าย หลักสำคัญของการสร้างโปรแกรมคือ แบ่งเนื้อหาออกเป็นส่วนย่อย เรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายากและให้เนื้อหาที่มีความสัมพันธ์กัน นักเรียนจะต้องตอบคำถามทุกข้อโดยไม่มีการข้ามขั้นตอน ผลของคำตอบที่ได้จะเป็นแรงเสริมทางบวกให้นักเรียนมีความสนใจ

เรียนมาก เนื้อหาต้องจัดให้เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน คือ ให้นักเรียนส่วนใหญ่ (90 %) ตอบคำถามนั้นได้ บทเรียนแบบโปรแกรม มี 2 ลักษณะ คือ บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง (liner program) เป็นบทเรียนที่นำเสนอเนื้อหาสาระไปที่ละขั้น นักเรียนทุกคนจะเรียนรู้ไปตามลำดับ และบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดแยกสาขา (branching program) เป็นบทเรียนที่มีคำถามให้นักเรียนตอบสนอง และคำตอบของนักเรียนจะนำไปสู่การเรียนรู้ต่อไป ดังนั้นการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม ผู้สร้างต้องวิเคราะห์เนื้อหาที่จะสอนและนำเนื้อหาสาระมาแตกย่อย และเรียงลำดับให้เหมาะสม หลังจากนั้นจึงนำเสนอเนื้อหาที่ละเอียดน้อยไปตามลำดับ และมีข้อคำถามที่ท้าทายความคิดของนักเรียน เมื่อสร้างโปรแกรมเสร็จแล้วควรนำบทเรียนไปใช้กับกลุ่มย่อย แล้วปรับปรุงจากนั้นจึงนำไปใช้กับกลุ่มใหญ่เพื่อหาประสิทธิภาพ (ทิตินา เขมมณี. 2545: 377-378)

จากการศึกษาข้างต้นทำให้ผู้วิจัยได้แนวคิดในการพัฒนาบทเรียนแบบโปรแกรมโดยต้องวิเคราะห์เนื้อหาที่จะสอน และนำเนื้อหาสาระมาแตกย่อย และเรียงลำดับให้เหมาะสม หลังจากนั้นจึงนำเสนอเนื้อหาที่ละเอียดน้อยไปตามลำดับ และมีข้อคำถามที่ท้าทายความคิดของนักเรียน เมื่อสร้างโปรแกรมเสร็จแล้วนำบทเรียนไปใช้กับกลุ่มย่อย แล้วปรับปรุงจากนั้นจึงนำไปใช้กับกลุ่มใหญ่เพื่อหาประสิทธิภาพ โดยการหาประสิทธิภาพของโปรแกรมนั้น ผู้วิจัยต้องการทดสอบประสิทธิภาพ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ประกอบกับโปรแกรมที่ต้องการพัฒนาขึ้นนี้ต้องการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ คือ 75 % ของผู้เรียนสามารถสอบได้มากกว่าคะแนนเกณฑ์หรือคะแนนจุดตัดของผู้เชี่ยวชาญ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ โดยจัดลำดับขั้นตอนการนำเสนอบทเรียนเป็น 4 ขั้นตอน คือ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นกิจกรรม ขั้นฝึกปฏิบัติและนำไปใช้ และขั้นสรุปโดยนำกระบวนการแก้ปัญหาสี่ขั้นตอนของโพลยามาใช้ในการแก้ปัญหาในขั้นกิจกรรม สำหรับขั้นฝึกปฏิบัติและนำไปใช้จะใช้รูปแบบการเรียนการสอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของปาร์น(ดังภาพประกอบ 4 หน้า 17) และในแต่ละขั้นตอนของการนำเสนอบทเรียนผู้วิจัยจะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยจะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากกิจกรรมลงมือปฏิบัติแก้ปัญหา ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง มีโอกาสได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ความรู้กับเพื่อนร่วมห้อง นอกจากนั้นจะนำแนวคิดในการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตของวิลสันและคณะเป็นกรอบความคิดในการสร้างคำถามกระตุ้นให้นักเรียนแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และเพิ่มเติมการขยายปัญหาไปใช้ในการสร้างโจทย์ปัญหาสำหรับฝึกทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาโดยเฉพาะการเพิ่มเติมการขยายปัญหา สำหรับการประเมินผลการแก้ปัญหานั้นผู้วิจัยใช้วิธีการประเมินและแบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาที่พัฒนาโดย ปรีชา เนาว์เย็นผล (ปรีชา เนาว์เย็นผล. 2544: 313-318)

4. แบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์

การวัดแบบอิงเกณฑ์ (criterion reference measurement) เป็นการวัดผลทางการศึกษาที่มุ่งค้นหาว่านักเรียนมีหรือไม่มีความสามารถในเรื่องใด โดยอาศัยเครื่องมือวัดที่สร้างขึ้นมาเฉพาะ พร้อมทั้งกำหนดคะแนนเกณฑ์ หรือคะแนนจุดตัดที่บ่งชี้มาตรฐานการปฏิบัติในเรื่องนั้น และแปลความหมายคะแนนโดยนำเอาคะแนนผลการปฏิบัติงานนั้นไปเทียบกับคะแนนจุดตัดที่กำหนดไว้ (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. 2542 : 49)

4.1 ประเภทของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

แบบทดสอบอิงเกณฑ์ เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นสำหรับในการวัดแบบอิงเกณฑ์โดยเฉพาะ ซึ่งจำแนกตามแนวความคิดได้ 2 ชนิด (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. 2542 : 50-51) ดังนี้

1. แบบทดสอบอิงมวลเนื้อหา (domain – reference) การสร้างข้อสอบอิงมวลพฤติกรรม จะเขียนจากกฎเกณฑ์ที่กำหนดขอบข่ายของมวลเนื้อหาโดยอาศัยวิธีการต่างๆ เช่น ใช้จุดประสงค์ขยายความ (amplified objectives) ใช้การออกแบบลักษณะเฉพาะของแบบทดสอบ (test specification) เป็นต้น แบบทดสอบอิงมวลพฤติกรรม เป็นแบบทดสอบที่ตรวจสอบความรู้ ความสามารถของนักเรียนโดยยึดมวลพฤติกรรม ความรู้ ความสามารถที่นิยามไว้อย่างชัดเจนเป็นหลัก

2. แบบทดสอบอิงมวลพฤติกรรม (objective reference test) การสร้างข้อสอบอิงเกณฑ์ชนิดนี้ จะเขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและจุดประสงค์การสอน แบบทดสอบอิงจุดประสงค์ เป็นแบบทดสอบที่ใช้จำแนกนักเรียนเป็นกลุ่มรอบรู้กับกลุ่มไม่รอบรู้ในแต่ละจุดประสงค์หลัก

4.2 คะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์

คะแนนจุดตัดหมายถึง เกณฑ์ หรือ มาตรฐานที่ใช้ในการตัดสินการรู้ชั้นต่ำของนักเรียนที่ยอมรับว่าเป็นผู้รอบรู้ องค์ประกอบที่สำคัญของการวัดแบบอิงเกณฑ์คือ คะแนนจุดตัด หรือ คะแนนเกณฑ์ การกำหนดคะแนนจุดตัดมี 2 วิธี (Hambleton, et al. 1978 : 1-47) ดังนี้

1. การกำหนดคะแนนจุดตัดโดยอาศัยดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญทำโดยให้ผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชา หรือครูประจำวิชาที่มีประสบการณ์ศึกษาและพิจารณาข้อสอบแล้วระบุว่า นักเรียนมีสมรรถภาพขั้นต่ำที่ยอมรับได้ต้องมีคะแนนสอบผ่านเท่าไร การกำหนดคะแนนจุดตัดโดยอาศัยดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญตัดสินจะมีลักษณะเป็นอัตนัยมาก แต่ถ้าอาศัยความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญหลาย ๆ คนมาเฉลี่ยก็จะทำให้ผลที่ได้เชื่อถือได้และถูกต้องยิ่งขึ้น วิธีการกำหนดคะแนนจุดตัดโดยอาศัยดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญ มีหลายเทคนิค แต่เทคนิคที่คำนวณง่ายและมีเหตุผลเบื้องหลังที่เชื่อถือได้ ได้แก่ เทคนิคของแองกอฟฟ์(Angoff)

2. การกำหนดคะแนนจุดตัดจากการทดลอง การกำหนดโดยวิธีนี้จะได้คะแนนจุดตัดที่เหมาะสมขึ้นโดยอาศัยหลักการทางสถิติเป็นเครื่องมือในการตัดสินผลการทดลองว่า มีความสัมพันธ์สอดคล้องตามเกณฑ์ภายนอกที่กำหนดขึ้น วิธีการกำหนดคะแนนจุดตัดโดยการทดลองมีหลายเทคนิค แต่เทคนิคที่คำนวณง่ายและมีเหตุผลเบื้องหลังที่เชื่อถือได้มี 2 เทคนิคดังนี้

2.1 เทคนิคของกลาส (Glass) หลักการของเทคนิคนี้ อาศัยความสัมพันธ์ของคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบกับเกณฑ์ภายนอกที่สอดคล้องกับแบบทดสอบที่ต้องการจะวัดซึ่งกำหนดไว้ก่อนล่วงหน้าแล้ว โดยการสร้างฟังก์ชันของคะแนนจุดตัดซึ่งได้มาจากการใช้เกณฑ์ภายนอกจำแนกคนออกเป็น 2 กลุ่มคือ คนที่สอบผ่านเกณฑ์ และคนที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์

2.2 เทคนิคของเบอร์ก (Berk .1976 : 4-9) หลักการของเทคนิคนี้จะอาศัยความสัมพันธ์ของคะแนนจุดตัดจากแบบทดสอบซึ่งเป็นตัวแปรพหุคูณกับเกณฑ์ภายนอกทำนองเดียวกับเทคนิคของกลาส คะแนนจุดตัดที่เหมาะสมคือ คะแนนจุดตัดที่สามารถพยากรณ์การรอบรู้ของนักเรียนได้สอดคล้องกับหลักเกณฑ์ภายนอกมากที่สุด โดยเกณฑ์ภายนอกต้องเป็นเกณฑ์ประจักษ์ที่ยอมรับว่าสามารถแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มรอบรู้และกลุ่มไม่รอบรู้ เบอร์กเลือกการสอนเป็นเกณฑ์ภายนอก โดยให้นักเรียนที่ได้รับการสอนเป็นกลุ่มรอบรู้ และนักเรียนที่ไม่ได้รับการสอนเป็นกลุ่มไม่รอบรู้

4.3 การวิเคราะห์แบบทดสอบอิงเกณฑ์

การวิเคราะห์แบบทดสอบอิงเกณฑ์เป็นการประเมินคุณภาพของแบบทดสอบด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบ การประเมินคุณภาพของแบบทดสอบด้านความ

เที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเป็นการตรวจสอบว่าแบบทดสอบมีความสอดคล้องกับเนื้อหาวิชาที่ต้องการวัดหรือไม่โดยใช้จุดประสงค์ของเนื้อหาวิชาเป็นเกณฑ์เทียบ ส่วนการประเมินคุณภาพของแบบทดสอบด้านความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างเป็นการตรวจสอบว่าข้อสอบสามารถจำแนกการรอบรู้หรือไม่รอบรู้ได้หรือไม่ การวิเคราะห์แบบทดสอบเพื่อประเมินคุณภาพของแบบทดสอบด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบนั้นเน้นวัดผลอิงเกณฑ์กลุ่มหนึ่งเชื่อว่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่มีความสำคัญที่สุด นั่นคือถ้าตรวจพบว่าข้อสอบสามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหาแล้วก็มักจะไม่น่าเชื่อว่าข้อสอบจะยากหรือง่ายเกินไปหรือไม่ จะสามารถแยกคนรอบรู้และไม่รอบรู้ได้ดีหรือไม่ (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์, 2527: 420-423) การวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของข้อสอบแบบอิงเกณฑ์มี 2 วิธีดังนี้ (Hambleton, et al.1978 :34-37)

1. อาศัยดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชาตัดสิน เป็นการพิจารณาว่าข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือลักษณะเฉพาะของมวลความรู้ที่ต้องการวัด มีความสอดคล้องกันหรือไม่ โรวินลลีและแฮมเบิลตัน (Hambleton, et al.1978 : 34 citing; Rovinelli and Hambleton) ได้เสนอวิธีวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยอาศัยดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชาไว้ 3 วิธีคือ ใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ ใช้ดัชนีความเหมาะสมระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ และใช้ดัชนีการจับคู่ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

2. อาศัยเทคนิคการตรวจสอบจากการทดลองหรือเทคนิคเชิงประจักษ์ (Empirical Techniques) เป็นการพิจารณาว่าข้อสอบเป็นตัวแทนของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือมวลความรู้หรือไม่ โดยนำข้อสอบไปสอบกับนักเรียนแล้วนำผลที่ได้มาพิจารณาดัดสิน การวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยอาศัยเทคนิคการทดลอง ได้แก่วิธีของครอนบาค (Cronbach) วิธีของแบรนนอนและสโกลูว์ (Brennan and Stolurow)

จากการศึกษาดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยได้แนวคิดเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์เพื่อวัดความรู้ในเนื้อหาคอมบินาทอริกเบื้องต้นสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์คือ ผู้วิจัยจะสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ประเภทที่เป็นแบบทดสอบอิงมวลเนื้อหา โดยสร้างแบบทดสอบเป็นแบบอัตนัยจำนวน 2 ชุดคือ แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคอมบินาทอริก และแบบทดสอบวัดความรู้ในเนื้อหาคอมบินาทอริก การหาคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบทั้ง 2 ชุดหาโดยอาศัยดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญและหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยอาศัยดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชาตัดสิน ใช้ดัชนีความสอดคล้องและดัชนีความเหมาะสมระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ ซึ่งคำนวณจากค่า IOC , $\bar{x}$ และ S การแปลความหมายของดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ ถ้าดัชนีที่คำนวณได้มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 แสดงว่าข้อสอบวัดหรือเป็นตัวแทนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อนั้น แต่ถ้าดัชนีที่คำนวณได้น้อยกว่า 0.5 แสดงว่าข้อสอบไม่วัดหรือไม่เป็นตัวแทนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อนั้น (นิตติยา ปภาพจน์, 2540) แล้วคัดเลือกข้อที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาไว้ ข้อที่ขาดความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจะถูกกำจัดออกไปหรือไม่ก็นำไปแก้ไขปรับปรุงใหม่

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เฟลด์ฮูเซนและครอลล์ (Feldhusen & Kroll, 1991) ทำการสำรวจนักเรียนชั้นประถมศึกษาที่มีความสามารถพิเศษจำนวน 227 คน เกี่ยวกับทัศนคติที่มีต่อโรงเรียนพบว่า นักเรียนทุกคนมีทัศนคติในทางบวกเมื่อเริ่มต้นเข้ามาในโรงเรียน แต่จะบั่นทอนความเบื่อหน่ายเนื่องมาจากการเรียนการสอนที่ไม่ท้าทาย

โรเจอร์และสพาน (Rogers & Span, 1993) ได้ทำการสำรวจงานวิจัยของประเทศสหรัฐอเมริกาเกี่ยวกับการจัดกลุ่มเด็กที่มีความสามารถพิเศษได้สรุปว่า การจัดกลุ่มตามระดับสติปัญญาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษนั้น จะช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ของเด็กได้ รวมทั้งทำให้มีความทะเยอทะยาน ช่วยพัฒนาความ

สามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความคิดสร้างสรรค์ และยังให้ความเห็นอีกว่า ประโยชน์ที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่อาจไม่ได้มาจากการจัดกลุ่ม แต่อาจเป็นเพราะการสอนเสริมเพิ่มพูนประสบการณ์ และการเรียนรู้อย่างจริงจัง

ฟรีแมน (Freeman, 1996) ศึกษาผลกระทบจากการเร่งเวลาเรียนของนักเรียนจำนวน 17 คน ในประเทศอังกฤษโดยการสัมภาษณ์ผู้ปกครองของนักเรียนพบว่า ผู้ปกครองนักเรียนจำนวน 16 คน ได้อธิบายถึงความยุ่งยากที่ได้รับเกี่ยวกับปัญหาต่างๆ ไป เช่น เด็กจะกลับบ้านดึกได้แค่วันไหน ขณะที่เพื่อนร่วมชั้นมีอิสระมากกว่า เด็กบางคนรู้สึกว่าการนั่งตัวเล็กกว่าเพื่อนร่วมชั้น และผู้ปกครองของเด็กคนหนึ่งได้กล่าวถึงการเรียนข้ามชั้นถึง 2 ปี ของลูกชายว่า “เสียใจแทนเขา ในขณะที่เพื่อนเขาเป็นหนุ่มแล้ว แต่เขายังเป็นเด็กอยู่” และเด็กที่มีความสามารถพิเศษบางคนให้ความคิดเห็นว่า การเข้าเรียนมหาวิทยาลัยเร็วเกินไป ทำให้เขาพลาดหลายๆ อย่าง เช่น ไม่สามารถเข้าบาร์ของนักศึกษาได้

พิซซากร แปลงประสพโชค (2540) ได้พัฒนาหลักสูตรพิเศษทางเรขาคณิตเสริมสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ โดยศึกษาว่า นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษดังกล่าวสามารถเรียนรู้เนื้อหาเรขาคณิตในหลักสูตรได้ภายใน 70 ชั่วโมงหรือไม่ หลักสูตรจะไม่เน้นรายละเอียด แต่จะเน้นหลักความคิดกว้างไกลไปถึงเรขาคณิตระดับปริญญาตรี รูปแบบกิจกรรมใช้กิจกรรมสามเส้าของเรทซูลี กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 ในกรุงเทพฯ และปริมณฑล จำนวน 10 คน ที่ผ่านการคัดเลือกจากนักเรียน 72 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนทุกคนสามารถเรียนรู้ได้ครบหลักสูตรและสอบผ่านข้อสอบอิงเกณฑ์ทุกฉบับภายใน 70 ชั่วโมง ได้คะแนนเพิ่มจากการสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .01

นิตติยา ปากพจน์ (2540) ได้พัฒนาหลักสูตรทฤษฎีจำนวนเสริมสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโดยเลือกสรรเนื้อหา วิธีการจัดกิจกรรม และประสบการณ์การเรียนรู้ และการวัดประเมินผลบนพื้นฐาน ความต้องการ ความสนใจ ลักษณะนิสัยและศักยภาพของผู้เรียน หลักสูตรประกอบด้วยเนื้อหา 8 หน่วย โดยแต่ละหน่วยจะมีเนื้อหา โจทย์ปัญหาเสริมแบบฝึกการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ แบบฝึกทักษะการคิด เวลาที่ใช้ตลอดหลักสูตรคือ 25 วัน วันละ 6 ชั่วโมง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ที่ผ่านกระบวนการคัดเลือกจำนวน 17 คน ผลปรากฏว่า คะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนและหลังเรียนหลักสูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.0005 และได้คะแนนของการทดสอบหลังเรียนหลักสูตรเท่ากับ 62 คะแนน ซึ่งมีค่ามากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ยุพร ริมชลการ (2543) ได้พัฒนาหลักสูตรพิเศษคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์เป็นหลักสูตรเสริมระยะสั้นใช้เวลาเรียน 98 ชั่วโมง โดยเนื้อหาของหลักสูตรจะแบ่งออกเป็นบทนำ เป็นเรื่องของความรู้พื้นฐาน และแบ่งออกเป็นอีก 4 หน่วย ในแต่ละหน่วยประกอบด้วยเนื้อหา โจทย์ปัญหา และแบบทดสอบท้ายหน่วย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านกระบวนการคัดเลือกจำนวน 17 คน ผลการวิจัยพบว่า คะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนและหลังเรียนหลักสูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบหลังเรียนหลักสูตร มีค่าเท่ากับ 59.11

รจนา รัตนนิคม (2544) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้เรียนสำคัญที่สุด กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมวัดธาตุทอง กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2542 จำนวนชั้นละ 30 คน รวม 60 คน โดยใช้บทเรียนเรื่องความน่าจะเป็น และจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้เรียนสำคัญที่สุด ใช้เวลาสอน 10 คาบ ๆ ละ 50 นาที ผลปรากฏว่านักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความสามารถเพียงพอในการเรียนเรื่องความน่าจะเป็น ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความสามารถทางการเรียนเรื่องความน่าจะเป็นแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทำให้ผู้วิจัยได้แนวคิดในการจัดการศึกษาว่าควรจัดโปรแกรมการเรียนเฉพาะสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษโดยแยกกลุ่มจากนักเรียนปกติ ส่งเสริมการคิดระดับสูงและคิดสร้างสรรค์ ในการจัดการเรียนการสอนควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และมีวันหยุดให้นักเรียนได้มีโอกาสดำเนินกิจกรรม

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ซึ่งประกอบด้วย การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ และการทดลองใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อหาประสิทธิภาพ โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดกลุ่มทดลอง
2. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การทดลองภาคสนาม
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. กำหนดกลุ่มทดลอง

กลุ่มทดลอง เป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 – 3 ที่มีผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโดยเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.5 กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 ในโรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ฝ่ายมัธยม) โรงเรียนสตรีวิทยา โรงเรียนนาคะเบรียล โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ และโรงเรียนเบญจมราชูทิศ ราชบุรี โดยกลุ่มทดลองทั้งหมดเป็นนักเรียนที่ได้คะแนนสูงสุดจำนวน 15 คนแรก ของขั้นตอนการคัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษในขั้นที่ 2 และไม่เคยเข้าร่วมโครงการส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ศึกษา (สอวน.)

ขั้นตอนการคัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ มี 2 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การเสนอชื่อ

ขั้นที่ 2 การทดสอบความสามารถ

การเสนอชื่อ เป็นการให้ครูประจำชั้นหรือประจำวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หรือ 3 สรรวหาเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ที่ไม่เคยเข้าร่วมโครงการส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ศึกษา หรือนักเรียนที่มีผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโดยเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.5 เสนอตัวเองเข้าร่วมโครงการ พร้อมทั้งให้ครูและนักเรียนตอบแบบเสนอชื่อนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษซึ่งเป็นแบบสอบถามกรอกรายการ ส่งมายังผู้วิจัย จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการแปลงแบบเสนอชื่อให้เป็นคะแนนเพื่อหาผลรวมของคะแนน (นิตติยา ปภาพจน์. 2540 : 105-106) โดยจะพิจารณาจากผลคะแนนของครูและนักเรียนรวมกัน และใช้เกณฑ์การตัดสินว่าผ่านคือผู้ที่ได้คะแนนเฉลี่ยต่อข้อคือ 2.5 แล้วนำ 2.5 ไปคูณจำนวนข้อคำถามของแบบเสนอชื่อ แล้วตัดนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ดังกล่าวจำนวน 145 คน

การทดสอบความสามารถ เป็นการเชิญนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์คัดเลือกโดยการเสนอชื่อในขั้นที่ 1 ทั้ง 145 คนมาทำการทดสอบความสามารถด้วยแบบทดสอบสองฉบับคือ แบบทดสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทาง

คณิตศาสตร์ และแบบทดสอบความคิดระดับสูง (นิตติยา ปภาพจน์, 2540: 117-139) แล้วทำการตรวจแบบทดสอบให้คะแนน พร้อมทั้งปรับคะแนนจากแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับให้มีคะแนนเท่ากัน โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินดังนี้

1. เกณฑ์การตัดสินการผ่านสำหรับแบบทดสอบ การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ใช้เกณฑ์ 50 % ของคะแนนเต็ม (พิชากร แปลงประสพโชค, 2540 : 52)
2. เกณฑ์การตัดสินผ่านสำหรับแบบทดสอบวัดความคิดระดับสูงใช้เกณฑ์ 80 % ของคะแนนเต็ม (ใช้เกณฑ์ความรอบรู้ของบลูม ซึ่งอ้างอิงจากพิชากร แปลงประสพโชค, 2540: 52)

2.การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะใช้เครื่องมือ 4 ชนิดดังนี้

1. เครื่องมือคัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย
 - 1.1 แบบเสนอชื่อ
 - 1.2 แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
 - 1.3 แบบทดสอบวัดความคิดระดับสูง
2. โปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ประกอบด้วย เอกสารประกอบการเรียน และแผนการสอน
3. แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับโครงร่างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น
4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์

ผู้วิจัยมีขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือดังนี้

1. เครื่องมือคัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยไม่ได้สนใจที่จะพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการคัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงจะนำเครื่องมือคัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ที่มีผู้พัฒนาและหาคุณภาพของเครื่องมือไว้เรียบร้อยแล้วมาใช้ในการคัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1.1 แบบเสนอชื่อผู้วิจัยจะใช้แบบเสนอชื่อเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาโดย นิตติยา ปภาพจน์ (นิตติยา ปภาพจน์, 2540 : 105-106) ซึ่งเป็นแบบสอบถามกรอกรายการ จำนวน 25 ข้อ แต่ละข้อมีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า 4 ระดับ และเป็นคำถามเกี่ยวกับลักษณะพฤติกรรมของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ โดยมีผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรมของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษโดยผู้เชี่ยวชาญ มีความคิดเห็นสอดคล้องกันมีค่าระหว่าง 0.5 – 1.0 และคะแนนแต่ละข้อคำถามมีค่าสหสัมพันธ์กับคะแนนรวมทั้งฉบับสูงโดยสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

1.2 แบบทดสอบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจะใช้แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาโดย ยุพร ริมชลการ (ยุพร ริมชลการ . 2543 : 111 - 119) เป็นแบบทดสอบชนิดเติมคำตอบ มีจำนวน 30 ข้อ โดยมีผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับกรอบความรู้คณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาที่ 1 มีค่าระหว่าง 0.66 – 1.0 ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับการใช้ความสามารถอย่างสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา มีค่าระหว่าง 0.66 – 1.0 ผลการเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ระหว่างกลุ่มที่มีลักษณะตามที่ต้องการศึกษาและกลุ่มที่ไม่มีลักษณะตามที่ต้องการศึกษา มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และมีความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 1.0

1.3 แบบทดสอบวัดความคิดระดับสูง ผู้วิจัยจะใช้แบบทดสอบที่พัฒนาโดย นิตติยา ปภาพจน์ (นิตติยา ปภาพจน์, 2540 : 117-139) มีลักษณะเป็นแบบทดสอบปรนัย มี 77 ข้อ ประกอบด้วย 7 ตอนคือ

1. อุปมาอุปมัย (Analogics)
2. เหตุผลเชิงนิรนัย (Deductive Reasoning)
3. ส่วนของเหตุที่หายไป (Missing Premises)
4. การสังเคราะห์ลำดับ (Sequential Synthesis)
5. การใช้คำถามในการไขปริศนา (Questioning Strategies)
6. การวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับการตอบปัญหา (Analysis of Relevant and Irrelevant Information)
7. การวิเคราะห์คุณลักษณะ (Analysis of Attributes)

โดยแบบทดสอบวัดความคิดระดับสูง มีผลการประเมินการเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดความคิดระดับสูง ระหว่างกลุ่มที่มีลักษณะตามที่ต้องการศึกษาและกลุ่มที่ไม่มีลักษณะตามที่ต้องการศึกษา มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และมีความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.98

2. โปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นนี้ ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในบทที่ 2 มาเป็นแนวทางในการสร้างโปรแกรม ซึ่งตั้งอยู่บนพื้นฐานของลักษณะนิสัย ความสนใจ และศักยภาพของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ มากำหนดจุดมุ่งหมาย เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อ การวัดและประเมินผลโดยมีแนวทางในการกำหนดส่วนต่างๆ ของโปรแกรมดังนี้

2.1 จุดมุ่งหมายของโปรแกรม ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในบทที่ 2 เกี่ยวกับ โปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ลักษณะนิสัย ความสนใจ และศักยภาพของนักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์มากำหนดเป็นจุดมุ่งหมายของโปรแกรม ในด้านเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอน จากนั้นนำจุดมุ่งหมายของโปรแกรมที่ได้ไปให้คณะกรรมการควบคุมปริญญาโทตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้องของภาษา แล้วนำข้อเสนอแนะไปดำเนินการปรับปรุงแก้ไข เพื่อจัดทำเป็นจุดมุ่งหมายของโปรแกรมที่สมบูรณ์

2.2 เนื้อหาของโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ผู้วิจัยนำจุดมุ่งหมายของโปรแกรม และข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในบทที่ 2 เกี่ยวกับเนื้อหาคอมพิวเตอร์เบื้องต้น และศึกษาโจทย์ปัญหาทางคอมพิวเตอร์จากเอกสารและตำราต่างๆ ตลอดจนสอบถามความคิดเห็นจากคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทเพื่อขอคำแนะนำเกี่ยวกับการกำหนดเนื้อหาในหลักสูตร แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปกำหนดหัวข้อของเนื้อหาคอมพิวเตอร์เบื้องต้นซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนคือ

1. เนื้อหาความรู้พื้นฐาน ได้แก่ เนื้อหาเกี่ยวกับเรื่อง เซต ตรรกศาสตร์ ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน
2. เนื้อหาคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ได้แก่ เนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยน วิธีการจัดหมู่ การเพิ่มเข้า - ดัดออก และฟังก์ชันก่อกำเนิด

จากนั้นนำหัวข้อเนื้อหาไปให้คณะกรรมการควบคุมปริญญาโทตรวจสอบความเหมาะสมในการจัดลำดับของเนื้อหาและภาษาที่ใช้ นำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข แล้วกำหนดรายละเอียดของเนื้อหาแต่ละเรื่อง โดยในการกำหนดรายละเอียดของเนื้อหา และโจทย์ปัญหาสำหรับฝึกทักษะในการแก้โจทย์ปัญหา ผู้วิจัยจะนำแนวคิดในการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตของวิไลสันและคณะเป็นกรอบความคิดในการสร้างคำถามกระตุ้นให้นักเรียนแก้

ปัญหาอย่างเป็นระบบ และเพิ่มเติมการขยายปัญหาไปใช้ในการสร้างโจทย์ปัญหาสำหรับฝึกทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาโดยเฉพาะการเพิ่มเติมการขยายปัญหา

2.3 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในบทที่ 2 เกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ กระบวนการแก้ปัญหาสี่ขั้นตอนของโพลยา การแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตของวิลสันและคณะ มาเป็นกรอบแนวคิดในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยจัดลำดับขั้นตอนการนำเสนอบทเรียนเป็น 4 ขั้นตอนคือ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นกิจกรรม ขั้นฝึกปฏิบัติและนำไปใช้ และขั้นสรุปโดยนำกระบวนการแก้ปัญหาสี่ขั้นตอนของโพลยาไปใช้ในการแก้ปัญหาในขั้นกิจกรรม สำหรับขั้นฝึกปฏิบัติและนำไปใช้จะใช้รูปแบบการเรียนการสอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของปาร์น(ดังภาพประกอบ 4 หน้า 17) และในแต่ละขั้นตอนของการนำเสนอบทเรียนผู้วิจัยจะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยจะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติแก้ปัญหา ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง มีโอกาสได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ความรู้กับเพื่อนร่วมห้อง แล้วจัดทำแผนการสอนซึ่งประกอบด้วย สารสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อ การวัดและประเมินผล จากนั้นนำแผนการสอนไปให้คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ดูความเหมาะสม ความเป็นไปได้ ความถูกต้องของภาษา แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

2.4 สื่อการเรียนการสอน ผู้วิจัยจัดเตรียมสื่อการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับเนื้อหาและจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของแต่ละหัวข้อ ได้แก่ เอกสารประกอบการเรียน แบบฝึกทักษะ หนังสืออ่านเพิ่มเติม เกมฝึกสมอง เพื่อใช้ผ่อนคลายจากการเรียน และเอกสารตำราที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาของโปรแกรม

2.5 การวัดและประเมินผล ผู้วิจัยใช้การวัดและประเมินผลที่ประกอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบอิงเกณฑ์ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัยมี 2 ชุด ใช้เวลาสอบชุดละ 3 ชั่วโมง ดังนี้

ชุดที่ 1 แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคอมพิวเตอร์ มีจำนวน 5 ข้อ

ชุดที่ 2 แบบทดสอบวัดความรู้ในเนื้อหาคอมพิวเตอร์ มีจำนวน 10 ข้อ

นอกจากนี้มีการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน และซักถามนักเรียน

เมื่อกำหนดส่วนต่าง ๆ ของโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยนำส่วนต่าง ๆ ของโปรแกรมมาจัดทำเป็นเอกสาร 2 เล่ม คือ

1. เอกสารประกอบการเรียน ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาคอมพิวเตอร์เบื้องต้นและโจทย์ปัญหาสำหรับฝึกทักษะในการแก้โจทย์ปัญหา

2. แผนการสอน ซึ่งประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อ การวัดผลและประเมินผล

เมื่อจัดทำเอกสารทั้ง 2 เล่มเรียบร้อยแล้ว จะมีขั้นตอนดำเนินการต่อไปดังนี้

1. ผู้วิจัยจะนำเอกสารทั้ง 2 เล่มไปให้คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม ภาษาที่ใช้ พร้อมทั้งนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งหนึ่งเพื่อให้ได้โปรแกรมที่สมบูรณ์

2. นำเอกสารประกอบการเรียนและแผนการสอน ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษจำนวน 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ 1 ท่าน ตรวจสอบดูความเหมาะสมของโปรแกรมทั้งในด้านภาษา เวลา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อ การวัดและประเมินผล พร้อมทั้งของคำแนะนำเพื่อมาปรับปรุงแก้ไข

3. นำเอกสารประกอบการเรียนไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 โรงเรียนอุดรดิตถ์ครูนี้ที่มีเกรดเฉลี่ยการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 - 3 ตั้งแต่ระดับ 3.5 ขึ้นไปจำนวน 3 คน ทั้งนี้เพื่อดูความเป็นไปได้และเหมาะสมของภาษาที่ใช้ นำผลการทดลองการใช้โปรแกรมมาปรับปรุงแก้ไข

4. หาคุณภาพของโปรแกรม โดยนำเอกสารประกอบการเรียนและแผนการสอนที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วพร้อมทั้งแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์จำนวน 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์จำนวน 2 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของ จุดมุ่งหมาย เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อ การวัดและประเมินผล นำผลที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้ค่า IOC , $\bar{x}$ และ S โดยพิจารณาจากเกณฑ์ (นิตติยา ปภาพจน์. 2540) ดังนี้

1. ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของผู้เชี่ยวชาญมีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จึงจะถือว่า จุดมุ่งหมาย เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อ การวัดและประเมินผล มีความสอดคล้องกัน

2. ค่าดัชนีความเหมาะสมระหว่างจุดมุ่งหมาย เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อ การวัดและประเมินผล จะมีความเหมาะสมกันเมื่อค่าของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมีค่า 3.41 – 5.00 และ S มีค่าไม่เกิน 1

3. แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับโครงร่างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ผู้วิจัยพัฒนามาจากแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับโครงร่างหลักสูตรพีชคณิต ที่พัฒนาโดย ยุพร ริมชลการ (ยุพร ริมชลการ. 2543) แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับโครงร่างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นสร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญได้พิจารณาประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของ จุดมุ่งหมาย เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อ การวัดและประเมินผล พร้อมทั้งแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม เพื่อความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นของโปรแกรม

จากนั้นนำแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับโครงร่างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นให้คณะกรรมการควบคุมปริญญาโทและผู้เชี่ยวชาญด้านการประเมินจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบประเด็นต่าง ๆ ของการประเมิน ลักษณะของข้อคำถาม และภาษาที่ใช้ เพื่อนำมาปรับปรุงจนได้แบบประเมินความคิดเห็นความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับโครงร่างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นที่สมบูรณ์

4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์ ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในบทที่ 2 เกี่ยวกับแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ และนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาทำการวิเคราะห์แล้วทำการสร้างแบบทดสอบโดยเป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัย จำนวน 2 ชุดคือ แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคอมพิวเตอร์ และแบบทดสอบวัดความรู้ในเนื้อหาทางคอมพิวเตอร์ จากนั้นนำแบบทดสอบไปให้คณะกรรมการควบคุมปริญญาโทและปริญญาตรีพิจารณาถึงความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความถูกต้องและความเหมาะสมของภาษา นำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำแบบทดสอบพร้อมทั้งแบบประเมินไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านคอมพิวเตอร์ และด้านวัดผลการศึกษาจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยใช้ดัชนีความสอดคล้องและดัชนีความเหมาะสมระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์ และกำหนดคะแนนจุดตัด แล้วนำผลมาคำนวณค่า IOC, $\bar{x}$ และ S คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป (นิตติยา ปภาพจน์. 2540) และหาจุดตัดจากคะแนนจุดตัดของผู้เชี่ยวชาญโดยใช้เทคนิคของแองกอฟ

3. การทดลองภาคสนาม

การทดลองภาคสนามเป็นการชี้ให้เห็นว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เป็นโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพและสามารถนำไปใช้สอนนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ การทดลองภาคสนามทำโดยผู้วิจัยนำหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 15 คนในช่วงปิดภาคเรียนเดือนตุลาคม 2545 ใช้เวลาเรียน 15 วันๆ ละ 6 ชั่วโมง รวม 90 ชั่วโมงโดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนเอง กิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละวันแบ่งเป็นดังนี้

ในช่วงเช้า เป็นการศึกษาเนื้อหาทางคอมพิวเตอร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของปาร์น การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจะใช้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ สำรวจ สืบค้น และแสวงหาวิธีการในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยตนเอง

ในช่วงบ่าย เป็นการให้นักเรียนได้นำความรู้ทางคอมพิวเตอร์ในช่วงเช้ามาแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยกำหนดให้ โดยการจัดกิจกรรมในช่วงบ่ายนี้ใช้รูปแบบการเรียนการสอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของปาร์นมีขั้นตอนดังนี้

1. การค้นหาข้อเท็จจริง เป็นการวิเคราะห์ตัวปัญหาว่า คืออะไร สังเกต สำรวจ และรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ของปัญหา
2. ค้นหาตัวปัญหา เป็นการรวบรวมปัญหาต่างๆ ให้เห็นปัญหาใหญ่ที่เด่นชัดหรือตัวปัญหาในรูปแบบที่จะสามารถแก้ปัญหา แล้วทดลองวางแผนแก้ปัญหา
3. ค้นหาแนวคิด เป็นการระดมสมอง เสนอแนวคิดในการแก้ปัญหา กระตุ้นให้คิดหาวิธีแก้ปัญหามากที่สุด
4. ค้นหาคำตอบ เป็นการค้นหาคำตอบของปัญหาตามแนวคิดที่กำหนดในขั้นที่ 3
5. การยอมรับผลจากการค้นหาคำตอบ เป็นการให้เพื่อน ๆ ร่วมชั้นเรียนได้พิจารณาแผนในการแก้ปัญหา หรือยอมรับคำตอบที่ค้นพบ และคิดต่อไปว่าการค้นพบนี้จะนำไปสู่หนทางที่จะทำให้เกิดแนวคิดหรือสิ่งใหม่ต่อไปอีก

ในระหว่างการทดลองมีการสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาของนักเรียน มีการซักถามนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ที่อยากเรียนรู้ ความท้าทายของโจทย์ปัญหา ผู้วิจัยใช้การสังเกตพฤติกรรมในการคิดแก้ปัญหาที่พัฒนาโดยปรีชา เนาว์เย็นผล (2544: 313 – 318) โดยสังเกตพฤติกรรมในการแก้โจทย์ปัญหาในด้านการสำรวจศึกษา การใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหา ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และการสื่อความคิดในการแก้ปัญหา นอกจากนั้นระหว่างการทดลองยังเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำเสนอแนวคิดและรูปแบบการแก้ปัญหา หลังจากการเรียนการสอนสิ้นสุดลง นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์ไปทดสอบกับกลุ่มทดลอง นำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของโปรแกรม สุ่มเลือกนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองมาจำนวน 10 คนเพื่อซักถามความคิดเห็นเกี่ยวกับผลการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น แล้วนำข้อมูลที่ได้มาสรุปเป็นผลการใช้โปรแกรม

การออกแบบการทดลอง ในการทดลองโปรแกรมผู้วิจัยใช้การทดลองแบบ one – group posttest design ซึ่งมีลักษณะดังนี้

X O₁

เมื่อ X เป็นการทดลองใช้โปรแกรมกับกลุ่มทดลอง
และ O_1 เป็น posttest

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ใช้สถิติดังนี้

1. การหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์ โดยใช้ค่า $\bar{x}$, S และดัชนีความสอดคล้อง (IOC)ของผู้เชี่ยวชาญมีสูตรดังนี้

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

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยค่า R จำแนกเป็น -1, 0, 1 ซึ่งแทน
ไม่เห็นด้วย ไม่แน่ใจ และ เห็นด้วย ตามลำดับ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2. การทดสอบสมมติฐานใช้ การทดสอบทวินาม (Binomial test)

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ในการวิจัยและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัยดังนี้

1. ผลการสร้างและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
2. ผลการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์
3. ผลการหาประสิทธิภาพของโปรแกรม
4. ผลการใช้โปรแกรม

1. ผลการสร้างและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลพื้นฐานที่ได้จากการศึกษามาเป็นแนวทางในการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นที่ประกอบด้วยจุดมุ่งหมาย เนื้อหา กิจกรรม การเรียนการสอน สื่อ การวัดและประเมินผล นำส่วนต่าง ๆ ของโปรแกรมมาจัดทำเป็นเอกสาร 2 เล่ม เล่มแรก คือ เอกสารประกอบการเรียนซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาคอมพิวเตอร์เบื้องต้นและโจทย์ปัญหาสำหรับฝึกทักษะในการแก้ปัญหา และเล่มที่ 2 คือ แผนการสอนซึ่งประกอบด้วยสาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อ การวัดและประเมินผล จากนั้นนำเอกสารประกอบการเรียนไปทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอุดรดิตถ์จำนวน 3 คน เพื่อดูความเป็นไปได้และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ แล้วทำการประเมินโครงร่างของโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นโดยผู้เชี่ยวชาญ เพื่อปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น จากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ที่เป็นกลุ่มทดลองจำนวน 15 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของโปรแกรม ได้ผลการสร้างและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น มีรายละเอียดต่อไปนี้

จุดมุ่งหมายของโปรแกรม

1. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาคอมพิวเตอร์เบื้องต้น
2. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสศึกษาหาความรู้ทางคอมพิวเตอร์ด้วยตนเอง
3. เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสสำรวจเนื้อหา และแนวคิดทางคอมพิวเตอร์ในลักษณะแนวกว้าง โดยเพิ่มความสนใจต่อความคิดหลัก ๆ และโครงสร้างคร่าว ๆ มากกว่าที่จะสนใจรายละเอียดส่วนย่อย
4. เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสสำรวจเนื้อหา และทำความเข้าใจกับความรู้พื้นฐานที่จำเป็นที่จะนำไปสู่แนวคิดทางคอมพิวเตอร์ในลักษณะแนวลึก
5. เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิด โดยสามารถคิดแบบเป็นเหตุเป็นผล เข้าใจเรื่องนามธรรม และคิดเป็นสัญลักษณ์หรือสร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ได้

6. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีโอกาสพัฒนาศักยภาพของตนให้ ถึงขีดสูงสุดในด้านการเรียนรู้ การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคอมพิวเตอร์เบื้องต้น
7. เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสลงมือปฏิบัติงานในระดับที่ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างจริงจัง
8. เพื่อให้นักเรียนเห็นคุณค่า เกิดความเชื่อมั่นในตนเองและสามารถสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ได้

เนื้อหาของโปรแกรมประกอบด้วย

บทนำ	ความรู้พื้นฐาน
	เซต
	ตรรกศาสตร์
	ฟังก์ชัน
หน่วยที่ 1	หลักการนับเบื้องต้น
	หลักการบวก
	หลักการคูณ
หน่วยที่ 2	วิธีเรียงสับเปลี่ยน และวิธีจัดหมู่
	วิธีเรียงสับเปลี่ยน
	วิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของที่แตกต่างกัน
	วิธีเรียงสับเปลี่ยนสิ่งของที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมด
	วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงวงกลม
	วิธีจัดหมู่
	การแจกแจง
	สัมประสิทธิ์ทวินาม
หน่วยที่ 3	การเพิ่มเข้า – ตัดออก
	การนับโดยใช้แผนภาพของเวนน์ – ออยเลอร์
	สูตรการเพิ่มเข้า – ตัดออก
	ฟังก์ชันในทางทฤษฎีจำนวน
หน่วยที่ 4	ฟังก์ชันก่อกำเนิด
	ความหมายของฟังก์ชันก่อกำเนิด
	การหาสัมประสิทธิ์ของฟังก์ชันก่อกำเนิด
	ฟังก์ชันก่อกำเนิดแบบเอกซ์โปเนนเชียล
	โจทเธอร์คอน

กิจกรรมการเรียนการสอน

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละหน่วยจะเน้นรูปแบบการเรียนการสอนของซิดนีย์ ปาร์น ซึ่งเป็นรูปแบบการเรียนการสอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยเน้นให้นักเรียนศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง ครูจะเป็นเพียงผู้ชี้แนะและกล่าวเฉพาะแนวคิดหลัก ๆ และปัญหาบางปัญหา เน้นให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริง ได้ฝึกทักษะการคิดและแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์แล้วนำเสนอรูปแบบการแก้ปัญหาเพื่อให้เพื่อน ๆ ได้พิจารณา และตัดสินใจที่จะยอมรับคำตอบที่ได้

สื่อการเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้ประกอบด้วย เอกสารประกอบการเรียน หนังสือและเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางคอมพิวเตอร์ (รายละเอียดเสนอไว้ในภาคผนวก ง) และเกมฝึกสมองให้นักเรียนเล่นเพื่อผ่อนคลายจากการเรียนการวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผลพิจารณาจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน การซักถามพูดคุยกับนักเรียนระหว่างเรียนและหลังจากการเรียนสิ้นสุดลง การนำเสนอการแก้ปัญหาระหว่างเรียน และการทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์

ผลการหาคุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น

การหาคุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นทำโดยนำเอกสารประกอบการเรียน แผนการสอนและแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับโครงร่างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน (รายละเอียดเสนอไว้ในภาคผนวก ก) เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องขององค์ประกอบต่าง ๆ ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น พร้อมทั้งแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมเพื่อความสมบูรณ์ยิ่ง ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

1. ผลการประเมินความเหมาะสมของโครงร่างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประเมินองค์ประกอบต่าง ๆ ของโปรแกรมว่ามีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด โดยใช้เปรียบเทียบมาตรฐานแบบสอบถามด้วยวิธีการแปลงให้เป็นคะแนนดังนี้

เห็นด้วยมากที่สุด	ให้คะแนนเป็น	5
เห็นด้วยมาก	ให้คะแนนเป็น	4
เห็นด้วยปานกลาง	ให้คะแนนเป็น	3
เห็นด้วยน้อย	ให้คะแนนเป็น	2
เห็นด้วยน้อยที่สุด	ให้คะแนนเป็น	1

จากนั้นนำคะแนนผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) มีค่าไม่เกิน 1.00 แสดงว่าข้อคำถามนั้นมีความเหมาะสม (นิตติยา ปภาพจน์.2540) แล้วพิจารณาคะแนนเฉลี่ยความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญโดยใช้เกณฑ์ดังนี้

มากที่สุด	ช่วงคะแนน	4.21 – 5.00
มาก	ช่วงคะแนน	3.41 – 4.20
ปานกลาง	ช่วงคะแนน	2.61 – 3.40
น้อย	ช่วงคะแนน	1.81 – 2.60
น้อยที่สุด	ช่วงคะแนน	1.00 – 1.80

ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังตาราง 1

ตาราง 1 ผลการประเมินความเหมาะสมของโครงร่างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น

ประเด็นการประเมิน	ระดับความเหมาะสม		
	$\bar{x}$	S	แปลผล
1. จุดมุ่งหมายของโปรแกรม			
1.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ความสามารถอย่างแท้จริง	4.80	0.40	มากที่สุด
1.2 พัฒนาความสามารถด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และความคิดระดับสูง	4.80	0.40	มากที่สุด
1.3 สร้างเสริมผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์	4.80	0.40	มากที่สุด
1.4 ปฏิบัติจริง	4.60	0.40	มากที่สุด
1.5 ส่งเสริมการศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง	4.60	0.49	มากที่สุด
1.6 ส่งเสริมการสร้างสร้งผลงานตามความสามารถและความ สนใจของผู้เรียน	4.20	0.75	มาก
1.7 พัฒนาศักยภาพของผู้เรียนให้ได้ขีดสูงสุด	4.20	0.40	มาก
1.8 ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาหลัก ๆ ทางคอมพิวเตอร์เบื้องต้น	4.40	0.49	มากที่สุด
2. เนื้อหาของโปรแกรม			
2.1 เหมาะสมกับศักยภาพของผู้เรียนซึ่งเป็นเด็กที่มีความ สามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์	4.60	0.49	มากที่สุด
2.2 นำไปปฏิบัติได้จริง	4.40	0.49	มากที่สุด
2.3 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.40	0.80	มากที่สุด
2.4 การกำหนดหัวข้อของเนื้อหาในโปรแกรมมีความ เหมาะสม	4.40	0.80	มากที่สุด
2.5 การกำหนดเนื้อหาในแต่ละหน่วยมีความเหมาะสม	4.40	0.80	มากที่สุด
2.6 มีการจัดเรียงลำดับอย่างเหมาะสม	4.40	0.80	มากที่สุด
2.7 มีความเหมาะสมกับระยะเวลาที่กำหนด	4.20	0.75	มากที่สุด
3. กิจกรรมการเรียนการสอน			
3.1 ในแผนการสอนแต่ละหน่วยมีความเหมาะสม	4.20	0.40	มาก
3.2 เหมาะสมกับศักยภาพของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทาง คณิตศาสตร์	4.20	0.75	มาก
3.3 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.00	0.89	มาก
3.4 ส่งเสริมด้านการคิดด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์	4.40	0.48	มากที่สุด
3.5 ส่งเสริมการคิดระดับสูง	4.20	0.40	มาก
3.6 เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายของโปรแกรม	4.20	0.40	มาก

ตาราง 1 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ระดับความเหมาะสม		
	$\bar{x}$	S	แปลผล
3.7 เหมาะสมกับเนื้อหาของแต่ละหน่วย			
หน่วยที่ 1	4.20	0.75	มาก
หน่วยที่ 2	4.20	0.40	มาก
หน่วยที่ 3	4.20	0.40	มาก
หน่วยที่ 4	4.00	0.00	มาก
3.8 มีความเหมาะสมกับการเรียนรู้ของเด็กที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์	4.20	0.40	มาก
3.9 เหมาะสมในการนำไปปฏิบัติจริง	4.40	0.80	มากที่สุด
3.10 ส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง	4.40	0.48	มากที่สุด
3.11 ส่งเสริมให้ผู้เรียนศึกษาหาความรู้ตามความสามารถและความสนใจ	4.20	0.75	มาก
3.12 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสมือปฏิบัติงานในระดับที่ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างจริงจัง	4.40	0.48	มากที่สุด
4. สื่อการเรียน			
4.1 เหมาะสมกับเนื้อหาของโปรแกรม	4.40	0.48	มากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับกิจกรรมและวิธีสอน	4.00	0.63	มากที่สุด
4.3 เหมาะสมกับการส่งเสริมการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง	3.80	0.75	มาก
4.4 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.20	0.75	มาก
5. การวัดและประเมินผล			
5.1 เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายของโปรแกรม	4.40	0.44	มากที่สุด
5.2 เหมาะสมกับเนื้อหาของโปรแกรม	4.40	0.49	มากที่สุด
5.3 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.20	0.75	มาก
5.4 เหมาะสมกับกิจกรรมและวิธีสอน	4.20	0.75	มาก
5.5 เหมาะสมกับการวัดความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน	4.00	0.00	มาก
5.6 เหมาะสมกับการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และความคิดระดับสูง	4.00	0.00	มาก
5.7 เหมาะสมกับการวัดความรู้ในเนื้อหาทางคอมพิวเตอร์เบื้องต้น	4.00	0.00	มาก
6. แผนการสอน			
6.1 ส่วนประกอบ(เวลา เนื้อหา จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม แนวทางการจัดกิจกรรมและวิธีสอน สื่อการเรียน และการวัดผลและประเมินผล) ในแต่ละหน่วยมีความเหมาะสม			
หน่วยที่ 1	4.00	0.63	มาก
หน่วยที่ 2	4.20	0.75	มาก
หน่วยที่ 3	4.00	0.63	มาก

ตาราง 1 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ระดับความเหมาะสม		
	$\bar{x}$	S	แปลผล
หน่วยที่ 4	4.00	0.63	มาก
6.2 รายละเอียดในแต่ละหน่วยมีความเหมาะสม			
หน่วยที่ 1	4.00	0.63	มาก
หน่วยที่ 2	4.00	0.63	มาก
หน่วยที่ 3	4.00	0.63	มาก
หน่วยที่ 4	4.00	0.63	มาก
6.3 ในแต่ละหน่วยเหมาะสมกับการนำไปปฏิบัติจริง			
หน่วยที่ 1	4.20	0.40	มาก
หน่วยที่ 2	4.40	0.48	มากที่สุด
หน่วยที่ 3	4.40	0.49	มากที่สุด
หน่วยที่ 4	4.40	0.49	มากที่สุด

จากตาราง 1 ผลการประเมินความเหมาะสมโครงร่างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นโดยผู้เชี่ยวชาญ ปรากฏว่า ประเด็นต่าง ๆ ขององค์ประกอบในโปรแกรมมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.8 – 4.8 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0 – 0.8 แสดงว่า องค์ประกอบในโปรแกรมมีความเหมาะสมมากถึงมากที่สุด

2. ผลการประเมินความสอดคล้องโครงร่างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน (รายละเอียดเสนอไว้ในภาคผนวก ก) พิจารณาองค์ประกอบต่าง ๆ ของโปรแกรมว่ามีความสอดคล้องกันหรือไม่ ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังตาราง 2

ตาราง 2 ผลการประเมินความสอดคล้องของโครงร่างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น

ประเด็นการประเมิน	ดัชนีความสอดคล้อง	
	(IOC)	แปลผล
1. จุดมุ่งหมายของโปรแกรมกับเนื้อหาของโปรแกรม	1.0	สอดคล้อง
2. จุดมุ่งหมายของโปรแกรมกับกิจกรรมและวิธีสอน	1.0	สอดคล้อง
3. เนื้อหาของโปรแกรมคอมพิวเตอร์กับหน่วยการเรียนรู้	0.6	สอดคล้อง
4. เนื้อหาแต่ละหน่วยการเรียนรู้กับเวลา		
หน่วยที่ 1	0.6	สอดคล้อง
หน่วยที่ 2	0.8	สอดคล้อง
หน่วยที่ 3	0.8	สอดคล้อง
หน่วยที่ 4	0.8	สอดคล้อง

ตาราง 2 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ดัชนีความสอดคล้อง	
	IOC	แปลผล
5. เนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้กับกิจกรรมและวิธีสอน		
หน่วยที่ 1	1.0	สอดคล้อง
หน่วยที่ 2	1.0	สอดคล้อง
หน่วยที่ 3	1.0	สอดคล้อง
หน่วยที่ 4	1.0	สอดคล้อง
6. เนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้กับสื่อการเรียนรู้		
หน่วยที่ 1	1.0	สอดคล้อง
หน่วยที่ 2	0.8	สอดคล้อง
หน่วยที่ 3	0.8	สอดคล้อง
หน่วยที่ 4	0.8	สอดคล้อง
7. เนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้กับการวัดและประเมินผล		
หน่วยที่ 1	1.0	สอดคล้อง
หน่วยที่ 2	1.0	สอดคล้อง
หน่วยที่ 3	1.0	สอดคล้อง
หน่วยที่ 4	1.0	สอดคล้อง
8. เนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้กับแผนการเรียนรู้		
หน่วยที่ 1	1.0	สอดคล้อง
หน่วยที่ 2	1.0	สอดคล้อง
หน่วยที่ 3	1.0	สอดคล้อง
หน่วยที่ 4	1.0	สอดคล้อง
9. กิจกรรมและวิธีสอนกับสื่อการเรียนรู้ในแต่ละหน่วย		
หน่วยที่ 1	0.6	สอดคล้อง
หน่วยที่ 2	0.6	สอดคล้อง
หน่วยที่ 3	0.6	สอดคล้อง
หน่วยที่ 4	0.6	สอดคล้อง
10. กิจกรรมและวิธีสอนกับการวัดและประเมินผล	1.0	สอดคล้อง
11. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในแผนการเรียนรู้กับจุดมุ่งหมายของโปรแกรม	1.0	สอดคล้อง

จากตาราง 2 ผลการประเมินความสอดคล้องของโครงสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นโดยผู้เชี่ยวชาญ ปรากฏว่าประเด็นต่าง ๆ ขององค์ประกอบในโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.6 – 1 แสดงว่า องค์ประกอบในโปรแกรมมีความสอดคล้องกันทุกประเด็น

3. ความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น เป็นการแสดงความคิดเห็นและให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ โดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งมีประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

3.1 จุดมุ่งหมายของโปรแกรมส่วนมากเห็นว่าเหมาะสมและมีบางท่านเห็นว่าน่าจะเพิ่มจุดมุ่งหมาย

เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองจากอินเทอร์เน็ต (internet)

3.2 เนื้อหาของหลักสูตร ส่วนมากเห็นว่าเหมาะสมดี มีบางท่านเห็นว่าจะใช้คำศัพท์ตามที่ราชบัณฑิตบัญญัติไว้

3.3 การจัดกิจกรรมและวิธีสอน ส่วนมากเห็นว่ากิจกรรมที่จัดไว้เหมาะสมดีแล้ว มีบางท่านเห็นว่าน่าจะให้นักเรียนได้มีโอกาสค้นคว้าศึกษาจากสื่ออื่น ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต

3.4 สื่อการเรียนการสอน ส่วนมากเห็นว่าเหมาะสมดี มีบางท่านเห็นว่าน่าจะมีการนำโปรแกรมสำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์มาให้นักเรียนใช้ในการตรวจสอบคำตอบ มีเกมเกี่ยวกับตัวเลขเพื่อพัฒนาความคิดของนักเรียนและผ่อนคลายความเครียด

3.5 วิธีการวัดและประเมินผล ส่วนมากเห็นว่าเหมาะสมดี มีบางท่านเสนอว่าควรมีแบบประเมินตนเองตลอดหลักสูตรให้นักเรียนได้ประเมินตัวเองหลังการเรียน

3.6 แผนการเรียน ส่วนมากเห็นว่าเหมาะสมดีกับระยะเวลา มีบางท่านเสนอว่าควรขยายเวลาจาก 15 วัน เป็น 18 วัน

3.7 ความคิดเห็นเพิ่มเติมอื่น ๆ ไม่มีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

2. ผลการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัยมี 2 ชุด ดังนี้

ชุดที่ 1 แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคอมพิวเตอร์ มีจำนวน 5 ข้อ

ชุดที่ 2 แบบทดสอบวัดความรู้ในเนื้อหาคอมพิวเตอร์ มีจำนวน 10 ข้อ (รายละเอียดของแบบทดสอบ เสนอไว้ในภาคผนวก ค) ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

2.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อข้อคำถามแต่ละข้อกับหัวข้อเนื้อหาในแต่ละหน่วย โดยพิจารณาจากค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปเป็นข้อคำถามที่ใช้ได้ ได้ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์ ชุดที่ 1

ข้อที่	เนื้อหาหน่วยที่	ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับหัวข้อเนื้อหา	แปลผล
1	3	1.0	สอดคล้อง
2	4	1.0	สอดคล้อง
3	3	1.0	สอดคล้อง
4	2	1.0	สอดคล้อง
5	1	1.0	สอดคล้อง

จากตาราง 3 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์ ชุดที่ 1 ปรากฏว่า ประเด็นต่าง ๆ ของแต่ละข้อคำถามกับเนื้อหาในแต่ละหน่วยมีความสอดคล้องกันโดยมีค่า IOC เป็น 1 แสดงว่า แบบทดสอบฉบับนี้มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

ตาราง 4 ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์ ชุดที่ 2

ข้อที่	เนื้อหาหน่วยที่	ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับหัวข้อเนื้อหา	แปลผล
1	1	1.0	สอดคล้อง
2	3	1.0	สอดคล้อง
3	2	1.0	สอดคล้อง
4	4	0.6	สอดคล้อง
5	3	0.6	สอดคล้อง
6	2	1.0	สอดคล้อง
7	4	1.0	สอดคล้อง
8	2	1.0	สอดคล้อง
9	2	1.0	สอดคล้อง
10	2	1.0	สอดคล้อง

จากตาราง 4 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์ ชุดที่ 2 ปรากฏว่าประเด็นต่าง ๆ ของแต่ละข้อคำถามกับเนื้อหาในแต่ละหน่วยมีความสอดคล้องกัน โดยมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.6 – 1 แสดงว่า แบบทดสอบฉบับนี้มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

2.2 คะแนนจุดตัด วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้เทคนิคแองกอฟ โดยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบดูว่าความน่าจะเป็น ที่นักเรียนที่มีสมรรถภาพขั้นต่ำสุดสามารถตอบข้อคำถามแต่ละข้อถูกต้องเป็นเท่าไร แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลได้ผลดังตาราง 5

ตาราง 5 ผลการวิเคราะห์คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์

แบบทดสอบ	ความน่าจะเป็นในการตอบถูก					ความน่าจะเป็นทั้งฉบับ	คะแนนเต็ม	คะแนนจุดตัด
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
ชุดที่ 1	0.68	0.69	0.60	0.69	0.73	0.67	20	14
ชุดที่ 2	0.68	0.81	0.73	0.68	0.89	0.76	48	37
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แบบอิงเกณฑ์	0.68	0.75	0.67	0.68	0.81	0.72	68	49

จากตาราง 5 ผลการประเมินความน่าจะเป็นในการตอบข้อคำถามแต่ละข้อถูกต้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์ ปรากฏว่า ความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแบบทดสอบทั้งฉบับคือ 0.72 ดังนั้น คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์คือ 49 คะแนน (คะแนนเต็ม 68 คะแนน)

2.3 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สูตรของ โลเวทท์ (Lovett) ปรากฏว่าแบบทดสอบชุดที่ 1 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.74 แบบทดสอบชุดที่ 2 มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.65 และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์ทั้งฉบับมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.89 นั่นคือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์มีความเชื่อมั่นสูง (รายละเอียดเสนอไว้ในภาคผนวก จ)

3. ผลการหาประสิทธิภาพของโปรแกรม

การหาประสิทธิภาพของโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Binomial test โดยนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์หลังเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นของกลุ่มทดลองที่เป็นนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์จำนวน 15 คน (โปรดดูรายชื่อกลุ่มทดลองในภาคผนวก ก) เปรียบเทียบกับคะแนนจุดตัดของผู้เชี่ยวชาญซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 6

ตาราง 6 ผลการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์กับคะแนนจุดตัด

แบบทดสอบ	คะแนนหลังเรียน		คะแนนจุดตัด	ค่าสัดส่วน (p)	P-value
	$\bar{x}$	S			
ชุดที่ 1	17.07	1.53	14	0.87	0.24
ชุดที่ 2	40.60	2.56	37	0.93	0.08
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์	57.73	2.71	49	1.00	0.01 **

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 6 ผลการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์กับคะแนนจุดตัด ปรากฏผลดังนี้

แบบทดสอบชุดที่ 1 แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคอมพิวเตอร์ ปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์ชุดที่ 1 มีค่าเท่ากับ 17.07 ซึ่งมากกว่าคะแนนจุดตัด(14 คะแนน) นักเรียนกลุ่มทดลองร้อยละ 87 สามารถสอบได้มากกว่าคะแนนจุดตัด แต่ไม่สามารถยืนยันได้ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองร้อยละ 75 สามารถสอบได้มากกว่าคะแนนจุดตัด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

แบบทดสอบชุดที่ 2 แบบทดสอบวัดความรู้ทางคอมพิวเตอร์ ปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์ชุดที่ 2 มีค่าเท่ากับ 40.60 ซึ่งมากกว่าคะแนนจุดตัด(37 คะแนน) นักเรียนกลุ่มทดลองร้อยละ 93 สามารถสอบได้มากกว่าคะแนนจุดตัด แต่ไม่สามารถยืนยันได้ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองร้อยละ 75 สามารถสอบได้มากกว่าคะแนนจุดตัด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์ทั้งฉบับ ปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์ทั้งฉบับหลังเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นมีค่าเท่ากับ 57.73 ซึ่งมากกว่าคะแนนจุดตัด(49 คะแนน) นักเรียนกลุ่มทดลองทั้งหมดสามารถสอบได้

มากกว่าคะแนนจุดตัด และ นักเรียนกลุ่มทดลองร้อยละ 75 สามารถสอบได้มากกว่าคะแนนจุดตัด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า โปรแกรมคอมพิวเตอร์ป้องกันเบื้องต้นที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเป็นโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพ เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

4. ผลการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ป้องกันเบื้องต้น

ผลการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ป้องกันเบื้องต้น เป็นการศึกษาพฤติกรรมการเรียนของกลุ่มทดลองเกี่ยวกับความรู้สึกที่อยากเรียนรู้ ความท้าทายของโจทย์ปัญหา พฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งได้จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนของกลุ่มทดลองทั้งหมดระหว่างเรียน และจากการซักถามนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองหลังจากการเรียนการสอนสิ้นสุดลง จำนวน 10 คน การสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาของกลุ่มทดลองทั้งหมดระหว่างเรียน ผู้วิจัยใช้การสังเกตพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาที่พัฒนาโดย ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544: 313 – 318) โดยสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาในด้าน การสำรวจศึกษา การใช้ทฤษฎีแก้ปัญหา ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และการสื่อความคิดในการแก้ปัญหา ผลการซักถาม และสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาของกลุ่มทดลองทั้งหมดระหว่างเรียนสรุปได้ดังนี้

1. ด้านการสำรวจศึกษา เป็นการพิจารณาพฤติกรรมในการสำรวจ สังเกต ค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูล และสร้างข้อสรุปที่สามารถนำไปใช้ได้ ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาด้านการสำรวจศึกษาสามารถสรุปได้ดัง ตาราง 7 ในภาพรวมพบว่า พฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาด้านการสำรวจศึกษาของนักเรียนทั้งหมดมีการเปลี่ยนแปลงไปในแนวทางที่ดีขึ้น นักเรียนเกือบทั้งหมดสามารถใช้การสำรวจศึกษาในการแก้ปัญหาได้ แต่มีบางคนที่ยังต้องให้คำแนะนำช่วยเหลือจากครูอยู่บ้าง

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาด้านการสำรวจศึกษา ตามระยะต่าง ๆ ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ช่วงระยะ	พฤติกรรมการคิดแก้ปัญหา
ระยะที่ 1 (แผนการจัดกิจกรรมที่ 1-4)	นักเรียน 9 คนจาก15คน สามารถสังเกต รวบรวม และค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ โดยมีครูคอยดูแลกระตุ้นให้คิด และให้คำแนะนำ
ระยะที่ 2 (แผนการจัดกิจกรรมที่ 5-8)	นักเรียน 11คนจาก15คน สามารถแสดงแนวคิด และหรือวิธีการที่นำไปสู่การสังเกต รวบรวม และค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ แต่มีนักเรียน 4 คนที่ยังต้องมีครูคอยดูแลกระตุ้นให้คิด และให้คำแนะนำ
ระยะที่ 3 (แผนการจัดกิจกรรมที่ 9-13)	นักเรียน 13 คนจาก15คน สามารถแสดงแนวคิด และหรือวิธีการที่นำไปสู่การสังเกต รวบรวม และค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ แต่มีนักเรียน 2 คนที่ยังต้องมีครูคอยให้คำแนะนำ

2. ด้านการใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหา เป็นการพิจารณาว่าการใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาของนักเรียนมีความเหมาะสมหรือมีประสิทธิภาพเพียงใด ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาด้านการใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาสามารถสรุปได้ดัง ตาราง 8 ในภาพรวม พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนของปาร์น ในขั้นค้นหาแนวคิดได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ระดมสมอง เสนอแนวคิดในการแก้ปัญหา กระตุ้นให้นักเรียนได้คิดหาวิธีแก้ปัญหามากที่สุด แล้วจึงหาคำตอบของปัญหา จากนั้นให้นักเรียนได้อภิปรายร่วมกันเพื่อที่จะตัดสินใจยอมรับคำตอบที่ค้นพบ

ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมการแก้ปัญหาด้านการใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหา ตามระยะต่าง ๆ ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ช่วงระยะ	พฤติกรรมความคิดแก้ปัญหา
ระยะที่ 1 (แผนการจัดกิจกรรมที่ 1-4)	นักเรียน 8 คนจาก15คน สามารถเลือกใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาได้ค่อนข้างเหมาะสม โดยมีครูคอยกระตุ้นให้คิด และให้เสนอยุทธวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย
ระยะที่ 2 (แผนการจัดกิจกรรมที่ 5-8)	นักเรียน 10 คนจาก15คน สามารถเลือกใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาได้ค่อนข้างเหมาะสม และมีประสิทธิภาพ แต่มีนักเรียน 5 คนที่ยังต้องมีครูคอยดูแลกระตุ้นให้คิด และให้คำแนะนำ
ระยะที่ 3 (แผนการจัดกิจกรรมที่ 9-13)	นักเรียน 13 คนจาก15คน สามารถเลือกใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาได้ค่อนข้างเหมาะสม และมีประสิทธิภาพ และเป็นผู้เลือกใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพเองแต่มีนักเรียน 2คนที่ยังต้องคอยให้คำแนะนำ

3. ด้านความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ เป็นการพิจารณาว่ามโนคติทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนนำมาใช้นั้นมีความถูกต้อง และสอดคล้องกับสาระของปัญหาหรือไม่เพียงใด เนื่องจากธรรมชาติของวิชาคอมบินาทอริกจะใช้ความรู้พื้นฐานเพียงการดำเนินการเฉพาะการบวก ลบ คูณ และหารจำนวนเต็ม สำหรับความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเซต ตรรกศาสตร์ ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน ได้มีการสอนเพิ่มเติมก่อนที่จะเริ่มเรียนเนื้อหาทางคอมบินาทอริกเบื้องต้น ประกอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองเป็นนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นผลการวิเคราะห์พฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาด้านความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ พบว่า มโนคติของคณิตศาสตร์ที่นักเรียนนำมาใช้มีความถูกต้อง สอดคล้องกับปัญหา และสามารถเชื่อมโยงความรู้พื้นฐานได้เป็นอย่างดี

3. ด้านความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากจำนวนความแตกต่าง และความหลากหลายในแนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่นักเรียนค้นพบและนำมาใช้แก้ปัญหา ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาด้านความคิดยืดหยุ่นสรุปได้ดังตาราง 9 ในภาพรวม พบว่า นักเรียนทั้งหมดมีการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้น สามารถแสดงแนวคิด และหรือวิธีทำที่มากกว่าหนึ่งแนวคิด หรือมากกว่าหนึ่งวิธี ซึ่งสอดคล้องกับธรรมชาติของการแก้ปัญหาทางคอมบินาทอริก

ตาราง 9 ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมการแก้ปัญหาด้านความคิดยืดหยุ่น ตามระยะต่าง ๆ ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ช่วงระยะ	พฤติกรรมการคิดแก้ปัญหา
ระยะที่ 1 (แผนการจัดกิจกรรมที่ 1-4)	นักเรียน 8 คนจาก15คน สามารถแสดงแนวคิด และหรือวิธีการในการหาคำตอบของปัญหาได้เพียงหนึ่งวิธี สำหรับปัญหาที่มีแนวคิด และหรือวิธีการในการหาคำตอบที่มากกว่าหนึ่งวิธีครูคอยกระตุ้นให้คิด และให้เสนอแนวคิด และหรือวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย
ระยะที่ 2 (แผนการจัดกิจกรรมที่ 5-8)	นักเรียน 12 คนจาก15คน สามารถแสดงแนวคิด และหรือวิธีการในการหาคำตอบของปัญหาได้มากกว่าหนึ่งวิธี แต่มีนักเรียนบางคนที่ยังต้องมีครูคอยดูแลกระตุ้นให้คิด และให้คำแนะนำ
ระยะที่ 3 (แผนการจัดกิจกรรมที่ 9-13)	นักเรียน 14 คนจาก15คน สามารถแสดงแนวคิด และหรือวิธีการในการหาคำตอบของปัญหาได้มากกว่าหนึ่งวิธี และสามารถแสดงแนวคิดได้อย่างกว้างขวาง แต่มีนักเรียน 1 คนที่ยังต้องคอยให้คำแนะนำ

5.ด้านความคิดริเริ่ม พิจารณาจากการเป็นต้นแบบของการคิด การมีแนวคิดที่เป็นของตนเอง และการพัฒนาแนวคิดที่ได้เรียนรู้มาที่แสดงถึงความเป็นผู้ริเริ่มหรือเป็นต้นแบบการคิด ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาด้านความคิดริเริ่ม สรุปได้ดังตาราง 10 ในภาพรวม พบว่า นักเรียนทั้งหมดมีการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้น สามารถแสดงแนวคิดที่เป็นของตนเอง เป็นผู้ริเริ่มหรือเป็นต้นแบบการคิดได้ อันเป็นผลเนื่องมาจากการได้รับการกระตุ้น โดยให้มีการแข่งขันกันในการเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหา

ตาราง 10 ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมการแก้ปัญหาด้านความคิดริเริ่ม ตามระยะต่าง ๆ ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ช่วงระยะ	พฤติกรรมการคิดแก้ปัญหา
ระยะที่ 1 (แผนการจัดกิจกรรมที่ 1-4)	นักเรียน 8 คนจาก15คน สามารถริเริ่มแสดงแนวคิด และหรือวิธีการในการหาคำตอบของปัญหาได้ด้วยตนเอง มีนักเรียนบางคนที่ต้องคอยกระตุ้นให้คิด และให้ริเริ่มเสนอแนวคิด และหรือวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง
ระยะที่ 2 (แผนการจัดกิจกรรมที่ 5-8)	นักเรียน 12 คนจาก15คน สามารถริเริ่มแสดงแนวคิด และหรือวิธีการในการหาคำตอบของปัญหาได้ด้วยตนเอง และสามารถคิดได้รวดเร็วขึ้น แต่มีนักเรียนบางคนที่ยังต้องมีครูคอยดูแลกระตุ้นให้คิด และให้คำแนะนำ

ตาราง 10 (ต่อ)

ช่วงระยะ	พฤติกรรมความคิดแก้ปัญหา
ระยะที่ 3 (แผนการจัดกิจกรรมที่ 9-13)	นักเรียน 14 คนจาก 15 คน สามารถริเริ่มแสดงแนวคิด และหรือวิธีการในการหาคำตอบของตัวเองได้อย่างรวดเร็ว เป็นต้นแบบการคิดได้ และมีแนวคิดที่แปลกใหม่เป็นของตนเอง

6. ด้านการสื่อความคิดในการแก้ปัญหา พิจารณาจากการแสดงแนวคิด และหรือวิธีทำในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่สามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจถึงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้แก้ปัญหา ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการสื่อความคิดในการแก้ปัญหา สรุปได้ดังตาราง 11 ในภาพรวมพบว่า ในระยะแรก ๆ ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน นักเรียนจะนำเสนอแนวคิด และหรือวิธีทำด้วยการอธิบายตามที่เขียน หรือแสดงวิธีทำ มีบางคนที่สามารถอธิบายเหตุผลได้เมื่อมีเพื่อนซักถาม ในระยะสุดท้ายของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน นักเรียนจะนำเสนอแนวคิด และหรือวิธีทำด้วยการอธิบายเหตุผล มีการอภิปราย ซักถามอย่างกว้างขวาง

ตาราง 11 ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมแก้ปัญหาเกี่ยวกับการสื่อความคิดในการแก้ปัญหา ตามระยะต่าง ๆ ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ช่วงระยะ	พฤติกรรมความคิดแก้ปัญหา
ระยะที่ 1 (แผนการจัดกิจกรรมที่ 1-4)	นักเรียน 8 คนจาก 15 คน สามารถนำเสนอแนวคิด และหรือวิธีการในการหาคำตอบของปัญหา ด้วยการเขียนตอบสั้น ๆ สำหรับการนำเสนอแนวคิด และหรือวิธีแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียนนักเรียนยังไม่มี ความมั่นใจ ต้องมีการเชิญให้มานำเสนอ ซึ่งอาจเป็นเพราะนักเรียนยังไม่คุ้นเคยกัน การอภิปรายซักถามเกี่ยวกับสิ่งที่นำเสนอยังไม่ค่อยมี และถ้ามีการซักถามก็มักจะตอบหรืออธิบายเหตุผลอย่างสั้น ๆ
ระยะที่ 2 (แผนการจัดกิจกรรมที่ 5-8)	นักเรียน 12 คนจาก 15 คน สามารถนำเสนอแนวคิด และหรือวิธีการในการหาคำตอบของปัญหาพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลได้อย่างชัดเจน การนำเสนอหน้าชั้นเรียนเป็นไปตามความสนใจ เมื่อนักเรียนคิดแก้ปัญหาได้จะรีบออกมาแสดงแนวคิด และ หรือวิธีหาคำตอบพร้อมอธิบายเหตุผล เพื่อเป็นแนวทางสำหรับเพื่อนที่จะนำไปสู่แนวคิด และหรือวิธีการในการหาคำตอบของปัญหาวิธีการอื่น มีนักเรียน 6 คนที่สามารถนำเสนอแนวคิด และหรือวิธีการในการหาคำตอบของปัญหาได้ดีกว่าการเขียน

ตาราง 11 (ต่อ)

ช่วงระยะ	พฤติกรรมความคิดแก้ปัญหา
ระยะที่ 3 (แผนการจัดกิจกรรมที่ 9-13)	นักเรียน 14 คนจาก 15 คน สามารถนำเสนอแนวคิด และหรือวิธีการในการหาคำตอบของปัญหาพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลได้อย่างชัดเจน มีการแข่งขันกันในการนำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยเมื่อนักเรียนคิดแก้ปัญหาได้จะรีบออกมาแสดงแนวคิด และหรือวิธีหาคำตอบพร้อมอธิบายเหตุผล สามารถนำเสนอด้วยการอธิบายและการเขียนได้อย่างชัดเจน มีการอภิปรายซักถามกันอย่างกว้างขวาง

ผลการสังเกต และสัมภาษณ์นักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองเกี่ยวกับความท้าทายของโจทย์ปัญหา และความรู้สึกที่อยากเรียนรู้ พบว่า โจทย์ปัญหาที่กำหนดให้มีความหลากหลายมีทั้งยาก และง่าย แต่ส่วนใหญ่จะยากมาก เมื่อไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้รู้สึกเครียดแต่ถ้าสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้จะรู้สึกสนุก และอยากทำต่อไปอีก นอกจากนั้นโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้เป็นโจทย์ที่ไม่ซ้ำแบบกัน และเป็นโจทย์ที่ส่งเสริมให้ฝึกทักษะการคิดได้ดี เป็นเหมือนการเล่นเกมที่ต้องเอาชนะทุกด่าน ซึ่งท้าทายความคิดของนักเรียนมาก สำหรับความรู้สึกที่อยากเรียนรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่รู้สึกว่าการเรียนครั้งนี้เป็นการเรียนที่ต่อเนื่องไม่สามารถที่ขาดเรียนได้ ต้องเรียนอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ จากการตรวจสอบเวลาเรียนก็พบว่าไม่มีนักเรียนขาดเรียน มาเรียนสม่ำเสมอและตรงต่อเวลา และขณะที่เรียนนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองจะมีการแข่งขันกันแก้โจทย์ปัญหา และแข่งขันกันออกไปนำเสนอผลการแก้โจทย์ปัญหาจึงทำให้ต้องตื่นตัว และอยากเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

นักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองได้รายงานความรู้สึก ความประทับใจ และความคิดเห็นที่มีต่อโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น และความคิดเห็นที่มีต่อการทดลองใช้โปรแกรม คือ เนื้อหาที่จัดไว้ในโปรแกรมมีความยากขึ้นตามลำดับ พอทำโจทย์ยาก ๆ รู้สึกเครียดแต่พอทำได้ก็สนุกสนานดี อยากให้เพิ่มแบบฝึกหัด เพื่อจะได้ฝึกจนชำนาญ การสอน อาจารย์จะสอนแบบให้นักเรียนพยายามคิดโจทย์ด้วยตนเอง ไม่รีบเฉลย ให้ความรู้ นักเรียนได้ใช้ความคิด อาจารย์สามารถอธิบายเรื่องที่เข้าใจยากให้กลายเป็นเรื่องง่าย ทำให้เด็กเข้าใจดี อาจารย์ใจดี ยิ้มแย้ม ทำให้เด็กไม่เครียด สนุกกับการเรียน มีเวลาว่างให้เด็กเล่น การที่ให้นักเรียนนำเสนอหน้าชั้นเรียนเป็นการทำให้เด็กมีความคิดเป็นของตนเอง กล้าคิด กล้าทำ และกล้าแสดงออก โจทย์ค่อนข้างยาก แต่ท้าทาย และสนุกมากกว่าน่าเบื่อ การมาเรียนครั้งนี้ทำให้ได้เพื่อนมากขึ้น

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากผลการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น พบว่า นักเรียนมีความสนุกกับการเรียน มีความรู้สึกที่อยากเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง โจทย์ค่อนข้างยาก แต่ท้าทายความสามารถ พฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาในด้าน การสำรวจศึกษา การใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหา ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และการสื่อความคิดในการแก้ปัญหา มีการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้น นักเรียนสามารถเลือกใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาได้เหมาะสม และมีประสิทธิภาพ มโนคติของคณิตศาสตร์ที่นักเรียนนำมาใช้มีความถูกต้อง สอดคล้องกับปัญหา และสามารถเชื่อมโยงความรู้พื้นฐานได้เป็นอย่างดี นักเรียนสามารถแสดงแนวคิด และหรือวิธีทำที่มากกว่าหนึ่งแนวคิด และมีแนวคิดเป็นของตนเอง นอกจากนั้นยังสามารถนำเสนอแนวคิดพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบได้

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา ซึ่งประกอบด้วยการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ และทดลองใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น ซึ่งสรุปสาระสำคัญของการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

ความมุ่งหมาย สมมติฐานและวิธีดำเนินการวิจัย

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ และเพื่อศึกษาผลการใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

สมมติฐานของการวิจัย

ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานการวิจัย คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพ

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดกลุ่มทดลอง

กลุ่มทดลองได้แก่ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 และมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2545 จากโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ฝ่ายมัธยม) โรงเรียนสตรีวิทยา โรงเรียนเซนต์คาเบรียล โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ และโรงเรียนเบญจมราชูทิศ ราชบุรี โดยเป็นนักเรียนที่ได้คะแนนสูงสุดจำนวน 15 คนแรกที่สอบผ่านเกณฑ์คัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ 2 ขั้นตอนคือ โดยการเสนอชื่อ และการทดสอบความสามารถด้วยแบบทดสอบ 2 ฉบับ คือ แบบทดสอบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบความคิดระดับสูง

2. สร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 4 ชนิด คือ เครื่องมือคัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ โปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับโครงร่างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์ โดยมีขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือดังนี้

2.1. เครื่องมือคัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย แบบเสนอชื่อแบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความคิดระดับสูง ผู้วิจัยได้นำ

เครื่องมือคัดเลือกรักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ที่มีผู้พัฒนาและหาคุณภาพของเครื่องมือไว้เรียบร้อยแล้วมาใช้ในการคัดเลือกรักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

2.1.1 แบบเสนอชื่อผู้วิจัยใช้แบบเสนอชื่อนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาโดย นิตติยา ปภาพจน์ (นิตติยา ปภาพจน์. 2540 : 105-106) ซึ่งเป็นแบบสอบถามกรอกรายการ จำนวน 25 ข้อ เป็นคำถามถามเกี่ยวกับลักษณะพฤติกรรมของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ โดยมีผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรมของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษโดยผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกันมีค่าระหว่าง 0.5 – 1.0

2.1.2 แบบทดสอบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาโดยยุพร ริมชลการ (ยุพร ริมชลการ. 2543:111 - 119) เป็นแบบทดสอบชนิดเติมคำตอบ มีจำนวน 30 ข้อ มีความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 1.0

2.1.3 แบบทดสอบวัดความคิดระดับสูง ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบที่พัฒนาโดย พิชากร แปลงประสพโชคมานะ เอกจริยวงศ์ และนิตติยา ปภาพจน์ (นิตติยา ปภาพจน์. 2540: 117-139) แบบทดสอบปรนัย มีจำนวน 77 ข้อ ประกอบด้วย 7 ตอน คือ อุปมาอุปมัย เหตุผลเชิงนิรนัย ส่วนของเหตุที่หายไป การสังเคราะห์ลำดับ การใช้คำถามในการไขปริศนา การวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับการตอบปัญหา การวิเคราะห์คุณลักษณะ โดยแบบทดสอบวัดความคิดระดับสูง มีความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.98

2.2 โปรแกรมคอมพิวเตอร์แก้ปัญหาเบื้องต้นสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยสร้างและหาคุณภาพของโปรแกรมโดยนำข้อมูลเกี่ยวกับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์และคอมพิวเตอร์ที่ได้อาจจากการศึกษามาเป็นแนวทางในการสร้างโปรแกรม โปรแกรมคอมพิวเตอร์แก้ปัญหาเบื้องต้นที่สร้างขึ้นนี้ประกอบด้วยเอกสาร 2 เล่ม เล่มแรกเป็นเอกสารประกอบการเรียน ประกอบด้วย เนื้อหาคอมพิวเตอร์เบื้องต้น และโจทย์ปัญหาสำหรับฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหา มีทั้งหมด 5 หน่วย คือ บทนำ ความรู้พื้นฐาน หน่วยที่ 1 หลักการนับเบื้องต้น หน่วยที่ 2 วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ หน่วยที่ 3 การเพิ่มเข้า – ตัดออก และหน่วยที่ 4 ฟังก์ชันก่อกำเนิด เล่มที่สองเป็นแผนการสอน ซึ่งใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อ การวัดและประเมินผล โปรแกรมคอมพิวเตอร์แก้ปัญหาเบื้องต้นที่สร้างขึ้นนี้เป็นโปรแกรม เพื่อใช้สอนนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ใช้เวลาเรียน 90 ชั่วโมง โดยมุ่งให้ผู้เรียนได้เรียนรู้แนวคิดที่สำคัญเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์เบื้องต้น และพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา

การหาคุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์แก้ปัญหาเบื้องต้นทำโดย นำโปรแกรมพร้อมแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับโครงร่างของโปรแกรม ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องกันระหว่างจุดมุ่งหมาย เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อ การวัดและประเมินผล พร้อมทั้งแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม

2.3 แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับโครงร่างของโปรแกรมคอมพิวเตอร์แก้ปัญหาเบื้องต้น ผู้วิจัยพัฒนามาจากแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับโครงร่างของหลักสูตรพีชคณิตของยุพร ริมชลการ แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญนี้สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญได้ตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องขององค์ประกอบต่าง ๆ ในโปรแกรม และแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม เพื่อความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นของโปรแกรม แบบ

ประเมินนี้มีทั้งหมด 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 เป็นแบบประเมินความเหมาะสมของโครงร่างโปรแกรม ตอนที่ 2 เป็นแบบประเมินความสอดคล้องของโครงร่างโปรแกรม ตอนที่ 3 เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับโปรแกรม

2.4 แบบทดสอบอิงเกณฑ์ เป็นแบบทดสอบอัตนัยมี 2 ชุด ใช้เวลาสอบ 3 ชั่วโมงโดยแบบทดสอบชุดที่ 1 เป็นแบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคอมพิวเตอร์ 5 ข้อ แบบทดสอบชุดที่ 2 เป็นแบบทดสอบวัดความรู้ในเนื้อหาคอมพิวเตอร์ 10 ข้อ

3. การทดลองภาคสนาม

วิธีดำเนินการทดลองหลังจากที่ผู้วิจัยได้คัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ที่เป็นกลุ่มทดลองจำนวน 15 คน ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองโดยทำการสอนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเป็นเวลา 15 วัน ๆ ละ 6 ชั่วโมง (เวลา 9.00 – 12.00 น และ 13.00 – 16.00 น) รวม 90 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนเอง เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์ ไปทดสอบกับกลุ่มทดลอง แล้วนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของโปรแกรม และสุ่มนักเรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 5 คนมาทำการซักถามความคิดเห็นเกี่ยวกับผลการใช้โปรแกรม

4. วิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองครั้งนี้นำมาวิเคราะห์โดยใช้ Binomial test และใช้คอมพิวเตอร์ โปรแกรม SPSS for Windows V.9.0 ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยสามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. ผลการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นที่ประกอบด้วยเอกสาร 2 เล่ม เล่มแรกเป็นเอกสารประกอบการเรียน ประกอบด้วยเนื้อหาคอมพิวเตอร์เบื้องต้น และโจทย์ปัญหาสำหรับฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ประกอบด้วย บทนำ ความรู้พื้นฐาน หน่วยที่ 1 หลักการนับเบื้องต้น หน่วยที่ 2 วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ หน่วยที่ 3 การเพิ่มเข้า – ตัดออก และหน่วยที่ 4 ฟังก์ชันก่อกำเนิด เล่มที่สองเป็นแผนการสอน ซึ่งใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อ การวัดและประเมินผล โปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นเป็นโปรแกรมที่ใช้เวลาเรียน 90 ชั่วโมง ผลการหาคุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นทำให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องกันระหว่างจุดมุ่งหมาย เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อ การวัดและประเมินผล พร้อมทั้งแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม ปรากฏว่าผลการประเมินความเหมาะสมของโครงร่างของโปรแกรมพบว่าประเด็นต่าง ๆ ขององค์ประกอบ มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.8 – 4.8 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.0 – 0.8 นั่นคือ องค์ประกอบในโปรแกรมมีความเหมาะสมมากและมากที่สุด และผลการประเมินความสอดคล้องของโครงร่างของโปรแกรม ปรากฏว่าประเด็นต่าง ๆ ขององค์ประกอบ คือ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.6 – 1 นั่นคือ องค์ประกอบในโปรแกรมมีความสอดคล้องกันทุกองค์ประกอบ

2. ผลการหาประสิทธิภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นที่พัฒนาขึ้น พบว่า คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบ หลังเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์ทั้งฉบับของกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 57.73 ซึ่งมากกว่าคะแนนจุดตัด (49 คะแนน) นักเรียนกลุ่มทดลองทั้งหมดสามารถสอบได้มากกว่าคะแนนจุดตัด และนักเรียนกลุ่มทดลองร้อยละ 75 สามารถสอบได้มากกว่าคะแนนจุดตัด อย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า โปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเป็นโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพ และเหมาะสมที่จะใช้สอนนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

3. ผลการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นที่พัฒนาขึ้น พบว่า นักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองมีความสนุกกับการเรียน มีความรู้สึกที่อยากเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง โจทย์ค่อนข้างยากแต่ท้าทายความสามารถ พฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาในด้าน การสำรวจศึกษา การใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหา ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และการสื่อความคิดในการแก้ปัญหา มีการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้น นักเรียนสามารถเลือกใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาได้เหมาะสม และมีประสิทธิภาพ มโนคติของคณิตศาสตร์ที่นักเรียนนำมาใช้มีความถูกต้อง สอดคล้องกับปัญหา และสามารถเชื่อมโยงความรู้พื้นฐานได้เป็นอย่างดี นักเรียนสามารถแสดงแนวคิด และหรือวิธีทำที่มากกว่าหนึ่งแนวคิด และมีแนวคิดเป็นของตนเอง นอกจากนั้นยังสามารถนำเสนอแนวคิดพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบได้

สมมติฐานในการวิจัยครั้งนี้ คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์เป็นโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพ และผลจากการวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ นั่นคือ โปรแกรมนี้เป็นโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมที่จะใช้สอนนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

อภิปรายผล

จากผลการหาประสิทธิภาพ และผลการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นที่พัฒนาขึ้น พบว่า คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบหลังเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์ทั้งฉบับของกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 57.73 ซึ่งมากกว่าคะแนนจุดตัด (49คะแนน) และ นักเรียนกลุ่มทดลองร้อยละ 75 สามารถสอบได้มากกว่าคะแนนจุดตัด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลการวิจัยที่ปรากฏเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก

1. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้รูปแบบการเรียนการสอนของ ชิดนิย์ ปาร์น เป็นรูปแบบการเรียนการสอนแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่มี 5 ขั้นตอน คือ 1) การค้นหาข้อเท็จจริง เป็นการวิเคราะห์ตัวปัญหา 2) ค้นหาตัวปัญหา เป็นการรวบรวมปัญหา แล้วทดลองวางแผนแก้ปัญหา 3) ค้นหาแนวคิด เป็นการระดมสมอง เสนอแนวคิดในการแก้ปัญหา 4) ค้นหาคำตอบ เป็นการหาคำตอบของปัญหาตามแนวคิดที่กำหนด และ 5) การยอมรับผลจากการค้นหาคำตอบ เป็นการพิจารณาแผนในการแก้ปัญหา หรือยอมรับคำตอบที่ค้นพบ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรูปแบบดังกล่าวได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำเสนอแนวคิด และหรือวิธีการแก้ปัญหา มีการวิพากษ์วิจารณ์ตรวจสอบคำตอบที่ได้ ทำให้นักเรียนมีแนวคิดที่หลากหลาย และกว้างขึ้น นอกจากนั้นนักเรียนยังมีโอกาสเปรียบเทียบแนวคิดของตนเองกับเพื่อน และเลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ในการพิจารณาแผนในการแก้ปัญหา หรือยอมรับคำตอบที่ค้นพบเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจ ตรวจสอบ อภิปรายและซักถาม เพื่อสื่อสารให้ตรงกัน สามารถช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในมโนคติที่ชัดเจน และลึกซึ้งมากขึ้น จึงเป็นวิธีการที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ มัททุกฤษณะ(Muthukrishna, 1993:3835-A) ที่พบว่า นักเรียนที่เรียนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในบรรยากาศการเรียนโดยใช้การชี้แนะให้เกิดการค้นพบจะสามารถสื่อสารกันอย่างมีประสิทธิภาพ มากกว่านักเรียนที่เรียนโดยการอธิบายของครู และสามารถแก้ปัญหาที่วัดความเข้าใจในมโนคติที่ลึกซึ้งได้มากกว่า และมีการใช้ยุทธวิธีที่ลึกซึ้งกว่านักเรียนที่เรียนโดยการอธิบายของครู

2. ปัญหาที่นำเสนอในโปรแกรม เป็นปัญหาที่มีแนวคิด และหรือวิธีแก้ปัญหาได้หลายวิธี ดังนั้นความท้าทายในการแก้ปัญหาจะอยู่ที่การแสวงหาแนวคิด และหรือวิธีแก้ปัญหาที่มีหลากหลาย ทำให้บทเรียนมีความสนใจอยู่เสมอ แม้ว่าปัญหาที่นำเสนอให้นักเรียนนั้น นักเรียนได้ทราบคำตอบหนึ่ง หรือทราบแนวคิด และหรือวิธีแก้ปัญหาหนึ่งแล้วก็ตาม (Daniels and Angileri, 1995: 32) นอกจากนั้นปัญหาที่นำเสนอในโปรแกรม เป็นไปตามธรรมชาติของวิชา คอมพิวเตอร์ ที่นักเรียนสามารถหาคำตอบของปัญหาได้โดยใช้ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์เพียงการดำเนินการ เฉพาะการบวก ลบ คูณ และการหารจำนวนเต็ม และความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ เซต ตรรกศาสตร์ ความสัมพันธ์และ ฟังก์ชัน จึงทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้พื้นฐานมาใช้ในการแก้ปัญหา ได้เห็นการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และ ทำให้การเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นไปอย่างมีความหมาย สอดคล้องกับแนวคิดของรีเดเซล และคณะ (Riedesel, et al. 1996: 43) ที่พบว่า เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาเป็นโอกาสที่นักเรียนได้นำมโนคติทางคณิตศาสตร์มาใช้ นอกจากนักเรียน จะได้เห็นการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์แล้ว ยังช่วยให้นักเรียนมีความแจ่มชัดในมโนคติทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง จึงทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ และทบทวนความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์พร้อมกันกับการนำไปใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหา เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย และเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์จากการเรียนรู้ด้วยตนเอง

3. บทบาทของครูในฐานะผู้อำนวยการความสะอาดให้เกิดการเรียนรู้ คอยให้การสนับสนุนหรือส่งเสริมนักเรียน ให้เกิดการเรียนรู้ โดยการชี้แนะความสนใจของนักเรียนด้วยการสนทนาอย่างเป็นกันเอง การใช้คำถามกระตุ้นให้เกิด การคิด ท้าทายนักเรียนให้เกิดการสำรวจ เพื่อนำไปสู่การสร้างหรือขยายมโนคติ ช่วยเหลือนักเรียนให้เกิดความชัดเจนในการสื่อสาร ให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนในเวลาที่เหมาะสม ตลอดจนการตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการ ตรวจสอบ แกะไขแนวคิดของตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของเค็ททิน (Cattin, 1997: 3374) ที่พบว่า นัก เรียนชอบบทบาทของครูในฐานะที่เป็นผู้อำนวยการความสะอาดให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ เป็นแหล่งข้อมูล และเป็นผู้ให้ การสนับสนุนความพยายามของนักเรียน

4. พฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาในด้าน การสำรวจศึกษา การใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหา ความรู้พื้นฐานทาง คณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และการสื่อสารความคิดในการแก้ปัญหา ของนักเรียนมีการ เปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้น นักเรียนสามารถเลือกใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาได้เหมาะสม และมีประสิทธิภาพ สามารถแสดง แนวคิดมากกว่าหนึ่งแนวคิด สามารถนำเสนอแนวคิดพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบได้ เป็นไปตามการจัดการเรียน การสอนแบบโปรแกรมตามแนวคิดของสกินเนอร์ (Skinner, 1968) ที่ผลของคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาจะเป็นแรง เสริมทางบวกให้นักเรียนมีความสนใจเรียนมากยิ่งขึ้น ช่วยให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ สามารถแก้ไขข้อบก พร่องหรือข้อผิดพลาดของตนเอง อันจะเป็นผลดีต่อการเรียนรู้ต่อไป

อนึ่งนอกจากผลการทดลองที่ปรากฏดังได้กล่าวมาแล้ว ผู้วิจัยยังพบข้อสังเกตที่เห็นได้ชัดหลังสิ้นสุดการ ทดลองบางประการ คือ

1. นักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลอง เป็นนักเรียนที่กล้าพูด กล้าคิด กล้าทำ กล้าแสดงออกอย่างเห็นได้ชัด สาเหตุ ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากกิจกรรมการเรียนการสอนตามปกติ ในขณะที่เรียนนักเรียนไม่ค่อยมีโอกาสดำเนินการปฏิบัติ ปรึกษาหารือกัน ไม่ได้แสดงความคิดเห็น บรรยายการเรียนส่วนใหญ่จะเป็นผู้ที่คอยฟังคำอธิบาย จด บันทึกลง ชักถามและตอบคำถามบ้างบางครั้ง นักเรียนจึงไม่ได้รับการฝึกให้เป็นผู้ที่กล้าแสดงออก เป็นผู้ฟังที่ดี ขณะที่ กิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนของ ชิดนีย์ ปาร์น เปิดโอกาสให้นักเรียนได้พูด ได้แสดง

ความคิดเห็น ผีการอธิบาย และการรับฟังผู้อื่น ทำให้นักเรียนกล้าพูด กล้าคิด กล้าทำ กล้าแสดงออกมากขึ้น และเกิดความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเองยิ่งขึ้น

2. ผู้วิจัยได้ค้นพบ นักเรียนคนหนึ่งจากนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองและกำลังศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์สูง มีความมุ่งมั่น อดทนในการทำงานทางคณิตศาสตร์ สามารถที่จะแสดงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้วยการพิสูจน์ได้อย่างสมเหตุสมผล มีความสามารถที่เข้าใจในสิ่งที่เรียนนามธรรมได้ดี ชอบคิดโจทย์ปัญหาที่ท้าทายความสามารถ ใช้ความคิดอย่างยืดหยุ่นและสร้างสรรค์ในการแก้โจทย์ปัญหา มีลักษณะที่สอดคล้องกับลักษณะของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ (Ridge and Renzulli, 1981: 191-266; House, 1987: 8-9 ; Heid, 1983:224) ผู้วิจัยมีความเห็นว่าความสามารถของนักเรียนดังกล่าว และควรส่งเสริมให้พัฒนาเต็มตามศักยภาพ จึงได้ติดต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องให้จัดสรรทุนการศึกษา เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้รับการพัฒนาให้เต็มตามศักยภาพ อันจะส่งผลดีและเป็นประโยชน์ต่อการคณิตศาสตร์ และประเทศชาติต่อไป

ข้อเสนอแนะ

จากการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ และการทดลองใช้โปรแกรม ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

ข้อเสนอแนะทั่วไป

เนื่องจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาเป็นโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญและผ่านการทดลองใช้มาแล้วว่าใช้ได้ผลจริง สามารถพัฒนานักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ให้มีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาคอมพิวเตอร์ ส่งเสริมให้นักเรียนมีโอกาสพัฒนาศักยภาพของตนให้ได้ขีดสูงสุดในด้านการเรียนรู้ การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และ การใช้ความคิดระดับสูงทางคอมพิวเตอร์ จึงมีข้อเสนอแนะในการนำโปรแกรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นไปใช้ดังนี้

1. ในการนำโปรแกรมนี้ไปใช้ ผู้ใช้ควรทำความเข้าใจในธรรมชาติการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ควรมีความรู้พื้นฐานทางคอมพิวเตอร์ เป็นผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์ในการสอนนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากผู้สอนมีส่วนสำคัญต่อความสำเร็จของการนำโปรแกรมไปใช้

2. ควรมีการทดลองใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นที่ผู้วิจัยพัฒนากับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ทั่วไป ไม่จำกัดเฉพาะในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลควรมีการเผยแพร่โปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นที่ผู้วิจัยพัฒนาโดยการจัดอบรมครูที่สนใจจะนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ไปใช้ให้เข้าใจถึงโครงสร้างโปรแกรม การจัดการเรียนการสอนที่คำนึงถึงธรรมชาติของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ และบทบาทหน้าที่ของครูผู้สอน เพื่อให้เกิดการเผยแพร่อย่างจริงจัง

3. ในการนำโปรแกรมไปใช้อาจจะขยาย หรือเพิ่มระยะเวลาที่ใช้ควรมีความยืดหยุ่นในการจัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียน มีการเว้นช่วงให้หยุดพัก ไม่ควรสอนติดต่อกันทุกวันเพื่อให้นักเรียนได้ย่อยความรู้ไปสู่การพัฒนาทางความคิดและความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการวิจัยและพัฒนาโดยมีการศึกษาติดตามผลระยะยาว (Longitudinal studies) เพื่อศึกษาว่าความสามารถในการแก้ปัญหา โดยเฉพาะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่นักเรียนได้รับการพัฒนา ยังคงทนในระยะเวลาสั้นเพียงใด และมีการพัฒนาเพิ่มขึ้นหรือไม่อย่างไร

2. ควรมีการวิจัยและพัฒนาโปรแกรม หรือหลักสูตรคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ เรื่องอื่น ๆ เช่น การพัฒนาความคิดระดับสูงสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาหลักสูตรคอมพิวเตอร์ ทฤษฎีจำนวน เรขาคณิต และพีชคณิตสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ เพื่อจะได้มีโปรแกรมคณิตศาสตร์สำหรับพัฒนาศักยภาพของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ที่เพิ่มมากขึ้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2541). **แผนพัฒนาการศึกษาสำหรับนักเรียนและเยาวชนผู้มีความสามารถพิเศษ**. กรุงเทพฯ : ศูนย์ปฏิบัติการแห่งชาติเพื่อการพัฒนาการศึกษา.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2542). **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542**. กรุงเทพฯ : สำนักนายกรัฐมนตรี
- ดวงเดือน อ่อนน้อม. (2529). **การจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ**. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ดุษฎี บริพัตร ณ อยุธยา, หม่อม. (2531). **นักเรียนปัญญาเลิศ**. กรุงเทพฯ : ปาณยา.
- ทิตนา แชนมณี. (2545). **ศาสตร์การสอน**. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ณรงค์ ปันนัม. (2543). **เทคนิคการนับเบื้องต้น (เอกสารประกอบการบรรยาย)**. กรุงเทพฯ : ม.ป.พ. (อัสสัมชัญ).
- _____. (2543). **ภาษาคณิตศาสตร์. โจทย์ปัญหา. เทคนิคการนับเบื้องต้น. ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น (เอกสารประกอบการบรรยาย)**. กรุงเทพฯ : ม.ป.พ. (อัสสัมชัญ)
- นิตติยา ปากาพจน์. (2540). **การพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีจำนวนเสริมสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น**. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ผดุง อารยะวิญญู. (2542). **การศึกษาสำหรับนักเรียนที่มีความต้องการพิเศษ**. กรุงเทพฯ : แวนแก้ว.
- พิชากร แปลงประสพโชค. (2540). **การพัฒนาหลักสูตรพิเศษทางเรขาคณิตเสริมสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์**. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- พัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, สำนักงาน . (2543). **ทำอย่างไรอันดับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของไทยจะดีขึ้น**. กรุงเทพฯ : ฝ่ายนิเทศสัมพันธ์, สำนักงาน.
- บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. (2527). **การทดสอบอิงเกณฑ์ : แนวคิดและวิธีการ**. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- _____. (2542). **"การวัดแบบอิงเกณฑ์" สารนุกรมศึกษาศาสตร์**. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ปรีชา เนาะเย็นผล. (2544). **กิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ยุพร ริมชลการ. (2543). **การพัฒนาหลักสูตรพิเศษคณิตสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์**. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมพร สุนันทน์โอภาส. (2544). **คอมพิวเตอร์ (เอกสารประกอบการอบรม)**. กรุงเทพฯ : ม.ป.พ. (อัสสัมชัญ)

- สมพร แผลงภู. (2541). **การพัฒนารูปแบบเพื่อพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ**. ปรินญานิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. (2537). **ข้อสอบแข่งขันคณิตศาสตร์โอลิมปิกระหว่างประเทศ ประจำปี พ.ศ. 2537**. กรุงเทพฯ : แม็ค.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. (2544). **เอกสารเสริมความรู้วิชาคณิตศาสตร์ : คอมบินาทอริก**. กรุงเทพฯ : สำนักพัฒนาธุรกิจ.
- ส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์การศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์ในพระอุปถัมภ์สมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ , มูลนิธิ . (2543). **หลักสูตรและคู่มืออบรมวิชาคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาศักยภาพของนักเรียนให้ใกล้เคียงมาตรฐานสากล**. (ม.ป.พ.)
- อดุลย์รัตน์ วีระพันธ์ยานนท์. (2535). **คู่มือครูวิชาประยุกต์เจเนอเรตติงฟังก์ชันและสูตรอินคลูชัน – เอกซ์คลูชันสำหรับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย**. ปรินญานิพนธ์ วท.ม. (การสอนคณิตศาสตร์). เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- อุษณีย์ โพธิสุข. (2541). **รายงานการวิจัยประกอบร่างพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542**. หน้า 187-188. กรุงเทพฯ : สำนักนายกรัฐมนตรี.
- . (2543). **แผนที่สู่การพัฒนาอัจฉริยภาพนักเรียน**. กรุงเทพฯ : มูลนิธิสคส-สสวท.วิจัย.
- Berk, R.A. (1980). **"Item Analysis" in Criterion-Reference Measurement : The State of Art**. Baltimore, Maryland : The John Hopkins University Press.
- Bogart, Kenneth P. (1990). **Introductory Combinatoric** . Orlando, Florida :Harcourt Brace.
- (1991). **"The Role of the Finite and Discrete Mathematics in College and High School Mathematics " in Discrete Mathematics Across the Curriculum, K-12**. Reston, Virginia : The National Council of Teacher of Mathematics, Inc.
- Bloom, B.S. (1956). **Taxonomy of Education Objectives : The Classification of Educational Goals Handbook I, Cognitive Domain**. New York : David Mckay.
- Brualdi, Richard A. (1999). **Introductory Combinatorics**. Princeton, New Jersey : Prentice-Hall, Inc.
- Canadian Mathematics Competition. (1988). **Problems Problems Problems Volume 1**. Ontario : Waterloo Foundation University of Waterloo.
- Canadian Mathematics Competition. (1989). **Problems Problems Problems Volume 2**. Ontario : Waterloo Foundation University of Waterloo.
- Carroll, J.B. et al. (1992, May). **"Recognizing Creative Thinking Talent in the Classroom" in Journal Citation: Roeper-Review**. 14(4) : 209-212
- Cattin, Deborah. (1997, May). **"A study of Self-Directed Learning in an Alternative Education Program for Adolescents" in Dissertation Abstracts International**. 57(8) : 3374-A.
- Chen, Chuan-Chong & Koh, Khee-Meng. (1991). **Principle and Techniques in Combinatorics**. Singapore : World Scientific.

- Daniels, Harry and Anglileri, Julia. (1995). **Secondary Mathematics and Special Education Needs**. London : Cassell
- Davis, Gray A. & Rimm, Sylvia B. (1994). **Education of the Gifted and Talented**. 3rd ed. Boston : Allyn and Bacon.
- Dossey, John A et al. (1993). **Discrete Mathematics**. 2nd ed. New York : Harper Collins College Publisher.
- English, Lyn D. (1993, May.). " Children's Strategies for Solving Two- and Three- Dimensional Combinatorial Problems " in **Journal for Research in Mathematics Education**. 24(6) : 257-258
- Ennis, R. H. (1985). "Goals for a Critical Thinking Curriculum " in **Developing Minds: Adolescence Book for Teaching Thinking**. Edited by A. L. Costa. Alexandria : VA.
- Feldhusen, J.F. & Kroll, M.D. (1991, August). *Boredom or challenge for the academically talented in school*. **Gifted Education International** , 7(9) : 80 – 81.
- Freeman, Joan. (1996, August). *Self reports on research in high ability* . **High Ability Studies** , 7(9) : 191 - 201
- (2001). **Education the Very Able**. [http : // www. Official-Documents. Co.UK](http://www.Official-Documents.Co.UK) : 8/4/44.
- Flener, Frederic O. (1990). **Mathematics Contest** . Reston, Virginia : The Nation Council of Teacher of Mathematics, Inc.
- Gallucci, Andrey Kathleen. (1992, August). " *The Relationships among the Academic Achievement, Learning Style Preferences, and Creativity of Gifted and Normal Intermediate Students in a Suburban New York School District*" in **Dissertation Abstracts International** . 53(2) : 389-A
- Good, T.L. & Brophy, J.E. (1986). **Educational Psychology : A Realistic Approach**. New York : Longman
- Greenes, Carole. (1981, February). " *Identifying the Gifted Student in Mathematics* " **Arithmetic Teacher**. 28 (6) : 14-16
- Hambleton, R.K. et al. (1978, July). " *Criterion Reference Testing and Measurement : A Review Technical Issue and Development*, **Review of Education Research**. 48 (5) : 1-47
- Hart, Eric W. (1991). " *Discrete Mathematics: An Exciting and Necessary Addition to the Secondary School Curriculum* " in **Discrete Mathematics across the Curriculum. K-12 : 1991 Yearbook**. Reston, Virginia : The National Council of Teachers of Mathematics, Inc.
- Hazewinkel, M. (1995). **Encyclopaedia of Mathematics Volume I**. Singapore : Kluwer Academic Publisher.
- Heid, M. Kathleen. (1983, April). " *Characteristics and Special Needs of the Gifted Students in Mathematics*" **Mathematics Teacher**. 76 (8) : 221-226

- House, Peggy A. (1988, March.). " *One Small for the Mathematical Gifted* " **School Service and Mathematics**. 81(6) : 195-199
- (1991). **Providing Opportunities for the Mathematically Gifted, K-12** : 59-64.
Reston, Virginia : The National Council of Teachers of Mathematics.
- Jackson, Bradley W. & Thoro, Dmitri. (1990). **Applied Combinatorics with Problem Solving**. New York : Addison-Wesley.
- Johnson, Ken & Ted. (1944). **Problem Solving Strategies Crossing the River with Dog**.
Menlo Park, California : Key Curriculum Press .
- Johnsonbaugh, Richard. (1997). **Discrete Mathematics**. Singapore : Simon & Schuster Asia
- Krulik, S. & Rudnick, J. (1993). "Reasoning and Problem Solving" in **A Handbook for Elementary School Teachers**. Boston : Allyn & Bacon.
- Krutetskii, V.A. (1976). **The Psychology of Mathematical Abilities in School- Children**. Chicago : University of Chicago Press.
- Kennedy, Leonard & Tipps, Steve. (1994). **Guiding Children's Learning of Mathematics**. Belmont, California : Wadsworth.
- Maker, C. J. (1982). **Teaching Models in Education of Gifted**. Rockville, Md : Aspen System Corp.
- Martorell, Mario Francisco. (1992, March). "Language Proficient Creativity, and Locus of Control Among Hispanic Bilingual Gifted Children " in **Dissertation Abstracts International**. 52(9) : 3326-A
- Meier, Ronald L. (1993, January). "Automated Manufacturing Problem Solving with Gifted and Talented Students " in **Educational Resources International Center**. 52(4) : 8-27
- Muthukrihna, Anbanithi. (1993, October). "Training Mathematical Reasoning: Direct Explanation Versus Constructive Learning" in **Dissertation Abstracts International**. 53(11): 3834-3835-A,
- Nordby, Steven M. (2001). **Characteristics of the Gifted**. [http : // www. Parentpals. Com](http://www.Parentpals.Com). 2/6/44
- Poya, George. (1957). **How to Solve It**. Princeton, New Jersey : Princeton University.
- Posamentier, Alfreds. (1944). **The Art of Problem Solving**. Belmont, California: Crowin Press .
- Renzulli, Joseph S. (1977). **The Enrichment Triad Module : A Guide for Developing Defensible Programs for the Gifted and Talented**. Wethersfield, Conn : Creative Learning Press.
- Riedesel, C. Allan, et al. (1989). **Teaching Elementary School Mathematics**. New York : Allyn and Bacon
- Ridge, Laurence H., Renzulli & Joseph S. (1981). " *Teaching Mathematics to the Talented and Gifted* " in **the Mathematical Education of Exceptional Children and Youth**. Reston, Virginia : NCTM. 191-266.
- Robert, Fred S. (1984). **Applied Combinatorics**. Princeton, New Jersey : Prentice-Hall, Inc.
- Rogers, K.B. & Span, P. (1993) . "Ability grouping with gifted and talented student : research and guidelines " in **International Handbook of Research and Development of Giftedness and Talent** . Oxford : Pergamon

- Skinner, B. F. (1968). ***Science and Human Behavior***. New York : Macmillan.
- Tobin, Alexander. (1983). ***Mathematics Curriculum Outline and Sample Activities for Gifted Students Grade 2 through 8***. Reston, Virginia : The Mathematics Education Trust.
- Tucker, Alan. (1995). ***Applied Combinatorics***. Singapore : John Wiley & Sons.
- U.S. Office of Education. (1993). ***Education of the Gifted and Talented***. Washington, D.C : Government Printed Office.
- Woo, Young Soon. (1991, August). " A Differentiated Social Study Curriculum for Gifted Students on the Junior High School Level in Korea " in ***Dissertation Abstracts International***. 52(2) : 506-A

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญและรายชื่อนักเรียนที่เข้าร่วมโครงการวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ป้องกัน

- | | |
|---|--|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร. สมพร สุนันทน์โอภาส | ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยรามคำแหง |
| 2. รองศาสตราจารย์ ดร. สุเทพ สวนใต้ | ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ |
| 3. รองศาสตราจารย์ ดร. สมยศ พลับเที่ยง | ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร |
| 4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิตติยา ปภาพจน์ | ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย |
| 5. อาจารย์ ดร. ยุพร ริมชลการ | โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันราชภัฏเลย |

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เชิงเกณฑ์

- | | |
|---|---|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร. วิเชียร เลหาโกศล | ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| 2. รองศาสตราจารย์ ดร. สมพร สุนันทน์โอภาส | ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยรามคำแหง |
| 3. รองศาสตราจารย์ ดร. สุเทพ สวนใต้ | ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ |
| 4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิตติยา ปภาพจน์ | ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย |
| 5. อาจารย์ ดร. เกียรติสุตา ศรีสุข | ภาควิชาวัดและประเมินผลการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ |

รายชื่อนักเรียนที่เข้าร่วมโครงการวิจัย

ชื่อ-สกุล	สังกัดโรงเรียน
1. ด.ช. เพิ่มทรัพย์ มียิ่ง	โรงเรียนเบญจมราชูทิศ ราชบุรี
2. ด.ช. อุกฤษฏ์ อุทัยเจริญพงษ์	โรงเรียนเซนต์คาเบรียล
3. ด.ช. ชีรพัฒน์ เอกศรีวงศ์	โรงเรียนเบญจมราชูทิศ ราชบุรี
4. ด.ช. อภินัฐ เฟ่งเรืองโรจนชัย	โรงเรียนเบญจมราชูทิศ ราชบุรี
5. ด.ช. วรท วงศ์พันธุ์	โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
6. ด.ช. ธีรชาติ ชั่งดวงจิต	โรงเรียนเบญจมราชูทิศ ราชบุรี
7. ด.ญ. พัชรวิี ตั้งประเสริฐ	โรงเรียนสตรีวิทยา
8. ด.ช. ช่วยราช วงศ์รัตนานนท์	โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
9. ด.ญ. ณัฐภรณ์ วงศ์สว่าง	โรงเรียนเบญจมราชูทิศ ราชบุรี
10. ด.ญ. ศศธร สิงห์ทอง	โรงเรียนสตรีวิทยา
11. ด.ญ. กนกวรรณ สกลพงศ์ไพโรจน์	โรงเรียนสตรีวิทยา
12. ด.ช. ภูธรศ จตุรนต์รัศมี	โรงเรียนเบญจมราชูทิศ ราชบุรี
13. ด.ช. กนต์ศักดิ์ ชัยมงคลชาติ	โรงเรียนเบญจมราชูทิศ ราชบุรี
14. ด.ญ. ปุณณพัฒน์ ศักดิ์สุภาพชน	โรงเรียนสตรีวิทยา
15. ด.ช. สุรนนท์ ตันต์พูนเกียรติ	โรงเรียนเซนต์คาเบรียล

ภาคผนวก ข

แบบประเมินโครงสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์กึ่งอัตโนมัติ

แบบประเมินโครงร่างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น

แบบประเมินฉบับนี้เป็นแบบประเมินโครงร่างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น จัดทำขึ้นเพื่อให้ท่านซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญได้กรุณาประเมินความเหมาะสม และสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ของโปรแกรม โดยการทำเครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด และเขียนข้อเสนอแนะอื่น ๆ

แบบประเมินมีอยู่ทั้งหมด 3 ตอนคือ

1. แบบประเมินความเหมาะสมของโครงร่างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น
2. แบบประเมินความสอดคล้องของโครงร่างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น
3. แบบสอบถามความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น

ข้อมูลส่วนตัว

ผู้เชี่ยวชาญสาขา.....

ประสบการณ์ในการทำงาน.....ปี

สถานที่ทำงาน.....

.....

ตอนที่ 1 แบบประเมินความเหมาะสมของโครงร่างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น

คำชี้แจง หลังจากพิจารณาโปรแกรมแล้ว ขอให้ท่านพิจารณาว่าองค์ประกอบต่าง ๆ ของโปรแกรมในข้อต่อไปนี้มีเหมาะสมมากน้อยเพียงใด

ประเด็นการประเมิน	เห็นด้วยมากที่สุด	เห็นด้วยมาก	เห็นด้วยปานกลาง	เห็นด้วยน้อย	เห็นด้วยน้อยที่สุด
1. จุดมุ่งหมายของโปรแกรม					
1.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ความสามารถอย่างแท้จริง					
1.2 พัฒนาความสามารถด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และความคิดระดับสูง					
1.3 สร้างเสริมผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์					
1.4 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง					
1.5 ส่งเสริมการศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง					
1.6 ส่งเสริมการสร้างสรรค์ผลงานตามความสามารถและความสนใจของผู้เรียน					
1.7 พัฒนาศักยภาพของผู้เรียนให้ได้ขีดสูงสุด					
1.8 ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาหลัก ๆ ทางคอมพิวเตอร์เบื้องต้น					
2. เนื้อหาของโปรแกรม					
2.1 เหมาะสมกับศักยภาพของผู้เรียน ซึ่งเป็นเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์					
2.2 นำไปปฏิบัติได้จริง					
2.3 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน					
2.4 การกำหนดหัวข้อของเนื้อหาในโปรแกรมมีความเหมาะสม					
2.5 การกำหนดเนื้อหาในแต่ละหน่วยมีความเหมาะสม					
2.6 มีการจัดเรียงลำดับอย่างเหมาะสม					

ประเด็นการประเมิน	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็น ด้วย	ไม่แน่ ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็น ด้วยอย่าง ยิ่ง
2.7 มีความเหมาะสมกับระยะเวลาที่กำหนด					
3. กิจกรรมการเรียนการสอน					
3.1 ในแผนการสอนแต่ละหน่วยมีกิจกรรมที่เหมาะสม					
3.2 เหมาะสมกับศักยภาพของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์					
3.3 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน					
3.4 ส่งเสริมด้านการคิดด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์					
3.5 ส่งเสริมการคิดระดับสูง					
3.6 เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายขอโปรแกรม					
3.7 เหมาะสมกับเนื้อหาของแต่ละหน่วย					
หน่วยที่ 1					
หน่วยที่ 2					
หน่วยที่ 3					
หน่วยที่ 4					
3.8 มีความเหมาะสมกับการเรียนรู้ของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์					
3.9 เหมาะสมในการนำไปปฏิบัติจริง					
3.10 ส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง					
3.11 ส่งเสริมให้ผู้เรียนศึกษาหาความรู้ตามความสามารถและความสนใจ					
3.12 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสมือปฏิบัติงานในระดับที่ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างจริงจัง					
4. สื่อการเรียน					
4.1 เหมาะสมกับเนื้อหาขอโปรแกรม					
4.2 เหมาะสมกับกิจกรรมและวิธีสอน					
4.3 เหมาะสมกับการส่งเสริมการศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง					
4.4 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน					

ประเด็นการประเมิน	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็น ด้วย	ไม่แน่ ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็น ด้วย อย่างยิ่ง
5. การวัดและประเมินผล					
5.1 เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายของ โปรแกรม					
5.2 เหมาะสมกับเนื้อหาของโปรแกรม					
5.3 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน					
5.4 เหมาะสมกับกิจกรรมและวิธีสอน					
5.5 เหมาะสมกับการวัดความสามารถที่ แท้จริงของผู้เรียน					
5.6 เหมาะสมกับการวัดความสามารถใน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และความคิด ระดับสูง					
5.7 เหมาะสมกับการวัดความรอบรู้ในเนื้อ หาทางคอมพิวเตอร์ริกเบื้องต้น					
6. แผนการสอน					
6.1 ส่วนประกอบ (เวลา เนื้อหา จุด ประสงค์เชิงพฤติกรรม แนวทางการจัดกิจ กรรมและวิธีสอน สื่อการเรียน และการวัดและ ประเมินผล) ในแต่ละหน่วยมีความเหมาะสม					
หน่วยที่ 1					
หน่วยที่ 2					
หน่วยที่ 3					
หน่วยที่ 4					
6.2 รายละเอียดในแต่ละหน่วยมีความเหมาะสม					
หน่วยที่ 1					
หน่วยที่ 2					
หน่วยที่ 3					
หน่วยที่ 4					
6.3 ในแต่ละหน่วยเหมาะกับการนำไป ปฏิบัติจริง					
หน่วยที่ 1					
หน่วยที่ 2					
หน่วยที่ 3					
หน่วยที่ 4					

ตอนที่ 2 แบบประเมินความสอดคล้องของโครงสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น

คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาองค์ประกอบต่าง ๆ ของโปรแกรม (จุดมุ่งหมาย เนื้อหา กิจกรรมและวิธีสอน สื่อการสอน การวัดและประเมินผล และแผนการสอน) มีความสอดคล้องกันหรือไม่

ประเด็นการประเมิน	สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง
1. จุดมุ่งหมายของโปรแกรมกับเนื้อหาของโปรแกรม			
2. จุดมุ่งหมายของโปรแกรมกับกิจกรรมและวิธีสอน			
3. เนื้อหาของโปรแกรมคอมพิวเตอร์กับหน่วยการเรียนรู้			
4. เนื้อหาแต่ละหน่วยการเรียนกับเวลา			
หน่วยที่ 1			
หน่วยที่ 2			
หน่วยที่ 3			
หน่วยที่ 4			
5. เนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนกับกิจกรรมและวิธีการสอน			
หน่วยที่ 1			
หน่วยที่ 2			
หน่วยที่ 3			
หน่วยที่ 4			
6. เนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนกับสื่อการเรียน			
หน่วยที่ 1			
หน่วยที่ 2			
หน่วยที่ 3			
หน่วยที่ 4			
7. เนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนกับการวัดและประเมินผล			
หน่วยที่ 1			
หน่วยที่ 2			
หน่วยที่ 3			
หน่วยที่ 4			
8. เนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนกับแผนการเรียน			
หน่วยที่ 1			
หน่วยที่ 2			
หน่วยที่ 3			
หน่วยที่ 4			

ประเด็นการประเมิน	สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง
9. กิจกรรมและวิธีสอนกับสื่อการเรียนรู้ในแต่ละหน่วย			
หน่วยที่ 1			
หน่วยที่ 2			
หน่วยที่ 3			
หน่วยที่ 4			
10. กิจกรรมและวิธีสอนกับการวัดและประเมินผล			
11. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในแผนการเรียนรู้กับจุดมุ่งหมายของโปรแกรม			

ตอนที่ 3 แบบสอบถามความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์กึ่งอัตโนมัติ

คำชี้แจง โปรดแสดงความคิดเห็นหรือให้ข้อเสนอแนะอื่น ๆ เพื่อผู้วิจัยจะได้ปรับปรุงแก้ไข
โครงร่างโปรแกรมให้ดีขึ้น ก่อนที่จะนำไปทดลองใช้ต่อไป

- จุดมุ่งหมายของโปรแกรม ท่านมีความคิดเห็นเพิ่มเติมอย่างไรและคิดว่ามีจุดใดควรแก้ไขบ้าง
.....
.....
.....
.....
- เนื้อหาของโปรแกรม ท่านมีความคิดเห็นเพิ่มเติมอย่างไรและคิดว่ามีจุดใดควรแก้ไขบ้าง (กรุณาช่วย
พิจารณาการเขียนเนื้อหาในแต่ละหน่วย พร้อมทั้งช่วยแก้ไขและเสนอแนะลงในเอกสารประกอบการสอน
.....
.....
.....
.....
- การจัดกิจกรรมและวิธีสอน ท่านคิดว่ามีจุดใดควรแก้ไขเพิ่มเติมบ้าง
.....
.....
.....
.....
- ท่านคิดว่าสื่อการเรียนการสอนควรมีอะไรเพิ่มเติมบ้าง
.....
.....
.....
.....

5. ท่านคิดว่าวิธีการวัดและประเมินผลควรมีส่วนแก้ไขเพิ่มเติมอย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

6. แผนการสอน ท่านคิดว่ามีส่วนใดควรแก้ไขเพิ่มเติมบ้าง (กรุณาช่วยพิจารณาการเขียนแผน การสอนแต่ละหน่วย พร้อมทั้งช่วยแก้ไขและเสนอแนะลงในเอกสาร)

.....

.....

.....

.....

7. ความคิดเห็นเพิ่มเติมเพื่อความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นของโปรแกรม

.....

.....

.....

.....

8. อื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

คำชี้แจง

แบบทดสอบฉบับนี้ พัฒนาขึ้นเพื่อนำไปใช้ทดสอบกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ (ที่ผ่านกระบวนการคัดเลือก) หลังเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ซึ่งเป็นการตรวจสอบดูว่านักเรียนได้เกิด “การรอบรู้” ตามเนื้อหาที่สอนหรือไม่ และใช้สำหรับตรวจว่าผู้เรียนได้คะแนนผลการทดสอบหลังเรียน มากกว่าหรือเท่ากับเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนดไว้หรือไม่

1. ขั้นตอนการหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบฉบับนี้

ขอให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็นโดยพิจารณาว่าข้อคำถามแต่ละข้อกับหัวข้อเนื้อหาในแต่ละหน่วยที่กำหนดมีความสอดคล้องกันหรือไม่

โปรดแสดงความคิดเห็นโดยทำเครื่องหมาย / ในช่อง 1 0 -1

เมื่อ 1 หมายถึงแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นกับหัวข้อเนื้อหาที่กำหนดมีความสอดคล้องกัน

0 หมายถึงไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นกับหัวข้อเนื้อหาที่กำหนดมีความสอดคล้องกัน

-1 หมายถึงแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นกับหัวข้อเนื้อหาที่กำหนดไม่มีความสอดคล้องกัน

2. ขั้นตอนการหาเกณฑ์มาตรฐาน (คะแนนจุดตัด) ของแบบทดสอบฉบับนี้

ขอให้ท่านผู้เชี่ยวชาญ ช่วยพิจารณาข้อคำถามแต่ละข้อของแบบทดสอบฉบับนี้ โดยแสดงความคิดเห็นว่าค่าความน่าจะเป็นที่ท่านคิดว่านักเรียน (นักเรียนที่ผ่านการเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น) ที่มีสมรรถภาพขั้นต่ำสุด จะสามารถตอบข้อสอบแต่ละข้อได้ถูกต้องเป็นเท่าไร

ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมีค่ายังต่อการพัฒนาเครื่องมือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์ วัดความรู้และความสามารถในการเรียนเนื้อหาคอมพิวเตอร์เบื้องต้น สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ภาคผนวก ค

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์

- ชุดที่ 1 แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
- ชุดที่ 2 แบบทดสอบวัดความรู้ในเนื้อหาทางคอมพิวเตอร์เบื้องต้น

แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

คำชี้แจงในการทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 5 ข้อ ใช้เวลาทำ 3 ชั่วโมง
2. ให้นักเรียนแสดงวิธีทำในแต่ละข้ออย่างละเอียด

1. จงหาจำนวนวิธีการจัดเรียงตัวอักษรในคำว่า "TAMELY" โดยที่ T ต้องอยู่หน้า A หรือ A อยู่หน้า M หรือ M อยู่หน้า E (คำว่า "อยู่หน้า" หมายถึง อยู่ในลำดับก่อนทุก ๆ ตำแหน่ง เช่น T อยู่หน้า A แสดงว่า ถ้า T อยู่ตำแหน่งที่ 1 แล้ว A อยู่ในตำแหน่งที่ 2 หรือ 3 หรือ 4 หรือ 5 หรือ 6 ก็ได้)
2. จำนวนเต็มบวก 10 หลักที่ 10 ทารลงตัว และผลบวกของเลขโดดในแต่ละหลักเป็น 10 เช่น 1107001000, 2000000800 มีทั้งหมดกี่จำนวน
3. กล่องใบหนึ่งที่บรรจุลูกปิงปองไว้ 5 ลูกแต่ละลูกเขียนหมายเลขตั้งแต่ 1 ถึง 5 ในการหยิบลูกปิงปองจากกล่องแบบสุ่มครั้งละ หนึ่งลูกจนหมด จงหาจำนวนวิธีที่จะหยิบลูกปิงปองครั้งที่ i ได้ลูกปิงปองที่มีหมายเลข i
4. ให้ $A = \{1, 2, 3, \dots, 100\}$ จงหาสับเซตทั้งหมดของ A ที่มีสมาชิก 10 ตัว โดยที่ไม่มีสมาชิก 2 ตัวใด ๆ เรียงต่อกัน และตัวเลข 1 และ 100 จะไม่อยู่ในเซตนั้นพร้อมกัน
5. ให้ $U = \{101, 102, 103, \dots, 999\}$ และ $X = \{x \in U \mid x = abc, a \leq b \leq c\}$
 จงหา $n(X)$

แบบทดสอบวัดความรู้ในเนื้อหาทางคอมพิวเตอร์เบื้องต้น

คำชี้แจงในการทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 10 ข้อ ใช้เวลาทำ 3 ชั่วโมง
2. ให้นักเรียนแสดงวิธีทำในแต่ละข้ออย่างละเอียด

1. ถ้าต้องการเขียนจำนวน โดยใช้ตัวเลข 1, 3, 5, และ 7 โดยแต่ละจำนวนไม่ใช้ตัวเลขซ้ำ จะเขียนได้ทั้งหมดกี่จำนวน และจงหาผลบวกของจำนวนทั้งหมด
2. จำนวนเต็มตั้งแต่ 1,000 ถึง 9,999 มีกี่จำนวนที่มีผลบวกของเลขโดดในจำนวนนั้นน้อยกว่า 5
3. จงหาจำนวนวิธีในการนำลูกปัด 30 ลูก จากลูกปัด 10 สี สีละ 3 ลูก มาร้อยเป็นสร้อยแบบวงกลม
4. จงหาจำนวนวิธีในการจัดเรียงตัวอักษร 4 ตัว จากคำว่า "PAPAYA"
5. จงหา $\phi(\underbrace{10000\dots0}_{n \text{ ตัว}})$ และ $\tau(\underbrace{1\ 0000\dots0}_{n \text{ ตัว}})$
6. แม่ค้าคนหนึ่งมีเหรียญสี่สิบห้าสตางค์ ห้าสิบสตางค์ หนึ่งบาท ห้าบาท และสิบบาท อย่างละ 1 เหรียญ แม่ค้าคนนี้จะใช้เงินเหรียญที่มีอยู่ในการทอนเงินให้ลูกค้าด้วยวิธีที่แตกต่างกันได้ ทั้งหมดกี่วิธี
7. จงหาจำนวนวิธีในการแจกแจงของเล่น 18 ชิ้น ให้เด็ก 6 คน โดยที่เด็กทุกคนต้องได้รับของเล่นถ้า
 1. ของเล่นทั้ง 18 ชิ้นนั้นเหมือนกันทั้งหมด
 2. ของเล่นทั้ง 18 ชิ้นนั้นแตกต่างกันทั้งหมด
8. จงหาจำนวนเต็ม a, b และ c ที่ทำให้ $a\binom{m}{3} + b\binom{m}{2} + c\binom{m}{1} = m^3$
9. จงแสดงว่า $\frac{\binom{n}{1}}{1 \times 2} - \frac{\binom{n}{2}}{2 \times 3} + \frac{\binom{n}{3}}{3 \times 4} + \dots + (-1)^{n+1} \frac{\binom{n}{n}}{n(n+1)} = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{n+1}$
10. โอปมีเพื่อนสนิท 3 คน เขาต้องการเชิญเพื่อนครั้งละหนึ่งคนไปร่วมรับประทานอาหาร 6 มื้อ โดยจะไม่เชิญเพื่อนคนใดคนหนึ่งเกิน 3 ครั้ง เขาจะมีวิธีเชิญเพื่อนได้แตกต่างกันกี่วิธี

ภาคผนวก ง
รายชื่อหนังสือในมุมมองความรู้ และเกม

รายชื่อหนังสือในมุมความรู้

1. คอมบินาทอริก โดย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี , 2544
2. คณิตศาสตร์ ปรนัย เล่มที่ 17 โดย ดำรง ทิพย์โยธา , 2542
3. คณิตศาสตร์สำหรับ Entrance โดย ณรงค์ ปั่นนัม , 2542
4. ทฤษฎีจำนวน โดย ณรงค์ ปั่นนัม , 2545
5. ทฤษฎีจำนวน โดย นิตติยา ปภาพจน์ , 2544
6. หนังสือเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค 011 โดย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี , 2540
7. หนังสือเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค 012 โดย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี , 2540
8. หนังสือเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค 016 โดย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี , 2540
9. อุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ โดย สุเทพ จันทรสมศักดิ์ , 2538
10. Introductory Combinatorics by Richard A. Brualdi , 1999
11. Introductory Combinatorics by Keneth P. Bogart , 1990
12. Applied Combinatorices by Alan Tucker , 1995
13. Applied Combinatorices by Fred S. Roberts , 1984
14. Discrete Mathematics by Richard Johnsonbaugh , 1997
15. Problems Problems Problems Volume 1 by Canadian Mathematics Competition , 1988
16. Problems Problems Problems Volume 2 by Canadian Mathematics Competition , 1989
17. Principle and Techninques in Combinatorics by Chuan- Chong Chen & Khee-Meng Koh , 1991
18. The Art of Problem Solving by Alfreds Posamentier

ເກມ

1. Game of Tri – Dominos
2. Only One Love
3. Rai Pass Ring
4. Othelo
5. Pyramid
6. The Last Fighter
7. Cubpuzzle
8. Backgammon
9. Closed Point
10. Doubling Cube
11. Snake Cube
12. Lord of The Ring
13. Dragon Chinese Checkers Game
14. Rat And Bread
15. Three Companions
16. Colour Mathch
17. GO
18. Diamond Cube

ภาคผนวก จ

การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์

ตาราง ก ผลการสอบของนักเรียนกลุ่มทดลองด้วยแบบทดสอบอิงเกณฑ์

ผู้เรียนคนที่	แบบทดสอบชุดที่ 1 (20 คะแนน)	แบบทดสอบชุดที่ 2 (48 คะแนน)	แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (68 คะแนน)
1	17	47	64
2	16	39	55
3	14	40	54
4	17	40	57
5	18	41	59
6	18	38	56
7	19	40	59
8	18	40	58
9	17	38	55
10	14	42	56
11	17	43	60
12	16	40	56
13	19	37	56
14	18	44	62
15	18	40	58

สูตร ค่าความเชื่อมั่น (r_{cc}) = $1 - \frac{k \sum x_i - \sum x_i^2}{(k-1) \sum (x_i - c)^2}$

เมื่อ k แทน จำนวนข้อสอบ

X_i แทน คะแนนสอบของแต่ละคน

C แทน คะแนนจุดตัด

จะได้

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบชุดที่ 1 = 0.74

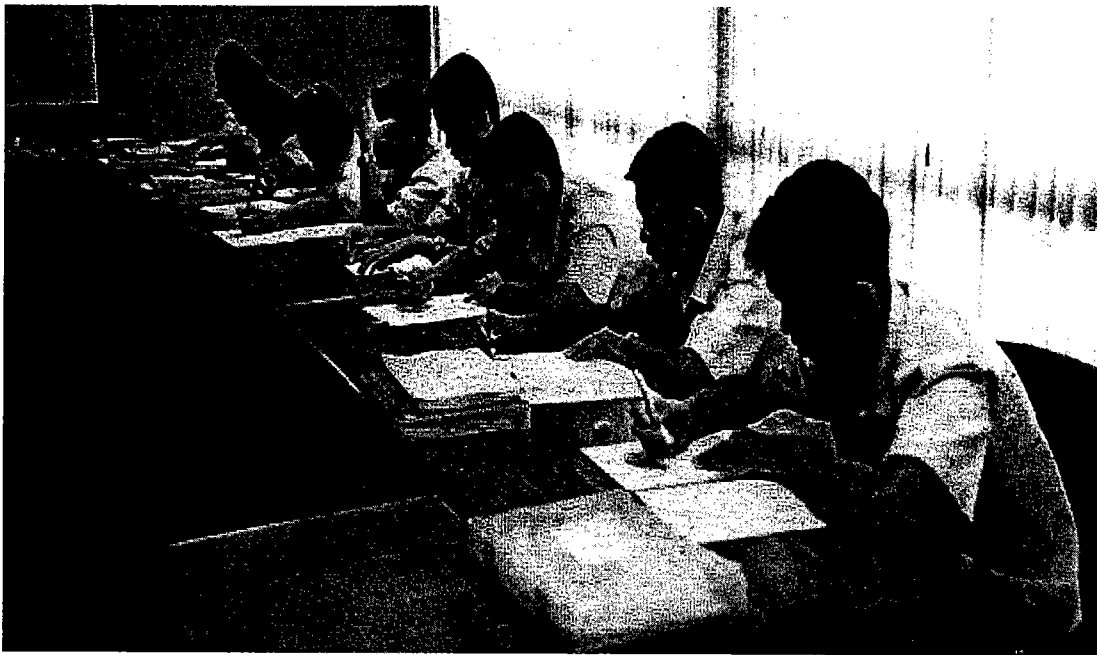
ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบชุดที่ 2 = 0.65

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์ = 0.89

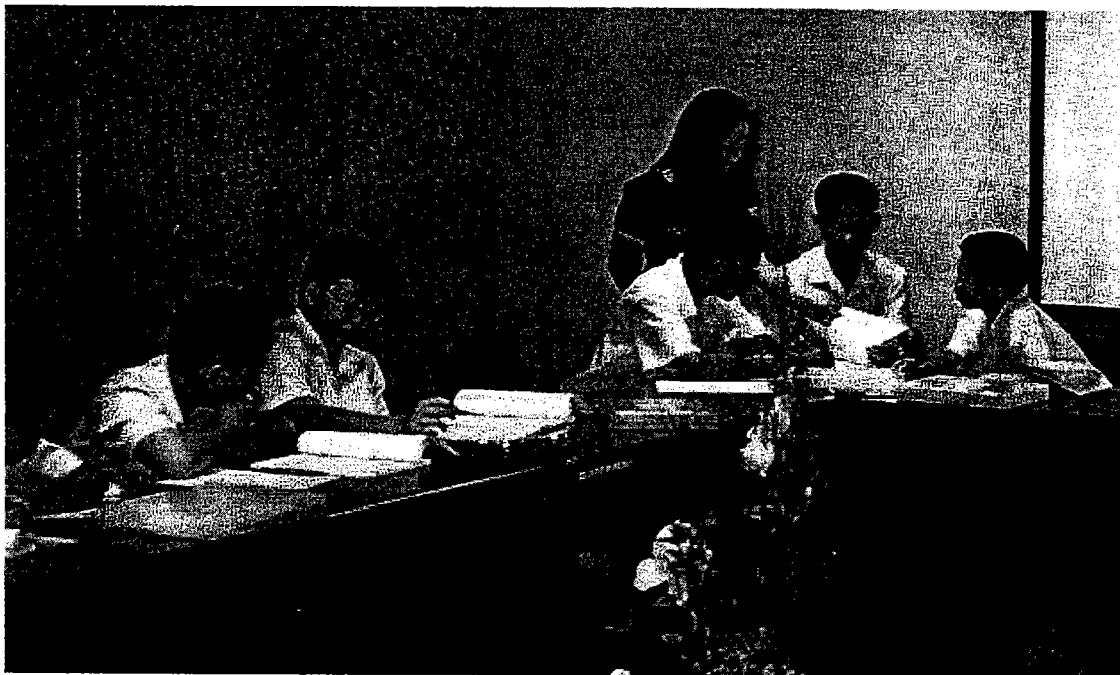
ภาคผนวก จ

ภาพตัวอย่างการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้การสอน และความคิดเห็นในการเรียน

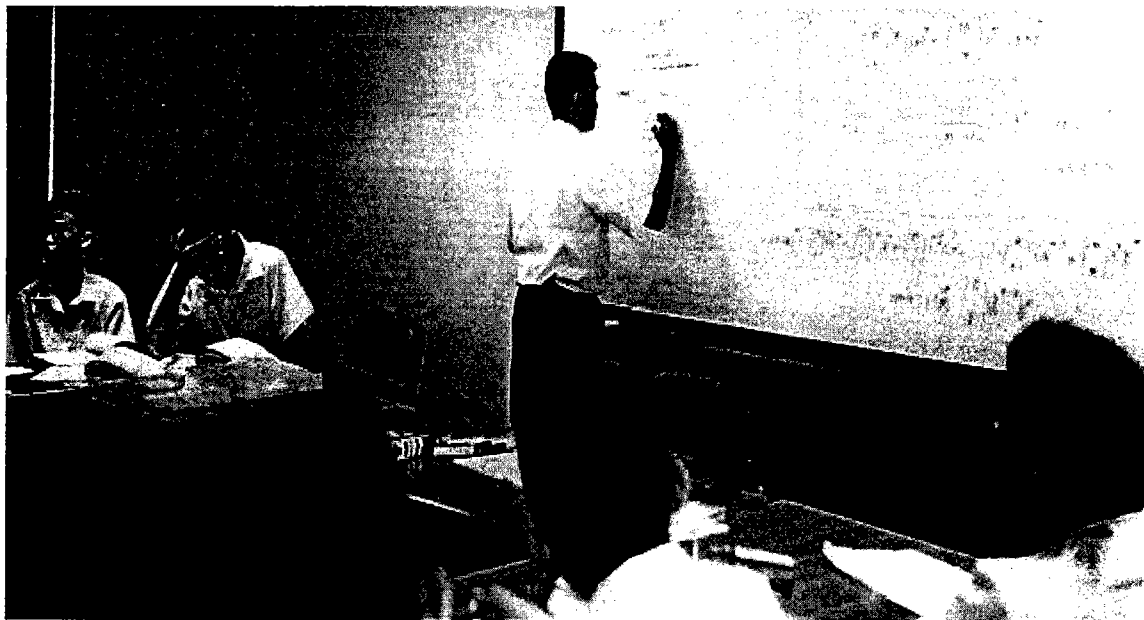
ภาพตัวอย่างการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน



บรรยากาศในการเรียน



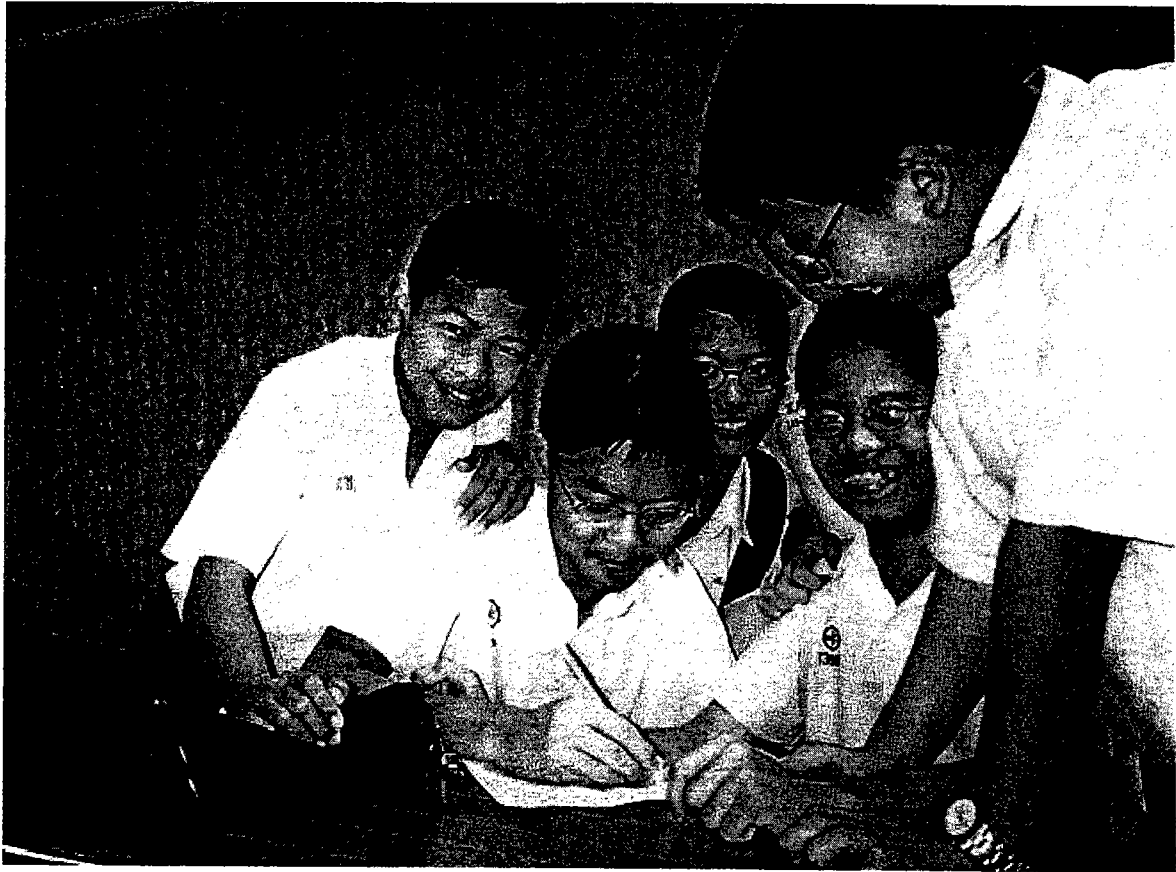
ให้คำปรึกษาแนะนำ



นำเสนอผลงาน



เล่นเกมคลายเครียด



เขียนความรู้สึกในการเรียน

ความรู้สึก ความประทับใจและความคิดเห็นในการเรียน

จากการที่เรามาทำ 1 ผ่านไป 1 ปีแล้ว และงานที่เราทำไป
 "ส่วนที่ 1" แล้วอาจารย์สอนทำให้เรารู้ว่าเราทำอะไรได้บ้าง ทำให้เรารู้สึก
 ความสำเร็จในการเรียนของเราแต่ละคน อาจารย์จะสอนแบบที่เราอยาก
 พยายามคิดเองด้วยตัวเอง ซึ่งจะทำให้เรารู้จักคิด
 รู้จักทำ อาจารย์ก็ดีมาก ด้วยนะ ทำให้เรารู้สึกว่าเรา
 ทำได้จริง ๆ และเราก็ได้เกรด 4

จากการ์ตูนเรื่องแรก ๆ . แล้วไปเห็นอนิเมะการ์ตูนเรื่อง
สุดท้ายก็มาทำ (ไป) ทางการแล้ว ค่ะ ตอนแรกก็ดูเรื่องมาทำบ้าง แต่ยังไม่ค่อย
พอใจเท่าไหร่ จนมาเจอการ์ตูนเรื่อง

เรื่อง ข้อ ๒๒๓ มี ๒ ส่วน คือ ๑. ส่วนที่ ๑ เพราะ ๒๒๓ ข้อ ๑ ๒. ส่วนที่ ๒ เพราะ ๒๒๓ ข้อ ๒

ส่วนที่ ๑ ๒๒๓ ข้อ ๑ มี ๒ ส่วน คือ ๑. ส่วนที่ ๑ เพราะ ๒๒๓ ข้อ ๑ ๒. ส่วนที่ ๒ เพราะ ๒๒๓ ข้อ ๒

ส่วนที่ ๒ ๒๒๓ ข้อ ๒ มี ๒ ส่วน คือ ๑. ส่วนที่ ๑ เพราะ ๒๒๓ ข้อ ๑ ๒. ส่วนที่ ๒ เพราะ ๒๒๓ ข้อ ๒

ภาคผนวก ข
โปรแกรมคอมพิวเตอร์ริกเบื้องต้น

- เอกสารประกอบการสอน (หน่วยที่ 3)
- แผนการสอน (แผนที่ 9-11)

(นำเสนอบางส่วน)

เอกสารประกอบการสอน
เรื่อง
คอมพิวเตอร์ริกเบื้องต้น (หน่วยที่ 3)

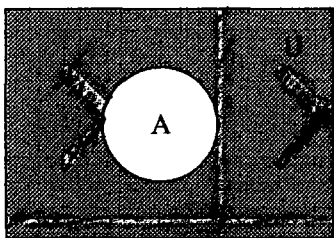
หน่วยที่ 3

การเพิ่มเข้า - ตัดออก

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึง การใช้การนับจำนวนสมาชิกในเซตมาช่วยแก้ปัญหา การนับโดยเริ่มจากการนับจำนวนสมาชิก โดยใช้แผนภาพของเวนน์-ออยเลอร์

3.1 การนับโดยใช้แผนภาพของเวนน์-ออยเลอร์

กำหนดให้ U เป็นเซตของเอกภพสัมพัทธ์ และ A เป็นเซตย่อยใด ๆ ใน U พิจารณาแผนภาพต่อไปนี้ ส่วนที่แรเงาคือ A'



กำหนดให้ A เป็นเซตจำกัดใด ๆ

เนื่องจาก $A' = \{x \in U \mid x \notin A\}$

ดังนั้น ถ้าให้ $n(A)$ แทนจำนวนสมาชิกใน A

จะได้ $n(A') = n(U) - n(A)$

ส่วนที่แรเงาคือ A'

ตัวอย่างที่ 1 จำนวนเต็มตั้งแต่ 1 ถึง 6,000 มีกี่จำนวนที่ 6 หารไม่ลงตัว

วิธีทำ กำหนดให้ $U = \{1, 2, 3, \dots, 6000\}$

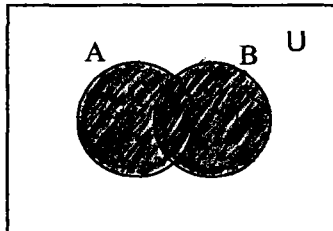
$$A = \{x \in U \mid x \text{ หารด้วย 6 ลงตัว}\}$$

$$\text{จะได้ } n(A) = \frac{6000}{6} = 1,000$$

$$\text{และ } n(U) = 6,000$$

$$\text{ดังนั้น } n(A') = 6,000 - 1,000 = 5,000$$

กำหนดให้ U เป็นเซตของเอกภพสัมพัทธ์ และ A, B เป็นเซตย่อยใด ๆ ใน U
พิจารณาแผนภาพต่อไปนี้ ส่วนที่แรเงาคือ $A \cup B$



ส่วนที่แรเงาคือ $A \cup B$

ถ้า A และ B เป็นเซตจำกัด

ให้ $n(A)$ แทนจำนวนสมาชิกใน A

และ $n(B)$ แทนจำนวนสมาชิกใน B

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

ตัวอย่างที่ 2 จากการสอบถามนักเรียนห้องหนึ่งจำนวน 45 คน พบว่าทุกคนชอบดื่มนม มี 35 คน ชอบดื่มนมรสช็อกโกแลต และ 32 คน ชอบดื่มนมรสหวาน จงหาว่ามีนักเรียนกี่คนที่ชอบดื่มนมทั้ง 2 รส

วิธีทำ ให้ A แทนเซตของนักเรียนที่ชอบดื่มนมรสช็อกโกแลต

และ B แทนเซตของนักเรียนที่ชอบดื่มนมรสหวาน

จะได้ $n(A \cup B) = 45, n(A) = 35$ และ $n(B) = 32$

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

จะได้ $45 = 35 + 32 - n(A \cap B)$

ดังนั้น $n(A \cap B) = 67 - 45 = 22$

นั่นคือ มีนักเรียนที่ชอบดื่มนมทั้ง 2 รส เท่ากับ 22 คน

สำหรับการหาจำนวนสมาชิกของเซต $A \cup B \cup C$ เมื่อ A, B และ C เป็นเซตจำกัด
สามารถใช้หลักการเช่นเดียวกับการหาจำนวนสมาชิกของเซต 2 เซต

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

ตัวอย่างที่ 3 จำนวนเต็มตั้งแต่ 1 ถึง 2,000 มีกี่จำนวนที่หารด้วย 6 หรือ 15 ได้ลงตัว

วิธีทำ ให้ $U = \{1, 2, 3, \dots, 2000\}$

$$A_1 = \{x \in U \mid x \text{ หารด้วย } 6 \text{ ลงตัว}\}$$

$$A_2 = \{x \in U \mid x \text{ หารด้วย } 15 \text{ ลงตัว}\}$$

แนวคิด

1. สำหรับจำนวนเต็มบวก n จำนวนของจำนวนเต็มใน U ที่หารด้วย n ลงตัว

เท่ากับ $\left\lfloor \frac{2000}{n} \right\rfloor$ เมื่อ $\lfloor m \rfloor$ หมายถึง จำนวนเต็มที่มากที่สุด ที่น้อยกว่าหรือ

เท่ากับ m เช่น $\lfloor 2.2 \rfloor = 2$

2. จำนวนเต็มที่หารได้ลงตัวด้วย 6 และ 15 คือ จำนวนเต็มที่หารได้ลงตัวด้วย

ค.ร.น. ของ 6 และ 15 ซึ่งเท่ากับ 30

$$\text{ดังนั้น } n(A_1) = \left\lfloor \frac{2000}{6} \right\rfloor = 333$$

$$n(A_2) = \left\lfloor \frac{2000}{15} \right\rfloor = 133$$

$$n(A_1 \cap A_2) = \left\lfloor \frac{2000}{30} \right\rfloor = 66$$

$$\text{จาก } n(A_1 \cup A_2) = n(A_1) + n(A_2) - n(A_1 \cap A_2)$$

$$= 333 + 133 - 66$$

$$= 400$$

ตัวอย่างที่ 4 จำนวนเต็มตั้งแต่ 1 ถึง 1,000 มีกี่จำนวนที่หารด้วย 5 หรือ 6 หรือ 8 ได้ลงตัว

วิธีทำ ให้ $U = \{1, 2, 3, \dots, 1000\}$

$$A_1 = \{x \in U \mid x \text{ หารด้วย } 5 \text{ ลงตัว}\}$$

$$A_2 = \{x \in U \mid x \text{ หารด้วย } 6 \text{ ลงตัว}\}$$

$$A_3 = \{x \in U \mid x \text{ หารด้วย } 8 \text{ ลงตัว}\}$$

$$\text{ดังนั้น } n(A_1) = \left\lfloor \frac{1000}{5} \right\rfloor = 200$$

$$n(A_2) = \left\lfloor \frac{1000}{6} \right\rfloor = 166$$

$$n(A_3) = \left\lfloor \frac{1000}{8} \right\rfloor = 125$$

$$n(A_1 \cap A_2) = \left\lfloor \frac{1000}{30} \right\rfloor = 33$$

$$n(A_1 \cap A_3) = \left\lfloor \frac{1000}{40} \right\rfloor = 25$$

$$n(A_2 \cap A_3) = \left\lfloor \frac{1000}{24} \right\rfloor = 41$$

$$n(A_1 \cap A_2 \cap A_3) = \left\lfloor \frac{1000}{120} \right\rfloor = 8$$

$$\begin{aligned} \text{จาก } n(A_1 \cup A_2 \cup A_3) &= n(A_1) + n(A_2) + n(A_3) - n(A_1 \cap A_2) - n(A_1 \cap A_3) \\ &\quad - n(A_2 \cap A_3) + n(A_1 \cap A_2 \cap A_3) \\ &= 200 + 166 + 125 - 33 - 25 - 41 + 8 \\ &= 400 \end{aligned}$$

ปัญหาที่ 1 จำนวนเต็มตั้งแต่ 1 ถึง 70 มีกี่จำนวนที่เป็นจำนวนเฉพาะสัมพัทธ์ (relatively prime) กับ 70 (จำนวนเฉพาะสัมพัทธ์ของ 70 หมายถึง จำนวนที่ไม่มีตัวหารร่วมที่เป็นจำนวนเฉพาะกับ 70)

แนวคิด / วิธีทำ

ปัญหาที่ 2 จำนวนเต็มบวกที่ไม่เกิน 500 มีกี่จำนวนที่หารด้วย 5 และ 7 ลงตัว แต่ 11 หารไม่ลงตัว

แนวคิด / วิธีทำ

ปัญหาที่ 3 จงหาจำนวนของจำนวนเต็มบวกที่ไม่เกิน 200 และไม่มี 6, 10 และ 15 เป็น
ตัวประกอบ

แนวคิด / วิธีทำ

ปัญหาที่ 4 จงหาจำนวนของจำนวนเต็มบวกที่ไม่เกิน 60 และมีตัวประกอบร่วมเฉพาะกับ 60
แนวคิด / วิธีทำ

ปัญหาที่ 5 จงหาจำนวนของจำนวนเต็มบวกที่ไม่เกิน 252 และมีตัวประกอบร่วมเฉพาะกับ 252
แนวคิด / วิธีทำ

ปัญหาที่ 6 จงหาจำนวนวิธีจัดคน 20 คน เข้าพักในห้องพัก 3 ห้อง โดยแต่ละห้องต้องมีคนพักอย่างน้อย 1 คน

แนวคิด / วิธีทำ

ปัญหาที่ 7 ถ้าต้องการเขียนจำนวนที่มี 7 หลัก โดยใช้ตัวเลข 1, 2, 3, ..., 9 และแต่ละจำนวนจะไม่ใช้ตัวเลขซ้ำกัน จะเขียนได้ทั้งหมดกี่จำนวน และมีกี่จำนวนที่ตัวเลข 5 และ 6 ไม่ปรากฏในตำแหน่งติดกัน

แนวคิด / วิธีทำ

3.2 สูตรการเพิ่มเข้า – ตัดออก (inclusion – exclusion)

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึง การขยายสูตรการนับจำนวนสมาชิกในยูเนียนของเซต 2 เซต และ 3 เซต ไปสู่ m เซต โดยอาศัยความรู้ ในหัวข้อที่ผ่านมาดังนี้

$$\text{จาก} \quad n(A_1 \cup A_2) = n(A_1) + n(A_2) - n(A_1 \cap A_2)$$

$$\text{ถ้าให้} \quad S_1 = n(A_1) + n(A_2)$$

$$\text{และ} \quad S_2 = n(A_1 \cap A_2)$$

จะได้ $n(A_1 \cup A_2) = S_1 - S_2$

และนำ $n(A_1 \cup A_2 \cup A_3) = n(A_1) + n(A_2) + n(A_3) - n(A_1 \cap A_2) - n(A_1 \cap A_3) - n(A_2 \cap A_3) + n(A_1 \cap A_2 \cap A_3)$

$$= \{n(A_1) + n(A_2) + n(A_3)\} - \{n(A_1 \cap A_2) + n(A_1 \cap A_3) + n(A_2 \cap A_3)\} + n(A_1 \cap A_2 \cap A_3)$$

ถ้าให้ $S_1 = n(A_1) + n(A_2) + n(A_3)$

$$S_2 = n(A_1 \cap A_2) + n(A_1 \cap A_3) + n(A_2 \cap A_3)$$

และ $S_3 = n(A_1 \cap A_2 \cap A_3)$

ดังนั้น $n(A_1 \cup A_2 \cup A_3) = S_1 - S_2 + S_3$

ถ้าอาศัยการขยายแนวคิดเช่นเดียวกับข้างต้น จะได้ข้อสรุปดังนี้

ในการนับจำนวนสมาชิกในยูเนียนของเซต m เซตใด ๆ จะได้ดังนี้

$$n(A_1 \cup A_2 \cup A_3 \cup \dots \cup A_m) = S_1 - S_2 + S_3 - \dots + (-1)^{m+1} S_m$$

โดยที่ $A_1, A_2, A_3, \dots, A_m$ เป็นเซตจำกัดใด ๆ เมื่อ $m \geq 2$

เมื่อ $S_1 = \sum_{1 \leq i \leq m} n(A_i)$

$$S_2 = \sum_{1 \leq i < j \leq m} n(A_i \cap A_j)$$

$$S_3 = \sum_{1 \leq i < j < k \leq m} n(A_i \cap A_j \cap A_k)$$

.

.

.

$$S_m = n(A_1 \cap A_2 \cap A_3 \cap \dots \cap A_m)$$

ซึ่งข้อสรุปนี้สามารถพิสูจน์ได้โดยวิธีหลักอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์บนจำนวนเต็มบวก m สำหรับทุก $m \geq 2$

สำหรับ $A_1, A_2, A_3, \dots, A_m$ ที่เป็นเซตจำกัดใด ๆ ในเอกภพสัมพัทธ์ U จะได้ว่า

$$(A_1 \cap A_2 \cap A_3 \cap \dots \cap A_m) = n(U) - S_1 + S_2 - S_3 + \dots + (-1)^m S_m$$

ตัวอย่างที่ 5 จงหาจำนวนวิธีแจกลูกบอลที่เหมือนกัน 25 ลูก ใส่ในกล่องที่แตกต่างกัน 4 ใบ

โดยที่กล่องแต่ละใบมีลูกบอลได้ไม่เกิน 7 ลูก

วิธีทำ ให้ U เป็นเซตของการแจกลูกบอลที่เหมือนกัน 25 ลูก ใส่ในกล่องที่ต่างกัน 4 ใบ

A_i เป็นเซตของการแจกลูกบอลตั้งแต่ 8 ลูกลงในกล่องที่ i

$A_i \cap A_j$ เป็นเซตของการแจกลูกบอลตั้งแต่ 8 ลูกลงในกล่องที่ i และ j

$A_i \cap A_j \cap A_k$ เป็นเซตของการแจกลูกบอลตั้งแต่ 8 ลูกลงในกล่องที่ i, j และ k

$$\text{จะได้ } n(U) = \binom{25+4-1}{25} = \binom{28}{25}$$

$$n(A_i) = \binom{(25-8)+4-1}{25-8} = \binom{20}{17}$$

และจำนวนวิธีเลือกกล่อง 1 ใบจาก 4 ใบคือ $\binom{4}{1}$ วิธี

$$\text{ดังนั้น } S_1 = \binom{4}{1} \binom{20}{17}$$

$$\therefore n(A_i \cap A_j) = \binom{(25-8-8)+4-1}{25-8-8} = \binom{12}{9}$$

และจำนวนวิธีเลือกกล่อง 2 ใบ จาก 4 ใบคือ $\binom{4}{2}$ วิธี

$$\text{ดังนั้น } S_2 = \binom{4}{2} \binom{12}{9}$$

$$\therefore n(A_i \cap A_j \cap A_k) = \binom{(25-8-8-8)+4-1}{25-8-8-8} = \binom{4}{1}$$

และจำนวนวิธีเลือกกล่อง 3 ใบ จาก 4 ใบคือ $\binom{4}{3}$ วิธี

$$\text{ดังนั้น } S_3 = \binom{4}{3} \binom{4}{1}$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น } n(\overline{A_1} \cap \overline{A_2} \cap \overline{A_3} \cap \overline{A_4}) &= n(U) - S_1 + S_2 - S_3 \\ &= \binom{28}{25} - \binom{4}{1} \binom{20}{17} + \binom{4}{2} \binom{12}{9} - \binom{4}{3} \binom{4}{1} \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 6 จงหาจำนวนชุดของผลเฉลยที่เป็นจำนวนเต็มของสมการ

$$x_1 + x_2 + x_3 = 15 \text{ และ } 0 \leq x_i \leq 6 \text{ สำหรับ } i = 1, 2, 3$$

วิธีทำ ให้ U เป็นเซตของจำนวนชุดของผลเฉลยที่เป็นจำนวนเต็มทั้งหมดของ

สมการดังกล่าว โดยที่ $x_i \geq 0$ สำหรับ $i = 1, 2, 3$

และ A_i เป็นเซตของจำนวนชุดของผลเฉลยที่เป็นจำนวนเต็มของสมการดังกล่าว

โดยที่ $x_i \geq 7$ สำหรับ $i = 1, 2, 3$

ดังนั้น จำนวนชุดของผลเฉลยที่เป็นจำนวนเต็มของสมการดังกล่าว

โดยที่ $0 \leq x_i \leq 6$ คือ $n(\overline{A}_1 \cap \overline{A}_2 \cap \overline{A}_3)$

$$\text{จาก } n(U) = \binom{15+3-1}{15} = \binom{17}{15}$$

$$n(A_i) = \binom{(15-7)+3-1}{15-7} = \binom{10}{8}$$

$$\text{ดังนั้น } S_1 = \binom{3}{1} \binom{10}{8}$$

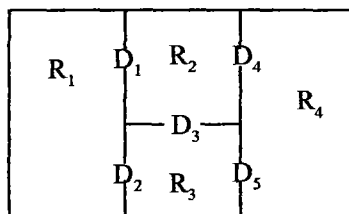
$$n(A_i \cap A_j) = \binom{(15-7-7)+3-1}{15-7-7} = \binom{3}{1}$$

$$\text{ดังนั้น } S_2 = \binom{3}{2} \binom{3}{1}$$

$$\text{และ } S_3 = 0$$

$$\begin{aligned} \text{นั่นคือ } n(\overline{A}_1 \cap \overline{A}_2 \cap \overline{A}_3) &= n(U) - S_1 + S_2 - S_3 \\ &= \binom{17}{15} - \binom{3}{1} \binom{10}{8} + \binom{3}{2} \binom{3}{1} - 0 \end{aligned}$$

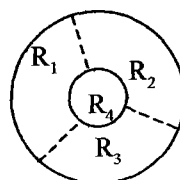
ปัญหาที่ 8 จงหาจำนวนวิธีที่จะทาสีห้อง 4 ห้อง (ดังรูป) ด้วยสี n สี โดยห้องที่มีประตูร่วมกันต้องใช้สีที่แตกต่างกัน (R แทนห้อง และ D แทนประตู) และต้องใช้สีที่แตกต่างกันอย่างน้อยที่สุดกี่สี ในการทาสีห้อง 4 ห้อง โดยห้องที่มีประตูร่วมกันต้องใช้สีที่แตกต่างกัน



แนวคิด / วิธีทำ

ปัญหาที่ 9 จงหาจำนวนวิธีในการทาสีห้อง 4 ห้อง ในบ้านรูปวงกลมดังรูป โดยใช้สี 8 สี และห้องที่มีประตูติดกันต้องใช้สีที่แตกต่างกัน

แนวคิด / วิธีทำ



ปัญหาที่ 10 จงหาจำนวนวิธีในการแจกลูกบอลที่เหมือนกัน 32 ลูก ใส่ในกล่อง 5 ใบที่แตกต่างกัน โดยที่มีลูกบอลอย่างน้อย 8 ลูกในบางกล่อง

แนวคิด / วิธีทำ

ปัญหาที่ 11 จงหาจำนวนชุดของผลเฉลยที่เป็นจำนวนเต็มของสมการ $x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 = 30$
เมื่อ $0 \leq x_i \leq 10$ สำหรับ $i = 1, 2, 3, 4, 5$

แนวคิด / วิธีทำ

ปัญหาที่ 12 จงหาจำนวนชุดของผลเฉลยที่เป็นจำนวนเต็มบวกของสมการ

$$x_1 + x_2 + x_3 = 15 \text{ เมื่อ } x_1 \leq 5, x_2 \leq 6 \text{ และ } x_3 \leq 7$$

แนวคิด / วิธีทำ

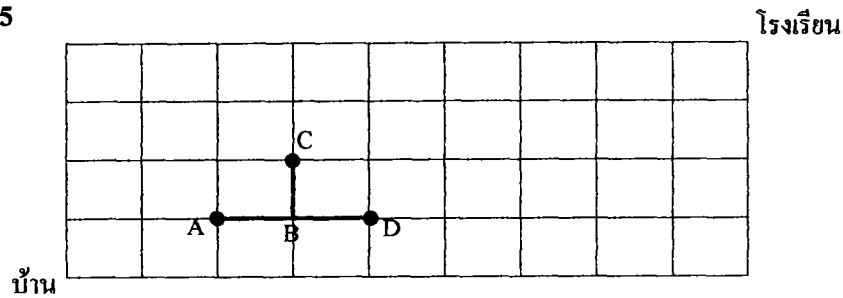
ปัญหาที่ 13 จงหาจำนวนชุดของผลเฉลยที่เป็นจำนวนเต็มของสมการ $x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 18$
เมื่อ $1 \leq x_1 \leq 5, -2 \leq x_2 \leq 4, 0 \leq x_3 \leq 5$ และ $3 \leq x_4 \leq 9$

แนวคิด / วิธีทำ

ปัญหาที่ 14 กำหนดให้ k, n และ r เป็นจำนวนเต็มบวก จงหาจำนวนชุดของผลเฉลยที่เป็น
จำนวนเต็มของสมการ $x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n = r$ โดยที่ $0 \leq x_i \leq k$
สำหรับ $i = 1, 2, 3, \dots, n$

แนวคิด / วิธีทำ

ปัญหาที่ 15



จากรูป ถ้ากำหนดการเดินทางจากบ้านไปโรงเรียนตามถนนดังรูป โดยมีการเดินทางในทิศเหนือและทิศตะวันออกเท่านั้น และทุกวันกำหนดต้องเดินผ่านถนนสาย AB หรือสาย BC หรือสาย BD เพียง 2 สายเท่านั้น จงหาจำนวนวิธีในการเดินทางจากบ้านไปโรงเรียนด้วยเส้นทางที่สั้นที่สุด และถ้าถนนสาย AB, BC และ BD ขำรุคทั้ง 3 สาย (ไม่สามารถผ่านได้) จงหาจำนวนวิธีในการเดินทางจากบ้านไปโรงเรียนด้วยเส้นทางที่สั้นที่สุด

แนวคิด / วิธีทำ

ปัญหาที่ 16 กำหนดให้ $n(A) = m$ และ $n(B) = n$ โดยที่ $m \leq n$ จงหาจำนวนฟังก์ชันจาก A ไป B ที่เป็นฟังก์ชันแบบหนึ่งต่อหนึ่ง

แนวคิด / วิธีทำ

ปัญหาที่ 17 จงหาจำนวนวิธีในการแจกของเล่นที่แตกต่างกัน 4 ชิ้น ให้เด็ก 3 คน โดยแต่ละคนต้องได้ของเล่นอย่างน้อยหนึ่งชิ้น

แนวคิด / วิธีทำ

ปัญหาที่ 18 จงหาจำนวนวิธีในการแจกของเล่นที่แตกต่างกัน m ชิ้น ให้กับเด็กที่มาร่วมงาน
วันเด็กแห่งชาติจำนวน n คน ($m \geq n$) โดยเด็กที่มาร่วมงานทุกคนต้องได้ของเล่น
อย่างน้อยคนละหนึ่งชิ้น

แนวคิด / วิธีทำ

ปัญหาที่ 19 จำนวนเฉพาะบวกที่ไม่เกิน 100 มีทั้งหมดกี่จำนวน

แนวคิด / วิธีทำ

ปัญหาที่ 20 มีจำนวนเต็มบวกที่ไม่เกิน 10,000 กี่จำนวนที่มีผลบวกของเลขโดดในแต่ละหลัก
รวมกันเท่ากับ 25

แนวคิด / วิธีทำ

3.3 ฟังก์ชันในทางทฤษฎีจำนวน

ในหัวข้อที่ผ่านมา นักเรียนได้ศึกษาเกี่ยวกับการนับจำนวนเฉพาะสัมพัทธ์ เช่น
จำนวนเต็มบวกที่น้อยกว่า 252 และเป็นจำนวนเฉพาะสัมพัทธ์กับ 252 ก็คือ จำนวนเต็มที่มี
ตัวหารร่วมบวก (ห.ร.ม.) ระหว่างจำนวนนั้นกับ 252 เป็น 1 เช่น 1, 5, 11, 13 เป็นต้น ซึ่ง
จำนวนเฉพาะสัมพัทธ์ดังกล่าวมีทั้งหมด 82 จำนวน ต่อไปจะกล่าวถึงฟังก์ชันในทางทฤษฎีจำนวน
หมายถึง ฟังก์ชันที่มีโดเมนเป็นเซตของจำนวนเต็มบวกและเรนจ์เป็นสับเซตของจำนวนเชิงซ้อน
ในที่นี้จะกล่าวถึงฟังก์ชันในทางทฤษฎีจำนวนเพียง 2 ฟังก์ชันเท่านั้นได้แก่

1. $\phi : \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{N}$ โดย $\phi(n)$ คือ จำนวนของจำนวนเต็มบวก x ซึ่ง $x \leq n$ และ
ห.ร.ม.ระหว่าง x กับ n คือ 1

2. $\tau : \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{N}$ โดย $\tau(n)$ คือ จำนวนตัวประกอบที่เป็นบวกของ n

แต่ถ้านักเรียนสนใจศึกษาเกี่ยวกับฟังก์ชันในทางทฤษฎีจำนวนอื่น ๆ สามารถศึกษาได้จากหนังสือทฤษฎีจำนวน (Number Theory)
เพื่อความเข้าใจให้นักเรียนศึกษาดูอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 7 ให้ $U = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ จงหา $\phi(6)$

วิธีทำ เนื่องจาก ห.ร.ม.ระหว่าง 1 กับ 6 คือ 1

ห.ร.ม.ระหว่าง 2 กับ 6 คือ 2

ห.ร.ม.ระหว่าง 3 กับ 6 คือ 3

ห.ร.ม.ระหว่าง 4 กับ 6 คือ 2

ห.ร.ม.ระหว่าง 5 กับ 6 คือ 1

ห.ร.ม.ระหว่าง 6 กับ 6 คือ 6

ดังนั้น จำนวนที่ ห.ร.ม.ระหว่างจำนวนนั้นกับ 6 เป็น 1 มีสองจำนวน คือ 1 และ 5
นั่นคือ $\phi(6) = 2$

ตัวอย่างที่ 8 ถ้า n เป็นจำนวนเต็มบวกที่ไม่เกิน 15 จงหา $\mathcal{O}(n)$

วิธีทำ จาก n เป็นจำนวนเต็มบวกที่ไม่เกิน 15

ดังนั้น $n = 1, 2, 3, \dots, 15$ จะได้ $\mathcal{O}(n)$ ดังนี้

N	จำนวนเต็ม x ซึ่ง $1 \leq x \leq n$ และ ห.ร.ม.ระหว่าง x กับ n เป็น 1	$\mathcal{O}(n)$
1	1	1
2	1	1
3	1, 2	2
4	1, 3	2
5	1, 2, 3, 4	4
6	1, 5	2
7	1, 2, 3, 4, 5, 6	6
8	1, 3, 5, 7	4
9	1, 2, 4, 5, 7, 8	6
10	1, 3, 7, 9	4
11	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	10
12	1, 5, 7, 11	4
13	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12	12
14	1, 3, 5, 9, 11, 13	6
15	1, 2, 4, 7, 8, 11, 13, 14	8

ปัญหาที่ 21 กำหนดให้ $U = \{1, 2, 3, \dots, 60\}$ จงหา $\mathcal{O}(60)$

แนวคิด / วิธีทำ

ปัญหาที่ 22 กำหนดให้ p และ q เป็นจำนวนเฉพาะซึ่ง $p < q$ จงหา $O(p^r q^s)$ เมื่อ $r, s \in \mathbb{N}$
 แนวคิด / วิธีทำ

ปัญหาที่ 23 กำหนดให้ $U = \{1, 2, 3, \dots, 1000\}$ จงหา $O(1000)$
 แนวคิด / วิธีทำ

ปัญหาที่ 24 กำหนดให้ n เป็นจำนวนเต็มบวกและ $U = \{1, 2, 3, \dots, 10^n\}$ จงหา $O(10^n)$
 แนวคิด / วิธีทำ

ปัญหาที่ 25 กำหนดให้ P_i เป็นจำนวนเฉพาะ สำหรับ $i = 1, 2, 3, \dots, k$ และ $P_1 < P_2 < \dots < P_k$
 ถ้า $n = P_1^{\alpha_1} \cdot P_2^{\alpha_2} \cdot P_3^{\alpha_3} \cdot \dots \cdot P_k^{\alpha_k}$ สำหรับ $\alpha_i \in \mathbb{N}$ สำหรับทุก $i = 1, 2, 3, \dots, k$
 จงหา $O(n)$

แนวคิด / วิธีทำ

ตัวอย่างที่ 9 กำหนดให้ n เป็นจำนวนเต็มบวกที่ไม่เกิน 18 จงหา $\tau(n)$

วิธีทำ จาก $0 < n \leq 18$ จะได้ $n = 1, 2, 3, \dots, 18$

n	ตัวหารที่เป็นจำนวนเต็มบวกของ n	$\tau(n)$
1	1	1
2	1, 2	2
3	1, 3	2
4	1, 2, 4	3
5	1, 5	2
7	1, 7	2
8	1, 2, 4, 8	4
9	1, 3, 9	3
10	1, 2, 5, 10	4
11	1, 11	2
12	1, 2, 3, 4, 6, 12	6
13	1, 13	2
14	1, 2, 7, 14	4
15	1, 3, 5, 15	4
16	1, 2, 4, 8, 16	5
17	1, 17	2
18	1, 2, 3, 6, 9, 18	6

ข้อสังเกต ถ้า p เป็นจำนวนเฉพาะแล้ว $\tau(p) = 2$

ปัญหาที่ 26 จงหา $\tau(25)$ และ $\tau(121)$

แนวคิด / วิธีทำ

ปัญหาที่ 27 ถ้า p เป็นจำนวนเฉพาะ และ $n = p^k$ เมื่อ k เป็นจำนวนเต็มบวก จงหา $\tau(n)$
 แนวคิด / วิธีทำ

ปัญหาที่ 28 ถ้า p, q เป็นจำนวนเฉพาะ โดยที่ $p < q$ และ $n = p^a q^b$ โดยที่ a และ b
 เป็นจำนวนเต็มบวก จงหา $\tau(n)$

แนวคิด / วิธีทำ

ปัญหาที่ 29 จงหา $\tau(10,000)$ และ $\tau(81,000)$

แนวคิด / วิธีทำ

ปัญหาที่ 30 กำหนดให้ P_i เป็นจำนวนเฉพาะ สำหรับ $i = 1, 2, 3, \dots, k$ และ $P_1 < P_2 < \dots < P_k$

ถ้า $n = P_1^{a_1} \cdot P_2^{a_2} \cdot P_3^{a_3} \cdot \dots \cdot P_k^{a_k}$ โดยที่ $a_i \in \mathbb{N}$ จงหา $\tau(n)$

แนวคิด / วิธีทำ

แผนการสอน
คอมพิวเตอร์ริกเบื้องต้น

คำนำ

แผนการสอนนี้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางสำหรับจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ แผนการสอนนี้มีทั้งหมด 13 แผน แต่ละแผนใช้เวลา 6 คาบ ยกเว้นแผนการสอนที่ 12-13 ที่ใช้เวลา 9 คาบ แต่ละแผนการสอนประกอบด้วย เนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการสอน การวัดและประเมินผล การใช้แผนการสอนควรใช้ประกอบกันกับเอกสารประกอบการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น การจัดการเรียนการสอน โปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ นักเรียนได้เรียนรู้แนวคิดที่สำคัญเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์เบื้องต้น และพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงใช้รูปแบบการเรียนการสอนของ ซิดนีย์ ปาร์น ซึ่งเป็นรูปแบบการเรียนการสอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ที่มี 5 ขั้นตอนดังนี้ 1) การค้นหาข้อเท็จจริง (fact finding) เป็นการวิเคราะห์ตัวปัญหาว่า คืออะไร สังเกต สืบหา และรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ของปัญหา 2) ค้นหาตัวปัญหา (problem finding) เป็นการรวบรวมปัญหาต่าง ๆ ให้เห็นปัญหาใหญ่ที่เด่นชัด หรือตัวปัญหาในรูปแบบที่จะสามารถแก้ปัญหา แล้วทดลองวางแผนแก้ปัญหา 3) ค้นหาแนวคิด (idea finding) เป็นการระดมสมอง เสนอแนวคิดในการแก้ปัญหา กระตุ้นให้คิดหาวิธีแก้ปัญหาให้มากที่สุด 4) ค้นหาคำตอบ (solution finding) เป็นการค้นหาคำตอบของปัญหาตามแนวคิดที่กำหนดในขั้นที่ 3 5) การยอมรับผลจากการค้นหาคำตอบ (acceptance finding) เป็นการให้เพื่อน ๆ พิจารณาแผนในการแก้ปัญหา หรือยอมรับคำตอบที่ค้นพบ และคิดต่อไปว่าการค้นพบนี้จะนำไปสู่หนทางที่จะทำให้เกิดแนวคิดหรือสิ่งใหม่ต่อไปอีก

การนำแผนการสอนไปใช้ผู้สอนควรศึกษาและทำความเข้าใจกับแผนการสอน และเอกสารประกอบการสอนให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ เพื่อเตรียมพร้อมในการสานต่อความคิดของนักเรียนขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน การจัดเตรียมห้องเรียนควรมีเอกสาร ตำรา เพื่อให้ นักเรียนใช้ศึกษา ค้นคว้า อ่าน ประกอบเพิ่มเติม และควรมีเกมฝึกสมอง สำหรับคลายเครียด ในการจัดการเรียนการสอนควรจัดบรรยากาศให้นักเรียนได้มีอิสระทางความคิด ผู้สอนต้องไม่รีบเร่งที่จะเฉลยคำตอบ ควรใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้เสนอแนวคิด และหรือวิธีการแก้ปัญหาให้ได้มากที่สุด นอกจากนั้นผู้สอนควรมีความเข้าใจในธรรมชาติของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ เพื่อจะได้ส่งเสริมและพัฒนาให้นักเรียนได้เต็มตามศักยภาพ

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าแผนการสอนนี้ คงจะเป็นประโยชน์สำหรับการจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

จรัสรัตน์ สุวรรณ

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

แผนที่ 9 การเพิ่มเข้า - ตัดออก

เวลา 6 คาบ

เนื้อหา

1. การนับ โดยใช้แผนภาพของเวนน์-ออยเลอร์
2. สูตรการเพิ่มเข้า-ตัดออก

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาโดยใช้แผนภาพของเวนน์-ออยเลอร์ได้
2. นักเรียนสามารถนำสูตรการเพิ่มเข้า-ตัดออกไปใช้ในการแก้ปัญหาได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ครูทบทวนเกี่ยวกับแผนภาพของเวนน์-ออยเลอร์ และการนับจำนวนสมาชิกในเซต โดยการสนทนาซักถามกับนักเรียน
2. ให้นักเรียนศึกษาในหัวข้อ การนับ โดยใช้แผนภาพของเวนน์-ออยเลอร์ และตัวอย่างที่ 1-2 ในเอกสารประกอบการสอน ครูสนทนาซักถามนักเรียนจนแน่ใจว่านักเรียนเข้าใจในสิ่งที่ศึกษา
3. ครูทบทวนเกี่ยวกับการหารลงตัว การหา ค.ร.น. แล้วนำเสนอตัวอย่างที่ 3-4 ในเอกสารประกอบการสอนกับนักเรียนทั้งชั้น ให้นักเรียนเสนอแนวคิด / วิธีการแก้ปัญหา ส่งตัวแทนนำเสนอแนวคิด / วิธีการแก้ปัญหา และเปิดโอกาสให้นักเรียนที่มีแนวคิด / วิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่าง ได้นำเสนอภายหลัง
4. ครูให้นักเรียนแก้ปัญหาที่ 1-7 ตามอรรถาธิบาย ขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมครูเดินไปสังเกตและให้ความช่วยเหลือชี้แนะนักเรียนที่ต้องการช่วยเหลือ เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาเรียบร้อยแล้ว ให้ส่งตัวแทนไปรายงานเกี่ยวกับแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหา และเปิดโอกาสให้นักเรียนที่มีแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน ได้นำเสนอเพื่อให้นักเรียนได้แนวคิดที่หลากหลาย
5. ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนขยายแนวคิดเกี่ยวกับสูตรการนับจำนวนสมาชิกในยูเนียนของเซต 2 เซต 3 เซต ไปสู่ m เซต แล้วสรุปเป็นสูตรการเพิ่มเข้า – ตัดออก นำสูตรการเพิ่มเข้า – ตัดออกไปใช้ในการแก้ปัญหาในตัวอย่างที่ 5-6 ส่งตัวแทนนำเสนอแนวคิด / วิธีการแก้ปัญหา และเปิดโอกาสให้นักเรียนที่มีแนวคิด / วิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่าง ได้นำเสนอภายหลัง

7. ครูให้นักเรียนแก้ปัญหาที่ 8-10 ตามอรรถาธิบาย ขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมครูเดินไปสังเกตและให้ความช่วยเหลือชี้แนะนักเรียนที่ต้องการช่วยเหลือ เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาเรียบร้อยแล้วให้ส่งตัวแทนไปรายงานเกี่ยวกับแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหา และเปิดโอกาสให้นักเรียนที่มีแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันได้นำเสนอเพื่อให้นักเรียนได้แนวคิดที่หลากหลาย

สื่อการสอน

เอกสารประกอบการสอน หน่วยที่ 3 หน้า 64-73

การวัดและประเมินผล

พิจารณาจากพฤติกรรมของนักเรียน การซักถามและพูดคุยกับนักเรียน

การนำเสนอแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาที่ 1- 10

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

แผนที่ 10 การเพิ่มเข้า – ตัดออก (ต่อ)

เวลา 6 คาบ

เนื้อหา

1. การนับ โดยใช้แผนภาพของเวนน์-ออยเลอร์
2. สูตรการเพิ่มเข้า-ตัดออก

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาโดยใช้แผนภาพของเวนน์-ออยเลอร์ได้
2. นักเรียนสามารถนำสูตรการเพิ่มเข้า-ตัดออกไปใช้ในการแก้ปัญหาได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ครูทบทวนเกี่ยวกับแผนภาพของเวนน์-ออยเลอร์ และการนับจำนวนสมาชิกในเซต และสูตรการเพิ่มเข้า-ตัดออกโดยการสนทนาซักถามกับนักเรียน
2. ครูให้นักเรียนแก้ปัญหาที่ 11-20 ตามอรรถาธิบาย ขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมครูเดินไปสังเกตและให้ความช่วยเหลือชี้แนะนักเรียนที่ต้องการช่วยเหลือ เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาเรียบร้อยแล้วให้ส่งตัวแทนไปรายงานเกี่ยวกับแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหา และเปิดโอกาสให้นักเรียนที่มีแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันได้นำเสนอเพื่อให้นักเรียนได้แนวคิดที่หลากหลาย

สื่อการสอน

เอกสารประกอบการสอน หน่วยที่ 3 หน้า 73-76

การวัดและประเมินผล

พิจารณาจากพฤติกรรมของนักเรียน การซักถามและพูดคุยกับนักเรียน
การนำเสนอแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาที่ 11- 20

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

แผนที่ 11 ฟังก์ชันในทางทฤษฎีจำนวน

เวลา 6 คาบ

เนื้อหา

1. ฟังก์ชันในทางทฤษฎีจำนวน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับฟังก์ชันในทางทฤษฎีจำนวนได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ครูทบทวนเกี่ยวกับการหารลงตัว การหา ห.ร.ม. ตัวประกอบ จำนวนเฉพาะสัมพัทธ์ และการนับจำนวนสมาชิกในเซต โดยการสนทนาซักถามกับนักเรียน และให้นักเรียนยกตัวอย่างจำนวนเต็มบวกที่น้อยกว่า 252 และเป็นจำนวนเฉพาะสัมพัทธ์กับ 252 เช่น 1, 5, 11, 13 เป็นต้น
2. ครูแนะนำฟังก์ชันในทางทฤษฎีจำนวน 2 ฟังก์ชันคือ $\phi(n)$ และ $\tau(n)$ กับนักเรียนทั้งชั้น พร้อมทั้งนำเสนอตัวอย่างที่ 7-9 ให้นักเรียนเสนอแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหา
3. ครูให้นักเรียนแก้ปัญหาที่ 21-30 ตามอรรถาธิบาย ขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมครูเดินไปสังเกตและให้ความช่วยเหลือชี้แนะนักเรียนที่ต้องการช่วยเหลือ เมื่อนักเรียนแก้ปัญหาเรียบร้อยแล้วให้ส่งตัวแทนไปรายงานเกี่ยวกับแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหา และเปิดโอกาสให้นักเรียนที่มีแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหที่แตกต่างกันได้นำเสนอเพื่อให้นักเรียนได้แนวคิดที่หลากหลาย

สื่อการสอน

เอกสารประกอบการสอน หน่วยที่ 3 หน้า 76-82

การวัดและประเมินผล

พิจารณาจากพฤติกรรมของนักเรียน การซักถามและพูดคุยกับนักเรียน
การนำเสนอแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาที่ 21- 30

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวจรีรัตน์ สุวรรณ

เกิดวันที่ 8 มกราคม 2506

สถานที่อยู่ปัจจุบัน 27/55 ถนนอินใจมี ตำบลท่าอิฐ อำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์ 53000
โทร. 0-5541-3499

ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน อาจารย์ระดับ 5

สถานที่ทำงานปัจจุบัน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์และวัดผลการศึกษา คณะครุศาสตร์
สถาบันราชภัฏอุตรดิตถ์ อำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์ 53000

ประวัติการศึกษา พ.ศ. 2528 จบปริญญาศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

พ.ศ. 2534 จบปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนคณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

พ.ศ. 2546 จบปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ