

## บทที่ 4

### อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการกะประมาณจำนวนในเด็กอายุ 5-7 ปี
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการกะประมาณจำนวนในเด็กอายุ 5-7 ปี ในแต่ละขนาดกลุ่มจำนวน คือ 5 8 11 และ 14

โดยมีสมมุติฐานในการวิจัยดังนี้

1. เด็กอายุ 5-7 ปี จะมีเปอร์เซ็นต์ความเบี่ยงเบนสัมบูรณ์ในการกะประมาณจำนวนลดลงตามอายุ
2. เปอร์เซ็นต์ความเบี่ยงเบนสัมบูรณ์ในการกะประมาณจำนวนของเด็กอายุ 5-7 ปี จะเพิ่มขึ้นตามขนาดกลุ่มจำนวนที่มากขึ้น
3. เด็กอายุ 5-7 ปี จะมีเปอร์เซ็นต์คำตอบถูกในการกะประมาณจำนวนเพิ่มขึ้นตามอายุ
4. เปอร์เซ็นต์คำตอบถูกในการกะประมาณจำนวนของเด็กอายุ 5-7 ปี จะลดลงตามขนาดกลุ่มจำนวนที่มากขึ้น
5. เด็กอายุ 5-7 ปี จะมีค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปร (C.V.) ในการกะประมาณจำนวนลดลงตามอายุ
6. ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปร (C.V.) ในการกะประมาณจำนวนของเด็กอายุ 5-7 ปี จะเพิ่มขึ้นตามขนาดกลุ่มจำนวนที่มากขึ้น

## ผลการวิจัย

### 1. ผลการศึกษาความสามารถในการกะประมาณจำนวน

#### 1.1 เปอร์เซ็นต์ความเบี่ยงเบนสัมบูรณ์ในการกะประมาณจำนวน พบว่า

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ พบอิทธิพลหลักของทั้งสองปัจจัยคือระดับอายุและขนาดกลุ่มจำนวน มีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์ความเบี่ยงเบนสัมบูรณ์ในการกะประมาณจำนวน นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างระดับอายุ และขนาดกลุ่มจำนวน

#### 1.2 เปอร์เซ็นต์ค่าตอบถูกในการกะประมาณจำนวน

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ พบอิทธิพลหลักของทั้งสองปัจจัยคือระดับอายุและขนาดกลุ่มจำนวน มีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์ค่าตอบถูกในการกะประมาณจำนวน นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างระดับอายุ และขนาดกลุ่มจำนวน

#### 1.3 ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผัน (C.V.) ในการกะประมาณจำนวน

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ พบอิทธิพลหลักของทั้งสองปัจจัยคือระดับอายุและขนาดกลุ่มจำนวน มีอิทธิพลต่อค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรในการกะประมาณจำนวน นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างระดับอายุและขนาดกลุ่มจำนวน

จากการศึกษาความสามารถในการกะประมาณจำนวนทั้ง 3 แบบ ให้ผลการวิจัยสอดคล้องกัน นั่นคือพบทั้งอิทธิพลหลักของระดับอายุและขนาดกลุ่มจำนวน และยังพบความสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างสองปัจจัย ผู้วิจัยจึงได้อภิปรายผลการวิจัยโดยพิจารณาตามสมมติฐานการวิจัยซึ่งจะได้กล่าวต่อไป

### 2. ผลการศึกษาความสามารถในการแสดงจำนวน

พบว่าเด็กอายุ 5 ปี 6 ปี และ 7 ปี มีความสามารถในการแสดงจำนวนได้ถูกต้อง 100 เปอร์เซ็นต์ คือได้คะแนนเฉลี่ย 4 คะแนน ทั้งสามระดับอายุ

### 3. ผลการศึกษาความสามารถในการจับคู่จำนวนกับตัวเลข

พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนในงานจับคู่จำนวนกับตัวเลขของเด็กอายุ 5 ปี 6 ปี และ 7 ปี คือ 3.63 3.90 และ 4.00 ตามลำดับ สำหรับร้อยละของความสามารถในงานจับคู่จำนวนกับตัวเลขของเด็กอายุ 5 ปี 6 ปี และ 7 ปี คือ 90.75 97.50 และ 100.00 ตามลำดับ

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบความสามารถในการแสดงจำนวน และความสามารถในการจับคู่จำนวนกับตัวเลขภายหลังจากการทดสอบความสามารถในการกะประมาณเสรีจลิน์แล้วนั้น เพื่อต้องการทดสอบว่าเด็กทั้งสามระดับอายุมีความสามารถในการนับ และมีความเข้าใจสัญลักษณ์ที่ใช้แทนตัวเลขได้อย่างถูกต้องแม่นยำหรือไม่ จากผลการศึกษาพบว่าเด็กทั้งสามระดับอายุมีความสามารถในการนับและเข้าใจสัญลักษณ์ที่ใช้แทนตัวเลขได้แล้ว ดังนั้นจึงยืนยันได้ว่าผลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้เป็นผลที่เกิดจากความสามารถในการกะประมาณจำนวนของเด็กที่มีความสามารถในการนับและการเข้าใจสัญลักษณ์ที่ใช้แทนตัวเลขแล้ว และเป็นความสามารถในการกะประมาณจำนวนอย่างแท้จริง

จากผลการวิจัยข้างต้นสามารถนำมาอภิปรายตามสมมุติฐานในการวิจัยได้ดังนี้

**สมมุติฐานที่ 1** เด็กอายุ 5-7 ปี จะมีเปอร์เซ็นต์ความเบี่ยงเบนสัมบูรณ์ในการกะประมาณจำนวนลดลงตามอายุ

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำพบอิทธิพลของระดับอายุ เมื่อทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ พบว่าเด็กอายุ 5 ปี มีเปอร์เซ็นต์ความเบี่ยงเบนสัมบูรณ์ในการกะประมาณจำนวนแตกต่างกับเด็กอายุ 6 ปี และ 7 ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเด็กอายุ 5 ปี มีเปอร์เซ็นต์ความเบี่ยงเบนสัมบูรณ์ในการกะประมาณจำนวนมากกว่าเด็กอายุ 6 ปี และเด็กอายุ 7 ปี ตามลำดับ แต่เด็กอายุ 6 ปี กับ 7 ปี ไม่พบความแตกต่าง จากผลการวิจัยข้างต้นจึงสนับสนุนสมมุติฐานที่ 1 เพียงบางส่วนเท่านั้น

**สมมุติฐานที่ 2** เปอร์เซ็นต์ความเบี่ยงเบนสัมบูรณ์ในการกะประมาณจำนวนของเด็กอายุ 5-7 ปี จะเพิ่มขึ้นตามขนาดกลุ่มจำนวนที่มากขึ้น

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำพบอิทธิพลของขนาดกลุ่มจำนวน เมื่อทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ พบว่าเปอร์เซ็นต์ความเบี่ยงเบนสัมบูรณ์ในการกะประมาณจำนวนของขนาดกลุ่มจำนวน 5 แตกต่างจากขนาดกลุ่มจำนวน 8 11 และ 14 และ 8 แตกต่างกับ 14 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่ขนาดกลุ่มจำนวน 14 11 และ 8 มีเปอร์เซ็นต์ความ

เบี่ยงเบนสัมบูรณ์ในการกะประมาณจำนวนมากกว่าขนาดกลุ่มจำนวน 5 ตามลำดับ แต่ในขนาดกลุ่มจำนวน 8 กับ 11 และ 11 กับ 14 ไม่พบความแตกต่าง ดังนั้นจากผลการวิจัยข้างต้นจึงสนับสนุนสมมติฐานที่ 2 เพียงบางส่วนเท่านั้น

**สมมติฐานที่ 3** เด็กอายุ 5-7 ปี จะมีเปอร์เซ็นต์คำตอบถูกในการกะประมาณจำนวนเพิ่มขึ้นตามอายุ

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำพบอิทธิพลของระดับอายุ เมื่อทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ พบว่าเด็กทั้งสามระดับอายุมีเปอร์เซ็นต์คำตอบถูกในการกะประมาณจำนวนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่เด็กอายุ 7 ปี มีเปอร์เซ็นต์คำตอบถูกในการกะประมาณจำนวนมากกว่าเด็กอายุ 6 ปี และ 5 ปี ตามลำดับ ดังนั้นจากผลการวิจัยข้างต้นจึงสนับสนุนสมมติฐานที่ 3

**สมมติฐานที่ 4** เปอร์เซ็นต์คำตอบถูกในการกะประมาณจำนวนของเด็กอายุ 5-7 ปี จะลดลงตามขนาดกลุ่มจำนวนที่มากขึ้น

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำพบอิทธิพลของขนาดกลุ่มจำนวน เมื่อทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ พบว่าเปอร์เซ็นต์คำตอบถูกในการกะประมาณจำนวนของทั้งสี่ขนาดกลุ่มจำนวนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่ในขนาดกลุ่มจำนวน 5 มีเปอร์เซ็นต์คำตอบถูกในการกะประมาณจำนวนมากกว่าขนาดกลุ่มจำนวน 8 11 และ 14 ตามลำดับ ดังนั้นจากผลการวิจัยข้างต้นจึงสนับสนุนสมมติฐานที่ 4

**สมมติฐานที่ 5** เด็กอายุ 5-7 ปี จะมีค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปร (C.V.) ในการกะประมาณจำนวนลดลงตามอายุ

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำพบอิทธิพลของระดับอายุ เมื่อทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ พบว่าเด็กทั้งสามระดับอายุมีค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรในการกะประมาณจำนวนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเด็กอายุ 5 ปี จะมีค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรในการกะประมาณจำนวนมากกว่าเด็กอายุ 6 ปี และ 7 ปี ตามลำดับ ดังนั้นจากผลการวิจัยข้างต้นจึงสนับสนุนสมมติฐานที่ 5

**สมมุติฐานที่ 6** ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปร (C.V.) ในการกะประมาณจำนวนของเด็กอายุ 5-7 ปี จะเพิ่มขึ้นตามขนาดกลุ่มจำนวนที่มากขึ้น

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำพบอิทธิพลของขนาดกลุ่มจำนวนเมื่อทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรในการกะประมาณจำนวนของขนาดกลุ่มจำนวน 5 แตกต่างจากขนาดกลุ่มจำนวน 8 และ 11 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยขนาดกลุ่มจำนวน 8 และ 11 มีค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรในการกะประมาณจำนวนมากกว่าขนาดกลุ่มจำนวน 5 แต่ในขนาดกลุ่มจำนวน 5 กับ 14 , 8 กับ 11 , 8 กับ 14 และ 11 กับ 14 ไม่พบความแตกต่าง ดังนั้นจากผลการวิจัยข้างต้นจึงสนับสนุนสมมุติฐานที่ 6 เพียงบางส่วนเท่านั้น

ในการศึกษาความสามารถในการกะประมาณจำนวนทั้ง 3 แบบ พบว่าการศึกษาเปอร์เซ็นต์คำตอบถูกในการกะประมาณจำนวนสนับสนุนสมมุติฐานการวิจัย สำหรับการศึกษาเปอร์เซ็นต์ความเบี่ยงเบนสัมบูรณ์ในการกะประมาณจำนวน และค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรพบว่าสนับสนุนสมมุติฐานการวิจัยเพียงบางส่วน นอกจากนี้แล้วในการศึกษาความสามารถในการกะประมาณจำนวนทั้ง 3 แบบ เรายังพบความสัมพันธ์ร่วมระหว่างระดับอายุและขนาดกลุ่มจำนวน ซึ่งจะอภิปรายได้ดังนี้

- ความสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างระดับอายุ และขนาดกลุ่มจำนวน ที่มีต่อเปอร์เซ็นต์ความเบี่ยงเบนสัมบูรณ์ในการกะประมาณจำนวน เมื่อพิจารณาจากกราฟเส้น (รูปภาพที่ 3.1) แสดงให้เห็นว่าเด็กอายุ 5 ปี มีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความเบี่ยงเบนสัมบูรณ์ในการกะประมาณจำนวน ในขนาดกลุ่มจำนวน 5 8 11 และ 14 สูงมากกว่าในระดับอายุ 6 ปี และ 7 ปี ตามลำดับ สำหรับเด็กอายุ 6 ปี และ 7 ปี จะพบว่าในขนาดกลุ่มจำนวน 8 11 และ 14 เด็กจะมีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความเบี่ยงเบนสัมบูรณ์ในการกะประมาณจำนวนใกล้เคียงกันมาก ยกเว้นในขนาดกลุ่มจำนวน 5 พบว่า เด็กทั้ง 3 ระดับอายุมีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความเบี่ยงเบนสัมบูรณ์ในการกะประมาณจำนวน ที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน เมื่อทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ภายในขนาดกลุ่มจำนวน 5 ของเด็กทั้งสามระดับอายุ พบว่าเด็กทั้งสามระดับอายุมีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความเบี่ยงเบนสัมบูรณ์ในการกะประมาณจำนวนของขนาดกลุ่มจำนวน 5 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเด็กอายุ 5 ปี จะมีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความเบี่ยงเบนสัมบูรณ์ในการกะประมาณจำนวนมากกว่าเด็กอายุ 6 ปี และ 7 ปี ตามลำดับ

- ความสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างระดับอายุ และขนาดกลุ่มจำนวน ที่มีต่อเปอร์เซ็นต์คำตอบถูกในการกะประมาณจำนวน จากกราฟเส้น (รูปภาพที่ 3.2) แสดงความสัมพันธ์ร่วมระหว่างระดับ

อายุและขนาดกลุ่มจำนวนพบว่าเด็กอายุ 7 ปี มีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์คำตอบถูกในการกะประมาณจำนวน ในขนาดกลุ่มจำนวน 5 8 11 และ 14 สูงกว่าในระดับอายุ 6 ปี และ 5 ปี ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาถึงขนาดกลุ่มจำนวน 8 11 และ 14 ของเด็กทุกระดับอายุ พบว่ามีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์คำตอบถูกในการกะประมาณจำนวนค่อนข้างจะใกล้เคียงกันมาก ยกเว้นในขนาดกลุ่มจำนวน 5 กลับพบว่าค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์คำตอบถูกในการกะประมาณจำนวน ของเด็กทั้งสามระดับอายุมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน เมื่อทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ภายในขนาดกลุ่มจำนวน 5 ของเด็กทั้งสามระดับอายุ พบว่าเด็กทั้งสามระดับอายุมีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์คำตอบถูกในการกะประมาณจำนวนของขนาดกลุ่มจำนวน 5 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเด็กอายุ 7 ปี จะมีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์คำตอบถูกในการกะประมาณจำนวนมากกว่าเด็กอายุ 6 ปี และ 5 ปี ตามลำดับ

- ความสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างระดับอายุ และขนาดกลุ่มจำนวน ที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรในการกะประมาณจำนวน จากกราฟเส้น (รูปภาพที่ 3.3) แสดงว่าทั้งระดับอายุและขนาดกลุ่มจำนวนจะมีอิทธิพลร่วมกัน และอธิบายได้ว่าเด็กอายุ 5 ปี จะมีค่าเฉลี่ยของค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรในการกะประมาณจำนวนในทุกขนาดกลุ่มจำนวน มากกว่ากลุ่มอายุ 6 ปี และ 7 ปี และในขนาดกลุ่มจำนวน 5 พบว่าเด็กทั้ง 3 ระดับอายุมีค่าเฉลี่ยของค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรในการกะประมาณจำนวน แตกต่างกันอย่างชัดเจน คือเด็กอายุ 7 ปี มีค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรต่ำกว่ากลุ่มอายุอื่นอย่างเห็นได้ชัด สำหรับขนาดกลุ่มจำนวน 8 11 และ 14 พบว่าเด็กอายุ 6 ปี และ 7 ปี มีค่าเฉลี่ยของค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรในการกะประมาณจำนวน ใกล้เคียงกันมาก เมื่อทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ภายในขนาดกลุ่มจำนวน 5 ของเด็กทั้งสามระดับอายุ พบว่าเด็กอายุ 5 ปี กับ 7 ปี และ 6 ปี กับ 7 ปี มีค่าเฉลี่ยของค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรในการกะประมาณจำนวนของขนาดกลุ่มจำนวน 5 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเด็กอายุ 5 ปี และ 6 ปี จะมีค่าเฉลี่ยของค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรในการกะประมาณจำนวนมากกว่าเด็ก 7 ปี สำหรับเด็กอายุ 5 ปี กับ 6 ปี ไม่พบความแตกต่าง

สิ่งที่น่าสนใจของการศึกษาในครั้งนี้เราพบว่าที่ขนาดกลุ่มจำนวน 5 เด็กทั้งสามระดับอายุ จะมีความสามารถในการกะประมาณจำนวนแตกต่างกัน โดยในการศึกษาเปอร์เซ็นต์ความความเบี่ยงเบนสัมบูรณ์ในการกะประมาณจำนวน และเปอร์เซ็นต์คำตอบถูกในการกะประมาณจำนวน พบว่าเด็กทั้งสามระดับอายุมีความสามารถแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรพบว่าเด็กอายุ 5 ปี และ 6 ปี มีความสามารถแตกต่างกับเด็กอายุ 7 ปี ดังนั้นที่ขนาดกลุ่มจำนวน 5 ทำให้เราทราบว่าเด็กทั้งสามระดับอายุมีความสามารถในการกะประมาณแตกต่างกัน หรือกล่าวได้ว่าเราพบอิทธิพลของอายุจะส่งผลต่อความสามารถในการกะ

ประมาณในขนาดกลุ่มจำนวน 5 แต่ที่ขนาดกลุ่มจำนวน 8 11 และ 14 ไม่พบอิทธิพลของอายุ หมายความว่าที่ขนาดกลุ่มจำนวน 8 11 และ 14 เด็กจะมีความสามารถในการกะประมาณจำนวน ไม่แตกต่างกัน

อิทธิพลของอายุที่มีต่อความสามารถในการกะประมาณจำนวน

เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์คำตอบถูกในการกะประมาณจำนวน ในขนาดกลุ่มจำนวน 5 ของเด็กทั้ง 3 ระดับอายุ พบว่าเปอร์เซ็นต์คำตอบถูกในการกะประมาณจำนวนแตกต่างกัน คือเด็กอายุ 7 ปี ตอบถูกมากกว่าเด็ก 6 ปี และ 5 ปี ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาที่ผ่านมา พบว่าความแม่นยำในการกะประมาณจำนวนจะเพิ่มตามอายุ เช่น ผู้ใหญ่จะมีความแม่นยำมากกว่าเด็ก และในเด็กโตจะมีความแม่นยำมากกว่าเด็กเล็ก ตามลำดับ (Newman & Berger, 1984; Crites, 1992; Huntley-Fenner, 2001; Siegler & Booth, 2004; Booth & Siegler, 2006) ทั้งนี้เนื่องมาจากปัจจัยที่ทำให้ความสามารถของการกะประมาณจำนวนแตกต่างกันอาจจะเกิดจากการใช้กลวิธีในการกะประมาณจำนวนของเด็กแต่ละระดับอายุต่างกัน เช่นในบางการวิจัยแสดงให้เห็นว่าเด็กที่อายุมากกว่าจะสามารถเลือกใช้กลวิธีที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการกะประมาณจำนวนได้ดีกว่าเด็กเล็ก เช่น เด็กเล็กจะใช้กลวิธีการรับรู้พื้นฐาน เช่น การมอง และการเดา สำหรับเด็กโตจะเลือกใช้กลวิธีที่ซับซ้อนเช่น การแยก(decomposition)/การผสมอีกครั้ง (recomposition) เป็นต้น (Newman & Berger, 1984; Crites, 1992) การเปลี่ยนแปลงกลวิธีและตัวแทน ตัวเลือกกลวิธี การเปลี่ยนแปลงการใช้กลวิธี และความแตกต่างในแต่ละบุคคล ทั้ง 4 คุณลักษณะนี้สามารถอธิบายพัฒนาการความแม่นยำในการกะประมาณจำนวน ซึ่งเป็นไปตาม Overlapping Waves Theory โดย Siegler (1996, อ้างถึงใน Chen & Siegler, 2001) เป็นผู้เสนอทฤษฎีดังกล่าวนี้และได้พยายามอธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงทางความคิดความเข้าใจในเรื่องการกะประมาณจำนวน กล่าวคือบุคคลรู้และใช้หลายกฎ หลายกลวิธี และหลายตัวแทน ซึ่งการใช้ตัวแทนที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น สถานการณ์ที่แตกต่างกัน อายุ และประสบการณ์ สำหรับการศึกษพัฒนาการของการกะประมาณจำนวนในปัจจุบันนี้ได้พยายามชี้ให้เห็นว่าเด็กจะพัฒนารูปแบบการใช้ตัวแทนเปลี่ยนแปลงไปโดยจะพัฒนาจากการใช้ตัวแทนแบบไม้บรรทัดลอการิทึม (logarithmic ruler representation) ไปเป็นตัวแทนแบบเส้นตรง (linear representation) เพิ่มขึ้นตามอายุ (Siegler & Booth, 2004; Booth & Siegler, 2006) ดังนั้นผลการวิจัยในครั้งนี้ที่เด็กอายุมากกว่าตอบถูกมากกว่าเด็กที่มีอายุน้อยกว่าทั้งนี้อาจเกิดจากความสามารถอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการกะประมาณจำนวนดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

### อิทธิพลของขนาดกลุ่มจำนวนต่อความสามารถในการกะประมาณจำนวน

จากผลการวิจัยเราพบว่าเปอร์เซ็นต์คำตอบถูกในการกะประมาณจำนวนของทั้งสี่ขนาดกลุ่มจำนวนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่ในขนาดกลุ่มจำนวน 5 มีเปอร์เซ็นต์คำตอบถูกในการกะประมาณจำนวนมากกว่าขนาดกลุ่มจำนวน 8 11 และ 14 ตามลำดับ สำหรับการศึกษที่ผ่านมามีพบว่าในขนาดกลุ่มจำนวนที่มีจำนวนไม่เกิน 4 จุด จะมีความผิดพลาดน้อย สำหรับจำนวนจุดมากกว่า 7 จุด พบว่าความผิดพลาดมากกว่าร้อยละ 50 ซึ่งความแตกต่างของอัตราความผิดพลาดในการบอกจำนวนที่มีขนาดเล็กและขนาดใหญ่ นั้นเกิดจากกระบวนการที่ใช้ในการทำงานของกลุ่มจำนวนเหล่านั้นมีความแตกต่างกันนั่นเอง (Mandler & Shebo, 1982 อ้างถึงใน Geary, 1994) ดังนั้นการรับรู้ขนาดกลุ่มจำนวนที่มีค่ามากหรือน้อยอาศัยกลไกของการรับรู้ต่างกัน เช่นการรับรู้กลุ่มจำนวนน้อยอธิบายด้วยโมเดลตัวสะสม (accumulator model) สำหรับการกะประมาณกลุ่มจำนวนที่มีขนาดใหญ่จะเป็นไปตามกฎของ Weber's law หรือ Scalar law (อ้างถึงใน Dehaene, 1997) ซึ่งเป็นกฎที่อธิบายความสามารถในการแยกความแตกต่างของสิ่งเร้า โดยอาศัยสัดส่วนที่แตกต่างในการรับสิ่งเร้า มากกว่าการอาศัยผลลัพธ์ที่เกิดจากค่าที่แตกต่างกันอย่างแท้จริง (absolute difference) และกฎดังกล่าวนี้ได้ถูกมาประยุกต์ใช้ในการวัดความสามารถทางการรับรู้ความรู้สึก (sensory ability) เช่นการตัดสินใจเปรียบเทียบความสว่างว่าสิ่งเร้าใดสว่างกว่าสิ่งเร้าอื่นๆ หรือเสียงใดดังกว่าเสียงอื่นๆ เป็นต้น นอกจากนี้กฎนี้ก็นำมาใช้ในหลายสถานการณ์ซึ่งต้องการจำแนกลักษณะทางนามธรรมของการศึกษาความคิดความเข้าใจ (cognitive dimensions)

นอกจากนี้การกะประมาณกลุ่มจำนวนขนาดใหญ่ยังได้รับอิทธิพลของผลของระยะห่าง (distance effect) โดยเราจะแยกแยะจำนวนที่มีระยะห่างกันมากได้ง่ายกว่า เช่น 80 กับ 100 แยกแยะง่ายกว่า 81 กับ 82 และผลของขนาด (magnitude effect) เราจะใช้เวลาานกว่าเพื่อจะแยกแยะจำนวนที่มีค่ามาก เช่น 90 กับ 100 จะแยกแยะยากกว่า 10 กับ 20 เช่นเดียวกับแนวความคิดการนับแบบไม่ใช้ภาษา (Gallistel & Gelman, 2000) ซึ่งเป็นกระบวนการที่แทนปริมาณที่ไม่ต่อเนื่อง หรือปริมาณที่สามารถนับได้ มีความหมายเกี่ยวข้องกับขนาดตามการกระจายของปริมาณที่ไม่มีทิศทาง (scalar variability) พบว่าความแม่นยำของการนับแบบก่อนการใช้ภาษา และกลไกการใช้เวลาในการตัดสินใจในกลุ่มจำนวนลดลงตามจำนวนของวัตถุที่เพิ่มขึ้น แต่การใช้กลไกก่อนใช้ภาษาจะสามารถตัดสินใจได้รวดเร็วและแม่นยำสำหรับกลุ่มจำนวนขนาดเล็ก จากการศึกษาที่ผ่านมามีผลของระยะห่าง (distance effect) ในทารก เด็กเล็ก และผู้ใหญ่ (Temple & Posner, 1998; Huntley-Fenner & Cannon, 2000; Xu & Spelke, 2000; Xu, 2003) ในบาง



การศึกษานักวิจัยต้องการแสดงให้เห็นว่าเด็กมีความสามารถในการกะประมาณได้เช่นเดียวกับผู้ใหญ่ เช่นในการศึกษาของ Huntley-Fenner (2001) ซึ่งศึกษาความสามารถในการกะประมาณจำนวนในเด็กอายุ 5-7 ปี ผลการศึกษาพบว่าเด็กอายุมากขึ้นจะมีความแม่นยำในการกะประมาณจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และขนาดกลุ่มจำนวนมากขึ้นทำให้ความแม่นยำในการกะประมาณจำนวนลดลง ดังนั้นจึงพบว่ามีอิทธิพลของอายุ และขนาดของกลุ่มจำนวนส่งผลต่อความสามารถในการกะประมาณจำนวน ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยครั้งนี้ในบางส่วน คือ พบว่าเด็กแต่ละระดับอายุจะมีความสามารถในการกะประมาณจำนวนในขนาดกลุ่มจำนวน 5 แตกต่างกัน โดยที่เด็กทั้ง 3 ระดับอายุ มีความสามารถในการกะประมาณจำนวนสำหรับขนาดกลุ่มจำนวน 5 มากกว่าขนาดกลุ่มจำนวน 8 11 และ 14 นั่นคือเด็กทั้ง 3 ระดับอายุสามารถกะประมาณขนาดกลุ่มจำนวน 5 ได้แม่นยำมากกว่ากลุ่มจำนวนอื่นๆ

ความสามารถในการนับและความสามารถในการจับคู่จำนวนกับตัวเลขเกี่ยวข้องกับความสามารถในการกะประมาณจำนวนหรือไม่

ในงานวิจัยที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่าทารกมีความสามารถทางจำนวนแล้ว (Starkey et al, 1980 อ้างถึงใน เพ็ญพิไล ฤทธาคนานนท์, 2536) แม้ยังไม่ได้รับการสอนการนับเด็กก็มีความสามารถในการบอกจำนวนได้ ความสามารถในการนับและการกะประมาณจำนวนเป็นความสามารถที่ต้องอาศัยกระบวนการที่ต่างกัน การนับต้องอาศัยความรู้ของหลักการนับ เช่น หลักหนึ่งต่อหนึ่ง (one-to-one principle) นั่นคือเด็กจะต้องมีความรู้ว่ามีตัวเลขเพียงตัวเดียวสำหรับวัตถุแต่ละอัน จะต้องไม่นับซ้ำหรือซ้ำ และหยุดนับเมื่อวัตถุชิ้นสุดท้ายถูกนับแล้ว (Gelman, 1982 อ้างถึงใน เพ็ญพิไล ฤทธาคนานนท์, 2536) สำหรับความสามารถในการกะประมาณจำนวนเป็นความสามารถที่พบได้ในสิ่งมีชีวิตหลายสายพันธุ์และความสามารถนี้อยู่ภายใต้กฎของ Weber ซึ่งจะได้รับอิทธิพลของขนาดและระยะห่าง และความสามารถนี้ไม่อาศัยทักษะทางภาษา ดังนั้นความสามารถในการนับและการกะประมาณจำนวนนั้นอาศัยกระบวนการต่างกัน การวิจัยที่ผ่านมาพบว่าความสามารถทั้งสองมีความสัมพันธ์กัน ในเด็กที่อายุมากกว่าซึ่งได้พัฒนาทักษะการนับเพื่อใช้เป็นกลวิธีสำหรับการกะประมาณจำนวนให้มีความแม่นยำมากกว่าเด็กที่อายุน้อยกว่า (Newman & Berger, 1984)

ผลการวิจัยในครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงระดับความสามารถในการกะประมาณจำนวนของเด็กอายุ 5 ปี 6 ปี และ 7 ปี โดยเมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์คำตอบถูกในการกะประมาณจำนวนของขนาดกลุ่มจำนวน 5 เราพบว่าเด็กทั้งสามระดับอายุกะประมาณจำนวนได้ถูกต้องไม่ถึงร้อยละ 75 (ใน

ตารางที่ 3.6) แม้แต่เด็กอายุ 7 ปี ก็ตอบถูกเพียงร้อยละ 73.19 หมายความว่าเด็กทั้งสามระดับอายุยังไม่มี ความแม่นยำในการกะประมาณจำนวน 5 ได้อย่างถูกต้อง เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ตัดสินความสามารถตามพัฒนาการของ Piaget (1951, อ้างถึงใน จริยา ชีรนวนิชย์, 2546) กล่าวคือเด็กที่ทำการทดสอบจะต้องตอบได้ถูกต้องอย่างน้อยร้อยละ 75 ของคะแนนทั้งหมด จึงจะจัดว่าเด็กคนนั้นมีความสามารถนั้นๆ อย่างสมบูรณ์ สำหรับเด็กอายุ 7 ปี ถือว่ามีคะแนนความสามารถเกือบถึงร้อยละ 75 มากที่สุด เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Huntley-Fenner (2001) พบว่าเปอร์เซ็นต์คำตอบถูกในการกะประมาณจำนวนของเด็กอายุ 7 ปี สำหรับขนาดกลุ่มจำนวน 5 คือร้อยละ 65 ซึ่งต่ำกว่าที่พบในเด็กไทย ทั้งนี้ในการหาเปอร์เซ็นต์คำตอบถูกในการกะประมาณจำนวน หาได้โดยคิดร้อยละของจำนวนครั้งที่ตอบถูกในการกะประมาณจำนวน จากจำนวนครั้งที่ทั้งหมด ซึ่งวิธีการคิดดังกล่าวนี้พบว่าเด็กอายุ 7 ปี (ในตาราง ข.1) จำนวน 1 คนมีคำตอบถูกเป็น 0 และอีก 5 คน มีคำตอบถูกต่ำกว่าร้อยละ 50 แม้ว่าในเด็กบางคนจะกะประมาณผิดพลาดจากค่าจริงเพียง  $\pm 1$  เท่านั้น ดังนั้นการคำนวณเปอร์เซ็นต์คำตอบถูกในการกะประมาณจำนวนเป็นการให้ข้อมูลเชิงปริมาณมากกว่าเชิงคุณภาพ

ความสามารถในการกะประมาณจำนวนมีความเกี่ยวข้องกับหลายปัจจัย เช่น การรับรู้พื้นที่ ความเร็วในการแสดงสิ่งเร้า หรือความสามารถทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น ในการวิจัยนี้ได้ควบคุมปัจจัยแทรกซ้อนที่อาจส่งผลกระทบต่อการกะประมาณจำนวน เช่น การกำหนดให้ ความสว่างของพื้นที่ในการแสดงภาพขนาดกลุ่มสี่เหลี่ยม ให้มีพื้นที่เท่ากันทุกกลุ่มจำนวนทั้งนี้เพื่อควบคุมความไวในการรับรู้พื้นที่ออกไป (Durgin, 1995) ในการกำหนดเวลาแสดงภาพให้รวดเร็ว (250 มิลลิวินาที) เพื่อป้องกันการนับ ซึ่งอ้างอิงจากการวิจัยของ Huntley-Fenner (2001) พบว่าเด็กไม่สามารถนับจำนวนได้ทันในเวลา ที่แสดงเพียง 250 มิลลิวินาที และการเลือกขนาดกลุ่มจำนวนมากกว่า 3 ขึ้นไป ทำให้สามารถแยกออกจากการนับแบบไม่ออกเสียงและไม่ชี้ (subitizing) ออกจากงานกะประมาณจำนวนได้ (Mandler & Shebo, 1982, อ้างถึงใน Geary, 1994; Trick & Pylyshyn, 1994) นอกจากนี้ยังได้มีการพิสูจน์ความสามารถทางจำนวนด้านอื่นๆ เช่น ความสามารถในการแสดงจำนวน และความสามารถในการจับคู่จำนวนกับตัวเลข ทำให้ทราบว่าเด็กทั้ง 3 ระดับอายุ มีความสามารถดังกล่าวแล้ว ดังนั้นผลการวิจัยในครั้งนี้ที่เกิดจากความสามารถในการกะประมาณจำนวนอย่างแท้จริง

ความสามารถในการกะประมาณจำนวนจัดเป็นการใช้ตัวแทนทางจำนวนแบบอะนาลอก (Analog representation of number) ซึ่งเป็นการใช้ตัวแทนของจำนวนที่เป็นตัวเลข ไม่ต้องอาศัย

ภาษา แต่เป็นการประมาณค่าที่ใกล้เคียงเท่านั้น การใช้ตัวแทนทางจำนวนดังกล่าวนี้พบได้ในสิ่งมีชีวิตหลายสายพันธุ์ เช่นในมนุษย์ หนู ลิง หรือนกพิราบ เป็นต้น จากผลการวิจัยที่ได้ในการศึกษาครั้งพบว่าทั้งปัจจัยทางด้านอายุ และขนาดของกลุ่มจำนวนต่างส่งผลร่วมกันต่อความสามารถในการกะประมาณจำนวน นอกจากนี้จากงานวิจัยที่ผ่านมาและในปัจจุบันเรายังพบว่าความสามารถในการกะประมาณจำนวนขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ทักษะการนับ กลวิธีในการกะประมาณจำนวน ผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ ประสบการณ์ที่ได้รับการฝึกการกะประมาณจำนวน และขึ้นอยู่กับบริบทของงานกะประมาณจำนวน ดังนั้นการศึกษาศักยภาพในการกะประมาณจำนวนจึงเป็นหัวข้อที่น่าสนใจให้เราได้ศึกษาต่อไป เพื่อจะได้นำความรู้ที่ได้จากการศึกษาในเรื่องดังกล่าวนี้มาเป็นแนวทางสำหรับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้แก่เด็กต่อไป