การเปรียบเทียบความสามารถในการคำนวณเบื้องต้นของเด็กอายุ 4-6 ปี

นางสาววิภา ยุวพรพาณิชย์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาจิตวิทยาพัฒนาการ
คณะจิตวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2546
ISBN 974-17-4965-1
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A COMPARISON OF EARLY CALCULATION ABILITY IN FOUR TO SIX YEAR-OLD CHILDREN

Miss Wipa Yuwaphonphanich

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Arts in Developmental Psychology
Faculty of Psychology
Chulalongkorn University
Academic Year 2003

ISBN 974-17-4965-1

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเปรียบเทียบความสามารถในการคำนวณเบื้องต้นของเด็กอายุ 4-6 ปี
โดย	นางสาววิภา ยุวพรพาณิชย์
สาขาวิชา	จิตวิทยาพัฒนาการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. เพ็ญพิไล ฤทธาคณานนท์

คณะจิตวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะจิตวิทยา
(รองศาสตราจารย์ ดร. พรรณทิพย์ ศิริวรรณบุศย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ศิรางค์ ทับสายทอง)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. เพ็ญพิไล ฤทธาคณานนท์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. สมโภชน์ เอี่ยมสุภาษิต)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิภา ยุวพรพาณิชย์ : การเปรียบเทียบความสามารถในการคำนวณเบื้องต้นของเด็กอายุ 4-6 ปี (A COMPARISON OF EARLY CALCULATION ABILITY IN FOUR TO SIX YEAR-OLD CHILDREN) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร. เพ็ญพิไล ฤทธาคณานนท์, 78 หน้า ISBN 974-17-4965-1

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคำนวณ จำนวนเต็ม จำนวนเศษส่วน และจำนวนคละ ในเด็กอายุ 4-6 ปี

กลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กนักเรียนในระดับอนุบาลและระดับประถมศึกษาที่มีอายุ 4–6 ปี ของโรงเรียนวัดลาดบัวขาวและโรงเรียนวัดจันทร์นอก จำนวน 180 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 3 กลุ่ม ตามระดับอายุ 4 ปี 5 ปี และ 6 ปี กลุ่มละ 60 คน เป็นชาย 30 คน เป็นหญิง 30 คน เพื่อทดสอบความสามารถในการคำนวณเบื้องต้นของเด็กใน 3 ประเภทจำนวน คือ จำนวนเต็ม จำนวนเศษส่วน และจำนวนคละ โดยการทดสอบเด็กทีละคน

ผลการวิจัยพบว่า

1. เด็กอายุ 6 ปี มีคะแนนความสามารถในการคำนวณจำนวนทั้ง 3 ประเภทสูงกว่าเด็กอายุ 5 ปี และ 4 ปี ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. เด็กอายุ 4-6 ปี มีคะแนนความสามารถในการคำนวณจำนวนเต็มสูงกว่าจำนวนเศษส่วน และจำนวนคละ ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สาขาวิชา...จิตวิทยาพัฒนาการ..... ลายมือชื่อนิสิต.....

ปีการศึกษา..2546..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

4378126838 : MAJOR DEVELOPMENTAL PSYCHOLOGY
KEY WORD : EARLY CALCULATION ABILITY / PRESCHOOL CHILDREN / WHOLE-NUMBER / FRACTION / MIX-NUMBER

WIPA YUWAPHONPHANICH : A COMPARISON OF EARLY CALCULATION ABILITY IN FOUR TO SIX YEAR-OLD CHILDREN. : THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. PENPILAI RITHAKANANONE.Ph.D., 78 pp. ISBN 974-17-4965-1

The purpose of this research was to compare early calculation ability of four to six year-old children in the whole-number, fraction and mix-number.

The participants were 180 pre-school and school-aged children from Wadladbuakaw School and Wadchunnog School, aged 4, 5 and 6. There were 30 boys and 30 girls in each age group. Children's early calculation ability in the whole-number, fraction and mix-number was tested. The children were tested individually.

The results show that :

1. Six-year-old children demonstrate significantly better early calculation ability in all types of number than five and four year-old children respectively ($p<.01$).

2. Four to six year-old children demonstrate significantly better calculation ability in whole-number than fraction and mix-number respectively ($p<.01$).

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Field of study.....Developmental Psychology..... Student's signature.....

Academic year.....2003..... Advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของ รองศาสตราจารย์ ดร. เพ็ญพิไล ฤทธาคณานนท์ ผู้ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ช่วยชี้แนะแนวทางในการทำงาน ให้ความรู้ ข้อคิด กำลังใจ ตลอดจนช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ และเป็นแบบอย่างที่ดีของการทำงาน ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณในความปรารถนาดีที่มีต่อศิษย์เสมอมาไว้ ณ โอกาสนี้

กราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. พรรณทิพย์ ศิริวรรณบุศย์ คณบดีคณะจิตวิทยา รองศาสตราจารย์ ศิรางค์ ทับสายทอง รองศาสตราจารย์ ดร. สมโภชน์ เอี่ยมสุภาษิต รองศาสตราจารย์ ประไพพรรณ ภูมิวุฒิสาร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรรณระพี สุทธิวรรณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นิรมล ชยุตสาหกิจ ตลอดจนคณาจารย์คณะจิตวิทยาทุกท่านที่ให้ความรู้ ข้อคิด และประสบการณ์ เพื่อสร้างให้ศิษย์เป็นผู้ที่มีความรู้

ขอขอบพระคุณคณะครูและนักเรียนโรงเรียนวัดไทร โรงเรียนวัดลาดบัวขาว และโรงเรียนวัดจันทร์นอกทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือและช่วยอำนวยความสะดวกในการทำการศึกษานำร่องและการทำวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณเพื่อนและพี่น้องคณะจิตวิทยาที่เป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา ร่วมแก้ปัญหาตั้งแต่ต้นจนกระทั่งงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และห่วงใยผู้วิจัยด้วยดีเสมอมา

ขอขอบคุณคุณกาญจนา กระต่ายทอง คุณปิยภัสร์ ตรังคะพันธุ์ คุณปิยนุช หิรัญเพิ่ม และพี่น้องที่ห้องผู้ป่วยหนักทารกแรกเกิด โรงพยาบาลเจริญกรุงประชารักษ์ ที่คอยเป็นกำลังใจและคอยให้ความช่วยเหลือผู้วิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัย

ท้ายที่สุดนี้ ผู้วิจัยขอกราบระลึกถึงพระคุณพ่อ พระคุณแม่ ผู้ให้กำเนิดชีวิต ให้ความรัก ความห่วงใย และมีความปรารถนาดีต่อลูกตลอดมา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญแผนภาพ..... ฎ

บทที่

1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง..... 6

1.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 11

1.4 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 19

1.5 สมมติฐานในการวิจัย..... 19

1.6 คำจำกัดความในการวิจัย..... 19

1.7 ขอบเขตการวิจัย..... 20

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 21

2 วิธีดำเนินการวิจัย..... 22

2.1 กลุ่มตัวอย่าง..... 22

2.2 การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง..... 22

2.3 การออกแบบงานวิจัย..... 24

2.4 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย..... 25

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.5 วิธีดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล..... 27
2.6 การวิเคราะห์ข้อมูล..... 35
2.7 การนำเสนอข้อมูล..... 35
3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 37
4 อภิปรายผลการวิจัย..... 42
5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ..... 47
รายการอ้างอิง..... 54
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล..... 58
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย..... 63
ภาคผนวก ค ค่าระดับความยากและค่าอำนาจจำแนกของคำถามที่ใช้ในการทดสอบ 67
ภาคผนวก ง ตัวอย่างตารางที่ใช้ในการบันทึกข้อมูล..... 69
ภาคผนวก จ คะแนนที่ได้จากการทำวิจัย..... 70
ภาคผนวก ฉ หนังสือขอความยินยอมจากผู้ปกครอง..... 76
ภาคผนวก ช รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ..... 77
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 78

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดงจำนวนนักเรียนที่อยู่ในเกณฑ์ที่จัดไว้ ของโรงเรียนวัดลาดบัวขาวและโรงเรียนวัดจันทร์นอก โดยจำแนกตามเพศและระดับอายุ..... 23

2.2 แสดงจำนวนนักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง ของโรงเรียนวัดลาดบัวขาวและโรงเรียนวัดจันทร์นอก โดยจำแนกตามเพศและระดับอายุ..... 24

2.3 แสดงคำถามที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการคำนวณจำนวนเต็ม จำนวนเศษส่วน และจำนวนคละ..... 27

2.4 แสดงการสลับเพื่อให้เกิดความสมดุลในการกำหนดลำดับของประเภทจำนวน..... 28

2.5 แสดงการสลับเพื่อให้เกิดความสมดุลในการนำเสนอข้อคำถามของเด็กแต่ละคน.... 29

3.1 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการคำนวณ 37

3.2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ ของคะแนนความสามารถในการคำนวณ จำนวนเต็ม จำนวนเศษส่วน และจำนวนคละ ของเด็กอายุ 4-6 ปี..... 38

3.3 แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตระหว่างคู่โดยวิธีของตูกี (Tukey) ของคะแนนความสามารถในการคำนวณของเด็กอายุ 4-6 ปี..... 40

ข แสดงคำถามที่ใช้ในการทดสอบ..... 63

ค.1 แสดงค่าระดับความยากและค่าอำนาจจำแนกของคำถามประเภทจำนวนเต็ม..... 67

ค.2 แสดงค่าระดับความยากและค่าอำนาจจำแนกของคำถามประเภทจำนวนเศษส่วน. 68

ค.3 แสดงค่าระดับความยากและค่าอำนาจจำแนกของคำถามประเภทจำนวนคละ..... 68

ง แสดงตัวอย่างตารางที่ใช้ในการบันทึกข้อมูล..... 69

จ.1 แสดงคะแนนความสามารถในการคำนวณจำนวนทั้ง 3 ประเภท ของกลุ่มตัวอย่างอายุ 6 ปี..... 70

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

จ.2 แสดงคะแนนความสามารถในการคำนวณจำนวนทั้ง 3 ประเภท ของกลุ่มตัวอย่าง อายุ 5 ปี..... 72

จ.3 แสดงคะแนนความสามารถในการคำนวณจำนวนทั้ง 3 ประเภท ของกลุ่มตัวอย่าง อายุ 4 ปี..... 74

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่ หน้า

1 กราฟเส้นแสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนความสามารถในการคำนวณ จำนวนเต็ม จำนวนเศษส่วน และจำนวนคละของเด็กอายุ 4-6 ปี..... 39

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สิ่งหนึ่งที่แสดงถึงความเข้าใจถึงการมีทักษะในทางคณิตศาสตร์ก็คือความสามารถในการคำนวณ ซึ่งเป็นสิ่งที่มีบทบาทสำคัญมากในชีวิตประจำวัน เราจะพบว่ามนุษย์จะต้องเกี่ยวข้องกับตัวเลขและจำนวนที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ไม่ว่าจะเป็นการเพิ่มที่จะทำให้ค่าของตัวเลขเพิ่มขึ้น หรือการลดที่ทำให้ค่าของตัวเลขน้อยลง และการเปรียบเทียบจำนวนระหว่างของ 2 กลุ่ม ว่ากลุ่มใดมีจำนวนมากกว่าหรือน้อยกว่า ดังนั้นความสามารถในการคำนวณจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นและมีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิต และเป็นเรื่องที่น่าสนใจศึกษาถึงพัฒนาการด้านความสามารถในการคำนวณ ซึ่ง Gelman (1980, 1982 อ้างถึงใน เพ็ญพิไล ฤทธาคณานนท์, 2536) มีความเชื่อว่าทักษะเกี่ยวกับจำนวนขั้นพื้นฐานนั้นอาจจะเป็นความสามารถทางธรรมชาติที่เป็นสากลสำหรับมนุษย์ ซึ่งคล้ายทักษะทางภาษา คือเป็นสิ่งที่มนุษย์ทุกคนมีตั้งแต่เกิด

ในการศึกษาพัฒนาการทางด้านจำนวน งานวิจัยในระยะแรกเป็นงานของ Piaget และคณะ (Piaget & Szeminska, 1952 อ้างถึงใน Flavell, Miller & Miller, 1993) โดยงานวิจัยดำเนินไปภายใต้แนวคิดทฤษฎีพัฒนาการของ Piaget โดยศึกษาในเด็กอายุ 3 – 6 ปี ซึ่งจัดอยู่ในพัฒนาการขั้นก่อนปฏิบัติการ โดย Piaget พบว่าเด็กยังสับสนและขาดความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวน เขากล่าวว่าเด็กจะไม่เข้าใจในเรื่องของจำนวนได้อย่างมีความหมายจนกว่าจะพัฒนาเข้าสู่ขั้นการปฏิบัติการด้วยรูปธรรม (Concrete Operational stage) ซึ่งจะมีอายุประมาณ 7 ปี แต่ในระยะต่อมามีนักจิตวิทยาหลายท่านเชื่อว่า มนุษย์จะเริ่มพัฒนาความสามารถทางด้านจำนวนตั้งแต่ช่วงปีแรกของวัยทารก เช่น การศึกษาของ Starkey และคณะ (Starkey, Spelke & Gelman, 1980 อ้างถึงใน Flavell et. al., 1993) ผู้วิจัยได้อาศัยกระบวนการการเลิกให้ความสนใจ (Habituation) และกระบวนการให้ความสนใจใหม่อีก (Dishabituation) ในการศึกษาความสามารถด้านจำนวนของทารกอายุ 6-9 เดือน โดยให้ทารกดูสไลด์ที่แสดงวัตถุที่เป็นของใช้ในบ้าน เช่น กระดาษโน้ต หวี เครื่องขูด จำนวน 3 ชิ้น ซ้ำๆกัน จนทารกเลิกให้

ความสนใจ โดยวัตถุทั้ง 3 ชิ้นในแต่ละสไลด์จะแตกต่างกัน และได้รับการจัดวางที่แตกต่างกันด้วย แต่จะมีสิ่งที่เหมือนกันเพียงอย่างเดียว คือ ความเป็นสาม เมื่อทารกเลิกให้ความสนใจต่อสไลด์ที่มีวัตถุ 3 ชิ้นแล้ว ผู้วิจัยได้เปลี่ยนสไลด์เป็นวัตถุอย่างอื่นในบ้าน 2 ชิ้นบ้าง 3 ชิ้นบ้าง โดยมีการจัดวางที่แตกต่างกัน ซึ่งพบว่าทารกดูสไลด์ที่มีวัตถุ 2 ชิ้นนานกว่าสไลด์ที่มีวัตถุ 3 ชิ้น ส่วนทารกคนอื่นๆที่ได้มองดูสไลด์ที่มีวัตถุ 2 ชิ้นก่อน ก็จะจ้องมองสไลด์ที่มีวัตถุ 3 ชิ้นนานกว่าสไลด์ที่มีวัตถุ 2 ชิ้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพัฒนาการทางด้านจำนวนนั้นเริ่มมาตั้งแต่วัยทารก

ในเด็กวัยก่อนเรียน Gelman & Tucker (1975) แสดงให้เห็นว่าเด็กสามารถที่จะใช้หลักพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในการรวมเซตที่มีขนาดเล็ก การบวกและการลบเป็นเหมือนปฏิบัติการการเพิ่มและการลดจำนวนในแต่ละแถว การแทนที่ การเปลี่ยนสี หรือความยาวและความสั้นของแต่ละแถว เป็นการจัดการที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ไม่เปลี่ยนจำนวน โดย Gelman & Gallistel (1978 อ้างถึงใน Flavell et. al., 1993) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับความรู้และทักษะทางด้านจำนวนในเด็กเล็ก 2 อย่างคือ 1) ความสามารถในการบอกค่าของจำนวนและ 2) ความสามารถในการใช้เหตุผลทางจำนวน และจากแนวคิดเรื่องความสามารถในการบอกค่าของจำนวน Gelman ได้สร้างหลักในการนับ (Counting principles) 5 ข้อที่เด็กวัยก่อนเรียนสามารถทำได้ หลักในการนับมีดังนี้ หลักหนึ่งต่อหนึ่ง (The one-one principle) หลักการเรียงลำดับที่แน่นอน (The stable order principle) หลักการใช้เลขตัวสุดท้ายแทนจำนวนของวัตถุที่ถูกนับ (The cardinal principle) หลักการจัดทุกสิ่งทุกอย่างว่าเป็นของที่นับได้ (The abstraction principle) หลักการนับที่เริ่มจากวัตถุชิ้นใดก่อนก็ได้ (The order-irrelevance principle) โดยที่หลัก 3 ข้อแรกเป็นการบอกให้เด็กทราบว่าจะนับให้ถูกต้องได้อย่างไร หลักข้อที่ 4 บอกให้ทราบว่ามีอะไรบ้างที่นับได้ และหลักข้อที่ 5 เป็นหลักที่ได้จากการผสมกันของหลัก 4 ข้อแรก ซึ่งต่อมาได้มีผู้วิจัยอีกหลายท่านที่พบว่า เด็กวัยก่อนเรียนมีความสามารถในการนับจำนวน เช่น งานวิจัยของ Song (1987) ที่พบว่าเด็กที่มีอายุ 2-3 ปี จะมีพัฒนาการด้านความคิดและทักษะเบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวน และเด็กอายุ 4-5 ปี สามารถที่จะตัดสินความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งของ 2 ชุด โดยใช้วิธีพื้นฐานที่สำคัญมากอย่างหนึ่งที่เด็กวัยนี้สามารถทำได้คือการนับ การนับจะช่วยให้เด็กรู้ว่าจำนวนหนึ่งเท่ากับ มากกว่า หรือน้อยกว่าอีกจำนวนหนึ่ง ซึ่งในงานวิจัยของ Starky & Gelman (1982 อ้างถึงใน Flavell, 1985) ยังพบว่าเด็กวัยก่อนเรียนสามารถทำการบวกลบได้ โดยทดสอบความสามารถในการบวกและลบเลขในใจของเด็กอายุ 3 – 5 ปี ผู้วิจัยจะวางเหรียญ 4 เพนนีบนฝ่ามือ แล้วบอกให้เด็กนับเหรียญในมือนั้น จากนั้นผู้วิจัยจะกำมือและบอกเด็กว่า “ตอนนี้ฉันจะใส่เหรียญไปอีก 2 เหรียญ” (ผู้วิจัยนำเหรียญอีก 2

เหรียญ มาใส่เพิ่มในมือที่กำไว้) แล้วถามเด็กว่า “มีเหรียญในมือทั้งหมดเท่าไร” หรือถามว่า “ตอนนี้ฉันจะเอาออกไป 3 เหรียญ ฉันมีเหรียญทั้งหมดเท่าไร” ผลการวิจัยพบว่า เด็กอายุ 5 ปี ส่วนใหญ่สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนที่เริ่มต้นจาก 1 – 6 และสามารถแก้ปัญหาการเพิ่มหรือลดจำนวนจาก 1 – 4 โดยใช้การนับช่วยในการแก้ปัญหาได้

มีการเสนอรูปแบบกระบวนการแก้ไขปัญหาการคำนวณของเด็ก โดยอธิบายจากหลักการนับในใจ โดยเริ่มจากมีสิ่งของบางสิ่งแล้วมีการเพิ่มจำนวนเข้าไปตามที่ต้องการ ก่อนที่เด็กจะเพิ่มจำนวนเข้าไปในแต่ละครั้ง เด็กจะทำการตรวจสอบโดยการนับว่าเป็นจำนวนสิ่งที่ต้องการเพิ่มขึ้นหรือไม่ ซึ่งถ้าถึงตามจำนวนที่ต้องการให้เพิ่มขึ้น กระบวนการเพิ่มจำนวนจะหยุดและเด็กจะได้คำตอบ แต่ถ้ายังไม่ใช่ตามจำนวนที่เพิ่มขึ้น เด็กก็จะเพิ่มจำนวนต่อไปอีกทีละหนึ่งจนเท่ากับจำนวนที่ต้องการจะเพิ่มขึ้น เช่น ในคำถามการบวก 2+3=? เด็กจะเริ่มแก้ปัญหาโดยเริ่มจากจำนวน 2 หน่วย แล้วทำการนับต่อไปโดยนับเพิ่มขึ้นทีละหนึ่งหน่วยจนครบ 3 หน่วย เด็กจะหยุดการนับและได้คำตอบของคำถาม ซึ่งในที่นี้ 3 คือจำนวนของสิ่งที่ต้องเพิ่มขึ้น (Sternberg, 1999) Siegler (1991 อ้างถึงใน Kail & Nelson, 1993) ได้เสนอรูปแบบเบื้องต้นของการเพิ่มจำนวน โดยมีขั้นตอนที่สำคัญ 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรกเป็นการใส่รหัสของปัญหา โดยเด็กจะพยายามดึงเอาคำตอบที่ถูกต้องมาจากความจำ ถ้าคำตอบที่เด็กพยายามดึงออกมาเป็นคำตอบที่เด็กมั่นใจว่าถูกต้องเด็กก็จะใช้คำตอบนั้น แต่ถ้าเด็กไม่มั่นใจเด็กจะพยายามอีกครั้ง โดยการทบทวนกระบวนการนี้อีกครั้งจนได้คำตอบที่พอใจ แต่ถ้าเด็กไม่สามารถหาคำตอบจากในขั้นตอนแรกเด็กจะใช้ขั้นตอนต่อไป คือ กลวิธีสำรอง (back up strategy) โดยการนับจำนวนที่เพิ่มขึ้นเข้าไปในรูปแบบอื่น Ginsburg (1996) เสนอหลักพื้นฐานของการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับทักษะทางคณิตศาสตร์ว่า ทารกแรกเกิด - 2 ปี มีความคิดที่สำคัญบางอย่างเกี่ยวกับปริมาณในช่วงจำนวนที่มีค่าน้อย ทารกดูเหมือนจะรู้ว่าการบวกนำไปสู่ปริมาณที่มากขึ้น และการลบทำให้ปริมาณน้อยลง ส่วนเด็กวัยก่อนเรียนจะสร้างความรู้โดยการใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในลักษณะที่เป็นนามธรรมมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการนับ การบวกหรือการลบ

ความสำคัญของพัฒนาการความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ด้านจำนวนของเด็ก ไม่เพียงแต่เป็นความสัมพันธ์ของการนับและจำนวนเต็มเท่านั้น ยังรวมถึงพื้นฐานความเข้าใจเกี่ยวกับความน่าจะเป็นและสัดส่วน ซึ่งจำนวนเศษส่วนนั้นเป็นที่รู้จักกันว่าเป็นเรื่องที่ยากในการเรียนการสอนในโรงเรียน (Post, 1981 อ้างถึงใน Sophian, Garyantes & Chang, 1997) ในเด็กวัยก่อนเรียนความเข้าใจเรื่องจำนวนเศษส่วนเป็นการศึกษาในเรื่องการแบ่ง เด็กสามารถแบ่ง

จำนวนสิ่งของให้เท่ากันเป็น 2 หรือ 3 จำนวน โดยใช้การนับส่วนที่ถูกแบ่งในแต่ละส่วนจนกระทั่งจำนวนทั้งหมดนั้นหมดไป การแบ่งมีประโยชน์ในการสอนที่จะช่วยให้เด็กจินตนาการความรู้ในใจในการเรียนรู้เรื่องจำนวนเศษส่วน (Pepper & Hunting, 1998; Sophian et. al.,1997) ทั้งการนับและการแบ่งเป็นการกระทำเกี่ยวกับการแยกวัตถุ การเชื่อมโยงระหว่างการนับและการแบ่งมีการศึกษาพบว่า เด็กสามารถแก้ปัญหาในการแบ่งได้ก่อนที่จะได้รับการสอนในโรงเรียนเกี่ยวกับกระบวนการและปฏิบัติการทางเลขคณิต (Hunting & Sharpley, 1988)

ในการศึกษาถึงการแก้ปัญหาการคำนวณจำนวนเศษส่วน จะพบว่ามีปัญหาในการเขียนสัญลักษณ์แทนจำนวนเศษส่วน ซึ่งมีผลต่อความไม่สามารถเข้าใจพื้นฐานในการคำนวณจำนวนเศษส่วน บ่อยครั้งที่ในการแก้ปัญหาการบวกจำนวนเศษส่วน เด็กจะหาคำตอบโดยการนำเศษของตัวตั้งกับตัวบวกมารวมกันเป็นผลลัพธ์ของเศษ และนำส่วนของตัวตั้งกับตัวบวกมารวมกันเป็นผลลัพธ์ของส่วน เช่น ¾ + ½ = 4/6 (Resnick & Ford, 1981) ถึงแม้ว่าเมื่อเด็กสามารถแก้ปัญหาการคำนวณได้อย่างถูกต้อง เด็กก็อาจทำได้โดยปราศจากความเข้าใจถึงเหตุผล ตัวอย่างเช่น เด็กอายุ 12–14 ปีที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถอธิบายได้ว่าเป็นเพราะอะไร ดูเหมือนว่าเด็กจะใช้พื้นฐานจากสิ่งที่ได้รับการสอนจากที่โรงเรียนโดยปราศจาก ความเข้าใจ (Kerslake, 1986 อ้างถึงใน Mix, Levine & Huttenlocher, 1999)

มีนักวิจัยหลายท่านเสนอแนวคิดเกี่ยวกับเรื่องที่ว่าอะไรคือสิ่งที่เด็กรู้เกี่ยวกับจำนวนเศษส่วนก่อนที่เด็กจะได้รับการสอนอย่างเป็นรูปแบบ ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นจุดสำคัญในการตรวจสอบความเข้าใจของเด็ก เพราะเป็นสิ่งที่บอกถึงความแตกต่างระหว่างความหมายกับสัญลักษณ์ของจำนวนเศษส่วน เด็กอาจไม่เข้าใจถึงความสัมพันธ์เชิงปริมาณในจำนวนเศษส่วน ในกรณีนี้สัญลักษณ์ที่ใช้แทนจำนวนเศษส่วนอาจยากเกินไปสำหรับการตีความหมาย Gelman กล่าวว่าที่เด็กตอบคำถามเรื่องจำนวนเศษส่วนผิด เป็นการแสดงถึงการตีความที่ผิดโดยยึดตามหลักของจำนวนเต็ม ตัวอย่างเช่น Gelman, Cohen & Hartnett (1989, Gelman, 1991 อ้างถึงใน Mix et. al., 1999) ได้ทำการทดสอบเด็กในระดับอนุบาล ระดับเกรดหนึ่ง และระดับเกรดสองที่สามารถอ่านและเขียนจำนวนเศษส่วนได้ พบว่าเด็กมีแนวโน้มในการอ่านเลขเศษส่วนในรูปแบบของจำนวนเต็มและเด็กส่วนใหญ่จะตัดสินว่า ¼ ใหญ่กว่า ½ เพราะเด็กปฏิบัติกับจำนวนเศษส่วนเหมือนกับจำนวนเต็มทั่วไป คือเด็กตัดสินจากพื้นฐานความเป็นจริงที่ว่า 4 นั้นมากกว่า 2 Gelman ตีความหมายของความผิดพลาดนี้ว่าเป็นเหมือนหลักฐานที่แสดงว่า หลักการนับที่มีมา

แต่กำเนิดของเด็กจะสอดแทรกอยู่ในความสามารถในการเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนนอกเหนือจากเรื่องจำนวนเต็ม

จากแนวคิดที่ว่าเด็กมีความล้มเหลวในการคำนวณจำนวนเศษส่วน เนื่องจากเด็กนั้นใช้กระบวนการคิดในรูปแบบของจำนวนเต็มมาตัดสินปัญหาในเรื่องจำนวนเศษส่วน Mix และคณะ (1999) จึงได้ทำการศึกษาถึงความสามารถในการคำนวณจำนวนเศษส่วนเบื้องต้นของเด็กวัยก่อนเรียน โดยทำการทดสอบเปรียบเทียบการคำนวณจำนวนเต็มกับจำนวนเศษส่วนที่มีขนาดของส่วนเท่ากัน ในกระบวนการที่ไม่ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ในการแทนค่าจำนวน พบว่าเด็กวัยก่อนเรียนมีความเข้าใจและแก้ปัญหาในการคำนวณจำนวนเศษส่วนได้เช่นเดียวกับการคำนวณจำนวนเต็ม โดยมีกระบวนการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันแต่เป็นไปในทิศทางเดียวกันคือ เด็กใช้กระบวนการแก้ปัญหาเรื่องจำนวนเต็มด้วยการสร้างรูปแบบภายในจิตใจ โดยนึกถึงสิ่งของที่ถูกเคลื่อนที่เข้าหรือออก แต่ในกระบวนการแก้ปัญหาเรื่องจำนวนเศษส่วน ไม่เพียงแต่เด็กจะสร้างรูปแบบภายในจิตใจถึงสิ่งของที่เคลื่อนเข้าหรือออกเท่านั้น แต่เด็กจะสร้างรูปแบบของการสับเปลี่ยนระหว่างการแบ่งและการรวมกันอีกหลังจากการแบ่งร่วมด้วย และพบว่าเด็กจะมีความสามารถในการคำนวณเมื่ออายุ 4 ปี ทั้งในการคำนวณจำนวนเต็มและจำนวนเศษส่วน ในขณะเดียวกัน Mix และคณะ (1999) ได้ทำการทดสอบความสามารถในการคำนวณจำนวนคละ ซึ่งเป็นจำนวนที่เกิดจากการรวมกันระหว่างจำนวนเต็มและจำนวนเศษส่วน เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าเด็กมีความเข้าใจในการคำนวณจำนวนเต็มและจำนวนเศษส่วนอย่างแท้จริง ผลการทดลองพบว่าเด็กมีความสามารถในการแก้ปัญหาการคำนวณจำนวนคละได้เช่นเดียวกับการคำนวณจำนวนเต็มและจำนวนเศษส่วน

จากผลการทดลองของ Mix และคณะ (1999) ที่กล่าวมาแล้วนั้นเป็นพื้นฐานที่จะบอกได้ว่า เด็กมีความสามารถในการคำนวณจำนวนเศษส่วนได้เช่นเดียวกับการคำนวณจำนวนเต็ม โดยอาศัยหลักการนับเป็นสิ่งสำคัญ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาถึงความสามารถในการคำนวณของเด็กอายุ 4-6 ปี โดยศึกษาเปรียบเทียบจำนวน 3 ประเภท คือ จำนวนเต็ม จำนวนเศษส่วน และจำนวนคละ เพื่อจะดูว่าเด็กสามารถใช้หลักการนับในรูปแบบของจำนวนเต็มมาใช้ในการแก้ปัญหาในการคำนวณได้หรือไม่

และด้วยเหตุผลที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาพัฒนาการความสามารถในการคำนวณเบื้องต้นของเด็กวัยก่อนเรียนในจำนวน 3 ประเภท คือจำนวนเต็ม จำนวนเศษส่วน และจำนวนคละ

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ความสามารถพื้นฐานทางจำนวน (Basic numerical abilities)

Piaget และคณะ (1952 อ้างถึงใน Flavell et. al., 1993) ได้ศึกษาความสามารถทางจำนวนของเด็กอายุ 3–6 ปี โดยเชื่อว่าเด็กยังสับสนและขาดความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวน Piaget ได้แสดงให้เห็นถึงความคิดของเขา โดยทดลองความสามารถด้านการอนุรักษ์จำนวนในสถานการณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงการรับรู้ ตัวอย่างเช่น ผู้ทดลองได้จัดแบ่งกระดุมออกเป็น 2 แถว แถวละ 10 อัน โดยจัดในลักษณะเรียงแบบ 1 : 1 (บนกับล่าง) เด็กจะเห็นว่าทั้ง 2 แถวมีจำนวนกระดุมเท่ากัน จากนั้นผู้ทดลองทำให้กระดุมในแถวใดแถวหนึ่งยาวขึ้น ในด้านการอนุรักษ์จำนวนเด็กจะยังคงเห็นว่าจำนวนกระดุมทั้ง 2 แถวยังคงเท่ากัน เพียงแต่ความยาวต่างกัน ซึ่งในจุดนี้ Piaget พบว่าเด็กที่อายุต่ำกว่า 5 – 6 ปี ไม่สามารถอนุรักษ์จำนวนได้

ต่อมา Gelman (1972 อ้างถึงใน Sroufe, Cooper & Marshall, 1988) ได้แสดงให้เห็นถึงความสามารถทางจำนวนของเด็กระหว่างอายุ 3 – 6 ปี ในงานวิจัยเรื่อง "Magic" โดยให้เด็กแต่ละคนเห็นจาน 2 ใบ ในจานแต่ละใบมีตุ๊กตาหนูอยู่หนึ่งแถว จานใบแรกมีหนู 2 ตัว และจานใบที่สองมีหนู 3 ตัว เริ่มแรกเด็กจะถูกบอกให้เล่นเกมเพื่อหาจานที่เป็นผู้ชนะ โดยถ้าเด็กเลือกจานที่มีหนู 3 ตัวเป็นผู้ชนะก็จะได้รับรางวัล แต่ถ้าเลือกจานที่มีหนู 2 ตัวเป็นผู้ชนะจะไม่ได้รับรางวัล จากนั้นผู้วิจัยจะทำการเปลี่ยนตำแหน่งและจำนวนของตุ๊กตาหนู โดยในการเปลี่ยนตำแหน่งของตุ๊กตาจะจัดให้แถวของหนูมีระยะห่างไม่เท่ากัน และในการเปลี่ยนจำนวนของตุ๊กตาผู้วิจัยจะทำการเพิ่มหรือลดจำนวนของหนูโดยการแอบหยิบหนูตัวกลางหรือตัวสุดท้ายออกจากจานที่มีหนู 3 ตัว ทำให้หนูทั้งสองจานมีจำนวนเท่ากัน ผลการวิจัยพบว่าเด็กใช้จำนวนในการตัดสิน "ผู้ชนะ" และ "ผู้แพ้" มากกว่าอาศัยความยาวและความหนาแน่น และเด็กจะแสดงอาการประหลาดใจเมื่อจานทั้งสองมีจำนวนหนูเท่ากัน และไม่สามารถบอกได้ว่าจานใดเป็นผู้ชนะหรือผู้แพ้ นั่นคือเด็กสามารถรับรู้ถึงการเปลี่ยนแปลงจำนวนเมื่อมีการเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ดีกว่าการเปลี่ยนแปลงโดยการแทนที่ นอกจากนี้เด็กส่วนใหญ่ยังเข้าใจว่าการบวกให้ผลในทางย้อนกลับกับการลบ

จากผลงานวิจัยของ Gelman แสดงให้เห็นว่าเด็กวัยก่อนเรียนมีความรู้และทักษะทางจำนวนมากกว่าที่พบในงานการอนุรักษ์ของ Piaget โดย Gelman (1972) กล่าวว่างานการอนุรักษ์จำนวนของ Piaget นั้นต้องอาศัยความรู้และทักษะทางจำนวนมากกว่าสิ่งที่

ต้องการวัด ดังนั้นเด็กอาจจะมีความรู้แต่ยังขาดทักษะ ซึ่ง Bryant (1972 อ้างถึงใน อังคณา อ่อนธานี, 2543) กล่าวว่าการนำเสนอในงานการอนุรักษ์ของ Piaget จะมีการชี้นำการรับรู้ที่ผิดจากการที่ขยายแถวออกหรือการที่ทำให้สั้นเข้ามา เมื่อตัวชี้แนะเป็นความสั้นหรือความยาวของแถวจึงทำให้เด็กเข้าใจผิด

ดังนั้น Gelman & Gallistel (1978 อ้างถึงใน Flavell et. al., 1993) จึงได้ศึกษาความสามารถด้านจำนวนของเด็กวัยก่อนเรียน และพบว่าเด็กวัยก่อนเรียนมีความรู้และทักษะทางจำนวน 2 อย่าง คือ

1. <u>ความสามารถในการบอกค่าของจำนวน</u> (Number – Abstraction Abilities) หมายถึง กระบวนการที่เด็กเข้าใจและสามารถใช้ตัวเลขบอกค่าจำนวนของวัตถุ เช่น เมื่อมีวัตถุในแถว 4 ชิ้น เด็กสามารถนับวัตถุและบอกค่าจำนวนของวัตถุในแถวว่าเท่ากับ 4 ชิ้น

จากความสามารถในการบอกค่าของจำนวน Gelman & Gallistell (1978 อ้างถึงใน Flavell et. al., 1993) ได้ศึกษาถึงกระบวนการนับในการบอกค่าของจำนวนของเด็ก พบว่าเด็กใช้การนับเป็นตัวแทนค่าของจำนวนวัตถุและใช้แก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน โดยการนับนั้นมีหลักอยู่ 5 ข้อ หลัก 3 ข้อแรกเป็นการบอกให้เด็กทราบว่าจะนับให้ถูกต้องได้อย่างไร หลักข้อที่ 4 บอกให้ทราบว่ามีอะไรบ้างที่นับได้ และหลักข้อที่ 5 เป็นหลักที่ได้จากการผสมกันของหลัก 4 ข้อแรก ซึ่งหลักในการนับ (Counting Principles) มีดังนี้

1.1 หลักหนึ่งต่อหนึ่ง (The One – One Principle) ผู้นับจะต้องให้ตัวเลขหนึ่งตัวแทนค่าวัตถุแต่ละชิ้น โดยเริ่มจากวัตถุชิ้นที่หนึ่งเรียงต่อไปเรื่อยๆตามลำดับที่แน่นอน จะต้องไม่ข้ามวัตถุอันใดอันหนึ่งไป จะต้องไม่นับซ้ำ จะต้องไม่ใช้ตัวเลขเดียวกันซ้ำอีก และจะต้องหยุดนับเมื่อวัตถุชิ้นสุดท้ายได้ถูกนับแล้ว จะเห็นได้ว่ากระบวนการนับเป็นกระบวนการที่มีการประสานจำนวนที่เรียงตามลำดับให้เข้ากับการเรียงตามลำดับของวัตถุแต่ละชิ้น กล่าวคือในขณะที่เด็กนับ ตัวเลขแต่ละตัวและวัตถุแต่ละชิ้นจะถูกใช้ไปและไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก

1.2 หลักการเรียงลำดับที่แน่นอน (The Stable Order Principle) ในการนับวัตถุแต่ละชุด ผู้นับจะต้องเรียกชื่อจำนวนหนึ่งจำนวนต่อวัตถุหนึ่งชิ้นตามลำดับการนับที่แน่นอน ไม่ว่าจะนับสิ่งใดก่อนหรือหลัง เช่น ถ้าให้เด็กอายุ 2 ปีนับวัตถุ 2 ชิ้น เด็กอาจจะนับว่า “สอง” “หก” หรือ “เอ” “บี” แต่เมื่อให้เด็กนับซ้ำอีกในเวลาที่ต่างกันเด็กก็ยังคงนับว่า “สอง” “หก” หรือ “เอ” “บี”

1.3 หลักการใช้เลขสุดท้ายแทนจำนวนของวัตถุที่ถูกนับ (The Cardinal Principle) ในการนับวัตถุแต่ละชุด ตัวเลขที่ใช้นับวัตถุชิ้นสุดท้ายจะใช้แทนค่าจำนวนของวัตถุทั้งหมดที่มีอยู่ในชุด เช่น การนับวัตถุ 3 สิ่งจะนับ “หนึ่ง” “สอง” “สาม” จำนวนนับ “สาม” จะใช้แทนค่าจำนวนวัตถุทั้งชุดนั้น ซึ่งผลงานของ Gelman (1982) แสดงให้เห็นว่าเด็กจะใช้หลักการนับในข้อนี้ในการนับเลขจำนวนน้อย และการประมวลข้อมูลอาจรบกวนการใช้หลักการนับข้อนี้ ทำให้เราประเมินความสามารถของเด็กต่ำกว่าที่เป็นจริง เช่น เด็กอาจจะไม่สามารถนับถึง n และบอกว่ามีวัตถุอยู่ n ชิ้น แต่เด็กจะรู้ว่านับผิดถ้านับถึง n และบอกว่ามีวัตถุอยู่ n+1 ชิ้น ในทำนองเดียวกันถ้าผู้วิจัยเป็นผู้นับและให้เด็กบอกว่ามีของกี่ชิ้น แม้แต่เด็กอายุ 2-3 ปีก็สามารถใช้ตัวเลขสุดท้ายที่ผู้วิจัยนับแทนจำนวนวัตถุที่ถูกนับได้

1.4 หลักการจัดทุกสิ่งทุกอย่างว่าเป็นของที่นับได้ (The Abstraction Principle) ผู้นับจะต้องมีความเข้าใจว่าสิ่งของทุกอย่างมีค่าคงที่สามารถนับได้ ไม่ว่าจะเป็นเหตุการณ์ สิ่งมีชีวิต สิ่งไม่มีชีวิต สิ่งที่จับต้องได้ และสิ่งที่เป็นนามธรรมต่างๆ เป็นต้น เด็กจะไม่แยกว่าสิ่งใดนับได้ สิ่งใดนับไม่ได้ แต่จะนับทุกสิ่งทุกอย่างโดยไม่คำนึงถึงความแตกต่างของมันและจะถือว่าทุกอย่างมีความเท่าเทียมกัน

1.5 หลักการนับที่เริ่มจากวัตถุชิ้นใดก่อนก็ได้ (The Order – Irrelevance Principle) ในการนับวัตถุจะเริ่มนับจากชิ้นไหนก่อนก็ได้ เช่น ถ้ามีสุนัข แมว และหนู จะให้สุนัขเป็นที่หนึ่งหรือหนูเป็นที่หนึ่งก็ได้ แต่จะได้ผลเท่ากับ “สาม” เหมือนกัน ซึ่งมีการทดสอบให้เด็กอายุ 3 และ 5 ปีนับวัตถุจากซ้ายสุดเป็น “หนึ่ง” “สอง” ไปเรื่อยๆ หลังจากนั้นให้เด็กเริ่มนับ ”หนึ่ง” จากวัตถุที่ตำแหน่งใดก่อนก็ได้ พบว่าเด็กจะไม่รู้สึกแปลกและสับสน

2. <u>ความสามารถในการใช้เหตุผลทางจำนวน</u> (Numerical – Reasoning Principles) เป็นความสามารถในการใช้เหตุผลทางจำนวน เช่น คิดถึงผลที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงขนาดของเซตวัตถุ โดยทราบว่าเซตของวัตถุจะไม่เปลี่ยนถ้าวางวัตถุห่างกันมากขึ้น แต่เซตจะเปลี่ยนถ้ามีการเพิ่มวัตถุเข้าไป ดังนั้นความสามารถในการบอกค่าทำให้เด็กรู้จำนวนและการคิดใช้เหตุผลทำให้เด็กสามารถคิดและมีปฏิบัติการกับค่าของจำนวนนั้น

Gelman และนักวิจัยอื่นๆ (Flavell et. al., 1993) ได้แสดงให้เห็นว่าเด็กสามารถคิดใช้เหตุผลกับตัวเลขได้ในวัยก่อนเข้าโรงเรียน ในตอนท้ายของวัยนี้เด็กทราบว่าการเปลี่ยนสีหรือสัญลักษณ์เป็นการเปลี่ยนที่ไม่สามารถเปลี่ยนจำนวนของวัตถุในเซตได้ แต่การเพิ่มวัตถุจะทำให้ค่าของตัวเลขเพิ่มขึ้น และการลดทำให้ค่าของตัวเลขน้อยลง และการเพิ่มวัตถุเข้าไป

ในจำนวนที่มีอยู่เดิมให้มีค่าเท่ากับจำนวนวัตถุที่นำออกไป จะมีผลทำให้ค่าของจำนวนวัตถุไม่เปลี่ยนแปลง เด็กสามารถบอกได้ว่าของ 2 เซตเท่ากันหรือไม่ เช่น บอกได้ว่า A>B หรือ C=D โดยอาศัยการนับเป็นหลัก การใช้เหตุผลจะทำได้ดีถ้าจำนวนไม่มากและเด็กสามารถนับได้

<u>ระดับความสามารถในการนับ</u>

Copeland (1984) เชื่อว่าประสบการณ์บางอย่างของเด็กเกี่ยวกับมโนทัศน์ด้านจำนวนนั้นจะมีความเกี่ยวข้องกับเรื่องความสัมพันธ์และการเปรียบเทียบของจำนวนรวมอยู่ด้วย เช่น เด็กจะต้องตัดสินจำนวนต่างๆที่มีมากกว่า น้อยกว่า หรือเท่ากับ ซึ่งสิ่งจำเป็นสำหรับใช้ในการตัดสินจำนวนก็คือความสามารถในการนับ โดยแบ่งได้เป็น 3 ระดับ คือ

1. การนับโดยการท่องจำ (Rote Counting) เป็นการนับที่เด็กได้เรียนรู้จากการสอนของบิดา มารดาตั้งแต่ก่อนเข้าเรียน เด็กจะจำคำบอกลำดับที่การนับคือ หนึ่ง สอง สาม สี่ ... ซึ่งทำให้ดูเหมือนว่าเด็กมีความสามารถในการนับ อย่างไรก็ตามถ้าเด็กถูกถามถึงจำนวนสิ่งของที่อยู่ในมือเด็กอาจจะตอบคำถามด้วยการเดา เพราะการนับของเด็กเกิดจากการท่องจำ เด็กยังไม่เข้าใจเรื่องความสมนัยระหว่างคำที่ออกเสียงนับและของที่ถูกนับ

2. การนับโดยใช้เหตุผล (Rational Counting) เป็นการนับที่ใช้ความสมนัยแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One-to-one Correspondence) หรือการจับคู่เป็นพื้นฐานสำคัญในการบอกจำนวนของเซต เด็กมีความเข้าใจระหว่างคำที่ออกเสียงนับและของที่ถูกนับด้วยการนึกภาพจับคู่เชื่อมโยงในใจ

3. การนับโดยใช้ความคงที่ของความเท่าเทียม (Counting with Lasting Equivalence) เป็นการนับที่เกิดจากความเข้าใจอย่างแท้จริง การกำหนดความเท่าเทียมกันของสิ่งของ 2 เซต เป็นสิ่งที่เด็กใช้หลักเหตุผลเกี่ยวกับความไม่เปลี่ยนแปลงของจำนวนและความเข้าใจในการบอกจำนวน

<u>รูปแบบการนับของเด็ก</u>

Steffe, Glaserfeld, Richard, & Cobb (1983 อ้างถึงใน Carpenter, 1985) เสนอว่าการนับของเด็กสามารถแบ่งตามระดับพัฒนาการของการนับได้ดังนี้

1. การนับโดยการรับรู้ (Counter of perceptual unit items) เด็กจะนับในสิ่งที่รับรู้ได้และใช้ประสาทสัมผัสโดยตรง เช่น การมองเห็นและมือสัมผัสได้ และจะนับได้เฉพาะที่เริ่มนับจากหนึ่งหรือของที่มองเห็นเป็นสิ่งแรก

2. การนับโดยการนึกภาพ (Counter of figural unit items) เด็กสามารถนับโดยการนึกภาพแทนตัวเลขที่มีความสัมพันธ์กัน คือในงานการบวกอย่างง่าย สิ่งของบางอย่างที่ถูกซ่อนไว้ เด็กจะใช้การนึกภาพแทนสิ่งที่หายไป ทำให้บอกจำนวนสิ่งของที่ถูกซ่อนไว้ได้

3. การนับโดยการเคลื่อนไหวอวัยวะ (Counter of motor unit items) เด็กสามารถใช้การกระทำของอวัยวะในการนับสิ่งของที่ถูกซ่อนไว้ เช่น การเคลื่อนไหวมือขณะนับหรือการใช้นิ้วมือขณะนับ ซึ่งเป็นการแทนการนับโดยการรับรู้และโดยการนึกภาพ

4. การนับโดยการออกเสียง (Counter of verbal unit items) เด็กสามารถนับจำนวนตัวเลขของสิ่งที่นับด้วยตัวเอง แต่เด็กยังคงไม่ชำนาญเกี่ยวกับตัวเลข เพราะเด็กยังบอกตัวเลขที่นับได้ไม่ถูกต้อง

5. การนับสิ่งที่เป็นนามธรรม (Counters of abstract unit items) เด็กสามารถบอกจำนวนที่มีความหมายจากการนับ และสามารถบอกสิ่งที่นับได้จากงานการบวกอย่างง่าย นั่นคือ เด็กสามารถบอกตัวเลขโดยการพูดว่า “แปด” ในความหมายของสิ่งที่นับจาก “1, 2, 3, ...8” และยังสามารถนับต่อไปจากตัวเลขนั้นได้อีก

จากแนวคิดของ Steffe และคณะ (1983 อ้างถึงใน Carpenter, 1985) เด็กจะเริ่มมีความสามารถนับแบบท่องจำได้ก่อน การนับของเด็กในระดับแรกๆสามารถทำได้เฉพาะของที่เด็กมองเห็นและมีเนื้อหาชัดเจนเท่านั้น ต่อมาพัฒนาเป็นความสามารถในการนับสิ่งต่างๆจนถึงระดับสุดท้าย เป็นความสามารถในการนับด้วยความเข้าใจจำนวนซึ่งเป็นนามธรรมได้อย่างแท้จริง ความสามารถในการนับระดับสุดท้ายเป็นรากฐานที่เด็กจะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เช่น การบวก การลบ การเปรียบเทียบจำนวน เป็นต้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเกี่ยวกับการนับ

งานวิจัยที่ศึกษาถึงพัฒนาการด้านความสามารถพื้นฐานทางจำนวน ส่วนใหญ่จะเป็นไปตามแนวคิดเรื่องการนับของ Gelman เช่น งานวิจัยของ Bullock & Gelman (1977) ได้ศึกษาความสามารถในการใช้เหตุผลทางจำนวนในเด็กวัยก่อนเรียน ตามแนวคิดในข้อหลักการเรียงลำดับของหลักการนับ ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนที่มากกว่าและน้อยกว่า โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กอายุ 2 – 4 ปี ทำการทดสอบใน 2 ระยะ ระยะแรกให้เด็กตัดสินจำนวนสิ่งของ 2 แถวที่มีจำนวนต่างกัน โดยให้หาว่าแถวใดมีจำนวนมากกว่า และในระยะที่ 2 ให้เด็กตัดสินสิ่งของ 2 แถวที่มีจำนวนเท่ากัน แต่มีการจัดวางในระยะห่างที่ต่างกัน แล้วหาว่าแถวใดมีจำนวนมากกว่า ผลการทดลองพบว่าเด็กสามารถตัดสินความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนที่มากกว่าและน้อยกว่า และสามารถเปรียบเทียบจำนวน 2 จำนวนโดยมีพื้นฐานจากหลักการเรียงลำดับตามหลักการนับ

ส่วน Briars & Siegler (1984) ได้ศึกษาเรื่องความรู้เกี่ยวกับการนับของเด็กวัยก่อนเรียน โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กอายุ 3 – 5 ปี ทำการทดสอบโดยใช้แผ่นพลาสติกลักษณะกลมแบนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ¾ นิ้ว ที่มีสีเขียวและสีแดงวางสลับสี สีละ 1 อัน เรียงกันเป็นแถวบนกระดาษแข็งจำนวน 4 แถว แถวละ 3, 4, 9 และ 10 อันตามลำดับ โดยเว้นระยะห่างของแผ่นพลาสติกแต่ละอันเท่าๆกัน จากนั้นผู้วิจัยทดลองนับแผ่นพลาสติกกลมแบนในแบบต่างๆ 9 แบบคือ การนับข้าม การนับที่ไม่ออกเสียง การนับซ้ำ การนับที่ออกเสียงนับเกิน การนับจากขวาไปซ้าย การนับไม่ติดต่อกัน การนับที่เริ่มตรงกลางแถว การนับที่มีการชี้ซ้ำ และการนับที่ถูกต้องตามมาตรฐาน ให้เด็กดูทีละแถว แล้วถามเด็กว่าผู้วิจัยนับถูกหรือผิด ผลการทดลองพบว่าเด็กสามารถบอกได้ว่าวิธีการนับแบบใดเป็นวิธีการนับที่ถูกหรือผิด โดยอาศัยความสมนัยระหว่างคำที่ออกเสียงกับของที่ถูกนับเป็นตัวช่วยในการตัดสิน

จากงานวิจัยที่กล่าวมาจะพบว่าเด็กวัยก่อนเรียนมีความรู้เกี่ยวกับการนับ และใช้หลักการนับในการเปรียบเทียบจำนวน 2 จำนวน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยในประเทศไทยของประมาณ พลสุธรรม (2533) ที่ได้ทำการศึกษาการเข้าใจการลดและการเพิ่มจำนวนของเด็กวัยก่อนเรียนที่ยังไม่เข้าใจในการอนุรักษ์จำนวน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเด็กอายุ 3 – 5 ปี ทำการทดสอบ

ความเข้าใจการอนุรักษ์จำนวนตามแนวคิดของ Piaget เพื่อคัดเลือกเด็กที่ยังไม่เข้าใจการอนุรักษ์จำนวนเป็นกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นจัดกลุ่มตัวอย่างแต่ละระดับอายุแบ่งเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 ทดสอบงานการลดจำนวนก่อนงานการเพิ่มจำนวน ส่วนกลุ่มที่ 2 ทดสอบงานการเพิ่มจำนวนก่อนงานการลดจำนวน ผลการทดลองพบว่าเด็กวัยก่อนเรียนที่ยังไม่เข้าใจการอนุรักษ์จำนวนตามแนวคิดของ Piaget นั้น มีความเข้าใจในเรื่องการเพิ่ม การลดจำนวนที่มีค่าน้อยแล้ว คือ 2-3 จำนวน และเด็กอายุ 5 ปีมีความเข้าใจในเรื่องการเพิ่ม การลด และความคงที่ของจำนวนสูงกว่าเด็กอายุ 3 – 5 ปี

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ สมชาย ช่างทอง (2534) ที่ได้ศึกษาเรื่องพัฒนาการด้านความสามารถในการเปรียบเทียบจำนวนสิ่งของ 2 ชุด ความสามารถในการนับ และความรู้เกี่ยวกับการนับของเด็กอายุ 3-5 ปี ที่พบว่าเด็กอายุ 5 ปีมีความสามารถในการเปรียบเทียบจำนวนสิ่งของที่มีค่าน้อย โดยอาศัยความสมนัยหนึ่งต่อหนึ่ง ในขณะที่เด็กโตกว่าจะใช้วิธีเปรียบเทียบจำนวนโดยการนับออกเสียงและชี้ (counting) และวิธีนับไม่ออกเสียงและชี้ (subitizing) ส่วนด้านความสามารถในการนับพบว่า เด็กอายุ 3 ปีนับได้ในช่วง 6-8 เด็กอายุ 4 ปีนับได้ในช่วง 9-11 และเด็กอายุ 5 ปีนับได้ในช่วง 18-20 และในด้านความรู้เกี่ยวกับการนับพบว่า เด็กสามารถบอกได้ว่าวิธีการนับแบบใดเป็นวิธีการนับที่ถูกหรือผิด โดยที่ความสามารถนี้จะเพิ่มขึ้นตามระดับอายุ

งานวิจัยเกี่ยวกับการแบ่ง

ในงานวิจัยเกี่ยวกับพัฒนาการด้านมโนทัศน์ทางจำนวน ได้มีการศึกษาถึงพัฒนาการความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนเศษส่วนโดยการศึกษาในเรื่องการแบ่ง Spinillo & Bryant (1991) ได้ศึกษาถึงความเข้าใจในเรื่องอัตราส่วนของเด็กโดยเน้นเกี่ยวกับเส้นแบ่งครึ่งเป็นสำคัญ ทำการทดลองใน 3 การทดลองคือ

การทดลองที่ 1 ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กอายุ 4 – 7 ปี ทำการทดสอบโดยให้เด็กดูรูปสี่เหลี่ยมที่ถูกแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งสีขาวและอีกส่วนเป็นสีน้ำเงิน จากนั้นให้เด็กดูอิฐ 2 ก้อน แต่ละก้อนจะแบ่งเป็น 2 ส่วน เป็นส่วนสีขาวและส่วนสีน้ำเงินเหมือนในรูป โดยมี 1 ก้อนที่มีอัตราส่วนเท่ากับในรูป ส่วนอีก 1 ก้อนจะมีอัตราส่วนไม่เท่ากับในรูป แล้วให้เด็กตัดสินเลือกอิฐก้อนที่มีอัตราส่วนเท่ากับในรูป ผลการทดลองพบว่าเด็กอายุ 6 – 7 ปี จะเลือกได้ถูกต้องเมื่อ

อัตราส่วนนั้นมีค่าเกินครึ่งหนึ่ง เช่น สีน้ำเงิน 3/8 ส่วนกับสีน้ำเงิน 5/8 ส่วน เด็กจะเลือกตอบในสีน้ำเงิน 5/8 ส่วนได้ถูกมากกว่า

การทดลองที่ 2 ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กอายุ 6 – 7 ปี ทำการทดสอบแบบเดียวกับการทดลองที่ 1 แต่ขนาดของอัตราส่วนจะมีค่าไม่เกินครึ่ง เช่น สีน้ำเงิน ½ ส่วนกับสีน้ำเงิน ¼ ส่วน ผลการทดลองพบว่าเด็กอายุ 6 – 7 ปี เลือกได้ถูกต้องในอัตราส่วนที่มีค่าเท่ากับครึ่งมากกว่าในอัตราส่วนที่มีค่าไม่ถึงครึ่ง

การทดลองที่ 3 ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กอายุ 6 – 8 ปี ทำการทดสอบแบบเดียวกับ 2 การทดลองแรก แต่ขนาดของก้อนอิฐที่ให้เลือกจะมีขนาดต่างกัน ผลการทดลองพบว่าขนาดของตัวเลือกที่ต่างกันไม่มีผลทำให้เด็กเลือกผิดหรือถูกมากขึ้น เมื่อเทียบกับตัวเลือกที่มีขนาดเท่ากัน คือเด็กจะมีความยากในการตัดสินใจเรื่องอัตราส่วนในการเปรียบเทียบที่มีขนาดน้อยกว่าครึ่ง แต่จะทำได้ดีในอัตราส่วนที่มีขนาดเท่ากับครึ่งหรือมากกว่าครึ่ง

ดังนั้นผลการทดลองทั้ง 3 การทดลองพบว่า ขนาดที่เท่ากับครึ่งหนึ่งเป็นเครื่องชี้ถึงความเข้าใจเหตุผลเรื่องอัตราส่วนเบื้องต้นของเด็ก

งานวิจัยเกี่ยวกับการนับและการแบ่ง

Davis & Pitkethly (1990) ได้ศึกษากระบวนการคิดเกี่ยวกับการแบ่งของเด็กระดับเกรดสอง โดยให้ดูวีดีโอเกี่ยวกับการแบ่งคุ้กกี้ให้ตุ๊กตาของเด็กอายุ 5 ปีที่เป็นชาย 1 คน เป็นหญิง 2 คน จากนั้นผู้วิจัยจะถามความเห็นของเด็กเกี่ยวกับวิธีการแบ่งคุ้กกี้ของเด็กชาย โดยเรื่องในวีดีโอจะเริ่มจากให้เด็กแบ่งคุ้กกี้ 12 ชิ้น ให้ตุ๊กตา 2 ตัวตัวละเท่ากัน จากนั้นจะมีตุ๊กตาอีกตัวชื่อ Joey เพิ่มเข้ามา ซึ่งเด็กจะต้องแบ่งคุ้กกี้ให้ Joey ด้วย โดยที่ตุ๊กตาทั้ง 3 ตัวจะต้องได้คุ้กกี้เท่ากัน ซึ่งเด็กแต่ละคนจะแสดงวิธีการแบ่งที่แตกต่างกันดังต่อไปนี้

<u>เด็กผู้ชาย</u> : แบ่งคุ้กกี้ให้ตุ๊กตา 2 ตัวแรกทีละชิ้นสลับกันทีละตัวจนหมด แล้วนับจำนวนคุ้กกี้ของแต่ละตัวว่ามี 6 ชิ้น เมื่อ Joey มา เขาหยิบคุ้กกี้ของตุ๊กตา 2 ตัวแรกมา 3 ชิ้นให้ Joey จากนั้นหยิบคุ้กกี้ 2 ชิ้นของ Joey ให้ตุ๊กตา 2 ตัวแรกตัวละ 1 ชิ้น แล้วนับจำนวนคุ้กกี้ของตุ๊กตาแต่ละตัวว่ามี 4 ชิ้น

<u>เด็กผู้หญิงคนที่ 1</u> : แบ่งคุ้กกี้ให้ตุ๊กตา 2 ตัวแรกทีละชิ้นสลับกันทีละตัวจนหมด แล้วบอกว่าตุ๊กตาทั้ง 2 ตัวมีคุ้กกี้เท่ากัน เมื่อ Joey มา เธอเริ่มโดยหยิบคุ้กกี้ทีละ 1 ชิ้นจากตุ๊กตา 2 ตัวแรกให้ Joey ไปเรื่อยๆ แล้วจับดูว่าคุ้กกี้แต่ละกองมีขนาดเท่ากันหรือยัง จนกระทั่งผู้วิจัยแนะให้เธอนับจำนวนคุ้กกี้ในแต่ละกอง เธอจึงนับคุ้กกี้ในแต่ละกองจนเท่ากันคือเท่ากับ 4

<u>เด็กผู้หญิงคนที่สอง</u> : แบ่งคุ้กกี้ให้ตุ๊กตา 2 ตัวแรกทีละ 2, 2, 1, และ 1 ชิ้นตามลำดับ สลับกันทีละตัว เมื่อ Joey มา เธอหยิบคุ้กกี้ของตุ๊กตา 2 ตัวแรกทั้งหมด แล้วหยิบให้ตุ๊กตาทั้ง 3 ตัวทีละชิ้นสลับกันจนหมด จากนั้นนับคุ้กกี้ของตุ๊กตาแต่ละตัวว่ามี 4 ชิ้น

ผลการวิจัยพบว่า เด็กมีความเข้าใจว่าการนับหลังการแบ่งเป็นการช่วยให้รู้ว่าแบ่งได้ถูกต้อง กล่าวคือการนับเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของการแบ่ง

ต่อมา Pepper & Hunting (1998) ได้ทำการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการนับและการแบ่งในเด็กวัยก่อนเรียน โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กอายุ 4 ปี 10 เดือนถึง 6 ปี 2 เดือน ทำการทดสอบใน 2 งานคือ งานการนับและงานการแบ่ง

<u>งานการนับ</u> ผู้วิจัยแบ่งระดับพัฒนาการของการนับของเด็ก โดยการสัมภาษณ์ถึงวิธีการนับตามทฤษฎีการนับของ Steffe และคณะ (1983) ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 3 ระดับคือ

1. การนับในระดับต่ำ คือเด็กสามารถแก้ปัญหาได้ในวัตถุที่มองเห็น ซึ่งตรงกับระดับการนับด้วยการรับรู้ในทฤษฎีการนับของ Steffe และคณะ

2. การนับในระดับกำลังพัฒนา คือเด็กที่สามารถสร้างภาพจินตนาการถึงสิ่งที่ถูกซ่อน แต่ยังไม่สามารถใช้การนับในการแก้ปัญหาได้ ซึ่งตรงกับระดับการนับด้วยการนึกภาพ

3. การนับในระดับดี คือเด็กสามารถนับโดยการเคลื่อนไหวอวัยวะหรือการนับที่สามารถบอกจำนวนโดยไม่ต้องออกเสียงนับ

การสัมภาษณ์ถึงวิธีการนับ ทำการทดสอบโดยให้เด็กดูภาพยนตร์ 7 เรื่อง ในภาพยนตร์จะประกอบด้วยของเล่นรูปสัตว์ที่มีขนาดเล็ก คน และสิ่งก่อสร้างที่ทำเป็นรูปกระท่อมและบ้าน โดยภาพยนตร์ในแต่ละเรื่องจะมีคำถามเกี่ยวกับการนับคือ

คำถามที่ 1 มีแกะสีขาวอยู่ 2 กลุ่ม กลุ่มแรกมี 5 ตัวอยู่ในคอก อีกกลุ่มหนึ่งมี 4 ตัวอยู่ที่อื่น แล้วถามเด็กถึงจำนวนของแกะทั้งหมด

คำถามที่ 2 มีเป็ด 2 กลุ่มอยู่ในบ่อน้ำ กลุ่มแรกเป็นเป็ดสีแดงมี 5 ตัว อีกกลุ่มเป็นเป็ดสีเหลืองมี 4 ตัว แล้วให้เด็กบอกจำนวนของเป็ดทั้งหมด

คำถามที่ 3 มีวัว 8 ตัวอยู่ในคอก มี 6 ตัวที่สามารถมองเห็น แต่อีก 2 ตัวซ่อนอยู่ในเพิงเก็บของ เด็กจะได้เห็นวัวที่ซ่อนอยู่ในเพิงเก็บของอย่างเร็ว แล้วให้เด็กบอกจำนวนของวัวทั้งหมด

คำถามที่ 4 มีกระต่าย 9 ตัวอยู่ในสนาม มี 3 ตัวซ่อนอยู่ในกรง อีก 6 ตัวสามารถมองเห็น เด็กจะถูกบอกว่ามีกระต่ายขี้อาย 3 ตัวซ่อนอยู่ในกรง ดังนั้นเด็กจึงมองไม่เห็น แล้วให้เด็กบอกจำนวนกระต่ายทั้งหมด

คำถามที่ 5 มีหมู 7 ตัวซ่อนอยู่ในเพิงเก็บของ และมี 4 ตัวอยู่ด้านนอก เด็กจะไม่เห็นหมูที่อยู่ในเพิง แต่จะรู้จำนวนของหมูที่อยู่ในเพิง แล้วให้เด็กบอกจำนวนของหมูทั้งหมด

คำถามที่ 6 มีห่าน 4 ตัวอยู่ในเพิง และมี 8 ตัวอยู่นอกเพิง เด็กจะได้รับการบอกว่ามีห่าน 8 ตัวอยู่นอกเพิง และมีห่านทั้งหมด 12 ตัว แล้วให้เด็กบอกจำนวนของห่านที่ซ่อนอยู่

คำถามที่ 7 มีบ้านอยู่ 2 หลัง บ้านหลังแรกมีคนอยู่ 5 คน หลังที่ 2 มีคนอยู่ 6 คน โดยเด็กจะไม่เห็นจำนวนคนในแต่ละหลัง แล้วถามเด็กถึงจำนวนคนทั้งหมด

<u>งานการแบ่ง</u> เด็กจะได้ทำงานการแบ่ง 3 งานคือ

งานที่ 1 เด็กได้ดูตุ๊กตา 2 ตัวกำลังเล่นอยู่ด้วยกัน หลังจากเล่นเสร็จตุ๊กตารู้สึกหิวมาก ผู้วิจัยจะบอกให้เด็กแบ่ง Cracker ที่เด็กมีอยู่ 12 ชิ้น ให้กับตุ๊กตาทั้ง 2 ตัวในจำนวนเท่ากัน

งานที่ 2 มีตุ๊กตา 3 ตัวที่กำลังรู้สึกหิวหลังกลับจากทำงาน และเด็กมีคุกกี้อยู่ 21 ชิ้น ผู้วิจัยให้เด็กแบ่งคุกกี้ให้ตุ๊กตาทั้ง 3 ตัวตามความต้องการของเด็ก

งานที่ 3 เด็กจะได้รับการบอกว่ามีตุ๊กตา 3 ตัวไปทำงานแล้วได้เงินมาจำนวนหนึ่ง และมีกระปุกออมสินที่มีขนาด 80 x 50 x 90 มิลลิเมตรอยู่ด้านหน้าของตุ๊กตาแต่ละตัว มี

เหรียญจำนวน 15 อันอยู่บนโต๊ะ จากนั้นผู้วิจัยบอกให้เด็กแบ่งเหรียญให้ตุ๊กตาแต่ละตัวใส่กระปุกออมสิน

ผลการวิจัยพบว่า การนับและการแบ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเด็กจะมีความสามารถในการแก้ปัญหางานการแบ่งได้ในทั้ง 3 ระดับพัฒนาการของการนับ โดยเด็กที่มีพัฒนาการการนับที่สูงกว่าจะแก้ปัญหางานการแบ่งในแต่ละงานได้ดีกว่าเด็กที่มีพัฒนาการการนับที่ต่ำกว่า และพบว่าเด็กวัยก่อนเรียนมีพัฒนาการทักษะการนับที่สามารถใช้แก้ปัญหาการบวกและการลบอย่างง่ายได้

งานวิจัยเกี่ยวกับการคำนวณ

ในงานวิจัยด้านพัฒนาการความสามารถในการคำนวณ Levine, Jordan & Huttenlocher (1992) ได้ทำการศึกษาพัฒนาการความสามารถในการคำนวณจำนวนเต็มของเด็กวัยก่อนเรียน โดยการนำเสนอปัญหาในรูปแบบต่างๆ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างอายุ 4 – 6 ปี ทำการทดสอบปัญหาเกี่ยวกับการคำนวณในรูปแบบการนำเสนอปัญหา 3 อย่างคือ ปัญหาที่ไม่ใช้คำพูด ปัญหาที่เป็นเรื่องราว และปัญหาที่เป็นตัวเลข โดยเป็นปัญหาการบวก 6 ข้อและการลบ 6 ข้อ สำหรับการคำนวณการบวกจำนวนสูงสุดของตัวตั้งและตัวลบจะมีค่าไม่เกิน 6 และความต่างต้องไม่มากกว่า 4

<u>ปัญหาที่ไม่ใช้คำพูด</u>

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเป็นแผ่นการ์ดสีขาวขนาด 10 นิ้ว x 10 นิ้ว จำนวน 2 แผ่น แผ่นดิสก์สีดำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ¾ นิ้วจำนวน 18 อัน กล่องใส่แผ่นดิสก์ และที่บังแผ่นการ์ดสีขาวขณะที่ทำการทดลอง ในปัญหาการบวกผู้วิจัยจะแสดงแผ่นดิสก์บนแผ่นการ์ดสีขาวเท่ากับจำนวนของตัวตั้งให้เด็กดู จากนั้นจะนำที่บังมาปิดแผ่นการ์ดสีขาวไว้ แล้วทำการใส่แผ่นดิสก์ตามจำนวนของตัวบวกทีละอันบนแผ่นการ์ดสีขาวที่ถูกปิดไว้ โดยให้เด็กเห็นขณะที่ใส่แผ่นดิสก์แต่ไม่ให้เด็กดูผลลัพธ์บนแผ่นการ์ดสีขาว จากนั้นให้เด็กแสดงคำตอบโดยวางแผ่นดิสก์บนแผ่นการ์ดสีขาวของเด็กตามจำนวนที่เด็กคิดว่าเป็นคำตอบ ส่วนในปัญหาการลบทำการทดลองเช่นเดียวกับการบวก ต่างกันตรงผู้วิจัยจะหยิบแผ่นดิสก์ออกจากที่ปิดทีละอันตามจำนวนของตัวลบ

ปัญหาที่เป็นเรื่องราว

เนื้อหาของปัญหาจะเป็นลักษณะที่ให้กลุ่มตัวอย่างมีส่วนร่วมอยู่ในปัญหา เช่น ในปัญหาการบวกผู้วิจัยจะพูดว่า "Mike มีบอลอยู่ m ลูก ถ้าเขามีบอลอีก n ลูก เขาจะมีบอลทั้งหมดกี่ลูก ?" ส่วนในปัญหาการลบจะพูดว่า "Kim มีสีเทียนอยู่ m แท่ง แล้วทำหายไป n แท่ง Kim จะมีสีเทียนเหลือกี่แท่ง ?" จากนั้นให้เด็กตอบโดยบอกตัวเลขที่เป็นคำตอบ

ปัญหาที่เป็นตัวเลข

ผู้วิจัยจะอ่านปัญหาที่เป็นตัวเลขให้เด็กฟัง เช่น ในปัญหาการบวก "m บวกอีก n จะเท่ากับเท่าไร ?" และปัญหาในการลบ "m หักออก n จะเท่ากับเท่าไร ?" โดยให้เด็กตอบโดยการบอกตัวเลขที่เป็นคำตอบ

ผลการวิจัยพบว่า เด็กอายุ 4 ปีสามารถตอบปัญหาที่ไม่ใช่คำพูดได้ถูกต้อง แต่เด็กจะไม่สามารถตอบปัญหาที่เป็นเรื่องราวและปัญหาที่เป็นตัวเลขได้จนกว่าอายุ 5 ½ ถึง 6 ½ ปี และเด็กในทุกช่วงอายุจะตอบปัญหาที่ไม่ใช่คำพูดได้ดีกว่าปัญหาที่เป็นเรื่องราวและปัญหาที่เป็นตัวเลข

ซึ่งต่อมา Mix และคณะ (1999) ได้ทำการทดสอบความสามารถในการคำนวณจำนวนเศษส่วนเบื้องต้นของเด็ก โดยทำการประเมินใน 2 การทดลองคือ การทดลองที่ 1 ใช้กลุ่มตัวอย่างอายุ 3 – 5 ปี ทำการทดสอบความสามารถในการคำนวณจำนวนเต็มและจำนวนเศษส่วนที่มีขนาดส่วนเท่ากัน

งานการคำนวณจำนวนเต็ม

อุปกรณ์ที่ใช้คือ แผ่นดิสก์สีดำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.9 เซนติเมตร จำนวน 15 อัน กล่อง อุปกรณ์ที่ใช้ในการบัง แผ่นการ์ดบอร์ดสีขาวขนาด 25 x 25 เซนติเมตร และสมุดคำตอบที่แสดงรูปภาพของคำตอบภายในกรอบสี่เหลี่ยมที่เรียงแบบ 2 x 2 โดยมีคำตอบทั้งหมด 4 ข้อ จะเป็นคำตอบที่ถูก 1 ข้อและอีก 3 ข้อนั้นเป็นคำตอบที่ผิด แต่ละรูปจะแสดงโดยรูปวงกลมสีขาวบนพื้นสีดำ การทดลองทำโดยผู้วิจัยวางแผ่นดิสก์สีดำเท่ากับจำนวนตัวตั้งลงบนแผ่นการ์ดบอร์ดสีขาวแล้วแสดงให้เด็กดู จากนั้นใช้อุปกรณ์ที่ใช้ในการปิดมาบังแผ่นการ์ดบอร์ดสีขาวนั้นไว้ แล้วทำการหยิบแผ่นดิสก์สีดำใส่เข้าไปวางบนแผ่นการ์ดบอร์ดสีขาวตามจำนวนตัวบวกในปัญหาของการบวก หรือหยิบแผ่นดิสก์สีดำออกจากแผ่นการ์ดบอร์ดสีขาวตามจำนวน

ตัวลบในปัญหาของการลบ โดยขณะทำการเคลื่อนย้ายแผ่นดิสก์จะแสดงให้เด็กเห็นถึงจำนวนที่หยิบเข้าหรือเอาออก แต่จะไม่แสดงผลลัพธ์บนแผ่นการ์ดบอร์ดสีขาวที่ปิดไว้ จากนั้นชี้ไปที่สมุดคำตอบแล้วถามเด็กว่า "หนึ่งในสี่อันนี้อันไหนคืออันที่เหมือนอย่างที่หนูคิดไว้" แล้วบันทึกคำตอบที่เด็กชี้โดยไม่บอกว่าเป็นคำตอบที่ถูกหรือผิด

งานการคำนวณจำนวนเศษส่วน

อุปกรณ์ที่ใช้จะเหมือนกับการคำนวณจำนวนเต็ม โดยต่างกันที่แผ่นการ์ดบอร์ดสีขาวจะมีหลุมตรงกลาง 1 หลุม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร ลึก 0.5 เซนติเมตร และแผ่นดิสก์สีดำจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร หนา 0.5 เซนติเมตร โดยจะถูกแบ่งเป็น 4 ส่วนเท่าๆกัน การทดลองทำเหมือนงานการคำนวณจำนวนเต็ม

ผลการวิจัยพบว่า เด็กทั้ง 3 กลุ่มอายุมีความสามารถในการคำนวณจำนวนเต็มได้ดี ส่วนความสามารถในการคำนวณจำนวนเศษส่วนพบในเด็กอายุ 4 ปีและ 5 ปี แต่ไม่พบในเด็กอายุ 3 ปี

การทดลองที่ 2 เป็นการทดสอบความสามารถในการคำนวณจำนวนคละ ในเงื่อนไขที่ได้รับการสาธิตกับเงื่อนไขที่ไม่ได้รับการสาธิต โดยใช้กลุ่มตัวอย่างอายุ 4 – 7 ปี อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองจะเหมือนกับงานการคำนวณจำนวนเศษส่วน ต่างกันที่แผ่นการ์ดบอร์ดสีขาวจะมีหลุมตรงกลางจำนวน 3 หลุม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร ลึก 0.5 เซนติเมตร โดยแต่ละหลุมวางห่างกัน 4 เซนติเมตร ในเงื่อนไขที่ไม่ได้รับการสาธิตเด็กจะได้รับการอธิบายคำสั่งในการทดลองเพียงอย่างเดียว ในขณะที่เงื่อนไขที่ได้รับการสาธิตผู้วิจัยจะอธิบายคำสั่งและทำการสาธิตให้เด็กดูทีละขั้น 3 ครั้งก่อนเริ่มทำการทดลอง

ผลการวิจัยพบว่า เด็กทุกกลุ่มอายุจะสามารถทำคะแนนในเงื่อนไขที่ได้รับการสาธิตได้ดีกว่าในเงื่อนไขที่ไม่ได้รับการสาธิต และคะแนนของเด็กอายุ 7 ปีจะสูงกว่าเด็กอายุ 6 ปี 5 ปี และ 4 ปีตามลำดับ แสดงว่าการสาธิตมีผลในการเพิ่มคะแนนแต่ไม่เปลี่ยนรูปแบบพื้นฐานในการหาคำตอบ

จากงานวิจัยที่กล่าวมาทั้งหมดพบว่า เด็กวัยก่อนเรียนจะมีความรู้และทักษะทางจำนวนในด้านต่างๆคือ การนับ การแบ่ง และการคำนวณ โดยความรู้เกี่ยวกับการนับนั้นเป็นพื้นฐานสำคัญของความรู้ในด้านต่างๆ รวมทั้งความรู้ในเรื่องจำนวนเต็มและจำนวนเศษส่วน

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการคำนวณจำนวน 3 ประเภท คือจำนวนเต็ม จำนวนเศษส่วน และจำนวนคละ ในเด็กที่มีอายุแตกต่างกันคือ ในระดับอายุ 4 ปี 5 ปี และ 6 ปี ว่าผลการวิจัยที่ได้จะเป็นไปตามทฤษฎีและงานวิจัยที่ผ่านมาหรือไม่ และด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษางานวิจัยฉบับนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคำนวณจำนวนเต็ม จำนวนเศษส่วน และจำนวนคละ ในเด็กอายุ 4 – 6 ปี

สมมติฐานในการวิจัย

ระดับอายุและประเภทของจำนวนที่ใช้ในการศึกษามีผลต่อความสามารถในการคำนวณเบื้องต้นของเด็ก

คำจำกัดความในการวิจัย

1. ความสามารถในการคำนวณเบื้องต้น (Early calculation ability) หมายถึง ความสามารถในการหาผลลัพธ์จากการบวกและการลบของจำนวนตั้งแต่ 1 – 4 ในคำถามที่เกี่ยวกับจำนวนเต็ม จำนวนเศษส่วน และจำนวนคละ

2. การบวก (addition) หมายถึงการเพิ่มปริมาณของวัตถุเข้ามาในปริมาณของวัตถุที่มีอยู่เดิม

3. การลบ (subtraction) หมายถึงการนำบางส่วนของปริมาณวัตถุที่มีอยู่ออกไป

4. จำนวนเต็ม (whole – number) หมายถึงปริมาณที่นับได้ 1, 2, 3, …

5. จำนวนเศษส่วน (fraction) หมายถึงจำนวนที่เป็นส่วนหนึ่งของหนึ่งหน่วยที่ถูกแบ่งเป็นส่วนละเท่าๆกัน

6. จำนวนคละ (mix – number) หมายถึงจำนวนที่เกิดจากการรวมกันระหว่างจำนวนเต็มและจำนวนเศษส่วน

7. เด็กอายุ 4 ปี หมายถึงเด็กที่มีอายุ 3 ปี 6 เดือนถึงอายุ 4 ปี 5 เดือน

เด็กอายุ 5 ปี หมายถึงเด็กที่มีอายุ 4 ปี 6 เดือนถึงอายุ 5 ปี 5 เดือน

เด็กอายุ 6 ปี หมายถึงเด็กที่มีอายุ 5 ปี 6 เดือนถึงอายุ 6 ปี 5 เดือน

ขอบเขตการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาพัฒนาการความสามารถในการคำนวณจำนวนเต็ม จำนวนเศษส่วน และจำนวนคละ ในเด็กอายุ 4 – 6 ปี และเป็นการเปรียบเทียบว่าเด็กแต่ละระดับอายุมีความสามารถในการคำนวณต่างกันหรือไม่

2. กลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กเพศชายและเพศหญิงอายุ 4 – 6 ปี เป็นนักเรียนในระดับอนุบาลและระดับประถมศึกษาของโรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานคร

3. ตัวแปรในการวิจัย

3.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ได้แก่

3.1.1 อายุ โดยแบ่งเป็น 3 ระดับอายุคือ

- ระดับอายุ 4 ปี
- ระดับอายุ 5 ปี
- ระดับอายุ 6 ปี

3.1.2 ประเภทจำนวนที่ใช้ในการศึกษา

- จำนวนเต็ม
- จำนวนเศษส่วน
- จำนวนคละ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) ได้แก่คะแนนที่ได้จากคำตอบที่ถูกต้องจากการทดสอบความสามารถในการคำนวณ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบความสามารถในการคำนวณของเด็กวัยก่อนเรียน และวิธีการที่เหมาะสมในการสอนทักษะด้านการคำนวณ

2. ทำให้นักจิตวิทยาพัฒนาการและนักวิชาการมีความรู้ความเข้าใจพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก และเป็นการเพิ่มพูนความรู้ทางจิตวิทยาพัฒนาการของเด็กให้กว้างขวางมากยิ่งขึ้น

3. เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาการด้านการคำนวณต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคำนวณจำนวนเต็ม จำนวนเศษส่วน และจำนวนคละ ในเด็กอายุ 4 – 6 ปี ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยดังรายละเอียดต่อไปนี้

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนในระดับอนุบาลและประถมศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่มีอายุ 4 – 6 ปี ของโรงเรียนวัดลาดบัวขาวและโรงเรียนวัดจันทร์นอก เขตบางคอแหลม สังกัดกรุงเทพมหานคร ในปีการศึกษา 2546 จำนวน 180 คน ดังนี้

เด็กอายุ 4 ปี (อายุเฉลี่ย 4 ปี 2 เดือน) จำนวน 60 คน

เด็กอายุ 5 ปี (อายุเฉลี่ย 4 ปี 8 เดือน) จำนวน 60 คน

เด็กอายุ 6 ปี (อายุเฉลี่ย 5 ปี 8 เดือน) จำนวน 60 คน

โดยแบ่งเป็นเด็กชายและเด็กหญิงจำนวนเท่ากันในแต่ละกลุ่มอายุ

การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับอนุบาลและระดับประถมศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่มีอายุ 4 – 6 ปี จำนวน 180 คน ผู้วิจัยทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยมีขั้นตอน ดังนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. ผู้วิจัยทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มอายุ 4–6 ปี โดยศึกษาจากระเบียนประวัติของโรงเรียน และคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ครอบครัวมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 5,000-10,000 บาท เพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างที่มีสถานะทางเศรษฐกิจใกล้เคียงกัน

2. ผู้วิจัยได้คัดลอกรายชื่อ วัน เดือน ปีเกิดของเด็กที่อยู่ในเกณฑ์ที่ผู้วิจัยจัดไว้ทั้งหมด โดยมีจำนวนดังแสดงในตาราง 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงจำนวนนักเรียนที่อยู่ในเกณฑ์ที่จัดไว้ของโรงเรียนวัดลาดบัวขาว และโรงเรียนวัดจันทร์นอก โดยจำแนกตามเพศและระดับอายุ

โรงเรียน	อายุ 4 ปี		อายุ 5 ปี		อายุ 6 ปี	
	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง
วัดลาดบัวขาว	21	18	27	24	25	21
วัดจันทร์นอก	19	18	21	23	24	25
รวม	40	36	48	47	49	46

3. ทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) ซึ่งผู้วิจัยใช้วิธีการจับฉลากรายชื่อของเด็กในตารางที่ 2.1 โดยแบ่งให้แต่ละโรงเรียนมีจำนวนเท่ากันคือ 90 คน แบ่งเป็น 3 ระดับอายุคือ ระดับอายุ 4 ปี 5 ปี และ 6 ปี ระดับอายุละ 30 คน แต่ละระดับอายุเป็นนักเรียนชาย 15 คน และนักเรียนหญิง 15 คน ดังแสดงในตาราง 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงจำนวนนักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างของโรงเรียนวัดลาดบัวขาวและโรงเรียนวัดจันทร์นอก โดยจำแนกตามเพศและระดับอายุ

โรงเรียน	อายุ 4 ปี		อายุ 5 ปี		อายุ 6 ปี		รวม
	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	
วัดลาดบัวขาว	15	15	15	15	15	15	90
วัดจันทร์นอก	15	15	15	15	15	15	90
รวม	30	30	30	30	30	30	180

การออกแบบงานวิจัย

การวิจัยนี้ผู้วิจัยออกแบบให้เป็นการวิจัยแบบเปรียบเทียบความสามารถในการคำนวณของเด็กวัยก่อนเข้าโรงเรียน โดยมีตัวแปรอิสระ 2 ตัว ดังนี้

1. อายุ 3 กลุ่มอายุ คือ 4 ปี 5 ปี และ 6 ปี

2. ประเภทจำนวนที่ใช้ในการศึกษา คือ จำนวนเต็ม จำนวนเศษส่วน และจำนวนคละ

โดยในแต่ละกลุ่มอายุแบ่งเป็นเด็กชายและเด็กหญิงจำนวนเท่ากัน และเด็กแต่ละคนจะได้รับการทดสอบความสามารถในการคำนวณจำนวนทั้ง 3 ประเภท

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการคำนวณเบื้องต้น แบ่งตามประเภทจำนวนที่ใช้ในการศึกษา คือ

1.1 <u>จำนวนเต็ม</u> ประกอบด้วย

1.1.1 ฟองน้ำรูปวงกลมสีเหลือง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร หนา 0.4 เซนติเมตร จำนวน 4 อัน

1.1.2 ถาดฟองน้ำสีชมพูขนาด 10 x 40 เซนติเมตร โดยมีหลุมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร ลึก 0.4 เซนติเมตร จำนวน 4 หลุม แต่ละหลุมอยู่ห่างกัน 4 เซนติเมตร

1.1.3 ฉากที่ทำจาก future board สีน้ำเงินขนาด 20 x 45 เซนติเมตร

1.1.4 กระดาษคำตอบเรื่องจำนวนเต็มแสดงรูปภาพของคำตอบภายในกรอบสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่เรียงแบบ 2 x 2 โดยแต่ละรูปจะมีพื้นเป็นสีชมพูเช่นเดียวกับสีของถาดฟองน้ำสีชมพู และมีรูปวงกลมสีเหลืองเช่นเดียวกับสีของฟองน้ำรูปวงกลมสีเหลือง และรูปวงกลมสีเหลืองจะวางอยู่ตรงกลางภายในรูปสี่เหลี่ยมแต่ละรูปโดยจะมีจำนวนไม่เท่ากัน คือในรูปที่ 1 จะมีรูปวงกลมสีเหลือง 1 วง และเพิ่มจำนวนรูปวงกลมสีเหลืองขึ้นรูปละ 1 วงจนครบ 4 รูป โดยกระดาษคำตอบเรื่องจำนวนเต็มจะมี 1 แผ่นใช้ตอบคำถามทุกข้อ เนื่องจากคำตอบทั้งหมดจะมีค่าอยู่ระหว่าง 1 - 4 โดยจะมี 1 ตัวเลือกเป็นคำตอบที่ถูก อีก 3 ตัวเลือกเป็นคำตอบที่ผิด และตำแหน่งของตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูกจะมีตำแหน่งละ 3 ข้อ

1.2 <u>จำนวนเศษส่วน</u> ประกอบด้วย

1.2.1 ฟองน้ำรูปวงกลมสีเหลือง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร หนา 0.4 เซนติเมตร จำนวน 1 อัน แบ่งเป็น 4 ส่วน โดยฟองน้ำแต่ละชิ้นมีขนาดเท่ากับ ¼ ของวงกลม

1.2.2 ถาดฟองน้ำสีชมพูขนาด 10 x 30 เซนติเมตร โดยมีหลุมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร ลึก 0.4 เซนติเมตร จำนวน 1 หลุม

1.2.3 ฉากที่ทำจาก future board สีน้ำเงิน ขนาด 20 x 45 เซนติเมตร

1.2.4 กระดาษคำตอบเรื่องจำนวนเศษส่วนแสดงรูปภาพของคำตอบภายในกรอบสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่เรียงแบบ 2 x 2 โดยแต่ละรูปจะมีพื้นเป็นสีชมพูเช่นเดียวกับสีของถาดฟองน้ำสีชมพู และมีรูป ¼ ของวงกลมสีเหลืองเช่นเดียวกับสีของฟองน้ำขนาด ¼ ของวงกลมสีเหลือง และรูป ¼ ของวงกลมจะวางอยู่ตรงกลางภายในรูปสี่เหลี่ยมแต่ละรูปโดยจะมีจำนวนไม่เท่ากัน คือในรูปที่ 1 จะมีรูป ¼ ของวงกลมสีเหลือง 1 ส่วน และเพิ่มจำนวนรูป ¼ ของวงกลมสีเหลืองขึ้นรูปละ ¼ ส่วนจนครบ 4 ส่วน ซึ่งเท่ากับวงกลม 1 วง โดยกระดาษคำตอบเรื่องจำนวนเศษส่วนจะมี 1 แผ่นใช้ตอบคำถามทุกข้อ เนื่องจากคำตอบทั้งหมดจะมีค่าอยู่ระหว่าง ¼ - 1 โดยจะมี 1 ตัวเลือกเป็นคำตอบที่ถูก อีก 3 ตัวเลือกเป็นคำตอบที่ผิด และตำแหน่งของตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูกจะมีตำแหน่งละ 3 ข้อ

1.3 <u>จำนวนคละ</u> ประกอบด้วย

1.3.1 ฟองน้ำรูปวงกลมสีเหลือง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร หนา 0.4 เซนติเมตร จำนวน 3 อัน

1.3.2 ฟองน้ำรูปวงกลมสีเหลือง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร หนา 0.4 เซนติเมตร จำนวน 1 อัน แบ่งเป็น 4 ส่วน โดยฟองน้ำแต่ละชิ้นมีขนาดเท่ากับ ¼ ของวงกลม

1.3.3 ถาดฟองน้ำสีชมพู ขนาด 10 x 30 เซนติเมตร โดยมีหลุมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร ลึก 0.4 เซนติเมตร จำนวน 3 หลุม แต่ละหลุมอยู่ห่างกัน 4 เซนติเมตร

1.3.4 ฉากที่ทำจาก future board สีน้ำเงิน ขนาด 20 x 45 เซนติเมตร

1.3.5 กระดาษคำตอบเรื่องจำนวนคละ แสดงรูปภาพของคำตอบภายในกรอบสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่เรียงแบบ 2 x 2 โดยแต่ละรูปจะมีพื้นเป็นสีชมพูเช่นเดียวกับสีของถาดฟองน้ำสีชมพู และมีรูปวงกลมสีเหลืองกับรูป ¼ ของวงกลมสีเหลืองเช่นเดียวกับสีของฟองน้ำรูปวงกลมสีเหลืองและฟองน้ำขนาด ¼ ของวงกลมสีเหลือง วางอยู่ตรงกลางภายในรูปสี่เหลี่ยมแต่ละรูป โดยจะมีจำนวนไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับคำตอบของคำถามในแต่ละข้อ ดังนั้น กระดาษคำตอบเรื่องจำนวนคละจะมีทั้งหมด 12 แผ่น โดยตัวเลือกของคำถามแต่ละข้อจะมี 1 ตัวเลือกเป็นคำตอบที่ถูก อีก 3 ตัวเลือกเป็นคำตอบที่ผิด และตัวเลือกแต่ละตัวที่เป็นคำตอบที่ผิดจะมีมากขึ้นหรือน้อยลงข้อละ ¼ จากคำตอบที่ถูก และตำแหน่งของตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูกจะมีตำแหน่งละ 3 ข้อ

2. คำถามที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการคำนวณเบื้องต้น ในแต่ละจำนวนมีทั้งหมด 12 คำถาม เป็นการบวก 6 คำถาม เป็นการลบ 6 คำถาม โดยคำถามทั้งหมดผู้วิจัยได้ดัดแปลงมาจากการทดลองของ Mix และคณะ (1999) ดังนี้

ตารางที่ 2.3 แสดงคำถามที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการคำนวณจำนวนเต็ม จำนวนเศษส่วน และจำนวนคละ

คำถาม	จำนวนเต็ม	จำนวนเศษส่วน	จำนวนคละ
1	4 – 1	1 – ¾	¾ + ½
2	3 – 1	¾ - ¼	1 ½ + 1 ¼
3	1 + 3	¼ + ¾	2 ¾ - ¾
4	2 + 2	¾ - ½	1 ¼ + ¾
5	2 – 1	½ - ¼	¼ + 2
6	2 + 1	½ + ½	3 - 2½
7	3 – 2	¾ + ¼	1 ½ - ¾
8	1 + 1	¼ + ½	3 - 1 ¼
9	4 – 2	½ + ¼	2 ¼ - 1 ½
10	3 + 1	1 - ¼	1 ½ + 1 ½
11	2 + 1	1 - ½	2 ¾ - 1 ½
12	4 – 3	¼ + ¼	¾ + 1 ¾

วิธีการวิจัย

1. เด็กแต่ละคนจะเข้ารับการทดสอบความสามารถในการคำนวณจำนวนทั้ง 3 ประเภท โดยในการกำหนดลำดับของประเภทจำนวน ผู้วิจัยจะใช้การสลับเพื่อให้เกิดความสมดุล (Counterbalance) โดยเด็กคนแรกเริ่มจากจำนวนเต็ม จำนวนเศษส่วน และจำนวนคละตามลำดับ คนที่สองเริ่มจากจำนวนเศษส่วน จำนวนคละ และจำนวนเต็ม ตามลำดับ คนที่สาม

เริ่มจากจำนวนคละ จำนวนเต็ม และจำนวนเศษส่วน ตามลำดับ และคนที่สี่จะเริ่มจากจำนวนเต็มเหมือนคนแรก ทำเช่นนี้เรื่อยไปในแต่ละระดับอายุ ดังตารางที่ 2.4 จากนั้นทำการทดสอบทีละประเภทจำนวน โดยเว้นระยะห่างของการทดสอบแต่ละประเภทจำนวนเป็นเวลา 1 สัปดาห์

ตารางที่ 2.4 แสดงการสลับเพื่อให้เกิดความสมดุลในการกำหนดลำดับของประเภทจำนวน

เด็กคนที่	ประเภทจำนวนที่ 1	ประเภทจำนวนที่ 2	ประเภทจำนวนที่ 3
1	จำนวนเต็ม	จำนวนเศษส่วน	จำนวนคละ
2	จำนวนเศษส่วน	จำนวนคละ	จำนวนเต็ม
3	จำนวนคละ	จำนวนเต็ม	จำนวนเศษส่วน
4	จำนวนเต็ม	จำนวนเศษส่วน	จำนวนคละ
..	..	..	..

2. การกำหนดลำดับข้อคำถามในแต่ละประเภทจำนวนที่ใช้ในการทดสอบ ผู้วิจัยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย เพื่อกำหนดลำดับของคำถามตามตารางที่ 2.3 และใช้การสลับเพื่อให้เกิดความสมดุล (Counterbalance) ในการนำเสนอคำถามของเด็กแต่ละคน โดยคำถามในแต่ละประเภทจำนวนมีทั้งหมด 12 ข้อ เด็กคนแรกเริ่มทดสอบจากคำถามข้อที่ 1, 2, 3,.... เรียงตามลำดับเรื่อยไปจนถึงข้อที่ 12 คนต่อไปจะเริ่มข้อที่บวกเพิ่มทีละ 1 เรื่อยๆจนถึงข้อที่ 12 แล้วให้เริ่มเป็นหนึ่งใหม่จนครบ 12 ข้อ ทำเช่นนี้เรื่อยไป ดังแสดงในตาราง 2.5

ตารางที่ 2.5 แสดงการสลับเพื่อให้เกิดความสมดุลในการนำเสนอข้อคำถามของเด็กแต่ละคน

คนที่	ลำดับการนำเสนอข้อคำถามของเด็กแต่ละคน											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1
3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
4	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
5	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
6	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
7	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
8	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
9	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
10	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
11	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..

การทดสอบนี้ทำเป็นรายบุคคล ก่อนการทดสอบผู้วิจัยจะเริ่มพูดว่า “วันนี้เรามาเล่นเกมคิดเลขกัน” หลังจากนั้นผู้วิจัยเริ่มแนะนำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และเริ่มทำการทดสอบ โดยมีขั้นตอนในการทดสอบ คือ

ขั้นตอนที่ 1 ใส่ชิ้นฟองน้ำสีเหลืองในหลุมของถาดฟองน้ำสีชมพู แสดงให้เด็กดูเป็นเวลา 5 วินาที จากนั้นยกฉากสีน้ำเงินบังไว้

ขั้นตอนที่ 2 หยิบฟองน้ำสีเหลืองใส่เข้าหรือหยิบออกทางด้านหลังฉากแล้วแสดงจำนวนชิ้นฟองน้ำนั้นให้เด็กดู

ขั้นตอนที่ 3 ชี้ไปที่รูปในกระดาษคำตอบและถามเด็กว่า “ในหลังฉากนี้ หนูคิดว่าจะเหมือนกับรูปไหนใน 4 รูปนี้”

ขั้นตอนที่ 4 จดบันทึกคำตอบของเด็กลงในกระดาษบันทึกข้อมูลของเด็กแต่ละคน

<u>การเสนอคำถามประเภทจำนวนเต็ม</u>

ผู้วิจัยชี้ให้เด็กดูชิ้นฟองน้ำวงกลมสีเหลืองแล้วพูดว่า “น้องคะ นี่คือแผ่นฟองน้ำวงกลมสีเหลืองมีจำนวนเท่านี้” แล้วชี้ไปถาดฟองน้ำสีชมพูแล้วพูดว่า “และนี่คือถาดฟองน้ำสีชมพูที่มีหลุมอยู่ตรงกลางแบบนี้นะค่ะ” จากนั้นพูดว่า “ฟองน้ำวงกลมสีเหลืองพวกนี้จะวางใส่ในหลุมของถาดฟองน้ำสีชมพูนี้ได้พอดี” (แสดงให้เด็กๆดู โดยหยิบแผ่นฟองน้ำวงกลมสีเหลืองวางในหลุมของถาดฟองน้ำสีชมพู) แล้วผู้วิจัยหยิบกระดาษคำตอบให้เด็กดูแล้วพูดว่า “นี่คือกระดาษคำตอบของเกมคิดเลขที่เราจะเล่นกัน รูปในกระดาษคำตอบนี้จะมีวงกลมสีเหลืองและพื้นสีชมพู ดูแล้วเหมือนกับแผ่นฟองน้ำสีเหลืองและถาดฟองน้ำสีชมพูอันนี้” (แสดงให้เด็กดูว่ารูปในกระดาษคำตอบนั้นมีความสัมพันธ์กับถาดฟองน้ำ) จากนั้นผู้วิจัยเริ่มการทดสอบคำถามแรกโดยการนำถาดฟองน้ำสีชมพูมาวางไว้ตรงหน้าเด็กแล้วพูดว่า “พี่อยากให้น้องช่วยคิดนะคะ คือพี่จะวางแผ่นฟองน้ำวงกลมสีเหลืองลงไปในหลุมของถาดสีชมพู น้องจำไว้นะคะ” (หยิบฟองน้ำสีเหลืองจำนวนเท่ากับตัวตั้งในคำถามใส่ในหลุมของถาดสีชมพู แสดงให้เด็กดูประมาณ 5 วินาที) แล้วพูดว่า “ทีนี้ พี่จะเอาฉากสีน้ำเงินอันนี้มาบังไว้” (หยิบฉากที่ทำจาก future board สีน้ำเงินมาวางด้านหน้าของเด็ก บังถาดฟองน้ำสีชมพูไว้ไม่ให้เด็กเห็น) แล้วพูดว่า “พี่จะหยิบฟองน้ำสีเหลืองใส่เข้าไปจำนวนเท่านี้” (คำถามที่เป็นการบวก) หรือพูดว่า “พี่จะหยิบเอาฟองน้ำสีเหลืองออกมาจำนวนเท่านี้” (คำถามที่เป็นการลบ) ผู้วิจัยแสดงจำนวนฟองน้ำที่ใส่เข้าหรือหยิบออกให้เด็กดู

จากนั้นผู้วิจัยให้เด็กดูกระดาษคำตอบแล้วพูดว่า “น้องคิดว่า ถาดฟองน้ำที่อยู่ในหลังฉากนี้ จะตรงกับรูปไหนในกระดาษคำตอบคะ” (ชี้รูปในกระดาษคำตอบ) เมื่อเด็กชี้รูปที่เลือกแล้วให้ผู้ช่วยผู้วิจัยบันทึกคำตอบที่เด็กเลือกลงในกระดาษบันทึกข้อมูลของเด็ก จากนั้นผู้วิจัยเริ่มทำการทดสอบคำถามต่อไปโดยไม่บอกเด็กว่าคำตอบที่เด็กเลือกนั้นเป็นคำตอบที่ถูกหรือเป็นคำตอบที่ผิด และจะไม่ให้คำแนะนำหรือคำอธิบายใดๆ

<u>การเสนอคำถามประเภทจำนวนเศษส่วน</u>

มีวิธีการดำเนินการทดสอบเหมือนกับคำถามประเภทจำนวนเต็ม เพียงแต่ในตอนที่แนะนำชิ้นฟองน้ำสีเหลืองผู้วิจัยจะพูดว่า “ฟองน้ำสีเหลืองนี้ แบ่งออกเป็นส่วนๆละเท่ากัน และสามารถประกอบกันเป็นวงกลมได้” (แสดงชิ้นฟองน้ำสีเหลืองที่ถูกแบ่งเป็น 4 ส่วนเท่ากันให้เด็กดู แล้วนำมาประกอบเป็นวงกลม) แล้วดำเนินการเช่นเดียวกับคำถามประเภทจำนวนเต็ม

<u>การเสนอคำถามประเภทจำนวนคละ</u>

มีวิธีการดำเนินการทดสอบเหมือนกับคำถามประเภทจำนวนเต็ม และจำนวนเศษส่วน เพียงแต่ในตอนที่แนะนำชิ้นฟองน้ำสีเหลืองผู้วิจัยจะต้องแนะนำชิ้นฟองน้ำที่ถูกแบ่งเป็น 4 ส่วน และฟองน้ำที่เป็นวงกลมโดยพูดว่า “ฟองน้ำสีเหลืองนี้แบ่งออกเป็นส่วนๆละเท่ากัน และสามารถประกอบกันเป็นวงกลมได้” (แสดงฟองน้ำที่ถูกแบ่งเป็น 4 ส่วนเท่ากันให้เด็กดู แล้วนำมาประกอบกันเป็นวงกลม) จากนั้นพูดว่า “และยังมีฟองน้ำที่เป็นวงกลมแบบนี้ จำนวนเท่านี้” (แสดงฟองน้ำที่เป็นวงกลมให้เด็กดู) แล้วดำเนินการเช่นเดียวกับคำถามประเภทจำนวนเต็มและจำนวนเศษส่วน

คุณภาพเครื่องมือ

ผู้วิจัยดำเนินการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือตามลำดับดังนี้

1. ผู้วิจัยทดสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ โดยขอให้ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน (ดูรายนามผู้ทรงคุณวุฒิในภาคผนวก ช) ซึ่งเป็นอาจารย์คณะจิตวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 1 ท่าน และครูที่สอนในระดับอนุบาล 1 ท่านและครูระดับประถมศึกษาชั้นปีที่ 1 1 ท่าน เป็นผู้ตรวจสอบความเหมาะสม

ของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและภาษาที่ใช้ในการทดสอบ ผลปรากฏว่า ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านมีความเห็นตรงกันว่า เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีความตรงตามเนื้อหาและสามารถนำไปใช้ในการทดสอบได้

2. ผู้วิจัยนำเครื่องมือที่สร้างไปทดลองใช้โดยทำการศึกษานำร่อง (Pilot Study) กับนักเรียนโรงเรียนวัดไทร เขตบางคอแหลม สังกัดกรุงเทพมหานคร ที่มีอายุระหว่าง 4 – 6 ปี ระดับอายุละ 30 คน รวมเป็น 90 คน แบ่งเป็นเพศชาย 45 คน เพศหญิง 45 คน แล้วนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาหาค่าระดับความยาก (Level of difficulty) ค่าอำนาจจำแนก (Power of discrimination) และค่าความเที่ยง (Reliability)

2.1 การหาค่าระดับความยากและค่าอำนาจจำแนก (ดูรายละเอียดค่าระดับความยากและค่าอำนาจจำแนกรายข้อในภาคผนวก ค) โดยใช้เทคนิคร้อยละ 27 คือ นำคะแนนที่ได้แบ่งเป็น 2 กลุ่ม เป็นคะแนนกลุ่มสูงและคะแนนกลุ่มต่ำ พบว่า

- คำถามประเภทจำนวนเต็ม มีค่าระดับความยากตั้งแต่ 0.47 – 0.64 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.40 – 0.68
- คำถามประเภทจำนวนเศษส่วน มีค่าระดับความยากตั้งแต่ 0.37 – 0.50 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.48 – 0.75
- คำถามประเภทจำนวนคละ มีค่าระดับความยากตั้งแต่ 0.33–0.47 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.37 – 0.77

ค่าระดับความยากที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 โดยข้อที่มีค่าระดับความยากต่ำจะมีความยากมากกว่าข้อที่มีค่าระดับความยากที่สูง (ประคอง กรรณสูตร, 2542) ซึ่งค่าระดับความยากของคำถามทั้ง 3 ประเภทจำนวนนั้นอยู่ในช่วงที่สามารถนำมาใช้ได้

ค่าอำนาจจำแนกที่นำมาใช้ควรมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยค่าที่เหมาะสมควรมีค่ามากกว่า 0.40 (Ebel, 1972 อ้างถึงใน ประคอง กรรณสูตร, 2542) ซึ่งค่าอำนาจจำแนกของคำถามทั้ง 3 ประเภทจำนวนนั้นอยู่ในช่วงที่สามารถนำมาใช้ได้

ดังนั้นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยจึงถือว่ามีค่าระดับความยาก และค่าอำนาจจำแนกในระดับที่เหมาะสม

2.2 การหาค่าความเที่ยง (Reliability) โดยใช้วิธีการวัดความสอดคล้องภายใน (Internal Consistency Method) แบบครอนบัค (Cronbach) โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α Coeffiencient) พบว่า

-ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของความเที่ยงในคะแนนประเภทจำนวนเต็ม มีค่าเท่ากับ 0.81

-ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของความเที่ยงในคะแนนประเภทจำนวนเศษส่วน มีค่าเท่ากับ 0.81

-ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของความเที่ยงในคะแนนประเภทจำนวนคละ มีค่าเท่ากับ 0.80

3. ผู้วิจัยได้นำผลการศึกษานำร่องมาทำการปรับปรุงการดำเนินการทดสอบให้มีความถูกต้องเหมาะสมยิ่งขึ้นโดย

3.1 ทำการปรับปรุงคำพูดที่ใช้ในการถามเด็ก เพื่อให้เด็กมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น เนื่องจากคำพูดเดิมที่ผู้วิจัยใช้ถามเด็กทำให้เด็กบางคนไม่เข้าใจต้องถามซ้ำหลายครั้ง ดังนั้นคำพูดที่ผู้วิจัยปรับปรุงคือคำพูดในขั้นตอนที่ 3 ที่ว่า “ในฉากหลังนี้ หนูคิดว่าจะเหมือนรูปไหนใน 4 รูปนี้” มาเป็น “หนูคิดว่าถาดฟองน้ำที่อยู่ในหลังฉากนี้ จะตรงกับรูปไหนในแผ่นกระดาษคำตอบ”

3.2 ในระหว่างทำการศึกษานำร่อง ผู้วิจัยทำการจดเวลาที่เด็กตอบคำถามเสร็จสมบูรณ์ทั้ง 12 ข้อ ในทุกคำถาม ทุกประเภทจำนวน พบว่าเด็กใช้เวลาในการทดสอบมากที่สุดคือ 12 นาที ซึ่งยังไม่เกินช่วงความสนใจของเด็กดังที่ Van ได้กล่าวว่าช่วงความสนใจในการเล่นและทำกิจกรรมของเด็กอนุบาลจะนานประมาณ 13.6 นาที (อ้างถึงใน กาญจนา กระต่ายทอง, 2542) ดังนั้นคำถามทั้ง 12 ข้อจึงยังเป็นจำนวนที่สามารถใช้ได้

การดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีผู้ช่วยวิจัย 1 คน ทำหน้าที่พาเด็กมาที่ห้องทดสอบ คอยดูแลความสะดวกในขณะทำการทดสอบ และเป็นผู้บันทึกคำตอบของเด็ก

ขั้นตอนในการวิจัย

1. ส่งหนังสือขอความยินยอมจากผู้ปกครอง (Consent Form) ไปยังผู้ปกครองของเด็ก เพื่อขออนุญาตทำการทดสอบเด็ก

2. ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยสร้างความคุ้นเคยกับเด็ก โดยการเข้าร่วมกิจกรรมกับเด็กในทุกระดับชั้นเป็นเวลา 1 สัปดาห์

3. ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบดังรายละเอียดในเรื่องการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยดำเนินการดังนี้

1.ขอความร่วมมือจากครูประจำชั้นเพื่อสำรวจข้อมูลจากระเบียนประวัตินักเรียน คัดลอกรายชื่อนักเรียนที่มีอายุ 4 ปี 5 ปี และ 6 ปี

2.ทำการขออนุญาตจากครูเพื่อจัดโต๊ะ เก้าอี้ในบริเวณห้องที่ทางโรงเรียนอนุญาตให้ทำการวิจัย โดยจัดให้เด็กที่เข้ารับการทดสอบนั่งตรงกันข้ามกับผู้วิจัย แต่นั่งด้านเดียวกับผู้ช่วยวิจัย โดยจะมีโต๊ะวางไว้ตรงกลางระหว่างผู้วิจัยและเด็กที่เข้ารับการทดสอบ

3. การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ใช้การทดสอบเป็นรายบุคคล โดยที่ผู้ช่วยวิจัยเป็นผู้นำเด็กเข้ารับการทดสอบทีละคน โดยเด็กแต่ละคนได้รับการทดสอบความสามารถในการคำนวณจำนวนทั้ง 3 ประเภททีละประเภทจำนวน โดยเว้นระยะห่างของการทดสอบแต่ละประเภทจำนวนเป็นเวลา 1 สัปดาห์

4. หลังจากที่เด็กเสร็จสิ้นการทดสอบในประเภทจำนวนแรก และประเภทจำนวนที่สองแล้ว เด็กจะได้รับสติกเกอร์รูปดาวเป็นรางวัล และหลังจากที่เสร็จสิ้นการทดสอบในประเภทจำนวนสุดท้าย เด็กจะได้รับดินสอ 1 แท่งและยางลบ 1 ก้อนเป็นรางวัล

5. ผู้วิจัยนำคำตอบของเด็กแต่ละคนมาตรวจ ให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และนำคะแนนไปวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป

เกณฑ์การให้คะแนน

ถ้าเด็กตอบถูกต้องจะได้ข้อละ 1 คะแนน โดยที่คะแนนในแต่ละประเภทจำนวนจะมีคะแนนเต็ม 12 คะแนน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. คำนวณหาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของคะแนนจากคำตอบที่ถูกต้องของคำถามความสามารถในการคำนวณจำนวนในแต่ละประเภท โดยจำแนกตามระดับอายุและประเภทของจำนวน

2. นำคะแนนจากคำตอบที่ถูกต้องในแต่ละระดับอายุและประเภทของจำนวนมาทดสอบความแตกต่าง โดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ (3 x 3 Analysis of variance with repeated measure) เมื่อพบความแตกต่างจึงทำการทดสอบภายหลังด้วยวิธีของตูกี (Tukey)

การนำเสนอข้อมูล

1.แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการคำนวณของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละระดับอายุและในแต่ละประเภทจำนวน โดยนำเสนอในรูปตาราง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.แสดงผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนความสามารถในการคำนวณในแต่ละระดับอายุและในแต่ละประเภทจำนวน จากการวิเคราะห์ทางสถิติความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ โดยนำเสนอในรูปตาราง

3.แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคำนวณในแต่ละระดับอายุและในแต่ละประเภทจำนวนในรูปของกราฟเส้น เมื่อพบว่ามีความสัมพันธ์ร่วมระหว่างอายุและประเภทของจำนวนของการทดสอบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคำนวณจำนวนเต็ม จำนวนเศษส่วน และจำนวนคละ ของเด็กใน 3 ระดับอายุคือ 4 ปี 5 ปี และ 6 ปี ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการคำนวณ

อายุ (ปี)	จำนวนเต็ม		จำนวนเศษส่วน		จำนวนคละ		ค่าเฉลี่ย*	
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.
4	5.32	2.97	3.82	2.74	2.07	1.35	3.73	2.35
5	8.17	2.36	6.02	3.30	3.15	1.31	5.78	2.32
6	10.62	1.67	9.28	2.43	5.62	1.63	8.50	1.91
ค่าเฉลี่ย**	8.03	2.33	6.37	2.82	3.61	1.43		

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย* หมายถึง ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการคำนวณ โดยไม่คำนึงถึงประเภทของจำนวน

ค่าเฉลี่ย** หมายถึง ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการคำนวณจำนวนเต็ม จำนวนเศษส่วน และจำนวนคละ โดยไม่คำนึงถึงระดับอายุ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 3.1 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคำนวณจำนวนเต็มเท่ากับ 8.03 จำนวนเศษส่วนเท่ากับ 6.37 และจำนวนคละเท่ากับ 3.61 และแสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคำนวณของเด็กในระดับอายุ 4 ปีเท่ากับ 2.07 ระดับอายุ 5 ปีเท่ากับ 5.78 และระดับอายุ 6 ปีเท่ากับ 8.50

เพื่อให้ทราบว่าเด็กในระดับอายุ 4 – 6 ปี มีคะแนนความสามารถในการคำนวณจำนวนเต็ม จำนวนเศษส่วน และจำนวนคละ ต่างกันหรือไม่ ผู้วิจัยได้นำคะแนนความสามารถในการคำนวณจำนวนทั้ง 3 ประเภท ไปวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) ระหว่างคู่โดยวิธีของตูกี (Tukey) ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 3.2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ ของคะแนนความสามารถในการคำนวณจำนวนเต็ม จำนวนเศษส่วน และจำนวนคละ ของเด็กอายุ 4 – 6 ปี

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่มตัวอย่าง				
อายุ	2063.678	2	1031.839	126.540*
ความคลาดเคลื่อน	1443.306	177	8.154	
ภายในกลุ่มตัวอย่าง				
ประเภทจำนวน	1796.344	2	898.172	232.777*
ความสัมพันธ์ร่วม (อายุ * ประเภทจำนวน)	85.744	4	21.436	5.556*
ความคลาดเคลื่อน	1365.911	354	3.859	

* $p < .01$

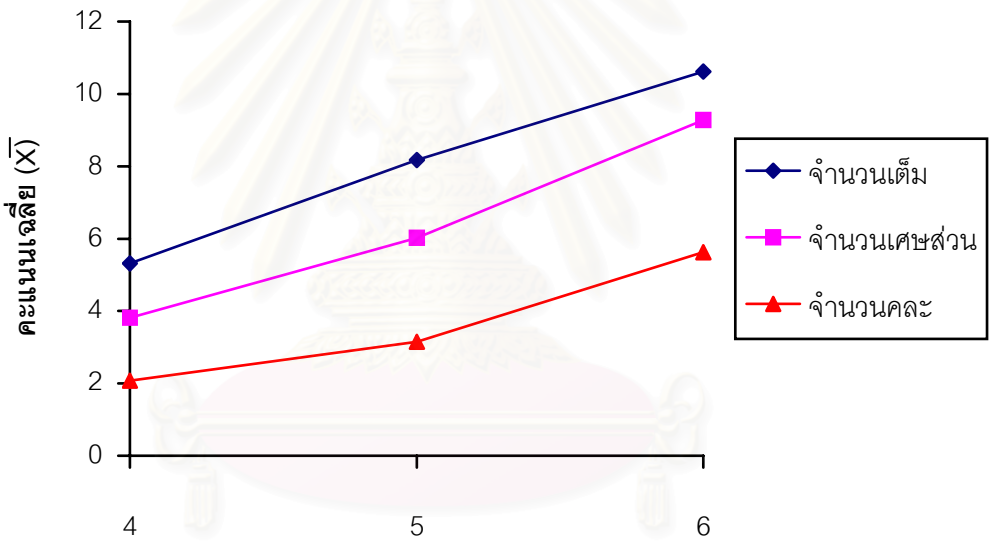
จากตารางที่ 3.2 พบว่ามีความสัมพันธ์ร่วมของคะแนนความสามารถในการคำนวณจำนวนทั้ง 3 ประเภทกับอายุทั้ง 3 ระดับ ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

สำหรับแหล่งความแปรปรวนระหว่างกลุ่มอายุ พบว่าคะแนนความสามารถในการคำนวณในระหว่างกลุ่มอายุทั้ง 3 อายุคือ 4 ปี 5 ปี และ 6 ปี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ส่วนแหล่งความแปรปรวนภายในประเภทจำนวน พบว่าคะแนนความสามารถในการคำนวณจำนวนทั้ง 3 ประเภทคือ จำนวนเต็ม จำนวนเศษส่วน และจำนวนคละ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ดังนั้นเมื่อผู้วิจัยพบว่า มีความสัมพันธ์ร่วมของคะแนนความสามารถในการคำนวณจำนวนทั้ง 3 ประเภทกับระดับอายุทั้ง 3 ระดับ ผู้วิจัยจึงนำค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคำนวณทั้ง 3 ระดับอายุมาเสนอเป็นกราฟเส้น เพื่อดูลักษณะปฏิสัมพันธ์ดังแผนภาพที่ 1

แผนภาพที่ 1 กราฟเส้นแสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\overline{X}$) ของคะแนนความสามารถในการคำนวณจำนวนเต็ม จำนวนเศษส่วน และจำนวนคละ ของเด็กอายุ 4 – 6 ปี



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากแผนภาพที่ 1 แสดงว่าความสามารถในการคำนวณของเด็กจะขึ้นอยู่กับระดับอายุและประเภทจำนวน คือประเภทจำนวนและระดับอายุที่ต่างกันจะมีผลต่อความสามารถในการคำนวณแตกต่างกัน โดยพบว่าเด็กในทุกระดับอายุจะมีคะแนนความสามารถในการคำนวณจำนวนเต็มสูงกว่าจำนวนเศษส่วน และจำนวนคละตามลำดับ และเด็กอายุ 6 ปีจะมีคะแนนความสามารถในการคำนวณจำนวนทั้งสามประเภทสูงกว่าเด็กอายุ 5 ปี และ 4 ปี ตามลำดับ

ตารางที่ 3.3 แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิต $\overline{X}$ ระหว่างคู่โดยวิธีของตูกี (Tukey) ของคะแนนความสามารถในการคำนวณของเด็กอายุ 4 – 6 ปี

อายุ (ปี)	$\overline{X}$	อายุ 4 ปี (3.73)	อายุ 5 ปี (5.78)	อายุ 6 ปี (8.50)
อายุ 4 ปี	(3.73)	-	2.04*	4.77*
อายุ 5 ปี	(5.78)	-	-	2.73*
อายุ 6 ปี	(8.50)	-	-	-

* $p < .01$

จากตารางที่ 3.3 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคำนวณของเด็กอายุ 6 ปี แตกต่างจากค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคำนวณของเด็กอายุ 4 ปี และ 5 ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าเด็กอายุ 6 ปี มีความสามารถในการคำนวณสูงกว่าเด็กอายุ 4 ปี และ 5 ปี

นอกจากนี้ยังพบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคำนวณของเด็กอายุ 5 ปี แตกต่างจากค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคำนวณของเด็กอายุ 4 ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าเด็กอายุ 5 ปี มีความสามารถในการคำนวณสูงกว่าเด็กอายุ 4 ปี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากตารางที่ 3.2 แสดงให้เห็นว่าคะแนนความสามารถในการคำนวณจำนวนทั้ง 3 ประเภทแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และคะแนนความสามารถในการคำนวณในแต่ละอายุมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากกราฟปฏิสัมพันธ์ระหว่างอายุทั้ง 3 ระดับอายุ และประเภทจำนวนทั้ง 3 ประเภท พบว่าความสามารถในการคำนวณของเด็กจะขึ้นอยู่กับระดับอายุและประเภทของจำนวน โดยเด็กจะมีคะแนนความสามารถในการคำนวณจำนวนเต็มสูงกว่าจำนวนเศษส่วน และจำนวนคละตามลำดับ ในทุกระดับอายุ และเด็กอายุ 6 ปี จะมีคะแนนความสามารถในการคำนวณจำนวนทั้งสามประเภทสูงกว่าเด็กอายุ 5 ปี และ 4 ปี ตามลำดับ

สำหรับการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตระหว่างคู่ โดยวิธีของตูกี (Tukey) ในสามระดับอายุนั้นสรุปผลได้ดังนี้

1. กลุ่มเด็กอายุ 6 ปี มีคะแนนความสามารถในการคำนวณสูงกว่าเด็กอายุ 4 ปี และ 5 ปี ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .01

2. กลุ่มเด็กอายุ 5 ปี มีคะแนนความสามารถในการคำนวณของเด็กอายุ 5 ปี สูงกว่าเด็กอายุ 4 ปี ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .01

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการคำนวณเบื้องต้นของเด็ก โดยมีการเปรียบเทียบความสามารถในการคำนวณจำนวน 3 ประเภท คือ จำนวนเต็ม จำนวนเศษส่วน และจำนวนคละ ของเด็กใน 3 ระดับอายุ คือ 4 ปี 5 ปี และ 6 ปี โดยมีสมมติฐานในการวิจัยดังนี้

สมมติฐานในการวิจัย

ระดับอายุ และประเภทของจำนวนที่ใช้ในการศึกษามีผลต่อความสามารถในการคำนวณเบื้องต้นของเด็ก

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ ของคะแนนความสามารถในการคำนวณของเด็กอายุ 4-6 ปี พบว่ามีความสัมพันธ์ร่วมของคะแนนความสามารถในการคำนวณจำนวนทั้ง 3 ประเภทกับอายุทั้ง 3 ระดับ ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 แสดงให้เห็นว่าระดับอายุและประเภทของจำนวนมีผลต่อคะแนนความสามารถในการคำนวณของเด็ก ดังนั้นผลการวิจัยในครั้งนี้จึงสนับสนุนสมมติฐานข้างต้น โดยพบว่าเด็กมีคะแนนความสามารถในการคำนวณจำนวนทั้ง 3 ประเภทแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คือเด็กมีความสามารถในการคำนวณจำนวนเต็มสูงกว่าจำนวนเศษส่วน และจำนวนคละตามลำดับ และพบว่ามีความแตกต่างระหว่างอายุอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างระหว่างคู่ด้วยวิธีการของตูกี (Tukey) พบว่าเด็กอายุ 6 ปี มีคะแนนความสามารถในการคำนวณจำนวนทั้ง 3 ประเภทสูงกว่าเด็กอายุ 5 ปี และ 4 ปี ตามลำดับ

ผลจากการวิจัยในครั้งนี้ แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของความสามารถในการคำนวณเบื้องต้นของเด็กอายุ 4-6 ปี ในจำนวน 3 ประเภท คือ จำนวนเต็ม จำนวนเศษส่วน และจำนวนคละ เมื่อศึกษาเปรียบเทียบในกระบวนการแก้ปัญหาของการคำนวณโดยใช้หลักการ

นับ โดยการเสนอรูปแบบของปัญหาในกระบวนการที่ไม่ใช้ภาษาและสัญลักษณ์แทนค่าจำนวน ซึ่งผลที่ได้เป็นการสะท้อนให้เห็นถึงความสามารถในการคำนวณจำนวนเต็มแตกต่างจากจำนวนเศษส่วนและจำนวนคละ โดยเด็กจะมีความสามารถในการคำนวณจำนวนเต็มมากที่สุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะพัฒนาการทางด้านจำนวนของเด็กเริ่มจากความรู้ในเรื่องจำนวนเต็มและการนับ ดังเช่นแนวคิดของ Gelman & Gallistel (1978 อ้างถึงใน Flavell et. al., 1993) ที่เชื่อว่าเด็กวัยก่อนเรียนมีความรู้และทักษะทางจำนวน 2 อย่าง คือ ความสามารถในการบอกค่าของจำนวน และความสามารถในการใช้เหตุผลทางจำนวน โดยเด็กจะใช้การนับเพื่อเป็นตัวแทนค่าของจำนวน และใช้แก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ Steffe และคณะ (1983 อ้างถึงใน Carpenter, 1985) ที่กล่าวว่าเด็กจะเริ่มมีความสามารถในการนับแบบท่องจำก่อน และค่อยๆพัฒนาจนเป็นการนับด้วยความเข้าใจจำนวนซึ่งเป็นนามธรรม ซึ่งจะพัฒนาไปสู่การแก้ปัญหาในการคำนวณ ส่วนความรู้ในเรื่องจำนวนเศษส่วนนั้นเป็นความรู้ในเรื่องการแบ่งของจำนวนเต็ม ดังงานวิจัยของ Spinillo & Bryant (1991) ที่ได้ศึกษาพัฒนาการความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนเศษส่วนของเด็กอายุ 4-7 ปี โดยการศึกษาในเรื่องการแบ่ง ผลการทดลองพบว่าเด็กสามารถตัดสินใจเรื่องจำนวนเศษส่วนได้ดีในจำนวนเศษส่วนที่มีขนาดเท่ากับครึ่งหรือมากกว่าครึ่ง ดังนั้นความรู้ในเรื่องจำนวนเต็มและจำนวนเศษส่วนจึงมีความแตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับ Sophain และคณะ (1997) ที่กล่าวว่าจำนวนเต็มและจำนวนเศษส่วนนั้นมีลักษณะที่ต่างกันอย่างน้อย 2 อย่างคือ หนึ่ง ระหว่างจำนวนเศษส่วน 2 จำนวน จะมีจำนวนซึ่งต่อเนื่องกันอีกเป็นจำนวนมาก และสอง ตัวเลขในจำนวนเศษส่วนที่มีค่ามากไม่ใช่จำนวนที่มีค่ามากเสมอไป ส่วนความรู้ในเรื่องจำนวนคละ ซึ่งเป็นจำนวนที่เกิดจากการรวมกันระหว่างจำนวนเต็มกับจำนวนเศษส่วน เป็นความรู้ที่มีความซับซ้อนมากกว่าความรู้ในเรื่องจำนวนเต็มและจำนวนเศษส่วน โดยจะต้องมีทักษะในเชิงมิติสัมพันธ์ร่วมด้วย ทำให้เด็กจึงมีความสามารถในการคำนวณจำนวนคละได้น้อยกว่าจำนวนเต็มและจำนวนเศษส่วน

อย่างไรก็ตาม Rey, Suydam, Lindquist & Smith (1998) เชื่อว่าความรู้ในเรื่องจำนวนเต็มนั้นเป็นพื้นฐานของความรู้ในเรื่องจำนวนเศษส่วน และมีความสัมพันธ์กันในด้านต่างๆ โดยเฉพาะกับการนับ โดยเด็กใช้การนับในการแทนค่าจำนวนในเรื่องจำนวนเต็ม (Gelman & Gallistel, 1978 อ้างถึงใน Flavell et. al., 1993) และใช้การนับในการตรวจสอบความถูกต้องของการแบ่ง (Davis & Pitkethly, 1990) รวมทั้งใช้การนับในการแก้ปัญหาการคำนวณเบื้องต้นด้วย ซึ่งจากผลการวิจัยในครั้งนี้พบว่า เด็กสามารถแก้ไขปัญหาในการคำนวณจำนวนเศษส่วนได้โดยการใช้หลักการนับเช่นเดียวกับการแก้ไขปัญหาในการคำนวณจำนวนเต็ม ซึ่ง

สอดคล้องกับงานวิจัยของ Mix และคณะ (1999) ซึ่งได้ศึกษาถึงกระบวนการแก้ปัญหาการคำนวณของเด็กจากแนวคิดเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเต็มกับจำนวนเศษส่วนและหลักการนับ ก็พบว่ากระบวนการแก้ปัญหาเรื่องจำนวนเศษส่วนนั้นมีพื้นฐานจากกระบวนการแก้ปัญหาเรื่องจำนวนเต็ม กล่าวคือในกระบวนการแก้ปัญหาเรื่องจำนวนเต็ม เด็กจะใช้หลักการนับในการเพิ่มหรือลดจำนวนของสิ่งของทีละหน่วยไปเรื่อยๆจนถึงจำนวนที่ต้องการ ซึ่งก็จะเป็นคำตอบของปัญหานั้น ส่วนในกระบวนการแก้ปัญหาในเรื่องจำนวนเศษส่วน ก็พบว่าเด็กจะใช้หลักการนับเช่นเดียวกัน โดยเด็กตีความหมายของสิ่งของจำนวน ¼ ส่วนเป็นจำนวนเต็มหนึ่งหน่วย แล้วใช้หลักการนับในการเพิ่มหรือลดจำนวนทีละ ¼ ส่วนไปเรื่อยๆจนถึงจำนวนที่ต้องการเช่นเดียวกับกระบวนการแก้ปัญหาเรื่องจำนวนเต็ม แสดงว่าเด็กจะใช้จำนวนแต่ละส่วนของจำนวนเศษส่วนในรูปแบบจำนวนเต็มมากกว่าที่จะเป็นส่วนหนึ่งของวงกลม อย่างไรก็ตาม จากเหตุผลข้างต้นอาจทำให้เด็กมีความผิดพลาดในการแก้ปัญหาเรื่องจำนวนคละ กล่าวคือในคำถามเรื่องจำนวนคละจะมีการแสดงให้เห็นทั้งฟองน้ำวงกลมที่ใช้แทนจำนวนเต็มร่วมกับฟองน้ำที่ถูกแบ่งเป็นส่วนๆที่ใช้แทนจำนวนเศษส่วน จึงเป็นไปได้ว่าเด็กจะแทนฟองน้ำทั้งสองแบบเป็นจำนวนเต็มหนึ่งหน่วยโดยไม่นึกถึงว่าฟองน้ำวงกลมนั้นสามารถแยกออกจากกันเท่ากับฟองน้ำที่ถูกแบ่งเป็นส่วนๆเท่ากัน 4 ส่วน หรือในทางกลับกัน ฟองน้ำที่ถูกแบ่งเป็นส่วนๆนั้นก็สามารถรวมกันได้เท่ากับฟองน้ำวงกลม 1 วง จึงทำให้เด็กไม่สามารถหาคำตอบที่ถูกต้องได้ ซึ่ง Huttenlocher, Jordan & Levine (1994) มีแนวคิดว่าในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน เด็กจะมีรูปแบบโครงสร้างภายในจิตใจ โดยเด็กจะเก็บรายละเอียดเกี่ยวกับเหตุการณ์ต่างๆที่เกี่ยวข้อง และจะลบทิ้งรายละเอียดต่างๆที่ไม่ตรงประเด็น เช่น ในการแก้ปัญหาการคำนวณจำนวนเต็ม เด็กจะมีโครงสร้างภายในจิตใจในรูปแบบของจำนวนสิ่งของในตอนแรก และนึกภาพสิ่งของที่เคลื่อนเข้าหรือออกต่อจากนั้นแล้วเด็กก็จะได้คำตอบของปัญหานั้น ซึ่งในการแก้ปัญหาจำนวนเศษส่วน เด็กก็จะมีกระบวนการคิดในรูปแบบเดียวกัน แต่มีสิ่งหนึ่งที่จะต้องเกิดขึ้นร่วมด้วยคือการนึกภาพการเกิดการเปลี่ยนรูปของจำนวนในแบบมิติสัมพันธ์ เช่น การรวมกันของจำนวนหนึ่งหน่วย หรือการรวมกันอีกครั้งของจำนวนที่ถูกแบ่ง

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความสามารถในการคำนวณของเด็กทั้ง 3 ระดับอายุ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลจากการทดสอบความแตกต่างระหว่างคู่ของคะแนนในแต่ละกลุ่มอายุ พบว่าเด็กอายุ 6 ปี มีความสามารถในการคำนวณจำนวนสูงกว่าเด็กอายุ 5 ปี และ 4 ปีตามลำดับ ทั้งนี้น่าจะเป็นเพราะว่าเด็กอายุ 6 ปี เป็นกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุมากที่สุด ทำให้เด็กมีความสามารถทางด้าน

จำนวนสูงที่สุด เพราะพัฒนาการทางด้านจำนวนเริ่มมีตั้งแต่วัยทารก และเด็กจะมีความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนและการนับเมื่ออายุตั้งแต่ 2 ปีขึ้นไป โดยจะมีพื้นฐานการเรียนรู้จากการนับส่วนต่างๆของร่างกาย และค่อยๆเพิ่มขึ้นตามวุฒิภาวะและจากการเรียนรู้ด้วยประสบการณ์ตนเองหรือจากบุคคลใกล้ชิด รวมทั้งเรียนรู้จากสภาพแวดล้อมทางสังคม (Cole & Cole, 1989) ซึ่ง Piaget (อ้างถึงใน อังคณา อ่อนธานี, 2542) เชื่อว่าพัฒนาการทุกอย่างจะเป็นการทำงานผสมผสานกันระหว่างวุฒิภาวะ ประสบการณ์ และสภาพแวดล้อมทางสังคม เพื่อทำให้เกิดความสมดุล ดังนั้นเด็กที่มีระดับวุฒิภาวะและการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมมากกว่า จึงมีความสามารถในการคิดใช้เหตุผลได้ซับซ้อนมากกว่า ทำให้มีพัฒนาการทางสติปัญญาและความสามารถทางด้านจำนวนได้ดีกว่า กล่าวคือพัฒนาการทางด้านจำนวนจะเพิ่มขึ้นตามระดับอายุ เด็กที่อายุมากกว่าจะมีความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนได้ดีกว่าเด็กที่มีอายุน้อย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยทางด้านจำนวนอื่นๆ (เช่น สมชาย ช่างทอง, 2534; ประมาณ พลสุธรรม, 2533; อังคณา อ่อนธานี, 2542; Levine et. al., 1992; Mix et. al., 1999) ที่พบว่าเด็กที่มีอายุมากกว่าจะมีพัฒนาการทางสติปัญญาและความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนได้ดีกว่าเด็กที่มีอายุน้อยกว่า และสอดคล้องกับสมมติฐานข้างต้นที่พบว่าระดับอายุของเด็กมีผลต่อความสามารถในการคำนวณ โดยเด็กที่มีอายุมากจะมีความสามารถในการคำนวณได้ดีกว่าเด็กที่มีอายุน้อย

โดยสรุปแล้วจากผลการวิจัยในครั้งนี้จึงกล่าวได้ว่า ระดับอายุ และประเภทของจำนวนมีผลต่อความสามารถในการคำนวณเบื้องต้นของเด็ก คือ เด็กมีความสามารถในการคำนวณจำนวนเต็มได้ดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนเศษส่วนและจำนวนคละ และเด็กที่มีอายุ 6 ปี จะมีความสามารถในการคำนวณเบื้องต้นได้ดีกว่าเด็กที่มีอายุ 5 ปี และ 4 ปี ตามลำดับ โดยความสามารถในการคำนวณนี้จะเพิ่มขึ้นตามระดับอายุ และเมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ 75 % ของ Piaget (Elkind, 1964) จะพบว่าเด็กมีความสามารถในการคำนวณจำนวนเต็มและจำนวนเศษส่วนเมื่ออายุ 6 ปี แต่ยังจะไม่พบความสามารถในการคำนวณจำนวนคละในเด็กอายุ 4-6 ปี ซึ่งขัดแย้งกับงานวิจัยของ Mix และคณะ (1999) ที่พบว่าเด็กจะมีความสามารถในการคำนวณจำนวนเต็มและจำนวนเศษส่วนได้ตั้งแต่อายุ 4 ปี และมีความสามารถในการคำนวณจำนวนคละได้เมื่ออายุ 6 ปีขึ้นไป อย่างไรก็ตาม จากผลการวิจัยในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าเด็กวัยก่อนเรียนนั้นเริ่มมีความสามารถในการคำนวณเบื้องต้นแล้ว โดยเฉพาะความสามารถในการคำนวณจำนวนเศษส่วน ที่แต่เดิมพบว่าเป็นเรื่องที่ยากในการเรียนการสอนแก่เด็กในโรงเรียน เนื่องจากปัญหาในเรื่องการเขียนสัญลักษณ์แทนค่าจำนวนเศษส่วน จึงทำให้มีการสอนจำนวนเศษส่วนเมื่อเด็กอยู่ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 คือเมื่อเด็กมีอายุ

ประมาณ 9 ปี ซึ่งจะเห็นได้ว่าเป็นการประเมินความสามารถของเด็กต่ำกว่าความเป็นจริง เพราะจากผลการวิจัยในครั้งนี้พบว่าเด็กเริ่มมีความสามารถในการคำนวณจำนวนเศษส่วนได้ตั้งแต่อายุ 6 ปี เมื่อมีการเสนอรูปแบบของปัญหาในกระบวนการที่ไม่ใช้ภาษาและสัญลักษณ์แทนค่าจำนวน ดังเช่นวิธีการวิจัยในครั้งนี้ ดังนั้นในการประเมินผลพัฒนาการของเด็ก ควรเลือกวิธีการประเมินให้มีความเหมาะสมและได้ผลตรงตามวัตถุประสงค์ เพื่อที่จะได้ข้อมูลความสามารถที่แท้จริงของเด็ก

ดังนั้นจากผลการวิจัยในครั้งนี้สรุปได้ว่า ความสามารถในการคำนวณเบื้องต้นของเด็กวัยก่อนเรียนนั้นจะเพิ่มขึ้นตามระดับอายุ และจะเริ่มจากความสามารถในการคำนวณจำนวนเต็ม แล้วค่อยๆพัฒนาเป็นความสามารถในการคำนวณจำนวนเศษส่วนในลักษณะที่คล้ายคลึงกัน ส่วนความสามารถในการคำนวณจำนวนคละยังเป็นสิ่งที่ยากสำหรับเด็กวัยก่อนเรียน กล่าวคือเด็กจะต้องมีความรู้และทักษะในด้านอื่นๆร่วมด้วย จึงจะสามารถแก้ไขปัญหาเรื่องจำนวนคละซึ่งมีความซับซ้อนกว่าจำนวนเต็มและจำนวนเศษส่วนได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคำนวณ จำนวนเต็ม จำนวนเศษส่วน และจำนวนคละ ในเด็กอายุ 4 - 6 ปี

สมมติฐานในการวิจัย

ระดับอายุและประเภทของจำนวนที่ใช้ในการศึกษามีผลต่อความสามารถในการคำนวณเบื้องต้นของเด็ก

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนในระดับอนุบาลและประถมศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่มีอายุ 4 – 6 ปี ของโรงเรียนวัดลาดบัวขาว และโรงเรียนวัดจันทร์นอก เขตบางคอแหลม สังกัดกรุงเทพมหานคร ในปีการศึกษา 2546 จำนวน 180 คน ดังนี้

เด็กอายุ 4 ปี (อายุเฉลี่ย 4 ปี 2 เดือน) จำนวน 60 คน

เด็กอายุ 5 ปี (อายุเฉลี่ย 4 ปี 8 เดือน) จำนวน 60 คน

เด็กอายุ 6 ปี (อายุเฉลี่ย 5 ปี 8 เดือน) จำนวน 60 คน

โดยแบ่งเป็นเด็กชายและเด็กหญิงจำนวนเท่ากันในแต่ละกลุ่มอายุ

การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างดำเนินการโดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้วิจัยทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มอายุ 4 – 6 ปี โดยศึกษาจากระเบียนประวัติของโรงเรียนและคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ครอบครัวมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 5,000-10,000 บาท เพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างที่มีสถานะทางเศรษฐกิจใกล้เคียงกัน

2. ผู้วิจัยได้คัดลอกรายชื่อ วัน เดือน ปี เกิดของเด็กที่อยู่ในเกณฑ์ที่ผู้วิจัยจัดไว้ทั้งหมด ทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) ซึ่งผู้วิจัยใช้วิธีการจับฉลากรายชื่อของเด็ก โดยแบ่งให้แต่ละโรงเรียนมีจำนวนเท่ากัน คือ 90 คน แบ่งเป็น 3 ระดับอายุ คือ ระดับอายุ 4 ปี 5 ปี และ 6 ปี ระดับอายุละ 30 คน แต่ละระดับอายุเป็นนักเรียนชาย 15 คน และนักเรียนหญิง 15 คน

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการคำนวณเบื้องต้น แบ่งตามประเภทจำนวนที่ใช้ในการศึกษา คือ

1.1 <u>จำนวนเต็ม</u> ประกอบด้วย

1.1.1 ฟองน้ำรูปวงกลมสีเหลือง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร หนา 0.4 เซนติเมตร จำนวน 4 อัน

1.1.2 ถาดฟองน้ำสีชมพูขนาด 10 x 40 เซนติเมตร โดยมีหลุมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร ลึก 0.4 เซนติเมตร จำนวน 4 หลุม แต่ละหลุมอยู่ห่างกัน 4 เซนติเมตร

1.1.3 ฉากที่ทำจาก future board สีน้ำเงินขนาด 20 x 45 เซนติเมตร

1.1.4 กระดาษคำตอบเรื่องจำนวนเต็ม

1.2 <u>จำนวนเศษส่วน</u> ประกอบด้วย

1.2.1 ฟองน้ำรูปวงกลมสีเหลือง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร หนา 0.4 เซนติเมตร จำนวน 1 อัน แบ่งเป็น 4 ส่วน โดยฟองน้ำแต่ละชิ้นมีขนาดเท่ากับ ¼ ของวงกลม

1.2.2 ถาดฟองน้ำสีชมพูขนาด 10 x 30 เซนติเมตร โดยมีหลุมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร ลึก 0.4 เซนติเมตร จำนวน 1 หลุม

1.2.3 ฉากที่ทำจาก future board สีน้ำเงิน ขนาด 20 x 45 เซนติเมตร

1.2.4 กระดาษคำตอบเรื่องจำนวนเศษส่วน

1.3 <u>จำนวนคละ</u> ประกอบด้วย

1.3.1 ฟองน้ำรูปวงกลมสีเหลือง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร หนา 0.4 เซนติเมตร จำนวน 3 อัน

1.3.2 ฟองน้ำรูปวงกลมสีเหลือง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร หนา 0.4 เซนติเมตร จำนวน 1 อัน แบ่งเป็น 4 ส่วน โดยฟองน้ำแต่ละชิ้นมีขนาดเท่ากับ ¼ ของวงกลม

1.3.3 ถาดฟองน้ำสีชมพู ขนาด 10 x 30 เซนติเมตร โดยมีหลุมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร ลึก 0.4 เซนติเมตร จำนวน 3 หลุม แต่ละหลุมอยู่ห่างกัน 4 เซนติเมตร

1.3.4 ฉากที่ทำจาก future board สีน้ำเงิน ขนาด 20 x 45 เซนติเมตร

1.3.5 กระดาษคำตอบเรื่องจำนวนคละ

2. กระดาษคำตอบที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการคำนวณเบื้องต้น แบ่งตามประเภทของจำนวนที่ใช้ในการทดสอบ คือ ประเภทจำนวนเต็ม จำนวนเศษส่วน และจำนวนคละ โดยการแสดงรูปภาพของคำตอบภายในกรอบสี่เหลี่ยมที่เรียงแบบ 2 x 2 และสีของรูปภาพเป็นสีเดียวกับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตัวเลือกของแต่ละข้อคำถามมี 4 ตัวเลือก มี 1 ตัวเลือกเป็นคำตอบที่ถูกต้อง อีก 3 ตัวเลือกเป็นคำตอบที่ผิด โดยกำหนดตำแหน่งตัวเลือกที่ถูกตำแหน่งละ 3 คำถาม และตัวเลือกของคำถามประเภทจำนวนคละ ตัวเลือกแต่ละตัวที่เป็นคำตอบที่ผิดจะมีค่ามากขึ้นหรือน้อยลงทีละ ¼ จากคำตอบที่ถูก

3. คำถามที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการคำนวณเบื้องต้น ในแต่ละจำนวน ผู้วิจัยได้ดัดแปลงมาจากการทดลองของ Mix และคณะ (1999) โดยทำการทดสอบจำนวน 3 ประเภท คือ จำนวนเต็ม จำนวนเศษส่วน และจำนวนคละ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การทดสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยนำเครื่องมือที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วไปให้ท่านผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ซึ่งเป็นอาจารย์คณะจิตวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 1 ท่าน และครูที่สอนในระดับอนุบาล 1 ท่าน และครูระดับประถมศึกษาชั้นปีที่ 1 1 ท่าน ทดสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ของเครื่องมือ

2. การทดลองใช้เครื่องมือ ผู้วิจัยนำเครื่องมือไปทำการศึกษานำร่อง (Pilot study) กับนักเรียนโรงเรียนวัดไทร ที่มีอายุระหว่าง 4-6 ปี ระดับอายุละ 30 คน แบ่งเป็นเพศชาย 45 คน เพศหญิง 45 คน รวมเป็น 90 คน เพื่อปรับปรุงเครื่องมือ ศึกษาวิธีใช้เครื่องมือ วิธีดำเนินการทดสอบ และการจดบันทึกคำตอบ แล้วนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาหาค่าระดับความยาก (Level of difficulty) ค่าอำนาจจำแนก (Power of discrimination) และค่าความเที่ยง (Reliability) ด้วยวิธีการวัดความสอดคล้องภายใน (Internal Consistency Method) แบบครอนบัค (Cronbach) โดยได้ค่าความเที่ยงดังนี้

-ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของความเที่ยงในคะแนนประเภทจำนวนเต็ม มีค่าเท่ากับ 0.81

-ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของความเที่ยงในคะแนนประเภทจำนวนเศษส่วน มีค่าเท่ากับ 0.81

-ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของความเที่ยงในคะแนนประเภทจำนวนคละ มีค่าเท่ากับ 0.80

3. ผู้วิจัยเริ่มดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนกับกลุ่มตัวอย่างจริง ที่โรงเรียนวัดลาดบัวขาวและโรงเรียนวัดจันทร์นอก โดยส่งหนังสือขอความยินยอมจากผู้ปกครอง เพื่อขออนุญาตทำการทดสอบเด็ก (Consent Form)

4. ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยสร้างความคุ้นเคยกับเด็ก โดยการเข้าร่วมกิจกรรมกับเด็กในทุกระดับชั้นเป็นเวลา 1 สัปดาห์

5. จัดสถานที่ที่ใช้ในการทดสอบ และจัดเตรียมอุปกรณ์ทั้งหมดให้พร้อมที่จะทำการทดสอบ

6. นำเด็กเข้าทำการทดสอบทีละคน โดยจัดให้เด็กที่เข้ารับการทดสอบนั่งตรงกันข้ามกับผู้วิจัย แต่นั่งด้านเดียวกับผู้ช่วยวิจัย โดยจะมีโต๊ะวางไว้ตรงกลางระหว่างผู้วิจัยและเด็กที่เข้ารับการทดสอบ

7. ดำเนินการทดสอบเด็ก โดยเด็กแต่ละคนจะได้รับการทดสอบความสามารถในการคำนวณจำนวนทั้ง 3 ประเภททีละจำนวน โดยเว้นระยะห่างของการทดสอบแต่ละประเภทจำนวนเป็นเวลา 1 สัปดาห์

8. หลังจากที่เด็กเสร็จสิ้นการทดสอบในประเภทจำนวนแรกและประเภทจำนวนที่สองแล้ว เด็กจะได้รับสติกเกอร์รูปดาวเป็นรางวัล และหลังจากที่เสร็จสิ้นการทดสอบในประเภทจำนวนสุดท้ายเด็กจะได้รับดินสอ 1 แท่งและยางลบ 1 ก้อนเป็นรางวัล

9. ผู้วิจัยนำคำตอบของเด็กแต่ละคนมาตรวจ ให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้และนำคะแนนไปวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. คำนวณหาค่าเฉลี่ย $(\overline{X})$ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของคะแนนจากคำตอบที่ถูกต้องของคำถามความสามารถในการคำนวณจำนวนในแต่ละประเภท โดยจำแนกตามระดับอายุและประเภทของจำนวน

2. นำคะแนนจากคำตอบที่ถูกต้องในแต่ละระดับอายุ และประเภทของจำนวนมาทดสอบความแตกต่าง โดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ (3 x 3 Analysis of variance with repeated measure) เมื่อพบความแตกต่างจึงทำการทดสอบภายหลังด้วยวิธีของตูกี (Tukey)

การนำเสนอข้อมูล

1.แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการคำนวณของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละระดับอายุและในแต่ละประเภทจำนวน โดยนำเสนอในรูปตาราง

2.แสดงผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนความสามารถในการคำนวณในแต่ละระดับอายุและในแต่ละประเภทจำนวน จากการวิเคราะห์ทางสถิติความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ โดยนำเสนอในรูปตาราง

3.แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคำนวณในแต่ละระดับอายุและในแต่ละประเภทจำนวนในรูปของกราฟเส้น เมื่อพบว่ามีความสัมพันธ์ร่วมระหว่างอายุและประเภทของจำนวนของการทดสอบ

ผลการวิจัย

1. เด็กอายุ 6 ปี มีคะแนนความสามารถในการคำนวณจำนวนทั้ง 3 ประเภท มากกว่าเด็กอายุ 5 ปี และ 4 ปี ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. เด็กอายุ 4-6 ปี มีคะแนนความสามารถในการคำนวณจำนวนเต็มมากกว่าจำนวนเศษส่วนและจำนวนคละ ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาเปรียบเทียบกับตัวแปรอื่นๆ เช่น เพศ สภาพแวดล้อมทางสังคม ประสบการณ์จากบ้านและโรงเรียน เพื่อดูว่ามีผลต่อความสามารถในการคำนวณของเด็กหรือไม่

2. ควรมีการศึกษาและทำการวิจัยเรื่องการคำนวณจำนวนคละในกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุมากกว่า 6 ปี เพื่อที่จะได้ทราบถึงพัฒนาการความสามารถในการคำนวณจำนวนคละว่าเริ่มมีเมื่ออายุเท่าใด

3. ควรมีการศึกษาและทำการวิจัย โดยทดลองนำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและวิธีดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ไปใช้สอนเด็กวัยก่อนเรียนในชั้นเรียน เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลการวิจัยว่าเด็กจะมีพัฒนาการความสามารถในการคำนวณเบื้องต้นเป็นไปตามผลการวิจัยในครั้งนี้หรือไม่

4. ควรนำผลการวิจัยในครั้งนี้ ไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาแบบเรียนด้านการคำนวณจำนวนของเด็กวัยก่อนเรียน โดยเฉพาะความเข้าใจในเรื่องจำนวนเศษส่วนและจำนวนคละ เพื่อช่วยให้เด็กมีพัฒนาการทางด้านการคำนวณได้ตรงกับระดับความรู้ความสามารถของเด็กต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กาญจนา กระต่ายทอง. (2542). *การเปรียบเทียบความสามารถในการจัดหมวดหมู่ของวัตถุที่เสนอเป็นคำพูดและเป็นภาพในเด็กอายุ 3 ถึง 5 ปี.* วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาจิตวิทยาพัฒนาการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2530). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัยฉบับปรับปรุงใหม่ล่าสุด.* กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประคอง กรรณสูต. (2542). *สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์.* กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประมาณ พลสุธรรม. (2533). *การเข้าใจการลดและการเพิ่มจำนวนของเด็กก่อนวัยเรียนที่ยังไม่เข้าใจการอนุรักษ์จำนวน.* วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาจิตวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เพ็ญพิไล ฤทธาคณานนท์. (2536). *พัฒนาการทางพุทธิปัญญา.* กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริชัย พงษ์วิชัย. (2534). *การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยคอมพิวเตอร์.* กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมชาย ช่างทอง. (2534). *การศึกษาพัฒนาการด้านความสามารถในการเปรียบเทียบขนาดของสองชุด ความสามารถในการนับและความรู้เกี่ยวกับการนับของเด็ก 3-5 ปี.* วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาจิตวิทยาพัฒนาการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อังคณา อ่อนธานี. (2542). *การเปรียบเทียบความสามารถในการอนุมานจำนวนเด็กอายุ 3 ถึง 5 ปี.* วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาจิตวิทยาพัฒนาการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Briars, D., & Siegler, R.S. (1984). A feature analysis of preschooler's counting knowledge. *Developmental Psychology, 20,* 607-618.

Bullock, M., & Gelman, R. (1977). Numerical reasoning in young children: The ordering principle. *Child Development, 48,* 427–434.

Carpenter, T.P.(1985). Review of children counting types, philosophy theory, and applicating. In L.P. Steffe., E.V.Glaserfeld., J.R. Richart., & P.Cobb(Eds.), *Journal for Research in Mathematics Education, 16,* 70-96.

Cole, M., & Cole, S.R. (1989). *The developmennt of children.* New York : W.H. Freeman and Company.

Copeland, R. W.(1984). *How children learn mathematics* (2 nd ed.). New York: Macmillan.

Copley, J.V. (1999). *Mathematics in the early years.* Virginia : The National Council of Teacher of Mathematics.

Davis, G.E., & Pitkethly, A. (1990). Cognitive aspects of sharing. *Journal for Research in Mathematics Education, 21,* 145-153.

Elkind, D. (1964). Children discovery of conservation of mass, weight, volume : Piaget replication study II. In D.S. Palero., & L.P. Lipsitt (Eds.), *Research Reading In Child Psychology.* New York : Holt, Rinchart and Wiston.

Flavell, J.H. (1985). *Cognitive development* (2 nd ed.). New Jersey : Prentice – Hall.

Flavell, J.H., Miller. P.H., & Miller, S.A. (1993). *Cognitive development* (3 rd ed.). New Jersey : Prentice – Hall.

Gelman, R. (1972). Logical capacity of very young children : Number invariance rules. *Child Development, 43,* 75 – 90.

Gelman, R., & Tucker, M.F. (1975). Further investigation of the young child's conception of number. *Child Development, 46,* 167-175.

Ginsburg, H. (1996). Toby's math. In R.J. Sternberg., & T. Ben-Zeev(Eds.), *The nature of mathematical thinking.* New Jersey : Erlbaum.

Hunting, R.P., & Sharpley, C.F. (1988). Fraction knowledge in preschool children. *Journal for Research in Mathematics Education, 19,* 175-180.

Huttenlocher, J., Jordan, N.C., & Levine, S.C. (1994). A mental model for early arithmetic. *Journal of Expermental Psychology: General, 123,* 284-296.

Kail, R.V., & Nelson, R.W. (1993). *Developmental Psychology.* New Jersey : Prentice – Hall.

Levine, S.C., Jordan, N.C., & Huttenlocher, J. (1992). Development of calculation abilities in young children. *Journal of Experimental Child Psychology, 53,* 72–103.

Mix, K.S., Levine, S.C., & Huttenlocher, J. (1999). Early fraction calculation ability. *Developmental Psychology, 35 ,* 164 – 174.

Pepper, K.L., & Hunting, R.P. (1998). Preschoolers counting and sharing. *Journal for Research in Mathematics Education, 29,* 164 – 184.

Resnick, L.B., & Ford, W.W. (1981). *The psychology of mathematics for instruction.* New Jersey : Erlbaum.

Reys, R.E., Suydam, M.N., Lindquist, M.M., & Smith, N.L. (1998). *Helping children Learn mathematics* (5 th ed.). Massachusetts : Allyn & Bacon.

Song, M.J. (1987). The development of informal and formal mathematical thinking in Korean and U.S. children. *Child Development, 58,* 1286-1296.

Sophian, C., Garyantes, D., & Chang, C. (1997). When three is less than two: Early development in children's understanding of fractional quantities. *Developmental Psychology, 33,* 731–744.

Spinillo, A.G., & Bruyant, P. (1991). Children's proportional judgments: The importance of "half". *Child Development, 62,* 427–440.

Sroufe, L.A., Cooper, R.G., & Marshall, M.E. (1988). *Child development.* New york: Alfred A. Knopf.

Sternberg, R.J. (1999). *Cognitive psychology* (2 nd ed.). Orlando:Stock Illustration Source.

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ระดับความยาก (Level of difficullty) โดยใช้สูตรของ Johnson 1967 (อ้างถึงใน ประคอง กรรณสูต, 2542)

$$P = 100 (R_U+R_L) / 2f$$

P = ระดับความยาก

R_U = จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบข้อสอบแต่ละข้อถูก

R_L = จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบข้อสอบแต่ละข้อถูก

f = จำนวนคนในแต่ละกลุ่ม

2. อำนาจจำแนก (Power of discrimination) โดยใช้สูตรของ Findley 1976 (อ้างถึงใน ประคอง กรรณสูต, 2542)

$$D = (R_U-R_L) / f$$

D = อำนาจจำแนก

R_U = จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบข้อสอบแต่ละข้อถูก

R_L = จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบข้อสอบแต่ละข้อถูก

f = จำนวนคนในแต่ละกลุ่ม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ความเที่ยง โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์ α (α-coefficient) โดยใช้สูตรของ Cronbach 1951 (อ้างถึงใน ประคอง กรรณสูต, 2542)

$$\alpha = \frac{k}{k-1}\left[1-\frac{\sum S_i^2}{S_x^2}\right]$$

α = ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา

k = จำนวนข้อสอบ

S^2_i = ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ

S^2_x = ความแปรปรวนของคะแนนของผู้รับการทดสอบทั้งหมด

4. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) (อ้างถึงใน ชูศรี วงศ์รัตนะ, 2530)

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

X = คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ = ผลรวมของคะแนนของทุกคน

N = จำนวนคนทั้งหมด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) (อ้างถึงใน ชูศรี วงศ์รัตนะ, 2530)

$$SD = \sqrt{\frac{\sum X_i^2}{n-1} - \bar{X}}$$

SD = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X_i^2$ = ผลรวมกำลังสองของคะแนนทุกจำนวน

n = จำนวนผู้รับการทดสอบ

X = ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนความสามารถในการคำนวณ

6. การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ (3x3 Analysis of variance with repeated measure) (อ้างถึงใน ศิริชัย พงษ์วิชัย, 2534)

SS = ผลบวกของส่วนเบี่ยงเบนกำลังสอง (Sum of Square)

ซึ่งมีสูตรคำนวณดังนี้

(1) T^2 / ncr

(2) $\sum X^2_{ijk}$

(3) $\sum T^2_i / nc$

(4) $\sum T^2_j / nr$

(5) $\sum T^2_{ij}$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างตัวแปรที่หนึ่ง	$SS_r = \sum T^2_i /nc - T^2/ncr$	r-1	$SS_r /r-1$	MS_r/MS_w
ระหว่างตัวแปรที่สอง	$SS_c = \sum T^2_j /nr - T^2/ncr$	c-1	$SS_c /c-1$	MS_c/MS_w
ผลร่วมระหว่างตัวแปร	$SS_i = SS_S - SS_c - SS_r$	(c-1)(r-1)	$SS_i /(c-1)(r-1)$	MS_i/MS_w
ระหว่างส่วนประกอบ	$SS_S = \sum T^2_{ij} - T^2/ncr$	cr-1	$SS_S /cr-1$	MS_S/MS_w
ภายในตัวแปรทั้งสองตัว	$SS_w = SS_t - SS_S$	cr(n-1)	$SS_w /cr(n-1)$	
รวม	$SS_t = \sum X^2_{ijk} - T^2/ncr$	ncr-1		

เมื่อ r = จำนวนระดับตัวแปรที่หนึ่ง

c = จำนวนระดับตัวแปรที่สอง

n = จำนวนตัวอย่างทั้งหมดที่ใช้ในแต่ละส่วนประกอบ

X^2_{ijk} = ค่าของข้อมูลจากตัวอย่างที่ k ในส่วนประกอบของตัวแปรตัวที่หนึ่งชนิดที่ i และตัวแปรตัวที่สองชนิดที่ j

T_{ij} = ผลรวมของข้อมูลจากทุกๆตัวอย่างในส่วนประกอบของตัวแปรตัวที่หนึ่งชนิดที่ i และตัวแปรตัวที่สองชนิดที่ j

T_i = ผลรวมของข้อมูลจากทุกๆตัวอย่างในส่วนประกอบของตัวแปรตัวที่หนึ่งชนิดที่ i และตัวแปรตัวที่สองทุกๆชนิด

T_j = ผลรวมของข้อมูลจากทุกๆตัวอย่างในส่วนประกอบของตัวแปรตัวที่หนึ่งทุกๆชนิด และตัวแปรตัวที่สองชนิดที่ j

T = ผลรวมของข้อมูลจากทุกๆตัวอย่างในทุกๆส่วนประกอบ

SS = ผลบวกของส่วนเบี่ยงเบนกำลังสอง (Sum of Square)

MS = ค่าเฉลี่ยของส่วนเบี่ยงเบนกำลังสอง (Mean Square)

F = อัตราส่วนความแปรปรวนของฟิชเชอร์ (Fisher's Variance Ration)

7. การทดสอบรายคู่แบบ Tukey's HSD Test (อ้างถึงใน ประคอง กรรณสูต, 2542)

$$HSD = q(\alpha, k, df)\sqrt{\frac{MSE}{N}}$$

HSD = จุดวิกฤติของ Tukey's HSD Test

MSE = Mean Square Error

N = สมาชิกในแต่ละกลุ่ม

k = จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

α = .05

df = N-k

q = ค่าที่เปิดได้จากตาราง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้แบ่งตามประเภทจำนวน คือ จำนวนเต็ม จำนวนเศษส่วน และจำนวนคละ ดังแสดงในหน้า 64-66

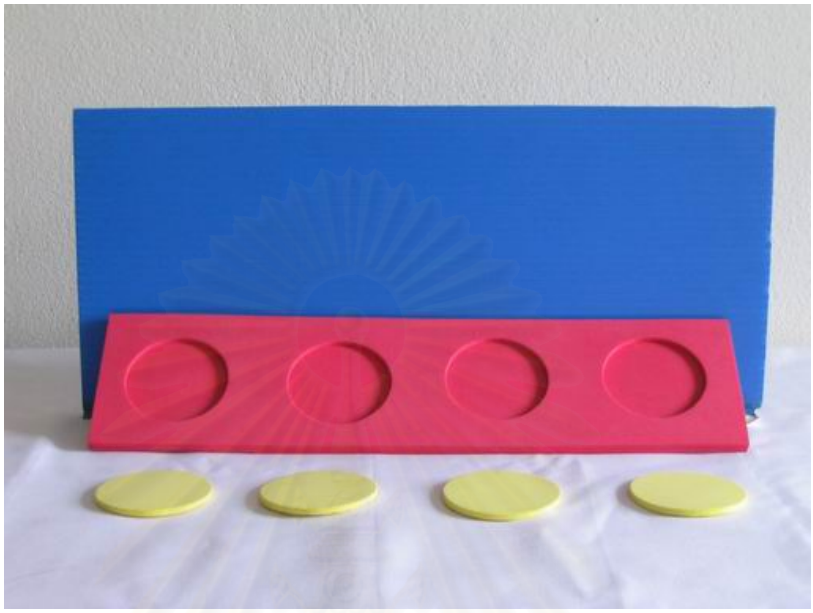
2. คำถามที่ใช้ในการทดสอบ

ตารางที่ ข.1 แสดงคำถามที่ใช้ในการทดสอบ

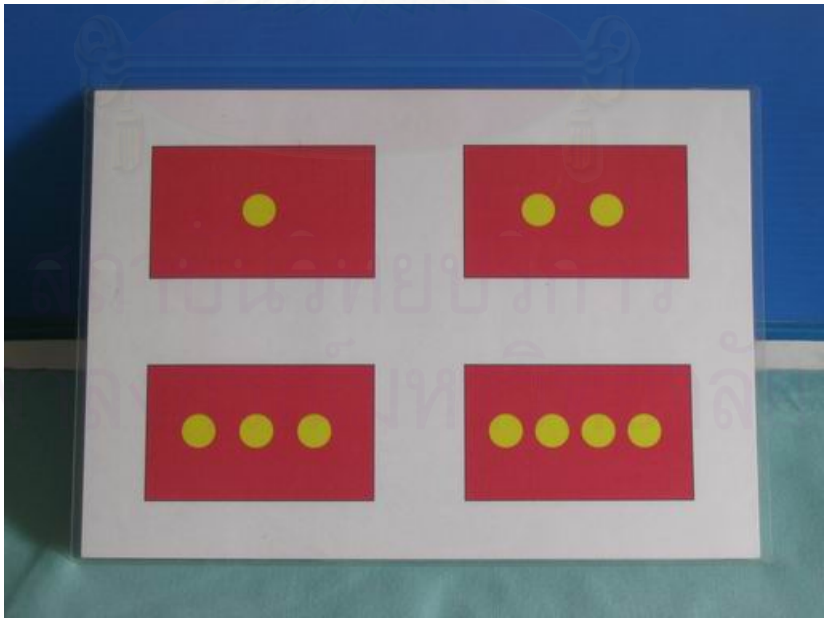
คำถาม	จำนวนเต็ม	จำนวนเศษส่วน	จำนวนคละ
1	4 – 1	1 – ¾	¾ + ½
2	3 – 1	¾ - ¼	1 ½ + 1 ¼
3	1 + 3	¼ + ¾	2 ¾ - ¾
4	2 + 2	¾ - ½	1 ¼ + ¾
5	2 – 1	½ - ¼	¼ + 2
6	2 + 1	½ + ½	3 - 2 ½
7	3 – 2	¾ + ¼	1 ½ - ¾
8	1 + 1	¼ + ½	3 - 1 ¼
9	4 – 2	½ + ¼	2 ¼ - 1 ½
10	3 + 1	1 - ¼	1 ½ + 1 ½
11	2 + 1	1 - ½	2 ¾ - 1 ½
12	4 – 3	¼ + ¼	¾ + 1 ¾

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

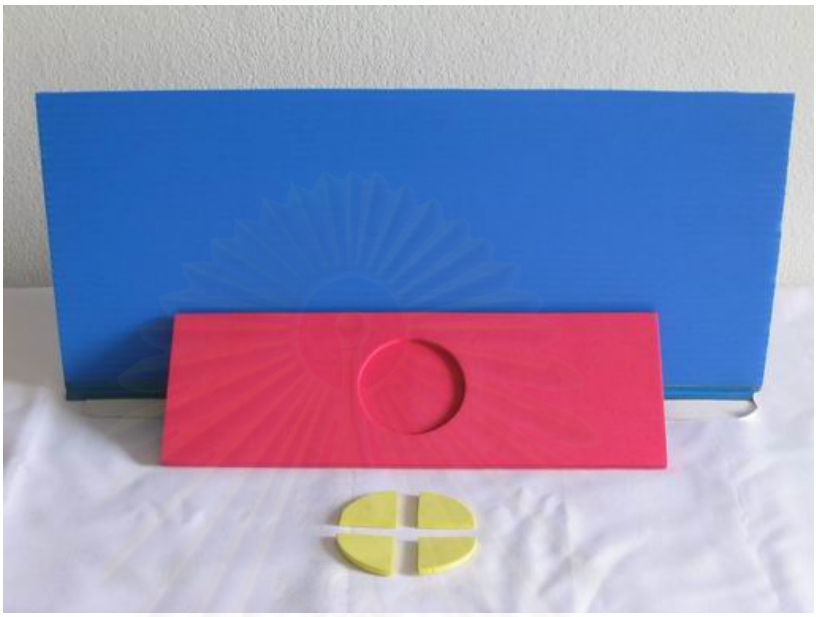
จำนวนเต็ม



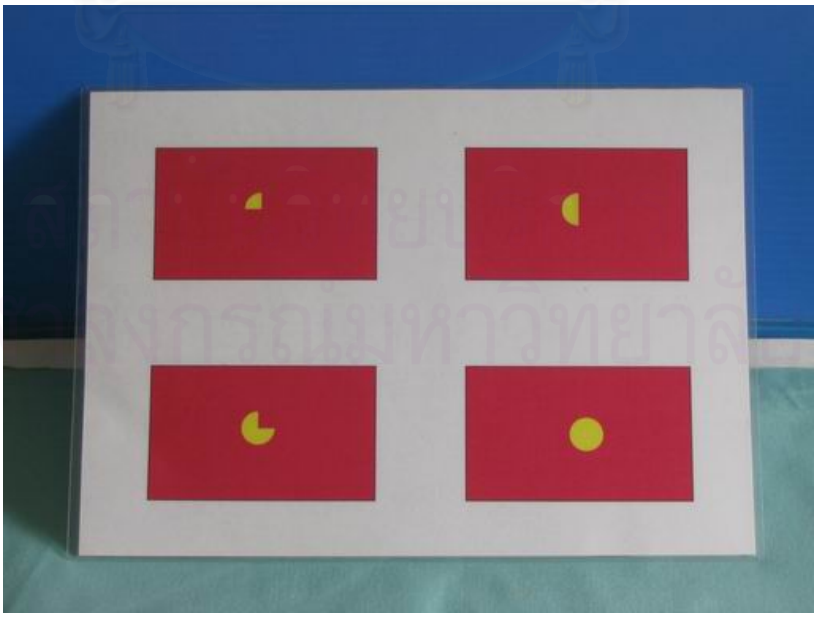
กระดาษคำตอบเรื่องจำนวนเต็ม



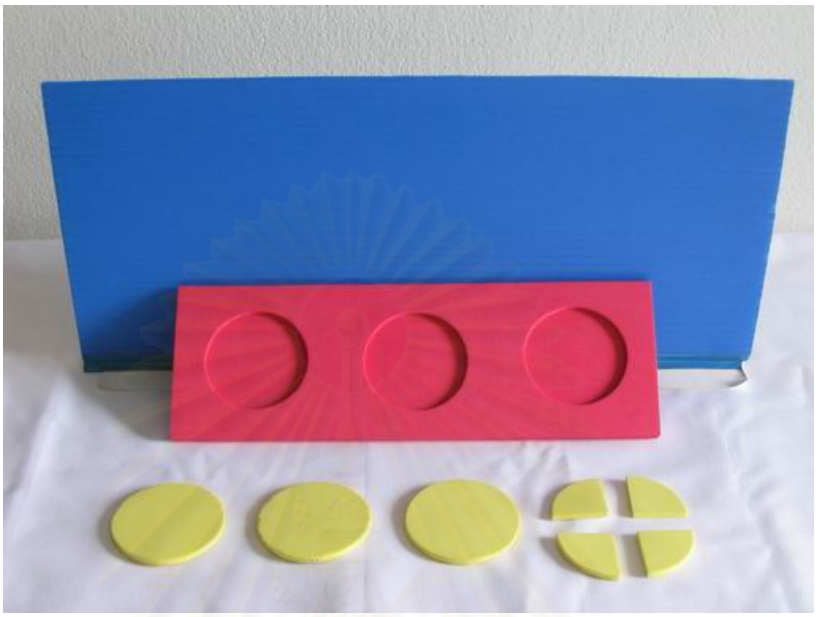
จำนวนเศษส่วน



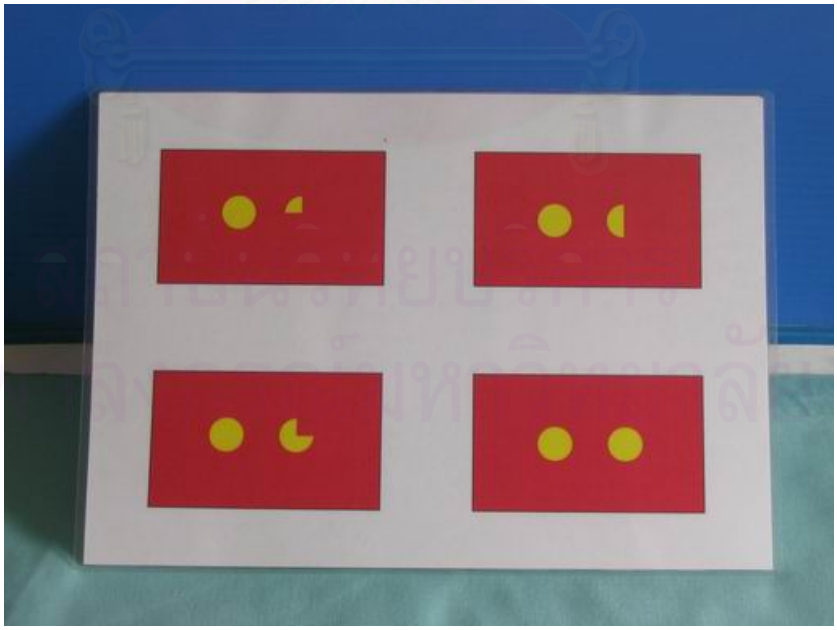
กระดาษคำตอบเรื่องจำนวนเศษส่วน



จำนวนคละ



กระดาษคำตอบเรื่องจำนวนคละ



ภาคผนวก ค

ค่าระดับความยากและค่าอำนาจจำแนกของคำถามที่ใช้ในการทดสอบ

ตารางที่ ค.1 แสดงค่าระดับความยากและค่าอำนาจจำแนกของคำถามประเภทจำนวนเต็ม

คำถาม	ค่าระดับความยาก	ค่าอำนาจจำแนก
1	.58	.40
2	.64	.66
3	.56	.57
4	.50	.66
5	.56	.63
6	.58	.68
7	.47	.64
8	.64	.51
9	.56	.48
10	.60	.67
11	.60	.54
12	.62	.53

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.2 แสดงค่าระดับความยากและค่าอำนาจจำแนกของคำถามประเภทจำนวนเศษส่วน

คำถาม	ค่าระดับความยาก	ค่าอำนาจจำแนก
1	.45	.52
2	.47	.75
3	.47	.61
4	.37	.49
5	.50	.71
6	.43	.48
7	.45	.60
8	.50	.69
9	.41	.51
10	.45	.60
11	.47	.53
12	.43	.53

ตารางที่ ค.3 แสดงค่าระดับความยากและค่าอำนาจจำแนกของคำถามประเภทจำนวนคละ

คำถาม	ค่าระดับความยาก	ค่าอำนาจจำแนก
1	.39	.63
2	.41	.71
3	.39	.65
4	.37	.73
5	.47	.56
6	.39	.77
7	.37	.62
8	.43	.63
9	.47	.37
10	.33	.45
11	39	.54
12	.43	.45

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างตารางที่ใช้ในการบันทึกข้อมูล

ตารางที่ ง แสดงตัวอย่างตารางที่ใช้ในการบันทึกข้อมูล

ชื่อ……ชั้น.....อายุ.....

ข้อ	คำถาม	คำตอบ			
		1	2	3	4
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ

ตารางที่ จ.1 แสดงคะแนนความสามารถในการคำนวณจำนวนทั้ง 3 ประเภทของกลุ่มตัวอย่างอายุ 6 ปี

ลำดับ	ชื่อ	อายุ(ปี/เดือน)	จำนวนเต็ม	จำนวนเศษส่วน	จำนวนคละ
1	ด.ช.....	5/7	12	11	6
2	ด.ญ.....	5/10	10	12	7
3	ด.ช.....	5/9	12	12	7
4	ด.ช.....	5/7	9	8	7
5	ด.ช.....	6/1	9	11	8
6	ด.ญ.....	5/10	10	11	5
7	ด.ช.....	6/2	12	10	5
8	ด.ช.....	6/5	10	11	8
9	ด.ช.....	5/10	12	9	7
10	ด.ช.....	5/11	10	11	7
11	ด.ญ.....	5/7	9	11	6
12	ด.ญ.....	5/10	12	10	6
13	ด.ญ.....	6/0	8	99	6
14	ด.ญ.....	5/9	11	12	6
15	ด.ญ.....	6/3	12	9	5
16	ด.ญ.....	6/4	12	10	8
17	ด.ญ.....	5/10	12	4	5
18	ด.ญ.....	5/10	11	11	7
19	ด.ญ.....	5/7	12	12	6
20	ด.ญ.....	6/3	10	9	6
21	ด.ญ.....	6/1	12	10	6
22	ด.ญ.....	6/0	12	11	5
23	ด.ญ.....	5/7	10	8	5
24	ด.ญ.....	6/2	12	12	5
25	ด.ญ.....	5/9	12	4	6
26	ด.ญ.....	5/8	12	10	9
27	ด.ญ.....	5/7	11	9	9
28	ด.ญ.....	5/10	12	11	5
29	ด.ญ.....	5/10	12	12	5

ตารางที่ จ.1 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อ	อายุ(ปี/เดือน)	จำนวนเต็ม	จำนวนเศษส่วน	จำนวนคละ
30	ด.ญ.....	5/9	12	10	5
31	ด.ญ.....	5/9	12	10	6
32	ด.ญ.....	5/8	12	2	6
33	ด.ช.....	6/0	10	9	6
34	ด.ช.....	5/7	12	8	5
35	ด.ช.....	6/1	12	10	8
36	ด.ช.....	5/11	12	6	8
37	ด.ช.....	5/9	12	12	6
38	ด.ช.....	5/7	12	11	6
39	ด.ช.....	5/6	10	8	7
40	ด.ช.....	6/2	6	5	7
41	ด.ช.....	6/5	11	12	6
42	ด.ช.....	5/9	12	11	5
43	ด.ช.....	5/10	12	12	5
44	ด.ช.....	5/7	7	5	4
45	ด.ช.....	5/9	8	9	7
46	ด.ช.....	5/9	10	6	5
47	ด.ญ.....	5/11	10	10	4
48	ด.ญ.....	6/1	11	10	4
49	ด.ญ.....	5/6	5	4	3
50	ด.ญ.....	5/9	9	8	4
51	ด.ญ.....	6/2	11	9	2
52	ด.ญ.....	6/3	10	9	2
53	ด.ช.....	6/1	11	12	5
54	ด.ช.....	5/10	10	12	7
55	ด.ช.....	6/3	8	9	3
56	ด.ช.....	6/4	8	5	5
57	ด.ช.....	6/4	10	7	5
58	ด.ช.....	6/2	12	9	3
59	ด.ช.....	6/1	11	9	2
60	ด.ช.....	6/4	9	8	3

ตารางที่ จ.2 แสดงคะแนนความสามารถในการคำนวณจำนวนทั้ง 3 ประเภทของกลุ่มตัวอย่างอายุ 5 ปี

ลำดับ	ชื่อ	อายุ(ปี/เดือน)	จำนวนเต็ม	จำนวนเศษส่วน	จำนวนคละ
1	ด.ช.....	4/11	9	9	3
2	ด.ช.....	4/11	10	7	3
3	ด.ช.....	4/7	7	3	3
4	ด.ช.....	5/2	9	12	2
5	ด.ช.....	4/10	7	3	5
6	ด.ญ.....	4/7	10	11	4
7	ด.ญ.....	4/7	9	12	3
8	ด.ญ.....	5/1	7	8	3
9	ด.ช.....	5/4	8	10	3
10	ด.ช.....	4/7	9	9	2
11	ด.ช.....	4/6	9	4	0
12	ด.ช.....	4/9	9	6	1
13	ด.ญ.....	4/6	5	2	3
14	ด.ญ.....	4/6	5	3	3
15	ด.ญ.....	4/6	8	3	3
16	ด.ญ.....	4/11	11	12	5
17	ด.ญ.....	4/6	9	1	3
18	ด.ช.....	5/1	7	8	4
19	ด.ช.....	5/5	11	7	4
20	ด.ช.....	4/11	11	9	4
21	ด.ญ.....	4/9	5	2	3
22	ด.ญ.....	5/4	8	4	2
23	ด.ญ.....	5/1	4	3	1
24	ด.ญ.....	5/4	9	4	5
25	ด.ญ.....	4/6	6	3	3
26	ด.ญ.....	4/9	8	5	3
27	ด.ญ.....	4/10	4	1	3
28	ด.ญ.....	5/3	10	1	4
29	ด.ญ.....	5/5	11	8	4
30	ด.ญ.....	5/1	8	5	4

ตารางที่ จ.2 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อ	อายุ(ปี/เดือน)	จำนวนเต็ม	จำนวนเศษส่วน	จำนวนคละ
31	ด.ช.....	5/1	7	2	2
32	ด.ช.....	4/7	9	9	2
33	ด.ช.....	4/10	7	3	4
34	ด.ช.....	4/7	9	8	3
35	ด.ช.....	4/8	12	9	3
36	ด.ญ.....	5/2	11	8	3
37	ด.ญ.....	4/11	5	2	3
38	ด.ญ.....	5/3	10	7	4
39	ด.ญ.....	5/2	9	3	3
40	ด.ญ.....	4/9	5	2	3
41	ด.ญ.....	4/11	7	6	2
42	ด.ญ.....	5/4	3	4	5
43	ด.ญ.....	5/4	2	6	0
44	ด.ญ.....	5/5	2	7	7
45	ด.ญ.....	4/10	9	4	2
46	ด.ช.....	4/9	10	11	5
47	ด.ญ.....	4/11	10	4	4
48	ด.ญ.....	4/10	10	10	4
49	ด.ช.....	5/3	8	4	5
50	ด.ช.....	5/5	10	11	3
51	ด.ช.....	5/4	11	8	0
52	ด.ช.....	5/4	9	10	3
53	ด.ช.....	5/3	7	7	2
54	ด.ช.....	5/4	9	9	2
55	ด.ช.....	5/5	10	12	3
56	ด.ช.....	5/3	11	7	4
57	ด.ช.....	5/1	6	4	4
58	ด.ช.....	5/1	9	4	2
59	ด.ช.....	5/0	9	2	5
60	ด.ช.....	5/0	11	3	4

ตารางที่ จ.3 แสดงคะแนนความสามารถในการคำนวณจำนวนทั้ง 3 ประเภทของกลุ่มตัวอย่างอายุ 4 ปี

ลำดับ	ชื่อ	อายุ(ปี/เดือน)	จำนวนเต็ม	จำนวนเศษส่วน	จำนวนคละ
1	ด.ช.....	4/2	8	6	1
2	ด.ช.....	4/1	8	11	1
3	ด.ช.....	4/4	6	6	1
4	ด.ญ.....	4/4	2	2	2
5	ด.ญ.....	4/1	9	8	0
6	ด.ญ.....	3/10	2	1	0
7	ด.ญ.....	3/11	5	3	3
8	ด.ญ.....	3/11	8	5	3
9	ด.ญ.....	3/10	2	1	3
10	ด.ช.....	4/2	2	0	3
11	ด.ช.....	4/2	6	4	3
12	ด.ช.....	4/0	4	0	2
13	ด.ญ.....	4/4	2	1	2
14	ด.ญ.....	3/8	7	5	2
15	ด.ญ.....	4/1	3	2	3
16	ด.ญ.....	4/2	2	1	3
17	ด.ญ.....	3/11	4	1	2
18	ด.ญ.....	3/6	2	0	2
19	ด.ญ.....	4/1	1	2	2
20	ด.ช.....	4/2	7	3	0
21	ด.ญ.....	4/1	4	3	2
22	ด.ช.....	4/5	4	4	2
23	ด.ช.....	4/5	3	3	1
24	ด.ช.....	4/3	2	0	1
25	ด.ช.....	4/4	2	1	1
26	ด.ช.....	4/5	3	0	0
27	ด.ช.....	4/3	2	4	2
28	ด.ช.....	4/5	3	1	1
29	ด.ช.....	4/5	7	5	1
30	ด.ช.....	4/5	2	2	0

ตารางที่ จ.3 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อ	อายุ(ปี/เดือน)	จำนวนเต็ม	จำนวนเศษส่วน	จำนวนคละ
31	ด.ช.....	4/3	10	8	2
32	ด.ช.....	4/5	1	2	3
33	ด.ช.....	4/5	3	2	1
34	ด.ช.....	4/1	1	1	2
35	ด.ช.....	4/2	3	0	1
36	ด.ช.....	4/5	4	2	3
37	ด.ช.....	4/3	2	4	2
38	ด.ช.....	4/5	3	2	3
39	ด.ช.....	4/5	4	1	2
40	ด.ช.....	4/5	8	5	0
41	ด.ช.....	4/3	7	7	2
42	ด.ช.....	4/4	10	8	4
43	ด.ญ.....	4/5	5	5	5
44	ด.ญ.....	4/3	6	6	5
45	ด.ญ.....	4/3	7	5	3
46	ด.ญ.....	4/1	3	8	2
47	ด.ญ.....	4/4	8	4	5
48	ด.ญ.....	4/4	10	5	1
49	ด.ญ.....	4/2	6	4	2
50	ด.ญ.....	4/3	7	5	5
51	ด.ญ.....	4/5	9	8	4
52	ด.ญ.....	4/5	9	4	1
53	ด.ญ.....	4/3	7	8	3
54	ด.ญ.....	4/4	9	4	4
55	ด.ญ.....	4/5	11	8	0
56	ด.ญ.....	4/2	10	8	1
57	ด.ญ.....	4/4	8	4	1
58	ด.ญ.....	4/5	7	9	1
59	ด.ช.....	4/2	10	4	3
60	ด.ช.....	4/4	9	3	4

ภาคผนวก ฉ
หนังสือขอความยินยอมจากผู้ปกครอง (Consent form)

ที่ ทม.0355/ 869

คณะจิตวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ชั้น 16 อาคารวิทยกิตต์ ถนนพญาไท
วังใหม่ กรุงเทพ ฯ 10330

29 ตุลาคม 2545

เรียน ท่านผู้ปกครอง

เนื่องด้วยนางสาววิภา ยุวพรพาณิชย์ นิสิตชั้นปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาจิตวิทยาพัฒนาการ คณะจิตวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กำลังดำเนินการวิจัยเพื่อเสนอเป็นวิทยานิพนธ์เรื่อง " การเปรียบเทียบความสามารถในการคำนวณเบื้องต้นของเด็กอายุ 4-6 ปี " โดยมีรองศาสตราจารย์ ดร. เพ็ญพิไล ฤทธาคณานนท์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งจะดำเนินการวิจัยโดยให้เด็กตอบคำถามในประเภทจำนวนเต็ม จำนวนเศษส่วน และจำนวนคละตามที่กำหนดให้ โดยเว้นระยะห่างการทดสอบแต่ละประเภทจำนวนเป็นเวลา 1 สัปดาห์ และใช้เวลาในการทดสอบแต่ละครั้งประมาณคนละ 10 นาที ซึ่งจะไม่รบกวนเวลาเรียนของเด็ก

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ให้ความยินยอมทำการศึกษาวิจัยกับบุตร-หลานของท่าน จักเป็นพระคุณอย่างยิ่ง ซึ่งผลการวิจัยในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ในทางวิชาการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.พรรณทิพย์ ศิริวรรณบุศย์)
คณบดีคณะจิตวิทยา

หน่วยงานบัณฑิตศึกษา
โทร.0-2218-9925
โทรสาร. 0-2218-9923

กรุณากรอกข้อความในส่วนนี้ให้ครบ แล้วส่งคืนที่คุณครูประจำชั้น

ข้าพเจ้า.....ผู้ปกครองของ (ด.ญ. / ด.ช.).....

☐ อนุญาต ☐ ไม่อนุญาต

ให้นักเรียนในความปกครองของข้าพเจ้าเข้าร่วมในการวิจัยครั้งนี้

(ลงชื่อ).....

(ผู้ปกครอง)

ภาคผนวก ช

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

1. รองศาสตราจารย์ ศิรางค์ ทับสายทอง อาจารย์ประจำสาขาวิชาจิตวิทยาพัฒนาการ คณะจิตวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. อาจารย์อุไรวาส ปรีดีดิลก อาจารย์ประจำชั้นอนุบาล 1 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. อาจารย์นาถเฉลียว ยอดแก้ว อาจารย์ประจำชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 1 โรงเรียนศิริธนศึกษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาว วิภา ยุวพรพาณิชย์ เกิดวันที่ 22 มีนาคม 2518 จบการศึกษาระดับปริญญาตรีจากวิทยาลัยพยาบาลเกื้อการุณย์ เข้าศึกษาในระดับปริญญาโท สาขาวิชาจิตวิทยาพัฒนาการ คณะจิตวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2543 ปัจจุบันรับราชการในตำแหน่งพยาบาลวิชาชีพระดับ 5 ห้องผู้ป่วยหนักทารกแรกเกิด โรงพยาบาลเจริญกรุงประชารักษ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย