ความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวน โดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นในเด็กอายุ 3-4 ปี

นางสาวจริยา ชีรนรวนิชย์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาจิตวิทยาพัฒนาการ
คณะจิตวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-5000-5

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

AUDITORY - VISUAL INTERMODAL NUMERICAL CORRESPONDENCE ABILITY IN THREE - TO - FOUR - YEAR - OLD CHILDREN

Miss Jariya Cheeranoravanich

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Arts in Developmental Psychology

Faculty of Psychology

Chulalongkorn University

Academic Year 2003

ISBN 974-17-5000-5

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นในเด็กอายุ 3-4 ปี
โดย	นางสาวจริยา ชีรนรวนิชย์
สาขาวิชา	จิตวิทยาพัฒนาการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. เพ็ญพิไล ฤทธาคณานนท์

คณะจิตวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

……. คณบดีคณะจิตวิทยา
(รองศาสตราจารย์ ดร. พรรณทิพย์ ศิริวรรณบุศย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

……. ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรรณระพี สุทธิวรรณ)

……. อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. เพ็ญพิไล ฤทธาคณานนท์)

……. กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. สมโภชน์ เอี่ยมสุภาษิต)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จริยา ชีรนรวนิชย์ : ความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นในเด็กอายุ 3-4 ปี (AUDITORY – VISUAL INTERMODAL NUMERICAL CORRESPONDENCE ABILITY IN THREE – TO – FOUR – YEAR – OLD CHILDREN) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร. เพ็ญพิไล ฤทธาคณานนท์, 108 หน้า ISBN 974-17-5000-5

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของเด็กอายุ 3-4 ปี

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของเด็กที่มีความสามารถในการนับแตกต่างกัน

3. เพื่อทำนายความสามารถที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาสในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น และในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของเด็กอายุ 3-4 ปี

กลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กนักเรียนชั้นอนุบาลที่มีอายุ 3-4 ปีของโรงเรียนฤทธิไกรศึกษา จำนวน 120 คน แบ่งเป็น 3 ระดับอายุ คือ 3 ปี 3 ½ ปี และ 4 ปี ระดับอายุละ 40 คน เป็นเด็กชาย 60 คน และเด็กหญิง 60 คน เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบดัดแปลงมาจากการศึกษาของ Mix et al. (1996) เพื่อให้เหมาะสมกับเด็กไทย สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-way ANOVA)

ผลการวิจัยพบว่า

1. เด็กอายุ 3 ปี 3 ½ ปี และ 4 ปี มีความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นเพิ่มขึ้นตามระดับอายุ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. เด็กอายุ 3-4 ปีมีความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นสูงกว่าความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. เด็กอายุ 3-4 ปีที่มีความสามารถในการนับมากกว่ามีความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นสูงกว่าเด็กที่มีความสามารถในการนับน้อยกว่า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาสมีสัดส่วนเพิ่มขึ้นตามระดับอายุ

หลักสูตร	จิตวิทยาพัฒนาการ	ลายมือชื่อนิสิต ……..……..
สาขาวิชา	จิตวิทยาพัฒนาการ	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา …….....
ปีการศึกษา	2546	

4478107038 : MAJOR DEVELOPMENTAL PSYCHOLOGY
KEY WORD : AUDITORY / VISUAL / INTERMODAL / NUMERICAL CORRESPONDENCE ABILITY / PRESCHOOL CHILDREN

JARIYA CHEERANORAVANICH : AUDITORY – VISUAL INTERMODAL NUMERICAL CORRESPONDENCE ABILITY IN THREE – TO – FOUR – YEAR – OLD CHILDREN. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. PENPILAI RITHAKANANONE, Ph.D., 108 pp. ISBN 974-17-5000-5.

The purposes of this thesis were to compare auditory – visual intermodal numerical correspondence and visual – visual numerical correspondence ability in three – to – four – year – old children, to compare auditory – visual intermodal numerical correspondence and visual – visual numerical correspondence ability between the more proficient counters and the less proficient counters, and to predict their above chance auditory – visual intermodal numerical correspondence and visual – visual numerical correspondence ability.

The subjects consisted of 120 children, 60 boys and 60 girls. The instrument was modified from the study of Mix et al. (1996). Two-way ANOVA was used for statistical analysis.

The study shows that :

1. Auditory – visual intermodal numerical correspondence and visual – visual numerical correspondence ability in three – to – four – year – old children increased in accordance with their increasing age ($p < .05$).

2. Three – to – four – year – old children had significantly better visual – visual numerical correspondence ability than auditory – visual intermodal numerical correspondence ability ($p < .05$).

3. The more proficient counters had significantly better auditory – visual intermodal numerical correspondence and visual – visual numerical correspondence ability than the less proficient counters ($p < .05$).

4. The proportion of children's above chance auditory – visual intermodal numerical correspondence and visual – visual numerical correspondence ability increased in accordance with their increasing age.

Program DEVELOPMENTAL PSYCHOLOGY student's signature ……..……...……..
Field of study DEVELOPMENTAL PSYCHOLOGY advisor's signature ……..……...……..
Academic year 2003

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีด้วยความกรุณาอย่างดีที่สุดจาก รองศาสตราจารย์ ดร. เพ็ญพิไล ฤทธาคณานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้ช่วยชี้แนะแนวทางในการทำงาน ให้ความรู้ ข้อคิดเห็นอันเป็นประโยชน์ ตลอดจนช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ของวิทยานิพนธ์ โดยเฉพาะกำลังใจและแบบอย่างที่ดีในการทำงานและดำรงชีวิตอย่างมีความสุข ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งอย่างยิ่งในความเมตตาของท่าน ขอกราบขอบพระคุณในความปรารถนาดีที่มีต่อศิษย์ไว้ ณ โอกาสนี้

กราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรรณระพี สุทธิวรรณ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ นิรมล ชยุตสาหกิจ ที่ได้สละเวลาช่วยตรวจเครื่องมือในการวิจัยและให้คำแนะนำต่าง ๆ

กราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. สมโภชน์ เอี่ยมสุภาษิต ที่ได้สละเวลาให้ความรู้และคำแนะนำเกี่ยวกับการวิเคราะห์สถิติในการวิจัย

กราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่าน ได้แก่ รองศาสตราจารย์ ดร. พรรณทิพย์ ศิริวรรณบุศย์ รองศาสตราจารย์ศิรางค์ ทับสายทอง และรองศาสตราจารย์ประไพพรรณ ภูมิวุฒิสาร ที่ให้ความรู้และเมตตาศิษย์เสมอมา

ขอขอบคุณอาจารย์ใหญ่ คุณครู และนักเรียนโรงเรียนกัลยวิทย์และโรงเรียนฤทธิไกรศึกษา ที่ให้ความร่วมมือและสละเวลาให้ผู้วิจัยเก็บข้อมูล

ขอขอบคุณ Tessei Kobayashi ที่ส่งเอกสารงานวิจัยมาให้และแลกเปลี่ยนความคิดกัน พี่ตุ้ม ศุภกิจ แจ่มวุฒิปรีชา ที่ช่วยค้นหาเอกสารจากต่างประเทศให้ พี่เก่ง อภิชาติ หวังคุณธรรม ที่ช่วยแนะนำและติดต่อพี่ตุ้มให้ พี่แป๊ะ ณัฐปกรณ์ ชีรนรวนิชย์ ที่ช่วยแก้ปัญหาเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ให้เสมอ

ขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ น้อง ๆ คณะจิตวิทยา ที่เป็นกำลังใจและแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน

ท้ายสุดนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อคุณแม่ผู้ให้ชีวิต คุณยายที่เคารพรักทั้งสาม คุณน้าทุกท่าน โดยเฉพาะคุณน้าภิรมย์ วรมุกสิก ที่ลงทุนลงแรงส่งเสริมผู้วิจัยในทุก ๆ ด้าน ขอบคุณน้องนัส น้องเกรซ น้องสาวสุดที่รัก และสมาชิกทุกคนในครอบครัว ที่มอบความรัก ห่วงใย และปรารถนาดีต่อผู้วิจัยตลอดมา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย…… ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ…….. จ

กิตติกรรมประกาศ…… ฉ

สารบัญตาราง……... ฌ

สารบัญภาพ……. ฑ

บทที่

1. บทนำ……..… 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา……..…… 1

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง……..… 5

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง……..…… 18

วัตถุประสงค์ในการวิจัย……...… 27

สมมติฐานในการวิจัย……...…… 27

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย……...…… 28

ตัวแปรในการวิจัย……...… 29

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ……..…… 30

2. วิธีดำเนินการวิจัย……..……... 31

กลุ่มตัวอย่าง……..……... 31

การออกแบบการวิจัย…..……..…… 32

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย……..…… 34

การศึกษานำร่อง……...…… 36

วิธีดำเนินการวิจัย……...……..…… 38

เกณฑ์การให้คะแนน……..…… 42

การวิเคราะห์ข้อมูล……...… 44

การนำเสนอข้อมูล……..……. 45

3. ผลการวิจัย……..…… 46

4. อภิปรายผลการวิจัย……..… 59

5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ……... 68

รายการอ้างอิง…….. 74

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก..... 78
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ..... 78
ภาคผนวก ข การ์ดตัวเลือกที่ใช้ในงานการจับคู่..... 79
ภาคผนวก ค ภาพแสดงเหตุการณ์ขณะทำการทดสอบ..... 81
ภาคผนวก ง ตัวอย่างกระดาษบันทึกคำตอบ..... 84
ภาคผนวก จ คะแนนที่ได้จากการวิจัย..... 85
ภาคผนวก ฉ ผลการศึกษานำร่อง ครั้งที่ 1..... 91
ภาคผนวก ช ผลการศึกษานำรอง ครั้งที่ 2..... 95
ภาพผนวก ซ หนังสือแจ้งผู้ปกครองเพื่อทำการทดสอบเด็ก..... 99
ภาคผนวก ฌ สถิติที่ใช้ในงานวิจัย..... 100
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 108

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดงจำนวนกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามอายุและเพศ……...	32
2.2	แสดงจำนวนกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามลำดับการนำเสนองาน อายุ และเพศ……..	33
2.3	แสดงคู่ของการ์ดตัวเลือกที่ใช้ในงานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็น และงานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นกับสิ่งที่มองเห็น……...	40
2.4	แสดงคะแนนเต็มตามชนิดของงาน……..…….……	42
3.1	แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นตามระดับอายุและชนิดของงาน……	46
3.2	แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (2 x 3 Analysis of Variance : balanced model) ของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นในงานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยิน และคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นในงานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นและสิ่งที่มองเห็นของเด็กอายุ 3 ปี 3 ½ ปี และ 4 ปี …...…….……	48
3.3	แสดงผลการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของเด็กอายุ 3 ปี 3 ½ ปีและ 4 ปี ด้วยวิธีการของ Scheffé ……	49
3.4	แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นตามความสามารถในการนับและชนิดของงาน……..…..	51

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
3.5	แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (2 x 2 Analysis of Variance : unbalanced model) ของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นในงานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นในงานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นและสิ่งที่มองเห็นของเด็กที่มีความสามารถในการนับมากกว่าและเด็กที่มีความสามารถในการนับน้อยกว่า……....	53
3.6	แสดงจำนวนเด็กที่จำแนกตามเกณฑ์ความสามารถที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาสและความน่าจะเป็นของการมีความสามารถที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาสในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นในงานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็นในเด็กอายุ 3-4 ปี……	54
3.7	แสดงจำนวนเด็กที่จำแนกตามเกณฑ์ความสามารถที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาสและความน่าจะเป็นของการมีความสามารถที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาสในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นในงานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นกับสิ่งที่มองเห็นในเด็กอายุ 3-4 ปี……..…….….	55
จ.1	แสดงคะแนนที่ได้จากการวิจัย…….	85
ฉ.1	แสดงจำนวนกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามลำดับการนำเสนองาน อายุ และเพศในการศึกษานำร่อง ครั้งที่ 1……..….	91
ฉ.2	แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นตามระดับอายุและชนิดของงานในการศึกษานำร่องครั้งที่ 1……..…	92

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ฉ.3	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (2 x 3 Analysis of Variance : balanced model) ของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นในงานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยิน และคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นในงานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นและสิ่งที่มองเห็นของเด็ก อายุ 3 ½ ปี และ 4 ปี ในการศึกษานำร่องครั้งที่ 1…….….	92
ฉ.4	แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นตามความสามารถในการนับและชนิดของงานในการศึกษานำร่องครั้งที่ 1……..……..	93
ฉ.5	แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (2 x 2 Analysis of Variance : unbalanced model) ของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นในงานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความ สมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นในงานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นและสิ่งที่มองเห็นของเด็กที่มีความสามารถในการนับมากกว่าและเด็กที่มีความสามารถในการนับน้อยกว่าในการศึกษานำร่องครั้งที่ 1……..…….…….	94
ช.1	แสดงจำนวนกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามลำดับการนำเสนองาน อายุ และเพศในการศึกษานำร่อง ครั้งที่ 2……...……	95
ช.2	แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นตามระดับอายุและชนิดของงานในการศึกษานำร่องครั้งที่ 2……..……	96

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ช.3	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (2 x 3 Analysis of Variance : balanced model) ของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นในงานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยิน และคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นในงานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นและสิ่งที่มองเห็นของเด็ก อายุ 3 ปี 3 ½ ปี และ 4 ปี ในการศึกษานำร่องครั้งที่ 2…….…..…	96
ช.4	แสดงผลการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของเด็กอายุ 3 ปี 3 ½ ปีและ 4 ปี ด้วยวิธีการของ Scheffé ในการศึกษานำร่องครั้งที่ 2…….…....	97
ช.5	แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นตามความสามารถในการนับและชนิดของงานในการศึกษานำร่องครั้งที่ 2…….…….…..	97
ช.6	แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (2 x 2 Analysis of Variance : unbalanced model) ของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นในงานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความ สมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นในงานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นและสิ่งที่มองเห็นของเด็กที่มีความสามารถในการนับมากกว่าและเด็กที่มีความสามารถในการนับน้อยกว่า ในการศึกษานำร่องครั้งที่ 2……..…..…	98

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ฌ.1	ตัวแปรเทียมของระดับอายุที่ใช้เป็นตัวแปรอิสระ.....	104
ฌ.2	ค่าสัมประสิทธิ์ (β_i) ของตัวแปรเทียมที่มีผลต่อการมีความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาส และการมีความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาส.....	105

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	แสดงคู่ของการ์ดตัวเลือกที่ใช้ในงานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็นและงานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นกับสิ่งที่มองเห็น…….….....	35
3.1	กราฟฟังก์ชัน Logistic Regression แสดงความน่าจะเป็นของการมีความสามารถที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาสในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น และความน่าจะเป็นของการมีความสามารถที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาสในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็น และการมองเห็นในเด็กอายุ 3-4 ปี……...…….……..…	57
ข.1	แสดงคู่ของการ์ดตัวเลือกที่ใช้ในงานการจับคู่ (Matching Tasks)……..…	79
ค.1	แสดงเหตุการณ์ขณะทำการทดสอบ…….….....	81

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มนุษย์มีการสื่อความหมายและการนับจำนวนมาตั้งแต่สมัยโบราณ โดยในระยะแรกจะเป็นการนับสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันที่มีลักษณะไม่ซับซ้อน ต่อมาจึงเริ่มมีการใช้สัญลักษณ์ เช่น เครื่องหมายที่ใช้เขียนแทนจำนวนหรือตัวเลข และเนื่องจากจำนวนมีลักษณะเป็นนามธรรมที่บ่งบอกถึงปริมาณของวัตถุซึ่งไม่สามารถจับต้องหรือมองเห็นได้ มนุษย์จึงต้องใช้ความคิดแบบใช้เหตุผลในการเรียนรู้และทำความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างของจำนวน

ในชีวิตประจำวันมนุษย์จะต้องเกี่ยวข้องกับตัวเลขและจำนวนอยู่ตลอดเวลา ซึ่งทั้งตัวเลขและจำนวนเป็นหัวใจของคณิตศาสตร์ และคณิตศาสตร์ก็มีบทบาทสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ทุกคน (Burington, 1954 อ้างถึงใน สมชาย ช่างทอง, 2534) โดยเฉพาะเด็กวัยก่อนเข้าเรียนจะมีความเกี่ยวข้องกับตัวเลขและจำนวนอยู่เสมอ (ยุพิน พิพิธกุล, 2530) เด็กจะได้พบคำถามและอาจต้องตอบคำถามในสิ่งที่เกี่ยวข้องกับเรื่องจำนวน เช่น มีพี่น้องกี่คน มีสัตว์เลี้ยงในบ้านกี่ตัว หรือได้รับเงินค่าขนมกี่บาท เป็นต้น ซึ่งประสบการณ์เหล่านี้มีคุณค่าต่อการเสริมสร้างความรู้ ความเข้าใจและพัฒนาการทางด้านมโนทัศน์เกี่ยวกับจำนวน (Miller & Gelman, 1983 อ้างถึงใน อมรรัตน์ สุทธิพินิจธรรม, 2527) ซึ่งถ้าขาดความรู้เกี่ยวกับจำนวนแล้วก็ยากที่จะอยู่ในสังคมปัจจุบันได้ ไม่ว่าสังคมนั้นจะปกครองแบบใด และองค์ประกอบแรกสุดที่จะทำให้บุคคลทำหน้าที่ในสังคมปัจจุบันได้อย่างดีคือ การมีความรู้ทางด้านจำนวนและใช้จำนวนในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

เด็กวัยก่อนเข้าเรียนจะมีความสามารถในการคิดปฏิบัติการทางด้านจำนวนในลักษณะที่ไม่เป็นทางการ (Informal) และไม่เกี่ยวข้องกับสัญลักษณ์ที่ใช้เขียน ซึ่งส่วนหนึ่งเกิดขึ้นจากการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยไม่มีใครสอนหรือแนะนำ และอีกส่วนหนึ่งเกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์กับคนใกล้ชิด (Flavell et al., 1993) เด็กจะมีทักษะการคิดปฏิบัติการทางด้านจำนวนอย่างช้า ๆ ค่อยเป็นค่อยไปเป็นลำดับตามขั้นพัฒนาการที่เกิดขึ้นตามปกติในเด็กแต่ละคน และความสามารถนี้จะเพิ่มมากขึ้นทีละน้อยจากจำนวนน้อยไปสู่จำนวนที่มากขึ้นเมื่อมีอายุมากขึ้น (Piaget, 1960 cited in Flavell et al., 1993) ซึ่งทักษะทางด้านจำนวนนี้อาจเป็นความสามารถที่ติดตัวมาตามธรรมชาติและเป็นสากลเช่นเดียวกับความสามารถทางด้านภาษาในเด็กปกติทุกคน (Gelman, 1980 อ้างถึงใน เพ็ญพิไล ฤทธาคณานนท์, 2536)

นักจิตวิทยาหลายท่านเชื่อว่ามนุษย์เริ่มพัฒนาความสามารถทางด้านจำนวนตั้งแต่ช่วงปีแรกของชีวิต จากหลักฐานการศึกษาวิจัยจำนวนมากที่ทดสอบความสามารถของทารกในการแยกความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่มีจำนวนน้อยโดยอาศัยกระบวนการเลิกให้ความสนใจ (Habituation) และกระบวนการกลับมาให้ความสนใจใหม่อีกครั้ง (Dishabituation) พบว่า หลังจากให้ทารกคุ้นเคยกับวัตถุกลุ่มหนึ่งที่มีจำนวนน้อยแล้ว ทารกตั้งแต่แรกเกิดถึง 12 เดือนจะกลับมาสนใจใหม่อีกครั้ง เมื่อกลุ่มวัตถุมีจำนวนแตกต่างไปจากเดิม (Strauss & Curtis, 1981; Antell & Keating, 1983; Starkey & Cooper, 1980) นอกจากนั้นผลการทดลองยังสอดคล้องกัน เมื่อผู้ทดลองควบคุมความสว่าง ความหนาแน่น ระยะห่าง รูปร่าง พื้นที่ และความเท่ากันของกลุ่มวัตถุที่มีลักษณะแตกต่างกัน โดยทารกไม่ได้ใช้ปัจจัยเหล่านี้เป็นพื้นฐานในการแบ่งแยกระหว่างกลุ่ม อย่างไรก็ตามก็ยังไม่เป็นที่ชัดเจนว่าอะไรคือกระบวนการเฉพาะที่เป็นพื้นฐานในการกระทำของทารก

Starkey, Spelke, & Gelman (1990) โต้แย้งว่า การใช้สิ่งเร้าทางสายตาในการศึกษาด้วยกระบวนการเลิกให้ความสนใจ (Habituation) เพียงอย่างเดียวไม่ได้ตัดความเป็นไปได้ที่ว่า ทารกใช้กระบวนการนับจากจำนวนที่มองเห็นมากกว่ากระบวนการอื่น พวกเขาเสนอว่าความสามารถในการทำความเข้าใจความสมนัยทางด้านจำนวนระหว่างกลุ่มวัตถุที่มีลักษณะแตกต่างกัน เช่น ภาพและเสียง จะทำให้แน่ใจได้ว่า การตอบสนองของทารกอยู่บนพื้นฐานของการใช้ข้อมูลทางด้านจำนวน โดยให้เหตุผลว่าความสามารถนี้จะขึ้นอยู่กับกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองตามหลักความสมนัยแบบ 1 ต่อ 1 มากกว่าการนับจากจำนวนที่มองเห็น เนื่องจากกระบวนการอย่างหลังไม่สามารถใช้กับกลุ่มของเสียงได้

ในการทดสอบความสามารถนี้ Starkey และคณะ (1990) ได้ทำการทดลองโดยเสนอสิ่งเร้าทั้งทางการได้ยินและการมองเห็นแก่ทารกอายุ 6-8 เดือน ในการทดลองหนึ่งจะแสดงวัตถุจำนวน 2 และ 3 ชิ้น และในขณะที่ทารกยังมองเห็นภาพอยู่ ทารกจะได้ยินเสียงกลองจำนวน 2 หรือ 3 ครั้ง จากการวัดเวลาที่ใช้ในการมองของทารกพบว่า ทารกมองภาพที่มีจำนวนวัตถุสมนัยกับจำนวนครั้งของเสียงที่ได้ยินนานกว่าภาพที่มีจำนวนวัตถุไม่สมนัยกับจำนวนครั้งของเสียงที่ได้ยินอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนในอีกการทดลองหนึ่งทารกต้องค้นพบความสมนัยกันระหว่างกลุ่มของเสียงและภาพเมื่อทั้ง 2 อย่างไม่ได้ถูกเสนอในเวลาเดียวกัน โดยทารกจะได้รับการเสนอวัตถุจำนวน 2 หรือ 3 ชิ้น จนกระทั่งเวลาที่ใช้ในการมองลดลงถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จากนั้นทารกจะได้ยินเสียงกลองจำนวน 2 หรือ 3 ครั้งมาจากด้านหลังของเงาสีดำที่ฉายบนฉาก ผลการวิจัยพบว่าทารกมองไปที่แหล่งที่มาของเสียงที่มีจำนวนครั้งของเสียงสมนัยกับจำนวนของวัตถุที่ทารกได้เลิกให้ความสนใจนานกว่าแหล่งที่มาของเสียงที่มีจำนวนครั้งของเสียงไม่สมนัยกับจำนวนของวัตถุที่ทารกได้เลิกให้ความสนใจไปนั้นอย่างมีนัยสำคัญ

Starkey และคณะ (1990) ได้ตีความผลการทดลองเหล่านี้ว่า ทารกสามารถรับรู้จำนวนของสิ่งที่มีลักษณะชัดเจนได้ ทั้งลำดับของเสียงและภาพที่เห็น และสามารถเชื่อมโยงกลุ่มจำนวนเหล่านี้กับอีกรูปแบบหนึ่งของจำนวนที่มีความสมนัยกัน เขาสรุปไว้ว่าในการค้นหาความสัมพันธ์เหล่านี้ทารกได้ใช้ทั้งกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับหลักความสมนัยแบบ 1 ต่อ 1 (One-One Correspondence) และหลักการจัดทุกสิ่งทุกอย่างเป็นสิ่งที่นับได้ (Abstraction Principle) นั่นคือการเข้าใจว่า ความรู้ที่ว่าองค์ประกอบที่แยกจากกัน รวมถึงเสียงด้วยนั้นสามารถนับได้ (Gelman & Gallisted, 1978) นอกจากนี้เขายังเสนอว่า การเกิดความสามารถเหล่านี้ไม่ได้ขึ้นอยู่กับภาษาหรือระบบการนับที่มีลักษณะเฉพาะในแต่ละวัฒนธรรม (Culture Specific Counting System) จากข้อค้นพบดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ทารกมีความสามารถทางด้านจำนวนมากกว่าที่ได้มีการศึกษาไว้ในอดีต และมากกว่าที่ได้แสดงออกเมื่อเป็นเด็กเล็ก จึงเป็นเหตุผลที่จะทำนายได้ว่า ถ้าทารกสามารถรู้ความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นได้นั้น เด็กที่มีอายุมากกว่าก็ควรจะทำงานที่คล้ายกันนี้ได้ด้วย เนื่องจากทารกมีความสามารถทางด้านจำนวนก่อนที่ทารกจะพูดได้เสียอีก ซึ่งความสามารถนี้จะพัฒนาเป็นระบบจำนวนที่เป็นแบบแผน (Conventional Number System) อย่างค่อยเป็นค่อยไปเมื่อทารกมีอายุมากขึ้น (Gelman, 1992) ดังนั้น ถ้าทารกมีมโนทัศน์เกี่ยวกับจำนวนที่เป็นนามธรรมแล้ว แนวคิดนี้ก็ควรจะมีในเด็กวัยก่อนเข้าเรียนด้วย

อย่างไรก็ตาม มีนักวิจัยหลายท่านที่ไม่เห็นด้วยกับ Starkey และคณะ (1990) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางด้านจำนวนในเด็กวัยก่อนเข้าเรียนโดยตรง และพบว่าเด็กไม่ได้ถูกชี้นำโดยมโนทัศน์เกี่ยวกับจำนวนที่เป็นนามธรรม คือ เด็กวัยก่อนเข้าเรียนมีความยากลำบากในการเข้าใจและนับจำนวนสิ่งที่ไม่ใช่วัตถุ ตัวอย่างเช่น Schaeffer, Eggleston, & Scott (1974) ขอให้เด็กจัดวัตถุเป็นกลุ่มที่มีจำนวนแตกต่างกันตั้งแต่ 1-7 ชิ้น โดยในเงื่อนไขหนึ่งให้เด็กจัดกลุ่มของลูกกวาด ส่วนในอีกเงื่อนไขหนึ่งให้เด็กจัดกลุ่มเสียงด้วยการตีกลอง ผลการทดลองพบว่า ผู้ที่มีความสามารถในการนับได้น้อยกว่าจัดกลุ่มในเงื่อนไขกลองได้น้อยกว่าการจัดกลุ่มในเงื่อนไขลูกกวาดอย่างมีนัยสำคัญ และการจัดกลุ่มในทั้ง 2 เงื่อนไขจะพัฒนาและเริ่มมีแนวโน้มที่จะคงที่เมื่อเด็กมีระบบการนับที่เป็นแบบแผนแล้ว ในอีกการศึกษาหนึ่ง Wynn (1990) ขอให้เด็กวัยก่อนเข้าเรียนนับกลุ่มของสิ่งต่าง ๆ ที่มีลักษณะแตกต่างกัน ซึ่งประกอบด้วยวัตถุ เหตุการณ์ และเสียง ผลการทดลองพบว่า ทุกกลุ่มอายุที่ทำการทดสอบมีเปอร์เซ็นต์ของการนับที่ประสบความสำเร็จในเงื่อนไขของเสียงต่ำกว่าในเงื่อนไขอื่น ๆ โดยเด็กอายุ 2 ½ ปีหลายคนรู้สึกสับสนในเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์หรือเสียง และมีความล้มเหลวในการนับเหตุการณ์และเสียงนั้น ๆ แม้ว่าจะประสบความสำเร็จในการนับวัตถุก็ตาม นอกจากนี้ Shipley & Shepperson (1990) พบว่า เด็กวัยก่อนเข้าเรียนแสดงความชอบอย่างชัดเจนในการนับวัตถุที่มีลักษณะแยกจากกันอย่างเด่นชัด และมีความ

ยากลำบากอย่างยิ่งในการนับสิ่งที่ไม่ใช่วัตถุ เช่น ส่วนประกอบของวัตถุ เป็นต้น ซึ่งงานวิจัยเหล่านี้แสดงให้เห็นถึงการขาดความต่อเนื่องกับสิ่งที่ Starkey และคณะ (1990) พบ

Mix, Huttenlocher, & Levine (1996) มีความเห็นว่า เนื่องจากงานที่ใช้ในการศึกษาข้างต้นต้องอาศัยความสามารถในการนับของเด็ก ทำให้ไม่สามารถสรุปได้ว่า ผลการทดลองนี้สะท้อนให้เห็นถึงการขาดความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางด้านจำนวนของเด็ก หรือเป็นเพราะเด็กขาดประสบการณ์การนับด้วยคำพูดที่ใช้ในชีวิตประจำวัน นั่นคือ เด็กอาจจะประสบความล้มเหลวในการนับสิ่งที่ไม่ใช่วัตถุ เนื่องจากเขาไม่เคยเห็นการนำคำแสดงจำนวนนับมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์เช่นนี้ จึงยังไม่เป็นที่แน่ชัดว่า เด็กวัยก่อนเข้าเรียนสามารถเข้าใจความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นในงานที่ไม่ต้องใช้การนับหรือไม่ นั่นคือ ถ้าเด็กสามารถใช้วิธีการที่ไม่ต้องอาศัยภาษา (Nonverbal Method) ในการสร้างความสมนัยทางด้านจำนวนระหว่างกลุ่มของเสียงที่ได้ยินและสิ่งที่มองเห็นได้นั้น งานการจับคู่ที่ไม่ต้องใช้ภาษา (Nonverbal Matching Task) ที่มีลักษณะคล้ายกับกระบวนการของ Starkey และคณะ (1990) อย่างมากก็น่าจะเป็นการทดลองที่ให้ผลได้ชัดเจนกว่า

Mix, Huttenlocher, & Levine (1996) ทดสอบความสามารถของเด็กวัยก่อนเข้าเรียนในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น โดยใช้งานที่ไม่ต้องอาศัยการนับ เพื่อพิจารณาว่าเด็กวัยก่อนเข้าเรียนสามารถประสบความสำเร็จอย่างสมบูรณ์แบบในงานที่เหมือนกับที่ใช้ในการศึกษาทารกของ Starkey และคณะ (1990) หรือไม่ โดยการเสนอกลุ่มเป้าหมาย ตามด้วยการเลือกกลุ่มที่มีความสมนัยกันระหว่างกลุ่มตัวเลือก 2 กลุ่ม โดยหลีกเลี่ยงตัวแปรแทรกซ้อนที่มาจากความสามารถในการนับ และความสามารถในการให้เหตุผลทางด้านจำนวน พบว่าเด็กที่มีอายุน้อยกว่าไม่สามารถทำงานนี้ได้ดีเท่าเด็กที่อายุมากกว่าแสดงว่าความสำเร็จในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นจะเป็นไปตามพัฒนาการ นอกจากนี้ยังพบว่ามีความสัมพันธ์กับระบบการนับที่เป็นแบบแผน ซึ่งขัดแย้งกับ Starkey และคณะ (1990) ที่ได้กล่าวไว้ว่าทารกสามารถเข้าใจความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นได้โดยใช้ทั้งหลักการสมนัยแบบ1ต่อ1และหลักการที่ทุกสิ่งทุกอย่างสามารถนับได้และที่ได้โต้แย้งว่าการมีความสามารถนี้ไม่ได้ขึ้นอยู่กับการมีระบบการนับที่มีแบบแผน

จากที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้เกิดคำถามขึ้นว่า เมื่อไรความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นจึงเกิดขึ้น มีการพัฒนาขึ้นมาได้อย่างไร และมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการนับที่เป็นแบบแผนจริงตามงานวิจัยของ Mix, Huttenlocher, & Levine (1996) หรือไม่ ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะทำการศึกษาความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัส

ระหว่างการได้ยินและการมองเห็นของเด็กไทย โดยใช้เครื่องมือและวิธีการทดสอบที่ดัดแปลงจากการศึกษาของ Mix, Huttenlocher, & Levine (1996)

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

<u>ทฤษฎีพัฒนาการทางปัญญา</u> (Theory of cognitive development)

Piaget เป็นนักจิตวิทยาชาวสวิสที่ได้ศึกษาพัฒนาการของเด็ก และตั้งทฤษฎีพัฒนาการทางปัญญา (Theory of cognitive development) ที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นทฤษฎีที่มีระบบการศึกษาที่สมบูรณ์ทฤษฎีหนึ่ง

Piaget มองว่า เด็กจะมีพัฒนาการทางปัญญาจากขั้นหนึ่งไปสู่อีกขั้นหนึ่งได้ด้วยกระบวนการที่สำคัญ 4 กระบวนการ คือ กระบวนการเกิดโครงสร้าง (Schema) กระบวนการดูดซึมเข้าสู่โครงสร้าง (Assimilation) กระบวนการปรับโครงสร้าง (Accommodation) และกระบวนการเกิดความสมดุลของโครงสร้าง (Equilibration) (Wadsworth, 1996) ซึ่งอธิบายได้ดังนี้

1. กระบวนการเกิดโครงสร้าง หมายถึง การเกิดโครงสร้างทางปัญญาขึ้นเมื่อบุคคลได้รับการกระตุ้นจากสิ่งแวดล้อมภายนอก ตัวอย่างเช่น เด็กไม่เคยมีความรู้เกี่ยวกับสุนัขมาก่อน วันหนึ่งพ่อพาเด็กไปเดินเล่นพบสุนัขตัวหนึ่ง พ่อบอกเด็กว่านี่คือสุนัขและมันมี 4 ขา เด็กจะเกิดโครงสร้างของสุนัขไว้ในมโนทัศน์ของเขา เป็นต้น ซึ่งโครงสร้างนี้สามารถปรับเปลี่ยนได้อย่างค่อยเป็นค่อยไปตามพัฒนาการทางปัญญาของบุคคลนั้น โดยการนำความรู้และประสบการณ์เดิมมาประยุกต์ปรับให้เข้ากับสภาวะใหม่ ๆ ทำให้เกิดความเข้าใจในสิ่งต่าง ๆ มากขึ้น

2. กระบวนการดูดซึมเข้าสู่โครงสร้าง หมายถึง วิธีการรับข้อมูลจากภายนอกของบุคคลโดยอาศัยความรู้หรือวิธีการคิดที่บุคคลนั้นมีอยู่แล้ว ตัวอย่างเช่น เด็กรู้ว่าสุนัขมี 4 ขา วันหนึ่งเด็กได้เห็นวัวในทุ่งหญ้าซึ่งก็มี 4 ขาเช่นกัน เด็กจึงเรียกวัวตัวนั้นว่าสุนัข นั่นแสดงว่าเด็กได้รับเอาวัวตัวนั้นเข้าสู่มโนทัศน์ของสุนัขที่เด็กมีอยู่แล้ว

3. กระบวนการปรับโครงสร้าง หมายถึง วิธีการที่บุคคลปรับความคิดของตน เพื่อให้สอดคล้องเหมาะสมกับประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับ ตัวอย่างเช่น เด็กปรับความคิดว่าวัวที่มี 4 ขานั้นแท้จริงแล้วไม่ใช่สุนัข และยังมีสิ่งอื่น ๆ อีกมากมายที่มี 4 ขา

4. กระบวนการเกิดความสมดุลของโครงสร้าง หมายถึง การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความรู้หรือวิธีการคิดที่บุคคลมีอยู่กับประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับ ซึ่งตามทฤษฎีของ Piaget การทำให้เกิดความสมดุลของโครงสร้างนี้เป็นหัวใจที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของพัฒนาการ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ พัฒนาการทางปัญญาเกิดจากความสมดุลระหว่างการดูดซึมเข้าสู่โครงสร้างและการปรับโครงสร้าง ขั้นตอนที่ทำให้เกิดความสมดุลระหว่างการดูดซึมเข้าสู่โครงสร้างและการปรับโครงสร้างประกอบด้วย 3 ขั้นตอน เริ่มจากการที่เด็กรู้สึกพอใจกับระบบการคิดของตนเองซึ่งทำให้เขาอยู่ในสภาวะที่สมดุล ต่อมาเมื่อเขารู้ว่าความรู้และความคิดของเขายังบกพร่องอยู่ สภาวะที่เคย

สมดุลจึงกลับไม่สมดุลเช่นเคย ทำให้เกิดการปรับระบบการคิดของตนเองใหม่ให้ถูกต้องกว่าเดิม ซึ่งการปรับโครงสร้างทางความคิดใหม่นี้จะนำมาซึ่งสภาวะที่สมดุลในระดับพัฒนาการที่สูงขึ้น และทำให้เกิดพัฒนาการทางปัญญาขึ้น

Piaget เชื่อว่า บุคคลมีพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดที่ต่อเนื่องเป็นขั้นตอนที่แน่นอนและเป็นไปตามลำดับก่อนหลัง ไม่สามารถข้ามขั้นได้ ทั้งนี้เพราะพัฒนาการขั้นแรกจะเป็นพื้นฐานของพัฒนาการในขั้นต่อไป ซึ่งผลการวิจัยในระยะต่อ ๆ มาต่างสนับสนุนลำดับขั้นพัฒนาการของ Piaget และพบว่าทฤษฎีพัฒนาการของเขาสามารถอธิบายพัฒนาการทางปัญญาของเด็กต่างเชื้อชาติและวัฒนธรรมได้ Piaget ได้แบ่งพัฒนาการทางสติปัญญาออกเป็น 4 ขั้น (Brainerd, 1978) ดังนี้

1. ขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (Sensorimotor stage) เริ่มตั้งแต่แรกเกิดจนอายุ 2 ขวบ เด็กแรกเกิดยังไม่มีกระบวนการคิดภายในสมอง ซึ่งพัฒนาการทางความคิดจะแสดงออกมาในรูปของปฏิกิริยาสะท้อน (Reflex) ต่อสิ่งเร้าตั้งแต่แรกเกิด ต่อมาปฏิกิริยาสะท้อนจะเริ่มน้อยลง เนื่องจากเด็กจะมีการทำงานประสานกันของอวัยวะบางอย่าง เช่น ตากับมือ ตากับหู และมือกับปาก เด็กจะเริ่มรู้จักใช้การเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อสำรวจสิ่งแวดล้อมรอบตัวมากขึ้น ซึ่งจะพัฒนาเป็นแบบแผนการคิดของเด็กต่อไป ช่วงท้ายของขั้นนี้เด็กจะเริ่มเรียนรู้โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ได้ดียิ่งขึ้น สามารถรับรู้ว่าสิ่งของต่าง ๆ ยังมีอยู่ต่อไป แม้ว่าสิ่งของเหล่านั้นจะไม่ได้ปรากฏอยู่ตรงหน้า และทราบว่าสิ่งรอบตัวสามารถที่จะเป็นสาเหตุของเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้

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

2.1 ระยะก่อนการมีความคิดรวบยอด (Preconceptual phase) อายุ 2 ถึง 4 ปี

ในระยะนี้เด็กเริ่มเข้าใจความหมายของสัญลักษณ์ เด็กสามารถคิดเชิงสัญลักษณ์เกี่ยวกับวัตถุและเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้ ความสามารถในการใช้สัญลักษณ์ ได้แก่ การใช้ภาษา การคิดในใจ การวาดรูป และการใช้ท่าทาง ข้อจำกัดที่สำคัญในการคิดของเด็กในวัยนี้คือ คิดว่าวัตถุที่ไม่มีชีวิตสามารถเคลื่อนไหวและกระทำสิ่งต่าง ๆ ได้เอง (Animistic thinking) และการยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง (Egocentrism) ทำให้เด็กไม่สามารถเข้าใจว่า ความคิด ความรู้สึก หรือการรับรู้ของบุคคลอื่นสามารถแตกต่างไปจากตัวเด็กได้

2.2 ระยะการคิดเองในใจ (Intuitive phase) อายุ 4 ถึง 7 ปี

เมื่อเด็กก้าวเข้าสู่ระยะนี้ เด็กจะมีความคิดใกล้เคียงกับการคิดแบบผู้ใหญ่มากกว่าระยะก่อนการมีความคิดรวบยอด เด็กจะมีการใช้ภาษาเป็นเครื่องมือในการคิด การคิดของเด็กในวัยนี้จะเร็วขึ้น มีความยืดหยุ่น และมีประสิทธิภาพมากขึ้น อย่างไรก็ตาม การให้เหตุผลของเด็กยังขึ้นอยู่กับการรับรู้

จากความสามารถในการนึกคิดในใจเพื่อแทนสิ่งต่าง ๆ ที่ไม่ได้ปรากฏอยู่ต่อหน้าในขณะนั้น จะช่วยให้เด็กในขั้นนี้สามารถนึกคิดถึงการกระทำหรือเหตุการณ์ทั้งในอดีตและอนาคต นอกจากนี้เด็กในช่วงอายุ 2-7 ปีเริ่มมีโครงสร้างทางสมองที่จะใช้คิดปฏิบัติการเชิงเหตุผล (Logical operation) เด็กเรียนรู้ที่จะคิดปฏิบัติการกับจำนวนต่าง ๆ โดยผ่านทางประสบการณ์ด้านความคิดและให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ในเชิงคณิตศาสตร์ (Logico – Mathematic experience) เบื้องต้น เช่น การจัดระเบียบ การแบ่งกลุ่ม และการนับ เป็นต้น ประสบการณ์เหล่านี้จะช่วยให้เด็กมีพัฒนาการดำเนินไปสู่ขั้นการคิดอย่างใช้เหตุผลเชิงรูปธรรมในลำดับอายุต่อไป

3. ขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม (Concrete operational stage) เริ่มตั้งแต่อายุ 7 ปีถึง 11 ปี เด็กจะรู้จักการคิดอย่างมีแบบแผน มีเหตุผล (Logical) และไม่ติดอยู่กับการรับรู้ เด็กจะสามารถแก้ปัญหาที่เป็นรูปธรรมได้ เช่น ปัญหาการอนุรักษ์ (Conservation) ปัญหาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Relation) ลักษณะการคิดที่สำคัญ ได้แก่ การคิดย้อนกลับ (Reversibility) เช่น เด็กเข้าใจว่า 3 + 5 = 8 และ 8 – 5 = 3 ซึ่งจะช่วยนำไปสู่การปฏิบัติการทางการคิดเชิงตรรกศาสตร์ (Logical operation) และการแก้ปัญหาที่เป็นนามธรรมได้ โครงสร้างทางสติปัญญาและการคิดจะมีพัฒนาการที่สูงขึ้นไปในขั้นนี้ ซึ่ง Piaget ได้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ดังนี้

1) การคิดปฏิบัติการทางตรรกศาสตร์ในเชิงคณิตศาสตร์ (Logical – Mathematic operation) เป็นโครงสร้างทางสติปัญญาและการคิดที่เกี่ยวกับการคิดปฏิบัติการทางตรรกศาสตร์ในเชิงคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยมโนทัศน์ที่สำคัญ 4 อย่าง คือ

1.1) มโนทัศน์เกี่ยวกับการอนุรักษ์ (Conservation concept) เป็นมโนทัศน์เกี่ยวกับความคงทนถาวร คำว่า “การอนุรักษ์” (Conservation) หมายความว่า เด็กต้องมีความสามารถที่จะเข้าใจว่าคุณสมบัติของวัตถุ รวมทั้งน้ำหนัก ปริมาณ ปริมาตร จำนวน ความยาว ความหนาแน่น และพื้นที่ จะต้องคงที่เมื่อไม่มีการเพิ่มเข้าไปหรือทำให้ลดลง แม้ว่าจะมีการเคลื่อนย้าย เปลี่ยนแปลงลักษณะรูปร่างหรือตำแหน่งที่วางก็ตาม

1.2) มโนทัศน์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของวัตถุ (Relation concept) เป็นมโนทัศน์เกี่ยวกับการที่เด็กจะรู้ว่าวัตถุต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งจะทำให้เด็กมีความสามารถในการจัดเรียงลำดับและการเปรียบเทียบเชิงอนุมาน

1.3) มโนทัศน์เกี่ยวกับการจัดประเภท (Classification concept) เป็นความสามารถในการจัดวัตถุต่าง ๆ ออกเป็นหมวดหมู่โดยอาศัยความสัมพันธ์กันของวัตถุ เช่น จัดดอกกุหลาบ ดอกมะลิ และดอกชบาไว้ในกลุ่มเดียวกันเพราะเป็นดอกไม้เหมือนกัน

1.4) มโนทัศน์เกี่ยวกับจำนวน (Number concept) เป็นความสามารถในการเข้าใจปฏิบัติการเกี่ยวกับจำนวน เช่น การเพิ่มและการลดของจำนวน และมีความสามารถที่จะใช้การนับเพื่อตัดสินจำนวนได้

2) การคิดปฏิบัติการเชิงมิติสัมพันธ์ (Spatial operations) เป็นโครงสร้างทางปัญญาและการคิดที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางเรขาคณิต

4. ขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม (Formal operational stage) เริ่มตั้งแต่อายุ 11 ปีถึง 15 ปี ความคิดของเด็กในขั้นนี้เริ่มเป็นแบบผู้ใหญ่ที่มีวุฒิภาวะ เด็กจะมีปฏิบัติการทางการคิดเชิงตรรกศาสตร์อย่างสมบูรณ์ ซึ่งทำให้เด็กสามารถแก้ปัญหาที่เป็นรูปธรรมและนามธรรมได้ รวมทั้งยังสามารถให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และสร้างสมมติฐานในการแก้ปัญหาได้ด้วย

ตามทฤษฎีพัฒนาการทางปัญญาและการคิดของ Piaget เด็กอายุ 3-4 ปีที่จะทำการศึกษาในครั้งนี้จัดอยู่ในขั้นคิดก่อนปฏิบัติการ (Preoperational stage) โดยเด็กในขั้นนี้มีความสามารถบางอย่าง เช่น ความสามารถในการแทนสิ่งต่าง ๆ ด้วยคำพูด ใช้คำพูดในการติดต่อสื่อสารกับผู้อื่นได้ และที่สำคัญคือเริ่มมีความสามารถในการนับบ้างแล้ว ซึ่งอาจจะต้องใช้ประสาทสัมผัสทางตาและใช้มือในการชี้ และใช้คำพูดเพื่อออกเสียงแสดงจำนวนของสิ่งต่าง ๆ ที่กำลังนับ ซึ่งเด็กอายุ 3-4 ปีสามารถทำได้บ้างแล้ว แม้ว่าจะยังไม่มีมโนทัศน์เกี่ยวกับจำนวนก็ตาม คือ เด็กอาจจะนับได้ถูกต้องแต่ไม่ได้หมายความว่า เด็กมีความเข้าใจทางด้านจำนวนอย่างแท้จริงเสมอไป เนื่องจากเด็กอาจยังใช้การนับแบบท่องจำอยู่ (Piaget, 1941 อ้างถึงใน สมชาย ช่างทอง, 2534)

<u>ความสามารถพื้นฐานทางด้านจำนวน</u> (Basic numerical abilities)

Piaget ได้อธิบายความหมายของมโนทัศน์ทางด้านจำนวน (Concept of number) ว่าเป็นศักยภาพในการเรียนรู้และเข้าใจจำนวน ซึ่งเด็กจะค่อย ๆ เรียนรู้เรื่องจำนวนด้วยตนเอง มีคนแนะนำหรือเป็นผลมาจากการมีปฏิสัมพันธ์กับคนใกล้ชิด โดยไม่จำเป็นต้องเข้ารับการสอนอย่างเป็นทางการในโรงเรียน (Gelman & Gallistel, 1978) เด็กจะค่อย ๆ พัฒนาความสามารถทางจำนวนด้วยตัวของเขาเองอย่างเป็นอิสระตามขั้นพัฒนาการที่แตกต่างกัน Piaget (1952) เชื่อว่า ถึงแม้เด็กวัยก่อนเข้าเรียนจะจำชื่อแทนจำนวนได้ แต่เด็กก็ยังไม่มีความสามารถที่จะเรียนรู้เกี่ยวกับจำนวนได้อย่างเข้าใจความหมายที่แท้จริงจนกว่าเด็กจะอายุประมาณ 7 ปี

พัฒนาการด้านความสามารถพื้นฐานทางจำนวนได้ถูกนำมาศึกษาในหลาย ๆ ด้าน งานวิจัยในระยะเริ่มแรกจะเป็นงานของ Piaget (1952) ที่ทำการศึกษาในเด็กอายุ 3-6 ปี ซึ่งจัดอยู่ในพัฒนาการขั้นก่อนปฏิบัติการ โดย Piaget กล่าวไว้ว่า เด็กยังสับสนและขาดความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวน ซึ่ง Piaget ได้แสดงถึงความคิดของเขาโดยการทดลองวัดความสามารถด้านการอนุรักษ์จำนวนในสถานการณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงการรับรู้ ตัวอย่างเช่น ผู้ทดลองได้จัดแบ่งกระดุมออกเป็น 2 แถว (บนกับล่าง) แถวละ 10 เม็ด โดยจัดในลักษณะเรียงกันแบบ 1 ต่อ 1 เด็กจะเห็นว่าทั้ง 2 แถวมีจำนวนเท่ากัน จากนั้นผู้ทดลองทำให้กระดุมในแถวใดแถวหนึ่งยาวขึ้นโดยการขยายแถวออก ในด้านความสามารถในการอนุรักษ์จำนวน เด็กจะยังคงเห็นว่าจำนวนกระดุมทั้ง 2 แถวยังคงเท่ากันเพียงแต่ความยาวต่างกันเท่านั้น ซึ่งตรงจุดนี้ Piaget พบว่า เด็กที่อายุต่ำกว่า 5-6 ปี ไม่สามารถ

อนุรักษ์จำนวนได้ แม้ว่าจริง ๆ แล้วเด็กอาจจะรู้ว่าแต่ละแถวมีจำนวนเท่ากัน แต่ความยาวของแถวที่แตกต่างกันอาจทำให้เด็กไขว้เขวและใช้การรับรู้เกี่ยวกับความยาวของแถวในการตอบ เด็กจึงตอบว่า แถวที่ยาวกว่ามีจำนวนมากกว่า

งานวิจัยในอดีตจะมองว่า เด็กในวัยก่อนเข้าเรียนนั้นมักจะล้มเหลวในการอนุรักษ์จำนวนและการอนุรักษ์ด้านอื่น ถึงแม้ว่าความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนในเด็กวัยก่อนเข้าเรียนจะยังไม่สมบูรณ์ แต่งานวิจัยในปัจจุบันได้แสดงให้เห็นว่า เด็กวัยก่อนเข้าเรียนมีความรู้และทักษะทางจำนวนมากกว่าที่พบในงานการอนุรักษ์ของ Piaget (Bryant, 1972, Gelman, 1981 cited in Flavell et al., 1993) นอกจากนี้ Gelman และคณะได้แสดงให้เห็นว่า เด็กวัยก่อนเข้าเรียนมีความรู้และทักษะเกี่ยวกับจำนวนมากกว่าที่ Piaget เคยเชื่อ โดยที่ Gelman และ Gallistell (1978) ได้กล่าวว่า เด็กในวัยก่อนเข้าเรียนมีความรู้และทักษะทางด้านจำนวน 2 อย่าง คือ

1. ความสามารถในการบอกค่าของจำนวน (Number – Abstraction ability) เป็นความสามารถในการเข้าใจและบอกค่าหรือจำนวนของวัตถุได้ ตัวอย่างเช่น การที่เด็กนับวัตถุในแถวแล้วทราบว่าในแถวนั้นมีวัตถุกี่ชิ้น

2. ความสามารถในการใช้เหตุผลทางจำนวน (Numerical – Reasoning principle) เป็นความสามารถในการคิดถึงผลที่เกิดจากความเปลี่ยนแปลงจำนวนของกลุ่มวัตถุ คือ จำนวนของกลุ่มวัตถุจะไม่เปลี่ยนแปลงไป ถ้ามีการวางวัตถุห่างกันมากขึ้น แต่จำนวนของกลุ่มวัตถุจะเปลี่ยนแปลงถ้ามีการเพิ่มวัตถุเข้าไปหรือมีการนำวัตถุออกไป ดังนั้น ความสามารถในการบอกค่าจึงทำให้เด็กรู้จำนวน และการคิดใช้เหตุผลจะทำให้เด็กสามารถคิดและมีปฏิบัติการกับค่าของจำนวนนั้นได้

<u>พัฒนาการทางด้านความสามารถในการนับ</u> (Development of Counting)

Copeland (1984) แบ่งขั้นพัฒนาการทางด้านความสามารถในการนับของเด็กออกเป็น 3 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นการนับแบบท่องจำ หรือนับปากเปล่า (Rote counting stage) เด็กที่อยู่ในขั้นนี้เป็นเด็กที่เรียนรู้และจดจำวิธีการนับจากการสั่งสอนของพ่อแม่ ผู้ใกล้ชิด และสื่อต่าง ๆ เช่น วิทยุ โทรทัศน์ เด็กจะจดจำคำบอกลำดับที่การนับ คำออกเสียงนับ (Counting words) หรือชื่อจำนวน (Number names) คือ หนึ่ง สอง สาม …… ทำให้ดูเหมือนว่า เด็กมีความสามารถในการนับ ถ้าให้เด็กในขั้นนี้บอกจำนวนที่นับได้ทั้งหมด เด็กอาจจะตอบด้วยการสุ่ม เพราะการนับของเด็กในขั้นนี้เป็นการนับที่เกิดจากการท่องจำ หรือเกิดจากความสามารถในการจำคำบอกลำดับที่การนับ ซึ่งเกิดจากการเรียนรู้ซ้ำ ๆ และยังไม่มีความสามารถที่จะเข้าใจความสมนัยกัน (Correspondence) ระหว่างคำที่ออกเสียงนับและสิ่งที่ถูกนับ

2. ขั้นการนับที่ถูกต้อง (Rational counting stage) เด็กที่อยู่ในขั้นนี้เป็นเด็กที่มีความเข้าใจความสมนัยกันระหว่างคำที่ออกเสียงนับและสิ่งที่ถูกนับแบบ 1 ต่อ 1 ด้วยการนึกภาพจับคู่เชื่อมโยงในใจ ประสานงานกับการมองเห็นสิ่งที่ถูกนับ และการใช้นิ้วมือสัมผัส หรือชี้ของที่ถูกนับ

3. ขั้นการนับด้วยความสามารถในการอนุรักษ์จำนวน (Conservation of number stage) เด็กที่อยู่ในขั้นนี้จะใช้การนับเพื่อตัดสินหรือเปรียบเทียบจำนวนด้วยความเข้าใจอย่างแท้จริง และใช้การนับเพื่อตัดสินความสมนัยระหว่างของ 2 ชุด โดยใช้หลักเหตุผลเกี่ยวกับการไม่เปลี่ยนแปลงของจำนวน (Invariance of number) และความเข้าใจในการบอกจำนวน

แนวคิดของ Copeland (1984) จะเน้นไปที่การนับสิ่งต่าง ๆ และการบอกจำนวนได้อย่างถูกต้อง ซึ่งเขาเชื่อว่าเด็กที่มีมโนทัศน์เกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวนเท่านั้นจึงจะสามารถนับสิ่งต่าง ๆ และบอกจำนวนทั้งหมดจากการนับได้อย่างถูกต้องด้วยความเข้าใจจำนวนอย่างแท้จริง

<u>ทฤษฎีเกี่ยวกับรูปแบบการนับของเด็ก</u> (Theory of children's counting types)

Steffe, Glaserfeld, Richard, & Copp (1983 อ้างถึงใน สมชาย ช่างทอง, 2534) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการนับของเด็ก โดยกล่าวว่าการนับเป็นความสมนัยของคำบอกจำนวนกับสิ่งที่ถูกนับ พัฒนาการทางด้านความสามารถในการนับของเด็กมีความเกี่ยวข้องกับความสามารถในการนับสิ่งต่าง ๆ รูปแบบการนับมีหลายระดับ แต่ละระดับจะแตกต่างกันในด้านความสามารถในการคิดในใจและความแคล่วคล่องในการคิดของกระบวนการนับ รูปแบบการนับสามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ระดับ ดังนี้

1. การนับด้วยการรับรู้ (Counters of perceptual unit items) เด็กที่อยู่ในระดับนี้จะนับได้เฉพาะสิ่งที่ใช้ประสาทสัมผัสในการรับรู้โดยตรงเท่านั้น เช่น ตามองเห็นและมือสัมผัสได้ เนื่องจากเด็กในระดับนี้ยังขาดความสามารถในการนึกภาพในใจแทนสิ่งต่าง ๆ ที่ถูกนับ ซึ่งเด็กในระดับนี้ส่วนมากจะเน้นการนับแบบท่องจำ และจะนับได้เฉพาะที่เริ่มนับจากหนึ่งหรือสิ่งที่มองเห็นเป็นสิ่งแรกเท่านั้น

2. การนับด้วยการนึกภาพในใจ (Counters of figural unit items) เด็กที่อยู่ในระดับนี้สามารถนับได้โดยไม่ต้องอาศัยประสาทสัมผัสโดยตรง แต่สิ่งของเหล่านั้นจะต้องมีเนื้อหาที่เด็กสามารถนึกภาพในใจแทนได้อย่างชัดเจน เช่น ให้เด็กบอกจำนวนสิ่งของในภาพที่ถูกปิดไว้ ถ้าเด็กได้เคยเห็นภาพนั้นมาแล้ว เด็กในระดับนี้จะสามารถบอกได้โดยการนึกภาพแล้วทำการนับในใจ

3. การนับด้วยการเคลื่อนไหวอวัยวะ (Counters of motor unit items) เด็กที่อยู่ในระดับนี้มีความสามารถในการนับได้โดยไม่ต้องอาศัยการนึกภาพในใจเพื่อแทนจำนวนสิ่งของ แต่จะใช้การเคลื่อนไหวอวัยวะภายนอกร่างกาย เช่น ใช้นิ้วมือชี้ขณะที่กำลังนับ แต่ไม่ได้หมายความว่าการชี้จะสมนัยกับลำดับที่ของสิ่งของที่วางอยู่เสมอไป เด็กอาจจะชี้ที่เดิมซ้ำ ๆ ขณะที่กำลังนับก็ได้

4. การนับที่สามารถบอกจำนวนโดยไม่ต้องออกเสียงนับ (Counters of verbal unit items) เด็กที่อยู่ในระดับนี้สามารถบอกจำนวนได้โดยไม่ต้องนับออกเสียงและชี้ เด็กจะสามารถใช้คำแสดงจำนวนแทนจำนวนสิ่งของทั้งหมดที่มีอยู่ได้ทันที

5. การนับสิ่งที่เป็นนามธรรม (Counters of abstract unit items) เด็กที่อยู่ในระดับนี้จะมีความเข้าใจว่าสิ่งของทุกอย่างสามารถนับได้ การนับได้ของเด็กในระดับนี้เป็นการนับที่เด็กเข้าใจจำนวนอย่างแท้จริง และสามารถนำความสามารถในการนับไปใช้แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสามารถในการนับต่อ เช่น ถามเด็กว่า 5 บวกกับ 7 ได้ผลลัพธ์เท่าไร เด็กจะใช้การนับต่อโดยการนับต่อจาก 5 ไปอีก 7 จำนวนตามลำดับตัวเลขจากน้อยไปมากดังนี้ 5 … หยุด 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 เป็นต้น

จากแนวคิดของ Steff และคณะ (1983) เด็กจะเริ่มมีความสามารถในการนับแบบท่องจำได้ก่อน ซึ่งในระดับแรก ๆ เด็กจะสามารถนับได้เฉพาะสิ่งของที่เด็กมองเห็นและมีเนื้อหาชัดเจนเท่านั้น ต่อมาพัฒนาเป็นความสามารถในการนับสิ่งต่าง ๆ จนถึงระดับสุดท้ายเป็นความสามารถในการนับด้วยความเข้าใจจำนวนซึ่งเป็นนามธรรมได้อย่างแท้จริง ความสามารถในการนับระดับสุดท้ายนี้จะเป็นรากฐานสำคัญที่เด็กจะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เช่น การบวก การลบ และการเปรียบเทียบจำนวน เป็นต้น

<u>หลักในการนับ</u> (Counting Principles)

Gelman และ Gallistell (1978) ได้สนใจศึกษาความสามารถในการนับของเด็ก และพบว่าเด็กใช้การนับเพื่อเป็นตัวแทนค่าของจำนวนสิ่งของและแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน และหลักการนับที่เด็กวัยก่อนเข้าเรียนสามารถทำได้มีอยู่ 5 ข้อ หลัก 3 ข้อแรกเป็นการบอกให้ทราบว่าเด็กมีวิธีนับจำนวนสิ่งของให้ถูกต้องอย่างไร (how to) หลักข้อที่ 4 บอกให้ทราบว่าอะไรบ้างที่นับได้ (what to) และหลักข้อที่ 5 เป็นหลักที่ได้จากการผสมผสานกันของหลักข้อ 1-4 รายละเอียดของหลักการนับทั้ง 5 ข้อมีดังนี้

1. หลักการนับแบบ 1 ต่อ 1 (The one-one principle) ผู้นับจะต้องให้ตัวเลขเพียงตัวเดียวสำหรับวัตถุแต่ละชิ้น การนับจะต้องไม่ข้ามวัตถุชิ้นใดชิ้นหนึ่งไป จะต้องไม่นับซ้ำ จะต้องไม่ใช้ตัวเลขเดียวกันซ้ำอีก และจะต้องหยุดนับเมื่อวัตถุชิ้นสุดท้ายได้ถูกนับแล้ว แม้ว่าเด็กวัยก่อนเข้าเรียนจะนับผิดบ่อย ๆ โดยเฉพาะเมื่อให้นับจำนวนมาก แต่ก็มีหลักฐานที่แสดงว่า แม้แต่เด็กอายุ 2-3 ปีก็มีความรู้ในหลัก 1 ต่อ 1 นี้ เช่น Gelman (1982 cited in Flavell et al., 1993) ได้รายงานว่า เด็กจะสังเกตการนับผิดของตนเองและแก้ตัว หรือเด็กจะสังเกตการนับผิดอย่างจงใจของผู้อื่น ดังนั้นการนับผิดของเด็กจึงเป็นปัญหาของการกระทำมากกว่าปัญหาทางความรู้ นั่นคือเด็กดูเหมือนจะรู้ว่าการ

นับควรทำอย่างไร แต่ที่นับผิดอาจเป็นเพราะกระบวนการประมวลข้อมูลมีข้อมูลมากเกินไปหรืออาจมีปัญหาทางด้านอื่น ๆ

2. หลักการเรียงลำดับที่แน่นอน (The stable order principle) เมื่อมีการนับผู้นับจะต้องนับเรียงตามลำดับเหมือนกันทุกครั้ง เช่น การนับวัตถุ 3 ชิ้น จะต้องเริ่มจาก 1, 2, 3 จะนับเป็น 3, 1, 2 ไม่ได้ ในหลักข้อนี้ถึงแม้ว่าการนับของเด็กจะมีข้อจำกัด เช่น เด็กอายุ 2 ปีนับสิ่งของ 2 สิ่ง เด็กอาจจะนับว่า “สอง” “หก” หรือ “เอ” “บี” แต่เมื่อให้เด็กนับซ้ำอีกในเวลาที่ต่างกัน เด็กก็ยังคงนับว่า “สอง” “หก” หรือ “เอ” “บี” ส่วนเด็กวัยก่อนเข้าเรียนที่มีอายุมากขึ้นจะสามารถนับเลขเรียงลำดับอย่างคงที่ และจะยึดแบบการนับนั้นเมื่อมีการนับเลขใหม่ และเด็กบางคนอาจมีลำดับการนับที่แปลกออกไป เช่น “หนึ่ง” “สอง” “สาม” “สี่” “แปด” “สิบ” “สิบเบ็ด” เป็นต้น (เพ็ญพิไล ฤทธาคณานนท์, 2536) นอกจากนี้เด็กที่เข้าใจหลักการนี้จะสามารถพบความผิดพลาดในการนับของผู้อื่น เด็กจะบอกได้ว่าผู้อื่นนับผิดหรือไม่ อย่างไร เช่น เมื่อผู้อื่นนับวัตถุอันใดอันหนึ่งข้ามไป เด็กจะรู้ว่าผู้อื่นนับผิดจากการนับข้าม (Skipped object) โดยพิจารณาจากความสัมพันธ์ของลำดับที่ของวัตถุในแถวกับคำที่ออกเสียงนับ เป็นต้น

3. หลักการใช้เลขสุดท้ายแทนจำนวนของวัตถุที่ถูกนับ (The cardinal principle) ตัวเลขสุดท้ายของการนับวัตถุกลุ่มหนึ่งจะเป็นจำนวนของวัตถุในกลุ่มนั้น เช่น การนับสิ่งของ 3 สิ่ง จะนับ “หนึ่ง” “สอง” “สาม” จำนวนนับ “สาม” จะใช้แทนค่าจำนวนของสิ่งของกลุ่มนั้น ผลการวิจัยของ Gelman (1982 cited in Flavell et al., 1993) แสดงให้เห็นว่า เด็กจะใช้หลักข้อนี้ในการนับเลขจำนวนน้อย กระบวนการประมวลข้อมูลอาจจะมีส่วนช่วยในการใช้กฎข้อนี้ด้วย เช่น เด็กอาจจะไม่สามารถนับถึง n และบอกว่ามีวัตถุอยู่ n ชิ้น แต่ถ้าผู้วิจัยเป็นผู้นับและให้เด็กบอกว่ามีสิ่งของอยู่กี่ชิ้น เด็กก็จะสามารถใช้ตัวเลขตัวสุดท้ายที่ผู้วิจัยนับแทนจำนวนวัตถุที่ถูกนับนั้น

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

5. หลักการนับที่เริ่มจากวัตถุชิ้นใดก่อนก็ได้ (The order-irrelevance principle) เวลาเรานับวัตถุ เราจะเริ่มนับจากชิ้นใดก่อนก็ได้ เช่น ถ้ามีสุนัข แมว และหนู เราจะให้สุนัขเป็นที่ 1 หรือหนูเป็นที่ 1 ก็ได้ ไม่ว่าจะนับสิ่งใดก่อนหรือหลัง จำนวนสิ่งของทั้งหมดจะยังมีค่าเป็น 3 เท่าเดิม ในเด็กอายุ 5 ปีมีความเข้าใจเกี่ยวกับความไม่สำคัญของวัตถุ และสามารถแสดงออกให้ผู้อื่นทราบได้ ส่วนเด็กอายุ 3 ปีอาจจะเข้าใจอยู่ในใจ มีการทดสอบโดยให้เด็กทั้งอายุ 3 ปีและ 5 ปีนับวัตถุจากซ้ายสุดเป็น 1, 2 ไปเรื่อย ๆ หลังจากนั้นให้เด็กเริ่มนับ 1 จากวัตถุที่ตำแหน่งใดก่อนก็ได้ ซึ่งเด็กจะไม่รู้สึกแปลกและไม่สับสน

การนับของเด็กเล็กนั้นพบว่า เด็กเล็กจะใช้การนับเพื่อเป็นตัวแทนค่าของจำนวน ซึ่งเด็กจะแสดงให้เห็นว่าเขามีความรู้และทักษะในการนับอย่างไร Gelman และนักวิจัยอื่น ๆ (Flavell et al., 1993) ได้แสดงให้เห็นว่า เด็กสามารถคิดใช้เหตุผลกับตัวเลขได้ในวัยก่อนเข้าเรียน ในช่วงท้ายของวัยนี้เด็กจะทราบว่าการเปลี่ยนสีและการเปลี่ยนที่จะไม่สามารถเปลี่ยนจำนวนของวัตถุในกลุ่มได้ แต่การเพิ่มวัตถุจะทำให้ค่าของตัวเลขเพิ่มขึ้น และการลดจะทำให้ค่าของตัวเลขน้อยลง และการเพิ่มวัตถุไป 1 ชิ้นในตอนแรกแล้วเอาวัตถุออกไป 1 ชิ้นในตอนหลังจะทำให้วัตถุในกลุ่มมีจำนวนเท่าเดิม เด็กสามารถบอกได้ว่าของ 2 กลุ่มเท่ากันหรือไม่ เช่น บอกได้ว่า A > B หรือ C = D โดยอาศัยการนับเป็นหลัก การใช้เหตุผลจะทำได้ดีถ้าจำนวนไม่มากและเด็กสามารถนับได้ นอกจากนี้เด็กก่อนวัยเรียนยังสามารถทำการบวกลบได้ เช่น งานวิจัยของ Starkey & Gelman (อ้างถึงใน เพ็ญพิไล ฤทธาคณานนท์, 2536) ให้เด็กอายุ 3-5 ปีทำการบวกลบในใจโดยที่ผู้วิจัยวางเหรียญ 4 เหรียญไว้ในมือให้เด็กนับแล้วกำมือ และบอกเด็กว่า “ตอนนี้ฉันจะใส่เหรียญไปอีก 2 เหรียญ” (ผู้วิจัยใส่เหรียญอีก 2 อันไปในมือที่กำไว้) แล้วถามว่า “เวลานี้ฉันมีกี่เหรียญ” หรือผู้วิจัยอาจพูดว่า “ตอนนี้ฉันเอาเหรียญออก 3 เหรียญ” แล้วถามว่า “เวลานี้ฉันมีกี่เหรียญ” ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า เด็กอายุ 5 ปีส่วนใหญ่จะตอบได้ถูกต้อง ถ้าจำนวนเริ่มต้นอยู่ระหว่าง 1-6 จำนวน และมีการบวกหรือลบตั้งแต่ 1-4 จำนวน โดยที่เด็กจะใช้การนับเป็นเกณฑ์ในการตัดสินจำนวน Siegler (cited in Flavell et al., 1993) ได้เสนอแนวทางที่ตรงข้ามกันของ “ทักษะเริ่มแรก” คือ เด็กจะเริ่มพัฒนาทักษะการนับ ซึ่งจากประสบการณ์การนับจะทำให้เด็กสามารถบอกค่าตัวเลขได้ ตัวอย่างเช่น เด็กจะเริ่มนับวัตถุโดยเริ่มนับจากชิ้นใดก่อนก็ได้ โดยคำนึงถึงว่า วัตถุทุกชิ้นมีความเท่าเทียมกัน โดยการนับแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ซึ่งจะทำให้การนับมีความถูกต้อง อย่างไรก็ดีได้มีการสรุปว่า เด็กอายุ 3 ปีมีทักษะในการประมาณค่าตัวเลขหรือจำนวนได้มากกว่าที่เราเคยคิด ทักษะนี้จะพัฒนาเพิ่มขึ้นในเด็กอายุ 4 ปี และยังพัฒนาต่อไปจนอายุ 5 หรือ 6 ปี

<u>ความสมนัยแบบ 1 ต่อ 1</u> (One-one correspondence)

Piaget (1952) เชื่อว่าพัฒนาการเกี่ยวกับความสมนัยแบบ 1 ต่อ 1 และความสัมพันธ์เกี่ยวกับการอนุรักษ์ปริมาณเป็นจุดเริ่มต้นของความเข้าใจเรื่องจำนวน เขาได้ศึกษาความเข้าใจความสมนัยและความเท่าเทียมกันระหว่างแก้วและขวด ดอกไม้และแจกัน ไข่และถ้วยใส่ไข่ ในเด็กอายุ 3 ปี 6 เดือนถึง 6 ปี 11 เดือน ซึ่งในที่นี้จะขอยกตัวอย่างการศึกษาความสมนัยและความเท่าเทียมกันของแก้วและขวด โดยผู้ทดลองได้วางขวดขนาดเล็ก 6 ใบบนโต๊ะ และนำถาดใส่แก้วที่มีจำนวนเท่ากับขวดมาวางไว้ด้วย จากนั้นให้เด็กมองที่ขวดแล้วถามว่า “ แก้วมีจำนวนเท่ากับขวดหรือไม่” แล้วให้เด็กสร้างความสมนัยด้วยตนเองโดยนำแก้วมาวางไว้หน้าขวดแต่ละใบ ถ้าเด็กนำแก้วมาวางมากหรือน้อยกว่าขวด ผู้วิจัยจะบอกว่า “หนูคิดว่ามันเท่ากันแล้วหรือ” จนกระทั่งเด็กสามารถวางขวดและ

แก้วได้เท่ากัน จากนั้นทำให้เห็นความสมนัยด้วยการนำขวดใส่ลงไปในแก้วจนครบทุกใบแล้วถามเด็กว่า "แก้วมีจำนวนเท่ากับขวดหรือไม่" ต่อมาหยิบขวดออกจากแก้วแล้วรวมกลุ่มขวดเข้าด้วยกัน และถามเด็กอีกครั้งว่า "มีแก้วเท่ากับขวดหรือไม่"

จากผลการทดลอง Piaget ได้สรุปเป็นขั้นพัฒนาการเกี่ยวกับความสมนัยของจำนวนไว้ 3 ขั้นดังนี้

1. ขั้นเปรียบเทียบปริมาณอย่างกว้าง ๆ โดยไม่ใช้ความสมนัยแบบ 1 ต่อ 1 หรือความเท่าเทียมกัน (Global comparison without one-one correspondence or lasting equivalence) เด็กในขั้นนี้จะตัดสินการเพิ่มหรือลดของจำนวนและปริมาณตามลักษณะการเปลี่ยนแปลงแบบรวม ๆ ของวัตถุ เด็กอายุ 5 ปีส่วนใหญ่จะบอกว่าวัตถุแถวหนึ่งมีจำนวนมากกว่าอีกแถวหนึ่ง เพราะวัตถุนั้นวางอยู่ห่างกันมากกว่าหรือยาวมากกว่า ในทำนองเดียวกันถ้าจัดวัตถุในจำนวนที่เท่า ๆ กันเป็นวงกลม 2 วง ที่มีขนาดไม่เท่ากัน เด็กจะคิดว่าวงกลมขนาดใหญ่มีจำนวนวัตถุมากกว่าวงกลมขนาดเล็ก ที่เป็นดังนี้เนื่องจากเด็กในขั้นนี้ยังไม่สามารถจับคู่วัตถุสมนัยแบบหนึ่งต่อหนึ่งได้ ดังนั้นเด็กจึงตัดสินจำนวนโดยยึดความยาวของแถวหรือพื้นที่ที่วางวัตถุเหล่านั้น ดังเช่นผลการทดลองของ Piaget ที่ให้เด็กเปรียบเทียบขวดที่วางอยู่ตรงหน้ากับแก้วที่วางอยู่ในถาด เด็กจะตอบตามการรับรู้อย่างกว้าง ๆ ว่าขวดมีจำนวนมากกว่า แต่ถ้าให้เด็กใส่ขวดลงในแก้ว จำนวน 1 ขวดต่อแก้ว 1 ใบ เด็กจะเปรียบเทียบจำนวนได้อย่างถูกต้อง และถ้าผู้ทดลองรวบขวดมารวมกัน เด็กจะตอบว่าแก้วมีจำนวนมากกว่า

2. ขั้นหยั่งรู้ความสมนัยแบบ 1 ต่อ 1 โดยปราศจากความคงที่ของความเท่าเทียมกัน (Intuitive one-one correspondence without lasting equivalence) เด็กในขั้นนี้สามารถเข้าใจความหมายและสร้างความสมนัยแบบหนึ่งต่อหนึ่งได้ แต่เป็นความสมนัยตามการหยั่งรู้ เพราะการหยั่งรู้ของเด็กขึ้นอยู่กับการรับรู้รูปร่างของวัตถุ ดังนั้นเมื่อจัดวัตถุในแถวใดแถวหนึ่งให้ยาวกว่าอีกแถวหนึ่ง เด็กจะบอกว่าแถวนั้นมีวัตถุจำนวนมากกว่าอีกแถวหนึ่ง แต่ถ้าเด็กจับคู่วัตถุใน 2 แถวสมนัยแบบหนึ่งต่อหนึ่ง เด็กจะบอกว่ามีจำนวนเท่ากัน ซึ่งคำตอบที่ขัดแย้งกันนี้จะทำให้เด็กลังเลใจในการบอกค่าจำนวน ซึ่งเด็กในขั้นนี้สามารถหาคำตอบที่ถูกต้องได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสในการลองผิดลองถูกหลาย ๆ ครั้ง

3. ขั้นปฏิบัติการสมนัยแบบ 1 ต่อ 1 และความคงที่ของความเท่าเทียมกัน (Operational correspondence and lasting equivalence) เด็กในขั้นนี้สามารถเข้าใจความสมนัยได้โดยการกระทำซึ่งแตกต่างจากการหยั่งรู้ เด็กจะมีอิสระจากการรับรู้และเริ่มสร้างสมนัยโดยการคำนึงถึงความเท่าเทียมกัน เด็กจะใช้การนับจำนวนแต่ละหน่วยประกอบการแก้ปัญหา ดังนั้นเด็กจึงสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนได้อย่างถูกต้อง ไม่ว่าจะวางวัตถุในลักษณะใดก็ตาม จะเห็นได้จากการทดลองของ Piaget ที่ถามเพื่อให้เด็กเปรียบเทียบจำนวนขวดกับแก้ว เด็กจะใช้การนับพร้อม ๆ กับใส่ขวดลงในแก้วแต่ละใบ และเมื่อผู้วิจัยรวบขวดมารวมกัน เด็กก็ยังสามารถบอกได้ว่าขวดและแก้วยังคงมีจำนวนเท่ากัน

<u>พัฒนาการเกี่ยวกับการรับรู้ทางประสาทสัมผัสและการรับรู้ข้ามหมวดประสาทสัมผัส</u>

(Development of perceptions and intermodal perceptions)

การรับรู้ทางประสาทสัมผัส (Perceptions) เกิดขึ้นตั้งแต่ก่อนที่มนุษย์จะลืมตาดูโลกเสียอีก แม้ว่าการรับรู้ทางประสาทสัมผัสของทารกจะยังไม่ชัดเจนหรือสามารถแยกแยะได้เหมือนผู้ใหญ่ แต่ทารกก็มีความสามารถในการรับรู้ผ่านประสาทสัมผัสทั้ง 5 ด้าน ดังนี้

การมองเห็น (Vision) เมื่อแรกเกิดระบบการมองเห็นของทารกยังไม่พัฒนาอย่างเต็มทารกมีการเคลื่อนไหวตาตามวัตถุ มีการปรับสายตาตามระยะทางของวัตถุได้ (Oculomotor Skills) โดยเลนส์ตาจะรับวัตถุที่ตกบนเรตินา ซึ่งคนปกติจะมีความคมชัดในการมอง 20/20 snellen ขณะที่เด็กแรกเกิดมีความคมชัดในการมองต่ำมากถึง 20/300–20/800 snellen (เฉลี่ย 20/500 snellen) เมื่อทารกอายุ 2 เดือนขึ้นไปจะสามารถรับรู้ความลึกของภาพที่เคลื่อนเข้ามาใกล้ (Convergence) และภาพที่เคลื่อนไกลออกไป (Divergence) ได้ ทารกแรกเกิดจะชอบมองวัตถุที่มีขอบชัดเจน มีสีที่ตรงกันข้ามกัน เช่น ขาว–ดำมากกว่าสีเทา ชอบรูปที่เป็นวงกลมมากกว่าเส้นตรง ที่ เมื่อทารกอายุประมาณ 3-6 เดือนระบบการมองเห็นจะพัฒนาอย่างรวดเร็ว ทำให้สามารถมองได้ชัดเจนและมีความหมายในการมองมากขึ้น เช่น สามารถแยกแยะระหว่างใบหน้าที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย เป็นต้น

การได้ยิน (Auditory) การรับรู้ทางการได้ยินเกิดขึ้นจากการพัฒนาระบบรับสัมผัสในหูอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ก่อนเกิด และมีการพัฒนาช่องหู แก้วหู และการพูดออกเสียงหลังคลอด ซึ่งกระบวนการเหล่านี้จะอยู่ในระดับปกติเมื่อทารกอายุ 1 ปี ซึ่งเป็นเวลาเดียวกับที่เด็กเริ่มพูด การรับรู้ทางการได้ยินเกิดขึ้นจากคุณสมบัติพื้นฐานของเสียง 2 ลักษณะ คือ ความถี่ของเสียง (pitch) มีหน่วยวัดเป็น Hertz (Hz) และความดังของเสียง (Loudness) มีหน่วยวัดเป็น Decibels (dB) ซึ่งมนุษย์สามารถรับความถี่ของเสียงได้เพียง 20–20,000 Hz เท่านั้น มีงานวิจัยพบว่า ผู้ใหญ่ส่วนมากสามารถได้ยินเสียงที่เบาเพียง 0-5 dB ขณะที่ทารกไม่สามารถฟังเสียงที่ต่ำกว่า 20 dB ได้ แต่จะมีการพัฒนาเมื่ออายุมากกว่า 1 ปี นอกจากนี้ทารกแรกเกิดชอบฟังเพลงหรือนิทานที่แม่ร้องหรืออ่านให้ฟังในช่วง 2 สัปดาห์ก่อนคลอดเมื่อเทียบกับเพลงที่ไม่เคยได้ยินมาก่อน ชอบเสียงจังหวะการเต้นของหัวใจที่คล้ายกับเคยได้ยินตอนอยู่ในท้อง สามารถหันไปหาตำแหน่งที่มาของเสียง (Localization) ได้ และสามารถแยกเสียงแม่ของเขาออกจากเสียงของผู้หญิงคนอื่นได้ (Fifer, 1987 cited in Fogel, 1991)

การรับรู้รส (Taste) ทารกสามารถแยกรสพื้นฐานได้ 4 รส ได้แก่ รสหวาน เค็ม เปรี้ยว และขม โดยจะชอบรสหวานมากกว่ารสอื่น ๆ และตอบสนองต่อรสเค็ม เปรี้ยว และขมด้วยการแสดงออกในแง่ลบ เช่น ยกปากขึ้นเหมือนถูกรบกวน ทำจมูกย่นและหยุดดูด เป็นต้น

การรับรู้กลิ่น (Smell) ทารกสามารถแยกความแตกต่างของกลิ่น และตอบสนองต่อกลิ่นที่ไม่พึงพอใจ ทารกแรกเกิดจะแสดงสีหน้าเหมือนถูกรบกวน และจะหันหน้าออกจากกลิ่นที่ไม่ชอบไปยังกลิ่นที่ชอบ

และการรับรู้สัมผัส (Touch) ทารกแรกเกิดจะมีความไวต่อการสัมผัสเมื่อมีสิ่งเร้ามากระตุ้น เช่น เมื่อมีสิ่งเร้ามาสัมผัสหรือเป่าลมบริเวณส่วนใดของร่างกาย ทารกจะมีพฤติกรรมและอัตราการเต้นของหัวใจเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งทารกที่มีอายุไม่กี่สัปดาห์แรกจะมีความไวต่อสิ่งเร้าที่มากระตุ้นบริเวณปากและมือ

ทารกจะมีความสามารถในการรับรู้ทางประสาทสัมผัสทั้งห้า และประสาทสัมผัสเหล่านี้จะมีการพัฒนาอย่างรวดเร็วในช่วงไม่กี่สัปดาห์และไม่กี่เดือนแรกของชีวิต โดยการเปลี่ยนแปลงในสมองจะขึ้นกับประสบการณ์ที่ทารกได้รับผ่านการเชื่อมโยงกับสิ่งเร้าและมีการปรับพฤติกรรมให้เปลี่ยนแปลงไป เช่น ทารกเรียนรู้ที่จะหันศีรษะตามเสียง เพิ่มอัตราการดูดในสิ่งที่ชอบ เป็นต้น

เมื่อการรับรู้ทางประสาทสัมผัสในแต่ละหมวดเกิดขึ้นแล้ว ในบางครั้งเราก็อาจมีการรับรู้จากประสาทสัมผัสหลายหมวดได้ ซึ่ง Flavell et al. (1993) เรียกการรับรู้เช่นนี้ว่า การรับรู้ข้ามหมวดประสาทสัมผัส (Intermodal perception หรือในหนังสือบางเล่มจะใช้คำว่า Cross – Modal Transfer หรือ Across – Sense – Modality Equivalence) หมายถึง การที่วัตถุหรือเหตุการณ์แต่ละอย่างสามารถให้ข้อมูลที่เราจะรับรู้ทางประสาทสัมผัสได้มากกว่าหนึ่งหมวด ได้แก่ การรับรู้ภาพทางตา การได้ยินเสียงทางหู การรับรู้กลิ่นทางจมูก การรับรู้รสทางลิ้น และการรับรู้สัมผัสทางผิวหนัง เช่น เมื่อเรามองดูด้วยตา เราจะรับรู้วัตถุอย่างหนึ่ง แต่เมื่อเราฟังเสียงหรือจับต้องวัตถุนั้น เราก็จะได้ข้อมูลอีกอย่างหนึ่ง และสิ่งที่เรามองเห็น ได้ยิน หรือสัมผัสนั้นจะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ซึ่งสิ่งที่มีความสำคัญที่สุดเกี่ยวกับการเชื่อมโยงข้อมูลก็คือ ความเท่าเทียมกันของการรับรู้ (Equivalence / common source of sensations) นั่นคือ การรับรู้ภาพ เสียง และสัมผัสในรูปแบบที่มีความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันจากวัตถุหรือเหตุการณ์เดียวกัน แต่ลักษณะบางอย่างของวัตถุ เราจะรับรู้ได้เฉพาะประสาทสัมผัสบางหมวดเท่านั้น เช่น เราเห็นวัตถุว่ามีสีแดง แต่เราจะไม่สามารถสัมผัสสีแดงได้ แต่ลักษณะบางอย่างของวัตถุ เราสามารถรับรู้ความสัมพันธ์ได้มากกว่าหนึ่งหมวดประสาทสัมผัส การรับรู้ลักษณะนี้จัดอยู่ในลำดับที่สูงกว่าและมีความเป็นนามธรรมมากกว่า เช่น เมื่อเราเห็นและได้ยินเสียงนกร้อง เป็นภาพและเสียงที่ถูกรับรู้ว่าเกิดขึ้นในเวลาและสถานที่เดียวกัน หรือเราเห็นและรู้สึกว่าโต๊ะขรุขระ เพราะเราเห็นจากการมองว่าเป็นเช่นนั้น และรู้สึกถึงความขรุขระจากการสัมผัส ความสามารถในการรับรู้สิ่งที่เป็นนามธรรมและสามารถรับรู้ได้มากกว่าหนึ่งหมวดประสาทสัมผัสนี้มีความสำคัญ เช่น ถ้าเราบอกได้ว่าภาพและเสียงที่เกิดขึ้นในเวลาและสถานที่เดียวกัน เราก็จะรู้ว่าสิ่งที่เกิดขึ้นเป็นเหตุการณ์เดียวกันและภาพอาจทำให้เกิดเสียงนั้น (เพ็ญพิไล ฤทธาคณานนท์, 2536)

นักปรัชญาและนักจิตวิทยาหลายท่านได้แสดงความคิดเห็นหลายอย่างเกี่ยวกับพัฒนาการเกี่ยวกับการรับรู้ข้ามหมวดประสาทสัมผัส (Rose, 1990, Rose & Ruff, 1987, Spelke, 1987 cited in Flavell et al., 1993) พวกเขาเหล่านี้ไม่ได้มีความขัดแย้งกันในเรื่องที่ว่า การเรียนรู้หรือประสบการณ์ที่มีบทบาทต่อพัฒนาการนี้ แต่ยอมรับว่าทั้งสองอย่างต่างมีบทบาทที่สำคัญ เช่น เด็กจะสามารถบอก

ได้จากเสียงที่ได้ยินว่าวัตถุที่เขาเห็นมัว ๆ ในหมอกเป็นรถพยาบาลก็ต่อเมื่อเด็กเคยรู้จักรถพยาบาลมาแล้ว (Spelke, 1987 cited in Flavell et al., 1993) มิฉะนั้นเด็กก็อาจรับรู้เพียงเสียงและวัตถุอย่างหนึ่งที่อยู่ในหมอกเท่านั้น แต่สิ่งที่นักทฤษฎีโต้เถียงกันคือ ประสาทสัมผัสหมวดต่าง ๆ มาเกี่ยวข้องเชื่อมโยงกันตั้งแต่เมื่อไร อย่างไร มีการเชื่อมโยงกันตั้งแต่เกิด ก่อนที่เด็กจะมีประสบการณ์หรือต้องอาศัยประสบการณ์เป็นส่วนใหญ่ มีนักทฤษฎีหลายท่าน รวมทั้ง Piaget ด้วยที่เชื่อว่า ความสามารถในการรับรู้จากประสาทสัมผัสหมวดใหญ่ ๆ เช่น การมองเห็น การได้ยิน และการรู้สึกจากการสัมผัส เป็นต้น ไม่มีความสัมพันธ์กันเลยในทารกแรกเกิด ดังนั้นทารกแรกเกิดจึงไม่สามารถรับรู้ข้ามหมวดประสาทสัมผัสได้ และทารกจะค่อย ๆ เรียนรู้ด้วยการนำข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดต่าง ๆ มาเชื่อมโยงกันผ่านประสบการณ์ในพัฒนาการขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (Sensorimotor experience) ต่อมานักทฤษฎีรุ่นหลังโดยเฉพาะกลุ่ม Gibsonian ได้ทำการศึกษาและเชื่อว่า ทารกน่าจะมีความสามารถในการรับรู้ข้ามหมวดประสาทสัมผัสตั้งแต่แรกเกิด หรือมีความสามารถนี้ในช่วงวัยแรก ๆ ของชีวิตโดยอาศัยประสบการณ์ (Flavell et al., 1993)

จากข้อโต้แย้งข้างต้นจึงมักพบว่า งานวิจัยเกี่ยวกับการรับรู้ข้ามหมวดประสาทสัมผัสส่วนใหญ่จะศึกษาในทารก และเป็นงานที่เกี่ยวกับความสามารถในการเชื่อมโยงข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่าง 1) การมองเห็นและการได้ยิน 2) การมองเห็นและการสัมผัส และ 3) การมองเห็นและการเคลื่อนไหวทางกายเลียนแบบภาพที่เห็น

ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะการรับรู้ข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นเท่านั้น โดยการศึกษาการรับรู้ข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นของทารก เพื่อบอกว่าทารกมีการรับรู้ข้ามหมวดประสาทสัมผัสหรือไม่ ส่วนมากดูจากการแสดงความสนใจหรือความชอบที่จะมอง (Preferential-looking) เป็นพื้นฐานในการวัด โดยผู้วิจัยจะแสดงภาพเหตุการณ์สองเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นพร้อมกันหรือต่อเนื่องกัน และเสียงที่เฉพาะกับเหตุการณ์หนึ่งจะเกิดขึ้นจากตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างภาพเหตุการณ์ทั้งสอง ถ้าทารกเข้าใจว่าเสียงสัมพันธ์กับเหตุการณ์ใด ทารกจะมองภาพเหตุการณ์นั้นนานกว่า เช่น Spelke (1987, cited in Flavell et al., 1993) ได้ทำการศึกษาการรับรู้ข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการมองเห็นและการได้ยินซึ่งทดสอบในทารกอายุ 4 เดือน โดยกำหนดเหตุการณ์ที่เห็นและได้ยินเป็นเหตุการณ์เดียวกันให้ทารกมองและฟังแล้วดูว่าทารกสามารถรับรู้ความสัมพันธ์ของสิ่งที่เห็นและเสียงที่ได้ยินหรือไม่ และเมื่อทารกมองเหตุการณ์แล้วได้ยินเสียงที่ไม่ตรงกับเหตุการณ์ ทารกจะรู้ว่าสิ่งที่เห็นไม่สัมพันธ์กับสิ่งที่ได้ยินหรือไม่ โดยให้ทารกดูภาพยนตร์ 2 เรื่องที่ฉายคู่กัน เหตุการณ์แรกเป็นภาพผู้หญิงกำลังเล่นจ๊ะเอ๋ และเหตุการณ์ที่ 2 เป็นภาพมือที่ถือไม้และตีลงบนกลอง จากนั้นเปิดเสียงของเหตุการณ์หนึ่งผ่านลำโพงตรงกลาง โดยคาดหวังว่าถ้าทารกรับรู้ว่าเสียงที่ได้ยินมาจากบุคคลและเสียงจังหวะตีกลองมาจากกลอง เขาจะมองเหตุการณ์ที่สัมพันธ์กับเสียงนานกว่าเหตุการณ์ที่ไม่สัมพันธ์กับเสียง

ผลการศึกษาพบว่า ทารกมองภาพการเล่นจ๊ะเอ๋นานกว่าเมื่อได้ยินเสียงคน และมองภาพตีกลองนานกว่าเมื่อได้ยินเสียงจังหวะตีกลอง เป็นต้น

ความสามารถในการรับรู้ข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นจะแสดงออกผ่านรูปแบบการชอบมองของทารก ซึ่งทารกจะมองไปยังเหตุการณ์ที่สัมพันธ์กับเสียงที่เกิดขึ้น การติดตามเหตุการณ์ด้วยการมองและการฟังเป็นการกระทำพื้นฐานของพัฒนาการการรับรู้ ทารกที่มองและฟังเสียงวัตถุแต่ละครั้งจะเรียนรู้ส่วนต่าง ๆ ของวัตถุและเสียงนั้น ๆ เมื่อทารกมีความรู้ ทารกจะสามารถรับรู้ความสัมพันธ์ระหว่างเสียงและวัตถุภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ ได้โดยไม่จำเป็นต้องให้เสียงและวัตถุเกิดขึ้นพร้อมกันเพื่อเป็นตัวชี้นำในการรับรู้ (Spelke, 1985b cited in Flavell et al., 1993)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเกี่ยวกับมโนทัศน์หรือความสามารถทางด้านจำนวนได้มีผู้วิจัยศึกษาทั้งในทารกและเด็กวัยก่อนเข้าเรียนโดยใช้วิธีการในการศึกษาวิจัยแตกต่างกันออกไปให้เหมาะสมกับเด็กแต่ละวัย เพื่อให้ทราบว่าความสามารถทางด้านจำนวนนั้นเกิดขึ้นเมื่อใดและมีพัฒนาการในรายละเอียดอย่างไรบ้าง ความสามารถทางด้านจำนวนของทารกมักใช้กระบวนการความคาดหวังจากภาพที่เห็น (Visual expectation paradigm) กระบวนการวัดเวลาที่ทารกใช้ในการมองมากกว่า (Preference method) หรือกระบวนการเลิกให้ความสนใจและการกลับมาสนใจอีกครั้ง (Habituation / Dishabituation paradigm) เนื่องจากทารกไม่สามารถใช้คำพูดแสดงการรับรู้ ความคิด และประสบการณ์ของตนได้ ในขณะเดียวกันจะเห็นว่าทารกมีพฤติกรรมที่ใช้ทักษะทางด้านประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (Skilled motor behavior) ได้อย่างดี ดังนั้นการศึกษาความสามารถของทารกจากการศึกษาการตอบสนองด้วยการรับรู้ทางประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหวของทารก ซึ่งเป็นการตอบสนองโดยไม่ต้องใช้คำพูด (Nonverbal responses) จะทำให้ทราบถึงความสามารถที่แท้จริงของทารกได้ดีกว่า ตัวอย่างงานวิจัยที่ศึกษาความสามารถทางด้านจำนวนในทารก เช่น งานวิจัยของ Canfield & Smith (1996) ที่ใช้กระบวนการความคาดหวังจากภาพที่เห็น (Visual expectation paradigm) ในการศึกษาความสามารถของทารกอายุ 5 เดือนว่าสามารถใช้จำนวนของภาพที่เกิดขึ้นในตำแหน่งหนึ่ง (ด้านซ้าย) ในการทำนายสิ่งเร้าที่จะเกิดขึ้นในอีกตำแหน่งหนึ่ง (ด้านขวา) ได้หรือไม่ โดยบันทึกการเคลื่อนสายตาของทารกด้วยการสะท้อนแสงอินฟราเรดในขณะที่ทารกมองภาพที่สามารถทำนายจำนวนภาพได้และภาพที่ไม่สามารถทำนายจำนวนภาพได้ ซึ่งทั้งระยะเวลาที่เสนอสิ่งเร้าและคุณสมบัติของสิ่งเร้าไม่สามารถทำนายตำแหน่งของสิ่งเร้าที่จะเกิดขึ้นใหม่ได้ พบว่าทารกสามารถเข้าใจและใช้จำนวนของภาพที่เสนออย่างเป็นลำดับในการทำนายตำแหน่งของภาพที่จะเกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง

งานวิจัยของที่ศึกษาว่า ตัวแปรต่อเนื่องต่าง ๆ เช่น ความยาวของเส้นรอบรูป พื้นที่ผิวหน้า ระยะห่าง ความหนาแน่น ขนาด ความยาวของเส้นรอบรูป หรือมิติของภาพ เป็นต้น มีผลการการใช้จำนวนเป็นพื้นฐานในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนหรือไม่ พบว่าใน Clearfield & Mix (1999) ที่ศึกษาความสามารถของทารกในการใช้ข้อมูลเกี่ยวกับความยาวของเส้นรอบรูปของวัตถุเป็นพื้นฐานในการแยกแยะจำนวน กลุ่มตัวอย่างเป็นทารกอายุ 6-8 เดือน จำนวน 16 คน ทดสอบโดยให้ทารกเลิกให้ความสนใจ (habituate) ภาพสี่เหลี่ยมที่มีจำนวนและความยาวของเส้นรอบรูปเท่ากันซึ่งจะเปลี่ยนตำแหน่งไปเรื่อย ๆ บนจอคอมพิวเตอร์ จากนั้นจึงเสนอภาพสี่เหลี่ยมที่มีจำนวนเท่าเดิม แต่ความยาวของเส้นรอบรูปเปลี่ยนแปลงไป หรือภาพสี่เหลี่ยมที่มีจำนวนเปลี่ยนแปลงไป แต่ความยาวของเส้นรอบรูปเท่าเดิม ทารกจะใช้ข้อมูลเกี่ยวกับความยาวของเส้นรอบรูปหรือตัวแปรต่อเนื่องอื่นๆ ที่มีความสัมพันธ์กัน เช่น ขนาดเป็นต้น เป็นพื้นฐานในการแยกแยะจำนวนมากกว่าที่จะใช้ข้อมูลทางด้านจำนวนเป็นพื้นฐานในการตัดสิน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Feigenson, Carey, & Spelke (2002) ที่ศึกษาความสามารถของทารกอายุ 6-7 เดือนในการแยกแยะจำนวนของวัตถุโดยควบคุมคุณสมบัติที่ต่อเนื่องของสิ่งเร้าอันได้แก่ พื้นที่ผิวหน้า ความหนาแน่น ขนาด ความยาวของเส้นรอบรูป หรือมิติของภาพ เป็นต้น ซึ่งผู้วิจัยทดสอบด้วย 7 การทดลองดังนี้ การทดลองที่ 1 ใช้กระบวนการเลิกให้ความสนใจและการกลับมาสนใจอีกครั้ง (Habituation / Dishabituation Paradigm) ต่อการเปรียบเทียบจำนวน 1 และ 2 โดยใช้วัตถุ 3 มิติ และควบคุมจำนวนและพื้นที่ผิวหน้าอย่างไม่แน่นอน พบว่าทารกสามารถแยกแยะจำนวนได้ การทดลองที่ 2 พบว่า ทารกกลับมาให้ความสนใจต่อความเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ผิวหน้า แต่ไม่กลับมาให้ความสนใจต่อความเปลี่ยนแปลงทางด้านจำนวน การทดลองที่ 3-5 พบว่า ทารกไม่มีความไวต่อจำนวนเมื่อพื้นที่ผิวหน้าถูกควบคุม และการทดลองที่ 6 และ 7 ใช้กระบวนการเดียวกันนี้กับงานการเปลี่ยนแปลงจำนวน (Transformation) ด้วยการเพิ่มหรือการลด พบว่าทารกมองเหตุการณ์ที่เป็นไปไม่ได้นานกว่าเหตุการณ์ที่เป็นไปได้โดยใช้ข้อมูลเกี่ยวกับพื้นที่ผิวหน้าของวัตถุ ผลการศึกษาโดยรวมพบว่า การใช้พื้นที่ผิวหรือตัวแปรต่อเนื่องอื่น ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับพื้นที่ผิวเป็นพื้นฐานในการแยกแยะจำนวน (อย่างน้อยก็ในงาน 2 ชนิดนี้) จะขัดขวางการใช้ข้อมูลทางด้านจำนวนเพื่อพื้นฐานในการแยกแยะ อย่างไรก็ตามการใช้พื้นฐานทางด้านจำนวนอาจทำได้ง่ายขึ้น เมื่อทารกเห็นวัตถุกลุ่มเล็ก ๆ โดยทารกอาจใช้กลวิธีอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องกับจำนวน แต่อาจจะสามารถนำมาตีความความสามารถทางด้านจำนวนของทารกได้ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wynn, Bloom, & Chiang (2002) ที่ได้ศึกษาความสามารถของทารกในการแยกแยะระหว่างจำนวนที่แตกต่างกันของวัตถุและการปฏิบัติการทางคณิตศาสตร์อย่างง่าย ในทารกอายุ 5 เดือน จำนวน 24 คน เริ่มต้นโดยให้เด็กเลิกให้ความสนใจ (Habituated) การเคลื่อนที่ของกลุ่มวัตถุทรงกลมที่เสนอบนจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งทารกครึ่งหนึ่งจะได้ดูการเคลื่อนที่ของกลุ่มวัตถุจำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มละ 3 อัน และทารกอีกครึ่งหนึ่งจะได้ดูการเคลื่อนที่ของกลุ่มวัตถุจำนวน 4 กลุ่ม กลุ่มละ 3 อัน จากนั้นทดสอบทารกทั้งหมดโดยเสนอการเคลื่อนที่ของ

กลุ่มวัตถุจำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มละ 4 อัน และการเคลื่อนที่ของวัตถุจำนวน 4 กลุ่ม กลุ่มละ 2 อัน พบว่า ทารกที่เลิกให้ความสนใจการเคลื่อนที่ของกลุ่มวัตถุจำนวน 2 กลุ่มมองการเคลื่อนที่ของกลุ่มวัตถุจำนวน 4 กลุ่มนานกว่า ขณะที่ทารกที่เลิกให้ความสนใจการเคลื่อนที่ของกลุ่มวัตถุจำนวน 4 กลุ่มมองการเคลื่อนที่ของกลุ่มวัตถุจำนวน 2 กลุ่มนานกว่า แสดงว่าทารกสามารถเข้าใจและแยกแยะจำนวนของกลุ่มวัตถุที่เคลื่อนที่ได้ เมื่อควบคุมปัจจัยทางด้านการรับรู้ต่าง ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับจำนวน เช่น พื้นที่ผิว ระยะห่าง ความหนาแน่น และปัจจัยอื่น ๆ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าทารกสามารถเข้าใจจำนวนได้ โดยไม่ได้จำกัดอยู่แค่จำนวนวัตถุหรือสิ่งของเท่านั้น แต่ยังสามารถเข้าใจจำนวนของเหตุการณ์หรือการเคลื่อนที่ได้ด้วย

งานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการนับในเด็กวัยก่อนเข้าเรียนซึ่งส่วนใหญ่ศึกษาในเด็กอายุ 3-5 ปีแสดงให้เห็นว่า เด็กในวัยนี้มีความสามารถในการนับแล้ว โดยจะสามารถนับในงานที่มีจำนวนน้อยได้ดีกว่างานที่มีจำนวนมาก และใช้ความสามารถทางด้านจำนวนนี้เป็นพื้นฐานในการแก้ปัญหา ซึ่งความสามารถเหล่านี้จะเพิ่มขึ้นตามระดับอายุที่เพิ่มขึ้นด้วย เช่น งานวิจัยของ Briars & Siegler (1984 อ้างถึงใน อังคณา อ่อนธานี, 2542) ที่ศึกษาโดยยึดหลักการนับของ Gelman ในเด็กอายุ 3, 4 และ 5 ปี กลุ่มอายุละ 10 คน ผู้วิจัยใช้เบี้ยพลาสติกกลมแบนสีเขียวและสีแดง เส้นผ่านศูนย์กลาง ¾ นิ้ว วางเรียงสลับสีทีละอันเป็นแนวตรงบนกระดาษแข็ง เว้นระยะห่าง ½ นิ้วเท่า ๆ กัน รวม 4 แถว แถวละ 3, 4, 9 และ 10 อันตามลำดับ ผู้วิจัยนับเบี้ยให้เด็กดูทีละแถวด้วยการนับในลักษณะต่าง ๆ แล้วถามเด็กว่าเป็นการนับที่ผิดหรือไม่ พบว่า เด็กอายุ 3-5 ปีมีความรู้เกี่ยวกับการนับและสามารถนับในงานที่มีจำนวนน้อยได้ดีกว่างานที่มีจำนวนมาก งานวิจัยของ Arai (1984) ที่ศึกษาพัฒนาการด้านการนับของเด็กวัยก่อนเข้าเรียนชาวญี่ปุ่น ในเด็กอายุ 2 ปี 7 เดือนถึง 6 ปี จำนวน 200 คน โดยงานแรกให้เด็กนับบล็อกสี่เหลี่ยมที่วางเรียงติดกันจำนวน 10 อัน งานที่สองให้เด็กนับการ์ดสามเหลี่ยมจำนวน 15 แผ่นที่แขวนอยู่บนเส้นลวด งานที่สามให้เด็กเปรียบเทียบจำนวนการ์ดสีเหลืองจำนวน 4 แผ่นที่วางปะปนกับการ์ดสีอื่น ๆ อีก 4 สี สีละ 4 แผ่น (ซึ่งจะแบ่งเป็น 2 ชุด คือ ชุดที่มีจำนวน 1 กับ 3 แผ่น และชุดที่มีจำนวน 2 กับ 2 แผ่น) และงานที่สี่ให้เด็กนับแบบท่องจำ พบว่าเด็กในระดับอายุ 2-3 ปีส่วนใหญ่จะใช้การนับแบบท่องจำ มีความสามารถในการนับออกเสียงและการชี้ได้บ้าง ยังไม่เข้าใจการบอกจำนวนและการเปรียบเทียบขนาดจำนวนของ 2 ชุด และยังมีการนับแบบเดาและนับข้ามอีกด้วย เด็กอายุ 4 ปีส่วนใหญ่สามารถนับได้อย่างถูกต้องทั้งการนับออกเสียงและการชี้ และเข้าใจว่าจำนวนสุดท้ายที่นับจะเป็นจำนวนของวัตถุทั้งหมดในชุดนั้น ส่วนเด็กอายุ 5 ปีขึ้นไปจะมีความสามารถในการนับและเปรียบเทียบขนาดจำนวนของ 2 ชุด โดยใช้วิธีไม่ออกเสียงนับและไม่ชี้ได้ด้วย งานวิจัยของ Gelman (1972 อ้างถึงใน เพ็ญพิไล ฤทธาคณานนท์, 2536) ทำการทดลองกับเด็กอายุ 3-6 ปี โดยเด็กแต่ละคนจะได้เห็นจาน 2 ใบ ซึ่งจานแต่ละใบมีหนูอยู่แถวหนึ่ง จานใบหนึ่งมีหนู 3 ตัว ส่วนจานอีกใบหนึ่งมีหนู 2 ตัว บางครั้งผู้วิจัยจะจัดแถวของหนูทั้ง 2 จานให้ยาวเท่ากัน และบางครั้งจัดหนูทั้ง 2 จานให้มีความหนาแน่นหรือระยะห่างเท่ากัน จานที่มี

จำนวนหนูมากกว่าจะเป็นผู้ชนะ และจานที่มีจำนวนหนูน้อยกว่าจะเป็นผู้แพ้ เด็กที่ตอบถูกจะได้รับการเสริมแรง แต่ไม่ได้รับการอธิบายเหตุผล ผู้วิจัยจะแอบหยิบหนูตัวกลางหรือตัวสุดท้ายออกจากจานที่มีหนู 3 ตัว ทำให้หนูทั้ง 2 จานมีจำนวนเท่ากัน ผลการศึกษาพบว่า แม้แต่เด็กอายุ 3-4 ปีก็อาศัยข้อมูลทางด้านจำนวนในการตัดสินว่าจานไหนเป็นผู้ชนะหรือผู้แพ้มากกว่าที่จะใช้ข้อมูลทางด้านความยาว ความหนาแน่น หรือระยะห่างในการตัดสิน งานวิจัยของ Becker (1993) ที่ศึกษาความสามารถของเด็กวัยก่อนเข้าเรียนอายุระหว่าง 4 - 5 ½ ปี จำนวน 48 คน ในการใช้การนับในสถานการณ์ many-to-one งานแรกผู้วิจัยจะวางตุ๊กตาจำนวน 4 ตัวในแนวนอนและเอากระดาษแข็งรูปต่าง ๆ ที่จัดไว้เป็นชุด ได้แก่ ชุดที่เป็นรูปหัวใจ หมี ผีเสื้อ และดาว อย่างใดอย่างหนึ่งให้แก่เด็กจำนวน 8 (หรือ 12) อัน เช่น เอารูปหัวใจให้เด็ก แล้วขอให้เด็กเอาหัวใจให้ตุ๊กตาตัวหนึ่ง 2 (หรือ 3) อัน และให้ทำเช่นเดียวกันนี้กับตุ๊กตาตัวอื่น ๆ ที่เหลือ จากนั้นผู้วิจัยจะเอากระดาษมาปิดหัวใจเหล่านั้นเพื่อไม่ให้เด็กเห็น แต่ยังคงสามารถมองเห็นตุ๊กตาได้อยู่ แล้วถามเด็กว่าหัวใจที่ถูกกระดาษปิดอยู่นั้นมีกี่อัน งานที่สองผู้วิจัยจะวางตุ๊กตาจำนวน 6 ตัวเรียงเป็นแถวในแนวนอน แล้วขอให้เด็กเอาหัวใจ 2 (หรือ 3) อันให้แก่ตุ๊กตาแต่ละตัว ซึ่งเด็กจะมีหัวใจพอสำหรับตุ๊กตาเพียง 2 ตัวเท่านั้น เมื่อเด็กเอาหัวใจให้ตุ๊กตา 2 ตัวแล้ว ผู้วิจัยจะถามเด็กว่าต้องมีหัวใจอีกกี่อันถึงจะพอที่จะให้ตุ๊กตาตัวที่เหลือตัวละ 2 (หรือ 3) อัน และเอาหัวใจให้เด็กตามจำนวนที่ขอ จากนั้นถามเด็กว่าพอหรือไม่ต้องการหัวใจอีกไหม ถ้าต้องการจะเอาอีกกี่อัน ซึ่งผู้วิจัยจะถามเช่นนี้จนกระทั่งเด็กบอกว่าไม่ต้องการหัวใจอีก ผลการศึกษาพบว่า เด็กสามารถใช้การนับได้อย่างเหมาะสมในสถานการณ์ many-to-one ซึ่งความสามารถนี้จะพัฒนาในช่วงอายุ 4 - 5 ½ ปี งานวิจัยของสมชาย ช่างทอง (2534) ที่ศึกษาพัฒนาการด้านความสามารถในการเปรียบเทียบขนาดของ 2 ชุด ความสามารถในการนับ และความรู้เกี่ยวกับการนับของเด็กอายุ 3-5 ปี และศึกษาความสัมพันธ์ของความสามารถและความรู้ทั้ง 3 ด้าน โดยทดสอบเด็กดังนี้

- ทดสอบความสามารถในการเปรียบเทียบขนาดของ 2 ชุด โดยใช้วิธีไม่ออกเสียงนับและไม่ชี้ (ถามเด็กว่ากระดุมของเด็กและของผู้วิจัยมีกี่อัน และของใครมีมากกว่ากัน) วิธีนับออกเสียงและชี้ (ให้เด็กนับออกเสียงพร้อมกับชี้กระดุม แล้วถามเด็กว่ากระดุมของใครมีมากกว่ากัน) และวิธีความสมนัยแบบ 1 ต่อ 1 (เรียงกระดุมจากกองของเด็กและของผู้วิจัยให้ตรงกันทีละอันจนครบ แล้วถามเด็กว่ากระดุมของใครมีมากกว่ากัน)
- ทดสอบความสามารถในการนับ โดยให้เด็กนับของสลับสี (แดง-เขียว) และนับของสีเดียวกัน (สีแดงทั้งหมด) แล้วถามเด็กว่านับได้กี่อัน
- ทดสอบวัดความรู้เกี่ยวกับการนับ โดยผู้วิจัยนับลูกปิงปองจำนวน 7 ลูก ทั้งแบบสลับสี (เหลือง-น้ำเงิน) และแบบสีเดียวกัน (สีเหลืองทั้งหมด) แล้วถามเด็กว่านับผิดหรือไม่ ถ้าเด็กบอกว่านับผิด ผู้วิจัยจะถามเด็กว่านับผิดตรงไหนและให้เด็กชี้ตำแหน่งที่นับผิด

ผลการศึกษาพบว่า เด็กอายุ 5 ปีมีพัฒนาการด้านความสามารถในการเปรียบเทียบขนาดของ 2 ชุด ความสามารถในการนับ และความรู้เกี่ยวกับการนับมากกว่าเด็กอายุ 3 ปีและ 4 ปี ส่วนเด็กอายุ 3 ปี และ 4 ปีไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังพบว่าความรู้และความสามารถทั้ง 3 ด้านมีความสัมพันธ์กันในทางบวกในทุกระดับอายุ

นอกจากนี้ยังมีผู้วิจัยหลายท่านพบว่า เด็กจะมีความสามารถในการนับเกิดขึ้นก่อนการใช้คำแสดงจำนวน และสามารถเข้าใจการเพิ่มหรือลดจำนวนก่อนที่จะมีมโนทัศน์เกี่ยวกับการอนุรักษ์จำนวน ตัวอย่างเช่น งานวิจัยของ Bermejo (1996) ที่ศึกษาความสามารถในการใช้คำแสดงจำนวนสุดท้ายในการนับเพื่อแสดงจำนวนของวัตถุทั้งหมดในการตัดสินการนับที่ถูกต้อง (Cardinality) และความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถของการใช้คำแสดงจำนวนสุดท้ายเพื่อแสดงจำนวนทั้งหมดและการนับ (Counting) ในเด็กอายุ 3-5 ปี จำนวน 72 คน ทดสอบโดยให้เด็กนับเบี้ยแถวหนึ่งแล้วถามว่ามีจำนวนเท่าไร และผู้วิจัยจะให้เด็กสังเกตการนับของหุ่นมือซึ่งผู้วิจัยจะเป็นผู้พูดจำนวน โดยแบ่งเป็น 3 เงื่อนไข ได้แก่ เงื่อนไขย้อนหลัง (Backward sequence) โดยเริ่มนับจากจำนวนที่มากกว่าจำนวนเบี้ยที่มีอยู่ 1 อัน เช่น นับ 4-3-2 สำหรับแถวที่มีเบี้ยจำนวน 3 อัน เงื่อนไขกระโดดไปข้างหน้า (Jump forward) จะเริ่มนับจาก 2 หรือ 3 เสมอ เพื่อให้คำแสดงจำนวนสุดท้ายไม่ตรงกับจำนวนเบี้ยที่เสนอ เช่น นับ 2-3-4-5 สำหรับแถวที่มีเบี้ยจำนวน 4 อัน และเงื่อนไขกระโดดกลับไปกลับมา (Jump forward and backward) จะเริ่มนับจาก 1 แล้วนับข้ามบางจำนวนไป เมื่อถึงจำนวนสุดท้ายจึงย้อนกลับมานับจำนวนที่ข้ามไป เช่น นับ 1-2-4-5-3 สำหรับแถวที่มีเบี้ยจำนวน 5 อัน เพื่อหลีกเลี่ยงความเท่ากันระหว่างจำนวนเบี้ยและคำแสดงจำนวนที่ใหญ่ที่สุดหรือจำนวนสุดท้ายของลำดับการนับ ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถนี้ไม่ใช่ความสามารถที่เป็นแบบ all-or-none (คือถ้าไม่มีก็ไม่มีเลย) แต่เป็นความสามารถที่มีหลายระดับและจะพัฒนาตามอายุที่เพิ่มขึ้น ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถของการใช้คำแสดงจำนวนสุดท้ายเพื่อแสดงจำนวนทั้งหมดและการนับนั้น พบว่า ความสามารถในการนับมักจะเกิดขึ้นก่อนความสามารถในการใช้คำแสดงจำนวนสุดท้ายเพื่อแสดงจำนวนทั้งหมด แต่ก็ไม่เสมอไป งานวิจัยของประมาณ พลสุธรรม (2533) ที่ศึกษาพัฒนาการและเปรียบเทียบความเข้าใจการลด การเพิ่ม และความคงที่ของจำนวนในเด็กวัยก่อนเข้าเรียนที่ยังไม่เข้าใจการอนุรักษ์จำนวนอายุ 3-5 ปี โดยใช้ตุ๊กตา 5 ตัวมาวางเรียงตามแบบการทดสอบความเข้าใจการลดจำนวนของ Gelman และใช้ตุ๊กตา 6 ตัวมาวางเรียงตามแบบการทดสอบความเข้าใจการเพิ่มจำนวนของ Gelman แล้วถามเด็กว่ากลุ่มไหนเป็นผู้ชนะ พบว่า เด็กวัยก่อนเข้าเรียนที่ยังไม่เข้าใจการอนุรักษ์จำนวนสามารถเข้าใจการลด การเพิ่ม และความคงที่ของจำนวนเพิ่มขึ้นตามระดับอายุ โดยเด็กอายุ 5 ปีเข้าใจการลดจำนวนมากกว่าเด็กอายุ 3 ปี และเด็กอายุ 4-5 ปีเข้าใจการเพิ่มและความคงที่ของจำนวนมากกว่าเด็กอายุ 3 ปี

และเด็กจะมีความสามารถในการอนุมานจำนวนได้ดีกว่า ถ้าเด็กได้รับการชี้นำให้นำความสามารถในการนับที่เด็กมีอยู่มาเป็นพื้นฐานในการแก้ปัญหา เช่น งานวิจัยของ Sophian, Wook, & Vong (1995) ที่ศึกษาความสามารถในการอนุมานจำนวนของเด็กวัยก่อนเข้าเรียน

- การทดลองที่ 1 เป็นการทดสอบความสามารถในการอนุมานจำนวนของเด็กอายุ 3 ปีและ 4 ปี จากการที่ผู้วิจัยบอกจำนวนแก่เด็กโดยตรงและจากการนับวัตถุด้วยตัวของเด็กเอง เริ่มต้นด้วยผู้วิจัยเล่าเรื่องราวเกี่ยวกับการจัดงานเลี้ยงของสัตว์ โดยมีสัตว์ต่าง ๆ ได้แก่ กบ กระต่าย เป็ด และเต่า ไปร่วมงาน ซึ่งผู้วิจัยจะสร้างความสมนัยแบบหนึ่งต่อหนึ่งโดยบอกเด็กว่า กบจะต้องไปงานเลี้ยงด้วยเรือเสมอ และกบแต่ละตัวจะมีเรือเป็นของตนเอง จากนั้นผู้วิจัยจะนำสัตว์เข้าไปในบ้านงานเลี้ยง โดยวางเรือไว้ด้านนอกเพื่อให้เด็กเห็น แล้วบอกให้เด็กนับว่ามีเรืออยู่กี่ลำในเงื่อนไขการนับ หรือบอกเด็กว่ามีเรือจอดอยู่ 3 ลำในเงื่อนไขการบอกจำนวนโดยตรง แล้วถามเด็กว่าในบ้านมีกบกี่ตัว ผลการศึกษาพบว่า เด็กสามารถอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการนับและเงื่อนไขการบอกจำนวนโดยตรงได้ไม่แตกต่างกัน โดยเด็กสามารถใช้ข้อมูลทางด้านจำนวนจากการนับหรือจากที่ผู้อื่นบอกในการอนุมานถึงวัตถุอีกชุดหนึ่งที่มีความสมนัยกันได้
- การทดลองที่ 2 กลุ่มตัวอย่างอายุ 3-5 ปี ทำการทดสอบเงื่อนไขการนับเหมือนในการทดลองที่ 1 และทำการทดสอบเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งเหมือนในเงื่อนไขการนับ เพียงแต่ให้เด็กนับในขณะที่ย้ายตำแหน่งเรือไปไว้ที่อื่นทีละคัน ผลการศึกษาพบว่า เด็กสามารถอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการนับก่อนการย้ายตำแหน่งได้ดีกว่าในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งก่อนการนับ โดยเด็กอายุ 4 ปีและ 5 ปีสามารถทำได้ดีกว่าเด็กอายุ 3 ปี

ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของอังคณา อ่อนธานี (2542) ที่ศึกษาเรื่องเดียวกันนี้โดยใช้เครื่องมือที่ดัดแปลงจากที่ใช้งานของ Sophian, Wook, & Vong (1995) ที่พบว่า เด็กสามารถอนุมานจำนวนในเงื่อนไขการนับก่อนการย้ายตำแหน่งได้ดีกว่าในเงื่อนไขการย้ายตำแหน่งก่อนการนับ โดยเด็กอายุ 5 ปีได้สามารถทำได้ดีกว่าเด็กอายุ 3 ปี

นอกจากนี้ยังพบว่า เด็กที่มีความสามารถทางด้านจำนวนที่ใช้ภาษาหรือมีความเป็นแบบแผนมากกว่าจะแก้ปัญหาทางด้านจำนวนได้ดีกว่าด้วย เช่น งานวิจัยของ Brannon & Van de Walle (2001) ที่ศึกษาความรู้เกี่ยวกับลำดับจำนวน (Ordinal numerical competence) ในเด็กอายุ 2 ปีและ 3 ปี และความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เกี่ยวกับลำดับจำนวนและความรู้ทางด้านจำนวนที่ใช้ภาษา (Verbal numerical knowledge) โดยฝึกให้เด็กเปรียบเทียบจำนวนระหว่าง 1 กับ 2 และทดสอบด้วยจำนวนใหม่ ซึ่งในการทดลองที่ 1 จะควบคุมขนาดของวัตถุให้คงที่ ส่วนในการทดลองที่ 2 ขนาดของวัตถุจะเปลี่ยนแปลงไปโดยไม่สัมพันธ์กับจำนวนของวัตถุ เช่น วัตถุในกลุ่มที่มีจำนวนมากกว่าจะมีขนาดเล็กกว่าวัตถุในกลุ่มที่มีจำนวนน้อยกว่า และวัตถุในกลุ่มที่มีจำนวนน้อยกว่าจะมีขนาดใหญ่กว่าวัตถุในกลุ่มที่มีจำนวนมากกว่า เป็นต้น นอกจากนี้ยังทดสอบความรู้เกี่ยวกับลำดับจำนวนและความรู้ทางด้านจำนวนที่ใช้ภาษาของเด็ก โดยให้เด็กนับตุ๊กตาแล้วบอกว่ามีจำนวนเท่าไร และ

ให้เด็กดูภาพสัตว์หรือผลไม้แล้วถามเด็กว่าอะไรอยู่ในภาพนั้น ซึ่งเด็กต้องตอบพร้อมทั้งบอกจำนวนของสิ่งที่อยู่ในภาพนั้นด้วย จากนั้นจึงให้เด็กนับให้ดูอีกครั้งหนึ่ง ผลการศึกษาพบว่า เด็กอายุ 2 ปีสามารถแยกแยะจำนวนและเข้าใจลำดับจำนวนได้ และเด็กที่ไม่มีความรู้ทางด้านจำนวนที่ใช้ภาษาหรือมีความสามารถนี้เพียงเล็กน้อยจะไม่สามารถตัดสินลำดับจำนวนได้

เมื่อศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการรับรู้ข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น ผู้วิจัยพบว่าแม้แต่ทารกก็มีแนวโน้มในการรับรู้ข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น ในงานวิจัยของใจเพชร สมประสงค์ (2537) ศึกษาการรับรู้ความสัมพันธ์ระหว่างหมวดประสาทสัมผัสทางด้านการเห็นและการได้ยินในทารกอายุ 4 เดือน โดยให้ทารกดูภาพยนตร์ 2 เหตุการณ์ที่ฉายคู่กัน เหตุการณ์หนึ่งเป็นตุ๊กตาสุนัขกระโดดขึ้นลงบนพื้นหญ้าจำลองและมีเสียงประกอบเป็นเสียงทูบา (Tuba) ส่วนอีกเหตุการณ์หนึ่งเป็นตุ๊กตากระต่ายกระโดดขึ้นลงบนพื้นหญ้าจำลองและมีเสียงประกอบเป็นเสียงแบนโจ (Banjo) ซึ่งผู้วิจัยจะจัดให้ตุ๊กตาตกกระทบพื้นหญ้าจำลองคนละเวลากัน และเวลาที่ตุ๊กตาแต่ละตัวตกกระทบพื้นจะเป็นภาพเหตุการณ์ที่ทำให้เกิดเสียงเฉพาะตัว จากนั้นบันทึกเวลาที่ทารกมองภาพที่สัมพันธ์กับเสียงและภาพที่ไม่สัมพันธ์กับเสียง ผลการศึกษาพบว่า ทารกอายุ 4 เดือนที่มีแนวโน้มในการรับรู้ความสัมพันธ์ระหว่างหมวดประสาทสัมผัสด้านการเห็นและการได้ยินมีจำนวนมากกว่าทารกที่ไม่มีแนวโน้มในการรับรู้ความสัมพันธ์ระหว่างหมวดประสาทสัมผัสด้านการเห็นและการได้ยิน

ต่อมาผู้วิจัยได้ค้นคว้างานวิจัยเกี่ยวความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นดังนี้ งานวิจัยที่ทดสอบในทารก ได้แก่ งานวิจัยของ Starkey, Spelke, & Gelman (1990) ที่ศึกษาในทารกอายุ 6-8 เดือน ด้วยกระบวนการเลิกให้ความสนใจและการกลับมาสนใจอีกครั้ง (Habituation / Dishabituation paradigm) โดยฉายภาพวัตถุภายในบ้านที่เด็กคุ้นเคยซึ่งมีสี รูปร่าง ขนาด และพื้นที่ผิวแตกต่างกันจำนวน 2 และ 3 ชิ้นลงบนฉาก จากนั้นเปิดเสียงตามจำนวนที่ต้องการ แล้ววัดเวลาที่ทารกใช้ในการมอง พบว่าทารกมองวัตถุที่มีจำนวนสมนัยกับจำนวนครั้งของเสียงที่ได้ยินนานกว่า แสดงว่าทารกสามารถเข้าใจความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นได้โดยใช้การตอบสนองความสมนัยแบบ 1 ต่อ 1 (one-one correspondence) ซึ่งขัดแย้งกับงานวิจัยของ Mix, Levine, & Huttenlocher (1997) ที่ศึกษาความสามารถทางด้านจำนวนของทารกเกี่ยวกับการเข้าใจว่าทุกสิ่งทุกอย่างสามารถนับได้ (Numerical Abstraction) ในทารกอายุ 6-8 เดือน การทดลองที่ 1 ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามงานของ Starkey และคณะ (1990) แต่ควบคุมระยะเวลาของการเกิดเสียงแต่ละครั้งให้คงที่ตามจำนวนของวัตถุ พบว่าทารกมองวัตถุที่มีจำนวนไม่สมนัยกับจำนวนครั้งของเสียงที่ได้ยินนานกว่า ขณะที่ในการทดลองที่ 2 เมื่อผู้วิจัยควบคุมความเร็วและระยะเวลาของการเกิดเสียงอย่างสุ่มในเด็กแต่ละคน พบว่าทารกมองวัตถุที่มีจำนวนสมนัยและไม่สมนัยกับจำนวนครั้งของเสียงที่ได้ยินไม่แตกต่างกัน

อย่างไรก็ตาม ในงานวิจัยของ Kobayashi, Hiraki, & Hasegawa (2002) ที่ศึกษาในทารกคลอดครบกำหนดจำนวน 16 คน อายุเฉลี่ย 6 เดือน 15 วัน เป็นเพศชาย 10 คน และเพศหญิง 6 คน ด้วยกระบวนการละเมิดความคาดหวัง (Violation of Expectation Paradigm) โดยเปรียบเทียบเวลาที่ทารกใช้ในการมองเหตุการณ์ที่เป็นไปได้และเหตุการณ์ที่เป็นไปไม่ได้ ใน 2 เงื่อนไข ได้แก่ เงื่อนไขสองจำนวน หลังจากที่ผู้วิจัยเสนอเสียง 2 (เหตุการณ์ที่เป็นไปได้) และ 3 ครั้ง (เหตุการณ์ที่เป็นไปไม่ได้) ทารกจะได้เห็นวัตถุ 2 ชิ้น และเงื่อนไขสามจำนวน หลังจากที่ผู้วิจัยเสนอเสียง 3 (เหตุการณ์ที่เป็นไปได้) และ 2 ครั้ง (เหตุการณ์ที่เป็นไปไม่ได้) ทารกจะได้เห็นวัตถุ 3 ชิ้น ผลการศึกษาพบว่าทารกในทั้ง 2 เงื่อนไขมองเหตุการณ์ที่เป็นไปไม่ได้นานกว่าอย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่าทารกมีความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kobayashi, Hiraki, Mugitani, & Hasegawa (2002) ที่พบว่าความสามารถของทารกที่มากไปกว่านั้นอีกด้วย ในการศึกษาความสามารถในการปฏิบัติการทางคณิตศาสตร์ของทารก ด้วยกระบวนการละเมิดความคาดหวัง (Violation of Expectation Paradigm) ในทารกอายุ 5 เดือน จำนวน 32 คน เปรียบเทียบเวลาที่ทารกใช้ในการมองเหตุการณ์ที่เป็นไปได้และเหตุการณ์ที่เป็นไปไม่ได้ของการเพิ่มจำนวน โดยหลังจากเสนอวัตถุในครั้งแรกแล้ว การเสนอวัตถุต่อมาจะเสนอเป็นเสียงเท่านั้น ดังนั้นในสถานการณ์นี้จึงเป็นการเพิ่มจำนวนข้ามหมวดประสาทสัมผัส ซึ่งถ้าทารกมีความสามารถทางคณิตศาสตร์ในระดับสูง ทารกควรจะเข้าใจความเท่ากันข้ามหมวดประสาทสัมผัสที่ วัตถุ 1 ชิ้น + เสียง 1 ครั้ง = วัตถุ 2 ชิ้น (หรือ วัตถุ 1 ชิ้น + เสียง 2 ครั้ง = วัตถุ 3 ชิ้น) ผลการศึกษาพบว่า ทารกมองเหตุการณ์ที่เป็นไปไม่ได้นานกว่าเหตุการณ์ที่เป็นไปได้ แสดงให้เห็นว่าทารกสามารถเข้าใจการเพิ่มจำนวนข้ามหมวดประสาทสัมผัสได้ ซึ่งทารกอาจจะไม่เพียงแต่มีกลวิธีทางด้านจำนวนที่เฉพาะเจาะจง เช่น กลวิธีการรวม เท่านั้น แต่ยังสามารถแทนจำนวนข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นได้ด้วย

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นในเด็กวัยก่อนเข้าเรียน ได้แก่ งานวิจัยของ Mix, Huttenlocher, & Levine (1996) ที่ศึกษาในเด็กอายุ 3-4 ปี โดยแบ่งเป็น 3 การทดลอง

การทดลองที่ 1 ในการทดลองนี้จะทดสอบความสามารถของเด็กในการจับคู่สิ่งที่มองเห็นกับเสียงที่ได้ยินที่มีความสมนัยกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กอายุ 3 ปี จำนวน 48 คน และอายุ 4 ปี จำนวน 48 คน โดยทำการทดสอบองค์ประกอบพื้นฐาน 3 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการจับคู่ (Match-to-sample Task) โดยใช้ข้อมูลทางด้านจำนวน
2. ความสามารถในการเลือกตัวเลือกโดยการชี้
3. ความสามารถในการทำตามเป้าหมายของการทดลองจากการสาธิตและการให้ข้อมูลย้อนกลับในช่วงเตรียมตัวก่อนการทดสอบ

นอกจากนี้ยังมีงานการนับ (Counting Task) เพื่อประเมินว่างานการจับคู่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการนับหรือไม่ พบว่าในงานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็น (Auditory-Visual Matching Task) เด็กอายุ 3 ปีทำได้เท่ากับโอกาสที่จะเกิดขึ้น ขณะที่เด็กอายุ 4 ปีทำได้มากกว่าโอกาสที่จะเกิดขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ในทางตรงกันข้าม ในงานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นกับสิ่งที่มองเห็น (Visual-Visual Control Task) เด็กในทั้ง 2 ระดับอายุทำได้มากกว่าโอกาสที่จะเกิดขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยทำงานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นกับสิ่งที่มองเห็นได้ดีกว่างานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็น และทักษะในการนับยังมีผลต่องานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็นอีกด้วย

การทดลองที่ 2 กลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กอายุ 3 ½ ปี จำนวน 16 คน อายุ 4 ปี จำนวน 16 คน และอายุ 4 ½ ปี จำนวน 16 คน ทดสอบโดยเสนอสิ่งที่มองเห็นพร้อมเสียงที่ได้ยิน หรือเสนอสิ่งที่มองเห็นพร้อมกัน พบว่า ในงานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็น เด็กอายุ 4 ½ - 5 ปีเท่านั้นที่ทำได้มากกว่าโอกาสที่จะเกิดขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม ในงานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นกับสิ่งที่มองเห็น เด็กทุกระดับอายุทำได้มากกว่าโอกาสที่จะเกิดขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และทำงานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นกับสิ่งที่มองเห็นได้ดีกว่างานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็น และระดับของทักษะในการนับยังคงมีผลต่อการตอบสนองในงานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็น

การทดลองที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กอายุ 3 ปี จำนวน 24 คน โดยจากในการทดลองที่ 1 และ 2 เด็กจะถูกชักจูงให้ไปสู่เป้าหมายของงานโดยการสาธิตและการให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อให้ตอบสนองได้อย่างถูกต้อง แม้ว่าการกระทำของเด็กในงานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นกับสิ่งที่มองเห็นจะแสดงให้เห็นว่าเด็กจะสามารถทำได้ ก็อาจเป็นไปได้ว่าการกระทำในงานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็นจะดีขึ้น ถ้าได้รับคำแนะนำ ในการทดลองนี้จึงมีคำแนะนำเพิ่มเติมในการสาธิตและการให้ข้อมูลย้อนกลับ พบว่า ในงานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็น เด็กทำไม่ได้ตามโอกาสที่จะเกิดขึ้น แต่ในงานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นกับสิ่งที่มองเห็น เด็กทำได้มากกว่าโอกาสที่จะเกิดขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยทำงานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นกับสิ่งที่มองเห็นได้ดีกว่างานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็น แสดงว่าการให้คำแนะนำเพิ่มเติมไม่ได้ส่งผลให้เด็กตอบสนองในงานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็นดีกว่าเดิม อย่างไรก็ตาม ความรู้เกี่ยวกับระบบการนับอย่างมีแบบแผนยังมีความสำคัญต่อการประสบความสำเร็จในงานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็นเช่นกัน

จากงานวิจัยที่ได้กล่าวมาจะเห็นได้ว่า ความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นยังไม่สามารถสรุปได้อย่างแน่ชัดว่าเกิดขึ้นเมื่อใด ถ้าเกิดขึ้นในวัยทารก เหตุใดเด็กวัยก่อนเข้าเรียนในงานวิจัยของ Mix, Huttenlocher, & Levine (1996) จึงยังไม่มีความสามารถนี้ ทำให้ผู้วิจัยสนใจศึกษาในเรื่องนี้กับเด็กไทยวัยก่อนเข้าเรียนต่อไป

วัตถุประสงค์ในการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของเด็กอายุ 3-4 ปี
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของเด็กอายุ 3-4 ปีที่มีความสามารถในการนับแตกต่างกัน
3. เพื่อทำนายความสามารถที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาสในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น และในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของเด็กอายุ 3-4 ปี

สมมติฐานในการวิจัย

1. คะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของเด็กอายุ 3-4 ปีเพิ่มขึ้นตามระดับอายุ
2. เด็กอายุ 3-4 ปีมีคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นสูงกว่าคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น

3. เด็กอายุ 3-4 ปีที่มีความสามารถในการนับมากกว่ามีคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นสูงกว่าเด็กที่มีความสามารถในการนับน้อยกว่า

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. ความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น (Auditory–Visual Intermodal Numerical Correspondence Ability) หมายถึง ความสามารถของเด็กอายุ 3 ปี 3 ½ ปี และ 4 ปีในการจับคู่จำนวนครั้งของเสียงตบมือที่ได้ยินกับจำนวนของจุดสีดำบนภาพที่มองเห็น โดยใช้ข้อมูลจากจำนวนครั้งของเสียงตบมือที่ได้ยินเป็นพื้นฐานในการตัดสิน

2. ความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็น (Visual–Visual Numerical Correspondence Ability) หมายถึง ความสามารถของเด็กอายุ 3 ปี 3 ½ ปี และ 4 ปีในการจับคู่จำนวนของกระดุมสีดำกับจำนวนของจุดสีดำบนภาพที่มองเห็น โดยใช้ข้อมูลจากจำนวนของกระดุมสีดำที่มองเห็นเป็นพื้นฐานในการตัดสิน

3. งานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็น (Auditory-Visual Matching Task) หมายถึง งานที่ให้เด็กจับคู่ระหว่างเสียงตบมือที่ได้ยินกับภาพจุดสีดำที่มองเห็นบนการ์ดตัวเลือกจำนวน 2 แผ่น โดยใช้ข้อมูลจากจำนวนครั้งของเสียงตบมือที่ได้ยินเป็นพื้นฐานในการตัดสิน

4. งานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นกับสิ่งที่มองเห็น (Visual-Visual Matching Task) หมายถึง งานที่ให้เด็กจับคู่ระหว่างกระดุมสีดำที่มองเห็นบนการ์ดต้นแบบกับภาพจุดสีดำที่มองเห็นบนการ์ดตัวเลือกจำนวน 2 แผ่น โดยใช้ข้อมูลจากจำนวนของกระดุมสีดำที่มองเห็นบนการ์ดต้นแบบเป็นพื้นฐานในการตัดสิน

5. ความสามารถในการนับ (Counting Ability) หมายถึง ความสามารถของเด็กในการทำงานการนับจำนวน (How-Many Task) และงานการแสดงจำนวน (Give-a-Number Task) ได้อย่างถูกต้องรวมกัน

5.1 งานการนับจำนวน (How-Many Task) หมายถึง การให้เด็กนับจำนวนกระดุมสีดำจำนวน 10 เม็ดที่ติดบนกระดาษสีขาวด้วยเสียงดังฟังชัดพร้อมทั้งชี้กระดุมแต่ละเม็ดไปด้วย โดยไม่นับข้าม นับซ้ำ หรือชี้ข้าม และบอกว่ามีกระดุมทั้งหมดกี่เม็ด

5.2 งานการแสดงจำนวน (Give-a-Number Task) หมายถึง การให้เด็กหยิบกระดุมสีดำจากจำนวนทั้งหมด 15 เม็ด ตามจำนวนที่กำหนดจาก 1-6 จำนวนใส่ลงในภาชนะใสที่เตรียมไว้

6. เด็กอายุ 3 ปี หมายถึง เด็กไทยในโรงเรียนอนุบาล กรุงเทพมหานคร ที่มีอายุตั้งแต่ 3 ปี ขึ้นไป ถึง 3 ปี 6 เดือน

เด็กอายุ 3 ½ ปี หมายถึง เด็กไทยในโรงเรียนอนุบาล กรุงเทพมหานคร ที่มีอายุตั้งแต่ 3 ปี 6 เดือนขึ้นไป ถึง 3 ปี 12 เดือน

เด็กอายุ 4 ปี หมายถึง เด็กไทยในโรงเรียนอนุบาล กรุงเทพมหานคร ที่มีอายุตั้งแต่ 4 ปี ขึ้นไป ถึง 4 ปี 6 เดือน

ตัวแปรในการวิจัย

1. ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) ได้แก่
   1.1 อายุ โดยแบ่งเป็น 3 ระดับอายุ คือ
      - ระดับอายุ 3 ปี (3 ปีขึ้นไป ถึง 3 ปี 6 เดือน)
      - ระดับอายุ 3 ½ ปี (3 ปี 6 เดือนขึ้นไป ถึง 3 ปี 12 เดือน)
      - ระดับอายุ 4 ปี (4 ปีขึ้นไป ถึง 4 ปี 6 เดือน)
   1.2 ชนิดของงาน
      - งานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็น (Auditory-Visual Matching Task)
      - งานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นกับสิ่งที่มองเห็น (Visual-Visual Matching Task)
   1.3 ความสามารถในการนับ จากงานการนับจำนวน (How-Many Task) และงานการแสดงจำนวน (Give-a-Number Task)
2. ตัวแปรตาม (Dependent Variable) ได้แก่
   2.1 คะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น
   2.2 คะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็น

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบความสามารถของเด็กไทยวัยก่อนเข้าเรียนเกี่ยวกับการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็น
2. เป็นแนวทางในการศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาการด้านความเข้าใจจำนวนของเด็กวัยก่อนเข้าเรียน
3. เป็นแนวทางสำหรับนักจิตวิทยาพัฒนาการ นักวิชาการ ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องกับเด็กในการประยุกต์ความรู้ที่ได้รับเพื่อส่งเสริมพัฒนาการทางด้านปัญญาของเด็กวัยก่อนเข้าเรียน
4. เป็นแนวทางในการศึกษาและวิจัยต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของเด็กอายุ 3-4 ปี

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของเด็กอายุ 3-4 ปีที่มีความสามารถในการนับแตกต่างกัน

3. เพื่อทำนายความสามารถที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาสในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น และในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของเด็กอายุ 3-4 ปี

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นอนุบาลอายุ 3-4 ปีของโรงเรียนฤทธิไกรศึกษา กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2546 จำนวน 120 คน โดยกำหนดระดับอายุและจำนวนกลุ่มตัวอย่างดังนี้

กลุ่มตัวอย่างอายุ 3 ปี (อายุระหว่าง 3 ปี – 3 ปี 5 เดือน; อายุเฉลี่ย 3 ปี 2 เดือน) จำนวน 40 คน แบ่งเป็นเด็กชาย 20 คน เด็กหญิง 20 คน

ระดับอายุ 3 ½ ปี (อายุระหว่าง 3 ปี 6 เดือน – 3 ปี 10 เดือน; อายุเฉลี่ย 3 ปี 8 เดือน) จำนวน 40 คน แบ่งเป็นเด็กชาย 20 คน เด็กหญิง 20 คน

ระดับอายุ 4 ปี (อายุระหว่าง 4 ปี – 4 ปี 5 เดือน; อายุเฉลี่ย 4 ปี 2 เดือน) จำนวน 40 คน แบ่งเป็นเด็กชาย 20 คน เด็กหญิง 20 คน

การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ขอความร่วมมือจากครูประจำชั้นในการสำรวจอายุเด็กในระดับชั้นอนุบาลจากระเบียนประวัตินักเรียน เพื่อคัดเลือกรายชื่อเด็กที่มีอายุ 3 ปี 3 ½ ปี และ 4 ปี แยกตามเพศ

2. จัดกลุ่มตัวอย่างเข้ารับการทดสอบตามลำดับการนำเสนองาน อายุ และเพศ ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple random sampling) ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 จำนวนกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามอายุและเพศ

ระดับอายุ	เพศ		รวม (คน)
	เพศชาย (คน)	เพศหญิง (คน)	
อายุ 3 ปี	20	20	40
อายุ 3 ½ ปี	20	20	40
อายุ 4 ปี	20	20	40
รวม	60	60	120

กลุ่มตัวอย่างครึ่งหนึ่งในแต่ละเพศและแต่ละระดับอายุจะได้รับการเสนองานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็น (Auditory-Visual Matching Task) ก่อนงานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นกับสิ่งที่มองเห็น (Visual-Visual Matching Task) และกลุ่มตัวอย่างอีกครึ่งหนึ่งในแต่ละเพศและแต่ละระดับอายุจะได้รับการเสนองานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นกับสิ่งที่มองเห็น (Visual-Visual Matching Task) ก่อนงานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็น (Auditory-Visual Matching Task)

การออกแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยออกแบบให้เป็นการวิจัยแบบเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม (Between Subject – Designs) โดยมีตัวแปรดังนี้

1. ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) 3 ตัว คือ

1.1 ระดับอายุ แบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่ 3 ปี 3 ½ ปี และ 4 ปี

1.2 ชนิดของงาน แบ่งเป็น 2 ชนิด ได้แก่ งานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็น (Auditory-Visual Matching Task) และงานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นกับสิ่งที่มองเห็น (Visual-Visual Matching Task)

1.3 ความสามารถในการนับ แบ่งเป็น 2 ระดับ ได้แก่ เด็กที่มีความสามารถในการนับมากกว่า (more proficient counters) และเด็กที่มีความสามารถในการนับน้อยกว่า (less proficient counters)

2. ตัวแปรตาม (Dependent Variables) 2 ตัว คือ

2.1 ความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น

2.2 ความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็น

เด็กแต่ละคนจะต้องทำงานตามลำดับดังนี้

1. งานการจับคู่ (Matching Tasks)

1.1 งานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็น (Auditory–Visual Matching Task)

1.2 งานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นกับสิ่งที่มองเห็น (Visual-Visual Matching Task)

ซึ่งจะสลับการนำเสนอในเด็กแต่ละคน ตามตารางที่ 2.2

2. งานการนับ (Counting Tasks)

2.1 งานการนับจำนวน (How-Many Task)

2.2 งานการแสดงจำนวน (Give-a-Number Task)

ตารางที่ 2.2 จำนวนกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามลำดับการนำเสนองาน อายุ และเพศ

ระดับอายุ	เสนองานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็นก่อน		รวม (คน)	เสนองานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นกับสิ่งที่มองเห็นก่อน		รวม (คน)	รวมทั้งหมด (คน)
	เพศชาย (คน)	เพศหญิง (คน)		เพศชาย (คน)	เพศหญิง (คน)		
อายุ 3 ปี	10	10	20	10	10	20	40
อายุ 3 ½ ปี	10	10	20	10	10	20	40
อายุ 4 ปี	10	10	20	10	10	20	40
รวม	30	30	60	30	30	60	120

N = 120

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยมีดังนี้

1. งานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็น (Auditory–Visual Matching Task)

- การเสนอกลุ่มเป้าหมาย (Target Set) ใช้เสียงตบมือตามจำนวนกลุ่มเป้าหมายที่กำหนด คือ 2, 3 และ 4 ครั้ง

- การเสนอตัวเลือกใช้การ์ดสีขาวที่ไม่มีลายเส้น ขนาด 5 x 9 นิ้ว จำนวน 24 แผ่น หรือ 12 คู่ ซึ่งในแต่ละคู่นั้นแผ่นหนึ่งจะจับคู่กับกลุ่มเป้าหมายได้ (มีจำนวนสมนัยกับกลุ่มเป้าหมาย) โดยที่ตรงกลางของการ์ดแต่ละแผ่นจะมีจุดสีดำขนาด ¾ นิ้ว เรียงกันในแนวนอน จำนวน 1-5 จุด ส่วนด้านหลังของการ์ดจะติดกระดาษโปสเตอร์สีดำเอาไว้ เพื่อให้เห็นจุดเฉพาะเวลาที่เปิดการ์ดให้เด็กดูเท่านั้น นอกจากนี้การ์ดตัวเลือกจะถูกแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งจะควบคุมความยาวของแถวของจุดให้เท่ากัน (Line Length Controlled Trial) ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งจะควบคุมความหนาแน่น / ระยะห่างของจุดให้เท่ากัน (Density Controlled Trial) (ภาพที่ 2.1) ซึ่งคู่ของการ์ดแต่ละกลุ่มจะประกอบด้วยจำนวนจุดที่สมนัยกับจำนวนเป้าหมาย (2, 3 หรือ 4 จุด) 1 แผ่น และจำนวนจุดที่ลดหรือเพิ่มจากจำนวนเป้าหมาย 1 จุดอีก 1 แผ่น โดยในแต่ละคู่การ์ดตัวเลือกทั้ง 2 แผ่น จุดจะถูกควบคุมให้มีความยาวของแถวเท่ากันหรือมีความหนาแน่น / ระยะห่างของจุดเท่ากันเท่านั้น นั่นคือการ์ดที่จุดถูกควบคุมให้มีความยาวของแถวเท่ากันจะไม่จับคู่กับการ์ดที่จุดถูกควบคุมให้มีความหนาแน่น / ระยะห่างเท่ากัน และมีการสลับลำดับการนำเสนอกลุ่มของการ์ดตัวเลือกที่มีความยาวของแถวเท่ากันหรือความหนาแน่น / ระยะห่างของจุดเท่ากันโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Sample Random) ซึ่งในการนำเสนอเพื่อวางการ์ดตัวเลือกที่มีจำนวนสมนัยกับจำนวนเป้าหมายไว้ทางด้านซ้ายหรือด้านขวาจะมีการถ่วงสมดุล (Counterbalance) ในแต่ละการทดลอง โดยการ์ดตัวเลือกที่มีจำนวนน้อยกว่าจะอยู่ด้านซ้ายและการ์ดตัวเลือกที่มีจำนวนมากกว่าจะอยู่ด้านขวาของผู้วิจัยเสมอ

2. งานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นกับสิ่งที่มองเห็น (Visual-Visual Matching Task)

- การเสนอกลุ่มเป้าหมายใช้การ์ดต้นแบบซึ่งเป็นการ์ดสีขาวที่ไม่มีลายเส้น ขนาด 5 x 9 นิ้ว จำนวน 6 แผ่น โดยในแต่ละแผ่นจะติดกระดุมสีดำขนาด ¾ นิ้วตามจำนวนกลุ่มเป้าหมายที่กำหนด คือ 2, 3 และ 4 เม็ด ซึ่งการ์ดต้นแบบทั้งหมดจะแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีการควบคุมความยาวของแถวกระดุมให้เท่ากัน (Line Length Controlled Trial) และกลุ่มที่มีการควบคุมความหนาแน่น / ระยะห่างของกระดุมให้เท่ากัน (Density Controlled Trial) กลุ่มละ 3 แผ่น

- การเสนอตัวเลือกใช้เครื่องมือเหมือนกับที่ใช้ในงานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็น (Auditory–Visual Matching Task) แต่แตกต่างกันตรงที่ในการทดลองที่การ์ดตัวเลือกถูกควบคุมความหนาแน่น / ระยะห่างของจุดให้เท่ากัน (Density Controlled Trial) แนวของกระดุมบนการ์ดต้นแบบที่นำเสนอจะควบคุมความยาวของแถวกระดุมให้เท่ากัน (Line Length

Controlled Trial) และในทำนองเดียวกัน ในการทดลองที่การ์ดตัวเลือกถูกควบคุมความยาวของแถวของจุดให้เท่ากัน (Line Length Controlled Trial) แนวของกระดุมบนการ์ดต้นแบบที่นำเสนอจะควบคุมความหนาแน่น / ระยะห่างของกระดุมให้เท่ากัน (Density Controlled Trial)

กลุ่มที่ควบคุมความหนาแน่น / ระยะห่างของจุดให้เท่ากัน
(Density Controlled Trial)

กลุ่มที่ควบคุมความยาวของแถวของจุดให้เท่ากัน
(Line Length Controlled Trial)

ภาพที่ 2.1 – คู่ของการ์ดตัวเลือกที่ใช้ในงานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็น และงานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นกับสิ่งที่มองเห็น

3. งานการนับจำนวน (How-Many Task)

เครื่องมือที่ใช้เป็นแผ่นกระดาษสีขาวที่ไม่มีลวดลาย ขนาด 16 x 5 นิ้ว ซึ่งติดกระดุมสีดำขนาด ¾ นิ้วจำนวน 10 เม็ดในแนวตั้งตรงกลางแผ่น ส่วนด้านหลังจะติดกระดาษโปสเตอร์สีดำเช่นเดียวกับการ์ดที่ใช้ในงานการจับคู่

4. งานการแสดงจำนวน (Give-a-Number Task)

เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ กระดุมสีดำขนาด ¾ นิ้วจำนวน 15 เม็ด และภาชนะใส 1 ใบ

5. กระดาษบันทึกคำตอบ (ภาคผนวก ค)

การศึกษานำร่อง (Pilot Study)

1. ผู้วิจัยได้สร้างและดัดแปลงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยจากงานของ Mix, Huttenlocher, & Levine (1996)

2. ผู้วิจัยนำเครื่องมือไปทดลองใช้ เพื่อดูแนวทางและความเป็นไปได้ในการวิจัยอย่างคร่าว ๆ เช่น การใช้คำพูดในระหว่างทดสอบ การสุ่มลำดับการนำเสนอ การจัดเรียงลำดับของการ์ดตัวเลือก การถ่วงสมดุลด้านของการ์ดตัวเลือกที่ถูกต้องในแต่ละคู่ และวิธีการบันทึกข้อมูล เป็นต้น โดยทำการทดสอบกับนักเรียนชั้นอนุบาลของโรงเรียนกัลยวิทย์ที่มีอายุระหว่าง 3 - 4 ปี จำนวน 15 คน ดังนี้

- เด็กอายุ 3 ปีขึ้นไป ถึง 3 ปี 6 เดือน จำนวน 5 คน เป็นชาย 2 คน หญิง 3 คน
- เด็กอายุ 3 ปี 6 เดือนขึ้นไป ถึง 3 ปี 12 เดือน จำนวน 5 คน เป็นชาย 2 คน หญิง 3 คน
- เด็กอายุ 4 ปีขึ้นไป ถึง 4 ปี 6 เดือน จำนวน 5 คน เป็นชาย 3 คน หญิง 2 คน

ผู้วิจัยพบว่าเด็กทุกคนสามารถเข้าใจและดำเนินการทดสอบจนเสร็จ และพบปัญหาเกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

- การใช้วิธีการถ่วงสมดุลด้านของการ์ดตัวเลือกที่ถูกต้องด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่ายโดยการจับฉลากนั้น จะเกิดปัญหาในกรณีที่เด็กมีความชอบหรือถนัดที่จะชี้การ์ดตัวเลือกเพียงด้านเดียวซึ่งหลายครั้งบังเอิญตรงกับด้านของการ์ดตัวเลือกที่ถูกต้องพอดี ทำให้คะแนนของเด็กคนนั้น ๆ สูงกว่าความสามารถที่แท้จริง ซึ่งจะมีผลกระทบต่อผลการวิจัยได้ จึงเปลี่ยนวิธีการถ่วงสมดุลใหม่ด้วยวิธีการกำหนดด้านของการ์ดตัวเลือกที่ถูกต้องแต่ละคู่โดยให้ตัวเลือกที่มีจำนวนน้อยกว่าอยู่ทางด้านซ้ายและตัวเลือกที่มีจำนวนมากกว่าอยู่ทางด้านขวาของผู้วิจัยเสมอ เพื่อใช้ในการศึกษานำร่องต่อไป

3. ผู้วิจัยนำเครื่องมือไปทดลองใช้ในการศึกษานำร่อง (Pilot Study) เพื่อทดสอบหาความตรงตามภาวะสันนิษฐาน (Construct Validity) ซึ่งเป็นการทดสอบว่าเครื่องมือที่ใช้สามารถวัดได้ตรงตามสิ่งที่ต้องการจะวัดหรือไม่ โดยทำการทดสอบกับนักเรียนชั้นอนุบาลของโรงเรียนกัลยวิทย์ที่มีอายุระหว่าง 3 ½ - 4 ปี จำนวน 48 คน ดังนี้

เด็กอายุ 3 ปี 6 เดือนขึ้นไป ถึง 3 ปี 12 เดือน จำนวน 24 คน เป็นชาย 12 คน หญิง 12 คน

เด็กอายุ 4 ปีขึ้นไป ถึง 4 ปี 6 เดือน จำนวน 24 คน เป็นชาย 12 คน หญิง 12 คน

ในการศึกษานำร่อง (Pilot Study) นี้ ทางโรงเรียนกัลยวิทย์มีนักเรียนชั้นอนุบาลที่มีอายุ 3 ปีขึ้นไป ถึง 3 ปี 6 เดือน เพียง 1 คนเท่านั้นที่ยังไม่ได้รับการทดสอบในการทดสอดเครื่องมือครั้งที่แล้ว ผู้วิจัยจึงไม่สามารถทำการทดสอบเด็กกลุ่มนี้ได้

อย่างไรก็ตาม จากการศึกษานำร่องในครั้งนี้ ผู้วิจัยพบว่าเด็กทุกคนสามารถเข้าใจและดำเนินการทดสอบได้จนเสร็จสมบูรณ์ ขณะเดียวกันผู้วิจัยยังได้พบปัญหาเพิ่มเติมเกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

- ผู้วิจัยประสบกับความยุ่งยากในการสุ่มเลือกลำดับการเสนอคู่ของการ์ดที่จะทำการทดสอบจาก 12 คู่ในงานการจับคู่แต่ละงานซึ่งใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย แล้วทำการเรียงการ์ดตัวเลือกทั้งหมดซึ่งมีเพียง 1 ชุดเท่านั้น ทำให้เสียเวลาในการทดสอบไปกับการสุ่มและเรียงการ์ดตัวเลือกในงานลำดับถัดไป ผู้วิจัยจึงสร้างเครื่องมือเหมือนกันนี้ขึ้นมาอีกชุดหนึ่ง เพื่อความสะดวกในการทดสอบในครั้งต่อไป

- ผู้วิจัยพบว่า ในงานการแสดงจำนวน (Give-a-Number Task) การให้เด็กหยิบกระดุมตามจำนวนที่กำหนดจากกองกระดุม 15 เม็ดนั้นมาแยกไว้เป็นอีกกองหนึ่ง บางครั้งเด็กจะหยิบแยกออกมาแล้วหลุดมือเข้าไปรวมกลุ่มในกองเดิม ทำให้เด็กสับสน และต้องทำการทดสอบใหม่อีกครั้ง ผู้วิจัยจึงเพิ่มภาชนะใสเป็นส่วนหนึ่งของเครื่องมือที่ใช้ในงานนี้ในการทดสอบครั้งต่อไป เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาดังกล่าว พร้อมทั้งสามารถเห็นจำนวนกระดุมได้อย่างชัดเจน และสีสันของภาชนะไม่ทำให้เด็กเบี่ยงเบนความสนใจไปจากงานได้

ผลจากการทดสอบ (ภาคผนวก ฉ) พบว่า

- เด็กอายุ 4 ปีมีคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นสูงกว่าเด็กอายุ 3 ½ ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

- เด็กอายุ 3 ½ - 4 ปีมีคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นสูงกว่าคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

- เด็กอายุ 3-4 ปีที่มีความสามารถในการนับมากกว่ามีคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นสูงกว่าเด็กที่มีความสามารถในการนับน้อยกว่า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. เนื่องจากการศึกษานำร่อง (Pilot Study) ครั้งก่อนขาดกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุ 3 ปีเนื่องจากเป็นภาคปลายของปีการศึกษา ทำให้จำนวนของเด็กที่มีอายุ 3 ปีน้อยเกินกว่าที่จะทำการทดสอบได้ จึงทำการทดสอบนำร่องอีกครั้งในภาคต้นของปีการศึกษาถัดมา โดยทำการทดสอบกับนักเรียนชั้นอนุบาลของโรงเรียนกัลยวิทย์ที่มีอายุระหว่าง 3-4 ปี จำนวน 60 คน ดังนี้

เด็กอายุ 3 ปีขึ้นไป ถึง 3 ปี 6 เดือน จำนวน 20 คน เป็นชาย 10 คน หญิง 10 คน
เด็กอายุ 3 ปี 6 เดือนขึ้นไป ถึง 3 ปี 12 เดือน จำนวน 20 คน เป็นชาย 10 คน หญิง 10 คน
เด็กอายุ 4 ปีขึ้นไป ถึง 4 ปี 6 เดือน จำนวน 20 คน เป็นชาย 10 คน หญิง 10 คน

ผลจากการทดสอบ (ภาคผนวก ช) พบว่า

- คะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของเด็กอายุ 3-4 ปีเพิ่มขึ้นตามระดับอายุ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
- เด็กอายุ 3-4 ปีมีคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นสูงกว่าคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
- เด็กอายุ 3-4 ปีที่มีความสามารถในการนับมากกว่ามีคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นสูงกว่าเด็กที่มีความสามารถในการนับน้อยกว่า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การหาคุณภาพของเครื่องมือ

1.1 หาความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (รายนามผู้ทรงคุณวุฒิทั้งสาม แสดงไว้ในภาคผนวก ก) ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือว่ามีความตรงตามเนื้อหาและสามารถนำไปใช้ในการทดสอบในสิ่งที่ต้องการวัดได้หรือไม่ โดยใช้ความเห็นชอบของผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 2 ใน 3 ท่านเป็นเกณฑ์ในการตัดสิน ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ได้รับความเห็นชอบจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่านเป็นเอกฉันท์

1.2 ทำการทดสอบความเที่ยง (Reliability) ของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยนำไปทำการทดสอบกับนักเรียนชั้นอนุบาลของโรงเรียนกัลยวิทย์ที่มีอายุ 3 ปี 3 ½ ปี และ 4 ปี ระดับอายุละ 20 คน แบ่งเป็นเด็กชาย 10 คน เด็กหญิง 10 คน จำนวนทั้งหมด 60 คน แล้วนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α Coefficient) ซึ่งผลการทดสอบมีดังนี้

- ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นในงานการจับคู่เสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็น (Auditory – Visual Matching Task) มีค่าเท่ากับ .80
- ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นในงานการจับคู่สิ่งที่มองเห็นกับสิ่งที่มองเห็น (Visual – Visual Matching Task) มีค่าเท่ากับ .80
- ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของคะแนนความสามารถในการนับในงานการนับจำนวน (How-Many Task) และงานการแสดงจำนวน (Give-a-Number Task) มีค่าเท่ากับ .89

2. ขั้นตอนในการวิจัย

2.1 ขอหนังสืออนุญาตในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากคณบดีคณะจิตวิทยาถึงผู้อำนวยการโรงเรียน

2.2 เมื่อได้รับอนุญาตแล้ว ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์ในการวิจัยและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลแก่ผู้อำนวยการโรงเรียน

2.3 ผู้วิจัยขอความร่วมมือจากครูประจำชั้นเพื่อสำรวจข้อมูลจากระเบียนประวัตินักเรียน และทำการคัดลอกรายชื่อนักเรียนทั้งหมดที่มีอายุ 3 ปี 3 ½ ปี และ 4 ปี

2.4 ใช้วิธีสุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่ม (Random Assignment) ตามลำดับอายุและเพศ โดยเด็กแต่ละระดับอายุมีจำนวน 40 คน โดยมีจำนวนของเด็กชายและเด็กหญิงเท่าเทียมกัน

2.5 ผู้วิจัยทำหนังสือขออนุญาตผู้ปกครองให้กลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมในการวิจัย

2.6 ก่อนทำการวิจัย ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยสร้างความคุ้นเคยกับเด็กในทุกระดับอายุที่จะทำการวิจัย โดยการเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ กับเด็กเป็นเวลา 1 สัปดาห์

2.7 หลังจากสร้างความคุ้นเคยกับเด็กแล้ว ในวันที่ทำการทดลอง ผู้ช่วยวิจัยนำเด็กเข้ามาทดสอบทีละคนในห้องที่ได้รับอนุญาตให้ใช้ทำการทดสอบซึ่งเป็นห้องที่เงียบและไม่มีเสียงรบกวน โดยจัดให้เด็กนั่งด้านหนึ่งของโต๊ะ หันหน้าเข้าหาผู้วิจัย และผู้ช่วยวิจัยนั่งอยู่ข้างขวาของผู้วิจัยเยื้องไปทางด้านหลังเล็กน้อย จากนั้นผู้วิจัยแนะนำตนเองและผู้ช่วยวิจัย

2.8 เด็กทุกคนจะได้รับการเตรียมตัวก่อนการทดสอบ (Warm up) ในงานการจับคู่ (Matching Task) แต่ละงาน ด้วยคู่ของการ์ดตัวเลือกที่มีจำนวน 1 และ 2 โดยคู่หนึ่งมีการควบคุมความยาวของแถวของจุดสีดำให้เท่ากัน (Line Length Controlled Trial) และอีกคู่หนึ่งมีการควบคุมความหนาแน่น / ระยะห่างของจุดสีดำให้เท่ากัน (Density Controlled Trial) (ดูภาพที่ 2.1) โดยขั้นแรก ผู้วิจัยจะพูดกับเด็กว่า “น้อง …… พี่มีเกมให้น้อง …… เล่นนะคะ เดี๋ยวพี่จะแสดงให้น้อง …… ดูก่อนนะคะว่ามันเล่นอย่างไร” จากนั้นผู้วิจัยจะสาธิตงานโดยเสนอจำนวนเป้าหมายและชี้การ์ดที่ถูกต้องให้เด็กดู 1 ครั้ง และบอกเด็กว่า “คราวนี้ ตาหนูนะจ๊ะ” และให้เด็กฝึก 2 ครั้งในคู่ที่มีการควบคุมความยาวของแถวของจุดให้เท่ากันและอีก 2 ครั้งในคู่ที่มีการควบคุมความหนาแน่น /

ระยะห่างของจุดให้เท่ากัน โดยวางคู่ของการ์ดตัวเลือก 2 แผ่น ห่างกันประมาณ 9 นิ้ว และคว่ำเอาด้านที่มีจุดสีดำไว้ด้านล่าง จากนั้นผู้วิจัยจะตบมือ 1 หรือ 2 ครั้ง (ในงานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็น) หรือแสดงการ์ดต้นแบบที่มีกระดุม 1 หรือ 2 เม็ด (ในงานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นกับสิ่งที่มองเห็น) ตามจำนวนเป้าหมาย เช่น ถ้าจำนวนเป้าหมายเป็น 2 ผู้วิจัยจะตบมือ 2 ครั้ง หรือเสนอการ์ดต้นแบบที่มีกระดุม 2 เม็ดเป็นเวลา 2-3 วินาทีแล้วคว่ำการ์ดต้นแบบลง จากนั้นผู้วิจัยจะหงายการ์ดตัวเลือกขึ้น เพื่อให้เด็กเห็นจุดสีดำ แล้วถามเด็กว่า “การ์ดแผ่นไหนที่มีจุดจับคู่กับเสียงตบมือเมื่อกี้คะ” หรือ “การ์ดแผ่นไหนที่มีจุดสีดำจับคู่กับกระดุมบนการ์ดแผ่นที่พี่ให้ดูเมื่อกี้คะ” แล้วให้เด็กตัดสินใจเลือกด้วยการชี้ ถ้าเด็กเลือกได้ถูกต้อง ผู้วิจัยจะชมเชยและบอกเด็กว่า “ถูกต้องค่ะ” และถ้าเด็กตอบผิด ผู้วิจัยจะแสดงคำตอบที่ถูกต้องและบอกเด็กว่า “ไม่ใช่ค่ะ มันคือการ์ดใบนี้จ้ะ” ซึ่งการตบมือจะทำด้วยอัตรา 1 ครั้งต่อวินาที โดยผู้วิจัยจะนั่งตรงข้ามเด็ก เพื่อให้เด็กเห็นการตบมือได้อย่างชัดเจน และหลีกเลี่ยงกระบวนการที่ทำให้เด็กไขว้เขว เช่น เสียงอื่น ๆ ที่มาจากตำแหน่งที่มองไม่เห็น หรือการเปิด-ปิดเครื่องบันทึกเทป เป็นต้น เด็กที่สามารถเข้ารับการทดสอบได้จะต้องทำงานการจับคู่ทั้ง 2 งานในช่วงเตรียมตัวก่อนการทดสอบได้อย่างถูกต้อง 2 ใน 4 ครั้งของแต่ละงาน ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้เด็กทุกคนทำได้ผ่านเกณฑ์ จึงไม่มีเด็กคนใดที่ถูกคัดออกจากการทดสอบ

2.9 ในช่วงการทดสอบ (Test)

1) งานการจับคู่ (Matching Tasks)

กลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่มอายุและแต่ละเพศ ครึ่งหนึ่งจะได้ทำงานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็นก่อนแล้วตามด้วยงานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นกับสิ่งที่มองเห็น ส่วนอีกครึ่งหนึ่งจะได้ทำงานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นกับสิ่งที่มองเห็นก่อนแล้วตามด้วยงานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็น โดยมีจำนวนเป้าหมายเป็น 2, 3 และ 4 และมีจำนวนของจุดบนการ์ดตัวเลือกในแต่ละคู่สมนัยกับจำนวนเป้าหมายและน้อยหรือมากกว่าจำนวนเป้าหมาย 1 จำนวน โดยมีการควบคุมความยาวของแถวของจุดให้เท่ากัน (Line Length Controlled Trial) หรือควบคุมความหนาแน่น / ระยะห่างของจุดให้เท่ากัน (Density Controlled Trial) ได้แก่ คู่ที่จำนวนเป้าหมายเป็น 2 คือ D2(1,2) กับ D2(2,3) และ L2(1,2) กับ L2(2,3) คู่ที่จำนวนเป้าหมายเป็น 3 คือ D3(2,3) กับ D3(3,4) และ L3(2,3) กับ L3(3,4) และคู่ที่จำนวนเป้าหมายเป็น 4 คือ D4(3,4) กับ D4(4,5) และ L4(3,4) กับ L4(4,5) (ดูตารางที่ 2.3) โดยลำดับการทดสอบในแต่ละคู่จะทำการถ่วงสมดุล (Counterbalance) โดยการสุ่มอย่างง่าย และตำแหน่งของการ์ดตัวเลือกที่ถูกต้องจะถูกกำหนดให้มีลักษณะเหมือนกันในงานทั้ง 2 ชนิด โดยการ์ดตัวเลือกที่มีจำนวนน้อยกว่าจะอยู่ด้านซ้ายและการ์ดตัวเลือกที่มีจำนวนมากกว่าจะอยู่ด้านขวาของผู้วิจัยเสมอ ส่วนกระบวนการวิจัยเหมือนในช่วงเตรียมตัวก่อนการทดสอบแต่ในช่วงการทดสอบนี้จะไม่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับใด ๆ

ตารางที่ 2.3 คู่ของการ์ดตัวเลือกที่ใช้ในงานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็น และงานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นกับสิ่งที่มองเห็น

จำนวนเป้าหมาย	คู่ของการ์ดตัวเลือก	
	กลุ่มที่ควบคุมความหนาแน่น / ระยะห่างของจุดให้เท่ากัน (Density Controlled Trial : D)	กลุ่มที่ควบคุมความยาวของแถวของจุดให้เท่ากัน (Line Length Controlled Trial : L)
2	D2(1,2)	L2(1,2)
	D2(2,3)	L2(2,3)
3	D3(2,3)	L3(2,3)
	D3(3,4)	L3(3,4)
4	D4(3,4)	L4(3,4)
	D4(4,5)	L4(4,5)

เมื่อ D แทน กลุ่มที่ควบคุมความหนาแน่น / ระยะห่างของจุดให้เท่ากัน (Density Controlled Trial)

L แทน กลุ่มที่ควบคุมความยาวของแถวของจุดให้เท่ากัน (Line Length Controlled Trial)

ตัวเลขนอกวงเล็บ แทน จำนวนเป้าหมาย

ตัวเลขในวงเล็บ แทน จำนวนจุดบนคู่ของการ์ดตัวเลือก

หมายเหตุ - ภาพแสดงคู่ของการ์ดตัวเลือกที่ใช้ในงานการจับคู่ดูได้ในภาคผนวก ข

- งานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็น

การทดสอบเหมือนในช่วงเตรียมตัวก่อนการทดสอบ โดยเริ่มจากการวางคู่ของการ์ดตัวเลือก 2 แผ่น ห่างกันประมาณ 9 นิ้ว โดยคว่ำเอาด้านที่มีจุดสีดำไว้ด้านล่าง จากนั้นผู้วิจัยจะตบมือตามจำนวนเป้าหมาย เช่น ถ้าจำนวนเป้าหมายเป็น 2 ผู้วิจัยจะตบมือ 2 ครั้ง จากนั้นผู้วิจัยจะหงายการ์ดตัวเลือกขึ้นทันที เพื่อให้เด็กเห็นจุดสีดำ และให้เด็กชี้การ์ดตัวเลือกที่เขาตัดสินใจเลือก ทำไปเช่นนี้จนครบ 12 คู่

- งานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นกับสิ่งที่มองเห็น

ขั้นตอนในการทดสอบเหมือนกับ Auditory-visual matching trials ยกเว้นจำนวนเป้าหมายจะถูกเสนอเป็นแถวของกระดุมสีดำบนการ์ดสีขาวในระหว่างการ์ดตัวเลือก 2 แผ่น ซึ่งในการทดสอบที่การ์ดตัวเลือกถูกควบคุมให้ความหนาแน่น / ระยะห่างของจุดเท่ากัน (Density Controlled Trial) แถวของกระดุมในการ์ดต้นแบบที่นำเสนอจะถูกควบคุมให้ความยาวของแถวเท่ากัน (Line Length Controlled Trial) ในทำนองเดียวกัน เมื่อการ์ดตัวเลือกถูกควบคุมให้ความยาวของแถวเท่ากัน (Line Length Controlled Trial) แถวของกระดุมในการ์ดต้นแบบที่นำเสนอจะถูกควบคุมให้ความหนาแน่น / ระยะห่างของจุดเท่ากัน (Density Controlled Trial) ซึ่งผู้วิจัยจะหงายการ์ดต้นแบบให้เด็กเห็นกระดุมได้อย่างชัดเจนเป็นเวลา 2-3 วินาที และจากนั้นจะคว่ำการ์ดต้นแบบไว้ แล้วจึงหงายการ์ดตัวเลือกขึ้นเพื่อให้เห็นจุด และให้เด็กชี้การ์ดที่เขาตัดสินใจเลือก ทำไปเช่นนี้จนครบ 12 คู่

2) งานการนับ (Counting Tasks)

- งานการนับจำนวน (How-Many Task) ผู้วิจัยเสนอแผ่นกระดาษสีขาวขนาด 16 x 5 นิ้ว ซึ่งติดกระดุมสีดำจำนวน 10 เม็ดในแนวตั้งตรงกลางแผ่นห่างกันเม็ดละ ½ นิ้ว และขอให้เด็กนับจำนวนกระดุมด้วยเสียงดังฟังชัดพร้อมทั้งชี้กระดุมแต่ละเม็ดไปด้วย จากนั้นให้บอกว่ามีกระดุมทั้งหมดเท่าใด

- งานการแสดงจำนวน (Give-a-Number Task) ผู้วิจัยให้กระดุมจำนวน 15 เม็ดแก่เด็ก และขอให้วางกระดุมตามจำนวนที่ผู้วิจัยบอก (ตั้งแต่ 1 – 6 จำนวน เนื่องจากงานวิจัยในอดีต (Starkey & Gelman อ้างถึงใน เพ็ญพิไล ฤทธาคณานนท์, 2536) พบว่า เด็กวัยก่อนเข้าเรียนส่วนใหญ่สามารถแก้ปัญหาทางด้านจำนวนได้ดี ถ้ามีจำนวนไม่มากและเด็กสามารถนับได้ คือมีจำนวนระหว่าง 1-6 จำนวน) ลงในภาชนะใสที่ว่างเปล่า ซึ่งแต่ละจำนวนจะถูกขอตามลำดับการสุ่ม และทุกครั้งที่เด็กตอบสนองต่อคำขอ กระดุมจะถูกเอาคืนให้แก่เด็ก เพื่อให้กระดุมกองนั้นมีจำนวน 15 เม็ดเสมอ

กระบวนการทดสอบทั้งงานการจับคู่ (Matching Tasks) และงานการนับ (Counting Tasks) ใช้เวลาทั้งสิ้นประมาณ 15 นาทีในการทดสอบเด็กแต่ละคน ซึ่งในขณะที่เด็กอยู่ในระหว่างการทดสอบ ผู้ช่วยวิจัยจะเป็นผู้บันทึกคำตอบของเด็กลงในแผ่นกระดาษบันทึกคำตอบ

เกณฑ์การให้คะแนน

1. งานการจับคู่ (Matching Tasks)

1) งานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็น (Auditory-Visual Matching Task) เด็กจะได้คะแนน 1 คะแนน ถ้าเลือกการ์ดตัวเลือกที่มีจำนวนจุดสีดำสมนัยกับจำนวนเสียงตบมือที่ได้ยิน ทำการทดลองทั้งหมด 12 ครั้ง รวมเป็นคะแนนเต็ม 12 คะแนน

2) งานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นกับสิ่งที่มองเห็น (Visual-Visual Matching Task) เด็กจะได้คะแนน 1 คะแนน ถ้าเลือกการ์ดตัวเลือกที่มีจำนวนจุดสีดำสมนัยกับจำนวนกระดุมที่ติดไว้บนการ์ดต้นแบบ ทำการทดลองทั้งหมด 12 ครั้ง รวมเป็นคะแนนเต็ม 12 คะแนน

2. งานการนับ (Counting Tasks)

1) งานการนับจำนวน (How-Many Task) เด็กจะได้คะแนน 1 คะแนน ถ้าเด็กชี้และนับออกเสียงไปตามกระดุมแต่ละเม็ดตั้งแต่เม็ดที่ 1 จนถึงเม็ดที่ 10 ได้อย่างถูกต้อง โดยไม่นับข้าม นับซ้ำ หรือชี้ข้าม และถ้าเด็กสามารถบอกได้ว่ามีกระดุมทั้งหมดกี่เม็ด (10 เม็ด) จะได้อีก 1 คะแนน รวมเป็นคะแนนเต็ม 2 คะแนน

2) งานการแสดงจำนวน (Give-a-Number Task) เด็กจะได้คะแนน 1 คะแนน ถ้าเด็กหยิบกระดุมจากจำนวนทั้งหมดที่มีอยู่ 15 เม็ดใส่ในภาชนะใสตามจำนวนที่กำหนดในแต่ละครั้ง ตั้งแต่ 1 – 6 จำนวนได้อย่างถูกต้อง รวมเป็นคะแนนเต็ม 6 คะแนน

คะแนนจากงานการนับทั้ง 2 งานจะนำมารวมกันเป็น **คะแนนความสามารถในการนับของเด็ก** ซึ่งมีคะแนนเต็ม 8 คะแนน เพื่อนำไปคำนวณเปรียบเทียบกับคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นต่อไป โดยใช้เกณฑ์ในการตัดสินความสามารถตามพัฒนาการของ Piaget (1951 cited in Elkind, 1964) ซึ่งจะถือว่าการจัดเด็กไว้ในขั้นที่มีความสามารถนั้น ๆ แล้ว เด็กที่ทำการทดสอบต้องตอบได้อย่างถูกต้องอย่างน้อยร้อยละ 75 ของคะแนนทั้งหมดที่เป็นไปได้ จึงจะจัดได้ว่าเด็กคนดังกล่าวมีความสามารถนั้น ๆ อย่างสมบูรณ์ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงแบ่งเด็กตามความสามารถในการนับได้ 2 กลุ่ม ได้แก่

- เด็กที่มีความสามารถในการนับมากกว่า (more proficient counters) คือ เด็กที่ได้คะแนน 7 และ 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 8 คะแนน

- เด็กที่มีความสามารถในการนับน้อยกว่า (less proficient counters) คือ เด็กที่ได้คะแนนตั้งแต่ 0 ถึง 6 คะแนน จากคะแนนเต็ม 8 คะแนน

ตารางที่ 2.4 คะแนนเต็มตามชนิดของงาน

ชนิดของงาน		คะแนนเต็มในแต่ละงาน	คะแนนรวม
งานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็น		12	12
งานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นกับสิ่งที่มองเห็น		12	12
งานการนับ	งานการนับจำนวน	2	8
	งานการแสดงจำนวน	6	

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. คำนวณหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของกลุ่มตัวอย่างโดยจำแนกตามระดับอายุและชนิดของงาน

2. นำคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละระดับอายุและชนิดของงานมาทดสอบความแตกต่างด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (3 x 2 Analysis of Variance : balanced model) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 เมื่อพบความแตกต่างจึงจะทำการทดสอบภายหลังด้วยวิธีของ Scheffé

3. นำคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่มีความสามารถในการนับมากกว่า (more proficient counters) และกลุ่มตัวอย่างที่มีความสามารถในการนับน้อยกว่า (less proficient counters) ในแต่ละชนิดของงานมาทดสอบความแตกต่างด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (2 x 2 Analysis of Variance : unbalanced model) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 เมื่อพบความแตกต่างจึงจะทำการทดสอบภายหลังด้วยวิธีของ Scheffé

4. นำคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละระดับอายุมาจำแนกตามความสามารถที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาสและเขียนเป็นกราฟฟังก์ชัน Logistic Regression

การนำเสนอข้อมูล

1. แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น และคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของกลุ่มตัวอย่างโดยจำแนกตามระดับอายุและชนิดของงาน ในรูปตาราง

2. แสดงผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น และคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละระดับอายุและชนิดของงานจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-way ANOVA : balanced model) โดยนำเสนอในรูปตาราง

3. แสดงผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น และคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่มีความสามารถในการนับมากกว่า (more proficient counters) และกลุ่มตัวอย่างที่มีความสามารถในการนับน้อยกว่า (less proficient counters) ในแต่ละชนิดของงานจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-way ANOVA : unbalanced model) โดยนำเสนอในรูปตาราง

4. แสดงผลการทำนายความสามารถที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาสในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น และในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละระดับอายุ โดยเสนอในรูปกราฟแสดงฟังก์ชัน Logistic Regression

บทที่ 3

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของเด็กอายุ 3-4 ปี
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของเด็กอายุ 3-4 ปีที่มีความสามารถในการนับแตกต่างกัน
3. เพื่อทำนายความสามารถที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาสในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น และในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของเด็กอายุ 3-4 ปี

ผู้วิจัยนำข้อมูลจากการทดสอบไปวิเคราะห์ผลด้วยวิธีการทางสถิติ ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นตามระดับอายุและชนิดของงาน

ระดับอายุ (ปี)	งานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็น		งานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นกับสิ่งที่มองเห็น		ค่าเฉลี่ย *	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
3 (n = 40)	6.38	1.50	6.98	1.64	6.68	1.59
3 ½ (n = 40)	6.92	1.58	8.38	2.12	7.65	1.99
4 (n = 40)	9.50	2.05	10.73	1.26	10.11	1.80
ค่าเฉลี่ย **	7.60	2.19	8.69	2.30	8.15	2.31

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย * หมายถึง ค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นโดยไม่คำนึงถึงชนิดของงาน

ค่าเฉลี่ย ** หมายถึง ค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นโดยไม่คำนึงถึงระดับอายุ

จากตารางที่ 3.1 จะเห็นว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นของเด็กอายุ 3 ปี 3 ½ ปี และ 4 ปี คือ 6.38 6.92 และ 9.50 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของเด็กอายุ 3 ปี 3 ½ ปี และ 4 ปี คือ 6.98 8.38 และ 10.73

ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของเด็กอายุ 3 ปี 3 ½ ปี และ 4 ปี โดยไม่คำนึงถึงชนิดของงาน คือ 6.68 7.65 และ 10.11 ตามลำดับ แสดงว่า คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของเด็กอายุ 3-4 ปีเพิ่มขึ้นตามระดับอายุที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้เมื่อไม่คำนึงถึงระดับอายุพบว่า ค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นในงานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นกับสิ่งที่มองเห็น ($\bar{x}$ = 8.69) สูงกว่าค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นในงานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็น ($\bar{x}$ = 7.60)

ผู้วิจัยนำคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละระดับอายุและชนิดของงานมาทดสอบความแตกต่างด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (3 x 2 Analysis of Variance : balanced model) ได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 3.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (2 x 3 Analysis of Variance : balanced model) ของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นในงานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยิน และคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นในงานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นและสิ่งที่มองเห็นของเด็กอายุ 3 ปี 3 ½ ปี และ 4 ปี

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่มตัวอย่าง				
ระดับอายุ	502.158	2	251.079	85.090 *
ชนิดของงาน	71.504	1	71.504	24.233 *
ความสัมพันธ์ร่วม	7.758	2	3.879	1.315
ความคลาดเคลื่อน	690.475	234	2.951	

* $p < .05$

จากตารางที่ 3.2 ไม่พบว่ามีความสัมพันธ์ร่วมระหว่างระดับอายุและชนิดของงาน แสดงว่าระดับอายุและชนิดของงานไม่ส่งผลร่วมกันต่อคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็น แต่พบว่าคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละระดับอายุและชนิดของงานมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า เด็กอายุ 3 ปี 3 ½ ปี และ 4 ปีมีคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นมากกว่าคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น และจากตารางจะเห็นว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและ

ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละระดับอายุมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าเด็กอายุ 3 ปี 3 ½ ปี และ 4 ปีมีคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นแตกต่างกัน ดังนั้นเพื่อให้ทราบว่าคะแนนความความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของเด็กในระดับอายุใดบ้างที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงทำการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละระดับอายุ ด้วยวิธีการของ Scheffé แสดงผลการทดสอบในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ผลการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของเด็กอายุ 3 ปี 3 ½ ปีและ 4 ปี ด้วยวิธีการของ Scheffé

ระดับอายุ (ปี) และ ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)		อายุ 3 ปี $\bar{x}$ = 6.68	อายุ 3 ½ ปี $\bar{x}$ = 7.65	อายุ 4 ปี $\bar{x}$ = 10.11
อายุ 3 ปี	$\bar{x}$ = 6.68	-	.97 *	3.44 *
อายุ 3 ½ ปี	$\bar{x}$ = 7.65	-	-	2.46 *
อายุ 4 ปี	$\bar{x}$ = 10.11	-	-	-

* $p < .05$

จากตารางที่ 3.3 จะเห็นว่า ค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละระดับอายุมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า เด็กอายุ 3 ปี 3 ½ ปีและ 4 ปีมีความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นแตกต่างกันทุกคู่ กล่าวคือ เด็กอายุ 4 ปีมีความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นมากกว่าเด็กอายุ 3 ½ ปี และ 3 ปี ตามลำดับ

ผู้วิจัยนำคะแนนความความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นมาวิเคราะห์ตามความสามารถในการนับของเด็ก เพื่อให้ทราบว่าความสามารถในการนับมีผลต่อความความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของเด็กหรือไม่ โดยแบ่งเด็กตามความสามารถในการนับเป็น 2 กลุ่ม คือ เด็กที่มีความสามารถในการนับมากกว่า (more proficient counters) และเด็กที่มีความสามารถในการนับน้อยกว่า (less proficient counters) ด้วยการนำคะแนนจากงานการนับจำนวน (How-Many Task) และงานการแสดงจำนวน (Give-a-Number Task) รวมกันเป็น **คะแนนความสามารถในการนับของเด็ก** ซึ่งมีคะแนนเต็ม 8 คะแนน จากนั้นใช้เกณฑ์ในการตัดสินความสามารถตามพัฒนาการของ Piaget (1951 cited in Elkind, 1964) ซึ่งจะถือว่าการจัดเด็กไว้ในขั้นที่มีความสามารถนั้น ๆ แล้ว เด็กที่ทำการทดสอบต้องตอบได้อย่างถูกต้องอย่างน้อยร้อยละ 75 ของคะแนนทั้งหมดที่เป็นไปได้ จึงจะจัดได้ว่าเด็กคนดังกล่าวมีความสามารถนั้น ๆ อย่างสมบูรณ์ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงแบ่งเด็กตามความสามารถในการนับได้ดังนี้

1) เด็กที่มีความสามารถในการนับมากกว่า คือ เด็กที่ได้คะแนน 7 และ 8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 8 คะแนน มีจำนวน 42 คน
2) เด็กที่มีความสามารถในการนับน้อยกว่า คือ เด็กที่ได้คะแนนตั้งแต่ 0 ถึง 6 คะแนน จากคะแนนเต็ม 8 คะแนน มีจำนวน 78 คน

ตารางที่ 3.4 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นตามความสามารถในการนับและชนิดของงาน

ความสามารถในการนับ	งานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็น		งานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นกับสิ่งที่มองเห็น		ค่าเฉลี่ย *	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
เด็กที่มีความสามารถในการนับน้อยกว่า (n = 78)	6.44	1.35	7.55	1.86	6.99	1.71
เด็กที่มีความสามารถในการนับมากกว่า (n = 42)	9.76	1.76	10.81	1.35	10.29	1.65
ค่าเฉลี่ย **	7.60	2.19	8.69	2.30	8.15	2.31

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย * หมายถึง ค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นโดยไม่คำนึงถึงชนิดของงาน

ค่าเฉลี่ย ** หมายถึง ค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นโดยไม่คำนึงถึงความสามารถในการนับ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 3.4 จะเห็นว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นของเด็กที่มีความสามารถในการนับน้อยกว่าและเด็กที่มีความสามารถในการนับมากกว่า คือ 6.44 และ 9.76 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของเด็กที่มีความสามารถในการนับน้อยกว่าและเด็กที่มีความสามารถในการนับมากกว่า คือ 7.55 และ 10.81 ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของเด็กอายุ 3 ปี 3 ½ ปี และ 4 ปี โดยไม่คำนึงถึงชนิดของงาน คือ 6.99 และ 10.29 ตามลำดับ แสดงว่า เด็กที่มีความสามารถในการนับมากกว่ามีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นสูงกว่าเด็กที่มีความสามารถในการนับมากกว่า นอกจากนี้เมื่อไม่คำนึงถึงระดับอายุพบว่า ค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นในงานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นกับสิ่งที่มองเห็น ($\bar{x}$ = 8.69) สูงกว่าค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นในงานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็น ($\bar{x}$ = 7.60)

ผู้วิจัยนำคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของกลุ่มตัวอย่างตามความสามารถในการนับและชนิดของงานมาทดสอบความแตกต่างด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (2 x 2 Analysis of Variance : unbalanced model) ได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (2 x 2 Analysis of Variance : unbalanced model) ของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นในงานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นในงานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นและสิ่งที่มองเห็นของเด็กที่มีความสามารถในการนับมากกว่าและเด็กที่มีความสามารถในการนับน้อยกว่า

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่มตัวอย่าง				
ความสามารถในการนับ	591.759	1	591.759	229.481*
ชนิดของงาน	63.863	1	63.863	24.766 *
ความสัมพันธ์ร่วม	6.268E-02	1	6.268E-02	.024
ความคลาดเคลื่อน	608.570	236	2.579	

* $p < .05$

จากตารางที่ 3.5 ไม่พบว่ามีความสัมพันธ์ร่วมระหว่างความสามารถในการนับและชนิดของงาน แสดงว่าความสามารถในการนับและชนิดของงานไม่ส่งผลร่วมกันต่อคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็น แต่พบว่าคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของกลุ่มตัวอย่างตามความสามารถในการนับและชนิดของงานมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า เด็กที่มีความสามารถในการนับมากกว่ามีคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นมากกว่าเด็กที่มีความสามารถในการนับน้อยกว่า และทั้งเด็กที่มีความสามารถในการนับมากกว่าและเด็กที่มีความสามารถในการนับน้อยกว่ามี

คะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นสูงกว่าคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น

ผู้วิจัยนำคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของเด็กอายุ 3 ปี 3 ½ ปี และ 4 ปี ไปผ่านเกณฑ์เพื่อจำแนกเด็กตามความสามารถที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาส ซึ่งความสามารถที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาส (above chance) หมายถึง ความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นได้ถูกต้องมากกว่า 6 ครั้งในการทดสอบทั้งหมด 12 ครั้ง และคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นได้ถูกต้องมากกว่า 6 ครั้งในการทดสอบทั้งหมด 12 ครั้ง ดังนั้นเด็กที่มีความสามารถที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาสคือ เด็กต้องมีคะแนนคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นตั้งแต่ 7 คะแนนขึ้นไป จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์ความสามารถที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาส ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 3.6 และ 3.7

ตารางที่ 3.6 จำนวนเด็กที่จำแนกตามเกณฑ์ความสามารถที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาสและความน่าจะเป็นของการมีความสามารถที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาสในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นในงานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็นในเด็กอายุ 3-4 ปี

อายุ (ปี)	จำนวนเด็กที่จำแนกตามเกณฑ์ความสามารถที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาส		จำนวนรวม (คน)	P
	ผ่านเกณฑ์ (คน)	ไม่ผ่านเกณฑ์ (คน)		
3	11	29	40	0.275
3 ½	22	18	40	0.550
4	35	5	40	0.875

เมื่อ P แทน ความน่าจะเป็นของการมีความสามารถที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาสในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น

ตารางที่ 3.7 จำนวนเด็กที่จำแนกตามเกณฑ์ความสามารถที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาสและความน่าจะเป็นของการมีความสามารถที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาสในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นในงานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นกับสิ่งที่มองเห็นในเด็กอายุ 3-4 ปี

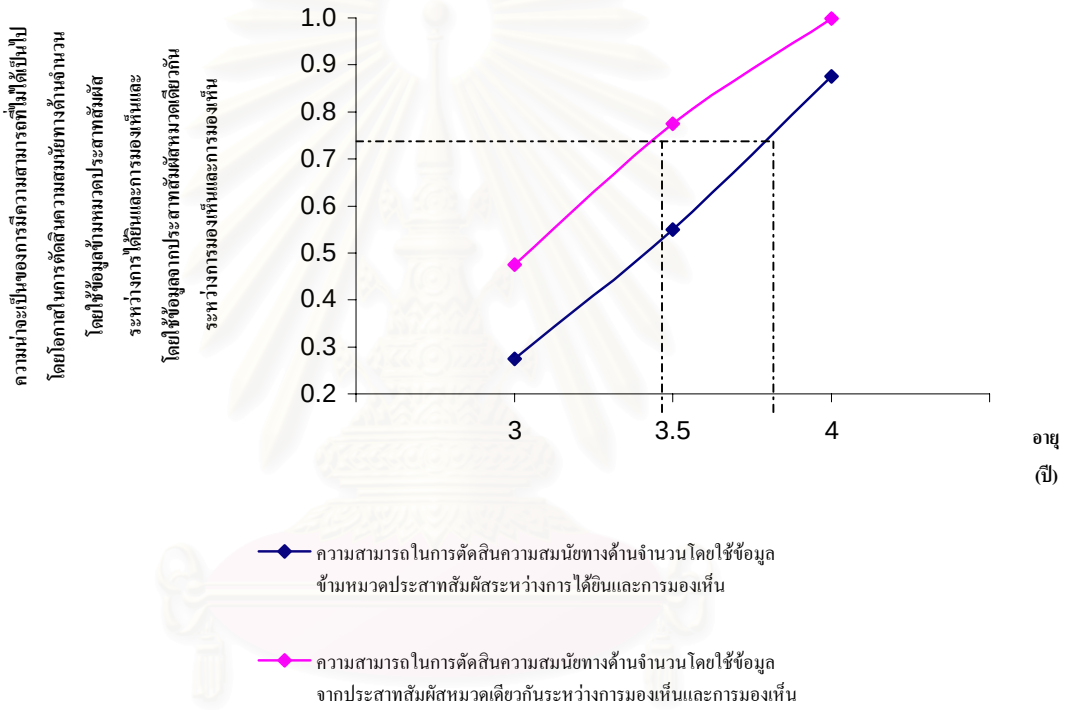
อายุ (ปี)	จำนวนเด็กที่จำแนกตามเกณฑ์ความสามารถที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาส		จำนวนรวม (คน)	P
	ผ่านเกณฑ์ (คน)	ไม่ผ่านเกณฑ์ (คน)		
3	19	21	40	0.475
3 ½	31	9	40	0.775
4	40	0	40	0.999

เมื่อ P แทน ความน่าจะเป็นของการมีความสามารถที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาสในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็น

จากตารางที่ 3.7 และ 3.8 จะเห็นว่าเด็กอายุ 3 ปี 3 ½ ปี และ 4 ปี สามารถผ่านเกณฑ์ความสามารถที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาสในงานการจับคู่จำนวนระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็นจำนวน 11 22 และ 35 คน ตามลำดับ และสามารถผ่านเกณฑ์ความสามารถที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาสในงานการจับคู่จำนวนระหว่างสิ่งที่มองเห็นกับสิ่งที่มองเห็นจำนวน 19 31 และ 40 คน ตามลำดับ

ผู้วิจัยนำค่าความน่าจะเป็นของการมีความสามารถที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาสในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของเด็กในแต่ละระดับอายุมาเขียนเป็นกราฟฟังก์ชัน Logistic Regression เพื่อใช้ทำนายความสามารถที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาสในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น และในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็น ดังแสดงผลในกราฟที่ 3.1

กราฟที่ 3.1 กราฟฟังก์ชัน Logistic Regression แสดงความน่าจะเป็นของการมีความสามารถที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาสในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น และความน่าจะเป็นของการมีความสามารถที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาสในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นในเด็กอายุ 3-4 ปี



กราฟที่เขียนได้นี้มาจากสมการ

$$P(\text{Auditory-Visual Intermodal Numerical Correspondence Ability}) = \frac{e^{1.946-2.915Age_1-1.745Age_2}}{1+e^{1.946-2.915Age_1-1.745Age_2}}$$

สำหรับความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นของเด็กอายุ 3-4 ปี และสมการ

$$P(\text{Visual-Visual Intermodal Numerical Correspondence Ability}) = \frac{e^{10.203-10.303Age_1-8.966Age_2}}{1+e^{10.203-10.303Age_1-8.966Age_2}}$$

สำหรับความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็น (รายละเอียดในการแทนค่าจากสูตรดูได้จากภาคผนวก ฌ)

เมื่อดูจากกราฟจะพบว่า ความน่าจะเป็นของการมีความสามารถที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาสในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นของเด็ก อายุ 3 ปี 3 ½ ปี และ 4 ปี เท่ากับ 0.275 0.550 และ 0.875 ตามลำดับ และความน่าจะเป็นของการมีความสามารถที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาสในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของเด็กอายุ 3 ปี 3 ½ ปี และ 4 ปี เท่ากับ 0.475 0.775 และ 0.999 ตามลำดับ กล่าวคือ เด็กมีความน่าจะเป็นของการมีความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและการมีความสามารถในการตัดสินความสมนัยสัดส่วนเพิ่มขึ้นตามอายุที่เพิ่มมากขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของเด็กอายุ 3-4 ปี

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของเด็กอายุ 3-4 ปีที่มีความสามารถในการนับแตกต่างกัน

3. เพื่อทำนายความสามารถที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาสในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น และในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของเด็กอายุ 3-4 ปี

และมีสมมติฐานในการวิจัยดังนี้

สมมติฐานที่ 1 คะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของเด็กอายุ 3-4 ปีเพิ่มขึ้นตามระดับอายุ

สมมติฐานที่ 2 เด็กอายุ 3-4 ปีมีคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นสูงกว่าคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น

สมมติฐานที่ 3 เด็กอายุ 3-4 ปีที่มีความสามารถในการนับมากกว่ามีคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นสูงกว่าเด็กที่มีความสามารถในการนับน้อยกว่า

ผลการวิจัยพบว่า เด็กอายุ 4 ปีมีคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นมากกว่าเด็กอายุ 3 ½ ปี และ 3 ปีตามลำดับ โดยมีคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นมากกว่าคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น เด็กที่มีความสามารถในการนับมากกว่ามีความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นมากกว่าเด็กที่มีความสามารถในการนับน้อยกว่า และทั้งเด็กที่มีความสามารถในการนับมากกว่าและเด็กที่มีความสามารถในการนับน้อยกว่ามีคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นมากกว่าคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น

จากผลการวิจัยข้างต้นสามารถนำมาอภิปรายตามสมมติฐานในการวิจัยได้ดังนี้

สมมติฐานที่ 1 คะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของเด็กอายุ 3-4 ปีเพิ่มขึ้นตามระดับอายุ

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นในงานการจับคู่เสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้าน

จำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นในงานการจับคู่สิ่งที่มองเห็นกับสิ่งที่มองเห็นของเด็กอายุ 3-4 ปี พบผลหลัก (Main effect) ของระดับอายุมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละระดับอายุด้วยวิธีการของ Scheffé พบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละระดับอายุมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเด็กอายุ 4 ปีมีคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นมากกว่าเด็กอายุ 3 ½ ปี และ 3 ปี ตามลำดับ ดังนั้น ผลการวิจัยครั้งนี้จึงสนับสนุนสมมติฐานที่ 1 คะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของเด็กอายุ 3-4 ปีเพิ่มขึ้นตามระดับอายุ

การที่เด็กที่มีอายุมากกว่ามีความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นดีกว่าเด็กที่มีอายุน้อยกว่านั้น ตามแนวคิดและทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget กล่าวไว้ว่า บุคคลมีพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดที่ต่อเนื่องเป็นขั้นตอนที่แน่นอนและเป็นไปตามลำดับก่อนหลัง ไม่สามารถข้ามขั้นได้ ทั้งนี้เพราะพัฒนาการในขั้นแรกจะเป็นพื้นฐานของพัฒนาการในขั้นต่อไป (Brainerd, 1978) และพัฒนาการของมโนทัศน์ทางด้านจำนวนต้องอาศัยประสบการณ์จากการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีคนแนะนำ หรือผลจากการปฏิสัมพันธ์กับคนใกล้ชิด ทำให้สมองมีการจัดระบบและมีการปรับตัวเพื่อให้เกิดความสมดุล โดยพัฒนาการทุกอย่างจะเกิดจากการทำงานประสานกันระหว่างวุฒิภาวะ ประสบการณ์ และสภาพแวดล้อมทางสังคม เพื่อทำให้เกิดความสมดุล (Flavell et al., 1993) ด้วยเหตุนี้เด็กที่มีระดับวุฒิภาวะและมีการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมมากกว่าจึงมีความสามารถในการคิดและใช้เหตุผลได้ซับซ้อนมากกว่า ทำให้มี

พัฒนาการทางสติปัญญาและความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นดีกว่า ดังที่ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า เด็กอายุ 3 ปี 3 ½ ปี และ 4 ปีมีคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นเพิ่มขึ้นตามระดับอายุ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยที่เกี่ยวกับจำนวนทั้งในประเทศ (เช่น อมรรัตน์ สุทธิพินิจธรรม, 2527; สมชาย ช่างทอง, 2534; ประมาณ พลสุธรรม, 2533; อังคณา อ่อนธานี, 2542) และต่างประเทศ (เช่น Arai, 1984; Sophian, Wood, Vong, 1995) ที่พบว่า เด็กที่มีอายุมากกว่าจะมีพัฒนาการทางปัญญาและมีความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนได้ดีกว่าเด็กที่มีอายุน้อยกว่า ดังนั้น ในการจัดประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องจำนวนและการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนให้กับเด็กนั้น นอกจากจะต้องคำนึงถึงวุฒิภาวะ ประสบการณ์ และสภาพแวดล้อมแล้ว ผู้ที่เกี่ยวข้องใกล้ชิดกับเด็กยังต้องคำนึงถึงเนื้อหาที่สอดคล้องกับพัฒนาการของเด็กในแต่ละระดับอายุด้วย

สมมติฐานที่ 2 เด็กอายุ 3-4 ปีมีคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นสูงกว่าคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นในงานการจับคู่เสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นในงานการจับคู่สิ่งที่มองเห็นกับสิ่งที่มองเห็นของเด็กอายุ 3-4 ปี พบว่าผลหลัก (Main effect) ของชนิดของงานมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กล่าวคือ เด็กอายุ 3-4 ปีมีความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นมากกว่าความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น ดังนั้น ผลการวิจัยครั้งนี้จึงสนับสนุนสมมติฐานที่ 2 เด็กอายุ 3-4 ปีมีคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นสูงกว่า

คะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น

การที่เด็กมีความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นสูงกว่าความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นนั้น เนื่องจากในงานการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็น เด็กไม่จำเป็นต้องใช้กระบวนการที่ซับซ้อนในการสร้างความสมนัยแบบ 1 ต่อ 1 ของจำนวนกระดุมบนการ์ดต้นแบบและจุดสีดำบนการ์ดตัวเลือกเพื่อตัดสินใจเลือกตัวเลือกที่ถูกต้อง เพียงแค่เปรียบเทียบจำนวนจุดสีดำที่เห็นกับจำนวนกระดุมที่เพิ่งเห็น ซึ่งเป็นภาพวัตถุเหมือนกันเท่านั้น จึงสามารถใช้ระบบการนับที่มีแบบแผนในการแทนจำนวนวัตถุด้วยการมองได้โดยตรง ซึ่งทำได้ง่ายกว่าการนับสิ่งที่เป็นนามธรรมอย่างเสียงที่ใช้ในงานการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น (Mix et al., 1996) คือ เด็กจำเป็นต้องใช้กระบวนการเฉพาะในการสร้างความสมนัยแบบ 1 ต่อ 1 ของจำนวนครั้งของเสียงตบมือที่ได้ยินกับจำนวนจุดสีดำบนการ์ดตัวเลือก โดยหลังจากที่เด็กฟังเสียงตบมือแล้ว เด็กจะต้องมองภาพจุดสีดำบนการ์ดตัวเลือก จากนั้นยังต้องพิจารณาว่าจำนวนครั้งของเสียงที่ได้ยินและสิ่งที่มองเห็นนั้นมีความสมนัยกันหรือไม่ ซึ่งเด็กจำเป็นจะต้องแทนจำนวนครั้งของเสียงที่ได้ยินซึ่งเป็นสิ่งที่เป็นนามธรรมไว้ในหน่วยความจำระยะสั้น (Kobayashi et al., 2002) ต่อมาจึงสร้างความสมนัยหรือไม่สมนัยกันระหว่างจำนวนครั้งของเสียงที่ได้ยินและสิ่งที่เพิ่งมองเห็นนั้น จึงเป็นการยากสำหรับเด็กที่จะใช้กฎการนับแบบ 1 ต่อ 1 (one-one principle) เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนของเสียงที่ได้ยินกับจำนวนของวัตถุที่มองเห็น แม้ว่าเด็กอาจจะเข้าใจหลักการจัดทุกสิ่งทุกอย่างเป็นสิ่งที่นับได้ (Abstraction Principle) แล้วก็ตาม แต่กระนั้นก็ไม่ได้หมายความว่าเด็กขาดความสามารถในการนับเพื่อเปรียบเทียบจำนวนของเสียงที่ได้ยินและวัตถุที่มองเห็น ซึ่ง Gelman (1972 อ้างถึงใน เพ็ญพิไล ฤทธาคณานนท์, 2536) กล่าวว่า เด็กวัยก่อนเข้าเรียนมีความสามารถที่จะบอกได้ว่า สิ่งของ 2 กลุ่มเท่ากันหรือไม่โดยอาศัยการนับเป็นหลัก และการให้เหตุผลจะทำได้ดีถ้าเป็นจำนวนไม่มากและอยู่ในช่วงที่เด็กนับได้

สมมติฐานที่ 3 เด็กอายุ 3-4 ปีที่มีความสามารถในการนับมากกว่ามีคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นสูงกว่าเด็กที่มีความสามารถในการนับน้อยกว่า

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นในงานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นในงานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นกับสิ่งที่มองเห็นของเด็กที่มีความสามารถในการนับมากกว่า (more proficient counters) และเด็กที่มีความสามารถในการนับน้อยกว่า (less proficient counters) ในแต่ละชนิดของงาน พบผลหลัก (Main effcet) ของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของกลุ่มตัวอย่างตามความสามารถในการนับมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า เด็กที่มีความสามารถในการนับมากกว่ามีความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นสูงกว่าเด็กที่มีความสามารถในการนับน้อยกว่า ดังนั้น ผลการวิจัยครั้งนี้จึงสนับสนุนสมมติฐานที่ 3

การที่เด็กที่มีความสามารถในการนับมากกว่ามีความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นสูงกว่าเด็กที่มีความสามารถในการนับน้อยกว่านั้น จากผลการทดสอบความสามารถในการนับ (Counting Ability) ของเด็กในงานการนับ (Counting Task) แสดงให้เห็นว่า ระบบการนับที่ใช้ภาษามีความสำคัญและสัมพันธ์กับการประสบความสำเร็จในงานการจับคู่ (Matching Task) ทั้ง 2 งาน โดยเด็กที่ใช้ภาษาในการนับได้อย่างมีประสิทธิภาพจะสามารถตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและสามารถตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นได้มากกว่า เนื่องจากความสามารถในการนับเป็นส่วนหนึ่งของความสามารถพื้นฐานทางด้านจำนวนซึ่งจะพัฒนาเป็นลำดับขั้นอย่างต่อเนื่อง เด็กที่มีอายุเพิ่มมากขึ้นจะมีความสามารถในการนับจำนวนได้มากขึ้น เพราะเด็กเข้าใจหลักการนับมากขึ้น เด็กจะสามารถนับสิ่งต่าง ๆ บอกจำนวนทั้งหมดจากการนับ และแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวนได้อย่างถูกต้อง โดยเฉพาะด้วยหลักการนับแบบ 1 ต่อ 1 (one-one principle) ซึ่งเป็นความรู้ความเข้าใจที่ว่า วัตถุ 1 ชิ้นต้องถูกนับเพียงครั้งเดียวเท่านั้น จึงมักพบว่าเด็กที่มีความสามารถในการนับต่ำ

จะนับผิดเพราะไม่เข้าใจหลักการพื้นฐานนี้ โดยมักนับผิดในลักษณะของการหยุดนับ นับไม่ครบ นับซ้ำ หรือนับข้าม ซึ่งเป็นการนับที่ไม่ถูกต้องตามหลักการนับ (Gelman & Gallistell, 1978) นอกจากนี้เด็กที่มีความสามารถในการนับต่ำอาจยังใช้การนับด้วยการรับรู้ (Counters of perceptual unit items) คือเด็กจะนับได้เฉพาะสิ่งที่ใช้ประสาทสัมผัสในการรับรู้โดยตรงเท่านั้น เช่น ตามองเห็นหรือมือสัมผัสได้ เนื่องจากยังขาดความสามารถในการนับด้วยการนึกภาพในใจ (Counters of figural unit items) เพื่อแทนสิ่งต่าง ๆ ที่ถูกนับ อย่างไรก็ตาม ความผิดพลาดในการนับนอกจากจะเกี่ยวข้องกับความรู้ความเข้าใจและการนำหลักการนับไปใช้แล้ว อาจเป็นเพราะเด็กยังขาดทักษะทางภาษา พัฒนาการด้านการรับรู้ทางประสาทสัมผัสที่ต้องใช้ในการนับ (สมชาย ช่างทอง, 2534) และประสบการณ์ต่าง ๆ ทางด้านจำนวนในชีวิตประจำวันในช่วงวัยก่อนเข้าเรียน เด็กที่มีโอกาสฝึกฝนการนับด้วยตนเองจึงพัฒนาความสามารถในการนับให้มากขึ้น และสามารถใช้ประโยชน์จากความสามารถในการนับในการแก้ปัญหาทางด้านจำนวนได้มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนักจิตวิทยาหลายท่าน (Gelman, 1972; Sophian, Wook, & Vong, 1995; Brannon & Van de Walle, 2001) ที่พบว่า เด็กวัยก่อนเข้าเรียนใช้ข้อมูลจากการนับในการแก้ปัญหาทางด้านจำนวน และเด็กที่ไม่มีความรู้ทางด้านจำนวนหรือมีความสามารถนี้เพียงเล็กน้อยจะไม่สามารถทำได้

นอกจากนี้ผลการวิจัยครั้งนี้ยังพบอีกว่า ทั้งเด็กที่มีความสามารถในการนับมากกว่าและเด็กที่มีความสามารถในการนับน้อยกว่ามีคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นสูงกว่าคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าความสามารถในการนับมีผลต่อการตอบสนองของเด็กในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น กล่าวคือ เด็กมีความยากลำบากในการใช้กฎการนับแบบ 1 ต่อ 1 (one-one principle) เพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนของเสียงที่ได้ยินกับจำนวนของวัตถุที่มองเห็น แม้ว่าเด็กอาจจะมีความสามารถในการนับแล้วก็ตาม เนื่องจากเด็กไม่สามารถใช้ระบบการนับที่มีแบบแผนในการแทนจำนวนวัตถุด้วยการมองได้โดยตรงอย่างที่ทำในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็น ซึ่งทำได้ง่ายกว่าการนับสิ่งที่เป็นนามธรรมอย่างเสียง ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานในข้อ 2 ที่พบเช่นกันว่า เด็กอายุ 3-4 ปีมีคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นสูงกว่าคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น

จากการวิจัยครั้งนี้เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากเด็กอายุ 3-4 ปีมาเขียนกราฟฟังก์ชัน Logistic Regression เพื่อใช้ทำนายความสามารถที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาสของความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็น (ดังกราฟที่ 3.1) จากกราฟจะพบว่าความน่าจะเป็นของการมีความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาสจะเพิ่มขึ้นตามอายุที่เพิ่มขึ้น โดยเด็กจะมีความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาสเมื่อมีอายุประมาณ 3 ½ ปีและจะมีความสามารถสมบูรณ์เมื่อมีอายุ 4 ปี ส่วนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาสจะมีเมื่อเด็กมีอายุประมาณ 4 ปี และมีแนวโน้มจะเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่องตามอายุที่เพิ่มมากขึ้น

โดยสรุปแล้วจะเห็นว่า ความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นได้อย่างถูกต้องเกิดขึ้นเมื่อเด็กอายุ 4 ปี ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Mix et al. (1996) แต่ขัดแย้งกับผลการวิจัยของ Starkey et al. (1990) และ Kobayashi et al. (2002) ที่พบว่า ทารกอายุ 6-8 เดือนมีความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นแล้ว และยังมีความสามารถในการเข้าใจการเพิ่มจำนวนข้ามหมวดประสาทสัมผัสได้ ทำให้เกิดช่องว่างระหว่างระดับความเข้าใจของทารกที่พบในงานวิจัยของ Starkey et al. (1990) และระดับความเข้าใจของเด็กวัยก่อนเข้าเรียนในงานวิจัยนี้ คือ ถ้าทารกมีความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น เหตุใดค่าความน่าจะเป็นของการมีความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาสของเด็กอายุ 3 ปีในงานวิจัยนี้จึงมีค่าเพียง 0.275 เท่านั้น

การขาดความต่อเนื่องระหว่างผลการวิจัยของ Starkey et al. (1990) และ Kobayashi et al. (2002) กับผลการวิจัยครั้งนี้ อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของกระบวนการที่ใช้ในการทดสอบระหว่างการใช้เวลาที่ทารกใช้ในการมองในการตอบสนองในการศึกษาทารกกับการเลือกตัวเลือกด้วยการชี้ในการตอบสนองในการศึกษาเด็กวัยก่อนเข้าเรียน บางทีทารกอาจจะไม่ได้ใช้วิธีการคิดหรือการตรวจสอบอย่างละเอียดในการตอบสนอง ในขณะที่การชี้การ์ดตัวเลือกของเด็กวัยก่อนเข้าเรียนจะต้องผ่านการตัดสินใจเลือกอย่างรอบคอบ นอกจากนี้ Gelman & Brenneman (1994 cited in

Mix et al., 1996) อธิบายว่า ในขณะที่เด็กอาจจะมีความรู้ทางด้านจำนวนตั้งแต่แรกเกิดแล้ว เด็กก็อาจยังใช้ความรู้นี้ไม่เป็น แต่ความรู้นี้ก็ยังอยู่ภายในโครงสร้างทางความคิด มีกระบวนการดูดซึมเข้าสู่โครงสร้าง (Assimilation) และการปรับโครงสร้าง (Accommodation) อยู่ตลอดเวลา ซึ่งจะส่งผลต่อการตอบสนองของเด็กด้วย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของเด็กอายุ 3-4 ปี

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของเด็กอายุ 3-4 ปีที่มีความสามารถในการนับแตกต่างกัน

3. เพื่อทำนายความสามารถที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาสในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น และในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของเด็กอายุ 3-4 ปี

สมมติฐานในการวิจัย

1. คะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของเด็กอายุ 3-4 ปีเพิ่มขึ้นตามระดับอายุ

2. เด็กอายุ 3-4 ปีมีคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นสูงกว่าคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น

3. เด็กอายุ 3-4 ปีที่มีความสามารถในการนับมากกว่ามีคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นสูงกว่าเด็กที่มีความสามารถในการนับน้อยกว่า

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นอนุบาลอายุ 3-4 ปีของโรงเรียนฤทธิไกรศึกษา กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2546 จำนวน 120 คน โดยกำหนดระดับอายุและจำนวนกลุ่มตัวอย่างดังนี้

กลุ่มตัวอย่างอายุ 3 ปี (อายุเฉลี่ย 3 ปี 2 เดือน) จำนวน 40 คน แบ่งเป็นเด็กชาย 20 คน เด็กหญิง 20 คน

กลุ่มตัวอย่างอายุ 3 ½ ปี (อายุเฉลี่ย 3 ปี 8 เดือน) จำนวน 40 คน แบ่งเป็นเด็กชาย 20 คน เด็กหญิง 20 คน

กลุ่มตัวอย่างอายุ 4 ปี (อายุเฉลี่ย 4 ปี 2 เดือน) จำนวน 40 คน แบ่งเป็นเด็กชาย 20 คน เด็กหญิง 20 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เสียงตบมือตามจำนวนกลุ่มเป้าหมายที่กำหนด คือ 2, 3 และ 4 ครั้ง
2. การ์ดสีขาวที่ไม่มีลาย ขนาด 5 x 9 นิ้ว จำนวน 6 แผ่น ติดกระดุมสีดำขนาด ¾ นิ้วเรียงกันในแนวนอน จำนวน 2-4 เม็ด ด้านหลังของการ์ดเป็นสีดำ แบ่งเป็นกลุ่มที่มีการควบคุมความยาวของแถวกระดุมให้เท่ากัน (Line Length Controlled Trial) และกลุ่มที่มีการควบคุมความหนาแน่น / ระยะห่างของกระดุมให้เท่ากัน (Density Controlled Trial) กลุ่มละ 3 แผ่น
3. การ์ดสีขาวที่ไม่มีลาย ขนาด 5 x 9 นิ้ว จำนวน 48 แผ่น มีจุดสีดำขนาด ¾ นิ้วเรียงกันในแนวนอน จำนวน 1-5 จุด ด้านหลังของการ์ดเป็นสีดำ แบ่งเป็นกลุ่มที่มีการควบคุมความยาวของแถวของจุดให้เท่ากัน (Line Length Controlled Trial) และกลุ่มที่มีการควบคุมความหนาแน่น / ระยะห่างของจุดให้เท่ากัน (Density Controlled Trial) กลุ่มละ 24 แผ่น
4. การ์ดสีขาวที่ไม่มีลาย ขนาด 16 x 5 นิ้ว จำนวน 1 แผ่น ติดกระดุมสีดำขนาด ¾ นิ้ว จำนวน 10 เม็ดในแนวตั้งกลางแผ่น
5. กระดุมสีดำขนาด ¾ นิ้วจำนวน 15 เม็ด
6. ภาชนะใส 1 ใบ
7. กระดาษบันทึกคำตอบ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การหาคุณภาพของเครื่องมือ

1.1 หาความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

1.2 ทดสอบความเที่ยง (Reliability) ของเครื่องมือโดยนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นอนุบาลที่มีอายุ 3 ปี 3 ½ ปี และ 4 ปี ของโรงเรียนกัลยวิทย์ ระดับอายุละ 20 คน แบ่งเป็นเด็กชาย 10 คนและเด็กหญิง 10 คน รวม 60 คน แล้วทดสอบด้วยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α Coefficient)

2. เริ่มดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนกับกลุ่มตัวอย่างจริงที่โรงเรียนฤทธิไกรศึกษา โดยส่งหนังสือแจ้งผู้ปกครองผ่านทางโรงเรียน เพื่อขอความอนุเคราะห์ความร่วมมือและอนุญาตทำการทดสอบเด็ก

3. ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยสร้างความคุ้นเคยกับเด็กในทุกระดับอายุที่จะทำการวิจัย โดยการเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ กับเด็กเป็นเวลา 1 สัปดาห์

4. จัดสถานที่และจัดเตรียมอุปกรณ์ทั้งหมดให้พร้อมที่จะทำการทดสอบเด็ก

5. นำเด็กเข้าทดสอบทีละคน โดยจัดให้เด็กนั่งด้านหนึ่งของโต๊ะ หันหน้าเข้าหาผู้วิจัย และผู้ช่วยวิจัยนั่งอยู่ข้างขวาของผู้วิจัยเยื้องไปทางด้านหลังเล็กน้อย

6. ดำเนินการทดสอบเด็กตามขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้ และผู้ช่วยวิจัยจะบันทึกคำตอบของเด็กแต่ละคนลงในกระดาษบันทึกคำตอบ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. คำนวณหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของกลุ่มตัวอย่างโดยจำแนกตามระดับอายุและชนิดของงาน

2. นำคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละระดับอายุและชนิดของงานมาทดสอบความแตกต่างด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (3 x 2 Analysis of Variance : balanced model) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 เมื่อพบความแตกต่างจึงจะทำการทดสอบภายหลังด้วยวิธีของ Scheffé

3. นำคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่มีความสามารถในการนับมากกว่า (more proficient counters) และกลุ่มตัวอย่างที่มีความสามารถในการนับน้อยกว่า (less proficient counters) ในแต่ละชนิดของงานมาทดสอบความแตกต่างด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (2 x 2 Analysis of Variance : unbalanced model) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 เมื่อพบความแตกต่างจึงจะทำการทดสอบภายหลังด้วยวิธีของ Scheffé

4. นำคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละระดับอายุมาจำแนกตามความสามารถที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาสและเขียนเป็นกราฟฟังก์ชัน Logistic Regression

คำนวณโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS / 10 for Windows

ผลการวิจัย

1. เด็กอายุ 3 ปี 3 ½ ปี และ 4 ปี มีความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นเพิ่มขึ้นตามระดับอายุ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. เด็กอายุ 3-4 ปีมีความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นสูงกว่าความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. เด็กอายุ 3-4 ปีที่มีความสามารถในการนับมากกว่ามีความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นสูงกว่าเด็กที่มีความสามารถในการนับน้อยกกว่า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาสมีสัดส่วนเพิ่มขึ้นตามระดับอายุ

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการสุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษาให้กว้างขวางขึ้น เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้พบว่าเด็กมีความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นสมบูรณ์เมื่ออายุ 4 ปี แต่ยังไม่ทราบว่าเด็กจะมีความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นอย่างสมบูรณ์เมื่ออายุเท่าใด เนื่องจากอายุของกลุ่มตัวอย่างใกล้เคียงกัน จึงควรมีการศึกษาในระดับอายุที่แตกต่างกันมากขึ้น เพื่อที่จะได้ข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นของเด็กไทยเพิ่มขึ้น

2. ควรมีการศึกษาและทำการวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นในตัวแปรอื่นๆ เช่น ประสบการณ์จากบ้าน ประสบการณ์จากโรงเรียน ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง สภาพแวดล้อมทางสังคม ตลอดจนอาจมีคำแนะนำอย่างชัดเจนว่าตัวเลือกที่ถูกต้องคือตัวเลือกที่มีจำนวนเท่ากับจำนวนของการ์ดต้นแบบ เพื่อดูว่าตัวแปรเหล่านี้มีผลต่อความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นหรือไม่ อย่างไร

3. ควรมีการศึกษาและทำการวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นของเด็กที่มีพัฒนาการล่าช้า เพื่อที่จะได้ทราบว่ามีตัวแปรใดบ้างที่มีผลต่อความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นของเด็ก

4. ควรมีการศึกษาและทำการวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสแบบอื่น เช่น ใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการมองเห็นและการสัมผัส เป็นต้น หรือมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์กับพัฒนาการทางด้านอื่น เช่น พัฒนาการทางด้านปริมาณ การเพิ่ม ลดจำนวน หรือการเปรียบเทียบจำนวน เพื่อดูว่าความสามารถนี้มีความสัมพันธ์กับพัฒนาการในภายหลังอย่างไร

5. ควรนำผลการวิจัยครั้งนี้ไปใช้ประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอนของเด็กระดับอายุ 3-4 ปี กล่าวคือ เด็กวัยนี้มีความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นเพิ่มขึ้นตามระดับอายุ ดังนั้น ครูผู้สอนจึงควรให้ความสนใจกับความคิดความเข้าใจของเด็กในเรื่องนี้ เพื่อที่จะได้จัดเนื้อหาและกระบวนการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับพัฒนาการของเด็กในแต่ละระดับอายุ และสามารถสนับสนุนให้เด็กมีพัฒนาการทางด้านจำนวนได้สูงสุดตามศักยภาพของตนต่อไป โดยอาจเพิ่มในกิจกรรมเสริมพิเศษทางคณิตศาสตร์ เช่น เกม เพลง หรือกิจกรรมเข้าจังหวะต่าง ๆ ที่สอดแทรกเนื้อหาเกี่ยวกับจำนวนเข้าไป เป็นต้น นอกจากนี้หากมีการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการรับรู้จากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันก่อน แล้วจึงจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการรับรู้ข้ามหมวดประสาทสัมผัส หรือมีการฝึกให้เด็กคุ้นเคยกับการรับรู้ข้ามหมวดประสาทสัมผัส ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมว่าปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อความสามารถของเด็กหรือไม่

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หนังสืออ้างอิง

ภาษาไทย

กัลยา วานิชย์บัญชา. (2546). *การวิเคราะห์สถิติขั้นสูงด้วย SPSS for Windows*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพมหานคร: บริษัท ธรรมสาร จำกัด.

ใจเพชร สมประสงค์. (2537). *การศึกษาการรับรู้ความสัมพันธ์ระหว่างหมวดประสาทสัมผัสด้านการเห็นและการได้ยินในทารกอายุ 4 เดือน*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาจิตวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธวัชชัย งามสันติวงศ์. (2543). *SPSS for Windows ฉบับสมบูรณ์ หลักการและวิธีใช้คอมพิวเตอร์ในงานสถิติเพื่อการวิจัย*. (พิมพ์ปรับปรุงครั้งที่ 4). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ 21 เซ็นจูรี่ จำกัด.

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2543). *รวมบทความการวิจัย การวัด และประเมินผล*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ศรีอนันต์.

ประคอง กรรณสูตร. (2529). *สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์*. ปทุมธานี: บริษัทศูนย์หนังสือ ดร. ศรีสง่า.

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

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). *วิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

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

ยุพิน พิพิธกุล. (2530). *การสอนคณิตศาสตร์*. ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วรชัย เยาวปาณี. (2545). *โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS for Windows 10.0.7*. กรุงเทพมหานคร: โอ. เอส. พริ้นติ้ง เฮ้าส์.

สมจิต ชิวปรีชา. (2531). จำนวนและตัวเลข. *เกี่ยวก้อย*, *1*, 64.

สมชาย ช่างทอง. (2534). *การศึกษาพัฒนาการด้านความสามารถในการเปรียบเทียบขนาดของสองชุด ความสามารถในการนับ และความรู้เกี่ยวกับการนับของเด็ก 3-5 ปี*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาจิตวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

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

อังคณา อ่อนธานี. (2542). *การเปรียบเทียบความสามารถในการอนุมานจำนวนของเด็กอายุ 3 ถึง 5 ปี*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาจิตวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Antell, S., & Keating, D. P. (1983). Perception of numerical invariance in neonates. *Child Development, 54*, 695-701.

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

Becker, J. (1993). Young children's numerical use of number words: Counting in many-to-one situations. *Developmental Psychology, 29*, 458-465.

Bermejo, V. (1996) Cardinality development and counting. *Developmental Psychology, 32*, 263-268.

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

Brannon, E. M., & Van de Walle, G. A. (2001). The development of ordinal numerical competence in young children. *Cognitive Psychology, 43*, 53-81.

Canfield, R. L., & Smith, E. G. (1996). Number-based expectations and sequential enumeration by 5-month-old infants. *Developmental Psychology, 32*, 269-279.

Clearfield, M. W., & Mix, K. S. (1999). Number versus contour length in infants' discrimination of small visual sets. *Psychological Science, 10*, 408-411.

Cohen, B. H. (2001). *Explaining psychological statistics*. (2nd ed.). New York: John Wiley & Sons, Inc.

Copeland, R. W. (1970). *How children learn mathematics, teaching implication of Piaget's research*. (4th ed.). New York: Macmillan.

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

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

Feigenson, L., Carey, S., & Spelke, E. (2002). Infants' discrimination of number vs. continuous extent. *Cognitive Psychology, 44*, 33-66.

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

Fogel, A. (1991). *Infancy : infant, family, and societ*. (2nd ed.). Saint Paul: West Publishing Company.

Gelman, R., & Gallistel, C. R. (1978). *The child's understanding of number*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Kobayashi, Hiraki, & Hasegawa. (2002). Auditory-visual intermodal numerical correspondence in 6-month-old infants. Unpublished manuscript, University of Tokyo. Available from E-mail: tessei@darwin.c.u-tokyo.ac.jp

Kobayashi, Hiraki, Mugitani, & Hasegawa. (2002). Baby arithmetic: One object plus one sound. Unpublished manuscript, University of Tokyo. Available from E-mail: tessei@darwin.c.u-tokyo.ac.jp

Mix, K. S., Huttenlocher, J., & Levine, S. C. (1996). Do preschool children recognize auditory-visual numerical correspondences?. *Child Development, 67*, 1592-1608.

Mix, K. S., Levine, S. C., & Huttenlocher, J. (1997). Numerical abstraction in infants: Another look. *Developmental Psychology, 33*, 423-428.

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

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

Shipley, E. F., & Shepperson, B. (1990). Countable entities: Developmental changes. *Cognition, 36*, 109-136.

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

Starkey, P., & Cooper, R. G., Jr. (1980). Perception of numbers by human infants. *Science, 210*, 1033-1035.

Starkey, P., Spelke, E. S., & Gelman, R. (1990). Numerical abstraction by human infants. *Cognition, 36*, 97-128.

Strauss, M. S., & Curtis, L. E. (1981). Infant perception of numerosity. *Child Development, 52*, 1146-1152.

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.

Wynn, K., Bloom, P., & Chiang, W. (2002). Enumeration of collective entities by 5-month-old infants. *Cognition, 83*, 55-62.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรรณระพี สุทธิวรรณ
   คณะจิตวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นิรมล ชยุตสาหกิจ
   คณะจิตวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. คุณครูอรพรรณ ศักดิ์แก้ว
   ครูอนุบาล โรงเรียนฤทธิไกรศึกษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

การ์ดตัวเลือกที่ใช้ในงานการจับคู่

ภาพที่ ข.1 คู่ของการ์ดตัวเลือกที่ใช้ในงานการจับคู่ (Matching Task)

1. กลุ่มที่ควบคุมความหนาแน่น / ระยะห่างของจุดให้เท่ากัน (Density Controlled Trial)

1.1 คู่ของการ์ดตัวเลือกที่มีจำนวนเป้าหมายเป็น 2

1.1.1

1.1.2

1.2 คู่ของการ์ดตัวเลือกที่มีจำนวนเป้าหมายเป็น 3

1.2.1

1.2.2

1.3 คู่ของการ์ดตัวเลือกที่มีจำนวนเป้าหมายเป็น 4

1.3.1

1.3.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. กลุ่มที่ควบคุมความยาวของแถวของจุดให้เท่ากัน (Line Length Controlled Trial)

2.1 คู่ของการ์ดตัวเลือกที่มีจำนวนเป้าหมายเป็น 2

2.1.1

2.1.2

2.2 คู่ของการ์ดตัวเลือกที่มีจำนวนเป้าหมายเป็น 3

2.2.1

2.2.2

2.3 คู่ของการ์ดตัวเลือกที่มีจำนวนเป้าหมายเป็น 4

2.3.1

2.3.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

ภาพแสดงเหตุการณ์ขณะทำการทดสอบ

ภาพที่ ค.1 เหตุการณ์ขณะทำการทดสอบ

1. งานการจับคู่ (Matching Tasks)

1.1 งานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็น (Auditory-Visual Matching Task)

1.2 งานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นกับสิ่งที่มองเห็น (Visual-Visual Matching Task)

2. งานการนับ (Counting Tasks)

2.1 งานการนับจำนวน (How-Many Task)

2.2 งานการแสดงจำนวน (Give-a-Number Task)

ภาคผนวก ง

กระดาษบันทึกคำตอบ

ชื่อ ……..…….. ชั้น ……..…… อายุ …… ปี …… เดือน

Auditory-Visual Matching Task

D2(1,2)	D2(2,3)	D3(2,3)	D3(3,4)	D4(3,4)	D4(4,5)	L2(1,2)	L2(2,3)	L3(2,3)	L3(3,4)	L4(3,4)	L4(4,5)

Visual-Visual Matching Task

D2(1,2)	D2(2,3)	D3(2,3)	D3(3,4)	D4(3,4)	D4(4,5)	L2(1,2)	L2(2,3)	L3(2,3)	L3(3,4)	L4(3,4)	L4(4,5)

How Many Task

1-10	HM

……...

……...

Give-a-number Task

1	2	3	4	5	6

กระดาษบันทึกคำตอบ

ชื่อ ……..…….. ชั้น ……..…… อายุ …… ปี …… เดือน

Visual-Visual Matching Task

D2(1,2)	D2(2,3)	D3(2,3)	D3(3,4)	D4(3,4)	D4(4,5)	L2(1,2)	L2(2,3)	L3(2,3)	L3(3,4)	L4(3,4)	L4(4,5)

Auditory-Visual Matching Task

D2(1,2)	D2(2,3)	D3(2,3)	D3(3,4)	D4(3,4)	D4(4,5)	L2(1,2)	L2(2,3)	L3(2,3)	L3(3,4)	L4(3,4)	L4(4,5)

How Many Task

1-10	HM

……...

……..

Give-a-number Task

1	2	3	4	5	6

ภาคผนวก จ

คะแนนที่ได้จากการวิจัย

ตารางที่ จ.1 ตารางแสดงคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น คะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็น และคะแนนความสามารถในการนับในเด็กอายุ 3-4 ปี

อายุ	คนที่	คะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวน		คะแนนความสามารถในการนับ
		โดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น	โดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็น	
3	1	10	11	3
	2	6	6	0
	3	5	8	0
	4	3	5	0
	5	6	7	0
	6	6	6	1
	7	6	6	1
	8	6	6	2
	9	6	6	1
	10	6	6	0
	11	6	9	5
	12	9	7	2
	13	7	5	1
	14	5	9	0
	15	6	7	1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อายุ	คนที่	คะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวน		คะแนนความสามารถในการนับ
		โดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น	โดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็น	
3	16	6	6	1
	17	6	8	1
	18	8	10	1
	19	9	4	1
	20	6	6	0
	21	6	6	0
	22	6	8	0
	23	6	7	0
	24	6	5	1
	25	6	8	2
	26	7	9	3
	27	6	8	3
	28	6	6	0
	29	7	7	3
	30	7	7	2
	31	6	6	0
	32	6	6	1
	33	6	6	2
	34	6	6	0
	35	3	6	3
	36	5	6	1
	37	11	11	4
	38	6	6	2
	39	7	7	3
	40	8	10	6

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อายุ	คนที่	คะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวน		คะแนนความสามารถในการนับ
		โดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น	โดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็น	
3 ½	1	9	12	8
	2	9	9	5
	3	5	9	4
	4	6	6	2
	5	6	7	4
	6	6	7	1
	7	7	11	8
	8	6	7	5
	9	10	12	8
	10	10	11	8
	11	7	11	5
	12	2	3	1
	13	8	10	8
	14	6	6	5
	15	7	9	3
	16	10	10	8
	17	6	9	2
	18	6	7	0
	19	5	12	6
	20	6	6	1
	21	8	8	6
	22	7	7	5
	23	7	9	3
	24	7	11	7
	25	9	9	3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อายุ	คนที่	คะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวน		คะแนนความสามารถในการนับ
		โดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น	โดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็น	
3 ½	26	6	9	4
	27	7	10	4
	28	6	6	1
	29	9	10	8
	30	7	7	4
	31	6	6	1
	32	7	7	8
	33	6	8	5
	34	7	8	8
	35	7	9	3
	36	7	11	7
	37	6	6	1
	38	6	8	3
	39	6	6	0
	40	9	6	8
4	1	6	12	8
	2	12	12	8
	3	7	9	1
	4	8	10	8
	5	10	10	8
	6	8	8	3
	7	8	10	3
	8	7	11	1
	9	9	11	7
	10	10	11	7

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อายุ	คนที่	คะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวน		คะแนนความสามารถในการนับ
		โดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น	โดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็น	
4	11	7	11	5
	12	10	11	8
	13	11	10	8
	14	11	11	8
	15	10	11	8
	16	12	12	8
	17	11	10	8
	18	12	12	8
	19	12	12	8
	20	12	12	8
	21	11	12	8
	22	12	12	8
	23	9	12	7
	24	12	12	8
	25	10	11	8
	26	10	11	8
	27	12	12	8
	28	11	10	8
	29	6	11	8
	30	10	11	8
	31	6	10	4
	32	10	11	8
	33	7	8	3
	34	8	11	5
	35	10	12	8

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อายุ	คนที่	คะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวน		คะแนนความสามารถในการนับ
		โดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น	โดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็น	
4	36	11	11	8
	37	9	9	7
	38	6	9	3
	39	6	7	3
	40	11	11	8

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ฉ

ผลการศึกษานำร่อง ครั้งที่ 1

ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยไปทดลองใช้ โดยทำการศึกษานำร่อง (Pilot Study) กับนักเรียนชั้นอนุบาล โรงเรียนกัลยวิทย์ จำนวน 48 คน ซึ่งมีอายุระหว่าง 3 ½ - 4 ปี ดังนี้

ตารางที่ ฉ.1 จำนวนกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามลำดับการนำเสนองาน อายุ และเพศ ในการศึกษานำร่อง ครั้งที่ 1

ระดับอายุ	เสนองานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็นก่อน		รวม (คน)	เสนองานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นกับสิ่งที่มองเห็นก่อน		รวม (คน)	รวมทั้งหมด (คน)
	เพศชาย (คน)	เพศหญิง (คน)		เพศชาย (คน)	เพศหญิง (คน)		
อายุ 3 ½ ปี	6	6	12	6	6	12	24
อายุ 4 ปี	6	6	12	6	6	12	24
รวม	12	12	24	12	12	24	48

N = 48

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฉ.2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นตามระดับอายุและชนิดของงาน ในการศึกษานำร่อง ครั้งที่ 1

ระดับอายุ (ปี)	งานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็น		งานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นกับสิ่งที่มองเห็น		ค่าเฉลี่ย *	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
3 ½ (n = 24)	6.08	1.32	7.83	1.81	6.96	1.80
4 (n = 24)	7.67	2.18	8.46	2.23	8.06	2.22
ค่าเฉลี่ย **	6.87	1.95	8.15	2.03	7.51	2.08

ตารางที่ ฉ.3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (2 x 2 Analysis of Variance : balanced model) ของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นในงานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยิน และคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นในงานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นและสิ่งที่มองเห็นของเด็กอายุ 3½ ปี และ 4 ปี ในการศึกษานำร่อง ครั้งที่ 1

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่มตัวอย่าง				
ระดับอายุ	29.260	1	29.260	7.954 *
ชนิดของงาน	38.760	1	38.760	10.536 *
ความสัมพันธ์ร่วม	5.510	2	5.510	1.498
ความคลาดเคลื่อน	338.458	92	3.679	

* $p < .05$

ตารางที่ ฉ.4 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นตามความสามารถในการนับและชนิดของงาน ในการศึกษานำร่อง ครั้งที่ 1

ความสามารถในการนับ	งานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็น		งานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นกับสิ่งที่มองเห็น		ค่าเฉลี่ย *	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
เด็กที่มีความสามารถในการนับน้อยกว่า (n = 37)	6.28	1.55	7.70	1.85	6.97	1.85
เด็กที่มีความสามารถในการนับมากกว่า (n = 11)	9.00	1.67	9.64	1.96	9.32	1.81
ค่าเฉลี่ย **	6.87	1.95	8.15	2.03	7.51	2.08

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฉ.5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (2 x 2 Analysis of Variance : unbalanced model) ของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นในงานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นในงานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นและสิ่งที่มองเห็นของเด็กที่มีความสามารถในการนับมากกว่าและเด็กที่มีความสามารถในการนับน้อยกว่าในการศึกษานำร่อง ครั้งที่ 1

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่มตัวอย่าง				
ความสามารถในการนับ	93.271	1	93.271	30.968 *
ชนิดของงาน	18.622	1	18.622	6.183 *
ความสัมพันธ์ร่วม	2.872	1	2.872	.954
ความคลาดเคลื่อน	277.086	92	3.012	

* $p < .05$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ช

ผลการศึกษานำร่อง ครั้งที่ 2

ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยไปทดลองใช้ โดยทำการศึกษานำร่อง (Pilot Study) กับนักเรียนชั้นอนุบาล โรงเรียนกัลยวิทย์ จำนวน 60 คน ซึ่งมีอายุระหว่าง 3 - 4 ปี ดังนี้

ตารางที่ ช.1 จำนวนกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามลำดับการนำเสนองาน อายุ และเพศ ในการศึกษานำร่อง ครั้งที่ 2

ระดับอายุ	เสนองานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็นก่อน		รวม (คน)	เสนองานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นกับสิ่งที่มองเห็นก่อน		รวม (คน)	รวมทั้งหมด (คน)
	เพศชาย (คน)	เพศหญิง (คน)		เพศชาย (คน)	เพศหญิง (คน)		
อายุ 3 ปี	5	5	10	5	5	10	20
อายุ 3 ½ ปี	5	5	10	5	5	10	20
อายุ 4 ปี	5	5	10	5	5	10	20
รวม	15	15	30	15	15	30	60

N = 60

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ช.2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นตามระดับอายุและชนิดของงาน ในการศึกษานำร่อง ครั้งที่ 2

ระดับอายุ (ปี)	งานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็น		งานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นกับสิ่งที่มองเห็น		ค่าเฉลี่ย *	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
3 (n = 40)	4.95	.89	6.35	.75	5.65	1.08
3 ½ (n = 40)	6.25	.79	7.65	1.63	6.95	1.45
4 (n = 40)	8.30	2.13	9.40	1.96	8.85	2.09
ค่าเฉลี่ย **	6.50	1.96	7.80	1.96	7.15	2.06

ตารางที่ ช.3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (2 x 3 Analysis of Variance : balanced model) ของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นในงานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยิน และคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นในงานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นและสิ่งที่มองเห็นของเด็กอายุ 3 ปี 3 ½ ปี และ 4 ปี ในการศึกษานำร่อง ครั้งที่ 2

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่มตัวอย่าง				
ระดับอายุ	207.200	2	103.600	47.854 *
ชนิดของงาน	50.700	1	50.700	23.419 *
ความสัมพันธ์ร่วม	.600	2	.300	.139
ความคลาดเคลื่อน	246.800	114	2.165	

* $p < .05$

ตารางที่ ช.4 ผลการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของเด็กอายุ 3 ปี 3 ½ ปีและ 4 ปี ด้วยวิธีการของ Scheffé ในการศึกษานำร่อง ครั้งที่ 2

ระดับอายุ (ปี) และ ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)		อายุ 3 ปี $\bar{x}$ = 5.65	อายุ 3 ½ ปี $\bar{x}$ = 6.95	อายุ 4 ปี $\bar{x}$ = 8.85
อายุ 3 ปี	$\bar{x}$ = 5.65	-	1.30 *	3.20 *
อายุ 3 ½ ปี	$\bar{x}$ = 6.95	-	-	1.90 *
อายุ 4 ปี	$\bar{x}$ = 8.85	-	-	-

* $p < .05$

ตารางที่ ช.5 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นตามความสามารถในการนับและชนิดของงาน ในการศึกษานำร่อง ครั้งที่ 2

ความสามารถในการนับ	งานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็น		งานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นกับสิ่งที่มองเห็น		ค่าเฉลี่ย *	
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
เด็กที่มีความสามารถในการนับน้อยกว่า (n = 48)	5.81	1.35	7.19	1.59	6.50	1.62
เด็กที่มีความสามารถในการนับมากกว่า (n = 12)	9.25	1.60	10.25	1.29	9.75	1.51
ค่าเฉลี่ย **	6.50	1.96	7.80	1.96	7.15	2.06

ตารางที่ ช.6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (2 x 2 Analysis of Variance : unbalanced model) ของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นในงานการจับคู่ระหว่างเสียงที่ได้ยินกับสิ่งที่มองเห็นและคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นในงานการจับคู่ระหว่างสิ่งที่มองเห็นและสิ่งที่มองเห็นของเด็กที่มีความสามารถในการนับมากกว่าและเด็กที่มีความสามารถในการนับน้อยกว่าในการศึกษานำร่อง ครั้งที่ 2

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่มตัวอย่าง				
ความสามารถในการนับ	202.800	1	202.800	93.678 *
ชนิดของงาน	27.075	1	27.075	12.507 *
ความสัมพันธ์ร่วม	.675	1	.675	.312
ความคลาดเคลื่อน	251.125	116	2.165	

* $p < .05$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ที่ ศธ. 0512.7/ 646 ภาคผนวก ซ

สาขาจิตวิทยาพัฒนาการ
คณะจิตวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พญาไท กรุงเทพฯ 10300

5 สิงหาคม 2546

เรียน ท่านผู้ปกครอง

เนื่องด้วยดิฉัน นางสาวจริยา ชีรนรวนิชย์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาจิตวิทยาพัฒนาการ คณะจิตวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กำลังดำเนินการวิจัยเรื่อง ความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นของเด็กอายุ 3-4 ปี โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร. เพ็ญพิไล ฤทธาคณานนท์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ทั้งนี้ดิฉันได้รับความร่วมมือจากทางโรงเรียนฤทธิไกรศึกษาอนุญาตให้ทดสอบนักเรียนของโรงเรียน เพื่อนำผลที่ได้มาเป็นข้อมูลในการวิจัย โดยมีนักเรียนเข้าร่วมการทดสอบจำนวน 120 คน และบุตรหลานของท่านเป็นหนึ่งในผู้ที่ได้รับการคัดเลือกให้เข้าร่วมในการทดสอบ ดิฉันจึงเรียนมาเพื่อขอให้ท่านผู้ปกครองได้โปรดอนุญาตให้เด็กของท่านได้เข้าร่วมการทดสอบในครั้งนี้

การทดสอบครั้งนี้ใช้เวลาไม่เกิน 20 นาที ดิฉันขอรับรองว่าเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบนี้ไม่มีอันตรายต่อเด็ก และคะแนนที่ได้จากการทดสอบจะไม่ถูกนำไปเปิดเผยต่อสาธารณชน และขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(นางสาวจริยา ชีรนรวนิชย์)

ขอรับรองว่าข้อความข้างต้นนี้เป็นความจริง

(รองศาสตราจารย์ ดร. พรรณทิพย์ ศิริวรรณบุศย์)
คณบดีคณะจิตวิทยา

กรุณากรอกข้อความในส่วนนี้ให้ครบ แล้วส่งคืนคุณครูประจำชั้น

ข้าพเจ้า ..... ผู้ปกครองของ ด.ญ. / ด.ช. .....

❑ อนุญาต

❑ ไม่อนุญาต

ให้เด็กในความปกครองของข้าพเจ้าเข้าร่วมเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้

ลงชื่อ .....

(ผู้ปกครอง)

ภาคผนวก ฌ

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

1. การคำนวณค่าความเที่ยง (reliability) ของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยโดยใช้วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α Coefficient) ตามแบบของ Cronbach

สูตรที่ใช้ $$\alpha = \frac{n}{n-1}\left\{1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2}\right\}$$

เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยง

n แทน จำนวนข้อทดสอบ

S_i^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของแต่ละข้อ

S_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของทั้งฉบับ

2. การคำนวณค่าเฉลี่ย (Mean)

สูตรที่ใช้ $$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X}{N}$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น หรือค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็น

$\sum_{i=1}^{n} X$ แทน ผลรวมของคะแนนทุกจำนวน

N แทน จำนวนผู้เข้าร่วมในการทดสอบ

3. การคำนวณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

สูตรที่ใช้ $$S.D. = \sqrt{\frac{\sum X_i^2}{n-1} - \overline{X}}$$

เมื่อ $S.D.$ แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X_i^2$ แทน ผลรวมกำลังสองของคะแนนทุกจำนวน

n แทน จำนวนผู้เข้าร่วมในการทดสอบ

$\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น หรือค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็น

4. การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-Way Analysis of Variance)

SS = ผลบวกของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกำลังสอง(Sum of Square)
ซึ่งมีสูตรคำนวณดังนี้

(1) G^2 / npq

(2) $\sum X_{ijk}^2$

(3) $\left(\sum A_i^2\right) / nq$

(4) $\left(\sum B_j^2\right) / np$

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

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แหล่งความแปรปรวน	SS	Df	MS	F
A	$SS_a = \sum A_i^2 / np - G^2 / npq$	$p - 1$	$SS_a / p - 1$	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	$SS_{ab} = \left[\sum (AB_{ij})^2\right] / n - \sum A_i^2 / nq - \sum B_j^2 / np - G^2 / npq$	$(p-1)(q-1)$	$SS_{ab} / (p-1)(q-1)$	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 แทน ตัวแปรเงื่อนไขการทดสอบทั้งสองแบบ

B แทน ตัวแปรอายุของกลุ่มตัวอย่าง

n แทน จำนวนผู้เข้าร่วมการทดสอบในแต่ละกลุ่ม

p แทน ระดับของตัวแปรเงื่อนไขของการทดสอบ มี 2 ระดับ คือ เงื่อนไขการใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น และเงื่อนไขการใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็น

q แทน ระดับของตัวแปรอายุ มี 3 ระดับ คือ อายุ 3 ปี 3 1/2 ปี และ 4 ปี

G^2 แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

$\sum X_{ijk}^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทุกค่าของตัวแปรเงื่อนไขที่ระดับ i และทุกค่าของตัวแปรอายุที่ระดับ j ยกกำลังสอง

A_i^2 แทน ผลรวมของคะแนนทุกค่าของตัวแปร A ที่ระดับ i ยกกำลังสอง

B_j^2 แทน ผลรวมของคะแนนทุกค่าของตัวแปร B ที่ระดับ j ยกกำลังสอง

$\left[\sum (AB_{ij})^2\right]$ แทน ผลรวมของคะแนนทุกค่าของตัวแปร A ที่ระดับ i และตัวแปร B ที่ระดับ j ยกกำลังสอง

SS แทน ผลบวกของส่วนเบี่ยงเบนกำลังสอง (Sum of Aquare)

MS แทน ค่าเฉลี่ยของส่วนเบี่ยงเบนกำลังสอง (Mean Square)

F แทน อัตราส่วนความแปรปรวนของ Fisher (Fisher's Variance Ratio)

5. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธีของ Scheffé

สูตรที่ใช้ $$d = \sqrt{\frac{2(k-1)_{df(k-1),(N-k)} MS_w}{n}}$$

เมื่อ d แทน ความแตกต่างน้อยที่สุดของค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่ม

df แทน ชั้นความเป็นอิสระของความแปรปรวนภายในประชากร

k แทน จำนวนกลุ่ม

N แทน จำนวนผู้เข้าร่วมการทดสอบทั้งหมด

n แทน จำนวนผู้เข้าร่วมการทดสอบในแต่ละกลุ่ม

MS_w แทน ค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนภายในกลุ่ม

6. สมการทำนายความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจ หรือฟังก์ชัน Logistic Regression

สูตรที่ใช้ $$P(Event) = P(x_i) = \frac{e^{\beta_0+\beta_1 x_1+\beta_2 x_2+...+\beta_i x_i}}{1+e^{\beta_0+\beta_1 x_1+\beta_2 x_2+...+\beta_i x_i}}$$

เมื่อ $P(x_i)$ แทน ความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจ

x_i แทน กลุ่มของตัวแปรอิสระ

β_i แทน ค่าสัมประสิทธิ์ซึ่งบอกผลของตัวแปรอิสระต่อการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจ

e แทน ค่าคงที่ มีค่าประมาณ 2.71828

ในงานวิจัยนี้ต้องการทำนายความน่าจะเป็นของการมีความสามารถที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาสในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นของเด็กอายุ 3-4 ปี โดยมีระดับอายุเป็นตัวแปรต้น และความน่าจะเป็นของการมีความสามารถที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาสในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นและความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นเป็นตัวแปรตาม มีขั้นตอนในการทำดังนี้

1) เนื่องจากระดับอายุซึ่งเป็นตัวแปรอิสระเป็นตัวแปรเชิงกลุ่มที่มี 3 ระดับ (k = 3) คือ ระดับอายุ 3 ปี 3 ½ ปี และ 4 ปี ต้องนำมาสร้างตัวแปรเทียม (dummy variable หรือ indicator variable) ซึ่งตัวแปรเทียมแต่ละตัวจะมีค่าได้เพียง 2 ค่าคือ 0 และ 1 จึงได้ตัวแปรเทียม 2 ตัว (k-1) คือ Age_1 และ Age_2 และมีตัวแปรฐาน 1 ตัว ดังแสดงในตารางที่ ฌ.1

ตารางที่ ฌ.1 ตัวแปรเทียมของระดับอายุที่ใช้เป็นตัวแปรอิสระ

ตัวแปรอิสระ	ตัวแปรเทียม		หมายเหตุ
	Age_1	Age_2	
ระดับอายุ 3 ปี	1	0	-
ระดับอายุ 3 ½ปี	0	1	-
ระดับอายุ 4 ปี	0	0	ตัวแปรฐาน

2) นำค่าของตัวแปรเทียมและความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาส หรือความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาสของกลุ่มตัวอย่างไปคำนวณสถิติ Logistic Regression จะได้ค่าสัมประสิทธิ์ (β_i) ของตัวแปรเทียมที่ใช้แทนระดับอายุที่มีผลต่อการมีความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาส และการมีความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาส ดังตารางที่ ฌ.2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ฌ.2 ค่าสัมประสิทธิ์ (β_i) ของตัวแปรเทียมที่มีผลต่อการมีความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาส และการมีความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาส

ตัวแปรเทียม	ค่าสัมประสิทธิ์ (β_i) ของระดับอายุที่มีผลต่อ		หมายเหตุ
	การมีความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาส	การมีความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาส	
Age_1	- 2.915	- 10.303	-
Age_2	- 1.745	- 8.966	-
Reference	1.946	10.203	ค่าคงที่

3) แทนค่าสัมประสิทธิ์ (β_i) ลงในสมการทำนายความน่าจะเป็นของการมีความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาส และการมีความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาส ดังนี้

3.1) สมการทำนายความน่าจะเป็นของการมีความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาส

P (Auditory-Visual Intermodal Numerical Correspondence Ability)

$$= \frac{e^{\beta_0+\beta_1 Age_1+\beta_2 Age_2+...+\beta_i Age_i}}{1+e^{\beta_0+\beta_1 Age_1+\beta_2 Age_2+...+\beta_i Age_i}}$$

$$= \frac{e^{1.946-2.915 Age_1-1.745 Age_2}}{1+e^{1.946-2.915 Age_1-1.745 Age_2}}$$

3.2) สมการทำนายความน่าจะเป็นของการมีความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาส

P (Visual-Visual Intermodal Numerical Correspondence Ability)

$$= \frac{e^{\beta_0+\beta_1 Age_1+\beta_2 Age_2+...+\beta_i Age_i}}{1+e^{\beta_0+\beta_1 Age_1+\beta_2 Age_2+...+\beta_i Age_i}}$$

$$= \frac{e^{10.203-10.303 Age_1-8.966 Age_2}}{1+e^{10.203-10.303 Age_1-8.966 Age_2}}$$

4) แทนค่าของตัวแปรเทียมลงในสมการทำนายความน่าจะเป็นของการมีความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาส และการมีความสามารถในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาส เช่น ต้องการหาความน่าจะเป็นของการมีความสามารถที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาสในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็นในเด็กอายุ 3 ปี แทนค่าลงในสมการได้ดังต่อไปนี้

P (3-year-old children's Auditory-Visual Intermodal Numerical Correspondence Ability)

$$= \frac{e^{1.946-2.915(1)-1.745(0)}}{1+e^{1.946-2.915(1)-1.745(0)}}$$

$$= \frac{e^{0.969}}{1+e^{0.969}}$$

$$= 0.275$$

5) เมื่อแทนค่าของตัวแปรเทียมลงในสมการครบทุกค่าแล้ว จะได้ค่าความน่าจะเป็นของการมีความสามารถที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาสในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น และค่าความน่าจะเป็นของการมีความสามารถที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาสในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นในเด็กอายุ 3-4 ปี ดังตารางที่ 3.6 และ 3.7

6) จากนั้นนำค่าความน่าจะเป็นที่คำนวณได้มาเขียนกราฟฟังก์ชัน Logistic Regression แสดงความน่าจะเป็นของการมีความสามารถที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาสในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลข้ามหมวดประสาทสัมผัสระหว่างการได้ยินและการมองเห็น และความน่าจะเป็นของการมีความสามารถที่ไม่ได้เป็นไปโดยโอกาสในการตัดสินความสมนัยทางด้านจำนวนโดยใช้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสหมวดเดียวกันระหว่างการมองเห็นและการมองเห็นในเด็กอายุ 3-4 ปี ดังกราฟที่ 3.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวจริยา ชีรนรวนิชย์ เกิดเมื่อวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ. 2520 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนสตรีวิทยา 2 เมื่อ พ.ศ. 2538 และสำเร็จการศึกษาในหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (จิตวิทยา) เกียรตินิยมอันดับ 1 เหรียญทอง จากคณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในปีการศึกษา 2542 จากนั้นเข้ารับการศึกษาต่อในหลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิตที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2544

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย