

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล



ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ตอนได้แก่

ตอนที่ 1. ลำดับชั้นเนื้อหาวิชา

ตอนที่ 2. ข้อบกพร่องที่พบจากการวิเคราะห์คำตอบของแบบทดสอบวินิจฉัยศักยภาพการเรียน

ลำดับชั้นเนื้อหาวิชา

แบ่งออกเป็น 2 ส่วนได้แก่

ส่วนที่ 1 เป็นการเรียงลำดับชั้นของกลุ่มเนื้อหาวิชา ซึ่งแบ่งเป็น 5 ตอน ปรากฏว่าการจัดเรียงลำดับชั้นของกลุ่มเนื้อหาวิชาทั้ง 5 ตอนเป็นที่ยอมรับของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 7 ท่าน แสดงว่าการเรียงลำดับชั้นของกลุ่มเนื้อหาวิชาทั้ง 5 ตอนเหมาะสมแล้ว จึงสามารถนำไปใช้ได้

การเรียงลำดับชั้นของกลุ่มเนื้อหาวิชาทั้ง 5 ตอนเป็นดังนี้คือ

การหารจำนวนเต็ม

การคูณจำนวนเต็ม

การลบจำนวนเต็ม

การบวกจำนวนเต็ม

ความรู้พื้นฐาน

ส่วนที่ 2 เป็นการเรียงลำดับขั้นของเนื้อหาในแต่ละตอน ซึ่งผลปรากฏดังต่อไปนี้

การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว เพื่อทดสอบความแตกต่างของมัธยฐานเลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้ของแต่ละลำดับขั้น ในแต่ละตอน เป็นดังนี้คือ

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของตอนความรู้พื้นฐานเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของมัธยฐานเลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้ระหว่างลำดับขั้นที่ 1-7

Source	df	SS	MS	F
Treatments	6	115.16	19.19	40.829*
Residual	2765	1119.84	0.47	
Total	2370	1814.30		

\* $P < .05$  ( $.05F_{6, 2370} = 2.10$ )

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ปรากฏว่ามัธยฐานเลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้ทั้ง 7 ลำดับขั้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 (ตั้งรายละเอียดการคำนวณในภาคผนวก ง.) ดังนั้นจึงนำมัธยฐานเลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้ของแต่ละลำดับขั้นมาทดสอบทีละคู่โดยวิธีของเชฟเฟ (Scheffe) ปรากฏผลตามตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของมัยติมเลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบ  
วินิจฉัยการเรียนรู้ตอนความรู้พื้นฐานในลำดับขั้นที่ 1-7 เป็นอ ๆ

ลำดับ	ขั้นที่	ความแตกต่างระหว่าง $\bar{T}$						
		1	2	3	4	5	6	7
		2.61	2.45	2.72	2.24	2.57	2.65	2.14
1	2.61	-	0.16	0.11	0.37*	0.04	0.04	0.47*
2	2.45		-	0.27*	0.21*	0.12	0.2	0.31*
3	2.72			-	0.48*	0.15	0.07	0.58*
4	2.24				-	0.33*	0.41*	0.1
5	2.57					-	0.08	0.43*
6	2.65						-	0.51*

\* $P < .05$  ( $d = 0.17$ )

จากการทดสอบทีละคู่ ปรากฏผลดังนี้

มัยติมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 1 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ  
.05 กับมัยติมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 4 กับลำดับขั้นที่ 7

มัยติมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 2 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ  
.05 กับมัยติมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 3 ลำดับที่ 4 และลำดับขั้นที่ 7

มัยติมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 3 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ  
.05 กับมัยติมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 4 และลำดับขั้นที่ 7

มัยติมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 4 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ  
.05 กับมัยติมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 5 และลำดับขั้นที่ 6

มัยติมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 5 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ  
.05 กับมัยติมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 7

และมัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 6 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 กับมัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 1

ตอนการบวกจำนวนเต็ม

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของตอนการบวกจำนวนเต็มเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของมัชฌิมเลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบวินิจฉัยการเขียนระหว่างลำดับขั้นที่ 8-14

Source	df	SS	MS	F
Treatments	6	205.95	34.33	57.22*
Residual	2370	1427.05	0.60	
Total	2771	2813.69		

$$* P < .05 \text{ (.05F}_{6,2370} = 2.10)$$

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ปรากฏว่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบวินิจฉัยการเขียนทั้ง 7 ลำดับขั้น มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 (ตั้งรายละเอียดการคำนวณในภาคผนวก ง.) ดังนั้นจึงนำมัชฌิมเลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบวินิจฉัยการเขียนของแต่ละลำดับขั้นมาทดสอบทีละคู่โดยวิธีของเชฟเฟ (Scheffe) ปรากฏผลตามตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 6 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของมัชฌิมเลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบ  
วิธีสังเกตการเรียนตอนการบอกจำนวนเต็มในลำดับขั้นที่ 8-14 เป็นอ ๆ

ลำดับ		ความแตกต่างระหว่าง $\bar{T}$						
ขั้นที่	$\bar{T}$	8	9	10	11	12	13	14
8	2.76	-	0.56*	0.59*	0.54*	0.08	0.17	0.56*
9	2.20		-	0.03	0.02	0.64*	0.39*	0.00
10	2.17			-	0.05	0.67*	0.42*	0.03
11	2.22				-	0.62*	0.37*	0.02
12	2.84					-	0.25*	0.64*
13	2.59						-	0.39*

\*  $P < .05$  ( $d = 0.20$ )

จากการทดสอบทีละคู่ ปรากฏผลดังนี้

มัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 8 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ  
.05 กับมัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 9 ลำดับขั้นที่ 10 ลำดับขั้นที่ 11 และลำดับขั้น  
ที่ 14

มัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 9 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ  
.05 กับมัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 12 และลำดับขั้นที่ 13

มัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 10 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ  
.05 กับมัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 12 และลำดับขั้นที่ 13

มัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 11 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ  
.05 กับมัชฌิมเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 12 และลำดับขั้นที่ 13

มีขั้วเดิม เลขคณิตของคะแนนในลำดับ ชั้นที่ 12 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 กับมีขั้วเดิม เลขคณิตของคะแนนในลำดับชั้นที่ 13 และลำดับชั้นที่ 14

และมีขั้วเดิม เลขคณิตของคะแนนในลำดับชั้นที่ 13 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 กับมีขั้วเดิม เลขคณิตของคะแนนในลำดับชั้นที่ 14

#### ตอนการลบจำนวนเต็ม

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทาง เดี่ยวของตอนการลบจำนวนเต็มเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของมีขั้วเดิม เลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบวินิจฉัยการเขียน ระหว่างลำดับชั้นที่ 15-19

Source	df	SS	MS	F
Treatments	4	254.93	63.73	78.68 *
Residual	1580	1286.87	0.81	
Total	1979	3122.11		

\*  $P < .05$  ( $.05F_{4, 1580} = 2.37$ )

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทาง เดี่ยว ปรากฏว่ามีขั้วเดิม เลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบวินิจฉัยการเขียน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 (ตั้งรายละเอียดการคำนวณในภาคผนวก ง.) ดังนั้นจึงนำมีขั้วเดิม เลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบวินิจฉัยการเขียน ของแต่ละลำดับชั้นมาทดสอบทีละคู่โดยวิธีของเชฟเฟ (Scheffe) ปรากฏผลตามตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 8 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของมัธยฐานเลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบ  
วินิจฉัยการเรียนตอนการสอบจำนวนเต็มในลำดับชั้นที่ 15-19 เป็นคู่ ๆ

ลำดับ	ชั้นที่	$\bar{T}$	ความแตกต่างระหว่าง $\bar{T}$				
			15	16	17	18	19
			2.43	1.52	1.48	1.64	2.00
15	15	2.43	-	0.91*	0.95*	0.79*	0.43*
16	16	1.52		-	0.04	0.12	0.48*
17	17	1.48			-	0.16	0.52*
18	18	1.64				-	0.36*

\*  $P < .05$  ( $d = 0.20$ )

จากการทดสอบทีละคู่ ปรากฏผลดังนี้

มัธยฐานเลขคณิตของคะแนนในลำดับชั้นที่ 15 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 กับมัธยฐานเลขคณิตของคะแนนในลำดับชั้นที่ 16 ลำดับชั้นที่ 17 ลำดับชั้นที่ 18 และลำดับชั้นที่ 19

มัธยฐานเลขคณิตของคะแนนในลำดับชั้นที่ 16 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 กับมัธยฐานเลขคณิตของคะแนนในลำดับชั้นที่ 19

มัธยฐานเลขคณิตของคะแนนในลำดับชั้นที่ 17 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 กับมัธยฐานเลขคณิตของคะแนนในลำดับชั้นที่ 19

และมัธยฐานเลขคณิตของคะแนนในลำดับชั้นที่ 18 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 กับมัธยฐานเลขคณิตของคะแนนในลำดับชั้นที่ 19



ตอนการคูณจำนวนเต็ม

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของตอนการคูณจำนวนเต็มเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของมัธยฐานเลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบวินิจฉัยผู้เรียนระหว่างลำดับชั้นที่ 20-28

Source	df	SS	MS	F
Treatments	8	238.26	29.78	102.69*
Residual	3160	878.96	0.29	
Total	3563	3388.57		

$$*P < .05 \text{ (} .05F_{8, 3160} = 1.94 \text{)}$$

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวปรากฏว่ามัธยฐานเลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบวินิจฉัยผู้เรียนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 (ตั้งรายละเอียดการคำนวณในภาคผนวก ง) ดังนั้นจึงนำมัธยฐานเลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบวินิจฉัยผู้เรียนของแต่ละลำดับชั้นมาทดสอบทีละคู่โดยวิธีของเชฟเฟ (Scheffe) ปรากฏผลตามตารางข้างล่าง

นี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ 10 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของมัธยฐานเลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบ  
วัดสัจการเขียนตอนการคูณส่วนเติมในลำดับขั้นที่ 20-28 เป็นอ ๆ

ลำดับ ขั้นที่	$\bar{T}$	ความแตกต่างระหว่าง $\bar{T}$								
		20	21	22	23	24	25	26	27	28
		2.56	2.62	2.59	2.37	2.02	2.51	2.35	2.10	1.92
20	2.56	-	0.06	0.03	0.19*	0.54*	0.05	0.21*	0.46*	0.64*
21	2.62		-	0.03	0.25*	0.6*	0.11	0.27*	0.52*	0.7*
22	2.59			-	0.22*	0.57*	0.08	0.24*	0.49*	0.67*
23	2.37				-	0.35*	0.14	0.02	0.27*	0.45*
24	2.02					-	0.59*	0.33*	0.08	0.1
25	2.51						-	0.16	0.41*	0.59*
26	2.35							-	0.25*	0.43*
27	2.10								-	0.18*

\*  $P < .05$  ( $d = 0.15$ )

มัธยฐานเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 20 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ  
.05 กับมัธยฐานเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 23 ลำดับขั้นที่ 24 ลำดับขั้นที่ 26 ลำดับขั้นที่  
27 และลำดับขั้นที่ 28

มัธยฐานเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 21 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ  
.05 กับมัธยฐานเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 23 ลำดับขั้นที่ 24 ลำดับขั้นที่ 26 ลำดับขั้น  
ที่ 27 และลำดับขั้นที่ 28

มัธยฐานเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 22 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ  
.05 กับมัธยฐานเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 23 ลำดับขั้นที่ 24 ลำดับขั้นที่ 26 ลำดับขั้นที่ 27  
และลำดับขั้นที่ 28

มัธยฐานเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 23 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05  
กับมัธยฐานเลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 24 ลำดับขั้นที่ 27 และลำดับขั้นที่ 28

มีขั้วเดิม เลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 24 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ

.05 กับมีขั้วเดิม เลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 25 และลำดับขั้นที่ 26

มีขั้วเดิม เลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 25 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ

.05 กับมีขั้วเดิม เลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 26 ลำดับขั้นที่ 27 และลำดับขั้นที่ 28

มีขั้วเดิม เลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 26 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ

.05 กับมีขั้วเดิม เลขคณิตของคะแนนในลำดับขั้นที่ 27 และลำดับขั้นที่ 28

#### ตอนการหารจำนวนเต็ม

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของตอนการหารจำนวนเต็ม เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของมีขั้วเดิม เลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนระหว่างลำดับ ขั้นที่ 29-34

Source	df	SS	MS	F
Treatments	5	321.14	64.23	87.99*
Residual	1975	1444.69	0.73	
Total	2375	3041.27		

\*  $P < .05$  ( $0.5F_{5,1975}$   $F = 2.21$ )

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ปรากฏว่ามีขั้วเดิม เลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 (ตั้งรายละเอียดการคำนวณในภาคผนวก ง.) ดังนั้นจึงมีข้อสรุปผลคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนของแต่ละลำดับขั้นมาทดสอบทีละคู่โดยวิธีของเชฟเฟ (Scheffe) ปรากฏผลตามตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 12 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของมัยติม เลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบ  
วินิจฉัยการเรียนตอนการหารจำนวนเต็มในลำดับชั้นที่ 29-34 เป็นคู่ ๆ

ลำดับ ชั้นที่	$\bar{T}$	ความแตกต่างระหว่าง $\bar{T}$					
		29	30	31	32	33	34
		2.09	2.24	2.22	2.24	2.24	1.31
29	2.09	-	0.15	0.13	0.15	0.15	0.78*
30	2.24		-	0.02	0.00	0.00	1.93*
31	2.22			-	0.02	0.02	0.91*
32	2.24				-	0.00	1.93*
33	2.24					-	1.93*

\*  $P < .05$  ( $d = 0.20$ )

จากการทดสอบทีละคู่ ปรากฏผลเป็นดังนี้

มัยติม เลขคณิตของคะแนนในลำดับชั้นที่ 34 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ  
.05 กับมัยติม เลขคณิตของคะแนน ในลำดับชั้นอื่น ๆ ทุกลำดับชั้น ในตอนการหารจำนวนเต็ม  
ส่วนมัยติม เลขคณิตของคะแนนในลำดับชั้นอื่น ๆ ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

การเรียงลำดับชั้นเนื้อหาวิชาในแต่ละตอน โดยนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปร-  
ปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ มาใช้ในการพิจารณาการเรียงลำดับชั้นของเนื้อหา ตามเกณฑ์ที่  
กำหนดให้ ดังต่อไปนี้

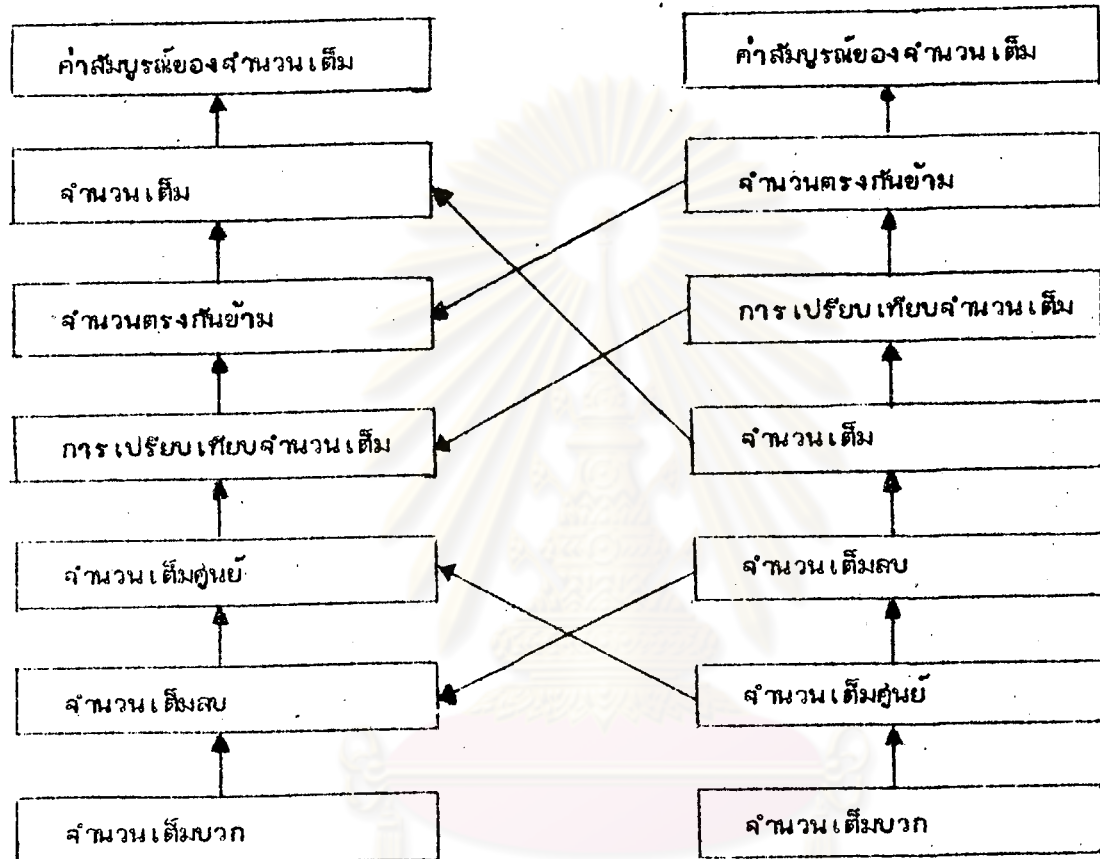
1. ถ้าทดสอบแล้วพบว่า มัยติม เลขคณิตของคะแนนจากการทดสอบวินิจฉัยการเรียน  
คู่ใด ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 ให้คงสภาพการเรียงลำดับชั้นแบบเดิมไว้
2. ถ้าทดสอบแล้วพบว่า มัยติม เลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียน  
คู่ใด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ให้เรียงลำดับชั้นของเนื้อหาใหม่ คือ เรียงเอา  
ลำดับชั้นที่มีมัยติม เลขคณิตสูงกว่าไว้ด้านล่าง เอาลำดับชั้นที่มีมัยติม เลขคณิตต่ำกว่าไว้ข้างบน  
ทั้งนี้เพราะถือว่าลำดับชั้นที่มีมัยติม เลขคณิตสูงกว่า ง่ายกว่าลำดับชั้นที่มีมัยติม เลขคณิตต่ำกว่า

การเปรียบเทียบการเรียงลำดับชั้นเนื้อหาวิชาที่จัดเรียงใหม่กับลำดับชั้นเนื้อหาวิชาเดิม

ตอนความรู้พื้นฐาน

ลำดับชั้นเนื้อหาวิชาที่จัดเรียงใหม่

ลำดับชั้นเนื้อหาวิชาเดิม



ข้อควรสังเกตที่ได้จากการเปรียบเทียบวิธีการเรียงลำดับชั้นเนื้อหาวิชาที่จัดเรียงใหม่กับลำดับชั้นเนื้อหาวิชาเดิม มีดังต่อไปนี้

1. ลำดับชั้นของเรื่องจำนวนเต็มบวกกับลำดับชั้นของเรื่องค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มจัดเรียงลำดับชั้นเหมือนเดิม คือ อยู่ล่างสุดกับบนสุด
2. ลำดับชั้นของเรื่องจำนวนเต็มศูนย์ กับลำดับชั้นของเรื่องจำนวนเต็มลบ จัดเรียงลำดับชั้นสลับที่กัน
3. ลำดับชั้นของเรื่องการเปรียบเทียบจำนวนเต็มกับลำดับชั้นของเรื่องจำนวนตรงกันข้ามเรียงลำดับชั้นที่ต่อเนื่องกันเหมือนเดิม แต่ลำดับชั้นทั้ง 2 เรื่องนี้สลับที่กันกับลำดับชั้นของเรื่องจำนวนเต็ม

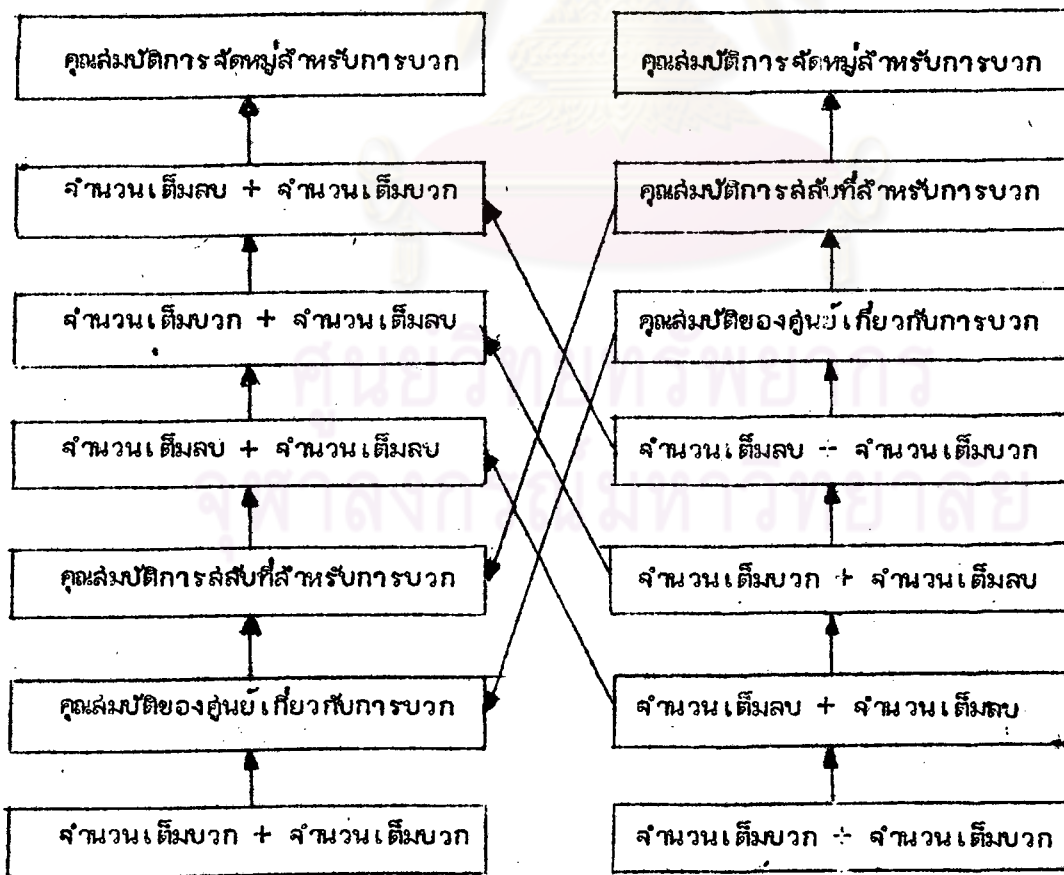
เมื่อพิจารณาลำดับชั้นเนื้อหาวิชาที่จัดเรียงใหม่ โดยนำหลักเหตุผลตามลักษณะวิชา และหลักการล่อนมาประกอบการพิจารณา จะเห็นได้ว่าลำดับชั้นตอนที่จัดเรียงใหม่นี้ยังขาดความเหมาะสม เพราะในสภาพการเรียนรู้อย่างระดับประถมศึกษา ผู้เรียนจะเรียนรู้เรื่องจำนวนเต็มคู่ก่อนเรื่องจำนวนเต็มลบ เพราะจะต้องใช้จำนวนเต็มคู่มาอธิบายเรื่องจำนวนเต็มลบ และเรื่องจำนวนเต็มก็ต้องเรียนรู้ก่อนเรื่องการเปรียบเทียบจำนวนเต็มและเรื่องจำนวนตรงกันข้าม เพราะต้องใช้เรื่องจำนวนเต็มมาอธิบายในเรื่องการเปรียบเทียบจำนวนเต็มและเรื่องจำนวนตรงกันข้าม

ด้วยเหตุผลดังกล่าวแล้ว ผู้วิจัยเห็นว่าควรจัดเรียงลำดับชั้นเนื้อหาวิชาตอนความรู้พื้นฐาน ตามแบบเดิมเป็นการเหมาะสมกว่า

ตอน การบวกจำนวนเต็ม

ลำดับชั้นเนื้อหาวิชาที่จัดเรียงใหม่

ลำดับชั้นเนื้อหาวิชา เดิม



ข้อสังเกตที่ได้จากการเปรียบเทียบวิธีการเรียงลำดับชั้นเนื้อหาวิชาที่จัดเรียงใหม่กับลำดับชั้นเนื้อหาวิชาเดิม มีดังต่อไปนี้

1. ลำดับชั้นของเรื่อง จำนวนเต็มบวก + จำนวนเต็มบวก กับลำดับชั้นของเรื่อง คุณสมบัติการสลับสำหรับการบวก จัดเรียงลำดับชั้นเหมือนเดิม คือ อยู่ล่างสุดกับบนสุด

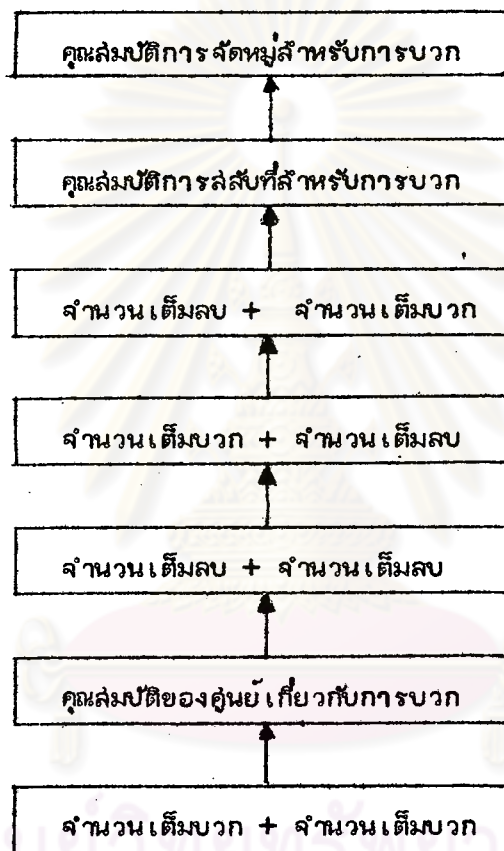
2. ลำดับชั้นของเรื่อง จำนวนเต็มลบ + จำนวนเต็มลบ ลำดับชั้นของเรื่อง จำนวนเต็มบวก + จำนวนเต็มลบ และลำดับชั้นของเรื่อง จำนวนเต็มลบ + จำนวนเต็มบวก เรียงลำดับชั้นที่ต่อเนื่องกันเหมือนเดิม แต่ลำดับชั้นทั้ง 3 เรื่องนี้ลึบที่กันกับลำดับชั้นของเรื่อง คุณสมบัติของศูนย์เกี่ยวกับการบวก กับลำดับชั้นของเรื่อง คุณสมบัติการสลับสำหรับการบวก ซึ่งลำดับชั้นของทั้ง 2 เรื่องนี้ต่อเนื่องกันเหมือนเดิม

เมื่อพิจารณาลำดับชั้นเนื้อหาวิชาที่จัดเรียงใหม่ โดยนำหลักเหตุผลตามลักษณะวิชา และหลักการสอนมาประกอบการพิจารณา จะเห็นได้ว่าลำดับชั้นตอนที่จัดเรียงใหม่นี้ยังขาดความเหมาะสม เพราะตามสภาพการเรียนรู้เรื่องคุณสมบัติการสลับสำหรับการบวก ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้เรื่องจำนวนเต็มบวก + จำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ + จำนวนเต็มลบ จำนวนเต็มบวก + จำนวนเต็มลบ และจำนวนเต็มลบ + จำนวนเต็มบวก มาก่อน ส่วนเรื่องคุณสมบัติของศูนย์เกี่ยวกับการบวกไม่จำเป็นต้องเรียนรู้เรื่องจำนวนเต็มลบ + จำนวนเต็มลบ จำนวนเต็มบวก + จำนวนเต็มลบ และจำนวนเต็มลบ + จำนวนเต็มบวกมาก่อน

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ด้วยเหตุผลดังกล่าวแล้วผู้วิจัยเห็นว่าควรจัดเรียงลำดับชั้นเนื้อหาวิชาตอนการบวกจำนวนเต็ม โดยการปรับลำดับชั้นเนื้อหาวิชาที่จัดเรียงใหม่ ด้วยการนำเรื่องคุณสมบัติการสลับที่สำหรับการบวกไปอยู่ในลำดับชั้นเดิมของการเรียงลำดับชั้นเนื้อหาวิชาเดิม ส่วนเรื่องคุณสมบัติของศูนย์เกี่ยวกับการบวกอยู่ในลำดับชั้นที่จัดเรียงใหม่ เป็นการเหมาะสมกว่า ดังนั้นลำดับชั้นเนื้อหาวิชาตอนการบวกจำนวนเต็ม เป็นดังนี้



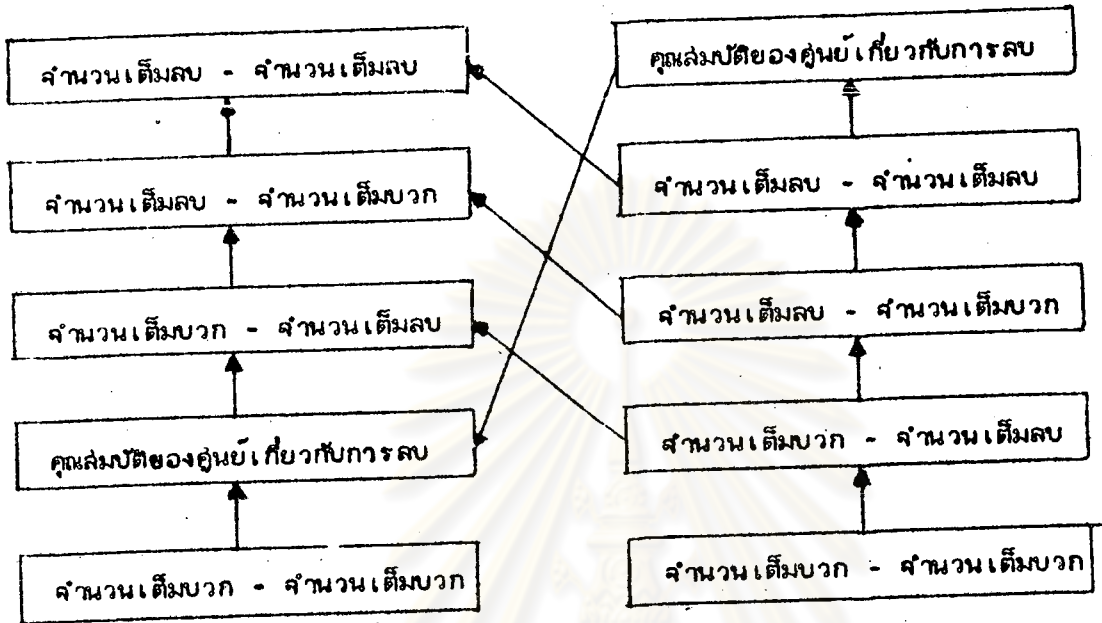
ศูนย์วิจัยการศึกษาศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตอน การลบจำนวนเต็ม

ลำดับชั้นเนื้อหาวิชาที่จัดเรียงใหม่

ลำดับชั้นเนื้อหาวิชาเดิม



ข้อสังเกตที่ได้จากการเปรียบเทียบวิธีการเรียงลำดับชั้นเนื้อหาวิชาที่จัดเรียงใหม่ กับลำดับชั้นเนื้อหาวิชาเดิม มีดังต่อไปนี้

1. ลำดับชั้นของเรื่อง จำนวนเต็มบวก - จำนวนเต็มบวก จัดเรียงลำดับชั้นเหมือนเดิม คือ อยู่ล่างสุด
2. ลำดับชั้นของเรื่อง จำนวนเต็มบวก - จำนวนเต็มลบ ลำดับชั้นของเรื่อง จำนวนเต็มลบ - จำนวนเต็มบวก และลำดับชั้นของเรื่อง จำนวนเต็มลบ - จำนวนเต็มลบ เรียงลำดับชั้นที่ต่อเนื่องกันเหมือนเดิม แต่ลำดับชั้นทั้ง 3 เรื่องนี้สลับที่กันกับลำดับชั้นของเรื่อง คุณลักษณะอันดีเกี่ยวกับ การลบ

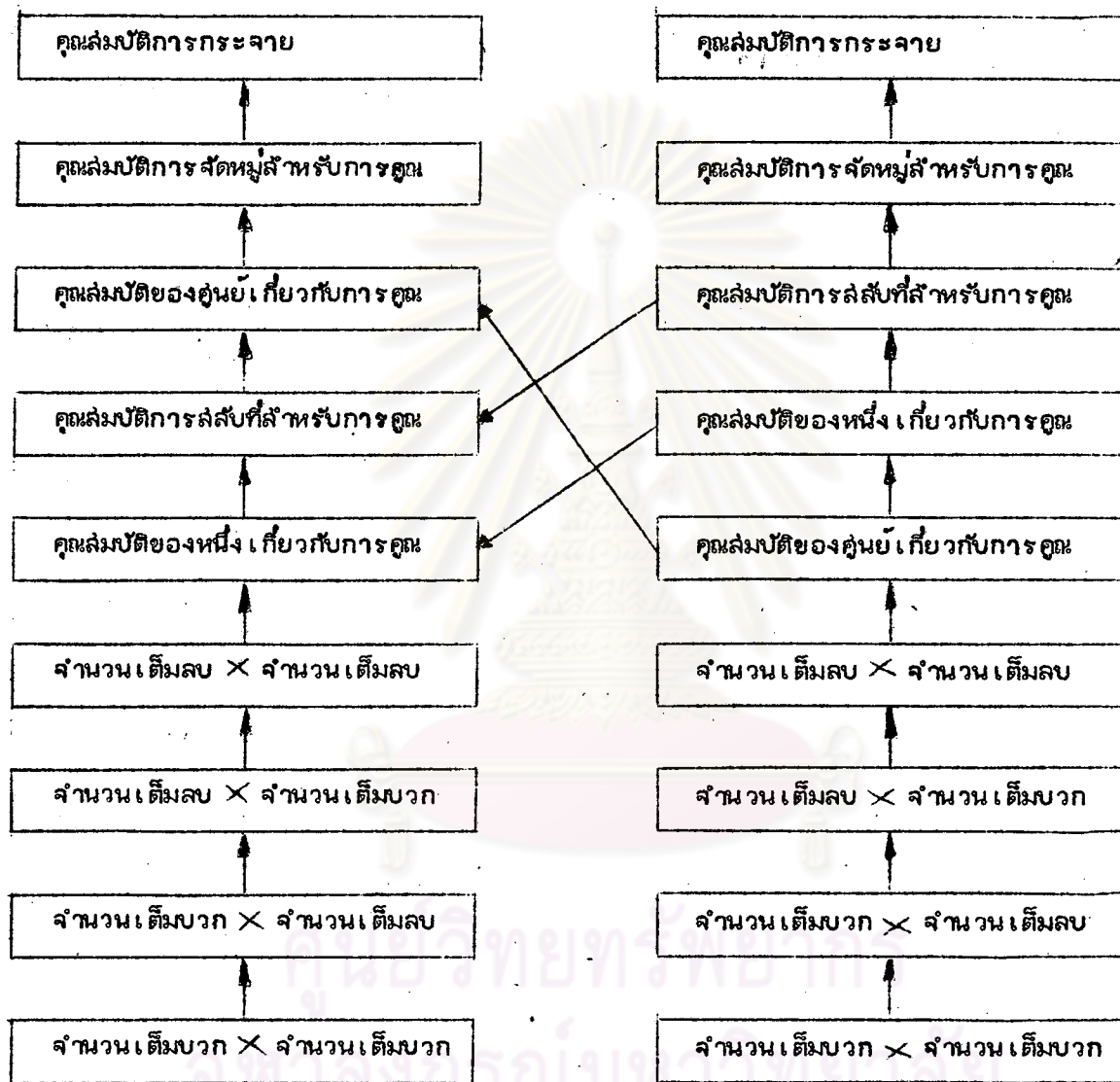
เมื่อพิจารณาลำดับชั้นเนื้อหาวิชาที่จัดเรียงใหม่ โดยนำหลักเหตุผลตามลักษณะวิชา และหลักการล่อนมาประกอบการพิจารณา จะเห็นได้ว่าลำดับชั้นตอนที่จัดเรียงใหม่มีความเหมาะสมดีแล้ว

ด้วยเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยเห็นว่าควรจัดเรียงลำดับชั้นเนื้อหาวิชาตอนการลบจำนวนเต็ม ตามแบบที่จัดเรียงใหม่เป็นการเหมาะสมกว่า

ตอน การคูณจำนวนเต็ม

ลำดับชั้นเนื้อหารายวิชาที่จัดเรียงใหม่

ลำดับชั้นเนื้อหารายวิชาเดิม



ข้อควรสังเกตุที่ได้จากการเปรียบเทียบวิธีการเรียงลำดับชั้นเนื้อหารายวิชาที่จัดเรียงใหม่กับลำดับชั้นเนื้อหารายวิชาเดิม มีดังต่อไปนี้

1. ลำดับชั้นของเรื่อง จำนวนเต็มบวก  $\times$  จำนวนเต็มบวก ลำดับชั้นของเรื่อง จำนวนเต็มบวก  $\times$  จำนวนเต็มลบ ลำดับชั้นของเรื่องจำนวนเต็มลบ  $\times$  จำนวนเต็มบวก ลำดับชั้น

ของเรื่องจำนวนเต็มลบ  $\times$  จำนวนเต็มลบ ลำดับชั้นของเรื่องคุณสมบัติการคัดหมู่สำหรับการคูณ และลำดับของเรื่องคุณสมบัติการกระจาย ต่างก็จัดเรียงลำดับชั้นเหมือนเดิม

2. ลำดับชั้นของเรื่องคุณสมบัติของหนึ่ง เกี่ยวกับการคูณ กับลำดับชั้นของเรื่องคุณสมบัติการสลับที่สำหรับการคูณ เรียงลำดับชั้นที่ต่อเนื่องกันเหมือนเดิม แต่ลำดับชั้นทั้ง 2 เรื่องนี้สลับที่กันกับลำดับชั้นของเรื่องคุณสมบัติของศูนย์ เกี่ยวกับการคูณ

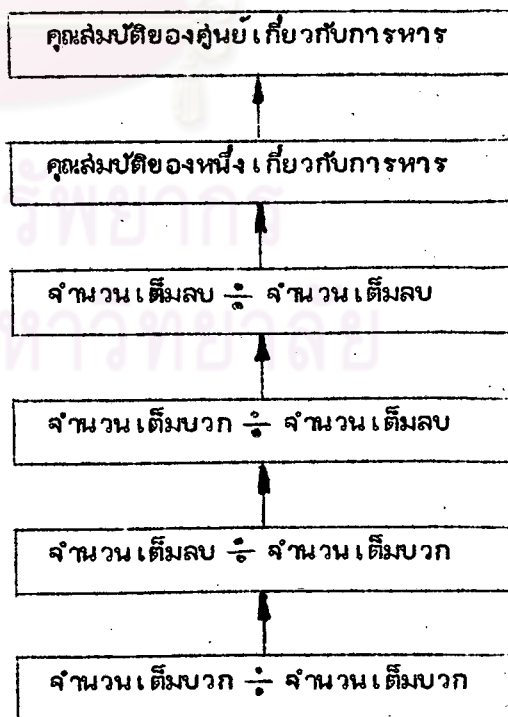
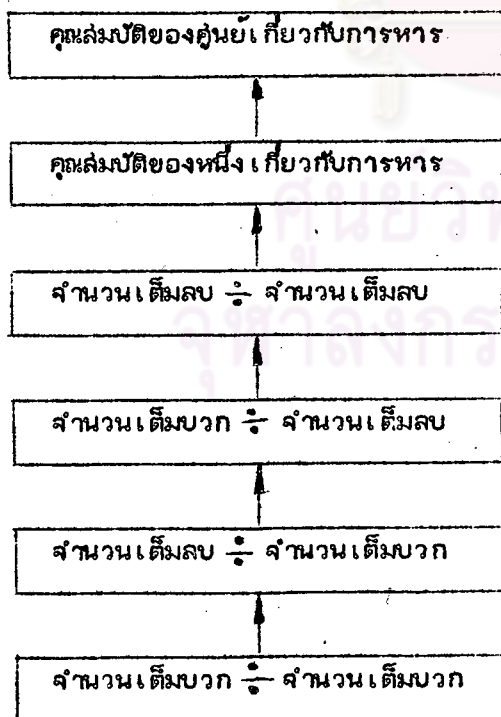
เมื่อพิจารณาลำดับชั้นเนื้อหาวิชาที่จัดเรียงใหม่ โดยนำหลักเหตุผลตามลักษณะวิชา และหลักการสอนมาประกอบการพิจารณา จะเห็นได้ว่าลำดับชั้นตอนที่จัดเรียงใหม่มีความเหมาะสมดีแล้ว

ด้วยเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยเห็นว่าควรจัดเรียงลำดับชั้นเนื้อหาวิชาตอนการคูณจำนวนเต็มตามแบบที่จัดเรียงใหม่เป็นการเหมาะสมกว่า

#### ตอน การหารจำนวนเต็ม

ลำดับชั้นเนื้อหาวิชาที่จัดเรียงใหม่

ลำดับชั้นเนื้อหาวิชาเดิม



ข้อควรสังเกตที่ได้จากการเปรียบเทียบวิธีการเรียงลำดับชั้นเนื้อหาวิชาที่จัดเรียงใหม่กับลำดับชั้นเนื้อหาวิชาเดิม ปรากฏว่าการจัดเรียงลำดับชั้นของทุก ๆ เรื่องจัดเรียงได้เหมือนกันหมด ดังนั้นผู้วิจัยจึงจัดเรียงลำดับชั้นเนื้อหาวิชาตอนการหารจำนวนเต็ม เป็นลำดับชั้นเนื้อหาวิชาแบบเดิมนั่นเอง

ลำดับชั้นเนื้อหาวิชาจากการวินิจฉัยการเรียง

ผลจากการเปรียบเทียบลำดับชั้นเนื้อหาวิชาที่จัดเรียงใหม่กับลำดับชั้นเนื้อหาวิชาแบบเดิม แล้วใช้หลักเหตุผลตามลักษณะวิชา และหลักการล่อนมาพิจารณาประกอบ ทำให้ได้ลำดับชั้นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง "จำนวนเต็ม" ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ดังแผนภาพที่ 3



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อบกพร่องที่พบจากการวิเคราะห์คำตอบของแบบทดสอบวินิจฉัยการเขียนเรื่อง "จำนวนเต็ม"  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ดังรายละเอียดในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ข้อบกพร่องที่พบจากการวิเคราะห์คำตอบของแบบทดสอบวินิจฉัยการเขียน  
 คิดคำสัตรีเรื่อง "จำนวนเต็ม" ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 คิดเป็น  
 ร้อยละ

ตอน	ข้อบกพร่อง	จำนวน นักเรียน	ร้อยละ
ความรู้พื้นฐาน	จำนวนเต็มบวก		
	1. ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องจำนวนเต็มบวก	7	1.77
	2. ไม่เข้าใจการเขียนจำนวนเต็มบวก ลบบนเส้นจำนวน	124	30.30
	จำนวนเต็มศูนย์		
	1. ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องจำนวนเต็มศูนย์	56	14.14
	2. ไม่เข้าใจการเขียนจำนวนเต็มศูนย์ ลบบนเส้นจำนวน	108	27.27
	จำนวนเต็มลบ		
	1. ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องจำนวนเต็มลบ	8	2.02
	2. ไม่เข้าใจการเขียนจำนวนเต็มลบ ลบบนเส้นจำนวน	88	22.22
	จำนวนเต็ม		
1. ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องจำนวนเต็ม	112	28.28	
2. ไม่เข้าใจการเขียนจำนวนเต็มลงบนเส้นจำนวน	54	13.64	

## ตารางที่ 13 (ต่อ)

ตอน	ข้อบกพร่อง	จำนวน นักเรียน	ร้อยละ
ความรู้พื้นฐาน	การเปรียบเทียบจำนวนเต็ม		
	1. ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องการ เปรียบเทียบจำนวนเต็ม	48	12.12
	จำนวนตรงกันข้าม		
	1. ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องจำนวนตรง กันข้ามของจำนวนเต็ม	28	7.07
	2. ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องจำนวนตรง กันข้ามของตัวแปร	76	19.19
	ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็ม		
การบวกจำนวน เต็ม	1. ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องค่าสัมบูรณ์ ของจำนวนเต็ม	117	29.79
	จำนวนเต็มบวก + จำนวนเต็มบวก		
	1. สัมทตเลข	11	2.78
	2. ทดเลขผิดตำแหน่ง	13	3.28
	จำนวนเต็มลบ + จำนวนเต็มลบ		
	1. ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องจำนวนเต็ม ลบ + จำนวนเต็มลบ	100	25.25
	จำนวนเต็มบวก + จำนวนเต็มลบ		
	1. ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องจำนวนเต็ม บวก + จำนวนเต็มลบ	104	26.26
	จำนวนเต็มลบ + จำนวนเต็มบวก		
	1. ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องจำนวนเต็มลบ + จำนวนเต็มบวก	101	25.51

## ตารางที่ 13 (ต่อ)

ตอน	ข้อบกพร่อง	จำนวน นักเรียน	ร้อยละ
การบวกจำนวน เต็ม	คุณสมบัติของคู่ขนานเกี่ยวกับการบวก		
	1. ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องคุณสมบัติของคู่ขนานเกี่ยวกับการบวก	19	4.80
	คุณสมบัติการสลับที่สำหรับการบวก		
การลบจำนวน เต็ม	1. ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องคุณสมบัติการสลับที่สำหรับการบวก	49	12.37
	คุณสมบัติการจัดหมู่สำหรับการบวก		
	1. ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องคุณสมบัติการจัดหมู่สำหรับการบวก	108	27.27
การลบจำนวน เต็ม	จำนวนเต็มบวก - จำนวนเต็มบวก		
	1. ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องจำนวนเต็มบวก - จำนวนเต็มบวกเมื่อตัวตั้งน้อยกว่าตัวลบ	73	18.43
	จำนวนเต็มบวก - จำนวนเต็มลบ		
	1. ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องจำนวนเต็มบวก - จำนวนเต็มลบ	196	49.49
การลบจำนวน เต็ม	จำนวนเต็มลบ - จำนวนเต็มบวก		
	1. ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องจำนวนเต็มลบ - จำนวนเต็มบวก	195	49.24



ตารางที่ 13 (ต่อ)

ตอน	ข้อบกพร่อง	จำนวน นักเรียน	ร้อยละ
การลบจำนวน เต็ม	จำนวนเต็มลบ - จำนวนเต็มลบ		
	1. ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องจำนวนเต็มลบ - จำนวนเต็มลบ	174	43.94
การคูณจำนวน เต็ม	คุณสมบัติของศูนย์เกี่ยวกับการลบ		
	1. ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องคุณสมบัติของศูนย์เกี่ยวกับการลบ	123	31.06
การคูณจำนวน เต็ม	จำนวนเต็มบวก $\times$ จำนวนเต็มบวก		
	1. จำสูตรคูณไม่ได้	22	5.56
	2. สับสน	33	8.21
	3. ทดเลขผิดตำแหน่ง	20	5.05
	4. สับสนและทดเลขผิดตำแหน่ง	18	4.55
	จำนวนเต็มบวก $\times$ จำนวนเต็มลบ		
	1. จำสูตรคูณไม่ได้	12	3.02
	2. ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องจำนวนเต็มบวก $\times$ จำนวนเต็มลบ	51	12.88
	3. ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องจำนวนเต็มบวก $\times$ จำนวนเต็มลบเมื่อตัวคูณเป็นตัวแปร	31	7.83
	4. ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องจำนวนเต็มบวก $\times$ จำนวนเต็มลบเมื่อตัวตั้งเป็นตัวแปร	41	10.35

## ตารางที่ 13 (ต่อ)

ตอน	ข้อบกพร่อง	จำนวน นักเรียน	ร้อยละ
การคูณจำนวน เต็ม	จำนวนเต็มลบ $\times$ จำนวนเต็มบวก		
	1. ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องจำนวนเต็ม ลบ $\times$ จำนวนเต็มบวก	26	6.56
	2. บวกเลขผิด	30	7.60
	จำนวนเต็มลบ $\times$ จำนวนเต็มลบ		
	1. ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องจำนวนเต็ม ลบ $\times$ จำนวนเต็มลบ	57	14.33
	2. คำสูตรคูณไม่ได้	63	15.91
	คุณสมบัติของศูนย์เกี่ยวกับการคูณ		
	1. ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องคุณสมบัติของ ศูนย์เกี่ยวกับการคูณ	122	30.81
	คุณสมบัติของหนึ่งเกี่ยวกับการคูณ		
	1. ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องคุณสมบัติของ หนึ่งเกี่ยวกับการคูณ	53	13.38
	คุณสมบัติการสลับที่สำหรับการบวก		
	1. ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องคุณสมบัติการ สลับที่สำหรับการคูณ	84	21.29
คุณสมบัติการสลับที่สำหรับการคูณ			
1. ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องคุณสมบัติการ สลับที่สำหรับการคูณ	111	28.03	

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ตอน	ข้อบกพร่อง	จำนวน นักเรียน	ร้อยละ
การคูณจำนวน เต็ม	คูณสมบัติการกระจาย / 1. ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องคูณสมบัติ การกระจาย	138	34.85
การหารจำนวน เต็ม	จำนวนเต็มบวก ÷ จำนวนเต็มบวก 1. ไม่เข้าใจแนวคิดการหารจำนวนเต็ม เมื่อตัวหารมีศูนย์อยู่ด้วย 2. ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องจำนวนเต็มบวก ÷ จำนวนเต็มบวก เมื่อตัวหารเป็น ตัวแปร 3. ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องจำนวนเต็มบวก ÷ จำนวนเต็มบวกเมื่อตัวตั้งเป็นตัวแปร จำนวนเต็มลบ ÷ จำนวนเต็มบวก 1. ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องจำนวนเต็มลบ ÷ จำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มบวก ÷ จำนวนเต็มลบ 1. ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องจำนวนเต็มบวก ÷ จำนวนเต็มลบ จำนวนเต็มลบ ÷ จำนวนเต็มลบ 1. ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องจำนวนเต็มลบ ÷ จำนวนเต็มลบ	62 78 171 123 83 83	15.66 19.70 43.18 31.06 20.96 20.96

## ตารางที่ 13 (ต่อ)

ตอน	ข้อบกพร่อง	จำนวน นักเรียน	ร้อยละ
การหารจำนวน เต็ม	คุณสมบัติของหนึ่ง เกี่ยวกับการหาร		
	1. ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องคุณสมบัติของ หนึ่ง เกี่ยวกับการหาร	84	21.21
	คุณสมบัติของศูนย์ เกี่ยวกับการหาร		
	1. ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องคุณสมบัติของ ศูนย์ เกี่ยวกับการหาร	250	63.13

จากตารางที่แสดงค่าร้อยละของข้อบกพร่องที่พบจากการวิเคราะห์คำตอบของแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้เรื่อง "จำนวนเต็ม" ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถสรุปข้อบกพร่องเป็น 5 ตอนได้ดังนี้

ความรู้พื้นฐาน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังมีข้อบกพร่องในเรื่องต่อไปนี้

ไม่เข้าใจการเขียนจำนวนเต็มบวกลงบนเส้นจำนวน คิดเป็นร้อยละ 30.30

ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็ม คิดเป็นร้อยละ 29.79

ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องจำนวนเต็ม คิดเป็นร้อยละ 28.28

การบวกจำนวนเต็ม พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังมีข้อบกพร่องในเรื่องต่อไปนี้

ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องคุณสมบัติการสัดหมุ่สำหรับการบวก คิดเป็นร้อยละ 27.27

ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องจำนวนเต็มบวก + จำนวนเต็มลบ คิดเป็นร้อยละ 26.26

ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องจำนวนเต็มลบ + จำนวนเต็มบวก คิดเป็น  
ร้อยละ 25.51

และไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องจำนวนเต็มลบ + จำนวนเต็มลบ คิด  
เป็นร้อยละ 25.25

การลบจำนวนเต็ม พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังมีข้อบกพร่องในเรื่องต่อไปนี้

ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องจำนวนเต็มบวก - จำนวนเต็มลบ คิดเป็น  
ร้อยละ 49.49

ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องจำนวนเต็มลบ - จำนวนเต็มบวก คิดเป็น  
ร้อยละ 49.24

และไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องจำนวนเต็มลบ - จำนวนเต็มลบ คิด  
เป็นร้อยละ 43.94

การคูณจำนวนเต็ม พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังมีข้อบกพร่องในเรื่องต่อไปนี้

ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องคุณสมบัติการกระจาย คิดเป็นร้อยละ 34.85

ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องคุณสมบัติของศูนย์เกี่ยวกับการคูณ คิดเป็น  
ร้อยละ 30.81

ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องคุณสมบัติการสัดหมูสำหรับการคูณ คิดเป็น  
ร้อยละ 28.03

การหารจำนวนเต็ม พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังมีข้อบกพร่องในเรื่องต่อไปนี้

ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องคุณสมบัติของศูนย์เกี่ยวกับการหาร คิดเป็น  
ร้อยละ 63.13

ไม่เข้าใจแนวคิดการหารจำนวนเต็มบวกที่มีตัวตั้งเป็นตัวแปร คิด  
เป็นร้อยละ 43.18

ไม่เข้าใจแนวคิดเรื่องจำนวนเต็มลบ  $\div$  จำนวนเต็มบวก คิด  
เป็นร้อยละ 31.06