บทที่ 4

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาพัฒนาการและเปรียบเทียบความสามารถในการเข้าใจการลด การเพิ่ม และความคงที่ของจำนวน ในเด็กก่อนวัยเรียนที่ยังไม่เข้าใจการอนุรักษ์จำนวน อายุ 3-5 ปี โดยมีสมมติฐานการวิจัย 2 ข้อดังนี้

สมมติฐานที่ 1 เด็กก่อนวัยเรียนที่ยังไม่เข้าใจการอนุรักษ์จำนวนมีความเข้าใจการลด การเพิ่ม และความคงที่ของจำนวน

สมมติฐานที่ 2 เด็กก่อนวัยเรียนที่ยังไม่เข้าใจการอนุรักษ์จำนวนที่มีอายุมากกว่าจะมีความเข้าใจการลด การเพิ่ม และความคงที่ของจำนวนดีกว่าเด็กก่อนวัยเรียนที่ยังไม่เข้าใจการอนุรักษ์จำนวนที่มีอายุน้อยกว่า

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเด็กก่อนวัยเรียนอายุ 3-5 ปี ที่ทำงานทดสอบความเข้าใจการอนุรักษ์จำนวนของพีอาเจท์ (Piaget 1952: 25-38) ได้คะแนน 50% หรือต่ำกว่า และเมื่อพิจารณาจำนวนกลุ่มตัวอย่างในตารางที่ 4 จะพบว่า เด็กอายุ 3-4 ปี ไม่สามารถตอบคำถามและให้เหตุผลงานทดสอบความเข้าใจการอนุรักษ์จำนวนได้ถูกต้องเลย ส่วนเด็กอายุ 5 ปี สามารถตอบคำถามและให้เหตุผลคำถามข้อ 1 ได้ถูกต้องเพียง 3 คน (คิดเป็นร้อยละ 7.5) นั่นย่อมแสดงว่ากลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเด็กก่อนวัยเรียนที่ยังไม่มีความเข้าใจการอนุรักษ์จำนวน

เป็นที่น่าสังเกตว่า เด็กอายุน้อยยอมรับความเท่าเทียมกันของเบี้ยสีแดงและเบี้ยสีน้ำเงินที่มีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งการวางสูงกว่าเด็กที่มีอายุมากกว่า (ดังตารางที่ 5 ในภาคผนวก ค) แต่เมื่อถามเหตุผลว่า ทำไมเบี้ยจึงมีจำนวนเท่ากัน ปรากฏว่าเด็กอายุ 3-4 ปี ไม่สามารถให้เหตุผลที่ถูกต้องได้เลย ส่วนเด็กอายุ 5 ปี สามารถให้เหตุผลที่ถูกต้องได้เฉพาะในคำถามข้อ 1 และข้อ 4 เพียง 3 และ 1 คน ตามลำดับ (คิดเป็นร้อยละ 10) นั่นย่อมแสดงว่าการที่เด็กยอมรับความเท่าเทียมกันของจำนวนที่มีค่าน้อย (2-3 จำนวน) ไม่ได้เกิดจากความเข้าใจการอนุรักษ์จำนวนที่มีค่าน้อย (2-3 จำนวน) ปัจจัยที่ทำให้เด็กยอมรับความเท่าเทียมกันของ

จำนวนสูงนั้นน่าจะเกิดจากเด็กยังไม่เข้าใจคำพูดเชิงปริมาณและการเปรียบเทียบ เช่น มากกว่า, น้อยกว่า (Braine 1959, Green and Laxon 1970, Zimiles 1963, cited by Gelman 1972: 76) ดังนั้นเด็กที่มีอายุน้อยจึงตอบปัญญางานอนุรักษ์จำนวนแบบไม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอน (Hood 1962: 273-276) ประกอบงานอนุรักษ์จำนวนของพีอาเจท์วัดความเข้าใจการอนุรักษ์จำนวนด้วยการเสนอสิ่งของ 2 ชุด (sets) เช่น แถวลูกปัดสีเขียวกับแถวลูกปัดสีแดง, แถวเม็ดถั่ว 2 แถว ที่วางเรียงเท่าเทียมกัน (equivalence) ก่อนตั้งคำถาม เพื่อให้เด็กเปรียบเทียบจำนวนลูกปัดทั้งสองแถวว่า "ลูกปัดมีจำนวนเท่ากันหรือไม่" และถามเหตุผลที่ใช้ในการตัดสินจำนวนต่อไปว่า "ทำไมถึงเท่ากัน" หรือ "ทำไมถึงไม่เท่ากัน" เมื่อเด็กยอมรับความเท่าเทียมกันของลูกปัดในคำถามแรกแล้ว ผู้ทดลองจะทำการย้ายที่ตำแหน่งลูกปัดด้วยการขยายหรือลดความยาวของแถวต่อหน้าเด็ก แล้วตั้งคำถามลักษณะเดิมหลังการเปลี่ยนแปลงทุกครั้ง การที่เด็กซึ่งขาดความสามารถในการอนุรักษ์จำนวน ต้องตัดสินจำนวนที่เท่ากัน 2 แถว โดยต้องยอมรับความเท่าเทียมกันของจำนวนในคำถามแรก คำว่า "เท่ากัน" ที่เด็กใช้ตอบคำถามแรกน่าจะเป็นตัวชี้แนะ (cue) คำตอบในคำถามต่อ ๆ ไป ดังเช่นผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า เมื่อผู้วิจัยถามเด็กอายุ 3 ปี ว่า "เบี้ยสีแดงและเบี้ยสีน้ำเงินมีจำนวนเท่ากันหรือไม่" เด็กจำนวน 88.75% ตอบถูกว่ามีจำนวนเท่ากัน (ดังตารางที่ 5 ในภาคผนวก ค) เมื่อผู้วิจัยถามเหตุผลที่ใช้ตอบว่า "ทำไมถึงเท่ากัน" เด็กส่วนใหญ่จะตอบว่า "เท่ากัน" แต่เมื่อผู้วิจัยถามต่อไปว่า "อะไรเท่ากัน" เด็กก็ยังคงยืนยันคำตอบเดิมว่า "เท่ากัน" นั่นย่อมแสดงว่า เด็กอายุ 3 ปี ยังไม่เข้าใจการอนุรักษ์จำนวนอย่างแท้จริง เพราะเด็กยังขาดความสามารถในการให้เหตุผลที่ถูกต้องได้ ดังนั้นในการตัดสินความเข้าใจการอนุรักษ์จำนวน จะแยกพิจารณาเฉพาะคะแนนคำตอบหรือคะแนนเหตุผลไม่ได้ เราจะต้องพิจารณาคะแนนทั้งสองอย่างควบคู่กันไป

การวิจัยครั้งนี้ยังพบว่า เด็กก่อนวัยเรียนที่ยังไม่เข้าใจการอนุรักษ์จำนวนอายุ 3 ปี ไม่สามารถนับเลขปากเปล่าได้ถึงเกณฑ์ 75% ของพีอาเจท์เลย ส่วนเด็กอายุ 4-5 ปี สามารถนับปากเปล่าเลข 1-7 และเลข 1-9 ได้ถึงเกณฑ์ 75% ของพีอาเจท์ เมื่ออายุ 4 และ 5 ปี ตามลำดับ (ดังตารางที่ 3 ในภาคผนวก ค) ความสามารถในการนับเลขนี้จะเพิ่มขึ้นตามระดับอายุ กล่าวคือ เด็กอายุ 3 ปี สามารถนับเลขได้เฉลี่ย 1-4 ส่วนเด็กอายุ 4 ปี นับเลขได้เฉลี่ย 1-11 และเด็กอายุ 5 ปี นับเลขได้เฉลี่ย 1-19 ความสามารถในการนับเลขของเด็กนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของเกลแมนและกอลลิสเทล (Gelman and Gallistel 1978, cited by Gelman 1979: 90) ที่พบว่า เด็กอายุ $2\frac{1}{2}$ ปี มีความเข้าใจกฎการนับและสามารถให้

เหตุผลเกี่ยวกับจำนวนได้ และความสามารถในการนับจำนวนของเด็กจะเพิ่มขึ้นตามระดับอายุ (อมรรัตน์ สุทธิพินิจธรรม 2527: 68) เมื่อทดสอบความสามารถในการบอกค่าสิ่งของ 1-5 สิ่ง (ดังตารางที่ 4 ในภาคผนวก ค) พบว่าเด็กอายุ 5 ปี มีความสามารถในการบอกค่าจำนวนสูงสุด รองลงมาคือเด็กอายุ 4 ปี และเด็กอายุ 3 ปี มีความสามารถต่ำสุด เด็กก่อนวัยเรียนที่ยังไม่เข้าใจการอนุรักษ์จำนวนจะสามารถบอกค่าสิ่งของ 1-2 สิ่ง ได้ถึงเกณฑ์ 75% ของพีอาเจท์เมื่ออายุ 4 ปี

สมมติฐานที่ 1 เด็กก่อนวัยเรียนที่ยังไม่เข้าใจการอนุรักษ์จำนวนมีความเข้าใจการลด การเพิ่ม และความคงที่ของจำนวน

จากการศึกษาความเข้าใจการลดจำนวน การเพิ่มจำนวน และความคงที่ของจำนวนในเด็กก่อนวัยเรียนที่ยังไม่เข้าใจการอนุรักษ์จำนวนที่มีค่าน้อย (2-3 จำนวน) ตามแนวคิดของเกลแมน (Gelman 1972: 75-90) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า เด็กทำงาน การเพิ่มจำนวนและงานการลดจำนวนได้คะแนนสูงกว่าเกณฑ์ 75% ของพีอาเจท์ เมื่ออายุ 4 และ 5 ปี ตามลำดับ (ดังตารางที่ 6 และ 12) การที่เด็กทำคะแนนงานการเพิ่มจำนวนและงานการลดจำนวนได้สูงกว่าร้อยละ 75 ย่อมแสดงให้เห็นว่าเด็กก่อนวัยเรียนที่ยังไม่เข้าใจการอนุรักษ์จำนวนอายุ 4 ปี มีความเข้าใจว่าถ้าเพิ่มสิ่งของเข้าไปในจำนวนที่มีอยู่เดิมจะมีผลทำให้ค่าของจำนวนเปลี่ยนแปลง และเด็กก่อนวัยเรียนที่ยังไม่เข้าใจการอนุรักษ์จำนวนอายุ 5 ปี มีความเข้าใจว่า ถ้านำสิ่งของออกไปจากจำนวนที่มีอยู่เดิมจะมีผลทำให้ค่าของจำนวนเปลี่ยนแปลง ดังเช่นผลการวิจัยครั้งนี้พบว่าเมื่อตั้งคำถามให้เด็กเลือกจานที่มีตุ๊กตาแมว 2 ตัว (จานผู้แพ้) และ 3 ตัว (จานผู้ชนะ) โดยไม่อธิบายความหมายของคำว่า "ผู้แพ้" "ผู้ชนะ" หรือวิธีการทดสอบ เด็กที่ทำงานการเพิ่มจำนวนอายุ 4-5 ปี เกินร้อยละ 80 แสดงพฤติกรรมประหลาดใจเมื่อพบว่ามีจานผู้ชนะทั้งสองจาน และเด็กที่ทำงานการลดจำนวนอายุ 5 ปี เกินร้อยละ 84 แสดงพฤติกรรมประหลาดใจ เมื่อพบว่ามีจานผู้แพ้ทั้งสองจาน การที่เด็กจะแสดงพฤติกรรมประหลาดใจเมื่อพบว่ามีจานผู้ชนะทั้งสองจานหรือจานผู้แพ้ทั้งสองจานได้นั้น เด็กจะต้องรู้ว่ามีการเปลี่ยนแปลงจำนวนตุ๊กตาแมวไปจากที่ตนเคยพบในขั้นฝึกคือ มีจานผู้ชนะ (จานที่มีตุ๊กตาแมว 3 ตัว) จานผู้แพ้ (จานที่มีตุ๊กตาแมว 2 ตัว) และเด็กจะต้องเข้าใจว่าการย้ายที่ตำแหน่งตุ๊กตาแมวโดยการขยายหรือลดความยาวของแถวไม่มีผลทำให้จำนวนตุ๊กตาแมวเปลี่ยนแปลง เด็กจึงจะแสดงพฤติกรรมประหลาดใจเฉพาะเมื่อพบว่ามีจำนวนตุ๊กตาแมวเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากจำนวนที่มีอยู่เดิม ดังนั้นผลการวิจัยครั้งนี้จึงสนับสนุนสมมติฐานข้อ 1 เฉพาะประเด็นที่ว่า เด็กก่อนวัยเรียนที่ยังไม่เข้าใจการอนุรักษ์จำนวนอายุ

4-5 ปี มีความเข้าใจการเพิ่มจำนวน และเด็กก่อนวัยเรียนที่ยังไม่เข้าใจการอนุรักษ์จำนวน อายุ 5 ปี มีความเข้าใจการลดจำนวน ส่วนเด็กอายุ 3 ปี ที่ยังไม่เข้าใจการอนุรักษ์จำนวนนั้น ยังไม่เข้าใจการเพิ่มและการลดจำนวนที่มีค่าน้อย

นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลยังพบว่า เด็กทั้ง 3 ระดับอายุ ทำคะแนนความเข้าใจความคงที่ของจำนวนจากงานการเพิ่มจำนวนและงานการลดจำนวนได้สูงกว่าเกณฑ์ 75% ของพีอาเจท์ (ดังตารางที่ 6 และ 12) โดยที่เด็กอายุ 4-5 ปี ได้คะแนนความเข้าใจความคงที่ของจำนวนสูงใกล้เคียงกัน แต่สูงกว่าเด็กอายุ 3 ปี การที่เด็กสามารถทำคะแนนความเข้าใจความคงที่ของจำนวนได้สูงกว่าร้อยละ 75 ย่อมแสดงว่าเด็กก่อนวัยเรียนที่ยังไม่เข้าใจการอนุรักษ์จำนวนอายุ 3-5 ปี มีความเข้าใจว่าถ้าไม่มีการเพิ่มสิ่งของเข้าไปในจำนวนที่มีอยู่เดิมหรือนำสิ่งของออกไปจากจำนวนที่มีอยู่เดิมจำนวนจะมีค่าคงที่ และการย้ายตำแหน่งของจำนวนโดยการขยายหรือลดความยาวของแถวไม่มีผลทำให้ค่าของจำนวนเปลี่ยนแปลง ดังเช่นผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า เด็กอายุ 3-5 ปี เกินร้อยละ 88 สามารถเลือกจานผู้ชนะ (จานที่มีตุ๊กตาแมว 3 ตัว) ได้ถูกต้อง แม้ว่าจะมีการขยายหรือลดความยาวของแถวตุ๊กตาแมวในจานผู้แพ้ (จานที่มีตุ๊กตาแมว 2 ตัว) และจานผู้ชนะ (จานที่มีตุ๊กตาแมว 3 ตัว) ก็ตาม นั่นย่อมแสดงว่าเด็กจะต้องมีความเข้าใจว่า "3" มีค่าแตกต่างจาก "2" และการย้ายที่ตำแหน่งตุ๊กตาแมวโดยการขยายหรือลดความยาวของแถวไม่มีผลทำให้จำนวนตุ๊กตาแมวเปลี่ยนแปลงเด็กจึงจะสามารถเลือกจานผู้ชนะ (จานที่มีตุ๊กตาแมว 3 ตัว) ได้ถูกต้อง ดังนั้นผลการวิจัยครั้งนี้จึงสนับสนุนสมมติฐานข้อ 1 ที่ว่า เด็กก่อนวัยเรียนอายุ 3-5 ปี ที่ยังไม่เข้าใจการอนุรักษ์จำนวนมีความเข้าใจความคงที่ของจำนวน

การที่เด็กแต่ละระดับอายุมีความเข้าใจการเพิ่มจำนวน การลดจำนวน และความคงที่ของจำนวนแตกต่างกันนั้น พีอาเจท์ (Piaget 1962 อ้างจาก อรุณรัตน์ พิมพ์สุตะ 2533: 52) เชื่อว่า ปัจจัยที่ทำให้เด็กมีพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดต่างกันเกิดจากความพร้อมในการจัดระบบการรับรู้สิ่งเร้าต่าง ๆ เข้าสู่โครงสร้างความคิดของสมอง และการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมทั้งที่เป็นวัตถุทางกายภาพและวัตถุทางสังคมคือ คน ทำให้เด็กสามารถนำประสบการณ์จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ดังกล่าวมาปรับปรุงความคิดความเข้าใจของตนให้ดียิ่งขึ้น ดังจะเห็นได้จากคะแนนความเข้าใจการเพิ่มจำนวนและการลดจำนวนเพิ่มขึ้นตามระดับอายุของเด็ก (อมรรัตน์ สุทธิพินิจธรรม 2527: 72) ซึ่งแสดงว่า เด็กที่มีอายุมากกว่าจะมีพัฒนาการทางสติปัญญาและความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนได้ดีกว่าเด็กที่มีอายุต่ำกว่า ส่วนเด็กอายุ 4-5 ปี ได้คะแนน

ความเข้าใจความคงที่ของจำนวนสูงใกล้เคียงกัน แต่สูงกว่าเด็กอายุ 3 ปี ปัจจัยที่ทำให้เด็กอายุ 4 ปี และ 5 ปี ได้คะแนนความเข้าใจความคงที่ของจำนวนใกล้เคียงกันน่าจะเกิดจากต่างมีความสามารถในเรื่องนี้เกือบสมบูรณ์ถึง 100% พอ ๆ กัน (ดังตารางที่ 2 ในภาคผนวก ค) และเมื่อพิจารณาถึงความสามารถด้านจำนวนของเด็กที่ทำคะแนนงานทดสอบความเข้าใจการเพิ่มจำนวนและงานการลดจำนวนได้ไม่ถึงเกณฑ์ 75% ของพีอาเจท์จะพบว่า ถึงแม้เด็กที่ยังไม่เข้าใจการอนุรักษ์จำนวนอายุ 3 ปี จะยังไม่เข้าใจการเพิ่มจำนวนที่มีค่าน้อย หรือเด็กที่ยังไม่เข้าใจการอนุรักษ์จำนวนอายุ 3-4 ปี จะยังไม่เข้าใจการลดจำนวนที่มีค่าน้อย แต่เด็กอายุ 3 ปี ก็สามารถทำคะแนนงานทดสอบความเข้าใจความคงที่ของจำนวนที่มีค่าน้อยถึงเกณฑ์ 75% ของพีอาเจท์แล้ว นั่นย่อมแสดงว่า อายุเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อความสามารถในการเข้าใจจำนวนในเด็กก่อนวัยเรียนที่ยังไม่เข้าใจการอนุรักษ์จำนวน โดยที่เด็กอายุ 3 ปี จะเข้าใจความคงที่ของจำนวน เด็กอายุ 4 ปี จะเริ่มเข้าใจการเพิ่มจำนวน และเด็กอายุ 5 ปี จะเริ่มเข้าใจการลดจำนวนตามลำดับ

มีผลการวิจัยยืนยันว่า ความรู้พื้นฐานด้านจำนวนบางเรื่องเริ่มปรากฏในตัวเด็กตั้งแต่ช่วงปีแรกของชีวิต กล่าวคือ เด็กทารกอายุประมาณ 6 เดือน สามารถแยกสิ่งของจำนวนน้อยที่พบเห็น และสามารถจับคู่สิ่งของแบบข้ามประสาทสัมผัส (cross-modally) โดยการจับคู่จำนวนสิ่งของที่ตามองเห็นกับจำนวนครั้งของเสียงกลองที่ได้ยินเข้าด้วยกัน (Starkey, Spelke and Gelman 1981, cited by Resnick 1989: 162) ซึ่งงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า เด็กทารกมีความรู้เกี่ยวกับหน่วย (units) สามารถจดจำความแตกต่างของหน่วยที่เคยพบเห็น และรู้ถึงความแตกต่างของหน่วยก่อนมีการใช้ภาษาพูด (Resnick 1989: 162) ดังนั้นความสามารถพื้นฐานด้านจำนวนบางเรื่องจึงน่าจะเป็นความสามารถสากล เพราะเด็กสามารถเรียนรู้ได้เองก่อนได้รับการสอนอย่างเป็นทางการ อย่างไรก็ตามในการพัฒนาความสามารถด้านจำนวนของเด็กจำเป็นต้องอาศัยปัจจัยหลายด้าน อาทิเช่น วุฒิภาวะ ประสบการณ์ สภาพแวดล้อมทางสังคม กล่าวคือ เด็กที่มีวุฒิภาวะสูงกว่า หรือมีประสบการณ์ดีกว่า หรืออยู่ในสังคมที่เจริญกว่า ย่อมมีโอกาสพัฒนาความสามารถด้านจำนวนสูงกว่า ดังเช่นผลการศึกษาของ วิชัย ชำนิ (2519: 42-44) พบว่า เด็กในเมืองใหญ่มีพัฒนาการด้านมโนภาพทางจำนวนเร็วกว่าเด็กชนบท และเด็กไทยมีพัฒนาการด้านมโนภาพเกี่ยวกับจำนวนช้ากว่าเด็กในวัฒนธรรมตะวันตก ส่วน เฉลา ประเสริฐสังข์ (2522: 1) ศึกษาพัฒนาการของสังกัปในด้านการเปรียบเทียบสูงกว่าเด็กที่ผู้ปกครองมีระดับการศึกษาต้ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สมมติฐานที่ 2 เด็กก่อนวัยเรียนที่ยังไม่เข้าใจการอนุรักษ์จำนวนที่มีอายุมากกว่าจะมีความเข้าใจการลด การเพิ่ม และความคงที่ของจำนวนดีกว่าเด็กก่อนวัยเรียนที่ยังไม่เข้าใจการอนุรักษ์จำนวนที่มีอายุน้อยกว่า

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า คะแนนความเข้าใจการลดจำนวนจะเพิ่มขึ้นตามระดับอายุ กล่าวคือ เด็กอายุ 5 ปี ได้คะแนนความเข้าใจการลดจำนวนสูงสุด รองลงมาได้แก่ เด็กอายุ 4 ปี และเด็กอายุ 3 ปี ได้คะแนนต่ำสุด และเมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความเข้าใจการลดจำนวนของเด็กทั้ง 3 ระดับอายุ รวมทั้งทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของคะแนนในแต่ละกลุ่ม พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ดังตารางที่ 7, 8) แสดงว่า ความเข้าใจการลดจำนวนของเด็กแต่ละระดับกลุ่มอายุแตกต่างกัน โดยที่เด็กอายุ 5 ปี มีความเข้าใจการลดจำนวนสูงกว่าเด็กอายุ 3 ปี ดังนั้นผลการวิจัยนี้จึงสนับสนุนสมมติฐานข้อ 2 เฉพาะประเด็นที่ว่า เด็กก่อนวัยเรียนที่ยังไม่เข้าใจการอนุรักษ์จำนวนอายุ 5 ปี มีความเข้าใจการลดจำนวนสูงกว่าเด็กก่อนวัยเรียนที่ยังไม่เข้าใจการอนุรักษ์จำนวนที่มีอายุ 3 ปี

นอกจากนี้ยังพบว่า คะแนนความเข้าใจการเพิ่มจำนวนเพิ่มขึ้นตามระดับอายุ กล่าวคือ เด็กอายุ 5 ปี ได้คะแนนความเข้าใจการเพิ่มจำนวนสูงสุด รองลงมาได้แก่ อายุ 4 ปี และเด็กอายุ 3 ปี ได้คะแนนต่ำสุด และเมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความเข้าใจการเพิ่มจำนวนของเด็กทั้ง 3 ระดับอายุ รวมทั้งทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของคะแนนในแต่ละกลุ่มอายุ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ดังตารางที่ 13-14) แสดงว่า ความเข้าใจการเพิ่มจำนวนของเด็กแต่ละระดับอายุแตกต่างกัน โดยที่เด็กอายุ 4-5 ปี มีความเข้าใจการเพิ่มจำนวนสูงกว่าเด็กอายุ 3 ปี ดังนั้นผลการวิจัยนี้จึงสนับสนุนสมมติฐานข้อที่ 2 เฉพาะประเด็นที่ว่า เด็กก่อนวัยเรียนที่ยังไม่เข้าใจการอนุรักษ์จำนวนอายุ 4-5 ปี มีความเข้าใจการเพิ่มจำนวนดีกว่าเด็กก่อนวัยเรียนที่ยังไม่เข้าใจการอนุรักษ์จำนวนอายุ 3 ปี

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจการลดจำนวนและการเพิ่มจำนวนของเด็กกับเกณฑ์ 75% ในตารางที่ 6 และ 12 แล้วจะพบว่า เด็กจะเข้าใจการลดจำนวนเมื่ออายุ 5 ปี แต่จะเข้าใจการเพิ่มจำนวนเมื่ออายุ 4 ปี และคะแนนความเข้าใจการลดและการเพิ่มจำนวนจะเพิ่มขึ้นตามระดับอายุ การที่เด็กอายุมากกว่ามีความเข้าใจการลดและการเพิ่มจำนวนดีกว่าเด็กที่มีอายุน้อยกว่านั้น พีอาเจท์ (Piaget 1965: 174) เชื่อว่า พัฒนาการของมโนทัศน์ด้าน

จำนวนต้องอาศัยประสบการณ์จากการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีคนแนะนำ (Flavell 1985: 63) หรือผลจากการมีปฏิสัมพันธ์กับคนใกล้ชิด (Wolf 1965, cited by Almy and associates 1970: 22) ทำให้สมองมีการจัดระบบ (organization) และมีการปรับตัว (adaptation) เพื่อทำให้เกิดความสมดุล (equilibrium) พีอาเจท์ (วอดสเวทท์ 2520: 5; Silverman and Geringer 1973: 815) เชื่อว่า พัฒนาการทุกอย่างจะเป็นการทำงานผสมผสานกันระหว่างวุฒิภาวะ ประสบการณ์ และสภาพแวดล้อมทางสังคม เพื่อทำให้เกิดความสมดุล (equilibrium) ด้วยเหตุนี้ เด็กที่มีระดับวุฒิภาวะและมีการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมมากกว่าจึงมีความสามารถในการคิดและใช้เหตุผลได้ซับซ้อนมากกว่า ทำให้มีพัฒนาการทางสติปัญญาและความสามารถในการเข้าใจการลด การเพิ่ม และความคงที่ของจำนวนได้ดีกว่า ดังเช่นผลการวิจัยครั้งนี้ที่พบว่า เด็กอายุ 4-5 ปี มีความเข้าใจการเพิ่มจำนวนดีกว่าเด็กอายุ 3 ปี และเด็กอายุ 5 ปี มีความเข้าใจการลดจำนวนดีกว่าเด็กอายุ 3 ปี นอกจากนี้ยังพบว่า เด็กอายุ 4 ปี กับอายุ 5 ปี มีความเข้าใจการลดและการเพิ่มจำนวนไม่แตกต่างกัน ปัจจัยที่ทำให้เด็กอายุ 4 ปี กับ 5 ปี มีความเข้าใจการลดและการเพิ่มจำนวนไม่ต่างกันนั้นน่าจะเกิดจากเด็กมีโอกาสได้รับประสบการณ์จากโรงเรียนซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกัน ทำให้มีความเข้าใจการลดและการเพิ่มจำนวนที่ไม่แตกต่างกันมากนัก

ผลการวิจัยครั้งนี้ยังพบว่า เด็กก่อนวัยเรียนที่ยังไม่เข้าใจการอนุรักษ์จำนวนที่มีค่าน้อย (2-3 จำนวน) จากงานมาตรฐานของพีอาเจท์ มีความเข้าใจและสามารถตัดสินจำนวนที่มีค่าน้อย (2-3 จำนวน) ที่มีการลดหรือเพิ่มค่าครั้งละ 1 จำนวน โดยการพิจารณาจากจำนวน ไม่ตัดสินจำนวนจากความยาวหรือความแน่นทึบของแถว ซึ่งตรงกับผลการวิจัยที่ว่าเด็กสามารถแก้ปัญหาการลดและการเพิ่มจำนวนที่มีค่าน้อย (2-3 จำนวน) เมื่อมีการลดหรือเพิ่มค่าจำนวนครั้งละ 1 สิ่ง (Gelman 1972: 75-90, Silverman and Briga 1981: 115-126) ซึ่งผลการวิจัยนี้ขัดแย้งกับข้อค้นพบที่ว่า เด็กอายุไม่ถึง 6 - $7\frac{1}{2}$ ปี จะใช้ความยาวและความแน่นทึบในการตัดสินจำนวน (Hood 1962: 273-276; Piaget 1965: 174, Puffal and Shaw 1972: 62-69) ปัจจัยที่ทำให้ผลการวิจัยขัดแย้งกันน่าจะเกิดจากวิธีการทดลอง กล่าวคือ การทดลองที่ใช้งานมาตรฐานของพีอาเจท์ (Piaget 1952: 25-64) เริ่มการทดลองโดยวางวัตถุให้เท่าเทียมกัน แล้วตั้งคำถามให้เด็กเปรียบเทียบจำนวนวัตถุก่อนย้ายตำแหน่งวัตถุด้วยการขยายหรือการลดความยาวของแถวต่อหน้าเด็ก ซึ่งการที่เด็กเห็นการวางและการย้ายตำแหน่งวัตถุอาจทำให้เด็กสนใจการขยายหรือการลดความยาวของแถวมากกว่าจำนวนวัตถุ หรือเด็ก

อาจจะยังไม่เข้าใจว่าการขยายหรือลดความยาวของแถวไม่เกี่ยวกับจำนวนวัตถุในแถว (Bruner, Olver, Greenfield, et al. 1966; Gelman 1969 a; Mehler and Bever 1967; Wallach, Wall and Anderson 1967 cited by Gelman 1972: 76) หรือเด็กอาจยังไม่เข้าใจความหมายของคำว่า "มากกว่า" "น้อยกว่า" "เท่ากัน" ที่ใช้ในการทดลอง (Braine 1959; Green and Laxon 1970; Zimiles 1963, cited by Gelman 1972: 76) จึงทำให้เด็กเกิดความสับสนในการตอบคำถามงานอนุรักษ์จำนวนของพีอาเจท์ ส่วนในการทดลองที่ใช้งานของเกลแมน (Gelman 1972: 75-90) เด็กจะตอบคำถามการลด การเพิ่ม และความคงที่ของจำนวนที่มีค่าน้อย (2-3 จำนวน) ที่เริ่มการทดลองโดยการวางวัตถุที่มีจำนวนไม่เท่ากันแบบหน้ากระดาน แล้วตั้งคำถามเพื่อให้เด็กเลือกจำนวนที่มีค่ามากกว่า ต่อจากนั้นจึงทำการย้ายที่พร้อมกับลดหรือเพิ่มจำนวน โดยเด็กไม่รู้ตัว แล้วตั้งคำถามลักษณะเดิมอีก การที่เด็กไม่เห็นการย้ายที่หรือเห็นการเปลี่ยนแปลงของจำนวนจะทำให้เด็กไม่มีสิ่งรบกวนความคิด เด็กจึงสามารถทำงานของเกลแมนได้สูงกว่างานอนุรักษ์จำนวนของพีอาเจท์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลยังพบว่า คะแนนความเข้าใจความคงที่จากงานการลดและงานการเพิ่มจำนวนของเด็กอายุ 4 ปี มีค่าใกล้เคียงกับอายุ 5 ปี ส่วนเด็กอายุ 3 ปี มีคะแนนความเข้าใจต่ำสุดและเมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนความเข้าใจความคงที่ของจำนวนในเด็กทั้ง 3 ระดับอายุ รวมทั้งทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของคะแนนในแต่ละกลุ่ม พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ดังตารางที่ 9-10 และ 15-16) แสดงว่า ความเข้าใจความคงที่ของเด็กแต่ละกลุ่มอายุแตกต่างกัน โดยที่เด็กอายุ 4-5 ปี มีความเข้าใจความคงที่ของจำนวนสูงกว่าเด็กอายุ 3 ปี ดังนั้นผลการวิจัยครั้งนี้จึงสนับสนุนสมมติฐานที่ 2 เฉพาะประเด็นที่ว่าเด็กอายุ 4-5 ปี มีความเข้าใจความคงที่ของจำนวนสูงกว่าเด็กอายุ 3 ปี

การที่เด็กทั้ง 3 ระดับอายุทำคะแนนความคงที่ของจำนวนได้เกินร้อยละ 88 นั้นย่อมแสดงว่า เด็กมีความเข้าใจเรื่องความคงที่ของจำนวน โดยเข้าใจว่า การเปลี่ยนความยาวหรือความแน่นทึบของจำนวน ไม่มีผลทำให้ค่าของจำนวนเปลี่ยนแปลง เป็นที่น่าสังเกตว่าถึงแม้เด็กอายุ 3-5 ปี จะไม่สามารถทำงานอนุรักษ์จำนวนที่มีค่าน้อยของพีอาเจท์ได้สูงกว่าเกณฑ์ 75% แต่เด็กก็สามารถทำงานความคงที่ของจำนวนที่มีค่าน้อยได้สูงกว่า 88% ปัจจัยที่ทำให้คะแนนงานอนุรักษ์จำนวนและความคงที่ของจำนวนต่างกันน่าจะเกิดจากวิธีการทดสอบที่แตกต่างกัน ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นดังนี้

ตารางที่ 17 แสดงการเปรียบเทียบวิธีทดสอบความเข้าใจการอนุรักษ์จำนวนและความเข้าใจความคงที่ของจำนวน

งานทดสอบความเข้าใจการอนุรักษ์จำนวน	งานทดสอบความเข้าใจความคงที่ของจำนวน
- มักใช้จำนวนที่มีค่ามาก	- ใช้จำนวนที่มีค่าน้อย
- ใช้คำว่า "เท่ากัน" ในการตัดสินจำนวน	- ใช้คำว่า "ผู้ชนะ" ในการตัดสินจำนวน
- เด็กต้องเข้าใจความหมายของคำว่า "เท่ากัน" ด้วยตนเอง	- ผู้วิจัยฝึกให้เด็กเข้าใจความหมายของคำว่า "ผู้ชนะ"
- เริ่มการทดสอบโดยการวางจำนวนให้เท่ากันแบบสมนัย 1-1	- เริ่มทดสอบโดยการวางจำนวนที่ไม่เท่ากันแบบหน้ากระดาน
- เด็กต้องยอมรับว่ามีจำนวนเท่ากันในคำถามแรก	- เด็กไม่ต้องยอมรับว่ามีจำนวนเท่ากันในคำถามแรก
- ย้ายที่ตำแหน่งวัตถุด้วยการขยายหรือลดความยาวของแถวต่อหน้าเด็ก	- ย้ายที่ตำแหน่งวัตถุด้วยการขยายหรือลดความยาวของแถวโดยเด็กไม่รู้ตัว

จากผลการวิจัยพบว่า เด็กก่อนวัยเรียนจะมีความรู้และความเข้าใจเรื่องการนับ, การบอกค่าจำนวน, การลดจำนวน, การเพิ่มจำนวน และความคงที่ของจำนวนในช่วงอายุที่ต่างกัน กล่าวคือ เด็กจะมีความสามารถในการนับเลขก่อนมีความสามารถในการบอกค่าจำนวน มีความสามารถในการนับเลขและการบอกค่าจำนวนก่อนความสามารถในการอนุรักษ์จำนวน เด็กจะมีความสามารถในการลดและการเพิ่มจำนวนก่อนมีความสามารถในการอนุรักษ์จำนวน ดังนั้นในการจัดประสบการณ์เรื่องจำนวนให้กับเด็กนอกจากจะต้องคำนึงถึงวุฒิภาวะ ประสบการณ์ และสภาพแวดล้อมแล้ว ครูผู้สอนยังต้องคำนึงถึงเนื้อหาวิชาที่สอดคล้องกับพัฒนาการของเด็กแต่ละระดับอายุด้วย กล่าวคือ ในการสอนเด็กก่อนวัยเรียนอายุ 3-5 ปี ครูผู้สอนควรให้เด็กอายุ 3 ปี เริ่มนับปากเปล่าตัวเลขในหลักหน่วยก่อน ต่อมาจึงเริ่มสอนให้เด็กบอกค่าจำนวนที่มีค่าน้อย เช่น 1-2 จำนวน และการเพิ่มจำนวนที่มีค่าน้อย (2-3 จำนวน) โดยเริ่มเพิ่มค่าครั้งละ 1 จำนวนก่อน ต่อจากนั้นจึงเริ่มสอนการลดจำนวนที่มีค่าน้อย (2-3 จำนวน) โดยเริ่มลดค่าครั้งละ 1 จำนวนก่อน ส่วนการสอนเรื่องความคงที่ของจำนวนที่มีค่าน้อย (2-3 จำนวน) สามารถสอนเด็กได้ทุกระดับอายุ สิ่งที่ครูผู้สอนควรระมัดระวังในการสอนเรื่องจำนวนอีกประการหนึ่งก็คือ

เด็กเล็ก ๆ อาจประสบปัญหาในการเข้าใจคำพูดเชิงปริมาณและการเปรียบเทียบ เช่น มากกว่า น้อยกว่า ที่ครูใช้สื่อสารระหว่างการสอน ทำให้มีอุปสรรคในการเรียนรู้เรื่องจำนวน ครูผู้สอนจึงควรเลือกใช้คำพูดให้เหมาะสมกับระดับพัฒนาการและงานที่เด็กทำ ตัวอย่างเช่น ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า กลุ่มตัวอย่างอายุ 3-5 ปี ไม่สามารถทำงานอนุรักษ์จำนวนที่มีค่าน้อยเมื่อสื่อสารด้วยคำว่า "เท่ากัน" "ไม่เท่ากัน" ได้ แต่เด็กกลุ่มนี้จะทำงาน การลด การเพิ่ม และความคงที่ของจำนวนที่มีค่าน้อยเมื่อสื่อสารด้วยคำว่า "ผู้ชนะ" และ "ผู้แพ้" ได้ นั่นย่อมแสดงว่า คำพูด วิธีการสอน และเนื้อหามีความสำคัญต่อการเรียนรู้เรื่องจำนวนของเด็ก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย