ห้องสมุดกลาง ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงบรรยาย มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ และเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลตัวบ่งชี้คุณลักษณะเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยในเรื่องการกำหนดกรอบประชากร และเลือกกลุ่มตัวอย่าง ขั้นตอนการคัดเลือกตัวบ่งชี้ในขั้นต้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลดังรายละเอียดต่อไปนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนโครงการส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ศึกษา (สอวน) สาขาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่1-4 ทั่วประเทศ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ใช้ประชากรในปีการศึกษา 2550 จำนวน 2,520 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนในโครงการส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ศึกษา (สอวน) สาขาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-4 ในเขตกรุงเทพมหานครฯ ซึ่งได้รับการอบรมเข้าค่ายที่ศูนย์โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย รุ่นที่ 8 ในเดือนตุลาคม 2550 จำนวน 133 คน โดยเหตุผลที่ใช้ในการเลือกกลุ่มตัวอย่างในครั้งนี้คือ เนื่องจากนักเรียนโครงการส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ศึกษา (สอวน) สาขาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่1-4 ได้รับการคัดเลือกตามขั้นตอนและมาตรฐานของโครงการก่อนเข้ารับการอบรม จึงถือได้ว่านักเรียนในโครงการนี้เป็นกลุ่มตัวอย่างที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ซึ่งตรงกับลักษณะของกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการใช้ในการเก็บข้อมูลในงานวิจัยครั้งนี้ และเนื่องจากในการอบรมของโครงการจะมีการกำหนดตารางเวลาและเงินเบี้ยเลี้ยงในการอบรมเป็นที่แน่นอนไม่สามารถเปลี่ยนแปลงหรือแทรกตารางกิจกรรมอื่นนอกเหนือจากที่ทางโครงการกำหนดได้ ดังนั้นทางโครงการจึงอนุญาตให้ผู้วิจัยเข้าทำการเก็บข้อมูลได้เพียงหนึ่งวันในวันปฐมนิเทศ รวมทั้งเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเป็นแบบวัดมาตรฐานซึ่งผู้วิจัยจำเป็นต้องไปดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเองเท่านั้น เพราะต้องควบคุมการใช้แบบวัดอย่างรัดกุมเพื่อป้องกันการทำแบบวัดสูญหายหรือนำออกเผยแพร่อย่างเด็ดขาด จึงส่งผลให้ผู้วิจัยสามารถเลือกเก็บข้อมูลได้เพียงหนึ่งศูนย์เท่านั้น และจากข้อมูลเบื้องต้นที่ได้สอบถามจากผู้รับผิดชอบโครงการพบว่า นักเรียนในโครงการส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐาน

วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ศึกษา (สอวน) สาขาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่1-4 ศูนย์ โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย มีคะแนนความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์สูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับนักเรียนในศูนย์ สอวน. สาขาคณิตศาสตร์ ศูนย์อื่นๆทั่วประเทศ ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้จึงได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจงซึ่งได้แก่ ศูนย์โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย มีรายละเอียดดังแสดงตามตาราง ที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 จำนวนประชากรที่ใช้ในการวิจัย

	แหล่งที่มาของประชากรที่ใช้ในการวิจัย	จำนวนนักเรียน
1	นักเรียน สอวน สาขาคณิตศาสตร์ ศูนย์ ม.วลัยลักษณ์	180
2	นักเรียน สอวน สาขาคณิตศาสตร์ ศูนย์ ม.สงขลานครินทร์	180
3	นักเรียน สอวน สาขาคณิตศาสตร์ ศูนย์ ม.สงขลานครินทร์ (ปัตตานี)	180
4	นักเรียน สอวน สาขาคณิตศาสตร์ ศูนย์ ม.เชียงใหม่	180
5	นักเรียน สอวน สาขาคณิตศาสตร์ ศูนย์ ม.นเรศวร	180
6	นักเรียน สอวน สาขาคณิตศาสตร์ ศูนย์ ม.ขอนแก่น	180
7	นักเรียน สอวน สาขาคณิตศาสตร์ ศูนย์ ม.อุบลราชธานี	180
8	นักเรียน สอวน สาขาคณิตศาสตร์ ศูนย์ ม.เทคโนโลยีสุรนารี	180
9	นักเรียน สอวน สาขาคณิตศาสตร์ ศูนย์ ม.บูรพา	180
10	นักเรียน สอวน สาขาคณิตศาสตร์ ศูนย์ ม.ศิลปกร	180
11	นักเรียน สอวน สาขาคณิตศาสตร์ ศูนย์ ร.ร.มหิดลวิทยานุสรณ์	180
12	นักเรียน สอวน สาขาคณิตศาสตร์ ศูนย์ ม.เกษตรศาสตร์	180
13	นักเรียน สอวน สาขาคณิตศาสตร์ ศูนย์ ร.ร.เตรียมทหาร	180
14	นักเรียน สอวน สาขาคณิตศาสตร์ ศูนย์ ร.ร.สวนกุหลาบวิทยาลัย	180
	รวม	2,520

จากตารางนักเรียนที่ได้จากการคัดเลือกผ่านทางโครงการในรอบแรกในแต่ละศูนย์มีจำนวน 180 คน แต่เนื่องด้วยเหตุผลที่มีนักเรียนบางส่วนที่ไม่มาเข้าทำการปฐมนิเทศซึ่งเป็นวันที่ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลจึงส่งผลให้จำนวนกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เหลือเพียง 133 คน

โดยมีขั้นตอนดำเนินการในการกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างดังนี้

การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างเนื่องจากการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้ ใช้สถิติขั้นสูงเป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน โดยการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมลิสเรล จึงจำเป็นต้องใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่างให้เหมาะสม ซึ่งการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันขนาดกลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย คือ 5 หน่วยต่อ 1 ตัวแปร และขนาดกลุ่มตัวอย่างรวมต้องมีอย่างน้อย 100 คน (สุวิมล ว่องวาณิช และนงลักษณ์ วิรัชชัย, 2546) ส่วน Lindeman,Merenda และ Gold

(1980:163) และ Weiss (1972 อ้างถึงใน นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2538) กำหนดว่าอัตราส่วนจำนวนหน่วยตัวอย่างและจำนวนพารามิเตอร์หรือตัวแปรควรจะเป็น 20 ต่อ 1 และ Hair (1995 อ้างถึงใน สมถวิล อัศวสืบสกุล, 2547) เสนอวิธีการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างในการวิเคราะห์โดยอาจพิจารณาจากจำนวนตัวแปรในการวิจัยโดยใช้กลุ่มตัวอย่าง 5 เท่า หรือ 10 เท่าของจำนวนตัวแปร นอกจากนี้ Stevens (1986 อ้างถึงใน ศรีดาพร อุทิศ, 2539) ได้เสนอว่า งานวิจัยทางสังคมศาสตร์จำนวนหน่วยตัวอย่างที่นำมาศึกษาควรมีประมาณ 15 คน ต่อตัวแปรทำนาย 1 ตัว ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างนักเรียน 20 เท่าของจำนวนตัวแปร ซึ่งมีจำนวนตัวแปรทั้งสิ้น 8 ตัว ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างเป็น 180 คน ซึ่งเป็นจำนวนของนักเรียนทั้งหมดที่เข้าร่วมโครงการส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ศึกษา (สอวน) สาขาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่1-4 ศูนย์โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย รุ่นที่ 8 แต่เนื่องจากนักเรียนในโครงการที่เข้าทำทดสอบเพื่อเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยมาในวันทดสอบเพียงเพียงบางส่วน จึงทำให้ขนาดกลุ่มตัวอย่างดังกล่าวเหลือเพียง 133 คน โดยยังถือได้ว่าเป็นขนาดกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำที่สามารถนำมาใช้วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ด้วยโปรแกรม ลิสเรลได้

การคัดเลือกตัวบ่งชี้ในขั้นต้น

ผู้วิจัยดำเนินการคัดเลือกตัวบ่งชี้ที่ใช้ในการวิจัยดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ เพื่อกำหนดกรอบแนวคิดการวิจัยครั้งนี้

ขั้นตอนที่ 2 ผู้วิจัยสร้างข้อคำถามปลายเปิดเกี่ยวกับคุณลักษณะเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์เพื่อหาองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ในขั้นต้นจากผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นตอนที่ 3 นำแบบสอบถามปลายเปิดไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจความสอดคล้องขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ในการวิจัย เพื่อตรวจสอบความครอบคลุมและความถูกต้องเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

การให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความครอบคลุมและความถูกต้องเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้คุณลักษณะเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ใช้เกณฑ์ในการคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญที่ทำการตรวจสอบข้อมูลมีดังนี้

1. เป็นนักวิชาการในกระทรวงศึกษาธิการที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษโดยมีประสบการณ์ในการปฏิบัติงานทางการศึกษาเด็กความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ไม่ต่ำกว่า 10 ปี จำนวน 1 ท่าน

2. เป็นอาจารย์ในระดับอุดมศึกษาที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับเด็กที่มีความสามารถพิเศษโดยมีประสบการณ์ในการปฏิบัติงานทางการศึกษาเด็กความสามารถพิเศษไม่ต่ำกว่า 5 ปี จำนวน 2 ท่าน

3. หัวหน้าครูในโครงการวิจัยและพัฒนานำร่องการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษ (คณิตศาสตร์) ระดับโรงเรียนโดยมีประสบการณ์ในการปฏิบัติงานทางการศึกษาเด็กความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ไม่ต่ำกว่า 5 ปี จำนวน 2 ท่าน

ผลการตรวจสอบความเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้คุณลักษณะเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งมีเกณฑ์ในการคัดเลือกตัวบ่งชี้คือ ตัวบ่งชี้ที่จะนำมาใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ต้องได้รับความคิดเห็นที่สอดคล้องจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านขึ้นไป จากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 5 ท่าน ดังแสดงรายละเอียดตามตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้คุณลักษณะเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์โดยผู้เชี่ยวชาญ

องค์ประกอบ/ตัวบ่งชี้เด็กความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ จากกรอบแนวคิดทางทฤษฎี(เครื่องมือที่ใช้วัด)	**จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่มีความคิดเห็นสอดคล้องกันว่าเป็นตัวบ่งชี้ที่เหมาะสม**
1. ด้านเชาวน์ปัญญา (แบบวัดเชาวน์ปัญญาของ Raven)	
ความสามารถในการย้อนคิด (แบบวัดเชาวน์ปัญญาด้านความสามารถในการย้อนคิด)	5
ความสามารถในการคิดเชิงก้าวหน้า (แบบวัดเชาวน์ปัญญาด้านความสามารถในการคิดเชิงก้าวหน้า)	5
2. ด้านความเป็นผู้นำ (แบบวัดความเป็นผู้นำ)	
พฤติกรรมด้านกิจสัมพันธ์ (แบบวัดความเป็นผู้นำด้านพฤติกรรมด้านกิจสัมพันธ์)	2
พฤติกรรมด้านมิตรสัมพันธ์ (แบบวัดความเป็นผู้นำด้านพฤติกรรมด้านมิตรสัมพันธ์)	2
3. ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์)	
ความคิดคล่อง (แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดคล่อง)	5
ความคิดยืดหยุ่น (แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่น)	5
ความคิดริเริ่ม (แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดริเริ่ม)	5

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

องค์ประกอบ/ตัวบ่งชี้เด็กความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ จากกรอบแนวคิดทางทฤษฎี(เครื่องมือที่ใช้วัด)	จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่มีความคิดเห็นสอดคล้องกันว่าเป็นตัวบ่งชี้ที่เหมาะสม
4. ความถนัดทางคณิตศาสตร์(แบบวัดความถนัดทางคณิตศาสตร์)	
สมรรถภาพด้านจำนวน (แบบวัดสมรรถภาพด้านจำนวน)	5
สมรรถภาพด้านเหตุผล (แบบวัดสมรรถภาพด้านเหตุผล)	5
สมรรถภาพด้านมิติสัมพันธ์ (แบบวัดสมรรถภาพด้านมิติสัมพันธ์)	5
5. ความสามารถทางศิลปะ (แบบวัดความสามารถทางศิลปะ)	
ความสามารถในการเข้าใจทางศิลปะ (แบบวัดความสามารถในการเข้าใจทางศิลปะ)	2
การตัดสินใจเชิงความงาม (แบบวัดการตัดสินใจเชิงความงาม)	2

จากตารางที่ 3.2 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้คุณลักษณะเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์โดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งผู้วิจัยได้คัดเลือกองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ ที่ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องกันตั้งแต่ 3 ท่านขึ้นไป จากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 5 ท่าน พบว่าองค์ประกอบและตัวบ่งชี้คุณลักษณะเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น 5 องค์ประกอบ 12 ตัวบ่งชี้ มีความเหมาะสมขององค์ประกอบและตัวบ่งชี้คุณลักษณะเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์โดยผู้เชี่ยวชาญตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 3 องค์ประกอบ 8 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ 1) องค์ประกอบด้านเชาวน์ปัญญา ประกอบด้วย 2 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ ตัวบ่งชี้ความสามารถในการย้อนคิด และตัวบ่งชี้ความสามารถในการคิดเชิงก้าวหน้า 2) องค์ประกอบด้านความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 3 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ ตัวบ่งชี้ความคิดคล่อง ตัวบ่งชี้ความคิดยืดหยุ่น และตัวบ่งชี้ความคิดริเริ่ม 3) องค์ประกอบด้านความถนัดทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 3 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ ตัวบ่งชี้สมรรถภาพด้านจำนวน ตัวบ่งชี้สมรรถภาพด้านเหตุผล และตัวบ่งชี้สมรรถภาพด้านมิติสัมพันธ์ นอกจากนั้น ผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาแก้ไขปรับปรุง ดังนี้ องค์ประกอบด้านความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์แก้ไขเป็นด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 3 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ ตัวบ่งชี้ความสามารถด้านจำนวน ตัวบ่งชี้ความสามารถด้านพีชคณิต และตัวบ่งชี้ความสามารถด้านเรขาคณิต

จากที่กล่าวมาแล้วในตอนต้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงสรุปองค์ประกอบและตัวบ่งชี้ที่ใช้ในงานวิจัยได้ดังนี้

1. องค์ประกอบด้านเชาวน์ปัญญา ประกอบด้วย 2 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ ตัวบ่งชี้ความสามารถในการย้อนคิด และตัวบ่งชี้ความสามารถในการคิดเชิงก้าวหน้า

2. องค์ประกอบด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 3 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ ตัวบ่งชี้ความสามารถด้านจำนวน ตัวบ่งชี้ความสามารถด้านพีชคณิต และตัวบ่งชี้ความสามารถด้านเรขาคณิต

3.องค์ประกอบด้านความถนัดทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 3 ตัวบ่งชี้ ได้แก่ ตัวบ่งชี้สมรรถภาพด้านจำนวน ตัวบ่งชี้สมรรถภาพด้านเหตุผล และตัวบ่งชี้สมรรถภาพด้านมิติสัมพันธ์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในส่วนนี้ผู้วิจัยขอเสนอข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยดังต่อไปนี้

1. ลักษณะของเครื่องที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามสำหรับการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ แบบวัด จำนวน 3 แบบวัด มีรายละเอียดดังนี้

<u>แบบวัดฉบับที่ 1 แบบวัดเชาวน์ปัญญา</u>

แบบวัดเชาวน์ปัญญา ใช้แบบวัดเชาวน์ปัญญาเมตริกซ์ก้าวหน้าขั้นสูง (The Advanced Progressive Matrices -APM) ของ Raven เพื่อวัดเชาวน์ปัญญาทั่วไปตามทฤษฎีเชาวน์ปัญญาทั่วไปของ Spearman จากศูนย์ทดสอบและประเมินเพื่อการศึกษาและวิชาชีพ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เหตุที่เลือกใช้แบบวัดนี้เนื่องจากเป็นแบบวัดไม่ใช้ภาษา (Non verbal test) เป็นการขจัดตัวแปรด้านภาษา วัฒนธรรม ประเพณี และทักษะความรู้ต่างๆ ที่ก่อให้เกิดความไม่เท่าเทียมกันระหว่างบุคคลที่เข้ารับการทดสอบ ลักษณะของแบบวัดประกอบด้วยข้อกระทงทั้งสิ้น 48 ข้อ โดยประกอบด้วยแบบวัด 2 ชุด คือ

ชุดที่ 1 ประกอบด้วยข้อกระทง 12 ข้อ ใช้เพื่อการสร้างพื้นความคิดและเตรียมความพร้อมในวิธีการทำ ซึ่งจำกัดเวลาในการทำแบบวัดไม่เกิน 5 นาที เพื่อจะบ่งชี้ถึงความไวของความสามารถหรือประสิทธิภาพในการคิดเชิงก้าวหน้าปกติ เมื่อใช้ชุดที่ 1 เสร็จแล้วจะตามมาด้วยชุดที่ 2 ทันที

ชุดที่ 2 ประกอบด้วยข้อกระทง 36 ข้อ ซึ่งได้ถูกจัดเรียงตามลำดับความยากไว้แล้ว ซึ่งจำกัดเวลาในการทำแบบวัดไม่เกิน 40 นาที การใช้แบบวัดชุดที่ 2 นี้สามารถประเมินประสิทธิภาพของเชาวน์ปัญญาที่มีความเกี่ยวข้องกับสมรรถภาพในการคิดได้ด้วย (Raven,1992)

การให้คะแนนมีหลักเกณฑ์ ดังนี้ คือ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดให้ 0 คะแนน ลักษณะของการวัดระดับเชาวน์ปัญญาด้วยเมตริกซ์ก้าวหน้าของ Raven ในแต่ละข้อกระทงจะประกอบไปด้วยเมตริกซ์รูปทรงต่างๆ ที่เน้นการวัดความสามารถในการคิดเชิงก้าวหน้า (Educative Ability) ของความสัมพันธ์ระหว่างรูปทรงที่ให้มาซึ่งจะมีการจัดวางตามแถว (Row) และสดมภ์ (Column) โดยจะเว้นช่องว่างไว้แล้วให้ผู้ตอบเลือกรูปทรงที่ให้มาเป็นตัวเลือก 1 รูป จากทั้งหมด 8 รูปเพื่อนำไปเติมช่องว่างให้สมบูรณ์ แบบวัดนี้สามารถใช้วัดระดับเชาวน์ปัญญาทั้งแบบรายบุคคลและแบบกลุ่ม การนำไปใช้นั้นสามารถที่จะจำกัดเวลาในการทำหรือไม่ก็ได้ ใช้เวลาในการทำแบบวัดทั้งหมด 45 นาที

สำหรับการใช้แบบวัดเชาวน์ปัญญานี้ ความสามารถทางสมองของมนุษย์เรามีเชาวน์ปัญญาทั่วไปเป็นพื้นฐานและสัมพันธ์กับความสามารถอย่างอื่นไม่มากก็น้อย เครื่องมือที่ใช้ควรที่จะวัดความสามารถในการเรียน คิด วิเคราะห์ แยกแยะ แก้ปัญหา และที่สำคัญคือ ควรเป็นแบบวัดไม่ใช้ภาษา (Non verbal test) เป็นการขจัดตัวแปรด้านภาษา วัฒนธรรม ประเพณี และทักษะความรู้ต่างๆ ที่ก่อให้เกิดความไม่เท่าเทียมกันระหว่างบุคคลที่เข้ารับการทดสอบ

<u>แบบวัดฉบับที่ 2 แบบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์</u>

แบบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ใช้แบบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของ ณรงค์ ปั้นนิ่ม ภาควิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เหตุที่เลือกใช้แบบวัดนี้เนื่องจากเป็นแบบวัดที่มีเนื้อทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายและต้องใช้ความสามารถในการคิดระดับสูงเพื่อแก้ปัญหา ซึ่งข้อคำถามพัฒนาโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างข้อสอบสำหรับเด็กความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์โดยตรง เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้เนื้อหาด้านทฤษฎีจำนวน ทฤษฎีพีชคณิต และทฤษฎีเรขาคณิต ตามแนวคิดของ Krutetskii (1967) และพัฒนี อุดมวานิช (2536) ลักษณะของแบบวัดประกอบด้วยข้อกระทงทั้งสิ้น 30 ข้อ โดยประกอบด้วยแบบวัด 3 ชุด คือ

ชุดที่ 1 ประกอบด้วยข้อกระทง 10 ข้อ มีเนื้อหาของข้อกระทงตามโครงสร้างวิชาคณิตศาสตร์เกี่ยวกับเรื่องจำนวน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-4 ซึ่งจำกัดเวลาในการทำแบบวัดไม่เกิน 20 นาที ใช้เพื่อบ่งชี้ถึงการใช้สติปัญญาในการคิดระดับสูงแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนและแปลกใหม่ โดยใช้พื้นฐานความรู้ในเนื้อหาด้านจำนวน เมื่อใช้ชุดที่ 1 เสร็จแล้วจะตามมาด้วยชุดที่ 2 ทันที

ชุดที่ 2 ประกอบด้วยข้อกระทง 10 ข้อ มีเนื้อหาของข้อกระทงตามโครงสร้างวิชาคณิตศาสตร์เกี่ยวกับเรื่องพีชคณิต ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-4 ซึ่งจำกัดเวลาในการทำแบบวัดไม่เกิน 20 นาที ใช้เพื่อบ่งชี้การใช้สติปัญญาในการคิดระดับสูงแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มี

ความซับซ้อนและแปลกใหม่ โดยใช้พื้นฐานความรู้ในเนื้อหาด้านพีชคณิต เมื่อใช้ชุดที่ 2 เสร็จแล้วจะตามมาด้วยชุดที่ 3 ทันที

ชุดที่ 3 ประกอบด้วยข้อกระทง 10 ข้อ มีเนื้อหาของข้อกระทงตามโครงสร้างวิชาคณิตศาสตร์เกี่ยวกับเรื่องเรขาคณิต ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-4 ซึ่งจำกัดเวลาในการทำแบบวัดไม่เกิน 20 นาที ใช้เพื่อบ่งชี้ถึงการใช้สติปัญญาในการคิดระดับสูงแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนและแปลกใหม่ โดยใช้พื้นฐานความรู้ในเนื้อหาด้านเรขาคณิต

การให้คะแนนมีหลักเกณฑ์ ดังนี้ คือ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดให้ 0 คะแนน ลักษณะของแบบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ในแต่ละข้อกระทงจะประกอบไปด้วยโจทย์ปัญหาโดยใช้พื้นฐานด้านทฤษฎีจำนวน พีชคณิต และเรขาคณิต ที่เน้นการวัดการแก้ปัญหาโดยใช้ความคิดสร้างสรรค์ใน 3 องค์ประกอบตามทฤษฎีของ Torance (1973) คือ ความคิดคล่อง (Fluency) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) และความคิดริเริ่ม (Originality) โดยจะเว้นช่องว่างไว้แล้วให้ผู้ตอบเติมคำตอบที่คำนวณได้ จากโจทย์ปัญหาที่สร้างขึ้น ใช้เวลาในการทำแบบวัดทั้งหมด 1 ชั่วโมง

<u>แบบวัดฉบับที่ 3 แบบวัดความถนัดทางคณิตศาสตร์</u>

แบบวัดความถนัดทางคณิตศาสตร์ ใช้แบบวัดความถนัดทางคณิตศาสตร์ของสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เหตุที่เลือกใช้แบบวัดนี้เนื่องจากเป็นแบบวัดที่มีการพัฒนาหาคุณภาพของเครื่องมือให้เป็นมาตรฐาน และมีเนื้อหาครอบคลุมการวัดความถนัดทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน เพื่อวัดความถนัดทางคณิตศาสตร์ ลักษณะของแบบวัดประกอบด้วยข้อกระทงทั้งสิ้น 150 ข้อ โดยจะประกอบด้วยแบบวัด 3 ชุด คือ

ชุดที่ 1 ประกอบด้วยข้อกระทง 50 ข้อ ใช้เพื่อบ่งชี้ถึงความสามารถในการที่จะเข้าใจและมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวเลข รวมทั้งสามารถ บวก ลบ คูณ หาร ในวิชาเลขคณิตได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว ซึ่งจำกัดเวลาในการทำแบบวัดไม่เกิน 30 นาที เมื่อใช้ชุดที่ 1 เสร็จแล้วจะตามมาด้วยชุดที่ 2 ทันที

ชุดที่ 2 ประกอบด้วยข้อกระทง 50 ข้อ ใช้เพื่อบ่งชี้ถึงความสามารถในการเปรียบเทียบคำหรือประโยค และใช้ความคิดอย่างมีวิจารณญาณ แล้ววินิจฉัยลงสรุปได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งจำกัดเวลาในการทำแบบวัดไม่เกิน 30 นาที เมื่อใช้ชุดที่ 2 เสร็จแล้วจะตามมาด้วยชุดที่ 3 ทันที

ชุดที่ 3 ประกอบด้วยข้อกระทง 50 ข้อ ใช้เพื่อบ่งชี้ถึงความสามารถในการที่จะเข้าใจและมองเห็นความสัมพันธ์กันของรูปทรงเรขาคณิตต่างๆ และสามารถสร้างจินตนาการถึงขนาดและมิติต่างๆ ตลอดจนทรวดทรงที่มีรูปร่างลักษณะแตกต่างกันทั้งในระนาบเดียวและหลายระนาบ ซึ่งจำกัดเวลาในการทำแบบวัดไม่เกิน 30 นาที

การให้คะแนนมีหลักเกณฑ์ ดังนี้ คือ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดให้ 0 คะแนน ลักษณะของแบบวัดความถนัดทางคณิตศาสตร์ ในแต่ละข้อกระทงจะประกอบไปด้วยข้อคำถาม โดยใช้พื้นฐานด้านทฤษฎีจำนวน เหตุผล และมิติสัมพันธ์ โดยในแต่ละข้อกระทงจะมีตัวเลือกทั้งหมด 5 ตัวเลือกแล้วให้ผู้ตอบเลือกคำตอบได้ 1 ตัวเลือก ใช้เวลาในการทำแบบวัดทั้งหมด 1 ชั่วโมง 30 นาที

จากที่ได้กล่าวถึงลักษณะของเครื่องที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ซึ่งเป็นแบบวัดมาตรฐานทั้ง 3 ฉบับ สามารถสรุปโครงสร้างของเครื่องมือดังแสดงรายละเอียดตามตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ตารางโครงสร้างและจำนวนข้อ แบบวัดคุณลักษณะเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

ตัวบ่งชี้ที่ศึกษา		ข้อคำถาม	จำนวนข้อ
องค์ประกอบ	**ตัวบ่งชี้**	**ข้อที่**	
1. ด้านเชาวน์ปัญญา	ความสามารถในการย้อนคิด (RA)	1-36	36
(แบ่งเป็นสองฉบับ)	ความสามารถในการคิดเชิงก้าวหน้า (EA)	1-12	12
	รวม		**48**
2. ด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (รวมเป็นหนึ่งฉบับ)	ความสามารถด้านจำนวน (PN)	1-10	10
	ความสามารถด้านพีชคณิต (PA)	11-20	10
	ความสามารถด้านเรขาคณิต (PG)	21-30	10
	รวม		**30**
3. ด้านความถนัดทางคณิตศาสตร์ (แบ่งเป็นสามฉบับ)	สมรรถภาพด้านจำนวน (AN)	1-50	50
	สมรรถภาพด้านเหตุผล (AR)	1-50	50
	สมรรถภาพด้านมิติสัมพันธ์ (AS)	1-50	50
	รวม		**150**
		รวม	**228**

2. ความเที่ยงของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เนื่องจากในการวิจัยครั้งนี้ใช้แบบวัดมาตรฐาน 3 ฉบับ ซึ่งตามลักษณะของแบบวัดผู้วิจัยจึงไม่สามารถนำแบบวัดไปทดลองใช้เพื่อหาค่าความเที่ยงของแบบวัดก่อนการเก็บข้อมูลภาคสนามได้และไม่สามารถแก้ไขข้อคำถามใดๆในแบบวัดได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำเสนอค่าความเที่ยงของแบบวัดที่ได้จากการใช้แบบวัดฉบับดังกล่าว โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์ความเที่ยงของครอนบาค (cronbach's alpha coeffecient) ได้ค่าความเที่ยงของแต่ละองค์ประกอบและค่า

ความเที่ยงทั้งฉบับ เพื่อแสดงถึงคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่ได้จากการเก็บข้อมูลภาคสนามดังรายละเอียดที่แสดงในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ค่าความเที่ยงของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายการ	จำนวนข้อ	ค่าความเที่ยง
1. **แบบวัดเชาวน์ปัญญา (SI)**	48	0.627
ความสามารถในการคิดเชิงก้าวหน้า(EA)	12	0.272
ความสามารถในการย้อนคิด (RA)	36	0.614
2. **แบบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์** (SP)	30	0.692
ความสามารถด้านจำนวน (PN)	10	0.541
ความสามารถด้านพีชคณิต (PA)	10	0.447
ความสามารถด้านเรขาคณิต (PG)	10	0.641
3. **แบบวัดความถนัดทางคณิตศาสตร์** (SA)	150	0.831
สมรรถภาพด้านจำนวน (AN)	50	0.589
สมรรถภาพด้านเหตุผล (AR)	50	0.418
สมรรถภาพด้านมิติสัมพันธ์ (AS)	50	0.852

จากตาราง 3.4 ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงของแบบวัดแต่ละฉบับพบว่า แบบวัดที่มีค่าความเที่ยงสูงสุดคือแบบวัดความถนัดทางคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ .831 รองลงมาคือ แบบวัดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ .692 และแบบวัดที่มีค่าความเที่ยงน้อยที่สุดคือ แบบวัดเชาวน์ปัญญามีค่าความเที่ยงเท่ากับ .627

3. ความตรงเชิงโครงสร้างของเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือในส่วนนี้ เป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันด้วยโปรแกรมลิสเรล เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง ของการวัดตัวแปรแฝง ทั้งหมด 3 โมเดล ได้แก่ โมเดลการวัดองค์ประกอบด้านเชาวน์ปัญญา (SI) โมเดลการวัดองค์ประกอบด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (SP) โมเดลการวัดองค์ประกอบด้านความถนัดทางคณิตศาสตร์ (SA) และการประมาณค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ในแต่ละด้านทุกตัวที่เป็นผลมาจากทุกองค์ประกอบ เพื่อเป็นประโยชน์ในการศึกษาโครงสร้างของตัวแปรแฝงในการวิจัยครั้งนี้ และประโยชน์ในการวิเคราะห์โมเดลคุณลักษณะเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ต่อไป รายละเอียดดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ค่าสถิติ Bartlett' test of Sphericity และค่าดัชนีไกเซอร์ – ไมเยอร์ – ออลคิน (Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy) ของโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

โมเดลการวัด	Bartlett' test of Sphericity	p	Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy
ด้านเชาวน์ปัญญา	5.51	0.02	0.50
ด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	25.17	0.00	0.56
ด้านความถนัดทางคณิตศาสตร์	34.31	0.00	0.52

จากตารางที่ 3.5 เมื่อพิจารณาค่าสถิติทดสอบสมมุติฐานว่า เมทริกซ์สหสัมพันธ์นั้นเป็นเมทริกซ์เอกลักษณ์หรือไม่ โดยใช้ค่าสถิติ Bartlett' test of Sphericity และค่าดัชนีไกเซอร์ – เมเยอร์ – ออลคิน (Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy) เนื่องจากการวิเคราะห์ในครั้งนี้แบ่งโมเดลการวัดออกเป็น 3 โมเดลย่อย ผู้วิจัยจึงนำเสนอจำแนกตามโมเดลย่อย ซึ่งพบว่าค่าสถิติ Bartlett' test of Sphericity มีค่า 5.51, 25.17 และ 34.31 ตามลำดับ ซึ่งโมเดลการวัดองค์ประกอบด้านเชาวน์ปัญญา (SI) มีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ส่วน โมเดลการวัดองค์ประกอบด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (SP) และโมเดลการวัดองค์ประกอบด้านความถนัดทางคณิตศาสตร์ (SA) มีนัยสำคัญที่ระดับ .01 แสดงว่าเมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแตกต่างจากเมทริกซ์เอกลักษณ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และค่าดัชนีไกเซอร์ – เมเยอร์ – ออลคิน (Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy) มีค่า 0.50, 0.56, 0.52 ตามลำดับ ซึ่งมากกว่า 0.5 แสดงว่าตัวแปรสังเกตได้ของข้อมูล มีความสัมพันธ์ภายในต่อกันเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบด้วยโมเดลลิสเรลต่อไป

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันเพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของแต่ละโมเดลการวัดองค์ประกอบย่อย มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ความตรงเชิงโครงสร้างขององค์ประกอบเชาวน์ปัญญา

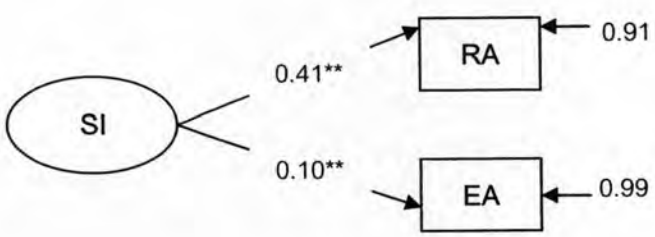
ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้างขององค์ประกอบด้านเชาวน์ปัญญา มีรายละเอียดดังแสดงในตาราง ที่ 3.6 และแผนภาพที่ 3.1

ตารางที่ 3.6 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบด้านเชาวน์ปัญญา

ตัวบ่งชี้	น้ำหนักองค์ประกอบ b(SE)	SC	t	R^2	สัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบ
RA	0.32**(0.05)	**0.41****	2.82	0.17	0.52
EA	0.32**(0.05)	**0.10****	2.82	0.01	0.02
χ^2 = 3.69	Df = 1		P = 0.055		
GFI = 0.971	AGFI = 0.913		RMR= 0.249		

**p < .01, *p<.05

หมายเหตุ : SC หมายถึงค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานและใช้นำเสนอในแผนภาพที่ 3.1



Chi-Square=3.69, df=1, P-value=0.05468, RMSEA=0.143

แผนภาพที่ 3.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบด้านเชาวน์ปัญญา

จากตารางที่ 3.6 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันขององค์ประกอบด้านเชาวน์ปัญญา พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลประจักษ์ โดยพิจารณาจากค่าไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 3.69 ค่าองศาอิสระเท่ากับ 1 และค่าความน่าจะเป็น (p) เท่ากับ 0.055 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) เท่ากับ 0.971 และดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) เท่ากับ 0.913 ค่าดัชนีกำลังสองของส่วนเหลือ (RMR) เท่ากับ 0.249 และค่าเศษเหลือในรูปคะแนนมาตรฐานระหว่างตัวแปรสูงสุด (Largest Standardized Residuals) เท่ากับ 1.922 เมื่อพิจารณาน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานของทั้ง 2 ตัวบ่งชี้ พบว่า น้ำหนัก

องค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานทั้งหมดมีค่าเป็นบวก โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ตัวบ่งชี้ที่มีน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานมากที่สุด คือ ตัวบ่งชี้ความสามารถในการย้อนคิด (RA) โดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานเท่ากับ 0.41 ส่วนตัวบ่งชี้ความสามารถในการคิดเชิงก้าวหน้า (EA) มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานเท่ากับ 0.10 และมีความผันแปรร่วมกับเชาวน์ปัญญาร้อยละ 17 และ1 ตามลำดับ

ผู้วิจัยได้นำสัมประสิทธิคะแนนองค์ประกอบที่ได้จากการวิเคราะห์โมเดลองค์ประกอบด้านเชาวน์ปัญญา โดยมีตัวบ่งชี้จำนวน 2 ตัว ไปสร้างสเกลองค์ประกอบซึ่งเขียนในรูปสมการได้ดังนี้

SI = 0.52**(RA) + 0.02**(EA)

หมายเหตุ : ** p<.01

2. ความตรงเชิงโครงสร้างขององค์ประกอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

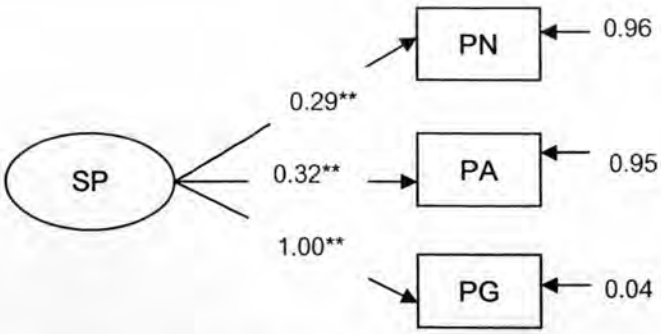
ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้างขององค์ประกอบด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังแสดงในตาราง ที่ 3.7 และแผนภาพที่ 3.2

ตารางที่ 3.7 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ตัวบ่งชี้	น้ำหนักองค์ประกอบ b(SE)	SC	t	R^2	สัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบ
PN	0.26** (0.08)	**0.29****	3.47	0.08	0.001
PA	0.23** (0.06)	**0.32****	3.81	0.09	0.001
PG	1.00**	**1.00****		0.99	0.99
χ^2 = 0.25	Df = 1		p = 0.615		
GFI = 0.999	AGFI = 0.992		RMR= 0.053		

**p < .01, *p<.05

หมายเหตุ : SC หมายถึงค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานและใช้นำเสนอในแผนภาพที่ 3.2



Chi-Square=0.25, df=1, P-value=0.61496, RMSEA=0.000

แผนภาพที่ 3.2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

จากตารางที่ 3.7 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลประจักษ์ โดยพิจารณาจากค่าไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 0.25 ค่าองศาอิสระเท่ากับ 1 และค่าความน่าจะเป็น (p) เท่ากับ .615 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) เท่ากับ 0.999 และดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) เท่ากับ 0.992 ค่าดัชนีกำลังสองของส่วนเหลือ (RMR) เท่ากับ 0.053 และค่าเศษเหลือในรูปคะแนนมาตรฐานระหว่างตัวแปรสูงสุด (Largest Standardized Residuals) เท่ากับ 0.503 เมื่อพิจารณาน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ตัวบ่งชี้ พบว่า น้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานทั้งหมด มีค่าเป็นบวกตั้งแต่ 0.29 - 1.00 โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งหมด โดยตัวบ่งชี้ที่มีน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานมากที่สุด คือ ความสามารถด้านเรขาคณิต (PG) โดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานมากที่สุดเท่ากับ 1.00 และมีความผันแปรร่วมกับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ร้อยละ 99 รองลงมา ได้แก่ ความสามารถด้านพีชคณิต (PA) และความสามารถด้านจำนวน (PN) ซึ่งมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานเท่ากับ 0.32 และ 0.29 ตามลำดับ โดยมีความผันแปรร่วมกับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ร้อยละ 9 และ 8 ตามลำดับ

ผู้วิจัยได้นำสัมประสิทธิคะแนนองค์ประกอบที่ได้จากการวิเคราะห์โมเดลองค์ประกอบด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยมีตัวบ่งชี้จำนวน 3 ตัว ไปสร้างสเกลองค์ประกอบซึ่งเขียนในรูปสมการได้ดังนี้

SP = 0.001**(PN) + 0.001**(PA) + 0.99**(PG)

หมายเหตุ : ** p<.01

3. **ความตรงเชิงโครงสร้างขององค์ประกอบความถนัดทางคณิตศาสตร์**

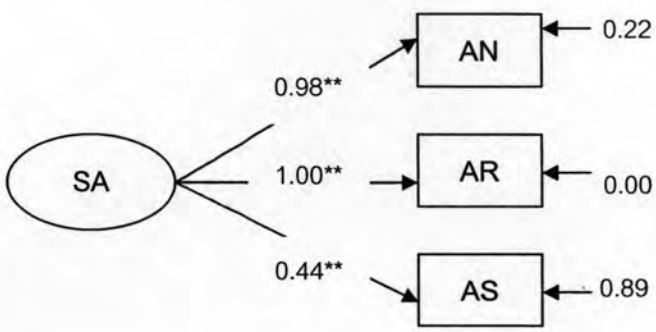
ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้างขององค์ประกอบด้านความถนัดทางคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังแสดงในตาราง ที่ 3.8 และแผนภาพที่ 3.3

ตารางที่ 3.8 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบด้านความถนัดทางคณิตศาสตร์

ตัวแปร	น้ำหนักองค์ประกอบ b(SE)	น้ำหนักองค์ประกอบ SC	T	R^2	สัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบ
AN	1.00**	**0.98****		0.95	0.81
AR	1.86**(0.16)	**1.00****	11.35	1.00	0.47
AS	1.86**(0.16)	**0.44****	11.35	0.19	0.001
$\chi^2 = 0.09$	Df = 1		p = 0.759		
GFI = 1.00	AGFI = 0.997		RMR= 0.334		

**p < .01, *p<.05

หมายเหตุ : SC หมายถึงค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานและใช้นำเสนอในแผนภาพที่ 3.3



Chi-Square=0.09, df=1, P-value=0.75926, RMSEA=0.000

แผนภาพที่ 3.3 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดองค์ประกอบด้านความถนัดทางคณิตศาสตร์

จากตารางที่ 3.8 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันขององค์ประกอบด้านความถนัดทางคณิตศาสตร์ พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลประจักษ์ โดยพิจารณาจากค่าไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 0.09 ค่าองศาอิสระเท่ากับ 1 และค่าความน่าจะเป็น (p) เท่ากับ .759 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) เท่ากับ 1.00 และดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) เท่ากับ 0.997 ค่าดัชนีกำลังสองของส่วนเหลือ (RMR) เท่ากับ 0.334 และค่าเศษเหลือ

ในรูปคะแนนมาตรฐานระหว่างตัวแปรสูงสุด (Largest Standardized Residuals) เท่ากับ 0.306 เมื่อพิจารณาน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานความถนัดทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ตัวบ่งชี้ พบว่า น้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานทั้งหมด มีค่าเป็นบวกตั้งแต่ 0.44 - 1.00 โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 ทั้งหมด โดยตัวบ่งชี้ที่มีน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานมากที่สุด คือ สมรรถภาพด้านเหตุผล (AR) โดยมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐาน 1.00 และมีความผันแปรร่วมกับความถนัดทางคณิตศาสตร์ร้อยละ 100 รองลงมา ได้แก่ สมรรถภาพด้านจำนวน (AN) และสมรรถภาพด้านมิติสัมพันธ์ (AS) ซึ่งมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบในรูปคะแนนมาตรฐานเท่ากับ 0.98 และ 0.44 โดยมีความผันแปรร่วมกับความถนัดทางคณิตศาสตร์ร้อยละ 95 และ 19 ตามลำดับ

ผู้วิจัยได้นำสัมประสิทธิคะแนนองค์ประกอบที่ได้จากการวิเคราะห์โมเดลองค์ประกอบด้านความถนัดทางคณิตศาสตร์โดยมีตัวบ่งชี้จำนวน 3 ตัว ไปสร้างสเกลองค์ประกอบซึ่งเขียนในรูปสมการได้ดังนี้

SA = 0.81**(AN) + 0.47**(AR) +0.001**(AS)

หมายเหตุ : ** p<.01

การเก็บรวมรวบข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ติดต่อขอความร่วมมือจากมูลนิธิส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษา ในพระอุปถัมภ์สมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอ เจ้าฟ้ากัลยาณิวัฒนา กรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ (สอวน.) เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล

2. ติดต่อขอความร่วมมือจากโรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัยซึ่งเป็นศูนย์โครงการส่งเสริมโอลิมปิกวิชาการและพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ศึกษา (สอวน) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-4 ใน ศูนย์โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล

3. เดินทางไปจัดสอบด้วยตนเองพร้อมหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล และดำเนินการสอบ โดยใช้ระยะเวลาในการทดสอบ 1 วัน คือวันที่ 4 ตุลาคม 2550

4. เมื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเรียบร้อยแล้ว นำกระดาษคำตอบที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างมาตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลพร้อมทั้งตรวจให้คะแนน จากนั้นนำข้อมูลไปตรวจให้คะแนนเพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้ คือ

1. การวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบวัด ซึ่งทำการวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงด้วยวิธีประมาณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบราค (cronbach's alpha coefficient) ด้วยโปรแกรม สำเร็จรูป SPSS 11.5

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น โดยการวิเคราะห์จำนวนและร้อยละกลุ่มตัวอย่างนักเรียนเพื่อศึกษาสถานภาพโดยทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

3. การวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้นของตัวแปรที่ใช้ในการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะเด็กที่มีความสามารถพิเศษ ซึ่งใช้ค่าสถิติพื้นฐานได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (C.V.) ความเบ้ (skewness) และความโด่ง (kurtosis) ด้วยโปรแกรมสำเร็จสำเร็จรูป SPSS 11.5

4. การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในโมเดลการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะเด็กที่มีความสามารถพิเศษ เพื่อให้ทราบลักษณะความสัมพันธ์ของตัวแปร สำหรับพิจารณาความเหมาะสมของเมตริกซ์สหสัมพันธ์ในการวิเคราะห์ โดยใช้ค่า Bartlett's test เพื่อตรวจสอบดูว่าเมตริกซ์สหสัมพันธ์แตกต่างจากเมตริกซ์เอกลักษณ์ (identity matrix) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 11.50

5. การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (confirmatory factor analysis) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป LISREL 8.72 เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และตรวจสอบความตรงตามทฤษฎีหรือความสอดคล้องของโมเดลการพัฒนาตัวบ่งชี้คุณลักษณะเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ และนำผลที่ได้มาสร้างตัวบ่งชี้คุณลักษณะเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์

สำหรับผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมลิสเรลในการวิจัยครั้งนี้ ค่าสถิติที่ใช้ตรวจสอบความสอดคล้องกลมกลืน ของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ คือ ค่าสถิติไค-สแควร์ (Chi-square) ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (goodness of fit index = GFI) และค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแล้ว (adjusted goodness of fit index = AGFI) และค่าดัชนีรากกำลังสองของส่วนที่เหลือ (root mean squared = RMR)