

การพัฒนาหลักสูตรพิเศษทางเรขาคณิตเสริมสำหรับนักเรียน
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

๒๓ พ.ค. ๒๕๔๐

ปริญญานิพนธ์
ของ
พิชากร แปลงประสพโชค



เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุขฎิบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา

มีนาคม ๒๕๔๐

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

๒๕๔๐

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาคุณวุฒิปบัณฑิต
สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

..... ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุเทพ ทองอยู่)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล หวังพานิช)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุษณีย์ โพธิสุข)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุเทพ ทองอยู่)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล หวังพานิช)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุษณีย์ โพธิสุข)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยวดี วงษ์ใหญ่)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ ไชยสังข์)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษาคุณวุฒิปบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ดร. ศิริยุภา พูลสุวรรณ)

วันที่ 13 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2540

ได้รับทุนอุดหนุนจาก
สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้ ด้วยความอนุเคราะห์จากท่านผู้ใหญ่ผู้มีพระคุณและกัลยาณมิตร จากลูก และความร่วมมือร่วมใจของศิษย์ที่น่ารัก ขอลือโอกาสกล่าวเพื่อแสดงความซาบซึ้งในความกรุณาในน้ำใจของท่านเหล่านี้

รองศาสตราจารย์ ดร.สุเทพ ทองอยู่ ได้กรุณารับเป็นประธานคณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ได้ชี้แนะและติกรอบงานวิจัย หาหนังสือที่มีคุณค่าเกี่ยวข้องกับงานวิจัยโดยตรง ตลอดจนจับเกี่ยวกับความเหนียวยากในฐานะผู้คุมปริญญานิพนธ์และกัลยาณมิตร ท่านอาจารย์ รองศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล หวังพานิช กรุณารับเป็นกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ทั้งยังแนะนำการออกแบบงานวิจัย แนะนำเครื่องมือวิจัยทั้งแบบทดสอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ และแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ท่านอาจารย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุษณีย์ โพธิสุข กรุณารับเป็นกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ แนะนำหนังสือหลายเล่มเกี่ยวกับเด็กปัญญาเลิศและเปิดโอกาสให้เข้าสังเกตการประชุมในโอกาสต่างๆเพื่อให้คุ้นเคยกับเด็กปัญญาเลิศ แนะนำเครื่องมือฝึกและวัดความคิดระดับสูง ความคิดวิจารณ์ญาณ ซึ่งที่สำคัญคือได้แบบทดสอบความคิดระดับสูงของรอส มาพัฒนาใช้ในการคัดเลือกเด็กปัญญาเลิศ ตลอดจนให้คำแนะนำการพัฒนาแบบสอบถามกรอรายการ กรุณาจัดหาทุนเพื่อจัดหาหนังสือที่ใช้ประกอบการวิจัย และมาใช้เป็นมุมความรู้ อีกท่านหนึ่งคือ รองศาสตราจารย์ ดร.บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ ได้กรุณาตรวจสอบแบบสอบถามกรอรายการ และแบบทดสอบความคิดระดับสูงของรอสที่แปลมา พร้อมให้คำแนะนำที่มีคุณค่าในการนี้ และคำแนะนำเกี่ยวกับข้อสอบอิงเกณฑ์ ยิ่งกว่านั้น ผู้วิจัยได้รับความสนับสนุนกำลังใจจากท่านรองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ รองศาสตราจารย์ ดร.สุเมธชา พรหมบุญ ท่านที่เอื้อนามมานี้ได้ร่วมใจเป็นคณะทำงานและประสานงานที่เอื้อให้งานวิจัยนี้สำเร็จ ทั้งยังได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสภาวิจัยแห่งชาติซึ่งท่านรองคณบดีฝ่ายวิจัยของคณะวิทยาศาสตร์ ดร.สุวรรณ พันธ์รัตน์ และนักวิจัยที่โดดเด่น คือ ดร.ทรงศักดิ์ เกียรติสุข เป็นผู้ช่วยประสานให้ หากขาดนักวิชาการที่ทั้งสนับสนุนและให้กำลังใจโดยตลอดมานี้ ไม่น่าจะงานวิจัยนี้จะสำเร็จ

ด้วยน้ำใจอันยิ่งใหญ่ของครู ท่านอาจารย์สุวรรณ คล้ายกระแสด กรุณาเสียสละเวลาที่ท่านเองไม่ค่อยมีอยู่แล้ว ปรากฏตราอ่านทั้งเนื้อหา กิจกรรมในหลักสูตร แบบทดสอบอิงเกณฑ์ทุกหน่วยและแบบทดสอบวัดประสิทธิภาพของหลักสูตรอย่างละเอียดถี่ถ้วน ทั้งยังเปิดโอกาสให้ใช้แบบทดสอบอิงเกณฑ์นี้บางส่วนทดลองกับกลุ่มผู้เรียนวิชาสำรวจเรขาคณิตที่ท่านสอนอยู่เพื่อหาคะแนนจุดตัดและความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ กรุณาตรวจและลงความเห็นว่ารหัสหลักสูตรนี้เป็นหลักสูตรสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์จริง ท่านอาจารย์อีกสองท่าน คือ

รองศาสตราจารย์ สุเทพ จันทร์สมศักดิ์ และ รองศาสตราจารย์ ดร.สมพล เล็กสกุล ได้กรุณาเสียสละเวลาและกำลังความคิด ตรวจสอบเนื้อหา กิจกรรมในหลักสูตร และแบบทดสอบอิงเกณฑ์ด้วยความตระครวญ โดยเฉพาะท่านอาจารย์สุเทพ จันทร์สมศักดิ์ที่ผู้วิจัยเคารพรัก ได้กรุณาตรวจสอบเครื่องมือคัดเลือคนักเรียนทุกชั้นที่พัฒนา นอกจากเกรงใจที่รบกวนท่านเหล่านี้อย่างมากแล้ว ผู้วิจัยยังซาบซึ้งในความเป็นครู และความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่ง

นอกจากนี้ ท่านอาจารย์ผู้ใหญ่ที่เคารพรักอีก 2 ท่าน ที่คอยให้กำลังใจและสนับสนุน คือ ศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ รัตนกุล กรุณาตั้งชื่อภาษาอังกฤษของงานวิจัยเป็นขวัญและเกียรติแก่ผู้วิจัย ท่านให้ความห่วงใยในสุขภาพ ให้ยารักษา ให้ความกรุณาห่วงใยเสมอต้นเสมอปลายตั้งแต่ท่านเป็นประธานควบคุมปริญญาบัตรระดับปริญญาโทของผู้วิจัยเป็นต้นมา รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยวดี วงษ์ใหญ่ กรุณาตรวจสอบแบบสอบถามการออกรายการและแบบทดสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้วยความเต็มใจ ทั้งยังช่วยหาเอกสารเกี่ยวกับเด็กปัญญาเลิศของ บลุ่ม ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้ในแบบสอบถามการออกรายการครั้งนี้ ทำให้ผู้วิจัยได้รับความกรุณาจากท่านอาจารย์ซึ่งเป็นปราชญ์ทางการศึกษา คือ รองศาสตราจารย์ ดร.วิชัย วงษ์ใหญ่ ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ ทำให้งานวิจัยนี้สมบูรณ์ขึ้น

ด้วยกำลังใจและความเต็มใจช่วยเหลือจากทั้งมิตรและผู้เชี่ยวชาญผู้ทรงคุณวุฒิ คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัฒน์ อุดมกะวานิช ดร.ยติ กฤษณังกูร รองศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร เลาหโกศล ดร.สุวพร เข้มเฮง อาจารย์ผกาดี ทิพย์พยอม ท่านอาจารย์ชูลีพร สุภธีระ และอาจารย์คณัย ยังคงและด้วยความอนุเคราะห์แบบทดสอบจากสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เครื่องมือคัดเลือกและแบบทดสอบอิงเกณฑ์มีพร้อมสำเร็จลงได้

ด้วยความเอื้อเฟื้อจาก ท่านนายกสมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ศาสตราจารย์ ยุพิน พิพิธกุล ซึ่งกรุณาออกหนังสือในนามของสมาคมติดต่อโรงเรียนต่างๆ ให้ ท่านอาจารย์ รองศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ ปิ่นนัม ที่ช่วยประสานงานการประกาศทางหนังสือพิมพ์ วัฏจักรทางการศึกษา ท่านอาจารย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุพัตตา ปวนฤทธิ์ และท่านหัวหน้าภาควิชาคณิตศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุณาเอื้อเฟื้อสถานที่ในการจัดสอบเพื่อพัฒนาเครื่องมือคัดเลือก โรงเรียนมัธยมสาธิต ปทุมวัน โรงเรียนบดินทรเดชา 2 และโรงเรียนบรมมงคล กรุณาเอื้อเฟื้อสถานที่ และเด็กนักเรียนเพื่อพัฒนาเครื่องมือคัดเลือก ภาควิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เอื้อเฟื้อสถานที่ให้ใช้ห้องปฏิบัติการทางคณิตศาสตร์ ในการทดลองภาคสนาม ทำให้การดำเนินงานวิจัยดำเนินไปลุล่วงด้วยดี

ขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุณี รักษาเกียรติศักดิ์ รองศาสตราจารย์ ดร.สมสรร วงษ์อ่อนน้อย และอาจารย์ชุตีวรรณ เพื่อยุติที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำเกี่ยวกับโปรแกรมSPSS และสถิติที่ใช้ในงานวิจัย ขอบพระคุณท่านอาจารย์ ดร.สุรพล วัฒนวิทย์กิจ ท่านอาจารย์เมตต์ เข้ม วงษ์ รองศาสตราจารย์ ขงยุทธ ธนุกฤติ อาจารย์สาธิต ห์ โสระโร กรุณาให้ความช่วยเหลือด้าน คอมพิวเตอร์ และคำแนะนำในการพัฒนาโปรแกรม "ชลธิดา" ในการหาสัมประสิทธิ์ ϕ_{vc} ของแบบ ทดสอบอิงเกณฑ์ ขอบคุณ น.ส.ณิสรา อำอำไพ ที่ช่วยถ่ายวิดีโอและถ่ายรูป ทำให้งานวิจัยสมบูรณ์ ขึ้น ขอบคุณ นิตติยา ปภาพจน์ มานะ เอกจริยวงศ์ เพื่อนร่วมงานวิจัย และสมมาต บรรจงรัตน์ เพื่อนร่วมรุ่นที่ให้ความช่วยเหลือกันทั้งด้านหนังสือ เอกสารจำนวนมาก

สุดท้ายนี้ต้องขอขอบคุณที่นำรักที่เข้ามาเรียนในหลักสูตรเรขาคณิตเสริมสำหรับนักเรียน ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแม้จะทุกคนไปบ้าง แต่ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งและ เต็มใจช่วยเหลือตลอดกิจกรรมในหลักสูตร ทั้งมีผู้เกี่ยวข้องอีกท่านหนึ่งที่มาสังเกตการณ์และเป็นผู้ ช่วยในการวิจัยในช่วงนี้ คือ อาจารย์เอนก สีขาว ขอขอบคุณอย่างยิ่ง

ขอใจลูกทั้งสองโดยเฉพาะลูกแก้ว ชลธิดา แปลงประสพโชค ที่อดทนช่วยพิมพ์ แก้ไข งานพิมพ์ ช่วยพัฒนาโปรแกรม "ชลธิดา" และขอบคุณอย่างยิ่งสำหรับคนใกล้ตัวที่สุด คือ ผู้ช่วย ศาสตราจารย์สมวงษ์ แปลงประสพโชค ที่ตรากตรำดูแลงานพิมพ์ งานด้านรูป ทั้งที่มีภาระงาน วิจัยของตนเองอยู่แล้ว ทั้งอดทนพิมพ์งานให้ จนอุปสรรคด้านการพิมพ์ลดลงอย่างมาก

ขออนุญกุศลที่ผู้วิจัยได้กระทำความนี้จึงบังเกิดแต่ท่านผู้มีพระคุณและผู้เกี่ยวข้องดังที่กล่าวมา ข้างต้นด้วยเทอญ

พิชากร แปลงประสพโชค

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา	1
จุดมุ่งหมายของการวิจัย	5
ความสำคัญของงานวิจัย	5
สมมุติฐานของงานวิจัย	6
ขอบเขตของการวิจัย	6
คำนิยามศัพท์เฉพาะ	7
2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	8
ลักษณะเด็กที่มีความสามารถพิเศษและการคัดแยก	8
ปัญหาและความต้องการของเด็กที่มีความสามารถพิเศษ	12
ทักษะทั่วไปขั้นสูงที่สำคัญสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ	13
หลักสูตรเด็กที่มีความสามารถพิเศษ	28
ครูสอนเด็กที่มีความสามารถพิเศษ	37
เรขาคณิตที่เกี่ยวข้องกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์	37
การประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตร	42
3 การดำเนินการวิจัย	47
การพัฒนาหลักสูตร	47
การทดลองใช้หลักสูตร.....	51
กลุ่มตัวอย่าง	51
การรวบรวมข้อมูล	53
การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติ	54
รายละเอียดของเครื่องมือวัดในการวิจัย	56

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัย	61
หลักสูตรพิเศษทางเรขาคณิตเสริมสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ	
ทางคณิตศาสตร์	61
ผลการทดลองใช้หลักสูตร	69
5 สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ	73
การวิจัยนี้ทำเพื่ออะไร	73
ได้ผลอะไรบ้าง	76
ข้อเสนอแนะ	83
บรรณานุกรม	86
ภาคผนวก	106
ภาคผนวก ก การคำนวณค่าสถิติของเครื่องมือวัดในการวิจัย	107
แบบเสนอชื่อของนักเรียน	108
แบบทดสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบ	
กระบวนการคิดระดับสูง	110
แบบทดสอบประจำหน่วย	112
แบบทดสอบประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตร	112
ภาคผนวก ข ผลการคัดเลือกตามลำดับขั้น	113
ภาคผนวก ค รายชื่อหนังสือในมุมความรู้	116
ภาคผนวก ง แผนภาพและอุปกรณ์สาธิต-ทดลอง	120
ภาคผนวก จ โปรแกรม "ชลธิดา" คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ ϕ_{vc} ของแบบทดสอบ	
อิงเกณฑ์	126
ภาคผนวก ฉ การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ ϕ_{vc} ของแบบทดสอบอิงเกณฑ์	130
ภาคผนวก ช การคำนวณผลการทดลอง	147
ภาคผนวก ซ แนวทางบริหารหลักสูตรเรขาคณิตเสริมสำหรับนักเรียนระดับ	
มัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์	150
ภาคผนวก ฌ แบบประเมินความก้าวหน้าของนักเรียน	156

ภาคผนวก ญ รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ	158
ภาคผนวก ฎ แบบทดสอบคัดเลือกร และแบบทดสอบอิงเกณฑ์	160
ประวัติย่อของผู้วิจัย	243

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 ตารางแสดงเครื่องมือที่ใช้วัดในการดำเนินการทดลอง	56
2 ผลการวิเคราะห์ gain score	69
3 ความถี่ของข้อกระทงที่นักเรียนเลือกในแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์	78
4 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบการแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	110
5 การวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบอิงเกณฑ์	112
6 นักเรียนที่ได้รับการคัดเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัย	114
7 กลุ่มนักเรียนที่ใช้ทดลองหลักสูตร รอบที่ 1 (ทดลองรายบุคคล)	115
8 กลุ่มนักเรียนที่ใช้ทดลองหลักสูตร รอบที่ 2 (ทดลองกลุ่มเล็ก)	115
9 การคำนวณค่าสถิติ	148

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสดงตัวอย่างแนวคิดการแก้ปัญหาของโพลยา	20
2 ขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา	21
3 การแก้ปัญหาแบบพลวัตร	22
4 รูปแบบบันไดเวียนการคิด	24
5 เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน	29
6 กิจกรรมสามเส้าของเรนซูลี	31
7 รูปแบบโครงสร้างทางสติปัญญาของกิลฟอร์ด	34
8 พื้นที่หายไปไหน	41
9 แผนภูมิดำเนินการสร้างข้อสอบ	59
10 แนวดำเนินการจัดกิจกรรมและประสบการณ์	66
11 แบบหมุนเวียนกิจกรรมสามเส้าของเรนซูลี	67
12 กลไกหาเหตุผลเข้าข้างตนเองของนักเรียน	81

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา

สังคมไทยในปัจจุบันต้องการผู้นำในการแก้ปัญหาด้านต่างๆมากมาย เช่น ปัญหา ด้านมลภาวะ ด้านจราจร ปัญหาช่องว่างทางเศรษฐกิจ การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม การจัดสรรทรัพยากร ความยุ่งเหยิงในการปกครอง ความขัดแย้งในบรรยากาศประชาธิปไตยที่มึนงงแตกต่างกัน ก็เป็นปัญหาค้างค้ำ ซึ่งนอกจากมานะทฤษฎีและความโลภอิจฉาริษาแล้ว ความไม่รู้ทางออก (solution) ที่ดีที่สุดหรือเสียหายน้อยที่สุดอย่างชัดเจนเป็นปัญหาอีกประการหนึ่ง อนึ่งปัญหาการเป็นผู้ตามเทคโนโลยียังคงมีค้ำไปสำหรับประเทศของเรา ซึ่งหมายความว่าเรายังคงเป็นทาสของเทคโนโลยี เสียค้ำใช้จ้ำยในการซื้อเทคโนโลยีมาบริโภคด้วยราคาแพง เทคโนโลยีชั้นสูง เช่น การควบคุมดาวเทียมไทยคมเราก็มึปัญหา ต้องพึ่งผู้เชี่ยวชาญต่างประเทศ การแก้ไขวงวนของปัญหาเหล่านี้ในอนาคคทางหนึ่ง คือการฝึกฝนคนที่มีสติปัญญาดีเป็นผู้นำในการแก้ปัญหาต่างๆ อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นผู้นำในการสรรค์สร้างเทคโนโลยีใหม่ๆ การฝึกฝนดังกล่าวยังทำให้เร็วยิ่งดีและผู้ได้รับการฝึกฝนควรเป็นเยาวชนที่มีอายุน้อยสุดเท่าที่สามารถรับการฝึกฝนได้ เพื่อที่จะถนอมกล่อมเลี้ยงความเป็นอัจฉริยะ ให้มีพื้นฐานความรู้ที่มั่นคง ได้พัฒนาศักยภาพหลักตลอดจนความสามารถในการแก้ปัญหาเสียแต่เนิ่น เขาเหล่านั้นจะได้มีเวลาและโอกาสยาวนานขึ้นในการวิจัยหาความรู้ใหม่ สร้างสรรค์ผลงานและแก้ปัญหาต่างๆ และเมื่อคนเหล่านี้ฝึกกำลังสมานสามัคคีกันได้ด้วยคุณธรรม ด้วยความสำนึกว่าตนเป็นหนี้สังคม เป็นหน่วยหนึ่งของสังคมและมีความหวังของสังคม ก็สามารถสร้างสรรค์พัฒนาประเทศชาติได้ ด้วยเหตุผลนี้ผู้วิจัยจึงเกิดความสนใจด้านการพัฒนาเยาวชนที่เรียกว่าเด็กที่มีความสามารถพิเศษขึ้นมา

คนส่วนใหญ่มีความเข้าใจเองว่าเด็กที่มีความสามารถพิเศษมีธรรมชาติที่เอื้ออยู่แล้ว ไม่จำเป็นต้องจัดการศึกษาให้เป็นพิเศษ เขาจะสามารถขวนขวายหาความรู้ได้เอง แต่ในความเป็นจริงเด็กที่มีความสามารถพิเศษถูกสังคมรอบข้าง ทั้งเพื่อนนักเรียน หลักสูตรและสภาพแวดล้อมในปัจจุบันถ่วงและชักจูงไปในทางที่บั่นทอนความเป็นอัจฉริยะตลอดเวลา เด็กเหล่านี้ส่วนใหญ่เมื่ออี๊ดอด ขาดความสุข และปัญหาสำคัญคือ เขาตั้งความหวังบางอย่างไว้ เช่นการเป็นที่ยอมรับทาง

สังคม หวังสังคมที่สมบูรณ์แบบแล้วยึดถืออย่างแรงกล้า เมื่อประสบความผิดหวังอาจขาดสติทางออกในทางที่ผิดๆ ได้ง่าย เขาเหล่านั้นต้องการความรัก ความเข้าใจและต้องการตอบสนองพลังที่ซ่อนเร้นอยู่ มีความอยากรู้อยากเห็นในสิ่งที่ตนสนใจ ไม่สนใจกฎเกณฑ์ที่หยาบหยาบไร้สาระ แต่ยินดีที่จะสืบทอดผลของกฎเกณฑ์ต่างๆ ที่ทราบว่ามีหลักการซึ่งเราจัดตอบสนองไม่ได้ จึงน่าจะได้มีการจัดหลักสูตรพิเศษที่เอื้อต่อการเรียนรู้ตามลักษณะธรรมชาติเหล่านี้และชักนำไปในทางที่ถูกต้อง ซึ่งนอกจากจะได้มันสมองช่วยแก้ปัญหาและสร้างสรรค์ความสุขความเจริญก้าวหน้าของประเทศแล้ว อาจจะได้ลดประชากรที่ก่อปัญหาร้ายแรงได้อีกส่วนหนึ่ง ด้วยเหตุนี้ทำให้ผู้วิจัยเห็นความจำเป็นที่ต้องมีหลักสูตรพิเศษสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษขึ้น

เด็กที่มีความสามารถพิเศษตามความต้องการของสังคมดังกล่าวข้างต้น เรนซูลี (Renzulli, 1978 : 184) ให้ความหมายว่า ความสามารถพิเศษประกอบขึ้นด้วยลักษณะเด่น 3 ประการ คือ ความสามารถเหนือปรกติ (above-average ability) ความมุ่งมั่นบากบั่นงาน (task commitment) และ ความคิดสร้างสรรค์ (creativity)

ความตื่นตัวในเรื่องความจำเป็นต้องพัฒนาคนเก่งมีมานานกว่า 50 ปีแล้ว รัสเซียซึ่งซุ่มตัวเงียบๆ มาก่อน ได้ส่งยานสปุตนิก (sputnik) ขึ้นสู่อวกาศในปี ค.ศ. 1957 ผลนี้ทำให้ประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศตะวันตกอื่นๆ ตื่นตัวหันมาสนใจการศึกษาของชาติว่าระบบการศึกษาล้มเหลวอย่างไร และสนใจเกี่ยวกับการจัดการเด็กเก่งที่เป็นกำลังสำคัญของประเทศในอนาคต แต่สำหรับประเทศไทยเรานั้น อยู่ในขั้นตื่นตัว มีการริเริ่มงานเป็นชิ้นเป็นอันเกี่ยวกับเด็กเก่งทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์บ้างเช่น หลักสูตรเร่งรัด 2 ปี ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย การประกวดโครงการการสอบแข่งขันโอลิมปิกทางวิชาการ และโครงการ พสวท

เมื่อพิจารณาหลักสูตรคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ของไทยในปัจจุบันปรากฏว่า หลักสูตรไม่ได้ตอบสนองธรรมชาติการเรียนรู้ของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งไม่ได้พัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ได้ดีเท่าที่ควร ทั้งนี้เพราะหลักสูตรปรกติในโรงเรียนมีข้อจำกัดทั้งเนื้อหาและวิธีการซึ่งจัดไว้สำหรับเด็กทั่วไป มิได้เปิดโอกาสให้เด็กที่มีความสามารถพิเศษ หรือเด็กที่มีความสามารถเฉพาะทางได้สำรวจค้นคว้าได้ตามความสนใจ ปัจจุบันเด็กในโรงเรียนกำลังเป็นเด็กที่ประสบความสำเร็จต่ำกว่าความสามารถตามศักยภาพจริง เด็กหลายคนอาจมีสติปัญญาสูงมาก แต่ทำอะไรไม่ได้ดีสักอย่าง อาจแสดงออกในทางไม่สบอารมณ์ผู้ใหญ่ ไม่ได้ได้รับความรักความเมตตา และความปลอดภัยทางจิตซึ่งเป็นพื้นฐานทางด้านจิตใจ ทำให้ไม่สามารถตั้งสมาธิในการเรียน ทำอะไรนิสัยจับจด ไม่ใส่ใจการเรียนเท่าที่ควร และในที่สุดแววจริยะของเขาเหล่านั้น

อาจเปลี่ยน ไม่มีโอกาสฉายแสงอีกเลย เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์มีความสามารถในการวางนัยทั่วไป (generalization) วิเคราะห์เก่ง แก้ปัญหาเก่งและมีความโน้มเอียงที่จะคิดเชิงนามธรรม ช่องทางหนึ่งที่จะสร้างบุคคลเหล่านี้เป็นผู้นำในทางปัญญาด้านคณิตศาสตร์ที่พอมองเห็นได้คือ ใช้ประโยชน์จากลักษณะที่เอื้อนี้ส่งเสริมเขาเหล่านั้นให้พัฒนาเต็มศักยภาพขึ้นมา นอกจากนี้คณิตศาสตร์เป็นเรื่องนามธรรมต้องใช้สมองและสติปัญญาในการศึกษา มีปัญหาที่ทำหาคำความสามารถเด็กที่มีความสามารถพิเศษ มีความสำคัญ มีประโยชน์ อุดมด้วยปัญญามีอยู่หลากหลายที่ซ่อนอยู่ในวิธีการทางคณิตศาสตร์ มีอำนาจที่ประหยัดพลังงานที่ไม่ต้องจดจำมาก มีอำนาจในการแก้ข้อสงสัยต่างๆจำนวนมากและแก้ปัญหาที่ซับซ้อน เราต้องการให้เด็กได้เห็นลักษณะเด่นเหล่านี้ เพื่อให้เกิดความชื่นชมพร้อมที่จะเรียนรู้ ลักษณะสำคัญของการจัดการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษจึงน่าจะเป็นการเตรียมประสบการณ์ให้เด็กได้พบกับสิ่งเหล่านี้ก่อนโดยศึกษาเชิงสำรวจในลักษณะกว้างๆของคณิตศาสตร์ ต่อเมื่อเด็กตั้งใจมุ่งจะเรียนรู้ และกระหายที่จะรู้ให้ยิ่งขึ้นไป เราจึงฝึกหลักการ วิธีการ ให้ได้ความคิดหลักๆที่มีในสาขาวิชาต่างๆของคณิตศาสตร์ เป็นต้นว่า เรขาคณิต พีชคณิต เลขคณิต วิชาเหล่านี้มีแนวคิดเด่นที่เอื้อต่อการแก้ปัญหาและทำหาคำความสามารถ ผ่องด้วยปัญญาอันเฉียบคม เมื่อเด็กได้ศึกษาเข้าใจ ย่อมเกิดความชื่นชม อยากศึกษาฝึกฝนตนขึ้นมาเอง หลักสูตรคณิตศาสตร์เสริมน่าจะมีลักษณะทำนองนี้ และโดยที่ผู้วิจัยได้มีประสบการณ์เกี่ยวกับนักเรียนที่เก่งคณิตศาสตร์ ด้วยเคยสอนวิชาเรขาคณิตแก่นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เข้าค่ายเพื่อเตรียมตัวแข่งขันคณิตศาสตร์โอลิมปิกนานาชาติมาเป็นเวลาหลายปี จึงนับเป็นโอกาสอันดีที่จะริเริ่มงานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการศึกษาเสริมสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ โดยมุ่งพัฒนาความรู้ความสามารถ ทางเรขาคณิตขึ้น

ความสามารถทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะเรขาคณิต อันได้แก่การรับรู้เกี่ยวกับมิติสัมพันธ์สามารถพัฒนาได้ก่อนวัยอนุบาล แต่ความรู้ความสามารถที่ผู้วิจัยสนใจจะพัฒนาในเด็กที่มีความสามารถพิเศษอยู่ในขั้นคิดอย่างมีเหตุผลเชิงนามธรรม (stage of formal operation) ซึ่งโอกาสดีที่สุดที่จะเลือกเด็กและจัดหลักสูตรให้เรียน คือ ประมาณปลายชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และขึ้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (Ridge and Renzulli. 1981 : 210 ; citing Fox. 1976) เพราะเป็นช่วงที่เปลี่ยนจากชั้นระดับประถมศึกษาเป็นมัธยมศึกษา ซึ่งประมาณได้ว่า เป็นขั้นพัฒนาความคิดเชิงนามธรรมของเด็กที่มีความสามารถพิเศษเหล่านี้ตามมาตรฐาน Brentwood Experiment (Collins. 1969) โดยเด็กในขั้นนี้จะสามารถอธิบายแนวทางแก้ปัญหาหรือกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาหรือกลยุทธ์ในการเล่นเกมโดยใช้ตรรกวิทยาได้ เด็กไทยที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์น่าจะมีพัฒนาการไม่

ถ้าหลังที่กล่าวนี้มากนัก ความสนใจของผู้วิจัยจึงเป็น การพัฒนาหลักสูตรพิเศษทางเรขาคณิตเสริมสำหรับเด็กในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ หลักสูตรดังกล่าวมีกิจกรรมนำทางในลักษณะสถานการณ์ปัญหาที่ช่วยท้าทายให้เด็กแก้ปัญหาด้วยตนเองเป็นหลักสูตรเรียนเร่งโดยให้ศึกษาความคิดหลักๆ ไม่เก็บรายละเอียดเสียทุกอย่าง แต่สามารถศึกษาลึกได้ในจุดที่ต้องการหาความรู้เพิ่มเติม โดยมีครูแนะนำและมีหนังสือหรืออุปกรณ์ประกอบเพื่อช่วยนักเรียนตามที่ต้องการศึกษาความชัดเจน ในหลักสูตรดังกล่าวจะมีลักษณะนำร่องก้าวไกลถึงแนวคิดหลักบางส่วนของเรขาคณิตในระดับการศึกษามัธยมศึกษาเอกคณิตศาสตร์ ทั้งนี้มีเหตุผลว่า การศึกษาวิจัยทางคณิตศาสตร์เป็นการสร้างองค์ความรู้ซึ่งเราไม่จำเป็นต้องรู้ทุกอย่างแต่จะรู้เฉพาะอย่างได้ ถ้าเรียนเป็นพื้นฐานอาจไปได้ไม่ไกลและวางแผนพัฒนาการในส่วนที่ได้ถนัดและสนใจได้

หลักสูตรที่ใช้ในการสอนเด็กที่มีความสามารถพิเศษในปัจจุบันมีมากมายไม่ต่ำกว่า 30 รูปแบบ ตามโอกาสและสถานที่ที่จะเอื้ออำนวยให้ (Getzels and Dillon. 1973 ; Furr. 1972; Passow. 1980) เป็นต้นว่า ชั้นเรียนในฤดูร้อน การเรียนรายวิชาในระดับวิทยาลัย การแยกเรียนในบางรายวิชา การแยกชั้นเรียนทุกรายวิชา ชั้นเรียนวันเสาร์ จัดห้องเด็กเก่ง การเสริมประสบการณ์ในห้องเรียนปกติ การเรียนเร่ง ตลอดจนการฝึกงานกับผู้เชี่ยวชาญ (การฝึกงานกับผู้เชี่ยวชาญเป็นที่นิยมของเด็กที่มีความสามารถพิเศษที่โดพอสสมควร เช่น ในออสเตรเลียและรัสเซีย) การเรียนเสริมทางไพรณียก็เป็นที่ยอมรับในหลายประเทศ เช่น รัสเซีย อิสราเอล เวียดนาม (International Handboook of Research and Development of Giftedness and Talent. 1993) แนวโน้มของงานวิจัยพบว่า การเรียนเร่ง (acceleration) มีผลดี (Daurio. 1979) และพบว่า ไม่มีหลักสูตรแบบใดแบบหนึ่งที่สนองความต้องการของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษและนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษเฉพาะทางได้สมบูรณ์แบบ การจัดหลักสูตรควรเป็นไปแบบผสมผสาน (Louis and Kanes. 1979 ; Hebring and Rubenzer. 1979 ; Renzulli and Smith. 1979 ; Wolf and Stephen. 1979 ; Treffinger. 1979 ; Hershey. 1980 ; Kaplan. 1982 ; Steward. 1982)

สำหรับความคิดที่ว่าควรให้เด็กเก่งและเด็กอ่อนเรียนรวมกัน โดยหวังว่า จะให้นักเรียนปานกลางหรืออ่อนเอาอย่างนักเรียนเก่งมีข้อได้แย้ง เช่น จากผลงานวิจัยของ ชังก์ และคณะ (Schunk. 1987 : 149-174) ที่วิจัยเกี่ยวกับการเลียนแบบพฤติกรรม พบว่าเด็กไม่เก่งจะไม่สนใจเลียนแบบจากเด็กเก่งหรืออยากเรียนเก่งเลย แต่จะเลียนแบบกลุ่มที่มีความสามารถใกล้เคียงกัน เด็กไม่เก่งบางคนอาจมีความหวาดหวั่นเมื่อมีเด็กเก่งเรียนอยู่ด้วย อนึ่ง จากผลการสำรวจงานวิจัยต่างๆของ บีเกล (Begle. 1979) ต่อกันเห็นว่า เมื่อแยกเด็กเก่งออกมาแล้ว เด็กเก่งจะคิดว่าตน

เหนือกว่าเด็กธรรมดา ปรากฏว่า เด็กกลับไม่มีทักษะเช่นนั้น เหตุผลที่พออธิบายได้ คือ เด็กอาจจะคิดว่าไม่มีใครที่จะเหนือผู้อื่นได้ตลอดเวลา เด็กเก่งที่เก่งกันจะมีการสลับความสามารถกันอยู่เสมอ ทำให้ได้คิดว่า คนเป็นหน่วยหนึ่งของสังคมเช่นเดียวกับคนอื่นๆ

โดยที่หลักสูตรที่ผู้วิจัยพัฒนาเป็นหลักสูตรพิเศษ เนื้อหาในหลักสูตรนี้จะไม่สอดคล้องกับเนื้อหาในชั้นเรียนปกติ มีจุดประสงค์จะให้ เป็นหลักสูตรพิเศษต้นแบบสำหรับใช้กับโรงเรียนใดโรงเรียนหนึ่งซึ่งสามารถเป็นศูนย์ของโรงเรียนใกล้เคียง จัดในช่วงโม่งกิจกรรมบังคับหรือกิจกรรมอิสระ (2 คาบ) แต่จะไม่แทรกในช่วงโม่งเรียนปกติ หรือมีจะนั้นอาจจัดในวันเสาร์ หรือจัดเป็นค่ายฤดูร้อน โดยเหตุที่เนื้อหาในหลักสูตรเสริมจะไม่สอดคล้องกับเนื้อหาในช่วงโม่งปกติ และเด็กที่คิดให้เรียนจะถูกเพ่งเล็งจากนักเรียนคนอื่นๆ ถ้าเรียนรวมกันในช่วงโม่งปกติเป็นเรื่องที่อาจทำลายบรรยากาศการเรียนรู้ของส่วนรวม ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงคิดจะใช้หลักสูตรที่คล้ายกับหลักสูตรซึ่งดึงเด็กออกจากกลุ่ม (pull out program) ในช่วงโม่งกิจกรรมอิสระ หรือให้เรียนในวันเสาร์ หรือเข้าค่ายฤดูร้อนอย่างใดอย่างหนึ่ง ไม่ใช่เป็นการดึงกลุ่มเด็กในเวลาเรียนปกติ ทั้งนี้ เพื่อมิให้เด็กรู้สึกแปลกแยกจากเพื่อนมากนัก

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ

1. พัฒนาหลักสูตรพิเศษทางเรขาคณิต เสริมสำหรับเด็กในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
2. ทดลองใช้หลักสูตรที่พัฒนาขึ้น

ความสำคัญของงานวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้ทำให้

1. ได้หลักสูตรพิเศษทางเรขาคณิตใช้สอนเด็กในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
2. เป็นจุดเริ่มต้นของการค้นคว้าอย่างจริงจังในการจัดหลักสูตรคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษในประเทศไทย

3. เป็นจุดเริ่มต้นของการทำงานภาคสนาม ของสถาบันส่งเสริมเด็กที่มีความสามารถพิเศษที่เป็นรูปธรรม

4. เป็นการวางรากฐานกำลังคนในด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี โดยเฉพาะกลุ่มที่จะทำงานเป็นกำลังสำคัญในการแก้ปัญหาของชาติและสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ

สมมติฐานของงานวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ สามารถเรียนหลักสูตรเรขาคณิตที่ผู้วิจัยพัฒนาได้

2. หลักสูตรเรขาคณิตที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ

ขอบเขตของการวิจัย

1. เนื้อหาของหลักสูตรพิเศษทางเรขาคณิต มี 4 หน่วย ได้แก่ พื้นฐานการเรียนรู้เรขาคณิต เรขาคณิตระบบยุคลิด เรขาคณิตการแปลง เรขาคณิตนอกระบบยุคลิดในเชิงสำรวจ และการแนะนำระบบสัจพจน์

2. กลุ่มประชากรเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นทั่วไป ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

3. กลุ่มตัวอย่าง โดยอาศัยขั้นตอนการทดสอบเพื่อคัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ กลุ่มของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์จะเป็นกลุ่มที่คล้ายคลึงกันในด้านความสามารถทางคณิตศาสตร์ ความคิดวิจารณ์ญาณ ทั้งสามารถปรับความรู้และวิธีการเรียนได้เร็ว อนึ่งเพื่อความเหมาะสมในด้านโอกาสเวลาและการเดินทางของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างที่จะใช้ในการวิจัยจะเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่งและสองในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ที่สมัครใจเรียนและผ่านกระบวนการคัดเลือกว่าเป็นเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์แล้ว

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1. เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ หมายถึง เด็กนักเรียนที่มีทักษะความคิดระดับสูงในทักษะของบลูม มีความคิดวิจารณ์ญาณ ความคิดสร้างสรรค์ และมีความสามารถสูงในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2. หลักสูตรพิเศษทางเรขาคณิต หมายถึง หลักสูตรเรขาคณิตที่พัฒนาขึ้นในการวิจัยครั้งนี้ ในหลักสูตรดังกล่าว มีกิจกรรมนำทางลักษณะที่ช่วยหรือสร้างสถานการณ์ปัญหาขึ้นให้นักเรียนศึกษาแก้ปัญหาด้วยตัวเอง ลักษณะเป็นการเรียนเร่ง เป็นไปตามความสามารถก้าวหน้าของนักเรียน เป็นห้องเรียนไร้ชั้น ใช้ห้องทรัพยากรความรู้ ใช้รูปแบบกิจกรรมสอดแทรกหลักสูตรผสมกับรูปแบบหลักสูตรสามเส้าของเรนชูลี นักเรียนจะศึกษาความคิดหลักๆ ไม่เก็บรายละเอียดข้างทางทุกอย่าง แต่จะสามารถศึกษาลึกได้ในจุดที่ต้องการความรู้เพิ่มเติม โดยมีครูแนะนำและมีหนังสือหรืออุปกรณ์ประกอบ ในหลักสูตรดังกล่าวมีลักษณะนำร่องก้าวไกลถึงแนวความคิดหลักบางส่วนของเรขาคณิตในระดับการศึกษามัธยมศึกษาเอกคณิตศาสตร์ ใช้เวลาเรียนไม่เกิน 70 ชั่วโมง

3. ประสิทธิภาพของหลักสูตร หมายถึง องค์ประกอบ 3 ประการ คือ

1. ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ เนื้อหา และกิจกรรม ซึ่งดูจากค่า IOC (Index of Objective Congruence) ของผู้เชี่ยวชาญ
2. ความเป็นหลักสูตรเฉพาะของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ซึ่งดูจากค่า IOC เช่นเดียวกัน
3. พัฒนาการเรียนรู้ จากการทดลองใช้หลักสูตรกับกลุ่มตัวอย่าง ตามแผนแบบการทดลอง pretest-posttest design

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ลักษณะเด็กที่มีความสามารถพิเศษและการคัดแยก

1. แนวคิดทั่วไป

ความพยายามเข้าใจเด็กที่มีความสามารถพิเศษได้ผ่านวิวัฒนาการมาหลายปี กล่าวโดยย่อ ดังนี้

ในศตวรรษที่ 19 งานวิจัยต้นๆของแกลดันเกี่ยวกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ มีแนวคิดว่าความสามารถพิเศษ ว่าขึ้นอยู่กับพันธุกรรม (Galton. 1870)

ต่อมา บินเน็ต และซีโมน (Binet and Simmon. 1905) นักจิตวิทยาฝรั่งเศสได้คิดเครื่องมือทดสอบสติปัญญาขึ้นและส่งไปสหรัฐ ต่อมาปี 1916 เทอร์แมน (Terman. 1954) แห่งมหาวิทยาลัย แสตนฟอร์ดแปลและได้นำผลงานไปทดลองใช้ เรียกว่าแบบทดสอบ Stanford-Binet ซึ่งใช้คะแนน IQ (intelligence Quotient) ทำนายความสำเร็จในการเรียนและใช้คัดแยกเด็กสติปัญญาดี มาตลอดศตวรรษนี้ คะแนน IQ นี้ มีพื้นฐานจากกลุ่มชาวผิวขาวในเมืองที่เป็นชนชั้นกลางและชั้นสูง

เทอร์แมน ใช้คะแนน IQ ในการศึกษาคัดแยกเด็กเก่งและดูการพัฒนาทางร่างกายและสังคมของเด็กที่มีความสามารถพิเศษตลอดจนทำนายผลการศึกษาของเด็กทั่วไปเป็นเวลากว่า 30 ปี และ ฮอลลิงเฮอร์ธ (Hollingsworth. 1942) ได้ใช้แบบทดสอบนี้ในสภาพแวดล้อมของโรงเรียนปรกติ นอกจากนี้ยังพบว่าเด็กที่มีความสามารถเฉพาะทางไม่ได้รับการคัดโดยเครื่องมือวัด IQ เป็นที่วิพากษ์วิจารณ์ว่าเครื่องมือวัด IQ คัดเด็กอัจฉริยะทิ้งจำนวนมาก

ต่อมาต้นปี 1950 กิลด์ฟอร์ด (Guilford) พบว่าการคัดแยกเด็กเก่ง แค่ IQ ไม่พอเช่นไม่สามารถวัดความคิดหลายทาง (divergent thinking) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของความสามารถพิเศษ โดยทั่วไปสติปัญญาและความสามารถพิเศษมีความซับซ้อนเกินกว่าจะใช้เครื่องมือวัดสติปัญญา ความสามารถพิเศษอาจมีคุณลักษณะอื่นที่วัดด้วยเครื่องมือวัดสติปัญญาไม่ได้ (Reis. 1989 ; Sternberg and Davison. 1986) ได้มีผู้วิจัย (Gardner and Hatch. 1989) พบชัดเจนว่าความสามารถพิเศษมีความสลับซับซ้อนมากกว่าที่จะเป็นความ ' เก่ง ' ทางสติปัญญา และพบว่ามีความสามารถเฉพาะทางที่ค่อนข้างจะเป็นอิสระต่อกันถึง 7 อย่างได้แก่ ตรรกะ-คณิต (logical-mathematical) ภาษา (linguistic) ศิลปะการแสดงและดนตรี (musical) มิติสัมพันธ์ (spatial) การใช้กลไกร่างกาย (bodily-kinesthetic) มนุษย์สัมพันธ์ (interpersonal) และความสามารถเข้าใจตนเอง (intrapersonal)

มีองค์ประกอบเป็นเลิศแตกต่างกัน ทางตรรกะ-คณิต องค์ประกอบหลักที่ซับซ้อนได้แก่ ความไวและความสามารถในการด้านเหตุผล ด้านรูปแบบของจำนวนและสามารถติดตามการให้เหตุผลยาวๆได้ และสาขาที่ถนัดมิติสัมพันธ์สามารถมองภาพในความซับซ้อน ต่อภาพหรือเปลี่ยนสภาพของภาพ ความคิด เช่น หมุน สะท้อน ในจินตนาการได้ โดยแนวคิดนี้เมื่อพูดถึง " อัจฉริยภาพ " เราจะเปลี่ยนความคิดไปเป็นพฤติกรรมอัจฉริยะ (เก่งในสถานการณ์บางอย่าง) มากกว่าอัจฉริยบุคคลที่เคยเข้าใจมาก่อน ตั้งแต่นั้นมาความคิดด้านสติปัญญาของมนุษย์ขยายกว้างถึงความคิดสร้างสรรค์และเกิดแบบวัดความสามารถพิเศษขึ้นนอกเหนือจาก IQ (Getzels and Jackson. 1958, 1962 ; Torrance. 1965) และได้มีผู้คิดถึงองค์ประกอบความสามารถพิเศษและความสามารถพิเศษเฉพาะทางวิวัฒนาการมาหลายแนวคิด เช่น แนวคิดของ USOE (สำนักงานการศึกษาของสหรัฐอเมริกา) ระบุว่าองค์ประกอบนั้นได้แก่ การได้รับการรับรองว่ามีความสามารถหรือศักยภาพสูงจากผู้มีความสามารถโดดเด่นในวิชาชีพนั้น มีความคิดสร้างสรรค์ มีความเป็นผู้นำ มีทักษะทางศิลปะและมีศิลปะ แนวคิดของเรนซูลี (Renzulli. 1978) ที่ได้จากการสังเคราะห์งานวิจัยที่สำคัญไม่ต่ำกว่า 5 ชิ้นระบุว่า ความสามารถพิเศษเกิดจาก 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ความสามารถเหนือปรกติ ความคิดสร้างสรรค์ และความมุ่งมั่นบากบั่นในการทำงาน แนวคิดของเมกเกอร์ (Maker. 1982) ที่รวม IQ และผลสัมฤทธิ์เข้ากับสติปัญญาเหนือปรกติและความมุ่งมั่นบากบั่นในการทำงานเป็นต้น มีแนวคิดอื่นๆที่นำไปวิเคราะห์คัดแยกเด็กและกำหนดทิศทางเสริมความสามารถพิเศษ อันเป็นแนวโน้มของงานวิจัยปัจจุบัน คือ เรื่องศักยภาพความสามารถพิเศษ ได้แก่ ความคิดระดับสูง ความคิดวิจารณ์ ความคิดสร้างสรรค์ และความสามารถในการแก้ปัญหา (Tuttle and Becker. 1983 : 95 ; NCTM, Felhusen and Kollof. 1986 ; Parnes. 1987 ; Treffinger and others. 1993 : 555-556 ; อุษณีย์ โพธิสุข. 2537 ข)

2. การคัดแยกเด็กที่มีความสามารถพิเศษ

เดิมใช้เครื่องมือวัด IQ หลังจากที่มีการศึกษาเด็กที่มีความสามารถพิเศษอย่างจริงจัง คนเริ่มหันมาวิจารณ์ว่า การใช้เครื่องมือวัด IQ เป็นการวัดเขavn ปัญหาด้านเดียว และค้นคิด IQ คือ บินเน็ต และ ซีโมน มีจุดประสงค์เพื่อทำนายผลสำเร็จ การใช้ IQ แต่ประการเดียวไม่เป็นที่นิยมในบางสาขาวิชาชีพหลายปีแล้ว (Witty. 1940) และในปี 1960 เป็นที่ประจักษ์ว่า เครื่องมือวัดเขavn ปัญญาปรกติ ไม่เหมาะที่จะใช้วัดเด็กที่มีไคว์อยู่ในสังคมปรกติสุข รวมทั้งเด็กที่มีความแตกต่างทางวัฒนธรรมและเด็กที่มีความบกพร่องบางอย่าง (Maker. 1977 ; Torrance. 1977) การวัดเขavn ปัญญาอาจเป็นเพียงส่วนหนึ่งของกระบวนการคัดแยกเด็ก การคัดแยกโดยทั่วไปมักจะรวมกระบวนการเหล่านี้ด้วยกัน

1. คะแนนเชาวน์ปัญญา
2. การวัดความคิดสร้างสรรค์
3. การวัดผลสัมฤทธิ์
4. การเสนอชื่อ จากครู ผู้ปกครอง ตนเอง และจากเพื่อนร่วมห้อง

ส่วนการคัดแยกเด็กเพื่อเข้าเรียนหลักสูตรใดหลักสูตรหนึ่ง ควรเริ่มต้นด้วยจุดมุ่งหมายของหลักสูตร สตีเฟนส์และโวลฟ์ (Stephens and Wolf. 1978) เฟลดุสสัน มูน และ ริฟเนอร์ (Feldhusen, Moon and Rifner. 1989) มีความเห็นใกล้เคียงกัน พอสรุปขั้นตอนที่พึงปฏิบัติได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดเป้าหมายของหลักสูตร และกำหนดลักษณะของเด็กที่จะเข้าเรียนให้ชัดเจนสอดคล้องกัน

ขั้นที่ 2 กำหนดกระบวนการคัดแยกเด็ก ได้แก่ การเสนอชื่อ ระเบียบ บันทึก พฤติกรรม สเกลจัดอันดับ ฯลฯ

ขั้นที่ 3 ตัดสินกระบวนการประเมินเพื่อกลั่นกรองผู้ได้รับการเสนอชื่อ ด้วยแบบทดสอบต่างๆ ได้แก่ ความสามารถทางสติปัญญา แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ ความถนัด และความคิดสร้างสรรค์

ขั้นที่ 4 คัดแยกเด็กออกโดยใช้ผลจากขั้นที่ 2 และ 3 ไม่ควรใช้คะแนนรวมแต่ให้พึงเล็งลักษณะเด็กที่มีความสามารถพิเศษให้มาก ว่ามีบ้างหรือไม่

ขั้นที่ 5 ควรประเมินกระบวนการคัดแยกด้วยว่าสะท้อนเป้าหมายของหลักสูตรหรือไม่

ขั้นที่ 2,3 เป็นขั้นที่ยังมีปัญหาอยู่ ยังไม่มีทั้งเครื่องมือต่าง ๆ ซึ่งมีมาตรฐานเป็นที่ยอมรับโดยสากล มิลเลอร์ (Miller. 1989) วิจัยประเมินเกณฑ์ในการคัดแยกเด็กที่มีความสามารถพิเศษ 2 แบบ คือ

แบบที่ 1 ใช้คะแนน IQ การเสนอชื่อ และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ (ด้านการอ่าน)

แบบที่ 2 ใช้แบบทดสอบความเป็นอิสระจากสภาพแวดล้อมที่มองเห็น (field independence) และแบบทดสอบของทอร์เรนซ์ (Torrance Test of creativity Thinking)

ปรากฏว่าแบบที่สองจะมีสหสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์สูงกว่าแบบแรก

โดยที่หลักสูตรเด็กที่มีความสามารถพิเศษเน้นที่การศึกษาโดยอิสระด้วยตนเอง ได้มีผู้วิจัยพบว่า บุคคลที่มีความเป็นอิสระจากสภาพแวดล้อมที่มองเห็น จะสามารถเรียนแนวทางการคิดด้วยตนเองได้ดี แต่บุคคลที่มีกระบวนการคิดขึ้นกับสิ่งแวดลอมที่มองเห็นต้องเรียนภายใต้การสั่งสอนและแนะนำ (Boondao. 1992)

การค้นหาคัญภาพพิเศษทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยมีความเห็นว่า สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ เราสามารถนำแนวคิดเรื่องความคิดระดับสูง ความคิดวิจารณ์ญาณทั่วไป ความคิดสร้างสรรค์และความสามารถในการแก้ปัญหาเฉพาะทางมาใช้ในการคัดแยกและกำหนดทิศทางของหลักสูตรได้ อนึ่งได้มีแนวคิดของนักจิตวิทยาชาวรัสเซียชื่อ ครูเตตสกี (Krutetskii. 1976) พบลักษณะเครื่องบ่งชี้ (traits) ของความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ เช่น การมองโครงสร้างของปัญหาและกระบวนการนามธรรมได้อย่างชัดเจน พยายามทำขั้นตอนการคิดให้สั้นง่ายแต่ชัดเจน มีความสามารถเชิงเหตุผลด้านปริมาณและมิติสัมพันธ์ ยึดหยุ่นความคิดได้และมีพลังไม่ย่อท้อต่อการแก้ปัญหา มีความชอบและสนใจในเลขคณิต พีชคณิต และเรขาคณิต มีพัฒนาการและปรับตัวเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้เร็ว อุษณีย์ โพธิสุข (2537 : 41-42) สร้างแบบสำรวจแว่นกคณิตศาสตร์ มีประเด็นที่น่าสนใจได้แก่ การชอบเล่นตัวต่อต่างๆ หรือชอบเล่นเกี่ยวกับการสร้างรูปภาพ มีแนวโน้มที่จะจดจำความสัมพันธ์ต่างๆ ของปัญหาและหลักการหาคำตอบได้ดี การชอบตั้งคำถามที่เป็นเหตุผลแก่กัน เช่น ถ้า..... แล้ว..... ดังนั้น เพราะว่า ถ้าไม่..... แล้ว..... แนวคิดเหล่านี้สามารถนำไปพัฒนาแบบกรอกรายการ (checklist) ในขั้นตอนเสนอชื่อของกระบวนการคัดแยกได้

โดยที่ลักษณะพฤติกรรมของเด็กที่มีความสามารถพิเศษแตกต่างกันไป เป็นการยากที่จะใช้เครื่องมือเดียวในการจำแนกอย่างมีประสิทธิภาพ ซิสต์ (Sisk. 1987) เสนอว่าควรใช้เครื่องมือจำแนกหลายๆ อย่างประกอบกัน และ สำหรับการศึกษากระบวนการคัดแยกเด็กที่มีความสามารถพิเศษระดับมัธยมศึกษาชั้นสูง ฮูเวอร์และเฟลด์ฮูเซน (Hoover and Feldhusen. 1987) พบว่า

1. การที่ให้นักเรียนเสนอชื่อเองโดยมีรายการแสดงความสนใจและความต้องการ จะมีความเชื่อถือได้มาก
2. การวัดความสามารถทั่วไป เช่น แบบทดสอบ IQ จะเชื่อถือได้น้อยมาก และไม่ช่วยการตัดสินใจในการจัดหลักสูตรให้เหมาะสมกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษบางคน
3. กระบวนการคัดแยกควรจัดทำเฉพาะเพื่อแต่ละหลักสูตร ตามลักษณะของหลักสูตร และตามความสามารถพิเศษและความต้องการของนักเรียน

อย่างไรก็ตามเรื่องการคัดแยกและเครื่องมือคัดแยกคงต้องมีการวิจัยอย่างมากเพื่อให้ได้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ โดยที่ผู้วิจัยได้มุ่งทำการวิจัยด้านการคัดแยกแต่มุ่งที่จะพัฒนาหลักสูตรและเห็นว่าความสามารถทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งที่ประกันความเป็นเด็กที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ อนึ่งการแก้ปัญหาและความความคิดสร้างสรรค์ ที่เป็นลักษณะที่เรามุ่งหวังให้เกิดกับนักเรียนแยกกันไม่ออก ทั้งยังต้องคัดเด็กที่เหมาะสมกับหลักสูตรเฉพาะตัว จึงลงความเห็นว่าน่าจะใช้แบบทดสอบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (Creative Problem Solving in

Mathematics) ประกอบกับแบบทดสอบ กระบวนการคิดระดับสูงของรอส (Ross Test) ตลอดจนใช้แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ในการคัดเลือกเด็กที่ผ่านขั้นการคัดจากการเสนอชื่อแล้ว ให้ได้เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์เพื่อเรียนในหลักสูตรเรขาคณิตที่พัฒนาขึ้น

ปัญหาและความต้องการของเด็กที่มีความสามารถพิเศษ

สังกมรอบตัวของเด็กที่มีความสามารถพิเศษส่งผลกระทบต่อโลกของเด็ก ได้แก่ ความมุ่งหวังของพ่อแม่ผู้ปกครอง แรงกดดันจากเพื่อนร่วมห้อง ระเบียบข้อบังคับของโรงเรียน ความเสมอภาค วัฒนธรรม เชื้อชาติและความแตกต่างทางเพศ (Bruni and others. 1987) กาลเบรท (Galbraith. 1985) ได้วิจัยพบข้อขัดข้องใจของเด็กที่มีความสามารถพิเศษ ดังนี้

1. ไม่มีใครอธิบายเลยว่าความเป็นอัจฉริยะแท้จริงเกี่ยวกับอะไร ชอบปิดเป็นความลับอยู่รำไป
2. งานหรือแบบฝึกหัดที่โรงเรียน ง่ายเกินไปหรือน่าเบื่อ
3. พ่อแม่ ครูและเพื่อนชอบตั้งความหวังให้เราเก่งพร้อม เป็นคนสมบูรณ์แบบในทุกสิ่ง
4. คนร่วมชั้นมักถามกลางว่าเราอยากดัง
5. เพื่อนๆที่เข้าใจเรามีน้อย และมักอยู่ไกลกัน
6. เราแตกต่างจากคนอื่น เราอยากให้คนอื่นเข้าใจสภาพของเรา
7. รู้สึกว่ามีสิ่งที่ต้องจัดการทำเล่นเหลือจริงๆ
8. เรากังวลว่า มีปัญหาในโลกประดังมามากเหลือเกินและรู้สึกไร้ความหวังที่จะมีใครช่วยเราแก้ปัญหาได้

จากการวิจัยของนักจิตวิทยาชื่อ ฮอลลิงเวิร์ธ (Hollingworth. 1975) พบปัญหาของเด็ก IQ สูงมาๆตั้งแต่ 180 ขึ้นไป ว่า เด็กสับสน และรู้สึกกระวนกระวายกับกระบวนการเรียนการสอนในโรงเรียนปกติ ต้องอาศัยการแนะแนวและการจัดหลักสูตรพิเศษช่วย

ดังนั้นความคิดที่ได้จากการวิจัยแต่ต้นว่า เด็กที่มีความสามารถพิเศษมีความแข็งแรง มีกำลังใจ ปรับตัวได้ดีและสุขภาพจิตดี (Terman. 1926 ; Terman and Oden. 1959) และเด็กปัญญาเลิศส่วนมากชอบโรงเรียนและใฝ่การศึกษา (Gallagher. 1985) คงต้องทำความเข้าใจใหม่ เรื่องการมีกำลังใจเข้มแข็งปรับตัวได้ดีและใฝ่การศึกษาอาจไม่จริงเสมอไป และถ้าถามว่าสุขภาพจิตดีหรือไม่ ชอบโรงเรียนจริงหรือไม่ เป็นเรื่องน่าคิด เด็กอาจไม่มีความสุขในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมกับลักษณะและความต้องการของเขาก็ได้

อุษณีย์ โทธิสุข (2536 : 24-25) ได้อ้างถึงงานวิจัยต่างๆที่พบว่ากลไกของสังคมและการศึกษาได้มีส่วนทำลายทรัพยากรมนุษย์อันมีค่า ได้แก่ เด็กที่มีความสามารถพิเศษ ทำให้แทนที่เด็ก

เหล่านี้จะมีส่วนช่วยสังคมต่อไปกลับเป็นปัญหาสังคม เช่น การเลิกเรียนกลางคัน การติดสิ่งเสพติด การก่อคดีอาชญากรรม และการฆ่าตัวตาย เป็นต้น โดยเปอร์เซ็นต์ของการเกิดปัญหาค่อนข้างสูง

จากงานของโอกิลวี (Ogilvie. 1973) และวัสสา (Vassar. 1977) เกี่ยวกับความต้องการพื้นฐานของเด็กที่มีความสามารถพิเศษสามารถกล่าวโดยรวมน่า

1. ต้องการติดต่อสัมพันธ์กับเพื่อนระดับสติปัญญาปานกลางและที่มีความสามารถใกล้เคียงตนเอง
2. ต้องการประสบการณ์ที่ทำให้หาความสามารถ ไม่ว่าในประสบการณ์เหล่านั้นตนเองจะแก้ปัญหาได้สำเร็จหรือไม่
3. ต้องการคำแนะนำมากกว่าการเสนอเนื้อหาในกรณีเนื้อหาสาระลึกซึ้ง
4. ต้องการผ่านระดับการเรียนรู้ขั้นพื้นฐานอย่างรวดเร็วและใช้ทรัพยากรความรู้ในขั้นก้าวหน้า
5. ต้องการมีเส้นทางวิจัยหาความรู้ด้วยตนเอง
6. ต้องการให้ปฏิบัติต่อตนเหมือนคนอื่น
7. ต้องการทำความเข้าใจ พัฒนาและใช้ความคิดระดับสูง

แม้ว่ามีความเป็นไปได้ที่เราจะหล่อหลอมบุคคลเหล่านี้ให้ใช้ศักยภาพสุดขีดของตนช่วยคนและสังคมอยู่ ขณะนี้ เราเผชิญปัญหายุ่ยยาก 2 ประการ ที่เกิดจากทัศนะของสังคมและปัญหาในวงการของเรื่องความสามารถพิเศษเองดังนี้

1. การมองว่าเด็กที่มีความสามารถพิเศษมีสถานภาพทางเศรษฐกิจและสังคมดีอยู่แล้ว มีข้อได้เปรียบมากมาย เช่น มีโอกาสเลือกในการศึกษามากกว่า มีโอกาสได้เรียนลึกซึ้งได้ตามความสนใจและได้รับการส่งเสริมสติปัญญา

2. มีเด็กที่มีความสามารถพิเศษที่บกพร่องเป็นจำนวนมากเกินไปที่ถูกมองข้าม เป็นการสูญเสียศักยภาพของมนุษย์ (Whitmore. 1986)

จากปัญหาและความต้องการต่างๆที่กล่าวมาข้างต้น เรามีความต้องการให้สังคมเห็นความจำเป็น และสนับสนุนให้มีหลักสูตรพิเศษสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ

ทักษะทั่วไปขั้นสูงที่สำคัญสำหรับหลักสูตรเด็กที่มีความสามารถพิเศษ

เพราะมีความต้องการพิเศษในด้านความสามารถพิเศษ จึงต้องมีหลักสูตรพิเศษขึ้นเพื่อให้เหมาะสมแก่ลักษณะทางสติปัญญาของเด็กที่เรียนรู้ได้เร็วและซับซ้อนกว่าเด็กทั่วไป ลักษณะของหลักสูตรที่สำคัญของเด็กที่มีความสามารถพิเศษประการหนึ่ง คือทำหน้าที่ รักษา หล่อเลี้ยง และพัฒนาทักษะทั่วไปขั้นสูง ได้แก่ ความคิดวิจารณ์ญาณ ความสามารถในการแก้ปัญหา และความคิด

สร้างสรรค์ ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการศึกษาในหลักสูตรพิเศษ เพื่อความชัดเจน ผู้วิจัยค้นหาความหมายและงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องกับคำว่า ความคิดสร้างสรรค์ ความคิดวิจารณ์ และ การแก้ปัญหา ดังนี้

1. ความคิดสร้างสรรค์ (creative thinking)

1.1 ความหมาย ไม่มีนิยามความคิดสร้างสรรค์ที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปแต่กล่าวคร่าวๆ ได้ว่า เป็นกระบวนการทางปัญญาที่ใช้ความสามารถทางกระบวนการคิดระดับสูงหลายอย่างมารวมกันเพื่อสร้างสรรค์สิ่งใหม่ หรือแก้ปัญหาที่มีอยู่ให้ดีขึ้น (อุษณีย์ โพธิสุข. 2537) มีคุณลักษณะ 4 ประการ

1. ความคิดคล่องตัว (fluency) มีคำตอบตรงประเด็นคำถามได้มากในเวลาจำกัด
2. ความคิดยืดหยุ่น (flexibility) คิดได้หลายทาง ไม่ยึดติดกับแนวคิดอันใดอันหนึ่ง
3. ความคิดแปลกใหม่ (originality) คิดแนวใหม่ ไม่ซ้ำกับของเดิมที่คุ้นเคยอยู่แล้ว
4. ความคิดละเอียดลออ (elaboration) สามารถเห็นรายละเอียดหรือแง่มุมที่คนอื่นคิด

ไม่ถึงหรือไม่ได้สังเกต (Guildford. 1967)

1.2 บรรยากาศที่เอื้อต่อการเกิดความคิดสร้างสรรค์

เป็นบรรยากาศที่เต็มไปด้วยการยอมรับ และการกระตุ้นให้แสดงความคิดเห็นอย่างมีอิสระ เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของจิตวิทยาที่เอื้อต่อความคิดสร้างสรรค์มี 2 ประการ คือ

1. ความปลอดภัยทางจิต (psychological safety) ปลอดภัยจากการถูกเพ่งเล็ง เยาะเย้ย เสียดสี ความคาดหวังในมาตรฐาน และการแข่งขัน

2. ความเป็นอิสระทางจิต (psychological freedom) ความผ่อนคลาย ความสนุก เป็นไปตามธรรมชาติ ไม่ฝืนความรู้สึก (Rogers. 1972)

นักวิจัยหลายคนได้พบผลการวิจัยสนับสนุนแนวคิดนี้ เช่น เดวิส (Davis. 1973) แองเนและแซร์ (Ankney and Sayre. 1975)

ความคิดสร้างสรรค์ต้องมีเวลาที่ใช้คิด ถ้าเด็กที่มีความสามารถพิเศษพบกับปัญหาสร้างสรรค์ที่ยากพอเหมาะกับความสามารถของเขาก็จะหาเวลาศึกษาปัญหานั้นเอง ซึ่งจะรวมถึงการมีเวลาส่วนหนึ่งทำงานหนัก เพื่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ออกมา (Passow. 1976)

จากการสรุปผลของการวิจัยของริดจ์และเรนซูลลี (Ridge and Renzulli. 1981) พบว่า เด็กที่มีความสามารถพิเศษต้องการโอกาสในการสนทนาร่วมกันเกี่ยวกับคณิตศาสตร์เพื่อการพัฒนาความคิดต่างๆ การแก้ปัญหาในลักษณะกลุ่มช่วยให้เกิดความคิดสร้างสรรค์บ้างเล็กน้อย ถ้ามีแนว

ทางที่ดี เช่น การฟังและชื่นชมยอมรับความคิดของคนอื่น จะช่วยได้มากในด้านกำลังใจและความเข้าใจตนเอง

1.3 ความคิดสร้างสรรค์ในคณิตศาสตร์ ริตซ์ (Ridge. 1977) ได้รวบรวมแนวคิดจาก อองรี ปวงคาเร (Henri Poincare') นักคณิตศาสตร์ยิ่งใหญ่ชาวฝรั่งเศสได้วิเคราะห์ว่า ญูญแจสำคัญของความสามารถสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ขึ้นกับ สหัชฌาน (intuition) ที่เห็นช่องทางแวบหนึ่งเกิดขึ้นได้โดยเลือกเอาแนวคิดที่เด่นชัดมาประกอบกันเข้าที่เข้าทาง แล้วเกิดเห็นเข้าใจไล่ตลอด มีแสงสว่างแห่งปัญญาก่อเกิดขึ้น ซึ่ง ไอเคน (Aiken. 1973) เรียกลักษณะนี้ว่า เป็นขั้นสูงงอม (incubation) ซึ่งเป็นหนึ่งใน 3 ขั้น ขั้นสูงงอมนี้จะตามหลังขั้นเตรียมการ (preparation) หลังจากขั้นสูงงอมนี้ จะเป็นขั้นทำให้เด่นชัด (verification) ซึ่งประกอบด้วย การขัดเกลาหรือการใช้ความละเอียดลออเขียนบรรยายทางออกของปัญหาที่เห็นในใจออกมา

ปวงคาเร ได้วิเคราะห์ธรรมชาติทางสติปัญญาของนักคณิตศาสตร์ที่มีความคิดสร้างสรรค์ที่สามารถบรรลุความคิดขั้นสูงสุดได้ ลงความเห็นว่า ความจำและแม่นยำในการคำนวณ ไม่ใช่สิ่งจำเป็นต่อการเรียนระดับสูง เด็กที่มีความสามารถด้านความจำและการคำนวณเหล่านี้ อาจพบภาวะชะงักงัน (shock) เมื่อเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้น เพราะขาดสิ่งจำเป็นคือความคิดในระดับสูง รวมทั้งความสามารถในการให้เหตุผล แต่อย่างไรก็ตามในระดับชั้นมัธยมศึกษา ครูเดตสกี มีความเห็นว่าความจำ มีความจำเป็นในการแก้ปัญหาแบบต่างๆ เช่น รูปแบบพื้นฐานของการให้เหตุผล และการพิสูจน์ เป็นเรื่องที่ควรจำ ผู้วิจัยเห็นด้วยทั้งแนวคิดของครูเดตสกีและปวงคาเร เนื่องจากคณิตศาสตร์เป็นนามธรรมต้องอาศัยเวลาฝึกตัว ในระดับมัธยมศึกษานักเรียนอาจยังไม่แก่กล้าพอ จำเป็นต้องอาศัยความจำเป็นส่วนหนึ่ง ต่อเมื่อได้ฝึกกระยะหนึ่งจนเกิดความพร้อมแล้ว จะมีความมั่นใจและศักยภาพพอจะแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ได้

ไมเคิล (Michael. 1977) ได้วิเคราะห์นักคณิตศาสตร์ที่จัดแยกเป็นพวก "มีความคิดสร้างสรรค์สูง" กันเองปรากฏว่า นักคณิตศาสตร์ที่มีความคิดสร้างสรรค์สูง กลับมีความเรียบร้อยและนิสัยการทำงานที่เป็นระบบ คำว่านักคณิตศาสตร์ปรกติ แต่มีความมั่นใจและมีอักษาสัยชอบคลุกคลีกับคณิตศาสตร์ มีความริเริ่มงานวิจัย มีความเป็นผู้นำด้านความคิดวิจารณ์สูงกว่านักคณิตศาสตร์ทั่วไปในสาขาวิชาเดียวกัน และที่น่าประหลาดใจคือมีแนวโน้มสูงว่ากันจนเห็นได้ชัด กล่าวคือ ชอบชอบการออกแบบที่ซับซ้อนและรูปที่ไม่สมมาตร

2. ความคิดวิจารณ์ (critical thinking)

ความคิดวิจารณ์เป็นคำกว้างจนดูเหมือนจะครอบคลุมกิจกรรมความคิดทั้งหมด เพื่อให้เห็นชัดเจน เราจะใช้ความหมายของความคิดวิจารณ์ที่ได้จากสังเคราะห์งานวิจัยของคอสตา

(Costa. 1985) และเอนนิส (Ennis. 1985) ดังนี้

2.1 ความหมาย ความคิดวิจารณ์ญาณ เป็นกระบวนการใช้ทักษะการคิดอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อช่วยให้บุคคลมีความสามารถ ประเมินและตัดสินใจว่าสิ่งใดควรเชื่อหรือควรทำ ทักษะการคิดได้กล่าวมาข้างต้นได้แก่ การเปรียบเทียบ การเปรียบเทียบข้อแตกต่าง (contrasting) การคาดเดา วิธีการอุปนัย การสรุปนัยทั่วไป (generalizing) การพิจารณากรณีเฉพาะ (specializing) การจำแนก (classifying) การจัดระบบพวก (categorizing) วิธีการนิรนัย การเล็งเห็น (visualizing) การหากฎเกณฑ์ของลำดับ (sequencing) การเรียงลำดับเหตุการณ์หรือเหตุผล (ordering) การทำนาย การปรับให้สมเหตุสมผล (validating) การพิสูจน์ การหาความสัมพันธ์ (relating) การวิเคราะห์ การประเมินผล และการหารูปแบบ

ความหมายของคำเหล่านี้มีปรากฏใน The Nature of Proof ของ ฟอเซท์ (Fawcett. 1938) ฟอเซท์พบว่านักเรียนที่ใช้ความคิดวิจารณ์ญาณ มีพฤติกรรมดังนี้

1. เลือกเฟ้นคำและวลีสำคัญที่ได้อ่านหรือฟัง พร้อมถามความหมายหรือคำนิยามอย่างระมัดระวัง
2. ก่อนจะยอมรับอะไร ต้องได้ข้อสรุปที่ชัดเจนรองรับก่อน
3. วิเคราะห์เหตุการณ์ได้ และแยกแยะระหว่างข้อเท็จจริงกับสมมติฐานได้
4. เล็งเห็นสมมติฐานที่ใช้สรุปผล ทั้งที่ใช้กล่าวอ้างประกอบ และที่ละไว้ในฐานเข้าใจ
5. ประเมินความเชื่อถือของสมมติฐาน (ในข้อ 4) รับสมมติฐานไว้บางข้อ และทั้งสมมติฐานข้ออื่น
6. ประเมินความสมเหตุสมผลเพื่อรับหรือปฏิเสธผลสรุป
7. มักจะตรวจสอบสมมติฐานที่แฝงอยู่ในใจของตนเอง ตรวจสอบความเชื่อของตนสม่ำเสมอ

2.2 กระบวนการของความคิดวิจารณ์ญาณ (ไม่จำเป็นต้องลำดับก่อนหลัง)

1. เข้าใจสถานการณ์
2. ให้ความสนใจกับพยานหลักฐานข้อมูลและสมมติฐาน
3. คิดได้ไกลกว่า พยานหลักฐานข้อมูล หรือสมมติฐาน
4. กล่าวถึงทางแก้หรือผลการตัดสินใจ, การสรุปโดยมีข้อมูลอ้างอิง
5. สามารถใช้ ผลสรุป ผลการตัดสินใจ และทางแก้

แดเนียลและคนอื่นๆ (Danial and others. 1984) และ ฮานาเดก (Hanadek. 1991) ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวางลักษณะสำคัญของความคิดวิจารณ์ญาณ ฮานาเดกได้รวบรวม ลักษณะความคิดวิจารณ์ญาณไว้ดังนี้

1. การวิเคราะห์ปัญหา และ กำหนดทางแก้ (มากกว่าการด่วนสรุป)
2. การใช้ความรู้เก่าในสถานการณ์ใหม่
3. การใช้กระบวนการขจัดกรณี (method of elimination) ชี้นำสู่ข้อสรุป
4. เห็นความขัดแย้ง และความไม่คงเส้นคงวา
5. การให้เหตุผลแบบนิรนัย
6. ตัดสินได้ว่าข้อมูลมีเพียงพอต่อการตัดสินใจหรือไม่
7. จำแนกได้ว่า การอ้างอิงใดเป็นไปได้ อาจเป็นไปได้ หรือจำเป็นต้องเป็นไปตามนั้น
8. การให้เหตุผลแบบอุปนัย
9. เรียนรู้ว่า การแก้ปัญหาได้หลายทาง
10. สามารถหาจุดเริ่มต้นในลักษณะเข้าข้างของเหตุผลในปัญหาที่ดูเหมือนจะแก้ไม่ได้
11. สามารถจัดข้อมูลให้ง่ายต่อการใช้
12. เห็นแบบแผนการตรรกวิทยา
13. พิสูจน์โดยวิธีใช้ข้อขัดแย้ง
14. ตระหนักว่า ปัญหาหนึ่ง ๆ อาจมีทางแก้หรือคำตอบมากกว่าหนึ่งคำตอบ
15. การให้เหตุผลแบบอุปมาอุปนัย
16. รู้จักลองวิธีอะไรบางอย่างในกรณีที่ตรรกวิทยาช่วยอะไรไม่ได้ในการหาทางแก้

ถึงคำตอบ

17. ชั่งใจว่าสารสนเทศที่ได้ควรเชื่อหรือไม่ ๓/๑๐ ๖/๑๕ (1/4)

2.3 งานวิจัยเกี่ยวกับวิจารณ์ญาณ

นอร์ริส (Norris. 1985) และ นิคเคอร์สัน (Nickerson. 1988) ได้สังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับความคิดวิจารณ์ญาณ ได้ผลสรุปดังนี้

1. นักเรียนระดับมัธยมศึกษาทำกิจกรรมที่ใช้ความคิดวิจารณ์ญาณได้ไม่ดีเท่าที่ควร
2. อัจฉริยะที่จะคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณเป็นองค์ประกอบสำคัญของความคิดวิจารณ์ญาณที่มีประสิทธิภาพ

3. งานวิจัยหลายชิ้นแสดงว่าสามารถสอนให้เกิดความคิดวิจารณ์ญาณได้ แต่ไม่ทราบสาเหตุตัวจริงที่ก่อให้เกิดความคิดวิจารณ์ญาณ

4. การใช้ความคิดวิจารณ์ญาณอย่างมีประสิทธิภาพในเรื่องใดต้องพัฒนาความคิดนี้ และ ต้องมีความรู้ในเนื้อหาวิชา และประสบการณ์ ในเรื่องนั้น ๆ

มีงานวิจัยที่พยายามฝึกความคิดวิจารณ์ญาณโดยการถ่ายโยงการเรียนรู้ เช่น ฟอเซท์ ได้พยายามหาตัวอย่างสถานการณ์ชีวิตประจำวัน เพื่อให้ให้นักเรียนมีโอกาสนำความเข้าใจในการพิสูจน์

เรขาคณิตถ่ายโยงไปในชีวิตประจำวัน ผลจากการวิจัยพบว่านักเรียนมีความคิดวิจารณ์ญาณมากขึ้นอย่างเด่นชัด นักเรียนรู้สึกตนเองว่ามีในความคิดวิจารณ์ญาณในการอ่านและฟังเปลี่ยนไปอย่างไม่เคยปรากฏมาก่อน (Fawcett. 1938)

ไพรส์ (Price. 1967) ใช้วิธีค้นพบและวิธีสอนเฉพาะสำหรับฝึกทักษะการถ่ายโยงการเรียนรู้ต่อความคิดวิจารณ์ญาณในเด็กเกรด 10 ปรากฏว่า นักเรียนมีความคิดวิจารณ์ญาณสูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยวิธีค้นพบอย่างเดียวและกลุ่มควบคุม

ในงานวิจัยของฮานาเดก (Hanadek. 1991) นอกจากรวบรวมลักษณะสำคัญของความคิดวิจารณ์ญาณแล้ว พบว่าจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการสอนให้นักเรียนรู้จักถ่ายโยงการเรียนรู้เป็นเสียก่อน จึงจะสามารถนำความคิดไปใช้ได้

เลวิส (Lewis. 1950) วิจัยการพัฒนาความคิดวิจารณ์ญาณโดยใช้ตรรกวิทยาและการพิสูจน์เกี่ยวกับเทคนิคและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันเช่น พบว่า กลุ่มทดลองมีความคิดวิจารณ์ญาณสูงกว่ากลุ่มควบคุม

มีฮาน (Meehan. 1987) พัฒนาความคิดวิจารณ์ญาณโดยใช้วิธีขยายจากประสบการณ์เดิมเข้าสู่ความรู้ระดับทฤษฎี แล้วนำไปใช้

จากนั้นมีนักวิจัยอื่น ๆ ที่พยายามคัดเลือกลักษณะสำคัญของความคิดวิจารณ์ญาณและพัฒนาหลักสูตรขึ้น เพื่อฝึกความคิดวิจารณ์ญาณในด้านการอุปมาอุปไมย การพิสูจน์และอื่น ๆ (Runkle and Tansey. 1980, Danial and others. 1984)

3. การแก้ปัญหา (Problem solving)

3.1 ความหมาย " ปัญหา " เป็นสถานการณ์ที่เราต้องแก้หรือหาทางออก แต่เรายังหาสิ่งที่เป็นทางออกหรือคำตอบของสถานการณ์ไม่ได้เนื่องจากมีอุปสรรคคบบังปัญญารออยู่ " ผู้แก้ปัญหา " คือ บุคคลที่มีปัญหา และรู้เป้าหมายที่ต้องบรรลุเพื่อแก้ปัญหานั้นๆ แต่ยังไม่มีเครื่องมือหรือวิธีการใดอันจะนำเข้าสู่เป้าหมายนั้น สิ่งจำเป็นของลักษณะการแก้ปัญหา ต้องมีเป้าหมาย มีอุปสรรคและบุคคล โดยอุปสรรคคบบังปัญญาของบุคคล ซึ่งจะบดบังใครที่จะแก้ก็เป็นปัญหาของผู้นั้น (Reitman. 1965 ; Handerson and Pingry. 1952 ; Schoenfeld. 1988)

ความแตกต่างระหว่างคำ "ปัญหา (problem)" "โจทย์ปัญหา (word problem)" และ "แบบฝึกหัด (exercise)" อธิบายได้ดังนี้

โจทย์ปัญหา เป็นโจทย์ที่มีข้อความ ไม่ใช่มีแต่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

แบบฝึกหัด มีทั้งโจทย์ปัญหา และโจทย์ที่มีแต่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

ทั้งสองอย่างอาจเป็นปัญหาสำหรับคนที่ไม่รู้ทางออก หรือวิธีแก้ แต่ไม่เป็นปัญหาสำหรับผู้รู้คำตอบหรือรู้วิธีแก้

3.2 แนวคิดในการแก้ปัญหา การแก้ปัญหามักเป็นศิลปะ คล้ายการว่ายน้ำ การเล่นเกม หรือเล่นเปียโน เราสามารถเรียนรู้จากการเลียนแบบและลงมือฝึก (Polya. 1967) อย่างไรก็ตาม โพลยาเสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาไว้ดังต่อไปนี้ คือ

1. ทำความเข้าใจปัญหา
2. คิดหาแผนการแก้ปัญหา
3. ทดสอบดำเนินการตามแผนในข้อ 2
4. มองตรวจตราย้อนกลับ

การทำความเข้าใจปัญหา มิใช่แต่หาว่าอะไรเป็นตัวไม่ทราบ ว่าอะไรเป็นข้อมูล อะไรเป็นเงื่อนไขเท่านั้น ยังต้องดูต่อไปว่าเป็นไปได้หรือไม่ที่เงื่อนไขจะมีคำตอบ เงื่อนไขที่กำหนดให้เพียงพอที่จะกำหนดค่าตัวไม่ทราบค่าหรือไม่ เพียงพอหรือมากเกินไปจนจำเป็น หรือขัดแย้งกันเอง

การคิดหาแผนการแก้ปัญหา ดูว่าเคยพบปัญหานี้มาก่อนหรือไม่ พบปัญหาใกล้เคียงกับปัญหานี้หรือไม่ พบปัญหาที่เกี่ยวข้องกับปัญหานี้หรือควรมีทฤษฎีทางใดพอนำมาใช้ประโยชน์ได้บ้าง ลองเขียนหรือพูดปัญหาอีกรูปแบบหนึ่ง กลับไปตรวจนิยาม ถ้ายังไม่เห็นช่องทางลองนึกถึงปัญหาใกล้เคียงที่พอแก้ไขได้ นึกถึงปัญหาที่กว้างกว่า นึกถึงปัญหาที่เป็นกรณีเฉพาะกว่า นึกถึงปัญหาที่เทียบเคียงกัน หรือลองแก้ปัญหามางส่วน แสวงหาข้อมูลที่เหมาะสมเพื่อหาตัวไม่ทราบค่า ทดลองเปลี่ยนตัวไม่ทราบค่าใหม่ หรือข้อมูลใหม่ หรือทั้งสองอย่าง เพื่อดูว่าทั้งตัวไม่ทราบค่า และข้อมูลจะใกล้เคียงกันหรือไม่ นอกจากนี้อาจตรวจสอบว่าใช้ข้อมูลหมดแล้วหรือไม่ ใช้เงื่อนไขหมดแล้วหรือยัง เราได้ละเลยข้อสังเกตที่จำเป็นไปบ้างหรือไม่

การดำเนินการตามแผน ควรตรวจทุกขั้นตอนว่าถูกต้องหรือไม่ มั่นใจว่าถูกหรือไม่

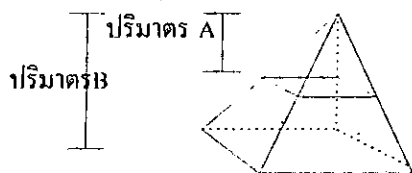
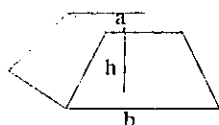
การตรวจตราย้อนกลับ ตรวจสอบที่ได้ว่าเป็นคำตอบหรือไม่ ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของข้อความ มีทางได้คำตอบอื่นหรือไม่ เหลือไปข้างหลังบ้างหรือไม่ นอกจากนี้ให้ดูผลงานและวิธีการเพื่อไว้สำหรับปัญหาอื่นๆด้วย (Polya. 1957)

โพลยาได้นำคำ heuristics (ที่นักปรัชญาใช้ในความหมาย การชักใช้ใกล้เคียงจนกระทั่งผู้ตอบพบคำตอบเอง) มาใช้ในความหมายความพยายามที่จะแก้ปัญหา การศึกษาวิธีการและกระบวนการแก้ปัญหา

เพื่อให้เข้าใจแนวคิดดังกล่าว โพลยา ยกตัวอย่าง เช่น

จงหาปริมาตร F ของทรงฟรัสตุม (Frustum) ของพีระมิดซึ่งมีฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีความสูง h หน้าตัดด้านบนมีความยาวด้านละ a หน้าตัดด้านล่างมีความยาวด้านละ b

เข้าใจปัญหา



1. ต้องการอะไร หาปริมาตร F
2. มีข้อมูลอะไรบ้าง ความยาวด้าน a , b และส่วนสูง h

วางแผนแก้ไขปัญหา

1. ฟรอสตุม นิยามอย่างไร เป็นส่วนของพีระมิดส่วนใด
2. กล่าวถึงปัญหาในรูปแบบใหม่ ต้องหา

$$F = A - B$$

เมื่อ A คือปริมาตรพีระมิดส่วนบนที่ถูกตัดออกด้วย
ระนาบที่ขนานกับฐาน

ภาพประกอบ 1 แสดงตัวอย่างแนวคิดการแก้ปัญหของโพลยา

เป็นการพยายามกล่าวถึงปัญหาในรูปที่เรารู้จักและมีประสบการณ์มาแล้ว

จากลักษณะการแก้ปัญหที่โพลยาแสดงไว้ จะเห็นว่า การแก้ปัญหาคืออาศัยความสามารถและศักยภาพหลายอย่าง เช่น การทำความเข้าใจปัญหาคืออาศัยความคิดวิจารณ์ญาณ การคิดแผนแก้ปัญหาคืออาศัยการวิเคราะห์สังเคราะห์ (ซึ่งเป็นความสามารถค่อนข้างสูง ในทฤษฎีพฤติกรรมการเรียนรู้ของบลูม) และกระบวนการอุปมาอุปไมย ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ อันได้แก่ความคล่อง ความคิดหลายทาง ความคิดริเริ่ม และมีความละเอียดลออในการตรวจสอบว่าใช้ข้อมูล เงื่อนไขหมดหรือไม่ มีแง่มุมใดบ้างที่มองข้ามไป นอกจากนี้ขั้นการตรวจตราย้อนกลับ ต้องใช้ความคิดวิจารณ์ญาณดูความสมเหตุสมผลและผลของคำตอบที่ได้ เราจึงเห็นได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหามีเกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ ความคิดวิจารณ์ญาณ และความคิดระดับสูงอย่างแยกกันไม่ออก

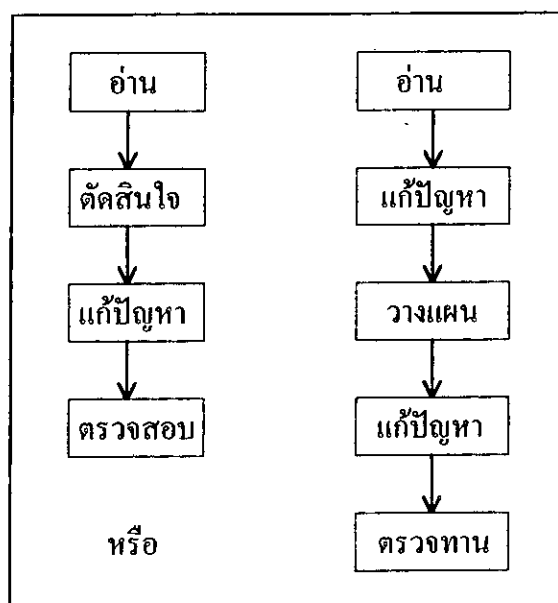
อนึ่งยุทธวิธีในการวางแผนแก้ปัญหที่เรียกว่า heuristic นับเป็นศิลปะเรียนรู้ได้โดยการฝึกฝน อาจสำเร็จได้ด้วยยุทธวิธีต่างๆพอจะรวบรวมได้ เช่น

1. ทดลองกับตัวอย่างง่ายๆ
2. สร้างตาราง
3. เขียนแผนภาพหรือรูปภาพหรือสร้างโมเดล
4. หารูปแบบและตั้งกฎทั่วไป
5. เคาและตรวจสอบ ลงมือทดลองวิธีการเพื่อดูผล
6. กล่าวถึงปัญหาในรูปแบบใหม่ โดยเฉพาะรูปแบบที่เรารู้จัก
7. ให้ความสนใจทุกกรณีที่เป็นไปได้
8. หยุดเปลี่ยนมุมมองใหม่

แฮทฟิลด์ (Hatfield. 1978) ได้รวบรวมงานวิจัยเกี่ยวกับกระบวนการ heuristic ที่เป็นกลยุทธ์ทั่วไปใช้ได้ดี เช่น การลองผิดลองถูก การประมาณตามลำดับขั้น การคิดย้อนกลับและการหารูปแบบ เขาแสดงความเห็นว่า สิ่งสำคัญ คือ รู้ว่าเมื่อใดจะใช้ มากกว่าจะใช้อย่างไร

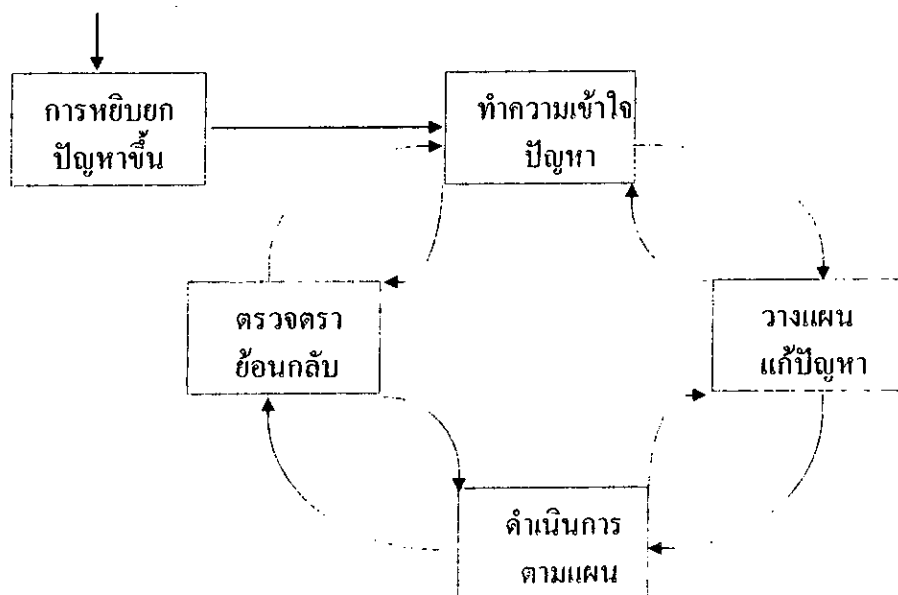
เมื่อเร็วๆนี้ วงการคณิตศาสตร์ศึกษาได้ให้ความสนใจ ทฤษฎีพัฒนาการการคิด (Constructivist) ในทฤษฎีนี้ ผู้เรียนต้องมีส่วนในการสร้างความรู้ของตนเอง มิใช่เป็นฝ่ายรับรู้ ทฤษฎีนี้เกี่ยวข้องกับทฤษฎีแห่งการเรียนรู้แก้ไขปัญหานั้น กระบวนการคิด อันประกอบด้วย การสืบค้น การหารูปแบบ และการคิดเชิงคณิตศาสตร์ (Schoenfeld. 1988 ; Lockhead. 1979)

อีกด้านหนึ่งได้มีผู้วิเคราะห์ว่า ขั้นตอนการแก้ปัญหาก็ที่โหลยว้างไว้ ได้แก่ การทำความเข้าใจปัญหา วางแผนการตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญห แก้ปัญหา และตรวจสอบ เป็นแบบเชิงเส้น (Wilson, Fernandez and Hadaway. 1993) มีขั้นตอนตามที่หนังสือเรียนทั่วไปใช้ดังรูป



ภาพประกอบ 2 ขั้นตอนการแก้ปัญหของโหลย

ในปี 1982 บราวน์และวอลเตอร์ (Brown and Walter. 1982) แนะนำวิธีการให้หยาบยกปัญหาขึ้น (problem posing) และเสนอรูปแบบกิจกรรม แก้ปัญหาแบบพลวัตร (dynamic and cyclic nature of problem solving activity) ดังนี้



ภาพประกอบ 3 การแก้ปัญหาแบบพลวัตร

โดยการหยิบยกปัญหาได้แก่การตั้งคำถาม "อะไรจะเกิด.....ถ้าไม่....." เช่น หลังจากที่ได้รับทฤษฎีหรือกฎ ให้นักเรียนแจกแจงลักษณะข้อปัญหาเป็นส่วนๆ และครุ่นคิดขึ้นว่าถ้าลักษณะบางส่วนหรือทั้งหมดไม่จริงผลจะเป็นอย่างไร ซึ่งแนวทางนี้นำไปใช้กับการสอนเรขาคณิตนอกกรอบบุคคลได้

จากแนวคิดนี้ วิลสัน เฟอร์นันเดซ และฮาดาเวย์ (Wilson , Fernandez and Hadaway. 1993) ได้นำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบอย่างจริงจัง พบว่า ในการแก้ปัญหาจริงมิได้มีขั้นตอนแบบเชิงเส้น ในการแก้ปัญหานักเรียนอาจเริ่มจาก ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา แล้วไปที่ขั้นวางแผน หากยังไม่เข้าใจปัญหาก็ อาจย้อนกลับมาที่ขั้นทำความเข้าใจปัญหาอีก แนวคิดด้านการแก้ปัญหาพลวัตรนี้เริ่มที่มหาวิทยาลัยจอร์เจีย และเป็นที่สนใจกันทั่วว่าวิจัยมาถึงปัจจุบันนี้

3.3 งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนการแก้ปัญหา

โทเบียส (Tobias. 1978) พบว่าปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความสามารถแก้ปัญหา ได้แก่ ความมั่นใจและความกล้าเสี่ยง ดังนั้น บรรยากาศการเรียนคณิตศาสตร์อันมีผลต่อการแก้ปัญหาได้แก่ความรู้สึกลดอคภัย มีอิสระที่จะคิด ดังภาษิตที่ว่า "ผิดเป็นครู"

จากงานวิจัยหลายชิ้น (Deaux. 1976 ; Bartel and Frieze. 1977 ; Smith. 1980 ; Fennema . 1980 ; Reys. 1980 ; Pearl. 1980 ; Kousin. 1980 ; Lockhead. 1984 ; Fennema and Jartre. 1985 ; Wolleat. 1985 ; Pedoo. 1985 ; Beker and Fennema. 1985) ให้ความเห็นตรงกันว่า นักเรียนชายมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนหญิงด้วยลักษณะความเป็นผู้นำ กล้าซักถาม และแลกเปลี่ยนความคิดทางคณิตศาสตร์กับครูมากกว่า แสดงว่าลักษณะ

ความกล้าเสี่ยง ความมั่นคงทางอารมณ์ มีส่วนสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาและตัว
การสำคัญคงไม่ใช่เพศ แต่เป็นผลมาจากสิ่งแวดล้อมทางสังคม

จากงานวิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาจากปี 1985-1993 มีความพยายามหาเทคนิคการสอน
เพิ่มสมรรถภาพการแก้ปัญหา แต่การจัดกระจายยังไม่มีความชัดเจนที่จะสรุปอะไรได้ แต่อย่างไร
ก็ตามมีแนวคิดที่น่าสนใจจากหนังสือบทความและงานวิจัย เช่น

1. ระดมความคิด (brainstorming) มีอันิสงส์คือไม่ให้นักเรียนยึดติดกับความคิดเดิม
เมื่อพบปัญหาครั้งแรก แต่ควรมีครูเสนอแนะคำถามเพื่อให้บรรยากาศการสืบสวนความรู้ดำเนิน
ต่อไปซึ่งดีกว่า นักเรียนพูดกันเอง (Dufner and Alexander. 1987) และควรหลีกเลี่ยงการวิพากษ์
วิจารณ์กันเอง.

2. คิดเกี่ยวกับความคิด (thinking about thinking หรือ meta cognitive) นักเรียนได้ตรวจ
ความเห็นและประเมินความคิดของตน เช่น ความคิดเข้าที่หรือไม่ มีจุดอ่อนหรือไม่ ลำเอียงตามรูป
หรือไม่ ต่อไปต้องระวังอะไร ได้สำรวจตัวเองระหว่างอยู่ในสถานการณ์ปัญหา ครูมีส่วนช่วยโดย
สอดแทรกคำถามต่อไปนี้ เมื่อจำเป็น

ฉันกำลังทำอะไรอยู่แน่

ทำไมฉันทำอย่างนี้ ทำไปเพื่ออะไร

มันช่วยได้จริงหรือ (Schoenfeld. 1986)

และควรช่วยเหลือให้เด็กรู้จักใช้พฤติกรรมต่อไปนี้

1. พฤติกรรมการพิจารณาธรรมชาติของสิ่งที่กำหนดให้และเป้าหมาย
2. พฤติกรรมการจัดระเบียบช่วยให้วางแผนและหาทางเชื่อมโยงไปสู่เป้าหมาย
3. พฤติกรรมการดำเนินการแก้ปัญหา
4. พฤติกรรมการตรวจสอบ

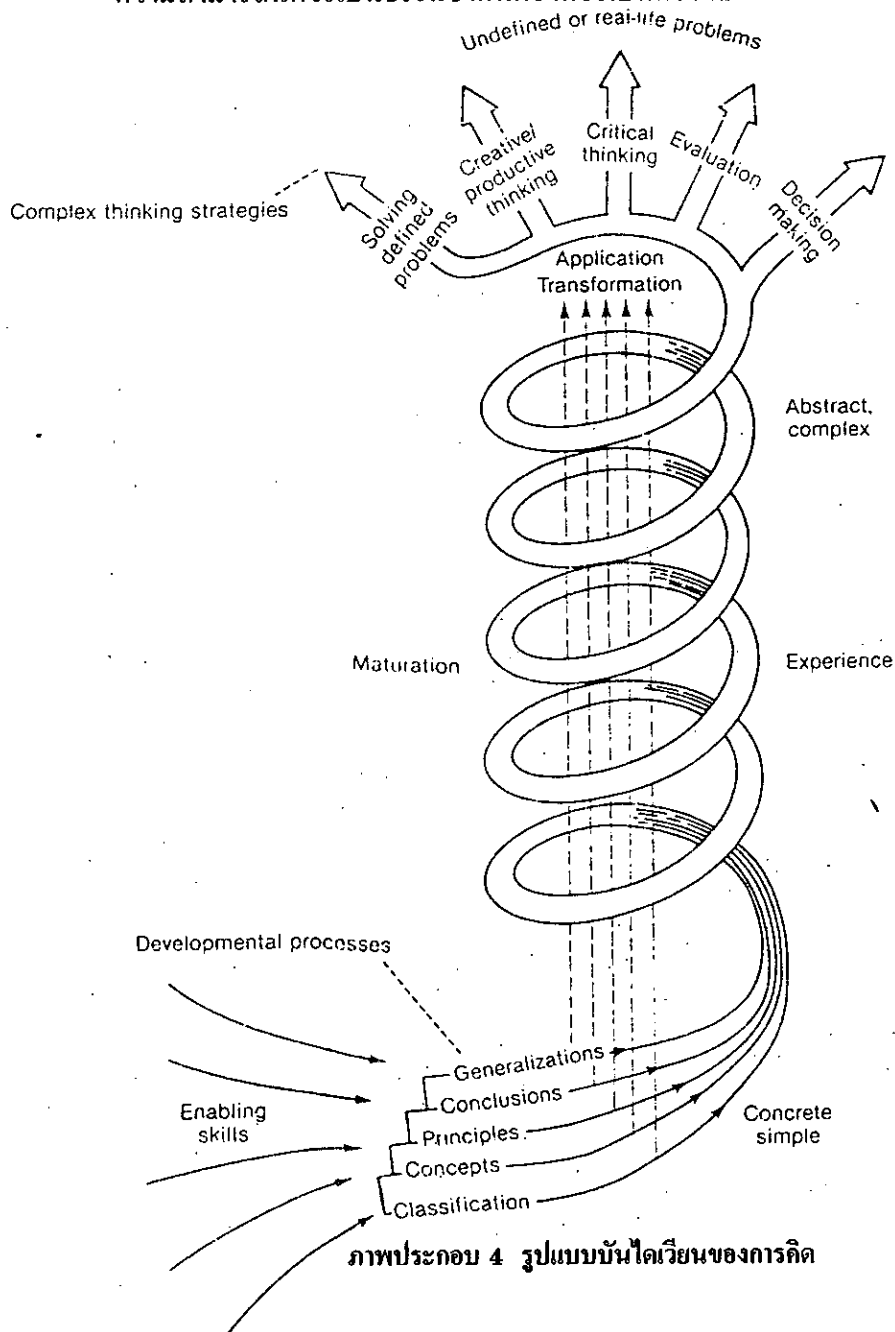
3. การแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม (group problem solving) ให้นักเรียนมีการประเมินกันและฟัง
กัน ช่วยให้พบข้อผิดพลาดตกหล่นของตน จะได้แนวคิดหลากหลายและช่วยพัฒนาแนวคิดการ
ประเมินตนเองด้วย (Vygotsky. 1978 ; Wretch. 1980)

4. การหยาบยกปัญหา (problem posing) เป็นการคิดไกลไปถึงปัญหาอื่นโดยเปลี่ยนเงื่อนไข
ปัญหาปัจจุบัน มีเทคนิคคือตั้งคำถามว่า “อะไรจะเกิด ถ้า ...ไม่...” แนวคิดดังกล่าวข้างต้นจะ
ช่วยให้รู้รอบ รู้ลึกซึ่ง การเชื่อมโยง ได้สะดวกขึ้น (Brown and Walter. 1983)

5. มีบันทึกพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหของคนแต่ละคน นำเสนอในห้องโดยมีตัวอย่างการแก้
ปัญหาในสมุดบันทึก (Wilson and others. 1933) และ เล่าให้เพื่อนฟัง (Bell and Bell. 1985)

6. การให้เด็กอธิบายตัวปัญหาให้เพื่อนฟัง เป็นการบังคับเด็กหลายๆให้พยายามทำความเข้าใจปัญหา จัดข้อมูลที่ไม่ชัดเจน ฝึกหาสิ่งที่รู้แล้วและยังไม่รู้ และ ฝึกการจัดระบบข้อมูล

7. รูปแบบบันไดเวียนของการคิด (The spiral model of thinking) เมื่อเรีวๆนี้ ซีฟเวอร์ (Sheiver, 1990) ได้เสนอรูปแบบบันไดเวียนของการคิด สำหรับช่วยพัฒนาความสามารถระดับสูงทางสมองได้แก่การตัดสินใจ การประเมิน ค่าความคิดเชิงวิจารณ์และการแก้ปัญหา โดยมีแนวคิดว่าการสร้างพื้นฐานผ่านตัวอย่างรูปธรรมง่าย เก็บเป็นประสบการณ์ และใช้การถ่ายโยงการเรียนรู้กับความรู้ที่มีอยู่ ทำให้ได้ความคิดเชิงนามธรรมที่ซับซ้อนขึ้น โดยมีแนวคิดว่าการพัฒนาความสามารถนี้ควรเป็นธรรมชาติที่ต้องค่อยเป็นค่อยไป



ภาพประกอบ 4 รูปแบบบันไดเวียนของการคิด

ผู้วิจัยเคยมีประสบการณ์สอนเด็กที่เข้าค่ายโอลิมปิก เคยใช้กลยุทธ์การให้แบบฝึกหัดแบบบันไดเวียน คือ ครั้งแรกให้ความรู้พื้นฐานก่อน ในเวลาหลังจากนั้นไม่นานจะมีตัวอย่างชักจูงความเข้าใจ ในคราวต่อไปจะมีแบบฝึกหัดในเรื่องนั้นอีกอย่างสลับคละกับแบบฝึกหัดของเรื่องอื่น และใช้ความรู้ความสามารถในระดับที่เท่าเดิมหรือสูงขึ้น ผลจากการทดลองสอนวิธีนี้กับนักเรียนประมาณ 4 รุ่น ปรากฏว่านักเรียนชอบมาก ได้ผลด้านกำลังใจและความสามารถในการแก้ปัญหามากขึ้น

3.3 งานวิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (creative problem solving)

เมื่ออารยธรรมเปลี่ยนวิวัฒนาการไป ทักษะต่อความเป็นผู้ที่มีความสามารถพิเศษต้องเปลี่ยนให้รับกัน มิฉะนั้นเราทุกคนจะเดือดร้อนจากการสูญเสียหลายอย่าง ต้องเปลืองสมอง ทรัพยากร และแรงงานมากเกินไป ผู้รู้ทั้งหลายเกี่ยวกับการศึกษาเด็กที่มีความสามารถพิเศษ กล่าวถึงความจำเป็นที่ต้องฝึกเด็กที่มีความสามารถพิเศษในอนาคต ในด้าน ทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์, การพยากรณ์และการวางแผน, ทักษะการวิจัย ทักษะการใช้คอมพิวเตอร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการสร้างนวัตกรรม (Torrance. 1986)

การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นรูปแบบการแก้ปัญหาโดยวิธีที่วางโครงสร้างไว้ อย่างดี มีความมุ่งหมายให้บุคคลสามารถแก้ปัญหาอย่างยากโดยมีทางออกในรูปแบบใหม่และมีประสิทธิภาพ ทั้งช่วยขยายพฤติกรรมสร้างสรรค์ของบุคคลนั้นๆ รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีสภาพดังนี้

Fact-finding การสังเกตและวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
 Problem-finding ทำความเข้าใจปัญหา โดยแสดงออกในรูปแบบที่แก้ปัญหาได้
 Idea-finding รวบรวมความคิดเกี่ยวกับแผนการแก้ปัญหาหรือทางออกเป็นข้อๆ
 Solution-finding การค้นหาทางออกที่ดี ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่วางไว้ และมีศักยภาพพอที่จะแก้

Acceptance-finding วางแผนวิธีนำเสนอเพื่อการยอมรับแผนไปใช้ (Parnes.1977)

รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์นี้ดัดแปลงไปใช้ได้หลายอย่าง ทั้งกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และแนวทางแก้ปัญหาในอนาคต ซึ่งอาศัยการระดมพลังสมองและเทคนิคที่ทำให้คนยอมรับแผนนั้น

พาร์น (Parnes. 1978) ได้ใช้แนวคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์นี้มาใช้ในโรงเรียนหลายแห่งในปี 1972-1983 โดยปรับปรุงเป็นกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Osborn - Parnes Creative Problem Solving) โดยเพิ่มการแก้ปัญหาที่ใช้ยุทธวิธีหลายอย่าง

เด็กที่มีความสามารถพิเศษรู้สึกกระวนกระวายใจในความล้มเหลวของการศึกษาที่เกิดขึ้นในช่วง 20 ปีที่แล้วมา หลายคนกล่าวว่าโรงเรียนที่มีอยู่ล้าสมัย ยึดประเพณีนิยมมากกว่าเห็นความจำเป็นของการจัดการศึกษาแก่เด็กที่มีความสามารถพิเศษ (Torrance. 1976) นักการศึกษากลุ่มใหญ่เริ่มเห็นด้วย กล่าวว่า โรงเรียนหากไม่เตรียมแผนการเตรียมไว้ในอนาคต จะไม่สามารถเป็นศูนย์การศึกษาเด็กที่มีความสามารถพิเศษ (Weaver and Wallace. 1980) สิ่งที่เหมาะสมควรทำ คือ โรงเรียนในปัจจุบันต้องช่วยให้เด็กที่มีความสามารถพิเศษได้รับการฝึกฝนทักษะในการวางแผนการในอนาคต สามารถทำนายเหตุการณ์ล่วงหน้า และรับมือกับสิ่งที่ไม่คาดฝันได้ จุดมุ่งหมายของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในหลักสูตรการแก้ปัญหาของอนาคต (The Future Problem Solving Program) โดยพอล และ ทอแรนซ์ (Crabbe. 1982 ; Torrance and Torrance. 1978) มีดังนี้

1. พัฒนาสภาพการเรียนรู้การสอนให้เห็นภาพในอนาคตมากขึ้น
2. ให้มีการคิดชนิดสร้างสรรค์มากขึ้น
3. พัฒนาและเพิ่มทักษะในการสื่อสารทั้งด้วยวาจาและการเขียน
4. พัฒนาและเพิ่มทักษะในการทำงานเป็นคณะ
5. ให้นำแบบการแก้ปัญหาไปใช้กลมกลืนกับการดำรงชีวิต
6. พัฒนาและเพิ่มทักษะการวิจัย

สิ่งที่น่าสนใจอีกประการหนึ่งของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ได้แก่ ทักษะการทำนายและการวางแผน มีหลายโครงการที่ทำการสอนโดยมีทักษะทั้งสองอย่างนี้เป็นองค์ประกอบในหลักสูตร เช่น โครงการที่ทำโดยเทย์เลอร์ (Taylor. 1978) โครงการ Talents Unlimited Project in Mobile ที่รัฐอะลาบา (Schlichter. 1979) โครงการ REACH ที่รัฐมิเนสโซตา (Juntune. 1979) และโครงการ Project Implode รัฐยูทาห์ (Jaylor, Llouyd, and Rollins. 1971 ; Taylor. 1978) เป็นต้น

การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ อาศัยพื้นฐานที่สำคัญประการหนึ่ง คือความคิดสร้างสรรค์ ทอแรนซ์ (Torrance. 1972) วิเคราะห์งานวิจัย 142 ชิ้นถึงความพยายามที่จะสอนทักษะการคิดอย่างสร้างสรรค์ พบว่าเมื่อมีแผนการสอนที่เป็นระบบและละเอียดลออ นำการสอนแก้ปัญหาแล้ว หลักสูตรจะมีความสำเร็จมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ และความสำเร็จในการแก้ปัญหามีถึง 72 เปอร์เซ็นต์ เป็นเหตุให้มีความคิดว่าการสอนเรื่องการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นเรื่องที่เป็นไปได้ หลังจากนั้นมีการวิเคราะห์อีกครั้งหนึ่งในปี 1983 พบว่า เปอร์เซ็นต์ของความความสำเร็จมีลดต่ำลงเล็กน้อย (68%) และพบว่าวิธีของ ออสบอร์น-พาร์น (Osborn-Parnes Creative Problem Solving Procedure) ให้ประสิทธิภาพยังดีอยู่ (ลดจาก 91% คงเหลือ 88%) เปอร์เซ็นต์ที่ลดลงอาจเป็นเพราะทำการศึกษากว้างขึ้น การฝึกครูและการควบคุมภาพไม่ทั่วถึง และมีโปรแกรมใหม่ ๆ ที่เพิ่มขึ้น ทั้งในด้านจิตพิสัยและการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน โดยใช้ยุทธวิธีที่หลากหลาย (คูตาราง)

Summary of Successes in Teaching
Students to Think Creatively According to Type of
Intervention Prior to and After 1972

Type of Intervention	Number of Studies		Number of Successes		Percentage of Successes	
	1972	1983	1972	1983	1972	1983
Osborn/Parnes CPS or modification	22	7	20.0	6.2	91	88
Other disciplined CPS procedures	5	22	4.6	16.2	92	73
Complex programs involving packages	25	31	18.0	18.7	72	60
Complex programs involving combination of strategies	-	15	-	11.5	-	77
Creative arts as vehicles	18	18	14.5	13.1	81	73
Media and reading programs	10	3	7.8	1.25	78	42
Curricular and administrative arr.	8	5	4.0	2.7	50	54
Teacher-classroom variables	26	14	14.4	8.8	55	63
Motivation, reward, competition	12	6	8.0	3.5	67	58
Facilitating testing conditions	16	20	11.0	14.1	69	70
Affective education programs	-	13	-	10.3	-	79
Altered awareness	-	6	-	4.0	-	67
Other conditions	-	6	-	2.8	-	47
Total (Mean)	142	166	102.3	112.6	(72)	(68)

(1970 Torrance, E.P. " Teaching Creative and The Gifted Learners." in **Handbook of Research on Teaching**. 3rd edition, edited by C. Wittrock p.636. 1983)

หลักสูตรเด็กที่มีความสามารถพิเศษ

1. ปรัชญาและเป้าหมายของหลักสูตร

เด็กที่มีความสามารถพิเศษทุกคนควรได้รับการส่งเสริมพัฒนาในด้านต่างๆที่เป็นไปได้ให้ถึงขีดสุดตามศักยภาพของความเป็นอัจฉริยะ (แนวโน้มของทุกหลักสูตร) ด้านต่าง ๆ ที่พึงพัฒนาได้แก่

1. ความสำเร็จสูงส่ง กล่าวคือ เขาชนที่มีความสามารถพิเศษ (Gifted and Talented (G/T)) ควรได้รับโอกาสสำรวจศักยภาพเต็มที่ของตนเอง
2. ความเป็นตัวของตัวเอง กล่าวคือ มีอิสระ มีความรับผิดชอบ และสามารถจัดเวลาได้เหมาะสม
3. มีความรับผิดชอบต่อตนเอง ครอบคลุม และสังคม อันเป็นลักษณะของผู้ผู้นำ
4. มีความคิดและพฤติกรรมในทางสร้างสรรค์
5. เป็นผู้รู้จักความสุนทรีย์
6. เป็นผู้เปิดใจกว้างรับฟังทัศนะต่าง ๆ หลากหลาย
7. มีแบบการคิดที่สามารถหาวิธีแก้ปัญหหรือทางออกของปัญหา
8. มีสมบัติของความเป็นคนช่างคิดค้น ช่างถาม สังเกต และค้นคว้า
9. มีโอกาสเตรียมพร้อมสำหรับอาชีพ และแบบแผนของการดำเนินชีวิต (Correll .

1978 : 23 - 24)

หลังจากการสำรวจหรือใช้แบบตรวจสอบเพื่อให้ได้ข้อคิดในการพัฒนาหลักสูตร ผู้เชี่ยวชาญต่างๆ ในสาขาเด็กที่มีความสามารถพิเศษหลายท่าน (Felhusen and Wyman. 1980 ; Clark. 1983 ; Sato and Johnson. 1978 ; Kaplan. 1979 ; Maker. 1982) มีความเห็นตรงกันว่าหลักสูตรของเด็กที่มีความสามารถพิเศษ ควรแตกต่างจากหลักสูตรธรรมดา เหมาะกับลักษณะนิสัย และความต้องการของเด็กที่มีความสามารถพิเศษ

2 ลักษณะหลักสูตรที่แตกต่างจากหลักสูตรปกติ

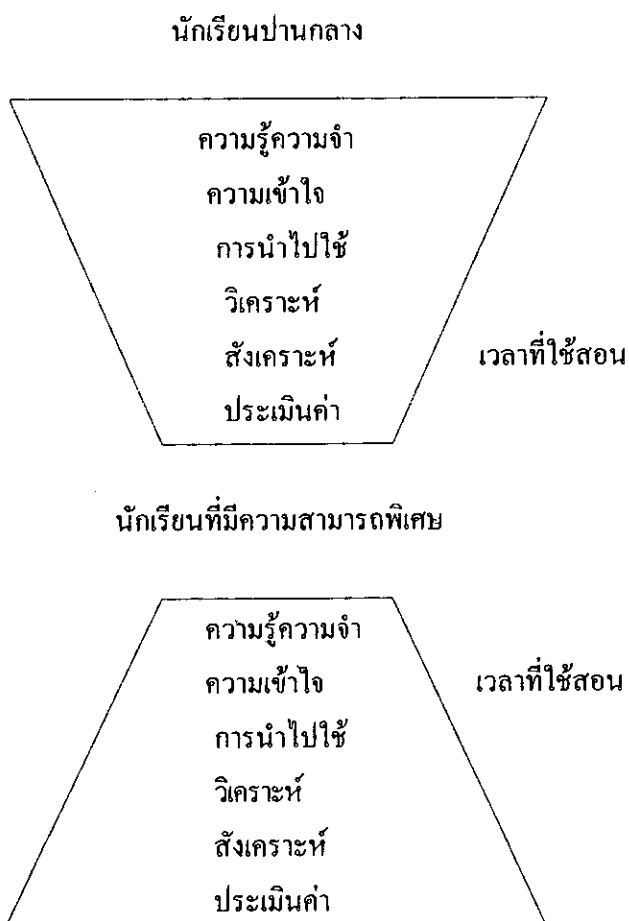
สิ่งที่ทำให้หลักสูตรเด็กที่มีความสามารถพิเศษแตกต่างจากหลักสูตรปกติมี 3 ด้าน คือ ด้านทักษะ ความคิดระดับสูง (higher cognitive thinking skills) ทักษะทั่วไปขั้นสูง (advanced general skills) และ ทักษะในเนื้อหาระดับสูง (advanced content skills)

ทักษะความคิดระดับสูง หมายถึงระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ระดับสูงของบลูม (Bloom Taxonomy of Educational objectives) อันได้แก่ การวิเคราะห์ (analysis) การสังเคราะห์ (synthesis) และการประเมินค่า (evaluations) นักเรียนจะไม่เสียเวลาในการเรียนรู้พฤติกรรมระดับล่าง เช่น ความรู้ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ นานนัก

ทักษะทั่วไปขั้นสูง ได้แก่ ความคิดวิจารณ์ การแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์

ทักษะในเนื้อหาในระดับสูง เป็นทักษะฝึกฝนเมื่อเรียนสูงขึ้นในแต่ละสาขาวิชา เช่น ภาษาอังกฤษ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสังคมศึกษา ทักษะในเนื้อหาในระดับสูงทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ เทคนิคการพิสูจน์ หลักและวิธีการของคณิตศาสตร์ ตลอดจนการใช้โครงสร้างทางคณิตศาสตร์ในการศึกษาเปรียบเทียบเนื้อหาต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ (Tuttle and Becker . 1983 : 95)

เวลาที่ใช้ในพฤติกรรมการเรียนรู้ของเด็กที่มีความสามารถพิเศษ จะใช้น้อยและมากขึ้นในการเรียนรู้ระดับพฤติกรรมที่สูงขึ้นกลับกันกับนักเรียนปกติ ดังนี้ (Tuttle and Becker . 1983 : 41)



ภาพประกอบ 5 เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน

8. รูปแบบหลักสูตร

รูปแบบหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ มีให้เลือกอย่างน้อย 11 รูปแบบ (Davis and Rimm. 1994 : 147-170) ได้แก่

1. Enrichment Triad Model (Renzulli. 1977 ; Renzulli and Reis. 1991)
2. Schoolwide Enrichment Model (Renzulli and Reis. 1985, 1986, 1991)
3. Multiple Menu Model (Renzulli. 1988)
4. Pyramid Project (Cox, Daniel, and Boston. 1985)
5. Purdue Three-Stage Enrichment Model (Feldhusen and Kolloff. 1986)
6. Guildford/Meeker Structure of Intellect Model (Guildford. 1967, 1977, 1988 ; Meeker. 1969 ; Meeker and Meeker. 1986)
7. Treffinger's (1975) Model สำหรับเพิ่มความสามารถในการเรียนแบบนำทางเอง
8. Autonomous Learner Model (Betts. 1985, 1991)
9. Williams' (1970, 1982, 1986) Cognitive-Affective Interaction Model สำหรับพัฒนากระบวนการคิดและการพัฒนาความรู้สึนึกคิด
10. Multiple-Talent Totem Pole Model (Schlichter and Palmer. 1993 ; Taylor. 1986, 1988)
11. Diagonal Curriculum Model (Kranz. 1993)

ในงานวิจัยนี้จะใช้รูปแบบสามเสาของการเพิ่มพูนประสบการณ์ (Enrichment Triad Model) ของเรนซูลี (Renzulli. 1977) มีแนวทางดังนี้

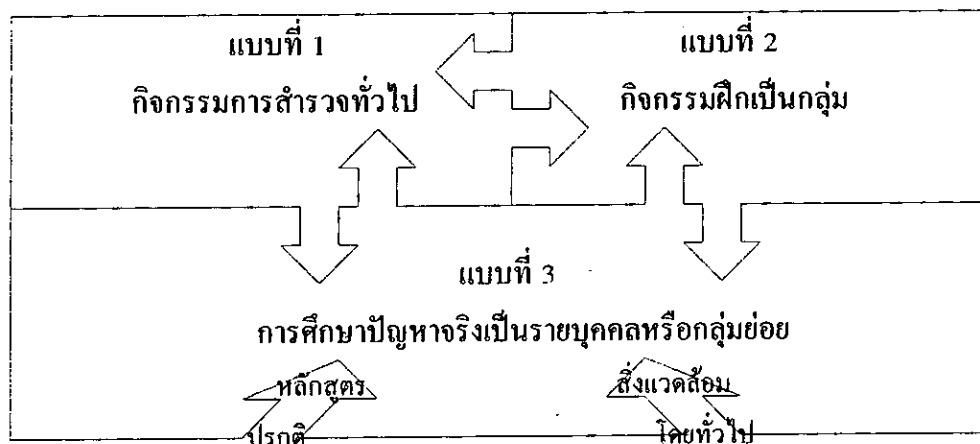
การเพิ่มพูนประสบการณ์แบบที่ 1 กิจกรรมการสำรวจทั่วไป ต้องเตรียมกิจกรรมและประสบการณ์ให้นักเรียนได้สำรวจ เช่น เนื้อหาวิชา ประเด็นแง่คิด อาชีพ งานอดิเรก บุคคล สถานที่ เหตุการณ์ที่ไม่มีในหลักสูตรปกติ รูปแบบกิจกรรมนี้โดยทั่วไปได้แก่ ศูนย์ส่งเสริมความสนใจ การอภิปรายสั้น ๆ ภาพยนตร์ ทัศนศึกษา และในทางคณิตศาสตร์ อาจเน้นไปที่กิจกรรมแก้ปัญหาทั่วไป ศึกษาปฏิทิน คอมพิวเตอร์ เครื่องเล่นทางเรขาคณิตฝึกมิติสัมพันธ์ ได้แก่ แท่นแกรม เพนโดมิโน การร้อยจิ้งเชือกเป็นแนวโค้ง แท่งต่อ แท่งคูชีเนอร์ นิม หอคอยฮานอย จัตุรัสกล การย่อขยายรูป ฯลฯ

การเพิ่มพูนประสบการณ์แบบที่ 2 กิจกรรมฝึกเป็นกลุ่ม ใช้วิธีสอนและวัสดุหลักสูตรที่พัฒนาขึ้น เพื่อสนับสนุนการพัฒนาความคิดและจิตพิสัย โดยกิจกรรมฝึกได้แก่ การฝึกกลยุทธและทักษะการแก้ปัญหา การฝึกความคิดสร้างสรรค์ ฝึกตามขอบข่าย SOI (Structure of Intellect) ที่

วางไว้โดยกิลฟอร์ด ในทางคณิตศาสตร์อาจศึกษาแนวคิดเอาชนะในเกมนิน ฝึกการใช้แนวคิด เรขาคณิตการแปลง ฝึกให้รู้จักการสร้างแผนภาพ ความคิดย้อนกลับ การลองผิดลองถูก การจัด ข้อมูลในรูปตารางหรือกราฟ การหารูปแบบหรือความสัมพันธ์ เป็นต้น

การเพิ่มพูนประสบการณ์แบบที่ 3 การศึกษาปัญหาจริง เป็นรายบุคคล หรือ กลุ่มย่อย ให้นักเรียนสำรวจอาชีพ และงาน โดยสมมติบทบาทตัวนักเรียนเป็นคนอาชีพนั้น ๆ และฝึกการ แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นที่ไม่มีวิธีปรกติแก้ปัญหา โดยให้นักเรียนเข้าไปมีส่วนรับรู้ปัญหาและวิธีการทั้ง หมด และแก้โดยสนใจแก้เองมากกว่าให้ครูนำ จากนั้นให้นักเรียนลงมือสร้างสรรค์งาน และนำ เสนอผลงานที่ได้ ครูอาจช่วยโดยการตั้งคำถามที่ปลายเรื่อง เช่น ถ้า (เป็นอย่างนี้) อะไรจะเกิดขึ้น หรือทางคณิตศาสตร์อาจนำไปใช้ในการออกแบบ และใช้ในการวิเคราะห์ในเรื่องต่าง ๆ ทาง วิทยาศาสตร์ สังคมศาสตร์ ภาษา ศิลปะ ธุรกิจ และวิชาเทคนิคต่าง ๆ ครูเสนอให้คิดค้นปัญหา เอง โดยขยายกิจกรรมที่มีอยู่ หรือลองเปลี่ยนกฎ เงื่อนไขของเกมและปรศนาเป็นต้น

กิจกรรมทั้งสามแบบไม่มีลำดับก่อนหลัง สุดแต่ความเหมาะสมและสถานการณ์ นักเรียน อาจเริ่มด้วยกิจกรรมแบบที่ 1 แล้วไปแบบที่ 3 และย้อนกลับมาแบบที่ 2 ก็ได้ เรียกลักษณะการจัด กิจกรรมนี้ว่า แบบการหมุนเวียนกิจกรรม (Revolving Door Model)



ภาพประกอบ 6 กิจกรรมสามเสาของเรนซูลี

แนวทางจัดหลักสูตรให้เหมาะสมกับความต้องการของเด็กที่มีความสามารถพิเศษ

ในด้านลักษณะการจัดหลักสูตร มีทางเป็นไปได้ ไม่ต่ำกว่า 30 ลักษณะ หลักสูตรในฤดู ร้อน การเรียนรายวิชาที่อยู่ในระดับวิทยาลัย การแยกชั้นเรียนทั้งบางรายวิชาและทุกวิชา การเรียน เรง โรงเรียนเฉพาะเด็กเก่ง การแนะแนวการเรียน การเรียนโดยอิสระ โปรแกรมค่ายภาคฤดูร้อน การฝึกฝนตัวต่อตัว ห้องเรียนไร้ชั้น ชั้นเรียนพิเศษ การฝึกฝนกับผู้เชี่ยวชาญ การสัมมนา การย่อ

ระยะเวลาเรียน การจัดกลุ่ม แบบ "Joplin" ห้องแหล่งวิทยาการ การศึกษาเฉพาะเรื่อง ชั้นเกียรติยศ การรวมหลักสูตร (curriculum compacting) ฯลฯ (Getzels and Dillon. 1973 ; Furr. 1972 ; Passow. 1980 ; อุทัย โทธิสุข. 2536) ตลอดจนการเรียนทางไปรษณีย์ และการฝึกงานกับผู้เชี่ยวชาญ ในประเด็นนี้ ได้มีผู้วิจัยถึงความเหมาะสมตรงตามความต้องการของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษจะมีหลักสูตรจัดในลักษณะใดบ้าง พบว่าไม่มีหลักสูตรใดเลยเพียงพอที่จะสนองความต้องการของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ และนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษเฉพาะทางได้ทั้งหมด ดังนั้นการจัดหลักสูตรควรเป็นไปแบบผสมผสาน (Lewis and Kanes. 1979 ; Hedbring and Rubenzer. 1979 ; Renzulli and Smith. 1979 ; Wolf and Stephens. 1979 ; Treffinger. 1979 ; Hershey. 1980 ; Kaplan. 1982 ; Stewart. 1982) โดยที่เด็กที่มีความสามารถพิเศษต้องการความเป็นอิสระในการศึกษาและไม่ชอบความซ้ำซาก ผู้วิจัยจึงสนใจรูปแบบกิจกรรมสามเส้าของเรนซูลี ผสมผสานกับลักษณะการจัดหลักสูตรในรูปแบบต่างๆ เช่น การรวมหลักสูตร การเรียนโดยอิสระ ห้องเรียนไร้ชั้น การจัดห้องทรัพยากรความรู้ ฯลฯ ให้มากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้

4. แนวคิดพื้นฐานสำหรับพิจารณาประกอบการพัฒนาหลักสูตร

เพื่อให้แนวทางการพัฒนาหลักสูตรชัดเจน จำเป็นต้องอาศัยพื้นฐานในการวางจุดประสงค์การเรียนรู้ (ของบลูม) ในโครงสร้างทางปัญญา (ของกิลฟอร์ด) และคำนึงถึงระดับต่างๆ ของความคิดสร้างสรรค์ (ของทอแรนซ์) (Tuttle and Becker. 1983)

4.1 จุดประสงค์การเรียนรู้ (Bloom's Taxonomy of Educational Objectives)

ด้านพุทธิพิสัย จำแนกได้ดังนี้

1. ความรู้ความจำ จำข้อมูลจำเพาะ รูปแบบ โครงสร้างหรือสภาพที่เป็นอยู่ (setting)
 - 1.1 ความรู้ในส่วนจำเพาะต่าง ๆ ข้อมูลจำเพาะ เช่น รู้ศัพท์ รู้ข้อมูลจำเพาะ
 - 1.2 ความรู้ในหนทางหรือวิธีที่จะจัดระบบหรือการใช้ความรู้ในส่วนจำเพาะ เช่น
 - (1) รู้ว่าใช้อย่างไร รูปแบบการนำไปใช้เป็นอย่างไ
 - (2) ความรู้ในแนวโน้มและลำดับของเหตุการณ์
 - (3) ความรู้ในการจำแนกหรือจัดหมวดหมู่ (classification and categories)
 - (4) ความรู้ในเกณฑ์ การแยกแยะข้อเท็จจริง หลัก ความเห็นและเกณฑ์
2. ความเข้าใจ เชื่อมโยงความรู้กับสิ่งที่รู้ เช่น การแปลความ (แสดงความคิดใกล้เคียงกัน) การตีความ (จัดลำดับใหม่ให้ได้แนวคิดตรงกัน) การคลุมความ (extrapolation) (ขยายแนวโน้มเกิดจากข้อมูลที่มีอยู่)
3. การนำไปใช้ นำนามธรรมไปใช้ในสถานการณ์รูปธรรม

4. การวิเคราะห์ แยกย่อยข้อมูลเป็นอย่าง ๆ เช่น

4.1 วิเคราะห์ส่วนประกอบ รู้ชัดว่าอะไรเป็นสมมติฐานที่ไม่ได้กล่าวไว้ แยกแยะระหว่างข้อเท็จจริง และสมมติฐาน

4.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ ความเชื่อมโยง และการประสานเข้าด้วยกันของส่วนประกอบกับส่วนที่สื่อสารอยู่

4.3 วิเคราะห์หลักการต่าง ๆ ของข้อคิดเห็น วิเคราะห์โครงสร้าง และข้อมูลจากประมวลข้อคิดเห็น

5. การสังเคราะห์ นำส่วนประกอบมาประกอบเป็นรูปต่อเติม เช่น

5.1 รวบรวมแนวคิดเป็นหนึ่งเดียว เป็นไปตามความคิด ความรู้สึก และประสบการณ์ต่าง ๆ (อุปนัย)

5.2 การวางแผนหรือวางแผนการทำงาน

5.3 การได้ความสัมพันธ์ทางนามธรรม ชุดหนึ่ง เปลี่ยนจากตัวแทนสัญลักษณ์เป็นการพิสูจน์เชิงนิรนัย

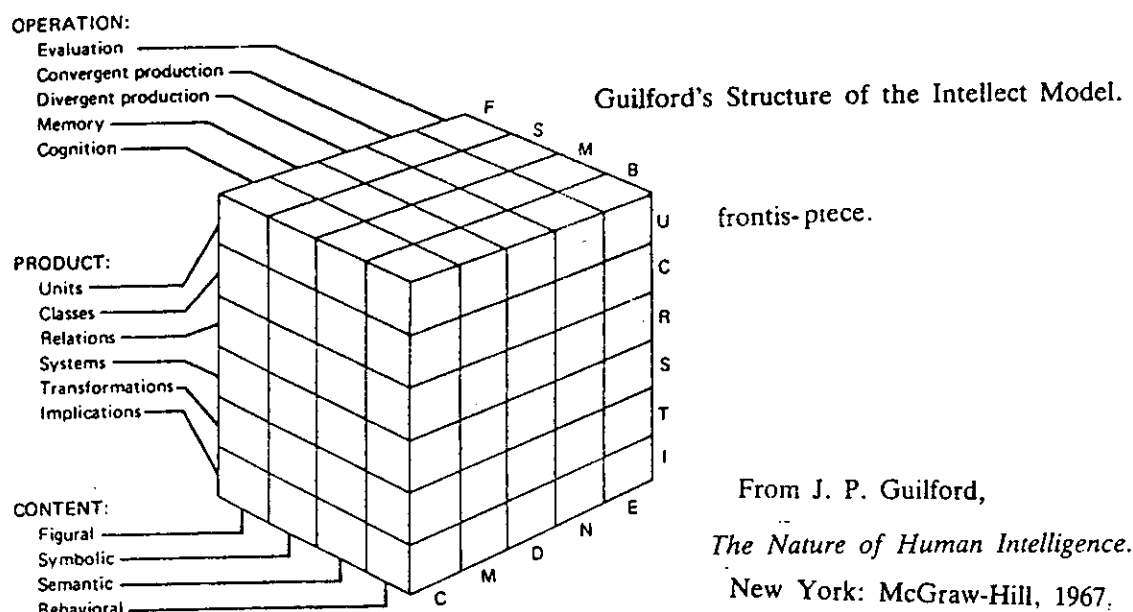
6. การประเมินค่า การตัดสินใจทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ เทียบกับเกณฑ์ และมาตรฐาน

การประเมินภายในตัวเองในแง่ความถูกต้อง ความมีเหตุผล และความคงเส้นคงวา
การประเมินด้วยเกณฑ์ภายนอก คือ ประเมินสิ่งที่มีอยู่กับเกณฑ์ และมาตรฐาน

4.2 รูปแบบโครงสร้างทางสติปัญญาของกิลฟอร์ด (Guildford's Structure of The Intellectual Model)

กิลฟอร์ด (Guildford, 1967) ได้เสนอวิธีแบบขลุ่ยในการจัดระบบของปัญญาในการเรียนรู้ที่ซับซ้อนของมนุษย์ เป็น 3 มิติ เรียกว่า รูปแบบโครงสร้างทางสติปัญญา ดังนี้

1. Operation เป็นด้านกิจกรรมทางสมองขั้นต้นที่จะจัดกระทำข้อมูลจากสิ่งแวดล้อม
 2. Content เป็นด้านรูปแบบของข้อมูลที่เข้ามาให้รับรู้
 3. Product การแยกแยะผลการรับรู้ โดยแยกตามระดับความซับซ้อนของพฤติกรรม
- ในอันที่จะนำไปใช้ในด้านต่างๆ



ภาพประกอบ 7 รูปแบบโครงสร้างทางสถิติของกิฟฟอร์ด

1.1 การรู้จัก (cognition) แยกแยะความเหมือน แตกต่าง ซึ่งมาในรูปแบบๆ รูป เสียง กลิ่น รส สัมผัส ตัวอย่างฝึกได้แก่ ให้เด็กดูภาพของอย่างหนึ่งซึ่งมีส่วนประกอบไม่ครบ ให้ระบุส่วนที่ขาดไป

1.3 การคิดหลายทาง (divergent production) ให้ตอบสนองต่อสิ่งเร้าอย่างหนึ่ง ในหลายๆทางในรูปความคิด ตัวอย่างฝึกได้แก่การให้โจทย์ ให้หาทางอธิบาย หรือแก้ให้มากแบบที่ สุดเท่าที่จะทำได้

1.5 การประเมินผล (evaluation) ความสามารถในการตัดสินใจสรุปจากเกณฑ์ภายใน หรือเกณฑ์ภายนอก

2. Content รูปแบบของข้อมูลที่นักเรียนรับรู้

2.1 รูป (figural) รับรู้จากการดู รูป สัมผัส เสียง

2.2 สัญลักษณ์หรือนิมิต (symbolic) สัญลักษณ์เชิงรูปภาพหรือเขียน เช่น $\sqrt{\quad}$, $\ominus$

2.3 ภาษา (semantic) ภาษาพูด ภาษาเขียน

2.4 ท่าทาง (behavioral) เช่น ภาษามือ กิริยาขยับ

3. Product ผลของการรับรู้

3.1 หน่วย (units) รูปร่าง สัญลักษณ์ คำหรือวัตถุเดี่ยวๆ เช่น "แครอท" เป็นหน่วยใน
รูปภาษา (semantic unit)

3.2 กลุ่ม (classes) คือ เขตในทางคณิตศาสตร์ เช่น คำว่า "ผัก" เป็น กลุ่มในรูปภาษา
(semantic class)

3.3 ความสัมพันธ์ (relations) เป็นความคิด หรือ มโนคติเชื่อมโยงหน่วยกับกลุ่ม

ตัวอย่างการฝึก ให้ b เป็นเซตที่มี a เป็นสมาชิก

a	b	a	b	a	b
ลำไย	ผลไม้	กะหล่ำดอก	ผัก	เนื้อไก่	---

3.4 ระบบ (systems) เป็นความคิดหรือมโนคติเชื่อมโยงหน่วยภายในเซต เช่น
อัตราส่วน 1 : 4 เชื่อมโยงจำนวน 2 กับ 8 และ 15 กับ 60

ตัวอย่าง ถ้าซื้อไก่ 2 กระป๋อง 15 บาท 8 กระป๋องจะมีราคาเท่าไร

3.5 การแปลงรูป (transformations) เปลี่ยนข้อมูลในอีกรูปหนึ่ง หรือ การตีความ การ
สร้างโครงสร้างใหม่ๆจากโครงสร้างเดิม

3.6 การสรุปผล (implications) เป็นการคาดหรือทำนายผลของกรณีปฏิสัมพันธ์
ระหว่างหน่วย กลุ่ม ความสัมพันธ์ ระบบ และการแปลงรูป

ตัวอย่าง การฝึกตั้งคำถาม "อะไรจะเกิดขึ้น ถ้า_____" (" What if ____"
statement)

4.3 ขั้นการฝึก ณ ระดับต่างๆของความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ (Torrance's stages
at levels of creativity) คัดเอาเฉพาะที่เกี่ยวกับการจัดหลักสูตรคณิตศาสตร์ในความคิดของผู้วิจัย

1. ระดับอยากรู้

1.1 ถามปัญหา

1.2 หมกมุ่นที่จะค้นหาความจริง

1.3 ทดสอบข้อคาดเดา

1.4 หาวิธีที่ดีกว่าในการหาคำตอบ

1.5 ศึกษาที่เตรียมทักษะการเรียนรู้ไปใช้ตลอดชีวิต

2. ระดับเจาะลึก

2.1 พยายามศึกษาปัญหาที่ยากขึ้น

2.2 ไม่ใช่สิ่งที่เกิดจากการคิดหรือการกระทำววกๆ

2.3 ฝึกฝนในสิ่งที่เป็นเลิศและทำงานหนักเพื่อสิ่งนั้น

2.4 เปิดใจกว้างเพื่อความรู้ลึกจริงใจ รั้บรู้ความรัก ความร่วมทุ กษ์ร่วมสุข และมี

ความจริงใจ

3. มองช้าอย่างตั้งอกตั้งใจ

3.1 มองในมุมมองที่ต่างกัน

3.2 จ้องมองอย่างใกล้ชิด

3.3 ทำตัวลงคลุกคลีกับความคิดต่างๆ และโครงการต่างๆ

3.4 สนุกสนานกับการทำงานตามลำพัง

4. มีความรู้สึกไวต่อสิ่งต่างๆ

4.1 เรียนรู้ที่จะฟังและสื่อสารโดยใช้ความเข้าใจ

4.2 พยายามสืบดูว่าอะไรเป็นเหตุเคือคร้อนต่อคนอื่นหรือสิ่งอื่น

4.3 มีความคิดริเริ่มใหม่ๆในสาขาของตน

5 ขจัดความผิดพลาด สะพร้าออกไป

5.1 ปลุกปลอบใจที่จะทำงานบางชิ้นที่ยากและสำคัญ แม้ว่าไ้คาดล้งหน้าถึง
ความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้น

5.2 ศึกษาข้อผิดพลาดในลักษณะ " ผิดเป็นครู "

6 ทดลองหยั่ง

6.1 ลองกำลังความรู้ ทักษะและความสามารถ

6.2 ทดสอบสถานการณ์

6.3 ดูทรัพยากรที่จะใช้

6.4 ประมาณความเสี่ยง

6.5 ถามปัญหาที่ยังไม่มีคำตอบ

6.6 เห็นข้อบกพร่องในสิ่งที่มีการจัดลำดับไว้

6.7 มีความมั่นใจตนเองว่าจะพาตัวรอดได้

7 การตื่นตัวและเล่นกับแนวคิดใหม่ๆได้

7.1 มีความระมัดระวังแต่ไม่ระแวงหรือเกรงกลัว

7.2 สามารถหาความสนุกเพลิดเพลินกับการงานและการเรียน

8 มองทะลุปรุโปร่ง

8.1 สามารถทนได้ในสภาพยุ่งเหยิงซับซ้อน

8.2 แก้ปมซับซ้อน ต่อเติมสิ่งที่ไม่สมบูรณ์ได้

(Clendening and Davis. 1980 : 109 - 110)

เด็กที่มีความสามารถพิเศษ มีพฤติกรรมความคิดค่อนข้างสูง ตั้งแต่การนำไปใช้ วิเคราะห์ สังเคราะห์และประเมินค่า พฤติกรรมความคิดในระดับสูงเทียบได้กับการแก้ปัญหา และความคิด วิจารณ์ญาณ เมื่อเด็กมีโครงสร้างทางสติปัญญาพร้อมหรือบกพร่อง สามารถใช้รูปแบบโครงสร้าง ทางปัญญาของกิลฟอร์ดตรวจสอบ ความคิดสร้างสรรค์ในระดับต่างๆของนักเรียน ที่เสนอโดย ทอแรนซ์ ใช้เป็นที่สังเกตพฤติกรรมการสร้างสรรคของนักเรียน ความรู้ในสิ่งเหล่านี้มีส่วนช่วยใน การพัฒนาหลักสูตรเด็กที่มีความสามารถพิเศษ

ครูสอนเด็กที่มีความสามารถพิเศษ

เพื่อความพร้อมในการวิจัย ผู้วิจัยคิดว่าครูที่สอนเด็กที่มีความสามารถพิเศษน่าจะมีอะไร พิเศษกว่าธรรมดา จึงศึกษาลักษณะของครู ได้ผลดังต่อไปนี้ คือ มีบทบาทเป็นผู้เอื้อต่อการเรียนรู้ และต้องผ่านการฝึกฝนให้สมบูรณ์เต็มที่เพิ่มเติมจากประสบการณ์ด้านครู ลักษณะสำคัญ คือ มีสติ สูง ปัญญาสูง มีความซื่อสัตย์ต่อความรู้ ไม่เผด็จการความคิด มีความยืดหยุ่น มีความกระตือรือร้น เข้าใจความคิดสร้างสรรค์ และมีวุฒิภาวะทางจิตวิทยา ครูสอนเด็กที่มีความสามารถพิเศษไม่จำเป็นต้องเป็นคนที่มีความสามารถพิเศษ (Altman, R. and others. 1978 ; Maker. 1982 ; Linsey, Webb and others. 1980 ; Bishop. 1968 ; Milgram. 1979 ; Borensen. 1981 ; Lewis. 1982 ; Story. 1985)

เรขาคณิตที่เกี่ยวข้องกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

เนื่องจากผู้วิจัยประสงค์จะพัฒนาหลักสูตรพิเศษทางเรขาคณิต เสริมสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ จึงได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับเรขาคณิตเพิ่มเติม ดังนี้

ลักษณะที่พึงปรารถนาสุดยอดอันหนึ่งในหลักสูตรเด็กมัธยมศึกษาที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ คือ การพัฒนาความคิดและความสามารถในการพิสูจน์ในทางคณิตศาสตร์ นักคณิตศาสตร์ใช้การพิสูจน์ แสดงว่าทฤษฎีบทเป็นจริงภายใต้สมมติฐานจำนวนหนึ่ง เรขาคณิตนอกจากเป็นวิชาที่ฝึกทักษะในด้านมิติสัมพันธ์ (spatial ability) แล้ว ยังฝึกในด้านการให้เหตุผลแบบต่าง ๆ ทั้งสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน และเป็นพื้นฐานหลายสาขาวิชา เช่น วิศวกรรม สถาปัตยกรรม วิชาแสงและเทคโนโลยีอื่น ๆ ตลอดจนเป็นพื้นฐานที่จะเข้าใจคณิตศาสตร์อื่น เช่น แคลคูลัส เมื่อเรียนถึงระดับสูงสุดถึงเรื่องระบบสัจพจน์ และสมบัติความยั่งยืน (invariant property) จะเป็นพื้นฐานให้เข้าใจภาพรวมของคณิตศาสตร์สามสาขาใหญ่ คือ เรขาคณิต การวิเคราะห์ และพีชคณิต จึงนับว่าเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะจัดเป็นรายวิชาหนึ่งสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทางเรขาคณิตเด่น ๆ มี 2 ชิ้น ได้แก่ งานวิจัยทางจิตวิทยาของครุเตตสกี (Krutetskii) และ แวน ฮิลส์ (Van Hilles)

ครุเตตสกี เป็นนักจิตวิทยาชาวรัสเซีย ได้ทำรายงานชื่อ The Psychology of Mathematical Abilities in Schoolchildren ขึ้นในปี 1976 ศึกษาถึงระบบการจัดการทางประสาท กล่าวสรุปว่า ผู้ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ จะมีการจัดระบบประสาทลักษณะหนึ่งเรียกว่า การหล่อหลอมลักษณะคณิตศาสตร์ขึ้นในจิต (mathematical cast of mind) ซึ่งจะพบร่องรอยเบื้องต้นเมื่ออายุ 7 - 8 ปี จากนั้นจะมีลักษณะอัจฉริยะกว้างออกไป ร่องรอยนี้คือความพยายามของอินทรีย์ในการศึกษาสิ่งแวดล้อมในวิชาคณิตศาสตร์ พยายามหาคณิตศาสตร์ที่แฝงอยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ จากการสังเกตมิติสัมพันธ์ ความสัมพันธ์เชิงปริมาณ ความเชื่อมโยงและความขึ้นแก่กันในลักษณะฟังก์ชัน (Krutetskii, 1976) งานของครุเตตสกีได้เผยให้เห็นลักษณะคณิตศาสตร์ที่หล่อหลอมจิตใจของผู้ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ขึ้น 3 แบบ คือ

1. แบบวิเคราะห์ (analytic thinkers)
2. แบบเรขาคณิต (geometric thinkers)
3. แบบผสม (harmonic thinkers)

ผู้คิดในรูปการวิเคราะห์ มีสมบัติความคิดเป็นนามธรรม เเด่นในด้านพัฒนาการทางภาษา - ตรรกวิทยา แต่อ่อนในด้านการมองภาพ บุคคลเหล่านี้จะสามารถหารูปแบบเชิงนามธรรมได้ง่ายและไม่ต้องการภาพมาช่วยสนับสนุนระหว่างการศึกษาความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์ แต่จะใช้วิธีวิเคราะห์อันซับซ้อนที่จะแก้ปัญหา แม้ว่าวิธีที่ใช้ภาพจะง่ายกว่าก็ตามเมื่อใดมีปัญหาเชิงรูปธรรมก็จะแปลงเป็นปัญหานามธรรม ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์จะอ่อนมาก โดยเฉพาะเรื่องรูปสามมิติ ในโรงเรียนก็จะเก่งด้านเลขคณิตและพีชคณิตมากกว่าเรขาคณิต

ผู้คิดในเชิงเรขาคณิต จะแสดงการคิดรูปมโนภาพในจิต มีสายตาที่พัฒนาอย่างดีทำให้อธิบายความสัมพันธ์เชิงนามธรรมทางคณิตศาสตร์ในรูปที่เห็นได้อย่างใดอย่างหนึ่ง แม้คนจะมีความสามารถด้านภาษาและตรรกวิทยาดี และหลังจากที่ปัญหาที่พบนั้นแก้ได้โดยวิธีวิเคราะห์แล้วก็ตาม มักจะมีความโน้มเอียงในการใช้ภาพเพื่อจดจำทำความเข้าใจ และแม้ว่าการมองภาพค่อนข้างจะยาก ชับซ้อนก็ตาม แท้จริงแล้วจะมีความมั่นใจและเข้าใจชัดในความสัมพันธ์เชิงฟังก์ชัน และสูตรในเชิงวิเคราะห์อย่างแท้จริงต่อเมื่อมีการตีความเชิงภาพหรือแผนภาพ

ผู้คิดแบบผสม จะมีสภาพสมดุลระหว่างสองแบบแรก คือ มีพัฒนาการในด้านภาษา - ตรรกวิทยา และพัฒนาการในด้านการมองภาพ สามารถแก้ปัญหาได้ออกมาทั้งสองรูปแบบ บุคคลเหล่านี้ยังมีพวกที่เปอร์เซ็นต์การวิเคราะห์มาก และพวกที่มีเปอร์เซ็นต์การคิดเชิงเรขาคณิตมาก

จากประสบการณ์ของผู้วิจัยในการสอนนักเรียนที่เข้าค่ายคณิตศาสตร์เพื่อการแข่งขันคณิตศาสตร์โอลิมปิกซึ่งพอถือได้ว่าเป็นนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ พบว่าลักษณะที่ครูเดสก็กกกล่าวถึงมีส่วนจริง นักเรียนที่ได้รางวัลบางคนเรียนเรขาคณิตได้ดี แก้ปัญหาเรขาคณิตได้เมื่อพบข้อสอบจริง แต่บางคนแม้ว่าจะเรียนเรขาคณิตดี แต่ถนัดด้านตรีโกณมิติที่เป็นเรื่องการวิเคราะห์ เมื่อเผชิญปัญหาข้อสอบเรขาคณิตที่ยาก กลับหันไปใช้ตรีโกณมิติแก้ปัญหา ผู้วิจัยคิดว่าเป็นเรื่องพื้นฐานความมั่นใจ คนที่ถนัดอะไรแล้ว เมื่อจวนตัวจิตใจส่วนลึกจะตอบสนองหรือแก้ไขตามที่ตนถนัดที่สุด

นักการศึกษาชาวดัชท์ สองสามีภรรยาชื่อ ปีแอร์ แวน ฮิลลี (Pierre van Hille) และไดนา แวน ฮิลลี (Dina van Hille - Geldof) ได้ศึกษาการรับความรู้ทางเรขาคณิตของนักเรียนและพัฒนาการความคิดทางเรขาคณิต พบแนวทางพัฒนาการทางเรขาคณิตทำนองเดียวกับที่เพียเจต์พบขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียน และอธิบายได้ว่าเหตุใดนักเรียนจึงมีความยุ่งยากในเรียนเรขาคณิต แวน ฮิลลีสรุปว่า ขั้นพัฒนาการความคิดทางเรขาคณิตมีอยู่จริงในนักเรียน แบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 0 นักเรียนที่มีความคิดระดับ 0 รับรู้รูปในภาพรวม ยังไม่ได้วิเคราะห์แยกแยะให้เห็นส่วนประกอบ เช่น เมื่อเรียกรูปจตุรัสได้ถูกต้องจะไม่มีความคิดใดเรื่องมุมฉากและความยาวด้านที่เท่ากัน ปฏิบัติตามคำถามที่ว่าทำไมจึงเป็นรูปสี่เหลี่ยมจตุรัส คือ เพราะดูแล้วเป็นรูปสี่เหลี่ยมจตุรัส

ระดับ 1 นักเรียนที่มีความคิดระดับ 1 สามารถวิเคราะห์รูปได้โดยสนใจส่วนต่างๆ ของรูป วิเคราะห์ได้ว่ารูปสี่เหลี่ยมจตุรัสมีด้านทั้งสี่ยาวเท่ากัน และมีมุมทุกมุมเป็นมุมฉาก สามารถใช้สมบัติของรูปเพื่อบอกรูปได้ เช่น สำหรับคำถามที่ว่า "รูปอะไรเอ่ย มีด้านทุกด้าน เท่ากัน มีมุมทุกมุมเป็นมุมฉาก ?" ก็จะตอบได้ว่า เป็นรูปสี่เหลี่ยมจตุรัส รูปสี่เหลี่ยมที่มีด้านขนานกันสองคู่

จะเป็นสี่เหลี่ยมด้านขนาน แต่นักเรียนที่มีความคิดในระดับนี้ยังไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส และสี่เหลี่ยมด้านขนานได้

ระดับ 2 นักเรียนที่มีความคิดระดับ 2 เห็นความสัมพันธ์ระหว่างรูปต่าง ๆ และ ความสัมพันธ์ในสมบัติ ของรูปเหล่านั้น เช่น ทราบว่ารูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก และ รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากก็เป็นตัวอย่างของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน นอกจากนี้ยังเห็นความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติต่าง ๆ ของรูปชนิดเดียวกัน ระเบียบนี้เป็นระเบียบเริ่มต้นก่อนที่จะมีความสามารถด้านการพิสูจน์

ระดับ 3 นักเรียนที่มีความคิดในระดับ 3 เริ่มต้นเข้าใจการพิสูจน์แบบนิรนัย (deductive reasoning) นักเรียนสามารถติดตามการพิสูจน์ได้ เรียนรู้ที่จะดำเนินการพิสูจน์ด้วยตนเองได้ อธิบายได้ ไม่เหมือนนักเรียนในระดับ 2 (ที่ตอบว่าผมคิดว่าผมเข้าใจแต่ผมก็อธิบายไม่ได้)

ระดับ 4 เป็นระดับสุดยอดของพัฒนาการของการคิดปฏิบัติการโดยใช้นามธรรม มีลักษณะคล้ายเป็นนักคณิตศาสตร์ นักเรียนที่มีความคิดในระดับนี้จะมีความเข้าใจในโครงสร้างคณิตศาสตร์อย่างลึกซึ้ง สามารถวิเคราะห์ลักษณะโครงสร้าง และระบบสัจพจน์ และเปรียบเทียบเรขาคณิตที่มีสัจพจน์คนละชุดได้

งานของ แวน ฮิลล์ เกี่ยวข้องกับความพร้อมทางเรขาคณิตอย่างมาก เขาและภรรยาพบว่า พัฒนาการความคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนมีลักษณะต่อไปนี้

1. นักเรียน จะไม่ผ่านระดับที่ n ถ้ายังไม่ผ่านระดับที่ $n-1$ (fixed sequence)
2. คนที่มีความคิดทางเรขาคณิตต่างระดับกัน จะพูดกันคนละภาษา กล่าวคือ คนที่อยู่ระดับต่ำกว่าจะไม่เข้าใจคนที่อธิบายถึงประเด็นในระดับที่สูงกว่า (separation)
3. นักเรียนจะแสดงพฤติกรรมในระดับที่ n ได้ด้วยความเข้าใจเมื่อนักเรียนมีพื้นฐานในระดับที่ $n-1$ มาก่อน (adjacency)

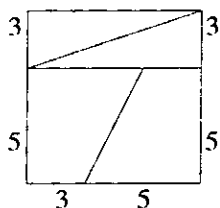
แวน ฮิลล์ เชื่อว่าเราสามารถเร่งให้เด็กยกระดับความคิดขึ้นได้รวดเร็วโดยการสอน และหาวิธีจะนำนักเรียนจากระดับหนึ่ง ขึ้นไปสู่อีกระดับหนึ่ง ใช้วิธีเร่งเรียนโดยผ่านขั้นตอนที่วางไว้อย่างดี เพื่อยืนยันความเชื่อนี้ ไคนา ฮิลล์ ได้ทดลองใช้แบบฝึกหัด 20 แบบฝึกหัด พัฒนาความคิดนักเรียนจากระดับ 1 ไป 2 และ 50 แบบฝึกหัดพัฒนาจากระดับ 2 ไป 3 เมื่อใช้กับเด็กอายุ 12 ปี

ในสหรัฐพบว่าเด็กมัธยมยังมีนักเรียนในระดับ 0 หลายเปอร์เซ็นต์ มีระดับ 2 ต่ำกว่าที่คาดไว้ในประเทศไทย สุพจน์ ไซยสังข์ พบว่านักเรียนไทยในกลุ่มเหล่านี้ได้แสดงข้อผิดพลาดในการพิสูจน์ กล่าวโดยย่อคือพิสูจน์ไม่เป็น ทั้งยอมรับข้อความที่ได้แสดงให้เห็นจริงโดยการทดลอง เช่น การฟัง การคิด ฯลฯ ว่าเป็นจริง ทั้ง ๆ ที่ยังไม่มี การพิสูจน์อย่างเป็นทางการ ส่วนนักเรียนใน ระดับ 3 ถ้าปัญหาง่ายจะประสบความสำเร็จในการพิสูจน์ แต่ถ้าปัญหายากก็มีแนวโน้มกลับมาแสดง

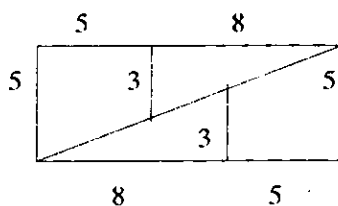
พฤติกรรมดังเช่น นักเรียนในระดับชั้นอื่น เช่น สรุปโดยดูจากรูป อ้างเหตุผลผิด หรือใช้เหตุผลที่คิดขึ้นเอง (Chaiyasang. 1988)

ข้อเท็จจริงนี้ตอบปัญหาว่า เหตุใดนักเรียนจึงประสบความยุ่งยากในการพิสูจน์ ผู้วิจัยคิดว่าทฤษฎีของแวน ฮิลลี เป็นจริงสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษโดยไม่มีข้อยกเว้น นักเรียนอาจมองไม่เห็นความจำเป็นที่ต้องพิสูจน์ เรื่องการพิสูจน์ไม่มีในความคิดมาก่อน จนกว่าจะพบปัญหาจากการคิดคำนวณ และใช้สูตรผิดเนื่องจากดูรูปผิด (ซึ่งส่วนหนึ่งเป็นปัญหาที่เกิดจากการที่หักทศว่าเส้นตรงสองเส้นเป็นเส้นตรงเดียวกัน) เช่น ปัญหาจนที่ว่า พื้นที่หายไปไหน หรือเพิ่มอย่างไร

1.

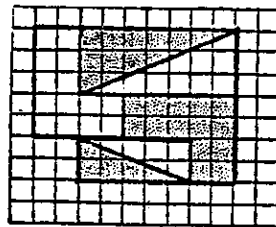
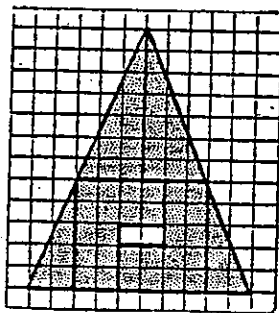
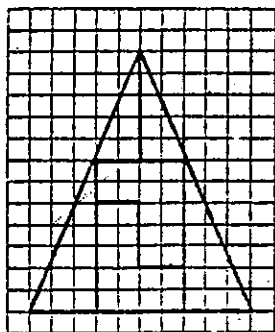


พื้นที่ 64 ตร. หน่วย



พื้นที่ 65 ตร. หน่วย

2 .



ภาพประกอบ 8 พื้นที่หายไปไหน

เป็นตัวอย่างที่ทำให้นักเรียนได้คิดว่า การใช้สายตามองรูปอย่างเดียวกไม่เพียงพอ ต้องอาศัยความรู้ทางด้านเหตุผลช่วยวิเคราะห์ประกอบกันจึงจะแก้ปัญหาได้ จุดนี้ผู้วิจัยคิดว่าจะเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนเห็นความจำเป็นของการพิสูจน์เพื่อพัฒนาทฤษฎีบทมาเป็นเครื่องมือที่มั่นคง รองรับการใช้แก้ปัญหา นอกจากนี้ตัวอย่างภาพลวงตาต่าง ๆ จะช่วยยืนยันให้นักเรียนประจักษ์แก่ตนเองว่าจะพึ่งแต่การมองอย่างเดียวกไม่ได้แล้ว ซึ่งผู้วิจัยจะนำความคิดเหล่านี้ บรรจุเป็นประสบการณ์ในหลักสูตรเรขาคณิตเสริมนี้ด้วย

การประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตร

1. แนวคิดทั่วไป

การประเมินผลหลักสูตร มี 2 ประการ

1. เพื่อปรับปรุงหลักสูตร (formative)
2. เพื่อประเมินรวบยอด (summative)

ในทัศนะของนักพัฒนาหลักสูตร จะต่างจากนักวิจัยเกี่ยวกับหลักสูตร กล่าวคือ นักวิจัยจะไม่ยับยั้งหลักสูตรระหว่างดำเนินการ ด้วยเกรงว่า อาจเกิดตัวแปรที่ไม่คาดคิด และอาจมีผลกระทบกระเทือนต่อการวัดผลเชิงวิจัยเนื่องจากสถานการณ์เปลี่ยนแปลงไป แต่นักพัฒนาหลักสูตรมักสนับสนุนการปรับปรุงกระบวนการระหว่างดำเนินการ แม้ว่าจะมีผลกระทบกระเทือนต่อโครงสร้างของหลักสูตร เรโนลด์ (Reynolds, 1966) ชี้ว่า "จุดประสงค์ของการประเมินผลทางการศึกษา คือ ต้องการให้มีส่วนในการปรับปรุงการสอน มิใช่การตัดสินว่าโครงการควรอยู่หรือล้มเลิก" ผู้วิจัยที่มีที่ปรึกษาเป็นทั้งนักพัฒนาหลักสูตรและนักวิจัย จึงนิยมให้มีการประเมินทั้งสองแบบ คือประเมินระหว่างดำเนินการ เพื่อจะได้ปรับปรุงการดำเนินการเรียนการสอน และประเมินผลสุดท้าย บลูม เฮสติงส์และมาเดาส์ (Bloom, Hastings and Madaus, 1971 : 20) กล่าวถึงการประเมินผลทั้งสองแบบว่า

"การประเมินรวบยอด เป็นการประเมินที่ใช้ในปลายภาคเรียน สิ้นสุดการเรียน หรือหลักสูตรเพื่อตัดสินผลคะแนน เพื่อให้ได้รับรองการศึกษา การประเมินกระบวนการ หรือสำหรับการวิจัยประสิทธิภาพของหลักสูตร หรือติดตามผลการวางแผนทางการศึกษา ส่วนการประเมินเพื่อ ปรับปรุงหลักสูตร เป็นระบบที่มีไว้สำหรับการประเมินกระบวนการสร้างหลักสูตร การสอน และการเรียน โดยมีจุดมุ่งหมายปรับปรุง กระบวนการทั้ง 3 ประการนี้ เป็นสำคัญ"

ผู้วิจัยเห็นด้วยอย่างยิ่งกับแนวคิดนี้ เพราะจะไม่กระทบผลของการวิจัยหลักสูตร และในขณะเดียวกันได้เอื้อต่อการปรับปรุงหลักสูตรได้ทันทั่วทั้งระหว่างดำเนินการอยู่ และเห็นด้วยว่าการประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตร จะดูที่ขั้นตอนการปรับปรุงหลักสูตรไม่ได้ เพราะมีตัวแปร คือ การปรับปรุงซ่อมเสริม การใช้เลือกผลคะแนนในการทดสอบครั้งแรกหรือคะแนนหลังจากซ่อมเสริมแล้ว หรือแม้แต่คะแนนเฉลี่ยก็ตาม ไม่น่าจะเป็นตัวแทนที่ดีที่จะบอกประสิทธิภาพของหลักสูตร จึงคิดจะทำการประเมินรวบยอดอย่างเดียวแสดงประสิทธิภาพของหลักสูตร ซึ่งหมายถึงรวมถึงผลสัมฤทธิ์ และเจตคติของนักเรียน และหากจะทำโครงการเด็กที่มีความสามารถพิเศษคงต้องมีแบบสอบถามความคิดเห็นจากผู้ปกครองด้วย

2. การสำรวจรูปแบบของแบบทดสอบ

การทดสอบแบบอิงกลุ่ม (normed-referenced testing) เป็นการทดสอบซึ่งแปลความหมายของการทดสอบ โดยเอาผลการสอบของผู้สอบเทียบกับตนเองว่าใครอยู่ในลำดับที่เท่าใดของกลุ่ม โดยข้อสอบแต่ละข้อที่คัดเลือกมาต้องสามารถจำแนกความเก่ง อ่อน ของผู้สอบได้ดี

การทดสอบแบบอิงมวลความรู้ (domain-referenced testing) เป็นการทดสอบที่นำผลจากผลการทดสอบไปเทียบกับเขตของงานที่ให้ทำ โดยแบบทดสอบอิงมวลความรู้จะสร้างมาจากลักษณะเฉพาะของมวลความรู้ที่ได้จากการสุ่มมาจากมวลประชากรของข้อสอบ

การทดสอบแบบอิงเกณฑ์ (criterion - referenced testing) เป็นการทดสอบซึ่งแปลความหมายของผลการสอบ โดยการนำผลการทดสอบของผู้สอบไปเทียบกับมาตรฐานที่แท้จริง (absolute standard) ว่าอยู่ในมาตรฐานที่ยอมรับได้หรือไม่ โดยแบบทดสอบอิงเกณฑ์จะเป็นแบบทดสอบที่บรรจุเนื้อหาสาระของข้อสอบ ที่เฉพาะเจาะจงสอดคล้องกับจุดประสงค์การสอน ที่เป็นหลักสำคัญ เป็นหมวดหมู่ มีคะแนนจุดตัด (cut - off score) หรือคะแนนเกณฑ์สำหรับใช้เป็นเครื่องตัดสินว่าผู้สอบมีความรอบรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ มีประโยชน์สูงสุดต่อการตัดสินใจ ความก้าวหน้าของการเรียนรู้ของนักเรียนภายใต้หลักสูตรใดหลักสูตรหนึ่ง กล่าวคือ ทำให้รู้ได้ว่านักเรียนคนใดต้องเรียนซ่อมเสริมในหน่วยการเรียนรู้ นั้น ๆ หรือไม่ และนักเรียนคนใดพร้อมที่จะเรียนหน่วยต่อไปได้

เห็นได้ชัดเจนว่า การทดสอบแบบอิงเกณฑ์มีความเหมาะสมที่สุดที่จะใช้ในการพัฒนาหลักสูตรครั้งนี้

3. คุณภาพของแบบทดสอบ

ประเด็นที่ยังไม่ชัดเจนในการทดสอบแบบอิงเกณฑ์ ได้แก่

- 3.1 คะแนนจุดตัด แต่ละจุดประสงค์ต้องตอบถูกต้องได้กี่ข้อจึงจะนับว่าเป็นผู้รอบรู้
- 3.2 ความเชื่อมั่น
- 3.3 ความเที่ยงตรง

3.1 การหาคะแนนจุดตัด มีแนวคิดสองกลุ่มเกี่ยวกับการกำหนดคะแนนจุดตัด คือ

กลุ่ม 1 เฟ่งเล็งสถานะความรู้ (state model views) คนที่รอบรู้น่าจะทำข้อสอบตามจุดประสงค์ได้ทั้งหมด ถ้าแบบทดสอบสมบูรณ์แบบ แต่เราหาแบบทดสอบสมบูรณ์แบบจริง ๆ คงไม่ได้ มักเกิดการผิดพลาด (error) ในการวัดจึงมีการตั้งคะแนนจุดตัดต่ำกว่าเกณฑ์ โดยปกติใช้คะแนน 80% เป็นเกณฑ์

กลุ่ม 2 ไม่เพียงถึงความรอบรู้ที่สมบูรณ์แบบ แต่มองคะแนนที่ทำเรียงกันมาอย่างต่อเนื่อง (continuum model views) และหาคะแนนจุดตัด เพื่อใช้แยกแยะผู้รอบรู้ออกจากผู้ไม่รอบรู้

จีน กลาส (Glass, 1978) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับวิธีการหาคะแนนจุดตัด ซึ่งมีมากมายหลายวิธีว่าวิธีใดจะดีที่สุด ปรากฏว่าแต่ละวิธีได้ผลเสียดีในแง่มุมต่าง ๆ กัน จึงตัดสินใจไม่ได้ว่าวิธีใดดีที่สุด วิธีที่ผู้วิจัยสนใจที่จะนำมาใช้ตอบปัญหาที่ว่า นักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ จะเรียนเรขาคณิตไปได้ไกลเพียงใด มาจากการประสมประสานแนวคิด การปรับเกณฑ์ตามคะแนนเกณฑ์อื่น ซึ่งใช้เกณฑ์ภายนอกเป็นตัวเทียบ กับการหาค่าความเชื่อมั่นที่ใช้ข้อสอบคู่ขนาน เกณฑ์ภายนอกต้องประจักษ์ชัด และเป็นที่ยอมรับทั่วไปว่าใช้บอกความรอบรู้หรือความสามารถ (mastering) ได้ เช่น ใบจบชั้นเรียน เช่น เครื่องชี้บ่งว่าใครมีความสามารถจบชั้นเรียน เราใช้เกณฑ์ภายนอกคัดเลือกคนจำนวนหนึ่งให้ประกอบด้วยคนที่รอบรู้ตามเกณฑ์ภายนอกจำนวนหนึ่ง และคนที่ไม่รอบรู้ตามเกณฑ์จำนวนหนึ่ง นำแบบทดสอบที่ต้องการกำหนดคะแนนจุดตัดไปลองกับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ปรากฏผลดังนี้

	ต่ำกว่า X	ตั้งแต่ X ขึ้นไป	
รอบรู้	FN (d คน)	TM (c คน)	M
ไม่รอบรู้	TN (a คน)	FM (b คน)	N

เมื่อ TM แทนกลุ่มที่รอบรู้จริง หมายถึงกลุ่มนักเรียนที่คัดจากเกณฑ์ภายนอกว่ารอบรู้แล้ว

สอบได้คะแนนสูงกว่าหรือเท่ากับ X

FM แทนกลุ่มที่รอบรู้โดยบังเอิญ หมายถึงกลุ่มนักเรียนที่คัดจากเกณฑ์ภายนอก

ว่าไม่รอบรู้ แต่เกิดสอบได้คะแนนเกิน X

TN แทนกลุ่มไม่รอบรู้จริง หมายถึง กลุ่มนักเรียนที่คัดจากเกณฑ์ภายนอกว่ารอบรู้

แล้วมาสอบได้คะแนนต่ำกว่า X

FN แทนกลุ่มไม่รอบรู้โดยบังเอิญ หมายถึง กลุ่มนักเรียนที่คัดจากเกณฑ์ภายนอกว่า

รอบรู้ แต่เกิดสอบได้คะแนนต่ำกว่า X

กำหนดความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ ดังนี้

ความน่าจะเป็นที่จะคัดนักเรียน 1 คน ได้เป็นพวก TM คือ

$$P(TM) = \frac{c}{(M + N)}$$

ความน่าจะเป็นที่จะคัดนักเรียน 1 คน ได้เป็นพวก FM คือ

$$P(FM) = \frac{b}{(M + N)}$$

ความน่าจะเป็นที่จะคัดนักเรียน 1 คน ได้เป็นพวก TN และ FN ตามลำดับ คือ

$$P(TN) = \frac{a}{(M + N)}$$

$$\text{และ } P(FN) = \frac{d}{(M + N)}$$

ความน่าจะเป็นที่จะได้รอบรู้ ตามเกณฑ์ภายนอก $BR = P(FN) + P(TM)$

ความน่าจะเป็นที่จะได้คะแนน ตั้งแต่ X ขึ้นไป $SR = P(TM) + P(FM)$

สัมประสิทธิ์ฟิ หรือสัมประสิทธิ์ความแม่นยำ คือ

$$\phi_{vc} = \frac{P(TM) + (BR)(SR)}{\sqrt{BR(1-BR)SR(1-SR)}}$$

คะแนน X ที่จะใช้เป็นคะแนนจุดตัด เป็นคะแนนที่มีค่า ϕ_{vc} สูงสุด หรือใกล้เคียงที่ทำให้ค่าความเชื่อมั่นสูงสุด

3.2 การหาความเชื่อมั่น สำหรับความเชื่อมั่นของข้อสอบอิงเกณฑ์ สมาคมจิตวิทยาอเมริกัน (Grondlund and Linn. 1990 : 98-99 ; citing American Psychological Association. 1985) ได้เสนอเป็นมาตรฐาน (test-standards) ในปี 1985 ดังนี้ ให้ใช้แบบทดสอบคู่ขนาน 2 ฉบับ (ให้เป็น A กับ B) ทำการทดสอบกับกลุ่มผู้ทดสอบกลุ่มหนึ่ง จะได้

$$\text{ความสอดคล้องกัน} = \frac{\text{จำนวนผู้รอบรู้(ทั้งสองฉบับ)} + \text{จำนวนผู้ไม่รอบรู้(ทั้งสองฉบับ)}}{\text{จำนวนผู้สอบทั้งหมด}}$$

ค่าความสอดคล้องกันนี้ เป็นค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ มีวิธีหาค่าความเชื่อมั่นแบบอื่นอีก ซึ่งต้องใช้สมมุติฐานต่างๆ เช่น ความเป็นอิสระของข้อสอบแต่ละข้อ ความน่าจะเป็นที่จะตอบถูกแต่ละข้อต้องเท่ากัน ฯลฯ ผู้วิจัยเห็นว่าในการพัฒนาหลักสูตรเรขาคณิต ความรู้ทางเรขาคณิตมีความเชื่อมโยงกันในเชิงเหตุผลเป็นส่วนใหญ่ ข้อสอบเรขาคณิตจะมีอิสระต่อกันทุก

ข้อจริง ๆ คงไม่ได้ และข้อสอบมิได้เป็นรูปแบบเลือกคำตอบ ความน่าจะเป็นที่จะตอบถูกยากยิ่งที่แต่ละข้อจะเท่ากัน จึงไม่เหมาะกับการหาความเชื่อมั่นหลายวิธีที่ใช้สมมติฐานเช่นนั้น จึงคิดว่าในการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ น่าจะไปใช้รูปแบบง่าย ๆ ตามที่สมาคมจิตวิทยาอเมริกันเสนอไว้ แต่โดยที่ผู้วิจัยมุ่งศึกษาประเด็นที่ว่านักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ จะเรียนเรขาคณิตได้ถึงระดับเรขาคณิตปริญาตรีหรือไม่ จึงดัดแปลงวิธีดังกล่าว โดยใช้ข้อสอบชุดเดียวในการสอบครั้งสุดท้าย (ชุด B) ไม่มีชุด A โดยครั้งแรกที่คัดแยกกลุ่มคนเป็นกลุ่มรอบรู้และไม่รอบรู้ นั้น จะใช้ผู้ที่เรียนเรขาคณิตแล้วสอบผ่านกับผู้ไม่ได้เรียนหรือสอบไม่ผ่านตามลำดับ เป็นเกณฑ์ภายนอก

3.3 การหาความเที่ยงตรง (Validity) เนื่องจากเรานำผลคะแนนสอบไปใช้หลายทาง จะอิงความเที่ยงตรงหลายแบบไปด้วย ตามมาตรฐานการแบ่งประเภทของความเที่ยงตรงใช้กันแพร่หลาย ได้แบ่งความเที่ยงตรงเป็น 3 แบบ คือ (1) ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) ใช้ตัดสินใจว่า แบบทดสอบเป็นตัวแทนของสถานการณ์ต่าง ๆ ที่จะทดสอบได้พอเพียงหรือไม่ (2) ความเที่ยงตรงเกี่ยวข้องกับเกณฑ์ (criterion - related validity) ใช้ตัดสินว่า คะแนนสอบสามารถบอกความสามารถของแต่ละคน เทียบกับผลการวัดทางอื่นที่เกิดพร้อมกันหรือเกิดหลังจากนั้นหรือไม่ (3) ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (construct validity) ใช้เมื่อว่าผลการสอบสามารถอธิบายลักษณะเครื่องบ่งชี้ทางจิตวิทยาหรือลักษณะเชิงคุณภาพใดของผู้สอบ ได้มากน้อยเพียงใด

โดยที่ผู้วิจัยสนใจจะศึกษาว่า นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ จะเรียนเรขาคณิตไปได้ไกลเพียงใด ซึ่งจะต้องดูเนื้อหาของเรขาคณิตเป็นสำคัญ จึงตัดสินใจการพัฒนาแบบทดสอบให้มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ซึ่งจะตรงตามจุดมุ่งหมายการใช้มากที่สุด

4 งานวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบของข้อสอบเด็กที่มีความสามารถพิเศษ

ข้อสอบ ชนิดหลายตัวเลือก อาจไม่เหมาะกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ เด็กที่เลือกคำตอบถูกอาจทำไม่ได้เมื่อถามให้หาคำตอบทั้งหมด (Badger. 1990) แม้แต่การพิสูจน์ทางเรขาคณิตที่ค่อนข้างแคบในเนื้อหา สตีเวนสัน แอฟเวอเรทท์ และวิกเกอร์ (Stevenson, Averett and Vickers. 1990) พบว่าเด็กที่พิสูจน์ไม่ได้กลับทำข้อสอบชนิดหลายตัวเลือกในปัญหาเดียวกันได้เป็นส่วนมาก ในเรื่องการแก้ปัญหาให้ผลเป็นไปในทำนองเดียวกัน เวิร์ด เฟรดเดอริกเซน และคาร์ลสัน (Ward, Frederickson and Carlson. 1980) ชี้ให้เห็นว่ามีสิ่งอื่นที่ใช้ในการเลือกคำตอบนอกจากความคิดสร้างสรรค์

บทที่ 3

การดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยและพัฒนา (research and development) ประกอบด้วยงานหลัก 2 ประการ คือ การพัฒนาหลักสูตรและการทดลองใช้หลักสูตร ผู้วิจัยขอนำเสนอในหัวข้อต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 การพัฒนาหลักสูตร

1. วิธีดำเนินการพัฒนาหลักสูตร
2. การตรวจสอบคุณภาพ

ส่วนที่ 2 การทดลองใช้หลักสูตร

1. กลุ่มตัวอย่าง
2. การรวบรวมข้อมูล
3. การวิเคราะห์ข้อมูล และสถิติ
4. รายละเอียดของเครื่องมือวัดในการวิจัย

การพัฒนาหลักสูตร

1. วิธีดำเนินการพัฒนาหลักสูตร

1.1 การวางเป้าหมายของหลักสูตร และจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

ผู้วิจัยวางเป้าหมายโดยคำนึงถึงปรัชญาแห่งความเสมอภาคทางการศึกษาที่กล่าวว่า ความเสมอภาค หมายถึง การมีโอกาสประสบความสำเร็จตามความพยายาม ความสามารถและศักยภาพของเอกัตบุคคล นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงลักษณะและความต้องการของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์พื้นฐานการวางจุดประสงค์ของบлум โครงสร้างทางสติปัญญาของกิลฟอร์ด และระดับต่างๆของความคิดสร้างสรรค์ของทอเรนซ์

จากเอกสารและงานวิจัย พบว่า หลักสูตรของเด็กที่มีความสามารถพิเศษต้องมีลักษณะต่างจากหลักสูตรธรรมดาในแง่ที่ว่าต้องเน้นพฤติกรรมการเรียนรู้ระดับสูง สอดคล้องและเอื้อต่อลักษณะและความต้องการของเด็กที่มีความสามารถพิเศษ จึงวางเป้าหมายและจุดมุ่งหมายในแนวทางที่เลี้ยงศักยภาพความสามารถพิเศษ และชักนำศักยภาพเหล่านั้นมาใช้เต็มที่

1.2 การก

โดยที่หลักสูตรนี้ไม่เก็บรายละเอียด แต่ต้องนำศึกษาสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ และเมื่อศึกษาแล้ว ต้องรู้กว้างในแง่ของการนำไปใช้ และรู้ลึกในสิ่งที่นักเรียนพบแล้วสนใจ ตลอดจนเห็นความเชื่อมโยงของความรู้เหล่านั้น ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักสูตรเรขาคณิตตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นถึงระดับปริญญาตรี ตลอดจนรวบรวมแนวคิดจากหนังสือและตำราต่างๆ (ภาคผนวก 3) ศึกษาว่า มีมโนคติหรือแนวคิดใดเป็นหลักพื้นฐานที่จะทำให้เกิดความรู้อื่นๆ นำแนวคิดหลักเหล่านั้นมาจัดเป็นหมวดหมู่ในลักษณะตอน (section) ของแต่ละหน่วยเป็นจุดวางแนวการศึกษาเป็นเรื่องราวไปตามลำดับ และอาศัยศักยภาพความสามารถพิเศษของนักเรียนในการพัฒนาความรู้ใหม่จากความรู้เดิม ในขณะเดียวกันคัดสรรโจทย์จากหนังสือและตำราต่างๆ ผูกการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ ความคิดวิจารณ์ญาณ โดยฝึกเป็นระยะๆ เน้นการนำความรู้ไปใช้โดยทันที ซึ่งจะเกิดการเรียนรู้สูงสุด 90 % ตามหลักพีระมิดแห่งการเรียนรู้ เนื้อหาจัดแยกเป็น 4 หน่วย ตามหมวดหมู่ของเรื่อง ได้แก่ ความรู้พื้นฐาน เรขาคณิตระบบยูคลิด เรขาคณิตการแปลง และเรขาคณิตนอกระบบยูคลิดเชิงสำรวจ และความเข้าใจเกี่ยวกับระบบสัจพจน์ ส่วนที่แตกต่างจากเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นได้แก่ตรีโกณมิติเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยม ทฤษฎีเกี่ยวกับเส้นสัมผัส เส้นออยเลอร์ ในเรขาคณิตยูคลิด นอกจากนี้มีเรขาคณิตการแปลง เรขาคณิตทรงกลม รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เรขาคณิตไฮเพอร์โบลิก เรขาคณิตเอลลิปติก และพื้นฐานเรขาคณิตโปรเจกทิฟ ตลอดจนระบบสัจพจน์เชิงสำรวจ นอกจากนี้ยังได้แทรกปัญหาเกมและเทคโนโลยีซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้ความรู้ดังกล่าวด้วย กรอบของเนื้อหาได้ปรึกษากับผู้ทรงคุณวุฒิและประธานควบคุมปริญญาบัตรแล้ว

1.3 หลักการพัฒนามาตรเรียนและวางรูปแบบกิจกรรม

นอกจากคำนึงถึงความต้องการของเด็กที่มีความสามารถพิเศษ และลักษณะของหลักสูตรของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์แล้ว ผู้วิจัยคำนึงถึงบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ทัศนคติต่อความคิดสร้างสรรค์ ความคิดวิจารณ์ญาณไว้ และพัฒนาการทางความคิด

1.3.1 บรรยากาศ สำหรับความคิดสร้างสรรค์ บรรยากาศที่เอื้อต่อความคิดสร้างสรรค์มีลักษณะที่จำเป็น 2 ลักษณะคือ ความเป็นอิสระ และความปลอดภัยทางจิต (Rogers. 1962 ; Davis. 1973 ; Ankney and Sayre. 1975) ในด้านความเป็นอิสระ เด็กที่มีความสามารถพิเศษทั่วไปไม่ต้องการอยู่ในกรอบข้อจำกัด จึงเปิดโอกาสให้นักเรียนศึกษาสำรวจอย่างกว้างขวางในแง่มุมต่างๆ แล้วใช้ศักยภาพของตนศึกษาเจาะลึกในเรื่องที่ตนสนใจ ทั้งมีโอกาสเพิ่มพูนความสามารถ และทักษะการแก้ปัญหาตามที่ต้องการด้วยทั้งนี้กิจกรรมในหลักสูตร อุปกรณ์ที่จับต้องได้ (manipulative device) ของเล่น หนังสือ และมุมความรู้ มีส่วนช่วยอย่างยิ่ง

เนื่องจากกิจกรรมส่วนใหญ่เป็นการศึกษด้วยตนเอง ในบทเรียนและกิจกรรมจะพยายามใช้ภาษาพูดที่นักเรียนรู้เรื่องและให้มีความรู้สึกเหมือนว่ามีอาจารย์มาสนทนาด้วย ทั้งแทรกอารมณ์ขันในบางโอกาสซึ่งช่วยด้านบรรยากาศความคิดสร้างสรรค์อีกทางหนึ่ง (อารมณ์ขันเป็นลักษณะหนึ่งของผู้มีความคิดสร้างสรรค์ (Guildford. 1980)) ในด้านความปลอดภัยทางจิต นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษค่อนข้างอ่อนไหวต่อการถูกวิพากษ์วิจารณ์ ถูกเพ่งเล็ง และความคาดหวังในตัวของเขา (Galbraith. 1985) ในบทเรียนผู้วิจัยจะเสนอปัญหาในลักษณะเล่าเรื่องความสามารถของคนอื่นในปัญหา หรือการให้เหตุผลผิดๆ ขั้วทางอ้อมให้ยากคิดแก้ปัญหาหรือหาเหตุผลเอง ไม่ใช้คำพูดที่คาดคั้นกับนักเรียนว่าต้องทำได้ มีความผ่อนคลาย มีความสนุก ไม่ฝืนความรู้สึก เมื่อใครมีความเห็นอะไรจะให้ความสนใจ ซึ่งถ้าผิดพลาดจะไม่ตำหนิ หรือเยาะเย้ย แต่จะค่อยๆชี้แจงให้เข้าใจ และป้องกันนักเรียนพ้นจากการเยาะเย้ยของนักเรียนอื่น สำหรับความคิดวิจารณ์ญาณ ผู้วิจัยจะแทรกโจทย์ในกิจกรรม เช่นการค้นความผิดพลาดของความคิด การวินิจฉัยความถูกต้องเหมาะสมของช่องทางแก้ปัญหา

นอกจากที่กล่าวแล้วผู้วิจัยสร้างแนวคิดต่างๆทั้งด้านความรู้ใหม่และวิธีการ โดยให้ฝึกฝนในรูปของตัวอย่าง หรือกิจกรรมตอบคำถาม ในกิจกรรมจะมีแบบไม่จำเจ มีทั้งเสนอในรูปแบบความคิดเห็นบ้าง กิจกรรมสถานีต่างๆบ้าง เพื่อขยายจินตนาการและการหาเหตุผล ตลอดจนการแก้ปัญหา

1.3.2 พัฒนาการทางความคิด ผู้วิจัยคำนึงถึงพัฒนาการความคิดทางเรขาคณิต จากขั้นรูปธรรมไปสู่นามธรรม ตามแนวคิดของแวน ฮิลลี ได้ทำตัวอย่างชักนำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการให้เหตุผล นอกเหนือจากการใช้คำดูและการคำนวณตามสูตร ซึ่งทำให้ได้ความรู้ที่พิเศษกว่าเดิม สามารถเห็นข้อบกพร่องหรือข้อขัดแย้งซึ่งไม่สามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาธรรมดา เช่น กิจกรรมพื้นที่หายไปไหน (หน้า 41) สำหรับความคิดในแง่ระบบสัจพจน์ซึ่งเป็นลักษณะนามธรรมขั้นสูงของแวน ฮิลลี ผู้วิจัยจะจัดไว้ท้ายของหลักสูตรเมื่อนักเรียนได้ศึกษาเรขาคณิตระบบยูคลิด เรขาคณิตทรงกลม เรขาคณิตเอลลิปติก และเรขาคณิตไฮเพอร์โบลิกแล้ว โดยกล่าวถึงผลการเปลี่ยนแปลงสัจพจน์ในระบบสัจพจน์ของเรขาคณิต ทำให้ได้เรขาคณิตแบบต่างๆ ซึ่งในเรขาคณิตเหล่านั้นเมื่อเปรียบเทียบกับกันอาจพบทฤษฎีบทบางทฤษฎีบทที่ขัดแย้งกัน

1.4 การกำหนดแนวทางจัดกิจกรรมและประสบการณ์

เพื่อเอื้อด้านความเป็นอิสระ ผู้วิจัยจึงเลือกกิจกรรมสามเส้าของเรนซูลี มีกิจกรรมสามลักษณะคือ

Type I Enrichment เป็นการสำรวจความคิดใหม่ๆ ตามแนวคิดหลักที่ผู้วิจัยได้ศึกษาเตรียมไว้ก่อน ศึกษาปัญหาท้าทายความคิด เทคโนโลยี กระตุ้นความคิดสร้างสรรค์เพื่อเปิดโอกาสให้ค้นคว้าจากมุมความรู้ หรือคิดค้นด้วยตนเอง

Type II Enrichment ฝึกทักษะและฝึกการแก้ปัญหา

Type III Enrichment กิจกรรมฝึกความคิดวิจารณ์ญาณ การพัฒนาความรู้ใหม่ และการนำเสนอผลงานที่ศึกษาในเชิงลึกของนักเรียนในรูปกิจกรรมฝึกเป็นกลุ่ม ให้นักเรียนเลือกกิจกรรมใดก่อนหลังได้อย่างอิสระ เมื่อศึกษาไปได้ระยะหนึ่ง รู้สึกว่าตนขาดความรู้ทักษะอะไร หรือต้องการพบของใหม่ หรือต้องการแสดงออก อาจเปลี่ยนกิจกรรมอื่นที่ต้องการได้เพื่อให้นักเรียนมีอิสระจากกรอบหรือขั้นตอนของกิจกรรม

นอกจากแนวคิดของเรนชูลีแล้ว ผู้วิจัยยังคำนึงถึงลักษณะการจัดหลักสูตรแบบวงวดหลักสูตร (curriculum compacting) ซึ่งมีหลักว่า นักเรียนไม่ต้องเรียนซ้ำในสิ่งที่รู้แล้ว เรียนในสิ่งที่จำเป็นต้องรู้ หรืออยากรู้ในกรอบความรู้ที่วางไว้ และเรียนเร่งตามความก้าวหน้าของตนเอง ซึ่งทำได้โดยการทดสอบแบบทดสอบประจำหน่วย ผู้ที่ผ่านเกณฑ์อาจข้ามไปเรียนหน่วยถัดไปได้ตามความสมควรใจ หรือจะศึกษาเชิงลึกในแง่มุมที่สนใจในหน่วยก็ได้ และเวลาในการศึกษาประมาณครึ่งหนึ่ง เป็นการศึกษาด้วยตนเอง หลักสูตรที่พัฒนานี้ยังผสมผสานกับรูปแบบห้องเรียนไร้ชั้น การจัดห้องทรัพยากรความรู้อีกด้วย

2 การตรวจสอบและพัฒนาคุณภาพ

2.1 การตรวจสอบเบื้องต้นโดยผู้เชี่ยวชาญ ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านดูความสอดคล้องกันระหว่างจุดประสงค์ กับเนื้อหาและกิจกรรมเพื่อปรับปรุงให้เหมาะสม ตรวจสอบความแตกต่างระหว่างหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นกับหลักสูตรปกติ ทั้งสามท่านรับรองความสอดคล้องกันระหว่างเนื้อหาและจุดประสงค์และรับรองว่าเป็นหลักสูตรเฉพาะเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

2.2 ขึ้นทดลองรายบุคคล 2 คน ดูความยากง่าย ภาษาที่ใช้ในสื่อและกิจกรรม ความน่าสนใจของกิจกรรม เวลาที่ใช้ สื่อที่จำเป็น สิ่งที่ขาด-เกิน เพื่อการปรับปรุง ให้นักเรียนให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี ตามปัญหาซึ่งบางครั้งไม่เข้าใจภาษา เมื่อผู้วิจัยอธิบายแล้วเข้าใจจะปรึกษากับนักเรียนว่าควรใช้คำพูดอย่างไร เมื่อเห็นพ้องต้องกันก็ได้ปรับปรุงตามนั้น ในบางครั้งพบโจทย์บกพร่องได้แก้ไขและอธิบายให้นักเรียนทราบ นักเรียนสนใจการแก้ปัญหา ในรอบนี้มีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1 คน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 1 คน ใช้เวลาเรียนน้อยกว่า 70 ชั่วโมง เพราะนักเรียนจะไม่เสียเวลาในการขบคิดแก้ปัญหา นาน มีผู้วิจัยอธิบายโดยตลอด

2.3 ทดลองกลุ่มเล็ก 5 คน ปรับปรุงสื่อทดลองใช้หลักสูตรและระยะเวลาที่ใช้ในการดูแล และเวลาในการจัดการของครูในฐานะผู้เฝ้าต่อการเรียนรู้ ทดลอง การจัดทำมุมความรู้และสื่อประเภทสาริต ทดลอง ตลอดจนงานธุรการอื่นๆ ทดลองใช้แบบทดสอบประจำหน่วยเพื่อดูเวลาและปรับปรุงภาษา โดยที่มีการสอบ pretest ทั้งแบบประเมินประสิทธิภาพ และแบบทดสอบประจำหน่วยที่ 1 ต่อทันทีในวันแรก นักเรียนค่อนข้างเหนื่อย จึงกำหนดให้มีช่วงพักในรอบทดลองภาคสนาม เนื่องจากการที่นักเรียนเรียนได้น้ำล้นหลัง เมื่อสอบ posttest สัมภาษณ์ไปหลายทฤษฎี จึงกำหนดให้มีการ "อุ่นเครื่อง" ความคิดโดยนำโจทย์มาฝึกแก้ปัญหาในช่วงต้นของการเรียนเป็นโจทย์ศิลปะในเรื่องที่เรียนมาแล้วอย่างสม่ำเสมอ ไม่ซ้ำเดิม เป็นวิธีการช่วยจำ ช่วยการเรียนรู้ตามหลักพีระมิดแห่งการเรียนรู้ ซึ่งการได้ใช้ทันที ทำให้เกิดประสิทธิภาพการเรียนรู้สูงสุด และยังช่วยในด้านแก้ปัญหา เพราะนักเรียนจะพบโจทย์แบบสุ่มระยะคน นักเรียนจะพิจารณาอุปปัญหาของโจทย์ หารูปแบบที่เหมาะสมเองในการแก้ปัญหา ในรอบนี้ใช้เวลาเรียนน้อยกว่า 70 ชั่วโมง นักเรียนไม่ต้องแสดงผลงานของกิจกรรม Type III Enrichment

ก่อนการใช้หลักสูตรผู้วิจัยพัฒนาสื่อขั้นสุดท้าย วางผังการจัดบริหารหลักสูตร ทำตารางบันทึกความก้าวหน้า และการประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตร ในชั้นทดลอง ใช้คะแนนจากแบบทดสอบประจำหน่วยและการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการประกอบการพิจารณาว่านักเรียนจะข้ามหน่วยการเรียนรู้ไปเรียนหน่วยอื่นๆต่อไปได้หรือไม่

การทดลองใช้หลักสูตร

โดยที่หลักสูตรพิเศษสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์มีข้อกำหนดว่า จะต้องทำการคัดเลือกหรือคัดแยกให้ได้นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษตรงตามความต้องการจริงๆเข้ามาเรียน เมื่อจะทดลองใช้หลักสูตร จึงต้องผ่านขั้นการคัดเลือกหรือคัดแยกก่อน

1. กลุ่มตัวอย่าง

คัดเลือกจากนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 เฉพาะที่อยู่ในกรุงเทพมหานครและปริมณฑลที่สนใจเข้าร่วม โครงการและผ่านขั้นตอนคัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

1.1 เครื่องมือคัดเลือก

การคัดเลือกนักเรียนกลุ่มตัวอย่างใช้เครื่องมือ 4 ฉบับดังนี้

ก. แบบสอบถามกรอกรายการ

ข. แบบทดสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ค. แบบทดสอบกระบวนการคิดระดับสูง

ง. แบบทดสอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์

1.2 ขั้นตอนการคัดเลือก

1.2.1 ขั้นเสนอชื่อ ให้ครูประจำชั้นหรือประจำวิชาคณิตศาสตร์ ม.1 หรือ ม.2

สำรวจนักเรียนเก่งคณิตศาสตร์คัดส่งมาแห่งละไม่เกิน 3 คน พร้อมกับแบบสอบถามกรอกรายการที่กรอกโดยตัวของนักเรียนเองแต่ละคน ให้สิทธิ์นักเรียนที่เชื่อมั่นในตนเองสมัครโดยอิสระได้ด้วย นักเรียนที่มีผลการเรียนในชั้น ป.6 เฉลี่ย 3.5 ขึ้นไป และมีสมบัติตามรายการในแบบสอบถามกรอกรายการครบตามเกณฑ์ขึ้นไป ได้รับการติดต่อเชิญให้เข้าทดสอบด้วยแบบทดสอบคัดเลือก ที่มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

1.2.2 ขั้นทดสอบด้วยแบบทดสอบคัดเลือก ให้สอบด้วยแบบทดสอบต่อไปนี้

ก. แบบทดสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ข. แบบทดสอบกระบวนการคิดระดับสูง

ค. แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์การทดสอบของแบบทดสอบทั้งสาม และได้คะแนนผลรวมของคะแนน Z จากแบบทดสอบกระบวนการคิดระดับสูง และคะแนน Z จากแบบทดสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สูงสุด 12 - 15 คนแรก จะได้รับเชิญให้เข้าศึกษาในหลักสูตร

เกณฑ์ในการตัดสินใจผ่าน กำหนดว่า นักเรียนต้องได้คะแนนมากกว่าหรือเท่ากับคะแนนที่กำหนดไว้ในแบบทดสอบแต่ละฉบับ ดังต่อไปนี้

แบบสอบถามกรอกรายการ (checklist) ใช้คะแนน $2.5 \times$ จำนวนข้อคำถาม

แบบทดสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ใช้คะแนน 50% ของคะแนนเต็ม

แบบทดสอบกระบวนการคิดระดับสูง ใช้คะแนน 80% ของคะแนนเต็ม

แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ใช้คะแนน 80 %ของคะแนนเต็ม

80%ของคะแนนเต็มในแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์และแบบทดสอบกระบวนการคิดระดับสูงใช้เกณฑ์ความรอบรู้ของบลูม ส่วน 2.5 เป็นคะแนนที่สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งขึ้นสำหรับคัดข้อคำถามจากแบบสอบถามกรอกรายการของนักเรียนค่ายคณิตศาสตร์โอลิมปิกเล็ก

น้อย ซึ่งข้อคำถามในแบบสอบถามกรอกรายการจะมีค่าเฉลี่ยรายข้อตั้งแต่ 2.15 ขึ้นไป (คะแนนที่นักเรียนเลือกกรอก มี 4, 3, 2, 1)

2. การรวบรวมข้อมูล

2.1 แผนแบบการทดลอง ใช้แผนแบบการวิจัย one-group pretest-posttest design มีลักษณะดังนี้

$$O_1 \times O_2$$

เมื่อ O_1 , O_2 เป็น pretest และ posttest

และ X เป็นการนำหลักสูตรกับกลุ่มตัวอย่างที่คัดเลือกได้

2.2 การดำเนินการทดลอง

2.2.1. ทดสอบก่อนใช้หลักสูตร (pretest) ทดสอบด้วยแบบประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตร และแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

2.2.2 . การใช้หลักสูตร ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเดินทางมาเข้ากิจกรรมในหลักสูตรพิเศษทางเรขาคณิตที่ห้องปฏิบัติการทางคณิตศาสตร์ ของภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ในภาคเรียนฤดูร้อน ในเวลา 8.00 น. ถึง 15.00 น. เป็นเวลา 15 วัน โดยผู้วิจัยจะเป็นผู้เฝ้าต่อการเรียนรู้และควบคุมกิจกรรมด้วยตนเอง ในช่วงบ่ายปกติเป็นกิจกรรมอิสระให้นักเรียนศึกษาและทำงานด้วยตนเอง หรือการทดสอบ ประจำหน่วย แต่ให้มีการชี้ทวนได้ตามความเหมาะสมกับสถานการณ์

กิจกรรมการเรียนการสอน มีรายละเอียดดังนี้

กิจกรรมการสอน ครูเป็นผู้เฝ้าต่อการเรียนรู้ ทำหน้าที่จัดสอบประจำหน่วย การฝึกอ่อนเครื่องความคิดโดยใช้โจทย์ปัญหา (หาเอง) ครั้งละประมาณ 5 ข้อ แจกเอกสารและนัดหมายศึกษา กิจกรรมสามเส้าของเรนซูลี การช่วยเหลืออธิบายนักเรียนที่มีปัญหาหรือแนะนำให้ศึกษามุมความรู้ การซ่อมเสริม การฝึกฝนทักษะการแก้ปัญหา การอธิบายทั้งชั้นในเนื้อหาที่ต้องใช้อุปกรณ์

กิจกรรมการเรียน ได้แก่ การศึกษาด้วยตนเองโดยอิสระของกิจกรรม Type I และ Type III การฝึกทักษะในกิจกรรม Type II การสอบก่อนเรียน และหลังเรียนประจำหน่วย การเข้าปรึกษาครูและการซ่อมเสริม

อนึ่งเพื่อความผ่อนคลายในช่วงพักจะให้นักศึกษาหรือเล่นอย่างอิสระในห้องปฏิบัติการทางคณิตศาสตร์ซึ่งผู้วิจัยจัดเตรียมวัสดุฝึกไว้ให้เพิ่มเติมด้วยเช่นแถบเรขาคณิต แผ่นเทสเซลเลชัน มีการฉาย

วิดีโอในช่วงพักกลางวัน นอกจากนี้มีรายการพบวิทยากรภายนอกเป็นการศึกษางานด้วยอีกทางหนึ่ง ข้อสังเกตประการหนึ่งคือ นักเรียนไม่คุ้นกับกิจกรรมสามารถของเรนซูลี ครูควรอธิบายชักชวนถึงวิธีศึกษาให้นักเรียนเข้าใจด้วย (รายละเอียดของกิจกรรมประจำวัน ดูภาคผนวก ข)

สำหรับงานที่บ้านจะไม่เน้นเรื่องการบ้าน แต่จะแจกนิทานที่อ่านง่ายเสริมจินตนาการและช่วยการเรียนรู้ ขยายประสบการณ์จากหลักสูตร เอกสารที่แจกได้แก่ หมู่บ้านประหลาด และแขกผู้มาเยือนโลกราบ

2.2.3 ทดสอบหลังการใช้หลักสูตร (positest) เมื่อนักเรียนคนใดเรียนครบหลักสูตร ทดสอบด้วยแบบทดสอบชุดประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตรและแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์อีกครั้งหนึ่ง เพื่อดูว่า มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ที่เปอร์เซ็นต์ และเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียน และหลังเรียนของนักเรียนแต่ละคน

2.3 เครื่องมือในการทดลองใช้หลักสูตร

2.3.1 เครื่องมือเก็บข้อมูลการวิจัย ได้แก่ (1) แบบทดสอบประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตร 2 ฉบับ วัดความรู้เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 1 ฉบับ และวัดความรู้เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนปลายและอุดมศึกษาอีก 1 ฉบับ โดยผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเอง และ (2) แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

2.3.2 เครื่องมือที่เป็นตัวจัดกระทำ คือหลักสูตร มี (1) รูปแบบการจดหลักสูตร (2) บทเรียนในรูปกิจกรรมสามเส้าของเรนซูลี และ (3) แบบทดสอบประจำหน่วย ผลที่ได้ไม่ใช้เป็นข้อมูลการวิจัย

3 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติ

3.1 การหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

ใช้ดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบ (IOC : index of objective congruence) ของแอมเบิลตัน (ใช้กับแบบสอบถามกรอกรายการ แบบทดสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ความตรงจุดประสงค์ของข้อสอบอิงเกณฑ์ และความเป็นหลักสูตรเด็กที่มีความสามารถพิเศษ)

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

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบ

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
โดยที่ $R = -1, 0, 1$ แทน "ไม่เห็นด้วย" "ไม่แน่ใจ" และ
"เห็นด้วย" ว่า วัดได้ตรงจุดมุ่งหมายที่จะวัด ตามลำดับ

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3.2 การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (โดยวิธี known - group)

ใช้ทดสอบสมมติฐาน (ใช้กับแบบสอบถามการกระจายการ แบบทดสอบการแก้ปัญหา
อย่างสร้างสรรค์ และ แบบทดสอบกระบวนการคิดระดับสูง) โดยใช้โปรแกรม SPSS

3.3 การหาค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบ (อิงเกณฑ์)

โดยใช้สูตรของคาร์เวอร์

$$P = \frac{a + c}{a + b + c + d}$$

เมื่อ a คือ จำนวนผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ภายนอกและสอบได้คะแนนน้อยกว่าคะแนนจุดตัด

b คือ จำนวนผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ภายนอก แต่สอบได้คะแนนมากกว่าหรือเท่ากับ
คะแนนจุดตัด

c คือ จำนวนผู้ที่ผ่านเกณฑ์ภายนอก และสอบได้คะแนนมากกว่าหรือเท่ากับ
คะแนนจุดตัด

d คือ จำนวนผู้ที่ผ่านเกณฑ์ภายนอก แต่สอบได้คะแนนน้อยกว่าคะแนนจุดตัด

3.4 การวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนก่อนและหลังเรียน

โดยใช้สูตร

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

เมื่อ t คือ คะแนน t

$\sum D$ คือ ผลรวมของความแตกต่างของคะแนนก่อนและหลังเรียน
สำหรับนักเรียนแต่ละคน

$\sum D^2$ คือ ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างของคะแนนก่อนและ
หลังเรียนสำหรับนักเรียนแต่ละคน

N คือ จำนวนนักเรียนที่เข้าเรียนในหลักสูตร

3.5 การวิเคราะห์ความแตกต่างของเจตคติของนักเรียนก่อนและหลังเรียน โดยใช้สูตร
เช่นเดียวกับข้อ 4.

3.6 การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4 รายละเอียดของเครื่องมือวัด ในการวิจัย

ตาราง 1 ตารางแสดงเครื่องมือที่ใช้วัด ในการดำเนินการทดลอง

งานที่ใช้	เครื่องมือ	ที่มา
การคัดเลือกนักเรียน เพื่อเข้าเรียนในหลักสูตร	(1) แบบสอบถามกรอรายการ	พัฒนาขึ้นเอง
	(2) แบบทดสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์	พัฒนาขึ้นเอง
	(3) แบบทดสอบกระบวนการคิดระดับสูง	พัฒนาขึ้นเอง
	(4) แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์	สำนักทดสอบ
การติดตามความ ก้าวหน้าของนักเรียน ขณะเรียนในหลักสูตร	แบบทดสอบหน่วยที่ 1 ถึง 4 รวม 14 จุดประสงค์	พัฒนาขึ้นเอง
การเก็บข้อมูลที่ใช้ ในงานวิจัย	(1) แบบทดสอบประเมินประสิทธิภาพ ฉบับที่ 1 (ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น)	พัฒนาขึ้นเอง
	(2) แบบทดสอบประเมินประสิทธิภาพ ฉบับที่ 2 (ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายและอุดมศึกษา)	พัฒนาขึ้นเอง
	(3) แบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์	สำนักทดสอบ

4.1 ที่มาของเครื่องมือในการคัดเลือก

การคัดแยกเด็กเพื่อเข้าเรียนหลักสูตรใดหลักสูตรหนึ่ง ควรเริ่มต้นที่เป้าหมายของหลักสูตรเพราะต้องการนักเรียนที่มีสมบัติที่เหมาะสมซึ่งสามารถฝึกฝนให้บรรลุเป้าหมายได้ (Wolf and Stephen. 1979 ; Feldhusen and others. 1984) ดังนั้นหลังจากวางเป้าหมายและจุดมุ่งหมายของหลักสูตรเรหาคณิตแล้ว ผู้วิจัยได้ศึกษาและร่วมกับคณะพัฒนาเครื่องมือคัดเลือกก็มีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 แบบสอบถามกรอรายการ รวบรวมลักษณะสำคัญจาก

1. Providing Opportunities for the Mathematically Gifted, K-12 (Bruni and others. 1987 : 8-9)

2. The Role of Gifts and Markers in The Development of Talent. (Bloom. 1982 : 517)

3. สร้างลูกให้เป็นอัจฉริยะ (อุษณีย์ โพธิสุช. 2537 : 40)

มาใช้เป็นข้อคำถาม ผ่านการอ่านของกลุ่มอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ปรับปรุงและนำไปใช้ถามนักเรียนค่ายคณิตศาสตร์โอลิมปิกของประเทศไทย ในปี พ.ศ.2538 จำนวน 11 คน คัดข้อที่มีคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 2.15 ขึ้นไปมากล้นกรองปรับปรุงอีกชั้นหนึ่งโดยใช้ความเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน ประกอบกับค่าครรชนี IOC (ดูรายละเอียดจาก หัวข้อ 3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล) คัดข้อที่ได้คะแนนเกิน 0.4 ขึ้นไป นำมาปรับปรุงสำนวนภาษาอีกครั้งหนึ่งแล้วไปทำการสำรวจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่ได้คะแนน 70 เปอร์เซนต์ขึ้นไปจากการสอบแข่งขันสมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ปี พ.ศ. 2537 และนักเรียนชั้น ม.3/7 โรงเรียนวัดบวรเมศรพานิชให้นักเรียนที่เข้าค่ายโอลิมปิกและที่คัดจากสมาคมฯ เป็นกลุ่มเก่ง และ นักเรียนวัดบวรเมศรพานิชเป็นเด็กทั่วไป จะคัดเลือกข้อคำถามที่ผ่านการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญที่ .01* มา ใช้เป็นข้อคำถามในแบบสอบถามการกระจายการต่อไป

4.1.2 แบบทดสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เลือกปัญหาโจทย์ จากการสอบแข่งขันในต่างประเทศอื่นๆ เช่น สิงคโปร์ ออสเตรเลีย และโจทย์ปัญหาในวารสาร The Mathematics Teacher ที่ออกโดย NCTM (The National Council of Teachers of Mathematics) ในประเทศสหรัฐอเมริกา นำมาดัดแปลงเป็นโจทย์ที่ใช้โดยให้เดิมคำตอบอย่างเดียว คัดจากข้อความที่ผ่านการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่านโดยวิธี IOC มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา 0.4-1.0 ความเชื่อมั่น $r = 28.37$ (มีนัยสำคัญ .01) มีคะแนนจุดตัด 8 ค่าความเชื่อมั่นหาโดยวิธีของคาร์เวอร์ 1.0

4.1.3 แบบทดสอบกระบวนการคิดระดับสูง ได้ดัดแปลงจากแบบทดสอบวัดกระบวนการคิดระดับสูงที่เรียกว่า Ross Test (พัฒนาในปี 1974 - 1976) ที่ใช้กับเด็กเกรด 4-6 วัดความสามารถขั้นสูงตามแนวคิดของบลูม ได้แก่ วิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า ได้คัดไว้ 7 ตอน จาก 8 ตอนได้แก่

1. อุปมาอุปไมย (analogies)
2. เหตุผลเชิงนิรนัย (deductive reasoning)
3. ส่วนของเหตุที่ขาดหายไป (missing promises)
4. การสังเคราะห์ลำดับ (Sequential Synthesis)

5. ยุทธวิธีไขปริศนา (Questioning Strategies)

6. การวิเคราะห์ข้อมูลที่ให้และมีให้ความกระจ่างในการตอบปัญหา (Analysis of Relevant and Irrelevant Informations)

7. การวิเคราะห์คุณลักษณะ (Analysis of Attributes)

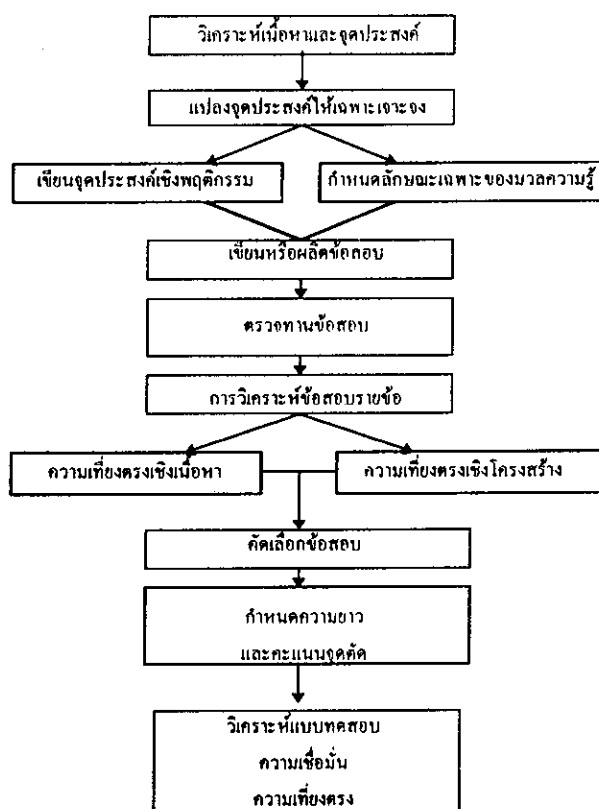
ไม่นำตอนความสัมพันธ์เชิงนามธรรม (Abstract Relations) มาทดสอบ ด้วยพิจารณาว่าไม่มีลักษณะที่จำเป็นในการคัดเลือกนักเรียนทางคณิตศาสตร์ เพราะเป็นการวิเคราะห์กลุ่มคำที่สามารถใช้ประสมกับคำเดียวกันได้ในภาษาอังกฤษ รวมข้อคำถามที่คัดมาได้ 77 ข้อ มีคะแนนจุดตัด 51 ค่าความเชื่อมั่นหาโดยวิธีคาร์เวอร์ 0.98

ทั้งแบบทดสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และแบบทดสอบความคิดระดับสูง ได้ใช้ทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่ได้คะแนนตั้งแต่ 70 เปอร์เซนต์ขึ้นไป จากการสอบแข่งขันของสมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ในปี พ.ศ. 2537 และสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นของโรงเรียนวัดบวรเมศกล โดยทั้งสองฉบับใช้เวลาสอบฉบับละ 1 ชั่วโมง 30 นาที

4.1.4 แบบทดสอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ ใช้แบบทดสอบมาตรฐานความถนัดทางการเรียน ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ฉบับ ข (ซ่อนรูป) ของสำนักทดสอบทางการศึกษา และ จิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

4.2 แบบทดสอบประจำหน่วย

แบบทดสอบประจำหน่วยเป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่หาจุดตัด ซึ่งเป็นเกณฑ์ตัดสินว่า ครอบรู้-ไม่ครอบรู้ (mastered-nonmastered) โดยใช้สัมประสิทธิ์ ϕ ของเบอร์ก หากค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยวิธี IOC หากค่าความเชื่อมั่นและอำนาจจำแนกโดยใช้สูตรของคาร์เวอร์รูปแบบของข้อสอบ ไม่ใช่ข้อสอบชนิดหลายตัวเลือกแต่มีรูปแบบที่หลากหลาย ส่วนใหญ่เป็นการเติมคำตอบหรือเติมคำ มีบางข้อที่ใช้การตัดสินใจ-ผิด พร้อมเหตุผล และเขียนรูปแสดงความเข้าใจ บางข้อให้ตรวจสอบรูปทางเรขาคณิตที่เป็นตัวอย่างของเงื่อนไขที่กำหนดให้ บางข้อเป็นการเติมเนื้อความที่อยู่ในบทพิสูจน์ ไม่ว่าจะเป็นแบบใดจะมุ่งเล็งความครอบรู้-ไม่ครอบรู้ เป็นหลัก ในแต่ละจุดประสงค์ที่ให้เป็นโจทย์แก้ปัญหาจะเรียงจากข้อง่ายไปหาข้อยากเพื่อดูว่านักเรียนมีความสามารถเพียงใด ดำเนินการสร้างโดยใช้กระบวนการตามแผนภูมิต่อไปนี้ (บุญเชิด. 2527 : 39)



ภาพประกอบ 9 แผนภูมิดำเนินการสร้างข้อสอบ

- หมายเหตุ 1. หาคะแนนจุดตัดโดยวิธีของเบอร์ก
 2. หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยวิธี IOC
 3. หาความเชื่อมั่นโดยวิธีของคาร์เวอร์

นำข้อสอบที่พัฒนาขึ้นและหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาแล้ว ไปทดสอบกลุ่มนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น และ กลุ่มนิสิตในระดับปริญญาตรี ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ซึ่งจำแนกความรอบรู้ - ไม่รอบรู้โดยคะแนน 3 หน่วยการเรียนรู้ของวิชาสำรวจเรขาคณิต หาคะแนนจุดตัดที่ดีที่สุดโดยใช้สัมประสิทธิ์ ϕ ตามวิธีของเบอร์ก ที่มีค่าสูงสุดจากการเปรียบเทียบค่าที่คำนวณได้จากสูตร

$$\phi_{vc} = \frac{P(TM) - BR(SR)}{\sqrt{BR(1 - BR)SR(1 - SR)}}$$

จากนั้น นำมาหาอำนาจจำแนกโดยวิธีของคาร์เวอร์ ซึ่งเป็นค่าอำนาจจำแนกของแต่ละจุดประสงค์ได้ตั้งแต่ 0.62 ถึง 0.95 และมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา 1.0

4.3 แบบประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตร

4.3.1 แบบทดสอบประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตร เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ดำเนินการสร้างโดยใช้กระบวนการเดียวกับแบบทดสอบประจำหน่วย

นำข้อสอบที่พัฒนาขึ้นและหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาแล้ว ไปทดสอบกลุ่มนักเรียน และกลุ่มนิสิตที่อยู่ระดับปริญญาตรีชุดเดิม ซึ่งจำแนกความรอบรู้ - ไม่รอบรู้ โดยคะแนน 3 หน่วย การเรียนของวิชาสำรวจเรขาคณิต มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา 1.0 หาคะแนนจุดตัดตามวิธีของ เบอร์ก และหาความเชื่อมั่นโดยวิธีของคาร์เวอร์ ได้ตั้งแต่ 0.73 ถึง 0.86

4.3.2 แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบของสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร มีค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ซึ่งหาโดยวิธี known-group technique ได้ $t = 4.97^{**}$ ซึ่งแสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ชอบและไม่ชอบวิชาคณิตศาสตร์ ณ ระดับนัยสำคัญ .05 ส่วนค่าความเชื่อมั่นหาโดยวิธี test-retest ได้ .85

บทที่ 4

ผลการวิจัย

โดยที่งานวิจัยนี้ เป็นการวิจัยและพัฒนา ผลการวิจัยแบ่งได้เป็น 2 ประการ คือ

1. หลักสูตรพิเศษทางเรขาคณิตเสริมสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
2. ผลการทดลองใช้หลักสูตร

1. หลักสูตรพิเศษทางเรขาคณิตเสริมสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

1.1 เป้าหมายของหลักสูตร

1. ให้นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ มีโอกาสพัฒนาความรู้ความสามารถของตนให้ได้มากที่สุด จากศักยภาพที่มีอยู่และที่พัฒนาขึ้น
2. นักเรียนได้มีโอกาสเลือกเรียนกิจกรรมความรู้โดยอิสระ เหมาะสมตามแบบการเรียนรู้ของตน และเหมาะสมกับระดับความสามารถ ความสนใจ และความต้องการที่หลากหลาย
3. ให้นักเรียนแต่ละคนเข้าใจศักยภาพของตน พัฒนาศักยภาพของตนให้สมบูรณ์ และมีโอกาสใช้ศักยภาพของตนเอง

หลักการ ในหลักสูตรนี้ นอกจากคำนึงถึงความต้องการของเด็กที่มีความสามารถพิเศษ และลักษณะของหลักสูตรของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์แล้ว คำนึงถึงบรรยากาศที่ต้องเอื้อต่อการเรียนรู้ อนุกรมล้อมเลียงความคิดสร้างสรรค์ ความคิดวิจารณ์ญาณ และพัฒนาการทางความคิด

บรรยากาศ สำหรับความคิดสร้างสรรค์ บรรยากาศที่เอื้อต่อความคิดสร้างสรรค์ มีลักษณะที่จำเป็น 2 ลักษณะคือ ความเป็นอิสระ และความปลอดภัยทางจิต

ในด้านความเป็นอิสระ เด็กที่มีความสามารถพิเศษทั่วไปไม่ต้องการอยู่ในกรอบข้อจำกัด จึงเปิดโอกาสให้นักเรียนศึกษาสำรวจอย่างกว้างขวางในแง่มุมต่างๆ ใช้คำถามนำให้นักเรียนใช้ศักยภาพของตนศึกษาเจาะลึกในเรื่องที่ตนสนใจ ทั้งมีโอกาสดำเนินการเพิ่มพูนความสามารถและทักษะการ

แก้ปัญหาตามที่ต้องการด้วยทั้งนี้กิจกรรมในหลักสูตร อุปกรณ์ที่จับต้องได้(manipulative device) ของเล่น หนังสือและมุมความรู้มีส่วนช่วยอย่างยิ่ง

เนื่องจากกิจกรรมส่วนใหญ่เป็นการศึกษาด้วยตนเอง ในบทเรียนและกิจกรรมจะพยายามใช้ภาษาพูดที่นักเรียนรู้เรื่องและให้ความรู้สึกเหมือนว่ามีอาจารย์มาสนทนาด้วย ทั้งแทรกอารมณ์ขันในบางโอกาสซึ่งช่วยด้านบรรยากาศความคิดสร้างสรรค์อีกทางหนึ่ง เพื่อเอื้อด้านความเป็นอิสระ จึงใช้กิจกรรมสามเส้าของเรนชูลี มีกิจกรรมสามลักษณะคือ

แบบที่ 1 (Type I Enrichment) เป็นการสำรวจความคิดใหม่ๆ

แบบที่ 2 (Type II Enrichment) ฝึกทักษะและฝึกการแก้ปัญหา

แบบที่ 3 (Type III Enrichment) การนำเสนอผลงานที่ศึกษาในเชิงลึกของนักเรียน

ให้นักเรียนเลือกกิจกรรมใดก่อนหลังได้อย่างอิสระ เมื่อศึกษาไปได้ระยะหนึ่ง รู้สึกว่าตนขาดความรู้ทักษะอะไร หรือต้องการพบของใหม่ หรือต้องการแสดงออก อาจเปลี่ยนกิจกรรมอื่นที่ต้องการได้ เพื่อให้นักเรียนมีอิสระจากกรอบหรือขั้นตอนของกิจกรรม กิจกรรมจะมีแบบไม่จำเจ มีทั้งเสนอในรูปแบบความคิดเห็นบ้าง กิจกรรมสถานีต่างๆบ้าง ขยายจินตนาการและการหาเหตุผล ตลอดจนการแก้ปัญหา เพื่อสนองธรรมชาติของเด็กที่มีความสามารถพิเศษ

ในด้านความปลอดภัยทางจิต นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษค่อนข้างอ่อนไหวต่อการถูกวิพากษ์วิจารณ์ ถูกเพ่งเล็ง และความคาดหวังในตัวของเขา (Galbraith. 1985) ในบทเรียนจะเสนอปัญหาในลักษณะเล่าเรื่องความไม่สามารถของคนอื่นในปัญหา หรือการให้เหตุผลผิดๆ ขั้วขทาง อ้อมให้อยากคิดแก้ปัญหาหรือหาเหตุผลเอง ไม่ใช้คำพูดที่คาดคั้นกับนักเรียนว่าต้องทำให้ได้ มีความผ่อนคลาย มีความสนุก ไม่ฝืนความรู้สึก เมื่อใครมีความเห็นอะไรจะให้ความสนใจ ซึ่งถ้าผิดพลาดจะไม่ตำหนิ หรือเยาะเย้ย แต่จะค่อยๆชี้แจงให้เข้าใจ และป้องกันนักเรียนพ้นจากการเยาะเย้ยของนักเรียนอื่น

สำหรับในด้านความคิดวิจารณ์ญาณ จะแทรกโจทย์ในกิจกรรม เช่นการค้นความผิดพลาดของความคิด การวินิจฉัยความถูกต้องเหมาะสมของช่องทางแก้ปัญหาในแนวคิดต่างๆทั้งด้านความรู้ใหม่และวิธีการในกิจกรรม โดยให้ฝึกฝนในรูปแบบของตัวอย่างหรือกิจกรรมตอบคำถาม

พัฒนาการทางความคิด ในหลักสูตรนี้แม้ว่าจะไม่เน้นการพิสูจน์ แต่ได้คำนึงถึงพื้นฐานพัฒนาการความคิดทางเรขาคณิตจากขั้นรูปธรรมไปสู่นามธรรมตามแนวคิดของแวน ฮิลลี มีตัวอย่างชักนำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการให้เหตุผล นอกเหนือจากการใช้ตาดู และการคำนวณตามสูตร ซึ่งทำให้ได้ความรู้ที่พิเศษกว่าเดิม สามารถเห็นข้อบกพร่องหรือข้อขัดแย้ง ซึ่งไม่สามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาธรรมดา เช่นกิจกรรมพื้นที่หายไปไหน (หน้า 41) สำหรับความคิดในแง่ระบบสัจพจน์ซึ่งเป็นลักษณะนามธรรมขั้นสูงของแวน ฮิลลี จะเป็นกิจกรรมในจัดไว้ช่วงท้าย

ของหลักสูตรเมื่อนักเรียนได้ศึกษาเรขาคณิตแบบยูคลิด เรขาคณิตทรงกลม เรขาคณิตเอลลิปติก และเรขาคณิตไฮเพอร์โบลิกแล้ว โดยกล่าวถึงผลการเปลี่ยนแปลงสัจพจน์ในระบบสัจพจน์ของเรขาคณิต ทำให้ได้เรขาคณิตแบบต่างๆ ซึ่งในเรขาคณิตเหล่านั้นเมื่อเปรียบเทียบกับกันอาจพบทฤษฎีบทบางทฤษฎีบทที่ขัดแย้งกัน

1.2 จุดมุ่งหมายของหลักสูตรเรขาคณิต

1. ให้นักเรียนมีโอกาสดำรงศึกษา เนื้อหา และแนวคิดทางเรขาคณิต ในลักษณะภาพกว้างเพื่อความเข้าใจในความคิดหลักของเรขาคณิต
2. ให้นักเรียนมีโอกาสดำรงศึกษาเนื้อหาเรขาคณิตแบบเจาะลึก ตามความสนใจ และความสามารถของตน
3. ฝึกฝนให้มีความสามารถเชิงมิติสัมพันธ์ และความสามารถในการใช้เหตุผลหาคำตอบ และการอธิบายปรากฏการณ์เชิงเรขาคณิต
4. ฝึกฝนให้มีความสามารถในการแก้ปัญหา และการคิดค้นเทคโนโลยีง่าย ๆ ที่ได้จากเรขาคณิต

1.3 เนื้อหาหลักสูตรเรขาคณิต

มีเนื้อหาในหลักสูตร 4 หน่วย คือ พื้นฐานการเรียนเรขาคณิต เรขาคณิตระบบยูคลิด เรขาคณิตการแปลง และเรขาคณิตนอกระบบยูคลิดในเชิงสำรวจกับการแนะนำระบบสัจพจน์เกณฑ์ในการคัดเลือกเนื้อหาบรรจุในหลักสูตรจะใช้เนื้อหาแนวคิดหลักๆ ซึ่งเป็นพื้นฐานที่จะเข้าใจเนื้อหารายละเอียดอื่นๆ เช่น การเท่ากันทุกประการ ความคล้าย ในขณะที่เดียวกันจะมีกิจกรรมแบบเจาะลึกสนองความสนใจของนักเรียน เช่นเทคโนโลยีที่ได้จากความรู้เรื่องความคล้าย ภาพรวมของเนื้อหาจะเป็นแบบต้นไม้สูงให้ป็นขึ้นไป มีกิ่งประกอบด้วย ดอกหรือผล ให้นักเรียนได้มีโอกาสชื่นชมตามความสนใจ สังเกตหัวข้อเป็นดังนี้

หน่วยที่ 1 ความรู้พื้นฐาน ประกอบด้วยเรื่อง

- (1) ความคิดวิจารณ์ญาณด้านต่างๆ มี 9 หัวข้อ คือ CR0 ความรู้พื้นฐานสำหรับการศึกษา CR1 การให้เหตุผลเชิงอุปมาอุปไมย CR2 เงื่อนไขที่เพียงพอและเงื่อนไขที่จำเป็น CR3 การสรุปอ้างอิง CR4 การอ้างเหตุผลแบบละข้อความ CR5 สารสนเทศให้ความกระจ่างตอบปัญหา CR6 การจับความผิดพลาดหรือความไม่ลงรอยกัน CR7 รูปแบบของการให้เหตุผล CR8 การพิสูจน์และแบบต่างๆของการพิสูจน์ ซึ่งหัวข้อ CR2 CR6 และ CR8 เป็นหัวข้อที่บังคับอ่านเพื่อการประเมินผล

(2) การแก้ปัญหา

(3) ความสามารถเชิงมิติสัมพันธ์ มี 9 แบบ คือ SP1 ความเป็นอิสระจากสิ่งแวดล้อม SP2 การหมุน SP3 การสะท้อน SP4 การหมุนและการสะท้อน SP5 เป็นหมุนข้างป็น SP6 การต่อรูป SP7 การนับรูป SP8 มโนทัศน์ SP9 แทนแตรม

(4) ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเส้นตรง รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยมวงกลม

ทั้ง (2) (3) และ (4) ไม่มีการประเมินผล

หน่วยที่ 2 เรขาคณิตระบบยุคคิด ประกอบด้วยเรื่อง การเท่ากันทุกประการ การขนาน ความคล้าย การวัด รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก และวงกลม

หน่วยที่ 3 เรขาคณิตการแปลง กล่าวถึงไอโซเมตรีต่างๆ เช่น การสะท้อน การหมุน การเลื่อน พื้นฐานเกี่ยวกับไฮโปเทติ และการประยุกต์

หน่วยที่ 4 เรขาคณิตนอกระบบยุคคิดเชิงสำรวจกับการแนะนำระบบสัจพจน์ ประกอบด้วย เรขาคณิตทรงกลม เรขาคณิตนอกระบบยุคคิด เริ่มจากสัจพจน์ของโลบาคเชฟสกีเกี่ยวกับมุมซมมิติที่เป็นมุมแหลมของรูปสี่เหลี่ยมซัคเคอรี นำไปสู่การหาความรู้ในเรขาคณิตไฮเพอร์โบลิก และเรขาคณิตเอลลิปติก จากนั้นแนะนำเรขาคณิตโปรเจกทิฟเบื้องต้นและอัตราส่วนไขว้ ตลอดจนความคิดของเรขาคณิตในภาพรวมในตอนท้าย

1.4 จุดประสงค์การเรียนรู้ มีดังนี้

หน่วยที่ 1

1. นักเรียนสามารถใช้เงื่อนไขที่จำเป็นและที่เพียงพอได้ถูกต้อง
2. นักเรียนประเมินความสมเหตุสมผลของผลสรุปและความขัดแย้งกันในกลุ่ม

ข้อมูลได้

หน่วยที่ 2

1. นักเรียนสามารถตรวจสอบความเท่ากันทุกประการและนำไปใช้ได้
2. นักเรียนสามารถตรวจสอบความคล้ายและนำไปใช้ได้
3. นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับเส้นต่างๆของรูปหลายเหลี่ยมไปใช้ได้
4. นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมมุมฉากไปใช้ได้
5. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องมุมและการขนานไปใช้ได้
6. นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับวงกลมไปใช้ได้
7. นักเรียนสามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีบทของเส้นแบ่งครึ่งมุม มัชฐาน กับ

ความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมได้

8. นักเรียนนำความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีบทของเรอ์คอร์ด เส้นผ่านวง และเส้นสัมผัสไปใช้ได้

9. นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับตรีโกณมิติของรูปสามเหลี่ยมไปใช้ได้

หน่วยที่ 3

1. นักเรียนสามารถนำเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตไปใช้ได้

หน่วยที่ 4

1. นักเรียนมีมโนคติในเรื่องเรขาคณิตนอกระบบยูคลิด และนำมโนคติไปใช้ได้

2. นักเรียนมีความเข้าใจในทฤษฎีบทของเมเนลอสและซีวา และนำไปใช้ได้

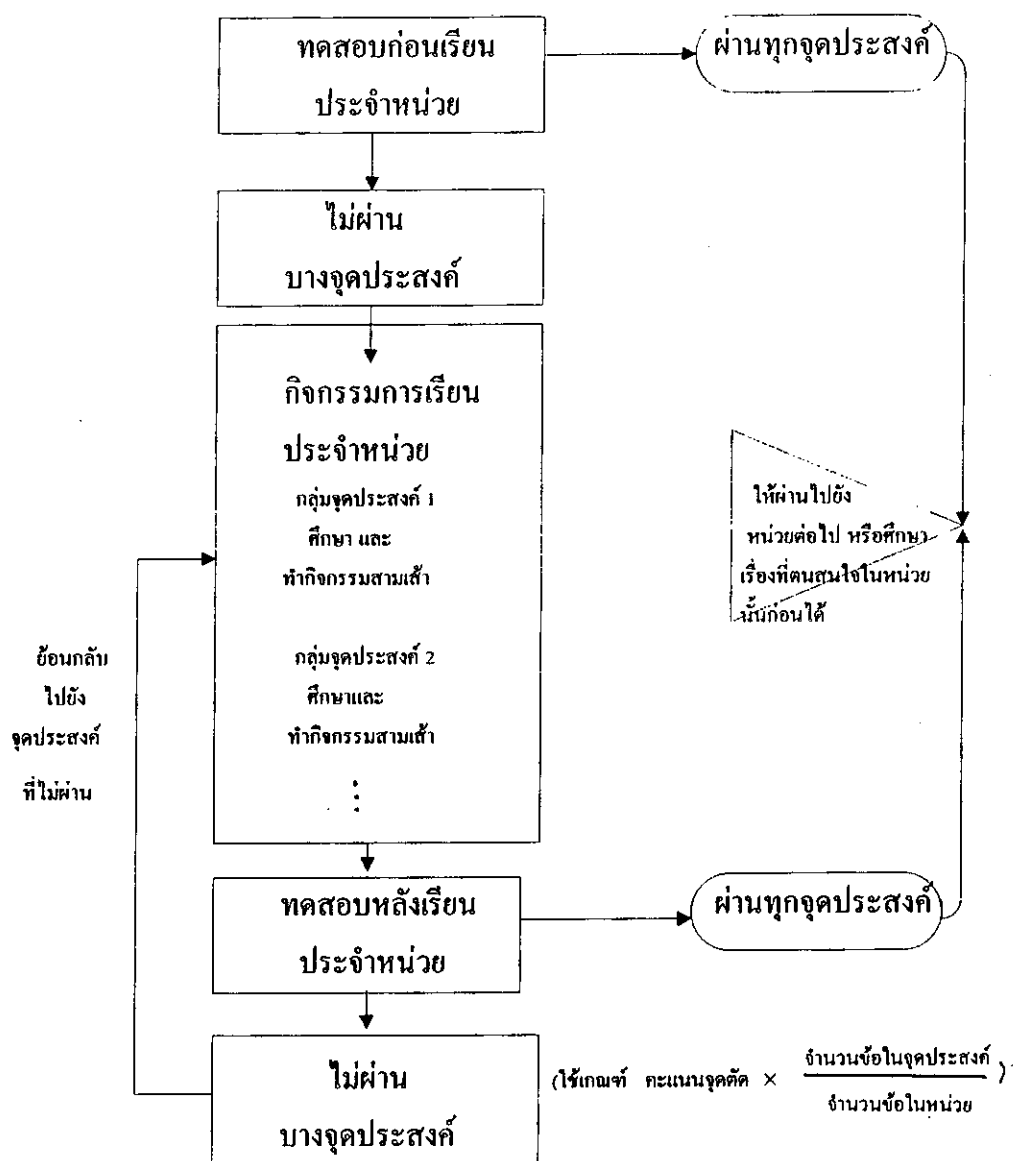
วัสดุหลักสูตร ประกอบด้วย

1. บทเรียนกิจกรรม ชุดแบบฝึกหัด
2. อุปกรณ์สาธิต - ทดลอง (ภาคผนวก ง)
3. หนังสืออ่านประกอบ (ภาคผนวก ก)
4. ตารางประเมินความก้าวหน้าทางการเรียน (ภาคผนวก ฉ)

เวลาที่ใช้ หลักสูตรนี้ให้เรียนนอกเวลา เช่น วันเสาร์ หรือภาคฤดูร้อน ประมาณ 70 ชั่วโมง (ไม่นับกิจกรรมอิสระและทดสอบก่อนเรียน)

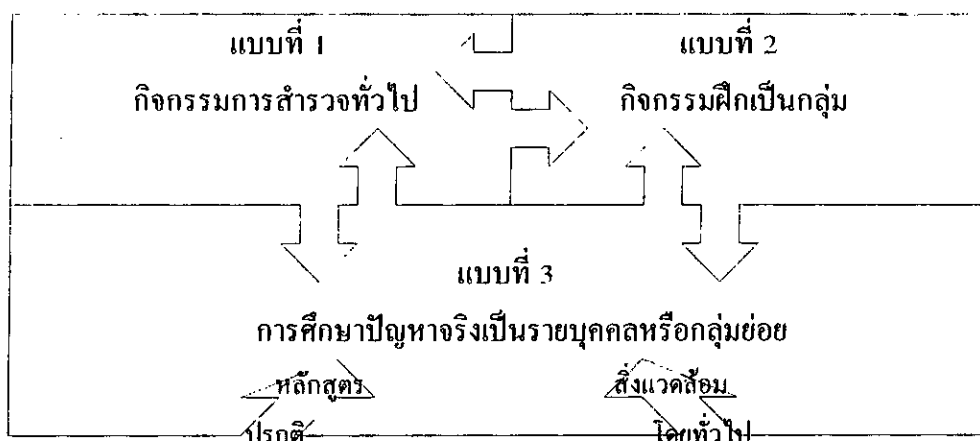
1.5 แนวทางจัดกิจกรรมและประสบการณ์พร้อมวัสดุหลักสูตร

1.5.1 หลักสูตรโดยภาพรวม จะใช้รูปแบบวงจรหลักสูตรซึ่งเป็นการเรียนเร่งและมีเสริมประสบการณ์ประกอบด้วย นักเรียนในโครงการนี้จะต้องตรวจสอบความรู้เดิมและมีอิสระที่จะเรียนได้ตามความก้าวหน้าของแต่ละคน มีอิสระที่จะเรียนเสริมประสบการณ์ตามความสนใจ มีแนวดำเนินการดังแผนภาพต่อไปนี้



ภาพประกอบ 10 แนวดำเนินการจัดกิจกรรมและประเมินการ

1.5.2. แนวทางกว้างๆของกิจกรรมของแต่ละหน่วย ใช้รูปแบบสามเส้าของการเพิ่มพูนประสบการณ์ ของเรนซูลี (Renzulli. 1976) ได้แก่ กิจกรรมการสำรวจทั่วไปเพื่อปูพื้นฐานประสบการณ์และความสนใจ กิจกรรมฝึกเป็นกลุ่มฝึกกลยุทธ์ ทักษะการแก้ปัญหาและฝึกความคิดสร้างสรรค์ รวมทั้งกิจกรรมการศึกษาปัญหาจริงเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มย่อย โดยให้นักเรียนเข้าไปมีส่วนร่วมรับรู้ปัญหาบางเรื่องและวิธีการแก้ปัญหารวมทั้งการศึกษาเชิงลึกเองตามความสนใจ จากนั้นลงมือทำงานและนำเสนอผลงาน ดังแผนภาพต่อไปนี้



ภาพประกอบ 11 แบบหมุนเวียนกิจกรรมสามเ้าของเรนซูลี

1.5.3. กิจกรรมการสอน ครูและมุ่มความรู้หน้าที่เป็นผู้เื้อต่อการเรียนรู้ สำหรับกิจกรรมสำรวจทั่วไป และกิจกรรมศึกษาค้นคว้าจริงเป็นกิจกรรมเรียนโดยอิสระ ครูเป็นผู้ชี้แนะและให้คำปรึกษาโดยใช้มุ่มความรู้ที่จัดไว้ในห้องเป็นทรัพยากร สำหรับกิจกรรมฝึกเป็นกลุ่มใช้วิธีอภิปรายทั้งห้องซึ่งครูจะมีบทบาทค่อนข้างมากในการอธิบายเพราะเป็นการให้ความรู้และเทคนิคการแก้ปัญหา บทบาทสำคัญอีกประการหนึ่งคือการซ่อมเสริม ในภาพรวมของภาระงานครูจะหนักกว่าการเป็นครูในชั้นเรียนธรรมดา ตั้งแต่การจัดหา การดูแลทั้งวัสดุทั้งพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน การตรวจงาน และการซ่อมเสริม

1.5.4. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ กิจกรรมแบบการสำรวจทั่วไปจะเสนอตัวอย่างของมโนคติแนะนำกับนักเรียนให้คุ้นเคย ระยะต่อไปจะใช้มุ่มมองตัวอย่างนั้นในภาพกว้าง ๆ ที่ครอบคลุมสิ่งอื่นๆที่มีภาพกว้างอย่างเดียวกันนั้น มีสถานการณ์ปัญหาช่วยให้เกิดการศึกษาค้นคว้า ผล กิจกรรมฝึกเป็นกลุ่ม ในด้านทักษะและการแก้ปัญหามีลักษณะเป็นแบบฝึกหัดแบบบันไดเวียน มีการนำโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเดิมในสถานการณ์ที่แปลกใหม่มาแทรกอย่างสลับ เพื่อขยายประสบการณ์ และเป็นการปลูกฝังคุณลักษณะการแก้ปัญหานักเรียน ในการนี้มีการเสริมสอนตอนต้นชั่วโมงในแต่ละคาบโดยครูหาโจทย์มาฝึกก่อนเครื่องความคิดครั้งละประมาณ 5 ข้อ (เป็นโจทย์ฝึกนักเรียนค่ายโอลิมปิกก็ได้) ส่วนกิจกรรมศึกษาค้นคว้าจริงเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มย่อย นักเรียนจะศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองอย่างอิสระในขอบข่ายที่วางไว้ในกิจกรรมแบบที่ 3 ในกิจกรรมอิสระนี้ให้ศึกษาจากมุ่มความรู้ หรือที่อื่น ๆ เพื่อศึกษาค้นคว้าในแง่มุ่มที่ตนสนใจ แล้วเสนอเป็นผลงานต่อไป

1.5.5. หลักสูตรนี้ให้ความสำคัญของเนื้อหาและกิจกรรมเสริมประสบการณ์โดยพยายามดึงหรือชักจูงและพัฒนาศักยภาพของนักเรียน เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ที่จะเรียนรู้เนื้อหาให้

ได้ความคิดหลัก ๆ อย่างรวดเร็ว ซึ่งกิจกรรมจะเสนอในรูปคำถามนำความคิด คำถามชักนำความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ เช่น การหารูปสามเหลี่ยมคล้าย รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน รูปสี่เหลี่ยมซีกเคอร์รี การหามุมที่เท่ากันจากการขนานและวงกลม ในอีกด้านหนึ่งเตรียมกิจกรรมเสริมประสบการณ์ความคิดสร้างสรรค์และการประยุกต์ไว้ เช่นประโยชน์ของรูปเรขาคณิตออกแบบเครื่องมือเครื่องใช้ บันไดเลื่อน การเดินเรือ การหาทางเดินที่สั้นที่สุด ซึ่งในการนี้นักเรียนจะได้จากกิจกรรมอิสระสำรวจมุมความรู้และอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการทางคณิตศาสตร์

1.6 การประเมินผล

ใช้แบบทดสอบอิงเกณฑ์ ทั้งแบบทดสอบประจำหน่วย และแบบทดสอบประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตร 2 ฉบับซึ่งใช้เป็นแบบประเมินรวบยอด ไม่เป็นข้อสอบชนิดตัวเลือกแต่ให้เขียนตอบ หรือให้ตัดสินใจและแสดงเหตุผลประกอบในบางข้อ เพื่อตรวจสอบว่ามีความรอบรู้ นักเรียนต้องผ่านแบบทดสอบประจำหน่วยเป็นลำดับไป ถ้าไม่ผ่านต้องศึกษาจุดที่บกพร่องและสอบซ่อม เมื่อผ่านจุดประสงค์ของเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จะมีสิทธิ์สอบแบบทดสอบประเมินประสิทธิภาพชุดที่ 1 (ชุดระดับมัธยมศึกษาตอนต้น) เมื่อเรียนครบทุกจุดประสงค์ จะมีสิทธิ์สอบแบบทดสอบประเมินประสิทธิภาพชุดที่ 2 (ชุดระดับมัธยมศึกษาตอนปลายและอุดมศึกษา)

1.7 เงื่อนไขของหลักสูตร

เงื่อนไขการเข้าศึกษา นักเรียนต้องผ่านการคัดเลือกกว่าเป็นผู้ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

ครู ครูผู้ควบคุมกิจกรรมต้องผ่านการอบรมทั้งด้านเนื้อหา ลักษณะเด็กปัญญาเลิศและการดำเนินกิจกรรม รวมทั้งการใช้ชุดกิจกรรมด้วย

ห้องเรียน มีลักษณะเป็นห้องทรัพยากรความรู้ มีหนังสือใช้ค้นคว้า และหนังสืออื่นที่หลากหลาย โดยเฉพาะหนังสือเสริมประสบการณ์ และด้านเทคโนโลยี

2. ผลการทดลองใช้หลักสูตร

ผลจากการใช้ one-group pretest-posttest design วิเคราะห์ gain score ได้ดังตาราง

ตาราง 2 ผลการวิเคราะห์ gain score

แบบทดสอบ	ΣD	ΣD^2	t	pretest		posttest	
				$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
ประเมินประสิทธิภาพชุดที่ 1 (ม ต้น)	153	2533	9.9665**	9.4	24.1	5.78	2.6
ประเมินประสิทธิภาพชุดที่ 2 (ม ปลาย และอุดมศึกษา)	161	2745	12.3521**	3.5	19.6	2.01	3.34
แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์	- 3	1.5625	- 3.496**	8.625	0.36	8.35	0.5

ได้ผลการทดสอบสมมุติฐาน ดังนี้

แบบทดสอบวัดประสิทธิภาพของหลักสูตร ฉบับที่ 1 ได้ $t = 9.9665$ มีนัยสำคัญที่ .01

แบบทดสอบวัดประสิทธิภาพของหลักสูตร ฉบับที่ 2 ได้ $t = 11.5325$ มีนัยสำคัญที่ .01

แบบทดสอบวัดเจตคติ ได้ $t = -3.5$ มีนัยสำคัญที่ .01

หมายความว่า นักเรียนมีพัฒนาการเรียนรู้ในระดับที่น่าพอใจ จากค่า $\bar{X}$ คะแนนของนักเรียนสูงขึ้นมาก และจากค่า S.D. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีการกระจายไม่มาก ดูเหมือนจะน้อยลงด้วยในความรู้เรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ส่วนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และระดับอุดมศึกษามี S.D. เป็น 3.34 ในขณะที่คะแนนสูงสุดเป็น 22 แสดงว่าคะแนนค่อนข้างเกาะกลุ่มกันพอสมควร

แสดงว่านักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์จะมีพัฒนาการเรียนรู้ในอัตราสูงมากและมีความสามารถใกล้เคียงกัน สอดคล้องกับที่ผู้วิจัยอ้างถึงกลุ่มตัวอย่างในบทที่ 1 ว่าเป็นกลุ่มที่คล้ายคลึงกันในด้านความสามารถ ปรับความรู้และวิธีการเรียนได้เร็ว

จากการทดสอบสมมุติฐานเกี่ยวกับเจตคติ ผลปรากฏว่าในภาพรวม เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน(ต่ำลง)และเมื่อทดสอบความแตกต่างของความแปรปรวน ปรากฏว่าได้ $F = 1.929$ แสดงว่าเจตคติของนักเรียนภายในกลุ่มไม่ห่างกันมากขึ้นหลังจากเรียนจบหลักสูตร

การใช้หลักสูตรนี้บรรลุเป้าหมายหรือไม่

เป้าหมาย 1. ให้นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ มีโอกาสพัฒนาความรู้ความสามารถของตนให้ได้มากที่สุด จากศักยภาพที่มีอยู่และที่พัฒนาขึ้น

ในการให้นักเรียนมีโอกาสดำเนินการความรู้ความสามารถของตนให้มากที่สุดจากศักยภาพที่มีอยู่ เป็นเป้าหมายหลักของการพัฒนาหลักสูตรนี้ รูปแบบกิจกรรมจะใช้คำถามนำชักจูงศักยภาพนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้เอง เป็นที่ประจักษ์ว่า นักเรียนซึ่งเรียนภายใต้สถานการณ์นี้เรียนรู้เนื้อหาได้ในระยะเวลาสั้น

เป้าหมาย 2. นักเรียนได้มีโอกาสเลือกเรียนกิจกรรมความรู้โดยอิสระ เหมาะสมตามแบบการเรียนรู้ของตน และเหมาะสมกับระดับความสามารถ ความสนใจ และความต้องการที่หลากหลาย

ในการสนองความเป็นอิสระในการเรียนรู้ตามแบบการเรียนรู้ของนักเรียนได้จัดกิจกรรมสามเส้าของเรณูลีให้เรียน จากแบบวัดเจตคตินักเรียนไม่มีความอึดอัดในการเรียนคณิตศาสตร์

เป้าหมาย 3. ให้นักเรียนแต่ละคนเข้าใจศักยภาพของตน พัฒนาศักยภาพของตนให้สมบูรณ์ และมีโอกาสใช้ศักยภาพของตนเอง

ในด้านความเข้าใจในศักยภาพนั้นใช้การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนในแต่ละหน่วย และมีการซ่อมเสริมทำให้นักเรียนเข้าใจศักยภาพของตน หลังจากการจบหลักสูตรมีโทรศัพท์จากนักเรียนมารายงานเองถึงความสามารถและวิสัยทัศน์ในทางเรขาคณิตที่ดีขึ้น บางคนทราบว่าตนไม่ค่อยมีความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ต้องฝึกฝนเพิ่มเติม บางคนรู้ชัดว่าไม่ถนัดทางเรขาคณิตเพราะขาดทักษะในการให้เหตุผลเป็นต้น

หลักสูตรนี้ สนองจุดมุ่งหมายของหลักสูตรเพียงใด

เพื่อที่จะศึกษาว่าหลักสูตรได้สนองจุดมุ่งหมายหรือไม่ ต้องพิจารณาจุดมุ่งหมาย เนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมและประสบการณ์ การประเมินผล เงื่อนไขการเข้าศึกษา ครู และห้องเรียน หลักสูตรเรขาคณิตเสริมนี้ สนองจุดมุ่งหมายของหลักสูตรดังต่อไปนี้

จุดมุ่งหมาย 1. ให้นักเรียนมีโอกาสสำรวจศึกษา เนื้อหา และแนวคิดทางเรขาคณิต ในลักษณะภาพกว้างเพื่อความเข้าใจในความคิดหลักของเรขาคณิต

ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมประเภทที่ 1 กิจกรรมสำรวจทั่วไปเป็นการนำเสนอความคิดและ

กิจกรรมประเภทที่ 3 ที่นักเรียนพัฒนาความรู้ใหม่จากกิจกรรมประเภทที่ 1 ของทุกหน่วยโดยเฉพาะในหน่วยที่ 4 ซึ่งกล่าวถึงเรขาคณิตแบบต่างๆ

จุดมุ่งหมาย 2. ให้นักเรียนมีโอกาสดึกษาเนื้อหาเรขาคณิตแบบเจาะลึก ตามความสนใจและความสามารถของตน

ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมประเภทที่ 3 เช่น ทฤษฎีบทรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ขยายผลลิกไปถึงทฤษฎีบทเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ABCD ว่า $AC^2 + BD^2 = AB^2 + BC^2 + CD^2 + AD^2$ และกฎของไซน์ และโคไซน์ ตลอดจนการสำรวจเจาะอุโมงค์ลอดภูเขา ในเรื่องวงกลมขยายลิกไปถึงเส้นสัมผัสและแกนราก ทฤษฎีของเมนโลสและชีวา และเรขาคณิตการแปลง มีการศึกษาด้านการนำไปใช้อย่างมาก

จุดมุ่งหมาย 3. ฝึกฝนให้มีความสามารถเชิงมิติสัมพันธ์ และความสามารถในการใช้เหตุผลหาคำตอบ และการอธิบายปรากฏการณ์เชิงเรขาคณิต

ทุกครั้งที่มีการให้เหตุผลจะใช้คำถามชักนำให้ดูรูป สำรวจรูปสามเหลี่ยมคล้าย รูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ ด้านขนาน มุมที่เท่ากันในวงกลม รูปสี่เหลี่ยมซัคเคอร์ เป็นแบบฝึกความสามารถเชิงมิติสัมพันธ์ ผู้วิจัยไม่เน้นเรื่องการพิสูจน์ที่เป็นแบบแผน แต่จะวางรากฐานการพิสูจน์ เช่น ให้ศึกษาเงื่อนไขจำเป็นและเพียงพอ (ในหน่วยที่ 1) และใช้มาตามลำดับจนหน่วยที่ 4 ให้นักเรียนประจักษ์ว่าก่อนจะสรุปอะไร ให้หาเหตุผลให้เพียงพอก่อน ยกสถานการณ์ให้เห็นความจำเป็นที่ต้องมีการพิสูจน์ เช่น เรื่องพื้นที่หาไปไหน ให้ศึกษาการพิสูจน์ทางอ้อมจากสถานการณ์ชีวิตประจำวันและนำมาใช้บางครั้งเมื่อจำเป็น ตลอดจนให้รู้จักเทคนิคการแปลงข้อความให้พิสูจน์ได้ ส่วนการอธิบายปรากฏการณ์ทางเรขาคณิต นอกจากจะให้การศึกษจากหนังสือเทคโนโลยีที่ได้จากคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา อุปกรณ์การสอนคณิตศาสตร์ ยังให้การศึกษาเรื่องเทคนิคกลไก (ภาคผนวก 3) และปรากฏการณ์สุริยคราสด้วย

จุดมุ่งหมาย 4. ฝึกฝนให้มีความสามารถในการแก้ปัญหา และการคิดค้นเทคโนโลยีง่าย ๆ ที่ได้จากเรขาคณิต

ผู้วิจัยได้เตรียมแบบฝึกแก้ปัญหาอย่างพอเพียง ในกิจกรรมประเภทที่สอง และเตรียมของเล่นและเครื่องมือให้การศึกษาในกิจกรรมประเภทที่สาม เช่น แถบเรซา (geostrip) ตัวต่อแผ่นเทสเซลเลชัน เครื่องคำนวณส่วนกลับ ($\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$) ชุดเขียนตัวอักษรของรูดริ่ง และศึกษาจากหนังสือในเรื่อง planimeter ซึ่งเป็นเครื่องมือหาพื้นที่ของรูปปิดโดยเพียงแต่เลื่อนเข็มไปรอบเส้นขอบ เป็นต้น

นอกจากนี้โดยความเห็นของกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ลงความเห็นว่ หลักสูตร
พิเศษทางเรขาคณิตนี้ เป็นหลักสูตรเฉพาะเด็กที่มีความสามารถพิเศษจริงๆ และ แบบทดสอบ
อิงเกณฑ์ที่พัฒนาขึ้นสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่วางไว้แต่ละบทและครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมดซึ่ง
ส่วนใหญ่เป็นการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ระดับสูง ได้ค่า IOC ที่ประเมินจากกรรมการ เป็น 1.00
นักเรียนทุกคน สามารถเรียนรู้เนื้อหาในหลักสูตร ได้โดยผ่านทุกจุดประสงค์ ภายในระยะเวลา 70
ชั่วโมง

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้ทำเพื่ออะไร

การวิจัยครั้งนี้ได้ (1) พัฒนาหลักสูตรเรขาคณิตเสริมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ (2) ทดลองใช้หลักสูตร เพื่อศึกษาว่านักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ถึงระดับใดภายในเวลาจำกัดคือประมาณ 70 ชั่วโมง

ลักษณะพิเศษของหลักสูตรที่แตกต่างจากหลักสูตรปกติคือ (1) เน้นพฤติกรรมการเรียนรู้ระดับสูง ตั้งแต่การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์จนถึงการประเมินค่า นักเรียนมีเวลาในการศึกษาอย่างอิสระ (independent study) ค่อนข้างมาก เพื่อใช้ในการพัฒนาความรู้พื้นฐานไปสู่ความรู้ความเข้าใจที่ลึกซึ้งขึ้นอย่างมากในเวลาอันสั้น (2) ลักษณะกิจกรรมการเรียนการสอนแตกต่างจากลักษณะหลักสูตรปกติเป็นห้องเรียนไร้ชั้นและใช้ หลักการ رصدหลักสูตรซึ่งผู้เรียนไม่จำเป็นต้องเรียนซ้ำในสิ่งที่เรียนรู้แล้วและมีโอกาสเรียนในแง่มุมที่ตนประสงค์จะเรียน (3) รูปแบบหลักสูตรใช้กิจกรรมสามเฒ่าของเรนชูลี ซึ่งให้อิสระผู้เรียนที่จะเลือกศึกษากิจกรรม 3 แบบ การสำรวจ และศึกษาความรู้พื้นฐานแบบหนึ่ง การฝึกทักษะและการแก้ปัญหาแบบหนึ่ง และการศึกษาเจาะลึกอีกแบบหนึ่งและเปลี่ยนไปมาได้ในลักษณะที่เรนชูลี เรียกว่าแบบประตูหมุน (revolving door model) ซึ่งถ้าถามว่าเด็กจำเป็นต้องเรียนรู้ความรู้พื้นฐานก่อนการแก้ปัญหาหรือไม่ คำตอบคือไม่จำเป็นทั้งนี้เป็นไปตามแนวคิดใหม่ที่สอดคล้องกับผลสรุปงานวิจัยต่างๆในปัจจุบัน (Jencks and Peck. 1987) (4) เนื้อหาในหลักสูตรล้าหน้าไปถึงเรขาคณิตระดับปริญญาตรี ซึ่งในการกำหนดเนื้อหาของหลักสูตรใช้วิธีสำรวจเนื้อหาเรขาคณิตในหลักสูตรเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นถึงระดับปริญญาตรีของหลักสูตรการศึกษามัธยมศึกษาเอกคณิตศาสตร์ พิจารณาคัดเลือกเนื้อหาที่เป็นแนวคิดหลักซึ่งเป็นพื้นฐานที่จะเข้าใจเนื้อหาอื่น วางเป็นแนวสำหรับศึกษาให้ระดับความรู้สูงขึ้นตามลำดับเหมือนลำดับขั้น ไม่อาศัยศักยภาพพัฒนาความรู้ที่สูงขึ้นและศึกษาเนื้อหาเชิงลึกเหมือนกิ่งไม้ซึ่งเป็นรายละเอียดที่นักเรียนบางคนอาจสนใจศึกษา เนื้อหาที่เป็นแบบฝึกจะเน้นเรื่องการแก้ปัญหาและความคิดวิจารณ์ญาณ

มีเนื้อหาในหลักสูตร 4 หน่วย คือ พื้นฐานการเรียนรู้เรขาคณิต เรขาคณิตระบบยุคลิด เรขาคณิตการแปลง และเรขาคณิตนอกระบบยุคลิดในเชิงสำรวจกับการแนะนำระบบสัจพจน์ (5) ลักษณะเนื้อหาไม่เน้นการพิสูจน์ที่เป็นทางการแต่จะเน้นการนำเหตุผลสั้นๆ ไปใช้แก้ปัญหา พัฒนาพื้นฐานการพิสูจน์และเห็นความจำเป็นที่ต้องมีการพิสูจน์ เน้นการใช้ศักยภาพความสามารถพิเศษในการพัฒนาความรู้ใหม่จากความรู้หลักครุ่นหน้าโดยรวดเร็ว ไม่เก็บรายละเอียดข้างทาง ในขณะเดียวกันมีเนื้อหาเรื่องราวความคิดวิจารณ์ญาณ และเรื่องการแก้ปัญหาและความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ เมื่อนักเรียนเรียนเนื้อหาได้จะได้พบการนำเนื้อหานั้นไปใช้ใกล้ๆ ที่นั้น ซึ่งจะช่วยให้เกิดประสิทธิภาพการเรียนรู้ระดับสูง เนื้อหาในหลักสูตรแต่ละตอนจะแยกเป็น 3 ส่วน คือส่วนสำรวจ แนวความคิดใหม่ๆ ส่วนหนึ่ง ส่วนฝึกทักษะการแก้ปัญหาส่วนหนึ่ง และส่วนพัฒนาความรู้ใหม่ และความคิดวิจารณ์ญาณอีกส่วนหนึ่ง (6) ในด้านการสอน บทบาทของครูเปลี่ยนจากผู้สอนเป็นผู้เอื้อต่อการเรียนรู้ มีหนังสือและสื่อต่างๆเอื้อต่อการเรียนรู้ด้วย (7) ในเอกสารการสอนโดยภาพรวมไม่ใช้การบรรยาย แต่จะใช้คำถามนำของกิจกรรมในการพัฒนาความรู้และกิจกรรมเจาะลึกลงไปในเรื่องที่นักเรียนอาจจะสนใจเป็นพิเศษ ทั้งความรู้ระดับอุดมศึกษา ความรู้ด้านเทคโนโลยี และด้านการนำไปใช้ ยิ่งกว่านั้น ยังมีกิจกรรมด้านการแก้ปัญหา ฝึกความคิดสร้างสรรค์ และความคิดวิจารณ์ญาณ ผสมผสานลงไปด้วย (8) ในด้านการวัดผลใช้การวัดผลแบบอิงเกณฑ์ ผลการสอบมี 2 สถานะคือ ผ่านและ ไม่ผ่าน

ในการพัฒนาหลักสูตร ผ่านขั้นตอนการตรวจสอบเบื้องต้นจากผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ขึ้น ทดลองรายบุคคล 2 คน ขึ้นทดลองกลุ่มเล็ก 5 คน และขึ้นการเตรียมก่อนทดลองภาคสนาม โดยศึกษาปรับปรุงและแก้ไขข้อบกพร่องมาตามลำดับ ตลอดจนวางผังกิจกรรมตลอดหลักสูตรให้เหมาะสมที่จะดำเนินการได้

เครื่องมือที่ใช้คัดเลือกนักเรียนได้แก่ (ก) แบบสอบถามกรอรายการ (ข) แบบทดสอบการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (ค) แบบทดสอบกระบวนการคิดระดับสูง และ (ง) แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แบบข.ของสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

แบบสอบถามกรอรายการ ได้ข้อคำถามจากหนังสือเกี่ยวกับเด็กอัจฉริยะ แบบทดสอบการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้จากโจทย์แข่งขันในต่างประเทศ และแบบทดสอบกระบวนการคิดระดับสูงได้จากการดัดแปลงแบบทดสอบมาตรฐานเกี่ยวกับความคิดระดับสูงของ รอส เครื่องมือทั้งสามฉบับนี้มีขั้นตอนหนึ่งของการพัฒนาที่เหมือนกัน คือใช้กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม

กลุ่มที่เก่งคณิตศาสตร์ประกอบด้วยนักเรียนทั้งหมดที่ทำข้อสอบของสมาคมคณิตศาสตร์ในปี 2538 ได้คะแนน 70 คะแนนขึ้นไป(จากคะแนนเต็ม 100) และกลุ่มนักเรียนทั่วไปประกอบด้วยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/7 ของโรงเรียนบวรมงคล เพื่อเปรียบเทียบว่า กลุ่มนักเรียนเก่งคณิตศาสตร์จะได้คะแนนดีกว่ากลุ่มนักเรียนทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังมีขั้นตอนอื่นประกอบให้สมบูรณ์ขึ้นเช่น (ก) แบบสอบถามกรอรายการ มีขั้นตอนอื่นๆ คือ การวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ โดยปรับภาษาหรือคำอธิบายให้เหมาะกับนักเรียน และนำความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญมาพิจารณาปรับปรุงข้อคำถาม (ข) แบบทดสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ใช้ดัชนี IOC จากผู้เชี่ยวชาญ 3 คน และ 5 คน พิจารณาเป็นรายชื่อในความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาว่าอยู่ในกรอบของหลักสูตรคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษา และการใช้ความสามารถแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จริง มีค่าความเชื่อมั่น 1.00 และ (ค) แบบทดสอบกระบวนการคิดระดับสูง ได้ผ่านการตรวจอ่านจากผู้เชี่ยวชาญการสร้างแบบทดสอบ และหาค่าความเชื่อมั่นได้ 0.98

สำหรับแบบทดสอบประจำ 4 หน่วย และแบบทดสอบประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตร 2 ฉบับ ใช้กลุ่มตัวอย่างสองในลักษณะที่ต่างจากกลุ่มตัวอย่างของเครื่องมือคัดเลือกล่าช้าคือใช้กลุ่มผู้รอบรู้และกลุ่มผู้ไม่รอบรู้ โดยแบบทดสอบส่วนที่ใช้เนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้นใช้ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนมัธยมสาธิตปทุมวัน และโรงเรียนบดินทรเดชา 2 ซึ่งทางโรงเรียนจัดจำแนกนักเรียนไว้ให้ ส่วนเนื้อหาเรขาคณิตระดับมัธยมศึกษาตอนปลายขึ้นไปถึงอุดมศึกษาใช้กลุ่มตัวอย่างจากนิสิตกศ.บ.เอกคณิตศาสตร์ และนิสิตวท.บ.คณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร ที่เรียนจบรายวิชา คณิต 331 ตำราเรขาคณิตพอดิ ซึ่งท่านอาจารย์ผู้สอนจัดจำแนกไว้ให้ ทั้งนี้แบบทดสอบได้ผ่านความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ และปรับปรุงก่อนใช้กับกลุ่มตัวอย่างดังกล่าวข้างต้น จากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ คำดัชนีสำหรับความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเป็น 1.00 หมายความว่า มีความเที่ยงตรงตามจุดประสงค์ ที่วัดครอบคลุมจุดประสงค์ทั้งหมดตามลักษณะของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ข้อสอบทุกข้อจะใช้วิธีเดิมคำตอบ และอาจมีการอธิบายประกอบเพื่อให้มีความมั่นใจว่ามีความรอบรู้ในเรื่องนั้นๆจริง ผลจากการหาค่าความเชื่อมั่นส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ (0.61-0.95)

สำหรับการทดลองภาคสนาม ใช้ นักเรียนกลุ่มตัวอย่างจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 จากกรุงเทพฯและปริมณฑล ซึ่งรวมทั้งอยุธยา อ่างทอง ปทุมธานี สุพรรณบุรี เพชรบุรี สมุทรสงคราม สมุทรสาคร สมุทรปราการ ชลบุรี และฉะเชิงเทรา ที่สนใจ ซึ่งติดต่อโดยใช้จดหมายราชการไปยังโรงเรียนต่างๆและประกาศในหนังสือวัฏจักรฉบับการศึกษา นักเรียนต้อง

ผ่านขั้นตอนการสมัครโดยกรอกแบบสอบถามกรอกรายการ นับเป็นการคัดเลือกขั้นเสนอชื่อ เมื่อผ่านการคัดเลือกนี้แล้วให้ทดสอบแบบทดสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบกระบวนการคิดระดับสูงและแบบทดสอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์อีกขั้นหนึ่ง ซึ่งเกณฑ์ในการคัดของแบบสอบถามกรอกรายการใช้ $2.5 \times$ จำนวนข้อ เกณฑ์ในการคัดของแบบทดสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ใช้ 50 % ของคะแนนเต็ม ส่วนเกณฑ์การคัดของแบบทดสอบความถนัดระดับสูงและความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ใช้ 80 % ของคะแนนเต็ม โดยการคัดที่เข้มงวดนี้ นักเรียนที่สนใจสมัครเข้าเรียนจำนวน 72 คน ได้รับการคัดเลือกขั้นเสนอชื่อ 62 คน และได้รับการเลือกในรอบสุดท้ายเพียง 13 คน ซึ่งบางคนสละสิทธิ์และเมื่อตัดนักเรียนที่มีลักษณะไม่ตรงตามที่ต้องการออกแล้ว ได้กลุ่มตัวอย่างจริงในการทดลองภาคสนาม 10 คน

ได้ผลอะไรบ้าง

1. หลักสูตร เป็นหลักสูตรเสริม มีเนื้อหาและแนวคิดของเรขาคณิตก้าวไกลถึงระดับปริญญาตรี ได้ผ่านการพัฒนาตามขั้นตอนการพัฒนา ประเมินได้ว่าบรรลุเป้าหมายและจุดมุ่งหมายของหลักสูตรที่เหมาะสมกับลักษณะและความต้องการของเด็กที่มีความสามารถพิเศษ และมีรูปแบบพิเศษที่แตกต่างจากหลักสูตรปกติเช่น การรวมหลักสูตร การใช้กิจกรรมสามเส้าของเรณูลี มีลักษณะห้องเรียนไร้ชั้น เป็นห้องทรัพยากรความรู้ มีรูปแบบการสอนแตกต่างเช่นกันโดยครูเป็นผู้เอื้อต่อการเรียนรู้ และใช้การวัดผลแบบอิงเกณฑ์

2. ผลจากการทดลองภาคสนาม โดยแผนแบบงานวิจัย pretest-posttest design ทั้งในด้านผลสัมฤทธิ์และด้านเจตคติ ซึ่งใช้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างจริง ปรากฏว่าเด็กนักเรียนซึ่งเอาใจใส่ในกิจกรรมต่างๆผ่านคะแนนจุดตัดทุกคน และมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเพิ่มขึ้นอยู่ในเกณฑ์น่าพอใจ ค่า t ของ คะแนนได้เพิ่มของแบบทดสอบประสิทธิภาพฉบับที่ 1 (ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น) และแบบทดสอบประสิทธิภาพฉบับที่ 2 (ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายและอุดมศึกษา) สูงถึง 9.97 และ 11.53 ตามลำดับ แสดงว่านักเรียนสามารถเรียนรู้ได้จริง สอดคล้องกับงานวิจัยว่านักเรียนปรับตัวได้เรียนรู้ได้ แต่ในด้านเจตคติ ผลปรากฏว่านักเรียนมีคะแนนเจตคติต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญ ($t = -3.5$)

3. เครื่องมือคัดเลือก ได้แก่ แบบสอบถามกรอกรายการ แบบทดสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบกระบวนการคิดระดับสูง ประสิทธิภาพของเครื่องมือคัดเลือก จากขั้นตอนการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างจากการทดสอบสมมติฐานมีนัยสำคัญ .05 ว่านักเรียนที่คัดมาเข้าหลักสูตร

เป็นเด็กที่มีความสามารถจริง แบบทดสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบกระบวนการคิดระดับสูงมีค่าความเชื่อมั่น 1.00 และ 0.98 ตามลำดับ

จากการสำรวจพบว่า แบบสอบถามการออกรายการอาจเชื่อถือไม่ได้ นักเรียนหลายคนที่ออกรายการได้คะแนนดีกลับไม่ผ่านการทดสอบในรอบสุดท้าย กล่าวคือให้ผลไม่สอดคล้องกับความคิดระดับสูง และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบมิติสัมพันธ์ แบบทดสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบความคิดระดับสูงให้ผลไปทางเดียวกัน สหสัมพันธ์ของแบบทดสอบกระบวนการคิดระดับสูงต่อแบบทดสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็น 0.8945 แต่ภายในกลุ่มเด็กเก่ง สหสัมพันธ์ดังกล่าวกลับไม่สูงนัก คือ 0.3828

4. การศึกษาเจตคติของนักเรียน หากว่าประสิทธิภาพของหลักสูตร กลุ่มความถึงด้านเจตคติด้วยแล้ว เจตคติของนักเรียนไม่ควรลดลง ผู้วิจัยจึงศึกษาค้นสาเหตุของเรื่องนี้ โดยเริ่มต้นจากข้อสงสัยว่า เกิดจากการจำกัดเวลาของผู้วิจัยคือการกำหนด 70 ชั่วโมงหรือไม่

โรเจอร์ส (Rogers.1990) ได้สังเคราะห์งานวิจัย 314 ชิ้น ของการใช้หลักสูตรเรียนเร่งแบบต่าง ๆ ว่าทั้งในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา มีผลในด้านวิชาการ จิตวิทยาและด้านสังคมอย่างไรบ้าง ซึ่งแบบการเรียนเร่งได้แก่

early entrance	grade skipping
non-graded classes	curriculum compacting
grade telescoping	concurrent enrollment
subject acceleration	advance placement courses
mentorships	early admission to college
credit by examination	และการรวมแบบการเรียนเร่ง 2 แบบข้างต้นไว้ด้วยกัน

ผลปรากฏว่าในทุกแบบ ผู้เรียนสามารถปรับตัวด้านสังคมและจิตวิทยาได้ ในด้านวิชาการเกือบทุกแบบมีผลดี เว้นแต่ advance placement courses และการรวมแบบการเรียนเร่ง 2 แบบ ซึ่งผลสัมฤทธิ์ด้อยไปบ้าง สำหรับในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรเจอร์สแนะว่าแบบที่ดีที่สุด คือ grade-skipping, grade telescoping, subject acceleration และ curriculum compacting ซึ่งวิธีสุดท้ายเป็นวิธีที่ผู้วิจัยใช้ในการวิจัย จึงคิดว่าการเรียนเร่งภายใน 70 ชั่วโมงนี้เป็นไปได้ เมื่อสำรวจข้อคำถามที่นักเรียนตอบในแบบวัดเจตคติที่มีส่วนทำให้เจตคติลดลง ปรากฏผลว่าข้อที่มีคะแนนเปลี่ยนไปคือ ข้อ 1,3,4,5,6,8,9,12,13,15,19,20 ดังแสดงในตาราง

ตาราง 3 ความถี่ของข้อกระทงที่นักเรียนเลือกในแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์

ข้อกระทง	ความถี่	
	pre	post
1. อึดอัดขณะที่เรียนคณิตศาสตร์	1	0
2. ถ้าไม่มีการเรียนคณิตศาสตร์โลกนี้ไม่เจริญ	10	10
3. อยากช่วยคนอื่นทำการบ้าน	4	2
4. ครูคณิตศาสตร์จู้จี้จุกจิก	1	2
5. คณิตศาสตร์ช่วยสร้างโอกาสทำงาน	8	10
6. คณิตศาสตร์น่ากลัวมากที่สุด	0	1
7. ครูคณิตศาสตร์เจ้าอารมณ์	0	0
8. เนื้อหาคณิตศาสตร์น่าเบื่อหน่าย	0	1
9. ไม่อยากมีการบ้านวิชาคณิตศาสตร์	2	4
10. ชอบคณิตศาสตร์มากที่สุด	10	10
11. คนเก่งคณิตศาสตร์ชอบถือความคิดตนเองเป็นใหญ่	0	0
12. ถ้าพยายามแล้ววิชาคณิตศาสตร์ไม่ยาก	10	9
13. สนุกกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	10	8
14. คณิตศาสตร์ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้	10	10
15. ครูคณิตศาสตร์ชอบเล็งผลเลิศ	1	3
16. คณิตศาสตร์ทำให้คนมีความรอบคอบ	10	10
17. คณิตศาสตร์ช่วยให้การทำงานมีขั้นตอนดีขึ้น	10	10
18. ไม่อยากเรียนในชั่วโมงคณิตศาสตร์	0	0
19. คณิตศาสตร์ทำให้คนช่างคิดช่างฝัน	4	5
20. กฎเกณฑ์คณิตศาสตร์ทำให้ผู้เรียนเกิดความสับสน	2	3

จากการสัมภาษณ์พูดคุยกับนักเรียน นักเรียนค่อนข้างเห็น้อยที่จะเรียนคณิตศาสตร์เกือบทั้งวัน จึงไม่ค่อยอยากทำการบ้าน อาจต้องการพักผ่อนมากกว่า อีกประการหนึ่งเป็นการเรียนที่ต่อเนื่องแทบทุกวัน (ยกเว้นวันอาทิตย์) นักเรียนไม่มีเวลาที่ใช้ย่อยบททวนความรู้ และนักเรียนต้องมี

ภาระจัดแสดงผลงาน Type III Enrichment ภายในเวลาดังกล่าวด้วย ทำให้รู้สึกหนัก ซึ่งเมื่อมีปัญหาก็ต้องเอาตัวรอดก่อน ความอยากช่วยผู้อื่นทำการบ้านจึงลดลง ผู้วิจัยคิดว่าการจัดกระทำที่ใช้นี้อาจเข้มเกินไป น่าจะได้ทำการวิจัยหาวิธีที่มีความเข้มข้นที่เหมาะสม เช่นการให้เรียนเฉพาะวันเสาร์ หรือเรียนทุกวันเว้นวันพุธและวันอาทิตย์ นักเรียนจะได้มีเวลาในการคิดแก้ปัญหา ซึ่งพบในการวิจัยครั้งนี้ว่า การแก้ปัญหาเป็นกิจกรรมที่ต้องใช้เวลาค่อนข้างมาก เมื่อสำรวจบททวนถึงนักเรียนที่เรียนรอบแรก (ชั้นการทดลองรายบุคคล) ซึ่งมีบางเวลาที่เว้นระยะการเรียนไป นักเรียนที่กลับมาจะมีข้อคำถามดีๆ มาถามผู้วิจัย ซึ่งหมายความว่านักเรียนนั้นมีเวลาอ่านบททวน มีโอกาสฝึกการแก้ปัญหา และศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองมากขึ้น น่าจะเป็นวิธีที่เหมาะสมกว่า

สำหรับข้อ(13)ความรู้สึกสนุกในการแก้ปัญหา และข้อ(12)ความรู้สึกที่ว่าถ้าพยายามแล้วไม่ยากที่มีคะแนนลดลง นอกจากเหตุที่ตัวปัญหายากอยู่แล้ว เวลานอกที่ใช้ศึกษาการแก้ปัญหามีน้อยมาก ถึงจะอัจฉริยะเพียงใดก็ย่อมมีขีดจำกัด ถ้าเร่งรัดมาก นักเรียนอาจเริ่มเซ็ดเซียวกับการแก้ปัญหาได้ ทั้งนี้มีผลวิจัยเด่นชัดว่า ในการแก้ปัญหา นักเรียนต้องการเวลาอย่างยิ่ง

ในข้อ (6) ด้านความรู้สึกว่าคณิตศาสตร์น่ากลัว ข้อ(8) เนื้อหาคณิตศาสตร์น่าเบื่อหน่ายและข้อ(20)กฎเกณฑ์คณิตศาสตร์ทำให้สับสนที่เริ่มมีขึ้นมาบ้าง เท่าที่ผู้วิจัยสังเกตเห็นคือมีการวัดผลที่กระชั้นมากขึ้นและครูต้องฟังเสียงสถานะการรอบรู้ของนักเรียนด้วย เนื้อหาที่ย่อยไม่ทันทำให้นักเรียนส่วนมากต้องทำการศึกษาอีกครั้งหนึ่งและซ่อมเสริมโดยเฉพาะนักเรียนคนหนึ่งซึ่งสอบซ่อมเป็นคนเดียวที่ตอบข้อ (6) ,(8) แต่ก็ตอบข้อ (10) คือ ชอบคณิตศาสตร์มากที่สุด ซึ่งขัดแย้งกับข้อ (6) และข้อ (8) พร้อมกัน มีสมองค่อนข้างช้า เมื่อเรียนไปได้ระยะหนึ่งตามไม่ทันเพื่อน

ข้อ 1, 5 และ19 เป็นข้อที่เปลี่ยนแปลงในทางดี คือไม่โอ้อวดขณะเรียนคณิตศาสตร์ ช่วยสร้างโอกาสในการทำงาน และคณิตศาสตร์ทำให้คนช่างคิดช่างฝัน แสดงว่าหลักสูตรนี้มีบรรยากาศเอื้อต่อการเรียนรู้ เห็นประโยชน์ของคณิตศาสตร์ และคณิตศาสตร์ช่วยให้จินตนาการของคนกว้างไกล เมื่อดูตารางโดยรวม เห็นได้ว่า ปัญหาด้านเจตคติของนักเรียนที่กล่าวมา หาใช่เจตคติที่ฝังลึกจนเกลียดกลัวคณิตศาสตร์ไม่ แต่เป็นลักษณะของความวิตกกังวลเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical anxiety) ซึ่ง ฮาร์ท (Hart. 1989) ได้ให้ความหมายว่า เป็นความกลัว เป็นความร้อร้อนใจ และบางทีอาจจะเป็นความไม่ชอบ (เจตคติ) และเฮมบริ (Hembree. 1990) ซึ่งได้สังเคราะห์งานวิจัย 151 ชิ้นพบว่า ความวิตกกังวลจะสัมพันธ์กับผลการสอบทางคณิตศาสตร์ที่ต่ำ ตรงกับนักเรียนคนที่ตกต้องสอบซ่อมเปรียบกับการสอบในครั้งนี้ อย่างไรก็ตามเฮมบริพบว่าการจัดกระทำหลายรูปแบบซึ่งสามารถลดความกระวนกระวายใจทำให้ทำข้อสอบได้มากขึ้นเช่น การฝึกความอดทน และใช้เทคนิคการผ่อนคลายอย่างเป็นระบบ

สำหรับปัญหาที่ว่าใน 1 วัน ให้นักเรียนเรียนหนักเกินไปหรือไม่ (ประมาณ 5 ชั่วโมง) เฮแมนและคณะ (Hayman and others. 1970) ได้สังเกตการเข้าเรียนหลักสูตรพิเศษของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์อายุประมาณ 4-16 ปี พบว่า ช่วงความสนใจของนักเรียนประมาณ 3 ถึง 4 ชั่วโมง หรือมากกว่านั้น ผู้วิจัยคิดว่าใน 5 ชั่วโมงมีกิจกรรมที่ผ่อนคลายบ้างและช่วงบ่ายจะเป็นกิจกรรมที่นักเรียนทำกิจกรรมด้วยตนเอง หรือกลุ่มตามความสมัครใจ ไม่น่าจะมีปัญหา ปัญหาน่าจะมาจากความกลัวความล้มเหลวในการเรียนมากกว่า

จากงานของไวเนอร์และโพเทปาน (Weiner and Potepan. 1970) งานของเฮกเฮาเซน (Weinert and Kluwe. 1987) งานของ มาแชล (Marshall. 1989) และบทความของ แมคเลียวด์และออร์ทีกา (McLeod and Ortega. 1991) ในด้านเจตคติที่เกิดหลังจากประสบความล้มเหลวในการเรียนดังนี้

นักเรียนที่เคยประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์เป็นที่ประจักษ์ ถ้าประสบความล้มเหลวเมื่อใดจะเกิดการตื่นตัวและแสดงออกในเชิงลบคือคิดว่าตนเองมีความสามารถต่ำ (depressive attribute pattern (DAP)) ถ้าเอาชนะอุปสรรคได้จะแสดงออกเชิงบวก คิดว่าตนเองมีความสามารถสูง (positive attribute pattern (PAP)) เมื่อนักเรียนอายุน้อย(ก่อน 7 ปี) อาการตื่นตัวนี้จะเปลี่ยนแปลงง่ายแต่เมื่อโตขึ้นอาการตื่นตัวจะเกิดโดยอัตโนมัติเมื่อต้องสอบอีก และเกิดมั่นคงยาวนาน กลไกการปรับตัวสามารถอธิบายได้ง่ายๆดังนี้

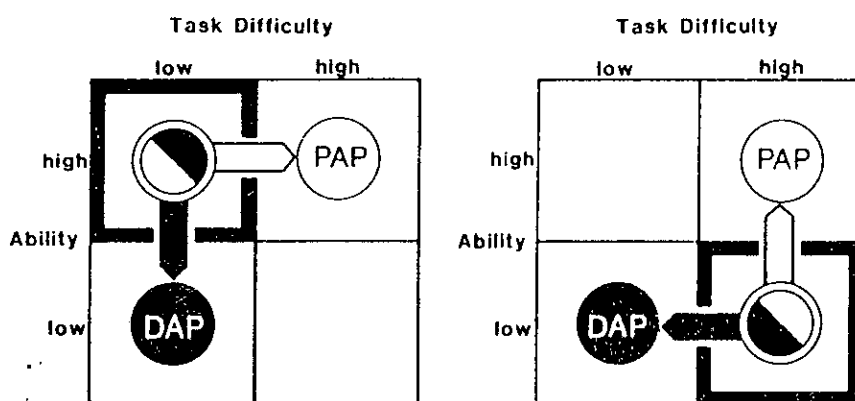
ปัจจัยที่ทำให้งานสำเร็จ ได้แก่ งานง่าย ๑ ความสามารถสูง ๑

ปัจจัยที่ทำให้งานล้มเหลว ได้แก่ งานยาก ๑ ความสามารถต่ำ ๑

บุคคลที่ถูกข้อมใจด้วยสถานะความสำเร็จ (PAP) คิดว่า ถ้างานง่าย หรือความสามารถสูงอย่างใดอย่างหนึ่งย่อมเพียงพอที่จะทำงานสำเร็จ งานจะล้มเหลวมีกรณีเดียวคือ เมื่อความสามารถต่ำ และงานยาก

บุคคลที่ถูกข้อมใจด้วยสถานะความล้มเหลว (DAP) คิดว่า ถ้างานยากจะไม่สำเร็จ และถ้าความสามารถต่ำจะไม่สำเร็จเช่นกัน จะสำเร็จในกรณีเดียวที่ความสามารถสูง และงานง่ายเท่านั้น

ดังนั้นเมื่อมีสถานการณ์ 2 สถานะ คือ สำเร็จ หรือ ล้มเหลวเกิดขึ้นอีก ความคิดของนักเรียน PAP และ DAP จะหาเหตุผลเข้าข้างตัวเองดังแผนภาพ



ก) เมื่อครั้งใหม่สำเร็จ

ข) เมื่อครั้งใหม่ล้มเหลว

ภาพประกอบ 12 กลไกเหตุผลเข้าข้างตนเองของนักเรียน

เมื่อครั้งใหม่สำเร็จ นักเรียน DAP มีแนวโน้มคิดว่าเพราะงานง่าย นักเรียน PAP มีแนวโน้มคิดว่าเพราะความสามารถ (รูป ก.)

เมื่อครั้งใหม่ล้มเหลว นักเรียน DAP มีแนวโน้มคิดว่าเพราะความสามารถต่ำ ในขณะที่นักเรียน PAP คิดว่าเพราะงานยากเกินไป (รูป ข.)

กรอบสี่ด้านที่เส้นหนาแสดงสถานการณ์จริงว่าสำเร็จ (รูป ก.) และล้มเหลว (รูป ข.)

แนวคิดดังกล่าวทำให้เข้าใจการปรับตัวของนักเรียน กล่าวคือ นักเรียนตกจุดประสงค์เป็นบุคคล DAP เมื่อพบข้อสอบ เขารู้ว่ายากแน่ จะสรุปว่าไม่สำเร็จแน่ จึงเกิดความวิตกกังวล และตอบแบบสอบถามในรูปเชิงลบ เช่นคณิตศาสตร์น่ากลัว เนื้อหาคณิตศาสตร์น่าเบื่อ ซึ่งเป็นการปรับรูปแบบถ้อยคำตามทฤษฎีของฟรอยด์

แต่ภาวะการถูกข่มใจด้วยความล้มเหลว (DAP) หาเป็นโทษทั้งหมดไม่ ยังแฝงด้วยลักษณะที่เป็นคุณไว้ด้วย บุคคล DAP จะมีความมั่นคงทางจิตไม่หวั่นไหวต่อความสำเร็จหรือล้มเหลว เมื่อประสบผลสำเร็จจะไม่ตื่นเต้นทำไถ่และจะดีขึ้นเรื่อยๆ หากเราเสริมแรงด้วยคำพูดที่ว่าเนื่องจากเขาพยายามมากขึ้นจึงสำเร็จ

ในเป้าหมายของหลักสูตรข้อหนึ่งกล่าวว่า ให้นักเรียนแต่ละคนเข้าใจศักยภาพของตน พัฒนาศักยภาพของตนให้สมบูรณ์และมีโอกาสใช้ศักยภาพของตนเองนั้นผู้วิจัยคิดว่า ต้องใช้การจัดกระทำให้ได้ความเข้มพอดีกับนักเรียนแต่ละคน จึงได้จัดให้มีการเรียนด้วยตนเองอย่างอิสระ และในการจัดสอบเพื่อวัดระดับความสามารถ อาจมอบเฉลยคำตอบให้นักเรียนประเมินผลด้วยตนเอง จะได้ผ่อนคลายบรรยากาศการเร่งรัดนักเรียน การให้การจัดกระทำเกินพอดีโดยไม่คำนึงถึงขีดจำกัด

ของคนในด้านพลังความคิด สมาธิ และการคุมอารมณ์ และการให้เด็กพบว่าเรามีความคาดหวังในตัวของเขาจะก่อให้เกิดความวิตกกังวลได้ ดังงานวิจัยของกาลเบรทท์ที่ศึกษาลักษณะเดียวกันซ้ำ 3 ปีซ้อน (Galbraith, 1985) ซึ่งสะท้อนความรู้สึกของเด็กที่มีความสามารถพิเศษ 3 ใน 8 ประการดังนี้

1. พ่อ แม่ ครู และเพื่อน ชอบตั้งความหวังว่า เราจะเก่ง เป็นคนสมบูรณ์แบบในทุกสิ่ง
2. รู้สึกว่า มีสิ่งที่ต้องจัดการทำล้นเหลือจริง ๆ
3. เรากังวลว่ามีปัญหาในโลกประดังมามากเหลือเกิน และรู้สึกไร้ความหวังที่จะมีคนช่วย

ความรู้สึกทั้งสามประการนี้ สะท้อนให้เห็นขีดจำกัดและความวิตกกังวลของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ และสภาพของการจัดหลักสูตรเด็กที่มีความสามารถพิเศษ เราไม่ต้องการให้เขาทำงานหนักเกินกำลัง และในทางตรงข้ามไม่ต้องการปล่อยให้เขาเกียจคร้านหรือเบื่อหน่าย แต่ต้องการกระตุ้นให้เขาใช้ศักยภาพเด่นหน้าศึกษาในสิ่งที่เขาชอบได้เต็มที่ เพื่อแก้ปัญหาในบางส่วน ผู้วิจัยคิดว่าได้ทำถูกต้องแล้ว คือให้เด็กศึกษาด้วยตนเองตามศักยภาพ มีทรัพยากรที่ตรงตามความต้องการใช้พร้อม การให้มีโอกาสฝึกฝนทักษะและฝึกการแก้ปัญหา ที่อาจบกพร่องไปบ้างได้แก่ความจริงจังในด้านการวัดผล และการกำหนดตารางสอนค่อนข้างหนักที่ก่อให้เกิดความวิตกกังวลเชิงคณิตศาสตร์ดังกล่าว ยิ่งเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ ชานส์ (Chance, 1992) ซึ่งพบว่าหลักสูตรที่เหมาะสมและเสริมความสามารถพิเศษ มีลักษณะดังนี้

1. สนองความสนใจของแต่ละบุคคล
2. ฝึกความคิดวิจารณ์ญาณ ความคิดสร้างสรรค์ และทักษะการแก้ปัญหา
3. มีความยืดหยุ่นของแผนการเรียน
4. เน้นการศึกษาโดยอิสระ

ปรากฏว่าสอดคล้องกับความคิดของผู้วิจัยและงานวิจัยที่ทำอยู่ ยกเว้นข้อ 3. ซึ่งคิดว่างานวิจัยที่ผู้วิจัยดำเนินนี้ไม่ยืดหยุ่นด้านเว้นระยะเวลาเท่าที่ควร ซึ่งก่อให้เกิดผลทางเจตคติในลักษณะความวิตกกังวลเชิงคณิตศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

1. กิจกรรมในหลักสูตรพิเศษ ไม่ควรเปลี่ยนจากง่ายไปยากโดยกะทันหัน เพราะการปรับตัวที่ได้ผลต้องการความต่อเนื่อง กิจกรรมตั้งแต่การชักจูงความเข้าใจ การนำไปใช้และการแก้ปัญหา ควรให้น้ำหนักเพิ่มขึ้นแบบเชิงเส้น และควรมีกิจกรรมอุ่นเครื่องความคิดโดยใช้แบบการฝึกแบบบันไดเวียนและแบบลุ่มประสานกัน
2. ผู้พัฒนาหลักสูตรพิเศษสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในแนวทางที่ผู้วิจัยทำอยู่ควรเป็นผู้มีความลึกซึ้งด้านเนื้อหา หรือค้นคว้ามากจนเข้าใจโครงสร้างเห็นภาพรวมของวิชานั้นๆที่จะพัฒนา เพราะต้องเสนอแก่นสารและแสดงภาพรวมให้นักเรียนเห็น ตลอดจนเป็นผู้เก็บรวบรวมความคิด โจทย์ปัญหาและตัวอย่างต่างๆ มีประสบการณ์เกี่ยวกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ เข้าใจความต้องการและศักยภาพของเด็กเหล่านั้น มีพื้นฐานเข้าใจในหลักสูตร และควรได้ศึกษารูปแบบหลักสูตรต่างๆของเด็กที่มีความสามารถพิเศษก่อนการพัฒนาเพื่อสนองจุดมุ่งหมายของหลักสูตรนั้นซึ่งเป็นเรื่องที่ต้องคำนึงถึงเป็นอันดับแรกก่อนการพัฒนาและการคัดแยกนักเรียน
3. โดยความกดดันเรื่องเกรด เด็กที่มีความสามารถพิเศษมักหลีกเลี่ยงหลักสูตรที่เน้นเรื่องเกรด เพราะกลัวความล้มเหลว (Clark. 1983) การประเมินผลที่ไม่มีเกรด ช่วยเอื้อต่อการเรียนรู้ การประเมินผลในอุดมคติควรเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องที่让孩子ตรวจสอบตัวเองว่าเก่งหรืออ่อนอย่างไร สนใจอะไร ถนัดด้านใดโดยไม่มีแรงกดดัน ทางออกทางหนึ่งของการวัดผลเด็กที่มีความสามารถพิเศษน่าจะเป็น การสังเกตของครู การอภิปราย การประเมินผลตนเอง มีการบันทึกความพยายามในการศึกษาสำรวจ ผลความสำเร็จของนักเรียน ใช้เวลาเป็นสัปดาห์หรือเดือนก่อนที่ครูและนักเรียนคู่ออกสารบันทึกความก้าวหน้าและอภิปรายประเมินผลกัน
4. ครูที่สอนเด็กที่มีความสามารถพิเศษ ควรได้มีการคัดสรร มีการฝึกอบรมก่อนปฏิบัติหน้าที่ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา นักการศึกษาที่เชี่ยวชาญด้านเด็กที่มีความสามารถพิเศษเฉพาะทาง เพื่อทำหน้าที่เป็นผู้เอื้อต่อการเรียนรู้ของเด็กที่มีความสามารถพิเศษที่เหมาะสม
5. น่าจะได้มีการพัฒนาวิธีการคัดแยกเด็กที่มีความสามารถพิเศษ และเด็กที่มีความสามารถพิเศษเฉพาะทางในโอกาสต่อไป เครื่องมือที่ผู้วิจัยและคณะพัฒนาขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือเฉพาะกิจ ใช้ในการพัฒนาหลักสูตร มีลักษณะเป็นการคัดเลือกให้ได้นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์จริงๆเข้ามาเป็นกลุ่มตัวอย่างศึกษา แต่วิธีการนี้ได้ทั้งเด็กเป็นจำนวนมากที่มีความสามารถพิเศษ เพราะผู้วิจัยวางกฎเกณฑ์อย่างเข้มงวด นำนักเรียนที่ผ่านทุกขั้นตอนของการคัดเลือก

ทั้งแบบทดสอบถามกรอกรายการ แบบทดสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบความคิดระดับสูง และแบบทดสอบเชิงมิติสัมพันธ์มาใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง วิธีการเช่นนี้คัดหลักการคัดแยก ซึ่งมีแนวความคิดว่า เครื่องมือแต่ละชิ้นไม่ใช่เครื่องมือสำหรับตัดเด็กออกไป มีนักเรียนที่มีสัมฤทธิ์ผลต่ำกว่าที่ควร (underachiever) ที่พบแววในขั้นตอนเสนอชื่อ เขาอาจมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ดีเยี่ยม หรืออาจมีความคิดสร้างสรรค์ดีเยี่ยม ความสามารถด้านอื่นๆต่ำกว่าเกณฑ์อยู่บ้างแต่อยู่ในสภาพเยียวยาได้ กล่าวคือมีความเป็นอัจฉริยะแต่ถูกสภาพแวดล้อม หรือความไม่สมบูรณ์ของร่างกาย หรือของจิตเป็นตัวฉก โดยทั่วไปนักเรียนที่มีสัมฤทธิ์ผลต่ำกว่าที่ควร มีลักษณะ 4 ประการ (Terman and Oden. 1947) คือ (1) ขาดความเชื่อมั่นในตัวเอง (2) ขาดความเพียรพยายาม (3) มีจุดมุ่งหมายสะเปะสะปะ (4) มีความรู้สึกเป็นปมด้อย เป็นพวกที่เข้าใจยาก มีปัญหาเกี่ยวกับพ่อแม่และครู มักจะมีเจตคติไม่ดีต่อโรงเรียน และเป็นกลุ่มที่ก่อปัญหาให้กับสังคม แต่ถ้าเราส่งเสริมดี นักเรียนเหล่านี้อาจพัฒนาความสามารถถึงขีดสุดได้ เครื่องมือแต่ละชิ้นที่ใช้คัดแยกควรสำรวจพบจุดเด่นมากของนักเรียนและด้านอื่นๆที่รองลงไป เมื่อมีดุลพินิจว่านักเรียนน่าจะเยียวยาและส่งเสริมได้ ควรคัดเข้ามา ทำ พอร์ต โฟลิโอ(portfolio) ถึงจุดเด่นจุดอ่อน เมื่อวิเคราะห์ได้แล้วจึงวางแผน ใช้การศึกษาเป็นรายบุคคล พัฒนาจุดแข็งและเยียวยาจุดอ่อน โดยติดตามบันทึกผลเป็นระยะ เพื่อให้ให้นักเรียน มีความเข้าใจในตนเองและเน้นการประสบความสำเร็จให้มากที่สุด ซึ่งรายละเอียดเพิ่มเติมของเรื่องนี้ ดูที่เมกเกอร์ (Maker. 1982)

ที่น่าสนใจคือแบบสอบถามกรอกรายการ อาจจะ ไม่สอดคล้องกับเครื่องมืออื่น เพราะอาจมีผู้ใหญ่ช่วยคิดให้กรอก ปรากฏว่านักเรียนหลายต่อหลายคนผ่านขั้นตอนการเสนอชื่อด้วยดี แต่สอบตกในรอบคัดเลือกเชิงวิชาการ ในสหรัฐถึงขนาดออกกฎหมายบังคับให้นักเรียนต้องกรอกตามความเป็นจริง เพราะหลักสูตรนักเรียนปัญญาเลิศ มิได้เน้นพฤติกรรมกรอกรู้ชั้นต่ำ แต่จะเป็นความคิดระดับสูง การแก้ปัญหา ตลอดจนการศึกษาอิสระ หากนักเรียนบังเอิญผ่านกระบวนการคัดแยกเข้ามาเรียนได้อาจเรียนไม่ได้ เป็นเหตุให้เกิดการสูญเปล่าทางการศึกษาที่ลงทุนมาก่อนข้างแพง

6. น่าจะได้มีการวิจัยถึง การจัดกระทำที่เหมาะสมต่อเด็กพลังความคิดมาก สมาริฮัน (hyperactive) ที่ไม่สามารถควบคุมให้อยู่ในกรอบการเรียนรู้ได้ เช่น มีนักเรียนคนหนึ่ง ได้ผ่านการคัดเลือกมาอย่างดี แต่เป็นผู้มีความสนใจที่หลากหลาย แต่ไม่สามารถควบคุมทิศทางที่ศึกษาได้ เป็นเด็กที่ทำอะไรตามแต่ใจตัว ก่อกวนนักเรียนอื่นอย่างไม่เกรงใจตลอดเวลา กรณีเช่นนี้น่าจะใช้ผู้ที่มีความรอบรู้ทางวิชาการ และลักษณะเด็กที่มีความสามารถพิเศษประเภทนี้ การจัดกระทำทางคลินิก

ของแพทย์และจิตวิทยา ในการควบคุมความสงบของจิต ควรให้มีโอกาสทำสมาธิใกล้กับพระที่มี
ประสบการณ์ควบคุมความฟุ้งซ่าน ผู้วิจัยดังกล่าวควรวิจัยหาทางช่วยเหลือให้นักเรียนสามารถมี
ทิศทางการเรียนรู้ของตนเองอย่างมีประสิทธิภาพเพื่ออนาคตที่ดีของเขา ใช้วิธีเรียนแบบการเรียนรู้อิสระ เด็ก
เดินหน้าจอ ผู้วิจัยเสมือนเพื่อน มีวุฒิภาวะทางอารมณ์อย่างยอดเยี่ยม มีจิตวิทยา รู้จักผ่อนสั้นผ่อน
ยาว รู้จักสนับสนุน และค่อยๆ ปรับจุดอ่อนด้านอื่นให้ดีขึ้นพออนุโลมในสังคมได้ก่อนที่จะสายเกินไป

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยมีข้อควรคำนึงในการพัฒนาหลักสูตรเด็กที่มีความสามารถพิเศษและเด็กที่มี
ความสามารถพิเศษเฉพาะทางในโอกาสต่อไปสำหรับผู้ที่มีความคิดว่าเด็กที่มีความสามารถพิเศษสามารถ
พึ่งตนเองเดินหน้าได้เองดังนี้

1. เด็กที่มีความสามารถพิเศษ ยังต้องการ ทั้งความรู้ในด้านเนื้อหา และ ความสามารถที่มี
ประสิทธิภาพเพื่อใช้พัฒนาความรู้ ซึ่งได้แก่ พื้นฐานการวิจัยและวิธีการแสวงหาความรู้

2. เมื่อนักเรียนจบหลักสูตรเสริมไปแล้ว น่าจะคำนึงว่า ควรจัดสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม
สืบเนื่องสำหรับนักเรียนอย่างไร สำหรับงานวิจัยนี้ นักเรียนกลับไปอยู่ที่โรงเรียนเดิม ภายได้
สิ่งแวดล้อมเดิม งานวิจัยนี้ และงานวิจัยอื่น ๆ เกี่ยวกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ อาจไม่เกิด
ประโยชน์เท่าที่ควร หากยังไม่ได้รับการเอาใจใส่และการสนับสนุนจากภาครัฐหรือเอกชน ให้เป็น
แผนระยะยาวสำหรับเด็กอัจฉริยะ หรือมีความสามารถพิเศษเฉพาะทางต่อไป

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

คณะกรรมการประเมินผลการจัดการศึกษาสำหรับเด็กปัญญาเลิศ และเด็กที่มีความสามารถพิเศษ.

สรุปรายงานการประเมินผลการจัดการศึกษาสำหรับเด็กปัญญาเลิศและเด็กที่มีความสามารถพิเศษ. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักงานยก
รัฐมนตรี, ๕ พฤศจิกายน ๒๕๓๖.

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. การทดสอบอิงเกณฑ์ : แนวคิดและวิธีการ. กรุงเทพฯ :

โอเคียนสโตร์, ๒๕๒๗.

อูษณีย์ โพธิสุข. ใน อนุสรณ์งานพระราชทานเพลิงศพ พล.ต. น.พ. สฤษดิ์วงศ์ วงศ์ถ้อยทอง.

๒๕๓๖.

_____. สร้างลูกให้เป็นอัจฉริยะ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ผู้จัดการ, ๒๕๓๗. ก.

_____. วิธีสอนเด็กปัญญาเลิศ. (เอกสารประกอบการสอน กพ 554) ภาควิชาการศึกษาพิเศษ
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, ๒๕๓๗. ข.

Altman, R., A. Faherty and J.D. Patterson. Project CITE - Gifted. Washington.D.C.; Office
of Education, 1978.

Ankney, P. and S.A. Sayre. "Starting points for Creativity," The Science Teacher. 42 :
23-25 ; December, 1975.

Aiken, L.R. "Ability and Creativity in Mathematics," Review of Education Research. 43 :
405-432 ; 1973.

American Psychological Association, American Educational Research Association & National
Council on Measurement in Education. Standard for Educational and Psychological
Tests. Washington D. C. : American Psychological Association, 1974.

Ausubel, David P. The Psychology of Meaningful Verbal Learning. New York : Grune
& Stratton, 1963.

_____. Educational Psychology : A Cognitive View. New York : Holt, Rinehart & Winston,
1968.

_____. "Facilitating Meaningful Verbal Learning in the Classroom," The Arithmetic teacher
15 : 126-32 ; 1968.

- Badger, E. Using Different Spectacles to Look at Student Achievement : Implications for Theory and Practice. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association. Boston : April, 1990.
- Bartel, D. and J.H. Frieze. "Achievement Motivation for Males and Females as a Determinant of Attributions for Success and Failure," Sex Roles. 3 : 301-303 ; 1977.
- Begle, E.G. Critical Variables in Mathematics Education. Washington D.C. : the Mathematical Association of America and the National Council of Teachers of Mathematics, 1979.
- Bell, E.S. and Ronal N. Bell. "Writing and Mathematical Problem Solving : Argument in Favor of Synthesis," School Science and Mathematics. 85 : 201-221 ; March, 1985.
- Berk, R.A. "A Consumers' Guide to Criterion-Referenced Test Reliability," Journal of Educational Measurement. 17(4) : 333-346 ; 1980.
- Binet, A. and T.H.Simmon. Methodes Nouvelles Pour le Diagnostic due Niveau Intellectual des Anormaux. L' Annee Psychologique. 11 : 191-224 ; 1905.
- Bishop, A.J. "Spatial Abilities and Mathematics Achievement - A Review," in Educational Studies in Mathematics. 257-269 ; 1980.
- Bishop, W. "Successful Teachers of the Gifted," Exceptional Children. 34 : 317-325 ; 1968.
- Bloom, B.S. "The Role of Gifts and Markers in the Development of Talent," Exceptional Children. 48(6) : 510-512 ; April, 1982.
- Bloom, B.S., J.T. Hastings and G.F. Madaus. Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning. New York : McGraw-Hill Book Co., 1971.
- Boondao, Sakorn. The Effectiveness of Assignments for Submission in Teaching and Learning Mathematics in Distance Education. Unpublished Doctoral Dissertation, Monash University, Australia, 1992.
- Borensen, H. "Promoting Mathematical Creativity in the Classroom," Educational Forum. 45 : 471-476 ; 1981.
- Boyd, L.N. A Comparison of the Questioning Skills of Gifted Children and Average Children : The Effects of Modelling on Question-Asking. (Doctoral Dissertation, University of Texas,A&M). Dissertation Abstracts International, 1992.

- Brown, A.J. "The Dilemma of the Divergent Child," Roeper Review. 1(2) : 13-16 ; 1978.
- Brown, S.I. and M.I. Walter. The Art of Problem Posing. Hillsdale, NJ : Erlbaum, 1983.
- Bruni, J. and others. Providing Opportunities for the Mathematically Gifted, K-12.
edited by Peggy A. House : Reston, Virginia : The National Council of Teachers of Mathematics, Inc., 1987.
- Callahan, C.M. "The Gifted and Talented Woman," in The Gifted and Talented : Their Education and Development. edited by H.H.Passow. Chicago : University of Chicago Press, 1979.
- Chance, P.L. A Model for Gifted Education in Middle School. (Doctoral Dissertation, University of Oklahoma) Dissertation Abstracts International, 1992.
- Chaiyasang, Supotch. An Introduction into Levels of Geometric Thinking and Ability to Construct Proof of Students in Thailand. Unpublished doctoral dissertation, The University of Iowa, Iowa, 1988.
- Chennault, A. Enhancing Critical Thinking Skills in Gifted Elementary School Students. (Doctoral Dissertation , Mississippi State University) Dissertation Abstracts International, 1989.
- Clark, B. Growing up Gifted. 2nd ed. Columbus, OH : Charles E. Merrill, 1983.
- Clendening, C.P. and R.A. Davis. Creating Programs for the Gifted. New York : R. R. Bowker Company, 1980.
- Colangelo, N. and N. Lafrenz. "Counseling the Culturally Diverse Gifted," Gifted Child Quarterly. 2 : 27-30 ; 1981.
- Colangelo, N. and R.T.Zaffran (Eds.). New Voices in Counseling the Gifted. Dubuque, IA : Kendall/Hunt, 1979.
- Colins, D. "Mathematics," in Gifted Children and the Brentwood Experiment. edited by S.A. Bridges. London : Pitman & Sons, 1969.
- Correll, Marsha M. Teaching the Gifted and Talented. Bloomington, Indiana : Phi Delta Kappa Educational Foundation, 1978.
- Costa, A.L. Developing minds : A Resources Book for Teaching Thinking. Alexandria, VA : Association for Supervision and Curriculum Development, 1985.

- Crabbe, A.B. "Creating a Brighter Future ; An Update on the Future Problem Solving Program," Journal for the Education of the Gifted. 5 : 2-11 ; 1982.
- Creehan, K.D. "Item Analysis for Teacher-Mode Mastery Tests," Journal of Educational Measurement. 11(4) : 225-262 ; 1974.
- Cronbach, L. Essentials of Psychological Testing. New York : Harper & Row, 1960.
- Crooks, T. "The Impact of Classroom Evaluation Practices on Students," Review of Educational Research. 58(4) : 438-481 ; 1988.
- Czerwec, I.T. An Analysis of the Future Problem Solving Program and Its Impact on Massachusetts Participants. (Doctoral Dissertation, University of Massachusetts) Dissertation Abstract International, 1992.
- Daniels, R.R. and others. Selected Progressive Competencies for Education of the Gifts. 1984. (Eric : Accession Number ED. 253042)
- Daurio, S.P. "Educational Enrichment versus Acceleration: A review of the literature," in Educating the gifted : Acceleration and Enrichment. Edited by W. C. George, S.J. Cohn, and J.C. Stanley. Baltimore, MD : Johns Hopkins University Press, 1979.
- Davis, G.A. Psychology of Problem Solving. New York : Basic Books, 1973.
- Davis, G.A. and S.B. Rimm. Education of Gifted and Talented. 3 rd edition Boston : Allyn and Bacon, 1994.
- Deaux, D. "A Perspective on The Attributional Process," in New Directions in Attribution Research. (Vol.1) edited by J. Harvey, W. Ickes and R. Kidd. Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates, 1976.
- Delisle, J.R. and J.S. Renzulli. "The Revolving Door Identification and Programming Model: Correlates of Creative Production," Gifted Children Quarterly. 26(2) : 89-95 ; 1982.
- Dufner, H.A. and P.A. Alexander. Effects of Training in Problem Solving on the Future Problem Solving and Instrumental Enrichment Programs. Annual Meeting of the American Educational Research Association. Washington, D.C. April. 20-24 ; 1987.
- Ebel, R.L. "Criterion - Referenced Measurements : Limitations," School Review. 282-289 ; 1971.

- Ennis, R.H. "Goals for a Critical Thinking Curriculum," in Developing Minds : Adolescence Book for Teaching Thinking. edited by A. L. Costa. p.54-84 Alexandria : VA. Association for Supervision and Curriculum Development, 1985.
- Fawcett, H. The Nature of Proof. (1938 NCTM Yearbook). New York : Columbia University Teachers College Bureau of Publ, 1938.
- Feldhusen, J.F. and A.R. Wyman. "Super Saturday : Design and Implementation of Purdue' s Special Program for Gifted Children," Gifted Child Quarterly. 24 : 15-21 ; 1980.
- Feldhusen, J.F. and P.A. Clinkenbeard. "Creativity Instruction Materials : A Review of Research," The Journal of Creative Behavior. 20(3) : 153-183 ; Third Quarter, 1986.
- Felhusen, J.F. and P.B Kollof. "The Purdue Three-Stage Enrichment Model for Gifted Education at Elementary Level,"in Systems and Models for Developing Programs for the Gifted and Talented. p.126-152. Mansfield Center, CT. : Creative Learning Press, 1986.
- Feldhusen, J.F., S.M. Moon and P.J. Rifner. "Educating the Gifted and Talented," Educational Perspective. 26(1&2) : 48-55 ; 1989.
- Fennema,E. and I.A. Tartre. "The Use of Spatial Visualization in Mathematics by Girls and Boys," Journal for Research in Mathematics Educations. 16 : 184-206 ; 1985.
- Fishkin, A.S. Efforts of Odyssey of the Mind Creative Problem solving Teams : Effects on Creativity, Creative Self- Concept, Locus of Control and General Self Concept in Gifted Children. (Doctoral Dissertation,Oklahoma State University) Dissertation abstracts International, 1990.
- Flack, J.D. "A New Looks at a Valued Partnership : The Library Media Specialist and Gifted Students," School Library Media Quarterly. 14 : 174-179 ; 1986.
- Fox, L.H. "Identification and Program Planning: Models and Methods," in Intellectual Talent, Research and Development.edited by D.P.Keating. Baltimore, Md. : John Hopkins University Press, 1976.
- Frasier, M.M. "Counseling the Culturally Diverse Gifted," New Voices in Counseling the Gifted. edited by N. Colangelo and R.T. Zaffran. Dubuque, IA : Kendall/Hunt, 1979.
- Frederiksen, N. "Implications of Cognitive Theory for Instruction in Problem Solving," in Review of Educational Research. 54(3) : 363-407 ; 1984.

- Fulton, R.L. Assessing the Effects of Relationships between Cognitive Learning Styles, Cognitive Abilities and Teaching Styles on Gifted Students. (Doctoral Dissertation, University of Maryland Collage Park.) . Dissertation Abstracts International, 1990.
- Furr, K.D. "Canadian Programming for the Gifted," in Gifted Child Quarterly. 16 : 32-40 ; 1972.
- Galbraith, J. "The Eight Great Gripes of Gifted Kids : Responding to Special Needs," Roeper Review. 7 : 15-18 ; 1985.
- Gallagher, J.J. Teaching the Gifted Child 3rd ed. Boston : Allyn & Bacon, 1985.
- _____. "Our Love-Hate Affair with Gifted Children," Gifted Child Today. 9(3) : 47-49 ; 1986.
- Gallagher, J.J. and S.A.Gallagher. Teaching the Gifted Child. 4th ed. Boston : Allyn and Bacon, 1994.
- Gallagher, J.J. and others. The Status of Gifted/Talented Education. Ventura, C A : Ventura County Superintendent of Schools Office, 1983.
- Galton, F. Genius as Inherited from Hereditary Genius : An Inquiry into its Laws and Consequences. London : Macmillan, 1869. (Reprinted in A. Rothenberg & C. R.)
- Gardner, H. and T. Hatch. "Multiple Intelligences Go to School : Educatioal Implications of the Theory of Multiple Intelligences," Educational Researcher. 18(8) : 1-9 ; 1989.
- George, W.C. "Research Issues in Educating America' s Gifted Youth," G/C/T. 27 : 20-21 ; 1983.
- Getzels, J.W. and P.W. Jackson. "The Meaning of "Giftedness" : An Examination of an Expanding Concept," Phi Delta Kappan. 40 : 75-77 ; 1958.
- _____. Creativity and Intelligence. New York : John Wiley & Sons, 1962.
- ✓Getzels, J.W., and J.T. Dilon. "The Nature of Giftedness and the Education Intelligences of the Gifted," Second Handbook of Research in Teaching. R.M.W. Travers ed. Chicago : Rand McNally and Company, 1973.
- Glass, G.V. "Standards and Criteria," Journal of Educational Measurement. 15(4) : 237-261 ; 1978.

- Goguen, L.J. "Right to Education for the Gifted in Canada," in International Handbook of Research and Development of Giftedness and Talent. edited by Kurta Heller, Franz J. Monks and A. Harry Passow. p. 809-814. Oxford : Pergamon Press Ltd., 1993.
- Gronlund, N.E. and R.L. Linn. Measurement and Evaluation in Testing. 6th ed. New York : Macmillan Publishing Company, 1990.
- Guilford, J.P. The Nature of Human Intelligence. New York : McGraw-Hill Book Co., 1967.
- Guilford, J.P. "Traits of Creativity," in Creativity. p. 167-188. edited by P.E. Vernon. Harmondsworth, Middlesex : Penguin Book, 1980.
- Hallahan, D.P. and J. M. Kauffman. Exceptional Children (2nd ed.) Englewood Cliffs, N.J. : Prantice-Hall, 1982.
- Hanadek, Anita. Critical Thinking Activities for Mathematics : Book 1 (Teacher Manual). Pacific Grove, CA : Midwest Publications/Critical Thinking Press & Software, 1991.
- Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning. edited by Douglas A. Grouws. New York : Macmillan Publishing Company, 1992.
- Hany, E.A. "Methodological Problems and Issues Concerning Identification," in International Handbook of Research and Development of Giftedness and Talent. edited by Kurta Heller, Franz J. Monks and A. Harry Passow. p. 209-232. Oxford : Pergamon Press Ltd, 1993.
- Hart, L.E. "Describing the Affective Domain : Saying What We Mean," in Affect and Mathematical Problem Solving : A New Perspective. Edited by D.B Maclead and V.M. Adams p. 37-48. New York : Springer - Verlag, 1989.
- Hayman, W.K. and others " Mathematics for Gifted Children," in Gifted Children Looking to the Future. J. Gibson and P. Chennels.(Eds) London : Latimer with National Association for Gifted Children, 1967.
- Hedbring, C. and R. Rubenzer. "Integrating the IEP and SOI with Educational Programming for the Gifted," Gifted Child Quarterly. 23 : 338-345 ; 1979.
- Hembree, R. "The Nature, Effects, and Relief of Mathematics Anxiety," Journal for Research in Mathematics Education. 21(1) : 33-46 ; 1990.

- Henderson, K.B. and R.E. Pingry. "Problem Solving in Mathematics," in The Learning of Mathematics : Its Theory and Practice (21st Yearbook of NCTM.) p. 228-270.
Washington D.C. : National Council of Teachers of Mathematics, 1953.
- Hershey, M. "Individual Educational Planning for Gifted Students : A Report from Kansas," Journal for the Education of the Gifted. 3 : 207-213 ; 1980.
- Hill, K.T. "Debilitating Motivation and Testing : A Major Educational Problem-Possible Solutions and Policy Applications," in Research on Motivation in Education. Vol. 1. Student Motivation. New York : Academic Press, 1984.
- Hill, K.T. and A. Wigfield. "Test Anxiety : A Major Educational Problem and What Can Be Done about It," Elementary School Journal. 85 : 105-241 ; 1984.
- Hollingworth, I.S. Children above 180 IQ, Stanford-Binet : Origin and Development.
Yonkers-on-Hudson, New York : World Book Company, 1942.
- Hoover, S. and J. Felhusen.. "Integrating Identification, School Services and the Student Needs in Secondary Gifted Programs," Arkansas Gifted Education Magazine. 7 : 8-16 ; 1987.
- Huynh, H. "On the Reliability of Decisions in Domain-Referenced Testing," Journal of Educational Measurement. 13(4) : 253-264 ; 1976.
- Jenck, S.M. and D.M. Peck. Beneath Rules : Student Activity Pages. California : Benjamin / Cummings Publishing Company, 1987.
- Jeon, K.W. Gifted Education in the Korean Culture. Bangkok Meeting for the Asia-Pacific Federation on Giftedness, 1993.
- Juntune, J. "Project REACH : A Teacher Training Program for Developing Creative Thinking Skills in Students," Gifted Child Quarterly. 23 : 461-471 ; 1979.
- Kaplan, S.N. Providing Programs for the Gifted and Talented : A Handbook. Ventura, Calif. : Office of the Ventura County Superintendent of Schools, 1974.
- _____. "Myth : There is a Single Curriculum for the Gifted!," Gifted Child Quarterly. 26 : 32-33 ; 1982.
- Kaput, J. J. "Mathematics Learning : Roots of Epistemological Status", in Cognitive Process Instruction. edited by J. Lockhead and J. Clement. Philadelphia : Franklin Institute Press, 1979.

- Kenny, A. "Guiding the Gifted : Self Awareness through Creative Writing," G/C/T, Issue 23 : 9-11 ; 1982.
- Kieß wetter, K. "Mathematische Begabung," Über die Komplexität der Phänomene und die Unzulänglichkeiten von Punktbewertungen. Mathematik-Unterricht. 38 : 5-18 ; 1992.
- _____. "Die Forderung von Mathematisch Besonders Begabten und Interessierten Schülern- Einbislang Vernachlässigtes Sonderpädagogisches Problem. Der Mathematische und Naturwissenschaftliche," Mathematics Unterricht. 38 : 300-306 ; 1985.
- Krutetskii, V.A. "An Investigation of Mathematical Abilities in Schoolchildren," in The Structure of Mathematical Abilities. Soviet Studies in the Psychology of Learning and Teaching Mathematics, Vol. 2 . edited by Kilpatrick and I. Wirszup . Stanford, Calif. : School Mathematics Study Group, 1969.
- _____. The Psychology of Mathematical Abilities in School Children. Chicago : University of Chicago Press, 1976.
- Kurt A. Heller, Franz J. Monks and A Harry Passow. International Handbook of Research and Development of Giftedness and Talent. Oxford : Pergamon Press Ltd., 1993.
- Lave, J. Cognition in Practice. Cambridge : Cambridge University Press, 1988.
- Lester, F.Jr., and D. Kroll. "Assessing Student Growth in Mathematical Problem Solving," in Assessing Higher Order Thinking in Mathematics. edited by G.Kulm. p. 53-70. Washington, DC : American Association for the Advancement of Science, 1990.
- Lewis, J.F. "Bulldozers or Chairs ? Gifted Students Describe their Ideal Teacher," Gifted Creative, Talented. 23 : 16-19 ; 1982.
- Lewis, C.L. and L.G. Kanes. "Gifted IEPs : Impact of Expectations and Perspectives," Journal for the Education of the Gifted. 2 : 61-69 ; 1979.
- Lewis, H. An Experiment in Developing Critical Thinking through the Teaching of Plane Demonstrative Geometry. New York : New York University, 1950. [Reviewed in J. J. Kinsella (1950). "Research in Mathematics Education," Mathematics Teacher. 43(8) : 411-413.]
- Lindsey, M. Training Teachers of the Gifted and Talented. New York : Teachers College Press, 1980.

- Lochhead, J. "An Introduction to Cognitive Process Instruction," in Cognitive Process Instruction. edited by J. Lochhead and J. Clement. Philadelphia : Franklin Institute Press. 1979.
- Lomon, E. , B. Beck and C. Arbetter. "Real Problem Solving in USMES: Interdisciplinary Education and Much More," School Science and Mathematics. 75 : 53-64 ; 1975.
- McLeod, D.S. and Michele Ortega. "Affective Issues in Mathematics Education " in Research Ideas For the Classroom (High School Mathematics). edited by P.S. Wilson. New York : Macmillan Publishing Company, 1993.
- McLeod, D.S., W.Metzger and C.Cravioto. " Comparing Experts' and Novices' Affective Reactions to Mathematics Problem Solving, An Exploratory Study," in Proceeding of Thirteenth International Conference for the Psychology of Mathematics Education. (vol. 1) edited by G. Vergnaud. Paris : Developpement et de l' Education de l' Enfant, 1989.
- Majoram, T. "The Special Needs of Gifted Children," in Special Educational Needs Review. Vol 2. edited by Nevills Jones. p. 62-73. Great Britain : The Palmer Press, 1989.
- Maker, C. J. Providing Programs for the Gifted Handicaped. Reston, Va : CEC, 1977.
- _____. Teaching Models in Education of the Gifted. Rockville, MD : Aspen, 1982.
- _____. Curriculum Development for the Gifted. Rockville, MD : Aspen Systems, 1982.
- Mao, L. W. Integrated Enrichment Model in Gifted Education. Taipei: Psychological Publications, Inc. (in Chinese), 1990.
- Marland, Sidney P. Education of the Gifted and Talented : Report to the Congress of the United States by the U.S. Commissioner of Education. vol.1. Washington, D.C. : U.S. Government Printing Office, 1972.
- Marshall, S. "Affect in Schene Knowledge : Source and Impact in Affect and Mathematical Problem Solving : A New Perspective. edited by D.S. McLeod and V.M. Adams. New York : Springer -Verlag, 1989.
- Martinson, R. A. "Research on the Gifted and Talented : Its Implications for Education", in Education of the Gifted and Talented. Report to the Congress of the United states by the U.S. Commissioner of Education. Washington, D. C. : Government Printing Office. 1972.

- Meehan, E. J. "Educating the Gifted to use their Gifted. A Generalized Program for Improving Critical Judgment and Facilitating Intellectual Progress," Gifted International. 4(2). : 116-124 : 1982.
- Michael, W.B. "Cognitive and Affective Components of Creativity in Mathematics and the Physical Sciences," in The Gifted and the Creative: A Fifty-year Perspective. edited by J.C. Stanley, W.C., George, and C.H. Solano. Star Baltimore, Md. : Johns Hopkins University Press, 1977.
- Milgram, R.M. "Perception of Teacher Behavior in Gifted and Non-gifted Children," Journal of Educational Psychology. 71 : 25-28 ; 1979.
- Miller, R.R. An Evaluation of Selection Criteria Used in Identifying Gifted Elementary School Science Students. (Doctoral Dissertation, University of Iowa.) Dissertation Abstracts International, 1990.
- Mitchell, B.M. "What's Happening to Gifted Education in the US Today ?," Reoper Review. 2(4) : 7-10 ; 1980.
- _____. "An Update in Gifted/Talented Education in the US ," Reoper Review. 6 : 161-163 ; 1984.
- NCTM. A Position Statement on Provisions for Mathematically Talented and Gifted. Reston,Va. : The Council, 1986.
- Nedelsky, L. "Absolute Grading Standards for Objective Tests," Educational and Psychological Measurement. 14 : 3-19 ; 1954.
- Nickerson, R. "On Improving Critical Thinking through Instruction," in Review of Research in Education. p 3-58. Washington, D.C. : American Educational Research Association. 1988.
- Norris, S.P. "Synthesis of Research on Critical Thinking," Educational Leadership. 42(8) : 1985.
- Norris, S.P. and R.H. Ennis. Evaluating Critical Thinking. Pacific Grove : Critical Thinking Press & Software, 1989.
- Ogilvie, E. Gifted Children in Primary Schools. London, Macmillan, 1973.

- Olenchak, F.R. and J. S. Renzulli. "The Effectiveness of the Schoolwide Enrichment Model on Selected Aspects of Elementary School Change," Gifted Child Quarterly. 33(1) : 36-46 ; 1989.
- Parnes, S.J. "Guiding Creative Action," Gifted Child Quarterly. 21 : 460-472 ; 1977.
- _____. " The creative Studies Project," in Frontiers of Creativity Research : Beyond the basics : 156-188. Edited by Isaksen. Buffalo, N.Y.: Berly Limited, 1987.
- Passow, H.A. "Fostering Creativity in the Gifted Child," in Gifted Children : Looking to their Future. edited by J. Gibson and P. Chennels. London : Latimer with the National Association for Gifted Children, 1976.
- Passow, H.A. "Secondary Schools : Program Alternatives for the Gifted/Talented," Gifted and Talented Education. 2 : 28-40 ; 1980.
- Pendarvis, E.D., A.A. Howley and C.B. Howley. The Abilities of Gifted Children. Englewood Cliffs, NJ : Prentice Hall, 1990.
- Pollack, H.L. Fostering Critical Thinking : A Study of the Effects of Classroom Climate in a Gifted Program. (Doctoral Dissertation, University of North Dakota.) Dissertation Abstracts International, 1989.
- Polya, G. How to Solve It. Princeton : Princeton University Press, 1957.
- _____. How to Solve It. 2nd ed. New York : Doubleday Anchor Books, 1957.
- Polya, G. Mathematical Discovery : On Understanding, Learning and Teaching Problem Solving, vol. 2. New York : Wiley, 1965.
- Popham, W.J. Criterion-referenced Measurement. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice- Hall, Inc., 1978.
- _____. Modern Educational Measurement. Englewood Cliffs, N. J. : Prentice- Hall, Inc, 1981.
- Popham, W.J. and T.R. Husek. "Implications of Criterion-Referenced Measurement," Journal of Educational Measurement. 6 : 1-9 ; 1960.
- Post, T.R. "Making Time for the Basics : Some Thoughts on Viable Alternatives within a Balanced Mathematics Program," in Applications in School Mathematics. (1979 Yearbook of the National Council of Teachers of Mathematics.) Reston, Va. : The Council, 1979.

- Price, J. "Discovery Its Effect on Critical Thinking and Achievement in Mathematics," Mathematics Teacher. 60(8) : 874-876 ; 1967.
- Reis, S.M. and M. Cellerino. "Guiding Gifted Students through Independent Study," Teaching Exceptional Children. 15 : 136-139 ; 1983.
- Reis, S.M. "Reflections on Policy Affecting the Education of Gifted and Talented Students : Past and Future Perspectives," American Psychologist. 44 : 399-408 ; 1989.
- Reitman, W.R. Cognition and Thought. New York : Wiley, 1965.
- Renzulli, Josephs S. The Enrichment Triad Model : A Guide for Developing Defensible Programs for the Gifted and Talented. Wethersfield, Conn. : Creative Learning Press, 1977.
- _____. A Guidebook for Evaluating Programs for Gifted and Talented. Ventura, Calif. : Office of the Ventura County Superintendent of Schools, 1975.
- _____. "What Makes Giftedness? Re-examining a Definition," Phi Delta Kappan. 60 : 180-84 ; November, 1978.
- Renzulli, Joseph S. and L.H. Smith. "Two Approaches to Identification of Gifted Students," Exceptional Children. 43 : 512-18 ; May, 1977.
- _____. A Guidebook for Developing Individual Educational Programs (IEPs) for Gifted and Talented Students. Mansfield Center, CT : Creative Learning Press, 1979.
- Renzulli, Joseph S., S.M. Reis and L.H. Smith. The Revolving Door Identification Model. Mansfield, Conn. : Creative Learning Press, 1981.
- Reynolds, M.C. "A Crises in Evaluation," Exceptional Children. 32 : 585-92 ; May, 1966.
- Ridge, H.L. "Mathematics," in The Student, Subject and Career Series. Toronto : Guidance Centre, Faculty of Education, University of Toronto, 1977.
- Ridge, H.L. and J.S. Renzulli. "Teaching Mathematics to the Talented and Gifted," in The Mathematical Education of Exceptional Children and Youth. NCTM Year Book, 1981.
- Rogers, C.R. "Toward a Theory of Creativity," in A Source Book for Creative Thinking. S.J.Parnes and H.F Harding(Eds) New York : Scribners, 1962.

- Rogers K.B. Using Effect Size to Make Good Decisions about Acceleration. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Gifted children Litten Rode, Arkansas . November, 1990.
- Rudowicz, E. Hong Kong Report on Policies and Programs Related to Gifted and Talented Education. Bangkok Meeting for the Asia-Pacific Federation on Giftedness, 1993.
- Runkle, Susan and Pam Tansey. Logic : A Unit for 4 - 8 Graders. Especially Gifted and Talented. Area Education Agency 7, Cedar Falls, I.J., 1980.
- Russell, D.W. Igniting Creativity and Planning for Your Gifted students. North Carolina : Association for the Gifted and Talented. Winston-Salem, 1984.
- Sanborn, M.P. "Counseling and Guidance Needs of the Gifted and Talented," in The Gifted and the Talented : Their Education and Development. edited by A.H Passow. Chicago : National Society for the Study of Education, 1979.
- Sara, M.A. The Effect of Manipulative Mathematics Materials on Gifted Elementary Students' Piagetian Level of Reasoning. (Doctoral Dissertation, University of Wayne State.) Dissertation Abstract International, 1991.
- Sato, I.S. and B. Johnson. "Multifaced Training Meets Multidimensionally Gifted," Journal of Creative Behavior. 12 : 63-71 ; 1978.
- Satter, J.M. Assessment of Children's Intelligence and Special Abilities. 2nd ed. Boston : Allyn & Bacon, 1982.
- Schiever, S.W. A Comprehensive Approach to Teaching Thinking. Needham Heights, MA : Allyn and Bacon, 1990.
- Schlitcher, C.L. "The Multiple Talent Approach to the World of Work," Roeper Review. 2(2) : 17-20 ; 1979.
- ✓ Schoenfeld, A.H. Mathematical Problem Solving. New York : Academic Press, 1986.
- ✓ ———. "When Good Teaching Leads to Bad Results : The Diasters of 'Well Taught' Mathematics Classes," Educational Psychologist. 23 : 145-146 ; 1988.
- Schunk, D.H. "Peer Models and Children's Behavioral Change," Review of Educational Research 57(2) : 149-174 ; 1987.

- Shore, B.M. and L.S. Kanevsky. "Thinking Processes," in International Handbook of Research and Development of Giftedness and Talent. p. 133-147. Edited by Kurt Heller, Franz J. Monks and A. Harry Passow Pergamon Press Ltd., 1993.
- Smith, J.M. Setting Conditions for Creative Teaching in Elementary School Boston : Allyn and Bacon, 1966.
- Sisk, D. Creative Teaching of the Gifted. New York : McGraw-Hill, 1987.
- Sperry, R.W. "The Great Cerebral Commissure," Scientific American. 214(1) : 66-79 ; 1964.
- _____. "Cerebral Organization and Behavior," Science. 133 : 1749-1757 ; 1961.
- Starko, A. "Meeting the Needs of the Gifted throughout the School Day : Techniques for Curriculum Compacting," Roeper Review. 9 : 27-33 ; 1986.
- Starmack, J.R. Problem- Solving of Mathematically Gifted Students : An Analysis of Strategies Used before and after Formal Instruction in Five Techniques of Mathematical Proof. (Doctoral Dissertation, Pittsburg University) Dissertation Abstracts International, 1991.
- Sternberg, R.J. and J.E. Davidson. Insight in the Gifted Educational Psychologist. 18 : 51-57 ; 1983.
- Sternberg, R.J. and J.E. Davidson (Eds.) Conceptions of Giftedness. New York : Cambridge University Press, 1986.
- Stevenson, Z.Jr., C. Averett and D. Vickers. The Reliability of Using a Focused Realistic Scoring Approach to Measure Student Performance on a Geometry Proof. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, Boston : April, 1990.
- Stewart, E. "Myth : One Program, Indivisible for All," Gifted Child Quarterly. 26 : 27-29 ; 1982.
- Story, C.M. "Facilitation of Learning : A Micro-Ethnographic Study of the Teacher of the Gifted," Gifted Child Quarterly. 29 : 155-159 ; 1985.
- Subkoviak, M.J. "Estimating Reliability from a Single Administration of a Criterion-Referenced Test," Journal of Educational Measurement. 15(2) : 111-116 ; 1978.

- Swassing, R.H. "Gifted and Talented children," in Exceptional children. 2 nd edition edited by William L. Heward and Michael O. Orlansky . Columbus, Ohio : Bell & Howell Company, 1984.
- Taylor, C.W. (Ed.). Teaching for Talents and Gifts : 1978 Status. Washington DC : National Institute of Education, 1978.
- Taylor, C.W., B.Lloyd and J. Rollins. "Developing Mutiple Talents in Classrooms through the Implementation of Research," in Journal of Research and Development in Education. 4(3) : 42-50 ; 1971.
- Tempest, N. Teaching Clever Children. London : Routledge, 1974.
- Terman, L.M. Genetic Studies of Genius, Vol.I : Mental and Physical Traits of a Thousand Gifted Children. 2nd ed. Palo Alto, CA : Stanford University Press, 1926.
- Terman, L.M. The Measurement of Intelligent. Boston : Houghton Mifflin, 1916.
- Terman, L.M. and M. Oden. The Gifted Child Grows Up. Genetics Studies of Genius. V.4. Standford Calif : Standford University Press, 1947.
- Tobias, S. Overcoming Math Anxiety. New York : W.W. Norton, 1978.
- Torrance, E.P. The Gifted Child in the Classroom. New York : Macmillan Co., 1965.
- _____. "Can We Teach Children to Think Creatively?," Journal of Creative Behavior. 6 : 114-143 ; 1972.
- _____. "Career Education and Creativity-Students of the Future : Their Abilities, Achievements, and Images of the Future," Creative Child and Adult Quarterly. 1 : 76-91 ; 1976.
- _____. Discovery and Nurturance of Giftedness in the Culturally Different. Reston, Va. : Council for Exceptional Children, 1977.
- _____. "SAT Scores Go Down ; Creativity Scores Go up," Creativity Newsletter. 5(2) : 3-4 ; 1984.
- _____. "The Role of Creativity in Identification of the Gifted and Talented," Gifted Child Quarterly. 28 : 153-56 ; 1984.
- _____. "Teaching Creative and the Gifted Learners" in Handbook of Research on Teaching 3rd ed. edited by C. Wittrock. p.636. New York : Macmillan Publishing Company, 1986.

- Torrance, E.P. and J.P. Torrance. "Developing Creativity Instructional Materials according to the Osborn-Parnes Creative Problem Solving Model," Creative Child and Adult Quarterly. 3 : 80-90 ; 1978.
- Treffinger, D.J. "Individualized Education Plans for Gifted and Talented and Creative Students," in Developing IEPs for the Gifted/Talented. Ventura, CA : Ventura County Superintendent of Schools Office, 1979.
- Treffinger, D.J. and E. Barton. Encouraging Self-Directed Learning. Mansfield Center, CT : Creative Learning Press, 1981.
- Treffinger, D.J. , M.R. Sortore and J.A. Cross JR. "Program and Strategies for Nurturing Creativity," in International Handbooks of Research and Development of Giftedness and Talent. edited by Kurta Heller, Franz J. Monks and A. Harry Passow. p. 555-567. Pergamon Press Ltd., 1993.
- Tuttle, F.B. and L.A. Becker. Characteristics and Identification of Gifted and Talented Students. 2nd ed. Washington, D.C. : National Education Association, 1983.
- _____. Program Design and Development for Gifted and Talented Students. 2nd ed. Washington, DC : National Education Association, 1983.
- Uhl, G.J. What Does Problem Solving Contribute to Education for the Gifted? Strategies and Techniques Relating to Attitudes and Behavior. Paper presented at the International Conference : Education for the Gifted. "Ingenium 2000" (Stellinbosch, Republic of South Africa, : 26-29 ; June, 1984.
- Van Hiele-Geldof, D. De didactiek van de Meetkunde in de eerste klas van het V.H.M.O. Unpublished Doctoral Dissertation, Utrecht, 1957.
- Van Hiele, P. M. "La pensee de l'enfant et la geometrie," Bulletin de l' Association des Professeurs de Mathematiques de l' Enseignement Public. 38 : 199-205 ; 1959.
- Van Hiele, P. M. and D. Van Hiele-Geldof. "A method of Initiation into Geometry," in Report on Method of Initiation into Geometry. edite by H. Freudenthal Groningen : J.B. Wolters, 1958.
- Vaughn, V., J. Felhusen and J. Asher. " Meta Analysis and Review of Research on Pull out Programs in Gifted Children," Gifted Child Quarterly. 35 (2) : 92-98 ; 1991.

- Vassar, William. "Policy Making for the Gifted," Unpublishing Speech. Board of Cooperative Educational Services : April 29, 1977.
- Vygotsky, L.S. Mind in Society : The Development of Higher Psychological Processes. Cambridge, MA : Havard University Press, 1978.
- Wang, J.D. "A Survey on Related Problems and Teaching Strategies in Gifted Education program in Taiwan," Bulletion of Special Education. 8 : 249-264(in Chinese) ; 1992.
- Wang, J.T. A Comparative Study of Metacognitive Behaviors in Mathematical Problem - Solving between Gifted and Average Sixth - Grade Students in Taiwan, The Republic of China. (Doctoral Dissertation, University of Northern Colorado.) Dissertation Abstracts International, 1990.
- Ward, W.C., N. Frederiksen and S.B. Carlson. "Construct Validity of Free-Response and Machine-Scorable Forms of a Test," Journal of Educational Measurement. 17 : 11-19 ; 1980.
- Weaver, R.A. and B. Wallace. "Technology of the Future of Gifted Child Education," Roeper Review. 2(4) : 19-21 ; 1980.
- Webb, J.T.,E.A. Meckstroth and S.S. Tolan. Guiding the Gifted Child: A Practical Source for Parents and Teachers. Columbus, OH : Ohio Publishing Company, 1980.
- Weinert, F.E. and RH Kluwe. Metacognition, Motivation and Understanding. p.159-183. Hilldale, N.J. : Lawrence Erlbaum Associates, Inc., 1987.
- White, W.L. and J.S. Renzulli. "A Forty Year Follow- up of Students Who Attend Leta Hollingworth's School for Gifted Students," Roeper Review. 10 : 89-94 ; 1987.
- Whitlock, M.S., and J.P. DuCette. "Outstanding 2 nd Average Teachers of the Gifted : A Comparative Study," Gifted Child Quarterly. 33 : 15-21 ; 1989.
- Whitmore, J.R. "Understanding a Lack of Motivation to Excel," Gifted Child Quarterly. 30 : 66-69 ; 1986.
- Williams, F.E. Classroom Ideas for Encouraging Thinking and Feeling. Buffalo, New York : D.O.K. Publishers, 1970.

- Wilson, J.W., M.L. Fernandez and N. Hadaway. "Mathematical Problem Solving," in Research Ideas for the Classroom (High School Mathematics). edited by Patricia S. Wilson. New York : Macmillan Publishing Company, 1993.
- Witty, P.A. "Contributions to the IQ Controversy from the Study of Superior Deviates," School and Society. 51 : 503-8 ; 1940.
- Wolf, J., and T. Stephens. "Individualized Educational Planning for the Gifted," Roeper Review. 2(2) : 11-12 ; 1979.
- Wolfe, L. The Effects of Space Visualization Training on Spatial Ability and Arithmetic Achievement of Junior High School Students. (Doctoral Dissertation, State University of New York at Albany.) Dissertation Abstracts International, 1970.
- Wolfeat, P.L., J.D. Pedro, A.D. Baker and E. Fennema. "Sex Differences in High School Students' Casual Attributions of Performances in Mathematics," Journal for Research in Mathematics Education. 11 : 386-366 ; 1980.
- Wu, W.T. "Evaluation on Educational Programs for Intellectually Gifted Students in Junior high schools in the Republic of China," Gifted International. 3(2) : 36-47 ; 1986.
- _____. Growing Up Gifted and Talented in Taiwan, R.O.C. The Second Asian Conference on Giftedness : Growing Up Gifted & Talented, 1992.
- Zaffran, R.T. "Gifted and Talented Students : Implications for Counselors," Roeper Review. 1(2) : 9-13 ; 1978.
- Zixiu, Zha. "Programs and Practices for Identifying and Nuturing Giftedness and Talent in The People's Republic of China," in International Handbooks of Research and Development of Giftedness and Talent. p. 809-814. edited by Kurta Heller, Franz J. Monks and A. Harry Passow : Pergamon Press Ltd., 1993.
- Zitarelli, K.J. The Design, Implimentation and Effects of a Problem - Solving Curriculum upon Giffted Fourth and Fifth - Grade Children. (Doctoral Dissertation, Temple University.) Dissertation Abstracts International, 1990.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การคำนวณค่าสถิติของเครื่องมือวัดในการวิจัย

1. แบบเสนอชื่อของนักเรียน
2. แบบทดสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
และแบบทดสอบกระบวนการคิดระดับสูง
3. แบบทดสอบประจำหน่วย
4. แบบทดสอบประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตร

1. แบบเสนอชื่อของนักเรียน

ชื่อนักเรียน..... เกรดเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์.....

โรงเรียน..... ชั้น..... อายุ..... ปี

ชื่อครู/ผู้ปกครอง..... รู้จักนักเรียนนาน..... ปี

วันที่ที่กรอก.....

ข้อ	ความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะของนักเรียน	ผู้เชี่ยวชาญ					IOC	t	$\bar{x}$
		I	II	III	IV	V			
1	ชอบซักถาม	1	1	1	1	1	1.0	2.75**	2.56
2*	มีความรู้ในเรื่องต่างๆ อย่างกว้างขวาง								
3	ชอบคิดทำหรือเล่นอะไรคนเดียว	0	1	1	1	0	0.6	2.65**	2.75
4	สามารถสร้างความคิดจากรูปธรรมไปสู่นามธรรมได้	1	1	0	1	1	0.8	3.23**	2.5
5	มีความสนใจใคร่รู้ว่าสิ่งนั้นสิ่งนี้เกิดขึ้นได้อย่างไรและทำไมจึงเป็นเช่นนั้น	1	1	1	1	0	0.8	6.44**	3.06
6	สามารถทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ได้ง่าย แม้เป็นเรื่องนามธรรม	1	1	1	1	1	1.0	3.84**	2.88
7	สามารถหาตัวอย่างรูปธรรม จากความคิดนามธรรมได้	1	1	1	1	1	0.8	4.52**	2.56
8	มีความรู้สึกไวต่อเรื่องราวต่าง ๆ (แสดงความสนใจตื่นตัว และมีปฏิกิริยาที่รวดเร็วต่อความคิดใหม่ๆ)	1	1	1	-1	1	0.6	3.61**	2.88
9	มีการใช้เหตุผลสูงกว่าวัย	1	1	1	0	1	0.8	3.36**	2.67
10	จัดได้ว่าเป็นเด็กที่เด่นทางวิทยาศาสตร์ และ คณิตศาสตร์	1	1	0	0	1	0.6	12.29**	3.06
11	มีสมาธิและจดจ่ออยู่กับงานได้เป็นเวลานาน ๆ	1	1	0	1	1	0.8	4.21**	2.75
12*	มีความสามารถพิเศษในการวางแผนและดำเนินงานให้บรรลุเป้าหมาย	1	1	1	0	0	0.6	0.64	2.31
13	สามารถสังเกตและมองเห็นประเด็นสำคัญของเรื่องราวต่าง ๆ	1	1	1	0	1	0.8	3.20**	2.63
14	มีความเข้าใจแจ่มชัดในความสัมพันธ์ที่เป็นเหตุและผล	1	1	1	1	1	1.0	2.64**	2.88
15	สามารถนำความรู้ที่มีอยู่ไปใช้กับสถานการณ์ใหม่ได้	1	1	1	-1	1	0.6	3.75**	2.56
16	มีความริเริ่มและมีความสามารถในการคิดค้นแบบ ของตนเอง ในการทำงานที่ไร้สติปัญญา	1	1	1	1	1	1.0	5.44**	2.88
17	มีความคล่องแคล่วในการคิด กล่าวคือ สามารถมองเห็นความเป็นไปได้ และผลลัพธ์ต่างๆ ที่จะเกิดขึ้น	1	1	1	0	1	0.8	6.27**	2.56
18	สามารถคิดยืดหยุ่นกล่าวคือ สามารถปรับเปลี่ยนความคิดในการแก้ปัญหาได้เหมาะสมกับสถานการณ์	1	1	0	-1	1	0.4	3.44**	2.63
19	สามารถย้อนทวนกระบวนการคิดได้	1	1	1	0	1	0.8	5.50**	2.81

20*	มองอะไร ๆ เป็นคณิตศาสตร์ไปหมด	0	0	1	-1	0	0.0	10.65**	2.75
21	มีพลังและมูมานะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	1	1	1	1	1	1.0	9.62**	3.00
22	มีความสามารถในการรับรู้และมองเห็นหลักการ สามารถหาข้อสรุปทั่ว ๆ ไปเกี่ยวกับรูปแบบทางคณิตศาสตร์ โครงสร้าง ความสัมพันธ์ และ การคิดคำนวณ	1	1	-1	1	1	0.4	11.47**	2.88
23	มีความสามารถในการคาดคะเนและตั้งสมมุติฐาน (สันนิษฐานคำตอบล่วงหน้าก่อน)	1	1	1	1	1	1.0	3.39**	2.19
24	มีพื้นฐานความอยากรู้อยากเห็นและมีความเข้าใจในเชิงปริมาณของสิ่งต่างๆ ตั้งแต่ยวดย (มีความสนใจตัวเลข เช่น 219 หารด้วย 3 ลงตัว, ลักษณะพิเศษของเบอร์ทะเบียนรถ)	1	1	0	0	1	0.6	6.34**	2.50
25	สามารถคิดอย่างมีเหตุผล และคิดเชิงสัญลักษณ์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ เชิงปริมาณ และมีติสัมพันธ์ (เช่น รูปร่าง รูปทรงต่างๆ การขนาน	1	1	1	0	1	0.8	4.27**	2.50
26	มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิเคราะห์(แยกแยะข้อมูล) เชิงอุปนัย (การสรุปผลจากหลายๆ ตัวอย่าง หรือทดลองซ้ำหลายๆครั้ง) และนิรนัย (การสรุปผลจากกฎหรือข้อตกลงไปสู่ตัวอย่างหรือกฎอื่นๆ)	1	1	1	1	1	1.0	5.66**	2.31
27	สามารถรวบรัดการให้เหตุผล และการหาคำตอบอย่างแนบเนียน กระตือรือร้น	0	1	1	0	1	0.6	4.02**	2.50
28	มีความสามารถในการจดจำสัญลักษณ์ ความสัมพันธ์ การพิสูจน์วิธีการหาคำตอบ ฯลฯ ได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ	1	1	1	0	1	0.8	6.27**	2.56

** significance level 0.01

จำนวนข้อคำถามจริง 25 ข้อ คะแนนเกณฑ์ 62.5

* ข้อยกเว้น (ข้อ 2,12,20)

2. แบบทดสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบกระบวนการคิดระดับสูง

ตาราง 4 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทาง

คณิตศาสตร์

ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา					ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์						
ข้อ	I	II	III	IOC	ข้อ	I	II	III	IV	V	IOC
1	1	1	0	.67	1	1	-1	1	1	1	.6
2	1	1	1	1	2	1	-1	1	1	1	.6
3	1	1	1	1	3	1	1	-1	1	1	.6
4	1	0	1	.67	4	1	0	1	1	1	.8
5	1	1	1	1	5	1	1	0	1	1	.8
6	1	1	1	1	6	1	0	1	1	1	.8
7	1	1	0	.67	7	1	0	1	1	1	.8
8	1	1	1	1	8	1	1	-1	1	1	.6
9	1	1	1	1	9	1	0	1	1	1	.8
10	1	1	1	1	10	1	0	1	1	1	.8
11	1	1	1	1	11	1	-1	1	1	1	.6
12	1	1	1	1	12	1	-1	0	1	1	.4
13	1	1	1	1	13	1	1	1	1	1	1.0
14	1	1	1	1	14	1	1	-1	1	1	.6
15	1	1	0	.67	15	1	1	1	1	1	1.0
16	1	1	1	1	16	1	1	1	1	1	1.0
17	1	1	1	1	17	1	-1	1	1	1	.6
18	1	1	1	1	18	1	1	0	1	1	.8
19	1	1	1	1	19	1	0	1	1	1	.8
20	1	1	1	1	20	1	1	1	1	1	1.0
21	1	1	1	1	21	1	1	0	1	1	.8
22	1	1	1	1	22	1	1	1	1	1	1.0
23	1	1	0	.67	23	1	1	1	1	1	1.0
24	1	1	0	.67	24	1	-1	0	1	1	.4
25	1	1	1	1	25	1	0	1	1	1	.8
26	1	1	1	1	26	1	0	-1	1	1	.4
27	1	1	1	1	27	1	1	1	1	1	1.0
28	1	1	1	1	28	1	1	1	1	1	1.0
29	1	1	1	1	29	1	0	0	1	1	.6
30	1	1	1	1	30	1	0	1	1	1	.8

การหาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

t-test for: CPS (แบบทดสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์)

		Number of Cases	Mean	Standard Deviation	Standard Error
Group 1		47	21.1064	4.508	.658
Group 2		36	1.7500	1.092	.182

		Pooled Variance Estimate			Separate Variance Estimate		
F	2-Tail	t	Degrees of	2-tail	t	Degree of	2-tail
Value	Prob.	Value	Freedom	Prob.	Value	Freedom	Prob.
17.04	.000	25.17	81	.000	28.37	52.91	.000

t-Test for RT (แบบทดสอบกระบวนการคิดระดับสูง)

		Number of Cases	Mean	Standard Deviation	Standard Error
Group 1		47	53.5319	4.929	.719
Group 2		36	37.5556	7.020	1.170

		Pooled Variance Estimate			Separate Variance Estimate		
F	2-Tail	t	Degrees of	2-tail	t	Degree of	2-tail
Value	Prob.	Value	Freedom	Prob.	Value	Freedom	Prob.
2.03	.025	19.80	81	.000	18.92	59.92	.000

หมายเหตุ ในตาราง Group 1 หมายถึงนักเรียนกลุ่มเก่ง

Group 2 หมายถึงนักเรียนกลุ่มทั่วไป

จากตารางค่า F ของแบบทดสอบ CPS และ RT เป็น 17.04 และ 2.03 ตามลำดับ แสดงว่าความแปรปรวนต่างกัน (ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1 และ 0.5 ตามลำดับ) จึงใช้ separate variance estimate ได้ $t = 28.37$ และ 18.92 ตามลำดับ ซึ่งบ่งว่ามีความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญที่ .01

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หาโดยวิธีของคาร์เวอร์เป็น $\frac{47+36}{47+0+36+0} = 100$ มีคะแนนจุดตัด 8 ส่วนความเชื่อมั่นของแบบทดสอบกระบวนการคิดระดับสูงเป็น $\frac{81}{83} = .98$ มีคะแนนจุดตัดเป็น 51

3. แบบทดสอบประจำหน่วย จากการวิเคราะห์ ได้ผลดังนี้

ตาราง 5 การวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบอิงเกณฑ์

	หน่วยที่ 1		หน่วยที่ 2									หน่วยที่ 3		หน่วยที่ 4	
จุดประสงค์ที่	1	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1		1	2
IOC	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1
จำนวนข้อสอบ	20	6	11	10	18	10	15	15	12	13	10	17		28	5
คะแนนจุดตัด	7	1	3	5	8	4	3	7	6	10	4	11		13	2
ความเชื่อมั่น	.76	.71	.93	.81	.62	.80	.67	.95	.76	.73	.70	.85		.85	.70

4. แบบทดสอบประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตร

ชุดที่ 1 (มัธยมศึกษาตอนต้น) มีค่า IOC เป็น 1 คะแนนเต็ม 30 คะแนน คะแนนจุดตัดคือ 12 ค่าความเชื่อมั่น .86

ชุดที่ 2 (มัธยมศึกษาตอนปลายและอุดมศึกษา) มีค่า IOC 1 คะแนนเต็ม 25 คะแนน คะแนนจุดตัด 10 ค่าความเชื่อมั่น .73

(5 และ 6 จำนวนโดยใช้โปรแกรมภาษา Quickbasic ชื่อ "ชลธิดา" ซึ่งผู้วิจัยและบุตรร่วมกันพัฒนาขึ้น ดูรายละเอียดในภาคผนวก จ และ ฉ)

ภาคผนวก ข
ผลการคัดเลือกตามลำดับขั้น

ผลการคัดเลือกตามลำดับขั้น

โดยที่ผู้วิจัยตั้งเกณฑ์ในการคัดเลือกดังนี้

แบบสอบถามกรอรายการ ใช้คะแนน 62.5 คะแนนขึ้นไป

แบบทดสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ใช้คะแนน 15 คะแนน

แบบทดสอบกระบวนการคิดระดับสูง ใช้คะแนน 62 คะแนนขึ้นไป

แบบทดสอบมิตสัมพันธ์ ใช้คะแนน 32 คะแนนขึ้นไป

ในขั้นเสนอชื่อ มีนักเรียนสมัคร 71 คน ผ่านการคัดเลือก 63 คน ขั้นทดสอบด้วยแบบทดสอบคัดเลือก มีนักเรียนได้รับการคัดเลือกเพื่อนำมาใช้พัฒนาหลักสูตร และมีนักเรียนที่ผ่านการคัดเลือกเพื่อใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างสำหรับการดำเนินการวิจัย จำนวน 13 คนดังนี้

ตาราง 6 นักเรียนที่ได้รับการคัดเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัย

	SP	CPS	CRT	
1. พาลาภ ประภัสรานนท์	37	25	68	ม.2
2. คณิต ดั่งคิรัช	37	25	72	ม.2
3. วรากร อึ้งวิเชียร**	40	23	71	ม.1
4. เพชร มโนหาญ	39	22.5	68	ม.1
5. วรุต ลิ้มมะณีประเสริฐ	37	20.5	70	ม.2
6. ปเนต สิทธิสมวงศ์	34	19	64	ม.2
7. ภาวินี เทพเนาวรัตน์*	40	17	69	ม.2
8. กิตติพงศ์ ว่องวิภาสมิตรกุล*	39	16	67	ม.2
9. ดี จันทรสุภฤกษ์	39	15.5	62	ม.2
10. กษิติก อสัมภินพงศ์	37	15	62	ม.2
11. สุจารี อังชัยสุขศิริ	38	15	67	ม.1
12. ชาญวิทย์ รุ่งเรืองลดา	36	15	68	ม.2
13. เวธิต พวงภาคีศิริ	38	15	67	ม.2
คะแนนเกณฑ์ผ่าน	32	15	62	

หมายเหตุ * คือ ผู้ที่สละสิทธิ์

** คือ ผู้ที่ถูกคัดออกจากกลุ่มวิจัย เนื่องจากมีลักษณะเป็นกรณีพิเศษไม่อยู่ในกลุ่มเป้าหมายที่วิจัย ซึ่งนักเรียนในกลุ่มเป้าหมายต้องเป็นนักเรียนที่สามารถควบคุมแผนการเรียนตามแนวที่วางไว้ในหลักสูตรได้

อนึ่ง ผู้วิจัยได้คัดเลือกนักเรียนที่ผ่านการขั้นตอนการคัดเลือก ที่มีลำดับถัดไป 7 คน เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนทดลองรายบุคคล และทดลองกลุ่มเล็ก ของการพัฒนาหลักสูตร ดังต่อไปนี้

ตาราง 7 กลุ่มนักเรียนที่ใช้ทดลองหลักสูตร รอบที่ 1 (ทดลองรายบุคคล)

	SP	CPS	CRT	
1. อนวัช มณีศิริ	38	9.5	63	ม.2
2. ชัยณิน ลิปะพัฒน์	36	7	62	ม.1

ตาราง 8 กลุ่มนักเรียนที่ใช้ทดลองหลักสูตร รอบที่ 2 (ทดลองกลุ่มเล็ก)

	SP	CPS	CRT	
1. สิริวัฒน์ ศรีนิตราภิมุข	38	12	67	ม.2
2. ศรันย์ ไพบูลย์ศิลป์	32	12	66	ม.2
3. นีอร จินารักษ์วงศ์	35	9	65	ม.1
4. อรรถกร องค์ศิริพร	31	9	58	ม.2
5. ชำรงค์ พงศ์เกรียงไกร	31	9	58	ม.2

หมายเหตุ SP คือ คะแนนที่ได้จากการทดสอบมิตีสัมพันธ์

CPS คะแนนที่ได้จากการทดสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

CRT คะแนนที่ได้จากการทดสอบความคิดระดับสูง

ซึ่งผลปรากฏว่า นักเรียนที่มาเรียนได้ครบ สามารถเรียนรู้เนื้อหาในหลักสูตรได้ เมื่อได้รับคำอธิบายจากผู้วิจัย โดยใช้เวลาเรียนไม่เกิน 70 ชั่วโมง ทำให้ผู้วิจัยมีความมั่นใจมากขึ้น

ภาคผนวก ค
รายชื่อหนังสือในมุมความรู้

รายชื่อหนังสือในมุมความรู้ (resource corner)
(ที่มีเครื่องหมาย * เป็นหนังสือค้นคว้าประกอบการเขียนกิจกรรม)

- โคลแมน. จักรวาล เรขาคณิต และสัมพันธ์ภาพ แปลโดยสรเสริญ จิรวะวรกุล. สำนักพิมพ์
เทคนิคัล เอนเตอร์ไพรส์. 2516.
- ซี.เอ็ด. จำกัด. บุคคลสำคัญของโลก ชุดที่ 1 . ม.ป.ป.
- ซี.เอ็ด. จำกัด. สร้างเสริมอัจฉริยะสำหรับเยาวชนชุดที่ 1. ม.ป.ป.
- ธีรยุทธ สุวรรณประทีป และคณะ. เทคนิคกลไก.(งานรวบรวมและแปล)ซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด.ม.ป.ป.
- *ปรีชา ช้างขวัญยืน และคณะ. การใช้เหตุผลตรรกวิทยาเชิงปฏิบัติ. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, 2537.
- *พิชากร แปลงประสพโชค. เทคโนโลยีที่ได้จากคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา .
สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย, 2535.
- *ภาควิชาคณิตศาสตร์ มศว บางเขน. อุปกรณ์การสอนคณิตศาสตร์. สมาคมคณิตศาสตร์แห่ง
ประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, 2525 .
- ศึกษานอกโรงเรียน, กรม. วารสารศูนย์บริรักษ์เพื่อการศึกษา ฉบับเยาวชนข้างเผือก ปีที่ 13
ฉ.2 เมฆ-มีย, 2532.
- เวอร์การา. คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน. งานแปลของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
อันดับที่ 80 พ.ศ. 2529.
- สสวท. รวมข้อสอบการแข่งขันวิทยาศาสตร์โอลิมปิกระหว่างประเทศ. 2532-2534.
- สุเทพ จันทรสัมศักดิ์ และ สุเทพ ทองอยู่. คณิตศาสตร์ ม.4 เล่ม 1 ค. 011. ภูมิบัณฑิต ม.ป.ป.
- *Barr, Stephen. 2nd Miscellany of Puzzles Mathematical and otherwise. The Macmillan
Company, 1969.
- *Berloguin , Pierre . GEOMETRIC GAMES. Unwin Paperbacks, 1979.
- Bray, K. How to draw a straight line. NCTM, 1849.
- *Court, N.A. COLLEGE GEOMETRY. N.Y. : Barnes and Noble, 1952.
- *Dorothy, Geddes. GEOMETRY IN THE MIDDLE GRADES Grade 5-8. NCTM ,
1992
- Goldsmith and Bery. from the black hole to the infinite universe. Holden-Day Inc.1974.
- Hall and Stevens. A School Geometry. Macmillan, 1960.

- *Harnadek, Anita. **Critical Thinking Activities for Mathematics Book 2 Critical Theory**
Press & Software, 1991.
- *Jacobs, H. R.. **GEOMETRY** 2nd edition . W.H. Freeman and Company, 1987.
- Jenning, G. A. **MODERN GEOMETRY WITH APPLICATIONS**. Springer-Verlag, 1994.
- *Moise, E. E. and Downs, F. L. **GEOMETRY**. Addison-Wesley Publishing Company,
1982.
- Mathematical Association of America. **Mathematical Scientists At work** 2nd edition, 1993.
- NCTM . **ACTIVITIES from the Mathematics Teacher**. edited by Maletsky, E. M. and
christian R. Hirich, 1981.
- NCTM . **APPLICATIONS OF SECONDARY SCHOOL MATHEMATICS** . edited by
Joe Dan Austin, 1991.
- NCTM . **HISTORICAL TOPICS FOR THE MATHEMATICS CLASSROOM**. 31th
Yearbook, 1969.
- NCTM . **LEARNING AND TEACHING GEOMETRY K - 12**, 1987.
- NCTM . **PROJECTS TO ENRICH SCHOOL MATHEMATICS LEVEL 2,3**. Edited by
Leroy Sachs, 1988.
- NCTM . **Reading for Enrichment in Secondary School Mathematics** Edited by Max A.
Sobel, 1988.
- NCTM . **STANDARDS For School Mathematics Curriculum and Evaluation**
GEOMETRY and SPATIAL SENSE Grade K-8, 1993.
- NCTM . **Teaching with NCTM Student Mathematics Vol. II** . edited by Evan M.
Maletsky, 1993.
- *NCTM . **TOPICS FOR MATHEMATICS CLUBS**. edited by Dalton and Snyder, 1973.
- Peitgen and others . **FRACTALS FOR THE CLASSROOM**. Vol. I (Strategic Activities),
Vol. II (Strategic Activities). NCTM, 1992.
- _____. **FRACTALS FOR THE CLASSROOM** Part II (Complex systems and
Mandelbrot Set Springer-Verlag and NCTM, 1991.
- Runion G.E. and Lookwood Jr. **DEDUCTIVE SYSTEMS : Finite and Non-Euclidean**
Geometries . NCTM, 1978.

Scientific American. **MATHEMATICS IN THE MODERN WORLD** .W.H. Freeman
and company, 1968.

Smart, J. **MODERN GEOMETRIES**. Brooks/Cole Publishing Company, 1973.

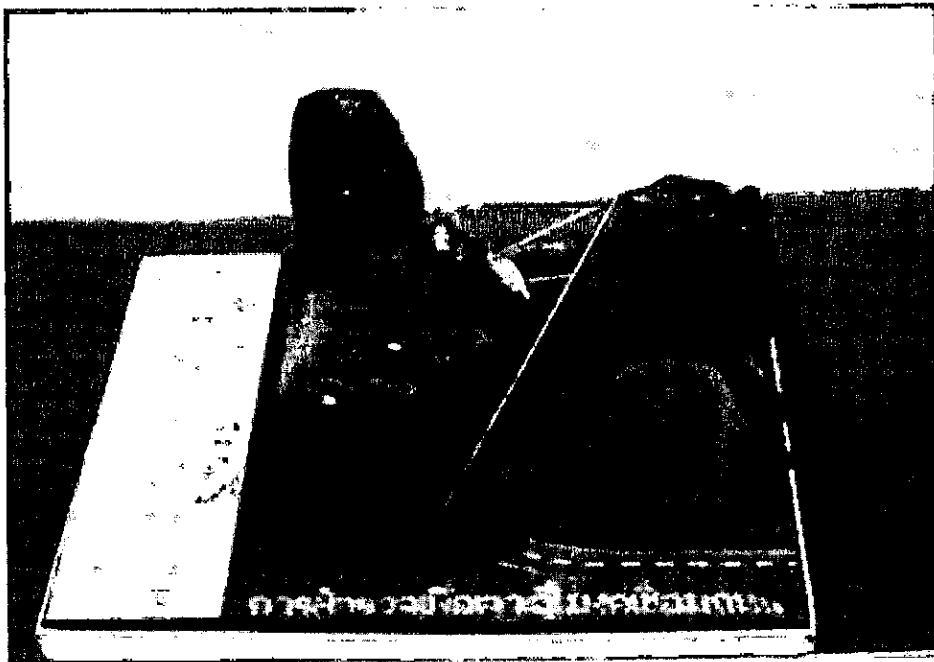
Sobel, M . and Maletsky, E. **TEACHING MATHEMATICS** : 2nd edition. Englewood
Cliffs, N. J. : Prentice Hall, 1988.

Yaglom , I. M. **TRANSFORMATION GEOMETRY I, II**. translated by Allen Shields.
Yale University, 1962.

ภาคผนวก ง
แผนภาพ และอุปกรณ์สาริต-ทดลอง

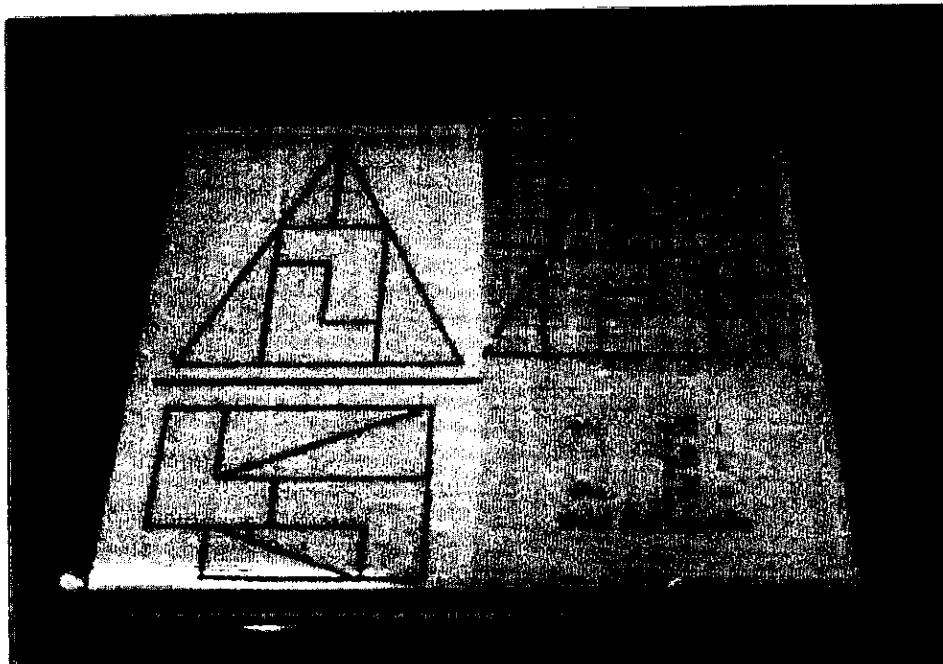
3. ภูมิทัศน์จำลองการสำรวจเพื่อเจาะรูโมงค์

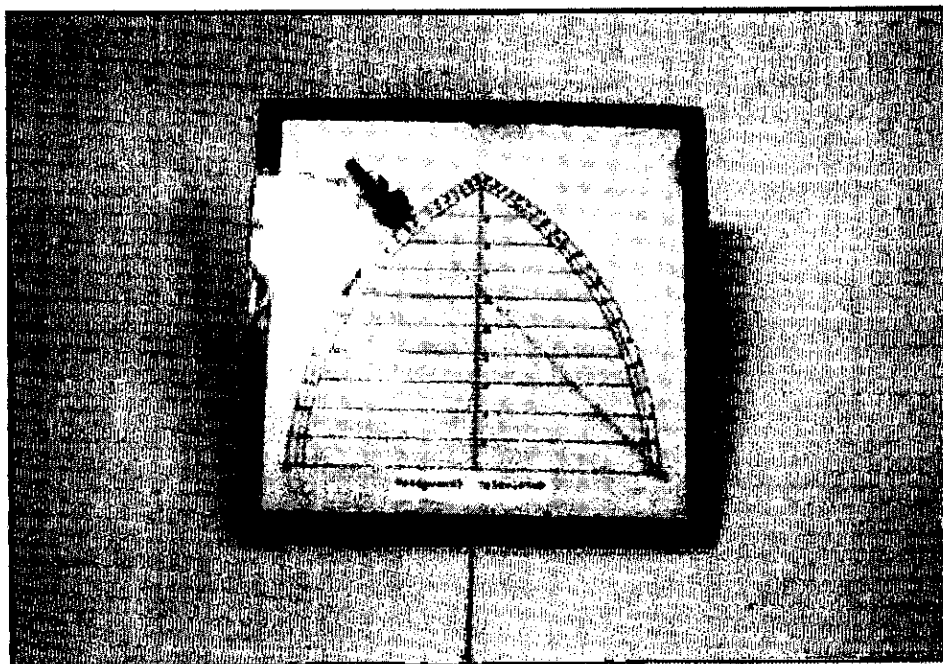
(ใช้ในเรื่องประยุต์ของทฤษฎีบทของปีทาโกรัส (Type III Enrichment))



4. แผนภาพ ทำไม้พื้นที่ไม่เท่ากัน และ เครื่องคำนวณส่วนกั๊บ

(ใช้ในเรื่องรูปสามเหลี่ยมคล้าย)



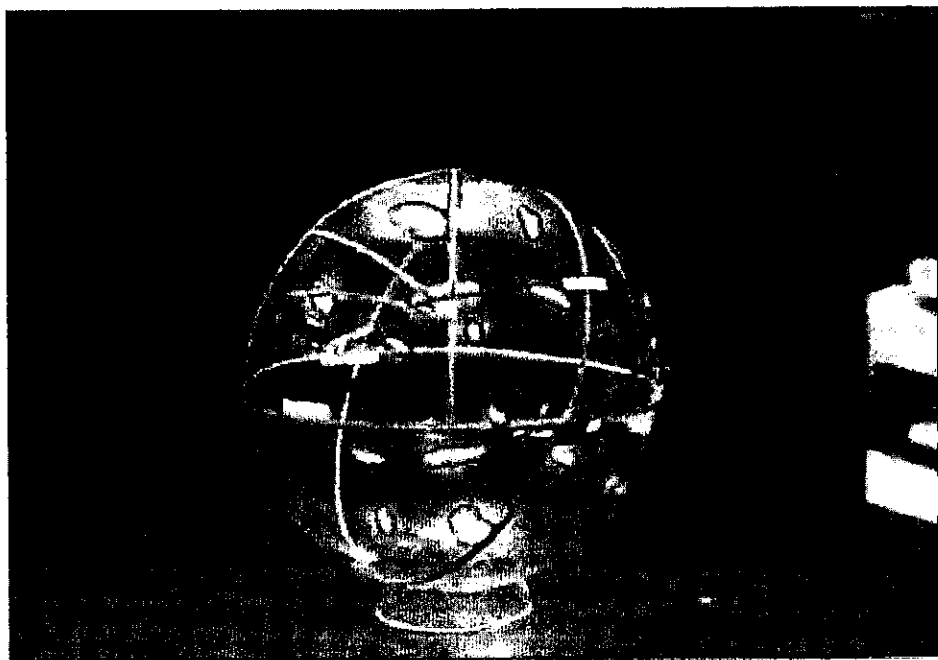


เครื่องคำนวณชาวนกขัณ ใช้ในเรื่องการประยูกศรปทกัธ

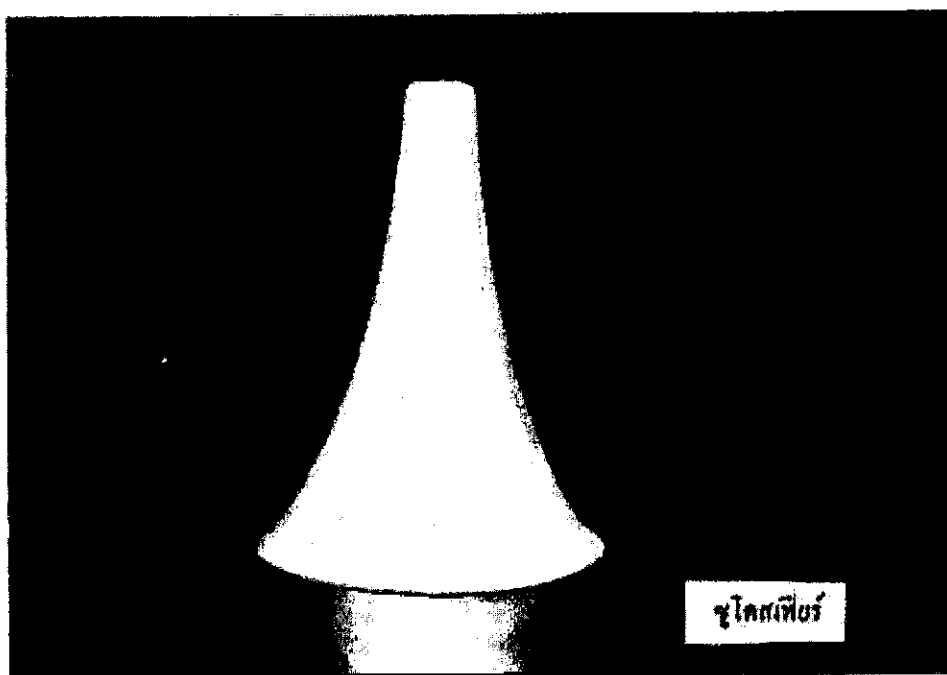
๕. แอบรชา ตาธิต-ทคดอง ตมบักของรูปติเหธิยมท่างๆ แดะรูปตมเหธิยม

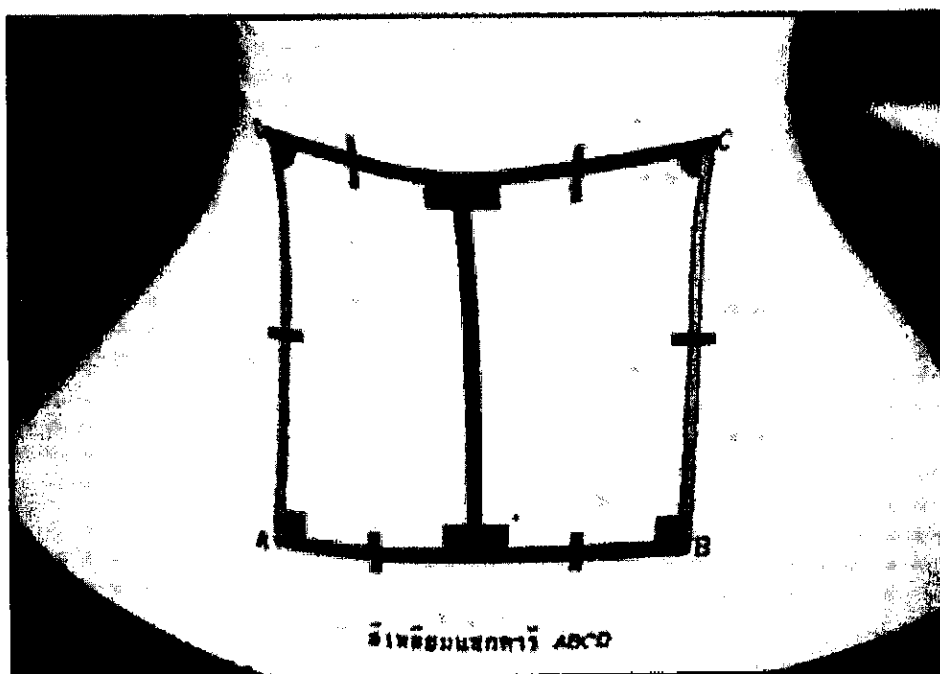


๘. เรขาคณิตทรงกลม อธิบายสมบัติต่างๆของรูปบนผิวทรงกลม



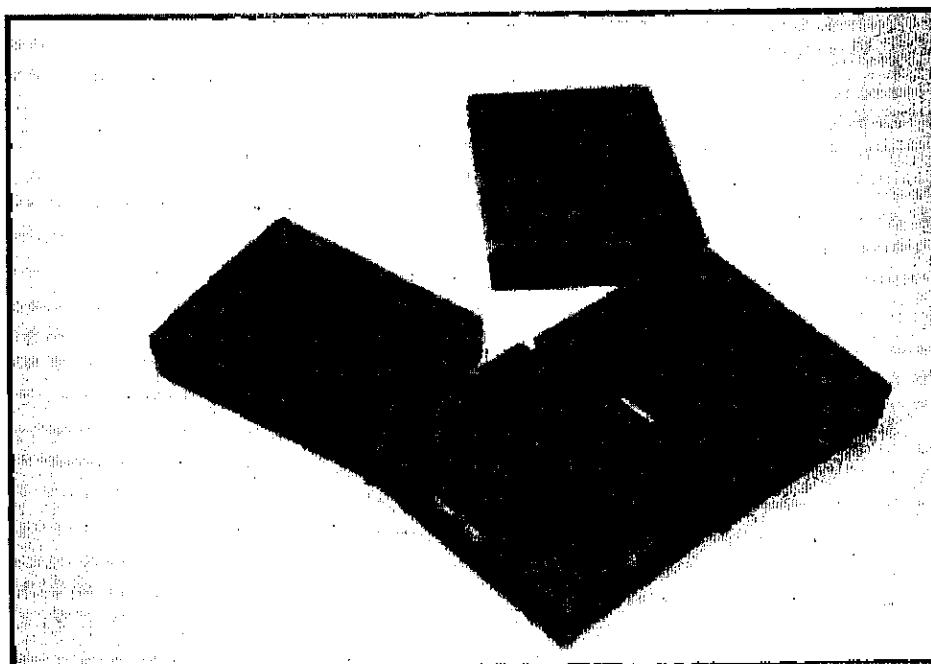
๙. ซุโคสเฟียร์ และรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสในเรขาคณิตไฮเพอร์โบลิก





รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

ส. รูปแบ่งจากเส้นต่อจุดกึ่งกลางด้านตรงข้ามของรูปสี่เหลี่ยม
(ใช้ในเรื่องเรขาคณิตการแปลง)



ภาคผนวก จ

โปรแกรม "ชลธิดา" คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ ϕ_{vc}
ของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

โปรแกรม "ชลธิดา" คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ ϕ_{vc}
ของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ 2 สค. 39

```

REM computing phi coefficient
PRINT "ENTER LARGEST SCORE FOR THIS OBJECTIVE"
INPUT s
PRINT "largest score ="; s
PRINT "Enter number of students(in group a) for each score."
PRINT "score = 0,1,2,3,..."; s
DIM a(s), b(s), TM(s), NF(s), FM(s), TN(s), ptm(s), pfn(s), pfm(s), ptn(s), BR(s), SR(s), C(s), NC(s),
    VC(s)
FOR I = 0 TO s
INPUT a(I)
NEXT I
PRINT "Enter number of students(in group b) for each score."
FOR I = 0 TO s
INPUT b(I)
NEXT I
PRINT "FOR GROUP A WE HAVE";
FOR I = 0 TO s - 1
PRINT a(I); ",";
p = p + 1
IF p = 11 THEN PRINT : p = 0
NEXT I
PRINT a(s); "RESPECTIVELY."
PRINT "FOR GROUP B WE HAVE";
FOR I = 0 TO s - 1
PRINT b(I); ",";
k = k + 1
IF k = 11 THEN PRINT : k = 0
NEXT I
PRINT b(s); "RESPECTIVELY."
LET m = 0
FOR k = 0 TO s

```

```

LET m = m + a(k)
NEXT k
LET n = 0
FOR k = 0 TO s
LET n = n + b(k)
NEXT k
LET TM(1) = m - a(0)
LET NF(1) = a(0)
LET FM(1) = n - b(0)
LET TN(1) = b(0)
FOR I = 2 TO s
LET TM(I) = TM(I - 1) - a(I - 1)
LET NF(I) = NF(I - 1) + a(I - 1)
LET FM(I) = FM(I - 1) - b(I - 1)
LET TN(I) = TN(I - 1) + b(I - 1)
NEXT I
FOR j = 1 TO s
LET ptm(j) = TM(j) / (m + n)
LET pfn(j) = NF(j) / (m + n)
LET pfm(j) = FM(j) / (m + n)
LET ptn(j) = TN(j) / (m + n)
LET BR(j) = pfn(j) + ptm(j)
LET SR(j) = ptm(j) + pfm(j)
LET C(j) = ptm(j) + ptn(j)
LET NC(j) = 1 - C(j)
NEXT j

REM CONSTRUCT TABLE
FOR I = 1 TO 65
PRINT "-";
NEXT I
PRINT TAB(6); "SCORE"; TAB(31); "PROB"; TAB(55); "vc"
PRINT TAB(18); "-----"

```

```

PRINT TAB(21); "CORRECT"; TAB(37); "INCORRECT"
FOR I = 1 TO 65
PRINT "-";
NEXT I
FOR I = 1 TO s
IF I < 10 THEN 560 ELSE 530
530 PRINT TAB(6); I;
GOTO 570
560 PRINT TAB(7); I;
570 IF (NF(I) = 0 AND TN(I) = 0) OR (TM(I) = 0 AND FM(I) = 0) THEN 580 ELSE 600
580 PRINT USING "      #####.###"; C(I); NC(I);
590 PRINT TAB(53); "NOT DEFINED"
GOTO 620
600 LET VC(I) = (ptm(I) - (BR(I) * SR(I))) / SQR(BR(I) * (1 - BR(I)) * SR(I) * (1 - SR(I)))
610 PRINT USING "      #####.###"; C(I); NC(I); VC(I)
615 IF (I = 10) OR (I = 30) OR (I = 50) OR (I = 70) OR (I = 90) THEN GOSUB 630
620 NEXT I
FOR I = 1 TO 65
PRINT "-";
NEXT I
630 IF I < s THEN PRINT " TO BE CONTINUED, PRESS ANY KEY TO GO TO ANOTHER PAGE"
ELSE END
INPUT Z$
RETURN

```

ภาคผนวก ฉ

การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ ϕ_{vc} ของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ ϕ_{vc} ของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

? 0

? 0

? 0

FOR GROUP A WE HAVE 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 2 , 7 , 3 , 3 , 3 ,
2 , 2 , 2 , 2 , 0 , 0 , 1 RESPECTIVELY.

FOR GROUP B WE HAVE 0 , 0 , 0 , 0 , 2 , 2 , 3 , 2 , 3 , 1 , 0 ,
1 , 1 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0 RESPECTIVELY.

SCORE	PROB		vc
	CORRECT	INCORRECT	
1	0.643	0.357	NOT DEFINED
2	0.643	0.357	NOT DEFINED
3	0.643	0.357	NOT DEFINED
4	0.643	0.357	NOT DEFINED
5	0.690	0.310	0.300
6	0.738	0.262	0.435
7	0.762	0.238	0.458
8	0.643	0.357	0.258
9	0.643	0.357	0.344
10	0.595	0.405	0.316
11	0.524	0.476	0.218
12	0.500	0.500	0.235
13	0.476	0.524	0.274
14	0.429	0.571	0.207
15	0.381	0.619	0.116
16	0.381	0.619	0.116
17	0.381	0.619	0.116

Press any key to continue

$$P = \frac{a+c}{a+b+c+d}$$

$$= \frac{(7+3+3+3+2+2+2+2+0+0+1)+(2+2+3)}{42}$$

$$= .7619$$

จุดประสงค์ที่ 1

บทที่ 1

ฐาน:นักเรียนโรงเรียนมัธยมสาธิตปทุมวัน

คะแนนจุดตัด 7

ความเชื่อมั่น .76

score = 0,1,2,3,..., 4

? 6

? 4

? 9

? 4

? 4

Enter number of students(in group b) for each score.

? 9

? 2

? 2

? 2

? 0

FOR GROUP A WE HAVE 6 , 4 , 9 , 4 , 4 RESPECTIVELY.

FOR GROUP B WE HAVE 9 , 2 , 2 , 2 , 0 RESPECTIVELY.

SCORE	PROB		VC
	CORRECT	INCORRECT	
1	0.714	0.286	0.378
2	0.667	0.333	0.348
3	0.500	0.500	0.183
4	0.452	0.548	0.242

Press any key to continue

$$P = \frac{(4+9+4+4)+9}{42}$$

$$=.71$$

จุดประสงค์ที่ 2

บทที่ 1

ฐาน:นักเรียนโรงเรียนมัธยมสาธิตปทุมวัน

คะแนนจุดตัด 1

ความเชื่อมั่น .71

? 0
 ? 0
 ? 0
 ? 0
 ? 0
 ? 0

FOR GROUP A WE HAVE 0 , 0 , 1 , 5 , 9 , 4 , 3 , 3 , 1 , 0 , 1 RESPECTIVELY.
 FOR GROUP B WE HAVE 7 , 1 , 5 , 1 , 1 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0 RESPECTIVELY.

SCORE	PROB		VC
	CORRECT	INCORRECT	
1	0.810	0.190	0.600
2	0.833	0.167	0.651
3	0.929	0.071	0.843
4	0.833	0.167	0.682
5	0.643	0.357	0.471
6	0.548	0.452	0.362
7	0.476	0.524	0.274
8	0.405	0.595	0.167
9	0.381	0.619	0.116
10	0.381	0.619	0.116

Press any key to continue

$$P = \frac{38}{42}$$

$$= .93$$

จุดประสงค์ที่ 1

บทที่ 2

ฐาน:นักเรียนโรงเรียนมัธยมสาธิตปทุมวัน

คะแนนจุดตัด 3

ความเชื่อมั่น .93

? 2
 ? 4
 ? 4
 ? 3
 ? 1
 ? 1
 ? 0
 ? 0

FOR GROUP A WE HAVE 0 , 1 , 1 , 0 , 1 , 5 , 5 , 5 , 6 RESPECTIVELY.
 FOR GROUP B WE HAVE 3 , 2 , 4 , 4 , 3 , 1 , 1 , 0 , 0 RESPECTIVELY.

SCORE	PROB		vc
	CORRECT	INCORRECT	
1	0.643	0.357	0.320
2	0.667	0.333	0.334
3	0.738	0.262	0.469
4	0.833	0.167	0.660
5	0.881	0.119	0.760
6	0.786	0.214	0.616
7	0.690	0.310	0.516
8	0.571	0.429	0.354

Press any key to continue

$$P = \frac{37}{42}$$

$$= .81$$

จุดประสงค์ที่ 2

บทที่ 2

ฐาน:นักเรียนโรงเรียนมัธยมสาธิตปทุมวัน

คะแนนจุดตัด 5

ความเชื่อมั่น .81

Enter number of students(in group b) for each score.

? 4

? 9

? 2

? 5

? 3

? 3

? 0

? 0

FOR GROUP A WE HAVE 0 , 0 , 1 , 3 , 9 , 7 , 4 , 1 RESPECTIVELY.

FOR GROUP B WE HAVE 4 , 9 , 2 , 5 , 3 , 3 , 0 , 0 RESPECTIVELY.

SCORE	PROB		vc
	CORRECT	INCORRECT	
1	0.569	0.431	0.286
2	0.745	0.255	0.574
3	0.765	0.235	0.578
4	0.804	0.196	0.610
5	0.686	0.314	0.400
6	0.608	0.392	0.336
7	0.529	0.471	0.144

Press any key to continue

$$P = \frac{26}{42}$$

$$= .62$$

จุดประสงค์ที่ 3 ความคล้าย

บทที่ 2

ฐาน:นักเรียนโรงเรียนมัธยมสาริตปทุมวัน

คะแนนจุดตัด 5

ความเชื่อมั่น .62

Enter number of students(in group b) for each score.

? 4
? 9
? 2
? 5
? 3
? 3
? 0
? 0

FOR GROUP A WE HAVE 0 , 0 , 1 , 3 , 9 , 7 , 4 , 1 RESPECTIVELY.
FOR GROUP B WE HAVE 4 , 9 , 2 , 5 , 3 , 3 , 0 , 0 RESPECTIVELY.

SCORE	PROB		vc
	CORRECT	INCORRECT	
1	0.569	0.431	0.286
2	0.745	0.255	0.574
3	0.765	0.235	0.578
4	0.804	0.196	0.610
5	0.686	0.314	0.400
6	0.608	0.392	0.336
7	0.529	0.471	0.144

Press any key to continue

$$P = \frac{41}{51}$$

$$= .80$$

จุดประสงค์ที่ 4

บทที่ 2

ฐาน: นักเรียนโรงเรียนบดินทรเดชา 2

คะแนนจุดตัด 5

ความเชื่อมั่น .80

? 1
 ? 5
 ? 2
 ? 1
 ? 1
 ? 1
 ? 0

FOR GROUP A WE HAVE 2 , 0 , 1 , 4 , 3 , 3 , 3 , 3 , 2 , 3 RESPECTIVELY.
 FOR GROUP B WE HAVE 5 , 0 , 2 , 1 , 5 , 2 , 1 , 1 , 1 , 0 RESPECTIVELY.

SCORE	PROB		vc
	CORRECT	INCORRECT	
1	0.643	0.357	0.258
2	0.643	0.357	0.258
3	0.667	0.333	0.307
4	0.595	0.405	0.158
5	0.643	0.357	0.304
6	0.619	0.381	0.306
7	0.571	0.429	0.258
8	0.524	0.476	0.216
9	0.500	0.500	0.240

Press any key to continue

$$P = \frac{28}{42}$$

$$= .67$$

จุดประสงค์ที่ 5

บทที่ 2

ฐาน:นักเรียนโรงเรียนมัธยมสาธิตปทุมวัน

คะแนนจุดตัด 3

ความเชื่อมั่น .67

FOR GROUP A WE HAVE 0 , 0 , 0 , 0 , 1 , 0 , 0 , 1 , 3 , 4 , 2 , 4 , 2 , 4 , 3 .
 RESPECTIVELY.
 FOR GROUP B WE HAVE 1 , 4 , 5 , 3 , 3 , 1 , 0 , 0 , 0 , 1 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0
 RESPECTIVELY.

SCORE	PROB		vc
	CORRECT	INCORRECT	
1	0.595	0.405	0.180
2	0.690	0.310	0.424
3	0.810	0.190	0.645
4	0.881	0.119	0.773
5	0.929	0.071	0.854
6	0.952	0.048	0.903
7	0.952	0.048	0.903
8	0.929	0.071	0.856
9	0.857	0.143	0.729
10	0.786	0.214	0.645
11	0.738	0.262	0.580
12	0.643	0.357	0.452
13	0.595	0.405	0.387
14	0.500	0.500	0.240

Press any key to continue

$$P = \frac{40}{42}$$

$$= .95$$

จุดประสงค์ที่ 6

บทที่ 2

ฐาน:นักเรียนโรงเรียนมัธยมสาธิตปทุมวัน

คะแนนจุดตัด 7

ความเชื่อมั่น .95

? 3
 ? 0
 ? 0
 ? 1
 ? 0

FOR GROUP A WE HAVE 0 , 0 , 0 , 1 , 0 , 1 , 3 , 2 , 2 , 1 , 1 , 1 RESPECTIVELY
 FOR GROUP B WE HAVE 0 , 2 , 2 , 2 , 4 , 5 , 2 , 3 , 0 , 0 , 1 , 0 RESPECTIVELY

SCORE	PROB		VC
	CORRECT	INCORRECT	
1	0.364	0.636	NOT DEFINED
2	0.424	0.576	0.192
3	0.485	0.515	0.281
4	0.515	0.485	0.238
5	0.636	0.364	0.401
6	0.758	0.242	0.527
7	0.727	0.273	0.401
8	0.758	0.242	0.460
9	0.697	0.303	0.298
10	0.667	0.333	0.199
11	0.667	0.333	0.234

Press any key to continue

$$P = \frac{25}{33}$$

$$= .76$$

จุดประสงค์ที่ 7

บทที่ 2

ฐาน:นิสิต มศว ประสานมิตร

คะแนนจุดตัด 6

ความเชื่อมั่น .76

? 0
 ? 2
 ? 0
 ? 0
 ? 0

FOR GROUP A WE HAVE 0 , 0 , 0 , 3 , 1 , 3 , 1 , 1 , 0 , 0 , 1 , 1 RESPECTIVELY
 FOR GROUP B WE HAVE 0 , 3 , 4 , 2 , 6 , 1 , 4 , 0 , 2 , 0 , 0 , 0 RESPECTIVELY

SCORE	PROB		VC
	CORRECT	INCORRECT	
1	0.333	0.667	NOT DEFINED
2	0.424	0.576	0.224
3	0.545	0.455	0.367
4	0.515	0.485	0.134
5	0.667	0.333	0.303
6	0.606	0.394	0.093
7	0.697	0.303	0.239
8	0.667	0.333	0.131
9	0.727	0.273	0.359
10	0.727	0.273	0.359
11	0.697	0.303	0.250

Press any key to continue

$$P = \frac{24}{33}$$

$$= .73$$

จุดประสงค์ที่ 8

บทที่ 2

ฐาน: นิสิต มศว ประสานมิตร

คะแนนจุดตัด 10

ความเชื่อมั่น .73

? 3
 ? 5
 ? 3
 ? 4
 ? 2
 ? 0
 ? 0
 ? 2

FOR GROUP A WE HAVE 0 , 0 , 0 , 2 , 2 , 4 , 2 , 1 , 1 RESPECTIVELY.
 FOR GROUP B WE HAVE 2 , 3 , 5 , 3 , 4 , 2 , 0 , 0 , 2 RESPECTIVELY.

SCORE	PROB		VC
	CORRECT	INCORRECT	
1	0.424	0.576	0.192
2	0.515	0.485	0.319
3	0.667	0.333	0.498
4	0.697	0.303	0.437
5	0.758	0.242	0.476
6	0.697	0.303	0.297
7	0.636	0.364	0.105
8	0.606	0.394	-0.020

Press any key to continue

$$P = \frac{23}{33}$$

$$= .70$$

จุดประสงค์ที่ 9

บทที่ 2

ฐาน: นิสิต มศว ประสานมิตร

คะแนนจุดตัด 4

ความเชื่อมั่น .70

? 1

? 1

? 2

FOR GROUP A WE HAVE 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 1 , 0 , 0 , 0 ,
4 , 3 , 4 RESPECTIVELY.

FOR GROUP B WE HAVE 0 , 1 , 0 , 0 , 0 , 0 , 3 , 5 , 3 , 3 , 2 ,
1 , 1 , 2 RESPECTIVELY.

SCORE	PROB		VC
	CORRECT	INCORRECT	
1	0.364	0.636	NOT DEFINED
2	0.394	0.606	0.134
3	0.394	0.606	0.134
4	0.394	0.606	0.134
5	0.394	0.606	0.134
6	0.394	0.606	0.134
7	0.485	0.515	0.281
8	0.606	0.394	0.361
9	0.697	0.303	0.481
10	0.788	0.212	0.607
11	0.848	0.152	0.702
12	0.758	0.242	0.461
13	0.697	0.303	0.297

ENTER LARGEST SCORE FOR THIS OBJECTIVE

?

$$P = \frac{28}{33}$$

$$= .85$$

จุดประสงค์ที่ 1

บทที่ 3 การแปลง

ฐาน: นิสิต มศว ประสานมิตร

คะแนนจุดตัด 11

ความเชื่อมั่น .85

FOR GROUP A WE HAVE 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 1 , 0 ,
 0 , 0 , 0 , 2 , 1 , 0 , 2 , 2 , 2 , 1 , 1 RESPECTIVELY.
 FOR GROUP B WE HAVE 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 1 , 0 , 0 , 1 , 2 , 1 ,
 1 , 0 , 5 , 3 , 5 , 1 , 1 , 0 , 0 , 0 , 0 RESPECTIVELY.

SCORE	PROB		vc
	CORRECT	INCORRECT	
1	0.364	0.636	NOT DEFINED
2	0.364	0.636	NOT DEFINED
3	0.364	0.636	NOT DEFINED
4	0.364	0.636	NOT DEFINED
5	0.364	0.636	NOT DEFINED
6	0.394	0.606	0.134
7	0.394	0.606	0.134
8	0.394	0.606	0.134
9	0.424	0.576	0.192
10	0.455	0.545	0.144
11	0.485	0.515	0.193
12	0.515	0.485	0.238
13	0.515	0.485	0.238
14	0.667	0.333	0.440
15	0.697	0.303	0.401
16	0.818	0.182	0.598
17	0.848	0.152	0.669
18	0.818	0.182	0.624
19	0.758	0.242	0.491
20	0.697	0.303	0.336
21	0.667	0.333	0.234

Press any key to continue

$$P = \frac{28}{33}$$

$$= .85$$

จุดประสงค์ที่ 1

บทที่ 4

ฐาน: นิสิตมศว ประสานมิตร

คะแนนจุดตัด 17

ความเชื่อมั่น .85

score = 0,1,2,3,..., 4

? 2

? 0

? 6

? 2

? 2

Enter number of students(in group b) for each score.

? 8

? 5

? 4

? 2

? 2

FOR GROUP A WE HAVE 2 , 0 , 6 , 2 , 2 RESPECTIVELY.

FOR GROUP B WE HAVE 8 , 5 , 4 , 2 , 2 RESPECTIVELY.

SCORE	PROB		VC
	CORRECT	INCORRECT	
1	0.545	0.455	0.224
2	0.697	0.303	0.437
3	0.636	0.364	0.160
4	0.636	0.364	0.105

Press any key to continue

$$P = \frac{22}{33}$$

$$= .70$$

จุดประสงค์ที่ 2

บทที่ 4

ฐาน: นิสิต มศว ประสานมิตร

คะแนนจุดตัด 2

ความเชื่อมั่น .70

? 0

FOR GROUP A WE HAVE 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 1 , 0 , 1 , 0 , 0 ,
1 , 2 , 0 , 1 , 2 , 2 , 0 , 1 , 2 , 0 , 2 ,
1 , 3 , 3 , 3 , 0 , 0 , 2 RESPECTIVELY.

FOR GROUP B WE HAVE 2 , 4 , 2 , 0 , 1 , 0 , 1 , 1 , 1 , 0 , 0 ,
1 , 0 , 0 , 1 , 0 , 0 , 0 , 1 , 0 , 0 , 0 ,
0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 0 RESPECTIVELY.

SCORE	PROB		VC
	CORRECT	INCORRECT	
1	0.690	0.310	0.300
2	0.786	0.214	0.548
3	0.833	0.167	0.651
4	0.833	0.167	0.651
5	0.857	0.143	0.701
6	0.857	0.143	0.701
7	0.857	0.143	0.686
8	0.881	0.119	0.739
9	0.881	0.119	0.738
10	0.881	0.119	0.738
11	0.881	0.119	0.738
12	0.881	0.119	0.745
13	0.833	0.167	0.660
14	0.833	0.167	0.660
15	0.833	0.167	0.682
16	0.786	0.214	0.611
17	0.738	0.262	0.545
18	0.738	0.262	0.545
19	0.738	0.262	0.585
20	0.690	0.310	0.527
21	0.690	0.310	0.527
22	0.643	0.357	0.471
23	0.619	0.381	0.444
24	0.548	0.452	0.362
25	0.476	0.524	0.274
26	0.405	0.595	0.167
27	0.405	0.595	0.167
28	0.405	0.595	0.167

Press any key to continue

$$P = \frac{37}{42}$$

$$= .88$$

ประสิทธิภาพฉบับที่ 1

ฐาน: นักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษาปทุมวัน

คะแนนจุดตัด 12

ความเชื่อมั่น .88

? 0

? 0

FOR GROUP A WE HAVE 0 , 0 , 0 , 0 , 0 , 3 , 0 , 1 , 3 , 2 , 1 , 1 , 1
RESPECTIVELY.

FOR GROUP B WE HAVE 0 , 0 , 0 , 2 , 3 , 5 , 3 , 2 , 4 , 2 , 0 , 0 , 0
RESPECTIVELY.

SCORE	PROB		VC
	CORRECT	INCORRECT	
1	0.364	0.636	NOT DEFINED
2	0.364	0.636	NOT DEFINED
3	0.364	0.636	NOT DEFINED
4	0.424	0.576	0.192
5	0.515	0.485	0.319
6	0.576	0.424	0.223
7	0.667	0.333	0.355
8	0.697	0.303	0.371
9	0.727	0.273	0.378
10	0.727	0.273	0.418
11	0.697	0.303	0.336
12	0.667	0.333	0.234

Press any key to continue

$$p = \frac{24}{33}$$

$$= .73$$

ประสิทธิภาพฉบับที่ 2

ฐาน: นิสิต มศว ประสานมิตร

คะแนนจุดตัด 10

ความเชื่อมั่น .73

ภาคผนวก ข
การคำนวณผลการทดลอง

การคำนวณผลการทดลอง

ตาราง 9 การคำนวณค่าสถิติ

แบบวัดประสิทธิภาพ ฉบับที่ 1					แบบวัดประสิทธิภาพ ฉบับที่ 2				แบบวัดเจตคติ			
นักเรียน	Pre	Post	D	D ²	Pre	Post	D	D ²	Pre	Post	D	D ²
1.	8	26	18	324	3	22	19	381	8.5	8.5	0	0
2.	4	21	17	289	1	13	12	144	9	9	0	0
3.	19	27	8	64	5	23	18	324	8.75	8.25	-.5	.25
4.	6	25	19	381	3	21	18	324	9	9	0	0
5.	21	28	7	49	1	23	22	484	8.75	8	-.75	.5625
6.	8	24	16	256	7	20	13	169	8.75	8.25	-.5	.25
7.	7	25	18	324	6	15	9	81	8.75	8.5	-.25	.0625
8.	5	26	21	441	3	18	15	225	8.5	8.25	-.5	.0625
9.	8	24	16	256	4	21	17	289	8.5	8.25	-.5	.0625
10	8	21	13	169	2	20	18	324	7.75	7.25	-.5	.25
ผลรวม			153	2553			161	2745			-3	1.5625

จากสูตร $t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{n \Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{n-1}}}$

แบบทดสอบวัดประสิทธิภาพของหลักสูตรฉบับที่ 1

มี $\Sigma D = 153$ และ $\Sigma D^2 = 2553$ จะได้

$$t = \frac{153}{\sqrt{\frac{10(2553) - (153)^2}{9}}} = 9.9665$$

แบบทดสอบวัดประสิทธิภาพของหลักสูตรฉบับที่ 2

มี $\Sigma D = 161$ และ $\Sigma D^2 = 2745$ จะได้

$$t = \frac{161}{\sqrt{\frac{10(2745) - (161)^2}{9}}} = 12.3521$$

แบบวัดเจตคติ

มี $\Sigma D = -3$ และ $\Sigma D^2 = 1.5625$ จะได้

$$t = \frac{-3}{\sqrt{\frac{10(1.5625) - (-3)^2}{9}}} = -3.496 \quad (\text{ใช้ } -3.5)$$

วัสดุหลักสูตรอื่น	หนังสือหมู่บ้านประหลาด แบบประเมินความก้าวหน้าของนักเรียน	หมายคนที่ผ่านหน่วยที่ 1 คนที่ไม่ผ่านขึ้นแจ้งที่ผลิต ให้ไปศึกษา และแก้ไขที่ผลิต
วันที่ 3		
8.00 - 10.00 น.	อ่านเครื่อง (เงื่อนไขจำเป็นและเพียงพอ) อ่านเรื่อง ตัวอย่างคำใน CR8 ศึกษาเรื่องความเท่ากันทุกประการ (Type I, Type III)	
พัก		
10.30 - 12.00 น.	ทำกิจกรรมการแก้ปัญหา (Type II) เกี่ยวกับความเท่ากันทุกประการ	
พักรับประทานอาหาร		
13.00 - 15.00 น.	อ่านเครื่อง (ความเท่ากันทุกประการ) ศึกษาตามอรรถาธิบาย เช่น - การขนาน - มิตสัมพันธ์ SP2, SP3, SP4 - การให้เหตุผลแบบอุปมาอุปไมย	
วันที่ 4		
8.00 - 10.00 น.	อ่านเครื่องความรู้-ความคิด ศึกษาเรื่องการขนาน (Type I, Type III)	
พัก		
10.30 - 12.00 น.	ทำกิจกรรมแก้ปัญหา (Type II) เกี่ยวกับการขนาน	
พักรับประทานอาหาร	: ดูสไลด์ประโยชน์ของเรขาคณิต ฯลฯ	
13.00 - 15.00 น.	อ่านเครื่องความรู้-ความคิด ศึกษาตามอรรถาธิบาย เช่น ความคล้าย	
วัสดุหลักสูตรอื่น	เทคโนโลยีที่ได้จาก คณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา แถบเรขาคณิต อุปกรณ์ : พื้นที่หายไปไหน	
วันที่ 5		
8.00 - 10.00 น.	อ่านเครื่องความรู้-ความคิด ศึกษาเรื่องความคล้าย (Type I, Type III)	
พัก		
10.30 - 12.00 น.	ทำกิจกรรมแก้ปัญหา (Type II) เกี่ยวกับเรื่องความคล้าย	
พักรับประทานอาหาร	: ดูสไลด์ของ NCTM ฉายและบรรยายโดยนักเรียน (ผู้ฉาย ค.ช. คณิต ผู้บรรยาย ค.ช. วรากร และ ค.ช. พาลาภ)	
13.00 - 15.00 น.	อ่านเครื่องความรู้-ความคิด	

แนวทางบริหารหลักสูตรเรขาคณิตเสริมสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

ระยะเวลาประมาณ 15 วัน เวลาที่ใช้ศึกษา ไม่เกิน 70 ชั่วโมง

วันที่ 1

7.00 - 7.45 น.	รายงานตัวและปฐมนิเทศ	
8.00 - 10.30 น.	ทดสอบแบบวัดเจตคติและ pretest	
พัก		
11.00 - 12.00 น.	ทดสอบจุดประสงค์หน่วยที่ 1	
พักรับประทานอาหาร		
13.00 - 15.00 น.	แจกเอกสารหน่วยงานที่ 1 ศึกษาตามอรรถาธิบายในเรื่อง CR 2 การแยกแยะข้อเท็จจริงกับสมมติฐาน CR 7 การจับความผิดพลาดและความไม่ลงรอยกัน	ครูเป็นผู้เอื้อ ต่อการเรียนรู้
	1.2 การแก้ปัญหา	
	สนทนา ชักถาม เมื่ออ่านไปได้ทุก 40 นาที	
	ให้การบ้านนักเรียนไปศึกษาปัญหาการปูกระเบื้อง(1.2 การแก้ปัญหา)	
	อ่านองค์ประกอบความคิดวิจารณ์ญาณ (1.1)	
วัสดุหลักสูตรอื่น	แถบเรขาคณิต แผนภูมิรูปสี่เหลี่ยม (ประกอบ CR 2)	
	แผ่นตารางช่องรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส (ประกอบเรื่องการแก้ปัญหา)	

วันที่ 2

8.00 - 10.00 น.	อุ่นเครื่องความรู้-ความคิด อภิปรายปัญหาการปูกระเบื้อง (ในเรื่องการแก้ปัญหาหัวข้อ 1.2) ศึกษาตามอรรถาธิบายในส่วนที่เหลือของหน่วยที่ 1 เช่น ทดสอบ SP1, SP8. ศึกษา CR1, CR8 อ่านเรื่องหมู่บ้านประหลาด	
พัก		
10.30 - 12.00 น.	ทดสอบ posttest หน่วยที่ 1	
พักรับประทานอาหาร		
13.00 - 15.00 น.	อุ่นเครื่องความรู้-ความคิด อ่าน 1.4 ทดสอบก่อนเรียนในจุดประสงค์หน่วยที่ 2 แจกเอกสารหน่วยที่ 2	ครูตรวจข้อสอบ จุดประสงค์หน่วยที่ 1 คิดแบบประเมินความ ก้าวหน้าและทำเครื่อง-

ภาคผนวก ข

แนวทางบริหารหลักสูตร

เรขาคณิตเสริมสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

		ศึกษาตามอรรถาธิบาย เช่น อ่านเรื่องการพิสูจน์ทางตรง, ทางอ้อม(CR 9) ตัวอย่างโดยใช้แถบเรขาคณิตเครื่องมือ อาจารย์และนักเรียนวางแผนแสดงผลงานในกิจกรรม Type III คอนทักหลักสูตร
	วัสดุหลักสูตรอื่น	หนังสือเทคโนโลยีที่ได้จากคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา หนังสืออุปกรณ์การสอนคณิตศาสตร์ เครื่องคำนวณส่วนกลับ แถบเรขาคณิต
วันที่ 6		
	8.00 - 10.00 น.	อ่านเครื่องความรู้-ความคิด ศึกษาเรื่องการวัด (Type I, Type III)
	พัก	
	10.30 - 12.00 น.	ฝึกทักษะและการแก้ปัญหา (Type II)
	พักรับประทานอาหาร	
	13.00 - 15.00 น.	อ่านเครื่องความรู้-ความคิด ทดสอบ posttest 4 จุดประสงค์ : 1(ความเท่ากันทุกประการ), 2(การขนาน), 3(ความคล้าย), 4(เส้นต่าง ๆ ของรูปหลายเหลี่ยม) เครื่องมือวัดระยะ : ไม้เมตร, ไม้บรรทัด ฯลฯ
	วัสดุหลักสูตรอื่น	
วันที่ 7		
	8.00 - 10.00 น.	อ่านเครื่องความรู้-ความคิด ศึกษาเรื่องรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก (Type I, Type III)
	พัก	
	10.30 - 12.00 น.	ศึกษากิจกรรมแก้ปัญหา(Type II)
	พักรับประทานอาหาร	
	13.00 - 17.00 น.	อ่านเครื่องความรู้-ความคิด ศึกษาเรื่องตรีโกณมิติ ศึกษาเรื่องอื่น ๆ ตามอรรถาธิบายหรือข้อจุดประสงค์
	วัสดุหลักสูตรอื่น	1. หนังสือเทคโนโลยีที่ได้จากคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา 2. แบบจำลองการสำรวจเจาะอุโมงค์
	หมายเหตุ	นักเรียนจะกังวลเรื่องข้อจุดประสงค์
วันที่ 8		
	8.00 - 10.00 น.	อ่านเครื่องความรู้-ความคิด ศึกษาเรื่องวงกลม (Type I, Type III)
	พัก	
	10.30 - 12.00 น.	ศึกษาวงกลม (Type II (กิจกรรมฝึก 1,2))

วันที่ 9	พักรับประทานอาหาร	
	13.00 - 15.00 น.	ศึกษาเรื่องวงกลม(ต่อ) (Type II (กิจกรรมฝึก 3.4)
	8.00 - 10.00 น.	อ่านเครื่องความรู้-ความคิด ศึกษาเรื่องวงกลม(ต่อ)(Type II (กิจกรรมฝึก 5)และ Type III)
วันที่ 10	พัก	
	10.30 - 12.00 น.	สรุปทฤษฎีบทในเรื่องรูปสามเหลี่ยมคล้าย,รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก และวงกลม
	พักรับประทานอาหาร	
วันที่ 11	13.00 - 15.00 น.	ทดสอบ posttest จุดประสงค์ 5 (รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก). 6 (วงกลม),และ 7 (ทฤษฎีบท เส้นแบ่งครึ่งมุม มัธยมฐาน)
	8.00 - 10.00 น.	ทดสอบ posttest จุดประสงค์ 8 (คอร์ด, เส้นผ่านวง, เส้นสัมผัส) จุดประสงค์ 9 (ตรีโกณมิติของรูปสามเหลี่ยม)
	พัก	
วันที่ 12	10.30 - 12.00 น.	เล่นเกม อ่านหนังสือตามอัธยาศัย
	พักรับประทานอาหาร	
	13.00 - 14.30 น.	ทดสอบ pretest หน่วยที่ 3
วันที่ 13	14.40 -16.30 น.	พบนักคอมพิวเตอร์ ดร.สุพล วัฒนะวิทย์กิจ
	8.00 - 10.00 น.	อ่านเครื่องความรู้-ความคิด เกี่ยวกับความเท่ากันทุกประการ ความคล้าย ศึกษาเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตเรื่องไอโซเมตรี (Type I, Type III)
	พัก	
วันที่ 14	10.00 - 12.00 น.	ศึกษาและฝึกการแก้ปัญหาและการนำไปใช้ (Type II)
	พักรับประทานอาหาร	
	13.00 - 15.00 น.	อ่านเครื่องความรู้-ความคิด ศึกษาเรื่องไฮโปเทติ (Type I, กิจกรรม 4.5) Type II(กิจกรรม 6)
วันที่ 15	วัสดุหลักสูตรอื่น	หนังสือเทคโนโลยีที่ได้จากคณิตศาสตร์ ชิ้นแยกรูปสี่เหลี่ยมแสดงการต่อกันได้รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน
	วันที่ 12	
	8.00 - 10.00 น.	ทดสอบ posttest หน่วยที่ 3
วันที่ 16	พัก	
	10.30 - 12.00 น.	ทดสอบ pretest หน่วยที่ 4
	พักรับประทานอาหาร	

13.00 - 15.00 น.	ศึกษาหน่วยที่ 4 Type I (กิจกรรมศึกษาสำรวจหัวข้อ 1,2)
วันที่ 13	
8.00 - 10.00 น.	อ่านเครื่องความรู้-ความคิด (รวมทั้งการพิสูจน์ทางอ้อม) ศึกษาหน่วยที่ 4 Type I (กิจกรรมศึกษาสำรวจหัวข้อ 3,4)
พัก	
10.30 - 12.00 น.	ศึกษาหน่วยที่ 4 หัวข้อ 4 (ต่อ)
พักรับประทานอาหาร	
13.00 - 15.00 น.	อ่านเครื่องความรู้-ความคิด (เรื่องวงกลม และ รูปคล้าย) ศึกษาหน่วยที่ 4 (Type I กิจกรรม 6)
หมายเหตุ	อ่านกิจกรรม 5 ที่บ้าน
วัสดุหลักสูตรอื่น	Model เรขาคณิตทรงกลม เรขาคณิตบนผิวอานม้า, ซูโดสเฟียร์ หนังสืออ่านประกอบ แกกผู้มาเยือนโลกราบ
วันที่ 14	
8.00 - 10.00 น.	อ่านเครื่องความรู้-ความคิด ศึกษาหน่วยที่ 4 Type II (กิจกรรมแก้ปัญหา)
10.30 - 12.00 น.	เตรียมการสำหรับแสดงผลงาน
พักรับประทานอาหาร	
13.00 - 15.00 น.	แสดงผลงาน Type III Enrichment ของแต่ละกลุ่ม
วันที่ 15	
8.00 - 10.00 น.	อ่านเครื่องความรู้-ความคิด ทดสอบ posttest หน่วยที่ 4
พัก	
10.30 - 12.00 น.	ทดสอบแบบประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตรชุดที่ 1
พักรับประทานอาหาร	
13.00 - 15.00 น.	สอบแบบวัดเจตคติ ทดสอบแบบประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตรชุดที่ 2

ภาคผนวก ฅ
แบบประเมินความก้าวหน้าของนักเรียน

ภาคผนวก ญ
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

แบบสอบถามกรอกรายการ

- | | |
|-----------------------------|---|
| 1. รศ. สุเทพ จันทร์สมศักดิ์ | ภาควิชาคณิตศาสตร์ มศว ประสานมิตร |
| 2. ดร. สุวพร เข้มเฮง | หัวหน้าโครงการ พสวท สถาบันส่งเสริมการ
สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี |
| 3. ผศ.ดร.พัฒน์ อุดมกะวานิช | ภาควิชาคณิตศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 4. รศ.ดร.วิเชียร เลหาโกศล | ภาควิชาคณิตศาสตร์ ม.เกษตรศาสตร์ |
| 5. อ. ผกาดี ทิพย์พยอม | อาจารย์คณิตศาสตร์ ร.ร.สวนกุหลาบวิทยาลัย |

แบบทดสอบการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

- | | |
|----------------------------|---|
| 1.รศ. สุเทพ จันทร์สมศักดิ์ | ภาควิชาคณิตศาสตร์ มศว ประสานมิตร |
| 2. รศ. ดร.ปิยวดี วงษ์ใหญ่ | ภาควิชาคณิตศาสตร์ มศว ประสานมิตร |
| 3. ผศ.ดร.พัฒน์ อุดมกะวานิช | ภาควิชาคณิตศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 4. ดร. ยติ กฤษณังกูร | ภาควิชาคณิตศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 5. ผศ. สมวงษ์ แปลงประสพโชค | ภาควิชาคณิตศาสตร์ สถาบันราชภัฏพระนคร |

แบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์

- | | |
|-----------------------------|--|
| 1. รศ. สุเทพ จันทร์สมศักดิ์ | ภาควิชาคณิตศาสตร์ มศว ประสานมิตร |
| 2. รศ. ดร. สมพล เล็กสกุล | ภาควิชาคณิตศาสตร์ มศว ประสานมิตร |
| 3. อ. สุวรรณ คัล้ายกระแสน | ภาควิชาคณิตศาสตร์ มศว ประสานมิตร |
| 4. อ. ดนัย ยังกง | หัวหน้าสาขาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา สสวท. |
| 5. อ. ชุติพร สุภธีระ | ผู้เชี่ยวชาญสาขาคณิตศาสตร์ สสวท. |

เนื้อหาและกิจกรรมของหลักสูตร

- | | |
|------------------------------|----------------------------------|
| 1. รศ. สุเทพ จันทร์สมศักดิ์. | ภาควิชาคณิตศาสตร์ มศว ประสานมิตร |
| 2. รศ. ดร. สมพล เล็กสกุล | ภาควิชาคณิตศาสตร์ มศว ประสานมิตร |
| 3. อ. สุวรรณ คัล้ายกระแสน | ภาควิชาคณิตศาสตร์ มศว ประสานมิตร |

ภาคผนวก ก

แบบทดสอบคัดเลือกและแบบทดสอบอิงเกณฑ์

1. แบบเสนอชื่อของนักเรียน(แบบสอบถามกรอรายการ)
2. แบบทดสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
3. แบบทดสอบกระบวนการคิดระดับสูง
4. แบบทดสอบประจำวัน
5. แบบทดสอบวัดประสิทธิภาพของหลักสูตร

แบบเสนอชื่อของนักเรียน

ชื่อนักเรียน..... เกรดเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์.....

โรงเรียน..... ชั้น..... อายุ..... ปี

ชื่อครู/ผู้ปกครอง..... รู้จักนักเรียนนาน..... ปี

วันที่ที่กรอก.....

ข้อ	ความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะของนักเรียน	มาก 4	ค่อนข้าง มาก 3	ค่อนข้าง น้อย 2	น้อย 1
1	ชอบซักถาม				
2	มีความรู้ในเรื่องต่างๆ อย่างกว้างขวาง				
3	ชอบคิดทำหรือเล่นอะไรคนเดียว				
4	สามารถสร้างความคิดจากรูปธรรมไปสู่นามธรรมได้				
5	มีความสนใจใคร่รู้ว่าสิ่งนั้นสิ่งนี้เกิดขึ้นได้อย่างไรและทำไมจึงเป็นเช่นนี้				
6	สามารถทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ได้ง่าย แม้เป็นเรื่องนามธรรม				
7	สามารถหาตัวอย่างรูปธรรม จากความคิดนามธรรมได้				
8	มีความรู้สึกไวต่อเรื่องราวต่าง ๆ (แสดงความสนใจค้นคว้า และมีปฏิริยาที่รวดเร็วต่อความคิดใหม่ๆ)				
9	มีการใช้เหตุผลสูงกว่าวัย				
10	จัดได้ว่าเป็นเด็กที่เด่นทางวิทยาศาสตร์ และ คณิตศาสตร์				
11	มีสมาธิและจดจ่ออยู่กับงานได้เป็นเวลานาน ๆ				
12	มีความสามารถพิเศษในการวางแผนและดำเนินงานให้บรรลุเป้าหมาย				
13	สามารถสังเกตและมองเห็นประเด็นสำคัญของเรื่องราวต่าง ๆ				
14	มีความเข้าใจแจ่มชัดในความสัมพันธ์ที่เป็นเหตุและผล				
15	สามารถนำความรู้ที่มีอยู่ไปใช้กับสถานการณ์ใหม่ได้				
16	มีความริเริ่มและมีความสามารถในการคิดค้นแบบ ของตนเอง ในการทำงานที่ใช้สติปัญญา				
17	มีความคล่องแคล่วในการคิด กล่าวคือ สามารถมองเห็นความเป็นไปได้ และผลลัพธ์ต่างๆ ที่จะเกิดขึ้น				
18	สามารถคิดยืดหยุ่นกล่าวคือ สามารถปรับเปลี่ยนความคิดในการแก้ปัญหาได้เหมาะสมกับสถานการณ์				
19	สามารถย้อนทวนกระบวนการคิดได้				

ข้อ	ความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะของนักเรียน	มาก 4	ค่อนข้าง มาก 3	ค่อนข้าง น้อย 2	น้อย 1
20	มองดูอะไร ๆ เป็นคณิตศาสตร์ไปหมด				
21	มีพลังและมานะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์				
22	มีความสามารถในการรับรู้และมองเห็นหลักการ สามารถหาข้อสรุปทั่ว ๆ ไปเกี่ยวกับรูปแบบทางคณิตศาสตร์ โครงสร้าง ความสัมพันธ์ และ การคิดคำนวณ				
23	มีความสามารถในการคาดคะเนและตั้งสมมติฐาน (สันนิษฐานคำตอบล่วงหน้า)				
24	มีพื้นฐานความอยากรู้อยากเห็นและมีความเข้าใจในเชิงปริมาณของสิ่งต่างๆ ตั้งแต่หน่วย (มีความสนใจตัวเลข เช่น 219 หารด้วย 3 ลงตัว, ลักษณะพิเศษของเบอร์ทะเบียนรถ)				
25	สามารถคิดอย่างมีเหตุผล และคิดเชิงสัญลักษณ์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ เชิงปริมาณ และมิติสัมพันธ์ (เช่น รูปร่าง รูปทรงต่างๆ การขนาน				
26	มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิเคราะห์(แยกแยะข้อมูล) เชิงอุปนัย (การสรุปผลจากหลายๆ ตัวอย่าง หรือทดลองซ้ำหลายๆ ครั้ง) และนิรนัย (การสรุปผลจากกฎหรือข้อตกลงไปสู่ตัวอย่างหรือกฎอื่นๆ)				
27	สามารถบริหารจัดการให้เหตุผล และการหาคำตอบอย่างแนบเนียน กระตือรือร้น				
28	มีความสามารถในการจดจำสัญลักษณ์ ความสัมพันธ์ การพิสูจน์วิธีการหาคำตอบ ฯลฯ ได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ				

แบบทดสอบ การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

คำแนะนำในการทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 30 ข้อ ให้ทำแบบทดสอบนี้ให้เสร็จภายในเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที
2. ให้เติมเฉพาะคำตอบลงในกรอบสี่เหลี่ยม ห้าข้อ
3. ให้คิดและทดได้ในส่วนที่ว่างของแบบทดสอบ
4. กรุณาเขียน ชื่อ-สกุล อายุ ชั้น โรงเรียนและที่อยู่ของนักเรียนลงในช่องว่างที่กำหนดข้างล่างนี้

ชื่อ..... สกุล.....

อายุ.....ปี ชั้น.....

โรงเรียน..... จังหวัด.....

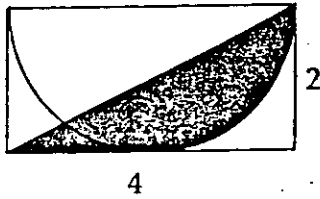
ที่อยู่ปัจจุบันของนักเรียน.....

.....

เบอร์โทรศัพท์ของนักเรียน.....

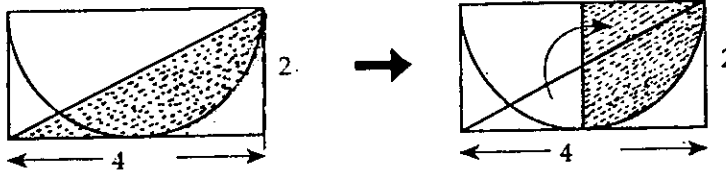
คำชี้แจง

ในแบบทดสอบฉบับนี้ นักเรียนจะพบปัญหาที่แปลกใหม่ต่าง ๆ ซึ่งในการแก้ปัญหานั้น นักเรียนจำเป็นต้องใช้ความสามารถในหลาย ๆ ด้าน ซึ่งรวมไปถึง การสังเกต การหารูปแบบ การแปลงสภาพ ปัญหาให้อยู่ในลักษณะที่นักเรียนรู้จัก และการคิดค้นวิธีการใหม่ที่มีประสิทธิภาพ เพื่อแก้ปัญหานั้นให้สะดวกและรวดเร็ว ขอให้ศึกษาตัวอย่างต่อไปนี้



จากรูป ครึ่งวงกลม บรรจุอยู่ในรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีด้านกว้าง 2 ซม. และด้านยาว 4 ซม. ต้องการหาพื้นที่ส่วนที่แรเงา

แนวคิด



เมื่อลากรัศมีของวงกลมให้ตั้งฉากกับด้านยาวที่เป็นเส้นสัมผัส จะพบว่า

พื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมส่วนที่แรเงา ด้านล่าง เท่ากับพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมอีกรูปหนึ่งทางด้าน

ขวาบน ดังนั้นพื้นที่ส่วนที่แรเงาที่ต้องการหา จึงเท่ากับ $\frac{1}{4}$ ของพื้นที่รูปวงกลมที่มีรัศมียาว 2 ซม.

$$\text{ฉะนั้น พื้นที่ส่วนแรเงา} = \frac{1}{4} \times \pi \times 2^2 \text{ ตร.ซม.}$$

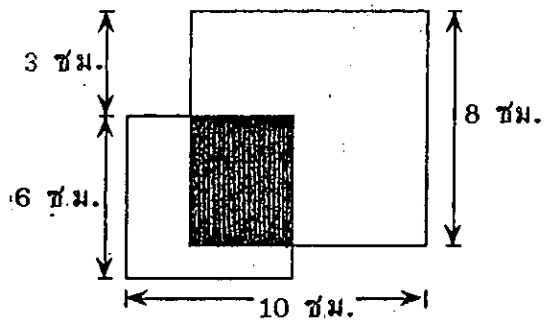
$$= \pi \text{ ตร.ซม.}$$

ขอให้นักเรียนใช้ความสามารถอย่างเต็มที่ในการทำแบบทดสอบ

1. จงหาคำของ $\frac{111+222+333+444+555+666+777+888+999}{100+200+300+400+500+600+700+800+900}$

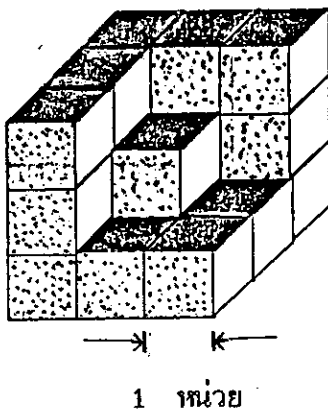
ตอบ

2. จงหาพื้นที่ส่วนที่ซ้อนทับกันของสี่เหลี่ยมจัตุรัสทั้งสอง ดังรูป



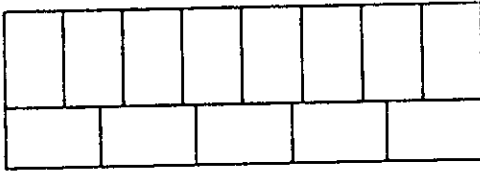
ตอบ

3. จงหาพื้นที่ผิวทั้งหมดของทรงดังรูปที่กำหนดให้



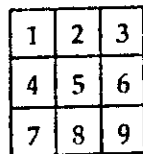
ตอบ

7. ใช้รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดเท่า ๆ กันจำนวน 13 รูป มาสร้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ารูปใหญ่ (ดังรูป) ซึ่งจะมีพื้นที่เท่ากับ 520 ตารางเซนติเมตร จงหาความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ารูปใหญ่



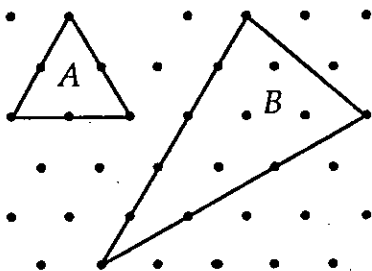
ตอบ

8. มีกาวที่แรงจากรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 2 รูปใน 9 รูปต่อไปนี้ โดยไม่ให้รูปทั้งสองที่แรงกาวติดด้านร่วมกัน



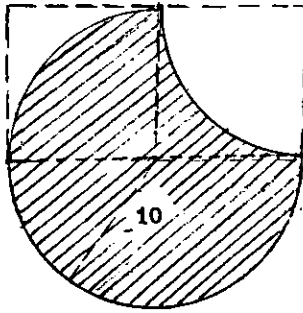
ตอบ

9. เขียนรูปสามเหลี่ยม A และ B ในแผ่นกริด (แผ่นที่มีจุดวางเป็นระยะเท่ากัน) ดังรูป จงหาว่าพื้นที่รูป A เป็นเศษส่วนเท่าใดของพื้นที่รูป B



ตอบ

10. จงหาพื้นที่ของรูปที่ล้อมรอบด้วยส่วนโค้งของวงกลมที่มีรัศมีเท่ากัน ดังรูป



ตอบ

11. เมื่อ A และ B เป็นจำนวนและ $*$ กับ $\odot$ เป็นเครื่องหมายที่ใช้ทำนองเดียวกับเครื่องหมาย $+, -, \times, \div$ แต่กำหนดค่าให้ดังนี้

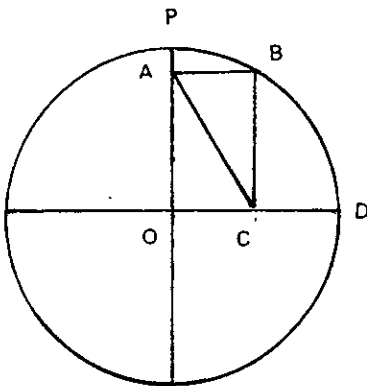
$$A * B = (A \times B) + 1$$

$$A \odot B = (A + B) / 2$$

$$\text{จงหาค่าของ } 5 * [(7 \odot 3) \odot (8 * 9)]$$

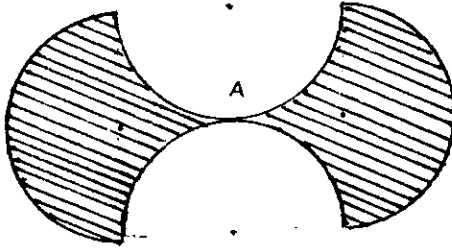
ตอบ

12. ในรูป O เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม $OCBA$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามี $CB = 5$, $AP = 1$
จงหา CA



ตอบ

13. ส่วนโค้งของวงกลมทั้งหมดในรูป เป็นครึ่งวงกลมที่มีรัศมี 2 หน่วย ถ้า A เป็นจุดกึ่งกลางร่วมของส่วนโค้ง 2 ส่วน จงหาพื้นที่ส่วนที่แรเงา

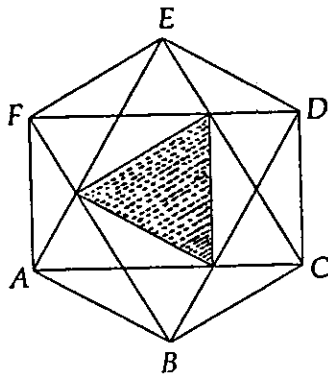


ตอบ

14. ให้ N เป็นจำนวนคู่ ถ้าผลบวกของตัวเลขในแต่ละหลักของ N เป็น 50 จงหาค่าของ N ที่น้อยที่สุดที่เป็นไปได้

ตอบ

15. รูป ABCDEF เป็นรูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า (มี $AB = BC = CD = DE = EF = FA$ และ $\widehat{FED} = \widehat{EDC} = \widehat{DCB} = \widehat{CBA} = \widehat{BAF} = \widehat{AFE}$) พื้นที่ของรูปที่แรเงาคิดเป็นเศษส่วนเท่าไรของพื้นที่รูปหกเหลี่ยม ABCDEF



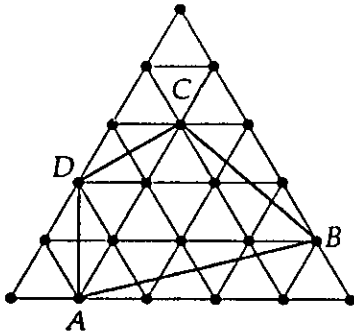
ตอบ

16. มีลูกบอลอยู่สามสี คือ แดง (R), ขาว (W), และดำ (B) จัดวางเรียงในแนวเส้นตรง โดยเริ่มจากลูกบอลสีแดง 5 ลูก ตามด้วยสีขาว 4 ลูก และตามด้วยสีดำอีก 3 ลูก แล้วที่ต้นใหม่ในทำนองเดียวกันเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ ดังรูป จงหาว่าลูกบอลลูกที่ 2538 มีสีอะไร

(R R R R R W W W W B B B R R R R R)...

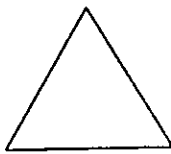
ตอบ

17. ถ้าพื้นที่ของรูป  แต่ละรูปเป็น 1 ตารางเซนติเมตร จงหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม ABCD

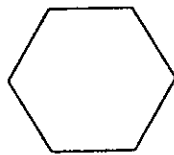


ตอบ

18. เส้นรอบรูปของสามเหลี่ยมด้านเท่า (A) มีความยาวเท่ากับเส้นรอบรูปของรูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า (B) พื้นที่รูป (A) คิดเป็นเศษส่วนเท่าไรของพื้นที่รูป (B)



(A)



(B)

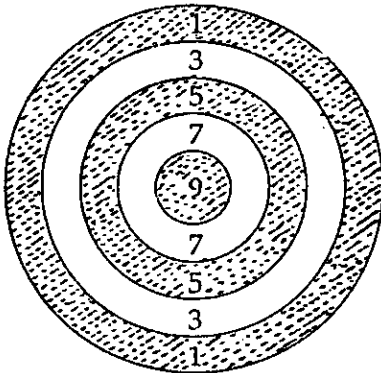
ตอบ

19. จงหาค่าของ $1+2-3-4+5+6-7-8+9+10-11-12+\dots+1989+1990-1991-1992+1993+1994$

ตอบ

20. เป้าวงกลมมีสีแบ่งเป็น 5 ส่วน และกำหนดคะแนนสำหรับแต่ละส่วนดังรูป ถ้าชาลีปาเป้าโดยใช้ลูกดอก 6 ดอก และเข้าเป้าทุกดอก จงหาว่าแต้มรวมที่ชาลีปาได้จะเป็นเท่าไรได้บ้าง จากแต้มต่อไปนี้

4, 17, 28, 29, 31, 56

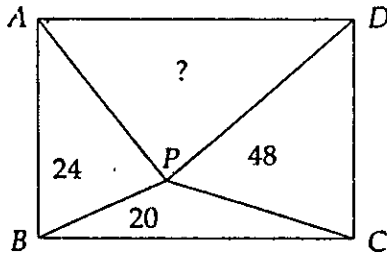


ตอบ

21. คน 8 กลุ่ม ปลูกต้นไม้ได้รวม 108 ต้น จำนวนต้นไม้ที่แต่ละกลุ่มปลูกได้แตกต่างกันทั้งสิ้น ถ้าจำนวนต้นไม้ที่มากที่สุดซึ่งคนกลุ่มหนึ่งปลูกได้เป็น 18 ต้น จงหาว่ากลุ่มคนที่ปลูกต้นไม้ได้น้อยที่สุดเท่าที่เป็นไปได้จะปลูกกี่ต้น

ตอบ

22. P เป็นจุดภายในรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ABCD ซึ่งทำให้พื้นที่รูปสามเหลี่ยม ABP, สามเหลี่ยม BCP และสามเหลี่ยม CDP เป็น 24 ตารางเซนติเมตร, 20 ตารางเซนติเมตร และ 48 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ จงหาพื้นที่รูปสามเหลี่ยม DAP



ตอบ

23. ให้นักเรียนสำรวจตัวเลข ในแถวต่าง ๆ ต่อไปนี้ และหาว่า $\frac{99}{100}$ อยู่ในแถวใด

แถวที่ 1 $\frac{1}{1}$

แถวที่ 2 $\frac{2}{1}, \frac{1}{2}$

แถวที่ 3 $\frac{3}{1}, \frac{2}{2}, \frac{1}{3}$

แถวที่ 4 $\frac{4}{1}, \frac{3}{2}, \frac{2}{3}, \frac{1}{4}$

แถวที่ 5 x x x x x

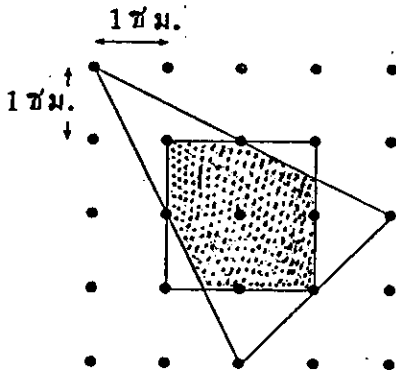
แถวที่ 6 x x x x x x

ตอบ

24. รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วที่มีความยาวรอบรูปเป็น 20 เซนติเมตร และความยาวของแต่ละด้านเป็นจำนวนนับ มีแตกต่างกันได้ทั้งหมดกี่แบบ

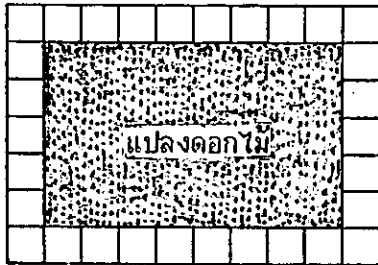
ตอบ

25. จงหาพื้นที่ที่ซ้อนกันของรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ดังรูป



ตอบ

26. แปลงดอกไม้รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีทางเดินโดยรอบไปด้วยแผ่นกระเบื้องรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสดังรูป ถ้าพื้นที่ทางเดินเป็น 60 ตารางเมตร จงหาพื้นที่ของแปลงดอกไม้



ตอบ

27. จงเขียนเลข 9 หลัก โดยใช้ตัวเลข 1, 1, 2, 2, 3, 3, 4, 4 และ 5 ตามเงื่อนไขต่อไปนี้ (เขียนให้ครบทุกแบบที่เป็นไปได้)

ให้เลข 1 อยู่ติดกัน

ให้เลข 2 อยู่ห่างกัน 1 หลัก เช่น 232

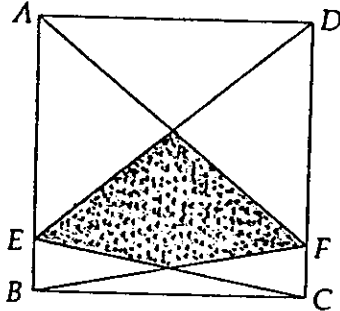
ให้เลข 3 อยู่ห่างกัน 2 หลัก เช่น 3123

ให้เลข 4 อยู่ห่างกัน 3 หลัก เช่น 41154

ให้เลข 5 อยู่ตรงกึ่งกลาง

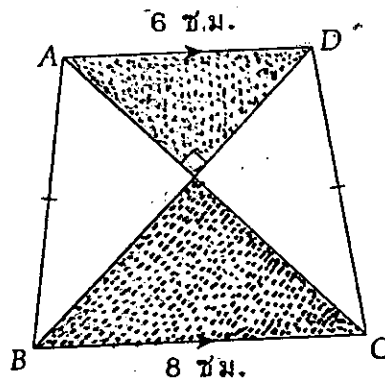
ตอบ

28. ABCD เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีด้านยาว 1 เซนติเมตร กำหนดให้ $AE = \frac{4}{5}$ เซนติเมตร และ $CF = \frac{1}{5}$ เซนติเมตร จงหาพื้นที่ส่วนที่แรเงา ดังรูป



ตอบ

29. รูป ABCD เป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมูหน้าจั่ว ซึ่งมีด้าน ADขนานกับด้าน BC และ $AB = DC$ ถ้าเส้นทแยงมุม BD ตั้งฉากกับเส้นทแยงมุม AC, $AD = 6$ เซนติเมตร และ $BC = 8$ เซนติเมตร จงหาพื้นที่ส่วนที่แรเงา



ตอบ

30. จงหาผลรวมของเศษส่วนทั้งส่วนที่มีค่าไม่เกิน 40 นั่นคือจงหาค่าของ

$$\frac{1}{2} + \left(\frac{1}{3} + \frac{2}{3}\right) + \left(\frac{1}{4} + \frac{2}{4} + \frac{3}{4}\right) + \dots + \left(\frac{1}{40} + \frac{2}{40} + \dots + \frac{39}{40}\right)$$

ตอบ

คำแนะนำในการทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้มี 7 ตอน ใช้เวลาทำรวม 1 ชั่วโมง 30 นาที แต่ละตอนจะกำหนดเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบให้ ขอให้ท่านพยายามควบคุมเวลาในการทำแบบทดสอบแต่ละตอนให้เป็นไปตามเวลาที่กำหนด
2. การทำแบบทดสอบแต่ละตอนจะมีตัวอย่างพร้อมคำอธิบายมาให้ ขอให้ท่านศึกษาก่อนลงมือทำ
3. ให้คิดและทบทวนในส่วนที่ว่างของแบบทดสอบ และเขียนตอบลงในกระดาษคำตอบเท่านั้น
4. กรุณาเขียน ชื่อ-สกุล อายุ ชั้น และ โรงเรียนของท่านลงในช่องว่างที่กำหนดข้างล่างนี้

ชื่อ.....สกุล.....

อายุ.....ชั้น.....

โรงเรียน.....จังหวัด.....

ตอนที่ 1 อุปมาอุปไมย (9 นาที)

จากคำแต่ละคู่ที่กำหนดให้ จงพิจารณาถึงความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น แล้วเลือกคำที่เหมาะสมเพื่อไปจับคู่กับ คำที่ขีดเส้นใต้ ซึ่งเป็นไปตามความสัมพันธ์ที่พบข้างต้น

ตัวอย่างที่ 1

"ข้าว" คู่กับ "ปลูก" ทำนองเดียวกับ บ้าน คู่กับ

- ก. สถานที่
- ข. สร้าง
- ค. เมล็ด
- ง. กระท่อม
- จ. ค้นหา

นักเรียนควรเลือก ข. สร้าง เพราะว่า การที่จะได้ "ข้าว" เราต้อง "ปลูก" ขึ้นมา ดังนั้นการที่จะได้ บ้าน เราก็ต้อง สร้าง ขึ้นมาเช่นกัน

ตัวอย่างที่ 2

"ปีก" คู่กับ "นก" ทำนองเดียวกับ เท้า คู่กับ

- ก. นัว
- ข. รองเท้า
- ค. มือ
- ง. เดิน
- จ. คน

นักเรียนควรเลือก จ. คน เนื่องจาก "ปีก" ทำให้นกเคลื่อนที่ไปได้ ทำนองเดียวกับ "เท้า" ทำให้ คน เคลื่อนที่ไปได้เช่นกัน.

1. "จิตตาชั่ง" คู่กับ "น้ำหนัก" ทำนองเดียวกับ นาฬิกาแขวน คู่กับ

- ก. ชั่วโมง
- ข. เวลา
- ค. ปี
- ง. ปฏิทิน
- จ. นาฬิกาข้อมือ

2. "เสือ" คู่กับ "เครื่องนุ่งห่ม" ทำนองเดียวกับ บาท คู่กับ

- ก. เงินตรา
- ข. สิ่ง
- ค. ธนาคาร
- ง. การใช้จ่าย
- จ. กระเป๋าตังค์

3. "ว่ายนํ้า" คู่กับ "นํ้า" ทำนองเดียวกับ บิน คู่กับ

- ก. แมลง
- ข. อากาศ
- ค. นก
- ง. เครื่องบิน
- จ. ทะยานขึ้น

4. "ไข่" คู่กับ "ไก่" ทำนองเดียวกับ เมล็ด คู่กับ

- ก. งอก
- ข. สวน
- ค. ดิน
- ง. คอกไม้
- จ. หีบห่อ

5. "รองเท้า" คู่กับ "เท้า" ทำนองเดียวกับ แหวน คู่กับ

- ก. น้อย
- ข. ทองคำ
- ค. นิ้วมือ
- ง. วงกลม
- จ. สร้อยคอ

6. "เดือน" คู่กับ "ปี" ทำนองเดียวกับ ชั่วโมง คู่กับ

- ก. นาที
- ข. วินาที
- ค. วัน
- ง. เวลา
- จ. นาฬิกา

7. "ห่าน" คู่กับ "ฝูง" ทำนองเดียวกับ กล้วย คู่กับ

- ก. หวี
- ข. ผลไม้
- ค. ปอกเปลือก
- ง. กิน
- จ. ลิง

8. "ไหม้" คู่กับ "ไฟ" ทำนองเดียวกับ ตัด คู่กับ

- ก. กรรไกร
- ข. เลือดออก
- ค. ดันไม้
- ง. กระดาษ
- จ. บาดเจ็บ

9. "ขา" คู่กับ "โต๊ะ" ทำนองเดียวกับ ล้อ คู่กับ

- ก. เพลา
- ข. หมุน
- ค. ลม
- ง. รถ
- จ. เข้าเหย

10. "กรง" คู่กับ "เสื่อ" ทำนองเดียวกับ รู้ คู่กับ

- ก. กระรอก
- ข. ฟาร์มโคนม
- ค. หุ่นา
- ง. วัว
- จ. ประตुरू

11. "คม" คู่กับ "ตัด" ทำนองเดียวกับ หยาบ คู่กับ

- ก. เรียบ
- ข. ขัดถู
- ค. กระดาษชำระ
- ง. เงามม
- จ. มีค

12. "ตัดหญ้า" คู่กับ "สนาม" ทำนองเดียวกับ บัน คู่กับ

- ก. น้ำ
- ข. ไก่
- ค. แข่ง
- ง. น้อต
- จ. แน่น

ตอนที่ 2 เหตุผลเชิงนิรนัย (17 นาที)

ในการทำแบบทดสอบตอนนี้ นักเรียนจะต้องอ่านข้อความที่กำหนดมาให้ แล้วพิจารณาตัดสินว่าข้อสรุปที่กล่าวถึงเป็นผลที่ได้มาอย่างสมเหตุสมผลจากข้อความข้างต้นหรือไม่

ตัวอย่าง

- ควาร์กทุกชนิดมีสีม่วง
- สิ่งที่มีสีม่วงทุกชนิดหลอมละลายภายใต้แสงอาทิตย์

ถ้าเรายอมรับว่าข้อความข้างต้นเป็นจริง แล้วข้อความใดต่อไปนี้เป็นข้อสรุปที่ได้มาอย่างสมเหตุ

สมผล

- . ควาร์กหลอมละลายภายใต้แสงอาทิตย์
- . สิ่งที่มีสีม่วงทุกชนิดเป็นควาร์ก
- . ทุก ๆ สิ่งที่หลอมละลายภายใต้แสงอาทิตย์ มีสีม่วง

จากข้อความที่กำหนดให้ข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า "ควาร์กหลอมละลายภายใต้แสงอาทิตย์" แต่ไม่อาจสรุปว่า "สิ่งที่มีสีม่วงทุกชนิดเป็นควาร์ก" เพราะยังมีสิ่งอื่นที่ไม่ใช่ควาร์กแต่มีสีม่วง เช่น อรุณ และก็ไม่อาจสรุปว่า "ทุกสิ่งที่หลอมละลายภายใต้แสงอาทิตย์ มีสีม่วง" เพราะยังมีสิ่งอื่นที่ไม่ใช่สีม่วง ซึ่งละลายภายใต้แสงอาทิตย์ เช่น หิมะ

ในการตอบแบบทดสอบตอนนี้ในกระดาษคำตอบ ให้นักเรียนทำเครื่องหมายดังนี้

0 ควาร์กหลอมละลายภายใต้แสงอาทิตย์ 0 ☒ ☐ ☐

ก. สรุปได้

ข. สรุปไม่ได้

00 สิ่งที่มีสีม่วงทุกชนิดเป็นควาร์ก 00 ☐ ☒ ☐

ก. สรุปได้

ข. สรุปไม่ได้

000 ทุก ๆ สิ่งที่หลอมละลายภายใต้แสงอาทิตย์มีสีม่วง 000 ☐ ☒ ☐

ก. สรุปได้

ข. สรุปไม่ได้

ถ้าแมงมุมบินได้แล้ว แมงมุมจะมีปีก

แมงมุมไม่มีปีก แต่แมงมุมมีขนแบบขนนก

ดังนั้น

13. แมงมุมบินได้หรือมีจะนั้นแมงมุมมีปีก

ก. สรุปได้

ข. สรุปไม่ได้

14. ถ้าแมงมุมมีขนแบบขนนก แล้วแมงมุมจะบินได้

ก. สรุปได้

ข. สรุปไม่ได้

15. แมงมุมบางตัวไม่มีขนแบบขนนก

ก. สรุปได้

ข. สรุปไม่ได้

ตัวพาฬมอนทุกตัว เป็นสัตว์กินปลา

ตัวพาฬมอนเป็นสัตว์ที่ชอบย้ายถิ่นที่อยู่

ดังนั้น

16. สัตว์ที่กินปลาทุกตัวเป็นพาฬมอน

ก. สรุปได้

ข. สรุปไม่ได้

17. สัตว์ที่กินปลาทุกตัวชอบย้ายถิ่นที่อยู่

ก. สรุปได้

ข. สรุปไม่ได้

18. สัตว์ที่ชอบย้ายถิ่นที่อยู่คือพาลิมอน

ก. สรุปได้

ข. สรุปไม่ได้

สัตว์เลี้ยงของจอยทุกตัวมี 4 เท้า แต่ไม่มีหาง

ตัวแกรมลีไม่ใช่สัตว์ 4 เท้าและไม่ใช่สัตว์มีหาง

ดังนั้น

19. ตัวแกรมลีบางตัวมีหางแต่ไม่มีตัวใดเลยเป็นสัตว์ 4 เท้า

ก. สรุปได้

ข. สรุปไม่ได้

20. ถ้าตัวแกรมลีมีหางมันจะเป็นสัตว์ 4 เท้า

ก. สรุปได้

ข. สรุปไม่ได้

21. ไม่มีสัตว์เลี้ยงของจอยตัวใดเลยเป็นแกรมลี

ก. สรุปได้

ข. สรุปไม่ได้

ชาวอาหรับ 10 คน ออกจากเมืองซาฮิปและพวกเขาเดินทางพร้อมด้วยอูฐ 8 ตัว เข้าไปใน

ทะเลทราย สัปดาห์ต่อมา มีชาวอาหรับในขณะนี้ 5 คน เดินทางมาถึงโอเอซิสแห่งแรก แต่ละคนขี่อูฐ

มาคนละตัว อูฐกระหายน้ำมาก และรีบกินน้ำในโอเอซิสนั้นทันที

ดังนั้น

22. อุฐ 3 ตัวที่มาไม่ถึงโอเอซิสแห่งแรกได้ย้อนกลับไปเมืองซาฮิป

ก. สรุปได้

ข. สรุปไม่ได้

23. ชาวอาหรับจำนวนหนึ่งสามารถเดินทางจากเมืองซาฮิปไปยัง

โอเอซิสแห่งแรกโดยใช้เวลาน้อยกว่า 9 วัน

ก. สรุปได้

ข. สรุปไม่ได้

24. ชาวอาหรับไม่ได้ซื้ออุฐ 3 ตัวที่มาไม่ถึงโอเอซิสแห่งแรก

ก. สรุปได้

ข. สรุปไม่ได้

ชาวฝรั่งเศสทุกคนกินเนื้อสัตว์

ชาวฝรั่งเศสที่อยู่เมืองนอร์มังดีกินเฉพาะเนื้อวัว ในขณะที่ชาวฝรั่งเศสที่อยู่เมืองบริดทานี
กินเฉพาะเนื้อแกะ

ชาวฝรั่งเศสบางคนมีผมสีทอง

ดังนั้น

25. ผู้ที่กินเนื้อแกะบางคนอยู่ที่เมืองบริดทานี

ก. สรุปได้

ข. สรุปไม่ได้

26. ชาวฝรั่งเศสทุกคนกินเนื้อวัว

ก. สรุปได้

ข. สรุปไม่ได้

27. ชาวฝรั่งเศสที่มีผมสีทองที่อยู่เมืองนอร์มังดีกินแต่เนื้อวัว

ก. สรุปได้

ข. สรุปไม่ได้

ตอนที่ 3 ส่วนของเหตุที่ขาดหายไป (9 นาที)

แบบทดสอบตอนนี้จะเกี่ยวกับการสรุปความ โดยที่ข้อสรุปจะได้มาจากข้อเท็จจริงที่เป็นเหตุ 2 ข้อ ในข้อสอบแต่ละข้อจะกำหนดข้อเท็จจริงที่เป็นเหตุข้อแรก และกำหนดข้อสรุปมาให้ ส่วนข้อเท็จจริงที่เป็นเหตุข้อที่สองจะเว้นว่างไว้ จากนั้นจะให้ตัวเลือกมาอีก 5 ข้อ เพื่อให้นักเรียนพิจารณาว่าตัวเลือกใดเหมาะที่จะเป็นข้อเท็จจริงที่เป็นเหตุข้อที่สองนั้น ดังตัวอย่าง

ข้อเท็จจริงที่ 1 น้ำในทะเลสาบโฮปมีอุณหภูมิ 40°F

ข้อเท็จจริงที่ 2

ข้อสรุป น้ำในทะเลสาบโฮปเย็นเกินกว่าที่จะว่ายน้ำได้

ข้อเท็จจริงข้อที่ 2 คือข้อใด

ก. ในทะเลสาบส่วนใหญ่ น้ำเย็นเกินกว่าที่จะว่ายน้ำได้

ข. ขณะนี้เป็นฤดูหนาว

ค. น้ำที่มีอุณหภูมิ 40°F เย็นเกินกว่าที่จะว่ายน้ำได้

ง. น้ำในทะเลสาบโฮปเย็นมาก

จ. การว่ายน้ำในขณะที่น้ำเย็นมาก ๆ ไม่ใช่เรื่องสนุก

ข้อที่เหมาะสมจะเป็นข้อเท็จจริงที่ 2 คือ ข้อ ค. เนื่องจากเมื่อนำมาประกอบกับข้อเท็จจริงที่ 1 จะได้ข้อสรุปตามต้องการดังนี้

ข้อเท็จจริงที่ 1 น้ำในทะเลสาบโฮปมีอุณหภูมิ 40°F

ข้อเท็จจริงที่ 2 น้ำที่มีอุณหภูมิ 40°F เย็นเกินกว่าที่จะว่ายน้ำได้

ข้อสรุป น้ำในทะเลสาบโฮปเย็นเกินกว่าที่จะว่ายน้ำได้

28. ข้อเท็จจริงที่ 1 ไม่มีนักเรียนคนใดได้เกรด "A" แล้วไม่เป็นคนฉลาด

ข้อเท็จจริงที่ 2

ข้อสรุป ดังนั้น นักฟุตบอลบางคนเป็นคนฉลาด

ข้อเท็จจริงที่ 2 คือข้อใด

- ก. ไม่มีนักฟุตบอลคนใดเป็นนักเรียนที่ได้เกรด "A"
- ข. นักฟุตบอลบางคนเป็นนักเรียนที่ได้เกรด "A"
- ค. ถ้านักเรียนคนใดได้เกรด "A" เขาจะเป็นนักฟุตบอล
- ง. นักเรียนที่ฉลาดทุกคนควรจะได้เกรด "A"
- จ. นักเรียนที่ได้เกรด "A" บางคนไม่ใช่คนฉลาด

29. ข้อเท็จจริงที่ 1 ความสวยงามอยู่ที่สายตาของคนดู

ข้อเท็จจริงที่ 2

ข้อสรุป ดังนั้น ทารกทุกคนมีความสวยงามในสายตาของแม่

ข้อเท็จจริงที่ 2 คือข้อใด

- ก. แม่ทุกคนคิดว่าทารกของตนมีความสวยงาม
- ข. ถ้าท่านคิดว่าท่านสวยท่านก็จะเป็นคนสวย
- ค. ทารกที่สวยจะมีตาโต
- ง. ทารกบางคนสวยกว่าทารกคนอื่น ๆ
- จ. แม่ที่สวยเท่านั้นจึงจะมีทารกที่สวยงาม

30. ข้อเท็จจริงที่ 1 น้ำในอ่าวมะนาวกำลังเน่าเสีย เป็นผลมาจากการถ่ายของเสียจาก
ท่อน้ำทิ้งของโรงงานที่ตั้ง อยู่ริมฝั่งอ่าว

ข้อเท็จจริงที่ 2

ข้อสรุป ดังนั้น ในอ่าวมะนาวไม่มีปลา

ข้อเท็จจริงที่ 2 คือข้อใด

- ก. ถ้าท่านไปตกปลาที่อ่าวมะนาว ท่านจะไม่ได้ปลาเลย
- ข. ของเสียจากท่อน้ำทิ้งของโรงงาน ทำให้น้ำเน่าเสีย
- ค. ถ้าน้ำเน่าเสียจะไม่มีปลาอาศัยอยู่เลย
- ง. ปลาบางชนิดไม่ได้อาศัยอยู่ที่อ่าวมะนาว
- จ. มลภาวะทุกอย่างเกิดจากโรงงาน

31. ข้อเท็จจริงที่ 1 โจเป็นพนักงานรับประกัยภัยบริษัท นิลเทพประกันภัย

ข้อเท็จจริงที่ 2

ข้อสรุป ดังนั้น โจจะใส่สูททำงานทุกวัน

ข้อเท็จจริงที่ 2 คือข้อใด

- ก. โจมีสูทใหม่ 5 ชุด
- ข. เฉพาะพนักงานรับประกันภัยเท่านั้นที่มีสิทธิใส่สูททำงาน
- ค. พนักงานในบริษัทนิลเทพทุกคนต้องใส่สูททำงาน
- ง. ทุกคนที่ใส่สูททำงานจะทำงานที่บริษัทนิลเทพประกันภัย
- จ. ถ้าท่านใส่สูทประจำ ท่านกำลังทำธุรกิจประกันภัย

32. ข้อเท็จจริงที่ 1 คนที่เป็นโรคหัดทุกรายที่เข้ารักษาที่คลินิกหมอซัง เป็นเด็กอายุ

7 ปี และ 8 ปี

ข้อเท็จจริงที่ 2

ข้อสรุป ดังนั้น เด็กอายุ 7 ปี และ 8 ปี บางคนไม่ได้รับการฉีดยาป้องกันโรคหัด

ข้อเท็จจริงที่ 2 คือข้อใด

- ก. ไม่มีเด็กคนใดที่ออกหัดได้รับการฉีดยาป้องกันโรคหัด
- ข. เด็กบางคนที่ได้รับการฉีดยาป้องกันโรคหัดมีอายุต่ำกว่า 9 ปี
- ค. เด็กอายุ 7 ปี และ 8 ปี บางคนอ่อนแอต่อโรคหัด
- ง. เด็กที่มีอายุ 8 ปี จะเป็นเด็กที่ได้รับการฉีดยาป้องกันโรคหัดแล้ว
- จ. มีเด็กบางรายที่เป็นโรคหัดเมื่ออายุ 9 ขวบ

33. ข้อเท็จจริงที่ 1 นักร้องโอเปร่าที่มีชื่อเสียงโด่งดัง จะร้องเพลงโดยใส่อาภรณ์

เข้าไปด้วย

ข้อเท็จจริงที่ 2

ข้อสรุป ดังนั้น นักร้องโอเปร่าที่มีชื่อเสียงโด่งดังย่อมเป็นนักแสดงที่ดี

ข้อเท็จจริงที่ 2 คือข้อใด

- ก. นักแสดงที่ดีบางคนย่อมมีชื่อเสียงที่เต็มไปด้วยพลัง
- ข. นักร้องเท่านั้นที่สามารถเป็นนักร้องโอเปร่าที่โด่งดังได้
- ค. ไม่มีใครเลยที่ร้องเพลงโดยใส่อารมณ์เข้าไปได้ ถ้าไม่ใช่นักแสดงที่ดี
- ง. ถ้าคุณสามารถแสดงบทบาทหนึ่งบนเวทีได้ คุณจะสามารถร้องเพลงโอเปร่าได้
- จ. นักร้องโอเปร่าที่มีชื่อเสียงทุกคนเป็นผู้ที่มีความสามารถแสดงออกทางอารมณ์ได้ดี

34. ข้อเท็จจริงที่ 1 รถส่วนตัวขนาดใหญ่กินน้ำมันมากและเสียค่าซ่อมแพง

ข้อเท็จจริงที่ 2

ข้อสรุป ดังนั้น น้อยคนที่จะซื้อรถส่วนตัวขนาดใหญ่

ข้อเท็จจริงที่ 2 คือข้อใด

- ก. คนส่วนมากซื้อรถส่วนตัวขนาดเล็ก
- ข. คนมักจะไมซื้อของที่จะต้องเสียค่าใช้จ่ายแพง
- ค. น้ำมันแพงและขาดแคลน
- ง. รถส่วนตัวขนาดใหญ่บางคันไม่แพง
- จ. ความนิยมใช้รถส่วนตัวขึ้นอยู่กับราคาของน้ำมัน

ตอนที่ 4 การสังเคราะห์ลำดับ (8 นาที)

ในแบบทดสอบตอนนี้ จะกำหนดข้อความต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเรื่อง "ฤดูแห่งแชมป์" มาให้ โดยข้อความเหล่านี้ยังมิได้จัดเรียงลำดับอย่างถูกต้อง นักเรียนจะต้องอ่านข้อความทั้งหมดทุกข้อความ แล้วจัดลำดับตามการเกิดก่อน-หลังของเหตุการณ์ โดยเขียนตัวเลข 0,1,2,...,9 หลังข้อความซึ่งเป็นเหตุการณ์ที่เกิดก่อนและเรียงลำดับต่อ ๆ กันไป

35. พอพวกเขาจบการศึกษาไปแล้ว ทีนี้แหละเราจะได้เปรียบในเรื่องความสูง
36. ดังนั้น ในฤดูแข่งขันหน้าพวกคุณจะได้เห็นด้วยรางวัลใบใหญ่มาตั้งอยู่ที่จัดไว้.....
37. นั่นหมายความว่า ผู้เล่นจะเล่นเป็นทีมได้อย่างดี เพราะได้รับการฝึกฝนให้เล่นเข้าขา กัน อย่างซ้ำของโค้ชคนเดียวกัน.....
38. เมื่อเรามีข้อได้เปรียบถึงขนาดนี้แล้วจะต้องสงสัยอีกมั๊ย หากเราจะเตรียมที่เอาไว้ สำหรับตั้งถ้วยรางวัล.....
39. จะอย่างไรก็ตาม ส่วนสำคัญที่สุดก็คือประสบการณ์ของพวกเขา.....
40. ประการแรก โรงเรียนแปซิฟิกที่เอาชนะเราได้เมื่อปีกลายเพียงโรงเรียนเดียว จะไม่มี คาราค่นในทีมต่อไปแล้ว.....
41. มีเหตุการณ์หลายประการที่ทำให้ฉันคิดว่า ทีมบาสเกตบอลของเราจะได้แชมป์ในปีนี้....
42. พวกนั้นได้สำเร็จการศึกษาไปแล้ว.....
43. ผู้เล่นของเรายังคงเป็นชุดเดียวกับปีที่แล้ว และมีโค้ชคนเดิม.....
44. ผู้เล่นในทีมของเราโดยเฉลี่ยสูงกว่าผู้เล่นในทีมคู่แข่งอื่น ๆ อยู่ถึงสองนิ้ว.....

ตอนที่ 5 กลวิธีไขปริศนา (15 นาที)

ในแบบทดสอบตอนนี้ จะกำหนดของมาให้ 5 สิ่ง ดังตัวอย่างเช่น

ลูกกัญแจ	เข็มหมุดเสียบผ้า	เข็มกลัดซ่อนปลาย
ดินสอ	ลูกบิดประตู	

จะมีอยู่สิ่งหนึ่งที่เป็นปริศนา ซึ่งจะสอดคล้องกับ คำถาม-คำตอบ 3 กลุ่มต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1

คำถาม	คำตอบ
1. มันแหลมใช่ไหม	ไม่ใช่
2. มันทำจากโลหะใช่ไหม	ใช่
3. มันใช้สำหรับเปิดอะไรบางอย่างใช่ไหม	ใช่

กลุ่มที่ 2

คำถาม	คำตอบ
1. มันทำมาจากไม้ใช่ไหม	ไม่ใช่
2. มันทำมาจากโลหะใช่ไหม	ใช่
3. มันทำให้หลายสิ่งมาอยู่รวมกันใช่ไหม	ไม่ใช่

กลุ่มที่ 3

คำถาม	คำตอบ
1. มันทำจากไม้ใช่ไหม	ไม่ใช่
2. มันใช้สำหรับเปิดอะไรบางอย่างใช่ไหม	ใช่
3. มันจะต้องใส่เข้าไปในกัญแจได้พอดีใช่ไหม	ใช่

0. อยากทราบว่า ปริศนาคืออะไร

- ก. ลูกบิดประตู
- ข. เข็มกลัดซ่อนปลาย
- ค. ลูกกุญแจ
- ง. ดินสอ
- จ. เข็มหมุดเสียบผ้า

เมื่อพิจารณาข้อมูลที่ได้จาก คำถาม-คำตอบ ทั้งสามกลุ่ม ขอมให้ทราบว่าปริศนา คือ ค) ลูกกุญแจ และถ้าให้ตัดสินว่า คำถาม-คำตอบ กลุ่มใดที่ช่วยไขปริศนาดังกล่าวได้ดีที่สุด หรือให้ข้อมูลที่จำเป็นและเพียงพอต่อการไขปริศนาเบื้องต้น

00. นักเรียนคิดว่าจะเลือกคำถาม-คำตอบ กลุ่มใดต่อไปนี้

- ก) กลุ่มที่ 1
- ข) กลุ่มที่ 2
- ค) กลุ่มที่ 3

กลุ่มคำถาม-คำตอบที่ควรเลือกคือ ค) กลุ่มที่ 3 เนื่องจากเป็นกลุ่มที่คำถาม-คำตอบ ช่วยไขปริศนาได้ในขณะที่ คำถาม-คำตอบ กลุ่มที่ 1 และ 2 ยังไม่ชัดเจนเพียงพอต่อการไขปริศนา

ให้นักเรียนตอบดังนี้

0. ☐ ก ☐ ข ☒ ค ☐ ง ☐ จ

00. ☐ ก ☐ ข ☒ ค

กำหนดของ 5 สิ่งต่อไปนี้

ถุงเท้า	รองเท้า	ถุงมือ	ผ้าพันคอ	เข็มขัด
---------	---------	--------	----------	---------

มีอยู่สิ่งหนึ่งที่เป็นปริศนา ซึ่งจะหาคำตอบได้จาก กลุ่มคำถาม-คำตอบ 3 กลุ่มต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1

คำถาม	คำตอบ
1. เราใส่หรือใช้มันเมื่ออยู่นอกบ้านใช่ไหม	ใช่
2. เราใส่หรือใช้มันเพื่อให้ความอบอุ่นใช่ไหม	ใช่
3. เราคาดมันที่สะเอวใช่ไหม	ไม่ใช่

กลุ่มที่ 2

คำถาม	คำตอบ
1. เราสวมมันที่มีอะไรไหม	ไม่ใช่
2. เราพันมันที่คอไหม	ไม่ใช่
3. เราสวมมันอยู่ภายในรองเท้าได้ด้วยไหม	ไม่ใช่

กลุ่มที่ 3

คำถาม	คำตอบ
1. สามารถพลิกด้านในของมันออกมาเป็นด้านนอกไหม	ไม่ใช่
2. มันทำมาจากหนังสัตว์ไหม	ใช่
3. เราสวมมันที่เท้าไหม	ใช่

45. อะไรคือปริศนา

- ก) รองเท้า
- ข) ถุงเท้า
- ค) เข็มขัด
- ง) ถุงมือ
- จ) ผ้าพันคอ

46. คำถาม-คำตอบ กลุ่มใดที่ชัดเจนพอที่ใช้สำหรับไขปริศนาข้างต้น

- ก) กลุ่มที่ 1
- ข) กลุ่มที่ 2
- ค) กลุ่มที่ 3

กำหนดของ 5 สิ่งต่อไปนี้

น้ำตาลเม็ด น้ำตาลผง เกลือ แป้ง โกโก้

มีอยู่สิ่งหนึ่งที่เป็นปริศนา ซึ่งจะหาคำตอบได้จาก กลุ่มคำถาม-คำตอบ 3 กลุ่มต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1

คำถาม	คำตอบ
1. มันมีสีขาวใช่ไหม	ใช่
2. มันเป็นเม็ดใช่ไหม	ไม่ใช่
3. มันมีรสหวานใช่ไหม	ใช่

กลุ่มที่ 2

คำถาม	คำตอบ
1. มันใช้ร่วมกับพริกไทยเสมอ	ไม่ใช่
2. มันเป็นผงสีขาว	ใช่
3. มันมีรสขมสีขาว	ไม่ใช่

กลุ่มที่ 3

คำถาม	คำตอบ
1. มันมีรสเค็มสีขาว	ไม่ใช่
2. มันใช้สำหรับการทำอาหารสีขาว	ใช่
3. มันมีสีน้ำตาลสีขาว	ไม่ใช่

47. อะไรคือปริศนา

- ก) เกลือ
- ข) น้ำตาลเม็ด
- ค) น้ำตาลผง
- ง) แป้ง
- จ) โกโก้

48. คำถาม-คำตอบ กลุ่มใดที่ชัดเจนพอที่ใช้สำหรับไขปริศนาข้างต้น

- ก) กลุ่มที่ 1
- ข) กลุ่มที่ 2
- ค) กลุ่มที่ 3

กำหนดของ 5 สิ่งต่อไปนี้

เครื่องบิน รถโดยสาร รถไฟ จักรยาน เฮลิคอปเตอร์

มีอยู่สิ่งหนึ่งที่เป็นปริศนา ซึ่งจะหาคำตอบได้จาก กลุ่มคำถาม-คำตอบ 3 กลุ่มต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1

คำถาม	คำตอบ
1. มันบินไปได้ใช่ไหม	ไม่ใช่
2. มันมีล้อเกิน 2 ล้อใช่ไหม	ใช่
3. มันเคลื่อนไปตามรางใช่ไหม	ไม่ใช่

กลุ่มที่ 2

คำถาม	คำตอบ
1. มันมีล้อใช่ไหม	ใช่
2. สามารถพบเห็นมันได้ที่สนามบินใช่ไหม	ใช่
3. มันใช้บรรทุกผู้โดยสารมากกว่า 1 คนใช่ไหม	ใช่

กลุ่มที่ 3

คำถาม	คำตอบ
1. มันมีที่นั่งมากมายใช่ไหม	ใช่
2. มันเคลื่อนไปตามพื้นใช่ไหม	ใช่
3. มันมีหน้าต่างใช่ไหม	ใช่

49. อะไรคือปริศนา

- ก) รถโดยสาร
- ข) เครื่องบิน
- ค) รถไฟ
- ง) จักรยาน
- จ) เฮลิคอปเตอร์

50. คำถาม-คำตอบ กลุ่มใดที่ชัดเจนพอที่ใช้สำหรับไขปริศนาข้างต้น

ก) กลุ่มที่ 1

ข) กลุ่มที่ 2

ค) กลุ่มที่ 3

กำหนดของ 5 สิ่งต่อไปนี้

ดูเย็น เตา เครื่องล้างจาน เครื่องอบแห้ง เครื่องซักผ้า

มีอยู่สิ่งหนึ่งที่เป็นปริศนา ซึ่งจะหาคำตอบได้จาก กลุ่มคำถาม-คำตอบ 3 กลุ่มต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1

คำถาม	คำตอบ
1. มันให้ความร้อนแก่เราใช่ไหม	ใช่
2. มันต้องใช้กระแสไฟฟ้าใช่ไหม	ใช่
3. ในการทำงานของมันต้องใช้น้ำด้วยใช่ไหม	ไม่ใช่

กลุ่มที่ 2

คำถาม	คำตอบ
1. มันเอาไว้ใช้เก็บอาหารใช่ไหม	ไม่ใช่
2. มันเอาไว้ใส่เสื้อผ้าใช่ไหม	ใช่
3. เราใส่สบู่ลงไปเวลาใช้มันใช่ไหม	ไม่ใช่

กลุ่มที่ 3

คำถาม	คำตอบ
1. มันมีประตูสำหรับเปิด-ปิดใช่ไหม	ใช่
2. มันใช้สำหรับซักล้างใช่ไหม	ไม่ใช่
3. มันใช้สำหรับให้ความเย็นกับสิ่งต่าง ๆ ใช่ไหม	ไม่ใช่

51. อะไรคือปริศนา

- ก) เต่า
- ข) ตู้เย็น
- ค) เครื่องล้างจาน
- ง) เครื่องอบแห้ง
- จ) เครื่องซักผ้า

52. คำถาม-คำตอบ กลุ่มใดที่ชัดเจนพอที่ใช้สำหรับไขปริศนาข้างต้น

- ก) กลุ่มที่ 1
- ข) กลุ่มที่ 2
- ค) กลุ่มที่ 3

กำหนดของ 5 สิ่งต่อไปนี้

แอปเปิล มันฝรั่ง มะเขือเทศ มะนาว หัวแครอท

มีอยู่สิ่งหนึ่งที่เป็นปริศนา ซึ่งจะหาคำตอบได้จาก กลุ่มคำถาม-คำตอบ 3 กลุ่มต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1

คำถาม	คำตอบ
1. มันมีสีน้ำตาลใช่ไหม	ไม่ใช่
2. มันกินได้ใช่ไหม	ใช่
3. มันมีรสเปรี้ยวใช่ไหม	ไม่ใช่

กลุ่มที่ 2

คำถาม	คำตอบ
1. มันเจริญงอกงามอยู่เหนือพื้นดินใช่ไหม	ไม่ใช่
2. มันมีเมล็ดอยู่ภายในใช่ไหม	ไม่ใช่
3. เนื้อในของมันมีสีแดงใช่ไหม	ใช่

กลุ่มที่ 3

คำถาม	คำตอบ
1. นำมันมาประกอบอาหารประเภทสลัดใช่ไหม	ใช่
2. มันเจริญงอกงามอยู่ในดินใช่ไหม	ใช่
3. มันเป็นผักชนิดหนึ่งใช่ไหม	ใช่

53. อะไรคือปริศนา

- ก) หัวแครอท
- ข) แอปเปิล
- ค) มะเขือเทศ
- ง) มันฝรั่ง
- จ) มะนาว

54. คำถาม-คำตอบ กลุ่มใดที่ชัดเจนพอที่ใช้สำหรับไขปริศนาข้างต้น

- ก) กลุ่มที่ 1
- ข) กลุ่มที่ 2
- ค) กลุ่มที่ 3

ตอนที่ 6 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ให้และมีให้ความกระจำในการตอบปัญหา (20 นาที)

ในแบบทดสอบตอนนี้ จะมีปัญหาให้นักเรียนอ่านและตัดสินใจว่า ปัญหาที่ให้นั้นอยู่ในลักษณะใด ต่อไปนี้

- ก) ไม่อาจหาคำตอบได้ เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ
- ข) สามารถหาคำตอบได้และมีข้อมูลพอเหมาะพอดีที่จะใช้หาคำตอบ
- ค) สามารถหาคำตอบได้และยังให้ข้อมูลเกินความจำเป็นมาด้วย

ตัวอย่างเช่น ปัญหาที่ว่า

" ส้มโอราคาผลละ 10 บาท มีเงิน 50 บาท จะซื้อส้มโอได้กี่ผล "

ปัญหานี้ มีลักษณะเป็นไปตามข้อ ข) คือสามารถหาคำตอบได้เนื่องจากมีข้อมูลพอเหมาะพอดีที่จะใช้หาคำตอบ

อนึ่งในการทำแบบทดสอบตอนนี้ นักเรียนไม่จำเป็นต้องไปเสียเวลาหาคำตอบของปัญหา ให้พิจารณาเพียงลักษณะของปัญหาว่าเป็นไปตามข้อ ก) ข) หรือ ค) แล้วกา $\times$ ทับตัวเลขที่นักเรียนตัดสินใจ

55. แมลงตัวหนึ่งต้องการไต่ขึ้นไปบนเสาซึ่งสูง 10 ฟุต ในแต่ละวันมันไต่ได้สูง 2 ฟุต และจะลื่น ลงมา 1 ฟุตในช่วงกลางคืนที่มันหลับ อยากทราบว่า แมลงตัวนี้ต้องใช้เวลาที่วันจึงจะได้ถึงยอดเสา

- ก) ไม่อาจหาคำตอบได้ เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ
- ข) สามารถหาคำตอบได้และมีข้อมูลพอเหมาะพอดีที่จะใช้หาคำตอบ
- ค) สามารถหาคำตอบได้และยังให้ข้อมูลเกินความจำเป็นมาด้วย

56. มีนักเรียนชั้น ม.1 ของโรงเรียนสตรีวิทยาอยู่ 96 คน นักเรียนกลุ่มนี้ต้องการเดินทางไป

ทัศนศึกษาที่ท้องฟ้าจำลอง โดยใช้รถโดยสาร อยากทราบว่าต้องใช้รถโดยสารกี่คัน

- ก) ไม่อาจหาคำตอบได้ เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ
- ข) สามารถหาคำตอบได้และมีข้อมูลพอเหมาะพอดีที่จะใช้หาคำตอบ
- ค) สามารถหาคำตอบได้และยังให้ข้อมูลเกินความจำเป็นมาด้วย

57. ชายคนหนึ่งล้อมรั้วสวนของเขาโดยล้อมเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เมื่อเขาล้อมรั้วเสร็จ ปรากฏว่าแต่ละด้านของรั้วใช้เสา 9 ต้น และรั้วแต่ละด้านยาว 18 ฟุต อยากทราบว่าชายคนนี้ใช้เสาในการล้อมรั้วทั้งหมดกี่ต้น

- ก) ไม่อาจหาคำตอบได้ เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ
- ข) สามารถหาคำตอบได้และมีข้อมูลพอเหมาะพอดีที่จะใช้หาคำตอบ
- ค) สามารถหาคำตอบได้และยังให้ข้อมูลเกินความจำเป็นมาด้วย

58. เมื่อบวกจำนวน ๆ หนึ่งด้วย 14 แล้วคูณผลบวกดังกล่าวด้วย 18 จะได้ผลลัพธ์เป็น 375 จงหาจำนวนดังกล่าว

- ก) ไม่อาจหาคำตอบได้ เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ
- ข) สามารถหาคำตอบได้และมีข้อมูลพอเหมาะพอดีที่จะใช้หาคำตอบ
- ค) สามารถหาคำตอบได้และยังให้ข้อมูลเกินความจำเป็นมาด้วย

59. ต้องการแบ่งไม้ท่อนหนึ่งซึ่งยาว 17 ฟุต เป็น 2 ส่วน โดยให้ส่วนแรกยาวกว่าส่วนที่สอง 5 ฟุต จะได้ไม้แต่ละส่วนยาวเท่าไร

- ก) ไม่อาจหาคำตอบได้ เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ
- ข) สามารถหาคำตอบได้และมีข้อมูลพอเหมาะพอดีที่จะใช้หาคำตอบ
- ค) สามารถหาคำตอบได้และยังให้ข้อมูลเกินความจำเป็นมาด้วย

60. แบ่งนักเรียนในชั้นเรียน ๆ หนึ่ง ซึ่งมี 36 คน เป็น 2 กลุ่ม โดยให้กลุ่มแรกมีจำนวนเป็น 3 เท่า ของกลุ่มที่สอง ถ้าชั้นนี้ มีนักเรียนชาย 20 คน มีนักเรียนหญิง 16 คน จงหาจำนวนนักเรียนแต่ละกลุ่มที่แบ่งได้แล้ว

- ก) ไม่อาจหาคำตอบได้ เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ
- ข) สามารถหาคำตอบได้และมีข้อมูลพอเหมาะพอดีที่จะใช้หาคำตอบ
- ค) สามารถหาคำตอบได้และยังให้ข้อมูลเกินความจำเป็นมาด้วย

61. รถยนต์คันหนึ่งแล่นด้วยความเร็ว 55 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และรถคันนี้กินน้ำมัน 15 กิโลเมตรต่อลิตร อยากทราบว่าจะต้องใช้เวลานานเท่าไรที่รถจะแล่นได้ระยะทาง 165 กิโลเมตร

- ก) ไม่อาจหาคำตอบได้ เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ
- ข) สามารถหาคำตอบได้และมีข้อมูลพอเหมาะพอดีที่จะใช้หาคำตอบ
- ค) สามารถหาคำตอบได้และยังให้ข้อมูลเกินความจำเป็นมาด้วย

62. มาลีมีเหรียญอยู่ในกระเป๋ 3 อัน คิดเป็นเงิน 8 บาท โดยเป็นเหรียญบาท 1 อัน และเหรียญห้าบาท 1 อัน จงหาชนิดของเหรียญทั้งสามของมาลี

- ก) ไม่อาจหาคำตอบได้ เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ
- ข) สามารถหาคำตอบได้และมีข้อมูลพอเหมาะพอดีที่จะใช้หาคำตอบ
- ค) สามารถหาคำตอบได้และยังให้ข้อมูลเกินความจำเป็นมาด้วย

63. ในการเดินแข่งชุดหนึ่ง ๆ จะต้องใช้เด็กชาย 4 คน และเด็กหญิง 4 คน ถ้ามีเด็กอยู่ 32 คน จะจัดให้เดินแข่งได้กี่ชุด

- ก) ไม่อาจหาคำตอบได้ เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ
- ข) สามารถหาคำตอบได้และมีข้อมูลพอเหมาะพอดีที่จะใช้หาคำตอบ
- ค) สามารถหาคำตอบได้และยังให้ข้อมูลเกินความจำเป็นมาด้วย

64. ม้าหนักเป็นสองเท่าของแกะ แกะหนักเป็นสามเท่าของแพะ ถ้าน้ำหนักรวมของสัตว์ทั้งสามเป็น 1,500 ปอนด์ จงหาน้ำหนักของสัตว์แต่ละชนิด

- ก) ไม่อาจหาคำตอบได้ เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ
- ข) สามารถหาคำตอบได้และมีข้อมูลพอเหมาะพอดีที่จะใช้หาคำตอบ
- ค) สามารถหาคำตอบได้และยังให้ข้อมูลเกินความจำเป็นมาด้วย

65. เมื่อนำ A คูณกับ B จะได้ผลลัพธ์เป็น 476 แต่ถ้าคูณ A ด้วยจำนวนที่มากกว่า B อยู่ 1 จะได้ผลลัพธ์เป็น 504 จงหาค่าของ A และ B

- ก) ไม่อาจหาคำตอบได้ เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ
- ข) สามารถหาคำตอบได้และมีข้อมูลพอเหมาะพอดีที่จะใช้หาคำตอบ
- ค) สามารถหาคำตอบได้และยังให้ข้อมูลเกินความจำเป็นมาด้วย

ตอนที่ 7 การวิเคราะห์คุณลักษณะ (12 นาที)

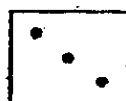
ในแบบทดสอบตอนนี้ จะให้ข้อมูลเพื่อใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์คุณลักษณะของสิ่งที่ต้องการกล่าวถึงแต่ละสิ่ง จากนั้นจะมีคำถามเกี่ยวกับคุณลักษณะข้างต้น

ดังตัวอย่าง

สิ่งเหล่านี้คือ เฟอร์ร่า จงสังเกตดูให้ดี ๆ

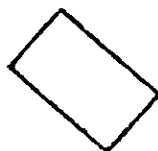


สิ่งเหล่านี้ ไม่ใช่เฟอร์ร่า ขอให้พิจารณาว่าแตกต่างจากเฟอร์ร่าอย่างไร



สิ่งใดต่อไปนี้ เป็นเฟอร์ร่าบ้าง

1)



ก. เป็น
ข. ไม่เป็น

2)



ก. เป็น
ข. ไม่เป็น

3)



ก. เป็น
ข. ไม่เป็น

จะพบว่ารูปในข้อ 2) เท่านั้นที่เป็นเฟอร์ร่า ในขณะที่รูปข้อ 1) และ 3) ไม่ใช่เฟอร์ร่า

สิ่งเหล่านี้ คือ ฟริก



สิ่งเหล่านี้ ไม่ใช่ฟริก



สิ่งใดต่อไปนี้ เป็นฟริกบ้าง

66)



ก. เป็น
ข. ไม่เป็น

67)



ก. เป็น
ข. ไม่เป็น

68)



ก. เป็น
ข. ไม่เป็น

69)

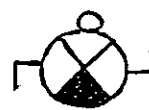


ก. เป็น
ข. ไม่เป็น

สิ่งเหล่านี้ คือ เฟรม

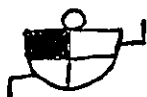


สิ่งเหล่านี้ ไม่ใช่เฟรม



สิ่งใดต่อไปนี้ เป็นเฟรมบ้าง

70)



ก. เป็น

ข. ไม่เป็น

71)



ก. เป็น

ข. ไม่เป็น

72)



ก. เป็น

ข. ไม่เป็น

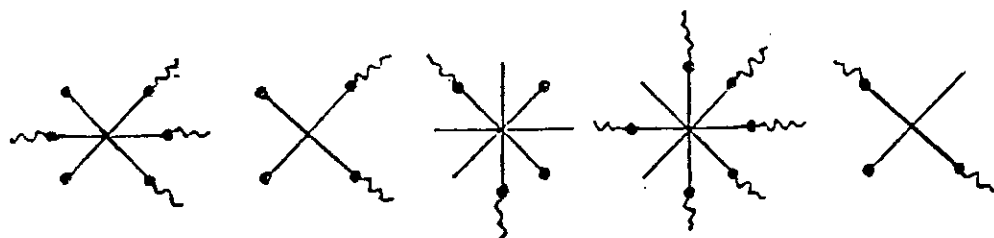
73)



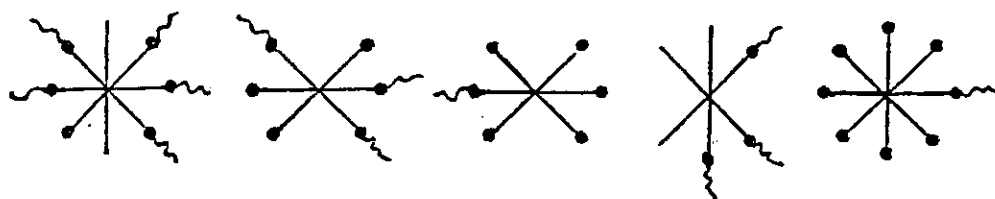
ก. เป็น

ข. ไม่เป็น

สิ่งเหล่านี้ คือ ฟรอน



สิ่งเหล่านี้ ไม่ใช่ฟรอน



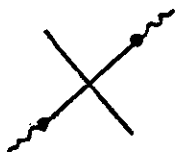
สิ่งใดต่อไปนี้ เป็นฟรอนบ้าง

74)



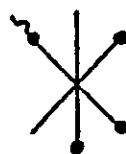
- ก. เป็น
ข. ไม่เป็น

75)



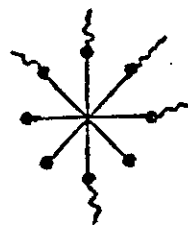
- ก. เป็น
ข. ไม่เป็น

76)



- ก. เป็น
ข. ไม่เป็น

77)



- ก. เป็น
ข. ไม่เป็น

แบบทดสอบตามจุดประสงค์

หน่วยที่ 1 ความรู้และความสามารถพื้นฐาน

206

จุดประสงค์ 1. นักเรียนสามารถใช้เงื่อนไขที่จำเป็นและเงื่อนไขที่เพียงพอได้ถูกต้อง

1. เลือกข้อที่ถูกต้อง

1. ถ้าเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมรูปหนึ่งแบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน รูปสี่เหลี่ยมนั้นคือรูปสี่เหลี่ยมอะไร
 (ก) ขนมเปียกปูน (ข) จตุรัส (ค) ด้านขนาน (ง) มุมฉาก
2. รูปสี่เหลี่ยมที่มีจุดยอดเป็นจุดกึ่งกลางด้านของรูปสี่เหลี่ยมใด ๆ เป็นรูปอะไร
 (ก) สี่เหลี่ยมมุมฉาก (ข) สี่เหลี่ยมด้านขนาน
 (ค) สี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน (ง) เป็นรูปอื่น
3. เส้นแบ่งครึ่งมุมตรงข้ามของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานที่ไม่ใช่รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนจะเป็นอย่างไร
 (ก) ขนานกัน (ข) เป็นเส้นเดียวกัน
 (ค) ตั้งฉากกัน (ง) ขนานกันหรือตั้งฉากกัน
4. ถ้าเส้นขนานสองเส้นมีเส้นตัด เส้นแบ่งครึ่งมุมภายในบนข้างเดียวกันของเส้นตัดจะเป็นอย่างไร
 (ก) ขนานกัน (ข) ตั้งฉากกัน (ค) ตัดกันแต่ไม่ตั้งฉาก

2. เงื่อนไขด้านซ้ายมือของตารางซึ่งเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมต่อไปนี้เพียงพอที่จะตัดสินว่าเป็นรูปสี่เหลี่ยมชนิดใดได้บ้าง (รูปสี่เหลี่ยมคางหมู รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ฯลฯ) จงพิจารณาเป็นรายข้อไป ถ้าเงื่อนไขใดเพียงพอให้กา ✓ ลงในช่อง

	คางหมู	ด้าน ขนาน	มุมฉาก	ขนม เปียกปูน	จตุรัส
(ก) ด้านตรงข้ามขนานกัน					
(ข) มีด้าน 2 ด้านเท่ากันที่ขนานกัน					
(ค) มีสองด้านเท่ากัน					
(ง) เส้นทแยงมุมแบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน					
(จ) มีมุมเท่ากันหมด					
(ฉ) มุมที่อยู่ตรงข้ามเท่ากันทุกคู่					
(ช) เส้นทแยงมุมทุกเส้นแบ่งครึ่งมุมยอด					

3. จงแสดงว่า ข้อความต่อไปนี้จริงทุกกรณี จริงในบางกรณี และเท็จตลอด โดยเขียนสัญลักษณ์

จ,บ,ท นำหน้า

-(ก) ส่วนของเส้นตรงในระนาบเดียวกันที่ไม่ตัดกันจะขนานกัน
-(ข) ถ้าเส้นสองเส้นมีเส้นตัด รังสีซึ่งแบ่งครึ่งมุมที่แย้งกันภายใน จะขนานกัน
-(ค) เส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนแบ่งครึ่งกัน
-(ง) เส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมใด ๆ จะขนานกัน
-(จ) มุมตรงข้ามของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานมีขนาดรวมกันเป็น 2 มุมฉาก
-(ฉ) ถ้าเส้นทแยงมุมเส้นหนึ่งของรูปสี่เหลี่ยมแบ่งรูปสี่เหลี่ยมออกเป็นรูปสามเหลี่ยม 2 รูปที่เท่ากันทุกประการ ได้รูปสี่เหลี่ยมนั้นเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน
-(ช) ถ้ามีมรรฐานเส้นหนึ่งของรูปสามเหลี่ยมยาวเป็นครึ่งหนึ่งของฐาน รูปสามเหลี่ยมนั้นเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก
-(ซ) ถ้าด้านตรงข้ามของรูปสี่เหลี่ยมขนานกัน และอีก 2 ด้านยาวเท่ากัน จะได้รูปสี่เหลี่ยมนั้นเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน
-(ฌ) ถ้ามีมุมตรงข้ามคู่หนึ่งของรูปสี่เหลี่ยม เป็นมุมฉาก รูปสี่เหลี่ยมนั้นเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก

จุดประสงค์ 2. นักเรียนประเมินความสมเหตุสมผลของผลสรุป และความขัดแย้งในกลุ่มข้อมูลได้

4. เขียนประโยคต่อไปนี้ใหม่ โดยใช้สัญลักษณ์เท่าที่จำเป็นแทนสิ่งที่กล่าวถึง และใช้ตัวเชื่อมทาง

ตรรกวิทยา

ตัวอย่าง สัตว์ต้องกินอาหาร

A เป็นสัตว์ $\rightarrow$ A ต้องกินอาหาร

1. จำนวนเต็มต้องเป็นจำนวนคู่หรือจำนวนคี่
.....
2. ถ้าเส้นตรงสองเส้นตัดกัน จะได้มุมตรงข้ามมีขนาดเท่ากัน
.....
3. รูปสามเหลี่ยมจะเป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่าก็ต่อเมื่อเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมเท่า
.....
4. รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วที่มีมุมยอดมุมหนึ่งองศา 60° จะเป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่าด้วย
.....

5. การอ้างเหตุผลข้อใดผิด

208

1. เหตุ 1 ถ้า $\triangle ABC$ เป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า $\triangle ABC$ จะเป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

เหตุ 2 รูปสามเหลี่ยม ABC ไม่เป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า

ดังนั้น รูปสามเหลี่ยม ABC ไม่เป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

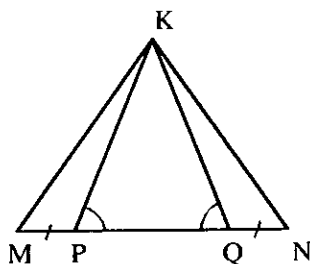
2. เหตุ 1 ถ้ารูปสี่เหลี่ยมรูปหนึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน เส้นทแยงมุมจะตั้งฉากกัน

เหตุ 2 เส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยม $ABCD$ ตั้งฉากกัน .

จะได้ รูปสี่เหลี่ยม $ABCD$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

จุดประสงค์ 1. นักเรียนสามารถตรวจสอบความเท่ากันทุกประการ และนำไปใช้ได้

1.



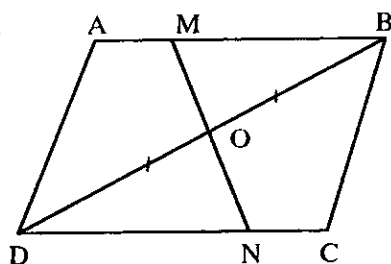
KMN เป็นรูปสามเหลี่ยม

ถ้า $MP = QN$ และ $KPQ = KQP$

$\triangle KMP$ จะเท่ากันทุกประการกับ $\triangle KQN$
หรือไม่เพราะเหตุใด (ระบุให้ครบถ้วน)

.....

2.



ABCD เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

O เป็นจุดกึ่งกลางของ $\overline{BD}$ $\overline{MN}$ ผ่าน O

จำเป็นหรือไม่ ที่ $MO = ON$ ถ้าจำเป็น

จงระบุเหตุผลตั้งแต่เริ่มต้น สืบเนื่องจน

$MO = ON$ (ถ้ามี)

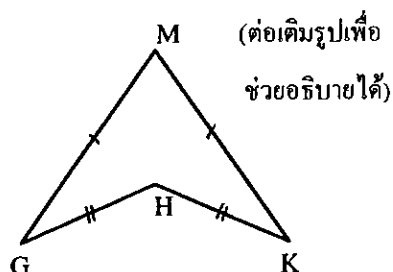
.....
.....
.....

3. กำหนดรูปสี่เหลี่ยม MGHK ซึ่ง $MK = MG$

$HK = HG$ จำเป็นหรือไม่ ที่ $\hat{G} = \hat{K}$

เพราะเหตุใด

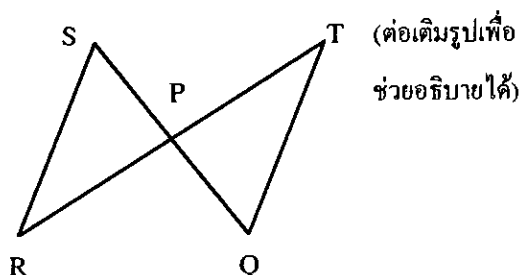
.....
.....



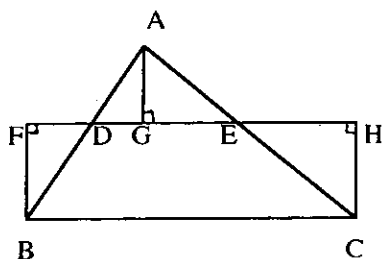
4. ในรูป $RS = QT$ และ $RT = SQ$

จำเป็นหรือไม่ที่ $\hat{S} = \hat{T}$ เพราะเหตุใด

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



5.

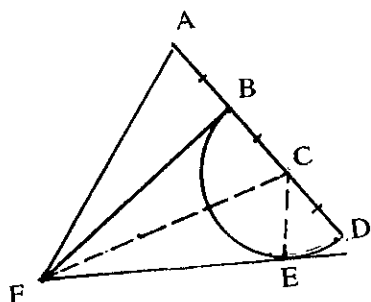


ถ้า D และ E เป็นจุดกึ่งกลางด้าน AB และ AC

ตามลำดับ จำเป็นที่ $FB = CH$ หรือไม่

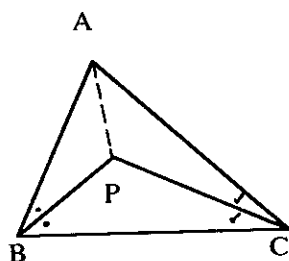
เพราะเหตุใด

6.

จากรูป $AB = BC = CD$ เส้นโค้งเป็นครึ่งวงกลม มี $\overline{BD}$ เป็นเส้นผ่านศูนย์กลาง $\overline{FB} \perp \overline{AD}$ เหตุผลที่ $\triangle ABF \cong \triangle CBF$ และเหตุผลที่ $\triangle CBF \cong \triangle CEF$

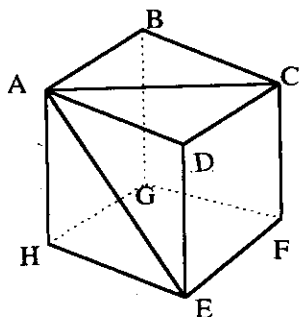
เป็นเหตุผลในลักษณะเดียวกันหรือไม่ (ค.ค.ค., ค.ม.ค.,

ค.จ.ค. ฯลฯ) จงอธิบาย

7. ให้เส้นแบ่งครึ่งมุม B และ C พบกันที่จุด P จำเป็นหรือไม่ที่ $\overrightarrow{AP}$ จะแบ่งครึ่งมุม A

จงเขียนแผนภาพเชื่อมโยงเหตุผลและต่อเติมรูปเพื่อช่วยอธิบายได้ตามความจำเป็น

8.



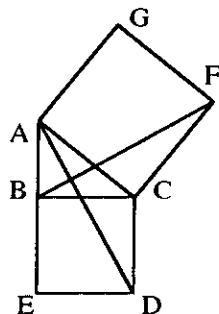
ABCDEFGH เป็นจุดยอดของรูปทรงลูกบาศก์ ดังรูป

จงขนาดของมุม EAC และให้เหตุผลประกอบ

(ต่อเติมรูปได้ตามความจำเป็น)

 $\hat{EAC} = \dots\dots\dots$ เพราะ $\dots\dots\dots$

9.

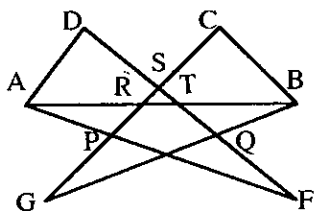


ACFG และ BCDE เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

บนด้าน AC และ BC ของรูปสามเหลี่ยม ABC ใดๆ

CÂD จะเท่ากับ FBC หรือไม่ จงชี้แจงเหตุผล

10.



กำหนดให้ D และ C เป็นมุมฉาก

$$\triangle APR \cong \triangle BQT$$

จงเติมแผนภาพต่อไปนี้แสดงเหตุผลที่ $\triangle ADF$ จะเท่ากันทุกประการกับ $\triangle BCG$ ให้สมบูรณ์

$$\triangle APR \cong \triangle BQT$$

.....

.....

$$AT = RB$$

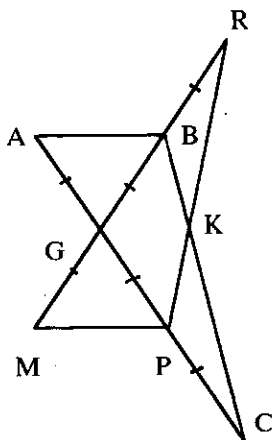
$$\triangle RBG \cong \triangle TAF$$

$$\angle APS = \angle BQT$$

$$\hat{G} = \hat{F}$$

$$AF = BG$$

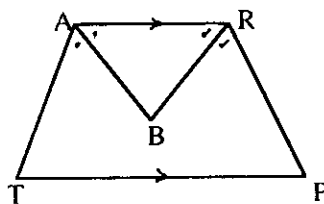
$$\triangle ADF \cong \triangle BCG$$

11. ในรูป G และ B แบ่ง $\overline{MR}$ ออกเป็นสามส่วนเท่า ๆ กัน G และ P แบ่ง $\overline{AC}$ เป็นสามส่วนเท่า ๆ กัน และ $AG = BG$ จงหาเงื่อนไขที่เพียงพอที่จะสรุปว่า $\hat{R} = \hat{C}$ และอธิบายที่มาของเงื่อนไขนั้น

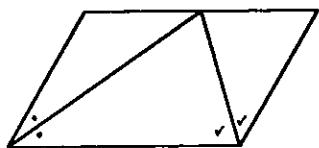
จุดประสงค์ 2. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องมุม และ การขนานไปใช้ได้

1. เส้นแบ่งครึ่งมุม A และ R ของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู TARP
พบกันที่จุด B จงหาความสัมพันธ์ ระหว่าง $\hat{B}$ และ $\hat{T}, \hat{P}$

.....

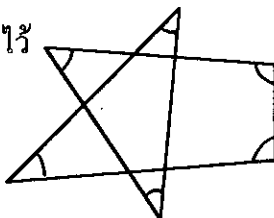


ABCD เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน เส้นแบ่งครึ่งมุม A และ D พบกันที่จุด P ซึ่งอยู่บนด้าน BC
จงหา

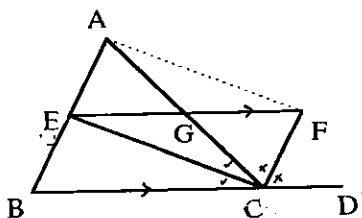
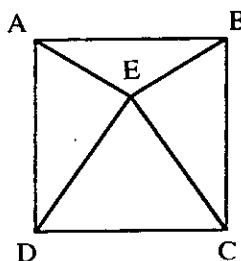


2. จำนวนรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก
3. จำนวนรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

4. จากรูป ขนาดของมุมยอดที่ทำเครื่องหมายไว้
รวมกันเป็นกี่องศา



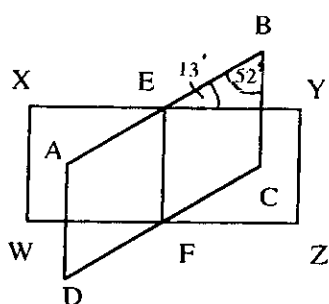
5. $\square$ ABCD เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส
และ $\triangle DEC$ เป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า
จงหา $\hat{EAB}$



สำหรับข้อ 6 - 7

$\triangle ABC$ มี $AC = CB$ เส้น CE และ CF เป็น
เส้นแบ่งครึ่งมุมภายในและมุมภายนอกที่ C
ตามลำดับ ทำให้ $\overline{EF} \parallel \overline{BC}$ และ $\overline{EF}$ ตัด $\overline{AC}$ ที่ G

6. จงระบุรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก
7. จงระบุรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว



สำหรับข้อ 8 - 9

213

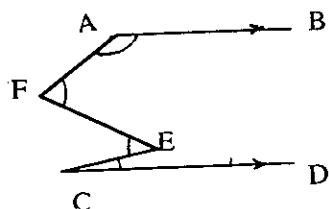
E เป็นจุดกึ่งกลางด้าน AB และด้าน XY และ F เป็นจุดกึ่งกลางด้าน CD และด้าน ZW ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ABCD และ XYZW
ถ้า $\hat{B} = 52^\circ$ และ $\hat{BEY} = 13^\circ$

จงหาขนาด

8. $\hat{X}$

9. $\hat{EFC}$

10.



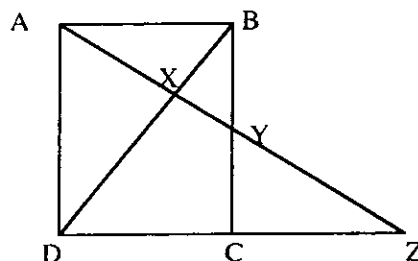
จากรูป $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$

$\hat{C} = 20^\circ$, $\hat{E} = 40^\circ$, $\hat{F} = 75^\circ$

จงหาขนาดของ $\hat{A}$

จุดประสงค์ 3. นักเรียนสามารถตรวจสอบความคล้ายและนำไปใช้ได้

ในรูป ABCD เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน X
เป็นจุดบนด้าน BD ซึ่ง $XD = 3XB$ เส้น AX
พบเส้น BC ที่ Y และส่วนต่อของ $\overline{DC}$ ที่ Z
(ตอบปัญหาข้อ 1-6)



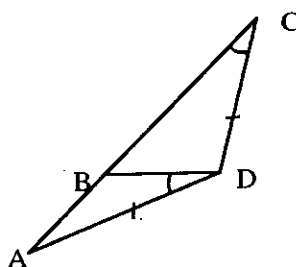
1. จงหารูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกับ $\triangle AXB$
2. จงหารูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกับ $\triangle BXY$
3. จงหา $\frac{AB}{DZ}$
4. จงหา $\frac{\text{พท. } \triangle ABX}{\text{พท. } \triangle ZDX}$
5. จงหา $\frac{AB}{CZ}$
6. จงหา $\frac{\text{พท. } \triangle ABX}{\text{พท. } \triangle ZCY}$

สำหรับปัญหา 7 - 8

ในรูป $\angle ADB = \angle ACD$ และ $AD = DC$

จงเติมส่วนที่ขาดไปให้สมบูรณ์

7. $\frac{AC}{AD} = \frac{\dots\dots\dots}{AB}$
8. $\frac{\text{พท. } \triangle ABD}{\text{พท. } \triangle ADC} = \frac{AD^2}{\dots\dots\dots}$



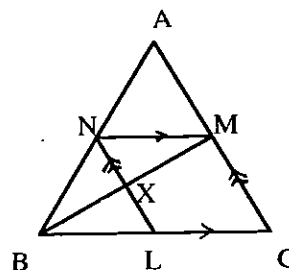
สำหรับปัญหา 9 - 11

ในรูป $MN \parallel BC$ และ $NL \parallel AC$

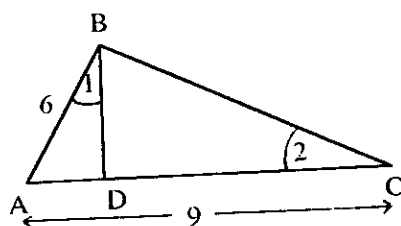
9. จงหารูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกับ $\triangle ANM$

10. ถ้า $\frac{AN}{NB} = \frac{2}{3}$ จงหา $\frac{NM}{BC}$

11. ถ้า $\frac{AN}{NB} = \frac{2}{3}$ จงหา $\frac{\text{พท. } \square BNMC}{\text{พท. } \triangle ABC}$



สำหรับปัญหา 12-13



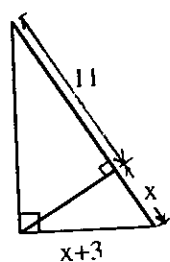
ในรูป $\hat{1} = \hat{2}$

12. จงหา AD

13. ถ้าพื้นที่ $\triangle ABD$ เป็น 10 ตร.ชม.

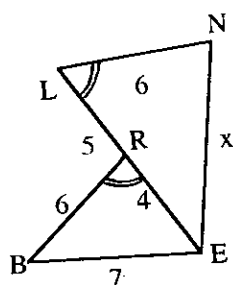
จงหาพื้นที่ $\triangle ABC$

14.



จงหา x

15.



$\hat{L} = \hat{RE}$

ข้อมูลจากรูปเพียงพอที่จะหา x หรือไม่

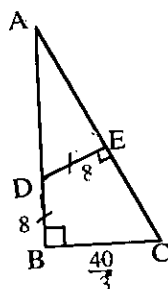
ถ้าเพียงพอ จงหา x

จากรูป ถ้า $DE = BD = 8$, $BC = \frac{40}{3}$ หน่วย

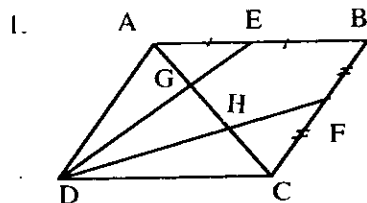
จงหา 16. AB

17. AE

18. AC



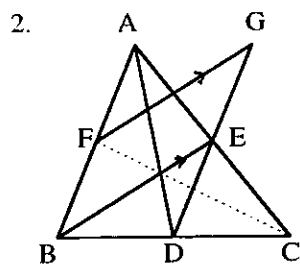
จุดประสงค์ 4. นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับเส้นต่าง ๆ ของรูปหลายเหลี่ยมไปใช้ได้



E และ F เป็นจุดกึ่งกลางด้าน AB และ BC ตามลำดับ
ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ABCD เส้น DE และ DF ตัด
เส้นทแยงมุม AC ที่ G และ H ตามลำดับ จำเป็นหรือไม่
ที่ G และ H เป็นจุดแบ่ง $\overline{AC}$ เป็นสามส่วนที่ยาวเท่ากัน
จงให้เหตุผลสั้น ๆ

.....

.....

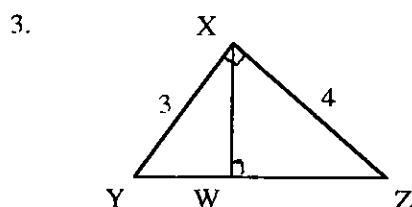


D, E และ F เป็นจุดกึ่งกลางด้าน BC, CA และ AB ตามลำดับ
ของรูปสามเหลี่ยม ABC เส้นที่ผ่าน F ขนานกับ $\overline{BE}$
ตัดเส้นตรง DE ที่ G เราจะทราบอะไรบ้างเกี่ยวกับ
รูปสามเหลี่ยม CFG

... ก. $FG = BE$ เท่านั้น

... ข. $CG = AD$ เท่านั้น

... ค. $\triangle CFG$ มีด้านทั้งสามยาวเท่ากับครึ่งหนึ่งของเส้น
มัธยฐานแต่ละเส้นของ $\triangle ABC$



จากรูป จงหาขนาดของ $\overline{XW}$

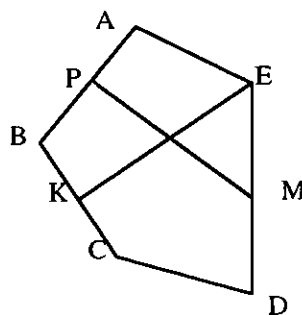
4. รูป ABCDE มี $\overline{AE} \parallel \overline{CD}$ และ $AE = CD$

จุด P, K และ M เป็นจุดกึ่งกลางของ AB, BC และ ED
ตามลำดับ

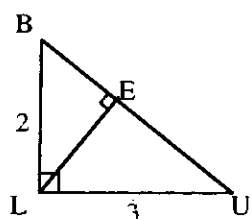
$\overline{KE}$ และ $\overline{PM}$ จะแบ่งครึ่งซึ่งกันและกันหรือไม่
เพราะเหตุใด จงอธิบาย (ลากเส้นประกอบเท่าที่จำเป็น)

.....

.....

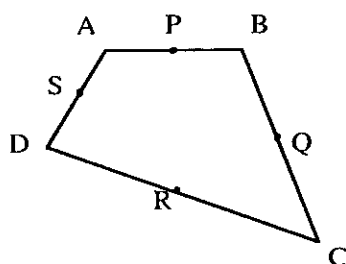


5.



จากรูป จงหา $\frac{\text{พท. } \triangle BEL}{\text{พท. } \triangle LEU}$

รูป ABCD เป็นรูปสี่เหลี่ยมใด ๆ P,Q,R และ S เป็นจุดกึ่งกลางด้าน AB,BC,CD และ DA

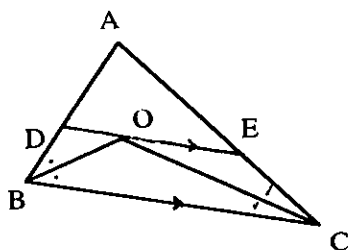


ตามลำดับ

6. $\square PQRS$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมชนิดใด

7. ถ้า $\overline{PR}$ และ $\overline{SQ}$ ตัดกันที่ T จงเขียนความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่าง TP,TQ,TR,TS

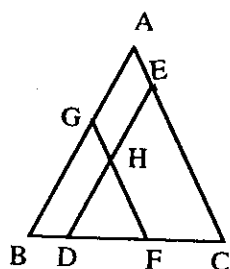
8.



เส้นแบ่งครึ่งมุม B และ มุม C ของรูปสามเหลี่ยม ABC พบกันที่ O D และ E เป็นจุดบนด้าน AB และ AC ซึ่ง $\overline{DE} \parallel \overline{BC}$ และ O อยู่บน $\overline{DE}$

เส้นรอบรูปของ $\triangle ADE$ ยาวกว่า BC หรือไม่ เพราะเหตุใด

จากรูป



9. ถ้า $\square AGHE$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน $\triangle DHF \sim \triangle ABC$ หรือไม่เพราะเหตุใด

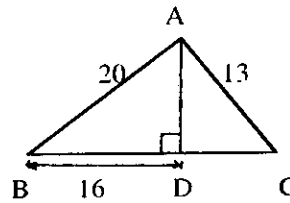
10. ถ้า $\triangle DHF$ เป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว และ $\square AGHE$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน $\triangle ABC$ จะเป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วหรือไม่ เพราะเหตุใด

จุดประสงค์ 5. นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมมุมฉากไปใช้ได้

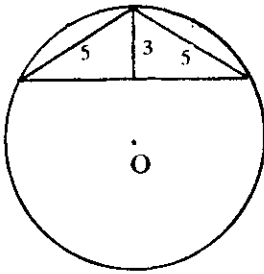
ในรูป $AB = 20$ ซม. $AC = 13$ ซม.

$BD = 16$ ซม. และ $\hat{BDA} = 90^\circ$ จงหา

1. AD
2. DC

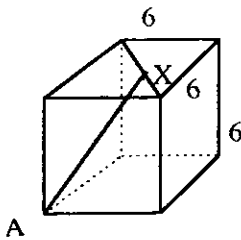


3.



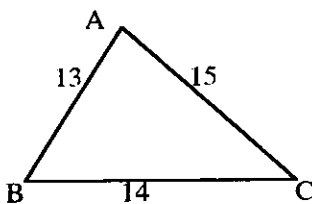
จงหาความยาวรัศมีของวงกลม O ซึ่งล้อมรอบ
รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มีด้านประกอบมุมยอดยาว
5 หน่วย ส่วนสูงยาว 3 หน่วย

4.



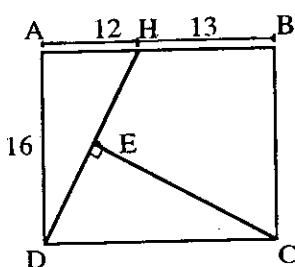
X เป็นจุดกึ่งกลางเส้นทแยงมุมด้านบนของลูกบาศก์
ซึ่งมีสันยาวด้านละ 6 หน่วย จงหาความยาวของ $\overline{AX}$
 $AX = \dots\dots\dots$

5.



รูปสามเหลี่ยม ABC นี้มีส่วนสูง(ส่วนของเส้นตรง
ที่ลากจากมุมยอดไปตั้งฉากกับด้านตรงข้าม) ที่มี
ความยาวเป็นจำนวนเต็มบ้างหรือไม่
จงระบุเส้นส่วนสูงดังกล่าว และเขียนความยาวกำกับ

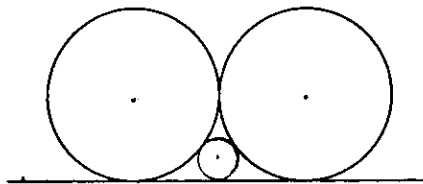
6.



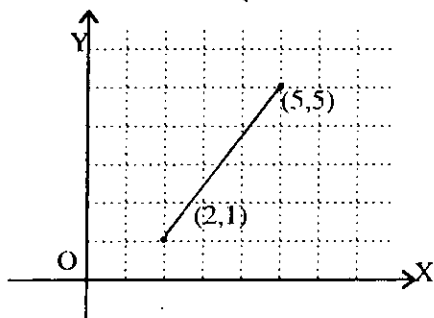
ABCD เป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก
จงหาพื้นที่รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก DCE

7. วงกลม 2 วง รัศมี 12 ซม. สัมผัสกับเส้นตรงร่วมกัน จงหารัศมีวงกลมวงเล็ก ซึ่งสัมผัสกับวงกลมทั้งสองและเส้นตรงนั้น

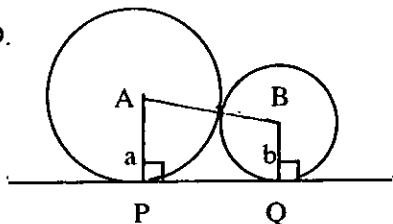
ก. 1 ซม. ข. 2 ซม.
ค. 3 ซม. ง. 3.5 ซม.



8. จากรูป จงหาระยะทางระหว่างจุด $(2,1)$ กับ $(5,5)$

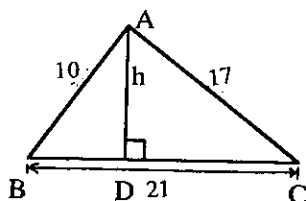


9.



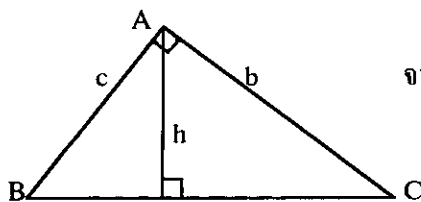
วงกลม A และ B มีรัศมียาว a และ b
ตามลำดับ $a > b$, สัมผัสกันและมีเส้น PQ
เป็นเส้นสัมผัสร่วมดังรูป
จงหาความยาวของ PQ ในรูปของ a และ b

10.



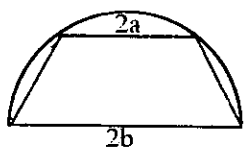
จงหาความสูง h

11.



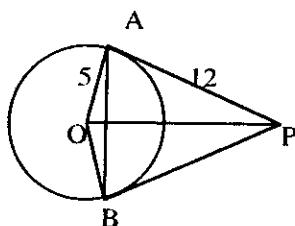
จากรูป จงเขียน h ในรูปของ b และ c

12.



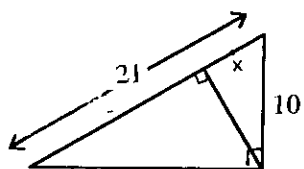
รูปสี่เหลี่ยมคางหมูหน้าจั่วมีความยาวของด้านตามที่กำหนดในรูปบรรจุในครึ่งวงกลม
จงหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมคางหมูหน้าจั่วนี้

13.



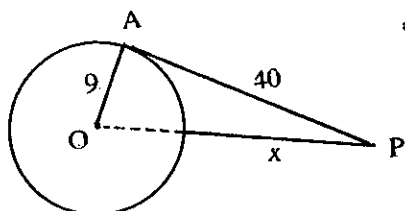
ถ้า $\overline{PA}$ และ $\overline{PB}$ เป็นเส้นสัมผัสวงกลม O ดังรูป
จงหาความยาวของคอร์ด AB

14.



จากรูปจงหาค่าของ x

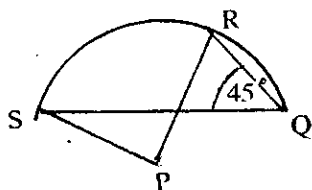
15.



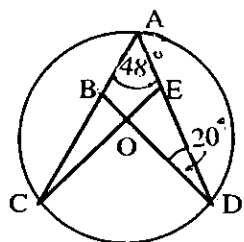
จากรูป $\overline{AP}$ เป็นเส้นสัมผัสวงกลม O
จงหาค่าของ x

จุดประสงค์ 6. นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับวงกลมไปใช้ได้

1. P เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม $\overline{RP} \perp \overline{SP}$ หรือไม่ เพราะเหตุใด



.....



ในรูป O เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม

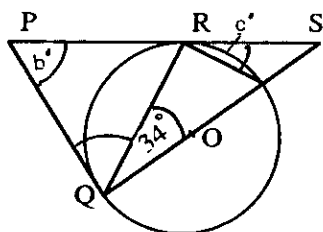
$\hat{BAE} = 48^\circ$ และ $\hat{BDA} = 20^\circ$

จงหาขนาดของ

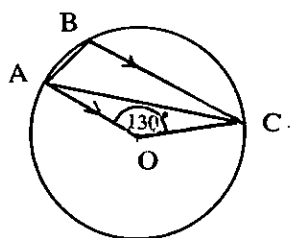
2. $\hat{COD}$

3. $\hat{ACE}$

4.

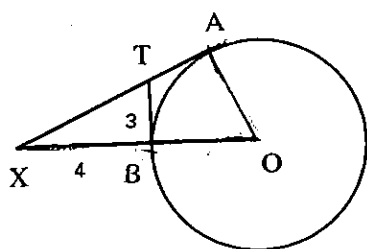


จากรูปจงหาค่าของ b-c



5. จงหาขนาดของ $\hat{ABC}$

6. จงหาขนาดของ $\hat{BAC}$



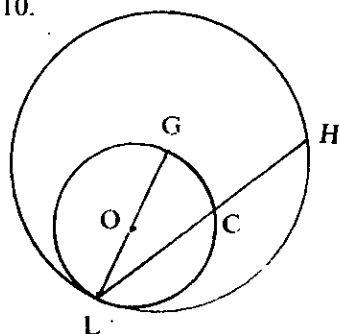
จากรูป จงหาค่าของ

7. $\frac{OA}{AX}$

8. $\frac{OA}{TX}$

9. ความยาวของรัศมีของวงกลม O

10.



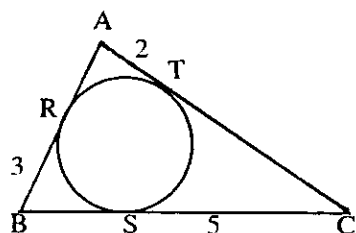
G เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลมวงใหญ่

 $\overline{GL}$ เป็น เส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลมวงเล็ก

จงเปรียบเทียบ LC กับ CH

ก. $LC > CH$ ข. $LC = CH$ ค. $LC < CH$

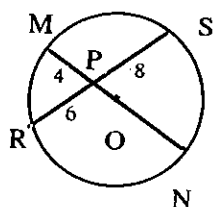
ง. ไม่แน่นอน



วงกลม O แนบในรูปสามเหลี่ยม ABC

ถ้า $AT = 2$, $BR = 3$ และ $SC = 5$ จงหา 11.ความยาวของเส้นรอบรูป $\triangle ABC$ 12. พท. $\triangle ABC$

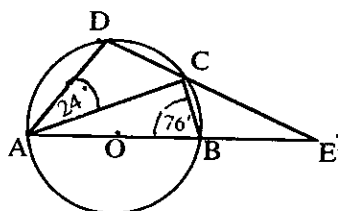
13.



เส้นผ่านศูนย์กลาง MN ของวงกลม O ตัดกับ

คอร์ด RS ที่ P จงหาความยาวรัศมีของวงกลม

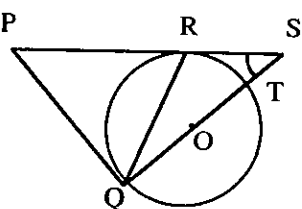
14.

ตามข้อมูลที่กำหนดไว้ในรูป นอกจาก $AO = OB$

แล้ว จงหาส่วนของเส้นตรงที่ยาวเท่ากัน

.....

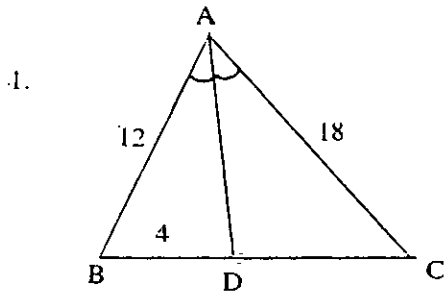
15.

 $\overline{PR}$ และ $\overline{PQ}$ เป็นเส้นสัมผัสของวงกลม O

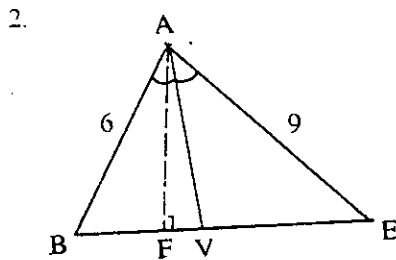
Q, O, T, S อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน

 $\angle RSQ = 36^\circ$ จงหาขนาดของ $\angle SRT$

จุดประสงค์ 7 นักเรียนใช้ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีบทของเส้นแบ่งครึ่งมุม มัธยฐาน
กับความยาวด้าน ของรูปสามเหลี่ยมได้



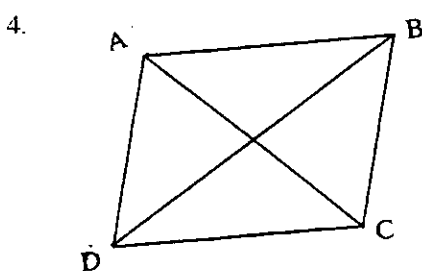
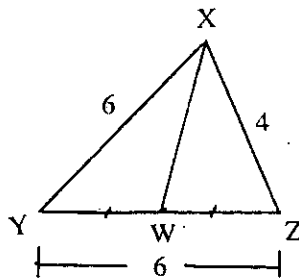
จากรูป $\overline{AD}$ แบ่งครึ่งมุม A
 $BD = 4$ หน่วย
 จงหา DC



จากรูปถ้า $\overline{AV}$ แบ่งครึ่งมุม A
 จงหา

$$\frac{\text{พท. } \triangle ABV}{\text{พท. } \triangle AVE}$$

3. $\overline{XW}$ เป็นมัธยฐาน
 จงหา XW



ABCD เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน
 $AD = 3$ ซม. $AB = 5$ ซม.
 ถ้าเส้นทแยงมุม AC ยาว 5 ซม.
 จงหา BD

สำหรับข้อ 5-6

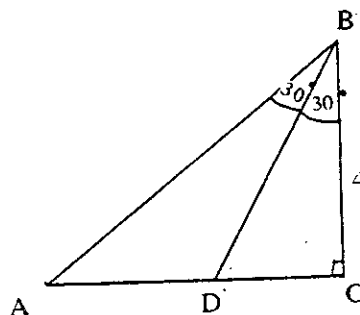
ในรูป $BC = 4$ ซม.

$$\hat{C} = 90^\circ$$

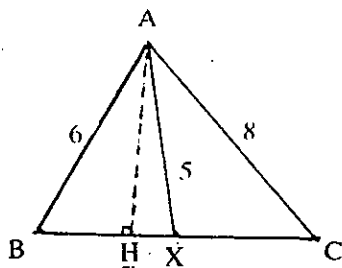
$$\hat{ABD} = \hat{DBC} = 30^\circ$$

5. จงหา CD

6. จงหา AB



7.



$\overline{AX}$ เป็นมัธยฐานของรูปสามเหลี่ยม ABC

$\overline{AH}$ เป็นเส้นแสดงส่วนสูงจาก A มาฐาน BC

ถ้า $AX = 5$ หน่วย

จงหา AH

สำหรับข้อ 8 - 10

ในรูป $\overrightarrow{AD}$ แบ่งครึ่ง $\angle CAB$

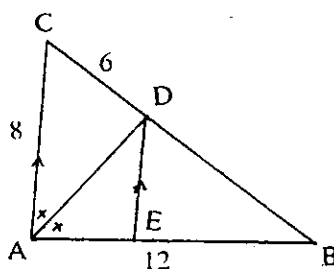
$\overline{DE} \parallel \overline{AC}$

$AC = 8$, $CD = 6$ และ $AB = 12$ หน่วย

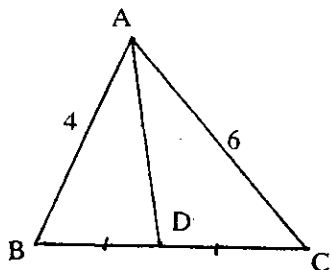
8. จงหา DB

9. จงหา AE

10. จงหา DE



11.

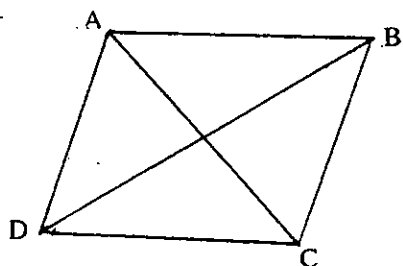


จากรูป $\overline{AD}$ เป็นมัธยฐาน

ถ้า $AB = 4$, $AC = 6$ และ $BC = 8$ หน่วย

จงหา AD

12.

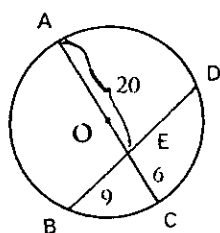


$ABCD$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

$AB = 5$, $BC = 4$ และ $AC = 5$ หน่วย

จงหา BD

จุดประสงค์ 8 นักเรียนนำความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีบทของเรอิ่ง คอร์ด เส้นผ่านวง และเส้นสัมผัสไปใช้ได้



จากรูป

1. จงหา DE

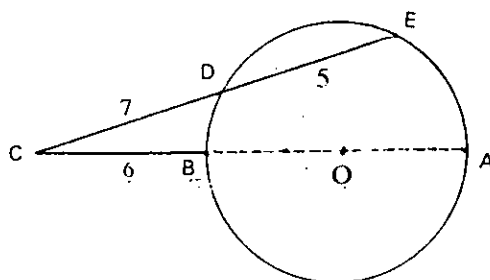
2. จงหา OC

จากรูปเส้น CDE และ CBA เป็นเส้นผ่านวง

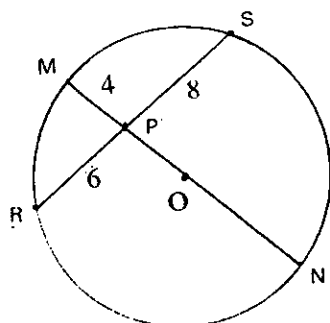
ซึ่ง $CD = 7$, $DE = 5$ และ $CB = 6$ หน่วย

3. จงหา CA

4. จงหา OB



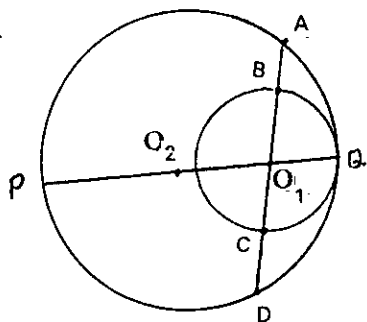
5.



คอร์ด RS และเส้นผ่านศูนย์กลาง MN ตัดกันที่ P

จงหารัศมีของวงกลม O

6.



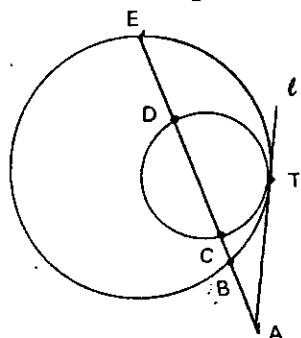
จากรูปวงกลม O_1 , O_2 สัมผัสกันภายในที่จุด Q

มีรัศมียาว r และ R ตามลำดับ

$AB : BC : CD$ เป็น $2 : 4 : 3$

จงหา $\frac{R}{r}$

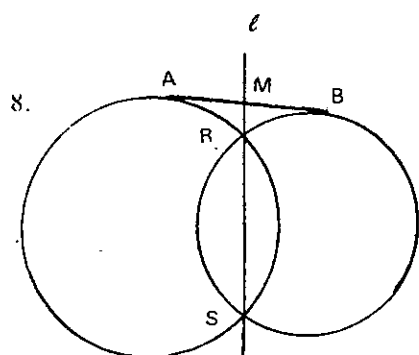
7.



A เป็นจุดบนเส้นสัมผัส ℓ ณ จุดสัมผัสร่วม
ของวงกลมทั้งสอง

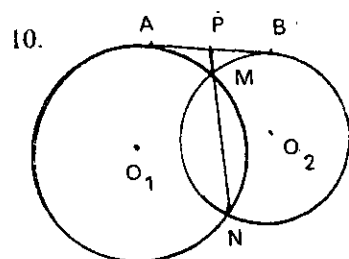
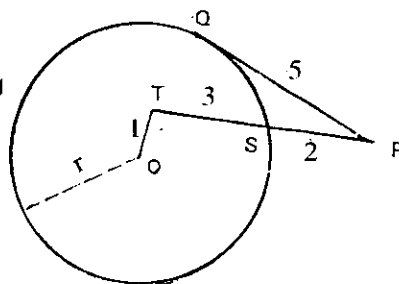
จริงหรือไม่ที่ $\frac{AB}{AD} = \frac{AC}{AE}$

จงให้เหตุผล



วงกลมสองวงตัดกันที่จุด R,S
เส้น l ผ่านจุด R,S และตัดเส้น
สัมผัสร่วม AB ที่จุด M
 $AM = MB$ หรือไม่ เพราะเหตุใด

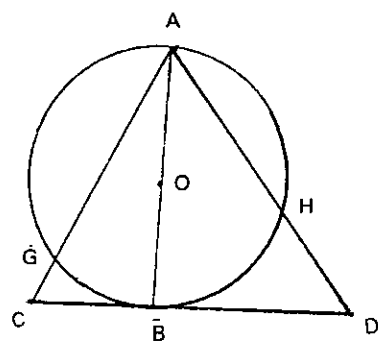
9. $\overline{PQ}$ สัมผัสวงกลม O ณ จุด Q
 $PQ = 5$, $PS = 2$, $ST = 3$, $OT = 1$ หน่วย
P,S และ T อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน
จงหา r



จากรูป $\overline{AB}$ เป็นเส้นสัมผัสร่วม
 $\overline{MN}$ เป็นคอร์ดร่วม ซึ่ง $\overline{MN}$ ตัด $\overline{AB}$ ที่ P
 $AB = MN = 4$ หน่วย
จงหา PM

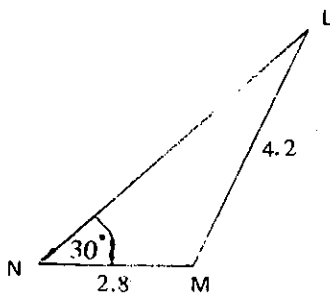
สำหรับข้อ 11 - 13

จากรูป $\overline{AB}$ เป็นเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลม
 $\overline{CD}$ เป็นเส้นสัมผัส ซึ่งสัมผัสวงกลมที่ B



11. $AG \cdot AC = CB^2$ หรือไม่
12. $AH \cdot AD = BD^2$ หรือไม่ เพราะเหตุใด
13. จงแสดงว่า $AG \cdot AC = AH \cdot AD$

1.



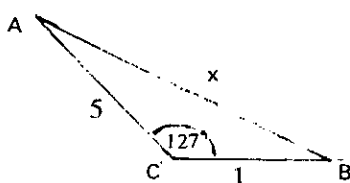
LMN เป็นรูปสามเหลี่ยม

$$\hat{N} = 30^\circ$$

$$LM = 4.2, MN = 2.8 \text{ หน่วย}$$

จงหา $\sin L$

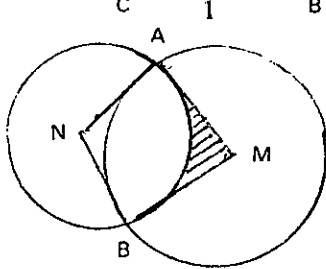
2.



$$\text{กำหนดให้ } \cos 127^\circ = -0.6$$

จงหาค่าของ x^2

3.



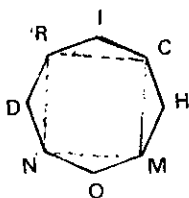
จากรูปรัศมีของวงกลมแต่ละวง

เป็นเส้นสัมผัสวงกลมอีกวงหนึ่ง

$$\text{ถ้า } \hat{ANB} = 120^\circ \text{ และ } NA = 6 \text{ หน่วย}$$

จงหาพื้นที่แรเงา

4.



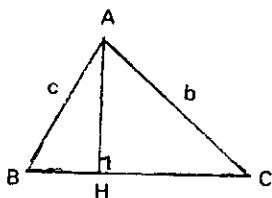
RICHMOND เป็นรูปแปดเหลี่ยมด้านเท่า

มุมเท่ายาวด้านละ 2 หน่วย

มีมุมยอดกาง 135°

จงหา พท. $\square RCMN$

จงเติมคำโดยดูจากรูป



$$5. \text{ ใน } \triangle ABH \text{ ความยาวด้าน } \dots\dots\dots = c \sin B \quad (1)$$

$$6. \text{ ใน } \triangle AHC \text{ ความยาวด้าน } AH = b \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{จาก (1) และ (2) } \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C}$$

ให้วงกลม O ล้อมรอบรูปสามเหลี่ยม ABC ซึ่ง a, b

และ c เป็นความยาวด้านตรงข้ามมุม A, B และมุม C

ตามลำดับ ให้ R เป็นความยาวรัศมีวงกลม

$$7. \hat{C} = \text{มุม } \dots\dots\dots \text{ ของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABD}$$

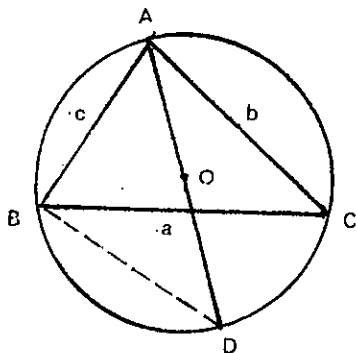
$$8. \text{ ดังนั้น } \sin C = \frac{c}{\dots\dots\dots}$$

$$9. \text{ ทำนองเดียวกัน } \sin B = \dots\dots\dots$$

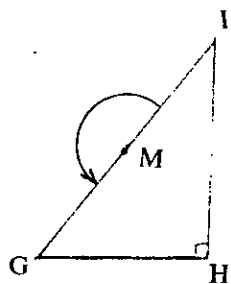
$$\sin A = \dots\dots\dots$$

(1) } ให้ตอบในรูป
(2) } ของ a, b, c
(3) } และ R

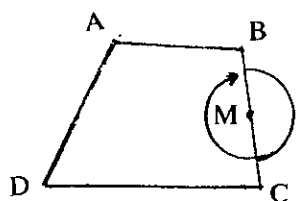
$$10. \text{ จาก (1), (2) และ (3) สรุปได้ว่า } 2R = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$$



จุดประสงค์ 1 นักเรียนสามารถนำเรื่องการแปลงทางเรขาคณิตไปใช้ได้



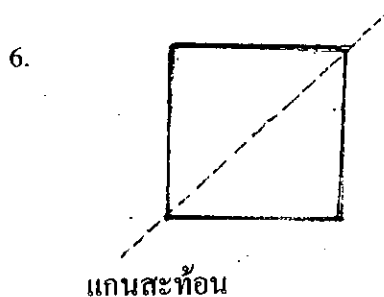
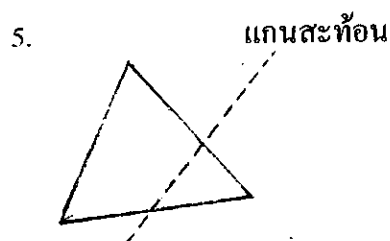
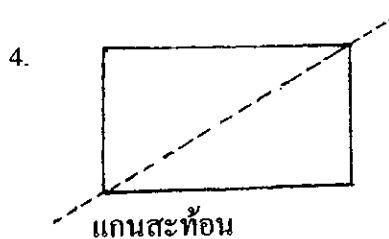
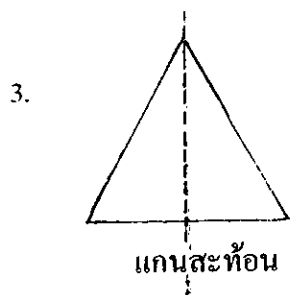
1. จงเขียนรูปซึ่งเป็นผลลัพธ์ของการหมุนรูปสามเหลี่ยม GHI รอบ M (ซึ่งเป็นจุดกึ่งกลางของ $\overline{GI}$) ครึ่งรอบ



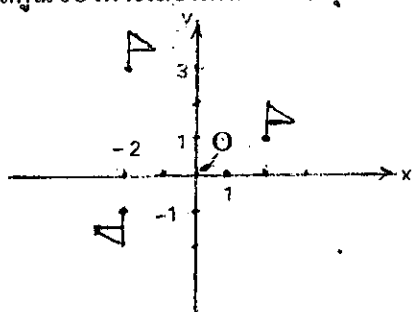
2. จงเขียนรูปซึ่งเป็นผลลัพธ์ของการหมุนรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ABCD รอบ M (ซึ่งเป็นจุดกึ่งกลางของ $\overline{BC}$) 1 รอบ

คำสั่งสำหรับข้อ 3-6

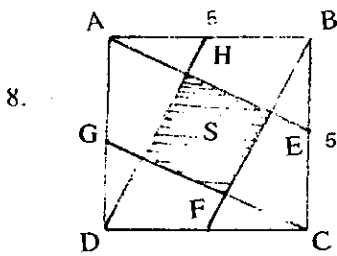
จงพิจารณาว่ารูป ต่อไปนี้ เมื่อสะท้อนบนแกนที่กำหนดให้แล้วได้รูปเดิม หรือเปลี่ยนไปอย่างไร



7. ผลคูณของการเลื่อนและการหมุนครึ่งรอบดังรูปคืออะไร



ผลคูณของการเลื่อนและ การหมุนครึ่งรอบ
ดังรูปคือการ.....



E, F, G และ H เป็นจุดกึ่งกลางด้านของรูปสี่เหลี่ยม
จัตุรัสจัตุรัส จงหาพื้นที่ S (พื้นที่รูปแรเงา)

S =

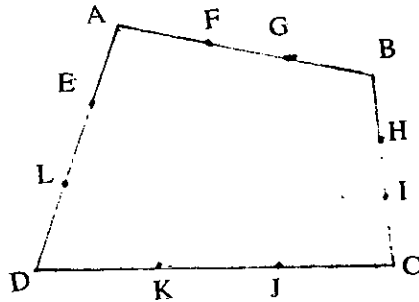
9. กำหนดรูปสี่เหลี่ยม ABCD ซึ่งมีมุมยอดแต่ละมุมมีขนาดไม่เกิน 180°

จุด F, G จุด H, I จุด J, K และจุด L, E ต่างแบ่งด้าน AB, BC, CD และด้าน AD

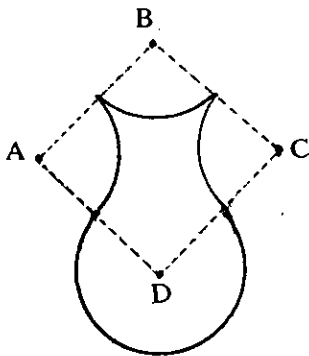
ออกเป็นสามส่วน ซึ่งในแต่ละด้านมีขนาดเท่ากันทั้งสามส่วน

$\overline{EF}$, $\overline{GH}$, $\overline{HI}$ และ $\overline{KL}$ ตัดกันได้รูปสี่เหลี่ยมรูปหนึ่ง

รูปสี่เหลี่ยมที่เกิดขึ้นเป็นรูปอะไร เพราะอะไร



10.



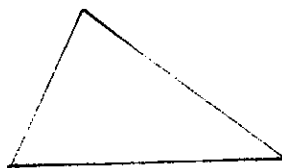
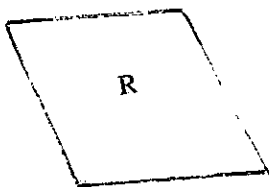
รูปแฉกในหนึ่งออกแบบโดยใช้ส่วนของวงกลม
ที่มี A, B, C และ D เป็นจุดศูนย์กลางรัศมี 3 หน่วย
ถ้า A, B, C และ D เป็นจุดยอดของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส
จงหาพื้นที่ของรูปแฉก

11. กำหนดรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน R จงสร้างรูปสี่เหลี่ยมที่คล้าย

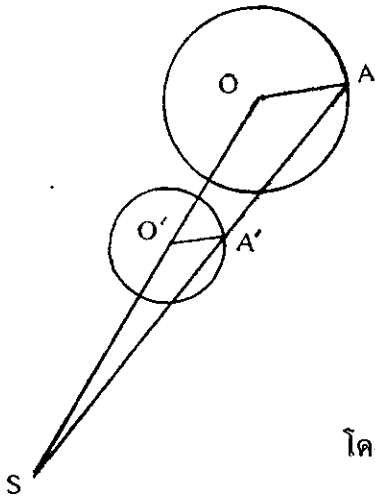
กับรูป R นี้บรรจุในรูปสามเหลี่ยม ในลักษณะที่ว่ามีจุดยอดสองจุดของ

รูปสี่เหลี่ยมอยู่บนฐานของรูปสามเหลี่ยม อีกสองจุดอยู่บนด้านประกอบ

มุมยอดของรูปสามเหลี่ยม



การพิสูจน์ว่าโฮโมเทติกของรูปวงกลมจะเป็นรูปวงกลม จงเติมการพิสูจน์ให้สมบูรณ์



ให้ O' เป็นโฮโมเทติก ของจุดศูนย์กลาง O ของวงกลม

A' เป็นโฮโมเทติกของจุด A ใดๆบนวงกลม O

จะได้ $\vec{AA'}$ ตัดกับ $\vec{OO'}$ ที่จุด S บางจุด

จะได้ $\angle ASO' = \dots\dots\dots$

และ $\frac{SA}{SA'} = \dots\dots\dots = k$ (ค่าคงที่บางค่า) (12)

ดังนั้น $\triangle \dots\dots\dots \sim \triangle \dots\dots\dots$ (13)

ทำให้ได้ว่า $AO = k \cdot O'A'$

โดยที่ AO คงที่จะได้ $O'A' = \frac{AO}{k}$ มีค่า $\left\{ \begin{array}{l} \text{คงที่} \\ \text{ไม่คงที่} \end{array} \right. \dots\dots\dots (ก) \quad (14)$
(เลือกตอบ 1 อย่าง)

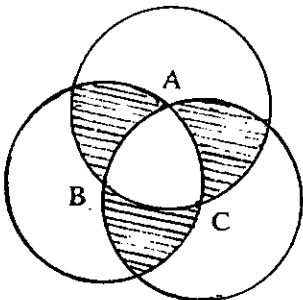
อนึ่งรัศมี $\overline{OA}$ หมุนรอบ O จะได้ $\overline{O'A'}$(ข) (15)

จาก (ก) และ(ข) ได้..... (16)

17. จากรูป A,B และ C เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลมสามวง

ซึ่งรัศมีของวงกลมแต่ละวงยาว 10 ซม.

พื้นที่ของส่วนที่แรเงาเป็นเท่าใด



เรขาคณิตนอกระบบยูคลิดเชิงสำรวจ

และการแนะนำระบบสัจพจน์

จุดประสงค์ 1 นักเรียนมีมโนคติในเรื่องเรขาคณิตนอกระบบยูคลิดและนำมโนคติไปใช้

ตอนที่ 1 ข้อความใดต่อไปนี้เป็นข้อที่ต้องให้กาเครื่องหมาย ✓ ข้อความใดผิดให้กาเครื่องหมาย X

-1. ในบางเรขาคณิตมีรูปปิดที่มี 2 ด้าน 2 เหลี่ยม
-2. สูตรพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมในเรขาคณิตนอกระบบยูคลิด ยังคงใช้ $\frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง}$
-3. ในเรขาคณิตกลาง มุมที่อยู่ตรงข้ามด้านที่ยาวกว่าของรูปสามเหลี่ยมจะมีขนาดโตกว่ามุมที่อยู่ตรงข้ามด้านที่สั้นกว่าเสมอ
-4. มุมซ้มนิตของสี่เหลี่ยมข้างตั้งคู่ย่อมเท่ากันเสมอ
-5. ทุกมุมของรูปสี่เหลี่ยมซ้คเคอร์เป็นมุมแหลม
-6. มุมซ้มนิตของสี่เหลี่ยมข้างตั้งคู่ที่อยู่ตรงข้ามข้างที่ยาวกว่าย่อมมีขนาดโตกว่ามุมซ้มนิตที่อยู่ตรงข้ามข้างที่สั้นกว่า
-7. ในเรขาคณิตนอกระบบยูคลิด รูปสี่เหลี่ยมจะมีเส้นตั้งฉากกับด้านคู่ตรงข้ามกันแต่ละคู่อย่างมาก 1 เส้น
-8. สี่เหลี่ยมซ้คเคอร์มีเส้นตั้งฉากกับทั้งฐานและซ้มนิตได้เพียงเส้นเดียวคือ เส้นต่อจุดกึ่งกลางฐาน และจุดกึ่งกลางของซ้มนิต
-9. ในรูปสี่เหลี่ยมซ้คเคอร์ เส้นต่อจุดกึ่งกลางฐานและจุดปลายซ้มนิตย่อมแบ่งครึ่งมุมซ้มนิต
-10. ในเรขาคณิตไฮเพอร์โบลิก ซ้มนิตของรูปสี่เหลี่ยมซ้คเคอร์ย่อมยาวกว่าฐาน
-11. ในเรขาคณิตไฮเพอร์โบลิก เส้นต่อจุดกึ่งกลางด้านสองด้านของรูปสามเหลี่ยมย่อมยาวกว่าครึ่งหนึ่งของความยาวฐาน
-12. ในเรขาคณิตไฮเพอร์โบลิกผลรวมของมุมภายในของรูปสามเหลี่ยมย่อมน้อยกว่า 2 มุมฉาก
-13. ในเรขาคณิตเอลลิปติก เส้นทุกเส้นไม่มีขอบเขต
-14. ในเรขาคณิตเอลลิปติก เส้นที่ต่อจุด 2 จุดที่ไม่ใช่จุดขั้วของเส้นตรงเดียวกันย่อมมีได้เส้นเดียว
-15. ในเรขาคณิตเอลลิปติก มุมซ้มนิตของรูปสี่เหลี่ยมซ้คเคอร์เป็นมุมป้านและซ้มนิตยาวกว่าฐาน

ตอนที่ 2

1. เหตุใดในเรขาคณิตไฮเพอร์โบลิกและเอลลิปติก จึงไม่มีรูปสามเหลี่ยมคล้ายที่ไม่เท่ากันทุกประการ ให้ตอบสั้นๆ เขียนรูปแสดงประกอบ

232



(รูป)



ถ้ามีจะเกิด (ในรูปคือ)

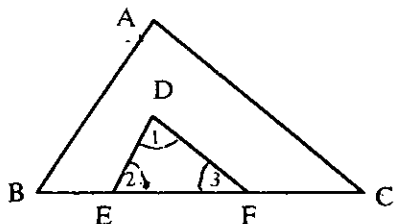
ซึ่งมีผลบวกของขนาดของมุมเป็น.....

ซึ่งเป็นไปไม่ได้

2. ในเรขาคณิตไฮเพอร์โบลิก มุมภายนอกของรูปสามเหลี่ยมมีขนาดใหญ่มากกว่าผลรวมของขนาดของมุมภายในที่อยู่ตรงข้ามหรือไม่ 3. เพราะเหตุใด

คำสั่งข้อ 4 - 6

ในเรขาคณิตไฮเพอร์โบลิก D เป็นจุดภายในรูปสามเหลี่ยม E และ F เป็นจุดบนด้าน BC จงเขียนเติมรูปและแสดงให้เห็นคร่าวๆว่า ผลรวมของขนาดมุมของรูปสามเหลี่ยม DEF มากกว่า ผลรวมของขนาดมุมของรูปสามเหลี่ยม ABC



4. เติมเส้น

จะได้ $\hat{1} + \hat{2} + \hat{3} > \dots\dots\dots$

5. เติมเส้น.....

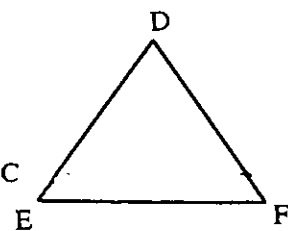
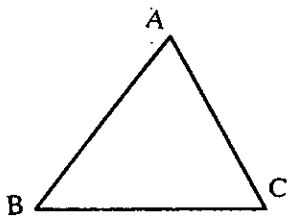
จะได้.....

6. เติมเส้น.....

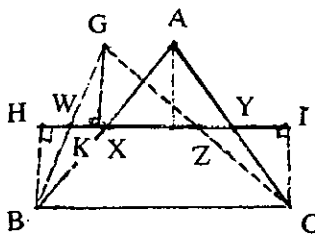
จะได้.....

คำสั่งข้อ 7-12

ในการพิจารณาว่า ในเรขาคณิตไฮเพอร์โบลิก หรือเรขาคณิตเอลลิปติก รูปสามเหลี่ยมที่มีผลรวมของมุมยอดเท่ากันจะมีพื้นที่เท่ากันหรือไม่



รูป ก.



รูป ข.

ให้นักเรียน ศึกษาและเติมเหตุผลต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

ให้รูปสามเหลี่ยม ABC และรูปสามเหลี่ยม DEF มี $\hat{A} + \hat{B} + \hat{C} = \hat{D} + \hat{E} + \hat{F}$

แต่มีบางด้านยาวไม่เท่ากัน สมมติให้ $DF > AC$

โดยที่เราสามารถสร้างรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสให้มีฐานเดียวกับรูปสามเหลี่ยม และมีพื้นที่เท่ากับพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมนั้น

ในรูป ข. ให้ X และ Y เป็นจุดกึ่งกลางของด้าน AB และ AC ลาก $\overline{BH}$ และ $\overline{CI}$ ตั้งฉากกับ $\overleftrightarrow{XY}$ ที่จุด H และ I ตามลำดับ จะได้รูปสี่เหลี่ยม BHIC เป็นรูปสี่เหลี่ยม (7)

ที่มีพื้นที่เท่ากับพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม.....(8)

ที่ C ลาก $\overline{CZ}$ ให้ยาวเท่ากับ $\frac{1}{2}DF$ และจุด Z อยู่บน $\overleftrightarrow{XY}$ แล้วต่อ $\overline{CZ}$ ถึง G ให้ $CG = DF$

โดยลาก $\overline{GK}$ ตั้งฉากกับ $\overline{HI}$ ที่ K จะได้ $\triangle ZIC \cong \triangle \dots\dots\dots$

และ $\triangle BHW \cong \triangle \dots\dots\dots$ (9)

ดังนั้นรูปสามเหลี่ยม.....(10) มีพื้นที่เท่ากับรูปสี่เหลี่ยม BHIC และมีผลรวมของมุมยอดทั้งสามเท่ากับผลรวมของมุม.....ของรูปสี่เหลี่ยม BHIC (11)

เราจึงสามารถสร้างรูปสามเหลี่ยม GBC มีผลรวมของขนาดมุมยอดเท่ากับ $\hat{A} + \hat{B} + \hat{C}$ และมีฐาน BC เดียวกับรูปสามเหลี่ยม ABC

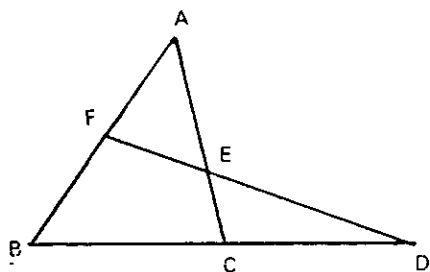
ในทำนองเดียวกัน โดยที่รูปสามเหลี่ยม GBC กับรูปสามเหลี่ยม มีด้านที่ยาวเท่ากัน มีผลรวมขนาดมุมยอดเท่ากัน จึงได้ว่า

$$\text{พท.}\triangle GBC = \text{พท.}\triangle \dots\dots\dots (12)$$

$$\text{นั่นคือ } \text{พท.}\triangle ABC = \text{พท.}\triangle DEF \quad \square$$

จุดประสงค์ 2 นักเรียนมีความเข้าใจในทฤษฎีบทของเมนелอส และ ซีวา และนำไปใช้ได้

1.



ABC เป็นรูปสามเหลี่ยม

D อยู่บน $\overline{BC}$ และ $\overline{FE}$

ถ้า $AE = AF = 3$, $FB = CD = 5$,

$BC = 7$ และ $ED = 6$ หน่วย

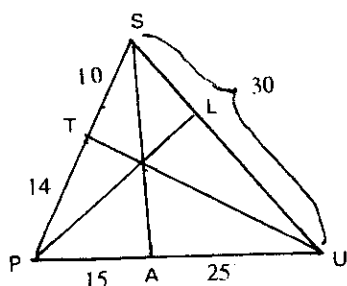
จงหา $CE = \dots\dots\dots$

จากรูปเส้น SA, PL และเส้น UT พบกัน

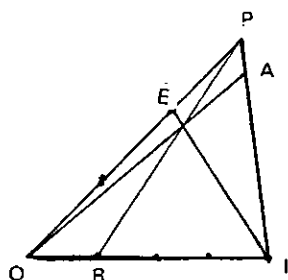
ที่จุดจุดหนึ่งในรูปสามเหลี่ยม

จงหา UL

2.



3.



ถ้า $\overline{PR}$, $\overline{OA}$, $\overline{IE}$ พบกันที่จุดจุดหนึ่ง

ภายในรูปสามเหลี่ยม POI

$EO = 2PE$ และ $RI = 3 OR$

จงหาว่า IA ขาวเป็นกี่เท่าของ AP

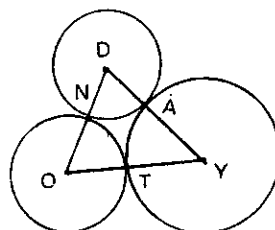
$IA = \dots\dots\dots AP$

4. รูปวงกลม D,Y,O สัมผัสกันมีจุด A,N และ T เป็นจุดสัมผัสดังรูป

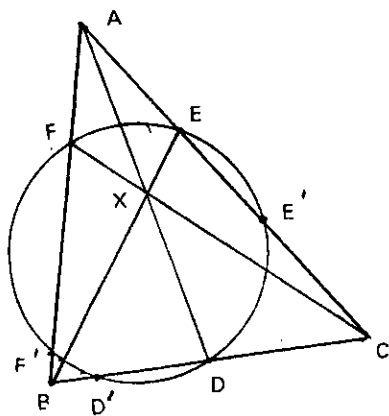
$\overline{DT}$, $\overline{YN}$ และ $\overline{OA}$ จะจบกัน

(พบกันที่จุดจุดหนึ่ง) หรือไม่ $\dots\dots\dots$

เพราะเหตุใด $\dots\dots\dots$



5.



วงกลมวงหนึ่งตัดด้าน AC, CB และ BA ของรูป

สามเหลี่ยม ABC ที่จุด E,E' จุด D,D' และจุด F,F'

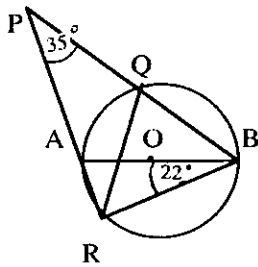
ตามลำดับของด้าน ดังรูป

ถ้า $\overline{AD}$, $\overline{BE}$ และ $\overline{CF}$ จบกัน(พบกันที่จุดจุดหนึ่ง)

จะได้ $\overline{AD'}$, $\overline{BE'}$ และ $\overline{CF'}$ จบกันหรือไม่ เพราะเหตุใด

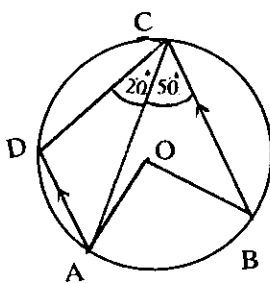
(อธิบายสั้นๆ)

$\dots\dots\dots$
 $\dots\dots\dots$



ในรูป $\overline{AB}$ เป็นเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลม
ซึ่ง O เป็นจุดศูนย์กลาง ถ้า $\hat{APQ} = 35^\circ$ และ
 $\hat{ABR} = 22^\circ$ จงหาขนาดของ

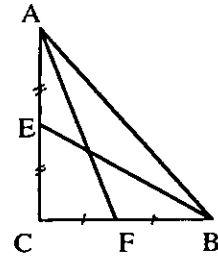
1. $\hat{ABQ}$
2. $\hat{QRA}$
3. $\hat{AOR}$



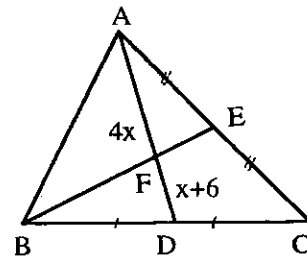
ในรูป O เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม $\overline{AD} \parallel \overline{BC}$
กำหนดให้ $\hat{ACB} = 50^\circ$ และ $\hat{ACD} = 20^\circ$
จงหาขนาดของ

4. $\hat{ADC}$
5. $\hat{OAD}$

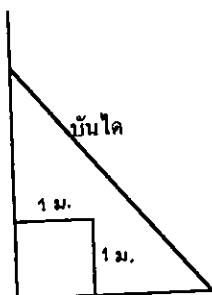
6. กำหนดให้ E และ F เป็นจุดกึ่งกลางด้านประกอบมุมฉาก มี $AF = \sqrt{41}$
 $BE = 2\sqrt{6}$ จงหา AB
($\sqrt{6}$ หมายถึงจำนวนบวกที่คุณตัวเองแล้วได้ผลลัพธ์ 6)



7. ถ้า $\overline{AD}$ และ $\overline{BE}$ เป็นเส้นมัธยฐาน (ส่วนของเส้นตรงที่ลากจาก
มุมยอดไปแบ่งครึ่งด้านตรงข้าม) มี $AF = 4x$ และ $FD = x+6$
จงหาความยาวของ $\overline{AD}$ (ตอบเป็นตัวเลขไม่ติดค่า x)



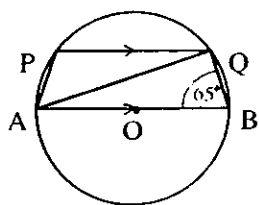
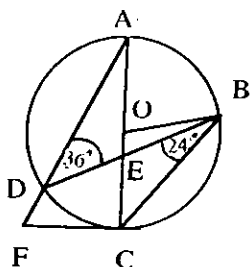
8.



บันไดยาว 5 เมตร เลื่อนเข้าผนัง แต่ติดกล่อง
ซึ่งมีขนาดดังรูปจงหาว่าสามารถพาดบันไดกับ
กำแพงได้ขึ้นสูงจากพื้นดินมากที่สุดเท่าใด

(ถ้าหากให้ทำข้ออื่นก่อน อย่าเสียเวลาที่นี่มากเกินไป)

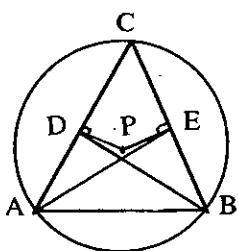
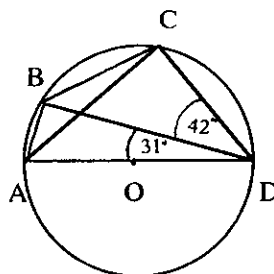
9.

จากรูป จงหา $\widehat{APQ} - \widehat{AQB}$  $\overline{AC}$ เป็นเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลม O $\overline{FC}$ เป็นเส้นสัมผัส จงหาขนาดของ10. $\widehat{AFC}$ 11. $\widehat{AED}$

ในรูป O เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม

 $\widehat{BDA} = 31^\circ$ และ $\widehat{BDC} = 42^\circ$

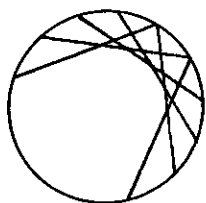
จงหาขนาดของ

12. $\widehat{ABC}$ 13. $\widehat{BCD}$ 

P เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม

 $\overline{PD}$ และ $\overline{PE}$ ตั้งฉากกับคอร์ด CA และ คอร์ด CB ตามลำดับ $PD = PE$

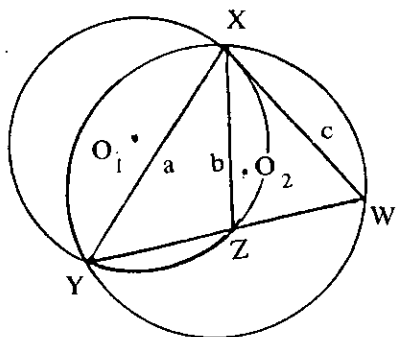
14. จงรวบรวมเงื่อนไขที่เพียงพอที่จะส่งผลต่อเนื่องได้ว่า

 $\widehat{DBA} = \widehat{EAB}$ มา 1 ชุด พร้อมทั้งมาของเงื่อนไขเหล่านั้น

กำหนดความยาวคอร์ดทุกคอร์ดเป็น a เท่ากัน

เมื่อคอร์ดหลายเส้นวนรอบๆ ภายในวงกลม

15. บริเวณที่คอร์ดล้อมเป็นรูปอะไร



$\overline{WX}$ สัมผัสวงกลมเล็ก

Y, Z และ W อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน

16. มีรูปสามเหลี่ยมคล้ายกันหรือไม่ จงระบุ (ถ้ามี)

17. ถ้า r_2, r_3 เป็นความยาวรัศมีของวงกลม O_2 และวงกลมที่ล้อมรอบ $\triangle XZW$ (ต้องผ่านจุด X, W และ Z)

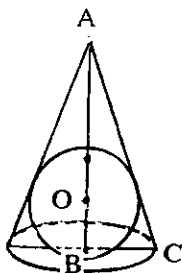
$$\text{จงหา } \frac{r_2}{r_3}$$

18.

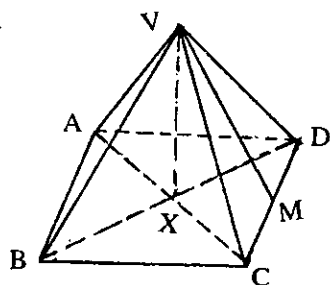
ถ้าทรงกลมมีรัศมี 24" สัมผัสกรวยกลม และ $BC = 40$ "

จงหา AB

AO



19.



พีระมิด $ABCDV$ มีฐาน $ABCD$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

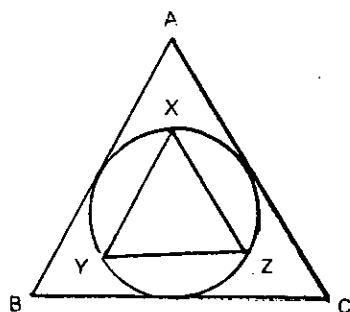
ยาวด้านละ 6 ซม. เส้นทแยงมุมตัดกันที่ X

จุดยอด V ของพีระมิดอยู่เหนือ X ขึ้นไป 7 ซม.

M เป็นจุดกึ่งกลางของด้าน CD

จงหาความยาวของ $\overline{VM}$

20.



รูปสามเหลี่ยมทั้งสองรูปเป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า

จงหา

$$\frac{AB}{XY}$$

(ตอบเป็นตัวเลข)

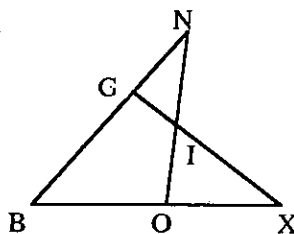
$$\frac{\text{พท. } \triangle XYZ}{\text{พท. } \triangle ABC}$$

(ตอบเป็นตัวเลข)

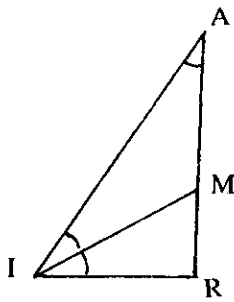
21. ถ้า $\triangle BNO$ และ $\triangle BXG$ มี

$$\frac{BN}{BX} = \frac{BO}{BG}$$

จงหา $\frac{\text{พท. } \triangle BNO}{\text{พท. } \triangle BXG}$ ในรูปของความยาวด้าน



22.



ถ้า $\hat{A} = \hat{AIM} = \hat{MIR} = 30^\circ$

และ $IM = 12$ หน่วย

จงหา IA

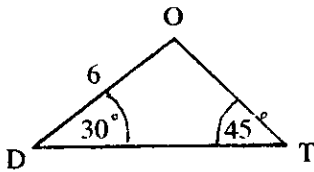
และ AR

238

23.

ให้ $DO = 6$ หน่วย

จงหา DT



24.

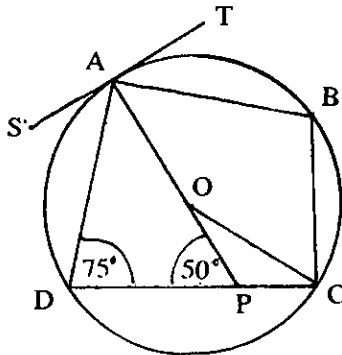
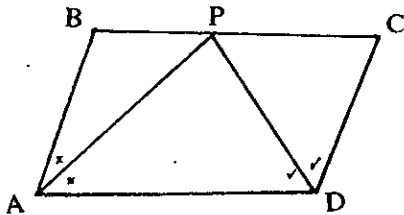
ABCD เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

เส้นแบ่งครึ่งมุม A และ D พบกันที่จุด P
ซึ่งอยู่บน $\overline{BC}$

มีรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วรูป

มีรูปสามเหลี่ยมมุมฉากรูป

มีรูปสามเหลี่ยมด้านไม่เท่ารูป



เส้น SAT เป็นเส้นสัมผัสวงกลม O ที่จุด A

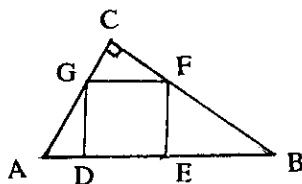
จงหาขนาดของ

25. $\hat{ABC}$

26. $\hat{SAD}$

27. $\hat{POC}$

ในรูป $\square DEFG$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส และ $\hat{C}$ เป็นมุมฉาก



28. จงหารูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน

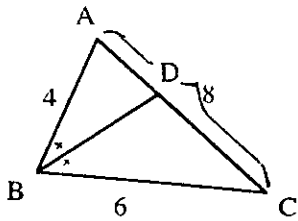
29. เหตุใด $AD \cdot EB = DG \cdot FE$

30. เหตุใด $DE = \sqrt{AD \cdot EB}$

แบบทดสอบประเมินประสิทธิภาพของหลักสูตร ชุดที่ 2

239

1.

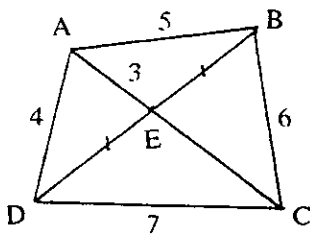


$\overline{BD}$ เป็นเส้นแบ่งครึ่งมุม B

ถ้า $AB = 4$, $BC = 6$ และ $AC = 8$ หน่วย

จงหา AD

2.



เส้นทแยงมุม AC แบ่งครึ่งเส้นทแยงมุม BD ที่จุด E

ถ้า $AB = 5$, $BC = 6$, $CD = 7$, $AD = 4$ และ $AE = 3$ หน่วย

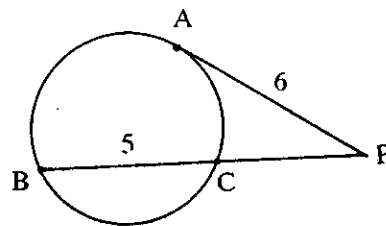
จงหา EC

3. $\overline{AP}$ เป็นเส้นสัมผัสวงกลมที่ A

ถ้า $AP = 6$, $BC = 5$ หน่วย

และจุด P, C, B อยู่บนเส้นเดียวกัน

จงหา CP



โจทย์สำหรับข้อ 4-6

ในรูปต่อไปนี้ $\overline{AO}$ และ $\overline{LO}$ เป็นเส้นผ่านวง และมี $\overline{LF}$ เป็นคอร์ด

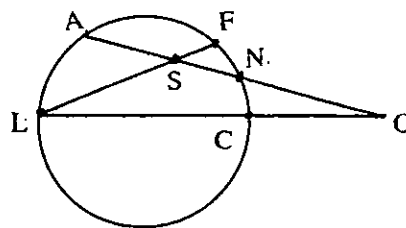
ถ้า $FS = 4$, $SL = 15$, $LC = 24$

$CO = 9$ และ $NO = 11$ หน่วย

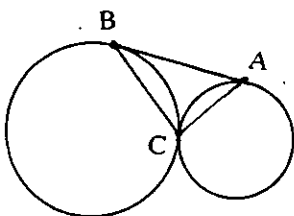
4. จงหา AO

5. จงหา AN

6. จงหา AS



7.

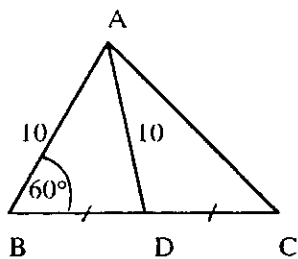


วงกลมสัมผัสกันที่จุด C และมีเส้นสัมผัสร่วม AB

ให้ $AB = 29$ และ $AC = 20$ หน่วย

จงหา CB

8.

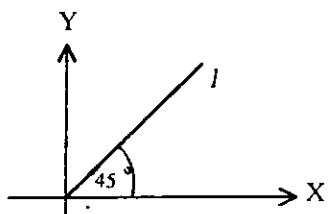
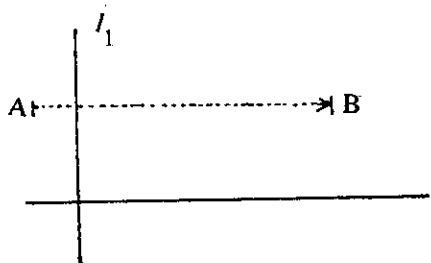
 $\overline{AD}$ เป็นมัธยฐานของ $\triangle ABC$

240

ถ้า $AB = AD = 10$ หน่วย และ $\hat{B} = 60^\circ$

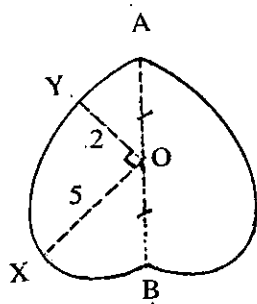
จงหา AC

ตอบปัญหาดังต่อไปนี้

9. ผลคูณของการสะท้อน 2 ครั้งบนเส้น l_1, l_2 ที่ทำมุมกัน 30° คือ10. ถ้าผลคูณของการหมุนทวนเข็มนาฬิกา 60° รอบจุดกำเนิด กับ σ เป็นการสะท้อนบนเส้นตรงทำมุม 45° กับแกน X จะได้ σ คือ11. ผลคูณของการสะท้อนบน l_1 กับ α เป็นการเลื่อนทางขนาน เป็นระยะ $\overrightarrow{AB}$ จะได้ α คือ.....

(เขียนรูปประกอบการอธิบายได้)

12.



ในรูปหัวใจที่กำหนดให้

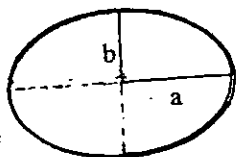
O เป็นจุดกึ่งกลางของ $\overline{AB}$ $\overline{OX} \perp \overline{OY}$ $OX = 5$, $OY = 2$ และ $OA = 3.5$ หน่วย

BXYA เป็นส่วนหนึ่งของวงรี ซึ่งมีสูตรพื้นที่

เป็น πab เมื่อ a,b เป็นความยาวครึ่งแกนเอก

และครึ่งแกนโทของวงรีตามลำดับ

จงหาพื้นที่รูปหัวใจ

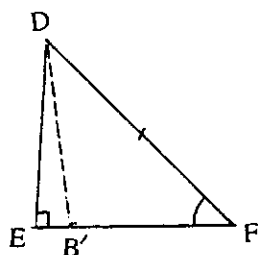
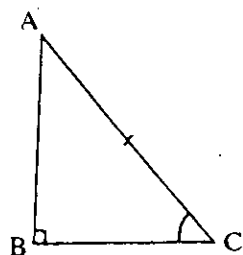


วงรี

พื้นที่ของรูปนี้เท่ากับ πab

ในเรขาคณิตไฮเพอร์โบลิก รูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่มีด้านตรงข้ามมุมฉากเท่ากัน และมีมุมอีกมุมหนึ่งเท่ากันจะเท่ากันทุกประการ

จงเติมส่วนพิสูจน์ข้อความข้างบนดังต่อไปนี้ให้สมบูรณ์



ถ้า $BC \neq EF$ กำหนดจุด B' บน $\overrightarrow{FE}$

ให้ $B'F = BC$

จะได้ $\triangle B'DF \cong \triangle \dots\dots\dots$ (.....)

(เหตุผล) (13)

ดังนั้น $\angle DB'F = \hat{B} = 90^\circ$

แย้งกับที่ว่า

.....(14)

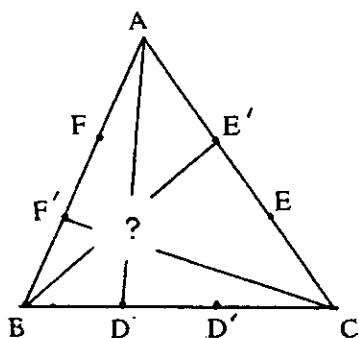
ดังนั้น $BC = EF$

ดังนั้น $\triangle ABC \cong \triangle DEF$ (.....)

(15)

(เหตุผล)

โจทย์สำหรับข้อ 16-17



ในรูปสามเหลี่ยม ABC ถ้าจุด D,D' จุด E,E' และจุด F,F' แบ่งด้าน BC, AC และ AB ออกเป็นสามส่วน ซึ่งแต่ละด้านส่วนที่ออกแบ่งมีขนาดเท่ากัน

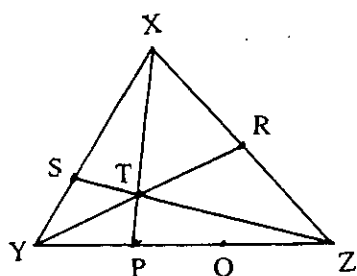
$\overline{AD}$, $\overline{BE'}$ และ $\overline{CF'}$ จวบกับ(พบกันที่จุดจุดหนึ่ง)หรือไม่ เพราะเหตุใด

.....(16)

มีเส้นภายในสามเส้นอื่นๆที่ใช้ชื่ออักษรในรูปที่จวบกันหรือไม่

.....(17)

โจทย์สำหรับข้อ 18-19



ในรูปสามเหลี่ยม XYZ จุด P,Q แบ่งด้าน YZ ออกเป็นสามส่วน แต่ละส่วนมีขนาดเท่าๆกัน และ R เป็นจุดกึ่งกลางของ $\overline{XZ}$

ถ้า T เป็นจุดตัดของ $\overline{XP}$ กับ $\overline{YR}$ และ S เป็นจุดที่ $\overline{ZT}$ ตัดด้าน XY

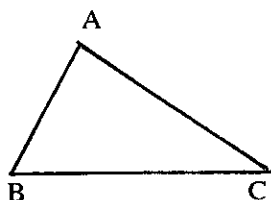
จงหา $\frac{XS}{SY}$ (18)

$\frac{XT}{TP}$ (19)

-20. ในเรขาคณิตเอลลิปติกมุมภายในของรูปสามเหลี่ยมรวมกันย่อมมากกว่า 180°
-21. ในเรขาคณิต ไฮเพอร์โบลิก และ เรขาคณิตเอลลิปติก เราสามารถสร้างรูปสี่เหลี่ยม
ซัคเคอรีที่มีพื้นที่เท่ากับพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมที่กำหนดให้ และมุมซัคเคอรีรวมกันเท่ากับ
ผลรวมของมุมภายในของรูปสามเหลี่ยมได้เสมอ (ถ้าทำได้ให้อธิบายภาพข้างล่าง)
-22. เหตุที่ทฤษฎีบทพีทาโกรัสไม่เป็นจริงในเรขาคณิตไฮเพอร์โบลิก และเอลลิปติก
เพราะกล่าวถึงพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีมุมเป็นมุมฉากที่ใช้เป็นหน่วยพื้นที่
-23. ค่าอัตราส่วนไขว้ของจุด A,B,C,D ที่เรียงบนเส้นตรงคือ $\frac{AB \cdot AD}{BD \cdot CB}$
-24. ไม่มีรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากในเรขาคณิตเอลลิปติกและเรขาคณิตไฮเพอร์โบลิก
-25. ในเรขาคณิตเอลลิปติกมุมภายนอกของรูปสามเหลี่ยมไม่จำเป็นต้องใหญ่กว่ามุมภายใน
ที่อยู่ตรงข้าม (ถ้าจริงให้เขียนยกตัวอย่างข้างล่าง)

ส่วนที่เป็นภาพแสดง

21.



รูปสี่เหลี่ยมซัคเคอรีในรูปคือ

☐

25. ตัวอย่างรูปสามเหลี่ยม

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นายพิชากร ชื่อสกุล แปลงประสพโชค

เกิดวันที่ 24 เมษายน พุทธศักราช 2493

สถานที่เกิด อำเภอบางคล้า จังหวัด ฉะเชิงเทรา

สถานที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 106/58 หมู่ 1 ซอยรามอินทรา 71 (ซอยวัดคูบอน)

ถนนรามอินทรา แขวงจระเข้บัว เขตลาดพร้าว

กรุงเทพฯ 10230

ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน รองศาสตราจารย์

สถานที่ทำงานปัจจุบัน ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

สุขุมวิท 23 เขตพระโขนง กรุงเทพฯ 10110

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2509 มศ. 3 จากโรงเรียนวัดสิงห์ บางขุนเทียน ธนบุรี

พ.ศ. 2511 ป.กศ. จากโรงเรียนเพชรบุรีวิทยาลงกรณ์

พ.ศ. 2513 ป.กศ.สูง (วิชาเอก คณิตศาสตร์ วิชาโท ภาษาไทย และวิทยาศาสตร์)

จากวิทยาลัยครูสวนสุนันทา

พ.ศ. 2515 กศ.บ. (วิชาเอก คณิตศาสตร์ วิชาโท ฟิสิกส์)

จากวิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร

พ.ศ. 2518 กศ.ม. (สาขา การอุดมศึกษาและการฝึกหัดครู เอก คณิตศาสตร์)

จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

พ.ศ. 2539 กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา)

จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

การพัฒนาหลักสูตรพิเศษทางเรขาคณิตเสริมสำหรับนักเรียน
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

บทคัดย่อ
ของ
พิชากร แผลงประสพโชค

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษา
ดุริยบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา

มีนาคม 2540

งานวิจัยนี้ มีจุดประสงค์พัฒนาหลักสูตรพิเศษทางเรขาคณิตเสริมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ และศึกษว่านักเรียนที่มีความสามารถพิเศษดังกล่าวสามารถเรียนรู้เนื้อหาเรขาคณิตในหลักสูตรได้ภายใน 70 ชั่วโมงหรือไม่

หลักสูตรเรขาคณิตที่พัฒนานี้ จะไม่เน้นรายละเอียดแต่จะเน้นความคิดหลักก้าวไกลไปถึงเรขาคณิตระดับปริญญาตรีของนิสิต กศ.บ. เอกคณิตศาสตร์ รูปแบบกิจกรรมจะใช้กิจกรรมสามเส้าของเรนซูลี (Renzulli's Enrichment Triad Model) ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งที่เหมาะสมกับธรรมชาติและความต้องการของเด็กปัญญาเลิศ โดยให้เรียนในภาคฤดูร้อน มีผู้วิจัยเป็นผู้เฝ้าต่อการเรียนรู้ ทั้งเสริมมุมทรัพยากรความรู้ (resource corner) ด้วย

ในการตอบปัญหาวิจัย ผู้วิจัยและคณะได้พัฒนาเครื่องมือคัดเลือนักเรียน ประกอบด้วยแบบสอบถามกรอกรายการ แบบทดสอบการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบความคิดระดับสูง และแบบทดสอบด้านมิติสัมพันธ์ ฉบับ ข จากสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาหลักสูตร และแบบทดสอบอิงเกณฑ์อันประกอบด้วย แบบทดสอบประจำหน่วย และแบบทดสอบวัดประสิทธิภาพของหลักสูตรโดยใช้ผู้เรียนที่เรียนเรขาคณิตในระดับต่าง ๆ เป็นเกณฑ์เทียบ และเพื่อให้งานวิจัยนี้สมบูรณ์ขึ้น จึงได้ใช้แบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ของสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อีกด้วย

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 ในกรุงเทพและปริมณฑล จำนวน 10 คน คัดมาจากนักเรียน 72 คน ที่สมัครโดยการกรอกแบบสอบถามกรอกรายการซึ่งเป็นขั้นตอนการเสนอชื่อ ผ่านขั้นตอนการเสนอชื่อ ผ่านการทดสอบทางวิชาการด้วยแบบทดสอบการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบความคิดระดับสูง และแบบทดสอบด้านมิติสัมพันธ์

ผู้วิจัยทดสอบกลุ่มตัวอย่างก่อนเรียน ด้วยแบบทดสอบวัดประสิทธิภาพของหลักสูตรและแบบวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ เมื่อเข้าเรียนในหลักสูตรแล้ว ผู้วิจัยทำการทดสอบย่อยเป็นขั้นๆ โดยเมื่อนักเรียนผ่านกลุ่มจุดประสงค์ใดแล้ว อาจข้ามไปเรียนเนื้อหาในกลุ่มจุดประสงค์ต่อไปได้ทันที เมื่อครบจุดประสงค์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นให้สอบแบบทดสอบวัดประสิทธิภาพฉบับที่ 1 และเมื่อครบทุกจุดประสงค์จะสอบแบบทดสอบวัดประสิทธิภาพฉบับที่ 2 รวมทั้งแบบวัดเจตคติด้วย ซึ่งทั้งสามฉบับใช้ข้อสอบชุดเดิมที่ใช้ทดสอบก่อนเข้าเรียน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยคะแนนที (t - test)

ผลการทดลอง ปรากฏว่านักเรียนทุกคนสามารถเรียนได้ครบหลักสูตรและสอบผ่านข้อสอบอิงเกณฑ์ทุกฉบับภายใน 70 ชั่วโมง ได้คะแนนเพิ่มจากการสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่มีเจตคติลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01 เนื่องจากความวิตกกังวลเชิงคณิตศาสตร์

DEVELOPMENT OF A GEOMETRY PROGRAM FOR SECONDARY
SCHOOL MATHEMATICALLY TALENTED STUDENTS

AN ABSTRACT

BY

PICHAKORN PLAENGPRASOPCHOKE

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Doctor of Education degree in Mathematics Education
at Srinakharinwirot University
March 1997

Geometry is considered one of the most important and basic branches of mathematics that provides a wider opportunity for logical reasoning as well as spatial ability development. Current school geometry curriculum has been designed for the mainstream students. As such it is not challenging nor enriched enough for a certain group of students who consistently show mathematical talent in geometry. One way to fill this gap is to propose a new geometry curriculum specially designed and developed to meet the needs of these talented students. This was the primary purpose of this study to develop such a curriculum. Another purpose was to determine whether the proposed program could be mastered by these students within 70 hours.

The proposed curriculum concentrated on main concepts of geometry from the secondary level to the undergraduate level. The so-called Renzulli's Enrichment Triad Model was employed as an instructional strategy that met the special needs of these students under the guidance of the researcher. Moreover, these students could use other relevant materials at what was known as a resource corner.

Secondary school students interested in this program were invited to complete a battery of tests which consisted of four parts: (1) a questionnaire on personal interest and mathematical potential (2) a test on creative problem solving in mathematics (3) the Ross test in high cognitive process and (4) the Scholastic Aptitude Test in spatial ability, part B, of the Educational and Psychological Test Bureau [EPTB], Srinakharinwirot University. Out of 72 students from grades 7-8 in Greater Bangkok, only 10 students passed the screening test and became subjects of this study. As this was a special program, the subjects were invited to participate during the summer session.

The researcher developed other criterion-referenced tests to be used within the curriculum. Each unit of study would include a formative test, whereas the two final tests to be used at the end of secondary part and college part were summative. These geometry tests were created by basing on the performances of general students from school to college level. Furthermore, the Aptitude Test in Mathematics of the EPTB was employed at the end of the program.

The experiment made use of the pretest-posttest design and the curriculum compacting model. Each subject studied each unit on his or her own. Only when the student had passed the test of the unit, the student was allowed to study the next unit. The summative test would

be offered to students who had passed the secondary part of the curriculum. The same process applied to the college part of the curriculum. Toward the end of the program, the Attitude Test was again administered. The data were then analyzed with t-test at the .01 level.

The findings revealed that all students were able to complete the whole program within the time limit of 70 hours. Their post-test achievement scores had increased significantly from the pre-test scores whereas the attitudinal test resulted in significant loss. Further investigation of the items in the Aptitude Test showed that some students had more mathematics anxiety as a result of taking part in this program.