

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนาหลักสูตรการฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์
สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัย โดยแบ่งออกเป็นสามตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการสร้างและคุณภาพของหลักสูตรการฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์
สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

ตอนที่ 2 ผลการประเมินหลักสูตรการฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน
ระดับประถมศึกษา

ตอนที่ 3 ข้อค้นพบผลการใช้หลักสูตรการฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับ
นักเรียนระดับประถมศึกษา

ตอนที่ 1 ผลการสร้างและคุณภาพของหลักสูตรการฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

ผลการสร้างและคุณภาพของหลักสูตรการฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับ
นักเรียนระดับประถมศึกษา ได้จากการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้วยแบบประเมิน
โครงร่างหลักสูตรการฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา
โดยพิจารณาจากความเหมาะสมและความสอดคล้องของโครงร่างหลักสูตร ดังนี้

1. ผลการสร้างหลักสูตรการฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับ
ประถมศึกษา ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน รวมทั้งเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มาเป็นข้อมูล
ในการสร้างโครงร่างหลักสูตรการฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับ
ประถมศึกษา ได้สาระสำคัญของโครงร่างหลักสูตรการฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับ
นักเรียนระดับประถมศึกษา ดังนี้

1.1 บทนำ การจัดการศึกษาเป็นกระบวนการหนึ่งในการพัฒนาคนให้มีคุณภาพและ
เป็นสิ่งจำเป็นในการดำรงชีวิตของสังคมในปัจจุบัน แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ
ฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2550 - 2554) ได้ชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการปรับเปลี่ยนจุดเน้นในการพัฒนา
คุณภาพคนของสังคมไทยให้มีคุณธรรม และมีความรอบรู้อย่างเท่าทัน ให้มีความพร้อมทั้ง
ด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ และศีลธรรม สามารถก้าวทันต่อการเปลี่ยนแปลงได้อย่างมั่นคง

แนวทางการพัฒนาคนดังกล่าวมุ่งเตรียมเด็กและเยาวชนให้มีพื้นฐานจิตใจที่ดีงาม พร้อมทั้งมีสมรรถนะทักษะและความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในการดำรงชีวิต อันจะส่งผลต่อการพัฒนาประเทศแบบยั่งยืน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2535, หน้า 8 - 9; สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ, 2545, หน้า 1; กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 2)

การเตรียมเด็กและเยาวชนให้มีความพร้อมโดยเฉพาะอย่างยิ่ง การคิด เพราะเป็นทักษะหนึ่งที่มีความสำคัญและจำเป็นที่จะต้องพัฒนาในระบบการจัดการศึกษา นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้ความสนใจการปลูกฝังและพัฒนาการคิดของผู้เรียนให้มีคุณภาพหรือมีความสามารถในการคิดระดับสูงกว่าการรู้การจำมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้เพราะการจัดการศึกษาในปัจจุบันเพื่อพัฒนาการคิดของผู้เรียนยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร การพัฒนาการคิด การสอนการคิด และการสอนเกี่ยวกับการคิดทั้งในลักษณะที่เป็นการสอนทักษะการคิดโดยตรงหรือการสอนทักษะการคิดควบคู่ไปกับการสอนเนื้อหาสาระวิชาในโรงเรียน ก็เพื่อมุ่งพัฒนาคุณภาพการคิด โดยการสร้างทักษะของวิธีการคิดชนิดต่าง ๆ ตามที่นักศึกษาหรือครูผู้สอนแต่ละคนจะเห็นว่าวิธีการคิดใดมีความสำคัญและจำเป็นต่อการฝึกฝนให้เกิดทักษะ ซึ่งวิธีการต่าง ๆ ที่นำมาฝึกทักษะนั้นคือ สมรรถภาพสมองหรือเชาวน์ปัญญา ในส่วนที่เป็นศักยภาพของสมรรถภาพสมองในการที่จะเลือกการตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่เป็นปัญหานั้นเอง ซึ่งหมายความว่านักการศึกษาเหล่านี้มีความเชื่อว่าการพัฒนาคุณภาพการคิดนั้นสามารถกระทำได้โดยการฝึกทักษะการคิดหรือฝึกสมรรถภาพสมอง

การพัฒนาหลักสูตรเพื่อนำมาพัฒนาทักษะการคิดสามารถทำได้หลายรูปแบบ อาจพัฒนาเป็นหลักสูตรเฉพาะกลุ่มที่มีความสามารถพิเศษที่มุ่งพัฒนาเด็กพิเศษที่มีความเป็นอัจฉริยภาพทางด้านคณิตศาสตร์โดยตรง หรือหลักสูตรทั่วไป ซึ่งเป็นหลักสูตรที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนโดยรวมในทุก ๆ ด้าน มิได้เฉพาะเจาะจงที่จะส่งเสริมหรือพัฒนาศักยภาพเพียงด้านใดด้านหนึ่งเท่านั้น แต่เป็นการพัฒนาให้ผู้เรียนทุกคนมีความรู้และทักษะพื้นฐานเพื่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 4)

เพื่อตอบสนองเจตนารมณ์ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีสมรรถนะที่สำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ความสามารถในการคิด จึงได้พัฒนาหลักสูตรการฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาขึ้น โดยมุ่งพัฒนาทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนระดับประถมศึกษาทั่วไปทุกคนให้ได้รับการพัฒนาที่เท่าเทียมกัน

1.2 หลักการ หลักสูตรการฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษานี้ มีหลักการดังนี้

1.2.1 เป็นหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อมุ่งเสริมสร้างและพัฒนาทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

1.2.2 เป็นหลักสูตรที่มุ่งยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในสถานศึกษานั้น ๆ ให้สูงขึ้น

1.2.3 เป็นหลักสูตรเสริมที่เป็นต้นแบบสำหรับครูผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษานำไปประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้บรรลุตามมาตรฐานที่กระทรวงศึกษาธิการกำหนด

1.3 จุดมุ่งหมาย หลักสูตรการฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการเรียนรู้และดำรงตนอยู่ในสังคมได้อย่างปกติสุข จึงกำหนดจุดมุ่งหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อจบหลักสูตร ดังนี้

1.3.1 มีความรู้ความสามารถ มีทักษะการคิดด้วยการแก้ปัญหา

1.3.2 มีคุณธรรม ด้านความซื่อสัตย์ ความรับผิดชอบ มีระเบียบวินัย ตรงต่อเวลา เห็นคุณค่าของตนเอง ผ่านกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดบทบาทหน้าที่ของผู้เรียนให้ชัดเจนว่าใครทำอะไร หรือการตรวจสอบผลงานของผู้เรียนแต่ละคน

1.3.3 มีจิตสำนึกที่ดี ยอมรับความคิดเห็นและอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข ผ่านกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ เช่น การใช้เกม ความรับผิดชอบตามบทบาทหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

1.4 มาตรฐานการเรียนรู้ สำหรับมาตรฐานการเรียนรู้ในหลักสูตรการฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษานี้ จะอิงหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมาตรฐานของสภาคุรุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา โดยเน้นไปที่มาตรฐานด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ คือ มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสารการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

1.5 ตัวชี้วัด สำหรับตัวชี้วัดในหลักสูตรการฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษานี้ จะอิงหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในระดับประถมศึกษาปีที่ 6 โดยที่เมื่อผู้เรียนเรียนจบตามหลักสูตรนี้แล้วจะมีสมรรถนะ ดังนี้

1.5.1 ใช้วิธีการหลากหลายในการแก้ปัญหา

1.5.2 ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

1.5.3 ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม

1.5.4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

1.5.5 เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

1.5.6 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

1.6 เนื้อหา สำหรับเนื้อหาที่นำมาใช้ในการพัฒนาทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

1.6.1 การบวก การลบ และการคูณจำนวนนับที่มีจำนวนหลักเท่ากันหรือต่างกัน โดยใช้สัญลักษณ์แทนเลขโดดบางหลักหรือทุกหลัก

1.6.2 การหารจำนวนนับที่มีหลายหลักกับจำนวนนับที่มีหนึ่งหลักหรือสองหลัก โดยใช้สัญลักษณ์แทนเลขโดดบางหลักหรือทุกหลัก

1.6.3 แบบรูปและความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหา (การนับเพิ่ม, การนับลด, การเจริญเติบโต)

1.6.4 การแก้โจทย์ปัญหาด้วยสมการร่วมกับการใช้ตัวแปร

1.6.5 การแก้โจทย์ปัญหาการบวกและการลบเศษส่วน

1.6.6 การแก้โจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณและการหารเศษส่วนระคน

1.6.7 การแก้โจทย์ปัญหาการบวก และการลบทศนิยม

1.6.8 บทประยุกต์ (ร้อยละ กำไร ขาดทุนและดอกเบี้ย)

1.6.9 รูปเรขาคณิตสองมิติ (รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม)

1.6.10 การมองรูปเรขาคณิตสามมิติและการหาปริมาตร

1.7 อัตราเวลาเรียน ตลอดหลักสูตรนี้ ใช้เวลาเรียน 15 ชั่วโมง โดยหนึ่งสัปดาห์ต้องเรียนไม่น้อยกว่า 5 ชั่วโมง หรือวันละ 1 ชั่วโมง

1.8 กิจกรรมการเรียนการสอน การดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนนำหลักการแนวคิดกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา 4 ขั้นตอน มาใช้เป็นแนวในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และนำกลยุทธ์การแก้ปัญหาในตำราคณิตศาสตร์สำหรับครูผู้สอนระดับประถมศึกษา (Mathematics for Elementary Teachers a Contemporary Approach) ของ มัสเซอร์, เบอร์เจอร์ และ ปีเตอร์สัน (Musser, Burger, & Peterson, 2001) ดังนี้

กระบวนการแก้ปัญหามาตามแนวคิดของโพลยา ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นตอนเริ่มต้นของการแก้ปัญหาที่ต้องการให้ผู้เรียนคิดถึงปัญหาและตัดสินใจว่าอะไรคือสิ่งที่ต้องการค้นหา ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนต้องทำความเข้าใจปัญหาและระบุส่วนสำคัญของปัญหา ซึ่งได้แก่ ข้อมูลและเงื่อนไขต่าง ๆ ในการทำความเข้าใจปัญหา ผู้เรียนอาจพิจารณาส่วนสำคัญของปัญหาอย่างถี่ถ้วน พิจารณาเข้าไปซ้ำมาพิจารณาในหลากหลายมุมมอง หรืออาจใช้กลยุทธ์ต่าง ๆ ช่วยในการทำความเข้าใจปัญหา เช่น การวาดรูปภาพ การเขียนแผนภาพ การเขียนแผนภูมิ หรือการเขียนสาระของปัญหาลงด้วยถ้อยคำของตนเองก็ได้

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้ต้องการให้ผู้เรียนค้นหาความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลแล้วนำความสัมพันธ์ของข้อมูลนั้น ๆ มาผสมผสานในการแก้ปัญหาด้วยกลยุทธ์ที่หลากหลาย เช่น การเดาและการตรวจสอบ การใช้แบบรูป การเขียนแผนภาพ การวาดรูปภาพ การคิดย้อนกลับ การใช้ตัวแปร การแจกแจงรายการ ฯลฯ

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน ขั้นตอนนี้เป็นขั้นลงมือปฏิบัติตามแผนที่ผู้เรียนได้วางไว้จนสามารถค้นหาคำตอบได้ตามที่ต้องการ

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล ขั้นตอนนี้ต้องการให้ผู้เรียนมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มา โดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบและกลยุทธ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา

ในแต่ละขั้นตอนหากผู้เรียนติดขัดในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งอาจย้อนกลับไปทบทวนในขั้นตอนแต่ละขั้นตอนย้อนกลับ ไปกลับมาได้

กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา สำหรับการแก้ปัญหานั้น อาจใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย เช่น การเดาและการตรวจสอบ การใช้ตัวแปร การวาดรูปภาพ การใช้แบบรูป การแจกแจงรายการ การแก้ปัญหาย่างง่าย ๆ การเขียนแผนภาพ การใช้เหตุผลทางตรง การใช้เหตุผลทางอ้อม การใช้สมบัติของจำนวนนับ การใช้กรณีตัวอย่าง ฯลฯ

บทบาทครูผู้สอน

1. ชักชวนการใช้แผนการจัดการเรียนรู้
2. กำหนดเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นไปตามมาตรฐานหรือตัวชี้วัดที่กำหนด
3. ปรับกิจกรรมตามความจำเป็นโดยสร้างบรรยากาศที่น่าเรียนรู้ มีความเป็นกัลยาณมิตรที่ดีกับผู้เรียน
4. เป็นผู้อำนวยความสะดวกและช่วยเหลือผู้เรียนด้วยความเต็มใจ
5. จัดเตรียมสื่อการเรียนการสอนให้พร้อมและมีความเพียงพอกับความต้องการ

6. ประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียนเป็นระยะ ๆ

7. รายงานผลการประเมินให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มทราบเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการตัดสินใจเพื่อให้การบริหารงานภายในกลุ่มบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ให้ได้

บทบาทผู้เรียน

1. ชักถามบทบาทและหน้าที่ความรับผิดชอบในการเรียนและการทำงานกลุ่มให้ชัดเจน

2. ร่วมมือร่วมใจลงมือปฏิบัติงานตามที่สมาชิกภายในกลุ่มร่วมกันวางแผนไว้

3. ร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ร่วมกัน

4. แบ่งปันความรู้ที่ได้ให้กับเพื่อนสมาชิกกลุ่มอื่น ๆ

5. ประเมินผลการพัฒนาการคิดของตนเองอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง

1.9 สื่อการเรียนการสอน สำหรับสื่อการเรียนการสอนตามหลักสูตรนี้จะเป็นบัตรสถานการณ์ชวนคิด เป็นสถานการณ์ที่ชวนให้ผู้เรียนอยากรู้ อยากเห็น ที่นอกเหนือจากหลักสูตรปกติในโรงเรียนทั่วไป โดยใช้บัตรสถานการณ์ปัญหา แผนภาพ แบบฝึกทักษะในการแก้ปัญหาตามกลยุทธ์การเดาและตรวจสอบ การใช้ตัวแปร การวาดรูปภาพ การเขียนแผนภาพ การแจกแจงรายการ การมองย้อนกลับ การใช้แบบรูป และอื่น ๆ ที่เหมาะกับสถานการณ์ที่กำหนดขึ้นในการเรียนรู้แต่ละครั้ง โดยที่สื่อการเรียนการสอนนั้นเป็นสื่อรูปธรรม ที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งมีความหลากหลาย โดยอาจจัดเตรียมโดยครูผู้สอน ครูผู้สอนร่วมกับผู้เรียน หรือ ผู้วิจัย เป็นต้น

1.10 การประเมินผล จะมีการประเมินเป็น 3 ระยะดังนี้

1.10.1 ประเมินก่อนใช้หลักสูตร โดยใช้แบบวัดทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัยแสดงวิธีคิดหาคำตอบ โดยกำหนดเกณฑ์ให้คะแนนแบบรูปრიკแบบแยกองค์ประกอบ โดยให้คะแนนเป็น 4 ระดับ คือ ระดับ 3 แทน ดีมาก ระดับ 2 แทน ดี ระดับ 1 แทน พอใช้ และระดับ 0 แทน ปรับปรุง จำนวน 20 ข้อ

1.10.2 ประเมินระหว่างใช้หลักสูตร เป็นการตรวจสอบความสามารถในการเรียนผ่านกระบวนการทำแบบฝึกทักษะในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 15 แผน

1.10.3 ประเมินหลังใช้หลักสูตร โดยใช้แบบวัดทักษะชุดเดียวกับการประเมินก่อนใช้หลักสูตร จำนวน 20 ข้อ

1.11 แนวดำเนินการ เพื่อให้การจัดการศึกษาตามหลักสูตรนี้ ประสบความสำเร็จตามจุดมุ่งหมาย จึงกำหนดแนวดำเนินการ ไว้ดังนี้

1.11.1 จัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้โอกาสผู้เรียนได้พัฒนาศักยภาพของตนเองอย่างเต็มกำลังความสามารถ

1.11.2 จัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติโดยการเรียนรู้ร่วมกันโดยครูผู้สอนเป็นผู้ให้การสนับสนุนช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด

1.11.3 จัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อมและสื่อการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการเรียนรู้ มีความผ่อนคลาย

1.11.4 จัดการเรียนการสอนและติดตามแก้ไขข้อบกพร่องของนักเรียนอย่างต่อเนื่องแบบกัลยาณมิตร

2. ผลการประเมินความเหมาะสมของโครงร่างหลักสูตรการฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 8 ผลการประเมินความเหมาะสมของโครงร่างหลักสูตรการฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

ประเด็นการประเมิน	N=7		ระดับความเหมาะสม
	$\bar{X}$	SD	
1. บทนำ	4.14	.69	มาก
2. หลักการและแนวคิดของหลักสูตร	4.00	1.00	มาก
3. จุดมุ่งหมาย	4.29	.49	มาก
4. มาตรฐาน	4.14	.69	มาก
5. ตัวชี้วัด	4.00	.82	มาก
6. เนื้อหา	3.86	.89	มาก
7. อัตรเวลาเรียน	4.14	.69	มาก
8. กิจกรรมการเรียนการสอน	4.29	.76	มาก
9. สื่อการเรียนการสอน	4.43	.53	มาก
10. การวัดและประเมินผล	4.14	.89	มาก
ภาพรวม	4.14	.62	มาก

จากตารางที่ 8 พบว่า โดยภาพรวมผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าโครงร่างหลักสูตรการฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา มีความเหมาะสมมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.14 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .62 เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า สื่อการเรียนการสอน มีความเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.43 นอกจากนี้ยังมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

เท่ากับ .53 แสดงว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นใกล้เคียงกันมาก เมื่อเทียบกับด้านอื่น ๆ

นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญยังแสดงความคิดเห็น โดยให้เพิ่มและปรับข้อความให้มีความกระชับและรัดกุมขึ้น เช่น ปรับจุดมุ่งหมายโดยการจัดลำดับความสำคัญใหม่ ปรับเนื้อหาและเวลาเรียนให้เหมาะสม ทั้งนี้เนื่องจากเนื้อหาบางตัวเวลาเรียนน้อยไป กิจกรรมการเรียนการสอนควรเขียนขยายความกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาแต่ละตัวว่ามีหลักการและมีวิธีสอนอย่างไร เรียบเรียงการเขียนให้อ่านได้ง่ายขึ้น

3. ผลการประเมินความสอดคล้องขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ในหลักสูตรการฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ ในหลักสูตรการฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

ประเด็นการประเมิน	N=7		ระดับความสอดคล้อง
	$\bar{X}$	SD	
1. มาตรฐาน ตัวชี้วัด สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียน การสอนและการวัดและประเมินผล แผนการจัดการ การเรียนรู้ที่ 1	4.14	.69	มาก
2. มาตรฐาน ตัวชี้วัด สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียน การสอนและการวัดและประเมินผล แผนการจัดการ การเรียนรู้ที่ 2	4.00	.82	มาก
3. มาตรฐาน ตัวชี้วัด สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียน การสอนและการวัดและประเมินผล แผนการจัดการ การเรียนรู้ที่ 3	4.14	.69	มาก
4. มาตรฐาน ตัวชี้วัด สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียน การสอนและการวัดและประเมินผล แผนการจัดการ การเรียนรู้ที่ 4	4.14	.69	มาก

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	N=7		ระดับ ความสอดคล้อง
	$\bar{X}$	SD	
5. มาตรฐาน ตัวชี้วัด สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียน การสอนและการวัดและประเมินผล แผนการจัด การเรียนรู้ที่ 5	4.14	.69	มาก
6. มาตรฐาน ตัวชี้วัด สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียน การสอนและการวัดและประเมินผล แผนการจัด การเรียนรู้ที่ 6	4.00	.82	มาก
7. มาตรฐาน ตัวชี้วัด สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียน การสอนและการวัดและประเมินผล แผนการจัด การเรียนรู้ที่ 7	4.00	.82	มาก
8. มาตรฐาน ตัวชี้วัด สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียน การสอนและการวัดและประเมินผล แผนการจัด การเรียนรู้ที่ 8	4.00	.82	มาก
9. มาตรฐาน ตัวชี้วัด สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียน การสอนและการวัดและประเมินผล แผนการจัด การเรียนรู้ที่ 9	4.14	.69	มาก
10. มาตรฐาน ตัวชี้วัด สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียน การสอนและการวัดและประเมินผล แผนการจัด การเรียนรู้ที่ 10	4.00	.82	มาก

ตารางที่ 9 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	N=7		ระดับ ความสอดคล้อง
	$\bar{X}$	SD	
11. มาตรฐาน ตัวชี้วัด สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียน การสอนและการวัดและประเมินผล แผนการจัด การเรียนรู้ที่ 11	4.00	.82	มาก
12. มาตรฐาน ตัวชี้วัด สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียน การสอนและการวัดและประเมินผล แผนการจัด การเรียนรู้ที่ 12	4.00	.82	มาก
13. มาตรฐาน ตัวชี้วัด สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียน การสอนและการวัดและประเมินผล แผนการจัด การเรียนรู้ที่ 13	4.00	.82	มาก
14. มาตรฐาน ตัวชี้วัด สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียน การสอนและการวัดและประเมินผล แผนการจัด การเรียนรู้ที่ 14	4.14	.69	มาก
15. มาตรฐาน ตัวชี้วัด สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียน การสอนและการวัดและประเมินผล แผนการจัด การเรียนรู้ที่ 15	4.14	.69	มาก
ภาพรวม	4.07	.74	มาก

จากตารางที่ 9 พบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้ ในหลักสูตรการฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา มีมาตรฐาน ตัวชี้วัด สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอนและการวัดและประเมินผล แผนการจัดการเรียนรู้ทุกแผน มีความสอดคล้องกันมากทั้งหมด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.07

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .74 เมื่อพิจารณาแผน พบว่าแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ มีความเหมาะสมมาก ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 4.00 ถึง 4.14 โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1, 3, 4, 5, 9, 14 และ 15 มีความเหมาะสมมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.14 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .69 ผู้เชี่ยวชาญ มีความคิดเห็นใกล้เคียงกันมากที่สุด เมื่อเทียบกับแผนการจัดการเรียนรู้อื่น ๆ

ตอนที่ 2 ผลการประเมินหลักสูตรการฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

1. ลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการประเมินหลักสูตรครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/8 โรงเรียนอนุบาลระยอง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาระยอง เขต 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 48 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) โดยใช้วิธีการจับฉลาก ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างทั้ง 48 คน ได้ผ่านกระบวนการสุ่มเข้าชั้นเรียน โดยความสามารถอย่างเป็นระบบจากทางโรงเรียนอยู่แล้ว ซึ่งทุกหน่วยของกลุ่มตัวอย่างสามารถเป็นตัวแทนของประชากรได้

2. เปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ก่อนใช้และหลังใช้หลักสูตรของกลุ่มทดลอง

หลังจากที่กลุ่มทดลองได้เรียนเนื้อหาตามโครงสร้างหลักสูตรการฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจบแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการวัดทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง ด้วยแบบวัดทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ฉบับเดียวกันกับก่อนใช้หลักสูตร แล้วนำคะแนนเฉลี่ยของความแตกต่างระหว่างคะแนนหลังใช้หลักสูตรและก่อนใช้หลักสูตรของกลุ่มทดลองมาเปรียบเทียบกันภายในกลุ่ม โดยใช้ t - test Dependent Samples ดังผลในตารางที่ 9

ตารางที่ 10 การเปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ ก่อนใช้และหลังใช้

หลักสูตรการฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ ของกลุ่มทดลอง

กลุ่มทดลอง	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD	t	p
ก่อนใช้หลักสูตร	48	60	29.23	11.01	8.86*	.000
หลังใช้หลักสูตร	48	60	43.50	5.78		

* $p < .05$

จากตารางที่ 10 พบว่า ก่อนใช้หลักสูตรการฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ย 29.23 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 11.01 และหลังใช้หลักสูตรการฝึกทักษะการคิด

ทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ย 43.50 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.78 คะแนนทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์หลังใช้หลักสูตรสูงกว่าก่อนใช้หลักสูตรการฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า หลังใช้หลักสูตร นักเรียนมีทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น

ตอนที่ 3 ข้อค้นพบผลการใช้หลักสูตรการฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

ในการศึกษาประสิทธิภาพของหลักสูตรการฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ผู้วิจัยได้นำหลักสูตร ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 48 คน และได้ข้อค้นพบในด้านทักษะการคิดแก้ปัญหา ด้วยกลยุทธ์ต่าง ๆ ตามที่ผู้วิจัยได้ออกแบบการจัดการเรียนรู้ไว้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ข้อค้นพบด้านความสามารถด้านเนื้อหา ผู้วิจัยได้ข้อค้นพบจากการทดลองใช้หลักสูตรการฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ จากกลุ่มทดลอง จำนวน 48 คน ดังนี้
 - 1.1 การบวก การลบ และการคูณจำนวนนับที่มีจำนวนหลักเท่ากันหรือต่างกัน โดยใช้สัญลักษณ์แทนเลขโดดบางหลักหรือทุกหลัก ผู้วิจัยพบว่า การฝึกทักษะทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับเนื้อหาดังกล่าว โดยสร้างโจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาที่แตกต่างจากหนังสือของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ในช่วงคอนต้นของการฝึกทักษะกลุ่มทดลองยังไม่คุ้นเคยกับการแก้ปัญหาในกรณีที่ใช้สัญลักษณ์แทนเลขโดดบางหลักหรือทุกหลัก ทำให้กระบวนการแก้ปัญหาลำช้า แต่หลังจากที่ผู้วิจัยได้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหามาให้ทีละขั้นตอน ทำให้กลุ่มทดลองมีความเข้าใจ และเห็นว่าหากโจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ใดที่กำหนดสัญลักษณ์แทนเลขโดดทุกหลักนั้น จะเป็นช่องทางให้กลุ่มทดลองมีความคิดที่หลากหลายมากขึ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขหรือบริบทที่กำหนดขึ้น ซึ่งแตกต่างจากโจทย์ปัญหาที่กลุ่มทดลองเคยพบมาอย่างสิ้นเชิง ด้วยเหตุนี้เอง ทำให้เห็นว่าการสร้างโจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ดังกล่าว เป็นวิธีการฝึกทักษะการคิดที่ดีได้อีกรูปแบบหนึ่ง ดังตัวอย่างการแสดงวิธีคิดบางส่วน ต่อไปนี้

I.

A	B	C
A	B	C
D	B	A

$A = 4, 2$
 $B = 0$
 $C = 2, 1$
 $D = 8, 4$

$C - C = A$
 $1 - 1 = 0$
 $2 - 2 = 0$
 $3 - 3 = 0$
 $4 - 4 = 0$
 $5 - 5 = 0$

$B + B = B$
 $0 + 0 = 0$
 $1 + 1 = 2$
 $2 + 2 = 4$
 $3 + 3 = 6$
 $4 + 4 = 8$

$A + A = D$
 $4 + 4 = 8$
 $2 + 2 = 4$

$A = 2, 3$
 $B = 0$
 $C = 1, 2$
 $D = 4, 6$

ภาพที่ 33 การบวกจำนวนนับที่มีสามหลักกับจำนวนนับที่มีสามหลักโดยใช้สัญลักษณ์แทนเลขโดด

แนวคิดเพื่อแก้ปัญหาโดยใช้กลยุทธ์การเดาและตรวจสอบ (Guess and Test) ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลอง มีการวางแผนในการหาคำตอบอย่างเป็นระบบมีลำดับขั้นการนำเสนอที่ชัดเจน เช่นเดียวกับ การลบและการคูณ ในขณะที่เดียวกันมีร่องรอยของการตรวจสอบคำตอบให้เห็นอีกด้วย เช่น

A - C = E		A B	
2 - 1 = 1		C D	
3 - 2 = 1		<u>E 3</u>	
4 - 3 = 1		2 4	5 4
5 - 4 = 1		1 1	4 4
4 - 3 = 1		1 3	<u>1 3</u>
3 - 2 = 1		3 5	6 5
⑤ B - D = 3		2 2	5 5
4 - 1 = 3		1 3	<u>1 3</u>
5 - 2 = 3		4 6	3 1
6 - 3 = 3		3 5	6 6
4 - 4 = 0		<u>1 3</u>	<u>1 3</u>
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			
5 - 2 = 3			
6 - 3 = 3			
4 - 4 = 0			
5 - 5 = 0			
4 - 1 = 3			

$\begin{array}{r} 2345 \\ ABCD \\ \hline E \times \\ \hline ABCD \\ \hline 1245 \end{array}$	ตรวจคำตอบ $\begin{array}{r} 2345 \quad 172345 \\ \times \quad \quad \hline 1 \quad \quad 2345 \\ \hline 2345 \end{array}$ $\begin{array}{r} 2345 \\ A : 2 \\ B : 3 \\ C : 4 \\ D : 5 \\ E : 1 \end{array}$
--	--

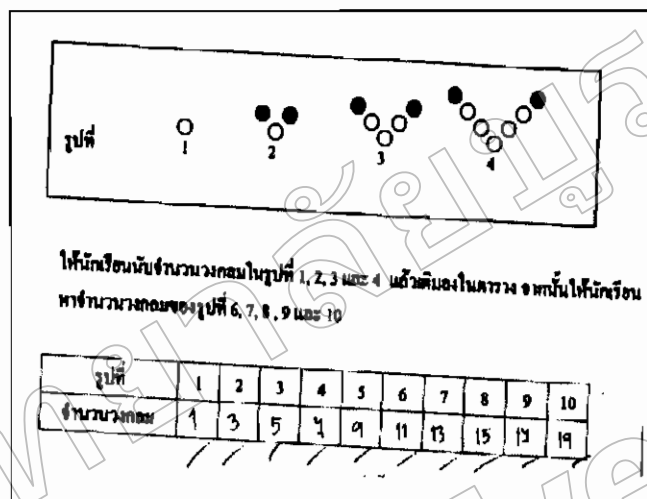
ภาพที่ 35 การคูณจำนวนนับที่มีสี่หลักกับจำนวนนับที่มีหนึ่งโดยใช้สัญลักษณ์แทนเลขโดด

1.2 การหารจำนวนนับที่มีหลายหลักกับจำนวนนับที่มีหนึ่งหลักหรือสองหลัก โดยใช้สัญลักษณ์แทนเลขโดดบางหลักหรือทุกหลัก ผู้วิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีความเห็น เช่นเดียวกับการบวก การลบ และการคูณ ว่า การกำหนดโจทย์ปัญหาที่แตกต่าง จากที่เคยพบเห็น มาก่อนนั้น สามารถช่วยพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา ฝึกความรอบคอบ ความถูกต้องของความ เป็นไปได้ของคำตอบที่มีความหลากหลายขึ้นมากกว่าคำตอบเดียวที่ฝึกกันเป็นประจำอยู่แล้ว ช่วย เปิดโลกทรรศน์ในการคิดได้กว้างขวางขึ้น ดังตัวอย่างจะพบว่า มีการวางแผนในการคิดอย่างเป็น ระบบ เช่น กำหนดให้ B แทนด้วย 1, 2, 3, ... 9 เป็นต้น

$BBBB : AA = COC$	$8888 : 22 = 404$
$COC \times AA = BBBB$	$B : 9 \quad A : 11, 22, 33, 44$
$A = 9$	$B : 8 \quad A : 11, 22, 44, 88$
$B = 8$	$B : 7 \quad A : 11, 77$
$C = 4$	$B : 6 \quad A : 1, 33, 66$
	$B : 5 \quad A : 1, 55$
	$B : 4 \quad A : 11, 22, 44$
	$B : 3 \quad A : 11, 33$
	$B : 2 \quad A : 11, 22$
	$B : 1 \quad A : 11$

ภาพที่ 36 การหารจำนวนนับที่มีสี่หลักกับจำนวนนับที่มีสองหลักโดยใช้สัญลักษณ์แทนเลขโดด

1.3 แบบรูปและความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหา (การนับเพิ่ม, การนับลด, การเจริญเติบโต ฯลฯ) ผู้วิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีความรอบคอบและเห็นความสัมพันธ์ของจำนวนกับลำดับที่ ที่นำเสนอ นอกจากนี้ยังสามารถสร้างข้อสรุปที่มีความสมเหตุสมผลของแบบรูปและความสัมพันธ์ที่พบได้เป็นอย่างดี ดังตัวอย่างต่อไปนี้



ภาพที่ 37 แบบรูปและความสัมพันธ์ เกี่ยวกับการหาจำนวนวงกลมในรูปลำดับที่ต่าง ๆ

จำนวนวงกลมในแต่ละรูปเพิ่มขึ้นทีละเท่าใด คิดอย่างไร? $\frac{1}{2}$

หาจำนวนวงกลมของรูปที่ 35 และจำนวนวงกลมของรูปที่ 100

$$(35 \times 2) - 1 = 69 \quad (100 \times 2) - 1 = 199$$

- จำนวนวงกลมในรูปที่ 7

$$= (7 \times 2) - 1$$

- ถ้ารู้จำนวนวงกลมแล้วหาว่ารูปที่เท่าใด? หรือ ถ้ารู้ที่เท่าใด หาว่าจำนวนวงกลม

คือ ถ้ารู้ รูปที่ 19 $= (19 \times 2) - 1 = 37$ รูปที่ 50

ภาพที่ 38 การสร้างข้อสรุปของแบบรูปและความสัมพันธ์ที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างค้นพบ

1.4 การแก้โจทย์ปัญหาด้วยสมการร่วมกับการใช้ตัวแปร ผู้วิจัยพบว่า กลุ่มทดลองสามารถนำตัวแปรหรือตัวไม่ทราบค่ามาใช้เพื่อแก้ปัญหาคำถามที่โจทย์ต้องการได้อย่างดี มีการวิเคราะห์แยกแยะ โดยเขียนประโยคสัญลักษณ์แทน โจทย์ปัญหาแล้วนำไปสู่กระบวนการแก้ปัญหาคำถามได้ นอกจากนี้ยังมีการนำการเขียนแผนภาพแทน โจทย์ปัญหาร่วมกับการเขียนประโยคสัญลักษณ์เพื่อช่วยในการหาคำตอบ ซึ่งเป็นอีกวิธีการหนึ่งในการหาคำตอบ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

$$A + (A - 61) = 660$$

$$2A - 61 = 660$$

$$2A = 701$$

$$A = 350.5$$

จำนวน = 350
จำนวน = 350

ภาพที่ 39 การใช้กลยุทธ์การเขียนแผนภาพร่วมกับการเขียนประโยคสัญลักษณ์เพื่อหาคำตอบ

1.5 การแก้โจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณและการหารเศษส่วน ผู้วิจัยพบว่า กลุ่มทดลองได้นำกลยุทธ์การวาดรูปภาพมาช่วยในการวางแผนแก้ปัญหาคำถามได้ คำตอบ ร่วมกับการเขียนประโยคสัญลักษณ์ ซึ่งสามารถคาดคะเนคำตอบที่มีความเป็นไปได้ได้ด้วย ทั้งนี้เนื่องจากการเขียนแผนภาพจะชี้ให้เห็นถึงแนวโน้มของคำตอบที่โจทย์ต้องการได้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

$$18$$

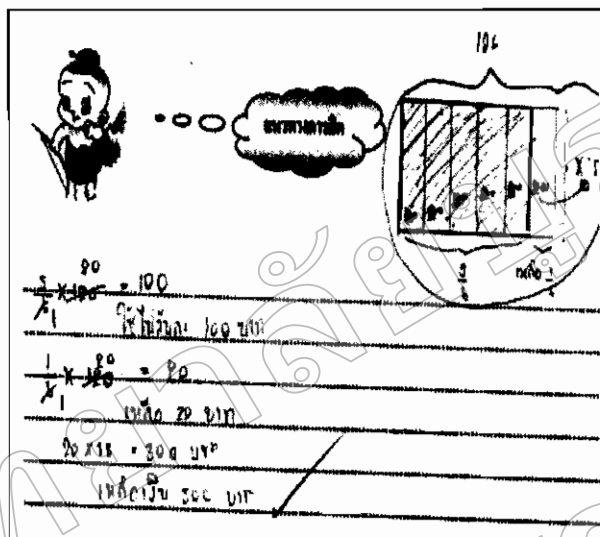
จำนวนภาพรวม = 18
จำนวนภาพรวม = 18
จำนวนภาพรวม = 18

$$18 \times \frac{1}{8} = 18 \times \frac{1}{8} = 2.25$$

$$18 \times \frac{1}{8} = 2.25$$

ภาพที่ 40 แผนภาพแสดงจำนวนและการแบ่งกระดาษ

จากตัวอย่างภาพที่ 40 ที่แสดงให้เห็นด้วยการเขียนแผนภาพจะพบว่า แผนภาพช่วยให้
ตอบคำถามของโจทย์ปัญหาที่กำหนดได้ทันที โดยไม่ต้องแสดงวิธีคิดหาคำตอบหรืออีกหนึ่ง
ตัวอย่างการแบ่งเงินจำนวน 120 บาทเพื่อนำไปใช้จ่ายกับเงินที่เหลือเก็บไว้ในเวลาหนึ่งวัน



ภาพที่ 41 แผนภาพแสดงจำนวนเงินที่ใช้กับที่เหลือของเงินหนึ่งวันและการแสดงวิธีคิดคำนวณ

1.6 การแก้โจทย์ปัญหาการบวก และการลบทศนิยม สำหรับเนื้อหาเกี่ยวกับทศนิยม

นักเรียนกลุ่มทดลองมีการวางแผนในการแก้ปัญหอย่างเป็นลำดับขั้นตอน รวมทั้งการใช้แผนภาพ
ช่วยในการคิดคำนวณหาคำตอบ สามารถตรวจสอบความเป็นไปได้ของคำตอบอย่างสมเหตุสมผล
เช่นเดียวกับ โจทย์ปัญหาการบวก การลบเศษส่วน

คิดเลข		+ 85.75	95.25	484.75
บวก	484.75		+ 8.50	163.75
ลบ		- 78.50	163.75	944.00
เครื่องคิดเลข, 944.00 บ.				
บวก, 188.75 บ.				
ลบ, 197.50 บ.				

ภาพที่ 42 แผนภาพการแสดงวิธีคิดคำนวณเกี่ยวกับการบวกและการลบทศนิยม

1.7 บทประยุกต์ (ร้อยละ กำไร ขาดทุนและดอกเบี้ย) ผู้วิจัยพบว่า กลุ่มทดลอง มีการนำเสนอการแก้ปัญหาด้วยการเทียบบัญญัติไตรยางศ์ บางคนนำเสนอลำดับขั้นตอน แต่ขาดความรอบคอบ จึงทำให้การแก้ปัญหามีข้อผิดพลาดมาก นอกจากนี้ยังมีการนำกลยุทธ์ การวาดรูปภาพหรือการเขียนแผนภาพมาใช้ในการระบวนการวางแผนการแก้ปัญหา เช่น

3000	
2250	น้ำหนักคนละ 5
45000	30000
1500	น้ำหนักคนละ 15 / คัดเน้น 15
45000	
11000	
34000	

ภาพที่ 43 แผนภาพแสดงการคิดคำนวณหาคำตอบในการวางแผนการใช้เงิน

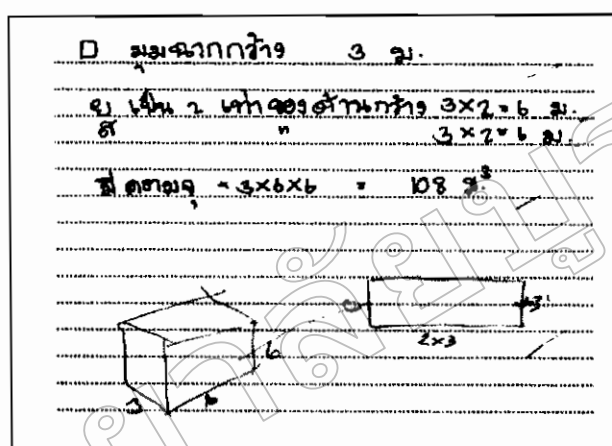
นอกจากการนำเสนอการแก้ปัญหาด้วยการเขียนแผนภาพแทนโจทย์ปัญหาแล้ว นักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองยังใช้วิธีการเทียบบัญญัติไตรยางศ์ร่วมกับการเขียนแผนภาพอีกด้วย เช่น

จากเงินฝาก	15000	U. จากเงินฝาก	25000
ได้กำไร 10000 บาท	คิดร้อยละ 10000 x 100 = 40		
	25000		
เงินฝากเดิม 30000 บาท	กำไร 30000 - 25000 = 5000 บาท		
คิดร้อยละ 5000 x 100 = 20%			
2500			

ภาพที่ 44 แผนภาพแสดงวิธีการคำตอบด้วยการเทียบบัญญัติไตรยางศ์

1.8 รูปเรขาคณิตสองมิติและรูปสามมิติ ผู้วิจัยพบว่า กลุ่มทดลองได้นำสูตรมาใช้ในการคิดคำนวณหาคำตอบส่วนหนึ่ง นอกจากนี้ยังใช้วิธีการวาดรูปภาพแทนโจทย์ปัญหา ซึ่งช่วยให้

มีการวางแผนเพื่อแก้ปัญหาได้ดี รวมทั้งช่วยให้มีการวิเคราะห์แยกแยะสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ อย่างถูกต้อง มีการตรวจสอบได้ว่า สัญลักษณ์ที่เขียนในรูปภาพนั้นถูกต้องหรือไม่ด้วย ดังตัวอย่างต่อไปนี้



ภาพที่ 45 แผนภาพและการใช้สูตรในการคิดคำนวณหาปริมาตร

2. ข้อค้นพบด้านความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยกลยุทธ์การแก้ปัญหาต่าง ๆ จากการกำหนดเนื้อหาของหลักสูตรการฝึกทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนั้น ผู้วิจัยได้นำเสนอกลยุทธ์ในการแก้ปัญหามีเกี่ยวข้องกับเนื้อหา คณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แต่ละเนื้อหาไว้ เช่น การเดาและตรวจสอบ สำหรับเนื้อหา การบวก ลบ คูณและหารจำนวนนับ การใช้ตัวแปร ในเนื้อหาการแก้สมการ การมองหาแบบรูป เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับแบบรูปและความสัมพันธ์ การเขียนแผนภาพหรือการวาดรูปภาพ ในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีความน่าจะเป็น เรื่อง กำไร ขาดทุน การหาร้อยละ เป็นต้น รวมทั้ง การบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วน อีกทั้งเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับทศนิยมด้วย ซึ่งแต่ละเนื้อหาผู้วิจัยได้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาร่วมกับกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาร่วมกับการใช้สูตร รวมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียน ซึ่งเป็นกลุ่มทดลองได้คิดค้นหาวิธีการแก้ปัญหามาเป็นของตนเอง โดยผู้วิจัยมิได้บังคับว่าต้องทำวิธีใดวิธีหนึ่งเท่านั้น หากแต่เป็นการเปิดกว้างให้นักเรียนแต่ละคน แต่ละกลุ่มได้ร่วมกันคิดค้นหาวิธีการ หรือเลือกกลยุทธ์ในการแก้ปัญหามาเหมาะกับนักเรียนที่จะสามารถเรียนรู้และแก้ปัญหาดังกล่าวได้ ระหว่างที่ดำเนินกิจกรรมการทดลอง จะพบว่า นักเรียนให้ความร่วมมือกันคิดค้นหาวิธีการแก้ปัญหาย่างกระตือรือร้น อาจเนื่องมาจากกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งให้นักเรียนได้ช่วยเหลือเกื้อกูลกัน ทำงานร่วมกันเป็นทีม กอปรกับเนื้อหาที่น่าสนใจ นักเรียนได้มีโอกาสแสดงออกทางความคิดได้อย่างเต็มที่