

153.42  
๗๔๑๙  
๖.๓

ผลการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิต  
ที่มีวิธีการคิดต่างกัน ตามทฤษฎีโครงการสร้างทางสมอง  
ของกิลฟอร์ด ที่มีต่อความสามารถในการ  
แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน  
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

18 ส.ค. 2540

ปริญญานิพนธ์  
ของ  
วาสนา เศษสวย



เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา

พฤษภาคม 2540

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

68689

ผลการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิต  
ที่มีวิธีการคิดต่างกัน ตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมอง  
ของกิลฟอร์ด ที่มีต่อความสามารถในการ  
แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน  
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

บทคัดย่อ  
ของ  
วาสนา เคษสวຍ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา  
พฤษภาคม 2540

การวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกันตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมีนบุรี เขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร ซึ่งกำลังเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2539 โดยสุ่มตัวอย่างมา 90 คน ด้วยวิธีสุ่มแบบแบ่งชั้น มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นชั้น จากนั้นจึงสุ่มกลุ่มตัวอย่างออกมา 3 กลุ่ม ได้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 30 คน โดยกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 ทำการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ DSP, NSP และ ESP ตามลำดับ ได้ผลการฝึกดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ ESP กับ DSP มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหา และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมทุกด้าน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ ESP กับ NSP มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหา และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมทุกด้าน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ NSP กับ DSP มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมทุกด้าน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหา และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมทุกด้าน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง และนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางกับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล ความสามารถในการ

แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหา และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมทุกด้านแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหา และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมทุกด้านอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

THE EFFECTS OF MENTAL ABILITY TRAINING  
BY SYMBOLIC AND PRODUCT OF DIFFERENCE  
OPERATIONS' IN GUILFORD'S THEORY ON  
MATHEMATICS PROBLEM SOLVING OF  
PRATOMSUKSA V STUDENTS

AN ABSTRACT

BY

WASANA SEDSOY

Presented in partial fulfilment of the requirement for the master  
of Education degree in Educational Measurement  
at Srinakharinwirot University

May 1997

The purpose of the research was to study the effects of mental ability training by symbolic and product of difference operations in Guilford's theory on mathematics problem solving of Pratomsuksa V students. Ninety Pratomsuksa V Students in academic year 1996, at Minburi school Bangkok were selected by stratified random sampling by level of achievement. Subjects were randomly assigned into three experiment groups. There were 30 students in each group and each group received mental ability training DSP, NSP and ESP respectively.

The findings were as follows :-

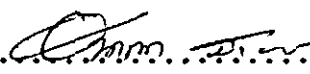
1. Students who received mental ability training ESP and DSP had Mathematics skill, Reason, Sum problem solving and Mathematics problem solving significant difference at .01. Students who received mental ability training ESP and NSP had Mathematics skill and Reason significant difference at .01. Sum problem solving and Mathematics problem solving was not statistical difference. Students who received mental ability training NSP and DSP had Sum problem solving significant difference at .01. Mathematics skill, Reason and Mathematics problem solving was not statistical difference.

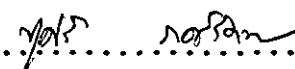
2. Students in low achievement group and middle achievement group had Mathematics skill, Sum problem solving and mathematics problem solving significant difference at .01. Reason was not statistical difference. Students in low achievement group and high achievement group, middle achievement group and high achievement group had Mathematics skill, Reason, Sum problem solving and Mathematics problem solving significant difference at .01.

3. No interaction between mental ability training by symbolic and product of difference operations and level of achievement was found neither on Mathematics skill, Reason, Sum problem solving nor Mathematics problem solving.

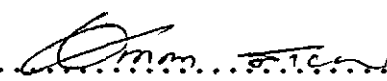
คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปฏิญานพนธ์ฉบับนี้แล้วเห็นสมควร  
รับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษา  
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

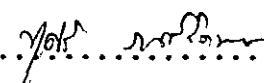
คณะกรรมการควบคุม

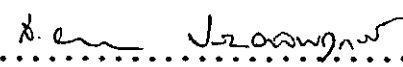
.......... ประธาน  
(รศ. อังคณา สายยศ)

.......... กรรมการ  
(รศ. ชูศรี วงศ์รัตนะ)

คณะกรรมการสอบ

.......... ประธาน  
(รศ. อังคณา สายยศ)

.......... กรรมการ  
(รศ. ชูศรี วงศ์รัตนะ)

.......... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม  
(รศ.ดร.ส.วาสนา ประवालพฤษ์)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปฏิญานพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการวัดผลการศึกษาของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.......... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(ดร.ศิริภา นุลสุวรรณ)

วันที่ 1.6. เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2560



## ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงด้วยดีโดยได้รับความช่วยเหลือและคำแนะนำ ตลอดจน  
แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จาการรองศาสตราจารย์อังคณา สายยศ และรองศาสตราจารย์ ชูศรี  
วงศ์รัตน์ คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ส.วาสนา ประवालพฤษ  
กรรมการสอบที่แต่งตั้งเพิ่มเติม ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ผู้วิจัยยังได้รับความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบแบบฝึกสมรรถภาพสมองด้าน  
สัญลักษณ์และผลผลิต และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จาก  
รองศาสตราจารย์อังคณา สายยศ รองศาสตราจารย์วิญญา วิศาลาภรณ์ รองศาสตราจารย์  
ชูศรี วงศ์รัตน์ รองศาสตราจารย์ภา ศรีไพโรจน์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์เชาวนา  
ชวลิตธำรง และอาจารย์ระวีวรรณ พันธุ์พานิช ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ คณะครูอาจารย์ และชอบใจนักเรียนโรงเรียนมีนบุรี  
ที่ให้ความช่วยเหลือในการดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี ตลอดจน  
ให้กำลังใจและสนับสนุนการศึกษาของผู้วิจัยตลอดมา

ขอขอบพระคุณอาจารย์มาลี เพ็ชรชะ อาจารย์จำเนียร เล็งศิริ อาจารย์สาย์สิทธิ์  
พรหมผ่องแผ้ว ตลอดจนญาติพี่น้องทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ ท่วงไຍ และให้กำลังใจ จนทำให้  
ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงด้วยดี และขอขอบพระคุณรุ่งฤดี ทรัพย์นิธิ คุณเผด็จศึก วงศ์หริมาตย์  
และอาจารย์แผน พูนพิต ที่ให้ความช่วยเหลือในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์  
และพิมพ์ต้นฉบับ

ขอโน้มรำลึกถึงพระคุณบิดา มารดา ครู อาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรัก ความ  
เมตตา และประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ผู้วิจัย จนมีความรู้ความสามารถทำให้ปริญญานิพนธ์  
ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ลงด้วยดี

วาสนา เคษส่วย

## สารบัญ

| บทที่                                                                                 | หน้า |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 บทนำ .....                                                                          | 1    |
| ภูมิหลัง .....                                                                        | 1    |
| ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า .....                                                  | 3    |
| ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า .....                                                     | 3    |
| ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า .....                                                        | 4    |
| นิยามศัพท์เฉพาะ .....                                                                 | 5    |
| 2 ทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....                                           | 7    |
| ทฤษฎีและความเชื่อเกี่ยวกับสมรรถภาพสมอง .....                                          | 7    |
| สมรรถภาพสมองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ .....                                  | 20   |
| หลักการสร้างแบบฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิต .....                            | (26) |
| เอกสารเกี่ยวกับหลักสูตร .....                                                         | 30   |
| /เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก .....                                        | (31) |
| /สมมติฐานในการวิจัย .....                                                             | 36   |
| 3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า .....                                                     | 37   |
| ประชากร .....                                                                         | 37   |
| กลุ่มตัวอย่าง .....                                                                   | 37   |
| เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า .....                                               | 38   |
| ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า .....                              | 40   |
| ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า .....                                       | 42   |
| วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า .....                                                       | 54   |
| สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....                                                 | 57   |
| 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....                                                          | 59   |
| สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....                                  | 59   |
| การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....                                                     | 60   |
| ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....                                                            | 61   |
| ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์<br>ของกลุ่มตัวอย่าง ..... | 61   |

|                                                                                                                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะ<br>การคิดคำนวณของนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้าน<br>สัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกัน ..... | 62  |
| เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล<br>ของนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิต<br>ที่มีวิธีคิดต่างกัน .....              | 65  |
| เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้<br>โจทย์ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้าน<br>สัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกัน ..... | 68  |
| เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมทุกด้าน<br>ของนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิต<br>ที่มีวิธีการคิดต่างกัน .....           | 71  |
| 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....                                                                                                                                | 75  |
| ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า .....                                                                                                                                | 75  |
| ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า .....                                                                                                                                      | 75  |
| สมมุติฐานในการวิจัย .....                                                                                                                                           | 76  |
| เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า .....                                                                                                                             | 76  |
| วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า .....                                                                                                                                     | 78  |
| สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....                                                                                                                                      | 79  |
| อภิปรายผล .....                                                                                                                                                     | 81  |
| ข้อเสนอแนะ .....                                                                                                                                                    | 85  |
| บรรณานุกรม .....                                                                                                                                                    | 86  |
| ภาคผนวก .....                                                                                                                                                       | 94  |
| รายชื่อผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจแบบฝึกและแบบทดสอบ .....                                                                                                                   | 181 |
| ประวัติย่อของผู้วิจัย .....                                                                                                                                         | 182 |

## บัญชีตาราง

| ตาราง                                                                                                                                                                                | หน้า |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 แสดงกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง .....                                                                                                                                            | 37   |
| 2 แบบแผนการทดลอง Factorial Design .....                                                                                                                                              | 55   |
| 3 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่ม<br>ตัวอย่าง จำแนกตามวิธีฝึกและระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน .....                                                 | 61   |
| 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสามารถในการแก้ปัญหาทาง<br>คณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณ .....                                                                                     | 63   |
| 5 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะ<br>การคิดคำนวณของนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพทางสมองด้านสัญลักษณ์<br>และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกัน ..... | 64   |
| 6 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาด้านทักษะการคิดคำนวณ<br>ของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน .....                                                      | 65   |
| 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์<br>ด้านเหตุผล .....                                                                                               | 66   |
| 8 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล<br>ของนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธี<br>การคิดต่างกัน .....              | 67   |
| 9 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล<br>ของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน .....                                                   | 68   |
| 10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์<br>ด้านการแก้โจทย์ปัญหา .....                                                                                    | 69   |
| 11 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการ<br>แก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และ<br>ผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกัน .....   | 70   |
| 12 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้<br>โจทย์ปัญหานักเรียนที่มีระดับสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน .....                                             | 71   |
| 13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์<br>รวมทุกด้าน .....                                                                                                 | 72   |

|    |                                                                                                                                                                       |     |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 14 | เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมทุก<br>ด้านของนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิต<br>ที่มีวิธีการคิดต่างกัน ..... | 73  |
| 15 | เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมทุก<br>ด้านของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน .....                                      | 74  |
| 16 | ผลการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อของแบบทดสอบวัดความสามารถในการ<br>แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณ จากการทดสอบครั้งที่ 1 .                                      | 96  |
| 17 | ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบ<br>วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณ ...                                           | 98  |
| 18 | ผลการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อของแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา<br>ทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล จากการทดสอบครั้งที่ 1 .....                                              | 99  |
| 19 | ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐาน ของแบบทดสอบ<br>วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล .....                                                  | 101 |
| 20 | ผลการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์<br>ปัญหา จากการทดสอบครั้งที่ 1 .....                                                              | 102 |
| 21 | ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐานของแบบทดสอบ<br>วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหา ....                                          | 104 |

## บัญชีภาพประกอบ

| ภาพประกอบ                                                                               | หน้า |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 โครงสร้างแบบรูปภาพของทฤษฎีองค์ประกอบเดี่ยว .....                                      | 8    |
| 2 แบบจำลองสหพันธ์ภายใต้ทฤษฎีสององค์ประกอบ .....                                         | 9    |
| 3 แบบจำลองการประกอบกันของความสามารถตามทฤษฎีไฮราซิคัล .....                              | 12   |
| 4 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมอง 13 ฉบับ ด้วยโปรแกรม-<br>คอมพิวเตอร์ SSA-1 ..... | 14   |
| 5 แบบจำลองโครงสร้างทางสมองตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด ...                       | 15   |
| 6 ผลการคิดทบทวนโดยใช้ภาพเป็นตัวอย่างของเนื้อหา .....                                    | 19   |
| 7 ตัวอย่างแบบจำลองจุลภาคของโครงสร้างทางสมอง .....                                       | 19   |
| 8 แบบจำลองจุลภาคที่ใช้ในการวิจัย .....                                                  | 20   |

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ภูมิหลัง

การศึกษาเป็นกระบวนการสำคัญในการพัฒนากำลังคน พัฒนาประเทศ และที่สำคัญก็คือ การศึกษาในระดับประถมศึกษา เนื่องจากเป็นการศึกษาภาคบังคับที่รัฐต้องจัดให้ทั่วถึงสำหรับในแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 7 พ.ศ. 2535-2539 ได้กำหนดนโยบายเร่งพัฒนาคุณภาพการศึกษาทุกระดับ ทุกประเภทของการศึกษา โดยเฉพาะเร่งพัฒนาการศึกษาทางด้านส่งเสริมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ เพื่อสนองต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเศรษฐกิจ และสังคมยุคใหม่อันจะนำไปสู่การเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาประเทศและรักษาคุณภาพของทรัพยากร และสิ่งแวดล้อม โดยมุ่งพัฒนาหลักสูตรเนื้อหาสาระ กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในทุกระดับการศึกษา เพื่อให้ทันความก้าวหน้าทางวิชาการ และมาตรฐานสากล กระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในทุกระดับการศึกษาได้นั้นกระบวนการคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหา ผิกลังเกต คิด และใฝ่หาความรู้ ค้นคว้าหาเหตุผลความจริง ความถูกต้อง คุณโทษของสิ่งต่าง ๆ ตลอดจนกระตุ้นความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และความคิดในการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาอย่างมีระบบ (แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 7 พ.ศ. 2535-2539.2534 : 1-12) ซึ่งนับว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่จำเป็นจะต้องวางพื้นฐานตั้งแต่ชั้นประถมศึกษา จึงบังคับให้เยาวชนได้รับการศึกษาภาคบังคับ ทั้งนี้รัฐต้องการให้ผู้เรียนมีคุณธรรม จริยธรรม ปัญญา และมีความสามารถพื้นฐานในการคิดแก้ปัญหา การดำรงชีวิต การปรับตัว และนำการเปลี่ยนแปลงของสังคมในอนาคตได้อย่างเหมาะสม สิ่งเหล่านี้ต้องอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ และเป็นที่ยอมรับว่า คณิตศาสตร์เป็นปัจจัยที่สำคัญในการพัฒนาคุณภาพชีวิตมนุษย์ เพราะคณิตศาสตร์ช่วยพัฒนาความคิดของผู้เรียนให้สามารถคิดได้อย่างมีระบบ มีเหตุผล และสามารถนำไปเป็นเครื่องมือการเรียนรู้วิชาอื่นได้อีกด้วย (บุญทัน อยู่ชมบุญ. 2529 : 1) ฉะนั้นพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาจึงมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง

จากความสำเร็จ และความจำเป็นของคณิตศาสตร์ตามเหตุผลดังกล่าว การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนจึงควรที่จะประสบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง และมีความรู้ความสามารถตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร เพื่อที่จะนำไปใช้ในชีวิตรประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังกล่าว แต่เป็นที่น่าวิตกว่า เด็กไทยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อยู่ในระดับที่น่าพอใจ ไม่ว่าจะเป็นหลักสูตรในอดีต (หลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2503) หรือหลักสูตรปัจจุบัน (หลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521) มีรายงานการวิจัยระดับชาติหลายฉบับระบุว่า เด็กไทยมีผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์คิดเป็นร้อยละเฉลี่ยมักไม่เกินร้อยละ 50 (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2524 ; สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. 2528-2533; กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 2527) และจากการสัมมนาระดับชาติเรื่องหลักสูตรประถมศึกษา ได้ข้อสรุปเช่นกันว่า กลุ่มทักษะคณิตศาสตร์มีปัญหามากที่สุด ครูและผู้บริหารยังไม่ยอมรับคณิตศาสตร์แบบใหม่ อีกทั้งสื่อประเภทหนังสือค่อนข้างยาก ใช้ภาษาที่นักเรียนไม่ค่อยเข้าใจ (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ : 2530 : 14-15) การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนไม่เหมาะสมตามวุฒิปัญญาของนักเรียน นักเรียนขาดความสนุกสนานเพลิดเพลิน ไม่มีการสอนซ่อมเสริม (สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ 2527 : 97) ครูส่วนใหญ่ยังติดอยู่กับวิธีสอนคณิตศาสตร์แบบดั้งเดิม คือ เน้นการสอนที่มุ่งคำตอบมากกว่ากระบวนการ และการเรียนการสอนยังมีลักษณะเป็นการเลียนแบบมากกว่าการเรียนรู้ นอกจากนี้ผู้เรียนยังขาดทักษะพื้นฐานในการคิดคำนวณ คิดแก้ปัญหาไม่เป็น มีเจตคติที่ไม่ดีต่อคณิตศาสตร์ (สมจิต ชิวปรีชา. 2529 : 22, 29) ดังนั้นผู้ที่เรียนคณิตศาสตร์ได้ผลดีย่อมต้องมีความสามารถทางสมองบางประการที่เหมาะสมด้วย (สถาพร ทัพพะกุล. 2516 : 2) นอกจากนั้นจากรายงานการวิจัยของสถาพร ทัพพะกุล (2516 : 50) ยังพบว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง จะมีสมรรถภาพทางสมองทางสัญลักษณ์สูง และที่สำคัญที่สุด คือ กิลฟอร์ด และคนอื่น ๆ (Guilford, J.P., R. Hoepfner and H. Peterson. 1965: 659-682) ได้ทำการศึกษาพบว่าสมรรถภาพสมองทางสัญลักษณ์ด้านการคิดเอกนัย การคิดเอกนัย และการประเมินค่า ร่วมกันเป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ดี ฉะนั้นในการที่จะส่งเสริมความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา จึงควรจะได้มีการส่งเสริมสมรรถภาพสมองทางสัญลักษณ์ด้านการคิดเอกนัย การคิดเอกนัย และการประเมินค่า เพื่อช่วยให้นักเรียนมีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ดีขึ้น



ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทราบว่า เมื่อจัดสถานการณ์ที่เหมาะสมในการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์ในด้านการคิดเอกนัย การคิดเอกนัย และการประเมินค่าให้นักเรียนแล้วจะส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หรือไม่ เพื่อผลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าจะเป็นแนวทางในการส่งเสริมและพัฒนาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ต่อไป

#### ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาผลการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกันที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน เมื่อได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกัน
3. เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

#### ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ จะทำให้ทราบว่า สมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกันของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เมื่อได้รับการฝึกฝนแล้วจะส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หรือไม่ เพื่อจะได้เป็นแนวทางในการฝึกเพื่อพัฒนาส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน อันเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ต่อไป

### ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2539 ของโรงเรียนมีนบุรี เขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร จำนวน 352 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2539 ของโรงเรียนมีนบุรี เขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร จำนวน 90 คน โดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยมีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นชั้น (Strata)

3. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

3.1 ตัวแปรอิสระ

3.1.1 วิธีฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกัน  
จำแนกเป็น 3 แบบ ดังนี้

3.1.1.1 การฝึกวิธีการคิดเอกนิยมด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ DSP

3.1.1.2 การฝึกวิธีการคิดเอกนิยมด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ NSP

3.1.1.3 การฝึกวิธีการคิดการประเมินค่าด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ  
ESP

3.1.2 ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ

3.1.2.1 กลุ่มที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง

3.1.2.2 กลุ่มที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง

3.1.2.3 กลุ่มที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

3.2 ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จำแนกเป็น 3 ด้าน  
คือ

3.2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณ

3.2.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล

3.2.3 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหา

### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. สมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิต หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคล ซึ่งอาศัยลักษณะของสัญลักษณ์ เช่น ตัวอักษร ตัวเลข รวมถึงสัญลักษณ์ต่าง ๆ เป็นสื่อความหมาย ซึ่งผลการคิดจะออกมาในรูปแบบหน่วย แบบจำพวก แบบความสัมพันธ์ แบบระบบ แบบแปลงรูป และแบบประยุกต์

2. การฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกัน หมายถึง การฝึกให้นักเรียนได้ใช้ความสามารถทางวิธีการคิดแบบต่าง ๆ เมื่อนักเรียนได้รับข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์และผลผลิต โดยเน้นให้นักเรียนใช้วิธีการคิดที่แตกต่างกัน 3 แบบ ดังนี้

2.1 การฝึกวิธีการคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ DSP หมายถึงการฝึกโดยเน้นให้นักเรียนใช้วิธีการคิดหลายลักษณะในสัญลักษณ์และผลผลิตที่กำหนดให้

2.2 การฝึกวิธีการคิดเอกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ NSP หมายถึงการฝึกโดยเน้นให้นักเรียนใช้วิธีการคิดให้ถูกต้องที่สุดเพียงอย่างเดียวในสัญลักษณ์และผลผลิตที่กำหนดให้

2.3 การฝึกวิธีการคิดการประเมินค่าด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ ESP หมายถึง การฝึกโดยเน้นให้นักเรียนใช้วิธีการคิดอย่างมีเหตุผลในสัญลักษณ์และผลผลิตที่กำหนดให้

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การใช้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการเบื้องต้นของคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาเหล่านั้นได้อย่างถูกต้องคล่องแคล่ว จำแนกเป็น 3 ด้านคือ

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณหมายถึง ความสามารถในการบวก ลบ คูณ หารตัวเลข ซึ่งเป็นสมรรถภาพพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ได้อย่างคล่องแคล่วรวดเร็ว และถูกต้องในเวลาที่กำหนดให้

3.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล หมายถึง ความสามารถด้านความคิดรวบยอดเชิงคณิตศาสตร์ซึ่งเกี่ยวกับหลักการ วิธีการ และมโนภาพ ในความคิดแบบนามธรรมนั่นก็คือ เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้กฎเกณฑ์ต่าง ๆ แล้ว เขาจะสามารถขยายความหมายนั้นออกเป็นในรูปของภาษาลัญลักษณ์ให้กว้างขวางจากเดิมได้

3.3 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมาย การหาความสัมพันธ์ของตัวเลขจำนวน และการใช้เทคนิค หรือวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องจากการแก้ปัญหาเมื่อมีสถานการณ์ใด ๆ เกิดขึ้นเท่านั้น

ซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์วัดได้ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 3 ด้านคือ ด้านทักษะการคิดคำนวณ ด้านเหตุผล และด้านการแก้โจทย์ปัญหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง

4. ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ระดับคะแนนที่แบ่งตามผลการสอบ ทุกกลุ่มวิชาในการสอบปลายภาคเรียนที่ 1 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 แบ่งเป็น 3 ระดับ โดยใช้ เทคนิค 33 เปอร์เซนต์ของเคอร์ตัน (Allen and Yen. 1979:122; citing Cureton. 1957)

4.1 นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ได้แก่ นักเรียน 1 ใน 3 ของนักเรียน ทั้งหมดที่ได้คะแนนสูง

4.2 นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ได้แก่ นักเรียน 1 ใน 3 ของนักเรียน ทั้งหมดที่ได้คะแนนต่ำ

4.3 นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง ได้แก่ นักเรียน 1 ใน 3 ของ นักเรียนทั้งหมดที่มีอยู่ระหว่างกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

5. ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้ที่มีวุฒิปริญญาโททางการวัดผลการศึกษา และผู้ที่มีประสบการณ์ ด้านเนื้อหากลุ่มวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและ เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

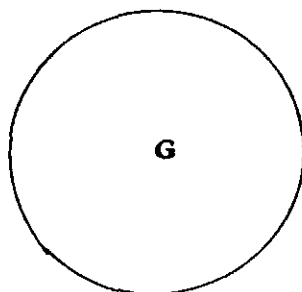
ทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้านี้ ได้กล่าวถึงตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ทฤษฎีและความเชื่อเกี่ยวกับสมรรถภาพสมอง
2. สมรรถภาพสมองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
3. หลักการสร้างแบบฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิต
4. เอกสารเกี่ยวกับหลักสูตร
5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก

#### ทฤษฎีและความเชื่อเกี่ยวกับสมรรถภาพสมอง

ทฤษฎีที่เป็นรากฐานของความเชื่อในการสร้างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมอง มีดังนี้

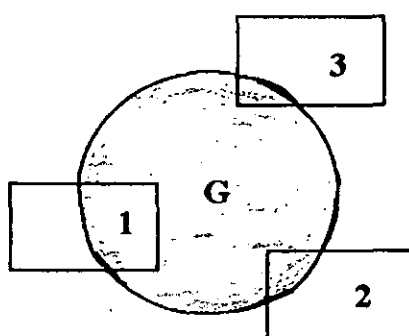
1. ทฤษฎีองค์ประกอบเดี่ยว (Uni-Factor Theory) บางทีเรียกทฤษฎีนี้ว่า Global Theory ผู้คิดทฤษฎีนี้คือ บีเนต และไซมอน (Binet and Simon. 1905) โดยเสนอ โครงสร้างของสติปัญญาเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน ไม่แบ่งแยกเป็นส่วนย่อย คล้ายกับเป็นความสามารถทั่วไป (General ability) ซึ่งโครงสร้างแบบรูปภาพเขียนได้ดังรูป (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2525:42)



ภาพประกอบ 1 โครงสร้างแบบรูปภาพของทฤษฎีองค์ประกอบเดี่ยว

ทฤษฎีนี้มีความเชื่อว่าสมรรถภาพสมองของมนุษย์ประกอบด้วยภาคส่วนเดียว ที่เรียกว่า องค์ประกอบทั่วไปหรือความสามารถทั่วไป ในการกระทำกิจกรรมใด ๆ ก็ตาม องค์ประกอบทั่วไปจะเป็นผู้สั่งงานในการประกอบกิจกรรมทุกอย่าง บีเน็ต (Binet) ได้เห็นว่าองค์ประกอบทั่วไปเป็นองค์ประกอบย่อยหลายองค์ประกอบที่สลับซับซ้อน ฉะนั้นในการสร้างแบบทดสอบบีเน็ตจึงวัดทางด้านคณิตศาสตร์ ทางด้านเหตุผล ทางด้านภาษา และอื่น ๆ คะแนนที่ได้จากการวัดเป็นคะแนนวัดความสามารถแบบรวม ๆ (ทองหล่อ วัฒนา, 2524:20).

2. ทฤษฎีสององค์ประกอบ (Two-Factor Theory) ทฤษฎีนี้ตั้งขึ้นบนพื้นฐานการวิเคราะห์ โดยกระบวนการทางสถิติของคะแนนการทดสอบ ซึ่งพัฒนาโดยนักจิตวิทยาชาวอังกฤษชื่อ ชาร์ลสปีร์แมน (Charles Spearman) ในปี ค.ศ.1904 และ ค.ศ. 1927 ทฤษฎีนี้เชื่อว่ากิจกรรมที่ต้องใช้สมอง (Intellectual activities) ทั้งหมด เมื่อวิเคราะห์ดูแล้วมีองค์ประกอบร่วมกันอันหนึ่ง องค์ประกอบดังกล่าวเรียกว่า องค์ประกอบทั่วไป (General factor: G-factor) และยังมีองค์ประกอบเฉพาะมากมายเรียกองค์ประกอบนี้ว่า องค์ประกอบเฉพาะ (Specific factors : S-factor) ซึ่งแต่ละองค์ประกอบเฉพาะจะมีกิจกรรมเฉพาะตัวของมัน เพื่อแสดงให้เห็นถึงลักษณะของ G-factor กับ S-factor โดยใช้สหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบได้ดังรูป



ภาพประกอบ 2 แบบจำลองสหสัมพันธ์ภายใต้ทฤษฎีสององค์ประกอบ

จากรูปแสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 มีสหสัมพันธ์สูงกับ G-factor ด้วยส่วนที่แลเงา สำหรับพื้นที่ส่วนที่เหลือแทน S-factor และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (Error Variance) (Anastasi. 1982 : 365)

ทฤษฎีเชื่อว่ากิจกรรมทางสมองทุกอย่างขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทั่วไปซึ่งเป็นสมรรถภาพพื้นฐานทางสมอง เป็นความสามารถทั่วไปในการประกอบกิจกรรมซึ่งแต่ละคนจะมีมากน้อยแตกต่างกัน และองค์ประกอบเฉพาะซึ่งเป็นความสามารถเฉพาะที่ทำให้มนุษย์แตกต่างกันเป็นความสามารถพิเศษที่อยู่ในแต่ละบุคคล (ทองหล่อ วิภาวสิน 2524:20)

3. ทฤษฎีหลายองค์ประกอบ (Multiple-Factor Theory) ทฤษฎีนี้นำโดยนักจิตวิทยาชาวอเมริกาชื่อ เธอร์สโตน (Thurstone) เมื่อปี 1938 โดยทำการวิจัยโครงสร้างทางสมองด้วยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบ พบว่าสมรรถภาพสมองพื้นฐาน (Primary Mental Abilities) มี 7 องค์ประกอบดังนี้ (Anastasi. 1982 : 366-368)

3.1 องค์ประกอบด้านความเข้าใจภาษา (Verbal Comprehension : V) เป็นสมรรถภาพในการอ่านเข้าใจ (Reading Comprehension) อุปมาอุปไมยทางภาษา (Verbal Analogies) การจัดเรียงประโยค (Disarranged Sentences) เหตุผลทางภาษา (Verbal Reasoning) และการจับคู่ของคำภาษิต (Proverb Matching) ซึ่งสมรรถภาพเหล่านี้วัดด้วยแบบทดสอบด้านภาษา (Vocabulary Tests)

3.2 องค์ประกอบด้านความคล่องแคล่วในการใช้คำ (Word Fluency : W) เป็นสมรรถภาพในการเอาตัวอักษรมาผสมสร้างคำ (Anagrams) หาคำที่มีเสียงพ้องกัน (Rhyming) บอกชื่อคำตอบที่กำหนด เช่นบอกชื่อของเด็กผู้ชาย คำที่ขึ้นต้นด้วยอักษร T

3.3 องค์ประกอบด้านจำนวน (Number : N) เป็นสมรรถภาพในการคำนวณได้อย่างรวดเร็ว และถูกต้องในการบวก ลบ คูณ หาร ในวิชาเลขคณิต

3.4 องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (Space : S) เป็นสมรรถภาพในการมองเห็นความสัมพันธ์ทางเรขาคณิต (Geometric Relation) ระหว่างจุด เส้น ความกว้าง ความยาว ความสูง ไกล ใกล้ และสมรรถภาพการมองเห็นการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่หรือการแปลงรูป (Transformation)

3.5 องค์ประกอบด้านความจำ (Associative Memory : M) เป็นสมรรถภาพในการท่องจำ ระลึก เรื่องราว เหตุการณ์และสิ่งของต่าง ๆ ได้รวดเร็วถูกต้อง

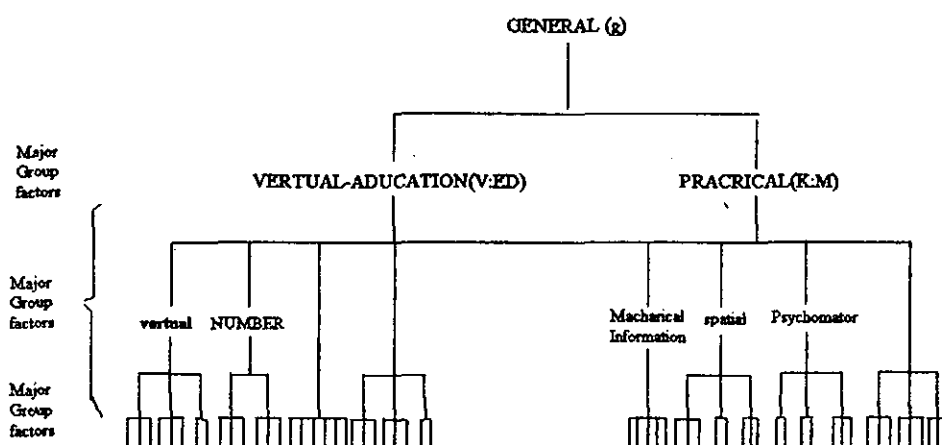
3.6 องค์ประกอบด้านการรับรู้ (Perception speed : P) เป็นสมรรถภาพในการมองเห็นความเหมือนและความแตกต่างของสิ่งต่าง ๆ ได้รวดเร็วและถูกต้อง

3.7 องค์ประกอบด้านเหตุผลทั่วไป (General reasoning:R) บางทีใช้ Induction :I เป็นองค์ประกอบที่ความหมายยังไม่กระจ่างชัดนัก เทอร์สโตนมองเห็นองค์ประกอบด้านนี้ในรูปของการให้เหตุผลแบบอุปมานและอนุมาน (Induction and Deduction) ในระยะหลังผู้ศึกษาด้านนี้มองเห็นว่าสมรรถภาพด้านนี้สามารถวัดได้ด้วยเหตุผลทางตรรกวิทยา (Syllogistic reasoning) นั่นคือ เหตุผลทั่วไปนี้จะวัดได้ดีด้วยวิธีวัดด้วยแบบทดสอบเลขคณิต เหตุผล

4. ทฤษฎีไฮราซิคัล (Hierarchical Theories) ทฤษฎีนี้ นักจิตวิทยา กลุ่มหนึ่ง คือ เบิร์ท (Burt. 1949) เวอร์นอน (Vernon. 1960) ชาวอังกฤษ และ ฮัมเฟรย์ (Humphreys. 1962) ชาวอเมริกา ได้เสนอการจัดแบบแผนการประกอบกันขององค์ประกอบ

เวอร์นอน ได้เสนอโครงสร้างของสมองตามทฤษฎีสององค์ประกอบของ ชาร์ลสปีเยร์แมน เขาเสนอว่า องค์ประกอบทั่วไป (General factor:G-factor) แบ่งออกเป็น 2 องค์ประกอบใหญ่ ๆ คือ Verbal-education (V : ed) และ Practical-mechanical (k : m) ซึ่งองค์ประกอบใหญ่ทั้งสองรวมเรียกว่า Major group factors องค์ประกอบใหญ่ทั้งสองยังแบ่งออกเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ ดังนี้ Verbal education แบ่งออกเป็นองค์ประกอบย่อยด้านภาษา (Verbal) ด้านตัวเลข (Numerical) และอื่น ๆ ส่วน Practical-mechanical แบ่งออกเป็นองค์ประกอบย่อยด้านความรู้เชิงจักรกล (mechanical-information) มิติสัมพันธ์ (Spatial) ความสามารถในการใช้การประสานงานของกล้ามเนื้อ (Psychomotor abilities) และอื่น ๆ อีก องค์ประกอบย่อยดังกล่าวรวมเรียกว่า Minor group factors และองค์ประกอบย่อย แต่ละองค์ประกอบยังแบ่งออกเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ อีก ซึ่งถือว่าเป็นองค์ประกอบระดับต่ำสุดเรียกว่า องค์ประกอบเฉพาะ (Specific factors) ดังรูป (Anastasi. 1982 : 370-371)





ภาพประกอบ 3 แบบจำลองการประกอบกันของความสามารถตามทฤษฎีไฮราซิคัล

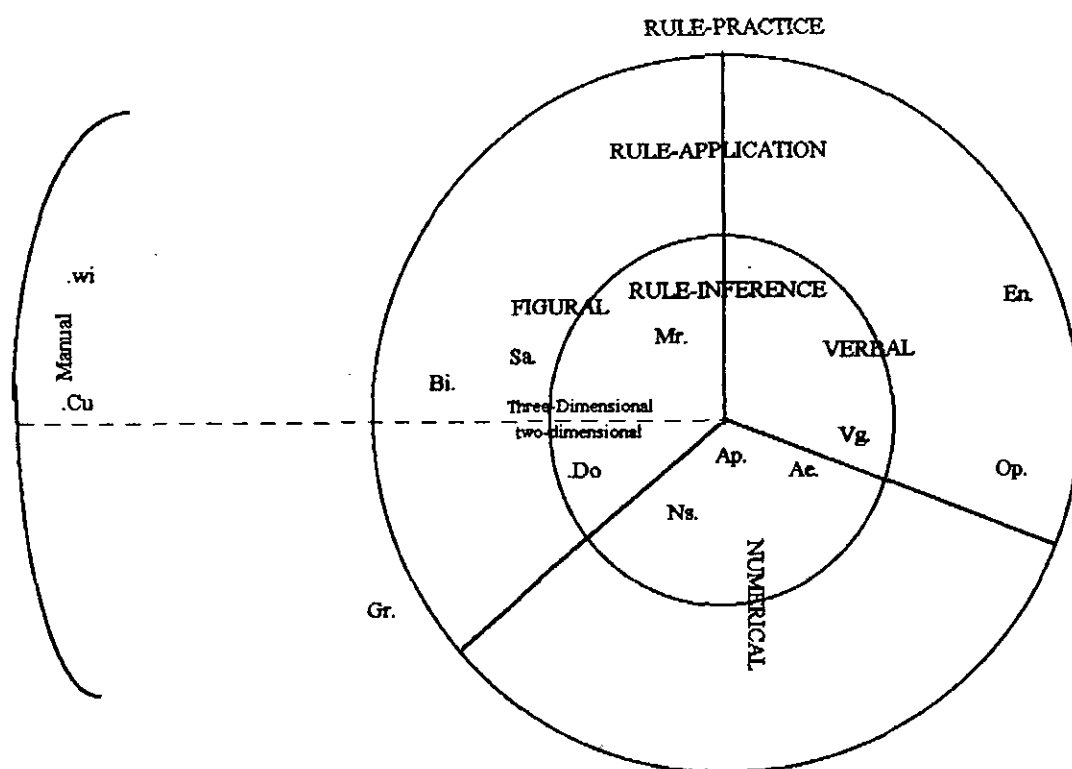
5. ทฤษฎีสติปัญญาของแคตเทลล์ (Cattell's Theory of Fluid and Crystallized Intelligence) ทฤษฎีนี้คิดโดย อาร์ บี แคตเทลล์ (R. B Cattell) เสนอในปี 1963 เขาเชื่อว่าสติปัญญาเป็นพฤติกรรมทางสมองของมนุษย์ แบ่งออกเป็นลักษณะใหญ่ ๆ ได้ 2 ลักษณะ คือ (Aiken. 1977:161-162)

ฟลูอิด อะบิลิตี้ (Fluid Ability) เป็นสมรรถภาพหรือความสามารถที่เป็นอิสระจากการเรียนรู้และประสบการณ์ แต่เป็นผลมาจากกรรมพันธุ์หรือมีมาแต่กำเนิด สมรรถภาพสมองส่วนนี้จะแทรกอยู่ในทุกอริยาบทของกิจกรรมทางสมอง ไม่ว่าจะเป็นเรื่องเกี่ยวกับความคิด การแก้ปัญหา เช่น สมรรถภาพในการใช้เหตุผล การอุปมาน การอนุมาน การมองเห็นความสัมพันธ์เข้าใจการเปลี่ยนแปลงของอนุกรมภาพ

คริสตอลไลซ์ อะบิลิตี้ (Crystallized Ability) เป็นสมรรถภาพสมองหรือความสามารถที่ขึ้นอยู่กับความรู้และประสบการณ์ที่ได้มาจากสิ่งที่ผ่านเข้ามาในชีวิต เช่น ความสามารถที่จะเข้าใจภาษา เข้าใจตัวเลข สมรรถภาพในการประเมินผลหรือประเมินค่า

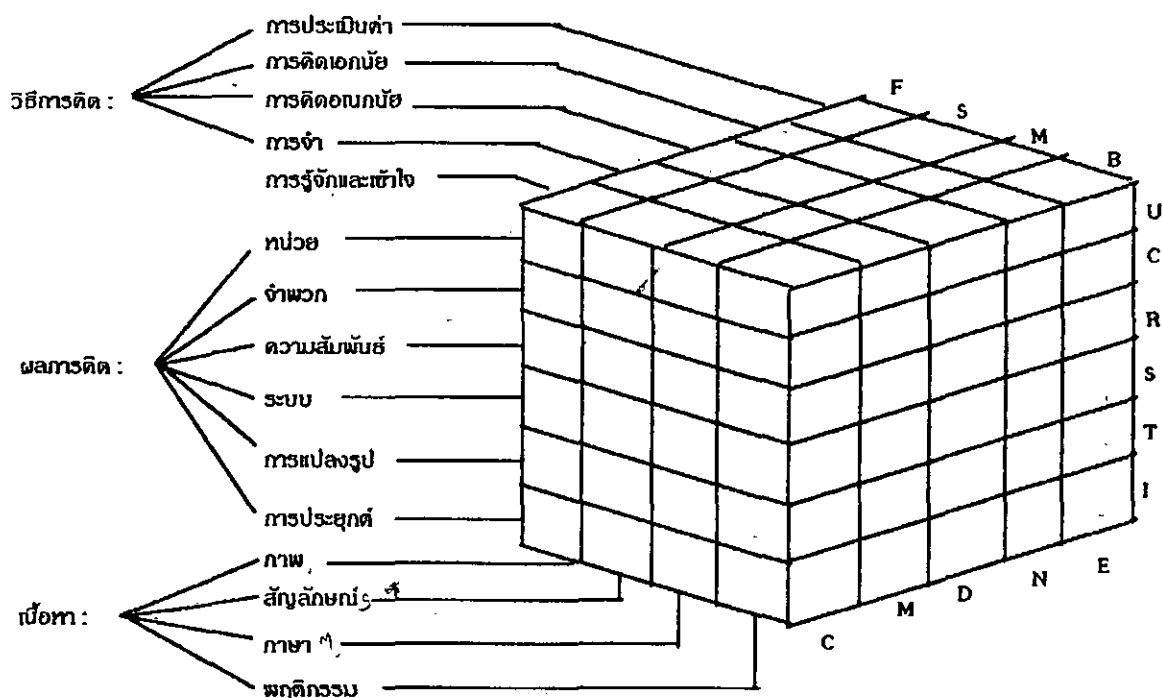
6. ทฤษฎีแบบจำลองของโครงสร้างทางสมอง (The Radex Structure of Intelligence : A Replication)

ทฤษฎีนี้เสนอโดย เอดเลอร์ และกัทท์แมน (Adler and Guttman. 1982 : 739-747) เป็นทฤษฎีที่แตกต่างไปจากทฤษฎีที่กล่าวมา ซึ่งแบบจำลองนี้ได้จากการนำแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองหรือสติปัญญา 13 ฉบับ คือ ฉบับอุปมาอุปไมยทางภาษา (Verbal Analogies : Va) ฉบับคำตรงข้าม (Opposites:Op) ฉบับภาษาอังกฤษ (English:En) ฉบับอนุกรมตัวเลข (Numerical Series :Ns) ฉบับปัญหาเลขคณิต (Arithmetic Problems : Ap) ฉบับการฝึกทางเลขคณิต (Arithmetic exercise :Ae) ฉบับมิติสัมพันธ์เชิงตรรกวิทยา (Spatial Logical , Dounaierwsky : Do) ฉบับบล็อก (Block:Bl) ฉบับการแสดงด้วยเส้น (Graphics :Gr) ฉบับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial ability :Sa) ฉบับเหตุผลเชิงจักรกล (Mechanical Reasoning : Mr) ฉบับการตัด (Cutting :Cu) และ ฉบับการต่อเส้นลวด (Wire :Wi) ซึ่งแบบทดสอบทั้ง 13 ฉบับสร้างขึ้นโดยใช้ภาษา (Verbal) ตัวเลขหรือจำนวน (Numerical) และภาพ (Figural) การทำแบบทดสอบใช้วิธีเขียนตอบ (Paper-and-pencil) และการฝึกปฏิบัติด้วยมือ (Manual Performance) โดยเฉพาะแบบทดสอบที่เป็นภาพจะเป็นภาพที่มีสองมิติ หรือสามมิติ การตอบผู้ตอบจะต้องอาศัยกฎ (Rule Type) สามอย่าง คือ การสรุปความ (Inference) การประยุกต์ใช้ (Application) และการฝึกปฏิบัติ (Practice) เมื่อนำแบบทดสอบไปสอบกับกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนเกรด 9 ของโรงเรียนในยูเรชาเล็ม จำนวน 200 คน โดยศูนย์แนะแนวอาชีพอาเดสสาช (Hadassah Vocational Guidance Center) ผลการวิเคราะห์ปรากฏเป็นแบบจำลองของสมองดังภาพ



ภาพประกอบ 4 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมอง 13 ฉบับโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ SSA-1 (Smallest of Space Analysis-1)

7. ทฤษฎีโครงสร้างทางสมอง (The Structure of Intellect Theory)  
เป็นทฤษฎีที่สร้างขึ้นโดยกิลฟอร์ด (Guilford) อันเป็นผลมาจากการวิจัยสมรรถภาพสมองมาเป็นเวลานานถึง 20 ปี (1949-1969) ของโครงการวิจัยทางความถนัด (The Aptitude Research Project) ได้ศึกษาวิจัยขยายทฤษฎีหลายองค์ประกอบของเธอร์สตัน โดยใช้วิธีสหสัมพันธ์และการวิเคราะห์องค์ประกอบแบบทดสอบวัดสติปัญญา แล้วต่อมาได้เสนอโครงสร้างทางสมองของมนุษย์เป็นแบบจำลองมหภาคสามมิติดังนี้



ภาพประกอบ 5 แบบจำลองโครงสร้างทางสมองตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด

กิลฟอร์ดได้ใช้แบบจำลองมหภาค ดังภาพประกอบ 5 อธิบายสมรรถภาพทางสมองของมนุษย์เป็นสามมิติดังนี้ (Guilford and Hoepfner. 1971:20-21)

มิติที่หนึ่ง : ขบวนการคิดหรือวิธีการคิด (Operations) หมายถึงขบวนการทางสมองแบบต่างๆ แบ่งออกเป็นห้าด้าน คือ การรู้จักและเข้าใจ (Cognition) การจำ (Memory) การคิดอเนกนัย (Divergent Production) การคิดเอกนัย (Convergent Production) และการประเมินค่า (Evaluation) ซึ่งรายละเอียดมีดังนี้

1. การรู้จักและเข้าใจ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลที่จะรู้จัก และมีความเข้าใจในสิ่งต่าง ๆ และสามารถบอกได้ว่าสิ่งนั้นคืออะไร เช่น เมื่อเห็นอักษร A ก็บอกได้ว่าเป็น เอ และ A เป็นอักษรตัวแรกในภาษาอังกฤษ รวมทั้งการรู้จักและเข้าใจสิ่งที่แปลกได้ เช่น เมื่อเห็น  ก็สามารถเข้าใจได้ว่าเป็นภาพหน้าแมว เป็นต้น

2. การจำ หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลที่สามารถจะสะสม เก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่รู้จักไว้ได้ แล้วสามารถระลึกออกมาในรูปเดิมได้ตามที่ต้องการ เช่น เมื่อได้เรียนรู้ว่า ดินสอ คู่กับ 1 และปากกา คู่กับ 2 เมื่อถูกถามว่า ปากกาคู่กับเลขอะไร บุคคลนั้นจะสามารถระลึกตอบได้ทันทีว่าคู่กับ 2

3. การคิดอเนกนัย หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลที่สามารถให้ข้อมูลต่าง ๆ ได้โดยไม่จำกัดจำนวนจากสิ่งเร้าที่กำหนดให้ และข้อมูลที่สร้างขึ้นใหม่นี้จะมีส่วนของสิ่งเร้าเดิมรวมอยู่ด้วย เช่น ให้ออกคำที่ขึ้นต้นด้วย ส และลงท้ายด้วย ก มาให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ ก็สามารถบอกได้มีคำว่า สุก สาก สนุก ส่าวก สะดวก ฯลฯ หรือสามารถที่จะตอบสนองสิ่งเร้าได้หลายแง่หลายมุมแตกต่างกันออกไป เช่น ให้ออกประโยชน์ของหมวกมาให้มากที่สุด ถ้าบอกได้มากแปลกที่สุดและมีเหตุผลถือว่ามี การคิดอเนกนัย

4. การคิดเอกนัย หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลที่สามารถลงสรุปหรือตัดสินข้อมูลที่ดีที่สุด และถูกต้องที่สุดจากข้อมูลที่กำหนดให้ เช่น ให้ออกจำนวนถัดไปของ 2 5 8 11 ... คือ จำนวนใด ก็สามารถบอกได้ว่า คือ 14

5. การประเมินค่า หมายถึง ความสามารถทางสมองบุคคลที่สามารถหาเกณฑ์ที่สมเหตุสมผลจากข้อมูลที่กำหนดให้ และสามารถสรุปได้ว่าข้อมูลอื่นใดบ้างที่มีลักษณะสอดคล้องกับเกณฑ์ที่ตั้งขึ้น เช่น ให้ออกว่า AABBBCC มีลักษณะการจัดเรียงเหมือนกับ PPQRRR หรือไม่ ก็สามารถบอกได้ว่าไม่เหมือน

วิธีการคิดทั้งห้าด้านไม่ได้แยกออกจากกันโดยอิสระ นั่นคือ การคิดขั้นต้น ๆ เป็นพื้นฐานการคิดขั้นสูง ๆ ตามลำดับ นั่นคือ วิธีการคิดด้านต่าง ๆ มีลำดับจากง่ายไปหายากตามลำดับขั้นที่กล่าวมา ดังนั้น การรู้จักและเข้าใจเป็นวิธีการคิดพื้นฐาน หากขาดวิธีการคิดขั้นต้นนี้ก็ไม่สามารถจดจำสิ่งต่าง ๆ ได้ รวมทั้งไม่สามารถใช้วิธีการคิดด้านอื่น ๆ ได้ด้วย

มิติที่สอง : เนื้อหาที่คิด (Content) หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งเร้าต่าง ๆ ที่ปรากฏด้วยระบบประสาทสัมผัสทั้งหลาย แล้วบุคคลแยกแยะเพื่อรับรู้ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลสี่แบบ คือ ภาพ (Figural) สัญลักษณ์ (Symbolic) ภาษา (Semantic) และพฤติกรรม (Behavioral) สำหรับเนื้อหาแบบพฤติกรรมนี้ กิลฟอร์ดได้เพิ่มเข้ามาในแบบจำลองโดยใช้หลักเหตุและผล และความสามารถทางสมองแบบพฤติกรรมนี้เป็นสติปัญญาทางสังคม (Social Intelligence) ทั้งนี้ก็เพื่อจะได้อธิบายทฤษฎีให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น (สถาพร ทัพพะกุล 2516:9) ซึ่งรายละเอียดมีดังนี้

1. ภาพ หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่เป็นรูปธรรมมีโครงสร้างที่แยกออกเป็นภาพและพื้น (Figure-Ground) ได้ สามารถจะรับรู้หรือระลึกออกมาได้ เช่น ภาพต่าง ๆ เสียงต่าง ๆ เป็นต้น

2. สัญลักษณ์ หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่อยู่ในรูปเครื่องหมายต่าง ๆ เช่น ตัวอักษร ตัวเลข ตัวโน้ตดนตรี รวมถึงสัญญาณต่าง ๆ ด้วย

3. ภาษา หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่อยู่ในรูปถ้อยคำที่มีความหมายต่าง ๆ ซึ่งสามารถใช้ติดต่อสื่อสารกันได้ แต่บางอย่างก็ไม่ได้อยู่ในรูปถ้อยคำ เช่น ภาษาใบ้

4. พฤติกรรม หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่เกี่ยวข้องกับกริยาอาการของบุคคลอื่น เกิดจากความตั้งใจ การรับรู้ ความคิด ความปรารถนา ความรู้สึก อารมณ์ และการกระทำต่าง ๆ ของบุคคล

มิติที่สาม : ผลการคิด (Products) หมายถึง ผลของกระบวนการจัดกระทำของวิธีการคิดกับข้อมูลจากเนื้อหา ผลการคิดออกมาในรูปลักษณะต่าง ๆ กันแบ่งออกได้หกแบบ คือแบบหน่วย (Units) จำพวก (Classes) ความสัมพันธ์ (Relations) ระบบ (Systems) การแปลงรูป (Transformations) และการประยุกต์ (Implications) ซึ่งรายละเอียดมีดังนี้

1. หน่วย หมายถึง สิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งมีคุณสมบัติเฉพาะหรือมีลักษณะเฉพาะตัวแตกต่างไปจากสิ่งอื่น ๆ เช่น คน หนู ปลา ภูเขา แมว เป็นต้น

2. จำพวก หมายถึง กลุ่มของหน่วยต่าง ๆ ซึ่งมีคุณสมบัติ หรือลักษณะบางประการร่วมกัน เช่น ไทย มาเลเซีย สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น จัดเป็นกลุ่มเดียวกันเพราะต่างก็เป็นประเทศที่ปกครองด้วยระบบประชาธิปไตย

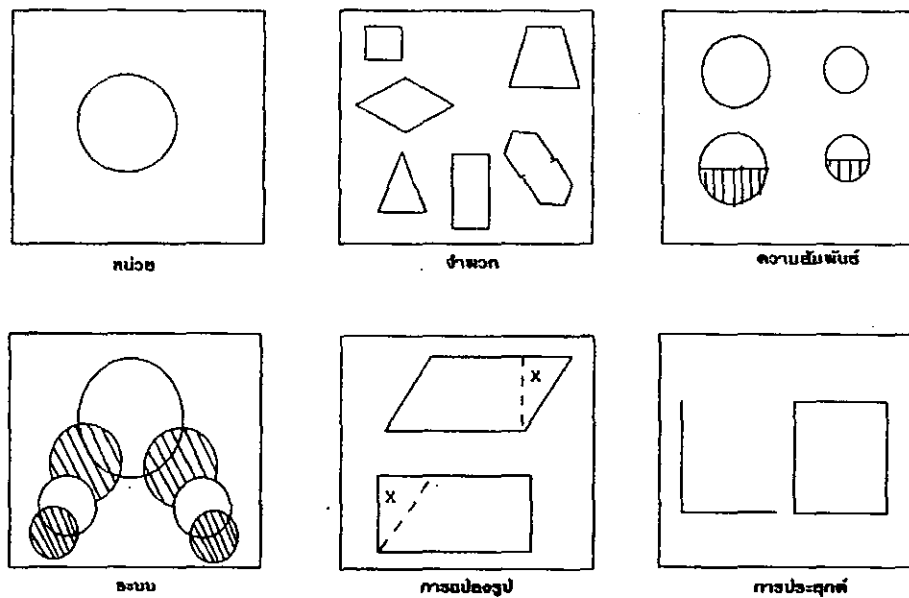
3. ความสัมพันธ์ หมายถึง การเชื่อมโยงของผลการคิดแบบต่าง ๆ สองพวกเข้าด้วยกัน โดยอาศัยลักษณะบางประการเป็นเกณฑ์ อาจจะอยู่ในรูปหน่วยกับหน่วย จำพวกกับจำพวก หรือระบบกับระบบ เช่น นกกับรัง เสือกับป่า ปลากับน้ำ เป็นต้น

4. ระบบ หมายถึง การรวบรวมขึ้นเป็นองค์การหรือจัดรวมโครงสร้างเข้าด้วยกันอย่างมีระเบียบแบบแผนอย่างใดอย่างหนึ่ง และเข้าใจระเบียบแบบแผนของสิ่งเร้าว่าอะไรมาก่อนหลัง เช่น จันทร อังคาร พุธ พฤหัสบดี ศุกร์ เสาร์ อาทิตย์ เป็นระบบของวันในหนึ่งสัปดาห์

5. การแปลงรูป หมายถึง การเปลี่ยนแปลง ปรับปรุง การให้คำนิยามใหม่ การขยายความ หรือการจัดองค์ประกอบของข้อมูลให้มีรูปร่างแตกต่างไปจากสภาพเดิม หรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลไปใช้ในวัตถุประสงค์อื่น เช่น สบ เป็น สบง หรือแปลง  เป็น  หรือว่านสายตาสามารถนำไปใช้แทนไม้ขีดไฟได้

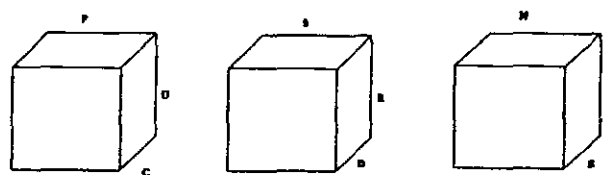
6. การประยุกต์ หมายถึง ความเข้าใจในการนำข้อมูลไปใช้ขยายความเพื่อการพยากรณ์ หรือคาดคะเนข้อความในเชิงตรรกวิทยาประเภท "ถ้า.....แล้ว....." ซึ่งเป็นการคาดคะเนโดยอาศัยเหตุและผล

ผลการคิดแบบต่าง ๆ นี้ จัดเรียงตามลำดับของความสัมพันธ์จากที่ไม่ซับซ้อนไปสู่ความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนมากขึ้น หรือกล่าวได้ว่าจัดเรียงลำดับจากง่ายไปหายากดังกล่าวแล้ว ซึ่งหน่วยเป็นผลการคิดขั้นพื้นฐานที่สุด โดยที่หน่วยจะเข้าไปมีส่วนสัมพันธ์กับจำพวก ความสัมพันธ์ระบบ การแปลงรูป และการประยุกต์ได้ทั้งหมด สำหรับผลการคิดทุกแบบมีลักษณะดังภาพประกอบ



ภาพประกอบ 6 ผลการคิดทบทวนโดยใช้ภาพเป็นตัวอย่างของเนื้อหา

แบบจำลองมหภาค ที่แสดงโครงสร้างทางสมองตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด ประกอบด้วยแบบจำลองจุลภาค (Micro Model) 120 แบบ แต่ละแบบมีสามมิติ ซึ่งเป็นตัวแทนของสมรรถภาพสมอง ประกอบด้วยวิธีการคิด-เนื้อหา-ผลการคิด (Operations-Contents-Products) ดังภาพประกอบ



ภาพ ก.

ภาพ ข.

ภาพ ค.

ภาพประกอบ 7 ตัวอย่างแบบจำลองจุลภาคของโครงสร้างทางสมอง

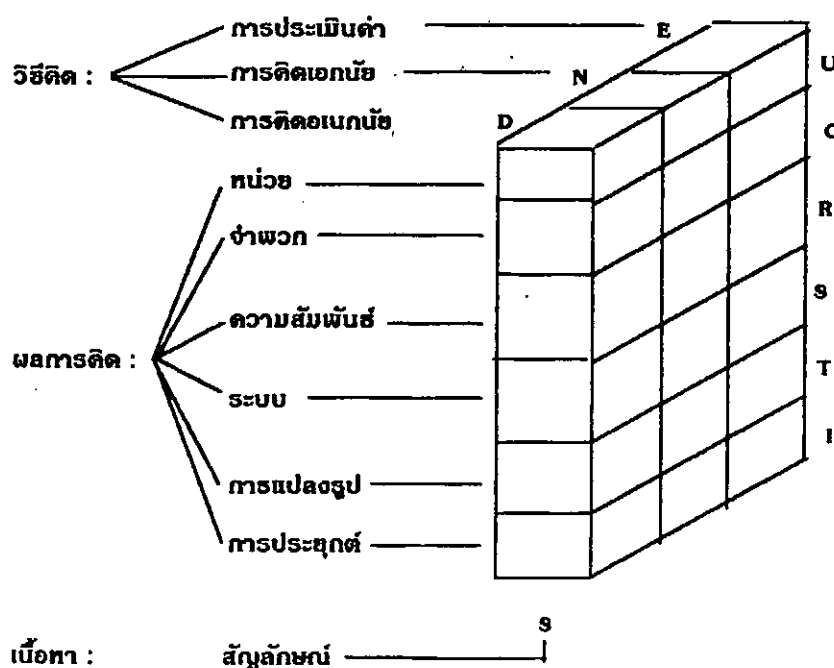


ภาพ ก. เป็นแบบจำลองจุลภาคด้านการรู้จักและเข้าใจทางรูปภาพแบบหน่วย  
(Cognition of Figural Units : CFU)

ภาพ ข. เป็นแบบจำลองจุลภาคด้านการคิดนอกเนกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์  
(Divergent Production of Symbolic Relations : DSR)

ภาพ ค. เป็นแบบจำลองจุลภาคด้านการประเมินค่าทางภาษาแบบการแปลงรูป  
(Evaluation of Semantic Transformation : EMT)

สำหรับในการศึกษาคั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้แบบจำลองจุลภาค ซึ่งมีวิธีคิดเป็นแบบวิธี  
การคิดนอกเนกนัย วิธีความคิดเอกนัย และวิธีความคิดการประเมินค่า เนื้อหาเป็นสัญลักษณ์และผล  
การคิดหกแบบ คือแบบหน่วย จำพวก ความสัมพันธ์ ระบบ การแปลงรูป และการประยุกต์ ดัง  
แสดงในภาพ



ภาพประกอบ 8 แบบจำลองจุลภาคที่ใช้ในการวิจัย

จากแบบจำลองจุลภาคในการประกอบ 8 ผู้วิจัยใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิต ซึ่งจำแนกเป็น 3 แบบดังนี้

1. แบบฝึกวิธีการคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ DSP
2. แบบฝึกวิธีการคิดเอกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ NSP
3. แบบฝึกวิธีการคิดการประเมินค่าด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ ESP

### สมรรถภาพสมองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

การศึกษาเกี่ยวกับสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ได้รับความสนใจจากนักการศึกษาและนักจิตวิทยาหลายท่านทั้งต่างประเทศและในประเทศ เช่น

ฮิลล์ (Hil. 1957 : 615-622) ได้ศึกษากับนักศึกษาระดับวิทยาลัยจำนวน 148 คน พบว่าแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองที่มีความสัมพันธ์กับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงสุด คือ แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านมิติสัมพันธ์ รองลงมาด้านตัวเลข ด้านภาษาตามลำดับ มีค่าสหสัมพันธ์ดังนี้ .58, .44, .28 ตามลำดับ ในปีต่อมา สมิธ (Smith. 1963 : 39-42) ได้ศึกษาโดยใช้แบบทดสอบ เอส ซี เอ ที (School and Colledge Ability Test Battery: SCAT) และแบบทดสอบ ซี ที บี (California Test Battery : CTB) ซึ่งแบบทดสอบทั้งสองชุดก็ประกอบด้วยแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านภาษาและด้านตัวเลขเพื่อใช้เป็นตัวพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ผลปรากฏว่าค่าสหสัมพันธ์ของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านตัวเลขกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าค่าสหสัมพันธ์ของแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านภาษากับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยค่าสหสัมพันธ์ของแบบทดสอบ เอส ซี เอ ที ฉบับตัวเลข แบบทดสอบ ซี ที บี ฉบับตัวเลข แบบทดสอบ เอส ซี เอ ที ฉบับภาษา แบบทดสอบ ซี ที บี ฉบับภาษา กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่า .72, .74, .43, .34 ตามลำดับ ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของฮิลล์(Hill. 1957) ดังกล่าวมาแล้ว

สำหรับสมรรถภาพสมองตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดนั้น กิลฟอร์ด ไชฟ์เฟเนอร์ และปีเตอร์สัน (Guilford, Hoepfner and Peterson. 1965 : 659-682) ได้ศึกษาองค์ประกอบของโครงสร้างทางสมองเพื่อทำนายหรือพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 9 พบว่าองค์ประกอบของสมรรถภาพสมองที่ใช้พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ดีคือ การคิดอเนกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์แบบระบบ และแบบการประยุกต์ การคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์แบบระบบ และแบบประยุกต์ การคิดแบบประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์แบบระบบ ที่รองลงมาคือ ได้ศึกษาองค์ประกอบของโครงสร้างทางสมองเพื่อทำนายหรือพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 9 พบว่าองค์ประกอบของสมรรถภาพสมองที่ใช้พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ดีคือ การคิดอเนกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์แบบระบบ และแบบการประยุกต์ การคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์แบบระบบ และแบบประยุกต์ การคิดแบบประเมินค่าทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์แบบระบบ ที่รองลงมาคือ การรู้จักและเข้าใจทางภาษาแบบหน่วย แบบระบบ การคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป จะเห็นได้ว่าสมรรถภาพสมองที่ใช้พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เนื้อหาทางสัญลักษณ์ ผลการคิดแบบความสัมพันธ์ การคิดเอกนัย และการประเมินค่า เนื้อหาทางสัญลักษณ์ ผลการคิดแบบความสัมพันธ์ แบบระบบ และแบบการประยุกต์ แสดงว่าผู้ที่ได้รับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงจะมีสมรรถภาพสมองสามด้านดังกล่าวสูงด้วย

ต่อมา คาลด์เวล (Caldwell. 1972 : 437-441) ได้ใช้แบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด 16 ฉบับ สอบกับนักเรียนเกรด 9 จำนวน 322 คน โดยถือวิชาพีชคณิตในภาคเรียนแรกเป็นเกณฑ์ เพื่อพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรขาคณิตแผนใหม่ในเกรด 10 และเปรียบเทียบค่าสหสัมพันธ์จากคะแนนแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด กับแบบทดสอบวัดความสามารถทางเส้นมียัน เมื่อถือคะแนนวิชาพีชคณิตของภาคเรียนแรกในเกรด 9 เป็นเกณฑ์ ปรากฏว่า แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดใช้พยากรณ์ผลการเรียนวิชาเรขาคณิตแผนใหม่ในเกรด 10 ได้ดี และเป็นแบบทดสอบที่มีค่าความเที่ยงตรงในการพยากรณ์ผลการเรียนวิชาเรขาคณิตในเกรด 10 ได้ดีกว่าแบบทดสอบวัดความสามารถทางเส้นมียัน

ส่วนในประเทศไทยก็ได้มีการศึกษาสมรรถภาพทางสมองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เช่น ในปี พ.ศ. 2511 ล้วน สายยศ (2511 : 28-58) ได้ศึกษาการ ค้นหาตัวพยากรณ์บางชนิดที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์ของนักเรียน ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง ปีการศึกษา 2510 โดยศึกษากับนักเรียนที่เรียนเฉพาะ วิชาเอกคณิตศาสตร์จากวิทยาลัยครู 13 แห่งจำนวน 573 คน ผลปรากฏว่าสหสัมพันธ์ระหว่าง แบบทดสอบวัดความเข้าใจภาษา มิติสัมพันธ์ คณิตศาสตร์เหตุผล กับเกรดเฉลี่ย (G.P.A) คณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งหมด มีค่า  $-.3158, .1895, .3859$  ของนักเรียนชายมีค่า  $-.3611, .2356, .4431$  ของนักเรียนหญิงมีค่า  $-.1711, .1087, .3066$  ตามลำดับ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ  $.05, .01$  ยกเว้นด้านมิติสัมพันธ์ เมื่อศึกษากับนักเรียนหญิงค่า สหสัมพันธ์ไม่มีนัยสำคัญ ส่วนสหสัมพันธ์ทุกคู่ระหว่างตัวพยากรณ์ (ความเข้าใจภาษา มิติสัมพันธ์ คณิตศาสตร์เหตุผล) กับ G.P.A. คณิตศาสตร์ ของนักเรียนทั้งหมด นักเรียนชาย นักเรียนหญิง มีค่า  $.8201, .9822, .6813$  ตามลำดับ และพบว่าแบบทดสอบคณิตเหตุผล สามารถพยากรณ์ G.P.A. คณิตศาสตร์ ของนักเรียนทั้งสามกลุ่มได้ดี

ต่อมา ต่าย เชียงฉี (2519:31-60) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพ สมองบางประการ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 318 คน ผลปรากฏว่า ตัวพยากรณ์ที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในหมวด คณิตศาสตร์ของนักเรียนชาย นักเรียนหญิง นักเรียนกลุ่มรวม มากที่สุด คือ สมรรถภาพ สมองด้านเหตุผล ด้านจำนวนตัวเลข ด้านมิติสัมพันธ์ตามลำดับ ซึ่งให้ค่าสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์  $.5750, .5660, .5671$  ตามลำดับ ส่วนสหสัมพันธ์ทุกคู่ระหว่างตัวพยากรณ์ (จำนวนตัวเลข ภาษา เหตุผล มิติสัมพันธ์ ความจำ การรับรู้) กับผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนในหมวดคณิตศาสตร์ของนักเรียนชาย นักเรียนหญิง นักเรียนกลุ่มรวม มีค่า  $.6944$ , สมรรถภาพสมองด้านจำนวนตัวเลขส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในหมวดคณิตศาสตร์ของ นักเรียนทั้งสามกลุ่มได้มากที่สุด อันดับรองลงมาได้แก่ ด้านเหตุผล ด้านภาษา และยังพบว่า ตัวพยากรณ์ที่ดีที่สุดสำหรับพยากรณ์ผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในหมวดคณิตศาสตร์ของนักเรียนชาย คือ สมรรถภาพสมองด้านเหตุผล ด้านจำนวนตัวเลข ด้านภาษา ตามลำดับ ของนักเรียนหญิง คือ สมรรถภาพสมองด้านจำนวนตัวเลข ด้านเหตุผล ด้านภาษาตามลำดับของนักเรียนกลุ่มรวม คือ สมรรถภาพสมองด้านจำนวนตัวเลข ด้านเหตุผลด้านภาษา และด้านมิติสัมพันธ์ ตามลำดับ ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ล้วน สายยศ ที่พบว่าสมรรถภาพด้านเหตุผล พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ดี

สำหรับ มณี วรศิริ (2521:30-80) ได้ศึกษาตัวพยากรณ์ในการสอบคัดเลือกเข้าเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โดยศึกษากับนักเรียนที่ผ่านการสอบคัดเลือกเข้าเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ขณะศึกษา กำลังเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 100 คน ผลปรากฏว่าตัวพยากรณ์ที่มีความสัมพันธ์กับเกรดเฉลี่ยสะสมหมวดวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มรวม นักเรียนชาย นักเรียนหญิง นักเรียนที่มีความสามารถสูงปานกลาง ต่ำ มากที่สุด คือ แบบทดสอบฉบับคณิตศาสตร์ ซึ่งค่าสหสัมพันธ์เมื่อศึกษากับนักเรียนแต่ละกลุ่มมีค่า .6807, .7099, .6094, .5074, .4333, .5620 ตามลำดับ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนสหสัมพันธ์หาคูณระหว่างตัวพยากรณ์ (ภาษา คณิตศาสตร์ มิติสัมพันธ์ อุปมาอุปไมย ไม่เข้าพวก) กับเกรดเฉลี่ยสะสมหมวดวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มรวม นักเรียนชาย นักเรียนหญิง นักเรียนที่มีความสามารถสูงปานกลาง ต่ำ มีค่า .7248, 7899, .6625, .7578, 5231; .6743 ตามลำดับ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ยกเว้นสหสัมพันธ์หาคูณระหว่างตัวพยากรณ์กับเกรดเฉลี่ยสะสมของนักเรียนที่มีความสามารถปานกลาง ต่ำ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติและพบว่าตัวพยากรณ์ที่ดีที่สุดสำหรับพยากรณ์เกรดเฉลี่ยสะสมหมวดวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มรวม ของนักเรียนชายคือ แบบทดสอบคณิตศาสตร์ และมิติสัมพันธ์ ของนักเรียนหญิง ของนักเรียนที่มีความสามารถปานกลาง ต่ำ คือ แบบทดสอบคณิตศาสตร์ ส่วนของนักเรียนที่มีความสามารถสูง คือ แบบทดสอบภาษา

จากการศึกษาของนักวิจัยทั้งสามท่าน เป็นการศึกษาสมรรถภาพสมองตามทฤษฎีของเธอร์สโตน สำหรับการศึกษาสมรรถภาพสมองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด เช่น

สถาวร ทัพพะกุล (2516 : 45-48, 58) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองทางสัญลักษณ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แบบทดสอบที่สร้างยึดวิธีการคิดทำด้าน คือ การรู้จักและเข้าใจ การจำ การคิดอเนกนัยการคิดเอกนัย การประเมินค่าเนื้อหาที่ใช้เป็นสัญลักษณ์ ศึกษา กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 จังหวัดชลบุรีจำนวน 199 คน ปรากฏว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองทางสัญลักษณ์ด้านต่าง ๆ ทำด้าน กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีนัยตั้งแต่ .3089-.6222 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกค่า และพบว่าตัวพยากรณ์ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สูงเป็นอันดับ 1,2,3 คือ แบบทดสอบวัดการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์ การประเมินค่าทางสัญลักษณ์ การคิดอเนกนัยทางสัญลักษณ์ โดยมีเปอร์เซ็นต์การส่งผลเป็น 37.98, 24.85, 17.86 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนค่า

สหสัมพันธ์ของคุณเมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเกณฑ์มีค่า .7239 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และพบว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจะมีสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ และสมรรถภาพทางสมองด้านอื่น ๆ ทางสัญลักษณ์สูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกด้าน

ต่อมา จรินทร์ ประสงค์สม (2517 : 37-45, 52-53) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองทางรูปภาพกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แบบทดสอบที่สร้างเนื้อหาทางภาพ วิธีการคิดทั้งห้าด้าน ศึกษาแก่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ของกรุงเทพมหานคร จำนวน 259 คน ปรากฏว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองทางภาพกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีนัย ตั้งแต่ .3718-.5111 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับมีค่า .6475 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และยังพบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจะมีสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางรูปภาพและสมรรถภาพสมองด้านอื่น ๆ ทางรูปภาพโดยเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ต่อมา ประเสริฐ สมพงษ์ธรรม (2524 : 70-71, 82-83) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการคิดอเนกนัยทางสัญลักษณ์ตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การสร้างแบบทดสอบวัดผลการคิดหกแบบ (หน่วย จำพวก ความสัมพันธ์ ระบบ การแปลงรูป การประยุกต์) ศึกษาแก่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จังหวัดชลบุรี จำนวน 406 คน จากการศึกษาพบว่าสหสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการคิดอเนกนัยทางสัญลักษณ์ทั้งหกแบบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีค่ามีนัยตั้งแต่ สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรียงจากมากไปหาน้อยดังนี้แบบทดสอบวัดการคิดอเนกนัยทางสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ แบบการประยุกต์ แบบหน่วยแบบระบบ แบบการแปลงรูป และแบบจำพวก มีค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์เท่ากับ .2713, .2162, .1897, .1243, อเนกนัยทางสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป แบบจำพวกส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าสหสัมพันธ์ของคุณเมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นเกณฑ์มีค่า .6952 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ในปีเดียวกัน ทองสุข วันแสน (2524 : 87, 126-127) ได้ศึกษาสมรรถภาพสมองทางภาษาห้าด้านตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด ใช้วิธีการคิดห้าด้าน เนื้อหาทางภาษา ผลการคิดหกแบบ สร้างแบบทดสอบจำนวน 30 ฉบับศึกษากับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กรุงเทพมหานคร จำนวน 545 คน ผลการศึกษาปรากฏว่าแบบทดสอบที่สร้างทุกฉบับมีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีค่าสหสัมพันธ์มีนัยตั้งแต่ .2445-.5478 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสหสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางภาษาทั้งหกแบบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา

คณิตศาสตร์มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ .3573-.5363 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และพบว่าตัว  
พยากรณ์ที่ส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ .05 และ .01  
มีเพียงแปดตัว ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์มีค่าเป็นบวกเรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย  
ดังนี้ แบบทดสอบวัดการรู้จักและเข้าใจทางภาษาแบบระบบ การคิดอเนกนัยทางภาษาแบบหน่วย  
การประเมินค่าทางภาษาแบบความสัมพันธ์ การคิดอเนกนัยทางภาษาแบบการแปลงรูป  
การคิดอเนกนัยทางภาษาแบบจำพวก การจำทางภาษาแบบความสัมพันธ์การประเมินค่าทาง  
ภาษาแบบประยุกต์ การประเมินค่าทางภาษาแบบหน่วย ส่วนสหสัมพันธ์หาคู่ของสมรรถภาพ  
สมองทางภาษาห้าด้านในแบบต่าง ๆ เมื่อใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นเกณฑ์  
มีค่า .7183 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการ  
เรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงมีสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางภาษา และสมรรถภาพสมอง  
ด้านอื่น ๆ ทางภาษาสูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  
ระดับ .01

ต่อมา สุเทพ สันติวรานนท์ (2527 : 111-117) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง  
สมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดกับ  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ การสร้างแบบทดสอบวัดผลการคิดหาค่า (หน่วย  
จำพวก ความสัมพันธ์ ระบบ การแปลงรูป การประยุกต์) ศึกษาแก่นักเรียนชั้นมัธยม  
ศึกษาปีที่ 1 จังหวัดสงขลา จำนวน 663 คน จากการศึกษาพบว่า แบบทดสอบวัดสมรรถภาพ  
สมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับ มีค่าเฉลี่ยของความเชื่อมั่นตั้งแต่ .8071 ถึง  
องค์ประกอบเฉลี่ยตั้งแต่ .6183 ถึง .8429 แบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมองด้านการประเมิน  
ค่าทางสัญลักษณ์ทั้งหกฉบับวัดองค์ประกอบร่วมกันหนึ่งองค์ประกอบ คือองค์ประกอบความสามารถ  
ด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบวัดสมรรถภาพสมอง  
ด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์แต่ละฉบับ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค.101  
เมื่อศึกษากับนักเรียนกลุ่มรวม นักเรียนชาย นักเรียนหญิง นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการ  
เรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง มีค่าเป็นบวก มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ .01 แต่เมื่อศึกษา  
กับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเป็นบวก  
และลบไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์หาคู่ระหว่าง แบบทดสอบวัดสมรรถภาพ  
สมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์รวมทั้งหกฉบับ กับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา  
คณิตศาสตร์ ค.101 เมื่อศึกษากับนักเรียนกลุ่มรวม นักเรียนชาย นักเรียนหญิง นักเรียนที่มี  
ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงมีค่า .7353, .7727, .6537, .6844 ตาม  
ลำดับ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่เมื่อศึกษากับนักเรียนที่มี ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการ  
เรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์หาคู่มีค่า .2196 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากผลการวิจัยเกี่ยวกับสมรรถภาพสมองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จะเห็นว่า สมรรถภาพสมองที่ใช้พยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ดี คือ การคิดอเนกนัย การคิดเอกนัย และการประเมินค่า เนื้อหาด้านสัญลักษณ์แสดงว่าผู้จะเรียนคณิตศาสตร์ได้ดีจะต้องมีสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์ และวิธีการคิดทั้งสามวิธีสูงด้วย ฉะนั้น ในการวิจัยครั้งนี้คาดว่า เมื่อจัดสถานการณ์ที่เหมาะสมในการฝึกสมรรถภาพสมองด้าน สัญลักษณ์และผลผลิตให้แก่ักเรียนแล้ว จะส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

### หลักการสร้างแบบฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิต

ในการสร้างแบบฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิต ผู้วิจัยได้ใช้แบบ จำลอง โครงสร้างทางสมองตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดเป็นหลัก โดยมีวิธีการคิด 3 แบบ คือ

1. แบบฝึกวิธีการคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิต
2. แบบฝึกวิธีการคิดเอกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิต
3. แบบฝึกวิธีการคิดการประเมินค่าด้านสัญลักษณ์และผลผลิต

การสร้างแบบฝึกวิธีการคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิต (นิเชษฐ์ ตั้งเจตนาภิรมย์ อ้างอิงมาจาก Guilford. 1950:444-454)

#### 1. การคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์แบบหน่วย (DSU)

1.1 ความคล่องแคล่วในการใช้คำ (Word Fluency) ให้เขียนคำที่มีพยัญชนะที่กำหนดให้ ให้มากที่สุด

1.2 ความคล่องแคล่วในการใช้คำปัจจัย (Suffixes W-2) ให้เขียนคำที่ลงท้ายด้วยปัจจัยที่กำหนดให้ เช่น เขียนคำที่ลงท้ายด้วย - sion

1.3 ความคล่องแคล่วในการใช้คำอุปสรรค (Prefixes W-2) ให้เขียนคำที่ขึ้นด้วยคำอุปสรรคที่กำหนดให้ เช่น เขียนคำที่ขึ้นต้นด้วย Sub

1.4 ความคล่องแคล่วในการใช้อักษรตัวแรก และตัวสุดท้าย (First and Last Letter W-3) ให้เขียนคำที่กำหนดอักษรตัวแรกและตัวสุดท้ายให้

#### 2. การคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์แบบจำพวก (DSC)

การจัดกลุ่มตัวเลข (Number Grouping) กำหนดเซตเลขจำนวนต่าง ๆ ให้จัดเลขเข้าเป็นกลุ่มหลาย ๆ วิธี โดยแต่ละกลุ่มต้องมีเลขอย่างน้อย 3 ตัว เช่น กำหนด 2 3 4 5 6 47 23 และ 36 ให้



### 3. การคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ (DSR)

#### 3.1 ความสัมพันธ์ของกลุ่มด้านอักษร (Letter Group Relations)

กำหนดเซตของตัวอักษร 4 ตัว ซึ่งมีความสัมพันธ์ในวิธีทางที่เป็นไปได้หลายทางให้เลือกเซตของตัวอักษรอื่น ๆ ที่มีความสัมพันธ์เดียวกัน

3.2 กฎของตัวเลข (Number Rulers) กำหนดเลขที่ตั้งให้นำเลขตัวนั้นไปสัมพันธ์กับเลขตัวอื่น ๆ เพื่อให้ได้ผลตามที่กำหนดให้ เช่น กำหนดเลข 2 ให้ ทำให้ได้ 6 (คำตอบที่เป็นไปได้คือ  $2+4$ ,  $2 \times 3$ )

### 4. การคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์แบบระบบ (DSS)

4.1 การทำโค้ด (Make a code) ให้ประดิษฐ์ระบบโค้ดต่าง ๆ โดยใช้ตัวเลขและตัวอักษร

4.2 การสร้างสมการจากตัวเลข (Number Combinations) กำหนดเลขจำนวนหนึ่ง (เช่น 2, 3, 4, 5, 6) ให้สร้างสมการต่าง ๆ

### 5. การคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์แบบการแปลงรูป (DST)

การเปลี่ยนตัวอักษร (Multiple Letter Changes) กำหนดคำซึ่งประกอบด้วยตัวอักษรหลาย ๆ ตัวให้ ให้เปลี่ยนตัวอักษรสองหรือสามตัวภายในคำนั้น ๆ เพื่อให้เป็นคำใหม่โดยที่ตำแหน่ง และจำนวนของตัวอักษรคงเดิม เช่น Folder (ให้เปลี่ยนตัวอักษรสองหรือสามตัว) คำตอบที่อาจเป็นไปได้คือ Finder, Silver, Fuller, Softer, Feeder

### 6. การคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์แบบประยุกต์ (DSI)

6.1 การสร้างคำใหม่จากคำที่กำหนดให้ (Limited Words) กำหนดคำให้ 2 คำ ให้สร้างคำใหม่ 2 คำ จากตัวอักษรที่อยู่ในคำที่กำหนดให้และต้องใช้ตัวอักษรทั้งหมดที่อยู่ในคำที่กำหนดให้ในนั้น เช่น กำหนดคำว่า Shirt Bean คำตอบที่อาจจะเป็นไปได้ คือ Hairs Bent, Bears thin

6.2 การสร้างสมการ (Symbol Elaborations) กำหนดสมการขึ้นเดียวให้ 2 สมการที่ประกอบด้วยตัวอักษรให้อนุมานสมการอื่น ๆ ที่เป็นผลจากสมการทั้ง 2 นั้น เช่น สมการที่กำหนดให้  $V = R+K$  และ  $T = K+C$

การสร้างแบบฝึกวิธีคิดเอกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิต (Guilford. 1967 : 174-183)

1. การคิดเอกนัยด้านสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ (NSR)

การหาความสัมพันธ์ของสัญลักษณ์ที่กำหนดให้ โดยให้พิจารณาตัวอักษรและตัวเลขในสองกลุ่มแรกว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร แล้วหาตัวเลขมาเติมลงไปในกลุ่มที่สาม ซึ่งมีความสัมพันธ์เหมือนกัน

ตัวอย่างข้อสอบ : No = 56 Po = 76 Mo = 7

ตอบ : 46

2. การคิดเอกนัยด้านสัญลักษณ์แบบระบบ (NSS)

การจัดเรียงการกระทำทางคณิตศาสตร์ของตัวเลขให้เข้ากับตัวตั้งที่กำหนดให้ อย่างไรจึงจะได้ผลลัพธ์ตามต้องการ

ตัวอย่างข้อสอบ : กำหนดตัวตั้ง 6 ผลลัพธ์ 18

A.+3 B. $\div 2$  C.x3

ตอบ : BAC

3. การคิดเอกนัยด้านสัญลักษณ์แบบแปลงรูป (NST)

การจัดกลุ่มตัวเลขจากตัวเลขที่กำหนดให้ เช่น กำหนด 0 1 2 3 4 และ 5 จงจัดกลุ่มตัวเลขที่มีค่ามากกว่า 36 - 3

4. การคิดเอกนัยด้านสัญลักษณ์แบบประยุกต์ (NSI)

การเปลี่ยนแปลงของเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ เช่น ให้เปลี่ยนเครื่องหมายลบเป็นเครื่องหมายคูณ เปลี่ยนเครื่องหมายบวกเป็นเครื่องหมายลบ และให้หาผลลัพธ์จากโจทย์ต่อไปนี้

$$3-6 = \underline{3 \times 6} = \underline{18}$$

$$6+2 = \underline{6-2} = \underline{4}$$

$$4-3 = \underline{4 \times 3} = \underline{12}$$

การสร้างแบบฝึกหัดการคิดการประเมินค่าด้านสัญลักษณ์และผลผลิต (Guilford.

1967 : 188-201)

1. การคิดการประเมินค่าด้านสัญลักษณ์แบบหน่วย (ESU)

การเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของสัญลักษณ์ โดยกำหนดคู่ของสัญลักษณ์ให้ เช่น 6410739 - 6410729

2. การคิดการประเมินค่าด้านสัญลักษณ์แบบจำพวก (ESC)

การจัดประเภทของตัวเลขที่มีคุณสมบัติร่วมกัน เช่น 2 4 6 8 และ 10 เป็นตัวเลขที่หารด้วย 2 ได้ลงตัว

3. การคิดการประเมินค่าด้านสัญลักษณ์แบบความสัมพันธ์ (ESR)

การหาความสัมพันธ์ของสมการที่กำหนดให้ โดยพิจารณาว่า ควรเปลี่ยน เครื่องหมายใดอย่างไร จึงทำให้ผลลัพธ์ทั้งสองข้างเท่ากัน เช่น  $3+1 = 6 \times 2$  ต้องเปลี่ยน  $\times$  เป็น  $-$

4. การคิดการประเมินค่าด้านสัญลักษณ์แบบระบบ (ESS)

การหากฎเกณฑ์ที่จะอธิบายการจัดเรียงชุดตัวเลขที่กำหนดให้มีความสัมพันธ์กันอย่างไร เช่น 2 3 9 10 30 31 (ใช้กฎบวก 1, คูณด้วย 3)

5. การคิดการประเมินค่าด้านสัญลักษณ์แบบแปลงรูป (EST)

การนำตัวเลขหรือตัวอักษรจากชุดตัวเลขหรือชุดตัวอักษรที่กำหนดให้ มาจัดเรียงเป็นชุดตัวเลขหรือชุดตัวอักษรใหม่

6. การคิดการประเมินค่าด้านสัญลักษณ์แบบประยุกต์ (ESI)

การหาเหตุผลจากสัญลักษณ์ที่กำหนดให้ ในรูปของตัวอักษรและตัวเลข เช่น  $2X > 3Y > 2Z$  แสดงว่า  $X = Z$  (ผิด)  $Y < X$  (ถูกต้อง)  $Z = Y$  (ไม่แน่นอน)

### เอกสารเกี่ยวกับหลักสูตร

หลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาประกอบด้วยพื้นฐานทางจำนวนพีชคณิต การวัด เรขาคณิตและสถิติ การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับนี้เน้นในด้านพัฒนาความคิด ความเข้าใจ โดยใช้กิจกรรมของจริงหรืออุปกรณ์ ทั้งนี้ควรคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา และการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

จุดประสงค์ของหลักสูตรคณิตศาสตร์ พุทธศักราช 2521 (กรมวิชาการ. 2531 : 44)

1. เพื่อให้รู้คุณค่าของคณิตศาสตร์และสามารถนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวัน
2. เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับหลักการของคณิตศาสตร์
3. เพื่อฝึกฝนให้มีทักษะ สมาธิ ความสังเกต และคิดตามลำดับเหตุผลความมั่นใจ ตลอดจนคิดอย่างมีระเบียบ ง่าย สั้น ชัดเจน มีความละเอียดถี่ถ้วน แม่นยำ และรวดเร็ว
4. เพื่อปลูกฝังและส่งเสริมเจตคติในวิธีการทางวิทยาศาสตร์และการคิดคำนวณ อันจะเป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหา
5. เพื่อให้เคยชินต่อการแก้ปัญหา อันเป็นแนวทางก่อให้เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จุดประสงค์ของหลักสูตรคณิตศาสตร์ ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2533 (กรมวิชาการ. 2532 : 18)

1. มีความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์พื้นฐาน และมีทักษะในการคิดคำนวณ
2. รู้จักคิดอย่างมีเหตุผล และแสดงความคิดออกมาอย่างมีระบบ ชัดเจนและรัดกุม
3. รู้คุณค่าของคณิตศาสตร์ และมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์
4. สามารถนำประสบการณ์ด้านความรู้ความคิด และทักษะที่ได้จากการเรียนไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และใช้ในชีวิตประจำวัน

ถ้าพิจารณาจากจุดมุ่งหมายของหลักสูตรคณิตศาสตร์ สามารถวิเคราะห์ได้ว่า ส่วนใหญ่มุ่งปลูกฝังให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในคณิตศาสตร์ จนสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ และยังสามารถแก้ปัญหานั้นได้อย่างมีเหตุผลพร้อมให้มีเจตคติที่ดีต่อวิชาขึ้น เพื่อให้การเรียนการสอนบรรลุตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรผู้เรียนจำเป็นต้องมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำแนกเป็น 3 ด้าน คือ

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณ
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล
3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหา

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก

#### หลักการเขียนแบบฝึก

บัทส์ (นิตยา กิจโร. 2530:40; อ้างอิงมาจาก Butts. 1974) ได้สรุปหลักการสร้างแบบฝึกไว้ ดังนี้

1. ก่อนที่จะสร้างแบบฝึกจะต้องกำหนดโครงร่างไว้คร่าว ๆ ก่อนว่าจะเขียนแบบฝึกเกี่ยวกับเรื่องอะไร และมีวัตถุประสงค์อย่างไร
2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับเรื่องที่ทำ
3. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. แจกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นกิจกรรมย่อย โดยคำนึงถึงความเหมาะสมของผู้เรียน
5. กำหนดอุปกรณ์ที่จะใช้ในเกมแต่ละขั้นตอนให้เหมาะสม
6. กำหนดเวลาที่ใช้ในการฝึกแต่ละขั้นตอนให้เหมาะสม
7. การประเมินผลจะประเมินผลอย่างไร

ฮาร์เรส (Harress. n.d. : 93-94) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกไว้ว่า การเขียนแบบฝึกต้องแน่ใจในภาษาที่ใช้ให้เหมาะสมกับนักเรียน และสร้างโดยใช้หลักจิตวิทยา ดังนี้

1. ใช้แบบฝึกหลาย ๆ ชนิด เพื่อเร้าให้นักเรียนเกิดความสนใจ
2. แบบฝึกที่สร้างขึ้นนั้นจะต้องให้นักเรียนสามารถพิจารณาได้ว่า แต่ละแบบฝึกและแต่ละข้อต้องการให้ทำอะไร
3. ให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการเรียนมาตอบในแบบฝึกให้ตรงตามเป้าหมาย
4. ให้นักเรียนตอบสนองต่อสิ่งเร้า ด้วยการแสดงความสามารถและความเข้าใจในแบบฝึก
5. กำหนดให้ชัดเจนว่าจะให้นักเรียนตอบแบบฝึกแต่ละรูปแบบด้วยวิธีการอย่างไร

ส่วน ก่อ สวัสดิ์พาณิชย์ (2514 :1-2) ได้เสนอแนะการสร้างแบบฝึกไว้ ดังนี้

1. แบบฝึกจะต้องสอดคล้องกับทักษะที่ต้องการวัด
2. ใช้แบบฝึกสั้น ๆ แต่มีหลายแบบในการฝึกแต่ละทักษะ
3. ให้ฝึกในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน เช่น เกม ทำแบบฝึกหัด
4. มีการประเมินผลเป็นขั้นตอน เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของนักเรียน

#### ลักษณะของแบบฝึกที่ดี

ไพรัตน์ สุวรรณแสน (2517:189-190) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกที่ดี ดังนี้

1. เกี่ยวกับบทเรียนที่เรียนมาแล้ว
2. เหมาะสมกับวัย และระดับความสามารถของเด็ก
3. มีคำชี้แจงสั้น ๆ ที่จะทำให้เด็กเข้าใจ คำชี้แจงหรือคำสั่งจะต้องกระชับรัด
4. ใช้เวลาเหมาะสม คือ ไม่ให้เวลานาน หรือเร็วเกินไป
5. เป็นที่น่าสนใจ และท้าทายความสามารถ

ศศิธร สุทธิแพทย์ (2517:72) ได้ศึกษาพบว่า แบบฝึกที่ดี นักเรียนสนใจและกระตือรือร้นที่จะทำจะต้องมีลักษณะดังนี้

1. ใช้หลักจิตวิทยา
2. สำนวนภาษาง่าย
3. ให้ความหมายต่อชีวิต
4. คิดได้เร็วและสนุก
5. ปลุกความสนใจ
6. เหมาะกับวัยและความสามารถ
7. อาจศึกษาด้วยตนเอง

นิตยา ฤทธิโยธี (2520:1) กล่าวว่า แบบฝึกที่ดีควรมีลักษณะดังนี้

1. เกี่ยวข้องกับบทเรียนที่เรียนมาแล้ว
2. เหมาะสมกับวัยและความสามารถของเด็ก
3. มีคำชี้แจงสั้น ๆ ให้เด็กเข้าใจง่าย
4. ใช้เวลาในการฝึกไม่มากหรือน้อยเกินไป
5. เป็นสิ่งที่น่าสนใจ และท้าทายความสามารถ ( ต่อโน สมนร (๒๖๐,๑๕๖๔ หน้า ๕๑-๕๒)

จากเอกสารเกี่ยวกับแบบฝึกดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยเห็นว่า แบบฝึกที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ ต้องเป็นแบบฝึกที่ดีและสร้างขึ้นโดยคำนึงถึงหลักการสร้างแบบฝึกที่ถูกต้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก สำหรับงานวิจัยที่ใช้แบบฝึกมีผู้ทำการวิจัย ดังนี้

รัชชกร กอนบุญช่วย (2522:32) ได้ศึกษาผลของเกมส์และปริศนาคณิตศาสตร์ที่มีต่อทัศนคติวิชาคณิตศาสตร์และการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ใช้เวลาในการฝึก 30 ชั่วโมง ผลปรากฏว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์และมีการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์หลังการทดลองดีกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สำหรับสมนึก มุกดา (2524:61) ได้ทดลองฝึกการรับรู้แบบภาพสองนัยที่มีต่อการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ใช้เวลาฝึกวันละ 25 นาที รวม 10 ชั่วโมง ผลปรากฏว่า นักเรียนที่ได้รับการรับรู้แบบภาพสองนัย มีการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปี 2525 สุเทพ จิตรชื่น (2525:38) ได้ศึกษาผลของการฝึกสมรรถภาพด้านประธานวิสัย โดยใช้รูปภาพเป็นสื่อต่อความเข้าใจในการอ่าน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โดยรูปภาพที่ใช้เป็นสื่อั้นหลายรูปแบบมีลักษณะเหมือนแบบทดสอบวัดความถนัด ผลการทดลองพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการฝึกมีคะแนนความเข้าใจในการอ่านสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึก

ในเรื่องของการฝึกสมรรถภาพสมองเพื่อพัฒนาคุณภาพการคิดนั้น เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์ (2530:104) ได้ศึกษากับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวิธีการฝึกสมรรถภาพสมองพื้นฐาน 4 ด้าน คือ การสังเกต การประยุกต์ การวิเคราะห์ และการสังเคราะห์ ทำการฝึกนาน 6 สัปดาห์ ผลที่ได้พบว่า การฝึกสมรรถภาพสมองมีผลต่อวิชาคณิตศาสตร์ ในด้านการพัฒนาคุณภาพการคิดระดับความจำ และสูงกว่าความจำ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการสอนตามปกติ นั่นคือ การฝึกสมรรถภาพสมองจะช่วยในการเรียนรู้ของนักเรียน

สุมาลี จันทรชลอ (2532:90) ได้ศึกษาผลของการฝึกทักษะการรู้คิดต่อการคิดรวบยอด โดยศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทำการทดลองประมาณ 6 สัปดาห์ ฝึกวันละ 15 นาที ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะการรู้คิดจะช่วยให้ทางการเรียนมีความสามารถด้านการคิดรวบยอดมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง เมื่อได้รับการฝึกก็ยิ่งมีความสามารถด้านการคิดรวบยอดมากขึ้น ส่วนนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ความสามารถด้านความคิดรวบยอดจะเพิ่มไม่มากนัก

เพ็ญศรี นุระหง (2533:79) ได้ศึกษาความสามารถในการคิดหาเหตุผลตามหลักการอนุรักษ์ของเปียเจต์ที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกที่สร้างความคิดรวบยอดตามแนวของกาเย่ กลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กหญิงหก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีอายุระหว่าง 12 ถึง 16 ปี ใช้เวลาทดลองวันละ 20 นาที เป็นเวลา 2 เดือน ผลการศึกษพบว่า ความสามารถในการคิดหาเหตุผลของกลุ่มทดลองหลังสอนสูงกว่าก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองหลังสอนสูงกว่าก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ดิลก ดิลกานนท์ (2534) ได้ศึกษาการฝึกทักษะเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร โดยใช้แบบฝึกทักษะการคิด 4 ด้านคือ ด้านการรับรู้ การอุปมาอุปไมย การโยงความสัมพันธ์ และการจินตนาการผลการทดลองใช้แบบฝึกทักษะพบว่า แบบฝึกที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์สูงกล่าวคือ นักเรียนที่ใช้แบบฝึกทักษะการคิดจะมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้ใช้แบบฝึกทักษะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ไม่เท่ากับกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการอบรมเลี้ยงดูจากบิดามารดาแบบประชาธิปไตย อิตดาธิปไตย หรือกับกลุ่มที่มีความอยากรู้อยากเห็นสูง ปานกลาง หรือต่ำ

นเยาว์ ทักษิน (2523) ได้เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางภาษาโดยใช้แบบฝึกเขียนอย่างสร้างสรรค์ที่นักเรียนเขียนได้อย่างอิสระกับครูเป็นผู้กำหนดเรื่อง พบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองมีความคิดสร้างสรรค์ทางภาษาสูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนในกลุ่มทดลองที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาไทยสูง มีความคิดสร้างสรรค์ทางภาษาสูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาไทยต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



จุติพร โพธิศิริ (2534:72-73) ศึกษาการเปรียบเทียบผลของการฝึกด้วยตนเองกับการฝึกโดยครูที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา โรงเรียนวัดพรหมโลก อำเภอพรหมคีรี จังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกด้วยตนเองและฝึกโดยครูมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการฝึกด้วยตนเองมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อุดมศักดิ์ นาคี (2528:64-67) ศึกษาผลของการฝึกปฏิบัติด้านต่อภาพ ชอณาพ ตัดกระดาษ ที่มีต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 150 คน ใช้เวลาฝึก 4 สัปดาห์ ผลการศึกษพบว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกปฏิบัติด้านต่อภาพ ชอณาพ ตัดกระดาษ มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แตกต่างจากนักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึก นักเรียนที่ได้รับการฝึกนักเรียนที่ได้รับการฝึกปฏิบัติด้วยระยะเวลาที่แตกต่างกันมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แตกต่างกัน นักเรียนชายมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แตกต่างจากนักเรียนหญิง นักเรียนที่มีความสามารถด้านการรับรู้แตกต่างกันมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์แตกต่างกัน และเพศมีผลต่อระยะเวลาในการฝึก และระดับความสามารถด้านการรับรู้มีผลต่อระยะเวลาในการฝึกอย่างไม่มีนัยสำคัญ

สมพร ประยูรภิตติกุล (2535:52) ศึกษาผลการฝึกสมรรถภาพสมองด้านเหตุผลที่มีต่อความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 80 คน ใช้เวลาฝึก 60 คาบเรียน ผลการศึกษพบว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านเหตุผล มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านเหตุผลมีความสามารถในด้านเหตุผลสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จินดา กิจบุญวงศ์ (2537:87-89) ศึกษาผลการฝึกความคิดอเนกนัยที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 90 คน ใช้เวลาฝึกประมาณ 10 สัปดาห์ ผลการศึกษพบว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกความคิดอเนกนัยและผลผลิตที่มีเนื้อหาต่างกันมีความคิดสร้างสรรค์แตกต่างกัน นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันมีความคิดสร้างสรรค์ต่างกัน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีฝึกความคิดอเนกนัยและผลผลิตที่มีเนื้อหาต่างกับกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

### สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกันมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน
2. นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน
3. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

### บทที่ 3

## วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

#### ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2539 ของโรงเรียนมีนบุรี เขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร จำนวน 352 คน

#### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2539 ของโรงเรียนมีนบุรี เขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร จำนวน 90 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มโดยวิธีแบ่งชั้น (Stratified Random Sapling) โดยใช้ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นชั้น (Strata) แล้วสุ่มเข้ากลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม ดังตาราง

ตาราง 1 แสดงกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

| ระดับผลสัมฤทธิ์ | กลุ่มตัวอย่าง |         |         |
|-----------------|---------------|---------|---------|
|                 | กลุ่ม 1       | กลุ่ม 2 | กลุ่ม 3 |
| สูง             | 10            | 10      | 10      |
| ปานกลาง         | 10            | 10      | 10      |
| ต่ำ             | 10            | 10      | 10      |
| รวม             | 30            | 30      | 30      |

## เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า แบ่งออกเป็นดังนี้

1. แบบฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิต จำแนกเป็น 3 แบบ ดังนี้

1.1 แบบฝึกวิธีการคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ DSP ประกอบด้วย 6 ลักษณะ คือ

1.1.1 แบบฝึกวิธีการคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบหน่วย  
Divergent Production of Symbolic Units (DSU) จำนวน 3 กิจกรรม

1.1.2 แบบฝึกวิธีการคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบจำพวก  
Divergent Production of Symbolic Classes (DSC) จำนวน 3 กิจกรรม

1.1.3 แบบฝึกวิธีการคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบความสัมพันธ์  
Divergent Production of Symbolic Relations (DSR) จำนวน 3 กิจกรรม

1.1.4 แบบฝึกวิธีการคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบระบบ  
Divergent Production of Symbolic Systems (DSS) จำนวน 3 กิจกรรม

1.1.5 แบบฝึกวิธีการคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบแปลงรูป  
Divergent Production of Symbolic Transformations (DST) จำนวน 3 กิจกรรม

1.1.6 แบบฝึกวิธีการคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบประยุกต์  
Divergent Production of Symbolic Implications (DSI) จำนวน 3 กิจกรรม

1.2 แบบฝึกวิธีการคิดเอกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ NSP ประกอบด้วย 6 ลักษณะ คือ

1.2.1 แบบฝึกวิธีการคิดเอกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบหน่วย  
Convergent Production of Symbolic Units (NSU) จำนวน 3 กิจกรรม

1.2.2 แบบฝึกวิธีการคิดเอกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบจำพวก  
Convergent Production of Symbolic Classes (NSC) จำนวน 3 กิจกรรม

1.2.3 แบบฝึกวิธีการคิดเอกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบความสัมพันธ์  
Convergent Production of Symbolic Relations (NSR) จำนวน 3 กิจกรรม

#### 1.2.4 แบบฝึกการคิดเอกลัษณ์ด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบระบบ

Convergent Production of Symbolic Systems (NSS) จำนวน 3 กิจกรรม

#### 1.2.5 แบบฝึกวิธีการคิดเอกลัษณ์ด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบแปลงรูป

Convergent Production of Symbolic Transformations (NST) จำนวน 3 กิจกรรม

#### 1.2.6 แบบฝึกวิธีการคิดเอกลัษณ์ด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบประยุกต์

Convergent Production of Symbolic Implications (NSI) จำนวน 3 กิจกรรม

#### 1.3 แบบฝึกวิธีการคิดการประเมินค่าด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ ESP

ประกอบด้วย

##### 1.3.1 แบบฝึกวิธีการคิดการประเมินค่าด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ

หน่วย Evaluation of Symbolic Units (ESU) จำนวน 3 กิจกรรม

##### 1.3.2 แบบฝึกวิธีการคิดการประเมินค่าด้านสัญลักษณ์และผลผลิต

แบบจำพวก Evaluation of Symbolic Classes (ESC) จำนวน 3 กิจกรรม

##### 1.3.3 แบบฝึกวิธีการคิดการประเมินค่าด้านสัญลักษณ์และผลผลิต

แบบความสัมพันธ์ Evaluation of Symbolic Relations (ESR) จำนวน 3 กิจกรรม

##### 1.3.4 แบบฝึกวิธีการคิดการประเมินค่าด้านสัญลักษณ์และผลผลิต

แบบระบบ Evaluation of Symbolic Systems (ESS) จำนวน 3 กิจกรรม

##### 1.3.5 แบบฝึกวิธีการคิดการประเมินค่าด้านสัญลักษณ์และผลผลิต

แบบแปลงรูป Evaluation of Symbolic Transformations (EST) จำนวน 3 กิจกรรม

##### 1.3.6 แบบฝึกวิธีการคิดการประเมินค่าด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ

ประยุกต์ Evaluation of Symbolic Implications (ESI) จำนวน 3 กิจกรรม

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 ฉบับ  
คือ

2.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะ  
การคิดคำนวณ

2.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล

## 2.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการ แก้โจทย์ปัญหา

### ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

การสร้างแบบฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิต ผู้วิจัยดำเนินการ  
ตามขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบฝึกเพื่อฝึกนักเรียนให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
2. ศึกษาทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึกของบัลล์และฮาร์เรส และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตของกิลฟอร์ด
3. สร้างแบบฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด โดยคำนึงถึงความสามารถของนักเรียน ใช้เวลาในการฝึกกิจกรรมละ 20 นาที สร้างแบบฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตทั้ง 3 แบบ คือ แบบ DSP NSP และ ESP
  - 3.1 แบบฝึกวิธีการคิดเอนกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ DSP จำนวน 18 กิจกรรม
  - 3.2 แบบฝึกวิธีการคิดเอนกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ NSP จำนวน 18 กิจกรรม
  - 3.3 แบบฝึกวิธีการคิดการประเมินค่าด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ ESP จำนวน 18 กิจกรรม
4. นำแบบฝึกที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้องของกิจกรรมจำนวน 6 ท่าน (รายชื่อผู้เชี่ยวชาญดังแสดงในภาคผนวก) ซึ่งผู้เชี่ยวชาญพิจารณาแล้ว เห็นว่าแบบฝึกแต่ละแบบมีความสอดคล้องตามโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด
5. นำแบบฝึกที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของแบบฝึก ผลปรากฏว่านักเรียนสามารถเข้าใจ และตอบสนองได้ถูกต้อง มีบางส่วนต้องปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้สื่อความหมายชัดเจนขึ้น

6. นำแบบฝึกที่ปรับปรุงแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2539 ของโรงเรียนมีนบุรี เขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร จำนวน 90 คน

การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัย  
ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้าง เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพที่ใช้ในการวิจัย
2. ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบ ตลอดจนหลักสูตรและคู่มือครู เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ
3. วางแผนการสร้างแบบทดสอบ โดยกำหนดเนื้อหาและทำตารางวิเคราะห์รายละเอียดของเนื้อหา
4. สร้างข้อสอบตารางวิเคราะห์รายละเอียดของเนื้อหา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบ่งเป็น 3 ฉบับ คือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งแต่ละฉบับมีจำนวน 45 ข้อ
5. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 6 ท่าน (รายชื่อผู้เชี่ยวชาญดังแสดงในภาคผนวก) ตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและนำมาปรับปรุงแก้ไข
6. นำแบบทดสอบที่ตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาแล้วไปทดสอบกับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมีนบุรี ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 120 คน แล้วนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์คุณภาพรายข้อทั้งตัวถูกและตัวลวง โดยใช้เทคนิค 27% ของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ และใช้ตาราง จุง เตห์ฟาน เปิดค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากง่าย ปรากฏผลดังนี้

6.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .18 ถึง .94 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .04 ถึง .88 (รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก) แล้วคัดเลือกข้อสอบให้เหลือ 30 ข้อ โดยมีค่าความยากอยู่ระหว่าง .34 ถึง .79 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .30 ถึง .88 และมี

ค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ยเท่ากับ 12.35

6.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .12 ถึง .90 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .06 ถึง .71 (รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก) แล้วคัดเลือกข้อสอบให้เหลือ 30 ข้อ โดยค่าความยากอยู่ระหว่าง .24 ถึง .79 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .38 ถึง .70 และมีค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ยเท่ากับ 12.21

6.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหา มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .38 ถึง .95 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .05 ถึง .17 (รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก) แล้วคัดเลือกข้อสอบให้เหลือ 30 ข้อ โดยมีค่าความยากอยู่ระหว่าง .38 ถึง .79 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .45 ถึง .71 และมีค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ยเท่ากับ 11.73

7. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกและปรับปรุงแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนประชาอุทิศที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 200 คน เพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 ดังนี้

7.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .81 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดเท่ากับ  $\pm 2.24$

7.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .78 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดเท่ากับ  $\pm 2.34$

7.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาด้านการแก้โจทย์ปัญหา มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .80 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดเท่ากับ  $\pm 2.83$

8. จัดพิมพ์รูปเล่มเพื่อนำไปเก็บข้อมูลในการวิจัยต่อไป

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. ตัวอย่างแบบฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิต จำแนกออกเป็น 3 แบบ ดังนี้

1.1 แบบฝึกวิธีการคิดเนกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ DSP ประกอบด้วย



### 1.1.1 แบบฝึกวิธีการคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบหน่วย

DSU : Divergent Production of Symbolic Units

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนจำนวนเลขตามที่โจทย์ต้องการมาให้มากที่สุด

ตัวอย่าง 0) จงเขียนตัวเลขไม่เกิน 2 หลักที่หารด้วย 3 ลงตัว มาให้มากที่สุด

ตัวอย่างคำตอบ 3, 6, 9, 12, 15, 18, ฯลฯ

00) จงเขียนจำนวนเลขไม่เกิน 5 หลัก ที่มีเลข 3 และ 4 ประกอบอยู่ด้วยกัน และหลักร้อยต้องมีค่าเท่ากันมาให้มากที่สุด

ตัวอย่างคำตอบ 354, 4356, 2354, 4350, ฯลฯ

### 1.1.2 แบบฝึกวิธีการคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบจำพวก

DSC : Divergent Production of Symbolic Classes

คำชี้แจง ให้นักเรียนจัดกลุ่มตัวเลขที่กำหนดให้ ให้มากที่สุดโดยบอหลักในการจัดด้วย

ตัวอย่าง 14 15 18 24 35 52 60

ตัวอย่างคำตอบ

| <u>กลุ่ม</u> |    |    |    |    |  | <u>หลักในการจัด</u> |
|--------------|----|----|----|----|--|---------------------|
| 14           | 18 | 24 | 52 | 60 |  | หารด้วย 2 ลงตัว     |
| 15           | 18 | 24 |    |    |  | หารด้วย 3 ลงตัว     |
| 15           | 35 | 60 |    |    |  | หารด้วย 5 ลงตัว     |
| 14           | 15 | 18 | 35 | 52 |  | ตัวหลังเป็นเลขคู่   |
| 14           | 18 | 24 | 52 |    |  | ตัวหลังเป็นเลขคู่   |

### 1.1.3 แบบฝึกวิธีการคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบความสัมพันธ์

DSR : Divergent Production of Symbolic Relations

ตอนที่ 1

คำชี้แจง ให้นักเรียนหาวิธีการให้ได้มากที่สุด เพื่อทำให้ตัวเลขเริ่มต้นที่กำหนดให้มามีค่าเท่ากับผลลัพธ์ที่กำหนดให้

ตัวอย่าง ตัวเลขเริ่มต้น 4 ทำให้ได้ผลลัพธ์เป็น 32

ตัวอย่างคำตอบ

$$4+4+4+4+4+4+4+4 = 32$$

$$4+8+8+8+4 = 32$$

$$4+16+12 = 32$$

$$4+28 = 32$$

$$4 \times 2 \times 4 = 32$$

ฯลฯ

ตอนที่ 2

คำชี้แจง ให้นักเรียนหาตัวเลขมากระทำกันโดยใช้เครื่องหมาย  $+$   $-$   $\times$   $\div$  เพื่อให้ได้ผลลัพธ์เท่ากับที่กำหนดให้ ให้ได้มากที่สุด

ตัวอย่าง ให้นักเรียนหาตัวเลขบวก ลบ คูณ หาร กันแล้วได้ผลลัพธ์เป็น 15

ตัวอย่างคำตอบ

$$3 \times 5 = 15$$

$$2 \times 6 + 3 = 15$$

$$18 \div 2 + 6 = 15$$

$$5 + 5 + 5 = 15$$

$$25 \div 5 + 10 = 15$$

ฯลฯ

#### 1.1.4 แบบฝึกหัดวิธีการคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบระบบ

DSS : Divergent Production of Symbolic Systems

ตอนที่ 1คำชี้แจง

ให้นักเรียนหาตัวเลขไม่เกิน 2 หลัก มาเติมในช่องว่างให้ได้ผลลัพธ์ตามที่กำหนด

ตัวอย่าง

$$\boxed{\phantom{00}} + \boxed{\phantom{00}} + \boxed{\phantom{00}} = 54$$

ตัวอย่างคำตอบ

$$10+20+24 = 54$$

$$30+20+4 = 54$$

$$40+7+7 = 54$$

$$15+15+24 = 54$$

ฯลฯ

00)

$$\boxed{\phantom{00}} \times \boxed{\phantom{00}} \div \boxed{\phantom{00}} = 2$$

ตัวอย่างคำตอบ

$$3 \times 4 \div 6 = 2$$

$$4 \times 4 \div 8 = 2$$

$$4 \times 5 \div 10 = 2$$

$$20 \times 4 \div 40 = 2$$

ฯลฯ

### 1.1.5 แบบฝึกหัดวิธีการคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบแปลงรูป

DST : Divergent Production of Symbolic Transformations

คำชี้แจง ให้นักเรียนเปลี่ยนตัวเลขที่กำหนดให้ครั้งละไม่เกิน 2 ตัว ให้ได้จำนวนใหม่ตามที่กำหนด พร้อมทั้งบอกวิธีการเปลี่ยนด้วย

ตัวอย่าง 0) จงเปลี่ยน 5,780 ให้เป็นเลขจำนวนใหม่ที่มีค่ามากกว่า 7,000

ตัวอย่างคำตอบ

9,780 (เปลี่ยนที่หลักพัน จาก 5 เป็น 9)

7,880 (เปลี่ยนที่หลักพันกับหลักร้อย จาก 5 เป็น 7 กับจาก 7 เป็น 8)

00) จงเปลี่ยน 2,153 ให้เป็นเลขจำนวนใหม่ที่มีผลบวกของเลขทุกตัวจากทุกหลักเท่ากับ 14

ตัวอย่างคำตอบ

2,156 (เปลี่ยน 3 เป็น 6 แล้วนำ  $2+1+5+6 = 14$ )

4,163 (เปลี่ยน 2 เป็น 4 และเปลี่ยน 5 เป็น 6 แล้วนำ  $4+1+6+3 = 14$ )

### 1.1.6 แบบฝึกวิธีการคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบประยุกต์

DSI : Divergent Production of Symbolic Implications

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์ใหม่ โดยใช้ตัวเลขและเครื่องหมายในประโยคสัญลักษณ์ที่กำหนดให้เท่านั้น

ตัวอย่าง ประโยคสัญลักษณ์ที่กำหนดให้

|       |     |   |
|-------|-----|---|
| $3+5$ | $=$ | 8 |
| $4-1$ | $=$ | 3 |

ตัวอย่างคำตอบ

$$4+3+1 = 8$$

$$8-3 = 5$$

$$3+1 = 4$$

$$3+3-1 = 5$$

$$8-3-1 = 4$$

### 1.2 แบบฝึกวิธีการคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ DSP

ประกอบด้วย

### 1.2.1 แบบฝึกวิธีการคิดเอกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบหน่วย

NSU : Convergent Production of Symbolic Units

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณากลุ่มตัวเลขที่กำหนดให้ในแต่ละข้อว่า มีตัวเลขจำนวนใดไม่เข้าพวก พร้อมทั้งบอกเหตุผลว่าทำไมตัวเลขจำนวนนั้นไม่เข้าพวก

ตัวอย่าง 0) 24 25 27 30 36

ตอบ 25 เพราะว่า 24 27 30 36 ต่างก็หารด้วย 3 ลงตัว ส่วน 25 นั้นหารด้วย 3 ไม่ลงตัว

00) 586 886 658 685 688

ตอบ 688 เพราะว่า หลักสิบของจำนวนนี้มีค่าไม่เท่ากับหลักสิบของจำนวนอื่น

### 1.2.2 แบบฝึกการคิดเอกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบจำพวก

NSC : Convergent Production of Symbolic Classes

คำชี้แจง กลุ่มตัวเลขที่กำหนดให้ต่อไปนี้ แต่ละกลุ่มจะมีลักษณะใดลักษณะหนึ่งร่วมกันเสมอ ให้นักเรียนหาลักษณะร่วมกันของกลุ่มตัวเลขแต่ละกลุ่ม

ตัวอย่าง 0) 435 879 613 295

ตอบ ลักษณะร่วม คือ ตัวเลขในหลักร้อยเป็นเลขคู่ ส่วนตัวเลขในหลักสิบและหลักหน่วยเป็นเลขคี่

00) 54 60 66 72

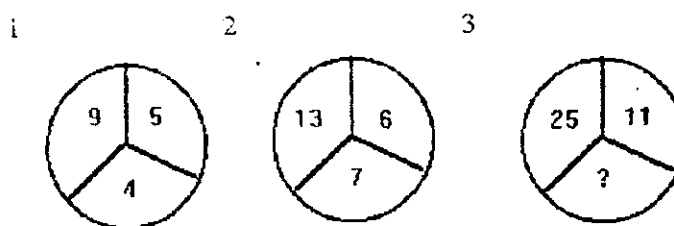
ตอบ ลักษณะร่วม คือ ทั้ง 4 จำนวนหารด้วย 6 ลงตัว

### 1.2.3 แบบฝึกวิธีการคิดเอกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบความสัมพันธ์

สัมพันธ์ NSR : Convergent Production of Symbolic Relations

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาตัวเลขในสองกลุ่มแรกว่า แต่ละกลุ่มมีความสัมพันธ์กันอย่างไร และหาตัวเลขเติมลงไปในกลุ่มที่สาม ซึ่งมีความสัมพันธ์เหมือนกัน

ตัวอย่าง



ตอบ 14 เพราะว่า  $25 - 11 = 14$  ซึ่งมีความสัมพันธ์เหมือนกันกับกลุ่มอื่นคือ  $9 - 5 = 4$  และ  $13 - 6 = 7$

#### 1.2.4 แบบฝึกวิธีการคิดเอกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบระบบ

NSS : Convergent Production of Symbolic Systems

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาว่าต้องจัดเรียงการกระทำทางคณิตศาสตร์ของตัวเลข เข้ากับตัวตั้งที่กำหนดให้อย่างไร จึงจะได้ผลลัพธ์ตามต้องการ

ตัวอย่าง กำหนดตัวตั้ง 4 ผลลัพธ์ 21

ก. +5

ข.  $\div 2$

ค.  $\times 3$

ตอบ เรียงจาก ข - ก - ค

เพราะ  $4 \div 2 = 2$

$2 + 5 = 7$

$7 \times 3 = 21$

#### 1.2.5 แบบฝึกวิธีการคิดเอกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบแปลงรูป

NST : Convergent Production of Symbolic Transformations

คำชี้แจง ให้นักเรียนจัดกลุ่มตัวเลขจากตัวที่กำหนดให้

ตัวอย่าง กำหนด 0 1 2 3 4 5

จงจัดกลุ่มตัวเลขที่มีค่ามากกว่า  $36 - 3$

ตอบ 13 14 15 20 21 22 ฯลฯ

### 1.2.6 แบบฝึกวิธีการเอกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบประยุกต์

NSI : Convergent Production of Symbolic Implications

คำชี้แจง ให้เปลี่ยนเครื่องหมายลบเป็นเครื่องหมายคูณ เปลี่ยนเครื่องหมายบวกเป็นเครื่องหมายลบ และให้หาผลลัพธ์จากประโยคสัญลักษณ์นั้น

ตัวอย่าง

$$\begin{array}{rcl} 3-6 & = & \underline{\hspace{2cm}} \\ 6+2 & = & \underline{\hspace{2cm}} \\ 4-3 & = & \underline{\hspace{2cm}} \end{array}$$

ตอบ

$$\begin{array}{rcl} 3-6 & = & 3 \times 6 = 18 \\ 6+2 & = & 6-2 = 4 \\ 4-3 & = & 4 \times 3 = 12 \end{array}$$

### 1.3 แบบฝึกวิธีการคิดการประเมินค่าด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ ESP

ประกอบด้วย

#### 1.3.1 แบบฝึกวิธีการคิดการประเมินค่าด้านสัญลักษณ์และผลผลิต

แบบหน่วย ESU : Evaluation of Symbolic Units

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาว่าคู่ของสัญลักษณ์ที่กำหนดให้เหมือนกันหรือไม่

ตัวอย่าง

|    |           |           | เหมือน | ไม่เหมือน |
|----|-----------|-----------|--------|-----------|
| 1. | 6410739   | 6410729   | .....  |           |
| 2. | 825170493 | 825176493 | .....  |           |
| 3. | 9699699   | 9699699   | .....  |           |

#### 1.3.2 แบบฝึกวิธีการคิดการประเมินค่าด้านสัญลักษณ์และผลผลิต

แบบจำพวก ESC : Evaluation of Symbolic Classes

- คำชี้แจง ให้นักเรียนวงกลมจำนวนที่หารด้วย 2 ลงตัว แล้วนำมาเรียงใหม่จากจำนวนที่มีค่าน้อยไปหาจำนวนที่มีค่ามาก
- ตัวอย่าง  $\begin{matrix} (112) & 79 & (86) & 101 & 115 \\ (110) & 45 & 91 & (64) & 77 \\ 83 & 81 & (92) & (96) & (102) \end{matrix}$
- ตอบ จำนวนที่หารด้วย 2 ลงตัว ได้แก่ 64 86 92 96 102 110 112

### 1.3.3 แบบฝึกวิธีการคิดการประเมินค่าด้านสัญลักษณ์และผลผลิต

แบบความสัมพันธ์ ESR : Evaluation of Symbolic Relations

- คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาเครื่องหมายจากประโยคสัญลักษณ์ต่อไปนี้ ว่าควรจะเปลี่ยนเครื่องหมายอย่างไร จึงจะทำให้ผลลัพธ์ทั้งสองข้างเท่ากันพร้อมทั้งบอกเหตุผลการเปลี่ยนด้วย

ตัวอย่าง  $0) \quad 5-1 = 2 \div 2$

ตอบ เปลี่ยน  $\div$  เป็น  $\times$  เพราะ เมื่อเปลี่ยนเครื่องหมายแล้วจะได้ว่า

$$5-1 = 2 \times 2 = 4$$

### 1.3.4 แบบฝึกวิธีการคิดการประเมินค่าด้านสัญลักษณ์และผลผลิต

แบบระบบ ESS : Evaluation of Symbolic Systems

- คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาการจัดเรียงกลุ่มตัวเลขที่กำหนดให้ ว่ามีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันอย่างไรมีระบบตามกฎเกณฑ์ใด แล้วให้จัดเรียงกลุ่มตัวเลขใหม่เลียนแบบตามกฎเกณฑ์นั้น

ตัวอย่าง 2, 3, 6, 7, 14

ตอบ บวกด้วย 1 แล้วสลับกับคูณด้วย 2

จัดเรียงกลุ่มตัวเลขเลียนแบบ

- 1.....
- 2.....
- 3.....



## 1.3.5 แบบฝึกวิธีการคิดการประเมินค่าด้านสัญลักษณ์และผลผลิต

แบบแปลงรูป EST : Evaluation of Symbolic Transformations

คำชี้แจง ให้นักเรียนเปลี่ยนตำแหน่งของตัวเลขที่กำหนดให้ให้เป็นจำนวนใหม่ แล้วจัดเรียงจำนวนใหม่จากจำนวนที่มีค่าน้อยไปหาจำนวนที่มีค่ามาก

ตัวอย่าง 4589 3421 8760 2897

ตอบ เปลี่ยนตำแหน่งให้เป็นจำนวนใหม่

5894 4213 7608 8972

จัดเรียงจำนวนใหม่จากจำนวนที่มีค่าน้อยไปหาจำนวนที่มีค่ามาก

4213 5894 7608 8972

## 1.3.6 แบบฝึกวิธีการคิดการประเมินค่าด้านสัญลักษณ์และผลผลิต

แบบประยุกต์ ESI : Evaluation of Symbolic Implications

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ของประโยคสัญลักษณ์ที่กำหนดให้ แล้วให้ประมาณค่าของ A ที่ทำให้แต่ละประโยคเป็นจริงที่สุด

ตัวอย่าง 0)  $A+3 < 14$

ตอบ  $A < 11$  นั่นคือ A มีค่าเท่ากับ 10, 9, 8, ..... 0

ถ้าแทนค่า  $A = 10$  ลงในประโยคสัญลักษณ์

จะได้  $10+3 < 14$

$13 < 14$

2. ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบ่งเป็น 3 ฉบับคือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดการคำนวณ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหา ลักษณะของแบบทดสอบเป็นดังนี้

2.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที ดังตัวอย่าง

ข้อ (0)  $(65 \times 43) + (65 \times 57) = \square$

ก. 6,400

ข. 6,490

ค. 6,500

ง. 6,590

คำตอบ คือ ข้อ ค.

ข้อ (00)  $(9.79 + 1.12) - 5.56 = \square$

ก. 5.35

ข. 3.55

ค. 5.65

ง. 10.91

คำตอบ คือ ข้อ ก.

2.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล  
มีลักษณะเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลาสอบ 60 นาที  
ดังตัวอย่าง

ข้อ (0) เลข 3 ถ้าเอา 2 คูณทั้งเศษและส่วน ผลจะเป็นอย่างไร

5

ก. ค่าจะมากขึ้น

ข. ค่าจะน้อยลง

ค. ค่าจะเท่าเดิม

ง. ค่าจะขึ้นอยู่กับตัวคูณ

คำตอบ คือ ข้อ ค.

ข้อ (00) ข้อใดเป็นวิธีทำ  $2 \frac{3}{5}$  ให้เป็นเศษเกิน

5

ก.  $\frac{(5+2)+3}{5}$

5

ข.  $\frac{(2 \times 3)+3}{5}$

5

ค.  $\frac{(5 \times 2)+3}{3}$

3

ก.  $\frac{(5 \times 2)+3}{5}$

5

คำตอบ คือ ข้อ ง.

2.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหา ลักษณะเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที ดังตัวอย่าง

- ข้อ (0) ซื้อเงาะจากสวนมาราคา 4,250 บาท เสียค่าจ้างรถบรรทุกไปขายที่ตลาด 500 บาท ขายได้ทั้งหมด 6,130 บาท ได้กำไรกี่บาท
- ก. 1,380 บาท
- ข. 1,420 บาท
- ค. 1,450 บาท
- ง. 1,880 บาท

คำตอบ คือ ข้อ ก.

- ข้อ (00) มีแดงโม 5 ผล แบ่งให้เด็กคนละ  $\frac{1}{3}$  ผล จะแบ่งให้เด็กได้กี่คน
- ก. 8 คน
- ข. 10 คน
- ค. 13 คน
- ง. 15 คน

คำตอบ คือ ข้อ ง.

### วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

#### 1. แบบแผนการทดลอง

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ผู้วิจัยใช้แบบแผนการทดลองแบบ Factorial Design (ล่วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2536 : 222) มีลักษณะดังนี้

ตาราง-2 แบบแผนการทดลอง Factorial Design

| A \ B | B | $b_1$ | $b_2$ | $b_3$ |
|-------|---|-------|-------|-------|
|       |   |       |       |       |
| $a_1$ |   |       |       |       |
| $a_2$ |   |       |       |       |
| $a_3$ |   |       |       |       |

จากตารางการทดลอง กำหนดสัญลักษณ์ ดังนี้

A คือ วิธีฝึก แบ่งออกเป็น 3 วิธี ดังนี้

$a_1$  วิธีฝึกการคิดเน้นด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ DSP

$a_2$  วิธีฝึกการคิดเอกลัษณ์ด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ NSP

$a_3$  วิธีฝึกการคิดการประเมินค่าด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ ESP

B คือ ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำแนกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

$b_1$  ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง

$b_2$  ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง

$b_3$  ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

## 2. การดำเนินการทดลอง

ในการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

2.1 สุ่มกลุ่มตัวอย่างจากประชากรที่เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมีนบุรี โดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยใช้ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นชั้น (Strata) ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 90 คน เป็นนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ กลุ่มละ 30 คน

2.2 สุ่มนักเรียนเข้ากลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม โดยแบ่งตามระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้กลุ่มทดลองซึ่งประกอบด้วยนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ กลุ่มทดลองละ 10 คน รวมจำนวนกลุ่มตัวอย่างกลุ่มทดลองละ 30 คน

2.3 กลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่ม ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิต ดังนี้

กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการฝึกวิธีการคิดเอนกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ DSP

กลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการฝึกวิธีการคิดเอนกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ NSP

กลุ่มทดลองที่ 3 ได้รับการฝึกวิธีการคิดการประเมินค่าด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ ESP

โดยผู้วิจัยดำเนินการฝึกในเวลา 15.30 น. - 16.30 น. ซึ่งเป็นเวลาหลังจากเลิกเรียนแล้ว และดำเนินการฝึกติดต่อกันทุกวันเป็นเวลา 4 สัปดาห์

2.4 ขั้นตอนในการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตดำเนินการ ดังนี้

2.4.1 แจกแบบฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตให้กับนักเรียนทุกคน

2.4.2 อธิบายคำสั่ง คำชี้แจงของแต่ละแบบฝึกให้นักเรียนเข้าใจ

2.4.3 ให้นักเรียนฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตจากแบบฝึก โดยตอบลงในแบบฝึกที่แจกให้

2.4.4 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปผลคำตอบของแบบฝึก

2.4.5 เก็บแบบฝึกคั่นทุกครั้งภายหลังการฝึก

### 3. การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ภายหลังจากดำเนินการฝึกจนครบทุกกิจกรรมแล้ว นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ฉบับ ไปสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในวันและเวลาเดียวกัน เพื่อนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ตามจุดมุ่งหมายของการวิจัยต่อไป

### สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 1. หาค่าสถิติพื้นฐาน (ลัวน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 59, 64)

##### 1.1 คะแนนเฉลี่ย

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

|       |           |     |                      |
|-------|-----------|-----|----------------------|
| เมื่อ | $\bar{X}$ | แทน | คะแนนเฉลี่ย          |
|       | $\sum X$  | แทน | ผลรวมของคะแนนทั้งหมด |
|       | $N$       | แทน | จำนวนข้อมูล          |

##### 1.2 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$s = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

|       |              |     |                          |
|-------|--------------|-----|--------------------------|
| เมื่อ | $S$          | แทน | ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน     |
|       | $\sum X^2$   | แทน | ผลรวมกำลังสองของข้อมูล   |
|       | $(\sum X)^2$ | แทน | ผลรวมของข้อมูลยกกำลังสอง |
|       | $N$          | แทน | จำนวนข้อมูล              |

2. ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ คำนวณจากสูตร คูเตอร์-ริชาร์ดสัน. 20  
(KR-20) (ลิวน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 168)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right\}$$

เมื่อ  $r_{tt}$  แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ  
 $n$  แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ  
 $p$  แทน สัดส่วนของคนตอบถูกในแต่ละข้อ  
 $q$  แทน สัดส่วนของคนตอบผิดในแต่ละข้อ หรือเท่ากับ  $1-p$   
 $s_t^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

3. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ใช้การวิเคราะห์  
ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two Way Anova) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS/PC<sup>+</sup>

4. ทดสอบนัยสำคัญระหว่างค่าเฉลี่ย โดยวิธีการเปรียบเทียบพหุคูณ (Multiple Comparisons) ด้วยวิธีการของเซฟเฟ (Kirk. 1968 : 90-91)



## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้ เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ในการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจึงได้กำหนดสัญลักษณ์ของอักษรย่อต่าง ๆ ดังนี้

#### สัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

|           |     |                                                           |
|-----------|-----|-----------------------------------------------------------|
| $\bar{X}$ | แทน | คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบ                                    |
| S         | แทน | ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน                                      |
| SS        | แทน | ผลบวกกำลังสอง                                             |
| df        | แทน | ขั้นของความเป็นอิสระ                                      |
| MS        | แทน | คะแนนความแปรปรวน                                          |
| F         | แทน | ค่านัยสำคัญของการแจกแจง F                                 |
| A         | แทน | วิธีฝึก                                                   |
| $a_1$     | แทน | วิธีการฝึกการคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิต (DSP)       |
| $a_2$     | แทน | วิธีการฝึกการคิดเอกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิต (NSP)        |
| $a_3$     | แทน | วิธีการฝึกการคิดการประเมินค่าด้านสัญลักษณ์และผลผลิต (ESP) |
| B         | แทน | ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน                                |
| $b_1$     | แทน | ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง                             |
| $b_2$     | แทน | ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง                         |
| $b_3$     | แทน | ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ                             |
| DSP       | แทน | วิธีฝึกการคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิต                |
| NSP       | แทน | วิธีฝึกการคิดเอกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิต                 |
| ESP       | แทน | วิธีฝึกการคิดการประเมินค่าด้านสัญลักษณ์และผลผลิต          |

### การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามผลการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกันตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง
2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกัน
3. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกัน
4. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกัน
5. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมทุกด้านของนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกัน

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง

ตาราง 3 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามวิธีฝึกและระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

| วิธีฝึก | ระดับ<br>ผลสัมฤทธิ์ | ด้านทักษะ<br>การคิดคำนวณ |      | ด้านเหตุผล |      | ด้านการแก้<br>โจทย์ปัญหา |      | รวม       |       |
|---------|---------------------|--------------------------|------|------------|------|--------------------------|------|-----------|-------|
|         |                     | $\bar{X}$                | S    | $\bar{X}$  | S    | $\bar{X}$                | S    | $\bar{X}$ | S     |
| DSP     | สูง                 | 23.00                    | 3.13 | 22.88      | 4.32 | 25.00                    | 4.00 | 71.63     | 10.61 |
|         | ปานกลาง             | 18.30                    | 2.00 | 17.89      | 2.26 | 22.44                    | 1.24 | 58.13     | 4.67  |
|         | ต่ำ                 | 12.80                    | 3.12 | 16.40      | 3.06 | 17.60                    | 3.41 | 46.80     | 4.05  |
|         | รวม                 | 18.03                    | 5.03 | 18.81      | 4.18 | 21.66                    | 4.40 | 57.92     | 12.37 |
| NSP     | สูง                 | 23.50                    | 2.68 | 23.90      | 2.85 | 20.88                    | 3.68 | 68.13     | 6.31  |
|         | ปานกลาง             | 16.50                    | 2.88 | 16.22      | 2.59 | 14.80                    | 3.68 | 47.33     | 6.06  |
|         | ต่ำ                 | 12.29                    | 3.73 | 15.33      | 4.61 | 13.40                    | 2.95 | 41.57     | 9.57  |
|         | รวม                 | 18.00                    | 5.47 | 18.68      | 5.18 | 16.04                    | 4.58 | 52.58     | 13.44 |
| ESP     | สูง                 | 20.00                    | 2.18 | 17.60      | 3.34 | 20.40                    | 3.33 | 59.11     | 6.25  |
|         | ปานกลาง             | 15.00                    | 1.87 | 14.50      | 3.59 | 16.88                    | 2.85 | 44.20     | 3.03  |
|         | ต่ำ                 | 11.67                    | 2.65 | 11.22      | 2.77 | 12.20                    | 2.94 | 35.75     | 6.39  |
|         | รวม                 | 15.56                    | 4.11 | 14.56      | 4.14 | 16.46                    | 4.65 | 47.23     | 11.96 |

จากตาราง 3 ปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหา และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมทุกด้าน เมื่อฝึกแบบ DSP มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือการฝึกแบบ NSP และ ESP ตามลำดับ โดยมีค่าเท่ากับ 57.92, 52.58 และ 47.23 ตามลำดับ ถ้าพิจารณาโดยยึดระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและวิธีฝึกปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหา และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมทุกด้าน ในวิธีฝึกทั้ง 3 แบบ โดยที่นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมาคือนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง และนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำตามลำดับ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 59.11 ถึง 71.63, 44.20 ถึง 58.13 และ 33.75 ถึง 46.80 ตามลำดับ ส่วนคะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหา และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมทุกด้าน เมื่อได้รับการฝึกแบบ DSP, NSP และ ESP มีค่าเท่ากับ 12.37, 13.44 และ 11.96 ตามลำดับ และเมื่อจำแนกตามระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง และระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ มีค่าอยู่ระหว่าง 6.25 ถึง 10.60, 3.03 ถึง 6.06 และ 4.05 ถึง 9.57 ตามลำดับ ซึ่งปรากฏว่ามีความแตกต่างกัน ดังนั้นเพื่อต้องการทราบว่า วิธีฝึกแบบใดทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแตกต่างกัน และนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับใดมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน จึงทำการทดสอบโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนต่อไป

2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกัน ผู้วิจัยได้นำคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนแต่ละคนมาทำการวิเคราะห์ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง ปรากฏผลดังตาราง 4

ตาราง 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์  
ด้านทักษะการคิดคำนวณ

| แหล่งตัวแปร            |       | SS      | df | MS     | F       |
|------------------------|-------|---------|----|--------|---------|
| ระหว่างวิธีฝึก         | (A)   | 94.07   | 2  | 47.03  | 6.34**  |
| ระหว่างระดับผลสัมฤทธิ์ | (B)   | 1360.72 | 2  | 680.36 | 91.75** |
| ปฏิสัมพันธ์            | (AxB) | 30.78   | 4  | 7.70   | 1.04    |
| ความคลาดเคลื่อน        |       | 556.13  | 75 | 7.42   |         |
| รวม                    |       | 2058.70 | 83 | 24.80  |         |

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 4 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์ และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกันมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกันมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีฝึกกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และเนื่องจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนครั้งนี้ปรากฏว่าวิธีฝึกต่างกัน และระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันมีค่าสถิติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบพหุคูณตามวิธีการเชฟเฟ (Scheffe') เพื่อค้นหาว่าวิธีฝึกคู่ใด และระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับใดที่มีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณแตกต่างกัน ดังแสดงในตาราง 5 และ 6

ตาราง 5 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกัน

| $\bar{X}$ |       | ESP   | NSP    | DSP    |
|-----------|-------|-------|--------|--------|
|           |       | 15.56 | 18.00  | 18.03  |
| ESP       | 15.56 | -     | 2.44** | 2.47** |
| NSP       | 18.00 |       | -      | 0.03   |
| DSP       | 18.03 |       |        | -      |

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 5 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ ESP กับนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ NSP และนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ ESP กับนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ DSP มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ NSP กับนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ DSP มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 6 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน

| กลุ่ม     | $\bar{X}$ | กลุ่มต่ำ | กลุ่มกลาง | กลุ่มสูง |
|-----------|-----------|----------|-----------|----------|
|           |           | 12.27    | 16.66     | 22.24    |
| กลุ่มต่ำ  | 12.27     | -        | 4.39**    | 9.97**   |
| กลุ่มกลาง | 16.66     |          | -         | 5.58**   |
| กลุ่มสูง  | 22.24     |          |           | -        |

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 6 แสดงว่า นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง และนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง และนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางกับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกัน ผู้วิจัยได้นำคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผลของนักเรียนแต่ละคนมาทำการวิเคราะห์ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง ปรากฏผลดังตาราง 7

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์  
ด้านเหตุผล

| แหล่งตัวแปร            |       | SS      | df | MS     | F       |
|------------------------|-------|---------|----|--------|---------|
| ระหว่างวิธีฝึก         | (A)   | 360.55  | 2  | 180.28 | 16.36** |
| ระหว่างระดับผลสัมฤทธิ์ | (B)   | 767.18  | 2  | 383.59 | 34.80** |
| ปฏิสัมพันธ์            | (AxB) | 51.10   | 4  | 12.77  | 1.16    |
| ความคลาดเคลื่อน        |       | 804.58  | 73 | 11.02  |         |
| รวม                    |       | 1941.02 | 81 | 23.96  |         |

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 7 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์ และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกัน มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกัน มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีฝึกกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผลอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และเนื่องจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนครั้งนี้ปรากฏว่าวิธีฝึกต่างกันและระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน มีค่าสถิติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบพหุคูณตามวิธีการของเชฟเฟ (Scheffe') เพื่อค้นหาว่าวิธีฝึกคู่ใด และระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับใดที่มีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผลแตกต่างกัน ดังแสดงในตาราง 8 และ 9



ตาราง 8 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล  
ของนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกัน

| $\bar{X}$ |       | ESP   | NSP    | DSP    |
|-----------|-------|-------|--------|--------|
|           |       | 14.56 | 18.68  | 18.81  |
| ESP       | 14.56 | -     | 4.12** | 4.25** |
| NSP       | 18.68 |       | -      | 0.13   |
| DSP       | 18.81 |       |        | -      |

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 8 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ ESP กับนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ NSP และนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ ESP กับนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ DSP มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ NSP กับนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ DSP มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผลแตกต่างกันอย่างไม่มีความสำคัญทางสถิติ

ตาราง 9 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาด้านเหตุผลของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน

| กลุ่ม     | $\bar{X}$ | กลุ่มต่ำ | กลุ่มกลาง | กลุ่มสูง |
|-----------|-----------|----------|-----------|----------|
|           |           | 14.39    | 16.27     | 21.36    |
| กลุ่มต่ำ  | 14.39     | -        | 1.88      | 6.97**   |
| กลุ่มกลาง | 16.27     |          | -         | 5.09**   |
| กลุ่มสูง  | 21.36     |          |           | -        |

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 9 แสดงว่า นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง และนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางกับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

4. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกัน ผู้วิจัยได้นำคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนแต่ละคนมาทำการวิเคราะห์ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง ปรากฏผลดังตาราง 10

ตาราง 10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหา

| แหล่งตัวแปร            |       | SS      | df | MS     | F                   |
|------------------------|-------|---------|----|--------|---------------------|
| ระหว่างวิธีฝึก         | (A)   | 529.70  | 2  | 264.85 | 25.09 <sup>**</sup> |
| ระหว่างระดับผลสัมฤทธิ์ | (B)   | 845.91  | 2  | 422.96 | 40.06 <sup>**</sup> |
| ปฏิสัมพันธ์            | (AxB) | 46.19   | 4  | 11.55  | 1.09                |
| ความคลาดเคลื่อน        |       | 802.37  | 76 | 10.56  |                     |
| รวม                    |       | 2255.25 | 84 | 26.85  |                     |

<sup>\*\*</sup> มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 10 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์ และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกันมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกัน มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีฝึกกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหาอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และเนื่องจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนครั้งนี้ปรากฏว่า วิธีฝึกต่างกันและระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน มีค่าสถิติแตกต่างกันอย่างมีนัยทางสถิติ จึงทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบพหุคูณตามวิธีการของเชฟเฟ (Scheffe') เพื่อค้นหาว่าวิธีฝึกใดและระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับใดที่มีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหาแตกต่างกัน ดังแสดงในตาราง 11 และ 12

ตาราง 11 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการ  
แก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีการ  
คิดต่างกัน

| $\bar{X}$ |       | ESP   | NSP   | DSP    |
|-----------|-------|-------|-------|--------|
|           |       | 16.04 | 16.46 | 21.66  |
| ESP       | 16.04 | -     | 0.42  | 5.62** |
| NSP       | 16.46 |       | -     | 5.20** |
| DSP       | 21.66 |       |       | -      |

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 11 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ NSP กับนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ DSP และนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ ESP กับนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ DSP มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ NSP กับนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ ESP มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหาแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

ตาราง 12 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการ  
แก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน

| กลุ่ม     | $\bar{X}$ | กลุ่มต่ำ | กลุ่มกลาง | กลุ่มสูง |
|-----------|-----------|----------|-----------|----------|
|           |           | 14.40    | 17.96     | 22.18    |
| กลุ่มต่ำ  | 14.40     | -        | 3.56**    | 7.78**   |
| กลุ่มกลาง | 17.96     |          | -         | 4.22**   |
| กลุ่มสูง  | 22.18     |          |           | -        |

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 12 แสดงว่า นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง และนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง และนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางกับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมทุกด้านของนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกัน ผู้วิจัยได้นำคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณ ด้านเหตุผล และด้านการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนแต่ละคนมารวมกันเป็นคะแนนรวมแล้วทำการวิเคราะห์ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง ปรากฏผลดังตาราง 13

ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์  
รวมทุกด้าน

| แหล่งตัวแปร            |       | SS       | df | MS      | F       |
|------------------------|-------|----------|----|---------|---------|
| ระหว่างวิธีฝึก         | (A)   | 1872.06  | 2  | 936.03  | 20.72** |
| ระหว่างระดับผลสัมฤทธิ์ | (B)   | 7998.15  | 2  | 3999.07 | 88.52** |
| ปฏิสัมพันธ์            | (AxB) | 141.27   | 4  | 35.32   | .78     |
| ความคลาดเคลื่อน        |       | 2846.13  | 63 | 45.18   |         |
| รวม                    |       | 12351.88 | 71 | 173.97  |         |

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 13 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์ และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกัน มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมทุกด้าน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ต่างกันที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกัน มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมทุกด้านแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีฝึกกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมทุกด้านอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และเนื่องจากการวิเคราะห์ความแปรปรวน ครั้งนี้ปรากฏว่าวิธีฝึกต่างกันและระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันมีค่าสถิติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบพหุคูณตามวิธีการของเชฟเฟ (Scheffe') เพื่อ ค้นหาว่าวิธีฝึกคู่ใดและระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับใดที่มีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมทุกด้านแตกต่างกัน ดังแสดงในตาราง 14 และ 15

ตาราง 14 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมทุกด้าน  
ของนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกัน

| $\bar{X}$ |       | ESP   | NSP   | DSP     |
|-----------|-------|-------|-------|---------|
|           |       | 47.23 | 52.58 | 57.92   |
| ESP       | 47.23 | -     | 5.35  | 10.69** |
| NSP       | 52.58 |       | -     | 5.34    |
| DSP       | 57.92 |       |       | -       |

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 14 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ ESP กับนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ DSP มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมทุกด้านแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ ESP กับนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ NSP และนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ NSP กับนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ DSP มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมทุกด้านแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 15 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมทุกด้าน  
ของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน

| กลุ่ม     | $\bar{X}$ | กลุ่มต่ำ | กลุ่มกลาง | กลุ่มสูง |
|-----------|-----------|----------|-----------|----------|
|           |           | 41.80    | 50.55     | 66.00    |
| กลุ่มต่ำ  | 41.80     | -        | 8.75**    | 24.20**  |
| กลุ่มกลาง | 50.55     |          | -         | 15.45**  |
| กลุ่มสูง  | 66.00     |          |           | -        |

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 15 แสดงว่า นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง และนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง และนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางกับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมทุกด้านแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01



## บทที่ 5

## สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัยศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาผลการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกันที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน เมื่อได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกัน
3. เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2539 ของโรงเรียนมีนบุรี เขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร จำนวน 352 คน
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2539 ของโรงเรียนมีนบุรี เขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร จำนวน 90 คน โดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยมีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นชั้น (Strata)

### สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกันมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน
2. นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน
3. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีฝึกกับสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกับกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

### เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ✓

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. แบบฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิต
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แบบฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิต ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 54 กิจกรรม โดยแบ่งเป็น 3 ชุด ๆ ละ 18 กิจกรรม ดังนี้

ชุดแบบฝึก DSP ประกอบด้วย 18 กิจกรรม ดังนี้

1. DSU แบบฝึกวิธีการคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบหน่วย  
จำนวน 3 กิจกรรม
2. DSC แบบฝึกวิธีการคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบจำพวก  
จำนวน 3 กิจกรรม
3. DSR แบบฝึกวิธีการคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบความสัมพันธ์  
จำนวน 3 กิจกรรม
4. DSS แบบฝึกวิธีการคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบระบบ  
จำนวน 3 กิจกรรม

5. DST แบบฝึกวิธีการคิดเอกชนด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบแปลงรูป

จำนวน 3 กิจกรรม

6. DSI แบบฝึกวิธีการคิดเอกชนด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบประยุกต์

จำนวน 3 กิจกรรม

ชุดแบบฝึก NSP ประกอบด้วย 18 กิจกรรม ดังนี้

1. NSU แบบฝึกวิธีการคิดเอกชนด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบหน่วย

จำนวน 3 กิจกรรม

2. NSC แบบฝึกวิธีการคิดเอกชนด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบจำพวก

จำนวน 3 กิจกรรม

3. NSR แบบฝึกวิธีการคิดเอกชนด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบความสัมพันธ์

จำนวน 3 กิจกรรม

4. NSS แบบฝึกวิธีการคิดเอกชนด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบระบบ

จำนวน 3 กิจกรรม

5. NST แบบฝึกวิธีการคิดเอกชนด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบแปลงรูป

จำนวน 3 กิจกรรม

6. NSI แบบฝึกวิธีการคิดเอกชนด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบประยุกต์

จำนวน 3 กิจกรรม

ชุดแบบฝึก ESP ประกอบด้วย 18 กิจกรรม ดังนี้

1. ESU แบบฝึกวิธีการคิดการประเมินค่าด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบหน่วย

จำนวน 3 กิจกรรม

2. ESC แบบฝึกวิธีการคิดการประเมินค่าด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบจำพวก

จำนวน 3 กิจกรรม

3. ESR แบบฝึกวิธีการคิดการประเมินค่าด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบความสัมพันธ์

จำนวน 3 กิจกรรม

4. ESS แบบฝึกวิธีการคิดการประเมินค่าด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบระบบ

จำนวน 3 กิจกรรม

5. EST แบบฝึกหัดวิธีการคิดการประเมินค่าด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบแปลงรูป  
จำนวน 3 กิจกรรม

6. ESI แบบฝึกหัดวิธีการคิดการประเมินค่าด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบประยุกต์  
จำนวน 3 กิจกรรม

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัย  
สร้างขึ้นประกอบด้วยแบบทดสอบ 3 ฉบับคือ

ฉบับที่ 1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะ  
การคิดคำนวณ จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .34 ถึง .79 ค่าอำนาจจำแนก  
อยู่ระหว่าง .30 ถึง .88 ค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ยเท่ากับ 12.35 และค่าความเชื่อมั่น  
เท่ากับ .81

ฉบับที่ 2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล  
จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .24 ถึง .79 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .38  
ถึง .70 ค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ยเท่ากับ 12.21 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .78

ฉบับที่ 3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการ  
แก้โจทย์ปัญหา จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .38 ถึง .79 ค่าอำนาจจำแนก  
อยู่ระหว่าง .45 ถึง .71 ค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ยเท่ากับ 11.73 และค่าความเชื่อมั่น  
เท่ากับ .80

#### วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1. สุ่มกลุ่มตัวอย่างจากประชากรที่เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียน  
มีนบุรี โดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยใช้ระดับผลสัมฤทธิ์  
ทางการเรียนเป็นชั้น (Strata) ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 90 คน เป็นนักเรียนที่มีระดับ  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ กลุ่มละ 30 คน

2. สุ่มนักเรียนเข้ากลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม โดยแบ่งตามระดับผลสัมฤทธิ์ทางการ

เรียน ได้กลุ่มทดลองซึ่งประกอบด้วยนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ กลุ่มทดลองละ 10 คน รวมจำนวนกลุ่มตัวอย่างกลุ่มทดลองละ 30 คน

3. กลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่ม ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิต

ดังนี้

กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการฝึกวิธีการคิดเนกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ DSP

กลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการฝึกวิธีการคิดเอกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ NSP

กลุ่มทดลองที่ 3 ได้รับการฝึกวิธีการคิดการประเมินค่าด้านสัญลักษณ์และผลผลิต

แบบ ESP

โดยผู้วิจัยดำเนินการฝึกในเวลา 15.30 น. - 16.30 น. ซึ่งเป็นเวลาหลังจากเลิกเรียนแล้ว และดำเนินการฝึกติดต่อกันทุกวัน เป็นเวลา 4 สัปดาห์

4. ขั้นตอนในการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตดำเนินการ ดังนี้

4.1 แจกแบบฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตให้กับนักเรียนทุกคน

4.2 อธิบายคำสั่ง คำชี้แจงของแต่ละแบบฝึกให้นักเรียนเข้าใจ

4.3 ให้นักเรียนฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตจากแบบฝึก โดยตอบลงในแบบฝึกที่แจกให้

4.4 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปผลคำตอบแบบฝึก

4.5 เก็บแบบฝึกคืนทุกครั้งหลังการฝึก

5. ภายหลังจากดำเนินการฝึกจนครบทุกกิจกรรมแล้ว นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ฉบับ ไปสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในวันและเวลาเดียวกัน เพื่อนำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ตามจุดมุ่งหมายของการวิจัยต่อไป

### สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกัน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปรากฏผลดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ ESP กับนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ DSP มีความสามารถในการ

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณ ความสามารถในการแก้ปัญหาทาง  
คณิตศาสตร์ด้านเหตุผล ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหา  
และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมทุกด้านแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง  
สถิติที่ระดับ .01 และเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกแบบ DSP มีค่า  
สูงกว่าแบบ ESP ในทุกด้าน ส่วนนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผล  
ผลิตแบบ ESP กับนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ NSP  
มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณ และความสามารถในการ  
การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วน  
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหา และความสามารถในการ  
แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมทุกด้านแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อพิจารณา  
คะแนนเฉลี่ยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกแบบ NSP มีค่าของความสามารถในการแก้ปัญหา  
ทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้าน  
เหตุผล และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมทุกด้านสูงกว่าการฝึกแบบ ESP  
ยกเว้นความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหาซึ่งมีค่าต่ำกว่าการ  
ฝึกแบบ ESP สำหรับนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ NSP  
กับนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ DSP มีความสามารถ  
ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  
ระดับ .01 ส่วนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณ ความ  
สามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล และความสามารถในการแก้ปัญหาทาง  
คณิตศาสตร์รวมทุกด้านแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ย  
พบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกแบบ DSP มีค่าสูงกว่าแบบ NSP ในทุกด้าน

2. นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่านักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์  
ทางการเรียนปานกลาง มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณ  
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหา และความสามารถในการ  
แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมทุกด้านแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วน  
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

และเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางมีค่าสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำในทุกด้าน ส่วนนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหา และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมทุกด้านแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีค่าสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ สำหรับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางกับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหา และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมทุกด้านแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีค่าสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง

3. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกับกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหาและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมทุกด้านอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

#### อภิปรายผล

ผู้วิจัยอภิปรายผลของการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกัน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกัน มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้าน

การแก้โจทย์ปัญหา และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมทุกด้านแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานการวิจัย แสดงว่า การฝึก สมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกันทั้ง 3 วิธี มีผลต่อความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และสอดคล้องกับการศึกษาของเชดส์คัตต์ โปวาสิณธ์ (2530) ซึ่งศึกษาการฝึกสมรรถภาพสมองเพื่อพัฒนาคุณภาพการคิด พบว่า การฝึกสมรรถภาพ สมองมีผลต่อวิชาคณิตศาสตร์ในด้านการพัฒนาคุณภาพการคิดระดับความจำและสูงกว่าความจำ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการสอนตามปกติ นั่นคือการฝึกสมรรถภาพสมองจะช่วยในการเรียนรู้ ของนักเรียน และจากการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยรายคู่ ปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยของการฝึก แบบ DSP มีค่าสูงกว่าการฝึกแบบอื่น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะวิธีการฝึกแบบ DSP นั้นฝึกโดยเน้น ให้นักเรียนใช้วิธีการคิดหลายลักษณะทำให้เกิดความคิดหลายด้านที่เป็นกระบวนการอย่างมีระบบ นอกจากนี้จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมอง ด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ ESP กับนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และ ผลผลิตแบบ DSP มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณ ความ สามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการแก้โจทย์ปัญหา และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมทุกด้านแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่คะแนนเฉลี่ยของการฝึกแบบ DSP สูงกว่าการฝึก แบบ ESP แสดงว่าการฝึกแบบ DSP ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 ด้านได้ดีกว่าการฝึกแบบ ESP ส่วนนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์ และผลผลิตแบบ ESP กับนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ DSP มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณ และความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยที่คะแนนเฉลี่ย ของการฝึกแบบ DSP มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล และความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์รวมทุกด้านสูงกว่าการฝึกแบบ ESP ส่วนความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหาและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมทุกด้าน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าการฝึกแบบ DSP ส่งเสริมความสามารถ



ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผลได้ดีกว่าการฝึกแบบ ESP สำหรับนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ NSP กับนักเรียนที่ได้รับการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ DSP มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยเฉลี่ยคะแนนเฉลี่ยของการฝึกแบบ DSP สูงกว่าการฝึกแบบ NSP แสดงว่า การฝึกแบบ DSP ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหาได้ดีกว่าการฝึกแบบ NSP ส่วนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมทุกด้านแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะวิธีการฝึกการคิดทั้งสองแบบ ไม่ได้แยกออกจากกันโดยอิสระ ดังคำอธิบายสมรรถภาพทางสมองของมนุษย์เป็นสามมิติของกิลฟอร์ด (Guilford and Hoepfner. 1971: 20-21)

2. นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหา และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมทุกด้านแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย และสอดคล้องกับการศึกษาของ จินดา กิจนูนวงศ์ (2537) ซึ่งศึกษาผลการฝึกความคิดอเนกนัยที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน พบว่า นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน เมื่อได้รับการฝึกความคิดอเนกนัยแล้วจะมีความคิดสร้างสรรค์แตกต่างกัน และจากการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยรายคู่พบว่า นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการคิดคำนวณ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหา และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมทุกด้านแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ส่วนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางและ

นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำมีความสามารถด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับหลักการ วิธีการ และมโนภาพในความคิดแบบนามธรรมใกล้เคียงกัน เมื่อได้รับการฝึกซึ่งเป็นประสบการณ์คล้ายคลึงกันจึงมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผลไม่แตกต่างกัน ส่วนนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหา และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมทุกด้านแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ซึ่งอาจเป็นเพราะนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง และนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำมีความสามารถแตกต่างกันมาก และในการทดสอบเป็นการตอบสนองที่ใช้เวลาจำกัด นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจึงสามารถตอบสนองได้เร็วกว่า สำหรับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางกับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหา และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมทุกด้านแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง ซึ่งอาจเป็นเพราะนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีความสามารถในการตอบสนองที่รวดเร็วเร็วกว่านักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง

3. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหา และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์รวมทุกด้านอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย แสดงว่า วิธีการฝึกแต่ละวิธีเป็นอิสระ ไม่ขึ้นอยู่กับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะธรรมชาติของความแตกต่างระหว่างบุคคล กล่าวคือนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงย่อมตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้ดีกว่านักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ปานกลางและต่ำ ดังนั้นการใช้วิธีฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบใดกับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ก็ได้

ฉิมพ์ เค ๒ บทสรุป

### ข้อเสนอแนะ

#### ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ในการฝึกเพื่อให้ได้ผลอย่างมีประสิทธิภาพ บรรยายภาคในห้องเรียนมีความสำคัญมาก ดังนั้น การฝึกนักเรียนควรจัดบรรยายภาคให้เป็นอิสระแก่นักเรียน ไม่เครียดกับระเบียบวินัยจนเกินไป ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างเสรี
2. ถ้าจะฝึกให้นักเรียนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ควรใช้แบบฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ DSP ซึ่งจากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยวิธีนี้มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงที่สุดทั้งด้านทักษะการคิดคำนวณ ด้านเหตุผล และด้านการแก้โจทย์ปัญหา ทั้งในกลุ่มนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ โดยสามารถดัดแปลงตัวเราให้เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน

#### ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย

1. ควรทำการวิจัยที่ใช้การฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตกับนักเรียนระดับชั้นอื่น ๆ
2. ควรใช้การฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตเพื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการฝึกว่าผลจะมีผลอย่างไร
3. ควรศึกษาโดยใช้การฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีต่อตัวแปรตามอื่น ๆ เช่น ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

บรรณานุกรม

## บรรณานุกรม

ก่อ สวัสดิ์พานิช. "แนวการสอนภาษาไทย," คู่มือภาษาไทย. เอกสารการนิเทศการศึกษากรมการฝึกหัดครู, 2514.

คณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. วัตถุประสงค์นโยบาย และมาตรการของแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 7 (พ.ศ.2535 -2539). กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2534.

\_\_\_\_\_. รายงานการประเมินความก้าวหน้า : คุณภาพนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระดับประเทศ ปีการศึกษา 2527. กรุงเทพฯ : กองวิชาการ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2528.

\_\_\_\_\_. รายงานการประเมินความก้าวหน้า : คุณภาพนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระดับประเทศ ปีการศึกษา 2528. กรุงเทพฯ : กองวิชาการ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2529.

\_\_\_\_\_. รายงานการประเมินความก้าวหน้า : คุณภาพนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระดับประเทศ ปีการศึกษา 2529. กรุงเทพฯ : กองวิชาการ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2530.

\_\_\_\_\_. รายงานการประเมินความก้าวหน้า : คุณภาพนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระดับประเทศ ปีการศึกษา 2530. กรุงเทพฯ : กองวิชาการ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2531.

\_\_\_\_\_. รายงานการประเมินความก้าวหน้า : คุณภาพนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระดับประเทศ ปีการศึกษา 2531. กรุงเทพฯ : กองวิชาการ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2532.

\_\_\_\_\_. รายงานการประเมินความก้าวหน้า : คุณภาพนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระดับประเทศ ปีการศึกษา 2532. กรุงเทพฯ : กองวิชาการ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2533.

- จุติพร โปธิศิริ. การเปรียบเทียบผลของการฝึกด้วยตนเองกับการฝึกโดยครูที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดพรหมโลก อำเภอพรหมคีรี จังหวัดนครศรีธรรมราช. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, 2534. อัดสำเนา.
- จรินทร์ ประสงค์สม. ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองทางรูปภาพกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2517. อัดสำเนา.
- จินดา กิจบุญวงศ์. ผลการฝึกความคิดอเนกนัยที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2537. อัดสำเนา.
- ชวาล แพร่ตกุล และล้วน สายยศ. คู่มือการใช้แบบทดสอบมาตรฐาน ชุดวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 7. สำนักงานทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยาคณะวิจัย การศึกษา ประสานมิตร, 2513.
- เชิดศักดิ์ โฆวาสินธุ์. การฝึกสมรรถภาพสมองเพื่อพัฒนาคุณภาพการคิด. ปรินิพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัดสำเนา.
- ดิลก ดิลกานนท์. การฝึกทักษะการคิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์. ปรินิพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2534. อัดสำเนา.
- ด้าย เชียงฉวี. ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2519. อัดสำเนา.
- ทองหล่อ วิภาวิน. การวัดความถนัด. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2524.
- ทองสุข วันแสน. การศึกษาสมรรถภาพสมองทางภาษาห้าด้านตามแนวทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อัดสำเนา.
- นิตยา กิจโร. การศึกษาผลการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียนในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัดสำเนา.

- นิตยา ฤทธิโยธี. การทำและการใช้แบบฝึกหัดเสริมทักษะ. เอกสารเผยแพร่ความรู้การ  
เรียนภาษาไทย หน่วยงานนิเทศก์ กรมสามัญศึกษา, 2520. อัดสำเนา.
- บุญทัน อยู่ชมบุญ. พฤติกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ :  
โอเดียนสโตร์, 2529.
- ประเสริฐ สมพงษ์ธรรม. ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการคิดเอกนัยทางสัญลักษณ์  
ตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. ปรินิพนธ์  
กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524.
- พเยาว์ ทักษิณ. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางภาษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษา  
ปีที่ 4 โดยใช้แบบฝึกเขียนอย่างสร้างสรรค์ที่นักเรียนเขียนได้อย่างอิสระกับครูเป็น  
ผู้กำหนดเนื้อหา. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
ประสานมิตร, 2523. อัดสำเนา.
- พิเชษฐ์ ตั้งเจตนาภิรมย์. การสร้างแบบทดสอบวัดการคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์ตัวเลขตาม  
ทฤษฎีโครงสร้างของกิลฟอร์ด. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย  
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อัดสำเนา.
- ไพรัตน์ สุวรรณแสน. "การทำและการใช้แบบฝึกเสริมทักษะ," คู่มือครู แนวคิด และพรรณนะ  
บางประการเกี่ยวกับกลยุทธ์การสอนเด็กเริ่มเรียนที่พูดสองภาษา. สำนักงาน  
ศึกษาธิการเขต 11, 2517.
- เพ็ญศรี พุ่มหรง. การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดหาเหตุผลตามหลักการอนุรักษ์ตาม  
ทฤษฎีของเพียเจต์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของเด็กท่อนวักชั้น  
ประถมศึกษาปีที่ 6 โดยวิธีเตรียมและไม่เตรียมความพร้อมด้วยแบบสร้างความคิด  
รวบยอดตามแนวของกาเย่. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.
- มณี วรศิริ. การศึกษาด้วยพยากรณ์ในการสอบคัดเลือกเข้าเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของ  
โรงเรียนมัธยมสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร. ปรินิพนธ์ กศ.ม.  
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2521. อัดสำเนา.

- รัชธร กอบุญช่วย. การศึกษาผลของ เกมและปริศนาคณิตศาสตร์ที่มีต่อทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ และการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2522. อัดสำเนา.
- ล้วน สายยศ. การค้นหาวัยการณบางชนิดที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนวิชาเอก คณิตศาสตร์ของนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง ปีการศึกษา 2510. ปริญญาโท ก.ศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2511. อัดสำเนา.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. สถิติวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2522.
- \_\_\_\_\_. หลักการสร้างแบบทดสอบความถนัด. พิมพ์ครั้งที่ 3 ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2525.
- \_\_\_\_\_. หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศึกษาพร, 2528.
- \_\_\_\_\_. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, 2536.
- ศศิธร สุทธิแพทย์. แบบฝึกหัดสำหรับสอนเรื่องวลีในภาษาไทยระดับประกาศนียบัตรวิชาการ ศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ :จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517. อัดสำเนา.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. คู่มือการใช้หลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ, 2525.
- \_\_\_\_\_. รายงานงานการวิจัยเรื่อง การติดตามและประเมินผลการทดลองใช้หลักสูตร ประถมศึกษา ปีการศึกษา 2523. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ, 2527.
- \_\_\_\_\_. หลักสูตรประถมศึกษาพุทธศักราช 2521. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ :กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2530.
- \_\_\_\_\_. หลักสูตรประถมศึกษาพุทธศักราช 2521.(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533). กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2532.
- สถาพร ทัพพะกุล. ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองทางสัญลักษณ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาคณิตศาสตร์. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2516. อัดสำเนา.



- สมจิต ชิวปรีชา. "แนวทางในการแก้ไขปัญหาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา," ประชาศึกษา. 35(5) :22 - 29 ; กุมภาพันธ์ 2529.
- สมนึก มุกตา. ผลการฝึกการรับรู้แบบภาพสองนัยที่มีต่อการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อัดสำเนา.
- สมพร ประยูรกิตติกุล. ผลการฝึกสมรรถภาพสมองด้านเหตุผลที่มีต่อความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. กศ.ม. กรุงเทพฯ :มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2535. อัดสำเนา.
- สุมาลี จันทรชลอ. ผลการฝึกทักษะการรู้คิดต่อความคิดรวบยอด. ปรินญานิพนธ์ กศ.ด. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533. อัดสำเนา.
- สุเทพ จิตรชื่น. ผลการฝึกสมรรถภาพด้านประธานวิสัย โดยใช้รูปภาพเป็นสื่อต่อความเข้าใจในการอ่านของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2525. อัดสำเนา.
- สุเทพ สันติวรานนท์. ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองด้านการประเมินค่าทางสัญลักษณ์ตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัดสำเนา.
- อุดมศักดิ์ นาคี. ผลของการฝึกปฏิบัติด้านต่อภาพ ขั้วภาพ ตัดกระดาษ ที่มีต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อัดสำเนา.
- Adler, Nurit and Ruth Guttman. "The Radex Structure of Intelligence : A Replication," Educational and Psychological Measurement. 42: 739-747; Autumn, 1982.
- Aiken, Lewis R. Psychological Testing and Assessment. 2 nd ed. Boston, Allyn and Bacon, 1977.
- Allen, Mary J. and Yen. Introduction to Measurement Theory. California: CTB McGraw-Hill Publish Company, Inc., 1979.

- Anastasi, Anne. Psychological Testing. 5th ed. New York: McMillan Publishing Co., Inc., 1982.
- Brown, Stephen W., J.P. Guilford and Ralph Hoepfnerr. "Six Semantic Memory Abilities," Educational and Psychological Measurement. 28 : 691-717; Autumn, 1968.
- Caldwell, James. "Structure-of-Intellect Measures and other Test as Predictors of Success in Tenth-Grade Modern Geometry," Educational and Psychological measurement. 437-441; Spring-Winter, 1972.
- Fan, Chung-Teh. Item Analysis Table, Educational Testing Service. New Jersey : Prentice-Hall, Inc., 1952.
- Guilford, J.P. Fundamental Statistic in Psychology and Education. 3rd ed. New York : McGraw-Hill, 1956.
- \_\_\_\_\_. The Nature of Human Intelligence. New York, McGraw-Hill Book Company, 1967.
- \_\_\_\_\_. J.P. and Ralph Howpfner. The Analysis of Intelligence. New York : McGraw-Hill Book Company, 1971.
- Guilford, J.P., R.Hoepfner and H. Peterson. "Predicting Achievement in Nith-Grade Mathematic from Measure of Intellectual Attitude Factors," Educational and Psychological Measurement. 25 : 659 - 682; Autumn, 1965.
- Harress, J.H. "The Two Meaning of Mathematics," A Hand of Programmed Learning. India : Anard Press, n.d.
- Hill, J.R. "Factor Analysis Abilites and Success in College Mathematics," in Educational and Psychological Measurement. 17: 615-622; Winter, 1957.

- Kirk, Roger E. Experimental Design: Procedures for the Behavioral Sciences. California: Wad Sworth Publishing Company, Inc., 1968.
- Smith, W.W. "Differential Prediction of Two Test Batteries," in The Journal of Educational Research. 5 : 39-42; September, 1963.

ภาคผนวก

## ภาคผนวก ก.

ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐาน  
ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ตาราง 16 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณ จากการทดสอบครั้งที่ 1

| ข้อที่ | ก   |     |          | ข   |     |          | ค   |     |          | ง   |     |          |
|--------|-----|-----|----------|-----|-----|----------|-----|-----|----------|-----|-----|----------|
|        | p   | r   | $\Delta$ | p   | r   | $\Delta$ | p   | r   | $\Delta$ | p   | r   | $\Delta$ |
| 1.     | .05 | .26 | 19.79    | .03 | .09 | 20.53    | .79 | .16 | 9.79*    | .14 | .06 | 17.41    |
| 2.     | .05 | .35 | 19.49    | .82 | .55 | 9.35*    | .05 | .41 | 19.49    | .08 | .35 | 18.76    |
| 3.     | .01 | .60 | 22.74    | .94 | .38 | 6.78*    | .05 | .22 | 19.79    | .01 | .26 | 22.74    |
| 4.     | .03 | .19 | 20.53    | .03 | .42 | 20.53    | .20 | .28 | 16.43    | .73 | .42 | 10.47*   |
| 5.     | .09 | .41 | 18.36    | .80 | .54 | 9.46*    | .07 | .38 | 18.98    | .03 | .27 | 20.53    |
| 6.     | .07 | .46 | 18.98    | .03 | .32 | 20.53    | .09 | .29 | 18.36    | .80 | .52 | 9.46*    |
| 7.     | .05 | .22 | 19.49    | .08 | .49 | 18.55    | .77 | .52 | 9.99*    | .09 | .27 | 18.36    |
| 8.     | .89 | .74 | 7.99*    | .05 | .49 | 19.79    | .04 | .50 | 20.13    | .02 | .60 | 21.03    |
| 9.     | .08 | .51 | 18.55    | .08 | .47 | 18.55    | .10 | .15 | 18.18    | .73 | .58 | 10.57*   |
| 10.    | .07 | .53 | 18.96    | .28 | .04 | 15.53*   | .61 | .27 | 11.84    | .04 | .41 | 20.13    |
| 11.    | .03 | .04 | 20.53    | .60 | .40 | 11.99*   | .34 | .31 | 14.65    | .03 | .44 | 20.53    |
| 12.    | .06 | .27 | 19.22    | .71 | .10 | 10.75*   | .06 | .43 | 19.22    | .15 | .02 | 17.54    |
| 13.    | .10 | .13 | 18.18    | .22 | .24 | 16.11    | .59 | .47 | 12.07*   | .09 | .46 | 18.36    |
| 14.    | .21 | .49 | 16.32*   | .33 | .21 | 14.32    | .06 | .27 | 19.22    | .41 | .09 | 14.01    |
| 15.    | .17 | .18 | 16.89    | .21 | .58 | 16.21*   | .11 | .06 | 18.01    | .50 | .31 | 12.96    |
| 16.    | .37 | .61 | 14.32*   | .49 | .28 | 13.04    | .05 | .31 | 19.79    | .09 | .49 | 18.36    |
| 17.    | .18 | .46 | 16.77    | .07 | .20 | 18.98    | .59 | .62 | 12.07*   | .16 | .27 | 17.01    |
| 18.    | .18 | .30 | 16.77    | .26 | .03 | 15.62    | .16 | .53 | 17.01    | .40 | .57 | 14.08*   |
| 19.    | .15 | .45 | 17.14    | .64 | .66 | 11.51*   | .17 | .40 | 16.89    | .03 | .24 | 20.53    |
| 20.    | .12 | .09 | 17.70    | .08 | .26 | 18.76    | .13 | .60 | 17.55    | .67 | .55 | 11.18    |
| 21.    | .09 | .13 | 18.18    | .11 | .50 | 18.01    | .21 | .33 | 16.32    | .59 | .57 | 12.07*   |
| 22.    | .05 | .21 | 19.79    | .44 | .63 | 13.62*   | .42 | .27 | 13.85    | .09 | .63 | 18.36    |
| 23.    | .11 | .41 | 18.01    | .28 | .49 | 15.34    | .55 | .79 | 12.46*   | .06 | .41 | 19.22    |

| ตัวเลือก<br>ข้อที่ | ก   |     |          | ข   |     |          | ค   |     |          | ง   |     |          |
|--------------------|-----|-----|----------|-----|-----|----------|-----|-----|----------|-----|-----|----------|
|                    | p   | r   | $\Delta$ | p   | r   | $\Delta$ | p   | r   | $\Delta$ | p   | r   | $\Delta$ |
| 24.                | .63 | .64 | 11.59*   | .08 | .08 | 18.55    | .16 | .66 | 17.01    | .11 | .26 | 18.01    |
| 25.                | .10 | .03 | 18.18    | .29 | .81 | 15.25    | .04 | .35 | 20.13    | .57 | .79 | 12.23*   |
| 26.                | .09 | .24 | 18.36    | .57 | .66 | 12.31*   | .18 | .52 | 16.77    | .15 | .37 | 17.54    |
| 27.                | .11 | .34 | 18.01    | .12 | .26 | 17.85    | .04 | .49 | 20.13    | .73 | .48 | 10.47*   |
| 28.                | .80 | .39 | 9.46*    | .14 | .27 | 17.41    | .05 | .40 | 19.49    | .15 | .52 | 16.67    |
| 29.                | .15 | .49 | 17.14    | .64 | .41 | 11.51*   | .19 | .05 | 16.54    | .02 | .34 | 21.69    |
| 30.                | .15 | .50 | 17.54    | .62 | .64 | 11.76*   | .09 | .22 | 18.36    | .13 | .30 | 17.55    |
| 31.                | .08 | .37 | 18.55    | .08 | .32 | 18.55    | .79 | .51 | 9.79*    | .04 | .23 | 20.13    |
| 32.                | .11 | .59 | 18.01    | .23 | .17 | 16.01    | .58 | .33 | 12.15*   | .06 | .41 | 19.22    |
| 33.                | .10 | .44 | 18.18    | .07 | .20 | 18.98    | .77 | .55 | 9.99*    | .05 | .40 | 19.49    |
| 34.                | .06 | .02 | 19.22    | .12 | .44 | 17.70    | .51 | .64 | 12.96*   | .30 | .42 | 15.16    |
| 35.                | .10 | .38 | 18.18    | .08 | .28 | 18.76    | .27 | .52 | 15.53    | .56 | .76 | 12.38*   |
| 36.                | .75 | .63 | 10.29*   | .05 | .24 | 19.49    | .16 | .49 | 17.01    | .04 | .53 | 20.13    |
| 37.                | .28 | .78 | 15.34    | .65 | .88 | 11.43*   | .05 | .39 | 19.49    | .02 | .10 | 21.69    |
| 38.                | .25 | .56 | 15.71    | .38 | .26 | 14.24    | .15 | .46 | 17.14    | .18 | .76 | 16.65*   |
| 39.                | .60 | .82 | 11.92*   | .27 | .63 | 15.53    | .03 | .50 | 20.53    | .10 | .32 | 18.18    |
| 40.                | .01 | .23 | 22.74    | .15 | .65 | 17.54    | .12 | .25 | 17.85    | .70 | .55 | 10.84*   |
| 41.                | .18 | .21 | 16.65    | .43 | .45 | 13.77*   | .30 | .30 | 15.16    | .09 | .08 | 18.36    |
| 42.                | .45 | .12 | 13.54    | .16 | .08 | 17.01    | .34 | .39 | 14.65*   | .04 | .35 | 20.13    |
| 43.                | .43 | .69 | 13.77*   | .27 | .48 | 15.53    | .18 | .12 | 16.77    | .13 | .34 | 17.55    |
| 44.                | .24 | .16 | 15.91    | .29 | .27 | 15.16*   | .31 | .09 | 15.08    | .14 | .02 | 17.41    |
| 45.                | .50 | .29 | 13.04*   | .16 | .08 | 17.01    | .21 | .22 | 16.32    | .12 | .12 | 17.70    |

ตัวเลือกใดที่มีเครื่องหมาย \* แสดงว่าตัวเลือกนั้นเป็นตัวเลือก

ตาราง 17 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐาน ของแบบทดสอบวัด  
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณ

| ข้อที่ | p   | r   | $\Delta$ | อันดับข้อที่<br>จัดทำใหม่ | ข้อที่ | p   | r   | $\Delta$ | อันดับข้อที่<br>จัดทำใหม่ |
|--------|-----|-----|----------|---------------------------|--------|-----|-----|----------|---------------------------|
| 1.     | .79 | .16 | 9.79     |                           | 24.    | .63 | .64 | 11.59    | 14                        |
| 2.     | .82 | .55 | 9.35     |                           | 25.    | .57 | .79 | 12.23    | 15                        |
| 3.     | .94 | .38 | 6.78     |                           | 26.    | .57 | .66 | 12.31    | 16                        |
| 4.     | .73 | .42 | 10.47    | 1                         | 27.    | .73 | .48 | 10.47    | 17                        |
| 5.     | .80 | .54 | 9.46     |                           | 28.    | .80 | .39 | 9.46     |                           |
| 6.     | .80 | .52 | 9.46     |                           | 29.    | .64 | .41 | 11.51    | 18                        |
| 7.     | .77 | .52 | 9.99     | 2                         | 30.    | .62 | .64 | 11.76    | 19                        |
| 8.     | .89 | .74 | 7.99     |                           | 31.    | .79 | .51 | 9.79     | 20                        |
| 9.     | .73 | .58 | 10.57    | 3                         | 32.    | .58 | .33 | 12.15    |                           |
| 10.    | .28 | .04 | 15.53    |                           | 33.    | .77 | .55 | 9.99     | 21                        |
| 11.    | .60 | .40 | 11.99    | 4                         | 34.    | .51 | .64 | 12.96    | 22                        |
| 12.    | .71 | .10 | 10.75    |                           | 35.    | .56 | .76 | 12.38    | 23                        |
| 13.    | .59 | .47 | 12.07    | 5                         | 36.    | .75 | .63 | 10.29    | 24                        |
| 14.    | .21 | .49 | 16.32    |                           | 37.    | .65 | .88 | 11.43    | 25                        |
| 15.    | .21 | .58 | 16.21    |                           | 38.    | .18 | .76 | 16.65    |                           |
| 16.    | .37 | .61 | 14.32    | 6                         | 39.    | .60 | .82 | 11.92    | 26                        |
| 17.    | .59 | .62 | 12.07    | 7                         | 40.    | .70 | .55 | 10.84    | 27                        |
| 18.    | .40 | .57 | 14.08    | 8                         | 41.    | .43 | .45 | 13.77    | 28                        |
| 19.    | .64 | .66 | 11.51    | 9                         | 42.    | .34 | .39 | 14.65    | 29                        |
| 20.    | .67 | .55 | 11.18    | 10                        | 43.    | .43 | .69 | 13.77    | 30                        |
| 21.    | .59 | .57 | 12.07    | 11                        | 44.    | .29 | .27 | 15.16    |                           |
| 22.    | .44 | .63 | 13.62    | 12                        | 45.    | .50 | .29 | 13.04    |                           |
| 23.    | .55 | .77 | 12.46    | 13                        |        |     |     |          |                           |



ตาราง 18 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา  
ทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล จากการทดสอบครั้งที่ 1

| ข้อที่<br>ตัวเลือก | ก   |      |          | ข   |     |          | ค   |     |          | ง   |      |          |
|--------------------|-----|------|----------|-----|-----|----------|-----|-----|----------|-----|------|----------|
|                    | p   | r    | $\Delta$ | p   | r   | $\Delta$ | p   | r   | $\Delta$ | p   | r    | $\Delta$ |
| 1.                 | .05 | .25  | 19.55    | .80 | .42 | 9.59*    | .04 | .50 | 19.85    | .10 | .19  | 18.08    |
| 2.                 | .90 | .50  | 7.92*    | .07 | .31 | 18.82    | .01 | .55 | 22.78    | .02 | .54  | 21.08    |
| 3.                 | .11 | .44  | 17.92    | .04 | .35 | 19.85    | .05 | .41 | 19.55    | .79 | .60  | 9.70*    |
| 4.                 | .10 | .28  | 18.25    | .75 | .58 | 10.29*   | .10 | .59 | 18.25    | .06 | .24  | 19.28    |
| 5.                 | .20 | .29  | 16.41    | .04 | .30 | 20.18    | .13 | .25 | 17.48    | .62 | .44  | 11.71*   |
| 6.                 | .04 | .30  | 20.18    | .04 | .32 | 20.18    | .86 | .53 | 8.11*    | .07 | .34  | 19.04    |
| 7.                 | .09 | .43  | 18.43    | .11 | .35 | 17.92    | .67 | .58 | 11.24*   | .13 | .30  | 17.48    |
| 8.                 | .37 | .06  | 14.36    | .53 | .27 | 12.70*   | .02 | .22 | 21.74    | .09 | .42  | 18.43    |
| 9.                 | .27 | .43  | 15.53    | .34 | .22 | 20.18    | .02 | .43 | 21.74    | .68 | .51  | 11.07*   |
| 10.                | .03 | .25  | 20.58    | .90 | .51 | 7.75*    | .03 | .51 | 20.58    | .04 | .30  | 20.18    |
| 11.                | .22 | .33  | 16.20    | .06 | .24 | 19.28    | .08 | .45 | 18.62    | .64 | .56  | 11.56*   |
| 12.                | .10 | .45  | 18.25    | .10 | .41 | 18.08    | .73 | .59 | 10.56*   | .07 | .13  | 19.04    |
| 13.                | .64 | .64  | 11.48*   | .19 | .34 | 16.51    | .03 | .43 | 20.58    | .13 | .48  | 17.48    |
| 14.                | .73 | .34  | 10.56*   | .10 | .20 | 18.08    | .13 | .35 | 17.48    | .03 | .12  | 20.58    |
| 15.                | .07 | .12  | 19.04    | .48 | .32 | 12.23*   | .39 | .44 | 14.13    | .06 | -.46 | 19.28    |
| 16.                | .25 | .17  | 15.71    | .45 | .26 | 13.52*   | .14 | .16 | 17.89    | .16 | .07  | 17.09    |
| 17.                | .21 | .28  | 16.30    | .15 | .31 | 17.28    | .53 | .58 | 12.70*   | .11 | .31  | 17.92    |
| 18.                | .48 | .23  | 13.23    | .06 | .10 | 19.28    | .24 | .70 | 15.90*   | .22 | .31  | 16.20    |
| 19.                | .08 | .09  | 18.62    | .34 | .44 | 14.60    | .13 | .35 | 17.48    | .44 | .66  | 13.67*   |
| 20.                | .63 | .31  | 11.64*   | .04 | .15 | 19.85    | .20 | .27 | 16.41    | .13 | .13  | 17.62    |
| 21.                | .12 | -.04 | 17.77    | .09 | .57 | 18.43    | .70 | .35 | 10.82*   | .08 | .17  | 18.62    |
| 22.                | .18 | -.02 | 16.74    | .31 | .07 | 14.93*   | .33 | .13 | 14.84    | .18 | .28  | 16.74    |
| 23.                | .40 | .38  | 13.98*   | .27 | .38 | 15.44    | .08 | .41 | 18.62    | .23 | .17  | 16.00    |

| ข้อที่ | ก   |      |          | ข   |      |          | ค   |     |          | ง   |     |          |
|--------|-----|------|----------|-----|------|----------|-----|-----|----------|-----|-----|----------|
|        | p   | r    | $\Delta$ | p   | r    | $\Delta$ | p   | r   | $\Delta$ | p   | r   | $\Delta$ |
| 24.    | .22 | .54  | 16.20    | .47 | .64  | 13.37*   | .15 | .37 | 17.28    | .17 | .28 | 16.85    |
| 25.    | .19 | .29  | 16.51    | .50 | .57  | 13.04*   | .15 | .14 | 17.28    | .16 | .39 | 17.09    |
| 26.    | .13 | .07  | 17.62    | .13 | -.03 | 17.48    | .60 | .06 | 11.95*   | .13 | .08 | 17.48    |
| 27.    | .29 | .45  | 15.27    | .07 | .40  | 19.04    | .08 | .16 | 18.62    | .56 | .62 | 12.40*   |
| 28.    | .40 | .15  | 14.05    | .32 | .04  | 14.84    | .16 | .32 | 17.09    | .12 | .71 | 17.77*   |
| 29.    | .34 | -.07 | 14.68    | .15 | .47  | 17.28    | .30 | .54 | 15.09*   | .21 | .35 | 16.30    |
| 30.    | .25 | -.02 | 15.71    | .37 | .38  | 14.36*   | .16 | .04 | 17.09    | .22 | .42 | 16.10    |
| 31.    | .14 | .39  | 17.89    | .23 | .33  | 16.00    | .24 | .14 | 15.90    | .39 | .59 | 14.13*   |
| 32.    | .18 | .34  | 16.74    | .62 | .47  | 11.79*   | .13 | .20 | 17.48    | .07 | .26 | 18.82    |
| 33.    | .04 | .20  | 19.85    | .29 | .24  | 15.27    | .40 | .47 | 14.05*   | .27 | .21 | 15.53    |
| 34.    | .34 | .23  | 14.68    | .32 | .49  | 14.93*   | .19 | .22 | 16.62    | .16 | .12 | 17.09    |
| 35.    | .45 | .08  | 13.52    | .33 | .24  | 14.76*   | .11 | .30 | 17.92    | .09 | .10 | 18.43    |
| 36.    | .61 | .57  | 11.87*   | .26 | .36  | 15.62    | .04 | .36 | 19.85    | .09 | .38 | 18.43    |
| 37.    | .49 | .50  | 13.04*   | .14 | .37  | 17.89    | .26 | .18 | 15.62    | .11 | .30 | 17.92    |
| 38.    | .14 | .57  | 17.89    | .11 | .33  | 17.92    | .63 | .56 | 11.64*   | .11 | .11 | 17.92    |
| 39.    | .10 | .35  | 18.25    | .13 | .42  | 17.62    | .32 | .02 | 14.93    | .45 | .43 | 13.52*   |
| 40.    | .20 | -.15 | 16.41    | .11 | .38  | 17.92    | .12 | .28 | 17.77    | .57 | .25 | 12.25*   |
| 41.    | .63 | .44  | 11.64*   | .18 | .24  | 16.74    | .09 | .47 | 18.43    | .10 | .10 | 18.05    |
| 42.    | .15 | .25  | 17.28    | .33 | .26  | 14.84    | .45 | .54 | 13.52*   | .07 | .36 | 19.04    |
| 43.    | .26 | .19  | 15.52    | .39 | .55  | 14.13*   | .14 | .32 | 17.89    | .20 | .29 | 16.41    |
| 44.    | .44 | .57  | 13.60    | .16 | .19  | 16.97*   | .23 | .39 | 16.00    | .16 | .21 | 16.97    |
| 45.    | .07 | .05  | 18.82    | .05 | .29  | 19.55    | .24 | .51 | 15.90    | .64 | .54 | 11.56*   |

ตัวเลือกใดที่มีเครื่องหมาย \* แสดงว่าตัวเลือกนั้นเป็นตัวเลือก

ตาราง 19 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐาน ของแบบทดสอบวัด  
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านเหตุผล

| ข้อที่ | p   | r   | $\Delta$ | อันดับข้อที่<br>จัดทำใหม่ | ข้อที่ | p   | r   | $\Delta$ | อันดับข้อที่<br>จัดทำใหม่ |
|--------|-----|-----|----------|---------------------------|--------|-----|-----|----------|---------------------------|
| 1.     | .80 | .42 | 9.59     |                           | 24.    | .47 | .64 | 13.37    | 14                        |
| 2.     | .90 | .50 | 7.92     |                           | 25.    | .50 | .57 | 13.04    | 15                        |
| 3.     | .79 | .60 | 9.70     | 1                         | 26.    | .60 | .06 | 11.95    |                           |
| 4.     | .75 | .58 | 10.29    | 2                         | 27.    | .56 | .62 | 12.40    | 16                        |
| 5.     | .62 | .44 | 11.71    | 3                         | 28.    | .12 | .71 | 17.77    |                           |
| 6.     | .86 | .53 | 8.11     |                           | 29.    | .30 | .54 | 15.09    | 17                        |
| 7.     | .67 | .58 | 11.24    | 4                         | 30.    | .37 | .38 | 14.36    | 18                        |
| 8.     | .53 | .27 | 12.70    |                           | 31.    | .39 | .59 | 14.13    | 19                        |
| 9.     | .68 | .51 | 11.70    | 5                         | 32.    | .62 | .47 | 11.79    | 20                        |
| 10.    | .90 | .51 | 7.75     |                           | 33.    | .40 | .47 | 14.05    | 21                        |
| 11.    | .64 | .56 | 11.56    | 6                         | 34.    | .32 | .49 | 14.93    | 22                        |
| 12.    | .73 | .59 | 10.56    | 7                         | 35.    | .33 | .24 | 14.76    |                           |
| 13.    | .64 | .64 | 11.48    | 8                         | 36.    | .61 | .57 | 11.87    | 23                        |
| 14.    | .73 | .34 | 10.56    |                           | 37.    | .49 | .50 | 13.04    | 24                        |
| 15.    | .48 | .32 | 13.23    | 9                         | 38.    | .63 | .56 | 11.64    | 25                        |
| 16.    | .45 | .26 | 13.52    |                           | 39.    | .45 | .43 | 13.52    | 26                        |
| 17.    | .53 | .58 | 12.70    | 10                        | 40.    | .57 | .25 | 12.25    |                           |
| 18.    | .24 | .70 | 15.90    | 11                        | 41.    | .63 | .44 | 11.64    | 27                        |
| 19.    | .44 | .66 | 13.67    | 12                        | 42.    | .45 | .54 | 13.52    | 28                        |
| 20.    | .63 | .31 | 11.64    |                           | 43.    | .39 | .55 | 14.13    | 29                        |
| 21.    | .70 | .35 | 10.82    |                           | 44.    | .16 | .19 | 16.97    |                           |
| 22.    | .31 | .07 | 14.93    |                           | 45.    | .64 | .54 | 11.56    | 30                        |
| 23.    | .40 | .38 | 13.98    | 13                        |        |     |     |          |                           |

ตาราง 20 ผลการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา  
ทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหา จากการทดสอบครั้งที่ 1

| ข้อ<br>ตัวเลือก | ก   |     |          | ข   |      |          | ค   |     |          | ง   |     |          |
|-----------------|-----|-----|----------|-----|------|----------|-----|-----|----------|-----|-----|----------|
|                 | p   | r   | $\Delta$ | p   | r    | $\Delta$ | p   | r   | $\Delta$ | p   | r   | $\Delta$ |
| 1.              | .95 | .05 | 6.44*    | .02 | -.17 | 21.75    | .04 | .02 | 20.20    | .00 | .00 | .00      |
| 2.              | .12 | .52 | 21.75    | .86 | .59  | 8.36*    | .07 | .46 | 18.84    | .05 | .38 | 19.56    |
| 3.              | .07 | .55 | 19.06    | .03 | .23  | 20.59    | .04 | .47 | 20.20    | .89 | .62 | 8.50*    |
| 4.              | .04 | .21 | 20.13    | .05 | .42  | 19.30    | .92 | .43 | 7.36*    | .22 | .19 | 21.09    |
| 5.              | .79 | .51 | 9.78*    | .07 | .38  | 19.06    | .02 | .57 | 21.75    | .12 | .31 | 17.79    |
| 6.              | .02 | .46 | 21.09    | .03 | .30  | 20.59    | .93 | .52 | 6.94     | .20 | .38 | 21.75    |
| 7.              | .93 | .48 | 7.16*    | .02 | .44  | 21.75    | .03 | .22 | 20.59    | .03 | .40 | 20.59    |
| 8.              | .01 | .32 | 22.79    | .93 | .58  | 6.94*    | .02 | .36 | 21.75    | .04 | .54 | 20.20    |
| 9.              | .85 | .65 | 8.89*    | .06 | .40  | 19.30    | .07 | .52 | 18.84    | .02 | .51 | 21.09    |
| 10.             | .07 | .61 | 19.06    | .78 | .71  | 9.88*    | .10 | .32 | 18.27    | .06 | .58 | 19.30    |
| 11.             | .02 | .50 | 21.75    | .04 | .59  | 19.86    | .85 | .43 | 8.63*    | .09 | .09 | 18.44    |
| 12.             | .06 | .43 | 19.30    | .29 | .47  | 15.20    | .02 | .16 | 21.75    | .63 | .60 | 11.61    |
| 13.             | .09 | .55 | 18.44    | .07 | .24  | 19.06    | .08 | .29 | 18.64    | .77 | .55 | 10.08*   |
| 14.             | .77 | .62 | 9.98*    | .15 | .46  | 17.37    | .04 | .32 | 20.20    | .04 | .49 | 19.86    |
| 15.             | .91 | .67 | 7.56     | .04 | .51  | 20.20    | .04 | .49 | 20.20    | .02 | .36 | 21.75    |
| 16.             | .07 | .46 | 18.84    | .86 | .56  | 8.63*    | .02 | .52 | 20.59    | .04 | .22 | 20.20    |
| 17.             | .10 | .30 | 18.27    | .05 | .22  | 19.56    | .07 | .27 | 19.06    | .79 | .40 | 9.78     |
| 18.             | .13 | .47 | 17.64    | .01 | .56  | 19.56    | .79 | .65 | 9.68*    | .03 | .27 | 20.59    |
| 19.             | .64 | .70 | 11.53*   | .11 | .34  | 17.94    | .08 | .52 | 18.64    | .16 | .41 | 16.99    |
| 20.             | .05 | .22 | 19.56    | .14 | .49  | 17.37    | .20 | .35 | 16.43    | .60 | .66 | 11.92*   |
| 21.             | .85 | .39 | 8.63*    | .01 | .55  | 22.79    | .07 | .25 | 18.84    | .07 | .29 | 19.06    |
| 22.             | .18 | .34 | 16.64    | .63 | .49  | 11.61*   | .11 | .16 | 17.94    | .07 | .39 | 18.84    |
| 23.             | .06 | .14 | 19.30    | .51 | .61  | 12.96*   | .07 | .42 | 18.84    | .36 | .43 | 14.47    |

| ข้อที่ | ก   |     |          | ข   |     |          | ค   |     |          | ง   |     |          |
|--------|-----|-----|----------|-----|-----|----------|-----|-----|----------|-----|-----|----------|
|        | p   | r   | $\Delta$ | p   | r   | $\Delta$ | p   | r   | $\Delta$ | p   | r   | $\Delta$ |
| 24.    | .40 | .65 | 14.08*   | .41 | .45 | 13.93    | .14 | .29 | 17.37    | .05 | .07 | 19.56    |
| 25.    | .05 | .31 | 19.56    | .39 | .31 | 14.16    | .11 | .27 | 17.94    | .44 | .55 | 13.63*   |
| 26.    | .08 | .54 | 18.64    | .10 | .28 | 18.27    | .07 | .30 | 19.06    | .76 | .57 | 10.17*   |
| 27.    | .38 | .76 | 14.24*   | .25 | .23 | 15.74    | .18 | .47 | 16.76    | .18 | .29 | 16.76    |
| 28.    | .15 | .21 | 17.11    | .40 | .60 | 14.01*   | .29 | .31 | 15.20    | .15 | .31 | 17.37    |
| 29.    | .43 | .67 | 13.78*   | .22 | .21 | 16.12    | .18 | .35 | 16.64    | .17 | .39 | 16.87    |
| 30.    | .15 | .42 | 17.37    | .15 | .43 | 17.37    | .13 | .24 | 17.50    | .57 | .67 | 12.22*   |
| 31.    | .56 | .54 | 12.37*   | .32 | .40 | 14.87    | .06 | .33 | 19.30    | .05 | .17 | 19.56    |
| 32.    | .07 | .37 | 18.84    | .15 | .38 | 17.11    | .27 | .34 | 15.47    | .50 | .68 | 13.00*   |
| 33.    | .32 | .27 | 14.95    | .12 | .51 | 17.79    | .53 | .63 | 12.66*   | .04 | .41 | 20.20    |
| 34.    | .15 | .40 | 17.11    | .58 | .60 | 12.14*   | .16 | .17 | 16.99    | .10 | .38 | 18.10    |
| 35.    | .12 | .09 | 17.79    | .13 | .30 | 17.64    | .08 | .27 | 18.64    | .66 | .37 | 11.29*   |
| 36.    | .06 | .34 | 19.30    | .07 | .30 | 19.06    | .76 | .58 | 10.17*   | .12 | .44 | 17.79    |
| 37.    | .12 | .28 | 17.79    | .46 | .67 | 13.48*   | .26 | .33 | 15.65    | .16 | .32 | 16.99    |
| 38.    | .05 | .50 | 19.56    | .11 | .29 | 17.94    | .10 | .33 | 18.27    | .74 | .55 | 10.35*   |
| 39.    | .59 | .69 | 12.07*   | .21 | .42 | 16.22    | .20 | .45 | 18.44    | .10 | .29 | 18.10    |
| 40.    | .13 | .31 | 17.64    | .52 | .46 | 12.81*   | .23 | .28 | 16.02    | .13 | .10 | 17.64    |
| 41.    | .21 | .14 | 16.32    | .21 | .21 | 16.22    | .56 | .45 | 13.48    | .13 | .33 | 17.64    |
| 42.    | .43 | .38 | 13.78*   | .19 | .13 | 16.53    | .21 | .28 | 16.32    | .18 | .10 | 16.76    |
| 43.    | .08 | .33 | 18.64    | .12 | .42 | 17.79    | .66 | .72 | 11.29    | .14 | .50 | 17.37    |
| 44.    | .78 | .59 | 9.88     | .09 | .35 | 18.44    | .04 | .44 | 19.86    | .08 | .38 | 18.64    |
| 45.    | .26 | .27 | 15.65    | .07 | .21 | 18.84    | .10 | .47 | 18.10    | .56 | .58 | 12.37*   |

ตัวเลือกใดที่มีเครื่องหมาย \* แสดงว่าตัวเลือกนั้นเป็นตัวเลือก

ตาราง 21 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากมาตรฐาน ของแบบทดสอบวัด  
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหา

| ข้อที่ | p   | r   | $\Delta$ | อันดับข้อที่<br>จัดทำใหม่ | ข้อที่ | p   | r   | $\Delta$ | อันดับข้อที่<br>จัดทำใหม่ |
|--------|-----|-----|----------|---------------------------|--------|-----|-----|----------|---------------------------|
| 1.     | .95 | .05 | 6.44     | 1                         | 24.    | .40 | .65 | 14.08    | 11                        |
| 2.     | .86 | .59 | 8.63     |                           | 25.    | .44 | .55 | 13.63    | 12                        |
| 3.     | .89 | .62 | 8.50     |                           | 26.    | .76 | .57 | 10.17    | 13                        |
| 4.     | .92 | .43 | 7.36     |                           | 27.    | .38 | .76 | 14.24    | 14                        |
| 5.     | .79 | .51 | 9.78     |                           | 28.    | .40 | .60 | 14.01    | 15                        |
| 6.     | .93 | .52 | 6.94     |                           | 29.    | .43 | .67 | 13.78    | 16                        |
| 7.     | .93 | .48 | 7.16     |                           | 30.    | .57 | .67 | 12.22    | 17                        |
| 8.     | .93 | .58 | 6.94     |                           | 31.    | .56 | .54 | 12.37    | 18                        |
| 9.     | .85 | .65 | 8.89     |                           | 32.    | .50 | .68 | 13.00    | 19                        |
| 10.    | .78 | .71 | 9.88     | 2                         | 33.    | .53 | .63 | 12.66    | 20                        |
| 11.    | .85 | .43 | 8.63     |                           | 34.    | .58 | .60 | 12.14    | 21                        |
| 12.    | .63 | .60 | 11.61    |                           | 35.    | .66 | .37 | 11.29    | 22                        |
| 13.    | .77 | .55 | 10.08    | 3                         | 36.    | .76 | .58 | 10.17    |                           |
| 14.    | .77 | .62 | 9.98     |                           | 37.    | .46 | .67 | 13.48    |                           |
| 15.    | .91 | .67 | 7.56     | 4                         | 38.    | .74 | .55 | 10.35    | 24                        |
| 16.    | .86 | .56 | 8.63     |                           | 39.    | .59 | .69 | 12.07    | 25                        |
| 17.    | .79 | .40 | 9.78     |                           | 40.    | .52 | .46 | 12.81    | 26                        |
| 18.    | .79 | .65 | 9.68     | 5                         | 41.    | .56 | .45 | 13.48    | 27                        |
| 19.    | .64 | .70 | 11.53    |                           | 42.    | .43 | .38 | 13.78    | 28                        |
| 20.    | .60 | .66 | 11.92    |                           | 43.    | .66 | .72 | 11.29    |                           |
| 21.    | .85 | .39 | 8.63     | 6                         | 44.    | .78 | .59 | 9.88     |                           |
| 22.    | .63 | .49 | 11.61    |                           | 45.    | .56 | .58 | 12.37    | 30                        |
| 23.    | .51 | .61 | 12.96    |                           |        |     |     |          |                           |

## ภาคผนวก ข .

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

**แบบทดสอบวัดความสามารถ  
ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์  
ด้านทักษะการคิดคำนวณ  
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5**

**คำชี้แจง**

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีจำนวนข้อสอบ 30 ข้อ
2. เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบมี 60 นาที
3. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

ให้นักเรียนอ่านคำถามแต่ละข้อให้เข้าใจ แล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว จาก ก, ข, ค หรือ ง โดยทำเครื่องหมาย X ลงในช่อง ☐ ตรงกับคำตอบของข้อนั้น ๆ ดังตัวอย่าง เมื่อเลือกคำตอบข้อ ข.

| ข้อ | ก | ข | ค | ง |
|-----|---|---|---|---|
| (๑) |   | X |   |   |

4. เมื่อนักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบ ให้ทำเครื่องหมาย = ทับลงบนคำตอบเดิมเสียก่อน แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในช่อง ☐ ที่เลือกใหม่ ดังตัวอย่างการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ข. เป็นข้อ ง.

| ข้อ | ก | ข | ค | ง |
|-----|---|---|---|---|
| (๑) |   | X |   | X |

5. ห้ามขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบนี้

**คำแนะนำ**

ถ้าพบข้อยากอย่าท้อใจ ให้เว้นไปทำข้ออื่นก่อน เมื่อมีเวลาจึงย้อนมาทำใหม่



1.  $408 - (75 - 36) = \square$

ก. 523

ข. 447

ค. 297

ง. 369

2.  $(65 \times 43) + (65 \times 57) = \square$

ก. 6,400

ข. 6,490

ค. 6,500

ง. 6,590

3.  $168 \div \square = 12$

ก. 9

ข. 11

ค. 12

ง. 14

4.  $(3,535 \div 35) \times 11 = \square$

ก. 11

ข. 121

ค. 1,111

ง. 1,211

5.  $\frac{7}{100}$  มีค่าเท่ากับข้อใด

ก. 0.77

ข. 0.70

ค. 0.07

ง. 0.007

6. 0.05 มีค่าเท่ากับข้อใด

ก.  $\frac{1}{25}$

ข.  $\frac{1}{20}$

ค.  $\frac{1}{10}$

ง.  $\frac{1}{5}$

7. จำนวน 215.5 มีค่าเท่ากับข้อใด

ก.  $200 + 15.51$

ข.  $200 + 15.05$

ค.  $210 + 15.50$

ง.  $210 + 15.05$

8.  $4 + 0.6 + 0.09 = \square$

ก. 4.15

ข. 4.69

ค. 4.96

ง. 5.50

9.  $8.76 + 12.24 = \square$

ก. 18.90

ข. 19.00

ค. 20.70

ง. 21.00

10.  $4.59 + 2.05 + 1.2 = \square$

ก. 6.76

ข. 6.84

ค. 7.66

ง. 7.84

11.  $5.13 - 4.3 = \square$

ก. 0.43

ข. 0.83

ค. 1.10

ง. 1.96

12. ผลลัพธ์ข้อใดมีค่า 0.28

ก.  $2.06 - 1.48$

ข.  $0.58 - 0.26$

ค.  $3.52 - 3.24$

ง.  $5.28 - 3.46$

13.  $(9.79 + 1.12) - 5.56 = \square$

ก. 5.35

ข. 3.55

ค. 5.65

ง. 10.91

14.  $4 \times 1.7 = \square$

ก. 0.68

ข. 4.8

ค. 5.8

ง. 6.8

15.  $0.32 \times 5 = \square$

ก. 1.50

ข. 1.60

ค. 15.0

ง. 16.0

16.  $0.09 \times 20 = \square$

ก. 1.8

ข. 1.08

ค. 18.0

ง. 180

17.  $\frac{3}{5} = \frac{\square}{15}$  ตัวเลข

ใน  $\square$  คืออะไร

ก. 3

ข. 5

ค. 7

ง. 9

18.  $\frac{22}{121}$  ทำเป็นเศษส่วนอย่าง

ต่ำได้เท่าไร

ก.  $\frac{2}{12}$

ข.  $\frac{2}{11}$

ค.  $\frac{1}{11}$

ง.  $\frac{1}{12}$

19.  $\frac{86}{7}$  ทำเป็นจำนวนคละจะได้เท่าไร

ก.  $12 \frac{1}{7}$

ข.  $12 \frac{1}{7}$

ค.  $12 \frac{5}{7}$

ง.  $12 \frac{6}{7}$

จ.  $12 \frac{6}{7}$

ก.  $12 \frac{1}{7}$

20.  $5 \frac{7}{10}$  ทำเป็นเศษเกินได้เท่าไร

ก.  $\frac{50}{10}$

ข.  $\frac{22}{10}$

ค.  $\frac{57}{10}$

ง.  $\frac{37}{10}$

จ.  $\frac{37}{10}$

ก.  $1 \frac{2}{15}$

21.  $\frac{8}{15} + \frac{8}{15} =$

ก.  $1 \frac{2}{15}$

ข.  $2 \frac{2}{15}$

ค.  $1 \frac{1}{15}$

ง.  $2 \frac{1}{15}$

จ.  $2 \frac{1}{15}$

ก.  $1 \frac{2}{15}$

22.  $\frac{2}{9} + \frac{7}{9} = \square$

ก.  $\frac{1}{9}$

ข.  $\frac{5}{9}$

ค.  $\frac{9}{18}$

ง.  $\frac{9}{81}$

จ.  $\frac{9}{81}$

23.  $\frac{2}{3} + \frac{5}{9} = \square$

ก.  $\frac{7}{12}$

ข.  $1 \frac{2}{9}$

ค.  $\frac{10}{27}$

ง.  $2 \frac{5}{9}$

จ.  $2 \frac{5}{9}$

ก.  $1 \frac{2}{9}$

24.  $1 - \frac{5}{12} = \square$

ก.  $\frac{7}{12}$

ข.  $\frac{4}{12}$

ค.  $\frac{6}{12}$

ง.  $\frac{5}{12}$

จ.  $\frac{5}{12}$

ก.  $\frac{7}{12}$

$$25. \quad \frac{1}{4} \text{ ของ } 64 = \square$$

4

ก. 10

ข. 12

ค. 14

ง. 16

$$26. \quad \frac{4}{5} \times \frac{3}{8} = \square$$

5      8

ก.  $\frac{7}{13}$ 

13

ข.  $\frac{3}{10}$ 

10

ค.  $\frac{12}{13}$ 

13

ง.  $\frac{10}{40}$ 

40

$$27. \quad \frac{2}{7} \div \frac{4}{7} = \square$$

7

ก.  $\frac{2}{7}$ 

7

ข.  $\frac{8}{7}$ 

7

ค.  $\frac{1}{14}$ 

14

ง.  $\frac{1}{9}$ 

9

$$28. \quad \frac{3}{8} \div \frac{1}{5} = \square$$

8      5

ก.  $\frac{17}{8}$ 

8

ข.  $\frac{3}{40}$ 

40

ค.  $\frac{37}{8}$ 

8

ง.  $\frac{7}{8}$ 

8

$$29. \quad \left( \frac{4}{5} - \frac{3}{10} \right) \div \frac{7}{10} = \square$$

5      10      10

ก.  $\frac{1}{7}$ 

7

ข.  $\frac{5}{7}$ 

7

ค.  $\frac{7}{20}$ 

20

ง.  $\frac{35}{20}$ 

20

$$30. \quad \left( 1 - \frac{5}{14} \right) \div \frac{9}{14} = \square$$

14

ก.  $\frac{1}{14}$ 

14

ข.  $\frac{9}{14}$ 

14

ค.  $\frac{14}{14}$ 

14

ง.  $\frac{36}{14}$ 

14

แบบทดสอบวัดความสามารถ  
ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์  
ด้านเหตุผล  
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีจำนวนข้อสอบ 30 ข้อ
2. เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบมี 60 นาที
3. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

ให้นักเรียนอ่านคำถามแต่ละข้อให้เข้าใจ แล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว จาก ก, ข, ค หรือ ง โดยทำเครื่องหมาย X ลงในช่อง ☐ ตรงกับคำตอบของข้อนั้น ๆ ดังตัวอย่าง เมื่อเลือกคำตอบข้อ ข.

| ข้อ | ก | ข | ค | ง |
|-----|---|---|---|---|
| (๐) |   | X |   |   |

4. เมื่อนักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบ ให้ทำเครื่องหมาย = ทับลงบนคำตอบเดิมเสียก่อน แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในช่อง ☐ ที่เลือกใหม่ ดังตัวอย่างการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ข. เป็นข้อ ง.

| ข้อ | ก | ข | ค | ง |
|-----|---|---|---|---|
| (๐) |   | X |   | X |

5. ห้ามขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบนี้

คำแนะนำ

ถ้าพบข้อยากอย่าท้อใจ ให้เว้นไปทำข้ออื่นก่อน เมื่อมีเวลาจึงย้อนมาทำใหม่

1. จ. + 4 = 9 อยากทราบค่าของ จ. จะทำอย่างไร

ก. เอา 9 ไปลบ 4  
ข. เอา 4 ไปลบ 9  
ค. เอา 9 ทหาร ก + 4  
ง. เอา 4 ลบออกทั้งสองข้าง

2. ก + ข มีค่าอยู่ระหว่าง 6 กับ 15 ค่าของ ก, ข ควรเป็นเท่าใด

ก. ก มีค่า 1 , ข มีค่า 5  
ข. ก มีค่า 7 , ข มีค่า 7  
ค. ก มีค่า 5 , ข มีค่า 10  
ง. ก มีค่า 3 , ข มีค่า 12

3.  $449 \div 10 = 44$  เศษ 9 จะตรวจสอบ ผลหารได้อย่างไร

ก. (ตัวตั้ง x ผลหาร) + เศษ  
ข. (ผลหาร x ตัวหาร) - เศษ  
ค. (ผลหาร x ตัวหาร) + ตัวตั้ง  
ง. (ผลหาร x ตัวหาร) + เศษ

4. นกหนักเป็นครึ่งหนึ่งของน้ำหนักของเต่า ข้อใดสอดคล้องกับโจทย์นี้

ก. น้ำหนักของนก = น้ำหนักของเต่า - 2  
ข. น้ำหนักของนก = น้ำหนักของเต่า + 2  
ค. น้ำหนักของนก = น้ำหนักของเต่า  $\div$  2  
ง. น้ำหนักของนก = น้ำหนักของเต่า x 2

5. ถ้านักเรียนรู้ราคาหนังสือเล่มหนึ่ง นักเรียนจะใช้วิธีการใดจึงจะหาราคาหนังสือ 25 เล่ม ได้โดยเร็วที่สุด

ก. วิธีลบ  
ข. วิธีบวก  
ค. วิธีหาร  
ง. วิธีคูณ

6. แม่ซื้อจาน 10 ใบ เป็นเงิน 150 บาท แล้วซื้อแก้ว 6 ใบ เป็นเงิน 72 บาท แม่ต้องจ่ายเงินเท่าใด ตัวเลขที่จำเป็นต่อการแก้โจทย์ข้อนี้ คืออะไร

ก. 10 , 150  
ข. 72 , 10  
ค. 6 , 72  
ง. 150 , 72

7. แอนมีเงิน 30 บาท ต้องการซื้อปากกา 4 ด้าม แอนมีเงินพอซื้อปากกาหรือไม่ จะแก้โจทย์ข้อนี้ ต้องทราบอะไรเพิ่มเติม

ก. จำนวนเงินที่แอนมีอยู่  
ข. จำนวนปากกาที่แอนซื้อ  
ค. ราคาปากกาด้ามหนึ่ง  
ง. จำนวนเงินที่แอนเสียไป

8. สূดาซื้อribbin ยาว 240 หลา เธอต้องการตัดออกเป็นเส้น ๆ ละ 8 หลา เธอจะได้ribbinกี่เส้น โจทย์ต้องการอะไร

ก. จำนวนribbinที่ถูกต้อง  
ข. ราคาribbinทั้งหมด  
ค. ความยาวของribbinแต่ละเส้น  
ง. ความยาวของribbinทั้งหมด

9. ข้อใดมีความหมายไม่ตรงกับ 1.5 กิโลกรัม
- หนึ่งกิโลกรัมครึ่ง
  - 1 กิโลกรัม 5 กรัม
  - 1 กิโลกรัม 500 กรัม
  - 1,500 กรัม
10. สมชายมีเงิน 15 3 บาท หมายความว่าอย่างไร 4
- สมชายมีเงิน 15 บาท 25 สตางค์
  - สมชายมีเงิน 15 บาท 50 สตางค์
  - สมชายมีเงิน 15 บาท 75 สตางค์
  - สมชายมีเงิน 15 บาท 100 สตางค์
11. เลข 2 มีความหมายตรงกับข้อใด 7
- $2 \times 7$
  - $7 \times 2$
  - $2 \div 7$
  - $7 \div 2$
12. เลข 3 ถ้าเอา 2 คูณทั้งเศษและส่วน 5  
ผลจะเป็นอย่างไร
- ค่าจะเท่าเดิม
  - ค่าจะน้อยลง
  - ค่าจะมากขึ้น
  - ค่าขึ้นอยู่กับตัวคูณ
13. 8 ของแดงโมเดลหนึ่ง หมายความว่า 9  
แดงโมเดลนั้นถูกแบ่งอย่างไร
- 1 ส่วนเท่า ๆ กัน
  - 8 ส่วนเท่า ๆ กัน
  - 9 ส่วนเท่า ๆ กัน
  - 17 ส่วนเท่า ๆ กัน
14. 2 , 4 , 6 เศษส่วนชุดนี้มีความสัมพันธ์ 3 6 9  
กันอย่างไร
- ตัวเศษมีค่ามากกว่าตัวส่วน
  - เป็นเศษส่วนที่มีค่าเท่ากัน
  - เป็นเศษส่วนจำนวนคละ
  - เป็นเศษส่วนอย่างต่ำทั้งหมด
15. ข้อใดถูกต้อง
- $\frac{1}{3} > \frac{5}{15}$
  - $\frac{1}{4} < \frac{1}{12}$
  - $\frac{1}{2} < \frac{6}{12}$
  - $\frac{1}{5} = \frac{3}{10}$

16.



จากรูป

สรุปได้ตามข้อใด

ก.  $\frac{1}{2} < \frac{2}{4}$

ข.  $\frac{1}{2} > \frac{2}{4}$

ค.  $\frac{2}{4} > \frac{1}{2}$

ง.  $\frac{1}{2} = \frac{2}{4}$

17.



รวม



เท่ากับ



จากภาพมีความหมายตรงกับข้อใด

ก.  $\frac{1}{2} + \frac{1}{4} = \frac{1}{4}$

ข.  $\frac{1}{2} + \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$

ค.  $\frac{1}{2} + \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$

ง.  $\frac{1}{2} + \frac{1}{4} = \frac{4}{3}$

18.



เอาออก



เหลือ



จากภาพมีความหมายตรงกับข้อใด

ก.  $\frac{1}{2} - \frac{1}{7} = \frac{5}{8}$

ข.  $\frac{1}{2} - \frac{1}{8} = \frac{3}{8}$

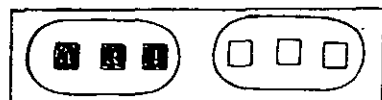
ค.  $\frac{1}{2} - \frac{1}{7} = \frac{3}{8}$

ง.  $\frac{1}{2} - \frac{1}{8} = \frac{3}{4}$

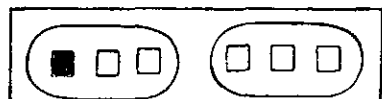
19.  $\frac{1}{3}$  ของ 6 มีความหมายตรงกับ

ภาพในข้อใด

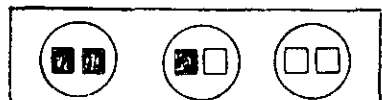
ก.



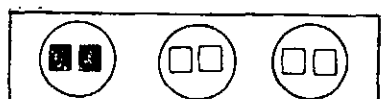
ข.



ค.



ง.





20.  $\frac{4}{6} + \frac{1}{24} = \square$  ข้อใดเป็นขั้นตอน

แรกของการหาคำตอบ

ก.  $\left(\frac{4}{6} \times \frac{3}{3}\right) + \frac{1}{24}$

ข.  $\left(\frac{4}{6} \times \frac{4}{4}\right) + \frac{1}{24}$

ค.  $\left(\frac{4}{6} \times \frac{1}{4}\right) + \frac{1}{24}$

ง.  $\left(\frac{4}{6} \times \frac{1}{3}\right) + \frac{1}{24}$

21. ข้อใดมีผลลบเท่ากับ  $\frac{3}{8}$

ก.  $\frac{5}{8} - \frac{1}{2}$

ข.  $\frac{9}{8} - \frac{1}{4}$

ค.  $\frac{7}{8} - \frac{1}{2}$

ง.  $\frac{11}{8} - \frac{1}{4}$

22.  $\frac{3}{4} \times 11 = \square$  ข้อใด

แสดงวิธีหาคำตอบได้ถูกต้อง

ก.  $\frac{3}{4 \times 11}$

ข.  $\frac{3 \times 11}{4}$

ค.  $\frac{4}{3 \times 11}$

ง.  $\frac{3 \times 4}{11}$

23. ข้อใดต่างก็มีค่าเท่ากับ  $\frac{8}{11}$

ก.  $4 \times \frac{2}{11} = \frac{2}{11} \times 4$

ข.  $4 \times \frac{2}{11} = \frac{11}{2} \times 4$

ค.  $4 \times \frac{2}{11} = \frac{2}{11} + 4$

ง.  $4 \times \frac{2}{11} = \frac{11}{2} + 4$

24.  $\frac{2}{5} \times \frac{3}{5}$  ทำเป็นเศษเกินได้เท่าไร

ข้อใดแสดงวิธีหาคำตอบได้ถูกต้อง

ก.  $\frac{(5 \times 2) + 3}{5}$

ข.  $\frac{(2 \times 3) + 5}{5}$

ค.  $\frac{(5 \times 2) + 3}{3}$

ง.  $\frac{(5 \times 2) + 3}{5}$

25.  $\frac{1}{4} \times \frac{3}{2} - \frac{1}{2} = \square$  ข้อใด

แสดงวิธีการหาคำตอบได้ถูกต้อง

ก.  $\frac{4}{7} - \left( \frac{1}{2} \times \frac{3}{3} \right)$

ข.  $\frac{13}{4} - \left( \frac{1}{2} \times \frac{2}{3} \right)$

ค.  $\frac{7}{4} - \left( \frac{1}{2} \times \frac{2}{2} \right)$

ง.  $\frac{4}{7} - \left( \frac{1}{2} \times \frac{2}{2} \right)$

26.  $\frac{5}{9} \div \frac{2}{9} = \square$  ข้อใดแสดงวิธีการ

หาคำตอบได้ถูกต้อง

ก.  $\frac{5}{9} \times \frac{1}{2}$

ข.  $\frac{5}{9} \times \frac{1}{2}$

ค.  $\frac{9}{5} \times \frac{2}{1}$

ง.  $\frac{5}{9} \times \frac{2}{1}$

27.  $3 \times \frac{2}{5} = \frac{2}{5} + \frac{2}{5} + \frac{2}{5}$  เพราะเหตุใด

ก.  $\frac{2}{5}$  เพิ่มขึ้นสามเท่า

ข.  $\frac{2}{5}$  เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ

ค.  $\frac{2}{5}$  ลดลงสามเท่า

ง.  $\frac{2}{5}$  เป็นเศษเกิน

28.  $5 \div \frac{5}{6}$  และ  $\frac{6}{11} \div \frac{1}{11}$

เหมือนกันในกรณีใด

- ก. ต่างก็หารด้วยเศษส่วน
- ข. ลักษณะโจทย์เหมือนกัน
- ค. ผลลัพธ์มีค่าเท่ากัน
- ง. ผลลัพธ์เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ

29. ข้อใดมีค่าเท่ากับ  $\frac{5}{10} - \frac{5}{100}$

- ก.  $0.05 - 0.15$
- ข.  $0.5 - 0.15$
- ค.  $0.5 - 0.51$
- ง.  $0.15 - 0.05$

30. จากจำนวน 3.5297 ค่าของเลขในข้อใด เป็นค่าที่ถูกต้อง

- ก. 9 มากกว่า 2
- ข. 9 มากกว่า 5
- ค. 2 มากกว่า 5
- ง. 2 มากกว่า 9

**แบบทดสอบวัดความสามารถ  
ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์  
ด้านการแก้โจทย์ปัญหา  
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5**

**คำชี้แจง**

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีจำนวนข้อสอบ 30 ข้อ
2. เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบมี 60 นาที
3. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

ให้นักเรียนอ่านคำถามแต่ละข้อให้เข้าใจ แล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว จาก ก, ข, ค หรือ ง โดยทำเครื่องหมาย X ลงในช่อง ☐ ตรงกับคำตอบของข้อนั้น ๆ ดังตัวอย่าง เมื่อเลือกคำตอบข้อ ข.

| ข้อ | ก | ข | ค | ง |
|-----|---|---|---|---|
| (๑) |   | X |   |   |

4. เมื่อนักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบ ให้ทำเครื่องหมาย = ทับลงบนคำตอบเดิมเสียก่อน แล้วทำเครื่องหมาย X ลงในช่อง ☐ ที่เลือกใหม่ ดังตัวอย่างการเปลี่ยนคำตอบจากข้อ ข. เป็นข้อ ง.

| ข้อ | ก | ข | ค | ง |
|-----|---|---|---|---|
| (๑) |   | X |   | X |

5. ห้ามขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในแบบทดสอบนี้

**คำแนะนำ**

ถ้าพบข้อยากอย่าท้อใจ ให้เว้นไปทำข้ออื่นก่อน เมื่อมีเวลาจึงย้อนมาทำใหม่

1. เลขสองจำนวนรวมกันได้ 595 ถ้าเลขจำนวนน้อยคือ 236 เลขจำนวนมาก คือข้อใด
  - ก. 359
  - ข. 459
  - ค. 559
  - ง. 659
2. ตามตามข้อสมมุติมา 240 เล่ม คิดเป็นสมุดกี่โหล
  - ก. 10 โหล
  - ข. 20 โหล
  - ค. 30 โหล
  - ง. 40 โหล
3. ซื้อน้ำตาลทราย 7 กิโลกรัม แบ่งใส่ถุง ๆ ละ 5 ชีด จะแบ่งได้กี่ถุง
  - ก. 11 ถุง
  - ข. 12 ถุง
  - ค. 13 ถุง
  - ง. 14 ถุง
4. ซื้อปลาครึ่งกิโลกรัม เนื้อวัวครึ่งกิโลกรัม ผักครึ่งกิโลกรัมซื้อของทั้งหมดคิดเป็นกี่กรัม
  - ก. 3,000 กรัม
  - ข. 2,500 กรัม
  - ค. 2,000 กรัม
  - ง. 1,500 กรัม
5. ปิบไพบหนึ่งจุน้ำ 450 ลิตร อีกไพบหนึ่งจุน้ำ 2 เท่าของไพบแรก รวมสองไพบจุน้ำได้กี่ลิตร
  - ก. 1,350 ลิตร
  - ข. 1,450 ลิตร
  - ค. 1,550 ลิตร
  - ง. 1,650 ลิตร
6. ซื้อเสื้อ 3 ตัว ราคาตัวละ 65 บาท กางเกง 2 ตัว ราคาตัวละ 100 บาท จะต้องจ่ายเงินเท่าไร
  - ก. 165 บาท
  - ค. 395 บาท
  - ข. 265 บาท
  - ง. 495 บาท
7. ซื้อเงาะจากสวนมาราคา 4,250 บาท เสียค่าจ้างรถบรรทุกไปขายที่ตลาด 500 บาท ขายได้ทั้งหมด 6,130 บาท ได้กำไรกี่บาท
  - ก. 1,380 บาท
  - ข. 1,420 บาท
  - ค. 1,450 บาท
  - ง. 1,880 บาท
8. มีนักเรียนชาย 4,370 คน มีนักเรียนหญิง 3,897 คน แบ่งนักเรียนทั้งหมดออกเป็น 7 กลุ่ม เท่า ๆ กัน จะได้กลุ่มละกี่คน
  - ก. 1,080 คน
  - ค. 1,180 คน
  - ข. 1,081 คน
  - ง. 1,181 คน

9. สมชายกินแตงโมไป 1 ผล สมพร

2

กินแตงโมไปอีก 1 ผล ยังเหลือ

4

แตงโมอีกเท่าไร

ก. 1

2

ข. 1

4

ค. 1

6

ง. 2

6

10. ลูกเสือนำข้าวสารมาคนละ 1 กิโลกรัม

2

ถ้าลูกเสือนำหนึ่งมี 8 คน จะมีข้าวสาร  
ทั้งหมดกี่กิโลกรัม

ก. 2 กิโลกรัม

ข. 4 กิโลกรัม

ค. 6 กิโลกรัม

ง. 8 1 กิโลกรัม

2

11. สามีภรรยาช่วยกันเกี่ยวข้าวในนา สามี  
เกี่ยวข้าวได้วันละ 3 ไร่ ภรรยา

5

เกี่ยวข้าวได้วันละ 4 ไร่ สามีภรรยา

10

ช่วยกันเกี่ยวข้าวได้วันละเท่าไร

ก. 1 ไร่

ข. 7 ไร่

10

ค. 12 ไร่

15

ง. 30 ไร่

12

12. มาลีซื้อผักกาดขาวมา 2 กิโลกรัม  
ซื้อผักชี 7 กิโลกรัม มาลีซื้อผักมา

10

ทั้งหมดกี่กิโลกรัม

ก. 5 กิโลกรัม

10

ข. 9 กิโลกรัม

10

ค. 14 กิโลกรัม

20

ง. 2 7 กิโลกรัม

10

13. ทศพลระบายสีรูปได้ 3 ของรูปเหลือ

10

ส่วนที่ไม่ได้ระบายสี อีกเท่าไร

ก. 4 ของรูป

10

ข. 5 ของรูป

10

ค. 6 ของรูป

10

ง. 7 ของรูป

10

14. รัศมีวงกลมวงใหญ่ยาว 8 เมตร รัศมี

9

วงกลมวงเล็กยาว 2 รัศมีของวงกลม

3

ทั้งสองยาวต่างกันเท่าไร

ก. 2 เมตร

9

ข. 6 เมตร

9

ค. 10 เมตร

9

ง. 14 เมตร

9

15. มีกระดาน 6 แผ่น แต่ละแผ่นยาว

2 1 เมตร ถ้านำมาเรียงต่อกันทำ

2

สะพาน จะได้สะพานยาวเท่าไร

ก. 10 เมตร

ข. 15 เมตร

ค. 14 1 เมตร

2

ง. 16 1 เมตร

2

16. พ่อสูง 172 เซนติเมตร ลูกสูง 3

4

ของความสูงของพ่อ ลูกสูงกี่เซนติเมตร

ก. 129 เซนติเมตร

ข. 139 เซนติเมตร

ค. 149 เซนติเมตร

ง. 159 เซนติเมตร

17. มีแดงโม 5 ผล แบ่งให้เด็กคนละ

1 ผล จะแบ่งให้เด็กได้กี่คน

3

ก. 8 คน

ข. 10 คน

ค. 13 คน

ง. 15 คน

18. มีที่ดิน 3 ไร่ ต้องการแบ่งออกแปลงละ

8

1 ไร่ 8 เท่า ๆ กัน จะแบ่งได้กี่แปลง

8

ก. 3 แปลง

ข. 4 แปลง

ค. 5 แปลง

ง. 6 แปลง

19. ซื้อข้าวสารแจกครอบครัวที่ได้รับภยัน้ำท่วม

100 ครอบครัว ถ้าแจกครอบครัวละ 7 1

2

กิโลกรัม จะต้องซื้อข้าวสารทั้งหมด  
กี่กิโลกรัม

ก. 450 กิโลกรัม

ข. 650 กิโลกรัม

ค. 700 กิโลกรัม

ง. 750 กิโลกรัม

20. ขายหน่อไม้กิโลกรัมละ 5 1 บาท

4

ได้เงินมา 210 บาท อยากทราบว่า

ขายหน่อไม้ไปทั้งหมดกี่กิโลกรัม

ก. 20 กิโลกรัม

ข. 30 กิโลกรัม

ค. 40 กิโลกรัม

ง. 50 กิโลกรัม

21. ซื้อผ้าตัดเสื้อ 4 1 เมตร ราคาเมตรละ

2

120 บาท จะต้องจ่ายเงินค่าผ้าเท่าไร

ก. 440 บาท

ข. 540 บาท

ค. 640 บาท

ง. 740 บาท

22. สมุดเล่มหนึ่งมีความกว้าง 25.3 เซนติเมตร

ความยาว 30.5 เซนติเมตร ความยาว

ยาวกว่าความกว้างกี่เซนติเมตร

ก. 3.25 เซนติเมตร

ข. 4.5 เซนติเมตร

ค. 5.2 เซนติเมตร

ง. 5.25 เซนติเมตร

23. เชือกเส้นหนึ่งยาว 108.5 เซนติเมตร

ตัดเป็นสองท่อน ท่อนที่หนึ่งยาว 30.7

เซนติเมตร อีกท่อนหนึ่งยาว 58.5

เซนติเมตร จะเหลือเชือกยาวเท่าไร

ก. 15.3 เซนติเมตร

ข. 19.3 เซนติเมตร

ค. 29.3 เซนติเมตร

ง. 89.3 เซนติเมตร



24. ฝรั่งผลหนึ่งหนัก 0.8 กิโลกรัม ส้มหนัก 0.2 กิโลกรัม มะนาวหนัก 0.5 กิโลกรัม คิดเป็นน้ำหนักรวมกันเท่าไร
- ก. 0.8 กิโลกรัม  
ข. 0.9 กิโลกรัม  
ค. 1.3 กิโลกรัม  
ง. 1.5 กิโลกรัม
25. ผ้าตัดเสื้อยาว 2.75 เมตร ผ้าตัดกระโปรงยาว 3.30 เมตร ผ้าตัดเสื้อน้อยกว่าผ้าตัดกระโปรงเท่าไร
- ก. 0.55 เมตร  
ข. 0.65 เมตร  
ค. 0.75 เมตร  
ง. 0.05 เมตร
26. ผ้าสีชาวยาว 1.75 เมตร ผ้าสีแดงยาว 8 เมตร ผ้าชิ้นไหนยาวกว่ากันเท่าไร 5
- ก. ผ้าสีชาวยาวกว่า 0.05 เมตร  
ข. ผ้าสีชาวยาวกว่า 0.15 เมตร  
ค. ผ้าสีแดงยาวกว่า 0.05 เมตร  
ง. ผ้าสีแดงยาวกว่า 0.15 เมตร
27. ตุ่มใบหนึ่งจุน้ำได้  $8 \frac{1}{2}$  ถัง ถ้ามีน้ำ อยู่ในตุ่ม 4.70 ถัง จะต้องตักน้ำใส่ ตุ่มอีกเท่าใดจึงจะเต็มพอดี
- ก. 4.80 ถัง  
ข. 4.40 ถัง  
ค. 3.80 ถัง  
ง. 3.40 ถัง
28. มะม่วงผลหนึ่งหนัก 136.2 กรัม มะม่วง 7 ผล หนักเท่าไร
- ก. 763.5 กรัม  
ข. 895.3 กรัม  
ค. 953.4 กรัม  
ง. 978.5 กรัม
29. ชื้อปากกา 2 ด้าม ๆ ละ 5.50 บาท ชื้อสมุด 2 เล่ม ๆ ละ 10.50 บาท จะต้องจ่ายเงินเท่าไร
- ก. 32 บาท  
ข. 33 บาท  
ค. 34 บาท  
ง. 35 บาท
30. มีน้ำส้มอยู่ 2.5 ลิตร ต้มครึ่งละ 0.4 ลิตร ต้มไป 5 ครั้ง จะเหลือน้ำส้ม กี่ลิตร
- ก. 0.2 ลิตร  
ข. 0.3 ลิตร  
ค. 0.4 ลิตร  
ง. 0.5 ลิตร

## ภาคผนวก ค.

แบบฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิต

## คู่มือการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

### หลักการและเหตุผล

คณิตศาสตร์นับเป็นวิชาที่สำคัญยิ่งวิชาหนึ่งที่จะพัฒนาให้ผู้เรียนเป็นผู้มีความสามารถในการแก้ปัญหา ทั้งนี้ด้วยเหตุผล 2 ประการคือ ประการแรกปัญหาในชีวิตประจำวันมีลักษณะในเชิงปริมาณซึ่งจำเป็นต้องอาศัยคณิตศาสตร์ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง ก็คือกิจกรรมในสังคมทุกวันนี้ได้กลายเป็นคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น ประการที่สองวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มุ่งเน้นการเรียนรู้ด้วยเทคนิควิธีการแก้ปัญหาเป็นสำคัญ แต่เป็นที่น่าวิตกว่าเด็กไทยมีผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับที่ไม่น่าพอใจและจากการสัมมนาระดับชาติ เรื่องหลักสูตรประถมศึกษาได้ข้อสรุปว่ากลุ่มทักษะคณิตศาสตร์มีปัญหามากที่สุด นักเรียนขาดความสนุกสนานเพลิดเพลินในการเรียน ดังนั้นแนวทางในการแก้ปัญหาที่จะช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยการสอน ผูกฝน และการฝึกปฏิบัติที่ถูกต้อง จากการศึกษาพบว่า นักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์สูงจะมีสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตในด้านการคิดอเนกนัย การคิดเอกลนัย และการประเมินค่าสูง ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงจัดให้มีการฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิต 3 แบบ

1. การฝึกวิธีการคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ DSP หมายถึง การฝึกโดยเน้นให้นักเรียนใช้วิธีการคิดหลายลักษณะ ในสัญลักษณ์และผลผลิตที่กำหนดให้
2. การฝึกวิธีการคิดเอกลนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ NSP หมายถึง การฝึกโดยเน้นให้นักเรียนใช้วิธีการคิดให้ถูกต้องที่สุดเพียงอย่างเดียวในสัญลักษณ์และผลผลิตที่กำหนดให้
3. การฝึกวิธีการคิดการประเมินค่าด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ ESP หมายถึง การฝึกโดยเน้นให้นักเรียนใช้วิธีการคิดอย่างมีเหตุผลในสัญลักษณ์และผลผลิตที่กำหนดให้

### จุดมุ่งหมาย

เพื่อทดลองฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่มีวิธีการคิดต่างกันตามทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของกิลฟอร์ด โดยจำแนกการฝึกเป็น 3 แบบ คือ การฝึกวิธีการคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ DSP การฝึกวิธีการคิดเอกลนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ NSP และการฝึกวิธีการคิดการประเมินค่าด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ ESP กับกลุ่มนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ว่าจะมีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์แตกต่างกันหรือไม่ โดยทดลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

## โครงสร้างของแบบฝึก

แบบฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตที่สร้างขึ้นมี 3 ชุด คือ

ชุดที่ 1 แบบฝึกวิธีการคิดอเนกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ DSP จำนวน 18 กิจกรรม

ชุดที่ 2 แบบฝึกวิธีการคิดเอกนัยด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ NSP จำนวน 18 กิจกรรม

ชุดที่ 3 แบบฝึกวิธีการคิดการประเมินค่าด้านสัญลักษณ์และผลผลิตแบบ ESP จำนวน 18 กิจกรรม

รวมแบบฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตทั้งหมด 54 กิจกรรม แต่ละกิจกรรมใช้เวลาในการฝึกประมาณ 20 นาที ลักษณะของแบบฝึกเป็นกิจกรรมที่ใช้วิธีเขียนตอบ (Paper Pencil Test) ซึ่งอาจใช้เป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มก็ได้ ในการฝึกครั้งนี้เป็นการฝึกแบบรายบุคคลโดยให้แต่ละคนตอบแบบอิสระ และนำคำตอบของทุกคนมารวบรวมกันพิจารณาในกลุ่มย่อยเพื่ออภิปรายเพิ่มเติมและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

## คำแนะนำในการใช้แบบฝึก

1. ให้นักเรียนทุกคนได้แสดงความคิดเห็นในการตอบอย่างอิสระ โดยครูไม่จำเป็นต้องบังคับ
2. ไม่ควรเข้มงวดกับคำตอบของนักเรียนจนเกินไป
3. สร้างบรรยากาศในห้องเรียนที่เป็นกันเอง โดยไม่ยึดมั่นในระเบียบวินัยจนเกินไป
4. เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นได้อย่างเสรี พร้อมกันนั้นได้มีโอกาสฟังความคิดเห็นของผู้อื่นด้วย เป็นการขยายความคิดของแต่ละคนให้กว้างไกลออกไป

## แนวทางปฏิบัติในการใช้แบบฝึก

ในการใช้แบบฝึกสมรรถภาพสมองด้านสัญลักษณ์และผลผลิตผู้ใช้ควรศึกษาจุดมุ่งหมายและแนวทางในการดำเนินกิจกรรมของแบบฝึกให้เข้าใจเสียก่อน ดังนี้

1. ครูชี้แจงจุดประสงค์ในการทำแบบฝึกแต่ละชุดแก่นักเรียน
2. แจกแบบฝึกหัดให้นักเรียนทุกคนพร้อมอธิบายคำชี้แจงของแบบฝึกแต่ละกิจกรรม
3. ให้นักเรียนใช้ความคิดของตนเองในการทำแบบฝึกแต่ละกิจกรรมใช้เวลาประมาณ 10 นาที
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปความคิดเห็นในแง่มุมที่แตกต่างกันออกไปใช้เวลาประมาณ 5 นาที

## กิจกรรมที่ 1 (1) DSU

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนจำนวนเลขตามที่โจทย์ต้องการมาให้มากที่สุด

1. จำนวนเลข 2 หลัก ที่หารด้วย 3 ลงตัว

.....

.....

.....

.....

2. จำนวนเลข 2 หลัก ที่หารด้วย 5 ลงตัว

.....

.....

.....

.....

3. จำนวนเลข 3 หลัก ที่หารด้วย 2 ลงตัว

.....

.....

.....

.....

4. จำนวนเลข 3 หลัก ที่หารด้วย 4 ลงตัว

.....

.....

.....

.....

5. จำนวนเลข 4 หลัก ที่หารด้วย 10 ลงตัว

.....

.....

.....

.....

## กิจกรรมที่ 2 (1) DSU

คำชี้แจง    ให้นักเรียนเขียนจำนวนเลขตามโจทย์ที่ต้องการมาให้มากที่สุด

1. จำนวนเลข 3 หลัก ที่มีเลข 4, 7 ประกอบอยู่ด้วยกัน

.....

.....

.....

.....

2. จำนวนเลข 4 หลัก ที่มีเลข 1, 2, 6, 8 ประกอบอยู่ด้วยกัน

.....

.....

.....

.....

3. จำนวนเลข 4 หลัก ที่มีเลข 5 อยู่ในหลักร้อย

.....

.....

.....

.....

4. จำนวนเลข 5 หลัก ที่หลักร้อยมีค่าน้อยกว่า 7 และหลักหน่วยมีค่ามากกว่า 4

.....

.....

.....

.....

5. จำนวนเลข 5 หลัก ที่หลักนั้นน้อยกว่าหลักสิบ อยู่ 3

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 3 (1) DSU

คำชี้แจง    ให้นักเรียนเขียนจำนวนเลขตามที่โจทย์ต้องการมาให้มากที่สุด

1. จำนวนเลขไม่เกิน 6 หลัก ที่หารด้วย 20 ลงตัว
2. จำนวนเลขไม่เกิน 5 หลัก ที่หารด้วย 6 ลงตัว
3. จำนวนเลข 6 หลัก ที่หลักหมื่นมากกว่าหลักพัน อยู่ 2
4. จำนวนเลขไม่เกิน 5 หลัก ที่มีเลข 3, 4 ประกอบอยู่ด้วยกันและหลักร้อยต้องมีค่าเท่ากับ
5. จำนวนเลขไม่เกิน 5 หลัก ที่หลักพันมีค่ามากกว่า 5 และหลักสิบมีค่าน้อยกว่า 5

## กิจกรรมที่ 4 (1) DSC

คำชี้แจง    ให้นักเรียนจัดกลุ่มตัวเลขที่กำหนดให้ ให้มากกลุ่มที่สุด โดยบอกหลักในการจัดด้วย

14          15          18          24          35          52          60

| กลุ่มที่ | ตัวเลข | หลักในการจัด |
|----------|--------|--------------|
|          |        |              |



## กิจกรรมที่ 5 (1) DSC

คำชี้แจง    ให้นักเรียนจัดกลุ่มตัวเลขที่กำหนดให้ ให้มากกลุ่มที่สุด โดยบอกหลักในการจัดด้วย

4            9            12            15            21            33            36

| กลุ่มที่ | ตัวเลข | หลักในการจัด |
|----------|--------|--------------|
|          |        |              |

# กิจกรรมที่ 6 (1) DSC

คำชี้แจง ให้นักเรียนจัดกลุ่มตัวเลขที่กำหนดให้ ให้มากกลุ่มที่สุด โดยบอกหลักในการจัดด้วย

12      13      14      17      23      36

| กลุ่มที่ | ตัวเลข | หลักในการจัด |
|----------|--------|--------------|
|          |        |              |

กิจกรรมที่ 7 (1) DSR

คำชี้แจง    ให้นักเรียนหาวิธีการให้ได้มากที่สุด เพื่อทำให้ตัวเลขเริ่มต้นที่กำหนดให้มีความเท่ากับ  
ผลลัพธ์ที่กำหนดให้

1.    ตัวเลขเริ่มต้น    4    ทำให้ได้ผลลัพธ์ เท่ากับ    32

ตัวอย่าง     $(4+30)-2 = 32$   
                  $4+16+12 = 32$

.....

.....

.....

.....

.....

2.    ตัวเลขเริ่มต้น    12    ทำให้ได้ผลลัพธ์    6

ตัวอย่าง     $(12 \div 4)+3 = 6$   
                  $(12 \times 2) - 4 = 6$

.....

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 8 (1) DSR

คำชี้แจง   ให้นักเรียนหาตัวเลขมากระทำกัน โดยใช้เครื่องหมาย + - x ÷  
เพื่อให้ได้ผลลัพธ์เท่ากับที่กำหนดให้ ให้ได้มากที่สุด

1. ผลลัพธ์ เท่ากับ 15

ตัวอย่าง       $(2 \times 6) + 3$                       =                      15

$10 + 2 + 3$                       =                      15

.....

.....

.....

.....

.....

2. ผลลัพธ์ เท่ากับ 34

ตัวอย่าง       $(40 \div 10) + 30$                       =                      34

$(20 \times 2) - 6$                       =                      34

.....

.....

.....

.....

.....





# กิจกรรมที่ 11 (1) DSS

คำชี้แจง ให้นักเรียนหาตัวเลขที่ไม่เกินสองหลัก มาเติมในช่องว่างให้ได้ผลลัพธ์ตามที่กำหนดให้ได้มากที่สุด

$$[ \quad ] \times [ \quad ] \div [ \quad ] = 2$$

$$[ \quad ] \times [ \quad ] \div [ \quad ] = 2$$

$$[ \quad ] \times [ \quad ] \div [ \quad ] = 2$$

$$[ \quad ] \times [ \quad ] \div [ \quad ] = 2$$

$$[ \quad ] \times [ \quad ] \div [ \quad ] = 2$$

$$[ \quad ] \times [ \quad ] \div [ \quad ] = 2$$

$$[ \quad ] \times [ \quad ] \div [ \quad ] = 2$$

$$[ \quad ] \times [ \quad ] \div [ \quad ] = 2$$

$$[ \quad ] \times [ \quad ] \div [ \quad ] = 2$$

$$[ \quad ] \times [ \quad ] \div [ \quad ] = 2$$

$$[ \quad ] \times [ \quad ] \div [ \quad ] = 2$$

$$[ \quad ] \times [ \quad ] \div [ \quad ] = 2$$

$$[ \quad ] \times [ \quad ] - [ \quad ] = 14$$

$$[ \quad ] \times [ \quad ] - [ \quad ] = 14$$

$$[ \quad ] \times [ \quad ] - [ \quad ] = 14$$

$$[ \quad ] \times [ \quad ] - [ \quad ] = 14$$

$$[ \quad ] \times [ \quad ] - [ \quad ] = 14$$

$$[ \quad ] \times [ \quad ] - [ \quad ] = 14$$

$$[ \quad ] \times [ \quad ] - [ \quad ] = 14$$

$$[ \quad ] \times [ \quad ] - [ \quad ] = 14$$

$$[ \quad ] \times [ \quad ] - [ \quad ] = 14$$

$$[ \quad ] \times [ \quad ] - [ \quad ] = 14$$

$$[ \quad ] \times [ \quad ] - [ \quad ] = 14$$

$$[ \quad ] \times [ \quad ] - [ \quad ] = 14$$

## กิจกรรมที่ 12 (1) DSS

คำชี้แจง      ให้นักเรียนหาตัวเลขไม่เกินสองหลัก มาเติมในช่องว่างที่กำหนดให้ ให้ได้มากที่สุด

$$[ \quad ] + [ \quad ] = [ \quad ] - [ \quad ]$$

$$[ \quad ] + [ \quad ] = [ \quad ] - [ \quad ]$$

$$[ \quad ] + [ \quad ] = [ \quad ] - [ \quad ]$$

$$[ \quad ] + [ \quad ] = [ \quad ] - [ \quad ]$$

$$[ \quad ] + [ \quad ] = [ \quad ] - [ \quad ]$$

$$[ \quad ] + [ \quad ] = [ \quad ] - [ \quad ]$$

$$[ \quad ] + [ \quad ] = [ \quad ] - [ \quad ]$$

$$[ \quad ] \times [ \quad ] = [ \quad ] + [ \quad ]$$

$$[ \quad ] \times [ \quad ] = [ \quad ] + [ \quad ]$$

$$[ \quad ] \times [ \quad ] = [ \quad ] + [ \quad ]$$

$$[ \quad ] \times [ \quad ] = [ \quad ] + [ \quad ]$$

$$[ \quad ] \times [ \quad ] = [ \quad ] + [ \quad ]$$

$$[ \quad ] \times [ \quad ] = [ \quad ] + [ \quad ]$$

$$[ \quad ] \times [ \quad ] = [ \quad ] + [ \quad ]$$

$$[ \quad ] \times [ \quad ] = [ \quad ] - [ \quad ]$$

$$[ \quad ] \times [ \quad ] = [ \quad ] - [ \quad ]$$

$$[ \quad ] \times [ \quad ] = [ \quad ] - [ \quad ]$$

$$[ \quad ] \times [ \quad ] = [ \quad ] - [ \quad ]$$

$$[ \quad ] \times [ \quad ] = [ \quad ] - [ \quad ]$$

$$[ \quad ] \times [ \quad ] = [ \quad ] - [ \quad ]$$

$$[ \quad ] \times [ \quad ] = [ \quad ] - [ \quad ]$$





กิจกรรมที่ 14 (1) DST

คำชี้แจง   ให้นักเรียนเปลี่ยนตัวเลขที่กำหนดให้ครั้งละไม่เกิน 2 ตัว  
ให้ได้จำนวนใหม่ตามที่กำหนด และบอกวิธีการเปลี่ยนด้วย

1. เปลี่ยน 1,296 ให้เป็นจำนวนใหม่ที่มีผลบวกของเลขทุกตัวจากทุกหลัก เท่ากับ 15  
ตัวอย่าง 1,095 เปลี่ยน 2 เป็น 0 และ 6 เป็น 5 แล้วนำ  $1 + 0 + 9 + 5 = 15$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. เปลี่ยน 7,423 ให้เป็นจำนวนใหม่ที่มีผลบวกของเลขทุกตัวจากทุกหลัก เท่ากับ 21  
ตัวอย่าง 7,428 เปลี่ยน 3 เป็น 8 แล้วนำ  $7 + 4 + 2 + 8 = 21$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 15 (1) DST

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนเปลี่ยนตัวเลขที่กำหนดให้ ครั้งละไม่เกิน 2 ตัว  
ให้ได้จำนวนใหม่ตามที่กำหนด และบอกวิธีการเปลี่ยนด้วย

1. เปลี่ยน 142 ให้เป็นจำนวนใหม่ที่ผลคูณของเลขทุกตัวจากทุกหลัก เท่ากับ 24

ตัวอย่าง 342 เปลี่ยน 1 เป็น 3 แล้วนำ  $3 \times 4 \times 2 = 24$

This image shows a single sheet of white paper with ten evenly spaced horizontal dotted lines, typical of primary school writing paper. The lines are black and extend across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

2. เปลี่ยน 324 ให้เป็นจำนวนใหม่ที่มีผลคูณของเลขทุกตัวจากทุกหลัก เท่ากับ 36

ตัวอย่าง 229 เปลี่ยน 3 เป็น 2 และ 4 เป็น 9 แล้วนำ  $2 \times 2 \times 9 = 36$

[illegible]







กิจกรรมที่ 1 (2) NSU

คำชี้แจง      ให้นักเรียนพิจารณากลุ่มตัวเลขที่กำหนดให้ในแต่ละข้อว่ามีตัวเลขจำนวนใด  
                  ไม่เข้าพวกพร้อมทั้งบอกเหตุผลด้วยว่าทำไมตัวเลขจำนวนนั้นไม่เข้าพวก

1.     24                25                27                30                36  
ตอบ    ..... เพราะว่า.....  
                  .....  
                  .....

2.     12                18                24                30                35  
ตอบ    ..... เพราะว่า.....  
                  .....  
                  .....

3.     8                12                22                24                32  
ตอบ    ..... เพราะว่า.....  
                  .....  
                  .....

4.     50                101                102                1010                1012  
ตอบ    ..... เพราะว่า.....  
                  .....  
                  .....

5.     49                56                70                76                84  
ตอบ    ..... เพราะว่า.....  
                  .....  
                  .....

## กิจกรรมที่ 2 (2) NSU

คำชี้แจง      ให้นักเรียนพิจารณากลุ่มตัวเลขที่กำหนดให้ในแต่ละข้อว่ามีตัวเลขจำนวนใด  
ไม่เข้าพวกพร้อมทั้งบอกเหตุผลด้วยว่าทำไมตัวเลขจำนวนนั้นไม่เข้าพวก

1.    586            886            658            685            688

ตอบ ..... เพราะว่า.....  
.....  
.....

2.    2237            2213            2246            2259            2215

ตอบ ..... เพราะว่า.....  
.....  
.....

3.    1234            6789            2345            4567            3579

ตอบ ..... เพราะว่า.....  
.....  
.....

4.    524            132            344            748            182

ตอบ ..... เพราะว่า.....  
.....  
.....

5.    135            244            343            417            553

ตอบ ..... เพราะว่า.....  
.....  
.....



### กิจกรรมที่ 3 (2) NSU

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาการจัดเรียงกลุ่มตัวเลขที่กำหนดให้แล้วเติมตัวเลขที่หายไป

1.      2          4          \_\_\_\_\_          8          10
2.      2          5          11          \_\_\_\_\_
3.      11          15          19          \_\_\_\_\_          27
4.      18          \_\_\_\_\_          12          9          6
5.      \_\_\_\_\_          12          18          24          30
6.      54          45          36          \_\_\_\_\_          16
7.      51          53          \_\_\_\_\_          57          59
8.      24          \_\_\_\_\_          36          42          48
9.      112          223          334          \_\_\_\_\_          556
10.      91          82          \_\_\_\_\_          64          55
11.      121          \_\_\_\_\_          145          157          169
12.      \_\_\_\_\_          26          39          52          65

กิจกรรมที่ 4 (2) NSC

คำชี้แจง    ให้นักเรียนจัดกลุ่มตัวเลขตามเกณฑ์ที่กำหนดให้

54            42            72            33            15            36            81

- 1. เลขที่หารด้วย 2 ลงตัว .....  
.....  
.....
- 2. เลขที่หารด้วย 3 ลงตัว .....  
.....  
.....
- 3. เลขที่หารด้วย 6 ลงตัว .....  
.....  
.....
- 4. กลับเป็นเลขคู่ .....  
.....  
.....
- 5. หลักหน่วยเป็นเลขคู่ .....  
.....  
.....
- 6. กลับบวกหลักหน่วย เท่ากับ 6 .....  
.....  
.....
- 7. กลับบวกหลักหน่วย เท่ากับ 9 .....  
.....  
.....

## กิจกรรมที่ 5 (2) NSC

คำชี้แจง    ให้นักเรียนหาลักษณะร่วมกันของกลุ่มตัวเลขที่กำหนดให้

1.    51            53            55            57            59  
       ลักษณะร่วมกัน คือ .....  
       .....
2.    286          464          642          824          426  
       ลักษณะร่วมกัน คือ .....  
       .....
3.    435          879          613          295          837  
       ลักษณะร่วมกัน คือ .....  
       .....
4.    54            63            72            81            90  
       ลักษณะร่วมกัน คือ .....  
       .....
5.    200          212          224          236          248  
       ลักษณะร่วมกัน คือ .....  
       .....
6.    12            24            36            48            60  
       ลักษณะร่วมกัน คือ .....  
       .....
7.    752          413          927          835          523  
       ลักษณะร่วมกัน คือ .....  
       .....

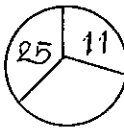
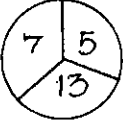
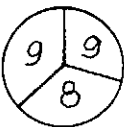
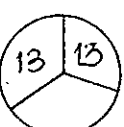
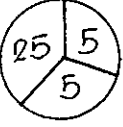
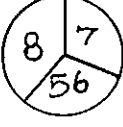
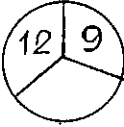
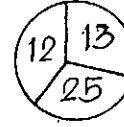
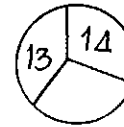
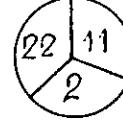
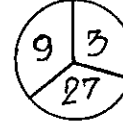
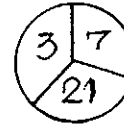
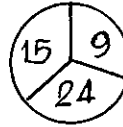
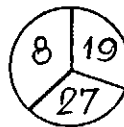
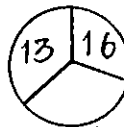
## กิจกรรมที่ 6 (2) NSC

คำชี้แจง    ให้นักเรียนจัดกลุ่มตัวเลขที่กำหนดให้เป็น 2 กลุ่ม โดยไม่ซ้ำกัน และบอกลักษณะ  
ร่วมกันของแต่ละกลุ่ม

1.    49            96            56            74            35            52  
 กลุ่มที่ 1    ได้แก่ .....  
                   ลักษณะร่วมกัน คือ .....  
 กลุ่มที่ 2    ได้แก่ .....  
                   ลักษณะร่วมกัน คือ .....
  
2.    8            9            16            21            27            32  
 กลุ่มที่ 1    ได้แก่ .....  
                   ลักษณะร่วมกัน คือ .....  
 กลุ่มที่ 2    ได้แก่ .....  
                   ลักษณะร่วมกัน คือ .....
  
3.    42            73            75            95            51            53  
 กลุ่มที่ 1    ได้แก่ .....  
                   ลักษณะร่วมกัน คือ .....  
 กลุ่มที่ 2    ได้แก่ .....  
                   ลักษณะร่วมกัน คือ .....

## กิจกรรมที่ 7 (2) NSR

คำชี้แจง    ให้นักเรียนพิจารณาตัวเลขในสองกลุ่มแรกว่า แต่ละกลุ่มมีความสัมพันธ์กันอย่างไร และหาตัวเลขเติมลงไปในกลุ่มที่สาม ซึ่งมีความสัมพันธ์เหมือนกัน

|    | กลุ่มที่ 1                                                                          | กลุ่มที่ 2                                                                          | กลุ่มที่ 3                                                                            |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. |    |    |    |
| 2. |    |    |    |
| 3. |  |  |  |
| 4. |  |  |  |
| 5. |  |  |  |
| 6. |  |  |  |
| 7. |  |  |  |
| 8. |  |  |  |

## กิจกรรมที่ 8 (2) NSR

คำชี้แจง    ให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวเลขที่กำหนดให้ แล้วหาตัวเลขมาเติมลงในช่องว่างให้สัมพันธ์กัน

1.    1    2    3,                      2    3    5,                      3    4    \_\_\_\_\_

2.    6    5    1,                      7    5    2,                      8    5    \_\_\_\_\_

3.    8    2    16,                      9    3    \_\_\_\_\_                      5    4    20

4.    32    4    8,                      \_\_\_\_\_ 5    9,                      60    6    10

5.    \_\_\_\_\_ 4    4,                      16    4    \_\_\_\_\_                      20    5    4

6.    5    3    8,                      7    \_\_\_\_\_ 11,                      9    5    \_\_\_\_\_

7.    \_\_\_\_\_ 2    12,                      5    6,                      48    \_\_\_\_\_ 8

8.    21    3    \_\_\_\_\_                      28    4    7,                      35    5    7

9.    4    4    16,                      5    5    25,                      6    \_\_\_\_\_ 36

10.    2    8    4,                      3    \_\_\_\_\_ 9,                      4    24    6

# กิจกรรมที่ 9 (2) NSR

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาตัวเลขในสองกลุ่มที่กำหนดให้ว่า แต่ละกลุ่มมีความสัมพันธ์กัน  
อย่างไรแล้วหาตัวเลขเติมลงไปในกลุ่มที่เหลือ ซึ่งมีความสัมพันธ์เหมือนกัน

|    | กลุ่มที่ 1 | กลุ่มที่ 2 | กลุ่มที่ 3 |
|----|------------|------------|------------|
| 1. |            |            |            |
| 2. |            |            |            |
| 3. |            |            |            |
| 4. |            |            |            |
| 5. |            |            |            |
| 6. |            |            |            |
| 7. |            |            |            |
| 8. |            |            |            |





## กิจกรรมที่ 11 (2) NSS

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณากลุ่มตัวเลขที่กำหนดให้ในแต่ละข้อ ว่าจัดเรียงกันเป็นระบบอย่างไร แล้วให้เติมตัวเลขถัดไปตามระบบนั้น ๆ

|     |    |    |    |     |       |
|-----|----|----|----|-----|-------|
| 1.  | 3  | 6  | 9  | 12  | _____ |
| 2.  | 2  | 5  | 8  | 11  | _____ |
| 3.  | 30 | 24 | 18 | 12  | _____ |
| 4.  | 1  | 2  | 4  | 7   | _____ |
| 5.  | 5  | 10 | 16 | 23  | _____ |
| 6.  | 4  | 9  | 19 | 34  | _____ |
| 7.  | 74 | 71 | 68 | 65  | _____ |
| 8.  | 26 | 20 | 14 | 8   | _____ |
| 9.  | 4  | 12 | 36 | 108 | _____ |
| 10. | 2  | 8  | 32 | 128 | _____ |

## กิจกรรมที่ 12 (2) NSS

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาว่าจะต้องเรียงการกระทำทางคณิตศาสตร์ของตัวเลขเข้ากับตัวตั้งที่กำหนดให้อย่างไร จึงจะได้ผลลัพธ์ตามต้องการ

1.

ตัวตั้ง 4 ผลลัพธ์ 18

ก.  $+ 2$  ข.  $\times 6$  ค.  $- 8$ 

เรียงจาก .....

2.

ตัวตั้ง 7 ผลลัพธ์ 35

ก.  $\times 4$  ข.  $- 3$  ค.  $+ 10$ 

เรียงจาก .....

3.

ตัวตั้ง 9 ผลลัพธ์ 2

ก.  $\div 2$  ข.  $+ 5$  ค.  $- 5$ 

เรียงจาก .....

4.

ตัวตั้ง 26 ผลลัพธ์ 12

ก.  $- 2$  ข.  $+ 1$  ค.  $\div 2$ 

เรียงจาก .....

5.

ตัวตั้ง 60 ผลลัพธ์ 17

ก.  $+ 10$  ข.  $- 5$  ค.  $+ 3$ 

เรียงจาก .....

6.

ตัวตั้ง 56 ผลลัพธ์ 13

ก.  $+ 4$  ข.  $+ 8$  ค.  $\div 12$ 

เรียงจาก .....

## กิจกรรมที่ 13 (2) NST

คำชี้แจง    ให้นักเรียนนำตัวเลขที่กำหนดให้มาเขียนเป็นจำนวนใหม่ตามที่กำหนด

0                  1                  2                  3                  4                  5

1. จำนวนที่มีค่ามากกว่า  $36 \div 3$
- .....
- .....
- .....
- .....

2. จำนวนที่มีค่าน้อยกว่า  $9 \times 3$
- .....
- .....
- .....
- .....

3. จำนวนที่มีค่ามากกว่า  $23 + 9$
- .....
- .....
- .....
- .....

4. จำนวนที่มีค่าน้อยกว่า  $67 - 29$
- .....
- .....
- .....
- .....

กิจกรรมที่ 14 (2) NST

คำชี้แจง    ให้นักเรียนนำตัวเลขที่กำหนดให้มาเขียนเป็นจำนวนใหม่ตามที่กำหนด

6            7            8            9            0

1.    จำนวนที่มีค่าน้อยกว่า     $73 + 19$   
.....  
.....  
.....  
.....

2.    จำนวนที่มีค่ามากกว่า  $53 + 18$  แต่น้อยกว่า  $100 - 11$   
.....  
.....  
.....  
.....

3.    จำนวนที่มีค่าน้อยกว่า     $9 \times 9$   
.....  
.....  
.....  
.....

4.    จำนวนที่มีค่ามากกว่า     $249 \div 3$   
.....  
.....  
.....  
.....

## กิจกรรมที่ 15 (2) NST

คำชี้แจง    ให้นักเรียนนำตัวเลขที่กำหนดให้มาเขียนเป็นจำนวนใหม่ตามที่กำหนด

2

3

5

6

9

0

1.    เลขคี่ที่มีค่าน้อยกว่า     $54 + 19$

.....

.....

.....

.....

2.    เลขคู่ที่มีค่ามากกว่า     $72 - 24$

.....

.....

.....

.....

3.    เลข 3 หลัก ที่มีค่าน้อยกว่า     $23 \times 16$

.....

.....

.....

.....

4.    เลข 2 หลัก ที่มีค่ามากกว่า     $108 \div 2$

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 16 (2) NSI

คำชี้แจง      ให้นักเรียนเปลี่ยนเครื่องหมายลบเป็นเครื่องหมายคูณ    เปลี่ยนเครื่องหมายบวก  
เป็นเครื่องหมายลบ    และให้หาผลลัพธ์จากประโยคสัญลักษณ์นั้น

1.            3-6            =            ..... = .....

2.            6+2            =            ..... = .....

3.            4-3            =            ..... = .....

4.            8+5            =            ..... = .....

5.            22+19            =            ..... = .....

6.            7-9            =            ..... = .....

7.            13-12            =            ..... = .....

8.            15-6            =            ..... = .....

9.            37+8            =            ..... = .....

10.            41+17            =            ..... = .....

11.            16-7            =            ..... = .....

12.            100-78            =            ..... = .....

13.            23-11            =            ..... = .....

กิจกรรมที่ 17 (2) NSI

คำชี้แจง ให้นักเรียนหาคำตอบจากประโยคสัญลักษณ์ เมื่อกำหนดค่าของตัวอักษรให้

กำหนดให้

|   |   |   |   |   |    |
|---|---|---|---|---|----|
| ก | = | 8 | ง | = | 4  |
| ข | = | 3 | จ | = | 6  |
| ค | = | 5 | ฉ | = | 15 |

1.  $၈ \div ၂$  = ..... = .....
2.  $၅ \times ၃ - ၅$  = ..... = .....
3.  $၆ \div ၃ - ၅$  = ..... = .....
4.  $၈ \times ၃ \div ၃$  = ..... = .....
5.  $၈ + ၃ + ၈$  = ..... = .....
6.  $၆ + ၈ - ၃$  = ..... = .....
7.  $(၈ \times ၅) - (၆ \div ၃)$  = ..... = .....

กำหนดให้

|   |   |    |   |   |    |
|---|---|----|---|---|----|
| ด | = | 7  | ท | = | 3  |
| ต | = | 5  | ธ | = | 6  |
| ถ | = | 12 | น | = | 14 |

1.  $ຄ - ၈$  = ..... = .....
2.  $၈ \times 9 - ၈$  = ..... = .....
3.  $၈ \div ၈ + ၈$  = ..... = .....
4.  $၈ \times ၈ - ၈$  = ..... = .....
5.  $၈ \times ၈ + ၈$  = ..... = .....
6.  $(၈ \div ၈) - (၈ \div ၈)$  = ..... = .....
7.  $(၈ \times ၈) + (၈ \times ၈)$  = ..... = .....

## กิจกรรมที่ 18 (2) NSI

คำชี้แจง

ให้นักเรียนเติมเครื่องหมาย  $+$   $-$   $\times$   $\div$

เพื่อให้ประโยคสัญลักษณ์เป็นจริง เมื่อกำหนดค่าของตัวอักษรให้

กำหนดตัวอักษรให้

|   |   |    |   |   |   |    |
|---|---|----|---|---|---|----|
| ก | = | 2  |   | ง | = | 4  |
| ข | = | 5  |   | จ | = | 8  |
| ค | = | 16 | , | ฉ | = | 24 |

- |                            |   |    |
|----------------------------|---|----|
| 1. ฉ.....ง                 | = | 6  |
| 2. ข.....จ.....ก           | = | 20 |
| 3. ค.....ฉ.....จ           | = | 5  |
| 4. ก.....ข.....ง           | = | 40 |
| 5. จ.....ก.....ค           | = | 32 |
| 6. ฉ.....ก.....ง           | = | 16 |
| 7. (จ.....ก).....(ค.....ง) | = | 8  |

กำหนดตัวอักษรให้

|   |   |    |  |   |   |    |
|---|---|----|--|---|---|----|
| ร | = | 3  |  | ศ | = | 9  |
| ล | = | 15 |  | ษ | = | 15 |
| ว | = | 12 |  | ส | = | 45 |

- |                  |   |    |
|------------------|---|----|
| 1. ส.....ล.....ร | = | 12 |
| 2. ว.....ส.....ษ | = | 42 |
| 3. ส.....ล.....ว | = | 57 |
| 4. ษ.....ร.....ส | = | 50 |
| 5. ว.....ษ.....ศ | = | 36 |
| 6. ษ.....ศ.....ส | = | 90 |
| 7. ว.....ร.....ษ | = | 57 |



กิจกรรมที่ 1 (3) ESU

คำชี้แจง      ให้นักเรียนพิจารณาว่าคู่ของสัญลักษณ์ที่กำหนดให้เหมือนกันหรือไม่

|     |           |            | เหมือน | ไม่เหมือน |
|-----|-----------|------------|--------|-----------|
| 1.  | 6410739   | 6410729    | .....  |           |
| 2.  | 780020000 | 780020000  | .....  |           |
| 3.  | 9699699   | 9699699    | .....  |           |
| 4.  | 59876543  | 59875643   | .....  |           |
| 5.  | 825170493 | 8251766493 | .....  |           |
| 6.  | 7153940   | 7153840    | .....  |           |
| 7.  | 3756892   | 3758692    | .....  |           |
| 8.  | 4780029   | 4780020    | .....  |           |
| 9.  | 5987656   | 5985656    | .....  |           |
| 10. | 70012001  | 70122001   | .....  |           |
| 11. | 53178593  | 53198493   | .....  |           |
| 12. | 73739403  | 73739403   | .....  |           |
| 13. | 19131597  | 1942578    | .....  |           |
| 14. | 13145187  | 13145187   | .....  |           |
| 15. | 35479896  | 34579596   | .....  |           |
| 16. | 32609456  | 32609456   | .....  |           |
| 17. | 91952294  | 91953284   | .....  |           |
| 18. | 876008008 | 876080008  | .....  |           |
| 19. | 32135702  | 32134720   | .....  |           |
| 20. | 5853218   | 5853218    | .....  |           |

## กิจกรรมที่ 2 (3) ESU

คำชี้แจง      ให้นักเรียนพิจารณาคู่ของสัญลักษณ์ที่กำหนดให้ว่าแตกต่างกันอย่างไร

1.    89432101      89342101  
      แตกต่างกัน คือ .....
2.    67895372      67895327  
      แตกต่างกัน คือ .....
3.    27253691      21256391  
      แตกต่างกัน คือ .....
4.    7984336      7954366  
      แตกต่างกัน คือ .....
5.    1342976      1352975  
      แตกต่างกัน คือ .....
6.    7153940      7153904  
      แตกต่างกัน คือ .....
7.    9678523      9648533  
      แตกต่างกัน คือ .....
8.    3273940      3273604  
      แตกต่างกัน คือ .....
9.    3171532      3175123  
      แตกต่างกัน คือ .....
10.   4341592      4345912  
      แตกต่างกัน คือ .....

### กิจกรรมที่ 3 (3) ESU

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาว่าคู่ของสัญลักษณ์ที่กำหนดให้ต่างกันอยู่เท่าไร

1. 4320012      4310912  
ต่างกันอยู่ .....
2. 6802923      6802825  
ต่างกันอยู่ .....
3. 9346827      9326827  
ต่างกันอยู่ .....
4. 7948539      7942539  
ต่างกันอยู่ .....
5. 3406891      3406791  
ต่างกันอยู่ .....
6. 5830913      5730913  
ต่างกันอยู่ .....
7. 836910      835900  
ต่างกันอยู่ .....
8. 1089738      1079728  
ต่างกันอยู่ .....
9. 2486596      2484593  
ต่างกันอยู่ .....
10. 3910862      3810762  
ต่างกันอยู่ .....

กิจกรรมที่ 4 (3) ESC

คำชี้แจง ให้นักเรียนวงกลมตัวเลขที่หารด้วย 2 ลงตัว แล้วนำมาเรียงใหม่จากน้อยไปหามาก

112            79            86            101            115

110      45      91      64      77

83            81            92            96            102

72      78      85      89      97

93            99            109            108            114

105      125      104      116      126

กลุ่มตัวเลขที่หารด้วย 2 ลงตัว ได้แก่ .....

.....

.....

.....

.....

.....

• • • • •

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 5 (3) ESC

คำชี้แจง    ให้นักเรียนวงกลมตัวเลขที่หารด้วย 6 ลงตัว และกากบาท ตัวเลขที่หารด้วย 7 ลงตัว แล้วนำมาเรียงใหม่

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 11  | 12  | 13  | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  | 19  | 20  |
| 21  | 22  | 23  | 24  | 25  | 26  | 27  | 28  | 29  | 30  |
| 31  | 32  | 33  | 34  | 35  | 36  | 37  | 38  | 39  | 40  |
| 41  | 42  | 43  | 44  | 45  | 46  | 47  | 48  | 49  | 50  |
| 51  | 52  | 53  | 54  | 55  | 56  | 57  | 58  | 59  | 60  |
| 61  | 62  | 63  | 64  | 65  | 66  | 67  | 68  | 69  | 70  |
| 71  | 72  | 73  | 74  | 75  | 76  | 77  | 78  | 79  | 80  |
| 81  | 82  | 83  | 84  | 85  | 86  | 87  | 88  | 89  | 90  |
| 91  | 92  | 93  | 94  | 95  | 96  | 97  | 98  | 99  | 100 |
| 101 | 102 | 103 | 104 | 105 | 106 | 107 | 108 | 109 | 110 |

กลุ่มตัวเลขที่หารด้วย 6 ลงตัว ได้แก่ .....

.....

.....

.....

.....

กลุ่มตัวเลขที่หารด้วย 7 ลงตัว ได้แก่ .....

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 6 (3) ESC

คำชี้แจง      ให้นักเรียนวงกลมตัวเลขที่หลักร้อยบวกหลักสิบ ได้ผลลัพธ์เท่ากับหลักหน่วย แล้วนำมาเขียนเป็นกลุ่มใหม่

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 123 | 456 | 235 | 618 | 910 |
| 717 | 718 | 458 | 156 | 347 |
| 639 | 246 | 636 | 541 | 391 |
| 523 | 413 | 721 | 359 | 462 |
| 963 | 962 | 431 | 572 | 321 |
| 872 | 853 | 835 | 421 | 411 |

กลุ่มตัวเลขที่หลักร้อยบวกหลักสิบ ได้ผลลัพธ์เท่ากับหลักหน่วย ได้แก่

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## กิจกรรมที่ 7 (3) ESR

คำชี้แจง      ให้นักเรียนพิจารณาเครื่องหมายจากประโยคสัญลักษณ์ที่กำหนดให้ว่า ควรจะเปลี่ยนเครื่องหมายอย่างไร จึงจะทำให้ผลลัพธ์ทั้งสองข้างเท่ากัน

ตัวอย่าง       $5 - 1 = 2 \div 2$

ตอบ      เปลี่ยน  $\div$  เป็น  $\times$  เพราะ  $5 - 1 = 2 \times 2 = 4$

1.       $3 + 6 = 18 \times 2$

เปลี่ยน.....

เพราะ.....

2.       $23 - 8 = 45 \times 3$

เปลี่ยน.....

เพราะ.....

3.       $12 + 4 = 4 + 3 + 1$

เปลี่ยน.....

เพราะ.....

4.       $7 - 2 = 3 \times 3$

เปลี่ยน.....

เพราะ.....

5.       $11 + 7 = 6 - 3$

เปลี่ยน.....

เพราะ.....

## กิจกรรมที่ 8 (3) ESR

คำชี้แจง      ให้นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์ใหม่ที่มีผลลัพธ์เท่ากับประโยคสัญลักษณ์ที่กำหนดให้

1.       $13 + 2 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$

2.       $27 \div 3 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$

3.       $4 \times 9 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$

4.       $23 - 7 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$

5.       $18 + 2 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$

6.       $54 \div 9 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$

7.       $33 - 3 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$

8.       $12 \times 4 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$

9.       $(8 \times 2) \div 4 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$

10.       $(22 + 36) - 1 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$

11.       $(6 \times 8) - 4 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$

12.       $(7 \times 4) + 6 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$



## กิจกรรมที่ 9 (3) ESR

คำชี้แจง    ให้นักเรียนหาตัวเลขมาเติมในประโยคสัญลักษณ์ที่ทำให้ผลลัพธ์ทั้งสองข้างเท่ากัน

1.     $22 + 13 = \dots\dots\dots \times \dots\dots\dots$

2.     $5 \times 6 = \dots\dots\dots + \dots\dots\dots$

3.     $\dots\dots\dots - \dots\dots\dots = \dots\dots\dots 4 \times 5$

4.     $\dots\dots\dots - \dots\dots\dots = \dots\dots\dots 5 + 7$

5.     $18 - 2 = \dots\dots\dots \times \dots\dots\dots$

6.     $19 - 7 = \dots\dots\dots \div \dots\dots\dots$

7.     $4 \times 4 = \dots\dots\dots + \dots\dots\dots$

8.     $14 + 12 = \dots\dots\dots - \dots\dots\dots$

9.     $36 - 9 = \dots\dots\dots \div \dots\dots\dots$

10.     $\dots\dots\dots + \dots\dots\dots = \dots\dots\dots 12 \times 4$

กิจกรรมที่ 10 (3) ESS

คำชี้แจง      ให้นักเรียนพิจารณาการจัดเรียงกลุ่มตัวเลขที่กำหนดให้ ว่ามีความสัมพันธ์เกี่ยว  
โยงกันอย่างไรระบบตามกฎเกณฑ์ใด แล้วให้จัดเรียงกลุ่มตัวเลขใหม่ เลียนแบบตาม  
กฎเกณฑ์นั้น

5                  6                  8                  11                  12                  14                  17

จัดเรียงตามกฎเกณฑ์ .....

จัดเรียงกลุ่มตัวเลข เลียนแบบ

- 1. ....
- 2. ....
- 3. ....
- 4. ....
- 5. ....

40                  36                  34                  30                  28

จัดเรียงตามกฎเกณฑ์ .....

จัดเรียงกลุ่มตัวเลข เลียนแบบ

- 1. ....
- 2. ....
- 3. ....
- 4. ....
- 5. ....

## กิจกรรมที่ 11 (3) ESS

คำชี้แจง   ให้นักเรียนพิจารณาการจัดเรียงกลุ่มตัวเลขที่กำหนดให้ ว่ามีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันอย่างไรมีระบบตามกฎเกณฑ์ใด

1.     2       5       4       7       6       9       8

ตอบ .....

2.     2       5       8       11       14

ตอบ .....

3.     1       2       4       6       10

ตอบ .....

4.     5       10       16       23       31

ตอบ .....

5.     4       9       19       34       54

ตอบ .....

6.     1       2       4       6       8       11       13       17

ตอบ .....

7.     3       9       10       12       13       14

ตอบ .....

8.     74       71       68       65       62

ตอบ .....

9.     26       20       14       8       4

ตอบ .....

10.   41       40       37       35       33       30       29

ตอบ .....

กิจกรรมที่ 12 (3) ESS

คำชี้แจง      ให้นักเรียนพิจารณาการจัดเรียงกลุ่มตัวเลขที่กำหนดให้ ว่ามีความสัมพันธ์เกี่ยว  
โยงกันอย่างไรระบบตามกฎเกณฑ์ใด แล้วให้จัดเรียงกลุ่มตัวเลขใหม่เลียนแบบ  
ตามกฎเกณฑ์นั้น

2                      3                      6                      7                      14

จัดเรียงตามกฎเกณฑ์ .....

จัดเรียงกลุ่มตัวเลขเลียนแบบ

- 1. ....
- 2. ....
- 3. ....
- 4. ....
- 5. ....

6                      12                      9                      18                      15

จัดเรียงตามกฎเกณฑ์ .....

จัดเรียงกลุ่มตัวเลขเลียนแบบ

- 1. ....
- 2. ....
- 3. ....
- 4. ....
- 5. ....

## กิจกรรมที่ 13 (3) EST

คำชี้แจง ให้นักเรียนเปลี่ยนตำแหน่งของตัวเลขที่กำหนดให้ ให้เป็นจำนวนใหม่ แล้วจัดเรียง  
จำนวนใหม่จากจำนวนที่มีค่าน้อยไปหาจำนวนที่มีค่ามาก

|      |      |      |      |
|------|------|------|------|
| 4589 | 3421 | 8760 | 2897 |
| 3540 | 4386 | 5294 | 6428 |
| 1368 | 8675 | 6037 | 5168 |
| 2698 | 7052 | 9758 | 6543 |
| 9517 | 3271 | 1845 | 3750 |
| 1064 | 1652 | 7049 | 3876 |

เปลี่ยนตำแหน่ง ให้เป็นจำนวนใหม่

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เรียงจากจำนวนที่มีค่าน้อยไปหาจำนวนที่มีค่ามาก

.....

.....

.....

.....

.....

### กิจกรรมที่ 14 (3) EST

คำชี้แจง ให้นักเรียนเปลี่ยนตำแหน่งของตัวเลขที่กำหนดให้ ให้เป็นจำนวนใหม่ที่มีค่ามากกว่า 5,000 แล้วจัดเรียงจำนวนใหม่จากจำนวนที่มีค่าน้อยไปหาจำนวนที่มีค่ามาก

|      |      |      |      |
|------|------|------|------|
| 1468 | 3286 | 2534 | 1832 |
| 2478 | 1523 | 3460 | 2951 |
| 3067 | 3856 | 4256 | 1654 |
| 2574 | 4712 | 3614 | 4135 |
| 2493 | 1684 | 3051 | 1293 |
| 1702 | 1509 | 2384 | 3087 |

เปลี่ยนตำแหน่งให้เป็นจำนวนใหม่

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เรียงจากจำนวนที่มีค่าน้อยไปหาจำนวนที่มีค่ามาก

.....

.....

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 15 (3) EST

คำชี้แจง      ให้นักเรียนเปลี่ยนตำแหน่งของตัวเลขที่กำหนดให้ ให้เป็นจำนวนใหม่ที่มีค่าน้อยกว่า  
2571 + 1829 แล้วจัดเรียงจำนวนใหม่จากจำนวนที่มีค่ามากไปหาจำนวนที่มีค่าน้อย

|      |      |      |      |
|------|------|------|------|
| 7204 | 6315 | 5037 | 8206 |
| 4413 | 7165 | 6138 | 7529 |
| 9436 | 5803 | 6410 | 6223 |
| 8245 | 7824 | 9340 | 8563 |
| 5634 | 6542 | 5314 | 9513 |
| 9620 | 7812 | 6435 | 9136 |

เปลี่ยนตำแหน่งให้เป็นจำนวนใหม่

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เรียงจากจำนวนที่มีค่ามากไปหาจำนวนที่มีค่าน้อย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## กิจกรรมที่ 16 (3) ESI

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ของประโยคสัญลักษณ์ที่กำหนดให้ แล้วให้  
ประมาณค่าของ A ที่ทำให้ประโยคสัญลักษณ์เป็นจริงที่สุด

ตัวอย่าง  $A + 3 < 14$

ตอบ  $A < 11$  นั่นคือ A ที่มีค่าเท่ากับ 10, 9, 8, ..., 0

ถ้าแทนค่า  $A = 10$  ลงในประโยคสัญลักษณ์

จะได้  $10 + 3 < 14$

$13 < 14$

1.  $A - 2 < 10$

ตอบ .....  
 .....  
 .....  
 .....

2.  $A \times 6 < 57$

ตอบ .....  
 .....  
 .....  
 .....

3.  $(8 \times 8) \div A = 16$

ตอบ .....  
 .....  
 .....  
 .....

4.  $(A \times 5) + 16$

ตอบ .....  
 .....  
 .....  
 .....



# กิจกรรมที่ 17 (3) ESI

คำชี้แจง    ให้นักเรียนหาค่า A จากประโยคสัญลักษณ์ที่กำหนดให้

1.  $A + 12 = 37$   
.....
2.  $43 - A = 14$   
.....
3.  $16 \times 7 = A$   
.....
4.  $A \div 9 = 8$   
.....
5.  $7 \times 4 = A \times 2$   
.....
6.  $23 + A < 77 - 28$   
.....
7.  $72 \div 12 = A - 9$   
.....
8.  $24 + A > 36 + 17$   
.....
9.  $45 + A < 72$   
.....
10.  $A - 16 > 9$   
.....
11.  $18 + 19 + A > 67$   
.....
12.  $7 \times 4 + A < 77$   
.....

# กิจกรรมที่ 18 (3) ESI

คำชี้แจง

ให้นักเรียนเติมเครื่องหมาย  $>$ ,  $<$  และ  $=$  ลงใน ☐  
เพื่อให้ประโยคเป็นจริง เมื่อกำหนดค่าของตัวอักษรให้

กำหนดให้

$$ก = 2$$

$$ด = 12$$

$$ข = 3$$

$$ต = 15$$

$$ค = 4$$

$$ถ = 16$$

$$ง = 5$$

$$ท = 45$$

$$จ = 9$$

$$ธ = 63$$

- |     |                             |                          |                             |
|-----|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 1.  | $ท \div จ$                  | <input type="checkbox"/> | $ค \times ง$                |
| 2.  | $ด + ธ$                     | <input type="checkbox"/> | $ท - ถ$                     |
| 3.  | $ก \times ข + ด$            | <input type="checkbox"/> | $จ \div ข + ถ$              |
| 4.  | $ถ + ต + ด$                 | <input type="checkbox"/> | $ถ - ง + ธ$                 |
| 5.  | $ธ \div จ$                  | <input type="checkbox"/> | $ข + ค$                     |
| 6.  | $ก - ค + จ$                 | <input type="checkbox"/> | $ข + ง + ด$                 |
| 7.  | $ถ \div ค + ง$              | <input type="checkbox"/> | $ด - ก + ข$                 |
| 8.  | $ธ + ก + ด + จ$             | <input type="checkbox"/> | $ท + ข + ด + ง$             |
| 9.  | $ค \times ง - ด$            | <input type="checkbox"/> | $ค \times จ - ถ$            |
| 10. | $ข \times ค \div ก$         | <input type="checkbox"/> | $ถ \div ค + ก$              |
| 11. | $(ก + ง) \times (ด - จ)$    | <input type="checkbox"/> | $ท + ด$                     |
| 12. | $(ด \div ข) \times (ท - ง)$ | <input type="checkbox"/> | $(ธ - จ) \times (ด \div ก)$ |
| 13. | $ก \times จ + ด$            | <input type="checkbox"/> | $ข \times ง + ท$            |
| 14. | $ด + ถ + ข$                 | <input type="checkbox"/> | $ด + ท + ค + ง$             |
| 15. | $ธ - จ - ง$                 | <input type="checkbox"/> | $ท - ข - ก$                 |

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบแบบฝึกและแบบทดสอบ

- |                                |                                                                             |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 1. รศ.อังคณา สายยศ             | ภาควิชาการวัดผลและวิจัยทางการศึกษา<br>มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร |
| 2. รศ.วัณณา วิศาลาภรณ์         | ภาควิชาการวัดผลและวิจัยทางการศึกษา<br>มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร |
| 3. รศ.ชูศรี วงศ์รัตนะ          | ภาควิชาการวัดผลและวิจัยทางการศึกษา<br>มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร |
| 4. รศ. นิภา ศรีไพโรจน์         | ภาควิชาการวัดผลและวิจัยทางการศึกษา<br>มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร |
| 5. ผศ.เชาวนา ชวลิตธารง         | ภาควิชาการวัดผลและวิจัยทางการศึกษา<br>มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร |
| 6. อาจารย์ระวีวรรณ พันธุ์พานิช | ภาควิชาการวัดผลและวิจัยทางการศึกษา<br>มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร |

## ประวัติย่อของผู้วิจัย

|                        |                                                                                               |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| ชื่อ                   | นางสาววาสนา เศษสวຍ                                                                            |
| เกิดวันที่             | 17 พฤศจิกายน 2507                                                                             |
| สถานที่เกิด            | อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี                                                                    |
| สถานที่อยู่ปัจจุบัน    | 108/364 หมู่บ้านเลิศอุบล 5 ถนนรามอินทรา<br>แขวงคันนายาว เขตบึงกุ่ม กรุงเทพมหานคร              |
| ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน | อาจารย์ 2 ระดับ 5                                                                             |
| สถานที่ทำงานปัจจุบัน   | โรงเรียนมีนบุรี แขวงมีนบุรี เขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร                                          |
| ประวัติการศึกษา        |                                                                                               |
| พ.ศ. 2523              | มัธยมศึกษาตอนต้น (ม.ศ. 3) จากโรงเรียนสตรีราชินูทิศ<br>จังหวัดอุดรธานี                         |
| พ.ศ. 2528              | ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)<br>จากวิทยาลัยอาชีวศึกษาอุดรธานี                           |
| พ.ศ. 2530              | คหกรรมศาสตร์บัณฑิต (คศ.บ.) วิชาเอกคหกรรมศาสตร์ทั่วไป<br>จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล             |
| พ.ศ. 2540              | การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) วิชาเอกการวัดผลการศึกษา<br>จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร |