

บทที่ 3

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยเสนอเป็นลำดับดังนี้

1. ค่าสถิติพื้นฐานจากผลการทดลอง ซึ่งได้แก่ มัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)
2. ผลการวิเคราะห์เพื่อทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ
3. ผลการวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐาน การเสนอผลการวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐาน ผู้วิจัยเสนอตามลำดับสมมติฐานที่ตั้งไว้

ค่าสถิติพื้นฐาน

ค่าสถิติพื้นฐานจากผลการทดลอง ซึ่งได้แก่ มัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มต่าง ๆ ปรากฏดังนี้

1. เมื่อพิจารณาเฉพาะวิธีสอน (A) มัชฌิมเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มที่ใช้วิธีสอนของเลนฮาร์ทและกรีโน (a_1) และกลุ่มที่ใช้วิธีสอนของ สสวท. (a_2) ปรากฏดังตาราง 4

ตาราง 4 มัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มที่ใช้วิธีสอนของเลนฮาร์ทและกรีโน (a_1) และกลุ่มที่ใช้วิธีสอนของ สสวท. (a_2)

กลุ่ม	n	\bar{x}	SD
วิธีสอนของเลนฮาร์ทและกรีโน (a_1)	24	9.96	1.78
วิธีสอนของ สสวท. (a_2)	24	8.29	2.31

จากตาราง 4 จะเห็นว่า มัชฌิมเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของกลุ่มที่ใช้วิธีสอนของเลนฮาร์ทและกรีโน (a_1) สูงกว่ากลุ่มที่ใช้วิธีสอนของ สสวท. (a_2)

2. เมื่อพิจารณาเฉพาะความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ (B) มัชฌิมเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง (b_1) ปานกลาง (b_2) และต่ำ (b_3) ปรากฏดังตาราง 5

ตาราง 5 มัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มความสามารถในการแก้ไขโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง (b_1) ปานกลาง (b_2) และต่ำ (b_3)

กลุ่ม	n	\bar{x}	SD
ความสามารถในการแก้ไขโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง (b_1)	16	10.25	1.98
ความสามารถในการแก้ไขโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ปานกลาง (b_2)	16	9.63	1.26
ความสามารถในการแก้ไขโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ต่ำ (b_3)	16	7.50	2.31

จากตาราง 5 จะเห็นว่า มัชฌิมเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มความสามารถในการแก้ไขโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง (b_1) สูงกว่ากลุ่มความสามารถในการแก้ไขโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ปานกลาง (b_2) เล็กน้อย แต่สูงกว่ากลุ่มความสามารถในการแก้ไขโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ต่ำ (b_3) มาก มัชฌิมเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มความสามารถในการแก้ไขโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ปานกลาง (b_2) สูงกว่ากลุ่มความสามารถในการแก้ไขโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ต่ำ (b_3)

3. เมื่อพิจารณาเฉพาะภาษาพูดของนักเรียน (c) มัชฌิมเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มพูดสองภาษา (c_1) และกลุ่มพูดภาษาเดียว (c_2) ปรากฏดังตาราง 6

ตาราง 6 มัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มพูดสองภาษา (c_1) และกลุ่มพูดภาษาไทยเดียว (c_2)

กลุ่ม :	n	\bar{x}	SD
พูดสองภาษา (c_1)	24	8.54	2.11
พูดภาษาไทยเดียว (c_2)	24	9.71	2.20

จากตาราง 6 จะเห็นว่า มัชฌิมเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มพูดภาษาไทยเดียว (c_2) สูงกว่ากลุ่มพูดสองภาษา (c_1)

4. เมื่อพิจารณาที่แต่ละระดับของวิธีสอน (A) กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ (B) มัชฌิมเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ที่ระดับวิธีสอนของเลนฮาร์ทและกรีโน (a_1) กับระดับวิธีสอนของสัสท. (a_2) ที่ระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ต่าง ๆ (AB) ผลปรากฏดังตาราง 7

ตาราง 7 มัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของระดับวิธีสอนของเลนฮาร์ทและกรีโน (a_1) กับระดับวิธีสอนของ สสวท. (a_2) ที่ระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ต่าง ๆ (AB)

ระดับ	n	ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง (b_1)		ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ปานกลาง (b_2)		ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ต่ำ (b_3)	
		\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
วิธีสอนของเลนฮาร์ทและกรีโน (a_1)	8	10.50	2.07	10.13	1.25	9.25	1.91
วิธีสอนของ สสวท. (a_2)	8	10.00	2.00	9.13	1.13	5.75	0.89

จากตาราง 7 จะเห็นว่า ผลต่างระหว่างมัชฌิมเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ที่ระดับวิธีสอนของเลนฮาร์ทและกรีโน (a_1) กับระดับวิธีสอนของ สสวท. (a_2) ที่ระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ต่าง ๆ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ในทำนองเดียวกันผลต่างระหว่างมัชฌิมเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ที่ระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสูง (b_1) กับปานกลาง (b_2) สูง (b_1) กับต่ำ (b_3) และปานกลาง (b_2) กับต่ำ (b_3) ที่ระดับของวิธีสอนทั้งสองแตกต่างกันออกไปตามระดับของวิธีสอนด้วย

5. เมื่อพิจารณาที่แต่ละระดับของวิธีสอน (a) กับภาษาพูดของนักเรียน (c) มีมัธยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ระดับวิธีสอนของเลนฮาร์ทและกรีโน (a_1) กับระดับวิธีสอนของ สสวท. (a_2) ที่ระดับภาษาพูดของนักเรียนทั้งสอง (AC) ผลปรากฏดังตาราง 8

ตาราง 8 มัธยเลขคณิต (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของระดับวิธีสอนของเลนฮาร์ทและกรีโน (a_1) กับระดับวิธีสอนของ สสวท. (a_2) ที่ระดับภาษาพูดของนักเรียนทั้งสอง (AC)

ระดับ	n	นักเรียนที่พูดสองภาษา (c_1)		นักเรียนที่พูดภาษาเดียว (c_2)	
		\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
วิธีสอนของเลนฮาร์ท และกรีโน (a_1)	12	9.25	1.76	10.67	1.56
วิธีสอนของ สสวท. (a_2)	12	7.83	2.25	8.75	2.38

จากตาราง 8 จะเห็นว่า ผลต่างระหว่างมัธยเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ที่ระดับวิธีสอนของเลนฮาร์ทและกรีโน (a_1) กับระดับวิธีสอนของ สสวท. (a_2) ที่ระดับภาษาพูดของนักเรียนทั้งสองไม่แตกต่างกันมากนัก ในทำนองเดียวกันผลต่างระหว่างมัธยเลขคณิตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของระดับนักเรียนที่พูดสองภาษา (c_1) กับระดับนักเรียนที่พูดภาษาเดียว (c_2) ที่ระดับวิธีสอนทั้งสองก็ไม่แตกต่างกันมากนักด้วย

6. เมื่อพิจารณาที่แต่ละระดับของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ (b) กับภาษาพูดของนักเรียน (c) มีดัชนีเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ที่ระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสูง (b_1) กับปานกลาง (b_2) สูง (b_1) กับต่ำ (b_3) และปานกลาง (b_2) กับต่ำ (b_3) ที่ระดับภาษาพูดของนักเรียนทั้งสอง (BC) ผลปรากฏดังตาราง 9

ตาราง 9 มีดัชนีเลขคณิต (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง (b_1) ปานกลาง (b_2) และต่ำ (b_3) ที่ระดับภาษาพูดของนักเรียนทั้งสอง (BC)

ระดับ	n	นักเรียนที่พูดสองภาษา (c_1)		นักเรียนที่พูดภาษาเดียว (c_2)	
		\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
ความสามารถในการแก้ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง (b_1)	8	9.75	1.83	10.75	2.12
ความสามารถในการแก้ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ปานกลาง (b_2)	8	9.13	1.13	10.13	1.25
ความสามารถในการแก้ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ต่ำ (b_3)	8	6.75	2.05	8.25	2.43

จากตาราง 9 จะเห็นว่า ผลต่างระหว่างมัธยัมเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง (b_1) กับปานกลาง (b_2) สูง (b_1) กับต่ำ (b_3) และปานกลาง (b_2) กับต่ำ (b_3) ที่ระดับภาษาพูดของนักเรียนทั้งสอง (C) ไม่แตกต่างกันมากนัก ในทำนองเดียวกันผลต่างระหว่างมัธยัมเลขคณิตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ระดับนักเรียนที่พูดสองภาษา (c_1) กับระดับนักเรียนที่พูดภาษาเดียว (c_2) ที่ระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ทั้งสามไม่แตกต่างกันมากนักด้วย

7. เมื่อพิจารณาที่แต่ละระดับของวิธีสอน (A) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ (B) และภาษาพูดของนักเรียน (C) มัธยัมเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง (b_1) กับปานกลาง (b_2) สูง (b_1) กับต่ำ (b_3) และปานกลาง (b_2) กับต่ำ (b_3) ที่ระดับวิธีสอนของเลนฮาร์ทและกรีโน (a_1) และระดับวิธีสอนของ สสวท. (a_2) และที่ระดับภาษาพูดของนักเรียนทั้งสอง ผลปรากฏดังตาราง 10

ตาราง 10 มัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ระดับต่าง ๆ ของวิธีสอน (A) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ (B) และภาษาพูดของนักเรียน (C) (ABC)

ระดับ	n	วิธีสอนของ เสนอชาร์ท และกรีน (a ₁)		วิธีสอนของ สสท. (a ₂)		
		\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	
นักเรียนที่พูด สองภาษา (c ₁)	ความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาคณิตศาสตร์สูง (b ₁)	4	10.00	2.16	9.50	1.73
	ความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาคณิตศาสตร์ปานกลาง (b ₂)	4	9.50	1.29	8.75	0.96
	ความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาคณิตศาสตร์ต่ำ (b ₃)	4	8.25	1.71	5.25	0.96
นักเรียนที่พูด ภาษาเดียว (c ₂)	ความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาคณิตศาสตร์สูง (b ₁)	4	11.00	2.16	10.50	2.38
	ความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาคณิตศาสตร์ปานกลาง (b ₂)	4	10.75	0.96	9.50	1.29
	ความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาคณิตศาสตร์ต่ำ (b ₃)	4	10.25	1.71	6.25	0.50

จากตาราง 10 จะเห็นว่า ผลต่างระหว่างมัธยฐานเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ที่ระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง (b_1) กับปานกลาง (b_2) สูง (b_1) กับต่ำ (b_3) และปานกลาง (b_2) กับต่ำ (b_3) ที่ระดับวิธีสอนของเลนฮาร์ทและกรีโน (a_1) และระดับวิธีสอนของ สสวท. (a_2) มีความแตกต่างกัน และผลต่างนี้ยังแตกต่างกันออกไปตามระดับภาษาพูดของนักเรียนทั้งสอง (c) แต่ไม่แตกต่างกันมากนัก ในทำนองเดียวกัน ผลต่างระหว่างมัธยฐานเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ที่ระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง (b_1) กับปานกลาง (b_2) สูง (b_1) กับต่ำ (b_3) และปานกลาง (b_2) กับต่ำ (b_3) ที่ระดับนักเรียนที่พูดสองภาษา (c_1) กับระดับนักเรียนที่พูดภาษาเดียว (c_2) ก็มีความแตกต่างกัน และผลต่างนี้ยังแตกต่างกันออกไปตามระดับของวิธีสอน (A) ทั้งสอง แต่ไม่แตกต่างกันมากนักด้วย หรือจะกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า กิริยารวม AB น่าจะขึ้นอยู่กับ C หรือกิริยารวม BC ก็น่าจะขึ้นอยู่กับ A

ผลการวิเคราะห์เพื่อทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ

ค่าสถิติพื้นฐานต่าง ๆ ที่เสนอในตาราง 4 - 10 นี้ แยกเสนอจากตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสามตัวประกอบ สุ่มสมบูรณ์ ($2 \times 3 \times 2$) เหตุที่แยกเสนอเช่นนี้ก็เพื่อแสดงให้เห็นค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ แต่การวิเคราะห์เพื่อทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์รวมไว้ในตารางเดียวกันตามแบบการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสามตัวประกอบ สุ่มสมบูรณ์ ($2 \times 3 \times 2$) ซึ่งไม่อาจจะเสนอผลการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติตามหลังตาราง 4 - 10 แต่ละตารางได้ ผู้วิจัยจึงเสนอผลการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของค่าสถิติต่าง ๆ ในตาราง 4-10 รวมไว้ในตอนนี้ แต่เนื่องจากความแปรปรวนที่จะนำมาคำนวณค่า F นั้น อาจจะไม่เป็นเอกพันธ์ ซึ่งถ้าหากความแปรปรวนไม่เป็นเอกพันธ์เสียแล้ว ค่า F ที่คำนวณได้จะไม่แจกแจงแบบ F อันจะมีผลลำเอียงต่อการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ (Winer, 1971 : 206 Citing Box, 1954 : 300) ดังนั้น ไวนเนอร์ (Winer, 1971 : 206) จึงได้แนะนำให้ทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนเสียก่อน ผู้วิจัยจึงทดสอบความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม ตามวิธีการของ ฮาร์ตเลย์ (ดังที่ปรากฏในภาคผนวก 2) ผลปรากฏว่าความแปรปรวนเป็นเอกพันธ์ [$F_{\max}(12, 3) = 22.68 ; p > .05$] เมื่อความแปรปรวนของประชากรในแต่ละกลุ่มเป็นเอกพันธ์ ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสามตัวประกอบ สุ่มสมบูรณ์ ($2 \times 3 \times 2$) ซึ่งผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนปรากฏดังตาราง 11

ตาราง 11 สรุปผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสามตัวประกอบ สุ่มสมบูรณ์
(2×3×2)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
1. A	33.33	1	33.33	13.28**
2. B	66.50	2	33.25	13.25**
3. C	16.33	1	16.33	6.51*
4. AB	20.67	2	10.34	4.12*
5. AC	0.76	1	0.76	0.30
6. BC	0.67	2	0.34	0.14
7. ABC	0.49	2	0.25	0.10
8. ภายในเซลล์	90.50	36	2.51	
9. ทั้งหมด	229.25	47		

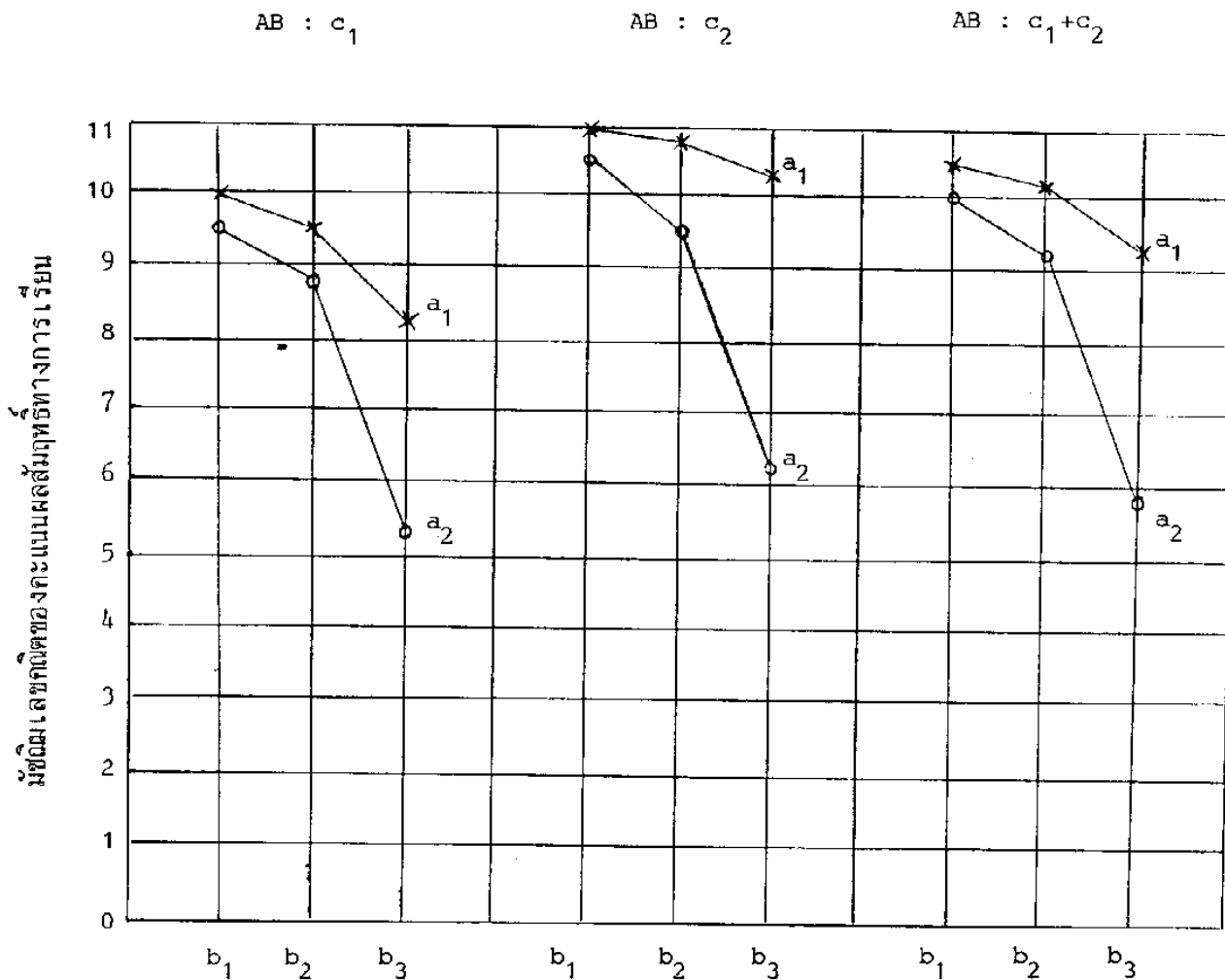
* P < .05

** P < .001

ผลการวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐาน

การเสนอผลการวิเคราะห์ เพื่อทดสอบสมมติฐาน ผู้วิจัยเสนอผลการวิเคราะห์ตาม ลำดับสมมติฐานที่ตั้งไว้ดังนี้

1. เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่แต่ละระดับ ของวิธีสอน (A) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ (B) และภาษาพูดของ นักเรียน (C) หรือกิจกรรมระหว่างตัวแปรทั้งสาม (ABC) ดังที่ปรากฏในตาราง 10 จะเห็น ว่า ผลต่างระหว่างมัธยัมเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ที่ระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง (b_1) กับปานกลาง (b_2) สูง (b_1) กับต่ำ (b_3) และปานกลาง (b_2) กับต่ำ (b_3) ที่ระดับวิธีสอนของเลนฮาร์ทและกรีโน (a_1) และระดับวิธี สอนของ สสวท. (a_2) มีความแตกต่างกัน และผลต่างนี้ยังแตกต่างกันออกไปตามระดับนักเรียน ที่พูดสองภาษา (c_1) และภาษาเดียว (c_2) แต่ไม่แตกต่างกันมากนัก ในทำนองเดียวกัน ผลต่าง ระหว่างมัธยัมเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ที่ระดับความสามารถใน การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง (b_1) กับปานกลาง (b_2) สูง (b_1) กับต่ำ (b_3) และปานกลาง (b_2) กับต่ำ (b_3) ที่ระดับนักเรียนที่พูดสองภาษา (c_1) และระดับนักเรียนที่พูดภาษาเดียว (c_2) ก็มีความแตกต่างกัน และผลต่างนี้ยังแตกต่างกันออกไปตามระดับของวิธีสอนของเลนฮาร์ทและกรีโน (a_1) และวิธีสอนของ สสวท. (a_2) แต่ก็ไม่แตกต่างกันมากนักด้วย หรือจะกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า กิจกรรม AB น่าจะขึ้นอยู่กับ C หรือกิจกรรม BC ก็น่าจะขึ้นอยู่กับ A และเมื่อทดสอบนัยสำคัญ ทางสถิติของกิจกรรม ABC (ดังที่ปรากฏในตาราง 11) พบว่า ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ [$F(2, 36) = 0.10 ; p > .05$] ผลอันนี้ชี้ให้เห็นว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของ นักเรียนไม่แตกต่างกันออกไปตามระดับของตัวแปรทั้งสาม คือ วิธีสอน ได้แก่ วิธีสอนของ เลนฮาร์ทและกรีโน กับวิธีสอนของ สสวท. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ และภาษาพูดของนักเรียน ได้แก่ นักเรียนที่พูดสองภาษา และภาษาเดียว หรือไม่มีกิจกรรมระหว่างตัวแปรทั้งสาม การไม่มี กิจกรรม ABC ดูได้จากเส้นภาพ ดังภาพประกอบ 10



ระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

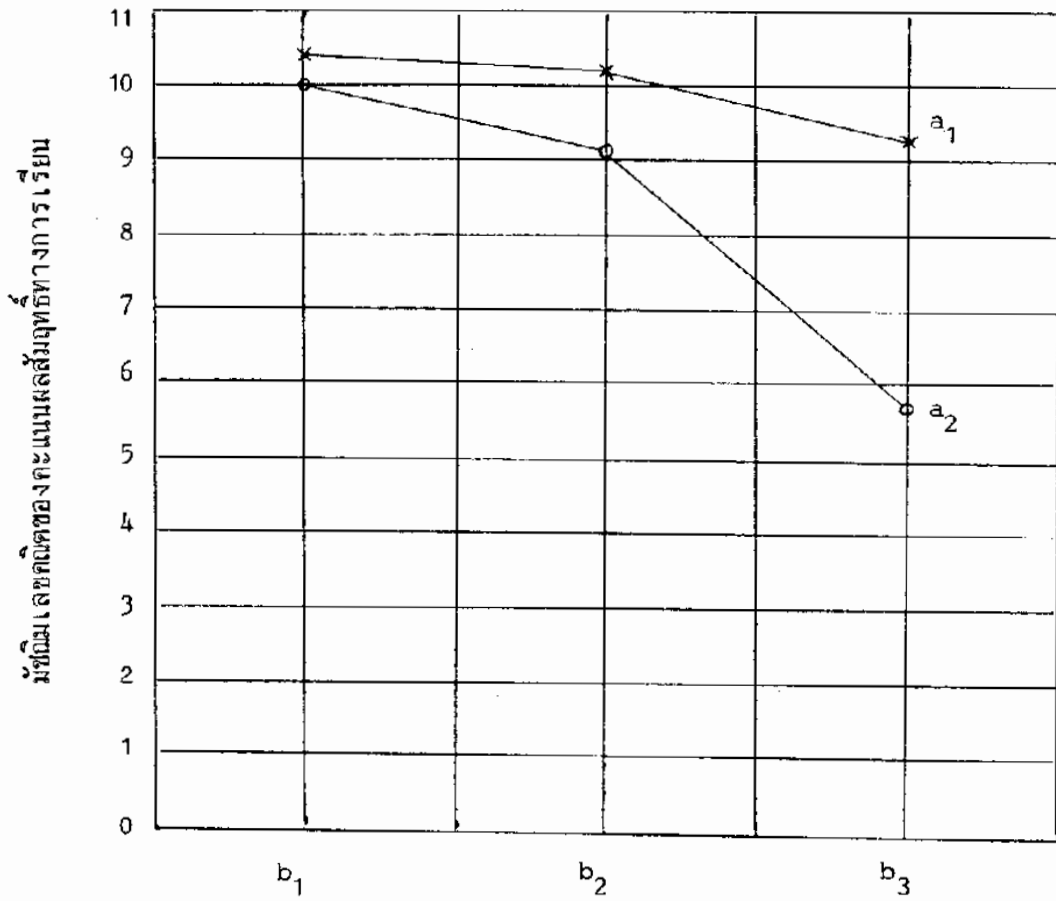
(ก)

(ข)

(ค)

ภาพประกอบ 10 เส้นภาพของ ABC ในภาพ (ก) เส้นภาพของ $AB : c_1$ ภาพ (ข)
 เส้นภาพของ $AB : c_2$ และภาพ (ค) เส้นภาพของ $AB : c_1 + c_2$

2. เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละระดับของวิธีสอน (A) และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ (B) หรือกิจกรรมระหว่างตัวแปรทั้งสอง (AB) ดังที่ปรากฏในตาราง 7 จะเห็นว่า ผลต่างระหว่างมัชฌิมเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ที่ระดับวิธีสอนของเลนฮาร์ทและกรีโน (a_1) กับระดับวิธีสอนของ สสวท. (a_2) ที่ระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง (b_1) ปานกลาง (b_2) และต่ำ (b_3) แตกต่างกันออกไปตามระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในทำนองเดียวกัน ผลต่างระหว่างมัชฌิมเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ที่ระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง (b_1) กับปานกลาง (b_2) สูง (b_1) กับต่ำ (b_3) และปานกลาง (b_2) กับต่ำ (b_3) ที่ระดับวิธีสอนของเลนฮาร์ทและกรีโน (a_1) และวิธีสอนของ สสวท. (a_2) ก็แตกต่างกันออกไปตามระดับของวิธีสอนด้วย ซึ่งให้เห็นถึงการมีกิจกรรมระหว่างวิธีสอนกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และเมื่อทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ (ดังที่ปรากฏในตาราง 11) พบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ [$F(2, 36) = 4.11 ; P < .05$] ผลอันนี้ชี้ให้เห็นว่า ความแตกต่างระหว่างมัชฌิมเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ใช้วิธีสอนของเลนฮาร์ทและกรีโน กับกลุ่มที่ใช้วิธีสอนของ สสวท. ขึ้นอยู่กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ในทำนองเดียวกัน ความแตกต่างระหว่างมัชฌิมเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกับปานกลาง สูงกับต่ำ และปานกลางกับต่ำ ก็ขึ้นอยู่กับระดับวิธีสอนด้วย นั่นคือ วิธีสอนกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ขึ้นแก่กันและกัน หรือมีกิจกรรมระหว่างวิธีสอนกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ กิจกรรม AB ดูได้จากเส้นภาพดังภาพประกอบ 11



ระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ภาพประกอบ 11 เส้นภาพของ AB

เมื่อการวิจัยร่วมกัน AB มีนัยสำคัญทางสถิติ ผู้วิจัยจึงต้องการที่จะรู้ความแตกต่างระหว่างมัชฌิมเลขคณิตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของระดับวิธีสอนของ เสน่ห์รัตน์และกรีโน กับระดับวิธีสอนของ สสว. ที่ระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ (A ที่ระดับ b_1 , b_2 และ b_3) และความแตกต่างระหว่างมัชฌิมเลขคณิตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ที่ระดับวิธีสอนของ เสน่ห์รัตน์และกรีโน กับระดับวิธีสอนของ สสว. (B ที่ a_1 และ a_2) ว่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับใดบ้าง ผู้วิจัยจึงทดสอบผลหลักอย่างง่ายของการวิจัยร่วมกัน AB ผลปรากฏดังตาราง 12

ตาราง 12 ผลการทดสอบผลหลักอย่างง่ายของการวิจัยร่วมกัน AB

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
A	33.33	1	33.33	13.28**
A ที่ b_1	1.00	1	1.00	0.40
A ที่ b_2	4.00	1	4.00	1.59
A ที่ b_3	49.00	1	49.00	19.52**
B	66.50	2	33.25	13.25**
B ที่ a_1	6.59	2	3.30	1.31
B ที่ a_2	80.59	2	40.30	16.06**
AB	20.67	2	10.34	4.12*
ภายในเซลล์	90.50	36	2.51	
ทั้งหมด	229.25	47		

* $P < .05$

** $P < .001$

จากตาราง 12 จะเห็นว่า ที่ระดับความสามารถในการแก้ไขโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง (b₁) มีดัชนีเลขคณิตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของวิธีสอนทั้งสองวิธี ไม่นับนัยสำคัญทางสถิติ [$F(1, 36) = 0.40 ; P > .05$] แสดงว่า ที่ระดับความสามารถในการแก้ไขโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มที่สอนโดยวิธีสอนของเลนฮาร์ทและกรีโน กับกลุ่มที่สอนโดยวิธีสอนของ สสวท. ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับความสามารถในการแก้ไขโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ปานกลาง (b₂) มีดัชนีเลขคณิตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของวิธีสอนทั้งสองวิธี ไม่นับนัยสำคัญทางสถิติ [$F(1, 36) = 1.59 ; P > .05$] แสดงว่า ที่ระดับความสามารถในการแก้ไขโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ปานกลาง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มที่สอนโดยวิธีสอนของเลนฮาร์ทและกรีโน กับกลุ่มที่สอนโดยวิธีสอนของ สสวท. ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับความสามารถในการแก้ไขโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ต่ำ (b₃) มีดัชนีเลขคณิตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของวิธีสอนทั้งสองวิธี มีนัยสำคัญทางสถิติ [$F(1, 36) = 19.52 ; P < .001$] และเมื่อดูค่ามีดัชนีเลขคณิตที่ระดับ b₃ จากตาราง 7 จะเห็นว่าค่ามีดัชนีเลขคณิตของวิธีสอนของเลนฮาร์ทและกรีโน สูงกว่าค่ามีดัชนีเลขคณิตของวิธีสอนของ สสวท. นั่นแสดงว่า ที่ระดับความสามารถในการแก้ไขโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ต่ำ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มที่สอนโดยวิธีสอนของเลนฮาร์ทและกรีโน สูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยวิธีสอนของ สสวท. ที่ระดับวิธีสอนของเลนฮาร์ทและกรีโน (a₁) มีดัชนีเลขคณิตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของระดับความสามารถในการแก้ไขโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ทั้งสาม ไม่นับนัยสำคัญทางสถิติ [$F(2, 36) = 1.31 ; P > .05$] แสดงว่าที่ระดับวิธีสอนของเลนฮาร์ทและกรีโน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มที่มีระดับความสามารถในการแก้ไขโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับวิธีสอนของ สสวท. (a₂) มีดัชนีเลขคณิตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มที่มีระดับความสามารถในการแก้ไขโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ทั้งสาม มีนัยสำคัญทางสถิติ [$F(2, 36) = 16.06 ; P < .001$] แสดงว่า ที่ระดับวิธีสอนของ สสวท. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มที่มีระดับความสามารถในการแก้ไขโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ แตกต่างกัน

เมื่อผลทดลองหลักอย่างง่าย B ที่ระดับ a_2 มีนัยสำคัญทางสถิติ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทดสอบ
 ทว่า มีชนิดเลขคณิตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ระหว่างระดับความสามารถในการ
 แก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ (B) ใดใดแตกต่างกันบ้าง ผู้วิจัยจึงทดสอบการเปรียบเทียบพหุคูณ โดย
 การทดสอบ HSD ของทูเกีย ผลปรากฏดังตาราง 13

ตาราง 13 ผลการทดสอบการเปรียบเทียบพหุคูณด้วยวิธีทดสอบ HSD ของทูเกีย ระหว่าง
 มีชนิดเลขคณิตของผลหลักอย่างง่าย B ที่ระดับ a_2

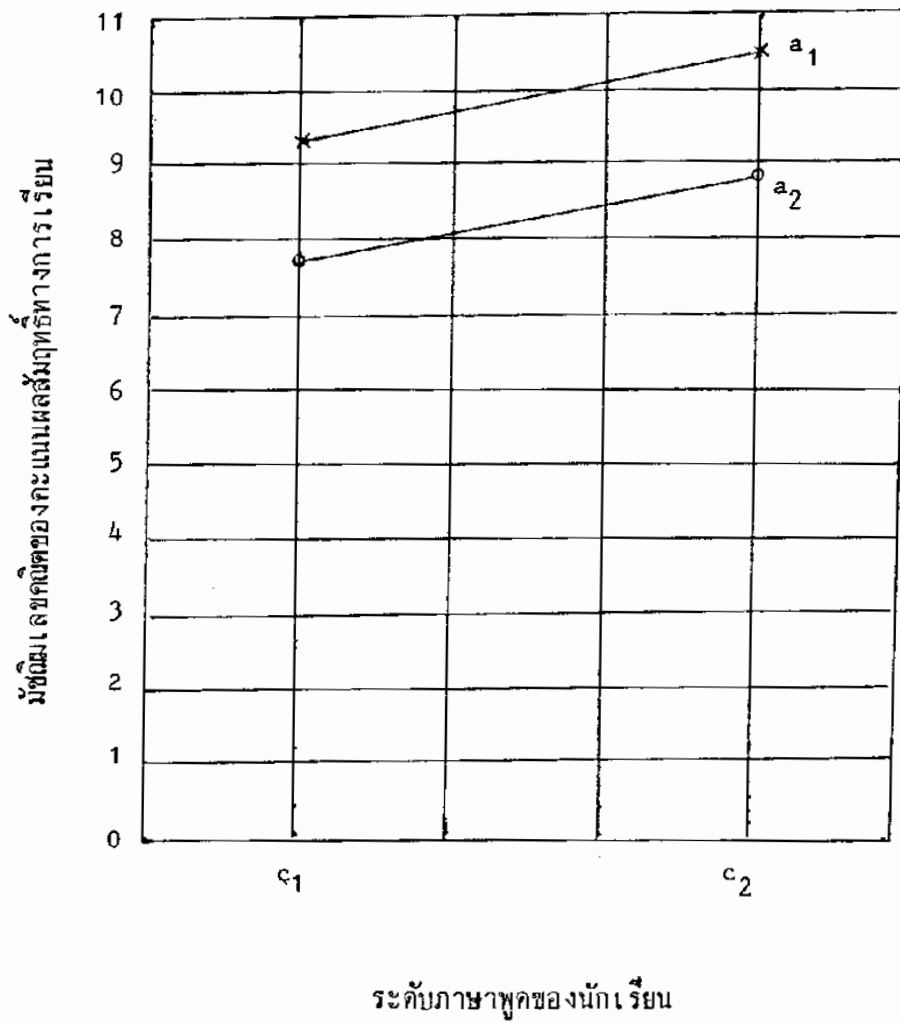
มีชนิดเลขคณิต	$\bar{b}_3 a_2 = 5.75$	$\bar{b}_2 a_2 = 9.13$	$\bar{b}_1 a_2 = 10.00$
$\bar{b}_3 a_2 = 5.75$	-	3.38*	4.25*
$\bar{b}_2 a_2 = 9.13$		-	0.87
$\bar{b}_1 a_2 = 10.00$			-

* $P < .01$

จากตาราง 13 แปลความหมายได้ว่า เมื่อใช้วิธีสอนของ สสวท. ผลสัมฤทธิ์ทางการ
 เรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงและปานกลาง ไม่
 แตกต่างกัน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
 คณิตศาสตร์สูงและปานกลาง สูงกว่ากลุ่มความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ต่ำ ที่ระดับ
 นัยสำคัญทางสถิติ .01

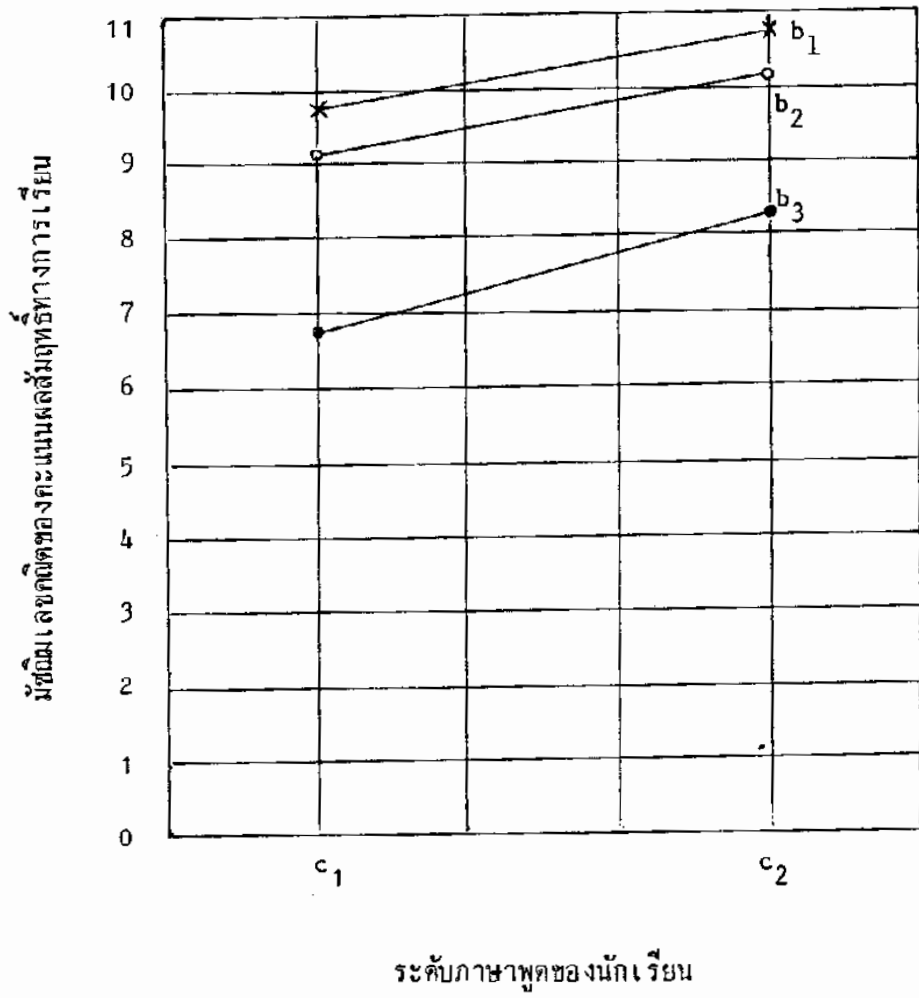
3. เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละระดับของวิธีสอน (A) และภาษาพูดของนักเรียน (C) หรือกิจกรรมระหว่างตัวแปรทั้งสอง (AC) ดังที่ปรากฏในตาราง 8 จะเห็นว่า ผลต่างระหว่างมัธยเทศของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ระดับวิธีสอนของเลนฮาร์ทและกรีโน (a_1) กับระดับวิธีสอนของ สสวท. (a_2) ที่ระดับนักเรียนที่พูดสองภาษา (c_1) และระดับนักเรียนที่พูดภาษาเดียว (c_2) ไม่แตกต่างกันมากนัก ในทำนองเดียวกัน ผลต่างระหว่างมัธยเทศของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ระดับนักเรียนที่พูดสองภาษา (c_1) กับระดับนักเรียนที่พูดภาษาเดียว (c_2) ที่ระดับความสามารถในการแก้ไขโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ก็ไม่แตกต่างกันมากนักด้วย และเมื่อทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของกิจกรรม AC (ดังที่ปรากฏในตาราง 11) พบว่า ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ [$F(1, 36) = 0.30$; $P > .05$] ผลอันนี้ชี้ให้เห็นว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนไม่แตกต่างกันออกไปตามระดับวิธีสอน ได้แก่ วิธีสอนของเลนฮาร์ทและกรีโน กับวิธีสอนของ สสวท. และภาษาพูดของนักเรียน ได้แก่ นักเรียนที่พูดสองภาษา และภาษาเดียว หรือไม่มีกิจกรรมระหว่างตัวแปรทั้งสอง การไม่มีกิจกรรมของ AC คุกได้จากเส้นภาพ ดังภาพ

ประกอบ 12



ภาพประกอบ 12 เส้นภาพของ AC

4. เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่แต่ละระดับของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ (B) และภาษาพูดของนักเรียน (C) หรือกิจกรรมระหว่างตัวแปรทั้งสอง (BC) ดังที่ปรากฏในตาราง 9 จะเห็นว่า ผลต่างระหว่างมัธยัมเลขคณิตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง (b_1) กับปานกลาง (b_2) สูง (b_1) กับต่ำ (b_3) และปานกลาง (b_2) กับต่ำ (b_3) ที่ระดับนักเรียนที่พูดสองภาษา (c_1) และระดับนักเรียนที่พูดภาษาเดียว (c_2) ไม่แตกต่างกันมากนัก ในทำนองเดียวกัน ผลต่างระหว่างมัธยัมเลขคณิตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ระดับนักเรียนที่พูดสองภาษา (c_1) กับระดับนักเรียนที่พูดภาษาเดียว (c_2) ที่ระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง (b_1) ปานกลาง (b_2) และต่ำ (b_3) ก็ไม่แตกต่างกันมากนักด้วย และเมื่อทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของกิจกรรม BC (ดังที่ปรากฏในตาราง 11) พบว่า ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ [$F(2, 36) = 0.13 ; P > .05$] ผลอันนี้ชี้ให้เห็นว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนไม่แตกต่างกันออกไปตามระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ และภาษาพูดของนักเรียน ได้แก่ นักเรียนที่พูดสองภาษา และภาษาเดียว หรือไม่มีกิจกรรมระหว่างตัวแปรทั้งสอง การไม่มีกิจกรรมของ BC ดูได้จากเส้นภาพ ดังภาพประกอบ 13



ภาพประกอบ 13 เส้นภาพของ BC

เมื่อตัวแปรภาษาพูดของนักเรียน (c) ไม่มีกิริยารวมกับตัวประกอบใด ผู้วิจัยจึงสนใจพิจารณาเฉพาะภาษาพูดของนักเรียน เพื่อตอบสนองมติฐานที่ตั้งไว้ให้ชัดเจนขึ้นในข้อ 5

5. เมื่อพิจารณาเฉพาะภาษาพูดของนักเรียน (c) มีดัชนีเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มพูดสองภาษา (c_1) และกลุ่มพูดภาษาเดียว (c_2) ดังที่ปรากฏในตาราง 6 จะเห็นว่า มีดัชนีเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์กลุ่มพูดภาษาเดียวสูงกว่ากลุ่มพูดสองภาษา และเมื่อทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ (ดังที่ปรากฏในตาราง 11) พบว่า ความแตกต่างนี้มีนัยสำคัญทางสถิติ [$F(1, 36) = 6.51$; $P < .05$] นั่นแสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มพูดภาษาเดียวสูงกว่ากลุ่มพูดสองภาษา