การเปรียบเทียบความสามารถในการอนุมานจำนวนของเด็กอายุ 3 ถึง 5 ปี

นางสาวอังคณา อ่อนธานี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาจิตวิทยาพัฒนาการ
คณะจิตวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2542

ISBN 974 – 334 – 113 - 7

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A COMPARISON OF NUMERICAL INFERENCE ABILITY IN THREE - TO - FIVE - YEAR-OLD CHILDREN

MISS. ANGKANA ONTHANEE

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 1999

ISBN 974 – 334 – 113 - 7

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเปรียบเทียบความสามารถในการอนุมานจำนวนของเด็กอายุ 3 ถึง 5 ปี
โดย	นางสาวอังคณา อ่อนธานี
สาขาวิชา	จิตวิทยาพัฒนาการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. เพ็ญพิไล ฤทธาคณานนท์

คณะจิตวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร. พรรณระพี สุทธิวรรณ)

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

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

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อังคณา อ่อนธานี : การเปรียบเทียบความสามารถในการอนุมานจำนวนของเด็กอายุ 3 ถึง 5 ปี (A COMPARISON OF NUMERICAL INFERENCE ABILITY IN THREE-TO-FIVE-YEAR-OLD CHILDREN) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร. เพ็ญพิไล ฤทธาคณานนท์. 82 หน้า ISBN 974 - 334 - 113 - 7

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการอนุมานจำนวนจากเงื่อนไขการนับและเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง ในเด็กอายุ 3 ถึง 5 ปี

กลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กนักเรียนชั้นอนุบาลที่มีอายุ 3 ถึง 5 ปี ของโรงเรียนอนุบาลเมืองอุทัยธานี จำนวน 216 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 3 กลุ่ม ตามระดับอายุ 3 , 4 , และ 5 ปี กลุ่มละ 72 คน เป็นชาย 36 คน หญิง 36 คน เพื่อทดสอบความสามารถในการอนุมานจำนวนของเด็กใน 2 เงื่อนไขคือ เงื่อนไขการนับและเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง โดยการทดสอบเด็กทีละคน

ผลการวิจัยพบว่า

1. เด็กอายุ 3 ถึง 5 ปี มีคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการนับครั้งแรกสูงกว่าในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งครั้งแรก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่เด็กอายุ 5 ปี มีความสามารถในการอนุมานจำนวนสูงกว่าเด็กอายุ 3 ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. เด็กอายุ 3 ปี ถึง 5 ปี ในกลุ่มที่ได้รับการทดสอบในเงื่อนไขการนับ – การย้ายตำแหน่ง มีคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งสูงกว่าเด็กที่ได้รับการทดสอบในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง - การนับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่เด็กอายุ 5 ปี มีความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งสูงกว่าเด็กอายุ 3 ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คณะ จิตวิทยา	ลายมือชื่อนิสิต
สาขาวิชา จิตวิทยาพัฒนาการ	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2542	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

4078116238 : MAJOR DEVELOPMENTAL PSYCHOLOGY
KEY WORD : NUMERICAL INFERENCE ABILITY / PRESCHOOL CHILDREN / ONE – TO – ONE CORRESPONDENCE

ANGKANA ONTHANEE : A COMPARISON OF NUMERICAL INFERENCE ABILITY IN THREE-TO-FIVE-YEAR-OLD CHILDREN. : THESIS ADVISOR :ASSO. PROF. PENPILAI RITHAKANANONE.Ph.D., 82 pp.

ISBN 974 – 334 – 113 - 7

The purpose of this research was to compare numerical inference ability of three- to-five- year-old children in the count condition and the move condition .

The subjects were 216 pre-school children from Anubal Maung Uthaithanee School, aged 3 , 4 and 5 years old. There were 36 boys and 36 girls in each age group. Children's numerical inference ability was tested in the count condition and the move condition. The children were tested individually.

The results show that :

1. Three-to-five-year-old children demonstrated significantly better numerical inference ability in the count-first condition than the move-first condition ($p < .05$). Five-year-old children's numerical inference ability was significantly better than the three-year olds' ($p < .05$)

2. Three-to-five-year-old children who were tested in the count-move condition demonstrated significantly better numerical inference ability in the move condition than those who were tested in the move - count condition ($p < .05$). Five-year-old children's numerical inference ability in the move condition was significantly better than the three-year olds' ($p < .05$)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะ จิตวิทยา	ลายมือชื่อนิสิต
สาขาวิชา จิตวิทยาพัฒนาการ	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2542	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม -

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

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

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

ขอขอบพระคุณคณะครูและนักเรียนโรงเรียนอนุศิษย์วิทยา และโรงเรียนอนุบาลเมืองอุทัยธานีทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือและช่วยอำนวยความสะดวกในการทำการศึกษานำร่องและการทำวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการโรงเรียนวัดทองหลาง ที่ให้โอกาสในการลาศึกษา และขอบคุณคณะครูโรงเรียนวัดทองหลางทุกท่านที่ห่วงใยผู้วิจัยเสมอมา

ขอขอบคุณ คุณกาญจนา กระต่ายทอง คุณสุดา ชั้นไพศาลศิลป์ เพื่อนและพี่น้อง คณะจิตวิทยาที่เป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา ร่วมแก้ปัญหาตั้งแต่ต้นจนกระทั่งงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และห่วงใยผู้วิจัยด้วยดีเสมอมา

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัย

ท้ายที่สุดนี้ ผู้วิจัยขอกราบระลึกถึงพระคุณพ่อ พระคุณแม่ ผู้ให้กำเนิดชีวิต ให้ความรัก ความห่วงใย และมีความปรารถนาดีต่อลูกตลอดมา

อังคณา อ่อนธานี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญแผนภูมิ ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฏ

บทที่

1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 7

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 16

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 23

สมมติฐานในการวิจัย 24

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 24

ขอบเขตของการวิจัย 25

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 25

2 วิธีดำเนินการวิจัย 26

กลุ่มตัวอย่าง 26

การออกแบบงานวิจัย 27

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย 27

คุณภาพเครื่องมือ 32

การศึกษานำร่อง 33

การดำเนินการวิจัย 34

การเก็บรวบรวมข้อมูล 34

เกณฑ์การให้คะแนน 36

การวิเคราะห์ข้อมูล 37

การนำเสนอข้อมูล 37

บทที่ หน้า
3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 38
4 อภิปรายผลการวิจัย 44
5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 50
รายการอ้างอิง 54
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก 60
ภาคผนวก ข 64
ภาคผนวก ค 67
ภาคผนวก ง 69
ภาคผนวก จ 72
ภาคผนวก ฉ 73
ภาคผนวก ช 79
ภาคผนวก ซ 80
ภาคผนวก ฌ 81
ประวัติผู้วิจัย 82

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1 จำนวนกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามกลุ่มประเภทของลำดับการนำเสนอเงื่อนไข อายุ และเพศ 26

2 การออกแบบงานวิจัยเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการอนุมานจำนวน 27

3 อุปกรณ์ในการทดสอบความสามารถในการอนุมานจำนวน 28

4 การสลับชุดของอุปกรณ์ให้เกิดความสมดุลตามแต่ละเงื่อนไข 28

5 การสุ่มอย่างง่ายเพื่อกำหนดชุดของจำนวน 29

6 การจัดลำดับการเสนอเงื่อนไขในแต่ละช่วงเวลาของทุกกลุ่มอายุ 35

7 แผนการจัดกลุ่มตัวอย่างเข้ารับการทดสอบตามสมดุลการทดสอบที่จัดไว้ 36

8 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวน 38

9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (3 x 2 Analysis of variance) ของคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการนับและเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งของเด็กอายุ 3 – 5 ปี 40

10 แสดงผลการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในกลุ่มตัวอย่างแต่ละระดับอายุ ด้วยวิธีการของ Tukey 41

11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน 2 ทาง (3 x 2 Analysis of variance) ของคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งในกลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการนับ-การย้ายตำแหน่งและกลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง-การนับ 42

12 แสดงผลการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งของกลุ่มตัวอย่างแต่ละระดับอายุ ด้วยวิธีการของ Tukey 43

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่ หน้า

1 ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนของกลุ่มตัวอย่าง แต่ละระดับอายุ 39

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1 ตำแหน่งการนั่งในขณะดำเนินการทดสอบ 35

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากการศึกษาหลักฐานทางประวัติศาสตร์พบว่า มนุษย์มีการสื่อความหมายและการนับจำนวนมาตั้งแต่สมัยโบราณ การสื่อความหมายด้านจำนวนระยะแรกจะเป็นการนับสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันที่มีลักษณะไม่ซับซ้อน ต่อมาจึงมีการเริ่มใช้สัญลักษณ์ เช่น ตัวเลข เป็นเครื่องหมายเขียนแทนจำนวน แต่เนื่องจากจำนวนมีลักษณะเป็นนามธรรมที่บ่งบอกถึงปริมาณของวัตถุ ที่ไม่สามารถจับต้องหรือมองเห็นได้ ดังนั้นมนุษย์เราจึงต้องใช้ความคิดชนิดสมเหตุสมผลในการเรียนรู้และเข้าใจโครงสร้างของจำนวน

ในชีวิตประจำวันของมนุษย์จะต้องเกี่ยวข้องกับตัวเลขและจำนวนอยู่เสมอ ตัวเลขและจำนวนเป็นหัวใจของคณิตศาสตร์ และคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ทุกคน (Burington, 1954 อ้างถึงใน สมชาย ช่างทอง, 2534) ตัวเลขและจำนวนจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นมากและมีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิต (สมจิต ชีวปรีชา, 2531) และในเด็กโดยเฉพาะเด็กก่อนวัยเรียนจะมีความเกี่ยวข้องกับตัวเลขและจำนวนอยู่เสมอ เด็กจะพบคำถามและต้องตอบคำถามในสิ่งที่เกี่ยวข้องกับเรื่องจำนวน เช่น คนในครอบครัวมีกี่คน มีพี่น้องกี่คน สัตว์เลี้ยงในบ้านมีกี่ตัว ใครมีลูกปัดมากกว่ากัน ซึ่งประสบการณ์เหล่านี้มีคุณค่าต่อการเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจและพัฒนาการด้านมโนทัศน์เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ (Miller & Gelman, 1983 อ้างถึงใน อมรรัตน์ สุทธิพินิจธรรม, 2527) มีนักจิตวิทยาหลายท่านเชื่อว่ามนุษย์จะเริ่มพัฒนาความสามารถทางด้านจำนวนมาตั้งแต่ช่วงปีแรกของวัยทารก ดังเช่นจากการศึกษาของ Strakey และคณะ (Starkey, Spelke & Gelman, 1980 Cited in Flavell, Miller, & Miller, 1993) ผู้วิจัยได้อาศัยกระบวนการเลิกให้ความสนใจ (Habituation) และกระบวนการให้ความสนใจใหม่อีกครั้ง (Dishabituation) เพื่อศึกษาความสามารถทางจำนวนของทารก ทารกในงานวิจัยนี้ดูสไลด์ที่แสดงวัตถุที่เป็นของใช้ในบ้าน 3 ชิ้น ซ้ำๆ กัน จนทารกเลิกให้ความสนใจ โดยที่วัตถุทั้ง 3 ชิ้นในแต่ละสไลด์จะแตกต่างกันและได้รับการจัดวางที่แตกต่างกันด้วย ดังนั้นจึงมีสิ่งที่เหมือนกันอยู่เพียงอย่างเดียวคือความเป็น 3 เมื่อทารกเลิกให้ความสนใจต่อสไลด์ที่มีวัตถุ 3 ชิ้นแล้ว ผู้วิจัยได้เปลี่ยนสไลด์เป็นวัตถุอย่างอื่นในบ้านที่มีจำนวน 2 ชิ้นบ้าง 3ชิ้นบ้าง โดยมีการจัดวางที่แตกต่างกัน Strakey และคณะ พบว่าทารกมองดูสไลด์ที่มีวัตถุ 2 ชิ้น นานกว่าสไลด์ที่มีวัตถุ 3 ชิ้น ส่วนทารกอีกกลุ่มหนึ่งที่ได้ดูสไลด์ที่มีวัตถุ 2 ชิ้นก่อนจะมองดูสไลด์ที่มี

วัตถุ 3 ชิ้น นานกว่าสไลด์ที่มีวัตถุ 3 ชิ้น ต่อมา Strakey และคณะ (Starkey, Spelke & Gelman, 1981 Cited in Flavell, el. al., 1993) ยังได้ข้อค้นพบบางอย่างที่น่าแปลกใจมากไปกว่านี้ คือ ความสามารถของทารกในการเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งของเสียงที่ดังขึ้นกับจำนวนของวัตถุที่ปรากฏในจอภาพโดยให้ทารกอายุ 6-8 เดือนมองสไลด์สิ่งของที่มีจำนวน 2 และ 3 ชิ้นวางคู่กัน วัตถุในแต่ละภาพจะแตกต่างกันและมีการจัดวางที่แตกต่างกัน ขณะดูภาพทารกจะได้ยินเสียงกลองตี 2 หรือ 3 ที ปรากฏว่าทารกมีแนวโน้มที่จะมองสไลด์ที่มีสิ่งของ 2 สิ่ง เมื่อได้ยินเสียงกลอง 2 ที นานกว่าเมื่อได้ยินเสียงกลอง 3 ที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และทารกจะจ้องมองสไลด์ที่มีสิ่งของ 3 สิ่ง เมื่อได้ยินเสียงกลอง 3 ทีนานกว่าเมื่อมองของ 2 สิ่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นย่อมแสดงให้เห็นว่าทารกมีความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนที่มีค่าน้อย(2 , 3) ตั้งแต่อายุยังน้อย

จะเห็นได้ว่าผลการวิจัยของ Starkey และคณะ (1980, 1981 Cited in Flavell et al., 1993) ขัดแย้งกับแนวคิดของ Piaget (1952) ที่มีมุมมองว่า พัฒนาการทางด้านจำนวนเป็นเหมือนการผสมผสานกันของพัฒนาการการให้เหตุผลเชิงตรรก Piagetได้ค้นพบความแตกต่างของความสามารถในการให้เหตุผลทางจำนวนระหว่างเด็กวัยก่อนเข้าเรียนและเด็กโต และได้ข้อสรุปว่า เด็กจะไม่เข้าใจในเรื่องของจำนวนได้อย่างมีความหมายจนกว่าจะพัฒนาเข้าสู่ขั้นการปฏิบัติการด้วยรูปธรรม (Concrete operational stage) ซึ่งจะมีอายุประมาณ 7 ปี อย่างไรก็ตาม ก็ยังมีข้อโต้แย้งว่างานอนุรักษ์จำนวนที่ Piaget ใช้ในการทดสอบความสามารถทางจำนวนของเด็กนั้นอาจจะเป็นการประเมินความรู้ของเด็กต่ำกว่าความเป็นจริง Bryant (1972) กล่าวว่า การนำเสนอในงานการอนุรักษ์จำนวนของ Piaget จะมีการชี้นำการรับรู้ที่ผิดจากการที่ขยายแถวออกหรือการที่ทำให้สั้นเข้ามา เมื่อตัวชี้แนะที่เด็กเห็นเป็นความสั้นหรือความยาวของแถวจึงทำให้เด็กเข้าใจผิดในงานอนุรักษ์จำนวน ลักษณะของแถวที่มีการเปลี่ยนรูปไปจะทำให้เด็กเปลี่ยนการตัดสินใจของพวกเขา (McGarrigle & Donalson, 1975) หรือการที่เด็กล้มเหลวในงานการอนุรักษ์จำนวนของ Piaget นั้นอาจจะเกิดจากความยากของภาษาที่ใช้ในการทดสอบ อันเป็นเหตุให้เด็กไม่เข้าใจความหมายของคำบางคำ (เช่น มาก น้อย)ในคำถามเกี่ยวกับปริมาณ (Chomsky, 1957)

Gelman และ นักวิจัยคนอื่นๆ (Gelman, 1980; Siegler & Robinson, 1982 อ้างถึงใน เพ็ญพิไล ฤทธาคณานนท์, 2536; Gelman, 1982) มีความคิดเห็นที่มีความแตกต่างไปจากแนวความคิดของ Piaget โดยได้แสดงให้เห็นว่าเด็กก่อนวัยเรียนมีความรู้และทักษะเกี่ยวกับจำนวนมากกว่าที่ Piaget เคยเชื่อ และเด็กมีความสามารถที่จะคิดใช้เหตุผลเกี่ยวกับจำนวนได้ในช่วงก่อนวัยเรียน เด็กสามารถบอกได้ว่าของ 2 กลุ่มเท่ากันหรือไม่ เช่น บอกได้ว่า A > B หรือ C = D โดยอาศัยการนับเป็นหลัก และการให้เหตุผลจะทำได้ดีถ้าเป็นจำนวนไม่มากและอยู่ในช่วงที่เด็กนับได้ การที่ผลงานวิจัยของGelmanจะมีความแตกต่างไปจากผลการศึกษาการอนุรักษ์จำนวนที่เคยทำกันมา

Gelman กล่าวว่าการวัดการอนุรักษ์จำนวนของ Piaget นั้นต้องอาศัยทั้งความรู้และทักษะทางจำนวนมากกว่าสิ่งที่ต้องการจะวัด ดังนั้นในการแก้ปัญหาจึงต้องใช้ทั้ง ความรู้ ทักษะ และมโนทัศน์ เด็กอาจจะมี ความรู้ แต่ขาดทักษะและมโนทัศน์ จึงตอบคำถามการอนุรักษ์จำนวนไม่ได้ (Gelman, 1972)

หนึ่งในจุดที่มีความชัดเจนในความขัดแย้งของ Piaget และ Gelman คือในเรื่องของพัฒนาการด้านจำนวนในขั้นต้น คือการยอมรับความเข้าใจของเด็กในเรื่องของความสมนัย 1:1 (One-to-one Correspondence)ซึ่งหมายถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งของสองกลุ่มที่ว่าสิ่งของสองกลุ่มใดๆที่มีจำนวนเท่ากันสามารถที่จะจัดอยู่ในความสมนัย 1:1 (Piaget, 1952) โดยPiaget เน้นไปที่ความเข้าใจของเด็กในเรื่องความสมนัย 1:1 ว่าเป็นเหมือนหนทางในการประเมินความสมดุลของจำนวนของสิ่งของ 2 กลุ่ม และสรุปจากการศึกษาเรื่องการอนุรักษ์จำนวนว่าเด็กก่อนวัยเรียนไม่เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนและความสมนัย 1:1 ส่วนGelman และ Gallistel (Sophian, 1995) จะเน้นไปที่การรู้ถึงความสำคัญของการที่นำจำนวนเข้าสู่ความสมนัย 1:1 ด้วยการนับ และสรุปจากความสามารถของเด็กวัยก่อนเข้าโรงเรียนในเรื่องของความเข้าในเรื่องการนับ นอกจากนี้เขายังได้สร้างข้อสรุปที่เป็นไปในทางบวกในพื้นฐานกว้างๆ ของความรู้เรื่องการนับเบื้องต้นของเด็ก และได้สร้างหลักในการนับ (Counting principles) 5 ข้อที่เด็กก่อนวัยเรียนสามารถทำได้ 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

การศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในด้านมโนทัศน์ทางจำนวนของเด็กในระยะแรกๆจะทำการศึกษาโดยการให้เด็กนับสิ่งของกลุ่มเดี่ยวๆ ซึ่งสถานการณ์ในการศึกษาเช่นนี้ไม่ได้เป็นการวัดความรู้ถึงคุณสมบัติที่มีความสัมพันธ์กันของจำนวน เพราะว่าในการที่เด็กบอกได้ว่าจำนวนนั้นคือ "3" แต่เด็กอาจจะไม่มีความรู้หรือความเข้าใจว่ามันจะมีความสัมพันธ์กับกลุ่มอื่นๆ อย่างไร (Sophian, Wood & Vong, 1995)

ความชัดเจนที่ว่าเด็กเข้าใจคุณสมบัติที่สัมพันธ์กันของจำนวนมาจากการศึกษาซึ่งทำโดยการที่เด็กจะถูกถามเพื่อที่จะสร้างการอนุมานจำนวนเชื่อมโยงข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนของสิ่งของ 2 กลุ่ม ด้วยข้อมูลเกี่ยวกับความสัมพันธ์ที่มีความสมนัยระหว่างสิ่งของทั้ง 2 กลุ่มนั้น (Sophian et al., 1995) ตัวอย่างเช่น ถ้วยกาแฟทุกใบจะต้องมีจานรองเสมอ ถ้ามีถ้วยกาแฟ 4 ใบ จะมีจานรองเท่าไร

ดังนั้นในงานการอนุมานจำนวนจะมีกุญแจสำคัญอยู่ที่ความรู้เรื่องความสมนัย 1:1 ถ้าเด็กมีข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนของสิ่งของชุดหนึ่งก็สามารถที่จะใช้ข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนนั้นอนุมานถึงสิ่งของอีกชุดหนึ่งได้ ถ้าสิ่งของทั้ง 2 ชุดนั้นมีความสมนัยกัน จากงานวิจัยของ Sophian (1988a) ได้ทดสอบความเข้าใจของเด็กในเรื่องการอนุมานจำนวนและความสมนัย 1:1 ในเด็กอายุ 3 ปีและ 4 ปี โดยการให้เด็กตอบคำถามที่ทำให้เกิดการสร้างการอนุมานเกี่ยวกับความสมนัยระหว่างของ 2 กลุ่มจากข้อมูลเกี่ยวกับจำนวน (เช่น มีคนอยู่ 3 คน มีบ้านอยู่ 3 หลัง คนทุกคนจะมีบ้านเป็นของตัวเอง ใช่หรือไม่) หรือสร้างการอนุมานเกี่ยวกับจำนวนจากข้อมูลที่มีความสมนัยระหว่างกลุ่มของวัตถุ (เช่น คนทุกคนจะมีบ้านเป็นของตัวเอง มีคนอยู่ 3 คน จะมีบ้านอยู่กี่หลัง) โดยแบ่งเป็นคำถามที่จำนวนมีความเท่ากัน (เช่น มีคนอยู่ 3 คน มีบ้านอยู่ 3 หลัง คนทุกคนจะมีบ้านเป็นของตัวเอง ใช่หรือไม่) และคำถามที่จำนวนไม่เท่ากัน (เช่น มีคนอยู่ 4 คน มีบ้านอยู่ 3 หลัง คนทุกคนจะมีบ้านเป็นของตัวเอง ใช่หรือไม่) ผลออกมาว่าเด็กสามารถที่จะประสบความสำเร็จในทั้ง 2 กลุ่มอายุ และจะทำได้ดีในปัญหาที่เป็นจำนวนที่มีค่าน้อย (2 , 3) มากกว่าจำนวนที่มีค่ามาก (5 , 6) และเด็กจะทำได้ดีในคำถามที่จำนวนมีความเท่ากัน

ในอีกด้านหนึ่งมีการพิจารณาความชัดเจนที่ว่าเด็กก่อนวัยเรียนที่ยังเล็กไม่เข้าใจในเรื่องการนับเพื่อหาข้อมูลที่ใช้ในการตัดสินการอนุมานแม้ว่าของสองกลุ่มจะอยู่ในความสมนัยกัน (Saxe, 1977; Schaeffer, Eggleston, & Scott, 1974; Sophian, 1988b, 1995; Wynn, 1990) ถึงแม้ว่าเด็กอายุ 3 ปีและ 4 ปี ทุกคนในกลุ่มตัวอย่างของ Sophian (1988a) จะใช้การนับเมื่อถูกถามว่ามีวัตถุเท่าไรอยู่ในกลุ่ม แต่เด็กอายุ 3 ปีส่วนใหญ่ไม่ใช้การนับเมื่อถูกบอกให้สร้างสิ่งของกลุ่มที่สองที่สามารถจัดให้อยู่ในความสมนัย 1:1กับกลุ่มของสิ่งของที่มองเห็น Sophian (1988b) ได้ขยายการค้นพบนี้โดยการใช้งานการตัดสิน (judgment task) เพื่อที่จะดูความสามารถในการนับและความเข้าใจในเรื่องความสมนัยของเด็ก โดยการให้เด็กวัยก่อนเข้าเรียนสังเกตการตอบคำถามของหุ่นชักที่ถูกถามเกี่ยวกับจำนวนสิ่งของทั้งหมดที่นำเสนอหรือเกี่ยวกับความสัมพันธ์ที่สมนัยระหว่างกลุ่มย่อย 2 กลุ่ม ในการตอบแต่ละประเภทของคำถาม บางครั้งหุ่นชักจะนับวัตถุทั้งหมดและบางครั้งจะนับเป็นกลุ่มย่อยๆ แยกกัน ต่อจากนั้นเด็กจะถูกถามเพื่อให้ตัดสินว่าการนับของหุ่นชักแบบใดเป็นการนับที่ถูกต้องในการหาคำตอบ เด็กวัยก่อนเข้าเรียนจะมีการตัดสินได้อย่างถูกต้องเมื่อหุ่นชักถูกถามถึงจำนวนทั้งหมดของวัตถุมากกว่าเมื่อหุ่นชักถูกถามถึงความสัมพันธ์ที่สมนัยระหว่างกลุ่มย่อย การค้นพบในเรื่องของข้อจำกัดของความเข้าใจในการนับเพื่อเปรียบเทียบสิ่งของ 2 กลุ่มได้สร้างข้อขัดแย้งต่อผลการทดลองของ Sophian (1988a) ที่ว่าเด็กอายุ 3 ปี มีความเข้าใจในการแสดงค่าของจำนวนสำหรับความสัมพันธ์ที่สมนัยกันระหว่างกลุ่ม จากการค้นพบความขัดแย้งนี้จึงทำให้เกิดคำถามขึ้นว่า ถ้าเด็กมีความสามารถที่จะใช้ข้อมูลของจำนวนที่มีอยู่ในการประเมินความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งของทั้ง 2

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กลุ่ม แล้วทำไมเด็กจึงไม่สร้างการนับเพื่อที่จะได้เป็นข้อมูลในการอนุมานจำนวน ในเรื่องการนับ Piaget ได้กล่าวว่า เด็กอายุ 3-5 ปี มีความสามารถในการนับเบี้ย 10 อัน ที่วางเรียงกันเป็นเส้นตรงได้โดยการนับจากซ้ายไปขวาหรือขวาไปซ้าย และมีความสามารถนับเบี้ย 10 อันนี้ถ้าวางเป็นวงกลมได้เช่นกัน (Resnick, 1989) และมีผู้วิจัยอีกหลายท่านที่พบว่าเด็กในวัยก่อนเข้าเรียนนี้มีความสามารถในการนับจำนวน (Copeland, 1984; Carpenter, 1985) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Song (1987) ที่พบว่าเด็กวัยก่อนเข้าเรียนที่มีอายุเพียง 2-3 ปี มีพัฒนาการด้านความคิดและทักษะเบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวน และเด็กอายุ 4-5 ปี สามารถที่จะตัดสินความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งสอง 2 ชุดโดยใช้วิธีพื้นฐานที่สำคัญมากอย่างหนึ่งที่เด็กวัยนี้สามารถทำได้คือการนับ การนับจะช่วยให้เด็กรู้ว่าจำนวนหนึ่งเท่ากับ มากกว่า หรือ น้อยกว่าอีกจำนวนหนึ่ง แต่สิ่งที่ได้พบว่าเด็กยังขาดความสามารถในการอนุมานจำนวนนี้เป็นการแสดงให้เห็นว่าเด็กมีข้อจำกัดของการนับในการเปรียบเทียบสิ่งของ 2 กลุ่มมากกว่าความสามารถในการที่เด็กจะนำค่าของจำนวนมาสร้างการอนุมานเพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ที่สมนัยกันระหว่างกลุ่ม และจากที่งานวิจัยที่มีการพบว่าเด็กมีข้อจำกัดในการนับเพื่อเปรียบเทียบสิ่งของ 2 กลุ่มนั้น อาจจะไม่ได้เกิดจากการที่เด็กขาดความสามารถแต่อาจจะเกิดจากเด็กไม่รู้ว่าเขาสามารถหาข้อมูลได้จากการนับ

ในส่วนนี้สามารถอธิบายจากความเข้าใจในเรื่องของ "การขาดประสิทธิภาพในการผลิต" (Production Deficiency) ของเด็ก ซึ่งมาจากงานวิจัยในเรื่องของกลวิธีการจำของเด็ก (Flavell, 1970) ในเรื่องเกี่ยวกับความจำนั้นมโนทัศน์ของการขาดประสิทธิภาพในการผลิตคือการที่เด็กไม่ได้ใช้กลวิธีการจำเนื่องจากเหตุผลอื่นนอกเหนือจากการขาดความสามารถที่จะใช้กลวิธีนั้น แต่ถ้ามีการบอกว่าเด็กควรจะใช้กลวิธีใดโดยตรงเด็กก็สามารถที่จะใช้กลวิธีนั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ Flavell, Beach, & Chinsky (1966) ได้ศึกษาเด็กระดับอนุบาล ป. 2 และ ป. 4 ที่มีอายุ 5 ปี 7 ปี และ 10 ปีโดยประมาณ เด็กเหล่านี้ได้เห็นรูปภาพของวัตถุ 7 อย่าง และผู้วิจัยก็จะเอ่ยชื่อวัตถุนั้นออกมา 3 อย่าง หน้าที่ของเด็กก็คือ การจำสิ่งที่ผู้วิจัยได้เรียกไปโดยเรียงลำดับเดียวกัน ระยะเวลาการเรียกชื่อและชี้ไปที่วัตถุของผู้วิจัยกับการให้เด็กตอบคือ 15 วินาที เด็กที่รับการทดลองจะสวมหมวกของเล่นแบบมนุษย์อวกาศ ในระหว่างรอเวลาให้เด็กตอบนั้น ผู้วิจัยดึงบังตาของหมวกลงเพื่อไม่ให้เด็กมองเห็นภาพของวัตถุ และผู้วิจัยจะอ่านริมฝีปากของเด็กเพื่อบันทึกว่าเด็กมีการท่องจำชื่อของวัตถุอย่างไร จากการศึกษาพบว่ามีเด็กระดับอนุบาล 2 คน เด็ก ป.2 12 คน และเด็ก ป.5 17 คน ที่มีการท่องชื่อวัตถุในการทดลองแต่ละรอบ ต่อมา Keenney, Cannizzo, & Flavell (1967) ได้ใช้วิธีการเดียวกันนี้ทำการศึกษากับเด็กชั้น ป. 1 งานวิจัยนี้ให้ข้อค้นพบที่สำคัญ 4 ประการ คือ 1) เด็กที่ใช้กลวิธีการท่องจำจะจำภาพของวัตถุได้ดีกว่าเด็กที่ไม่ได้ท่อง 2) เด็กที่ไม่ได้ท่องจำจะถูกสอนให้ท่องจำโดยง่ายจากผู้ทดลอง 3) เด็กที่ได้รับการแนะนำให้ท่องจำจะมีความสามารถในการ

จำสูงขึ้นเท่ากับเด็กที่ท่องจำด้วยตัวเอง 4) เมื่อผู้วิจัยเปิดโอกาสให้เด็กเลือกที่จะท่องจำหรือไม่ก็ได้ เด็กที่ไม่ได้ท่องจำเองจะเลิกการท่องจำในการทดลองรอบต่อๆมา ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะว่าเด็กยังไม่รู้ว่าการท่องจำจะมีประโยชน์ต่อความจำ และมีงานวิจัยหลายเรื่องที่ยืนยันว่าเด็กจะใช้กลวิธีในการจำด้วยตนเอง ถ้าเขารู้ว่ากลวิธีนั้นจะช่วยให้จำได้ (Kenedy & Miller, 1976; Lodico, Ghatala, Levin, Pressley & Bell, 1983; Ringel & Springer, 1980)

ดังนั้นเราอาจจะอธิบายถึงความสามารถในการใช้การนับเพื่อเปรียบเทียบจำนวนโดยมีพื้นฐานในเรื่องของการขาดประสิทธิภาพในการผลิตได้ว่าการที่เด็กไม่ได้ใช้ความสามารถในการนับเพื่อเปรียบเทียบกลุ่มนั้นไม่ได้เกิดจากการขาดความสามารถของเด็ก แต่เกิดจากการที่เด็กไม่ทราบว่าข้อมูลที่จะใช้ในการอนุมานจำนวนนั้นได้มาจากการนับ ดังนั้นถ้ามีการบอกโดยตรงให้เขานับเขาก็จะสามารถใช้ข้อมูลที่ได้จากการนับนั้นอย่างมีประสิทธิภาพ Sophian และคณะ (1995) ได้ทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการอนุมานจำนวนเพื่อที่จะดูว่าเด็กมีข้อจำกัดในเรื่องของการนับเพื่อเปรียบเทียบกลุ่มหรือไม่ โดยการที่ให้เด็กสร้างการอนุมานจำนวนจากการที่ผู้วิจัยบอกจำนวนของสิ่งของที่มองเห็นกับเด็กโดยตรง หรือผู้วิจัยบอกให้เด็กนับวัตถุที่มองเห็น เพื่อสร้างข้อมูลในการอนุมานถึงสิ่งของกลุ่มที่มองไม่เห็นที่มีความสมนัยกัน ผลออกมาว่าไม่มีความแตกต่างในความสามารถของเด็กในการใช้ข้อมูลจากการบอกโดยตรงจากผู้วิจัยหรือการที่เด็กได้ข้อมูลจากการนับมาเป็นพื้นฐานในการอนุมานถึงสิ่งของอีกชุดหนึ่งได้ จากการทดลองนี้จะเห็นได้ว่าเด็กไม่ได้ขาดความสามารถในการนับเพื่อเปรียบเทียบกลุ่ม เพราะว่าถ้ามีการบอกโดยตรงให้เด็กนับเด็กก็มีสามารถที่จะนับและใช้ข้อมูลที่ได้จากการนับมาเป็นพื้นฐานในการอนุมานจำนวนได้

และจากผลการทดลองของ Sophian และคณะ (1995) ที่กล่าวมาแล้วเป็นพื้นฐานที่จะบอกได้ว่าเด็กมีความสามารถในการอนุมานจำนวนถ้าเด็กมีข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนที่จะใช้ในการอนุมาน แต่การที่เด็กไม่ใช้การนับเพื่อหาข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนนั้นอาจจะเกิดจากการที่เด็กคิดไม่ถึงว่าจะหาข้อมูลที่นำมาใช้ในการอนุมานจำนวนได้จากการนับ แต่เมื่อบอกให้เด็กนับวัตถุที่มองเห็นโดยตรงเด็กก็สามารถใช้ข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนที่ได้จากการนับมาใช้ในการอนุมานได้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาความสามารถในการอนุมานจำนวนของเด็กอายุ 3 – 5 ปี โดยการพิจารณาตามสมมติฐานในเรื่องการขาดประสิทธิภาพในการผลิต(Production Deficiency) โดยจะเปรียบเทียบความสามารถในการอนุมานจำนวนของเด็กในสถานการณ์ที่ผู้วิจัยบอกให้เด็กนับกลุ่มสิ่งของที่มองเห็นโดยตรงกับสถานการณ์ที่ให้เด็กได้เคลื่อนย้ายวัตถุที่มองเห็นที่กะขึ้นด้วยตนเองแต่ไม่มีการบอกให้เด็กนับเพื่อที่จะดูว่าเมื่อมีการบอกให้นับโดยตรงเด็กจะสามารถหาข้อมูลจำนวนได้จากการนับและจะมีความสามารถในการอนุมานจำนวนได้ดีขึ้นกว่าเมื่อไม่ได้มีการบอกให้นับหรือไม่

และด้วยเหตุผลที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาพัฒนาการความสามารถในการอนุมานจำนวนของเด็กวัยก่อนเข้าเรียนในเงื่อนไขการนับและเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง

<u>แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง</u>

Piaget เป็นนักจิตวิทยาชาวสวิสที่ได้ศึกษาพัฒนาการของเด็ก และตั้งเป็นทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิด (Theory of cognitive development) ที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นทฤษฎีที่มีระบบการศึกษาที่สมบูรณ์ทฤษฎีหนึ่ง

Piaget มองว่าเด็กจะมีพัฒนาการจากขั้นหนึ่งไปสู่อีกขั้นหนึ่งได้ด้วยกระบวนการที่สำคัญ 3 กระบวนการคือ กระบวนการดูดซึมเข้าสู่โครงสร้าง (Assimilation) กระบวนการปรับโครงสร้าง (Accommodation) และกระบวนการทำให้เกิดความสมดุลของโครงสร้าง (Equilibration) (Shaffer, 1993; Liebert, Nelson, & Kail, 1986; Flavell et al., 1993; Wadsworth, 1996; Sigel, & Cocking, 1977)

1. กระบวนการดูดซึมเข้าสู่โครงสร้าง หมายถึงวิธีการรับข้อมูลจากภายนอกของบุคคลโดยอาศัยความรู้หรือวิธีการคิดที่บุคคลนั้นมีอยู่แล้ว ตัวอย่างเช่น เด็กรู้ว่าเรือลอยน้ำได้ วันหนึ่งเด็กได้เห็นแผ่นโฟมลอยน้ำ เด็กจึงเรียกแผ่นโฟมที่ลอยน้ำว่าเรือ นั่นแสดงว่าเด็กได้รับเอาแผ่นโฟมเข้าสู่มโนทัศน์ของเรือที่เด็กมีอยู่แล้ว (เพ็ญพิไล ฤทธาคณานนท์, 2536)

2. กระบวนการปรับโครงสร้าง หมายถึงวิธีการที่บุคคลปรับความคิดของตนเพื่อให้สอดคล้องเหมาะสมกับประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับ ตัวอย่าง เช่น เด็กรู้ว่าแผ่นโฟมที่ลอยน้ำนั้นไม่ใช่เรือ และยังมีสิ่งอื่นๆ อีกมากมายที่ลอยน้ำได้

3. กระบวนการทำให้เกิดความสมดุลในโครงสร้าง หมายถึงการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความรู้หรือวิธีการคิดที่บุคคลมีอยู่กับประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับ ซึ่งตามทฤษฎีของ Piaget การทำให้เกิดความสมดุลในโครงสร้างนี้เป็นหัวใจที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของพัฒนาการ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ พัฒนาการทางสติปัญญาต่างๆ เกิดจากความสมดุลระหว่างการดูดซึมเข้าสู่โครงสร้างและการปรับโครงสร้าง ขั้นตอนที่ทำให้เกิดความสมดุลระหว่างการดูดซึมเข้าสู่โครงสร้างประกอบด้วย 3 ขั้นตอน เริ่มจากการที่เด็กรู้สึกพอใจกับระบบการคิดของตนเองซึ่งทำให้เขาอยู่ในสภาวะที่สมดุล ต่อมาเมื่อเขารู้ว่าความรู้และความคิดของเขายังบกพร่องอยู่ สภาวะที่เคยสมดุลจึงกลับไม่สมดุลเช่นเคย ทำให้เกิดการปรับระบบการคิดของตนเองใหม่ให้ถูกต้องกว่าเดิม ซึ่งการปรับโครงสร้างทางความคิดใหม่นี้จะนำมาซึ่งสภาวะที่สมดุลกว่าเดิม และทำให้เกิดพัฒนาการทางความคิดขึ้น

Piaget เชื่อว่า บุคคลมีพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดที่ต่อเนื่องเป็นขั้นตอนที่แน่นอนและเป็นไปตามลำดับก่อนหลัง ไม่สามารถข้ามขั้นได้ ทั้งนี้เพราะพัฒนาการขั้นแรกจะเป็นพื้นฐานของพัฒนาการในขั้นต่อไป ซึ่งผลการวิจัยในระยะต่อๆมาต่างสนับสนุนลำดับขั้นพัฒนาการของ Piaget และพบว่าทฤษฎีพัฒนาการของเขาสามารถอธิบายพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กต่างเชื้อชาติและวัฒนธรรมได้ Piaget ได้แบ่งพัฒนาการทางสติปัญญาออกเป็น 4 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (Sensorimotor stage) พัฒนาการในขั้นนี้เริ่มตั้งแต่แรกเกิดจนอายุ 2 ขวบ เด็กแรกเกิดยังไม่มีกระบวนการคิดภายในสมอง ซึ่งพัฒนาการทางความคิดจะแสดงออกมาในรูปของปฏิกิริยาสะท้อนต่อสิ่งเร้าตั้งแต่ตอนแรกเกิด ต่อมาปฏิกิริยาสะท้อนจะเริ่มเปลี่ยนแปลง เนื่องจากเด็กจะมีการทำงานประสานกันของอวัยวะบางอย่าง เช่น ตากับมือ ตากับหู มือกับปาก เด็กจะเริ่มรู้จักการใช้การเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อสำรวจสิ่งแวดล้อมรอบตัวซึ่งจะพัฒนาเป็นแบบแผนการคิดของเด็กต่อไป ช่วงท้ายของขั้นนี้เด็กเริ่มเรียนรู้โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ได้ดียิ่งขึ้น สามารถรับรู้ว่าสิ่งของต่างๆ ยังมีอยู่ต่อไปแม้ว่าสิ่งของเหล่านั้นจะไม่ได้ปรากฏอยู่ตรงหน้า ทราบว่าสิ่งรอบตัวสามารถที่จะเป็นสาเหตุของเหตุการณ์ต่างๆ ได้

2. ขั้นการคิดก่อนปฏิบัติการ (Preoperational stage) อายุประมาณ 2 ถึง 7 ปี ขั้นการคิดก่อนปฏิบัติการนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ระยะ คือ

2.1 ระยะก่อนการมีความคิดรวบยอด (Preconceptual phase) อายุ 2 ปีถึง 4 ปี

ในระยะนี้เด็กเริ่มเข้าใจความหมายของสัญลักษณ์ เด็กสามารถคิดเชิงสัญลักษณ์เกี่ยวกับวัตถุและเหตุการณ์ต่างๆ ได้ ความสามารถในการใช้สัญลักษณ์ได้แก่ การใช้ภาษา การคิดในใจ การวาดรูปและการใช้ท่าทาง ข้อจำกัดที่สำคัญในการคิดของเด็กในวัยนี้คือ คิดว่าวัตถุที่ไม่มีชีวิตสามารถเคลื่อนไหวและกระทำสิ่งต่างๆ ได้เอง (animistic thinking) และการยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง (egocentrism) ทำให้เด็กไม่สามารถเข้าใจว่าความคิด ความรู้สึก หรือการรับรู้ของบุคคลอื่นนั้นสามารถแตกต่างไปจากตัวเด็กได้

2.2 ระยะการคิดเองในใจ (Intuitive phase) อายุ 4 ปีถึง 7 ปี

เมื่อเด็กก้าวเข้าสู่ในระยะนี้ เด็กจะมีความคิดใกล้เคียงกับการคิดแบบผู้ใหญ่มากกว่าระยะก่อนการมีความคิดรวบยอด เด็กจะมีการใช้ภาษาเป็นเครื่องมือในการคิด การคิดของเด็กในวัยนี้จะเร็วขึ้น มีความยืดหยุ่น และมีประสิทธิภาพมากขึ้น อย่างไรก็ตามการให้เหตุผลของเด็กยังขึ้นอยู่กับความรับรู้ นอกจากนี้เด็กยังเริ่มที่จะเลียนแบบพฤติกรรมผู้ใหญ่ที่อยู่รอบๆ ตัวเขา

จากความสามารถนึกคิดในใจเพื่อแทนสิ่งต่างๆ ที่ไม่ได้ปรากฏอยู่ต่อหน้าในขณะนั้น จะช่วยให้เด็กในขั้นนี้สามารถนึกคิดถึงการกระทำ หรือเหตุการณ์ทั้งในอดีตและอนาคต นอกจากนี้เด็กในช่วงอายุ 2-7 ปี เริ่มมีโครงสร้างทางสมองที่จะใช้คิดปฏิบัติการเชิงเหตุผล เด็กเรียนรู้ที่จะคิด

ปฏิบัติการกับจำนวนต่างๆ โดยผ่านทางประสบการณ์ด้านความคิดและให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ในเชิงคณิตศาสตร์เบื้องต้น เช่น การจัดระเบียบ การแบ่งกลุ่ม การนับ เป็นต้น ประสบการณ์เหล่านี้จะช่วยให้เด็กมีพัฒนาการดำเนินไปสู่ขั้นการคิดใช้เหตุผลเชิงรูปธรรมอย่างแท้จริงในลำดับอายุต่อมา

3. ขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม (Concrete operational stage) พัฒนาการขั้นนี้เริ่มตั้งแต่อายุ 7 ปีถึง 11 ปี เด็กจะรู้จักการคิดอย่างมีแบบแผนและมีเหตุผล (logical) ไม่ติดอยู่กับการรับรู้ เด็กจะสามารถแก้ปัญหาที่เป็นรูปธรรมได้ เช่นปัญหาทางการอนุรักษ์ (conservation) ปัญหาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Relation) ลักษณะการคิดที่สำคัญได้แก่ การคิดย้อนกลับ (reversibility) เช่นเด็กเข้าใจว่า 3 + 5 = 8 และ 8 - 5 = 3 ซึ่งจะช่วยนำไปสู่การปฏิบัติการทางการคิดเชิงตรรกศาสตร์ (logical operation) และการแก้ปัญหาที่เป็นนามธรรมได้ โครงสร้างทางสติปัญญาและการคิดจะมีพัฒนาการที่สูงขึ้นไปในขั้นนี้ Piaget แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1. การคิดปฏิบัติการทางตรรกศาสตร์ในเชิงคณิตศาสตร์ (Logical-mathematic operation) เป็นโครงสร้างทางสติปัญญาและการคิดที่เกี่ยวกับการคิดปฏิบัติการทางตรรกศาสตร์ในเชิงคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยมโนทัศน์ที่สำคัญ 4 อย่างคือ

1.1 มโนทัศน์เกี่ยวกับการอนุรักษ์ (Conservation concept) เป็นมโนทัศน์เกี่ยวกับความคงทนถาวร ที่เรียกว่า "การอนุรักษ์" (conservation) หมายความว่าเด็กต้องมีความสามารถที่จะเข้าใจว่าคุณสมบัติของวัตถุ รวมทั้งน้ำหนัก ปริมาณ จำนวน ความยาว ความหนาแน่น และพื้นที่จะต้องคงที่เมื่อไม่มีการเพิ่มเข้าไปหรือทำให้ลดลง แม้ว่ามีการเคลื่อนย้าย เปลี่ยนแปลงลักษณะรูปร่างหรือตำแหน่งที่วางอยู่ก็ตาม

1.2 มโนทัศน์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของวัตถุ (Relation concept) เป็นมโนทัศน์เกี่ยวกับการที่เด็กจะรู้ว่าวัตถุต่างๆ มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งจะทำให้เด็กมีความสามารถในการจัดเรียงลำดับ และการเปรียบเทียบเชิงอนุมาน

1.3 มโนทัศน์เกี่ยวกับการจัดประเภท (Classification concept) เป็นความสามารถในการจัดวัตถุต่างๆออกเป็นหมวดหมู่โดยอาศัยความสัมพันธ์กันของวัตถุ เช่น จัดดอกกุหลาบ ดอกมะลิ ดอกรบา ไว้ในกลุ่มเดียวกันเพราะว่าเป็นดอกไม้เหมือนกัน

1.4 มโนทัศน์เกี่ยวกับจำนวน (Number concept) เป็นความสามารถในการเข้าใจปฏิบัติการเกี่ยวกับจำนวน เช่น การเพิ่ม การลดของจำนวน และมีความสามารถที่จะใช้การนับเพื่อคัดสินจำนวนได้

2. การคิดปฏิบัติการเชิงมิติสัมพันธ์ (Spatial operations) เป็นโครงสร้างทางสติปัญญาและการคิดที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางเรขาคณิต

4. ขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม (Formal operational stage) อายุประมาณ 11 ปีถึง 15 ปี ความคิดของเด็กในขั้นนี้เริ่มเป็นแบบผู้ใหญ่ ความคิดแบบเด็กจะสิ้นสุดลง เด็กจะมีปฏิบัติการทางการคิดเชิงตรรกศาสตร์อย่างสมบูรณ์ ซึ่งมีผลทำให้เด็กสามารถแก้ปัญหาที่เป็นรูปธรรมและนามธรรมได้ รวมทั้งยังสามารถให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และสร้างสมมุติฐานในการแก้ปัญหาได้

ความสามารถพื้นฐานทางจำนวน (Basic numerical abilities)

Piaget ได้อธิบายความหมายของมโนทัศน์ด้านจำนวน (Concept of number) ว่าเป็นศักยภาพในการเรียนรู้และเข้าใจจำนวน ซึ่งเด็กจะค่อยๆ เรียนรู้เรื่องจำนวนด้วยตนเอง มีคนแนะนำหรือเป็นผลมาจากการมีปฏิสัมพันธ์กับคนใกล้ชิด โดยไม่จำเป็นต้องเข้ารับการสอนอย่างเป็นทางการที่โรงเรียน (Gelman, 1980 อ้างถึงใน ประมาณ พลสุธรรม, 2533) เด็กจะค่อยๆ พัฒนาความสามารถทางจำนวนด้วยตัวของเขาเองอย่างเป็นอิสระตามขั้นพัฒนาการที่แตกต่างกัน Piaget (1952) เชื่อว่า ถึงแม้เด็กก่อนวัยเรียนจะจำชื่อจำนวนได้ แต่เด็กก็ยังไม่มีความสามารถที่จะเรียนรู้เกี่ยวกับจำนวนได้อย่างเข้าใจความหมายที่แท้จริงจนกว่าเด็กจะอายุประมาณ 7 ปี

พัฒนาการด้านความสามารถพื้นฐานทางจำนวนได้ถูกนำมาศึกษาในหลายๆด้าน งานวิจัยในระยะแรกเริ่มจะเป็นงานของ Piaget (1952) ที่ทำการศึกษาในเด็ก 3-6 ปี ซึ่งจัดอยู่ในพัฒนาการขั้นก่อนปฏิบัติการ โดยที่ Piaget บอกว่าเด็กยังสับสนและขาดความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวน ซึ่ง Piaget ได้แสดงถึงความคิดของเขาโดยการทดลองวัดความสามารถด้านการอนุรักษ์จำนวนในสถานการณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงการรับรู้ ตัวอย่างเช่น ผู้ทดลองได้จัดแบ่งกระดุมออกเป็น 2 แถว แถวละ 10 เม็ด โดยจัดในลักษณะเรียงกันแบบ 1:1 (บนกับล่าง) เด็กจะเห็นว่าทั้ง 2 แถวมีจำนวนเท่ากัน จากนั้นผู้ทดลองทำให้กระดุมในแถวใดแถวหนึ่งยาวขึ้นโดยการขยายแถวออก ในด้านการอนุรักษ์จำนวนเด็กจะยังคงเห็นว่าจำนวนกระดุมทั้ง 2 แถวยังคงเท่ากัน เพียงแต่ความยาวต่างกันเท่านั้น ซึ่งตรงจุดนี้ Piaget พบว่าเด็กที่อายุต่ำกว่า 5-6 ปี ไม่สามารถทำได้ แต่จริงๆ แล้วเด็กอาจจะรู้ แต่เกิดการรับรู้ที่ผิดพลาดทำให้เด็กตอบผิด เช่น แถวที่ยาวกว่านั้นมีจำนวนมากกว่า

งานวิจัยในอดีตจะมองว่า เด็กในวัยก่อนเข้าเรียนนั้นมักจะล้มเหลวในการอนุรักษ์จำนวนและการอนุรักษ์ด้านอื่น ถึงแม้ว่าความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนในเด็กวัยก่อนเข้าเรียนจะยังไม่สมบูรณ์ แต่งานวิจัยในปัจจุบันได้แสดงให้เห็นว่าเด็กวัยก่อนเข้าเรียนมีความรู้และทักษะทางจำนวนมากกว่าที่พบในงานการอนุรักษ์ของ Piaget (Bryant, 1972; Chomsky, 1985; McGarrigle, & Donalson, 1975; Sophian, 1988a, 1988b; Gelman, 1981 cited in Flavell et al., 1993) นอกจากนี้ Gelman และคณะ ได้แสดงให้เห็นว่าเด็กวัยก่อนเข้าเรียนมีความรู้และทักษะเกี่ยวกับจำนวนมากว่าที่ Piaget เคย

เชื่อ โดยที่Gelman และ Gallistell (1978 cited in Flavell et al., 1993) ได้กล่าวว่าเด็กในวัยก่อนเข้าโรงเรียนมีความรู้และทักษะทางจำนวน 2 อย่างคือ

1. ความสามารถในการบอกค่าจำนวน (Number-abstraction ability) เป็นความสามารถที่เด็กเข้าใจและบอกค่าหรือจำนวนของวัตถุได้ ตัวอย่างเช่น การที่เด็กนับวัตถุในแถวแล้วทราบว่าแถวนั้นมีวัตถุ 4 ชิ้น

2. ความสามารถในการใช้เหตุผลทางจำนวน (Numerical-resoning principle) เป็นความสามารถในการคิดถึงผลที่เกิดจากความเปลี่ยนแปลงขนาดของกลุ่มวัตถุ คือกลุ่มของวัตถุจะไม่เปลี่ยนแปลงไปถ้ามีการวางวัตถุห่างกันมากขึ้น แต่กลุ่มของวัตถุจะเปลี่ยนแปลงถ้ามีการเพิ่มวัตถุเข้าไปหรือมีการนำวัตถุออกไป ดังนั้นความสามารถในการบอกค่าทำให้เด็กรู้จำนวน และการคิดใช้เหตุผลทำให้เด็กสามารถคิดและมีปฏิบัติการกับค่าของจำนวนนั้น

<u>หลักในการนับ</u>

Gelman และ Gallistell (1978 cited in Flavell et al., 1993) ได้สนใจศึกษาความสามารถในการนับของเด็ก และพบว่าเด็กใช้การนับเพื่อเป็นตัวแทนค่าของจำนวนสิ่งของและแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน และหลักการนับที่เด็กวัยก่อนเข้าเรียนสามารถทำได้มีอยู่ 5 ข้อ หลัก 3 ข้อแรก เป็นการบอกให้ทราบว่าเด็กมีวิธีนับจำนวนสิ่งของให้ถูกต้องอย่างไร (how to) หลักข้อที่ 4 บอกให้ทราบว่าอะไรบ้างที่นับได้ (what to) และหลักข้อที่ 5 เป็นหลักที่ได้จากการผสมผสานกันของหลักข้อ 1-4 รายละเอียดของหลักการนับทั้ง 5 ข้อ มีดังนี้

1. หลักการนับแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (The one-one principle) ผู้นับจะต้องให้ตัวเลขเพียงตัวเดียวสำหรับวัตถุแต่ละชิ้น การนับจะต้องไม่ข้ามวัตถุชิ้นใดชิ้นหนึ่งไป จะต้องไม่นับซ้ำ จะต้องไม่ใช้ตัวเลขเดียวกันซ้ำอีก และจะต้องหยุดนับเมื่อวัตถุชิ้นสุดท้ายได้ถูกนับแล้ว แม้ว่าเด็กวัยก่อนเข้าเรียนจะนับผิดบ่อยๆ โดยเฉพาะเมื่อให้นับจำนวนมาก แต่ก็มีหลักฐานที่แสดงว่า แม้แต่เด็กอายุ 2-3 ปีก็มีความรู้ในหลัก 1:1นี้ Gelman (1982) ได้รายงานว่าเด็กจะสังเกตการนับผิดของตนเองและแก้ตัว หรือเด็กจะสังเกตการนับผิดอย่างจงใจของผู้อื่น ดังนั้นการนับผิดของเด็กจึงเป็นปัญหาของการกระทำมากกว่าปัญหาทางความรู้ นั่นคือเด็กดูเหมือนจะรู้ว่าการนับควรทำอย่างไร แต่ที่นับผิดอาจเป็นเพราะกระบวนการประมวลข้อมูลมีข้อมูลมากเกินไปหรืออาจมีปัญหาทางด้านอื่นๆ

2. หลักการเรียงลำดับที่แน่นอน (The stable order principle) เมื่อมีการนับผู้นับจะต้องนับเรียงตามลำดับเหมือนกันทุกครั้ง เช่น การนับวัตถุ 3 ชิ้น จะต้องเริ่มจาก 1, 2, 3 จะนับเป็น 3, 1, 2 ไม่ได้ ในหลักข้อนี้ถึงแม้ว่าการนับของเด็กจะมีข้อจำกัด เช่น เด็กอายุ 2 ปี นับสิ่งของ 2 สิ่ง เด็กอาจจะ

นับว่า "สอง" "หก" หรือ "เอ" "บี" แต่เมื่อให้เด็กนับซ้ำอีกในเวลาที่ต่างกันเด็กก็ยังคงนับว่า "สอง" "หก" หรือ "เอ" "บี" ส่วนเด็กวัยก่อนเข้าเรียนที่มีอายุมากขึ้นจะสามารถนับเลขเรียงลำดับอย่างคงที่ และจะยึดแบบการนับนั้นเมื่อมีการนับเลขใหม่ และเด็กบางคนอาจมีลำดับการนับที่แปลกออกไป เช่น "หนึ่ง" "สอง" "สาม" "สี่" "แปด" "สิบ" "สิบเบ็ด" เป็นต้น (เพ็ญพิไล ฤทธาคณานนท์, 2536)

3. หลักการใช้เลขสุดท้ายแทนจำนวนของวัตถุที่ถูกนับ (The cardinal principle) ตัวเลขสุดท้ายของการนับวัตถุกลุ่มหนึ่งจะเป็นจำนวนของวัตถุในกลุ่มนั้น เช่นการนับสิ่งของ 3 สิ่ง จะนับ "หนึ่ง" "สอง" "สาม" จำนวนนับ "สาม" จะใช้แทนค่าจำนวนสิ่งของชุดนั้น ผลการวิจัยของ Gellman (1982) แสดงให้เห็นว่า เด็กจะใช้หลักข้อนี้ในการนับเลขจำนวนน้อย กระบวนการประมวลข่าวสารอาจจะมีส่วนช่วยในการใช้กฎข้อนี้ด้วย เช่น เด็กอาจจะไม่สามารถนับถึง n และบอกว่ามีวัตถุอยู่ n ชิ้น แต่ถ้าผู้วิจัยเป็นผู้นับและให้เด็กบอกว่ามีของกี่ชิ้น เด็กก็จะสามารถใช้ตัวเลขตัวสุดท้ายที่ผู้วิจัยนับแทนจำนวนวัตถุที่ถูกนับนั้น

4. หลักการจัดทุกสิ่งทุกอย่างว่าเป็นของที่นับได้ (The abstraction principle) หลักข้อนี้ผู้นับจะต้องมีความเข้าใจว่า สิ่งของทุกสิ่งทุกอย่างมีค่าคงที่ ดังนั้นจึงสามารถนับได้ทุกอย่างไม่ว่าจะเป็นเหตุการณ์ สิ่งมีชีวิต สิ่งไม่มีชีวิต สิ่งที่จับต้องไม่ได้ สิ่งที่เป็นนามธรรม เป็นต้น เด็กจะไม่แยกว่าสิ่งใดนับได้ สิ่งใดนับไม่ได้ แต่จะนับทุกสิ่งทุกอย่างโดยไม่คำนึงถึงความแตกต่างของมัน และจะถือว่าทุกอย่างมีความเท่าเทียมกัน

5. หลักการนับที่เริ่มจากวัตถุชิ้นใดก่อนก็ได้ (The order-irrelevance principle) เวลาเรานับวัตถุ เราจะเริ่มนับจากชิ้นใดก่อนก็ได้ เช่นถ้ามีสุนัข แมว และหนู เราจะให้สุนัขเป็นที่ 1 หรือหนูเป็นที่ 1 ก็ได้ ไม่ว่าจะนับสิ่งใดก่อน-หลัง จำนวนสิ่งของทั้งหมดยังมีค่าเป็น 3 เท่าเดิม ในเด็กอายุ 5 ขวบมีความเข้าใจเกี่ยวกับความไม่สำคัญของวัตถุ และสามารถแสดงออกให้ผู้อื่นทราบได้ ส่วนเด็กอายุ 3 ขวบ อาจจะเข้าใจอยู่ในใจ มีการทดสอบโดยให้เด็กทั้งอายุ 3 ขวบและ 5 ขวบ นับวัตถุจากซ้ายสุด เป็น 1 2 ไปเรื่อยๆ หลังจากนั้นให้เด็กเริ่มนับ 1 จากวัตถุที่ตำแหน่งใดก่อนก็ได้ ซึ่งเด็กจะไม่รู้สึกว่าแปลกและไม่สับสน

การนับของเด็กเล็กนั้นพบว่าเด็กเล็กจะใช้การนับเพื่อเป็นตัวแทนค่าของจำนวน ซึ่งเด็กจะแสดงให้เห็นว่าเขามีความรู้และทักษะในการนับอย่างไร Gelman และนักวิจัยอื่นๆ (Flavell et al., 1993) ได้แสดงให้เห็นว่าเด็กสามารถคิดใช้เหตุผลกับตัวเลขได้ในวัยก่อนเข้าเรียน ในช่วงท้ายของวัยนี้เด็กจะทราบว่าการเปลี่ยนสีเป็นการเปลี่ยนที่จะไม่สามารถเปลี่ยนจำนวนของวัตถุในกลุ่มได้ แต่การเพิ่มวัตถุจะทำให้ค่าของตัวเลขเพิ่มขึ้น และการลดทำให้ค่าของตัวเลขน้อยลง และการเพิ่มวัตถุไป 1 ชิ้นในตอนแรกแล้วเอาวัตถุออกไป 1 ชิ้นในตอนหลังจะทำให้วัตถุในกลุ่มมีจำนวนเท่า

เดิม เด็กสามารถบอกได้ว่าของ 2 กลุ่มเท่ากันหรือไม่ เช่นบอกได้ว่า A > B หรือ C = D โดยอาศัยการนับเป็นหลัก การใช้เหตุผลจะทำได้ดีถ้าจำนวนไม่มากและเด็กสามารถนับได้ นอกจากนี้เด็กก่อนวัยเรียนยังสามารถทำการบวกลบได้ เช่น งานวิจัยของ Starkey & Gelman (อ้างถึงใน เพ็ญพิไล ฤทธาคณานนท์, 2536) ให้เด็กอายุ 3-5 ปี ทำการบวกลบในใจโดยที่ผู้วิจัยวางเหรียญ 4 เหรียญไว้ในมือให้เด็กนับแล้วกำมือ และบอกเด็กว่า "ตอนนี้ฉันจะใส่เหรียญไปอีก 2 เหรียญ" (ผู้วิจัยใส่เหรียญอีก 2 อันไปในมือที่กำไว้) แล้วถามว่า "เวลานี้ฉันมีกี่เหรียญ" หรือผู้วิจัยอาจพูดว่า"ตอนนี้ฉันเอาเหรียญออก 3 เหรียญ" แล้วถามว่า" "เวลานี้ฉันมีกี่เหรียญ" ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าเด็ก 5 ขวบส่วนใหญ่จะตอบได้ถูกต้องถ้าจำนวนเริ่มต้นอยู่ระหว่าง 1-6 และมีการบวกหรือลบตั้งแต่ 1-4 จำนวน โดยที่เด็กจะใช้การนับเป็นเกณฑ์ในการตัดสินจำนวน Siegler (1991) ได้เสนอแนวทางที่ตรงข้ามกันของ "ทักษะเริ่มแรก" คือเด็กจะเริ่มต้นพัฒนาทักษะการนับ ในประสบการณ์การนับจะทำให้เด็กสามารถบอกค่าตัวเลขได้ ตัวอย่างเช่น เด็กจะเริ่มนับวัตถุโดยเริ่มนับจากชิ้นใดก่อนก็ได้ โดยคำนึงถึงว่าวัตถุทุกชิ้นมีความเท่าเทียมกัน โดยการนับแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ซึ่งจะทำให้การนับมีความถูกต้อง อย่างไรก็ดีได้มีการสรุปว่า เด็กอายุ 3 ปี มีทักษะในการประมาณค่าตัวเลขหรือจำนวนได้มากกว่าที่เราเคยคิด ทักษะนี้จะพัฒนาเพิ่มขึ้นในเด็กอายุ 4 ปี และยังพัฒนาต่อไปจนอายุ 5 หรือ 6 ปี

<u>พัฒนาการในด้านความสามารถในการนับ</u>

Copeland (1984) แบ่งขั้นพัฒนาการด้านความสามารถในการนับของเด็ก ออกเป็น 3 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นการนับแบบท่องจำ หรือนับปากเปล่า เด็กที่อยู่ในขั้นนี้เป็นเด็กที่เรียนรู้และจดจำวิธีการนับจากการสั่งสอนของพ่อแม่ ผู้ใกล้ชิดและสื่อมวลชน เช่น วิทยุ โทรทัศน์ เด็กจะจดจำคำบอกลำดับที่การนับหรือคำออกเสียงนับ หรือชื่อจำนวน คือ หนึ่ง สอง สาม..... ทำให้ดูเหมือนว่าเด็กมีความสามารถในการนับ ถ้าให้เด็กในขั้นนี้บอกจำนวนที่นับได้ทั้งหมด เด็กอาจจะตอบด้วยการสุ่ม เพราะการนับของเด็กในขั้นนี้เป็นการนับที่เกิดจากการท่องจำ หรือเกิดจากความสามารถในการจำคำบอกลำดับที่การนับ ซึ่งเกิดจากการเรียนรู้ซ้ำๆ และยังไม่มีความสามารถที่จะเข้าใจความสมนัยกันระหว่างคำที่ออกเสียงนับและของที่ถูกนับ

2. ขั้นการนับที่ถูกต้อง เด็กที่อยู่ในขั้นนี้เป็นเด็กที่มีความเข้าใจความสมนัยกันระหว่างคำที่ออกเสียงนับและของที่ถูกนับแบบ 1: 1 ด้วยการนึกภาพจับคู่เชื่อมโยงในใจ ประสานงานกับการมองเห็นสิ่งของที่ถูกนับ และการใช้นิ้วมือสัมผัสหรือชี้ของที่ถูกนับ

3. ขั้นการนับด้วยความสามารถในการอนุรักษ์จำนวน เด็กที่อยู่ในขั้นนี้จะใช้การนับเพื่อ

ตัดสินจำนวนหรือการเปรียบเทียบจำนวนด้วยความเข้าใจจำนวนอย่างแท้จริง และใช้การนับเพื่อการตัดสินความเท่าเทียมกันระหว่างของ 2 ชุด โดยใช้หลักเหตุผลเกี่ยวกับการไม่เปลี่ยนแปลงของจำนวน และความเข้าใจในการบอกจำนวน

แนวคิดของ Copeland (1984) จะเน้นไปที่การนับสิ่งของต่างๆ และการบอกจำนวนได้อย่างถูกต้อง และเขาเชื่อว่าเด็กที่มีมโนทัศน์เกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวนเท่านั้นจึงจะสามารถนับสิ่งของต่างๆ และบอกจำนวนทั้งหมดจากการนับได้อย่างถูกต้องด้วยความเข้าใจจำนวนอย่างแท้จริง

<u>ทฤษฎีว่าด้วยแบบการนับของเด็ก</u>

Steffe, Glaserfeld, Richard, & Copp (1983 cited in Carpenter, 1985) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับแบบการนับของเด็ก โดยกล่าวว่าการนับเป็นความสมนัยของคำบอกจำนวนกับของที่ถูกนับ พัฒนาการด้านความสามารถในการนับของเด็กมีความเกี่ยวข้องกับความสามารถในการนับสิ่งของต่างๆ แบบการนับมีหลายระดับ แต่ละระดับจะแตกต่างกันในด้านความสามารถในการคิดในใจและความคล่องแคล่วในการคิดของขบวนการนับ แบบการนับแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

1. การนับด้วยการรับรู้ (counters of perceptual unit items) เด็กที่อยู่ในระดับนี้จะนับได้เฉพาะของที่ใช้ประสาทสัมผัสรับรู้โดยตรงเท่านั้น เช่น ตามองเห็นและมือสัมผัสได้ เนื่องจากเด็กในระดับนี้ยังขาดความสามารถในการนึกภาพในใจแทนสิ่งต่างๆ ที่ถูกนับ เด็กระดับนี้ส่วนมากจะเน้นการนับแบบท่องจำ และจะนับได้เฉพาะที่เริ่มนับจากหนึ่งหรือของที่มองเห็นสิ่งแรกเท่านั้น

2. การนับด้วยการนึกภาพ (counters of figural unit items) เด็กที่อยู่ในระดับนี้สามารถนับได้โดยไม่ต้องอาศัยประสาทสัมผัสโดยตรง แต่สิ่งของเหล่านั้นจะต้องมีเนื้อหาที่เด็กสามารถนึกภาพในใจแทนได้อย่างชัดเจน เช่น ให้เด็กบอกจำนวนสิ่งของในภาพที่ถูกปิดไว้ เด็กในขั้นนี้สามารถนึกได้โดยการนับในใจ ถ้าเด็กเคยเห็นภาพนั้นมาแล้ว

3. การนับโดยการเคลื่อนไหวอวัยวะ (counters of motor unit items) เด็กที่อยู่ในระดับนี้มีความสามารถนับได้โดยไม่ต้องอาศัยการนึกภาพในใจเพื่อแทนจำนวนสิ่งของ แต่เด็กในขั้นนี้จะใช้การเคลื่อนอวัยวะภายนอกร่างกาย เช่น ใช้นิ้วมือชี้ขณะที่กำลังนับ แต่ไม่ได้หมายความว่าการชี้จะสมนัยกับลำดับที่ของสิ่งของที่วางอยู่เสมอไป เด็กอาจจะชี้ที่เดิมซ้ำๆ ขณะที่กำลังนับ

4. การนับที่สามารถบอกจำนวนโดยไม่ต้องออกเสียงนับ (counters of verbal unit items) เด็กที่อยู่ในระดับนี้สามารถบอกจำนวนโดยไม่ต้องนับออกเสียงและชี้ เด็กจะสามารถใช้คำที่บอกจำนวนแทนจำนวนของที่มีอยู่ทั้งหมดได้ทันที

5. การนับของที่เป็นนามธรรม (counters of abstract unit items) เด็กที่อยู่ในขั้นนี้จะมีความเข้าใจว่าสิ่งของทุกอย่างสามารถนับได้ การนับได้ของเด็กในระดับนี้เป็นการนับที่เด็กเข้าใจจำนวน

อย่างแท้จริง และสามารถนำความสามารถในการนับไปใช้แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสามารถในการนับต่อเช่น ถามเด็กว่า 5 บวกกับ 7 ได้ผลลัพธ์เท่าไร เด็กจะใช้การนับต่อโดยการนับต่อจาก 5 ไปอีก 7 ตัว ตามลำดับตัวเลขน้อยไปมาก ดังนี้ 5 ..หยุด 6,7,8,9,10,11,12 เป็นต้น

จากแนวคิดของ Steffe และคณะ (1983 cited in Carpenter, 1985) เด็กจะเริ่มมีความสามารถนับแบบท่องจำได้ก่อน การนับของเด็กในระดับแรกๆ สามารถทำได้เฉพาะของที่เด็กมองเห็นและมีเนื้อหาชัดเจนเท่านั้น ต่อมาพัฒนาเป็นความสามารถในการนับสิ่งต่างๆ จนถึงระดับสุดท้ายเป็นความสามารถในการนับด้วยความเข้าใจจำนวนซึ่งเป็นนามธรรมได้อย่างแท้จริง ความสามารถในการนับระดับสุดท้ายเป็นรากฐานที่เด็กจะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เช่น การบวก การลบ การเปรียบเทียบจำนวน เป็นต้น

<u>ความสมนัยแบบหนึ่งต่อหนึ่ง</u>

ทฤษฎีเกี่ยวกับมโนทัศน์ด้านจำนวนเป็นทฤษฎีที่ประยุกต์ย่อยมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget ซึ่ง Piaget (1952) เชื่อว่าพัฒนาการของความสมนัยหนึ่งต่อหนึ่ง และความสัมพันธ์ของการอนุรักษ์ปริมาณเป็นจุดเริ่มต้นของความเข้าใจเรื่องจำนวน เขาได้ศึกษาความเข้าใจความสมนัยและความเท่ากันระหว่างแก้วและขวด ดอกไม้และแจกัน ไข่และถ้วยใส่ไข่ ในเด็กอายุ 3 ปี 6 เดือน ถึง 6 ปี 11 เดือน ซึ่งในที่นี้จะขอยกตัวอย่างการศึกษาความสมนัยและความเท่ากันของแก้วและขวด ซึ่งทำโดยการที่ผู้ทดลอง วางขาดเล็กๆ 6 ใบลงบนโต๊ะ และนำถาดใส่แก้วที่มีจำนวนพอดีกับขวด มาวางไว้ แล้วให้เด็กมองที่ขวดแล้วบอกว่า "แก้วมีจำนวนเท่ากับขวดหรือไม่" แล้วให้เด็กสร้างความสมนัยด้วยตัวเองโดยการที่นำแก้ววางไว้หน้าขวดแต่ละใบ ถ้าเด็กนำแก้วมากหรือน้อยกว่าขวด ผู้วิจัยจะบอกว่า "หนูคิดว่ามันเท่ากันแล้วหรือ" จนเด็กสามารถวางขวดและแก้วได้เท่ากัน จากนั้นสร้างให้เห็นความสมนัยโดยการนำขวดใส่ลงไปในแก้วจนครบ แล้วถามเด็กว่า "แก้วเท่ากับขวดหรือไม่" จากนั้นนำขวดออกมาแล้วรวบกลุ่มของขวดเข้าด้วยกัน เด็กจะถูกถามอีกครั้งว่า "มีแก้วเท่ากับขวดหรือไม่"

จากผลการทดลอง Piaget ได้สรุปเป็นขั้นพัฒนาการความสมนัยของจำนวนไว้ 3 ขั้นคือ

ขั้นที่ 1 ขั้นเปรียบเทียบปริมาณอย่างกว้างๆ โดยไม่ใช้สมนัยหนึ่งต่อหนึ่งหรือความเท่าเทียมกัน (Global comparison without one-one corresspondence or lasting equivalence) เด็กในขั้นนี้จะตัดสินการเพิ่มหรือลดของจำนวนและปริมาณตามลักษณะการเปลี่ยนแปลงแบบรวมๆ ของวัตถุ เด็กอายุ 5 ปีส่วนใหญ่จะบอกว่าวัตถุแถวหนึ่งมีจำนวนมากกว่าอีกแถวหนึ่ง เพราะวัตถุนั้นอยู่ห่างกันมากกว่าหรือยาวมากกว่า ในทำนองเดียวกันถ้าจัดวัตถุในจำนวนที่เท่าๆ กัน เป็นวงกลม 2 วง

ที่มีขนาดไม่เท่ากัน เด็กจะคิดว่าวงกลมใหญ่มีจำนวนวัตถุมากกว่าวงกลมเล็ก ที่เป็นดังนี้ก็เพราะเด็กขั้นนี้ไม่สามารถจับคู่วัตถุแบบสมนัยหนึ่งต่อหนึ่งได้ ดังนั้นเด็กจึงตัดสินจำนวนโดยยึดความยาวของแถวหรือพื้นที่ที่วางวัตถุนั้น ดังเช่นผลการทดลองของ Piaget ที่ให้เด็กเปรียบเทียบขวดที่วางอยู่ตรงหน้ากับแก้วที่วางอยู่ในถาด เด็กจะตอบตามการรับรู้อย่างกว้างๆ ว่า ขวดมีมากกว่า ถ้าให้เด็กใส่ขวดลงในแก้ว แก้วละ 1 ใบ เด็กจะเปรียบเทียบจำนวนได้ถูกต้อง แต่ถ้าผู้ทดลองรวบขวดเข้าหากันเด็กจะตอบว่ามีแก้วมากกว่า

ขั้นที่ 2 ขั้นหยั่งรู้ความสมนัยหนึ่งต่อหนึ่งโดยปราศจากความคงที่ของความเท่าเทียมกัน (Intuitive one-one correspondence without lasting equivalence) เด็กในขั้นนี้สามารถเข้าใจความหมายและสร้างความสมนัยหนึ่งต่อหนึ่งได้ แต่เป็นสมนัยตามการหยั่งรู้ เพราะการหยั่งรู้ของเด็กขึ้นอยู่กับการรับรู้รูปร่างของวัตถุ ดังนั้นเมื่อจัดวัตถุแถวใดแถวหนึ่งให้ยาวกว่าอีกแถวหนึ่งเด็กจะบอกว่ามีจำนวนมากขึ้น แต่ถ้าเด็กจับคู่วัตถุ 2 แถวแบบสมนัยหนึ่งต่อหนึ่ง เด็กจะบอกว่ามีจำนวนเท่าเดิม คำตอบที่ขัดกันนี้จะก่อให้เด็กเกิดความลังเลใจในการบอกค่าจำนวน เด็กขั้นนี้สามารถหาคำตอบที่ถูกต้องได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสลองผิดลองถูกหลายๆ ครั้ง

ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติการสมนัยหนึ่งต่อหนึ่งและความเท่าเทียมกันที่คงอยู่ (Operational correspondence and lasting equivalence) เด็กขั้นนี้สามารถเข้าใจความสมนัยได้โดยการกระทำซึ่งต่างจากการหยั่งรู้ เด็กมีอิสระจากการรับรู้และเริ่มสร้างสมนัยโดยการคำนึงถึงความเท่าเทียมกัน เด็กจะใช้การนับจำนวนแต่ละหน่วยประกอบการแก้ปัญหา ดังนั้นเด็กจึงสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนได้ถูกต้องไม่ว่าจะมีการวางวัตถุในลักษณะใดก็ตาม จากการทดลองของ Piaget ที่ถามเพื่อให้เด็กเปรียบเทียบจำนวนขวดกับแก้ว เด็กจะใช้การนับพร้อมๆ กับ ใส่ขวดลงในแก้ว แก้วละ 1 ใบ และเมื่อผู้วิจัยจะรวบขวดเข้าหากันเด็กก็ยังสามารถบอกได้ว่าจำนวนขวดและแก้วยังคงเท่ากัน

<u>งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</u>

Baroody (1987) ศึกษาพัฒนาการด้านการนับของเด็ก ตามหลักการนับตามแนวคิดของ Gelman โดยที่กลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กหญิง 4 คน มีอายุระหว่าง 3 ปี 2 เดือน ถึง 3 ปี 7 เดือน โดยงานแรกให้เด็กนับแบบท่องจำ และงานที่ 2 ให้เด็กนับรูปวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 ซ.ม. จำนวน 5 , 10 , 15 , 20 และ 25 อันตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่าการนับของเด็กอยู่ภายใต้หลักการหนึ่งต่อหนึ่ง และหลักการว่าด้วยการเรียงลำดับคงที่ ตามหลักการนับ

Arai (1984) ได้ศึกษาพัฒนาการด้านการนับของเด็กก่อนวัยเรียนชาวญี่ปุ่น โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กอายุ 2 ปี 7 เดือน ถึง 6 ปี จำนวน 200 คน โดยงานแรกให้เด็กนับบล็อกสี่เหลี่ยมที่วางเรียงติดกัน 10 อัน งานที่ 2 ให้เด็กนับการ์ดสามเหลี่ยม 15 แผ่นที่แขวนอยู่ในเส้นลวด งานที่ 3 ให้

เด็กเปรียบเทียบจำนวนการ์ดสีเหลืองโดยการแบ่ง 4 แผ่น โดยที่การ์ดสีเหลืองจะอยู่ปะปนกับการ์ดสีอื่นอีก 4 สี สีละ 4 แผ่น และงานที่ 4 การนับแบบท่องจำ จากการศึกษาสรุปได้ว่าเด็กในระดับอายุ 2-3 ปี ส่วนใหญ่จะใช้การนับแบบท่องจำ และมีความสามารถในการนับออกเสียงและชี้น้อย และยังไม่เข้าใจการบอกจำนวนการเปรียบเทียบขนาดของ 2 ชุด และยังพบว่าเด็กในวัยนี้มีการนับแบบเลยและนับข้าม เด็กอายุ 4 ปีส่วนใหญ่นับได้อย่างถูกต้องทั้งการออกเสียงและการชี้ เด็กอายุ 5 ปีขึ้นไปจะมีความสามารถในการนับและมีความสามารถในการเปรียบเทียบขนาดของ 2 ชุด

Briars & Siegler (1984) ศึกษาในเรื่องของความรู้เกี่ยวกับการนับของเด็กวัยก่อนเข้าเรียน โดยยึดหลักการนับของ Gelman กลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กอายุ 3 , 4 , และ 5 ปี กลุ่มละ 10 คน โดยใช้เบี้ยกลมแบนพลาสติกสีเขียวและสีแดงเส้นผ่านศูนย์กลาง ¾ นิ้ว วางสลับสีที่ละอัน เรียงกันเป็นแนวตรงบนกระดาษแข็ง เว้นระยะ ½ นิ้ว เท่ากัน รวม 4 แถว แถวละ 3 , 4 , 9 และ 10 อันตามลำดับ ผู้ทดลองนับเบี้ยให้เด็กดูทีละแถวในลักษณะการนับแบบต่างๆ แล้วถามเด็กว่าเป็นการนับที่ผิดหรือไม่ ผลการศึกษาพบว่า เด็กช่วงอายุ 3-5 ปี มีความรู้เกี่ยวกับการนับ เด็กมีความรู้เกี่ยวกับการนับในงานที่มีจำนวนน้อยได้ดีกว่างานที่มีจำนวนมาก

Gelman(1972) ได้แสดงให้เห็นว่าเด็กวัยก่อนเข้าเรียนมีความรู้และทักษะเกี่ยวกับจำนวนมากกว่าที Piaget เคยเชื่อ ในงานวิจัยเรื่อง "magic" เขาทำการทดลองกับเด็กอายุ 3-6 ปี โดยที่เด็กแต่ละคนจะได้เห็นจาน 2 ใบ แต่ละใบมีตุ๊กตาหนูอยู่แถวหนึ่ง จานใบแรกมีหนูอยู่ 3 ตัว และจานใบที่สองมีหนูอยู่ 2 ตัว ซึ่งในบางครั้งผู้วิจัยจะจัดให้หนูทั้ง 2 จานมีแถวที่ยาวเท่ากัน และบางครั้งจะจัดให้วางหนูระยะห่างเท่ากันทั้ง 2 จาน

งานเริ่มแรกของเด็กคือการเรียนรู้ว่าจานที่มีหนูมากกว่าเป็น "ผู้ชนะ" และจานที่มีหนูน้อยกว่าเป็น "ผู้แพ้" เด็กที่ตอบถูกจำได้รับการเสริมแรงแต่ไม่ได้รับการอธิบายว่าทำไมจึงถูก หลังจากทำเช่นนี้ไป 2-3 ครั้ง ผู้วิจัยได้แอบหยิบหนูตัวกลางหรือตัวสุดท้ายออกจากจานที่มีหนู 3 ตัว ทำให้หนู 2 จานมีจำนวนเท่ากัน

ผลการวิจัยของ Gelman พบว่า แม้แต่เด็กอายุ 3 ปีและ 4 ปี ก็อาศัยจำนวนในการตัดสินว่าจานไหนเป็นจานผู้ชนะหรือผู้แพ้มากกว่าที่จะใช้ความยาวหรือความหนาแน่น

สมชาย ช่างทอง (2533) ได้ศึกษาพัฒนาการด้านความสามารถในการเปรียบเทียบจำนวนสิ่งของ 2 ชุด ความสามารถในการนับ และความรู้เกี่ยวกับการนับของเด็กอายุ 3-5 ปี พบว่า เด็กอายุ 3 ปี มีความสามารถในการเปรียบเทียบจำนวนสิ่งของที่มีค่าน้อย โดยอาศัยความสมนัยหนึ่งต่อหนึ่ง

ในขณะที่เด็กโตกว่าจะใช้วิธีเปรียบเทียบจำนวนโดยการนับออกเสียงและชี้ (counting)และวิธีนับไม่ออกเสียงและชี้ (subitizing) ส่วนความสามารถในการนับนั้น ผู้วิจัยพบว่าเด็กอายุ 3 ปี นับได้ในช่วง 6-8 เด็กอายุ 4 ปีนับได้ในช่วง 9-11 และเด็กอายุ 5 ปี นับได้ในช่วง 18-20 แต่เมื่อให้นับสิ่งของสลับสี เด็กอายุ 3 ปีจะนับได้ 0-2 อัน เด็กอายุ 4 ปีนับได้ 6-8 อัน และเด็กอายุ 5 ปีนับได้ 15-17 อัน

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังพบว่า เด็กวัยก่อนเข้าเรียนยังมีความรู้เกี่ยวกับการนับ กล่าวคือ เด็กสามารถที่จะบอกได้ว่าวิธีการนับแบบใดเป็นวิธีการนับที่ถูกต้อง และวิธีการนับแบบใดเป็นการนับที่ผิด โดยที่ความสามารถเหล่านี้จะเพิ่มขึ้นตามอายุ

Sophian (1988a) ได้ศึกษาพัฒนาการในเรื่องของความเข้าใจในเรื่องจำนวนเบื้องต้นของเด็ก ในการอนุมานเกี่ยวกับจำนวนและความสมนัยหนึ่งต่อหนึ่ง ซึ่งทำการประเมินใน 2 การทดลอง คือ ในการทดลองที่ 1 ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กอายุ 3 และ 4 ปี จำนวน 49 คน โดยทำการทดสอบงานการอนุมาน 2 ประเภทกับจำนวนที่มีค่าน้อย (2, 3) หรือจำนวนจำนวนที่มีค่ามาก (5,6) คือ

- งานการอนุมานความสมนัย (correspondence inference task) เด็กจะได้รับการบอกจำนวนสิ่งของ 2 กลุ่ม แล้วต่อจากนั้นจะถูกถามถึงความสมนัยระหว่างของ 2 กลุ่มนั้น โดยทดสอบในปัญหาที่มีจำนวนเท่ากัน เช่น ผู้วิจัยบอกว่า "นี่คือเหยือกน้ำ 3 ใบ และนี่คือช้อน 3 คัน เหยือกทุกใบจะมีช้อนหรือไม่" และในปัญหาที่มีจำนวนไม่เท่ากัน เช่น ผู้วิจัยจะบอกว่า "นี่คือเหยือก 3 ใบ และนี่คือช้อน 2 คัน เหยือกทุกใบจะมีช้อนหรือไม่"

- งานการอนุมานจำนวน (number inference task) คือการที่เด็กจะได้รับข้อมูลเกี่ยวกับความสมนัยระหว่างสิ่งของ 2 กลุ่ม และเด็กจะได้รับข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนของสิ่งของกลุ่มที่ 1 และต่อจากนั้นเด็กจะถูกถามถึงจำนวนสิ่งของในกลุ่มที่2 โดยทดสอบในปัญหาที่มีจำนวนเท่ากัน เช่น "เหยือกทุกใบจะมีช้อนของมันเอง ขณะนี้มีเหยือกอยู่ 3 ใบ จะต้องมีช้อน 3 คันใช่หรือไม่" และในปัญหาที่มีจำนวนไม่เท่ากัน เช่น ผู้วิจัยจะบอกว่า " มีเหยือกอยู่ 1 ใบที่ไม่มีช้อน ขณะนี้มีเหยือกอยู่ 3 ใบ จะต้องมีช้อน 3 คัน ใช่หรือไม่"

ผลการวิจัยพบว่า เด็กอายุ 3 ปีและ 4 ปี สามารถที่จะอนุมานข้อมูลที่สัมพันธ์กันเกี่ยวกับจำนวนสิ่งของ 2 กลุ่ม โดยการใช้ข้อมูลเกี่ยวกับความสัมพันธ์ที่สมนัยระหว่างวัตถุ เด็กจะมีพัฒนาการที่ดีขึ้นตามอายุ และจะทำได้ดีเมื่อจำนวนสิ่งของนั้นมีค่าน้อย (2,3) และเด็กจะสร้างการอนุมานได้อย่างถูกต้องมากกว่าเมื่อสิ่งของ 2 ชุดนั้นมีความเท่ากัน

การทดลองที่ 2 มีเป้าหมายหลักอยู่ที่ความพยายามที่จะแสดงความเข้าใจเบื้องต้นของความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนและความสมนัยหนึ่งต่อหนึ่ง และสร้างงานควบคุมขึ้นมาเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของเด็ก ในการทดลองนี้เด็กจะถูกทดสอบในงาน 4 งาน คือ

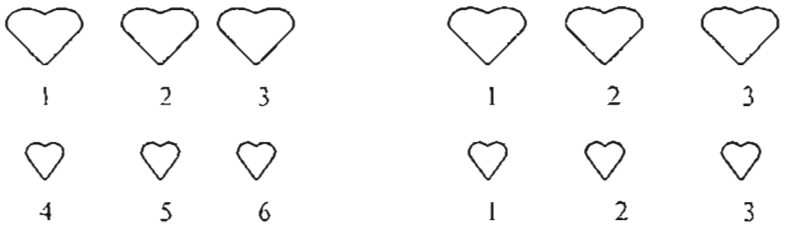
1. งานการอนุมานจำนวน (number inference task) 2. งานควบคุมจำนวน (control number task) 3. งานอนุมานความสมนัย (correspondence inference task) 4. งานควบคุมความสมนัย (control correspondence task) ซึ่งมีกระบวนการ ดังนี้

ในงานอนุมานความสมนัย เด็กจะได้รับการบอกในปัญหาที่มีจำนวนเท่ากัน เช่น "นี่คือรถถังสีน้ำเงิน 6 คัน" แล้วเก็บรถลงไป ต่อจากนั้นนำบล็อกมาวางไว้แล้วบอกว่า "นี่คือบล็อกสีเหลือง 6 ก้อน ถ้าจะใช้รถถังมาขนบล็อกโดยให้รถขนคันละก้อน จะมีรถพอดีกับบล็อกหรือไม่" และสำหรับปัญหาที่มีจำนวนไม่เท่ากัน นั้นจะบอกจำนวนของบล็อกน้อยกว่ารถอยู่ 1 เช่น "นี่คือรถถังสีน้ำเงิน 6 คัน" แล้วเก็บรถออกไป ต่อจากนั้นนำบล็อกมาวางไว้แล้วบอกว่า "นี่คือบล็อกสีเหลือง 5 ก้อน ถ้าจะใช้รถถังมาขนบล็อกโดยให้รถขนคันละก้อน จะมีรถพอดีกับบล็อกหรือไม่" การทดสอบในงานควบคุมความสมนัยผู้วิจัยก็จะทำคล้ายๆ กัน เพียงแต่ว่าผู้วิจัยจะวางของทั้งหมดให้เด็กเห็นโดยเรียงเป็นแถวคู่ขนาน ให้วัตถุทั้ง 2 แถวตรงกัน แต่ในปัญหาที่ไม่เท่ากันจะมีตัวสุดท้ายที่ไม่มีคู่ หลังจากนั้นก็ถามคำถามเหมือนในงานอนุมานความสมนัย ในงานอนุมานจำนวน ผู้วิจัยจะเสนอวัตถุเป็นคู่ๆ เพื่อให้เด็กเห็นความสมนัยระหว่างวัตถุ เช่น ผู้วิจัยบอกว่า "นี่คือรถ และบล็อกจะต้องอยู่ในรถเสมอ" แล้วหยิบบล็อกวางลงบนรถ ต่อจากนั้นผู้วิจัยเก็บบล็อกออกไป แล้วถามเด็กว่า "ขณะนี้มีรถ 6 คัน จะต้องมีบล็อกอยู่เท่าไร" สำหรับในปัญหาที่ไม่เท่ากันจะบอกว่า "นี่คือรถ1 คันที่ไม่มีบล็อก" แล้วถามคำถามเหมือนเดิม ในงานควบคุมจำนวน จะทำโดยที่ผู้ทดลองวางสิ่งของทั้ง 2 ชุดบนโต๊ะและพูดว่า "นี่คือเรือ และนี่คือธงที่จะนำไปใส่ไว้ในเรือ" ต่อจากนั้นผู้วิจัยเก็บธงไป แล้วผู้วิจัยก็บอกให้เด็กนับเรือ เมื่อเด็กนับเสร็จ ผู้วิจัยจึงถามว่าจะต้องใช้ธงเท่าไร

ผลการทดลองที่ได้คล้ายกับการทดลองที่ 1 คือ เด็กจะทำได้ดีกว่าในจำนวนที่มีขนาดเล็ก และในปัญหาที่มีจำนวนเท่ากัน ผลจากการทดลองที่ได้นั้นบอกได้ว่า เด็กอายุ 3 และ 4 ปี มีความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์กันของจำนวนและเข้าใจเรื่องความสมนัยหนึ่งต่อหนึ่ง แต่เมื่อมาพิจารณารูปแบบการกระทำของเด็ก พบว่าเด็กเล็กๆ ส่วนใหญ่จะไม่ใช้การนับเพื่อสร้างข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนในงานควบคุมจำนวน

Sophian (1988b) ได้ทำการทดลองเพื่อที่จะดูข้อจำกัดของเด็กเกี่ยวกับความเข้าใจในเรื่องของการนับ โดยให้เด็กอายุ 3 ปี(อายุเฉลี่ย 3ปี 6 เดือน) และเด็กอายุ 4 ปี (อายุเฉลี่ย 4ปี 7 เดือน) ตัดสินความถูกต้องในการนับของตุ๊กตาหุ่นมิกกี้เมาส์ โดยที่บางครั้งหุ่นจะถูกถามว่ามีวัตถุทั้งหมดอยู่เท่าไร(how-many task)โดยการบอกให้นับ หรือถูกถามเพื่อหาว่าวัตถุที่อยู่ในกลุ่มย่อยนั้นมีความสมนัยกันหรือไม่(compare-set task)โดยการให้นับ และหุ่นจะมีการนับ 2 แบบ คือ คือ <u>แบบที่1</u> หุ่นจะ

นับจำนวนทั้งหมดของสัตว์ชนิดนั้น(counting all) แบบที่2 หุ่นจะนับวัตถุ 2 กลุ่มย่อยแยกกัน โดยที่เมื่อนับวัตถุในกลุ่มแรกครบก็จะเริ่มนับ 1 ใหม่ในวัตถุกลุ่มที่ 2 (counting subset)



(counting all) (counting subset)

ในการทดลองนั้นจะใช้อุปกรณ์เป็นสัตว์พลาสติก 2 ชุด ชุดแรกเป็น วัว 6 ตัวและลูกวัว 6 ตัว ชุดที่ 2 เป็น ม้า 6 ตัวและลูกม้า 6 ตัว โดยเริ่มจากที่ผู้วิจัยจะวางม้าตัวใหญ่และลูกม้าอย่างละ 2 ตัวบนโต๊ะ แล้วถามเด็กว่า "หนูลองชี้ให้ดูซิว่าตัวไหนเป็นม้าตัวใหญ่ และตัวไหนเป็นลูกม้า" แล้วบอกเด็กว่าม้าตัวใหญ่จะมีลูกม้าเป็นของตัวมันเอง แล้วนำม้าทั้งหมดวางในกล่อง (สำหรับวัวและลูกวัว กระทำโดยวิธีการเดียวกัน) ต่อจากนั้นผู้วิจัยนำลูกม้าไปซ่อนไว้ในจานที่ใส่ถั่วแดงหรือถั่วดำ แล้วให้มิกกี้เมาส์ชี้ไปที่จานที่เอาลูกม้าไปซ่อนและถามเด็กว่าลูกม้าอยู่ในจานนี้ใช่หรือไม่ แล้วให้มิกกี้เมาส์เอามือเขี่ยเมล็ดถั่วออกจนเห็นลูกม้า ผู้วิจัยบอกเด็กว่า ผู้วิจัยกำลังจะถามปัญหาบางอย่างกับมิกกี้เมาส์ ในบางครั้งมิกกี้เมาส์จะมีวิธีการที่ถูกต้องในการค้นหาคำตอบ แต่บางครั้งมิกกี้เมาส์ก็จะใช้วิธีการหาคำตอบที่ไม่ถูกต้อง เพราะฉะนั้นเด็กๆ ต้องคอยดูมิกกี้เมาส์อย่างใกล้ชิด เมื่อเห็นมิกกี้เมาส์ใช้วิธีการที่ถูกต้องหรือไม่ถูกต้องเด็กๆ ต้องรีบบอกผู้วิจัย แล้วผู้วิจัยก็นำทั้งม้าและลูกม้ามาวางเรียงเป็น 2 แถวขนานกัน ในคำถามแบบ how-many problem ผู้วิจัยจะบอกกับมิกกี้เมาส์ ว่า "นี่คือพวกม้าตัวใหญ่ และนี่คือพวกลูกม้า รวมทั้งหมดจะมีม้ากี่ตัว ? เธอลองนับซิแล้วเธอจะบอกฉันได้" ใน compare-set problem ผู้วิจัยจะพูดว่า "นี่คือม้าตัวใหญ่ และนี่คือลูกม้า ม้าตัวใหญ่ทุกๆ ตัวมันจะมีลูกม้าเป็นของมันเองได้หรือไม่? เธอลองนับมันซิแล้วเธอจะตอบฉันได้" ต่อจากนั้นมิกกี้เมาส์ก็จะเริ่มนับโดยการนับแบบ counting all หรือ counting subset (ดังภาพข้างบน) หุ่นจะทำการนับโดยที่สัมผัสกับม้าตัวใหญ่และลูกม้าทีละตัว เมื่อนับเสร็จมิกกี้เมาส์จะบอกตัวเลขที่นับสัตว์ตัวสุดท้าย แล้วผู้วิจัยจะถามเด็กต่อไปว่า "มิกกี้เมาส์ทำอย่างนี้เป็นการหาคำตอบที่ถูกต้องหรือไม่" แล้วบันทึกคำตอบของเด็กโดยไม่มีการเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง

จากการทดลองนี้ได้ผลออกมาว่าเด็กสามารถจะตัดสินได้ว่ามิกกี้เมาส์แสดงการนับเพื่อหาคำตอบได้ถูกต้องหรือไม่จากการที่มิกกี้เมาส์ถูกถามเพื่อให้นับจำนวนของสัตว์ทั้งหมดมากกว่าเมื่อถูกถามนับเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มย่อย และเด็ก 3 ขวบจะตัดสินได้ถูกต้องมากกว่าเมื่อมิกกี้เมาส์แสดงการนับที่ถูกต้อง จากผลที่ได้เป็นการสนับสนุนความคิดที่ว่าเด็กเล็กยังมีข้อจำกัดในการนับเพื่อเปรียบเทียบกลุ่ม คือเมื่อถูกถามถึงวัตถุทั้งหมดเด็กจะมีการตัดสินได้อย่างถูกต้องแต่เมื่อ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มีการถามให้นับเพื่อเปรียบเทียบกลุ่ม เด็กส่วนใหญ่จะไม่ทราบ เด็กจะตัดสินโดยใช้การเดาและตอบไม่ถูกเป็นส่วนมาก ดังนั้นการค้นพบนี้จึงกล่าวได้ว่าเด็กก่อนวัยเรียนยังไม่เข้าใจในเรื่องที่ว่าจะมีวิธีการนับอย่างไรจึงจะสามารถใช้ในการเปรียบเทียบกลุ่มได้

Sophain (1995) ได้ทำการศึกษาเพื่อที่จะแสดงให้เห็นถึงการแสดงออกและการให้เหตุผลในพัฒนาการเบื้องต้นทางจำนวน ที่เกี่ยวข้องกับการนับ การอนุรักษ์จำนวนและการเปรียบเทียบสิ่งของ 2 ชุด งานวิจัยนี้จะเป็นการทดสอบพัฒนาการที่มีความสัมพันธ์กันระหว่างการนับ ความสามารถในการอนุรักษ์จำนวน และความสามารถในการเปรียบเทียบสิ่งของ 2 กลุ่ม ซึ่งทำการทดลองกับเด็กอายุ 3 ปี 22 คน 5 ปี 20 คน และ 6 ปี 15 คน เป็นเด็กชายและเด็กหญิงจำนวนเท่าๆ กันในแต่ละกลุ่ม อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเป็น วัตถุ 4 ชนิดคือ ปลาพลาสติกสีชมพู ปลาพลาสติกสีฟ้า กระดุมสีเหลือง และหมีพลาสติกสีฟ้า กำหนดให้ปลาสีชมพูและกระดุมเป็นกลุ่มสิ่งของที่ถูกทำให้เปลี่ยนความยาวของแถว โดยนำปลาพลาสติกสีชมพูและกระดุมสีเหลือง ไปติดไว้บนเส้นยางที่ยืดหยุ่นได้จำนวนทั้งหมด 8 เส้น โดยที่ยางแต่ละเส้นจะมีปลาสีชมพูจำนวนเส้นละ 3 , 5, 11 และ13 ตัว และกระดุมจำนวน 3 , 5, 11 และ13 เม็ด ติดอยู่ สำหรับปลาสีฟ้าและหมีสีฟ้าจะถูกกำหนดให้เป็นกลุ่มสิ่งของที่มีความยาวของแถวคงที่ โดยนำปลาสีฟ้าและหมีสีฟ้าไปติดไว้บนริบบิ้น 4 เส้น โดยที่แต่ละเส้นจะมีปลาสีฟ้าติดอยู่จำนวน 4 ตัวและ 12 ตัว มีหมีสีฟ้าติดอยู่ 4 ตัว และ 12 ตัว ในการทดลองนี้จะมีกระดานไม้ที่ตอกตะปูในตำแหน่งที่ผู้วิจัยกำหนดไว้เพื่อยึดเส้นยางและริบบิ้นไว้

ในกระบวนการทดลองเด็กแต่ละคนจะได้รับปัญหาการอนุรักษ์ (conservation problems) 8 ข้อ และปัญหาการแทนที่ (substitution problems) 8 ข้อ ในการดำเนินการทดสอบในแต่ละปัญหา ผู้วิจัยจะวางเส้นยางกับริบบิ้นคู่กันโดยยึดไว้กับตะปูบนแผ่นกระดานที่เตรียมไว้ โดยเส้นยางอาจจะถูกยืดอย่างเต็มที่หรือทำให้อยู่ในสภาพปกติ ซึ่งบางครั้งเส้นยางอาจจะสั้นหรือยาวกว่าริบบิ้น แล้วผู้วิจัยถามเด็กว่า "นี่คือกลุ่มของกระดุม และนี่คือกลุ่มของปลาสีฟ้า หนูคิดว่ากลุ่มไหนมีสิ่งของมากกว่ากัน" โดยที่เด็กจะไม่ได้รับคำแนะนำใดๆ จากผู้วิจัย และหลังจากที่เด็กตอบ ผู้วิจัยจะให้เด็กสังเกตดูที่เส้นยาง แต่จะไม่บอกคำตอบที่ถูกต้องแก่เด็ก

การทดสอบในปัญหาการอนุรักษ์ (conservation problems) ผู้วิจัยจะดึงเส้นยางออก แล้วย้ายไปยึดที่ตะปูตัวใหม่ซึ่งอยู่อีกด้านหนึ่งของริบบิ้น โดยเส้นยางจะถูกทำให้เปลี่ยนความยาวไป เช่น จากที่ยืดอย่างเต็มที่ในตำแหน่งเดิม พอย้ายมาตำแหน่งใหม่ทำให้ความยาวของเส้นยางกลับสู่สภาพปกติ แล้วถามเด็กว่ากลุ่มไหนมีสิ่งของมากกว่ากัน

การทดสอบในปัญหาการแทนที่ (substitution problems) ผู้วิจัยจะดึงเส้นยางออกจากกระดาน และนำเส้นยางเส้นใหม่ซึ่งมีวัตถุต่างกันมาขึดไว้ที่ตำแหน่งเดิม เช่น เปลี่ยนจากเส้นยางที่มีกระดุม เป็นเส้นยางที่มีปลาสีชมพู จะแบ่งออกเป็น ปัญหาที่ใช้วัตถุที่มีจำนวนเท่ากัน 4 ข้อ (เปลี่ยนเส้นยางที่มีกระดุม 11 เม็ด เป็น เส้นยางที่มีปลาสีชมพู 11 ตัว) และปัญหาที่มีจำนวนวัตถุไม่เท่ากัน 4 ข้อ (เปลี่ยนเส้นยางที่มีกระดุม 11 เม็ด เป็น เส้นยางที่มีปลาสีชมพู 13 ตัว) หลังจากนั้นผู้วิจัยถามเด็กว่า กลุ่มไหนมีจำนวนสิ่งของมากกว่ากัน

ผลการวิจัยพบว่า เด็กอายุ 6 ปี สามารถตอบได้ถูกต้องในปัญหาที่เป็นการอนุรักษ์ได้มากกว่าปัญหาการแทนที่ นั่นย่อมแสดงว่าเด็กอายุ 6 ปี เข้าใจในเรื่องการอนุรักษ์เป็นอย่างดี เด็กอายุ 3 ปี และ 5 ปี จะตอบถูกในปัญหาการนับมากกว่า และในเด็กเล็กจะทำได้ดีในกลุ่มของจำนวนที่มีค่าน้อย เด็กอายุ 6 ปีเลือกที่จะใช้การนับในทุกๆ ปัญหามากกว่าเด็กที่มีอายุน้อยกว่า และเด็กอายุ 3 ปี และ 5 ปี จะใช้การนับเพื่อการตัดสินว่ากลุ่มใดมีสิ่งของมากกว่ากันในปัญหาการนับมากกว่าปัญหาการอนุรักษ์

Sophian, Wood, & Vong. (1995) ได้ทำการทดสอบความสามารถของเด็กในการอนุมานจำนวน โดยใช้เด็กอายุ 3 ปี และ 4 ปี ใน 2 เงื่อนไข คือจากการที่ผู้วิจัยบอกจำนวนแก่เด็กโดยตรง (เงื่อนไขการบอกโดยตรง หรือ ผู้วิจัยบอกให้เด็กนับวัตถุ(เงื่อนไขการนับ) เพื่อเป็นข้อมูลในการสร้างการอนุมานไปยังวัตถุอีกกลุ่มหนึ่ง การทดสอบเริ่มด้วยการที่ผู้วิจัยเล่าเรื่องราวเกี่ยวกับการจัดงานปาร์ตี้ของพวกสัตว์ และมีสัตว์ชนิดต่างๆไปร่วมงาน คือ กบ กระต่าย เป็ด และเต่า แล้วผู้วิจัยได้สร้างให้เด็กเข้าใจในความสมนัยแบบหนึ่งต่อหนึ่งระหว่าง กบ กับเรือ โดยการบอกว่ากบจะต้องไปงานปาร์ตี้ด้วยเรือเสมอ และกบแต่ละตัวจะมีเรือเป็นของมันเอง ต่อจากนั้นผู้วิจัยจะนำสัตว์เข้าไปในกล่องปาร์ตี้ โดยจะทิ้งเรือไว้ด้านนอกเพื่อให้เด็กเห็น แล้วผู้วิจัย จะบอกกับเด็กว่า "หนูนับซิว่ามีเรือจอดอยู่กี่ลำ" ในเงื่อนไขการนับ หรือผู้วิจัยจะบอกกับเด็ก "มีเรือจอดอยู่ตรงนี้ 3 ลำ" ในเงื่อนไขการบอกโดยตรง แล้วถามคำถามให้เด็กอนุมานว่า "ในกล่องนี้มีกบกี่ตัว" ผลการวิจัยในเรื่องนี้พบว่าไม่มีความแตกต่างในความสามารถในการอนุมานของเด็กไม่ว่าเด็กจะได้ข้อมูลที่มาจากการนับหรือการที่ผู้วิจัยบอกโดยตรง เป็นการยืนยันถึงความสามารถของเด็กในการอนุมานได้เป็นอย่างดี ถ้าเด็กมีข้อมูลของจำนวนเด็กก็สามารถที่จะใช้ข้อมูลนั้นในการอนุมานถึงสิ่งของอีกชุดหนึ่งที่มีความสมนัยกันได้ การวิจัยในเรื่องนี้เป็นข้อยืนยันได้ว่าเด็กไม่ได้ขาดความสามารถในการนับเพื่อเปรียบเทียบกลุ่ม เพราะว่าเมื่อถูกบอกให้นับ เด็กก็สามารถที่จะนับเพื่อสร้างข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการอนุมานได้

จากงานวิจัยข้างต้นจะเห็นว่าเด็กช่วงอายุ 3-5 ปี มีความรู้เกี่ยวกับการนับ รู้ถึงกฎความสมนัยระหว่างคำที่ออกเสียงนับกับของที่ถูกนับ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยในความถูกต้องของการนับทั้งที่เป็นการนับด้วยตนเองและการสังเกตการนับของผู้อื่นว่าถูกหรือไม่ แต่ก็ยังมีความขัดแย้งกันในเรื่องของความสามารถในการนับเพื่อเปรียบเทียบกลุ่มของเด็กจากงานวิจัยก่อนหน้านี้ ที่พบว่าเด็กเล็กๆขาดความสามารถในการนับเพื่อเปรียบเทียบกลุ่ม เมื่อพิจารณาแล้วจะพบว่าสิ่งที่พบนั้นจะมาจากงานวิจัยที่เด็กไม่ได้รับการบอกให้นับโดยตรง เด็กจึงอาจจะไม่รู้ว่าเขาจะต้องนับ ซึ่งไม่ได้เกิดจากการที่เด็กขาดความสามารถในการเปรียบเทียบ จากจุดนี้ ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาว่าถ้าจะทดสอบความสามารถในการอนุมานจำนวนโดยบอกให้เด็กนับวัตถุที่มองเห็นโดยตรง กับการที่เน้นให้เด็กสนใจวัตถุแต่ละชิ้นด้วยตนเองนั้นจะทำให้เด็กอนุมานจำนวนได้แตกต่างกันหรือไม่ เมื่อพิจารณาตามสมมติฐานในเรื่องของการขาดประสิทธิภาพในการผลิต(Production Deficiency) จะสามารถคาดเดาได้ว่า เด็กที่ได้รับการบอกให้นับโดยตรงจะมีความสามารถในการอนุมานจำนวนได้ดีกว่า โดยเฉพาะในเด็กเล็กๆ และนอกจากนี้ผู้วิจัยยังคาดหวังว่าเด็กที่ได้รับการทดสอบในเงื่อนไขการนับก่อนเมื่อมาเข้ารับการทดสอบในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งของวัตถุในช่วงหลัง จะสามารถอนุมานจำนวนได้ดีขึ้น เพราะว่าเด็กมีประสบการณ์ในการอนุมานจากการนับในช่วงแรกมาแล้ว ถึงแม้ว่าเงื่อนไขการนับที่เด็กได้รับในช่วงแรกนั้นจะไม่ได้เป็นการสอนโดยตรงว่าถ้าเขานับวัตถุที่มองเห็นทำให้เขาสามารถใช้จำนวนที่นับได้ในการอนุมานจำนวนของวัตถุที่มองไม่เห็นได้ เมื่อเด็กได้รับการทดสอบในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง เด็กจึงใช้การนับวัตถุที่มองเห็นในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งด้วยตนเอง ถึงแม้ว่าผู้วิจัยจะไม่ได้บอกให้เด็กนับก็ตาม ในการทดลองนี้ผู้วิจัยจะนำสัตว์ชนิดอื่นๆ เข้ามาประกอบในการทดลอง เพื่อเป็นการเพิ่มความน่าสนใจในเรื่องราวที่นำเสนอต่อเด็ก และเด็กแต่ละคนจะได้รับการถามถึงสัตว์ที่สัมพันธ์กับวัตถุ 12 คำถามในแต่ละเงื่อนไข เพื่อเป็นการตรวจสอบความเข้าใจความสามารถในการอนุมานจำนวนของเด็ก

<u>วัตถุประสงค์ในการวิจัย</u>

เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการอนุมานจำนวนจากความสมนัยหนึ่งต่อหนึ่งในเงื่อนไขการนับและเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง ของเด็กไทยอายุ 3 – 5 ปี

สมมติฐานในการวิจัย

1. เด็กในแต่ละระดับอายุจะมีคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการนับครั้งแรกสูงกว่าในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งครั้งแรก

2. เด็กที่ได้รับการทดสอบในเงื่อนไขการนับ-การย้ายตำแหน่ง จะมีคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งสูงกว่าคะแนนการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งของเด็กที่ได้รับการทดสอบในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง-การนับ

คำจำกัดความในการวิจัย

1. ความสามารถในการอนุมานจำนวน หมายถึง ความสามารถของเด็กวัยก่อนเข้าเรียนในการเปรียบเทียบจำนวนวัตถุ 2 กลุ่มที่มีความสมนัยหนึ่งต่อหนึ่ง โดยที่สามารถใช้ข้อมูลจำนวนของสิ่งของชุดแรกเป็นพื้นฐานในการบอกจำนวนของสิ่งของอีกชุดหนึ่งได้

2. ความสมนัยหนึ่งต่อหนึ่ง(One-to-one Correspondence) หมายถึง วัตถุ 2 ชุดใดๆ ที่มีค่าของจำนวนเท่ากัน

3. เงื่อนไขการนับ หมายถึง การที่ผู้วิจัยบอกให้เด็กนับวัตถุที่มองเห็นโดยตรงเพื่อสร้างข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนที่จะใช้ในการอนุมาน

4. เงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง หมายถึง การที่ผู้วิจัยให้เด็กสนใจต่อวัตถุโดยตรงเพื่อสร้างข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนที่จะใช้ในการอนุมาน โดยการให้เด็กเคลื่อนย้ายวัตถุทีละชิ้นจากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่ง

5. เงื่อนไขการนับ – การย้ายตำแหน่ง (Count – Move Condition) หมายถึง การที่กลุ่มตัวอย่างได้รับการทดสอบในเงื่อนไขการนับก่อนที่จะได้รับการทดสอบในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง

6. เงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง – การนับ (Move – count Condition) หมายถึง การที่กลุ่มตัวอย่างได้รับการทดสอบในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งก่อนที่จะได้รับการทดสอบในเงื่อนไขการนับ

7. เด็กอายุ 3 ปี หมายถึง เด็กไทยในโรงเรียนอนุบาลเมืองอุทัยธานี จังหวัดอุทัยธานีที่มีอายุ 3 ปี โดยนับจากวันเกิดที่มีอายุครบ 3 ปี ไปจนถึงก่อนวันครบรอบวันเกิดอายุ 4 ปี

เด็กอายุ 4 ปี หมายถึง เด็กไทยในโรงเรียนอนุบาลเมืองอุทัยธานี จังหวัดอุทัยธานีที่มีอายุ 4 ปี โดยนับจากวันเกิดที่มีอายุครบ 4 ปี ไปจนถึงก่อนวันครบรอบวันเกิดอายุ 5 ปี

เด็กอายุ 5 ปี หมายถึง เด็กไทยในโรงเรียนอนุบาลเมืองอุทัยธานี จังหวัดอุทัยธานีที่มีอายุ 5 ปี โดยนับจากวันเกิดที่มีอายุครบ 5 ปี ไปจนถึงก่อนวันครบรอบวันเกิดอายุ 6 ปี

ขอบเขตการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาพัฒนาการความสามารถในการอนุมานจำนวนจากเงื่อนไขการนับและเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง ในเด็กอายุ 3 – 5 ปี และเป็นการเปรียบเทียบว่าเด็กแต่ละระดับอายุมีความสามารถในการอนุมานจำนวนต่างกันหรือไม่

2. กลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กอนุบาลเพศชายและเพศหญิงอายุ 3 – 5 ปี จำนวน 216 คน

3. ตัวแปรในการวิจัย

3.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ได้แก่

3.1.1 อายุ โดยแบ่งเป็น 3 ระดับอายุคือ

- ระดับอายุ 3 ปี
- ระดับอายุ 4 ปี
- ระดับอายุ 5 ปี

3.1.2 เงื่อนไขที่ใช้ในการศึกษา

- เงื่อนไขการนับ
- เงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง

3.1.3 ลำดับการนำเสนอเงื่อนไข

- เงื่อนไขการนับ – การย้ายตำแหน่ง (Count – Move Condition)
- เงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง - การนับ (Move – Count Condition)

3.2 ตัวแปรตาม (Dependent variable) ได้แก่

3.2.1 คะแนนที่ได้จากคำตอบที่ถูกต้องในการอนุมานจำนวน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบความสามารถของเด็กไทยวัยก่อนเข้าโรงเรียนเกี่ยวกับการอนุมานจำนวนและวิธีการที่เหมาะสมในการที่จะประเมินความรู้ความสามารถในการอนุมานจำนวน

2. เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาการด้านความเข้าใจจำนวนของเด็กวัยก่อนเข้าเรียนต่อไป

3.เพื่อเป็นแนวทางสำหรับนักจิตวิทยาพัฒนาการ นักวิชาการ ตลอดจน ผู้ที่เกี่ยวข้องกับเด็กในการที่จะประยุกต์ความรู้ที่ได้เพื่อส่งเสริมพัฒนาการทางปัญญาของเด็กวัยก่อนเข้าเรียน

บทที่ 2

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการอนุมานจำนวนจากความสมนัยหนึ่งต่อหนึ่ง โดยมีการเปรียบเทียบความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการนับและเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งของเด็กใน 3 ระดับอายุ คือ 3 ปี 4 ปี และ 5 ปี

<u>กลุ่มตัวอย่าง</u>

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนในระดับชั้นอนุบาลของโรงเรียนอนุบาลเมืองอุทัยธานี จังหวัดอุทัยธานี ปีการศึกษา 2542 จำนวน 216 คน ดังนี้

ระดับอายุ 3 ปี (อายุเฉลี่ย 3 ปี 6 เดือน) จำนวน 72 คน

ระดับอายุ 4 ปี (อายุเฉลี่ย 4 ปี 5 เดือน) จำนวน 72 คน

ระดับอายุ 5 ปี (อายุเฉลี่ย 5 ปี 5 เดือน) จำนวน 72 คน

โดยแบ่งเป็นเด็กชายและเด็กหญิงจำนวนเท่ากันในแต่ละกลุ่มอายุ

การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างดำเนินการดังนี้

1. สำรวจอายุเด็กในระดับชั้นอนุบาลจากทะเบียนประวัตินักเรียน และคัดเลือกรายชื่อเด็กที่มีอายุ 3 ปี 4 ปี และ 5 ปี แยกตามเพศ

2. จัดกลุ่มตัวอย่างเข้ารับการทดสอบตามกลุ่มประเภทของลำดับการนำเสนอเงื่อนไข อายุ และเพศ ด้วยวิธีการสุ่มแบบง่าย (Simple random sampling) ดังแสดงในตาราง

<u>ตารางที่ 1</u> จำนวนกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามกลุ่มประเภทของลำดับการนำเสนอเงื่อนไข อายุ และเพศ

กลุ่มประเภทของลำดับการนำเสนอเงื่อนไข	3 ปี		4 ปี		5 ปี		รวม
	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	
กลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการนับ – การย้ายตำแหน่ง	18	18	18	18	18	18	108
กลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง – การนับ	18	18	18	18	18	18	108
รวม	72		72		72		216

การออกแบบงานวิจัย

การวิจัยนี้ผู้วิจัยออกแบบให้เป็นการวิจัยแบบเปรียบเทียบความสามารถในการอนุมานจำนวนของเด็กวัยก่อนเข้าโรงเรียน โดยมีตัวแปรอิสระ 3 ตัวคือ 1) ระดับอายุ (3 ปี 4 ปี และ 5 ปี) 2) ประเภทของเงื่อนไข (เงื่อนไขการนับและเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง) 3) ลำดับของการได้รับการนำเสนอเงื่อนไข (ได้รับเงื่อนไขการนับ - การย้ายตำแหน่ง หรือ ได้รับเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง - การนับ) โดยจะแบ่งเด็กแต่ละระดับอายุเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการนับ – การย้ายตำแหน่ง และกลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง - การนับ และเด็กแต่ละคนจะได้รับการทดสอบทั้งในเงื่อนไขการนับและเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง

ตารางที่ 2 การออกแบบงานวิจัยเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการอนุมานจำนวน

อายุ / ลำดับการได้รับการนำเสนอเงื่อนไข	3 ปี	4 ปี	5 ปี	รวม
กลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการนับ - การย้ายตำแหน่ง	36	36	36	108
กลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง - การนับ	36	36	36	108
รวม	72	72	72	216

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการอนุมานจำนวน ประกอบไปด้วยตุ๊กตาสัตว์ความสูงประมาณ 2.5 นิ้ว ทั้งหมด 8 ชนิด ชนิดละ 6 ตัว โดยแบ่งเป็นสัตว์ที่สัมพันธ์กับวัตถุที่มองเห็นซึ่งเป็นสัตว์เป้าหมายที่ใช้ในการถามจำนวน 2 ชนิดได้แก่ หนอนและเต่า และสัตว์ที่ใช้ประกอบในการเล่าเรื่อง 6 ชนิด ได้แก่ สุนัข ลิง กระต่าย กบ จระเข้ ปลา วัตถุที่มองเห็น 2 ชนิด คือรถของเล่นและเครื่องบินของเล่น อย่างละ 6 คัน บ้านปาร์ตี้ ขนาดกว้าง 9 นิ้ว ยาว 9 นิ้ว สูง 10 นิ้ว จำนวน2 หลัง โดยแบ่งอุปกรณ์ออกเป็นสองชุด ดังนี้

ตารางที่ 3 อุปกรณ์ในการทดสอบความสามารถในการอนุมานจำนวน

อุปกรณ์	วัตถุที่มองเห็น	สัตว์ที่สัมพันธ์กับวัตถุที่มองเห็น(สัตว์เป้าหมาย)	สัตว์ที่ใช้ประกอบการเล่าเรื่อง	อุปกรณ์ประกอบ
ชุดที่ 1	รถ	หนอน	สุนัข กิ้ง กระต่าย	บ้านปาร์ตี้สีชมพู
ชุดที่ 2	เครื่องบิน	เต่า	กบ จระเข้ ปลา	บ้านปาร์ตี้สีส้ม

เด็กแต่ละคนจะถูกทดสอบทั้งในเงื่อนไขการนับและเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง และจะได้รับอุปกรณ์ที่แตกต่างกันในแต่ละเงื่อนไข อุปกรณ์ทั้ง 2 ชุดจะได้รับการสลับให้เกิดความสมดุล (Counterbalance) ตามเงื่อนไข โดยที่เด็กจำนวนครึ่งหนึ่ง (18 คน) จะได้รับอุปกรณ์ชุดที่ 1 ในการทดสอบเงื่อนไขแรก และได้รับอุปกรณ์ชุดที่ 2 ในการทดสอบในเงื่อนไขหลัง และอีกครึ่งหนึ่ง(18 คน) จะได้รับอุปกรณ์ชุดที่ 2 ในการทดสอบเงื่อนไขแรก และได้รับอุปกรณ์ชุดที่ 1 ในการทดสอบในเงื่อนไขหลัง ดังตาราง

ตารางที่ 4 การสลับชุดของอุปกรณ์ให้เกิดความสมดุลตามแต่ละเงื่อนไข

	เงื่อนไขการนับ	เงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง	จำนวน (คน)
กลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการนับ - การย้ายตำแหน่ง	อุปกรณ์ชุดที่ 1	อุปกรณ์ชุดที่ 2	18
	อุปกรณ์ชุดที่ 2	อุปกรณ์ชุดที่ 1	18
กลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง - การนับ	อุปกรณ์ชุดที่ 1	อุปกรณ์ชุดที่ 2	18
	อุปกรณ์ชุดที่ 2	อุปกรณ์ชุดที่ 1	18

ในแต่ละเงื่อนไขจะมีจำนวนสัตว์ที่สัมพันธ์กับวัตถุที่มองเห็นที่ใช้เป็นสัตว์เป้าหมายในการทดสอบทั้งหมด 4 จำนวน คือ 2 3 5 และ 6 ในแต่ละเงื่อนไขเด็กแต่ละคนจะได้รับการทดสอบ 12 ครั้ง โดยที่ผู้วิจัยจะถามถึงจำนวนของสัตว์ที่สัมพันธ์กับวัตถุที่มองเห็นจำนวนละ 3 ครั้ง และผู้วิจัยใช้การสุ่มอย่างง่ายเพื่อกำหนดจำนวนของสัตว์เป้าหมายในแต่ละครั้งของการทดสอบ ดังตาราง

ตารางที่ 5 การสุ่มอย่างง่ายเพื่อกำหนดชุดของจำนวน

ชุดที่	จำนวนสิ่งเร้า (สัตว์ที่สัมพันธ์กับวัตถุที่มองเห็น)
1	6
2	3
3	3
4	5
5	3
6	5
7	2
8	6
9	5
10	6
11	2
12	2

เพื่อให้เกิดความสมดุลในการนำเสนอคู่จำนวนของสัตว์ในเด็กแต่ละคน ผู้วิจัยได้ใช้การสลับเพื่อให้เกิดความสมดุล (Counterbalance)ตามตารางที่ได้เสนอในภาคผนวก ง

ในแต่ละช่วงเวลาการทดสอบของเด็กแต่ละคนจะแบ่งออกเป็น 2 ระยะ โดยที่จะทดสอบในการทดสอบลำดับที่ 1- 6 แล้วหยุดพักเพื่อที่จะสนทนาในเรื่องทั่วๆ ไปกับเด็กและให้เด็กเล่นของเล่นประมาณ 3 นาที แล้วเริ่มทำการทดสอบในลำดับที่ 7 – 12 ต่อไป

2. สถานการณ์ที่ในการทดสอบความสามารถในการอนุมานจำนวน ผู้วิจัยได้ดัดแปลงเนื้อเรื่องจากการทดลองของ Sophian, Wood, & Vong (1995) โดยทำการทดสอบใน 2 เงื่อนไข ดังนี้

1. เงื่อนไขการนับ
2. เงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง

การทดสอบนี้ทำเป็นรายบุคคล ก่อนการทดสอบผู้วิจัยจะเริ่มพูดว่า "วันนี้เราจะมาฟังเรื่องสนุกๆ และเล่นเกมทายปัญหากัน" หลังจากนั้นผู้วิจัยเริ่มเล่าเรื่องราวของสัตว์ต่างๆ ที่ไปงานปาร์ตี้

ผู้วิจัยทำการทดสอบเด็กโดยให้เด็กตอบคำถามว่ามีสัตว์ที่สัมพันธ์กับวัตถุที่มองเห็นอยู่ในบ้านปาร์ตี้กี่ตัว

สถานการณ์ในเงื่อนไขการนับ

ผู้วิจัยชี้ให้เด็กดูบ้านปาร์ตี้แล้วพูดว่า "น้อง X (เรียกชื่อเด็ก) ชอบบ้านหลังนี้ไหม น้อง Xรู้หรือเปล่าว่าบ้านหลังนี้กำลังจะมีงานปาร์ตี้ แต่งานปาร์ตี้นี้เป็นงานปาร์ตี้ของพวกสัตว์ต่างๆ ก็จะมีสัตว์เยอะแยะมาร่วมในงานนี้ เรามาดูกันว่ามีตัวอะไรมางานปาร์ตี้บ้าง" (สมมุติว่าเป็นสัตว์ในอุปกรณ์ชุดที่ 1) ผู้วิจัยหยิบตุ๊กตากระต่าย สุนัข ลิง หนอน ออกมาวางตรงหน้าเด็กอย่างละตัว แล้วพูดว่า "เจ้าสัตว์พวกนี้ก็นัดกันว่าจะไปงานปาร์ตี้ที่บ้านหลังนี้" (ชี้ไปที่บ้าน) "เจ้ากระต่ายมันก็กระโดดไปงานปาร์ตี้" (จับกระต่ายทำท่ากระโดดแล้วเข้าไปในประตูบ้านปาร์ตี้) "เจ้าสุนัขก็วิ่งไปงานปาร์ตี้" (จับตุ๊กตาสุนัขวิ่งเข้าไปในบ้านปาร์ตี้) "เจ้าลิงมันโหนกิ่งไม้ไปงานปาร์ตี้" (จับตุ๊กตาลิงทำท่าโหนกิ่งไม้เข้าไปในบ้านปาร์ตี้) แล้วผู้วิจัยก็มาจับหนอนพร้อมกับพูดว่า "เจ้าหนอนนี่แย่กว่าเพื่อนเพราะว่า มันเดินช้า เวลามันจะไปไหนมันก็ต้องคลานตัวมเตี้ยม ถ้าเป็นอย่างนี้กว่าเจ้าหนอนจะไปถึงงานปาร์ตี้ขนมก็คงจะหมด หรือเพื่อนๆ อาจจะกลับบ้านกันไปหมดแล้ว ดังนั้นเจ้าหนอนมันเลยต้องขับรถไปงานปาร์ตี้" (หยิบรถออกมาวางแล้วเอาหนอนขึ้นวางบนรถ) "เจ้าหนอนทุกตัวมันจะมีรถเป็นของมันเอง และมันจะต้องขับรถไปงานปาร์ตี้เสมอ มันจะขับรถไปที่งานปาร์ตี้ แล้วจอดรถไว้ตรงนี้"(จับรถที่มีหนอนอยู่ไปที่หน้าบ้านปาร์ตี้) "แล้วตัวมันก็จะเดินเข้าไปในบ้านปาร์ตี้" (แล้วเอาหนอนเข้าบ้านปาร์ตี้ โดยจอดรถไว้ด้านหน้าของบ้านปาร์ตี้) ผู้วิจัยหยิบสัตว์ทุกตัวออกมาจากบ้านปาร์ตี้ วางสัตว์ให้หันหน้าเข้าหากัน (หนอนอยู่บนรถ) ทำเป็นสัตว์กำลังสนทนากันว่า "จัดงานปาร์ตี้แล้วมีสัตว์มาร่วมงานแค่นี้ไม่สนุกเท่าไร ควรจะไปชวนสัตว์ตัวอื่นๆ มาร่วมงาน โดยที่กระต่ายจะไปชวนพวกกระต่าย ลิงจะไปชวนพวกลิง สุนัขจะไปชวนพวกสุนัข หนอนจะไปชวนพวกหนอนขับรถมางานปาร์ตี้กัน" ผู้วิจัยบอกกับเด็กว่า "เจ้าสัตว์พวกนี้กำลังจะไปงานปาร์ตี้กันใหม่แล้ว แต่มันไม่อยากไปให้น้อง X เห็น เพราะว่ามันอาย มันเลยให้พี่เอาฉากนี่มากั้นไม่ให้น้อง X เห็นตอนมันไปงานปาร์ตี้กัน น้อง X ห้ามแอบดู ถ้าแอบดูพวกสัตว์จะไม่ยอมไปงานปาร์ตี้กัน" ผู้วิจัยนำฉากมากั้นไม่ให้เด็กเห็นขณะที่นำสัตว์เข้าไปในบ้าน ผู้วิจัยนำสัตว์ต่างๆ ใส่เข้าไปในบ้านตามจำนวนที่กำหนดไว้ตามตารางการปรับเพื่อให้เกิดความสมดุลในเด็กแต่ละคน และจอดรถไว้หน้าบ้านจำนวนเท่ากับหนอนที่อยู่ข้างใน และเหลือหนอนวางอยู่บนรถ 1 ตัว ซึ่งเป็นสัตว์เป้าหมายที่จะถาม วางไว้นอกบ้านและอยู่ใกล้ๆ กับเด็ก ผู้วิจัยเปิดฉากออก แล้วบอกกับเด็กว่า "พวกสัตว์ก็เข้าไปในบ้านปาร์ตี้กันหมดแล้ว ตอนนี้กำลังสนุกกันใหญ่ แต่เจ้าหนอนตัวนี้มัวแต่หลงทาง (มัวไปซื้อขนม ซื้อของขวัญ ตื่นสาย ฯลฯ) เลยยังไม่ได้เข้าไปในงาน น้อง X ช่วยพาเจ้าหนอนตัวนี้เข้าไปงานปาร์ตี้ที" เมื่อเด็กนำสัตว์เข้าไปในบ้านแล้ว ผู้วิจัยถามเด็กว่า " จำได้ไหมว่ามีสัตว์อะไร

อยู่ในบ้านปาร์ตี้บ้าง" เมื่อเด็กตอบแล้วถามต่อว่า "แล้วตัวอะไรที่มันต้องขับรถมางานปาร์ตี้" (เด็กตอบ) "ถ้าไม่มีรถเจ้าหนอนจะมางานได้ไหม" แล้วพูดว่า "เจ้าหนอนทุกตัวมันจะมีรถเป็นของมันเอง และมันจะต้องขับรถมางานปาร์ตี้เสมอ"

ผู้วิจัยบอกให้เด็กนับรถที่จอดอยู่หน้าบ้านปาร์ตี้โดยพูดว่า "หนูนับซิว่ามีรถจอดอยู่กี่คัน" เมื่อเด็กนับรถแล้วจึงถามเด็กว่า "หนูบอกซิว่าในบ้านปาร์ตี้หลังนี้มีเจ้าหนอนอยู่กี่ตัว" ถ้าเด็กตอบจำนวนได้ถูกต้องจะได้ 1 คะแนน หลังจากเด็กตอบแล้วผู้วิจัยบอกเด็กว่าตอนนี้งานปาร์ตี้เลิกแล้ว สัตว์ต่างๆจึงพากันกลับแล้วนำสัตว์ออกมาเก็บไว้ในกล่องที่วางใกล้ๆผู้วิจัย แล้วให้เด็กดูในบ้านปาร์ตี้ว่ายังมีสัตว์อยู่อีกหรือไม่ แล้วบอกกับเด็กว่า "เรามาเล่นทายปัญหากันต่อดีกว่า ว่าต่อไปจะมีสัตว์มางานปาร์ตี้ชนิดละกี่ตัว แต่ตามกติกาต้องเอาฉากปิดไว้ก่อนเพื่อไม่ให้น้อง X เห็น" ผู้วิจัยเอาฉากมาปิดไว้แล้วดำเนินการทดลองเหมือนกับที่อธิบายมาข้างต้นไปจนครบ 12 ครั้ง ตามตารางการปรับเพื่อให้เกิดความสมดุลสำหรับเด็กแต่ละคน

<u>สถานการณ์ในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง</u>

มีวิธีการดำเนินเรื่องราวเหมือนกับในสถานการณ์การนับ เพียงแต่ในตอนที่บอกให้เด็กนับรถ ผู้วิจัยจะบอกให้เด็กย้ายตำแหน่งของรถที่จอดอยู่หน้าบ้านปาร์ตี้ ไปจอดที่ด้านข้างของบ้านปาร์ตี้ในด้านที่เด็กถนัดและมองเห็นได้ชัดเจน แต่ในการย้ายตำแหน่งนั้นเด็กจะต้องย้ายรถไปไว้ในตำแหน่งใหม่ทีละคัน โดยผู้วิจัยพูดว่า "น้อง X เห็นไหมว่า รถพวกนี้มันจอดขวางทางอยู่ น้อง X ช่วยย้ายรถพวกนี้ไปจอดไว้ข้างๆ บ้านปาร์ตี้ดีไหม แต่ว่าน้อง X ต้องย้ายไปที่ละคันนะคะ" แล้วดำเนินการต่อเช่นเดียวกับในเงื่อนไขการนับ

สำหรับการทดลองในอุปกรณ์ชุดที่ 2 จะมีวิธีการเหมือนการทดลองที่ใช้อุปกรณ์ชุดที่ 1 ทุกประการ เพียงแต่เปลี่ยนตุ๊กตาสัตว์เป็น เต่า กบ จระเข้ ปลา โดยที่ เจ้ากบกระโดดไปงานปาร์ตี้ ปลาว่ายน้ำไป จระเข้ดำน้ำไปงานปาร์ตี้ เต่าคลานช้าจึงต้องขับเครื่องบินไปงานปาร์ตี้ เต่าทุกตัวจะมีเครื่องบินเป็นของตัวเอง และจะต้องขับเครื่องบินไปงานปาร์ตี้เสมอ

เด็กแต่ละคนถูกทดสอบทั้งสองเงื่อนไข คือ เงื่อนไขการนับและเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง โดยมีลำดับการเสนอเงื่อนไข(ตามตารางที่ 6) และลำดับการเสนอชุดของจำนวนตามตารางการปรับเพื่อให้เกิดความสมดุล (ตามตารางในภาคผนวก ง)

คุณภาพของเครื่องมือ

1. ทำการทดสอบความเที่ยงของเครื่องมือ (Reliability) ที่ใช้ในการวิจัย โดยนำไปทำการทดสอบกับนักเรียนชั้นอนุบาลที่มีอายุ 3-5 ปี ระดับอายุละ 20 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการนับ 10 คนและกลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง 10 คน จำนวนทั้งหมด 60 คน ด้วยวิธีการทดสอบซ้ำ (Test-retest method) โดยใช้ระยะเวลาห่างกัน 1 สัปดาห์ ทำการทดสอบซ้ำอีกครั้งด้วยวิธีการเช่นเดียวกับครั้งแรก แล้วนำคะแนนระหว่างการทดสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 มาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์(Pearson's Product Moment Correlation Coefficient) (Glass, & Hopkins, 1984) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 7.51 for windows เพื่อหาค่าความเที่ยงของคะแนน ดังนี้

1.ค่าความเที่ยงของคะแนนการตอบในเงื่อนไขการนับ

2.ค่าความเที่ยงของคะแนนการตอบในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง

ผลการทดสอบพบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของคะแนนคำตอบในเงื่อนไขการนับเป็น 0.910 และ ในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งเป็น 0.915

2. ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือด้วยการหาความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ดังนี้

- ควบคุมขนาดของตุ๊กตาสัตว์ที่ใช้ในการทดลองให้มีขนาดใกล้เคียงกัน

- ทำการศึกษานำร่องเพื่อดูว่าเด็กเข้าใจในเรื่องราว และรู้จักสัตว์ที่ใช้ในการทดลอง ปรากฏว่าเด็กสามารถเข้าใจในเรื่องราว และรู้จักตุ๊กตาสัตว์ที่ใช้ในการทดสอบเป็นอย่างดี

- ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือโดยผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ซึ่งเป็นอาจารย์ในคณะจิตวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2 ท่าน และหัวหน้าสายชั้นอนุบาล โรงเรียนอนุบาลเมืองอุทัยธานี 1 ท่าน ผลปรากฏว่า ผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่านมีความเห็นตรงกันว่า เครื่องมือที่ใช้มีความตรงตามเนื้อหาและสามารถนำไปใช้ในการทดสอบได้ (ดูรายนามผู้ทรงคุณวุฒิ ในภาคผนวก ฌ)

การศึกษานำร่อง

ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือในการทดสอบนี้ไปทดลองใช้โดยทำการศึกษานำร่อง (Pilot study) กับนักเรียนชั้นอนุบาล โรงเรียนอนุศิษย์วิทยา จำนวน 144 คน ซึ่งมีอายุ 3-5 ปี เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของสมมติฐาน ดูความเข้าใจของเด็กในเรื่องของเรื่องราวที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการอนุมานจำนวน และเพื่อให้ทราบถึงข้อบกพร่องในการดำเนินการ ผลการศึกษาพบว่า คะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการนับครั้งแรกสูงกว่าคะแนนในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งครั้งแรกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเด็กที่ได้รับการทดสอบในเงื่อนไขการนับ – การย้ายตำแหน่ง (Count – Move Condition) จะมีคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งสูงกว่าเด็กที่ได้รับการทดสอบในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง – การนับ (Move – Count Condition) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ดูรายละเอียดได้ที่ ภาคผนวก ข)

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำผลจากการศึกษานำร่องมาทำการปรับปรุงการทดสอบให้มีความถูกต้องเหมาะสมยิ่งขึ้น ดังนี้

1. ปรับปรุงคำพูด โดยใช้รูปประโยคที่ทำให้เด็กมีความเข้าใจมากขึ้น เนื่องมาจากแบบคำถามเดิมเด็กไม่เข้าใจ ทำให้ต้องมีการซักถามและต้องขยายความ คำถามที่ผู้วิจัยปรับปรุงได้แก่

1.1 "หนูรู้ไหมว่ามีหนอน(เต่า)กี่ตัว" มาเป็น "หนูบอกซิว่าในบ้านปาร์ตี้หลังนี้(พร้อมกับชี้ไปที่บ้าน) มีหนอน(เต่า) อยู่กี่ตัว"

2. ผู้วิจัยได้ปรับเปลี่ยนวิธีการนำเสนอให้เด็กเห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างหนอนกับรถและเต่ากับเครื่องบิน จากการที่ผู้วิจัยบอกเด็กว่า "เจ้าหนอน (เต่า)ทุกตัวจะมีรถ(เครื่องบิน)ของตัวเอง" แล้วนำหนอน(เต่า)วางบนรถ (เครื่องบิน) แล้วเลื่อนไปวางที่หน้าบ้านปาร์ตี้ มาเป็น บอกว่า "เจ้าหนอน(เต่า) ทุกตัวจะมีรถ (เครื่องบิน) เป็นของตัวเอง และมันก็จะขับรถ (เครื่องบิน) ไปงานปาร์ตี้เสมอ" แล้วเลื่อนรถ(เครื่องบิน)ไปจอดหน้าบ้านปาร์ตี้ แล้วพูดต่อว่า "มันก็จะเอารถ(เครื่องบิน) จอดไว้ตรงนี้ แล้วมันก็เดิน**เข้าไป**ในงานปาร์ตี้" พร้อม**กับเอารถ**จอดไว้หน้าบ้านปาร์ตี้แล้วหยิบหนอน (เต่า) เข้าไปในงาน**ปาร์ตี้**

3. แก้ไขอุปกรณ์ในการ**วิจัย ใน**อุปกรณ์ชุดที่ 2 ผู้วิจัย**เปลี่ยนจากที่**ใช้กบเป็นสัตว์ที่สัมพันธ์กับเครื่องบินมาเป็นเต่า เพราะเด็กส่วนใหญ่แย้งว่าเต่าเดินช้ากว่ากบ เต่าน่าจะมาเครื่องบินมากกว่า

4. แก้ไขอุปกรณ์ในการวิจัย โดยนำริบบิ้นสีแดงไปติดที่หนอน และริบบิ้นสีเขียวไปติดที่เต่า เพื่อเพิ่มความน่าสนใจ

5. แก้ไขเวลาในการทดสอบ โดยเปลี่ยนจากที่ผู้วิจัยทำการทดสอบทั้ง 12 การทดสอบติดต่อกัน เป็นทำการทดสอบในการทดสอบที่ 1 – 6 แล้วให้เด็กพัก 3 นาที แล้วจึงทำการทดสอบในลำดับที่ 7 – 12

ผู้ช่วยวิจัย

ผู้ช่วยวิจัยจำนวน 1 คน ทำหน้าที่พาเด็กมาที่ห้องทดสอบและคอยช่วยเหลือผู้วิจัยขณะทำการทดสอบ

การดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยดังนี้คือ

1.ทำหนังสือขอความยินยอมจากผู้ปกครอง(Consent Form)เพื่อให้เด็กเข้าร่วมเป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยที่ผู้วิจัยส่งหนังสือขออนุญาตให้เด็กระดับชั้นอนุบาลทุกคนในโรงเรียน จำนวน 257 คน ได้รับหนังสือที่ส่งกลับมาจำนวน 236 คน ซึ่งยินยอมให้เด็กเป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด และที่เหลือไม่ได้ส่งหนังสือกลับมา แต่ไม่มีผู้ปกครองรายใดให้การปฏิเสธ

2. ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยสร้างความคุ้นเคยกับเด็กโดยเข้าร่วมกิจกรรมต่างๆ กับเด็กทุกระดับชั้นเป็นเวลา 2 สัปดาห์

3. ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบดังรายละเอียดในเรื่องการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

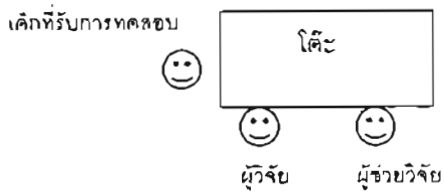
การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยดำเนินการดังนี้

1. การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

1.1ขอความร่วมมือจากครูประจำชั้นเพื่อสำรวจข้อมูลจากทะเบียนประวัตินักเรียน คัดลอกรายชื่อนักเรียนที่มีอายุ 3 ปี 4 ปี และ 5 ปี

1.2ใช้วิธีสุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่ม (Random Assignment) ตามระดับอายุและเพศ เด็กแต่ละระดับอายุจะมีจำนวน 72 คน โดยมีจำนวนของเด็กชายและเด็กหญิงเท่าเทียมกัน

2. ในการทดสอบผู้ช่วยวิจัยนำเด็กเข้าไปในห้องที่ทำการทดสอบทีละคน โดยจัดให้เด็กนั่งด้านหนึ่งของโต๊ะ โดยหันหน้าเข้าหาผู้วิจัย ผู้ช่วยวิจัยนั่งถัดจากผู้วิจัยคอยช่วยเหลือผู้วิจัยระหว่างการทดสอบ ดังภาพ



ภาพที่ 1 ตำแหน่งการนั่งในขณะดำเนินการทดสอบ

เด็กแต่ละคนจะได้รับการทดสอบ 2 เงื่อนไข คือ ในเงื่อนไขการนับ และในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง แต่ละเงื่อนไขใช้เวลาในการทดลองประมาณ 20 นาที มีระยะเวลาห่างกันระหว่างการทดลองแต่ละเงื่อนไข 7 วัน โดยมีการจัดลำดับการนำเสนอเงื่อนไข ตามตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การจัดลำดับการเสนอเงื่อนไขในแต่ละช่วงเวลาของทุกกลุ่มอายุ

อายุ	การทดสอบในช่วงแรก	การทดสอบในช่วงหลัง
3 ปี กลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการนับ-การย้ายตำแหน่ง กลุ่มที่ได้รับการย้ายตำแหน่ง-การนับ	เงื่อนไขการนับ เงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง	เงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง เงื่อนไขการนับ
4 ปี กลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการนับ-การย้ายตำแหน่ง กลุ่มที่ได้รับการย้ายตำแหน่ง-การนับ	เงื่อนไขการนับ เงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง	เงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง เงื่อนไขการนับ
5 ปี กลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการนับ-การย้ายตำแหน่ง กลุ่มที่ได้รับการย้ายตำแหน่ง-การนับ	เงื่อนไขการนับ เงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง	เงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง เงื่อนไขการนับ

ในแต่ละเงื่อนไขเด็กแต่ละคนจะถูกทดสอบ 12 ครั้ง โดยที่เด็กจะถูกถามถึงจำนวนสัตว์ที่สัมพันธ์กับวัตถุที่มองเห็นที่อยู่ในบ้านปาร์ตี้ ตามลำดับที่เด็กแต่ละคนได้รับ

ผู้วิจัยทำการสุ่มเด็กในแต่ละระดับอายุแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 36 คน โดยมีเด็กหญิงและเด็กชายเท่ากันในแต่ละกลุ่ม เข้ารับการทดสอบตามสมดุลการทดสอบแต่ละแบบที่จัดไว้ ดังนั้นเด็กแต่ละระดับอายุจะได้รับการทดสอบ ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แผนการจัดกลุ่มตัวอย่างเข้ารับการทดสอบตามสมดุลการทดสอบที่จัดไว้

อายุ / ลำดับการนำเสนอเงื่อนไข	3 ปี	4 ปี	5 ปี
กลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการนับ-การย้ายตำแหน่ง	36	36	36
กลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง-การนับ	36	36	36

N = 216

3. ผู้ช่วยวิจัยทำหน้าที่พาเด็กมาทำการทดสอบและคอยช่วยเหลือผู้วิจัย

4. ผู้วิจัยทำการทดสอบเด็กเป็นรายบุคคล

5. ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบเด็กโดยเด็กจะได้รับการทดสอบความสามารถในการอนุมานจำนวนใน 2 เงื่อนไข คือ เงื่อนไขการนับและเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง แต่ละเงื่อนไขจะประกอบไปด้วย 12 การทดลอง และการถามจำนวนของสัตว์ที่สัมพันธ์กับวัตถุที่มองเห็น 12 คำถาม โดยที่ผู้วิจัยจะถามถึงจำนวนสัตว์ที่สัมพันธ์กับวัตถุที่มองเห็นในชุดที่ 1-6 แล้วหยุดพักการทดลองโดยการชวนเด็กคุยเรื่องต่างๆ และให้เด็กเล่นของเล่นเป็นเวลา 3 นาที แล้วจึงถามถึงจำนวนสัตว์ที่สัมพันธ์กับวัตถุที่มองเห็นในชุดที่ 7 - 12

6. หลังจากที่เด็กเสร็จสิ้นการทดสอบในเงื่อนไขแรกจะได้รับสติ๊กเกอร์เป็นของรางวัล และหลังจากที่เสร็จสิ้นการทดสอบในเงื่อนไขหลังเด็กจะได้รับดินสอ 2 แท่งและยางลบ เป็นของรางวัล

7. ผู้วิจัยนำคำตอบของเด็กแต่ละคนมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และนำคะแนนไปทำการวิเคราะห์ทางสถิติ

เกณฑ์การให้คะแนน

ถ้าเด็กบอกจำนวนได้ถูกต้องตรงกับจำนวนของสัตว์ที่สัมพันธ์กับวัตถุที่อยู่ในบ้านปาร์ตี้ตามที่ผู้วิจัยกำหนดไว้จะได้ 1 คะแนน โดยที่ในแต่ละเงื่อนไขจะมีคะแนนเต็มของคำตอบที่ถูกเป็น 12 คะแนน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. คำนวณหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของคะแนนจากคำตอบที่ถูกต้องจากการอนุมานจำนวน โดยจำแนกตามระดับอายุ ลำดับการได้รับเงื่อนไข และเงื่อนไข

2. นำคะแนนจากคำตอบที่ถูกต้องในการอนุมานจำนวนในแต่ละระดับอายุ และประเภทของเงื่อนไข มาทดสอบความแตกต่างโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (3 X 2 analysis of variance) เมื่อพบความแตกต่างจึงทดสอบภายหลังด้วยวิธีของ Tukey โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 7.51 for windows

3. นำคะแนนจากคำตอบที่ถูกต้องจากอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งของเด็กที่ได้รับเงื่อนไขการนับ-การย้ายตำแหน่ง และกลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง- การนับ มาทดสอบความแตกต่างโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (3 X 2 analysis of variance) เมื่อพบความแตกต่างจึงทดสอบภายหลังด้วยวิธีของ Tukey โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 7.51 for windows

การนำเสนอข้อมูล

1. แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากคำตอบที่ถูกต้องในการอนุมานจำนวนในแต่ละระดับอายุ ลำดับการได้รับเงื่อนไขและ เงื่อนไข โดยนำเสนอในรูปตารางและแผนภูมิ

2. แสดงผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างระดับอายุและเงื่อนไขโดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางโดยนำเสนอในรูปตาราง

3. แสดงผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างระดับอายุ และเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งของกลุ่มที่ได้รับการเสนอเงื่อนไขการนับ – การย้ายตำแหน่ง กับกลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง-การนับ โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางโดยนำเสนอในรูปตาราง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการอนุมานจำนวนจากความสมนัยหนึ่งต่อหนึ่ง โดยมีการเปรียบเทียบความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการนับและเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง ของเด็กใน 3 ระดับอายุ คือ 3 ปี 4 ปี และ 5 ปี ผลการวิเคราะห์ข้อมูลนำเสนอในรูปของตารางและแผนภูมิดังต่อไปนี้

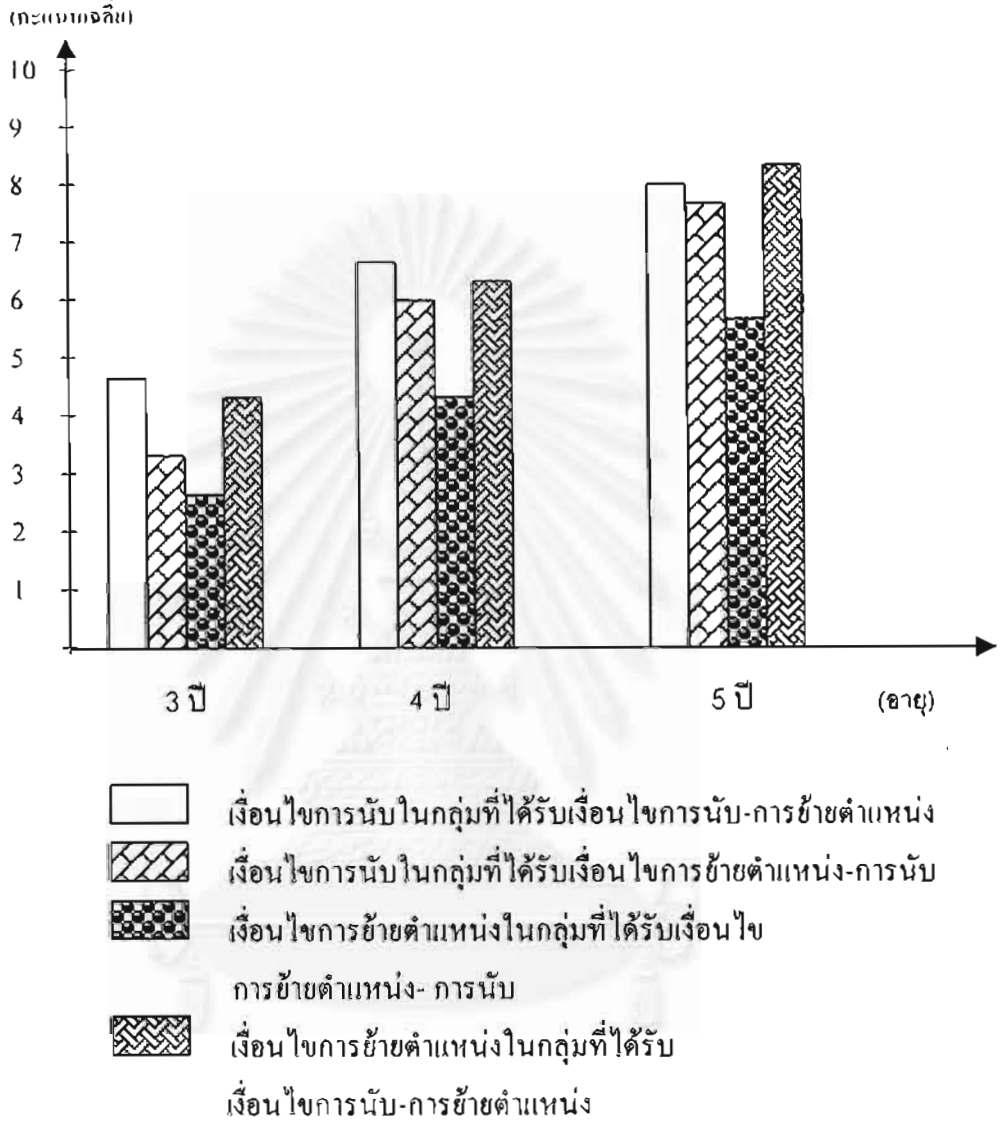
ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวน

เงื่อนไขที่ได้รับ		3 ปี	4 ปี	5 ปี
ได้รับเงื่อนไขการนับ-การย้ายตำแหน่ง				
- เงื่อนไขการนับ	M	4.86	6.63	7.92
	SD	4.47	4.39	3.98
- เงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง	M	4.36	6.22	8.02
	SD	4.07	4.75	4.15
ได้รับเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง-การนับ				
- เงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง	M	2.47	3.72	5.72
	SD	2.56	3.69	4.21
- เงื่อนไขการนับ	M	3.03	6.02	7.53
	SD	3.44	4.24	4.73

(1) ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1

(2) ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2

<u>แผนภูมิที่ 1</u> ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนของกลุ่มตัวอย่างแต่ละระดับอายุ



เพื่อให้ทราบว่า กลุ่มตัวอย่างอายุ 3 – 5 ปี มีคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนจากเงื่อนไขการนับครั้งแรกและเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งครั้งแรกต่างกันหรือไม่ ผู้วิจัยจึงนำคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนของเงื่อนไขการนับครั้งแรกและเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งครั้งแรกมาทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (3 x 2 analysis of variance) โดยที่ผู้วิจัยนำคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการนับของเด็กกลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการนับ – การย้ายตำแหน่ง มาเปรียบเทียบกับคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งของเด็กกลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง – การนับ เพราะผู้วิจัยต้องการที่จะ

เปรียบเทียบความสามารถในการอนุมานจำนวนที่แท้จริงของเด็ก โดยที่เด็กยังไม่ได้มีประสบการณ์จากเงื่อนไขการนับมาก่อน ดังนั้นจึงนำคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนจากเงื่อนไขแรกที่เด็กได้รับมาใช้ในการเปรียบเทียบความแตกต่าง และนำเสนอผลการวิเคราะห์ ในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (3 x 2 Analysis of variance) ของคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการนับครั้งแรกและเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งครั้งแรกของเด็กอายุ 3 – 5 ปี

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่มตัวอย่าง				
ระหว่างกลุ่มอายุ	358.03	2	179.01	6.432*
ระหว่างประเภทเงื่อนไข 2 แบบ	337.49	1	337.49	12.13*
ความสัมพันธ์ร่วม	5.03	2	2.51	0.09
ความคลาดเคลื่อน	5844.74	210	27.83	

* $p < .05$

จากตารางที่ 9 พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์ร่วม แสดงให้เห็นว่าอายุและเงื่อนไขไม่ส่งผลร่วมกันต่อคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวน แต่พบว่าคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการนับครั้งแรกและเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งครั้งแรก ของกลุ่มตัวอย่างอายุ 3 – 5 ปี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 นั่นย่อมแสดงว่าเด็กอายุ 3 - 5 ปี มีความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการนับมากกว่าในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง

และจากตารางแสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในระหว่างกลุ่มอายุแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าเด็กอายุ 3 ปี 4 ปี และ 5 ปี มีความสามารถในการอนุมานจำนวนแตกต่างกัน เพื่อให้ทราบว่า คะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนระหว่างอายุใดบ้างที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการนับและเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 ระดับอายุ ด้วยวิธีการของ Tukey และแสดงผลการทดสอบไว้ในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 แสดงผลการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในกลุ่มตัวอย่างแต่ละระดับอายุ ด้วยวิธีการของ Tukey

อายุ - ค่าเฉลี่ย	อายุ 3 ปี (3.67)	อายุ 4 ปี (5.18)	อายุ 5 ปี (6.82)
อายุ 3 ปี ค่าเฉลี่ย 3.67	-	1.51	3.15*
อายุ 4 ปี ค่าเฉลี่ย 5.18	-	-	1.64
อายุ 5 ปี ค่าเฉลี่ย 6.82	-	-	-

* $p < .05$

จากตารางที่ 10 จะเห็นได้ว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนของกลุ่มตัวอย่างอายุ 5 ปีแตกต่างจากกลุ่มตัวอย่างอายุ 3 ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 แต่ค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนของกลุ่มตัวอย่างอายุ 3 ปี กับอายุ 4 ปีและกลุ่มตัวอย่างอายุ 4 ปีกับ 5 ปีไม่แตกต่างกัน นั้นย่อมแสดงว่า เด็กอายุ 5 ปี มีความสามารถในการอนุมานจำนวนสูงกว่าเด็กอายุ 3 ปี เด็กอายุ 3 ปีกับ 4 ปี และเด็กอายุ 4 ปีกับ 5 ปี มีความสามารถในการอนุมานจำนวนไม่แตกต่างกัน

เพื่อให้ทราบว่ากลุ่มตัวอย่างอายุ 3 ถึง 5 ปีที่ได้รับการทดสอบในเงื่อนไขการนับ – การย้ายตำแหน่ง และในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง –การนับ มีคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งต่างกันหรือไม่ ผู้วิจัยจึงนำคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการย้ายของกลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการนับ - การย้ายตำแหน่ง และกลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง - การนับ มาทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน 2 ทาง (3 x 2 Analysis of variance) และนำเสนอผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน 2 ทาง (3 x 2 Analysis of variance) ของคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งในกลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการนับ – การย้ายตำแหน่ง และกลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง - การนับ

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่มตัวอย่าง				
ระหว่างกลุ่มอายุ	432.01	2	261.01	9.365*
ระหว่างประเภทลำดับการนำเสนอเงื่อนไข 2 แบบ	268.89	1	268.89	11.688*
ความสัมพันธ์ร่วม	3.51	2	1.75	0.08
ความคลาดเคลื่อน	4843.57	210	23.07	

* $p < .05$

จากตารางที่ 11 พบว่า คะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งของกลุ่มตัวอย่างอายุ 3-5 ปี ในกลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการนับ – การย้ายตำแหน่ง และในกลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง – การนับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั่นย่อมแสดงว่า เด็กอายุ 3 – 5 ปี ในกลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการนับ – การย้ายตำแหน่ง มีความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งสูงกว่ากลุ่มเด็กอายุ 3 – 5 ปีที่ได้รับเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง – การนับ และจากตารางพบว่าไม่มีความสัมพันธ์ร่วม แสดงให้เห็นว่า อายุ และลำดับการนำเสนอเงื่อนไขไม่ส่งผลร่วมกันต่อคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง

และจากตารางแสดงให้เห็นว่าคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนของเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งในระหว่างกลุ่มอายุแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าเด็กอายุ 3 ปี 4 ปี และ 5 ปี มีความสามารถในการอนุมานจำนวนแตกต่างกัน เพื่อให้ทราบว่า คะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งระหว่างอายุใดบ้างที่ต่างกัน ผู้วิจัยจึงทำการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งของกลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการนับ – การย้ายตำแหน่ง และกลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง - การนับ ด้วยวิธีการของ Tukey และแสดงผลการทดสอบไว้ใน ตารางที่ 12

ตารางที่ 12 แสดงผลการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งของกลุ่มตัวอย่างแต่ละระดับอายุ ด้วยวิธีการของ Tukey

อายุ - ค่าเฉลี่ย	อายุ 3 ปี (3.42)	อายุ 4 ปี (4.97)	อายุ 5 ปี (6.87)
อายุ 3 ปี ค่าเฉลี่ย 3.42	-	1.55	3.45*
อายุ 4 ปี ค่าเฉลี่ย 4.97	-	-	1.90
อายุ 5 ปี ค่าเฉลี่ย 6.87	-	-	-

* $p < .05$

จากตารางที่ 12 จะเห็นได้ว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งของกลุ่มตัวอย่างอายุ 5 ปีแตกต่างจากกลุ่มตัวอย่างอายุ 3 ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 แต่ค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งของกลุ่มตัวอย่างอายุ 3 ปี กับอายุ 4 ปีและกลุ่มตัวอย่างอายุ 4 ปีกับ 5 ปีไม่แตกต่างกัน นั้นย่อมแสดงว่า เด็กอายุ 5 ปี มีความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งสูงกว่าเด็กอายุ 3 ปี เด็กอายุ 3 ปีกับ 4 ปี และเด็กอายุ 4 ปีกับ 5 ปี มีความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งไม่แตกต่างกัน

บทที่ 4

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการอนุมานจำนวนจากความสมบัติหนึ่งต่อหนึ่ง โดยมีการเปรียบเทียบความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการนับและเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง ของเด็กใน 3 ระดับอายุ คือ 3 ปี 4 ปี และ 5 ปี โดยมีสมมติฐานการวิจัย 2 ข้อ ดังนี้

สมมติฐานที่ 1 เด็กในแต่ละระดับอายุจะมีคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการนับครั้งแรกสูงกว่าในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งครั้งแรก

สมมติฐานที่ 2 เด็กที่ได้รับเงื่อนไขการนับ – การย้ายตำแหน่ง จะมีคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งสูงกว่าคะแนนการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งของเด็กที่ได้รับเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง - การนับ

การวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการทดสอบกับเด็กอายุ 3 ปี ถึง 5 ปี จำนวนทั้งหมด 216 คน โดยแบ่งเป็นระดับอายุละ 72 คนและมีเด็กหญิงและเด็กชายจำนวนเท่าเทียมกันในทุกกลุ่ม ในการทดสอบ เด็กแต่ละคนจะได้รับการทดสอบความสามารถในการอนุมานจำนวนใน 2 เงื่อนไขคือในเงื่อนไขการนับและเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง ดังนั้นในแต่ละกลุ่มอายุจะแบ่งโดยการสุ่มอย่างง่ายออกเป็น 2 กลุ่มย่อยโดยมีจำนวนกลุ่มละ 36 คน โดยที่กลุ่มแรกจะได้รับการทดสอบในเงื่อนไขการนับ – การย้ายตำแหน่ง (Count – Move Condition) และอีกกลุ่มจะได้รับการทดสอบในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง – การนับ (Move – Count Condition) ผลการวิจัยพบว่าเด็กในแต่ละระดับอายุมีความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการนับครั้งแรกสูงกว่าในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งครั้งแรก และเด็กอายุ 5 ปี มีคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนสูงกว่าเด็กอายุ 3 ปี แต่เด็กอายุ 3 ปี กับ 4 ปี และเด็กอายุ 4 ปี กับ 5 ปี มีความสามารถในการอนุมานจำนวนไม่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งพบว่าเด็กที่ได้รับการทดสอบในเงื่อนไขการนับ – การย้ายตำแหน่ง จะมีคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง – การนับ และ เด็กอายุ 5 ปีมีคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งสูงกว่าเด็กอายุ 3 ปี แต่เด็กอายุ 3 ปีกับ 4 ปี และเด็กอายุ 4 ปี กับ 5 ปี มีความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งไม่แตกต่างกัน จากผลที่ได้รับสามารถนำมาอภิปรายตามสมมติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้ดังนี้

สมมติฐานที่ 1 เด็กในแต่ละระดับอายุจะมีคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการนับครั้งแรกสูงกว่าในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งครั้งแรก

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการนับครั้งแรกและเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งครั้งแรกของเด็กอายุ 3 ปี ถึง 5 ปี พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์ร่วม(Interaction effect) แสดงให้เห็นว่าอายุและเงื่อนไขไม่ส่งผลร่วมกันต่อคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวน ดังนั้น ผลการวิจัยในครั้งนี้จึงไม่สนับสนุนสมมติฐานข้อที่ 1 แต่ผลการวิจัยพบว่าผลหลัก (Main effect) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กล่าวคือ เด็กมีความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการนับสูงกว่าในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง และพบว่ามีความแตกต่างระหว่างระดับอายุอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างรายคู่ด้วยวิธีการของ Tukey พบว่า เด็กอายุ 5 ปีมีคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนสูงกว่าเด็กอายุ 3 ปี แต่เด็กอายุ 3 ปีกับ 4 ปี และเด็กอายุ 4 ปี กับ 5 ปี มีความสามารถในการอนุมานจำนวนไม่แตกต่างกัน

ผลจากการวิจัยในครั้งนี้ แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการนับและเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งในเด็กอายุ 3 – 5 ปี ซึ่งเป็นการสะท้อนให้เห็นถึงข้อจำกัดในความเข้าใจเรื่องความสัมพันธ์กันของจำนวน และการนับของเด็ก ในเงื่อนไขการนับเมื่อเด็กได้รับการบอกโดยตรงให้นับจำนวนวัตถุที่สัมพันธ์กับสัตว์เป้าหมาย เด็กก็สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการนับมาเป็นพื้นฐานในการบอกถึงจำนวนของสัตว์ที่เป็นเป้าหมายได้ แต่ในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งเด็กจะไม่ได้รับการบอกโดยตรงให้นับวัตถุที่สัมพันธ์กับสัตว์เป้าหมาย ถึงแม้ว่าในเงื่อนไขนี้เด็กจะมีโอกาสได้สัมผัสกับวัตถุที่สัมพันธ์กับสัตว์เป้าหมายโดยตรงด้วยตนเอง แต่เมื่อผู้วิจัยถามถึงจำนวนของสัตว์เป้าหมาย เด็กจะไม่ใช้การนับมาเป็นวิธีการแก้ปัญหา ทั้งที่การนับนั้นเป็นกลวิธีที่สามารถใช้แก้ปัญหา ที่ทำให้เด็กมีข้อมูลของจำนวนเพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มสิ่งของที่มองเห็นไปยังสัตว์ที่มองไม่เห็น การที่เด็กตอบถึงจำนวนของสัตว์เป้าหมายผิดในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งนั้น ไม่ได้หมายความว่าเด็กขาดความสามารถในการนับเพื่อเปรียบเทียบสิ่งของ 2 ชุด เพราะจากงานวิจัยหลายงาน (e.g. Copeland, 1984; Song, 1987; Carpenter, 1985.) พบว่าเด็กวัยก่อนเข้าเรียนมีความสามารถในการนับ Gelman (1972) กล่าวว่าเด็กวัยก่อนเข้าเรียนมีความสามารถที่จะบอกได้ว่าสิ่งของสองกลุ่มเท่ากันหรือไม่โดยอาศัยการนับเป็นหลัก และการให้เหตุผลจะทำได้ดีถ้าเป็นจำนวนไม่มากและอยู่ในช่วงที่เด็กนับได้ ดังนั้นการที่เด็กตอบถึงจำนวนสัตว์เป้าหมายไม่ถูกต้องในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งอาจเป็นเพราะเด็กคิดไม่ถึงว่าการนับวัตถุที่สัมพันธ์กับสัตว์เป้าหมายจะสามารถใช้แก้ปัญหาได้ ตัวอย่างเช่น เมื่อมีรถจอดอยู่หน้าบ้านปาร์ตี้ 3 คัน และผู้วิจัยถามถึงจำนวนของหนอนว่ามีกี่ตัว เด็กก็จะคิดถึงแต่หนอนที่อยู่ในบ้านปาร์ตี้

ซึ่งเด็กมองไม่เห็น จนทำให้ไม่สนใจรถที่จอดอยู่ทั้งๆ ที่ ถ้าเขารู้จำนวนของรถเขาก็จะทราบทันทีว่ามีหนอนกี่ตัว เมื่อเป็นเช่นนี้ทำให้เด็กไม่สามารถหาคำตอบได้ ตรงกันข้ามกับในเงื่อนไขการนับการที่ผู้วิจัยให้เด็กนับรถที่จอดอยู่ และเด็กได้รู้ว่ามีรถอยู่ 3 คัน และเด็กมีข้อมูลอยู่แล้วว่าเจ้าหนอนต้องมากับรถเสมอ ดังนั้นถ้ามีรถอยู่ 3 คัน เด็กก็สามารถตอบได้ว่าต้องมีหนอนอยู่ 3 ตัว ซึ่งผลที่พบนี้สอดคล้องกับสมมติฐานของการขาดประสิทธิภาพในการผลิต (Production Deficiency) ซึ่งหมายถึง เด็กจะไม่ใช้กลวิธีเนื่องจากเหตุผลอื่นนอกเหนือจากการขาดความสามารถในการใช้กลวิธีนั้น ในบางครั้งการแก้ปัญหาต้องใช้ทั้ง ความรู้ ทักษะ และมโนทัศน์ เด็กอาจจะมีความรู้แต่ขาดทักษะและมโนทัศน์จึงทำให้เกิดความผิดพลาดในการแก้ปัญหาได้ จากงานวิจัยนี้การที่เด็กตอบจำนวนสัตว์ที่สัมพันธ์กับวัตถุที่มองเห็นผิดในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งนั้นอาจไม่ได้เกิดจากการที่เด็กขาดความสามารถในการนับ แต่เกิดจากการที่เด็กคิดไม่ถึงว่าการนับจะช่วยแก้ปัญหาได้ ดังนั้นเมื่อมีการบอกโดยตรงให้เด็กนับวัตถุที่มองเห็นในเงื่อนไขการนับเด็กจึงสามารถตอบถึงจำนวนสัตว์ที่สัมพันธ์กันได้อย่างถูกต้อง

ความชัดเจนในเรื่องของการขาดประสิทธิภาพในการผลิตในการใช้การนับเพื่อการแก้ปัญหาของเด็กที่ทำการทดสอบในงานวิจัยครั้งนี้ ช่วยให้เกิดความเข้าใจในผลการทดลองที่มีความแตกต่างกันของงานวิจัยที่ผ่านมา ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจความสัมพันธ์กันของจำนวนในเด็ก ในงานวิจัยที่ผ่านมาจะมีการค้นพบถึงข้อจำกัดของเด็กในการใช้การนับในการเปรียบเทียบสิ่งของสองกลุ่ม (e.g. Sophain, 1988b) ซึ่งก็จะเหมือนกับการทดสอบในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งในงานวิจัยครั้งนี้ คือการที่เด็กไม่ได้รับการบอกโดยตรงให้นับกลุ่มสิ่งของที่มองเห็นหรือกลุ่มที่จะนำมาใช้ในการเปรียบเทียบ ภายใต้เงื่อนไขนี้เด็กจะมีความลำบากในการที่จะคิดที่จะใช้การนับให้เป็นประโยชน์ และใช้การนับเป็นพื้นฐานในการเปรียบเทียบสิ่งของสองกลุ่ม ส่วนการศึกษาที่พบว่าเด็กมีความสามารถที่จะใช้การนับในการอนุมานจำนวน (e.g. Becker, 1989 ; Sophian, 1988a) นั้นจะมีวิธีการในการทดสอบเหมือนกับเงื่อนไขการนับในงานวิจัยครั้งนี้ คือจะมีการให้ข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนที่เหมาะสมในการสร้างความชัดเจนให้กับเด็ก ทำให้เด็กสามารถตอบคำถามได้อย่างถูกต้องเมื่อเด็กเข้าใจถึงความสัมพันธ์แบบ 1: 1 ระหว่างสิ่งของสองชุด

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนของเด็กทั้ง 3 ระดับอายุ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลจากการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของคะแนนในแต่ละกลุ่ม พบว่า เด็กอายุ 5 ปีมีความสามารถในการอนุมานจำนวนสูงกว่าเด็กอายุ 3 ปี แต่เด็กอายุ 3 ปี กับ 4 ปี และเด็กอายุ 4 ปีกับ 5 ปี มีความสามารถในการอนุมานจำนวนไม่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนของเงื่อนไขการนับและเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งด้วยเกณฑ์ 75 เปอร์เซ็นของ Piaget (Elkind, 1964) พบว่าเด็ก

ในช่วงอายุ 3-5 ปี ยังไม่มีความสามารถในการอนุมานจำนวนอย่างสมบูรณ์ แต่จะมีจำนวนของผู้ที่มีคะแนนเกิน 75 เปอร์เซ็นเพิ่มขึ้นตามระดับอายุ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก จ)

พัฒนาการของมโนทัศน์ด้านจำนวนต้องอาศัยประสบการณ์จากการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Piaget, 1965) มีคนแนะนำ (Flavell, 1985) หรือเป็นผลจากการมีปฏิสัมพันธ์กับคนใกล้ชิด (Wolf, 1965 cited in Brainerd, 1978) ทำให้สมองของเด็กมีการจัดระบบ (organization) และมีการปรับตัว (adaptation) เพื่อให้เกิดความสมดุล Piaget เชื่อว่า พัฒนาการทุกอย่างจะเป็นการทำงานผสมผสานกันระหว่าง วุฒิภาวะ ประสบการณ์ และสภาพแวดล้อมทางสังคม เพื่อทำให้เกิดความสมดุล (Siverman & Geringer, 1973) ด้วยเหตุนี้เด็กที่มีระดับวุฒิภาวะและมีการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมมากกว่าจึงมีความสามารถในการคิดใช้เหตุผลได้ซับซ้อนมากกว่า ทำให้มีพัฒนาการทางสติปัญญา และมีความสามารถในการอนุมานจำนวนได้ดีกว่า ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยในครั้งนี้ และวิจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวกับเรื่องของจำนวน ในประเทศไทย (เช่น อมรรัตน์ สุทธิพินิจธรรม, 2527; สมชาย ช่างทอง, 2534; ประมาน พลสุธรรม, 2533) หรืองานวิจัยทางด้านจำนวนของต่างประเทศ (e.g. Bryant, 1972; Sophian, Wood & Vong, 1995; Sophian, 1988a) ที่พบว่าเด็กที่มีอายุมากกว่าจะมีพัฒนาการทางสติปัญญา และมีความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนได้ดีกว่าเด็กที่มีอายุน้อยกว่า อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ไม่พบความแตกต่างระหว่างเด็กอายุ 5 ปีกับ 4 ปี และเด็กอายุ 4 ปีกับ 3 ปี ทั้งนี้อาจเป็นไปได้ว่า เด็กในทั้งสองระดับอายุนี้ยังมีพัฒนาการที่ใกล้เคียงกันจนทำให้เราไม่พบความแตกต่างอย่างเด่นชัด แต่เมื่อเด็กมีระดับอายุแตกต่างกันมากกว่า 1 ปี เด็กจะมีพัฒนาการด้านการอนุมานจำนวนแตกต่างกันอย่างชัดเจน

สมมติฐานที่ 2 เด็กที่ได้รับเงื่อนไขการนับ – การย้ายตำแหน่ง จะมีคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งสูงกว่าคะแนนการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งของเด็กที่ได้รับเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง – การนับ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของผลหลัก (Main effect) นั่นคือคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งของเด็กที่ได้รับเงื่อนไขการนับ – การย้ายตำแหน่ง และเด็กที่ได้รับเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง – การนับแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กล่าวคือ เด็กที่ได้รับเงื่อนไขการนับ – การย้ายตำแหน่ง จะมีคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งสูงกว่าเด็กที่ได้รับเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง – การนับ ผลการวิจัยในครั้งนี้จึงสนับสนุนสมมติฐานข้อที่ 2 และยังพบว่ามีความแตกต่างระหว่างระดับอายุอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างรายคู่ด้วยวิธีการของ Tukey พบว่า เด็กอายุ 5 ปีมีคะแนนความสามารถในการอนุมาน

จำนวนในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งสูงกว่าเด็กอายุ 3 ปี แต่เด็กอายุ 3 ปีกับ 4 ปี และเด็กอายุ 4 ปี กับ 5 ปี มีความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งไม่แตกต่างกัน

ในกลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการนับ – การย้ายตำแหน่ง เด็กจะได้รับการบอกให้นับในช่วงที่ได้รับการทดสอบในเงื่อนไขการนับ และเด็กได้ใช้ข้อมูลที่ได้จากการนับเพื่อตอบคำถามถึงจำนวนสัตว์ที่ซ่อนอยู่ได้ มีข้อมูลที่มีความชัดเจนในงานวิจัยเกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวนจากผู้วิจัยหลายท่าน (e.g. Clements, 1984; Gelman, 1982) พบว่าการที่ฝึกการนับให้เด็กจะเป็นการพัฒนาความสามารถทางจำนวนของเด็ก และในการทดสอบความสามารถในการประเมินความสมนัยหนึ่งต่อหนึ่งซึ่งเกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์จำนวน Gelman (1982) ได้สอนให้เด็กในกลุ่มตัวอย่างนับกลุ่มสิ่งของทั้ง 2 ชุด ในช่วงก่อนและหลังการเปลี่ยนรูปทางการอนุรักษ์จำนวน ผลการทดลองพบว่าเด็กที่ได้รับการฝึกให้มีการนับอย่างต่อเนื่อง จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาการอนุรักษ์จำนวนได้ดีกว่าเด็กในกลุ่มที่ไม่ได้ถูกฝึกให้นับ สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ ถึงแม้ว่าในช่วงเวลาแรกที่เด็กได้รับการทดสอบในเงื่อนไขการนับผู้วิจัยจะไม่ได้สอนเด็กโดยตรง หรือให้เด็กฝึกฝนในเรื่องการนับโดยตรง แต่การที่เด็กได้รับคำแนะนำให้นับวัตถุที่มองเห็นในช่วงการทดสอบในเงื่อนไขการนับก็เป็นการสร้างโอกาสให้เด็กได้เห็นว่าจำนวนที่ได้จากการนับกลุ่มสิ่งของที่มองเห็นจะมีความสอดคล้องกับกลุ่มสิ่งของที่มีความสัมพันธ์กันที่เด็กมองไม่เห็น และเมื่อเด็กได้รับการทดสอบในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งในช่วงเวลาต่อมา เด็กจะใช้ประสบกรณ์การนับที่ได้รับในช่วงที่ได้รับเงื่อนไขการนับมาประยุกต์เมื่อเด็กได้รับการทดสอบในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง ซึ่งสอดคล้องกับเรื่องการถ่ายโยงการเรียนรู้ (Transfer of learning) คือเด็กได้นำการเรียนรู้จากประสบการณ์หนึ่งมาใช้ในอีกประสบการณ์หนึ่ง จากงานวิจัยในครั้งนี้เด็กได้เรียนรู้แล้วว่าการนับในเงื่อนไขการนับจะทำให้ได้ข้อมูลเพื่อนำไปอนุมานถึงจำนวนสิ่งของที่ซ่อนอยู่ได้ เด็กจะนับกลุ่มสิ่งของเพื่อหาข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการอนุมานจำนวน และเมื่อเด็กได้รับเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งในช่วงเวลาต่อมา เด็กก็จะนำความรู้นั้นมาใช้โดยที่เด็กจะนับกลุ่มสิ่งของที่มองเห็นด้วยตนเอง ถึงแม้ว่าในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งนี้จะไม่มีการบอกให้เด็กนับก็ตาม

ความแตกต่างในความสามารถทางการอนุมานจำนวนของเด็ก ระหว่างเงื่อนไขการนับและเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งในการทดลองครั้งนี้ สามารถที่จะอธิบายได้อีกนัยหนึ่งว่าเมื่อพัฒนาการแรกเริ่มได้เกิดขึ้น ความรู้ทางด้านจำนวนของเด็กได้เชื่อมโยงกับความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของความสมนัย อย่างไรก็ตามการขาดประสิทธิภาพในการผลิต(Production Deficiency) จะเป็นสิ่งที่จำกัดความสามารถของเด็กในการใช้ความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนและความสมนัยเมื่อพวกเขาไม่ได้รับการบอกให้นับโดยตรง แต่เมื่อปัญหาการขาดประสิทธิภาพในการผลิตได้รับการแก้ไขโดยการบอกให้เด็กนับ เด็กก็มีความสามารถในการอนุมานจำนวนดีขึ้น ดังนั้นผู้ซึ่งมี

ความเกี่ยวข้องในการประเมินผลพัฒนาการของเด็ก ควรจะต้องรู้ถึงธรรมชาติของพัฒนาการอย่างชัดเจน และต้องเลือกวิธีการประเมินให้มีความเหมาะสมและได้ผลตรงตามวัตถุประสงค์ เพื่อที่จะได้ข้อมูลความสามารถที่แท้จริงของเด็ก และไม่เป็นการประเมินเด็กต่ำกว่าความเป็นจริง

ผลการวิจัยนี้ยังแสดงให้เห็นว่าเด็กอายุ 5 ปี มีความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งสูงกว่าเด็กอายุ 3 ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยทางด้านจำนวนอื่นๆ (เช่น อมรรัตน์ สุทธิพินิจธรรม, 2527; สมชาย ช่างทอง, 2534; ประมาณ พลสุธรรม, 2533; Bryant, 1972; Sophian, Wood & Vong, 1995; Sophian, 1988a) และสอดคล้องกับผลการวิจัยในสมมติฐานที่ 1 ซึ่งกล่าวได้ว่า พัฒนาการทางจำนวนจะเพิ่มขึ้นตามระดับอายุ เด็กที่อายุมากกว่าจะมีพัฒนาการทางสติปัญญาและมีความสามารถในการคิดใช้เหตุผลได้ซับซ้อนกว่าเด็กที่มีอายุน้อย ทำให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนและมีความสามารถในการอนุมานจำนวนได้ดีกว่าเด็กที่มีอายุน้อย

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

วัตถุประสงค์

เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการอนุมานจำนวนจากความสมนัยหนึ่งต่อหนึ่งในเงื่อนไขการนับและเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง ของเด็กไทยอายุ 3 – 5 ปี โดยมีสมมติฐานดังนี้

สมมติฐานในการวิจัย

1. เด็กในแต่ละระดับอายุจะมีคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการนับครั้งแรกสูงกว่าในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งครั้งแรก

2. เด็กที่ได้รับการทดสอบเงื่อนไขการนับ – การย้ายตำแหน่ง จะมีคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งสูงกว่าคะแนนการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งของเด็กที่ได้รับการทดสอบเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง – การนับ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนในระดับชั้นอนุบาลของโรงเรียนอนุบาลเมืองอุทัยธานี จังหวัดอุทัยธานี ปีการศึกษา 2542 จำนวน 216 คน ดังนี้

ระดับอายุ 3 ปี (อายุเฉลี่ย 3 ปี 6 เดือน) จำนวน 72 คน

ระดับอายุ 4 ปี (อายุเฉลี่ย 4 ปี 5 เดือน) จำนวน 72 คน

ระดับอายุ 5 ปี (อายุเฉลี่ย 5 ปี 5 เดือน) จำนวน 72 คน

โดยแบ่งเป็นเด็กชายและเด็กหญิงจำนวนเท่ากันในแต่ละกลุ่มอายุ

การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างดำเนินการโดยการสำรวจอายุเด็กในระดับชั้นอนุบาลจากทะเบียนประวัตินักเรียน และคัดเลือกรายชื่อเด็กที่มีอายุ 3 ปี 4 ปี และ 5 ปี แยกตามเพศ และจัดกลุ่มตัวอย่างเข้ารับการทดสอบตามกลุ่มประเภทของลำดับการนำเสนอเงื่อนไข อายุ และเพศ ด้วยวิธีการสุ่มแบบง่าย (Simple random sampling)

วิทยานิพนธ์
จุฬา
.ลงหมู่ 2542
ลงทะเบียน
ฉ.แดงนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการอนุมานจำนวน ประกอบไปด้วยตุ๊กตาสัตว์ความสูงประมาณ 2.5 นิ้ว ทั้งหมด 8 ชนิด ชนิดละ 6 ตัว โดยแบ่งเป็นสัตว์ที่สัมพันธ์กับวัตถุที่มองเห็นซึ่งเป็นสัตว์เป้าหมายที่ใช้ในการถามจำนวน 2 ชนิดได้แก่ หนอนและเต่า และสัตว์ที่ใช้ประกอบในการเล่าเรื่อง 6 ชนิด ได้แก่ สุนัข ลิง กระต่าย กบ จระเข้ ปลา วัตถุที่มองเห็น 2 ชนิด คือรถของเล่นและเครื่องบินของเล่น อย่างละ 6 คัน บ้านปาร์ตี้ ขนาดกว้าง 9 นิ้ว ยาว 9 นิ้ว สูง 10 นิ้ว จำนวน2 หลัง โดยแบ่งอุปกรณ์ออกเป็นสองชุด ดังนี้

อุปกรณ์	วัตถุที่มองเห็น	สัตว์ที่สัมพันธ์กับวัตถุที่มองเห็น(สัตว์เป้าหมาย)	สัตว์ที่ใช้ประกอบการเล่าเรื่อง	อุปกรณ์ประกอบ
ชุดที่ 1	รถ	หนอน	สุนัข ลิง กระต่าย	บ้านปาร์ตี้สีชมพู
ชุดที่ 2	เครื่องบิน	เต่า	กบ จระเข้ ปลา	บ้านปาร์ตี้สีส้ม

2. สถานการณ์ที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการอนุมานจำนวน ซึ่งผู้วิจัยได้ดัดแปลงเนื้อเรื่องจากการทดลองของ Sophian et al. (1995) โดยทำการทดสอบใน 2 เงื่อนไข คือ เงื่อนไขการนับ และเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง

การดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยดังนี้คือ

1. ทำการศึกษาวิจัยนำร่อง (Pilot study) เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ และเพื่อให้ทราบถึงข้อบกพร่องในการดำเนินการ

2. เตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ โดยนำไปทดลองใช้(try out) เพื่อสำรวจประสิทธิภาพของเครื่องมือ

3.ทำหนังสือขอความยินยอมจากผู้ปกครอง(Consent Form)เพื่อให้เด็กเข้าร่วมเป็นกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยสร้างความคุ้นเคยกับเด็กโดยเข้าร่วมกิจกรรมต่างๆ กับเด็กทุกระดับชั้นเป็นเวลา 2 สัปดาห์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ศูนย์บรรณสารสนเทศทางการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. จัดกลุ่มตัวอย่างในแต่ละระดับอายุออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 36 คนโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย โดยที่กลุ่มแรกจะได้รับการทดสอบในเงื่อนไขการนับ - การย้ายตำแหน่ง และกลุ่มที่ 2 จะได้รับการทดสอบในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง - การนับ

5. ทำการทดสอบเด็กเป็นรายบุคคล โดยที่เด็กแต่ละคนจะได้รับการทดสอบ 2 เงื่อนไข คือ ในเงื่อนไขการนับ และในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ช่วง ช่วงละประมาน 20 นาที มีระยะเวลาห่างกันในแต่ละช่วง 7 วัน โดยที่ในแต่ละช่วงเด็กจะได้รับเงื่อนไขที่แตกต่างกัน

6. ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบเด็กโดยเด็กจะได้รับการทดสอบความสามารถในการอนุมานจำนวนใน 2 เงื่อนไข คือ เงื่อนไขการนับและเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง แต่ละเงื่อนไขจะประกอบไปด้วย 12 การทดลอง และการถามจำนวนของสัตว์ที่สัมพันธ์กับวัตถุที่มองเห็น 12 คำถาม

7. หลังจากที่เด็กเสร็จสิ้นการทดสอบในเงื่อนไขแรกจะได้รับสติ๊กเกอร์เป็นของที่ระลึก และหลังจากที่เสร็จสิ้นการทดสอบในเงื่อนไขหลังเด็กจะได้รับดินสอ 1 แท่งและยางลบ เป็นของที่ระลึก

8. ผู้วิจัยนำคำตอบของเด็กแต่ละคนมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และนำคะแนนไปทำการวิเคราะห์ทางสถิติ

<u>การวิเคราะห์ข้อมูล</u>

1. คำนวณหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของคะแนนจากคำตอบที่ถูกต้องจากการอนุมานจำนวน โดยจำแนกตามระดับอายุ ลำดับการได้รับเงื่อนไข และเงื่อนไข

2. นำค่าเฉลี่ยของคะแนนจากคำตอบที่ถูกต้องจากการอนุมานจำนวนในแต่ละระดับอายุและประเภทของเงื่อนไข มาทดสอบความแตกต่างโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (3 X 2 Analysis of variance) เมื่อพบความแตกต่างจึงทดสอบภายหลังด้วยวิธีของ Tukey

3. นำค่าเฉลี่ยของคะแนนการอนุมานจำนวนจากคำตอบที่ถูกต้องในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งในกลุ่มของเด็กที่ได้รับเงื่อนไขการนับ – การย้ายตำแหน่ง และกลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง – การนับ มาทดสอบความแตกต่างโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (3 X 2 Analysis of variance) เมื่อพบความแตกต่างจึงทดสอบภายหลังด้วยวิธีของ Tukey

ผลการวิจัย

1. เด็กอายุ 3 ถึง 5 ปี มีคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการนับครั้งแรก สูงกว่าเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งครั้งแรก โดยที่เด็กอายุ 5 ปีมีความสามารถในการอนุมานจำนวนสูงกว่าเด็ก อายุ 3 ปี

2. เด็กอายุ 3 ถึง 5ปี ในกลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการนับ – การย้ายตำแหน่ง มีคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งสูงกว่าเด็กในกลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง – การนับ โดยที่เด็กอายุ 5 มีความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งสูงกว่าเด็กอายุ 3 ปี

ข้อเสนอแนะ

1. ควรเพิ่มการถามถึงจำนวนของวัตถุที่เด็กมองเห็นหลังจากที่ถามถึงจำนวนวัตถุที่เด็กมองไม่เห็น เพื่อเป็นการยืนยันว่าเด็กมีความสามารถทางการนับให้ชัดเจนขึ้น

2. ควรศึกษาเปรียบเทียบตัวแปรอื่นๆ เช่น เพศ ประสบการณ์จากโรงเรียน อาชีพของผู้ปกครอง สภาพแวดล้อมทางสังคม เพื่อดูว่ามีผลต่อความสามารถในการอนุมานจำนวนหรือไม่

3. ควรนำผลการวิจัยในครั้งนี้ไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาแบบเรียนด้านจำนวนของเด็กวัยก่อนเข้าเรียน เพื่อสนับสนุนให้เด็กมีพัฒนาการด้านจำนวนได้สูงสุดตามศักยภาพของตนต่อไป

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

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

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

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

สมจิต ชีวปรีชา. (2531). จำนวนและตัวเลข. เกี่ยวก้อย, 1, 64.

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

อมรรัตน์ สุทธิพินิจธรรม. (2527). พัฒนาการของการอนุรักษ์จำนวน การเพิ่ม และการลดจำนวนของเด็กไทยวัยก่อนเรียนที่เป็นลูกพ่อค้าและไม่ใช่พ่อค้าในกรุงเทพมหานคร วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาจิตวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Arai, S. (1984). The development of counting. Journal of Child Development, 20, 13-19.

Baroody, A. J. (1987). The development of counting strategies for single-digit addition. Journal for Research in Mathematics Education, 18, 141-157.

Becker, J. (1989). Preschooler's use of number words to denote one-to-one correspondence. Child Development, 60, 1147-1157.

Brainerd, C. J. (1978). Piaget's theory of intelligence. New Jersey: Prentice-Hall.

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

Bryant, P. (1972). The understanding of invariance by very young children. Canadian Journal of Psychology, 26, 78-96.

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.

Chomsky, N. (1957). Syntactic structures. The Hague: Mouton.

Clements, D. H. (1984). Training effects on the development and generalization of Piagetian logical opertion and knowledge of number. Journal of Education Psychology, 76, 766-776.

Copeland, R.W. (1970). How children learn mathematics, teaching implication of Piaget's research. New York: Macmillan .

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

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. (1970). Developmental studies of mediated memory. In H. W. Rees & L. P. Lipsitt (Eds.), Advances in child development and behavior (Vol. 5). New York: Academic Press.

Flavell, J. H., Beach, D. H., & Chinsky, J. M. (1966). Spontaneous verbal rehearsal in memory test as a function of age. Child Development, 37, 283-299.

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

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

Gellman, R. (1982). Accessing one-to-one correspondence: Still another paper about conservation. British Journal of Psychology, 73, 209-220.

Glass, G. V., & Hopkins, K. D. (1984). Statistical methods in education and psychology. Massachusetts: Allyn and Bacon.

Keeney, T. J., Cannizzo, S. R., & Flavell, J. H. (1967). Spontaneous and induced verbal rehearsal in recall task. Child Development, 38, 953-966.

Kenedy, B. A., & Miller, D. (1976). Persistent use of verbal rehearsal as a function of information about its value . Child Development, 47, 566-569

Liebert, M. R., Nelson, R. W., & Kail, R. V. (1986). Developmental psychology (4th ed.). New Jersey: Prentice-Hall.

Lodico, M.G., Ghata, E. S., Levin, J. R., Pressley, M., & Bell, J. A. (1983). The effects of strategy monitoring training on children's selection of effective memory strategies. Journal of Experimental Child Psychology, 35, 263-277.

McGarrigle, J., & Donaldson, M. (1975). Conservation accidents. Cognition, 3, 341-350.

Piaget, J. (1952). The child's conception of number. New York: Norton.

Piaget, J. (1965). How children form mathematical concept. Boston: Houghton Mifflin.

Resnick,L.B. (1989). Developing mathematical knowledge. American Psychologist, 44, 162-169

Ringel, B. A., & Springer, C. J. (1980). On knowing how well one is remembering: The persistence of strategy use during transfer. Journal of Experimental Child Psychology, 29, 322-333.

Saxe,G. B. (1977). A developmental analysis of notation counting. Child Development, 48, 1512-1520.

Schaeffer, B., Eggleston, V. H., & Scott, J. L. (1974). Number development in young children. Cognitive Psychology, 6, 357-379.

Shaffer, D. R. (1993). Developmental psychology: Childhood and adolescence (3rd ed.). California: Pacific Grove.

Siegler, R.S. (1991). In young children's counting, procedures precede principles. Educational Psychology Review, 3, 127-135.

Sigel, I. E., & Cocking, R. R. (1977). Cognitive development from childhood to adolescence: A constructivist perspective. New York: Holt, Rinehart and Winston.

Silverman, J. W., & Geringer, E. (1973). Dyadic interaction and conservation inductor: A test of Piaget's equilibrium model. Child Development, 44, 815-820.

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

Sophian, C. (1988a). Early development in children' s understanding of number: Inferences about numerosity and one-to-one correspondence. Child Development, 59, 1397-1414.

Sophian, C. (1988b). Limitation on preschool children's knowledge about counting: Using counting to compare two sets. Developmental Psychology, 24, 634-640.

Sophian, C. (1995). Representation and reasoning in early numerical development; Counting, conservation, and comparisons between sets. Child Development, 66, 559-577.

Sophian, C., Wood, A. M., & Vong, K. I. (1995). Making number count: The early development of numerical inferences. Developmental Psychology, 31, 263-273.

Stevens, J. (1986). Applied multivariate statistics for the social sciences. New Jersey: Lawrence Eurlbaum Associates, Publishers.

Wadsworth, B. J. (1996). Piaget's theory of cognitive and affective development. New York: Longman Publishers.

Wynn, k. (1990). Children` s understanding of counting. Cognition, 36, 155-193.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ความเที่ยงแบบสอบซ้ำ (Test – retest reliability) โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Glass, & Hopkins, 1984)

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

r_{xy} = ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

N = จำนวนคน

$\sum X$ = ค่าของตัวแปรชุดที่ X

$\sum Y$ = ค่าของตัวแปรชุดที่ Y

$\sum X^2$ = ค่าของตัวแปรชุดที่ X แต่ละตัวยกกำลังสอง

$\sum Y^2$ = ค่าของตัวแปรชุดที่ Y แต่ละตัวยกกำลังสอง

$\sum XY$ = ผลรวมของผลคูณระหว่าง X กับ Y

2. คะแนนเฉลี่ย หรือ มัชฌิมเลขคณิต (Mean)

สูตรที่ใช้ $\overline{X} = \frac{\sum X}{N}$

เมื่อ $\overline{X}$ = คะแนนเฉลี่ย หรือ มัชฌิมเลขคณิต

$\sum X$ = ผลรวมของคะแนนของทุกคน

N = จำนวนคนทั้งหมด

3. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) (ชูศรี วงศ์รัตนะ, 2530)

สูตรที่ใช้ $SD = \sqrt{\frac{\sum x_i^2}{n-1} - \overline{X}}$

เมื่อ SD = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X_i^2$ = ผลรวมกำลังสองของคะแนนทุกจำนวน

n = จำนวนผู้รับการทดสอบ

$\overline{X}$ = ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนการอนุมานจำนวน

4. การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-way analysis of variance)

สูตรที่ใช้

SS = ผลบวกของส่วนเบี่ยงเบนกำลังสอง (Sum of Square)

ซึ่งมีสูตรคำนวณ ดังนี้

(1) G^2 / npq

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

(3) $(\sum A^2_i) / nq$

(4) $(\sum B^2_j) / np$

(5) $[\sum (AB_{ij})^2] / n$

แหล่งความแปรปรวน	SS	Df	MS	F
A	$SS_a = \sum A_i^2 / nq - G^2 / npq$	p-1	$SS_a / p-1$	MS_a/MS_e
B	$SS_b = \sum B_j^2 / np - G^2 / npq$	q-1	$SS_b / q-1$	MS_b/MS_e
AB	$SS_{ab} = [\sum(AB_{ij})^2] / n - \sum A_i^2 / nq - \sum B_j^2 / np - G^2/npq$	(p-1) (q-1)	$SS_{ab} / (p-1)(q-1)$	MS_{ab} / MS_e
error	$SS_e = SS_t - SS_a - SS_b - SS_{ab}$	npq – pq	$SS_e / npq - pq$	
TOTAL	$SS_t = \sum X_{ijk}^2 - G^2 / npq$	npq – 1		

เมื่อ

A	=	ตัวแปรอายุของกลุ่มตัวอย่าง
B	=	ตัวแปรเงื่อนไขของการทดสอบทั้งสองแบบ
n	=	จำนวนผู้รับการทดสอบในแต่ละกลุ่ม
p	=	ระดับเงื่อนไขของตัวแปรอายุมี 3 ระดับ คือ อายุ 3 ปี อายุ 4 ปี และอายุ 5 ปี
q	=	ระดับตัวแปรเงื่อนไขของการทดสอบ
G^2	=	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
$\sum X_{ijk}^2$	=	ผลรวมของคะแนนทุกค่าของตัวแปรอายุที่ระดับ i และทุกค่าของตัวแปรเงื่อนไขที่ระดับ j
A_i^2	=	ผลรวมของคะแนนทุกค่าของตัวแปร A ที่ระดับ i ยกกำลังสอง
B_j^2	=	ผลรวมของคะแนนทุกค่าของตัวแปร B ที่ระดับ j ยกกำลังสอง
$[\sum(AB_{ij})^2]$	=	ผลรวมของคะแนนทุกค่าของตัวแปร A ที่ระดับ I และ B ที่ระดับ j ยกกำลังสอง
SS	=	ผลบวกของส่วนเบี่ยงเบนกำลังสอง (Sum of Square)
MS	=	ค่าเฉลี่ยของส่วนเบี่ยงเบนกำลังสอง (Mean Square)
F	=	อัตราส่วนความแปรปรวนของฟิชเชอร์ (fisher`s variance Ration)

5. การทดสอบรายคู่แบบ Tukey's HSD Test

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

HSD = ชุดวิกฤติของ Tukey's HSD Test

MSE = Mean Square Error

N = สมาชิกในแต่ละกลุ่ม

K = จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

α = .05

df = N – k

q = ค่าที่เปิดได้จากตาราง

ภาคผนวก ข

การศึกษานำร่อง

ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือในการทดสอบนี้ไปทดลองใช้โดยทำการศึกษานำร่อง (Pilot Study) กับนักเรียนชั้นอนุบาล โรงเรียนอนุศิษย์วิทยา จำนวน 144 คน ซึ่งมีอายุระหว่าง 3-5 ปี ดังนี้

ตารางที่ 1 จำนวนเด็กในแต่ละกลุ่มอายุและแต่ละกลุ่มตามลำดับการนำเสนอเงื่อนไขในการศึกษานำร่อง

ประเภทของกลุ่มตามลำดับการนำเสนอเงื่อนไข	3 ปี		4 ปี		5 ปี		รวม
	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	
กลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการนับ - การย้ายตำแหน่ง	12	12	11	13	12	12	72
กลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง - การนับ	13	11	13	11	10	14	72
รวม	48		48		48		144

N= 144

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในการศึกษานำร่อง

เงื่อนไขที่ได้รับ		3 ปี	4 ปี	5 ปี
ได้รับเงื่อนไขการนับก่อน				
- เงื่อนไขการนับ	M	4.88	6.54	8.25
	SD	2.17	1.97	1.54
- เงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง	M	3.96	6.83	10.58
	SD	2.35	2.34	2.13
ได้รับเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งก่อน				
- เงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง	M	2.17	2.83	5.92
	SD	1.47	1.84	1.37
- เงื่อนไขการนับ	M	3.25	5.79	8.42
	SD	1.99	1.26	2.33

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (3 X 2 analysis of variance) ของคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการนับครั้งแรกและเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งครั้งแรกของเด็กอายุ 3- 5ปี ในการศึกษานำร่อง

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่มตัวอย่าง				
ระหว่างกลุ่มอายุ	437.52	2	218.76	10.31*
ระหว่างประเภทเงื่อนไข 2 แบบ	460.62	1	460.62	6.51*
ความสัมพันธ์ร่วม	23.09	2	11.55	.82
ความคาดเคลื่อน	1952.71	138	14.15	

* P < .05

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (3 X 2 Analysis of variance) ของคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งในกลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการนับ – การย้ายตำแหน่ง และกลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง – การนับ ของเด็กอายุ 3-5 ปี ในการศึกษานำร่อง

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่มตัวอย่าง				
ระหว่างกลุ่มอายุ	667.51	2	333.56	13.33*
ระหว่างประเภทของลำดับการนำเสนอเงื่อนไข 2 แบบ	437.51	1	437.51	17.47*
ความสัมพันธ์ร่วม	54.32	2	27.17	1.08
ความคาดเคลื่อน	1159.37	138	25.05	

* p < .05

จากผลของการศึกษานำร่องพบว่าคะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการนับครั้งแรกแตกต่างจากเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งครั้งแรกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับ .05 โดยที่คะแนนในเงื่อนไขการนับครั้งแรกจะสูงกว่าคะแนนในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งครั้งแรก ผลการทดสอบด้วยวิธีของ Tukey ยังพบอีกว่าเด็กอายุ 4 ปีและ 5 ปี มีความสามารถในการอนุมานจำนวนมากกว่าเด็กอายุ 3 ปีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับ .05 นอกจากนี้ยังพบว่าคะแนนจากการทดสอบความสามารถในการอนุมานจำนวนในสัตว์ที่สัมพันธ์กับวัตถุที่มองเห็นจะเพิ่มขึ้นตามระดับอายุทั้งในเงื่อนไขการนับและเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง เด็กที่ได้รับเงื่อนไขการนับ – การย้ายตำแหน่ง จะมีคะแนนในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งสูงกว่าคะแนนการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งในเด็กที่ได้รับเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง – การนับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภาคผนวก ค

อุปกรณ์ในการทดสอบความสามารถในการอนุมานจำนวน (ชุดที่ 1)

สัตว์เป้าหมาย (หนอน) วัตถุที่มองเห็น (รถ)
และสัตว์ที่ใช้ประกอบการเล่าเรื่อง (หมา ลิง กระต่าย)

อุปกรณ์ประกอบ (บ้านปาร์ตี้สีชมพู)

อุปกรณ์ในการทดสอบความสามารถในการอนุมานจำนวน (ชุดที่ 2)

สัตว์เป้าหมาย (เต่า) วัตถุที่มองเห็น
และสัตว์ที่ใช้ประกอบการเล่าเรื่อง (กบ จระเข้ ปลา)

อุปกรณ์ประกอบ (บ้านปาร์ตี้สีส้ม)

ภาคผนวก ง

การถ่วงสมดุลลำดับการนำเสนอชุดของจำนวนในเด็กแต่ละคน

วิธีการ

1. ผู้วิจัยกำหนดลำดับข้อทดสอบสำหรับเด็กคนที่ 1 ดังนี้

1, n, 2, n-1, 3, n-2, 4, n-3, 5, n-4, 6, n-5 (Stevens, 1986)

โดย n คือจำนวนชุดของสัตว์เป้าหมายในการทดสอบในแต่ละเงื่อนไขรวม 12 ชุด ดังนั้นจะได้ข้อมูลการนำเสนอชุดจำนวนของสัตว์สำหรับเด็กคนที่ 1 ดังนี้

1, 12, 2, 11, 3, 10, 4, 9, 5, 8, 6, 7

2. นำมาสร้างเป็นตาราง โดยที่ในลำดับต่อไปจะบวกเพิ่มทีละ 1 ไปเรื่อยๆ ถ้าถึง 12 แล้วให้เริ่มเป็น 1 ใหม่ ดังนี้

ตารางการปรับเพื่อให้เกิดความสมดุล

เด็กคนที่	ลำดับการนำเสนอชุดจำนวนในการทดสอบแต่ละเงื่อนไข											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	12	2	11	3	10	4	9	5	8	6	7
2	2	1	3	12	4	11	5	10	6	9	7	8
3	3	2	4	1	5	12	6	11	7	10	8	9
4	4	3	5	2	6	1	7	12	8	11	9	10
5	5	4	6	3	7	2	8	1	9	12	10	11
6	6	5	7	4	8	3	9	2	10	1	11	12
7	7	6	8	5	9	4	10	3	11	2	12	1
8	8	7	9	6	10	5	11	4	12	3	1	2
9	9	8	10	7	11	6	12	5	1	4	2	3
10	10	9	11	8	12	7	1	6	2	5	3	4
11	11	10	12	9	1	8	2	7	3	6	4	5
12	12	11	1	10	2	9	3	8	4	7	5	6
..												
..												
..												

เมื่อได้ลำดับการนำเสนอชุดจำนวนในการทดสอบแต่ละเงื่อนไขของเด็กแต่ละคนตามตารางการปรับเพื่อให้เกิดความสมดุลแล้ว จึงนำลำดับชุดจำนวนที่ได้ไปเทียบกับตารางการสุ่มอย่างง่ายเพื่อกำหนดชุดของจำนวน (ตารางที่ 5 ในหน้า 29)

ตารางที่ 5 การสุ่มอย่างง่ายเพื่อกำหนดชุดของจำนวน

ชุดที่	จำนวนสิ่งเร้า (สัตว์ที่สัมพันธ์กับวัตถุที่มองเห็น)
1	6
2	3
3	3
4	5
5	3
6	5
7	2
8	6
9	5
10	6
11	2
12	2

จะได้เป็นลำดับการนำเสนอจำนวนสัตว์ที่สัมพันธ์กับวัตถุตามลำดับของเด็กแต่ละคน ผู้วิจัยขอยกตัวอย่างลำดับการนำเสนอจำนวนสัตว์ที่สัมพันธ์กับวัตถุของเด็กที่ได้รับการทดสอบคนที่ 4 และคนที่ 7 ดังนี้

ตัวอย่าง ลำดับการเสนอจำนวนสิ่งเร้าที่เด็กได้รับ (ผู้เข้าทดลองคนที่ 4และคนที่ 7)

การนำเสนอลำดับที่	ลำดับการเสนอชุดจำนวน* (คนที่ 4)	จำนวนสิ่งเร้า (คนที่ 4)	ลำดับการเสนอชุดจำนวน* (คนที่ 7)	จำนวนสิ่งเร้า (คนที่ 7)
1	4	5	7	2
2	3	3	6	5
3	5	3	8	6
4	2	3	5	3
5	6	5	9	5
6	1	6	4	5
7	7	2	10	6
8	12	2	3	3
9	8	6	11	2
10	11	2	2	3
11	9	5	12	2
12	10	6	1	6

หมายเหตุ * หมายถึง ลำดับการนำเสนอชุดจำนวนในการทดสอบแต่ละเงื่อนไขของเด็กแต่ละคนตามตารางการปรับเพื่อให้เกิดความสมดุล

ภาคผนวก จ

การทดสอบพัฒนาการ

เพื่อที่จะดูว่าเด็กในแต่ละระดับอายุมีพัฒนาการในความสามารถในการอนุมานจำนวนตามเกณฑ์ของ Piaget หรือไม่ ผู้วิจัยจึงใช้เกณฑ์ 75 % ของ Piaget (Elkind, 1964) โดยการนำกลุ่มตัวอย่างที่มีคะแนนคำตอบที่ถูกต้องเกิน 75% (9 คะแนน) ในแต่ละเงื่อนไขตามระดับอายุ มาคำนวณว่าเด็กในแต่ละระดับอายุ มีผู้ที่มีคะแนนคำตอบที่ถูกต้องตั้งแต่ 9 ข้อขึ้นไปคิดเป็นกี่เปอร์เซ็น ดังแสดงในตาราง

จำนวนเด็กในแต่ละระดับอายุที่มีคะแนนจากคำตอบที่ถูกต้องในการอนุมานจำนวนตั้งแต่ 75 % (9 คะแนน) ขึ้นไปในแต่ละเงื่อนไข

เงื่อนไข	อายุ	จำนวน (คน)	เปอร์เซ็น
เงื่อนไขการนับ			
- กลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการนับ - การย้ายเหน่งตำแหน่ง	3 ปี (n = 36)	9	25
	4 ปี (n = 36)	14	39
	5 ปี (n = 36)	21	58
- กลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง - การนับ	3 ปี (n = 36)	4	11
	4 ปี (n = 36)	11	31
	5 ปี (n = 36)	19	53
เงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง			
- กลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการนับ - การย้ายเหน่งตำแหน่ง	3 ปี (n = 36)	7	19
	4 ปี (n = 36)	15	42
	5 ปี (n = 36)	19	53
- กลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง - การนับ	3 ปี (n = 36)	2	6
	4 ปี (n = 36)	6	17
	5 ปี (n = 36)	14	39

จากตารางพบว่า ในทุกระดับอายุมีจำนวนเด็กมีคะแนนความสามารถในการอนุมานตั้งแต่ 9 คะแนน (75 เปอร์เซ็น) ไม่ถึง 75 เปอร์เซ็นตามเกณฑ์ของ Piaget จึงแสดงให้เห็นว่าเด็กในระดับอายุ 3 ปี ถึง 5 ปีนั้นยังไม่มีความสามารถในการอนุมานจำนวนทั้งในเงื่อนไขการนับและเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งตามเกณฑ์ 75 เปอร์เซ็น ของ Piaget

ภาคผนวก ฉ

คะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการนับและเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งของกลุ่มตัวอย่างอายุ 5 ปี (กลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการนับ - การย้ายตำแหน่ง)

ลำดับ	ชื่อ	อายุ (ปี/เดือน)	เงื่อนไขการนับ	เงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง
1.	ด.ช.	5 / 7	12	11
2.	ด.ญ.	5 / 4	10	12
3.	ด.ญ.	5 / 3	12	12
4.	ด.ญ.	5 / 5	2	0
5.	ด.ช.	5 / 6	9	8
6.	ด.ช.	5 / 4	2	1
7.	ด.ญ.	5 / 5	12	12
8.	ด.ช.	5 / 11	10	11
9.	ด.ช.	5 / 9	1	3
10.	ด.ญ.	5 / 2	12	10
11.	ด.ญ.	5 / 10	10	11
12.	ด.ช.	5 / 6	0	2
13.	ด.ญ.	5 / 10	12	9
14.	ด.ช.	5 / 9	9	11
15.	ด.ช.	5 / 3	10	11
16.	ด.ช.	5 / 1	9	11
17.	ด.ญ.	5 / 6	2	0
18.	ด.ญ.	5 / 9	0	1
19.	ด.ญ.	5 / 2	12	10
20.	ด.ช.	5 / 7	4	6
21.	ด.ช.	5 / 6	12	12
22.	ด.ช.	5 / 11	5	2
23.	ด.ญ.	5 / 5	11	12
24.	ด.ญ.	5 / 9	8	9
25.	ด.ญ.	5 / 11	12	9
26.	ด.ช.	5 / 2	12	10
27.	ด.ช.	5 / 7	7	7
28.	ด.ช.	5 / 10	4	2
29.	ด.ญ.	5 / 10	5	4
30.	ด.ญ.	5 / 5	12	12
31.	ด.ช.....	5 / 11	11	11
32.	ด.ญ.....	5 / 4	5	7
33.	ด.ญ.....	5 / 3	8	10
34.	ด.ญ.....	5 / 2	4	6
35.	ด.ช.....	5 / 10	12	12
36.	ด.ช.....	5 / 7	10	9
Mean			7.917	8.027

คะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการนับและเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง ของกลุ่มตัวอย่างอายุ 5 ปี (กลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง - การนับ)

ลำดับ	ชื่อ	อายุ (ปี / เดือน)	เงื่อนไขการนับ	เงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง
1.	ด.ช.	5 / 8	12	10
2.	ด.ช.	5 / 8	2	1
3.	ด.ญ.	5 / 7	12	11
4.	ด.ช.....	5 / 11	10	8
5.	ด.ญ.....	5 / 4	12	12
6.	ด.ช.....	5 / 11	0	0
7.	ด.ช.....	5 / 3	12	4
8.	ด.ช.....	5 / 5	12	10
9.	ด.ช.....	5 / 8	2	0
10.	ด.ช.....	5 / 11	11	9
11.	ด.ช.....	5 / 5	12	11
12.	ด.ช.....	5 / 4	0	2
13.	ด.ญ.....	5 / 6	12	12
14.	ด.ญ.....	5 / 9	12	10
15.	ด.ญ.....	5 / 4	5	2
16.	ด.ญ.....	5 / 6	12	10
17.	ด.ญ.....	5 / 9	0	1
18.	ด.ญ.....	5 / 3	1	2
19.	ด.ญ.....	5 / 2	12	2
20.	ด.ช.....	5 / 7	5	3
21.	ด.ญ.....	5 / 6	7	3
22.	ด.ญ.....	5 / 7	10	9
23.	ด.ช.....	5 / 9	5	2
24.	ด.ญ.....	5 / 11	12	8
25.	ด.ช.....	5 / 9	6	4
26.	ด.ญ.....	5 / 3	1	2
27.	ด.ช.....	5 / 5	12	10
28.	ด.ญ.....	5 / 2	2	0
29.	ด.ช.....	5 / 6	6	5
30.	ด.ช.....	5 / 10	12	6
31.	ด.ช.....	5 / 5	3	1
32.	ด.ญ.....	5 / 11	0	2
33.	ด.ญ.....	5 / 8	12	12
34.	ด.ญ.....	5 / 11	12	11
35.	ด.ญ.....	5 / 4	10	8
36.	ด.ช.....	5 / 6	5	3
mean			7.528	5.722

ตารางแสดงความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการนับและเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง ของกลุ่มตัวอย่างอายุ 4 ปี (กลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการนับ - การย้ายตำแหน่ง)

ลำดับ	ชื่อ	อายุ (ปี:เดือน)	เงื่อนไขการนับ	เงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง
1.	ด.ญ.....	4 / 6	12	12
2	ด.ญ.....	4 / 7	3	3
3	ด.ญ.....	4 / 3	2	2
4	ด.ช.....	4 / 6	11	12
5	ด.ญ.....	4 / 11	7	3
6	ด.ช.....	4 / 6	9	12
7	ด.ช.....	4 / 10	10	12
8.	ด.ช.....	4 / 5	10	11
9.	ด.ช.....	4 / 9	2	0
10.	ด.ช.....	4 / 7	3	1
11.	ด.ช.....	4 / 9	1	3
12.	ด.ญ.....	4 / 10	6	1
13.	ด..ญ.....	4 / 8	9	12
14.	ด.ช.....	4 / 3	7	8
15.	ด.ช.....	4 / 2	8	10
16.	ด.ญ.....	4 / 8	1	3
17.	ด.ญ.....	4 / 4	4	7
18.	ด.ญ.....	4 / 6	12	12
19.	ด.ช.....	4 / 4	12	10
20.	ด.ญ.....	4 / 3	12	12
21.	ด.ช.....	4 / 9	5	2
22.	ด.ช.....	4 / 6	12	11
23.	ด.ญ.....	4 / 6	8	3
24.	ด.ญ.....	4 / 3	1	2
25.	ด.ญ.....	4 / 5	3	0
26.	ด.ช.....	4 / 3	11	12
27.	ด.ช.....	4 / 4	12	10
28.	ด.ญ.....	4 / 3	0	1
29.	ด.ญ.....	4 / 10	12	9
30.	ด.ช.....	4 / 5	5	2
31.	ด.ช.....	4 / 3	1	1
32.	ด.ช.....	4 / 11	4	2
33.	ด.ญ.....	4 / 9	12	12
34.	ด.ญ.....	4 / 9	1	2
35.	ด.ญ.....	4 / 9	0	0
36.	ด.ช.....	4 / 5	11	9
mean			6.639	6.222

คะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการนับและเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง ของกลุ่มตัวอย่างอายุ 4 ปี (กลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง - การนับ)

ลำดับ	ชื่อ	อายุ (ปี เดือน)	เงื่อนไขการนับ	เงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง
1.	ด.ญ.....	4 / 7	5	2
2	ด.ช.....	4 / 4	5	1
3.	ด.ญ.....	4 / 3	8	0
4.	ด.ญ.....	4 / 5	4	3
5.	ด.ญ.....	4 / 6	9	1
6.	ด.ช.....	4 / 4	2	2
7.	ด.ช.....	4 / 11	12	11
8.	ด.ช.....	4 / 5	6	3
9.	ด.ช.....	4 / 9	2	3
10.	ด.ญ.....	4 / 2	1	2
11.	ด.ช.....	4 / 10	3	3
12.	ด.ญ.....	4 / 7	12	5
13.	ด.ช.....	4 / 4	4	1
14.	ด.ช.....	4 / 7	10	1
15.	ด.ช.....	4 / 11	2	1
16.	ด.ช.....	4 / 8	11	8
17.	ด.ญ.....	4 / 6	8	5
18.	ด.ญ.....	4 / 9	3	0
19.	ด.ญ.....	4 / 2	7	2
20.	ด.ญ.....	4 / 6	0	1
21.	ด.ช.....	4 / 7	3	1
22.	ด.ช.....	4 / 5	12	12
23.	ด.ช.....	4 / 3	7	3
24.	ด.ญ.....	4 / 8	12	10
25.	ด.ช.....	4 / 5	3	0
26.	ด.ช.....	4 / 7	0	0
27.	ด.ช.....	4 / 9	12	9
28.	ด.ช.....	4 / 5	2	1
29.	ด.ช.....	4 / 6	11	8
30.	ด.ญ.....	4 / 6	12	10
31.	ด.ญ.....	4 / 10	1	3
32.	ด.ญ.....	4 / 4	12	12
33.	ด.ญ.....	4 / 4	0	1
34.	ด.ญ.....	4 / 10	2	4
35.	ด.ญ.....	4 / 4	9	3
36.	ด.ญ.....	4 / 9	5	2
mean			6.028	3.722

คะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการนับและเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง ของกลุ่มตัวอย่างอายุ 3 ปี (กลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการนับ - การย้ายตำแหน่ง)

ลำดับ	ชื่อ	อายุ (ปี/เดือน)	เงื่อนไขการนับ	เงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง
1.	ด.ญ.....	3 / 8	11	11
2.	ด.ช.....	3 / 5	0	1
3.	ด.ญ.....	3 / 3	8	11
4.	ด.ช.....	3 / 8	12	12
5.	ด.ช.....	3 / 5	12	12
6.	ด.ญ.....	3 / 7	6	6
7.	ด.ช.....	3 / 9	1	2
8.	ด.ญ.....	3 / 5	0	3
9.	ด.ช.....	3 / 6	2	2
10.	ด.ช.....	3 / 10	9	8
11.	ด.ช.....	3 / 4	2	1
12.	ด.ช.....	3 / 11	12	11
13.	ด.ช.....	3 / 5	5	3
14.	ด.ญ.....	3 / 11	8	5
15.	ด.ช.....	3 / 6	2	1
16.	ด.ญ.....	3 / 11	0	3
17.	ด.ช.....	3 / 7	2	0
18.	ด.ญ.....	3 / 11	11	9
19.	ด.ญ.....	3 / 6	12	12
20.	ด.ญ.....	3 / 3	4	0
21.	ด.ญ.....	3 / 3	2	1
22.	ด.ญ.....	3 / 11	0	3
23.	ด.ญ.....	3 / 9	7	5
24.	ด.ญ.....	3 / 8	2	1
25.	ด.ญ.....	3 / 7	1	1
26.	ด.ญ.....	3 / 4	3	2
27.	ด.ช.....	3 / 11	2	1
28.	ด.ญ.....	3 / 5	1	0
29.	ด.ช.....	3 / 8	0	3
30.	ด.ญ.....	3 / 5	12	8
31.	ด.ญ.....	3 / 4	4	1
32.	ด.ช.....	3 / 6	2	0
33.	ด.ช.....	3 / 11	1	2
34.	ด.ช.....	3 / 6	7	3
35.	ด.ช.....	3 / 11	0	4
36.	ด.ช.....	3 / 9	12	9
mean			4.861	4.361

คะแนนความสามารถในการอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการนับและเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง ของกลุ่มตัวอย่างอายุ 3 ปี (กลุ่มที่ได้รับเงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง - การนับ)

ลำดับ	ชื่อ	อายุ (ปี/เดือน)	เงื่อนไขการนับ	เงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง
1	ด.ญ.....	3 / 7	0	2
2	ด.ญ.....	3 / 4	4	3
3	ด.ญ.....	3 / 3	1	2
4	ด.ญ.....	3 / 5	0	1
5	ด.ช.....	3 / 6	4	4
6	ด.ญ.....	3 / 4	3	3
7.	ด.ช.....	3 / 9	12	12
8.	ด.ญ.....	3 / 2	12	2
9.	ด.ญ.....	3 / 10	2	0
10.	ด.ญ.....	3 / 7	0	0
11.	ด.ญ.....	3 / 7	2	1
12.	ด.ญ.....	3 / 4	1	0
13.	ด.ญ.....	3 / 8	3	0
14.	ด.ช.....	3 / 6	2	4
15.	ด.ญ.....	3 / 9	10	8
16.	ด.ช.....	3 / 6	3	1
17.	ด.ญ.....	3 / 7	0	0
18.	ด.ญ.....	3 / 9	7	5
19.	ด.ช.....	3 / 10	2	2
20.	ด.ญ.....	3 / 4	1	3
21.	ด.ญ.....	3 / 9	0	0
22.	ด.ญ.....	3 / 10	10	8
23.	ด.ช.....	3 / 11	1	2
24.	ด.ญ.....	3 / 5	0	1
25.	ด.ญ.....	3 / 6	3	2
26.	ด.ช.....	3 / 7	0	2
27.	ด.ช.....	3 / 11	1	1
28.	ด.ช.....	3 / 6	3	0
29.	ด.ช.....	3 / 11	4	2
30.	ด.ช.....	3 / 8	2	4
31.	ด.ช.....	3 / 5	0	2
32.	ด.ช.....	3 / 7	3	2
33.	ด.ช.....	3 / 6	4	1
34.	ด.ช.....	3 / 3	8	5
35.	ด.ช.....	3 / 9	0	2
36.	ด.ช.....	3 / 10	1	2
mean			3.028	2.472

ภาคผนวก ช

ตัวอย่าง ตารางที่ใช้ในการบันทึกข้อมูล

ชื่อ ..... ชั้น .....

อายุ .....

ลำดับ	จำนวนสิ่งเร้า	เงื่อนไขการนับ		เงื่อนไขการย้ายตำแหน่ง	
		คำตอบ	คะแนน	คำตอบ	คะแนน
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					
11.					
12.					
	รวมคะแนน				

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ช

หนังสือขอความยินยอมจากผู้ปกครอง (Consent form)

สาขาจิตวิทยาพัฒนาการ
คณะจิตวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พญาไท กรุงเทพฯ 10300

16 พฤษภาคม 2542

เรียน ท่านผู้ปกครอง

เนื่องด้วยดิฉัน นางสาวอังคณา อ่อนธานี นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาจิตวิทยาพัฒนาการ คณะจิตวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กำลังดำเนินการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบความสามารถในการอนุมานจำนวนของเด็กอายุ 3 ถึง 5 ปี โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร. เพ็ญพิไล ฤทธาคณานนท์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ทั้งนี้ดิฉันได้รับความร่วมมือจากทางโรงเรียนอนุบาลเมืองอุทัยธานี อนุญาตให้ทดสอบนักเรียนของโรงเรียน เพื่อนำผลที่ได้มาเป็นข้อมูลในการวิจัย โดยมีนักเรียนเข้าร่วมการทดสอบจำนวน 216 คน และบุตรหลานของท่านเป็นหนึ่งในผู้ที่ได้รับการคัดเลือกให้ร่วมการทดสอบ ดิฉันจึงเรียนมาเพื่อขอให้ท่านผู้ปกครองได้โปรดอนุญาตให้เด็กของท่านได้เข้าร่วมการทดสอบในครั้งนี้

การทดสอบครั้งนี้ใช้เวลาไม่เกิน 20 นาที ดิฉันขอรับรองว่าของเล่นที่ใช้ในการทดสอบนี้ไม่มีอันตรายต่อเด็ก และคะแนนที่ได้รับจากการทดสอบจะไม่ถูกนำไปเปิดเผยต่อสาธารณชน และขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(นางสาวอังคณา อ่อนธานี)

ขอรับรองว่าข้อความข้างต้นนี้เป็นความจริง

(รองศาสตราจารย์ ดร. พรรณทิพย์ ศิริวรรณบุศย์)
คณบดีคณะจิตวิทยา

กรุณากรอกข้อความในส่วนนี้ให้ครบ แล้วส่งคืนที่คุณครูประจำชั้น

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

☐ อนุญาต

☐ ไม่อนุญาต

ให้เด็กในความปกครองของข้าพเจ้าเข้าร่วมเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้

(ลงชื่อ).....

(ผู้ปกครอง)

ภาคผนวก ฌ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

1.รองศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญพิไล ฤทธาคณานนท์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาจิตวิทยา-พัฒนาการ คณะจิตวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. รองศาสตราจารย์ ประไพพรรณ ภูมิวุฒิสาร อาจารย์ประจำสาขาวิชาจิตวิทยาพัฒนาการ คณะจิตวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.อาจารย์รัชนีพร สายแวว หัวหน้าสายชั้นอนุบาล โรงเรียนอนุบาลเมืองอุทัยธานี จังหวัดอุทัยธานี

ประวัติผู้วิจัย

นางสาวอังคณา อ่อนธานี เกิดวันที่ 9 มกราคม 2516 จบการศึกษาระดับปริญญาตรีจาก สถาบันราชภัฏนครสวรรค์ คณะครุศาสตร์ สาขาวิชาการศึกษาปฐมวัย เข้าศึกษาในระดับปริญญาโท สาขาวิชาจิตวิทยาพัฒนาการ คณะจิตวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2540 ปัจจุบันรับราชการครูในตำแหน่ง อาจารย์ 1 ระดับ 4 โรงเรียนวัดทองหลาง อำเภอบ้านไร่ จังหวัดอุทัยธานี