

การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการเรียนเรื่องจำนวนที่ลบ
ของ เด็ก วิชาชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑

ปริญญานิพนธ์

ของ

สุภาพร ถักกักริชย์ศิลป์

THE LIBRARY
COLLEGE OF EDUCATION
BANGKOK, THAILAND

เสนอต่อวิทยาลัยวิชาการศึกษา
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

สิงหาคม ๒๕๑๔

การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการเขียนเรื่องจำนวนเต็มลบ
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑

บทคัดย่อ

ฉบับ

สุภาพร กักกัศิรัชชัยกุล

เสนอต่อวิทยาลัยวิศวกรรมศึกษา
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

สิงหาคม ๒๕๑๔

\

การศึกษาเปรียบเทียบความยาวการศึกษา การเรียน เรื่องว่า เว้นเต็ม
มองที่เรียน เมื่อประกอบกับปีที่ ๔ ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑

การศึกษาว่า การตั้งผู้รับผิดชอบที่จะให้ทราบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ ถึงชั้น
ประถมศึกษาปีที่ ๑ อาจารย์เรียนเรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มลบได้หรือไม่ และครู
เริ่มสอนเรื่องดังกล่าวและวิธีทำใดจึงจะเหมาะสม

กลุ่มตัวอย่าง การทดลองแบ่งออกเป็น ๒ ประเภท คือประเภทที่ทำการทดลองสอน
ให้แก่เด็กเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ในจังหวัดราชบุรี จำนวน ๔๐ คน
รวมทั้งปี ๒๐๐ คน และประเภทที่ไม่ได้ทำการทดลองสอน ให้แก่เด็กเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑
ของโรงเรียนต่าง ๆ ในจังหวัดนคร เป็นจำนวน ๒๕ คน

วิธีการในการทดลอง นำแบบทดสอบเกี่ยวกับนิยามของจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ
และศูนย์ และโจทย์เกี่ยวกับการบวก การลบ จำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ และศูนย์ ซึ่ง
ผู้วิจัยร่างขึ้นเอง จำนวน ๒ ฉบับ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ในจังหวัดนคร
ซึ่งได้เรียนเรื่องนี้ไปแล้ว หลังจากนั้นทำการทดลองสอนนักเรียนกลุ่มทดลองทุกชั้น เกี่ยวกับจำนวน
เต็มลบตามเนื้อหาที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น ใช้เวลาในการสอนชั้นละ ๔ ชั่วโมง แล้วให้แบบทดสอบ
ชุดเดียวกันนี้ และนำเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ในจังหวัดนคร สอบกับโรงเรียนกลุ่มทดลอง
โดยใช้เวลา ๑ ชั่วโมงเท่ากัน คือ ฉบับละ ๑ ชั่วโมง

ผลการทดลองที่ได้ดังนี้

๑. ถ้าเรียนประถมศึกษาปีที่ ๒ ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑ และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑
กลุ่มทดลอง ผลการตอบจะแน่นอนเฉลี่ยจากแบบทดสอบทั้ง ๒ ฉบับได้เกิน ๕๐% ขึ้นไป แต่สำหรับ
เรื่องการบวกจำนวนเต็มลบ จะแน่นอนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ในจังหวัดนคร
ซึ่งเป็นกลุ่มที่ไม่ได้รับการทดลองสอน ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่า ๕๐%

๒. การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ กลุ่มทดลอง กับ
คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่เข้าไว้ทุกชั้น ปรากฏดังนี้

๒.๑ แผนภาพแบบทดสอบฉบับที่ ๑

คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ กลุ่มทดลอง แยกต่างกับ
คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔, ๕, ๖ และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ในจังหวัดพระนคร
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ .๐๑ แต่แตกต่างกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษา
ปีที่ ๗ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

๒.๒ แผนภาพแบบทดสอบฉบับที่ ๒

คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ กลุ่มทดลอง แยกต่างกับ
คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔, ๕, ๖ และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ในจังหวัดพระนคร
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ .๐๑, .๐๑, .๐๑, และ .๐๑ ตามลำดับ แต่แตกต่างกับคะแนน
เฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการทดลองข้างให้เห็นว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ และนักเรียนชั้นประถมศึกษา
ปีที่ ๗ สามารถเรียนเรื่องการบวก และการลบจำนวนเต็มได้ แต่การเรียงลำดับในระดับชั้น
ประถมศึกษาปีที่ ๗ จึงจะเหมาะสมที่สุด.

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตได้พิจารณาปัญหานี้อย่าง
แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตรปริญญาการศึกษา
มหาบัณฑิตของวิทยาลัยวิชาการศึกษาได้

..... สรณัฐ รัตนกุล ประธาน

..... สรณัฐ รัตนกุล กรรมการ

สิงหาคม ๒๕๖๔

ประกาศคุณูปการ

ผู้วิเศษของกรมพระนครบาลอย่างสูงแก่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ รัศมิคุณ และ
อาจารย์สุวิทย์ ชะนะมา ที่ได้นำเอาใบกำกับแนะนำ และใบแนวกักเกี่ยวกับเนื้อหา วิธีการสอน
ตลอดจนเทคนิคต่าง ๆ รวมทั้งตรวจแก้ภาษา ตั้งแต่เริ่มต้นทำการวิจัยจนกระทั่งสำเร็จลงด้วยดี

ขอขอบคุณ อาจารย์สำเริง บุญเรืองรัตน์ และอาจารย์บุญฤทธิ์ นิตยงต์ ที่ได้
กรุณาแนะนำเทคนิคต่าง ๆ เกี่ยวกับวิธีการทางสถิติ อาจารย์สุพรรณ มุ่งเกษม และ
อาจารย์ปรีรัตน์ กวงกิตไพศาล ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและตรวจแก้ภาษา อาจารย์ใหญ่
ครูสอนคณิตศาสตร์ และคณะครูของโรงเรียนวัดปลักแรด โรงเรียนโพธาราม "โพธารามาเนณี"
โรงเรียนมัธยมฉะเชิงเทรา วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประจวบคีรีขันธ์ โรงเรียนหัวหินวิทยาคม
โรงเรียนชุมพรพิทยาคม โรงเรียนสหะพาศิษย์ และโรงเรียนวัด นาคปรกวิทยาคม ที่ได้ให้ความ
ร่วมมือ และความสะดวกต่าง ๆ ตลอดเวลาที่ทำการทดลองและทดสอบ

นอกจากนี้ ปริญาเนพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จเป็นรูปเล่มได้เพราะได้รับความช่วยเหลือ
อย่างดียิ่งจาก คุณบัวเหิม วันทาเนนท์ แห่งสำนักพิมพ์วิทยาวชิรากรศึกษา ประจวบคีรีขันธ์
จึงขอขอบคุณไว้ ที่นี้ด้วย.

สุภาพร ถักกักริธิชัยกิลป์

สารบัญ

บทที่

หน้า

๑	บทนำ	๑
	ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า	๖
	การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	๖
	สมมุติฐานในการศึกษาค้นคว้า	๑๐
	ความเข้าใจของการศึกษาค้นคว้า	๑๐
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	๑๐
	คำนิยามศัพท์เฉพาะ	๑๑
	ประโยชน์จากการศึกษาค้นคว้า	๑๒
๒	วิธีดำเนินการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล	๑๓
	กลุ่มตัวอย่าง	๑๓
	เครื่องมือการทดลอง	๑๖
	เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง	๑๖
	วิธีดำเนินการทดลอง	๑๘
	การวิเคราะห์ข้อมูล	๒๐
๓	ผลการทดลอง	๒๒
	เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากแบบทดสอบ จำแนกตามชั้นเรียน	๒๒
	เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของนักเรียน จำแนกตามระดับอายุ	๒๔

บทที่	หน้า
๔	๓๕
เรื่อง ๒๓ อภิปราย และเสนอแนะ	๓๕
เรื่อง ๒๓.๑ การศึกษาคนกว่า	๓๕
กลุ่มที่ ๑	๓๕
เรื่อง ๒๓.๒ การทดลอง	๔๐
เรื่อง ๒๓.๓ การทดลอง	๔๐
การจำแนกการทดลอง	๔๐
การวิเคราะห์ข้อมูล	๔๑
ผลการทดลอง	๔๑
สรุป	๔๖
อภิปราย	๔๖
สรุปและขอแนะ	๔๘
บรรณานุกรม	๕๒
ภาคผนวก	๕๖
ภาคผนวก ก.	๕๗
ภาคผนวก ข.	๖๖
แบบทดสอบ	๖๐

บัญชีตาราง

การวาง	หน้า
๑. แยกว่าคะแนนนักเรียนในแต่ละชั้นของกลุ่มกว้าง	๑๔
๒. แยกว่าคะแนนนักเรียน จำแนกตามระดับอายุของนักเรียนในแต่ละชั้น	๑๕
๓. แยกว่าคะแนนนักเรียน จำแนกตามอายุของนักเรียนทั้งหมด	๑๕
๔. แยกค่า p เฉลี่ย, ค่า r เฉลี่ย, ค่า Δ เฉลี่ย, ค่าความถี่เฉลี่ย และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด	๑๕
๕. แยกความถี่ของคะแนนจากแบบทดสอบ เกี่ยวกับจำนวนเต็มลบ ว่าแตกต่าง	๒๓
๖. แยกค่า t (t-test) ในการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มกว้างจากแบบทดสอบฉบับที่ ๑	๒๔
๗. แยกค่า t (t-test) ในการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มกว้างจากแบบทดสอบ ฉบับที่ ๑	๒๖
๘. แยกค่าเฉลี่ยที่ได้จากแบบทดสอบ เกี่ยวกับ จำนวนเต็มลบ จำแนกตามระดับอายุของนักเรียนในแต่ละชั้น	๒๕
๙. แยกคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบ เกี่ยวกับจำนวนเต็มลบ ของนักเรียนในกลุ่มทดลอง จำแนกตามอายุ	๓๒
๑๐. แยกค่า t (t-test) ในการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มกว้าง จำแนกตามระดับอายุ จากแบบทดสอบ ฉบับที่ ๑	๔๕

๑๑. แสดงค่า t (t -test) ในการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย
ของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามระดับอายุ จากแบบทดสอบฉบับที่ ๒ ๓๗
๑๒. ค่าสถิติ F จากการสอบเทียบแบบทดสอบจำนวนเต็มฉบับที่ ๑
ว่าแตกต่างหรือไม่ ๕๘
๑๓. แสดงค่า t (t -test) ในการเปรียบเทียบรายเฉลี่ย
ของกลุ่มตัวอย่าง จากแบบทดสอบฉบับที่ ๑ ๖๐
๑๔. ค่าสถิติ F จากการสอบเทียบแบบทดสอบจำนวนเต็มฉบับที่ ๒
ว่าแตกต่างกันหรือไม่ ๖๑
๑๕. แสดงค่า t (t -test) ในการเปรียบเทียบรายเฉลี่ย
ของกลุ่มตัวอย่าง จากแบบทดสอบฉบับที่ ๒ ๖๒
๑๖. ค่าสถิติ F จากการสอบเทียบแบบทดสอบจำนวนเต็มฉบับที่ ๑
จำแนกตามอายุ ๖๓
๑๗. ค่าสถิติ F จากการสอบเทียบแบบทดสอบจำนวนเต็มฉบับที่ ๒
จำแนกตามอายุ ๖๔
๑๘. แสดงค่าความน่าจะเป็น (p) อำนาจจำแนก (r)
และค่าความน่าจะเป็น (Δ) ของแบบทดสอบฉบับที่ ๑ ๖๕
๑๙. แสดงค่าความน่าจะเป็น (p) อำนาจจำแนก (r)
และค่าความน่าจะเป็น (Δ) ของแบบทดสอบฉบับที่ ๒ ๖๖

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
๑. แฉกกะแฉกเฒ่าจากแบบทดสอบฉบับที่ ๑ ว่าแยกคำถูกในแฉกระดับชั้น	๓๐
๒. แฉกกะแฉกเฒ่าจากแบบทดสอบฉบับที่ ๒ ว่าแยกคำถูกในแฉกระดับชั้น	๓๑
๓. แฉกกะแฉกเฒ่าจากแบบทดสอบฉบับที่ ๑ ว่าแยกคำถูก	๓๓
๔. แฉกกะแฉกเฒ่าจากแบบทดสอบฉบับที่ ๒ ว่าแยกคำถูก	๓๔

บทที่ ๑

บทนำ

ในปัจจุบันนี้เทคโนโลยีและวิทยาการในแขนงต่าง ๆ กำลังก้าวหน้าและเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว อย่างไม่อาจทำนายได้ โดยเฉพาะทางด้านเทคโนโลยีกำลังก้าวหน้าอย่างรวดเร็วมาก จนก่อให้เกิดความจำเป็นที่จะต้องมีการเปลี่ยนแปลงในหลักสูตรวิชาต่าง ๆ ทั้งนี้ นักการศึกษาจึงพยายามที่จะปรับปรุงหลักสูตร ในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา ให้เป็นรากฐานของการศึกษาในระดับสูงให้มีความมาตรฐาน และมีประโยชน์แก่ผู้เรียนและประเทศชาติมากกว่าแต่ก่อน

คณิตศาสตร์ เป็นวิชาหนึ่งที่มีความสำคัญต่อมนุษย์มากในแง่ที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน^๑ ดังนั้นหลักสูตรคณิตศาสตร์จะต้องสร้างขึ้นเพื่อสนองความต้องการและความจำเป็นของสังคมประชาธิปไตย และอุตสาหกรรมที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว^๒ วิธีหนึ่งที่จะสนองความต้องการของสังคมโลกคือ พยายามเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงหลักสูตรและวิธีการสอนคณิตศาสตร์อยู่เสมอ เพื่อให้ทันความก้าวหน้าและความเจริญของสังคม เมื่อเกิดความจำเป็นที่จะต้องมีการเปลี่ยนแปลง ปรับปรุง หลักสูตรและวิธีการสอนเช่นนี้ ก็ควรเริ่มพิจารณาที่ระดับประถมศึกษา เป็นระดับแรก เพราะระดับประถมศึกษาเป็นพื้นฐานของการศึกษาในระดับมัธยมศึกษา อาชีวศึกษา และการศึกษาขั้นสูงต่อไป นอกจากนี้ยังสามารถจัดการศึกษาในระดับประถมศึกษา

^๑ Donovan A. Johnson, "Next Step in School Mathematics", The Arithmetic Teacher, 14:185-186, March, 1967.

^๒ ไควนซ์ แพร่งกลิน แฟร์ "คณิตศาสตร์ในมหาวิทยาลัยของสหรัฐอเมริกา" วารสารคณิตศาสตร์ ม.ร.ว.พรเทพวงศ์สนิท สนิทวงศ์ แปลและเรียบเรียง, ๒๕:๓๓๒-๓๓๕, มิถุนายน ๒๕๐๙.

^๓ Foster E. Crossmuckle and Leo J. Bruckner, Discovering Meanings in Elementary School Mathematics, p. 9.

และมีผลที่ออกมาโดยง่าย เหมาะสมแล้ว ก็จะทำให้เด็กเรียนมีพื้นฐานดีสำหรับการที่ต่อไป จะสูงขึ้นต่อไป

✓ จุดประสงค์ของการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาแก่เด็กนั้น เน้นความสำคัญที่พัฒนาการทางความคิดและการกำหนดมากกว่าที่จะให้เกิดความเข้าใจ ฉะนั้นการสอนจึงมุ่งส่งเสริมให้นักเรียนทำอย่างต่าง ๆ เพื่อให้สามารถนำไปใช้ในการกำหนดได้อย่างรวดเร็ว แต่ในปัจจุบันนี้ จุดมุ่งหมายของการสอนคณิตศาสตร์จะเน้นให้นักเรียนเกิดความึกเคยมีความเข้าใจใน concept* ของคณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญอันดับแรก และส่งเสริมให้นักเรียนเมื่อทักษะในการกำหนดเป็นสิ่งสำคัญอันดับรอง

เดวิด^๒ ไชเดอร์เชื่อว่า ขอบเขตของเลขคณิตในระดับประถมศึกษา การประกอบกันทักษะในการกำหนดที่เกี่ยวข้องกับจำนวนธรรมชาติ และ 0 (whole numbers) เศษส่วนสามัญ (common fractions) และเปอร์เซ็นต์ เป็นต้น นอกจากนี้เด็กเรียนควรเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องปริมาณ ระบบจำนวนทางระบบ เช่น ระบบจำนวนธรรมชาติ และ 0 และจะต้องสามารถคิดค่าเฉลี่ยเกี่ยวกับจำนวนโดยง่ายมีหลักเกณฑ์และมีเหตุผล

ปัจจุบันนี้ มีการค้นคว้าโดยทั่วไปในเรื่องการสอนคณิตศาสตร์แบบใหม่ในระดับประถมศึกษา เพราะคณิตศาสตร์แบบใหม่แตกต่างจากแบบเดิมในด้านที่ช่วยให้เด็กเรียนเกิด concept ในเรื่องต่าง ๆ ที่ขึ้น ดังเช่น ประเด็น มหัทธิน^๓ กล่าวว่า การสอนคณิตศาสตร์แบบใหม่ให้นั้น ประถมศึกษานี้ มีความสำคัญต่อชีวิตมนุษย์มาก ก็ช่วยให้เด็กเข้าใจในโครงสร้าง และ

* ในที่นี้ผู้เขียนขอใช้คำใหม่ เพราะการแปลอาจจะทำให้ความหมายคลาดเคลื่อนไปจากความหมายเดิมได้.

^๑ Donovan A. Johnson, op. cit. pp. 186-189.

^๒ Nelson B. Henry, "The Teaching of Arithmetic", National Society for the Study of Education, Fiftieth Yearbook, Part II., p. 6.

^๓ ประเด็น มหัทธิน วิธีสอนคณิตศาสตร์แบบใหม่ ในชั้นประถมศึกษา หน้า ๖.

ความหมายของระบบจำนวน ช่วยให้เด็กสามารถตีความหมายในเรื่องเกี่ยวกับการสัมพันธ์ของปริมาณกับจุดบนโคตอย่างเข้าใจ และนอกจากนี้ยังช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในบทบาทของคณิตศาสตร์ในชีวิต

เมื่อปี ค.ศ. ๑๙๔๐ สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teachers of Mathematics) และคณะกรรมการของ Commission on Post-War Plans ได้ร่วมกันพิจารณาว่าหลักสูตรคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ที่จะใช้สอนในระบะหลังสงคราม คณะกรรมการได้เสนอรายงาน ๒ ฉบับ ในรายงานฉบับแรก คณะกรรมการได้เรียกร้องให้ประชาชนทุกคนร่วมมือในการให้การศึกษาคำนวณคณิตศาสตร์แก่เด็กทุกคนอย่างเต็มที่เท่าที่จะเป็นไปได้ โดยเสนอว่า

๑. โรงเรียนควรจัดหลักสูตรที่เหมาะสม เพื่อให้สนองความต้องการของนักเรียนทุกคน

๒. การปรับปรุงการสอนเลขคณิตให้ดีกว่าที่เป็นอยู่
 แต่เมื่อค้นคว้าว่า ขอบเขตของการสอนเลขคณิตระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนก็เกิด ครูสอนไม่เห็นความสำคัญที่ความหมายของจำนวน ให้แก่นักเรียน ไม่สอนให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเรื่องคุณสมบัติของจำนวน ดังนั้นนักเรียนจึงมีความสงสัยเกี่ยวกับคุณสมบัติของจำนวนเสมอ

มาร์ก^๓ ได้พูดถึงเกี่ยวกับการสอนเลขคณิตว่า ครูที่สอนเลขคณิตควรมีความรู้อย่างลึกซึ้งในเรื่องจำนวน ขบวนการคิด (algorithms) และการนำจำนวนไปใช้ ครูของ

^๑ Charles H. Butler and Wren F. Lynwood, The Teaching of Secondary Mathematics, pp. 35-44.

^๒ Jean F. Hamilton, "Remedial Arithmetic in the Regular Classroom," School Science and Mathematics, 56:197-198, March, 1956.

^๓ John L. Marks, and the others, Teaching Arithmetic for Understanding, p. 1.

ทราบว่า นักเรียนเรียนเลขคณิตอย่างไร และครูของรัฐเทคนิคที่จะส่งเสริมการเรียนรู้นั้น ต้องพยายามสังเกตความสนใจ และพยายามส่งเสริมความสามารถของนักเรียน ให้นักเรียนเข้าใจ และมีทักษะในการคิดคำนวณได้ถูกต้อง

✓ การออกแบบหลักสูตรของประเทศไทยในปัจจุบันนี้ ยังมีข้อบกพร่องอยู่มาก กล่าวคือ ครูผู้สอนมักจะสอนแบบท่องจำในเรื่องต่าง ๆ มากกว่าที่จะสอน concept ของเรื่องนั้น ๆ ทำให้ความรู้อาจจะเนือเอียงต่าง ๆ กันจนขาดแก่น และไม่ทันกับความก้าวหน้าทางวิชาการของสังคม นอกจากนี้ยังทำให้หลักสูตรของประเทศไทยล้าหลังกว่าของต่างประเทศที่เจริญทางประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา อังกฤษ และสหภาพโซเวียต จึงเป็นการสมควรอย่างยิ่งที่จะต้องปรับปรุงแก้ไขหลักสูตรเสียใหม่ เพื่อให้เหมาะสมกับความก้าวหน้าทางวิชาการของสังคมในปัจจุบัน ซึ่งวิธีการปรับปรุงอาจทำได้หลายแบบ เช่น ปรับปรุงและจัดรวบรวมนเนื้อหาใหม่ เพื่อให้สอนได้เร็วขึ้น และช่วยให้นักเรียนเข้าใจได้มากขึ้น^๑ จัดลำดับเนื้อหาบางเรื่องที่สอนในแต่ละระดับชั้นใหม่ โดยนำบางหัวข้อที่เคยสอนในระดับชั้นต่าง ๆ ลงมาสอนในระดับชั้นที่ต่ำกว่าเดิม เพราะ เอเบล^๒ กล่าวว่า นักการศึกษาจะมักพิจารณาหลายกันมีความเห็นเหมือนกันว่า นักเรียนสามารถเรียนหลาย ๆ เรื่องได้เพียงแต่อายุน้อย ๆ และถ้ากล่าวนี้สอดคล้องกับของ บรูเนอร์^๓ ที่ว่า ครูสามารถสอนวิชาใด ๆ ให้แก่นักเรียนระดับไหนก็ได้ แต่ทั้งนี้ต้องปรับปรุงวิธีสอนให้เหมาะสมกับสติปัญญาของนักเรียนในระดับนั้น ๆ เสียก่อน

จากความรู้ดังกล่าวเบื้องต้น ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาหลักสูตรคณิตศาสตร์และงานวิจัยของต่างประเทศในระดับประถมศึกษา พบว่า เรื่องจำนวนเต็มลบ (negative integer) นั้น ในต่างประเทศได้เริ่มสอนกันตั้งแต่ระดับประถมศึกษา เช่น สหภาพโซเวียตในโรงเรียน

๑ สุวรรณ มุ่งเกษม พัฒนาการของวิธีการศึกษาคำนวณคณิตศาสตร์ ในระดับมัธยมศึกษา ปริญญาโท วิทยานิพนธ์ วิทยาลัยศึกษาศาสตร์ ประสานมิตร พ.ศ. ๒๕๑๓, หน้า ๒๗.

๒ Robert E. Ebel (ed.), Encyclopedia of Educational Research, p. 769.

๓ Jerome Bruner, The Process of Education, 97 pp.

โซเวียต เฮอร์ เฮอร์ (Soviet Night Year School) นักเขียนเรื่อง
จำนวนและจำนวน ทั้งแต่เกรด ๒ แล้ว^๑ ในประเทศอเมริกาก็มีการสอนเรื่องจำนวน
และจำนวน ทั้งแต่เกรด ๕^๒ ส่วนในประเทศไทย วิรุทธิ์ บุญสมบัติ^๓ ได้บอกไว้ว่า การ
สอนเรื่องจำนวนเริ่มมา ได้ในชั้นประถมศึกษาปีที่ ๓ และประถมศึกษาปีที่ ๔ ดังที่ผู้วิจัยจึงคิดว่า
การมีการทดลองนำเรื่องนี้ไปสอนในระดับประถมศึกษาของประเทศไทยบ้าง และผู้วิจัยมีความ
เชื่อว่า เรื่องนี้ไปยากเกินไปสำหรับระดับประถมศึกษา เพราะนักเรียนระดับประถมศึกษามีความ
รู้เกี่ยวกับจำนวนธรรมชาติในขอบเขตของสิ่งต่าง ๆ ใช้นับและใช้บอกจำนวนอย่างง่าย และ
ยังรู้จักการลบเลขได้พอสมควร ดังนั้นแนวคิดแรก concept เรื่องจำนวนเต็มบวก และจำนวน
เต็มลบเข้าไป ก็จะช่วยให้เด็กเรียนเข้าใจโครงสร้างของระบบจำนวนได้ชัดขึ้น และจะก่อให้เกิดความรู้
นี้ไปใช้ในวิชาอื่น ๆ อีกด้วย และนอกจากนี้การทดลองสอนความรู้ใหม่แก่เด็กในระดับประถมศึกษานั้น
นั้น นับว่าเป็นระดับที่เหมาะสม เพราะถูกวิธี^๔ ได้สรุปเกี่ยวกับการทดสอบเด็กในวัยนี้ว่า
วัยระหว่าง ๘ - ๑๔ ปี เป็นวัยที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบสติปัญญา ส่วนในด้านความสามารถ

^๑ Bruce R. Volgeli, "Recent Revision in Soviet Mathematics Education", School Science and Mathematics, 60:430-431, June, 1960.

^๒ S.L. Sigurdson and Halia Boychuck, "A Fifth Grade Discovers Zero", The Arithmetic Teacher, 14:273-279, April, 1967.

^๓ วิรุทธิ์ บุญสมบัติ และคนอื่น ๆ "อภิปรายเรื่องคณิตศาสตร์" ฉบับทางวิชาการ สารະ
สาส์น และวัฒนธรรมทางวิชาการบางแขนง หน้า ๘๘.

^๔ กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ รายงานการสัมมนาครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยม
ศึกษา ๘ เมษายน - ๖ พฤษภาคม ๒๕๐๘ หน้า ๓.๕ - ๑ - ๓.

^๕ Florence L. Goodenough, Mental Testing, pp. 314-315.

ทางการเรียนและคณิตศาสตร์ บุรี ถูกพิจารณาให้โอนนักเรียนในชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ จำนวน ๘๘ คน มาเข้าเรียนที่มีความต้องการของทางจำนวนเลขที่พอสมควร

เมื่อได้เวลา ผู้วิจัยจึงทดลองสอนชั้นแรกระดับประถมศึกษาปีที่ ๔ ประถมศึกษาปีที่ ๕ ประถมศึกษาปีที่ ๖ ประถมศึกษาปีที่ ๗ และมัธยมศึกษาปีที่ ๑ โดยพิจารณาตามอายุของนักเรียนทั้งภาค

ความมุ่งหมายในการศึกษาครั้งนี้

๑. เพื่อศึกษาว่า นักเรียนในระดับประถมศึกษาปีที่ ๔ ถึงระดับประถมศึกษาปีที่ ๗ สามารถเรียนเรื่องจำนวนเต็มลบได้หรือไม่
๒. เพื่อศึกษาว่า การจะเริ่มสอนเรื่องจำนวนเต็มลบได้ตั้งแต่ระดับใด
๓. เพื่อเสนอแนะการจัดหลักสูตรคณิตศาสตร์เกี่ยวกับเรื่องจำนวนเต็มลบ

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

เมื่อปี ค.ศ. ๑๙๖๓ ศาสตราจารย์ เจอร์ โรด ดาร์ แรกกาเรียน ได้ร่วมสัมมนาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ตลอดจนนักการศึกษา เกี่ยวกับแผนการเปลี่ยนแปลงหลักสูตรคณิตศาสตร์ เมื่อปี ค.ศ. ๑๙๖๓ ที่เมมฟิสในสหรัฐอเมริกา ผลสรุปจากการสัมมนามีดังนี้ คือ การใช้เส้นจำนวน (number line) สอนนักเรียนในระดับมาตรฐานถึงเกรด ๒ (เทียบเท่าประถมศึกษาปีที่ ๖) เกี่ยวกับระบบจำนวนจริง และจำนวนลบ และให้สอนระบบจำนวนจริงจะเอื้ออำนวย

บุรี ถูกพิจารณา "ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเลขคณิตของนักเรียนที่จบประถมศึกษาปีที่ ๔ ในภาคการศึกษา ๑" แบบสอบถามปัญหาในการศึกษาค้นคว้าวิจัย (วิทยุวิทยุศึกษาการ) พ.ศ. ๒๕๑๗
รายงานการวิจัยฉบับที่ ๔ หน้า ๗๕ - ๘๗.

มากขึ้น 1 แรก ๓ ถึงแรก ๖ (เขียนเท่าประมาณปี ๓ ถึงประมาณปี ๖) คือสอบ
ทั้งหลักการหลักที่ หลักการรวมหมู่ หลักการกระจาย คุณสมบัติของ ๐ และ ๑ และการกำหนด
จำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ ด้วย

การวิจัยก่อนหน้านี้นี้ ได้รับการสนับสนุนจากแอลเดอร์^๒ โดย แอลเดอร์ ให้เหตุผล
ว่านักเรียนสามารถเรียนได้มากกว่าที่กำหนดไว้ในหลักสูตร และสรุปว่า การสอบเวลานั้นเป็นไปได้
จริง ๆ อย่างไรก็ดี บางเรื่องนั้นอาจเรียนได้เฉพาะเด็กเก่งเท่านั้น^๓

นอกจากนี้ ภัณฑารักษ์บางส่วนร่วมในการสัมมนาเกี่ยวกับหลักสูตรคณิตศาสตร์ที่อเมริกา^๔
ในสหรัฐอเมริกา ยังได้เสนอแนะว่า การสอนเรื่องจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ ในระดับชั้น
ต้น ๆ นั้น จะช่วยให้เด็กเกิดความกระจ่างแจ้ง (insight) ในเรื่องระบบจำนวน
และคุณสมบัติต่าง ๆ ของจำนวน

คณะผู้เชี่ยวชาญจากสหภาพโซเวียต^๕ ได้ศึกษาผลการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ใน
โรงเรียนต่าง ๆ ของประเทศอินเดีย เมื่อวันที่ ๒๓ ธันวาคม ๒๕๐๖ ถึงวันที่ ๑๐ มีนาคม ๒๕๐๗
และได้ทำรายงานเสนอยูเนสโก (UNESCO) เกี่ยวกับเรื่องจำนวนพบว่า การสอนเรื่อง
จำนวนลบได้แก่ชั้นปีที่ ๕ หรือชั้นปีที่ ๔ ไม่มีความจำเป็นที่จะคงรอไปจนถึงชั้นสูง การเรียนรู้อัน
เรื่องจำนวน จะช่วยให้เด็กมองเห็นเข้าใจระบบการคิดวิชาคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องขึ้น

สำนักงานการศึกษาแห่งสหรัฐ (U.S. Office of Education) ร่วมกับสภาครู-

^๑ Irving Adler, "The Cambridge Conference Report : Blueprint or Fantasy ?" The Arithmetic Teacher, 13:179-181, March, 1966.

^๒ Ibid. p. 183.

^๓ Ibid. p. 181.

^๔ Ibid. p. 180

^๕ กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ น.ค.

คณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา^๑ ได้ส่งแบบสอบถามถึงนักการศึกษาทางคณิตศาสตร์ และนักเรียนเก่า วิชาต่าง ๆ ๑๐๘๕ แห่ง เพื่อสอบถามเกี่ยวกับหลักสูตรคณิตศาสตร์ในระดับ เกรด ๑ ถึงเกรด ๘ ผลที่ได้จากแบบสอบถาม ปรากฏว่า ครูสามารถสอนคณิตศาสตร์ให้แก่ นักเรียนได้มา กว่าที่นักเรียนเคย และได้มีการทดลอง พบว่านักเรียนเกรด ๖ พร้อมที่จะ เรียนเลขคณิตเชิงเรขาคณิตได้

- ✓ จากเอกสารประจำปี ฉบับที่ ๒๕ ปี ๑๙๖๐ ของสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของ สหรัฐอเมริกา^๒ ได้มีการสนทนาคณิตศาสตร์ของหนึ่งกล่าวว่า การจัดหลักสูตรคณิตศาสตร์ในระดับ ประถมศึกษาให้ คงมุ่งส่งเสริมพัฒนาการความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่าง จำนวนและ ขบวนการคิดคำนวณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่นการฝึกหัดทางคำนวณนี้ ครูอาจหลังจากที่ เกิดความเข้าใจแล้ว และเสนอแนะว่า การสอน concept ต่าง ๆ ให้สัมพันธ์กับคณิตศาสตร์ แขนงใหม่ โดยวิธีการแก้ไขเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ที่สำคัญ ๆ เช่น การลบที่ การรวมหมู่ และการให้ concept เกี่ยวกับจำนวนธรรมชาติ จำนวนจริง จำนวนเต็มบวก และ จำนวนเต็มลบ โดยใช้แนวจำนวนอธิบาย และผลจากการสอนโดยวิธีนี้ ปรากฏว่ามีนักเรียน ผู้ที่ เรียนแล้วเข้าใจโดยเรียนวิชาเลขคณิตด้วยความสนใจมากขึ้น

พินิจโจรภากร^๓ ได้ทดลองสอนเกี่ยวกับการเขียนสัญลักษณ์จำนวน (numeration) วิชาเลขเต็ม และเรขาคณิตแบบไม่กึ่งระยะทาง (non-metric) ซึ่งเขากำหนด ให้เด็กแต่ละคน ได้ทดลองกับนักเรียนในระดับชั้นเกรด ๕ เกรด ๖ และเกรด ๘ พินิจโจรภากร มีความมุ่งหมาย ที่จะรวบรวมทุกลักษณะของนักเรียนที่ประสบผลสำเร็จในการเรียนเกี่ยวกับความถนัด

^๑ Kenneth E. Brown and Theodore L. Abell, "Research in the Teaching of Elementary School Mathematics", The Arithmetic Teacher, 12:547-548, November, 1965.

^๒ Ann Jude Lynch, sister, "Aligning Traditional with New Mathematics", The Arithmetic Teacher, 11:23-24, January, 1964.

^๓ William Moreley Fitzgerald, "A Study of Some of Factors Related to the Learning of Mathematics by Children in Grade Five, Seven and Nine", Dissertation Abstract, 23:352-353, June, 1963.

(idea) ของวิทยาศาสตร์แผนใหม่ และเพื่อศึกษาว่านักเรียนระดับใดควรจะได้เริ่มเกี่ยวกับการเขียนสัญลักษณ์ทางตัวเลข จำนวนเต็มลบ และเรขาคณิตแบบไม่กึ่งระนาบได้แก่จุด หลังจากการดำเนินการดังกล่าว ก็ให้แบบทดสอบชุดเกี่ยวกับทัศนคตินักเรียนทั้งตามระดับนี้

ผลการศึกษานี้ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนในการเรียนเรื่องต่าง ๆ เข้าใจดีอยู่ กับขั้นความรู้เดิม เกี่ยวกับทางคำนวณพีชคณิต และเรขาคณิตทางคำนวณบางส่วนแล้ว การเรียนเกี่ยวกับการเขียนสัญลักษณ์ทางจำนวน และการเรียนเกี่ยวกับจำนวนเต็มลบนี้ เพราะว่านักเรียนในเกรดสูง จะสามารถเริ่มได้ดีกว่านักเรียนในเกรดต่ำ

๑. เกรดที่ ๖ ทดลองสอนนักเรียนเกรด ๖ และเกรด ๕ เกี่ยวกับจำนวนเต็มลบชนิด โดยให้สัมพันธ์กับเส้นจำนวน ระนาบพิกัด (coordinate plane) และใช้รูปทรงทางเรขาคณิตช่วยพิจารณาประกอบ เขียนเขียนที่ใส่ลงในเกรด ๕ มีอยู่ ๑๔ บท ส่วนในเกรด ๖ นั้น สอนเกี่ยวกับจำนวนเต็มลบ ว่าจำนวนเต็มลบ วิธีการสอนที่เสนอว่ารวมประกอบการอธิบาย

จากการทดลองปรากฏว่า นักเรียนทุกระดับสามารถเรียนเนื้อหาทั้งกล่าวแล้วได้ อย่างไรก็ดี ส่วนใหญ่จะเป็นนักเรียนเก่งเท่านั้นที่ให้ความสนใจ

๒. เกรดที่ ๕ และ มอชวิทย์ ทดลองสอนนักเรียนในระดับเกรด ๕ เกี่ยวกับจำนวนเต็มลบ จำนวนเต็มลบ และทฤษฎี โดยใช้กิจกรรมประกอบการสอน จากการทดลองปรากฏว่า

๑ William Wernick, "An Experiment in Teaching Mathematics to Children," The Arithmetic Teacher, 11:150-156, March, 1964.

๒ S.E. Sigurdson and Helia Boychuck, loc.cit.

* เป็นกิจกรรมที่ครูจัด โดยให้กลุ่มนักเรียนและกลุ่มครูกระทำ วิธีการเดิมก็คือครูให้ว่า ในห้องนี้มีก้อนกรวดอยู่ยกก้อนไป ๖ ก้อน ทราบ นักเรียนคนหนึ่งเป็นผู้ถูกคำสั่งให้เริ่มนำก้อนกรวด กรวดหยิบก้อนกรวดไปลงในกล่อง ๕ ก้อน และให้นักเรียนอธิบายว่า จำนวนก้อนหินในกล่องเพิ่มขึ้นหรือลดลงเท่าไร แล้วจากนั้นครูเขียนสัญลักษณ์ที่ใด ๆ ๕

ต่อมาให้หาของทรงกลม เป็นนักเรียนนอกคำสั่ง กรูหยิบก้อนกรวดออกจากกล่องอีก ๓ ก้อนให้นักเรียนอธิบายว่า จำนวนก้อนหินในกล่องลดลงหรือเพิ่มขึ้นเท่าไร และครูเขียนสัญลักษณ์แทน อย่างไรก็ตามจะแสดงความหมายที่ตรงกันข้ามกับการเพิ่ม ต่อจากนั้นครูเขียนสัญลักษณ์ที่ใด ๆ ๓ ครั้งนี้เป็นต้น

นักเรียนสามารถสรุปความหมายของจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ และศูนย์ได้เอง รวมทั้งสามารถฝึกทำห่วยเกี่ยวกับจำนวนเต็มบวก และจำนวนเต็มลบได้ด้วย

อย่างไรก็ดี เกี่ยวกับการนำเอาเรื่องจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบไปสอนในระดับชั้น ๆ นั้น ก็ได้รับการถกเถียงกันถึงที่ โตเลสต์ ให้เหตุผลว่า สอนเร็วเกินไปทั้งที่นักเรียนยังไม่มีความเข้าใจจะรับความรู้

คุณสมบัติในการศึกษาค้นคว้า

๑. นักเรียนในระดับชั้นที่ต่ำกว่ามัธยมศึกษาปีที่ ๑ สามารถเรียนเรื่องจำนวนเต็มบวกได้
๒. นักเรียนที่อายุมากกว่าจะมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเรื่องจำนวนเต็มลบสูงกว่านักเรียนที่มีอายุน้อย

ความสัมพันธ์การศึกษาค้นคว้า

๑. การศึกษาค้นคว้าเรื่องนี้ อาจเป็นแนวทางในการพิจารณาปรับปรุงหลักสูตรคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา และมัธยมศึกษาของประเทศไทย
๒. การศึกษาค้นคว้าเรื่องนี้ จะทำให้ทราบว่า ควรจะเริ่มสอนเรื่องจำนวนเต็มลบในระดับใดถึงจะเหมาะสม
๓. ผลจากการศึกษาค้นคว้าเรื่องนี้ จะทำให้ทราบถึงความสามารถของนักเรียนในการเรียนเรื่องจำนวนเต็มลบ

๔.

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

๑. การศึกษาค้นคว้าเรื่องนี้ กระทำกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ ถึงประถมศึกษา

ปีที่ ๑ ของโรงเรียนวัดปากแผล อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี จำนวนนักเรียน ๔๐ คน
 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ของโรงเรียนโพธาราม "โพธารามศึกษา" อำเภอโพธาราม
 จังหวัดราชบุรี จำนวน ๔๐ คน รวมเป็นทั้งหมด ๒๐๐ คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑
 ในจังหวัดระยอง จำนวน ๒๕ คน

๒. การศึกษาค้นคว้าเรื่องนี้ ผู้ศึกษาเกี่ยวกับ การบวก และการลบ จำนวนเต็ม
 เทาหนึ่ง

คำนิยามเกี่ยวกับเรื่องที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเรื่องนี้

๑. จำนวนเต็ม หมายถึง จำนวนเต็มที่มีคุณสมบัติดังนี้ คือ

๑.๑ มีจำนวนน้อยกว่า ๐

๑.๒ มีเครื่องหมายลบนำหน้า

เรื่อกำหนดให้เขียนเป็นว่า จำนวนเต็มบวก คือ จำนวนเต็มที่อยู่ทางซ้ายมือของ ๐
 บนเส้นจำนวนจาก ๐ จำนวน ๒ เช่น - ๑, - ๒, และ - ๔ เป็นต้น

๒. ความหมาย หมายถึง ความสามารถในการเรียนเรื่องจำนวนเต็มที่เราที่ผู้วิจัย
 ได้สร้างเนื้อหาขึ้นเอง โดยถือเอาคะแนนเฉลี่ย (mean) ที่นักเรียนได้ระหว่างระดับชั้น
 แรกถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ เป็นเกณฑ์

๓. การศึกษาเปรียบเทียบ หมายถึง การศึกษาเพื่อเปรียบเทียบว่า การหาเรื่อง
 จำนวนเต็มบวกได้ผลดีกว่าหรือไม่

^๑ U.S. Armed Forces Institute, Basic Mathematics (Course 11),
 p. 93.

^๒ Kenneth C. Skeon and Edward H. Whitmore, Modern Basic
 Mathematics Book I, p. 73.

ประโยชน์จากการศึกษาค้นคว้า

การศึกษา เป็นวิชาที่มีความสำคัญต่อชีวิตมนุษย์มาก โลกแห่งที่จะดำเนินไปมีประโยชน์ใน
ชีวิตประจำวัน การปรับปรุงการเรียน การสอน และหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ในระดับ
ประถมศึกษา และมัธยมศึกษา จึงเป็นรากฐานที่สำคัญของการศึกษาในขั้นสูง จึงเป็นสิ่งที่สำคัญ
และมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้น การศึกษาค้นคว้าเรื่องนี้ อาจจะใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุง
หลักสูตร และปรับปรุงการศึกษาคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา และมัธยมศึกษาของโรงเรียน
ต่าง ๆ ในประเทศไทยได้ และนอกจากนี้ ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จะเป็นแนวทางสำหรับผู้ที่
จะทำการวิจัยต่อไป.

วิธีกาเลือกและการวิเคราะห์ข้อมูล

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง (pretest) เลือกใช้จากหอพักชายที่ ๒ ความแออัดสูง เป็น เกลียว ชายฝั่งถนนที่ ๑ ของโรงเรียนมัธยมศึกษา วัดขาดวัดตากวดวิทยา
ประมาณ ๓๐ คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ ถึง ประถมศึกษาปีที่ ๗ ของโรงเรียน วัดกัลยาณมิตร อำเภอนาน้อย จังหวัดน่าน จำนวน ๔๐ คน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ของโรงเรียนโพธาราม จังหวัดนนทบุรี จำนวน ๔๐ คน รวมนักเรียนทำการทดลองทั้งหมด ๒๐๐ คน และเวลาจากนี้เพื่อทำการทดลองสมมุติฐาน ผู้วิจัยได้เลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จากโรงเรียนต่าง ๆ ในระแวกเป็นจำนวน ๒๐๐ คน มาเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาตัดสินด้วย

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง ใช้วิธีแบบสุ่มตัวอย่าง (random sampling)

การแบ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัย ได้แบ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเป็น ๓ ประเภท คือ

- ประเภทที่ ๑ แบ่งนักเรียนนอกตามระดับชั้นที่เรียนอยู่
- ประเภทที่ ๒ แบ่งตามอายุในแยะชั้น โดยถือตามอายุ เกณฑ์เป็นหลัก และ
- ประเภทที่ ๓ นำนักเรียนทั้งหมดมารวมกัน และแบ่งออกตามระดับอายุแต่ละช่วง โดยแต่ละช่วงอายุ แบ่งเป็น ๑ ปี และการแบ่งนักเรียนตามระดับอายุนี้ถือเกณฑ์ว่า อายุไม่เกิน ๕ ปี ถือว่าชั้นไม่พอ ส่วนอายุเพิ่มอีก ๑ ปี และอายุเกินกว่า ๖ ปี ถือว่าลงมาจะปิดเกณฑ์

กลุ่มตัวอย่าง ประเภทที่ ๒ และประเภทที่ ๓ เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการทดลองเล่น
เรื่องจำนวนเต็มบวก จากผู้วิจัย เท่านั้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีได้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑
ในจังหวัดยะลา เพื่อมาวิเคราะห์

ตาราง ๑. แสดงจำนวนนักเรียนในแต่ละวันของกลุ่มตัวอย่าง

วัน / เดือน	ชาย	หญิง	รวม
วันจันทร์ เดือน ๕	๑๕	๒๕	๔๐
วันอังคาร เดือน ๕	๒๕	๑๕	๔๐
วันพุธ เดือน ๕	๒๐	๒๐	๔๐
วันพฤหัสบดี เดือน ๕	๒๒	๑๘	๔๐
วันศุกร์ เดือน ๕	๒๒	๑๘	๔๐
(กลุ่มทดลอง)			
วันเสาร์ เดือน ๕	๑๒๒	๑๐๓	๒๒๕
(พื้นที่ ๑๒๕๐๐๐)			

ตาราง ๒. แสดงจำนวนนักเรียน จำแนกตามระดับอายุของนักเรียนในแต่ละชั้น

ชั้น	อายุตามเกณฑ์	จำนวนนักเรียน		
		ต่ำกว่าเกณฑ์	ตามเกณฑ์	สูงกว่าเกณฑ์
ประถมศึกษาปีที่ ๕	๑๐	—	๑๕	๖๐
ประถมศึกษาปีที่ ๔	๑๑	—	๑๔	๖๓
ประถมศึกษาปีที่ ๓	๑๒	๒	๒๐	๔๘
ประถมศึกษาปีที่ ๒	๑๓	๓	๑๔	๖๐
มัธยมศึกษาปีที่ ๑	๑๔	๑๕	๒๐	๕

ตาราง ๓. แสดงจำนวนนักเรียน จำแนกตามอายุของนักเรียนทั้งหมด

อายุ	๑๐	๑๑	๑๒	๑๓	๑๔	๑๕	๑๖	รวม
จำนวน	๑๕	๓๖	๕๔	๔๙	๔๕	๑	๒	๒๐๐

เกริ่นมื่อการทดลอง

เราจำไว้ว่า การทดลองเกี่ยวกับการเปรียบเทียบความสามารถ ในการเรียนเรื่อง จำนวนเต็มบวก ได้ใช้แบบประถมศึกษาปีที่ ๔ ถึงมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ได้แก่เนื้อหาเกี่ยวกับ จำนวนเต็มบวก ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น โดยได้มาจากหนังสือต่อไปนี้

๑. หลักสูตรประโยชน์มัธยมศึกษาตอนต้น^๑
๒. แผนเรียนคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑^๒
๓. คณิตศาสตร์แผนปัจจุบัน^๓
๔. *Arithmetic A Modern Approach*^๔
๕. *Modern Mathematics Through Discovery*^๕

จากหนังสือที่ได้อ่านจากหนังสือต่าง ๆ ดังกล่าวแล้ว ผู้เขียนได้เรียบเรียงการสอนและเขียนเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องจำนวนเต็มบวก ซึ่งเนื้อหาที่เขียนนั้นมีดังต่อไปนี้

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

๑. ความหมาย : จำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ คูณ จำนวนตรงข้าม การเปรียบเทียบมากกว่าและน้อยกว่า และวงเล็บเส้น (line number)

^๑ กระทรวงศึกษาธิการ หลักสูตรประโยชน์มัธยมศึกษาตอนต้น พ.ศ. ๒๕๐๓ หน้า ๒๓ - ๒๔.

^๒ กระทรวงศึกษาธิการ แผนเรียน เลข - วิชคณิตชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ หน้า ๕๕ - ๕๖.

^๓ สุภาวดี วัชรกุล คณิตศาสตร์แผนปัจจุบัน หน้า ๕๔ - ๖๖.

^๔ Devan K. Youso, Arithmetic A Modern Approach, pp. 113-114.

^๕ Myron F. Rosekope, and the others, Modern Mathematics Through Discovery, pp. 266-279.

๒. การบวกเลข ๒ จำนวน ที่มีทิศทางไปทางเดียวกัน

๒.๑ จำนวนบวก บวกด้วย จำนวนบวก

๒.๒ จำนวนลบ บวกด้วย จำนวนลบ

๒.๓ การบวกด้วย ๐

๓. การบวกเลข ๒ จำนวน ที่มีทิศทางตรงกัน

๓.๑ จำนวนบวก บวกด้วย จำนวนลบ

๓.๒ จำนวนลบ บวกด้วย จำนวนบวก

๓.๓ การบวกด้วย ๐

๔. การบวกเลขมากกว่า ๒ จำนวน

๔.๑ การบวกเลขมากกว่า ๒ จำนวน ที่มีทิศทางไปทางเดียวกัน

๔.๒ การบวกเลขมากกว่า ๒ จำนวน ที่มีทิศทางตรงกัน

โดยใช้หลักการรวมหมู่ และหลักการจับคู่

๕. การลบ ๒ จำนวน

๕.๑ จำนวนบวก ลบด้วย จำนวนบวก

๕.๒ จำนวนบวก ลบด้วย จำนวนลบ

๕.๓ จำนวนลบ ลบด้วย จำนวนบวก

๕.๔ จำนวนลบ ลบด้วย จำนวนลบ

๕.๕ การลบด้วย ๐

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบเกี่ยวกับจำนวนเต็มลบ โดยอาศัยจากเนื้อหาที่ไว้ทดลองสอน แบบทดสอบนี้แบ่งออกเป็น ๒ ชุด ชุดแรกเป็นแบบทดสอบเกี่ยวกับการบวกจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ และ นิยามเกี่ยวกับการบวก การลบจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ และศูนย์ และชุดที่สอง เป็นแบบทดสอบเกี่ยวกับการลบ จำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ และไว้อยู่เพื่อตรวจสอบเกี่ยวกับการบวก การลบ จำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ และ ศูนย์

วิธีการแรก ผู้วิจัยได้ทดลองสอน ๒ ชุด ๆ ละ ๒๐ ชุด และนำผลส่งมอบไปทดลองสอน (pretest) ที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ของโรงเรียน มัธยมวัด

วิทยาสถิการการศึกษาระดับมัธยม ในภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๑๓ หลังจากนั้นได้
วิเคราะห์ความแตกต่างของการสร้างแบบทดสอบจากหนังสือวัดผลการศึกษา กล่าวคือ
ถัดออกจากเดิม ที่ทำคะแนนได้จากมากที่สุดเป็นลำดับไปหาน้อย ออกมาเป็นจำนวน ๒๖% ของ
นักเรียนทั้งหมด เรียกนักเรียนประเภทนี้ว่า นักเรียนกลุ่มสูง และถัดออกจากเดิม ที่ทำคะแนน
ได้จากน้อยที่สุดเป็นลำดับไปหาน้อย เป็นจำนวนอีก ๒๖% ของนักเรียนทั้งหมด เรียกนักเรียน
ประเภทนี้ว่า นักเรียนกลุ่มต่ำ แล้ววิเคราะห์ผลสอบของนักเรียนทั้ง ๒ ประเภท จากคะแนน
นำเอาผลจากการวิเคราะห์ไปเปิดตารางสำเร็จ เพื่อหาความน่าจะเป็น (p) จำนวน
จำแนก (x) ความน่าจะเป็นมาตรฐาน (Δ) กำหนดหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (α_{cut})
และความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE_{leas}) (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก)

การทดลองใช้แบบทดสอบปรากฏผลว่า สามารถถัดออกจากเดิมของทดสอบที่อยู่ในเกณฑ์ได้
ถูกต้อง ๕๐ ข้อ จึงรายละเอียดต่อไปนี้

ชุดที่ ๑ ข้อทดสอบที่ถัดออกจากเดิมได้จำนวน ๕๐ ข้อ มีความน่าจะเป็นตั้งแต่ .๓๕ ถึง
.๕๕ ถ้าความน่าจะเป็นเท่ากับ .๓๐ และมีอำนาจในการจำแนกกลุ่มคะแนนสูง และกลุ่ม
คะแนนต่ำ ตั้งแต่ .๔ ถึง .๕๖ ถ้าอำนาจในการจำแนกโดยเฉลี่ยเท่ากับ .๔๐

ชุดที่ ๒ ข้อทดสอบที่ถัดออกจากเดิมได้จำนวน ๔๐ ข้อ มีความน่าจะเป็นตั้งแต่ .๒๓ ถึง .๔๖
ถ้าความน่าจะเป็นโดยเฉลี่ยเท่ากับ .๕๕ และมีอำนาจในการจำแนกกลุ่มคะแนนสูง และกลุ่ม
คะแนนต่ำ ตั้งแต่ .๔ ถึง .๕๐ ถ้าอำนาจในการจำแนกโดยเฉลี่ยเท่ากับ .๔๖

ภายหลังการทดลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ แล้ว ผู้วิจัยได้นำเอาที่ได้จากการใช้
ของทดสอบทั้ง ๒ ชุด มาคำนวณหาความเชื่อมั่น (reliability) และ ความคลาดเคลื่อน
มาตรฐานในการวัด (SE_{leas}) โดยใช้สูตรของ กูเตอร์ - ริชาร์ดสัน ได้ค่าความเชื่อมั่น
.๕๘ และ .๕๘ และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด .๕๕ และ ๐.๔๔ จึงตาราง
ต่อไปนี้

วิชา เรขาคณิต เทคนิคการวัดผล หน้า ๑๓๑ - ๓๔๔.

๒

Chung-Teh Fan, Item Analysis Table, pp. 6-32.

ภาพ ๔. แสดงค่า p เฉลี่ย, ค่า r เฉลี่ย, ค่า Δ เฉลี่ย,
ค่าความเชื่อมั่น และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด

แบบทดสอบชนิดที่	จำนวนข้อ	ค่า p เฉลี่ย	ค่า r เฉลี่ย	r_{tt}	$SI_{100\%}$
๑	๔๐	.๗๐	.๖๐	.๘๘	.๘๘
๒	๔๐	.๕๖	.๕๐	.๘๘	๑.๐๖

วิธีการในการทดลอง

๑. ก่อนทำการทดลอง ผู้วิจัยได้ทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน ๒๖๕ คน ด้วยข้อทดสอบ ๒ ฉบับ โดยใช้เวลาในการสอบฉบับละ ๑ ชั่วโมง กลุ่มนักเรียนในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาที่ได้รับการทดสอบจากผู้วิจัย ได้ได้เรียนเกี่ยวกับความรู้เกี่ยวกับความสำคัญของการรู้ถึงเรื่องราวข้อเท็จจริง นักเรียนกลุ่มนี้มีความรู้เกี่ยวกับจำนวนและจำนวนมาด้วยเป็นอย่างดี

๒. ผู้วิจัยจำแนกกลุ่มที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น ไปทดลองสอนนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ ๔ ถึงประถมศึกษาปีที่ ๘ ในภาคเรียนที่ ๓ ของปีการศึกษา ๒๕๖๓ และสอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ในภาคเรียนที่ ๑ ของปีการศึกษา ๒๕๖๔ การทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน การสอนแต่ละครั้ง ๘ ชั่วโมง

๓. เวลาในการสอน ๘ ชั่วโมงนี้ แบ่งออกเป็น ๒ ระยะ คือระยะแรก ๔ ชั่วโมง และระยะหลังอีก ๔ ชั่วโมง

๔. ก่อนสอนระยะแรก ก็ทดสอบนักเรียนด้วยแบบทดสอบชุดแรก ซึ่งเมื่อสอบชุดแรกเกี่ยวกับความรู้เกี่ยวกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ในเวลาในการสอบ ๑ ชั่วโมงเท่ากับ

๕. เมื่อคะแนนเฉลี่ยที่ ๒ ก็ทดสอบถ้อยแถลงที่ ๒ ซึ่ง เป็น
 ถูกเกี่ยวกับที่ ๑ ผลรวมนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ในจังหวัด ระนอง ใช้เวลาในการสอบ
 ๑ ชั่วโมง เท่านั้น

การวิเคราะห์ข้อมูล

๑. รวบรวมค่าคะแนนค่าเฉลี่ยจากสูตร

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

๒. คำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) คำนวณจากสูตร

$$S = \sqrt{\frac{\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

๓. คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือ (Reliability) คำนวณจากสูตรของ กูเทร
 ริชาร์ดสัน

$$r_{tt} = \frac{NC_t^2 - M(N-1)}{S_t^2 (N-1)}$$

^๑ Henry E. Garret, Statistics in Psychology and Education, p. 27.

^๒ George A. Ferguson, Statistical Analysis in Psychology and Education, p. 67.

^๓ M.W. Richardson and C.F. Kuder, "The Calculation of Test Reliability Coefficients Based upon the Method of Rational Equivalence", Journal of Educational Psychology, 30:681-687, 1939.

๔. วิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (Standard Error of Measurement) ของแบบทดสอบ โดยกำหนดจากสูตร

$$SE_{\text{meas}} = S_x \sqrt{1-r_{tt}}$$

๕. วิเคราะห์ค่า t (t-test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของรายเฉลี่ยจากสูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{N_1} + \frac{S_2^2}{N_2}}}$$

๑ Harold Gullikson, Theory of Mental Test, p. 63.

๒ Allen L. Edwards, Experimental Design in Psychological Research, p. 94.

ผลการทดลอง

ผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการทดลองมีดังต่อไปนี้

เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากแบบทดสอบ

ผลการทดลองของเรื่องจำนวนเต็มลบ ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ปรากฏว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ได้คะแนนเฉลี่ยดังต่อไปนี้

เกี่ยวกับเรื่องการบวกจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ และนิยามเกี่ยวกับจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ และศูนย์ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ ได้คะแนนเฉลี่ย ๑๘.๕๖ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ ได้ ๑๘.๗๖ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ ได้ ๒๕.๐๐ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ ได้ ๓๐.๕๖ และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ได้ ๓๐.๖๐

เกี่ยวกับเรื่องการลบจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ นั้น นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ ได้คะแนนเฉลี่ย ๑.๕๖ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ ได้ ๑๘.๕๖ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ ได้ ๒๑.๓๖ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ ได้ ๒๕.๕๖ และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ได้ ๒๕.๕๖

ส่วนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ไม่ได้ทดลองจนได้คะแนน ทดสอบถูกต้องเกี่ยวกับเรื่องทดสอบ นักเรียนกลุ่มทดลองทั้งหมด สอบนักเรียนกลุ่มมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ในจังหวัดระยอง ปรากฏผลดังต่อไปนี้

เกี่ยวกับเรื่องการบวกจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ และนิยามเกี่ยวกับจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ และศูนย์ ได้คะแนนเฉลี่ย ๑๘.๕๖ และเกี่ยวกับการลบจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ ได้คะแนนเฉลี่ย ๒๐.๓๖

จากผลการทดลองทั้งหมดแสดงให้เห็นว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗

และมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ที่ทำการทดลอง มีความสามารถพอเพียงที่จะเปรียบเทียบเรื่องการบวกจำนวน
เกินหก จำนวนเต็มบวก และนิยามเกี่ยวกับจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ และศูนย์ ได้
ส่วนเรื่องการบวกจำนวนเต็มบวก และจำนวนเต็มลบ นั้น นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖
ประถมศึกษาปีที่ ๗ มัธยมศึกษาปีที่ ๑ โรงเรียนพระนคร และมัธยมศึกษาปีที่ ๑ กลุ่มทดลอง
มีความสามารถเพียงพอที่จะเปรียบเทียบได้

ตาราง ๕. แสดงรายละเอียดคะแนนจากแบบทดสอบเกี่ยวกับจำนวนเต็มบวก
ตามแผนงานนี้

		ฉบับที่	ที่ ๑	ที่ ๒	รวม
		ที่	ที่ ๑	ที่ ๒	รวม

และในการเปรียบเทียบความสามารถของนักเรียนในแต่ละระดับชั้นนี้ ผู้วิจัยใช้ค่าที
(t-test) เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากแบบทดสอบทั้ง ๒ ฉบับ โดยใช้คะแนนเฉลี่ยของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ กลุ่มทดลอง และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ โรงเรียนพระนคร
เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาตัดสิน ถึงตารางที่ ๕ และตารางที่ ๗ ต่อไปนี้

ตาราง ๖. ค่าสถิติ (t-test) ในการเปรียบเทียบคะแนนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง
จากแบบทดสอบปีที่ ๑

ระดับชั้น	ประถมศึกษานีปี ๔	ประถมศึกษานีปี ๕	ประถมศึกษานีปี ๖	ประถมศึกษานีปี ๗	มัธยมศึกษาปีที่ ๑ (พระนคร)	มัธยมศึกษาปีที่ ๑ (กลุ่มทดลอง)
ประถมศึกษานีปี ๔	—	.๐๘	๘.๐๘**	๘.๖๑**	.๖๘	๘.๕๘*
ประถมศึกษานีปี ๕	—	—	๘.๑๗*	๘.๒๖**	.๕๐	๘.๕๘*
ประถมศึกษานีปี ๖	—	—	—	๓.๖๗*	๘.๖๐**	๓.๕๑*
ประถมศึกษานีปี ๗	—	—	—	—	๑๐.๒๕**	.๑๒
มัธยมศึกษาปีที่ ๑ (พระนคร)	—	—	—	—	—	๕.๕๓*
มัธยมศึกษาปีที่ ๑ (กลุ่มทดลอง)	—	—	—	—	—	—

* ใช้ค่าสถิติระดับ ๑ ระดับ .๐๕

** ใช้ค่าสถิติระดับ ๑ ระดับ .๐๑

จากตาราง ๖. ปรากฏผลว่า ผลการทดสอบจากแบบทดสอบปีที่ ๑ เป็นเรื่อง
เกี่ยวกับการบวกลบ ได้จาก จำนวนเต็มและนิยามเกี่ยวกับจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ
และศูนย์ เป็นคะแนนเฉลี่ยที่ได้ในแต่ละชั้นมาเปรียบเทียบกันตามวิธีการหาค่าเฉลี่ย
คะแนนเฉลี่ย ระดับชั้นประถมศึกษานีปี ๔ ประถมศึกษานีปี ๕ ประถมศึกษานีปี ๖ และประถมศึกษา
ปีที่ ๗ เปรียบเทียบกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ (จังหวัดพระนคร) แตกต่างกัน

อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่คงว่าไม่พบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งห้า แต่หา
พิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยจะพบว่า เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากตาราง ๕ แล้ว นักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ ๔ ถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ ได้คะแนนเฉลี่ยจากกว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑
(จังหวัดระยอง) ทุกชั้น

การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ ถึงชั้นประถมศึกษา
ปีที่ ๗ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ กลุ่มทดลอง ผลปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ ๔ ปีที่ ๕ และปีที่ ๖ แตกต่างกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑
กลุ่มทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ๗ ระดับ .๐๐ ส่วนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ ได้คะแนน
เฉลี่ยแตกต่างจากคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ กลุ่มทดลอง อย่างไม่มีนัยสำคัญทาง
สถิติ

การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ในจังหวัดระยอง
เปรียบเทียบกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ กลุ่มทดลอง ปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ย
ของทั้งสามกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ๗ ระดับ .๐๐

ถ้าเปรียบเทียบระหว่างนักเรียนที่ได้รับการทดลองทุกชั้น ปรากฏว่า ถ้าคะแนนเฉลี่ยของ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ กับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ และชั้นประถมศึกษา
ปีที่ ๗ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ๗ ระดับ .๐๐ และคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถม
ศึกษาปีที่ ๕ กับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ และชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ แตกต่าง
กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ๗ ระดับ .๐๐ แต่คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔
กับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

นอกจากนี้ ถ้าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ เมื่อเปรียบเทียบกับคะแนน
เฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ แล้ว จะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ๗ ระดับ .๐๐

ตาราง ๗. แสดงค่า t (t-test) ในการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
จากแบบทดสอบฉบับที่ ๒

ระดับชั้น	ประถมศึกษา ปีที่ ๔	ประถมศึกษา ปีที่ ๕	ประถมศึกษา ปีที่ ๖	ประถมศึกษา ปีที่ ๗	มัธยมศึกษา ปีที่ ๑ (พระนคร)	มัธยมศึกษา ปีที่ ๑ (กลุ่มทดลอง)
ประถมศึกษานี้ที่ ๔	—	๒.๒๕ ^{**}	๓.๘๔ ^{**}	๖.๖๗ ^{**}	๓.๘๔ ^{**}	๔.๗๕ ^{**}
ประถมศึกษานี้ที่ ๕	—	—	๑.๙๖	๔.๘๖ ^{**}	๑.๓๐	๔.๒๕ ^{**}
ประถมศึกษานี้ที่ ๖	—	—	—	๒.๓ [*]	๑.๘๓	๒.๕๕ [*]
ประถมศึกษานี้ที่ ๗	—	—	—	—	๔.๔๘ ^{**}	.๖๗
มัธยมศึกษาปีที่ ๑ (พระนคร)	—	—	—	—	—	๓.๘๔ ^{**}
มัธยมศึกษาปีที่ ๑ (กลุ่มทดลอง)	—	—	—	—	—	—

* มีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ .๐๕

** มีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ .๐๑

ตาราง ๗. แสดงว่า ผลการทดสอบจากแบบทดสอบฉบับที่ ๒ ซึ่งได้ เปรียบเทียบการรวม
จำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ และจำนวนเต็มลบ เกี่ยวกับการบวก การลบ จำนวนเต็มบวก จำนวน
เต็มลบ และศูนย์ ปรากฏพบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ ประถม-
ศึกษานี้ที่ ๕ ประถมศึกษานี้ที่ ๖ และประถมศึกษาปีที่ ๗ แตกต่างกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ (วิ. วัชรระนอง) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าไม่พบความแตกต่าง
 ของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งกลุ่ม แต่จากการพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยจะเห็นว่า คะแนนเฉลี่ยของ
 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑ และประถมศึกษาปีที่ ๕ น้อยกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
 ปีที่ ๑ เมื่อเทียบกับเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑ และประถมศึกษาปีที่ ๕ มากกว่า
 คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ (ดูตาราง ๕.)

การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ ถึงประถมศึกษาปีที่ ๗
 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ กลุ่มทดลอง ผลปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษา
 ปีที่ ๔ และประถมศึกษาปีที่ ๕ แตกต่างกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ อย่างมี
 นัยสำคัญทางสถิติ ๑ ระดับ .๐๐ คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ แตกต่างกับ
 คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ๓ ระดับ .๐๕ ส่วนคะแนน
 เฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ แตกต่างกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑
 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ในจังหวัดพระนครศรี
 ธรรมกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ กลุ่มทดลอง ปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียน
 ทั้ง ๒ กลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ๓ ระดับ .๐๐

ถ้าเปรียบเทียบระหว่างนักเรียนที่ได้รับการทดลองทุกชั้น ปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยของ
 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ แตกต่างกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ อย่างมี
 นัยสำคัญทางสถิติ ๑ ระดับ .๐๕ และแตกต่างกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖
 และประถมศึกษาปีที่ ๗ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ๓ ระดับ .๐๐ คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้น
 ประถมศึกษาปีที่ ๕ เปรียบเทียบกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ แตกต่างกับ
 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แตกต่างกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ แตกต่างกับคะแนน
 เฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ๓ ระดับ .๐๐ และคะแนน
 เฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ แตกต่างกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗
 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ๓ ระดับ .๐๕

เปรียบเทียบคะแนนที่ได้ของนักเรียนจำแนกตามระดับอายุ

การรวบรวมนักเรียนออกตามระดับอายุ ผู้วิจัยได้จำแนกออกเป็น ๒ ประเภท คือ ประเภทที่ ๑ ว่าแนกตามระดับอายุของนักเรียนในแต่ละชั้น โดยใช้อายุเกณฑ์เป็นค่า คำนวณในแต่ละชั้นว่าถูกกว่ามากเป็นอายุสูงกว่าเกณฑ์ ตามเกณฑ์ และต่ำกว่าเกณฑ์ และประเภทที่ ๒ ใช้วิธีเก็บค่าเก็บค่ามารวมกัน แล้วจำแนกออกตามระดับอายุแต่ละช่วง ในแต่ละช่วงค่า ๑ นี้ ยังเห็นการจำแนกตามประเภทนั้นจึงไม่คำนึงถึงชั้นที่เรียน

ต่อไปนี้เป็นการวิเคราะห์ของการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของนักเรียน จำแนกตามระดับ

อายุ

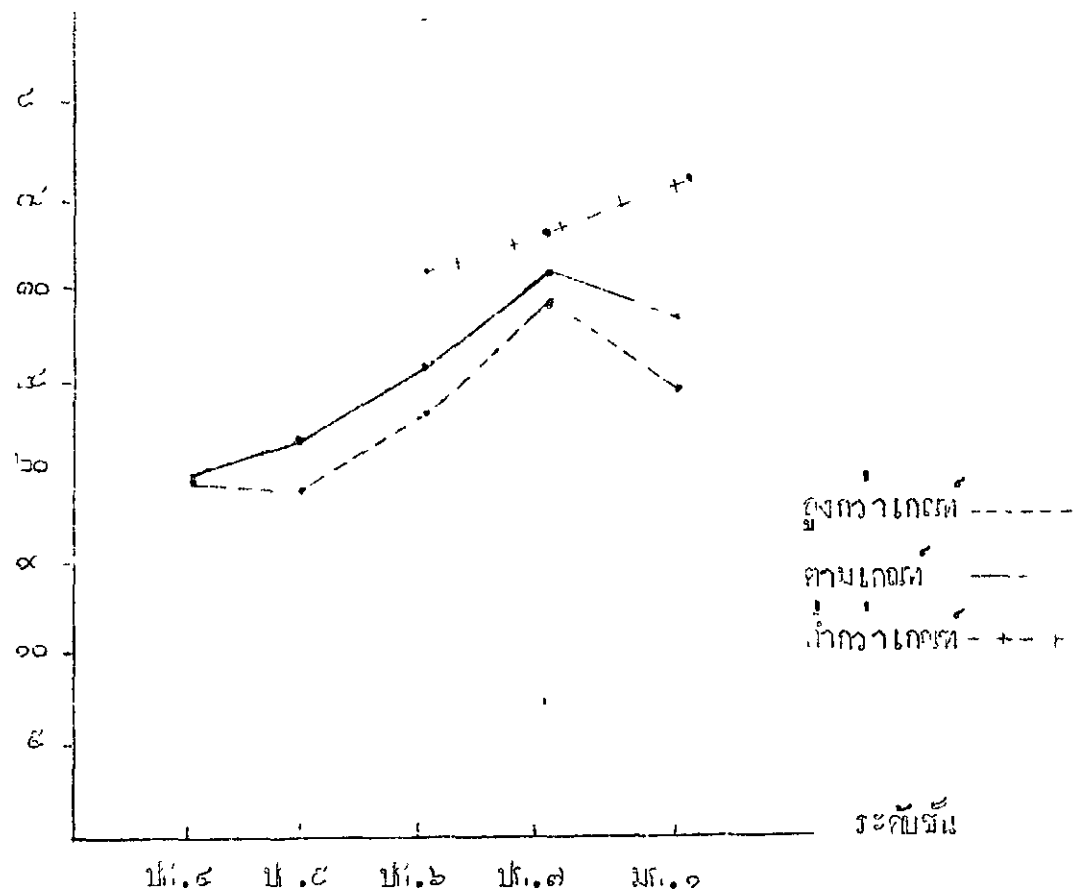
ตาราง ๔. แยกคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากแบบทดสอบ เกี่ยวกับจำนวนเงิน
จำแนกตามระดับอายุ โรงเรียนใน แต่ละชั้น

ชั้น	อายุ.... ปี	N	ฉบับที่	
			ที่ ๑	ที่ ๒
ประถมศึกษาปีที่ ๔	สูงกว่า ๑๐	๒๑	๑๙.๒๙	๑๙.๓๘
	ต่ำกว่า ๑๐	๑๙	๑๙.๘๙	๑๙.๑๖
ประถมศึกษาปีที่ ๕	สูงกว่า ๑๑	๒๓	๑๘.๕๒	๑๙.๙๐
	ต่ำกว่า ๑๑	๑๙	๒๑.๓๕	๒๐.๒๔
ประถมศึกษาปีที่ ๖	สูงกว่า ๑๒	๑๘	๒๓.๙๔	๒๑.๓๘
	ต่ำกว่า ๑๒	๒๐	๒๕.๕๔	๒๐.๙๕
	ต่ำกว่า ๑๒	๒	๓๐.๕๐	๒๔.๕๐
ประถมศึกษาปีที่ ๘	สูงกว่า ๑๓	๒๐	๒๕.๑๕	๒๓.๙๕
	ต่ำกว่า ๑๓	๑๙	๓๑.๒๙	๒๕.๒๔
	ต่ำกว่า ๑๓	๓	๓๓.๐๐	๒๕.๐๐
มัธยมศึกษาปีที่ ๑	สูงกว่า ๑๔	๕	๒๔.๖	๒๐.๒๐
	ต่ำกว่า ๑๔	๒๐	๒๙.๔	๒๒.๕๕
	ต่ำกว่า ๑๔	๑๕	๓๔.๕๓	๒๙.๘๙

ตาราง ๕. แสดงว่านักเรียนที่อายุต่ำกว่าเกณฑ์ ตามเกณฑ์ และสูงกว่าเกณฑ์ ของทุก
ชั้น ได้คะแนนเฉลี่ยของไปตามลำดับ นั่นก็คือ นักเรียนที่มีอายุต่ำกว่าเกณฑ์ ได้คะแนนเฉลี่ย
มากกว่านักเรียนที่มีอายุตามเกณฑ์และสูงกว่าเกณฑ์ และนักเรียนที่มีอายุตามเกณฑ์ ได้คะแนนเฉลี่ย
มากกว่านักเรียนที่มีอายุสูงกว่าเกณฑ์ และผลปรากฏเช่นนี้เหมือนกันทุกชั้น

ในการพิจารณาเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากแบบทดสอบเกี่ยวกับจำนวนเต็มทั้ง ๖ ฉบับ
จำแนกตามอายุ และโรงเรียนในแต่ละระดับชั้น ผู้วิจัยใช้กราฟต่อไปนี้ ประกอบการพิจารณา

ภาพที่ ๑



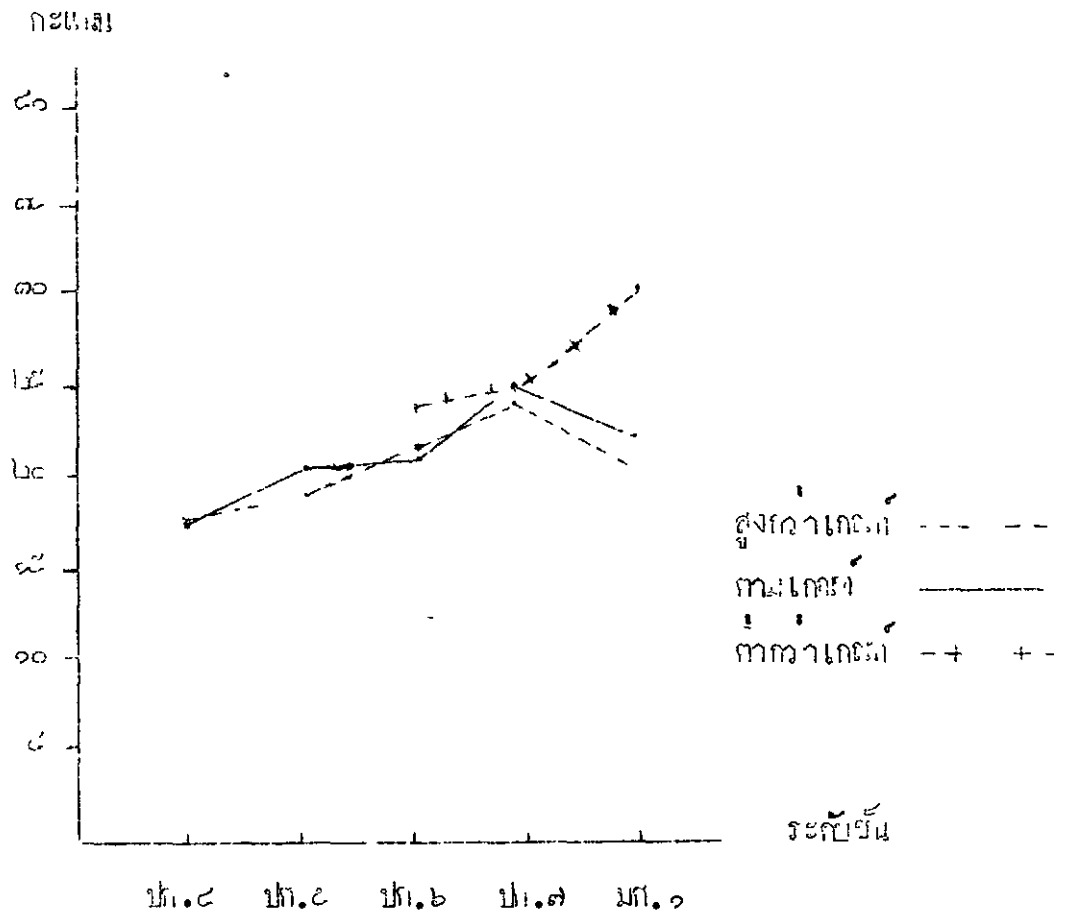
ภาพที่ ๑ แสดงคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบฉบับที่ ๑ จำแนกตามอายุในแต่ละระดับชั้น

ในการพิจารณากราฟปรากฏว่า เส้นกราฟของคะแนนเฉลี่ยของสามกลุ่มคือ
และตามเกณฑ์ มีลักษณะคล้ายกันมาก กล่าวคือ คะแนนรายเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕
ถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ ๘ ของทั้งสองกลุ่มจะเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับ และคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ ๑ จะต่ำกว่าของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๘

ในการพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มอายุตามเกณฑ์ทุกชั้น พบว่าคะแนนเฉลี่ยของ
นักเรียนประถมศึกษาปีที่ ๕ ถึงประถมศึกษาปีที่ ๘ สูงขึ้นเป็นลำดับ แต่คะแนนเฉลี่ยของ

นักเรียนกลุ่มที่มีอายุสูงกว่าเกณฑ์ ในชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ ทำกว่าทุกชั้น

ส่วนคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่มีอายุต่ำกว่าเกณฑ์กลุ่มนี้จะสูงขึ้นตามลำดับชั้นที่เรียน



ภาพที่ ๑ แสดงคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบฉบับที่ ๒ จำแนกตามอายุในแต่ละระดับชั้น

เมื่อพิจารณาจากกราฟนี้ แสดงให้เห็นว่า คะแนนรายเฉลี่ยของนักเรียนที่มีอายุตามเกณฑ์ ในแต่ละชั้น ตั้งแต่ประถมศึกษาปีที่ ๕ ถึงประถมศึกษาปีที่ ๘ สูงขึ้นตามลำดับ และลดลงในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ แต่เห็นว่าถึงเกณฑ์คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ทำกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๘ เท่านั้น

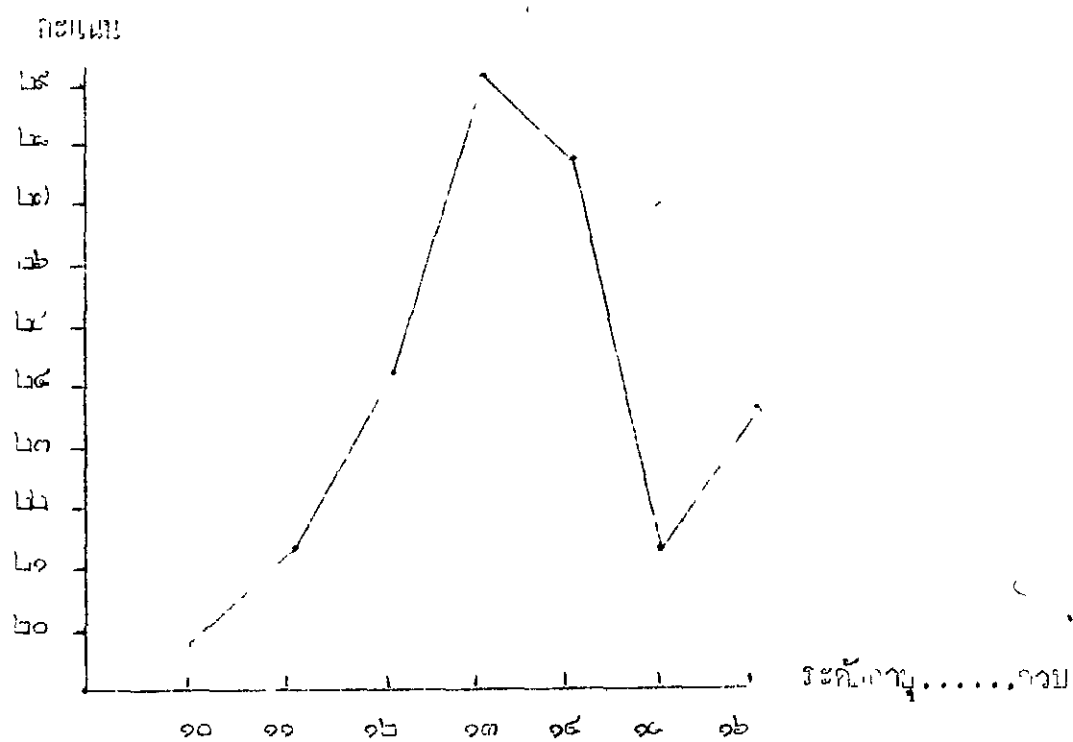
คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่มีอายุสูงกว่าเกณฑ์ในแต่ละชั้น ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ ถึงประถมศึกษาปีที่ ๘ ขยับขึ้นตามลำดับ และมาลงคงที่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑

ส่วนคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มที่มีอายุต่ำกว่าเกณฑ์ สูงขึ้นตามลำดับชั้น

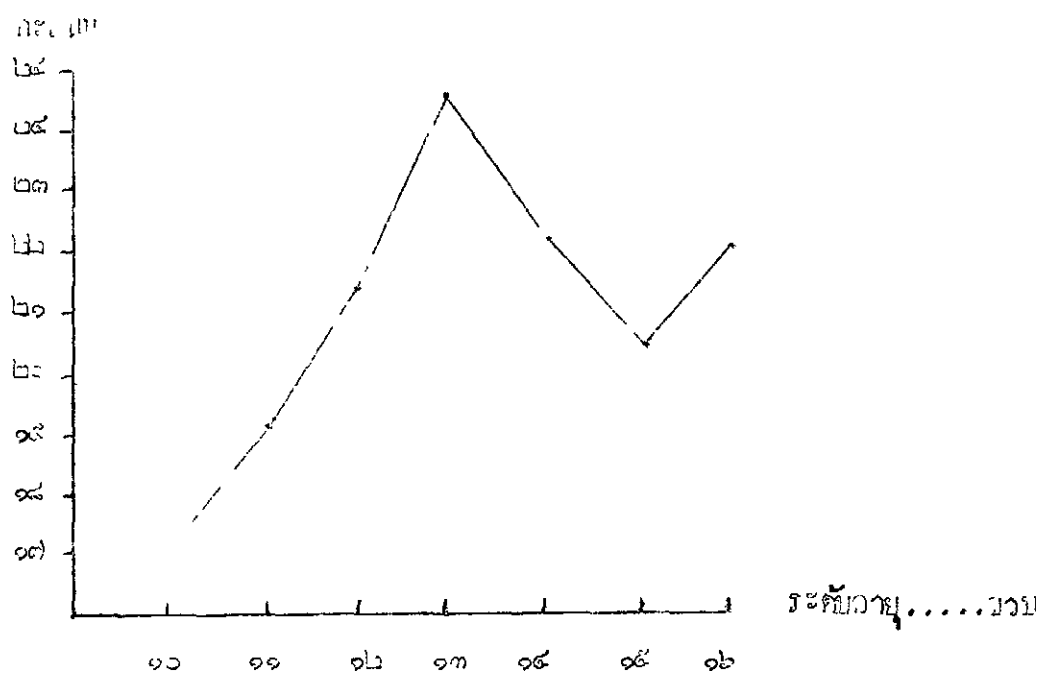
ตาราง ๕. แสงกะโหลกเฉลี่ยจากแบบทดสอบเกี่ยวกับจำนวนเด็กจบโรงเรียน
ในกลุ่มทดลอง จังหวัดกาญจนบุรี

อายุ \ ปีที่	ปีที่ ๑	ปีที่ ๒	N
๑๐	๑๔.๕๐	๑๗.๑๖	๑๙
๑๑	๒๑.๒๖	๑๕.๖๕	๓๒
๑๒	๒๔.๑๕	๒๑.๖๕	๔๕
๑๓	๒๕.๐๒	๒๔.๕๗	๔๗
๑๔	๒๗.๑๓	๒๖.๐๗	๕๕
๑๕	๒๑.๑๔	๒๐.๒๕	๗
๑๖	๒๓.๕๐	๒๒.๐๐	๒

สำหรับการวิเคราะห์แสงกะโหลกเฉลี่ยจากตาราง ๕. จะพบค่าเฉลี่ยที่ต่างกัน
เห็นนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่



ภาพที่ ๑ แสดงกะแฉกเฉลี่ยจากแบบทดสอบฉบับที่ ๑ จำแนกตามอายุ



ภาพที่ ๒ แสดงกะแฉกเฉลี่ยจากแบบทดสอบฉบับที่ ๒ จำแนกตามอายุ

ได้พิจารณาจากตาราง ๕. และภาพที่ ๓ ประกอบ สรุปได้ดังนี้ กระแสมเฉลี่ยของนักเรียนที่วัดความสามารถระดับอายุโดยไม่คำนึงชั้น ทั้งแต่ละระดับอายุ ๑๐ ปี ถึง ๑๓ ปี สูงขึ้นตามลำดับ และเป็นเหตุให้ถึงเกณฑ์ความสามารถในการเรียนของนักเรียนในระดับอายุ ๑๖ - ๑๓ ปี จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และเนื่องจากนั้นกระแสมเฉลี่ยจะน้อยลงตามลำดับจนถึงระดับอายุ ๑๕ ปี แล้วจึงเพิ่มขึ้นอีกในระดับอายุ ๑๖ ปี (ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่านักเรียนที่มีระดับอายุ ๑๕ ปี มีเพียง ๓ คน และอายุ ๑๖ ปี มีเพียง ๒ คน ดังนั้นผู้วิจัยจะไม่นำมาพิจารณาในการเปรียบเทียบครั้งนี้)

เมื่อพิจารณาจากตาราง ๕. และภาพที่ ๔ ประกอบ สรุปได้ดังนี้ กระแสมเฉลี่ยของนักเรียนที่วัดความสามารถระดับอายุ ๑๐ ปี ถึง ๑๓ ปี สูงขึ้นตามลำดับ และเริ่มลดลงไปอายุ ๑๕ และ ๑๔ ปี ตามลำดับ แล้วจึงสูงขึ้นอีกในระดับอายุ ๑๖ ปี และเป็นเหตุให้ถึงเกณฑ์ความสามารถของนักเรียนในระดับอายุ ๑๖ - ๑๓ ปี เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการเรียนของนักเรียน จากภาพที่ ๓ และภาพที่ ๔ ปรากฏว่าความสามารถในการเรียนเรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มของนักเรียนในระดับอายุต่าง ๆ ถึงค่าทั่วไปแล้วใกล้เคียงกันมาก กล่าวคือ ความสามารถในการเรียนของนักเรียนที่มีอายุ ๑๐ - ๑๓ ปี สูงขึ้นตามลำดับ และความสามารถในการเรียนของนักเรียนลดลงในระดับอายุ ๑๕ และ ๑๔ ปี เฉกเช่นเดียวกัน

๒) การเปรียบเทียบความสามารถของนักเรียนในระดับอายุต่าง ๆ โดยใช้ ผู้วิจัยใช้ค่าที (t-test) เปรียบเทียบรายเฉลี่ย ของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบทั้ง ๒ ฉบับ ถึงตารางต่อไปนี้

ตาราง ๑๐. ตารางที (t-test) ในการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
ว่าแตกต่างกันหรือไม่ จากแบบทดสอบฉบับที่ ๑

ระดับอายุ... ปี	๑๐	๑๑	๑๒	๑๓	๑๔	๑๕	๑๖
๑๐	—	.๔๒	๒.๙๓*	๔.๕๘**	๔.๖๒**	.๔๖	.๖๓
๑๑	—	—	๑.๐๓*	๔.๕๙**	๔.๖๕**	.๐๓	.๖๓
๑๒	—	—	—	๓.๒๓*	๒.๔๑*	.๕๖	.๔๔
๑๓	—	—	—	—	.๘๔	๒.๕๑*	๑.๔๖
๑๔	—	—	—	—	—	๒.๑*	๑.๙๔
๑๕	—	—	—	—	—	—	.๔๖
๑๖	—	—	—	—	—	—	—

* มีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ .๐๕

** มีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ .๐๑

จากการตาราง ๑๐. นี้แสดงให้เห็นการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบที่ได้จากแบบ
ทดสอบฉบับที่ ๑ ของนักเรียนทุกระดับอายุ ปรากฏผลดังต่อไปนี้ คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่ม
ที่มีระดับอายุ ๑๐ ปี แตกต่างกับคะแนนของนักเรียนกลุ่มอายุ ๑๒, ๑๓ และ ๑๔ ปี อย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติ ณ ระดับ .๐๑ แต่แตกต่างกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มอายุ ๑๕ และ ๑๖ ปี
อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มที่มีระดับอายุ ๑๑ ปี แตกต่างกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียน
ที่มีระดับอายุ ๑๖ ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ .๐๕ และแตกต่างกับคะแนนเฉลี่ยของ
นักเรียนที่มีระดับอายุ ๑๓ และ ๑๔ ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ .๐๑ แต่คะแนนเฉลี่ย
ของนักเรียนที่มีระดับอายุ ๑๑ ปี แตกต่างกับนักเรียนที่มีระดับอายุ ๑๕ และ ๑๖ ปี อย่างไม่มีนัย
สำคัญทางสถิติ

คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มที่มีระดับอายุ ๑๒ ปี แตกต่างกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่มีระดับอายุ ๑๓ ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ๓ ระดับ .๐๑ และแตกต่างกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่มีระดับอายุ ๑๔ ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ๓ ระดับ .๐๕ แต่คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มที่มีระดับอายุ ๑๒ ปี แตกต่างกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มที่มีระดับอายุ ๑๔ และ ๑๖ ปี อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มที่มีระดับอายุ ๑๓ ปี แตกต่างกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มที่มีระดับอายุ ๑๔ และ ๑๖ ปี อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่แตกต่างกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่มีระดับอายุ ๑๔ ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ๓ ระดับ .๐๕

คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่มีระดับอายุ ๑๔ ปี แตกต่างกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่มีระดับอายุ ๑๕ ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ๓ ระดับ .๐๕ แต่แตกต่างกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่มีระดับอายุ ๑๖ ปี อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่มีอายุ ๑๕ ปี แตกต่างกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่มีอายุ ๑๖ ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง ๑๑. ค่าสถิติ (t-test) ในการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
จำแนกตามระดับอายุ จากแบบทดสอบฉบับที่ ๖

ระดับอายุ.....ปี	๑๐	๑๑	๑๒	๑๓	๑๔	๑๕	๑๖
๑๐	—	๑.๔๑	๒.๕๐**	๔.๖๕**	๓.๐๖*	๑.๗๓	๑.๖๑
๑๑	—	—	๑.๕๕*	๔.๒๕*	๒.๙๕*	.๗๑	.๒
๑๒	—	—	—	๒.๗๑**	.๖๔	.๖๓	.๙๐
๑๓	—	—	—	—	๑.๗๑	๒.๕๖*	.๖๖
๑๔	—	—	—	—	—	๑.๐๔	.๐๒
๑๕	—	—	—	—	—	—	.๓๖
๑๖	—	—	—	—	—	—	—

* มีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ .๐๕

** มีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ .๐๑

ตาราง ๑๑. แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบที่ได้จากแบบทดสอบ
ฉบับที่ ๖ ของนักเรียนทุกระดับอายุ ปรากฏผลดังต่อไปนี้

คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่มีระดับอายุ ๑๐ ปี แตกต่างกับคะแนนเฉลี่ยของ นักเรียนที่มีระดับ
อายุ ๑๒, ๑๓ และ ๑๔ ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ .๐๑ แต่แตกต่างกับคะแนนเฉลี่ย
ของนักเรียนที่มีระดับอายุ ๑๑, ๑๕ และ ๑๖ ปี อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่มีระดับอายุ ๑๑ ปี แตกต่างกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่มี
ระดับอายุ ๑๓ ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ .๐๑ และแตกต่างกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียน
ที่มีระดับอายุ ๑๖ และ ๑๔ ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ .๐๕ แต่แตกต่างกับคะแนนเฉลี่ย
ของนักเรียนที่มีระดับอายุ ๑๕ และ ๑๖ ปี อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

กะแนมเฒ่าของนักเรียนที่มีระดับอายุ ๑๖ ปี แตกต่างกับกะแนมเฒ่าของนักเรียนที่มีระดับอายุ ๑๓ ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ๓ ระดับ .๐๑ แต่แตกต่างกับกะแนมเฒ่าของนักเรียนที่มีระดับอายุ ๑๔, ๑๕ และ ๑๖ ปี อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

กะแนมเฒ่าของนักเรียนที่มีระดับอายุ ๑๓ ปี แตกต่างกับกะแนมเฒ่าของนักเรียนที่มีระดับอายุ ๑๔ และ ๑๖ ปี อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่แตกต่างกับกะแนมเฒ่าของนักเรียนที่มีระดับอายุ ๑๕ ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ๑ ระดับ .๐๕

กะแนมเฒ่าของนักเรียนที่มีระดับอายุ ๑๔ ปี แตกต่างกับกะแนมเฒ่าของนักเรียนที่มีระดับอายุ ๑๕ และ ๑๖ ปี อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

กะแนมเฒ่าของนักเรียนที่มีระดับอายุ ๑๕ ปี แตกต่างกับกะแนมเฒ่าของนักเรียนที่มีระดับอายุ ๑๖ ปี อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ.

บทที่ ๔

แบบสรุป ฉบับปรายฉลุ และขอเสนอแนะ

ความมุ่งหมายบางกรณีศึกษา

๑. เพื่อศึกษาว่า นักเรียนในระดับประถมศึกษาปีที่ ๔ ถึงระดับประถมศึกษาปีที่ ๗ สามารถเรียนรู้เรื่องจำนวนเต็มลบได้หรือไม่
๒. เพื่อศึกษาว่า ใครจะเริ่มตนเอง เรื่องว่าเลขเต็มลบได้ทั้งแต่ระดับชั้นใด
๓. เพื่อหาข้อดีที่ได้จากการศึกษาบทเรียนนี้ เป็นแนวทางในการปรับปรุงหลักสูตร การศึกษาในระดับชั้นประถมศึกษาและมัธยมศึกษาของประเทศไทย

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างแบ่งออกเป็น ๒ ประเภท คือ

๑. ประเภทที่ทำการทดลองเฉพาะได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ ถึงระดับประถมศึกษาปีที่ ๗ ของโรงเรียนวัดเจ้าแก้ว อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี จำนวนห้องละ ๔๐ คน และนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ของโรงเรียนโพธาราม "โพธารามเดลินี" อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี จำนวน ๔๐ คน รวมนักเรียนที่ทำการทดลองทั้งสิ้น ๒๐๐ คน
 ๒. ประเภทที่ไม่ได้รับการทดลองสอน ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ของโรงเรียนต่าง ๆ ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ทั้งสิ้น ๒๕ คน กลุ่มตัวอย่างประเภทนี้ได้รับการทดสอบโดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกันกับที่ใช้ทดสอบนักเรียนกลุ่มทดลอง
- การเลือกกลุ่มตัวอย่าง ใช้วิธีแบบสุ่มทั่วทั้ง (random sampling)

เมื่อนำไปทดลอง

เนื้อหาที่ได้จากการทดลองครั้งนี้ เป็นเนื้อหาที่ผู้วิจัยเองสนใจเกี่ยวกับการรวม การลบ
จำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ และศูนย์ และ นิยามต่าง ๆ เกี่ยวกับจำนวนเต็มบวก จำนวน
เต็มลบ และศูนย์ โดยพิจารณาจากหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ของกระทรวง
ศึกษาธิการ ปี ๒๕๐๓ หน้า ๑๔๑ - ๑๔๓ ได้คิด ทำมัธยมปีที่ ๑ ของกรมวิชาการ กระทรวง
ศึกษาธิการ และหนังสือเกี่ยวกับเรื่อง จำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ ของต่างประเทศ

เครื่องใช้ในอาคาร

๑. เื่อหาเขี้ยวกับจำนวนเขี้ยว ที่ถูกขบแทบ

๒. แบบทดสอบปรึษาแบบเลือกตอบ ๒ ชุด

แบบทดสอบชุดแรกนี้เกี่ยวข้องกับเรื่อง การบวก จำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ และศูนย์ และเป็นการเกี่ยวกับจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ และศูนย์ มี ๑ ฉบับ จำนวน ๔๐ ข้อ กำหนดเวลาในการตอบ ๑ ชั่วโมง

แบบทดสอบชุดที่ ๒ นี้เกี่ยวกับเรื่องการบวก การลบ จำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ และศูนย์ มี ๑ ฉบับ จำนวนรวม ๔๐ ข้อ กำหนดเวลาในการสอบ ๑ ชั่วโมง

การคำนวณการขาดของ

๑. หากการทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ในจังหวัดนครราชสีมา ด้วยแบบทดสอบเก็บ
กับจำนวนนักเรียน ๒ คน ใช้เวลานานจะ ๑ ชั่วโมง

๒. ทศทองสถานเรื่องการบวก และการลบ จำนวนเต็มลบ แก่นักเรียนชั้นประถมศึกษา
ปีที่ ๔ ถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ ๘ ในภาคเรียนที่ ๑ ของปีการศึกษา ๒๕๐๓ และนักเรียนมัธยม
ศึกษาปีที่ ๑ ของปีการศึกษา ๒๕๐๔ โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนคนเดียว ใจความในการสอนเท่ากับ
กับ สื่อ หน้า ๕๔ หน้า ๕๖ และส่วนเนื้อหาเหมือนกัน

๓. ทำการช่วยเหลือนักเรียนกลุ่มที่ล้าหลัง ด้วยการทดสอบซ้ำ เกี่ยวกับคำชี้แจงที่ทดสอบแล้ว เริ่มขึ้นชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ในจังหวัดพระนคร ใจเวลาในการสอบเท่ากัน และกำหนดเวลาในการสอบครั้งต่อไป

๓.๑ ทดสอบนักเรียนที่ได้รับการทดลองสอน ด้วยแบบทดสอบฉบับที่ ๑ เมื่อสอน
ครบระยะ ๔ ชั่วโมง

๓.๒ ทดสอบนักเรียนที่ได้รับการทดลองสอนด้วยแบบทดสอบฉบับที่ ๒ เมื่อสอน
ครบระยะ ๔ ชั่วโมง

การวิเคราะห์ข้อมูล

๑. การายเฉลี่ยของคะแนน (Mean)
๒. ความเชื่อถือของแบบทดสอบ (Reliability)
๓. ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (Standard Error of Measurement)
๔. ทดสอบความแตกต่างของรายเฉลี่ยโดยใช้ t-test

ผลการทดลอง

การทดลองเกี่ยวกับเรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มลบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ ๑ ในจังหวัดสระบุรี ซึ่งเป็นชั้นที่ไม่ได้รับการทดลองสอนจากผู้วิจัย ปรากฏผลดังนี้ นักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จังหวัดสระบุรี ได้คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบฉบับที่ ๑ และฉบับที่ ๒
เท่ากับ ๔.๖๓ และ ๒๖.๓๖ ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม ๕๐ คะแนน ซึ่งจะเห็นว่า คะแนน
เฉลี่ยที่ได้จากแบบทดสอบฉบับที่ ๑ ซึ่งเป็นแบบทดสอบเกี่ยวกับการบวกจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็ม
ลบ และมีการบวกจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ และศูนย์ ไม่ถึง ๕๐% แต่คะแนนเฉลี่ย
ที่ได้จากแบบทดสอบฉบับที่ ๒ ซึ่งเป็นแบบทดสอบเกี่ยวกับการลบจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ
และใช้ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับการบวกการลบ จำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ และศูนย์ สูงกว่า ๕๐%

การทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองทั้งเก้าชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ ถึงมัธยมศึกษาปีที่ ๑ เกี่ยว
กับเรื่องว่า รวมเหมือน ปรากฏผลดังนี้ คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากแบบทดสอบฉบับที่ ๑ ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ นักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ และนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ ๑ เท่ากับ ๔๔.๔๔, ๔๔.๔๔, ๔๔.๔๔, ๔๔.๔๔,

๓๐.๓๕, และ ๓๐.๖๐ เกมคำขวัญ ผ่านคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากแบบทดสอบฉบับที่ ๒ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ เท่ากับ ๓๗.๒๕, ๔๘.๓๕, ๒๑.๓๓, ๒๔.๔๔ และ ๒๔.๘๕ เกมคำขวัญ เนื่องจากผลดังกล่าวจะสังเกตเห็นได้ว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ สามารถทำแบบทดสอบได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่า ๕๐% ทั้ง ๒ ฉบับ แก่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ และชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ ได้คะแนนเฉลี่ยไม่ถึง ๕๐% ทั้ง ๒ ฉบับ

การเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย โดยใช้คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ทั้ง ๒ ประเภท เป็นเกณฑ์ สรุปผลได้ดังนี้

๑. เมื่อใช้คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ในจังหวัดพระนคร เป็นเกณฑ์ ปรากฏผลว่า คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากแบบทดสอบฉบับที่ ๑ ของนักเรียนกลุ่มทดลองทุกระดับชั้น สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ในจังหวัดพระนคร แต่คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากแบบทดสอบฉบับที่ ๒ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ และชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ ทำกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ในจังหวัดพระนคร และคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ ประถมศึกษาปีที่ ๗ และมัธยมศึกษาปีที่ ๑ แต่ละชั้นสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ในจังหวัดพระนคร

๒. เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลองทุกระดับชั้น ปรากฏผลว่า คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากแบบทดสอบทั้ง ๒ ฉบับ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ และชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗

การเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยทางวิธีการทางสถิติ ได้ผลดังต่อไปนี้

๑. เมื่อเปรียบเทียบกัน ในระหว่างกลุ่มทดลองทุกระดับชั้น และใช้คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ เป็นเกณฑ์ ปรากฏผลว่า คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากแบบทดสอบฉบับที่ ๑ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ และชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ แต่ละชั้น เปรียบเทียบกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ ๒ ระดับ .๐๑ และคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากแบบทดสอบฉบับที่ ๒ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา
ปีการศึกษาที่ ๔ และชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ แต่ละชั้น กับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑
แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ๓ ระดับ .๐๑ และคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษา
ปีที่ ๒ กับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
๓ ระดับ .๐๕

คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๓ กับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ ๑ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้ง ๒ ฉบับ นั่นคือ คะแนนเฉลี่ยของ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๓ กับของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่า
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๓ และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ มีความสามารถในการ
บวกและการลบ ความเข้าใจใกล้เคียงกัน

๖. เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลองทุกระดับชั้นกับคะแนน
เฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ในจังหวัดพระนคร ปรากฏผลดังนี้ คะแนนเฉลี่ยที่ได้จาก
แบบทดสอบฉบับที่ ๑ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ และชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ แต่ละชั้น
กับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ในจังหวัดพระนคร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติ ที่ระดับความน่าเชื่อถือในการเรียนเกี่ยวกับการบวกจำนวนเต็มของนักเรียนชั้นประ
ถมศึกษาปีที่ ๔ ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ในจังหวัดพระนครใกล้เคียงกัน
และคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๒ ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๓ และชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑
แต่ละชั้น เปรียบเทียบกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จังหวัดพระนคร แตกต่าง
กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ๓ ระดับ .๐๑ นั่นคือคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษา
ปีที่ ๒ ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๓ และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ ๑ จังหวัดพระนครอย่างเห็นชัด

ส่วนคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากแบบทดสอบฉบับที่ ๒ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔
และชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ แต่ละชั้น กับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จังหวัด
พระนคร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า ความสามารถในการเรียนเกี่ยวกับการ
การลบจำนวนเต็มของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ และชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ ๑ ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ทั้งสองปีนี้ แยกแยะด้วยรองนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔
ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑ และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ แต่ละชั้นเปรียบเทียบกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา แยกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ณ ระดับ .๐๑ เมื่อหัก
คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ อย่างเห็นชัด และคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑ และ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา
อย่างเห็นชัด

การวิจัยในการเรียนเกี่ยวกับการบวก และการลบจำนวนเต็มลบ ของนักเรียน
เฉพาะกลุ่มทดลองจำแนกตามระดับอายุ โดยไม่คำนึงถึง ผลปรากฏว่า นักเรียนที่มีอายุ
๑๐ - ๑๓ ปี จะใช้กลยุทธ์ที่เพิ่มมากขึ้นตามลำดับอายุ และจะลดต่ำลงในระดับอายุ ๑๔ ปี
๑๕ ปี และ ๑๖ ปี ถึงจะเปลี่ยนกลับไป คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบครั้งที่ ๑ ของนักเรียน
ระดับอายุ ๑๐, ๑๑, ๑๒, ๑๓, ๑๔, ๑๕ และ ๑๖ ปี เท่ากับ ๕๙.๕๐, ๖๑.๖๖, ๖๔.๐๔,
๖๕.๐๖, ๖๗.๗๓, ๖๑.๑๔, และ ๖๓.๘๗ ตามลำดับ ส่วนคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบครั้งที่ ๒
ของนักเรียนระดับอายุ ๑๐, ๑๑, ๑๒, ๑๓, ๑๔, ๑๕ และ ๑๖ ปี เท่ากับ ๖๗.๖๖, ๖๕.๐๔,
๖๖.๖๗, ๖๕.๕๖, ๖๖.๐๗, ๖๐.๖๕ และ ๖๖.๐๐ คะแนน ตามลำดับ

การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากวิธีการทางสถิติ ปรากฏผลดังนี้

๑. คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนระดับอายุ ๑๐ ปี แยกต่างกับคะแนนเฉลี่ยของ
นักเรียนระดับอายุ ๑๑, ๑๒ และ ๑๔ ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ .๐๑ แต่แตกต่างกับ
คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนระดับอายุ ๑๓, ๑๕ และ ๑๖ ปี อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ผลที่ได้
สอดคล้องกับทั้งในเรื่องการบวก และการลบจำนวนเต็มลบ แต่สำหรับการลบจำนวนเต็มลบ
นักเรียนที่มีอายุ ๑๐ ปี ใช้คะแนนเฉลี่ยแตกต่างกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนระดับอายุ ๑๔ ปี
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ .๐๕

๒. คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนระดับอายุ ๑๑ ปี เปรียบเทียบกับคะแนนเฉลี่ยของ
นักเรียนระดับอายุ ๑๒, ๑๓ และ ๑๔ ปี แยกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ .๐๕, .๐๑ และ
.๐๐ ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนระดับอายุ ๑๔ และ ๑๖ ปี

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลที่ได้สอดคล้องกันทั้งในเรื่องการบวกและการลบจำนวน
เพิ่มลบ แต่สำหรับการบวกจำนวนเต็มลบ นักเรียนระดับอายุ ๑๑ ปี ได้คะแนนเฉลี่ยแตกต่างกับ
คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนระดับอายุ ๑๔ ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ๓ ระดับ .๐๕

๓. คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนระดับอายุ ๑๖ ปี แตกต่างกับคะแนนเฉลี่ยของ
นักเรียนระดับอายุ ๑๓ ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ๓ ระดับ .๐๑ ทั้งในเรื่องการบวกและการลบ
จำนวนเต็มลบ และคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนระดับอายุ ๑๖ ปี แตกต่างกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียน
ระดับอายุ ๑๔ ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ๓ ระดับ .๐๕ ในเรื่องการบวกจำนวนเต็มลบ แต่ใน
เรื่องการลบจำนวนเต็มลบ นักเรียนที่มีอายุ ๑๖ ปี ได้คะแนนเฉลี่ยแตกต่างกับคะแนนเฉลี่ยของ
นักเรียนที่มีอายุ ๑๔ ปี อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของนักเรียน
ที่มีอายุ ๑๖ ปี กับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่มีอายุ ๑๔ และ ๑๖ ปี จะพบว่า คะแนนเฉลี่ยแตกต่าง
กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งในเรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มลบ

๔. คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนระดับอายุ ๑๓ ปี กับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนระดับ
อายุ ๑๔ และ ๑๕ ปี แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนระดับ
อายุ ๑๓ ปี กับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนระดับอายุ ๑๔ ปี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
๓ ระดับ .๐๕ ผลที่ได้สอดคล้องกันทั้งในเรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มลบ

๕. คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนระดับอายุ ๑๔ ปี แตกต่างกับคะแนนเฉลี่ยของ
นักเรียนระดับอายุ ๑๕ ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ๓ ระดับ .๐๕ ในเรื่องการบวกจำนวนเต็มลบ
แต่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในเรื่องการลบจำนวนเต็มลบ และเมื่อเปรียบเทียบ
คะแนนเฉลี่ยระหว่างนักเรียนระดับอายุ ๑๔ ปี กับนักเรียนระดับอายุ ๑๖ ปี ปรากฏว่า แตกต่าง
กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งในเรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มลบ

๖. คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนระดับอายุ ๑๔ กับ ๑๖ ปี แตกต่างกันอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติ ในเรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มลบ

สรุป

ผลการทดลองครั้งนี้ แสดงว่าความสามารถในการเรียนเกี่ยวกับการบวกและการลบจำนวนเต็มบวก ของกลุ่มตัวอย่างนั้น นักเรียนสามารถเรียนได้ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ แต่ผลจากการอภิปรายชี้ให้เห็นว่า ควรเริ่มต้นสอนในชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ จึงจะเหมาะสมที่สุด การตัดสินใจเช่นนี้ ผู้วิจัยได้บอกเหตุว่า ชั้นปีที่สามสามารถทำคะแนนเฉลี่ยได้สูงกว่า ๕๐% ขึ้นไป ถือว่าสามารถเรียนได้ เพราะได้คะแนนเฉลี่ยแตกต่างกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ก็จะได้รับการพิจารณาว่า การสอนตั้งแต่ชั้นนั้น จะไม่มีการตัดสินใจเช่นนี้ ผู้วิจัยได้คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ กลุ่มทดลองเป็นเกณฑ์ เพราะนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔ ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ กลุ่มทดลอง ต่างก็ได้รับการทดลองสอนจากผู้วิจัยเช่นเดียวกัน

จะเห็นว่าจุดที่การเรียนเกี่ยวกับการบวกและการลบจำนวนเต็มบวก ของนักเรียนจำแนกตามระดับอายุ โดยไม่คำนึงถึงชั้น ผลปรากฏว่านักเรียนที่มีอายุ ๑๐ - ๑๓ ปี จะมีผลสัมฤทธิ์เพิ่มมากขึ้นจากค่ากับอายุ และลดต่ำลงในระดับอายุ ๑๔, ๑๕ และ ๑๖ ปี

อภิปรายผล

จากผลของการอภิปรายทดลองพบว่า นักเรียนสามารถเรียนเรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มบวกได้ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ และถ้าใช้คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ กลุ่มทดลองเป็นเกณฑ์ตัดสิน ผลปรากฏว่าการสอนการบวกและการลบจำนวนเต็มบวกในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ จึงจะเหมาะสมที่สุด เพราะจากการพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ ปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ เปรียบเทียบกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ สามารถเรียนเรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มบวก ตั้งแต่ได้ถูกกำหนดให้สอนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ได้ ผลที่ได้ชี้สอดคล้องกับผลการอภิปรายของสำนักงานการศึกษาแห่งสหรัฐ เกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์ว่า นักเรียนเกรด ๖ เปรียบที่จะเรียนคณิตศาสตร์

ของเกรด ๑ ได้ เป็นที่ถือนักเรียนชั้นที่ต่ำกว่าสามารถเรียนบทกวีตามตำราของนักเรียนในชั้นสูงกว่า
๑ ชั้นได้

การที่นักเรียนชั้นประถมศึกษานี้ที่ ๔ และชั้นประถมศึกษานี้ที่ ๕ ไม่สามารถเรียน
เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มลบได้นั้น เป็นเพียงแต่รูปที่ได้อาจจากการทดลองของผู้วิจัย
เพราะกลุ่มที่บางตัวผู้วิจัยจะทำการทดลองเท่านั้น แต่ไม่สามารถสรุปได้อย่างแน่ชัดว่า
นักเรียนชั้นประถมศึกษานี้ที่ ๔ และชั้นประถมศึกษานี้ที่ ๕ ทั้ง ๆ ไป ไม่สามารถเรียนได้ ทั้งนี้
ถ้าได้มีการปรับปรุงเนื้อหาและวิธีการเรียนการสอนยิ่งขึ้นแล้ว นักเรียนในชั้นที่ต่ำกว่าประถมศึกษา
ปีที่ ๖ อาจจะเรียนได้ ถึงขั้นรูปที่ บวกลบได้ ได้แน่นอนแล้วว่าการสอนเรื่องจำนวนเต็มลบ
ทั้งชั้นประถมศึกษานี้ที่ ๓ และชั้นประถมศึกษานี้ที่ ๔ และจากผลรายงานที่คณะผู้วิจัยรายงานจาก
สหภาพโซเวียตและยูเครน เกี่ยวกับเรื่องจำนวนเต็มลบ การสอนเรื่องจำนวนเต็มลบในระดับ
ชั้นประถมศึกษานี้ที่ ๔ หรือระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔

การทดลองนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ของโรงเรียนต่าง ๆ ในจังหวัดระยอง
โดยโรงเรียนที่ตอบผู้วิจัยต่างชั้น ปรากฏผลว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ในจังหวัดระยอง
ได้คะแนนเฉลี่ยเกี่ยวกับการบวกจำนวนเต็มลบ ไม่ถึง ๕๐% นั้น อาจเป็นเพราะว่านักเรียนกลุ่มนี้
ไม่ได้รับการทดลองสอนจากผู้วิจัย ถึงแม้ว่าจะขาดความรู้บางประการในเรื่องการบวกและ
การลบจำนวนเต็มลบที่ผู้วิจัยกำหนดให้เท่านั้น เพราะจากการสังเกตของคณะผู้วิจัย
พบว่านักเรียนกลุ่มนี้ที่ตอบเกี่ยวกับการทำเครื่องหมายได้ แต่ทำข้อสอบเกี่ยวกับ concept ต่าง ๆ
ได้ไม่ดีเท่าที่นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการทดลองสอนจากผู้วิจัย ถึงแม้ว่าจะเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้
นักเรียนกลุ่มนี้ได้คะแนนไม่ถึง ๕๐% ส่วนในเรื่องการลบจำนวนเต็มลบ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ ๑ ในจังหวัดระยอง ได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่า ๕๐% แสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มนี้มีความรู้
เกี่ยวกับการลบจำนวนเต็มลบที่พอสมควร

สำหรับผลสัมฤทธิ์ การเรียนเกี่ยวกับการบวกและการลบจำนวนเต็มลบของนักเรียนใน
ระดับอายุที่ต่าง ๆ กัน ปรากฏว่า นักเรียนที่มีอายุ ๑๐ - ๑๓ ปี จะมีผลสัมฤทธิ์ การเรียนเพิ่มขึ้น
มากขึ้นตามอายุ และผลสัมฤทธิ์จะลดต่ำลงในระดับอายุ ๑๔, ๑๕ และ ๑๖ ปี นั่นคือได้มี
ติดกับผลการวิจัยบางส่วนของเวอรบาล์ ที่ได้ว่า นักเรียนที่มีอายุมากมามีผลสัมฤทธิ์ในการเรียน

เกี่ยวกับว่า ๑. เกือบ สี่กว่านักเรียนที่มีอายุ ๑๒ ปี เป็นที่น่าสังเกตว่า นักเรียนที่อยู่ในระดับ
 อายุ ๑๐ - ๑๓ ปี เป็นนักเรียนในอุดมคติอย่างที่ว่าจะได้กล่าว มีลักษณะคล้ายคลึงกับ กล่าวคือ
 เป็นนักเรียนที่โรงเรียนได้เลือก มีสิ่งแวววอด และได้รับการถ่ายทอดความรู้ ซึ่งเมื่อเวลา
 เติบโตขึ้นมาก็จะกลายเป็นนักเรียนที่มีอายุ ๑๔ ปี จะเห็นว่า โรงเรียนเป็นนักเรียน
 ที่อยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ของอีกโรงเรียนหนึ่งในจังหวัดเดียวกัน ดังนั้นบรรดาวิชาของนักเรียน
 ทั้ง ๒ โรงเรียนจึงอาจจะแตกต่างกันบ้าง ในบางกรณีผู้วิจัยไม่อาจจะควบคุมได้ และอีก
 ประการหนึ่ง นักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ส่วนใหญ่ (คือ ๒๐ คน) ที่อายุ ๑๔ ปี ตามเกณฑ์
 นอกจากนั้นอีก ๑๔ คน ที่อายุ ๑๓ ปี ซึ่งถ้าพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนตามเกณฑ์ตามอายุ
 ในแต่ละระดับ (ดังตาราง ๕.) จะพบว่า นักเรียนที่มีอายุต่ำกว่าเกณฑ์ ได้คะแนนเฉลี่ยจากแบบ
 ทดสอบครั้งที่ ๑ และที่ ๒ เท่ากับ ๕๕.๕๓ และ ๖๕.๘๙ ตามลำดับ ส่วนนักเรียนที่มีอายุตาม
 เกณฑ์ (คือ ๑๔ ปี) ได้คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบครั้งที่ ๑ และที่ ๒ เท่ากับ ๖๕.๔ และ
 ๘๕.๕๕ ตามลำดับ ดังนั้นจึงจำแนกนักเรียนตามระดับอายุโดยไม่คำนึงถึง กลุ่มนักเรียนที่มี
 อายุ ๑๓ ปี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ซึ่งถือว่ามีความล้มเหลวในการเรียนสูงมาก จึงไป
 รวมอยู่กับนักเรียนระดับอายุ ๑๓ ปี ซึ่งส่วนใหญ่เป็นนักเรียนตามเกณฑ์ของระดับประถมศึกษา
 ปีที่ ๘ และนักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนสูงเช่นกัน (คือได้คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบ
 ครั้งที่ ๑ และที่ ๒ เท่ากับ ๓๑.๒๕ และ ๒๔.๒๔ ตามลำดับ) ดังนั้นจึงมีสาเหตุหนึ่งที่ทำให้
 นักเรียนที่มีอายุ ๑๔ ปี มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนต่ำกว่านักเรียนที่มีอายุ ๑๓ ปี ว่า นักเรียนที่มีอายุ
 ๑๔ ปี และ ๑๖ ปี ผู้วิจัยจะไม่นำมาพิจารณาในการศึกษาครั้งนี้ เพราะจำแนกนักเรียนในทั้ง
 ๒ กลุ่มได้ยากมาก กล่าวคือ นักเรียนในระดับอายุ ๑๔ ปี มีจำนวน ๘ คน และนักเรียนในระดับ
 อายุ ๑๖ ปี มีจำนวน ๒ คน จึงไม่อาจถือเป็นที่ตัวแทนของนักเรียนในระดับอายุ ๑๔ และ ๑๖ ปี
 ของนักเรียนทั่วไปได้

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่มีอายุ ๑๔ ปี จะน้อยกว่าคะแนนเฉลี่ยของ
 นักเรียนที่มีอายุ ๑๓ ปี แต่เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยตามวิธีการทางสถิติ จะพบว่าคะแนน
 เฉลี่ยของนักเรียนทั้ง ๒ กลุ่ม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นก็คือความสามารถใน
 การเรียนว่าพอได้พอ จะเกี่ยวกับการวัดและการจบของนักเรียนที่มีอายุ ๑๓ และ ๑๔ ปี ก็ได้เกี่ยวกับ

ดังนี้ การศึกษาครั้งนี้คาดว่าจะทำให้รู้รูปแบบไว้ว่า นักเรียนที่มีอายุมากมีแนวโน้มที่จะเรียน
ได้ดีกว่านักเรียนที่มีอายุน้อย ดังนั้นจะเกิดโอกาสให้นักเรียนกลุ่มที่มีอายุ ๑๐ - ๑๓ ปี มีผลสัมฤทธิ์
ในการเรียนสูงกว่านักเรียนที่มีอายุน้อย

สรุป

จากการทดลองเกี่ยวกับการบวกและการลบจำนวนเต็มฉบับครั้งนี้ ผลปรากฏว่า
นักเรียนปี ๒ ประถมศึกษาปีที่ ๒ และชั้นประถมศึกษาปีที่ ๓ สามารถเรียนได้ทั่ว แต่การเริ่ม
สอนให้ใช้ประถมศึกษาปีที่ ๓ อาจจะเหมาะสมที่สุด (ตามเหตุผลที่ผู้วิจัยได้สรุปและอธิบายไปแล้ว)
และเมื่อเปรียบเทียบผลการวิจัยครั้งนี้กับผลงานการวิจัยของต่างประเทศแล้ว พบว่าสรุปได้ว่า
นักเรียนในประเทศไทยที่อาจเรียนเรื่องจำนวนเต็มฉบับนี้นั้น อยู่ในระดับที่เรียนได้สูงกว่า
นักเรียนในต่างประเทศ ถึงผลการทดลองของ ไมเคิล คัสติน และ บอยชัค ซึ่งแสดงว่า นักเรียน
สามารถเรียนเรื่องจำนวนเต็มฉบับ และจำนวนเต็มฉบับ ได้ตั้งแต่เกรด ๔ (เทียบเท่ากับประถม
ศึกษาปีที่ ๔) และจากการสัมมนาที่เกมมิกซ์ ไบโอสเฟียร์อเมริกา ผู้ร่วมสัมมนาได้เสนอแนะ
ให้สอนจำนวนเต็มฉบับ อย่างละเอียดใน ระดับเกรด ๓ ถึงเกรด ๕ (เทียบเท่า
ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๓ ถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕) ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะ เรื่องมาจากความแตกต่าง
กันระหว่างผู้วิจัย และ นักเรียนต่างประเทศ ในด้านอุปนิสัย ซึ่งแตกต่างกัน และพัฒนา
รู้เดิม จึงมีอิทธิพลให้นักเรียนไทยเรียนได้ช้ากว่าต่างประเทศ

ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยขอเสนอแนะดังต่อไปนี้
ข้อเสนอแนะในการทบทวน

๑. ควรจะให้มีการทำการวิจัย เรื่องนี้กับนักเรียน ในระดับชั้นประถมศึกษาตอนต้น
ชั้นประถมศึกษาตอนปลาย และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ของนักเรียนโรงเรียนเกี่ยวกับทั้งหมด
๒. ควรจะมีการทดลองสอนเกี่ยวกับการคูณและการหารจำนวนเต็มฉบับ จำนวน
เต็มฉบับ และคูณ ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ ๑

๓. ควรจะมีการวิจัยในเรื่องประเภทเดียวกันนี้ กับครูผู้สอนในระดับประถมศึกษา และมัธยมศึกษา เพื่อให้ทราบว่า ครูผู้สอนมีความเข้าใจเกี่ยวกับ concept ต่าง ๆ และมีวิธีการสอนเรื่องจำนวนเต็มลบอย่างไร

ข้อเสนอแนะสำหรับครูสอนคณิตศาสตร์

๑. ผู้สอนควรจะศึกษาและค้นคว้าเรื่องจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ และศูนย์ เพิ่มเติมจากตำราต่าง ๆ ที่ถูกต้อง

๒. การสอนเกี่ยวกับจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ และศูนย์ ผู้สอนควรหาวิธีการต่าง ๆ เพื่ออธิบายให้นักเรียนเข้าใจ concept เกี่ยวกับ จำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ และศูนย์ให้ถูกต้อง เช่นการใช้เส้นจำนวน เวกเตอร์เส้น และในขณะเดียวกัน ควรเน้นคุณสมบัติที่สำคัญของระบบจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ และศูนย์ ควบคู่กันไปด้วย เช่น คุณสมบัติหรือหลักการรวมหมู่ (associative law) คุณสมบัติหรือหลักการสลับที่ (commutative law) เป็นต้น ซึ่งจากข้อสังเกตที่ผู้วิจัยประสบมาก็คือ การสอนโดยวิธีนี้ นักเรียนสนใจและอยากเรียนมาก นอกจากนี้การสอนโดยวิธีนี้ยังเป็นการสนับสนุนหลักการสอนคณิตศาสตร์ข้อหนึ่งของสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกาที่ได้อธิบายไว้ว่า การสอน concept เกี่ยวกับจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ และศูนย์ โดยใช้เส้นจำนวนอธิบาย จะช่วยให้นักเรียนเรียนคณิตศาสตร์ด้วยความสนใจมากขึ้น

ข้อเสนอแนะสำหรับกระทรวงศึกษาธิการ

๑. ควรสนับสนุนงานวิจัยค้นคว้าเกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์ในระดับต่าง ๆ เพื่อการปรับปรุงหลักสูตร ตลอดจนวิธีสอนคณิตศาสตร์ในระดับต่าง ๆ ของประเทศไทย เพื่อให้ได้มาตรฐานทัดเทียมกับของต่างประเทศ

๒. ควรจัดลำดับเนื้อหาบางเรื่องที่ใช้สอนในแต่ละระดับชั้นใหม่ โดยนำบางหัวข้อที่เคยสอนในระดับชั้นต่าง ๆ ลงมาสอนในระดับชั้นที่ต่ำกว่าเดิม พร้อมกับให้มีการทำวิจัยค้นคว้าในด้านนี้

๓. ควรจัดทำคู่มือครูเกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์แผนใหม่ในระดับประถมศึกษา และมัธยมศึกษา

๔. การมีตำราการศึกษาสระแม่ใหม่เป็นฉบับภาษาไทย สำหรับไว้ใช้โรงเรียน
ทาง ๗

๕. การมีกรอบบรรณกฎเพื่อให้มีความรู้และมีความสามารถพอที่จะสอนการศึกษาสระ
แม่ใหม่ในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาได้.

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ชวาล แพทย์กุล เทคนิคการวัดผล วัฒนาพานิช ๒๕๐๘, ๔๕๒ หน้า.

บุรี กุลพิจิตร "ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเลขคณิตของนักเรียนที่จบประถมศึกษาปีที่ ๔ ในภาคการศึกษา ๑" บทคัดย่อจากปริทัศน์นิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (จิตวิทยาพัฒนาการ) พ.ศ. ๒๕๐๗ รายงานการวิจัยฉบับที่ ๕ หน้า ๗๘ - ๘๗.

ประเทิน มหาชัย วิธีสอนคณิตศาสตร์แบบใหม่ ในชั้นประถมศึกษา โรงพิมพ์การศาสนา ๒๕๑๒, ๑๐๘ หน้า.

; วิชากร, กรม รายงานการสัมมนาการคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ๒๕๐๘, หน้า ๓.๕ - ๑ - ๓.

; วิรุทธิ์ บุญสมบัติ และคนอื่น ๆ "อภิปรายเรื่องคณิตศาสตร์" แนวทางวิชาการ สารสำคัญและวิธีศึกษาหาความรู้วิชาการบางแขนง กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ๒๕๑๑, ๒๐๐ หน้า.

ศึกษาธิการ, กระทรวง แบบเรียนเลข - พีชคณิตระดับมัธยมศึกษาปีที่ ๑ กรุงเทพฯ ๒๕๐๘, ๒๓๔ หน้า.

ศึกษาธิการ, กระทรวง หลักสูตรประโยคมัธยมศึกษาตอนต้น โรงพิมพ์บรรหาร ๒๕๐๓, ๓๓ หน้า.

สุชาติ รัตนกุล คณิตศาสตร์แผนปัจจุบัน เล่ม ๑ กระทรวงศึกษาธิการ ๒๕๑๐, ๑๑๔ หน้า.

สุวรรณา มุ่งเกษม พัฒนาการของการศึกษาทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ปริทัศน์นิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร ๒๕๑๓, ๑๗๓ หน้า.

โถวาร์ก แพรงกลี. แร "คณิตศาสตร์ในมหาวิทยาลัยของสหรัฐอเมริกา" วารสารคณิตศาสตร์

ม.ร.ว. "บรรณานุกรมคณิตศาสตร์ และระเบียบวิธี, ๒๕:๓๓๖ - ๓๓๘,

พฤษภาคม ๕๘.

- : Adler, Irving "The Cambridge Conference : Blueprint or Fantasy"
The Arithmetic Teacher, 13 : 179-181, March, 1966.
- Brown, Kenneth E. and Abell, Theodore L., "Research in the Teaching
of Elementary School Mathematics," The Arithmetic Teacher,
12 : 547-548, November, 1965.
- ๕ Brucner, Jerome, The Process of Education, Harvard U Press, 1960,
97 pp.
- Butler, Charles H. and Lynwood, Wren F., The Teaching of Secondary
Mathematics, New York, McGraw-Hill Book Company, Inc., 1960,
624 pp.
- Crossnickle, Froster L. and Bruckner, Leo J., Discovering Meaning in
Elementary School Mathematics, Holt, Rinehart and Winston,
1963, 648 pp.
- Ebel, Robert E. (ed), Encyclopedia of Educational Research (fourth
edition), The Macmillan Company, 1969, 1522 pp.
- Edwards, Allen L., Experimental Design in Psychological Research,
New York, 1950, 446 pp.
- Fan, Chung-Teh, Item Analysis Table, Princeton, New Jersey, Educational
Services, 1952, 32 pp.
- Fitzgerald, William Moreley, "A Study of Some of Factors Related to the
Learning of Mathematics by Children in Grade Five, Seven and Nine,"
Dissertation Abstract, 23 : 352-353, June, 1963.
- Ferguson, George A., Statistical Analysis in Psychology and Education,
McGraw-Hill, New York, 1966, 446 pp.
- Garret, Henry E., Statistics in Psychology and Education, New York, 1955,
473 pp.
- Goodenough, Florence L., Mental Testing, Rinehart, New York, 1946,
609 pp.
- Gallikson, Harold, Theory of Mental Test, New York, 1950, 486 pp.

- Hamilton, Jean F., "Remedial Arithmetic in the Regular Classroom," School Science and Mathematics, 56 : 197-198, March, 1956.
- Henry, Nelson B., National Society for the Study of Education, Fiftieth Yearbook Part II., The University of Chicago Press, 1951, 308 pp.
- Johnson, Donovan A., "Next Step in School Mathematics," The Arithmetic Teacher, 14 : 185-186, March, 1967.
- Lynch, Ann Jude, Sister, "Aligning Traditional with New Mathematics," The Arithmetic Teacher, 11 : 23-24, January, 1964.
- Marks, John L. and the others, Teaching Arithmetic for Understanding, McGraw-Hill Book Company, Inc., 1958, 429 pp.
- Richardson, M.W. and Kuder, G.F., "The Calculation of Test Reliability Coefficients Based Upon the Method of Rational Equivalence," Journal of Educational Psychology, 30:681-687, 1939.
- Roskopec, Myron Frederick and the others, Modern Mathematics Through Discovery, Morris Town, Silver Burdett Co., 1964, 406 pp.
- ⚡ Sigurdson, S.E. and Boychuck, Halia, "A Fifth Grade Discovers Zero," The Arithmetic Teacher, 14 : 278-279, April, 1967.
- Skeen, Kenneth C. and Whitmore, Edward H., Modern Basic Mathematics Book I, The L.W. Singer Company, 1964, 563 pp.
- Thouless, Robert H., Man of Educational Research, (National Foundation for Educational Research in England and Wales), King Thorne and Stace LTD., 1969, 331 pp.
- ⚡ U.S. Armed Forces Institute, Basic Mathematics (course II), Ginn and Company, 1944, 306 pp.
- Volgeli, Bruce R., "Recent Revisions in Soviet Mathematics Education," School Science and Mathematics, 60 : 430-431, June, 1960.
- ⚡ Vernick, William, "An Experiment in Teaching Mathematics to Children," The Arithmetic Teacher, 11:150-156, March, 1964.
- Youse, Bevan K., Arithmetic, a Modern Approach, Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1963, 160 pp.

ကာလအတွင်း

ภาคผนวก ก.

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

1. รายเฉลี่ยของคะแนนจำนวนจากสูตร

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทนคะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทนผลรวมของคะแนน

N แทนจำนวนนักเรียนในกลุ่ม

2. ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน จำนวนจากสูตร

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทนความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X$ แทนผลรวมของคะแนน

$\sum X^2$ แทนผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

N แทนจำนวนนักเรียนในกลุ่ม

3. ทดสอบความแตกต่างของรายเฉลี่ยโดยใช้ t-test จากสูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{N_1} + \frac{S_2^2}{N_2}}}$$

ตัวอย่างการคำนวณภาคสถิติ

1. การคำนวณหาค่ารายเฉลี่ยของคะแนนของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มทดลอง (ฉบับที่ 1)

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum X}{N} \\ &= \frac{1224}{40} \\ &= 30.60\end{aligned}$$

2. การคำนวณหาความเบี่ยงเบนมาตรฐานของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มทดลอง (ฉบับที่ 1)

$$\begin{aligned}\text{S.D.} &= \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{40(39068) - (1224)^2}{39(40)}} \\ &= \sqrt{\frac{1562720 - 1498176}{1560}} \\ &= \sqrt{\frac{64574}{1560}} \\ &= \sqrt{41.374} \\ &= 6.432\end{aligned}$$

3. การคำนวณหาค่า t-test (เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับประถมศึกษานี้นี่ 7)

$$\begin{aligned}t &= \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{N_1} + \frac{S_2^2}{N_2}}} \\ &= \frac{30.60 - 30.35}{\sqrt{\frac{41.374}{40} + \frac{43.925}{40}}} \\ &= \frac{.25}{2.132} = .117\end{aligned}$$

ตาราง ๑๒. ค่าสถิติพื้นฐานจากการสวณด้วยแบบทดสอบจำนวนเต็มแบบ ฉบับที่ 1
จำแนกตามชั้น

ชั้น	N	ΣX	ΣX^2	S	S^2
ประถมศึกษาปีที่ 4	40	761	16519	4.741	22.486
ประถมศึกษาปีที่ 5	40	789	16459	4.793	22.973
ประถมศึกษาปีที่ 6	40	1000	26598	6.401	40.974
ประถมศึกษาปีที่ 7	40	1214	38558	6.627	43.925
มัธยมศึกษาปีที่ 1 (ที่ทำการทดลอง)	40	1224	39068	6.432	41.374
มัธยมศึกษาปีที่ 1 (ในจังหวัดพระนคร)	265	5026	105007	6.056	36.680

ตาราง ๑๓. แสดงค่าที (t-test) ในการเปรียบเทียบรายเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
จากแบบทดสอบฉบับที่ 1

ระหว่างกลุ่ม	$\bar{x}_1 - \bar{x}_2$	$\sqrt{\frac{s_1^2}{N_1} + \frac{s_2^2}{N_1}}$	t
ประถมปีที่ 4 - มัธยมศึกษาปีที่ 1	.809	.836	.967
ประถมปีที่ 5 - มัธยมศึกษาปีที่ 1	.759	.843	.90
ประถมปีที่ 6 - มัธยมศึกษาปีที่ 1	6.034	1.077	5.602
ประถมปีที่ 7 - มัธยมศึกษาปีที่ 1	11.384	1.111	10.246
(มัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดพระนคร)			
ประถมปีที่ 4 - มัธยมศึกษาปีที่ 1	-10.825	1.263	8.57
ประถมปีที่ 5 - มัธยมศึกษาปีที่ 1	-10.875	1.268	8.573
ประถมปีที่ 6 - มัธยมศึกษาปีที่ 1	- 5.6	1.434	3.905
ประถมปีที่ 7 - มัธยมศึกษาปีที่ 1	- .25	2.132	.117
(มัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ทำการทดลอง)			
มัธยมศึกษาปีที่ 1 - มัธยมศึกษาปีที่ 1	-11.634	1.172	9.926
(พระนคร) (กลุ่มทดลอง)			
ประถมปีที่ 4 - ประถมปีที่ 5	.05	1.065	.446
ประถมปีที่ 4 - ประถมปีที่ 6	- 5.225	1.259	4.15
ประถมปีที่ 4 - ประถมปีที่ 7	-10.575	1.288	8.21
ประถมปีที่ 5 - ประถมปีที่ 6	- 5.275	1.264	4.173
ประถมปีที่ 5 - ประถมปีที่ 7	-10.625	1.293	8.217
ประถมปีที่ 6 - ประถมปีที่ 7	- 5.35	1.456	3.674

ตาราง ๑๘. ค่าสถิติพื้นฐานจากการสว่บถ้วยแบบทดสอบจำนวนเต็มรอบ ฉบับที่ ๒
จำแนกตามชั้น

ชั้น	n	ΣX	ΣX^2	S	S^2
ประถมศึกษาปีที่ ๔	40	690	12 6๘๙	4.316	18.๔8
ประถมศึกษาปีที่ ๕	40	774	156๐8	4.๐22	16.182
ประถมศึกษาปีที่ 6	40	853	19221	5.141	26.430
ประถมศึกษาปีที่ 7	40	๙79	25067	5.325	28.358
มัธยมศึกษาปีที่ 1 (ที่ทำการทดลอง)	40	๘98	2 6942	7.235	52.๓56
มัธยมศึกษาปีที่ 1 (ในจังหวัดพระนคร)	265	5381	118824	6.0174	36.20924

ตาราง ๘. แสดงค่าที (t-test) ในการเปรียบเทียบรายเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
จากแบบทดสอบฉบับที่ ๒

ระหว่างกลุ่ม	$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	$\sqrt{\frac{S_1^2}{N_1} + \frac{S_2^2}{N_2}}$	t
ประถมศึกษานี้ที่ 4 - มัธยมศึกษาปีที่ 1	-3.055	.775	3.941
ประถมศึกษานี้ที่ 5 - มัธยมศึกษาปีที่ 1	- .955	.734	1.311
ประถมศึกษานี้ที่ 6 - มัธยมศึกษาปีที่ 1	1.02	.892	1.13
ประถมศึกษานี้ที่ 7 - มัธยมศึกษาปีที่ 1	4.17	.918	4.542
(มัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดพระนคร)			
ประถมศึกษานี้ที่ 4 - มัธยมศึกษาปีที่ 1	-7.7	1.331	5.785
ประถมศึกษานี้ที่ 5 - มัธยมศึกษาปีที่ 1	-5.6	1.308	4.281
ประถมศึกษานี้ที่ 6 - มัธยมศึกษาปีที่ 1	-3.625	1.403	2.583
ประถมศึกษานี้ที่ 7 - มัธยมศึกษาปีที่ 1	- .475	.708	.67
(มัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ทำการทดลอง)			
มัธยมศึกษาปีที่ 1 - มัธยมศึกษาปีที่ 1	-4.645	1.201	3.867
(พระนคร) (กลุ่มทดลอง)			
ประถมศึกษานี้ที่ 4 - ประถมศึกษานี้ที่ 5	2.10	.932	2.253
ประถมศึกษานี้ที่ 4 - ประถมศึกษานี้ที่ 6	4.075	1.061	3.84
ประถมศึกษานี้ที่ 4 - ประถมศึกษานี้ที่ 7	7.225	1.083	6.671
ประถมศึกษานี้ที่ 5 - ประถมศึกษานี้ที่ 6	1.975	1.031	1.915
ประถมศึกษานี้ที่ 5 - ประถมศึกษานี้ที่ 7	5.125	1.054	4.842
ประถมศึกษานี้ที่ 6 - ประถมศึกษานี้ที่ 7	3.15	1.369	2.3

ตาราง ๑๖. ค่าสถิติพื้นฐานจากการสอยแบบทดสอบจำนวนเต็มฉบับที่ 1
จำแนกตามอายุ

อายุ	N	ΣX	ΣX^2	S	S^2
10	16	378	7904	4.617	21.321
11	32	679	15159	4.923	24.24
12	48	1154	30402	7.52	56.551
13	47	1364	42188	7.522	56.586
14	45	1248	36926	7.253	52.609
15	7	148	3494	7.798	60.809
16	2	47	1129	4.949	24.5

ตาราง ๑๗. ค่าสถิติพื้นฐานจากการสอบด้วยแบบทดสอบจำนวนเต็มฉบับที่ ๒
จำแนกตามอายุ

อายุ	N	ΣX	ΣX^2	S	S^2
10	19	326	6105	5.33	28.418
11	32	614	12356	4.306	18.544
12	48	1020	22786	4.861	23.638
13	47	1155	30555	6.87	47.206
14	45	993	23709	7.179	51.545
15	7	142	2956	3.545	12.571
16	2	44	1000	5.656	32.0

ตาราง ๕. แสดงค่า t-test ในการเปรียบเทียบรายเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
จำแนกตามระดับอายุ

ฉบับที่ 1

ฉบับที่ 2

ระหว่างอายุ	$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	$\sqrt{\frac{S_1^2}{N_1} + \frac{S_2^2}{N_2}}$	t	$\bar{X}_1 - \bar{X}_2$	$\sqrt{\frac{S_1^2}{N_1} + \frac{S_2^2}{N_2}}$	t
10 - 11	-1.32	1.37	.963	-2.03	1.44	1.409
10 - 12	-4.14	1.516	2.73	-4.09	1.405	2.902
10 - 13	-9.12	1.524	5.984	-7.41	1.58	4.689
10 - 14	-7.8	1.513	5.155	-4.91	1.624	3.023
10 - 15	-1.24	3.131	.396	-3.13	1.813	1.726
10 - 16	-3.6	3.656	.984	-4.84	4.182	1.157
11 - 12	-2.82	1.391	2.027	-2.06	1.034	1.992
11 - 13	-7.8	1.4	5.571	-5.38	1.258	4.276
11 - 14	-6.51	1.387	4.693	-2.88	1.313	2.193
11 - 15	.08	3.073	.026	-1.1	1.54	.714
11 - 16	-2.28	3.606	.632	-2.81	4.071	.69
12 - 13	-4.98	1.543	3.227	-3.32	1.223	2.711
12 - 14	-3.69	1.531	2.41	-.82	1.279	.641
12 - 15	2.9	3.14	.923	.96	1.512	.634
12 - 16	.54	3.664	.147	-.75	4.061	.184
13 - 14	1.29	1.54	.837	2.5	1.465	1.700
13 - 15	7.88	3.144	2.506	4.28	1.673	2.558
13 - 16	5.52	3.667	1.505	2.57	4.123	.623
14 - 15	6.59	3.139	2.099	1.78	1.714	1.038
14 - 16	4.23	3.663	1.154	.07	4.14	.016
15 - 16	-2.36	4.575	.515	1.71	5.345	.319

ภาคผนวก ข.

การวิเคราะห์แบบสองกลุ่ม เกี่ยวกับจำนวนเต็มลบ (ฉบับที่ ๑)

๑) วิเคราะห์แบบ กลุ่มค่าหลักติดกลุ่ม x_1 เป็นกลุ่มสูง และ x_2 เป็นกลุ่มต่ำ
เปิดตารางค่าไว้ (Ito, Analysis) ปรากฏค่าต่าง ๆ ดังนี้

ตาราง ข. แสดงค่าความยาว (p) ค่าความหนา (r) และ
ความมากมาตรฐาน (Δ)

ข้อที่	P_H	P_L	p	r	Δ	ข้อที่	P_H	P_L	p	r	Δ
1	85	75	80	.15	9.6	21	100	55	83	.70	9.2
2	100	85	94	.47	6.9	22	55	30	42	.26	13.5
3	100	90	95	.39	6.3	23	65	25	45	.41	13.5
4	95	75	86	.37	8.6	24	65	15	39	.52	14.2
5	90	70	81	.30	9.5	25	75	30	53	.45	12.7
6	95	85	90	.24	7.8	26	100	50	81	.72	9.5
7	85	70	78	.21	9.9	27	85	55	71	.35	10.9
8	85	60	73	.31	10.5	28	100	55	83	.70	9.2
9	80	60	70	.24	10.9	29	95	30	67	.70	11.3
10	95	50	76	.58	10.2	30	95	45	74	.61	10.5
11	95	40	71	.64	10.7	31	95	25	64	.73	11.6
12	95	30	66	.37	8.6	32	90	5	45	.62	13.5
13	100	60	85	.67	8.9	33	100	20	67	.54	11.2
14	85	70	70	.24	10.9	34	100	50	81	.72	9.5
15	55	25	40	.31	14.1	35	70	45	58	.26	12.2
16	90	60	76	.37	10.1	36	100	15	64	.66	11.5
17	75	45	60	.31	11.9	37	95	70	88	.61	8.2
18	85	35	61	.52	11.8	38	95	40	71	.64	10.7
19	90	50	72	.48	10.7	39	90	30	62	.62	11.7
20	95	40	73	.64	10.7	40	90	15	54	.73	12.6

การวิเคราะห์แบบทดสอบเกี่ยวกับจำนวนเต็มลบ (ฉบับที่ ๒)

ตาราง ๒๐. แสดงค่าความยากง่าย (p) จำนวนจำแนก (r) และ
ความยากมาตรฐาน (Δ)

ข้อที่	P _H	P _L	p	r	Δ	ข้อที่	P _H	P _L	p	r	Δ
1	95	60	80	.51	9.6	21	55	25	40	.31	11.1
2	80	60	70	.21	10.9	22	85	35	61	.52	11.6
3	85	45	66	.44	11.3	23	80	5	39	.75	14.2
4	90	55	74	.44	10.4	24	70	30	50	.40	13.0
5	50	15	31	.40	14.9	25	100	40	77	.76	10.1
6	55	30	42	.26	13.8	26	65	30	47	.35	13.3
7	65	25	45	.41	13.5	27	60	0	23	.75	15.9
8	70	35	53	.35	12.7	28	100	60	85	.67	8.9
9	55	20	37	.37	14.4	29	85	35	61	.52	11.6
10	95	75	86	.37	8.6	30	100	65	86	.65	8.6
11	55	35	45	.21	13.5	31	70	0	28	.80	15.1
12	75	20	47	.55	13.3	32	90	75	83	.24	9.2
13	95	25	64	.73	11.6	33	90	45	70	.51	10.9
14	90	20	57	.69	12.3	34	50	25	37	.27	11.3
15	40	15	27	.31	15.5	35	60	35	47	.25	13.3
16	95	40	71	.64	10.7	36	80	65	73	.18	10.6
17	80	10	43	.69	13.7	37	80	25	53	.55	12.7
18	65	20	42	.46	13.8	38	80	50	66	.23	11.4
19	75	20	47	.55	13.3	39	35	15	24	.26	15.8
20	70	35	53	.35	12.7	40	85	55	71	.35	10.8

๒) วิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability) โดยใช้ค่าสูตร

$$r_{tt} = \frac{NS_t^2 - M(M-1)}{S_t^2 (N-1)}$$

r_{tt}	แทนความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
S_t^2	แทนค่าความแปรปรวนของคะแนนจากแบบทดสอบ
M	แทนรายเฉลี่ยของคะแนนจากการทดสอบแบบปรนัย
N	แทนจำนวนของแบบทดสอบ

ตัวอย่างการคำนวณ

คำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (ฉบับที่ ๑)

$$r_{tt} = \frac{NS_t^2 - M(M-1)}{S_t^2 (N-1)}$$

$$\text{ค่าความเชื่อมั่น} = \frac{40(41.374) - 30.6(40 - 30.6)}{41.374(40 - 1)}$$

$$= \frac{1654 - 30.6(9.4)}{1613.586}$$

$$= \frac{1654 - 287.64}{1613.586}$$

$$= \frac{1366.36}{1613.586}$$

$$= .846$$

๓) วิเคราะห์ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (Standard Error of measurement) กำหนดค่าสูตร

$$SE_{meas} = S_x \sqrt{1 - r_{tt}}$$

เมื่อ SE_{meas} แทนความคลาดเคลื่อน มาตรฐานในการวัด

S_x แทนความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากการวัด

r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ตัวอย่างการคำนวณ (ฉบับที่ ๑)

$$\begin{aligned} SE_{meas} &= S_x \sqrt{1 - r_{tt}} \\ &= 6.432 \sqrt{1 - .846} \\ &= 6.432 (.154) \\ &= .991 \end{aligned}$$

แบบทดสอบ เรื่องจำนวนเต็มลบ

ฉบับที่ 1

จงหาจำนวนตรงข้ามของจำนวนต่อไปนี้

1. -100

ก. $+100$

ข. 100

ค. -100

ง. ไม่มีข้อใดถูก

2. $+38$

ก. -38

ข. ± 38

ค. $+38$

ง. ไม่มีข้อใดถูก

3. 0 เท่ากับข้อใด

ก. $(-2) + (+2)$

ข. $(-12) + (+12)$

ค. $(+5) + (-5)$

ง. ถูกทุกข้อ

จงเปรียบเทียบสิ่งที่กำหนดให้ต่อไปนี้

4. -11 กับ -1

ก. -11 มากกว่า -1

ข. -11 น้อยกว่า -1

ค. ยังสรุปไม่ได้

5. -12 กับ -13

ก. -12 น้อยกว่า -13

ข. -12 มากกว่า -13

ค. ยังสรุปไม่ได้

6. 0 กับ -5

ก. 0 มากกว่า -5

ข. 0 น้อยกว่า -5

ค. ไม่มีข้อใดถูก

7. $(-7 + 0)$ กับ $(+7 - 0)$

ก. $(-7 + 0)$ มากกว่า $(+7 - 0)$ ข. เท่ากัน

ค. $(+7 - 0)$ มากกว่า $(-7 + 0)$

8. $(5 + 6)$ กับ $(-5 - 6)$

ก. เท่ากัน

ข. $(5 + 6)$ มากกว่า $(-5 - 6)$

ค. $(-5 - 6)$ มากกว่า $(5 + 6)$

9. $|(-3) + (+5)|$ กับ $\{(+5) + (-3)\}$

ก. เท่ากัน

ข. $\{(+5) + (-3)\}$ มากกว่า $\{(-3) + (+5)\}$

ค. $\{(-3) + (+5)\}$ มากกว่า $\{(+5) + (-3)\}$

10. $(-7 + 8 - 0)$ กับ $(+8 + 0 - 7)$

ก. เท่ากัน

ข. $(-7 + 8 - 0)$ มากกว่า $(+8 + 0 - 7)$

ค. $(-7 + 8 - 0)$ น้อยกว่า $(+8 + 0 - 7)$

11. ข้อใดเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก

ก. $-3, +4, -.69, +.65, +5$

ข. $-3, +4, +5, -.69, +.65$

ค. $-.69, -3, +4, +5, +.65$

ง. $-3, -.69, +.65, +4, +5$

12. ข้อใดเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย

ก. $-8, 7, -5, 0, -2$ ข. $7, -5, 0, -8, -2$

ค. $0, -2, -5, -8, 7$ ง. $7, 0, -2, -5, -8$

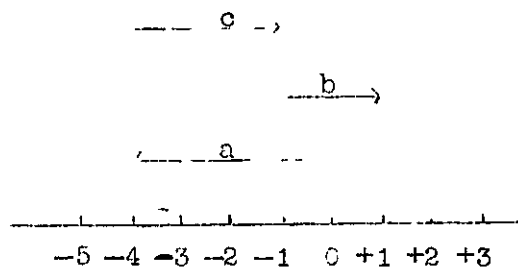
13. ข้อใดเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย

ก. $+5, +.69, -.5, 0$ ข. $+5, +.69, 0, -.5$

ค. $+.5, -.5, +.69, 0$ ง. $+.69, -.5, 0, +5$

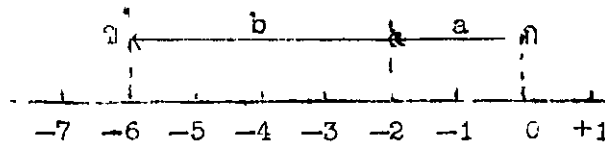
18. เวกเตอร์ใดที่แสดงความหมายของ $+3$ และ -5
- ก. เวกเตอร์ a กับ เวกเตอร์ b ข. เวกเตอร์ a กับ เวกเตอร์ c
 ค. เวกเตอร์ b กับ เวกเตอร์ c ง. ถูกหมดทุกข้อ
19. เวกเตอร์ c ซึ่งแสดงความหมายของ $(+3) + (-5)$ มีค่าแทนจำนวนใด
- ก. $+8$ ข. -8
 ก. -2 ง. $+2$

พิจารณาจากรูปแล้วตอบคำถามข้อ 20 - 22



20. เวกเตอร์ใดแสดงความหมายของ -4 และ $+3$ ตามลำดับคือ
- ก. เวกเตอร์ c กับ เวกเตอร์ a ข. เวกเตอร์ c กับ เวกเตอร์ b
 ค. เวกเตอร์ a กับ เวกเตอร์ c ง. เวกเตอร์ a, b และ c
21. เวกเตอร์ a บวก เวกเตอร์ c แทนเลขจำนวนใด
- ก. -4 ข. $+1$
 ค. -1 ง. $+3$
22. เวกเตอร์ c บวก เวกเตอร์ b แทนเลขจำนวนใด
- ก. -1 ข. $+1$
 ค. $+5$ ง. -4

พิจารณารูปแล้วตอบคำถามข้อ 23



23. เวกเตอร์ ก. ข. แทนความสัมพันธ์ในรูปโคของเวกเตอร์ a และ เวกเตอร์ b

ก. ผลต่าง

ข. ผลบวก

ค. ทั้งผลบวกและผลต่าง

ง. ไม่มีข้อใดถูก

24. ในการเล่นกีฬาประเภทหนึ่ง นักเรียนคนหนึ่งทำคะแนนได้ 8 คะแนน ต่อมา นักเรียนคนนั้นทำคะแนนเสียไป 5 คะแนน ตัวอย่างนี้แสดงความหมายของอะไร

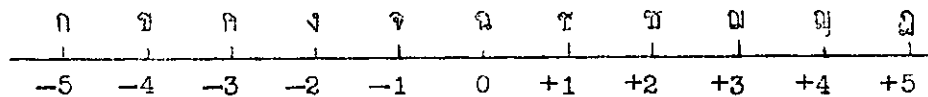
ก. $(-8) + (-5)$

ข. $(-8) + (+5)$

ค. $(+8) + (-5)$

ง. $(+8) - (-5)$

วงเล็บแผนภาพตอบคำถามข้อ 25 - 28



25. จ.ฌ. มีค่าเท่าใด

ก. + 2

ข. + 3

ค. - 1

ง. - 3

26. ฌ.ง. + ฌ.ก. เท่ากับ

ก. - 5

ข. - 4

ค. - 2

ง. + 3

27. ฌ.จ. + ช.ฌ. เท่ากับ

ก. + 2

ข. + 3

ค. + 4

ง. + 8

28. $\overrightarrow{m.n.} + \overleftarrow{m.n.}$ เท่ากับ

ก. - 8

ข. + 8

ค. + 3

ง. - 2

จงหาผลบวกของเลขต่อไปนี้

29. $(+ 11) + (- 6)$ เท่ากับ

ก. 17

ข. 5

ค. - 17

ง. - 5

30. $(- 14) + (- 9)$ เท่ากับ

ก. - 23

ข. - 15

ค. 15

ง. 23

31. $- 7 + [9 + (- 9)]$ เท่ากับ

ก. - 7

ข. 11

ค. 25

ง. 7

32. $- 34 + (- 15 + 43)$ เท่ากับ

ก. 24

ข. - 24

ค. - 6

ง. + 6

33. $- 34 + (-15) + 43$ เท่ากับ

ก. - 24

ข. 24

ค. - 6

ง. + 6

34. $0 + 54 - 0 - 54 + 25$ เท่ากับ

ก. 133

ข. - 83

ค. 25

ง. - 15

35. $[89 + (- 204)] + (- 89)$ เท่ากับ

ก. - 1๒4

ข. - 204

ค. - 26

ง. ไม่มีข้อใดถูก

ข้อใดที่การเติมลงใน

36. + (- 112) = 5

ก. - 117

ข. 5

ค. 117

ง. ไม่มีข้อใดถูก

37. - 513 + = 0

ก. - 513

ข. 1026

ค. 513

ง. ไม่มีข้อใดถูก

38. 15 + (- 2) + (- 15) =

ก. 28

ข. 2

ค. 32

ง. - 2

39. 10 + 5 + (- 5) + (- 10) =

ก. 34

ข. - 34

ค. - 4

ง. ไม่มีข้อใดถูก

40. - 18 + 15 + + 2 = 0

ก. - 1

ข. 1

ค. 35

ง. - 35

แบบทดสอบ เรื่องจำนวนเต็มลบ

ฉบับที่ 2

วงเขียนจำนวนเลขต่อไปนี้ให้เป็นอย่างง่าย

1. $- (+ 5)$ เท่ากับ

ก. $- 5$

ข. $+ 5$

ค. 5

ง. ± 5

2. $- (- 12)$ เท่ากับ

ก. $- 12$

ข. $+ 12$

ค. $- (- 12)$

ง. ไม่มีข้อใดถูก

3. $- (- 20)$ เท่ากับ

ก. $- 20$

ข. 20

ค. $- (- 20)$

ง. ไม่มีข้อใดถูก

4. $- (+ 90)$ เท่ากับ

ก. $+ 90$

ข. 90

ค. $- 90$

ง. ± 90

5. $- [- (+ 4)]$ เท่ากับ

ก. $- 4$

ข. $- (- 4)$

ค. $+ (- 4)$

ง. $+ 4$

6. $- (- c)$ เท่ากับ

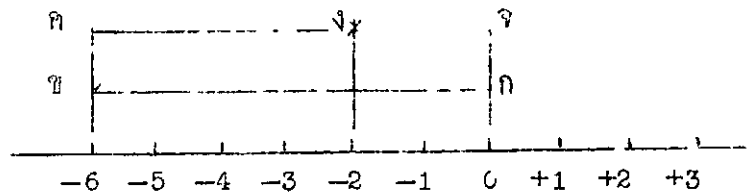
ก. c

ข. $- c$

ค. ถูกทั้ง ก. และ ข.

ง. ไม่มีข้อใดถูก

จงพิจารณารูปแล้วตอบคำถามข้อ 7



7. จ.ง. แทนความสัมพันธ์ในรูปใด

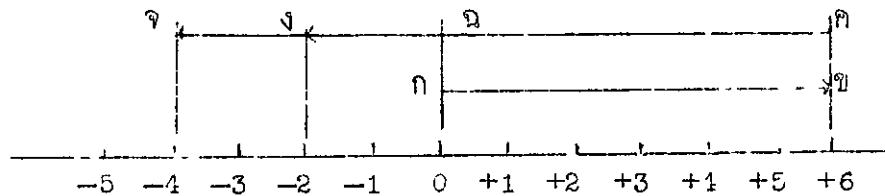
ก. $-6 + (-4)$

ข. $6 - (+4)$

ค. $6 - (-4)$

ง. $-6 - (-4)$

จงพิจารณารูปแล้วตอบคำถามข้อ 8



8. ก.ข. - ค.ง. - จ.จ. แทนความสัมพันธ์ในรูปใด

ก. $6 + 8 - 2$

ข. $-6 + 8 + 2$

ค. $-6 - 8 - 2$

ง. $6 - (+8) - (+2)$

๙. ข้อใดเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก

ก. $6.2, -5.8, -3, -2.5$

ข. $-5.8, -3, -2.5, 6.2$

ค. $-2.5, -3, -5.8, 6.2$

ง. $6.2, -2.5, -3, -5.8$

1๐. ข้อใดเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย

ก. $-6, -5, -4, -3, -2, 0$

ข. $-6, 0, -5, -3, -4, -2$

ค. $-2, -3, -4, -5, -6, 0$

ง. $0, -2, -3, -4, -5, -6$

11. ถ้าท่านเดินถอยหลังไป 7 ก้าว แล้วเดินไปข้างหน้าอีก 4 ก้าว ท่านจะอยู่ห่างจากที่เดิมเท่าไร

ก. ห่างจากที่เดิมไปทางข้างหน้า 3 ก้าว

ข. ห่างไปทางข้างหลัง 3 ก้าว

ค. อยู่ห่าง ๔ ก้าว

ง. อยู่ห่าง 7 ก้าว

ข้อใดที่ควรเติมลงใน เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง

12. $(-125) - (+125) = \boxed{}$

ก. ๐

ข. -125

ค. $+125$

ง. -250

13. $38 - (-52) = \boxed{}$

ก. 90

ข. -14

ค. $+14$

ง. ไม่มีข้อใดถูก

14. $22 + 18 - \boxed{} = 0$

ก. -40

ข. 40

ค. -30

ง. 30

15. $-10 - 12 - \boxed{} - 0 = 1$

ก. -22

ข. $+22$

ค. $+23$

ง. -23

16. $12 - (5 - 3) + \boxed{} = 0$

ก. 10

ข. -10

ค. -4

ง. -14

17. $14 - (-14) = \boxed{}$

ก. ๐

ข. 28

ค. -28

ง. ไม่มีข้อใดถูก

18. $-7 - (-3) + (-2) - 5 = \boxed{}$

ก. -17

ข. -7

ค. 11

ง. -11

19. $6 - (-4) + 13 - 17 + (-3) = \boxed{}$

ก. -5

ข. -1

ค. -3

ง. $+3$

$$20. -8 - 23 + (-32) + 23 + 8 = \square$$

ก. -32

ข. 32

ค. 30

ง. -30

ข้อใดถูกต้องที่สุด

21. $(-7) - (+7)$ เท่ากับ

ก. 0

ข. -14

ค. 14

ง. ไม่มีข้อใดถูก

22. $(+4) - (+12)$ เท่ากับ

ก. 8

ข. -8

ค. $+16$

ง. -16

23. $(+6) - (-3)$ เท่ากับ

ก. $+3$

ข. -9

ค. -3

ง. $+9$

24. $(-12) - (-12)$ เท่ากับ

ก. -24

ข. 24

ค. -12

ง. ไม่มีข้อใดถูก

25. $-7 + [8 + (-9)]$ เท่ากับ

ก. -7

ข. 11

ค. 25

ง. 7

26. $1 - (8 + 2 + 4)$ เท่ากับ

ก. 15

ข. -15

ค. $+13$

ง. ไม่มีข้อใดถูก

27. $-(8 + 2 + 4) + 1$ เท่ากับ

ก. 15

ข. -15

ค. $+13$

ง. ไม่มีข้อใดถูก

28. ในการเล่นเกมสกรั้งหนึ่ง แดงทำแต้มได้ 5 แต้ม ต่อมาแดงเสียแต้มไป 4 แต้ม
 คำกล่าวนี้แทนความหมายของข้อใด
- ก. $-5 - (+4)$ ข. $(+5) + (-4)$
 ค. $(-5) + (+4)$ ง. $(-5) + (-4)$
29. คาเสียแต้มไป 7 แต้ม ต่อมาทำไ้ 9 แต้ม คำกล่าวนี้แทนความหมายของข้อใด
- ก. $(-7) - (+9)$ ข. $(+7) - (-9)$
 ค. $(+7) + (+9)$ ง. $-7 + (+9)$
30. แดงกับดำโกรเป็นผู้ชนะ
- ก. แดง ข. ดำ
 ค. เสมอกัน ง. ไม่มีข้อใดถูก
31. เด็กคนหนึ่งก้าวขึ้นบันได 15 ขั้น และกลับลงมา 10 ขั้น หยุดพัก 10 นาที แล้วก้าว
 ลงมาอีก 5 ขั้น ต่อจากนั้นก็ก้าวขึ้นไปอีก 2 ขั้น คำกล่าวนี้แสดงความหมายของข้อใด
 ต่อไปนี้
- ก. $(+15) - (-10) - (-5) + (+2)$
 ข. $(+15) + (-10) + (-5) + (+2)$
 ค. $(-15) + (-10) + (-5) + (+2)$
 ง. $(-15) - (+10) - (+5) + (+2)$
32. เขียวทำเงินหาย 20 บาท แม่ให้ 15 บาท และเขียวเบิกเงินจากธนาคาร อีก
 12 บาท คำกล่าวนี้แทนความหมายข้อใด
- ก. $(-20) + 15 + 12$ ข. $20 + 15 - 12$
 ค. $20 + 15 + (-12)$ ง. $20 + (-15) - (+12)$
33. ถ้าฝากเงินที่ธนาคาร 20 บาท แล้วฝากเพิ่มอีก 10 บาท ถอนออกเสีย 25 บาท
 คำกล่าวนี้เขียนแทนได้ในรูปใด
- ก. $+(20) + (-10) - (+25)$ ข. $(+20) + (+10) + (-25)$
 ค. $(+20) - (+10) + (-25)$ ง. $(-20) - (+10) + (-25)$

34. $\{-(+512) + (512)\}$ เท่ากับ

ก. 0

ข. 1024

ค. -1024

ง. ไม่มีข้อใดถูก

35. $-6 - (-6) + (-6)$ เท่ากับ

ก. -18

ข. +18

ค. -6

ง. +6

36. $+1$ เท่ากับข้อใด

ก. $(+1) - (-0)$

ข. $(+1) + 0$

ค. $(-1) - (-0)$

ง. ถูกทั้ง ก. และ ข.

37. $(-3) - (-5) - (+7)$ เท่ากับ

ก. -1

ข. -5

ค. +8

ง. -15

38. คุณสมบัติของเวกเตอร์ คือ

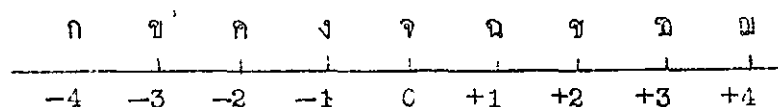
ก. บอกทิศทาง

ข. บอกขนาด

ค. เหมือนจำนวนเลขคณิต

ง. ถูกทั้ง ก. และ ข.

วงเล็บแผนภาพตอบคำถามข้อ 39 + 40



39. $\rightarrow$ บ.จ. มีค่าเท่าใด

ก. +3

ข. -3

ค. +2

ง. -2

40. $\leftarrow$ ค.ช. มีค่าเท่าใด

ก. -4

ข. +4

ค. +5

ง. -5

ประวัติของครูเขียน

นางสาวสุภาพร ศักดิ์ศิริชัยศิลป์ บุตรีของ นายสงวน และ นางเซียมฉิม ศักดิ์ศิริชัยศิลป์
เกิดวันที่ ๒๐ มีนาคม พ.ศ. ๒๔๘๕ ที่ตำบ่อโพธาราม จังหวัดราชบุรี

มีประสบการณ์ในการศึกษากันต่อไปนี้

ได้รับการศึกษามัธยมศึกษาปีที่ ๒ จากโรงเรียนโพธาราม "โพธารณศึกษา" ^๑
ตำบ่อโพธาราม จังหวัดราชบุรี ในปี พ.ศ. ๒๔๐๖

ได้รับการศึกษามัธยมศึกษาประกาศชั้นมัธยมศึกษา (ป.กท.) จากวิทยาลัยครู
สวนสุนันทา พระนคร ในปี พ.ศ. ๒๕๐๘

ได้รับการศึกษามัธยมศึกษา ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง (ป.กท. ชั้นสูง)
จากวิทยาลัยครูสวนสุนันทา พระนคร ในปี พ.ศ. ๒๕๑๐

ได้รับการศึกษามัธยมศึกษา การศึกษามัธยมศึกษา (กท.บ.) สาขามัธยมศึกษา วิชาเอก
คณิตศาสตร์ และวิชาโท ภาษาอังกฤษ จากวิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร พระนคร
ในปี พ.ศ. ๒๕๑๒

ได้รับการศึกษามัธยมศึกษา การศึกษามัธยมศึกษา (กศ.ม.) สาขาคู่มือศึกษาและการฝึกหัดครู
วิชาสามัญ คณิตศาสตร์ ในปี พ.ศ. ๒๕๑๔.