

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการวิเคราะห์ผล

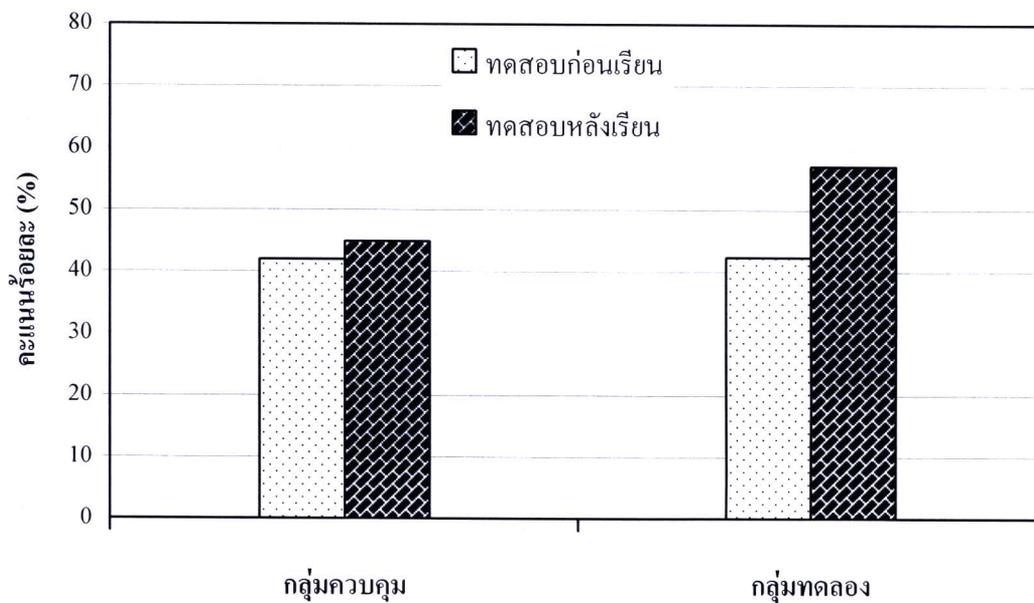
จากการนำชุดสาธิต แบบทำนายผล และรูปแบบการสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์เกี่ยวกับกฎข้อที่หนึ่งและกระบวนการทางเทอร์โมไดนามิกส์ไปใช้กับกลุ่มทดลอง แล้วให้ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทำแบบทดสอบ TCE ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนในหัวข้อเทอร์โมไดนามิกส์พื้นฐาน และให้เฉพาะกลุ่มทดลองทำแบบสอบถามความคิดเห็นต่อกิจกรรมการสอนแบบ ILD ผลทั้งจากการทำแบบทดสอบและแบบสอบถามความคิดเห็นถูกนำมาวิเคราะห์ ซึ่งในบทนี้จะรายงานและอภิปรายผลที่ได้

4.1 เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในภาพรวม

จากตารางที่ 4.1 และรูป 4.1 แสดงร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองได้จากการทำแบบทดสอบ TCE ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ทั้งสองกลุ่มมีค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนใกล้เคียงกันมากคือ 41.9 และ 42.4 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความเข้าใจเทอร์โมไดนามิกส์พื้นฐานในระดับใกล้เคียงกัน แต่เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนพบว่า กลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 44.9 ส่วนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 57.1 เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของทั้งสองกลุ่มจึงหาค่า Normalized change ($\langle c \rangle$) พบว่ากลุ่มควบคุมมีค่า $\langle c \rangle$ เท่ากับ 0.05 และกลุ่มทดลองมีค่า $\langle c \rangle$ เท่ากับ 0.26 ซึ่งสูงกว่า แสดงว่ากลุ่มทดลองมีจำนวนนักศึกษาที่มีความเข้าใจดีขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม

ตาราง 4.1 คะแนนจากแบบทดสอบ TCE ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

รูปแบบการสอน	ก่อนเรียน (n=229)		หลังเรียน (n=325)		Normalized change <c>
	คะแนน (%)	S.D.	คะแนน (%)	S.D.	
การสอนแบบดั้งเดิม (กลุ่มควบคุม)	41.9	8.8	44.9	10.6	0.05
การสอนแบบ ILD (กลุ่มทดลอง)	42.4	8.6	57.1	12.3	0.26



รูป 4.1 กราฟแสดงคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง



4.2 เปรียบเทียบผลการเรียนรู้รายหัวข้อของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

แบบทดสอบความเข้าใจพื้นฐานทางเทอร์โมไดนามิกส์ หรือแบบทดสอบ TCE ได้ถูกออกแบบให้วัดความเข้าใจในสองหัวข้อได้แก่ (1) อุณหภูมิ ความร้อน และกฎข้อที่ศูนย์ทางเทอร์โมไดนามิกส์ และ (2) กฎข้อที่หนึ่งและกระบวนการทางเทอร์โมไดนามิกส์ ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน แสดงดังตาราง 4.2 และรูป 4.2 ผลการเรียนรู้ของทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองในสองหัวข้อ แสดงในตาราง 4.2 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนในหัวข้อ (1) สูงกว่าคะแนนในหัวข้อ (2) โดยที่คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนในหัวข้ออุณหภูมิและกฎข้อที่ศูนย์มีค่าเท่ากับ ร้อยละ 49.8 และ 57.8 ตามลำดับ เพิ่มขึ้นร้อยละ 8 และคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนในหัวข้อกฎข้อที่หนึ่งและกระบวนการทางเทอร์โมไดนามิกส์ มีค่าเท่ากับ ร้อยละ 40.0 และ 41.6 ตามลำดับ เพิ่มขึ้นเพียงร้อยละ 1.6 เมื่อพิจารณาค่า Normalized change ของทั้งสองหัวข้อในเนื้อหาเทอร์โมไดนามิกส์พื้นฐาน หัวข้ออุณหภูมิและกฎข้อที่ศูนย์มีค่า Normalized change เท่ากับ 0.16 และค่า Normalized change ของหัวข้อกฎข้อที่หนึ่งและกระบวนการทางเทอร์โมไดนามิกส์เท่ากับ 0.03 และเมื่อเปรียบเทียบค่า Normalized change ของทั้งสองหัวข้อ จะพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีผลการเรียนรู้ในหัวข้อกฎข้อที่หนึ่งและกระบวนการทางเทอร์โมไดนามิกส์ ได้ต่ำกว่าในหัวข้อความร้อนและกฎข้อที่ศูนย์ทางเทอร์โมไดนามิกส์ของกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการสอนแบบดั้งเดิม

ตาราง 4.2 ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุมแยกตามหัวข้อ

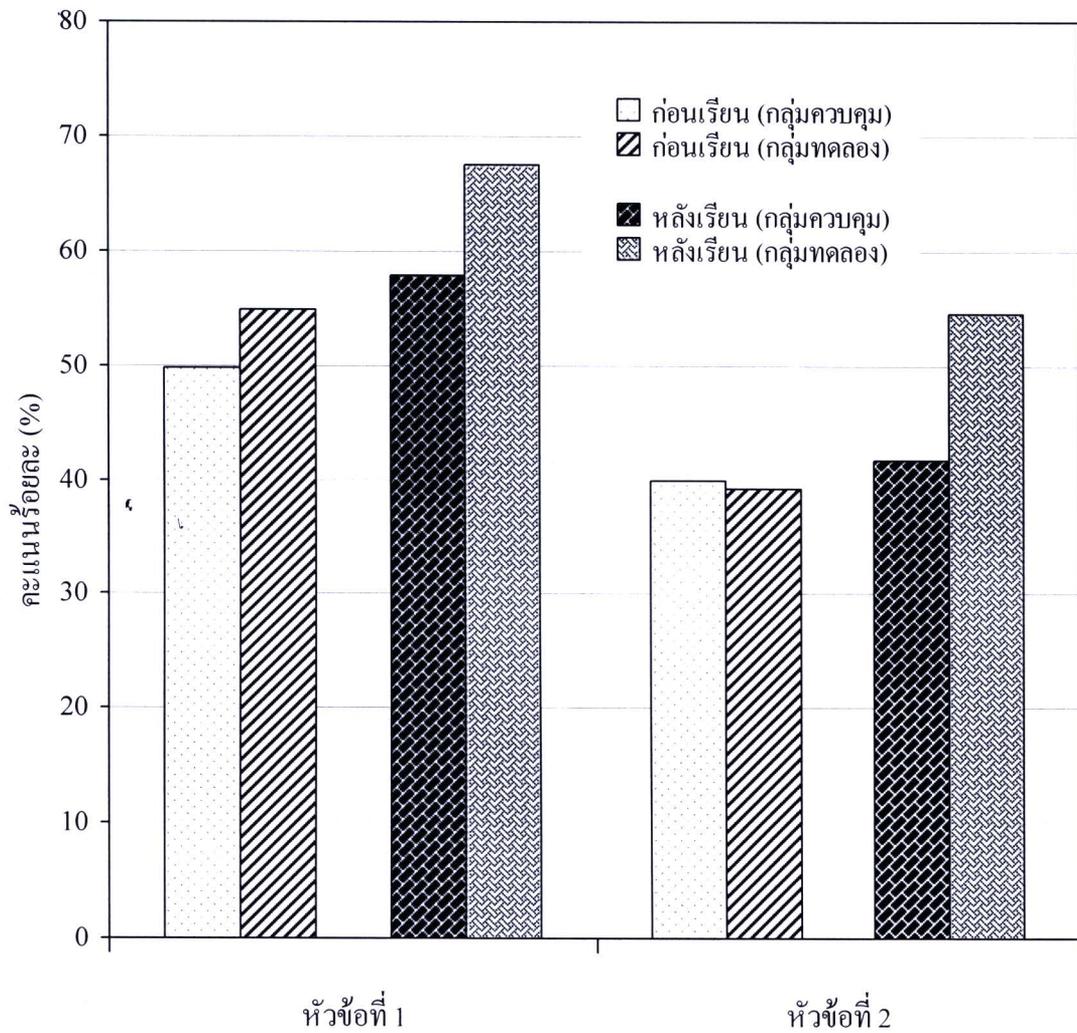
หัวข้อ	ก่อนเรียน		หลังเรียน		Normalized change <c>
	คะแนน (%)	S.D.	คะแนน (%)	S.D.	
(1) อุณหภูมิ ความร้อน และกฎข้อที่ศูนย์ทางเทอร์โมไดนามิกส์	49.8	19.7	57.8	21.0	0.16
(2) กฎข้อที่หนึ่งและกระบวนการทางเทอร์โมไดนามิกส์	40.0	9.1	41.6	10.7	0.03

ตาราง 4.3 ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองแยกตามหัวข้อ

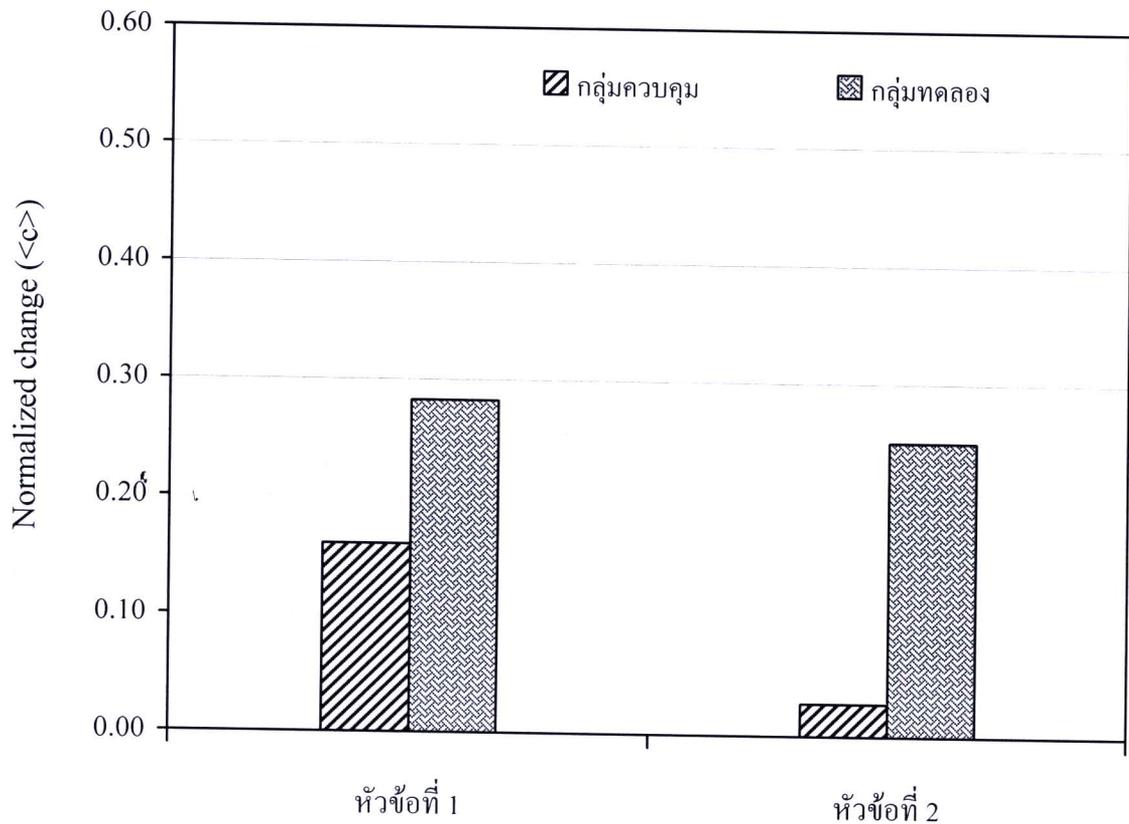
หัวข้อ	ก่อนเรียน		หลังเรียน		Normalized change <c>
	คะแนน (%)	S.D.	คะแนน (%)	S.D.	
(1) อุณหภูมิ ความร้อน และกฎข้อที่ศูนย์ทางเทอร์โมไดนามิกส์	54.9	19.3	67.6	21.4	0.28
(2) กฎข้อที่หนึ่งและกระบวนการทางเทอร์โมไดนามิกส์	39.2	9.3	54.4	12.9	0.25

จากตาราง 4.3 แสดงคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองทั้งสองหัวข้อ ในหัวข้ออุณหภูมิ ความร้อนและกฎข้อที่ศูนย์ทางเทอร์โมไดนามิกส์กลุ่มควบคุมมีคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 57.9 และ 67.6 ตามลำดับ คะแนนเพิ่มขึ้นร้อยละ 9.7 และในหัวข้อกฎข้อที่หนึ่งและกระบวนการทางเทอร์โมไดนามิกส์ กลุ่มทดลองมีคะแนนร้อยละก่อนเรียนและหลังเรียน เท่ากับร้อยละ 39.2 และ 54.4 ตามลำดับ เพิ่มขึ้นร้อยละ 15.2 จะเห็นว่าคะแนนของทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในหัวข้ออุณหภูมิ ความร้อน และกฎข้อที่ศูนย์ทางเทอร์โมไดนามิกส์ สูงกว่าคะแนนในหัวข้อกระบวนการและกฎข้อที่หนึ่งทางเทอร์โมไดนามิกส์ จึงทำให้ค่า Normalized change ในหัวข้อที่ (1) สูงกว่าหัวข้อที่ (2) ด้วย

ประเด็นสำคัญคือค่า Normalized change หรือค่า <c> ของกลุ่มทดลองมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมทั้งสองหัวข้อ ดังรูป 4.3 และค่า <c> จากสองหัวข้อของกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างมากเมื่อเทียบกับค่า <c> จากสองหัวข้อของกลุ่มทดลอง แสดงให้เห็นว่ากลุ่มทดลองเกิดการเรียนรู้ในทั้งสองหัวข้อเท่าเทียมกัน แต่ในกลุ่มควบคุมเกิดการเรียนรู้ในหัวข้อ (1) ได้มากกว่าหัวข้อ (2) อย่างเห็นได้ชัด



รูป 4.2 กราฟแสดงคะเนนร้อยละของแบบทดสอบ TCE รายหัวข้อ ก่อนเรียนและหลังเรียนของ
กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง



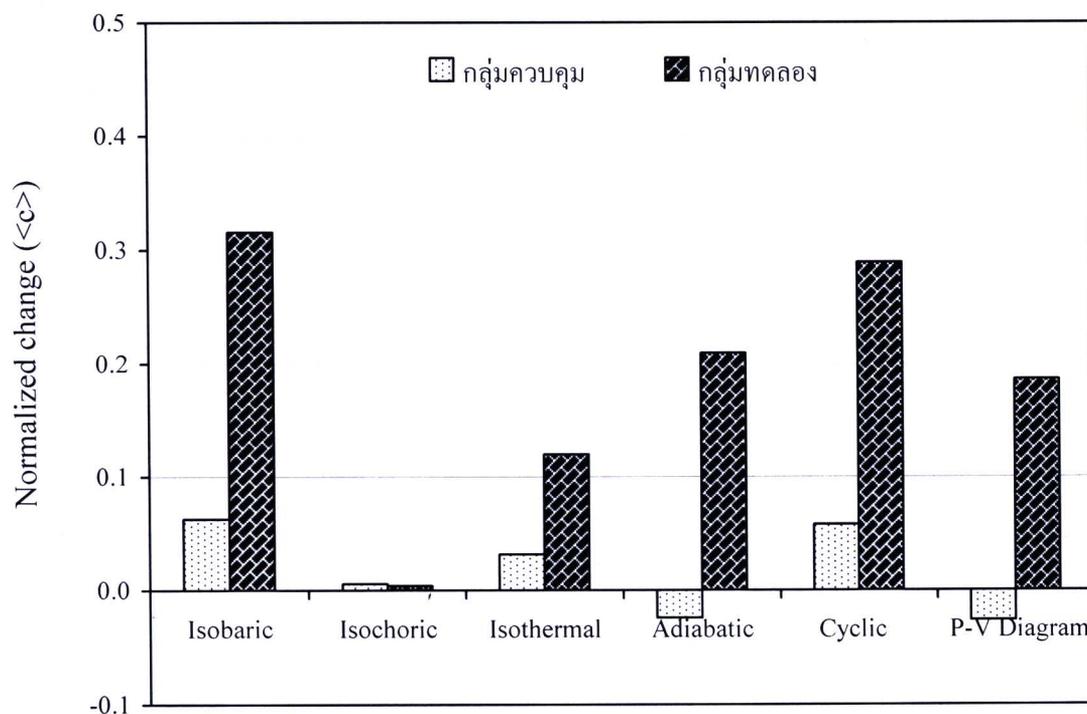
รูป 4.3 กราฟเปรียบเทียบ Normalized change ($\langle c \rangle$) รายหัวข้อของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

จากตาราง 4.4 แสดงคะแนนเฉลี่ยร้อยละก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง แยกตามรายหัวข้อย่อยของหัวข้อกฎข้อที่หนึ่งและกระบวนการทางเทอร์โมไดนามิกส์ พบว่า ในหัวข้อย่อยเกี่ยวกับกระบวนการความดันคงที่ กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 33 แต่เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของทั้งสองกลุ่ม จะพบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมากกว่ากลุ่มควบคุมถึงร้อยละ 17

เมื่อพิจารณาค่า Normalized change ในแต่ละรายหัวข้อย่อยของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ดังตาราง 4.4 และรูป 4.4 พบว่า Normalized change ของกลุ่มทดลองมีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุมในทุกหัวข้อย่อย ยกเว้นรายหัวข้อเกี่ยวกับกระบวนการปริมาตรคงที่ ที่มีค่าต่ำกว่ากลุ่มควบคุม และเมื่อเปรียบเทียบค่า Normalized change ในแต่ละรายหัวข้อย่อยของกลุ่มทดลอง พบว่าหัวข้อย่อยเกี่ยวกับกระบวนการความดันคงที่ มีค่า Normalized change สูงกว่าในหัวข้อย่อยอื่นๆ

ตาราง 4.4 ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองแยกตามหัวข้อย่อยของหัวข้อที่ 2

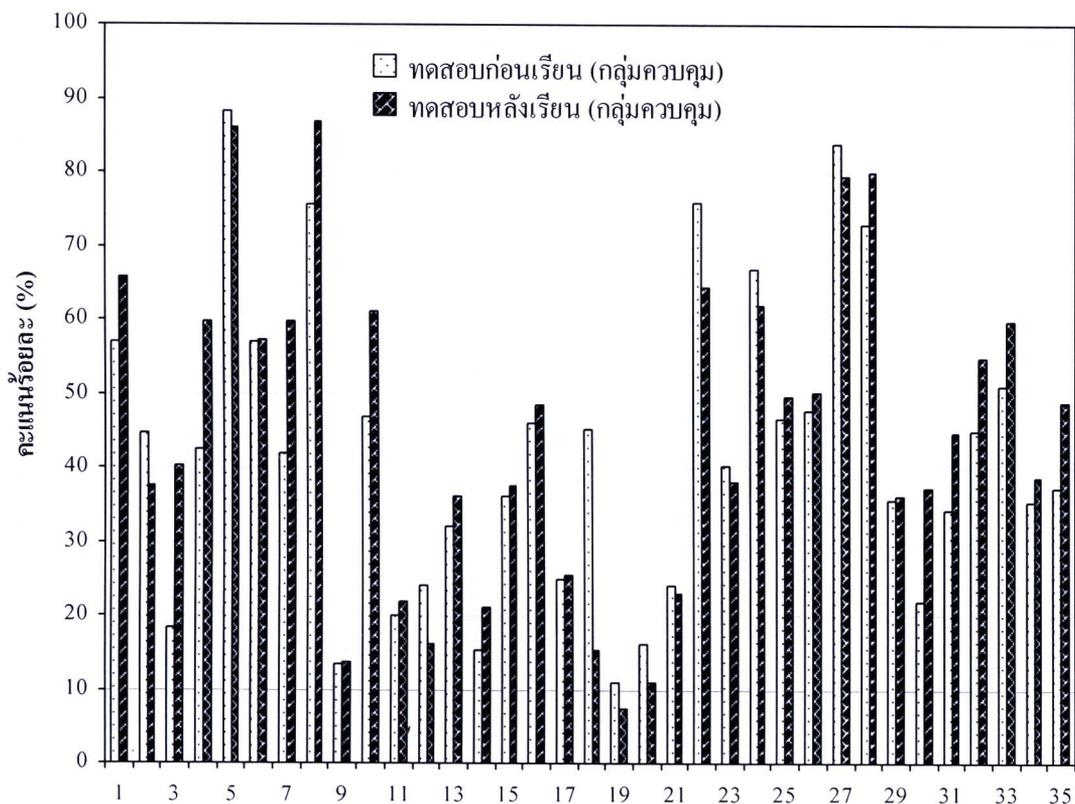
หัวข้อ	คะแนนเฉลี่ยร้อยละ				Normalized change (<c>)	
	ก่อนเรียน		หลังเรียน			
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
กระบวนการความดันคงที่	32.5	33.1	36.7	54.2	0.06	0.32
กระบวนการปริมาตรคงที่	25.0	27.3	25.4	27.6	0.01	0.00
กระบวนการอุณหภูมิ	41.2	31.9	43.0	40.1	0.03	0.12
กระบวนการที่ไม่มีการถ่ายเทความร้อน	62.0	59.7	60.5	68.2	-0.02	0.21
กระบวนการแบบวัฏจักร	25.4	29.4	29.7	49.8	0.06	0.29
แผนภาพ P-V	40.9	42.6	39.8	53.3	-0.03	0.19



รูป 4.4 กราฟเปรียบเทียบ Normalized change (<c>) รายหัวข้อย่อยในหัวข้อที่ 2 ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

4.3 เปรียบเทียบผลการเรียนรู้รายข้อของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยรายข้อจากแบบทดสอบ TCE ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม แสดงดังตาราง 4.5 และ รูป 4.5 จะเห็นว่าคำถามจำนวน 14 คำถาม จากคะแนนหลังเรียนในแต่ละข้อ ของกลุ่มควบคุมมีคะแนนถึงร้อยละ 50 ได้แก่ คำถามข้อที่ 1, 4-8, 10, 22, 24, 26-28, 32 และ 33 ส่วนคำถามข้อที่กลุ่มควบคุมได้คะแนนหลังเรียนน้อยกว่าคะแนนก่อนเรียนมีจำนวน 11 คำถาม ได้แก่ คำถามข้อที่ 2, 5, 12, 18-24 และ 27 ซึ่งทำให้ค่า Normalized change ของคำถามในข้อเหล่านี้มีค่าติดลบ เมื่อนำค่า Normalized change แต่ละข้อของกลุ่มควบคุมมาแบ่งเป็นช่วงของข้อมูล จะได้ทั้งหมด 6 ช่วง คือ ช่วงข้อมูลที่ 1 มีค่าตั้งแต่ 0.4-0.49 ได้แก่คำถามข้อที่ 8 ช่วงข้อมูลที่ 2 มีค่าตั้งแต่ 0.3-0.39 ได้แก่คำถามข้อที่ 4 และ 7 ช่วงข้อมูลที่ 3 มีค่าตั้งแต่ 0.2-0.29 ได้แก่คำถามข้อที่ 1, 3, 10, 28 และ 30 ช่วงข้อมูลที่ 4 มีค่าตั้งแต่ 0.1-0.19 ได้แก่คำถามข้อที่ 31-33 และ 35 ช่วงข้อมูลที่ 5 มีค่าตั้งแต่ 0.01-0.09 ได้แก่คำถามข้อที่ 6, 11, 13-17, 25-26, 29 และ 34 และช่วงข้อมูลที่ 6 มีค่าตั้งแต่ -1-0.0 ได้แก่คำถามข้อที่ 2, 5, 9, 12, 18-24 และ 27



รูป 4.5 กราฟแสดงร้อยละของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนรายข้อของกลุ่มควบคุม

ตาราง 4.5 ผลการตอบแบบทดสอบ TCE แต่ละข้อ ก่อน-หลังเรียนของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง

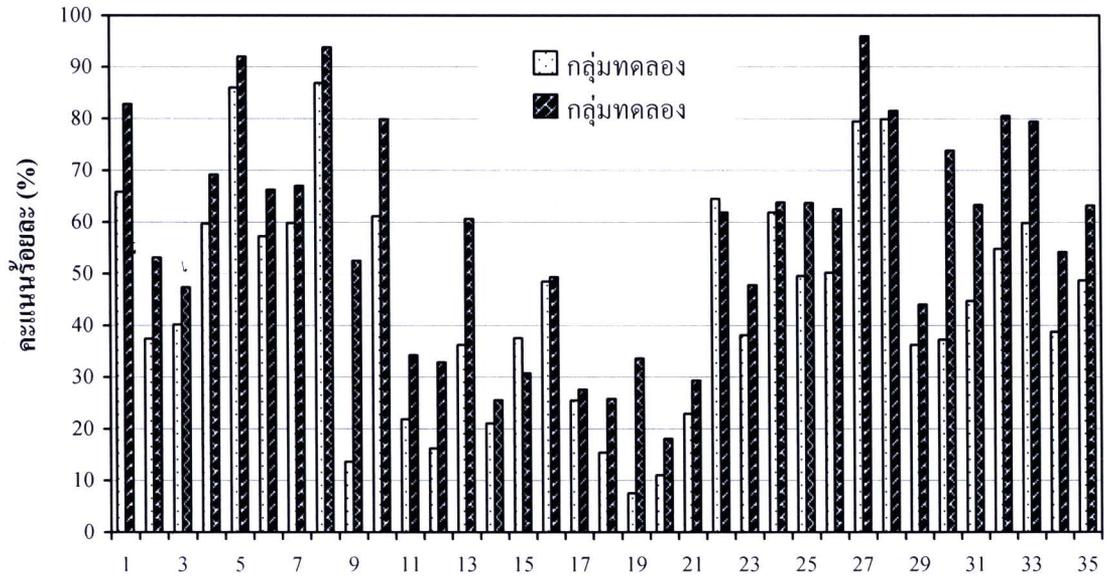
ข้อที่	คะแนนก่อนเรียน (%)		คะแนนหลังเรียน (%)		Normalized change <c>	
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
1	57.0	66.0	65.8	82.8	0.20	0.49
2	44.7	44.9	37.4	53.1	-0.16	0.15
3	18.3	30.9	40.2	47.4	0.27	0.24
4	42.5	52.2	59.7	69.2	0.30	0.36
5	88.2	92.9	86.0	92.0	-0.02	-0.01
6	57.0	57.3	57.3	66.3	0.01	0.21
7	41.9	42.4	59.8	67.0	0.31	0.43
8	75.6	87.6	86.9	93.9	0.46	0.50
9	13.5	7.7	13.6	52.5	0.00	0.48
10	46.7	54.4	61.1	79.9	0.27	0.56
11	20.0	17.0	21.8	34.3	0.02	0.21
12	24.0	11.8	16.2	32.9	-0.33	0.24
13	32.0	37.1	36.2	60.6	0.06	0.37
14	15.4	16.3	21.1	25.5	0.07	0.11
15	36.2	25.9	37.6	30.8	0.02	0.07
16	46.1	38.0	48.5	49.4	0.04	0.18
17	25.0	27.3	25.4	27.6	0.01	0.00
18	45.2	44.2	15.4	25.8	-0.66	-0.42
19	10.9	23.2	7.5	33.6	-0.31	0.14
20	16.2	14.4	11.0	18.1	-0.32	0.04
21	24.0	27.0	22.9	29.4	-0.05	0.03
22	76.0	66.3	64.5	61.9	-0.15	-0.07

ตาราง 4.5 ผลการตอบแบบทดสอบ TCE แต่ละข้อ ก่อน-หลังเรียนของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง (ต่อ)

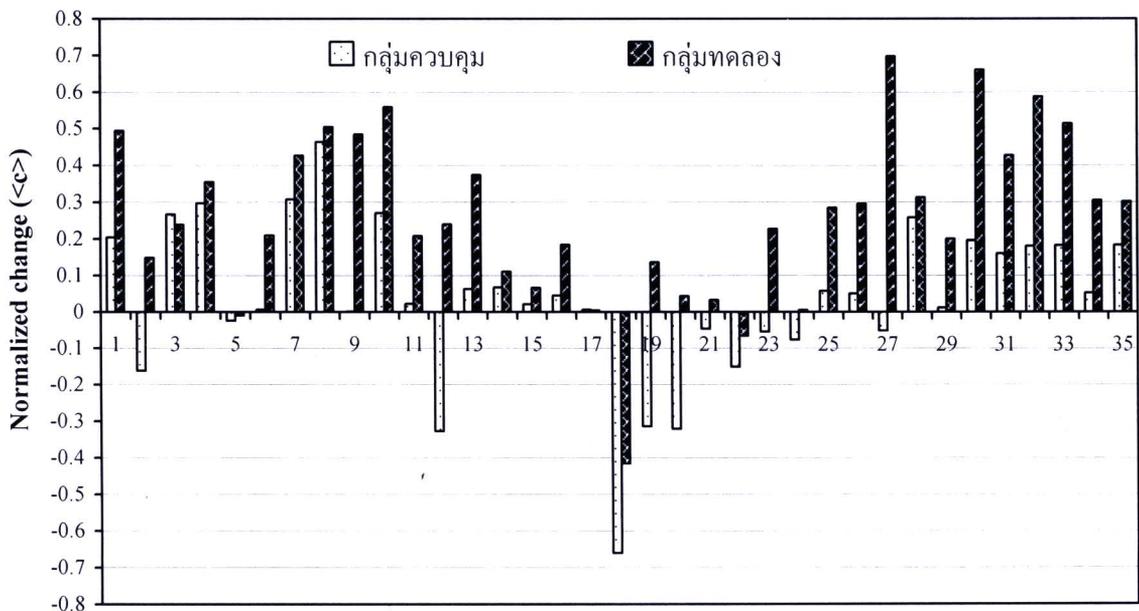
ข้อที่	คะแนนก่อนเรียน (%)		คะแนนหลังเรียน (%)		Normalized change <c>	
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
23	40.4	32.5	38.2	47.8	-0.05	0.23
24	67.0	63.6	61.8	63.8	-0.08	0.00
25	46.5	49.2	49.6	63.7	0.06	0.29
26	47.6	46.7	50.2	62.5	0.05	0.30
27	83.8	86.8	79.5	96.0	-0.05	0.70
28	72.9	73.1	79.9	81.5	0.26	0.31
29	35.6	30.2	36.2	44.1	0.01	0.20
30	22.0	22.9	37.3	73.9	0.20	0.66
31	34.2	35.8	44.7	63.3	0.16	0.43
32	44.9	52.9	54.8	80.6	0.18	0.59
33	50.9	57.6	59.8	79.4	0.18	0.51
34	35.4	33.9	38.8	54.2	0.05	0.31
35	37.2	47.3	48.7	63.2	0.18	0.30

ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการตอบคำถามรายข้อในแบบทดสอบ TCE ของกลุ่มทดลอง ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน แสดงดังตาราง 4.5 และ รูป 4.6 จากผลคะแนนหลังเรียนของกลุ่มทดลองในแต่ละรายข้อ จะเห็นว่ามีความถี่จำนวน 22 คำถาม ที่กลุ่มทดลองมีคะแนนถึงร้อยละ 50 ได้แก่ คำถามข้อที่ 1-2, 4-10, 13, 22, 24-28 และ 30-35 ส่วนคำถามข้อที่กลุ่มทดลองได้คะแนนหลังเรียนน้อยกว่าคะแนนก่อนเรียนมีจำนวน 3 คำถาม ได้แก่ คำถามข้อที่ 5, 18 และ 22 ซึ่งทำให้ค่า Normalized change ของคำถามในข้อเหล่านี้มีค่าติดลบ เมื่อนำค่า Normalized change แต่ละข้อของกลุ่มทดลองมาแบ่งเป็นช่วงของข้อมูล จะได้ทั้งหมด 9 ช่วง คือ ช่วงข้อมูลที่ 1 มีค่าตั้งแต่ 0.7-0.79 ได้แก่คำถามข้อที่ 27 ช่วงข้อมูลที่ 2 มีค่าตั้งแต่ 0.6-0.69 ได้แก่คำถามข้อที่ 30 ช่วงข้อมูลที่ 3 มีค่าตั้งแต่ 0.5-0.59 ได้แก่คำถามข้อที่ 8, 10, 32 และ 33 ช่วงข้อมูลที่ 4 มีค่าตั้งแต่ 0.4-0.49 ได้แก่คำถามข้อที่ 1, 7, 9 และ 31 ช่วงข้อมูลที่ 5 มีค่าตั้งแต่ 0.3-0.39 ได้แก่คำถามข้อที่ 4, 13, 26,

28, 34 และ 35 ช่วงข้อมูลที่ 6 มีค่าตั้งแต่ 0.2-0.29 ได้แก่คำถามข้อที่ 3, 6, 11-12, 23, 25 และ 29 ช่วงข้อมูลที่ 7 มีค่าตั้งแต่ 0.1-0.19 ได้แก่คำถามข้อที่ 2, 14, 16 และ 19 ช่วงข้อมูลที่ 8 มีค่าตั้งแต่ 0.01-0.09 ได้แก่คำถามข้อที่ 15, 20 และ 21 และช่วงข้อมูลที่ 9 มีค่าตั้งแต่ -1-0.0 ได้แก่คำถามข้อที่ 5, 17-18, 22 และ 24



รูป 4.6 กราฟแสดงร้อยละของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนรายข้อของกลุ่มทดลอง



รูป 4.7 กราฟแสดงการเปรียบเทียบ Normalized change ($\langle c \rangle$) แต่ละข้อ ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

จากผลคะแนนการตอบคำถามรายชื่อหลังเรียนในแบบทดสอบ TCE ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองในภาคเรียน 1 และ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมเกือบทุกข้อ โดยเฉพาะคำถามในข้อที่ 9, 13, 19, 21, 30, 32 และ 33 กลุ่มทดลองมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมเกินร้อยละ 20 ขึ้นไป แต่ยกเว้นคำถามข้อที่ 22 ที่มีคะแนนต่ำกว่ากลุ่มควบคุมเพียงเล็กน้อย และเมื่อเปรียบเทียบค่า Normalized change ในแต่ละข้อของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง พบว่า ค่า Normalized change ของกลุ่มทดลองมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมเกือบทุกข้อ ยกเว้นคำถามข้อที่ 3 และ 17 ดังรูป 4.7

4.4 ความคิดเห็นต่อกิจกรรมการเรียนการสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์

ผลจากการสอบถามความคิดเห็นของกลุ่มทดลองต่อกิจกรรมการเรียนสอน แสดงดังตาราง 4.6 และรูป 4.8 จากจำนวนร้อยละที่กลุ่มทดลองแสดงความคิดเห็น พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่จะให้ระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับ 4 (เห็นด้วย) ทั้งในด้านบรรยากาศการเรียนรู้อะหว่างกิจกรรมการเรียนการสอน คุณภาพของชุดสาธิตและแบบทำนายผลโดยภาพรวม และความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหากับชุดสาธิต เมื่อพิจารณาความคิดเห็นข้อที่กลุ่มทดลองเห็นด้วยและมีจำนวนร้อยละมากที่สุดทั้งสามด้าน พบว่า ในด้านบรรยากาศการเรียนรู้อะหว่างทำกิจกรรม กลุ่มทดลองเห็นด้วยกับกิจกรรมการเรียนการสอนทำให้พวกเขามีความกระตือรือร้น และสนุกกับการเรียนมากขึ้น ถึงร้อยละ 54.1 และกลุ่มทดลองเห็นด้วยกับคำถามในแบบทำนายผลช่วยกระตุ้นให้พวกเขาคิดและเข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากขึ้นถึงร้อยละ 52.0 ในด้านคุณภาพของชุดสาธิตและแบบทำนายผล ส่วนในด้านความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหากับชุดสาธิต กลุ่มทดลองเห็นด้วยกับช่วงที่ให้พวกเขาทำนายผลก่อนที่จะสังเกตการสาธิตในแต่ละกิจกรรม ทำให้พวกเขาค้นพบความเข้าใจของตัวเองที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับหลักการทางเทอร์โมไดนามิกส์ ถึงร้อยละ 51.2

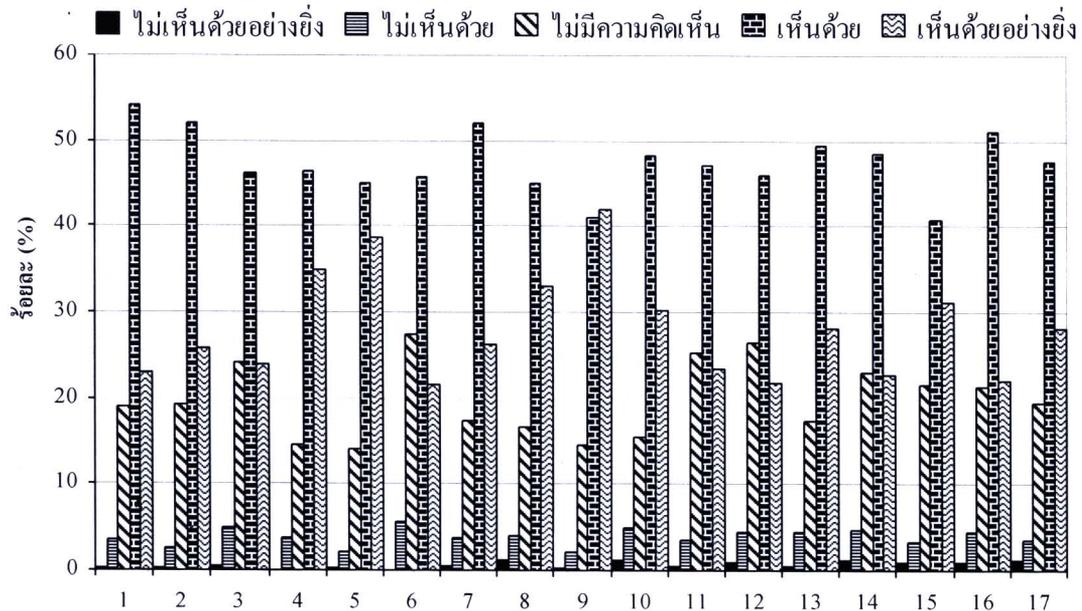


ตาราง 4.6 ผลการสอบถามความคิดเห็นต่อกิจกรรมการเรียนสอนของกลุ่มทดลอง

รายการคำถาม	ระดับความคิดเห็น					เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	
ตอนที่ 1 บรรยากาศการเรียนรู้อะหว่างทำกิจกรรม: ในระหว่างช่วงกิจกรรม ข้าพเจ้า.....						
1. มีความกระตือรือร้น และสนุกกับการเรียนมากขึ้น	0.3	3.5	19.2	54.1	23.0	4.0
2. มีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนมากขึ้น	0.3	2.6	19.2	52.0	25.9	4.0
3. มีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้สอนมากขึ้น	0.6	4.9	24.4	46.2	23.8	3.9
4. มีโอกาสฝึกทักษะการเขียนอธิบายเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	0.0	3.8	14.8	46.5	34.9	4.1
ตอนที่ 2 คุณภาพของชุดสาธิต และ Prediction sheet โดยภาพรวม						
5. ชุดสาธิตมีความน่าสนใจ และทำท่ายการเรียนรู้อ	0.3	2.0	14.0	45.1	38.7	4.2
6. คำถามในแบบทำนายผลใช้ภาษาที่ชัดเจน และเข้าใจง่าย	0.0	5.5	27.3	45.6	21.5	3.8
7. คำถามในแบบทำนายผลช่วยกระตุ้นให้ข้าพเจ้าคิดและเข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น	0.6	3.8	17.4	52.0	26.2	4.0
8. การแสดงผลของการสาธิตสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจน	1.2	4.1	16.6	45.1	33.1	4.0
9. ชุดสาธิตมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียนรู้จากการบรรยาย	0.3	2.0	14.8	41.0	41.9	4.2
ตอนที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหากับชุดสาธิต						
10. กิจกรรมตุ๊กตาเซรามิก (ตุ๊กตารักษ์) ช่วยทำให้ข้าพเจ้าเข้าใจกฎข้อที่หนึ่งทางเทอร์โมไดนามิกส์ได้ดีขึ้น และเห็นตัวอย่างการนำไปใช้กับสถานการณ์จริง	1.2	4.9	15.4	48.3	30.2	4.0
11. กิจกรรม Isobaric Process ช่วยทำให้ข้าพเจ้าเข้าใจสถานการณ์และเงื่อนไขของการเกิดกระบวนการความดันคงที่	0.6	3.5	25.3	47.1	23.5	3.9

ตาราง 4.6 ผลการสอบถามความคิดเห็นต่อกิจกรรมการเรียนสอนของกลุ่มทดลอง (ต่อ)

รายการคำถาม	ระดับความคิดเห็น					เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	
ตอนที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหากับชุดสาธิต						
12. กิจกรรม <i>Isothermal Process</i> ช่วยให้ข้าพเจ้าเข้าใจลักษณะและความสัมพันธ์ระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อมของการเกิดกระบวนการอุณหภูมิกงที่	0.9	4.4	27.0	45.9	21.8	3.8
13. กิจกรรมการเกิดหมอก หรือ <i>Adiabatic Process</i> ทำให้ข้าพเจ้าเห็นลักษณะของระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว จนไม่เกิดการถ่ายเทความร้อนสู่สิ่งแวดล้อม	0.6	4.4	17.4	49.4	28.2	4.0
14. กิจกรรม <i>Heat engine</i> อย่างง่าย ทำให้ข้าพเจ้าสามารถเชื่อมโยงสถานการณ์จริงที่เกิดวัฏจักรของ <i>Heat engine</i> กับกระบวนการในแผนภาพ PV ได้ดีขึ้น	1.2	4.7	23.0	48.5	22.7	3.9
15. กิจกรรมทั้งหมดช่วยให้ข้าพเจ้าเข้าใจเนื้อหาจากการบรรยายมากขึ้น	0.9	3.2	24.1	40.7	31.1	4.0
16. ในแต่ละกิจกรรม ช่วงที่ให้ข้าพเจ้าทำนายผลก่อนที่จะสังเกตผลการสาธิต ช่วยให้ข้าพเจ้าค้นพบความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับหลักการทางเทอร์โมไดนามิกส์ของตนเอง	0.9	4.4	21.5	51.2	22.1	3.9
17. หลังจากการสาธิต ผู้สอนอธิบายและสรุปกิจกรรมช่วยให้ข้าพเจ้าเข้าใจหลักการทางเทอร์โมไดนามิกส์ที่ประยุกต์ใช้ในแต่ละกิจกรรมได้ดีขึ้น	1.2	3.5	19.5	47.7	28.2	4.0

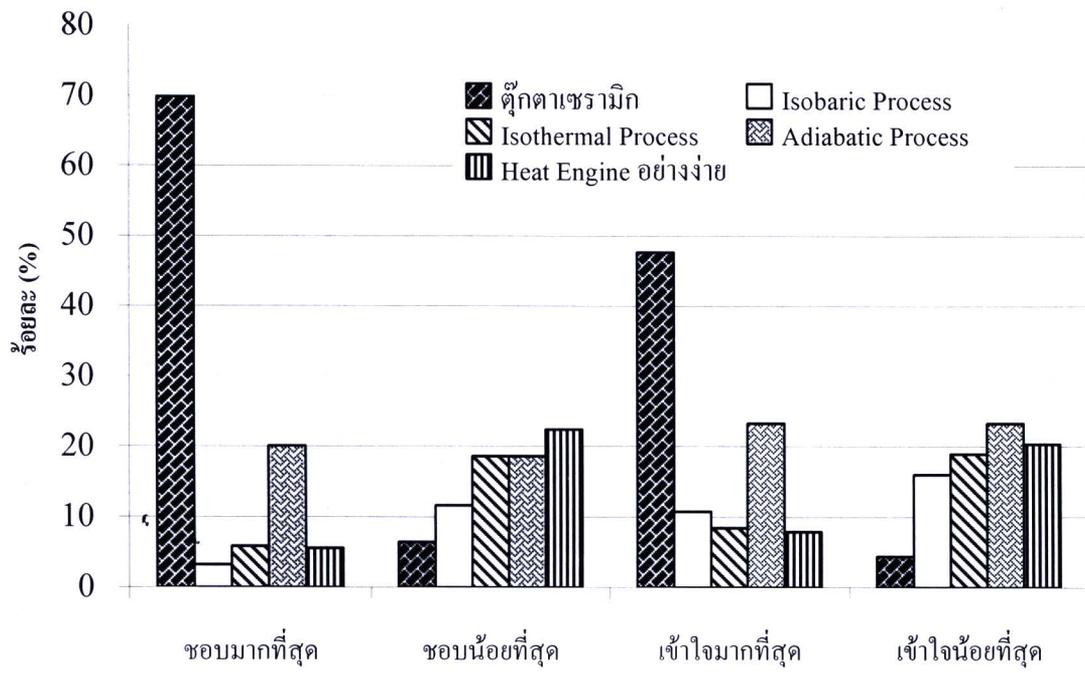


รูป 4.8 กราฟแสดงการเปรียบเทียบร้อยละของความคิดเห็นต่อกิจกรรมการเรียนการสอนของกลุ่มทดลอง

ส่วนผลจากการสอบถามความคิดเห็นของกลุ่มทดลองต่อชุดสาริตที่พวกเขาชอบมากที่สุด ชอบน้อยที่สุด เข้าใจมากที่สุด และเข้าใจน้อยที่สุด แสดงดังตาราง 4.7 และ รูป 4.9 ชุดสาริตที่กลุ่มทดลองชอบมากที่สุด ร้อยละ 69.8 คือ ชุดตุ๊กตาเซรามิกหรือตุ๊กตาคาเฟ่ และชุดสาริตที่กลุ่มทดลองชอบน้อยที่สุด ร้อยละ 22.4 คือ ชุดสาริต Heat Engine อย่างง่าย ส่วนชุดสาริตที่กลุ่มทดลองมีความเข้าใจมากที่สุด ร้อยละ 47.7 คือ ตุ๊กตาเซรามิกส์ และชุดสาริตที่กลุ่มทดลองมีความเข้าใจน้อยที่สุด ร้อยละ 23.3 คือ ชุดสาริตการเกิดหมอกในขวดหรือ Adiabatic Process

ตาราง 4.7 ผลการสอบถามความคิดเห็นต่อกิจกรรมชุดสาริตของกลุ่มทดลอง

รายการ	กิจกรรมชุดสาริต				
	ตุ๊กตาเซรามิกส์	Isobaric Process	Isothermal Process	Adiabatic Process	Heat Engine อย่างง่าย
1.ชอบมากที่สุด	69.8	3.2	5.8	20.1	5.5
2. ชอบน้อยที่สุด	6.4	11.6	18.6	18.6	22.4
3. เข้าใจมากที่สุด	47.7	10.8	8.43	23.3	7.85
4. เข้าใจน้อยที่สุด	4.36	16	18.9	23.3	20.3



รูป 4.9 กราฟแสดงการเปรียบเทียบร้อยละของความคิดเห็นต่อชุดกิจกรรม