



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการวิจัยเรื่องการวิเคราะห์ลำดับชั้นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง “ระบบจำนวนจริง” ในหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ลำดับชั้นเนื้อหา

ลำดับชั้นเนื้อหาแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 เป็นการเรียงลำดับชั้นของกลุ่มเนื้อหาวิชาซึ่งแบ่งเป็น 3 ตอน ปรากฏว่าการจัดเรียงลำดับชั้นของกลุ่มเนื้อหาวิชาทั้ง 3 ตอน เป็นที่ยอมรับของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน แสดงว่าการเรียงลำดับชั้นของกลุ่มเนื้อหาวิชาทั้ง 3 ตอน เหมาะสมแล้วจึงสามารถนำไปใช้ได้

การเรียงลำดับชั้นของกลุ่มเนื้อหาวิชาทั้ง 3 ตอนเป็นดังนี้

ตอนที่ 1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับจำนวนจริงและสมบัติของจำนวนจริง

ตอนที่ 2 การแก้สมการและอสมการตัวแปรเดียว

ตอนที่ 3 สมบัติความบริบูรณ์

ส่วนที่ 2 เป็นการเรียงลำดับชั้นของเนื้อหาในแต่ละตอนซึ่งผลปรากฏดังนี้

การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว เพื่อทดสอบความแตกต่างของค่ามัธยฐานเลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบของแต่ละลำดับชั้น ในแต่ละตอนเป็นดังนี้

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของตอนที่ 1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับจำนวนจริงและสมบัติของจำนวนจริง เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของมัชฌิมเลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบระหว่างลำดับขั้นที่ 1 - 9

Source	df	SS	MS	F
Treatments	8	642.83	78.10	120.15*
Residual	3584	2344.37	0.65	
Total	3592	2986.83		

* $p < .05$ ($.05F_{8,3584} = 1.94$)

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ปรากฏว่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบทั้ง 9 ลำดับขั้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ดังนั้นจึงนำมัชฌิมเลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบของแต่ละลำดับขั้นมาทดสอบทีละคู่โดยวิธีของเซฟเฟ (Scheffé) ปรากฏผลตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบตอนความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับจำนวนจริงและสมบัติของจำนวนจริงในลำดับขั้นที่ 1-9 เป็นคู่ ๆ

ลำดับขั้นที่	ลำดับ	ความแตกต่างระหว่าง \bar{X}								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
	\bar{X}	2.36	1.98	1.69	1.18	1.15	1.19	1.41	1.67	1.28
1	2.36	-	0.38*	0.67*	1.18*	1.21*	1.17*	0.95*	0.69*	1.08*
2	1.98		-	0.29*	0.80*	0.83*	0.79*	0.57*	0.31*	0.70*
3	1.69			-	0.51*	0.54*	0.50*	0.28*	0.20*	0.41*
4	1.18				-	0.03	0.01	0.23*	0.49*	0.10
5	1.15					-	0.04	0.26*	0.52*	0.13
6	1.19						-	0.22*	0.48*	0.09
7	1.41							-	0.26*	0.13
8	1.67								-	0.39*

* $p < .05$ ($d = 0.21$)

จากการทดสอบทีละคู่ ปรากฏผลดังนี้

มัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 1 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 กับค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 2 ลำดับขั้นที่ 3 ลำดับขั้นที่ 4 ลำดับขั้นที่ 5 ลำดับขั้นที่ 6 ลำดับขั้นที่ 7 ลำดับขั้นที่ 8 และลำดับขั้นที่ 9

มัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 2 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 กับค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 3 ลำดับขั้นที่ 4 ลำดับขั้นที่ 5 ลำดับขั้นที่ 6 ลำดับขั้นที่ 7 ลำดับขั้นที่ 8 และลำดับขั้นที่ 9

มัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 3 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 กับค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 4 ลำดับขั้นที่ 5 ลำดับขั้นที่ 6 ลำดับขั้นที่ 7 ลำดับขั้นที่ 8 และลำดับขั้นที่ 9

มัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 4 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 กับค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 7 และลำดับขั้นที่ 8

มัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 5 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 กับค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 7 และลำดับขั้นที่ 8

มัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 6 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 กับค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 7 และลำดับขั้นที่ 8

มัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 7 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 กับค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 8 และ

มัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 8 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 กับค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 9

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของตอนที่ 2 การแก้สมการและ

อสมการตัวแปรเดียวเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของมัชฌิมเลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบระหว่างลำดับขั้นที่ 10 - 20

Source	df	SS	MS	F
Treatments	10	381.70	38.17	48.94*
Residual	4480	3507.39	0.78	
Total	4490	3889.09		

* $p < .05$ ($.05 F_{10,4480} = 1.83$)

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ปรากฏว่ามีชนิดของคะแนนจากแบบทดสอบทั้ง 11 ลำดับชั้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ ดังนั้นจึงนำ มีชนิดของคะแนนจากแบบทดสอบของแต่ละลำดับชั้นมาทดสอบทีละคู่โดยวิธีของ เชฟเฟ (Scheffé) ปรากฏผลตามตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่ามีชนิดของคะแนนจากแบบทดสอบตอนการแก้สมการและอสมการตัวแปรเดียวในลำดับชั้นที่ 10-20 เป็นคู่ ๆ

ลำดับชั้นที่	ความแตกต่างระหว่าง \bar{X}											
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
10	1.66	-	0.29*	0.40*	0.55*	0.44*	0.57*	0.03	0.05	0.13	0.14	0.62*
11	1.37		-	0.11	0.26*	0.15	0.28*	0.32*	0.24	0.16	0.15	0.33*
12	1.26			-	0.15	0.04	0.17	0.43*	0.35*	0.27*	0.26*	0.22
13	1.11				-	0.11	0.02	0.58*	0.50*	0.42*	0.41*	0.07
14	1.22					-	0.13	0.47*	0.39*	0.31*	0.30*	0.18
15	1.09						-	0.60*	0.52*	0.44*	0.43*	0.05
16	1.69							-	0.08	0.16	0.15	0.65*
17	1.61								-	0.08	0.07	0.57*
18	1.53									-	0.01	0.49*
19	1.52										-	0.48*

* $p < .05$ ($d = 0.25$)

จากการทดสอบทีละคู่ ปรากฏผลดังนี้

มีชนิดของคะแนนในลำดับชั้นที่ 10 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 กับค่ามีชนิดของคะแนนในลำดับชั้นที่ 11 ลำดับชั้นที่ 12 ลำดับชั้นที่ 13 ลำดับชั้นที่ 14 ลำดับชั้นที่ 15 และลำดับชั้นที่ 20

มีชนิดของคะแนนในลำดับชั้นที่ 11 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 กับค่ามีชนิดของคะแนนในลำดับชั้นที่ 13 ลำดับชั้นที่ 15 ลำดับชั้นที่ 16 และลำดับชั้นที่ 20

มีชนิดของคะแนนในลำดับชั้นที่ 12 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 กับค่ามีชนิดของคะแนนในลำดับชั้นที่ 16 ลำดับชั้นที่ 17 ลำดับชั้นที่ 18 และลำดับชั้นที่ 19



มัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 13 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 กับค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 16 ลำดับขั้นที่ 17 ลำดับขั้นที่ 18 และลำดับขั้นที่ 19

มัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 14 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 กับค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 16 ลำดับขั้นที่ 17 ลำดับขั้นที่ 18 และลำดับขั้นที่ 19

มัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 15 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 กับค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 16 ลำดับขั้นที่ 17 ลำดับขั้นที่ 18 และลำดับขั้นที่ 19

มัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 16 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 กับค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 20

มัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 17 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 กับค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 20

มัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 18 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 กับค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 20 และ

มัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 19 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 กับค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 20

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของตอนที่ 3 สมบัติความบริสุทธิ์ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของมัชฌิมเลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบระหว่างลำดับขั้นที่ 21 - 25

Source	df	SS	MS	F
Treatments	4	40.39	10.10	14.63*
Residual	1792	1240.41	0.69	
Total	1796	1280.80		

* $p > .05$ ($.05F_{4,1792} = 2.37$)

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ปรากฏว่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบทั้ง 5 ลำดับขั้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ ดังนั้นจึงนำมัชฌิมเลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบของแต่ละลำดับขั้นมาทดสอบทีละคู่โดยวิธีของเชฟเฟ (Scheffé) ปรากฏผลตามตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบตอน สมบัติความบริบูรณ์ในลำดับขั้นที่ 21-25 เป็นคู่ ๆ

ลำดับขั้นที่	ลำดับ	ความแตกต่างระหว่าง X				
		21	22	23	24	25
	\bar{X}	1.07	0.95	0.95	0.67	0.90
21	1.07	-	0.12	0.12	0.40*	0.17*
22	0.95		-	0.00	0.28*	0.05
23	0.95			-	0.28*	0.05
24	0.67				-	0.23*

* $p < .05$ ($d = 0.17$)

จากการทดสอบทีละคู่ ปรากฏผลดังนี้

มัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 21 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 กับค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 24 และลำดับขั้นที่ 25

มัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 22 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 กับค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 24

มัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 23 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 กับค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 24 และ

มัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 24 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 กับค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 25

ตอนที่ 2 การแก้สมการและอสมการตัวแปรเดียว

ลำดับชั้นเนื้อหาวิชาที่จัดเรียงเดิม

ลำดับชั้นเนื้อหาวิชาจากผลการวิเคราะห์ข้อมูล

20. การแก้สมการตัวแปรเดียวที่อยู่ในรูปค่าสัมบูรณ์	20. การแก้สมการตัวแปรเดียวที่อยู่ในรูปค่าสัมบูรณ์
19. การแก้สมการตัวแปรเดียวที่อยู่ในรูปค่าสัมบูรณ์	15. สมบัติการไม่เท่ากัน
18. สมบัติของค่าสัมบูรณ์	14. การแก้สมการตัวแปรเดียว(เมื่อ $a_n \neq 1$)
17. การแก้สมการตัวแปรเดียว	13. การใช้ทฤษฎีบทตัวประกอบและทฤษฎีบทตัวประกอบจำนวนตรรกยะแยกตัวประกอบของพหุนาม(เมื่อ $a_n \neq 1$)
16. ช่วง	12. การแก้สมการตัวแปรเดียว(เมื่อ $a_n = 1$)
15. สมบัติการไม่เท่ากัน	19. การแก้สมการตัวแปรเดียวที่อยู่ในรูปค่าสัมบูรณ์
14. การแก้สมการตัวแปรเดียว(เมื่อ $a_n \neq 1$)	18. สมบัติของค่าสัมบูรณ์
13. การใช้ทฤษฎีบทตัวประกอบและทฤษฎีบทตัวประกอบจำนวนตรรกยะแยกตัวประกอบของพหุนาม(เมื่อ $a_n \neq 1$)	17. การแก้สมการตัวแปรเดียว
12. การแก้สมการตัวแปรเดียว(เมื่อ $a_n = 1$)	11. การใช้ทฤษฎีบทเศษเหลือและทฤษฎีบทตัวประกอบแยกตัวประกอบของพหุนาม(เมื่อ $a_n = 1$)
11. การใช้ทฤษฎีบทเศษเหลือและทฤษฎีบทตัวประกอบแยกตัวประกอบของพหุนาม(เมื่อ $a_n = 1$)	16. ช่วง
10. การใช้ทฤษฎีบทเศษเหลือหาเศษจากการหารพหุนามด้วยพหุนาม	10. การใช้ทฤษฎีบทเศษเหลือหาเศษจากการหารพหุนามด้วยพหุนาม

ตอนที่ 3 สมบัติความบริบูรณ์

ลำดับชั้นเนื้อหาวิชาที่จัดเรียงเดิม

ลำดับชั้นเนื้อหาวิชาใหม่จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล

25. สัญลักษณ์ของ ค.ร.น. และ ห.ร.ม.	24. ทฤษฎีบทและขั้นตอนวิธีการหาร
24. ทฤษฎีบทและขั้นตอนวิธีการหาร	25. สัญลักษณ์ของ ค.ร.น. และ ห.ร.ม.
23. จำนวนเฉพาะ	23. จำนวนเฉพาะ
22. สัญลักษณ์การหารลงตัวและสมบัติการหารลงตัว	22. สัญลักษณ์การหารลงตัวและสมบัติการหารลงตัว
21. การมีขอบเขตบนและค่าขอบเขตบนของลำดับของจำนวนจริงและค่าขอบเขตบนที่น้อยที่สุดของลำดับของจำนวนจริง	21. การมีขอบเขตบนและค่าขอบเขตบนของลำดับของจำนวนจริงและค่าขอบเขตบนที่น้อยที่สุดของลำดับของจำนวนจริง

จากการนำเสนอลำดับชั้นเนื้อหาวิชาที่ได้จากการวิจัยแล้วผู้วิจัยยังใช้ทฤษฎีการเรียนรู้ของกาญเย (Gagné) ซึ่งเน้นหลักการที่ว่า การพัฒนาการเรียนรู้ขึ้นอยู่กับการเรียนรู้ที่ผ่านมาในอดีต และผู้เรียนสามารถดึงเอาความรู้เหล่านั้นมาใช้ในการเรียนรู้ใหม่ได้ รวมทั้งได้นำเอาหลักการสอน (Pedagogical Principle) มาสอดคล้องเข้าไปในขณะวิเคราะห์ลำดับชั้นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ด้วย ลำดับชั้นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง "ระบบจำนวนจริง" ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์ 2 ประการคือ หลักเหตุผล (Logical Analysis) ตามลักษณะเนื้อหาวิชาและหลักการสอน (Pedagogical Principle) มาประกอบการพิจารณาลำดับชั้นเนื้อหาวิชาที่ได้จากการทดสอบ ได้ลำดับชั้นเนื้อหาวิชาใหม่ในแต่ละตอนเป็นดังนี้

ตอนที่ 1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับจำนวนจริงและสมบัติของจำนวนจริง

ลำดับชั้นเนื้อหาวิชาที่จัดเรียงเดิม

- 9. การหารจำนวนจริงโดยใช้การคูณ
และอินเวอร์สการคูณ
- 8. การลบจำนวนจริงโดยใช้การบวก
และอินเวอร์สการบวก
- 7. สมบัติของระบบจำนวนจริง
- 6. สมบัติการคูณในระบบจำนวนจริง
- 5. สมบัติการบวกในระบบจำนวนจริง
- 4. สมบัติการเท่ากันในระบบจำนวนจริง

ลำดับชั้นเนื้อหาวิชาจากผลการวิเคราะห์ข้อมูล

- 9. การหารจำนวนจริง โดยใช้การคูณ
และอินเวอร์สการคูณ
- 6. สมบัติการคูณในระบบจำนวนจริง
- 5. สมบัติการบวกในระบบจำนวนจริง
- 4. สมบัติการเท่ากันในระบบจำนวนจริง
- 7. สมบัติของระบบจำนวนจริง
- 8. การลบจำนวนจริงโดยใช้การบวก
และอินเวอร์สการบวก

ลำดับชั้นเนื้อหาวิชาใหม่

- 9. การหารจำนวนจริงโดยใช้การคูณ
และอินเวอร์สการคูณ
- 8. การลบจำนวนจริงโดยใช้การบวก
และอินเวอร์สการบวก
- 6. สมบัติการคูณในระบบจำนวนจริง
- 5. สมบัติการบวกในระบบจำนวนจริง
- 4. สมบัติการเท่ากันในระบบจำนวนจริง
- 7. สมบัติของระบบจำนวนจริง

3. เซตของจำนวนจริง

2. เซตของจำนวนตรรกยะและ
เซตของจำนวนอตรรกยะ

1.เซตของจำนวนนับและเซตของจำนวนเต็ม

3. เซตของจำนวนจริง

2. เซตของจำนวนตรรกยะและ
เซตของจำนวนอตรรกยะ

1.เซตของจำนวนนับและเซตของจำนวนเต็ม

3. เซตของจำนวนจริง

2. เซตของจำนวนตรรกยะและ
เซตของจำนวนอตรรกยะ

1.เซตของจำนวนนับและเซตของจำนวนเต็ม

จากการเปรียบเทียบลำดับชั้นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง “ระบบจำนวนจริง” ตอนที่ 1 พบว่าหัวข้อที่ 1 ซึ่งประกอบด้วยลำดับชั้นที่ 1 ลำดับชั้นที่ 2 และลำดับชั้นที่ 3 ไม่มีการเปลี่ยนแปลงลำดับชั้นเนื้อหาวิชา หัวข้อที่ 2 ประกอบด้วยลำดับชั้นที่ 4 และหัวข้อที่ 3 ประกอบด้วยลำดับชั้นที่ 5 และลำดับชั้นที่ 6 ไม่มีการเปลี่ยนแปลงลำดับชั้นเนื้อหาวิชา หัวข้อที่ 4 ประกอบด้วยลำดับชั้นที่ 7 มีค่ามัธยิมเลขคณิตแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 กับลำดับชั้นที่ 4 ลำดับชั้นที่ 5 และลำดับชั้นที่ 6 และค่ามัธยิมเลขคณิตของลำดับชั้นที่ 7 มากกว่าลำดับชั้นที่ 4 ลำดับชั้นที่ 5 และลำดับชั้นที่ 6 จึงนำมาอยู่ก่อนลำดับชั้นที่ 4 ลำดับชั้นที่ 5 และลำดับชั้นที่ 6 หัวข้อที่ 5 ประกอบด้วยลำดับชั้นที่ 8 และลำดับชั้นที่ 9 ไม่มีการเปลี่ยนแปลงลำดับชั้นเนื้อหาวิชา การที่ไม่นำลำดับชั้นที่ 8 มาอยู่ก่อนลำดับชั้นที่ 7 ลำดับชั้นที่ 4 ลำดับชั้นที่ 5 และลำดับชั้นที่ 6 เนื่องจากเนื้อหาวิชาในลำดับชั้นที่ 8 เป็นเนื้อหาวิชาที่ต้องอาศัยเนื้อหาวิชาในลำดับชั้นที่ 5

ตอนที่ 2 การแก้สมการและอสมการตัวแปรเดียว

ลำดับชั้นเนื้อหาวิชาที่จัดเรียงเดิม

- 20. การแก้สมการตัวแปรเดียวที่อยู่ในรูปค่าสัมบูรณ์
- 19. การแก้สมการตัวแปรเดียวที่อยู่ในรูปค่าสัมบูรณ์
- 18. สมบัติของค่าสัมบูรณ์
- 17. การแก้สมการตัวแปรเดียว
- 16. ช่วง
- 15. สมบัติการไม่เท่ากัน
- 14. การแก้สมการตัวแปรเดียว(เมื่อ $a_n \neq 1$)

ลำดับชั้นเนื้อหาวิชาจากผลการวิเคราะห์ข้อมูล

- 20. การแก้สมการตัวแปรเดียวที่อยู่ในรูปค่าสัมบูรณ์
- 15. สมบัติการไม่เท่ากัน
- 14. การแก้สมการตัวแปรเดียว(เมื่อ $a_n \neq 1$)
- 13. การใช้ทฤษฎีบทตัวประกอบและทฤษฎีบทตัวประกอบจำนวนตรรกยะแยกตัวประกอบของพหุนาม(เมื่อ $a_n \neq 1$)
- 12. การแก้สมการตัวแปรเดียว(เมื่อ $a_n = 1$)
- 19. การแก้สมการตัวแปรเดียวที่อยู่ในรูปค่าสัมบูรณ์

ลำดับชั้นเนื้อหาวิชาใหม่

- 20. การแก้สมการตัวแปรเดียวที่อยู่ในรูปค่าสัมบูรณ์
- 19. การแก้สมการตัวแปรเดียวที่อยู่ในรูปค่าสัมบูรณ์
- 18. สมบัติของค่าสัมบูรณ์
- 17. การแก้สมการตัวแปรเดียว
- 16. ช่วง
- 15. สมบัติการไม่เท่ากัน
- 14. การแก้สมการตัวแปรเดียว(เมื่อ $a_n \neq 1$)

13. การใช้ทฤษฎีบทตัวประกอบและทฤษฎี
บทตัวประกอบจำนวนตรรกยะแยก
ตัวประกอบของพหุนาม(เมื่อ $a_n \neq 1$)

12. การแก้สมการตัวแปรเดียว(เมื่อ $a_n = 1$)

11. การใช้ทฤษฎีบทเศษเหลือและทฤษฎีบท
ตัวประกอบแยกตัวประกอบของพหุนาม
(เมื่อ $a_n = 1$)

10. การใช้ทฤษฎีบทเศษเหลือหาเศษจากการ
หารพหุนามด้วยพหุนาม

18. สมบัติของค่าสัมบูรณ์

17. การแก้สมการตัวแปรเดียว

11. การใช้ทฤษฎีบทเศษเหลือและทฤษฎีบท
ตัวประกอบแยกตัวประกอบของพหุนาม
(เมื่อ $a = 1$)

16. ช่วง

10. การใช้ทฤษฎีบทเศษเหลือหาเศษจาก
การหารพหุนามด้วยพหุนาม

13. การใช้ทฤษฎีบทตัวประกอบและทฤษฎี
บทตัวประกอบจำนวนตรรกยะแยก
ตัวประกอบของพหุนาม(เมื่อ $a_n \neq 1$)

12. การแก้สมการตัวแปรเดียว(เมื่อ $a_n = 1$)

11. การใช้ทฤษฎีบทเศษเหลือและทฤษฎีบท
ตัวประกอบแยกตัวประกอบของพหุนาม
(เมื่อ $a_n = 1$)

10. การใช้ทฤษฎีบทเศษเหลือหาเศษจาก
การหารพหุนามด้วยพหุนาม

จากการเปรียบเทียบลำดับชั้นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง “ระบบจำนวนจริง” ตอนที่ 2 พบว่าลำดับชั้นเนื้อหาวิชาที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงลำดับชั้นเนื้อหาวิชาไปจากลำดับชั้นเนื้อหาวิชาเดิมหลายลำดับชั้น แต่เมื่อนำทฤษฎีการเรียนรู้ หลักเหตุผลตามลักษณะวิชา และหลักการสอนมาพิจารณาพบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงลำดับชั้นเนื้อหาวิชาไปจากลำดับชั้นเนื้อหาวิชาเดิม การที่ไม่นำลำดับชั้นที่ 16 มาอยู่ก่อนลำดับชั้นที่ 11 เนื่องจากจะเป็นการย้ายเนื้อหาวิชาข้ามหัวข้อ ไม่นำลำดับชั้นที่ 17 มาอยู่ก่อนลำดับชั้นที่ 12 เนื่องจากเนื้อหาวิชาในลำดับชั้นที่ 12 เป็นพื้นฐานของเนื้อหาวิชาในลำดับชั้นที่ 17 ไม่นำลำดับชั้นที่ 18 และลำดับชั้นที่ 19 มาอยู่ก่อนลำดับชั้นที่ 12 เนื่องจากเนื้อหาวิชาในลำดับชั้นที่ 12 เป็นพื้นฐานของเนื้อหาวิชาในลำดับชั้นที่ 18 และลำดับชั้นที่ 19

ตอนที่ 3 สมบัติความบริบูรณ์

ลำดับชั้นเนื้อหาวิชาที่จัดเรียงเดิม	ลำดับชั้นเนื้อหาวิชาจากการวิเคราะห์ข้อมูล	ลำดับชั้นเนื้อหาวิชาใหม่
25. สัญลักษณ์ของ ค.ร.น. และ ห.ร.ม.	24. ทฤษฎีบทและขั้นตอนวิธีการหาร	25. สัญลักษณ์ของ ค.ร.น. และ ห.ร.ม.
24. ทฤษฎีบทและขั้นตอนวิธีการหาร	25. สัญลักษณ์ของ ค.ร.น. และ ห.ร.ม.	24. ทฤษฎีบทและขั้นตอนวิธีการหาร
23. จำนวนเฉพาะ	23. จำนวนเฉพาะ	23. จำนวนเฉพาะ
22. สัญลักษณ์การหารลงตัวและสมบัติการหารลงตัว	22. สัญลักษณ์การหารลงตัวและสมบัติการหารลงตัว	22. สัญลักษณ์การหารลงตัวและสมบัติการหารลงตัว

21.การมีขอบเขตบนและค่าขอบเขตบนของ
สับเซตของจำนวนจริงและค่าขอบเขตบน
ที่น้อยที่สุดของสับเซตของจำนวนจริง

21.การมีขอบเขตบนและค่าขอบเขตบนของ
สับเซตของจำนวนจริงและค่าขอบเขตบน
ที่น้อยที่สุดของสับเซตของจำนวนจริง

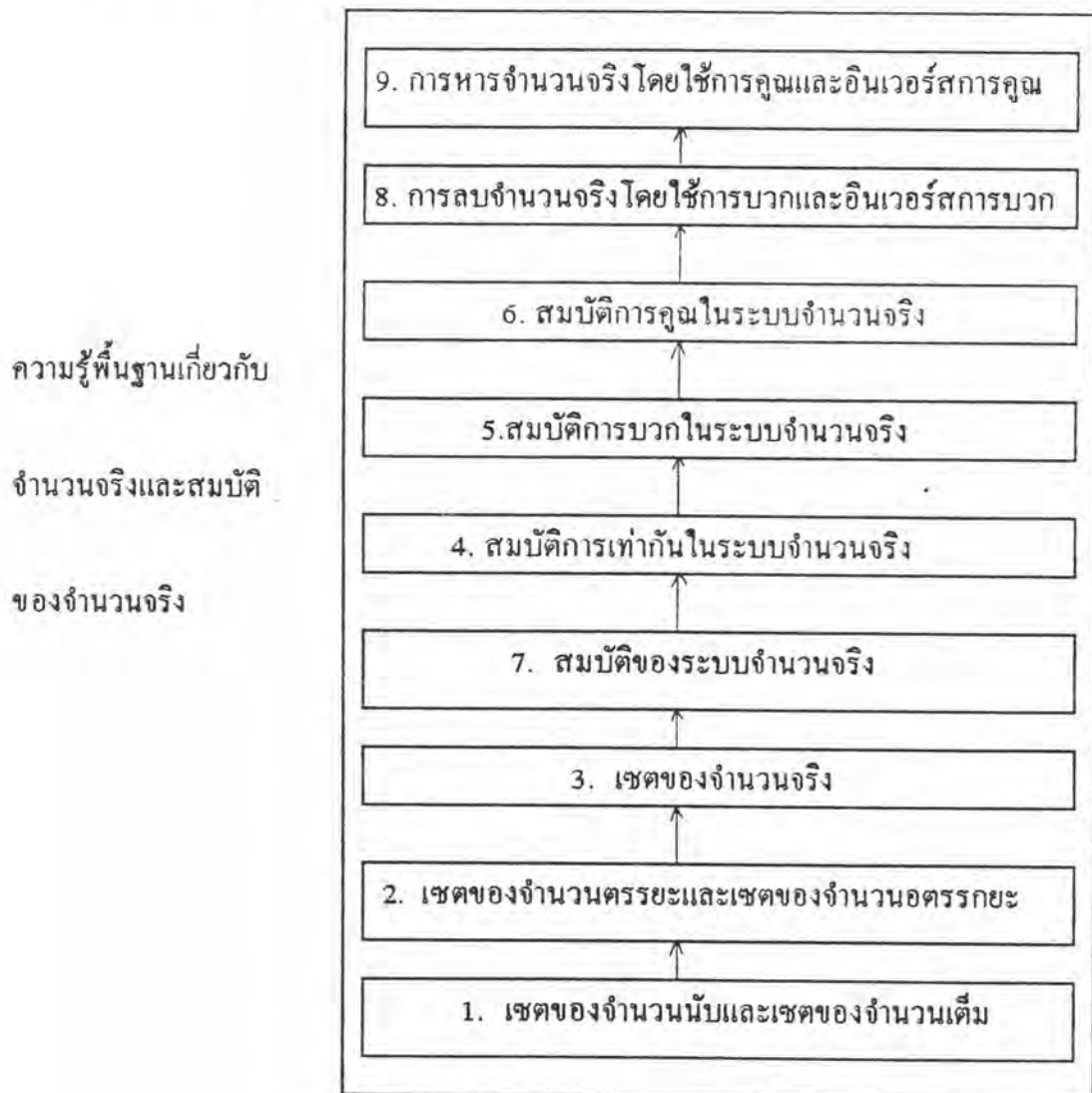
21.การมีขอบเขตบนและค่าขอบเขตบนของ
สับเซตของจำนวนจริงและค่าขอบเขตบน
ที่น้อยที่สุดของสับเซตของจำนวนจริง

จากการเปรียบเทียบลำดับชั้นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง “ระบบจำนวนจริง” ตอนที่ 3 พบว่าลำดับชั้นเนื้อหาวิชาที่ได้จากการวิเคราะห์ ข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงลำดับชั้นเนื้อหาวิชาไปจากลำดับชั้นเนื้อหาวิชาเดิม 2 ลำดับชั้น แต่เมื่อนำทฤษฎีการเรียนรู้ หลักเหตุผลตามลักษณะวิชา และหลักการสอนมาพิจารณาพบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงลำดับชั้นเนื้อหาวิชาไปจากลำดับชั้นเนื้อหาวิชาเดิม การที่ไม่นำเนื้อหาวิชาในลำดับชั้นที่ 25 มาอยู่ก่อนลำดับชั้นที่ 24 เนื่องจากเนื้อหาวิชาในลำดับชั้นที่ 24 เป็นพื้นฐานของเนื้อหาวิชาในลำดับชั้นที่ 25



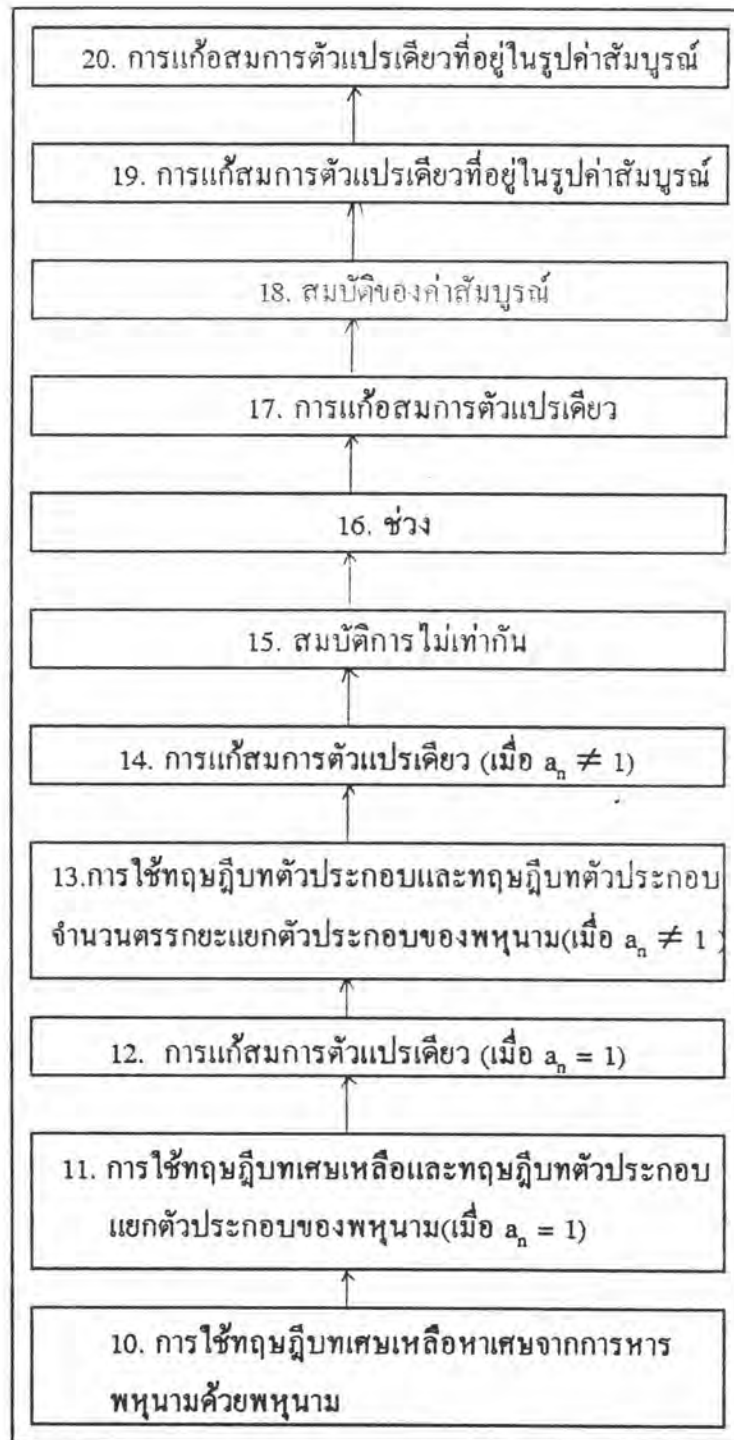
จากการเรียงลำดับชั้นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง “ระบบจำนวนจริง” ที่ได้จากการทดสอบวัดความรู้พื้นฐานการเรียนรู้ของนักเรียน ผู้วิจัยได้นำเสนอลำดับชั้นเนื้อหาวิชาดังกล่าวเป็นแผนภาพไว้ ในแผนภาพที่ 3 ดังนี้

แผนภาพที่ 3 แสดงลำดับชั้นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง “ระบบจำนวนจริง” ในหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้จากการทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดพื้นฐานการเรียนรู้



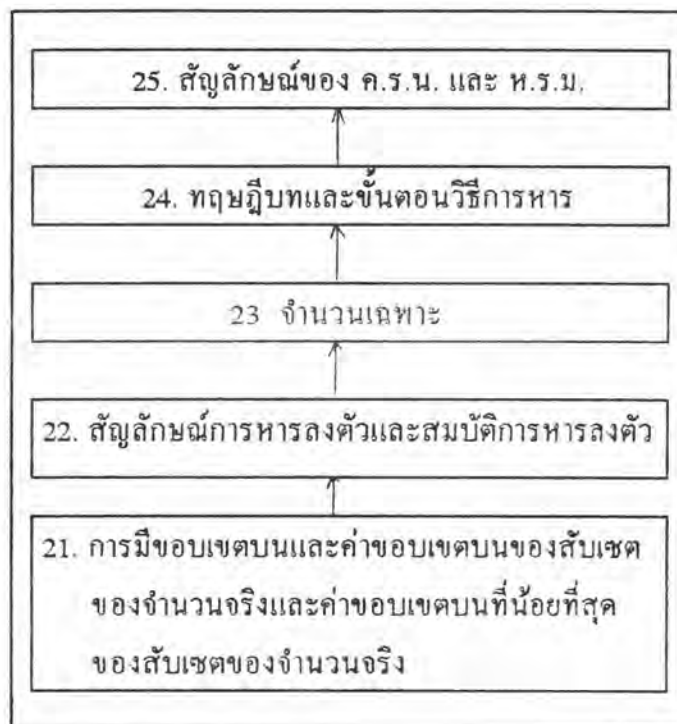
แผนภาพที่ 3 (ต่อ)

การแก้สมการและ
อสมการตัวแปรเดียว



แผนภาพที่ 3 (ต่อ)

สมบัติความบริบูรณ์



หลังจากการจัดเรียงลำดับชั้นเนื้อหาวิชาใหม่แล้วผู้วิจัยได้นำลำดับชั้นเนื้อหาวิชาใหม่พร้อมด้วยสังเขปเนื้อหาวิชาให้ผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่านพิจารณาความเหมาะสมและความต่อเนื่องของเนื้อหาวิชาในลำดับชั้นเนื้อหาวิชาใหม่ ปรากฏว่าลำดับชั้นเนื้อหาวิชาใหม่เหมาะสมและมีความต่อเนื่องของเนื้อหาวิชา และสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้