

รายงานการวิจัย
การพัฒนารูปแบบ
และหลักสูตรการจัดการศึกษาสำหรับ
ผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย



สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ

371.95 สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา
ส 691 ร รายงานการวิจัยการพัฒนารูปแบบและหลักสูตร
การจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษ
ด้านคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย /
ศักดา บุญโต และคณะ กรุงเทพฯ : สกศ. , 2548
234 หน้า
ISBN 974-559-768-6
1. การศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษวิจัย.
2. ศักดา บุญโต และคณะ. 3. ชื่อเรื่อง

รายงานการวิจัยการพัฒนารูปแบบและหลักสูตรการจัดการศึกษา
สำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

สิ่งพิมพ์ สกศ. อันดับที่ 58/2548
พิมพ์ครั้งที่ 1 กรกฎาคม 2548
จำนวนพิมพ์ 1,000 เล่ม
จัดพิมพ์เผยแพร่ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา
ถนนสุขุโขทัย เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300
โทรศัพท์ 0 2668 7123 ต่อ 2530
โทรสาร 0 2668 7329
Website : <http://www.onec.go.th>
สำนักพิมพ์ บริษัท พิมพ์ดี จำกัด
21/232-4 ซอยคลองหนองใหญ่ ถนนวงแหวน
เขตบางแค กรุงเทพฯ 10160
โทรศัพท์ 0-2803-2694-7
โทรสาร 0 2803 4401



คำนำ

จากการที่พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 10 วรรคสี่ ได้กำหนดให้การจัดการศึกษาสำหรับบุคคลซึ่งมีความสามารถพิเศษ ต้องจัดด้วยรูปแบบที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสามารถของบุคคล นอกจากนี้ ในมาตรา 28 ยังได้กำหนดว่าหลักสูตรการศึกษาสำหรับบุคคลซึ่งมีความสามารถพิเศษต้องมีลักษณะหลากหลาย ทั้งนี้ ให้จัดตามความเหมาะสมของแต่ละระดับ โดยมุ่งพัฒนาคุณภาพชีวิตของบุคคลให้เหมาะสมแก่วัยและศักยภาพ

เพื่อให้เห็นถึงวิธีการเสาะหาและแนวทางการจัดการศึกษา สำหรับผู้มีความสามารถพิเศษอย่างเป็นรูปธรรมชัดเจน อันจะนำไปสู่ การพัฒนานโยบายและแนวทางการศึกษาในเรื่องนี้ได้ อย่างเหมาะสม สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษาจึงได้ดำเนินการ โครงการนำร่องโดยมุ่งเน้น การดำเนินงานในลักษณะของการเรียนร่วมอยู่ในโรงเรียนทั่วไป พร้อมๆ กับการทำวิจัยและพัฒนาเพื่อสังเคราะห์ความรู้เพื่อให้เกิดการพัฒนา ในรูปแบบและวิธีการที่เหมาะสมกับการบริบทของประเทศไทย

เอกสารเล่มนี้เป็น รายงานการวิจัยการพัฒนารูปแบบและหลักสูตร การจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษ ด้านคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการรวบรวมผลการวิจัยเชิงปฏิบัติการจากโรงเรียน ที่เข้าร่วมโครงการจำนวน 9 โรงเรียน ได้แก่ เตรียมอุดมศึกษา สวนกุหลาบ วิทยาลัย บดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) สตรีวิทยา สตรีวัดมหาพฤฒาราม ในพระบรมราชินูปถัมภ์ นวมินทราชินูทิศบดินทรเดชา กรุงเทพมหานคร วิทยาลัย สามัคคีวิทยาคม จังหวัดเชียงราย และเบญจมเทพอุทิศจังหวัด

เพชรบุรี สารจากเอกสารฉบับนี้จะให้ความรู้ ความเข้าใจและเป็นประโยชน์
ต่อการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษ รวมทั้งนำไปประยุกต์ใช้กับ
เด็กทั่วไปให้ดีขึ้นได้ด้วย

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา ขอขอบคุณรองศาสตราจารย์
ศักดิ์ดา บุญโต และคณะ ผู้บริหารโรงเรียน คณะอาจารย์ผู้สอนกลุ่มสาระ
การเรียนรู้คณิตศาสตร์ ผู้ปกครองนักเรียนและนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4
ปีการศึกษา 2546 ของโรงเรียนดังกล่าว ตลอดจนผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้ความ
ร่วมมือและช่วยเหลือ จนทำให้การดำเนินงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี
และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าองค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ จะเป็นประโยชน์
ต่อวงการศึกษานของไทยอย่างกว้างขวางต่อไป

๕
๐๑๙ ๒

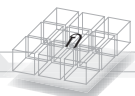
(นายอรุณ จันทวานิช)
เลขาธิการสภาการศึกษา



บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

รายงานการวิจัยฉบับนี้ เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อนำร่องศึกษาแนวทาง การจัดการเรียนการสอนสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษในระบบโรงเรียน ด้านคณิตศาสตร์ ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายขนาดใหญ่ในกรุงเทพมหานครและต่างจังหวัด ด้วยหลักสูตรลดระยะเวลาเรียน (Acceleration Program) และหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ (Enrichment Program) ซึ่งโปรแกรมดังกล่าวจะได้รับการบูรณาการเข้าเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรปกติในโรงเรียน ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้ คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 255 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 จาก 9 โรงเรียน ที่เข้าร่วมโครงการ ได้แก่ โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) โรงเรียนสตรีวิทยา โรงเรียนสตรีวัดมหาพฤฒารามในพระบรมราชินูปถัมภ์ โรงเรียนนวมินทราชินูทิศบดินทรเดชา โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย โรงเรียนสามัคคีวิทยาคมจังหวัดเชียงราย และโรงเรียนเบญจมเทพอุทิศจังหวัดเพชรบุรี กลุ่มตัวอย่างที่ได้โดยการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากประชากรที่ได้รับการคัดเลือกว่ามีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ ทั้งนี้ให้แต่ละโรงเรียนมีอิสระภาพในการใช้กระบวนการเสาะหา และคัดแยกนักเรียนด้วยวิธีการที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของโรงเรียน

หลักสูตรลดระยะเวลาเรียน (Acceleration Program) เป็นหลักสูตรที่มีขอบข่ายเนื้อหาสาระการเรียนรู้เท่ากับหลักสูตรปกติของระดับช่วงชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จากใช้เวลา 6 ภาคเรียน ลดระยะเวลาเรียนให้เหลือเพียง 4 ภาคเรียน โดยมีโรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการทั้ง 9 แห่ง ร่วมกันพัฒนาหลักสูตรนี้ขึ้นมาและได้ปฏิบัติการทดลองสอนจริงใน

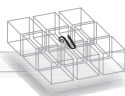


ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 สำหรับหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ (Enrichment Program) เป็นวิธีการจัดการศึกษาและขยายกิจกรรม ในหลักสูตรให้กว้างและลึกซึ่งกว่าหลักสูตรปกติ เน้นคุณภาพมากกว่าปริมาณ และเน้นทักษะกระบวนการเรียนรู้มากกว่าเนื้อหา สามารถวางแผนจัดการ ศึกษาให้เด็กที่มีความสามารถพิเศษที่มีระดับอายุต่างกัน แต่มีความสนใจ และความสามารถด้านเดียวกันมาเรียนด้วยกันได้ ทั้งนี้หลักสูตรดังกล่าว จะได้รับการบูรณาการเข้าเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรปกติในโรงเรียน

ผลจากการวิจัยนำร่องครั้งนี้ได้หลักสูตรลดระยะเวลาเรียน คณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยจัดเนื้อหาปกติจากใช้เวลาเรียน 6 ภาคเรียนให้เหลือเพียง 4 ภาคเรียนและได้ปฏิบัติการทดลองสอนจริง ในภาคเรียนที่ 1 จำนวน 5 เรื่อง วิชาเวลาสอนทั้งสิ้น 80 คาบ และได้ตัวอย่าง หลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ แบบเรียน และการประเมิน โดยจัดการเรียน การสอน สัปดาห์ละ 2 คาบ รวม 24 คาบ ค่าสถิติที่ใช้ในการวิจัย มีค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ร้อยละ (%) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (C.V.) และการทดสอบค่าที (t-test) ข้อค้นพบที่สำคัญจากการประเมิน พัฒนาการของผู้เรียนใน 3 ด้าน คือ

ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางด้านคณิตศาสตร์ หลักสูตรลดระยะเวลาเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .01

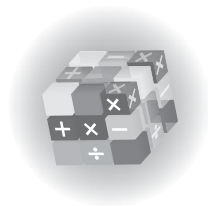
ด้านเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ผลจากการวิเคราะห์ความคิดเห็น ของนักเรียนปรากฏว่า นักเรียนเห็นด้วยอย่างมากกับการจัดหลักสูตร ลดระยะเวลาเรียนและหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ เพราะช่วยส่งเสริม ผู้เรียนให้ได้ใช้ความสามารถอย่างแท้จริง เหมาะสมกับศักยภาพของผู้เรียน



ซึ่งเป็นผู้ที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ ตลอดจนการจัดกิจกรรม การเรียนการสอนและใช้สื่อการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม

ด้านทักษะกระบวนการ นักเรียนมีความพอใจมากที่สุดต่อหลักสูตร เพิ่มพูนประสบการณ์ทั้งเนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน การพัฒนาการ ของนักเรียนด้านต่างๆ ที่เพิ่มขึ้น ได้แก่ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การให้เหตุผล การสื่อสาร การเชื่อมโยงความรู้ การนำเสนอ การแก้ปัญหาโจทย์ทาง คณิตศาสตร์ การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน และการเตรียมตัวเพื่อศึกษา หลักสูตรขยายประสบการณ์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5-6 ต่อไป

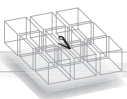
อย่างไรก็ตาม รูปแบบและหลักสูตรนี้เป็นเพียงตัวอย่างของการจัด การศึกษาและพัฒนาหลักสูตรที่ใช้หลักการการพัฒนาผู้มีความสามารถพิเศษ ซึ่งครูสามารถที่จะนำวิธีและกระบวนการไปใช้ให้เหมาะสมกับความถนัด ความสนใจ ความสามารถ และสภาพแวดล้อมของโรงเรียน ปัจจัยหลัก ที่นำไปสู่ความสำเร็จมีใจหลักสูตรต้นแบบ แต่เป็นทัศนคติความรู้ความชำนาญ ความสนใจ ความเสียสละและรักเด็กของคณะครูที่มุ่งมั่นในการสร้างหลักสูตร เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เต็มตามศักยภาพ



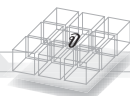


สารบัญ

	หน้า
บทสรุปสำหรับผู้บริหาร	ก
บทที่ 1 บทนำ	1
หลักการและเหตุผล	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
ขอบเขตของการวิจัย	3
ข้อตกลงเบื้องต้น	4
คำนิยามที่ใช้ในการวิจัย	4
ผลที่คาดว่าจะได้รับ	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
1. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	9
2. การคัดแยกผู้มีความสามารถพิเศษ	26
3. การพัฒนาหลักสูตรสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษ	30
4. การประเมินผลผู้มีความสามารถพิเศษ	57
5. บริบทของการนำหลักสูตรไปใช้	66
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย	67
1. ประชุมวางแผน	67
2. กลุ่มตัวอย่างและรูปแบบของการศึกษาวิจัย	74
3. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย	81
4. วิธีดำเนินการศึกษาวิจัย	87
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	91
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	95
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	95
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	95



บทที่ 5	สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ	109
	วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้า	109
	กลุ่มตัวอย่าง	110
	เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและพัฒนาการเรียนการสอน	110
	การดำเนินการทดลอง	112
	การวิเคราะห์ข้อมูล	113
	สรุปการศึกษาค้นคว้า	114
	อภิปรายผล	115
	บรรณานุกรม	123
	ภาคผนวก	
	ก. ความเป็นมาและคุณลักษณะของผู้ที่มีความสามารถพิเศษ ด้านคณิตศาสตร์	128
	ข. • แบบประเมินความพร้อมของโรงเรียน	148
	• แบบแสดงความจำนงเข้าร่วมโครงการฯ	152
	ค. โครงสร้างหลักสูตรและแผนการสอน	157
	ง. • แบบสอบถามสถานภาพทั่วไป	169
	• แบบประเมินความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาในหลักสูตร เพิ่มพูนประสบการณ์	172
	• การประเมินการพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน	206
	• การประมวลเจตคติของนักเรียน ครู หัวหน้ากลุ่มสาระ ผู้บริหาร ผู้ปกครอง	217
	รายชื่อวิทยากรและอาจารย์ที่เข้าร่วมโครงการพัฒนารูปแบบ และหลักสูตรการจัดการศึกษาลำดับผู้มีความสามารถด้าน คณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย	232
	ผู้ดำเนินการ	234



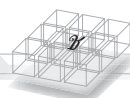
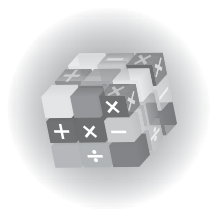


สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่	
1 แสดงความแตกต่างระหว่างหลักสูตร ลดระยะเวลาเรียน หลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ และหลักสูตรขยายประสบการณ์	46
2 แสดงหน่วยการเรียนรู้และจำนวนคาบสอน สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของหลักสูตร ลดระยะเวลาเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย	69
3 กำหนดการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาผู้มีความสามารถพิเศษ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย	70
4 รายชื่อ โรงเรียนและจำนวนนักเรียนที่เข้าร่วมโครงการฯ	76
5 แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทำแบบทดสอบ ก่อนเรียน และหลังเรียนวิชาคณิตศาสตร์ชั้น ม.4 ในหลักสูตรลดระยะเวลาเรียน	96
6 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ หลักสูตรลดระยะเวลาเรียน และหลักสูตรเพิ่มพูน ประสบการณ์	97
7 แสดงความคิดเห็นก่อนเรียน และหลังเรียนหลักสูตร เพิ่มพูนประสบการณ์วิชาคณิตศาสตร์	100
8 แสดงความคิดเห็นของนักเรียน ในเรื่องพัฒนาการเรียนรู้ ก่อน และหลังการเข้าโครงการฯ ของวิชาคณิตศาสตร์	103



- 9 แสดงผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ปกครอง
ต่อการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ในโครงการฯ 104
- 10 ผลการประเมินความพึงพอใจในหลักสูตรระยะเวลา
เรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยผู้เรียน ผู้ปกครอง ครูผู้สอน
และผู้บริหาร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 106
- 11 ผลการประเมินความพึงพอใจหลักสูตรเพิ่มพูน
ประสบการณ์วิชาคณิตศาสตร์ โดยผู้เรียน
ผู้ปกครอง ครูผู้สอนและผู้บริหาร ภาคเรียนที่ 1
ปีการศึกษา 2546 107





หลักการและเหตุผล

ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 10 วรรคสี่ กำหนดให้มี “การจัดการศึกษาสำหรับบุคคลซึ่งมีความสามารถพิเศษต้อง จัดด้วยรูปแบบที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสามารถของบุคคลนั้น” ปัจจุบัน การจัดการเรียนการสอนสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ของโรงเรียนมัธยมศึกษาไม่แตกต่างจากการ จัดการศึกษาให้กับนักเรียนทั่วไป ทำให้นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษไม่ได้รับ การพัฒนาเต็มตามศักยภาพ นับเป็นการสูญเสียอย่างยิ่ง จึงควรมีการพัฒนา หลักสูตรสื่อแหล่งการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ การจัดทักษะกระบวนการ เรียนการสอน ตลอดจนการวัดผลและประเมินผล โดยมุ่งเน้นให้นักเรียน ที่มีความสามารถพิเศษได้รับการพัฒนา ทั้งด้านความรู้ความสามารถ (Knowledge) ด้านทักษะกระบวนการ (Process) ด้านคุณธรรมจริยธรรม ค่านิยม คุณลักษณะอันพึงประสงค์

การพัฒนากำลังคนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ใน ประเทศไทยต้องทำอย่างจริงจังและเป็นระบบเพื่อสร้างเด็กและเยาวชนรุ่นใหม่ ให้พร้อมอยู่ตลอดเวลา ถ้าเด็กและเยาวชนผู้มีความสามารถพิเศษด้าน คณิตศาสตร์เหล่านี้ ได้รับการพัฒนาเต็มตามศักยภาพของแต่ละบุคคล ประเทศไทยก็จะไต่กลุ่มผู้นำ ในการพัฒนาประเทศเพื่อการยืนหยัดด้วยตนเอง และก้าวสู่ความเป็นเลิศเทียบเท่ากับระดับสากล (สำนักงานคณะกรรมการ การศึกษาแห่งชาติ, 2544)

ผลการวิจัยทั่วโลกได้ข้อสรุปว่า วิธีที่ดีที่สุดในการค้นหา คือ การใช้ กระบวนการเรียนรู้อย่างถูกวิธี พร้อมๆ กับการใช้กระบวนการตรวจสอบ

และเครื่องมือที่เหมาะสม นอกจากนั้นยังพบว่า ความเป็นเลิศไม่อาจเกิดขึ้นได้โดยปราศจากความช่วยเหลือที่เหมาะสม ผู้ที่มีความสามารถพิเศษต้องการปัจจัยที่ส่งเสริมการเรียนรู้ ซึ่งรวมไปถึงวัสดุอุปกรณ์ทางการศึกษา การจัดสถานที่ ทาทยและการกระตุ้นที่เร่งเร้า ใหลกลุ่มคนเหล่านี้บรรลุตามเป้าหมายสูงสุดของตนเองได้

จากประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้พบปัญหาสำคัญๆ ที่เกิดจากการเรียนการสอน ดังนี้ 1) นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษมักจะเบื่อหน่ายที่ต้องเรียนบทเรียน พร้อมกับนักเรียนทั่วไปในชั้นเรียนขณะที่ตนเองเข้าใจบทเรียนนั้นดีแล้วแต่ต้องรอเรียนไป พร้อมกับเพื่อนในห้องเดียวกัน 2) นักเรียนที่มีความสามารถปานกลาง ที่ต้องเรียนร่วมกับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ มักจะรู้สึกท้อถอย และเครียด บางครั้งแสดงอาการต่อต้าน ทำให้บรรยากาศการเรียนการสอนในชั้นเรียนไม่ดีเท่าที่ควร 3) ผู้สอนมักจะกำหนดเวลา กิจกรรมการเรียนรู้ ภาระงาน การวัดผลและประเมินผล เหมือนกันทุกห้องในแผนการเรียนเดียวกัน บางครั้งอาจมีการย้ายแล่วย้ายอีกเพื่อให้เรียนอื่นๆ เข้าใจบทเรียน ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบทั่วไปในลักษณะนี้ไม่สอดคล้องกับความรู้ความสามารถ ความต้องการ ความถนัด และความสนใจของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (สกศ.) จึงได้ดำเนินโครงการวิจัย การพัฒนารูปแบบและหลักสูตรการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อให้ดำเนินงานครอบคลุมถึงวิชาหลักที่สำคัญๆ นอกเหนือจากวิจัยวิชาภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ซึ่งได้ดำเนินการไปแล้ว และเพื่อเป็นต้นแบบในการจัดการศึกษาสำหรับเด็กและเยาวชนที่มีความสามารถพิเศษ โดยมี รองศาสตราจารย์ ศักดา บุญโต ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นผู้รับผิดชอบดำเนินการวิจัย ซึ่งมีโรงเรียนเข้าร่วมโครงการ จำนวน 9

โรงเรียน คือ โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย
โรงเรียนสตรีวิทยา โรงเรียนสตรีวัดมหาพฤฒารามในพระบรมราชินูปถัมภ์
โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) โรงเรียนนวมินทราชินูทิศบดินทรเดชา
โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย โรงเรียนสามัคคีวิทยาคม จังหวัด
เชียงราย และโรงเรียนเบญจมเทพอุทิศจังหวัดเพชรบุรี

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

.....

การวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงปฏิบัติการ ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อ

1. สร้างและพัฒนาหลักสูตรลดระยะเวลาเรียน และหลักสูตรเพิ่มพูน
ประสบการณ์ สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์
ระดับ มัธยมศึกษาตอนปลาย
2. จัดกระบวนการเรียนการสอนตามหลักสูตรดังกล่าว เพื่อพัฒนา
ผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์
3. นำผลที่ได้จากการวิจัยไปเผยแพร่ให้เกิดการดำเนินการในการ
จัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์อย่างกว้างขวาง

ขอบเขตของการวิจัย

.....

1. ประชากร คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2546
จาก โรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการ 9 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา
โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย โรงเรียนสตรีวิทยา โรงเรียนสตรีวัดมหาพฤฒาราม
ในพระบรมราชินูปถัมภ์ โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) โรงเรียน
นวมินทราชินูทิศบดินทรเดชา โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย โรงเรียน

สามัคคีวิทยาคม จังหวัดเชียงราย และ โรงเรียนเบญจมเทพอุทิศจังหวัด เพชรบุรี

2. กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการ จำนวน 255 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546

3. ในการวิเคราะห์ผลการศึกษา จะไม่คำนึงถึงความแตกต่างพื้นฐานทางเศรษฐกิจและสังคม สภาพอารมณ์ของนักเรียน และสิ่งแวดล้อมของห้องเรียนขณะทำการทดลอง

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. ตัวอย่างประชากร มีระดับความรู้พื้นฐานทั่วไปในวิชาคณิตศาสตร์ เท่าเทียมกัน และมีระดับสติปัญญา พื้นฐานทางเศรษฐกิจ ครอบคลุม ความสนใจ ไม่แตกต่างกัน

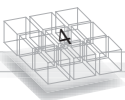
2. นักเรียนที่เป็นตัวอย่างประชากร ไม่เคยทราบรายละเอียด หลักสูตรตลอดระยะเวลาเรียน และหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์มาก่อน

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ทำการวิจัยในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546

คำนิยามที่ใช้การวิจัย

หลักสูตรสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ คือ วิธีจัดการ หลักสูตรที่สำคัญๆ 4 วิธี คือ

1. หลักสูตรลดระยะเวลาเรียน (Acceleration Program)



2. หลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ (Enrichment Program)
3. หลักสูตรขยายประสบการณ์ (Extension Program)
4. การให้ผู้เชี่ยวชาญพิเศษเป็นผู้ให้คำปรึกษาดูแล (Mentoring)

หลักสูตรลดระยะเวลาเรียน (Acceleration Program) เป็นการ จัดหลักสูตรสำหรับวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายให้กับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ ด้านคณิตศาสตร์ จาก 3 ปีการศึกษา ให้เหลือ 2 ปีการศึกษา โดยมีข้อบ่งชี้สาระการเรียนรู้เท่ากับนักเรียนทั่วไป ซึ่งเป็นหนทางหนึ่งที่จะช่วยให้เกิดความยืดหยุ่นทางการศึกษาได้มากขึ้น แต่ต้องมีกระบวนการที่ถูกต้อง รัดกุม จึงจะเป็นผลดีกับเด็ก การจัดการศึกษาให้กับเด็กที่มีความสามารถพิเศษเรียนร่วมกับผู้อื่นที่สูงกว่าวัยของตนเอง เรียกว่า การสอนแบบลดระยะเวลาเรียน

ประโยชน์ของการจัดการศึกษาแบบลดระยะเวลาเรียน คือ

1. นักเรียนสามารถเรียนตามศักยภาพของตนเอง
2. เป็นการเปิดโอกาสให้เด็กได้เรียนสิ่งที่ยากขึ้น ที่เหมาะสมกับความสามารถของตัวเอง
3. ลดทัศนคติทางลบกับการเรียนรู้ ลดความท้อแท้ช่วยให้นักเรียนไม่ท้อเมื่อหน่วยการเรียนรู้ในวิชาปกติที่เขาไปได้เร็วกว่าเพื่อนๆ เป็นการป้องกันไม่ให้เกิดการถดถอยทางศักยภาพของเด็ก หรือทำลายศักยภาพตนเอง

หลักสูตรการเพิ่มพูนประสบการณ์ (Enrichment Program) เป็นวิธีการจัดการศึกษาแบบขยายกิจกรรมในหลักสูตรให้กว้างและลึกซึ้งกว่าหลักสูตรปกติ เน้นคุณภาพมากกว่าปริมาณ และเน้นทักษะกระบวนการเรียนรู้มากกว่าเนื้อหา ซึ่งเด็กอาจใช้เวลามากกว่าหรือน้อยกว่าเด็กอื่นในชั้นเรียนเดียวกันก็ได้ สามารถวางแผนในการจัดการศึกษาให้เด็กมีความสามารถ

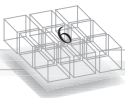
พิเศษที่มีระดับอายุต่างกัน แต่มีความสนใจ และมีความสามารถด้านเดียวกัน มาเรียนด้วยกันเป็นบางชั่วโมง โดยปรับเนื้อหาในหลักสูตรให้มีความเข้มข้น และกว้างขวางขึ้น การสอนแบบเพิ่มพูนประสบการณ์ช่วยให้เด็กพัฒนา สิ่งที่น่าสนใจได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น เป็นการปูพื้นฐานทักษะการเรียนรู้ การคิดวิเคราะห์ สืบสวน สอบสวน หาความรู้ ความจริงและสนับสนุนให้เด็กศึกษาหาความรู้ นอกเหนือจากจุดมุ่งหมายในการเรียนสำหรับเด็กปกติ เหมาะสำหรับเด็ก ที่มีความก้าวหน้ากว่าเพื่อนๆ และอาจเบื่อหน่ายการเรียน

ผู้ที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ หมายถึง เด็กที่มีลักษณะ ดังนี้ เป็นเด็กที่มีความสนใจด้านจำนวน ตัวเลข การคำนวณและสัญลักษณ์ อย่างต่อเนื่อง มีกลยุทธ์การคิดของคณิตศาสตร์ได้อย่างพลิกแพลง แขนงยล สร้างสรรค์และสมเหตุสมผล เด็กจะมองเห็นความสัมพันธ์เชิงมิติได้ดี มีความถนัดทางคณิตศาสตร์ด้านใดด้านหนึ่ง หรือหลายๆ ด้านรวมกัน อย่างโดดเด่นมากกว่าเด็กในวัยเดียวกัน รวมทั้งเด็กสามารถนำความรู้ทาง คณิตศาสตร์ไปใช้ได้หลายๆ รูปแบบ มีการวิเคราะห์ มีกระบวนการแก้ปัญหา ที่แปลกใหม่ และมีเอกลักษณ์เฉพาะตน

การพัฒนาผู้ที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ หมายถึง การพัฒนาความสามารถในด้านทักษะทางคณิตศาสตร์ ทักษะการคิด แก้ปัญหา คุณธรรม จริยธรรม และจิตพิสัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้พัฒนาผู้เรียน และเครื่องมือที่ใช้ประเมินหลักสูตร

เครื่องมือที่ใช้พัฒนาผู้เรียน หมายถึง กระบวนการและวิธีการ จัดการเรียนการสอน โดยใช้หลักสูตรลดระยะเวลาเรียน และหลักสูตร



เพิ่มพูนประสบการณ์ ซึ่งเมื่อปฏิบัติจริงจะใช้เวลาดำเนินการประมาณ 4 ภาคการศึกษา และได้ทำการทดลองวิจัยนำร่องเพียง 1 ภาคเรียน

เครื่องมือที่ใช้ประเมินหลักสูตร หมายถึง แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน แบบประเมินตนเอง แบบทดสอบวัดแววแบบทดสอบการเพิ่มพูนประสบการณ์ และผลงานที่นำมาใช้เพื่อวัดคุณภาพของหลักสูตรและประสิทธิภาพของหลักสูตรในการพัฒนาผู้เรียน

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

.....

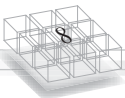
1. มีหลักสูตรระยะเวลาเรียน และหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ สำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. ได้รูปแบบการจัดกระบวนการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์
3. ได้เผยแพร่หลักสูตรและกระบวนการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์



เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยการพัฒนารูปแบบและหลักสูตรการจัดการศึกษา สำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทาง สำหรับการดำเนินการวิจัย โดยแบ่งเป็นหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
 - 1.1 นิยามศัพท์ของผู้มีความสามารถพิเศษ
 - 1.2 ลักษณะผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์
 - 1.3 ความคิดระดับสูงกับผู้มีความสามารถพิเศษ
2. การคัดแยกผู้มีความสามารถพิเศษ
3. การพัฒนาหลักสูตรสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษ
 - 3.1 ทำไมต้องมีหลักสูตรสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษ
 - 3.2 แนวทางการสร้างหลักสูตรสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษ
 - 3.3 การจัดหลักสูตรสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษ
 - 3.4 ใครมีสิทธิ์เขาเรียนในหลักสูตรนี้
 - 3.5 ทัศนะที่ต้องการสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์
4. การประเมินผลผู้มีความสามารถพิเศษ
 - 4.1 หลักการที่ใช้ในการวัดผล
 - 4.2 องค์ความรู้เกี่ยวกับเรื่องเจตคติ
 - ความหมายของเจตคติ
 - องค์ประกอบของเจตคติ
 - การเกิดเจตคติ
 - การเปลี่ยนแปลงเจตคติ



- การวัดเจตคติ
- การวิเคราะห์เจตคติ

5. บริบทของผู้นำหลักสูตรไปใช้

1. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1.1 นิยามศัพท์ของผู้มีความสามารถพิเศษ

จากหนังสือรีพับลิค โสเครติสโต้แย้งกับพลาโตเกี่ยวกับศักยภาพทางสติปัญญาว่า นักปราชญ์นั่นก็คือ คนที่ “.....มีรสนิยมในความรู้ทุกแขนง และมีความกระหายใคร่จะเรียนรู้ และไม่เคยมีความพึงพอใจต่อความรู้ที่ตนได้รับนั้น” มีสถาบันและนักการศึกษาได้ให้คำจำกัดความของผู้มีความสามารถพิเศษ ดังนี้

U.S. office of Education (1972 และ 1993) ได้มาจาก U.S. Department of Education (1993) ที่พัฒนาและปรับปรุงจาก Marland Report (U.S. Department of Education, 1972) ที่อ้างอิงจากรายงานการวิจัยประกอบร่างพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 กล่าวถึงคำจำกัดความผู้มีความสามารถพิเศษว่า

“เด็กและเยาวชนที่มีการแสดงออกถึงความสามารถอันโดดเด่น หรือแสดงถึงศักยภาพของความเก่งเป็นที่ประจักษ์ และประสบความสำเร็จแล้ว เมื่อเปรียบเทียบกับผู้ที่มีอายุ หรือประสบการณ์ หรือสภาพแวดล้อมเดียวกัน”

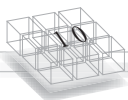
สภาผู้แทนการศึกษาแห่งชาติ สหรัฐอเมริกาได้ให้คำจำกัดความไว้ว่า “เด็กและเยาวชนที่ได้รับการคัดแยกว่าเป็นเด็กที่มีความสามารถพิเศษ ทั้งในระดับก่อนวัยเรียน ปฐมวัย หรือระดับประถมศึกษา และเป็นผู้ที่แสดงออกถึงคุณสมบัติ หรือความสามารถที่บ่งบอกถึงศักยภาพเป็นที่

ประจักษ์ในด้านความสามารถที่แสดงออกถึงพัฒนาการระดับสูงด้านต่างๆ อาทิ เช่น ด้านสติปัญญา ความคิดสร้างสรรค์ การศึกษาลักษณะวิชาเฉพาะสาขาหรือความสามารถด้านการเป็นผู้นำ หรือด้านพัฒนาการและทัศนศิลป์” (Nazarro, 1978)

เทอร์แมน (Terman, 1925) ได้ให้คำจำกัดความของเด็กที่มีความสามารถพิเศษ หรือความเป็นเด็กปัญญาเลิศไว้ว่า เด็กที่ทำคะแนนในแบบทดสอบเชาว์ปัญญาได้สูงสุด ตั้งแต่ 48 ขึ้นไป คือมี IQ มากกว่า 140 ขึ้นไป จะมีประมาณร้อยละ 1

แบรดเลย์และฟลิเกลอร์ (ดวงเดือน อ่อนน่วม, 2529 ; อ้างอิงจาก Bradley, 1970 และ Fliegler, 1961) ให้ความสำคัญเห็นคล้ายคลึงกันว่า เด็กที่มีความสามารถพิเศษ หรือความสามารถสูง คือ เด็กที่มีสติปัญญาสูงในการแสวงหาความจริง ความคิด ความสัมพันธ์ รวมทั้งความสามารถพิเศษเฉพาะด้าน เช่น ศิลปะ ดนตรี ภาษาต่างประเทศ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ละคร การเป็นผู้นำในสังคม มีความสามารถในด้านการคิดสร้างสรรค์ประจำตัวที่สามารถนำมาใช้ในการศึกษาของตนเองได้ด้วย โดยแบรดเลย์ กล่าวว่า เด็กเหล่านี้จะมี IQ ระหว่าง 130-160 และฟลิเกลอร์ เห็นว่า อาจหมายถึงนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงในระดับร้อยละ 15-20 แรกของนักเรียนที่เรียนดีก็ได้

ศาสตราจารย์แบกการ์ท (Professor Braggart) ให้ความหมายว่า “ความสามารถพิเศษนี้อาจจะเป็นพรสวรรค์ที่มีมาแต่กำเนิด แต่ที่สำคัญกว่าคือ สิ่งแวดล้อม กล่าวคือ เด็กหลายคนเกิดมามีความสามารถพิเศษ แต่ขาดการฟูมฟัก การให้การดูแลอย่างใกล้ชิด และขาดสิ่งแวดล้อมที่เอื้อให้เขาได้แสดงความสามารถพิเศษออกมา และพัฒนาให้สูงขึ้น ความสามารถ



จะหายไปไหนที่สุด หรือกลายเป็นความสามารถอื่นๆ” (กรณีศึกษา : โรงเรียน
ไพฑูริคศึกษา)

เรนซูลลี (Renzulli, 1978) กล่าวว่า เด็กปัญญาเลิศต้องประกอบด้วยคุณลักษณะ 3 ประการ ที่เรียกว่า หลักทฤษฎีสามห่วง (Renzulli's Three-Ring Model) คือ ต้องมี

- ความสามารถเหนือเกณฑ์เฉลี่ย (Above Average Ability)
- ความมานะมุ่งมั่น (Task Commitment) และ
- ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (Creativity)

มาร์แลนด์ (The Marland Report, 1971) ได้กล่าวถึงเด็กที่มีความสามารถพิเศษว่า เป็นเด็กที่มีศักยภาพ หรือผลสัมฤทธิ์ด้านใดด้านหนึ่งดังต่อไปนี้

- ภูมิปัญญาทั่วไป (general intellectual ability)
- ความสามารถทางการเรียนสาขาใดสาขาหนึ่ง (specific academic aptitude)
 - ความคิดสร้างสรรค์สูง (Creative or productive thinking)
 - ความสามารถในการเป็นผู้นำ (Leadership ability)
 - ความสามารถในการศิลปะ และดนตรี (visual and performing arts ability)
- ความสามารถในการใช้กล้ามเนื้อ และประสาทสัมผัส (psychomotor ability)

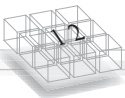
อัมพรอัม (อัญชติ สารัตนะ, 2533; อ้างอิงจาก Abraham, 1957) ได้ให้คำจำกัดความเด็กที่มีความสามารถพิเศษว่าเป็นเด็กที่มีความสามารถสูงสามารถเรียนจบบทเรียนได้เร็วกว่าที่กำหนด มีความสามารถในการใช้เหตุผล

คิดสร้างสรรค์ และมีความสนใจกว้างขวาง มักผลิตผลงานที่มีคุณภาพสูง มีสติปัญญาสูงระดับการเรียนดีเด่น และสร้างผลงานที่ดีเด่นให้แก่สังคม

จากคำจำกัดความของนักการศึกษาหลายท่านข้างต้น สรุปได้ว่า เด็กที่มีความสามารถพิเศษ หมายถึง เด็กที่มีความสามารถสูงทางสติปัญญา หรือความถนัดเฉพาะด้าน โดย เลย์คอค (กรรณิการ์ อุ่นแจ่ม, 2529 ; อ้างอิง จาก Laycock, 1957) ได้อธิบายความหมายของเด็กที่มีความสามารถสูง ซึ่งแยกออกเป็นสองประเภท คือ เด็กที่มีสติปัญญาเป็นเลิศ (The gifted child) หมายถึง เด็กที่มีระดับสติปัญญาสูงกว่าปกติ และเด็กที่มีความถนัดเฉพาะด้าน (The talented child) หมายถึง เด็กที่มีความสามารถพิเศษเฉพาะสาขาใดสาขาหนึ่งหรือมากกว่า แต่ ดวงเดือน อ่อนน้อม (2529) ให้ความเห็นว่าการอธิบายโดยให้ความหมายของอัจฉริยภาพ (gifted) ในลักษณะของบุคคลที่มีระดับสติปัญญาสูงกว่าปกติ จะนำไปสู่ความเข้าใจว่าความสามารถพิเศษทางดนตรี ศิลปะ มีคุณค่าน้อยกว่าความสามารถทางวิชาการ ดังนั้น การกล่าวอ้างที่ถูกต้องนั้นจะต้องขึ้นอยู่กับว่าคำจำกัดความที่ชัดเจน โดยดูจากลักษณะหรือพฤติกรรมของเอกัตบุคคลเป็นหลัก

หม่อมดุษฎี บริพัตร ณ อยุธยา (2531) เขียนไว้ในหนังสือ “เด็กปัญญาเลิศ” ว่า ลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษ ส่วนใหญ่จะสามารถมองเห็นแว่ได้ตั้งแต่เยาว์วัย คือ ตั้งแต่สองขวบเป็นต้นไป และมีเด็กอีกจำนวนมากที่ไม่มีใครรู้ว่าเด็กเหล่านี้มีความสามารถพิเศษแฝงเร้นอยู่ และรอคอยการพัฒนา จนเด็กบางคนกลายเป็นเด็กที่มีปัญหาไปเสียก็มี

จูน (June, 1982) เขียนไว้ว่า เด็กที่มีความสามารถพิเศษ เป็นเด็กที่มีอารมณ์อ่อนไหว มีความปรารถนาอย่างยิ่งที่จะเรียนรู้ สร้างสรรค์ หรือเข้าใจสิ่งต่างๆ เด็กเหล่านี้ชอบการไต่ลงมือสำรวจ สังเกต และทำการทดลองทุกวิธีการของการเรียนรู้ สามารถเรียนรู้เนื้อหาวิชาที่มีความ



หลากหลายนี้ให้เกิดความเข้าใจ มีความคิดที่ลึกซึ้งขึ้น และสร้างความคิดรวบยอดได้ดี ซึ่งบุคลิกลักษณะเหล่านี้เป็นประโยชน์ในการพัฒนาหลักสูตรให้มีความหลากหลายและท้าทายมากขึ้น

พาร์ค (Parke, 1989) กล่าวเกี่ยวกับลักษณะของเด็กที่มีพรสวรรค์ และเด็กที่มีความสามารถพิเศษ ดังนี้

ลักษณะทางด้านพุทธิปัญญา (Cognitive Characteristics)

- มีความสามารถสูงในการแปรค่าสัญลักษณ์ต่างๆ
(An advanced ability to manipulate symbols)
- มีความสามารถในการจำที่ไม่ธรรมดา
(Unusual ability to remember)
- มีความสามารถในการกักเก็บข้อเท็จจริงต่างๆ มากมาย
(Large storehouses of facts) คือ โดยทั่วไปเด็กที่มีพรสวรรค์จะรู้จำนวน ของสิ่งของ แต่ถ้าวอกเขาสนใจ พวกเขาก็จะรูรายละเอียดในสิ่งเหล่านั้น อย่างลึกซึ้ง
- มีระดับความเข้าใจเรื่องต่างๆ อย่างทะลุปรุโปร่ง
(Unusually deep levels of comprehension)
- สมาธิดีเยี่ยม (Advanced ability to concentrate)

ลักษณะทางจิตพิสัย (Affective Characteristics)

- มีความรู้สึกไวต่อพวกเขาเอง คนอื่น และสิ่งแวดล้อมของพวกเขา (Sensitivity to themselves, others and their environment)
- ชอบที่จะอยู่กับผู้ใหญ่หรือเด็กที่มีอายุมากกว่า
(Preference to be with adults or older children)
- มีความมานะบากบั่นที่จะเห็นผลสำเร็จของงาน
(Intensity)

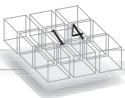
- เจ้าความคิด เป็นชุมทรัพย์ทางความรู้ (Resourcefulness) มีความสามารถในการแก้ปัญหาที่ยั่งยืน ชับซ้อนได้ดี
- มีความเป็นผู้นำ (Leadership ability)

ลักษณะของเด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์ (Characteristics of Creative Students)

- มีสติปัญญาสูง (High intelligence)
- มีธรรมชาติที่จะทดลองความคิดใหม่ๆ หรือเรื่องใหม่ๆ อยู่เสมอ (Natural drive to explore idea)
- มีสายตากว้างไกล สามารถมองเห็นสิ่งต่างๆ ในภาพรวมได้ (Ability to see things holistically)
- ชอบงานที่ท้าทายและแปลกใหม่ (Challenge the conventional)
- มีความคิดเป็นของตนเอง (Independent think)
- ชอบความสนุกสนาน ขี้เล่น (Playfulness)

อูษณีย์ โพธิ์สุข (2537) ได้กล่าวถึงเด็กที่มีความสามารถพิเศษว่า โดยปกติแล้วเด็กกลุ่มนี้จะมีลักษณะพิเศษบางประการที่สังเกตได้ในเรื่องของความสนใจ ความถนัด ความอยากรู้อยากเห็น หรือบางคนอาจชอบหลากหลายลักษณะผสมผสานกัน แต่บางคนไม่แสดงออก ซึ่งอาจเนื่องมาจากสภาพแวดล้อม หรือขาดการกระตุ้นที่เหมาะสม หรือจากปัจจัยอื่นๆ จึงมักถูกสรุปว่า เด็กเหล่านี้ไม่ใช่เด็กที่มีความสามารถพิเศษจึงละเลยไม่สนใจความรู้สึกและความต้องการของเด็กเหล่านี้ไป

ประเทศไทยระบบการจัดการศึกษาไม่เอื้อที่จะพัฒนาเด็กที่มีความสามารถพิเศษ และระบบนี้เองที่ได้หยุดยั้งการเจริญเติบโตทางคณิตศาสตร์ของเขา ผู้วิจัยมีความคิดเห็นสอดคล้องว่า เด็กที่มีความสามารถ



พิเศษคงจะเรียนหรือพัฒนาศักยภาพได้ไม่เต็มขีดความสามารถ ถ้าหลักสูตรการศึกษาไม่ท้าทายความสามารถของพวกเขาอย่างเพียงพอ การที่จะให้เด็กเก่งเหล่านี้มานั่งเรียนตามหลักสูตรเดิมเหมือนเด็กปกติทั่วไป อัจฉริยะบุคคลของประเทศชาติคงไม่ได้รับการพัฒนาไปในทิศทางที่ถูกต้องอย่างแน่นอน

1.2 ลักษณะผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์

ผู้ที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ หมายถึง ผู้ที่มีทักษะทางคณิตศาสตร์ และทักษะทางการคิดที่สูง และโดดเด่นกว่าเด็กและเยาวชนที่อยู่ภายใต้สิ่งแวดล้อมเดียวกัน มีความคิดสร้างสรรค์ มีความเป็นเลิศทางวิชาการ และมีพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงศักยภาพที่จะพัฒนาความสามารถได้เป็นที่ประจักษ์เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับเด็กและเยาวชนที่อายุระดับเดียวกันในสภาพแวดล้อมหรือประสบการณ์เดียวกัน

แอรอน สตีร์น ชาวยิวที่รอดพ้นจากเหยื่อสงครามโลกครั้งที่สอง ได้พิสูจน์ให้โลกต้องยอมรับความสำเร็จของเขา ในการสร้างเด็กอัจฉริยะจากโครงการอีดิธ (EDITH PROJECT) โดยลูกสาวของเขา อีดิธ สตีร์น พุดได้คล่องแคล่วเมื่ออายุหนึ่งขวบ เริ่มอ่านหนังสือเมื่ออายุ 2 ขวบ อ่านเอไซโคลพีเดียฯ เมื่ออายุ 4 ขวบ เข้าโรงเรียนและอ่านหนังสือวันละ 2 เล่มเมื่ออายุ 6 ขวบ เมื่อใดมีการทดสอบไอคิว เธอได้คะแนนที่ระบุว่า เป็นอัจฉริยะทุกครั้ง และมีไอคิวสูงถึง 201 เมื่ออายุ 15 ปี เธอเป็นอาจารย์สอนคณิตศาสตร์ที่มหาวิทยาลัยมิชิแกนสเตท (แอรอน สตีร์น : How To Make A Genius, 1988)

จากข้อความข้างต้น เรามักจะมีบทความเกี่ยวกับเด็กอัจฉริยะหรือผู้ที่มีความสามารถพิเศษ ซึ่งเด็กเหล่านี้ต่างจากเด็กปกติ หากโรงเรียนสอนเรื่องให้ตรงประเด็น เพื่อพัฒนาให้เป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ สามารถดำเนินชีวิตได้อย่างดีในสังคมโลกาภิวัตน์ โดยกระตุ้นความเจริญงอกงามทางสติปัญญา

ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ พัฒนาศักยภาพความสามารถพิเศษ จะเกิด
พุทธิปัญญา (คู่ประวัตินี้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ใน
ภาคผนวก ก)

ลักษณะของผู้ที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ มีผู้กล่าว
ไว้หลากหลายดังนี้ คือ

- สนใจแผนที่ ลูกโลก แผนที่ ปฏิทิน เวลา ตัวเลข
- ชอบตั้งคำถามแบบนามธรรม เช่น เรื่องของเวลา อวกาศ

มิติของเวลา

- ชอบเล่นตัวต่อต่างๆ หรือของเล่นที่เกี่ยวกับการสร้างรูปทรง
- ชอบชั่ง ตวง วัด นับ จัดลำดับหมวดหมู่สิ่งของ
- สามารถเข้าใจความหมายของจำนวน และตัวเลขได้เร็วกว่า

เพื่อนวัยเดียวกัน

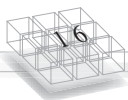
● รู้จักตัวเลขหนึ่งหลัก หรือสองหลัก นับจำนวนสิ่งของให้สัมพันธ์
กับตัวเลขได้

- มีความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้เงิน หรือค่าของเงิน
- สามารถจับความสำคัญของปัญหาได้ดี โยงกับเรื่องอื่นได้
- สามารถสรุปความคิดเชิงคณิตศาสตร์ได้อย่างรวดเร็ว
- สามารถข้ามขั้นตอนในเชิงตรรกวิทยาได้อย่างถูกต้อง
- สามารถหาคำตอบที่แนบเนียนกะทัดรัด
- เปลี่ยนแนวความคิดได้ในกรณีจำเป็น
- มักจะจดจำความสัมพันธ์ต่างๆ ของปัญหา และหลักการของ

คำตอบได้ดี

- รักและหลงใหลในตัวเลข ชอบหมกมุ่นหับสิ่งๆ ที่เกี่ยวกับตัวเลข
- มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ทั้งในลักษณะมีรูปแบบ

ตายตัวและไม่ตายตัว



● ชอบตั้งคำถามที่เป็นเหตุผลต่อกัน เช่น ถ้า...แล้ว, ดังนั้น, เพราะว่า, ถ้าไม่..., แล้ว...

● ชอบจัดหมวดหมู่สิ่งของ หรือวาดรูปในลักษณะที่เรียงจากขนาดใหญ่ไปหาเล็กหรือเล็กไปหาใหญ่ วาดรูปแบบทรงเรขาคณิตหรือลักษณะสมดุทุกอย่าง เรียงของเล่นตามขนาดของสิ่งของไม่ใช่จากคุณลักษณะอื่น (อุษณีย์ โพธิ์สุข, 2537 : 41-42)

อารี สัณหทวี และอุษณีย์ โพธิ์สุข (จอร์จ, มปป : 96-97)
ผู้ที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์จะมีลักษณะดังนี้

- สามารถจับความสำคัญของปัญหาได้ดี และโยงกับเรื่องอื่นได้
- สามารถสรุปความคิดรวบยอดเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ได้เร็ว
- ในการโต้เถียงทางตรรกวิทยา สามารถคิดข้ามขั้นตอนกลางได้
- พยายามหาคำตอบที่แน่นอน กระตือรือร้น
- เปลี่ยนแนวคิดได้ในกรณีที่ทำเป็น
- มักจะจำความสัมพันธ์ต่างๆ ของปัญหา และหลักการของคำตอบได้ดี ในขณะที่นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์มักจะจำแต่รายละเอียด

นอกจากนี้ ยังมีลักษณะพฤติกรรม หรือการกระทำของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์มักแสดงออก คือ

- มีความมุ่งมั่นในการที่จะหาคำตอบที่ง่ายและดีที่สุด เด็กที่เก่งคณิตศาสตร์มักจะทำงานคณิตศาสตร์โดยไม่เหน็ดเหนื่อย
- มีความมั่นใจในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในสถานการณ์หรือโจทย์ใหม่ๆ และมีความคิดริเริ่มในการแก้ปัญหา เด็กมักจะพูดว่า “รู้อยู่แล้วจะลองทำวิธีนี้” หรือ “ทำอย่างนั้นไม่ถูกเพราะ...” หรือ “คุณนี้ครับผมจะทำให้ดู”
- เด็กเก่งคณิตศาสตร์มักจะใจกว้าง ในการที่จะยอมรับและ

เปลี่ยนความคิด ถ้ามีหลักฐานมาสนับสนุนเพียงพอ

- มักจะชอบถามปัญหาเกี่ยวกับตัวเองอยู่เสมอ ทั้งที่บ้านและโรงเรียน เช่น สนามฟุตบอลจะจุได้กี่คน, เครื่องบิน บินได้เร็วเท่าไร, คนมีชีวิตอยู่นานกี่วินาที เป็นต้น

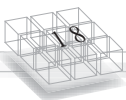
- มักแสดงความคิดเห็นสั้นๆ ห้วนๆ ในกรณีที่นักเรียนไม่ชอบมาแต่ต้น และจะต้องเขียนอธิบายเป็นภาษาเขียน ในขณะที่สามารถคิดแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ได้ในใจแล้ว

- มีความสนใจตัวเลข เช่น ลักษณะพิเศษของหมายเลขทะเบียนรถ

- มีความสนใจในรูปร่าง รูปทรงแบบต่างๆ

- สามารถหาวิธีลัดแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ มักจะไม่ชอบใช้วิธีทั่วไป

ไฮด์และเฮ้า (นิตยา ปภากจน์ : 14-15 ; อ้างอิงจาก Heid, 1983 : 222 ; House, 1987: 14-15) ได้สรุปไว้ว่า เด็กที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ หมายถึง เด็กที่มีความสามารถในการคิดแบบเป็นเหตุเป็นผล เข้าใจเรื่องนามธรรม คิดเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ สามารถให้เหตุผล และแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยได้อย่างรวดเร็ว สามารถประยุกต์ใช้เหตุผลได้ รวดเร็วกว่ากระบวนการคิดเหล่านี้กำเนิดในตัวของพวกเขาแล้วตลอดเวลา พร้อมทั้งสามารถคิดและสรุปแนวคิดทางด้านคณิตศาสตร์ได้รวดเร็ว มีการเพ่งมองความสนใจต่อความสัมพันธ์พื้นฐานและโครงสร้างคร่าวๆ ของปัญหา มากกว่าจะเจาะลึกที่รายละเอียดส่วนย่อย เป็นผู้มีความคิดยืดหยุ่น มีความคิดประหยัดไม่เสียเวลา มีเหตุผลและตอบปัญหาได้ดี มักมีคำตอบเพื่อเลือกเอาไว้วางใจในกรณีที่ยังไม่พอใจในผลเบื้องต้น สามารถที่จะขยับย่อกระบวนการคิดพร้อมทั้งสามารถย้อนทางกระบวนการความคิดได้



วรรณ โสภประยูร (มปป : 129) ลักษณะพฤติกรรมของเด็ก
ที่จะเก่งคณิตศาสตร์ มีรูปแบบที่จะแตกต่างจากเด็กทั่วไป คือ

- ชอบสังเกตและสังเกตได้อย่างละเอียดถี่ถ้วน
- รู้จักจัดหมู่สิ่งของที่เหมือน คล้ายกันหรือต่างกันได้ดี
- คิดคำนวณได้เร็วและถูกต้อง
- ทำงานประณีต
- คิดสิ่งแปลกๆ ใหม่ๆ
- จำแม่น
- ริเริ่มสร้างสรรค์
- สมาธิการฟังได้นาน
- ชอบเล่นเกมที่ยาก
- ชอบสำรวจสิ่งต่างๆ ที่พบเห็น
- ชอบแยกแยะชิ้นส่วนต่างๆ
- ชอบประกอบรูปต่างๆ
- ตัดสินใจรวดเร็ว
- ชอบซักถาม อยากรู้ อยากเห็น แล้วใช้คำถามว่า “ทำไม”

ตลอดเวลา

- มองเห็นสิ่งที่ละเอียดซับซ้อน
- ตีความจากนามธรรมได้รวดเร็ว
- ชอบเปรียบเทียบสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน
- เข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ดี
- จินตนาการสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ลึกซึ้งและกว้างไกล
- มีความรู้สึกไวต่อสิ่งเร้าทุกสิ่งชนิด

นิตยา ปภากจน์ (2540 : 16-17) ได้ทำการสำรวจความคิด
เห็นเกี่ยวกับลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์

จากเยาวชนไทยที่เป็นตัวแทนไปแข่งขันคณิตศาสตร์โอลิมปิกนานาชาติ ตั้งแต่ปี 2532-2537 จำนวน 10 คน พบว่าเด็กมีลักษณะดังต่อไปนี้

- มีความสามารถในการรับรู้ความรู้ที่ละส่วน เพื่อเข้าใจในหนังสือ หรือผู้สอน ซึ่งเขียนหรือพูดไปเป็นลำดับเหตุผลได้

- สามารถเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ โดยใช้เวลาน้อยกว่าผู้อื่น เนื่องจากสามารถสังเกตเห็นหลักการในสิ่งนั้น จึงเข้าใจได้ลึกซึ้งกว่าอีกด้วย

- นิยมเปรียบเทียบความรู้ใหม่กับหลักการเดิมซึ่งรูมาก่อน เนื้อหา สิ่งที่มีลักษณะขัดกัน ถ้าไม่มีจะเชื่อความรู้ใหม่นั้น

- สามารถสันนิษฐานสาเหตุของแรงจูงใจในการสร้างทฤษฎีต่างๆ จึงรู้สึกเหมือนผู้สร้างทฤษฎีนั้นๆ เอง ก่อให้เกิดความภูมิใจ

- สามารถใช้ตรรกศาสตร์ และการหยั่งถึงผู้อื่นในการคาดคะเน คำตอบของโจทย์ประเภท ปรนัยได้แม่นยำ

- มีความสามารถในการสร้างความคิดเชิงนามธรรมของ ปัญหา ทำให้เห็นจุดของปัญหาได้ชัดเจนและไม่หลงกับรายละเอียด

- มีความสามารถในการศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง และมีแนวทางการคิดที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างจริงจัง

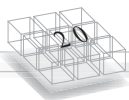
- มีความจำเป็นเลิศตั้งแต่เยาว์วัย

สุโขทัยธรรมาธิราช (2526 : 448) นักเรียนที่เก่งทางคณิตศาสตร์ อาจจะสังเกตได้จากลักษณะดังนี้

- มีความเข้าใจในสิ่งที่ป็นนามธรรมและ มโนคติทางคณิตศาสตร์ เป็นอย่างดี

- สามารถหาวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้หลายๆ วิธีที่ คิดว่าดีที่สุด

- มีเป้าหมายในการทำงานและการดำเนินชีวิตและจะหาวิธีการ ไปสู่เป้าหมายนั้น โดยไม่ต้องมีสิ่งมากระตุ้น



การฝึก

- สามารถทำงานที่ท้าทายได้เป็นระยะเวลายาวโดยไม่ต้องมี

ใหม่

- ชอบสำรวจตรวจสอบเนื้อหาในแต่ละข้ออย่างลึกซึ้ง
- สามารถที่จะถ่ายโยงสิ่งที่ได้เรียนไปแล้วให้เข้ากับสถานการณ์

อยู่เสมอ

- สามารถแก้ไขปัญหาคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนได้
- มีความสามารถในการอ่านและชอบการอ่าน
- มีความสนุกสนานในการเรียนรู้และชอบค้นคว้าหาความรู้
- มีความกระตือรือร้นและสนใจในสิ่งรอบตัวต่างๆ
- สามารถเรียนรู้บทโน้มนำใหม่ได้อย่างรวดเร็ว
- มีความจำดีมาก
- มีระดับ IQ 120 หรือสูงกว่า

ริดจ์ และเร็นซูลลี (Ridge and Renzulli, 1981 : 208-209) กล่าวว่า เด็กที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ มีลักษณะดังนี้

- มีความสามารถโดดเด่นมากทางคณิตศาสตร์
- มีความมานะมุ่งมั่นต่องานทางคณิตศาสตร์มาก
- มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เหนือกว่าปกติ

จากลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ จะเห็นได้ว่า เด็กกลุ่มนี้มีความสนใจ ความต้องการ และความถนัดในทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเด็กที่มีความสามารถพิเศษอาจจะมีคุณสมบัติไม่ครบตามคำนิยามดังกล่าวข้างต้น ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องของควรให้ความสนใจและตรวจสอบอย่างถี่ถ้วน โดยไม่ตัดสินด้วยระยะเวลาที่สั้นจนเกินไป จะทำให้ทราบถึงลักษณะของเด็กกลุ่มนี้ได้อย่างถูกต้อง

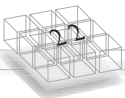
1.3 ความคิดระดับสูงกับผู้มีความสามารถพิเศษ

ความเจริญงอกงามของเด็กแต่ละคนเป็นเรื่องเฉพาะตัว บางคนมีลักษณะของความคิดอยู่ในระดับสูง หม่อมคุณหญิง บริพัตร ณ อยุธยา (2531) สรุปว่า เด็กที่มีความสามารถพิเศษมีลีลาการเรียนรู้ที่แตกต่างกันไป ชอบและสนใจต่อการใช้ความคิดซับซ้อน คิดแก้ปัญหาคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ คิดเชิงวิจารณ์ญาณ หาเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นผู้เรียนที่มีอิสระด้านความคิด (Independent Learners) โดยเฉพาะเด็กที่มีความสามารถพิเศษบางคนเรียนรู้โดยการได้ลงมือทดลอง สำรวจ สืบเสาะ แสวงหาความรู้ตามแนววิทยาศาสตร์ (Inquiry Methods) ขณะที่เด็กที่มีความสามารถพิเศษบางคนชอบใช้ความคิดระดับสูง (High Order Thinking) คือเชิงวิจารณ์ญาณ (Critical Thinking) ความคิดเชิงสร้างสรรค์ (Creative Thinking) คิดซับซ้อนกว่าปกติ (Complexity) และคิดเชิงนามธรรม (Abstract) เนื่องจากการใช้ความคิดลักษณะเหล่านี้เป็นการท้าทายความสามารถของพวกเขา

กาย (Gagne, 1970) ได้แบ่งประเภทความคิดเป็น 2 ประเภท คือ

■ **การคิดแบบเลื่อนลอยหรือไม่มีทิศทาง** คือ การคิดจากสิ่งที่พบเห็น จากประสบการณ์ตรงที่ได้รับ จากสิ่งที่ยินหรือได้ฟัง โดยเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การคิดต่อเนื่อง (Associative Thinking) สามารถแบ่งออกเป็น 5 ลักษณะ คือ

1. Free Association คือ การคิดถึงเหตุการณ์ที่ล่วงมาแล้ว เมื่อมีการกระตุ้นจากสิ่งเร้าจำพวกคำพูด หรือเหตุการณ์
2. Controlled Association คือการคิดโดยอาศัยคำสั่งเป็นแนว เช่น ผู้คิดอาจได้รับคำสั่งที่อยู่ในพวกเดียวกันกับคำที่ตนได้ยิน
3. Day Dreaming คือ การคิดที่มีจุดประสงค์เพื่อป้องกันตนเอง หรือเพื่อให้เกิดความพึงพอใจในตนเอง ซึ่งเป็นการคิดฝันในขณะที่ยังตื่นอยู่



4. Night Dreaming คือ การคิดฝันเนื่องจากความคิดของตนเอง หรือเป็นความคิดฝันเนื่องจากการรับรู้ตอบสนองสิ่งเร้า

5. Autistic Thinking คือ การคิดหาเหตุผลเขาของตนเอง ซึ่งขึ้นอยู่กับความเชื่อหรืออารมณ์ของผู้คิดมากกว่าขึ้นอยู่กับลักษณะที่แท้จริงของการคิด

■ การคิดอย่างมีทิศทางหรือจุดมุ่งหมาย คือ การคิดที่บุคคลเริ่มต้นใช้ความรู้พื้นฐาน เพื่อทำการกลั่นกรองการคิดที่เพื่อฝัน การคิดที่เลื่อนลอยไร้ความหมาย ให้เป็นการคิดที่มีทิศทาง ขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมาย จุดใดจุดหนึ่งและเป็นการคิดที่มีการสรุปของการคิดหลังจากที่คิดเสร็จแล้ว ซึ่งมี 2 ลักษณะดังนี้

1) การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (Creative Thinking) คือ การคิดในลักษณะที่คิดได้หลายทาง (Diverge Thinking) ไม่ซ้ำกัน หรือเป็นการคิดในลักษณะที่โยงสัมพันธ์ได้ (Association) กล่าวคือ เมื่อระลึกถึงสิ่งใดได้ก็จะ เป็นสะพานเชื่อมต่อให้ระลึกถึงอื่นๆ ได้ต่อไปโดยสัมพันธ์กันเป็นลูกโซ่

2) การคิดวิเคราะห์วิจารณ์ (Critical Thinking) คือ การคิดอย่างมีเหตุผล (Reasoning Thinking) ซึ่งเป็นความคิดที่ชี้เหตุผลในการแก้ปัญหาโดยพิจารณาถึงสภาพการณ์หรือข้อมูลต่างๆ ว่ามีข้อมูลเท็จจริงเพียงใดหรือไม่

โฮเวิร์ด การ์ดเนอร์ (Howard Gardner) อาจารย์วิชาจิตวิทยา จากมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด ได้ทำโครงการที่ชื่อ Harvard's Project Zero ซึ่งเป็นโครงการศึกษาพัฒนาการของพุทธิพิสัยเด็กปัญญาเลิศเป็นเวลาหลายปี ในปี ค.ศ. 1983 เขาได้เขียนหนังสือชื่อ Frames of Mind ซึ่งเผยแพร่เอกสารงานวิจัยเรื่อง ทฤษฎีพหุปัญญา (Theory of Multiple Intelligences) ซึ่ง Gardner มีความเชื่อว่า มนุษย์เกิดมาด้วยความสามารถที่หลากหลายและ หากได้รับการพัฒนางานก็จะมีความสามารถได้หลายๆ ด้าน เช่นเดียวกับการ

ทำงานสิ่งใดให้สำเร็จจำเป็นต้องใช้ความสามารถที่หลากหลายโดยทฤษฎี
พหุปัญญาได้แยกปัญญาของมนุษย์ออกเป็น 7 ด้าน ต่อมาในปี ค.ศ. 1995
Gardner ได้เพิ่มเติมปัญหาด้านที่ 8 คือ ด้านความสามารถในการเข้าใจ
สภาพธรรมชาติ

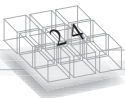
ปัญญาที่ทั้ง 7 ด้านของ Gardner ตามที่เลเซีย (Lazear, 1991)
ได้บรรยายไว้มีดังนี้ (โดย Gardner เพิ่มด้านที่ 8 ในภายหลัง)

1. สติปัญญาด้านการใช้ภาษาทั้งการพูดและการเขียน
(Verbal-Linguistic Intelligence) คือ มีความสามารถในการใช้ภาษาใน
ลักษณะต่างๆ เป็นเครื่องมือในการเขียนความเรียง การโต้วาที การพูดในที่
สาธารณะ การแต่งกลอน การพูดสนทนาได้ในลักษณะเป็นทางการและ
ไม่เป็นทางการ การเขียนเชิงสร้างสรรค์มีอารมณ์ขันทางภาษา เช่น
เล่นปริศนาคำทายสำนวนและพูดตลกล้อเลียนต่างๆ

2. สติปัญญาด้านการใช้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์และ
คณิตศาสตร์ (Logical Mathematical Intelligence) คือ ความรู้ที่เกิดขึ้น
ผ่านกระบวนการเสาะแสวงหาและการค้นพบเรื่องรูปแบบและการแก้ปัญหา
มีความรู้ในเรื่องการคำนวณ ทักษะการคิด มีความสามารถด้านจำนวนตัวเลข
มีความรู้ความเข้าใจหลักการ และเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และสัญลักษณ์
ที่เป็นนามธรรม

3. สติปัญญาด้านภาพมิติ (Spatial Intelligence) คือ มีความรู้
ความสามารถทางด้านการมองเห็นทั้งสองด้าน คือ ด้านภายนอก คือ จากการ
มองเห็นผ่านทางสายตา และด้านภายใน คือ สมอง ซึ่งใช้ความสามารถ
ต่างๆ แสดงออกทางการวาดภาพ การปั้น การสร้างภาพจากหนังสือพิมพ์
รูปภาพ การรับรู้มองเห็น การจินตนาการ และการสร้างภาพจากสมองใน
การจินตนาการ

4. สติปัญญาด้านการเคลื่อนไหวของร่างกาย (Bodily
Kinesthetic Intelligence) คือ มีความสามารถทางด้านการเคลื่อนไหวของ



ร่างกาย และพัฒนาการทางร่างกาย (เรียนรู้โดยการไต่ลงมือปฏิบัติ) มีการแสดงออกทางการเดินร่ำ การแสดงละคร การเล่นที่ใช้ส่วนประกอบทางร่างกายการแสดงบทบาทสมมติ การแสดงภาษาท่าทาง การออกกำลังกาย และการประดิษฐ์

5. สติปัญญาด้านดนตรี (Musical-Rhythmic Intelligence) มีความรู้ความสามารถทางด้านการได้ยินเสียง มีการแสดงออกถึงความสามารถในด้านการร้องเพลง และการเล่นเครื่องดนตรี มีความเข้าใจองค์ประกอบของโทนเสียง และมีความซาบซึ้งต่อความเป็นไปตามจังหวะชีวิต

6. สติปัญญาทางสังคมหรือเข้าใจคนอื่น (Interpersonal Intelligence) เป็นปัญญาที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลหนึ่งที่มีต่ออีกบุคคลหนึ่ง มีการติดต่อสื่อสารกัน มีการทำงานเป็นหมู่คณะและร่วมมือช่วยเหลือกัน ปัญญาด้านนี้ใช้ในการเรียนรู้ร่วมแรงร่วมใจ (Cooperative Learning) มีความเห็นอกเห็นใจซึ่งกันและกัน และมีทักษะทางสังคม การแข่งขันในรูปของหมู่คณะ และการทำโครงการเป็นกลุ่มจะช่วยส่งเสริมการมีความสัมพันธ์ในเชิงบวก

7. สติปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง (Intrapersonal Intelligence) มีความเข้าใจตนเอง และ มีการใช้ความสามารถในรูปของกระบวนการที่มีผลทางปฏิกริยา เช่น การเขียนบทความ การคิดเชิงตรรก การสอนในรูปการถ่ายทอดความรู้ ความคิดระดับสูง และการฝึกฝนด้านการมองเห็นคุณค่าในตนเอง (Self-esteem)

8. สติปัญญาด้านการเข้าใจธรรมชาติ(Naturalist Intelligence) Gardner(1995)ให้คำจำกัดความไว้ว่า “ความสามารถพิเศษในด้านการตระหนักรู้และการแยกประเภทของพืชพันธุ์ สัตว์ตามสายพันธุ์ต่างๆ ตามสภาพแวดล้อมของมัน” เช็คลีย์ (Checkley, 1997) กล่าวว่า บุคคลที่มีปัญญาลักษณะนี้จะเป็นคนที่มีความรู้ลึกค้ำกับความงามที่พิเศษเหนือการมองเห็นสายตาปกติ รวมถึงความสามารถในการจัดแยกประเภทของสิ่งของต่างๆ

อูษณีย์ โพธิ์สุข (2537) ได้สรุปประเภทของความคิดระดับสูงไว้ 4 ด้าน คือ ความคิดวิจารณ์(Critical Thinking) ความคิดสร้างสรรค์ (CreativeThinking) การแก้ปัญหา(Problem Solving) และการตัดสินใจ (Decision Making) ซึ่งความคิดระดับสูงสามด้านแรกนั้นมีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกัน เพื่อให้เป็นพื้นฐานในการตัดสินใจ

2. การคัดแยกผู้มีความสามารถพิเศษ

Ward(1962) ได้เสนอแนะข้อควรปฏิบัติในกระบวนการค้นหาเด็กที่มีความสามารถพิเศษ ว่าควรกระทำในลักษณะใด

- หลีกเลี่ยงการใช้เครื่องมือที่ไม่มีความรู้เพียงพอ
- หลีกเลี่ยงการคัดเลือกเด็กจากการแข่งขันเพื่อใช้ในการตัดสินใจ
- เลือกใช้วิธีการที่ไม่มีข้อจำกัดเรื่องวัฒนธรรม
- ไม่ควรละเลยบุคคลที่ตัดสินใจไม่ได้ว่าใช่หรือไม่ในกรณี

Underachievers

● ไม่ควรคัดเด็กที่ลงความเห็นว่า ไม่ประสบผลสำเร็จ (underachiever) ออก จากโครงการ

- ควรใช้กระบวนการคัดแยกที่หลากหลาย

ศรียา นิยมธรรม (สุโขทัยธรรมมาธิราช, 2535) ได้กำหนดการคัดแยกเด็กที่มีความสามารถพิเศษออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 เสนอชื่อโดยผู้ใกล้ชิดที่รู้จักเด็ก เช่น ผู้ปกครอง ครู เพื่อน หรือตัวเด็กเองเป็นผู้ให้รายละเอียด โดยมีแบบตรวจสอบรายการระเบียบวินัย ประวัติ หรือแบบสอบถามให้ตอบ ทั้งนี้อาศัยการสังเกตของบุคคลเหล่านี้ บางครั้งก็เป็นการสอบถามง่ายๆ ว่าใครมีลักษณะเด่น ข้อมูลต่างๆ ที่ได้ในขั้นนี้



ไม่ว่าจะมาจากการตอบแบบสอบถาม ระเบียบประวัติ และตรวจสอบ หรือ การสัมภาษณ์เป็นวิธีหนึ่งที่รายงานเรื่องราวเกี่ยวกับเด็กประกอบการลงความเห็น ได้ และอาจใช้คัดแยกขั้นแรกและใช้ประกอบเครื่องมืออื่นๆ ในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 2 การคัดแยกอย่างเป็นทางการ ใช้เกณฑ์การคัดแยกตาม หลักวิชาการอย่างเป็นทางการ โดยใช้เครื่องมือซึ่งง่ายและรวดเร็ว ผู้ใช้ต้องมีความรู้ความชำนาญแม้จะไม่ถึงขั้นนักจิตวิทยาก็ตาม เช่น แบบคัดแยก เป็นหมุน (Dial-R) แบบทดสอบความสามารถทางสติปัญญา (Progressive Matrices) แบบทดสอบคำศัพท์ (Peabody Vocabulary Test)

ขั้นที่ 3 ขั้นวินิจฉัย โดยใช้เครื่องมือเป็นทางการ เพื่อทดสอบ ความสามารถด้านต่างๆ ของเด็กอย่างละเอียดลึกซึ้งขึ้นกว่าขั้นแรก มักเป็นการดำเนินการต่อจากสองขั้นแรก เครื่องมือที่ใช้ได้แก่

- แบบทดสอบสติปัญญารายบุคคล
- แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์
- แบบทดสอบความถนัด
- แบบสำรวจ

การคัดแยกวินิจฉัยทั้งสามขั้นตอนดังกล่าวบางครั้งก็มีข้อจำกัด อยู่บ้าง ผู้คัดแยกควรคำนึงถึงข้อจำกัดที่อาจเกิดขึ้น

ผดุง อารยะวิญญู (2539) ได้อธิบายถึงลักษณะการคัดแยกเด็กที่มีความสามารถพิเศษไว้ว่ากระทำได้ 2 วิธีคือ

■ การคัดเลือกเด็กตามวิธีของโกแวน (Gowan)

โกแวน ได้เสนอแนะวิธีการคัดเลือกเด็กที่มีความสามารถพิเศษ ดังนี้

- 1) คัดเลือกเด็กที่หลายคนคิดว่าเป็นเด็กที่มีความสามารถ

พิเศษ โดยเลือกมาประมาณอย่างน้อยร้อยละ 1 และอย่างมากไม่เกินร้อยละ 10 (ยกเว้นโรงเรียนที่คัดเลือกเด็กโดยวิธีการสอบเข้า การคัดเลือกเด็กที่มีความสามารถพิเศษอาจจัดไว้เกินร้อยละ 10)

2) ทดสอบเด็ก โดยใช้แบบทดสอบวัดระดับสติปัญญาที่เป็น การทดสอบพร้อมกันครั้งละหลายคน คัดเลือกเอาเด็กที่ได้คะแนนสูงสุด ร้อยละ 10 เด็กเหล่านี้จัดเป็นเด็กที่มีความสามารถพิเศษ ที่เหลือให้จัดกลุ่ม ไว้ต่างหาก เด็กกลุ่มนี้เรียกว่า “กลุ่มสำรองเด็กที่มีความสามารถพิเศษ – Reservoir”

3) ให้ครูประจำชั้นคัดเลือกเด็กในชั้นจำนวนหนึ่ง ที่มี ลักษณะตามที่ต้องการ

4) ทดสอบเด็กที่คัดเลือกได้ในข้อ 3) โดยใช้แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคัดเอาเด็กที่เก่งที่สุดไว้ร้อยละ 10 ส่วนเด็กที่เหลือ จัดไว้ใน “กลุ่มสำรองเด็กที่มีความสามารถพิเศษ” (ตามข้อ 2)

5) ครูใหญ่ ครูประจำวิชา ครูแนะแนว และครูอื่นที่เคย สอนหรือรู้จักเด็กเป็นอย่างดีทำการคัดเลือกเด็ก

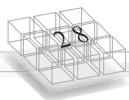
6) เรียงลำดับรายชื่อเด็ก และระบุว่าเด็กแต่ละคนถูกกล่าว ถึงกี่ครั้ง

7) เรียงลำดับรายชื่อเด็กและระบุว่าเด็กแต่ละคน ถูกกล่าวถึง 3 ครั้งขึ้นไป ให้จัดเป็นเด็กที่มีความสามารถพิเศษได้

8) เด็กใน “กลุ่มสำรองเด็กที่มีความสามารถพิเศษ” เหล่านี้ หากคนใดถูกกล่าว 2 ครั้งให้นำไปทดสอบโดยใช้แบบทดสอบ Stanford – Binet

9) เด็กใน “กลุ่มสำรองเด็กที่มีความสามารถพิเศษ” ที่ถูกกล่าวถึงเพียงครั้งเดียวให้กลับชั้นเรียนปกติ

10) เด็กที่ผ่านการทดสอบ (ใช้จุดตัดเป็นเกณฑ์) โดยแบบ ทดสอบ Stanford – Binet ให้จัดเป็นเด็กที่มีความสามารถพิเศษ เด็กที่ไม่ผ่าน



การทดสอบให้กลับไปชั้นเรียนปกติหากมีเวลาหรือกรรมการเห็นว่าเหมาะสม ควรทดสอบในข้อที่ 9) ด้วยและปฏิบัติเช่นเดียวกับข้อ 10)

■ การคัดเลือกอย่างเป็นทางการ

1) การคัดเลือกเบื้องต้นควรเป็นหน้าที่ของครูประจำวิชา ผู้ปกครอง เพื่อนร่วมชั้นเรียน โดยบุคคลดังกล่าวทำหน้าที่สังเกตพฤติกรรมของเด็กที่มีความสามารถพิเศษ ตามคำจำกัดความที่ทางโรงเรียนหรือผู้ที่รับผิดชอบทางการศึกษาดกลงกัน

2) การทดสอบทางจิตวิทยา ส่วนมากเป็นการทดสอบสติปัญญา

3) พิจารณาจากผลการเรียน

4) การทดสอบความคิดสร้างสรรค์

5) การทดสอบด้านบุคลิกภาพ

6) ข้อมูลอื่นๆ ที่ช่วยคณะกรรมการในการตัดสินใจในการคัดเลือกเด็กที่มีความสามารถพิเศษ

อูษณีย์ โพธิสุข (2543) ได้กล่าวถึงการสำรวจหาความสามารถเฉพาะทางของเด็กที่มีความสามารถพิเศษ มีขั้นตอนต่างๆ ตามหลักวิชาการปัจจุบัน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสำรวจแบบคร่าวๆ (Screening) ประกอบด้วย

- การเสนอชื่อ (Nomination Forms) โดยครูผู้ปกครอง ครูแนะแนว และนักจิตวิทยา เป็นต้น ซึ่งเป็นแบบฟอร์มที่พัฒนามาจากบุคลิกลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษแต่ละด้าน

- รายงานจากครูเกี่ยวกับตัวเด็ก เช่น ความสามารถทางสติปัญญา ความกระตือรือร้น สไตล์การเรียน พัฒนาการทางอารมณ์ สังคม ฯลฯ นอกจากนี้ข้อมูลต่างๆเกี่ยวกับตัวเด็กเอื้อประโยชน์ต่อ

แนวทางในการพัฒนาความสามารถของเด็กได้แก่ ประวัติครอบครัว ผลการเรียน ผลจากแบบสำรวจความสามารถของเด็กหลายๆ ด้าน แบบสำรวจความสนใจ แบบทดสอบสติปัญญาแบบกลุ่ม

ขั้นที่ 2 ขั้นนี้จะลึก เป็นขั้นเพื่อหาความถูกต้องแม่นยำโดยการรวบรวมข้อมูลที่คัดแล้วมารวบรวมพร้อมทั้งทำการทดสอบเพิ่มเติม โดยใช้

- ข้อมูลจากขั้นต้น (Screen Data)
- การสัมภาษณ์ พ่อแม่ ครู ตัวเด็ก
- การทดสอบเฉพาะสาขา ซึ่งในประเทศไทยยังขาดแคลนแบบทดสอบประเภทนี้อยู่มาก ครูอาจใช้คะแนนหรือความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ ประกอบกับข้อมูลอื่นๆ มาประกอบการพิจารณา
- การทดสอบด้วยแบบทดสอบสติปัญญารายบุคคล
- การทดสอบด้วยแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ (ซึ่งอาจ

ไม่จำเป็นในบางสาขา)

ขั้นที่ 3 การเลือกขั้นสุดท้าย จากข้อมูลทั้งหมดในขั้นที่ 2 นำมาพิจารณาด้านความเหลือตามความเหมาะสมที่สามารถจัดโปรแกรมให้เด็กได้ตามศักยภาพของผู้ดำเนินการ ซึ่งอาจเหลือเด็กประมาณร้อยละ 1-5 ทั้งนี้ควรใช้ผู้เชี่ยวชาญร่วมตัดสิน

3. การพัฒนาหลักสูตรสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษ

3.1 ทำไมต้องมีหลักสูตรสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษ

สังคมทุกสังคมจำเป็นต้องมีผู้มีชำนาญการในด้านต่างๆ และในความเป็นจริงแล้วทุกสังคมมีเด็กที่มีศักยภาพโดดเด่นหรือเด็กที่มีความสามารถพิเศษ ซึ่งรอการพัฒนาในหลายรูปแบบ การจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาเด็กๆ เหล่านี้ โดยการกระตุ้นทางการคิด การให้บริการที่เหมาะสม การให้



ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ มีพ่อแม่และครูที่ดูแลเป็นพิเศษ โดยมี
กลไกทางการศึกษาของรัฐที่ดูแล เอาใจใส่ พัฒนา และส่งเสริมให้เขา
สามารถนำความสามารถพิเศษไปสร้างและผลิตงานหรือการบริการที่มี
คุณภาพจะเป็นประโยชน์ต่อสังคมอย่างเอนกอนันต์ หลักสูตรสำหรับ
ผู้มีความสามารถพิเศษจึงเป็นสิ่งจำเป็น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเตรียม
ผู้นำด้านต่างๆ ให้แก่สังคม และประเทศชาติ ในทางตรงข้าม หากไม่มี
หลักสูตรสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษจะมีแนวโน้มที่เด็กเหล่านี้จะกลายเป็น
เด็กที่คอยโอกาสไปในที่สุดหรืออาจเป็นเหตุให้เกิดปัญหาในทางพฤติกรรม
ที่ต้องเป็นภาระแก่สังคมได้ภายหลัง เนื่องจากหมกมุ่นในความคอยโอกาสนั้น

โดยทั่วไปแล้วยังพบอีกว่า โรงเรียนที่ใช้หลักสูตรสำหรับผู้มี
ความสามารถพิเศษ จะเกิดการ ยกย่องระดับคุณภาพทางการศึกษา มีมาตรฐาน
การศึกษาสูงขึ้นกว่าเดิม เนื่องจากเกิดการเปรียบเทียบหลักสูตรที่ยากและ
ซับซ้อนกว่าของเด็กที่มีความสามารถพิเศษ จนทำให้นำไปปรับใช้กับเด็กใน
หลักสูตรธรรมดา

จากเอกสารของสำนักนโยบายและแผนการศึกษาขั้นพื้นฐาน
และสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2536) ระบุความคิดเห็น
ของผู้บริหาร โรงเรียนและอาจารย์ผู้สอน เกี่ยวกับรูปแบบการจัดการศึกษา
สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษดังต่อไปนี้

- รูปแบบการจัดการศึกษาที่เหมาะสมสำหรับเด็กที่มีความ
สามารถพิเศษ ควรมีความหลากหลายรูปแบบ โดยคำนึงถึงระดับสติปัญญา
และความสามารถของเด็กแต่ละกลุ่มหรือแต่ละคน

- ควรคัดแยกเด็กที่มีความสามารถพิเศษเฉพาะด้านและ
จัดการเรียนการสอนเน้นในเรื่องนั้นๆ เช่น มีโรงเรียนดนตรีสำหรับเด็กที่มี
ความสามารถด้านดนตรี เป็นต้น ทั้งนี้ควรเริ่มตั้งแต่ระดับประถมศึกษาและ
มัธยมศึกษา

- ควรให้เด็กมีความคิดอิสระ

- ควรจัดเป็นสถานศึกษาเฉพาะตั้งแต่ระดับมัธยมศึกษา จัดอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชาเป็นผู้สอน แต่บางกิจกรรมอาจศึกษา ร่วมกับนักเรียนอื่นๆ

- เด็กที่มีความฉลาดมากเป็นพิเศษไม่จำเป็นต้องจัดสอนเป็นพิเศษ แต่ควรให้เด็กเหล่านี้มีเวลาเป็นตัวเองมากขึ้น จะได้เกิดความคิดสร้างสรรค์ และให้มีแหล่งที่เด็กจะค้นคว้าหาความรู้ได้อย่างเพียงพอ และสะดวก จัดให้มีห้องสมุดและตำราให้มากเพียงพอรวมทั้งอุปกรณ์การเรียนที่มีคุณภาพ

- ควรจัดให้เด็กเรียนในโครงการ 3 ปี ร่วมกับเด็กนักเรียนอื่นตามปกติ แต่จัดให้มีโครงการเสริม เน้นและเพิ่มเติมรายละเอียดที่ลึกซึ้งและกว้างขวางมากขึ้น เพื่อให้เด็กมีความชัดเจน และรู้อจริง ไม่ควรจะไปรวบรวมยื่นข้อ เนื้อหาความรู้อย่างรีบเร่ง

- ควรจัดให้นักเรียน ได้เลือกเรียนรายวิชาเลือกเสรี ตามความต้องการ และจำเป็นต้องใช้ในการวางแผนอนาคตของนักเรียน มีทักษะกระบวนการในการศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง

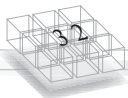
- ควรจัดเป็นชั้นเรียนเฉพาะแต่ควรให้เด็ก ในโครงการมีส่วนร่วมในกิจกรรมอื่นๆ เหมือนนักเรียนปกติทั่วไปด้วย

- ควรใช้ระบบไม่มีชั้นเรียน (Classless System) เช่น จัดเป็นศูนย์วิชาการ นักเรียน สามารถเวียนกันเข้ามาเรียนตามความสามารถของตน

- ควรเปิดหลักสูตรภาคฤดูร้อน ซึ่งมีวิชาที่ยากอยู่ในระดับสูง

- โรงเรียนควรมีแผนการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษเป็นกรณีพิเศษ

- ให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ เน้นให้เกิดกระบวนการทางความคิด และการแก้ปัญหา มีความพร้อมทางด้านวิทยาศาสตร์ อาจารย์ในโครงการต้องเป็นผู้มีความรู้และประสบการณ์สามารถเป็นผู้แนะนำ กระตุ้นให้นักเรียนมีกำลังใจในการเรียนมีงบประมาณพร้อมที่จะสนับสนุนใน



ด้านการเรียน และกิจกรรมที่นักเรียนเสนอ จัดการเรียนเป็นกลุ่มย่อย และให้นักเรียนเลือกเรียนในสาขาที่ตนเองมีความถนัดและสนใจเป็นพิเศษ

ทัตเทิล (Tuttle, 1979) กล่าวว่าหลักสูตรที่ดี โดยเฉพาะสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ ควรยึดหลักการ 4 ประการคือ

1) การศึกษา คือ การพัฒนาเด็กให้เต็มตามศักยภาพ ดังนั้นเราจึงควรสร้างหลักสูตรสำหรับเด็กทุกคน ให้เป็นหลักสูตรที่สามารถพัฒนาเด็ก ตั้งแต่ระดับปกติจนไปถึงระดับสูงสุด คือระดับของเด็กที่มีความสามารถพิเศษ โดยเปิดโอกาสให้เด็กทั่วไปพัฒนาไปตามที่เขาสามารถ แต่ต้องไม่ต่ำกว่ามาตรฐานของหลักสูตร ส่วนเด็กที่มีความสามารถพิเศษนั้นก็ให้พัฒนาต่อจนถึงระดับสูงสุดเท่าที่เขาสามารถจะไปถึงได้

2) การให้พัฒนาการต้องทำอย่างต่อเนื่อง จากชั้นเรียนหนึ่งไปยังอีกชั้นเรียนหนึ่ง โดยครูและผู้บริหารจะต้องวางแผนร่วมกัน ไปจนถึงจบการศึกษา

3) การเลือกครูต้องเป็นผู้ที่มีความสามารถและทัศนคติที่ดีในการทำงานร่วมกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ ครูในโครงการนี้ควรจะต้องสนใจในการทำงานอย่างสร้างสรรค์ ร่วมกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ เป็นคนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านดังกล่าวพอสมควร มีอารมณ์มั่นคงและมีความรู้มากพอในเรื่องการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษ

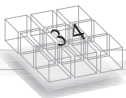
4) มีการประเมินความสำเร็จของโครงการ โดยใช้คุณภาพของงาน มิใช่ใช้คะแนนสอบที่ได้มาจากแบบทดสอบที่วัดความสามารถของเด็กในระดับพื้นๆ ดังนั้น โครงการจัดการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ มักจะต้องสร้างเครื่องมือ และกระบวนการประเมินขึ้นมาเอง เนื่องจากแบบทดสอบส่วนใหญ่ที่ใช้อยู่ทั่วไป มักจะวัดความรู้มากกว่าความสามารถในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้อย่างสร้างสรรค์และสมกับชีวิตจริงได้

เด็กที่มีความสามารถพิเศษนั้น ควรมีการส่งเสริมพัฒนาในด้านต่างๆ อย่างเสริมศักยภาพ ดังนั้นเป้าหมายของหลักสูตร จึงต้องเน้นการพัฒนาในด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

- ศักยภาพสูงสุดที่มีอยู่ในตัวเด็ก โดยเปิดโอกาสให้เด็กคน ศักยภาพของตนเอง
- ความมีอิสระ เป็นตัวของตัวเองและแบ่งเวลาได้เหมาะสม
- ความรับผิดชอบต่อตัวเอง ผู้อื่นและสังคม
- ความสุนทรีย์
- ความเป็นผู้ใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
- ความคิดและการกระทำที่สร้างสรรค์
- การคิดแก้ปัญหาโดยวิธีการของตนเอง
- ความพร้อมในการเตรียมตัวเพื่อประกอบอาชีพ และ ดำเนินชีวิตในสังคม

ศรียา นิยมธรรม (2535) ได้เสนอหลักการจัดหลักสูตรสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษหรือปัญญาเลิศ และเด็กที่มีความสามารถเฉพาะทาง ดังนี้

- 1) วิชาเกี่ยวข้อง (Subject Related) กิจกรรมในการเรียนรู้ต่างๆ ควรเกี่ยวข้องกันกับสิ่งที่ให้เด็กได้คิดและทำ เช่น เปรียบเทียบร่างกายมนุษย์กับเครื่องจักร วิธีนี้ทักษะในการคิดเปรียบเทียบจะได้รับการกระตุ้น
- 2) เน้นกระบวนการ (Process – Oriented) ทักษะด้านการคิด มิใช่จะเพียงการรู้ความจริงจากตัวอย่างของตน ควรจะเน้นกระบวนการของการเปรียบเทียบ ซึ่งจัดเป็นทักษะของการคิด
- 3) เน้นที่ผลลัพธ์ (Product – Oriented) ผู้เรียนควรมีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างจริงจัง เช่น สร้างหุ่นจำลองของส่วนต่างๆ ในร่างกายหรือมองให้สัมพันธ์กับชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องจักร เช่น ขอดตที่หัวเข่าและบานพับ



4) การนำไปใช้แบบปลายเปิด (Open – Ended Application) กิจกรรม การเรียนรู้ต่างๆ ควรจะเอื้อต่อการตอบสนองในรูปแบบต่างๆ เช่น ไม่วางเงื่อนไขว่าจะต้องเปรียบเทียบอย่างไร

5) เด็กเป็นผู้เลือก (Student Selected) กิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ ควรจัดให้แต่ละคนได้มีโอกาสเลือกตามความสนใจ ความต้องการ จำเป็น และความสามารถที่แตกต่างกัน เช่น เด็กสามารถจะทำงานให้เสร็จ โดยวิธีใดก็ได้

6) คุณภาพมิใช่ปริมาณ (Quality not Quantity) เด็กปัญญาเลิศสามารถทำงานต่างๆ ที่ได้รับมอบหมายได้แทบทั้งหมด จึงมีแนวโน้มที่ครูจะทำงานแก่เด็กมากกว่าคนอื่น แต่ต้องไม่ลืมว่าควรจะให้โอกาสเด็กได้เรียนรู้โดยตัวเองด้วย

7) เวลาสำหรับการเรียนรู้อย่างอิสระด้วยตนเอง (Time for Independent Self – Directed Learning) เด็กปัญญาเลิศมักพึงพอใจกับการทำงานตามลำพังในบางเวลา ควรมีโปรแกรม หรือกิจกรรมที่เด็กทำด้วยตนเอง ค้นคว้าหาความรู้หรือคำตอบเองด้วย

สกีเออร์ (Scheer, 1985) มีความเห็นว่า หลักสูตรสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษนั้นนอกจากจะพัฒนาความสามารถพื้นฐานทางภาษาในการอ่าน และการคิดอย่างมีวิจารณญาณแล้ว ยังจะต้องทำให้ผู้เรียนสามารถนำทักษะเหล่านี้ไปใช้ในการศึกษาวิชาการในสาขาต่างๆ โดยรวมในรูปแบบของสหวิทยาการ

จากการศึกษาของผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตร เช่น เคปแลน (Kaplan, 1979) เมกเกอร์ (Maker, 1982) ต่างให้ความเห็นสอดคล้องกันว่า หลักสูตรสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษควรแตกต่างจากหลักสูตรธรรมดา ซึ่งต้องสอดคล้องกับความสนใจและความต้องการของเด็กด้วย

3.2 แนวทางการสร้างหลักสูตรสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษ

มีผู้เสนอแนะแนวทางการสร้างหลักสูตรสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษหลายรูปแบบดังเช่น

- รูปแบบการปรับจากหลักสูตรปกติ (Model for Content Modification) ของ กัลลาเฮอร์ (Gallagher)

- รูปแบบการเรียนการสอนของกิลฟอร์ด เน้นความคิดรวบยอดจากประสบการณ์จริง การสร้างสรรค์ การให้อิสระผู้เรียน การเสนอผลงานในสถานการณ์จริง ๆ

- รูปแบบการเรียนการสอนของโคลเบอร์ก เน้นบูรณาการของหลายๆ รูปแบบ

- รูปแบบการเรียนการสอนของคราธ วัล เน้นบูรณาการของหลายๆ คน

- รูปแบบการปรับจากหลักสูตรปกติ (Model for Content Modification)

กัลลาเฮอร์ (Gallagher, 1985) เสนอรูปแบบการปรับจากหลักสูตรปกติใน 4 รูปแบบดังต่อไปนี้

(1) Content acceleration เป็นการให้งานตามความสามารถของเด็ก เพราะเด็กที่มีพรสวรรค์จะเรียนรู้ได้เร็วกว่าเด็กส่วนมาก ดังนั้นเด็กจึงต้องการการเรียนรู้ที่เร่งให้ทันกับความสามารถของพวกเขาเพื่อให้มีความรู้มากขึ้น

(2) Content enrichment เป็นการให้เด็กที่มีพรสวรรค์ได้เรียนรู้เพิ่มเติม ไปจากหลักสูตรปกติ โดยเด็กจะไม่ได้รับการเลื่อนไปเรียนชั้นสูงขึ้นหรือเรียนจบหลักสูตรเร็วขึ้นกว่าปกติ แต่จะได้เรียนในสิ่งที่ตรงกับความในใจที่หลากหลายของตนและเรียนรู้ในสิ่งนั้นๆ ลึกซึ้งยิ่งขึ้น

(3) Content sophistication เป็นการให้เนื้อหาแก่เด็กที่มี



พรสวรรค์เพื่อให้เด็กได้เห็นความคิดเห็นต่างๆ ในภาพรวม ซึ่งสัมพันธ์กับเนื้อหาพื้นฐานของหลักสูตรที่เรียน โดยเน้นการสอนสิ่งที่มีความสลับซับซ้อน มีความเป็นนามธรรมและมีโครงสร้างเป็นการส่งเสริมความสามารถในการสรุปความคิดรวบยอด

(4) Content novelty เป็นวิธีการที่ให้โอกาสแก่เด็กในการเรียนในสิ่งที่สนใจ ซึ่งเป็นสิ่งที่แปลกใหม่หลากหลายอย่างมุ่งมั่น

■ รูปแบบการเรียนการสอนของกิลฟอร์ด (อารี สันหลวี, 2540)

จุดมุ่งหมายของรูปแบบนี้ เดิมมิได้ต้องการให้นำไปเพื่อใช้ในการพัฒนาหลักสูตรและการสอน หากแต่มุ่งที่จะอธิบายถึงลักษณะเขาวนปัญญาของมนุษย์แต่ก็มีการนำรูปแบบนี้ไปใช้ในการพัฒนาหลักสูตรและการสอนสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ ซึ่งพอสรุปแนวทางจัดการเรียน การสอนตามแนวกิลฟอร์ด ได้ดังนี้

(1) จัดเนื้อหาวิชาตามความคิดรวบยอด (Basic Concepts) และแนวคิดนามธรรม (Abstract Generalization)

(2) จัดประสบการณ์การสอนอย่างมีประสิทธิภาพ

(3) ให้นักเรียนศึกษาบุคคลสำคัญที่สร้างสรรค์และกระบวนการสร้างสรรค์

(4) จัดให้ครอบคลุมเนื้อหาหลักสูตรปกติ

(5) จัดประสบการณ์ให้มีวิธีการค้นพบ

(6) ให้นักเรียนอธิบายเหตุผลและข้อมูลสนับสนุนเหตุผลทุกครั้งเมื่อมีโอกาส

(7) ให้นักเรียนได้เลือกหัวข้อเรื่องและวิธีการที่จะศึกษา

(8) จัดสถานการณ์จำลองและปฏิสัมพันธ์กับกลุ่มเพื่อพัฒนาความเป็นผู้นำและฝึกทักษะทางสังคม

(9) ดำเนินการสอนอย่างรวดเร็ว

(10) ใช้วิธีสอนหลายๆ อย่าง

(11) จัดสถานการณ์ให้นักเรียนได้พบปัญหาจริงๆ และได้เสนอผลงานต่อผู้ฟัง ผู้ชมจริงๆ

■ รูปแบบการเรียนการสอนของโคลเบอร์ก (อารี ลัณห์วี, 2540)

รูปแบบของโคลเบอร์ก มีจุดมุ่งหมายที่จะอธิบายพัฒนาการทางจริยธรรม ยกระดับของจริยธรรม และยกระดับพฤติกรรมทางการใช้เหตุผลและการคิดทางจริยธรรมในระดับที่สูงขึ้น นักศึกษาจึงได้นำรูปแบบของโคลเบอร์กมาใช้ในการสอนและพัฒนาหลักสูตรสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ ซึ่งอาจสรุปแนวทางการจัดการเรียนการสอนตามแนวโคลเบอร์กได้ดังนี้

(1) จัดสอนเนื้อหาที่เป็นนามธรรม

(2) จัดเนื้อหาที่มีแนวคิดที่ยาก ลึกซึ้งในวิชาต่างๆ

(3) จัดประสบการณ์การสอนอย่างมีประสิทธิภาพ

(4) ให้นักเรียนศึกษาบุคคลสำคัญที่สร้างสรรค์และกระบวนการ

การสร้างสรรค์

(5) ครอบคลุมเนื้อหาหลักสูตร

(6) จัดประสบการณ์ใหม่มีการค้นพบ

(7) ในทุกกรณีที่เหมาะสมให้นักเรียนอธิบายเหตุผลของ

คำตอบและข้อมูลที่เห็นเหตุผล

(8) ให้มีโอกาสเลือกหัวข้อเรื่องและวิธีการศึกษา

(9) ดำเนินการสอนอย่างรวดเร็ว

(10) จัดสถานการณ์ให้นักเรียนได้พบปัญหาจริง

(11) จัดสถานการณ์ให้ผลงานของนักเรียนได้เสนอต่อผู้ฟัง ผู้ชม

(12) จัดสถานการณ์ให้ผลงานของนักเรียนได้รับการ

ประเมินอย่างเหมาะสม และฝึก ทักษะในการประเมินตนเองให้แก่นักเรียน

(13) ส่งเสริมให้นักเรียนปรับปรุงเปลี่ยนแปลงผลงานแทนที่จะ

ให้เป็นการสรุปของ ข้อมูลธรรมดา



■ รูปแบบการเรียนการสอนของคราธว็อล (อาวี สันทวิท, 2540)

รูปแบบการจัดประเภทการเรียนรู้ของคราธว็อล (Krathwohl's taxonomy) มีจุดมุ่งหมายในการวิเคราะห์ระดับชั้นต่างๆ ของพฤติกรรม การเรียน แต่เนื่องจากมีระดับชั้นพฤติกรรมกรเรียนรู้ชัดเจน นักศึกษาจึงได้นำมาใช้ในการสอนเด็กที่มีความสามารถพิเศษ โดยมีแนวทางการจัดการเรียน การสอนดังต่อไปนี้

- (1) จัดเนื้อหาวิชาในเรื่องที่เป็นนามธรรม
- (2) จัดแนวคิดที่ลึกซึ้งในเนื้อหาวิชาต่างๆ
- (3) จัดเนื้อหาของความคิดรวบยอดและแนวคิดนามธรรม
- (4) จัดประสบการณ์สอนให้มีประสิทธิภาพ
- (5) ให้นักเรียนศึกษายุคคลสำคัญที่มีความสร้างสรรค์และ กระบวนการสร้างสรรค์
- (6) ครอบคลุมเนื้อหาที่นอกเหนือจากหลักสูตรปกติ
- (7) จัดกิจกรรมปลายคำถามที่เป็นแบบปลายเปิด
- (8) จัดประสบการณ์ให้มีการค้นพบ
- (9) ในทุกกรณีที่เหมาะสม ให้นักเรียนอธิบายเหตุผลของ คำตอบและข้อมูลของเหตุผล
- (10) ให้นักเรียนเลือกหัวข้อเรื่องและวิธีการเรียน
- (11) จัดสถานการณ์จำลองเพื่อให้นักเรียนปฏิบัติสัมพันธ์ใน กลุ่มอันจะฝึกความเป็นผู้นำและทักษะทางสังคมให้แก่ นักเรียน
- (12) ดำเนินการสอนอย่างรวดเร็ว
- (13) ใช้วิธีการสอนหลายๆ แบบ
- (14) จัดสถานการณ์ให้นักเรียนได้พบปัญหาจริงๆ
- (15) จัดสถานการณ์ให้นักเรียนเสนอผลงานต่อผู้ฟังผู้ชมจริงๆ
- (16) จัดสถานการณ์ให้ผลงานของนักเรียน ได้รับการประเมิน อย่างเหมาะสมและฝึกนักเรียนมีทักษะในการประเมินตนเอง

(17) ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาผลงานที่เป็นการเปลี่ยนแปลงสร้างรูปแบบใหม่มากกว่าจะเป็นแค่เพียงการสรุปข้อมูล

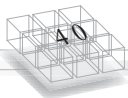
3.3 การจัดหลักสูตรสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษ

การจัดหลักสูตรสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษ เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้มีความเจริญงอกงามทั้งทางจิตใจและปัญญาตามขีดความสามารถของแต่ละบุคคล เด็กเหล่านี้สามารถรับรู้ได้อย่างรวดเร็วและรู้แบบลึกหรือไร้พรมแดน จากการศึกษาหลักสูตรเด็กอัจฉริยภาพของต่างประเทศ จะเป็นการปรับหลักสูตรให้รวบรัด ในกรณีที่เป็นหลักสูตรเด็กปกติเรียนกันอยู่และนำเวลาเพิ่มเติมความรู้นอกเหนือจากหลักสูตรปกติ จะเรียกว่า หลักสูตรลดระยะเวลาเรียน และหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ เมื่อเด็กพัฒนาไปได้ระยะหนึ่งก็จะส่งเสริมให้ศึกษาสาขาวิชาที่ตนเองถนัดหรือสนใจแขนงต่างๆ โดยพัฒนาเป็นหลักสูตรขยายประสบการณ์ หรือทำโครงการโดยมีผู้เชี่ยวชาญพิเศษเป็นผู้ให้คำแนะนำดูแล ดังนั้นการจัดหลักสูตรสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ มีดังนี้

- 1) หลักสูตรลดระยะเวลาเรียน (Acceleration Program)
- 2) หลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ (Enrichment Program)
- 3) หลักสูตรขยายประสบการณ์ (Extension Program)
- 4) การศึกษาหรือการทำงานภายใต้คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ (Mentoring) ความแตกต่างระหว่างหลักสูตร 1) - 3) ในตารางที่ 1

1) หลักสูตรลดระยะเวลาเรียน (Acceleration Program)

การจัดหลักสูตรแบบนี้ เป็นการจัดหลักสูตรให้ผู้มีความสามารถพิเศษเรียนเนื้อหาในชั้นที่สูงกว่าคนอื่น และใช้เวลาเรียนให้สั้นลงตามความสามารถของเด็กกลุ่มนี้ โดยอาจจะแยกมาสอนเป็นกลุ่มเฉพาะ (Pullout program) หรืออาจจะเรียนร่วมกับเด็กกลุ่มปกติ เนื่องจากเด็กกลุ่มนี้จะเรียนรู้



ได้เร็ว การจัดต้องมีวิธีการที่รัดกุมและถูกต้อง โดยเฉพาะเรื่องวุฒิภาวะ อารมณ์ และการปรับตัว

■ หลักการจัดการศึกษาแบบลดระยะเวลาเรียน

(1) ให้เขาเรียนเร็วกว่าวัยเด็กปกติมาก ในกรณีที่เด็ก มีความพร้อมสูงมาก ได้รับการตรวจสอบจากนักจิตวิทยาที่เชี่ยวชาญในการ ตรวจสอบความสามารถ มีความมั่นคงทางอารมณ์ สังคม และมีวุฒิภาวะ มากกว่าเพื่อนวัยเดียวกัน และไม่ใช่เป็นสิ่งที่พ่อแม่ต้องการให้เขาเรียน

(2) ขามชั้นเรียน ต้องมีการกั่นกรองตามกระบวนการที่ดี ดังที่กล่าวข้างต้น โดยพิจารณาเด็กที่ชอบทำงานที่ยากๆ และสลับซับซ้อน

(3) ให้เรียนในชั้นสูงกว่าบางวิชา วิธีนี้ได้ผลดีมากและเด็ก ไม่ถูกเพ่งเล็งมากนัก

(4) ให้ทำงานในชั้นสูงกว่า แต่เด็กยังเรียนอยู่ในชั้นเดียวกับเพื่อน

(5) ย่นหลักสูตรให้เด็กจบเร็วขึ้น โดยที่มีเนื้อหาเท่าเดิม

(6) จัดกลุ่มเด็กที่มีความสามารถเรื่องเดียวกัน แต่ต่างชั้นกัน มาเรียนด้วยกัน

■ ลักษณะเด็กที่จะพิจารณาให้ได้รับการจัดการศึกษาแบบลดระยะเวลาเรียน

(1) มีความสามารถมากกว่าเด็กวัยเดียวกันอย่างเห็นได้ชัดเจน

(2) มีความกระหายที่จะเรียนรู้ โดยไม่เครียด

(3) มีวุฒิภาวะทางอารมณ์ และสังคมเหมาะกับอายุ

(4) เด็กมีความพร้อมที่จะแยกจากเพื่อน

(5) พ่อแม่ ผู้ปกครอง และโรงเรียนที่ความเห็นตรงกันว่า ควรใช้กระบวนการจัดการศึกษาแบบนี้กับเด็ก

(6) ต้องมีความแน่ใจว่า ไม่เป็นการตอบสนองความต้องการ

ของผู้ใหญ่ที่อาจเป็นพ่อแม่ หรือครู ที่ตั้งความคาดหวังกับเด็กสูงเกินจริง

(7) ต้องมีคนดูแลและรับผิดชอบในการจัดครั้งนี้อย่างเป็นระบบต่อเนื่อง มีเกณฑ์ความสามารถทางสติปัญญาสูง IQ เกิน 130 ขึ้นไป (ในกรณีเด็กที่มีความสามารถทางการเรียน ได้รับการตรวจสอบจากนักจิตวิทยาที่เชี่ยวชาญในการตรวจสอบความสามารถของเด็ก)

■ ประโยชน์ของการจัดการศึกษาแบบลดระยะเวลาเรียน

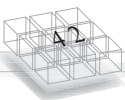
- (1) สามารถเรียนตามศักยภาพของตนเอง
- (2) เป็นการเปิดโอกาสให้เด็กได้เรียนรู้สิ่งที่ยากขึ้น ให้เหมาะสมกับความสามารถของตัวเอง
- (3) ลดทัศนคติทางลบกับการเรียนรู้ ลดความท้อแท้
- (4) ช่วยเด็กเก่งไม่ให้เบื่อหน่ายการเรียนในวิชาปกติ ที่เขาไปได้เร็วกว่าเพื่อน
- (5) เป็นการป้องกันไม่ให้เกิดการถดถอยทางศักยภาพของเด็ก หรือทำลายศักยภาพของตัวเอง

2) หลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ (Enrichment Program)

หลักสูตรนี้เป็นหลักสูตรมุ่งจะพัฒนาผู้ที่มีความสามารถพิเศษ ได้ศึกษาแบบกว้างไกล และลึกซึ้งกว่าหลักสูตรปกติ โดยจัดโปรแกรมดังนี้

- เนื้อหาจะยากกว่าหลักสูตรของเด็กปกติ ทั้งในแนวลึกและแนวกว้าง
- บูรณาการกับสาขาวิชาอื่นๆ
- ให้เด็กมีส่วนร่วมในการเลือกสิ่งที่จะเรียน
- เน้นการคิดระดับสูงๆ

อาจกระทำสอน โดยมอบหมายให้เด็กทำงานเพิ่มเติมพิเศษ จัดเรียนพิเศษนอกชั้นเรียน



■ วัตถุประสงค์ในการจัดหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์

- (1) ทำให้มีทักษะพื้นฐานและผลสัมฤทธิ์สูงขึ้น โดยไม่จำกัด
ดานอายุ
- (2) ให้แนวทางและเนื้อหานอกเหนือจากหลักสูตรปกติ
- (3) ให้เรียนรู้ได้กว้าง หลากหลายและซับซ้อน
- (4) ให้นักเรียนมีโอกาเลือกเรียนเนื้อหาและความลึกซึ้ง
ของเนื้อหาเอง
- (5) เนื้อหามีความซับซ้อน เหมาะสมกับเด็ก
- (6) ส่งเสริมทักษะการคิดสร้างสรรค์ และทักษะการแก้
ปัญหา
- (7) ส่งเสริมทักษะการคิดระดับสูง การศึกษาค้นคว้าด้วย
ตนเอง
- (8) พัฒนาความรู้ ความเข้าใจด้วยตนเอง และพัฒนา
คุณธรรม จริยธรรม
- (9) สร้างแรงจูงใจและการเรียนรู้ด้วยตนเอง รวมถึง
การพัฒนาอาชีพ

■ การจัดกิจกรรมในการเรียนแบบเพิ่มพูนประสบการณ์

อาจมีรูปแบบดังนี้ (อุษณีย์ โปธิสุข, 2544)

- ชุดการเรียนการสอนแบบรายบุคคล
- โครงการงาน
- ทัศนศึกษา

ทั้งนี้กิจกรรมดังกล่าวควรมีลักษณะ ดังต่อไปนี้

- กิจกรรมหรือแบบฝึกหัดต่างๆ จัดให้เปิดกว้างเป็นคำถามใน
ลักษณะปลายเปิดให้มากที่สุด
- ให้เด็กมีส่วนร่วมในการเลือกเนื้อหากิจกรรม หรือเสนอแนะ
รูปแบบ หรือการเรียนการสอน

- ฝึกเด็กให้ได้ศึกษาสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้ลึกและชัดเจน
- ปรับกระบวนการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับลักษณะการเรียนรู้ (Learning Styles) ของเด็กแต่ละคน
- ฝึกการทำโครงสร้างการเรียนรู้แผนที่ความรู้ของตนเอง
- จัดกิจกรรมที่จะช่วยส่งเสริมในสิ่งที่เด็กสนใจ

ช่วยพัฒนาทักษะ กระบวนการทางความคิดระดับสูง และสามารถบูรณาการหลายๆ สาขาเข้าด้วยกัน ซึ่งช่วยให้เด็กมีความสามารถตามปรากฏในหลักสูตรได้ดีขึ้น

■ การจัดหลักสูตรแบบเพิ่มพูนประสบการณ์ สามารถจัดในรูปแบบต่างๆ ดังนี้

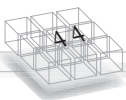
- **จัดชั้นพิเศษให้กับเด็กที่มีความสนใจ** มีความสามารถในเฉพาะวิชา การจัดห้องพิเศษที่นักเรียนมีระดับความสามารถพอๆ กัน มาเรียนร่วมกันเฉพาะวิชา (ไม่ใช่แยกห้องเด็กเก่งอ่อนและไม่แยกวิชา) ช่วยให้เด็กได้พัฒนาความสามารถได้ตามศักยภาพยิ่งขึ้นเพราะได้ทำงานที่เหมาะสมมากขึ้น และครูก็จัดกิจกรรมง่ายขึ้น ได้ทำงานที่ท้าทายทั้งครูและนักเรียน

- **จัดชั้นพิเศษบางเวลา** เช่น เด็กเก่งคณิตศาสตร์ ศิลปะ ดนตรี กีฬา ฯลฯ นอกเวลาเรียนในวันเสาร์-อาทิตย์ และปิดเทอม

- **จัดกิจกรรมพิเศษในชั้นเรียนปกติ** เป็นการจัดให้กับเด็กทุกระดับไว้ในกลุ่มเดียวกันในบางครั้ง เพื่อการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เกิดพัฒนาการทางสังคมขึ้น แต่บางครั้งก็ควรจัดเด็กมีระดับการเรียนเดียวกันไว้กลุ่มเดียวกัน เพื่อโอกาสในการใช้กิจกรรมเสริมที่ยากกว่าปกติ

3) หลักสูตรขยายประสบการณ์ (Extension Program)

หลักสูตรขยายประสบการณ์นี้เป็นหลักสูตรที่จัดเพื่อตอบสนองสนใจความถนัดเป็นรายบุคคล ซึ่งสามารถทำเป็นงานเดี่ยวหรืองานกลุ่มได้



■ วัตถุประสงค์ของหลักสูตรขยายประสบการณ์

1. เพื่อจัดโปรแกรมนอกหลักสูตรสำหรับผู้ที่มีความสามารถพิเศษทางด้านคณิตศาสตร์ ตามความสนใจและความถนัดเป็นรายบุคคล
2. เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เต็มตามศักยภาพเกินกว่าเกณฑ์ที่หลักสูตรปกติ

■ กิจกรรมในหลักสูตรขยายประสบการณ์มีได้หลายรูปแบบ ดังนี้

- การทำโครงการพิเศษ
- การเรียนในห้องศูนย์วิทย์พัฒนา
- ทำศูนย์วิชาการที่เป็นแหล่งกระตุ้นการเรียนรู้ตามความสนใจที่มีสื่อรูปแบบต่างๆ
- การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- เข้าร่วมกิจกรรมนอกหลักสูตร
- ทำการกำหนดโครงการร่วมกัน
- การเริ่มโครงการที่แปลกใหม่ร่วมกับนักเรียน
- แคมป์วิชาการ หรือแคมป์ตามความสนใจของเด็ก
- สร้างเครือข่ายกลุ่มที่มีความสนใจ หรือมีความพยายามแบบเดียวกันเข้าด้วยกัน โดยเฉพาะเด็กที่มีความสามารถพิเศษระดับสูง
- จัดระบบติดต่อกับผู้เชี่ยวชาญที่จะเป็นพี่เลี้ยงให้เกิดความกระตุ้น เกิดมีการท้าทายทางความคิด
- สร้างความรับผิดชอบ วินัยในการเรียน ให้เด็กที่มีความสามารถพิเศษ
- จัดการแข่งขันในบางครั้ง การแข่งขันทำให้เกิดการกระตุ้น เกิดมีการท้าทายทางความคิดและทำให้เกิดการปรับปรุงคุณภาพการเรียนการสอนจากการเปรียบเทียบและแข่งขัน เช่น โครงการโอลิมปิกวิชาการ การแข่งขันคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย เป็นต้น
- การฝึกทักษะการเรียนรู้ เช่น การหาข้อมูล การใช้ข้อมูล การวินิจฉัย วิเคราะห์ ใช้วิจารณ์ญาณกับข้อมูลการนำความรู้ไปสู่การปฏิบัติ เป็นต้น

ตารางที่ 1 แสดงความแตกต่างระหว่างหลักสูตรลดระยะเวลาเรียน หลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ และหลักสูตรขยายประสบการณ์

หลักสูตรลดระยะเวลาเรียน	หลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์	หลักสูตรขยายประสบการณ์
ยึดหลักสูตร เนื้อหา มาตรฐานการวัดผลเชิงเปรียบเทียบระหว่างเด็ก	ไม่ยึดหลักสูตร เนื้อหา การวัดผลให้แข่งกับตนเองพัฒนาตนเอง และงาน	ไม่ยึดหลักสูตร ยึดความถนัด ความสนใจของผู้เรียน
มีกรอบจำกัดเรื่องเวลา (ตารางสอน) สถานที่ (ห้องเรียน) เด็กทุกคนที่ใช่หลักสูตรรวมกัน ต้องทำตาม กิจกรรมส่วนใหญ่ จึงบังคับ	มีกรอบจำกัดเรื่องเวลา (ตารางสอน) สถานที่ (ห้องเรียน) เด็กทุกคนที่ใช่หลักสูตรรวมกัน ต้องทำตามกิจกรรมส่วนใหญ่ จึงบังคับ แต่มีโครงการให้เลือกตามความต้องการ	ไม่มีกรอบเรื่องเวลาหรือสถานที่ที่ต้องสอดคล้องกับเด็กอื่น ผู้เรียนสามารถเลือกทำกิจกรรมได้ตามความสนใจ
ครอบคลุมหลักสูตรใน เวลาจำกัด นักเรียนต้อง ไซการสังเคราะห์ และ วิจารณ์ญานระดับสูง	ขนาดของโครงการจะ เล็กเพราะต้องทำหลาย โครงการ	เป็นโครงการใหญ่ที่แตก เป็น โครงการย่อยที่มี ผู้รับผิดชอบ จึงเป็นการ ฝึกการวางแผน การ จัดการและการทำงานจริง เป็นทีม
เน้นระดับความรู้ ความ จำ การนำเสนอความรู้	เน้นการนำความรู้ไป ไซในอนาคต	เน้นการเอาไปไซในชีวิต จริงทันที
ฝึกการศึกษาหาความรู้ ภายใตชอบเขตที่กำหนด และการนำเสนอ	เน้นการฝึกคิดระดับสูง	เตรียมเขาสู่อาชีพ หรือ วิชาชีพในชีวิตจริง
ประเมินโดยมาตรฐาน ของ โรงเรียนเหมือน เด็กปกติ	ประเมินโดยครูเป็นส่วน ใหญ่ แต่มีไ้เด็กและ พ่อแม่ช่วยกันประเมิน	ประเมินโดยสังคม มือ อาชีพ หรือผู้เชี่ยวชาญ ในสถานการณ์จริง



■ **ลักษณะร่วมกันของหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ และหลักสูตรขยายประสบการณ์**

1. ชับซ้อนและยากกว่าหลักสูตรปกติ
2. พัฒนาการคิดในระดับสูง โดยเฉพาะในระดับการแก้ปัญหา ระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดอย่างเอื้ออาทร และระดับความคิดสร้างสรรค์
3. เน้นความหลากหลาย และทางเลือกหลายๆ ทางตามความถนัด และตามความสนใจของผู้เรียน
4. ไม่เน้นการแข่งขัน เน้นความร่วมมือ
5. เน้นการแข่งขันกับตนเอง การพัฒนาตนเอง และพัฒนาผลงานไปสู่ความเป็นเลิศ และความสมบูรณ์แบบ
6. สอนให้เป็นผู้สร้าง ไม่ใช่ผู้บริโภค

■ **การทำทายนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ เข้าร่วมหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ และขยายประสบการณ์**

การทำทายนักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ เข้าร่วมหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์และขยายประสบการณ์นั้นครูควรจัดกิจกรรมซึ่งคาดหวังให้นักเรียนได้ใช้กลวิธีต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และอย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นกิจกรรมที่จัดเตรียมสำหรับนักเรียนที่มีแนวความคิดในระดับที่สูงกว่า มีการคิดที่ก้าวหน้ากว่า กิจกรรมควรมีลักษณะ ดังนี้

- มีเป้าหมายที่ชัดเจน และมีจุดมุ่งหมายที่จะเพิ่มความสามารถของนักเรียนในการที่จะวิเคราะห์และแก้ปัญหา กระตุ้นให้เกิดความแปลกใหม่ และสนับสนุนความคิดริเริ่ม
- ทำทายนักเรียนให้พัฒนาการคิดของตน ตัวอย่างของกิจกรรม เช่น ออกแบบ, การแก้ปัญหา, การสังเกตการณ์, การเปรียบเทียบ, การแยกประเภท, การตั้งสมมติฐาน, การวิพากษ์วิจารณ์, การตีความ และการสรุปผล

■ ประโยชน์ของการเข้าร่วมหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ และขยายประสบการณ์

นักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมเพิ่มพูนประสบการณ์ และขยายประสบการณ์จะได้รับประโยชน์ในด้านต่างๆ คือ

1. การติดต่อสื่อสาร

การติดต่อสื่อสารทางความคิดการให้ข้อมูลต่างๆ นักเรียนจะคำนึงถึงผู้ชม ตัวอย่างเช่น เมื่อมีการแสดงผลเฉลยของปัญหาทางคณิตศาสตร์ และอธิบายเหตุผลของเขา นักเรียนจะนำเสนอ ข้อมูลเหล่านั้น และอธิบายในรูปแบบที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ (ขอความ, สัญกรณ์ที่เหมาะสม, กราฟ, แผนภูมิ และแผนผัง) เมื่อมีการนำเสนอผลงานของเขา ต่อชั้นเรียน นักเรียนจะพูดอย่างชัดเจน นำเสนอ การอธิบายของพวกเขา ในลักษณะที่เหมาะสมกับผู้ชม ฟังและตอบสนองอย่างเหมาะสมตามที่คนอื่นๆ พูด

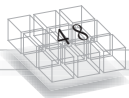
2. การทำงานร่วมกับผู้อื่น

การทำงานร่วมกับคู่หรือทำงานร่วมกับกลุ่ม ทำให้เกิดการวางแผนถึงสิ่งที่จำเป็นต้องทำ การช่วยเหลือผู้อื่นให้ยอมรับความเข้าใจเกี่ยวกับจุดประสงค์ เกิดความรับผิดชอบ การจัดระเบียบของงาน การปฏิบัติงาน และการทบทวนความก้าวหน้าของชิ้นงาน ยกตัวอย่างเช่น เมื่อทำงานร่วมกับคู่ในกลุ่มเล็กๆ เกี่ยวกับปัญหา หรือการสืบสวนทางคณิตศาสตร์ นักเรียนจะคิดค้นขอคำถามโดยส่วนรวม ตัดสินใจว่าข้อมูลหรือความรู้ทางคณิตศาสตร์ใดที่จะเก็บรวบรวม เลือก และจัดระบบทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ ตกลงถึงระดับความเที่ยงตรงที่ต้องการและวิธีการตอบ คำถามตั้งแต่เริ่มแรก พิสูจน์ หรือให้เหตุผลว่ามาถึงผลสรุปสุดท้ายได้อย่างไร

3. ปรับปรุงการเรียนรู้ และการปฏิบัติของตนเอง

4. การศึกษา หรือการทำงาน ภายใต้คำแนะนำในสำนักของ

ผู้เชี่ยวชาญ (Mentoring)



การศึกษา หรือการทำงานภายใต้คำแนะนำในสำนักของ ผู้เชี่ยวชาญจะทำในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยให้นักเรียนที่มีความสามารถ พิเศษด้านคณิตศาสตร์พบผู้ทำงานสาขาต่างๆ เกี่ยวกับการประยุกต์ทาง คณิตศาสตร์ หรือพบอาจารย์มหาวิทยาลัยที่สอนคณิตศาสตร์ นักเรียน สามารถศึกษาเรื่องที่สนใจ ทำโครงการ หรือลงทะเบียนเรียน

3.4 ใครมีสิทธิ์เข้าเรียนในหลักสูตรนี้

นักเรียนที่มีผลงานเชิงประจักษ์ว่ามีความสามารถพิเศษด้าน คณิตศาสตร์ที่ผู้ปกครอง หรือ ครูเสนอชื่อ และกรรมการบริหารหลักสูตร ผู้มีความสามารถพิเศษเห็นสมควร

เครื่องมือที่ใช้ในการเสาะหาผู้มีความสามารถพิเศษด้าน คณิตศาสตร์ ได้แก่

1.1 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ใน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

1.2 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทุกรายวิชาในระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น

1.3 แบบสำรวจด้านต่างๆ

1.4 แบบสอบถามสภาพทั่วไป

1.5 การทดสอบศักยภาพทางด้านความคิด และคณิตศาสตร์

1.5.1 ทักษะการคิดคำนวณ

1.5.2 ทักษะการแก้ปัญหา

1.5.3 สถิติปัญหาและการให้เหตุผล

1.5.4 ปฏิบัติการแก้ปัญหา

■ การสอนสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์

นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ จะมีความคิด ของตนเองอยู่เหนือเกณฑ์เฉลี่ย สามารถหาวิธีการให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง

ได้หลากหลายวิธี ดังนั้น นักเรียนเหล่านี้ควรได้รับกำลังใจให้มีความ
เพียรพยายามสำหรับการค้นหาความเข้าใจที่ลึกซึ้ง หัวข้อและกลยุทธ์ต่างๆ
ทางคณิตศาสตร์ที่จะทำให้เกิดความเชี่ยวชาญ

โดยทั่วไป นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์จะ
เรียนร่วมกับเพื่อน ได้เกือบตลอดเวลา กิจกรรมในห้องเรียนจึงควรมี
ขอบข่ายที่ให้นักเรียนเหล่านี้สามารถแสดงและพัฒนาความสามารถของเขา
โดยไม่ทำให้ตัวนักเรียนและคนอื่นๆ รู้สึกไม่สบายใจ นักเรียนที่มีความสามารถ
พิเศษเหล่านี้ควรจะได้ทำงานที่ท้าทายอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งควรจะเป็นลักษณะ
เด่นของงานประจำ จากบทเรียนหลายๆ บทเรียน (ไม่จำเป็นต้องทุกบทเรียน)
หรือจากการทำงานต่างๆ

ความสำเร็จของการพัฒนาในระยะยาวสำหรับนักเรียน
เหล่านี้ที่แสดงเค้าในระยะแรกๆ ของการมีความสามารถพิเศษทาง
คณิตศาสตร์ ครูควรจะแน่ใจว่า

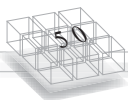
1. ครูได้สอนความรู้พื้นฐานทั่วไป ที่ทำให้นักเรียนที่มีความ
สามารถพิเศษสามารถประสบความสำเร็จในระดับของความเชี่ยวชาญ
ที่สูงกว่าเพื่อนคนอื่นๆ

2. ครูควรให้กิจกรรมที่ท้าทายนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเหล่านี้
สามารถที่จะสะท้อน ความเข้าใจ และบูรณาการส่วนที่แตกต่างกันในเรื่อง
ที่เรียนได้อย่างกลมกลืน

3. ครูมีความคาดหวังอยู่เสมอว่า นักเรียนเหล่านี้จะสามารถ
ต่อสู้กับปัญหาที่ยากกว่า ภายใต้ความต้องการของหลักสูตรปกติ

4. ครูได้สำรวจความสนใจและความรักคณิตศาสตร์ของ
นักเรียน โดยทั่วไป นักเรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ต้องการ
โอกาสที่จะ

- มีส่วนในการสนับสนุนชิ้นงาน
- สะท้อนให้เห็นในสิ่งที่ได้เรียน



ใหม่

- เชื่อมโยงระหว่างความคิดต่างๆ ทางคณิตศาสตร์
- ประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของเขา ในสภาพการณ์

- ถามคำถาม
- พัฒนาความสามารถของเขาที่จะคิดอย่างมีเหตุผล
- จับความคิดทางคณิตศาสตร์ที่เป็นนามธรรม
- สนใจคณิตศาสตร์อย่างลึกซึ้ง

ในกรณีนี้ครูต้องมีความชัดเจนและให้ความคาดหวังที่เหมาะสมต่อนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ ครูควรจะ

- ตั้งมาตรฐานที่สูงสำหรับนักเรียนเหล่านี้
- คาดหวังว่านักเรียนจะแสดงความคิดเห็นเป็นการพูด

ปากเปล่าที่ถูกต้องได้

● คาดหวังว่านักเรียนจะนำเสนองานเป็นการเขียนที่ชัดเจน และถูกต้อง

- คาดหวังว่านักเรียนจะหาผลเฉลยด้วยความรวดเร็วได้
- จัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนได้ทำงานกับหัวข้อบาง

หัวข้อในแนวลึก

- จัดหาปัญหาที่ท้าทายนักเรียน
- คาดหวังว่านักเรียนจะต่อสู้กับข้อปัญหาในแนวที่

กว้างกว่า

● จัดขอคำถามที่สามารถกระตุ้นนักเรียนให้คิดในแนวที่ลึกซึ้งขึ้นเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่กำลังทำอยู่

จากที่กล่าวมาจะเห็นว่านักเรียนที่มีความต้องการเฉพาะเช่นนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษนี้ควรจะได้รับ的帮助เหลือเพื่อที่จะชนะอุปสรรค และพัฒนาความสามารถของเขา ในกรณีนี้ครูควรมีการกระทำเฉพาะที่จะจัดเตรียมการเรียนรู้สำหรับพวกเขา ยกตัวอย่างเช่น

- การจัดเตรียมสำหรับนักเรียนที่ต้องการความช่วยเหลือในด้านของการติดต่อสื่อสาร, ภาษาการอ่านออกเขียนได้ โดยใช้ ICT และความช่วยเหลือด้านอื่นๆ

- การใช้วัสดุและการใช้ทรัพยากรซึ่งนักเรียนที่พิการสามารถใช้ได้ โดยใช้การมองเห็น, การสัมผัสและเสียง

- การจัดเตรียมสิ่งสนับสนุนอื่นเพิ่มเติม ถ้าจำเป็น เช่น สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษภาษาอังกฤษ ควรเป็นภาษาที่เรียนเพิ่มเติม

นอกจากนี้ การที่จะท้าทายนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ครูควรจัดกิจกรรมซึ่งคาดหวังว่านักเรียนจะใช้กลยุทธ์ที่กว้างขึ้น เป็นกลยุทธ์ที่มีความถูกต้องมีประสิทธิภาพ และก่อให้เกิดระดับที่สูงขึ้นของนามธรรม รวมทั้งนำไปสู่การคิดที่ก้าวหน้ายิ่งขึ้น ดังนั้นในการทำงานกับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ ครูควรมีจุดมุ่งหมายที่จะ

- พัฒนาความเข้าใจที่ลึกซึ้งกว่า

- ปลุกฝังให้เกิดความสมัครใจที่จะสะท้อนให้เห็นถึงความเชื่อมโยงระหว่างแง่มุมของคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน

- ส่งเสริมความปรารถนาที่จะเข้าใจ และศึกษาความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์อย่างเต็มรูปแบบ รวมทั้งเหตุผลว่าทำไมวิธีการเฉพาะจึงเป็นวิธีการที่ถูกต้อง

- พัฒนาทักษะการคิดในระดับที่สูงยิ่งขึ้น

■ ขั้นตอนการสอนในหลักสูตร

1. สำรวจความสนใจ ความต้องการ และพื้นฐานความรู้ของนักเรียน โดยการซักถาม การสังเกตและให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน

2. ครูผู้สอนศึกษาหลักสูตร และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังแล้ววางแผนจัดกระบวนการเรียนรู้ให้มีความต่อเนื่องและเชื่อมโยงกัน เน้น

นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ใหม่มากที่สุด มีเอกสารประกอบการเรียนการสอน ใบงาน แบบฝึกหัดเสริมทักษะ วัตถุประสงค์ เครื่องคำนวณกราฟฟิก และแจกเอกสารประมวลรายวิชา ให้นักเรียนได้เตรียมความพร้อมในการเรียน

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.1 ช้่นนำเข้าสู่บทเรียน สร้างความสนใจให้นักเรียน โดยใช้การถามตอบเพื่อทบทวนพินความรู้เดิม หรือเนื้อหาที่เรียนมาแล้ว ในคาบที่ผ่านมา หรือให้นักเรียนดูวีดิทัศน์

3.2 ช้่นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูใช้สื่อ และเทคนิควิธีสอนที่หลากหลาย ให้นักเรียนช่วยกันค้นหาความรู้ตามความเหมาะสม และความถนัดของผู้เรียน

3.3 ช้่นสรุป ให้นักเรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการจัดกิจกรรม ซึ่งครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย หรือบางครั้งให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์เรียนรู้กับเพื่อนๆ ครูผู้สอนให้ข้อสังเกต ชี้แนะให้นักเรียนสนใจหาความรู้เพิ่มเติมอีก และใช้การถามตอบ หรือแบบฝึกหัดเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน

4. สื่อและแหล่งการเรียนรู้ ครูและนักเรียนร่วมกันจัดทำจัดหา สื่อและแหล่งการเรียนรู้ ประกอบด้วย

4.1 เอกสารประกอบการเรียนการสอน ใบงานและแบบฝึกหัดเพิ่มเติม เรื่องเซต และการให้เหตุผล ระบบจำนวนจริง และทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ตรรกศาสตร์ ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน เรขาคณิตวิเคราะห์และภาคตัดกรวย

4.2 รายชื่อเว็บไซต์ทางคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจ เป็นตัวอย่างแนะนำให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม

4.3 เครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องพิมพ์ดีด

4.4 รายชื่อหนังสืออ่านประกอบ ซึ่งจัดบริการไว้ที่ห้องสมุดและห้องศูนย์วิชาคณิตศาสตร์

- 4.5 สื่อสำเร็จรูปเรื่องภาคตัดกรวย
- 4.6 เครื่องคำนวณกราฟฟิก
- 5. ทักษะที่ต้องการฝึกฝน
 - 5.1 การคิดคำนวณ
 - 5.2 การแก้ปัญหา
 - 5.3 การค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ
- 6. การประเมินผล ใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน การร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ การทำใบงาน การทำแบบฝึกหัด การทำเอกสารประกอบการเรียนการสอน การทดสอบย่อย การทดสอบกลางภาค และการทดสอบปลายภาค

■ การพัฒนาหลักสูตร

หลักสูตรสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์นี้ หลักสูตรระยะเวลาเรียน และหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์มีกระบวนการ และวิธีการสร้างดังนี้

- ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัย เกี่ยวกับการจัดการเรียน การสอน หลักสูตร วิธีการสอน วิธีจัดและประเมินผลของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์

- วิเคราะห์เนื้อหาสาระของหลักสูตรปกติ ช่วงชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4-6 จากคู่มือหลักสูตร หนังสือแบบเรียน แล้วแยกออกเป็นหน่วย การเรียนรู้ หรือ หัวข้อเรื่อง (ดูรายละเอียดโครงสร้างหลักสูตรและแผน การสอนในภาคผนวก) ดังนี้

หลักสูตรลดระยะเวลาเรียน

1. เซตและการไทเหตุผล
2. ระบบจำนวนจริงและทฤษฎีจำนวน
3. ตรรกศาสตร์



4. ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน
5. เรขาคณิตวิเคราะห์
6. ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม
7. ตรีโกณมิติและการประยุกต์
8. เมตริกซ์และดีเทอร์มิแนนต์
9. เวกเตอร์
10. จำนวนเชิงซ้อน
11. ลำดับและอนุกรม
12. แคลคูลัส
13. กำหนดการเชิงเส้น
14. ทฤษฎีเบื้องต้นของความน่าจะเป็น
15. สถิติและการวิเคราะห์ข้อมูล
16. ทฤษฎีกราฟ

หลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ ประกอบด้วยหัวข้อเรื่อง ดังนี้

1. ทักษะการคิดคำนวณตามแนวเทคนิค
2. การประยุกต์ของทฤษฎีจำนวน
3. การประยุกต์ของทฤษฎีกราฟ
4. ระเบียบวิธีพิสูจน์เชิงนิรนัย-อุปนัย
5. การสร้างสรรค์และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
6. การศึกษาลำดับของจำนวนที่มีชื่อเสียง
7. เรขาคณิตสาขาที่สรุป
8. ธรรมชาติและการบูรณาการเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์
9. ICT ทางคณิตศาสตร์
10. ปริศนา เกมทายสติปัญญากระบวนการคิด
11. ประวัติเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ และประวัตินักคณิต-

- ศึกษาจุดประสงค์ของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542

- ศึกษาและประมวลความต้องการของประเทศทางด้านคณิตศาสตร์

- ศึกษาทฤษฎีปัญหาที่มีความเชื่อว่ามนุษย์เกิดมาด้วยความสามารถที่หลากหลายและหากได้รับการพัฒนา ก็จะสามารถได้หลายอย่าง เช่น เป็นหมอแต่ก็สามารถวาดรูป แต่งเพลงได้ ไพเราะ หรือเขียนหนังสือสารคดี หรือบรรยายทางวิชาการได้อย่างน่าสนใจ

3.5 ทักษะที่ต้องการสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์

โดยการใช้ทักษะการคิด นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์สามารถที่จะปรับ “การรู้ว่าทำอะไร” ได้ดีเท่ากับ “การรู้ว่า เป็นอะไร” (เรียนรู้วิธีที่จะเรียน) คณิตศาสตร์ไม่เพียงแต่เป็นศาสตร์ที่รวบรวมทักษะต่างๆ แต่ยังสอนผู้เรียนให้คิดหาเหตุผล แก้ปัญหาและคิดอย่างสร้างสรรค์ในหลายๆ ด้าน

ทักษะทางการคิดต่อไปนี้เป็นทักษะที่ต้องการให้เกิดการพัฒนาขึ้น

- **ทักษะการสืบสวน สอบสวน** เป็นความสามารถที่จะถามคำถามที่ตรงประเด็น การสร้างปัญหา การสร้างคำจำกัดความทางคณิตศาสตร์ หรือการสืบสวน สอบสวน รวมทั้งการวางแผนวิธีการที่จะแก้ปัญหา นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์จะเลือกและจัดระบบได้ว่าจะทำอะไร

- **ทักษะการให้เหตุผล** เป็นความสามารถที่จะนึกแบบรูป หรือหลักการทั่วไป รวมทั้งให้เหตุผลสำหรับผลลัพธ์ และการสรุปผล นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ ควรจะสามารถวิเคราะห์ผลลัพธ์ของพวกเขา ค้นหาสาเหตุและผลกระทบ ค้นหาแบบรูปและความสัมพันธ์ได้

- **ทักษะกระบวนการด้านข่าวสาร** เป็นความสามารถที่จะจัดตั้ง และ รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องที่พิจารณาจากแหล่งที่เหมาะสมหลายๆ

แหล่งที่สามารถที่จะแยกชนิดจัดหมวดหมู่เรียงลำดับของข่าวสาร นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ควรจะสามารถตัดสินใจได้ว่าวิธีการวิเคราะห์อย่างไรที่เป็นสิ่งที่ต้องการ การใช้ ICT ช่วยเป็นการเหมาะสม

● **ทักษะการคิดสร้างสรรค์** เป็นความสามารถที่จะประยุกต์ทักษะทางคณิตศาสตร์ไปสู่สภาพการณ์ที่ใหม่และคุ้นเคย สามารถที่จะขยายความคิด และแก้ปัญหาโดยการพิจารณาวิธีใหม่และยืดหยุ่น นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์จะใช้จินตนาการของพวกเขาที่จะถามคำถามเช่น “จะเกิดอะไร ถ้า...” และ “ทำไม...” สามารถที่จะคาดคะเนและตั้งสมมติฐาน สามารถที่จะสำรวจ ซึ่ และใช้แบบที่สมมาตรกับบริบททางคณิตศาสตร์ สามารถที่จะเลือกและรวมขอความจริงที่รู้แล้ว และกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาในทางที่สร้างสรรค์

● **ทักษะการประเมิน** เป็นความสามารถที่จะประเมินข่าวสาร และตัดสินใจคุณค่าของงาน คุณค่าของความคิดของพวกเขาและคนอื่น ๆ นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ จะสามารถทบทวนความก้าวหน้าในขณะที่พวกเขาทำงานด้านคณิตศาสตร์ สามารถที่จะตรวจสอบวิธีดำเนินการ ตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมของผลเฉลย และการสรุปผลของพวกเขา เมื่อแก้ปัญหาด้านคณิตศาสตร์จากการวิพากษ์วิจารณ์ และการพิสูจน์ แล้วจึงตัดสินใจวิธีการ และเลือกการนำเสนอคณิตศาสตร์ของพวกเขา

4. การประเมินผลผู้มีความสามารถพิเศษ

.....

เนื่องจากการวัดและประเมินผล เป็นส่วนสำคัญของกระบวนการเรื่องการสอบ ผลจากการวัดและประเมิน เป็นดังนี้ คำหนึ่งที่ชี้ให้เห็นว่า ผู้เรียนผู้สอน และหลักสูตรจะประสบความสำเร็จมากน้อยเพียงใด การวัดและประเมินผลผู้มีความสามารถพิเศษคงต้องสอดคล้องกับหลักสูตรที่จัดให้แก่

เด็กกลุ่มนี้ หลักสูตรลดระยะเวลาเรียน ควรวัดผลและประเมินผลโดยมาตรฐานเดียวกับของโรงเรียนเหมือนเด็กกลุ่มปกติ หลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ ควรวัดผลและประเมินผลโดยครูผู้สอน รวมทั้งการประเมินผลด้วยตนเอง เพื่อน หรือพ่อแม่มาประกอบการประเมิน ส่วนหลักสูตรขยายประสบการณ์อาจวัดและประเมินผลโดยครู หรือผู้เชี่ยวชาญในสภาพจริง

4.1 หลักการที่ใช้ในการวัดผล

การจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรลดระยะเวลาเรียน ภาคเรียนที่ 1 และหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ได้ดำเนินการควบคู่กัน โดยคณะครูผู้สอนดำเนินการเรียนการสอนตามหลักสูตรลดระยะเวลาเรียนเป็นเวลา 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 5 ชั่วโมง ซึ่งทดสอบผู้เรียนก่อนใช้แผนการจัดการเรียนรู้แต่ละเรื่องด้วยแบบทดสอบก่อนเรียน แล้วทำการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (C.V.) ของคะแนนสอบแต่ละเรื่อง และใช้แบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ผลหลังเรียน วัดและประเมินผลความสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนคณิตศาสตร์ แล้วทำการวิเคราะห์จากเกณฑ์ปกติ โดยมีเกณฑ์การตัดสินประเมิน ดังนี้

ช่วงคะแนนร้อยละ	ความหมาย
80-100	ผลการเรียนดีมาก
75-79	ผลการเรียนเกือบดีมาก
70-74	ผลการเรียนดี
65-69	ผลการเรียนเกือบดี
60-64	ผลการเรียนปานกลาง
55-59	ผลการเรียนผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำระดับดี
50-5	ผลการเรียนผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด
40-49	ผลการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ

โดยทั่วไปการวัดและประเมินผลการเรียนการสอนจะมี 3 ขั้นตอน คือ

1) การวัดและประเมินผลก่อนเรียน เป็นการตรวจสอบความรู้พื้นฐานทักษะเบื้องต้นก่อนทำการเรียนการสอน เพื่อจะได้ทราบจุดเด่นจุดด้อยของแต่ละคน

2) การวัดและประเมินผลระหว่างเรียน หลังจากการเรียนการสอนเป็นการวัดผลเป็นระยะๆ เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน

3) การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ มีจุดหมายเพื่อตรวจสอบว่าหลังการเรียนจบหลักสูตรแล้วมีการเปลี่ยนแปลงมากน้อยเพียงใด

การวัดและประเมินผลแบบข้างต้นนี้เป็นไปตามเกณฑ์ปกติแต่สำหรับการวัดและประเมินผลผู้มีความสามารถพิเศษในกรณีหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ควรใช้เทคนิคการประเมินที่หลากหลาย ไม่ยึดติดกับแบบทดสอบเพียงอย่างเดียว ควรมีวิธีการ เช่น สังเกต สัมภาษณ์ จัดนิทรรศการ การนำเสนอผลงาน ขบวนการแสดงหาข้อเท็จจริงเพิ่มสะสมผลงาน รวมทั้งกระบวนการคิดของนักเรียน มาประกอบการวัดและประเมินผล เพื่อได้ข้อมูลจากเด็ก ทั้งความรู้ ความรู้สึกนึกคิด และกระบวนการทำงานของนักเรียน ได้มีการพัฒนาการเกิดขึ้นมากน้อย หรือทิศทางใดบ้าง

4.2 องค์ความรู้เกี่ยวกับเรื่องเจตคติ

● ความหมายของเจตคติ

เจตคติ (Attitude) มาจากภาษาละตินว่า Aptus แปลว่าเหมาะสม หรือเหมาะสม (Fitness) หรือการปรุ่่งแต่ง (Adaptedness) ปัจจุบันมีผู้ให้ความหมายของคำว่าเจตคติไว้หลายท่าน ดังนี้

ออลพอร์ต (Allport. 1935 : 418) ได้ให้ความหมายของเจตคติว่า เป็นสภาวะความพร้อมทางด้านจิตใจอันเกิดขึ้นจากประสบการณ์ สภาวะความพร้อมนี้จะเป็่่นแรงกำหนดทิศทางปฏิกิริยาที่มีต่อบุคคลหรือสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งการสร้างเจตคติให้แก่เด็กนั้นการเรียนมีส่วนช่วยได้มากเพราะ

เจตคติของเด็กได้มาจากประสบการณ์ต่างๆ และเมื่อสภาวะการณ์ต่างๆ ได้รับความสำเร็จ เจตคติจะค่อยๆ ก่อตัวขึ้น

นิวคอมบ์ (Newcomb. 1954 : 128) กล่าวว่า เจตคติเป็นความรู้สึกเอนเอียงของจิตใจที่มีต่อประสบการณ์ที่คนเราได้รับ เจตคติจะแสดงออกได้ทางพฤติกรรม ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะใหญ่ๆ คือ การแสดงออกในลักษณะพึงพอใจ เห็นด้วย ชอบ เรียกลักษณะเช่นนี้ว่า เจตคติเชิงนิมาน (Positive Attitude) อีกลักษณะหนึ่งเป็นการแสดงออกที่ไม่พึงพอใจ ไม่ชอบ ไม่เห็นด้วย เบื่อหน่าย ชิงชัง เรียกลักษณะเช่นนี้ว่า เจตคติเชิงนิเสธ (Negative Attitude)

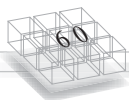
เดโซ สวานานนท์ (2521 : 26) เชื่อว่า เจตคติเป็นคุณลักษณะเฉพาะตัวของบุคลิกภาพที่สร้างขึ้นได้ เปลี่ยนแปลงได้ และเป็นแรงจูงใจที่กำหนดทิศทางพฤติกรรมของบุคคลที่มีต่อสิ่งแวดล้อมต่างๆ กัน ดังนั้นเจตคติจึงเป็นองค์ประกอบสำคัญยิ่งที่จะทำให้บุคคลประสบความสำเร็จในหน้าที่การงานของตน หรืออาจล้มเหลว

ดวงเดือน พันธุมนาวิน และบุญยิ่ง เจริญยิ่ง (2518 : 3) กล่าวว่า เจตคติเป็นความรู้สึกที่แสดงออกอย่างมั่นคงต่อบุคคลหรือสถานการณ์ซึ่งอาจเป็นไปในทางที่ขัดแย้ง หรือเป็นกลางก็ได้

เชิดศักดิ์ โฆवासินธุ์ (2520 : 37) ให้นิยามเช่นเดียวกับ ดวงเดือน พันธุมนาวิน และเพิ่มเติมว่าเจตคติจะเป็นไปในทิศทางใดขึ้นอยู่กับกระบวนการอบรมให้การเรียนรู้ ระเบียบวิธีทางสังคม (Socialization) เจตคติจะแสดงออกหรือปรากฏให้เห็นเด่นชัดในกรณีสิ่งเรานั้นเป็นสิ่งเร้าทางสังคม

ประภาเพ็ญ สุวรรณ (2520 : 1) ให้ความหมายของเจตคติเป็นความเชื่อความรู้สึกของบุคคลต่อสิ่งต่างๆ เช่น บุคคล สิ่งของ การกระทำ สถานการณ์ และอื่นๆ รวมทั้งท่าทีที่บ่งให้เห็นถึงสภาพจิตใจที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

ดังนั้น คำว่า เจตคติ (Attitude) จึงหมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่างๆ อันเป็นผลเนื่องมาจากการเรียนรู้ ประสบการณ์ของบุคคล และ



เป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรมไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง อาจเป็นไปได้ ในทางสนับสนุน คัดค้าน หรือเป็นกลางก็ได้

● องค์ประกอบของเจตคติ

องค์ประกอบของเจตคติ มีองค์ประกอบอยู่ 3 ประการ คือ

1. องค์ประกอบด้านพุทธิปัญญาหรือการรู้การเข้าใจ (Cognitive Component) ได้แก่ ความคิด (Idea) ความเชื่อ (Belief) ของบุคคลที่มีต่อที่หมายของเจตคติ

2. องค์ประกอบด้านท่าที ความรู้สึก หรืออารมณ์ (Affective Component) ได้แก่ความรู้สึกและอารมณ์ต่างๆ ที่เป็นตัวเรา หรือเกิดขึ้นร่วมกับองค์ประกอบด้านความรู้ ความเข้าใจ ในขณะที่คิดถึง ที่หมายหนึ่งๆ ความรู้สึกหรืออารมณ์นี้มีทั้งด้านบวก (Positive) และด้านลบ (Negative)

3. องค์ประกอบด้านพฤติกรรมหรือการปฏิบัติ (Behavioral Component) ได้แก่ ความพร้อมที่จะกระทำ เป็นผลเนื่องมาจากองค์ประกอบด้านความรู้และความรู้สึก ซึ่งจะแสดงออกมาในรูปของการยอมรับหรือการปฏิเสธ การปฏิบัติหรือไม่ปฏิบัติ

องค์ประกอบของเจตคติทั้ง 3 อย่างนี้ ต่างมีผลซึ่งกันและกัน และในสภาพต่างๆ ไปองค์ประกอบทั้ง 3 อย่างนี้ จะมีความสัมพันธ์กันมาก จนแทบจะแยกออกจากกัน โดยเด็ดขาดมิได้

● การเกิดเจตคติ

เจตคติไม่ใช่สิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ แต่เป็นสิ่งที่เกิดขึ้น ภายหลังการเจริญเติบโตของมนุษย์ เป็นเรื่องของการเรียนรู้ ซึ่ง ลัดดา กิติวิภาค (2526 : 15-18) กล่าวถึงการเกิดเจตคติดังนี้

1. เกิดจากการเรียนรู้ ได้แก่ การอบรมจากครอบครัว หรือ การเลียนแบบอย่าง ซึ่งเป็นการถ่ายทอดเจตคติจากบุคคลที่มีความสัมพันธ์ เกี่ยวข้องทั้งโดยตรง และโดยอ้อม

2. เกิดจากประสบการณ์ที่สั่งสมกันมาของบุคคล ซึ่งได้ประสบพบมาด้วยตนเอง อาจจะในด้านดีหรือด้านไม่ดี สิ่งที่ได้ประสบพบนี้จะมีผลต่อเจตคติของบุคคลดังกล่าวในเวลาต่อมา เช่น ได้รับประสบการณ์ว่าคนนิโกรเป็นคนรับใช้เขา อาจจะมีเจตคติที่ไม่ดีต่อคนนิโกร หรือไม่ยอมรับว่าคนนิโกรมีฐานะทางสังคมเท่าเทียมเขา ดังนี้ เป็นต้น

3. เกิดจากประสบการณ์ที่เป็นผลให้เราจดจำไปนาน เป็นประสบการณ์ที่อาจเกิดขึ้นทันทีทันใด หรือเกิดขึ้นอย่างไม่น่าเชื่อว่าจะเป็นไปได้ เช่น อยู่ดีๆ เกิดถูกวัยรุ่นรุมทำร้ายเอา ทำให้เรามีเจตคติไม่ดีต่อเด็กวัยรุ่น ในลักษณะนี้เป็นการจำที่ฝังใจไปนาน

4. เกิดจากบุคลิกภาพ เป็นบุคลิกภาพส่วนตัวของบุคคลนั้นที่เป็นลักษณะพิเศษ เช่น เป็นคนชอบเก็บตัว หรือบางคนเอาความคิดของตนเป็นใหญ่ เป็นต้น บุคลิกภาพเหล่านี้จะมีผลต่อเจตคติของเขาด้วย

5. เกิดจากสื่อมวลชนต่างๆ การเสนอข่าวหรือข้อมูลต่างๆ ของสื่อมวลชน เช่น หนังสือพิมพ์ให้ข่าวเกี่ยวกับโทษของฝงซุส เป็นต้น

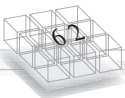
สรุปได้ว่า การเกิดเจตคติ มีหลายปัจจัย ซึ่งประสมประสานปัจจัยทั้งหลายอยู่ในตัวบุคคลจนบางครั้งไม่สามารถแยกได้ว่า เพราะเหตุใดบุคคลนั้นจึงมีเจตคติเช่นนั้น

● การเปลี่ยนแปลงเจตคติ

กระบวนการที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเจตคติ มี 3 ประการ คือ

1. การยินยอม (Compliance) เป็นการเปลี่ยนเจตคติที่เกิดจากการที่บุคคลยอมรับอิทธิพลของผู้อื่นที่มีต่อตัวเขา ซึ่งอาจจะไม่เชื่อหรือเห็นด้วยในสิ่งที่เขายอมรับ แต่เป็นผลจากการที่บุคคลต้องปรับตัวให้เข้ากับสภาพในสังคม การเปลี่ยนเจตคติในลักษณะนี้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความรุนแรงของผลที่เขาคาดว่าจะได้รับ

2. การลอกเลียนแบบ (Identification) เป็นการเปลี่ยนเจตคติที่เกิดจากการที่บุคคลนั้นยอมรับอิทธิพลของผู้อื่น เพราะต้องการสร้าง



พฤติกรรมของเขาให้เหมือนกลุ่มอื่นๆ ในสังคม การเปลี่ยนเจตคติในลักษณะนี้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความรุนแรงของสิ่งเร้าให้เกิดการเปลี่ยนแปลงนั้น

3. การเปลี่ยน ที่เกิดจากความต้องการที่อยากจะเปลี่ยนแปลงจากการที่บุคคลยอมรับอิทธิพลหรือพฤติกรรมต่างๆ เพราะสิ่งต่างๆ เหล่านั้นเหมาะสมกับระบบค่านิยม และความเชื่อที่มีอยู่ในตัวเขา

การเปลี่ยนแปลงเจตคติ คือ การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทั้ง 3 ด้านของเจตคติ ได้แก่ การเปลี่ยนความคิด (Cognition) เปลี่ยนความรู้สึก (Affective) และเปลี่ยนพฤติกรรม (Behavior)

ขั้นตอนของการเปลี่ยนเจตคติ 5 ขั้นตอน คือ

1. การใส่ใจ (Attention)
2. ความเข้าใจ (Comprehension)
3. การมีสิ่งใหม่เกิดขึ้น (Yielding)
4. การเก็บเอาไว้ (Retention)
5. การกระทำ (Action)

● การวัดเจตคติ

เทอร์สโตน (Thurstone. 1976 : 77) ได้ให้ความเห็นว่า จะวัดเจตคติโดยตรงไม่ได้ ควรวัดออกมาในรูปของข้อเขียนหรือคำพูด ซึ่งอาจวัดได้ไม่แน่นอน จึงมีผู้ให้คำแนะนำว่าควรวัดเจตคติจากพฤติกรรมที่แสดงออกจริงๆ แต่ก็มีผู้คัดค้านว่าอาจคลาดเคลื่อนได้ เพราะพฤติกรรมของคนเราอาจบิดเบือนจากเจตคติที่มีอยู่จริง ดังนั้นเทอร์สโตน จึงให้ความเห็นว่าทั้งข้อเขียนและคำพูดที่แสดงออกจริงๆ เป็นเพียงเครื่องชี้เท่านั้น ย่อมจะมีความคลาดเคลื่อนตามหลักการวัดเป็นธรรมดา จึงได้ใช้วิธีวัดเจตคติจากการตอบว่า “เห็นด้วย หรือ ไม่เห็นด้วย” กับข้อความที่ใช้วัดเจตคติ

จากอนุสารเพื่อการวิจัยเรื่องหลักและการวัดเจตคติของ ไพบุลย์ อินทวิชา (2517 : 3) วิธีการวัดเจตคติของลิเคอร์ท (Likert) แบบวัดเจตคติของลิเคอร์ทอาศัยแนวคิดในแง่เทคนิคการทดสอบ และวัดผลทางด้าน

สติปัญญาในทำนองที่ว่า “สติปัญญาทั้งหลายมีแนวการแจกแจงในลักษณะ โคงปกติ” ติเคอร์ทจึงยึดหลักว่าเจตคติทั้งหลายมีการแจกแจงในลักษณะ โคงปกติเช่นกัน และใช้ “หน่วยเบี่ยงเบนมาตรฐาน” (Standard Deviation Units) เป็นเกณฑ์ในการวัดขนาดทิศทาง และความเข้มของเจตคติที่ต้องการวัด

หลักในการสร้างแบบการวัดเจตคติของติเคอร์ท โดยสรุปดังนี้

1. สร้างข้อความ หรือข้อคำถามเกี่ยวกับความรู้สึกรู้สึกนึกคิดในเรื่องที่ต้องการศึกษา โดยให้มีข้อความทั้ง 2 ประเภท คือ ข้อความแสดงเจตคติที่ดีและข้อความแสดงเจตคติที่ไม่ดี และควรสร้างให้มีจำนวนเท่าๆ กันทั้งสองประเภท

2. เอาข้อคำถามแต่ละประเภทไปให้กลุ่มตัวอย่างประชากรที่ได้พิจารณาแล้วว่าเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อคำตอบโดยประมาณว่าเขาเหล่านั้นมีความรู้สึกนึกคิดต่อข้อความนั้นๆ ในแง่มุมใด 5 ลักษณะคำตอบ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

3. การกำหนดน้ำหนักของค่าน้ำหนักคำตอบ

- ข้อความประเภทมีเจตคติที่ดี ให้น้ำหนักสูงสุดอยู่ที่คำตอบ “เห็นด้วยอย่างยิ่ง” และ ต่ำสุดอยู่ที่ “ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง”

- ข้อความประเภทมีเจตคติที่ไม่ดี ให้น้ำหนักสูงสุดอยู่ที่คำตอบ “ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง” และต่ำสุด อยู่ที่ “เห็นด้วยอย่างยิ่ง”

4. หากคุณภาพเครื่องมือ (สมบูรณ ชิตพงศ : 2523)

4.1 ดานความเที่ยงตรง ให้ผู้ทรงคุณวุฒิเป็นผู้ตรวจสอบ

4.2 ดานความเชื่อมั่น หากความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม

ทั้งฉบับ จากการที่นำไปทดลองใช้ (Try out) โดยวิธี Alpha Coefficient

● การวิเคราะห์เจตคติ

เกณฑ์สำหรับการวิเคราะห์เจตคติแต่ละรายข้อ แต่ละด้าน



และทุกด้าน โดยตั้งเกณฑ์สำหรับการวิเคราะห์ซึ่งคัดแปลงจากเกณฑ์การประเมินค่าความคิดเห็นของ Best (1970 : 174-178)

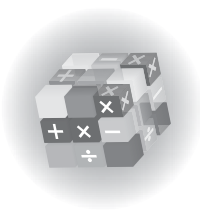
- 4.50 - 5.00 อยู่ในระดับสูงมาก
- 3.50 - 4.49 อยู่ในระดับสูง
- 2.50 - 3.49 อยู่ในระดับปานกลาง
- 1.50 - 2.49 อยู่ในระดับต่ำ
- 1.00 - 1.49 อยู่ในระดับต่ำมาก

จากเอกสาร และงานวิจัยต่างๆ ที่กล่าวมาแล้ว และจากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 24 (1) กล่าวว่า การจัดการกระบวนการเรียนรู้ ให้สถานศึกษาและหน่วยงานจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล จึงควรพัฒนาหลักสูตร สื่อ แหล่งการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ การจัดการกระบวนการทักษะการเรียนการสอน ตลอดจนการวัดและประเมินผล โดยมุ่งเน้นนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษให้ได้รับการพัฒนาทั้งด้านความรู้ความสามารถ (Knowledge) ด้านทักษะกระบวนการ (Process) ด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude) ดังนั้นสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ และโดยความอนุเคราะห์จาก รองศาสตราจารย์ศักดา บุญโต เป็นผู้ดำเนินการโครงการวิจัยนำร่อง เรื่อง การพัฒนารูปแบบและหลักสูตรการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายขึ้น ซึ่งเป็นงานวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยได้รับความร่วมมือจาก โรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายขนาดใหญ่ 9 โรงเรียน การวิจัยดังกล่าว เป็นการทดลองจัดการศึกษารูปแบบห้องเรียนสอนเสริม โดยใช้หลักสูตรลด ระยะเวลาเรียน (Acceleration Program) หลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ (Enrichment Program) ที่มีลักษณะเร่งเรียนกับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้าน

คณิตศาสตร์ ซึ่งรูปแบบและหลักสูตรการศึกษาดังกล่าวเป็นส่วนที่บูรณาการเข้ากับหลักสูตรปกติของโรงเรียน

5. บริบทของการนำหลักสูตรไปใช้

การสอนเด็กที่มีความสามารถพิเศษนั้น จะต้องจัดอย่างรอบคอบรัดกุม และจะต้องพัฒนาเด็กโดยองค์รวม ทั้งทางด้านวิชาการ อารมณ์ จิตพิสัย และจริยธรรมควบคู่ไปพร้อมกัน จึงต้องอาศัยบุคลากรที่มีวุฒิภาวะ มีความรู้ ความเข้าใจ และทัศนคติที่ดีต่อการพัฒนาเด็กที่มีความสามารถพิเศษ อีกทั้งโรงเรียนจะต้องมีความพร้อมในหลายๆ ด้าน โดยเฉพาะความสามารถในการดึงผู้ปกครองให้เขามามีส่วนร่วมในการพัฒนาลูก โรงเรียนจึงควรสำรวจความพร้อมก่อนตัดสินใจว่าจะเข้าร่วมโครงการหรือไม่ (ดูรายละเอียดแบบประเมินความพร้อมของโรงเรียนในภาคผนวก ข)



วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนารูปแบบ และหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ ในเขตกรุงเทพมหานคร และภูมิภาค ปีการศึกษา 2546

มีรายละเอียดในการดำเนินการดังนี้

1. ประชุมวางแผน
2. กลุ่มตัวอย่างและรูปแบบของการศึกษาวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย
4. วิธีดำเนินการศึกษาวิจัย
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

รายละเอียดแต่ละขั้นตอนมีดังต่อไปนี้

1. ประชุมวางแผน

การประชุมวางแผนสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติได้ แจกหนังสือไปยังโรงเรียนมัธยมศึกษาที่เปิดสอนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเข้าร่วมโครงการพัฒนารูปแบบ และหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ โรงเรียนในกรุงเทพมหานคร เช่น โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัยและอาจารย์ในหมวดวิชาคณิตศาสตร์เห็นความสำคัญของโครงการนี้ จึงได้ส่งหนังสือเข้าร่วมโครงการและส่งอาจารย์เข้าร่วมประชุม

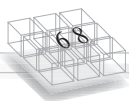
ครั้งที่ 1 โรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการ ได้ส่งตัวแทนโรงเรียนซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องจำนวน 3-4 คนเข้าร่วมประชุมปฏิบัติการเกี่ยวกับการเสาะหาและการวัดแววผู้มีความสามารถพิเศษ การจัดหลักสูตรลดระยะเวลาเรียนและเพิ่มพูนประสบการณ์ และการประเมินโครงการระหว่างวันที่ 25 กุมภาพันธ์ – 1 มีนาคม 2546 ณ ห้องจรัสเมือง โรงแรมเดอะทวิน ทาวเวอร์ กรุงเทพมหานคร จัดประชุมโดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ

การประชุมครั้งนี้มีโรงเรียนเข้าร่วมประชุมทั้งหมด 9 โรงเรียน ดังนี้

1. โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร
2. โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา กรุงเทพมหานคร
3. โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) กรุงเทพมหานคร
4. โรงเรียนสตรีวิทยา กรุงเทพมหานคร
5. โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร
6. โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ บดินทรเดชา กรุงเทพมหานคร
7. โรงเรียนสตรีวัดมหาพฤฒารามในพระบรมราชินูปถัมภ์ กรุงเทพมหานคร
8. โรงเรียนสามัคคีวิทยาคม เชียงราย
9. โรงเรียนเบญจมเทพอุทิศจังหวัดเพชรบุรี เพชรบุรี

โดยโรงเรียนเหล่านี้ได้ร่วมกันจัดหลักสูตรลดระยะเวลาเรียน (Acceleration Program) จากเนื้อหาปกติใช้เวลาเรียน 6 ภาคเรียนให้เหลือเพียง 4 ภาคเรียน ดังรายละเอียดในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงหน่วยการเรียนรู้และจำนวนคาบสอนสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของหลักสูตรลดระยะเวลาเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

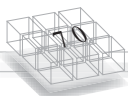


หน่วยการเรียนรู้	จำนวนคาบ
ภาคเรียนที่ 1	80
1. เซตและการให้เหตุผล	10
2. ระบบจำนวนจริงและทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น	20
3. ตรรกศาสตร์	10
4. ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน	20
5. เรขาคณิตเบื้องต้นและภาคตัดกรวย	20
ภาคเรียนที่ 2	80
1. ฟังก์ชันเอกซโพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม	25
2. ฟังก์ชันตรีโกณมิติ และการประยุกต์	25
3. เมทริกซ์ และดีเทอร์มิแนนต์	15
4. เวกเตอร์	15
ภาคเรียนที่ 3	80
1. จำนวนเชิงซ้อน	15
2. ลำดับและอนุกรม	25
3. แคลคูลัส	35
4. กำหนดการเชิงเส้น	5
ภาคเรียนที่ 4	80
1. ทฤษฎีเบื้องต้นของความน่าจะเป็น	35
2. สถิติ และการวิเคราะห์ข้อมูล	35
3. ทฤษฎีกราฟ	10

ในการวิจัยครั้งนี้ทำการทดลอง 1 ภาคเรียน ซึ่งแผนการจัดการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลักสูตรระยะเวลาเรียน ภาคเรียนที่ 1 จำนวน 5 หน่วยการเรียนรู้ จากเนื้อหา 5 เรื่อง รวมจำนวนคาบที่จัดการเรียนการสอน 80 คาบ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 กำหนดการเรียนรู้สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาผู้มีความสามารถพิเศษ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ลำดับ	สาระการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	จำนวนคาบ
1-2	1. เซต 1.1 เซต 1.2 การดำเนินการของเซต 1.3 แผนภาพของเวนน้ออยเลอร์ และการแก้ปัญหา 1.4 การให้เหตุผลแบบอุปนัย และนิรนัย	1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเซต สามารถหายูเนียน อินเตอร์เซกชัน คอมพลิเมนต์ และผลต่าง 2. นำความรู้เกี่ยวกับเซตไปแก้ ปัญหาโจทย์ได้ 3. เขาใจ และใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัยและ นิรนัย	8 2
3-6	2. ระบบจำนวนจริงและ ทฤษฎีจำนวน 2.1 จำนวน 2.2 สมบัติของจำนวนจริง 2.3 การแกสมการพหุนาม ตัวแปรเดียว 2.4 สมบัติการไม่เท่ากันช่วง และการแกสมการ 2.5 ค่าสัมบูรณ์การแกสมการและอสมการ ในรูปค่าสัมบูรณ์ 2.6 สมบัติความบริบูรณ์ 2.7 สมบัติของจำนวนเต็ม	1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับ ระบบจำนวนจริง 2. นำสมบัติต่างๆเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการไปใช้ได้ 3. แกสมการพหุนามตัวแปรเดียว ดีกรีไม่เกิน 4 ได้ 4. แกสมการและอสมการ ในรูปค่าสัมบูรณ์ได้ 5. เขาใจสมบัติของจำนวนเต็ม และนำไปใช้ในการให้เหตุผล เกี่ยวกับการหารลงตัวได้	15 5

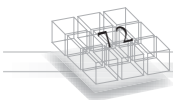


สัปดาห์	สาระการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	จำนวนคาบ
7-8	3. ตรรกศาสตร์ 3.1 ประพจน์และการเชื่อมประพจน์ 3.2 การหาค่าความจริงของประพจน์ 3.3 รูปแบบของประพจน์ที่สมมูลกันและสัจนิรันดร์ 3.4 ประโยคเปิดและตัวบ่งปริมาณ 3.5 สมมูลและนิเสธของประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณ 3.6 การอ้างเหตุผล	1. หาค่าความจริงของประพจน์ได้ 2. ตรวจสอบรูปแบบของประพจน์ได้ 3. บอกได้ว่าการอ้างเหตุผลที่กำหนดให้สมเหตุสมผล	10
9-12	4. ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน 4.1 คู่อันดับและผลคูณคาร์ทีเซียน 4.2 ความสัมพันธ์ 4.3 โดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์ 4.4 กราฟของความสัมพันธ์ 4.5 อินเวอร์สของความสัมพันธ์ 4.6 ฟังก์ชัน 4.7 การหาค่าฟังก์ชัน	1. หาค่าความสัมพันธ์ตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ 2. บอกโดเมนและเรนจ์ของความสัมพันธ์ได้ 3. เขียนกราฟของความสัมพันธ์ที่กำหนดได้ 4. หาอินเวอร์สของความสัมพันธ์ โดเมนและเรนจ์ พร้อมทั้งเขียนกราฟได้ 5. บอกได้ว่าความสัมพันธ์ที่กำหนดให้เป็นฟังก์ชัน	8 12

ลำดับ	สาระการเรียนรู้	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	จำนวนคาบ
	4.8 ฟังก์ชันอินเวอร์ส 4.9 ฟังก์ชันคอมโพสิท 4.10 พิสูจน์ของฟังก์ชัน	6. หาค่าฟังก์ชันได้ 7. หาฟังก์ชันอินเวอร์สได้	
16	5. เรขาคณิตวิเคราะห์ 5.1 ระยะทางระหว่างจุดสองจุดและระหว่างจุดกับเส้นตรง 5.2 ระยะห่างระหว่างเส้นขนาน 5.3 การเลื่อนแกนทางขนาน 5.4 ภาคตัดกรวยวงกลมพาราโบลาวงรีไฮเพอร์โบลา	1. ไขความรู้เรื่องระยะทางระหว่างจุดสองจุด และจุดกึ่งกลางแก้ออกปัญหาได้ 2. นำความรู้เรื่องสมการเส้นตรงไปใช้ได้ 3. หาระยะห่างระหว่างเส้นตรงกับจุดและระหว่างเส้นขนานได้ 4. หาพิกัดเมื่อเทียบกับแกนคู่เดิมหรือคู่ใหม่ได้ 5. เขียนกราฟโดยใช้การเลื่อนแกนทางขนานได้ 6. วิเคราะห์และแก้ออกปัญหาเกี่ยวกับภาคตัดกรวยได้	8 12

หมายเหตุ สำหรับสื่อการเรียนการสอนที่ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้มีดังนี้

1. เอกสารประกอบการสอนเรื่องเซตและการให้เหตุผล ระบบจำนวนจริงและทฤษฎีจำนวน ตรรกศาสตร์ เรขาคณิตวิเคราะห์ และความสัมพันธ์
2. เอกสารฝึกหัดเรื่องเซต และการให้เหตุผล ระบบจำนวนจริงและทฤษฎีจำนวน ตรรกศาสตร์ เรขาคณิตวิเคราะห์ และความสัมพันธ์



หลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ (Enrichment Program)

เรียนทุกวันพุธ เริ่มเรียน 4 มิถุนายน – 27 สิงหาคม 2546 จำนวน 12 ครั้ง ครั้งละ 2 ชั่วโมง สอนโดย รองศาสตราจารย์ศักดิ์ดา บุญโต สถานที่เรียน โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา ร่วมกับนักเรียนโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา จำนวน 39 คน โรงเรียนสตรีวิทยา 23 คน โรงเรียนสตรีมหาพฤฒาราม 32 คน โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) 19 คน โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ บดินทรเดชา 10 คน โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียน 25 คน และโรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย 50 คน และอีก 2 โรงเรียน คือ โรงเรียนเบญจมเทพอุทิศจังหวัดเพชรบุรี 41 คน โรงเรียนสามัคคีวิทยาคม จังหวัดเชียงราย 15 คน ได้เข้าร่วมโครงการในภายหลัง โดยจัดการเรียนการสอน ช่วงวันหยุดสุดสัปดาห์ที่โรงเรียนทั้งสอง รวมเวลา 24 ชั่วโมง

เนื้อหาหลักสูตรมีดังนี้

1. ทักษะการคิดคำนวณตามแนวเทคนิค
2. การประยุกต์ของทฤษฎีจำนวน
3. การประยุกต์ของทฤษฎีกราฟ
4. ระเบียบวิธีพิสูจน์เชิงนิรนัย-อุปนัย
5. การสร้างสรรค์และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
6. การศึกษาลำดับของจำนวนที่มีชื่อเสียง
7. เรขาคณิตสาทิสรูป
8. ธรรมชาติและการบูรณาการเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์
9. ICT ทางคณิตศาสตร์
10. ปริศนา เกม สติปัญญา กระบวนการคิด
11. ประวัติเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ และประวัตินักคณิตศาสตร์

หลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ จัดทำขึ้นเพื่อให้นักเรียนเข้าใจถึงคุณค่าของคณิตศาสตร์กระบวนการคิดที่เหมาะสมตามศักยภาพของตน และพัฒนาสติปัญญาเป็นรายบุคคล

ครั้งที่ 2 โรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการส่งอาจารย์เข้าร่วมประชุมโรงเรียน
ละ 2 ท่าน ในการประชุมเชิงปฏิบัติการใช้ ICT ในการพัฒนารูปแบบและ
หลักสูตรการจัดการศึกษาสำหรับครู-อาจารย์เกี่ยวกับการใช้เครื่องคำนวณ
เชิงกราฟ การเลือกใช้ Software ทางคณิตศาสตร์ และปฏิบัติการบน
อินเทอร์เน็ต ณ อาคารเฉลิมพระเกียรติ 6 รอบพระชนมพรรษา โรงเรียน
ไพฑูริย์ศึกษา กรุงเทพมหานคร ระหว่างวันที่ 13-14 มีนาคม 2546

หลักสูตรขยายประสบการณ์ (Extension program)

เป็นการจัดการศึกษานอกหลักสูตรสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถ
พิเศษ ที่ตอบสนองความสนใจและความสามารถเป็นรายบุคคล สามารถทำ
เป็นงานเดี่ยว หรืองานกลุ่มได้ เด็กสามารถเรียนเกินกว่าหลักสูตร โดยมี
ผู้เชี่ยวชาญพิเศษจากมหาวิทยาลัยเป็นผู้ดูแลและให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด

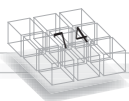
2. กลุ่มตัวอย่างและรูปแบบของการศึกษาวิจัย

■ กลุ่มตัวอย่าง

หลังจากที่ทางโรงเรียนมีนโยบาย จะดำเนินการจัดการศึกษา
สำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์แล้ว คณะกรรมการที่โรงเรียน
แต่งตั้งก็จะดำเนินการเสาะหาและคัดเลือกผู้มีความสามารถพิเศษ วางแผน
เตรียมงานและสร้างความพร้อม ความพร้อมที่สำคัญคือ ความพร้อมใน
การจัดหลักสูตรพิเศษ และความพร้อมของครูผู้สอน ผู้จะมีบทบาทสูงที่จะ
สอนเพื่อสนองตอบความต้องการของเด็กเหล่านี้

การเสาะหาและคัดเลือกนักเรียนเข้าโครงการ

โรงเรียนแต่ละโรงเรียนดำเนินการเสาะหาและคัดเลือกนักเรียน
เข้าโครงการโดยใช้ข้อมูลดังต่อไปนี้



- (1) ข้อมูลทางครอบครัว
- (2) แบบสำรวจแว
- (3) ข้อมูลจากอาจารย์ผู้สอน
- (4) คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หรือคะแนนทดสอบที่แต่ละโรงเรียนจัดสอบขึ้น
- (5) ชิ้นงาน ผลงาน เรียงความ การสัมภาษณ์นักเรียน
เมื่อนักเรียนมาจำนวนหนึ่งแล้ว นำนักเรียนเหล่านี้มาสำรวจการใช้
สมองและทดสอบศักยภาพทางความคิดและคณิตศาสตร์ ดังนี้
- (6) ทักษะการคิด – คำนวณ
- (7) ทักษะการแก้ปัญหา
- (8) สถิติปัญหาและการให้เหตุผล
- (9) ปฏิบัติการแก้ปัญหา
- (10) การใช้สมองซีกซ้าย – ขวา

สำหรับการสำรวจข้อ (6) – (10) จะทำให้ทราบศักยภาพของนักเรียนเป็นรายบุคคล ทำให้สามารถแก้ไขและส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ตามศักยภาพของแต่ละบุคคลต่อไป

ขั้นตอนการสุ่มตัวอย่างมีดังนี้ โรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการแต่ละโรงเรียนจะรับสมัคร นักเรียนและคัดเลือกนักเรียนแบบเจาะจง เช่น นักเรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ยรายวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น อยู่ในเกณฑ์ดี นักเรียนที่มีผลการเรียนทุกรายวิชาเฉลี่ย 4.00 และนักเรียนที่มีความสนใจและมีความมุ่งมั่นที่จะเข้าร่วมโครงการ และนักเรียนที่ผ่านการเสนอของอาจารย์ ตลอดจนใช้แบบทดสอบคัดกรองร่วมกับการสัมภาษณ์เพื่อคัดเลือกนักเรียน ซึ่งทุกโรงเรียนใช้หลักการร่วมกัน กล่าวคือใช้ระบบเปิด หมายถึง นักเรียนในโครงการหากมีความเครียดหรือมีความจำเป็นก็สามารถขอลาออกจากโครงการได้ และนักเรียนที่ไม่ได้รับคัดเลือกแต่มีผลงานให้เห็นเด่นชัดในห้องเรียนก็สามารถเข้าร่วมโครงการได้ ซึ่งการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้

มีนักเรียนเข้าร่วมโครงการทั้งหมด 255 คน ดังแสดงในตารางที่ 4
 ตารางที่ 4 รายชื่อโรงเรียนและจำนวนนักเรียนที่เข้าร่วมโครงการฯ

ลำดับที่	ชื่อโรงเรียน	จำนวนนักเรียน		รวม
		ชาย	หญิง	
1	กรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย	25	-	25
2	เตรียมอุดมศึกษา	28	17	45
3	นวมินทราชูทิศดินทรเดชา	5	6	11
4	บดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)	12	6	18
5	เบญจมเทพอุทิศจังหวัดเพชรบุรี	4	37	41
6	สตรีวิทยา	-	21	21
7	สตรีวัฒนาพาพุทธารามใน พระบรมราชินีนาถ	-	30	30
8	สวนกุหลาบวิทยาลัย	49	-	49
9	สามัคคีวิทยาคม จังหวัดเชียงราย	9	6	15
		132	123	255

จากนั้นได้ประชุม ผู้ปกครองนักเรียนที่สมัครเข้าร่วมโครงการ
 ได้รับทราบถึงรูปแบบการจัดการเรียนการสอน และหลักสูตรสำหรับผู้มีความ
 สามารถพิเศษ ซึ่งประกอบด้วยหลักสูตร 3 หลักสูตร คือ

1. หลักสูตรลดระยะเวลาเรียน (Acceleration Program) โดยจัดให้
 นักเรียนได้เรียนเนื้อหาปกติจบภายใน 2 ปี
2. หลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ (Enrichment Program) เป็น
 หลักสูตรที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ใน
 ระดับที่กว้าง ยาก และลึกซึ้งกว่าหลักสูตรปกติ
3. หลักสูตรขยายประสบการณ์ (Extension Program)



จากนั้นได้ให้นักเรียนทำแบบสำรวจแนวต่างๆ รวม 5 ด้านคือ แนวผู้นำ
แนวนักคิด แนวนักสร้างสรรค์ แนวนักวิชาการ และแนวนักคณิตศาสตร์
จากการทำแบบสำรวจแนว จากคำแนะนำของครูผู้สอนนักเรียนเหล่านี้ใน
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และจากการสัมภาษณ์นักเรียนที่สมัคร
เข้าร่วมโครงการ ได้คัดเลือกนักเรียนเข้าร่วมโครงการทั้งหมด 255 คน จาก
9 โรงเรียน จากนั้น ได้นำนักเรียนที่เข้าโครงการไปทำการทดสอบ
เพื่อวัดความสามารถด้านต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ ที่โรงเรียนไพทอคมศึกษา

■ รูปแบบของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการทดลองแบบ The One Group
Pretest Posttest Design กับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1
ปีการศึกษา 2546 จากโรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการ 9 โรงเรียน และ
คัดเลือกมาเป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 255 คน และใช้วิธีสุ่มแบบเจาะจง
(Purposive Sampling) ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา
ตอนปลาย จำนวน 26 ท่าน เพื่อทดลองและประเมินคุณภาพของ
การจัดการเรียนการสอนและหลักสูตรระยะเวลาสำหรับผู้มีความสามารถ
พิเศษด้านคณิตศาสตร์

■ หลักสูตรระยะเวลาเรียน (Acceleration Program)

การจัดการศึกษาแบบลดระยะเวลาเรียน หมายถึง การจัด
การศึกษาให้กับเด็กที่สามารถเรียนหลักสูตรในชั้นที่สูงกว่าตน หรือทำให้ใช้
เวลาในการเรียนสั้นลงตามความสามารถของเขา โดยอาจจะเรียนร่วมกับ
ผู้อื่นหรือแยกมาสอนต่างหากเป็นกลุ่ม (Pullout Program) เนื่องจากเด็ก
เหล่านี้เรียนรู้ได้เร็วมากและมีความรู้ความสามารถสูงกว่าเด็กที่อยู่ในห้องเรียน
เดียวกัน วิธีการนี้ใช้กันในทุกประเทศ และมีวิธีการจัดที่หลากหลาย

อาจกล่าวได้ว่า การจัดการศึกษาแบบลดระยะเวลาเรียน เป็น

ความก้าวหน้าของการจัดการศึกษาที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ในอัตราที่เร็วกว่า หรือทำให้เกิดการเรียนรู้กับเด็กที่อายุน้อยกว่าปกติธรรมดา

การจัดการศึกษาแบบลดระยะเวลาเรียนทำได้หลายวิธี เช่น การเข้าเรียนในโรงเรียนเร็วกว่าอายุปกติ การกระโดดข้ามชั้นเรียน การลดระยะเวลาเรียน เช่น จากระยะเวลาเรียนปกติ 3 ปี ลดเหลือ 2 ปี การรวบรัดเนื้อหาที่เรียน การจัดชั้นเรียนลดระยะเวลาเรียน หรือการจัดหลักสูตรที่กระชับขึ้น เป็นต้น

สำหรับการรวบรัดเนื้อหาที่เรียน ทำให้นักเรียนแต่ละคนมีความก้าวหน้าด้านเนื้อหาในอัตราที่เหมาะสมกับนักเรียน ในลักษณะของความ สามารถที่สูงกว่า แรงจูงใจ ความสนใจและการปฏิบัติ

วัตถุประสงค์ของหลักสูตรลดระยะเวลาเรียน

1. เพื่อสำรวจว่าผู้เรียนมีความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ตาม หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายอยู่ในระดับใด ดังนั้นเนื้อหาและกิจกรรมใน หลักสูตรจึงต้องสอดคล้องกับหลักสูตรปกติ

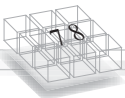
2. เพื่อสร้างเครื่องมือและกลไกในการพัฒนา ให้ผู้เรียนที่มีความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ สามารถเรียนตามความถนัดในอัตรา ความเร็วและลีลาการเรียนรู้ของตน โดยสามารถเข้าเรียนตามความสามารถ ด้วยการเรียนรวบเนื้อหาและเปิดโอกาสให้มีการสอบตามมาตรฐานของโรงเรียน ให้เขาเรียนในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่ตนมีความสามารถอย่างแท้จริง

3. เพื่อให้ผู้เรียนที่มีความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ ได้พัฒนา ทักษะ การนำเสนอการถ่ายทอดความรู้ และการแสดงความคิดเห็น ได้อย่าง มีประสิทธิภาพ

ข้อดีของการจัดหลักสูตรลดระยะเวลาเรียน

1. ก่อให้เกิดความก้าวหน้าบนพื้นฐานของการมีความพร้อมทาง วิชาการและการมีความพร้อมทางพัฒนาการมากกว่าที่จะดำเนินไปตามลำดับเวลา

2. การจัดการศึกษาลดระยะเวลาเรียนสนับสนุน แนวความคิดเรื่อง



ความพร้อมและปรัชญาทางการศึกษาในการจัดการศึกษาที่เหมาะสมตามความต้องการของเด็ก

3. เด็กสามารถศึกษาเนื้อหาที่ยากกว่า ซึ่งเหมาะสมกับระดับพัฒนาการของเขา และถ้าได้มีการจัดเตรียมงานที่ท้าทายให้เด็กในระดับที่เหมาะสม จะทำให้เด็กมีความพึงพอใจกับความต้องการทางสติปัญญาของเขา ทำให้เกิดทัศนคติทางบวกต่อโรงเรียนและการเรียนรู้

4. การจัดการศึกษาแบบลดระยะเวลาเรียน ทำให้เกิดการปรับปรุงแรงจูงใจ ความเชื่อมั่น และการกระทำ เด็กที่ถูกบังคับให้สนใจเรื่องเวลาอาจจะเบื่อและมีความคับข้องใจ ซึ่งอาจทำให้หยิ่งจองของตนเองนอยลง เป็นการลดความทะนงตนและความหยิ่งจองของ

5. ลดค่าใช้จ่ายทางการศึกษา เป็นการประหยัดสำหรับเด็ก พ่อแม่ และโรงเรียน

6. ทำให้ไม่เกิดการถดถอยทางสติปัญญาและศักยภาพของเด็ก

หลักสูตรลดระยะเวลาเรียนสำหรับโครงการนี้ ทำโดยรวบรัดเนื้อหาคณิตศาสตร์จาก 6 ภาคเรียนปกติ เหลือเป็น 4 ภาคเรียน (ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น)

■ หลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ (Enrichment Program)

หลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์เป็นหลักสูตรที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนที่มีความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ในระดับที่กว้าง ยากและลึกซึ้งกว่าหลักสูตรปกติ โดยเน้นกระบวนการเรียนรู้ กระบวนการคิดที่หลากหลายและทักษะที่เป็นรากเหง้าของความสามารถทางคณิตศาสตร์ มากกว่าที่จะเน้นเนื้อหาที่ปรากฏในสื่อการเรียน ฝึกการคิดวิเคราะห์ สืบสวนสอบสวนหาความรู้ และฝึกทักษะอื่นๆ ที่อยู่นอกเหนือจากจุดมุ่งหมายในการเรียนของหลักสูตรปกติ โดยเฉพาะทักษะที่ต้องใช้ความคิด ริเริ่ม การจัดการ การแก้ปัญหา การสร้างสรรค์ และพัฒนางานไปสู่ความสมบูรณ์แบบ

โดยให้นักเรียนศึกษาเรื่องหนึ่งเรื่องใดอย่างชัดเจน ฝึกการสอนกลยุทธ์ และวิธีการเรียนรู้ การหาข้อมูล การทำโครงการการเรียนรู้ การวางแผน การจัดการ ฝึกการใช้ความคิดสร้างสรรค์ สามารถบูรณาการกับวิชาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อนำเสนอผลงานอันเป็นประโยชน์ต่อชุมชนของตน

วัตถุประสงค์ของหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์

1. เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ ในระดับที่กว้างไกลและลึกซึ้งกว่าหลักสูตรปกติ โดยเน้นกระบวนการเรียนรู้ กระบวนการคิดที่หลากหลาย และทักษะที่เป็นรากเหง้าของความสามารถทางคณิตศาสตร์มากกว่าที่จะเน้นเนื้อหาที่ปรากฏในสื่อการเรียน

2. เพื่อฝึกการคิดวิเคราะห์ สืบสวนหาความรู้ และฝึกทักษะอื่นๆ ที่อยู่นอกเหนือจากจุดมุ่งหมายในการเรียนของหลักสูตรปกติ โดยเฉพาะทักษะที่ต้องใช้ความคิดริเริ่มและความคิดสร้างสรรค์

3. ฝึกให้ศึกษาเรื่องหนึ่งเรื่องใด อย่างชัดเจน ฝึกการทำโครงการการเรียนรู้ การวางแผนและการจัดการตามความถนัดและศักยภาพของตน

4. ฝึกการใช้ความคิดสร้างสรรค์ สามารถบูรณาการกับวิชาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องได้

5. เข้าใจธรรมชาติ ความงาม ความกระชับและชัดเจนของคณิตศาสตร์

■ หลักสูตรขยายประสบการณ์ (Extension Program)

หลักสูตรขยายประสบการณ์เป็นหลักสูตรที่ตอบสนองความสนใจและความสามารถเป็นรายบุคคล โดยจะพัฒนาผู้เรียนให้เต็มตามศักยภาพเกินกว่าเกณฑ์ที่หลักสูตรปกติกำหนด มุ่งสร้างเครือข่ายผู้เรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่มีความสนใจร่วมกันเพื่อทำโครงการที่เป็นประโยชน์ต่อสังคม โดยให้มีการฝึกการทำงานระดับมืออาชีพ ภายใต้คำแนะนำ และการฝึกฝนกับผู้เชี่ยวชาญ



วัตถุประสงค์ของหลักสูตรขยายประสบการณ์

1. เพื่อจัดโปรแกรมนอกหลักสูตรสำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์
2. เพื่อตอบสนองความสนใจ และความสามารถเป็นรายบุคคล
3. เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เต็มตามศักยภาพเกินกว่าเกณฑ์ที่หลักสูตรปกติกำหนด
4. เพื่อสร้างเครือข่ายผู้เรียนที่มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ที่มีความสนใจร่วมกัน และทำโครงการที่เป็นประโยชน์ต่อสังคม
5. ฝึกการทำงานระดับมืออาชีพอายได้คำแนะนำการฝึกฝนกับผู้เชี่ยวชาญ

3. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

.....

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการศึกษาเชิงพัฒนาเพื่อติดตามและประเมินการจัดการเรียนการสอน ในการพัฒนาผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ในโรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการ 9 โรงเรียน ซึ่งผ่านขั้นตอนการเสาะหาและประเมินประสิทธิภาพของการจัดการศึกษาสำหรับผู้ที่มีความสามารถพิเศษ โดยมีเครื่องมือที่ใช้ดังต่อไปนี้

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเสาะหาผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ ใช้เครื่องมือดังต่อไปนี้

3.1.1 ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

3.1.2 การเสนอชื่อเพิ่มเติมโดยครูที่สอนวิชาคณิตศาสตร์

3.1.3 แบบวัดศักยภาพด้านคณิตศาสตร์

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาผู้เรียน ประกอบด้วย

- 3.2.1 หลักสูตรระยะเวลาเรียน (Acceleration Program)
- 3.2.2 หลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ (Enrichment Program)
- 3.2.3 หลักสูตรขยายประสบการณ์ (Extension Program)
- 3.2.4 แผนการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรลดเวลาเรียน

ภาคเรียนที่ 1

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินพัฒนาการของผู้เรียน ประกอบด้วย เครื่องมือวัดความสามารถด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

3.3.1 แบบทดสอบเพื่อประเมินตนเองก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 5 เรื่อง ได้แก่

- เซตและการให้เหตุผล จำนวน 20 ข้อ
- ระบบจำนวนจริงและทฤษฎีจำนวน จำนวน 20 ข้อ
- ตรรกศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ
- ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน จำนวน 20 ข้อ
- เรขาคณิตวิเคราะห์ จำนวน 20 ข้อ

3.3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

3.4 เครื่องมือที่ใช้ประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพของหลักสูตร ประกอบด้วย

3.4.1 แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียน ผู้ปกครอง ครูผู้สอน และ ผู้บริหารเกี่ยวกับคุณค่าของหลักสูตรทั้ง 3 หลักสูตร

3.4.2 แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียน ผู้ปกครอง ครูผู้สอน และผู้บริหารที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์

■ ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวัดผลและประเมินผล

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดผล ประเมินผลและวิธีสร้างแบบทดสอบ วิชาคณิตศาสตร์

2. ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนและการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามหลักสูตรลดระยะเวลาเรียน ภาคเรียนที่ 1

3. วิเคราะห์อัตราส่วนของจำนวนข้อสอบ แต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อกำหนดจำนวนข้อที่วัดพฤติกรรมด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ ทักษะการแก้ปัญหาและการนำไปใช้ของแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้

4. สร้างแบบทดสอบรายจุดประสงค์การเรียนรู้ แบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก 5 ฉบับ และสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก 1 ฉบับ

5. นำแบบทดสอบที่สร้างทั้ง 6 ฉบับ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยการหาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังนี้

ถ้าข้อสอบวัดได้ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ได้ 1 คะแนน

ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดได้ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ได้ 0

คะแนน

ถ้าข้อสอบวัดไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ได้ -1 คะแนน

นำคะแนนของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มาหาค่าเฉลี่ยข้อสอบแต่ละข้อโดยสูตร

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

IOC คือ ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้

ΣR คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

เกณฑ์การคัดเลือกข้อคำถาม

1. ข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.2 – 0.8 คัดเลือกไว้
2. ข้อสอบที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.2 พิจารณาปรับปรุงหรือตัดทิ้ง

6. นำข้อสอบที่คัดเลือกไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 110 คน เพื่อหาคุณภาพด้านความยากง่าย ระหว่าง 0.2 – 0.8 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป โดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เตห์ ฟาน ได้แบบทดสอบดังนี้

6.1 แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่อง เซต 20 ข้อ

6.2 แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่อง ระบบจำนวนจริงและทฤษฎี จำนวน 20 ข้อ

6.3 แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่อง ตรรกศาสตร์และการให้เหตุผล 20 ข้อ

6.4 แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน 20 ข้อ

6.5 แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ 20 ข้อ

6.6 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ 30 ข้อ

7. นำแบบทดสอบทั้ง 6 ฉบับ ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 80-120 คน เพื่อหาความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR – 20



■ การสร้างแบบสอบถามเจตคติ

การสร้างแบบสอบถามเจตคติที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน และหลักสูตรทั้ง 3 หลักสูตร มีวิธีการดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบสอบถาม และ สเกลวัดเจตคติ (กมล สุขประเสริฐ. 2516 : 146-149) ใช้สเกลประมาณค่าแบบรวม (Summated rating scale)
2. ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อการใช้หลักสูตรคณิตศาสตร์ตาม โครงการ
3. ร่างแบบสอบถามแล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษา
4. ลงมือสร้างแบบสอบถามตามรายละเอียดในลักษณะของ เครื่องมือ
5. หาคคุณภาพของเครื่องมือ

■ ด้านความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม ให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน เป็นผู้ตรวจสอบ ดังมีรายนามดังต่อไปนี้

1. นางละเมียด กรบงกษมาศ
2. นางสุกัญญา ปั่นทอง
3. นางสาวสุนันทา นิลสิทธิ์สถาพร
4. นายสมชาย ศรีวารงกุล
5. นางสาวเจลิยว เทศกลิ่น

ด้านความเชื่อมั่น หาคความเชื่อมั่นแบบสอบถามทั้งฉบับจาก ที่นำไปทดลองใช้ (Try out) โดยหาค่า Alpha-Coefficient (& Coefficient) ซึ่งผลการวิเคราะห์ปรากฏว่า แบบสอบถามความคิดเห็นมีค่าความเชื่อมั่น 0.86

■ การเก็บรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูลเจตคติ

นำกระดาษคำตอบแบบสอบถามเจตคติของนักเรียนที่มีต่อหน่วยการเรียนรู้การสอนมาตรวจให้คะแนน คำถามใดมีความหมายในทางบวก (นิมาน) ให้คะแนนดังนี้

มากที่สุด	ให้ค่าน้ำหนัก 5 คะแนน
มาก	ให้ค่าน้ำหนัก 4 คะแนน
ปานกลาง	ให้ค่าน้ำหนัก 3 คะแนน
น้อย	ให้ค่าน้ำหนัก 2 คะแนน
น้อยที่สุด	ให้ค่าน้ำหนัก 1 คะแนน

ส่วนคำถามใดที่มีความหมายในทางลบ (นิเสธ) ให้คะแนนผกผันดังต่อไปนี้

มากที่สุด	ให้ค่าน้ำหนัก 1 คะแนน
มาก	ให้ค่าน้ำหนัก 2 คะแนน
ปานกลาง	ให้ค่าน้ำหนัก 3 คะแนน
น้อย	ให้ค่าน้ำหนัก 4 คะแนน
น้อยที่สุด	ให้ค่าน้ำหนัก 5 คะแนน

■ การวิเคราะห์เจตคติ

เกณฑ์สำหรับการวิเคราะห์เจตคติแต่ละรายข้อ แต่ละด้านใช้เกณฑ์สำหรับการวิเคราะห์ ซึ่งเป็นค่าความคิดเห็นของ Best (1970 : 174-178) โดยนำคะแนนที่ได้มาหาค่าร้อยละ (%) หรือค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

การวิเคราะห์เจตคติพิจารณาจากค่า (\bar{X}) ดังนี้

4.50-5.00	อยู่ในระดับสูงมาก
3.50-4.49	อยู่ในระดับสูง



- 2.50-3.49 อยู่ในระดับปานกลาง
- 1.50-2.49 อยู่ในระดับต่ำ
- 1.00-1.49 อยู่ในระดับต่ำมาก

4. วิธีดำเนินการศึกษาวิจัย

รายงานได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเชิงพัฒนา เพื่อติดตามและประเมินการจัดการเรียนการสอนในการพัฒนาผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ ที่ผ่านขั้นตอนการเสาะหา และประเมินประสิทธิภาพของการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษ ในการดำเนินการเก็บข้อมูลครั้งนี้ดำเนินการโดยใช้เครื่องมือต่างๆ ดังปรากฏในข้อ 3.1-3.4 ข้างต้น ดังต่อไปนี้

4.1 ดำเนินการเสาะหาผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ โดยใช้เครื่องมือและกระบวนการในข้อ 3.1 จากการเสาะหาขั้นที่ 1 ซึ่งต่อมาบางส่วนได้ออกจากโครงการ เนื่องจากสอบเข้าเรียนในโรงเรียนอื่นได้ และได้เสาะหาเพิ่มเติม มีนักเรียนเข้าร่วมโครงการจำนวน 255 คน

4.2 ดำเนินการเก็บข้อมูลพัฒนาการของผู้เรียน ดังต่อไปนี้

4.2.1 ทดสอบผู้เรียนที่ผ่านกระบวนการเสาะหา ก่อนการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร โดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียน ซึ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ

4.2.2 ดำเนินการจัดการเรียนการสอน ตามหลักสูตรลดระยะเวลาเรียน ภาคเรียนที่ 1 และหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ควบคู่กัน โดยครูผู้สอนดำเนินการจัดการเรียนการสอน ตามหลักสูตรลดระยะเวลาเรียนเป็นเวลา 16 สัปดาห์ๆ ละ 5 ชั่วโมง โดยทดสอบผู้เรียนก่อนใช้แผนการจัดการเรียนรู้แต่ละเรื่องด้วยแบบทดสอบก่อนเรียน แล้วทำการวิเคราะห์

หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจาย (C.V.) ของคะแนนสอบแต่ละเรื่อง เมื่อสอนจบแต่ละเรื่อง ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนแล้วทำการวิเคราะห์ หาค่าสถิติเหมือนก่อนเรียนทุกเรื่อง ส่วนหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ ดำเนินการเรียนการสอนโดยรองศาสตราจารย์ศักดิ์ดา บุญโต ที่โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา เป็นเวลา 12 สัปดาห์ๆ ละ 2 ชั่วโมง และมีการเก็บข้อมูลจากแบบประเมินตนเอง แบบสังเกตพฤติกรรมในห้องเรียน แบบประเมินผลงาน และแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียน

4.2.3 ทดสอบผู้เรียนหลังการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรระยะเวลาเรียน ภาคเรียนที่ 1 โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แล้วทำการวิเคราะห์หาค่าสถิติดังข้อ 4.2.2 (\bar{X} , S.D. และ C.V.) และทดสอบผู้เรียนหลังการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ โดยใช้แบบทดสอบแบบอัตนัย 10 ข้อ และแบบสอบถามความคิดเห็นหลังเรียนของผู้เรียน

4.3 ทดสอบความมีนัยสำคัญ ระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง โดยทดสอบ ค่าที (t-test)

4.4 ใช้แบบสอบถามเพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้เรียน ผู้ปกครอง ครูผู้สอน ผู้บริหาร เกี่ยวกับหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรระยะเวลาเรียน และหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546

4.5 การจัดกิจกรรมเรียนรู้เพื่อส่งเสริมนักเรียนที่เข้าร่วมโครงการ ได้ดำเนินการดังนี้

4.5.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับหลักสูตรลดระยะเวลาเรียน

- ผู้สอนได้ศึกษาหลักสูตรลดระยะเวลาเรียนสำหรับ



ภาคเรียนที่ 1 เทียบเคียงหลักสูตรขั้นพื้นฐาน ซึ่งจัดสำหรับนักเรียนปกติ เพื่อจัดทำประมวลวิชาให้นักเรียน และผู้ปกครองของนักเรียนที่เข้าร่วม โครงการได้ศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับหลักสูตร การวัดและประเมินผล สื่อที่ใช่และการเทียบโอนหน่วยการเรียนรู้

- จัดทำแผนการเรียนรู้โดยเน้นกิจกรรมผู้เรียน ให้นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติ กิจกรรมศึกษาค้นคว้า อ่านตำรา เน้นการทำงานร่วมกัน เป็นกลุ่ม ช่วยกันคิดช่วยกันทำ แสดงความคิดเห็น ถกปัญหา อภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม โดยครูเป็นผู้ชี้แนะ และอธิบาย เพิ่มเติมเพื่อสอดแทรกหลักการ โครงสร้าง ทักษะ/กระบวนการทาง คณิตศาสตร์

- จัดเตรียมเอกสารประกอบการเรียนที่นักเรียน สามารถศึกษาด้วยตนเอง ซึ่งประกอบด้วย เอกสารแนะแนวทาง ใบความรู้ แบบฝึกหัด แนะนำหนังสืออ่านเพิ่มเติม วัสดุทัศนและแหล่งสืบค้นข้อมูล ทางอินเทอร์เน็ต

- จัดบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดี ให้ความเป็นกันเอง ให้อำนาจใจ ใจเวลา ให้ความสำคัญและช่วยเหลือแนะแนวทางแก้ปัญหาทุกครั้ง ที่นักเรียนขอคำปรึกษา ไม่ว่าจะปัญหาส่วนตัว ปัญหาการเรียนทั้งหลักสูตร ระยะเวลาเรียนและหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์

- รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนา นักเรียน ผู้สอนได้ดำเนินการดังนี้

- ชี้นำเข้าสู่บทเรียน จะวัดพื้นฐานความรู้เดิม ซึ่งจะบอกให้ทราบว่าควรกำหนดจุดประสงค์เฉพาะอย่างไร และการพัฒนา กิจกรรมควรเริ่มต้นด้วยระดับความสามารถของนักเรียนที่จุดใด และสิ่งที่ ต้องการพัฒนาดังกล่าวมีเหตุผลอะไรไปประกอบการพัฒนาดังนั้นๆ

- ชี้นำเริ่มต้นการเรียนรู้ การพัฒนานักเรียน จะใช้ยุทธวิธีการสอนมากกว่า 1 วิธี แล้วแต่ลักษณะของเนื้อหา และ

ความพร้อมของนักเรียน โดยจัดสถานการณ์ให้นักเรียนสามารถนำความรู้ความเข้าใจไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ และถ้านักเรียนไม่สามารถแสดงออกซึ่งพฤติกรรมที่ต้องการตามกระบวนการต่างๆ ที่ครูได้ใช้ยุทธวิธีการสอนอื่นๆ แล้วก็จะเริ่มสอนใหม่

- ขันขยายการเรียนรู้ เมื่อนักเรียนได้พัฒนาด้านทักษะ แนวคิดและหลักการต่างๆ แล้ว เพื่อให้นักเรียนสามารถรักษาความรู้ให้คงอยู่จะให้นักเรียนฝึกทำซ้ำ หรือจัดทำชิ้นงานเพื่อนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

4.5.2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์

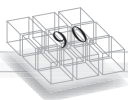
การจัดกิจกรรมเพื่อเพิ่มพูนประสบการณ์ ได้นำนักเรียนไปร่วมกิจกรรมและฟังบรรยายที่ โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาร่วมกับนักเรียน จากโรงเรียนที่เข้าร่วม โครงการทุกวันพุธ ระหว่างเวลา 16.00-18.00 น. รวม 12 ครั้ง โดยเริ่มกิจกรรมในวันพุธที่ 4 มิถุนายน 2546

4.5.3 การจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมคุณธรรมและจริยธรรม

ได้จัดทำโครงการเข้าค่ายฝึกอบรมคุณธรรมและจิตใจ เพื่อให้นักเรียนรู้นวทางการนำหลักธรรมทางพระพุทธศาสนา และการทำสมาธิประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้และการดำเนินชีวิตและได้นำนักเรียนในโครงการไปเข้าค่ายฝึกอบรมที่วัดเทพชัยมงคล จังหวัดลพบุรี ระหว่างวันที่ 12-14 กรกฎาคม 2546

4.5.4 การจัดกิจกรรมค่ายคณิตศาสตร์

นำนักเรียนไปเข้าค่ายระหว่างวันที่ 7-10 ตุลาคม 2546 ณ ศูนย์วิชาการและนันทนาการ เซนต์คาเบรียล จังหวัดนนทบุรี



5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 ค่าสถิติพื้นฐาน

5.1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X})

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

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$\sum X$ แทน ผลรวมคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

ตามปกติคะแนนทดสอบหลังเรียนจะสูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียน ดังนั้นคะแนนเฉลี่ยอย่างเดียวไม่สามารถบอกได้ว่าครูจัดการเรียนการสอนอย่างมีระบบหรือไม่ จึงต้องหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่อหาการกระจายของคะแนนสอบ

5.1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

$$\text{สูตร } S.D. = \sqrt{\frac{\sum X^2}{N} - (\bar{X})^2}$$

เมื่อ S.D. แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของกำลังสองของคะแนนทั้งหมด

\bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

ถ้าค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนมีค่ามาก แสดงว่านักเรียนกลุ่มนั้นมีความสามารถต่างกันมาก คือ นักเรียนที่เรียนดีจะได้คะแนนสูงมาก ส่วนนักเรียนที่เรียนอ่อนจะได้คะแนนต่ำมาก ถ้าค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนมีค่าน้อย แสดงว่านักเรียนกลุ่มนั้นมีความรู้ความสามารถใกล้เคียงกัน

ให้ S.D.₁ เป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทดสอบ
ก่อนเรียน

S.D.₂ เป็นค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทดสอบ
หลังเรียน

5.1.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดเจตคติต่อการเรียน
วิชาคณิตศาสตร์ในโครงการนี้ โดยวิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient)
โดยใช้สูตรครอนบัค (Cronbach) (พวงรัตน์ ทีวีรัตน์. 2530 : 321-322)

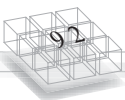
$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right]$$

$$S_t^2 = \frac{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ	α	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	n	แทน	จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
	S _i ²	แทน	คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบ
	S _t ²	แทน	คะแนนความแปรปรวนของ เครื่องมือทั้งฉบับ
	X _i	แทน	คะแนนที่นักเรียนแต่ละคนทำได้ จากการตอบข้อสอบข้อที่ i

พิจารณาเปรียบเทียบค่า S.D.

1) S.D.₁ < S.D.₂ แสดงว่า การจัดการเรียนการสอนครั้งนี้ทำให้นักเรียน มีความรู้อย่างมากขึ้น นักเรียนที่เรียนดีได้คะแนนมากขึ้นและตั้งใจเรียนมากขึ้น นักเรียนที่เรียนอ่อนจะได้คะแนนน้อยลงและไม่สนใจเรียน แสดงว่าครูขาดการเอาใจใส่กับนักเรียน ไม่ได้ให้ความสำคัญรายบุคคล ไม่มีการติดตามผลการเรียนอย่างสม่ำเสมอ การจัดการเรียนการสอนไม่ได้เกิด



การเรียนรู้มากนัก คุณภาพการจัดการเรียนการสอนอยู่ในเกณฑ์ต่ำ

2) $S.D._1$ ใกล้เคียง $S.D._2$ แสดงว่า การสอนของครูเป็นไปแบบปกติ ธรรมชาติที่นักเรียนทุกคนมีความรู้เพิ่มขึ้นพอๆ กัน ครูไม่ได้มุ่งช่วยเหลือนักเรียน อย่างเต็มที่ ครูไม่ได้เน้นการสอนแบบรายบุคคล การจัดการเรียนการสอน แบบนี้จึงไม่ทำให้ผลการเรียนของนักเรียนดีขึ้น คุณภาพของครูไม่สูงนัก

3) $S.D._1 < S.D._2$ แสดงว่า ครูพยายามจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบให้ความรู้ความเข้าใจและช่วยเหลือนักเรียนแต่ละคนให้ได้รับความรู้ สูงสุด นักเรียนที่เรียนดีจะได้คะแนนใกล้เคียง นักเรียนที่เรียนอ่อนก็ได้ คะแนนสูงขึ้นทำให้ไม่สามารถบอกได้ว่า การจัดการเรียนการสอนนี้มีคุณภาพ ดีหรือยังจึงต้องหาคุณภาพการสอนโดยหาค่าสัมประสิทธิ์ของ การกระจาย (C.V.)

5.2 ค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจาย (C.V.)

$$\text{สูตร } C.V. = \frac{S.D. \times 100}{\bar{X}}$$

เมื่อ C.V. แทน สัมประสิทธิ์ของการกระจาย หรือ

คุณภาพการสอน

S.D. แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

\bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

การพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ของการกระจาย

ค่า C.V. ของคะแนนสอบหลังการสอนจะมีค่าต่ำลง เพราะ การสอนอย่างเป็นระบบของครู ทำให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถ ใกล้เคียงกัน นั่นคือ S.D. มีค่าน้อยลง \bar{X} มีค่ามากขึ้น การจะตัดสินว่า การจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมา มีประสิทธิภาพเป็นอย่างไร พิจารณา จากค่า C.V. ดังนี้ (โสภณ นุ่มทอง : 2536)

C.V. ต่ำกว่า 10% การสอนอยู่ในเกณฑ์ดีมาก

C.V. ระหว่าง 10-15% การสอนอยู่ในเกณฑ์ดี

C.V. สูงกว่า 15% คุณภาพการสอนยังไม่เป็นที่พอใจ

5.3 ทดสอบความมีนัยสำคัญระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test) (วินัยรังสีนนท์: 2526)

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

เมื่อ D แทน ผลต่างระหว่างคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

$\sum D$ แทน ผลรวมของค่า D ทุกตัว

$\sum D^2$ แทน ผลรวมของค่า D^2 ทุกตัว

N แทน จำนวนผู้ทำแบบทดสอบ

df = N - 1

5.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ คำนวณจากสูตร KR -20 (Kuder Richardson) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 123)

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

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

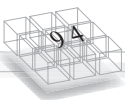
n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ทำถูกในแต่ละข้อ

q แทน สัดส่วนของผู้ที่ผิดในแต่ละข้อ

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

5.5 หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วิเคราะห์โดยใช้เทคนิค 27% ของจุง เตห์ ฟาน (Fan. 1952 : 6-32)



ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังนี้

- N หมายถึง จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
- n หมายถึง จำนวนข้อในแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
- \bar{X} หมายถึง ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
- S.D. หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- C.V. หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย
- df หมายถึง ชั้นของความเป็นอิสระ (degree of freedom)
- t หมายถึง ค่าคะแนนที่ใช้ในการพิจารณา t-distribution

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการใช้หลักสูตรลดระยะเวลาเรียน ดังแสดงในตารางที่ 5
2. การหาเจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์หลักสูตรเวลาระยะเวลาเรียนและหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ ดังแสดงในตารางที่ 6
3. การหาเจตคติของนักเรียนที่มีต่อหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ของนักเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ดังแสดงในตารางที่ 7
4. การหาเจตคติของนักเรียนในเรื่องพัฒนาการเรียนรู้ก่อน และหลังการเข้าโครงการฯ ของวิชาคณิตศาสตร์ ดังแสดงในตารางที่ 8

5. การหาเจตคติของผู้ปกครองนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน วิชาคณิตศาสตร์ในโครงการฯ ดังแสดงในตารางที่ 9

6. การหาความพึงพอใจในหลักสูตรลดระยะเวลาเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของผู้เรียน ผู้ปกครอง ครูผู้สอน และผู้บริหาร ดังแสดงในตารางที่ 10

7. การหาความพึงพอใจในหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ ของผู้เรียน ผู้ปกครอง ครูผู้สอน และผู้บริหาร ดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 5 แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นม.4 ในหลักสูตรลดระยะเวลาเรียน

ชื่อโรงเรียน	ตัวแปร	N	n	\bar{X}	S.D.	C.V.	t
1. กรุงเทพมหานคร วิทยาลัย	ก่อนเรียน	25	30	12.00	4.29	35.75	1636**
	หลังเรียน	25	30	26.26	5.75	21.87	
2. เตรียมอุดมศึกษา	ก่อนเรียน	45	30	14.18	3.49	24.61	2205**
	หลังเรียน	45	30	27.51	2.69	13.41	
3. นวมินทราชินูทิศ บดินทรเดชา	ก่อนเรียน	11	30	4.91	3.78	76.94	2622**
	หลังเรียน	11	30	23.25	2.63	11.31	
4. บดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)	ก่อนเรียน	18	30	10.77	2.68	24.88	3.56**
	หลังเรียน	18	30	14.66	3.03	20.66	
5. เบญจมเทพอุทิศ จังหวัดเพชรบุรี	ก่อนเรียน	41	30	9.34	2.77	29.65	11.23**
	หลังเรียน	41	30	16.34	2.98	18.21	
6. สตรีวิทยา	ก่อนเรียน	21	30	16.00	1.82	11.35	21.70**
	หลังเรียน	21	30	25.19	1.08	4.28	
7. สตรีวิวัฒน์หาพฤฒาราม ในพระบรมราชินูปถัมภ์	ก่อนเรียน	30	30	11.23	2.69	23.95	8.92**
	หลังเรียน	30	30	17.37	2.91	16.45	
8. สวนกุหลาบวิทยาลัย	ก่อนเรียน	49	30	4.88	3.84	76.6	1020**
	หลังเรียน	49	30	22.60	1.92	8.49	
9. สามัคคีวิทยาคม จังหวัดเชียงราย	ก่อนเรียน	15	30	9.47	1.63	17.21	14.55**
	หลังเรียน	15	30	18.93	1.84	9.72	



$$P < 0.01$$

จากตาราง พบว่า ทุกโรงเรียน คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ในขณะที่เดียวกัน ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (C.V.) ของคะแนนหลังเรียนต่ำกว่าก่อนเรียน แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพของการเรียนการสอนดีขึ้น

ตารางที่ 6 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ หลักสูตรลดระยะเวลาเรียนและหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์

ประเด็นการประเมิน	\bar{X}	S.D.	แปลความ
1. จุดมุ่งหมายของหลักสูตร			
1.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ความสามารถอย่างแท้จริง	3.86	0.77	เห็นด้วยมาก
1.2 พัฒนาความสามารถด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และความคิดระดับสูง	3.84	0.76	เห็นด้วยมาก
1.3 ส่งเสริมผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษคณิตศาสตร์	4.07	0.79	เห็นด้วยมาก
1.4 ปฏิบัติจริง	3.55	0.82	เห็นด้วยมาก
1.5 ส่งเสริมการศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง	3.45	0.93	เห็นด้วยมาก
1.6 ส่งเสริมการสร้างสรรค์ผลงานตามความสามารถและความสนใจของผู้เรียน	3.66	0.75	เห็นด้วยมาก
1.7 พัฒนาศักยภาพของผู้เรียนให้ได้ขีดสูงสุด	3.48	0.93	เห็นด้วยมาก
1.8 ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาหลักๆ ทางทฤษฎี	3.65	0.94	เห็นด้วยมาก

ประเด็นการประเมิน	\bar{X}	S.D.	แปลความ
2. เนื้อหาของหลักสูตร			
2.1 หลักสูตรลดระยะเวลาเรียน			
2.1.1 เหมาะสมกับศักยภาพของผู้เรียนซึ่งเป็นเด็กที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์	3.93	0.73	เห็นด้วยมาก
2.1.2 นำไปปฏิบัติได้จริง	3.43	0.82	เห็นด้วยมาก
2.1.3 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	3.50	0.70	เห็นด้วยมาก
2.1.4 การกำหนดหัวข้อของเนื้อหาในหลักสูตรมีความเหมาะสม	3.45	0.73	เห็นด้วยมาก
2.2 หลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์			
2.2.1 เหมาะสมกับศักยภาพของผู้เรียนซึ่งเป็นเด็กที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์	3.86	0.80	เห็นด้วยมาก
2.2.2 นำไปปฏิบัติได้จริง	3.34	0.75	ปานกลาง
2.2.3 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	3.59	0.73	เห็นด้วยมาก
2.2.4 การกำหนดหัวข้อของเนื้อหาในหลักสูตรมีความเหมาะสม	3.57	0.85	เห็นด้วยมาก
3. กิจกรรมและวิธีการสอน			
3.1 หลักสูตรลดระยะเวลาเรียน			
3.1.1 ในแต่ละหน่วยมีความเหมาะสม	3.48	0.70	เห็นด้วยมาก
3.1.2 เหมาะสมกับศักยภาพของผู้เรียนซึ่งเป็นเด็กที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์	3.73	0.69	เห็นด้วยมาก
3.1.3 ส่งเสริมให้ผู้เรียนหาความรู้ตามความสามารถและความสนใจของผู้เรียน	3.32	0.88	เห็นด้วยมาก

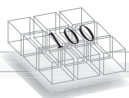


ประเด็นการประเมิน	\bar{X}	S.D.	แปลความ
3.1.4 เหมาะสมกับการเรียนรู้ของ ผู้มีความสามารถพิเศษ ด้านคณิตศาสตร์	3.82	0.81	เห็นด้วยมาก
3.2 หลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์			
3.2.1 ในแต่ละหน่วยมีความเหมาะสม	3.59	0.69	เห็นด้วยมาก
3.2.2 เหมาะสมกับศักยภาพของผู้เรียน ซึ่งเป็นเด็กที่มีความสามารถ พิเศษด้านคณิตศาสตร์	3.84	0.78	เห็นด้วยมาก
3.2.3 ส่งเสริมให้ผู้เรียนหาความรู้ตาม ความสามารถและความสนใจ ของผู้เรียน	3.50	0.93	เห็นด้วยมาก
3.2.4 เหมาะสมกับการเรียนรู้ของผู้มี ความสามารถพิเศษด้าน คณิตศาสตร์	3.80	0.82	เห็นด้วยมาก
4. สื่อการเรียนการสอน			
4.1 หลักสูตรลดระยะเวลาเรียน			
4.1.1 เหมาะสมกับเนื้อหาของหลักสูตร	3.57	0.62	เห็นด้วยมาก
4.1.2 เหมาะสมกับกิจกรรมและวิธีสอน	3.54	0.69	เห็นด้วยมาก
4.1.3 เหมาะสมกับผู้มีความสามารถพิเศษ ด้านคณิตศาสตร์	3.68	0.74	เห็นด้วยมาก
4.2 หลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์			
4.2.1 เหมาะสมกับเนื้อหาของหลักสูตร	3.68	0.77	เห็นด้วยมาก
4.2.2 เหมาะสมกับกิจกรรมและวิธีสอน	3.57	0.82	เห็นด้วยมาก
4.2.3 เหมาะสมกับผู้มีความสามารถพิเศษ ทางคณิตศาสตร์	3.82	0.87	เห็นด้วยมาก

จากตารางที่ 4 พบว่า ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียน ปรากฏว่าการจัดการเรียนการสอนในหลักสูตรระยะเวลาเรียนและหลักสูตร เพิ่มพูนประสบการณ์ นักเรียนส่วนมากเห็นด้วยกับการจัดการเรียนการสอน ในหลักสูตร โดยเฉพาะเขาใจจุดมุ่งหมายของหลักสูตรทำให้ส่งเสริมผู้เรียน ได้ใช้ความสามารถอย่างแท้จริง เนื้อหาของหลักสูตรระยะเวลาเรียนและ หลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์เหมาะสมกับศักยภาพของผู้เรียน ซึ่งเป็น นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ ตลอดจนการจัดกิจกรรม การเรียนการสอน และการใช้สื่อการเรียนการสอนเหมาะสมกับผู้มีความ สามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์

ตารางที่ 7 แสดงความคิดเห็นก่อนเรียนและหลังเรียน หลักสูตรเพิ่มพูน ประสบการณ์วิชาคณิตศาสตร์

ก่อนเรียน	ร้อยละ	หลังเรียน	ร้อยละ
1. ความรู้สึกที่เขารวม โครงการฯ			
- มีความรู้สึกที่ดีอยาก เขาโครงการอยากมี เพื่อนเรียนเก่ง	80	- มีความรู้สึกที่ดีกว่าเดิม มี ความรู้ใหม่ ประทับใจ สนุก ฝึกความอดทน	82.5
- กลัวลำบาก เครียด	20	- ไม่ประทับใจ การเรียน แย่ง เครียด	5
		- ความรู้สึกเหมือนเดิม	12.5
2. ประโยชน์ของเวทคณิต			
- ไม่ทราบมาก่อน	90.0*	- สามารถนำไปใช้ได้	85.0
- เคยทราบมาบ้าง	10.0	- ทำให้คิดเลขเร็วขึ้น	
		- ยังไม่สามารถนำไปใช้ได้	15.0



ก่อนเรียน	ร้อยละ	หลังเรียน	ร้อยละ
3. การพิสูจน์ และอุปนัย วิธีการคณิตศาสตร์ - ไม่ทราบมาก่อนพิสูจน์ ไม่เป็น - มีความรู้อย่าง	 87.5 12.5	- มีความเข้าใจมากขึ้นนำไป พิสูจน์ได้ - เข้าใจบ้าง ยังพิสูจน์ไม่ ค่อยเป็น	 60.0 40.0
4. ลำดับที่มีชื่อเสียงทาง คณิตศาสตร์ - ไม่ทราบมาก่อน - ทราบมาบ้าง - ไม่ตอบ	 77.5 20.0 2.5	- เข้าใจเห็นความสวยงามสนุก นำไปศึกษาธรรมชาติได้ - ไม่ตอบ	 97.5 2.5
5. ประโยชน์ทฤษฎีกราฟ และข่ายงาน - ไม่ทราบมาก่อน น่าจะง่าย - ทราบมาก่อน - ไม่ตอบ	 85.0 12.5 2.5	- รู้เรื่องดีขึ้น เห็นประโยชน์ สนุกดี - ไม่รู้เรื่อง ไม่เห็นประโยชน์ - ไม่ตอบ	 77.5 20.0 2.5
6. กระบวนการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ - ไม่มีขั้นตอนการ แก้ปัญหา - เคยทราบมาก่อน - ไม่ตอบ	 52.5 45.0 2.5	- ทำให้แก้ปัญหาหาง่ายขึ้น รู้จักแก้ปัญหาก็ได้ หลายวิธี - ยังไม่เป็นระบบมีประโยชน์น้อย - ไม่ตอบ	 85.0 12.5 2.5

ก่อนเรียน	ร้อยละ	หลังเรียน	ร้อยละ
7. ปริศนาและเกมทางคณิตศาสตร์			
- เคยรู้ เคยเล่น น่าสนใจ	72.5	- น่าสนใจมากขึ้น สนุกกับเกมคณิตศาสตร์	90.0
- ไม่เคยรู้มาก่อน	27.5	- เล่นเกมยังไม่เป็น เครียด	10.0
8. เรขาคณิตสามมิติ			
- ไม่ทราบมาก่อน เรียนเพื่ออะไร	90.0	- เห็นความงามศิลปะของคณิตศาสตร์สามารถทำและคิด	92.5
- เคยเห็นบ้าง	10.0	- ยังสร้างรูปไม่เป็น	7.5
9. คณิตศาสตร์ ICT			
- ไม่ทราบ ไม่เคยใช้อินเทอร์เน็ต	67.5	- ได้ใช้เทคโนโลยีสนุกดี สนใจสืบค้นข้อมูล	77.5
- เคยใช้อินเทอร์เน็ต	32.5	- เคย ไม่เห็นประโยชน์	22.5



ตารางที่ 8 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนในเรื่องพัฒนาการเรียนรู้ก่อน และหลังการเข้าโครงการฯ ของวิชาคณิตศาสตร์

ที่	พฤติกรรมการเรียนรู้	ก่อนเข้าโครงการ %		หลังเข้าโครงการ %	
		ใช่	ไม่ใช่	ใช่	ไม่ใช่
1	อยากเรียนอยากรู้ มีคำถามมากมาย	56.10	43.90	95.12	4.88
2	สนใจอยากทำงานและเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์	51.22	48.78	80.50	19.50
3	คิดแก้ปัญหาโจทย์อย่างเป็นระบบและขั้นตอน	26.83	73.17	95.12	4.88
4	มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำงาน	70.73	29.27	92.68	7.32
5	ชอบศึกษา ค้นคว้า หาความรู้เพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ อยู่เสมอ	46.34	53.66	85.37	14.63
6	มีความเชื่อมั่นในตนเอง กล้าคิดกล้าตัดสินใจ	43.90	56.10	90.24	9.76
7	หมกมุ่น ครุ่นคิดและฝึกฝนโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง	14.63	85.37	56.10	43.90
8	มีจินตนาการดีสามารถมองเห็นสิ่งต่างๆ ได้หลายมิติ	51.22	48.78	85.37	14.63
9	ไขเหตุผลเป็นหลักในการตัดสินใจ	63.41	36.59	97.56	2.44
10	มีวิธีแปลกใหม่ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์	14.63	85.37	85.37	14.63

จากตาราง พบว่า พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนหลังเข้าโครงการฯ ดีขึ้นจากก่อนเข้าโครงการฯ ทุกรายการ โดยเฉพาะ

การคิดแก้ปัญหาโจทย์อย่างเป็นระบบและเป็นขั้นตอน เพิ่มขึ้น 26.83% เป็น 95.21%

ชอบศึกษาค้นหาหาความรู้เพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ อยู่เสมอ เพิ่มขึ้น 46.34% เป็น 85.37%

มีความเชื่อมั่นในตนเอง กล้าคิด กล้าตัดสินใจ เพิ่มขึ้น 43.90% เป็น 90.24%

มีวิธีแปลกใหม่ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เพิ่มขึ้น 14.63% เป็น 85.37%

ตารางที่ 9 แสดงผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ปกครองต่อการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในโครงการฯ

ที่	รายการ	\bar{X}	S.D.	ความหมาย
1	นักเรียนในปกครองของท่านตั้งใจและมีความกระตือรือร้นในการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ด้วยตนเองเพียงใด	3.71	1.02	เห็นด้วยมาก
2	นักเรียนในปกครองของท่านมีความขยันอดทน ในการเรียนเพียงใด	4.00	0.66	เห็นด้วยมาก
3	นักเรียนในปกครองของท่านมีความสุขในการเรียนหลักสูตรระยะเวลาเรียนวิชาคณิตศาสตร์เพียงใด	3.74	0.70	เห็นด้วยมาก

ที่	รายการ	\bar{X}	S.D.	ความหมาย
4	นักเรียนในปกครองของท่านมีความสุขในการเรียนหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์วิชาคณิตศาสตร์เพียงใด	3.87	1.97	เห็นด้วยมาก
5	นักเรียนในปกครองของท่านมีพัฒนาการในการคิดเพิ่มขึ้นเพียงใด	4.03	0.60	เห็นด้วยมาก
6	ผู้ปกครองมีความพอใจในหลักสูตรลดระยะเวลาเรียนวิชาคณิตศาสตร์เพียงใด	4.00	1.70	เห็นด้วยมาก
7	ผู้ปกครองมีความพอใจในหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์วิชาคณิตศาสตร์เพียงใด	4.08	0.36	เห็นด้วยมาก
8	ผู้ปกครองเห็นด้วยที่จะให้นักเรียนในปกครองเรียนหลักสูตรลดระยะเวลาเรียนวิชาคณิตศาสตร์เพียงใด	4.10	0.70	เห็นด้วยมาก
9	ผู้ปกครองเห็นด้วยที่จะให้นักเรียนในปกครองเรียนหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์วิชาคณิตศาสตร์เพียงใด	4.11	0.62	เห็นด้วยมาก

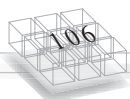
จากตาราง พบว่า ผู้ปกครองมีความพอใจมากต่อหลักสูตรลดระยะเวลาเรียนและหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ ด้วยเห็นว่าทำให้นักเรียนในปกครองมีความขยัน อดทน ตั้งใจ กระตือรือร้นและมีความสุขในการเรียน และเห็นด้วยที่จะให้เรียนหลักสูตรทั้ง 2 นี้ต่อไป

ตารางที่ 10 ผลการประเมินความพึงพอใจในหลักสูตรระยะเวลาเรียน
 วิชาคณิตศาสตร์โดยผู้เรียน ผู้ปกครอง ครูผู้สอน และผู้บริหาร ภาคเรียนที่
 1 ปีการศึกษา 2546

เกณฑ์การประเมิน	ร้อยละของความพึงพอใจของ ผู้ตอบแบบสอบถาม			
	ผู้เรียน	ผู้ปกครอง	ครูผู้สอน	ผู้บริหาร
1. สามารถเรียนตามความถนัด ความสนใจและความสามารถ ของตน	63.64	63.64	66.67**	66.67**
2. ฝึกทักษะการแก้ปัญหาใน สถานการณ์จริงโดยใช้ความรู้ ทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยี	72.73	81.82*	66.67	83.33**
3. ฝึกการให้เหตุผลในการค้นหา ความจริงหรือขอสรุป และช่วยในการตัดสินใจ	72.73	81.82*	66.67	83.33**
4. ฝึกใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมายและนำเสนอผลงาน	81.82*	72.73	66.67	83.33**
5. สามารถใช้ความรู้ทาง คณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยง ความรู้กับกลุ่มวิชาอื่น ให้เห็นว่า ทุกวิชามีความเกี่ยวข้องกัน	63.64	63.64	66.67*	83.33**
6. ได้แสดงออกทางความคิด สร้างสรรค์ด้านคณิตศาสตร์ ออกมาเป็นผลงาน	81.82	72.73	100.00**	100.00**
7. ทำให้อยากศึกษาคณิตศาสตร์ อย่างลึกซึ้ง	72.73*	63.64	66.67	83.33**

หมายเหตุ * หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด

* หมายถึง มีความพึงพอใจมากรองลงมา



ตารางที่ 11 ผลการประเมินความพึงพอใจหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์
 วิชาคณิตศาสตร์ โดยผู้เรียน ผู้ปกครอง ครูผู้สอน และผู้บริหาร ภาคเรียนที่
 1 ปีการศึกษา 2546

เกณฑ์การประเมิน	ร้อยละของความพึงพอใจของ ผู้ตอบแบบสอบถาม			
	ผู้เรียน	ผู้ปกครอง	ครูผู้สอน	ผู้บริหาร
1. สามารถเรียนตามความถนัดความสนใจและความสามารถของตน	72.73**	72.73**	66.67	66.67
2. ได้พัฒนาความสามารถด้านคณิตศาสตร์เกินกว่าเกณฑ์ที่หลักสูตรปกติกำหนด	90.91**	90.91**	66.67	90.91**
3. ได้กระบวนกรเรียนรู้และทักษะที่เป็นรากเหง้าของความสามารถทางคณิตศาสตร์ นอกเหนือจากที่ปรากฏในหลักสูตร	90.91	90.91	100.00**	90.91
4. ได้ฝึกทักษะกระบวนกรเรียนรู้ และทักษะในการเรียนคณิตศาสตร์	81.82	90.91**	66.67	90.91**
5. สามารถนำกระบวนกรเรียนรู้ และทักษะที่เรียนไปใช้ในการทำงาน โครงการอันเป็นประโยชน์	90.91	90.91	100.00**	90.91
6. ได้ฝึกการคิดแบบวิเคราะห์ สังเคราะห์ วิจรณ ประเมินค่าและความคิดสร้างสรรค์	81.82	81.82	100.00**	90.91**
7. ได้ฝึกทักษะการจัดการ การวางแผน และการทำงานร่วมกัน	90.91**	90.91**	66.67	90.91**
8. ได้ฝึกการทำงานเป็นทีมยอมรับความสามารรถและเคารพความคิดเห็นของผู้อื่น	100.00**	90.91	100.00**	90.91
9. ได้ฝึกความเอื้ออาทรและการนำความสามารถไปพัฒนาคุณภาพชีวิตในสังคม	81.82*		66.67	90.91**

หมายเหตุ * หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด

* หมายถึง มีความพึงพอใจมากรองลงมา

การประมวลความคิดเห็นของครูผู้สอน หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้
วิชาคณิตศาสตร์ ผู้บริหารโรงเรียน ผู้ปกครองนักเรียน ที่มีต่อการพัฒนาการ
เรียนการสอนคณิตศาสตร์ของโรงเรียนในโครงการฯ คุรายละเอียดใน
ภาคผนวก ง



อภิปรายสรุปผลและข้อเสนอแนะ

การประเมินโครงการวิจัยการพัฒนารูปแบบและหลักสูตรการจัดการศึกษา สำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 เป็นการรวบรวมผลการวิจัยเชิงปฏิบัติการจากโรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการจำนวน 9 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย โรงเรียนสตรีวิทยา โรงเรียนสตรีวัดมหาพฤฒารามในพระบรมราชินูปถัมภ์ โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) โรงเรียนนวมินทราชินูทิศบดินทรเดชา โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย โรงเรียนสามัคคีวิทยาคม จังหวัดเชียงราย และโรงเรียนเบญจมเทพอุทิศ จังหวัดเพชรบุรี

วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงปฏิบัติการ ซึ่งจุดหมายเพื่อ

1. สร้างและพัฒนาหลักสูตรระยะเวลาเรียนและหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. จัดกระบวนการเรียนการสอนหลักสูตรดังกล่าว เพื่อพัฒนาผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์
3. นำผลที่ได้จากการวิจัยไปเผยแพร่ให้เกิดการดำเนินการ ในการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์อย่างกว้างขวางต่อไป

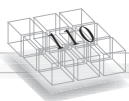
กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 255 คน จาก 9 โรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการฯ ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากประชากร โดยกระบวนการเสาะหาและคัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและพัฒนาการเรียนการสอน

การศึกษาครั้งนี้ เป็นการศึกษาเชิงพัฒนาและติดตามประเมินการจัดการเรียนการสอน เพื่อการพัฒนาผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ ใน 9 โรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการฯ โดยผ่านขั้นตอนการเสาะหาและประเมินผลประสิทธิภาพของการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษ ซึ่งมีเครื่องมือที่ใช้ดังต่อไปนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเสาะหาและสำรวจตัวตนของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ ใช้เครื่องมือดังต่อไปนี้
 - 1.1 ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
 - 1.2 การเสนอชื่อเพิ่มเติมโดยครูที่สอนวิชาคณิตศาสตร์
 - 1.3 แบบวัดศักยภาพด้านคณิตศาสตร์
 - 1.4 เรียงความถนัดคณิตศาสตร์ในความฝัน
 - 1.5 ผลงานทางด้านคณิตศาสตร์
2. เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาผู้เรียน ประกอบด้วย
 - 2.1 หลักสูตรลดระยะเวลาเรียน (Acceleration Program)



- 2.2 หลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ (Enrichment Program)
3. เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินพัฒนาการของผู้เรียน ประกอบด้วยเครื่องมือวัดความสามารถด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้
- 3.1 แบบทดสอบเพื่อประเมินตนเองก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 5 ฉบับ ซึ่งมีเนื้อหาในเรื่องที่ทำการทดลอง ดังนี้
- เซต จำนวน 20 ข้อ
 - ระบบจำนวนจริงและทฤษฎีจำนวน จำนวน 20 ข้อ
 - ตรรกศาสตร์และหาเหตุผล จำนวน 20 ข้อ
 - ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน จำนวน 20 ข้อ
 - เรขาคณิตวิเคราะห์ จำนวน 20 ข้อ
- 3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือกจำนวน 30 ข้อ
- 3.3 แบบแสดงความคิดเห็นก่อนเรียน และหลังเรียนในหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ในด้านความรู้ ความเข้าใจ และประโยชน์
4. เครื่องมือที่ใช้ประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพของหลักสูตร ประกอบด้วย
- 4.1 แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียน ผู้ปกครอง ครูผู้สอน และผู้บริหาร เกี่ยวกับคุณค่าของหลักสูตร ทั้ง 2 หลักสูตร
- 4.2 แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียน ผู้ปกครอง ครูผู้สอน และผู้บริหารที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์
5. ตัวแปรที่ศึกษา
- 5.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ หลักสูตรระยะเวลาเรียนและหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ ภาคเรียนที่ 1

5.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 และความคิดเห็นของผู้เรียน ผู้ปกครอง ครูผู้สอน และผู้บริหาร ที่มีต่อคุณค่าของหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์

การดำเนินการทดลอง

.....

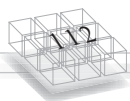
1. ประชุมครูอาจารย์ในโครงการฯ จัดทำหลักสูตรลดระยะเวลาเรียนและ หลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์วิชาคณิตศาสตร์ กำหนดคาบจัดเตรียมเอกสาร สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน ตลอดจนสร้างเครื่องมือการวัดและประเมินผล ได้แก่ แบบทดสอบวัดเจตคติของนักเรียน ครูผู้สอน ผู้ปกครอง ผู้บริหาร โรงเรียน เป็นต้น

2. ดำเนินการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์หลักสูตรลดระยะเวลาเรียนโดยครูผู้สอนในโรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการฯ และผ่านการอบรมหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์สำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษ ดำเนินการสอนโดย รองศาสตราจารย์ศักดิ์ดา บุญโต

3. ทำการทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เมื่อจบหลักสูตรภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546

4. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียน ในโครงการวิจัยการพัฒนารูปแบบและหลักสูตรการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546

5. สร้างแบบสอบถามเจตคติของครูผู้สอน ผู้บริหาร และผู้ปกครองของนักเรียนเกี่ยวกับความพึงพอใจที่มีต่อโครงการฯ นี้



การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 โดยการหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าสัมประสิทธิ์ (C.V.) และการทดสอบค่าที (t-test)

2. ศึกษาเจตคติของนักเรียน ครูผู้สอน ผู้บริหารและผู้ปกครองของนักเรียน เกณฑ์สำหรับการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยซึ่งตัดแปลงจากเกณฑ์การประเมินค่าความคิดเห็นของ Best (1970 : 174-178)

- 4.50 - 5.00 อยู่ในระดับสูงมาก
- 3.50 - 4.49 อยู่ในระดับสูง
- 2.50 - 3.49 อยู่ในระดับปานกลาง
- 1.50 - 2.49 อยู่ในระดับต่ำ
- 1.00 - 1.49 อยู่ในระดับต่ำมาก

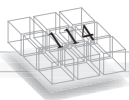
และเกณฑ์สำหรับการวิเคราะห์ค่าร้อยละ (%) ใช้เกณฑ์ดังนี้

- 80 % ขึ้นไป อยู่ในเกณฑ์ดีเยี่ยม
- 70 - 79 % อยู่ในเกณฑ์ดีมาก
- 60 - 69 % อยู่ในเกณฑ์ดี
- 50 - 59 % อยู่ในเกณฑ์พอใช้

สรุปการศึกษาค้นคว้า

.....

1. ได้หลักสูตรลดระยะเวลาเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยจัดเนื้อหาปกติจากใช้เวลาเรียน 6 ภาคเรียน ให้เหลือเพียง 4 ภาคเรียนและได้ปฏิบัติการทดลองสอนจริงในภาคเรียนที่ 1 จำนวน 5 เรื่องใช้เวลาสอนทั้งสิ้น 80 คาบ (ดังแสดงในตารางที่ 2 บทที่ 3)
2. ได้ตัวอย่างหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ แบบเรียน และการประเมิน โดยจัดการเรียนการสอน 24 คาบ สัปดาห์ละ 2 คาบ
3. ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนได้รับ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทุกโรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการฯ คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ในขณะเดียวกัน ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (C.V.) ของคะแนนหลังเรียนต่ำกว่าก่อนเรียนทุกโรงเรียน แสดงว่าประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนตามโครงการดีขึ้น ผลการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานและเพิ่มเติมของนักเรียนในโครงการอยู่ในระดับ 4 ทุกคน
4. ด้านเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์พบว่า นักเรียนเห็นด้วยอย่างมากและมีความพึงพอใจในระดับดีและระดับดีมาก มีค่าเกิน 60 % กับการจัดหลักสูตรลดระยะเวลาเรียนและหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ สำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เพราะช่วยส่งเสริมผู้เรียนได้ใช้ความสามารถอย่างแท้จริงเหมาะสมกับศักยภาพของผู้เรียน ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ ตลอดจนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและการใช้สื่อการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม สามารถนำผลที่ได้จากการวิจัยไปเผยแพร่ให้เกิดการดำเนินการในการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์อย่างกว้างขวางต่อไป



5. ทางด้านทักษะกระบวนการ นักเรียนมีความพึงพอใจอย่างมาก ต่อหลักสูตรที่เพิ่มพูนประสบการณ์ทั้งเนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน การพัฒนาการของนักเรียนด้านต่างๆ ที่เพิ่มขึ้น ได้แก่ ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ การแก้ปัญหาโจทย์ทางคณิตศาสตร์ การนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งประเมินผลจากการปฏิบัติงานของนักเรียน และจากการสอบถาม ตลอดจนการแสดงความรู้อีกจากผู้เรียน ครูผู้สอน ผู้บริหารโรงเรียน และผู้ปกครองนักเรียน ต่างมีความพึงพอใจในโครงการฯ นี้

อภิปรายผล

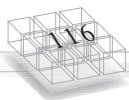
1. จากการดำเนินโครงการครั้งนี้ทำให้ได้หลักสูตรลดระยะเวลาเรียน และหลักสูตรที่เพิ่มพูนประสบการณ์สำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่า คะแนนสอบทางการเรียนของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ทั้งนี้เป็นเพราะมีกระบวนการคัดเลือกนักเรียน คัดเลือกครูผู้สอน ครูผู้ดูแล การสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติและผู้บริหารของโรงเรียน มีกระบวนการพัฒนาหลักสูตร กระบวนการประเมินหลักสูตร เพื่อหาประสิทธิภาพของหลักสูตร โดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านคณิตศาสตร์ คือ รองศาสตราจารย์ศักดิ์ดา บุญโต และคณะ ปรากฏว่า หลักสูตรที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีความเหมาะสมกับศักยภาพของผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ หลักสูตรที่พัฒนาขึ้นนี้แตกต่างจากหลักสูตรปกติในแง่สาระ การเรียนรู้ เวลา จุดหมาย การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิธีสอน สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งแสดงว่าหลักสูตรนี้มีประสิทธิภาพใช้ได้ แต่ก็มีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับเนื้อหาบางส่วน ให้มีการปรับปรุงแก้ไขเพื่อความ

ถูกต้อง และเหมาะสม

2. หลักสูตรระยะเวลาเรียน จากประสบการณ์ของผู้วิจัย มีความคิดเห็นว่าเป็นหลักสูตรที่ผู้มีความสามารถพิเศษสามารถเรียนได้ดี แต่จะมีนักเรียนบางคนที่ปรับตัวไม่ทัน มีความกังวลสูง จึงทำให้นักเรียนลาออกจากโครงการฯ นอกจากนั้น นักเรียนกลุ่มนี้ต้องเรียนวิชาอื่นๆ ร่วมกับนักเรียนปกติ ทำให้ต้องทำกิจกรรมวิชาอื่นเช่นเดียวกับนักเรียนปกติ ดังนั้น เวลาที่ใช้ในการฝึกทักษะคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรระยะเวลาเรียนต้องใช้เวลามากกว่านักเรียนกลุ่มปกติมาก จึงเกิดปัญหาด้านการปรับตัวในการเรียน เพื่อให้หลักสูตรนี้นำไปใช้ได้ผลดีอย่างไรก็ตามมีบางโรงเรียนเสนอว่าควรลดเนื้อหาวิชา ในภาคเรียนแรกให้น้อยลง และขยายเวลาเรียนเป็น 5 ภาคการศึกษา อีกทั้งควรจัดรายวิชาอื่นๆ สำหรับนักเรียนหลักสูตรระยะเวลาเรียนให้เหลือประมาณ 10 รายวิชา

หลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ รูปแบบการจัดการเรียนการสอนในภาคเรียนที่ 1 ได้จัดให้นักเรียนในกรุงเทพมหานครได้เรียนร่วมกัน 7 โรงเรียน ซึ่งอยู่ภายใต้โครงการวิจัยเชิงปฏิบัติการเรื่อง การพัฒนารูปแบบและหลักสูตรการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ดำเนินการสอนโดย รองศาสตราจารย์ ศักดา บุญโต ณ โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา ทุกวันพุธ เวลา 16.00-18.00 น. แต่ทั้งนี้ยังพบว่า นักเรียนมีปัญหาในเรื่องการเดินทาง และเวลาเรียนสำหรับโรงเรียนในต่างจังหวัดได้จัดการเรียนการสอนในวันเสาร์หรืออาทิตย์ตามความเหมาะสม วันละ 6 คาบ พบว่า นักเรียนต้องเรียนเนื้อหาสาระมาก นอกจากนั้น ในหลักสูตรนี้นักเรียนต้องมีกิจกรรมการเข้าค่ายเพื่อพัฒนาศักยภาพด้วย นับว่ากิจกรรมนี้ได้รับความสำเร็จเป็นอย่างมาก

การจัดหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ (Enrichment Program) เป็นหลักสูตรที่มุ่งพัฒนาให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจขอบข่ายสาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่กว้างและลึกกว่าโครงสร้างสาระการเรียนรู้ของ



นักเรียนปกติ โดยมุ่งเน้นทักษะกระบวนการ รู้จักแก้ปัญหาอย่างมีระบบ ทำให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น

การจัดการศึกษาหลักสูตรระยะเวลาเรียน และหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ให้กับผู้เรียนใน 1 ภาคเรียน ทำให้สามารถคาดได้ว่า นักเรียนในโครงการจะสามารถจบหลักสูตรคณิตศาสตร์ภายใน 2 ปีได้ มีครูผู้สอน หัวหน้าหมวดวิชา ฝ่ายวิชาการ หัวหน้าสถานศึกษา และบุคคลที่เกี่ยวข้องได้เอาใจใส่และคอยติดตาม และนักเรียนให้ความร่วมมือประกอบกิจกรรมต่างๆ ของกระบวนการเรียนการสอน การจัดหลักสูตรทั้งสองหลักสูตรจะส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพของตนเอง เมื่อได้มีการพัฒนาหลักสูตรทั้งสองหลักสูตรจะเป็นประโยชน์ต่อโรงเรียนที่สนใจสามารถนำไปใช้ในสถานศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนสูงสุด เป็นการลดค่าใช้จ่ายในการจัดการศึกษาแล้วเปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ ได้พัฒนาทางด้านนี้จนถึงมีอาชีพ หรือศึกษาต่ออันจะเป็นประโยชน์ต่อตนเองและประเทศชาติ ทั้งนี้อาจนำหลักสูตรระยะเวลาเรียนและหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ไปสอนตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ในการจัดการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษนั้น ปัจจัยที่สำคัญเบื้องต้นคือ

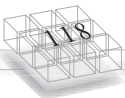
1. ความตั้งใจ และนโยบายของผู้บริหารโรงเรียน
2. ผู้ประสานงาน
3. การพัฒนานักลากร
4. การปรับกลไกการดำเนินงาน
5. การจัดเตรียมงบประมาณ
6. การปรับสภาพแวดล้อม
7. การปรับระบบทางการวัดและประเมินผล
8. การแนะแนวและจิตวิทยา

9. การจัดการศึกษาพิเศษสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษใน รูปแบบที่หลากหลาย

ผลการดำเนินงานการวิจัยและพัฒนาเชิงปฏิบัติการในครั้งนี้พบว่า โดยส่วนใหญ่เด็กสามารถพัฒนาได้อย่างรวดเร็ว มีทัศนคติที่ดีขึ้น ครูรู้สึกว่าคุณเองได้เรียนรู้มากขึ้น ผู้บริหารเห็นว่าเป็นโครงการที่มีคุณค่า อย่างไรก็ตาม จากประมวลข้อมูลเชิงคุณภาพพบว่า เด็กบางคนที่ถูกคัดเลือกเข้าโครงการหลายโครงการมีภาวะเครียดอยู่บ้าง เนื่องจากต้องมีการเพิ่มขึ้นจากโครงการปกติมากกว่าเพื่อนที่ไม่ได้รับเลือกเข้าโครงการ และบางคนไม่ได้รับการสนับสนุนจากผู้ปกครอง พบว่าผู้ปกครองบางคนมีความวิตกว่าลูกจะถูกเป็นเป้าสายตา อาจสร้างความแปลกแยกให้เด็กหรือมีภาวะเครียด เพราะความคาดหวังรวมทั้งเป็นกังวลในเรื่องคุณธรรมและจริยธรรม นอกเหนือไปจากความรู้สึกว่าลูกต้องทำงานมากขึ้นกว่าเดิม ผลที่เกิดจากการพัฒนาโครงการฯ ทำให้ผู้บริหารโรงเรียน นักการศึกษา ครูและผู้สนใจเห็นภาพชัดเจนว่า การพัฒนาการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษนั้นช่วยยกระดับเด็กทั้งหมดให้มีความสามารถมากขึ้น มีความสุขมากขึ้น มิใช่เป็นการศึกษาที่แยกเด็กเก่งออกจากระบบ

ข้อเสนอแนะด้านปฏิบัติ

1. สรรหา และคัดกรองนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ แล้วจึงจัดห้องเรียนในโครงการแยกจากนักเรียนกลุ่มปกติ
2. ผลจากการประชุมและการจัดการเรียนการสอนจบไป 1 ภาคเรียน นักเรียนส่วนมากมีข้อเสนอแนะว่าหลักสูตรลดระยะเวลาเรียนเรียนหนักมากเกินไป ไม่มีเวลาที่จะไปคิดวิเคราะห์ให้ลึกซึ้ง ดังนั้นครูในโครงการฯ จึงได้ประชุมเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องจากการเรียนผ่านไป 1 ภาคเรียน ให้ขยายหลักสูตรลดระยะเวลาเรียนจาก 4 ภาคเรียน เป็น 5 ภาคเรียน เพื่อให้



นักเรียนมีเวลาเพียงพอในการศึกษาเนื้อหาแต่ละเรื่อง พร้อมทั้งทำกิจกรรมต่างๆ ให้เสร็จก่อนจะศึกษาเนื้อหาต่อไป

3. กิจกรรมการเพิ่มพูนประสบการณ์ด้านคณิตศาสตร์ ในต่างจังหวัด คือ จังหวัดเชียงราย 3 สัปดาห์ จำนวน 5 ครั้ง จังหวัดเพชรบุรี 4 สัปดาห์ จำนวน 4 ครั้ง แต่ละครั้งประมาณ 6 ชั่วโมง เนื้อหาสาระมากทำให้นักเรียนบางคนไม่สามารถรับความรู้จากวิทยากรได้ครบถ้วนและหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ในกรุงเทพมหานคร นักเรียนต้องไปเรียนนอกสถานที่ทำให้มีความยากลำบาก และเป็นห่วงเรื่องความปลอดภัย และหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์นี้ควรมีวิทยากรหลากหลายมาให้ความรู้

4. ควรมีการประชุมอาจารย์ที่สอนนักเรียนในโครงการความเป็นเลิศด้านคณิตศาสตร์ เพราะนักเรียนกลุ่มนี้สนใจและชอบวิชาคณิตศาสตร์ การจัดเนื้อหา หลักสูตร กิจกรรมการเรียนการสอนจะเน้นหนักไปทางด้านคณิตศาสตร์ แต่ปรากฏว่าอาจารย์วิชาอื่นๆ เห็นว่านักเรียนกลุ่มนี้อยู่ในโครงการความเป็นเลิศของวิชาตนด้วย ซึ่งวิชาอื่นๆ จะต้องมีการจัดการเรียนการสอนอย่างลึกซึ้งให้สมกับนักเรียนความเป็นเลิศ ทำให้นักเรียนไม่มีเวลาค้นคว้าคณิตศาสตร์อย่างจริงจัง เพราะต้องไปทำรายงานวิชาอื่นๆ มากมาย

5. ควรจัดทำแผนการสอน สำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ โดยเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ควรเพิ่มรายละเอียดการสอนที่เป็นขั้นตอน โดยใช้สื่อต่างๆ เช่น วัสดุทัศน ICT เป็นต้น

6. การจัดการเขาค่ายตามหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ ควรจัดตั้งคณะกรรมการรับผิดชอบในหน้าที่ให้ชัดเจน เข้าใจตรงกัน และรับผิดชอบ ร่วมกันอย่างจริงจัง

7. โครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษา พ.ศ. 2546 กำหนดให้ผู้เรียนต้องเรียนหลายวิชา ทุกรายวิชาให้นักเรียนทำโครงการ โดยไม่มีการปรึกษาร่วมกันว่าจะรวมโครงการใดเข้าด้วยกัน ซึ่งทำให้ผู้เรียนต้อง

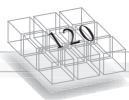
ทำงานมาก และต้องช่วยโรงเรียนทำกิจกรรมด้านอื่นๆ บวกกับการเรียนพิเศษ ทำให้ผู้เรียนเหนื่อยเกินไปที่จะให้เวลากับการพัฒนาตนเองให้ได้คุณภาพสูงความเป็นเลิศ

8. ความพร้อมและเวลาของผู้สอน ซึ่งมีภาระงานอื่นๆ ของโรงเรียน และมีคาบสอนหลายวิชาและหลายระดับชั้น ทำให้มีปัญหาในการเตรียมการสอน การตรวจติดตามผลงาน และพัฒนาการของผู้เรียน ตลอดจนการเขียนรายงานการวิจัย ซึ่งต้องใช้ความรู้ ความสามารถ ประสบการณ์ ความชำนาญ เวลา และทีมงานที่มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องดังกล่าวค่อนข้างมาก

9. ควรมีหน่วยงานกลางของชาติ ทำหน้าที่เป็นที่พึ่งพิงคอยช่วยเหลือดูแลโรงเรียนในเครือข่าย

10. กิจกรรมในหลักสูตรจะมุ่งพัฒนาผู้เรียนโดยองค์รวมทั้งด้านคณิตศาสตร์ ทักษะการคิด อารมณ์ และคุณลักษณะ (จิตพิสัย) งานของการจัดการศึกษาสำหรับผู้ที่มีความสามารถพิเศษ คือ ทำให้ทุกคนในโครงการมีความสามารถพิเศษ จำเป็นต้องเสาะหาคนที่มีความสามารถมาพัฒนา เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงออกให้เห็นศักยภาพ เห็นคุณค่าของตัวเองผู้เรียน คือ การเติมเต็มในสิ่งที่ผู้เรียนยังขาด

11. งานการพัฒนาการศึกษาสำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษควรแยกออกเป็นงานบริหารและงานวิชาการ การพัฒนาหลักสูตรและพัฒนาผู้เรียนเป็นงานวิชาการที่จำเป็นต้องอาศัยนักวิจัยที่มีความรู้ ประสบการณ์ และทำงานร่วมกับครูและผู้บริหารในโรงเรียน โดยมีเป้าหมายร่วมกัน คือ การพัฒนาความสามารถพิเศษให้ไปพัฒนาประเทศโดยองค์รวม จึงควรมีหน่วยงานประสานนโยบายหรือศูนย์แห่งชาติทำหน้าที่วางแผน จัดทำงบประมาณ ดำเนินการติดตามผล และศูนย์พัฒนาอัจฉริยภาพของเด็กและเยาวชนทำหน้าที่เป็นที่พึ่งพิงทางวิชาการให้โรงเรียนที่เป็นหน่วยงานวิจัยย่อย ทั้งเป็นแหล่งรวบรวมและสร้างองค์ความรู้ ตลอดจนพัฒนาบุคลากร โดย



สถาบันอุดมศึกษาของชุมชนทำหน้าที่เป็นนักวิชาการที่เลี้ยงทำงานร่วมกับฝ่ายวิชาการของโรงเรียนในระยะต้น แล้วขยายผลไปยังโรงเรียนเครือข่ายในโอกาสต่อไป

ข้อเสนอแนะด้านนโยบาย

1. โรงเรียนควรมีการวางแผนการบริหารจัดการนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษในด้านวิชาการอย่างเป็นระบบ ทั้งในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย
2. ควรเริ่มดำเนินการพัฒนาและเสาะหาในระดับประถมศึกษาปีที่ 4-5 และพัฒนาอย่างต่อเนื่องในระดับมัธยมศึกษา โดยการเสาะหาและคัดเลือกอย่างต่อเนื่อง
3. ควรมีการวางแผนและประสานงานร่วมกับมหาวิทยาลัย ในการรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ (Gifted Child) ที่เรียนจบตามหลักสูตรการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนานักเรียนที่มีความสามารถพิเศษให้นักเรียนเหล่านี้ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องโดยไม่มีกรหยุดชะงัก
4. ผู้บริหารจะต้องให้การสนับสนุนในเรื่องงบประมาณ สถานที่ และบุคลากร และอำนวยความสะดวกด้านต่างๆ เช่น การจัดตารางสอน การจัดการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล ตลอดจนการประสานงานติดต่อกับผู้ปกครองของนักเรียนในโครงการฯ เพราะนักเรียนกลุ่มนี้จะเป็นกำลังที่สำคัญของประเทศชาติในอนาคตต่อไป จึงต้องสร้างความรู้ความเข้าใจ และแนวปฏิบัติที่ชัดเจน
5. ควรจัดงบประมาณให้แต่ละโรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการนี้ ได้จัดหาตำราจากต่างประเทศให้นักเรียนที่สนใจได้ค้นคว้าเพิ่มเติม
6. ควรมีการเผยแพร่เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นเพื่อช่วยครูในการเสาะหาและควรมีหน่วยงานที่พัฒนากล้องเครื่องมือที่มีมาตรฐานให้ครูมีทางเลือกมากกว่านี้

7. ควรอบรมครูเรื่องการพัฒนาหลักสูตร และควรรใช้ครูที่มีประสบการณ์ชำนาญและรู้อจริง ดังนั้นในการขยายผล อาจส่งผู้เรียนไปรับบริการจากโรงเรียนที่มีความพร้อมกว่า และเพื่อให้ประหยัดงบประมาณ อาจให้โรงเรียน 2-3 โรงเรียน ในเขตพื้นที่การศึกษาเดียวกันร่วมกันให้บริการ โดยนำครูที่มีความสามารถจากหลายโรงเรียนมาทำงานร่วมกัน และเป็นโครงการร่วมกันกับมหาวิทยาลัยในชุมชน

8. ควรขยายเครือข่ายโรงเรียนที่จัดหลักสูตรแบบนี้เพื่อพัฒนา นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษไปทุกเขตพื้นที่การศึกษา โดยทำในรูปแบบของโรงเรียนนำร่อง

9. โรงเรียนควรสรรหาบุคลากรภายนอกที่เป็นนักวิจัยมืออาชีพ ให้คำปรึกษาเพิ่มเติมแก่ครูในโรงเรียน

10. ควรกำหนดเป็นนโยบายของชาติและมีหน่วยงานสนับสนุน เป็นกรณีพิเศษ

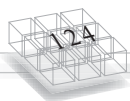




บรรณานุกรม

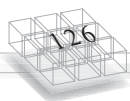
- แก้วตา คณะวรรณ. พัฒนาการสอน. ขอนแก่น : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น , 2524.
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. รายงานสรุปสภาพปัจจุบันและยุทธศาสตร์การจัดการศึกษาสำหรับเด็กและเยาวชนที่มีความสามารถพิเศษของประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร : หางหุ้นส่วนจำกัดภาพพิมพ์, 2545.
- ดิลก ดิลกานนท์. การฝึกทักษะการคิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์. ปริญญาโท กศ.ค. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร , 2534. อัดสำเนา วิชัย ต้นศิริ. "แฉเด็กอัจฉริยะหน่วยการเรียน สกศ.จี้รัฐใส่ใจ." ไทยรัฐ, 15 ธันวาคม 2536. หน้า 8.
- อารี รังสีนนท์. รวมบทบาทพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก. กรุงเทพมหานคร : ธนะการพิมพ์ , 2529
- อุษณีย์ โพธิ์สุข. "กิจกรรมสร้างเด็กปัญญาเลิศ." ใน 108 กิจกรรมสร้างลูกให้เป็นเลิศ. หน้า 72-79. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ผู้จัดการ, 2536
- . "การศึกษาสำหรับเด็กปัญญาเลิศ," ใน การพัฒนาความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของเด็กและเยาวชน. หน้า 32-53. กรุงเทพมหานคร : 2537.
- Anderson. Ronald D. and others. Developing Children's Thinking Through Science. Englewood Cliffs, N.J. : Prentices Hall, Inc., 1970.

- Bloom. B.S. "The Roll of Gifts and Markers in the Development of Talent," Exceptional Children. 48(6) : 510-512 ; April, 1982
- Bloom. B.S. Texonomy of Educational Objectives : The Classification of Education Goals Hand-Book I, Cognitive Domain.
New York : David Mckay. 1956.
- Boune. Iyle E. Cruce E. Ekstand and Roger L. Dominoski.
The Psychology of Thinking. Engle Wood Cliffs Prentice Hall.
1971.
- Clark, Cilbert and Enid Zimmerman. "Tending the Special Spark : Accelerated and Enriched Curricula for Highly Talented Art Students," A journal on Gifted Education. 10(1) : 10-23 :
September, 1987.
- Crabbe, A.B. "Creating a Brigher Future ; An Update on the Future Problem Solving Program,
"Journal for the Education of the Gifted. 5 : 2-12, 1982
- Craig, Gerald. Science for the Elementary Teacher. Massachusett :
Blaisdell Publish Company, 1966.
- Decaroli; Joseph. "What Research Say to the Classroom Teacher : Critical Thinking," Social Education. 37(1) : 67-69 ; January ,
1873.
- Diket, Marry Read Montgomery. "Art criticism : Relationships to Critical Thinking, Appreciation, and Creativity Among the Giffed," DIA-A. (Dissertation Abstracts International -A).
52(10) : 3506 ; April, 1992.
- Ennis, Roert H. "A Concept of Critical Thinking," Harvard Educational Review. 31(1) : 81-111 ; Winter, 1962.

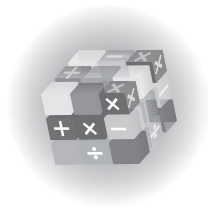


- Faux, Beverly Joy. "An Analysis of the Interaction of Critical Thinking Creative Thinking, and Intelligence rith Problem-Solving," DAI-A (Dissertation Abstracts International-A). 53(5) : 1451 ; November, 1992.
- Fliegler, L.A. and C.F. Bish. :Gifted and Talented, "Review of Education Research. 29 : 408-450 ; 1959.
- Greenes, Carole. "Identifying the gifted Student in Mathematics," Arithmetic Teacher. 28(6) : 14-17 ; February, 1981.
- Guilford, J.P. The Nature of Human Intelligence. New York : McGraw-Hill Book Co., 1968.
- Heid, Kathleen M. "Characteristics and Special needs of Gifted Student in Mathmetics," Mathmetics Teacher. 76 : 221-226 ; April, 1983.
- House, Peggy A. Providing Opportunities for the Mathmatically Gifted, K-12. Virginia : The National Council of Teachers of Mathmetics, Inc., 1987.
- Kang, Choong youl. "The Nature and Development of a Cognitive Screening Battery for Academically Gifted Second and Third-Grade Students (Second-Grade)," DAI-A (Dissertation Abstracts Internatonal-A). 51(12) : 4066 ; June, 1991.
- Kirk Samuel A. Education Exceptional Children. Boston : Houghton Mifflin, 1965.
- Maker, C.J. Teaching Models in Education of the Gifted. Rodckville, MD : Aspen System Corp., 1982.
- May, Lola June. Teaching Elementary School Mathmetics in Elementry School. New York : The Free Press, 1970.

- Polya, G. How to Solve It. (2nd ed) New York :
Doubleday Anchor Books, 1957.
- Quellmalz, Edys S. “Needed : Better Method for Testing Hiegher-
Order Thinking Skills,” Educational leadership. 43(2) : 29-35 ;
October, 1985.
- Renzulli, Joseph S. “What Makes Giftedness? Reexamining a
Definition,” Phi Delta Kappan. 60 : 180-184, 261 : November,
1978.
- Reynolds. M.C. and J.W.Birch. Teaching Exceptional Children in all
America’s Schools. Virginia : The Council for Exceptional
Children, 1977.
- Ridge, Laurence H. and Joseph S. Renzulli. “Teaching Mathmetics
to the Talented and Gifted,” in The Mathematical Education
of Exceptional Children and Youth. 191-266. Virginia : NCTM,
1981.
- Rosenthal , Robert and Ralph L. Rosnow. Essentials of Behavioral
: methods and data analysis (2nd edition).
Medraw-Hill Book Co., 1991 : 692.
- Russell, David H. Children’s Thinking. New York : Oinn and Company,
1956.
- Severeide, Rebecca C. “The Effect of Equipment Structure on the
Creative Thinking of Young Children in a Problem-Solving
Situation,” DAI-A (Dissertation Abstracts International-A).
50(7) : 1934 ; January, 1990.



- Starmack, John R. "Problem Solving of Mathematical Gifted Students ; An Analysis of Strategies Used before and after Formal Instruction in Five Techniques of Mathematical Proof," DAI-A(Dissertation Abstracts International-A). 52(5) ; 1675 ; November, 1991.
- Torrence, E. Paul and J.P.Torrence. "Developing Creativity Instructional Materials according to the Osborn-Parnes Creative Problem Solving Model," Creative Child and Adult Quarterly. 3 : 80-90 ; 1978.
- Torrence, E.P. Guiding Creative Talent. Englewood Cliffs, N.J. :Prentice Hall, 1962.
- Wallach, Michael A. and Nathan Kogan. Modes of Thinking in Young Children. New York : Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1965.



ภาคผนวก ก



ก. ความเป็นมาและคุณลักษณะของผู้มีความสามารถพิเศษ ด้านคณิตศาสตร์

ประวัติของผู้ที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์

ลีโอนาโด ฟิโบนัชชี อิตาลี พ.ศ. 1723-1793

ฟิโบนัชชีเป็นนักคณิตศาสตร์ที่ยิ่งใหญ่ในสมัยกลาง ท่านเป็นบุตรของโบนักชีโอ พ่อค้าชาวอิตาลี ติดตามบิดาไปยังประเทศอียิปต์ ซึ่งเรียกกริชจึงมีครูสอนคณิตศาสตร์เป็นชาวมุสลิม และทำให้ท่านเข้าไปเรียนรู้คณิตศาสตร์ ณ ศูนย์การเรียนรู้แห่งโลกมุสลิม สมัยกลาง ท่านเป็นกุญแจสำคัญในการนำเสนอตัวเลข ฮินดู-อารบิก ไปเผยแพร่ยังยุโรป ในปี พ.ศ. 1745 ท่านเขียนหนังสืออมตะชื่อ หนังสือแห่งลูกคิด เป็นหนังสือเกี่ยวกับการแก้ปัญหาตามขั้นตอนวิธีทางเลขคณิต และในหนังสือเล่มนี้มีปัญหาที่มีชื่อเสียงที่สุดคือ



Leonardo da Pisa
(Fibonacci)
c. 1180 - 1250

"จะมีกระต่ายกี่คู่ในเวลา 1 ปี โดยต้นปีมีกระต่ายแรกเกิดตัวผู้ตัวเมียอยู่ 1 คู่ 1 เดือนต่อมากระต่ายคู่นี้โตเป็นกระต่ายผู้ใหญ่ พร้อมที่จะเจริญพันธุ์ อีก 1 เดือนต่อมากระต่ายตัวเมียใช้เวลาตั้งท้อง และในเดือนที่ 3 กระต่ายออกลูกมา 1 คู่ และในเดือนต่อไปก็ออกลูกเดือนละ 1 คู่ไปเรื่อยๆ ขณะเดียวกันกระต่ายที่เกิดใหม่ก็ใช้เวลาโต ตั้งท้อง และออกลูกทำนองเดียวกัน"

ลำดับจำนวนคู่กระต่ายตั้งแต่เดือนที่ 1 ถึง เดือนที่ 12 เป็นดังนี้

เดือนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
จำนวนคู่กระต่าย	1	1	2	3	5	8	13	21	34	55	89	144

เมื่อศึกษาจะพบว่าสองเดือนแรกมีกระต่าย 1 คู่ และนับตั้งแต่เดือนที่ 3 ขึ้นไปจำนวนคู่กระต่ายได้มาจากผลบวกของจำนวนคู่กระต่ายสองเดือนก่อน

ถ้า a_n เป็นจำนวนคู่กระต่ายในเดือนที่ n จะให้ $a_n = a_{n-2} + a_{n-1}$ ผลงานนี้จึงมีผู้ตั้งชื่อว่า "ลำดับฟีโบนัชชี" ต่อมาเมื่อนักคณิตศาสตร์รุ่นหลังศึกษาลำดับนี้เพิ่มเติม พบว่า ลำดับนี้มีปรากฏอยู่ในธรรมชาติเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของสัตว์-พืช จำนวนกลีบดอกไม้ จำนวนใบไม้ การเวียนรอบของดอกไม้ใบไม้ วิธีเรียงสับเปลี่ยนตามธรรมชาติ ความงามตามธรรมชาติ โนนดนตรี อัตราส่วนทอง จากที่ท่านเดินทางท่องเที่ยวไปหลายประเทศ และมีโอกาสเข้าไปสู่ศูนย์การเรียนรู้ในยุคกลาง จึงทำให้ฟีโบนัชชีมีทัศนะกว้างไกล รู้จักเก็บรายละเอียดในสิ่งที่ศึกษา สันนิษฐานว่า ท่านคงสังเกตเห็นว่า กระต่ายแพร่พันธุ์ได้รวดเร็ว จึงสังเกตดูการแพร่พันธุ์ของกระต่ายแล้ว จึงนำมาตั้งเป็นปัญหาขึ้น และลำดับฟีโบนัชชีนี้ถ้านักคณิตศาสตร์รุ่นหลังไม่ศึกษาเพิ่มเติมจนพบสิ่งอัศจรรย์มากมาย ลำดับนี้ก็คงจะไม่มีชื่อเสียงเท่าปัจจุบันนี้

โจฮันเนส เคพเลอร์ พ.ศ.2114-2173



Johannes Kepler 1571-1630

ช่วง 3 ศตวรรษก่อนนี้ มนุษย์โลกไม่เข้าใจความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ระหว่างโลกและดวงอาทิตย์ จนกระทั่ง พ.ศ. 2086 โคเปอร์นิคัสกล่าวว่า โลกไม่ได้อยู่นิ่งเฉย แต่ไม่เป็นที่ยอมรับของชาวโลก จนกระทั่งกาลิเลโอและตีโยชบราเฮ ยอมรับว่าโลกและดาวพระเคราะห์ดวงอื่นๆ หมุนรอบดวงอาทิตย์ แต่ยังไม่มีความรู้มากมายนัก จนกระทั่งโจฮันเนส เคพเลอร์ ตั้งกฎ 3 ข้อ เกี่ยวกับการโคจรของดวงดาวบน

ท้องฟ้า ช่วงปี พ.ศ. 2152 และ 2162 ซึ่งกฎนี้ต่อมานักคณิตศาสตร์ และนักวิทยาศาสตร์อธิบายกฎนี้ โดยใช้บางทฤษฎีพิสูจน์ว่าทำไมกฎทั้งสามนี้เป็นจริง

กฎ 3 ของเคเพลอร์

1. ดาวพระเคราะห์แต่ละดวง โคจรรอบดวงอาทิตย์เป็นวงรี โดยมีดวงอาทิตย์เป็นโฟกัสหนึ่ง

2. ดาวพระเคราะห์แต่ละดวงจะโคจรรอบดวงอาทิตย์ กวาดพื้นที่ไปได้พื้นที่เท่ากันในเวลาเท่ากัน

3. ถ้า P1 และ P2 เป็นความยาวเส้นรอบรูปของวงโคจรหนึ่งรอบของดาวพระเคราะห์สองดวง และ R1 และ R2 เป็นระยะเฉลี่ยดวงดาวแต่ละดวงกับดวงอาทิตย์ ตามลำดับ จะได้

$$\left(\frac{P_1}{P_2}\right)^2 = \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^3$$

เซอร์ไอแซคนิวตัน อังกฤษ พ.ศ. 2185-2270



Isaac Newton 1642 - 1727

ในปี พ.ศ. 2207-2208 มหาวิทยาลัยเคมบริดจ์ ปิดเนื่องจากกาฬโรครระบาด ไอแซค นิวตัน ขณะนั้นอายุ 21 ปี เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ของมหาวิทยาลัยบาลย์ จึงกลับบ้าน ตอนกลางวันท่านนั่งอยู่ใต้ต้นไม้เปิดเห็น ลูกแอปเปิลตกลงมาทำให้คิดถึงแรงโน้มถ่วงของโลก จึงมีแรงบันดาลใจทำให้คิดกฎของแรงโน้มถ่วง โดยกล่าวว่า "แรงที่เกิดจากการกระทบกันของมวลสองมวลแปรผันกับผลคูณของมวลทั้งสองนั้น และแปรผันกลับกันกับกำลังสองของระยะทางระหว่างมวลทั้งสอง"

ในช่วงนี้นิวตันพัฒนาคณิตศาสตร์สาขาใหม่คือ แคลคูลัส และนำไปใช้พิสูจน์กฎทั้ง 3 ของเคปเลอร์ได้ด้วย กฎของแรงโน้มถ่วงจักรวาลของตน และในปี พ.ศ. 2230 นิวตันได้พิมพ์เสนอผลงานของตนลงในหนังสือชื่อ "ธรรมชาติปรัชญาทางหลักคณิตศาสตร์" นักคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ท่านหนึ่ง คือ ปีแยร์ซีมง ลาปลาสถึงกับอุทานว่า นิวตันเป็นบุรุษที่อัจฉริยะ และยอดเยี่ยมจริงๆ แต่เราต้องเชื่อว่า นิวตันท่านเป็นบุรุษที่โชคดีที่สุดที่สามารถพิสูจน์ระบบการเคลื่อนที่ของโลกได้

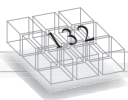
คาร์ล ฟรีดริชเกาส์ เยอรมนี พ.ศ. 2320-2398

คาร์ล ฟรีดริชเกาส์ สมัยเด็กๆ ท่านเป็นเด็กராเริงแจ่มใส ชุกชวน สนใจวิชาคณิตศาสตร์ มาตั้งแต่เด็กๆ วันหนึ่งในห้องเรียน ครูคณิตศาสตร์ กำลังนั่งทำงานอยู่ที่โต๊ะ ครูรู้สึกว่ามีนักเรียนในห้อง สงสัยสงสัยจึงคิดหาอุบายให้นักเรียนในห้องสงบลง จึงให้นักเรียนทุกคนบวกจำนวนเต็มตั้งแต่ 1 ถึง 100 ซึ่งครูก็นั่งทำงานต่อไป เพียงไม่กี่อึดใจ เด็กชายเกาส์ อายุเพียง 10 ขวบก็บอกครูว่าทำเสร็จแล้ว ครูถึงกลับอุทานว่า เธออย่ามา โทกหกนั่น เมื่อครูเดินมาที่โต๊ะของเด็กชายเกาส์ พบว่า แบบรูปการคิดของเกาส์จับคู่จำนวนเต็มตั้งแต่ 1 ถึง 100 ซึ่งผลบวกแต่ละคู่ของจำนวนเท่ากับ 101 มีทั้งหมด 50 คู่ ดังนี้



Karl Friedrich Gauss 1777-1855

1	2	3	4	5	. . .	48	49	50
100	99	98	97	96	. . .	53	52	51
50 X 101 = 5050								



คุณครูจึงขนานนามให้ว่า "เกาส์ผู้มีความสามารถพิเศษ" คุณครูนำเกาส์ไปพบขุนนางเจ้าเมืองบรานูชไวชค ต่อมาเจ้าเมืองอุปถัมภ์เกาส์ เขาศึกษาต่อยังมหาวิทยาลัยแห่งเมืองกอทิงเกน ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2338 และเป็นนักคณิตศาสตร์ที่ยิ่งใหญ่ ได้รับการขนานนามว่า ราชนิแห่งคณิตศาสตร์

จะเห็นได้ว่าเกาส์เป็นคนที่มีความอุปนิสัยร่าเริง ชุกชวนในตอนเด็ก ๆ และมีเหตุการณ์ที่ครูพบแวວอัจฉริยะของเกาส์ จึงสนับสนุนเกาส์จนเป็นนักคณิตศาสตร์ที่มีชื่อเสียง โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือ กฎของเกาส์

เอวาริสต์ กาลัว ฝรั่งเศส พ.ศ. 2354-2375



Évariste Galois
1811 - 1832

เอวาริสต์ กาลัว เกิดที่กรุงปารีส เมื่อวันที่ 25 ตุลาคม พ.ศ. 2354 ภายใต้การปกครองของนโปเลียน ครอปร้าวของ กาลัวเป็นนักปกครอง เป็นสมาชิกพรรคการเมืองและพ่อเป็นผู้ใหญ่บ้าน เมื่อยังเป็นเด็ก กาลัวเบื่อไปโรงเรียน แต่ก็มี ความเชี่ยวชาญในภาษาละติน หลังจากออกจากโรงเรียนไปไม่นาน ก็กลับมาเรียนใหม่ แล้วเริ่มต้นอ่าน และศึกษาวิชาคณิตศาสตร์เพราะอยากเป็นนักคณิตศาสตร์ กาลัวหวังจะเข้าเรียนต่อที่วิทยาลัยเอโคโพลีเทคโน เพราะเป็นสถาบันพื้นฐานสำหรับผู้ที่จะเป็นนักคณิตศาสตร์ฝรั่งเศส แต่โชคร้ายที่ครูไม่แนะนำให้กาลัวเตรียมพร้อมเท่าที่ควรจึงสอบเข้าเรียนต่อไม่ได้ ในปีถัดมา พ.ศ. 2372 หลังจากพ่อของกาลัวฆ่าตัวตายได้ 2-3 วัน กาลัวยังมีความมุ่งมั่นพยายามสอบเข้าเรียนต่ออีกครั้งหนึ่ง ก็สอบตกเป็นครั้งที่สอง อย่างไรก็ตามกาลัวไม่ยอมท้อถอย คิดว่าความพยายามอยู่ที่ไหนความสำเร็จอยู่ที่นั่น จึงพยายามสอบเข้าโรงเรียนอื่นบ้าง คราวนี้สอบเข้าได้และมุ่งมั่นศึกษา

คณิตศาสตร์ตามที่ตนเองสัญญาไว้ จนมีความรู้แตกฉานเมื่ออายุ 17 ปี กาลั้วส่งบทความทางคณิตศาสตร์ไปยังสถาบันการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียง โชคยังไม่เข้าข้างกาลั้ว เพราะ หลุย โคซี นักคณิตศาสตร์เอกสมัยนั้น ทำบทความของกาลั้วหายไป อย่างไรก็ตามกาลั้วยังเขียนผลงานต่อไป จนเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2373 ผลงานของกาลั้วได้รับการคัดเลือกเสนอเข้าชิงรางวัลสูงสุดทางด้านคณิตศาสตร์ โดยมี ฟูรีแยร์ นักคณิตศาสตร์ที่มีชื่อเสียงอีกท่านหนึ่งเป็นผู้อ่านผลงานของกาลั้วเป็นคนสุดท้าย ฟูรีแยร์นำผลงานนี้มาอ่านที่บ้านในคืนนั้น ฟูรีแยร์เสียชีวิตก่อนที่จะอ่านผลงานชิ้นโบแดงของกาลั้ว ความโชคร้ายของกาลั้วยังไม่จบสิ้น ในปี พ.ศ. 2373 นั้นกาลั้วเข้าไปสู่กระแสนของการปฏิวัติในฝรั่งเศสซึ่งมีอยู่เสมอ กาลั้วถูกจับขังคุกในปี พ.ศ. 2374 หลังจากถูกปล่อยตัวในปีถัดมา กาลั้วกำลังเป็นหนุ่มเต็มตัวอายุ 20 ปี กาลั้วหลงรักหญิงสาวคนหนึ่งแล้วเกิดการนัดควลกับชายหนุ่มอีกคนหนึ่ง ไม่ทราบสาเหตุแน่ชัดว่าด้วยเรื่องความรักหรือการเมือง ในวันที่ 30 พฤษภาคม พ.ศ. 2375 เมื่อกาลั้วและปรปักษ์เผชิญหน้ากัน จึงควลกันด้วยปืนพก กาลั้วถูกยิงและเสียชีวิตในวันต่อมา ด้วยอายุเพียง 20 ปี

หลังจากนั้น มีผู้พยายามค้นหาผลงานความรู้ของกาลั้ว ซึ่งมีประโยชน์มากมายจากผลงานที่ปะปนอยู่กับกองเอกสารของนักคณิตศาสตร์ฝรั่งเศสหลายท่านในสมัยนั้น มีผู้กล่าวว่า ถ้ากาลั้วมีชีวิตต่ออีก 2-3 ปี ผลงานของท่านคงจะเป็นมรดกของโลกอีกมากมาย

ศรีนีวาส รามานุจัน อินเดีย พ.ศ. 2430-2463

เช้าวันหนึ่งในปี พ.ศ. 2456 ศาสตราจารย์จอห์น อาร์ดี แห่งมหาวิทยาลัยเคมบริดจ์ ได้รับจดหมายของใหญ่หนา ติดแสตมป์มาจากประเทศอินเดีย เมื่อท่านเปิดซองจดหมายก็พบเอกสารวิชาทางคณิตศาสตร์



Srinivasa Ramanujan 1887 - 1920

หลายหน้า เป็นเอกลักษณ์และสมการทางคณิตศาสตร์ ที่แปลก ซึ่งท่านไม่เคยพบเห็นมาก่อนเลย นับว่าเป็นผลงานเชิงสหัสญาณ นอกห้องเรียนชั้นโบแดง เจ้าของจดหมายเป็นเสมียน จนๆ วัย 26 ปี จากเมืองมาคร ประเทศอินเดีย ชื่อ ศรีนิวาส รามานุจัน จากความประทับใจในผลงานชั้นโบแดงนี้ ศาสตราจารย์ฮาร์ดี จึงเชิญ รามานุจันมาร่วมงานปฏิบัติการวิจัยทางคณิตศาสตร์ด้วยกัน ในเวลา 7 ปี ต่อมา รามานุจัน และศาสตราจารย์ฮาร์ดี ก็มีผลงานการวิจัยพิมพ์เผยแพร่ บันทึกลงเป็นประวัติศาสตร์ไว้มากมาย โดย ศาสตราจารย์ฮาร์ดีให้เกียรติ รามานุจัน โดยใช้ชื่อรามานุจันเป็นชื่อค้นในงานวิจัย

ต่อมาเมื่อรามานุจันอายุ 73 ปี นอนป่วยอยู่บนเตียงนอน ศาสตราจารย์ฮาร์ดีเดินทางมาเยี่ยมเพื่อนเก่า และรำพึงรำพันว่า "ผมเดินทาง มาโดยรถแท็กซี่ ซึ่งตัวเลขทะเบียนน่าเบื่อบ้างจริงๆ คือ 1729" เมื่อ รามานุจันเห็นเพื่อนเก่ามาเยี่ยมก็ดีใจ และหน้าตาแจ่มใสสดชื่นเมื่อได้ยิน เพื่อนเก่าเอ่ยถึงจำนวน 1729 ที่น่าเบื่อ รามานุจันบอกว่า 1729 เป็นจำนวน ที่สำคัญนะ เพราะเป็นจำนวนที่มีค่าน้อยที่สุด ซึ่งเป็นผลบวกของคู่จำนวน ที่ยกกำลังสาม สองคู่ที่แตกต่างกัน

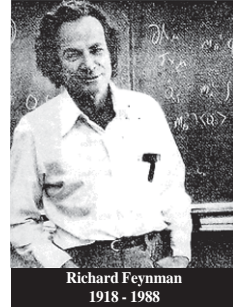
$$\text{กล่าวคือ } 1729 = 1^3 + 12^3$$

$$\text{และ } 1729 = 9^3 + 10^3$$

จะเห็นได้ว่า ถึงแม้รามานุจันจะเป็นคนที่มาจากครอบครัวที่ยากจน ในอินเดีย แต่ด้วยความรักในคณิตศาสตร์ จึงหาทางส่งผลงานความคิดไปยัง ศาสตราจารย์ฮาร์ดี ด้วยผลงานชั้นโบแดง นักคณิตศาสตร์ทั้งสองจึงเป็น เพื่อนรักกัน และร่วมกันทำงานจนมีชื่อเสียงโด่งดังอย่างไม่มีขอบเขตใน เชื้อชาติและศาสนาแม้เวลาไกลที่รามานุจันจะเสียชีวิตท่านก็ยังมิ ลมหายใจเขาออกเป็นคณิตศาสตร์ตลอดเวลา

ริชาร์ด เฟย์นแมน สหรัฐอเมริกา พ.ศ. 2461-2531

สมการที่มีชื่อเสียงมาก คือ $e^{i\pi} + 1 = 0$ สมการนี้ปรากฏใน หนังสือเจมส์เกลอิก จีเนียส กล่าวถึงอัตชีวประวัติของนักฟิสิกส์ชื่อริชาร์ด เฟย์นแมน ในปี พ.ศ. 2497 เมื่ออายุได้ 25 ปี เฟย์นแมน ได้ให้การปาฐกถาพิเศษที่มีชื่อเสียง และเด่นมาก กับนักฟิสิกส์ ซึ่งมาชุมนุมกันใน ลอส อลาโมส เพื่อพัฒนาระเบิดปรมาณู เฟย์นแมน เขียนจดหมายถึงคุณแม่ โดยส่งเรื่องที่ปาฐกถาพิเศษ ชื่อเรื่อง "สมบัติของ จำนวนบางอย่างที่น่าสนใจ" ซึ่งการปาฐกถานี้เป็นการโหมโรงสูตรใหม่ ในควันตัมฟิสิกส์



ข้อสรุปในการปาฐกถาของเฟย์นแมนมี ดังนี้

0 และ 1 เป็นจำนวนเต็ม ซึ่ง 0 เป็นเอกลักษณ์การบวก 1 เป็นเอกลักษณ์การคูณ มี e , π เป็นจำนวนอตรรกยะ โดยที่ π เป็นอัตราส่วน ระหว่างความยาวเส้นรอบวงของวงกลมกับรัศมีของวงกลม และ e เป็นจำนวนอตรรกยะ ซึ่งถ้าเขียนในรูปอนุกรม จะเขียนได้เป็น

$$e = 2 + \frac{1}{2!} + \frac{1}{3!} + \frac{1}{4!} + \dots + \frac{1}{n!} + \dots$$

ส่วน i เป็นจำนวนเชิงซ้อน ซึ่ง $i^2 = -1$

ทั้ง 0, 1, e , π , i กลับสัมพันธ์กันอย่างอัศจรรย์ นั่นคือ $e^{i\pi} + 1 = 0$

สมการนี้เป็นสมการที่ผสมผสานระหว่าง เลขคณิต พีชคณิต เรขาคณิต ตรีโกณมิติ

สมการนี้พัฒนามาจากทฤษฎีบทเดอมัวร์ คือ $e^{i\theta} = \cos\theta + i\sin\theta$

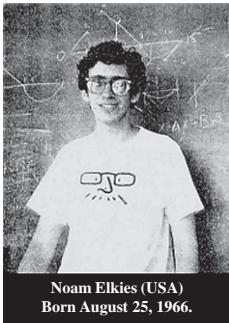


$$\begin{aligned}
 \text{ถ้าให้ } \theta = \pi \quad \text{จะได้ } e^{i\pi} &= \cos \pi + i \sin \pi \\
 &= \cos 180^\circ + i \sin 180^\circ \\
 &= -1 + i \cdot 0 \\
 &= -1
 \end{aligned}$$

$$\text{นั่นคือ } e^{i\pi} + i = 0$$

เป็นเรื่องที่น่าแปลก ซึ่งทั้ง e , i และ π เรียกว่าเป็นจำนวนอดิศัย แต่เมื่อนำมาเขียนเป็นจำนวนในรูปเลขยกกำลังแล้ว ได้ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็ม -1

โนแอม เอลกีส์ สหรัฐอเมริกา 25 สิงหาคม 2509-ปัจจุบัน



Noam Elkies (USA)
Born August 25, 1966.

สมัยยังเป็นเด็ก โนแอม เอลกีส์ชอบเล่นปริศนาเกี่ยวกับเลขคณิต จำนวน และชอบนับบิ๊บบอร์ดของเปียโน ซึ่งเป็นलगซึ่งนำว่า เมื่อเป็นผู้ใหญ่โนแอมเป็นทั้งนักคณิตศาสตร์และนักดนตรี ทั้งนี้ต้องขอบคุณค่ายพิเศษ และการศึกษาเชิงเพิ่มพูนประสบการณ์ที่อิสราเอล ระหว่างปี พ.ศ. 2513-2521 ทำให้ศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของโนแอมเพิ่มพูนขึ้นมากมาย

โนแอม พบหนังสือ ยูคลิด เอลิเมนต์ที่แปลเป็นภาษาฮีบรูบนชั้นหนังสือของพ่อ เมื่ออ่านแล้ว โนแอมหลงรักคณิตศาสตร์อย่างจับใจ เมื่อโนแอมกลับมาขังนิวยอร์กสหรัฐอเมริกา ได้เข้าเรียนที่โรงเรียนสตูดีฟเสนเทมินนท์ ซึ่งเน้นเฉพาะทางวิชาคณิตศาสตร์ โนแอมเข้าไปอ่านหนังสือที่ห้องสมุดสาธารณะเพื่อเพิ่มพูนประสบการณ์ มารัดิน การคเนอร์ ปรมาจารย์ทางด้าน การสอนเด็กที่มีความสามารถพิเศษ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อโนแอมนำปัญหาหนึ่งของการคเนอร์มาทำเป็นโครงการแล้วได้รางวัลชนะเลิศในปี พ.ศ. 2525

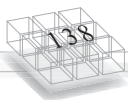
จาก เวติงเฮาส์ ชาย แทเลนท์ เซวิช ในงานวิทยาศาสตร์แห่งชาติ ได้รางวัลจากการแข่งขันคณิตศาสตร์ของสมาคมคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา คณิตศาสตร์โอลิมปิกแห่งสหรัฐอเมริกา และได้เป็นตัวแทนของประเทศไป การแข่งขันคณิตศาสตร์โอลิมปิกระหว่างประเทศได้รางวัลเหรียญทองทั้งสองปี

ขณะเรียนอยู่โรงเรียนสตูอีฟแลนด์ โนแอมก็เรียนคณิตที่โรงเรียน คณิตรี จูเลียสไปด้วย โนแอมสนใจทั้งคณิตศาสตร์และคณิตรี ตอนอยู่ชั้น มัธยมปลาย จูเลียสคอยอยากเป็นนักคณิตรี และได้แต่งเพลงไว้ด้วยหลังจาก เรียนจบที่สตูอีฟแลนด์ และจูเลียสได้แล้ว โนแอมเข้าศึกษาคณิตศาสตร์ และคณิตรีที่มหาวิทยาลัยโคลัมเบีย และเรียนจบภายใน 3 ปี เมื่ออายุเพียง 18 ปี แต่ละปีใน 3 ปีนั้น โนแอมได้รางวัลเกียรตินิยมเหรียญทอง ในการแข่งขันคณิตศาสตร์ จาก นอร์ธ อเมริกัน แพทแนม

ในปี พ.ศ. 2528 เขาเรียนต่อปริญญาโทเอก ที่มหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด ในภาคฤดูร้อนของปีแรกของการศึกษาปริญญาเอก โนแอมทำให้อาจารย์ที่ปรึกษาตกใจ เพราะสามารถพิสูจน์ข้อความคาดการณ์ทางทฤษฎีจำนวนได้ โดยปัญหาระดับนี้จะเป็นปัญหาสำหรับผู้ที่มิอายุ 25 ปีขึ้นไป จากผลงานที่สำคัญนี้ จึงกลายเป็นปริญญานิพนธ์ ของ โนแอม และเรียนจบปริญญาโท-เอก ภายใน 3 ปี

ในปี พ.ศ. 2530 มีปัญหายาวนานปัญหาหนึ่ง คือ กำลังสามของจำนวนเต็มจำนวนหนึ่ง ไม่สามารถเขียนเป็นผลบวกของกำลังสามของจำนวนสองจำนวนได้ แต่บางครั้งอาจเขียนเป็นผลบวกของกำลังสามของสามจำนวนได้ เช่น $3^3 + 4^3 + 5^3 = 6^3$ เลออนฮาร์ด ออยเลอร์ (พ.ศ. 2250-2326) คาดการณ์ว่าสำหรับ $n > 2$ อาจเขียนกำลังที่ n ของจำนวนหนึ่งเท่ากับผลบวกของกำลังที่ n ของอีกสองจำนวนได้ และถ้าเขียนได้

เช่น $3^3 + 4^3 + 5^3 = 6^3$ เลออนฮาร์ด ออยเลอร์ (พ.ศ. 2250-2256) คาดการณ์ว่าสำหรับ $n > 2$ อาจเขียนกำลังที่ n ของจำนวนหนึ่งเท่ากับผลบวกของกำลังที่ n ของส่วนอื่นๆ ได้ พ.ศ. 2509 แอล เจ แลนเดออร์



และที่อาร์ พาร์กิน แสดงให้เห็นว่าข้อสันนิษฐานของออยเลอร์ไม่เป็นจริง $27^5 + 84^5 + 110^5 + 133^5 = 144^5$ แต่ก็ไม่มีใครทราบแม้แต่ผลบวกของกำลังสี่ของจำนวนสามจำนวนจะเท่ากับกำลังสี่ของจำนวนที่สี่ได้ โดยใชทฤษฎีจำนวน โนแอมไดคอนหาตัวอย่างขัดแย้งกับข้อสันนิษฐานของออยเลอร์

$$2682440^4 + 15365639^4 + 18796760^4 = 20615673^4$$

เขายังได้พิสูจน์ต่อไปว่า มีตัวอย่างขัดแย้งอีกมากมาย ตัวอย่างขัดแย้งของโนแอมเป็นจำนวนที่ใหญ่มาก แต่ละจำนวนมีหลักเกือบ 70 หลัก

ปัญหาอีกปัญหาหนึ่งที่โนแอมโจมตีคือ ข้อสันนิษฐาน ABC ซึ่งเป็นปัญหาคาบเกี่ยวระหว่างทฤษฎีจำนวนและเรขาคณิต ข้อสันนิษฐาน ABC เป็นสิ่งที่ชี้แนะถึงผลลัพธ์สำคัญหลายๆ อย่าง รวมทั้งทฤษฎีสุดท้ายของแฟร์มาต์ โนแอมได้พิสูจน์บทประยุกต์อื่นที่สำคัญของข้อสันนิษฐานนี้ในปี พ.ศ. 2534

ข้อสันนิษฐาน ABC (Masser และ Oesterle) มีเหตุผลง่ายที่จะเข้าใจจินตนาการว่า มีผลเฉลยที่สอดคล้องกับทฤษฎีสุดท้ายของแฟร์มาต์

$$x^n + y^n = z^n \quad (n > 3)$$

วินเค ซิลวา ศรีลังกา-อังกฤษ 2 ธันวาคม 2514-ปัจจุบัน

วินเค ซิลวาเกิดที่กรุงโคลัมโบ ประเทศศรีลังกา ย้ายมาอยู่ที่ลอนดอนเมื่อตอนอายุได้ 2 ขวบ เมื่อยังเล็กๆ วิน มีช่วง สนใจที่กว้างตั้งแต่ไม่จิมพินยันเรือบ โดยมีคณิตศาสตร์แฝงอยู่ในเรื่องที่น่าสนใจด้วย โดยแท้จริงแล้ว วินมีแววเป็นนักคณิตศาสตร์ ตั้งแต่เด็ก



Vin de Silva
(United Kingdom)
Born Dec. 2, 1971

เมื่อ วินอายุประมาณ 3 ขวบ พนักงานขาย ที่ขึ้นหนังสือคณิตศาสตร์ถึงกับ ร้องตะโกนเสียงดัง เมื่อวินปีนขึ้นไปในมุม โยนหนังสือคณิตศาสตร์ลงมานั่นพื้น วินแสดงความถนัดทางคณิตศาสตร์ มาตั้งแต่ชั้นประถมศึกษา โดยมีพ่อ เป็นผู้สนับสนุน โดยสอนการบวกเลขให้ที่บ้าน ที่วิทยาลัยดัลวิช โรงเรียนมัธยม ชายของรัฐ วินเรียนคณิตศาสตร์ได้รวมทั้งภาษาฝรั่งเศส ลาติน กรีก และ ภาษาอื่นๆ ทั้งยังสนใจหมากรุก บริดจ์ เกมต่างๆ และงานเขียน

เมื่อจบโรงเรียน วิน รักที่จะเรียนดนตรี โดยเฉพาะอย่างยิ่งเรียน สีไวโอลิน โดยใช้เวลาศึกษาอยู่ 8 ปี โดยต้องฝึกการใช้นิ้วในการกด สายไวโอลินให้คล่องแคล่ว แต่ทำไม่ค่อยได้ เวลาสีไวโอลินออกมาเป็น เสียงเพลงที่แย่มาก จนครูคนแรกที่สอนอยู่ 5 ปีเลิกสอนแล้วกล่าวว่า วินคง เอาดีทางดนตรีไม่ได้ แต่วินก็ยังสีไวโอลิน เป็นงานอดิเรก สวรรค์ยังเป็นใจ ที่ครูดนตรีคนที่สองของวินสร้างแรงบันดาลใจให้วิน ทางด้านดนตรี จนปี สุดท้ายของโรงเรียนดัลวิช วินได้เป็นหัวหน้าวงออเคสตราอย่างสมเกียรติ ซึ่งไม่น่าจะเป็นไปได้ เมื่อนึกถึงเรื่องการเล่นดนตรีของวิน 2-3 ปีก่อนหน้านี วินได้บทเรียนที่มีคุณค่ามากจากครูดนตรีคนที่สอง ครูสอนว่า "ถ้าเธอ ทำงานอย่างระมัดระวัง เธอจะพัฒนาตนเองได้ และอาจจะดีเสียว่าที่เธอ คิดฝันไว้ตั้งแต่เริ่มแรกเสียอีก"

คำสอนของครูดนตรีที่มีคุณค่านั้น วินนำมาใช้กับวิชาคณิตศาสตร์ด้วย "คณิตศาสตร์จะทำให้เกิดความปลื้มปิติหรือไม่" ก็ขึ้นอยู่กับว่าวินจะเบื่อ ท้อการทำแบบฝึกหัดทางคณิตศาสตร์หรือไม่ แต่บางครั้งวินก็ตรึงตรง โจทย์อย่างละเอียดก่อนที่จะดูคำตอบ ต่อมา 5 ปีก่อนจะจบชั้นมัธยมศึกษา ครูให้วินเข้าแข่งขันคณิตศาสตร์ระดับชาติ และ 2 ปีก่อนจะสำเร็จชั้น มัธยมศึกษา วินมีผลคะแนนคณิตศาสตร์เป็นอันดับที่ 5 ของโรงเรียน จนในที่สุด วินก็ได้เป็นตัวแทนของประเทศอังกฤษไปแข่งขันคณิตศาสตร์ โอลิมปิก ในปี พ.ศ. 2532 ที่ เมืองบราวน์ชไวซ์ ประเทศเยอรมนี วินได้รางวัลเหรียญทองแดง และในปี พ.ศ. 2533 ที่ประเทศฮ่องกง วินได้

รางวัลเหรียญทอง เมื่อจบการศึกษาในระดับชั้นมัธยมแล้ว วินเข้าศึกษา
คณิตศาสตร์ที่วิทยาลัยทรินิตี แคมบริดจ์ และได้ประกาศนียบัตรในภาษา
รัสเซีย สุดท้ายเขาเรียนปริญญาเอกที่มหาวิทยาลัยออกซ์ฟอร์ด มีไซมอน
โดนัลสัน เป็นอาจารย์ซึ่งได้รับรางวัล ฟิวด์ เมดัล ซึ่งเป็นรางวัลทาง
คณิตศาสตร์ที่เทียบเท่ารางวัลโนเบล วินยังมาช่วยสอนนักเรียนมัธยมปลาย
ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ เป็นคณะกรรมการคณิตศาสตร์
โอลิมปิกของอังกฤษ และเป็นหัวหน้าทีมนักเรียนคณิตศาสตร์โอลิมปิก

สำหรับวินแล้ว คณิตศาสตร์เป็นสิ่งสวยงามที่เขายาวใจ "ความรู้สึก
ที่เกิดขึ้นทันทีที่เห็นบางสิ่งและเข้าใจสิ่งนั้นอย่างบริบูรณ์ เป็นสิ่งที่ไม่น่าเชื่อ
เป็นเรื่องที่ยิ่งใหญ่จริงๆ ประทับใจอยู่ในหัวของฉัน"

จะเห็นว่าวินเค ซิลวา มีคณิตศาสตร์อยู่ในหัวใจ แต่ถ้าไม่ได้รับการ
สนับสนุนจากครูที่เข้าใจ ก็อาจจะศึกษาวิชาอื่นไปแล้ว แทนที่จะมาเป็น
นักคณิตศาสตร์

คาทริโอ (เคที) แมกลีน สหราชอาณาจักรอังกฤษ 15 สิงหาคม 2519



Catriona Maclean
(United Kingdom)
Born August 15, 1976

เกมทางคณิตศาสตร์

คาทริโอนาแมกลีน เกิดและโตที่เมืองแสร โรเกท
ยอร์กไชร์ ศึกษาที่ โรงเรียนแสร โรเกท แกรมมาร์ เป็น
โรงเรียนของรัฐส่วนท้องถิ่น เคทีไซเคดีที่มีครูฟิลลิป เฮย์
เป็นครูคณิตศาสตร์ที่ซาบซึ้งและรักคณิตศาสตร์ สอน
และถ่ายทอดความรู้ให้ลูกศิษย์ด้วยศิลปะแห่งความรัก
และสนุกสนาน ทำให้เคทีตื่นเต้น สนใจ เธอคิดคำนึง
ในใจว่า "คณิตศาสตร์ช่างสวยงามเสียจริงๆ" ทำให้
เธอสนใจและสนุกสนานไปกับปริศนาทางตรรกศาสตร์

การบูรณาการของคณิตศาสตร์ ส่งผลให้เธอมีพัฒนาการทางคณิตศาสตร์ที่ดี ช่วงสองปีสุดท้ายก่อนจบระดับชั้นเตรียมอุดมศึกษา เธอได้เข้าร่วมแข่งขันคณิตศาสตร์ระดับชาติที่ประเทศอังกฤษ และได้เป็นตัวแทนของประเทศไป แข่งขันคณิตศาสตร์โอลิมปิก 2 ครั้ง ครั้งแรกในปี พ.ศ. 2537 ประเทศตุรกี ได้รางวัลเหรียญเงิน ครั้งที่ 2 ในปี พ.ศ. 2538 ที่ประเทศฮ่องกง ได้รางวัลเหรียญทอง

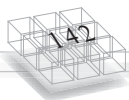
หลังปี พ.ศ. 2538 เธอเข้าศึกษาที่วิทยาลัย เอมมานูเอล แห่งแคมบริดจ์ ทางศิลปะการแสดงภาพยนตร์ และเข้าร่วมกิจกรรมของสมาคมในมหาวิทยาลัยแคมบริดจ์

เธอที่ มองคณิตศาสตร์ด้วยความอัศจรรย์ สวยงามแฝงอยู่ในจักรวาล เธอเคยกล่าวว่า "ฉันไม่แน่ใจนักว่าคณิตศาสตร์ คือการค้นพบงานที่สวยงามของธรรมชาติ หรือว่าเป็นการสร้างสรรคงานศิลปะที่สวยงาม" ต่อมาไม่นานเธอก็กล่าวว่า "ฉันคิดว่าเป็นทั้งสองอย่าง"

สำหรับคาทรีโอนาแมกลิน เธอเป็นคนรุ่นใหม่ที่มีพื้นฐานทางศิลปะ แต่ด้วยครุคณิตศาสตร์ที่ให้ความรักและการสอนที่สนุกสนาน น่าสนใจ จึงทำให้เธอมีพัฒนาการทางคณิตศาสตร์จนเข้าแข่งขันคณิตศาสตร์โอลิมปิก ได้รางวัลเหรียญทองและด้วยหัวใจแห่งศิลป์ เธอจึงมองคณิตศาสตร์ออกมาด้วยมุมมองที่งดงาม

เจ พี กรอสแมน แคนาดา 23 มีนาคม 2516

เจ พี กรอสแมน เป็นคน จี๋เล่น สังกัดได้จากชีวิตวัยเด็ก ในชั้นอนุบาล เขาชอบถอดสิ่งของต่างๆ ออกเป็นชิ้นๆ ไม่ว่าจะเป็นนาฬิกาแขวน, เครื่องคิดเลข, นาฬิกาข้อมือ, วิทยุ และแม้แต่เครื่องคอมพิวเตอร์ หรือ



เครื่องเล่นเทปอัตโนมัติ อย่างไรก็ตาม ความฉลาดของเขาก็ไม่ได้รับการยอมรับ
ทั่วไป ครั้งหนึ่งเขาถูกส่งไปที่ห้องครูใหญ่เพราะทำงานล่วงหน้จากห้องเรียน
มากเกินไป

"การถอดสิ่งของต่างๆ ออกเป็นชิ้นๆ" เพื่อที่จะเข้าใจมัน เป็นตัวอย่างวิธี
การเรียนรู้ของเจ พี ในชั้นเกรด 9 เขาและเพื่อนคนหนึ่งได้อ่านบทความใน
Discover magazine เกี่ยวกับเรขาคณิตสามมิติรูป ตั้งแต่ระยะต้นๆ ที่มี
การคลั่งไคล้ในเรื่องของเรขาคณิตสามมิติรูป ทั้งคู่มีความอยากรู้อยากเห็น
ที่จะได้ค้นหาว่า เรขาคณิตสามมิติรูป ทำงานอย่างไร สิ่งแรกคือ ต้องเข้าใจ
ความลึกกลับของตัว i ซึ่งปรากฏในสมการในค่าของ $\sqrt{-1}$ แทนที่จะหาข้อ
แนะนำ และสิ่งที่จะได้คำตอบว่า คำถามของเขาอยากเกินไป
เขาเล่นกับความคิดรวบยอดเกี่ยวกับ i และคำนวณออกมาว่ามันทำงาน
อย่างไร หลังจากนั้นเขาเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อทำให้เกิด
เรขาคณิตสามมิติรูป ไม่ว่าจะเป็นเรขาคณิตสามมิติรูปอะไรก็ตามที่เครื่อง
สามารถทำขึ้นมาได้ เริ่มต้นด้วยโปรแกรม Vic 20 และทำงานกับมัน ต่อมา
เริ่มต้นด้วยภาษาเบสิก และเรียนรู้ภาษาอื่นๆ เท่าที่ต้องการ

ในชั้นเกรด 10 ช่วงชีวิตแห่งการแข่งขันของเจ พี ก็ได้มาถึง ขอขอบคุณ
สัญชาติญาณแห่งความท้าทายด้านคณิตศาสตร์ ผวนกับความสามารถ
ของเขาที่จะหิบบัญญาต่างๆ ออกมาในชั้นเกรด 11 เขาชนะคณิตศาสตร์
โอลิมปิกของแคนาดา โดยได้รับรางวัลที่หนึ่ง

เจ พี จึงได้รับเลือกเข้าอยู่ในทีมของแคนาดาในการแข่งขัน
คณิตศาสตร์โอลิมปิกนานาชาติในการแข่งขัน 3 ปีของเขา เขาชนะได้รับ
รางวัลเหรียญเงิน 2 ครั้งและเหรียญทอง 1 ครั้ง ยิ่งกว่านั้น 2 ปีสุดท้าย
ของชั้นมัธยมปลาย เขาเป็นที่หนึ่งในการแข่งขันคณิตศาสตร์โอลิมปิกของ
สหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นปีสุดท้ายที่ชาวแคนาดาได้รับอนุญาตอย่างเป็นทางการให้แข่งขันได้

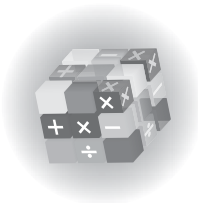
ในขณะที่ศึกษาวิชาคณิตศาสตร์, ฟิสิกส์ และวิศวกรรมไฟฟ้า

ที่มหาวิทยาลัยโทรอนโต เจพีเข้าแข่งขันคณิตศาสตร์ที่อเมริกาเหนือ 3 ครั้ง เขาประสบความสำเร็จได้รับรางวัลเกียรติยศสูงสุด 2 ครั้ง แม้ว่าเจพีจะมีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ เจพีก็ยังให้ความสนใจในเรื่องอื่นๆ เช่น หมากรุก, การโต้วาที, ฟุตบอลและสกี เจพีชื่นชอบ ในดนตรีแจซ เขายังเป็นผู้เล่นแซกโซโฟนเสียงเทเนอร์ที่ประสบความสำเร็จด้วยคนหนึ่ง

หลังจากจบการศึกษา เจพีวางแผนที่จะทำงานที่ VLSI (Very Large Scale Integration) ในส่วนของ Chip design สำหรับเจพีแล้ว Chip design คือการแก้ปัญหาหลากหลายชนิด (คล้ายคณิตศาสตร์) ซึ่งต้องแก้สิ่งต่างๆ และต้องถอดสิ่งของต่างๆ ออกเป็นชิ้นๆ

สิ่งที่เจพีรักมากที่สุดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ คือ การนำความจริง 2 อย่างที่ดูเหมือนไม่สัมพันธ์กันมาเกี่ยวข้องกัน เขาพบว่าเขาได้กลายเป็นผู้เชี่ยวชาญในการทำให้เกิดการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่แตกต่างกัน โดยการยอมรับแบบรูปที่แน่นอนทั้งสิ่งที่อยู่ภายใน และภายนอกขอบข่ายของคณิตศาสตร์ ตัวอย่างหนึ่งที่ชอบมากที่สุดของหลักการนี้คือ การดมหัทศจรย เพื่อทำนายอายุ เมื่อเจพีรู้กลอุบายนี้ตั้งแต่ตอนที่เขายังเป็นเด็ก เขาก็เข้าใจตัวเลขระบบฐานสองในทันที

ความอยากรู้อยากเห็นของเจพีเป็นสิ่งที่ขับเคลื่อนให้เจพีก้าวไปข้างหน้า ปรัญญาการดำเนินชีวิตของเจพีก็คือ "ทำสิ่งที่คุณสนุกที่จะทำ"



ยูจีนียา มาลินนิโกวา รัสเซีย 25 พฤษภาคม 2517-ปัจจุบัน

ยูจีนียาเกิดที่เลนินการ์ด ปัจจุบันคือ เมือง เซนต์ปีเตอ์เบิร์ก เธอสนใจคณิตศาสตร์มาตั้งแต่เด็ก เมื่อตอนอายุ 12 ปี เธอคิดระบบจำชื่อวัน เมื่อกำหนด วันที่ เดือนใน พ.ศ. 2529 มาให้จะบอกได้ว่าเป็นวัน อาทิตย์, จันทร์, ..., หรือเสาร์ นอกจากนี้พ่อของเธอ สอนว่า จำนวนสมาชิกของเซตจำนวนธรรมชาติ นั้นมีน้อยกว่าจำนวนสมาชิกของเซตจำนวนจริงที่อยู่ระหว่าง 0 กับ 1 เธอจำคำที่พ่อสอนได้ดี แต่ก็ยังไม่เชื่อ และ ยังไม่เข้าใจว่าทำไม จึงเป็นเช่นนี้ได้

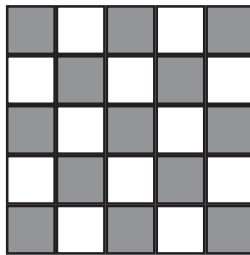


ในช่วงเวลานั้นประเทศสหภาพโซเวียตรัสเซียมีวัตถุประสงค์ที่จะ พัฒนาศักยภาพของเด็กที่มีความสามารถพิเศษ ทางคณิตศาสตร์ช่วงชั้น ตั้งแต่ ชั้นประถมที่ 5 จนถึงมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ตั้งแต่อายุ 12 ถึง 17 ปี) ยูจีนียาได้เข้าโครงการนี้ชื่อกลุ่มสมาชิกของโครงการคือ "ศึกษาวงกลม" โดยมี นักคณิตศาสตร์ชื่อ เซอร์ รุกชิน เป็นครูพี่เลี้ยงซึ่งเป็นผู้ที่มีความคิดกว้างไกล มักจะพานักเรียนไปชมสถานที่ต่างๆ ในเมืองและฟังเพลงคลาสสิกอยู่เป็นประจำด้วย ต่อมายูจีนียาได้รับการคัดเลือกเข้าสู่กลุ่ม "วงกลมของรุกชิน" ประกอบด้วยนักเรียนที่ประสบผลสำเร็จจากการแข่งขันคณิตศาสตร์โอลิมปิกนานาชาติ (IMO) มาแล้วจากประเทศสหภาพโซเวียตรัสเซีย 3 คน จาก ประเทศสหรัฐอเมริกา 2 คน และจากประเทศอิสราเอล 1 คน ปัจจุบันนี้ ทั้ง 6 คนสำเร็จการศึกษาปริญญาเอกทางคณิตศาสตร์

สิ่งสำคัญยิ่งใหญ่สิ่งแรกของยูจีนียาคือ ประกายความคิดที่กลุ่ม การศึกษาวงกลมเกี่ยวกับปัญหา "กลุ่มคนชื่อจิวา 25 คน อาศัยอยู่ในหมู่บ้าน จัดสรรแปลงขนาด 100 ตารางวา 25 แปลง ตัดกันเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 5 x 5 แปลง แต่ละคนคิดว่าเพื่อนบ้านที่อยู่ติดกันในแนวตั้งหรือ

แน่นอนนั่นมีความเป็นอยู่ดีกว่าคน เป็นไปได้หรือไม่ที่ทุกๆ คนจะย้ายบ้านไป
ยังบ้านของเพื่อนบ้านที่อยู่ติดกัน โดยไม่มีคูหาไหนแลกบ้านกัน"

ยูจีนียพยายามที่จะพิสูจน์อยู่ที่บ้าน 2-3 วัน แต่ไม่สำเร็จ แต่ในบทเรียน
ต่อมาที่เกี่ยวข้องกับตารางขนาด 5×5 ซึ่งอยู่บนกระดาษดำ และระบาย
สีขาว-ดำสลับกัน ดังเช่นตารางหมากรุก ทันใดนั้นเธอก็เกิดประกายความคิด
ในปัญหาที่ค้างได้ทันที

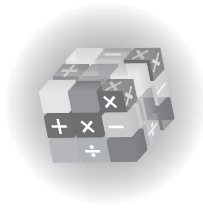


ลูกศิษย์ของรูกชิน ในกลุ่ม "การศึกษาวงกลม" ส่วนมากเข้าศึกษาที่
โรงเรียนในเลนินการ์ดแทนที่จะเรียนให้จบชั้นมัธยมศึกษา ชั้น ม.1 ถึง ม.4
โดยผ่านการสอบเข้าที่เคร่งครัด และเขาเรียนหลักสูตรพิเศษในวิชา
คณิตศาสตร์และฟิสิกส์ และบางครั้งยูจีนียยังเลือกเรียนวรรณคดีและ
ชอบมาก

ต่อมาเมื่อยูจีนียอยู่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ยูจีนียเข้าสอบแข่งขัน
คณิตศาสตร์โอลิมปิกแห่งเลนินการ์ด และใน พ.ศ. 2531 ขณะอยู่ชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 1 เธอได้รับรางวัลอันดับที่ 1 สำหรับเด็กนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ได้รับเลือกเข้าแข่งขันคณิตศาสตร์โอลิมปิกแห่งชาติสหภาพโซเวียตรัสเซีย
สำหรับแข่งขันคณิตศาสตร์โอลิมปิกนานาชาติในปีถัดไป เธอเข้าแข่งขัน
คณิตศาสตร์โอลิมปิกนานาชาติ 3 ปีติดต่อกัน ได้รับรางวัลเหรียญทอง (ขาดอีก
1 คะแนนจะได้คะแนนเต็ม) ในปี พ.ศ. 2532 ที่เมือง บราวานซ์ไวซ์ (บ้านเกิด
เมืองนอนของคาร์ล ฟรีดริชเกาส์ นักคณิตศาสตร์ที่มีชื่อเสียงของเยอรมนี)
โดยมีอายุน้อยกว่าเพื่อนในทีม 2 ปี และได้รางวัลเหรียญทองอีก 2 ปีด้วย

คะแนนเต็ม เธอจึงได้รางวัลเหรียญทองคณิตศาสตร์โอลิมปิกนานาชาติ 3 ปีซ้อน จนได้รับรางวัลเกียรติยศเป็นพิเศษด้วย

ตั้งแต่ พ.ศ. 2534 ยูจีนียาเข้าศึกษาต่อคณิตศาสตร์เชิงวิเคราะห์ที่มหาวิทยาลัยเซนต์ปีเตอร์เบิร์ก ในหลักสูตรที่เข้มข้น 5 ปีสำหรับปริญญาตรี และศึกษาต่ออีก 3 ปีจนจบปริญญาเอก เธอกล่าวว่า "ทุกๆ สิ่งที่เกิดขึ้นนั้น" มีอยู่สิ่งหนึ่งที่แน่นอน คือ ฉันพบว่า "สิ่งที่ยังคงมีสิ่งหนึ่งในโลก คือ คณิตศาสตร์"



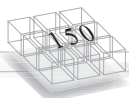
ภาคผนวก ข



แบบประเมินความพร้อมของโรงเรียน (F.1)
 โครงการวิจัยเชิงปฏิบัติการ
 เรื่อง การพัฒนารูปแบบและหลักสูตรการจัดการศึกษา
 สำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์
 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ
 โรงเรียน.....

ลำดับที่	ความพร้อม	ใช่	ไม่ใช่
1	ผู้บริหารมีนโยบายและความต้องการที่จะพัฒนาให้โรงเรียนเป็นศูนย์ปฏิบัติการการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษ	.....	.....
2	ผู้บริหารใด/จะจัดสรร <ul style="list-style-type: none"> ● งบประมาณ.....บาท ● วัสดุครุภัณฑ์และอุปกรณ์ที่จำเป็น (คอมพิวเตอร์ พรินเตอร์ สแกนเนอร์ เครื่องถ่ายเอกสาร เอกสาร ตำรา หนังสือ สถานที่ ห้องทดลองปฏิบัติการ) ● วิทยากรภายนอก และการจัดทัศนศึกษา นอกสถานที่ ● บุคลากร (ครูพิเศษ ที่ปรึกษา นักวิจัยพี่เลี้ยง)	.....	.....
3	ผู้บริหารอำนวยความสะดวกทางด้าน <ul style="list-style-type: none"> ● การจัดตารางสอนและตารางการเรียน ● การคัดเลือกผู้มีความสามารถพิเศษ ● การจัดหาวัสดุ อุปกรณ์และครุภัณฑ์ที่จำเป็น	.....	.....

ลำดับที่	ความพร้อม	ใช่	ไม่ใช่
	(คอมพิวเตอร์ พรินเตอร์ สแกนเนอร์ เครื่องถ่ายเอกสาร เอกสาร ตำรา หนังสือ สถานที่ ห้องทดลองปฏิบัติการ) <ul style="list-style-type: none"> ● การจัดทำเอกสารประกอบการสอน ● การวัดพัฒนาการเรียนรู้ในการวิจัยห้องเรียน (การทำข้อสอบ) ● การวัดการประเมินผลรวมทั้งการเรียนข้าม รายวิชา ● การประสานงานและขอความร่วมมือจาก ผู้ปกครอง ● การจัดทำ Gifted Homepage	.....	.....
4	<ul style="list-style-type: none"> ● มีนักเรียนมากกว่า 1,500 คน ● เป็นโรงเรียนสหศึกษา และ/หรือ ● มีการสอนทั้งในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และตอนปลาย	.....	.....
5	ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ หัวหน้าหมวดให้ การสนับสนุนและสนใจในการพัฒนาหลักสูตรลด ระยะเวลาเรียนอย่างจริงจัง	.....	.....
6	หัวหน้าหมวด และครูผู้สอนวิชาที่เข้าโครงการ 1-2 คน ได้รับการอบรมใหม่มีความรู้ในด้านทฤษฎี วิธี การสอน การสร้าง หลักสูตร และแผนการสอน สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ	.....	.....
7	ครูผู้สอนได้รับการปลดจากภาระงานอื่น อย่างน้อย สัปดาห์ละ 4-6 ชั่วโมง	.....	.....



ลำดับที่	ความพร้อม	ใช่	ไม่ใช่
8	<ul style="list-style-type: none"> ครูผู้สอนมีประสบการณ์ในการสอนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมาแล้วอย่างน้อย 3-5 ปี มีความสนใจอยากพัฒนาเด็กที่มีความสามารถพิเศษ	.....	.....
9	มีนักวิจัยจากสถาบันอุดมศึกษา หรือศึกษานิเทศก์ เป็นพี่เลี้ยง	.....	.....
10	สมาคมผู้ปกครอง-ครู หรือศิษย์เก่าแสดงความจำนงที่จะสนับสนุน โครงการ <ul style="list-style-type: none"> อย่างเป็นทางการ งบประมาณ (ระบุจำนวน.....บาท) เป็นนักวิชาการพี่เลี้ยง	.....	.....
	รวม 25 คะแนน		

ลายมือชื่อ.....
 ตำแหน่ง.....
 วันที่.....

- วุฒิการศึกษา ปริญญาตรี ด่าน.....
 ปริญญาโท ด่าน.....
 ปริญญาเอก ด่าน.....
 โทรศัพท์..... โทรสาร.....
6. ผู้ประสานงานโครงการ ชื่อ.....
 นามสกุล.....
 โทรศัพท์..... โทรสาร.....
 E-mail address ของโรงเรียน (ถ้ามี).....
7. สนใจเข้าโครงการในวิชา
 คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สาขา(ระบุ).....
8. ครูวิทยาศาสตร์ มีจำนวน คน
 ครูคณิตศาสตร์ มีจำนวน คน
9. การแสดงความจำนงและเหตุผลที่ต้องการเข้าร่วมโครงการ

10. ผลที่คาดว่าจะได้รับเมื่อสิ้นสุดโครงการ

11. รายชื่อบุคลากรที่เกี่ยวข้อง ครูผู้สอนประจำวิชาในโครงการและนักวิจัย
 ที่เกี่ยวข้อง
 ผู้ช่วยฝ่ายวิชาการ ชื่อ.....
 นามสกุล.....
 โทรศัพท์..... โทรสาร.....

○ วิชาคณิตศาสตร์

หัวหน้าหมวด

ชื่อ.....นามสกุล.....

ครูผู้สอน

1) ชื่อ.....นามสกุล.....

2) ชื่อ.....นามสกุล.....

โทรศัพท์.....โทรสาร.....

E-mail address (ถ้ามี).....

○ วิชาวิทยาศาสตร์

หัวหน้าหมวด

ชื่อ.....นามสกุล.....

ครูผู้สอน

1) ชื่อ.....นามสกุล.....

2) ชื่อ.....นามสกุล.....

โทรศัพท์.....โทรสาร.....

E-mail address (ถ้ามี).....

12. รายนามนักวิจัยที่เสี่ยง (ถ้ามี) และที่อยู่สามารถติดต่อได้ วิชาละ 1 คน
(กรณีที่ไม่สามารถหาได้โปรดแจ้งด้วย)

○ วิชาคณิตศาสตร์

ชื่อ.....นามสกุล.....

ตำแหน่งทางวิชาการ.....

หน่วยงาน.....

สถานที่ติดต่อสะดวก.....

.....

โทรศัพท์.....โทรสาร.....

E-mail address (ถ้ามี).....



วิชาวิทยาศาสตร์

ชื่อ.....นามสกุล.....

ตำแหน่งทางวิชาการ.....

หน่วยงาน.....

สถานที่ติดต่อสะดวก.....

.....

โทรศัพท์.....โทรสาร.....

E-mail address (ถ้ามี).....

13. อุปกรณ์การเรียนการสอนที่มี

(โปรดกา หมายเหตุความที่ระบุอุปกรณ์ที่โรงเรียนมี)

เครื่องฉายวีดีโอ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้เล่น CD ได้

Printer ขาวดำ Printer สี

เครื่องฉายแผ่นใส เครื่องฉายแผ่นทึบ

Schoolnet Internet

ห้องปฏิบัติการทดลองวิชา.....

14. งบประมาณที่โรงเรียนมีเพื่อสนับสนุนการจัดการศึกษาสำหรับผู้มี

ความสามารถพิเศษ ปีการศึกษา 2546

จำนวน บาทต่อปี

15. สมาคมผู้ปกครอง-ครู และสมาคมศิษย์เก่าของโรงเรียนมีความประสงค์

จะเข้ามาช่วยพัฒนาในเรื่องนี้หรือไม่

ช่วย ไม่ช่วย

ถ้าช่วย โปรดระบุชื่อและวิธีการติดต่อ

.....

.....

.....

.....

16. ในเขตที่ตั้งของโรงเรียนมีภูมิปัญญาหรือเอกลักษณ์ท้องถิ่นที่โดดเด่น
อะไรบ้าง ที่สามารถนำมาจัดทำเป็นโครงการช่วยเสริมความสามารถพิเศษ
ของนักเรียนได้

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

ทั้งนี้ทางโรงเรียนขอแสดงความจำนงจะรับผิดชอบในเรื่องต่างๆ ดังนี้

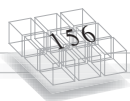
1. การลดชั่วโมงสอนให้ครูในโครงการคนละอย่างน้อย 4 ชั่วโมง/สัปดาห์
2. การจัดหาวิทยากรภายนอก (จะมีค่าใช้จ่ายเป็นค่าตอบแทนค่าเดินทาง ที่พักรถที่อยู่อื่นต่างจังหวัด)
3. การจัดทัศนศึกษา
4. วัสดุ ครุภัณฑ์ และอุปกรณ์ ในห้องปฏิบัติการ ทดลอง และหนังสืออ้างอิงที่ใช้ในโรงเรียน
5. การจัดพิมพ์และถ่ายเอกสารประกอบการสอน รายงานความก้าวหน้าในการดำเนินงานโครงการ

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....ปี.....



ภาคผนวก ค

โครงสร้างหลักสูตรและแผนการสอน หลักสูตรลดระยะเวลาเรียน หลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ และหลักสูตรขยายประสบการณ์

พันธกิจ

นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ จะต้องมีโอกาสที่เท่าเทียมกันในการได้รับ การพัฒนาความสามารถพิเศษ จนเต็มตามศักยภาพที่มีโดยโรงเรียน จะพัฒนาหลักสูตร สื่อการสอน สภาพแวดล้อม ทัศนคติ ระบบการบริหาร จัดการ ระบบการเรียน การวัด และประเมินผลที่หลากหลาย ยืดหยุ่น สลับซับซ้อนกว่าหลักสูตรปกติ เพื่อให้เขาเหล่านี้สามารถแสดงความสามารถ สูงสุด ระดับมืออาชีพออกมาให้เห็นเชิงประจักษ์

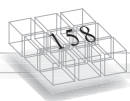
ในโครงการครั้งนี้ ได้ทดลองใช้หลักสูตรลดระยะเวลาเรียน และ หลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ หลักสูตรนี้เป็นเพียงการทดลองเท่านั้น ครูควรจะนำไปพิจารณา และปรับปรุงให้เหมาะสม และเป็นประโยชน์ต่อ โรงเรียนและต่อนักเรียนของตนเอง

หลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6)

ใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 เป็นหลักสูตร แกนกลางที่มีลักษณะเป็นกรอบ และแนวทางในการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนา ผู้เรียนให้เป็นที่ไปตามจุดหมายของหลักสูตร โดยได้กำหนดสาระ และมาตรฐาน การเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน และมาตรฐานการเรียนรู้ของช่วงชั้น ดังนี้

สาระ

สาระการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ เป็นสาระที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน ประกอบด้วยเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์



ในการจัดการเรียนรู้ผู้สอนควรบูรณาการสาระต่างๆ เข้าด้วยกันเท่าที่จะเป็นไปได้

สาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

สาระที่ 1 จำนวน และการดำเนินการ

สาระที่ 2 การวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

สาระที่ 4 พีชคณิต

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูล และความน่าจะเป็น

สาระที่ 6 ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

สำหรับผู้เรียนที่มีความสนใจ หรือมีความสามารถสูงทางคณิตศาสตร์ สถานศึกษาอาจจัดให้ผู้เรียนรู้สาระที่เป็นเนื้อหาวิชาที่กว้างขึ้น เข้มข้นขึ้น หรือฝึกทักษะกระบวนการมากขึ้น โดยพิจารณาจากสาระหลักที่กำหนดไว้นี้ หรือสถานศึกษาอาจจัดสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์อื่นๆ เพิ่มเติมก็ได้ เช่น แคลคูลัส หรือทฤษฎีกราฟเบื้องต้น โดยพิจารณาให้เหมาะสมกับความ สามารถ และความต้องการของผู้เรียน

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน มีดังนี้

สาระที่ 1 : จำนวน และการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 : เขาใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวน และการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 : เขาใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวน และความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่างๆ และสามารถ ใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1.3 : ใช้การประมาณค่าในการคำนวณ และแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1.4 : เขาใจในระบบจำนวน และสามารถนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวน ไปใช้ได้

สาระที่ 2 : การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 : เขาใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 : วัด และคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดได้

มาตรฐาน ค 2.3 : แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้

สาระที่ 3 : เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 : อธิบาย และวิเคราะห์รูปร่างเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติได้

มาตรฐาน ค 3.2 : ใช้การนึกภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหาได้

สาระที่ 4 : พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 : อธิบายและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชันต่างๆ ได้

มาตรฐาน ค 4.2 : ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อื่นๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหาได้

สาระที่ 5 : การวิเคราะห์ข้อมูล และความน่าจะเป็น

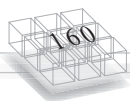
มาตรฐาน ค 5.1 : เขาใจ และใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลได้

มาตรฐาน ค 5.2 : ใช้วิธีการทางสถิติ และความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็น ในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 : ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติ และความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้

สาระที่ 6 : ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 : มีความสามารถในการแก้ปัญหา



- มาตรฐาน ค 6.2: มีความสามารถในการให้เหตุผล
- มาตรฐาน ค 6.3: มีความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ
- มาตรฐาน ค 6.4: มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์อื่นๆ ได้
- มาตรฐาน ค 6.5: มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบช่วงชั้นที่ 4 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6)

เมื่อผู้เรียนจบการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4 ผู้เรียนควรจะสามารถ ดังนี้

- มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับระบบจำนวน และสามารถนำสมบัติของจำนวนจริงไปใช้ได้
- นำความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้คาดคะเนระยะทาง ความสูงและแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด
- มีความเข้าใจ และสามารถให้เหตุผลแบบอุปนัยได้
- มีความคิดรวบยอดในเรื่องเซต และการดำเนินการของเซต สามารถบอกได้ว่าการอ้างเหตุผลสมเหตุสมผลหรือไม่ โดยใช้แผนภาพแทนเซต มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สามารถใช้ความสัมพันธ์และฟังก์ชันแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้
- สามารถหาพจน์ทั่วไป ของลำดับที่กำหนดให้ เข้าใจความหมายของผลบวกของ n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต อนุกรมเรขาคณิต และหาผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต โดยใช้สูตรและนำไปใช้ได้
- สามารถสำรวจรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และนำผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลไปช่วยการตัดสินใจบางอย่างได้
- นำความรู้เรื่องความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ไปใช้ได้
- มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น สามารถแก้ปัญหา

ด้วยวิธีการที่หลากหลายและใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม สามารถให้เหตุผลสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สามารถเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

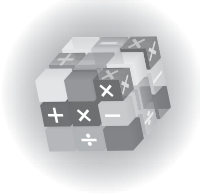
โครงสร้างและวัตถุประสงค์ของหลักสูตร

● วัตถุประสงค์ของหลักสูตรระยะเวลาเรียน (Acceleration Program)

1. เพื่อสำรวจว่าผู้เรียนมีความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายอยู่ในระดับใด ดังนั้นเนื้อหาและกิจกรรมในหลักสูตรจึงต้องสอดคล้องกับหลักสูตรปกติ

2. เพื่อสร้างเครื่องมือและกลไกในการพัฒนาให้ผู้เรียนที่มีความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ สามารถเรียนตามความถนัดในอัตราความเร็วและลีลา การเรียนรู้ของตน โดยสามารถเขาเรียนตามความสามารถด้วยการเรียนรวบเนื้อหาและเปิดโอกาสให้มีการสอบตามมาตรฐานของโรงเรียน ให้เขาเรียนในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่ตนมีความสามารถอย่างแท้จริง

3. เพื่อให้ผู้เรียนที่มีความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ ได้พัฒนาทักษะการนำเสนอ การถ่ายทอดความรู้ และการแสดงความคิดเห็นได้อย่างมีประสิทธิภาพ



**หน่วยการเรียนรู้และจำนวนชั่วโมงสอนสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
ในโครงการพัฒนารูปแบบและหลักสูตรการจัดการศึกษา
สำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย**

หน่วยการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
ภาคเรียนที่ 1	80
1. เซต และการให้เหตุผล	10
2. ระบบจำนวนจริง และทฤษฎีจำนวน	20
3. ตรรกศาสตร์	10
4. ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน	20
5. เรขาคณิตวิเคราะห์	20
ภาคเรียนที่ 2	80
1. ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม	25
2. ตรีโกณมิติ และการประยุกต์	25
3. เมทริกซ์ และดีเทอร์มิแนนต์	15
4. เวกเตอร์	15
ภาคเรียนที่ 3	80
1. จำนวนเชิงซ้อน	15
2. ลำดับ และอนุกรม	25
3. แคลคูลัส	35
4. กำหนดการเชิงเส้น	5
ภาคเรียนที่ 4	8
1. ทฤษฎีเบื้องต้นของความน่าจะเป็น	35
2. สถิติ และการวิเคราะห์ข้อมูล	35
3. ทฤษฎีกราฟ	10

หมายเหตุ หลักสูตรนี้อาจมีการยืดหยุ่นตามความเหมาะสมของ สถานศึกษา
ได้ถึง 5 ภาคเรียน

**กำหนดการเรียนรู้สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
เพื่อพัฒนาผู้ที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย**

ลำดับ	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	สาระการเรียนรู้
1-2	1. เซต 1.1 เซต 1.2 การกำหนดการของเซต 1.3 แผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ และการแก้ปัญหา 1.4 การให้เหตุผลแบบอุปนัย และนิรนัย	1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับ เซต สามารถหายูเนียน คอมพ्लीเมนต์ และผลต่าง 2. นำความรู้เกี่ยวกับเซตไปแก้ปัญหาโจทย์ได้ 3. เข้าใจและใช้การให้เหตุผล แบบอุปนัย และนิรนัย
3-6	2. ระบบจำนวนจริงและทฤษฎีจำนวน 2.1 จำนวน 2.2 สมบัติของจำนวนจริง 2.3 การแกสมการพหุนามตัวแปรเดียว 2.4 สมบัติการไม่เท่ากัน ช่วง และการแกสมการ 2.5 คำสัมบูรณ์การแกสมการและอสมการในรูปค่าสัมบูรณ์	1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับระบบจำนวนจริง 2. นำสมบัติต่างๆ เกี่ยวกับระบบจำนวนจริง การดำเนินการไปใช้ได้ 3. แกสมการพหุนามตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสี่ได้ 4. แกสมการ และอสมการในรูป



สัปดาห์	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	สาระการเรียนรู้
	2.6 สมบัติความบริบูรณ์ 2.7 สมบัติของจำนวนเต็ม	ค่าสัมบูรณ์ได้ 5. เข้าใจสมบัติของจำนวนเต็มและนำไปใช้ในการให้เหตุผลเกี่ยวกับการหารลงตัวได้
7-8	3. ตรรกศาสตร์ 3.1 ประพจน์และการเชื่อมประพจน์ 3.2 การหาค่าความจริงของประพจน์ 3.3 รูปแบบของประพจน์ที่สมมูลกัน และสัจนิรันดร์ 3.4 ประโยคเปิด และตัวบ่งปริมาณ 3.5 สมมูล และนิเสธของประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณ 3.6 การอ้างเหตุผล	1. หาค่าความจริงของประพจน์ได้ 2. ตรวจสอบรูปแบบของประพจน์ได้ 3. บอกได้ว่าการอ้างเหตุผลที่กำหนดให้สมเหตุสมผลหรือไม่สมเหตุสมผล
9-12	4. ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน 4.1 คู่อันดับ และผลคูณคาร์ทีเซียน 4.2 ความสัมพันธ์	1. หาค่าความสัมพันธ์ตามเงื่อนไขที่กำหนดได้ 2. บอกโดเมน และเรนจ์ของความสัมพันธ์ที่กำหนดให้ได้ 3. เขียนกราฟของ

ลำดับ	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	สาระการเรียนรู้
	4.4 กราฟของความสัมพันธ์ 4.5 อินเวอร์สของความสัมพันธ์ 4.6 ฟังก์ชัน 4.7 การหาค่าของฟังก์ชัน 4.8 อินเวอร์สของฟังก์ชัน 4.9 ฟังก์ชันคอมโพสิท 4.10 พีชคณิตของฟังก์ชัน	ความสัมพันธ์ที่กำหนดให้ได้ 4. หาอินเวอร์สของความสัมพันธ์โดเมน และเรนจ์ พร้อมทั้งเขียนกราฟได้
13-16	5. เรขาคณิตวิเคราะห์ 5.1 ระยะทางระหว่างจุดสองจุด และระหว่างจุดกับเส้นตรง 5.2 ระยะห่างระหว่างเส้นขนาน 5.3 การเลื่อนแกนทางขนาน 5.4 ภาคตัดกรวย <ul style="list-style-type: none"> - วงกลม - พาราโบลา - วงรี - ไฮเพอร์โบลา 	1. ไขความรู้อะไรระหว่างทางระหว่างจุดสองจุด จุดกึ่งกลางและแก้มองโทษปัญหาได้ 2. นำความรู้เรื่องสมการเส้นตรงไปใช้ได้ 3. หาระยะห่างระหว่างเส้นตรงกับจุดและระหว่างเส้นขนานได้ 4. หาพิสัยเมื่อเทียบกับแกนคู่เดิมหรือแกนคู่ใหม่ได้ 5. เขียนกราฟโดยใช้การเลื่อนแกนทางขนานได้ 6. วิเคราะห์ และแก้มองโทษปัญหาเกี่ยวกับภาคตัดกรวยได้

● **วัตถุประสงค์ของหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ (Enrichment Program)**

1. เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถด้านคณิตศาสตร์ในระดับที่กว้างไกลและลึกซึ้งกว่าหลักสูตรปกติ โดยเน้นกระบวนการเรียนรู้ กระบวนการคิดที่หลากหลาย และทักษะที่เป็นรากเหง้าของความสามารถทางคณิตศาสตร์มากกว่าที่จะเน้นเนื้อหาที่ปรากฏในสื่อการเรียน

2. เพื่อฝึกการคิดวิเคราะห์ สืบสวนหาความรู้ และฝึกทักษะอื่นๆ ที่อยู่นอกเหนือจากจุดมุ่งหมายในการเรียนของหลักสูตรปกติ โดยเฉพาะทักษะที่ต้องใช้ความคิดริเริ่ม และความคิดสร้างสรรค์

3. ฝึกให้ศึกษาเรื่องหนึ่งเรื่องใดอย่างชัดเจน ฝึกการทำ โครงสร้าง การเรียนรู้ การวางแผน และการจัดการตามความถนัดและศักยภาพของตน

4. ฝึกการใช้ความคิดสร้างสรรค์ สามารถบูรณาการกับวิชาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องได้

5. เขาใจธรรมชาติ ความงาม ความกระชับและชัดเจนของคณิตศาสตร์

หลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ ใช้เวลา 24 ชั่วโมง สัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง ประกอบด้วย

หัวข้อเรื่อง	วัตถุประสงค์
1. ทักษะการคิดคำนวณตามแนวเวทคณิต (3 ชั่วโมง)	เพื่อพัฒนาทักษะการคำนวณอย่างหลากหลายวิธีและเลือกสรรกระบวนการคิดคำนวณที่สะดวก รวดเร็วและลึกซึ้ง
2. การประยุกต์ของทฤษฎีจำนวน (1 ชั่วโมง)	เพื่อนำความรู้ทางทฤษฎีจำนวนไปประยุกต์ใช้ และเห็นคุณค่าของวิชาทฤษฎีจำนวน

หัวข้อเรื่อง	วัตถุประสงค์
3. การประยุกต์ทฤษฎีกราฟ (2 ชั่วโมง)	เพื่อศึกษาเนื้อหาความรู้ใหม่และการประยุกต์ใช้ทฤษฎีกราฟที่หลากหลาย
4. ระเบียบวิธีพิสูจน์เชิงนิรนัย-อุปนัย (4 ชั่วโมง)	เพื่อให้นักเรียนทำการพิสูจน์เป็นทั้งการพิสูจน์ทางนิรนัย และอุปนัย
5. การสร้างสรรค์ และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (2 ชั่วโมง)	เพื่อให้ นักเรียนมีแนวทางในการแก้ปัญหา และสร้างสรรค์ปัญหาที่แก้แล้วอย่างหลากหลาย
6. การศึกษาลำดับของจำนวนที่มีชื่อเสียง (2 ชั่วโมง)	เพื่อให้ นักเรียนได้เรียนรู้เรื่องลำดับ ที่มีชื่อเสียงที่นักคณิตศาสตร์นานาชาติ ได้สร้างขึ้นใช้ และการประยุกต์ใช้
7. เรขาคณิตสามมิติสรุป (2 ชั่วโมง)	เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจความหมายและวิธีสร้างอย่างง่าย ๆ
8. ธรรมชาติ และการบูรณาการเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ (2 ชั่วโมง)	เพื่อให้ นักเรียนมีความเข้าใจถึงคณิตศาสตร์ในธรรมชาติ และการบูรณาการที่เป็นอันหนึ่งอันเดียวกันของคณิตศาสตร์
9. ICT ทางคณิตศาสตร์ (2 ชั่วโมง)	เพื่อให้ นักเรียนรู้จักการเรียนรู้ โดยใช้ ICT เป็นเครื่องมือ
10. ปริศนา เกมทายาสติ ปัญญา กระบวนการคิด (2 ชั่วโมง)	เพื่อให้ นักเรียนมีความสุข สนุกสนาน สนใจ การแก้ปัญหา และใช้กระบวนการคิดเชิงเกม
11. ประวัติเนื้อหาทางคณิตศาสตร์และประวัติ นักคณิตศาสตร์ (2 ชั่วโมง)	เพื่อให้ นักเรียนได้เรียนรู้ประวัติเนื้อหา คณิตศาสตร์ และนักคณิตศาสตร์

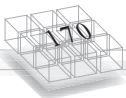
ภาคผนวก ง

แบบสอบถามสถานภาพทั่วไป
โครงการพัฒนารูปแบบและหลักสูตรการจัดการศึกษา
สำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

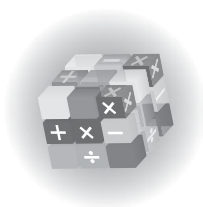
.....

แบบสอบถามสถานภาพทั่วไป

1. ชื่อ-นามสกุล ระดับชั้น
- โรงเรียน.....
2. เพศ หญิง ชาย อายุ ปี จำนวนพี่น้อง คน
3. อาชีพของบิดา รายได้ต่อเดือน บาท
- อาชีพของมารดา รายได้ต่อเดือน บาท
4. การเรียนพิเศษวิชาคณิตศาสตร์นอกโรงเรียน
 ไม่เรียน (ข้ามไปข้อ 6) เรียน (ข้ามไปข้อ 5)
5. นักเรียนเรียนพิเศษวิชาคณิตศาสตร์เพื่อ
- โดยเรียนที่..... ผู้สอนคือ (โปรดระบุ)
6. นักเรียนใช้เวลาทำการบ้านคณิตศาสตร์ประมาณวันละ ชั่วโมง
7. ผู้ช่วยนักเรียนทำการบ้านคณิตศาสตร์
8. นักเรียนศึกษาหาความรู้ทางคณิตศาสตร์จากแหล่งใดบ้าง
 หนังสือ / วารสารทางคณิตศาสตร์
 รายการวิชาการทางทีวี
 อินเทอร์เน็ต
 โครงการงาน / นิทรรศการทางคณิตศาสตร์ อื่นๆ ระบุ
9. งานอดิเรกของนักเรียน คือ
10. วิชาที่ทำคะแนนได้ดีอันดับแรก อันดับที2
11. วิชาที่ทำคะแนนได้ไม่ดีอันดับแรก อันดับที2
12. สัตว์เลี้ยงที่นักเรียนชอบ ที่ไม่ชอบ



13. วิชาคณิตศาสตร์มีความสำคัญคือ.....
.....
.....
14. ความต้องการเป็นนักคณิตศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับ.....
(ต่ำที่สุด คือ 0 มากที่สุด คือ 10)
15. คณิตศาสตร์สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้คือ.....
.....

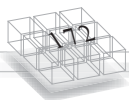


**แบบประเมินความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาในหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์
โครงการพัฒนารูปแบบและหลักสูตรการจัดการศึกษา
สำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย**

.....

แบบประเมินความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาในหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์

1. พิจารณาการบวก - ลบ คละกันต่อไปนี้
จงแสดงวิธีคิดหาคำตอบมา 4 วิธีที่แตกต่างกัน
$$\begin{array}{r} 42752 \\ 69875 \\ 54386 \\ 12345 \end{array}$$
2. จงหาค่าของ $8749 \div 989$ มา 4 วิธีที่แตกต่างกัน
3. กำหนดให้ (V, E) เป็นข่ายงานประกอบด้วยจุด 5 จุดและเส้น 7 เส้น
จงเขียนข่ายงานให้สอดคล้องกับสมบัติต่อไปนี้
 - 3.1 ไม่มีจุดคี่เลย (เขียน 3 แบบแตกต่างกัน)
 - 3.2 มีจุดคี่ 1 จุด (เขียน 3 แบบแตกต่างกัน)
 - 3.3 มีจุดคี่ 4 จุด (เขียน 3 แบบแตกต่างกัน)
4. จากข่ายงานในข้อ 3 จงเขียนรอยทางเดินผ่านเส้นทุกเส้นโดยไม่ซ้ำบข่ายงานที่สามารถเขียนรอยทางเดินได้ตามเงื่อนไขข้างต้นในแต่ละข่ายงานนั้นๆ จงเขียนรอยทางเดินที่แตกต่างกันสองรอยทางเดิน
5. กำหนดให้ a เป็นจำนวนที่เป็นจำนวนเต็มใดๆ จงพิสูจน์ว่าถ้า a เป็นจำนวนคี่ แล้ว $a^3 + a$ เป็นจำนวนคู่
6. จงพิสูจน์ว่า $3 \mid (n^3 - n + 1)$ ทุกจำนวนเต็มบวก n
7. ให้ A_n เป็นเซตที่มีจำนวนสมาชิก n ตัว ให้ $F_n = \{f \mid f: A_n \xrightarrow{1-1} A_n\}$ และ a_n เป็นจำนวนสมาชิกของ F_n จงหาค่า a_1, a_2, a_3, a_4 และ



- a_5 แล้วตรวจสอบดูว่าค่าใดบ้างที่เป็นตัวเลขในลำดับฟีโบนัชชี
8. จงออกแบบรูปที่เป็นเรขาคณิตสาทิสรูป
 9. จงนำเสนอเรื่องที่ท่านสนใจจากอินเทอร์เน็ต 1 เรื่อง
 10. จงเขียนรายชื่อนักคณิตศาสตร์มา 10 รายชื่อ และระบุชื่อผลงานของท่าน
เหล่านั้น

ตัวอย่างผลงานนักเรียน

.....

1. พิจารณาการบวก - ลบ คละกันต่อไปนี้

$$42752 - 69875 + 54386 - 12345$$

จงแสดงวิธีคิดหาคำตอบมา 4 วิธีที่แตกต่างกัน

วิธีที่ 1

$$\begin{aligned} 42752 - 69875 + 54386 - 12345 &= (42752 + 54386) - (69875 + 12345) \\ &= 97138 - 82220 \\ &= 14918 \end{aligned}$$

วิธีที่ 2

$$\begin{aligned} 42752 - 69875 + 54386 - 12345 &= 43352 - 130125 + 54414 - 12345 \\ &= 15122 \\ &= 14918 \end{aligned}$$

วิธีที่ 3

$$\begin{aligned} 42752 - 69875 + 54386 - 12345 &= 43352 + 130125 - 54414 + 12345 \\ &= 15122 \\ &= 14918 \end{aligned}$$

วิธีที่ 4

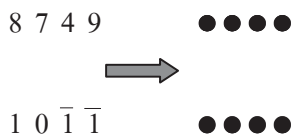
$$\begin{aligned}
 42752 - 69875 + 54386 - 12345 &= (42752 + 54386) + (\overline{69875} + \overline{12345}) \\
 &= (43352 + 54414) + (\overline{130125} + \overline{12345}) \\
 &= 97142 + \overline{122220} \\
 &= 103142 + \overline{122220} \\
 &= \overline{25122} \\
 &= 14918
 \end{aligned}$$

2. จงหาคำของ 8749 X 989 มา 4 วิธีที่แตกต่างกัน

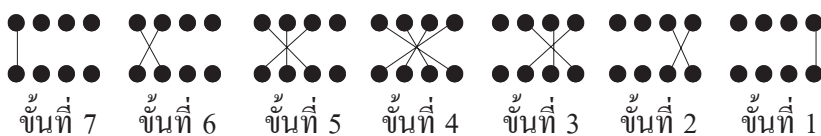
วิธีที่ 1

$$8749 \times 989 = 8749 \times 10\overline{11}$$

ใช้ ● แทนตำแหน่งของเลขโดดของทั้งสองจำนวนที่นำมาคูณกันได้

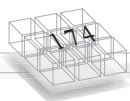


ผังการคูณแบ่งเป็น 7 ขั้นตอน ดังนี้



ขั้นตอนการคูณ

- 1) $9X\overline{1}=\overline{1}$
- 2) $9X\overline{1}+4X\overline{1}=\overline{13}$
- 3) $9X0+7X\overline{1}+4X\overline{1}=\overline{11}$
- 4) $9X1+8X\overline{1}+4X0+7X\overline{1}=\overline{6}$



$$5) 8\bar{X}1+4\bar{X}1+7\bar{X}0=\bar{4}$$

$$6) 8\bar{X}0+7\bar{X}1=7$$

$$7) 8\bar{X}1=8$$

จากขั้นตอนการคูณ

$$\begin{array}{r} 8749 \\ \times 1011 \\ \hline 8749 \\ 87490 \\ 874900 \\ 8749000 \\ \hline 8749239 \end{array} \Rightarrow \begin{array}{r} 8749239 \\ 8749239 \\ 8652761 \end{array}$$

วิธีที่ 2

$$\begin{aligned} 8749 \times 989 &= (8749 \times 1000) - (8749 \times 11) \\ &= (8749 \times 1000) - ((8749 \times 10) + (8749 \times 1)) \\ &= 8749000 - (87490 + 8749) \\ &= 8749000 - 96239 \\ &= 8652761 \end{aligned}$$

วิธีที่ 3

$$\begin{aligned} 8749 \times 989 &= 8749 \times 989 \\ &= 8749 + 7749 \\ &= 989 - 11 \\ &= \frac{8738}{085} / 239 \\ &= 8738 - 85 / 239 \\ &= 8653239 \\ &= 8652761 \end{aligned}$$

วิธีที่ 4

โดยใช้ตารางคูณ

$$8749 \times 989$$

	8	7	4	9	
7	7 2	6 3	3 6	8 1	9
14	6 4	5 6	3 2	7 2	8
22	7 2	6 3	3 6	8 1	9
	31	16	16	1	

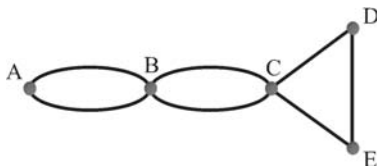
$$8749 \times 989 = 7142431161$$

$$= 8652761$$

3. / 4. กำหนดให้ (V,E) เป็นข่ายงานประกอบด้วยจุด 5 จุดและเส้น 7 เส้น
จงเขียนข่ายงานให้สอดคล้องกับสมบัติต่อไปนี้ พร้อมเขียนรอยทางเดิน
ที่ผ่านเส้นทุกเส้นโดยไม่ซ้ำบนข่ายงานที่สามารถเขียนรอยทางเดินได้ โดยเขียน
รอยทางเดินที่แตกต่างกันมา 2 รอย

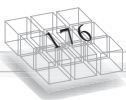
3.1 ไม่มีจุดคี่เลย

แบบที่ 1

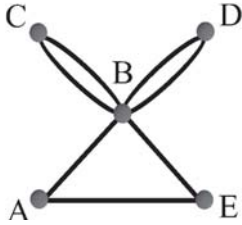


รอยทางเดิน

1. $AB \rightarrow BC \rightarrow CD \rightarrow DE \rightarrow EC \rightarrow CB \rightarrow BA$
2. $BA \rightarrow AB \rightarrow BC \rightarrow CD \rightarrow DE \rightarrow EC \rightarrow CB$



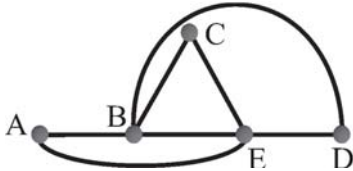
แบบที่ 2



รอยทางเดิน

1. $AB \rightarrow BC \rightarrow CB \rightarrow BD \rightarrow DB \rightarrow BE \rightarrow EA$
2. $BC \rightarrow CB \rightarrow BD \rightarrow DB \rightarrow BA \rightarrow AE \rightarrow EB$

แบบที่ 3



รอยทางเดิน

1. $AB \rightarrow BD \rightarrow DE \rightarrow EC \rightarrow CB \rightarrow BE \rightarrow EA$
2. $BC \rightarrow CE \rightarrow ED \rightarrow DB \rightarrow BE \rightarrow EA \rightarrow AB$

3.2 มีจุดคี่ 1 จุด

ไม่พบข่ายงานที่มีจุดคี่ 1 จุด และไม่สามารถเขียนรอยทางเดินได้

3.3 มีจุดคี่ 4 จุด

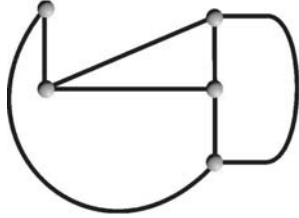
แบบที่ 1



รอยทางเดิน

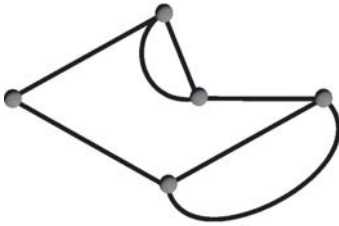
ไม่พบรอยทางเดิน

แบบที่ 2



รอยทางเดิน
ไม่พบรอยทางเดิน

แบบที่ 3



รอยทางเดิน
ไม่พบรอยทางเดิน

5. กำหนดให้ a เป็นจำนวนที่เป็นจำนวนเต็มใดๆ จงพิสูจน์ว่าถ้า a เป็นจำนวนคี่ แล้ว $a^3 + a$ เป็นจำนวนคู่

พิสูจน์ ให้ a เป็นจำนวนเต็ม
ขั้นที่ 1 จะแสดงว่า a เป็นจำนวนคี่ แล้ว $a^3 + a$ เป็นจำนวนคู่
ให้ a เป็นจำนวนคี่

$$\text{จะได้ } a = 2n + 1$$

$$a^3 = (2n + 1)^3$$

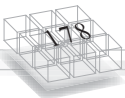
$$= 8n^3 + 6n^2 + 6n + 1$$

$$a^3 + a = 8n^3 + 6n^2 + 6n + 1 + 2n + 1$$

$$= 8n^3 + 6n^2 + 8n + 2$$

$$= 2(4n^3 + 3n^2 + 4n + 1)$$

ดังนั้น $a^3 + a$ เป็นจำนวนคู่



6. จงพิสูจน์ว่า $3 \mid (n^3 - n + 1)$ ทุกจำนวนเต็มบวก n

พิสูจน์ ให้ $P(n)$ แทน $3 \mid (n^3 - n + 1)$ ทุกจำนวนเต็มบวก n

ขั้นที่ 1 จะแสดง $P(1)$ เป็นจริง

$$\text{เนื่องจาก } 1^3 - 1 + 1 = 1$$

$$\text{ซึ่ง } 3 \mid 1$$

ดังนั้น $3 \mid (1^3 - 1 + 1)$ เป็นจริง

ขั้นที่ 2 ให้ $P(k)$ เป็นจริง จะต้องแสดงว่า $P(k+1)$ เป็นจริง

จาก $P(k)$ แทน $3 \mid (k^3 - k + 1)$ เป็นจริง

$$\text{จะได้ } k^3 - k + 1 = 3m + r \text{ เมื่อ } m \in I \text{ และ } r = 1, 2$$

กรณีที่ 1 $k^3 - k + 1 = 3m + 1$

$$k^3 + 3k^2 - k + 1 = 3m + 3k^2 + 1$$

$$k^3 + 3k^2 + 3k - k + 1 = 3m + 3k^2 + 3k + 1$$

$$k^3 + 3k^3 + 3k - k + 1 + 1 - 1 = 3m + 3k^3 + 3k + 1 + 1 - 1$$

$$k^3 + 3k^2 + 3k + 1 - k - 1 + 1 = 3m + 3k^2 + 3k + 1$$

$$(k+1)^3 - (k+1) + 1 = 3(m+k^2+k) + 1, m+k^2+k \in I$$

ดังนั้น $3 \mid ((k+1)^3 - (k+1) + 1)$ เป็นจริง

กรณีที่ 2 $k^3 - k + 1 = 3m + 2$

$$k^3 + 3k^2 - k + 1 = 3m + 3k^2 + 2$$

$$k^3 + 3k^2 + 3k - k + 1 = 3m + 3k^2 + 3k + 2$$

$$k^3 + 3k^2 + 3k - k + 1 + 1 - 1 = 3m + 3k^2 + 3k + 2 + 1 - 1$$

$$k^3 + 3k^2 + 3k + 1 - k - 1 + 1 = 3m + 3k^2 + 3k + 2$$

$$(k+1)^3 - (k+1) + 1 = 3(m+k^2+k) + 2, m+k^2+k \in I$$

ดังนั้น $3 \mid ((k+1)^3 - (k+1) + 1)$ เป็นจริง

$P(k + 1)$ เป็นจริง

จะได้ว่า $P(n)$ แทน $3(n^3 - n + 1)$ ทุกจำนวนเต็มบวก n เป็นจริง

7. ให้ A_n เป็นเซตที่มีจำนวนสมาชิก n ตัว

ให้ $F_n = \{f \mid f : A_n \rightarrow A_n\}$ และ a_n เป็นจำนวนสมาชิกของ F_n

จงหาค่า a_1, a_2, a_3, a_4 และ a_5 แล้วตรวจสอบดูว่าค่าใดบ้างที่เป็นตัวเลขในลำดับฟีโบนัชชี

วิธีทำ ให้ $A_1 = \{b_1\}$

$$A_1 = \{b_1, b_2\}$$

$$A_1 = \{b_1, b_2, b_3\}$$

•

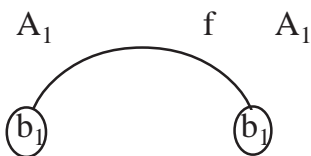
•

•

•

$$A_1 = \{b_1, b_2, b_3, \dots, b_n\}$$

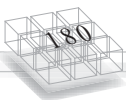
a_n เป็นจำนวนสมาชิกของ F_n

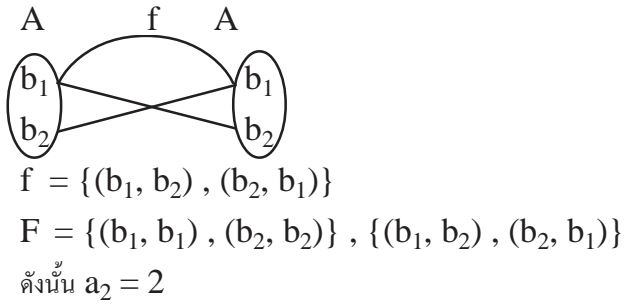
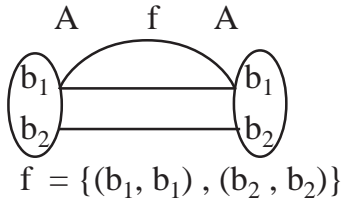


$$f = \{(b_1, b_1)\}$$

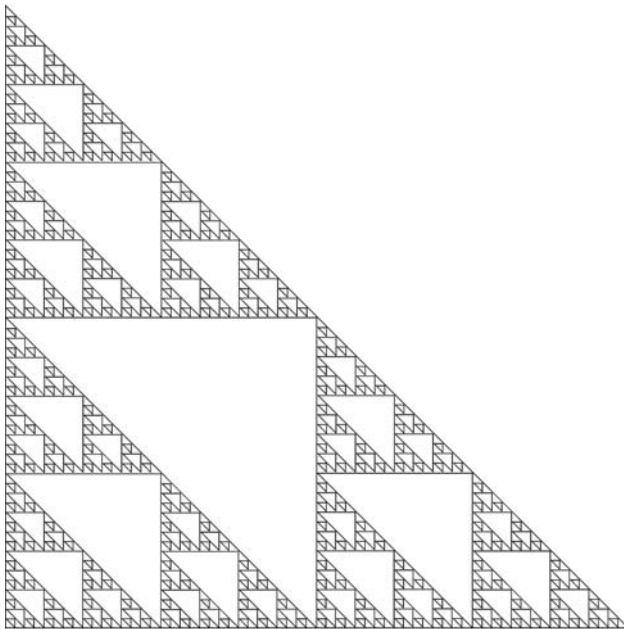
$$F = \{\{(b_1, b_1)\}\}$$

$$\text{ดังนั้น } a_1 = 1$$





8. จงออกแบบรูปที่เป็นเรขาคณิตสาขาที่สมบูรณ์



9. จงนำเสนอเรื่องที่ท่านสนใจจากอินเทอร์เน็ต 1 เรื่อง

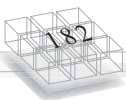
Some worries about mathematics education.

Albert A. Cuoco

Education Development Center

I didn't always feel this way about mathematics. When I started teaching high school, I thought that mathematics was an ever-growing body of knowledge. Algebra was about equations, geometry was about space, arithmetic was about numbers; every branch of mathematics was about some particular mathematical objects. Gradually, I began to realize that what my students (some of them, anyway) were really taking away from my classes was a style of work that manifested itself between the lines in our discussions about triangles and polynomials and sample spaces. I began to see my discipline not only as a collection of results and conjectures but also as a collection of *habits of mind*.

This realization first became a conscious one for me when my family and I were building a house at the same time I was researching a problem in number theory. Now, pounding nails seems nothing like proving theorems, but I began to notice a remarkable similarity between the two projects. The similarity did not come from the fact that house-building requires applications of results from elementary



mathematics (it does, by the way); rather, house-building and theorem-proving are alike, I realized, because of the kinds of thinking they require. Both require you to perform thought experiments, to visualize things that don't (yet) exist, to predict results of experiments that would be impossible to actually carry out, to tease out efficient algorithms from seemingly ad hoc actions, to deal with complexity, and to find similarities among seemingly different phenomena.

This focus on mathematical ways of thinking has been the emphasis in my classes and curriculum writing ever since, and I'm now convinced that, more than any specific result or skill, more than the Pythagorean Theorem or the fundamental theorem of algebra, these mathematical habits of mind are the most important things students can take away from their mathematics education (see Cuoco, Goldenberg & Mark, 1996; Cuoco, 1995; and Goldenberg, 1996 for more on this theme). For all students, whether they eventually build houses, run businesses, use spreadsheets, or prove theorems, the real utility of mathematics is not that you can use it to figure the slope of a wheelchair ramp, but that it provides you with the intellectual schemata necessary to make sense of a world in which the products of mathematical thinking are increasingly pervasive in almost every walk of life. This is not to say that other facets of mathematics should be neglected; questions of content, applications, cultural significance, and connections

are all essential in the design of a mathematics program. But without explicit attention to mathematical ways of thinking, the goals of "intellectual sophistication" and "higher order thinking skills" will remain elusive.

The habits of mind approach seems to be gaining acceptance among other mathematics educators. Everybody Counts (NRC, 1989) describes it this way: "Mathematics offers distinctive modes of thought which are both versatile and powerful. . . . Experience with mathematical modes of thought builds mathematical power--a capacity of mind of increasing value in this technological age. . . ."

A curriculum that uses workplace and everyday tasks to support the goal of developing mathematical thinking is less likely to use the tasks as the curriculum; it is less likely to let the message "high school graduates should be able to solve problems like these" evolve into "high school graduates should be able to solve these problems." Conversely, a curriculum firmly rooted in concrete problems is less likely to turn the goal of developing mathematical habits of mind into a "mathematics appreciation" curriculum, that studies little more than lists of mathematical ways of thinking. The dialectic between problem-solving and theory-building is the fuel for progress in mathematics, and mathematics education should exploit its power. Problems can be both sources for and applications of methods, theories, and approaches that are characteristically mathematical. For example, through the work of Descartes, Euler,



Lagrange, Galois, and many others, techniques for solving algebraic equations developed alongside theory about their solutions. (See, e.g., Kleiner, 1986.)

What does it mean to organize a curriculum around mathematical ways of thinking? One way to think about it is to imagine a common core curriculum for all students lasting through, say, grade 10. Students would work on problems, long-term investigations, and exercises very much as they do now, except the activities would be aimed at developing specific mathematical approaches. In contrast to other kinds of organizers currently in use (applications, everyday situations, whimsy, even computational skill), the benchmark for deciding whether or not to include an activity in a curriculum would be the extent to which it provides an arena in which students can develop specific mathematical ways of thinking such as:

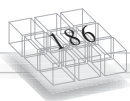
- Algorithmic thinking. Constructing and using mechanical processes to model situations.
- Reasoning by continuity: Thinking about continuously varying systems.
- Combinatorial reasoning: Developing ways to "count without counting."
- Thought experiment: Learning to imagine complex interactions.
- Proportional reasoning: Thinking about scaling, area, measure, and probability.
- Reasoning about calculations: Developing algebraic

thinking about properties of operations in various symbol systems.

- Topological thinking: Generalizing notions of closeness and approximation to non-metric situations.

These themes would run throughout the K-10 experience. They would be discussed explicitly in class, in diverse contexts, while students were working on problems. For example, an investigation involving topological reasoning might ask students to improve on the way users are allowed to organize their desktops in Macintosh and Windows environments.

After a decade of this core curriculum, students could choose from a set of electives that would vary from school to school and from year to year. Courses in probability, geometry, physics, history, algebra, cryptography, linear algebra, art, data-analysis, accounting, calculus, computer graphics, trigonometry, and whatever else interests teachers and students are all candidates. If students have a solid foundation in mathematical thinking, they will be prepared for a wide array of high-powered courses designed to meet the interests and needs of the entire spectrum of students. This is a genuine alternative to the current system of tracking: it would give students a choice and a chance to pursue their interests (16-year-old students do have well-developed interests). But no matter what choices they made, students would be assured of a substantial mathematics program that built on a core curriculum centering around mathematical habits of mind.



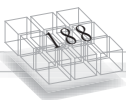
Such a curriculum would help students develop general strategies for doing mathematics, establish underlying mathematical (not just contextual) connections among the tasks, and help students develop the intellectual prowess necessary to deal with the kinds of problems they'll face after graduation. For example, a strand on algorithmic thinking would be a good context for investigating problems such as **Lottery Winnings** (p. 111) or **Buying on Credit** (p. 87). Whereas the contextual similarity of these tasks is evident even at a superficial level, they also share a deeper mathematical similarity based on a kind of algorithmic thinking that is somewhat removed from the mathematics backgrounds of most adults.

Show a group of eighth graders a table like Table 11-1. Then ask these eighth graders to describe what is going on. Their responses will be quite different from those of most adults who have been schooled in algebra. Adults immediately search for a "rule--a procedure that can be performed to the "Input" column to produce the "Output" numbers. (In this case, multiplying by 5 and subtracting 1 does it). Young students are much more likely to see other patterns (the last digits on the right, for example). and very often they'll notice that every number in the right-hand column is 5 more than the one preceding it. This is the germ of recursive thinking, a very important way of looking at things. Rather than extinguish it during high school, a strand on algorithmic thinking would develop it in tandem with the more traditional "closed form" (multiply by 5 and subtract 1) way of modeling the data. Recursive approaches

are ideal ways to build spreadsheets and model processes using computer algebra systems like Mathematica. And investigating the connections between recursive and closed form models can become a theme that organizes a great many of the topics in traditional high school mathematics.

Recursive thinking also gives students genuine intellectual power. Listen to a group of adults discussing the question, "How does the bank figure out the monthly payment on my car loan?" you'll hear qualitative statements, but you'll seldom hear a satisfactory mathematical description of what goes on behind the button on the calculator. Students accustomed to thinking in algorithms would ask themselves how the bank constructs a spreadsheet for computing the balance owed at the end of each month. They'd articulate an algorithm something like, "The amount you owe at the end of a month is the amount you owed at the beginning, plus $1/22$ of the yearly interest on that amount, minus whatever you make for a payment." This simple model is easily executed on a spreadsheet, and it quickly leads to an algorithm for calculating the monthly payment on a loan. This can be refined in calculus to the method that is used in practice, and it can be modified well before calculus is known to handle tasks like those in this volume.

The usefulness of this kind of algorithmic thinking transcends the analysis of a particular context; algorithmic thinking is used by chefs, construction workers, librarians, and people surfing the Internet.



A curriculum that focuses on developing similar mathematical habits will go a long way toward achieving the goal of preparing students for challenges that don't yet exist. And it offers a mathematical framework that meets the goal of providing tasks that prepare students both for the world of work and for postsecondary education, that "exemplify central mathematical ideas," and that "convey the rich explanatory power of mathematics."

Albert A. Cuoco is Senior Scientist and Director of the Mathematics Initiative at the Education Development Center (EDC). Before coming to EDC, he taught high school mathematics for 24 years to a wide range of students in the Woburn, Massachusetts, public schools, chairing the department for the last decade of his term. A student of Ralph Greenberg, Cuoco received his Ph.D. in mathematics from Brandeis in 1980. His mathematical interest and publications have been in algebraic number theory, although his recent work in high school geometry is gradually convincing him that geometric visualization has a place in mathematical thinking.

http://www.nap.edu/html/hs_math/ch11.html

ความวิตกกังวลที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาคณิตศาสตร์

(ผลงานแปลของนักเรียน)

ขอเขียนนี้เป็นความคิดเห็นของครูคณิตศาสตร์ คนหนึ่งชื่อ **Al Cuoco** ดีพิมพ์ใน วารสาร The Mathematics Teacher ฉบับเดือนมีนาคม 1995 เคยสอนโรงเรียนมัธยมที่รัฐเมสซาชูเซตส์ ปัจจุบันทำงานที่ Education Development Center รัฐเมสซาชูเซตส์

Cuoco กล่าวถึง การปฏิรูปการศึกษาคณิตศาสตร์ที่คนอเมริกันทั่วประเทศกำลังดำเนินการอยู่ในช่วงนี้มีประเด็นจะต้องติดตามดู ดังต่อไปนี้

➔ เรามองรับกันว่าการเรียนรู้และเข้าใจคณิตศาสตร์นั้น มีได้หลายวิธี เรากำลังฟังจากนักเรียนของเรา และพยายามปรับสิ่งที่เราได้รับฟังนั้นไปสู่วิธีสอนใหม่ เราทำให้คณิตศาสตร์เปิดกว้างสำหรับนักเรียนที่ไม่สามารถเรียนได้ในอดีต เพียงเพราะพวกเขาไม่สามารถเรียนรู้โดยการฟัง หรือ การอธิบายเท่านั้น ให้สามารถเรียนได้

➔ เรากำลังใช้เทคโนโลยีช่วยการเรียนรู้คณิตศาสตร์ คอมพิวเตอร์ เครื่องคิดเลขกำลังเข้ามามีบทบาทควบคู่กับหนังสือเรียน ในฐานะเป็นเครื่องมือสำหรับรายงานและถ่ายทอดความรู้ที่มีอยู่ ยิ่งไปกว่านั้น ในช่วงปลายทศวรรษนี้ เราจะยังเห็นการใช้เทคโนโลยีอย่างกว้างขวาง เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ๆ ได้

➔ เรากำลังจะเห็นการเสื่อมสลายของข้อทดสอบมาตรฐานแบบเลือกตอบ ซึ่งกลไกสำหรับคัดเลือกคนหนุ่มสาว วิธีประเมินผลแบบใหม่นั้นจะเป็นตัวบ่งชี้ว่านักเรียนเข้าใจหรือไม่ โดยที่จะเป็นการช่วยทั้งนักเรียนและครูเป็นการประเมินให้รู้ว่าควรก้าวต่อไปหรือยัง มากกว่าประเมินเพื่อปิดโอกาส

➔ เรากำลังเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับประสบการณ์ที่นักเรียนมีอยู่นอกห้องเรียน คณิตศาสตร์จะไม่เป็นจุดขายในเรื่องของการศึกษาให้คิดอีกต่อไปนักเรียนจะเรียนคณิตศาสตร์สำหรับใช้ในบริบทที่มีความหมาย

เกี่ยวข้องกับชีวิต

ทั้งหมดที่กล่าวข้างต้นและอื่นๆ อีกในกระบวนการปฏิรูปนี้ คาดว่าจะทำให้ คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ใครๆ ก็สามารถเรียนได้ ความพยายามในการปฏิรูปนี้ จะกำจัดคำกล่าวที่ว่า "ฉันไม่เคยเรียนคณิตศาสตร์ได้ดีเลย" ไปจากการสนทนาพูดคุยกัน

แต่ผมกำลังวิตก

ผมคงเห็นจุดหักเหของกระบวนการปฏิรูปนี้ว่า ยังจะทำให้คณิตศาสตร์เป็นวิชาสำหรับคนเก่งมากยิ่งขึ้นไปกว่าปัจจุบัน ในความพยายามที่จะทำให้คณิตศาสตร์ง่ายและน่าสนใจสำหรับนักเรียนหมู่มากนั้น เราอาจจะต้องเปลี่ยนคำจำกัดความของคณิตศาสตร์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

ผมวิตกว่าในอีก 10 ปีข้างหน้าคนจะพูดว่า "ฉันเรียนคณิตศาสตร์ได้ดี ฉันชอบคณิตศาสตร์" แต่ "คณิตศาสตร์" ที่พวกเขาเก่งและชอบนั้น จะห่างไกลไปจากคณิตศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ และนักคณิตศาสตร์ใช้กัน และไม่เพียงแต่ต่างกันในระดับรายละเอียดด้านเทคนิคเท่านั้น ยังแตกต่างกันในระเบียบวิธีพื้นฐานอีกด้วย และส่วนที่มีความกังวลมากที่สุดคือ "คณิตศาสตร์สำหรับทุกคน" นั้น อาจไม่มีประโยชน์เลยในศตวรรษหน้า เหมือนกับคณิตศาสตร์ในโรงเรียนที่ว่าแย่ใน ศตวรรษนี้ แน่แน่นอนว่า การทำนายอนาคตนั้นเป็นสิ่งที่เป็นไปได้ แต่สิ่งที่แน่นอนอย่างหนึ่งคือคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นในศตวรรษนี้ จะเป็นพื้นฐานสำหรับนวัตกรรมทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่จะพัฒนาในศตวรรษหน้า กระบวนการคิด วิธีการมองสิ่งต่างๆ และ "อุปนิสัยด้านจิตใจ" ที่ นักคณิตศาสตร์ที่ดี นักวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ที่ดี หรือนักวิทยาศาสตร์ใช้จะสะท้อนอยู่ในระบบที่จะมีอิทธิพลในเกือบทุกด้านของชีวิตประจำวัน

ถ้าเราต้องการที่จะส่งเสริมให้นักเรียนของเราประสบความสำเร็จในชีวิตหลังจากโรงเรียนไปแล้วเราจำเป็นต้องเตรียมพวกเขาให้สามารถใช้เขาใจ บังคับ และปรับเปลี่ยนเทคโนโลยีที่ยังไม่เกิดขึ้น ณ วันนี้ได้ ความคาด

หวังนี้หมายความว่า เราจะต้องช่วยเขาพัฒนากระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์อย่างจริงจัง

สำหรับหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับมัธยมต้นและปลายที่ได้รับการปฏิรูปและจะใช้ทศวรรษหน้านี้ขาดสาระสำคัญทางด้านคณิตศาสตร์ที่ได้พัฒนามาแล้วหลายร้อยปีไป ดังนี้

ภาชนะนามธรรม คือ ส่วนที่จำเป็นสำหรับคณิตศาสตร์

ถึงแม้ว่าเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องเริ่มเสาะหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในบริบทที่มีความหมายและเกี่ยวข้องกับตัวผู้เรียน แต่ก็มีสิ่งจำเป็นที่ต้องไม่หยุดยั้งอยู่แค่นั้น ถ้าปราศจากหลักการทั่วไปแล้ว คณิตศาสตร์จะกลายเป็นความยุ่งยากของกรณีพิเศษแต่ละกรณีไป

นิสัยของภาชนะนามธรรมนั้น (ความสามารถที่จะค้นหาและแสดงออกซึ่งความคล้ายอย่างฉลาดระหว่างปรากฏการณ์ที่ดูเหมือนว่าแตกต่าง) เป็นเครื่องมือสำคัญในการเตรียมบุคลากรด้านคณิตศาสตร์ที่จะจบระดับมัธยมศึกษาขั้นต่อไป

สัญลักษณ์ คือ เครื่องมือสำหรับการคิด

ความสามารถที่จะประดิษฐ์ระบบสัญลักษณ์ที่เป็นแบบจำลองสถานการณ์นั้นเป็น หัวใจของคณิตศาสตร์ คนทุกสาขาอาชีพจำเป็นต้องสามารถเตรียมและคาดคะเนการคำนวณต่างๆ (แม้ในระดับที่ซับซ้อน) ในระบบสัญลักษณ์ทั้งหลายที่พวกเขาต้องใช้และประดิษฐ์ขึ้น ความสามารถที่จะวิเคราะห์คำนวณเกี่ยวกับจำนวน พหุนาม วิธีเรียงสับเปลี่ยน ฟังก์ชันและอื่นๆ ที่เกี่ยวกับนิพจน์นั้น เป็นส่วนสำคัญของการที่จะสามารถใช้เครื่องบังคับสัญลักษณ์ได้ ทักษะนี้เป็นสิ่งจำเป็นถ้าเราต้องการ

ให้นักเรียนของเราได้รู้มากกว่าข้อความคาดการณ์จากข้อมูล จากรูปแบบ
ที่พวกเขาสร้าง

การพิสูจน์และการอธิบายเป็นเทคนิคการวิจัย

คณิตศาสตร์นั้นต้องเกี่ยวข้องกับการพิสูจน์มานานับได้ 25 ศตวรรษ
แล้ว การพิสูจน์เป็นเทคนิคที่จะทำให้ผู้อื่นเชื่อถึงความจริง แต่หน้าที่ที่สำคัญ
กว่านี้ของการพิสูจน์ก็คือ การกำหนดการเชื่อมโยงทั้งหลายอย่างมีเหตุผล
การเชื่อมโยงอย่างมีเหตุผลนี้สามารถนำไปสู่ญาณทัศนะใหม่ๆ ได้

รูปสี่เหลี่ยมที่สร้างโดยการต่อจุดกึ่งกลางของด้านของรูปสี่เหลี่ยมใดๆ
รูปหนึ่งคือ รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ข้อเท็จจริงนี้สามารถตรวจสอบได้ด้วยการ
ทดลอง แต่การที่รู้ว่าข้อเท็จจริงนี้แสดงได้โดยทฤษฎีเส้นเชื่อมจุดกึ่งกลาง
ด้านของรูปสามเหลี่ยมนั้น ได้ผลสรุปที่เหนือกว่า ตัวอย่างเช่น จะบอกได้ว่า
เมื่อไรที่รูปสี่เหลี่ยมที่สร้างขึ้นใหม่โดยวิธีข้างต้น คือ รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

ความจริง คือ พจนสัมพันธ์

ในฐานะที่เป็นครูคณิตศาสตร์มานานได้สอนนักเรียนมากกว่า 2,000
คน และแต่ละคนก็มีความคิดเห็นเกี่ยวกับ "โลกแห่งความเป็นจริง"
ที่ไม่เหมือนกัน แต่ละคนมีความแตกต่างกันทั้งด้านความ สนใจชีวิตครอบครัว
วัฒนธรรม และค่านิยมที่หลากหลาย ไม่ว่าเขาจะเริ่มต้นตรงไหน ผมจะ
พยายามขยายคำจำกัดความของความจริงในวิชาคณิตศาสตร์ให้แก่นักเรียน
เสมอไป งานนี้บางทีก็ยาก แต่ผมเชื่อว่าผู้ใช้คณิตศาสตร์อย่างทรงพลัง
ในศตวรรษหน้านั้น จะต้องเป็นคนที่มีมองเห็นคณิตศาสตร์ว่าเป็น "ส่วนของ
ความจริง" มากกว่าที่จะมองว่าคณิตศาสตร์เป็นเล่นส่เกี่ยวกับความจริง
ความเชื่อนี้หมายความว่า นักเรียนควรต้องเรียนการแจกแจงของจำนวน

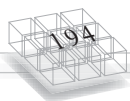
น้ำตาลในเม็ดข้าว พวกเขาควรจะสามารถนำรูปแบบเชิงพีชคณิตไปใช้กับการ
เลื่อนไหลของการจราจรและเรขาคณิตได้

ก่อนที่จะไกลกว่านี้ คณิตศาสตร์ที่นักเรียนได้เรียนในโรงเรียนนั้นมี
ส่วนน้อยมากที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ที่อยู่นอกห้องเรียน ความเคลื่อนไหว
ในการปฏิรูปในปัจจุบันนี้ ได้รับการสนับสนุนอย่างกว้างขวางและได้รับ
อิทธิพลทางการเมืองให้

ปรับเปลี่ยน สำหรับการปรับเปลี่ยนทั้งหลายที่มุ่งที่จะมีผลในทาง
ปฏิบัตินั้น เราจำเป็นต้องต้องหลีกเลี่ยงมองให้ลึกซึ่งยิ่งไปกว่าปัญหาในเรื่อง
เนื้อหาวิธีสอนและการประเมินผล เราจำเป็นต้องทำให้ให้นักเรียนมัธยมมี
ประสบการณ์ด้านการวิจัยอย่างแท้จริงในวิชาคณิตศาสตร์และเราจำเป็นต้อง
พัฒนาหลักสูตรที่มุ่งให้เกิดอุปนิสัยทางด้านจิตใจเป็นคณิตศาสตร์มากกว่า
เนื้อหาเฉพาะ ผมเชื่อว่านักเรียนของเราขึ้นอยู่กับคำท้าทายนี้

ถอดความจากเรื่อง

● Some Worries about Mathematics Education ในวารสาร
Mathematics Teacher ฉบับ Vol. 88, No. 3 March 1995.



10. จงเขียนรายชื่อนักคณิตศาสตร์มา 10 รายชื่อ และระบุชื่อผลงานของท่านเหล่านั้น

Euclid (Greek)



- หนังสือ “The Elements” จำนวน 13 เล่ม ใน 6 เล่มแรกเป็นผลงานเกี่ยวกับเรขาคณิต เล่มที่ 7 – 9 เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับทฤษฎีตัวเลข เล่มที่ 10 เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับทฤษฎีว่าด้วยจำนวนอตรรกยะ เล่มที่ 11 – 13 เกี่ยวกับเรขาคณิตทรงตันและกล่าวถึง รูปทรงหลายเหลี่ยม รวมถึงข้อพิสูจน์เกี่ยวกับรูปทรง หลายเหลี่ยม

Pythagorus (Greek)



- Pythagorus’s Theorem

Archimedes (Greek)



- Measurement of the circle

Leonardo Pisano Fibonacci (Italy)



- หนังสือ Liber abaci
(The Book of the Abacus) :
“Fibonacci sequence”
- หนังสือ Liber quadratorum
(The Book of Square)

Blaise Pascal (France)



- หนังสือ Essay pour les coniques
(Essay on Conic Sections) : รูปตัดกรวย
และการวิเคราะห์เชิงเรขาคณิต
- หนังสือ Treatise on the Arithmetical
Triangle: Pascal’s Triangle

Pierre de Fermat (France)



- ค้นพบคู่ของ amicable number คือ 17296
และ 18416
- Method for determine Maxima and
Minima and Tangents of Curved Lines
- หนังสือ Introduction to plane and solid
loci : เรขาคณิตแนวใหม่ วิเคราะห์พื้นผิว
และรูปทรงต่างๆ
- Fermat’s last theorem: จากสมการ
 $x^n + y^n = z^n$ ไม่มีทางเป็นไปได้ เมื่อ n มีค่า
มากกว่า 2 และ n, x, y, z เป็นเลขจำนวนเต็ม
- Fermat number

Gottfried Wilhelm von Leibniz (Germany)



- ไขว้เครื่องหมายสากลเกี่ยวกับจำนวนเต็มครั้งแรก
- The rules for differentiating products, quotients, and the function of a function
- แนะนำ coordinate

Leonhard Euler (Switzerland)



- แนะนำเครื่องหมาย $f(x)$
- หนังสือ Meditation upon Experiments made recently on firing of cannon
- Analysis Infinitorum (Analysis of the infinite)
- Theory of logarithms of complex numbers
- เสนอ i แทนรากที่สองของ -1
- Graph Theorem

Johann Carl Friedrich Gauss (Germany)



- บทพิสูจน์ Quadratic Reciprocity
- พิสูจน์ fundamental theorem of algebra
- Theoria motus coporum coelestium in sectionibus conicis Solem ambientium (Theory of the Movement of Heavenly Bodies)
- Disquisitiones Arithmeticae (Discourses on Arithmetic).
- Disquisitiones generales circa superficies เสนอ Differential geometry

Giuseppe Peano (Italy)



- บทพิสูจน์ “If $f(x,y)$ is continuous then the first order differential equation $\frac{dy}{dx} = f(x,y)$ has a solution”
- Arithmetices principia, nova methodo exposita (The Principial of Arithmetic) : จำนวนธรรมชาติเป็นเซตอย่างหนึ่งโดยไม่ต้องพิสูจน์ และแสดงว่า 0 เป็นจำนวนธรรมชาติ
- ค้นพบ a space filling curve

การแปลความหมายคะแนน จากแบบทดสอบทักษะการคิดคำนวณ

1. ทักษะที่วัด : การคำนวณพื้นฐานและกระบวนการคิดย้อน
คะแนนเต็ม 16 คะแนน

คะแนนที่ได้	ระดับของทักษะ
0-9 คะแนน	ควรฝึกฝนทักษะการคิดคำนวณเพิ่มเติม
10-12 คะแนน	มีพื้นฐานการคิดคำนวณดี แต่ควรฝึกการคิดย้อนกลับ
13-15 คะแนน	มีพื้นฐานการคำนวณดี
16 คะแนน	มีวิธีการคิดคำนวณยอดเยี่ยม

2. ทักษะที่วัด : การตีความภาษาและการคำนวณ
คะแนนเต็ม 4 คะแนน

คะแนนที่ได้	ระดับของทักษะ
0-1 คะแนน	ควรฝึกฝนการตีความหมาย
2 คะแนน	มีการตีความหมายอยู่ในเกณฑ์ดี แต่ควรมองปัญหาให้ทะลุ และมีความละเอียดในการคำนวณ
3 คะแนน	มีการตีความหมาย และมองปัญหาได้ทะลุ

3. ทักษะที่วัด : การคำนวณที่ซับซ้อน

คะแนนเต็ม 4 คะแนน

คะแนนที่ได้	ระดับของทักษะ
0-1 คะแนน	พยายามแก้ปัญหาที่ซับซ้อนเพิ่มขึ้น
2-3 คะแนน	มีแนวความคิดในการคำนวณปัญหาที่ซับซ้อน แต่ควรเพิ่มความมั่นใจในตนเอง
4 คะแนน	สามารถคำนวณปัญหาที่ซับซ้อนได้อย่างมีความเข้าใจ

4. ทักษะที่วัด : สร้างสรรค์จำนวน ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด

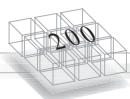
คะแนนเต็ม 12 คะแนน

คะแนนที่ได้	ระดับของทักษะ
0-4 คะแนน	ควรฝึกความคิดสร้างสรรค์เชิงคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนในมาก
5-9 คะแนน	มีความคิดสร้างสรรค์เชิงคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนพอสมควร
10-12 คะแนน	มีความคิดสร้างสรรค์เชิงคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อน อยู่ในเกณฑ์ดีมาก

5. ทักษะที่วัด : การคำนวณที่มีจุดเริ่มต้นอย่างรอบคอบ

คะแนนเต็ม 6 คะแนน

คะแนนที่ได้	ระดับของทักษะ
0-2 คะแนน	ควรฝึกฝนการคิดอย่างมีจุดเริ่มต้น
3-4 คะแนน	มีแผนการคิดจากจุดเริ่มต้นพอสมควร แต่ต้องมีความรอบคอบด้วย
5-6 คะแนน	มีแผนการคิดอย่างมีจุดเริ่มต้น และรอบคอบดี



6. ทักษะที่วัด : ความคิดสร้างสรรค์ในยุทธวิธีทางคณิตศาสตร์
คะแนนเต็ม 8 คะแนน

คะแนนที่ได้	ระดับของทักษะ
0-2 คะแนน	ควรหมั่นฝึกฝนหาวิธีการคิดที่หลากหลาย
4-6 คะแนน	มียุทธวิธีการคิดคำนวณได้หลากหลายพอสมควร
7-8 คะแนน	มียุทธวิธีที่ดีในการคิดคำนวณอย่างสร้างสรรค์

7. ทักษะที่วัด : เข้าถึงการคำนวณที่ลึกซึ้ง
คะแนนเต็ม 11 คะแนน

คะแนนที่ได้	ระดับของทักษะ
0-3 คะแนน	ควรศึกษาวิธีการคำนวณที่ลึกซึ้งบ้าง เช่น การหารากที่สองที่หารากที่สามของจำนวน
4-7 คะแนน	มีความสนใจในการคำนวณที่ลึกซึ้งอยู่บ้าง แต่ต้องเพิ่มการศึกษาให้ถึงแก่น
8-10 คะแนน	มีความสนใจการคำนวณอย่างลึกซึ้งอยู่ในเกณฑ์ดี
11 คะแนน	มีความสนใจการคำนวณอย่างลึกซึ้ง และถึงแก่น

การแปลความหมายคะแนน จากแบบทดสอบการแก้ปัญหา

1. ทักษะที่วัด : ตรรกศาสตร์ วิเคราะห์กระบวนการตัดออก ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด

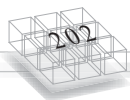
คะแนนเต็ม 10 คะแนน

คะแนนที่ได้	ระดับของทักษะ
0-3 คะแนน	ควรฝึกฝนกระบวนการแก้ปัญหาเชิงตรรกวิทยาแบบตัดออก
4-6 คะแนน	ถ้าฝึกฝนกระบวนการแก้ปัญหาเชิงตรรกวิทยาแบบตัดออกเพิ่มขึ้นจะดีมาก
7-9 คะแนน	มีกระบวนการแก้ปัญหาเชิงตรรกวิทยาแบบตัดออกได้ดี
10 คะแนน	มีกระบวนการแก้ปัญหาเชิงตรรกวิทยาแบบตัดออกได้ดีเยี่ยม

2. ทักษะที่วัด : การแปลความหมายเชิงจำนวน ตัวเลขพีชคณิต คำสัมบูรณ์ และค่ามากที่สุด

คะแนนเต็ม 10 คะแนน

คะแนนที่ได้	ระดับของทักษะ
0-2 คะแนน	ควรฝึกฝนการตีความหมายที่ละเอียดลึกซึ้ง
3-4 คะแนน	มีความคิดในการตีความหมายที่ละเอียดลึกซึ้งพอสมควร แต่ต้องฝึกวิเคราะห์ปัญหาให้มาก
5-8 คะแนน	มีความคิดในการตีความหมายที่ละเอียดลึกซึ้งได้ดี เพิ่มการวิเคราะห์จะดีมาก
9-10 คะแนน	มีความคิดในการตีความหมายที่ละเอียดลึกซึ้ง และมีการคิดวิเคราะห์ได้ดีมาก



3. ทักษะที่วัด : การวิเคราะห์แก้ปัญหาโดยใช้แผนภาพ และความคิดรวบยอด

คะแนนเต็ม 10 คะแนน

คะแนนที่ได้	ระดับของทักษะ
0-5 คะแนน	ควรฝึกฝนการแก้ปัญหาโดยใช้แผนภาพ และความคิดรวบยอด
6-8 คะแนน	มีการแก้ปัญหาโดยใช้แผนภาพได้ดีพอสมควร แต่ควรเพิ่มความคิดรวบยอด
9-10 คะแนน	มีการแก้ปัญหาโดยใช้แผนภาพและมีความคิดรวบยอดที่ดี

4. ทักษะที่วัด : ประมวลความรู้พื้นฐานทางเรขาคณิตเพื่อแก้ปัญหาเชิงพีชคณิต

คะแนนเต็ม 10 คะแนน

คะแนนที่ได้	ระดับของทักษะ
0-5 คะแนน	ควรฝึกประมวลความรู้พื้นฐานทางเรขาคณิตเพื่อแก้ปัญหาเชิงพีชคณิต
6-8 คะแนน	มีการประมวลความรู้พื้นฐานทางเรขาคณิตเพื่อแก้ปัญหาเชิงพีชคณิตดีพอสมควร
9-10 คะแนน	มีการประมวลความรู้พื้นฐานทางเรขาคณิตเพื่อแก้ปัญหาเชิงพีชคณิตได้ดีเยี่ยม

5. ทักษะที่วัด : การตีความเชิงระบบจำนวน และหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนที่มีความหมายสัมพันธ์เหมือนกัน

คะแนนเต็ม 10 คะแนน

คะแนนที่ได้	ระดับของทักษะ
0-2 คะแนน	ควรฝึกการตีความเชิงระบบจำนวนและการมองความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน
3-6 คะแนน	มีความเข้าใจในการตีความเชิงระบบจำนวนอยู่บ้างแต่ต้องฝึกการมองความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนในหลายๆ มุมมอง
7-8 คะแนน	มีความเข้าใจการตีความเชิงระบบจำนวนและมีมุมมองความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนอยู่ในเกณฑ์ดี
9-10 คะแนน	มีการตีความเชิงระบบจำนวนและมีมุมมองความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนอยู่ในเกณฑ์ดีมาก

6. ทักษะที่วัด : การวิเคราะห์ที่หลากหลายอย่างเป็นระบบ และสร้างสรรค์

คะแนนเต็ม 10 คะแนน

คะแนนที่ได้	ระดับของทักษะ
0-2 คะแนน	ควรฝึกการวิเคราะห์ที่หลากหลายอย่างเป็นระบบและสร้างสรรค์
3-6 คะแนน	มีการวิเคราะห์อย่างหลากหลายอยู่บ้าง แต่ควรทำอย่างเป็นระบบและสร้างสรรค์กว่านี้
7-8 คะแนน	มีการวิเคราะห์อย่างหลากหลายและเป็นระบบอย่างสร้างสรรค์ในเกณฑ์ดี
9-10 คะแนน	มีการวิเคราะห์อย่างหลากหลายและเป็นระบบอย่างสร้างสรรค์ดีมาก

Mathematical Intelligent Quotient ฉบับที่ 2 (MIQ 2)

ทักษะการคิดและการใช้เหตุผล	ระดับของทักษะ		
	ควรฝึกฝน	พอใช้	ดี
	คะแนน ที่ได้	คะแนน ที่ได้	คะแนน ที่ได้
1. มิติสัมพันธ์และการวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบ (คะแนนเต็ม 3 คะแนน)	0-1	2	3
2. ลำดับ การนับ ความสัมพันธ์ของจำนวนที่ ซ่อนเร้น (คะแนนเต็ม 3 คะแนน)	0-1	2	3
3. มิติสัมพันธ์และแบบรูปการเปลี่ยนแปลง อย่างมีระบบ (คะแนนเต็ม 3 คะแนน)	0-1	2	3
4. ลำดับ การนับ แบบรูปของผลรวม (คะแนนเต็ม 3 คะแนน)	0-1	2	3
5. แบบรูปความสัมพันธ์ของจำนวนเชิงการ คำนวณ (คะแนนเต็ม 3 คะแนน)	0-1	2	3
6. ความสัมพันธ์ของจำนวนเชิงลำดับ (คะแนนเต็ม 4 คะแนน)	0-1	2	3-4
7. จำแนกกลุ่มของจำนวนให้สอดคล้องกัน (คะแนนเต็ม 5 คะแนน)	0-1	2	3-4
8. การถอดรหัส (คะแนนเต็ม 6 คะแนน)	0-1	2-3	4-5
	0-2	3-4	5-6

คะแนนรวมทุกทักษะ 30 คะแนน

0-10 คะแนน	: ควรฝึกฝน
11-20 คะแนน	: พอใช้
21-30 คะแนน	: ดี

การประเมินการพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเรียน
โครงการพัฒนารูปแบบและหลักสูตรการจัดการศึกษา
สำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
หลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์
ความคิดเห็นก่อนและหลังเรียน

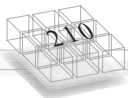
รายการ	ก่อน	หลัง
1. ความรู้สึก ที่เข้าร่วม โครงการ	เป็นโครงการที่ดีเพื่อพัฒนา บุคคลที่ชอบคณิตศาสตร์และ มีความสามารถทาง คณิตศาสตร์	ได้รับความรู้เพิ่มเติมมาก ขึ้น รู้จักการทำงานต่างๆ ที่ถูกรวิธี
	ดีใจ รู้สึกตื่นเต้น ที่ได้เข้าร่วม โครงการระดับชาติ รู้สึกว่า ตัวเองจะต้องเก่งขึ้นแน่ๆ	โครงการนี้ฝึกให้เรารู้จัก คิด รู้จักช่วยตัวเอง และ ต้องขยันมากๆ มันไม่ใช่ ง่ายอย่างที่คิด
	ไม่แน่ใจว่าจะเรียนได้ เพราะไม่ค่อยชอบ คณิตศาสตร์เท่าไร	ได้รับประโยชน์มากมาย จากการเข้าโครงการนี้ ทำให้ชอบคณิตศาสตร์ มากขึ้น
	รู้สึกดีใจที่ได้เข้าร่วมโครงการ เพราะคิดว่าโครงการนี้ น่าจะให้อะไรมากกว่าคน ธรรมดาทั่วไปจะได้จาก การเรียนปกติ	รู้สึกสนุกที่ได้เรียนใน โครงการนี้เพราะมีอะไร แปลกๆ มาให้ได้เรียนกัน และคิดว่าคณิตไม่ยาก อย่างที่คิด

รายการ	ก่อน	หลัง
	<p>ไม่รู้ว่าจะเข้ามาแล้วจะรู้เรื่องใหม่ และตื่นเต้นดีใจที่จะได้เข้ามาเรียน</p>	<p>รู้สึกว่าคุณเองมีเพื่อนมากและได้รับความรู้มากมาย เขาใจคณิตศาสตร์มากขึ้น</p>
	<ul style="list-style-type: none"> - คิดว่าเป็นโครงการที่ดีที่จะสนับสนุน นร.ที่มีความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ - คิดว่าโครงการนี้จะพัฒนาตนเองทางด้านคณิตศาสตร์ให้ดีขึ้น - โครงการนี้สามารถเรียนคณิตศาสตร์จบภายใน 2 ปี 	<ul style="list-style-type: none"> - รู้สึกว่าตนเองได้รับความรู้มากขึ้นกว่าเดิมมีการพัฒนาความรู้ มีวิธีการสอนที่แตกต่างบางครั้งอาจารย์พูด คิดเร็ว จนตามไม่ทัน - ได้ฝึกทักษะทางคณิตศาสตร์ให้ชำนาญยิ่งขึ้น - มีวิธีการคิด จำนวนที่แปลกใหม่ไปจากเดิม - เนื้อหาที่สอนบางหัวข้อ ยังไม่ได้เรียนและไม่มีในบทเรียน เช่น ทฤษฎีกราฟและขยายงานทำให้รู้สึกสนใจ - มีเกมทางคณิตศาสตร์ทำให้สนุกสนานไม่น่าเบื่อ

รายการ	ก่อน	หลัง
		<ul style="list-style-type: none"> - มีการแลกเปลี่ยนความคิดวิธีการทางคณิตศาสตร์ - ทำให้ชอบทำปริศนาและเกมทางคณิตศาสตร์มากขึ้น
2. ประโยชน์ของเลขาคณิต	ยังไม่รู้จักว่าเวทคณิตคืออะไร แต่คิดว่าอาจารย์สอนน่าจะมีประโยชน์มากมาย	รู้สึกว่าการเวทคณิตเป็นวิธีการที่ทำให้เราคิดเลขโดยวิธีใหม่ๆ ได้รวดเร็ว และถูกต้อง
	ตอนแรกคิดว่าเกี่ยวกับเวทมนตร์อะไรสักอย่างเกี่ยวกับตัวเลข	ทำให้เราได้คิดเลขเร็ว ได้เทคนิคอะไรหลายอย่าง และทำให้รู้จักคำว่า "เก่งไม่กลัว กลัวขำ" มากขึ้น
	ไม่รู้ว่าคืออะไร มีวิธีคิดอย่างไร และคิดว่าคิดเลขแบบธรรมดาจะคิดได้เร็วกว่า	ช่วยให้คิดเลขได้เร็วขึ้น โดยเฉพาะเลขหลายๆ หลัก
	คิดว่าเป็นสิ่งที่น่าจะเข้าใจยาก และวิธีใช้ซับซ้อนบวกกับไม่ค่อยจะได้ใหม่มากนัก	คิดเลขได้เร็วขึ้นมากกว่าเดิมมากไม่ซับซ้อนอย่างที่คิดไว้
	ยังไม่รู้จักว่าเวทคณิตคืออะไร ได้ยินแต่เขาพูดกัน	เวทคณิตทำให้เราคิดเลขได้เร็วขึ้นอย่างเห็นได้ชัด
	- คิดว่าเวทคณิตเป็นวิธีลัด หรือแตกต่างจากวิธี	- เป็นรูปแบบการสอนที่ดูแปลกใหม่

รายการ	ก่อน	หลัง
	<p>ธรรมดาที่สามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์</p> <ul style="list-style-type: none"> - ระบุแนวคิดใหม่วิธีการคิดที่แปลกใหม่จากเดิม - นำมาประยุกต์ใช้กับโจทย์หรือแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง 	<ul style="list-style-type: none"> - ช่วยให้คิดเลขเร็วขึ้น - มีวิธีคิดหลากหลายให้เลือกที่เหมาะสมกับการแก้ปัญหา - นำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้
<p>3. การพิสูจน์และอุปนัยวิธีทางคณิตศาสตร์</p>	<p>คิดว่าเป็นวิธีการที่ไม่น่าสนใจและไม่อยากที่จะศึกษาและอาจจะไม่จำเป็นในการศึกษาคณิตศาสตร์ รู้สึกว่าเป็นเรื่องที่ยากมากๆ แน่เลย จะทำไงดีถ้าไม่เข้าใจ</p>	<p>ทำให้รู้สึกทำงานเป็นขั้นเป็นตอน วางแผนว่าจะทำอะไรก่อน-หลัง เป็นเรื่องที่ยากจริงๆ อย่างที่คิดไว้แต่ถนัดใจฟังและทบทวนหลายๆ ก็ทำให้รู้เรื่องขึ้น</p>
	<p>เคยเรียนการพิสูจน์มาบางแล้วแต่เป็นการพิสูจน์แบบง่าย คณิตศาสตร์น่าจะยาก คิดว่าเป็นสิ่งที่น่าเบื่อที่จะเรียนรู้ เพราะเป็นการพิสูจน์</p>	<p>ใครดูแลเขาใจโครงสร้างการพิสูจน์และอุปนัยวิธีทางคณิตศาสตร์ สามารถพิสูจน์และให้เหตุผลได้ ทำให้เราสามารถคิดอย่างมีเหตุผลและรู้ที่มาของทฤษฎีต่างๆ</p>
	<p>คิดว่าเรามีมาให้เราแล้ว เราจะพิสูจน์ทำไม</p>	<p>ทำให้เราคิดสูตรใหม่ๆ และพิสูจน์ความถูกต้องของมันได้</p>

รายการ	ก่อน	หลัง
	- เป็นการพิสูจน์ว่า ข้อความนั้นเป็นจริง	- เป็นพื้นฐานสำคัญ ของการเรียนรู้และใช้ ในการพิสูจน์ทฤษฎี บทต่างๆ ที่สำคัญ ทางคณิตศาสตร์ - ทำให้พิสูจน์ข้อความ และอุปนัยวิธีทาง คณิตศาสตร์ได้ ถูกต้อง - เป็นการพิสูจน์ว่า ข้อความนั้นเป็นจริง
4. ลำดับที่มี ชื่อเสียง ทาง คณิต ศาสตร์	ไม่รู้จักว่าลำดับที่มีชื่อเสียงทาง คณิตศาสตร์ว่าเป็นอย่างไรเป็น คนหรือ ทฤษฎี ไม่เข้าใจว่าจะต้องเรียนไปทำไม เสียเวลา	ทำให้รู้สิ่งที่เราไม่เคยรู้ว่า นักคณิตศาสตร์คนไหนที่ คิดทฤษฎีต่างๆ ขึ้น และ เป็นที่น่าสนใจ ได้รู้จักนักคณิตศาสตร์ มากมายและทำให้รู้ว่าคนนี้ เองที่ทำให้เราต้องเรียน เรื่องนี้แต่ก็ทำให้เป็นแรง ผลักดันที่อยากเป็นนัก คณิตศาสตร์ที่มีชื่อเสียงบ้าง
	เคยได้ยินชื่อแต่ไม่เข้าใจว่า ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น	มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องนี้ และสามารถเขียนลำดับที่มี ชื่อเสียงทางคณิตศาสตร์ได้

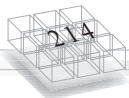


รายการ	ก่อน	หลัง
	ไม่เคยรู้จักมาก่อน และคิดว่ายากที่จะเรียนรู้	ทำให้รู้จักลำดับต่างๆ มากขึ้น โดยเฉพาะลำดับฟีโบนัชชี
	ไม่รู้จัก	เป็นสิ่งที่น่าทึ่งสำหรับนักคณิตศาสตร์ที่คิดค้นและสัมพันธ์กับสิ่งอื่นที่ไม่ใช่คณิตศาสตร์
	- เป็นลำดับที่ตั้งเป็นกฎ โดยนำมาใช้ประยุกต์ใช้กับโจทย์ในชีวิตประจำวันได้	- ลำดับฟีโบนัชชีเป็นกฎลำดับอนุกรมตัวเลขชุดหนึ่งเช่น 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 35, ... - สามารถ นำลำดับฟีโบนัชชีมาสร้างเป็นโจทย์ทางคณิตศาสตร์ได้ - เป็นความรู้อันใหม่ ซึ่งเข้าใจได้ง่าย
5. ประโยชน์ของทฤษฎีกราฟและข่ายงาน	เป็นการทำงานแบบลูกโซ่ ทำต่อเนื่องกันเป็นทอดๆ	ประโยชน์ของทฤษฎีกราฟและข่ายงาน ทำให้เรารู้จักคิดวิเคราะห์วางแผนก่อนทำงาน
	ไม่เห็นใจว่าทฤษฎีกราฟนั้นเหมือนกราฟหรือเปล่า	ทำให้เราเข้าใจทฤษฎีกราฟมากขึ้นว่าไม่เหมือนกับกราฟและก็เป็นเรื่องสนุกดีไม่ยากอย่างที่คิด

รายการ	ก่อน	หลัง
	ไม่รู้ว่าประโยชน์ของทฤษฎีกราฟและข่ายงานคืออะไร	ทฤษฎีกราฟและข่ายงานมีประโยชน์ในชีวิตประจำวันหลายอย่าง เช่น การส่งจดหมายของบรูซไปรษณีย์
	ไม่รู้จักกับทฤษฎีกราฟและข่ายงานมาก่อนแต่คิดว่าน่าจะเป็นสิ่งที่ง่าย	เป็นการวางแผนการคิดอย่างมีระบบและเป็นการทำให้เกิดความเร็วในการคิด
	ไม่เคยเห็นประโยชน์ของสิ่งเหล่านี้	มีประโยชน์อย่างมาก เช่น การเดินทางช่วยในการประหยัดเวลา
	<ul style="list-style-type: none"> - คิดว่าใช้ทฤษฎีกราฟในการสร้างข่ายงาน - ข่ายงานน่าเหมือนเส้นทางที่มีหลายเส้น หลายจุด โดยมีการเชื่อมต่อระหว่างจุด 	<ul style="list-style-type: none"> - ข่ายงานเป็นเรื่องในวิชาทฤษฎีกราฟ - สามารถนำมาแก้ปัญหาเกี่ยวกับเส้นทางได้ - ฝึกสมองทักษะการคิด และวิธีการแก้ปัญหา - ต้องใช้ไหวพริบ ความเฉลียว เขาจะช่วยทำให้แก้ปัญหาได้เร็วขึ้น - รู้สึกสนุกสนานต่องานปัญหา

รายการ	ก่อน	หลัง
6. กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	น่าจะมึ่วิธีการแก้ปัญหาเฉพาะทางของคณิตศาสตร์	ทำให้เรารู้จักการวางแผนการทำงานก่อนลงมือทำและทำงานได้อย่างมีระบบ
	เป็นเรื่องที่อยากเรียนมากที่สุด เพราะรู้สึกว่ถาเราจักรกระบวนการเราจะแก้ปัญหาต่างๆ ได้ดีขึ้นและจะได้ประยุกต์ใช้กับวิชาต่างๆ ได้	รู้สึกท้อแท้ ว่าทำไมเราไม่ได้รับการฝึกมาแต่เด็กๆ ไม่งั้นคงจะดีกว่านี้ และไม่ตองมากลุมใจว่าไม่คอยรู้เรื่อง
	ไม่รู้ว่กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ถูกตองคืออะไร	สามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีระบบ มีขั้นตอน
	คิดว่เป็นสิ่งที่ยากและตองใช้ IQ ในการแก้ปัญหาเหล่านั้น	ถึงแมว่จะมีความซับซ้อนของการคิด แต่วางบนหลักของเหตุและผล
	ชอบมาก	ทำให้เรารู้จักคิดอย่งเป็นเหตุเป็นผลมากขึ้น
	<ul style="list-style-type: none"> - มีกระบวนการขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางดานคณิตศาสตร์ - ทำงานอย่างมีระบบแบบแผน 	<ul style="list-style-type: none"> - ฝึกการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกตอง รวดเร็ว และเป็นระบบ - มีขั้นตอนการแก้ปัญหาทำให้ไม่เสียเวลา - สามารถรู้ว่าควรเอาอะไรเป็นขั้นตอนแรก

รายการ	ก่อน	หลัง
7. ปริศนา และเกม ทาง คณิต ศาสตร์	น่าสนใจ มีความน่าสนใจเด่นต่อง ไขปัญหาในการคิดปริศนา และเกมนั้นๆ	ปริศนาและเกมทาง คณิตศาสตร์ทำให้เรารู้จัก พิจารณาตรวจสอบ หินรอบคอบ หรือไขปัญหาในการคิด
	เป็นเรื่องที่อยากเรียนมากที่สุด เช่นกันเพราะรู้สึกว่าจะได้ พอนคลาย และมีเซวาน ุเคยเล่นเกมและปริศนาที่	เป็นเรื่องที่สนุกที่สุดที่เรียน มา อยากเรียนต่อไม่อยาก ให้อ.ไปสอนเรื่องอื่นเลย สามารถไขความรู้ที่ได้จาก
	เกี่ยวกับคณิตศาสตร์มาบางแล้ว	การเรียน เช่น กระบวนการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ ในการแก้ ปริศนาและ เกมทางคณิตศาสตร์ได้
	คิดว่าสนุกสนาน และพอน คลายในการเรียนรู้	ทำให้พอนคลายความเครียด จากการเรียนส่วนต่างๆ ที่ค่อนข้างเครียด
	คิดว่าเกมทางคณิตศาสตร์ เป็นเกมที่น่าเบื่อ	เมื่อได้เล่นเกมมากขึ้น ก็ เห็นว่าเกมทางคณิตศาสตร์ สนุกๆ ยังมีอีกมาก
	- เป็นเกมที่สามารคิดได้ หลากหลายแนวคิด แล้ว ให้ได้คำตอบ - ปริศนาบางอันจะต้องไข iveauปรับจึงแก้เร็วขึ้น	- สามารถแลกเปลี่ยน วิถีการคิด ร่วมกับผู้อื่น - ทำให้กิจกรรมนี้ น่าสนใจเพราะแต่ละ คนสามารถแสดงวิธี การคิดของตนเองได้ อย่างเต็มที่และอิสระ - ฝึกสมองไขปัญหาใน การขบคิดแก้ปัญหา - ปัญหาที่หลากหลาย แนวทางการคิด



รายการ	ก่อน	หลัง
8. Fractal Geometry เรขาคณิต สาขาที่ สาขาคณิต สาขาคณิต	ไม่รู้วาระขาคณิตสาขาที่รูปเป็น อย่างไร คืออะไร แต่คิดว่า เรื่องนี้เป็นเรื่องที่น่าศึกษา	เรขาคณิตสาขาที่รูปเป็นเรื่อง ที่น่าสนใจ ซึ่งเป็นการแบ่ง รูปไปเรื่อยๆ จนเกิดรูปร่าง ภาพที่สวยงาม
	อยากเรียน เพราะฟังชื่อ แล้วไม่น่าจะยาก	เห็นเรื่องง่าย ๆ แต่ก็ต้องใช้ ความคิดมาก และช่วยให้ เรารู้ตัวว่ายังสร้างสรรค์ไม่ ค่อยเก่ง
	ไม่รู้วาระแตกต่างจากเรขาคณิต ธรรมดาอย่างไร	รู้ความหมายของเรขาคณิต สาขาที่รูป รู้ว่าแตกต่างจาก เรขาคณิตธรรมดาอย่างไร
	ไม่เคยรู้จักมาก่อน แต่คิดว่า คงจะน่าเรียนรู้	ทำให้เราเห็นถึงความ มหัศจรรย์ของคณิตศาสตร์ ว่าสามารถอธิบายออกทาง รูปได้
	ไม่รู้จัก	เป็นเรื่องที่น่าสนใจสนุกกับ การวาดรูปและคิดสูตรจาก จำนวนรูป
	- วาดรูปเรขาคณิตหลายรูป	- สร้างรูปเรขาคณิตรูป ใหญ่ แล้วแบ่งเป็น 3 ส่วน แล้ววาดรูปเรขาคณิตที่เล็กกว่าบนแต่ละ ด้าน แล้วทำไป เรื่อยๆ (โดยวาดรูป เรขาคณิตที่ เหมือนกัน)

รายการ	ก่อน	หลัง
9. คณิตศาสตร์กับ ICT	คณิตศาสตร์กับ ICT เป็นเรื่องที่สัมพันธ์กันบางเล็กน้อย มีประโยชน์ต่อการศึกษา	คณิตศาสตร์กับ ICT มีประโยชน์ต่อการศึกษา คณิตศาสตร์เพราะมีความก้าวหน้าทันสมัยกับปัจจุบัน
	ไม่เข้าใจว่าจะเรียนไปทำไม น่าเบื่อ ไม่อยากคนขอมูล	สนุกดี ใครจักอะไรแปลกใหม่ที่ไม่ใช่ในตำรา แต่ก็เบื่อตอนที่มาชงักเพราะเมาส์ ไม่คอยดี
	ไม่รู้ว่าคืออะไร	เป็นการเรียนรูคณิตศาสตร์จากสื่อคอมพิวเตอร์สามารถหาข้อมูลและเรียนรูคณิตศาสตร์จากอินเทอร์เน็ตได้
	คิดว่าเป็นการเรียนรู้ที่สนุกसानและได้ประโยชน์อย่างเต็มที่จากความสนุกสนาน	ทำให้ได้ความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้นกว่าเดิมเพราะมีการหาข้อมูลทางInternet
	คิดว่าคณิตศาสตร์นั้นเป็นแค่โปรแกรมพื้นฐานของเรื่อง ICT	รูวาคณิตศาสตร์กับ ICT มีความสัมพันธ์กันอย่างแยกไม่ออกยิ่งเรียนสูงก็ยิ่งจำเป็น
	<ul style="list-style-type: none"> - การนำเทคโนโลยีมาใช้ในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ - สามารถแก้ปัญหาได้เร็วขึ้น 	<ul style="list-style-type: none"> - Graphic Calculator จะคำนวณหาคำตอบของโจทย์ได้ - สามารถสร้างกราฟจากสมการได้ - ไขหาจุดยอด จุดสูงสุด จุดต่ำสุด log matrix - เครื่องนาจะทันสมัยกว่านี้เพราะโจทย์บางข้อก็ไม่สามารถจะหาคำตอบได้ประสิทธิภาพไม่ถึง

การประมวลเจตคติของนักเรียน ครู หัวหน้ากลุ่มสาระ
 ผู้บริหาร และผู้ปกครอง

☆ ความรู้สึกของนักเรียนส่วนหนึ่งที่เข้าร่วมโครงการ

ลำดับที่	ความรู้สึกที่ได้เข้าร่วมโครงการ
1.	ผมรู้สึกปลาบปลื้มและดีใจที่ได้เข้าร่วมโครงการ ทำให้สามารถทำ เลขได้รวดเร็ว แม้จะต้องเรียนหนัก แต่ก็ได้ผลลัพธ์ที่น่าพอใจ ทำให้สามารถนำประโยชน์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ มีการทำงาน เป็นขั้นตอน
2.	เป็นโครงการที่ดีสำหรับผู้สนใจคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาทักษะ ด้านต่างๆ และเพื่อเป็นแรงกระตุ้นมีการพัฒนาบุคลากรด้านคณิต ศาสตร์เพื่อมาทำงานสานต่อด้านนี้ต่อไปเมื่อรู้ว่คิดโครงการนี้ ก็รู้สึกดีใจ นอกจากนั้นโครงการนี้ยังทำให้เรียนคณิตศาสตร์ จบเร็วกว่าปกติ จะได้มีเวลาเหลือสามารถไปเตรียมศึกษาเนื้อหา คณิตศาสตร์ขั้นสูงที่ลึกซึ้งต่อไป
3.	สำหรับความรู้สึกแรกที่ข้าพเจ้าได้รับจากการเข้าโครงการ คือ ความรู้สึกภาคภูมิใจ มันเป็นความรู้สึกที่ดีมากๆ ยากที่จะบรรยาย โครงการนี้ให้อะไรหลายๆ อย่างแก่ข้าพเจ้า ไม่ว่าจะเป็นเพื่อนใหม่ (แม้ว่าจะจำกัดอยู่แค่ในโรงเรียนเดียวกัน) ความรู้ที่ได้รับจาก โครงการนี้ ผมได้รับความรู้ใหม่เกี่ยวกับการคำนวณที่เร็วขึ้น ซึ่ง เป็นพื้นฐานที่ดี ตอนนี้อย่างนี้เริ่มต้น จึงอาจจะยังได้แค่นี้ แต่ผม ยังเชื่อว่าต่อไปผมก็ต้องได้มากกว่านี้แน่นอน
4.	โครงการ Gifted นี้จัดขึ้นเพื่อพัฒนาผู้ที่มีความสามารถทางคณิต ศาสตร์ เนื่องจากกลุ่มคนเหล่านี้มีความถนัด และเรียนรู้ได้เร็ว สำหรับวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อชี้ให้เห็นว่าผู้ที่มีความสามารถควร ได้รับการสนับสนุนให้ถูกต้อง จะช่วยในการศึกษามีคุณภาพและ

ลำดับที่	ความรู้สึกที่ไต่เข้าร่วมโครงการ
	<p>ไต่มีความรุ่มากกว่าหลักสูตรทั่วไป ส่วนตัวข้าพเจ้านั้นมีความรู้สึกยินดีเป็นอย่างยิ่งที่ทำให้การเรียนคณิตศาสตร์ โครงการ Gifted เนื่องจากข้าพเจ้าชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นอย่างมาก แต่การเรียนคณิตศาสตร์ในห้องเรียนบางครั้งเป็นหลักสูตรที่จำจนน่าเบื่อ แต่เมื่อไต่เข้าร่วมโครงการนี้ ทำให้การเรียนคณิตศาสตร์ในชีวิตผมได้เปลี่ยนไป การเรียนหนังสือเร็วขึ้นและเนื้อหา 4 ทั้งหมดภายในเทอมเดียวนั้น ยิ่งทำให้สนุกตื่นเต้นในการที่ตัวเราไม่ต้องพยายามค้นคว้าหาความรู้ใหม่มากขึ้น เพื่อจะได้เข้าใจดีขึ้น อีกทั้งยังต้องหาแบบฝึกหัดมาเสริมทักษะอยู่เสมอ ซึ่งการเรียนเร็วกว่าผู้อื่นนั้น ทำให้เราทำโจทย์ได้ง่าย เช่น เปรียบเสมือนจะหากวางในเขาวงกต ถ้าเราเดินขึ้นไปก็จะหากวางได้ลำบาก แต่ถ้าวางสูงก็จะมองเห็นกวางได้ง่าย ถ้าเทียบให้กวางเป็นคำตอบของคำถาม ส่วนการอยู่สูงคือการมีความรุ่มาก ทำให้ข้าพเจ้ารู้สึกดีใจที่ไต่เข้าร่วมโครงการ</p>
5.	<p>ผมมีความรู้สึกดีใจและภูมิใจเป็นอย่างมากที่ได้ถูกเลือกให้เป็นหนึ่งในโครงการพิเศษนี้ ผมคิดว่าโครงการนี้สามารถพัฒนาความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ของผมได้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งยังเป็นการส่งเสริมประสบการณ์ทางด้านวิชาคณิตศาสตร์ของผมให้เพิ่มมากยิ่งขึ้น โดยไต่ทั้งความรู้ใหม่ๆ ที่ผมได้จากการเรียนการสอน รวมทั้งยังได้เห็นโจทย์แปลกๆ ใหม่ๆ และวิธีคิดที่สามารถให้เราคิดหาคำตอบได้เร็วขึ้นจากวิธีที่เราใช้ในปัจจุบัน นอกจากนี้โครงการนี้ยังอาจส่งผลให้ผมได้สามารถทำชื่อเสียงให้กับประเทศและโรงเรียนได้อีกด้วย</p>
6.	<p>ผมรู้สึกดีใจมากที่ไต่เข้าร่วมโครงการนี้ เพราะจะทำให้ผมมีความรู้มีเทคนิคจากการคิดเลขแบบใหม่ๆ จึงช่วยให้ผมได้พัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผม และผมก็เป็นคนที่ชอบคณิตศาสตร์อยู่แล้ว เมื่อไต่เรียนเรื่องใหม่ๆ ซึ่งยาก ผมก็ไม่รู้สึกเบื่อ</p>

ลำดับที่	ความรู้สึกที่ได้เข้าร่วมโครงการ
7.	ผมรู้สึกดีใจมากที่ได้เข้าร่วมโครงการนี้ เพราะโครงการนี้จะเน้นการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นวิชาที่ผมชอบอยู่แล้ว รักที่จะเรียน และผมมีความสามารถทางคณิตศาสตร์อยู่แล้ว การได้เข้าอยู่ในโครงการนี้ จึงช่วยให้ผมพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ของผมให้ดียิ่งขึ้น โดยที่ผมไม่เบื่อกับการเรียน ผมคิดว่าผมคิดถูกแล้วที่ได้เข้าโครงการนี้
8.	สำหรับผม ผมรู้สึกยินดี ภูมิใจที่ได้เข้าร่วมโครงการนี้ เพราะโครงการนี้เป็นโครงการที่ส่งเสริมวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งโดยส่วนตัวของผมนั้น ผมมีความสนใจวิชาคณิตศาสตร์อยู่แล้ว ผมคิดว่าโครงการนี้จะช่วยให้ผมได้ความรู้ทางคณิตศาสตร์มากขึ้น รวมถึงผมจะได้มีโอกาสเรียนนอกสถานที่ และมีการเข้าค่ายร่วมกับโรงเรียนอื่น ซึ่งทำให้ผมได้พบกับเพื่อนใหม่อีกด้วย
9.	สำหรับผม ผมมีความรู้สึกหลายอย่างมาก ทั้งดีใจ ภูมิใจและประหลาดใจ ที่ได้เข้าร่วมโครงการนี้ ที่รู้สึกดีใจก็เพราะว่าโครงการนี้เป็นโครงการที่ผมเองก็มีความสนใจและมีความถนัดในวิชาคณิตศาสตร์ ผมคิดว่าการที่ได้เข้าร่วมโครงการนี้ คงช่วยเสริมสร้างประสบการณ์ของผมให้เพิ่มมากขึ้น รวมทั้งความรู้สึกภูมิใจนั้นเกิดขึ้นเล็กๆ เพราะว่าเป็นโครงการระดับประเทศ นักเรียนที่ได้เข้าโครงการนี้จึงถือเป็นบุคคลที่สำคัญของประเทศด้วย ส่วนความรู้สึกประหลาดใจนั้น สาเหตุที่เกิดขึ้นมาอธิบายได้ยาก ตั้งแต่วันแรกที่ผมได้สัมผัสโครงการนี้ ผมรู้สึกว่าชีวิตผมมันรู้สึกดีอย่างบอกไม่ถูก อาจเป็นเพราะได้ความรู้ทางคณิตศาสตร์มากขึ้น ได้เรียนรู้นอกสถานที่ และได้พบเห็นสิ่งที่มีชีวิตชีวา (อันนี้ผมไม่ขอบอกนะครับว่าจะไร) ผมคิดว่าทางเลือกเดินทางนี้คงเป็นเส้นทางที่ถูกต้องแล้ว และผมจะก้าวเดินต่อไปบนเส้นทางนี้

ลำดับที่	ความรู้ที่ได้เข้าร่วมโครงการ
10.	<p>กระผมรู้สึกดีใจมากที่ได้เข้าร่วมโครงการผู้ที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งกระผมได้รับความรู้ทางคณิตศาสตร์อย่างหลากหลายที่ผมไม่รู้จัก ซึ่งทำให้ผมเกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่องในด้านคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังช่วยให้ผมได้รู้จักอะไรหลายอย่าง ซึ่งกระผมเห็นว่าโครงการนี้เป็นโครงการที่ดีมาก และจำเป็นต่อ เด็กไทยที่จะพัฒนาความคิดให้สูงขึ้น ทุกโรงเรียนจึงควรร่วมโครงการนี้เพื่อประโยชน์ของนักเรียนเอง</p>



☆ การประมวลเจตคติของครูผู้สอน

.....

แนวคิดในการจัดการศึกษาให้กับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ นับว่าเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนเป็นอย่างยิ่ง เพื่อที่จะให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะและกระบวนการคิดต่างๆ ให้เต็มตามศักยภาพ นับเป็นก้าวแรกที่จะได้พัฒนานักเรียนเหล่านี้เป็นรูปแบบ ซึ่งจริงๆ การพัฒนานักเรียนเหล่านี้ได้ส่งเสริมกันมาตลอด แต่มักจะเป็นการเสริมนอกหลักสูตร โดยจัดหลังเลิกเรียนหรือในวันหยุด เมื่อมีการจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นรูปแบบ นักเรียนก็จะได้ประโยชน์สูงสุดในการที่จะพัฒนาความสามารถของตนเอง คนหาตนเองว่าต้องการอะไร รู้จักการที่จะได้ทำงานกันเป็นทีม รู้สึกดีใจที่จะได้มีส่วนในการพัฒนานักเรียนเหล่านี้ และเห็นว่าเป็นโครงการที่ดีและน่าสนใจ เพราะเกิดประโยชน์สูงสุดกับครูและผู้เรียนที่เข้าร่วมโครงการนี้ ดังนี้

ประโยชน์ที่เกิดกับครู

1. ทำให้ครูได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็น เกิดการเรียนรู้มากขึ้นในกลุ่มของโรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการนี้
2. ทำให้ครูได้พัฒนาตนเองด้านวิชาชีพครู ความรู้และความเข้าใจแนวทางในการพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ในตัวของนักเรียนได้เด่นชัดขึ้น
3. ทำให้ครูได้เห็นวิธีการสร้างกิจกรรมที่หลากหลาย ซึ่งเกิดประโยชน์กับนักเรียนมากขึ้น
4. ทำให้ครูมองเห็นแนวทางที่จะขยายโครงการไปพัฒนานักเรียนในระดับอื่นๆ ด้วย

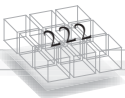
ประโยชน์ที่เกิดกับผู้เรียน

1. ผู้เรียนได้นำความรู้ความสามารถที่มีอยู่มาใช้ได้เต็มที่ เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนพัฒนาศักยภาพของตนเองให้ดียิ่งขึ้น
2. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รู้จักคนควา หากความรู้ด้วยตนเองและมีการแลกเปลี่ยนความรู้กันมากขึ้น ทำให้เกิดประสบการณ์การเรียนรู้ของตนเอง
3. ผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมกันคิดทำงานกลุ่มที่ได้รับมอบหมาย เป็นการฝึกให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบและเกิดความสามัคคีในกลุ่มเพื่อน โรงเรียนเดียวกันและต่างโรงเรียน
4. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการจัดการ การวางแผนการทำงานร่วมกัน การยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น ทำให้ผู้เรียนสามารถปรับตัวให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข
5. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนกล้าแสดงออกมากขึ้น มีความตื่นตัวทางคณิตศาสตร์และสร้างสรรค์งานใหม่ๆ มากขึ้น
6. ผู้เรียนได้รับความรู้ที่หลากหลาย นอกเหนือไปจากที่ได้รับในห้องเรียน และได้มีโอกาสเป็นผู้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองมากกว่าเป็นผู้รับฟัง

การพัฒนารูปแบบและหลักสูตร

การจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถพิเศษของนักเรียนกลุ่มนี้ ตามหลักสูตรลดระยะเวลาเรียน ในภาคเรียนที่ 1 ที่ผ่านมา เนื้อหาที่ให้นักเรียนเรียนในภาคเรียนที่ 1 ค่อนข้างมาก ต้องเร่งสอนในเนื้อหาบทสุดท้ายให้จบตามกำหนดการฝึกโจทย์ทักษะต่างๆ ยิ่งน้อยไป เพราะเวลาจำกัดการเตรียมตัวสำหรับครูผู้สอนนักพอสมควร เนื่องจากไม่มีหนังสือแบบเรียนที่เข้ากับนักเรียนเล่มนี้ ต้องทำเอกสารประกอบการสอนในแต่ละเรื่อง พร้อมเอกสารฝึกหัดให้นักเรียนตลอดเวลา

สำหรับตัวนักเรียนก็มีความพยายามเอาใจใส่การเรียนดี จะมีนักเรียนบางคนเข้าใจซา ไม่ค่อยทันเพื่อน ก็จะหาเวลามากลมในช่วงโง่งว้าง



แต่ในขณะนี้ได้มีการปรับหลักสูตรลดระยะเวลาเรียนจากเดิมเรียนจบภายใน 2 ปี ขยายเป็น 2 ปีครึ่ง (5 ภาคเรียน) คงช่วยให้การเรียนการสอนไม่เร่งรีบเหมือนในภาคเรียนที่ 1 จะมีเวลาให้นักเรียนได้ฝึกทักษะมากขึ้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนน่าจะดีขึ้น เนื่องจากนักเรียนกลุ่มนี้มีความพร้อมดีอยู่แล้ว

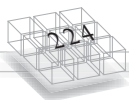
ในด้านหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ที่ รศ.ศักดา บุญโต มาสอน 4 ครั้งต่อเทอม ครั้งละ 6 ชั่วโมงนั้น อาจารย์ได้วางเป้าหมายไว้แล้วว่า ต้องการพัฒนาศักยภาพทางด้านคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนเป็นประสบการณ์ใหม่ที่นักเรียนกลุ่มนี้จะได้พิเศษเพิ่มเติม เช่น ได้เรียนรู้วิธีการพิสูจน์ ได้เรียนรู้การคิดคำนวณตามแนวเวทคณิต ศึกษาเกม การคนควาเรื่องราวต่างๆ ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์จากเว็บไซต์ เรขาคณิตสาทิสรูป การศึกษาเกี่ยวกับลำดับฟีโบนอกชี และอัตราส่วนของเหล่านี้ เป็นต้น นักเรียนได้รับรู้ว่าในวิชาคณิตศาสตร์ยังมีเวลาฝึกฝนในเรื่องต่างๆ ที่ได้เรียนไปน้อยมาก ซึ่งอาจจะทำให้นักเรียนลืมนำไปใช้ประโยชน์ไม่ได้เต็มที่

☆ การประมวลเจตคติของหัวหน้ากลุ่มสาระ

นับว่าเป็นโอกาสดีสำหรับนักเรียนปัจจุบันที่ผู้ใหญ่ทางการศึกษาสนใจที่จะค้นหาแนวสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านต่างๆ โดยเฉพาะด้านคณิตศาสตร์สำหรับประเทศไทยแล้วเด็กโดยเฉลี่ยนับว่ายังสู้เด็กจากต่างประเทศไม่ได้ สาเหตุหลักอาจจะเนื่องมาจากครูอาจารย์ที่สอนคณิตศาสตร์ ในชั้นประถมศึกษาไม่ได้จบหลักสูตรทางคณิตศาสตร์ การสอนคณิตศาสตร์จึงทำให้กระบวนการคิด การปูพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ถูกต้องนักหลายคนอาจจะปลูกฝังความคิดให้นักเรียนว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยาก น่าเบื่อ และ

นักการศึกษาไม่ได้คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างนักเรียนในกรุงเทพฯ กับนักเรียนต่างจังหวัด ระดับสมองอาจจะไม่แตกต่างกันมากนักแต่สิ่งแวดล้อมแหล่งเรียนรู้ต่างกันมากมาย การที่มีโครงการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เรื่องการพัฒนา รูปแบบ และหลักสูตรการจัดการศึกษา สำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จึงนับว่าการศึกษาของไทยมีวิสัยทัศน์ที่กว้างไกลมาก ที่จริงควรจะมานานแล้วถ้าเป็นไปได้ควรเริ่มโครงการที่ระดับประถมศึกษา เพราะว่ามีนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษจะต้องดูแลกันตั้งแต่เด็กเล็กๆ แล้วดูแลเด็กเหล่านี้เป็นพิเศษจากผู้เชี่ยวชาญ เด็กเหล่านี้จะได้พัฒนาการไปอย่างรวดเร็วด้วยวิธีการที่ถูกต้อง และรัฐบาลควรลงทุนเป็นพิเศษสำหรับเด็กเหล่านี้ อีกอย่างหนึ่ง ควรมีหลักประกันให้เด็กเหล่านี้ด้วยว่า เขามีอัจฉริยะทางด้านนี้ แล้วเขาต้องมีมหาวิทยาลัยที่จัดโครงการนี้ต่อเนื่องไปด้วย ตลอดจนถึงต้องมีสถาบันสำหรับให้นักเรียนเหล่านี้ได้รวมตัวกันทำงานเพื่อประเทศชาติอย่างจริงจัง เพื่อป้องกันไม่ให้สมองไหลไปอยู่ต่างประเทศ หรือสถาบันเอกชน

โรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการวิจัยเชิงปฏิบัติการฯ ได้มอบหมายให้หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์รับผิดชอบโครงการนี้ ซึ่งข้อดีนั้นมามากมาย ในโครงการนี้สำหรับนักเรียนต่างจังหวัดที่ได้มีโอกาสเขาไปศึกษาต่อในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนต่างๆ ในกรุงเทพมหานคร ยังมีโอกาสได้ถูกค้นหาความสามารถพิเศษทางด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งไม่แน่ว่าจะมีนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านคณิตศาสตร์ที่มีความสามารถจริงๆ ตามธรรมชาติและถูกค้นพบเพื่อนำไปพัฒนาโดยผู้เชี่ยวชาญต่อไป เป็นโชคของเด็กที่ผู้บริหารที่มีวิสัยทัศน์กว้างไกล และสนับสนุนโครงการนี้อย่างจริงจังคอยติดตามดูแลเอาใจใส่เด็กในโครงการนี้ตลอดเวลา เด็กได้รับฟังการสอนจากผู้เชี่ยวชาญในหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ได้ทำกิจกรรมต่างๆ โดยใช้กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ มีการเขาค่ายตามหลักสูตรได้พบปะกับเพื่อนักเรียนต่างโรงเรียน รู้จักการสร้างมนุษยสัมพันธ์ที่ดี มีกระบวนการกลุ่ม



สร้างสามัคคี มีการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดซึ่งกันและกัน มีกิจกรรมที่สร้างเสริมความคิดอยู่ตลอดเวลา ครูอาจารย์ได้พัฒนาตัวเองได้ ศึกษาหาความรู้ใหม่ๆ เพื่อดำเนินการตามโครงการตลอดเวลา โรงเรียนมีการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน แหล่งเรียนรู้มากขึ้น และเพียงพอต่อจำนวนนักเรียน นักเรียนส่วนมากพึงพอใจที่เข้าร่วมโครงการ และยังมีข้อดีทางอ้อมอีก คือ นักเรียนมีการทดสอบวัดแววเพื่อหาแวວความสามารถของตนเอง ผลการวัดแววออกมาสมบูรณ์ นักเรียนจะรู้จักตนเอง รู้จักทิศทางที่ต้องกำหนดอนาคตตามแววของตนเอง

ส่วนอุปสรรคสำหรับเด็กในต่างจังหวัดคงมี เรื่องค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างจะสูง เด็กหลายคนฐานะทางบ้านไม่ค่อยอำนวยมากนัก แต่บังเอิญมีแนวทางด้านคณิตศาสตร์ ทางโรงเรียนต้องหาทางช่วยเหลือต่อไป แหล่งเรียนรู้ครูผู้โรงเรียนในกรุงเทพมหานครไม่ได้ การได้รับข่าวสารของโครงการล่าช้ากว่าโรงเรียนในกรุงเทพมหานคร ทำให้เกิดอุปสรรคในการขออนุญาตผู้ปกครอง หลักสูตรสำหรับโครงการนี้ คงต้องกำหนดให้ชัดเจนหลังจากทดลองวิจัยโครงการเสร็จสิ้น เด็กในโครงการทำงานหนักกว่าเด็กที่เรียนปกติ และอาจมีผลต่อการเตรียมตัวสอบเข้ามหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นเป้าหมายสูงสุดของเด็กกลุ่มนี้ และของผู้ปกครองด้วยการให้งาน และกิจกรรมควรวางแผนให้ชัดเจน และกำหนดเวลาไว้ล่วงหน้า โครงการต้องตระหนักว่าเด็กต้องเรียนวิชาอื่นๆ ด้วย และเด็กกลุ่มนี้มักจะถูกไซ้ ถูกไขว่ เพื่อกิจกรรมของโรงเรียน ของจังหวัดด้วย เด็กจึงต้องมีโปรแกรมชัดเจน ไม่เช่นนั้นเด็กอาจจะหมดกำลังใจและออกจากโครงการ ในทางกลับโรงเรียนต้องดูแลเด็กเหล่านี้เป็นพิเศษด้วย สำหรับครูอาจารย์ที่เกี่ยวข้องกับโครงการนี้ทำงานหนักกว่าการสอนปกติมาก มีงานให้ทำตลอดเวลา เกิดความเครียด ควรมีการพูดคุยให้กำลังใจกันบ้าง และการแนะนำควรเป็นแบบกัลยาณมิตร สุดท้ายโรงเรียนต้องระวังเรื่องความเสมอภาคของเด็กกลุ่มอื่นๆ ด้วย อย่าให้เด็กกลุ่มอื่นๆ ที่ไม่อยู่ในโครงการมีความรู้สึกว่าโรงเรียน ครู อาจารย์ ให้ความสำคัญกับเด็กกลุ่มนี้

☆ การประมวลเจตคติของผู้บริหารโรงเรียน

การที่โรงเรียนได้เข้าร่วมโครงการพัฒนานักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ นับว่าเป็นโอกาสอันดี เพราะเป็นการกระตุ้นให้ครูได้พัฒนาตนเอง และนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์ ได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์ที่ต่างไปจากนักเรียนในระดับเดียวกัน ในเชิงการเพิ่มพูนความรู้และทักษะต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ ที่จะเป็นประโยชน์ทั้งด้านการพัฒนาความคิดและเป็นพื้นฐานในการเรียนต่อในระดับสูงขึ้นไป การดำเนินการจัดการเรียนการสอนในโครงการดังกล่าว ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2546 พบว่า

1. ด้านการบริหารจัดการ ในส่วนของการวางแผนยังไม่ดีนัก พบว่าการเตรียมความพร้อมของโรงเรียน ทั้งด้านบุคลากร หลักสูตร และสื่อ ยังขาดความเข้าใจที่ตรงกัน บุคลากรที่เกี่ยวข้องยังไม่มีความชัดเจนเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ และแนวทางในการดำเนินการ

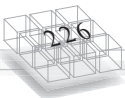
- การมอบหมายงานให้ครูปฏิบัติยังไม่ทำเป็นทีม ขาดการปรึกษาหารือกัน

- การติดตาม การปฏิบัติงานไม่ได้ทำอย่างเต็มที่และไม่ต่อเนื่อง

2. ด้านการเรียนการสอน

หลักสูตรที่ใช่ 2 หลักสูตร คือ หลักสูตรลดระยะเวลาเรียน เมื่อนำมาปฏิบัติจริงไม่สามารถปฏิบัติได้ อาจจะเป็นด้วยสาเหตุหลายประการ ทั้งด้านครูผู้สอน เวลา และสื่อ ยังไม่มีความพร้อม

ในส่วนของหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ ที่จะต้องนำนักเรียนไปทำกิจกรรมร่วมกันนอก โรงเรียนพบว่า ทั้งผู้บริหาร ฝ่ายวิชาการและครูผู้รับผิดชอบโครงการยังขาดความเข้าใจแนวปฏิบัติ และมีส่วนร่วมน้อยมาก ทำให้



ขาดการติดตาม ช่วยเหลือ และส่งเสริมนักเรียนตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร จากการสังเกตของผู้บริหาร พบว่านักเรียนส่วนหนึ่งยังไม่มีความสุขกับการเข้าร่วมโครงการ

3. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของโรงเรียน ครูยังไม่ใช้วิธีการที่หลากหลายในการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียน ครูยังคงมีบทบาทสำคัญในการเรียนการสอน ในส่วนของการให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ครูให้อิสระกับนักเรียนมาก จนบางครั้งนักเรียนอาจจะเกิดความสับสนในความคิดและลังเลไม่กล้าตัดสินใจ

4. การวัดและประเมินผล พบว่า ครูกำหนดสิ่งที่จะวัดครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ แต่ยังมีจุดอ่อนเกี่ยวกับวิธีการและเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผล

ในส่วนของผลดีที่โรงเรียนได้รับจากการดำเนินการ ในโครงการนี้ พบว่าครูได้พัฒนาตนเองจากการเรียนรู้ในการปฏิบัติงานจริงทำให้มีโอกาสปรับปรุงตนเองได้มาก ในส่วนของนักเรียนพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับที่น่าพอใจทุกคน

โรงเรียนได้ประมวลข้อค้นพบที่เป็นจุดอ่อนดังกล่าวมาหารือร่วมกันกับผู้เกี่ยวข้อง จึงได้ปรับปรุงวิธีการบริหารจัดการและแนวทางการจัดประสบการณ์ การเรียนรู้ในภาคเรียนที่ 2 เพื่อให้ดำเนินการบรรลุตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายให้มากที่สุด

☆ ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของโครงการ

ประสิทธิภาพของโครงการขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายด้าน ดังนี้

1. ปัจจัยสู่ความสำเร็จในการเสาะหา ขึ้นอยู่กับทัศนคติ ทัศนคติ และการประสานงานของผู้บริหารระดับหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้ และผู้ช่วยฝ่ายวิชาการในการตัดสินใจให้ดำเนินโครงการต่อหรือไม่ ตลอดจนความร่วมมือของงานทะเบียนวัดผล และครูอาจารย์ที่เกี่ยวข้อง

2. ปัจจัยสู่ความสำเร็จในการจัดการศึกษา

- ความรู้ความเข้าใจในการจัดการเรียนการสอน สำหรับผู้มีความสามารถพิเศษ ความเข้มแข็งทางวิชาการ ความร่วมมือของผู้ช่วยฝ่ายวิชาการ หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้ในการจัดตารางสอน การลงรหัสวิชาเรียน การผลิตเอกสารประกอบการสอน หนังสือ ตำรา ความร่วมมือจากงานคอมพิวเตอร์ การจัดค่าย การเชิญวิทยากรภายนอกมาบรรยายในหัวข้อที่สัมพันธ์กับการเรียน นับเป็นส่วนหนึ่งของการแสวงหาความรู้จากประสบการณ์ตรง

- การประชาสัมพันธ์ให้ครูในโรงเรียน ผู้ปกครองและนักเรียนได้ทราบเกี่ยวกับโครงการจัดการเรียนการสอนสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษ

3. ปัจจัยสู่ความสำเร็จในการพัฒนาหลักสูตร

- หลักการที่ใช้ในการพัฒนาหลักสูตร การเปิดโอกาสให้นักเรียนจับก่อนเวลาและนำเวลาที่เหลือไปใช้ทำกิจกรรมตามต้องการวิธีการสอนที่ใช้กระบวนการกลุ่มภายใต้การดูแลของครูผู้จริง

- ความเชี่ยวชาญของครูผู้สอน

- การมีอุปกรณ์ หนังสือ เอกสาร ตำรา และงบประมาณใน



การเชิญวิทยากร

- การมีเวทีให้นักเรียนได้แสดงความสามารถและรับฟังคำวิจารณ์เพื่อนำมาปรับปรุงรวมทั้งการเผยแพร่ผลงานของผู้เรียน

สำหรับความคิดเห็นในการเข้าร่วมโครงการฯ เป้าหมายสำคัญประการหนึ่งของโรงเรียน คือ การส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถถึงขีดสูงสุดที่เป็นไปได้ของนักเรียนแต่ละคนในด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ โดยจัดให้มีโครงการพัฒนาศักยภาพนักเรียนขึ้น

การจัดหลักสูตรให้กับนักเรียนที่เข้าร่วมโครงการฯ มีความแตกต่างกับนักเรียนโดยทั่วไป คือ จัดให้มีความเข้มข้นในเนื้อหาในรายวิชาพื้นฐานและได้เรียนรู่มากขึ้นในวิชาเพิ่มเติม ดังนั้น การที่โรงเรียนได้จัดให้นักเรียนเหล่านี้เข้าร่วมโครงการวิจัยปฏิบัติการ "การพัฒนารูปแบบและหลักสูตรการศึกษาเพื่อพัฒนาผู้มีความสามารถพิเศษ" จึงถือเป็นความสอดคล้องกับรูปแบบที่โรงเรียน ดำเนินการอยู่

สิ่งที่โรงเรียนต้องดำเนินการ คือ การปรับหลักสูตรที่ลดระยะเวลาเรียนในรายวิชาพื้นฐาน โดยจัดเนื้อหาสาระให้ครอบคลุมเช่นเดียวกับนักเรียนปกติ แต่ใช้เวลาเรียนน้อยกว่า ซึ่งเกิดผลดีกับนักเรียนที่ถือว่ามีการเรียนรู้ได้เร็วกว่านักเรียนปกติ ทำให้โรงเรียนสามารถจัดหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์และขยายประสบการณ์ให้กับนักเรียนที่เข้าร่วมโครงการได้มากขึ้น

จากข้อมูลการวัดและประเมินผลการเรียนรู้อายวิชาต่างๆ พบว่า นักเรียนที่เข้าร่วมโครงการฯ นี้มีผลการเรียนเฉลี่ยรวมทั้งกลุ่มสูงกว่านักเรียนปกติ และจากการประเมินการเข้าร่วมกิจกรรมต่างๆ ที่จัดขึ้น พบว่านักเรียนให้ความสนใจ สามารถปฏิบัติได้เป็นอย่างดี เปรียบเทียบ

ความแตกต่างก่อนเข้าร่วมโครงการและหลังเข้าร่วมโครงการ ได้อย่างเห็นได้ชัด

แต่อย่างไรก็ตาม การส่งเสริมและพัฒนาความสามารถนักเรียนให้ถึงขีดระดับสูงสุดนั้น ผู้ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ นักเรียน ครูผู้สอน คณาจารย์ ผู้ปกครอง สังคมและชุมชนต้องตระหนักว่า นักเรียนแต่ละคน มีขีดระดับความสามารถสูงสุดได้ไม่เท่ากัน และอาจจะมีขีดระดับความสามารถน้อยกว่านักเรียนปกติในบางคน และบางสาขาวิชาได้

☆ การประมวลเจตคติของผู้ปกครอง

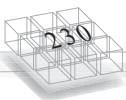
.....

ความคิดเห็น ปัญหา และข้อเสนอแนะของผู้ปกครอง

1. เป็นโครงการที่ดี ช่วยทำให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถตนเองให้ดียิ่งขึ้น
2. เป็นโครงการที่ดี เพราะช่วยส่งเสริมศักยภาพของนักเรียนและเพิ่มพูนประสบการณ์นอกห้องเรียนได้ดี

ปัญหา

1. หลักสูตรเพิ่มพูนความรู้ นักเรียนต้องไปเรียนนอกสถานที่ทำให้มีความยากลำบากและเป็นห่วง เรื่องความปลอดภัย
2. สอนเร็วเกินไป และนักเรียนไม่กล้าถาม
3. ไม่มั่นใจว่านักเรียนจะได้รับความรู้เพียงพอ เพราะต้องเรียนเร็ว
4. มีกิจกรรมนอกโรงเรียนค่อนข้างน้อย
5. อยากให้นักเรียนได้ใช้การสืบค้นความรู้จาก Internet



ข้อเสนอแนะ

1. ควรลดชิ้นงานให้นักเรียนทำน้อยลง เพื่อนักเรียนจะได้มีเวลาทบทวนเนื้อหามากขึ้น
2. ไม่ควรเร่งสอนจนเกินไป เพราะนักเรียนบางคนอาจตามไม่ทัน
3. ควรออกทัศนศึกษาบาง



รายชื่อวิทยุและอาจารย์ที่เข้าร่วมโครงการพัฒนารูปแบบ
และหลักสูตรการจัดการศึกษา
สำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านคณิตศาสตร์
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

คณะผู้วิจัย

รองศาสตราจารย์ ศักดา บุญโต หัวหน้าคณะ
นายทรงวิทย์ สุวรรณธาดา
นางกนกวลี อุษณกรกุล

คณะผู้ร่วมวิจัย

โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย

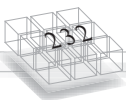
- | | |
|---------------------------|------------------------|
| 1. นายต่อสุข เตรียมชาญชัย | 4. นางสาวนพวรรณ คำอาษา |
| 2. นายบรรชา กลมภักดี | 5. นางสาวพุกษา ไสยกิจ |
| 3. นางสาวปิยะวรรณ ศุภหัต | |

โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา

- | | |
|---------------------------------|---------------------------|
| 6. นางสาวสุนันทา นิลสิทธิ์สถาพร | 9. นายไมตรี ศรีทองแท้ |
| 7. นายสมชาย ศรีวารงกุล | 10. นายธีรศักดิ์ เกตุเทพา |
| 8. นายบัณฑิตย์ ฝอยทอง | |

โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ บดินทรเดชา

- | | |
|----------------------------|----------------------|
| 11. นางพรทิพย์ พันธุ์ภัทร์ | 13. นางดรุณี ดีประชา |
| 12. นางพัชราภรณ์ อินทรทัต | |



โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)

- | | |
|------------------------------|----------------------------|
| 14. นางสาวสุเทพ กิตติพิทักษ์ | 16. นางอรุณี คิริปิ่น |
| 15. นางพรทิพย์ รุ่งรัตน์ | 17. นางสาวราตรี คำเทียนทอง |

โรงเรียนเบญจมเทพอุทิศ จังหวัดเพชรบุรี

- | | |
|---------------------------|----------------------------|
| 18. นางสาวเจลิยว เทศกลิ่น | 21. นางสาวเรณู ทองสัมฤทธิ์ |
| 19. นางมานี ลิ้มอรุณ | 22. นางสาวประจวบ ก้วยศิริ |
| 20. นายบวร สำเภางเงิน | |

โรงเรียนสตรีวัดมหาพฤฒาราม ในพระบรมราชินูปถัมภ์

- | | |
|--------------------------|-----------------------------|
| 23. นางรัศมี มณีรอด | 26. นางสาวบุษรา เอี่ยมบำรุง |
| 24. นางสุภักดิ์ เฟิงใหญ่ | 27. นางยุพดี มงคลจินดาวงศ์ |
| 25. นางอูรี ประพันธ์พจน์ | 28. นายสุเทพ ไชยบุตร |

โรงเรียนสตรีวิทยา

- | | |
|--------------------------|----------------------------|
| 29. นายเจริญ ภูภัทรพงศ์ | 32. นางสาวสุพัชดา พิณิจชอบ |
| 30. นายประสิทธิ์ คุณมาศ | 33. นางสาวพัชรี บุศยพลากร |
| 31. นางนิตย์ นิมลิตธิกุล | |

โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย

- | | |
|--------------------------|------------------------|
| 34. นางละเมียด กรบงกศมาศ | 36. นางสมศรี ตั้งดวงดี |
| 35. นางอาภาพร บุญชู | |

โรงเรียนสามัคคีวิทยาคม จังหวัดเชียงราย

- | | |
|-------------------------|---------------------------|
| 37. นายเกรียง นิमितพงษ์ | 39. นางสาวลิณี ชัยชนะมงคล |
| 38. นายพิชัย สงวนศรี | |



ผู้ดำเนินการ

ที่ปรึกษา :

ดร.อาร์ง จันทวานิช เลขาธิการสภาการศึกษา
 รศ.สำออง หิรัญบุรณะ ข้าราชการบำนาญ ที่ปรึกษาโครงการฯ
 ดร.รุ่งเรือง สุขากิริมย์ ที่ปรึกษาด้านวิจัยและประเมินผลการศึกษา
 นางสาวสุธาสิณี วัชรบูล ผู้อำนวยการสำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนา
 การเรียนรู้

ผู้รับผิดชอบโครงการ :

นางสาวบุญเทียม ศิริปัญญา หัวหน้าโครงการ
 นางกนกพร ถนอมกลิ่น ประจำโครงการ (ถึงกันยายน 47)
 นางสาวกิ่งกาญจน์ เมฆา ประจำโครงการ
 นางสาวศศิวิมล สริกขกานนท์ ประจำโครงการ (ถึงกันยายน 47)
 นางสาววิษุลาวัลย์ พิทักษ์ผล ประจำโครงการ

บรรณาธิการ :

นางสาวบุญเทียม ศิริปัญญา

ประสานงานและจัดพิมพ์ :

นางสาวกิ่งกาญจน์ เมฆา
 นางสาววิษุลาวัลย์ พิทักษ์ผล

เพื่อเป็นการใช้ทรัพยากรของชาติให้คุ้มค่า
 หากท่านไม่ใช้หนังสือเล่มนี้แล้ว โปรดมอบให้ผู้อื่นนำมาใช้ประโยชน์ต่อไป

กลุ่มพัฒนานโยบายการเรียนรู้ของผู้เรียนที่มีความต้องการพิเศษ
 สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (สกศ.)
 99/20 ถนนสุขุมวิท เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300
 โทรศัพท์ 0 2668 7123 ต่อ 2530 โทรสาร 0 2668 7329
 Website : <http://www.onec.go.th>

MEMO

Handwriting practice area with 20 horizontal lines. Each line consists of a solid top line, a dashed middle line, and a solid bottom line.



$a^3 + a = 8n^3 + 6n^2 + 6n + 1 + 2n + 1$
 $= 8n^3 + 6n^2 + 8n + 2$
 $= 2(4n^3 + 3n^2 + 4n + 1)$

$a = 2n + 1$

$a^3 = (2n + 1)^3$
 $= 8n^3 + 6n^2 + 6n + 1$

$a^3 + a = 8n^3 + 6n^2 + 6n + 1 + 2n + 1$
 $= 8n^3 + 6n^2 + 8n + 2$
 $= 2(4n^3 + 3n^2 + 4n + 1)$

$1 + 2n$

$1 + 2n + 1$
 $= 2n + 1$
 $+ 1) 3$
 $6n^2 + 6n + 1$
 $n^3 + 6n^2 + 6n + 1 +$
 $2n + 8n + 2$
 $= 3n^2 + 4n + 1)$

$5n + 1 + 2$

$1)$

$n + 1$
 $1) 3$
 $2 + 6n + 1$
 $3 + 6n^2 + 6n +$
 $2 + 8n + 2$
 $n^2 + 4n + 1)$

$+ 6n + 1 +$
 $a = 2n + 1$
 $a^3 = (2n + 1)^3$
 $= 8n^3 + 6n^2 + 6n + 1$
 $a^3 + a = 8n^3 + 6n^2 + 6n + 1 + 2n + 1$
 $= 8n^3 + 6n^2 + 8n + 2$
 $= 2(4n^3 + 3n^2 + 4n + 1)$

MEMO

Lined writing area for notes, consisting of multiple horizontal dashed lines.



$$1 + 2n$$

$$1 + 2n +$$

$$= 2n + 1$$
$$+ 1) 3$$
$$n^2 + 6n + 1$$
$$n^3 + 6n^2 + 6n + 1$$
$$n^2 + 8n + 2$$
$$= 3n^2 + 4n + 1)$$

$$5n + 1 + 2$$

$$1)$$

$$n + 1$$
$$1) 3$$
$$2 + 6n + 1$$
$$3 + 6n^2 + 6n +$$
$$2 + 8n + 2$$
$$n^2 + 4n + 1)$$

$$+ 6n + 1 +$$
$$n^3 = (2n + 1) 3$$
$$= 8n^3 + 6n^2 + 6n + 1$$
$$a^3 + a = 8n^3 + 6n^2 +$$
$$= 8n^3 + 6n^2 + 8n + 2$$
$$= 2(4n^3 + 3n^2 + 4n + 1)$$