

บทที่ 6

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถทางการคิดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เป็นการวิเคราะห์ตรวจสอบผลการนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ออกแบบตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานไปทดลองใช้ ผู้วิจัยแบ่งการนำเสนอเป็น 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ค่าสถิติภาคบรรยายของคะแนนจากการทดสอบ

ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนจากการทดสอบ

ส่วนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ส่วนที่ 1 สถิติภาคบรรยายของคะแนนจากการทดสอบ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบจำนวน 2 ครั้ง คือ การทดสอบก่อนการทดลอง และการทดสอบหลังการทดลอง โดยใช้แบบวัดฉบับเดียวกันทั้ง 2 ครั้ง ซึ่งประกอบด้วยแบบวัด 2 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 แบบวัดความสามารถทางการคิด แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 วัดการคิดวิเคราะห์ ส่วนที่ 2 วัดการคิดแก้ปัญหา และส่วนที่ 3 วัดการคิดสร้างสรรค์ และฉบับที่ 2 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 วัดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาและสาระวิทยาศาสตร์ ส่วนที่ 2 วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และส่วนที่ 3 วัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนจากการทดสอบมีรายละเอียดดังนี้

แบบวัดฉบับที่ 1 แบบวัดความสามารถทางการคิด

ตารางที่ 6.1 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถทางการคิดก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำแนกตามกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

รายการ	กลุ่ม	Mean	SD	MAX.	MIN.	Sk	Ku
คิดวิเคราะห์	กลุ่มทดลอง	4.40	1.85	8.33	1.67	0.48	-0.30
	กลุ่มควบคุม	6.01	1.40	7.50	2.50	-1.21	0.63
คิดแก้ปัญหา	กลุ่มทดลอง	3.24	2.06	7.14	0.71	0.55	0.44
	กลุ่มควบคุม	5.94	1.92	8.57	2.14	-0.52	-0.92
คิดสร้างสรรค์	กลุ่มทดลอง	2.00	2.41	8.71	0.00	1.13	0.69
	กลุ่มควบคุม	3.25	1.86	6.77	0.00	0.20	-0.61
รวม	กลุ่มทดลอง	9.61	5.31	21.93	2.38	0.80	0.02
	กลุ่มควบคุม	15.20	3.84	21.37	8.13	-0.21	-1.00

จำนวนกลุ่มละ 28 คน, คะแนนเต็มแต่ละด้าน 10 คะแนน, คะแนนรวม 30 คะแนน

จากตารางที่ 6.1 เมื่อพิจารณาสถิติภาคบรรยายของคะแนนความสามารถทางการคิดด้านการคิดวิเคราะห์ก่อนการจัดกิจกรรม พบว่า คะแนนและการกระจายตัวใกล้เคียงกัน คะแนนมีความเบ้ซ้าย คือ คะแนนส่วนใหญ่มากกว่าคะแนนเฉลี่ย และมีค่าความโด่งแบนกว่าโค้งปกติ คือ คะแนนมีการกระจายมาก ดังนี้ คะแนนการคิดวิเคราะห์ของกลุ่มทดลองก่อนการจัดกิจกรรมมีคะแนนเฉลี่ย 4.40 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.85 คะแนนสูงสุดเท่ากับ 8.33 คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 1.67 คะแนนมีความเบ้ขวา คือ คะแนนส่วนใหญ่น้อยกว่าคะแนนเฉลี่ย ($Sk=0.48$) และมีค่าความโด่งแบนกว่าโค้งปกติ คือ คะแนนมีการกระจายมาก ($Ku=-0.30$) ส่วนคะแนนของกลุ่มควบคุมก่อนการจัดกิจกรรมนั้น พบว่ามีคะแนนเฉลี่ย 6.01 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.40 คะแนนสูงสุดเท่ากับ 7.50 คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 2.50 คะแนนมีความเบ้ซ้าย คือ คะแนนส่วนใหญ่มากกว่าคะแนนเฉลี่ย ($Sk=-1.21$) และมีค่าความโด่งสูงกว่าโค้งปกติ คือ คะแนนมีการกระจายน้อย ($Ku=0.63$)

คะแนนความสามารถทางการคิดด้านการคิดแก้ปัญหา ก่อนการจัดกิจกรรม พบว่า คะแนนและการกระจายตัวใกล้เคียงกัน คะแนนมีความเบ้ใกล้เคียงกับโค้งปกติ และมีค่าความโด่งแบนกว่าโค้งปกติ คือ คะแนนมีการกระจายมาก ดังนี้ คะแนนของกลุ่มทดลองก่อนการจัดกิจกรรมมีคะแนนเฉลี่ย 3.24 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.06 คะแนนสูงสุดเท่ากับ 7.14 คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 0.71 คะแนนมีความเบ้ขวา คือ คะแนนส่วนใหญ่น้อยกว่าคะแนนเฉลี่ย ($Sk=0.55$) และมีค่าความโด่งสูงกว่าโค้งปกติ คือ คะแนนมีการกระจายน้อย ($Ku=0.44$) คะแนนของกลุ่มควบคุมก่อนการจัดกิจกรรม มีคะแนนเฉลี่ย 5.94 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.92 คะแนนสูงสุดเท่ากับ 8.57 คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 2.14 คะแนนมีความเบ้ซ้าย คือ คะแนนส่วนใหญ่มากกว่าคะแนนเฉลี่ย ($Sk=-0.52$) และมีค่าความโด่งแบนกว่าโค้งปกติ คือ คะแนนมีการกระจายมาก ($Ku=-0.92$)

คะแนนความสามารถทางการคิดด้านการคิดสร้างสรรค์ก่อนการจัดกิจกรรม พบว่า คะแนนและการกระจายตัวใกล้เคียงกัน คะแนนมีความเบ้ขวา คือ คะแนนส่วนใหญ่น้อยกว่าคะแนนเฉลี่ย และมีค่าความโด่งแบนกว่าโค้งปกติ คือ คะแนนมีการกระจายมาก ดังนี้ คะแนนของกลุ่มทดลองก่อนการจัดกิจกรรม มีคะแนนเฉลี่ย 2.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.41 คะแนนสูงสุดเท่ากับ 8.71 คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 0 คะแนนมีความเบ้ขวา คือ คะแนนส่วนใหญ่น้อยกว่าคะแนนเฉลี่ย ($Sk=1.13$) และมีค่าความโด่งสูงกว่าโค้งปกติ คือ คะแนนมีการกระจายน้อย ($Ku=0.69$) คะแนนของกลุ่มควบคุมก่อนการจัดกิจกรรม มีคะแนนเฉลี่ย 3.25 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.86 คะแนนสูงสุดเท่ากับ 6.77 คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 0 คะแนนมีความเบ้ขวา คือ คะแนนส่วนใหญ่น้อยกว่าคะแนนเฉลี่ย ($Sk=0.20$) และมีค่าความโด่งแบนกว่าโค้งปกติ คือ คะแนนมีการกระจายมาก ($Ku=-0.61$)

ตารางที่ 6.2 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนความสามารถทางการคิดหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
จำแนกตามกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

รายการ	กลุ่ม	Mean	SD	MAX.	MIN.	Sk	Ku
คิดวิเคราะห์	กลุ่มทดลอง	6.93	1.86	10.00	3.33	-0.76	-0.26
	กลุ่มควบคุม	6.13	1.51	8.33	3.33	-0.70	-0.81
คิดแก้ปัญหา	กลุ่มทดลอง	5.66	1.59	8.57	2.14	-0.14	-0.23
	กลุ่มควบคุม	5.38	2.30	8.57	0.00	-1.04	0.49
คิดสร้างสรรค์	กลุ่มทดลอง	4.32	2.63	10.00	0.00	0.12	-0.45
	กลุ่มควบคุม	2.72	1.47	6.77	0.00	0.27	1.06
รวม	กลุ่มทดลอง	16.92	5.00	24.76	6.19	-0.51	-0.12
	กลุ่มควบคุม	14.23	4.31	21.42	3.33	-0.79	0.20

จำนวนกลุ่มละ 28 คน, คะแนนเต็มแต่ละด้าน 10 คะแนน, คะแนนรวม 30 คะแนน

คะแนนความสามารถทางการคิดด้านการคิดวิเคราะห์หลังการจัดกิจกรรม พบว่า คะแนนเฉลี่ยมีค่าสูงขึ้นทั้งสองกลุ่ม ดังนี้ คะแนนของกลุ่มทดลองหลังการจัดกิจกรรม มีคะแนนเฉลี่ย 6.93 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.86 คะแนนสูงสุดเท่ากับ 10 คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 3.33 คะแนนมีความเบ้ซ้าย คือ คะแนนส่วนใหญ่มากกว่าคะแนนเฉลี่ย ($Sk=-0.76$) และมีค่าความโด่งแบนกว่าโค้งปกติ คือ คะแนนมีการกระจายมาก ($Ku=-0.26$) คะแนนของกลุ่มควบคุมหลังการจัดกิจกรรม มีคะแนนเฉลี่ย 6.13 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.51 คะแนนสูงสุดเท่ากับ 8.33 คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 3.33 คะแนนมีความเบ้ซ้าย คือ คะแนนส่วนใหญ่มากกว่าคะแนนเฉลี่ย ($Sk=-0.70$) และมีค่าความโด่งแบนกว่าโค้งปกติ คือ คะแนนมีการกระจายมาก ($Ku=-0.81$)

คะแนนความสามารถทางการคิดด้านการคิดแก้ปัญหาหลังการจัดกิจกรรม พบว่า คะแนนเฉลี่ยในกลุ่มทดลองมีค่าสูงขึ้น แต่ในกลุ่มควบคุมมีค่าลดลง ดังนี้ คะแนนของกลุ่มทดลองหลังการจัดกิจกรรม มีคะแนนเฉลี่ย 5.66 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.59 คะแนนสูงสุดเท่ากับ 8.57 คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 2.14 คะแนนมีความเบ้ซ้าย คือ คะแนนส่วนใหญ่มากกว่าคะแนนเฉลี่ย ($Sk=-0.14$) และมีค่าความโด่งแบนกว่าโค้งปกติ คือ คะแนนมีการกระจายมาก ($Ku=-0.23$) คะแนนของกลุ่มควบคุมหลังการจัดกิจกรรม มีคะแนนเฉลี่ย 5.38 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.30 คะแนนสูงสุดเท่ากับ 8.57 คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 0 คะแนนมีความเบ้ซ้าย คือ คะแนนส่วนใหญ่มากกว่าคะแนนเฉลี่ย ($Sk=-1.04$) และมีค่าความโด่งสูงกว่าโค้งปกติ คือ คะแนนมีการกระจายน้อย ($Ku=0.49$)

คะแนนความสามารถทางการคิดด้านการคิดสร้างสรรค์หลังการจัดกิจกรรม พบว่า คะแนนเฉลี่ยในกลุ่มทดลองมีค่าสูงขึ้น แต่ในกลุ่มควบคุมมีค่าลดลง ดังนี้ คะแนนของกลุ่มทดลองหลังการจัดกิจกรรม มีคะแนนเฉลี่ย 4.32 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.63 คะแนนสูงสุดเท่ากับ 10 คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 0 คะแนนมีความเบ้ขวา คือ คะแนนส่วนใหญ่น้อยกว่าคะแนนเฉลี่ย ($Sk=0.21$) และมีค่า

ความโด่งแบนกว่าโค้งปกติ คือ คะแนนมีการกระจายมาก ($Ku=-0.45$) คะแนนของกลุ่มควบคุมหลังการจัดกิจกรรม มีคะแนนเฉลี่ย 2.72 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.47 คะแนนสูงสุดเท่ากับ 6.77 คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 0 คะแนนมีความเบ้ขวา คือ คะแนนส่วนใหญ่น้อยกว่าคะแนนเฉลี่ย ($Sk=0.27$) และมีค่าความโด่งสูงกว่าโค้งปกติ คือ คะแนนมีการกระจายน้อย ($Ku=1.06$)

แบบวัดฉบับที่ 2 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 6.3 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จำแนกตามกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

รายการ	กลุ่ม	Mean	SD	MAX.	MIN.	Sk	Ku
ความรู้	กลุ่มทดลอง	5.31	1.38	7.00	1.00	-1.20	1.20
	กลุ่มควบคุม	6.46	1.37	9.00	3.00	-0.61	0.67
ทักษะ	กลุ่มทดลอง	4.54	1.44	7.33	1.33	-0.24	0.04
	กลุ่มควบคุม	7.62	0.80	8.67	6.00	-0.65	-0.14
เจตคติ	กลุ่มทดลอง	7.86	0.96	9.88	5.88	0.30	0.42
	กลุ่มควบคุม	8.22	0.69	9.13	6.50	-0.89	0.56
รวม	กลุ่มทดลอง	17.71	2.80	23.21	12.08	-0.13	-0.57
	กลุ่มควบคุม	22.31	1.96	25.63	18.08	-0.44	-0.18

จำนวนกลุ่มละ 28 คน, คะแนนเต็มแต่ละด้าน 10 คะแนน, คะแนนรวม 30 คะแนน

จากตารางที่ 6.3 เมื่อพิจารณาสถิติภาคบรรยายของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาและหลักการของสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ก่อนการจัดกิจกรรม พบว่า คะแนนและการกระจายตัวใกล้เคียงกัน คะแนนมีความเบ้ซ้าย คือ คะแนนส่วนใหญ่มากกว่าคะแนนเฉลี่ย และมีค่าความโด่งสูงกว่าโค้งปกติ คือ คะแนนมีการกระจายน้อย ดังนี้ คะแนนของกลุ่มทดลองก่อนการจัดกิจกรรม มีคะแนนเฉลี่ย 5.31 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.38 คะแนนสูงสุดเท่ากับ 7 คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 1 คะแนนมีความเบ้ซ้าย คือ คะแนนส่วนใหญ่มากกว่าคะแนนเฉลี่ย ($Sk=-1.20$) และมีค่าความโด่งสูงกว่าโค้งปกติ คือ คะแนนมีการกระจายน้อย ($Ku=1.95$) คะแนนของกลุ่มควบคุมก่อนการจัดกิจกรรมมีคะแนนเฉลี่ย 6.46 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.37 คะแนนสูงสุดเท่ากับ 9 คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 3 คะแนนมีความเบ้ซ้าย คือ คะแนนส่วนใหญ่มากกว่าคะแนนเฉลี่ย ($Sk=-0.61$) และมีค่าความโด่งสูงกว่าโค้งปกติ คือ คะแนนมีการกระจายน้อย ($Ku=0.67$)

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดกิจกรรม พบว่า คะแนนและการกระจายตัวใกล้เคียงกัน คะแนนมีความเบ้ซ้าย คือ คะแนนส่วนใหญ่มากกว่าคะแนนเฉลี่ย และมีค่าความโด่งแบนกว่าโค้งปกติ คือ คะแนนมี

การกระจายมาก ดังนี้ คะแนนของกลุ่มทดลองก่อนการจัดกิจกรรมมีคะแนนเฉลี่ย 4.54 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.44 คะแนนสูงสุดเท่ากับ 7.33 คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 1.33 คะแนนมีความเบ้ซ้าย คือ คะแนนส่วนใหญ่มากกว่าคะแนนเฉลี่ย ($Sk=-0.24$) และมีค่าความโด่งใกล้เคียงกับโค้งปกติ ($Ku=0.04$) คะแนนของกลุ่มควบคุมก่อนการจัดกิจกรรม มีคะแนนเฉลี่ย 7.62 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.80 คะแนนสูงสุดเท่ากับ 8.67 คะแนนต่ำสุด เท่ากับ 6 คะแนนมีความเบ้ซ้าย คือ คะแนนส่วนใหญ่มากกว่าคะแนนเฉลี่ย ($Sk=-0.65$) และมีค่าความโด่งแบนกว่าโค้งปกติ คือ คะแนนมีการกระจายมาก ($Ku=-0.14$)

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดกิจกรรม พบว่า คะแนนและการกระจายตัวใกล้เคียงกัน คะแนนมีความเบ้ซ้าย คือ คะแนนส่วนใหญ่มากกว่าคะแนนเฉลี่ย และมีค่าความโด่งสูงกว่าโค้งปกติ คือ คะแนนมีการกระจายน้อย ดังนี้ คะแนนของกลุ่มทดลองก่อนการจัดกิจกรรม มีคะแนนเฉลี่ย 7.86 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.96 คะแนนสูงสุดเท่ากับ 9.88 คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 5.88 คะแนนมีความเบ้ขวา คือ คะแนนส่วนใหญ่น้อยกว่าคะแนนเฉลี่ย ($Sk=0.30$) และมีค่าความโด่ง สูงกว่าโค้งปกติ คือ คะแนนมีการกระจายน้อย ($Ku=0.42$) คะแนนของกลุ่มควบคุมก่อนการจัดกิจกรรม มีคะแนนเฉลี่ย 8.22 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.69 คะแนนสูงสุดเท่ากับ 9.13 คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 6.50 คะแนนมีความเบ้ซ้าย คือ คะแนนส่วนใหญ่มากกว่าคะแนนเฉลี่ย ($Sk=-0.89$) และมีค่าความโด่งสูงกว่าโค้งปกติ คือ คะแนนมีการกระจายน้อย ($Ku=0.56$)

ตารางที่ 6.4 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ภายหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จำแนกตามกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

รายการ	กลุ่ม	Mean	SD	MAX.	MIN.	Sk	Ku
ความรู้	กลุ่มทดลอง	7.26	1.46	9.00	3.50	-0.94	0.59
	กลุ่มควบคุม	7.04	1.48	9.00	3.50	-1.05	2.60
ทักษะ	กลุ่มทดลอง	7.20	1.52	9.33	4.00	-0.12	-0.79
	กลุ่มควบคุม	6.43	8.16	8.67	5.33	0.75	0.89
เจตคติ	กลุ่มทดลอง	8.20	0.68	9.88	6.88	0.63	0.19
	กลุ่มควบคุม	7.92	0.60	9.00	6.38	-0.28	0.53
รวม	กลุ่มทดลอง	22.65	3.16	27.71	15.38	-0.28	-0.44
	กลุ่มควบคุม	21.39	2.27	26.00	16.88	-0.24	-0.31

จำนวนกลุ่มละ 28 คน, คะแนนเต็มแต่ละด้าน 10 คะแนน, คะแนนรวม 30 คะแนน

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา และหลักการของสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หลังการจัดกิจกรรม พบว่า คะแนนเฉลี่ยมีค่าสูงขึ้น

ทั้งสองกลุ่ม ดังนี้ คะแนนของกลุ่มทดลองหลังการจัดกิจกรรม มีคะแนนเฉลี่ย 7.26 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.46 คะแนนสูงสุดเท่ากับ 9 คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 3.50 คะแนนมีความเบ้ซ้าย คือ คะแนนส่วนใหญ่มากกว่าคะแนนเฉลี่ย ($Sk=-0.94$) และมีค่าความโด่งแบนกว่าโค้งปกติ คือ คะแนนมีการกระจายมาก ($Ku=-0.59$) คะแนนของกลุ่มควบคุมหลังการจัดกิจกรรม มีคะแนนเฉลี่ย 7.04 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.48 คะแนนสูงสุดเท่ากับ 9 คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 3.50 คะแนนมีความเบ้ซ้าย คือ คะแนนส่วนใหญ่มากกว่าคะแนนเฉลี่ย ($Sk=-1.05$) และมีค่าความโด่งสูงกว่าโค้งปกติ คือ คะแนนมีการกระจายน้อย ($Ku=0.26$)

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดกิจกรรม พบว่า คะแนนเฉลี่ยในกลุ่มทดลองมีค่าสูงขึ้น แต่ในกลุ่มควบคุมมีค่าลดลง ดังนี้ คะแนนของกลุ่มทดลองหลังการจัดกิจกรรม มีคะแนนเฉลี่ย 7.20 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.52 คะแนนสูงสุดเท่ากับ 9.33 คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 4 คะแนนมีความเบ้ซ้าย คือ คะแนนส่วนใหญ่มากกว่าคะแนนเฉลี่ย ($Sk=-0.12$) และมีค่าความโด่งแบนกว่าโค้งปกติ คือ คะแนนมีการกระจายมาก ($Ku=-0.79$) คะแนนของกลุ่มควบคุมหลังการจัดกิจกรรม มีคะแนนเฉลี่ย 6.43 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 8.16 คะแนนสูงสุดเท่ากับ 8.67 คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 5.33 คะแนนมีความเบ้ขวา คือ คะแนนส่วนใหญ่น้อยกว่าคะแนนเฉลี่ย ($Sk=0.75$) และมีค่าความโด่ง สูงกว่าโค้งปกติ คือ คะแนนมีการกระจายน้อย ($Ku=0.89$)

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดกิจกรรม พบว่า คะแนนเฉลี่ยในกลุ่มทดลองมีค่าสูงขึ้น แต่ในกลุ่มควบคุมมีค่าลดลง ดังนี้ คะแนนของกลุ่มทดลองหลังการจัดกิจกรรม มีคะแนนเฉลี่ย 8.20 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.68 คะแนนสูงสุดเท่ากับ 9.88 คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 6.88 คะแนนมีความเบ้ขวา คือ คะแนนส่วนใหญ่น้อยกว่าคะแนนเฉลี่ย ($Sk=0.63$) และมีค่าความโด่งสูงกว่าโค้งปกติ คือ คะแนนมีการกระจายน้อย ($Ku=0.19$) คะแนนของกลุ่มควบคุมหลังการจัดกิจกรรม มีคะแนนเฉลี่ย 7.92 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.60 คะแนนสูงสุดเท่ากับ 9 คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 6.38 คะแนนมีความเบ้ซ้าย คือ คะแนนส่วนใหญ่มากกว่าคะแนนเฉลี่ย ($Sk=-0.28$) และมีค่าความโด่งสูงกว่าโค้งปกติ คือ คะแนนมีการกระจายน้อย ($Ku=0.53$)

ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความสามารถทางการคิดและคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบผลการนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ออกแบบตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานเพื่อพัฒนาความสามารถทางการคิดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ไปทดลองใช้ จะต้องวิเคราะห์ความ

แปรปรวนตัวแปรพหุนามของคะแนนความสามารถทางการคิดและคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อทดสอบความเท่าเทียมกันของกลุ่มทดลอง ดังนั้น ผู้วิจัยทดสอบความแตกต่างของคะแนนความสามารถทางการคิดและคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วยคะแนน ทั้งหมด 6 ด้าน คือ ด้านที่ 1 การคิดวิเคราะห์ ด้านที่ 2 การคิดแก้ปัญหา ด้านที่ 3 การคิดสร้างสรรค์ ด้านที่ 4 ความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาและหลักการของสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้านที่ 5 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และด้านที่ 6 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการวิเคราะห์ ความแปรปรวนตัวแปรพหุนาม (Multivariate Analysis of Variance: MANOVA)

ตารางที่ 6.5 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถทางการคิด และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จำแนกตามกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

กลุ่มการทดลอง	ความสามารถทางการคิด		ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	
	Mean	SD	Mean	SD
กลุ่มทดลอง	9.61	5.31	17.71	2.80
กลุ่มควบคุม	15.20	3.84	22.31	1.96
รวม	12.41	5.39	20.01	3.33

หมายเหตุ

1. Box's M = 4.761 F = 1.523 P = 0.206
2. Bartlett's Test: Likelihood Ratio = 0.000 Approx. Chi-Square = 47.592, P = 0.000
3. Levene's Test:

ความสามารถทางการคิด	F = 3.068	P = 0.086
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	F = 4.778	P = 0.033

การทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุนาม (Multivariate Analysis of Variance: MANOVA) พบว่า ผลการทดสอบความเท่ากันของเมทริกซ์ความแปรปรวน ความแปรปรวนร่วม (Variance Covariance Matrix) ของตัวแปรตามด้วย Box's Test of Equality of Covariance Matrixes พบว่า สถิติทดสอบ Box's M มีระดับนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 0.206 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด 0.01 ดังนั้น เมทริกซ์ความแปรปรวน ความแปรปรวนร่วมของ ตัวแปรตามไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ผลการทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรตาม ด้วย Bartlett's Test of Sphericity พบว่า ค่าสถิติทดสอบ Approx. Chi-Square = 47.592 มีระดับนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 0.000 ดังนั้น ตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ

ผลการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของตัวแปรตามด้วย Levene's Test of Equality of Error Variances พบว่า ความแปรปรวนของคะแนนความสามารถทางการคิดและคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีระดับนัยสำคัญของการทดสอบเท่ากับ 0.086 และ 0.033 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่กำหนด 0.01 ดังนั้น ความแปรปรวนของคะแนนความสามารถทางการคิดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

จากผลการวิเคราะห์เพื่อทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการทดสอบความแปรปรวนของตัวแปรพหุนาม พบว่า สามารถวิเคราะห์ผลด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุนามได้

ตารางที่ 6.6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุนามของคะแนนความสามารถทางการคิดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จำแนกตามกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

Multivariate Tests	Value	F	Hypothesis df	Error df	P
Pillai's Trace	0.485	24.925	2.000	53.000	0.000
Wilks' Lambda	0.515	24.925	2.000	53.000	0.000
Hotelling's Trace	0.941	24.925	2.000	53.000	0.000
Roy's Largest Root	0.941	24.925	2.000	53.000	0.000

Test of Between-Subjects Effects

แหล่งความแปรปรวน	ตัวแปรตาม	SS	df	MS	F	P
กลุ่ม	การคิด	437.478	1	437.478	20.378**	0.000
	ผลสัมฤทธิ์	296.393	1	296.393	50.787**	0.000

หมายเหตุ ** $p < 0.01$

จากตารางที่ 6.6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุนาม พบว่า เซนทรอยด์ของคะแนนความสามารถทางการคิดและคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 (Pillai's Trace: $p = 0.000$, Wilks' Lambda: $p = 0.000$, Hotelling's Trace: $p = 0.000$ และ Roy's Largest Root: $p = 0.000$)

เมื่อวิเคราะห์ต่อด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) ของคะแนนความสามารถทางการคิดและคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า

คะแนนความสามารถทางการคิด และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ดังนั้นในการวิเคราะห์ความแตกต่างของผลการทดลองใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ออกแบบตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานด้วยคะแนนความสามารถทางการคิดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ภายหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จึงวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรร่วมพหุนาม (MANCOVA) เพื่อควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนที่เกิดจากความแตกต่างของกลุ่มตัวอย่างก่อนการจัดกิจกรรม โดยมีตัวแปรตาม คือ คะแนนความสามารถทางการคิดภายหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 6.7 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถทางการคิดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ภายหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จำแนกตามกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มการทดลอง	ความสามารถทางการคิด		ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	
	Mean	SD	Mean	SD
กลุ่มทดลอง	16.92	5.00	22.65	3.16
กลุ่มควบคุม	14.23	4.31	21.39	2.27
รวม	15.58	4.82	22.02	2.80

หมายเหตุ

1. Box's M = 3.366 F 1.077 P = 0.357
2. Bartlett's Test: Likelihood Ratio = 0.000 Approx. Chi-Square = 17.318, P = 0.000
3. Levene's Test:

ความสามารถทางการคิด	F = 0.130	P = 0.720
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	F = 2.353	P = 0.131

ผลการทดสอบความเท่ากันของเมทริกซ์ความแปรปรวน ความแปรปรวนร่วม (Variance Covariance Matrix) ของตัวแปรตาม ด้วย Box's Test of Equality of Covariance Matrixes พบว่า สถิติทดสอบ Box's M มีระดับนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 0.357 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด 0.01 ดังนั้น เมทริกซ์ความแปรปรวน ความแปรปรวนร่วมของตัวแปรตามไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ผลการทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรตาม ด้วย Bartlett's Test of Sphericity พบว่า ค่าสถิติทดสอบ Approx. Chi-Square = 17.318 มีระดับนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 0.000 ดังนั้น ตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ

ผลการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของตัวแปรตามด้วย Levene's Test of Equality of Error Variances พบว่า ความแปรปรวนของคะแนนความสามารถทางการคิดและคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีระดับนัยสำคัญของการทดสอบเท่ากับ 0.720 และ 0.131 ซึ่งมากกว่าระดับ

นัยสำคัญทางสถิติที่กำหนด 0.01 ดังนั้น ความแปรปรวนของตัวแปรตามไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

จากผลการวิเคราะห์เพื่อทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการทดสอบความแปรปรวนของตัวแปรพหุนาม พบว่า สามารถวิเคราะห์ผลด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุนามได้ ตารางที่ 6.8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุนามของคะแนนความสามารถทางการคิด และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ภายหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จำแนกตามกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

Multivariate Tests	Value	F	Hypothesis df	Error df	P
Pillai's Trace	0.523	27.939	2.000	51.000	0.000
Wilks' Lambda	0.477	27.939	2.000	51.000	0.000
Hotelling's Trace	1.096	27.939	2.000	51.000	0.000
Roy's Largest Root	1.096	27.939	2.000	51.000	0.000

Test of Between-Subjects Effects

แหล่งความแปรปรวน	ตัวแปรตาม	SS	df	MS	F	P
กลุ่ม	การคิด	381.506	1	381.506	36.539**	0.000
	ผลสัมฤทธิ์	136.917	1	136.917	36.729**	0.000

หมายเหตุ ** $p < 0.01$

จากตารางที่ 6.8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุนาม พบว่า เซนทรอยด์ของคะแนนความสามารถทางการคิดและคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ภายหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 (Pillai's Trace: $p = 0.000$, Wilks' Lambda: $p = 0.000$, Hotelling's Trace: $p = 0.000$ และ Roy's Largest Root: $p = 0.000$)

เมื่อวิเคราะห์ต่อด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) ของคะแนนความสามารถทางการคิดและคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า

คะแนนความสามารถทางการคิดและคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ดังนั้นในการวิเคราะห์พบว่า ผลการทดลองเป็นไปตามสมมติฐานการทดลอง คือ นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน มีคะแนนความสามารถทางการคิดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติในห้องเรียน

ตารางที่ 6.9 สหสัมพันธ์ของคะแนนความสามารถทางการคิดย่อยและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิทยาศาสตร์รายด้านก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

รายการ	คิดวิเคราะห์	คิดแก้ปัญหา	คิดสร้างสรรค์	ความรู้	ทักษะ	เจตคติ
คิดวิเคราะห์	1.00					
คิดแก้ปัญหา	0.57**	1.00				
คิดสร้างสรรค์	0.55**	0.52**	1.00			
ความรู้	0.61**	0.51**	0.45**	1.00		
ทักษะ	0.61**	0.59**	0.44**	0.53**	1.00	
เจตคติ	0.39**	0.26	0.32	0.23	0.25	1.00

หมายเหตุ ** $p < 0.01$

จากตารางที่ 6.9 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนด้านการคิดวิเคราะห์
กับคะแนนด้านความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาและหลักการของสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
และคะแนนด้านการคิดวิเคราะห์กับคะแนนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีค่าสูงสุด
คือ $r = 0.61$ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนด้านการคิด
วิเคราะห์กับคะแนนด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์มีค่าต่ำสุด คือ $r = 0.39$ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ตารางที่ 6.10 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถทางการคิดย่อย
และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์รายด้านก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จำแนกตามกลุ่ม
ทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มการทดลอง	คิดวิเคราะห์		คิดแก้ปัญหา		คิดสร้างสรรค์	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
กลุ่มทดลอง	4.40	1.85	3.24	2.06	1.97	2.41
กลุ่มควบคุม	6.01	1.40	5.94	1.92	3.25	1.86
รวม	5.21	1.82	4.60	2.40	2.61	2.23

กลุ่มการทดลอง	ความรู้วิทยาศาสตร์		ทักษะวิทยาศาสตร์		เจตคติวิทยาศาสตร์	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
กลุ่มทดลอง	5.31	1.38	4.54	1.44	7.86	0.96
กลุ่มควบคุม	6.46	1.37	7.62	0.80	8.22	0.69
รวม	5.89	1.48	6.08	1.94	8.04	0.85

หมายเหตุ

1. Box's M = 33.682 F = 1.412 P = 0.100
2. Bartlett's Test: Likelihood Ratio = 0.000 Approx. Chi-Square = 129.993, P = 0.000
3. Levene's Test:

คิดวิเคราะห์	F = 2.202	P = 0.144
คิดแก้ปัญหา	F = 0.275	P = 0.602
คิดสร้างสรรค์	F = 2.446	P = 0.124
ความรู้วิทยาศาสตร์	F = 0.042	P = 0.839
ทักษะวิทยาศาสตร์	F = 6.250	P = 0.015
เจตคติวิทยาศาสตร์	F = 1.507	P = 0.225

การทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุนาม (Multivariate Analysis of Variance: MANOVA) พบว่า ผลการทดสอบความเท่ากันของเมทริกซ์ความแปรปรวน ความแปรปรวนร่วม (Variance Covariance Matrix) ของตัวแปรตามด้วย Box's Test of Equality of Covariance Matrixes พบว่า สถิติทดสอบ Box's M มีระดับนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 0.100 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด 0.01 ดังนั้น เมทริกซ์ความแปรปรวน ความแปรปรวนร่วมของ ตัวแปรตามไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ผลการทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรตาม ด้วย Bartlett's Test of Sphericity พบว่า ค่าสถิติทดสอบ Approx. Chi-Square = 129.993 มีระดับนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 0.000 ดังนั้น ตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ

ผลการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของตัวแปรตามด้วย Levene's Test of Equality of Error Variances พบว่า ความแปรปรวนของคะแนนทั้ง 6 ด้าน มีระดับนัยสำคัญของการทดสอบเท่ากับ 0.144, 0.602, 0.124, 0.839, 0.015 และ 0.225 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่กำหนด 0.01 ดังนั้น ความแปรปรวนของคะแนนความสามารถทางการคิดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

จากผลการวิเคราะห์เพื่อทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการทดสอบความแปรปรวนของตัวแปรพหุนาม พบว่า สามารถวิเคราะห์ผลด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุนามได้

ตารางที่ 6.11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุนามของคะแนนความสามารถทางการคิด ย่อยและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์รายด้านก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

Multivariate Tests	Value	F	Hypothesis df	Error df	P
Pillai's Trace	0.682	17.483	6.000	49.000	0.000
Wilks' Lambda	0.318	17.483	6.000	49.000	0.000
Hotelling's Trace	2.141	17.483	6.000	49.000	0.000
Roy's Largest Root	2.141	17.483	6.000	49.000	0.000

Test of Between-Subjects Effects

แหล่งความแปรปรวน	ตัวแปรตาม	SS	df	MS	F	P
กลุ่ม	คิดวิเคราะห์	36.161	1	36.161	13.363**	0.001
	คิดแก้ปัญหา	102.369	1	102.369	25.854**	0.000
	คิดสร้างสรรค์	22.895	1	22.895	4.929	0.031
	ความรู้	18.573	1	18.573	9.804**	0.003
	ทักษะ	133.097	1	133.097	97.992**	0.000
	เจตคติ	1.876	1	1.876	2.684	0.107

หมายเหตุ ** $p < 0.01$

จากตารางที่ 6.11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุนาม พบว่า เซนทรอยด์ของคะแนนความสามารถทางการคิดและคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 (Pillai's Trace: $p = 0.000$, Wilks' Lambda: $p = 0.000$, Hotelling's Trace: $p = 0.000$ และ Roy's Largest Root: $p = 0.000$)

เมื่อวิเคราะห์ต่อด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) ของคะแนนองค์ประกอบทั้ง 6 ด้าน พบว่า

คะแนนด้านที่ 1 การคิดวิเคราะห์ คะแนนด้านที่ 2 การคิดแก้ปัญหา คะแนนด้านที่ 4 ความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาและหลักการของสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และคะแนนด้านที่ 5 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

คะแนนด้านที่ 3 การคิดสร้างสรรค์ และคะแนนด้านที่ 6 เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ดังนั้นในการวิเคราะห์ความแตกต่างของผลการทดลองใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ออกแบบตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน ด้วยคะแนนความสามารถทางการคิดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ภายหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จึงวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรร่วมพหุนาม (MANCOVA) เพื่อควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนที่เกิดจากความแตกต่างของกลุ่มตัวอย่างก่อนการจัดกิจกรรม โดยมีตัวแปรตาม คือ คะแนนความสามารถทางการคิดภายหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย คะแนนการคิดวิเคราะห์ คะแนนการคิดแก้ปัญหา และคะแนนการคิดสร้างสรรค์ และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย คะแนนความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาและหลักการของสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 6.12 สหสัมพันธ์ของคะแนนความสามารถทางการคิดย่อยและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์รายด้านภายหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

รายการ	คิดวิเคราะห์	คิดแก้ปัญหา	คิดสร้างสรรค์	ความรู้	ทักษะ	เจตคติ
คิดวิเคราะห์	1.00					
คิดแก้ปัญหา	0.544**	1.00				
คิดสร้างสรรค์	0.536**	0.382**	1.00			
ความรู้	0.528**	0.659**	0.390**	1.00		
ทักษะ	0.420**	0.400**	0.464**	0.597**	1.00	
เจตคติ	0.304	0.433**	0.338	0.429**	0.382**	1.00

หมายเหตุ ** $p < 0.01$

จากตารางที่ 6.12 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนด้านการคิดแก้ปัญหา กับคะแนนด้านความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาและหลักการของสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีค่าสูงสุด คือ $r = 0.66$ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนน ด้านการคิดวิเคราะห์กับคะแนนด้านการคิดสร้างสรรค์ และคะแนนด้านทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์กับคะแนนด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์มีค่าต่ำสุด คือ $r = 0.38$ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

ตารางที่ 6.13 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความสามารถทางการคิดย่อย และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์รายด้านภายหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จำแนกตาม กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มการทดลอง	คิดวิเคราะห์		คิดแก้ปัญหา		คิดสร้างสรรค์	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
กลุ่มทดลอง	6.93	1.86	5.66	1.59	4.32	2.63
กลุ่มควบคุม	6.13	1.51	5.38	2.30	2.72	1.47
รวม	6.53	1.72	5.52	1.97	3.52	2.26

กลุ่มการทดลอง	ความรู้วิทยาศาสตร์		ทักษะวิทยาศาสตร์		เจตคติวิทยาศาสตร์	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
กลุ่มทดลอง	7.26	1.46	7.19	1.52	8.20	0.68
กลุ่มควบคุม	7.04	1.48	6.43	0.82	8.00	0.60
รวม	7.15	1.46	6.81	1.27	8.01	0.65

หมายเหตุ

1. Box's M = 38.494 F = 1.614 P = 0.037
2. Bartlett's Test: Likelihood Ratio = 0.000 Approx. Chi-Square = 84.082, P = 0.000
3. Levene's Test:

คิดวิเคราะห์	F = 0.056	P = 0.814
คิดแก้ปัญหา	F = 6.528	P = 0.013
คิดสร้างสรรค์	F = 4.173	P = 0.046
ความรู้วิทยาศาสตร์	F = 0.262	P = 0.611
ทักษะวิทยาศาสตร์	F = 1.812	P = 0.184
เจตคติวิทยาศาสตร์	F = 0.230	P = 0.634

ผลการทดสอบความเท่ากันของเมทริกซ์ความแปรปรวน ความแปรปรวนร่วม (Variance Covariance Matrix) ของตัวแปรตาม ด้วย Box's Test of Equality of Covariance Matrixes พบว่า สถิติทดสอบ Box's M มีระดับนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 0.037 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด 0.01 ดังนั้น เมทริกซ์ความแปรปรวน ความแปรปรวนร่วมของตัวแปรตามไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ผลการทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรตาม ด้วย Bartlett's Test of Sphericity พบว่า ค่าสถิติทดสอบ Approx. Chi-Square = 84.082 มีระดับนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 0.000 ดังนั้น ตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ

ผลการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของตัวแปรตามด้วย Levene's Test of Equality of Error Variances พบว่า ความแปรปรวนของคะแนนทั้ง 6 ด้าน มีระดับนัยสำคัญของการทดสอบเท่ากับ 0.814, 0.013, 0.046, 0.611, 0.184 และ 0.634 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่กำหนด 0.01 ดังนั้น ความแปรปรวนของตัวแปรตามไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

จากผลการวิเคราะห์เพื่อทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการทดสอบความแปรปรวนของตัวแปรพหุนาม พบว่า สามารถวิเคราะห์ผลด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุนามได้

ตารางที่ 6.14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุนามของคะแนนความสามารถทางการคิดย่อยและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์รายด้านภายหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

Multivariate Tests	Value	F	Hypothesis df	Error df	P
Pillai's Trace	0.522	7.833	6.000	43.000	0.000
Wilks' Lambda	0.478	7.833	6.000	43.000	0.000
Hotelling's Trace	1.093	7.833	6.000	43.000	0.000
Roy's Largest Root	1.093	7.833	6.000	43.000	0.000

Test of Between-Subjects Effects

แหล่งความแปรปรวน	ตัวแปรตาม	SS	df	MS	F	P
กลุ่ม	คิดวิเคราะห์	44.560	1	44.560	29.077**	0.000
	คิดแก้ปัญหา	13.164	1	13.164	7.184	0.010
	คิดสร้างสรรค์	34.561	1	34.561	12.158**	0.001
	ความรู้	11.843	1	11.843	9.614**	0.003
	ทักษะ	14.573	1	14.573	14.149**	0.000
	เจตคติ	2.899	1	2.899	8.612**	0.005

หมายเหตุ ** $p < 0.01$

จากตารางที่ 6.14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุนาม พบว่า เซนทรอยด์ของคะแนนความสามารถทางการคิดและคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ภายหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 (Pillai's Trace: $p = 0.000$, Wilks' Lambda: $p = 0.000$, Hotelling's Trace: $p = 0.000$ และ Roy's Largest Root: $p = 0.000$)

เมื่อวิเคราะห์ต่อด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) ของคะแนนองค์ประกอบทั้ง 6 ด้าน พบว่า

คะแนนการคิดวิเคราะห์ คะแนนการคิดสร้างสรรค์ คะแนนความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา และหลักการของสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

คะแนนการคิดแก้ปัญหาทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ดังนั้นในการวิเคราะห์พบว่า ผลการทดลองเป็นไปตามสมมติฐานการทดลอง คือ นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน มีคะแนนความสามารถทางการคิดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติในห้องเรียน

ส่วนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

การทดลองใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ออกแบบตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองสอนด้วยตนเองทำให้สามารถสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างใกล้ชิด เพื่อนำผลที่ได้จากการสังเกตนั้นมาวิเคราะห์

ถึงการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของนักเรียนเมื่อได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และนำมาปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งถัดไป โดยมีรายละเอียดดังนี้

พฤติกรรมของนักเรียนในชั้นเรียน

ระหว่างการเรียนรู้การสอนนักเรียนมีความสนใจในการเรียน และให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมต่าง มีความร่วมมือในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน และให้ความร่วมมือในการเรียน นักเรียนสามารถเขียนสรุปผลการทดลองได้ด้วยตนเอง นักเรียนมีความมั่นใจ และกล้าแสดงออกในชั้นเรียนมากขึ้น นอกจากนี้นักเรียนยังมีความรับผิดชอบในการเตรียมอุปกรณ์การทดลองมากขึ้น โดยสังเกตจากการที่ครูสั่งให้นักเรียนนำอุปกรณ์ในการทดลองมา พบว่า นักเรียนนำอุปกรณ์มาได้ อย่างครบถ้วน นอกจากนี้ความสนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ที่มากขึ้นแล้ว ยังพบว่า นักเรียนมีความชอบในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้น สังเกตจากการที่วันไหนต้องงดเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แล้ว นักเรียนมักจะบ่นเสียดยาวว่าอยากเรียนวิทยาศาสตร์ อยากทำการทดลอง แล้วจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของเด็ก พบว่า นักเรียนมีความสุข สนุกในการเรียน โดยนักเรียนสามารถอภิปรายตอบคำถาม และร่วมกันแลกเปลี่ยนเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี ซึ่งเป็นผลมาจากการที่ครูเปิดโอกาสให้เด็กได้แสดงความคิดเห็น และได้แสดงความสามารถอย่างเต็มที่

ผลงานนักเรียน

จากการวิเคราะห์ผลงานนักเรียนพบว่า นักเรียนมีความตั้งใจในการทำสมุดบันทึกการเรียนรู้ และมีความรับผิดชอบทำงานได้อย่างเต็มความสามารถ โดยนักเรียนส่วนใหญ่ส่งสมุดบันทึกการเรียนรู้ได้ครบทุกครั้ง และจากผลงานของนักเรียนแสดงให้เห็นถึงความสามารถทางการคิดที่นักเรียนแสดงออกมา ทั้งจากการเขียน การตอบคำถาม การวาดภาพ การเขียนผังมโนทัศน์ และนอกจากนี้ยังเห็นพัฒนาการทางการคิดที่เกิดขึ้นกับตัวนักเรียนอีกด้วย