

512.7

ห572ก

7.3

การพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีจำนวนเสริมสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ปริญญานิพนธ์

ของ

นิตติยา ปภาพจน์

๒ ๒ พ.ค. 2540

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุขบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา

กุมภาพันธ์ 2540

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

• 67640

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาคุณวุฒิปันจติ
สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

..... ประธาน
(รศ.ดร.สุเทพ ทองอยู่)
..... กรรมการ
(รศ.ดร.ผจงจิต อินทสุวรรณ)
..... กรรมการ
(รศ.ดร.ณรงค์ ป้านัน)
..... กรรมการ
(ผศ.ดร.อุษณีย์ โพธิ์สุข)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน
(รศ.ดร.สุเทพ ทองอยู่)
..... กรรมการ
(รศ.ดร.ผจงจิต อินทสุวรรณ)
..... กรรมการ
(รศ.ดร.ณรงค์ ป้านัน)
..... กรรมการ
(ผศ.ดร.อุษณีย์ โพธิ์สุข)
..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(รศ.อรพินท์ เจียรพงษ์)
..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผศ.ดร.รุ่ง เจนจิต)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรปริญญาการศึกษาคุณวุฒิปันจติ สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ดร. ศิริยุภา พุดสุวรรณ)

วันที่ เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2540

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์จากผู้ทรงคุณวุฒิและผู้ที่เกี่ยวข้องหลายท่าน ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในพระคุณเป็นอย่างยิ่ง ขอกราบขอบพระคุณท่านรองศาสตราจารย์ ดร. สุเทพ ทองอยู่ ประธานผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ผจงจิต อินทสุวรรณ รองศาสตราจารย์ ดร. ณรงค์ ปั่นนัม และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุษณีย์ โพธิ์สุข คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่ได้สละเวลา ความคิด ในการให้คำแนะนำ และช่วยเหลือตลอดมา จนทำให้ปริญญานิพนธ์สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ยติ กลุณมังกร รองศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร เลหาโกศล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พัฒน์ อุดมกะวานิช รองศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล หวังพานิช รองศาสตราจารย์ ดร. บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ รองศาสตราจารย์ ดร. ปิยวดี วงษ์ใหญ่ รองศาสตราจารย์ สุเทพ จันทร์สมศักดิ์ รองศาสตราจารย์ เบญญา สุทัศน์ ณ อยุธยา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมวงษ์ แปลงประสพโชค และอาจารย์ผกาวดี ทิพย์พยอม คณะผู้เชี่ยวชาญ ที่ได้สละเวลา แสดงความคิดเห็นและให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่องานวิจัยครั้งนี้

นอกจากนี้ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. รุ่ง เจนจิต และ รศ.อรพินท์ เจียรพงษ์ ที่ได้กรุณารับเป็นกรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม ขอขอบคุณนักเรียนทุกคนที่เข้าร่วมโครงการวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณ คุณอารีรัตน์ มีเย็น ที่ได้เสียสละเวลา ในการจัดพิมพ์ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ความดีและประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากผลงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอบอกแด่ บิดาและมารดา ผู้ให้ชีวิตและกำลังใจ คณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่เป็นองค์ประกอบสำคัญต่อการดำเนินชีวิต

นิตติยา ปภาพจน์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
จุดมุ่งหมายของการวิจัย	7
ความสำคัญของการวิจัย	7
นิยามศัพท์เฉพาะ	8
ขอบเขตของการวิจัย	10
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
ความหมายและลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์	12
การคัดแยกเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์	17
แบบการคิดของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์	19
แนวทางการจัดการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์	22
ลักษณะการจัดหลักสูตรสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์	23
แนวทางการพัฒนาหลักสูตรสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์	24
แนวทางการประเมินหลักสูตรสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์	25
หลักสูตรทฤษฎีจำนวนเสริมสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์	27
3 วิธีดำเนินการวิจัย	30
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	30
วิธีดำเนินการวิจัย	30
ตอนที่ 1 สํารวจและศึกษาข้อมูลพื้นฐาน	30
ตอนที่ 2 สร้างเครื่องมือคัดเลือกเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์	32
ตอนที่ 3 สร้างและพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีจำนวน	36
ตอนที่ 4 สร้างแบบประเมินและแบบทดสอบอิงเกณฑ์	43
ตอนที่ 5 ประเมินหลักสูตร	45
สถิติที่ใช้ในการวิจัย	46

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	49
ผลการสร้างเครื่องมือคัดเลือเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์	49
ผลการสร้างและพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีจำนวน	50
ผลการสร้างแบบประเมินและแบบทดสอบอิงเกณฑ์	56
ผลการประเมินหลักสูตร	58
5 บทย่อ สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	71
บทย่อ	71
สรุปผล	72
อภิปรายผล	74
ข้อเสนอแนะ	76
บรรณานุกรม	79
ภาคผนวก	98
ภาคผนวก ก. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ และรายชื่อนักเรียนที่เข้าร่วมโครงการวิจัย	99
ภาคผนวก ข. เครื่องมือคัดเลือเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์	103
ภาคผนวก ค. แบบประเมินโครงร่างหลักสูตร แบบทดสอบอิงเกณฑ์ และแบบประเมินตนเอง	140
ภาคผนวก ง. แบบประเมินความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ	178
ภาคผนวก จ. การหาคุณภาพเครื่องมือ	189
ประวัติย่อของผู้วิจัย	203

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 ตารางแสดงผลการประเมินความเหมาะสมของโครงร่างหลักสูตรทฤษฎีจำนวน	59
2 ตารางแสดงผลการประเมินความสอดคล้องของโครงร่างหลักสูตรทฤษฎีจำนวน	62
3 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์คะแนนการทดสอบก่อนและหลังเรียนหลักสูตร ทฤษฎีจำนวน	66
4 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังเรียนหลักสูตร ทฤษฎีจำนวน	68
5 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและค่าความเที่ยงตรง เชิงโครงสร้างของแบบเสนอข้อ	191
6 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดการ แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	195
7 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบวัดการ แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	197
8 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบวัด ความคิดระดับสูง	197
9 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบชุดที่ 1	199
10 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบชุดที่ 2	200
11 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบชุดที่ 3	201
12 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ค่าคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบอิงเกณฑ์	202

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยในขณะนี้สามารถกล่าวได้ว่า การพัฒนาคนเป็นการพัฒนาที่สำคัญที่สุดในจำนวนสิ่งที่จะต้องพัฒนาทั้งหลาย เพราะในปัจจุบันนี้ประเทศไทยกำลังอยู่ในภาวะขาดแคลนบุคคลที่มีความสามารถสูง อันจะเป็นกำลังสำคัญในการบริหารและพัฒนาประเทศ จึงควรถือว่าเป็นความจำเป็นที่จะต้องหันมาให้ความสนใจในการพัฒนาคนให้มีความสามารถระดับสูง วิธีการหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาคนให้มีความสามารถระดับสูง เพื่อเป็นกำลังที่เข้มแข็งของชาติในอนาคตก็คือ ต้องมีการจัดการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ เพื่อให้เขาได้มีโอกาสพัฒนาความสามารถไปได้อย่างเต็มที่ และใช้ความสามารถซึ่งพิเศษแตกต่างไปจากคนอื่นให้เป็นประโยชน์ต่อสังคมและส่วนรวม

ปัจจุบันการจัดการศึกษาเพื่อสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลเป็นแนวความคิดทางการศึกษา ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันอยู่โดยทั่วไป โดยเฉพาะการจัดการศึกษาสำหรับเด็กปัญญาเลิศและเด็กที่มีความสามารถพิเศษ ได้รับการสนับสนุนส่งเสริมในหลาย ๆ ประเทศ เช่น ในสหรัฐอเมริกา อังกฤษ อิสราเอล รัสเซีย ออสเตรเลีย สาธารณรัฐประชาชนจีน สิงคโปร์ ฯลฯ เพราะต่างก็มองเห็นความสำคัญในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์เพื่อประโยชน์ในการพัฒนาชาติต่อไป

สำหรับในประเทศไทยเราได้เอื้อให้มีการส่งเสริมเด็กที่มีความสามารถพิเศษอยู่บ้าง เช่น โครงการส่งเสริมและพัฒนาเด็กที่มีความสามารถพิเศษในการเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (สพพ.) โดยให้มีการบูรณาการเนื้อหาวิชาในหลักสูตรปกติ เพื่อให้ให้นักเรียนในโครงการเรียนจบหลักสูตรภายใน 2 ปี (ปกติใช้เวลาเรียน 3 ปี) โครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้ที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (พสวท) ศูนย์พัฒนาอัจฉริยภาพเด็กและเยาวชน การจัดตั้งมูลนิธิส่งเสริมเด็กปัญญาเลิศ ที่คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร และโครงการสอบแข่งขันโอลิมปิกวิชาการ เป็นต้น แต่ยังไม่ได้มีการให้การศึกษาที่แตกต่างไปจากเด็กอื่น ๆ เพราะยังใช้หลักสูตรเช่นเดียวกับเด็กทั่วไป เพียงแต่มีการปรับเปลี่ยนหรือเพิ่มกิจกรรมให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของโครงการที่จัดขึ้นเท่านั้น

ปัจจุบันมีเด็กปัญญาเลิศและเด็กที่มีความสามารถพิเศษอยู่ในโรงเรียนต่าง ๆ จำนวนหนึ่ง แต่การจัดการเรียนการสอนในระบบโรงเรียนยังไม่สามารถช่วยส่งเสริมการพัฒนาสติปัญญา และความสามารถพิเศษของเด็กเหล่านี้ได้อย่างเต็มที่ ทั้งนี้เนื่องจากความเข้าใจที่ว่าเด็กเหล่านี้สามารถ

ประสบความสำเร็จในชีวิตได้โดยปราศจากความช่วยเหลือ ซึ่งโดยความจริงแล้ว เด็กจะประสบความสำเร็จก็ด้วยแรงผลักดันจากสิ่งหนึ่งสิ่งใดด้วย เวลานี้เด็กเหล่านี้มีจำนวนไม่น้อยที่ต้องเลิกเรียนกลางคัน เพราะไม่สามารถอยู่ในระบบการศึกษาที่น่าเบื่อหน่ายในชั้นเรียนได้ ประเทศอื่น ๆ ในโลกต่างเห็นความสำคัญของเด็กเหล่านี้ว่าเป็นทรัพยากรมนุษย์ที่สำคัญ และได้จัดการศึกษาให้แก่เด็กเหล่านี้เหมาะสมโดยมุ่งหวังผลในระยะยาว ในขณะที่ประเทศไทยมีหน่วยงานที่เริ่มจัดการศึกษาสำหรับเด็กเหล่านี้ไปบ้างแล้ว แต่ยังพบอุปสรรคในการดำเนินการหลายประการ คือยังไม่มีแนวทางการพัฒนาเด็กที่มีปัญญาเลิศ และเด็กที่มีความสามารถพิเศษที่เป็นรูปธรรม ขาดเครื่องมือตรวจสอบศักยภาพของเด็ก ครูขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน กระบวนการเรียนการสอนยังไม่เอื้อต่อการให้เด็กได้แสดงความสามารถในเชิงสร้างสรรค์ และพัฒนาศักยภาพของเด็กได้อย่างเต็มที่ (วิชัย ตันศิริ. 2537 : 8) ซึ่งแนวความคิดนี้สอดคล้องกับนักการศึกษาหลายท่านที่กล่าวไว้ว่า หลักสูตร การเรียนการสอนปัจจุบันไม่เอื้อต่อการพัฒนาเด็ก ประการที่หนึ่งความสามารถของคนมีหลากหลาย แต่หลักสูตรยังเหมือนเดิม หลักสูตรไม่ท้าทายเด็ก ความไม่หลากหลายและไม่ท้าทายคือจุดตายของเด็กที่มีความสามารถพิเศษ คนฉลาดชอบความท้าทาย เพราะฉะนั้นเด็กที่มีความสามารถพิเศษก็เหมือนกัน ให้เขาไปอยู่ในหลักสูตรที่ไม่เหมาะสมกับเขา เด็กจึงรู้สึกไม่ประสบความสำเร็จ หลักสูตรนอกจากจะไม่ท้าทายแล้วยังไม่ยืดหยุ่นพอ เช่น เด็กที่มีความสามารถเรียนรู้ในหนึ่งสัปดาห์ได้มากเท่ากับเด็กทั่วไปใช้เวลาในการเรียนรู้ 1 ปี แล้วจะให้เขาทนนั่งอยู่ในห้องเรียนร่วมทำกิจกรรมเช่นเดียวกับคนอื่นได้อย่างไร ควรที่จะให้พวกเขาได้มีโอกาสเรียนและพัฒนาตามความสามารถของตนเอง คนทั่วไปเข้าใจผิดว่าพวกเขาไม่ต้องการความช่วยเหลือใด ๆ เพราะช่วยตนเองได้อยู่แล้ว จริงอยู่เด็กที่มีศักยภาพของความเป็นเลิศอยู่ในตัว บางคนมีโอกาสประสบความสำเร็จแต่บางคนขาดความเข้าใจในศักยภาพอันมีค่าของตนเอง ทำให้เด็กจำนวนมากใช้เวลากับชีวิตตนเองให้สูญเปล่าอย่างน่าเสียดาย ขาดการชี้แนะที่ดี เด็กมีความคับข้องใจสิ้นหวังกับระบบการศึกษา การไม่ได้รับการศึกษาที่เหมาะสมกับพวกเขา เพราะหลักสูตรส่วนใหญ่เขียนไว้เพื่อเด็กปกติทั่วไป

เด็กที่มีความสามารถพิเศษต้องการความรักความเข้าใจเช่นเด็กปกติ แต่สิ่งที่พวกเขาต้องการมากกว่าเด็กในวัยเดียวกันก็คืออยากจะเข้าร่วมกับพวกที่พูดเหมือนกัน คิดเหมือนกัน คุยกันรู้เรื่องมีความไว และระดับสติปัญญาเท่ากัน ซึ่งในความเป็นจริงสังคมในปัจจุบัน ยังไม่มีองค์กรใดที่เอาใจใส่ เข้าใจถึงปัญหาที่เด็กเหล่านี้ประสบ ทำให้เด็กแสดงพฤติกรรมที่ผิดแผกออกไป เช่น ก้าวร้าว ปลีกตัวออกจากสังคม ฯลฯ แทนที่จะนำปัญญาและความสามารถของพวกเขาพัฒนาเพื่อก่อให้เกิดประโยชน์กับประเทศชาติ (อุษณีย์ โพธิ์สุข. 2536 : 78)

จากการประชุมวิชาการเรื่อง การหาข้อเสนอแนะเชิงนโยบายและมาตรการพัฒนาผู้มีปัญญาเลิศและมีความสามารถพิเศษ ซึ่งจัดโดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (สกศ.)

ประเวศ วะสี กล่าวว่ากลุ่มเด็กปัญญาเลิศเป็นกลุ่มเด็กที่น่าสงสาร เพราะไม่มีใครเข้าใจ ครูทั่วไปไม่ค่อยมีความรู้เรื่องนี้ อาจทำให้เด็กเป็นโรคประสาทได้ เราควรมีโรงเรียนพิเศษสำหรับเด็กกลุ่มนี้ หากผู้เชี่ยวชาญดูแลด้านนี้โดยเฉพาะ เพื่อพัฒนาศักยภาพเด็กกลุ่มนี้อย่างเต็มที่ ซึ่งอาจทำให้เรามีไอสไนด์หรือบีโทเฟนของประเทศไทยเกิดขึ้นก็ได้ (ประเวศ วะสี. 2537 : 8) ในการจัดการเรียนการสอนสำหรับกลุ่มปัญญาเลิศนั้น จะต้องจัดสอนเสริมจากเด็กที่เรียนในโรงเรียนแต่โรงเรียนมัธยมศึกษาของไทยมีจุดอ่อนที่ครูคนหนึ่งสอนเด็กห้องละไม่ต่ำกว่า 50-60 คน ทำให้ไม่มีเวลาสอนเด็กที่มีปัญญาเลิศได้ (จารุณี สุตะบุตร. 2537 : 8)

ในยุคของความเปลี่ยนแปลงไปสู่ความเจริญก้าวหน้าในทุกด้านและมีการแข่งขันมากขึ้น จึงจำเป็นต้องพัฒนาการศึกษาให้มีความเป็นเลิศในทุกด้าน (วิจิตร ศรีสอ้าน. 2537:8) เราต้องสร้างคนเก่งห้วกะทิขึ้นมาเพื่อเป็นผู้นำทางวิชาการในอนาคต แม้ว่าเราจะใช้เงินทองสักเท่าไรก็ตาม ถ้าทำได้ก็ย่อมมีความคุ้มค่า (โกวิท วรพิพัฒน์. 2535 : 8) เด็กไทยที่ได้รับการคัดเลือกเป็นตัวแทนเยาวชนไทยไปร่วมการแข่งขันโอลิมปิกวิชาการระหว่างประเทศ ล้วนเป็นเด็กระดับห้วกะทิทั้งนั้น ซึ่งหากเทียบกับเด็กต่างประเทศเราก็ไม่ด้อยกว่าเขา แต่เด็กไทยจะเสียเปรียบเด็กประเทศจีน เด็กในแถบยุโรปและอเมริกา เพราะเขาฝึกเด็กให้ใช้ความคิด ในขณะที่ประเทศไทยยังไม่ค่อยสนับสนุนอย่างจริงจัง เด็กไทยทุกคนมีความสามารถสูง มีพรสวรรค์ เพียงแต่ประเทศไทยยังไม่ได้สนับสนุนให้เด็กได้ใช้ความสามารถที่มีให้เกิดประโยชน์อย่างแท้จริง (วิรุฬห์ สายคณิต. 2537 : 8) ดังนั้นหลักสูตรจำเป็นต้องสร้างองค์ความรู้ สามัญสำนึก ทักษะให้เด็กได้รู้จักคิด ค้นคว้าหาเหตุผลกับปัญหาที่เกิดขึ้น มีความเป็นสากลเพื่อให้เกิดความหลากหลาย ไม่ใช่ยึดหลักสูตร ตำราของกระทรวงตายตัวเท่านั้น ครูจะต้องปรับเปลี่ยนวิธีการเรียนการสอน โดยสร้างเด็กให้รู้จักคิด วิเคราะห์ ประเด็นต่าง ๆ ที่สลับซับซ้อน รู้เหตุและผลของสิ่งที่เกิดขึ้น รู้จักใช้ข้อมูลข่าวสารที่หลากหลาย (เกษม วัฒนชัย. 2538 : 8)

จากคำกล่าวข้างต้นทำให้เรามองเห็นและเข้าใจพวกเขามากขึ้นว่าหลักสูตร กระบวนการเรียนการสอน และความเข้าใจของสังคมที่มีต่อเด็กพวกนี้ยังผิดพลาดอยู่มาก เพราะหลักสูตรไม่สามารถสนองตอบต่อความต้องการเป็นพิเศษของเด็กเหล่านี้ เป็นเหตุให้เด็กที่มีความพิเศษต้องสูญเสียความสามารถพิเศษที่อยู่ในตัวไป ดังนั้นเราควรสนับสนุนส่งเสริมให้มีการจัดโปรแกรมการศึกษาเฉพาะหรือหลักสูตรพิเศษเสริมสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ

โดยหลักสากล ขอมรับกันว่า "การศึกษา" นั้นคือกระบวนการทางสังคมเพื่อสร้างบุคคลให้มีความรู้ความสามารถ ทักษะ ประสบการณ์ตามขีดความสามารถของแต่ละคน ทั้งยังเป็นกลไกทางสังคมที่จะปลูกฝังจริยธรรม คุณธรรม และวิถีชีวิตของบุคคลให้อยู่ในสังคมได้ การจะสร้าง "คน" และ "กำลังคน" นั้นขึ้นอยู่กับทำให้คุณภาพและการศึกษาที่ดีต่อการนำไปใช้เพื่อสร้างกระบวนการทางความคิด สติปัญญาและพลังสร้างสรรค์ในรูปแบบต่าง ๆ ทรัพยากรมนุษย์เป็นสิ่ง

ที่สำคัญยิ่งและมนุษย์สามารถพัฒนาได้ หากมีการจัดระบบการศึกษา การวางแผนอย่างถูกต้องจะทำให้เราได้คนดี คนเก่งเป็นกำลังของชาติต่อไป (สศศรี วงศ์ด้วยทอง. 2538 : 19) เด็กคือกำลังสำคัญของชาติ หากไม่ได้รับการสนับสนุนอาจจะเป็นอันตรายต่อชาติได้ ดังนั้นเราควรส่งเสริมเด็กในเรื่อง การสร้างปัญญาโดยให้เด็กรู้จักคิด พิจารณา สติปัญญานั้นเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดประโยชน์มากกว่าเกิดทุกข์ ในการพัฒนาสติปัญญาจึงเป็นเรื่องสำคัญ เพราะสติปัญญาเปรียบเสมือนเนื้อหนังของเรา (สุเมธ ดันติเวชกุล. 2538 : 19)

"ผู้ใดครองเทคโนโลยีผู้นั้นครองโลก" เป็นคำกล่าวของ คาร์ล ลัทธพิพัฒน์ ซึ่งได้เป็นจริงแล้วในปัจจุบัน นักการศึกษาต่างให้ความสำคัญกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพราะถือว่าเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาประเทศชาติให้เจริญก้าวหน้าด้วยการสร้างองค์ความรู้ใหม่ๆ ขึ้นมา พร้อมทั้งสร้างสรรค์เทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่ไม่ซ้ำแบบใคร (ทีมการศึกษา. 2538 : 8) สำหรับคนไทยนั้นเราเชื่อมั่นว่า น่าจะมีความรู้ความสามารถและศักยภาพเพียงพอที่จะสร้างสรรค์องค์ความรู้ใหม่ๆ ได้ ถ้าเยาวชนไทยได้รับการพัฒนา ฝึกฝน เอาใจใส่ และส่งเสริมอย่างจริงจัง ตั้งแต่วัยก่อนประถมจนถึงอุดมศึกษา แล้วแววแห่งอัจฉริยะของคนไทยจะมีปรากฏขึ้นมาอย่างแน่นอน ซึ่งสอดคล้องกับความคิดของ บลูม (Bloom) ซึ่งเขาได้ศึกษาชีวิตของกลุ่มบุคคลอัจฉริยะ 6 สาขาอาชีพ ในอเมริกาจำนวน 250 คน จากการศึกษาค้นคว้า เขาให้ข้อสรุปถึงองค์ประกอบที่ส่งผลต่อความสามารถอันเป็นเลิศ คือ

- (1) มีโอกาสที่จะพัฒนาความเก่งตั้งแต่เยาว์วัย โดยความช่วยเหลือของพ่อ แม่และเพื่อน
 - (2) ได้รับคำแนะนำอย่างเข้มงวด หรือได้คนสอนที่เก่งกาจ
 - (3) มีโอกาสได้รับการฝึกฝนพรสวรรค์เฉพาะทางของตนอย่างสม่ำเสมอ ๆ จนมีความก้าวหน้าขึ้นเรื่อย ๆ
 - (4) มีโอกาสสนิทสนมกับคนที่มีความสามารถระดับใกล้เคียงกัน
 - (5) มีโอกาสแสดงออกตามความสามารถของเขา และได้ทำงานที่ท้าทายขึ้นเรื่อย ๆ
 - (6) พยายามหาโอกาสที่จะประสบความสำเร็จอันยิ่งใหญ่และก็ได้การยอมรับ
- (อุษณีย์ โพธิสุช. 2537 : 51 ; อ้างอิงมาจาก Bloom. 1985)

คณิตศาสตร์หรือวิชาเลขถือได้ว่าเป็นศาสตร์บริสุทธิ์สาขาหนึ่ง ทั้งยังเป็นวิทยาศาสตร์สาขาแรก ๆ ที่เกิดขึ้นในโลกนับตั้งแต่สมัยโบราณมาแล้ว และคณิตศาสตร์นี้เองได้ถูกนำมาประยุกต์ปรับปรุง พัฒนาร่วมกับศาสตร์สาขาอื่น ๆ จนทำให้โลกเรามีวิวัฒนาการมาได้จนถึงทุกวันนี้ วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี ซึ่งเป็นคำติดปากในปัจจุบัน ล้วนแล้วแต่มีรากฐานมาจากคณิตศาสตร์ด้วยกันทั้งสิ้น ทั้งนี้เพราะวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยเหตุผล ความจริง กระบวนการความคิด และการแก้ปัญหา (ทีมการศึกษา. 2536 : 8) ซึ่งสอดคล้องกับ ยูพิน พิพิธกุล (2524 : 1) ที่กล่าวไว้ว่า "คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่สร้างสรรค์จิตใจของมนุษย์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับความคิด กระบวนการและเหตุ

ผล คณิตศาสตร์มี ใ้คนคิดอย่างมีระบบและเป็นรากฐานของวิทยาการหลายสาขา ความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ ฯลฯ ล้วนแต่อาศัยคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น" จะเห็นได้ว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญอย่างยิ่งตั้งแต่โบราณกาลจนถึงปัจจุบัน จนได้รับการยกย่องว่า คณิตศาสตร์เป็นราชินีแห่งศาสตร์ทั้งปวง ซึ่ง คาร์ล ฟรีดริค เกาส์ (Carl Friedrich Gauss) นักคณิตศาสตร์ชาวเยอรมัน ได้กล่าวถึง ความสำคัญของคณิตศาสตร์ว่า "คณิตศาสตร์เปรียบเสมือนราชินีของวิทยาศาสตร์" (Mathematics is the queen of the sciences)" (Eves. 1964 : 395) อีกทั้งคณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่ยอมรับโดยทั่วไปแล้วว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งในการศึกษาวิชาการแขนงต่าง ๆ ทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์ และสังคมศาสตร์ จึงสรุปได้ว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญมาก เพราะเป็นพื้นฐานการพัฒนาประเทศด้าน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นอกจากนี้ยังเป็นวิชาที่สอนใ้คนเรามีระเบียบวินัย มีเหตุผล และใ้ความคิดอย่างมีระบบ

ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในวงการศึกษานานาชาตินี้ก็คือ บรรดาเด็กรุ่นใหม่ตั้งแต่ระดับประถมศึกษา จนถึงระดับมัธยมศึกษาและระดับมหาวิทยาลัย ต่างปฏิเสธการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ถ้าเลือกได้หรือเรียนเท่าที่จำเป็น เพื่อใ้ใ้ใช้เป็นคุณสมบัติในการเรียนต่อ สอบคัดเลือกหรือสมัครงานเท่านั้น จากสภาพเช่นนี้ นักวิชาการจึงเป็นห่วงว่าไม่เพียงแต่สาขานี้ จะไม่ได้รับการพัฒนาแนวคิด และความรู้ใหม่ ๆ ขึ้นมาเท่านั้น พัฒนาการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จะพลอยหยุดชะงักไปด้วย อันจะส่งผลถึงการพัฒนาทางด้านต่าง ๆ ตามมา ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยในฐานะครูคณิตศาสตร์ จึงมีความสนใจที่จะศึกษาและพัฒนาเยาวชนที่เก่งคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นประโยชน์ในการวางรากฐานที่สำคัญต่อการผลิตและพัฒนากำลังคนทางด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งพวกเขาจะเป็นกำลังที่สำคัญและมีค่าใ้ต่อการพัฒนาประเทศต่อไป

ปัจจุบันหลักสูตรคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ในประเทศไทยนั้นไม่เอื้อต่อการพัฒนาการและความสนใจของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ เพราะไม่สามารถตอบสนองต่อธรรมชาติการเรียนรู้ที่ซับซ้อนและความต้องการของเด็กได้ หลักสูตรที่มีอยู่ในปัจจุบันมีข้อจำกัดทั้งด้านเนื้อหา วิธีการ และเวลา เพราะเป็นหลักสูตรที่จัดใ้สำหรับเด็กทั่วไป ดังนั้นเราจึงควรสร้างหลักสูตรพิเศษเฉพาะขึ้นมา เพื่อเสริมใ้เด็กใ้เรียนรู้ในสิ่งที่เหมาะสมกับพวกเขา ซึ่งหลักสูตรที่จะสร้างขึ้นมานั้น ควรจะพัฒนาทั้งทางด้านเนื้อหาและวิธีการใ้สอดคล้องกับความต้องการ ความสนใจ ลักษณะนิสัย และศักยภาพของเด็ก พร้อมทั้งใ้มีความยืดหยุ่นและท้าทายความสามารถของเด็ก สำหรับวิธีสอนควรเป็นการฝึกใ้เด็กคิดในระดับสูง ใ้วิธีสอนใ้เกิดความคิดสร้างสรรค์ ความคิดวิจารณ์ญาณ และมีความสามารถในการแก้ปัญหา รวมทั้งฝึกใ้เด็กเกิดการเรียนรู้ด้วยตัวเอง สิ่งที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งในการสร้างหลักสูตร คือ ต้องมีความกระฉ่งชัดในความหมายและลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี จากการศึกษาเอกสารต่าง ๆ ทำใ้พอสรุปได้ว่า เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์นั้น จะสามารถคิดแบบเป็นเหตุเป็นผล

เข้าใจในเรื่องนามธรรม คิดเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ สามารถให้เหตุผล และแก้ไขปัญหาที่ไม่คุ้นเคยได้อย่างรวดเร็ว สามารถประยุกต์ใช้เหตุผลได้รวดเร็วราวกับว่ากระบวนการทางความคิดเหล่านี้กำเนิดอยู่ในตัวของพวกเขายอยู่แล้ว นอกจากนี้ยังสามารถคิดและสรุปแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ได้รวดเร็ว จะมีการเฟื่องฟูความสนใจต่อความสัมพันธ์พื้นฐานและโครงสร้างคร่าว ๆ ของปัญหามากกว่าจะเจาะลึกที่รายละเอียดส่วนย่อย พร้อมทั้งมีความคิดแบบยืดหยุ่น คิดแบบประหยัด ไม่เสียเวลา มักจะมีคำตอบเพื่อเลือกเอาไว้ด้วยในกรณีที่ยังไม่พอใจในผลเบื้องต้น และสามารถย้อนทวนกระบวนการความคิดกลับได้ และจากการศึกษาของ ครูเตทสกี (Krutetskii) ได้แบ่งลักษณะการคิดของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์เป็น 3 พวก คือ (1) พวกที่มีความคิดแบบวิเคราะห์แยกแยะ (Analytic type) (2) พวกที่มีความคิดเชิงเรขาคณิต (Geometric type) และ (3) พวกที่มีความคิดแบบประสานกลมกลืน (Harmonic type) (House. 1987 : 15 ; citing Krutetskii. 1976 : 315-329)

ในปัจจุบันเนื้อหาคณิตศาสตร์ในหลักสูตรระดับประถมและมัธยมศึกษาส่วนใหญ่ประกอบด้วย เลขคณิต พีชคณิต และเรขาคณิต และจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยในต่างประเทศพบว่า เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่จัดเสริมสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์จะแบ่งเนื้อหาออกเป็นเรื่อง ๆ เช่น หลักสูตรเสริมทางด้านเลขคณิตและทฤษฎีจำนวน (Challenges for Enriching the Curriculum : Arithmetic and Number Theory) หลักสูตรเสริมทางด้านพีชคณิต (Challenges for ^{Enriching} the Curriculum : Algebra) หลักสูตรเสริมทางด้านเรขาคณิต (Enrichment Activities in Geometry) (Greenes and Panel. 1983 : 222) จากข้อมูลเหล่านี้ทำให้ผู้วิจัยได้ข้อสรุปว่า ในการพัฒนาหลักสูตรคณิตศาสตร์เสริมสำหรับเด็กไทยที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ควรจะกำหนดเนื้อหาเป็นเรื่องๆ เช่น ทฤษฎีจำนวน พีชคณิต เรขาคณิต สถิติ และความน่าจะเป็น เป็นต้น

อนึ่งวิชาทฤษฎีจำนวน (เลขคณิตชั้นสูง) เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติของจำนวน โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณสมบัติของจำนวนเต็มและจำนวนนับ เนื่องจากจำนวนนับเป็นจำนวนพวกแรกที่มนุษย์รู้จัก คุณสมบัติต่างๆ ของจำนวนนับจึงเป็นสิ่งที่สนใจของมนุษย์ตลอดเวลาอันยาวนาน แห่งประวัติศาสตร์มนุษยชาติ มีแง่มุมต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ศึกษาค้นคว้าไว้มากมายหลายแง่มุม และอาจกล่าวได้ว่าไม่มีวันที่จะจบสิ้นตราบที่มนุษย์ยังมีความคิด จินตนาการ และมีความอยากรู้อยากเห็นในความมหัศจรรย์ของธรรมชาติที่มีอยู่อย่างเป็นระเบียบ และรอคอยการค้นพบจากสติปัญญา ของมวลมนุษยทุกรูปนาม (สนใจ จิตพิทักษ์. 2524 : คำนำ) ซึ่งคำกล่าวนี้ได้สอดคล้องกับนักคณิตศาสตร์หลายท่าน และอาจกล่าวได้ว่าวิชาทฤษฎีจำนวนเป็นวิชาที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง วิชาหนึ่งจนได้รับการยกย่องจาก คาร์ล ฟรีดริช เกาส์ (Carl Friedrich Gauss) ที่กล่าวว่า "เลขคณิต

เปรียบเสมือนเป็นราชินีแห่งคณิตศาสตร์ (Arithmetic is the queen of mathematics)" (Bezuszka and Kenney. 1983 : 250 ; citing Gauss. 1856) ธรรมชาติของวิชาทฤษฎีจำนวนนั้น จะง่ายต่อการเรียนรู้ เพราะอาศัยความรู้เพียงน้อยนิดแต่พัฒนาความคิดได้หลากหลายและลึกซึ้งและเป็นวิชาที่เปิดโอกาสให้เด็กค้นพบความสำเร็จในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์ ได้มีโอกาสแสดงความสามารถของตนเองออกมาในลักษณะการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่หลากหลายในวิชาทฤษฎีจำนวน (Bezuszka and Kenney. 1983 : 250) แนวทางการกำหนดเนื้อหาทฤษฎีจำนวนเสริมสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์นั้นจะเน้นคุณสมบัติของจำนวนและความคิดหลัก ๆ ทางทฤษฎีจำนวน โดยการให้นิยามหรือทฤษฎีบท ยกตัวอย่างให้สอดคล้อง กำหนดปัญหาและงานต่าง ๆ ให้เด็กคิด รวมทั้งมีเกม ปัญหาจริงและปริศนาต่าง ๆ ที่ท้าทายกระตุ้นให้เด็กคิด สำหรับระดับความสามารถของเด็กที่จะเรียนรู้เนื้อหาทฤษฎีจำนวนได้นั้นควรเริ่มที่ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เพราะเด็กในระดับนี้จะมีสามารถในการคิดหาเหตุผลได้สามารถเข้าใจนามธรรมได้โดยไม่ต้องอาศัยรูปธรรม สามารถตั้งสมมติฐาน และตรวจสอบสมมติฐานได้ รวมทั้งมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ และคิดหาเหตุผลในเชิงคณิตศาสตร์ได้ (Adler. 1966 : 706-715 ; citing Piaget.) ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวที่ว่าในขั้นนี้เด็กสามารถอธิบายแนวทางการแก้ปัญหาหรือกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา การเล่นเกมโดยใช้ตรรกวิทยาได้ รวมทั้งมีการพัฒนาความคิดเชิงนามธรรม (Collins. 1969) และด้วยหลักสูตรนี้ยังไม่มีผู้ใดสร้างและพัฒนาขึ้นมาสำหรับเด็กไทยที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความต้องการที่จะพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีจำนวนเสริมสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งในการจัดหลักสูตรให้เด็กเรียนนั้น จะจัดให้เด็กเรียนแบบเสริมเพื่อเพิ่มพูนประสบการณ์ (Enrichment) นอกเวลาเรียนปกติ ในลักษณะของการดึงเด็กออกจากกลุ่ม (Pull out program) โดยจะดึงออกมาให้เรียนวันเสาร์หรือช่วงปิดเทอม

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีจำนวนเสริมสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ความสำคัญของการวิจัย

หลักสูตรทฤษฎีจำนวนที่สร้างและพัฒนาขึ้นในครั้งนี้ จะเป็นประโยชน์และมีค่าอย่างยิ่งต่อวงการศึกษาคณิตศาสตร์ของเด็กและเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ของไทยในอนาคต ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับคือ

1. ได้หลักสูตรทฤษฎีจำนวนที่สร้างขึ้นให้เหมาะสมกับศักยภาพของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
2. เป็นจุดเริ่มต้นในการสร้างเครื่องมือคัดเลือกเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์อย่างแท้จริง พร้อมทั้งยังเป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องมือคัดเลือกเด็กปัญญาเลิศของไทยต่อไป
3. เป็นแนวทางในการพัฒนาหลักสูตรพิเศษสำหรับเด็กปัญญาเลิศและเด็กที่มีความสามารถพิเศษสาขาอื่น ๆ
4. เป็นจุดเริ่มต้นและแนวทางในการจัดการศึกษาสำหรับเด็กปัญญาเลิศและเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ที่เป็นรูปธรรมอย่างจริงจังในประเทศไทย
5. เป็นการวางรากฐานสำหรับส่งเสริมและพัฒนากำลังคนในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งถือเป็นพื้นฐานที่สำคัญที่จะนำสติปัญญาของพวกเขามาพัฒนาประเทศให้เจริญก้าวหน้าต่อไป ด้วยการสร้างความรู้ใหม่ ๆ ด้วยฝีมือของคนไทยเอง
6. ได้หลักสูตรทฤษฎีจำนวนที่จะใช้เป็นความรู้พื้นฐานสำหรับเยาวชนไทยที่จะไปสอบแข่งขันคณิตศาสตร์โอลิมปิกนานาชาติ
7. เป็นการวางรากฐานเบื้องต้นที่จะส่งเสริมและพัฒนาเด็กที่มีความสามารถพิเศษจำนวนหนึ่งที่พร้อมจะพัฒนาตนเองเป็นนักคณิตศาสตร์ เพื่อสนองความต้องการของประเทศชาติ ซึ่งขณะนี้กำลังขาดแคลนอยู่
8. เป็นแนวทางในการสืบค้นเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งมีแนวทางในการพัฒนาเด็กเหล่านี้ให้มีความรู้ความสามารถเต็มตามศักยภาพ เพื่อพวกเขาจะได้เป็นทรัพยากรที่ทรงคุณค่ายิ่งของประเทศชาติต่อไป

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ (Mathematically talented students) หมายถึง เด็กระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถในการคิดแบบเป็นเหตุเป็นผล เข้าใจเรื่องนามธรรม และคิดเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ สามารถให้เหตุผลและแก้ไขปัญหาที่ไม่คุ้นเคยได้อย่างรวดเร็ว สามารถประยุกต์ใช้เหตุผลได้รวดเร็วราวกับว่ากระบวนการทางความคิดเหล่านี้กำเนิดอยู่ในตัวของพวกเขายอยู่แล้ว พร้อมทั้งสามารถคิดและสรุปแนวความคิดทางด้านตรรกศาสตร์ได้รวดเร็ว มีการเพ่งมองความสนใจต่อความสัมพันธ์พื้นฐาน และโครงสร้างคร่าว ๆ ของปัญหามากกว่าจะเจาะลึกที่รายละเอียดส่วนย่อย เป็นผู้มีความคิดยืดหยุ่นและมีความคิดแบบประหยัดไม่เสียเวลา ซึ่งทำให้พัฒนาความคิดได้ชัดเจนที่สุด มีเหตุมีผลที่สุด ตอบปัญหาได้ดีที่สุด และมักมีคำตอบเพื่อเลือกเอาไว้ในกรณีที่ยังไม่พอใจในผลเบื้องต้น และยังสามารถย้อนย่อกระบวนการ

การคิด การให้เหตุผล และย้อนทวนกระบวนการความคิดได้ รวมทั้งเป็นเด็กที่มีความสามารถโดดเด่นทางคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เหนือกว่าปกติ และมีความสามารถในการใช้ความคิดระดับสูง รวมทั้งมีความสามารถในการศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองเหนือกว่าปกติ

2. หลักสูตรทฤษฎีจำนวน หมายถึง หลักสูตรที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยหลักสูตรนี้จะเป็นหลักสูตรเรียนเข้มระยะสั้น เวลาที่ใช้เรียน 25 วัน ๆ ละ 6 ชั่วโมง เวลา 9.00-12.00 น. และ 13.00-16.00 น. (เนื้อหา 36 ชั่วโมง : กิจกรรม 63 ชั่วโมง : ประเมินผล 51 ชั่วโมง) เนื้อหาสาระของการเรียนจะแบ่งออกเป็นหน่วย ๆ รวม 8 หน่วย ซึ่งในหลักสูตรจะประกอบด้วยรายละเอียด 6 ส่วน ได้แก่ (1) จุดมุ่งหมายของหลักสูตร (2) เนื้อหาของหลักสูตร (3) กิจกรรมและวิธีสอน (4) สื่อ (5) การวัดและประเมินผล (6) แผนการเรียน นอกจากนี้เนื้อหาและกิจกรรมตลอดจนประสบการณ์ต่าง ๆ ที่สร้างขึ้นจะสอดคล้องกับสภาพความต้องการ ความสนใจ ลักษณะนิสัย และศักยภาพของผู้เรียน โดยกิจกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้จะต้องกระตุ้นและท้าทายเด็กให้คิดค้นคว้า ทำงานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ และมีประสิทธิภาพสูงสุด

3. ประสิทธิภาพของหลักสูตรทฤษฎีจำนวน หมายถึง พฤติกรรมที่เปลี่ยนไปในตัวผู้เรียน ซึ่งคำนวณจากคะแนนของการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และหลังเรียน (Post-test) และพิจารณาความคิดเห็นของผู้เรียนจากแบบประเมินตนเองก่อนเรียนและหลังเรียน รวมทั้งตัวผู้เรียนจะต้องเป็นผู้รอบรู้และมีความสามารถในเนื้อหาทฤษฎีจำนวน โดยคำนวณจากคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่ใช้ทดสอบหลังเรียน คือคะแนนที่ได้จะต้องมากกว่าหรือเท่ากับคะแนนจุดตัด และหลักสูตรทฤษฎีจำนวนจะต้องผ่านการพิจารณาและตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา โดยดูความเหมาะสมและความสอดคล้องขององค์ประกอบต่าง ๆ ในหลักสูตร

4. คะแนนจุดตัด หมายถึง เกณฑ์หรือมาตรฐานที่ใช้ในการตัดสินการเรียนรู้ขั้นต่ำของนักเรียนที่ยอมรับว่าเป็นผู้รอบรู้

5. ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้ที่มีความชำนาญ และประสบการณ์ในสาขาวิชาของตน และเคยปฏิบัติงานมาแล้วไม่น้อยกว่า 5 ปี ในที่นี้ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญสาขา คณิตศาสตร์ การศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ การพัฒนาหลักสูตร และการวัดประเมินผล

6. ความคิดระดับสูง (High level thinking) หมายถึงความสามารถในการคิดด้านการวิเคราะห์ (Analysis) การสังเคราะห์ (Synthesis) และการประเมินค่า (Evaluation)

7. การแก้ปัญหา (Problem solving) หมายถึงพฤติกรรมการเรียนรู้ที่มีกระบวนการซับซ้อนต้องนำความรู้ ความคิด และประสบการณ์เดิมมาใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อให้ได้ความรู้หรือแนวคิดใหม่ รวมทั้งยังเป็นทักษะทางปัญญา (Intellectual skill) อย่างหนึ่งที่สามารถสอนกันได้ และมุ่งหวังให้นำความสามารถในด้านนี้ไปถ่ายโยงใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้

8. ความคิดวิจารณ์ (Critical thinking) หมายถึงความคิดที่มีเหตุผลและมีประสิทธิภาพ ที่มุ่งเน้นการตัดสินใจในสิ่งที่จะเชื่อหรือจะทำ และมีลักษณะการคิดจำแนก 5 ด้าน คือ (1) การสรุปความ (Inference) (2) การกำหนดข้อสันนิษฐาน (Recognition of assumption) (3) การตีความ (Interpretation) (4) การนิรนัย (Deduction) (5) การประเมินข้อโต้แย้ง (Evaluation of argument)

9. ความคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking) หมายถึง ความสามารถในการคิดสิ่งที่แปลกใหม่ (Novelty) ในแง่มุมต่าง ๆ และเป็นความคิดที่มีประโยชน์และมีคุณค่า ซึ่งความสามารถในการคิดนี้ ประกอบด้วย (1) ความคล่องตัว (Fluency) (2) ความยืดหยุ่น (Flexibility) (3) ความริเริ่ม (Initiation) (4) ความละเอียดลออ (Elaboration)

10. การแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ (Creative problem solving) หมายถึงกระบวนการที่ซับซ้อนทางสมองซึ่งเกี่ยวข้องกับ การหยั่งเห็น การจินตนาการ การจัดกระทำ และการรวบรวมความคิด โดยอาศัยความสามารถในการคิดอย่างสร้างสรรค์ แล้วนำมาแก้ปัญหาใหม่ที่ประสบ

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ โดยมีลักษณะและมีความสามารถผ่านเกณฑ์การคัดเลือก ต่อไปนี้

1.1 การเสนอชื่อ (Nomination) โดยให้ครูและตัวเด็กเอง แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะพฤติกรรมต่าง ๆ ที่ปรากฏขึ้นกับตัวเด็ก จากข้อคำถามในแบบเสนอชื่อ

1.2 ทดสอบความสามารถ โดยเด็กต้องผ่านเกณฑ์การทดสอบจากแบบทดสอบ 2 ฉบับ คือ

1.2.1 แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
(Creative problem solving in mathematics)

1.2.2 แบบทดสอบวัดความคิดระดับสูง (High level thinking)

โดยแบบสอบถาม 1.1 และแบบทดสอบ 1.2.1 และ 1.2.2 นั้น กลุ่มผู้วิจัย ได้แก่ นายมานะ เอกจริยวงศ์ นายพิชากร แปลงประสพโชค และนางสาวนิตติยา ปภาพจน์ ได้ร่วมกันสร้างและพัฒนาขึ้น

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษครั้งนี้ แยกเป็น 3 กลุ่ม คือ

2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือคัดเลือกเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เข้าค่ายคณิตศาสตร์โอลิมปิก ในปี 2538 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้คะแนนตั้งแต่ 70% ขึ้นไป ในการสอบแข่งขันคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ทางสมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทยจัดขึ้น เมื่อวันที่ 15 มกราคม 2538

2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของหลักสูตรทฤษฎีจำนวน เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2538 จำนวน 7 คน ที่ผ่านกระบวนการคัดเลือกเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ด้วยเครื่องมือที่กลุ่มผู้วิจัยได้แก่ นายมานะ เอกจริยวงศ์ นายพิชากร แปลงประสพโชค และนางสาวนิตติยา ปภาพจน์ สร้างและพัฒนาขึ้น ซึ่งเป็นนักเรียนจาก 60 โรงเรียน ในเขตกรุงเทพฯและปริมณฑล (โดยรายชื่อโรงเรียนเหล่านี้ผู้วิจัยพิจารณาจากคะแนนในการสอบแข่งขันคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทยจัดขึ้นในแต่ละปี)

2.3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเพื่อหาประสิทธิภาพของหลักสูตรทฤษฎีจำนวน เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2538 จำนวน 16 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2538 จำนวน 1 คน รวม 17 คน ที่ผ่านเกณฑ์คัดเลือกเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ด้วยเครื่องมือที่กลุ่มผู้วิจัยได้แก่ นายมานะ เอกจริยวงศ์ นายพิชากร แปลงประสพโชค และนางสาวนิตติยา ปภาพจน์ สร้างและพัฒนาขึ้น ซึ่งเป็นนักเรียนจาก 60 โรงเรียน ในเขตกรุงเทพฯและปริมณฑล (โดยรายชื่อโรงเรียนเหล่านี้ผู้วิจัยพิจารณาจากคะแนนในการสอบแข่งขันคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทยจัดขึ้นในแต่ละปี) และเป็นนักเรียนที่สนใจเข้าร่วมโครงการวิจัยครั้งนี้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทนี้จะกล่าวถึงเอกสารและงานวิจัยต่างๆที่จะเป็นความรู้พื้นฐานในการสร้างและพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีจำนวนเสริมสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งผู้วิจัยจะแบ่งเนื้อหาการนำเสนอเป็นลำดับขั้นต่อไปนี้

1. ความหมายและลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
2. การคัดแยกเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
3. แบบการคิดของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
4. แนวทางการจัดการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
5. ลักษณะการจัดหลักสูตรสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
6. แนวทางการพัฒนาหลักสูตรสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
7. แนวทางการประเมินหลักสูตรสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
8. หลักสูตรทฤษฎีจำนวนเสริมสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

1. ความหมายและลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

1.1 ความหมายและลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษ

ในการให้ความหมายของคำว่า เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ (Mathematically talented students) นั้นก่อนอื่นเราจะต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของเด็กที่มีความสามารถพิเศษ (Talented students) ซึ่งได้มีผู้ให้ความหมายไว้หลายท่าน เช่น

ฟลิเกลอร์และบิช (Fliegler and Bish. 1959) ได้ให้ความหมายของเด็กที่มีความสามารถพิเศษไว้ว่า หมายถึง เด็กที่มีระดับสติปัญญาสูงและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงอยู่ในระดับ 15-20% แรกของจำนวนนักเรียนทั้งโรงเรียน และเป็นเด็กที่มีความสามารถสูงในสาขาวิชาเฉพาะต่างๆ เช่น คณิตศาสตร์ กลศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ศิลปและดนตรี ความเป็นผู้นำ ตลอดจนความสามารถอย่างสร้างสรรค์เป็นขอดีในการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม

เคิร์ก (Kirk. 1965) ได้ให้ความหมายของเด็กที่มีความสามารถพิเศษไว้ว่า หมายถึง เด็กที่มีระดับ I.Q. สูง สามารถเข้าใจเรื่องนามธรรมได้ดีซึ่ง เรียนได้ดีเกือบทุกวิชา รวมถึงดนตรี ศิลป เครื่องกลไก มีทักษะในการเป็นผู้นำทางสังคม มีความประพฤติในทางที่สังคมยอมรับ

เรย์โนลด์ (Reynolds. 1977) ได้ให้ความหมายของเด็กที่มีความสามารถพิเศษไว้ว่า หมายถึง เด็กที่มีสติปัญญาสูงสุดอยู่ในระดับ 10% ของเด็กทั้งหมดซึ่งทราบได้จากผลการทดสอบสติปัญญา สัมฤทธิ์ผลทางการเรียนหรือการทดสอบอื่น ๆ เด็กเหล่านี้จะมีผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์สูง

กว่าเด็กปกติทั่วไป และอาจจะมีความสามารถอื่น ๆ ด้วย เช่น ความสามารถทางสร้างสรรค์ การสื่อสาร ความเป็นผู้นำ การตัดสินใจ การคาดการณ์ล่วงหน้า และการวางแผน

มีคำนิยามที่คล้ายคลึงกันเช่นนี้อีกมากมาย แต่ความหมายของคำว่า “เด็กที่มีความสามารถพิเศษ” ที่ยอมรับกันมากที่สุดและใช้กันอย่างกว้างขวาง คือ คำจำกัดความที่ให้โดย คณะกรรมการการศึกษาของประเทศสหรัฐอเมริกา (U.S. Office of Education. 1993) ที่ว่าเด็กที่มีความสามารถพิเศษคือเด็กที่ผู้เชี่ยวชาญในวงการนั้นรับรองแล้วว่าเป็นเด็กที่มีความสามารถยอดเยี่ยมเป็นที่ประจักษ์เมื่อเทียบกับเด็กในวัยเดียวกัน มีสภาพแวดล้อมคล้ายคลึงกัน หรือมีประสบการณ์คล้ายกัน ซึ่งจะแสดงความสามารถหรือส่อให้เห็นแววความเป็นเลิศด้านใดด้านหนึ่งหรือหลายด้านให้ปรากฏ ดังนี้ คือ

1. ความสามารถทางสติปัญญา
2. ความถนัดทางวิชาการเฉพาะด้าน
3. ความคิดสร้างสรรค์
4. ความสามารถในการเป็นผู้นำ
5. ความสามารถทางศิลปะและดนตรี
6. ความสามารถทางทักษะ

เรนซูลี (Renzulli. 1978 : 261) ผู้มีชื่อเสียงจากทฤษฎีสามห่วง (The Renzulli Enrichment Triad Model) และเป็นผู้มีบทบาทสำคัญต่อการจัดการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ และเด็กที่มีความสามารถพิเศษเฉพาะทาง ได้ให้ความหมายของเด็กที่มีความสามารถพิเศษว่า หมายถึง เด็กที่มีความสามารถสูงกว่าปกติ (Above average general ability) มีความมุ่งมั่นต่องาน (Task commitment) และมีความคิดสร้างสรรค์เหนือเด็กปกติ (Creativity) ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของคลาก (อุษณีย์ โพธิสุข. 2537 : 52 ; อ้างอิงมาจาก Clark. 1988) ที่ว่า เด็กที่มีความสามารถพิเศษคือ เด็กที่มีความสามารถโดดเด่น มีความคิดสร้างสรรค์ และมุ่งมั่นเพียรต่องานโดยไม่ละทิ้ง ต่อมาแนวทางความคิดใหม่ที่ได้รับการยอมรับมากในขณะนี้ก็คือ การพิจารณาจากการทำงานของสมองและอื่นๆ พบว่า ความสามารถของคนมีอยู่ 7 อย่าง คือ (1) ทางภาษา (Linguistic ability) (2) ทางดนตรี (Musical ability) (3) ทางความคิดแบบเหตุผลและแบบนักคณิตศาสตร์ (Logical-mathematics ability) (4) ทางมิติสัมพันธ์ (Spatial ability) (5) ทางการกีฬา (Bodily kinesthetic ability) (6) ทางมนุษยสัมพันธ์ (Interpersonal ability) และ (7) ทางจิตและแนวคิด (Intrapersonal ability) (Gardner. 1989)

จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยได้มีผู้กล่าวถึงลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษไว้ต่าง ๆ กันมากมาย ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

เด็กที่มีความสามารถพิเศษหมายถึงเด็กซึ่งมีลักษณะต่อไปนี้

1. มีประสาทการรับรู้อันว่องไวเป็นพิเศษ
2. มีความอยากรู้อยากเห็นอย่างเข้มข้น
3. มีความสามารถแก้ปัญหาและมีความเข้าใจสิ่งต่างๆ ในระดับสูง
4. มีแรงผลักดันและวิริยะอุตสาหะ
5. มีแรงผลักดันที่จะประกอบกิจกรรมและดำเนินงานให้สมบูรณ์ปราศจากที่ติ
6. มีการแสวงหาสิ่งที่ท้าทายความคิด
7. มีความคิดแปลกไม่เหมือนใคร
8. เป็นคนเจ้าความคิดและมีความอิสระเสรีในการคิด
9. มีความสนใจรายละเอียดต่าง ๆ อย่างกว้างขวางและลึกซึ้ง
10. มีความรู้ลึกละเอียดลึกซึ้งและว่องไว
11. มีความเข้าใจในเรื่องนามธรรม
12. มองเห็นความสัมพันธ์สิ่งที่เป็นเหตุและผล
13. มีความยืดหยุ่นทางความคิด
14. สามารถจดจำสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วและง่ายดาย
15. มีสมาธิดีเยี่ยม

(Hollingworth. 1926 ; Strang. 1954 ; Drews. 1963 ; Roeper. 1968 ; Roedell and others. 1980 ; Ridge and Renzulli. 1981 : 191-266 ; House. 1987 : 8-9 ; Parke. 1989 ; คุษฎี บริพัตร ณ อุรุษา. 2531 ; อุษณีย์ โพธิสุข. 2537 : 39-50 ; อุษณีย์ โพธิสุข. 2537 : 52, 96-99)

1.2 ความหมายและลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาความหมายและลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษ ทำให้ได้แนวคิดว่าการเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์น่าจะมีความหมายและลักษณะบางอย่างเช่นเดียวกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ ซึ่งได้มีผู้กล่าวถึงความหมายไว้หลายท่านพอสรุปได้ดังนี้

เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ หมายถึง เด็กที่มีความสามารถในการคิดแบบเป็นเหตุเป็นผล เข้าใจเรื่องนามธรรม และคิดเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ สามารถให้เหตุผลและแก้ไขปัญหาที่ไม่คุ้นเคยได้อย่างรวดเร็ว สามารถประยุกต์ใช้เหตุผลได้รวดเร็วราวกับว่ากระบวนการทางความคิดเหล่านี้กำเนิดอยู่ในตัวของพวกเขายอยู่แล้ว พร้อมทั้งสามารถคิดและสรุปแนวความคิดทางด้านตรรกศาสตร์ได้รวดเร็ว มีการเพ่งมองความสนใจต่อความสัมพันธ์พื้นฐาน และโครงสร้างคร่าวๆ ของปัญหามากกว่าจะเจาะลึกที่รายละเอียดส่วนย่อย เป็นผู้มีความคิดยืดหยุ่น มีความคิดแบบประหยัดไม่เสียเวลา ซึ่งทำให้พัฒนาความคิดได้ชัดเจนที่สุด มีเหตุผลที่สุด และตอบปัญหาได้ดีที่สุด และมักมีคำตอบเพื่อเลือกเอาไว้ด้วยในกรณีที่ยังไม่พอใจในผลเบื้องต้น และยังสามารถย้อนกระบวนการคิด พร้อมทั้งสามารถย้อนทวนกระบวนการความคิดได้ (Heid. 1983 : 222 ;

House. 1987 : 14-15 ; citing Krutetskii : 1976 : 302) และจากความคิดเห็นของริดจ์และเรนซูลลี (Ridge and Renzulli. 1981 : 208-209) กล่าวว่าเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์นั้นจะหมายถึง เด็กที่มีความสามารถโดดเด่นทางคณิตศาสตร์ มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เหนือกว่าปกติ และมีความมานะมุ่งมั่นต่องานทางด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับความเห็นของ ไฮด์ (Heid. 1983 : 221)

นอกจากนี้ครุเตทสกี (Krutetskii) ได้ทำการวิจัยพบว่าเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์มีลักษณะการคิดแบ่งออกเป็น 3 พวก คือ

1. พวกที่มีความคิดแบบวิเคราะห์แยกแยะ (Analytic type) พวกเขาจะคิดถึงรูปแบบนามธรรมได้อย่างรวดเร็วโดยไม่ต้องอาศัยการมองเห็น เวลาจะพิจารณาความสัมพันธ์ทางด้านคณิตศาสตร์พวกเขาจะใช้วิธีการวิเคราะห์แยกแยะอย่างซับซ้อน เวลาที่จะต้องตอบคำถามถึงแม้ว่าการใช้รูปธรรมจะทำให้ได้ผลที่ง่ายกว่าแต่พวกเขามิชอบสถานการณ์แบบนามธรรม การเรียนในโรงเรียนพวกเขาจะเก่งด้านเลขคณิต พีชคณิต มากกว่าเรขาคณิต

2. พวกที่มีความคิดเชิงเรขาคณิต (Geometric type) พวกเขาจะแสดงความสามารถทางด้านการมองเห็นภาพทางคณิตศาสตร์ ความคิดของพวกเขาได้รับการพัฒนาจากองค์ประกอบทางด้านรูปธรรม พวกเขาจะตีความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์แบบนามธรรมออกมาเป็นรูปธรรมด้วยวิธีการอันชาญฉลาด

3. พวกที่เป็นนักคิดแบบประสานกลมกลืน (Harmonic type) พวกเขาจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ 2 แบบข้างต้น

ในการวิจัยครั้งนี้เราจะศึกษาลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางด้านคณิตศาสตร์จากเอกสารและงานวิจัยรวมทั้งสำรวจความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ พอสรุปได้ดังนี้

เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ หมายถึงเด็กที่มีลักษณะต่อไปนี้

1. มีความสามารถในการทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ได้ง่าย แม้ว่าสิ่งนั้นจะเป็นนามธรรม
2. มีความสามารถในการสร้างความคิดจากรูปธรรมไปสู่นามธรรม และมีความสามารถหาตัวอย่างรูปธรรมจากความคิดนามธรรมได้
3. เป็นเด็กที่เด่นทางคณิตศาสตร์ และมีความสามารถพิเศษในการวางแผน และดำเนินงานให้บรรลุเป้าหมาย
4. มีสมาธิจดจ่ออยู่กับงานคณิตศาสตร์ได้เป็นเวลานาน ๆ
5. มีความคิดริเริ่มและมีความสามารถในการคิดค้นแบบของตนเองในการทำงานที่ใช้สติปัญญา
6. มีความสามารถในการนำความรู้ที่มีอยู่ไปใช้กับสถานการณ์ใหม่ได้

7. มีความเข้าใจแจ่มชัดในความสัมพันธ์ที่เป็นเหตุและผล
 8. มีความสามารถในการคาดคะเนและตั้งสมมุติฐาน
 9. มีความสามารถในการรับรู้และมองเห็นหลักการ และสามารถสร้างข้อสรุปทั่ว ๆ ไปเกี่ยวกับรูปแบบทางคณิตศาสตร์ โครงสร้าง ความสัมพันธ์ และการบวก ลบ คูณ และหาร ของจำนวนได้
 10. มองดูอะไร ๆ เป็นคณิตศาสตร์ไปหมด
 11. มีพื้นฐานความอยากรู้อยากเห็นและมีความเข้าใจในเชิงปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ตั้งแต่เขาวัว
 12. มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล และคิดเชิงสัญลักษณ์เกี่ยวกับความสัมพันธ์เชิงปริมาณและมีติสัมพันธ์
 13. มีความสามารถในการให้เหตุผล เชิงวิเคราะห์ เชิงอุปนัย และนิรนัย
 14. มีความสามารถในการรวบรัด การให้เหตุผลและหาคำตอบอย่างแนบเนียนกระชับรัด
 15. มีความสามารถในการคิดที่ยืดหยุ่น กล่าวคือ สามารถปรับเปลี่ยนความคิดในการแก้ปัญหาได้เหมาะสมกับสถานการณ์
 16. มีความสามารถในการย้อนทวนกระบวนการคิดได้
 17. มีความสามารถในการ จัดจำ สัญลักษณ์ ความสัมพันธ์ การพิสูจน์ วิธีการหาคำตอบได้อย่างรวดเร็ว และแม่นยำ
 18. มีพลังและมุนะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- (Greenes. 1981 : 14-16 ; Ridge and Renzulli. 1981 : 193-211 ; Bloom. 1982 ; Heid. 1983 : 224 ; House. 1987 : 8-9, 16 ; อุษณีย์ โพธิสุข. 2537 : 39-50 ; อุษณีย์ โพธิสุข. 2537 : 96-99)

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ จากเยาวชนไทยที่เป็นตัวแทนไปแข่งขันคณิตศาสตร์โอลิมปิกนานาชาติตั้งแต่ปี 2532 - 2537 จำนวน 10 คน ซึ่งทำให้ได้ข้อมูลเพิ่มเติมดังนี้

1. มีความสามารถในการรับความรู้ที่ละส่วน เพื่อเข้าใจในหนังสือหรือผู้สอนซึ่งเขียนหรือพูดไม่เป็นลำดับเหตุผลได้
2. สามารถเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ โดยใช้เวลาน้อยกว่าผู้อื่น เนื่องจากสามารถสังเกตเห็นหลักการในสิ่งนั้น จึงเข้าใจได้ลึกซึ้งกว่าอีกด้วย
3. นิยมเปรียบเทียบความรู้ใหม่กับหลักการเดิมซึ่งรู้มาก่อน เพื่อหาสิ่งที่มีลักษณะขัดกัน (Paradox) ถ้าไม่มีจึงจะเชื่อความรู้ใหม่นั้น
4. สามารถสันนิษฐานสาเหตุของแรงจูงใจในการสร้างทฤษฎีต่าง ๆ จึงรู้สึกเป็นเสมือนผู้

สร้างทฤษฎีนั้น ๆ เอง ก่อให้เกิดความภูมิใจ

5. สามารถใช้ตรรกศาสตร์และการหยั่งถึงผู้อื่นในการคาดคะเนคำตอบของโจทย์ประเภท
ปรนัยได้อย่างแม่นยำ

6. มีความสามารถในการสร้างความคิดเชิงนามธรรม (Abstract) ของปัญหาทำให้เห็นจุด
ของปัญหาได้ชัดเจนและไม่หลงกับรายละเอียด

7. มีความสามารถในการศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง และมีแนวทางการคิดที่จะทำให้เกิด
การเรียนรู้อย่างจริงจัง

8. มีความจำเป็นเลิศทางด้านตัวเลขตั้งแต่เยาว์วัย

2. การคัดแยกเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

ในการพิจารณาคัดแยกเด็กที่มีความสามารถพิเศษ หรือเด็กที่มีความสามารถเฉพาะทางนั้น
เราต่างคาดหวังว่าจะมีเครื่องมือที่จะมาช่วยให้รู้ว่า ใครคือเด็กที่มีความสามารถพิเศษ และพิเศษทาง
ด้านไหน ทั้งนักการศึกษา นักจิตวิทยา นักวัดผล ฯลฯ ต่างกำลังหาเครื่องมือที่จะช่วยในเรื่องนี้ ซึ่งก็
ยังไม่มีเครื่องมือสำเร็จรูปใด ๆ ที่วัดได้เหมาะสมเป็นที่ยอมรับกันทั่วไป เพราะความสามารถของ
มนุษย์เป็นสิ่งที่ละเอียดซับซ้อนและพิสดารยิ่ง

ในการคัดแยกเด็กจำเป็นต้องอาศัยวิธีการหรือกระบวนการคัดแยกที่ได้ผล ทั้งนี้เพื่อกำจัด
ข้อผิดพลาดให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งการคัดแยกที่มีประสิทธิภาพน่าจะมีลำดับขั้นตอนที่
สรุปได้จากการศึกษาเอกสารดังต่อไปนี้

1. กำหนดความหมายของคำว่า “เด็กที่มีความสามารถพิเศษ” หรือ “เด็กที่มีความ
สามารถพิเศษเฉพาะทาง” ให้ชัดเจนเพราะมันจะเป็นตัวการพื้นฐานของกระบวนการคัดแยกที่จะ
บ่งว่าเครื่องมือควรจะประกอบด้วยอะไรบ้าง

2. กำหนดแหล่งข้อมูล คือ กำหนดว่ามีแหล่งใดบ้างที่จะช่วยให้ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเด็ก
ตามความหมายของคำว่า “เด็กที่มีความสามารถพิเศษ” หรือ “เด็กที่มีความสามารถพิเศษเฉพาะ
ทาง” ที่กำหนดไว้ ในขั้นนี้ผู้ที่ใกล้ชิดและรู้จักเด็กดีพอคือ พ่อ แม่ ผู้ปกครอง ครู หรือแม้แต่เพื่อน
ฝูงและตัวเด็กเอง สำหรับข้อมูลที่เราจะได้เกี่ยวกับตัวเด็กยังมีอีก เช่น ผลงาน เอกสารของโรงเรียน
 เป็นต้น

3. เก็บรวบรวมข้อมูล คือการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีต่าง ๆ จากแหล่งข้อมูลในข้อ 2
ด้วยการใช้เครื่องมือต่าง ๆ เช่น แบบเสนอชื่อ โดย ครู พ่อ แม่ เพื่อน หรือตัวเด็กเอง แบบ
ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน แบบทดสอบวัดสติ
ปัญญา แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ และแบบสำรวจความสนใจ เป็นต้น

4. กำหนดวิธีการพิจารณาข้อมูล คือการหาวิธีการในการพิจารณาข้อมูลที่รวบรวมได้ใน

ข้อ 3 เพื่อใช้ในการตัดสินใจคัดเลือกเด็ก เข้าร่วมในโครงการเด็กที่มีความสามารถพิเศษ หรือเด็กที่มีความสามารถพิเศษเฉพาะทาง

(Hagen. 1980 ; Correll. 17-22 ; House. 1981 : 9-14 ; Kirschenbaum. 1988 : 53-61 ; Feldhusen and Jarwan. 1993 : 242-244)

ในการวิจัยครั้งนี้ จะเป็นการคัดเลือกเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ สิ่งที่ต้องพิจารณาอันดับแรกคือจุดมุ่งหมายของหลักสูตรและทำความเข้าใจกับความหมายและลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดเครื่องมือ คัดเลือกเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ (Greenes. 1981 : 14 ; Ridge and Renzulli. 1981 : 205-206 ; House. 1987 : 9-10 ; Feldhusen and Jarwan. 1993 : 236)

เนื่องจากลักษณะพฤติกรรมของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์นั้นยุ่งยากซับซ้อน เป็นการยากที่จะใช้เครื่องมือเดียวในการจำแนก นักวิจัยหลายคนพบว่าการใช้วิธีคัดเลือกหลายวิธีรวมกันจะทำให้การคัดเลือกเด็กมีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยทั่วไปสถิติปัญญาและความเป็นเลิศของเด็ก มีความซับซ้อนเกินกว่าจะวัดด้วยเครื่องมือแบบวัด I.Q. (Sternberg and Davison. 1983 ; Reies. 1989) ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของฮูเวอร์และเฟลด์ฮูเซน (Hoover and Feldhusen. 1987) ที่กล่าวว่า การวัดความสามารถทั่วไป โดยใช้ แบบวัด I.Q. จะเชื่อถือได้น้อยมาก และสอดคล้องกับ การ์ดเนอร์ (Gardner. 1989) ที่กล่าวว่าแบบวัด I.Q. นั้นวัดได้เฉพาะส่วนน้อยนิดของเขาวិปัญญาของมนุษย์ จากการศึกษาของฮอลลิงเวิร์ธ (Hollingworths. 1942) พบว่าเด็กที่มีความสามารถพิเศษเฉพาะทางจะไม่ได้รับการเลือกโดยใช้เครื่องมือแบบวัด I.Q.

ดังนั้นในการคัดเลือกเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจะไม่ใช้แบบวัด I.Q. แต่จะใช้เครื่องมือที่พิจารณาลักษณะของเด็กทางด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ และพฤติกรรมสร้างสรรค์ (Sisk. 1987) เครื่องมือที่ใช้จะประกอบด้วย

1. การเสนอชื่อโดยครูและตัวเด็กเอง เพราะจากงานวิจัยของฮูเวอร์และเฟลด์ฮูเซน (Hoover and Feldhusen. 1987) พบว่าการให้เด็กเสนอชื่อตนเองโดยมีรายการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับ ความสนใจ ความต้องการ ลักษณะนิสัย และความสามารถ จะมีความเชื่อถือได้มาก สำหรับการให้ครูเสนอชื่อนั้น ก็มีนักวิจัยให้การสนับสนุนหลายท่าน (Hildebrandt. 1991 : 4085 ; Jordan. 1992 : 2817 ; Feldhusen and Jarwan. 1993 : 244)

2. แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เพราะเป็นการวัดพฤติกรรมในด้านการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็นของนักการศึกษาหลายท่าน (Greenes. 1981 : 14 ; Ridge and Renzulli : 1981 : 208-213 ; House. 1987 : 51-52 ; Brown. 1991 : 1999 ; Kang. 1991 : 4066 ; Sara. 1991 : 2709 ; Starmack. 1991 : 1675 ; Faux. 1992 : 1451) สำหรับรายละเอียดเนื้อหาวิชาที่ใช้สอบ ครูเทศก์

(Krutetskii) กล่าวว่าควรเป็นเนื้อหาที่น่าสนใจทางด้าน เลขคณิต พีชคณิตและเรขาคณิต (Ride and Renzulli. 1981 : 211) ซึ่งสอดคล้องกับความคิดของเฮาส์ (House. 1987 : 51) ที่กล่าวว่าเนื้อหาคณิตศาสตร์ควรหลากหลายและต้องใช้ความสามารถในการคิดระดับสูงเพื่อแก้ปัญหา และจากการศึกษาเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการแข่งขันคณิตศาสตร์โอลิมปิกนานาชาติ (Klamkin. 1986 : 15-60 ; พัฒน์ อุคมกะวานิช. 2536 : 21-28) การสอบแข่งขันตอบปัญหาคณิตศาสตร์ (Dorrie. 1965 ; Artino, Gaglione and Shell. 1982 ; Kessler and Zimmerman. 1989 ; Halmos. 1991 ; Stevenson. 1992 ; Jamski. 1993) ทำให้ทราบว่าเนื้อหาที่ใช้สอบส่วนมากจะเป็นทางด้าน ทฤษฎีจำนวน พีชคณิต และเรขาคณิต ดังนั้นในการสร้างเครื่องมือครั้งนี้ เนื้อหาที่ใช้สอบคัดเลือกเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ คือ ทฤษฎีจำนวน พีชคณิต และเรขาคณิต

3. แบบทดสอบวัดความคิดระดับสูง เนื่องจากในการคัดเลือกเด็กจะต้องดูความสามารถในด้านความคิดระดับสูง (House. 1987 : 51 ; Kang. 1991 : 4066 ; Pegelow. 1991 : 4587 ; Woo. 1991 : 506 ; Jordan. 1992 : 2817) จากผลการวิจัยของไดเคต (Diket. 1992 : 3506) กล่าวว่าความคิดวิจารณ์ญาณมีความสัมพันธ์กับความคิดระดับสูง และจากผลงานวิจัยของทอมซิก (Tomsic. 1990 : 1540) ที่กล่าวไว้ว่าทักษะการคิดระดับสูงที่ใช้แบบทดสอบกระบวนการคิดระดับสูงที่เรียกว่า Ross Test มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนั้นผู้วิจัยมีความต้องการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดระดับสูงโดยดัดแปลงจาก Ross Test ซึ่งจะใช้เป็นส่วนหนึ่งในการคัดเลือกเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

3. แบบการคิดของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปแล้วว่า ความสามารถในการ “การคิด” ของเด็กที่มีความสามารถพิเศษ และเด็กที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ นั้นประกอบด้วย

- 3.1 การแก้ปัญหา
- 3.2 ความคิดสร้างสรรค์
- 3.3 ความคิดวิจารณ์ญาณ
- 3.4 ความคิดระดับสูง
- 3.5 การแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์

(Davis. 1989 : 81-84 ; Jellen. 1989 : 78-86 ; Tomsic. 1990 : 1540 ; Brown. 1991 : 1999 ; Kahn. 1991 : 69 ; Kang. 1991 : 4066 ; Pegelow. 1991 : 4587 ; Sara. 1991 : 2709 ; Stramack. 1991 : 1675 ; Woo. 1991 : 506 ; Carroll. 1992 : 209-212 ; Diket. 1992 : 3506 ; Gallucci. 1992 : 389 ; Jordan. 1992 : 2817 ; Martorell. 1992 : 3226 ; Meier. 1993 : 8-10,26-27)

3.1 การแก้ปัญหา เป็นกระบวนการที่ซับซ้อนทางสมอง ต้องใช้ความรู้ทักษะ ความเข้าใจ และใช้กลยุทธ์ทางปัญญาที่สามารถสอนกันได้ จากประสบการณ์เดิมที่เรียนรู้นำมาใช้ ในการแก้ปัญหา เพื่อจะได้ความรู้หรือแนวคิดใหม่ (May. 1970 : 266 ; Bourne, Edstrand and Dominoski. 1971 : 9 ; แก้วดา คณะวรรณ. 2524 : 69 ; อ้างอิงมาจาก Gagne and Briggs. n.d.)

ความสามารถในการแก้ปัญหา ต้องอาศัยองค์ประกอบหลายอย่างช่วยจึงจะทำให้การแก้ปัญหาประสบความสำเร็จ

จอห์นสันและไรซิง (Johnson and Rising. 1969 : 107-110) มีความเห็นว่ากระบวนการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการทางสมองที่ซับซ้อน ซึ่งประกอบด้วย (1) การมองเห็นภาพ (Visualizing) (2) การจินตนาการ (Imagining) (3) การจัดทำอย่างมีทักษะ (Manipulation) (4) การวิเคราะห์ (Analysis) (5) การสรุปในเชิงนามธรรม (Abstracting) (6) การเชื่อมโยงความคิด (Association ideas)

วิธีการแก้ปัญหาในทางคณิตศาสตร์นั้น วิธีที่ได้ผล และนิยมกันมากที่สุด คือ วิธีการของ โพลยา (Polya. 1957 : 112) ซึ่งประกอบด้วย (1) ทำความเข้าใจปัญหา (2) วางแผนในการแก้ปัญหา (3) ขันลงมือทำตามแผน (4) ขันตรวจสอบ และยังเป็นวิธีการที่ส่งเสริมให้เด็กมีความสามารถในการแก้ปัญหามากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของสตาร์แมค (Starmack. 1991 : 1675) ที่กล่าวว่าในการสอนวิธีการพิสูจน์แบบ Direct, Indirect, Contrapositive, Counter-example, and Mathematical induction เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ วิธีการสอนนั้นจะใช้วิธีการของโพลยา (Polya) ซึ่งทำให้ได้ข้อสรุปว่าเด็กเมื่อใช้วิธีการพิสูจน์ดังกล่าวจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้น อีกด้านหนึ่งได้มีผู้วิเคราะห์ว่าขั้นตอนการแก้ปัญหของ โพลยา (Polya) นั้นเป็นแบบเชิงเส้น (Wilson, Fernandez and Hadaway. 1993) ซึ่งมีขั้นตอนตามหนังสือที่ใช้กันอยู่ทั่วไป ซึ่งในการแก้ปัญหจริงพบว่ามีขั้นตอนแบบเชิงเส้น ขณะนี้ในวงการคณิตศาสตร์ กำลังให้ความสนใจกับ ทฤษฎีการสร้าง (Constructivist) ในทฤษฎีนี้ผู้เรียนต้องมีส่วนในการสร้างความรู้ของคนด้วยตนเอง มิใช่เป็นฝ่ายรับรู้ ทฤษฎีการสร้างนี้เกี่ยวข้องกับทฤษฎีแห่งการเรียนรู้ การแก้ปัญหา ซึ่งประกอบด้วย การสืบค้น (Exploration) การหารูปแบบ (Pattern finding) และการคิดเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical thinking) (Lochhead. 1979) ซึ่งสอดคล้องกับเกียร์ (Gaier) ที่กล่าวไว้ว่าการสอนที่บอกแนวทางและข้อเท็จจริงในการแก้ปัญหานั้น ไม่สามารถช่วยให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้ ควรฝึกให้นักเรียนรู้จักสังเกตและคิดหาแนวทางในการแก้ปัญหด้วยตนเอง (อุษณีย์ โพธิสุข. 1993 : 7 ; อ้างอิงมาจาก Gaier. 1953 : 138-141)

3.2 ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึงความสามารถในการคิดสิ่งแปลกใหม่ ในแง่มุมต่าง ๆ และเป็นความคิดที่มีประโยชน์และมีคุณค่า ซึ่งความสามารถในการคิดนี้ประกอบด้วย

1. ความคล่องตัว (Fluency) หมายถึง ความสามารถที่จะคิดหาคำตอบได้คล่องแคล่วรวดเร็ว และมีจำนวนที่มากในเวลาจำกัด

2. ความยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถที่จะคิดคำถามหรือแก้ปัญหาได้หลายแนวทาง

3. ความริเริ่ม (Initiation) หมายถึง ความคิดที่แปลกใหม่ที่ไม่ซ้ำแบบใคร เป็นความคิดที่ निकออกไป จากรูปเดิม โดยสิ้นเชิง

4. ความละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความสามารถในการมองเห็นรายละเอียดในสิ่งที่คนอื่นอาจไม่เห็น หรือนึกไม่ถึง

(Torrance. 1962 : 16 ; Wallach and Kogan. 1965 : 13-20 ; Guilford. 1968 ; Anderson and others. 1970 : 90 ; อารี รังสินันท์. 2529)

3.3 ความคิดวิจารณ์ หมายถึง ความคิดที่มีเหตุผลและมีประสิทธิภาพที่มุ่งเน้นการตัดสินใจในสิ่งที่เราจะเชื่อหรือจะทำอะไร มีลักษณะการคิดจำแนกได้ 5 ด้านคือ (1) การสรุปความ (2) การกำหนดข้อสันนิษฐาน (3) การตีความ (4) การนิรนัย (5) การประเมินข้อโต้แย้ง

(Russell. 1956 : 281-282 ; Ennis. 1962 : 83 ; Craig. 1966 : 108-111 ; Decaroli. 1973 : 67-68 ; Quellmalz. 1985 : 29-32)

3.4 ความคิดระดับสูง หมายถึง พฤติกรรมการเรียนรู้ระดับสูงของ บลูม (Bloom) อันได้แก่ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการเป็นเมินค่า (Bloom.1956)

3.5 การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หมายถึง การแก้ปัญหาต่างๆ โดยการใช้ยุทธวิธีหลายอย่าง และเลือกวิธีที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งจะต้องอาศัยความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งกระบวนการแก้ปัญหาประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน คือ

1. การค้นหาความจริง (Fact - finding) เป็นขั้นรวบรวมข้อมูลข่าวสารให้ได้มากที่สุดสำหรับการแก้ปัญหานั้น

2. การค้นปัญหา (Problem-finding) เป็นการแยกแยะปัญหาออกเป็นปัญหาย่อยๆ

3. การค้นหาความคิด (Idea-finding) เป็นการแสวงหาหรือการใช้เทคนิคหลาย ๆ วิธีในการสร้างสรรค์ความคิดใหม่ในการแก้ปัญหานั้น

4. การค้นหาวิธีแก้ปัญหา (Solution-finding) เป็นการใช้เกณฑ์ในการประเมินความคิดใหม่ ๆ ที่ได้ อย่างมีระบบ

5. กำหนดวิธีแก้ปัญหา (Acceptance-finding) เป็นการกำหนดแผนปฏิบัติที่ได้จากประเมินในขั้นที่ 4

(Maker. 1982 : 177-194 ; ดิลก ดิลกานนท์. 2534 : 35 ; อุทัย โพธิสุข. 2537 : 5-6)

จุดมุ่งหมายของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ คือ

1. เพื่อพัฒนาสภาพการเรียนรู้การสอนให้เห็นภาพในอนาคตมากขึ้น
2. เพื่อให้มีการคิดชนิดสร้างสรรค์มากขึ้น
3. เพื่อพัฒนาและเพิ่มทักษะในการทำงานเป็นคณะ
4. เพื่อพัฒนาและเพิ่มทักษะในการสื่อสารด้วยวาจาและการเขียน
5. ให้นำแบบการแก้ปัญหาไปใช้ให้กลมกลืนกับการดำรงชีวิต
6. เพื่อพัฒนาและเพิ่มทักษะการวิจัย

(Torrance and Torrance. 1978 ; Crabbe. 1982)

จากการศึกษาผลงานแบบการคิดของเด็กปัญญาเลิศและเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ทำให้สรุปได้ว่า

1. ความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหา (Severeide. 1990 : 1934)
2. ความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์กับความคิดวิจารณ์ญาณ (Diket. 1992 : 3506)
3. ความคิดวิจารณ์ญาณและสติปัญญา มีความสัมพันธ์กันสูงกับการแก้ปัญหา

(Faux. 1992 : 1451)

4. แนวทางการจัดการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัย ทำให้ได้ข้อสรุปดังนี้

เด็กที่มีความสามารถพิเศษและเด็กที่มีความสามารถพิเศษเฉพาะทาง ต้องการการศึกษาในรูปแบบพิเศษที่เอื้อให้เขาได้ใช้ความสามารถเต็มตามศักยภาพ ซึ่งควรเป็นหลักสูตรพิเศษเฉพาะที่แตกต่างไปจากหลักสูตรปกติ (Dehann and Havighurst. 1957 ; U.S.Office of Education. 1972 ; Tuttle and Becker. 1983 ; Swassing. 1984 : 365 ; Gallagher. 1993 ; คุชฎี บริพัตร ณ อยุธยา 2531 ; อุษณีย์ โพธิสุข. 2537 : 58) เนื่องจากนักการศึกษาเห็นว่าหลักสูตรปกติไม่สามารถสนองตอบต่อความต้องการเป็นพิเศษของเด็กเหล่านี้ได้ ดังนั้นจึงสนับสนุนให้มีการจัดโปรแกรมการศึกษาเฉพาะขึ้นมา (U.S.Office of Education. 1993) ซึ่งโดยทั่วไปมี 2 ลักษณะคือ (1) การสอนเสริม (Enrichment) (2) การสอนเร่ง (Acceleration) (Dehann and Havighurst. 1957 : 84-111 ; Ridge and Renzulli. 1981 : 216-222 ; Hallahan and Kauffman. 1982 : 426-427 ; Tuttle and Becker. 1983 : 28-30 ; Swassing. 1984 : 379-382 ; Clark and Zimmerman. 1987 : 11-13 ; Gallagher. 1993)

ในการวิจัยครั้งนี้จะใช้นิยามการสอนเสริม ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็นของเรนซูลี (Renzulli. 1977) ซึ่งมีแนวทางการจัดการศึกษาดังนี้

1. ให้เด็กได้รับความรู้และประสบการณ์ทางวิชาคณิตศาสตร์ทั้งในแนวกว้างและแนวลึก เน้นให้เด็กแสวงหาความรู้และความสามารถด้วยตนเอง (Dehann and Havighurst. 1957 : 97 ; Ridge and Renzulli. 1981 : 216 ; Trafton. 1981 : 12 ; Tuttle and Becker. 1983 : 29 ; Swassing. 1984 : 379 ; House. 1987 : 47)

2. สอนเป็นกลุ่มเล็ก ๆ (Hallahan and Kauffman. 1982 : 432 ; citing Renzulli. 1977 ; Swassing. 1984 : 381 ; Tuttle and Becker. 1983 : 30 ; House. 1987 : 35)

3. สอนวันเสาร์ หรือช่วงปิดเทอม (Ridge and Renzulli. 1981 : 216 ; Swassing. 1989 : 381)

4. เน้นการศึกษายิสระ ตนเองเป็นผู้นำตนเอง (House. 1987 : 52)

5. เน้นกระบวนการความคิดระดับสูง (High level cognitive processing) และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative problem solveing) (Payne. 1981 : 21 ; Hallahan and Kauffman. 1982 ; citing Rezulli. 1977 : 430 ; Tuttle and Becker. 1983 : 30 ; House. 1987 : 47-48 ; Gallagher. 1993 : 767)

สรุปในการจัดการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ นั้นต้องการหลักสูตรแบบเพิ่มพูนประสบการณ์และเป็นหลักสูตรที่เน้นทักษะกระบวนการคิดระดับสูงเพื่อนำไปแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้

5. ลักษณะการจัดหลักสูตรสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

ในการศึกษาเอกสารและงานวิจัยพบว่า หลักสูตรที่เหมาะสมกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ และเด็กที่มีความสามารถพิเศษเฉพาะทาง ควรมีลักษณะดังนี้

1. สนองความสนใจของเอ็กตบุคคล
2. มีความยืดหยุ่นของแผนการเรียน
3. เป็นการศึกษาโดยอิสระ
4. ฝึกความคิดวิจารณ์ญาณ ความคิดสร้างสรรค์ และทักษะการแก้ปัญหา

(Greenes. 1981 : 14-17 ; Ride and Renzulli. 1981 ; Heid. 1983 : 224-225 ; House. 1987 : 35 ; Chance. 1992)

โดยทั่วไปการจัดหลักสูตรจะมี 2 ลักษณะ คือ (1) การเรียนร่วมกับเด็กปกติ (Integrated classroom) (2) โปรแกรมพิเศษ (Special program) จากผลงานวิจัยของนักการศึกษาหลายท่านพบว่า เด็กไม่เก่งจะไม่สนใจเรียนแบบจากเด็กเก่งหรืออยากเรียนเก่งเลย แต่จะเรียนแบบกลุ่มที่มีความสามารถใกล้เคียงกัน เด็กไม่เก่งบางคนอาจมีความหวาดหวั่นเมื่อมีเด็กเก่งรวมอยู่ด้วย และจากผลการวิจัยของวอนและคณะ (Vaughn and others. 1991) พบว่าการจัดการศึกษาเด็กเก่งแบบแยกชั้น

เรียนมีผลทางบวกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดวิจารณ์ และความคิดสร้างสรรค์ จากความคิดเห็นของวัสซา (Vassar. 1977) ที่กล่าวว่าเด็กที่มีความสามารถพิเศษต้องการสนทนาแลกเปลี่ยนความเห็นกับเพื่อนที่มีความสามารถและความสนใจใกล้เคียงกันซึ่งสอดคล้องกับโอกิลวี (Ogilvie. 1973) ที่กล่าวไว้ว่าเด็กที่มีความสามารถพิเศษต้องการติดต่อสัมพันธ์กับเด็กที่มีความสามารถใกล้เคียงกัน และจากผลงานวิจัยของเทมเพสต์ (Tempest. 1974) พบว่าการที่เด็กเรียนคละกันเด็กเก่งจะรู้สึกเบื่อหน่าย

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ จะดึงเด็กเก่งคณิตศาสตร์ออกจากกลุ่มมาเรียนในวันเสาร์หรือในช่วงปิดเทอม

6. แนวทางการพัฒนาหลักสูตรสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

ในการสร้างและพัฒนาหลักสูตรสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษและเด็กที่มีความสามารถพิเศษเฉพาะทางนั้น จะต้องอยู่บนพื้นฐานของความต้องการ ความสนใจ ลักษณะนิสัย และศักยภาพของเด็ก (Kaplan. 1974 ; Ridge and Renzulli. 1981 ; Hallahan and Kauffman. 1982 ; Maker 1982 ; Cark. 1983 ; Tuttle and Becker. 1983 ; Swassing. 1984) ซึ่งหลักสูตรจะต้องแตกต่างจากหลักสูตรทั่วไปในด้าน เนื้อหา กิจกรรม วิธีสอน ครูผู้สอนและการประเมินผล (Ridge and Renzulli. 1981 ; Tuttle and Becker. 1983 ; Swassing. 1984 : 47-49 ; House. 1987) ในการพัฒนาหลักสูตรคณิตศาสตร์สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์นั้น จะพัฒนาส่วนประกอบดังต่อไปนี้

1. เนื้อหา พัฒนาโดยยึดหลัก 4 ประการ คือ (1) เนื้อหาเร่ง (Content acceleration) (2) เนื้อหาเสริม (Content enrichment) (3) เนื้อหาที่ซับซ้อนหรือละเอียดขึ้น (Content sophistication) (4) เนื้อหาใหม่ (Content novelty) (Payne. 1981 : 18-21 ; Ride and Renzulli. 1981 ; Callagher. 1993 : 758) ซึ่งเนื้อหาจะเน้นลักษณะที่ทำให้ท้าทายความสามารถและความสนใจของผู้เรียน โดยจะไม่เลือกเนื้อหาให้ครอบคลุมทุกเรื่อง แต่จะเลือกเฉพาะเรื่องที่มีเนื้อหาสาระที่จะศึกษาได้ลึกซึ้ง มีแนวทางในการศึกษาด้วยตนเองได้ และมีการศึกษาเนื้อหาหลักๆที่จำเป็นเบื้องต้นให้เข้าใจอย่างลึกซึ้ง และที่สำคัญในการเลือกเนื้อหาจะต้องมีโจทย์ปัญหาต่าง ๆ ที่ช่วยส่งเสริมในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และฝึกทักษะการคิดระดับสูง พร้อมทั้งศึกษาโดยอิสระได้ (Payne. 1981 : 18-21 ; Ride and Renzulli. 1981 : 216 ; Heid. 1983 : 224-225 ; House. 1987:29)

2. กิจกรรม มีการทำแบบฝึกการคิดด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ความคิดวิจารณ์ และความคิดระดับสูง มีโปรเจกให้เด็กทำตามความสนใจ และส่งเสริมในการสร้างรูปแบบทั่วไปและความคิดเชิงนามธรรม กิจกรรมควรเป็นอิสระตนเองเป็นผู้นำตนเอง (Payne. 1981 : 18-21 ; Ride and Renzulli. 1981 ; Heid. 1983 ; House. 1987 ; Jacobvitz. 1988 : 241 ; Houser.

1989 : 3269 ; Weimer. 1989 : 2066 ; Brown. 1991 : 1999 ; Pegelow. 1991 : 4587 ; Meier. 1993 : 8-10) และจากผลงานวิจัยของมอลลิสและไฮน์แมน (Mallis and Heinemann. 1979) พบว่า เด็กที่มีความสามารถพิเศษจะใช้เวลาส่วนมากอยู่กับการใช้ความคิดระดับสูงได้แก่ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

3. วิธีสอน ใช้วิธีระดมความคิด (Brainstorming) การเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative learning) การสัมมนา (Seminars) การอภิปราย (Discussion) การให้คำปรึกษาและแนะนำ (Guidance and counseling) และวิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของออสบอน-พานส์ (Osborn-Parnes) ซึ่งในวิธีสอนเหล่านี้จะส่งเสริมให้เด็กคิดทางด้านความคิดสร้างสรรค์ ความคิดวิจารณ์ การแก้ปัญหา และความคิดระดับสูง (Tuttle and Becker. 1983 : 59-65 ; Feldhusen and Clinkenbeard. 1986 : 153-182 ; House. 1987 ; คูณฤ์ บริพัตร ณ อยุธยา. 2531)

4. ครูผู้สอน ครูที่สอนเด็กที่มีความสามารถพิเศษนั้นไม่จำเป็นต้องมีความสามารถพิเศษ เพราะบทบาทของครูที่เด็กต้องการคือ ครูเป็นผู้เอื้อต่อการเรียนรู้ (Bishop. 1968 ; Webb and others. 1980 ; Borenson. 1981) ดังนั้นครูสอนเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

- 4.1 มีความกระตือรือร้นและชอบแลกเปลี่ยนความคิดเห็น
- 4.2 มีความสนใจทางด้านวิชาการความรู้และวัฒนธรรมประเพณีทั้งในสาขาคณิตศาสตร์และสาขาอื่น ๆ
- 4.3 มีภูมิหลังทางด้านคณิตศาสตร์ดีและมีความรักในการเรียนรู้
- 4.4 มีประสบการณ์ วุฒิภาวะ และสติปัญญาสูง
- 4.5 เป็นผู้นำและผู้ชักจูงใจ สามารถฟังนักเรียนและเรียนรู้ถึงสิ่งที่เขาพูดและทำได้
- 4.6 มีอารมณ์ขันและมีความสามารถในการทำให้การเรียนรู้สนุกสนาน
- 4.7 เป็นผู้มุ่งมั่นต่อการประสบความสำเร็จ

(Maker. 1982 ; House. 1987 : 41-42 ; Whitlock and Ducette. 1989)

5. การประเมินผล ในการประเมินผลเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์นั้น จะต้องประเมินให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตร ซึ่งวิธีการประเมินผลคือการสัมภาษณ์นักเรียน การสังเกตจากพฤติกรรมการเรียนรู้ของเด็ก ผลงานของเด็ก ใช้แบบทดสอบอิงเกณฑ์ และดูความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของเด็กด้วยแบบประเมินตนเอง (Tuttle and Becker. 1983 : 66-72 ; House. 1987 : 36-40)

7. แนวทางการประเมินหลักสูตรสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

การประเมินหลักสูตรเป็นกระบวนการสุดท้ายที่สำคัญของการพัฒนาหลักสูตรที่จะขาดไม่ได้ เพราะเป็นการตรวจสอบเพื่อดูว่าหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นมานั้นมีประสิทธิภาพหรือมีคุณค่ามากน้อยเพียงใด

ในการประเมินหลักสูตรเด็กที่มีความสามารถพิเศษนั้นเป็นเรื่องยากลำบาก เนื่องจากความเป็นเอกลักษณ์ของการออกแบบแต่ละหลักสูตร รวมทั้งธรรมชาติหลาย ๆ ด้านของเด็กที่มีความสามารถพิเศษ (House. 1987 : 36-40) แต่เราทราบว่าการประเมินผลหลักสูตรนั้น แตกต่างจากการประเมินผลนักเรียนเพราะเป็นการดูว่าเด็กแต่ละคนมีความก้าวหน้าเพียงใดเท่านั้น สาเหตุของการประเมินหลักสูตรนั้นมีหลายอย่าง เช่น (1) ต้องการทราบประสิทธิภาพของหลักสูตร (2) ต้องการปรับปรุงหลักสูตรให้ดีขึ้น (3) ต้องการเสนอต่อผู้มีอำนาจเพื่อตัดสินใจว่าจะสนับสนุนหลักสูตรอย่างไร เป็นต้น

เรนซูลี (Renzulli. 1977) ได้เน้นวัตถุประสงค์ของการประเมินหลักสูตรว่า

1. เป็นการพิจารณาว่าวัตถุประสงค์ของหลักสูตรบรรลุหรือไม่ คือเป็นการตรวจสอบว่าหลักสูตรได้รับการปฏิบัติสนองตอบต่อวัตถุประสงค์ของหลักสูตรเด็กเต็มທີ່หรือไม่ เช่น คุณภาพเชิงรุกของงานทางด้านสมองของเด็กที่พัฒนาสูงขึ้นเป็นสำคัญ

2. เป็นการดูผลข้อมูลย้อนกลับที่มีต่อเนื่องแก่ผู้เข้าร่วมหลักสูตร และมีการเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อถึงคราวจำเป็น พร้อมทั้งมีการเสนอแนะเพื่อปรับปรุงหลักสูตรตามความเป็นจริง

3. เป็นการค้นหาผลที่มีได้คาดคิดไว้และวางแผนไว้ก่อน

ก่อนการประเมินหลักสูตร ควรจะได้สำรวจความสัมพันธ์ระหว่างจุดมุ่งหมาย เป้าหมายของหลักสูตร การกำหนดวิธีการของหลักสูตร และลักษณะของเด็กเก่งที่คัดเลือกมาเข้าเรียนในหลักสูตร ว่าสิ่งเหล่านี้แตกต่างจากหลักสูตรปกติจริง ๆ หรือไม่ ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็นของวัสซา (Vassar. 1977 : 4-7) ที่กล่าวไว้ว่า ผู้ประเมินหลักสูตรควรจะได้บันทึกข้อแตกต่างเหล่านี้เอาไว้เพื่อเป็นผู้ชี้แนวทางว่าหลักสูตรเด็กเก่งแตกต่างจากหลักสูตรปกติจริง ๆ อย่างไร ในการประเมินหลักสูตรเด็กที่มีความสามารถพิเศษนั้นมีปัญหาที่สำคัญหลายอย่าง ซึ่งโรเจอร์ (House. 1987 : 40-41 ; citing Rogers. 1986) ได้สรุปไว้เป็นข้อ ๆ ดังนี้

(1) เราไม่อาจจะชี้ให้เห็นความมีประสิทธิภาพของหลักสูตรเด็กที่มีความสามารถพิเศษ โดยแสดงให้เห็นว่านักเรียนในกลุ่มพิเศษนี้ได้คะแนนสูงกว่าเพื่อน ๆ ในวัยเดียวกัน เนื่องจากว่าเด็กที่มีความสามารถพิเศษที่อยู่ในโปรแกรมเรียนทั่ว ๆ ไปก็สามารถได้คะแนนสูงกว่าเพื่อนในรุ่นเดียวกันอยู่ดี แสดงว่ามีเหตุผลน่าเชื่อถือได้ว่า พวกเขาจะต้องทำคะแนนได้ดีกว่ากลุ่มเพื่อนอายุเดียวกันไม่ว่าเรียนหลักสูตรใดก็ตาม

(2) การเปรียบเทียบผลการเรียน โดยการทดสอบก่อนและหลังเรียน ไม่อาจยืนยันความมีประสิทธิภาพของหลักสูตรสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษได้ เพราะถึงแม้ว่าจะมีการสังเกตความเพิ่มพูนทางด้านวิชาการอย่างรวดเร็ว ก็ไม่ได้เป็นการพิสูจน์ว่าเด็กจะทำไม่ได้ดีเท่าถ้าหากพวกเขาอยู่ในหลักสูตรปกติ

(3) เราไม่อาจแสดงให้เห็นความมีประสิทธิภาพของหลักสูตรนี้ โดยขอความคิดเห็นจากผู้ที่เกี่ยวข้อง นอกจากว่า ความคิดเห็นเหล่านี้ จะมีมาตรการวัดค่าที่เห็นได้ชัด

(4) ผลของหลักสูตรเด็กที่มีความสามารถพิเศษไม่อาจจะแสดงให้เห็นได้ โดยการเปรียบเทียบนักเรียนในหลักสูตรกับนักเรียนอื่น ๆ ในระดับเดียวกัน เนื่องมาจากว่าความสำเร็จของเด็กที่มีความสามารถพิเศษอาจไม่ได้มีผลมาจากหลักสูตร แต่อาจเป็นเพราะความแตกต่างอย่างมากของทั้ง 2 กลุ่มนี้ ตั้งแต่แรกแล้ว

(5) หลักสูตรเด็กที่มีความสามารถพิเศษ ไม่สามารถประเมินผลได้อย่างเพียงพอ หากว่าเครื่องมือในการวัดยังไม่เหมาะสมกับธรรมชาติที่เป็นเอกลักษณ์ของหลักสูตรเด็กที่มีความสามารถพิเศษ

ในการวิจัยครั้งนี้ มีแนวทางในการประเมินหลักสูตรที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้นดังนี้

1. ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ ก่อนนำหลักสูตรไปปฏิบัติใช้จริง จะต้องได้รับการสำรวจและตรวจสอบเกี่ยวกับความเหมาะสมของหลักสูตร และความสอดคล้องในองค์ประกอบของหลักสูตรเสียก่อน พร้อมทั้งให้ผู้เชี่ยวชาญชี้ชัดว่าหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นมานี้แตกต่างจากหลักสูตรปกติจริงหรือไม่ ในการสอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญจะใช้แบบประเมิน ที่มีมาตรการวัดที่แน่นอนชัดเจน (Renzulli. 1977 ; Vassar. 1977 : 4-7 ; House. 1987 : 40-41 ; citing Rogers. 1986)

2. ประเมินโดยการทดลองใช้หลักสูตร โดยดูผลจากการทดสอบก่อนและหลังเรียน (Robinson and Stanley. 1989 : 258-259 ; Weimer. 1989 : 2066 ; Kahn. 1991 : 69 ; Keller. 1991 : 3385 ; Sara. 1991 : 2709 ; Starnack. 1991 : 1675 ; Schiff. 1992 : 2395) และดูผลจากการสอบย่อย ๆ ในแต่ละหน่วย ดูผลสอบรวมทุกหน่วยว่าสามารถผ่านเกณฑ์ของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ชนิดเติมคำและแสดงวิธีทำที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้หรือไม่ ซึ่งลักษณะข้อสอบจะเน้นความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และความคิดระดับสูง และดูผลการประเมินตนเองก่อนและหลังเรียน

(Osborne. 1981 : 24-26 ; Ride and Renzulli. 1981 ; Kulieke. 1986 : 194-197 ; House. 1987 : 36-41 ; Traxler. 1987 : 107-109 ; Houser. 1989 : 3269 ; Badger. 1990 ; Adams and Wallace. 1991 : 104-113)

8. หลักสูตรทฤษฎีจำนวนเสริมสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

จากการศึกษาดำรงและเอกสารต่าง ๆ เกี่ยวกับหลักสูตรคณิตศาสตร์เสริมสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ จะพบว่าในหลักสูตรจะมีเนื้อหาวิชาทฤษฎีจำนวนปรากฏอยู่เสมอ (Honsberger. 1973 : 1-9, 108-116 ; Honsberger. 1976 : 1-9, 29-37 ; Honsberger. 1978 ; Payne. 1981 : 19 ; Bezuska and Kenney. 1983 : 250-252 ; Krist. 1985 : 179 ; House. 1987 : 63 ; Soifer. 1987 : 24-32 ; Lozansky and Rousseau. 1988 : 1-82 ; Halmos. 1991 : 25-32 ; Jamski. 1991 : 1-5 ; Stevenson. 1992 ; Koh. 1993 : 46-61) สำหรับเนื้อหา และโจทย์ปัญหาต่าง ๆ ทางทฤษฎีจำนวน ผู้วิจัยศึกษาจากตำราและเอกสารเป็นจำนวนมาก เช่น

1. Games and Puzzls for Elementary and Middle School Mathematics
2. Some Prime Comparisons
3. Number Conception and Operation in the Middle Grades
4. Exploratory Problems in Mathematics
5. Number Puzzles for Math Geniuses
6. NYSML-ARML Contests 1983-1988
7. Mathematical Buds.
8. What to Solve? Problems and Suggestions for Young Mathematics
9. Mathematics Appreciation
10. Math for Every Kid
11. The Nature and Power of Mathematics
12. Fascinating Fibonacci
13. Family Math
14. Projects to Enrich School Mathematics
15. Applications for Secondary School Mathematics.
16. Mathematical Challenges for the Middle Grades.
17. Problems for Mathematicians Young and Old
18. Beat it ! : Introduction to Mathematical Competitions
19. Mathematics as Problem Solving
20. Mathematical Morsels
21. Mathematical Gems II
22. Mathematical Gems
23. Invention to Number Theory

24. 100 Great Problem of Elementary Mathematics
25. A Course in Number Theory
26. Some Ideas about Number Theory
27. International Mathematical Olympiads 1978-1985
28. Unsolved Problems in Number Theory
29. Elementary Number Theory

30. ทฤษฎีจำนวน

จากการศึกษาดำรงและเอกสารต่าง ๆ ทำให้ผู้วิจัยสรุปได้ว่า เนื้อหาของหลักสูตรทฤษฎีจำนวน ควรประกอบด้วย

1. The Natural Number
2. Mathematical Induction
3. Divisibility
4. Prime Numbers
5. Some Proven Facts of Number Theory
6. Some Conjectures and Unsolved Problems
7. Congruences
8. An Old Chinese Theorem and Pierre De Fermat
9. Some Application of Congruences
10. Some Pythagorean Problem
11. Some Diophantine Equations
12. Number-Theoretic Functions
13. Magic Squares
14. Games with Digits
15. Problem in Number Theory

ในการกำหนดเนื้อหาทฤษฎีจำนวน ในหลักสูตรจะประกอบด้วย 4 ส่วนคือ (1) ทักษะพื้นฐาน (2) มโนคติ (3) การประยุกต์ (4) ความลึกซึ้งในตัวเนื้อหาทฤษฎีจำนวน (Cain, Carry and Lamb. 1985 : 24-26) และจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตรทำให้พอสรุปได้ว่า องค์ประกอบของหลักสูตรทฤษฎีจำนวนน่าประกอบด้วย (1) จุดมุ่งหมายของหลักสูตร (2) เนื้อหาของหลักสูตร (3) กิจกรรมและวิธีสอน (4) สื่อ (5) การวัดและประเมินผล และ (6) แผนการเรียน (สมบูรณ์ ดันยะ. 2524 ; วิชัย วงษ์ใหญ่. 2525 ; นภาพร สิงห์ทัด. 2531 ; สุชาติ ลีตระกูล. 2532)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1. เครื่องมือคัดเลือกเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
2. หลักสูตรทฤษฎีจำนวนเสริมสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
3. แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับโครงร่างหลักสูตรทฤษฎีจำนวน
4. แบบทดสอบอิงเกณฑ์วัดความรู้และความสามารถในการเนื้อหาทฤษฎีจำนวน

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาเพื่อพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีจำนวนเสริมสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการตามกระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and development) โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 5 ขั้นตอนดังนี้

ตอนที่ 1 สํารวจและศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

ตอนที่ 2 สร้างเครื่องมือคัดเลือกเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

ตอนที่ 3 สร้างและพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีจำนวน

ตอนที่ 4 สร้างแบบประเมินและแบบทดสอบอิงเกณฑ์

ตอนที่ 5 ประเมินหลักสูตร โดย

5.1 สอบถามความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ

5.2 การทดลองใช้หลักสูตร

ตอนที่ 1 สํารวจและศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

การสำรวจและศึกษาข้อมูลพื้นฐานนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่จะนำมาสร้างและพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีจำนวนให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการที่แท้จริงของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ โดยศึกษาจากเอกสารและงานวิจัย ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ สํารวจลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนศึกษาเนื้อหาคณิตศาสตร์ และข้อมูลต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ประกอบในการพัฒนาหลักสูตรขึ้นในครั้งนี้ ซึ่งแบ่งเนื้อหาการสำรวจและศึกษาข้อมูลดังนี้

1. ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

- 1.1 ความหมายของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
- 1.2 ลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
- 1.3 การคัดแยกเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
- 1.4 หลักสูตรสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
- 1.5 ครูสอนสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
- 1.6 แบบการคิดของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ เช่น การแก้

ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ความคิดวิจารณ์ญาณ และความคิดระดับสูง เป็นต้น

- 1.7 แนวทางการจัดการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

2. ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตรสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

- 2.1 ลักษณะการจัดหลักสูตรสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
- 2.2 แนวทางการพัฒนาหลักสูตรสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
- 2.3 แนวทางการประเมินหลักสูตรสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
- 2.4 หลักสูตรทฤษฎีจำนวนเสริมสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

3. สํารวจความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับโครงร่างหลักสูตรทฤษฎีจำนวน

- 3.1 จุดมุ่งหมายของหลักสูตรทฤษฎีจำนวน
- 3.2 เนื้อหาของหลักสูตรทฤษฎีจำนวน
- 3.3 กิจกรรมและวิธีสอน
- 3.4 สื่อ
- 3.5 การวัดและประเมินผล
- 3.6 แผนการเรียน

ขั้นตอนในการสำรวจและศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

1. สํารวจและศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเด็กปัญญาเลิศ และเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ โดยศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ สอดถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญและกรรมการที่ปรึกษา สัมภาษณ์และสังเกตพฤติกรรมเด็กปัญญาเลิศ และเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยใช้เวลาดำเนินการประมาณ 1 ปี

2. ในระหว่างดำเนินการขั้นที่ 1 ผู้วิจัยได้สํารวจและศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตรสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ โดยศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ สอดถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญและคณะกรรมการที่ปรึกษา

3. สํารวจและศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับหลักสูตรทฤษฎีจํานวนเสริมสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ โดยศึกษาจากตำราและเอกสารต่างๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ สอบถามคณะกรรมการที่ปรึกษา สํารวจความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาทฤษฎีจํานวน ที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ในชั้นตอนนี้ ผู้วิจัยใช้เวลาดำเนินการประมาณ 6 เดือน

4. นำข้อมูลที่ได้จากข้อ 1-3 มาวิเคราะห์ เพื่อกําหนดเป้าหมายและประเด็นต่าง ๆ ในการพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีจํานวนเสริมสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ต่อไป

ตอนที่ 2 สร้างเครื่องมือคัดเลือกเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

ในการสร้างเครื่องมือคัดเลือกเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์นี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อใช้คัดเลือกกลุ่มเป้าหมายหรือกลุ่มตัวอย่างที่มีความสามารถอย่างแท้จริงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย

2.1 แบบเสนอชื่อ

2.2 แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2.3 แบบทดสอบวัดความคิดระดับสูง

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

2.1 แบบเสนอชื่อ สร้างขึ้นโดยมีขั้นตอนดังนี้

2.1.1 ศึกษาลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์จากเอกสารต่างๆ

ดังนี้

2.1.1.1 Providing Opportunities for the Mathematically Gifted, K-12

(House. 1987 : 8-9, 16)

2.1.1.2 Mathematics Teacher (Heid. 1983 : 224)

2.1.1.3 Arithmetic Teacher (Greenes. 1981 : 14-16)

2.1.1.4 Teaching Mathematics to the Talented and Gifted

(Ridge and Renzulli. 1981)

2.1.1.5 The Role of Gifts and Markers in the Development of Talent

(Bloom. 1982 : 517)

2.1.1.6 นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

(อารี สันทรวี และ อุษณีย์ โพธิสุข. 2537 : 96-97 ; อ้างอิงมาจาก อนิตา สเดเดอร์.

ม.ป.ป.)

2.1.1.7 เด็กปัญญาเลิศ (คุณฉวี บริพัตร ณ อุรุยา. 2531 : 68-71)

2.1.1.8 สร้างลูกให้เป็นอัจฉริยะ (อุษณีย์ โพธิสุข. 2537 : 40)

2.1.2 รวบรวมลักษณะที่มีส่วนร่วมกันมากที่สุดจากเอกสารต่าง ๆ ที่ศึกษาทั้งหมด แล้วนำมาสร้างเป็นข้อคำถามในแบบเสนอข้อ

2.1.3 นำแบบเสนอข้อไปให้คณะกรรมการที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ ลักษณะของข้อคำถามและความถูกต้องของภาษาที่ใช้

2.1.4 นำแบบเสนอข้อที่แก้ไข แล้วไปทดลองใช้ถามนักเรียนที่เข้าค่ายคณิตศาสตร์โอลิมปิกของประเทศไทย ปี พ.ศ.2538 จำนวน 16 คน แล้วคัดเลือกข้อคำถามที่ตรงกับลักษณะของเด็กที่มีคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 2.5 ขึ้นไป จากนั้นก็นำมาปรับปรุงอีกครั้งจากการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 4 ท่าน โดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรมของเด็ก พร้อมทั้งตรวจสอบว่าประเด็นต่าง ๆ ของข้อคำถามครอบคลุมลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์หรือไม่ ซึ่งเป็นการตรวจสอบที่เรียกว่า ความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ (Face validity) โดยใช้วิธีหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

2.1.5 ทำการทดลองแบบเสนอข้อ (Tryout) โดยการนำแบบเสนอข้อที่ได้ปรับปรุงแก้ไขในขั้นต้นแล้ว ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างจริงที่จะศึกษาคือนักเรียนที่มีคะแนนตั้งแต่ 70% ขึ้นไป ในการสอบแข่งขันคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทยจัดขึ้น เมื่อวันที่ 15 มกราคม 2538 จำนวน 39 คน เพื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบเสนอข้อแต่ละข้อในด้านความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity) โดยใช้วิธี Known group technique ซึ่งนำมาเปรียบเทียบกับผลการวัดอีกกลุ่มหนึ่งซึ่งไม่มีลักษณะตรงตามที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดบวรเมศกล จำนวน 31 คน

2.1.6 นำผลการทดลองแบบเสนอข้อ ที่ทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างจริงในข้อ 2.1.5 มาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ โดยวิธีการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation analysis) ซึ่งเป็นการหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ระหว่างคะแนนแต่ละข้อกับคะแนนรวมทั้งฉบับ (Item to total correlation)

2.1.7 นำผลที่ได้จากการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบเสนอข้อในข้อ 2.1.5 และ 2.1.6 มาปรับปรุงให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น แล้วสร้างเป็นแบบเสนอข้อฉบับสมบูรณ์

2.2 แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สร้างขึ้นโดยมีขั้นตอน ดังนี้

2.2.1 ศึกษาลักษณะ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์จากเอกสารต่อไปนี้

2.2.1.1 Singapore Mathematical Olympiad for Primary Schools ปี 1992-1993

2.2.1.2 Australian Mathematics Competition ปี 1980-1990

2.2.1.3 Mathematical Challenges for the Middle grades from NCTM

(National Council of Teacher of Mathematics)

2.2.2 คัดเลือกโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจจากเอกสารข้างต้น โดยให้มีเนื้อหาทางด้านทฤษฎีจำนวน เรขาคณิต และพีชคณิต จำนวน 36 ข้อ แล้วนำมาดัดแปลงเป็นโจทย์ปัญหาที่จะใช้สร้างเป็นแบบทดสอบเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ข้อสอบจะเป็นลักษณะเดิมคำ

2.2.3 นำแบบทดสอบไปให้คณะกรรมการที่ปรึกษาตรวจสอบลักษณะของข้อคำถาม และความถูกต้องของภาษาที่ใช้

2.2.4 นำแบบสอบถามที่แก้ไขแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบในด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบลักษณะของโจทย์ว่าวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หรือไม่ โดยใช้วิธีหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เพื่อตรวจสอบแล้วก็นำมาปรับปรุงแก้ไข และคัดเลือกข้อสอบให้เหลือ 30 ข้อ

2.2.5 ทำการทดลองแบบทดสอบ (Tryout) โดยการนำแบบทดสอบที่ได้ปรับปรุงแก้ไขในขั้นต้นแล้ว ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างจริงที่จะศึกษาคือ นักเรียนที่มีคะแนนตั้งแต่ 70% ขึ้นไป ในการสอบแข่งขันคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย จัดขึ้นเมื่อวันที่ 15 มกราคม 2538 จำนวน 47 คน เพื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบด้านความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยใช้วิธี Known group technique ซึ่งนำมาเปรียบเทียบกับผลการวัดอีกกลุ่มหนึ่งซึ่งไม่มีลักษณะตรงตามที่ต้องการศึกษาคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดบวรมงคล จำนวน 36 คน

2.2.6 นำผลที่ได้จากการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบมาปรับปรุงให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น แล้วสร้างแบบทดสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ฉบับสมบูรณ์

2.3 แบบทดสอบวัดความคิดระดับสูง สร้างขึ้นโดยมีขั้นตอนดังนี้

2.3.1 ศึกษาแบบทดสอบวัดกระบวนการคิดระดับสูง (Higher Cognitive Processes) ที่เรียกว่า Ross Test (Ross and Ross. 1974-1976)

2.3.2 นำแบบทดสอบวัดกระบวนการคิดระดับสูง (Ross Test) มาดัดแปลงในด้านเนื้อหาและเวลาที่ใช้สอบ ซึ่งดัดแปลงโดยตัดเนื้อหาบางส่วนทิ้ง และกำหนดเวลาให้เหมาะสมกับเนื้อหาส่วนที่เหลือ ซึ่งแบบทดสอบที่ดัดแปลงแล้วจะประกอบด้วย 7 ตอน คือ

2.3.2.1 อุปมาอุปไมย (Analogies)

2.3.2.2 เหตุผลเชิงนิรนัย (Deductive reasoning)

2.3.2.3 ส่วนของเหตุที่หายไป (Missing premises)

2.3.2.4 การสังเคราะห์ลำดับ (Sequential synthesis)

2.3.2.5 การใช้คำถามในการไขปริศนา (Questioning strategies)

2.3.2.6 การวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับการตอบปัญหา

(Analysis of relevant and irrelevant information)

2.3.2.7 การวิเคราะห์คุณลักษณะ (Analysis of attributes)

ในเนื้อหาแต่ละตอนนั้นจะถูกคัดออกมาบางส่วนจากแบบทดสอบเดิม และตัดตอนที่ 8 ความสัมพันธ์เชิงนามธรรม (Abstract relation) ออก ส่วนเวลาจากเดิมใช้ 2 ชั่วโมง 4 นาที เปลี่ยนเป็น 1 ชั่วโมง 30 นาที ในการดัดแปลงแบบทดสอบนี้ได้รับการตรวจสอบจากกรรมการที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญ โดยพิจารณาว่าแบบทดสอบที่ดัดแปลงแล้วนี้ จะวัดความสามารถในการคิดระดับสูงด้านการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

2.3.3 ทำการทดลองแบบทดสอบ (Tryout) โดยนำแบบทดสอบที่ได้ดัดแปลงแล้วในขั้นต้น ไปทดลองใช้กับตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างจริงที่จะศึกษา คือนักเรียนที่มีคะแนนตั้งแต่ 70% ขึ้นไป ในการสอบแข่งขันคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย จัดขึ้นเมื่อวันที่ 15 มกราคม 2538 จำนวน 47 คน เพื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบด้านความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างโดยใช้วิธี Known group technique ซึ่งนำมาเปรียบเทียบกับผลการวัดอีกกลุ่มหนึ่งซึ่งไม่มีลักษณะตรงตามที่ต้องการศึกษา คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดบวรมงคล จำนวน 36 คน

2.3.4 นำผลที่ได้จากการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบมาปรับปรุงให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น แล้วสร้างเป็นแบบทดสอบวัดความคิดระดับสูงฉบับสมบูรณ์

ขั้นตอนในการคัดเลือกเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

ในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างที่เป็นเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์นั้น แบ่งขั้นตอน การคัดเลือกออกเป็น 2 ขั้นตอน

ขั้นที่ 1 ขั้นเสนอชื่อ ในขั้นนี้จะเป็นการให้ครูประจำชั้นหรือประจำวิชาคณิตศาสตร์ ชั้น ม. 2 ของ 60 โรงเรียนในเขตกรุงเทพมหานครหรือปริมณฑล (รายชื่อโรงเรียนเหล่านี้ ผู้วิจัยคัดเลือกโดยพิจารณาจากคะแนนในการสอบแข่งขันคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทยจัดขึ้นในแต่ละปี) ที่สนใจจะเข้าร่วมโครงการวิจัยครั้งนี้ ได้สำรวจนักเรียนที่คิดว่าเก่งทางคณิตศาสตร์คัดส่งมาโรงเรียนละ 5 คน พร้อมทั้งให้ครู และเด็กที่ถูกคัดเลือกกว่าเป็นเด็กเก่งคณิตศาสตร์ตอบแบบเสนอชื่อ ที่ผู้วิจัยส่งไปให้ เมื่อตอบเสร็จแล้วส่งกลับมา

ถึงผู้วิจัย ซึ่งผู้วิจัยจะเป็นผู้พิจารณาว่าเด็กคนใดเป็นผู้ผ่านเกณฑ์การเสนอชื่อ โดยจะพิจารณาจากผลคะแนนของครูและนักเรียนรวมกัน จากนั้นจะนำผลรวมของคะแนนที่ผ่านเกณฑ์มาเรียงลำดับ จากคะแนนมากไปหาน้อย ในขั้นนี้จะคัดเลือกเด็กที่เรียงลำดับอยู่ใน 90 คนแรก สำหรับเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจผ่านคือผู้ที่ได้คะแนนเฉลี่ยต่อ 1 ข้อ เท่ากับ 2.5

ขั้นที่ 2 ขั้นทดสอบความสามารถ ในขั้นนี้จะทดสอบความสามารถด้วยแบบทดสอบ 2 ฉบับ คือ แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความคิดระดับสูง เด็กนักเรียนที่ได้ถูกคัดเลือกในขั้นที่ 1 จะได้รับการติดต่อเชิญเข้าทดสอบความสามารถ ที่ มศว ประสานมิตร ผลการทดสอบจะบ่งชี้ว่านักเรียนคนใดผ่านเกณฑ์การทดสอบโดยพิจารณาจากคะแนนของแบบทดสอบทั้งสองฉบับ จากนั้นนำคะแนนผลการสอบที่ผ่านเกณฑ์แล้วแต่ละฉบับมาเรียงลำดับคะแนนจากมากไปหาน้อย กลุ่มนักเรียนที่ถูกคัดเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนที่ได้คะแนนผ่านเกณฑ์จากแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ที่เรียงลำดับอยู่ใน 30 คนแรก สำหรับเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจผ่าน การทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์คือ 15 คะแนน และเกณฑ์ที่ใช้ตัดสินใจผ่าน การทดสอบวัดความคิดระดับสูง คือ 55 คะแนน

จากผลการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง 2 ขั้นตอนนี้ จะได้เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 23 คน และได้เด็กชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1 คน (เป็นนักเรียนที่สนใจเข้าร่วมโครงการวิจัยครั้งนี้) รวม 24 คน

ตอนที่ 8 สร้างและพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีจำนวน

การดำเนินการในขั้นนี้เป็นลักษณะของการพัฒนา นั่นคือ การนำผลจากการสำรวจและศึกษาข้อมูลพื้นฐานในตอนที่ 1 มากำหนดเป็นประเด็นที่ต้องพัฒนาแล้วก็ดำเนินการร่างหลักสูตรให้สอดคล้องกับข้อมูลพื้นฐานดังกล่าว ซึ่งประกอบด้วย

- 3.1 จุดมุ่งหมายของหลักสูตรทฤษฎีจำนวน
- 3.2 เนื้อหาของหลักสูตรทฤษฎีจำนวน
- 3.3 กิจกรรมและวิธีสอน
- 3.4 สื่อ
- 3.5 การวัดและประเมินผล
- 3.6 แผนการเรียน

ส่วนประกอบทั้งหมดนี้ก็คือหลักสูตรทฤษฎีจำนวนเสริมสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

แนวทางในการสร้างและพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีจำนวน

ในการสร้างและพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีจำนวนนั้นจะต้องอยู่บนพื้นฐานของความ ต้องการ ความสนใจ ลักษณะนิสัย และศักยภาพของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1 จุดมุ่งหมายของหลักสูตรทฤษฎีจำนวน แนวทางการกำหนดจุดมุ่งหมายคือ

3.1.1 ด้านเนื้อหา ให้นักเรียนได้มีโอกาสสำรวจศึกษาเนื้อหา และแนวคิดทางทฤษฎี จำนวนในลักษณะแนวลึก โดยไม่ศึกษารายละเอียดทุกอย่าง แต่จะศึกษาเฉพาะเรื่องที่มีความ สามารถและสนใจเท่านั้น สำหรับแนวกว้างให้นักเรียนฟังความสนใจต่อความคิดหลักๆ และ โครงสร้างคร่าวๆ ของปัญหามากกว่าจะเจาะลึกที่รายละเอียดส่วนย่อย

3.1.2 ด้านกิจกรรม ให้นักเรียนฝึกทักษะการคิดโดยสามารถคิดแบบเป็นเหตุเป็นผล เข้าใจในเรื่องนามธรรม และคิดเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ สามารถให้เหตุผลและแก้ปัญหาที่ ไม่คุ้นเคยได้รวดเร็ว พร้อมทั้งมีแนวทางในการสร้างรูปแบบใหม่ๆ ทางทฤษฎีจำนวนและสามารถ หาแนวทางในการแก้ปัญหาและปริศนาต่าง ๆ ได้

3.1.3 หลักสูตรจะต้องพัฒนาศักยภาพให้ได้ขีดสูงสุด ในด้านการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์และด้านความคิดระดับสูง และมีการผลักดันให้เด็กลงมือปฏิบัติงานในระดับที่ทำให้เกิด การเรียนรู้อย่างจริงจัง

ขั้นตอนในการกำหนดจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

1. ศึกษาประเด็นต่าง ๆ จากแนวทางในการกำหนดจุดมุ่งหมายของหลักสูตร
2. กำหนดจุดมุ่งหมายของหลักสูตรทฤษฎีจำนวนเป็นข้อ ๆ
3. นำจุดมุ่งหมายของหลักสูตรที่เขียนไว้เป็นข้อ ๆ ไปให้คณะกรรมการที่ปรึกษาตรวจสอบความเหมาะสม ความเป็นไปได้ ประเด็นต่าง ๆ และความถูกต้องของภาษาที่ใช้
4. นำจุดมุ่งหมายที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม เพื่อความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น
5. นำความคิดเห็นเพิ่มเติมของผู้เชี่ยวชาญจากแบบสอบถามปลายเปิด มาพิจารณาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งเพื่อจัดทำเป็นจุดมุ่งหมายของหลักสูตรที่สมบูรณ์

3.2 เนื้อหาของหลักสูตรทฤษฎีจำนวน แนวทางการสร้างเนื้อหาทฤษฎีจำนวนคือ

3.2.1 เนื้อหาความรู้พื้นฐาน คือ เรื่องเซต จำนวนเต็ม ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน หลักการนับเบื้องต้น และหลักการพิสูจน์เบื้องต้น

3.2.2 เนื้อหาทฤษฎีจำนวน มีการสร้างโดยยึดหลัก 4 ประการคือ (1) เนื้อหาแรง (2) เนื้อหาเสริม (3) เนื้อหาที่ซับซ้อนและละเอียดขึ้น และ (4) เนื้อหาใหม่ ซึ่งเนื้อหาจะเน้นลักษณะ

ที่ท้าทายความสามารถและความสนใจของผู้เรียน มีแนวทางในการศึกษด้วยตนเองได้ และมีการศึกษาเนื้อหาหลัก ๆ ที่จำเป็นให้เข้าใจอย่างลึกซึ้ง ที่สำคัญในการเลือกเนื้อหาจะต้องมีโจทย์ปัญหาต่าง ๆ ที่ช่วยส่งเสริมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และความคิดระดับสูง ศึกษาโดยอิสระได้ และในเนื้อหาแต่ละเรื่องจะต้องประกอบด้วย 4 ส่วน คือ (1) ทักษะพื้นฐาน (2) มโนคติ (3) การประยุกต์ (4) ความลึกซึ้งในตัวเนื้อหาทฤษฎีจำนวน

ขั้นตอนในการสร้างเนื้อหาของหลักสูตรทฤษฎีจำนวน

1. ศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตร และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาประเด็นต่าง ๆ จากแนวทางในการสร้างเนื้อหาของหลักสูตรทฤษฎีจำนวน
3. ศึกษาเนื้อหาทฤษฎีจำนวนจากตำราและเอกสารต่างๆ ที่อยู่ในระดับมัธยมศึกษาปลาย และระดับมหาวิทยาลัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ
4. ศึกษาปัญหาหรือโจทย์ทางทฤษฎีจำนวนและเนื้อหาทางทฤษฎีจำนวน จากเอกสารต่างๆ ที่ใช้สำหรับเสริมเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในต่างประเทศ
5. สอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญและคณะกรรมการที่ปรึกษา เพื่อขอคำแนะนำเกี่ยวกับการกำหนดเนื้อหาในหลักสูตรทฤษฎีจำนวน
6. นำข้อมูลในข้อ 1-5 มาวิเคราะห์ เพื่อกำหนดหัวข้อและเค้าโครงของเนื้อหาทฤษฎีจำนวน ซึ่งจะแบ่งเป็น 11 หน่วย
7. นำเค้าโครงเนื้อหาทฤษฎีจำนวนซึ่งมี 11 หน่วย ไปให้คณะกรรมการที่ปรึกษาด้านเนื้อหา ตรวจสอบความเหมาะสม ในการจัดเรียงลำดับของเนื้อหา ความเป็นไปได้ ประเด็นต่าง ๆ และความถูกต้องของภาษาที่ใช้
8. นำเค้าโครงเนื้อหาทฤษฎีจำนวนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว มากำหนดรายละเอียดของเนื้อหาในแต่ละหน่วย ซึ่งประกอบด้วย (1) เนื้อหา (2) โจทย์ปัญหาเสริม (3) แบบฝึกทักษะการคิด (4) แบบฝึกการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
9. นำรายละเอียดการเขียนเนื้อหาแต่ละหน่วยที่ประกอบด้วย 4 ส่วน ไปให้กรรมการที่ปรึกษาด้านเนื้อหา ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ลำดับการเขียนของเนื้อหา และประเด็นต่าง ๆ พร้อมทั้งข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น
10. นำรายละเอียดเนื้อหาที่แก้ไขปรับปรุงแล้วในแต่ละหน่วย ไปทำการทดลองใช้สอน (Tryout) กับกลุ่มตัวอย่าง 2 คน และ กลุ่มที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง 8 คน รวม 10 คน เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ในแง่การนำไปปฏิบัติจริง โดยพิจารณาความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ เวลาที่ใช้ในการเรียน ความยากง่ายของเนื้อหา ความท้าทายของโจทย์ปัญหา และประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตร

11. นำผลที่ได้จากการทดลองมาปรับปรุงแก้ไขเนื้อหาให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น โดยการคัดแปลงเนื้อหาบางหน่วย เป็นเนื้อหาเสริมและเน้นให้เด็กศึกษาด้วยตนเอง ซึ่งจะเหลือเนื้อหา 8 หน่วย ในการเปลี่ยนแปลงเนื้อหานี้ผู้วิจัยได้ผ่านการสอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญและคณะกรรมการที่ปรึกษาด้านเนื้อหา พร้อมทั้งพิจารณาจากผลการทดลองใช้เนื้อหากับกลุ่มตัวอย่างด้วย

12. นำเนื้อหาของหลักสูตรทฤษฎีจำนวนที่ประกอบด้วย 8 หน่วย ไปทดลองใช้สอนอีกครั้งกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเนื้อหาว่ามีความเหมาะสมกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น หรือไม่

13. ระหว่างดำเนินการข้อ 12 ผู้วิจัยก็นำเนื้อหาของหลักสูตรที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว ซึ่งมี 8 หน่วย ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบดูความเหมาะสมโดยใช้แบบสอบถาม แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ดูความสอดคล้องโดยใช้วิธีหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ดูความคิดเห็นเพิ่มเติมเพื่อความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยใช้ แบบสอบถามปลายเปิด

14. นำผลที่ได้จากข้อ 12 และ 13 มาวิเคราะห์ เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น แล้วสร้างเป็นเนื้อหาของหลักสูตรทฤษฎีจำนวนเสริมสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นฉบับสมบูรณ์ พร้อมทั้งนำไปทดลองใช้จริงเพื่อหาประสิทธิภาพของหลักสูตร

3.8 กิจกรรมและวิธีสอน แนวทางในการจัดกิจกรรมและวิธีสอนคือ

3.8.1 วิธีสอน สอนให้เด็กฝึกคิดในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การฝึกให้คิดในระดับสูง การแก้ปัญหา การฝึกให้มีความคิดสร้างสรรค์ และความคิดวิจรรณญาณ ทั้งหมดเน้นการคิดมิใช่ลอกจำ ซึ่งใช้กันอยู่ทั่ว ๆ ไป

3.8.2 กิจกรรม เป็นอิสระ ตนเองเป็นผู้นำตนเอง มีความสนุกสนานกับความท้าทายของเกม ปริศนา และปัญหาต่าง ๆ ทางทฤษฎีจำนวน

ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมและวิธีสอน

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวข้อง
2. ศึกษาประเด็นต่าง ๆ จากแนวทางในการจัดกิจกรรมและวิธีสอน
3. สอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญและคณะกรรมการที่ปรึกษา เพื่อขอคำแนะนำเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมและวิธีสอนสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
4. นำข้อมูลในข้อ 1-3 มาวิเคราะห์ เพื่อกำหนดแนวทางในการจัดกิจกรรมและวิธีสอนของแต่ละหน่วย

5. ทดลองใช้กิจกรรมและวิธีสอนของแต่ละหน่วยกับกลุ่มตัวอย่าง 2 คน และกลุ่มที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง 8 คน รวม 10 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ในแง่การนำไปปฏิบัติจริง

6. ปรับปรุงกิจกรรมและวิธีสอน แล้วนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง 5 คน อีกครั้ง เพื่อตรวจสอบว่ากิจกรรมและวิธีสอนมีความเหมาะสมกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นหรือไม่

7. ระหว่างดำเนินการขั้นที่ 6 ผู้วิจัยก็นำกิจกรรมและวิธีสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบเพื่อความเหมาะสม โดยใช้แบบสอบถาม แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ดูความสอดคล้องโดยใช้วิธีหาค่าดัชนีหาความสอดคล้อง (IOC) และดูความคิดเห็นเพิ่มเติมเพื่อความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยใช้แบบสอบถามปลายเปิด

8. นำผลที่ได้จากข้อ 6-7 มาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น พร้อมทั้งจะนำไปทดลองใช้จริง

3.4 สื่อ แนวทางในการกำหนดสื่อการเรียน คือ

มีแบบเรียนแต่ละหน่วย แบบฝึกทักษะการคิดแต่ละหน่วย แบบฝึกการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์แต่ละหน่วย โปรเจกงาน หนังสือสำหรับค้นคว้า แบบประเมินตนเอง แบบทดสอบอิงเกณฑ์ เกมฝึกสมอง อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาของหลักสูตร เช่น วีดีโอ คอมพิวเตอร์ และแผนการเรียนแต่ละหน่วย

ขั้นตอนในการกำหนดสื่อ

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาแนวทางในการกำหนดสื่อการเรียน
3. สอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญและคณะกรรมการที่ปรึกษา
4. นำข้อมูลในข้อ 1-3 มาวิเคราะห์เพื่อกำหนดสื่อการเรียน

3.5 การวัดและประเมินผล แนวทางในการกำหนดวิธีการวัดและประเมินผลคือ

ในการกำหนดวิธีการวัดและประเมินผล จะต้องให้สัมพันธ์กับวัตถุประสงค์ของหลักสูตร คือมีการวัดความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยการประเมินตนเองก่อนและหลังเรียน ประเมินตนเองระหว่างเรียน การสังเกตพฤติกรรม ประเมินโดยใช้แบบทดสอบอิงเกณฑ์ การซักถามนักเรียน และการเสนอผลงานของนักเรียน ปัญหาหลักในการวัดและประเมินผลความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ก็คือ จะเน้นการวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และความชำนาญในด้านการคิดระดับสูง

ขั้นตอนในการกำหนดวิธีการวัดและประเมินผล

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาแนวทางในการกำหนดวิธีการวัดและประเมินผล
3. สอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญและคณะกรรมการที่ปรึกษา
4. นำข้อมูลในข้อ 1-3 มาวิเคราะห์เพื่อกำหนดวิธีการวัดและประเมินผล

8.6 แผนการเรียนรู้ แนวทางในการกำหนดแผนการเรียนรู้คือ

ในแผนการเรียนรู้แต่ละหน่วยจะประกอบด้วย เวลา เนื้อหา จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม แนวทางการจัดกิจกรรมและวิธีสอน สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล

ขั้นตอนในการสร้างแผนการเรียนรู้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. สอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญและคณะกรรมการที่ปรึกษา
3. ศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตร
4. ศึกษาเนื้อหาของหลักสูตรแต่ละหน่วย
5. ศึกษากิจกรรมและวิธีการสอน
6. นำข้อมูลใน 1-5 มาวิเคราะห์ เพื่อสร้างเป็นแผนการเรียนรู้แต่ละหน่วย ที่ประกอบด้วย รายละเอียดของ เวลา เนื้อหา จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม แนวทางการจัดกิจกรรมและวิธีสอน สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล
7. นำแผนการเรียนรู้ แต่ละหน่วยไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง 2 คน และกลุ่มที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง 8 คน รวม 10 คน
8. ปรับปรุงแก้ไขแผนการเรียนรู้ให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น แล้วนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง 5 คน อีกครั้ง เพื่อตรวจสอบดูว่ามีความเหมาะสมกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์หรือไม่
9. ระหว่างดำเนินการขั้นที่ 8 ผู้วิจัยนำแผนการเรียนรู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบเพื่อดูความเหมาะสม โดยใช้แบบสอบถาม แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ดูความสอดคล้องโดยใช้วิธีหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และดูความคิดเห็นเพิ่มเติมเพื่อความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยใช้แบบสอบถามปลายเปิด
10. นำผลที่ได้จากข้อ 8-9 มาวิเคราะห์ เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น แล้วสร้างเป็นแผนการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์
11. ในแผนการเรียนรู้แต่ละหน่วย อาจมีการเปลี่ยนแปลงหรือยืดหยุ่นได้ ขึ้นอยู่กับสถานการณ์จริงที่ปรากฏ

สรุป ในการสร้างและพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีจำนวนให้เหมาะสมกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์นั้น ต้องการการเลือกสรรเนื้อหา วิธีการ เวลา และการวัดผลงานบนพื้นฐานของลักษณะนิสัย ความต้องการ ความสนใจ และความสามารถของแต่ละคน รวมทั้งการจัดกิจกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ต้องเหมาะสมกับเด็กด้วย ซึ่งจะต้องกระตุ้นและท้าทายเด็กให้มีความมุ่งมั่นในการคิดค้นคว้าทำงานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ และมีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างและพัฒนาดังนี้

ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีจำนวน

1. สำรวจและศึกษาข้อมูลพื้นฐาน
2. วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน
3. กำหนดจุดมุ่งหมายของหลักสูตร
4. คัดเลือกเนื้อหาของหลักสูตรและศึกษาแนวทางในการจัดกิจกรรมและวิธีสอน
5. ร่างเนื้อหาของหลักสูตรทฤษฎีจำนวน โดยแบ่งเป็นหน่วย แต่ละหน่วยประกอบด้วย
 - 5.1 รายละเอียดเนื้อหา
 - 5.2 โจทย์ปัญหาเสริม
 - 5.3 แบบฝึกทักษะการคิด
 - 5.4 แบบฝึกการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์
6. ร่างแผนการเรียนสำหรับแต่ละหน่วย ซึ่งแต่ละแผนประกอบด้วย
 - 6.1 เวลา
 - 6.2 เนื้อหา
 - 6.3 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
 - 6.4 แนวทางการจัดกิจกรรมและวิธีสอน
 - 6.5 สื่อการเรียน
 - 6.6 การวัดผลและประเมินผล
7. ตรวจสอบความเป็นไปได้และความเหมาะสมของหลักสูตร โดย
 - 7.1 ทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง 2 คน และกลุ่มที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง 8 คน
 - 7.2 ทดลองใช้หลักสูตรกับกลุ่มตัวอย่าง 5 คนและสอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ
8. วิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนที่ 7 แล้วนำผลที่ได้มาปรับปรุงหลักสูตรก่อนนำไปทดลองใช้จริง
9. ตรวจสอบประสิทธิภาพของหลักสูตร โดยนำหลักสูตรไปทดลองใช้จริงกับกลุ่ม

ตัวอย่าง 17 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพกิจกรรมที่เปลี่ยนไปในตัวผู้เรียนซึ่งคำนวณจากคะแนนของการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และพิจารณาจากแบบประเมินตนเองก่อนและหลังเรียน รวมทั้งผู้เรียนจะต้องเป็นผู้รอบรู้และมีความสามารถในการเนื้อหาทฤษฎีจำนวน ซึ่งคำนวณจากคะแนนเฉลี่ยการทดสอบหลังเรียน ว่าได้มากกว่าหรือเท่ากับคะแนนจุดตัดหรือไม่

ตอนที่ 4 สร้างแบบประเมินและแบบทดสอบอิงเกณฑ์

ในการสร้างแบบประเมินและแบบทดสอบอิงเกณฑ์นั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อไว้ใช้สำหรับประเมินเพื่อหาประสิทธิภาพของหลักสูตร

4.1 แบบประเมิน สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญได้พิจารณาตรวจสอบหลักสูตรที่ประกอบด้วย จุดมุ่งหมายของหลักสูตร เนื้อหาของหลักสูตร กิจกรรมและวิธีสอน สื่อ การวัดและประเมินผล และแผนการเรียน เพื่อประเมินดูความเหมาะสมและความสอดคล้องของหลักสูตร พร้อมทั้งดูความคิดเห็นเพิ่มเติมเพื่อความสะดวกยิ่งขึ้นของหลักสูตร ก่อนที่จะนำไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมาย ในการประเมินความเหมาะสมของหลักสูตรนั้น ประเมินว่าองค์ประกอบแต่ละส่วนมีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใดและมีความเหมาะสมกับผู้เรียนหรือไม่ ส่วนการประเมินความสอดคล้องของหลักสูตร ประเมินว่าองค์ประกอบแต่ละส่วนมีความสอดคล้องกันหรือไม่ โดยพิจารณาถึงความสอดคล้องระหว่าง จุดมุ่งหมาย เนื้อหา กิจกรรมและวิธีสอน สื่อ การวัดและประเมินผล และแผนการเรียน รวมทั้งพิจารณาถึงความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ในแผนการเรียน ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

4.1.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินจากเอกสารและงานวิจัยต่างๆ พร้อมทั้งปรึกษาผู้เชี่ยวชาญเพื่อขอคำแนะนำในการสร้าง

4.1.2 ศึกษารายละเอียดต่าง ๆ ของหลักสูตร

4.1.3 กำหนดประเด็นต่าง ๆ ที่จะทำการประเมินแล้วนำมาเขียนเป็นข้อคำถาม

4.1.4 นำแบบประเมิน ไปให้ผู้เชี่ยวชาญและคณะกรรมการที่ปรึกษาพิจารณาตรวจสอบประเด็นต่างๆของการประเมิน ลักษณะของข้อคำถามตลอดจนภาษาที่ใช้

4.1.5 ปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินแล้วจัดทำเป็นฉบับสมบูรณ์ ซึ่งเรียกว่าแบบประเมินโครงร่างหลักสูตรทฤษฎีจำนวน จะมีทั้งหมด 3 ตอน คือ

- (1) แบบประเมินความเหมาะสมของโครงร่างหลักสูตรทฤษฎีจำนวน
- (2) แบบประเมินความสอดคล้องของโครงร่างหลักสูตรทฤษฎีจำนวน
- (3) แบบสอบถามความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับหลักสูตรทฤษฎีจำนวน

4.2 แบบทดสอบอิงเกณฑ์ สร้างขึ้นเพื่อทดสอบกับกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งจะใช้วัดความรู้และความสามารถในการเนื้อหาทฤษฎีจำนวนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น รวมทั้งเพื่อประเมินผลก่อนและหลังเรียน ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

4.2.1 ศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ตลอดจนแนวทางในการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แล้ววิเคราะห์หัวข้อเนื้อหาให้ออกมาในรูปจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4.2.2 จากจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมในเนื้อหาแต่ละหน่วย นำมาสร้างข้อสอบให้สอดคล้องและเหมาะสมกับจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ โดยหนึ่งจุดมุ่งหมาย ต่อข้อสอบ 2-3 ข้อ ลักษณะข้อสอบเป็นแบบเติมคำและแสดงวิธีการคิด

4.2.3 นำข้อสอบที่สร้างจากทุกหน่วยมารวมกันเป็นฉบับ เรียกว่าแบบทดสอบอิงเกณฑ์วัดความรู้และความสามารถในการเนื้อหาทฤษฎีจำนวน ซึ่งประกอบด้วย

ชุดที่ 1 : แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางทฤษฎีจำนวน

ชุดที่ 2 : แบบทดสอบวัดทักษะการคิดทางทฤษฎีจำนวน

ชุดที่ 3 : แบบทดสอบวัดความรู้ทางทฤษฎีจำนวน

4.2.4 นำแบบทดสอบฉบับรวม ไปให้ผู้เชี่ยวชาญและคณะกรรมการที่ปรึกษาตรวจสอบ เพื่อความเหมาะสมของลักษณะข้อสอบ ความยากง่ายของข้อสอบ เวลาที่ใช้สอบและความถูกต้องของภาษาที่ใช้

4.2.5 นำแบบทดสอบที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง 2 คน และกลุ่มที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง 8 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมในกรณีที่จะนำไปปฏิบัติจริง

4.2.6 ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบ แล้วนำไปทดลองใช้สอบอีกครั้งกับกลุ่มตัวอย่าง 5 คน เพื่อว่า แบบทดสอบฉบับนี้มีความเหมาะสมกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นหรือไม่

4.2.7 วิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบตามแนวอิงเกณฑ์ (Criterion Reference Test) คือการหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยนำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบหัวข้อเนื้อหา กับข้อสอบว่าสอดคล้องกันหรือไม่

4.2.8 กำหนดคะแนนจุดตัด ที่ยอมรับได้ของแบบทดสอบแล้วหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น (β_k) ของราซ

4.2.9 ปรับปรุงแบบทดสอบ แล้วจัดทำเป็นฉบับสมบูรณ์

ตอนที่ 5 ประเมินหลักสูตร โดยผู้เชี่ยวชาญและการทดลองใช้หลักสูตร

ในการประเมินหลักสูตรครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพของหลักสูตรทฤษฎีจำนวนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ว่ามีความเหมาะสมกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์หรือไม่ พร้อมทั้งมีการแก้ไขและปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้น ซึ่งขั้นตอนในการประเมินหลักสูตรมีดังนี้

5.1 ทำการคัดเลือกเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจำนวนเด็กที่ผ่านกระบวนการคัดเลือกจากเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีทั้งหมด 24 คน และจำนวนเด็กที่มีคะแนนใกล้เคียงที่จะผ่านเกณฑ์การทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ แต่มีคะแนนผ่านเกณฑ์การทดสอบวัดความคิดระดับสูง คัดเลือกไว้ 8 คน

5.2 นำหลักสูตรทฤษฎีจำนวนไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง 2 คน และกลุ่มที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง 8 คน รวม 10 คน เพื่อตรวจสอบดูความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ความยากง่ายของเนื้อหา กิจกรรมที่ให้ปฏิบัติรวมทั้งเวลาที่ใช้ในการเรียน และดูผลการสอบย่อยในแต่ละหน่วยและการสอบรวมทุกหน่วยว่าคะแนนที่ได้เป็นอย่างไร รวมทั้งดูผลการประเมินตนเองก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน เพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงให้ได้หลักสูตรทฤษฎีจำนวนที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

5.3 ทดลองใช้หลักสูตรกับกลุ่มเป้าหมายหรือกลุ่มตัวอย่าง 5 คน เพื่อตรวจสอบดูประสิทธิภาพของหลักสูตร ว่ามีความเหมาะสมกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นหรือไม่ โดยวิธีการตรวจสอบเหมือนข้อ 5.2 แล้วนำข้อมูลมาปรับปรุง ให้ได้หลักสูตรทฤษฎีจำนวนที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

5.4 ระหว่างดำเนินการข้อ 5.3 นำหลักสูตรและแบบประเมินโครงร่างหลักสูตรทฤษฎีจำนวนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พิจารณาตรวจสอบดูความเหมาะสมของโครงร่างหลักสูตร โดยใช้แบบสอบถาม แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ดูความสอดคล้องของโครงร่างหลักสูตร โดยใช้วิธีหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และดูความคิดเห็นเพิ่มเติมเพื่อความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นของหลักสูตร โดยใช้แบบสอบถามปลายเปิด ภายหลังผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินและให้ข้อเสนอแนะแล้วผู้วิจัยนำมาปรับปรุงแก้ไข แล้วสร้างเป็นหลักสูตรทฤษฎีจำนวนฉบับสมบูรณ์

5.5 ตรวจสอบประสิทธิภาพหลักสูตรทฤษฎีจำนวน โดยนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 17 คน ที่ผ่านกระบวนการคัดเลือกเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ และได้รับการติดต่อให้เข้าร่วมโครงการวิจัยเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ณ ภาควิชาคณิตศาสตร์ มศว ประสานมิตร ภายหลังการทดลองใช้หลักสูตรทฤษฎีจำนวนแล้ว ผู้วิจัยวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของหลักสูตรทฤษฎีจำนวน โดยการทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนและหลังเรียนหลักสูตร จากแบบทดสอบอิงเกณฑ์ และดูผลการสอบหลังเรียนว่าได้คะแนนเฉลี่ยมากกว่า

หรือเท่ากับคะแนนจุดตัดหรือไม่ รวมทั้งดูผลการแสดงความคิดเห็นของผู้เรียนจากแบบประเมินตนเองก่อนเรียนและหลังเรียน ต่อจากนั้นจะสรุปและรายงานผลการทดลองใช้หลักสูตร รวมทั้งมีข้อเสนอแนะการใช้และการบริหารหลักสูตรทฤษฎีจำนวนต่อไป

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติของคะแนนก่อนและหลังเรียน หลักสูตรทฤษฎีจำนวน โดยใช้สูตร

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

เมื่อ D คือความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียน

$\sum D$ คือผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียน

N คือจำนวนผู้สอบ

2. การหาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity)

2.1 โดยใช้วิธี Known group technique สถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบ ใช้ t-test แบบ Independent ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$t = \frac{\bar{X}_s - \bar{X}_f}{\sqrt{\frac{S_s^2}{N_s} + \frac{S_f^2}{N_f}}}$$

เมื่อ t คือ ค่าที่ใช้พิจารณาในการแจกแจงความถี่

$\bar{X}_s$ คือ คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่มีลักษณะตามที่ต้องการศึกษา

$\bar{X}_f$ คือ คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ไม่มีลักษณะตามที่ต้องการศึกษา

S_s^2 คือ ความแปรปรวนของกลุ่มที่มีลักษณะตรงตามที่ต้องการศึกษา

S_f^2 คือ ความแปรปรวนของกลุ่มที่ไม่มีลักษณะตรงตามที่ต้องการศึกษา

N_s คือ จำนวนคนในกลุ่มที่มีลักษณะตรงตามที่ต้องการศึกษา

N_f คือ จำนวนคนในกลุ่มที่ไม่มีลักษณะตรงตามที่ต้องการศึกษา

2.2. โดยใช้วิธีวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของแต่ละข้อ โดยหาค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนรายข้อและคะแนนรวมของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

- เมื่อ r_{XY} คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร X กับตัวแปร Y
 N คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
 ΣX คือ ผลรวมของคะแนนรายข้อ (Item) ของกลุ่มตัวอย่าง
 ΣY คือ ผลรวมของคะแนนรวม (Total) ของกลุ่มตัวอย่าง
 ΣXY คือ ผลรวมของผลคูณคะแนน X และคะแนน Y
 ΣX^2 คือ ผลรวมของกำลังสองของคะแนน X
 ΣY^2 คือ ผลรวมของกำลังสองของคะแนน Y

3. การหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity)

3.1 โดยใช้วิธีหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรม ซึ่งมีสูตรดังนี้

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

- เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรม
 ΣR คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ
 N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3.2 โดยใช้วิธีหาค่าดัชนีความเหมาะสมระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรม โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X}{N}$$

$$S.D. = \sqrt{\frac{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N-1)}}$$

- เมื่อ $\bar{X}$ คือ ค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็น
 $S.D.$ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคิดเห็น
 X คือ คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
 N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

4. หาความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ โดยใช้สูตรของราจู (Raju)

$$\beta'_k = \frac{S_x^2 + (\bar{X} - C)^2 - \sum_{i=1}^k [S_i^2 + (\bar{X}_i - C_i)^2]}{[S_x^2 + (\bar{X} - C)^2][1 - \sum \lambda_i^2]}$$

เมื่อ	β_k	คือ สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	S_x^2	คือ ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	C	คือ คะแนนจุดตัดรวมของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	$\bar{X}$	คือ คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	$\bar{X}_i$	คือ คะแนนเฉลี่ยของคะแนนในส่วนย่อยแต่ละจุดประสงค์
	C_i	คือ คะแนนจุดตัดในส่วนย่อยแต่ละจุดประสงค์
	S_i^2	คือ ความแปรปรวนของคะแนนในส่วนย่อยแต่ละจุดประสงค์
	λ_i	คือ สัดส่วนจำนวนข้อในแต่ละจุดประสงค์
	k	คือ จำนวนจุดประสงค์

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนการวิจัยในบทที่ 3 แล้วสรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ผลการสร้างเครื่องมือคัดเลือเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

ในการสร้างเครื่องมือคัดเลือเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือ ที่ประกอบด้วย

1. แบบเสนอชื่อ
2. แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
3. แบบทดสอบวัดความคิดระดับสูง

ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. แบบเสนอชื่อ ผลการประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของแบบเสนอชื่อ ปรากฏว่า ประเด็นต่าง ๆ ของแต่ละข้อคำถามเกี่ยวกับลักษณะพฤติกรรมของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ มีความเหมาะสมใช้ได้ โดยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.50-3.19 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.25-0.89 นอกจากนี้ ผลการประเมิน ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรมของเด็กโดยผู้เชี่ยวชาญ มีความสอดคล้องกันโดยมีค่าระหว่าง 0.5-1.0 ดังนั้นแสดงว่าแบบเสนอชื่อนี้ มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (รายละเอียด เสนอไว้ในภาคผนวก ง และตารางที่ 5)

ผลการเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากการทดสอบลักษณะพฤติกรรมของเด็กจากแบบเสนอชื่อ ปรากฏว่า ค่า r ที่คำนวณได้มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีระดับนัยสำคัญอยู่ระหว่าง 0.000-0.048 แสดงว่าแต่ละข้อคำถามของแบบเสนอชื่อ สามารถวัดลักษณะพฤติกรรมที่แตกต่างของเด็กที่ต้องศึกษากับเด็กที่ไม่ต้องการศึกษาได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ โดยใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r_{XY}) ปรากฏว่า คะแนนแต่ละข้อคำถามมีค่าสหสัมพันธ์กับคะแนนรวมทั้งฉบับสูง โดยสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และ 0.001 ยกเว้นข้อคำถามที่ 6 ที่ค่า $r_{XY} = 0.28$ ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และ 0.001 แต่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ $r_{XY} = 0.28$ มีค่าเป็นบวก ดังนั้นแสดงว่าแบบเสนอชื่อนี้ มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูง (รายละเอียด เสนอไว้ในภาคผนวก ง และตารางที่ 5)

2. แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ปรากฏว่า ประเด็นต่าง ๆ ของแต่ละข้อคำถามกับกรอบความรู้คณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา มีความสอดคล้องกันโดยมีค่าระหว่าง 0.67-1.00 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับการใช้ความสามารถ

อย่างสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา มีความสอดคล้องกัน โดยมีค่าระหว่าง 0.6-1.0 ดังนั้นแสดงว่า แบบทดสอบฉบับนี้ มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (รายละเอียด เสนอไว้ในภาคผนวก ง และตารางที่ 6)

ผลการเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ระหว่างกลุ่มที่มีลักษณะตามที่ต้องการศึกษากับกลุ่มที่ไม่มีลักษณะตามที่ต้องการศึกษา ปรากฏว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.000 แสดงว่า แบบทดสอบฉบับนี้ มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูง (รายละเอียด เสนอไว้ในภาคผนวก ง และตารางที่ 7)

8. แบบทดสอบวัดความคิดระดับสูง ผลการเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากการทดสอบความสามารถในการใช้ความคิดระดับสูง ระหว่างกลุ่มที่มีลักษณะตามที่ต้องการศึกษากับกลุ่มที่ไม่มีลักษณะตามที่ต้องการศึกษา ปรากฏว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.000 แสดงว่า แบบทดสอบฉบับนี้ มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูง (รายละเอียด เสนอไว้ในภาคผนวก ง และตารางที่ 8)

ผลการสร้างและพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีจำนวน

หลังจากสำรวจและศึกษาข้อมูลพื้นฐานแล้ว ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างหลักสูตรทฤษฎีจำนวน ที่ประกอบด้วย จุดมุ่งหมายของหลักสูตร เนื้อหาของหลักสูตร กิจกรรมและวิธีสอน สื่อการวัดและประเมินผล และแผนการเรียน จากนั้นนำหลักสูตรไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง แล้วทำการประเมินโครงร่างหลักสูตรทฤษฎีจำนวนโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อปรับปรุงแก้ไขหลักสูตรให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น แล้วนำไปทดลองใช้กับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย เพื่อหาประสิทธิภาพของหลักสูตร ซึ่งได้ผลการสร้างและพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีจำนวน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

หลักสูตรทฤษฎีจำนวน

เสริมสำหรับเด็กที่มีความพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

1. หลักการและเหตุผล

การเตรียมกำลังคนที่มีความรู้ความสามารถ เป็นสิ่งที่จำเป็นยิ่งสำหรับการพัฒนาประเทศชาติให้เจริญรุ่งเรือง และถ้าจะทำให้ประเทศเจริญทัดเทียมและมีโอกาสเจริญล้ำหน้าประเทศอื่น ๆ ได้นั้น กำลังคนในอนาคตของประเทศอาจมีใช้เพียงต้องมีความรู้ความสามารถเท่านั้น แต่จะต้องมีความเป็นเลิศ และมีความเป็นผู้นำ สามารถที่จะพัฒนาและคิดค้นสร้างสรรค์องค์ความรู้ใหม่ ๆ ในสิ่งที่จะนำความเจริญมาสู่ประเทศได้เหนือกว่ากำลังคนของประเทศอื่น ๆ

เยาวชนไทยเป็นเยาวชนที่มีความสามารถทางสมองไม่แตกต่างจากเยาวชนชาติอื่น ๆ แต่

ระบบการศึกษาของเราอาจจะไม่เอื้ออำนวยให้เยาวชนผู้มีความสามารถพิเศษ ได้มีโอกาสเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้ ที่จะส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพของเยาวชนเหล่านี้ให้ได้ขีดสูงสุด ระบบการศึกษาของเราโดยทั่วไปไม่เปิดโอกาสให้เยาวชนที่มีความสามารถพิเศษ ได้มีโอกาสที่จะคิดค้นคว้า และสร้างสรรค์ให้เกิดภูมิปัญญาด้วยตนเอง อันจะเป็นหนทางไปสู่ความสำเร็จด้วยสติปัญญาของตนเองได้

ประเทศชาติจะเจริญก้าวหน้าได้ขึ้นอยู่กับพัฒนาการทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และรากฐานที่สำคัญที่สุดของการพัฒนาความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คือ คณิตศาสตร์ ดังนั้นการพัฒนา “คน” และ “กำลังคน” ที่มีความสามารถพิเศษทางด้านคณิตศาสตร์ จึงมีความสำคัญยิ่ง ปัจจุบันหลักสูตรคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ในประเทศไทยนั้นไม่เอื้อต่อการพัฒนาและความสนใจของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ เพราะไม่สามารถสนองต่อธรรมชาติการเรียนรู้ที่ซับซ้อนและความต้องการของเด็กได้ หลักสูตรที่มีอยู่ในปัจจุบันมีข้อจำกัดทางด้านเนื้อหา วิธีการ และเวลา เพราะเป็นหลักสูตรที่จัดไว้สำหรับเด็กทั่วไป ดังนั้นเราควรจะให้เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ได้มีโอกาสศึกษาในหลักสูตรที่เหมาะสมกับพวกเขา โดยให้เด็กเรียนหลักสูตรแบบเสริมเพื่อเพิ่มพูนประสบการณ์ (Enrichment) และควรดึงเด็กออกจากกลุ่ม (Pull out program) ให้มาเรียนในช่วงปิดภาคเรียน

ดังนั้นผู้วิจัย มีความสนใจในกระบวนการที่จะพัฒนาเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ให้ได้มีโอกาสที่จะพัฒนาตนเองให้มีศักยภาพสูงสุดเต็มความสามารถเท่าที่จะทำได้ จึงได้คิดพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีจำนวนเสริมสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นขึ้นมา เพื่อเป็นส่วนหนึ่งในการช่วยเหลือให้เด็กหรือเยาวชนเหล่านี้ได้มีโอกาสพัฒนาความรู้ความสามารถเต็มตามศักยภาพของพวกเขา โดยเด็กหรือเยาวชนเหล่านี้จะได้รับการฝึกในด้านการคิดระดับสูง (High level thinking) ทักษะการคิดด้านวิจารณ์ญาณ (Critical thinking) และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative problem solving) ในโจทย์ปัญหาต่าง ๆ ทางทฤษฎีจำนวน พร้อมทั้งฝึกให้เด็กมีความสามารถในการศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง เพื่อต่อไปเด็กหรือเยาวชนเหล่านี้จะได้เป็นทรัพยากรที่ทรงคุณค่ายิ่งของประเทศชาติในอนาคตต่อไป

2. จุดมุ่งหมายของหลักสูตร

1. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาทฤษฎีจำนวน
2. เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสสำรวจเนื้อหาและแนวคิดทางทฤษฎีจำนวนในลักษณะแนวกว้างโดยพึ่งความสนใจต่อความคิดหลัก ๆ และโครงสร้างคร่าว ๆ มากกว่าที่จะสนใจรายละเอียดส่วนย่อย
3. เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสสำรวจเนื้อหาและทำความเข้าใจกับความรู้พื้นฐานที่จำเป็นที่

จะนำไปสู่แนวความคิดทางทฤษฎีจำนวนในลักษณะแนวลึก โดยไม่ศึกษารายละเอียดทุกอย่าง แต่จะศึกษาเฉพาะเรื่องที่ตนเองมีความสามารถและสนใจ

4. เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิด โดยสามารถคิดแบบเป็นเหตุเป็นผล เข้าใจเรื่องนามธรรมและคิดเป็นสัญลักษณ์หรือสร้างรูปแบบจำลองทางทฤษฎีจำนวนได้

5. เพื่อให้นักเรียนมีความสามารถในการกำหนดแนวคิดและวางแผนเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ทางทฤษฎีจำนวน ที่ไม่คุ้นเคยได้อย่างรวดเร็ว

6. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีโอกาสพัฒนาศักยภาพของตนให้ได้ขีดสูงสุด ในด้านการเรียนรู้ การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และการใช้ความคิดระดับสูงทางทฤษฎีจำนวน

7. เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสลงมือปฏิบัติงานในระดับที่ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างจริงจัง

8. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสศึกษาหาความรู้ทางทฤษฎีจำนวนด้วยตนเอง

9. เพื่อให้นักเรียนมีความสามารถในการทำความเข้าใจกับปริศนาต่าง ๆ ทางทฤษฎีจำนวนได้เป็นอย่างดี เพื่อจะได้สร้างแรงจูงใจให้นักเรียนเกิดแนวทางการคิดในการสร้างความรู้ใหม่ๆ ทางทฤษฎีจำนวนได้ในอนาคต

10. เพื่อให้นักเรียนเห็นคุณค่า เกิดความเชื่อมั่นในตนเอง และสามารถสื่อความหมายในสาขานี้ได้

3. เนื้อหาของหลักสูตรทฤษฎีจำนวน

บทนำ ชุดฝึก : ทำทายความคิดและทบทวนความรู้

หน่วยที่ 1 ความรู้พื้นฐาน

(1.1) เซต

(1.2) จำนวนเต็ม

(1.3) ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน

(1.4) หลักการนับเบื้องต้น

(1.5) หลักการพิสูจน์เบื้องต้น

หน่วยที่ 2 การหารลงตัว

(2.1) ขั้นตอนการหาร

(2.2) นิยามการหารลงตัว

(2.3) คุณสมบัติเบื้องต้นของการหารลงตัว

(2.4) ตัวหารร่วมมาก

(2.5) ขั้นตอนของยุคลิด

(2.6) ตัวคูณร่วมน้อย

หน่วยที่ 3 จำนวนเฉพาะ

- (3.1) นิยามของจำนวนเฉพาะ
- (3.2) ทฤษฎีบทพื้นฐานของเลขคณิต
- (3.3) การค้นหาจำนวนเฉพาะ

หน่วยที่ 4 ข้อเท็จจริงบางประการเกี่ยวกับจำนวนเฉพาะ

- (4.1) ทฤษฎีบทที่สำคัญของจำนวนเฉพาะ
- (4.2) ปริศนาของโกลบัค (Goldbach conjecture)
- (4.3) จำนวนเฉพาะแฟร์มาต์ (Fermat prime)
- (4.4) จำนวนเฉพาะเมอร์แซน (Mersenne prime)

เนื้อหาเสริมหน่วยที่ 4 ชนิดของจำนวนที่สอดคล้องกับคุณสมบัติที่กำหนด

- (4.5) จำนวนสมบูรณ์ (Perfect number)
- (4.6) จำนวนคูแฝด (Twin prime)
- (4.7) Practical number
- (4.8) Amicable number and Palindromic number

หมายเหตุ ในเนื้อหาเสริมนี้เน้นให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเอง ✓

หน่วยที่ 5 ฟังก์ชันเลขคณิต (Arithmetic function)

- (5.1) ฟังก์ชัน τ
- (5.2) ฟังก์ชัน σ
- (5.3) ฟังก์ชัน ϕ (หรือ φ)

หน่วยที่ 6 คอนกรูเอนซ์

- (6.1) นิยามและคุณสมบัติของคอนกรูเอนซ์
- (6.2) สมการคอนกรูเอนซ์
- (6.3) ทฤษฎีบทของแฟร์มาต์ และออยเลอร์

เนื้อหาเสริมหน่วยที่ 6 บทประยุกต์ของคอนกรูเอนซ์

- (6.4) การตรวจสอบการหารลงตัวของจำนวนเต็มด้วยจำนวนเต็มบางจำนวน
- (6.5) ปฏิทินร้อยปี

หน่วยที่ 7 สมการไดโอแฟนไทน์

- (7.1) ความหมายของสมการไดโอแฟนไทน์
- (7.2) การค้นหาคำตอบของสมการไดโอแฟนไทน์
- (7.3) ทฤษฎีบทของปีทาโกรัส

หน่วยที่ 8 ปัญหาที่น่าสนใจทางทฤษฎีจำนวน

(8.1) ปัญหาแนวคณิตศาสตร์โอลิมปิก

(8.2) ปัญหาแนวโปรเจก

เนื้อหาเสริมหน่วยที่ 8 หัวข้อพิเศษทางทฤษฎีจำนวน

(8.3) Magic squares and Magic triangle

(8.4) Number patterns and Number puzzles

(8.5) Games with digits and Fascinating Fibonacci

หมายเหตุ หัวข้อ Fascinating Fibonacci ให้ศึกษาจาก วีดีโอ

หมายเหตุ 1. เนื้อหาหลักสูตรทฤษฎีจำนวนมีทั้งหมด 8 หน่วย ใช้เวลาเรียน 25 วัน ๆ ละ 6 ชั่วโมง (9.00 - 12.00 น. และ 13.00 - 16.00 น.) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

วันที่ 1-2	ประเมินผลก่อนเรียน (โดยใช้แบบทดสอบ 9 ชั่วโมง : แบบประเมินตนเอง 3 ชั่วโมง)
วันที่ 3	บทนำ (เนื้อหา 3 ชั่วโมง : กิจกรรม 3 ชั่วโมง)
วันที่ 4-6	หน่วยที่ 1 (เนื้อหา 6 ชั่วโมง : กิจกรรม 9 ชั่วโมง : ประเมินผล 3 ชั่วโมง)
วันที่ 7-8	หน่วยที่ 2 (เนื้อหา 3 ชั่วโมง : กิจกรรม 6 ชั่วโมง : ประเมินผล 3 ชั่วโมง)
วันที่ 9-10	หน่วยที่ 3 (เนื้อหา 3 ชั่วโมง : กิจกรรม 6 ชั่วโมง : ประเมินผล 3 ชั่วโมง)
วันที่ 11-12	หน่วยที่ 4 (เนื้อหา 3 ชั่วโมง : กิจกรรม 6 ชั่วโมง : ประเมินผล 3 ชั่วโมง)
วันที่ 13-14	หน่วยที่ 5 (เนื้อหา 3 ชั่วโมง : กิจกรรม 6 ชั่วโมง : ประเมินผล 3 ชั่วโมง)
วันที่ 15-16	หน่วยที่ 6 (เนื้อหา 3 ชั่วโมง : กิจกรรม 6 ชั่วโมง : ประเมินผล 3 ชั่วโมง)
วันที่ 17	เนื้อหาเสริมหน่วยที่ 6 (เนื้อหา 3 ชั่วโมง : กิจกรรม 3 ชั่วโมง)

วันที่ 18-19 หน่วยที่ 7

(เนื้อหา 3 ชั่วโมง : กิจกรรม 6 ชั่วโมง : ประเมินผล 3 ชั่วโมง)

วันที่ 20-23 หน่วยที่ 8

(เนื้อหา 6 ชั่วโมง : กิจกรรม 12 ชั่วโมง : ประเมินผล 6 ชั่วโมง)

วันที่ 24-25 ประเมินผลหลังเรียน

(โดยใช้แบบทดสอบ 9 ชั่วโมง : แบบประเมินตนเอง 3 ชั่วโมง)

2. สอนตอนภาคฤดูร้อน เรียนทุกวัน (เว้นวันอาทิตย์)

(เรียนเนื้อหา และทำกิจกรรม 21 วัน อีก 4 วัน ประเมินผลก่อนและหลังเรียน)

4. กิจกรรมและวิธีสอน

แนวทางในการจัดกิจกรรมและวิธีสอนคือ

- (4.1) เน้นให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง เพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างจริงจัง
- (4.2) เน้นการเป็นอิสระ ตนเองเป็นผู้นำตนเอง
- (4.3) เน้นการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะเท่านั้น
- (4.4) ในการสอนแต่ละหน่วย ครูจะกล่าวเฉพาะความคิดหลัก ๆ และบางปัญหาเท่านั้น
- (4.5) ในเนื้อหาแต่ละหน่วย ๆ ครูจะสอนโดยกล่าวถึงปัญหาแล้วให้นักเรียนช่วยกันสรุป

ออกมาเป็นแนวทางของทฤษฎีบท

- (4.6) เน้นให้นักเรียนศึกษาตามความสามารถและความสนใจของตนเอง
- (4.7) เน้นให้นักเรียนฝึกทักษะการคิดและการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
- (4.8) จะมีการสอดแทรกเกมฝึกสมองต่าง ๆ ที่ท้าทายความคิด
- (4.9) ช่วงหยุดพักจะมีการฉาย วีดีโอ เกี่ยวกับคณิตศาสตร์

5. สื่อ

สื่อการเรียนประกอบด้วย

- (5.1) แบบเรียนเนื้อหาทฤษฎีจำนวน
- (5.2) โจทย์ปัญหาเสริม
- (5.3) แบบฝึกการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์
- (5.4) แบบฝึกทักษะการคิด
- (5.5) โปรเจกงาน พร้อมเฉลยแนวคิด
- (5.6) ชุดฝึก : ทำทายความคิด พร้อมเฉลยแนวคิด
- (5.7) ชุดฝึก : ทบทวนความรู้ พร้อมเฉลย

- (5.8) แบบประเมินตนเองก่อนเรียนและหลังเรียนหลักสูตร
- (5.9) แบบประเมินตนเองหลังเรียนแต่ละหน่วย
- (5.10) เกมฝึกสมองต่าง ๆ
- (5.11) แบบทดสอบอิงเกณฑ์
- (5.12) หนังสือและเอกสารต่าง ๆ สำหรับค้นคว้า
- (5.13) วีดีโอ

6. การวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผลพิจารณาจาก

- (6.1) แบบประเมินตนเอง ก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน
- (6.2) การซักถามสนทนากับผู้เรียน
- (6.3) สังเกตพฤติกรรมผู้เรียนก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน
- (6.4) การเสนอผลงานของนักเรียน
- (6.5) การทดสอบโดยใช้แบบทดสอบอิงเกณฑ์ และการทดสอบย่อยระหว่างเรียน
- (6.6) การร่วมทำกิจกรรมของผู้เรียน

7. แผนการเรียน

ในเนื้อหาแต่ละหน่วยจะมีแผนการเรียน ซึ่งในแต่ละแผนการเรียนจะมีรายละเอียดต่าง ๆ ดังนี้

- (7.1) เวลา
- (7.2) จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
- (7.3) เนื้อหา
- (7.4) แนวทางการจัดกิจกรรมและวิธีสอน
- (7.5) สื่อการเรียน
- (7.6) การวัดและประเมินผล

ผลการสร้างแบบประเมินและแบบทดสอบอิงเกณฑ์

เป็นการสร้างเครื่องมือเพื่อใช้สำหรับประเมินหลักสูตรทฤษฎีจำนวนที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้น ซึ่งได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือ ที่ประกอบด้วย

1. แบบประเมินโครงร่างหลักสูตรทฤษฎีจำนวน
2. แบบทดสอบอิงเกณฑ์วัดความรู้และความสามารถในการเนื้อหาทฤษฎีจำนวน

ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. แบบประเมิน หลังจากประเมินความเหมาะสมลักษณะข้อคำถาม ภาษาที่ใช้และประเด็นต่าง ๆ ของแบบประเมิน แล้วปรับปรุงแก้ไขให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น เพื่อนำไปใช้สำหรับประเมินหลัก

สูตร ปรากฏว่า ได้ผลการสร้างแบบประเมิน ที่ประกอบด้วย (1) แบบประเมินความเหมาะสมของ โครงร่างหลักสูตรทฤษฎีจำนวน (2) แบบประเมินความสอดคล้องของโครงร่างหลักสูตรทฤษฎี จำนวน (3) แบบสอบถามความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับหลักสูตรทฤษฎีจำนวน (รายละเอียด เสนอไว้ ในภาคผนวก ง)

2. แบบทดสอบอิงเกณฑ์ ประกอบด้วย

ชุดที่ 1 : แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางทฤษฎีจำนวน

ชุดที่ 2 : แบบทดสอบวัดทักษะการคิดทางทฤษฎีจำนวน

ชุดที่ 3 : แบบทดสอบวัดความรู้ทางทฤษฎีจำนวน

(รายละเอียดของแบบทดสอบ เสนอไว้ในภาคผนวก ค)

2.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

ชุดที่ 1. ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์ทางทฤษฎีจำนวน ปรากฏว่า ประเด็นต่าง ๆ ของแต่ละข้อคำถามกับหัวข้อเนื้อหาในแต่ละ หน่วย มีความสอดคล้องกัน โดยมีค่าระหว่าง 0.67-1.00 ดังนั้นแสดงว่าแบบทดสอบฉบับนี้ มีความ เที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

ชุดที่ 2. ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดทักษะการคิดทาง ทฤษฎีจำนวน ปรากฏว่า ประเด็นต่าง ๆ ของแต่ละข้อคำถามกับหัวข้อเนื้อหาในแต่ละหน่วย มีความ สอดคล้องกัน โดยมีค่าระหว่าง 0.67-1.00 ดังนั้นแสดงว่าแบบทดสอบนี้ มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

ชุดที่ 3. ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความรู้ทาง ทฤษฎีจำนวน ปรากฏว่า ประเด็นต่าง ๆ ของแต่ละข้อคำถามกับหัวข้อเนื้อหาในแต่ละหน่วย มีความ สอดคล้องกัน โดยมีค่าระหว่าง 0.67-1.00 ดังนั้นแสดงว่าแบบทดสอบฉบับนี้ มีความเที่ยงตรงเชิง เนื้อหา

ดังนั้นสรุปได้ว่า แบบทดสอบอิงเกณฑ์วัดความรู้และความสามารถในการเนื้อหาทฤษฎี จำนวน มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (รายละเอียด เสนอไว้ในภาคผนวก ง และตารางที่ 9, 10, 11)

2.2 คะแนนจุดตัด

ผลการประเมินค่าความน่าจะเป็นในการตอบข้อคำถามแต่ละข้อถูกต้อง ของแบบ ทดสอบอิงเกณฑ์ โดยใช้เทคนิคของแองกอฟ ปรากฏว่า ค่าความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแบบทดสอบทั้ง ฉบับคือ 0.61 ดังนั้นคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบฉบับนี้คือ 61 คะแนน (คะแนนเต็ม 100 คะแนน) (รายละเอียด เสนอไว้ในภาคผนวก ง และตารางที่ 12)

2.3 ความเชื่อมั่น

ผลการวิเคราะห์หาสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น แบบ β_k ของราชู ได้ค่าเท่ากับ 0.82

แสดงว่า แบบทดสอบอิงเกณฑ์มีความเชื่อมั่นสูง (รายละเอียด เสนอไว้ในภาคผนวก ง)

ผลการประเมินหลักสูตร

เป็นการประเมินเพื่อหาประสิทธิภาพของหลักสูตรทฤษฎีจำนวนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งได้ทำการประเมินเป็น 2 ลักษณะคือ

1. ประเมินโครงสร้างหลักสูตรโดยผู้เชี่ยวชาญ
2. ประเมินโดยการทดลองใช้หลักสูตร

1. ประเมินโครงสร้างหลักสูตรโดยผู้เชี่ยวชาญ เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาทฤษฎีจำนวน จำนวน 3 ท่าน (โปรดดูรายชื่อผู้เชี่ยวชาญในภาคผนวก ก) ตรวจสอบ ความเหมาะสมและความสอดคล้องขององค์ประกอบต่าง ๆ ในหลักสูตรทฤษฎีจำนวน พร้อมทั้งแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมเพื่อความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นของหลักสูตร ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

1.1 ประเมินความเหมาะสมของโครงสร้างหลักสูตรทฤษฎีจำนวน เป็นการให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่าองค์ประกอบต่าง ๆ ของหลักสูตร (จุดมุ่งหมายของหลักสูตร เนื้อหาของหลักสูตร กิจกรรมและวิธีสอน สื่อ การวัดและประเมินผล และแผนการเรียน) ว่าเป็นความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด โดยใช้เปรียบเทียบมาตราในแบบสอบถาม โดยนำคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนมาแปลงเป็นคะแนนดังนี้

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

จากนั้นนำคะแนนผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ มาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ถ้า $\bar{X}$ มีค่าตั้งแต่ 3.5 ขึ้นไป และค่า S.D. มีค่าไม่เกิน 1.00 แสดงว่าข้อคำถามนั้นมีความเหมาะสม แล้วพิจารณาคะแนนเฉลี่ยความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ โดยเทียบกับเกณฑ์ดังนี้

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

ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 1 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของโครงร่างหลักสูตรทฤษฎีจำนวน

ประเด็นการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
1. จุดมุ่งหมายของหลักสูตร			
1.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ ความสามารถอย่างแท้จริง	4.33	0.58	มากที่สุด
1.2 พัฒนาความสามารถด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และความคิดระดับสูง	4.33	0.58	มากที่สุด
1.3 สร้างเสริมผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์	4.33	0.58	มากที่สุด
1.4 ปฏิบัติได้จริง	4.00	0.00	มาก
1.5 ส่งเสริมการศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง	3.67	0.58	มาก
1.6 ส่งเสริมการสร้างสรรค์ผลงานตามความสามารถและ ความสนใจของผู้เรียน	3.67	0.58	มาก
1.7 พัฒนาศักยภาพของผู้เรียนให้ได้ขีดสูงสุด	4.00	1.00	มาก
1.8 ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาหลัก ๆ ทางทฤษฎีจำนวน	4.67	0.58	มากที่สุด
2. เนื้อหาของหลักสูตร			
2.1 เหมาะสมกับศักยภาพของผู้เรียนซึ่งเป็นเด็กที่มีความ สามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์	4.67	0.58	มากที่สุด
2.2 นำไปปฏิบัติได้จริง	4.00	1.00	มาก
2.3 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	3.67	0.58	มาก
2.4 การกำหนดหัวข้อของเนื้อหาในหลักสูตรมีความเหมาะสม	3.67	0.58	มาก
2.5 การกำหนดเนื้อหาในแต่ละหน่วยมีความเหมาะสม	3.67	0.58	มาก
2.6 มีการจัดเรียงลำดับอย่างเหมาะสม	3.67	0.58	มาก
2.7 มีความเหมาะสมกับระยะเวลาที่กำหนด	3.67	0.58	มาก
3. กิจกรรมและวิธีสอน			
3.1 ในแผนการเรียนแต่ละหน่วยมีความเหมาะสม	4.00	1.00	มาก
3.2 เหมาะสมกับศักยภาพของผู้เรียนซึ่งเป็นเด็กที่มีความ สามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์	4.00	1.00	มาก
3.3 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	3.67	0.58	มาก

ตาราง 1 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
หน่วยที่ 5	4.00	1.00	มาก
หน่วยที่ 6	4.00	1.00	มาก
หน่วยที่ 7	4.00	1.00	มาก
หน่วยที่ 8	4.00	1.00	มาก
6.3 ในแต่ละหน่วยเหมาะกับการนำไปปฏิบัติจริง			
หน่วยที่ 1	3.67	0.58	มาก
หน่วยที่ 2	4.00	1.00	มาก
หน่วยที่ 3	4.00	1.00	มาก
หน่วยที่ 4	4.00	1.00	มาก
หน่วยที่ 5	4.00	1.00	มาก
หน่วยที่ 6	4.00	1.00	มาก
หน่วยที่ 7	3.67	0.58	มาก
หน่วยที่ 8	3.67	0.58	มาก

จากตาราง 1 ผลการประเมินความเหมาะสมของโครงสร้างหลักสูตรทฤษฎีจำนวน โดยผู้เชี่ยวชาญ ปรากฏว่า ประเด็นต่าง ๆ ขององค์ประกอบในหลักสูตร มีความเหมาะสม โดยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.67-4.67

1.2 ประเมินความสอดคล้องของโครงสร้างหลักสูตรทฤษฎีจำนวน เป็นการให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่าองค์ประกอบต่าง ๆ ของหลักสูตร (จุดมุ่งหมายของหลักสูตร เนื้อหาของหลักสูตร กิจกรรมและวิธีสอน สื่อ การวัดและประเมินผล และแผนการเรียน) มีความสอดคล้องกันหรือไม่ ซึ่งได้ผลวิเคราะห์ข้อมูลดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 2 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของโครงสร้างหลักสูตรทฤษฎีจำนวน

ประเด็นการประเมิน	ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
1. จุดมุ่งหมายของหลักสูตรกับเนื้อหาของหลักสูตร	1.00	สอดคล้อง
2. จุดมุ่งหมายของหลักสูตรกับกิจกรรมและวิธีสอน	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 2 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
3. เนื้อหาของหลักสูตรกับจำนวนหน่วยการเรียนรู้	1.00	สอดคล้อง
4. เนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้กับเวลา		
หน่วยที่ 1	0.67	สอดคล้อง
หน่วยที่ 2	1.00	สอดคล้อง
หน่วยที่ 3	1.00	สอดคล้อง
หน่วยที่ 4	0.67	สอดคล้อง
หน่วยที่ 5	0.67	สอดคล้อง
หน่วยที่ 6	1.00	สอดคล้อง
หน่วยที่ 7	1.00	สอดคล้อง
หน่วยที่ 8	1.00	สอดคล้อง
5. เนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้กับกิจกรรมและวิธีสอน		
หน่วยที่ 1	0.67	สอดคล้อง
หน่วยที่ 2	0.67	สอดคล้อง
หน่วยที่ 3	0.67	สอดคล้อง
หน่วยที่ 4	0.67	สอดคล้อง
หน่วยที่ 5	0.67	สอดคล้อง
หน่วยที่ 6	0.67	สอดคล้อง
หน่วยที่ 7	0.67	สอดคล้อง
หน่วยที่ 8	0.67	สอดคล้อง
6. เนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้กับสื่อการเรียนรู้		
หน่วยที่ 1	0.67	สอดคล้อง
หน่วยที่ 2	1.00	สอดคล้อง
หน่วยที่ 3	1.00	สอดคล้อง
หน่วยที่ 4	0.67	สอดคล้อง
หน่วยที่ 5	1.00	สอดคล้อง
หน่วยที่ 6	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 2 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
หน่วยที่ 7	0.67	สอดคล้อง
หน่วยที่ 8	0.67	สอดคล้อง
7. เนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้กับการวัดและประเมินผล		
หน่วยที่ 1	0.67	สอดคล้อง
หน่วยที่ 2	1.00	สอดคล้อง
หน่วยที่ 3	1.00	สอดคล้อง
หน่วยที่ 4	0.67	สอดคล้อง
หน่วยที่ 5	0.67	สอดคล้อง
หน่วยที่ 6	1.00	สอดคล้อง
หน่วยที่ 7	0.67	สอดคล้อง
หน่วยที่ 8	1.00	สอดคล้อง
8. เนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้กับแผนการเรียนรู้		
หน่วยที่ 1	0.67	สอดคล้อง
หน่วยที่ 2	0.67	สอดคล้อง
หน่วยที่ 3	0.67	สอดคล้อง
หน่วยที่ 4	0.67	สอดคล้อง
หน่วยที่ 5	0.67	สอดคล้อง
หน่วยที่ 6	0.67	สอดคล้อง
หน่วยที่ 7	0.67	สอดคล้อง
หน่วยที่ 8	1.00	สอดคล้อง
9. กิจกรรมและวิธีสอนกับสื่อการเรียนรู้ในแต่ละหน่วย		
หน่วยที่ 1	0.67	สอดคล้อง
หน่วยที่ 2	1.00	สอดคล้อง
หน่วยที่ 3	1.00	สอดคล้อง
หน่วยที่ 4	0.67	สอดคล้อง
หน่วยที่ 5	0.67	สอดคล้อง

ตาราง 2 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
หน่วยที่ 6	1.00	สอดคล้อง
หน่วยที่ 7	0.67	สอดคล้อง
หน่วยที่ 8	1.00	สอดคล้อง
10. กิจกรรมและวิธีสอนกับการวัดผลและประเมินผล	0.67	สอดคล้อง
11. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในแผนการเรียนรู้กับ จุดมุ่งหมายของหลักสูตร	0.67	สอดคล้อง

จากตาราง 2 ผลการประเมินความสอดคล้องของโครงสร้างหลักสูตรทฤษฎีจำนวน ปรากฏว่า ประเด็นต่าง ๆ ขององค์ประกอบในหลักสูตร มีความสอดคล้องกัน โดยมีค่าระหว่าง 0.67-1.00

1.3 แบบสอบถามความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับหลักสูตรทฤษฎีจำนวน เป็นการแสดงความคิดเห็นหรือให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพิ่มเติมเพื่อความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นของหลักสูตร ก่อนนำไปทดลองใช้จริง ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะแก้ไขประเด็นต่าง ๆ ของหลักสูตร ดังนี้

1.3.1 จุดมุ่งหมายของหลักสูตร ส่วนใหญ่เห็นว่าชัดเจน ครอบคลุมในสิ่งที่ต้องการศึกษาดีแล้ว แต่ให้มีการปรับภาษา จัดเรียงลำดับบางข้อใหม่ โดยมีข้อเสนอแนะว่า จุดมุ่งหมายของหลักสูตรควรกำหนดให้เด็กปฏิบัติได้จริง เห็นคุณค่า และสื่อความหมายได้ ไม่ใช่เพียงแต่เกิดแนวทางการคิด หรือเพียงแต่ทำความเข้าใจเท่านั้น

1.3.2 เนื้อหาของหลักสูตร ส่วนใหญ่เห็นว่าเหมาะสมดีแล้ว แต่มีบางท่านเห็นว่ามากเกินไป เสนอให้ตัดบางเรื่องออก เช่น เสนอให้ตัดเนื้อหาหน่วยที่ 5 และหน่วยที่ 7 บางเรื่องออก และมีบางท่านเสนอให้เพิ่มบทพิสูจน์ที่ถูกต้องชัดเจนอย่างน้อย 1 บท ในแต่ละหน่วย พร้อมทั้งให้ปรับภาษาและความถูกต้องของเนื้อหาบางหน่วย และควรเพิ่มเนื้อหาที่โยงเข้ากับคณิตศาสตร์ สาขาอื่น เช่น จำนวนตรรกยะ จำนวนอตรรกยะ

1.3.3 กิจกรรมและวิธีสอน ส่วนใหญ่เห็นว่าใช้ได้และเหมาะสมดีแล้ว แต่มีบางท่านเสนอให้เน้นการทำด้วยตนเอง ลดการสอนแบบบรรยายโดยครู และไม่ควรมีนักเรียนเกิน 9 คน

1.3.4 สื่อการเรียน ส่วนใหญ่เห็นว่าเหมาะสมดีแล้ว แต่มีบางท่าน เสนอว่าควรมีหนังสือหรือแบบเรียนจากแหล่งต่าง ๆ ที่มีความเขียนต่างกัน เพื่อว่านักเรียนที่ตามไม่ทัน ไม่เข้าใจ

หรือต้องการตรวจสอบ สามารถทำได้ทันที

1.3.5 การวัดและประเมินผล ไม่มีข้อเสนอนะเพิ่มเติม เห็นว่าดีอยู่แล้ว

1.3.6 แผนการเรียน ส่วนใหญ่เห็นว่าใช้ได้ เหมาะสมกับระยะเวลาที่เรียน และส่วนประกอบของหน่วยการเรียนแต่ละหน่วยเหมาะสมดีแล้ว แต่ให้มีการปรับภาษาในบางหน่วย

2. ประเมินโดยการทดลองใช้หลักสูตร เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ โดยนำหลักสูตร (ที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว) ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 17 คน ที่ผ่านกระบวนการคัดเลือกเด็กที่มีความสามารถพิเศษคณิตศาสตร์ (โปรดดูรายชื่อกลุ่มตัวอย่างในภาคผนวก ก) เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนและหลังเรียนหลักสูตรทฤษฎีจำนวน และตรวจสอบว่าคะแนนการทดสอบที่ได้จากหลังเรียนหลักสูตร มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับคะแนน จุดตัดหรือไม่ พร้อมทั้งดูผลการประเมินตนเองก่อนและหลังเรียนหลักสูตรด้วย ซึ่งได้ผลการทดลอง ดังนี้

2.1 ทดสอบความแตกต่างของคะแนนการทดสอบก่อนและหลังเรียนหลักสูตร วิเคราะห์โดยใช้ t-test ซึ่งมีสูตรดังนี้

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

ถ้าค่า t ที่คำนวณได้ มีนัยสำคัญทางสถิติ (น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05) แสดงว่า คะแนนการทดสอบก่อนและหลังเรียนหลักสูตรมีความแตกต่างกัน ซึ่งหมายความว่านักเรียนที่ผ่านการเรียนหลักสูตรทฤษฎีจำนวนได้คะแนนการทดสอบสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้ผ่านการเรียนหลักสูตรและถือว่าผู้เรียนมีพฤติกรรมเปลี่ยนไปในทางมีความก้าวหน้าในการเรียนรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และมีทักษะการคิดทางทฤษฎีจำนวนสูงขึ้น ผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีรายละเอียด ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 8 แสดงผลการวิเคราะห์คะแนนการทดสอบก่อนและหลังเรียนหลักสูตรทฤษฎีจำนวน

ผู้เรียน คนที่	แบบทดสอบชุดที่ 1 (40 คะแนน)		แบบทดสอบชุดที่ 2 (20 คะแนน)		แบบทดสอบชุดที่ 3 (40คะแนน)		แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (100 คะแนน)	
	ก่อน เรียน	หลัง เรียน	ก่อน เรียน	หลัง เรียน	ก่อน เรียน	หลัง เรียน	ก่อน เรียน	หลัง เรียน
1.	1.0	26	0	19	1.0	32.5	2.0	77.5
2.	0.2	6.5	0	14	3.5	30	3.7	50.5

ตาราง 3 (ต่อ)

ผู้เรียน คนที่	แบบทดสอบชุดที่ 1 (40 คะแนน)		แบบทดสอบชุดที่ 2 (20 คะแนน)		แบบทดสอบชุดที่ 3 (40 คะแนน)		แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (100 คะแนน)	
	ก่อน เรียน	หลัง เรียน	ก่อน เรียน	หลัง เรียน	ก่อน เรียน	หลัง เรียน	ก่อน เรียน	หลัง เรียน
3.	0.1	34.7	0.0	19.2	2	35.7	2.1	89.6
4.	1.2	14.5	0.0	19	3	34.2	4.2	67.7
5.	2.2	13.2	0.0	12	2.4	33.5	4.6	58.7
6.	0.1	8.5	0.0	8.2	3	18	3.1	34.7
7.	1.2	19	1.0	14	4	25.5	6.2	58.5
8.	0.2	16.4	0.0	16.2	3	29	3.2	61.6
9.	0.2	15.7	0.0	12.2	3	25.2	3.2	53.1
10.	0.2	14.2	0.0	14.9	3	25	3.2	54
11.	1.1	12.2	0.0	11.0	1.2	23	2.3	46.2
12.	0.2	17.5	0.0	10.0	2	26.7	2.2	54.2
13.	0.2	6.4	0.0	15.0	2	24	2.2	45.4
14.	0.2	27.1	0.0	18.0	3	34.3	3.2	79.4
15.	0.1	22	0.0	13.0	4	30.2	4.1	65.2
16.	0.8	15.5	2.5	12.0	2	32	5.3	59.5
17.	13.0	38	6.7	20	6	38	25.7	96
ค่า t ที่ คำนวณได้	t = 9.11***		t = 4.21***		t = 21.05***		t = 16.81***	

*** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.0005

จากตาราง 3 ผลการทดสอบความแตกต่างของคะแนนการทดสอบก่อนและหลังเรียนหลักสูตรทฤษฎีจำนวน ปรากฏผลดังนี้

(1) ชุดที่ 1 : แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางทฤษฎีจำนวน ปรากฏว่าคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนและหลังเรียนหลักสูตรทฤษฎีจำนวน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.0005 ซึ่งหมายความว่า นักเรียนที่ผ่านการเรียนหลักสูตรทฤษฎีจำนวน จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางทฤษฎีจำนวนสูงขึ้น

(2) ชุดที่ 2 : แบบทดสอบวัดทักษะการคิดทางทฤษฎีจำนวน ปรากฏว่า คะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนและหลังเรียนหลักสูตรทฤษฎีจำนวน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.0005 ซึ่งหมายความว่านักเรียนที่ผ่านการเรียนหลักสูตรทฤษฎีจำนวน จะมีทักษะการคิดทางทฤษฎีจำนวนสูงขึ้น

(3) ชุดที่ 3 : แบบทดสอบวัดความรู้ทางทฤษฎีจำนวน ปรากฏว่า คะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนและหลังเรียนหลักสูตรทฤษฎีจำนวน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.0005 ซึ่งหมายความว่า นักเรียนที่ผ่านการเรียนหลักสูตรทฤษฎีจำนวนจะมีความรอบรู้ทางทฤษฎีจำนวนสูงขึ้น

(4) แบบทดสอบอิงเกณฑ์วัดความรู้และความสามารถในการเนื้อหาทฤษฎีจำนวน (แบบทดสอบฉบับรวม) ปรากฏว่า คะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนและหลังเรียนหลักสูตรทฤษฎีจำนวน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.0005 ซึ่งหมายความว่า นักเรียนที่ผ่านการเรียนหลักสูตรทฤษฎีจำนวนจะมีความรอบรู้และความสามารถในการเนื้อหาทฤษฎีจำนวนสูงขึ้น

2.2 การเปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนกับคะแนนจุดตัด หากคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของผลการทดสอบหลังเรียนหลักสูตรทฤษฎีจำนวน เพื่อตรวจสอบดูว่าคะแนนเฉลี่ยที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับคะแนนจุดตัดหรือไม่ ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 4 แสดงผลการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังเรียนหลักสูตรทฤษฎีจำนวน

แบบทดสอบ	หลังเรียนหลักสูตร		คะแนนจุดตัด
	$\bar{X}$	S.D.	
วัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางทฤษฎีจำนวน	18	9.01	24
วัดทักษะการคิดทางทฤษฎีจำนวน	15	3.55	13
วัดความรู้ทางทฤษฎีจำนวน	29	5.33	24
แบบทดสอบอิงเกณฑ์	62	16.09	61

จากตาราง 4 ผลการวิเคราะห์คะแนนหลังการทดลองใช้หลักสูตร ปรากฏผลดังนี้

(1) แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางทฤษฎีจำนวน ปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบหลังเรียนหลักสูตรทฤษฎีจำนวนมีค่า เท่ากับ 18 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าคะแนนจุดตัด แสดงว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางทฤษฎีจำนวนในระดับที่ยอมรับไม่ได้

(2) แบบทดสอบวัดทักษะการคิดทางทฤษฎีจำนวน ปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบหลังเรียนหลักสูตรทฤษฎีจำนวนมีค่า เท่ากับ 15 ซึ่งมีค่ามากกว่าคะแนนจุดตัด แสดงว่า นักเรียนมีความสามารถในการใช้ทักษะการคิดทางทฤษฎีจำนวนในระดับที่ยอมรับได้

(3) แบบทดสอบวัดความรู้ทางทฤษฎีจำนวน ปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบหลังเรียนหลักสูตรทฤษฎีจำนวนมีค่า เท่ากับ 29 ซึ่งมีค่ามากกว่าคะแนนจุดตัด แสดงว่า นักเรียนมีความรอบรู้ทางทฤษฎีจำนวนในระดับที่ยอมรับได้

(4) แบบทดสอบอิงเกณฑ์ ปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบหลังเรียนหลักสูตรทฤษฎีจำนวนมีค่า เท่ากับ 62 ซึ่งมีค่ามากกว่าคะแนนจุดตัด แสดงว่านักเรียนมีความรอบรู้และมีความสามารถในการเนื้อหาทฤษฎีจำนวนในระดับที่ยอมรับได้

2.3 การแสดงความคิดเห็นของผู้เรียน จากการตรวจสอบผลการประเมินตนเอง ก่อนและหลังเรียนหลักสูตร พบว่านักเรียนที่ได้ผ่านการเรียนหลักสูตรทฤษฎีจำนวน จะมีความรู้ความเข้าใจและมีความสามารถในการเนื้อหาทฤษฎีจำนวนเพิ่มมากขึ้น โดยเฉลี่ยประมาณ 70% และเนื้อหาที่นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างเข้าใจมากที่สุด คือ หน่วยที่ 6 เรื่อง คอนกรูเอนซ์ และเนื้อหาที่นักเรียนสามารถเรียนรู้และมีความเข้าใจน้อยที่สุดคือ หน่วยที่ 8 เรื่อง ปัญหาที่น่าสนใจทางทฤษฎีจำนวน ในแง่ทัศนคติ นักเรียนทุกคนมีทัศนคติที่ดีขึ้น คือ ชอบวิชาทฤษฎีจำนวนและมีความสนใจอยากศึกษาค้นคว้าด้านนี้เพิ่มเติม เพราะมีปัญหาและปริศนาต่าง ๆ ที่ท้าทายความสามารถอีกมากมายที่ยังไม่รู้ รวมทั้งอยากศึกษาต่อให้เข้าใจและรู้ลึกซึ้งมากขึ้น สำหรับรายละเอียดในประเด็นต่าง ๆ ได้ข้อสรุป ดังนี้

(1) เนื้อหา ส่วนใหญ่เห็นว่าเหมาะสมดีแล้ว แต่มีบางหน่วยเนื้อหาหายากมาก เช่น หน่วยที่ 8 เรื่อง ปัญหาที่น่าสนใจทางทฤษฎีจำนวน

(2) กิจกรรม ส่วนใหญ่เห็นว่าเหมาะสมดีแล้ว เพราะท้าทายความสามารถดี และสนุกที่ได้ใช้ความคิดอย่างลึกซึ้งดีมาก

(3) เวลา ส่วนใหญ่เห็นว่าเหมาะสมดีแล้ว แต่มีบางหน่วยใช้เวลาน้อยเกินไป เช่น หน่วยที่ 7 เรื่อง สมการไดโอแฟนไทน์ และหน่วยที่ 8 เรื่อง ปัญหาที่น่าสนใจทางทฤษฎีจำนวน

(4) ภาษา ส่วนใหญ่เห็นว่าเหมาะสมดีแล้ว เพราะอ่านแล้วเข้าใจง่ายไม่ซับซ้อน แต่มีบางหน่วยเขียนรวบรัดเกินไป บางครั้งอ่านแล้วไม่เข้าใจ เช่น หน่วยที่ 7 เรื่อง สมการไดโอแฟนไทน์

(5) ประโยชน์ นักเรียนทุกคนเห็นว่า หลังเรียนจบหลักสูตรทฤษฎีจำนวนแล้วได้รับประโยชน์ในแง่ความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้มากขึ้น ซึ่งมีข้อสรุปดังนี้

(5.1) ได้รับความรู้ ความเข้าใจ ในเนื้อหาทฤษฎีจำนวนเพิ่มขึ้น

(5.2) สามารถกำหนดแนวคิด และวางแผนแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วขึ้น

- (5.3) สามารถทำโจทย์ที่มีแนวแปลก ๆ ใหม่ ๆ ได้มากขึ้น
- (5.4) สามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้
- (5.5) ฝึกทักษะการคิดและความอดทนในการคิดเลข
- (5.6) มีความรักและความสนใจในคณิตศาสตร์มากขึ้น
- (5.7) สามารถนำความรู้ที่มีไปประยุกต์ใช้ได้
- (5.8) ได้เทคนิคการแก้ปัญหาในรูปแบบแปลก ๆ
- (5.9) ได้เรียนรู้และเข้าใจในหลักการพิสูจน์มากขึ้น
- (5.10) พบโจทย์ยาก ๆ ที่แปลกใหม่มากขึ้น
- (5.11) มีระบบการคิดที่ดีขึ้น
- (5.12) รู้หลักการ การพลิกแพลง ในการทำโจทย์มากขึ้น
- (5.13) ฝึกสมอง ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์
- (5.14) นำความรู้จากทฤษฎีบทต่าง ๆ มาช่วยในการทำโจทย์ได้

บทที่ 5

บทย่อ สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

บทย่อ

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีจำนวนเสริมสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and development) เพื่อพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีจำนวนเสริมสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งหลักสูตรดังกล่าวนี้ สามารถนำไปใช้สอนสำหรับเด็กมัธยมศึกษาตอนปลายและเด็กที่เข้าค่ายคณิตศาสตร์โอลิมปิกของประเทศไทยได้ รวมทั้งครูคณิตศาสตร์ที่สนใจในการพัฒนาเด็กหรือเยาวชนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ สามารถนำหลักสูตรที่เป็นรูปธรรมนี้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนการสอนได้ ซึ่งมีขั้นตอนในการวิจัยและพัฒนาดังนี้

ขั้นที่ 1 สำรวจและศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

เป็นการสำรวจและศึกษาข้อมูลพื้นฐาน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่จะนำมาสร้างและพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีจำนวน ให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการที่แท้จริงของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ โดยศึกษาจากเอกสารและงานวิจัย สอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ สำรวจลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแบ่งเนื้อหาการสำรวจและศึกษาข้อมูลดังนี้

1.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

1.2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตรสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

1.3 สำรวจความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับโครงร่างหลักสูตรทฤษฎีจำนวน

ขั้นที่ 2 สร้างเครื่องมือคัดเลือกเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

เป็นการสร้างเครื่องมือ เพื่อคัดเลือกกลุ่มเป้าหมายหรือกลุ่มตัวอย่างที่มีความสามารถอย่างแท้จริงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย

2.1 แบบเสนอชื่อ

2.2 แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2.3 แบบทดสอบวัดความคิดระดับสูง

การวิเคราะห์ข้อมูล หากคุณภาพของเครื่องมือ จัดทำเป็น 2 ลักษณะคือ หากความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยเสนอในรูปของค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ทดสอบความแตกต่างของคะแนน (t-test)

ขั้นที่ 3 สร้างและพัฒนาหลักสูตร

เป็นการนำผลการสำรวจและศึกษาข้อมูลพื้นฐาน มากำหนดประเด็นต่าง ๆ ในการสร้างและพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีจำนวน ให้สอดคล้องและเหมาะสมกับสภาพที่แท้จริงของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย จุดมุ่งหมายของหลักสูตร เนื้อหาของหลักสูตร สื่อ การวัดและประเมินผล และแผนการเรียน (เวลา เนื้อหา จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม แนวทางการจัดกิจกรรมและวิธีสอน สื่อการเรียน การวัดและประเมินผล) ในส่วนเนื้อหาของหลักสูตร จะแบ่งเป็น 8 หน่วย ดังนี้

หน่วยที่ 1 ความรู้พื้นฐาน

หน่วยที่ 2 การหารลงตัว

หน่วยที่ 3 จำนวนเฉพาะ

หน่วยที่ 4 ข้อเท็จจริงบางประการเกี่ยวกับจำนวนเฉพาะ

หน่วยที่ 5 ฟังก์ชันเลขคณิต

หน่วยที่ 6 คอนกรูเอนซ์

หน่วยที่ 7 สมการไดโอแฟนไทน์

หน่วยที่ 8 ปัญหาที่น่าสนใจทางทฤษฎีจำนวน

การวิเคราะห์ข้อมูล เสนอในรูปของการบรรยาย

ขั้นที่ 4 สร้างแบบประเมินและแบบทดสอบอิงเกณฑ์

เป็นการสร้างเพื่อประเมินหาประสิทธิภาพของหลักสูตร ซึ่งประกอบด้วย

4.1 แบบประเมินโครงร่างหลักสูตรทฤษฎีจำนวน สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญได้ตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องขององค์ประกอบต่าง ๆ ในหลักสูตรและแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมเพื่อความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นของหลักสูตร แบบประเมินนี้จะมีทั้งหมด 3 ตอนคือ

- (1) แบบประเมินความเหมาะสมของโครงร่างหลักสูตรทฤษฎีจำนวน
- (2) แบบประเมินความสอดคล้องของโครงร่างหลักสูตรทฤษฎีจำนวน
- (3) แบบสอบถามความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับหลักสูตรทฤษฎีจำนวน

4.2. แบบทดสอบอิงเกณฑ์วัดความรู้และความสามารถในการเนื้อหาทฤษฎีจำนวน สร้างขึ้นเพื่อนำไปตรวจสอบพฤติกรรมที่เปลี่ยนไปในตัวผู้เรียน โดยคำนวณจากคะแนนการทดสอบก่อนและหลังเรียนหลักสูตร รวมทั้งตรวจสอบว่าคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบหลังเรียนหลักสูตรได้มากกว่าหรือเท่ากับคะแนนจุดตัด

การวิเคราะห์ข้อมูล เสนอในรูปของการบรรยาย (หาความเหมาะสมของแบบประเมิน) ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบอิงเกณฑ์) ค่าเฉลี่ยความน่าจะเป็น (หาคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ซึ่งมีค่า เท่ากับ 61 คะแนน) ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นแบบ β'_k (หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ซึ่งมีค่า เท่ากับ 0.82)

ขั้นที่ 5 ประเมินหลักสูตร

เป็นการประเมินเพื่อหาประสิทธิภาพของหลักสูตรทฤษฎีจำนวนที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้น ว่ามีความเหมาะสมกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษหรือไม่ พร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไขให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้นก่อนนำไปใช้จริง ซึ่งมีขั้นตอนในการประเมินหลักสูตรดังนี้

5.1 นำหลักสูตรไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง 2 คน และกลุ่มที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง 8 คน รวม 10 คน เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ความยากง่ายของเนื้อหา เวลาที่ใช้เรียน และประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง กับหลักสูตร พร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไขให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น

5.2 นำหลักสูตรที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง 5 คน เพื่อตรวจสอบในลักษณะเช่นเดียวกับข้อ 5.1 แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงแก้ไขหลักสูตรให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น

5.3 ขณะดำเนินการในข้อ 5.2 นำหลักสูตรไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้อง พร้อมทั้งแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม ด้วยแบบประเมินโครงร่างหลักสูตร

5.4 ทดลองใช้หลักสูตรทฤษฎีจำนวนกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 17 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของหลักสูตร โดยการทดสอบความแตกต่างของผลการทดสอบก่อนและหลังเรียนหลักสูตร และดูผลการทดสอบหลังเรียนว่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ รวมทั้งดูผลการประเมินตนเองจากแบบประเมินตนเองก่อนและหลังเรียนหลักสูตร

การวิเคราะห์ข้อมูล เสนอในรูปค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) (ประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบต่าง ๆ ในหลักสูตร) ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (ประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบต่าง ๆ ในหลักสูตร) ทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนและหลังเรียนหลักสูตรทฤษฎีจำนวน (t-test แบบ dependent) ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนการทดสอบหลังเรียนหลักสูตร (เปรียบเทียบกับคะแนนจุดตัด) และเสนอในรูปการบรรยาย (สรุปผลการประเมินตนเอง)

สรุปผล

ผลการวิจัยและพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีจำนวนเสริมสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ได้ข้อสรุปดังนี้

1. ผลการสร้างและพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีจำนวน

ได้หลักสูตรระยะสั้น ที่สร้างขึ้นสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย (1) จุดมุ่งหมายของหลักสูตร (2) เนื้อหาของหลักสูตร (3) กิจกรรมและวิธีสอน (4) สื่อ (5) การวัดและประเมินผล (6) แผนการเรียน (เวลา เนื้อหา จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม แนวทางการจัดกิจกรรมและวิธีสอน สื่อการเรียน การวัดและประเมินผล) เวลาที่ใช้ตลอดหลักสูตร คือ 25 วัน ๆ ละ 6 ชั่วโมง (9.00-12.00 น. และ 13.00-16.00 น.) สำหรับเนื้อหาของหลักสูตร จะแบ่งเป็น 8 หน่วย แต่ละหน่วยประกอบด้วย (1) เนื้อหา (2) โจทย์ปัญหาเสริม (3) แบบฝึกการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ (4) แบบฝึกทักษะการคิด หลักสูตรทฤษฎีจำนวนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้ จะเป็นหลักสูตรเสริมเพื่อเพิ่มพูนประสบการณ์ (Enrichment program) และดึงเด็กออกจากกลุ่ม (Pull out program) ให้มาเรียนในช่วงปิดภาคเรียน โดยเรียนทุกวัน (เว้นวันอาทิตย์)

2. ผลการประเมินหลักสูตรทฤษฎีจำนวน

2.1 ประเมินโครงสร้างหลักสูตรโดยผู้เชี่ยวชาญ เป็นการประเมินความเหมาะสมของ โครงสร้างหลักสูตรทฤษฎีจำนวน ปรากฏว่า องค์ประกอบต่างๆ ในหลักสูตรมีความเหมาะสม โดยมี ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.67-4.67 และประเมินความสอดคล้องของโครงสร้างหลักสูตรทฤษฎีจำนวน ปรากฏว่า องค์ประกอบต่าง ๆ ในหลักสูตรมีความสอดคล้องกัน โดยมีค่าระหว่าง 0.67-1.00

2.2 ประเมินโดยการทดลองใช้หลักสูตร ปรากฏว่าคะแนนที่ได้จากการทดสอบ ก่อนและหลังเรียนหลักสูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.0005 และได้ คะแนนเฉลี่ยการทดสอบหลังเรียนหลักสูตร เท่ากับ 62 ซึ่งมีค่ามากกว่าคะแนนจุดตัด (61 คะแนน) แต่ถ้าพิจารณาแบบทดสอบทีละชุด พบว่า

ชุดที่ 1 : แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ทางทฤษฎีจำนวน ได้ คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 18 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าคะแนนจุดตัด (24 คะแนน)

ชุดที่ 2 : แบบทดสอบวัดทักษะการคิดทางทฤษฎีจำนวน ได้คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 15 ซึ่งมีค่ามากกว่าคะแนนจุดตัด (13 คะแนน)

ชุดที่ 3 : แบบทดสอบวัดความรู้ทางทฤษฎีจำนวน ได้คะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 29 ซึ่งมีค่ามากกว่าคะแนนจุดตัด (24 คะแนน)

จากผลการประเมินตนเอง พบว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 70% และมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาทฤษฎีจำนวน

ดังนั้นสรุปได้ว่า ผลการทดลองใช้หลักสูตร เพื่อหาประสิทธิภาพของหลักสูตร มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ (คะแนนจุดตัด) ที่กำหนดไว้ 61 คะแนน คือได้ 62 คะแนน และการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของคะแนนการทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนการทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.0005 ซึ่งแสดงว่าหลักสูตรทฤษฎีจำนวนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ

ใช้ได้ ถือว่าหลักสูตรมีความเหมาะสมกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

อภิปรายผล

ผลการวิจัยและพัฒนาครั้งนี้ ทำให้ได้หลักสูตรทฤษฎีจำนวนเสริมสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งมีกระบวนการสร้างอย่างถูกต้องตามกระบวนการพัฒนาหลักสูตร และมีการประเมินหลักสูตร เพื่อหาประสิทธิภาพของหลักสูตร โดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินโครงร่างหลักสูตร เพื่อพิจารณาความเหมาะสมและความสอดคล้องขององค์ประกอบต่าง ๆ ในหลักสูตรทฤษฎีจำนวน พร้อมทั้งแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมเพื่อความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นของหลักสูตร ก่อนนำหลักสูตรไปปฏิบัติใช้จริง ปรากฏว่า หลักสูตรที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความเหมาะสมกับศักยภาพที่แท้จริงของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ และองค์ประกอบต่าง ๆ ในหลักสูตรมีความสอดคล้องกัน พร้อมทั้งชี้ชัดว่าหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นนี้ แตกต่างจากหลักสูตรปกติในแง่ เนื้อหา เวลา จุดมุ่งหมาย กิจกรรม วิธีสอน สื่อการเรียน การวัดและประเมินผล ซึ่งแสดงว่าหลักสูตรทฤษฎีจำนวนนี้มีประสิทธิภาพใช้ได้ แต่ก็มีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับรายละเอียดของเนื้อหาบางส่วน ให้มีการปรับปรุงแก้ไข เพื่อความถูกต้อง และมีความเหมาะสมยิ่งขึ้น

การหาประสิทธิภาพของหลักสูตรโดยการทดลองใช้หลักสูตร ปรากฏว่าคะแนนการทดสอบหลังเรียนหลักสูตรสูงกว่าคะแนนการทดสอบก่อนเรียนหลักสูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.0005 แสดงว่าผู้ที่ผ่านการเรียนหลักสูตรทฤษฎีจำนวนจะมีความเจริญงอกงามทางสมองที่พัฒนาสูงขึ้นในด้าน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางทฤษฎีจำนวน ทักษะการคิดทางทฤษฎีจำนวน และมีความรอบรู้ทางทฤษฎีจำนวน ซึ่งชี้ให้เห็นว่าหลักสูตรนี้สามารถจะพัฒนาให้เด็กเกิดความรู้และความสามารถในการเนื้อหาทฤษฎีจำนวนมากขึ้น และจากการตรวจสอบคะแนนเฉลี่ยรวมทั้งฉบับหลังเรียนหลักสูตร พบว่าประสิทธิภาพของหลักสูตรสูงกว่าเกณฑ์ (คะแนนจุดตัด) 61 คะแนน (61%) ที่กำหนดไว้ ถือว่าหลักสูตรสามารถพัฒนาเด็กให้เกิดความรู้และความสามารถอย่างแท้จริงในระดับที่ยอมรับได้ แต่ถ้าพิจารณาทีละส่วนพบว่า คะแนนเฉลี่ยในส่วนวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางทฤษฎีจำนวนได้ต่ำกว่าเกณฑ์ (คะแนนจุดตัด) 24 คะแนน (60%) แต่ในส่วนของคะแนนเฉลี่ยวัดทักษะการคิดทางทฤษฎีจำนวนได้สูงกว่าเกณฑ์ (คะแนนจุดตัด) 13 คะแนน (65%) และในส่วนของคะแนนเฉลี่ยวัดความรู้ทางทฤษฎีจำนวนได้สูงกว่าเกณฑ์ (คะแนนจุดตัด) 24 คะแนน (60%) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าหลักสูตรนี้ สามารถพัฒนาเด็กให้เป็นผู้รอบรู้และความสามารถในระดับที่ยอมรับได้ ยกเว้นด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางทฤษฎีจำนวน ในภาพรวมทั้งหมด จากผลการทดสอบก่อนและหลังเรียนพบว่าเป็นไปตามเกณฑ์ประสิทธิภาพของหลักสูตรในด้านผลสัมฤทธิ์ที่เกิดขึ้น และจากผลการประเมินตนเองก่อนและหลังเรียนหลักสูตร พบว่าเกือบทุกพฤติกรรม

มีการเปลี่ยนแปลงดีขึ้น เช่น มีความรู้เพิ่มขึ้น มีความสามารถในการแก้ปัญหา ทางทฤษฎีจำนวนเพิ่มขึ้น มีความสามารถในการใช้หลักการพิสูจน์เพิ่มขึ้น มีระบบการคิดที่ดีขึ้น และมีทัศนคติที่ดีขึ้น ต่อวิชาทฤษฎีจำนวน เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดต่าง ๆ ในการพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีจำนวนเสริมสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ทำให้มีจุดอ่อน ดังนี้

1. การสร้างหลักสูตรทฤษฎีจำนวน สร้างโดยการสำรวจและศึกษาข้อมูลพื้นฐาน จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และจากการสอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ พบว่า เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีจำนวนเสริมสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษนั้นจะไม่มีโดยตรง ทำให้ผู้วิจัยไม่ได้ข้อมูลที่แท้จริงในการนำมาสร้างหลักสูตรทฤษฎีจำนวน แต่จะมีข้อมูลที่ใกล้เคียงเท่านั้น ซึ่งพอจะทำให้มีแนวทางในการสร้างหลักสูตรได้ ซึ่งหลักสูตรที่สร้างขึ้นจะมีเนื้อหาใหม่ ๆ ค่อนข้างน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับตำราทฤษฎีจำนวนทั่ว ๆ ไปทั้งในประเทศและต่างประเทศ ทำให้ผู้วิจัยคิดว่าการสร้างหลักสูตรครั้งนี้ ถ้ามีตำราและเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรทฤษฎีจำนวนเสริมสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์มากกว่านี้ คงจะทำให้หลักสูตรที่สร้างขึ้นมีความหลากหลายและสมบูรณ์มากกว่านี้

2. คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ กำหนดโดยอาศัยดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน ตัดสิน โดยความเป็นจริงแล้วจะมีลักษณะเป็นอัตนัยมาก แต่ถ้าอาศัยความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญหลาย ๆ ท่าน มาพิจารณาก็จะทำให้ผลที่ได้เชื่อถือได้ แต่ด้วยข้อจำกัดในการค้นหาบุคคลที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาทฤษฎีจำนวนและมีประสบการณ์เกี่ยวกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์นั้นมีจำนวนน้อยมากในเมืองไทย อย่างไรก็ตามการกำหนดจุดตัดด้วยวิธีการกำหนดสมรรถภาพขั้นต่ำ ถือว่ารัดกุมกว่าวิธีอื่น ๆ การกำหนดจุดตัดบางครั้งก็ต้องทำการตรวจสอบด้วยวิธีการหลาย ๆ วิธี เพื่อให้สามารถเลือกคะแนนจุดตัดที่เหมาะสมที่สุด วิธีที่เหมาะสมควรนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งจะให้ผลในแง่ของความเป็นจริงมากกว่า แต่ด้วยข้อจำกัดทางด้านเวลา และจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดลอง ทำให้ไม่สามารถใช้วิธีนี้ได้ แต่หลังจากได้ทดลองใช้หลักสูตรกับกลุ่มตัวอย่าง 17 คน แล้ว ทำให้ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลหาคะแนนจุดตัดเพิ่มเติม โดยพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความแม่นยำของจุดตัด โดยใช้สูตรของเบอร์ก (Berk) ปรากฏว่าคะแนนจุดตัดที่คำนวณได้มีค่าต่ำกว่าที่กำหนดโดยผู้เชี่ยวชาญมาก ซึ่งทำให้สรุปได้ว่าเด็กที่ใช้เป็นกลุ่มทดลองมีความรอบรู้และมีความสามารถในการเนื้อหาทฤษฎีจำนวน มีความเจริญก้าวหน้าทางด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางทฤษฎีจำนวน มีทักษะการคิดทางทฤษฎีจำนวน และมีความรอบรู้ในเนื้อหาทฤษฎีจำนวน อยู่ในระดับที่ยอมรับได้สูงมากเมื่อเทียบกับคะแนนจุดตัดที่คำนวณได้จากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

3. ประเมินโครงร่างหลักสูตรทฤษฎีจำนวน ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาทฤษฎีจำนวน จำนวน 3 ท่าน ซึ่งที่เหมาะสมควรประเมินด้วยผู้เชี่ยวชาญหลายด้าน คือ ด้านเนื้อหา พัฒนาหลักสูตร และการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ เพื่อพิจารณาทางด้าน เนื้อหา รูปแบบหลักสูตร แนวทางการจัดกิจกรรมและวิธีสอนสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ อย่างไรก็ตามในการกำหนดโครงร่างหลักสูตรครั้งนี้ ได้รับคำแนะนำจากคณะกรรมการที่ปรึกษา ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญในด้านเนื้อหาและด้านการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ

4. การทดลองใช้หลักสูตร เวลาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ไม่ค่อยเหมาะสม เพราะไม่มีวันหยุดให้นักเรียนเลย นักเรียนต้องมาเรียนทุกวัน อาจทำให้นักเรียนบางคนเหนื่อยเกินไป จนไม่สามารถรับความรู้ที่ให้ได้ แต่ด้วยข้อจำกัดของเวลาที่มีอยู่ขณะนั้น ซึ่งมีเวลาช่วงสั้นมาก จึงมีความจำเป็นต้องทดลองใช้หลักสูตรทุกวัน ดังนั้นในการใช้หลักสูตรครั้งต่อไป ควรมีวันหยุดให้นักเรียนบ้าง เช่น หยุดวันเสาร์และอาทิตย์ หรือเรียนวันเว้นวัน เป็นต้น ในการคัดเลือกเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดลองนั้น ผู้วิจัยพบว่า เด็กที่ถูกคัดเลือก มีบางคนยังไม่มีความสามารถเพียงพอที่จะเป็นเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ได้ เนื่องจากอาจเป็นข้อผิดพลาดของเครื่องมือคัดเลือกเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ซึ่งถือว่าจะต้องมีการปรับปรุงเครื่องมือคัดเลือกให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้นต่อไป หรือเกณฑ์ที่กำหนดว่าผ่านการคัดเลือกก่อนข้างต่ำเกินไปในแบบทดสอบชุดวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งควรจะมีเกณฑ์สูงกว่านี้ สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์นั้น ที่จริงแล้วยังมีอีกมากมาย แต่ด้วยข้อจำกัดของการเดินทางเข้าร่วมโครงการ ทำให้ผู้วิจัยไม่ได้ทำการคัดเลือกทั่วประเทศ แต่คัดเลือกเฉพาะบางโรงเรียนในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑลเท่านั้น ซึ่งทำให้ผู้วิจัยขาดเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์จำนวนหนึ่งไป แต่การทดลองใช้หลักสูตรกับกลุ่มตัวอย่าง 17 คน ถือว่าใช้ได้แล้ว เพราะกลุ่มตัวอย่างไม่ควรมีขนาดใหญ่เกินไป ที่เหมาะสมควรประมาณ 9-15 คน จากการทดลองใช้หลักสูตร เมื่อมองภาพรวมของหลักสูตรที่สร้างขึ้นจะเห็นว่าหลักสูตรมีความเหมาะสมกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับหนึ่ง

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 แนวทางการจัดกิจกรรมและวิธีสอนในแผนการเรียนแต่ละหน่วย เป็นเพียงแนวทางที่จะช่วยให้ผู้สอนสามารถจัดประสบการณ์ต่าง ๆ ให้กับผู้เรียนได้อย่างตรงเป้าหมายของหลักสูตรที่กำหนดไว้เท่านั้น ในสถานการณ์การสอนแต่ละครั้งผู้สอนอาจปรับกิจกรรมต่างๆ ให้เหมาะสมได้

1.2 ผู้เรียนควรมีเวลาอย่างเพียงพอในการศึกษาเนื้อหาแต่ละหน่วย พร้อมทั้งทำกิจกรรมต่าง ๆ ให้เสร็จ ก่อนศึกษาหน่วยต่อไป

1.3 ควรมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบต่าง ๆ ที่จะทำให้การเรียนการสอนดีขึ้น เช่น ระยะเวลาที่ใช้ ช่วงเวลาที่เรียน สื่อ กิจกรรม วิธีสอน บทบาทของผู้เรียน บทบาทของครูและสภาพห้องเรียน เป็นต้น

1.4 ก่อนเริ่มการเรียนการสอน ผู้สอนควรศึกษาหลักสูตรให้เข้าใจอย่างแท้จริง เพื่อประโยชน์ต่อผู้เรียน

1.5 รัฐบาลควรให้การสนับสนุนงบประมาณ เพื่อนำมาพัฒนาเด็กที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์จำนวนหนึ่ง เพื่อต่อไปเด็กเหล่านี้จะได้เป็นกำลังที่สำคัญของประเทศชาติในอนาคตต่อไป

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

2.1 ควรจะได้มีการนำหลักสูตรทฤษฎีจำนวนไปทดลองใช้จริงกับกลุ่มเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อหาข้อบกพร่องและแนวทางในการปรับปรุงหลักสูตร ให้เหมาะสมและมีคุณภาพยิ่งขึ้น

2.2 ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับเครื่องมือการคัดเลือกเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาข้อบกพร่องและแนวทางในการปรับปรุงเครื่องมือให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น

2.3 ควรจะได้มีการพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีจำนวนเสริมสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อเป็นการจัดทำหลักสูตรแบบต่อเนื่อง

2.4 ควรจะได้มีการจัดทำหลักสูตรในลักษณะนี้กับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ต่อไป

2.5 ควรมีการติดตามผลผู้ที่เรียนจบหลักสูตรนี้ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการนำข้อมูลมาพัฒนาเด็กกลุ่มเป้าหมายให้สอดคล้องกับสภาพที่เปลี่ยนแปลงไป

2.6 ควรจะนำหลักสูตรนี้ไปทดลองใช้กับเด็กปกติ เพื่อตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนหลักสูตร เพื่อเป็นการยืนยันว่าหลักสูตรนี้สร้างขึ้นเหมาะสมสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์เท่านั้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

เกษม วัฒนชัย. “หลักสูตรยุคโลกาภิวัตน์สอนได้ทุกอย่าง,” ไทยรัฐ. 11 มีนาคม 2538. หน้า 8.

แก้วดา คณะวรรณ. พัฒนาการสอน. ขอนแก่น : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น,
2524.

โกวิท วรพิพัฒน์. “นร.ไทยถึงยากไร้แต่ก็ยังกัดฟันสู้,” ไทยรัฐ. 3 กรกฎาคม 2535. หน้า 8.

คณะกรรมการการประเมินผลการจัดการศึกษาสำหรับเด็กปัญญาเลิศและเด็กที่มีความสามารถ
พิเศษ. สรุปรายงานการประเมินผลการจัดการศึกษาสำหรับเด็กปัญญาเลิศและเด็กที่มี
ความสามารถพิเศษ. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนัก
นายกรัฐมนตรี, 2536.

จารุณี สุตะบุตร. “เด็กปัญญาเลิศกลับเป็นคนน่าสงสาร!,” ไทยรัฐ. 29 มิถุนายน 2537. หน้า 8.

ดิลก ดิลกานนท์. การฝึกทักษะการคิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ปริญญาณีพนธ์ กศ.ด.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2534. อัดสำเนา.

คุณฐิ บริพัตร ณ อยุธยา, หม่อม. เด็กปัญญาเลิศ. กรุงเทพฯ : ปาณยา, 2531.

ทีมการศึกษา. “เด็กประถมอ่อนเลข,” ไทยรัฐ. 21 ธันวาคม 2536. หน้า 8.

ทีมการศึกษา. “นักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่เจตนาารมณ์เพื่อประโยชน์ของสังคม,” ไทยรัฐ. 19
กรกฎาคม 2537. หน้า 8.

นภาพร สิงห์ทัด. การพัฒนาชุดการสอนรายบุคคลเพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทางการวิจัยสำหรับ
ครูและบุคลากรทางการศึกษาประจำการ. ปริญญาณีพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร , 2531. อัดสำเนา.

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. การทดสอบอิงเกณฑ์ : แนวคิดและวิธีการ. กรุงเทพฯ : โอเดียน
สโตร์, 2527.

ประเวศ วะสี. “เด็กปัญญาเลิศกลับเป็นเด็กน่าสงสาร !,” ไทยรัฐ. 29 มิถุนายน 2537. หน้า 8.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ :
ฟิงเกอร์ปรีนแอนด์ มีเดีย, 2535.

พัฒน์ อุดมกะวานิช. “เฉลยข้อสอบคณิตศาสตร์โอลิมปิก,” ใน การแข่งขันคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์โอลิมปิกระหว่างประเทศ. หน้า 21-28. กรุงเทพฯ : สสวท. และวัฏจักร, 2536.

ยุพิน พิพิธกุล. การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : บทพิเคราะห์พิมพ์, 2524.

วาสนา อริรัตนปัญญา. การศึกษาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นแบบ β'_k เมื่อกำหนดจุดตัดต่างกัน. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.

วิจิตร ศรีธำณ. “จุดเน้นแผนฯ 8 ผลิตภัณฑ์ไทยมาตรฐานสากล,” ไทยรัฐ. 15 ธันวาคม 2536. หน้า 8.

วิชัย ดันศิริ. “แฉเด็กอัจฉริยะหน้าเรียน สกศ.จี้รัฐใส่ใจ,” ไทยรัฐ. 8 กันยายน 2537. หน้า 8.

วิชัย วงษ์ใหญ่. พัฒนาหลักสูตรและการสอนมิติใหม่. กรุงเทพฯ : ธเนศวรการพิมพ์, 2525.

วิรุฬห์ สายคณิต. “เมินฟิสิกส์อย่าโทษเด็ก-เป็นเพราะรัฐบาลไม่เอาจริง,” ไทยรัฐ. 22 มิถุนายน 2537. หน้า 8.

สุชาติ ลีตระกูล. การพัฒนาหลักสูตรสำหรับลูกกรรมกรก่อสร้างก่อนวัยเรียนในเขตกรุงเทพมหานคร. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ด.กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อัดสำเนา.

สุเมธ ดันติเวชกุล. “เปิดใจคุณหญิงนักอุดมการณ์ขมรดกพันล้านพัฒนาสังคมไทยให้เต็มร้อย,” ไทยรัฐ. 21 มีนาคม 2538. หน้า 19.

สดศรี วงศ์ถ้อยทอง. “เปิดใจคุณหญิงนักอุดมการณ์ขมรดกพันล้านพัฒนาสังคมไทยให้เต็มร้อย,” ไทยรัฐ. 21 มีนาคม 2538. หน้า 19.

สมใจ จิตพิทักษ์. ทฤษฎีจำนวน. สงขลา : โครงการบริการวิชาการมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา, 2525.

สมบูรณ์ ดันยะ. การพัฒนาหลักสูตรการฝึกอบรมเพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพด้านการสอนของครูประจำการระดับประถมศึกษา. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อัดสำเนา.

อารี รังสินันท์. รวมบทความการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็ก. กรุงเทพฯ : ธารนิพนธ์, 2529.

อุษณีย์ โพธิสุข. สร้างลูกให้เป็นอัจฉริยะ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ผู้จัดการ, 2537.

อุษณีย์ โพธิสุข. "กิจกรรมสร้างเด็กปัญญาเลิศ," ใน 108 กิจกรรม สร้างลูกให้เป็นเลิศ. หน้า 72-79. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ผู้จัดการ, 2536.

อุษณีย์ โพธิสุข. "การศึกษาสำหรับเด็กปัญญาเลิศ," ใน การพัฒนาศักยภาพพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของเด็กและเยาวชน. หน้า 32-53. กรุงเทพฯ : 2537.

Adams, Harvey B. and Belle Wallace. "A Model for Curriculum Development," ERIC (Educational Resources International Center). 7(3) : 104-113; 1991.

Ader, Irving. A New Look at Geometry. New York : John Day Co., 1966.

Aiken, Louis. "Ability and Creativity in Mathematics," Review of Educational Research. 43 : 405-432 ; Fall, 1973.

Anderson, Ronald D. and others. Developing Children's Thinking Through Science. Englewood Cliffs, N.J. : Prentices Hall, Inc., 1970.

Aritino, Ralph A., Anthony Anthony M. Gaglione and Niel Shell. The Contest Problem Book IV. New York : The Mathematical Association of America, 1982.

Armstrong, Dorothy C. "Appropriate Programming for the Gifted : An Analysis of Gifted Elementary Students, Perceptions," Journal for the Education of the Gifted. 12(4) : 277-291; Summer, 1989.

Badger, E . Using Different Spectacles to Look at Student Achievement: Implication for Theory and Practice. Paper Presented at Annual Meeting of American Education Research Association : Boston; April, 1990.

Berstein, Bob. "Thinking Numbers : Math Games and Activities To Stimulate Creative Thinking Grades 2-7," ERIC (Educational Resources International Center). 1989.

- Bezuszka, Stanley J. and Margaret J. Kenney. "Challenges for Enriching the Curriculum : Arithmetic and Number Theory," Mathematics Teacher. 76 : 250-252, 269 ; April, 1983.
- Bishop, A.J. "Spatial Abilities and Mathematics Achievement-A Review," in Educational Studies in Mathematics. 257-269 ; 1980.
- Bishop, W. "Successful Teacher of the Gifted," Exception Children. 3 : 317-325 ; 1968.
- Bloom, B.S. "The Roll of Gifts and Markers in the Development of Talent," Exceptional Children. 48(6) : 510-512 ; April, 1982.
- Bloom, B.S. Taxonomy of Educational Objectives : The Classification of Educational Goals- Hand-Book I, Cognitive Domain. New York : David Mckay. 1956.
- Boondao, Sakorn. The Effectiveness of Assignments for Submission in Teaching and Learning Mathematics in Distance Education. Unpublished Doctoral Dissertation : Monash University. Australia, 1992.
- Borenson, Henry. "Mathematical Research in the Honors Classroom," Mathematics Teacher. 76 : 238-244 ; April, 1983.
- Borenson, H "Promoting Mathematical Creativity in the Classroom," Education Forum. 45 : 471-476 ; 1981.
- Bourne, Lyle E. Cruce E. Ekstand and Roger L. Dominoski. The Psychology of Thinking. Engle Wood Cliffs Prentice-Hall, 1971.
- Breiter, Joan C.. "Gifted Education in a Midwest State : Focus on Inservice," A Journal on Gifted Education. 11(3) : 156-159 ; March, 1987.
- Brown, Maurem Dupree. "The Relationship Between Traditional Instructional Methods, Contract Activity Packages, and Math Achievement of Fourth Grade Gifted Students (Fourth-Grade)," DAI-A (Dissertation Abstracts International-A). 52(2) : 1999 ; Decmber, 1991.

- Cain, Ralph W., L.Ray Carry and Charles E.Lamb. "Mathematics in Secondary School : Four Point of View," in The Secondary School Mathematics Curriculum. 22-28. Virginia : NCTM, 1985.
- Carroll, John and Noel Howieson. "Recognizing Creative Thinking Talent in the Classroom," in Journal Citation : Roeper-Review. 14(4) : 209-212 ; May, 1992.
- Chance, P.L. "A Model for Gifted Education in Middle School," DAI (Dissertation Abstracts International). 1992.
- Clark, Barbara. Growing Up Gifted. Columbus, Ohio : Charles E. Merrill Publishing Co., 1983.
- Clark, Cilbert and Enid Zimmerman. "Tending the Special Spark : Accelerated and Enriched Curricula for Highly Talented Art Students," A Journal on Gifted Education. 10(1) : 10 - 23 ; September, 1987.
- Collins, D. Gifted children and the Brentwood Experiment. London : Pitman ans Sons, 1969.
- Correll, Marsha M. Teaching the Gifted and Talented. Bloomington, Indiana : Phi Delta Kappa Educational Foundation, n.d.
- Crabbe, A.B. "Creating a Brigher Future ; An Update on the Future Problem Solving Program," Journal for the Education of the Gifted. 5 : 2-12, 1982.
- Craig, Gerald. Science for the Elementary Teacher. Massachusett : Blaisdell Publish Company, 1966.
- Cramer, Roxanne Herrick "Attitudes of Gifted Boys and Girls toward Math : A Qualitative Study," A Journal on Gifted Education. 11(3) : 128-130 ; March. 1987.
- Davis, Gary A. "Objectives and Activities for Teaching Creative Thinking," in Journal Citation:Gifted-Child-Quarterly. 33(2) : 81-84 ; 1989.
- Davis, N. "Teachers for the Gifted," Journal of Teacher Education. 5 : 221-224 ; 1954.

- Decaroli, Joseph. "What Research Say to the Classroom Teacher : Critical Thinking," Social Education. 37(1) : 67-69 ; January, 1873.
- Dehann, R.F. and R. Havighurst. Educating Gifted Children. Chicago : University of Chicago Press, 1957.
- Diket, Marry Read Montgomery. "Art criticism : Relationships to Critical Thinking, Appreciation, and Creativity Among the Gifted," DIA-A (Dissertation Abstracts International-A). 52(10) : 3506 ; April, 1992.
- Dörrie, Heinrich. 100 Great Problems of Elementary Mathematics. New York : Dover Publications, Inc., 1965.
- Drews, E. The Four Faces of Adolescents. 46 : 68-71 ; Saturday Review, 1963.
- Ennis, Roert H. "A Concept of Critical Tinking," Harvard Educational Review. 31(1) : 81-111 ; Winter, 1962.
- Ennis, R.H. "Goals for a Critical Thinking Curriculum," in Developing Minds : Adolescence Book for Teaching Thinking. edited by A.L. Costa. 54-84. Alexandria, VA : Association for Supervision and Curriculum Development, 1985.
- Eves, Howard. An Introduction to the History of Mathematics. Holt, Rineher and Winston New York : 1964.
- Faux, Beverly Joy. "An Analysis of the Interaction of Critical Thinking Creative Thinking, and Intelligence with Problem-Solving," DAI-A (Dissertation Abstracts International -A). 53(5) : 1451 ; November, 1992.
- Feldhusen, John F., J.W. Asher and S.M. Hoover. "Problems in the Identification of Giftednass, Talent or Ability," Gifted Child Quarterly. 28 : 149-151 ; Fall, 1984.
- Feldhusen, John F. and Fathi A. Jarwan. "Identification of Gifted and Talented Youth for Educational Programs," in International Handbook of Research and Development of Giftedness and Talent. edited by Kurt A.Heller, Franz J.Monks and A. Harry Passow. 233-251. Creat Britain : Pergamon Press Ltd., 1993.

- Feldhusen, John F. and Dorothy M. Kennedy. "Effects of Honors Classes on Secondary Students," A Journal on Gifted Education. 11(3) : 156-159 ; March, 1987.
- Feldhusen, John F. and Pamela A. Clinkenbeard. "Creativity Instructional Materials : A Review of Research," The Journal of Creative Behavior. 20(3) : 153-182 ; Third Quarter, 1986.
- Feldhusen, J.F. and others. "Challenging the Gifted though Problem Solving Experiences : Design and Evaluation of the COMET Program," Gifted Child Today 15 : 49-54 ; 1992.
- Fliegler, L.A. Curriculum planning for the Gifted. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall, Inc., 1961.
- Fliegler, L.A. and C.F. Bish. "Gifted and Talented," Review of Education Research. 29 : 408-450 ; 1959.
- Fox, Lynn. "Mathematically Able Girls : A Special challenge," Arithmetic Teacher . 28(6) 22-23 ; February, 1981.
- Gallagher, J.J. Teaching the Gifted Child. Boston : Allyn and Bacon, Inc., 1967.
- Gallagher, James J. "Current Status of Gifted Education in United States," in International Handbook of Research and Development of Giftedness and Talent. edited by Kurt A. Heller, Franz J. Monks and A. Harry Passow 755-770. Great Britain : Pergamon Press Ltd., 1993.
- Gallagher, James J. "Issues in Education for the Gifted," in The Gifted and the Talented. edited by A.H. Passow. Chicago: National Society for the Study of Education, 1979.
- Gallucci, Audrey Kathleen. "The Relationships among the Academic Achievement, Learning Style Preferences, and Creativity of Gifted and Normal in Intermediate Students in a Suburban New York School District," DAI-A (Dissertation Abstracts International-A). 53(2) : 389 ; August, 1992.
- Gardner, H. and T. Hatch. "Multiple Intelligences Go to School : Education Implications of the Theory of Multiple Intelligences," Education Researcher. 18(8) : 1-9 ; 1989.

- Getzels, J. and J. Dillon "The Nature of Giftedness and the Education of the Gifted," in Second Handbook of Research on Teaching. edited by Kenneth Travers. Washington, D.C. : American Educational Research Association, 1973.
- Getzels, J.W. and P.W. Jackson. Creativity and Intelligence. New York : Wiley, 1962.
- Greenes, Carole. "Identifying the Gifted Student in Mathematics," Arithmetic Teacher. 28 (6) : 14-17 ; February, 1981.
- Greenes, Carole and Editorial Panel. "Challenge of the Gifted," Mathematics Teacher. 76 : 220 ; April, 1983.
- Guilford, J.P. The Nature of Human Intelligence. New York : McGraw-Hill Book Co., 1968.
- Guilford, J.P. Three Faces of Intellect. American Psychologist. 14 : 469-479 ; 1959.
- Haertel, Edward. "Construct Validity and Criterion-Referenced Testing," Review of Education Research. 55(1) : 23-46 ; Spring, 1985.
- Hagen, E. Identification of Gifted. New York : Columbia University, Teachers College Press, 1980.
- Hallahan, Daniel P. and James M. Kauffman. Exceptional Children : Introduction to Special Education. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall, 1982.
- Halmos, Paul. Problems of Mathematicians, Young and Old. Santa Clara : The Mathematical Association of America, 1991.
- Heid, Kathleen M. "Characteristics and Special Needs of the Gifted Student in Mathematics," Mathematics Teacher. 76 : 221-226 ; April, 1983.
- Hildebrandt, Marilyn Hallin. "Classroom Behavior and Achievement Differences of Teacher-Identified, Teacher-Nonidentified, and Teacher-Misidentified Gifted Elementary Students," DAI-A (Dissertation Abstracts International-A). 51(12) : 4085 ; June, 1991.

Hollingworth, L.S. Gifted Children: Their Nature and Nurture. New York : Macmillan, 1926.

Hollingworth, L.S. Children above 180 I.Q. New York : World Book Company, 1942.

Honsberger, Ross. Mathematical Gems. Waterloo : The Mathematical Association of America, 1973.

Honsberger, Ross. Mathematical Gems II. Waterloo : The Mathematical Association of America, 1976.

Honsberger, Ross. Mathematical Morsels. Waterloo : The Mathematical Association of America, 1978.

Hoover, S. and J. Feldhusen. "Integrating Identification, School Services and Student Needs in Secondary Gifted Program," Arkansas Gifted Education Magazine. 7 : 8-16 ; 1987.

Houser, Cheryl Ann. "Effects of Group Counseling on the Self-Esteem, Creative Thinking and Problem-Solving Skills of Gifted Tenth and Eleventh-Grade Students," DAI-A (Dissertation Abstracts International-A). 49(11) : 3269 ; May, 1989.

House, Peggy. "Programs for Able Students : Districtor Reginal Alternatives," Arithmetic Teacher. 28(6) : 26-29 ; February, 1981.

House, Peggy A. "Alternative Education Programs for Gifted Students in Mathematics," Mathematics Teacher. 76 : 229-233 ; April, 1983.

House, Peggy A., Markita L. Gulliver and Susan F. Knoblauch. "On Meeting the Needs of the Mathematically Talented : A Call to Action," Mathematics Teacher. 70 : 222-227 ; March ; 1977.

House, Peggy A. Providing Opportunities for the Mathematically Gifted, K-12. Virginia : The National Council of Teachers of Mathematics, Inc., 1987.

- Humphreys, Casey. "Classroom Activities for Able Students : In Seventh and Eighth Grades," Arithmetic Teacher. 28(6) : 51, 62-64 ; February, 1981.
- Jamski, William D. Mathematical Challenges for the Middle Grades. Indiana : The National Council of Teachers of Mathematics, Inc., 1991.
- Jamski, William D. Mathematical Challenges for the Middle Grades. Indiana : The National Council of Teachers of Mathematics, Inc., 1993.
- Jacobvitz, Roslyn. "The Relationship among Measures of Ability, Creativity and Motivation for Vocational-Technical High School Students in Connecticut : An Exploratory Study in Developing a Procedure for Identifying Gifted Students," DAI-A (Dissertation Abstracts International-A). 49(2) : 241 ; August, 1988.
- Jellen, Hans G. and Klaus K. Urban. "Assessing Creative Potential World-Wide : The First Cross-Cultural Application of the Test for Creative Thinking-Drawing Production (TCT-DP)," In Journal Citation:Gifted-Education-International. 6(2) : 78-86 ; 1989.
- Johnson, Donavan A. and Jerald R. Rising. Guidelines for Teaching Mathematics. Belmont, Calif : Wadsworth, 1969.
- Jordan, Cathy Ann. "Measurement of Giftedness of Elementary School Children and Identification of Black or Hispanic Educationally Disadvantaged Gifted Children (Intelligence Tests)," DAI-A (Dissertation Abstracts International-A). 52(8) : 2817 ; February, 1992.
- Kahn, Linda friedman. "An Investigation of the Effect of a Part-time Differentiated Program Versus a Full-time Differentiated Program on the Creativity, Self-Concept, and Achievement of Gifted Middle School Students," DAI-A (Dissertation Abstracts International-A). 52(1) : 69 ; July, 1991.
- Kang, Choong youl. "The Nature and Development of a Cognitive Screening Battery for Academically Gifted Second and Third-Grade Students (Second-Grade)," DAI-A (Dissertation Abstracts International-A). 51(12) : 4066 ; June, 1991.

- Kaplan, Sandra N. Providing Programs for the Gifted and Talented : A Handbook.
Ventura, Calif : Office of the Ventura Counting Superintendent of School, 1974.
- Keller, Joyce Ann. "Differential Environmental Effects of the Education of Gifted Children,"
DAI-A (Dissertation Abstracts International-A). 51(10) : 3385 ; April, 1991.
- Kessler, Gilbert and Lawrence Zimmaman. NYSML-ARML Contests 1983-1988. Virginia :
The National Council of Teachers of Mathematics, Inc., 1989.
- Khatena, J. The Creatively Gifted Child : Suggestions for Parents and Teacher. New
York : Vantage Press, 1977.
- Kirk, Samuel A. Educating Exceptional Children. Boston : Houghton Mifflin, 1965.
- Kirschenbaum, Robert. "Methods for Identifying the Gifted and Talented American Indian
Student," Journal for the Education of the Gifted. 11(3) : 53-74 ; Spring, 1988.
- Klamkin, Murray S. International Mathematical Olympiads 1978-1985. Alberta : The
Mathematical Association of America, 1986.
- Koenigs Berg, Randy Ellen. "A Comparison of the Stanford-binet : Form LM and Fourth
Edition in Identifying Gifted Students (Intelligence Test)," DAI-A (Dissertation
Abstracts International-A). 53(5) : 1493 ; November, 1992.
- Koh, K.M. "How Prime are The Primes?" in Singapore Mathematical Olympiad for Primary
Schools. 46-61 ; Singapore : Pan Pacific Publications Ltd., 1993.
- Krist, Betty J. "The Gifted Math Program at SNNY at Buffalo," in The Secondary School
Mathematics Curriculum. 177-183 ; Vieginia : NCTM, 1985.
- Kulieke, Marilyn J. "Research Design Issues in the Evaluation of Programs for the
Gifted : A Case Study," Journal for the Education of the Gifted. 1x(3) : 193-206,
Spring, 1986.
- Lochhead, J. "An Introducton to Cognitive Process. Instruction," in Cognitive Process
Instruction. edited by J.Lochhead and J.Clement. Philadelphia : Franklin Institue
Press, 1979.

Lozansky, Edward and Cecil Rousseau. Beat It! Introduction to Mathematical Competitions.

Washington, D.C. : National Center for Excellence in Education, 1988.

Mallis J. and A Heinemann. Reaching for the Stars, Book 6 : Using Knowledge about Intelligence with the Gifted and Talented. Texas : Multimedia Arts, 1979.

Mallis J. and A Heinemann. Reaching for the Stars, Book 10 : Providing Guidance and Counseling for the Gifted and Talented. Texas : Multimedia Arts, 1979.

Maker, C.J. Curriculum Development for the Gifted. Rockville, MD : Aspen Systems, 1982,

Maker, C.J. Teaching Models in Education of the Gifted. Rockville, MD : Aspen System Corp., 1982.

Marlan, 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.

Martorell, Mario Francisco. "Language Proficiency Creativity, and Locus-of-Control among Hispanic Bilingual Gifted Children (Bilingual Children)," DAI-A (Dissertation Abstracts International-A). 52(9) : 3226 ; March, 1992.

May, Lola June. Teaching Elementary School Mathematics in Elementary School. New York : The Free Press, 1970.

Meier, Ronald L. "Automated Manufacturing Problem Solving with Gifted and Talented Students," ERIC (Educational Resources International Center). 52(4) : 8-10, 26-27 ; January, 1993.

Ogilvie, E. Gifted Children in Primary Schools. London : Macmillan. Education Ltd., 1973.

Osborne, Alan. "Needed Research : Mathematics for Talented," Arithmetic Teacher. 28(6) : 24-25 ; February, 1981.

Passow, Harry A. "The Gifted and the Disadvantaged," Promising Practices Teaching the Disadvantaged Gifted. Ventura, Ca. : Ventura County Superintendent of Schools, 1975.

- Parke, B. Gifted Student in Regular Classroom. Boston, MA : Allyn and Bacon, 1989.
- Payne, Josep L. "The Mathematics Curirriculum for Talented Students," Arithmetic Teacher. 28(6) : 18-21 ; February, 1981.
- Pegelow, Edwin Fulton. "Criterion-Related Validity of IQ and Achievement Cut off Scores for Entrance into a Gifted Program," DAI-B. (Dissertation Abstracts International-B).51(9) : 4589 ; March, 1991.
- Pressey, S. L. "Fordling Accelerates : Ten Years after," Journal of Counseling Psychology. 14(1) : 73-80 ; 1967.
- Pollack, H. L. "Fostering Critical Thinking : A Study of the Effects of Classroom Climate in a Gifted Program," in Dissertation Abstracts International. 1989.
- Polya, G. 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.
- Quellmalz, Edys S. "Needed : Better Method for Testing Higher-Order Thinking Skills," Educational leadership. 43(2) : 29-35 ; October, 1985.
- 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 : Post and Ferture Perspective." American Psychologist. 44 : 399-408, 1989.
- Renzulli, Joseph S. The Enrichment Triad Model : A Guide for Developing Defensible Programs for the Gifted and Talented. Nethersfield, Conn : Creative Learning Press, 1977.
- Renzulli, Joseph S. "What Makes Giftedness? Reexamining a Definition," Phi Delta Kappan. 60 : 180-184, 261 ; November, 1978.

- Reynolds, M.C. and J.W. Birch. Teaching Exceptional Children in all America's Schools.
Virginia : The Council for Exceptional Children, 1977.
- Reynolds, M.C. "A Crisis in Evaluation," Exceptional Children. 32 : 585-592 ; May, 1966.
- Ridge, Laurence H. and Joseph S. Renzulli. "Teaching Mathematics to the Talented and Gifted," in The Mathematical Education of Exceptional Children and Youth.
191-266. Virginia : NCTM, 1981.
- Robinson, Ann and T.D. Stanley. "Teaching to Talent : Evaluating an Enriched and Accelerated Mathematics Program," Journal for the Education of the Gifted. 12(4) :
253 - 267 ; Summer, 1989.
- Roedell, W.C. and others. Gifting Young Children. New York : Columbia University
Teachers College Press, 1980.
- Roeper, A. "Some Observations about Gifted Preschool Children," Journal of Nursery
Education. 18 : 177-180 ; 1968.
- Rogers, Karen B. "Teachers of Gifted Children," A Journal on Gifted Education. 11(3) :
145-150; March, 1989.
- Ross, John D. and Catherine M. Ross. Ross Test of Higher Cognitive Processes. California :
Academic Therapy Publications, 1976.
- Russell, David H. Children's Thinking. New York : Oinn and Company, 1956.
- Sara, Mary Ann. "The Effect of Manipulative Mathematics Materials on Gifted Elementary
Students, Piagetian Level of Reasoning (Mathematics Education)," DAI-A
(Dissertation Abstracts International-A). 51(8) : 2709 ; February, 1991.
- Schiff, Stephen Mark. "Chess Strategies : A Course of Study Designed as an Introduction to
Chess Thinking (Gifted Education)," DAI-A (Dissertation Abstracts International-
A). 52(7) : 2395 ; January, 1992.

Severeide, Rebecca C. "The Effect of Equipment Structure on the Creative Thinking of Young Children in a Problem-Solving Situation," DAI-A (Dissertation Abstracts International-A). 50(7) : 1934 ; January, 1990.

Shufelt, Gwen. "Providing for Able Students at the Local School Level," Arithmetic Teacher. 28(6) : 44-46 ; February, 1981.

Sisk, D. Creative Teaching of the Gifted. New York : McGraw-Hill, 1987.

Soifer, Alexander. Mathematics as Problem Solving. Colorado : Center for Excellence in Mathematical Education, 1987.

Starmack, John R. "Problem-solving of Mathematically Gifted Students : An Analysis of Strategies Used before and after Formal Instruction in Five Techniques of Mathematical Proof," DAI-A (Dissertation Abstracts International-A). 52(5) : 1675 ; November, 1991.

Sternberg, R.J. and J.E. Davidson. (Eds) Conceptions of Giftedness. New York : Cambridge University Press, 1986.

Sternberg, R.J and J.E. Davidson. Insight in Gifted Educational Psychologist. 18 : 51-57, 1983.

Stevenson, Frederick. Exploratory Problems in Mathematics. Arizona : The National Council of Teachers of Mathematics, Inc., 1992.

Strang, R. "The Psychology of Gifted Children," Journal of Teacher Education. 5 : 215-217, 1954.

Subotnik, Rena F., David E. Karp and Elizabeth R. Morgan. "High I.Q. Children at Midlife : An Investigation in the Generalizability of Terman's Genetic Studies of Genius," A Journal on Gifted Education. 11(3) : 139-144 ; March, 1989.

Swassing, Raymond H. "Gifted and Talented Children," in Exceptional Children. 2nd edition, edited by William L. Heward and Michael O. Orlansky. Colum, Ohio : Bell and Howell Company, 1984.

- Taylor, Ann. "Integrating Critical Thinking and Creative Thinking in the Cooperative Learning Model : Implications for Addressing the Frame of Reference for these two Distinct Processes," ERIC(Educational Resources International Center). Baltimore : MD ; July, 1990.
- Tempest, N. Teaching Clever Children. London : Routledge, 1874.
- Tomsic, Linda J. "The Relationship among Goal Accomplishment Styles of upper Elementary Gifted Students, Attitude towards Mathematics, Higher Thinking Skills and Mathematics Achievement," DAI-A(Dissertation Abstracts International-A). 51(5) : 1540 ; November, 1990.
- Torrance, E.Paul. "Teaching Creative and Gifted Learners," Handbook of Research on Teaching. edited by Merlin C. Wittrock. New York : Macmillan Publishing company, 1986.
- Torrance, E.Paul. "The Role of Creativity in Identification of the Gifted and Talented," Gifted Child Quarterly. 28 : 153-156 ; 1984.
- Torrance, E. Paul 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.
- Torrance, E. Paul. "Nurture of Creative Talents," Training Creative Thinking. Gavy A. Davis and Joseph A.Scott. New York : Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1971.
- Torrance, F.P. Rewarding Creative Behavior. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice hall, 1965.
- Torrance, E.P. Guiding Creative Talent. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall, 1962.
- Torrance, E.P. Discovery and Nurturance of Giftedness in the Culturally Different. Reston, Va. : Council for Exceptional Children, 1977.
- Trafton, Paul. "Overview : Providing for Mathematicall Able Student," Arithmetic Teacher. 28(6) : 12-13 ; February, 1981.

- Traxler, Mary Ann. "Gifted Education Program Evaluation : A National Review," Journal for the Education of Gifted. x(2) : 107-113 ; Winter, 1987.
- Treffinger, D.J. and E. Barton. Encouraging Self-Directed learning. Mansfield Center, CT : Creative learning Press, 1981.
- Tuttle, Frederick B. and Laurence A. Becker. Program Design and Development for Gifted and Talented Students. 2nd ed. Washington, D.C : National Education Association, 1983.
- U.S. Office of Education. Education of the Gifted and Talented. Washington, D.C. : Government Print Office, 1993.
- Vassar, William. "How to Design, Develop and Implement a Program for the Gifted and Talented In a Local School District," Exceptional Children. 35 : 4-7 ; November, 1968.
- Vaughn, V., J. Feldhusen and J. Asher. "Meta Analysis and Review of Research on Pull out Programs in Gifted children," Gifted Child Quarterly. 35(2) : 92-98 ; 1991.
- Wallach, Michael A. and Nathan Kogan. Modes of Thinking in Young Children. New York : Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1965.
- Webb, J. and others. Guiding the Gifted Child : A Practical Source for Parent and Teachers. Columbus, O.H : Ohio Publishing Company, 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.
- Weimer, John Frederick. "The Effect of a Program for the Academically and Cognitively Talented upon Creative Problem-Solving Abilities of Seventh and Eighth Grade Grade Gifted Students," DAI-A (Dissertation Abstracts International-A). 49(8) : 2066 ; 1989.

- Wendel, Robert and Sandra Heiser. "Effective Instructional Characteristics of Teachers of Junior High School Gifted Students," A Journal on Gifted Education. 11(3) : 151-153 ; March, 1987.
- Whitlock, M.S. and J.P. DuCette. "Outstanding 2 nd Average Teachers of the Gifted : A Comparative," Gifted Child Quarterly. 33 : 15-21, 1989.
- 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.
- Wolf, J. and T. Stephens. "Individualized Educational Planning for the Gifted," Roeper Review. 2(2) : 11-12 ; 1979.
- Woo, Young Soon. "A Differentiated Social Study Curriculum for Gifted Students on the Junior High School Level in Korea," DAI-A (Dissertation Abstracts International-A). 52(2) : 506 ; August, 1991.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ และรายชื่อนักเรียน
ที่เข้าร่วมโครงการวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพของแบบเสนอชื่อ

ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

- | | | |
|--------------------|-------------|--|
| 1. รศ.ดร. ณรงค์ | ปิ่นนัม | ภาควิชาคณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร |
| 2. รศ.ดร. วิเชียร | เลาห์โกศล | ภาควิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| 3. ผศ.ดร. พัฒน์ | อุดมกะวานิช | ภาควิชาคณิตศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 4. อาจารย์ผกาวัลดี | ทิพย์พยอม | หมวดคณิตศาสตร์ โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย |

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพ

ของแบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (กรอบความรู้คณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา)

- | | | |
|------------------|----------------|--|
| 1. รศ. สุเทพ | จันทร์สมศักดิ์ | ภาควิชาคณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร |
| 2. รศ.ดร. ปิยวดี | วงษ์ใหญ่ | ภาควิชาคณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร |
| 3. ผศ. สมวงษ์ | แปลงประสพโชค | ภาควิชาคณิตศาสตร์ สถาบันราชภัฏ พระนคร |

ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (วัดความสามารถอย่างสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา)

- | | | |
|--------------------|----------------|--|
| 1. รศ. สุเทพ | จันทร์สมศักดิ์ | ภาควิชาคณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร |
| 2. อาจารย์.ดร. ขติ | กฤษณ์งูร | ภาควิชาคณิตศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 3. รศ.ดร. ปิยวดี | วงษ์ใหญ่ | ภาควิชาคณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร |
| 4. ผศ.ดร. พัฒน์ | อุดมกะวานิช | ภาควิชาคณิตศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 5. ผศ. สมวงษ์ | แปลงประสพโชค | ภาควิชาคณิตศาสตร์ สถาบันราชภัฏ พระนคร |

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพของแบบประเมินโครงร่างหลักสูตร

ตรวจสอบความเหมาะสม (ลักษณะข้อคำถาม ภาษาที่ใช้ และประเด็นต่าง ๆ ของการประเมิน)

- | | |
|----------------------------|---|
| 1. รศ.ดร. สุเทพ ทองอยู่ | คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร |
| 2. รศ.ดร. พงจิต อินทสุวรรณ | ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร |
| 3. รศ.ดร. ไพศาล หวังพานิช | ผู้อำนวยการสำนักทดสอบ
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร |
| 4. รศ.ดร. ณรงค์ ปิ่นนัม | ภาควิชาคณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร |
| 5. ผศ.ดร. อุทัย โพรสุข | ภาควิชาการศึกษาพิเศษ
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร |

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (และกำหนดคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบ)

- | | |
|-----------------------------|--|
| 1. อาจารย์ ดร.ยติ กฤษณังกูร | ภาควิชาคณิตศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 2. รศ.ดร. ณรงค์ ปิ่นนัม | ภาควิชาคณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร |
| 3. รศ.ดร. วิเชียร เลาทโกศล | ภาควิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการประเมินโครงร่างหลักสูตรทฤษฎีจำนวน

ตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องขององค์ประกอบต่าง ๆ ในหลักสูตร

- | | |
|-----------------------------|--|
| 1. อาจารย์ ดร.ยติ กฤษณังกูร | ภาควิชาคณิตศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 2. รศ.ดร. ณรงค์ ปิ่นนัม | ภาควิชาคณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร |
| 3. รศ.ดร. วิเชียร เลาทโกศล | ภาควิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |

รายนามนักเรียนที่เข้าร่วมโครงการวิจัยในการทดลองใช้หลักสูตรทฤษฎีจำนวน

ตรวจสอบประสิทธิภาพของหลักสูตร

1. เด็กชายตะวัน	สินไชย	โรงเรียนเซนต์คาเบรียล
2. เด็กชายวิหวัศ	ภัสสรากุล	โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) 1
3. เด็กหญิงคิต	ภูมิเมือง	โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ
4. เด็กชายปิยณัฐ	แสงอรุณไพศาล	โรงเรียนเซนต์คาเบรียล
5. เด็กชายชศวีร์	สงวนจินต์	โรงเรียนเซนต์คาเบรียล
6. เด็กหญิงสุวรรณา	สุวรรณพงษ์	โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) 1
7. เด็กชายโยธิน	รักวงษ์ไทย	โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย
8. เด็กชายปรัชญา	พรประชาวัฒน์	โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) 1
9. เด็กชายวราวุธ	เหลื่องเมตตากุล	โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย
10. เด็กหญิงกษมา	เรืองรอง	โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) 1
11. เด็กชายบรรเจิด	ประดิษฐ์สุขถาวร	โรงเรียนเซนต์คาเบรียล
12. เด็กชายธนากร	น้ำแก้ว	โรงเรียนสาธิต มศว ปทุมวัน
13. เด็กชายอมรเทพ	บุตรกตัญญู	โรงเรียนเบญจมราชูทิศ ราชบุรี
14. เด็กหญิงวรรณรัตน์	สาธิตพิฑกุล	โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ
15. เด็กชายชนาธิป	กิจวิวัฒนาชัย	โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) 1
16. เด็กชายภักควา	เจียสกุล	โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย
17. เด็กชายปรัชญา	ภัสสรานนท์	โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

เครื่องมือคัดเลือเด็กที่มีความสามารถพิเศษ
ทางคณิตศาสตร์

เครื่องมือคัดเลือกเด็กที่มีความสามารถพิเศษ ทางคณิตศาสตร์

1. แบบเสนอชื่อ
2. แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์
ทางคณิตศาสตร์
3. แบบทดสอบวัดความคิดระดับสูง

แบบเสนอชื่อเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

โดยครู หรือเด็กเสนอชื่อตนเอง

ชื่อนักเรียน เกรดเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์

โรงเรียน ชั้น อายุ ปี

ชื่อครู รู้จักกับเด็กนาน ปี

วันที่ที่กรอก.....

ความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะพฤติกรรม ของนักเรียน	มาก	ค่อนข้าง มาก	ค่อนข้าง น้อย	น้อย
1 ชอบซักถาม				
2 มีความสนใจใคร่รู่ว่าสิ่งนั้นสิ่งนี้เกิดขึ้นได้อย่างไร และทำไมจึงเป็นเช่นนั้น				
3 มีความสามารถในการทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ได้ง่าย แม้ว่าสิ่งนั้นจะเป็นนามธรรม				
4 มีความสามารถในการสร้างความคิดจากรูปธรรม ไปสู่นามธรรมได้				
5 มีความสามารถหาตัวอย่างรูปธรรมจากความคิด นามธรรมได้				
6 ชอบแก้ปัญหาและปริศนาต่าง ๆ (ชอบทายปัญหา และ เล่นเกมส่ฝึกสมองต่าง ๆ)				
7 ชอบคิดทำหรือเล่นอะไรคนเดียว				
8 มีความรู้สึกรวดเร็วต่อเรื่องราวต่าง ๆ (แสดงความสนใจ ตื่นตัว และมีปฏิกิริยาที่รวดเร็วต่อความคิดใหม่ ๆ)				
9 มีความสามารถในการรับรู้ถึงความคล้าย ความแตกต่าง และความผิดปกติ				
10 มีความขำกรู้อาย				
11 ชอบศึกษาด้วยตนเองจากหนังสือ และการสังเกตผู้อื่น				

ความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะพฤติกรรม ของนักเรียน	มาก	ค่อนข้าง มาก	ค่อนข้าง น้อย	น้อย
12 มีความสนใจสิ่งแปลกใหม่ ความหลากหลาย และ ความท้าทาย				
13 มีการใช้เหตุผลสูงกว่าวัย				
14 จัดได้ว่าเป็นเด็กที่เล่นทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์				
15 มีสมาธิและจดจ่ออยู่กับงานได้เป็นเวลานาน ๆ				
16 มีความคิดริเริ่มและมีความสามารถในการคิดค้นแบบ ของตนเองในการทำงานที่ใช้สติปัญญา				
17 มีความสามารถในการสังเกต และมองเห็นประเด็น สำคัญของเรื่องราวต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์				
18 มีความเข้าใจแจ่มชัดในความสัมพันธ์ที่เป็นเหตุและผล				
19 มีความสามารถในการรับรู้ มองเห็นหลักการ และ สามารถสร้างข้อสรุปทั่วไป ๆ ไปเกี่ยวกับรูปแบบทาง คณิตศาสตร์ โครงสร้าง ความสัมพันธ์ และการบวก ลบ คูณ หาร ของจำนวน				
20 มีพื้นฐานความอยากรู้อยากเห็นและมีความเข้าใจในเชิง ปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ตั้งแต่เยาว์วัย (มีความสนใจตัวเลข เช่น 219 หารด้วย 3 ลงตัว ลักษณะของเบอร์ทะเบียนรถ				
21 มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล และคิดเชิง สัญลักษณ์เกี่ยวกับความสัมพันธ์เชิงปริมาณและ มิติสัมพันธ์ (เช่นรูปร่าง รูปทรงต่าง ๆ การขนาน)				
22 มีความสามารถในการรวบรัด การให้เหตุผล และ การหาคำตอบอย่างแนบเนียนกระทัดรัด				
23 มีความสามารถในการย้อนทวนกระบวนการคิดได้				
24 มีพลังและมานะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์				
25 มีความคล่องแคล่วในการคิด กล่าวคือสามารถมอง เห็นความเป็นไปได้ และผลลัพธ์ต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้น				

แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

คำแนะนำในการทำแบบทดสอบ

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

ชื่อ สกุล

อายุ ปี ชั้น

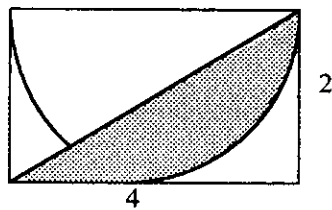
โรงเรียน จังหวัด

ที่อยู่ปัจจุบัน

เบอร์โทรศัพท์ของนักเรียน

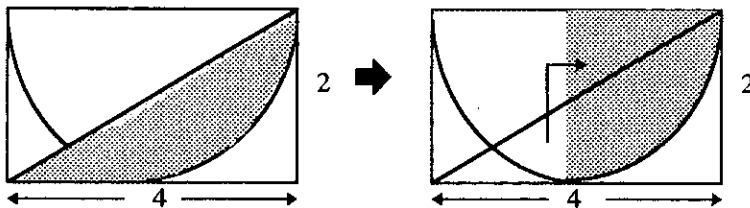
คำชี้แจง

ในแบบทดสอบฉบับนี้ นักเรียนจะพบปัญหาที่แปลกใหม่ต่าง ๆ ซึ่งในการแก้ปัญหาเหล่านี้ นักเรียนจำเป็นต้องใช้ความสามารถในหลาย ๆ ด้าน ซึ่งรวมไปถึง การสังเกต การหารูปแบบ การแปลงสภาพปัญหาให้อยู่ในลักษณะที่นักเรียนรู้จัก และการคิดค้นวิธีการใหม่ที่มีประสิทธิภาพ เพื่อแก้ปัญหาให้สะดวกและรวดเร็ว ขอให้ศึกษาตัวอย่างต่อไปนี้



จากรูป ครึ่งวงกลม บรรจุอยู่ในรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
ที่มีด้านกว้าง 2 ซม. และด้านยาว 4 ซม.
ต้องการหาพื้นที่ส่วนที่แรเงา

แนวคิด



เมื่อลากรัศมีของวงกลมให้ตั้งฉากกับด้านยาวที่เป็นเส้นสัมผัส จะพบว่าพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม
ส่วนที่แรเงา ด้านล่าง เท่ากับพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมอีกรูปหนึ่งทางด้านขวาบน ดังนั้นพื้นที่
ส่วนที่แรเงาที่ต้องการหา จึงเท่ากับ $\frac{1}{4}$ ของพื้นที่รูปวงกลมที่มีรัศมียาว 2 ซม.

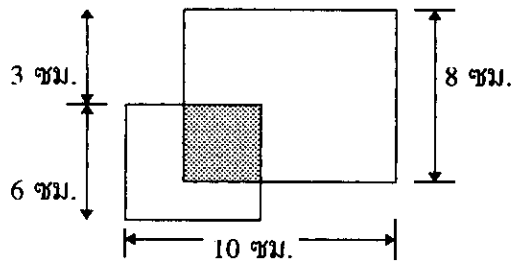
$$\begin{aligned}\text{ฉะนั้น พื้นที่ส่วนแรเงา} &= \frac{1}{4} \times \pi \times 2^2 \text{ ตร.ซม.} \\ &= \pi \text{ ตร.ซม.}\end{aligned}$$

ขอให้นักเรียนใช้ความสามารถอย่างเต็มที่ในการทำแบบทดสอบ

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

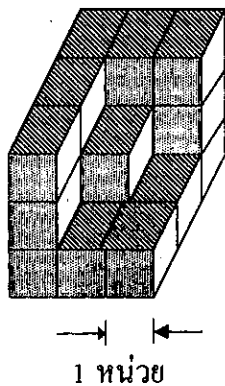
ตอบ

2. จงหาพื้นที่ส่วนที่ซ้อนทับกันของสี่เหลี่ยมจัตุรัสทั้งสอง, ดังรูป



ตอบ

3. จงหาพื้นที่ผิวทั้งหมดของทรงคังรูปที่กำหนดให้



ตอบ

4. จงหาตัวเลขในตำแหน่งแรกของแถวที่ 100 จากเงื่อนไขต่อไปนี้

แถวที่ 1

1

แถวที่ 2

2 3 4

แถวที่ 3

5 6 7 8 9

แถวที่ 4

10 11 12 13 14 15 16

•

X X X X X X X X X

•

× × × × × × × × × ×

●

× × × × × × × × × × × ×

ตอบ

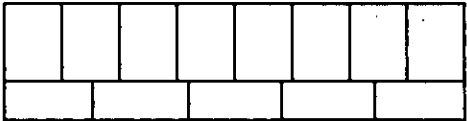
5. จัดเก้าอี้เรียงเป็นแถวยาวไว้ 40 ตัว จะต้องจัดให้คนนั่งลงบนเก้าอี้อย่างน้อยที่สุดกี่ตัว จึงจะทำให้เมื่อนำคน ๆ หนึ่งมานั่งเก้าอี้ว่างที่เหลืออยู่แล้ว เขาจะต้องนั่งติดกับใครคนใดคนหนึ่งที่นั่งอยู่ก่อนแล้วเสมอ

ตอบ

6. ราคาของแอปเปิล 3 ผล เท่ากับราคารวมของส้ม 4 ผล กับสาลี่ 1 ผล และแอปเปิล 6 ผล ราคาเท่ากับสาลี่ 4 ผล จงหาว่าส้มกี่ผลจึงจะมีราคาเท่ากับสาลี่ 1 ผล

ตอบ

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



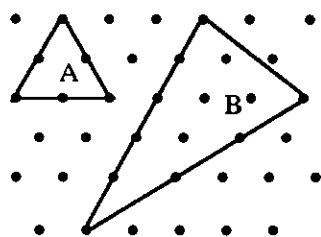
ตอบ

8. มีกี่วิธีที่เรียงรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 2 รูปใน 9 รูป ต่อไปนี้ โดยไม่ให้รูปทั้งสองที่เรงานี้มีด้านร่วมกัน

1	2	3
4	5	6
7	8	9

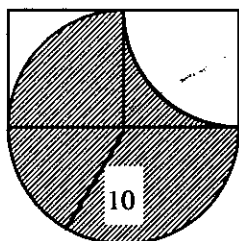
ตอบ

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



ตอบ

10. จงหาพื้นที่ของรูปที่ล้อมรอบด้วยส่วนโค้งของวงกลมที่มีรัศมีเท่ากัน ดังรูป



ตอบ

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

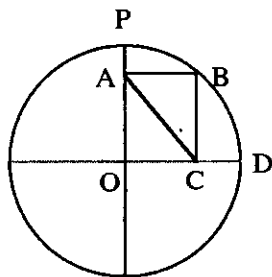
$$A * B = (A \times B) + 1$$

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

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

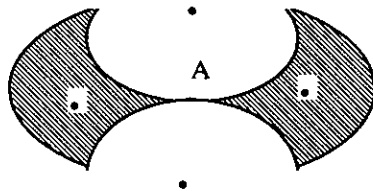
ตอบ

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



ตอบ

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

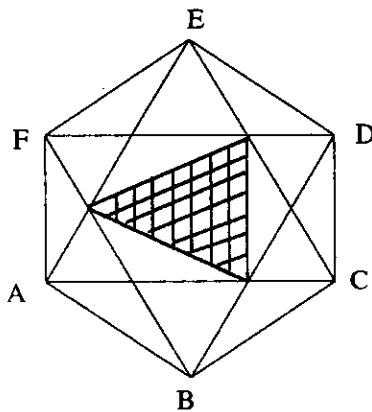


ตอบ

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



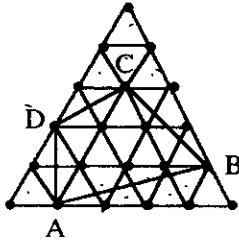
ตอบ

16. มีลูกบอลอยู่สามสี คือ แดง (R) ขาว (W) และดำ (B) จัดวางเรียงในแนวเส้นตรง โดยเริ่มจากลูกบอลสีแดง 5 ลูก ตามด้วยสีขาว 4 ลูก และตามด้วยสีดำอีก 3 ลูก แล้วขึ้นต้นใหม่ในทำนองเดียวกันเช่นนี้ไปเรื่อย 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

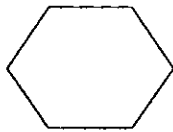


ตอบ

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



(A)



(B)

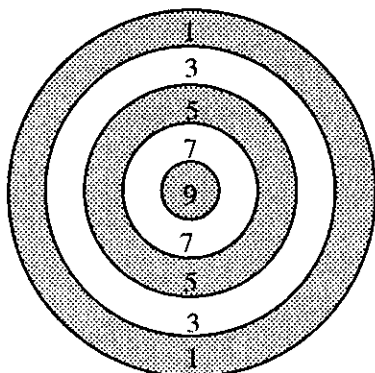
ตอบ

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 ถ้าชาติปาเป้าโดยใช้ลูกดอก 6 ดอกและเข้าเป้าทุกดอก จงหาว่าแต้มรวมที่ชาติปาได้จะเป็นเท่าไร ได้บ้างจากแต้มต่อไปนี้

4, 17, 28, 29, 31, 56

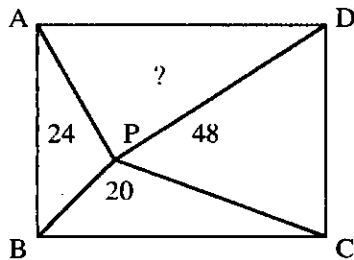


ตอบ

21. คน 8 กลุ่ม ปลุกต้นไม้ได้รวม 108 ต้น จำนวนต้นไม้ที่แต่ละกลุ่มปลูกได้แตกต่างกันทั้งสิ้น ถ้าจำนวนต้นไม้ที่มากที่สุดซึ่งคนกลุ่มหนึ่งปลูกได้เป็น 18 ต้น จงหาว่ากลุ่มคนที่ปลุกต้นไม้ได้น้อยที่สุดเท่าที่เป็นไปได้จะปลูกกี่ต้น

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

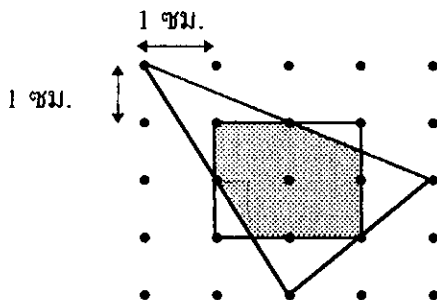
แถวที่ 1	$\frac{1}{1}$				
แถวที่ 2	$\frac{2}{1}, \frac{1}{2}$				
แถวที่ 3	$\frac{3}{1}, \frac{2}{2}, \frac{1}{3}$				
แถวที่ 4	$\frac{4}{1}, \frac{3}{2}, \frac{2}{3}, \frac{1}{4}$				
แถวที่ 5	x	x	x	x	x
แถวที่ 6	x	x	x	x	x

ตอบ

24. รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วที่มีความยาวรอบรูปเป็น 20 เซนติเมตร และความยาวของแต่ละด้านเป็นจำนวนนับ มีแตกต่างกันได้ทั้งหมดกี่แบบ

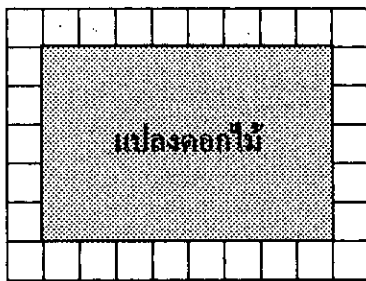
ตอบ

25. จงหาพื้นที่ที่ซ้อนกันของรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ดังรูป



ตอบ

26. แปลงดอกไม้รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีทางเดินโดยรอบไปด้วยแผ่นกระเบื้องรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสดังรูป ถ้าพื้นที่ทางเดินเป็น 60 ตารางเมตร จงหาพื้นที่ของแปลงดอกไม้



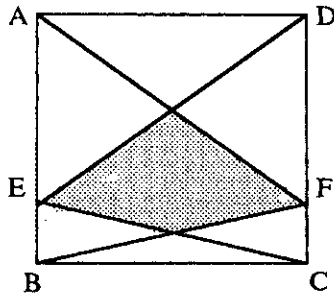
ตอบ

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

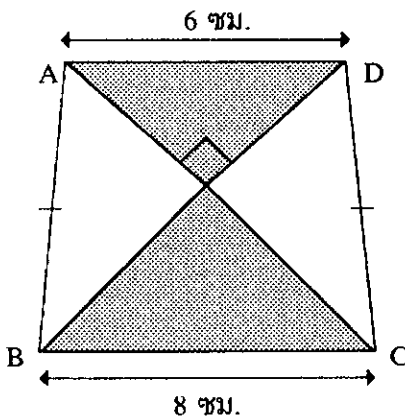
ตอบ

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 AD ขนานกับด้าน BC และ $AB = DC$ ถ้าเส้นทแยงมุม BD ตั้งฉากกับเส้นทแยงมุม AC, $AD = 6$ เซนติเมตร และ $BC = 8$ เซนติเมตร จงหาพื้นที่ส่วนที่แรเงา



ตอบ

30. จงหาผลรวมของเศษส่วนแท้ซึ่งส่วนมีค่าไม่เกิน 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

แบบทดสอบวัดความคิดระดับสูง

คำแนะนำในการทำแบบทดสอบ

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

ชื่อ..... นามสกุล

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” เพราะการที่จะได้ “ข้าว” เราต้อง “ปลูก” ขึ้นมา ดังนั้นการที่จะได้ “บ้าน” เราก็ต้อง “สร้าง” ขึ้นมาเช่นกัน

ตัวอย่างที่ 2

“ปีก” คู่กับ “นก” ทำนองเดียวกับ “เท้า” คู่กับ “.....”

- | | |
|---------|------------|
| ก. นิ้ว | ข. รองเท้า |
| ค. มือ | ง. เดิน |
| จ. คน | |

นักเรียนควรเลือก จ. “คน” เนื่องจาก “ปีก” ทำให้นกเคลื่อนที่ไปได้ ทำนองเดียวกัน “เท้า” ทำให้ “คน” เคลื่อนที่ไปได้เช่นกัน

1. “ขีดตราชั่ง” 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. สลึง |
| ค. ธนาคาร | ง. การใช้จ่าย |
| จ. กระเป๋าตังค์ | |

3. “วายน้ํ” คู่กับ “น้ํ” ทำนองเดียวกับ “บิน” คู่กับ “.....”

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

4. “ไข” คู่กับ “ไข่” ทำนองเดียวกับ “เมล็ด” คู่กับ “.....”

- | | |
|-----------|-----------|
| ก. งอก | ข. สวน |
| ค. ดิน | ง. ดอกไม้ |
| จ. หีบห่อ | |

5. “รองเท้า” คู่กับ “เท้า” ทำนองเดียวกับ “แหวน” คู่กับ “.....”

- | | |
|------------|----------|
| ก. น้อด | ข. ทองคำ |
| ค. นิ้วมือ | ง. วงกลม |
| จ. สร้อยคอ | |

6. “เดือน” คู่กับ “ปี” ทำนองเดียวกับ “ชั่วโมง” คู่กับ “.....”

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

7. “ห่าน” คู่กับ “ฝูง” ทำนองเดียวกับ “กล้วย” คู่กับ “.....”

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

8. “ไหม้” คู่กับ “ไฟ” ทำนองเดียวกับ “ตัด” คู่กับ “.....”

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

9. “ขา” คู่กับ “โตะ” ทำนองเดียวกับ “ล้อ” คู่กับ “.....”

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

ในการตอบแบบทดสอบตอนนี้ในกระดาษคำตอบ ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย
ดังนี้

- | | | | | |
|-----|--|-----|------------------------------------|------------------------------------|
| 0 | ควาร์กหลอมละลายภายใต้แสงอาทิตย์ | 0 | ☒ ก | ☐ ข |
| | ก. สรุปได้ | | | |
| | ข. สรุปไม่ได้ | | | |
| 00 | สิ่งมีชีวิตทุกชนิดเป็นควาร์ก | 00 | ☐ ก | ☒ ข |
| | ก. สรุปได้ | | | |
| | ข. สรุปไม่ได้ | | | |
| 000 | ทุก ๆ สิ่งที่หลอมละลายภายใต้แสงอาทิตย์มีสีม่วง | 000 | ☐ ก | ☒ ข |
| | ก. สรุปได้ | | | |
| | ข. สรุปไม่ได้ | | | |

ถ้าแมงมุมบินได้แล้ว แมงมุมจะมีปีก
แมงมุมไม่มีปีก - ก แต่แมงมุมมีขนแบบขนนก
ดังนั้น

- | | | | | |
|-----|---|--|--|--|
| 13. | แมงมุมบินได้หรือมิฉะนั้นแมงมุมมีปีก | | | |
| | ก. สรุปได้ | | | |
| | ข. สรุปไม่ได้ | | | |
| 14. | ถ้าแมงมุมมีขนแบบขนนก แล้วแมงมุมจะบินได้ | | | |
| | ก. สรุปได้ | | | |
| | ข. สรุปไม่ได้ | | | |
| 15. | แมงมุมบางตัวไม่มีขนแบบขนนก | | | |
| | ก. สรุปได้ | | | |
| | ข. สรุปไม่ได้ | | | |

ตัวพาลิมอนทุกตัว เป็นสัตว์กินปลา
ตัวพาลิมอนเป็นสัตว์ที่ชอบย้ายถิ่นที่อยู่
ดังนั้น

- | | | | | |
|-----|--|--|--|--|
| 16. | สัตว์ที่กินปลาทุกตัวเป็นพาลิมอน | | | |
| | ก. สรุปได้ | | | |
| | ข. สรุปไม่ได้ | | | |
| 17. | สัตว์ที่กินปลาทุกตัวชอบย้ายถิ่นที่อยู่ | | | |
| | ก. สรุปได้ | | | |
| | ข. สรุปไม่ได้ | | | |

18. สัตว์ที่ชอบย้ายถิ่นที่อยู่คือพาลิมอน

ก. สรุปได้

ข. สรุปไม่ได้

สัตว์เลี้ยงของจอยทุกตัวมี 4 เท้า แต่ไม่มีหาง

ตัวแกลมลีไม่ใช่สัตว์ 4 เท้า และไม่ใช่สัตว์มีหาง

ดังนั้น

19. ตัวแกลมลีบางตัวมีหาง แต่ไม่มีตัวใดเลยเป็นสัตว์ 4 เท้า

ก. สรุปได้

ข. สรุปไม่ได้

20. ถ้าตัวแกลมลีมีหาง มันจะเป็นสัตว์ 4 เท้า

ก. สรุปได้

ข. สรุปไม่ได้

21. ไม่มีสัตว์เลี้ยงของจอยตัวใดเลยเป็นแกลมลี

ก. สรุปได้

ข. สรุปไม่ได้

ชาวอาหรับ 10 คน ออกจากเมืองซาฮิปและพวกเขาเดินทางพร้อมด้วยอูฐ 8

ตัว เข้าไปในทะเลทรายสัปดาห์ต่อมา มีชาวอาหรับในคณะนี้ 5 คน เดินทางมา

ถึงโอเอซิสแห่งแรก แต่ละคนขี่อูฐมาคนละตัว อูฐกระหายน้ำมาก และรีบกิน

น้ำในโอเอซิสนั้นทันที

ดังนั้น

22. อูฐ 3 ตัว ที่มาไม่ถึงโอเอซิสแห่งแรก ได้ย้อนกลับไปเมืองซาฮิป

ก. สรุปได้

ข. สรุปไม่ได้

23. ชาวอาหรับจำนวนหนึ่งสามารถเดินทางจากเมืองซาฮิปไปยังโอเอซิสแห่งแรกโดยใช้เวลาน้อย

กว่า 9 วัน

ก. สรุปได้

ข. สรุปไม่ได้

24. ชาวอาหรับไม่ได้ขี่อูฐ 3 ตัว ที่มาไม่ถึงโอเอซิสแห่งแรก

ก. สรุปได้

ข. สรุปไม่ได้

ชาวฝรั่งเศสทุกคนกินเนื้อสัตว์

ชาวฝรั่งเศสที่อยู่เมืองนอร์ม็องดีกินเฉพาะเนื้อวัว

ในขณะที่ชาวฝรั่งเศสที่อยู่เมืองบริตทานีกินเฉพาะเนื้อแกะ

ชาวฝรั่งเศสบางคนมีผมสีทอง

ดังนั้น

25. ผู้ที่กินเนื้อแกะบางคนอยู่ที่เมืองบริตทานี

ก. สรุปได้

ข. สรุปไม่ได้

26. ชาวฝรั่งเศสทุกคนกินเนื้อวัว

ก. สรุปได้

ข. สรุปไม่ได้

27. ชาวฝรั่งเศสที่มีผมสีทองที่อยู่เมืองนอร์ม็องดีกินแต่เนื้อวัว

ก. สรุปได้

ข. สรุปไม่ได้

ตอนที่ 3 ส่วนของเหตุที่ขาดหายไป (9 นาที)

แบบทดสอบตอนนี้จะเกี่ยวกับการสรุปความ โดยที่ข้อสรุปจะได้มาจากข้อเท็จจริงที่เป็นเหตุ 2 ข้อ ในข้อสอบแต่ละข้อ จะกำหนดข้อเท็จจริงที่เป็นเหตุข้อแรก และกำหนดข้อสรุปมาให้ ส่วนข้อเท็จจริงที่เป็นเหตุข้อที่สองจะเว้นว่างไว้ จากนั้นจะให้ตัวเลือกมาอีก 5 ข้อ เพื่อให้นักเรียนพิจารณาว่าตัวเลือกใดเหมาะที่จะเป็นข้อเท็จจริงที่เป็นเหตุข้อที่สองนั้น ดังตัวอย่าง

ข้อเท็จจริงที่ 1 น้ำในทะเลสาบไฮปมีอุณหภูมิ 40°F

ข้อเท็จจริงที่ 2

ข้อสรุป น้ำในทะเลสาบไฮปเย็นเกินกว่าที่จะว่ายน้ำได้

ข้อเท็จจริงที่ 2 คือข้อใด

ก. ในทะเลสาบส่วนใหญ่ น้ำเย็นเกินกว่าที่จะว่ายน้ำได้

ข. ขณะนี้เป็นฤดูหนาว

ค. น้ำที่มีอุณหภูมิ 40°F เย็นเกินกว่าที่จะว่ายน้ำได้

ง. น้ำในทะเลสาบไฮปเย็นมาก

จ. การว่ายน้ำในขณะที่น้ำเย็นมาก ๆ ไม่ใช่เรื่องสนุก

ข้อที่เหมาะสมจะเป็นข้อเท็จจริงที่ 2 คือ ข้อ ค. เนื่องจากเมื่อนำมาประกอบกับข้อเท็จจริงที่ 1 จะได้ข้อสรุปตามต้องการดังนี้

- ข้อเท็จจริงที่ 1 น้ำในทะเลสาบไฮปมีอุณหภูมิ 40°F
 ข้อเท็จจริงที่ 2 น้ำที่มีอุณหภูมิ 40°F เย็นเกินกว่าที่จะว่ายน้ำได้
 ข้อสรุป น้ำในทะเลสาบไฮปเย็นเกินกว่าที่จะว่ายน้ำได้
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 เป็นผลมาจากการถ่ายของเสียจากท่อน้ำ
 ทิ้งของโรงงานที่ตั้งอยู่ริมอ่าว
 ข้อเท็จจริงที่ 2
 ข้อสรุป ดังนั้น ในอ่าวมะนาวไม่มีปลา
 ข้อเท็จจริงที่ 2 คือข้อใด
- ก. ถ้าท่านไปตกปลาที่อ่าวมะนาว ท่านจะไม่ได้ปลาเลย
 - ข. ของเสียจากท่อน้ำทิ้งของโรงงาน ทำให้น้ำเน่าเสีย

- ค. ถ้าน้ำเน่าเสียจะไม่มีปลาอาศัยอยู่เลย
 ง. ปลาบางชนิดไม่ได้อาศัยอยู่ที่อ่าวมะนาว
 จ. มลภาวะทุกอย่างเกิดจากโรงงาน
31. ข้อเท็จจริงที่ 1 โจเป็นพนักงานรับประกันภัยบริษัท 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 จะร้องเพลงโดยใส่อาภรณ์เข้าไปด้วย
 ข้อเท็จจริงที่ 2
 ข้อสรุป ดังนั้น นักร้องโอเปร่าที่มีชื่อเสียงโด่งดังย่อมเป็นนักแสดงที่ดี
 ข้อเท็จจริงที่ 2 คือข้อใด
 ก. นักแสดงที่ดีบางคนย่อมมีชื่อเสียงที่เต็มไปด้วยพลัง
 ข. นักร้องเท่านั้นที่สามารถเป็นนักร้องโอเปร่าที่โด่งดังได้
 ค. ไม่มีใครเลยที่ร้องเพลงโดยใส่อาภรณ์เข้าไปได้ ถ้าไม่ใช่นักแสดงที่ดี

- ง. ถ้าคุณสามารถแสดงบทบาทหนึ่งบนเวทีได้ คุณจะสามารถร้องเพลงโอเปร่าได้
 จ. นักร้องโอเปร่าที่มีชื่อเสียงทุกคนเป็นผู้ที่มีความสามารถแสดงออกทางอารมณ์ได้ดี

34. ข้อเท็จจริงที่ 1 รถส่วนตัวขนาดใหญ่กินน้ำมันมากและเสียค่าซ่อมแพง

ข้อเท็จจริงที่ 2

ข้อสรุป ดังนั้น น้อยคนที่จะซื้อรถส่วนตัวขนาดใหญ่

ข้อเท็จจริงที่ 2 คือข้อใด

- ก. คนส่วนมากซื้อรถส่วนตัวขนาดเล็ก
 ข. คนมักจะ ไม่ซื้อของที่จะต้องเสียค่าใช้จ่ายแพง
 ค. น้ำมันแพงและขาดแคลน
 ง. รถส่วนตัวขนาดใหญ่บางคันไม่แพง
 จ. ความนิยมใช้รถส่วนตัวขึ้นอยู่กับราคาของน้ำมัน

ตอนที่ 4 การสังเคราะห์ลำดับ (8 นาที)

ในแบบทดสอบตอนนี้ จะกำหนดข้อความต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเรื่อง “ฤดูแห่งแชมป์” มาให้ โดยข้อความเหล่านี้ยังมีได้จัดเรียงลำดับอย่างถูกต้อง นักเรียนจะต้องอ่านข้อความทั้งหมดทุกข้อความ แล้วจัดลำดับตามการเกิดก่อน-หลังของเหตุการณ์ โดยเขียนตัวเลข 0, 1, 2, ..., 9 หลังข้อความซึ่งเป็นเหตุการณ์ที่เกิดก่อนและเรียงลำดับต่อ ๆ กันไป

35. พอพวกเขาจบการศึกษาไปแล้ว ทีนี้แหละเราจะได้เปรียบในเรื่องความสูง
36. ดังนั้น ในฤดูแข่งขันหน้าพวกคุณจะได้เห็นด้วยรางวัลใบใหญ่มาตั้งอยู่ที่จัดไว้
37. นั่นหมายความว่า ผู้เล่นจะเล่นเป็นทีมได้อย่างดี เพราะได้รับการฝึกฝนให้เล่นเข้าหากันอย่างซ้ำของโค้ชคนเดียวกัน.....
38. เมื่อเรามีข้อได้เปรียบถึงขนาดนี้แล้วจะต้องสงสัยอีกมั้ย หากเราจะเตรียมที่เอาไว้สำหรับตั้งถ้วยรางวัล.....
39. จะอย่างไรก็ตาม ส่วนสำคัญที่สุดก็คือประสบการณ์ของพวกเขา
40. ประการแรก โรงเรียนเปซิฟิกที่เอาชนะเราได้เมื่อปีกลายเพียงโรงเรียนเดียว จะไม่มีคาราเด็นในทีมต่อไปแล้ว.....

41. มีเหตุการณ์หลายประการที่ทำให้ฉันคิดว่า ทีมบาสเกตบอลของเราจะได้แชมป์ในปีนี้
42. พวกนั้นได้สำเร็จการศึกษาไปแล้ว
43. ผู้เล่นของเรายังคงเป็นชุดเดียวกับปีที่แล้ว และมีโค้ชคนเดิม
44. ผู้เล่นในทีมของเราโดยเฉลี่ยสูงกว่าผู้เล่นในทีมคู่แข่งอื่น ๆ อยู่ถึงสองนิ้ว

ตอนที่ 5 กลวิธีไขปริศนา (15 นาที)

ในแบบทดสอบตอนนี้ จะกำหนดของมาให้ 5 สิ่ง ดังตัวอย่างเช่น

ลูกกอล์ฟ	เข็มหมุดเสียบผ้า	เข็มกลัดซ่อนปลาย
ดินสอ	ลูกบิดประตู	

จะมีอยู่สิ่งหนึ่งเป็นปริศนา ซึ่งจะสอดคล้องกับ คำถาม-คำตอบ 3 กลุ่มต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1

คำถาม	คำตอบ
1. มันแหลมใช่ไหม	ไม่ใช่
2. มันทำมาจากโลหะใช่ไหม	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. มันจะต้องใส่เข้าไปในลูกกอล์ฟได้พอดีใช่ไหม	ใช่

0 อยากทราบว่า ปริศนาคืออะไร

ก. ลูกบิคุประตุ

ข. เข็มกลัดซ่อนปลาย

ค. ลูกกุญแจ

ง. คินสอ

จ. เข็มหมุดเสียบผ้า

เมื่อพิจารณาข้อมูลที่ได้จาก คำถาม - คำตอบ ทั้งสามกลุ่ม ย่อมทำให้ทราบว่าปริศนา คือ ค) ลูกกุญแจ และถ้าให้ตัดสินใจว่า คำถาม-คำตอบ กลุ่มใดที่ช่วยให้ปริศนาดังกล่าวได้ดีที่สุด หรือให้ข้อมูลที่จำเป็นและเพียงพอต่อการไขปริศนาเบื้องต้น

00 นักเรียนคิดว่าจะเลือก คำถาม-คำตอบ กลุ่มใดต่อไปนี้

ก) กลุ่มที่ 1

ข) กลุ่มที่ 2

ค) กลุ่มที่ 3

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

ให้นักเรียนตอบดังนี้

0 ☐ ก ☐ ข ☒ ค ☐ ง

00 ☐ ก ☐ ข ☒ ค

กำหนดของ 5 สิ่งต่อไปนี้

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

มีอยู่สิ่งหนึ่งเป็นปริศนา ซึ่งจะหาคำตอบได้จากกลุ่ม คำถาม-คำตอบ 3 กลุ่มต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1

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

กลุ่มที่ 2

คำถาม	คำตอบ
1. เราสวมมันที่มีมือใช้ไหม	ไม่ใช่
2. เราพันมันที่คอใช้ไหม	ไม่ใช่
3. เราสวมมันอยู่ภายในรองเท้าได้ด้วยใช้ไหม	ไม่ใช่

กลุ่มที่ 3

คำถาม	คำตอบ
1. สามารถพลิกด้านในของมันเป็นด้านนอกใช้ไหม	ไม่ใช่
2. มันทำมาจากหนังสัตว์ใช้ไหม	ใช่
3. เราสวมมันที่เท้าใช้ไหม	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 ซึ่งจะหาคำตอบได้จากกลุ่ม คำถาม-คำตอบ 3 กลุ่มต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1

คำถาม	คำตอบ
1. มันมีสีขาวใช้ไหม	ใช่
2. มันเป็นเม็ดใช้ไหม	ไม่ใช่
3. มันมีรสหวานใช้ไหม	ใช่

กลุ่มที่ 2

คำถาม	คำตอบ
1. มันใช้ร่วมกับพริกไทยเสมอ	ไม่ใช่
2. มันเป็นผงใช้ไหม	ใช่
3. มันมีรสขมใช้ไหม	ไม่ใช่

กลุ่มที่ 3

คำถาม	คำตอบ
1. มันมีรสเค็มใช้ไหม	ไม่ใช่
2. มันใช้สำหรับการทำอาหารใช้ไหม	ใช่
3. มันมีสีน้ำตาลใช้ไหม	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 ซึ่งจะหาคำตอบได้จากกลุ่ม คำถาม-คำตอบ 3 กลุ่มต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1

คำถาม	คำตอบ
1. มันบินไปได้ใช้ไหม	ไม่ใช่
2. มันมีล้อเกิน 2 ล้อใช้ไหม	ใช่
3. มันเคลื่อนไปตามรางใช้ไหม	ไม่ใช่

กลุ่มที่ 2

คำถาม	คำตอบ
1. มันมีล้อใช้ไหม	ใช่
2. สามารถพบเห็นมันได้ที่สนามบินใช้ไหม	ใช่
3. มันใช้บรรทุกผู้โดยสารมากกว่า 1 คน ใช้ไหม	ใช่

กลุ่มที่ 3

คำถาม	คำตอบ
1. มันมีที่นั่งมากมาขใช้ไหม	ใช่
2. มันเคลื่อนที่ไปตามพื้นใช้ไหม	ใช่
3. มันมีหน้าต่างใช้ไหม	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

ตู้เย็น เตา เครื่องล้างจาน เครื่องอบแห้ง เครื่องซักผ้า

มีอยู่สิ่งหนึ่งที่เป็นปริศนา ซึ่งจะหาคำตอบได้จากกลุ่ม คำถาม-คำตอบ 3 กลุ่มต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1

คำถาม	คำตอบ
1. มันให้ความร้อนแก่เราใช้ไหม	ใช่
2. มันต้องใช้กระแสไฟฟ้าใช้ไหม	ใช่
3. ในการทำงานของมันต้องใช้น้ำด้วยใช้ไหม	ไม่ใช่

กลุ่มที่ 2

คำถาม	คำตอบ
1. มันเอาไวใช้เก็บอาหารไซ้ไหม	ไม่ใช่
2. มันเอาไวใส่เสื้อผ้าไซ้ไหม	ใช่
3. เราใส่สบูลงไปเวลาใช้มันไซ้ไหม	ไม่ใช่

กลุ่มที่ 3

คำถาม	คำตอบ
1. มันมีประตูลำหรับเปิด-ปิดไซ้ไหม	ใช่
2. มันใช้สำหรับซักล้างไซ้ไหม	ไม่ใช่
3. มันใช้สำหรับให้ความเย็นกับสิ่งต่าง ๆ ไซ้ไหม	ไม่ใช่

51. อะไรคือปริศนา

ก) เตา

ข) ตู้เย็น

ค) เครื่องล้างจาน

ง) เครื่องอบแห้ง

จ) เครื่องซักผ้า

52. คำถาม-คำตอบ กลุ่มใดที่ชัดเจนพอที่ใช้สำหรับไขปริศนาข้างต้น

ก) กลุ่มที่ 1

ข) กลุ่มที่ 2

ค) กลุ่มที่ 3

กำหนดของ 5 สิ่งต่อไปนี้

แอปเปิ้ล	มันฝรั่ง	มะเขือเทศ	มะนาว	หัวแครอท
----------	----------	-----------	-------	----------

มีอยู่สิ่งหนึ่งที่เป็นปริศนา ซึ่งจะหาคำตอบได้จากกลุ่ม คำถาม-คำตอบ 3 กลุ่มต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1

คำถาม	คำตอบ
1. มันมีสีน้ำตาลไซ้ไหม	ไม่ใช่
2. มันกินได้ไซ้ไหม	ใช่
3. มันมีรสเปรี้ยวไซ้ไหม	ไม่ใช่

กลุ่มที่ 2

คำถาม	คำตอบ
1. มันเจริญงอกงามอยู่เหนือพื้นดินใช่ไหม	ไม่ใช่
2. มันมีเมล็ดอยู่ภายในใช่ไหม	ไม่ใช่
3. เนื้อในของมันมีสีแสดใช่ไหม	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 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ให้และมีให้ความกระจ่างในการตอบปัญหา (20 นาที)

ในแบบทดสอบตอนนี้ จะมีปัญหาให้นักเรียนอ่านและตัดสินใจว่าปัญหาที่ให้นั้นอยู่ในลักษณะใด ต่อไปนี้

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

ตัวอย่าง เช่น ปัญหาที่ว่า

“ส้มโอราคาผลละ 10 บาท มีเงิน 50 บาท จะซื้อส้มโอได้กี่ผล”

ปัญหานี้ มีลักษณะเป็นไปตามข้อ ข) คือสามารถหาคำตอบได้เนื่องจากมีข้อมูลพอเหมาะพอคี่ ที่ใช้หาคำตอบ

อนึ่งในการทำแบบทดสอบต่อนี้นักเรียนไม่จำเป็นต้องไปเสียเวลาคิดคำตอบของปัญหา ให้พิจารณาเพียงลักษณะของปัญหาว่าเป็นไปตามข้อ ก) ข) หรือ ค) แล้วกา $\times$ ทับตัวเลือกที่นักเรียนตัดสินใจ

55. แมลงตัวหนึ่งต้องการไต่ขึ้นไปบนเสาซึ่งสูง 10 ฟุต ในแต่ละวันมันไต่ได้สูง 2 ฟุต และจะลั่นลงมา 1 ฟุต ในช่วงกลางคืนที่มันหลับ อยากทราบว่าแมลงตัวนี้ต้องใช้เวลากี่วันจึงจะไต่ถึงยอดเสา

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

56. มีนักเรียนชั้น ม. 1 ของโรงเรียนสตรีวิทยา 96 คน นักเรียนกลุ่มนี้ต้องการเดินทางไปทัศนศึกษาที่ห้องฟ้าจำลอง โดยใช้รถโดยสาร อยากทราบว่าต้องใช้รถโดยสารกี่คัน

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

57. ชายคนหนึ่งล้อมรั้วสวนของเขาโดยล้อมเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เมื่อเขาล้อมรั้วเสร็จ ปรากฏว่าแต่ละด้านของรั้วใช้เสา 9 ต้น และรั้วแต่ละด้านยาว 18 ฟุต อยากทราบว่าชายคนนี้ใช้เสาในการล้อมรั้วทั้งหมดกี่ต้น

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

58. เมื่อบวกจำนวน ๆ หนึ่งด้วย 14 แล้ว คูณผลบวกดังกล่าวด้วย 18 จะได้ผลลัพธ์เป็น 375 จงหาจำนวนดังกล่าว

- ก) ไม่อาจหาคำตอบได้ เพราะข้อมูลไม่เพียงพอ
- ข) สามารถหาคำตอบได้และมีข้อมูลพอเหมาะพอคี่ที่จะใช้หาคำตอบ
- 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 เท่าของกลุ่มที่สอง 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

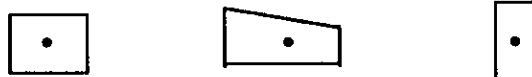
65. เมื่อนำ A คูณกับ B จะได้ผลลัพธ์เป็น 476 แต่ถ้าคูณ A ด้วยจำนวนที่มากกว่า B อยู่ 1 จะได้ผลลัพธ์เป็น 504 จงหาค่าของ A และ B

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

ตอนที่ 7 การวิเคราะห์คุณลักษณะ (12 นาที)

ในแบบทดสอบตอนนี้ จะให้ข้อมูลเพื่อใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์คุณลักษณะของสิ่งที่ต้องการกล่าวถึงแต่ละสิ่ง จากนั้นจะมีคำถามเกี่ยวกับคุณลักษณะข้างต้น ดังตัวอย่าง

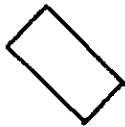
สิ่งเหล่านี้คือ เฟอร์ค จงสังเกตดูให้ดี ๆ



สิ่งเหล่านี้ ไม่ใช่เฟอร์ค ขอให้พิจารณาว่าแตกต่างจากเฟอร์คอย่างไร



สิ่งใดต่อไปนี้ เป็น เฟอร์ค บ้าง

- 1) 
 - ก) เป็น
 - ข) ไม่เป็น
- 2) 
 - ก) เป็น
 - ข) ไม่เป็น
- 3) 
 - ก) เป็น
 - ข) ไม่เป็น

จะพบว่ารูปในข้อ 2) เท่านั้นที่เป็น เฟอร์ค ในขณะที่รูปข้อ 1) และ 3) ไม่ใช่เฟอร์ค

สิ่งเหล่านี้คือ ฟริก



สิ่งเหล่านี้ ไม่ใช่ฟริก



สิ่งใดต่อไปนี้เป็น ฟริก บ้าง

66.



ก. เป็น

ข. ไม่เป็น

67.



ก. เป็น

ข. ไม่เป็น

68.



ก. เป็น

ข. ไม่เป็น

69.



ก. เป็น

ข. ไม่เป็น

สิ่งเหล่านี้คือ เฟรม



สิ่งเหล่านี้ ไม่ใช่เฟรม



สิ่งใดต่อไปนี้เป็น เฟรม บ้าง

70.



- ก. เป็น
ข. ไม่เป็น

71.



- ก. เป็น
ข. ไม่เป็น

72.



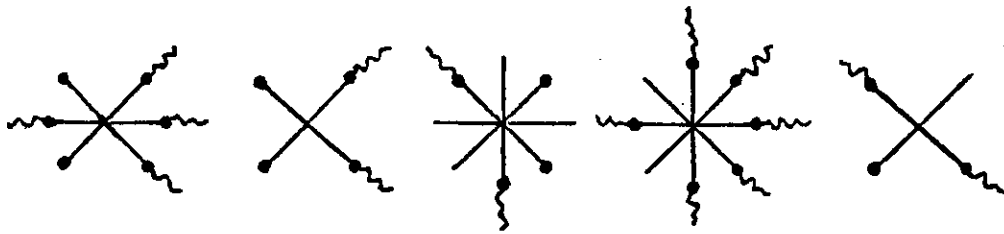
- ก. เป็น
ข. ไม่เป็น

73.

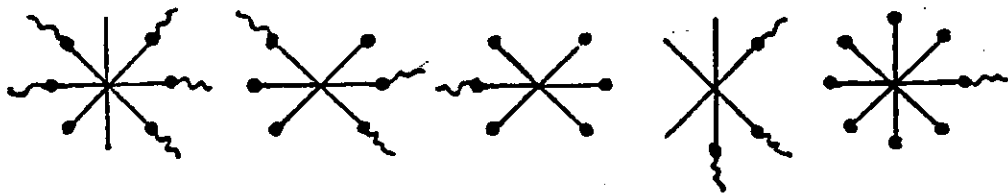


- ก. เป็น
ข. ไม่เป็น

สิ่งเหล่านี้คือ ฟรอน

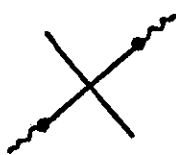


สิ่งเหล่านี้ ไม่ใช่ฟรอน

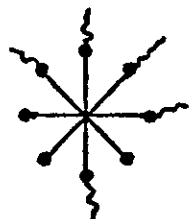


สิ่งใดต่อไปนี้เป็น ฟรอน บ้าง

74.  ก. เป็น
ข. ไม่เป็น

75.  ก. เป็น
ข. ไม่เป็น

76.  ก. เป็น
ข. ไม่เป็น

77.  ก. เป็น
ข. ไม่เป็น

ภาคผนวก ค

แบบประเมินโครงร่างหลักสูตร

แบบทดสอบอิงเกณฑ์และแบบประเมินตนเอง

แบบประเมินโครงร่างหลักสูตรทฤษฎีจำนวน

แบบประเมินฉบับนี้เป็นแบบประเมินโครงร่างหลักสูตร โดยมีจุดประสงค์ให้ท่านซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญได้กรุณาพิจารณาความเหมาะสมและความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ของหลักสูตร ขอให้ท่านทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด และเขียนข้อเสนอแนะอื่น ๆ

แบบประเมินจะมีอยู่ทั้งหมด 3 ตอน คือ

1. แบบประเมินความเหมาะสมของโครงร่างหลักสูตรทฤษฎีจำนวน
2. แบบประเมินความสอดคล้องของโครงร่างหลักสูตรทฤษฎีจำนวน
3. แบบสอบถามความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับหลักสูตรทฤษฎีจำนวน

ข้อมูลส่วนตัว ผู้เชี่ยวชาญสาขา

ประสบการณ์ในการทำงาน ปี

สถานที่ทำงาน

.....

ตอนที่ 1 : แบบประเมินความเหมาะสมของโครงร่างหลักสูตรทฤษฎีจำนวน

คำชี้แจง : หลังจากพิจารณาหลักสูตรแล้วขอให้ท่านพิจารณาว่าองค์ประกอบต่าง ๆ ของหลักสูตรในข้อต่อไปนี้ มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด

ประเด็นการประเมิน	เห็นด้วยมากที่สุด	เห็นด้วยมาก	เห็นด้วยปานกลาง	เห็นด้วยน้อย	เห็นด้วยน้อยที่สุด
1. จุดมุ่งหมายของหลักสูตร					
1.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ ความสามารถอย่างแท้จริง					
1.2 พัฒนาความสามารถด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และความคิดระดับสูง					
1.3 สร้างเสริมผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์					
1.4 ปฏิบัติได้จริง					
1.5 ส่งเสริมการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง					
1.6 ส่งเสริมการสร้างสรรค์ผลงานตามความสามารถและความสนใจของผู้เรียน					
1.7 พัฒนาศักยภาพของผู้เรียนให้ได้ขีดสูงสุด					
1.8 ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาหลัก ๆ ทางทฤษฎีจำนวน					
2. เนื้อหาของหลักสูตร					
2.1 เหมาะสมกับศักยภาพของผู้เรียนซึ่งเป็นเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์					
2.2 นำไปปฏิบัติได้จริง					
2.3 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน					
2.4 การกำหนดหัวข้อของเนื้อหาในหลักสูตรมีความเหมาะสม					

ประเด็นการประเมิน	เห็นด้วย มากที่สุด	เห็นด้วย มาก	เห็นด้วย ปานกลาง	เห็นด้วย น้อย	เห็นด้วย น้อยที่สุด
2.5 การกำหนดเนื้อหาในแต่ละหน่วยมีความเหมาะสม					
2.6 มีการจัดเรียงลำดับอย่างเหมาะสม					
2.7 มีความเหมาะสมกับระยะเวลาที่กำหนด					
3. กิจกรรมและวิธีสอน					
3.1 ในแผนการเรียนแต่ละหน่วยมีความเหมาะสม					
3.2 เหมาะสมกับศักยภาพของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์					
3.3 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน					
3.4 ส่งเสริมการคิดด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์					
3.5 ส่งเสริมการคิดระดับสูง					
3.6 เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร					
3.7 เหมาะสมกับเนื้อหาของแต่ละหน่วย					
หน่วยที่ 1					
หน่วยที่ 2					
หน่วยที่ 3					
หน่วยที่ 4					
หน่วยที่ 5					
หน่วยที่ 6					
หน่วยที่ 7					
หน่วยที่ 8					
3.8 มีความเหมาะสมกับการเรียนรู้ของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์					
3.9 เหมาะสมในการนำไปปฏิบัติจริง					

ประเด็นการประเมิน	เห็นด้วย มากที่สุด	เห็นด้วย มาก	เห็นด้วย ปานกลาง	เห็นด้วย น้อย	เห็นด้วย น้อยที่สุด
3.10 ส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง					
3.11 ส่งเสริมให้ผู้เรียนศึกษาหาความรู้ตาม ความสามารถและความสนใจ					
3.12 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสดลงมือ ปฏิบัติงานในระดับที่ทำให้เกิดการ เรียนรู้อย่างจริงจัง					
4. สื่อการเรียน					
4.1 เหมาะสมกับเนื้อหาของหลักสูตร					
4.2 เหมาะสมกับกิจกรรมและวิธีสอน					
4.3 เหมาะสมกับการส่งเสริมการศึกษาค้น คว้าด้วยตนเอง					
4.4 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน					
5. การวัดและประเมินผล					
5.1 เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตร					
5.2 เหมาะสมกับเนื้อหาของหลักสูตร					
5.3 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน					
5.4 เหมาะสมกับกิจกรรมและวิธีสอน					
5.5 เหมาะสมกับการวัดความสามารถที่ แท้จริงของผู้เรียน					
5.6 เหมาะสมกับการวัดความสามารถในการ แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางทฤษฎี จำนวนและความคิดระดับสูง					
5.7 เหมาะสมกับการวัดความรู้ในเนื้อหา ทางทฤษฎีจำนวน					

ประเด็นการประเมิน	เห็นด้วย มากที่สุด	เห็นด้วย มาก	เห็นด้วย ปานกลาง	เห็นด้วย น้อย	เห็นด้วย น้อยที่สุด
6. แผนการเรียน					
6.1 ส่วนประกอบ (เวลา เนื้อหา จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม แนวทางการจัดกิจกรรม และวิธีสอน สื่อการเรียน และการวัด และประเมินผล) ในแต่ละหน่วยมีความ เหมาะสม					
หน่วยที่ 1					
หน่วยที่ 2					
หน่วยที่ 3					
หน่วยที่ 4					
หน่วยที่ 5					
หน่วยที่ 6					
หน่วยที่ 7					
หน่วยที่ 8					
6.2 รายละเอียดในแต่ละหน่วยมีความ เหมาะสม					
หน่วยที่ 1					
หน่วยที่ 2					
หน่วยที่ 3					
หน่วยที่ 4					
หน่วยที่ 5					
หน่วยที่ 6					
หน่วยที่ 7					
หน่วยที่ 8					

ประเด็นการประเมิน	เห็นด้วย มากที่สุด	เห็นด้วย มาก	เห็นด้วย ปานกลาง	เห็นด้วย น้อย	เห็นด้วย น้อยที่สุด
6.3 ในแต่ละหน่วยเหมาะกับการนำไป ปฏิบัติจริง					
หน่วยที่ 1					
หน่วยที่ 2					
หน่วยที่ 3					
หน่วยที่ 4					
หน่วยที่ 5					
หน่วยที่ 6					
หน่วยที่ 7					
หน่วยที่ 8					

ตอนที่ 2 : แบบประเมินความสอดคล้องของโครงร่างหลักสูตรทฤษฎีจำนวน

คำชี้แจง : ให้ท่านพิจารณาว่าองค์ประกอบต่าง ๆ ของหลักสูตร (จุดมุ่งหมาย เนื้อหา กิจกรรมและวิธีสอน สื่อการเรียน การวัดและประเมินผล และแผนการเรียน) มีความสอดคล้องกันหรือไม่

ประเด็นการประเมิน	สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง
1. จุดมุ่งหมายของหลักสูตรกับเนื้อหาของหลักสูตร			
2. จุดมุ่งหมายของหลักสูตรกับกิจกรรมและวิธีสอน			
3. เนื้อหาของหลักสูตรกับจำนวนหน่วยการเรียนรู้			
4. เนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนกับเวลา			
หน่วยที่ 1			
หน่วยที่ 2			
หน่วยที่ 3			
หน่วยที่ 4			
หน่วยที่ 5			
หน่วยที่ 6			
หน่วยที่ 7			
หน่วยที่ 8			
5. เนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนกับกิจกรรมและวิธีสอน			
หน่วยที่ 1			
หน่วยที่ 2			
หน่วยที่ 3			
หน่วยที่ 4			
หน่วยที่ 5			
หน่วยที่ 6			
หน่วยที่ 7			
หน่วยที่ 8			

ประเด็นการประเมิน	สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง
6. เนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้กับสื่อการเรียน			
หน่วยที่ 1			
หน่วยที่ 2			
หน่วยที่ 3			
หน่วยที่ 4			
หน่วยที่ 5			
หน่วยที่ 6			
หน่วยที่ 7			
หน่วยที่ 8			
7. เนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้กับการวัดและประเมินผล			
หน่วยที่ 1			
หน่วยที่ 2			
หน่วยที่ 3			
หน่วยที่ 4			
หน่วยที่ 5			
หน่วยที่ 6			
หน่วยที่ 7			
หน่วยที่ 8			
8. เนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้กับแผนการเรียน			
หน่วยที่ 1			
หน่วยที่ 2			
หน่วยที่ 3			
หน่วยที่ 4			
หน่วยที่ 5			
หน่วยที่ 6			
หน่วยที่ 7			
หน่วยที่ 8			

ประเด็นการประเมิน	สอดคล้อง	ไม่แน่ใจ	ไม่สอดคล้อง
9. กิจกรรมและวิธีสอนกับสื่อการเรียนในแต่ละหน่วย			
หน่วยที่ 1			
หน่วยที่ 2			
หน่วยที่ 3			
หน่วยที่ 4			
หน่วยที่ 5			
หน่วยที่ 6			
หน่วยที่ 7			
หน่วยที่ 8			
10. กิจกรรมและวิธีสอนกับการวัดและประเมินผล			
11. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในแผนการเรียนกับ จุดมุ่งหมายของหลักสูตร			

ตอนที่ 3 : แบบสอบถามความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับหลักสูตรทฤษฎีจำนวน

คำชี้แจง : โปรดแสดงความคิดเห็นหรือให้ข้อเสนอแนะอื่น ๆ เพื่อผู้วิจัยจะได้ปรับปรุงแก้ไข
โครงร่างหลักสูตรให้ดีขึ้น ก่อนที่จะนำไปทดลองใช้ต่อไป

1. จุดมุ่งหมายของหลักสูตร ท่านมีความคิดเห็นเพิ่มเติมอย่างไรและคิดว่ามีจุดใดควรแก้ไขบ้าง

.....

.....

.....

.....

2. เนื้อหาของหลักสูตร ท่านมีความคิดเห็นเพิ่มเติมอย่างไรและคิดว่ามีจุดใดควรแก้ไขบ้าง
(กรุณาช่วยพิจารณาการเขียนเนื้อหาในแต่ละหน่วย พร้อมทั้งช่วยแก้ไขและเสนอแนะ
ลงในเอกสารหลักสูตร)

.....

.....

.....

.....

3. การจัดกิจกรรมและวิธีสอน ท่านคิดว่ามีจุดใดควรแก้ไขเพิ่มเติมบ้าง

.....

.....

.....

.....

4. ท่านคิดว่าสื่อการเรียนการสอนควรมีอะไรเพิ่มเติมบ้าง

.....

.....

.....

.....

5. ท่านคิดว่าวิธีการวัดและประเมินผลควรมีส่วนแก้ไขเพิ่มเติมอย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

6. แผนการเรียน ท่านคิดว่ามีส่วนใดควรแก้ไขเพิ่มเติมบ้าง (กรุณาช่วยพิจารณาการเขียนแผนการเรียนในแต่ละหน่วย พร้อมทั้งช่วยแก้ไขและเสนอแนะลงในเอกสารหลักสูตร)

.....

.....

.....

.....

.....

7. ความคิดเห็นเพิ่มเติมเพื่อความสำเร็จยิ่งขึ้นของหลักสูตร

.....

.....

.....

.....

.....

8. อื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบอิงเกณฑ์
วัดความรอบรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาทฤษฎีจำนวน

- ชุดที่ 1 : แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทาง
ทฤษฎีจำนวน
- ชุดที่ 2 : แบบทดสอบวัดทักษะการคิดทางทฤษฎีจำนวน
- ชุดที่ 3 : แบบทดสอบวัดความรอบรู้ทางทฤษฎีจำนวน

ชุดที่ 1

แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางทฤษฎีจำนวน

คำแนะนำในการทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 20 ข้อ ใช้เวลา 4 ชั่วโมง
2. แสดงวิธีทำแต่ละข้ออย่างละเอียด
3. กรุณาเขียนรายละเอียดข้อมูลส่วนตัวของนักเรียนลงในช่องว่างที่กำหนดข้างล่างนี้

ชื่อ.....

อายุ.....ปี โรงเรียน.....ชั้น.....

แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางทฤษฎีจำนวน

1. สำหรับจำนวนเต็ม n ใด ๆ จงแสดงว่า $(3n+4, 2n+3) = 1$

2. ให้ a และ b เป็นจำนวนเต็มบวก จงแสดงว่า

$$\left(2^a - 1, 2^b - 1\right) = 2^{(a,b)} - 1$$

3. จงแสดงว่าผลคูณของจำนวนเต็มที่เรียงต่อเนื่องกัน 10 จำนวน จะหารด้วย $10!$ ลงตัว

4. ให้ p เป็นจำนวนเฉพาะ และ $p \geq 5$ ถ้า $p+2$ เป็นจำนวนเฉพาะ จงพิสูจน์ว่า $6 \mid (p+1)$

5. กำหนดลำดับของจำนวนเต็มดังนี้

$$101, 10101, 1010101, 101010101, \dots$$

จงตรวจสอบพร้อมทั้งให้เหตุผลว่ามีจำนวนเต็มในลำดับจำนวนใดบ้างที่เป็นจำนวนเฉพาะ

6. กำหนดลำดับของจำนวนเต็มดังนี้

$$2^1 + 1, 2^2 + 1, 2^4 + 1, 2^8 + 1, 2^{16} + 1, \dots$$

$$\text{เราพบว่า } (2^1 + 1, 2^2 + 1) = (2^1 + 1, 2^4 + 1) = (2^2 + 1, 2^4 + 1) = 1$$

จงตรวจสอบดูว่ามีจำนวนเต็มคู่ใดบ้างในลำดับข้างต้นที่มี ห.ร.ม. เท่ากับ 1

7. ให้ p เป็นจำนวนเฉพาะ $p \neq 2, p \neq 5$ จงแสดงว่า p หารจำนวนเต็มบวกในลำดับต่อไปนี้
ได้ไม่จำกัด

$$1, 11, 111, 1111, \dots$$

8. ให้ P_n แทนจำนวนเฉพาะตัวที่ n ในลำดับของจำนวนเฉพาะที่เรียงจากน้อยไปมาก
จงแสดงว่า

$$P_n < P_1 \cdot P_2 \cdots P_{n-1} + 1 \text{ และ } P_n < P_1 + P_2 + P_3 + \cdots + P_{n-1} \text{ เมื่อ } n > 3$$

9. นิยาม เรียกจำนวนประกอบ n ว่า “pseudoprime” ก็ต่อเมื่อ $2^n \equiv 2 \pmod{n}$

จงแสดงว่า ถ้า n เป็น pseudoprime ที่เป็นจำนวนเต็มคี่ แล้วจำนวนแมร์เซน M_n จะเป็น
pseudoprime ด้วย และมีจำนวนไม่จำกัด

10. ให้ $f(n)$ แทนผลบวกของจำนวนเต็มบวก k ซึ่ง $k \leq n$ และ $(k, n) = 1$

$$\text{จงพิสูจน์ว่า } 2f(n) = n\phi(n)$$

11. ให้ $n = 52,920,000$ และ $U = \{1, 2, 3, \dots, n\}$

$$\text{กำหนด } A = \{x \in U \mid (x, n) = 5\} \text{ และ } B = \{x \in U \mid (x, n) = 11\}$$

จงหาจำนวนสมาชิกของเซต A และ B

12. นิยาม ให้ k, n เป็นจำนวนเต็มบวก กำหนด $\phi^*(k, n) =$ จำนวนของจำนวนเต็มบวก x ซึ่ง $1 \leq x \leq n$ และ $(x, k) = 1$

จงหาค่าของ 1. $\phi^*(15, 100)$ และ 2. $\phi^*(100, 15)$

13. จงแสดงว่า ถ้า $2^k - 3$ เป็นจำนวนเฉพาะแล้ว $n = 2^{k-1} (2^k - 3)$ สอดคล้องกับ $\sigma(n) = 2n + 2$

14. ให้ p เป็นจำนวนเฉพาะซึ่ง $n < p < 2n$ จงแสดงว่า

$$\frac{(2n)!}{2n!} \equiv 0 \pmod{p} \text{ และ } (p-1)! \equiv (p-1) \pmod{1+2+3+\dots+(p-1)}$$

15. ให้ p และ q เป็นจำนวนเฉพาะ ซึ่ง $p \neq q$ จงแสดงว่า

$$p^{q-1} + q^{p-1} \equiv 1 \pmod{pq} \text{ และ ถ้า } a^p \equiv b^p \pmod{p} \text{ แล้ว } a^p \equiv b^p \pmod{p^2}$$

16. กำหนดลำดับของจำนวนเฉพาะ 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17 จงแสดงว่ามีจำนวนเต็มบวกที่เรียงต่อเนื่องกัน 6 จำนวนคือ

$$N, N+1, N+2, N+3, N+4, N+5, \text{ ซึ่งมีคุณสมบัติว่า } 2^2 | N, 3^2 | (N+1), 5^2 | (N+2), \\ 7^2 | (N+3), 11^2 | (N+4) \text{ และ } 13^2 | (N+5),$$

17. จงแสดงว่าสมการ $213x + 441y = 10002$ มีคำตอบเป็นจำนวนเต็ม แต่ไม่มีคำตอบที่เป็นจำนวนเต็มบวกทั้งคู่

18. จงแสดงว่าสมการ $ax + by = a + c$ มีคำตอบที่เป็นจำนวนเต็มก็ต่อเมื่อสมการ $ax + by = c$ มีคำตอบเป็นจำนวนเต็ม

19. นิยาม ให้ d และ n เป็นจำนวนเต็มบวก เราจะเรียก d ว่า ตัวหาร Unitary ของ n

$$\text{ถ้า } \left(d, \frac{n}{d}\right) = 1 \text{ และถ้าให้ } \tau^*(n) = \text{จำนวนตัวหาร Unitary ของ } n \text{ จงหา } \tau^*(n)$$

20. ให้ $A = \{1, 2, 3, \dots, n\}$ และมี $X, Y \subset A$ ซึ่ง $X \cap Y = \emptyset$ และ $X \cup Y = A$

$$\text{จงหาค่า } n \text{ ทั้งหมดที่ทำให้ } \sum_{i \in X} i = \sum_{j \in Y} j$$

ชุดที่ 2

แบบทดสอบวัดทักษะการคิดทางทฤษฎีจำนวน

คำแนะนำในการทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 10 ข้อ ใช้เวลา 2 ชั่วโมง
2. แสดงวิธีทำแต่ละข้ออย่างละเอียด
3. กรุณาเขียนรายละเอียดข้อมูลส่วนตัวของนักเรียนลงในช่องว่างที่กำหนดข้างล่างนี้

ชื่อ.....

อายุ.....ปี โรงเรียน.....ชั้น.....

แบบทดสอบวัดทักษะการคิดทางทฤษฎีจำนวน

1. จงแสดงว่า ถ้า a และ b เป็นจำนวนเต็มบวกแล้ว $(a, b) = (a + b, [a, b])$
2. ให้ n เป็นจำนวนคี่บวก จงแสดงว่า $3 \mid (2^n + 1)$
3. ถ้า $p \geq q \geq 5$ และ p, q เป็นจำนวนเฉพาะทั้งคู่ จงแสดงว่า $24 \mid (p^2 - q^2)$
4. จงแสดงว่า $\tau(n)\phi(n) \geq n$ สำหรับทุก ๆ จำนวนเต็มบวก n
5. จงแสดงว่า ถ้า $n > 1$ แล้ว $n^4 + 4^n$ เป็นจำนวนประกอบเสมอ
6. ให้ a แทนจำนวนเต็มบวกใด ๆ จงแสดงว่า $a^{33} \equiv a \pmod{4080}$
7. จงแสดงว่า 39หาร $53^{103} + 103^{53}$ ลงตัวและ 7 หาร $111^{333} + 333^{111}$ ลงตัว
8. จงหาจำนวนเต็มบวกที่น้อยที่สุดที่สอดคล้องกับระบบสมการคอนกรูเอนซ์

$$x \equiv 2 \pmod{3}$$

$$x \equiv 3 \pmod{5}$$

$$x \equiv 4 \pmod{7}$$

9. จงแสดงว่าไม่มีจำนวนเต็ม x, y ที่เป็นคำตอบของสมการ $3x^2 + 8 = y^2$
10. จงหาจำนวนเต็ม x, y ทั้งหมดที่เป็นคำตอบของสมการ $247x + 589y = 817$

ชุดที่ 3

แบบทดสอบวัดความรู้ทางทฤษฎีจำนวน

คำแนะนำในการทำแบบทดสอบ

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 20 ข้อ ใช้เวลา 3 ชั่วโมง
2. ให้เติมเฉพาะคำตอบลงในกรอบสี่เหลี่ยมท้ายข้อพร้อมทั้งแสดงแนวคิดในกระดานที่กำหนดให้
3. ให้คิดและทดลองในที่ว่างของแบบทดสอบ
3. กรุณาเขียนรายละเอียดข้อมูลส่วนตัวของนักเรียนลงในช่องว่างที่กำหนดข้างล่างนี้

ชื่อ.....

อายุ.....ปี โรงเรียน.....ชั้น.....

แบบทดสอบวัดความรู้ทางทฤษฎีจำนวน

1. ให้ $N = \underbrace{444444\dots 4}_{k \text{ ตัว}}$

และ $M = \underbrace{333333\dots 3}_{100 \text{ ตัว}}$

จงหาค่า k ที่น้อยที่สุดที่ทำให้ M หาร N ลงตัว

คำตอบ

2. จงหาจำนวนเต็มบวก n ทั้งหมดที่ทำให้ 2^{n-1} หาร $n!$ ลงตัว

คำตอบ

3. จงหาจำนวนเต็มบวก n ทั้งหมดที่ทำให้ $\sigma(\sigma(n)) = 2n$

คำตอบ

4. สำหรับจำนวนเต็มบวก $n > 1$ จงแสดงว่ามีจำนวนเต็มบวก n_1 และ n_2 ที่ทำให้

$$\tau(n_1) + \tau(n_2) = n \text{ และ } \sigma(n_1) + \sigma(n_2) = n$$

คำตอบ

5. จงหาเงื่อนไขที่จำเป็นและเพียงพอสำหรับจำนวนเต็มบวก m, n ที่ทำให้

$$\phi\left(\frac{n}{m}\right) = \frac{\phi(n)}{m}$$

คำตอบ

6. จงหาเลขโดด 2 หลักสุดท้ายของจำนวนเต็ม 7^{7^7}

คำตอบ

7. จงหาค่าประจำหลักหน่วยของจำนวนเต็ม $17^{1996} + 11^{1996} - 7^{1996}$

คำตอบ

8. จงหาเศษที่เหลือจากการหาร 4444^{4444} ด้วย 9

คำตอบ

9. จงหาจำนวนเต็มบวก n ที่มีค่ามากที่สุดที่ทำให้ $n + 23$ หาร $(n + 1)^2$ ลงตัว

คำตอบ

10. จงหาจำนวนของจำนวนเต็มบวกซึ่งน้อยกว่า 10000 ที่สอดคล้องกับคุณสมบัติทั้ง 3 ข้อต่อไปนี้

1. เป็นจำนวนเต็มคี่ 2. ขึ้นต้นด้วยจำนวนเฉพาะ และ 3. ลงท้ายด้วยจำนวนเฉพาะ

คำตอบ

11. ให้ E, F, I, N, O, R, S, T, X, Y แทนจำนวนเต็มตั้งแต่ 0 ถึง 9 ที่ต่างกัน

ถ้า $\text{FORTY} + \text{TEN} + \text{TEN} = \text{SIXTY}$ จงหาค่าของ $S + I + X + T + Y$

คำตอบ

12. จงหาจำนวนเต็มทั้งหมดที่หารด้วย 3, 4, 5 แล้วเหลือเศษ 2, 3, 4 ตามลำดับ

คำตอบ

13. จงหาคำตอบของสมการ $x^2 + y^2 = z^2 + 18$ มา 1 ชุด เมื่อ $x = y$

คำตอบ

14. จงหาคำตอบทั้งหมดของสมการคอนกรูเอนซ์ $20x \equiv 5 \pmod{15}$

คำตอบ

15. จงหาคำตอบทั้งหมดของสมการคอนกรูเอนซ์ $x^2 + x + 7 \equiv 0 \pmod{15}$

คำตอบ

16. จงหาจำนวนเต็มบวก n ที่มีค่ามากที่สุดที่ทำให้ 10^n หาร $1000005!$ ลงตัว

คำตอบ

17. จงหาจำนวนเต็มบวก n ทั้งหมดที่ทำให้สมการ $x^2 + y^2 = n$ มีคำตอบ และ $x, y \in \mathbb{N} \cup \{0\}$

คำตอบ

18. จงหาจำนวนเต็มบวก 6 หลัก ที่มีค่าเป็น 6 เท่า หลังจากที่เราสลับ 3 หลักแรกกับ 3 หลักหลัง

คำตอบ

19. ให้ F_n และ F_m เป็นจำนวนแฟร์มาต์ที่ $m > n$ จงหา ห.ร.ม. ของ F_m และ F_n

คำตอบ

20. จงตรวจสอบว่า M_{M_3} เป็นจำนวนเฉพาะหรือไม่

คำตอบ

แบบประเมินตนเอง

1. แบบประเมินตนเองก่อนเรียน
2. แบบประเมินตนเองระหว่างเรียน
3. แบบประเมินตนเองหลังเรียน

แบบประเมินตนเอง

ก่อนเรียนหลักสูตรทฤษฎีจำนวน

วัตถุประสงค์ เพื่อให้นักเรียนประเมินความรู้เดิมของตนเอง ก่อนเรียนหลักสูตรทฤษฎีจำนวน

คำแนะนำ อ่านและเขียนคำตอบลงในช่องว่างที่กำหนดให้

ให้นักเรียนศึกษารายละเอียดหัวข้อของเนื้อหาในหลักสูตรทฤษฎีจำนวนที่แนบมานี้
พร้อมทั้งประเมินความรู้ตนเองก่อนเรียน

คำถาม 1. ให้นักเรียนเขียนความรู้ความสามารถของตนเองเกี่ยวกับเนื้อหาในแต่ละหน่วยของหลักสูตรทฤษฎีจำนวนมาให้มากที่สุด

คำตอบ

คำถาม 2. ในการศึกษาหลักสูตรทฤษฎีจำนวน นักเรียนสนใจเรื่องใดมากที่สุด เพราะเหตุใด

คำตอบ

คำถาม 3. นักเรียนคิดว่าการศึกษาทฤษฎีจำนวน มีประโยชน์ในแง่ใดบ้าง

คำตอบ

This image shows a full page of white paper with horizontal dashed lines, typical of primary school handwriting practice paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

คำถาม 4. นักเรียนมีความรู้ด้านเนื้อหาทฤษฎีจำนวนในหน่วยใดมากที่สุด เพราะเหตุใด

คำตอบ

[illegible]

แบบประเมินตนเองระหว่างเรียน

1. แบบประเมินตนเอง บทนำ
2. แบบประเมินตนเอง หน่วยที่ 1
3. แบบประเมินตนเอง หน่วยที่ 2
4. แบบประเมินตนเอง หน่วยที่ 3
5. แบบประเมินตนเอง หน่วยที่ 4
6. แบบประเมินตนเอง หน่วยที่ 5
7. แบบประเมินตนเอง หน่วยที่ 6
8. แบบประเมินตนเอง หน่วยที่ 7
9. แบบประเมินตนเอง หน่วยที่ 8

เรื่อง ชุตติก : ทำทนายความคิดและทบทวนความรู้

คำแนะนำ อ่านและเขียนคำตอบลงในช่องว่างที่กำหนดให้

คำตอบ ด้านเนื้อหา (การเรียนรู้ ความเข้าใจ และความสามารถที่เพิ่มขึ้น)

[illegible]

คำตอบ ด้านกิจกรรม (การเรียนรู้ ความเข้าใจ และความสามารถที่เพิ่มขึ้น)

[illegible]

แบบประเมินตนเอง หน่วยที่ 1

เรื่อง ความรู้พื้นฐาน

วัตถุประสงค์ เพื่อประเมินความรู้ของนักเรียนระหว่างเรียนหลักสูตรทฤษฎีจำนวน

คำแนะนำ อ่านและเขียนคำตอบลงในช่องว่างที่กำหนดให้

ให้นักเรียนประเมินผลการเรียนของตนเอง โดยแสดงความคิดเห็นหลังจากได้เรียนรู้ในเนื้อหาและร่วมทำกิจกรรมแล้ว นักเรียนได้รับความรู้ความเข้าใจและมีความสามารถเพิ่มขึ้นอย่างไรบ้าง

คำตอบ ด้านเนื้อหา (การเรียนรู้ ความเข้าใจ และความสามารถที่เพิ่มขึ้น)

[illegible]

คำตอบ ด้านกิจกรรม (การเรียนรู้ ความเข้าใจ และความสามารถที่เพิ่มขึ้น)

[illegible]

แบบประเมินตนเอง หน่วยที่ 2

เรื่อง การหารลงตัว

วัตถุประสงค์ เพื่อประเมินความรู้ของนักเรียนระหว่างเรียนหลักสูตรทฤษฎีจำนวน

คำแนะนำ อ่านและเขียนคำตอบลงในช่องว่างที่กำหนดให้

ให้นักเรียนประเมินผลการเรียนของตนเอง โดยแสดงความคิดเห็นหลังจากได้เรียนรู้ในเนื้อหาและร่วมทำกิจกรรมแล้ว นักเรียนได้รับความรู้ความเข้าใจและมีความสามารถเพิ่มขึ้นอย่างไรบ้าง

คำตอบ ด้านเนื้อหา (การเรียนรู้ ความเข้าใจ และความสามารถที่เพิ่มขึ้น)

[illegible]

คำตอบ ด้านกิจกรรม (การเรียนรู้ ความเข้าใจ และความสามารถที่เพิ่มขึ้น)

[illegible]

แบบประเมินตนเอง หน่วยที่ 3

เรื่อง จำนวนเฉพาะ

วัตถุประสงค์ เพื่อประเมินความรู้ของนักเรียนระหว่างเรียนหลักสูตรทฤษฎีจำนวน

คำแนะนำ อ่านและเขียนคำตอบลงในช่องว่างที่กำหนดให้

ให้นักเรียนประเมินผลการเรียนของตนเอง โดยแสดงความคิดเห็นหลังจากได้เรียนรู้ในเนื้อหาและร่วมทำกิจกรรมแล้ว นักเรียนได้รับความรู้ความเข้าใจและมีความสามารถเพิ่มขึ้นอย่างไรบ้าง

คำตอบ ด้านเนื้อหา (การเรียนรู้ ความเข้าใจ และความสามารถที่เพิ่มขึ้น)

This image shows a single sheet of white paper with ten horizontal dashed lines, typical of primary-ruled notebook paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

คำตอบ ด้านกิจกรรม (การเรียนรู้ ความเข้าใจ และความสามารถที่เพิ่มขึ้น)

[illegible]

แบบประเมินตนเอง หน่วยที่ 4

เรื่อง ข้อเท็จจริงบางประการเกี่ยวจำนวนเฉพาะ

วัตถุประสงค์ เพื่อประเมินความรู้ของนักเรียนระหว่างเรียนหลักสูตรทฤษฎีจำนวน

คำแนะนำ อ่านและเขียนคำตอบลงในช่องว่างที่กำหนดให้

ให้นักเรียนประเมินผลการเรียนของตนเอง โดยแสดงความคิดเห็นหลังจากได้เรียนรู้ในเนื้อหาและร่วมทำกิจกรรมแล้ว นักเรียนได้รับความรู้ความเข้าใจและมีความสามารถเพิ่มขึ้นอย่างไรบ้าง

คำตอบ ด้านเนื้อหา (การเรียนรู้ ความเข้าใจ และความสามารถที่เพิ่มขึ้น)

This image shows a single sheet of white paper with ten horizontal dashed lines, typical of primary-ruled notebook paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There is no handwriting or other markings on the paper.

คำตอบ ด้านกิจกรรม (การเรียนรู้ ความเข้าใจ และความสามารถที่เพิ่มขึ้น)

[illegible]

แบบประเมินตนเอง หน่วยที่ 5

เรื่อง ฟังก์ชันเลขคณิต

วัตถุประสงค์ เพื่อประเมินความรู้ของนักเรียนระหว่างเรียนหลักสูตรทฤษฎีจำนวน

คำแนะนำ อ่านและเขียนคำตอบลงในช่องว่างที่กำหนดให้

ให้นักเรียนประเมินผลการเรียนของตนเอง โดยแสดงความคิดเห็นหลังจากได้เรียนรู้ในเนื้อหาและร่วมทำกิจกรรมแล้ว นักเรียนได้รับความรู้ความเข้าใจและมีความสามารถเพิ่มขึ้นอย่างไรบ้าง

คำตอบ ด้านเนื้อหา (การเรียนรู้ ความเข้าใจ และความสามารถที่เพิ่มขึ้น)

[illegible]

คำตอบ ด้านกิจกรรม (การเรียนรู้ ความเข้าใจ และความสามารถที่เพิ่มขึ้น)

This image shows a full page of white paper with ten horizontal dashed lines, typical of primary school handwriting practice paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There is no text or other markings on the paper.

แบบประเมินตนเอง หน่วยที่ 8
เรื่อง คอนกรีเอนซ์

วัตถุประสงค์ เพื่อประเมินความรู้ของนักเรียนระหว่างเรียนหลักสูตรทฤษฎีจำนวน

คำแนะนำ อ่านและเขียนคำตอบลงในช่องว่างที่กำหนดให้

ให้นักเรียนประเมินผลการเรียนของตนเอง โดยแสดงความคิดเห็นหลังจากได้เรียนรู้ในเนื้อหาและร่วมทำกิจกรรมแล้ว นักเรียนได้รับความรู้ความเข้าใจและมีความสามารถเพิ่มขึ้นอย่างไรบ้าง

คำตอบ **ค่านิยม** (การเรียนรู้ ความเข้าใจ และความสามารถที่เพิ่มขึ้น)

[illegible]

คำตอบ ด้านกิจกรรม (การเรียนรู้ ความเข้าใจ และความสามารถที่เพิ่มขึ้น)

This image shows a single sheet of white paper with ten horizontal dashed lines, typical of primary-ruled notebook paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There is no handwriting or other markings on the paper.

แบบประเมินตนเอง หน่วยที่ 7

เรื่อง สมการไดโอแฟนไทน์

วัตถุประสงค์ เพื่อประเมินความรู้ของนักเรียนระหว่างเรียนหลักสูตรทฤษฎีจำนวน

คำแนะนำ อ่านและเขียนคำตอบลงในช่องว่างที่กำหนดให้

ให้นักเรียนประเมินผลการเรียนของตนเอง โดยแสดงความคิดเห็นหลังจากได้เรียนรู้ในเนื้อหาและร่วมทำกิจกรรมแล้ว นักเรียนได้รับความรู้ความเข้าใจและมีความสามารถเพิ่มขึ้นอย่างไรบ้าง

คำตอบ ด้านเนื้อหา (การเรียนรู้ ความเข้าใจ และความสามารถที่เพิ่มขึ้น)

[illegible]

คำตอบ ด้านกิจกรรม (การเรียนรู้ ความเข้าใจ และความสามารถที่เพิ่มขึ้น)

[illegible]

แบบประเมินตนเอง หน่วยที่ 8

เรื่อง ปัญหาที่น่าสนใจทางทฤษฎีจำนวน

วัตถุประสงค์ เพื่อประเมินความรู้ของนักเรียนระหว่างเรียนหลักสูตรทฤษฎีจำนวน

คำแนะนำ อ่านและเขียนคำตอบลงในช่องว่างที่กำหนดให้

ให้นักเรียนประเมินผลการเรียนของตนเอง โดยแสดงความคิดเห็นหลังจากได้เรียนรู้ในเนื้อหาและร่วมทำกิจกรรมแล้ว นักเรียนได้รับความรู้ความเข้าใจและมีความสามารถเพิ่มขึ้นอย่างไรบ้าง

คำตอบ ด้านเนื้อหา (การเรียนรู้ ความเข้าใจ และความสามารถที่เพิ่มขึ้น)

This image shows a single sheet of white paper with ten horizontal dashed lines, typical of primary-ruled notebook paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There is no handwriting or other markings on the paper.

คำตอบ ด้านกิจกรรม (การเรียนรู้ ความเข้าใจ และความสามารถที่เพิ่มขึ้น)

This image shows a single sheet of white paper with ten horizontal dashed lines, typical of primary-ruled notebook paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There is no handwriting or other markings on the paper.

แบบประเมินตนเอง

หลังเรียนหลักสูตรทฤษฎีจำนวน

วัตถุประสงค์ เพื่อให้นักเรียนประเมินความรู้ของตนเอง หลังเรียนจบหลักสูตรทฤษฎีจำนวน

คำแนะนำ อ่านและเขียนคำตอบลงในช่องว่างที่กำหนดให้

ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับหลักสูตรทฤษฎีจำนวนในด้านต่าง ๆ ต่อไปนี้

1. **เนื้อหา** ในแง่ความยากง่ายของเนื้อหาในแต่ละหน่วย (โปรกระบวนหน่วยที่ง่ายและยาก)

คำตอบ

2. กิจกรรม ในแง่ความท้าทายของปัญหาต่าง ๆ ในแบบฝึกและโปรเจกงาน พร้อมทั้งประเมินความยากง่ายของโจทย์ปัญหาต่าง ๆ ในแต่ละหน่วยด้วย

คำตอบ

3. เวลา ในแง่เวลาที่ใช้เรียนแต่ละหน่วย มีความเหมาะสมหรือไม่

คำตอบ

.....

.....

.....

.....

4. ภาษา ภาษาที่ใช้เขียนในแต่ละหน่วยมีส่วนไหนบ้างที่อ่านแล้วไม่เข้าใจ

คำตอบ

[illegible]

5. ประโยชน์ หลังเรียนหลักสูตรจบแล้ว นักเรียนได้รับประโยชน์อย่างไรบ้าง ในแง่ความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับทฤษฎีจำนวน

คำตอบ

[illegible]

6. ความสนใจ หลังเรียนหลักสูตรจบแล้ว นักเรียนสนใจศึกษาเรื่องใดมากที่สุด เพราะเหตุใด

คำตอบ
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

7. ความรู้ หลังเรียนหลักสูตรจบแล้ว นักเรียนได้รับความรู้จากเรื่องใดมากที่สุด เพราะเหตุใด

คำตอบ
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

8. ผลสรุป นักเรียนชอบวิชาทฤษฎีจำนวนนี้หรือไม่ และมีความสนใจอยากศึกษาค้นคว้าด้านไหน
เพราะเหตุใด

คำตอบ
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ภาคผนวก ง

แบบประเมินความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ

คำชี้แจง

แบบสอบถามฉบับนี้มุ่งพัฒนาขึ้นเพื่อไปใช้คัดเลือกเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ โดยให้ครู ผู้ปกครอง หรือเด็กเป็นผู้กรอก ข้อมูลของข้อคำถามต่าง ๆ นี้ ได้รวบรวมจากงานวิจัยต่างประเทศตลอดจนได้ผ่านกระบวนการสอบถามความคิดเห็นเด็กไทยที่เข้าค่ายคณิตศาสตร์โอลิมปิกในปี 2538 พร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไขแล้ว

ในขั้นตอนของการหาคุณภาพแบบสอบถามฉบับนี้ จะเป็นการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงประจักษ์ (Face Validity) โดยให้ท่านผู้เชี่ยวชาญช่วยพิจารณาว่าข้อคำถามแต่ละข้อเป็นลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ของไทยหรือไม่ และได้โปรดแสดงความคิดเห็นโดยทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องว่าง

1 0 -1

- เมื่อ 1 หมายถึงแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นเป็นลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
- 0 หมายถึงไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นเป็นลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
- 1 หมายถึงแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่เป็นลักษณะของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

หากท่านผู้เชี่ยวชาญ มีความคิดเห็นว่าเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์มีลักษณะอื่นเพิ่มเติมหรือมีความคิดเห็นอื่นเกี่ยวกับความเหมาะสมของแบบสอบถาม กรุณาเขียนเพิ่มเติมได้ในส่วนความคิดเห็นเพิ่มเติม ข้อคิดเห็นของท่านจะมีค่ายิ่งต่อการพัฒนาเครื่องมือคัดเลือก เด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ และเด็กปัญญาเลิศของไทยต่อไป

ข้อที่	Face Validity			ความคิดเห็นเพิ่มเติม
	1	0	- 1	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				

ข้อที่	Face Validity			ความคิดเห็นเพิ่มเติม
	1	0	- 1	
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				

คำชี้แจง

แบบทดสอบฉบับนี้มุ่งพัฒนาขึ้นเพื่อใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ (Creative problem-solving) ทางคณิตศาสตร์ ภายใต้กรอบความรู้คณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา ในขั้นตอนของการหาคุณภาพแบบทดสอบฉบับนี้ จะประกอบไปด้วย

1. ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity)

ขอให้ท่านผู้เชี่ยวชาญ ช่วยพิจารณาว่าข้อคำถามแต่ละข้ออยู่ภายใต้กรอบความรู้คณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาจริงหรือไม่ และได้โปรดแสดงความคิดเห็น โดยทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องว่าง

1 0 -1

เมื่อ 1 หมายถึงแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นอยู่ในกรอบความรู้คณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา

0 หมายถึงไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นอยู่ในกรอบความรู้คณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา

-1 หมายถึงแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่อยู่ในกรอบความรู้คณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา

2. ความเที่ยงตรงเชิงแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์

ขอให้ท่านผู้เชี่ยวชาญ ช่วยพิจารณาข้อคำถามแต่ละข้อว่าต้องใช้ความสามารถอย่างสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหหรือไม่ และได้โปรดแสดงความคิดเห็นโดยทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องว่าง

1 0 -1

เมื่อ 1 หมายถึงแน่ใจว่าข้อคำถามนั้น ใช้ความสามารถอย่างสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา

0 หมายถึงไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้น ใช้ความสามารถอย่างสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา

-1 หมายถึงแน่ใจว่าข้อคำถามนั้น ไม่ได้ใช้ความสามารถอย่างสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา

ข้อที่	ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา			ความเที่ยงตรงเชิงแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์		
	1	0	-1	1	0	-1
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						

คำชี้แจง

แบบทดสอบฉบับนี้มุ่งพัฒนาขึ้นเพื่อนำไปใช้ทดสอบกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ (ที่ผ่านกระบวนการคัดเลือก) ก่อนและหลังเรียนหลักสูตรทฤษฎีจำนวน เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนหลักสูตร ซึ่งเป็นการตรวจสอบดูว่านักเรียนได้เกิด “การรอบรู้” ความเนื้อหาที่สอนหรือไม่ และใช้สำหรับพิจารณาความก้าวหน้าของผู้เรียนหลักสูตรนี้ ด้วยพร้อมทั้งตรวจด้วยว่าผู้เรียนได้คะแนนผลการทดสอบหลังเรียนมากกว่าหรือเท่ากับเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนดไว้หรือไม่

1. ขั้นตอนการหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ของแบบทดสอบฉบับนี้

ขอให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็นโดยพิจารณาว่า ข้อคำถามแต่ละข้อกับหัวข้อเนื้อหาในแต่ละหน่วยที่กำหนด มีความสอดคล้องกันหรือไม่

โปรดแสดงความคิดเห็นโดยทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องว่าง

1 0 -1

เมื่อ 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นกับหัวข้อเนื้อหาที่กำหนดมีความสอดคล้องกัน

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นกับหัวข้อเนื้อหาที่กำหนดมีความสอดคล้องกัน

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นกับหัวข้อเนื้อหาที่กำหนดไม่มีความสอดคล้องกัน

2. ขั้นตอนการหาเกณฑ์มาตรฐาน (คะแนนจุดตัด) ของแบบทดสอบฉบับนี้

ขอให้ท่านผู้เชี่ยวชาญ ช่วยพิจารณาข้อคำถามแต่ละข้อของแบบทดสอบฉบับนี้ โดยแสดงความคิดเห็นว่าค่าความน่าจะเป็นที่คิดว่านักเรียน (ผ่านการเรียนหลักสูตรทฤษฎีจำนวน) ที่มีสมรรถภาพขั้นต่ำสุด จะสามารถตอบข้อสอบแต่ละข้อได้ถูกต้องเป็นเท่าไร

ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จะมีค่ายังต่อการพัฒนาเครื่องมือ แบบทดสอบอิงเกณฑ์วัดความรู้และความสามารถในการเนื้อหาทฤษฎีจำนวน สำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ชุดที่ 1 : แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางทฤษฎีจำนวน

ข้อคำถามกับหัวข้อเนื้อหา	พิจารณาความสอดคล้องระหว่าง ข้อคำถามกับหัวข้อเนื้อหา			ความน่าจะเป็นในการตอบถูก ตามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ
	1	0	-1	
ข้อ 1 กับเนื้อหา หน่วยที่ 2				ข้อ 1 =
ข้อ 2 กับเนื้อหา หน่วยที่ 2				ข้อ 2 =
ข้อ 3 กับเนื้อหา หน่วยที่ 2				ข้อ 3 =
ข้อ 4 กับเนื้อหา หน่วยที่ 3				ข้อ 4 =
ข้อ 5 กับเนื้อหา หน่วยที่ 3				ข้อ 5 =
ข้อ 6 กับเนื้อหา หน่วยที่ 3				ข้อ 6 =
ข้อ 7 กับเนื้อหา หน่วยที่ 6				ข้อ 7 =
ข้อ 8 กับเนื้อหา หน่วยที่ 4				ข้อ 8 =
ข้อ 9 กับเนื้อหา หน่วยที่ 8				ข้อ 9 =
ข้อ 10 กับเนื้อหา หน่วยที่ 5				ข้อ 10 =
ข้อ 11 กับเนื้อหา หน่วยที่ 8				ข้อ 11 =
ข้อ 12 กับเนื้อหา หน่วยที่ 5				ข้อ 12 =
ข้อ 13 กับเนื้อหา หน่วยที่ 5				ข้อ 13 =
ข้อ 14 กับเนื้อหา หน่วยที่ 6				ข้อ 14 =
ข้อ 15 กับเนื้อหา หน่วยที่ 6				ข้อ 15 =
ข้อ 16 กับเนื้อหา หน่วยที่ 6				ข้อ 16 =
ข้อ 17 กับเนื้อหา หน่วยที่ 7				ข้อ 17 =
ข้อ 18 กับเนื้อหา หน่วยที่ 7				ข้อ 18 =
ข้อ 19 กับเนื้อหา หน่วยที่ 5				ข้อ 19 =
ข้อ 20 กับเนื้อหา หน่วยที่ 8				ข้อ 20 =

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ชุดที่ 8 : แบบทดสอบวัดความรู้ทางทฤษฎีจำนวน

ข้อคำถามกับหัวข้อเนื้อหา	พิจารณาความสอดคล้องระหว่าง ข้อคำถามกับหัวข้อเนื้อหา			ความน่าจะเป็นในการตอบถูก ตามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ
	1	0	-1	
ข้อ 1 กับเนื้อหา หน่วยที่ 4				ข้อ 1 =
ข้อ 2 กับเนื้อหา หน่วยที่ 8				ข้อ 2 =
ข้อ 3 กับเนื้อหา หน่วยที่ 5				ข้อ 3 =
ข้อ 4 กับเนื้อหา หน่วยที่ 5				ข้อ 4 =
ข้อ 5 กับเนื้อหา หน่วยที่ 5				ข้อ 5 =
ข้อ 6 กับเนื้อหา หน่วยที่ 6				ข้อ 6 =
ข้อ 7 กับเนื้อหา หน่วยที่ 6				ข้อ 7 =
ข้อ 8 กับเนื้อหา หน่วยที่ 6				ข้อ 8 =
ข้อ 9 กับเนื้อหา หน่วยที่ 2				ข้อ 9 =
ข้อ 10 กับเนื้อหา หน่วยที่ 3				ข้อ 10 =
ข้อ 11 กับเนื้อหา หน่วยที่ 8				ข้อ 11 =
ข้อ 12 กับเนื้อหา หน่วยที่ 6				ข้อ 12 =
ข้อ 13 กับเนื้อหา หน่วยที่ 7				ข้อ 13 =
ข้อ 14 กับเนื้อหา หน่วยที่ 6				ข้อ 14 =
ข้อ 15 กับเนื้อหา หน่วยที่ 6				ข้อ 15 =
ข้อ 16 กับเนื้อหา หน่วยที่ 3				ข้อ 16 =
ข้อ 17 กับเนื้อหา หน่วยที่ 7				ข้อ 17 =
ข้อ 18 กับเนื้อหา หน่วยที่ 4				ข้อ 18 =
ข้อ 19 กับเนื้อหา หน่วยที่ 4				ข้อ 19 =
ข้อ 20 กับเนื้อหา หน่วยที่ 4				ข้อ 20 =

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก จ
การหาคุณภาพเครื่องมือ

การหาคุณภาพเครื่องมือคัดเลือกเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

ในการสร้างเครื่องมือคัดเลือกเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือ ที่ประกอบด้วย

1. แบบเสนอชื่อ
2. แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
3. แบบทดสอบวัดความคิดระดับสูง

ซึ่งได้ดำเนินการวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือดังนี้

1. แบบเสนอชื่อ เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ โดยนำไปให้นักเรียนที่เข้าค่ายคณิตศาสตร์โอลิมปิกของประเทศไทย ปี 2538 จำนวน 16 คน ตรวจสอบความเหมาะสมระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรมของตัวเด็ก จากนั้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 4 ท่าน (โปรดดูรายชื่อผู้เชี่ยวชาญในภาคผนวก ก) ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรมของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ จากนั้นนำไปทดลองใช้ สอบถามกับกลุ่มที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มที่ต้องการศึกษาและกลุ่มที่ไม่มีลักษณะตามที่ต้องการศึกษา เพื่อทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยในแต่ละข้อคำถาม และหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแต่ละข้อกับคะแนนรวมทั้งฉบับ แล้ววิเคราะห์หาคุณภาพของแบบสอบถาม ซึ่งได้ผลดังนี้

1.1 หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา วิเคราะห์โดย

1.1.1 ใช้ดัชนีความเหมาะสมระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรม โดยหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยนำคำตอบของนักเรียนแต่ละคนมาแปลงเป็นคะแนน ดังนี้

มีความเห็นว่า	มาก	ให้คะแนนเป็น	4
มีความเห็นว่า	ค่อนข้างมาก	ให้คะแนนเป็น	3
มีความเห็นว่า	ค่อนข้างน้อย	ให้คะแนนเป็น	2
มีความเห็นว่า	น้อย	ให้คะแนนเป็น	1

จากนั้นนำคะแนนผลการประเมินของนักเรียนมาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ถ้า $\bar{X}$ มีค่าตั้งแต่ 2.5 ขึ้นไปและ S.D. มีค่าไม่เกิน 1.00 แสดงว่าข้อคำถามนั้นเป็นตัวแทนลักษณะพฤติกรรมของเด็กที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ ซึ่งถือว่าข้อคำถามนั้นใช้ได้

1.1.2 ใช้หาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรม โดยนำคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนมาแปลงเป็นคะแนน 1 0-1 ซึ่งแทนความคิดเห็นว่า

สอดคล้อง ไม่แน่ใจ ไม่สอดคล้อง จากนั้นนำคะแนนผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาแทนค่าในสูตร IOC ถ้าค่า IOC มีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป แสดงว่าข้อคำถามนั้นใช้ได้

1.2 หาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง วิเคราะห์โดย

1.2.1 ใช้วิธี Known group technique สถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบคือ t-test แบบ Independent ซึ่งมีสูตรดังนี้

t = (Xs - Xf) / sqrt((Ss^2/Ns + Sf^2/Nf))

ถ้าค่า t ที่คำนวณได้มีนัยสำคัญทางสถิติ (น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05) แสดงว่าข้อคำถามนั้นมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูง ซึ่งหมายความว่าลักษณะของข้อคำถามสามารถนำไปใช้วัดคุณลักษณะและพฤติกรรมที่ต้องการศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างจริงได้

1.2.2 หาค่าอำนาจจำแนกของแต่ละข้อ โดยใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r_{XY}) ซึ่งมีสูตรดังนี้

r_{XY} = (NΣXY - ΣXΣY) / sqrt([NΣX^2 - (ΣX)^2][NΣY^2 - (ΣY)^2])

ถ้าค่า r_{XY} ที่คำนวณได้มีค่าเป็นบวก แสดงว่าข้อคำถามนั้นมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง และถ้า r_{XY} มีค่าสูงแสดงว่าข้อคำถามนั้นมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในข้อ 1.1-1.2 มีรายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 5 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของ แบบเสนอข้อ

ความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะพฤติกรรม ของนักเรียน	ความเที่ยงตรง เชิงเนื้อหา			ความเที่ยงตรง เชิงโครงสร้าง		
	X̄	S.D.	IOC	t	ระดับ นัยสำคัญ	r _{XY}
1. ชอบซักถาม	2.56	0.63	1.0	2.75	0.008	0.57**
2. มีความสนใจใคร่รู้อะไรสิ่งนั้นสิ่งนี้เกิดขึ้นได้อย่างไร และทำไมจึงเป็นเช่นนั้น	3.06	0.44	0.75	6.44	0.000	0.48*

ตาราง 5 (ต่อ)

ความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะพฤติกรรม ของนักเรียน	ความเที่ยงตรง เชิงเนื้อหา			ความเที่ยงตรง เชิงโครงสร้าง		
	$\bar{X}$	S.D.	IOC	t	ระดับ นัยสำคัญ	r_{XY}
3. มีความสามารถในการทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ได้ง่าย แม้ว่าสิ่งนั้นจะเป็นนามธรรม	2.88	0.5	1.0	3.48	0.001	0.67**
4. มีความสามารถในการสร้างความคิดจากรูปธรรม ไปสู่นามธรรมได้	2.5	0.52	0.75	3.23	0.002	0.57**
5. มีความสามารถหาตัวอย่างรูปธรรมจากความคิด นามธรรมได้	2.56	0.63	0.75	4.52	0.000	0.68**
6. ชอบแก้ปัญหาและปริศนาต่าง ๆ (ชอบทนายปัญหา และเล่นเกมสฟีกสมองต่าง ๆ)	3.00	0.73	0.75	4.32	0.000	0.28
7. ชอบคิดทำหรือเล่นอะไรคนเดียว	2.75	0.77	0.5	2.56	0.010	0.56**
8. มีความรู้สึกไวต่อเรื่องราวต่าง ๆ (แสดงความสนใจ ต้นตัว และมีปฏิกิริยาที่รวดเร็วต่อความคิดใหม่ ๆ)	2.88	0.62	0.5	3.61	0.001	0.70**
9. มีความสามารถในการรับรู้ถึงความคล้าย ความ แตกต่าง และความผิดปกติ	2.75	0.45	0.5	2.38	0.020	0.74**
10. มีความขำขี้ขำเห็น	3.06	0.25	1.0	2.03	0.048	0.68**
11. ชอบศึกษาค้นคว้าตนเองจากหนังสือ และการสังเกต ผู้อื่น	3.19	0.54	1.0	5.18	0.000	0.47*
12. มีความสนใจสิ่งแปลกใหม่ ความหลากหลาย และ ความท้าทาย	3.19	0.75	1.0	2.49	0.015	0.37*
13. มีการใช้เหตุผลสูงกว่าวัย	2.67	0.62	0.75	3.36	0.001	0.62**
14. จัดได้ว่าเป็นเด็กที่เด่นทางวิทยาศาสตร์ และ คณิตศาสตร์	3.06	0.44	0.75	12.3	0.000	0.56**
15. มีสมาธิและจดจ่ออยู่กับงานได้เป็นเวลานาน ๆ	2.75	0.77	1.0	4.21	0.000	0.50**
16. มีความคิดริเริ่มและมีความสามารถในการคิดค้น แบบของตนเองในการทำงานที่ใช้สติปัญญา	2.88	0.62	1.0	5.44	0.000	0.65**

ตาราง 5 (ต่อ)

ความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะพฤติกรรม ของนักเรียน	ความเที่ยงตรง เชิงเนื้อหา			ความเที่ยงตรง เชิงโครงสร้าง		
	$\bar{X}$	S.D.	IOC	t	ระดับ นัยสำคัญ	r_{XY}
17. มีความสามารถในการสังเกต และมองเห็นประเด็น สำคัญของเรื่องราวต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์	2.63	0.50	0.5	3.2	0.002	0.76**
18. มีความเข้าใจแจ่มชัดในความสัมพันธ์ที่เป็นเหตุ และผล	2.88	0.50	1.0	2.64	0.010	0.60**
19. มีความสามารถในการรับรู้ มองเห็นหลักการ และ สามารถสร้างข้อสรุปทั่วไป ๆ ไปเกี่ยวกับรูปแบบ ทางคณิตศาสตร์ โครงสร้าง ความสัมพันธ์ และ การบวก ลบ คูณ หาร ของจำนวน	2.88	0.50	0.7	11.5	0.000	0.72**
20. มีพื้นฐานความอยากรู้อยากเห็นและมีความเข้าใจใน เชิงปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ตั้งแต่เขาวัวย (มีความ สนใจตัวเลข เช่น 219 หารด้วย 3 ลงตัว ลักษณะ ของเบอร์ทะเบียนรด	2.50	0.89	0.50	6.34	0.000	0.59**
21. มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล และคิดเชิง สัญลักษณ์เกี่ยวกับความสัมพันธ์เชิงปริมาณและ มิติสัมพันธ์ (เช่นรูปร่าง รูปทรงต่าง ๆ การขนาน)	2.50	0.52	0.75	4.27	0.000	0.68**
22. มีความสามารถในการรวบรัด การให้เหตุผล และ การหาคำตอบอย่างแนบเนียนกระทัดรัด	2.50	0.73	0.75	4.16	0.000	0.63**
23. มีความสามารถในการย้อนทวนกระบวนการคิดได้	2.81	0.40	0.50	5.50	0.000	0.47*
24. มีพลังและมูมานะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	3.0	0.73	1.0	9.62	0.000	0.40*
25. มีความคล่องแคล่วในการคิด กล่าวคือสามารถมอง เห็นความเป็นไปได้ และผลลัพธ์ต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้น	2.56	0.63	0.75	6.27	0.000	0.76**

* หมายถึง สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

** หมายถึง สัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001

จากตาราง 5 ผลการประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องของแบบเสนอชื่อ ปรากฏว่า ประเด็นต่าง ๆ ของแต่ละข้อคำถามเกี่ยวกับลักษณะพฤติกรรมของเด็กที่มีความสามารถ พิเศษทางคณิตศาสตร์ มีความเหมาะสมใช้ได้ โดยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.50-3.19 และมีค่าเบี่ยงเบน มาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.25-0.89 นอกจากนี้ การประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับ ลักษณะพฤติกรรมของเด็กโดยผู้เชี่ยวชาญ ปรากฏว่ามีความสอดคล้องกัน โดยมีค่าระหว่าง 0.5-1.0 ดังนั้นแสดงว่า แบบสอบถามฉบับนี้ มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

ผลการเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากการทดสอบลักษณะพฤติกรรมของเด็กจากแบบ เสนอชื่อ ปรากฏว่า ค่า t ที่คำนวณได้มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีระดับนัยสำคัญอยู่ระหว่าง 0.000-0.048 แสดงว่าแต่ละข้อคำถามของแบบเสนอชื่อ สามารถวัดลักษณะพฤติกรรมที่แตกต่างของเด็ก ที่ต้องศึกษากับเด็กที่ไม่ต้องการศึกษาได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกราย ข้อ โดยใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r_{XY}) ปรากฏว่า คะแนนแต่ละข้อคำถามมีค่าสห สัมพันธ์กับคะแนนรวมทั้งฉบับสูง โดยสัมพันธ์กันอย่างน้อยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และ 0.001 ยกเว้นข้อคำถามที่ 6 ที่ค่า $r_{XY} = 0.28$ ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และ 0.001 แต่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และ r_{XY} มีค่าเป็นบวก ดังนั้นแสดงว่าแบบสอบถามฉบับนี้ มีความ เที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูง

2. แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นการวิเคราะห์ ข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ โดยนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน (โปรดดูราย ชื่อผู้เชี่ยวชาญในภาคผนวก ก) ตรวจสอบว่าข้อสอบแต่ละข้ออยู่ในกรอบความรู้คณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษาจริงหรือไม่ โดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับกรอบความรู้ คณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 5 ท่าน (โปรดดูราย ชื่อผู้เชี่ยวชาญในภาคผนวก ก) ตรวจสอบดูว่า ข้อสอบแต่ละข้อต้องใช้ความสามารถในการแก้ ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หรือไม่ โดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับการใช้ความ สามารถอย่างสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา จากนั้นนำไปทดลองใช้ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่มี ลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มที่ต้องการจะศึกษาและกลุ่มที่ไม่มีลักษณะตามที่ต้องการจะศึกษา เพื่อ ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทั้งสอง ว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติหรือไม่ แล้ววิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ ซึ่งได้ผลดังนี้

2.1 หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา วิเคราะห์โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับกรอบความรู้คณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา และข้อคำถามกับการใช้ความ

สามารถอย่างสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา ซึ่งวิธีการหาค่า IOC เหมือนข้อ 1.1.2 ถ้าค่า IOC มีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปแสดงว่า ข้อคำถามนั้นใช้ได้

2.2 หาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง วิเคราะห์โดยใช้วิธี Known group technique สถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบคือ t-test แบบ Independent ซึ่งวิธีการหาค่า t เหมือนข้อ 1.3 ถ้าค่า t ที่คำนวณได้มีนัยสำคัญทางสถิติ (น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05) แสดงว่าแบบทดสอบนี้มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูง ซึ่งหมายความว่า แบบทดสอบฉบับนี้สามารถนำไปใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างจริงได้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในข้อ 2.1-2.2 มีรายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 6 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับกรอบความรู้คณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา		ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับการใช้ความสามารถอย่างสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา	
	IOC	ความหมาย	IOC	ความหมาย
ข้อ 1.	0.67	สอดคล้อง	0.6	สอดคล้อง
ข้อ 2.	1.0	สอดคล้อง	0.6	สอดคล้อง
ข้อ 3.	1.0	สอดคล้อง	0.6	สอดคล้อง
ข้อ 4.	0.67	สอดคล้อง	0.8	สอดคล้อง
ข้อ 5.	1.0	สอดคล้อง	0.8	สอดคล้อง
ข้อ 6.	1.0	สอดคล้อง	0.8	สอดคล้อง
ข้อ 7.	0.67	สอดคล้อง	0.8	สอดคล้อง
ข้อ 8.	1.0	สอดคล้อง	0.6	สอดคล้อง
ข้อ 9.	1.0	สอดคล้อง	0.8	สอดคล้อง
ข้อ 10.	1.0	สอดคล้อง	0.8	สอดคล้อง
ข้อ 11.	1.0	สอดคล้อง	0.6	สอดคล้อง
ข้อ 12.	1.0	สอดคล้อง	0.6	สอดคล้อง
ข้อ 13.	1.0	สอดคล้อง	1.0	สอดคล้อง
ข้อ 14.	1.0	สอดคล้อง	0.6	สอดคล้อง

ตาราง 6 (ต่อ)

แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับกรอบความรู้คณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา		ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับการใช้ความสามารถอย่างสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา	
	IOC	ความหมาย	IOC	ความหมาย
ข้อ 15.	0.67	สอดคล้อง	1.0	สอดคล้อง
ข้อ 16.	1.0	สอดคล้อง	1.0	สอดคล้อง
ข้อ 17.	1.0	สอดคล้อง	0.6	สอดคล้อง
ข้อ 18.	1.0	สอดคล้อง	0.8	สอดคล้อง
ข้อ 19.	1.0	สอดคล้อง	0.8	สอดคล้อง
ข้อ 20.	1.0	สอดคล้อง	1.0	สอดคล้อง
ข้อ 21.	1.0	สอดคล้อง	0.8	สอดคล้อง
ข้อ 22.	1.0	สอดคล้อง	1.0	สอดคล้อง
ข้อ 23.	0.67	สอดคล้อง	1.0	สอดคล้อง
ข้อ 24.	0.67	สอดคล้อง	0.6	สอดคล้อง
ข้อ 25.	1.0	สอดคล้อง	0.8	สอดคล้อง
ข้อ 26.	1.0	สอดคล้อง	0.6	สอดคล้อง
ข้อ 27.	1.0	สอดคล้อง	1.0	สอดคล้อง
ข้อ 28.	1.0	สอดคล้อง	1.0	สอดคล้อง
ข้อ 29.	1.0	สอดคล้อง	0.6	สอดคล้อง
ข้อ 30.	1.0	สอดคล้อง	0.8	สอดคล้อง

จากตาราง 6 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ปรากฏว่า ประเด็นต่างๆ ของแต่ละข้อคำถามกับกรอบความรู้คณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา มีความสอดคล้องกัน โดยมีค่าระหว่าง 0.67-1.00 นอกจากนี้ การประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับการใช้ความสามารถอย่างสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา ปรากฏว่า มีความสอดคล้องกัน โดยมีค่าระหว่าง 0.6-1.0 ดังนั้นแสดงว่าแบบทดสอบฉบับนี้ มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

ตาราง 7 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบวัดการแก้ปัญหา
อย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบ	กลุ่มที่มีลักษณะ ตามที่ต้องการ ศึกษา		กลุ่มที่ไม่มี ลักษณะตามที่ ต้องการศึกษา		t
	$\bar{X}_s$	S_s	$\bar{X}_f$	S_f	
วัดการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (รายละเอียดเสนอไว้ในภาคผนวก ข)	21.106	4.508	1.750	1.092	28.37***

*** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.000

จากตาราง 7 ผลการเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากการทดสอบความสามารถในการแก้
ปัญหอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ระหว่างกลุ่มที่มีลักษณะตามที่ต้องการศึกษากับกลุ่มที่ไม่
มีลักษณะตามที่ต้องการศึกษา ปรากฏว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ
0.000 แสดงว่า แบบทดสอบฉบับนี้ มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูง

3. แบบทดสอบวัดความคิดระดับสูง เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยนำไป
ทดสอบกับกลุ่มที่มีลักษณะตามที่ต้องการศึกษาและกลุ่มที่ไม่มีลักษณะตามที่ต้องการศึกษา เพื่อ
ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2 กลุ่ม แล้ววิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ
เพื่อหาความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง วิเคราะห์โดยใช้วิธีเหมือนข้อ 1.2.1 ถ้าค่า t ที่คำนวณได้ มี
นัยสำคัญทางสถิติ (น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05) แสดงว่าแบบทดสอบฉบับนี้สามารถนำไปใช้วัด
ความสามารถในการคิดระดับสูงที่ต้องการศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างจริงได้ ซึ่งได้ผลดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 8 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างของแบบทดสอบวัดความคิด
ระดับสูง

แบบทดสอบ	กลุ่มที่มีลักษณะตามที่ ต้องการศึกษา		กลุ่มที่ไม่มีลักษณะ ตามที่ต้องการศึกษา		t
	$\bar{X}_s$	S_s	$\bar{X}_f$	S_f	
วัดความคิดระดับสูง (รายละเอียดเสนอไว้ในภาคผนวก ข)	63.5319	4.929	37.5556	7.020	18.92***

*** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.000

จากตาราง 8 ผลการเปรียบเทียบคะแนนที่ได้จากการทดสอบความสามารถในการใช้ความคิดระดับสูง ระหว่างกลุ่มที่มีลักษณะตามที่ต้องการศึกษากับกลุ่มที่ไม่มีลักษณะตามที่ต้องการศึกษา ปรากฏว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.000 แสดงว่าแบบทดสอบฉบับนี้ มีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างสูง

การหาคุณภาพแบบประเมินและแบบทดสอบอิงเกณฑ์

เป็นการสร้างเครื่องมือเพื่อไว้ใช้สำหรับประเมินหลักสูตรทฤษฎีจำนวนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งได้ดำเนินการวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือดังนี้

1. แบบประเมิน เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้าน การวัดประเมินผล การศึกษาสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษ และทางด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน (โปรดดูรายชื่อผู้เชี่ยวชาญในภาคผนวก ก) ตรวจสอบประเด็นต่าง ๆ ของการประเมิน ลักษณะของข้อคำถาม และภาษาที่ใช้ ซึ่งได้ผลดังนี้

ตอนที่ 1 : แบบประเมินความเหมาะสมของโครงร่างหลักสูตรทฤษฎีจำนวน

- (1) ให้ปรับภาษา ตัดข้อความ และเติมข้อความ ในบางข้อคำถามและคำชี้แจง
- (2) ให้ปรับเปลี่ยนรูปแบบและลักษณะการเขียนข้อคำถามใหม่ทั้งหมด
- (3) ให้เรียงลำดับการเขียนบางข้อคำถามใหม่
- (4) ในการกำหนดประเด็นต่าง ๆ ของการประเมิน ถือว่าใช้ได้และครอบคลุม สิ่งที่ต้องการประเมินแล้ว

ตอนที่ 2 : แบบประเมินความสอดคล้องของโครงร่างหลักสูตรทฤษฎีจำนวน

(ได้ผลการวิเคราะห์เหมือนตอนที่ 1)

ตอนที่ 3 : แบบสอบถามความคิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับหลักสูตรทฤษฎีจำนวน

- (1) ให้ปรับภาษา ตัดข้อความ เติมข้อความ ในบางข้อคำถามและคำชี้แจง
- (2) ในการกำหนดประเด็นต่าง ๆ ของการแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม ถือว่าใช้ได้และครอบคลุมสิ่งที่ต้องการประเมินแล้ว

(รายละเอียดของแบบประเมิน เสนอไว้ในภาคผนวก ก)

2. แบบทดสอบอิงเกณฑ์ เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาทฤษฎีจำนวน จำนวน 3 ท่าน (โปรดดูรายชื่อผู้เชี่ยวชาญในภาคผนวก ก) ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับหัวข้อเนื้อหา และพิจารณาคำความน่าจะเป็น ในการตอบข้อคำถามแต่ละข้อถูกต้อง จากนั้นนำไปทดลองใช้ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ซึ่งแบบทดสอบฉบับนี้ ประกอบด้วย

ชุดที่ 1 : แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางทฤษฎีจำนวน

ชุดที่ 2 : แบบทดสอบวัดทักษะการคิดทางทฤษฎีจำนวน

ชุดที่ 3 : แบบทดสอบวัดความรู้ทางทฤษฎีจำนวน

(รายละเอียดของแบบทดสอบ เสนอไว้ในภาคผนวก ค)

ซึ่งวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบตามแนวทางเกณฑ์ ดังนี้

2.1 หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา วิเคราะห์โดยใช้หาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับหัวข้อเนื้อหา โดยนำคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนมาตัดแปลงเป็นคะแนน จากนั้นนำคะแนนผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาแทนค่าในสูตร IOC ถ้าค่า IOC มีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป แสดงว่าข้อคำถามนั้นใช้ได้ ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 9 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ของแบบทดสอบชุดที่ 1

แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางทฤษฎีจำนวนกับหัวข้อเนื้อหาในแต่ละหน่วย	ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
ข้อ 1 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 2	0.67	สอดคล้อง
ข้อ 2 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 2	0.67	สอดคล้อง
ข้อ 3 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 2	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 4 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 3	0.67	สอดคล้อง
ข้อ 5 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 3	0.67	สอดคล้อง
ข้อ 6 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 3	0.67	สอดคล้อง
ข้อ 7 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 6	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 8 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 4	0.67	สอดคล้อง
ข้อ 9 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 8	0.67	สอดคล้อง
ข้อ 10 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 5	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 11 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 8	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 12 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 5	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 13 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 5	0.67	สอดคล้อง
ข้อ 14 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 6	0.67	สอดคล้อง
ข้อ 15 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 6	0.67	สอดคล้อง
ข้อ 16 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 6	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 9 (ต่อ)

แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ทางทฤษฎีจำนวนกับหัวข้อเนื้อหาในแต่ละหน่วย	ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
ข้อ 17 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 7	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 18 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 7	0.67	สอดคล้อง
ข้อ 19 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 5	0.67	สอดคล้อง
ข้อ 20 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 8	1.00	สอดคล้อง

จากตาราง 9 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางทฤษฎีจำนวน ปรากฏว่า ประเด็นต่าง ๆ ของแต่ละข้อคำถามกับหัวข้อเนื้อหาในแต่ละหน่วย มีความสอดคล้องกัน โดยมีค่าระหว่าง 0.67-1.00 ดังนั้นแสดงว่าแบบทดสอบฉบับนี้ มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

ตาราง 10 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ของแบบทดสอบชุดที่ 2

แบบทดสอบวัดทักษะการคิดทางทฤษฎีจำนวน กับหัวข้อเนื้อหาในแต่ละหน่วย	ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
ข้อ 1 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 2	0.67	สอดคล้อง
ข้อ 2 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 3	0.67	สอดคล้อง
ข้อ 3 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 4	0.67	สอดคล้อง
ข้อ 4 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 5	0.67	สอดคล้อง
ข้อ 5 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 4	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 6 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 6	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 7 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 6	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 8 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 6	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 9 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 7	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 10 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 7	1.00	สอดคล้อง

จากตาราง 10 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดทักษะการคิดทางทฤษฎีจำนวน ปรากฏว่า ประเด็นต่าง ๆ ของแต่ละข้อคำถามกับหัวข้อเนื้อหาในแต่ละหน่วย มี

ความสอดคล้องกัน โดยมีค่าระหว่าง 0.67-1.00 ดังนั้นแสดงว่าแบบทดสอบนี้ มีความเที่ยงตรง
เชิงเนื้อหา

ตาราง 11 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ของแบบทดสอบชุดที่ 3

แบบทดสอบวัดความรู้ทางทฤษฎีจำนวน กับหัวข้อเนื้อหาในแต่ละหน่วย	ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ความหมาย
ข้อ 1 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 4	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 2 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 8	0.67	สอดคล้อง
ข้อ 3 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 5	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 4 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 5	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 5 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 5	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 6 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 6	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 7 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 6	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 8 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 6	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 9 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 2	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 10 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 3	0.67	สอดคล้อง
ข้อ 11 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 8	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 12 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 6	0.67	สอดคล้อง
ข้อ 13 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 7	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 14 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 6	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 15 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 6	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 16 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 3	0.67	สอดคล้อง
ข้อ 17 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 7	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 18 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 4	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 19 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 4	1.00	สอดคล้อง
ข้อ 20 กับหัวข้อเนื้อหา หน่วยที่ 4	0.67	สอดคล้อง

จากตาราง 11 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความรู้ทาง
ทฤษฎีจำนวน ปรากฏว่า ประเด็นต่าง ๆ ของแต่ละข้อคำถามกับหัวข้อเนื้อหาในแต่ละหน่วย มี

ความสอดคล้องกัน โดยมีค่าระหว่าง 0.67-1.00 ดังนั้นแสดงว่าแบบทดสอบฉบับนี้ มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

ดังนั้นสรุปได้ว่า แบบทดสอบอิงเกณฑ์วัดความรู้และความสามารถในการทฤษฎีจำนวน มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

2.2 หากคะแนนจุดตัด หมายถึงการกำหนดเกณฑ์หรือมาตรฐานที่ใช้ในการตัดสินการเรียนรู้ขั้นต่ำของนักเรียนที่ยอมรับว่าเป็น “ผู้รอบรู้ในเนื้อหาทฤษฎีจำนวน” เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ โดยใช้เทคนิคของแองกอฟ โดยนำข้อสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาทฤษฎีจำนวน จำนวน 3 ท่าน (โปรดดูรายชื่อผู้เชี่ยวชาญในภาคผนวก ก) ตรวจสอบดูว่า ค่าความน่าจะเป็นที่คิดว่านักเรียนที่มีสมรรถภาพขั้นต่ำสุด จะสามารถตอบข้อคำถามแต่ละข้อถูกต้อง เป็นเท่าไร แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งได้ผลดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 12 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

แบบทดสอบ	ความน่าจะเป็นในการตอบถูก			ค่าความน่าจะเป็นทั้งฉบับ	คะแนนเต็ม	คะแนนจุดตัด
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
ชุดที่ 1	0.67	0.62	0.50	0.59	40	24
ชุดที่ 2	0.70	0.77	0.50	0.65	20	13
ชุดที่ 3	0.64	0.68	0.50	0.61	40	24
แบบทดสอบอิงเกณฑ์	0.67	0.69	0.50	0.61	100	61

จากตาราง 12 ผลการประเมินความน่าจะเป็นในการตอบข้อคำถามแต่ละข้อถูกต้องของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ปรากฏว่า ค่าความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแบบทดสอบทั้งฉบับคือ 0.61 ดังนั้นคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบฉบับนี้คือ 61 คะแนน (คะแนนเต็ม 100 คะแนน)

2.3 หากความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยหาสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นแบบ β'_k ของราฐ ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$\beta'_k = \frac{S_x^2 + (\bar{X} - C)^2 - \sum_{i=1}^k [S_i^2 + (\bar{X}_i - C_i)^2]}{[S_x^2 + (\bar{X} - C)^2] [1 - \sum \lambda_i^2]}$$

ถ้าค่า β'_k ที่คำนวณได้มีค่าใกล้เคียง 1.00 แสดงว่า แบบทดสอบมีความเชื่อมั่นสูง ในการตัดสินจำแนกผู้รอบรู้กับผู้ไม่รอบรู้ จากการวิเคราะห์ข้อมูลหาค่า β'_k ของแบบทดสอบฉบับนี้ ได้ค่าเท่ากับ 0.82 แสดงว่า แบบทดสอบอิงเกณฑ์มีความเชื่อมั่น 0.82

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวนิตติยา ปภาพจน์
 เกิด 20 เมษายน 2504
 สถานที่เกิด อำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง
 สถานที่อยู่ปัจจุบัน 22/25 หมู่บ้านธนิทร ถนนวิภาวดีรังสิต ดอนเมือง กรุงเทพฯ 10210
 ตำแหน่ง อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์
 สถานที่ทำงานปัจจุบัน สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย
 126/1 ถนนวิภาวดีรังสิต ดินแดง กรุงเทพฯ 10320

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2522	ม.ศ. 5 (วิทยาศาสตร์)	จากโรงเรียนอัมพรไพศาล
พ.ศ. 2526	กศ.บ. (คณิตศาสตร์)	จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
พ.ศ. 2529	กศ.ม. (คณิตศาสตร์)	จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
พ.ศ. 2539	กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา)	จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

การพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีจำนวนเสริมสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์
ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

บทคัดย่อ
ของ
นิตติยา ปภาพจน์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา
กุมภาพันธ์ 2540

การศึกษาครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีจำนวนเสริมสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยพัฒนาหลักสูตรให้มีความเหมาะสมกับความสามารถที่แท้จริงของเด็ก โดยเลือกสรรเนื้อหา วิธีการ จัดกิจกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ เวลา และการวัดประเมินผล บนพื้นฐาน ความต้องการ ความสนใจ ลักษณะนิสัย และศักยภาพของผู้เรียน ซึ่งมีขั้นตอนในการวิจัยและพัฒนาดังนี้

ขั้นที่ 1 สํารวจและศึกษาข้อมูลพื้นฐาน เพื่อนํามาสร้างเป็นโครงร่างหลักสูตรทฤษฎีจำนวน โดยผู้วิจัยทำการวิเคราะห์งานวิจัย วิเคราะห์เนื้อหาจากเอกสารและตำรา สอบถามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ และสำรวจความต้องการ ความสนใจของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 2 สร้างเครื่องมือคัดเลือกเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้คัดเลือกกลุ่มเป้าหมายที่มีความสามารถอย่างแท้จริงทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

2.1 แบบเสนอชื่อ

2.2 แบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2.3 แบบทดสอบวัดความคิดระดับสูง

ขั้นที่ 3 สร้างและพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีจำนวน โดยนำผลการสำรวจและศึกษาข้อมูลพื้นฐานมากำหนดประเด็นต่าง ๆ ของหลักสูตร

ขั้นที่ 4 สร้างแบบประเมินโครงร่างหลักสูตรทฤษฎีจำนวน และแบบทดสอบอิงเกณฑ์วัดความรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาทฤษฎีจำนวน เพื่อนำไปใช้สำหรับประเมินหาประสิทธิภาพของหลักสูตร

ขั้นที่ 5 ประเมินหลักสูตรโดยผู้เชี่ยวชาญและการทดลองใช้หลักสูตร เพื่อหาประสิทธิภาพของหลักสูตรทฤษฎีจำนวนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ว่ามีความเหมาะสมกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นหรือไม่

ผลของการศึกษาครั้งนี้ได้หลักสูตรทฤษฎีจำนวนเสริมสำหรับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย (1) จุดมุ่งหมายของหลักสูตร (2) เนื้อหาของหลักสูตร (3) กิจกรรมและวิธีสอน (4) สื่อ (5) การวัดและประเมินผล (6) แผนการเรียน (เวลา เนื้อหา จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม แนวทางการจัดกิจกรรมและวิธีสอน สื่อการเรียน การวัดและประเมินผล) สำหรับเนื้อหาของหลักสูตร ประกอบด้วย 8 หน่วย คือ (1) ความรู้พื้นฐาน (2) การหารลงตัว (3) จำนวนเฉพาะ (4) ข้อเท็จจริงบางประการเกี่ยวกับจำนวนเฉพาะ (5) ฟังก์ชันเลขคณิต (6) คอนกรีต (7) สมการไดโอแฟนไทน์ (8) ปัญหาที่น่าสนใจทางทฤษฎีจำนวน โดยในแต่ละหน่วยประกอบด้วย (1) เนื้อหา (2) โจทย์ปัญหาเสริม (3) แบบฝึกการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (4) แบบฝึกทักษะการคิด เวลาที่ใช้

ตลอดหลักสูตรคือ 25 วัน ๆ ละ 6 ชั่วโมง (9.00-12.00 น. และ 13.00-16.00 น.) หลักสูตรทฤษฎีจำนวนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้ จะเป็นหลักสูตรเสริมเพื่อเพิ่มพูนประสบการณ์ (Enrichment program) และดึงเด็กออกจากกลุ่ม (Pull out program) ให้มาเรียนในช่วงปิดภาคเรียน โดยเรียนทุกวัน (เว้นวันหยุด) ซึ่งมีประสิทธิภาพดังนี้

1. ประเมินโครงร่างหลักสูตร ได้นำโครงร่างหลักสูตรทฤษฎีจำนวนไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ทำการประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องพร้อมทั้งแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม เกี่ยวกับองค์ประกอบต่าง ๆ ในหลักสูตร ผลปรากฏว่า โดยส่วนรวมองค์ประกอบต่าง ๆ ในหลักสูตรมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และประเด็นที่มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ได้แก่ จุดมุ่งหมายของหลักสูตรในด้านส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ความสามารถอย่างแท้จริง พัฒนาความสามารถด้านการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์และความคิดระดับสูง สร้างเสริมผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาทางทฤษฎีจำนวน นอกจากนี้เนื้อหาของหลักสูตรมีความเหมาะสมกับศักยภาพของผู้เรียนมากที่สุด ส่วนความสอดคล้องของโครงร่างหลักสูตร ปรากฏว่าประเด็นต่าง ๆ ขององค์ประกอบหลักสูตรมีความสอดคล้องกันเป็นอย่างดี

2. การทดลองใช้หลักสูตร ได้นำหลักสูตรมาทดลองใช้กับเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านกระบวนการคัดเลือกจากเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 17 คน ผลปรากฏว่าคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนและหลังเรียนหลักสูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.0005 และได้คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบหลังเรียนหลักสูตร เท่ากับ 62 ซึ่งมีค่ามากกว่าเกณฑ์ (คะแนนจุดตัด) ที่กำหนดไว้ ผลการประเมินตนเองของผู้เรียนพบว่า เด็กมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในทางที่ดีขึ้น โดยมี ความรู้ ความสามารถ เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 70% และมีทัศนคติที่ดีขึ้นต่อวิชาทฤษฎีจำนวน

**DEVELOPMENT OF NUMBER THEORY CURRICULUM FOR
MATHEMATICALLY TALENTED STUDENTS IN SECONDARY SCHOOLS**

**AN ABSTRACT
BY
NITTIYA PABHAPOTE**

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

The primary purpose of this study was to develop a number theory curriculum for Mathematically talented students at the middle schools level. These students were characteristically different from the mainstream in a number of ways that the general curriculum failed to meet their individual potentials, needs and interests. Using these facts together with some theoretical framework on curriculum development, a new curriculum had been developed and tested.

The following steps were taken as a model for building the curriculum :

Step One : Survey of topics in number theory viewed as fundamental and challenging.

This was done through literature review as well as interviewing experts on number theory. Considerations were also given to the responses from the targeted talented students.

Step Two : Identification the mathematically talented.

Those who were believed to be talented were nominated from schools. Then two mathematical tests were administered so as to screen the nominated students. The first test had been designed to measure creativity in solving problems, whereas the second concentrated on higher cognitive level.

Step Three : Development of the curriculum.

Using the survey results from Step One, a curriculum on number theory for the talented was constructed.

Step Four : Construction of assessment form and criterion test.

These were used in determining the effectiveness of the proposed curriculum.

Step Five : Assessment

A number of curriculum specialists were asked to evaluate the proposed curriculum and it was field tested with the talented students.

The proposed curriculum consisted of six components : (1) Objectives (2) Contents (3) Suggested instructional methods and activities (4) Educational media (5) Measurements and evaluations and (6) Lesson plans. The contents were composed of eight instructional units : (1) Foundations (2) Divisibility (3) Prime numbers (4) Some properties of primes (5) Arithmetic functions (6) Congruency (7) Diophantine equations (8) Some challenging problems in number

theory. Each instructional unit included standard content, additional problems, creativity exercises and non-routine problems requiring deeper investigations.

The curriculum was taught as enrichment program by having the subjects to study during the summer break for six hours a day for twenty five consecutive working days.

The conclusions of the study are as follows :

1. Curriculum assessment.

Three curriculum specialists were asked to assess the proposed curriculum and to comment on it. They concurred that the curriculum had met the standards with high quality. The outstanding components, according to them, were the objectives, creativity and opportunity for higher cognitive performance. They believed that the curriculum was very suitable and challenging to the mathematically talented. Furthermore, all components of the curriculum were instructionally related to provide a smooth transition from one to the next.

2. The Experiment .

Seventeen students who had been identified as the mathematically talented students took part in the experiment. Pre-test and Post-test scores were statistically different at .0005 level. The mean of the post-test scores was higher than the criterion for effectiveness of the curriculum. These students were also given a self-evaluation test at the end of the experiment. They reported better attitudes towards number theory and they found that their knowledge and skills have been improved by 70%.