บทที่ 4

ผลของการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนากระบวนการเรียนรู้การแสดงทางวิทยาศาสตร์ (Science Show) ผ่านบริการเวิลด์ไวด์เว็บในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตนี้ ผู้วิจัยขอนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนากระบวนการเรียนรู้การแสดงทางวิทยาศาสตร์ (Science Show) ผ่านบริการเวิลด์ไวด์เว็บในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และผลการประเมินประสิทธิภาพกระบวนการเรียนรู้การแสดงทางวิทยาศาสตร์ (Science Show) ผ่านบริการเวิลด์ไวด์เว็บในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

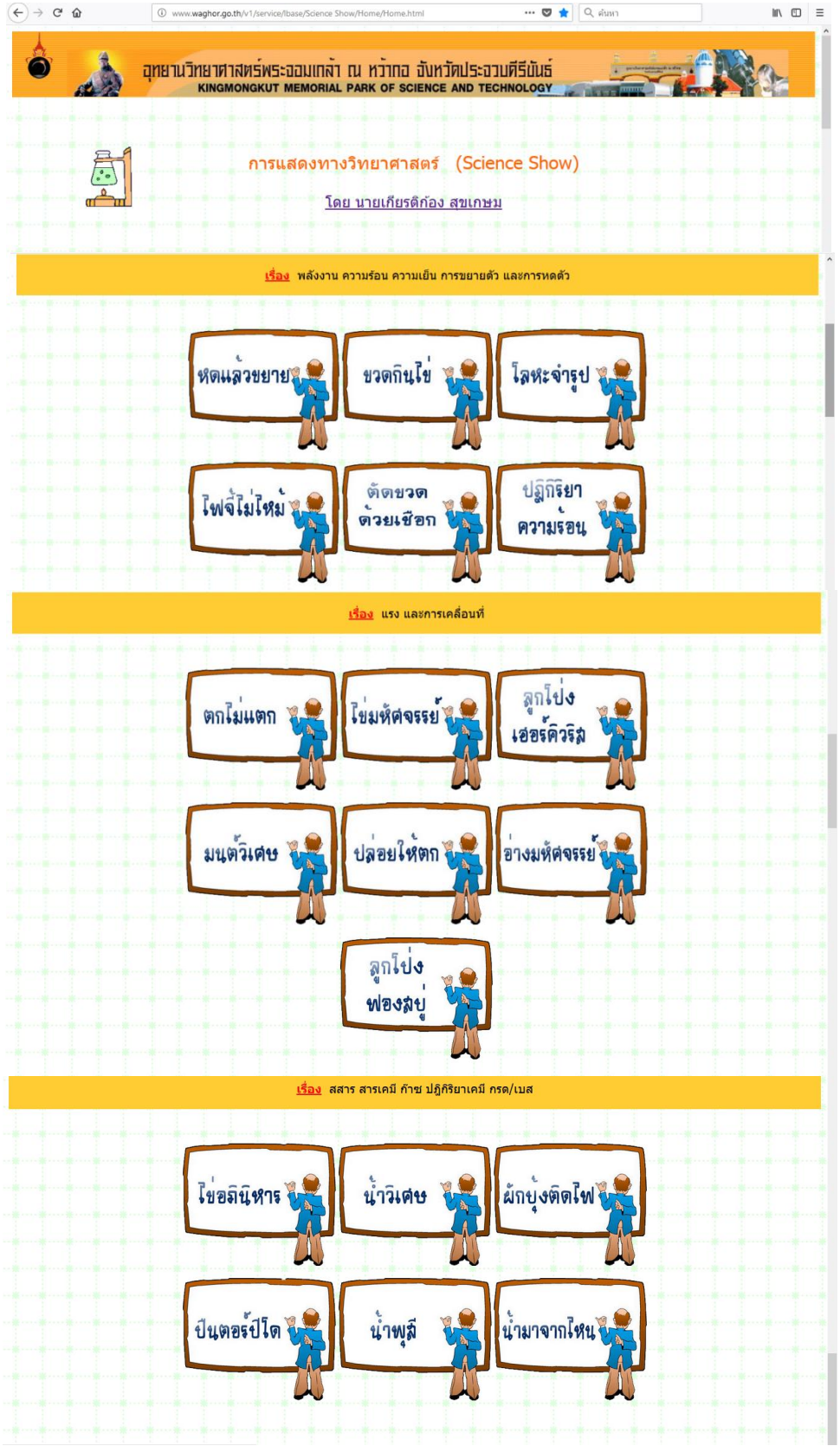
ตอนที่ 2 ผลการการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ เรื่องการแสดงทางวิทยาศาสตร์ (Science Show)

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้เรียนที่มีต่อกระบวนการเรียนรู้การแสดงทางวิทยาศาสตร์ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนากระบวนการเรียนรู้การแสดงทางวิทยาศาสตร์ (Science Show) ผ่านบริการเวิลด์ไวด์เว็บในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และผลการประเมินประสิทธิภาพกระบวนการเรียนรู้การแสดงทางวิทยาศาสตร์ (Science Show) ผ่านบริการเวิลด์ไวด์เว็บในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ตอนที่ 1.1 ผลการพัฒนากระบวนการเรียนรู้การแสดงทางวิทยาศาสตร์ (Science Show) ผ่านบริการเวิลด์ไวด์เว็บในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

กระบวนการเรียนรู้การแสดงทางวิทยาศาสตร์ (Science Show) ผ่านบริการเวิลด์ไวด์เว็บในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยผ่านช่องทาง http://www.waghor.go.th/v1/elearning/index.php และ http://www.waghor.go.th/v1/service/lbase/Science%20Show/Home/Home.html ใช้วิธีการนำทางโดยใช้แผนที่ (แมพพิ่ง) เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นภาพรวมของโครงสร้างภายในทั้งหมดของเนื้อหา สามารถคลิกที่สัญรูปการ์ตูนเพื่อไปยังเนื้อหาที่ต้องการเรียนรู้ มีคำถามระหว่างบทเรียน พร้อมทั้งเฉลยและสรุปหลักการทางวิทยาศาสตร์ สามารถคลิกที่ MENU เพื่อกลับสู่เมนูหลัก ดังแสดงในภาพที่ 4-1



ภาพที่ 4-1 กระบวนการเรียนรู้การแสดงทางวิทยาศาสตร์ (Science Show)
ผ่านบริการเวิลด์ไวด์เว็บในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
http://www.waghor.go.th/v1/service/lbase/Science%20Show/Home/Home.html

ขอบข่ายเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการสร้างกระบวนการเรียนรู้ผ่านบริการเวิลด์ไวด์เว็บในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การแสดงทางวิทยาศาสตร์ (Science Show) ผู้วิจัยได้พัฒนากระบวนการเรียนรู้การแสดงทางวิทยาศาสตร์ (Science Show) ผ่านบริการเวิลด์ไวด์เว็บในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อเป็นเครื่องมือในการส่งเสริมสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนของอุทยานวิทยาศาสตร์พระจอมเกล้า ณ หว้ากอ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ แบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 เรื่อง ดังนี้

เรื่องที่ 1 พลังงาน ความร้อน ความเย็น การขยายตัว และการหดตัว

- กิจกรรมที่ 1 หดแล้วขยาย
- กิจกรรมที่ 2 ขวดกินไข่
- กิจกรรมที่ 3 โลหะจำรูป
- กิจกรรมที่ 4 ไฟจี้ไม่ไหม้
- กิจกรรมที่ 5 ตัดขวดด้วยเชือก
- กิจกรรมที่ 6 ปฏิกิริยาความร้อน

เรื่องที่ 2 แรง และการเคลื่อนที่

- กิจกรรมที่ 1 ตกไม่แตก
- กิจกรรมที่ 2 ไข่มหัศจรรย์
- กิจกรรมที่ 3 ลูกโป่งเฮอร์คิวริส
- กิจกรรมที่ 4 มนต์วิเศษ
- กิจกรรมที่ 5 ปล่อยให้ตก
- กิจกรรมที่ 6 อ่างมหัศจรรย์
- กิจกรรมที่ 7 ลูกโป่งฟองสบู่

เรื่องที่ 3 สสาร สารเคมี ก๊าซ และปฏิกิริยาเคมี กรด/เบส

- กิจกรรมที่ 1 ไข่อภินิหาร
- กิจกรรมที่ 2 น้ำวิเศษ
- กิจกรรมที่ 3 ผักบุ้งติดไฟ
- กิจกรรมที่ 4 ปืนตอร์ปีโด
- กิจกรรมที่ 5 น้ำพุสี
- กิจกรรมที่ 6 น้ำมาจากไหน

ในแต่ละหัวเรื่องหลักจะประกอบด้วยกิจกรรมย่อย โดยมีหัวข้อต่างๆ ดังนี้

1. ชื่อเรื่อง เป็นชื่อกิจกรรมที่ท้าทายและสื่อความหมายถึงเนื้อหาที่จะเรียน
2. ภาพสาธิต ทดลองกิจกรรม
3. คำถามระหว่างบทเรียน เป็นคำถามท้าทายจากภาพสาธิต ทดลองกิจกรรม
4. ช่องใส่คำตอบจากคำถามระหว่างบทเรียน
5. เฉลยและสรุปหลักการทางวิทยาศาสตร์
6. สามารถคลิกที่ MENU เพื่อกลับสู่เมนูหลัก

ตอนที่ 1.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพกระบวนการเรียนรู้การแสดงทางวิทยาศาสตร์ (Science Show) ผ่านบริการเวิลด์ไวด์เว็บในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

การประเมินผลประสิทธิภาพกระบวนการเรียนรู้การแสดงทางวิทยาศาสตร์ (Science Show) ผ่านบริการเวิลด์ไวด์เว็บในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแบ่งการประเมินออกเป็น 2 ด้าน คือ การประเมินด้านเนื้อหาและการประเมินด้านการนำเสนอและการออกแบบทั่วไป สามารถสรุปผลการประเมินได้ดังนี้

1. การประเมินด้านเนื้อหา

เป็นการประเมินถึงโครงสร้างของเนื้อหาว่ามีความครอบคลุมและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือเนื้อหามีความถูกต้องหรือไม่โดยผลการประเมินเป็นดังนี้

ตารางที่ 4-1 การสรุปผลการประเมินด้านเนื้อหา

ข้อ	รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.
1	โครงสร้างของเนื้อหาครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	4.83	0.41
2	เนื้อหาถูกต้องและมีความทันสมัย	4.67	0.52
3	การนำเสนอเนื้อหาเป็นไปตามลาดับสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.83	0.41
4	การนำเสนอเนื้อหาเอื้อต่อการเรียนรู้	4.83	0.41
5	ความยาวของเนื้อหาในแต่ละหน้ามีความเหมาะสม	4.67	0.52
สรุป		**4.77**	**0.41**

จากตารางที่ 4-1 จะเห็นได้ว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อการประเมินด้านเนื้อหาในประเด็นของโครงสร้างเนื้อหาครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้การนำเสนอเนื้อหาเป็นไปตามลำดับสอดคล้องกับจุดประสงค์และการนำเสนอเนื้อหาเอื้อต่อการเรียนรู้อยู่ในระดับสูงสุดเป็นอันดับแรก ($\overline{X}$ =4.83 , S.D. =0.41) รองลงมา คือ ประเด็นเกี่ยวกับเนื้อหาถูกต้องและมีความทันสมัยความยาวของเนื้อหาในแต่ละหน้า

มีความเหมาะสม ($\overline{X}$ =4.67, S.D.=0.52) และในภาพรวมผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นต่อการประเมินด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมากและมีความเห็นสอดคล้องกัน ($\overline{X}$ =4.77, S.D.=0.41)

2. การประเมินด้านการนำเสนอและการออกแบบทั่วไป

เป็นการประเมินเกี่ยวกับการนำเสนอและการออกแบบทั่วไปของสื่อเพื่อการพัฒนาสื่อ ผลการประเมินเป็นดังนี้

ตารางที่ 4-2 การสรุปผลการประเมินด้านการนำเสนอและการออกแบบทั่วไป

ข้อ	รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.
1	การเข้าอ่านเนื้อหามีให้เลือกทั้งแบบอ่านไปทีละหน้าตามลำดับและเลือกอ่านเฉพาะหน้าที่ต้องการได้พร้อมทั้งมีสัญรูปบอก	5.00	0.00
2	มีคำอธิบายการใช้งานที่ดีเช่นเมื่อนำเมาส์ไปชี้ที่สัญรูปหรือรายการคำสั่งต่างๆจะมีคำอธิบายการใช้งานและปรับเปลี่ยนไปตามเงื่อนไขการใช้งานของผู้เรียนแต่ละคนทาให้ใช้งานได้อย่างสะดวก	5.00	0.00
3	รายการคำสั่ง (Menu) ต่างๆสื่อความหมายการใช้งานได้ดี	4.83	0.41
4	ผู้เรียนสามารถเลือกรูปแบบการนาเสนอสารสนเทศต่างๆ เพื่อการเรียนรู้ตามความชอบของตนเองได้เช่นการเรียนรู้ด้วยการอ่านเนื้อหาการเรียนรู้ด้วยภาพ	5.00	0.00
5	มีระบบการนำทางที่ดีสามารถปรับเปลี่ยนไปตามความแตกต่างของผู้เรียนเป็นรายบุคคลช่วยให้ผู้เรียนไม่หลงทาง	4.83	0.41
สรุป		**4.93**	**0.20**

จากตารางที่ 4-2 จะเห็นได้ว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อการประเมินด้านการนำเสนอและการออกแบบทั่วไปในประเด็นเกี่ยวกับการเข้าอ่านเนื้อหา มีให้เลือกทั้งแบบอ่านไปทีละหน้าตามลำดับและ เลือกอ่านเฉพาะหน้าที่ต้องการได้ พร้อมทั้งมีสัญรูปบอก มีคำอธิบายการใช้งานที่ดี เช่น เมื่อนำเมาส์ไปชี้ที่ สัญรูป หรือรายการ คำสั่งต่าง ๆ จะมีคำอธิบายการใช้งานและปรับเปลี่ยนไปตามเงื่อนไข การใช้งานของผู้เรียนแต่ละคน ทำให้ใช้งานได้อย่างสะดวก และผู้เรียนสามารถเลือกรูปแบบการนำเสนอสารสนเทศต่าง ๆ เพื่อการเรียนรู้ ตามความชอบของตนเองได้ เช่น การเรียนรู้ด้วยการอ่าน เนื้อหา การเรียนรู้ด้วยภาพ อยู่ในระดับสูงเป็นอันดับแรก ($\overline{X}$=5.00, S.D.=0.00) และประเด็นอื่นๆอยู่ในอันดับรองลงมา ($\overline{X}$ =4.83 , S.D.=0.41) และในภาพรวมผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อการประเมินด้านการนำเสนอและการออกแบบทั่วไปอยู่ในระดับดีมากและมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน ($\overline{X}$=4.93 , S.D.=0.20)

ตารางที่ 4-3 การสรุปความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพิ่มเติม

ผู้เชี่ยวชาญคนที่	ความคิดเห็นเพิ่มเติม
1	เป็นนวัตกรรมที่สร้างสรรค์ขึ้นมาอย่างดีสามารถให้ผู้เรียนสามารถปรับเปลี่ยนรายละเอียดและสามารถเลือกระดับของการเรียนได้อย่างเหมาะสมตามความสามารถของผู้เรียนอย่างแท้จริงพร้อมทั้งมีรายละเอียดต่างๆของการเรียนได้อย่างดีมากเป็นสื่อการเรียนการสอนได้อย่างดี
2	เป็นสื่อการเรียนการสอนที่ดีสามารถปรับตัวตามผู้เรียนแต่ละกลุ่มได้และผู้เรียนสามารถกำหนดรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาตามที่ตนเองต้องการทำให้ผู้เรียนมีความสนใจใฝ่รู้มากขึ้นจะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นและเอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้เป็นรายบุคคลได้ดี
3	เป็นเทคโนโลยีทางการศึกษาที่ดีเหมาะสมกับการเรียนรู้ด้วยตนเองเนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้แทรกความทันสมัยผู้เรียนสามารถกำหนดรูปแบบการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองทำให้บทเรียนมีความน่าสนใจ

เมื่อนำกระบวนการเรียนรู้การแสดงทางวิทยาศาสตร์ (Science Show) ผ่านบริการเวิลด์ไวด์เว็บในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพแล้ว จะเห็นได้ว่า กระบวนการเรียนรู้ดังกล่าวสามารถนำไปสนับสนุนการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการเรียนรู้เป็นรายบุคคล ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี

ตอนที่ 2 ผลการการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ เรื่อง การแสดงทางวิทยาศาสตร์ (Science Show)

ตารางที่ 4-4 ข้อมูลเพื่อการทดสอบของวิลค็อกซันของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 (ค่าย 1)

ลำดับ	เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	อันดับที่ของผลต่าง	อันดับที่เป็น +	อันดับที่เป็น -
1	2	9	27	+18	+26.5	+26.5	
2	3	7	25	+18	+26.5	+26.5	
3	4	11	25	+14	+8.5	+8.5	
4	6	8	25	+17	+20	+20	
5	7	9	30	+21	+37.5	+37.5	

ตารางที่ 4-4 ข้อมูลเพื่อการทดสอบของวิลค็อกซันของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 (ค่าย 1) (ต่อ)

ลำดับ	เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	อันดับที่ของผลต่าง	อันดับที่เป็น +	อันดับที่เป็น -
6	8	13	30	+17	+20	+20	
7	10	9	30	+21	+37.5	+37.5	
8	11	10	29	+19	+31	+31	
9	12	10	30	+20	+34	34	
10	13	10	24	+14	+8.5	+8.5	
11	15	9	30	+21	+37.5	+37.5	
12	16	8	24	+16	+16	+16	
13	17	9	18	+9	+1	+1	
14	18	12	30	+18	+26.5	+26.5	
15	19	12	29	+17	+20	+20	
16	21	8	26	+18	+26.5	+26.5	
17	22	10	20	+10	+2.5	+2.5	
18	23	7	29	+22	+40	+40	
19	24	11	23	+12	+5	+5	
20	26	7	24	+17	+20	+20	
21	28	10	20	+10	+2.5	+2.5	
22	29	8	27	+19	+31	+31	
23	30	12	26	+14	+8.5	+8.5	
24	31	11	26	+15	+13	+13	
25	32	10	25	+15	+13	+13	
26	33	10	25	+15	+13	+13	
27	34	11	28	+17	+20	+20	
28	35	10	29	+19	+31	+31	
29	37	12	24	+12	+5	+5	
30	38	9	27	+18	+26.5	+26.5	
31	39	11	25	+14	+8.5	+8.5	

ตารางที่ 4-4 ข้อมูลเพื่อการทดสอบของวิลค็อกซันของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 (ค่าย 1) (ต่อ)

ลำดับ	เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	อันดับที่ของผลต่าง	อันดับที่เป็น +	อันดับที่เป็น -
32	41	7	27	+20	+34	+34	
33	42	9	30	+21	+37.5	+37.5	
34	43	9	26	+17	+20	+20	
35	45	8	25	+17	+20	+20	
36	46	8	28	+20	+34	+34	
37	47	11	29	+18	+26.5	+26.5	
38	50	13	28	+15	+13	+13	
39	51	11	23	+12	+5	+5	
40	52	11	26	+15	+13	+13	
คะแนนเฉลี่ย		**97.50**	**26.30**	**ผลรวมของอันดับที่**		T^+**=820**	T^-**=0**
คิดเป็นร้อยละ		**32.50**	**87.67**	**ค่า T**			

นำข้อมูลจากตารางที่ 4-4 ไปทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 โดยใช้การทดสอบของวิลค็อกซัน โดยใช้สูตรดังนี้

$$Z = \frac{T - \frac{N(N+1)}{4}}{\sqrt{\frac{N(N+1)(2N+1)}{24}}}$$

เมื่อ T คือ ผลรวมของอันดับที่ ที่มีเครื่องหมายน้อยกว่า (T=0)

N คือ จำนวนลำดับที่ ที่มีเครื่องหมายทั้งหมด (N=0)

แทนค่าในสูตรเพื่อหาค่า Z ได้ดังนี้

$$Z = \frac{0 - \frac{40(40+1)}{4}}{\sqrt{\frac{40(40+1)((2x40)+1)}{24}}}$$

$$Z = -5.51$$

จากตารางที่ 4-4 จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 9.75 คิดเป็นร้อยละ 32.50 ส่วนค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 26.30 คิดเป็นร้อยละ 87.67 เมื่อนำคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนไปทดสอบความแตกต่าง โดยใช้การทดสอบของวิลค็อกซัน ผลการทดสอบพบว่าค่า Z ที่คำนวณได้เท่ากับ -5.51 มีค่าพื้นที่ใต้โค้งปกติ (P) เท่ากับ .000 (สุวิมล ติรกานันท์, 2553 : 283) น้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด ($\propto$ /2) สรุปได้ว่ากลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 มีคะแนนการทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้

เพื่อเป็นการยืนยันถึงผลการทดลองในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 ควบคู่กันไปกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 โดยใช้แบบแผนการวิจัยที่เหมือนกัน และเก็บรวบรวมข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 เพื่อนำไปสรุปผลได้ดังนี้

ตารางที่ 4-5 ข้อมูลเพื่อการทดสอบของวิลค็อกซันของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 (ค่าย 2)

ลำดับ	เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	อันดับที่ของผลต่าง	อันดับที่เป็น +	อันดับที่เป็น -
1	1	13	26	+13	+6.5	+6.5	
2	3	13	29	+16	+18.5	+18.5	
3	6	10	25	+15	+12	+12	
4	7	5	30	+25	+40	+40	
5	8	12	24	+12	+4.5	+4.5	
6	9	12	27	+15	+12	+12	
7	10	10	30	+20	+33.5	+33.5	
8	12	10	26	+16	+18.5	+18.5	
9	13	13	28	+15	+12	+12	
10	14	12	22	+10	+2	+2	
11	15	122	30	+18	+27	+27	
12	18	11	29	+18	+27	+27	
13	19	8	26	+18	+27	+27	
14	20	10	21	+11	+3	+3	
15	21	11	26	+15	+12	+12	

ตารางที่ 4-5 ข้อมูลเพื่อการทดสอบของวิลค็อกซันของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 (ค่าย 2) (ต่อ)

ลำดับ	เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	อันดับที่ของผลต่าง	อันดับที่เป็น +	อันดับที่เป็น -
16	22	8	30	+22	+36.5	+36.5	
17	23	8	25	+17	+22.5	+22.5	
18	24	6	28	+22	+36.5	+36.5	
19	25	9	22	+13	+6.5	+6.5	
20	26	9	25	+16	+18.5	+18.5	
21	27	8	26	+18	+27	+27	
22	28	11	18	+7	+1	+1	
23	29	8	23	+15	+12	+12	
24	30	9	24	+15	+12	+12	
25	32	10	27	+17	+22.5	+22.5	
26	33	9	27	+18	+27	+27	
27	34	8	27	+19	+31.5	+31.5	
28	35	11	30	+19	+31.5	+31.5	
29	36	10	25	+15	+12	+12	
30	37	8	30	+22	+36.5	+36.5	
31	38	11	25	+14	+8	+8	
32	40	6	28	+22	+36.5	+36.5	
33	42	8	28	+20	+33.5	+33.5	
34	43	7	30	+23	+39	+39	
35	44	8	26	+18	+27	+27	
36	45	12	30	+18	+27	+27	
37	47	10	26	+16	+18.5	+18.5	
38	48	10	26	+16	+18.5	+18.5	
39	49	9	25	+16	+18.5	+18.5	
40	50	7	19	+12	+4.5	+4.5	
คะแนนเฉลี่ย		**9.55**	**26.23**	**ผลรวมของอันดับที่**		T^{+}**=820**	T^{-}**=0**
คิดเป็นร้อยละ		**31.83**	**87.42**	**ค่า T**			

นำข้อมูลจากตารางที่ 4-5 ไปทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 โดยใช้การทดสอบของวิลค็อกซัน โดยใช้สูตรดังนี้

$$Z = \frac{T - \frac{N(N+1)}{4}}{\sqrt{\frac{N(N+1)(2N+1)}{24}}}$$

เมื่อ T คือ ผลรวมของอันดับที่ ที่มีเครื่องหมายน้อยกว่า (T=0)

N คือ จำนวนลำดับที่ ที่มีเครื่องหมายทั้งหมด (N=0)

แทนค่าในสูตรเพื่อหาค่า Z ได้ดังนี้

$$Z = \frac{0 - \frac{40(40+1)}{4}}{\sqrt{\frac{40(40+1)((2x40)+1)}{24}}}$$

$$Z = -5.51$$

จากตารางที่ 4-5 จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 9.55 คิดเป็นร้อยละ 31.83 ส่วนค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 26.23 คิดเป็นร้อยละ 87.42 เมื่อนำคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนไปทดสอบความแตกต่าง โดยใช้การทดสอบของวิลค็อกซัน ผลการทดสอบพบว่าค่า Z ที่คำนวณได้เท่ากับ -5.51 มีค่าพื้นที่ใต้โค้งปกติ (P) เท่ากับ .000 (สุวิมล ติรกานันท์ , 2553 : 283) น้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด ($\propto$ /2) สรุปได้ว่า กลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 มีคะแนนการทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เช่นเดียวกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าผู้เรียนทั้ง 2 กลุ่ม ที่เรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้การแสดงทางวิทยาศาสตร์ (Science Show) ผ่านบริการเวิลด์ไวด์เว็บในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนเหมือนกันทั้ง 2 กลุ่ม เพื่อเป็นการเปรียบเทียบให้เห็นว่า ผู้เรียนต่างกลุ่มกันอาจมีพื้นฐานความรู้ที่ต่างกัน เมื่อเรียนรู้ด้วยระบบดังกล่าวแล้ว จะส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงขึ้นต่างกันหรือไม่

ผู้วิจัย จึงได้นำคะแนนการทดสอบหลังเรียนของทั้ง 2 กลุ่ม ไปทดสอบความแตกต่างเพิ่มเติม โดยใช้การทดสอบของแมน-วิทนีย์ (Mann-Whitney U-Test) ซึ่งเป็นการทดสอบแบบนอนพาราเมตริกที่ดีที่สุดวิธีหนึ่งที่ใช้แทน t-test ได้เมื่อข้อมูลที่วัดได้ไม่อยู่ในระดับอันตรภาค (Interval scale) หรืออัตราส่วน (Ratio scale) หรือ เมื่อผู้ทดลองต้องการหลีกเลี่ยงข้อตกลงเบื้องต้นของการทดสอบแบบพารา

เมตริก ที่ว่าการกระจายของประชากรต้องเป็นโค้งปกติ และการวัดที่มีระดับไม่ถึงมาตราอันตรภาค อย่างไรก็ตามสามารถนำไปใช้กับข้อมูลที่อยู่ในระดับอันตรภาคได้ เช่น คะแนนสอบ โดยนำคะแนนมาเรียงลำดับมากน้อย แล้วจัดอันดับตามขนาดที่เพิ่มขึ้น โดยให้คะแนนน้อยที่สุดเป็นอันดับหนึ่ง (ชูศรี วงศ์รัตนะ , 2553 : 344-349) และสามารถนำไปใช้ได้ ถึงแม้ว่ากลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม จะมาจากประชากรกลุ่มเดียวกันหรือไม่ก็ตาม โดยมีข้อตกลงเบื้องต้นว่าข้อมูลต้องอยู่ในระดับมาตราเรียงลำดับ และเป็นอิสระสองกลุ่ม โดยไม่มีข้อตกลงเกี่ยวกับลักษณะการกระจายของข้อมูล กรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่เกิน 20 ให้ใช้สูตรการคำนวณหาค่า Z ดังนี้ (วิเชียร เกตุสิงห์, 2522 : 116-120)

$$Z = \frac{U - \frac{n_1 n_2}{2}}{\sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{12}}}$$

ค่า U สามารถใช้ U_1 หรือ U_2 ก็ได้จะให้ค่า Z ที่เท่ากันต่างกันที่เครื่องหมาย แต่ควรใช้ค่า U ที่มากกว่าเพื่อหลีกเลี่ยงเครื่องหมายลบ โดยค่า U_1 หรือ U_2 คำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

$$U_1 = n_1 n_2 + \frac{n_1 (n_1 + 1)}{2} - R_1$$

$$U_2 = n_1 n_2 + \frac{n_2 (n_2 + 1)}{2} - R_2$$

เมื่อ n_1 เป็นจำนวนกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มที่มีน้อยกว่า (กลุ่มตัวอย่างที่ 1)

n_2 เป็นจำนวนกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มที่มีมากกว่า (กลุ่มตัวอย่างที่ 2)

R_1 เป็นผลรวมของอันดับที่ในกลุ่มตัวอย่างที่มีน้อยกว่า (กลุ่มตัวอย่างที่ 1)

R_2 เป็นผลรวมของอันดับที่ในกลุ่มตัวอย่างที่มีมากกว่า (กลุ่มตัวอย่างที่ 2)

ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบไปด้วย

1) ตั้งสมมติฐาน

H_0 คือ คะแนนการทดสอบหลังเรียนของทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกัน

H_1 คือ คะแนนการทดสอบหลังเรียนของทั้ง 2 กลุ่มแตกต่างกัน

2) กำหนดระดับนัยสำคัญ ($\propto$) ที่ระดับ .05

3) นำคะแนนทั้งสองกลุ่มมาจัดลำดับจากน้อยไปหามาก โดยใช้หลักของการจัดลำดับ คือ ถ้าคะแนนเท่ากันให้เอาลาดับที่รวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ย (ควรทำเครื่องหมายเพื่อระบุกลุ่มไว้ด้วยเพื่อความสะดวกในการแยกกลุ่มเพื่อรวมอันดับที่ในแต่ละกลุ่ม)

4) หาผลรวมของอันดับที่ในแต่ละกลุ่ม โดยที่ R_1 คือผลรวมของอันดับที่ในกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และ R_2 คือผลรวมของอันดับที่ในกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2

5) หาค่า U_1 และ U_2 จากสูตร

6) คำนวณหาค่า Z จากสูตร โดยนำค่า U ที่มากกว่าไปคำนวณ

7) เปิดตารางเพื่อดูค่า Z ที่ ระดับนัยสำคัญ .05 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.96 (สุวิมล ติรกานันท์, 2553 : 283) ถ้าค่า Z จากตารางน้อยกว่าค่าที่คำนวณได้ก็ปฏิเสธสมมติฐาน H_0

8) สรุปผล โดยที่ถ้าค่า Z เปิดจากตารางคือ 1.96 น้อยกว่าค่า Z ที่คำนวณได้ หมายถึง คะแนนการสอบหลังเรียนของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกัน แต่ถ้าค่า Z ที่เปิดจากตารางคือ 1.96 มากกว่าค่า Z ที่คำนวณได้ หมายถึง คะแนนการสอบหลังเรียนของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้นำคะแนนการทดสอบหลังเรียนของทั้ง 2 กลุ่ม มาใส่ตารางและจัดลำดับที่ของคะแนน ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4-6 คะแนนการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม เพื่อใช้การทดสอบของแมน-วิทนีย์

ลำดับที่	คะแนนหลังเรียน กลุ่มที่ 1	อันดับที่	คะแนนหลังเรียน กลุ่มที่2	อันดับที่
1	18	1.5	15	1.5
2	20	4.5	19	3
3	20	4.5	21	6
4	23	10	22	7.5
5	23	10	22	7.5
6	24	14.5	23	10
7	24	14.5	24	14.5
8	24	14.5	24	14.5
9	24	14.5	25	24
10	25	24	25	24
11	25	24	25	24
12	25	24	25	24
13	25	24	25	24

ตารางที่ 4-6 คะแนนการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม เพื่อใช้การทดสอบของแมน-วิทนีย์ (ต่อ)

ลำดับที่	คะแนนหลังเรียน กลุ่มที่ 1	อันดับที่	คะแนนหลังเรียน กลุ่มที่2	อันดับที่
14	25	24	25	24
15	25	24	26	27
16	25	24	26	37
17	26	37	26	37
18	26	37	26	37
19	26	37	26	37
20	26	37	26	37
21	26	37	26	37
22	27	47.5	26	37
23	27	47.5	27	47.5
24	27	47.5	27	47.5
25	27	47.5	27	47.5
26	28	55	27	47.5
27	28	55	28	55
28	28	55	28	55
29	29	62	28	55
30	29	62	28	55
31	29	62	29	62
32	29	62	29	62
33	29	62	30	73
34	30	73	30	73
35	30	73	30	73
36	30	73	30	73
37	30	73	30	73
38	30	73	30	73
39	30	73	30	73
40	30	73	30	73
ผลรวมของอันดับที่ R_1		**1617.50**	**ผลรวมของอันดับที่ R_2**	**1622.50**

นำข้อมูลจากตารางที่ 4-6 ไปทดสอบความแตกต่าง ด้วยการทดสอบของแมน-วิทนีย์ โดยใช้สูตรเพื่อหาค่า Z ดังนี้

$$Z = \frac{U - \frac{n_1 n_2}{2}}{\sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{12}}}$$

เมื่อ n_1 เป็นจำนวนกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มที่ 1 (n_1 = 40)

n_2 เป็นจำนวนกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มที่ 2 (n_2 = 40)

R_1 เป็นผลรวมของอันดับที่ในกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 (R_1 = 1617.50)

R_2 เป็นผลรวมของอันดับที่ในกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 (R_2 = 1622.50)

หาค่า U และเลือกใช้ค่า U ที่มากกว่า โดยแทนค่าในสูตรเพื่อหาค่า U_1 และ U_2 ดังนี้

$$U_1 = (40\text{x}40) + \frac{40(40+1)}{2} - 1617.50$$

= 802.50

$$U_2 = (40\text{x}40) + \frac{40(40+1)}{2} - 1622.50$$

= 797.50

เลือกใช้ค่า U_1 แทนค่าในสูตรเพื่อหาค่า Z ดังนี้

$$Z = \frac{802.50 - \frac{40\text{x}40}{2}}{\sqrt{\frac{(40\text{x}40)(40+40+1)}{12}}}$$

Z = 0.024

จากการทดสอบของแมน-วิทนีย์ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม พบว่า ค่า Z จากตาราง ที่ระดับนัยสำคัญ .05 คือ 1.96 มากกว่า ค่า Z ที่คำนวณได้ คือ 0.024 นั่นหมายถึง คะแนนการทดสอบหลังเรียนของทั้ง 2 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน สรุปได้ว่า กระบวนการเรียนรู้การแสดงทางวิทยาศาสตร์ (Science Show) ผ่านบริการเวิลด์ไวด์เว็บในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นในครั้งนี้ นอกจากจะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนแล้ว ยังสามารถนำไปใช้กับผู้เรียนต่างกลุ่ม ซึ่งอาจมีพื้นฐานความรู้ต่างกันได้ และ จะส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงขึ้นอย่างไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้เรียนที่มีต่อกระบวนการเรียนรู้การแสดงทางวิทยาศาสตร์

ผลการวิเคราะห์การยอมรับของผู้เรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนรู้การแสดงทางวิทยาศาสตร์ (Science Show) ผ่านบริการเวิลด์ไวด์เว็บในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้แบบสอบถามการยอมรับของผู้ใช้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เป็นแบบสอบถามแบบมาตราประเมินค่า 5 ระดับ มีคำถามจำนวน 15 ข้อโดยกำหนดเกณฑ์การยอมรับไว้ที่ระดับ 4 ขึ้นไป หากผู้เรียนตอบแบบสอบถามข้อใดในระดับ 4-5 ถือว่ายอมรับ หากตอบแบบสอบถามในข้อใดอยู่ในระดับ 1-3 ถือว่าไม่ยอมรับในประเด็นการประเมินนั้น (ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ช) สามารถสรุปจำนวนผู้เรียนที่ยอมรับและไม่ยอมรับในข้อคำถามแต่ละประเด็น ได้ดังนี้

ตารางที่ 4-7 ตารางสรุปค่าไค-สแควร์ (χ^2) แบบสอบถามการยอมรับของผู้ใช้แต่ละข้อของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1

ลำดับที่	ข้อที่	ยอมรับ	ไม่ยอมรับ	E_1	E_2	$\frac{(O_1 - E_1)^2}{E_1}$	$\frac{(O_2 - E_2)^2}{E_{12}}$	χ^2
1	1	34	6	20	20	9.80	9.80	19.60
2	2	34	6	20	20	9.80	9.80	19.60
3	5	34	6	20	20	9.80	9.80	19.60
4	15	34	6	20	20	9.80	9.80	19.60
5	4	33	7	20	20	8.45	8.45	16.90
6	7	33	7	20	20	8.45	8.45	16.90
7	10	33	7	20	20	8.45	8.45	16.90
8	12	33	7	20	20	8.45	8.45	16.90
9	6	32	8	20	20	7.20	7.20	14.40

ตารางที่ 4-7 ตารางสรุปค่าไค-สแควร์ (χ^2) แบบสอบถามการยอมรับของผู้ใช้แต่ละข้อของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 (ต่อ)

ลำดับที่	ข้อที่	ยอมรับ	ไม่ยอมรับ	E_1	E_2	$\frac{(O_1 - E_1)^2}{E_1}$	$\frac{(O_2 - E_2)^2}{E_{12}}$	χ^2
10	9	32	8	20	20	7.20	7.20	14.40
11	13	32	8	20	20	7.20	7.20	14.40
12	3	31	9	20	20	6.05	6.05	12.10
13	11	31	9	20	20	6.05	6.05	12.10
14	8	30	10	20	20	5.00	5.00	10.00
15	14	30	10	20	20	5.00	5.00	10.00

จากตารางที่ 4-7 จะเห็นได้ว่า เมื่อนำความถี่ของการตอบแบบสอบถามการยอมรับของ ผู้ใช้ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 จำนวน 40 คน ทั้ง 15 ข้อไปทดสอบค่าไค-สแควร์ พบว่ามีค่าสูงกว่า ค่าไค-สแควร์ จากตารางที่ $\propto$ = .05 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.84 หมายถึง จำนวนผู้ที่ยอมรับกับไม่ยอมรับ มีความแตกต่างกันในแต่ละข้อคำถาม ซึ่งมีผู้ใช้ยอมรับจำนวนมากว่าผู้ที่ไม่ยอมรับในประเด็น การประเมินทุกข้อ โดยยอมรับประเด็นการประเมินข้อที่ 1, 2, 5 และ 15 เป็นอันดับแรก ซึ่งเป็น ประเด็นเกี่ยวกับการใช้เวลาเรียนรู้การทำงานของกระบวนการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว การนำเสนอเนื้อหา มีความสัมพันธ์ต่อเนื่อง การนำเสนอเนื้อหาแต่ละหน้าเป็นไปอย่างรวดเร็ว และโดยภาพรวมแล้ว ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการใช้งาน รองลงมา คือ ประเด็นการประเมินข้อที่ 4, 7, 10, และ 12 ส่วนอันดับสุดท้าย คือ ประเด็นการประเมินข้อที่ 8 และ 14 สรุปได้ว่าโดยภาพรวมทั้งหมด ผู้เรียนยอมรับกระบวนการเรียนรู้การแสดงทางวิทยาศาสตร์ (Science Show) ผ่านบริการเวิลด์ไวด์เว็บในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นในระดับสูง สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้

เพื่อเป็นการยืนยันถึงผลการทดลอง ผู้วิจัยได้นำข้อมูลการตอบแบบสอบถามการยอมรับของผู้ใช้จากกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 จำนวน 40 คน มาทดสอบค่าไค-สแควร์ ได้ดังนี้

ตารางที่ 4-8 ตารางสรุปค่าไค-สแควร์ (χ^2) แบบสอบถามการยอมรับของผู้ใช้แต่ละข้อของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2

ลำดับที่	ข้อที่	ยอมรับ	ไม่ยอมรับ	E_1	E_2	$\frac{(O_1 - E_1)^2}{E_1}$	$\frac{(O_2 - E_2)^2}{E_{12}}$	χ^2
1	15	34	6	20	20	9.80	9.80	19.60
2	4	33	7	20	20	8.45	8.45	16.90
3	6	33	7	20	20	8.45	8.45	16.90
4	10	33	7	20	20	8.45	8.45	16.90
5	7	32	8	20	20	7.20	7.20	14.40
6	1	31	9	20	20	6.05	6.05	12.10
7	8	31	9	20	20	6.05	6.05	12.10
8	12	31	9	20	20	6.05	6.05	12.10
9	13	31	9	20	20	5.00	5.00	10.00
10	2	30	10	20	20	5.00	5.00	10.00
11	3	30	10	20	20	5.00	5.00	10.00
12	11	30	10	20	20	5.00	5.00	10.00
13	5	29	11	20	20	4.05	4.05	8.10
14	9	29	11	20	20	4.05	4.05	8.10
15	14	29	11	20	20	4.05	4.05	8.10

จากตารางที่ 4-8 จะเห็นได้ว่า เมื่อนำความถี่ของการตอบแบบสอบถามการยอมรับของผู้ใช้ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 จำนวน 40 คน ทั้ง 15 ข้อไปทดสอบค่าไค-สแควร์ พบว่ามีค่าสูงกว่าค่าไค-สแควร์จากตารางที่ $\propto$ = .05 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.84 หมายถึง จำนวนผู้ที่ยอมรับกับไม่ยอมรับมีความแตกต่างกันในแต่ละข้อคำถาม ซึ่งมีผู้ใช้ยอมรับจำนวนมากว่าผู้ที่ไม่ยอมรับในประเด็นการประเมินทุกข้อ โดยยอมรับประเด็นการประเมินข้อที่ 15 เป็นอันดับแรก ซึ่งเป็นประเด็นเกี่ยวกับผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการใช้งานของกระบวนการเรียนรู้การแสดงทางวิทยาศาสตร์ (Science Show) ผ่านบริการเวิลด์ไวด์เว็บในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยภาพรวม รองลงมา คือ ประเด็นการประเมินข้อที่ 4, 6, และ 10 ส่วนอันดับสุดท้าย คือ ประเด็นการประเมินข้อที่ 5, 9 และ 14 สรุปได้ว่า ผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 ยอมรับกระบวนการเรียนรู้การแสดงทางวิทยาศาสตร์ (Science Show) ผ่านบริการเวิลด์ไวด์เว็บในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นในระดับสูง เช่นเดียวกันกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้

การวิจัยเรื่องกระบวนการเรียนรู้การแสดงทางวิทยาศาสตร์ (Science Show) ผ่านบริการเวิลด์ไวด์เว็บในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในครั้งนี้ เป็นคุณลักษณะของกระบวนการเรียนรู้การแสดงทางวิทยาศาสตร์ (Science Show) ที่ยังไม่แพร่หลายมากนักในวงการศึกษาของประเทศไทย จากผลการวิจัยสามารถสรุปจุดเด่นของงานวิจัย ได้ดังนี้

1. ได้สื่อการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการเรียนรู้เป็นรายบุคคลอย่างแท้จริง

2. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเปลี่ยนระดับการเรียนรู้ได้เองตามที่ผู้เรียนแต่ละคนต้องการ

3. ผู้เรียนสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบการเรียนรู้ได้อย่างอิสระตามความต้องการของตนเองโดยมีรูปแบบการเรียนรู้ให้เลือก 2 รูปแบบ คือ เรียนรู้ด้วยการอ่านเนื้อหา และเรียนรู้ด้วยรูปภาพ

4. สามารถเรียกใช้งานกระบวนการเรียนรู้ดังกล่าว ผ่านระบบปฏิบัติการที่หลากหลาย เช่น ใช้งานผ่านระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Windows) หรือระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux) เนื่องจากระบบทำงานโดยอาศัยทรัพยากรทางเทคโนโลยีเว็บ ทำให้สามารถใช้งานผ่านระบบปฏิบัติการต่างๆ ได้