

83.15
1.1.1.1

การเปรียบเทียบวิธีการสองวิธีในการทดสอบความเที่ยงตรง
ของลำดับชั้นการ เรียนรู้

ปริญญาโท

ของ

กมล ภูประเสริฐ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษาคุณวุฒิปริญญาโท

พฤษภาคม 2520

66742

การเปรียบเทียบวิธีการสองวิธีในการทดสอบความเที่ยงตรง
ของลำดับชั้นการเรียง

บทคัดย่อ
ของ
กมล ภูประเสริฐ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตร
ปริญญาการศึกษาศาสตรบัณฑิต
พฤษภาคม ๒๕๒๐

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายที่จะเปรียบเทียบผลการทดสอบความเที่ยงตรงของ ลำดับชั้นการเรียนรู้ ตามวิธีของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์กกับวิธีของไวท์ - คลาร์ค โดย คำนึงถึงตัวแปรในเรื่อง การเป็นลำดับขั้นต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่องของพฤติกรรมคู่หนึ่ง ความยาก ง่ายของข้อทดสอบและจำนวนข้อทดสอบ (2 ข้อและ 3 ข้อ) ที่ใช้ในการวัดผลการเรียนรู้แต่ละ พฤติกรรม และจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้ (75, 150 และ 225 คน) ได้ศึกษากับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่สองจำนวน 412 คน เมื่อพิจารณาถึงการกระจายของค่าสถิติ ความแปรปรวนของผลการทดสอบความเที่ยงตรงของ ลำดับชั้นการเรียนรู้แต่ละวิธี ตลอดจนความแตกต่างของการปฏิเสธและไม่ปฏิเสธสมมุติฐานความ สัมพันธ์เชิงลำดับขั้นของทั้งสองวิธี ผลปรากฏว่า

วิธีการทั้งสองให้ผลไม่แตกต่างกันเมื่อพฤติกรรมคู่หนึ่งเป็นลำดับขั้นต่อเนื่อง แต่จะให้ผล แตกต่างกันเมื่อพฤติกรรมเป็นลำดับขั้นไม่ต่อเนื่อง โดยที่วิธีของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์กมีความ แหวมคม (power) สูงกว่า กล่าวคือ ปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับขั้นของพฤติกรรม คู่หนึ่งได้มากกว่า

ความยากง่ายและจำนวนข้อทดสอบทำให้แต่ละวิธีให้ผลแปรปรวนไป และทั้งสองวิธีให้ผล แตกต่างกัน เมื่อใช้ข้อทดสอบที่ง่ายกว่าและจำนวนข้อมากกว่า วิธีของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก มีความเที่ยงตรงของค่าสถิติสูงกว่า (Type I Error น้อยกว่า) กล่าวคือ ปฏิเสธสมมุติฐาน ความสัมพันธ์เชิงลำดับขั้นน้อยกว่าเมื่อพฤติกรรมเป็นลำดับขั้นต่อเนื่อง แต่เมื่อใช้ข้อทดสอบที่ยากกว่า และจำนวนข้อน้อยกว่า วิธีของไวท์ - คลาร์คมีความเที่ยงตรงของค่าสถิติสูงกว่า วิธีของ วอลเบสเซอร์ - ไอเซนเบิร์กมีความแหวมคม สูงกว่าวิธีของไวท์-คลาร์คในทุกกรณี

วิธีของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์กให้ผลไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อใช้จำนวนกลุ่มตัวอย่างต่างกัน แต่วิธีของไวท์-คลาร์คให้ผลเปลี่ยนแปลงเมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างต่างกันมาก ทั้งสองวิธีให้ผลไม่แตกต่าง กันเมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างมาก แต่จะให้ผลแตกต่างกันเมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างน้อย โดยที่วิธีของ วอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์กมีความแหวมคมสูงกว่า .

A COMPARATIVE STUDY OF TWO METHODS OF
LEARNING HIERARCHY VALIDATION

ABSTRACT

BY

KAMOL POOPRASERT

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Doctor of Education Degree
Srinakharinwirot University

May 1977

ABSTRACT

The purpose of this study was to compare the results of the Wallbesser-Eisenberg and White-Clark methods of validating learning hierarchies, while varying four relevant variables: (1) hierarchical and adjacent - hierarchical and non-adjacent learning tasks, (2) difficulty of test items, (3) number of test items (2 or 3), and (4) size of sample groups (75, 150, and 225 persons). A total of 412 second grade students served as the sample. Three basic types of data were considered: (1) sampling distributions of various statistics, (2) variance of the results within each of the two methods, and (3) differences in the rejection/non-rejection of learning hierarchy hypotheses by the two methods.

When learning tasks were hierarchical and adjacent, the two methods yielded the same results. However, when the learning tasks were hierarchical and non-adjacent, the two methods differed as follows: the Wallbesser-Eisenberg method was more powerful, in that it more often rejected the learning hierarchy hypotheses.

Both the difficulty of the test items and the number of test items affected the test results, with the two methods also differing in their results. The Wallbesser-Eisenberg method showed less Type I error with less difficult test items and greater number of test items, i.e. learning hierarchy hypotheses were less often rejected when tasks were hierarchical and adjacent. However, the White-Clark method showed less Type I error when the test items were more difficult and fewer in number. In each case, the Wallbesser-Eisenberg method was more powerful than the White-Clark method.

The results of the Wallbesser-Eisenberg method were not affected by varying the sample group size. The results of the White-Clark method were affected when the sample group sizes differed greatly. Furthermore, when the sample group sizes were large, the results of the two methods did not differ. When sample group sizes were small, the Wallbesser-Eisenberg method was more powerful.

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิต ได้พิจารณาปัญหานี้นี้แล้ว
เห็นสมควรรับ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคำหลักสูตร ปัญญาการศึกษาคุณฐิบัณฑิต
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้.

..... นายสมพงษ์ ธรรม ประธาน

..... นายจวิทย์ ธรรม กรรมการ

..... นายสมพงษ์ ธรรม กรรมการ

ประกาศคุณประการ

ผู้เขียนมีความซาบซึ้งต่อการช่วยเหลือและแนะนำอย่างดียิ่งของ ศาสตราจารย์
ดร.พจน์ สะเพียรชัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรีชา ธรรมมา และโดยเฉพาะ อาจารย์
ดร.โกวิท ประวาลพุกาม ซึ่งเป็นผู้กระตุ้นความคิดและกำลังใจตลอดมา ผู้เขียนขอกราบ
ขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณต่อ อาจารย์ ดร.ณัฐชาติ สุวรรณวงศ์ และ ดร.วิฑารัตน์ ไวท์ ที่
ได้กรุณาให้คำแนะนำที่มีคุณค่ายิ่ง อาจารย์เสาวคนธ์ อรุณรัตน์ และอาจารย์อนันต์ จันทร์แก้ว
ที่ได้กรุณาช่วยเหลือในการดำเนินการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูล

ขอขอบพระคุณต่อท่านอาจารย์ทุกท่านในโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งดำเนินการ
ทดลองด้วยความอดทน และด้วยความเต็มใจที่จะสนับสนุนงานวิชาการเป็นสำคัญ ขอขอบคุณ
ต่อเพื่อน ๆ ที่ได้ช่วยเหลือโดยมิได้เห็นแก่เหน็ดเหนื่อย

ผู้เขียนขอขอบคุณต่อสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่กรุณาให้
ผู้เขียนดำเนินการวิจัยได้ในนามของสถาบัน และขอขอบคุณต่อมูลนิธิฟอรัคที่ได้กรุณาให้ทุน
อุดหนุนงานวิจัยครั้งนี้.

กมล ภูประเสริฐ

สารบัญ

บทที่	หน้า	
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง.....	1
	ปัญหาที่ควรศึกษาค้นคว้า.....	21
	จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	23
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า.....	24
	ค่านิยมศัพท์เฉพาะ.....	24
	เอกสารและการศึกษาที่เกี่ยวข้อง.....	26
	ข้ออภิปรายเกี่ยวกับวิธีการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้น	
	การเรียนรู้.....	28
	สมมุติฐานในการศึกษาค้นคว้า.....	30
	รูปแบบของการวิจัย.....	31
2	วิธีดำเนินการ.....	33
	ตัวแปรที่ศึกษาและค่าวัดที่เป็นเกณฑ์.....	33
	การสร้างเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้า.....	33
	การดำเนินการ.....	42
	กลุ่มตัวอย่าง.....	44
3	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	46
	ความหมายของสัญลักษณ์.....	46
	การกระจายของค่าสถิติ.....	47
	การเปรียบเทียบวิธีการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้น	
	การเรียนรู้.....	101

บทที่	หน้า
4	สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... 114
	สรุปผลการวิจัย..... 116
	อภิปรายผล..... 118
	ข้อเสนอแนะ..... 125
บรรณานุกรม.....	127

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 การจัดกลุ่มนักเรียนตามวิธีของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก.....	12
2 แบบของการสอบผ่าน-ไม่ผ่านตามวิธีของกัทท์แมน.....	14
3 การจัดกลุ่มนักเรียนตามจำนวนข้อสอบที่ทำถูกในพฤติกรรมทั้งสอง เมื่อใช้ข้อทดสอบพฤติกรรมละสองข้อ.....	15
4 การจัดกลุ่มนักเรียนตามจำนวนข้อสอบที่ทำถูกในพฤติกรรมทั้งสอง เมื่อใช้ข้อทดสอบพฤติกรรมละสามข้อ.....	17
5 การจัดกลุ่มนักเรียนจากผลการสอบวัดพฤติกรรมสองพฤติกรรม.....	27
6 รูปแบบของการวิจัย.....	31
7 ความยากง่ายของข้อทดสอบในชุดต่างๆ.....	43
8 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	45
9 การกระจายของค่าสถิติของวิธีวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก เมื่อ ใช้กลุ่มตัวอย่าง 75 คน.....	48
10 การกระจายของค่าสถิติของวิธีวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก เมื่อ ใช้กลุ่มตัวอย่าง 150 คน.....	49
11 การกระจายของค่าสถิติของวิธีวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก เมื่อ ใช้กลุ่มตัวอย่าง 150 คน (วิเคราะห์ครั้งที่สอง).....	50
12 การกระจายของค่าสถิติของวิธีวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก เมื่อ ใช้กลุ่มตัวอย่าง 225 คน.....	51
13 การกระจายของค่าสถิติของวิธีไวท์-คลาร์ค เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่าง 75 คน.....	52
14 การกระจายของค่าสถิติของวิธีไวท์-คลาร์ค เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่าง 150 คน.....	53

ตาราง	หน้า
15 การกระจายของค่าสถิติของวิธีไวท์ - คลาร์ค เมื่อใช้กลุ่ม ตัวอย่าง 225 คน.....	54
16 การกระจายของค่าสถิติของวิธีวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก เมื่อใช้ข้อทดสอบง่ายกว่า.....	65
17 การกระจายของค่าสถิติของวิธีวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก เมื่อใช้ข้อทดสอบง่ายกว่า (วิเคราะห์ครั้งที่สอง).....	66
18 การกระจายของค่าสถิติของวิธีวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก เมื่อใช้ข้อทดสอบยากกว่า.....	67
19 การกระจายของค่าสถิติของวิธีวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก เมื่อใช้ข้อทดสอบยากกว่า (วิเคราะห์ครั้งที่สอง).....	68
20 การกระจายของค่าสถิติของวิธีไวท์-คลาร์ค เมื่อใช้ข้อทดสอบ ง่ายกว่า.....	69
21 การกระจายของค่าสถิติของวิธีไวท์-คลาร์ค เมื่อใช้ข้อทดสอบ ยากกว่า.....	70
22 การกระจายของค่าสถิติของวิธีวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก เมื่อใช้ข้อทดสอบสองข้อ.....	77
23 การกระจายของค่าสถิติของวิธีวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก เมื่อใช้ข้อทดสอบสองข้อ (วิเคราะห์ครั้งที่สอง).....	78
24 การกระจายของค่าสถิติของวิธีวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก เมื่อใช้ข้อทดสอบสามข้อ.....	79
25 การกระจายของค่าสถิติของวิธีวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก เมื่อใช้ข้อทดสอบสามข้อ (วิเคราะห์ครั้งที่สอง).....	80
26 การกระจายของค่าสถิติของวิธีไวท์-คลาร์ค เมื่อใช้ข้อทดสอบ สองข้อ.....	81

ตาราง	หน้า
27 การกระจายของค่าสถิติของวิธีไวท์-คลาร์ค เมื่อใช้ข้อทดสอบสามข้อ.....	82
28 การกระจายของค่าสถิติของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก เมื่อใช้แบบแผนพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้นต่อเนื่อง.....	89
29 การกระจายของค่าสถิติของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก เมื่อใช้แบบแผนพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้นต่อเนื่อง (วิเคราะห์ครั้งที่สอง).....	90
30 การกระจายของค่าสถิติของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก เมื่อเมื่อใช้แบบแผนพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้นไม่ต่อเนื่อง.....	91
31 การกระจายของค่าสถิติของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก เมื่อเมื่อใช้แบบแผนพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้นไม่ต่อเนื่อง (วิเคราะห์ครั้งที่สอง).....	92
32 การกระจายของค่าสถิติของวิธีไวท์-คลาร์ค เมื่อใช้แบบแผนพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้นต่อเนื่อง.....	93
33 การกระจายของค่าสถิติของวิธีไวท์-คลาร์ค เมื่อใช้แบบแผนพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้นไม่ต่อเนื่อง.....	94
34 สักส่วนการไม่ปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับขั้นของวิธีการทั้งสองวิธี ภายใต้เงื่อนไขของตัวแปรชุดต่างๆ.....	101
35 สักส่วนการไม่ปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับขั้นของวิธีการทั้งสองวิธี ภายใต้ตัวแปรต่างๆ เมื่อวิเคราะห์ผลครั้งแรก.....	102
36 สักส่วนการไม่ปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับขั้นของวิธีการทั้งสองวิธี ภายใต้ตัวแปรต่างๆ เมื่อรวบรวมผลการวิเคราะห์เพิ่มเติม.....	103
37 ผลการทดสอบความแตกต่างของสัดส่วนในแต่ละวิธี อันเนื่องมาจากจำนวนกลุ่มตัวอย่าง.....	104

ตาราง	หน้า
38 ผลการทดสอบความแตกต่างของสัดส่วนในแต่ละวิธี อันเนื่องมาจากความยากง่ายของข้อทดสอบ.....	105
39 ผลการทดสอบความแตกต่างของสัดส่วนในแต่ละวิธี อันเนื่องมาจากจำนวนข้อทดสอบ.....	107
40 ผลการทดสอบความแตกต่างของสัดส่วนระหว่างวิธีการทั้งสองวิธี.....	109
41 สัดส่วนการไม่ปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นของวิธีการทดสอบความเที่ยงตรงของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์กที่คำนึงเฉพาะค่า CSR และวิธีของไวท์-คลาร์ค.....	111
42 ผลการทดสอบความแตกต่างของสัดส่วนที่ได้จากวิธีการของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์กเมื่อคำนึงเฉพาะค่า CSR กับวิธีของไวท์-คลาร์ค.....	112

บัญชีภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
1	แผนภาพแสดงลำดับขั้นการ เรียนรู้.....	5
2	ลำดับขั้นที่ต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง.....	25
3	แผนภูมิแสดงลำดับขั้นการ เรียนรู้ เรื่องการหารที่ใช้ในการทดลอง.....	35
4	การกระจายของค่า CSR เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวนต่างกัน.....	55
5	การกระจายของค่า CSR ในการวิเคราะห์ครั้งแรกและครั้งที่สอง เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่าง 150 คน.....	56
6	การกระจายของค่า ADR เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวนต่างกัน.....	57
7	การกระจายของค่า ADR ในการวิเคราะห์ครั้งแรกและครั้งที่สอง เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่าง 150 คน.....	58
8	การกระจายของค่า CPR เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวนต่างกัน.....	59
9	การกระจายของค่า CPR ในการวิเคราะห์ครั้งแรกและครั้งที่สอง เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่าง 150 คน.....	60
10	การกระจายของค่าวิกฤติเมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวนต่างกัน.....	61
11	การกระจายของค่าวิกฤติในการวิเคราะห์ครั้งแรกและครั้งที่สอง เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่าง 150 คน.....	62
12	การกระจายของค่า CSR เมื่อใช้ชุดทดสอบที่ยากง่ายต่างกัน.....	71
13	การกระจายของค่า ADR เมื่อใช้ชุดทดสอบที่ยากง่ายต่างกัน.....	72
14	การกระจายของค่า CPR เมื่อใช้ชุดทดสอบที่ยากง่ายต่างกัน.....	73
15	การกระจายของค่าวิกฤติเมื่อใช้ชุดทดสอบที่ยากง่ายต่างกัน.....	74
16	การกระจายของค่า CSR เมื่อใช้แบบทดสอบที่มีจำนวนข้อต่างกัน.....	83
17	การกระจายของค่า ADR เมื่อใช้แบบทดสอบที่มีจำนวนข้อต่างกัน.....	84
18	การกระจายของค่า CPR เมื่อใช้แบบทดสอบที่มีจำนวนข้อต่างกัน.....	85
19	การกระจายของค่าวิกฤติเมื่อใช้แบบทดสอบที่มีจำนวนข้อต่างกัน.....	86

ภาพที่	หน้า
20 การกระจายของค่า CSR เมื่อใช้แบบแผนพฤติกรรมที่เป็น ลำดับขั้นต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง.....	95
21 การกระจายของค่า ADR เมื่อใช้แบบแผนพฤติกรรมที่เป็น ลำดับขั้นต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง.....	96
22 การกระจายของค่า CPR เมื่อใช้แบบแผนพฤติกรรมที่เป็น ลำดับขั้นต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง.....	97
23 การกระจายของค่าวิกฤติเมื่อใช้แบบแผนพฤติกรรมที่เป็น ลำดับขั้นต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง.....	98
24 ส่วนของการไม่ปฏิบัติตามมาตรฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับขั้น เมื่อใช้ข้อทดสอบยากและง่าย.....	106
25 ส่วนของการไม่ปฏิบัติตามมาตรฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับขั้น เมื่อใช้ข้อทดสอบสองข้อและสามข้อ.....	108

ภูมิหลัง

การสร้างหลักสูตรในความหมายที่ยอมรับกันโดยทั่วไป คือกระบวนการของการจัดการที่ประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้นตอนตามลำดับ ได้แก่ การกำหนดเป้าประสงค์หรือจุดมุ่งหมายทางการศึกษา การกำหนดรูปแบบของหลักสูตร (curriculum design) การวางแผนในการนำหลักสูตรไปปฏิบัติ และการวางแผนในการประเมินหลักสูตร (Saylor and Alexander, 1974 : 22) ส่วนการเรียนการสอนในโรงเรียนนั้นอาจเรียกได้ว่าเป็นการนำแผนไปปฏิบัติจริง (Foshay, 1969 : 276)

การกำหนดจุดมุ่งหมายทางการศึกษา มีกิจกรรมหลายประการในอันที่จะให้ได้จุดมุ่งหมายที่น่าพึงประสงค์ เช่น การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพและความต้องการทางด้านการเมือง เศรษฐกิจ สังคม และจิตวิทยา เป็นต้น เมื่อกำหนดจุดมุ่งหมายทางการศึกษาได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการวางรูปแบบของหลักสูตรซึ่งเป็นขั้นตอนของการจัดระเบียบโอกาสแห่งการเรียนรู้ (learning opportunities) ที่คาดว่าจะส่งเสริมให้ผู้เรียนบรรลุถึงจุดหมายที่วางไว้ กิจกรรมในขั้นนี้ประกอบด้วย การกำหนดจุดมุ่งหมายเฉพาะหรือจุดประสงค์การเรียนรู้ การเลือกสรรประสบการณ์การเรียนรู้ที่เหมาะสมได้แก่ เนื้อหาวิชาและกลุ่มกิจกรรมที่สอดคล้องกับจุดประสงค์นั้นๆ ตลอดจนถึงการจัดประสบการณ์เหล่านั้นให้เป็นลำดับที่มีความสัมพันธ์ของการเป็นพื้นฐานต่อกันโดยตลอด (Beauchamp, 1975 : 101-102, 197-198; Foshay, 1969: 277; Saylor and Alexander, 1974 : 193 - 198)

ส่วนในขั้นการวางแผนในการนำหลักสูตรไปปฏิบัติ เป็นขั้นที่ขยายต่อจากขั้นการกำหนดรูปแบบของหลักสูตร ประกอบด้วย การเลือกและวางแผนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้บรรลุถึงจุดประสงค์การเรียนรู้ การปฏิบัตินับตั้งแต่การกำหนดรูปแบบมาจนถึง

ชั้นนี้ อาจารย์รวมเรียกได้ว่าเป็นกระบวนการเกี่ยวกับการกำหนดและการจัดเนื้อหาสาระและกระบวนการเรียนรู้นั้นเอง และถ้าจำแนกจุดมุ่งหมายทางการศึกษาออกเป็น จุดมุ่งหมายทาง คำนวณความรู้และความคิด (cognitive domain) ทาง คำนวณอารมณ์และความรู้สึก (affective domain) และทาง คำนวณการปฏิบัติ (psychomotor domain) ตามแบบของบลูมและคณะ (Bloom, et al, 1956) การกำหนดเนื้อหาสาระและกระบวนการเรียนรู้เพื่อจุดมุ่งหมายแต่ละด้านย่อมแตกต่างกันไปตามความเหมาะสม

เฉพาะในการกำหนดเนื้อหาสาระในหลักสูตรเพื่อจุดมุ่งหมายทางด้านความรู้และความคิด อาจกำหนดเป็นข้อความที่กล่าวถึงความสามารถที่นักเรียนจะประพฤติปฏิบัติได้ เมื่อแบ่งเนื้อหาสาระทั้งมวลออกเป็นหน่วยย่อยๆ และจัดให้เป็นลำดับขั้นที่ต่อเนื่องกันแล้ว ก็อาจกล่าวได้ว่าหลักสูตรคือลำดับขั้นของความสามารถย่อยหรือหน่วยย่อยเหล่านี้ หน่วยที่อยู่ตอนต้นจะต้องมีการเรียนรู้ก่อนเพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้หน่วยต่อไปตามลำดับ (Gagne, 1967:23) ทั้งนี้ก็เนื่องด้วยเหตุผลที่ว่า การเรียนรู้ที่มุ่งไปสู่จุดมุ่งหมายที่ต้องการ ไม่ได้เกิดขึ้นพร้อมกันทั้งหมดในขณะเดียว จึงมีความจำเป็นต้องวางรูปแบบให้การเรียนรู้นั้นเกิดขึ้นในโอกาสต่างๆ เป็นลำดับขั้นต่อเนื่องกันไป (Gagne and Briggs, 1974 : 99)

การจัดลำดับขั้นของหน่วยย่อยดังกล่าว กายเย (Gagne, 1962) ได้เสนอวิธีการที่เรียกว่าการจัดทำ "ลำดับขั้นการเรียนรู้" (learning hierarchy) ซึ่งมีความหมายวิธีการสร้าง คุณลักษณะเฉพาะ ตลอดจนวิธีการตรวจสอบ ดังต่อไปนี้

1. ความหมายของลำดับขั้นการเรียนรู้

ลำดับขั้นการเรียนรู้หมายถึงกลุ่มของสมรรถภาพทางความคิดที่กำหนดขึ้นอย่างเฉพาะเจาะจงโดยให้มีความสัมพันธ์เป็นลำดับขั้นต่อกัน และให้สอดคล้องกับแนวความคิดทางทฤษฎี (Gagne, 1971 : 111)¹ ความสัมพันธ์ดังกล่าวนี้จะมีลักษณะเป็นแบบกระสวนของชิ้นงานเฉพาะแห่งการเรียนรู้ (learning tasks) ที่จะนำไปสู่พฤติกรรมปลายทาง (terminal behavior) กล่าวคือ ทักษะ หรือพฤติกรรม หรือชิ้นงานเฉพาะขั้นต่ำกว่า

¹ ความหมายและความคิดเห็นในเรื่องนี้ตีพิมพ์ครั้งแรกตั้งแต่ปี ค.ศ. 1968 เอกสารที่ค้นคว้าเป็นฉบับที่นำบทความมาพิมพ์ซ้ำ

(subordinate task) จะเป็นสื่อให้เกิดการถ่ายโอนทางบวก (positive transfer) ไปยังทักษะหรือพฤติกรรมหรือชิ้นงานเฉพาะชั้นสูงกว่า (superordinate task) และการเรียนรู้พฤติกรรมชั้นต่ำกว่าทั้งปวงจะเป็นพื้นฐานสำหรับการเรียนรู้พฤติกรรมปลายทาง

(Walbesser and Eisenberg, 1972 : 25; White and Gagne, 1974 : 19)

การศึกษาค้นคว้าทั้งหลายที่อาศัยแนวความคิดของ กายเย มีผู้ให้ความหมายของความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นไว้ต่างกันตามจุดหมายของการศึกษาค้นคว้า ซึ่งสรุปได้เป็น 3 แบบ คือ (Carroll, 1971; Resnick, 1971)

1.1 ความหมายในเชิงการถ่ายโอน (transfer definition) หมายถึงความคิดที่ว่า ชิ้นงานเฉพาะใดๆ จะมีความสัมพันธ์เป็นลำดับชั้นต่อกันเมื่อการเรียนรู้ชิ้นงานเฉพาะอย่างหนึ่งก่อให้เกิดการถ่ายโอนทางบวกต่อการเรียนรู้ชิ้นงานเฉพาะอีกอย่างหนึ่ง ความหมายแบบนี้มีประโยชน์ตรงที่สามารถตรวจสอบความเป็นพื้นฐานว่ามีอยู่จริงหรือไม่ ชิ้นงานเฉพาะที่ต้องเรียนรู้ก่อนจะมีลักษณะง่ายกว่าและเป็นองค์ประกอบของชิ้นงานเฉพาะที่ซับซ้อนกว่า

1.2 ความหมายในเชิงการวัดผล (psychometric definition) หมายถึงความคิดที่ว่าชิ้นงานเฉพาะใดๆ มีความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นต่อกันเมื่อบุคคลใดสามารถปฏิบัติชิ้นงานเฉพาะที่ซับซ้อนกว่าได้แล้ว เขาต้องสามารถปฏิบัติชิ้นงานเฉพาะที่ง่ายกว่าได้ด้วย และบุคคลใดที่ปฏิบัติชิ้นงานเฉพาะขั้นต่ำไม่ได้ ย่อมไม่สามารถปฏิบัติชิ้นงานเฉพาะชั้นสูงกว่าได้ ความหมายแบบนี้มีประโยชน์ตรงที่สามารถใช้ในการทดสอบความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นได้อีกทางหนึ่ง แม้ว่าชิ้นงานเฉพาะบางคู่ที่มีความสัมพันธ์ตามนิยามนี้ไม่ได้มีความสัมพันธ์ตามนิยามในเชิงการถ่ายโอน ชิ้นงานเฉพาะคู่ใดที่น่าสงสัยก็สามารถตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงการถ่ายโอนได้ในภายหลัง

1.3 ความหมายในเชิงพัฒนาการ (developmental definition) หมายถึงความคิดที่ว่า บุคคลใดจะบรรลุถึงขั้น (stage) ที่สูงกว่าได้ เขาจะต้องผ่านขั้นต่ำกว่าในลำดับขั้นของพัฒนาการมาก่อน ซึ่งโดยปกติลำดับขั้นเหล่านี้จะมีลักษณะคงที่ ความหมายแบบนี้ไม่สู้จะเหมาะสมเมื่อนำมาใช้พิจารณาความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นระหว่างชิ้นงานเฉพาะ เนื่องจากไม่สามารถตรวจสอบการถ่ายโอนได้ เพราะไม่สามารถจัดให้กลุ่มตัวอย่างข้ามขั้นของพัฒนาการขั้น

หนึ่งชั้นใดก็ได้

การให้ความหมายของความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นในลักษณะข้อ 1.1 และ 1.2 ไวท์ (White, 1973 a) เรียกว่าเป็นการตั้งสมมุติฐานเชิงลำดับชั้นแบบความหมายไม่กระชับ (weak form) และแบบความหมายกระชับ (strong form) และในภายหลัง ไวท์และกาเย (White and Gagne, 1974) ได้สรุปว่าเป็นการพิจารณาความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นทางบวก (positive view) และทางลบ (negative view) ตามลำดับ

ในทางบวกพิจารณาความสัมพันธ์ในลักษณะที่ว่าถ้านักเรียนมีทักษะพื้นฐานที่เหมาะสมอันก่อให้เกิดการถ่ายโอนทางบวกไปยังทักษะที่สูงกว่า จะช่วยให้สามารถเรียนรู้ทักษะที่สูงกว่าได้ง่ายและสะดวก ซึ่งคือความหมายเชิงการถ่ายโอน ส่วนการพิจารณาเชิงลบจะเป็นไปในลักษณะที่ว่านักเรียนจะไม่สามารถเรียนรู้ทักษะอย่างใดอย่างหนึ่งได้ ถ้าเขาไม่ได้เรียนทักษะพื้นฐานที่เกี่ยวข้องมาก่อน ซึ่งคือความหมายในเชิงการวัดผลดังกล่าวแล้ว

2. การจัดทำลำดับชั้นการเรียนรู้

การจัดทำลำดับชั้นการเรียนรู้สำหรับความสามารถใดๆ ทางการคิด มีวิธีการเป็นลำดับดังต่อไปนี้ (Gagne, 1970 : 237-238; Gagne, 1971; Glaser and Nitko, 1971; Walbesser and Eisenberg, 1972 : 25-40)

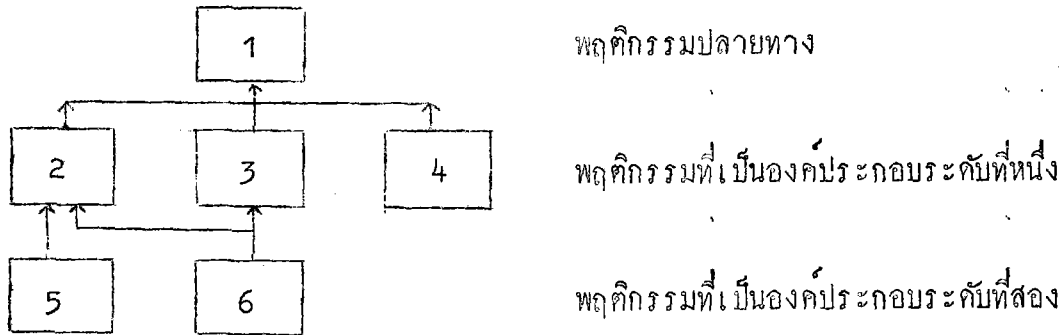
2.1 กำหนดจุดมุ่งหมายในการสอนที่บ่งถึงพฤติกรรมปลายทางให้ชัดเจน ซึ่งจะเป็นจะเป็นหรือเป็นชิ้นงานเฉพาะขั้นสุดท้าย

2.2 วิเคราะห์พฤติกรรมปลายทางออกเป็นพฤติกรรมรองลงไปโดยใช้วิธีตอบคำถามต่อไปนี้คือ " การที่นักเรียนจะสามารถปฏิบัติชิ้นงานเฉพาะนี้ได้ โดยอาศัยเพียงคำแนะนำ ไม่มีการฝึกหัด เขาควรจะสามารถปฏิบัติสิ่งใดได้มาก่อน " การตอบคำถามนี้จะทำให้ได้พฤติกรรมรองระดับที่หนึ่งซึ่งเป็นพื้นฐานของพฤติกรรมปลายทาง ซึ่งอาจมีมากกว่าหนึ่งพฤติกรรมก็ได้

2.3 ใช้คำถามเดิมในข้อ 2.2 เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมรองระดับที่หนึ่งแต่ละพฤติกรรมออกเป็นพฤติกรรมย่อยระดับต่อไปอีก เช่นนี้เรื่อยไปเป็นลำดับจนถึงพฤติกรรมระดับที่อนุมาณได้ว่านักเรียนมีพฤติกรรมนั้นอยู่แล้ว

วิธีการดังกล่าวนี้เรียกว่าวิธีวิเคราะห์ชิ้นงานเฉพาะ (task analysis) หรือ

วิธีวิเคราะห์พฤติกรรม (behavior analysis) จะทำให้ได้ลำดับชั้นของพฤติกรรมที่
 ค่ากว่าจำเป็นและเพียงพอต่อการเรียนรู้พฤติกรรมปลายทาง พฤติกรรมขั้นต่ำสุดจะต้องเรียนรู้
 ก่อนและจะเป็นองค์ประกอบของพฤติกรรมขั้นสูงกว่า กล่าวคือ ความสามารถขั้นสุดท้ายจะรวม
 เอาความสามารถที่เรียนรู้ไปแล้วไว้ด้วย (Gagne, 1962) ผลการวิเคราะห์จะได้ลำดับ
 ชั้นการเรียนรู้ซึ่งสามารถเขียนเป็นแผนภาพแสดงโครงสร้างความสัมพันธ์ในลักษณะดังต่อไปนี้



ภาพที่ 1 แผนภาพแสดงลำดับชั้นการเรียนรู้

จากภาพ 1 ถึง 6 เป็นข้อความที่บ่งถึงพฤติกรรม

- 1 เป็นพฤติกรรมปลายทาง
- 2, 3, 4 เป็นพฤติกรรมพื้นฐานของ 1
- 5, 6 เป็นพฤติกรรมพื้นฐานของ 2
- 6 เป็นพฤติกรรมพื้นฐานของ 3

3. คุณลักษณะของลำดับชั้นการเรียนรู้

ลำดับชั้นการเรียนรู้มีคุณลักษณะเฉพาะที่สำคัญพอสรุปได้ดังนี้ (Gagne, 1971 ;
 Glaser and Nitko, 1971 ; Resnick, 1971 ; Walbesser and Eisenberg,
 1972, 25-40)

3.1 ลำดับชั้นการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเป็นเพียงสมมุติฐาน ไม่ได้หมายถึงแนวทางที่ดี
 ที่สุดในการเรียนรู้สำหรับนักเรียนทุกคน จึงไม่ใช่การอธิบายถึงความจริง แต่เป็นความหวัง
 ถึงการมีกรถ่ายโอนเชิงบวกสูงสุดจากชั้นงานเฉพาะชั้นต่ำกว่าไปยังชั้นงานเฉพาะชั้นสูงกว่า

หรือเป็นลำดับของการเรียนรู้ที่นำไปได้เท่านั้น

ฉะนั้นลำดับชั้นการเรียนรู้สำหรับพฤติกรรมปลายทางพฤติกรรมหนึ่ง จึงอาจมีได้หลายแบบ ซึ่งขึ้นกับผู้สร้างซึ่งอาจเป็นผู้ชำนาญในสาขาวิชา นักเรียน หรือครูและนักเรียนร่วมกัน แต่ละแบบก็อาจมีความถูกต้องเหมาะสมสำหรับนักเรียนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งได้ และไม่จำเป็นที่นักเรียนจะต้องเรียนรู้พฤติกรรมพื้นฐานทุกพฤติกรรม นักเรียนบางคนอาจต้องการพฤติกรรมพื้นฐานบางอย่าง และข้ามขั้นพฤติกรรมพื้นฐานบางอย่าง ก็สามารถเรียนรู้พฤติกรรมปลายทางได้ ซึ่งเป็นลักษณะของการเรียนรู้โดยการค้นพบด้วยตนเอง (discovery)

3.2 แม้โดยทั่วไป พฤติกรรมระดับต่ำกว่าจะมีลักษณะ "ง่ายกว่า" พฤติกรรมระดับสูงกว่าขึ้นไปก็ตาม ความยากง่ายไม่ใช่คุณสมบัติอย่างเดียวกันที่จะชี้บ่งความเป็นพื้นฐานซึ่งกัน คุณสมบัติที่สำคัญคือพฤติกรรมระดับสูงกว่าจะต้องขึ้นกับหรืออาศัยพฤติกรรมระดับต่ำกว่า หรือพฤติกรรมระดับสูงกว่าต้องมีพฤติกรรมระดับต่ำกว่าเป็นองค์ประกอบส่วนหนึ่งด้วย

3.3 ลำดับชั้นการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นไม่จำเป็นต้องอาศัยโครงสร้างของเนื้อหาวิชา แต่ต้องอาศัยโครงสร้างทางจิตวิทยาในแง่ของความซับซ้อนของพฤติกรรมทางารคิด และลำดับชั้นการเรียนรู้จะทำได้ก็เฉพาะพฤติกรรมที่ กายเอ (Gagne, 1971) เรียกว่า ทักษะทางการคิด (intellectual skill) เท่านั้น ซึ่งหมายถึงความสามารถในการจะกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้ ความสามารถนี้จะแสดงออกในลักษณะการปฏิบัติกลุ่มชิ้นงานเฉพาะที่คล้ายคลึงกัน มีใจชิ้นงานเฉพาะชิ้นงานเดียว เช่น ความสามารถในการแก้สมการเส้นตรง จัดเป็นการปฏิบัติกลุ่มชิ้นงานเฉพาะ พฤติกรรมประเภทนี้แตกต่างไปจากพฤติกรรมในด้านการระลึกได้ถึงความรู้ต่างๆ (verbal information) เช่นการบอกชื่อบุคคล ชื่อเท็จจริง หรือกฎที่เรียนไปแล้ว ซึ่งมีลักษณะเป็นการปฏิบัติชิ้นงานเฉพาะชิ้นงานเดียวและไม่สามารถจัดทำลำดับชั้นการเรียนรู้ได้ ถ้าเปรียบเทียบกับกรจำแนกจุดมุ่งหมายทางด้านความรู้และความคิดของบลูมและคณะ (Bloom, et al, 1956) ทักษะทางความคิดจะหมายถึงความสามารถตั้งแต่ระดับความเข้าใจขึ้นไป

คุณลักษณะของลำดับชั้นการเรียนรู้ที่สรุปได้จากผลการศึกษาค้นคว้าที่ผ่านมา ซึ่งพบว่าเมื่อทำการทดสอบสมมุติฐานของความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นของพฤติกรรมที่มีความสามารถทางการจำ เข้ามาเกี่ยวข้องแล้วสมมุติฐานนั้นมักจะได้รับการปฏิเสธเป็นส่วนใหญ่ และเมื่อตัด

พฤติกรรมกำจอบออกไปสัดส่วนการยอมรับสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นจะมากขึ้น (White, 1973 a) การสร้างลำดับชั้นการเรียนรู้กำนึ่งถึงเฉพาะทักษะทางการคิด โดยถือว่า ความรู้ความจำที่เกี่ยวข้องจะต้องมีการเรียนรู้มาก่อนหรือรวมอยู่ในการสอนด้วย (Gagne and Briggs, 1974 : 105)

ทักษะของการคิดนี้จำแนกออกไค้ตามความซับซ้อนในลักษณะโครงสร้างทางจิตวิทยา แนวทางในการจำแนกมีหลายแนวทาง เช่นแนวทางของ กายเอ (Gagne, 1970 : 33-62) แบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 8 ชนิด นับตั้งแต่การเรียนรู้สัญญาณอย่างง่าย (signal learning) ไปจนถึงความสามารถในการแก้ปัญหา (problem solving) การเรียนรู้ชนิดแรกจะเป็นพื้นฐานของชนิดหลังต่อไปเป็นลำดับ หรือใช้แนวทางของบลูมและคณะคั้งกล่าวแล้ว ความเข้าใจในสิ่งเหล่านี้จะช่วยในการจัดทำลำดับชั้นการเรียนรู้ไค้ดียิ่งขึ้น

3.4 พฤติกรรมต่างๆ ในลำดับชั้นการเรียนรู้ต้องกำหนดให้ชัดเจน และไม่กว้างเกินไปจนรวมเอาการปฏิบัติอื่นงานเฉพาะที่ต่างชนิดกันเข้าไว้เป็นกลุ่มเดียวกัน ควรแยกให้เป็นทักษะย่อยที่สุด การศึกษาค้นคว้าที่ผ่านมายังมีพฤติกรรมที่ไม่ชัดเจนปนอยู่ ทำให้มีปัญหาในการวัดผล เพราะทำให้ไม่อาจสรุปไค้ว่านักเรียนเรียนรู้พฤติกรรมใด (white, 1973 b)

4. ประโยชน์ของลำดับชั้นการเรียนรู้

การศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับลำดับชั้นการเรียนรู้ ยังจำกัดขอบเขตอยู่ในสาขาวิชา คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปริมาณ เนื่องจากมีโครงสร้างของทักษะทางการคิดที่สะดวกต่อการจัดทำลำดับชั้นการเรียนรู้ไค้หมด และมีผลการวิจัยเป็นจำนวนมากสนับสนุนแนวความคิดนี้ (White and Gagne, 1974) การทำลำดับชั้นการเรียนรู้จึงน่าจะมีประโยชน์ต่อการพัฒนาหลักสูตรมาก (white, 1973 b) ทั้งในค้านการวางรูปแบบของหลักสูตร การดำเนินการเรียนการสอน ตลอดจนการประเมินผล

การจัดทำลำดับชั้นการเรียนรู้สำหรับหน่วยการเรียนรู้เป็นกรวางรูปแบบที่ดีสำหรับการเรียนรู้ ทำให้ครูผู้สอนดำเนินการตามลำดับชั้นไค้สะดวก การเรียนการสอนจะเริ่มจากทักษะที่ง่ายไปสู่ทักษะที่ซับซ้อน โดยที่ทักษะระดับสูงอาศัยองค์ประกอบที่นักเรียนมีอยู่แล้ว ทำให้การเรียนน่าสนใจกว่าการฝึกหัดโดยทั่วไป (Gagne and Briggs, 1974: 108)

และให้ผลการเรียนรู้ที่ดีกว่า ผลการวิจัยได้ชี้ให้เห็นว่าการเรียนการสอนตามลำดับชั้นการ
 เรียนรู้ทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้ดีกว่า และแก้ปัญหาได้ดีขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากการมีพฤติกรรม
 พื้นฐานมาเป็นลำดับ (เช่นผลการวิจัยของ Gagne and others, 1962; Scandura,
 1966; Siegel and Kresh, 1971) พฤติกรรมพื้นฐานช่วยให้การเรียนรู้พฤติกรรม
 ที่ต้องการได้ดีในเวลาที่สั้นกว่า และมีการผิดพลาดน้อยกว่าการละเลยพฤติกรรมพื้นฐานในลำดับ
 ชั้นการเรียนรู้ (เช่น ผลการวิจัยของ Caruso and Resnick, 1972 ; Merrill and
 others, 1970 ; Resnick and others, 1973)

ในด้านการประเมินผลการศึกษา ลำดับชั้นการเรียนรู้ช่วยในการสร้างข้อทดสอบเพื่อ
 การวินิจฉัยและการจัดตำแหน่งได้ง่ายขึ้น นับตั้งแต่การวัดพฤติกรรมขั้นต้น (entering behavior)
 เพื่อจัดนักเรียนเข้าในโปรแกรมที่เหมาะสมกับพื้นฐานที่เขา มีอยู่ และในการประเมินผลย่อย
 (formative evaluation) ด้วยการสอบวัดพฤติกรรมปลายทางที่สำคัญ เมื่อทราบว่า
 นักเรียนยังไม่รอบรู้พฤติกรรมใด ก็สามารถวินิจฉัยข้อบกพร่องของเขาได้ด้วยการสอบวัด

พฤติกรรมพื้นฐานสำหรับพฤติกรรมนั้น (Resnick, 1971; Wang, 1971; White, 1974 c)
 ด้วยวิธีนี้จะสามารถซ่อมเสริมนักเรียนได้ง่ายและตรงจุดเพราะเมื่อวินิจฉัยได้ว่านักเรียนขาด
 พฤติกรรมพื้นฐานอะไรแล้ว การเพิ่มชิ้นงานเฉพาะให้ผู้ที่ปัญหาจะช่วยให้เขาสามารถเรียนรู้
 ชิ้นงานเฉพาะปลายทางได้ และจากการทดลองได้พบว่าลำดับชั้นการเรียนรู้ที่ใช้กับนักเรียน
 รุ่นแรก เมื่อได้รับการปรับปรุงโดยการเพิ่มชิ้นงานเฉพาะซึ่งเป็นพื้นฐานที่จำเป็น ช่วยให้
 นักเรียนรุ่นต่อไปเรียนรู้ถึงเกณฑ์ได้ดีขึ้น (Okey and Gagne, 1970)

แนวคิดเกี่ยวกับลำดับชั้นการเรียนรู้ยังช่วยในการจัดทำอุปกรณ์หลักสูตร โดยเฉพาะ
 ในการทำแบบเรียน เพราะจากการทดลองให้ครูผู้สอนวิเคราะห์บทเรียนในวิชาเคมี ระดับ
 มัธยม ซึ่งเรียบเรียงขึ้นโดยไม่ได้อาศัยลำดับชั้นการเรียนรู้ ทั้งยังเป็นแบบเรียนที่มีผู้นิยมใช้
 มาก เมื่อพิจารณาเนื้อหา ระดับพฤติกรรมที่คาดหวังในบทเรียน และความสัมพันธ์ตามลำดับ
 ชั้นการเรียนรู้ พบว่าบทเรียนที่วิเคราะห์เน้นพฤติกรรมในด้านความจำ และการจำเนื้อหา
 แต่ละตอนไม่ผูกพันเกี่ยวเนื่องกับเนื้อหาส่วนอื่นๆ ลำดับชั้นที่พิมพ์จะเกาะกันเป็นกลุ่มย่อยๆ แสดง
 ถึงการขาดการประสมประสานเป็นหน่วยเกี่ยว (Airasian, 1970) ถ้าได้มีการจัดทำ
 ลำดับชั้นการเรียนรู้ไว้ก่อน การเรียบเรียงบทเรียนสำหรับนักเรียนน่าจะเน้นพฤติกรรมขั้นสูง

กว่านี้และประสานสัมพันธ์กันได้ดีกว่า

ในปัจจุบันได้มีแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนเพื่อรอบรู้ (mastery learning) ที่เน้นถึงการเรียนการสอนที่มุ่งให้นักเรียนทั้งหมดหรือเกือบทั้งหมดเรียนให้บรรลุผลตามความต้องการของจุดมุ่งหมาย การทำลำดับชั้นการเรียนรู้สอดคล้องกับหลักการของการเรียนเพื่อรอบรู้ตรงที่ มีการกำหนดพฤติกรรมที่คาดหวังอย่างชัดเจนและพิจารณาทักษะพื้นฐานที่จำเป็นจริงๆ ทำให้ไม่ต้องเสียเวลาไปกับชิ้นงานเฉพาะที่ไม่เกี่ยวข้อง การเรียนรู้ทักษะแต่ละระดับจะอาศัยทักษะพื้นฐานที่นักเรียนมีอยู่แล้วและเป็นแบบขั้นย่อยๆ ทำให้นักเรียนเข้าใจได้ง่าย นอกจากนี้การทดสอบเพื่อวินิจฉัยและการซ่อมเสริมซึ่งรวมอยู่ในกระบวนการเรียนการสอนตามลำดับชั้นจะช่วยให้คุณภาพในการสอนดีขึ้น นักเรียนส่วนใหญ่จะสามารถบรรลุถึงจุดหมายได้ ผลการทดลองที่สนับสนุนความคิดนี้ คือ นักเรียนเกรด 8 ที่เรียนวิชาฟิสิกส์โดยหลักการดังกล่าวข้างต้น สามารถเรียนรู้ได้คล่องแคล่วเคียงกับนักเรียนเกรด 11 ที่เรียนในห้องเรียนปกติ (Trembath and White, 1975)

5. การทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้

ลำดับชั้นการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นในครั้งแรก อาศัยเหตุผลทางทฤษฎี ความคิด และประสบการณ์ของผู้สร้างเป็นสิ่งสำคัญ ลำดับชั้นนั้นจะถูกต้องเหมาะสมหรือมีความเที่ยงตรง (validity) เพียงใดจะต้องตรวจสอบโดยการทดลองใช้ลำดับชั้นการเรียนรู้นั้น การตรวจสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้เป็นการตรวจสอบว่า ทักษะอย่างหนึ่งเป็นพื้นฐานหรือก่อให้เกิดการถ่ายโอนเชิงบวกต่อทักษะอีกอย่างหนึ่งหรือไม่ (Gagne, 1971)

แต่เนื่องจากการตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นอาจจะทำได้สองแนวตามความหมายในเชิงการถ่ายโอน และในเชิงการวัดผล (หรือการพิจารณาในเชิงบวกและเชิงลบตามลำดับ) วิธีการตรวจสอบความเที่ยงตรงจึงต่างกัน ถ้าอาศัยความหมายในเชิงการถ่ายโอนจะเน้นที่ผลของประสบการณ์เดิมที่มีต่อการเรียนรู้ในปัจจุบัน ประสบการณ์ที่มีมาก่อนเป็นโครงสร้างของความรู้ที่ได้มาในแบบการจัดระเบียบเป็นลำดับชั้นที่สัมพันธ์กับชิ้นงานเฉพาะขั้นใหม่ มีข้ออาศัยเพียงความคล้ายคลึงของสิ่งเร้าและการตอบสนองระหว่างชิ้นงานเฉพาะเดิมและชิ้นงานใหม่ การเรียนรู้สิ่งใหม่จะต้องขึ้นอยู่กับการเรียนรู้สิ่งเก่าด้วย (Ausubel, 1968 : 129 , 189) การตรวจสอบความเที่ยงตรงจะอาศัยการทดลองที่มีแบบแผนการวิจัยโดย

ทั่วไป คือ ต้องมีกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่ม กลุ่มแรกเรียนชิ้นงานเฉพาะชิ้นต้นแล้วจึงเรียนชิ้นที่สอง กลุ่มที่สองเรียนเฉพาะชิ้นงานเฉพาะชิ้นที่สอง ถ้าชิ้นงานเฉพาะชิ้นต้นก่อให้เกิดการถ่ายโอนเชิงบวกได้จริง กลุ่มแรกจะเรียนชิ้นงานเฉพาะชิ้นที่สองได้เร็วกว่า (Hulse and others, 1975)

ยูพริชาร์ด (Uprichard, 1971) ได้ศึกษาลำดับชั้นการเรียนรู้ที่จะให้ผลสูงสุดในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เท่ากัน มากกว่า และน้อยกว่า โดยการให้กลุ่มตัวอย่าง 6 กลุ่มเรียนตามลำดับชั้น 6 ชั้น ด้วยการผสมเรื่องทั้งสามเข้าด้วยกัน เช่นกลุ่มแรกเรียนลำดับชั้น น้อยกว่า-เท่ากัน-มากกว่า กลุ่มที่สองเรียนลำดับชั้น น้อยกว่า - มากกว่า - เท่ากัน เป็นต้น เมื่อพิจารณาผลการสอบและเวลาที่ใช้เรียนแล้วสรุปได้ว่า ลำดับชั้น เท่ากัน - มากกว่า - น้อยกว่า ให้ผลสูงสุด การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการตรวจสอบลำดับชั้นการเรียนรู้โดยการพิจารณาในแง่ของการถ่ายโอนทางบวก

แต่เนื่องจากการตรวจสอบลำดับชั้นการเรียนรู้ โดยวิธีของยูพริชาร์ด จะกระทำได้เฉพาะลำดับชั้นการเรียนรู้ที่มีพฤติกรรมที่เป็นองค์ประกอบจำนวนน้อย ถ้าพฤติกรรมที่เป็นองค์ประกอบมีจำนวนมาก ย่อมปฏิบัติได้ยากและใช้เวลามาก จำเป็นต้องอาศัยความหมายในเชิงการวัดผลมาทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้ (Carroll, 1971 ; White, 1973

b) การทดสอบความเที่ยงตรงในแนวนั้นเป็นการทดสอบสมมุติฐานที่ว่านักเรียนที่เรียนตามลำดับชั้นการเรียนรู้ที่สร้างขั้นนั้น และมีความสามารถตามจุดมุ่งหมายของชิ้นงานเฉพาะขั้นสูง กว่า จะต้องเป็นผู้ที่มีความสามารถตามจุดมุ่งหมายของชิ้นงานเฉพาะขั้นต่ำกว่าที่เป็นพื้นฐานด้วยการตรวจสอบเฉพาะจำนวนนักเรียนที่มีการเรียนรู้สอดคล้องกับสมมุติฐาน และที่ขัดแย้งกับสมมุติฐานยังไม่เพียงพอต่อการลงความเห็น จึงได้มีผู้เสนอวิธีการต่างๆ ดังต่อไปนี้ เพื่อหาค่าดัชนีที่จะชี้บอกการปฏิเสธหรือไม่ปฏิเสธสมมุติฐาน

5.1 วิธีการของกาเย - พาราไดส์ (Gagne and Paradise, 1961) เมื่อพิจารณาการตามลำดับชั้นการเรียนรู้ และทำการสอบวัดนักเรียนแล้ว จัดนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่มคือ

5.1.1 กลุ่มที่สอบผ่านพฤติกรรมขั้นต่ำที่เป็นพื้นฐานทั้งหมด และสอบผ่านพฤติกรรมขั้นสูงกว่า กำหนดให้ค่าความดีเป็น a

5.1.2 กลุ่มที่สอบไม่ผ่านพฤติกรรมขั้นต่ำที่เป็นพื้นฐานพฤติกรรมใดพฤติกรรมหนึ่ง แต่สอบผ่านพฤติกรรมขั้นสูงกว่า กำหนดให้ค่าความดีเป็น b

5.1.3 กลุ่มที่สอบผ่านพฤติกรรมขั้นต่ำที่เป็นพื้นฐานทั้งหมด แต่สอบไม่ผ่านพฤติกรรมขั้นสูงกว่า กำหนดให้ค่าเป็น c

5.1.4 กลุ่มที่ไม่ผ่านพฤติกรรมขั้นต่ำที่เป็นพื้นฐานพฤติกรรมใดพฤติกรรมหนึ่ง และไม่ผ่านพฤติกรรมขั้นสูงกว่า กำหนดให้ค่าเป็น d

ในการศึกษาครั้งแรกใช้ข้อทดสอบพฤติกรรมละ 1 ข้อ การสอบผ่านพฤติกรรมใด หมายถึงการทำข้อทดสอบถูก การสอบไม่ผ่านหมายถึงการทำข้อทดสอบผิด การศึกษาครั้งหลังๆ ต่อมา มีผู้ใช้จำนวนข้อสอบแตกต่างกันไป การสอบผ่านจึงหมายถึงการทำข้อทดสอบวัดพฤติกรรมนั้นได้ถูกทุกข้อ ส่วนการสอบไม่ผ่านหมายถึงการทำข้อทดสอบวัดพฤติกรรมนั้นผิดข้อใดข้อหนึ่ง (เช่นการศึกษาของ Gagne and others, 1962)

ดัชนีที่ใช้บ่งบอกความเที่ยงตรง คือ

$$\text{proportion positive transfer} = \frac{a + d}{a + d + b}$$

ลำดับชั้นการเรียนรู้ที่จะถือว่าเที่ยงตรงต้องได้ค่าดัชนีนี้ใกล้เคียง 1.00 โดยมีเหตุผลว่าลำดับชั้นที่เที่ยงตรงค่า b ต้องเท่ากับศูนย์ ค่าดัชนีนี้มีพิสัยตั้งแต่ 0 ถึง 1

5.2 วิธีการของวอลเบสเซอร์ - ไอเซนเบิร์ก (Walbesser and Eisenberg, 1972) วิธีนี้ประกอบด้วยการคำนวณหาค่าดัชนีที่สำคัญ 3 ค่า โดยอาศัยความถี่ของจำนวนนักเรียนเช่นเดียวกับวิธีของ กาเย และพาราไดส์ แต่เนื่องจากในระยะหลังมีผู้นิยมทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นระหว่างพฤติกรรมขั้นต่ำกว่าและขั้นสูงกว่าเป็นคู่ๆ กันไป ไม่ได้รวมเอาผลการทดสอบพฤติกรรมขั้นต่ำกว่าทั้งหมดเป็นพฤติกรรมเดียว ทั้งนี้เพราะในการปฏิบัติผสมมาตรฐานทำให้ไม่อาจทราบว่าพฤติกรรมขั้นต่ำพฤติกรรมใดที่ไม่เป็นพื้นฐานจริง (ดังเช่นผลการศึกษาของ เอนก เพียรอนุกุลบุตร และ กมล ภูประเสริฐ, 2519) ดังนั้นกลุ่มนักเรียนทั้ง 4 กลุ่ม จะมีความหมายดังนี้

5.2.1 กลุ่มที่สอบผ่านพฤติกรรมขั้นต่ำกว่าและพฤติกรรมขั้นสูงกว่า หรือกลุ่ม (1,1)

5.2.2 กลุ่มที่สอบไม่ผ่านพฤติกรรมขั้นต่ำกว่าแต่สอบผ่านพฤติกรรมขั้นสูงกว่า หรือกลุ่ม (0, 1)

5.2.3 กลุ่มที่สอบผ่านพฤติกรรมขั้นต่ำกว่า แต่สอบไม่ผ่านพฤติกรรมขั้นสูงกว่า

หรือกลุ่ม (1,0)

5.2.4 กลุ่มที่สอบไม่ผ่านพฤติกรรมทั้งสองชั้น หรือกลุ่ม (0,0)

ตัวเลขตัวแรกหมายถึงพฤติกรรมชั้นต่ำกว่า ตัวหลังหมายถึงพฤติกรรมชั้นสูงกว่า เลข 1 หมายถึงการสอบผ่าน และ 0 หมายถึงการสอบไม่ผ่าน ซึ่งแสดงในลักษณะตารางได้ดังนี้

ตาราง 1. การจัดกลุ่มนักเรียนตามวิธีของ วอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก

		พฤติกรรมชั้นสูงกว่า	
		ไม่ผ่าน	ผ่าน
พฤติกรรมชั้นต่ำกว่า	ผ่าน	f(1,0)	f(1,1)
	ไม่ผ่าน	f(0,0)	f(0,1)

วิธีการคำนวณและความหมายของค่าดัชนีของวิธีนี้มีดังนี้

ก. Consistency Ratio (CSR) ค่าดัชนีนี้ใช้ทดสอบสมมุติฐานที่ว่า ถ้านักเรียนคนใดเรียนรู้พฤติกรรมชั้นสูงกว่าได้เมื่อสิ้นสุดการสอน ย่อมแสดงว่าเขาได้เรียนรู้พฤติกรรมชั้นต่ำกว่าด้วยแล้ว สูตรการคำนวณ คือ

$$CSR = \frac{f(1,1)}{f(1,1) + f(0,1)}$$

f หมายถึงความถี่จำนวนนักเรียนในกลุ่มต่าง ๆ

ข. Adequacy Ratio (ADR) ค่าดัชนีนี้ใช้ทดสอบสมมุติฐานที่ว่า ถ้านักเรียนคนใดเรียนรู้พฤติกรรมชั้นต่ำกว่าได้แล้ว เขาย่อมสามารถเรียนรู้พฤติกรรมชั้นสูงกว่าได้เมื่อสิ้นสุดการสอน สูตรการคำนวณ คือ

$$ADR = \frac{f(1,1)}{f(1,1) + f(1,0)}$$

ค. Completeness Ratio (CPR) เป็นค่าดัชนีที่ใช้สำหรับสนับสนุนการปฏิเสธหรือไม่ปฏิเสธลำดับชั้นการเรียนรู้ ให้ความหมายหนักแน่นขึ้น ทั้งนี้เพราะค่าดัชนีทั้งสองค่าที่กล่าว

ข้างต้นอาจมีค่าสูง โดยที่นักเรียนจำนวนมากไม่สามารถเรียนรู้ทั้งพฤติกรรมขั้นต่ำกว่าและสูงกว่า ในกรณีเช่นนี้ ไม่อาจสรุปได้ว่าลำดับขั้นนั้นมีความเที่ยงตรงโดยสมบูรณ์ สูตรการคำนวณคือ

$$\text{CPR} = \frac{f(1,1)}{f(1,1) + f(0,0)}$$

ลำดับขั้นการเรียนรู้ใดๆ จะถือว่ามีค่าเที่ยงตรง จะต้องมียุทธวิธีทั้งสามตั้งแต่ 0.85 ขึ้นไป ค่าดัชนีทุกค่ามีพิสัยตั้งแต่ 0 ถึง 1

5.3 วิธีการที่อาศัยเทคนิคของ กัทท์แมน (Guttman, 1941)

กัทท์แมน ได้เสนอแนวความคิดไว้ว่า การแจกแจงความถี่พหุนาม (multivariate frequency distribution) ของมวลประชากรของคุณลักษณะ (attributes) เรียกว่า สเกล (scale) ซึ่งสามารถหาตัวแปรเชิงปริมาณที่แทนคุณลักษณะจนกระทั่งแต่ละคุณลักษณะเป็นฟังก์ชันอย่างง่าย (simple function) ของตัวแปรเชิงปริมาณนั้น วิธีการนี้เรียกว่าการวิเคราะห์สเกลที่ใช้กับข้อมูลเชิงคุณภาพได้ทุกชนิด ตัวอย่างของการวิเคราะห์ คือ ถ้ามีคำถาม 3 ข้อใช้กับกลุ่มตัวอย่าง คำตอบที่ปรากฏอาจมีเพียง 4 แบบ คือ

5.3.1 คำตอบถูกทั้งสามข้อ คือ ข้อ 1, 2 และ 3

5.3.2 คำตอบถูกสองข้อ คือ ข้อ 1 และ 2

5.3.3 คำตอบถูกหนึ่งข้อ คือ ข้อ 1

5.3.4 ไม่มีคำตอบถูกเลย

ทั้งนี้โดยคาดว่าคำตอบแบบอื่นๆ จะไม่ปรากฏขึ้น แต่ในการปฏิบัติจริงจะไม่พบสเกลที่สมบูรณ์ เช่น จะมีคนที่ตอบถูกสองข้อแต่เป็นข้อ 1 และ 3 เป็นต้น จำนวนคนที่มีคำตอบในแบบที่แตกต่างไปจากแบบที่คาดไว้ จะนำมาใช้ในการคำนวณหาค่าดัชนีที่เรียกว่า coefficient of reproducibility ค่าที่ยอมรับคือ ค่าตั้งแต่ 0.85 ขึ้นไป

การนำวิธีการนี้มาใช้ในการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับขั้นการเรียนรู้ (เช่น การศึกษาของ Wang, 1971) กระทำได้โดยการเรียงพฤติกรรมตามลำดับขั้นต่ำกว่าไปยังขั้นสูงกว่าแบบเส้นตรง (linear) ถ้ามีพฤติกรรมทั้งหมด 4 พฤติกรรม การผ่าน-ไม่ผ่าน พฤติกรรมแต่ละตัว อาจมีได้ 5 ลักษณะ ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

ตาราง 2. แบบของการสอบผ่าน - ไม่ผ่านตามวิธีของกัทท์แมน

แบบที่	พฤติกรรม					
	ชั้นต่ำกว่า	1	2	3	4	ชั้นสูงกว่า
1		1	1	1	1	
2		1	1	1	0	
3		1	1	0	0	
4		1	0	0	0	
5		0	0	0	0	

1 คือผ่าน 0 คือไม่ผ่าน

ถ้านักเรียนจำนวนมากมีการผ่าน - ไม่ผ่าน พฤติกรรมต่างๆ ไม่เป็นไปตามลักษณะที่กำหนด ค่าดัชนีที่คำนวณได้จะมีค่าต่ำ วิธีการนี้ไม่ได้แยกทดสอบพฤติกรรมที่ละคู่แต่จะทดสอบลำดับชั้นทั้งหมด

5.4 วิธีการของไวท์ - คลาร์ก (White and Clark , 1973)

เป็นวิธีที่คำนวณหาค่าความน่าจะเป็นที่จะมีกลุ่มตัวอย่าง ที่ทำข้อทดสอบวัดพฤติกรรมสูงกว่าได้ ถูกหมด แต่ทำข้อสอบวัดพฤติกรรมชั้นต่ำกว่าผิดหมด ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่ขัดแย้งกับสมมุติฐาน โดยแยกทดสอบการเป็นลำดับชั้นของพฤติกรรมเป็นคู่ๆ

ถ้าให้พฤติกรรมชั้นต่ำกว่า คือ พฤติกรรม I

พฤติกรรมชั้นสูงกว่า คือ พฤติกรรม II

สัดส่วนนักเรียนในมวลประชากรที่ไม่มีพฤติกรรมทั้งสอง = P_0

สัดส่วนนักเรียนในมวลประชากรที่มีเฉพาะพฤติกรรม I = P_I

สัดส่วนนักเรียนในมวลประชากรที่มีเฉพาะพฤติกรรม II = P_{II}

สัดส่วนนักเรียนในมวลประชากรที่มีพฤติกรรมทั้ง I และ II = P_B

ฉะนั้นสัดส่วนของประชากรที่มีพฤติกรรม I = $P_I + P_B = Q$

สัดส่วนของประชากรที่มีพฤติกรรม II = $P_{II} + P_B = R$

สมมุติฐานที่จะทำการทดสอบ คือ

$$H_0 : P_{II} = 0$$

$$H_a : P_{II} > 0$$

5.4.1 ในกรณีที่ใช้ข้อทดสอบวัดพฤติกรรมละสองข้อ เมื่อสอบวัดนักเรียนแล้ว จะสามารถแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ตามจำนวนคำตอบถูกในพฤติกรรมทั้งสองได้ ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

ตาราง 3 การจัดกลุ่มนักเรียนตามจำนวนข้อสอบที่ทำถูกในพฤติกรรมทั้งสอง เมื่อใช้ข้อทดสอบพฤติกรรมละสองข้อ

		จำนวนคำตอบถูกในพฤติกรรมชั้นสูง (II)			
		0	1	2	
จำนวนคำตอบถูก ในพฤติกรรมชั้นต่ำ (I)	2	f_{20}	f_{21}	f_{22}	$\sum f_{2j} = a$
	1	f_{10}	f_{11}	f_{12}	$\sum f_{1j} = b$
	0	f_{00}	f_{01}	f_{02}	$\sum f_{0j} = c$
		$\sum f_{i0} = f$	$\sum f_{i1} = e$	$\sum f_{i2} = d$	N

f_{ij} คือความถี่จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ทำข้อสอบสำหรับพฤติกรรมชั้นต่ำถูก i ข้อ และทำข้อสอบพฤติกรรมชั้นสูงถูก j ข้อ, i และ $j = 0 - 2$

ถ้าให้ e_a คือความน่าจะเป็นที่ผู้มีพฤติกรรม I จะตอบคำถามข้อหนึ่งข้อใดที่วัดพฤติกรรม I ได้ถูก

e_b คือความน่าจะเป็นที่ผู้ไม่มีพฤติกรรม I จะตอบคำถามข้อหนึ่งข้อใดที่วัดพฤติกรรม I ได้ถูก

- e_c คือความน่าจะเป็นที่ผู้ที่มีพฤติกรรม II จะตอบคำถามข้อหนึ่งข้อใดที่วัดพฤติกรรม II ได้ถูก
- e_d คือความน่าจะเป็นที่ผู้ไม่มีพฤติกรรม II จะตอบคำถามข้อหนึ่งข้อใดที่วัดพฤติกรรม II ได้ถูก
- p_{O2} คือความน่าจะเป็นที่นักเรียนจะเข้าไปอยู่ในกลุ่ม f_{O2} (หรือกลุ่มที่ตอบข้อทดสอบพฤติกรรมต่ำกว่าเกณฑ์แต่ตอบข้อทดสอบพฤติกรรมสูงกว่าถูกหมด)

$$\hat{p}_{O2} = P_O(1 - e_b)^2 e_d^2 + P_I(1 - e_a)^2 e_d^2 + P_{II}(1 - e_b)^2 e_c^2 + P_B(1 - e_a)^2 e_c^2$$

เนื่องจากค่า e_b และ e_c ไม่อาจหาได้โดยการคำนวณ (estimate) จากผลรวมย่อยของความถี่ (marginal total) เช่นเดียวกับค่าอื่น จึงกำหนดให้ $e_b = 0$ และ $e_c = 1$ เพื่อให้ p_{O2} มีค่าสูงที่สุด และ $\hat{P}_{II} = 0$ ตามสมมุติฐานไร้นัยสำคัญ (null hypothesis)

$$\hat{e}_a = \frac{2a}{2a + b}$$

$$\hat{e}_d = \frac{e}{e + 2f}$$

$$\hat{Q} = \frac{(2a + b)^2}{4aN}$$

$$\hat{R} = 1 - \frac{(e + 2f)^2}{4fN}$$

$$\hat{Q} = \hat{P}_I + \hat{P}_{II}$$

$$\hat{R} = \hat{P}_{II} + \hat{P}_B$$

เมื่อคำนวณค่าของ p_{02} ได้แล้วจึงใช้ binomial expansion หากค่าความน่าจะเป็นที่ f_{02} มีจำนวน 0, 1, 2 ตามลำดับ เพื่อความน่าจะเป็นจะสมเท่ากับระดับ .95 หรือสูงกว่า ค่า f_{02} ที่สอดคล้องกับความน่าจะเป็นจะสมนี้ เรียกว่าค่าวิกฤติ ถ้าค่า f_{02} ที่ได้จากข้อมูลเกินกว่าค่าวิกฤตินี้จึงปฏิเสธสมมุติฐานไบนารีสำคัญที่ระดับ .05 หรือต่ำกว่า

5.4.2 ในกรณีที่ใช้ข้อทดสอบวัดพฤติกรรม ละสามข้อ เมื่อสอบวัดนักเรียนแล้วก็สามารถจัดกลุ่มนักเรียนได้เช่นเดียวกับกรณีแรก ดังรายละเอียดในตาราง 4

ตาราง 4. การจัดกลุ่มนักเรียนตามจำนวนข้อสอบที่ทำถูกในพฤติกรรมทั้งสอง เมื่อใช้ข้อทดสอบพฤติกรรมละสามข้อ

จำนวนค่าตอบถูกในพฤติกรรมชั้นสูง (II)

		0	1	2	3	
จำนวนค่าตอบถูก ในพฤติกรรมชั้นต่ำ (I)	3	f_{30}	f_{31}	f_{32}	f_{33}	$\Sigma f_{3j} = a$
	2	f_{20}	f_{21}	f_{22}	f_{23}	$\Sigma f_{2j} = b$
	1	f_{10}	f_{11}	f_{12}	f_{13}	$\Sigma f_{1j} = c$
	0	f_{00}	f_{01}	f_{02}	f_{03}	$\Sigma f_{0j} = d$
		$\Sigma f_{i0} =$ h	$\Sigma f_{i1} =$ g	$\Sigma f_{i2} =$ f	$\Sigma f_{i3} =$ e	N

f_{ij} คือความถี่ของกลุ่มตัวอย่างที่ทำข้อสอบพฤติกรรมชั้นต่ำกว่าได้ถูก i ข้อ และทำข้อสอบพฤติกรรมชั้นสูงกว่าได้ถูก j ข้อ, i และ $j = 0 - 3$

ให้ p_{03} คือความน่าจะเป็นที่นักเรียนจะเข้าไปอยู่ในกลุ่ม f_{03}

$$\hat{p}_{03} = P_0(1 - \theta_b)^3 \theta_d^3 + P_I(1 - \theta_a)^3 \theta_d^3 + P_{II}(1 - \theta_b)^3 \theta_c^3 + P_B(1 - \theta_a)^3 \theta_c^3$$

ในกรณีนี้สามารถคำนวณหาค่า θ ได้ทุกค่า จึงไม่ต้องกำหนดค่าเฉพาะให้แก่ θ ทั่วไค และ $\hat{P}_{II} = 0$ ตามสมมติฐานไร้นัยสำคัญ

$$\hat{\theta}_a = \frac{3a}{3a + b}$$

$$\hat{Q} = \frac{\bar{x}/3 - \theta_b}{\theta_a - \theta_b}$$

$$\hat{\theta}_c = \frac{3e}{3e + f}$$

$$\hat{R} = \frac{\bar{y}/3 - \theta_d}{\theta_c - \theta_d}$$

$$\hat{\theta}_b = \frac{c}{c + 3d}$$

$$\bar{x} = \frac{3a + 2b + c}{N}$$

$$\hat{\theta}_d = \frac{g}{g + 3h}$$

$$\bar{y} = \frac{3e + 2f + g}{N}$$

ถ้า \hat{Q} หรือ \hat{R} ที่คำนวณได้เป็นค่าลบให้แทนด้วย 0 และถ้าคำนวณได้เกิน 1 ให้แทนด้วย 1 เมื่อคำนวณค่า p_{03} ได้แล้วก็ดำเนินการต่อไปเช่นเดียวกับกรณีแรก

5.5 วิธีการอื่นๆ

นอกจากวิธีการดังกล่าวข้างต้นแล้ว ได้มีผู้ใช้วิธีการคำนวณค่า Phi correlation coefficient สำหรับพฤติกรรมแต่ละคู่ ถ้าค่าสัมประสิทธิ์แตกต่างไปจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ ก็จัดเรียงลำดับพฤติกรรมตามความยากง่าย

วิธีการที่มีผู้เสนอใหม่คือวิธีการของ เคย์ตัน - แม็กครีดี (Dayton and Macready, 1976) ซึ่งเป็นความพยายามที่จะคิดค้นวิธีการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้ โดยอาศัยรูปแบบความน่าจะเป็น ด้วยพิจารณาเห็นว่าวิธีการต่างๆ ยังขาดเกณฑ์ของสถิติอันมาน วิธีการนี้อาศัยการกำหนดรูปแบบของ ลำดับชั้นการเรียนรู้ไว้ล่วงหน้า (priori hierarchy) คล้ายกับวิธีการของกัทท์แมน แต่เพิ่มเติมตรงที่มีรูปแบบได้หลายชนิด ไม่ได้จำกัดเฉพาะความสัมพันธ์แบบเส้นตรง (linear) อย่างเดียว และมีการทดสอบ goodness of fit ระหว่างรูปแบบที่กำหนดกับข้อมูลที่ได้มา วิธีการนี้จะต้องอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เฉพาะอย่าง ในการจะประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ต้องการ

การทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้โดยอาศัยความหมายเชิงการถ่ายโอนมีปัญหาเมื่อพฤติกรรมในลำดับชั้นมีมาก การทดสอบโดยอาศัยความหมายในเชิงการวัดผลแม้จะไม่ปฏิเสธสมมุติฐาน ก็ยังไม่อาจมั่นใจได้ว่าพฤติกรรมชั้นต่ำกว่าจะส่งผลให้เกิดการถ่ายโอนเชิงบวก ต่อการเรียนรู้พฤติกรรมชั้นสูงจริง ในกรณีที่ยังไม่มีวิธีการที่จะตรวจสอบความสัมพันธ์ทั้งสองความหมายได้พร้อมกัน ก็อาจจำเป็นต้องตรวจสอบความสัมพันธ์ตามความหมายเชิงการถ่ายโอน สำหรับพฤติกรรมคู่ที่น่าสงสัย หลังจากที่ได้ทดสอบตามความหมายเชิงการวัดผลแล้ว (White and Gagne, 1974)

6. วิธีดำเนินการในการทดสอบความเที่ยงตรง

จากการวิเคราะห์วิธีดำเนินการในการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้ (White, 1973 b ; White, 1974 a) ไวท์ (White, 1974 c) ได้เสนอวิธีดำเนินการซึ่งคาดว่าจะซ้จักข้อบกพร่องที่มีอยู่ในวิธีที่บุคคลต่างๆ ได้ใช้ในการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับลำดับชั้นการเรียนรู้ ดังนี้

6.1 กำหนดพฤติกรรมปลายทางให้ชัดเจน

6.2 สร้างลำดับชั้นการเรียนรู้โดยอาศัยคำถามของ กาเย พฤติกรรมที่เป็นองค์ประกอบทุกพฤติกรรมต้องเป็น " ทักษะทางความคิด " จริงๆ และให้ได้พฤติกรรมพื้นฐานทั้งหมด เพราะในกระบวนการการทดสอบนั้นเป็นเพียงการซ้จักลำดับชั้นที่ไม่ได้ออกไป วิธีการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้ไม่ได้ช่วยสร้างลำดับชั้นให้

6.3 ให้ผู้ชำนาญในสาขาวิชาและครูที่มีประสบการณ์ตรวจสอบลำดับชั้นการเรียนรู้ให้แน่ใจว่า พฤติกรรมขั้นสูงกว่าแต่ละพฤติกรรมเกี่ยวเนื่องกับพฤติกรรมขั้นต่ำกว่าจริง เพราะในการทดสอบความเที่ยงตรงนั้น ไม่ได้ให้ความหมายของความเกี่ยวเนื่องโดยตรง เป็นแค่เพียงการทดสอบว่าจะไม่มีนักเรียนคนใดเรียนรู้พฤติกรรมขั้นสูงกว่าโดยปราศจากการเรียนรู้พฤติกรรมขั้นต่ำกว่า

6.4 ตรวจสอบว่าพฤติกรรมที่เป็นองค์ประกอบทุกพฤติกรรมยังสามารถแยกออกเป็นพฤติกรรมย่อยได้อีกหรือไม่ ทั้งนี้เพื่อให้ได้พฤติกรรมที่ชัดเจนและเฉพาะเจาะจงอย่างแท้จริง มิใช่มีคุณลักษณะหลายอย่างจนไม่อาจตัดสินได้ว่านักเรียนเรียนรู้และไม่เรียนรู้ พฤติกรรมเฉพาะอย่างใด

6.5 ทำการทดลองเพื่อตรวจสอบว่าพฤติกรรมที่แยกได้ในข้อ 6.4 (ถ้ามี) เป็นพฤติกรรมที่ต่างกันจริงหรือไม่ โดยใช้ข้อทดสอบพฤติกรรม ละ 2 ข้อ ถ้าผลการสอบพฤติกรรมทั้งสองแตกต่างกันมากก็แสดงว่าพฤติกรรมทั้งสองต่างกัน การตัดสินจะมีลักษณะเป็นอัตโนมัติเพราะยังไม่มีวิธีการตรวจสอบทางสถิติ

6.6 เขียนลำดับชั้นการเรียนรู้การสอนแต่ละพฤติกรรม ซึ่งจะต้องรวมเอาการทดสอบไว้ด้วย จะต้องมีการทดสอบแต่ละพฤติกรรมทันทีเมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอน ซึ่งการศึกษาที่ยานมาจะสอบวัดทุกพฤติกรรมพร้อมกันเมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนทั้งลำดับชั้นการเรียนรู้ นักเรียนอาจจะลืมพฤติกรรมระดับใดระดับหนึ่งไปก็ได้ (จากผลการวิจัยของ Gagne and Bassler, 1963) นอกจากนี้เมื่อนักเรียนเรียนจนจบลำดับชั้นการเรียนรู้แล้ว การเรียนรู้พฤติกรรมที่จัดไว้ระดับสูงกว่าอาจช่วยให้เกิดการ เรียนรู้พฤติกรรมระดับต่ำกว่าในภายหลังก็เป็นได้ ซึ่งทำให้การแปลความหมายผิดจากความเป็นจริง และควรใช้ข้อทดสอบวัดพฤติกรรมละอย่างน้อยสองข้อเพื่อป้องกันการเดา

6.7 ใช้กลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 150 คน ในการเรียนและทดสอบตามลำดับชั้นการเรียนรู้ เพราะถ้าใช้กลุ่มตัวอย่างน้อยอาจจะได้ไม่ได้นักเรียนที่เรียนรู้ขัดแย้งกับลำดับชั้นการเรียนรู้ ถ้าใช้กลุ่มตัวอย่างมากโอกาสที่จะมีนักเรียนเหล่านี้จะมีมาก

6.8 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมุติฐานโดยวิธีใดวิธีหนึ่งที่เหมาะสม

6.9 ขจัดพฤติกรรมคู่ที่มีผลการเรียนรู้ขัดแย้งกับสมมุติฐาน หรือปรับปรุงลำดับชั้นการเรียนรู้

ไว้ที่เน้นถึงการสอบวัดแต่ละพฤติกรรม (ข้อ 6.6) หลังจากสิ้นสุดการเรียนการสอน พฤติกรรมนั้น โดยมีเหตุผลที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ การศึกษาค้นคว้าบางครั้งมีเฉพาะการสอบ ไม่มีการเรียนการสอนแต่อย่างใด (เช่นการศึกษาของ Gagne and Paradise, 1962 ; Wang, 1971 ; Wang and others, 1971) มุ่งเอาผลการสอบขั้นสุดท้ายเป็นสำคัญ ส่วน การศึกษาที่มีกิจกรรมการเรียนการสอนก็มีเฉพาะการใช้แบบเรียนแบบโปรแกรม (programmed text) มิได้ให้ครูสอนตามลำดับขั้น เช่นในสภาพห้องเรียนทั่วไป จึงอาจจำกัดการอ้างสรุป ผลการวิจัยได้ (White and Gagne, 1974)

ปัญหาที่ควรศึกษาค้นคว้า

แนวความคิดในเรื่องลำดับชั้นการเรียนรู้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการพัฒนาหลักสูตร นับตั้งแต่การกำหนดรูปแบบของหลักสูตร การปรับปรุงการเรียนการสอนตลอดจนการประเมิน หลักสูตร นอกจากนี้ยังผูกพันกับแนวความคิดใหม่ในการจัดการศึกษาคือการเรียนเพื่อรอบรู้ ทั้งได้กล่าวแล้ว การศึกษาค้นคว้าในก้านนี้นับเป็นที่น่าสนใจมาก โดยเฉพาะเมื่อสถาบันส่งเสริม การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้อาศัยแนวคิดนี้ในการวางแผนหลักสูตร คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษา มีการจัดทำแผนภูมิการสอนในลักษณะของลำดับชั้นการเรียนรู้ โดย ความร่วมมือระหว่างผู้อำนวยการในสาขาวิชาคณิตศาสตร์ และผู้ที่มีประสบการณ์ในการสอน จน กระทั่งได้ผลิตแบบเรียนและคู่มือครูที่เสนอแนะกิจกรรมการเรียนการสอนสอดคล้องกับลำดับชั้น ที่สร้างขึ้น

ลำดับชั้นการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นจะเป็นที่ยอมรับอย่างมั่นใจต้องอาศัยการตรวจสอบด้วย ข้อมูลจากการทดลอง การตรวจสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้ซึ่งมีพฤติกรรมจำนวนมาก ย่อมไม่อาจอาศัยแนวทางการถ่ายโอนได้ จำเป็นต้องอาศัยวิธีการทดสอบความเที่ยงตรง ที่ใช้ความหมายความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นในเชิงวัดผลเป็นสำคัญ

วิธีการทดสอบความเที่ยงตรงแต่ละวิธีย่อมมีจุดเด่นและจุดด้อยต่างกัน วิธีการของ กาเย - พาราโคส มีจุดด้อยตรงที่ใช้ค่าดัชนีเพียงค่าเดียวในการตัดสินความเที่ยงตรง และค่า ดัชนีนั้นก็อาจมีค่าใกล้เคียง 1.00 ได้แม้ว่าพฤติกรรมขั้นต่ำและขั้นสูงกว่าจะไม่มีความสัมพันธ์กัน และในกรณีที่มีข้อทดสอบวัดแต่ละพฤติกรรมมากกว่าหนึ่งข้อ จะมีปัญหาในเรื่องเกณฑ์การตัดสิน

การสอบ ผ่าน-ไม่ผ่าน พฤติกรรมนั้น นอกจากนี้ยังไม่มีการกระจายของค่าสถิติ (sampling distribution) ทำให้การอ้างสรุปไปยังมวลประชากรกระทำได้ยาก วิธีการของวอลเบส-เซอร์-ไอเซนเบิร์กและวิธีการของกัทท์แมนก็มีจุดคล้ายกัน วิธีของกัทท์แมนแตกต่างไปจากวิธีอื่นตรงที่ใช้ดัชนีค่าเดียวตัดสินลำดับชั้นการ เรียนรู้ทั้งหมด ดังนั้น ถ้ามีพฤติกรรมคูใดไม่เพียงตรง จะต้องปฏิเสธลำดับชั้นนั้นทั้งหมด (White, 1973 a ; White, 1974 b) นอกจากนี้ยังใช้ได้เฉพาะลำดับชั้นแบบเส้นตรงเท่านั้น (เช่น การศึกษาของ Wang, 1971)

วิธีการของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก มีจุดเด่นตรงที่มีได้ยัดถือค่าดัชนีเพียงค่าเดียว พฤติกรรมคูใดที่ยอมรับว่ามีความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นต่อกัน จึงมีเหตุผลควรแก่การ เชื่อมถือได้อย่าง แน่นแน่น ส่วนวิธีการของไวท์-คลาร์ก และวิธีการของเคย์ตัน-แม็คครีดีมีจุดเด่นที่เป็นสถิติอนุมาน แต่วิธีของไวท์-คลาร์กก็มีจุดคล้ายที่พิจารณาเฉพาะกลุ่มนักเรียนที่ทำข้อสอบพฤติกรรมชั้นสูงกว่าได้ถูกหมด และทำชั้นต่ำกว่าผิดหมด ซึ่งยังน่าสงสัยในการแปลความหมาย และการอ้างสรุปเกี่ยวกับ ความเที่ยงตรงของลำดับชั้นของพฤติกรรมคูใด ๆ เช่น เมื่อนักเรียนจำนวนมากทำข้อสอบไม่ได้ ทั้งของพฤติกรรมชั้นต่ำกว่าและสูงกว่า หรือทำข้อสอบวัดพฤติกรรมชั้นต่ำกว่าได้ถูกหมด แต่ทำชั้น สูงกว่าไม่ได้ เป็นต้น ส่วนวิธีของเคย์ตัน-แม็คครีดี เป็นวิธีสำรวจตรวจสอบความเที่ยงตรงของ ลำดับชั้นทั้งหมดพร้อมกัน ยากแก่การพิจารณาว่าพฤติกรรมคูใดที่เรียงลำดับไม่เหมาะสม เมื่อมี พฤติกรรมจำนวนมากในลำดับชั้นการ เรียนรู้

วิธีทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการ เรียนรู้ที่น่าจะมีประโยชน์สูงกว่า คือวิธีที่สามารถตรวจสอบความเป็นลำดับชั้นของพฤติกรรมเป็นคู ๆ เพราะใช้ได้กับลำดับชั้นการ เรียนรู้ ทุกลักษณะ ถ้าพิจารณาแล้ววิธีการของ วอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์กและวิธีการของไวท์-คลาร์ก เป็นวิธีที่น่าสนใจ แต่เนื่องจากแต่ละวิธีมีจุดเด่นและจุดคล้ายต่างกัน ยากแก่การตัดสินได้ว่าควร จะใช้วิธีใด เนื่องจากการศึกษาค้นคว้าและความคิดเห็นในเชิงเปรียบเทียบวิธีการต่าง ๆ ที่มีผู้ เสนอไว้ เป็นไปในลักษณะของการ เสนอผลที่ได้จากแต่ละวิธีเปรียบเทียบกัน โดยมีได้คำนึงถึง ตัวแปรที่จะมีผลต่อการใช้วิธีการเหล่านั้น และไม่มีการทดสอบความแตกต่างของวิธีต่าง ๆ อย่างมี ระบบ หรือใช้วิธีการสถิติต่ออย่างใด ทำให้ไม่อาจชี้บ่งข้อได้เปรียบและเสียเปรียบของวิธีการนั้นๆ ได้อย่างแท้จริง

การสร้างลำดับชั้นการ เรียนรู้ให้มีคุณค่าต่อการพัฒนาหลักสูตร จำเป็นต้องสร้างให้ลำดับ ชั้นการ เรียนรู้นั้น มีความเที่ยงตรงตามโครงสร้างของลำดับชั้นที่เป็นจริง วิธีการตรวจสอบลำดับ

ชั้นของพฤติกรรมแต่ละคู่จึงต้องมีความเที่ยงตรงควย มิฉะนั้นผู้สร้างอาจรับเอาลำดับชั้นการ เรียนรู้ที่ไม่เหมาะสม ถ้าอาศัยผลจากวิธีการทดสอบที่ไม่ดีพอ การเลือกสรรวิธีการที่ดีกว่า จึงเป็นสิ่งจำเป็น แม้ว่าวิธีการที่มีผู้เสนอไว้นั้นอาจจะไม่ใช่วิธีการที่ดีที่สุด แต่ก็เป็วิธีการ เหาที่มีให้เลือกใช้ได้ในปัจจุบัน

การจะตัดสินว่าวิธีการใดดีกว่าวิธีการใด จะต้องทดลองใช้วิธีการนั้นๆ ทดสอบความ เที่ยงตรงของลำดับชั้นการ เรียนรู้ที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่าเป็นลำดับชั้นที่มีความเที่ยงตรงอยู่ แล้ว จากนั้นจึงเปรียบเทียบผลการทดสอบความเที่ยงตรงนั้น เพื่อพิจารณาว่าวิธีการใดดีกว่า การศึกษาเชิงเปรียบเทียบนั้นนอกจากจะอาศัยวิธีการที่เป็นระบบแล้ว จำเป็นต้องมีเกณฑ์ใน การตัดสินว่าวิธีการที่ดีกว่าเป็นอย่างไร

เกณฑ์ที่ควรใช้อาจมีหลายเกณฑ์ด้วยกัน เกณฑ์ที่สำคัญคือ ความสามารถของวิธีการ ในอันที่จะปฏิเสธหรือไม่ปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นได้อย่างถูกต้อง สามารถ ให้ความหมายสอดคล้องกับสภาพที่เป็นจริงได้อย่างเฉียบคม กล่าวคือเมื่อพฤติกรรมคู่ใดมีความ สัมพันธ์เชิงลำดับชั้นต่อเนื่องกันจริง วิธีการที่ดีต้องไม่ปฏิเสธสมมุติฐาน และเมื่อพฤติกรรม คู่ใดมีความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้น แต่ไม่ต่อเนื่องกัน แม้ว่าพฤติกรรมชั้นต่ำกว่าจะมีส่วนเป็น พื้นฐานของพฤติกรรมชั้นสูงกว่าในโอกาสต่อไปก็ตาม วิธีการที่ดีก็ควรจะปฏิเสธสมมุติฐาน ทั้งนี้ตัวแปรในเรื่องจำนวนกลุ่มตัวอย่าง ความยากง่ายของข้อทดสอบ และจำนวนข้อทดสอบ ที่ใช้วัดในแต่ละพฤติกรรม จะต้องไม่ทำให้ผลการทดสอบความเที่ยงตรงแปรเปลี่ยนไป

การเลือกได้วิธีการที่ดีกว่าในการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการ เรียนรู้ โดยอาศัยเกณฑ์ดังกล่าวข้างต้น นำจะมีประโยชน์ในการปรับปรุงลำดับชั้นการ เรียนรู้ อันจะ นำไปสู่การปรับปรุงสิ่งอื่นที่เกี่ยวข้องซึ่ง เป็นผลให้เกิดการพัฒนาหลักสูตรในที่สุด

จุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

จากเหตุผลและทฤษฎีพื้นฐานที่กล่าวแล้ว ผู้วิจัยจึงมีจุดมุ่งหมายดังต่อไปนี้

1. เพื่อหาการกระจายของค่าสถิติ ของผลการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับ ชั้นการ เรียนรู้ตามวิธีของวอลเบสเซอร์ - ไอเซน เบิร์กกับวิธีการของไวท์ - คลาร์ค
2. เพื่อเปรียบเทียบว่า การใช้จำนวนกลุ่มตัวอย่างต่างกันในการทดสอบความ

เที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้ การใช้ข้อทดสอบที่มีความยากง่ายต่างกัน และจำนวนข้อต่างกันในการวัดผลการเรียนรู้แต่ละพฤติกรรม และการใช้แบบแผนพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้นต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง จะส่งผลต่อการทดสอบความเที่ยงตรงตามวิธีของวอลเบสเซอร์ - ไอเซนเบิร์ก กับวิธีของไวท์ - คลาร์ค แตกต่างกันอย่างไรร

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จะมีประโยชน์ดังนี้คือ

1. ผลของการศึกษาจะให้ข้อสนเทศในการเลือกใช้วิธีการที่ดีกว่าในการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้ ให้ข้อสนเทศสำหรับการปรับปรุงวิธีการให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นและการแสวงหาวิธีการใหม่ที่ดีกว่า ซึ่งจะเป็นเครื่องมือที่สำคัญอย่างหนึ่งในการพัฒนาหลักสูตร
2. วิธีการที่เลือกหรือปรับปรุงแล้วนี้ สามารถใช้ในการพัฒนาหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาของสภานิสงเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งหลักสูตรอยู่ในระหว่างการทดลองและจะมีการประกาศใช้ตั้งแต่ปีการศึกษา 2521 เป็นต้นไป
3. ผลของการศึกษาจะเป็นแนวทางในการใช้หรือแสวงหาวิธีการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้สำหรับสาขาวิชาอื่นๆ ทุกระดับในโอกาสต่อไป

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

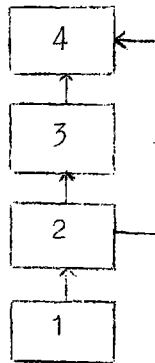
1. ลำดับชั้นการเรียนรู้ หมายถึง ข้อความหรือแผนภาพที่อธิบายให้ทราบถึงความสามารถทางการคิด อันเป็นพฤติกรรมที่คาดหวังในการเรียนการสอนหน่วยหนึ่ง และอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถเหล่านั้นตามคุณสมบัติของการเป็นพื้นฐานต่อกัน
2. พฤติกรรมขั้นต่ำกว่า หมายถึง ความสามารถทางการคิดที่คาดว่าจะ เป็นพื้นฐานสำหรับความสามารถทางการคิดอื่นที่มีระดับความซับซ้อนมากกว่า ใช้คำย่อว่าพฤติกรรม I
3. พฤติกรรมขั้นสูงกว่า หมายถึง ความสามารถทางการคิดที่มีความซับซ้อนมากกว่า พฤติกรรมขั้นต่ำกว่าและต้องอาศัยพฤติกรรมขั้นต่ำกว่าเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ให้ได้ผล ใช้คำย่อว่าพฤติกรรม II

4. ลำดับชั้นของพฤติกรรม หมายถึงการที่พฤติกรรมชั้นต่ำกว่าและพฤติกรรมชั้นสูงกว่า เป็นคู่ๆ มีความสัมพันธ์ของการ เป็นพื้นฐานต่อกัน ได้มาจากลำดับชั้นการเรียนรู้

5. ลำดับชั้นที่ต่อเนื่อง หมายถึงลำดับชั้นของพฤติกรรมที่มีพฤติกรรมชั้นต่ำกว่าอยู่ติด ต่อจากพฤติกรรมชั้นสูงกว่า โดยไม่มีพฤติกรรมอื่นที่เป็นพื้นฐานของพฤติกรรมชั้นสูงกว่ามาอยู่แทรก

6. ลำดับชั้นที่ไม่ต่อเนื่อง หมายถึงลำดับชั้นการเรียนรู้ที่มีพฤติกรรมชั้นต่ำกว่าอยู่ห่าง จากพฤติกรรมชั้นสูงกว่า มากกว่าหนึ่งระดับ ซึ่งตามโครงสร้างที่แท้จริงควรมีพฤติกรรมอื่นที่เป็น พื้นฐานของพฤติกรรมชั้นสูงกว่าอยู่แทรกระหว่างพฤติกรรมทั้งสอง

ความหมายของศัพท์เฉพาะดังกล่าวข้างต้น แสดงเป็นแผนภาพได้ดังนี้



ภาพที่ 2. ลำดับชั้นที่ต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง

จากภาพ 1 เป็นพฤติกรรมชั้นต่ำกว่าของ 2 หรือ 3 หรือ 4

3 เป็นพฤติกรรมชั้นสูงกว่าของ 2 หรือ 1

1 และ 2, 3 และ 4 เป็นลำดับชั้นที่ต่อเนื่อง

2 และ 4, 1 และ 3 เป็นลำดับชั้นที่ไม่ต่อเนื่อง

7. การทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้ หมายถึงการตรวจสอบลำดับ ชั้นของพฤติกรรมเป็นคู่ๆ ว่าเป็นไปตามที่คาดหวังไว้ในลำดับชั้นการเรียนรู้หรือไม่

8. ข้อสอบยากและข้อสอบง่าย ข้อสอบยากหมายถึงข้อสอบชุดที่มีความยากของแต่ละ ข้อและความยากเฉลี่ย มากกว่าข้อสอบอีกชุดหนึ่งที่วัดพฤติกรรมเดียวกัน และข้อสอบชุดหลังคือ ข้อสอบง่าย

9. การสอบผ่าน - ไม่ผ่าน การสอบผ่านพฤติกรรมใดหมายถึงการทำข้อสอบที่ใช้
วัดผลการ เรียนรู้พฤติกรรมนั้นได้ถูกต้องทุกข้อ การสอบไม่ผ่านหมายถึงการทำข้อสอบที่ใช้วัดผลการ
เรียนรู้พฤติกรรมนั้นผิดข้อใดข้อหนึ่ง

เอกสารและการศึกษาที่เกี่ยวข้อง

แคฟี่และโจนส์ (Capie and Jones, 1971) ได้เปรียบเทียบวิธีการหลายแบบใน
การทดสอบความเที่ยงตรง เพื่อสร้างลำดับชั้นการเรียนรู้สำหรับเรื่องความหนาแน่นและความ
ถ่วงจำเพาะ โดยการกำหนดลำดับชั้นการเรียนรู้ เป็นสมมุติฐานและทดสอบความเที่ยงตรง
ของลำดับชั้นของพฤติกรรมเป็นคู่ๆ

เมื่อใช้วิธีการของวอลเบสเซอร์¹ ซึ่งประกอบด้วยการคำนวณค่า CSR, ADR
และ Necessity Ratio : NCR (ซึ่งทดสอบสมมุติฐานว่า ถ้านักเรียนคนใดไม่ผ่านพฤติกรรม
ชั้นต่ำกว่า จะต้องไม่ผ่านพฤติกรรมชั้นสูงกว่าด้วย ค่าคำนวณได้จาก $f(0,0)/f(0,0)+f(0,1)$)
ผลปรากฏว่าพฤติกรรม 32 พฤติกรรมที่จัดเป็นคู่ได้ 46 คู่ จะมีอยู่ 16 คู่ที่ได้ค่า CSR และ NCR
ต่ำกว่า 0.60 ถ้าตรวจสอบพฤติกรรมชั้นสูงกว่ากับพฤติกรรมพื้นฐานทุกพฤติกรรม ปรากฏว่าค่า
CSR และ NCR ต่ำลง แต่ค่า ADR จะสูงขึ้น

เมื่อใช้วิธีคำนวณหาค่า Phi coefficient พฤติกรรมที่ค่า Phi มีนัยสำคัญมีถึง
25 คู่ และพบว่าพฤติกรรมคู่ที่ไม่ได้ตั้งสมมุติฐานไว้ ซึ่งได้แก่พฤติกรรมคู่ที่เป็นลำดับชั้นไม่ต่อเนื่อง
ก็มีความสัมพันธ์กันด้วย และเมื่อคำนึงถึงระดับความยากที่ได้จากผลการสอบ พบว่าลำดับชั้นที่คิด
ไว้ทั้งหมดมีแนวโน้มที่จะสอดคล้องกับเหตุผลของความยาก กล่าวคือพฤติกรรมชั้นต่ำจะง่ายกว่า
และเพิ่มความยากขึ้นไปตามลำดับชั้น

แคฟี่และโจนส์ ได้เสนอความเห็นไว้ว่าการศึกษาเกี่ยวกับลำดับชั้นการเรียนรู้ ควรศึกษา
ความสัมพันธ์ของพฤติกรรมทั้งหมดในลำดับชั้นเป็นคู่ๆ เพราะจะให้ข้อมูลที่ช่วยพิจารณาในการ
ปรับปรุงลำดับชั้น เพราะการศึกษาค้นคว้าควรเป็นความพยายามที่จะค้นพบความสัมพันธ์ที่ไม่คาด
หวังด้วย จึงจะใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหลักสูตร

¹ เป็นวิธีที่วอลเบสเซอร์ เสนอไว้ในปี ค.ศ. 1968 ต่อมาวอลเบสเซอร์และ
ไอเซนเบิร์กได้ปรับปรุงใหม่ในปี ค.ศ. 1972 ซึ่งใช้ในการศึกษาครั้งนี้

ไวท์ (White, 1974 b) วิจารณ์การศึกษาของแคฟและโจนส์ว่า การใช้สหสัมพันธ์ และความยากง่ายในการตรวจสอบและปรับปรุงลำดับชั้นการเรียนรู้ไม่ใช่วิธีการที่เหมาะสม เพราะถึงแม้ว่าลำดับชั้นการเรียนรู้จะมีความหมายถึง การเรียงลำดับความยากง่ายและมีความสัมพันธ์กันก็จริง แต่ในทางกลับกัน ความยากง่ายและความสัมพันธ์ ไม่จำเป็นต้องเป็นเครื่องชี้บ่งว่าพฤติกรรมหนึ่งเป็นพื้นฐานของอีกพฤติกรรมหนึ่ง

ไวท์ (White, 1974 b : 64 - 65) ได้เปรียบเทียบผลการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นของพฤติกรรมหนึ่งคู่ โดยการคำนวณหาค่าดัชนีตามวิธีการต่างๆ จากข้อมูลในตาราง 5 ดังนี้

ตาราง 5 การจัดกลุ่มนักเรียนจากผลการสอบวัดพฤติกรรมสองพฤติกรรม

		จำนวนคำตอบถูกในพฤติกรรมชั้นสูงกว่า			
		0	1	2	
จำนวนคำตอบถูกใน พฤติกรรมชั้นต่ำกว่า	2	11	6	23	40
	1	2	2	6	10
	0	47	2	1	50
		60	10	30	100

เมื่อทดสอบโดยวิธีของ กาเย - พาราไคส์

proportion positive transfer = 0.92 ซึ่งยังไม่สรุปผลไม่ได้

เมื่อทดสอบโดยวิธีของวอลเบสเซอร์ - ไอเซนเบิร์ก

CSR = 0.77 ซึ่งปฏิเสธสมมุติฐานความ

ADR = 0.58 สัมพันธ์เชิงลำดับชั้น

CPR = 0.30

เมื่อทดสอบโดยวิธีคำนวณค่า Phi coefficient

$$\text{Phi} = 0.49$$

ซึ่งไม่ปฏิเสธสมมติฐาน

เมื่อทดสอบโดยวิธีของไวท์-คลาร์ค

$$Pr (\text{การที่มีกลุ่มตัวอย่าง } 0, 1 \text{ และ } 2 \text{ คนในกลุ่ม } f_{02}) = 0.97$$

ซึ่งไม่ปฏิเสธสมมติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับขั้นที่ระดับความเชื่อมั่น .03 ไวท์สรุปว่าวิธีการของไวท์-คลาร์คให้ผลดีกว่า เพราะการปฏิเสธหรือไม่ปฏิเสธสมมติฐาน ขึ้นอยู่กับการแจกแจงของผลการสอบของกลุ่มตัวอย่าง ไม่มีปัญหาในเรื่องเกณฑ์การตัดสินใจ ผ่าน-ไม่ผ่าน มีการกระจายของค่าสถิติ ซึ่งสามารถคำนวณหาความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อน ในการอ้างสรุปผลจากกลุ่มตัวอย่างไปยังมวลประชากรของกลุ่มตัวอย่างนั้นได้

ข้ออภิปรายเกี่ยวกับวิธีการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้

การศึกษาและการเปรียบเทียบของ แคฟฟ์กับโจนส์และไวท์ เป็นเพียงการเสนอผลการใช้วิธีการต่าง ๆ และให้เหตุผลประกอบข้อมูลเหล่านั้นเท่าที่จะสามารถมองเห็นได้ การไม่ได้คำนึงถึงตัวแปรต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อผลเหล่านั้น ย่อมทำให้ข้อสรุปยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร ดังเช่นการเปรียบเทียบของไวท์ วิธีการของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์กให้ผลแตกต่างจากวิธีอื่น แต่ถ้าพิจารณาจากข้อมูลจะเห็นได้ว่า จำนวนกลุ่มตัวอย่างในกลุ่ม f_{00} และ f_{20} มีมาก โดยเฉพาะกลุ่ม f_{00} มีเกือบถึงร้อยละ 50 ของกลุ่มตัวอย่าง ทำให้น่าสงสัยเกี่ยวกับความเที่ยงตรงของลำดับชั้นพฤติกรรมซึ่งวิธีการอื่นไม่ปฏิเสธสมมติฐาน เพราะ f_{00} แสดงให้เห็นว่า กลุ่มตัวอย่างจำนวนมากไม่สามารถเรียนรู้พฤติกรรมทั้งขั้นต่ำกว่าและสูงกว่า การยอมรับว่าพฤติกรรมทั้งสองเป็นลำดับชั้นต่อกัน น่าจะไม่เหมาะสมสำหรับนักเรียนระดับนี้โดยทั่วไป ลำดับชั้นนั้นอาจเป็นจริงสำหรับนักเรียนกลุ่มที่มีสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนค่อนข้างสูงเท่านั้น

วิธีการของไวท์-คลาร์คพิจารณาเฉพาะค่า f_{02} ว่ามีจำนวนกลุ่มตัวอย่างเกินกว่าค่าวิกฤติหรือไม่ โดยมีค่าจนถึงค่า f_{00} และ f_{20} ตามแนวคิดของวอลเบสเซอร์และไอเซนเบิร์ก ถ้าค่า f_{20} มากก็เป็นไปได้ว่า แม้พฤติกรรม I จะเป็นพื้นฐานของพฤติกรรม II อาจอยู่ห่างจากพฤติกรรม II มากกว่าหนึ่งระดับ หรือควรมีพฤติกรรมอื่นแทรกอยู่ ถึงแม้ว่าไวท์ (1976)¹ จะมีความเห็นว่า การจะมีหรือไม่มีพฤติกรรมอื่นแทรกระหว่างพฤติกรรม I

¹ จากการคิดต่อเป็นส่วนตัว

และ II ผลจากการใช้วิธีการของไวท์ - คลาร์คถ้าไม่ปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นแล้ว ก็ย่อมถือได้ว่าลำดับชั้นนั้นเที่ยงตรง

ความเห็นของไวท์อาจถูกต้องถ้าคำนึงถึงลำดับชั้นการเรียนรู้ในความหมายกว้างๆ เพราะถ้าจะทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นของพฤติกรรมคู่ที่ประกอบด้วยพฤติกรรมชั้นต่ำอยู่ห่างจากพฤติกรรมชั้นสูงกว่าหลายระดับ และพฤติกรรมชั้นต่ำกว่าเป็นพื้นฐานส่วนหนึ่งของพฤติกรรมชั้นสูงกว่า ผลจากการทดสอบด้วยวิธีนี้น่าจะเที่ยงตรงตามความเป็นจริง แต่ถ้าคำนึงถึงลำดับชั้นการเรียนรู้ในความหมายที่จะช่วยปรับปรุงหลักสูตรและการเรียนการสอนจริงๆ พฤติกรรมคู่ที่ทดสอบแล้วว่าเป็นลำดับชั้นต่อกัน น่าจะหมายถึงพฤติกรรมคู่ที่เป็นลำดับชั้นที่ต่อเนื่อง กล่าวคือเมื่อเรียนรู้พฤติกรรม I แล้วก็ต้องเรียนรู้พฤติกรรม II ต่อไป ไม่น่าจะหมายถึงการเรียนรู้พฤติกรรม II แล้ว ต้องเรียนรู้พฤติกรรม X, Y ... (ซึ่งยังไม่ทราบว่าคืออะไร) จากนั้นจึงไปเรียนรู้พฤติกรรม II ถ้าเป็นในลักษณะหลังพฤติกรรม I และ II ก็ไม่น่าได้ชื่อว่าเป็นลำดับชั้นการเรียนรู้

ถ้าจะพิจารณาการเป็นลำดับชั้นที่ต่อเนื่อง วิธีการของวอลเบสเซอร์ - ไอเซนเบิร์ก จะได้ค่าดัชนีที่อาจใช้แปลความหมายได้ คือค่า ADR ถ้าพฤติกรรมคู่ใดได้ค่า CSR สูงกว่า 0.85 แต่ค่า ADR ต่ำกว่า 0.85 อาจแปลได้ว่าพฤติกรรม I เป็นพื้นฐานของพฤติกรรม II แต่มีได้เป็นลำดับชั้นการเรียนรู้ที่ต่อเนื่องกัน น่าจะต้องมีพฤติกรรมอื่นอยู่ถัดจากพฤติกรรม I ก่อนที่จะถึงพฤติกรรม II การใช้วิธีการของไวท์ - คลาร์ค น่าจะไม่สามารถตรวจสอบพบความสัมพันธ์เช่นนี้ได้ เพราะพฤติกรรมชั้นสูงกว่าที่ข้ามขั้นขึ้นไปย่อมเรียนรู้ได้ยากยิ่งขึ้น นักเรียนมีโอกาสสอบถูกหมดได้น้อย

การทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้ ไวท์เสนอให้ใช้กลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 150 คน โดยให้เหตุผลว่าถ้ามีกลุ่มตัวอย่างมากจะมีโอกาสได้นักเรียนที่มีการเรียนรู้ซัดกับลำดับชั้นที่ติดกัน ซึ่งถ้าเป็นไปตามความเห็นนี้ กลุ่มตัวอย่างยิ่งมากก็จะทำให้มีโอกาสปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นได้มาก การศึกษาครั้งนี้ใช้จำนวนกลุ่มตัวอย่างเป็นตัวแทนเพื่อตรวจสอบความคาดหมายของไวท์ว่าเป็นจริงเพียงใด โดยใช้กลุ่มตัวอย่างต่างกันสามจำนวนคือ 75, 150 และ 225 คนตามลำดับ

ในค่านความยากง่ายและจำนวนของข้อทดสอบที่ใช้วัดผลการเรียนรู้ในแต่ละพฤติกรรมนำ

จะมีผลกระทบต่อวิธีการทั้งสอง กล่าวคือเมื่อข้อทดสอบยากขึ้นวิธีการของวอลเบสเซอร์ - ไอเซนเบิร์ก จะปฏิเสธสมมุติฐานเกี่ยวกับการเป็นลำดับชั้นของพฤติกรรมได้มากขึ้น โดยเฉพาะค่า ADR จะต่ำ สำหรับวิธีการของไวท์ - คลาร์ค นั้นเมื่อข้อทดสอบยากขึ้น การปฏิเสธสมมุติฐานจะยิ่งน้อยลง เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีโอกาสน้อยลงที่จะทำข้อทดสอบพฤติกรรมชั้นสูงกว่าได้ถูกทั้งหมด และถ้าจำนวนข้อสอบมีมากขึ้นวิธีการของวอลเบสเซอร์ - ไอเซนเบิร์ก จะปฏิเสธสมมุติฐานมากขึ้น เพราะจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่จะสามารถผ่านเกณฑ์จะมีโอกาสน้อยลงเมื่อเปรียบเทียบกับข้อสอบที่ง่ายกว่าที่ใช้เกณฑ์การผ่านเท่ากัน วิธีการของไวท์และคลาร์ค จะปฏิเสธน้อยลง เพราะโอกาสที่กลุ่มตัวอย่างจะทำถูกหมดสำหรับพฤติกรรมชั้นสูงจะมีน้อยลง

เนื่องจากวิธีการของวอลเบสเซอร์ - ไอเซนเบิร์ก ใช้ค่าดัชนีสามค่า คือ CSR, ADR และ CPR ค่า CSR คำนึงถึงกลุ่มตัวอย่างที่สอบผ่านพฤติกรรมชั้นสูงกว่าแต่ไม่ผ่านพฤติกรรมชั้นต่ำกว่า คล้ายกับแนวพิจารณาของไวท์และคลาร์ค ซึ่งคำนึงถึงเฉพาะกลุ่ม f_{02} ดังนั้น ในการทดสอบความเที่ยงตรงของพฤติกรรมคู่ใดตามวิธีการของวอลเบสเซอร์ - ไอเซนเบิร์ก ถ้าจะตรวจสอบว่าพฤติกรรม I เป็นพื้นฐานของพฤติกรรม II หรือไม่ โดยไม่คำนึงถึงการเป็นลำดับชั้นที่ต่อเนื่องหรือไม่ต่อเนื่อง ย่อมสามารถพิจารณาได้จากค่า CSR ซึ่งน่าจะให้ผลเป็นเช่นเดียวกับวิธีการของไวท์ และคลาร์ค ตัวอย่างต่างๆ จะไม่ทำให้ผลการทดสอบความเที่ยงตรงของวิธีการทั้งสองแตกต่างกัน ไม่เหมือนกับการทดสอบสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นที่คำนึงถึงค่าดัชนีทั้งสามค่าตามข้อเสนอของวอลเบสเซอร์ และไอเซนเบิร์ก การศึกษาครั้งนี้จะได้พิจารณาทั้งในประเด็นที่ถือเอา CSR, ADR และ CPR เป็นเกณฑ์ และในประเด็นที่ถือค่า CSR เป็นเกณฑ์เพียงค่าเดียว

สมมุติฐานในการศึกษากันคว่า

จากเหตุผลที่กล่าวแล้วทอนต้น อารจตั้งสมมุติฐานการวิจัยไว้ดังต่อไปนี้

1. ถ้าใช้จำนวนกลุ่มตัวอย่างต่างกันในการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นของพฤติกรรม จะไม่ทำให้ผลการทดสอบโดยวิธีการของวอลเบสเซอร์ - ไอเซนเบิร์ก แตกต่างกัน แต่จะทำให้ผลการทดสอบโดยวิธีของไวท์ - คลาร์คแตกต่างกัน
2. ถ้าใช้แบบทดสอบที่มีความยากง่ายต่างกันในการวัดผลการเรียนรู้แต่ละพฤติกรรม

จะทำให้ผลการทดสอบโดยวิธีของวอลเบสเซอร์ - ไอเซนเบิร์กแตกต่างกัน และทำให้ผลการทดสอบโดยวิธีของไวท์ - คลาร์กแตกต่างกัน แต่เป็นไปในลักษณะตรงข้ามกับวิธีแรก

3. ถ้าใช้แบบทดสอบที่มีจำนวนข้อว่างไว้ในการวัดผลการเรียนรู้แต่ละพฤติกรรม จะทำให้ผลการทดสอบโดยวิธีของวอลเบสเซอร์ - ไอเซนเบิร์กแตกต่างกัน และทำให้ผลการทดสอบโดยวิธีของไวท์ - คลาร์กแตกต่างกันด้วย แต่เป็นไปในลักษณะตรงข้ามกับวิธีแรก

4. ผลการทดสอบความเที่ยงตรงโดยวิธีของวอลเบสเซอร์ - ไอเซนเบิร์ก และวิธีของไวท์ - คลาร์ก ภายใต้อิทธิพลของจำนวนกลุ่มตัวอย่าง ความยากง่ายและจำนวนข้อทดสอบ และแบบแผนพฤติกรรมที่เป็นลำดับขึ้นต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง จะแตกต่างกัน

5. ผลการทดสอบความเที่ยงตรงโดยวิธีของวอลเบสเซอร์ - ไอเซนเบิร์กที่คำนึงเฉพาะค่า และวิธีของไวท์ - คลาร์ก ภายใต้อิทธิพลของจำนวนกลุ่มตัวอย่าง ความยากง่ายและจำนวนข้อทดสอบ และแบบแผนพฤติกรรมที่เป็นลำดับต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง จะแตกต่างกัน

รูปแบบของการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยดังต่อไปนี้

ตาราง 6. รูปแบบของการวิจัย

	ด				~ ด			
	ยาก		ง่าย		ยาก		ง่าย	
	2	3	2	3	2	3	2	3
75	✓			✓		✓	✓	
150	+	✓	✓	+	✓	+	+	✓
225	✓			✓		✓	✓	

ด, ~ ล	หมายถึงลำดับชั้นที่ต่อเนื่องและลำดับชั้นที่ไม่ต่อเนื่องตามลำดับ
ยาก, ง่าย	หมายถึงข้อสอบยาก และข้อสอบง่าย
2, 3	หมายถึงจำนวนข้อสอบที่ใช้วัดแต่ละพฤติกรรม
75, 150, 225	หมายถึงจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสอบความเที่ยงตรง
✓	หมายถึงเงื่อนไขที่มีการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งแรก
+	หมายถึงเงื่อนไขที่มีการวิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติม
	แต่ละเงื่อนไขจะมีการวิเคราะห์ข้อมูล 25 ครั้ง และแต่ละครั้งจะอาศัยการสุ่ม

รูปแบบของการวิจัยสร้างขึ้นโดยการสุ่มเงื่อนไขหนึ่งเงื่อนไข จากนั้นกำหนดเงื่อนไขอื่นๆ ที่จะวิเคราะห์ข้อมูล โดยให้มีความสมดุลในแง่การทดสอบผลของตัวแปรแต่ละตัว

การแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็นสองครั้ง (ครั้งแรกมี 12 เงื่อนไข และครั้งที่สองเมื่อรวมผลวิเคราะห์เพิ่มเติมจะมี 16 เงื่อนไข) เพราะจากรูปแบบของการวิจัย เมื่อต้องการศึกษาผลของตัวแปรแต่ละตัวแปรที่ก่อผลการศึกษาทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้ เช่นผลของการใช้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 75 คน จะรวมเอาผลของการใช้ข้อทดสอบยากจำนวนสองข้อกับการใช้ข้อทดสอบง่ายจำนวนสามข้อ ของแบบแผนพฤติกรรมที่เป็นลำดับชั้นต่อเนื่อง และผลของการใช้ข้อทดสอบยากจำนวนสามข้อกับการใช้ข้อทดสอบง่ายจำนวนสองข้อ ของแบบแผนพฤติกรรมที่เป็นลำดับชั้นไม่ต่อเนื่อง เป็นต้น จึงอาจเป็นไปได้ที่จะมีผลของ **interaction** ของตัวแปรเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย

การเพิ่มเงื่อนไขที่จะวิเคราะห์ข้อมูลในครั้งที่สอง เป็นการวิเคราะห์ผลตัวแปรบางตัวแปรที่ปรากฏในทุกเงื่อนไข เช่น การใช้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 150 คน เป็นต้น ถ้ามีผลของ **interaction** ระหว่างตัวแปรเข้ามาเกี่ยวข้อง ผลการวิเคราะห์ครั้งแรกและครั้งที่สองจะไม่สอดคล้องกัน แต่ถ้าไม่มีผลของ **interaction** เข้ามาเกี่ยวข้อง ผลการวิเคราะห์ทั้งสองครั้งจะสอดคล้องกัน การวิเคราะห์ผลของตัวแปรหนึ่งตัวแปรใด ย่อมหมายถึงผลของตัวแปรนั้นโดยเฉพาะ ซึ่งทำให้สามารถเปรียบเทียบระหว่างตัวแปรตามที่ต้องการได้อย่างสมบูรณ์

การสุ่มกลุ่มตัวอย่างมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลเงื่อนไขละ 25 ครั้ง เพื่อให้ได้ค่าสถิติที่เพียงพอต่อการพิจารณาการกระจาย และได้สัดส่วนของการไม่ปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นของแต่ละวิธี สำหรับศึกษาเปรียบเทียบต่อไป

บทที่ 2

วิธีดำเนินการ

ตัวแปรที่ศึกษาและค่าวัดที่เป็นเกณฑ์

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่

1.1 จำนวนกลุ่มตัวอย่าง แบ่งเป็น 75 คน 150 คน และ 225 คน

1.2 ความยากง่ายของข้อทดสอบที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ แบ่งเป็น ข้อทดสอบที่ยากกว่า และข้อทดสอบที่ง่ายกว่า

1.3 จำนวนข้อทดสอบที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ แบ่งเป็นข้อทดสอบที่มีจำนวนสองข้อ และข้อทดสอบที่มีจำนวนสามข้อ

1.4 ความเป็นลำดับขั้นต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง

2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับขั้นการเรียนรู้ตามวิธีของวอลเบสเซอร์ - ไอเซนเบิร์ก กับวิธีของไวท์ - คลาร์ก

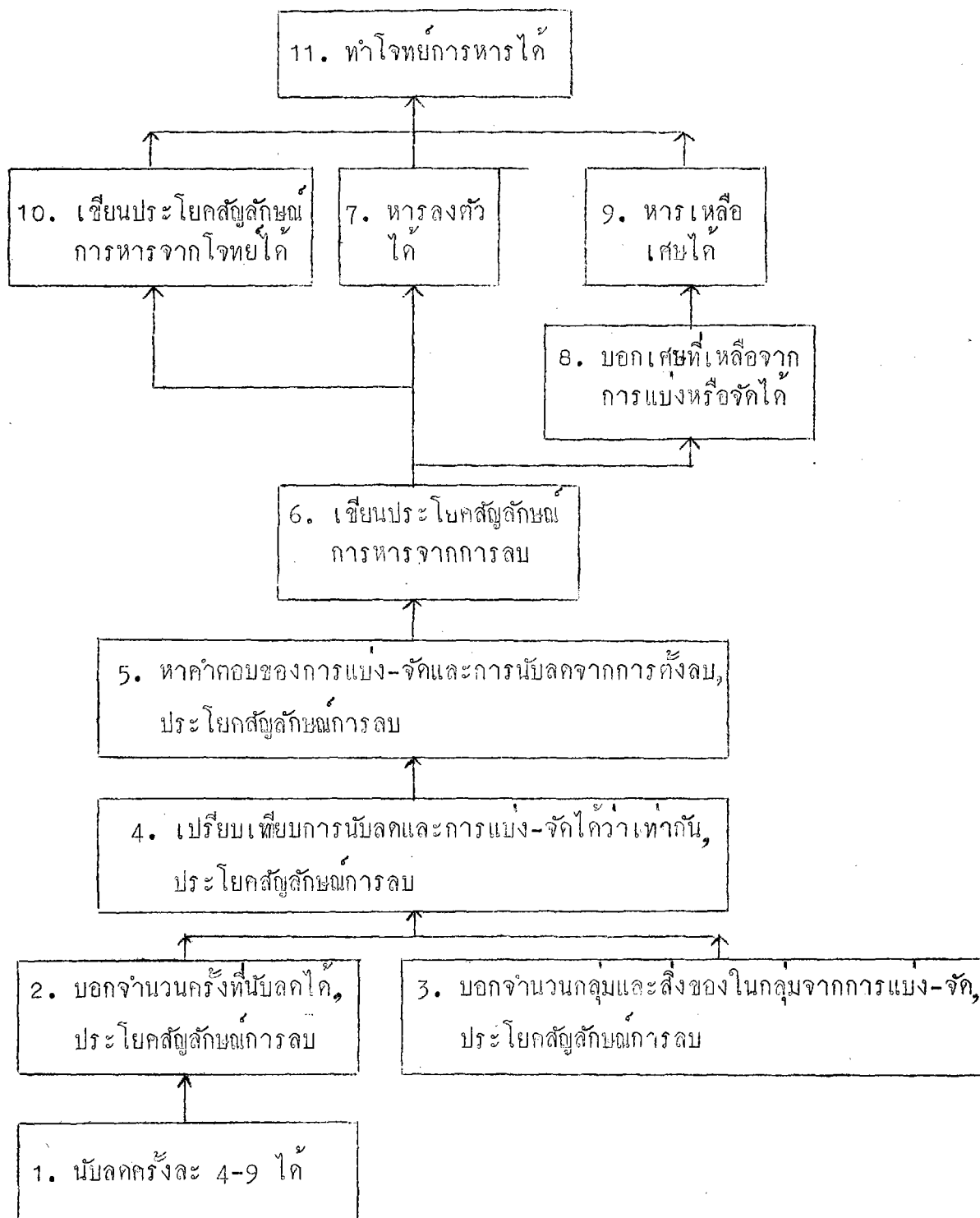
3. ค่าวัดที่เป็นเกณฑ์ (Criterion measures) สำหรับการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่

3.1 ค่าวัดในการหาการกระจายของค่าสถิติ สำหรับวิธีการของวอลเบสเซอร์ - ไอเซนเบิร์กใช้ค่าดัชนีทั้งสาม และสำหรับวิธีการของไวท์ - คลาร์กใช้ค่าวิกฤติ

3.2 ค่าวัดสำหรับการทดสอบสมมุติฐาน ได้แก่สัดส่วนของการไม่ปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับขั้นของพฤติกรรมกลุ่มหนึ่งของแต่ละวิธีการ จากจำนวนครั้งที่ทดสอบภายใต้เงื่อนไขต่างๆ เงื่อนไขละ 25 ครั้ง

การสร้างเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้เลือกบทเรียนเรื่อง " การหาร " มาใช้ในการทดลอง บทเรียนนี้ได้ผ่านการทดลองในโรงเรียนในโครงการของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ



ภาพที่ 3. แผนภูมิแสดงลำดับขั้นการเรียนรู้เรื่องอาหารที่ใช้ในการทดลอง

จากแผนภูมิตังกล่าวจะประกอบด้วยพฤติกรรมปลายทางหนึ่งพฤติกรรม และพฤติกรรมพื้นฐาน 10 พฤติกรรม ทั้งหมดถือเป็นจุดประสงค์ในการเรียนรู้ หรือจุดประสงค์ในการสอน มีรายละเอียดเรียงตามลำดับหมายเลขในแผนภูมิ ดังต่อไปนี้

- (1) จากคำสั่งให้นับลดโดยเริ่มจากจำนวนต่างๆ สามารถนับลดครั้งละ 4, 6, 7, 8 และ 9 ได้
- (2) จากคำสั่งให้นับลดและโจทย์เกี่ยวกับการนับลด สามารถหาจำนวนครั้งที่นับลดจนหมดจำนวน และเขียนประโยคสัญลักษณ์การลบได้
- (3) จากโจทย์ที่บอกให้จัดหรือแบ่ง สามารถจัดหรือแบ่งจากภาพเพื่อ หาจำนวนกลุ่มและจำนวนสิ่งของในแต่ละกลุ่ม และเขียนประโยคสัญลักษณ์การลบได้
- (4) จากโจทย์ที่บอกให้จัดหรือแบ่ง สามารถเปรียบเทียบคำตอบจากการจัดหรือแบ่ง และจากการนับลดได้ว่าเท่ากัน และเขียนประโยคสัญลักษณ์การลบได้
- (5) จากโจทย์เกี่ยวกับการนับลด การจัดหรือแบ่ง สามารถหาคำตอบโดยวิธีทั้งลบและเขียนประโยคสัญลักษณ์การลบได้
- (6) จากโจทย์และการเขียนประโยคสัญลักษณ์การลบในข้อ 5 สามารถเขียนประโยคสัญลักษณ์การหารและจากประโยคสัญลักษณ์การหาร เขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์การลบได้
- (7) จากประโยคสัญลักษณ์การหารที่มีตัวตั้งไม่เกิน 100 และตัวหารไม่เกิน 9 สามารถหาผลหารที่ลงตัวได้
- (8) จากโจทย์การแบ่งหรือจัด สามารถหาจำนวนกลุ่มหรือจำนวนสิ่งของในแต่ละกลุ่มและเศษที่เหลือ และเขียนประโยคสัญลักษณ์การหารได้
- (9) จากประโยคสัญลักษณ์การหาร เช่นเดียวกับข้อ 7 สามารถหาผลหารที่เหลือเศษได้
- (10) จากโจทย์การหาร สามารถแปลงความหมายเป็นประโยคสัญลักษณ์การหารได้
- (11) จากโจทย์การหาร สามารถหาคำตอบทั้งที่เป็นการหารลงตัวและเหลือเศษได้

ผู้อำนวยการในสาขาวิชาคณิตศาสตร์และอาจารย์ผู้สอนมีความเห็นว่า การเรียนรู้จุดประสงค์ที่ (8) จะมีผลต่อการเรียนรู้จุดประสงค์ที่ (9) เป็นอย่างมาก ในการทดลองจึงได้กำหนดให้

กลุ่มตัวอย่างเว้นการเรียนการสอนจุดประสงค์ที่ (8) กล่าวคือ เมื่อเรียนตามจุดประสงค์ที่ (1) - (7) แล้ว ให้มีการเรียนการสอนจุดประสงค์ที่ (9) ทันที

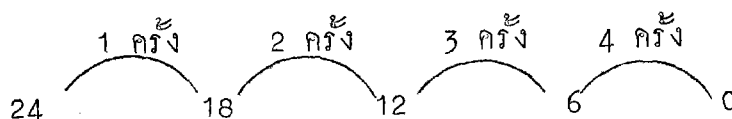
พฤติกรรมสำคัญที่จะศึกษาจะมีเพียงสามพฤติกรรมตามจุดประสงค์ที่ (6), (7) และ (9) เมื่อมีการเรียนการสอนแล้วจะใช้ผลการเรียนรู้ของจุดประสงค์ที่ (6) และ (7) สำหรับทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับขั้นที่ต่อเนื่อง และใช้ผลการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่ (6) และ (9) ทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับขั้นที่ไม่ต่อเนื่อง

2. คู่มือครู

การสร้างคู่มือครูได้ปรับปรุงรายละเอียดและวิธีการเสนอแนะกิจกรรมการเรียนการสอนเสียใหม่ แต่ยังคงใช้แนวทางเดิมตามคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไปคือการเสนอแนะกิจกรรมการเรียนการสอน แยกกล่าวสำหรับจุดประสงค์แต่ละข้อไปเป็นลำดับ ดังตัวอย่างการเสนอแนะกิจกรรมสำหรับจุดประสงค์ที่ (5) ดังนี้

" จุดประสงค์ที่ 5 "

เริ่มจากโจทย์ เช่น " มีลูกหินอยู่ในกล่อง 24 ลูก เขาออกครั้งละ 6 ลูก ก็ครั้งจึงหมด " นับลดครั้งละ 6 ได้ดังนี้



นับลดได้ 4 ครั้งจึงหมด

ทำได้โดยการตั้งลบได้ดังนี้

มีลูกหิน	24_	ลูก
เอาออกครั้งที่ 1	<u>6</u>	ลูก
เหลือ	18_	ลูก
เอาออกครั้งที่ 2	<u>6</u>	ลูก
เหลือ	12_	ลูก
เอาออกครั้งที่ 3	<u>6</u>	ลูก
เหลือ	<u>6</u>	ลูก
เอาออกครั้งที่ 4	<u>6</u>	ลูก
	<u>0</u>	

ต้องเอาออก 4 ครั้งทั้งหมด

เขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์การลบได้ดังนี้ $24 - 6 - 6 - 6 - 6 = 0$

ตอบ 4 ครั้ง

เปรียบเทียบวิธีการให้เห็นว่า การใช้วิธีตั้งลบจะสะดวกกว่าการนับลด ถ้าโจทย์จำนวนเลขมากๆ ตัวอย่างที่จะยกต่อไปให้ใช้วิธีตั้งลบ แต่ไม่จำเป็นต้องเขียนคำบรรยายเป็นบรรทัด คำบรรยายที่แสดงข้างต้นหมายถึงคำพูดที่ใช้อธิบาย การเขียนบนกระดาษคำตอบเขียนเฉพาะจำนวนเลขเท่านั้น ในเวลาที่เด็กทำก็เช่นกัน ทั้งนี้เพื่อให้ความสามารถทางภาษาเขียนเป็นอุปสรรคต่อความเข้าใจว่า โจทย์การแบ่งหรือจัด หรือนับลด ทำได้ทั้งการแบ่งจากภาพ นับลด และการตั้งลบ

- มีละมุด 32 ผล จัดใส่จานละ 8 ผล จะจัดได้กี่จาน
- มียาง 45 เส้น วางเป็นกอง 9 กอง กองละเท่ากัน จะได้กองละกี่เส้น

ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 5 เพื่อฝึกหาคำตอบโดยการตั้งลบ และเขียนประโยคสัญลักษณ์การลบ เมื่อแก้ไขข้อบกพร่องแล้วจึงให้ทำแบบทดสอบที่ 5 ตอน ก. ถ้ามีนักเรียนที่ต้องซ่อมเสริมจึงใช้แบบทดสอบที่ 5 ตอน ข. อีกครั้งหนึ่ง.

ในคู่มือครูนอกจากจะเสนอแนะแนวทางการเรียนการสอนแล้ว ยังมีรายละเอียดเกี่ยวกับแบบฝึกหัดของนักเรียน ขั้นตอนของการดำเนินการ ตลอดจนการเฉลยแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ

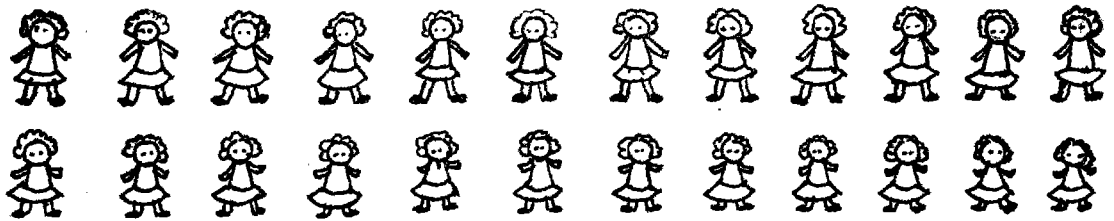
ที่ใช้วัดผลการเรียนรู้ของแต่ละจุดประสงค์ด้วย คู่มือครูที่สร้างขึ้นจะได้รับการพิจารณาปรับปรุงจากผู้ชำนาญและอาจารย์ผู้สอนก่อนที่จะพิมพ์เป็นฉบับจริง

3. แบบฝึกหัดของนักเรียน

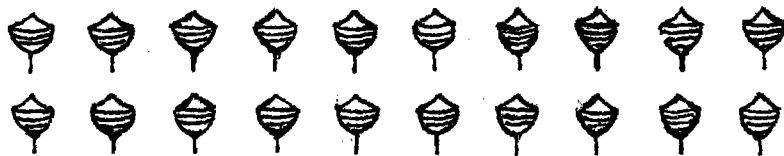
เนื่องจากวิชานี้เป็นวิชาทักษะ ต้องอาศัยแบบฝึกหัดสำหรับการเรียนรู้ให้บรรลุจุดประสงค์ที่วางไว้ เมื่อมีการปรับปรุงโครงสร้างเนื้อหาและคู่มือครูขึ้นใหม่ จึงจำเป็นต้องปรับปรุงแบบฝึกหัดของนักเรียนขึ้นให้แทนแบบเรียนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แบบฝึกหัดของนักเรียนมีทั้งสิ้น 14 ชุด จัดทำและเย็บเล่มสำหรับนักเรียนทุกคนของโรงเรียนในโครงการ แบบฝึกหัดทั้งหมดได้รับการแก้ไขปรับปรุงจากผู้ชำนาญและอาจารย์ผู้สอนเช่นเดียวกับคู่มือครู ดังตัวอย่างแบบฝึกหัดสำหรับจุดประสงค์ที่ (5) ดังนี้

จงหาคำตอบและเขียนประโยคสัญลักษณ์การลบ

1. มีตุ๊กตา 24 ตัว แบ่งเป็น 4 แถว แถวละเท่ากัน จะได้แถวละกี่ตัว



2. มีลูกข่าง 20 ลูก แบ่งเป็นกองละ 5 ลูก จะได้กี่กอง



3. มีแก้ว 40 ลิตร แบ่งใส่ถุงละ 8 ลิตร จะได้กี่ถุง
4. มีเงิน 49 บาท ซื้อมังคุดกิโลกรัมละ 7 บาท จะได้กี่กิโลกรัม
5. มีเชือกยาว 72 เซนติเมตร ถ้าตัดเป็นเส้นละ 9 เซนติเมตร จะได้กี่เส้น
6. มีต้นไม้ 18 ต้น ปลูกเป็นแถว 3 แถว จะได้แถวละกี่ต้น
7. มีข้าวหลาม 30 กระบอก แบ่งเป็นกองละ 6 กระบอก จะได้กี่กอง
8. นักเรียน 14 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละเท่ากัน จะมีนักเรียนกลุ่มละกี่คน
9. ช้อน 36 คัน แบ่งเป็นห่อละ 6 คัน จะได้กี่ห่อ
10. กระจ่าง 40 ตัว แบ่งใส่กรง 5 กรง จะได้กรงละกี่ตัว

4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียน

แบบทดสอบที่สร้างขึ้นแบ่งออกเป็นสองประเภท ประเภทแรกเป็นข้อทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ประกอบกิจกรรมการเรียนการสอน ได้แก่ข้อทดสอบสำหรับจุดประสงค์ที่ (1) ถึง (5) ซึ่งประกอบด้วยข้อทดสอบชุด ก. จำนวนสองข้อ ใช้วัดผลว่านักเรียนมีความสามารถตามจุดประสงค์หรือไม่ นักเรียนคนใดที่นำข้อทดสอบถูกทั้งสองข้อถือว่า " ผ่าน " หรือเรียนรู้พฤติกรรมตามจุดประสงค์นั้นแล้ว ถ้าคนใดทำผิดหนึ่งข้อหรือผิดหมดถือว่า " ไม่ผ่าน " หรือยังไม่เรียนรู้ตามจุดประสงค์นั้น อาจารย์ผู้สอนจะต้องซ่อมเสริมแล้วจึงใช้แบบทดสอบชุด ข. จำนวนสองข้อทดสอบซ้ำอีกครั้งหนึ่ง ถ้ายังไม่ผ่านเป็นครั้งที่สองให้อาจารย์ผู้สอนแก้ไขและวัดผลเอง

แบบทดสอบประเภทที่สองสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่แบบทดสอบสำหรับจุดประสงค์ที่ (6), (7) และ (9) ประกอบด้วยข้อทดสอบจุดประสงค์ละ 12 ข้อ การเขียนข้อความคำถามของแบบทดสอบทั้งสองประเภทถือเกณฑ์ว่า ต้องเป็นข้อสอบที่วัดความสามารถตามจุดประสงค์นั้นๆ ได้อย่างแท้จริง ข้อทดสอบจึงมีลักษณะคล้ายคลึงกับแบบฝึกหัด แต่แตกต่างกันในเรื่องเนื้อหาโจทย์และจำนวนเลขที่ใช้ ข้อทดสอบที่ใช้ทั้งหมดได้รับการพิจารณาแล้วว่ามีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (content validity) ทุกข้อ ดังตัวอย่างข้อสอบต่อไปนี้

4.1 ข้อทดสอบสำหรับจุดประสงค์ที่ (6) เช่น

จงเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์การหาร

$$(1) 36 - 6 - 6 - 6 - 6 - 6 - 6 = 0$$

4.2 ข้อทดสอบสำหรับจุดประสงค์ที่ (7) เช่น

จงหาค่าคอบ

$$(1) 25 \div 5 = \text{-----}$$

การดำเนินการ

1. การเรียนการสอน

หลังจากได้สร้างคู่มือครู แบบฝึกหัด และแบบทดสอบเรียบร้อยแล้ว นักเรียนแต่ละห้องเรียนจะเรียนเรื่องการหาร เมื่อได้ผ่านบทเรียนตอนต้นตามลำดับหลักสูตรของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแล้ว การเริ่มต้นและสิ้นสุดบทเรียนที่ทดลองจึงไม่อยู่ในช่วงเวลาเดียวกัน ในการเรียนการสอนอาจารย์ผู้สอนจะต้องดำเนินการตามแนวทางกว้างๆ ที่บ่งชี้ในคู่มือครู แต่ละห้องเรียนจะได้รับค่าวัสดุสำหรับจัดทำอุปกรณ์การสอนประเภทบัตรคำ บัตรภาพ แผนภูมิ หรือแผนภาพที่ต้องการ

2. การสอบและการวิเคราะห์ความยากง่ายของข้อทดสอบ

แบบทดสอบของแต่ละจุดประสงค์ ใช้ทำการสอบวัดเมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนจุดประสงค์นั้นแล้ว ผลการสอบสำหรับจุดประสงค์ที่ (1) - (5) ชุด ก. และ ข. ใช้เพื่อการวินิจฉัยการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นสำคัญ ส่วนผลการสอบสำหรับจุดประสงค์ที่ (6), (7) และ (9) ใช้เป็นข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้โดยคำนึงถึงความยากง่ายและจำนวนข้อทดสอบเป็นเกณฑ์

การวิเคราะห์ความยากง่ายของข้อทดสอบสำหรับจุดประสงค์ที่ (6), (7) และ (9) ได้ใช้ผลการสอบของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างคนละกลุ่มกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในการหาการกระจายของค่าสถิติ และการทดสอบสมมุติฐาน ซึ่งสุ่มมาจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด กลุ่มตัวอย่างนี้จะมีการเรียนการสอนทุกจุดประสงค์โดยไม่ข้ามชั้น ทั้งนี้เพื่อให้ค่าวัดที่เป็นเกณฑ์เป็นอิสระจากความยากง่ายของข้อทดสอบ และให้ได้ค่าความยากง่ายจากผลการเรียนการสอนจริงตามลำดับชั้น

เมื่อวิเคราะห์ข้อทดสอบแล้วจึงแยกข้อทดสอบออกเป็นชุดตามความยากง่าย และจำนวนของข้อทดสอบ ดังผลในตาราง 7. ดังนี้

ตาราง 7. ความยากง่ายของข้อทดสอบในชุดต่างๆ

จุด ประสงค์ ที่	ชุดที่ยากกว่า							ชุดที่ง่ายกว่า						
	จำนวน 2 ข้อ			จำนวน 3 ข้อ				จำนวน 2 ข้อ			จำนวน 3 ข้อ			
	1	2	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	1	2	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย
6	.91	.91	.91	.91	.91	.91	.91	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
7	.92	.95	.93	.92	.95	.97	.95	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
9	.73	.74	.73	.73	.74	.81	.76	.95	.98	.96	.95	.95	.98	.96

จากผลในตาราง 7. แสดงให้เห็นว่าข้อทดสอบส่วนใหญ่จัดอยู่ในชั้นง่ายมากสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เรียนครบทุกจุดประสงค์ แม้จะเป็นข้อทดสอบที่จัดว่าเป็นชุดที่ยากกว่าก็ตาม การศึกษาครั้งนี้มุ่งที่จะเปรียบเทียบผลการทดสอบความเที่ยงตรงเมื่อใช้ข้อทดสอบชุดที่ยากกว่าและง่ายกว่า โดยไม่คำนึงว่าค่าความยากง่ายจะเป็นเท่าใด แต่ชุดที่ง่ายกว่าจะต้องมีค่าความยากง่ายของแต่ละข้อและความยากง่ายเฉลี่ยสูงกว่าชุดที่ยากกว่า

เมื่อวิเคราะห์ความยากง่ายแล้ว จึงทำการตรวจข้อสอบของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนข้ามจุดประสงค์ที่ (8) เฉพาะข้อที่คัดเลือกไว้เป็นชุด การบันทึกคะแนนของกลุ่มตัวอย่างแต่ละคนสำหรับข้อทดสอบชุดต่างๆ จะบันทึกเฉพาะจำนวนข้อที่ตอบถูก ตัวเลขที่บันทึกจึงมีเฉพาะ 0, 1, 2 และ 3

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลดำเนินการตามรูปแบบการวิจัยที่วางไว้ กล่าวคือ เมื่อจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลภายใต้เงื่อนไขของตัวแปรชุดใด จะทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างตามตัวแปรในเรื่องกลุ่มตัวอย่าง ความยากง่ายและจำนวนของข้อทดสอบ ตลอดจนการเป็นลำดับขั้นที่ต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง ดังเช่น

เมื่อต้องการวิเคราะห์ผลภายใต้เงื่อนไขของกลุ่มตัวอย่าง 75 คน ข้อทดสอบง่ายจำนวนสองข้อ สำหรับพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้นต่อเนื่อง จะทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างจำนวน 75 คน แล้วบันทึกจำนวนนักเรียนแยกเป็นกลุ่มๆ ตามผลการสอบจุดประสงค์ที่ (6) และ (7) ซึ่งใช้ทดสอบง่ายจำนวนสองข้อ

การบันทึกจำนวนนักเรียนจะแยกเป็นกลุ่มดังนี้ คือ กลุ่มแรกทำข้อทดสอบจุดประสงค์ที่ (6) ถูก 0 ข้อ และทำข้อทดสอบจุดประสงค์ที่ (7) ถูก 1 ข้อ ฯลฯ เช่นนี้เรื่อยไปจนหมด สำหรับข้อทดสอบสองข้อจะแบ่งกลุ่มได้เป็น 9 กลุ่ม และสำหรับข้อทดสอบสามข้อจะแบ่งกลุ่มได้เป็น 16 กลุ่ม

ภายใต้เงื่อนไขของตัวแปรแต่ละชุด จะมีการสุ่มอย่างอิสระ 25 ครั้ง การดำเนินการตามรูปแบบของการวิจัย จึงต้องมีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างจำนวนต่างๆ ทั้งสิ้น 400 ครั้ง เมื่อใช้วิธีการทั้งสองวิธีทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับขั้นของพฤติกรรม โดยอาศัยข้อมูลความถี่จำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มดังกล่าวข้างต้นแล้ว จะได้ค่าดัชนีและค่าวิกฤติ ที่จะใช้ในการพิจารณาการกระจายของค่าสถิติ และได้สัดส่วนจำนวนครั้งของการไม่ปฏิเสธสมมติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับขั้นของพฤติกรรมคู่นั้น เพื่อใช้ในการทดสอบความแตกต่างของสัดส่วนที่เป็นผลจากตัวแปรอิสระแต่ละตัวแปรต่อไป

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนในโครงการทดลองของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 11 โรงเรียน มีนักเรียนทั้งสิ้น 697 คน สุ่มตามห้องเรียนออกเป็นกลุ่มตัวอย่างสองประเภท ประเภทที่หนึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่เรียนครบตามลำดับจุดประสงค์ทุกข้อ เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ความยากง่ายของข้อทดสอบ กลุ่มตัวอย่างประเภทที่สองเป็นกลุ่มที่เรียนข้ามจุดประสงค์ที่ (8) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลตามจุดมุ่งหมายของการศึกษา ดังรายละเอียดในตาราง 8. ต่อไปนี้

ตาราง 8. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

โรงเรียน	กลุ่มตัวอย่างประเภทที่หนึ่ง				กลุ่มตัวอย่างประเภทที่สอง			
	ชาย	หญิง	รวม	ห้องเรียน	ชาย	หญิง	รวม	ห้องเรียน
ทุ่งมหาเมฆ	18	16	34	1	18	16	34	1
ประมณนตรี	19	13	32	1	13	16	29	1
อนุบาลพิบูลเวศม์	18	17	35	1	21	14	35	1
สายน้ำทิพย์	15	22	37	1	22	13	35	1
วัดมกุฏกษัตริยาราม	22	6	28	1	18	12	30	1
พิบูลประชาสรรค์	-	-	-	-	15	17	32	1
คารากาม	-	-	-	-	34	32	66	2
วัดโสมนัส	-	-	-	-	39	33	72	2
สาธิตสวนสุนันทา	-	-	-	-	25	21	47	1
สาธิตมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์	-	-	-	-	38	38	76	1
มาแตร์ เกลี	-	-	-	-	-	75	75	2
รวม	92	74	166	5	244	287	513	14

เนื่องจากในระหว่างการดำเนินการเรียนการสอนและการวัดผล ได้มีบางห้องเรียนที่ปฏิบัติไม่สอดคล้องกับแนวทางที่วางไว้ นักเรียนบางคนขาดหายไปและนักเรียนบางคนย้ายหรือลาออก เมื่อตัดกลุ่มตัวอย่างที่มีปัญหาออกไปแล้ว คงเหลือกลุ่มตัวอย่างประเภทหนึ่ง จำนวน 136 คน และกลุ่มตัวอย่างประเภทที่สอง 412 คน .

บทที่ 3

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อพิจารณาการกระจายของค่าสถิติ และเพื่อเปรียบเทียบผลของวิธีการทดสอบความเที่ยงตรงทั้งสองวิธี ได้จัดกระทำตามรูปแบบของการวิจัยที่กำหนดไว้ ซึ่งแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็นสองครั้ง คือ ครั้งแรกเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลภายใต้เงื่อนไขของตัวแปร 12 เงื่อนไข และครั้งที่สองเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติมขึ้นอีก 4 เงื่อนไข รวมเป็น 16 เงื่อนไข การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลจำแนกออกตามจุดมุ่งหมายของการศึกษากันคว้า และจำแนกตามตัวแปรอิสระแต่ละตัวแปร โดยแสดงผลการวิเคราะห์ทั้งสองครั้งเปรียบเทียบกัน

ความหมายของสัญลักษณ์

ผลของการวิเคราะห์ข้อมูลที่จะเสนอต่อไป ได้ใช้สัญลักษณ์ต่างๆ ซึ่งมีความหมายดังต่อไปนี้

CSR แทน ค่าดัชนี Consistency Ratio

ADR แทน ค่าดัชนี Adequacy Ratio

CPR แทน ค่าดัชนี Completeness Ratio

f แทน ความถี่

Σf แทน ผลรวมของความถี่

\bar{X} แทน คะแนนเฉลี่ย

N แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

e แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

c_0 แทน ค่าวิกฤติ หรือจำนวนคนสูงสุดที่จะมีได้ในเชิงทฤษฎีสำหรับกลุ่ม f_{02} หรือ f_{03} แล้วแต่กรณี โดยที่ยังไม่ปฏิเสธสมมติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้น

c_1 แทน ค่าวิกฤติที่น้อยกว่าจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่มีในกลุ่ม f_{02} หรือ f_{03} แล้วแต่กรณี ซึ่งทำให้ต้องปฏิเสธสมมติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้น

\bar{p} แทน สัดส่วน

- f_{01} แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างในกลุ่ม f_{02} หรือ f_{03} แล้วแต่กรณี
 \bar{z} แทน คะแนน z ที่คำนวณได้จากข้อมูลที่เป็นสัดส่วน
 p แทน ความน่าจะเป็น

การกระจายของค่าสถิติ

การพิจารณาการกระจายของค่าสถิติสำหรับวิธีการของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก ใช้ค่าดัชนีทั้งสามเป็นหลัก เกณฑ์ที่ใช้ตัดสินว่าจะไม่ปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้น ก็คือค่าดัชนีทั้งสามตั้งแต่ค่า 0.85 ขึ้นไป สำหรับวิธีการของไวท์-คลาร์คใช้ค่าวิกฤติเป็นหลัก ค่าวิกฤติในที่นี้หมายถึงจำนวนคนสูงสุดที่จะมีได้ในเชิงทฤษฎีสำหรับกลุ่ม f_{02} (เมื่อใช้ข้อทดสอบสองข้อ) หรือกลุ่ม f_{03} (เมื่อใช้ข้อทดสอบสามข้อ)

แต่เนื่องจากการปฏิเสธหรือไม่ปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นในวิธีของไวท์-คลาร์ค ขึ้นอยู่กับการแจกแจงของกลุ่มตัวอย่าง โดยเฉพาะจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่มีอยู่จริงในกลุ่ม f_{02} หรือ f_{03} การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับวิธีนี้ นอกจากจะแสดงค่าวิกฤติแล้ว ได้แสดงความถี่ของค่าวิกฤติน้อยกว่าจำนวนกลุ่มตัวอย่างในกลุ่ม f_{02} หรือ f_{03} และความถี่ของจำนวนกลุ่มตัวอย่างในกลุ่ม f_{02} หรือ f_{03} ไว้ด้วยเพื่อประกอบการพิจารณา

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วยตารางแสดงความถี่ของค่าสถิติ คะแนนเฉลี่ย และความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และกราฟแสดงการกระจายของค่าสถิติ จำแนกตามตัวแปรอิสระแต่ละตัวแปรดังต่อไปนี้

จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

การใช้จำนวนกลุ่มตัวอย่างต่างกันในการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียงรูน จะให้การกระจายของค่าสถิติในลักษณะดังแสดงในตาราง 9. - 15. และภาพที่ 4. - 11. ต่อไปนี้

ตาราง 9. การกระจายของค่าสถิติของวิธี วอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก เมื่อใช้
กลุ่มตัวอย่าง 75 คน

ลำดับขั้นต่อเนื่อง			ลำดับขั้นไม่ต่อเนื่อง										
CSR	f	ADR	f	CPR	f	CSR	f	ADR	f	ADR	f	CPR	f
.87	1	.79	2	.95	2	.88	2	.44	1	.79	1	.86	1
.88	-	.80	4	.96	1	.89	-	:	:	.80	-	.87	-
.89	1	.81	-	.97	-	.90	1	.51	1	.81	1	.88	2
.90	1	.82	-	.98	16	.91	1	.52	2	.82	1	.89	-
.91	4	.83	2	.99	-	.92	2	.53	-	.83	-	.90	1
.92	6	.84	1	1.00	31	.93	5	.54	2	.84	4	.91	4
.93	4	.85	3			.94	1	.55	2	.85	1	.92	3
.94	10	.86	4			.95	10	.56	1	.86	2	.93	1
.95	6	.87	3			.96	5	.57	3	.87	1	.94	1
.96	5	.88	-			.97	5	.58	2	.88	3	.95	7
.97	7	.89	2			.98	7	.59	3	.89	-	.96	6
.98	5	.91	1			.99	-	.60	-	.90	3	.97	10
:	:	.92	1			1.00	11	.61	2	.91	4	.98	4
		.93	-					.62	1	.92	1	.99	-
		.94	-					.63	2	.93	1	1.00	10
		.95	3					.64	-	.94	1		
		.96	1					.65	-	.95	1		
		.97	9					.66	1	:	:		
		.98	11					.67	1				
		.99	-					.68	1				
		1.00	3					:	:				
Σf	50		50		50		50		50		50		50
\bar{X}	.94		.92		.99		.96		.72				.96
s	.03		.07		.01		.03		.16				.04

ตาราง 10. การกระจายของค่าสถิติของวิธี วอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก เมื่อใช้
กลุ่มตัวอย่าง 150 คน

ลำดับขั้นต่อเนื่อง			ลำดับขั้นไม่ต่อเนื่อง										
CSR	f	ADR	f	CPR	f	CSR	f	ADR	f	ADR	f	CPR	f
.89	1	.80	4	.95	2	.88	1	.56	1	.84	3	.90	1
.90	3	.81	3	.96	4	.89	-	:	:	.85	5	.91	2
.91	6	.82	1	.97	7	.90	-	.59	2	.86	3	.92	1
.92	4	.83	3	.98	12	.91	-	.60	2	.87	6	.93	7
.93	3	.84	5	.99	17	.92	1	.61	1	.88	2	.94	4
.94	6	.85	1	1.00	8	.93	-	.62	4	.89	3	.95	12
.95	11	.86	5			.94	4	.63	1	.90	-	.96	9
.96	9	.87	2			.95	10	.64	5	.91	2	.97	7
.97	5	.88	-			.96	11	.65	1	.92	1	.98	5
.98	1	.89	1			.97	9	.66	4	:	:	.99	-
.99	1	:	:			.98	11	.67	1			1.00	2
.	.	.97	1			.99	3	.68	-				
		.98	8			.	.	.69	1				
		.99	12					.70	2				
		1.00	4					:	:				
$\sum f$	50		50		50		50		50				50
\bar{x}	.94		.91		.98		.96		.75				.95
s	.02		.08		.01		.02		.12				.02

ตาราง 11. การกระจายของค่าสถิติของวิธี วอลเมสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก เมื่อใช้
กลุ่มตัวอย่าง 150 คน (การวิเคราะห์ครั้งที่สอง)

ลำดับขั้นต่อเนื่อง			ลำดับขั้นไม่ต่อเนื่อง										
CSR	f	ADR	f	CPR	f	CSR	f	ADR	f	CPR	f		
.89	1	.80	4	.95	2	.88	1	.50	1	.83	1	.86	1
.90	4	.81	3	.96	4	.89	-	.51	-	.84	5	.87	1
.91	7	.82	3	.97	7	.90	-	.52	1	.85	6	.88	-
.92	10	.83	4	.98	20	.91	2	.53	1	.86	8	.89	2
.93	13	.84	9	.99	43	.92	3	.54	3	.87	11	.90	3
.94	14	.85	4	1.00	24	.93	5	.55	3	.88	7	.91	7
.95	19	.86	11			.94	10	.56	1	.89	6	.92	3
.96	18	.87	7			.95	13	.57	3	.90	3	.93	12
.97	10	.88	2			.96	29	.58	3	.91	2	.94	6
.98	2	.89	2			.97	19	.59	5	.92	1	.95	18
.99	1	.90	1			.98	13	.60	6	:	:	.96	21
1.00	1	:	:			.99	4	.61	2			.97	13
		.95	1			1.00	1	.62	6			.98	8
		.96	7					.63	1			.99	1
		.97	13					.64	5			1.00	4
		.98	12					.65	1				
		.99	12					.66	4				
		1.00	5					.67	1				
								.68	-				
								.69	1				
								.70	2				
								.	.				
Σf	100		100		100		100		100				100
\bar{x}	.94		.91		.99		.96		.74				.95
s	.02		.07		.01		.02		.14				.03

ตาราง 12. การกระจายของค่าสถิติของวิธี วอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก เมื่อใช้
กลุ่มตัวอย่าง 225 คน

ลำดับขั้นต่อเนื่อง			ลำดับขั้นไม่ต่อเนื่อง										
CSR	f	ADR	f	CPR	f	CSR	f	ADR	f	ADR	f	CPR	f
.91	1	.83	1	.97	1	.91	2	.54	1	.83	1	.88	1
.92	2	.84	5	.98	16	.92	-	.55	1	.84	-	.89	2
.93	10	.85	9	.99	27	.93	4	.56	6	.85	4	.90	3
.94	12	.86	5	1.00	6	.94	2	.57	2	.86	5	.91	4
.95	16	.87	3			.95	6	.58	5	.87	8	.92	3
.96	7	.88	2			.96	15	.59	3	.88	2	.93	4
.97	1	:	:			.97	16	.60	3	.89	2	.94	2
.98	1	.96	5			.98	4	.61	2	.90	2	.95	4
:	:	.97	11			.99	1	.62	-	.91	1	.96	8
		.98	7			.	.	.63	1	.	.	.97	12
		.99	2					.64	1			.98	7
	
Σf	50		50		50		50		50				50
\bar{x}	.94		.91		.99		.96		.73				.95
s	.01		.06		.01		.02		.15				.03

ตาราง 13. การกระจายของค่าสถิติของวิธี ไวท์-คลาร์ก เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่าง
75 คน

ลำดับขั้นต่อเนื่อง					ลำดับขั้นไม่ต่อเนื่อง						
c_0	f	c_1	f	f_{0i}	f	c_0	f	c_1	f	f_{0i}	f
0	25	0	9	0	17	0	23	0	1	0	33
1	-			1	17	1	7			1	12
2	2			2	12	2	12			2	4
3	9			3	3	3	3			3	1
4	5			4	-	4	3				
5	4			5	1	5	2				
6	5										
Σf	50		9		50		50		1		50

ตาราง 14. การกระจายของค่าสถิติของวิธี ไวท์-คลาร์ก เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่าง
150 คน

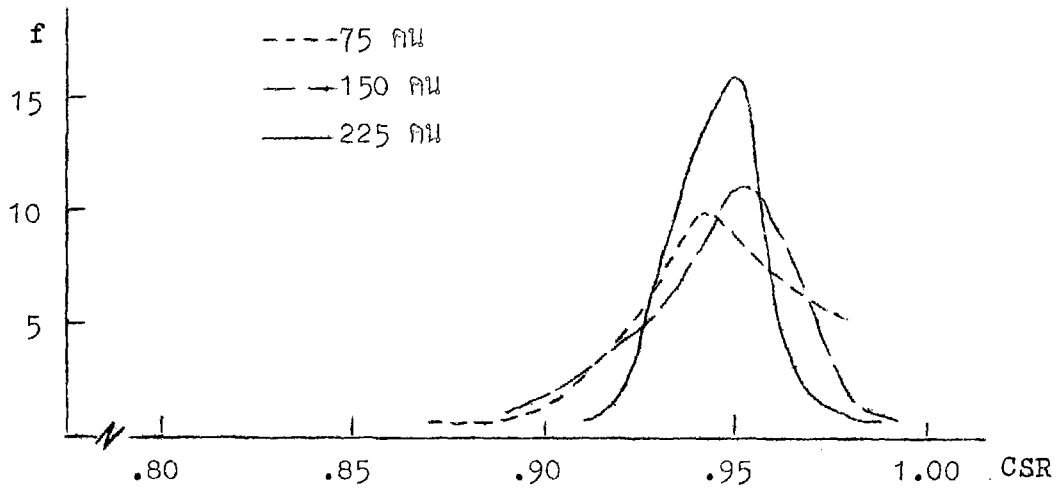
ลำดับขั้นต่อเนื่อง											
วิเคราะห์ครั้งแรก					วิเคราะห์ครั้งที่สอง						
c_0	f	c_1	f	f_{0i}	f	c_0	f	c_1	f	f_{0i}	f
0	9	0	6	0	7	0	23	0	12	0	16
1	12	1	4	1	10	1	14	1	6	1	23
2	12	2	4	2	21	2	14	2	4	2	35
3	5			3	9	3	9			3	14
4	-			4	3	4	11			4	11
5	3					5	14			5	1
6	6					6	7				
7	2					7	5				
8	1					8	3				
Σf	50		14		50		100		22		100

ลำดับขั้นไม่ต่อเนื่อง											
วิเคราะห์ครั้งแรก					วิเคราะห์ครั้งที่สอง						
c_0	f	c_1	f	f_{0i}	f	c_0	f	c_1	f	f_{0i}	f
0	20	0	4	0	29	0	31	0	4	0	45
1	6			1	15	1	28	1	3	1	39
2	7			2	4	2	16			2	13
3	8			3	2	3	11			3	3
4	5					4	5				
5	4					5	5				
						6	3				
						7	1				
Σf	50		4		50		100		7		100

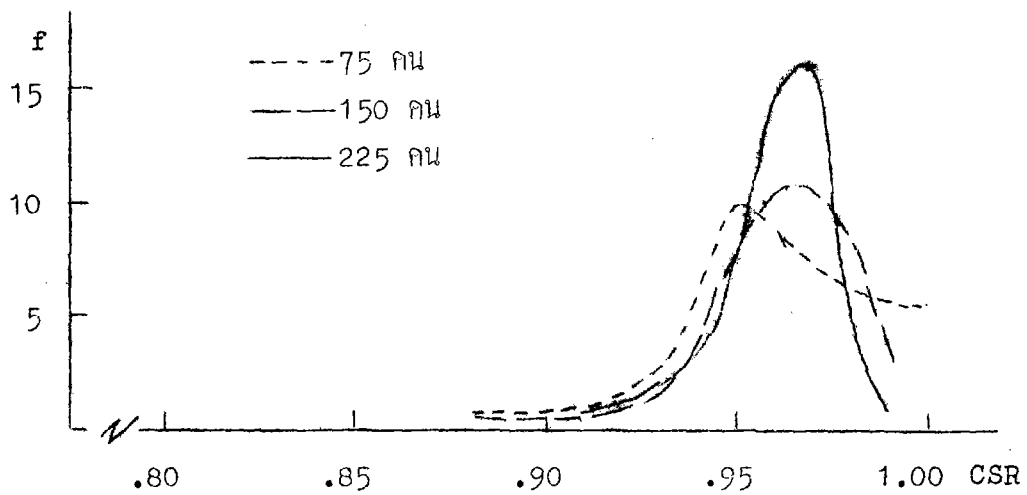
ตาราง 15. การกระจายของค่าสถิติของวิธี ไวท์-คลาร์ก เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่าง
225 คน

ลำดับชั้นต่อเนื่อง					ลำดับชั้นไม่ต่อเนื่อง						
c_0	f	c_1	f	f_{0i}	f	c_0	f	c_1	f	f_{0i}	f
0	10	0	10	0	1	0	-	0	-	0	4
1	10	1	7	1	8	1	13	1	3	1	17
2	-			2	20	2	11			2	25
3	1			3	9	3	4			3	4
4	1			4	8	4	5				
5	9			5	3	5	12				
6	9			6	1	6	4				
7	8					7	1				
8	1										
9	1										
Σf	50		17		50		50		3		50

ลำดับชั้นต่อเนื่อง

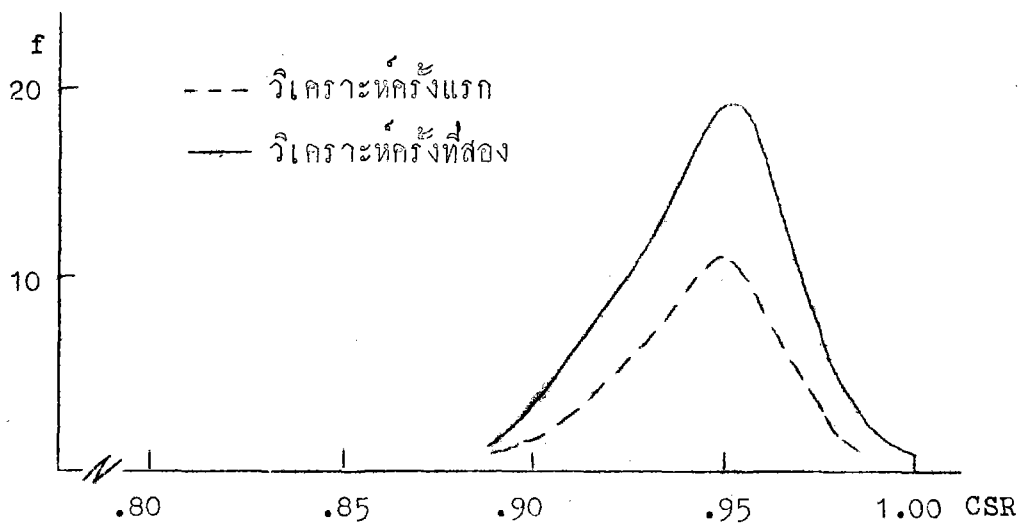


ลำดับชั้นไม่ต่อเนื่อง

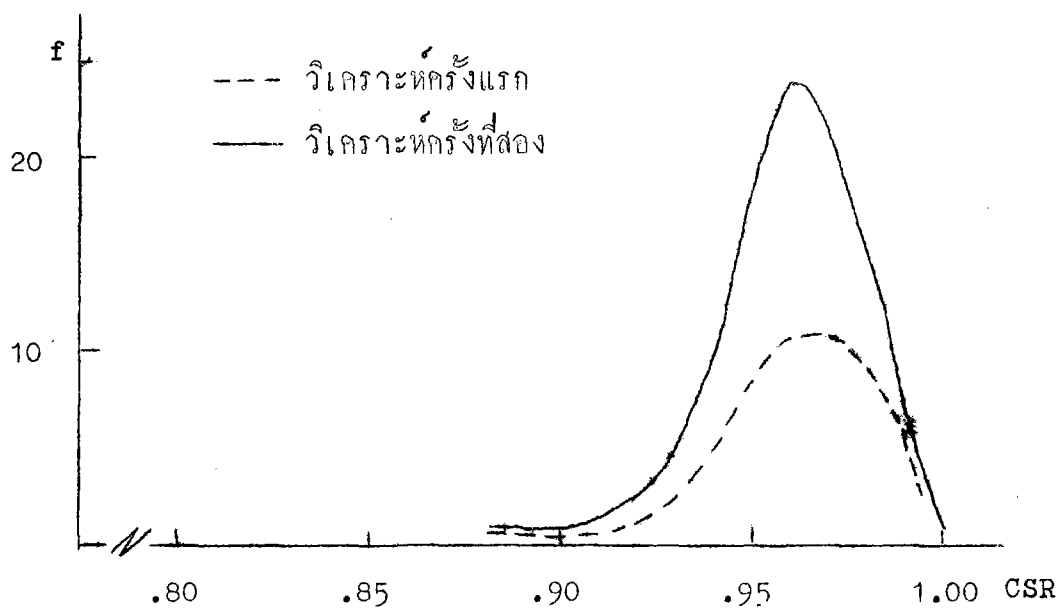


ภาพที่ 4. การกระจายของค่า CSR เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวนต่างกัน

ลำดับขั้นต่อเนื่อง

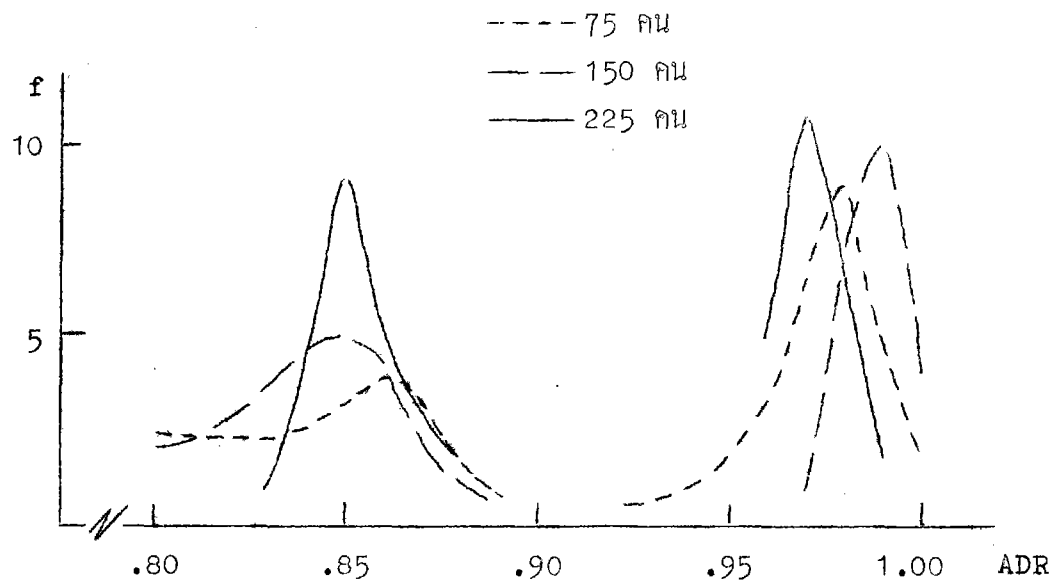


ลำดับขั้นไม่ต่อเนื่อง

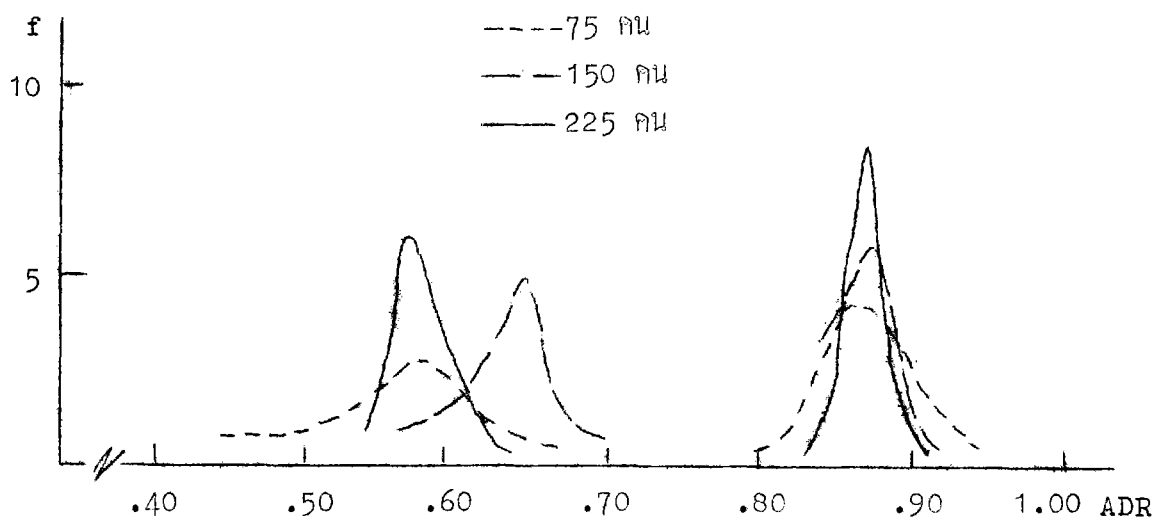


ภาพที่ 5. การกระจายของค่า CSR ในการวิเคราะห์ครั้งแรกและครั้งที่สอง
 เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่าง 150 คน

ลำดับขั้นต่อเนื่อง

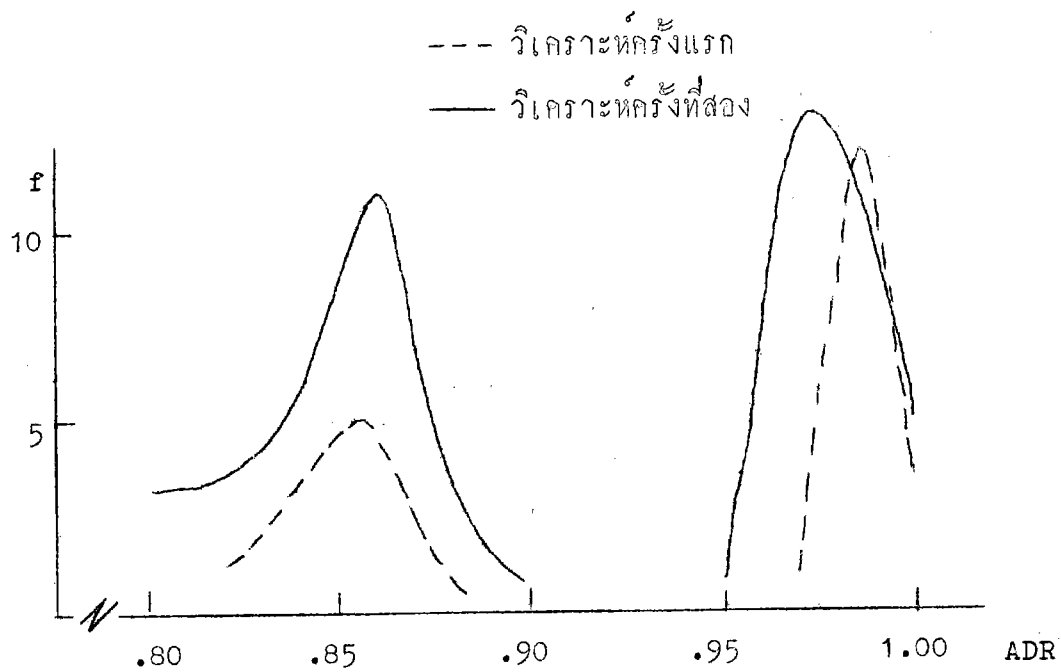


ลำดับขั้นไม่ต่อเนื่อง

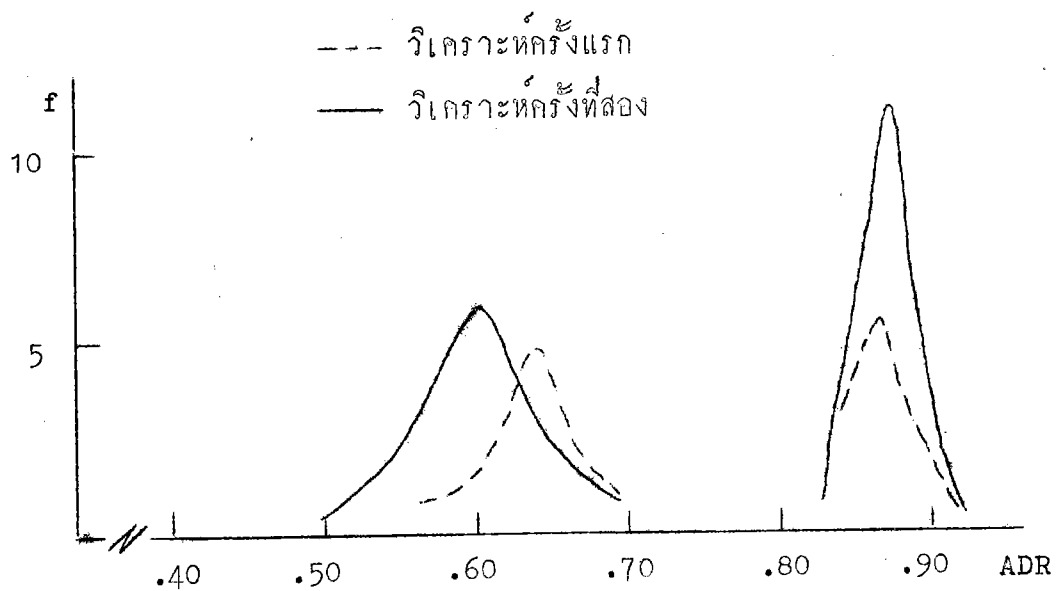


ภาพที่ 6. การกระจายของค่า ADR เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวนต่างกัน

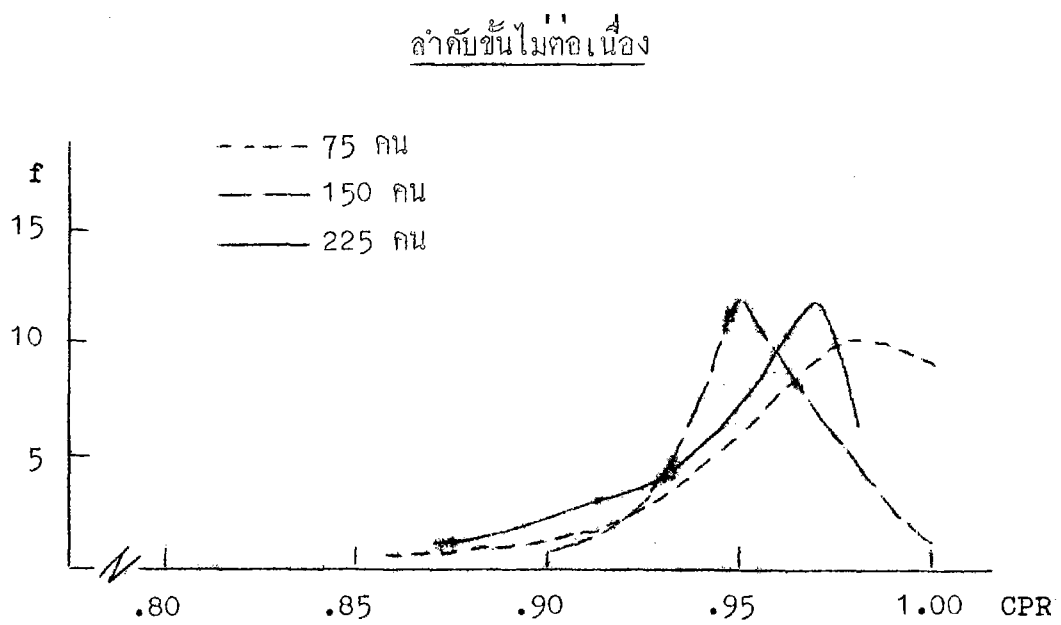
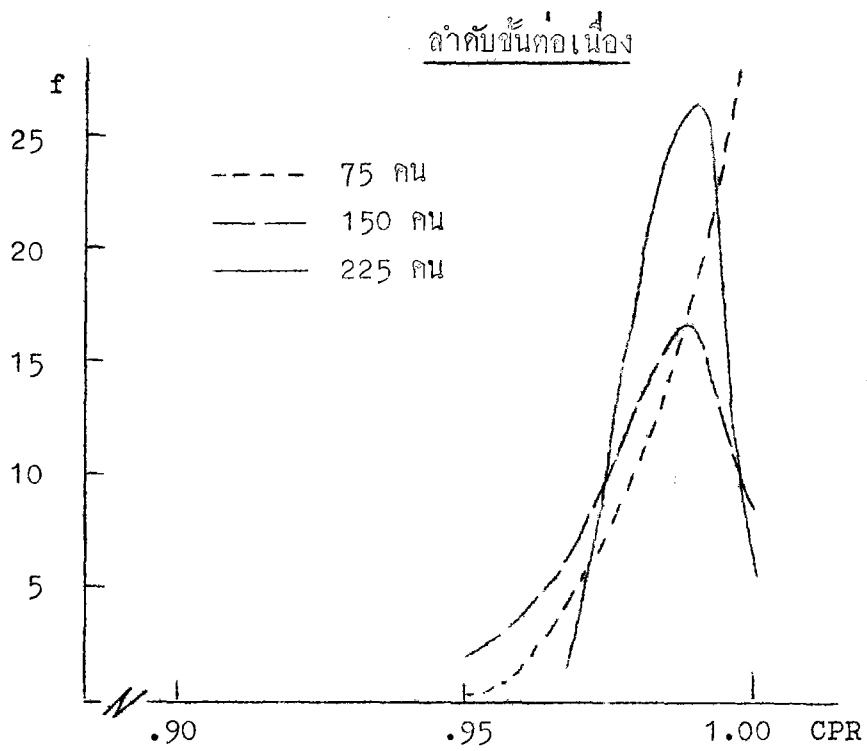
ลำดับขั้นต่อเนื่อง



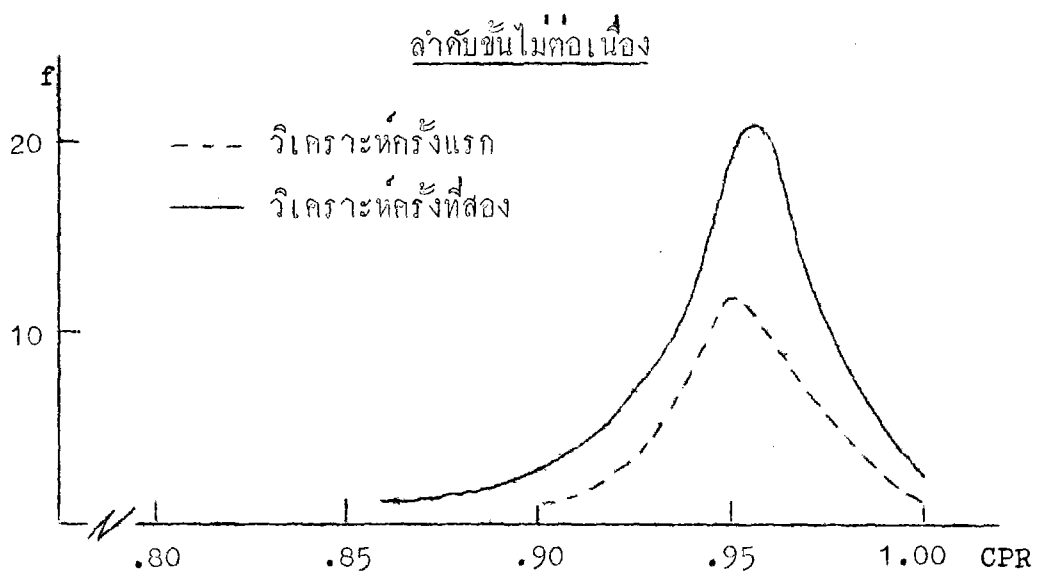
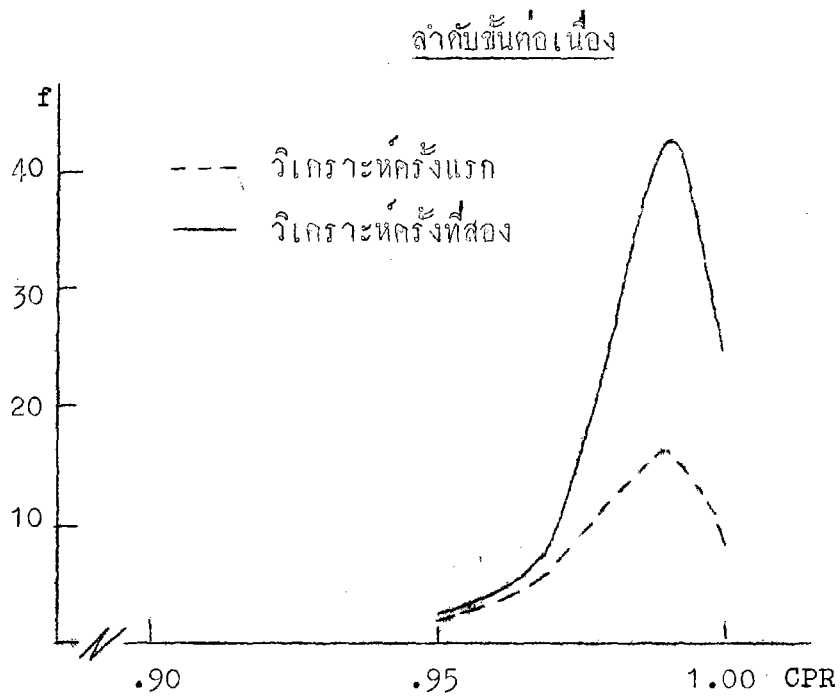
ลำดับขั้นไม่ต่อเนื่อง



ภาพที่ 7. การกระจายของค่า ADR ในการวิเคราะห์ครั้งแรกและครั้งที่สอง
เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่าง 150 คน

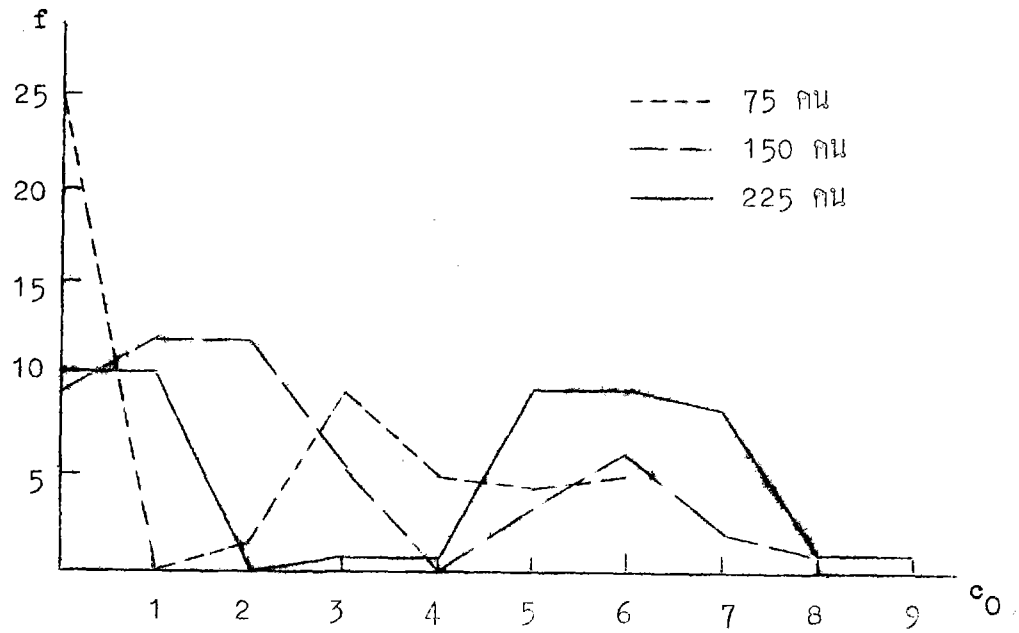


ภาพที่ 8. การกระจายของค่า CPR เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวนต่างกัน

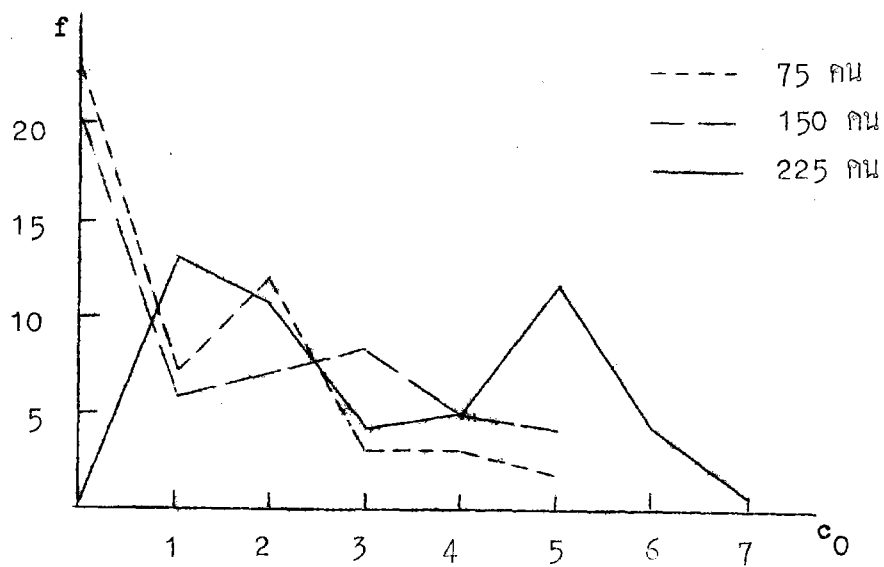


ภาพที่ 9. การกระจายของค่า CPR ในการวิเคราะห์ครั้งแรกและครั้งที่สอง
 เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่าง 150 คน

ลำดับชั้นก่อนเนื่อง

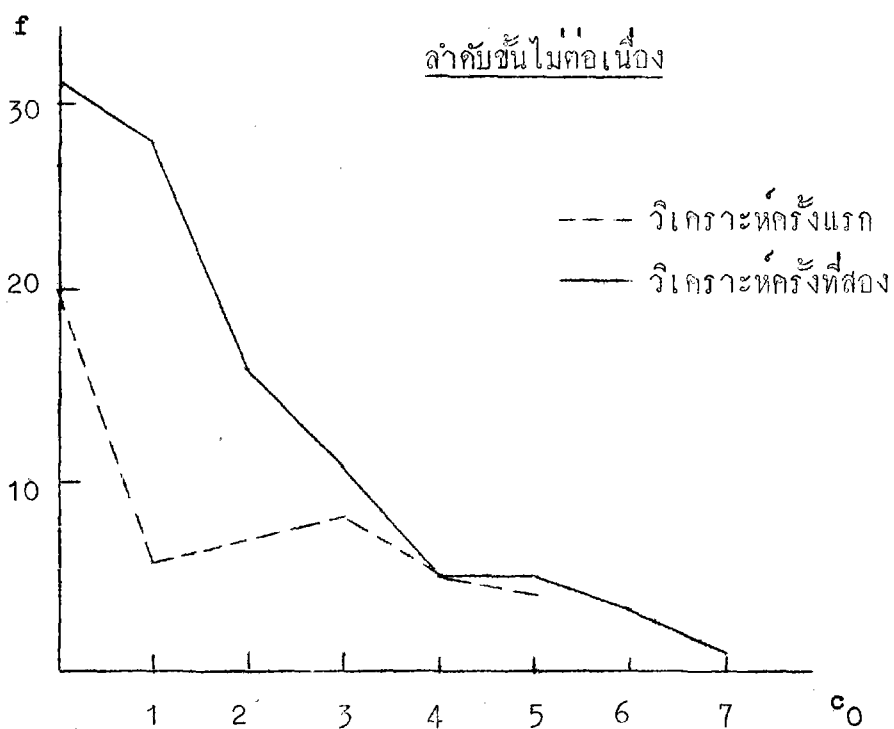
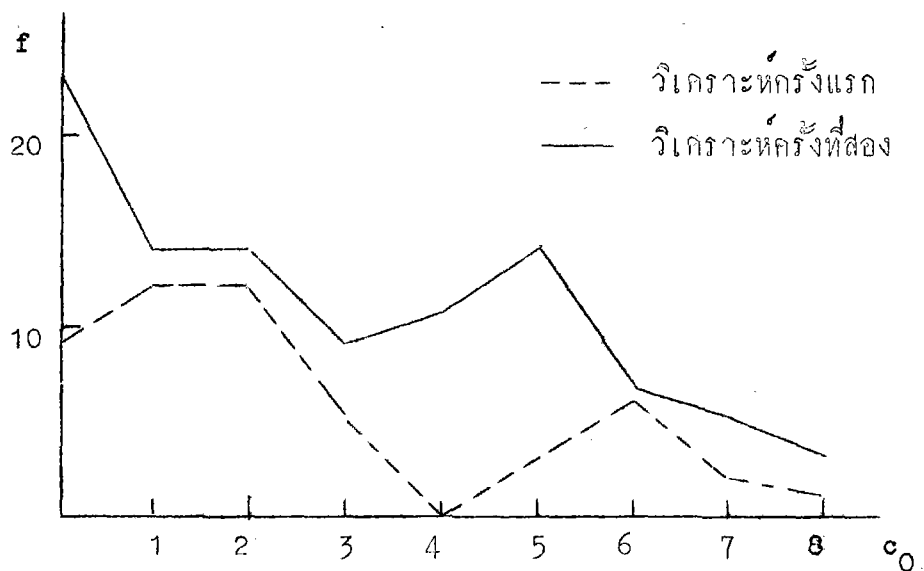


ลำดับชั้นไม่ก่อนเนื่อง



ภาพที่ 10. การกระจายของค่าวิกฤติเมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวนต่างกัน

ลำดับขั้นต่อเนื่อง



ภาพที่ 11. การกระจายของค่าวิกฤติในการวิเคราะห์ครั้งแรกและครั้งที่สอง
เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่าง 150 คน

การกระจายของค่าสถิติเมื่อใช้จำนวนกลุ่มตัวอย่างต่างกัน ในการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการ เรียนรู้ มีลักษณะดังนี้

1. การกระจายของค่า CSR มีลักษณะคล้ายโค้งปกติที่มีพิสัยแคบ (leptokurtic) เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างน้อยลงใน การทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการ เรียนรู้ การกระจายมีลักษณะลาดลงและพิสัยกว้างขึ้น ลักษณะ เช่นนี้เป็นแบบเดียวกันทั้งในกรณีของพฤติกรรมที่เป็นลำดับชั้นต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง ค่า CSR ทุกค่าไม่ปฏิเสธสมมติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้น คะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.94 - 0.96 ความเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.01 - 0.03 คะแนนต่ำสุดและสูงสุดคือ 0.87 และ 1.00

2. การกระจายของค่า ADR มีฐานนิยม (mode) หลายค่า สำหรับพฤติกรรมที่เป็นลำดับชั้นต่อเนื่อง เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างต่างกันการกระจายมีลักษณะคล้ายกัน คะแนนต่ำสุดและสูงสุดคือ 0.79 และ 1.00 คะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.91 - 0.92 ความเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.06 - 0.08 ความน่าจะเป็นในการปฏิเสธสมมติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นอยู่ระหว่าง 0.12 - 0.32

เมื่อพฤติกรรมเป็นลำดับชั้นไม่ต่อเนื่อง การกระจายยังคงมีลักษณะเช่นเดียวกันแต่มีพิสัยมากขึ้น ความเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.12 - 0.16 คะแนนต่ำสุดและสูงสุดคือ 0.44 และ 0.95 คะแนนเฉลี่ยลดลงอยู่ระหว่าง 0.72 - 0.75 ความน่าจะเป็นในการปฏิเสธสมมติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นจะมากขึ้นคืออยู่ระหว่าง 0.52 - 0.64

3. การกระจายของค่า CPR สำหรับพฤติกรรมที่เป็นลำดับชั้นต่อเนื่อง เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างน้อยมีลักษณะคล้ายรูปตัว J เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างมากขึ้นปลายกราฟด้านที่คี่นี้มีค่าสูงจะโค้งลงคะแนนเฉลี่ยใกล้เคียงกันเมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างต่างกันคืออยู่ระหว่าง 0.98 - 0.99 การกระจายมีพิสัยแคบ ความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.01 คะแนนต่ำสุดและสูงสุด คือ 0.95 และ 1.00

สำหรับพฤติกรรมที่เป็นลำดับชั้นไม่ต่อเนื่อง การกระจายยังคงมีลักษณะเช่นเดียวกัน คะแนนเฉลี่ยลดลงมาอยู่ระหว่าง 0.95 - 0.96 พิสัยจะกว้างขึ้น ความเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.02 - 0.04 คะแนนต่ำสุดและสูงสุดคือ 0.86 และ 1.00 ค่า CPR ทุกค่าไม่ปฏิเสธสมมติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้น

4. การกระจายของค่าวิกฤติจะมีฐานนิยมสองค่า เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างน้อยฐานนิยมที่

มีความถี่สูงสุดคือค่าวิกฤติ 0 เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างมากขึ้นเส้นกราฟจะลาดลง ฐานนิยมที่มีความถี่สูงจะเปลี่ยนไปอยู่ที่ค่าวิกฤติเท่ากับ 1 - 2 และ 5 - 6 การกระจายจะมีพิสัยมากขึ้นเมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างมากขึ้น การกระจายมีลักษณะคล้ายคลึงกันทั้งสำหรับพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้นต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง แต่สำหรับพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้นไม่ต่อเนื่องจะมีพิสัยแคบกว่า

เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างน้อยกว่า จะมีกลุ่มตัวอย่างที่เรียนรู้ขัดแย้งกับลำดับขั้นอยู่จำนวนน้อย ($f_{0i} = 0$ มีมาก) และเมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างมากขึ้นกลุ่มตัวอย่างที่เรียนรู้ขัดแย้งกับลำดับขั้นจะมากขึ้นด้วย ($f_{0i} \neq 0$ มากขึ้น)

สำหรับพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้นต่อเนื่อง ความน่าจะเป็นในการปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับขั้นจะเพิ่มขึ้นตามจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่เพิ่มขึ้น คือ 0.18 , 0.28 และ 0.34 ตามลำดับ สำหรับพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้นไม่ต่อเนื่อง ความน่าจะเป็นในการปฏิเสธสมมุติฐานจะน้อยลงและไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงตามจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ กล่าวคือมีค่าอยู่ระหว่าง 0.02 - 0.06

5. การรวมผลการวิเคราะห์เพิ่มเติมในการวิเคราะห์ครั้งที่สอง ลักษณะการกระจายของค่าสถิติส่วนใหญ่ยังคงคล้ายคลึงกับเมื่อใช้ผลวิเคราะห์ครั้งแรก

ความยากง่ายของข้อทดสอบ

ข้อทดสอบที่มีความยากง่ายต่างกัน จะทำให้ค่าสถิติมีการกระจายในลักษณะดังแสดงในตาราง 16. - 21. และภาพที่ 12. - 15. ดังนี้

ตาราง 16. การกระจายของค่าสถิติของวิธี วอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก
เมื่อใช้ชุดทดสอบง่ายกว่า

ลำดับขั้นต่อเนื่อง			ลำดับขั้นไม่ต่อเนื่อง								
CSR	f	ADR	f	CPR	f	CSR	f	ADR	f	CPR	f
.90	1	.95	2	.95	2	.92	1	.79	1	.93	1
.91	1	.96	6	.96	-	.93	-	.80	-	.94	2
.92	-	.97	20	.97	-	.94	1	.81	1	.95	6
.93	2	.98	26	.98	9	.95	4	.82	1	.96	19
.94	20	.99	14	.99	35	.96	20	.83	1	.97	19
.95	22	1.00	7	1.00	29	.97	22	.84	7	.98	16
.96	12					.98	18	.85	10	.99	-
.97	12					.99	2	.86	10	1.00	12
.98	4					1.00	7	.87	15		
.99	1							.88	7		
.	.							.89	5		
								.90	5		
								.91	7		
								.92	2		
								.93	1		
								.94	1		
								.95	1		
								:	:		
$\sum f$	75		75		75		75		75		75
\bar{x}	.95		.98		.99		.97		.87		.97
s	.02		.01		.01		.01		.03		.02

ตาราง 17. การกระจายของค่าสถิติของวิธี วอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก
เมื่อใช้ข้อทดสอบง่ายกว่า (การวิเคราะห์ครั้งที่สอง)

ลำดับขั้นต่อเนื่อง			ลำดับขั้นไม่ต่อเนื่อง								
CSR	f	ADR	f	CPR	f	CSR	f	ADR	f	CPR	f
.90	1	.95	3	.95	2	.92	1	.79	1	.93	1
.91	1	.96	13	.96	-	.93	-	.80	-	.94	2
.92	1	.97	32	.97	-	.94	1	.81	1	.95	9
.93	7	.98	30	.98	11	.95	5	.82	1	.96	29
.94	21	.99	14	.99	50	.96	33	.83	2	.97	25
.95	27	1.00	8	1.00	37	.97	29	.84	9	.98	19
.96	18					.98	20	.85	11	.99	1
.97	17					.99	3	.86	15	1.00	14
.98	5					1.00	8	.87	20		
.99	1							.88	12		
1.00	1							.89	8		
								.90	8		
								.91	7		
								.92	2		
								.93	1		
								.94	1		
								.95	1		
								:	:		
$\sum f$	100		100		100		100		100		100
\bar{x}	.95		.98		.99		.97		.87		.97
s	.02		.01		.01		.01		.01		.02

ตาราง 18. การกระจายของค่าสถิติของวิธี วอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก
เมื่อไร้ข้อทดสอบยากกว่า

ลำดับขั้นต่อเนื่อง			ลำดับขั้นไม่ต่อเนื่อง								
CSR	f	ADR	f	CPR	f	CSR	f	ADR	f	CPR	f
.87	1	.79	2	.95	2	.88	3	.44	1	.86	1
.88	-	.80	8	.96	5	.89	-	:	:	.87	-
.89	2	.81	3	.97	8	.90	1	.51	1	.88	3
.90	3	.82	1	.98	35	.91	3	.52	2	.89	2
.91	10	.83	6	.99	9	.92	2	.53	-	.90	5
.92	12	.84	11	1.00	16	.93	9	.54	3	.91	10
.93	15	.85	13			.94	6	.55	3	.92	7
.94	8	.86	14			.95	22	.56	8	.93	11
.95	9	.87	8			.96	11	.57	5	.94	5
.96	11	.88	2			.97	8	.58	7	.95	17
.97	1	.89	3			.98	4	.59	8	.96	4
.98	3	.90	-			.99	2	.60	5	.97	10
.	.	.91	1			1.00	4	.61	5	.	.
		.92	1					.62	5		
		.93	-					.63	4		
		.94	-					.64	6		
		.95	1					.65	1		
		.96	-					.66	5		
		.97	1					.67	2		
		.	.					.68	1		
								.69	1		
								.70	2		
Σf	75		75		75		75		75		75
\bar{X}	.93		.85		.98		.94		.60		.93
s	.02		.04		.01		.02		.05		.03

ตาราง 19. การกระจายของค่าสถิติของวิธี วอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก
เมื่อใช้ข้อทดสอบยากกว่า (การวิเคราะห์ครั้งที่สอง)

ลำดับขั้นต่อเนื่อง			ลำดับขั้นไม่ต่อเนื่อง													
CSR	f		ADR	f		CPR	f		CSR	f		ADR	f		CPR	f
.87	1		.79	2		.95	2		.88	3		.44	1		.86	2
.88	-		.80	8		.96	5		.89	-	:	:			.87	1
.89	2		.81	3		.97	8		.90	1		.50	1		.88	3
.90	4		.82	3		.98	41		.91	5		.51	1		.89	4
.91	11		.83	7		.99	20		.92	4		.52	3		.90	7
.92	17		.84	15		1.00	24		.93	14		.53	1		.91	15
.93	20		.85	16					.94	12		.54	6		.92	9
.94	15		.86	20					.95	24		.55	6		.93	16
.95	12		.87	13					.96	16		.56	8		.94	7
.96	14		.88	4					.97	11		.57	8		.95	20
.97	1		.89	4					.98	4		.58	10		.96	6
.98	3		.90	1					.99	2		.59	11		.97	10
.	.		.91	1					1.00	4		.60	9		.	.
			.92	1								.61	6			
			.93	-								.62	7			
			.94	-								.63	4			
			.95	1								.64	6			
			.96	-								.65	1			
			.97	1								.66	5			
			.	.								.67	2			
												.68	1			
												.69	1			
												.70	2			
												.	.			
$\sum f$	100		100			100			100			100			100	
\bar{x}	.93		.85			.98			.95			.59			.93	
s	.02		.03			.01			.02			.05			.03	

ตาราง 20. การกระจายของค่าสถิติของวิธี ไวท์-คลาร์ก เมื่อใช้
ข้อทดสอบง่ายกว่า

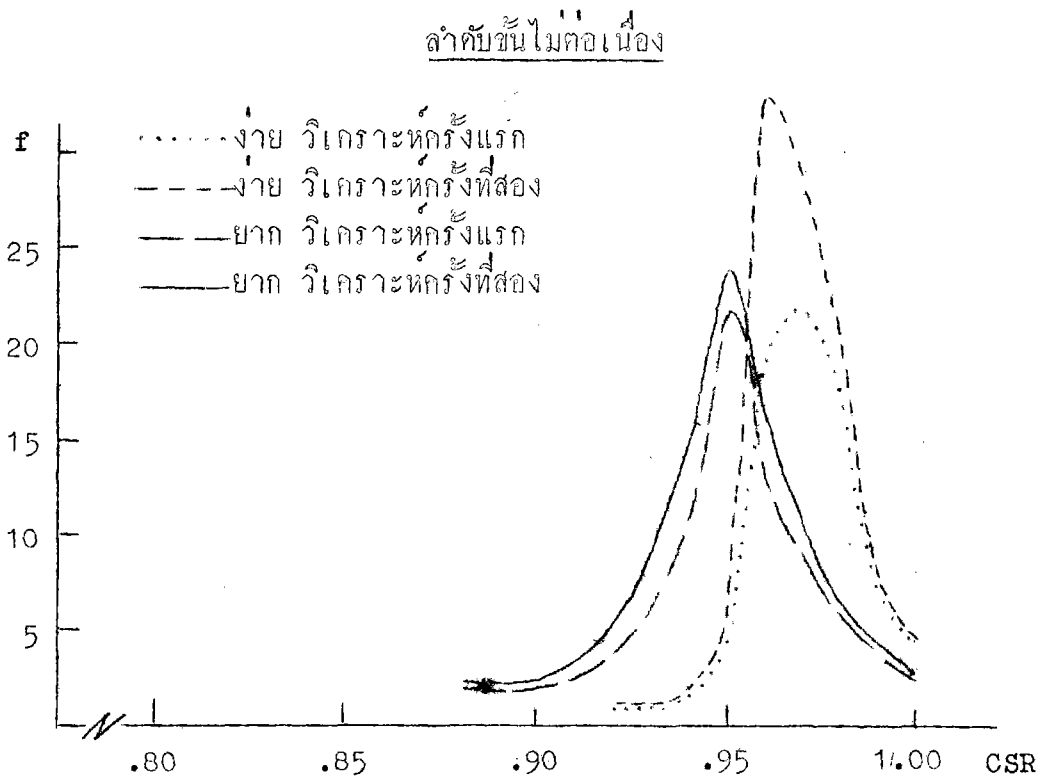
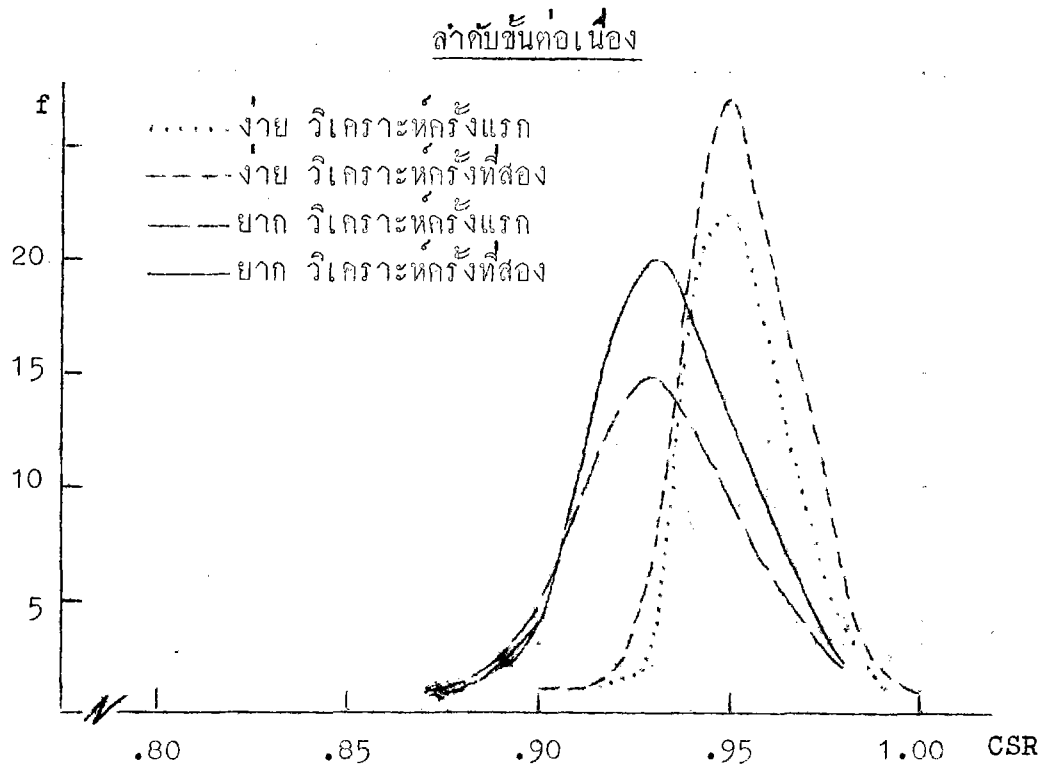
ลำดับขั้นต่อเนื่อง											
วิเคราะห์ครั้งแรก					วิเคราะห์ครั้งที่สอง						
c_0	f	c_1	f	f_{0i}	f	c_0	f	c_1	f	f_{0i}	f
0	36	0	24	0	15	0	50	0	30	0	22
1	18	1	11	1	23	1	20	1	13	1	33
2	6	2	2	2	27	2	6	2	2	2	34
3	2			3	9	3	3			3	10
4	1			4	1	4	4			4	1
5	5					5	10				
6	5					6	5				
7	1					7	1				
8	1					8	1				
Σf	75		37		75		100		45		100

ลำดับขั้นไม่ต่อเนื่อง											
วิเคราะห์ครั้งแรก					วิเคราะห์ครั้งที่สอง						
c_0	f	c_1	f	f_{0i}	f	c_0	f	c_1	f	f_{0i}	f
0	29	0	4	0	35	0	29	0	4	0	40
1	6			1	16	1	6			1	31
2	8			2	19	2	11			2	23
3	5			3	5	3	13			3	6
4	8					4	13				
5	14					5	19				
6	4					6	7				
7	1					7	2				
Σf	75		4		75		100		4		100

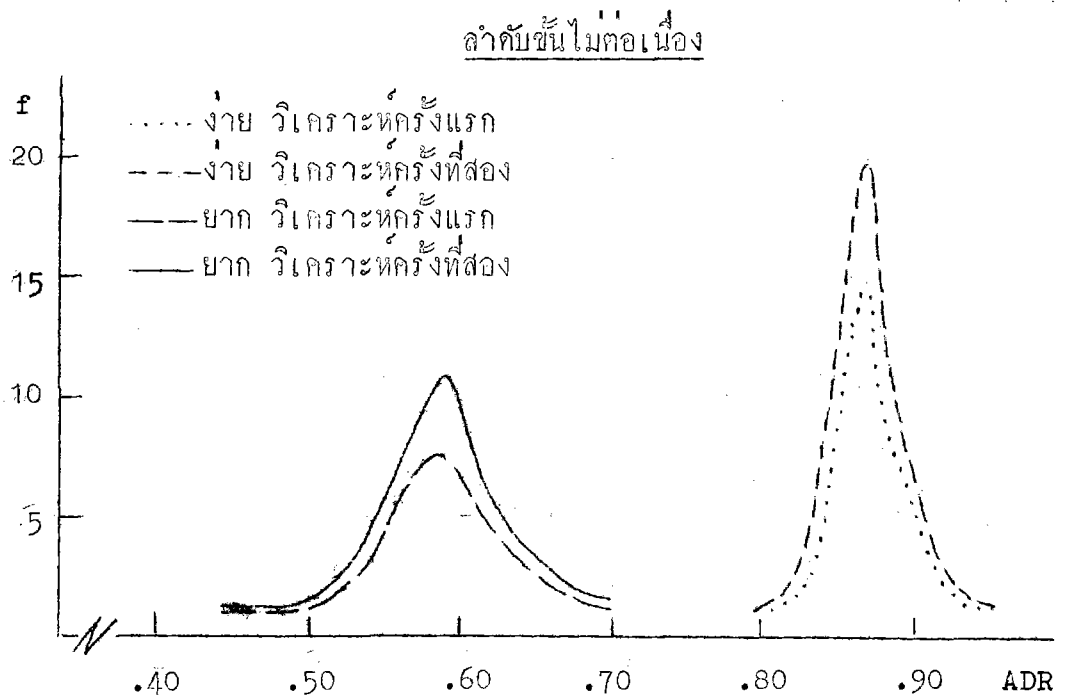
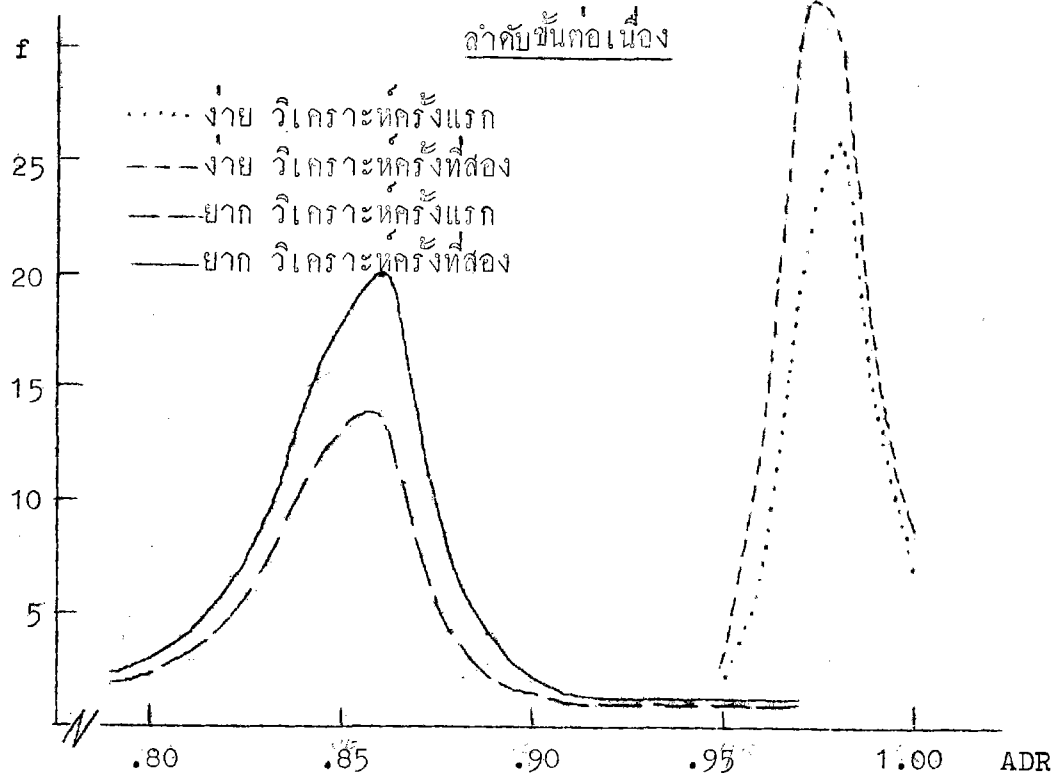
ตาราง 21. การกระจายของค่าสถิติของวิธี ไวท์-คลาร์ค เมื่อใช้
ข้อทดสอบยากกว่า

ลำดับชั้นต่อเนื่อง											
วิเคราะห์ครั้งแรก						วิเคราะห์ครั้งที่สอง					
c_0	f	c_1	f	f_{0i}	f	c_0	f	c_1	f	f_{0i}	f
0	8	0	1	0	10	0	8	0	1	0	12
1	4	1	-	1	12	1	4	1	-	1	15
2	8	2	2	2	26	2	10	2	2	2	33
3	13			3	12	3	16			3	16
4	5			4	10	4	13			4	18
5	11			5	4	5	17			5	5
6	15			6	1	6	16			6	1
7	9					7	12				
8	1					8	3				
9	1					9	1				
Σf	75		3		75		100		3		100

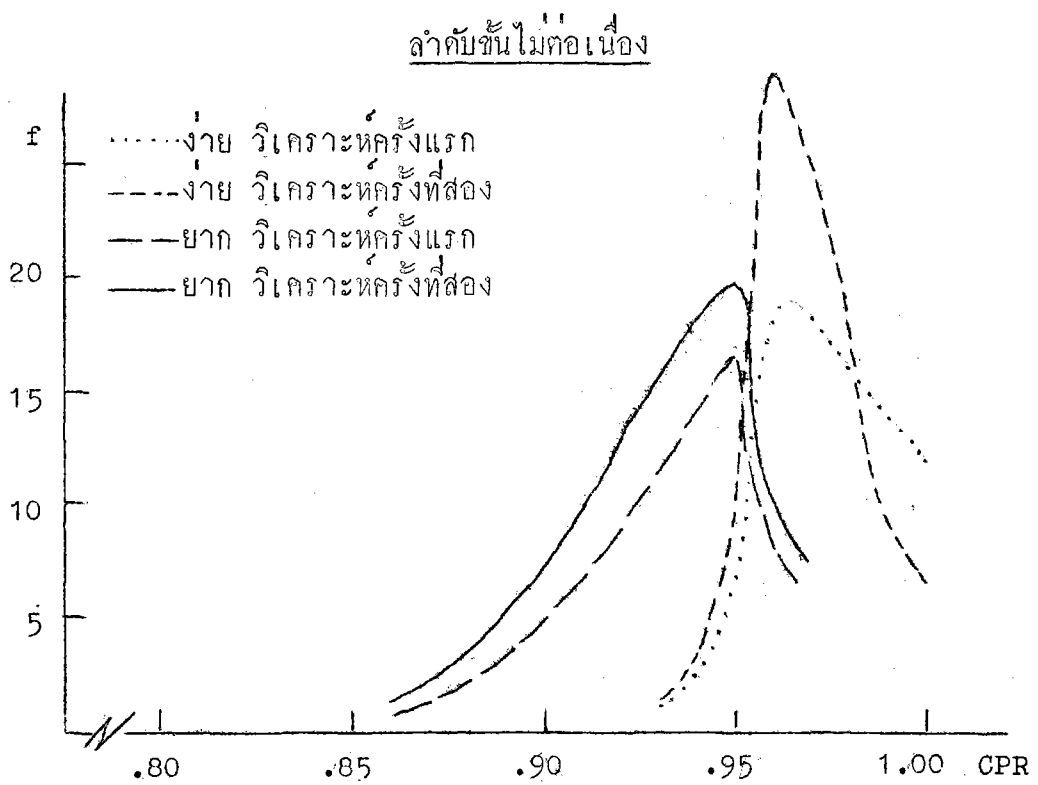
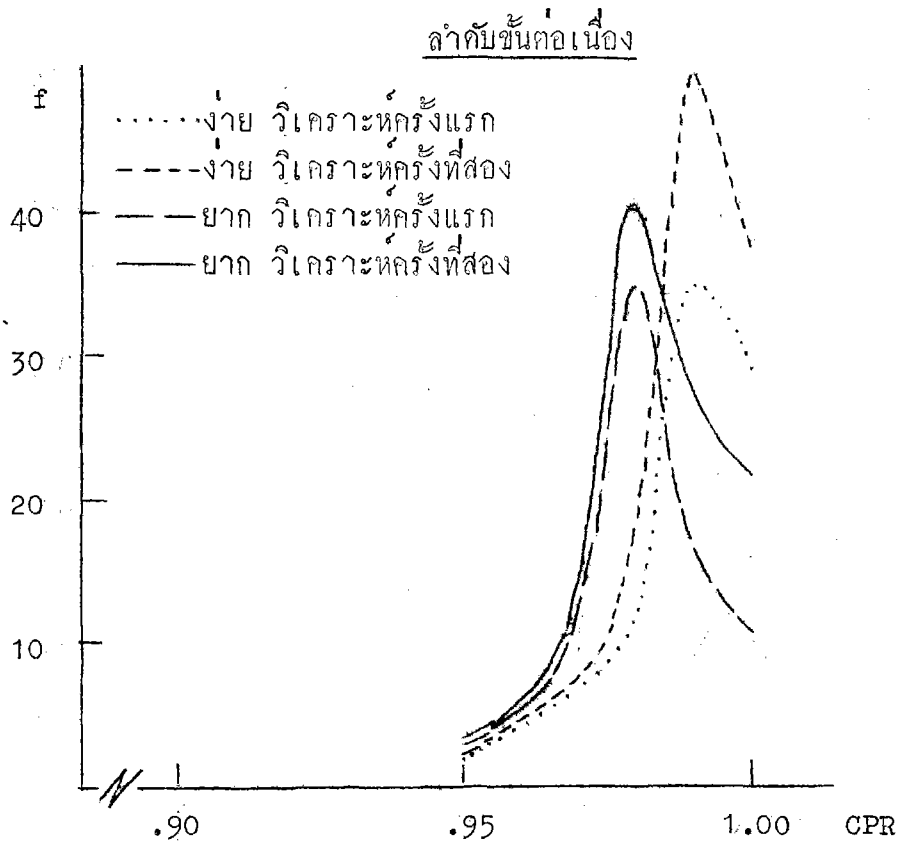
ลำดับชั้นไม่ต่อเนื่อง											
วิเคราะห์ครั้งแรก						วิเคราะห์ครั้งที่สอง					
c_0	f	c_1	f	f_{0i}	f	c_0	f	c_1	f	f_{0i}	f
0	14	0	1	0	31	0	16	0	1	0	42
1	20	1	3	1	28	1	33	1	6	1	37
2	22			2	14	2	31			2	19
3	10			3	2	3	11			3	2
4	5					4	5				
5	4					5	4				
Σf	75		4		75		100		7		100



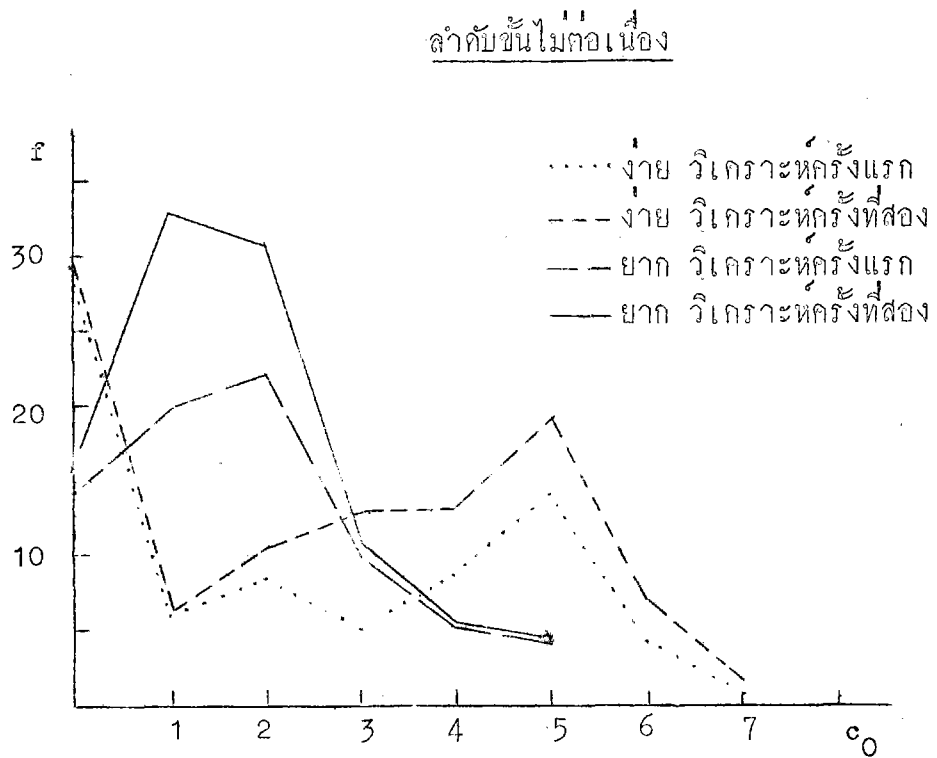
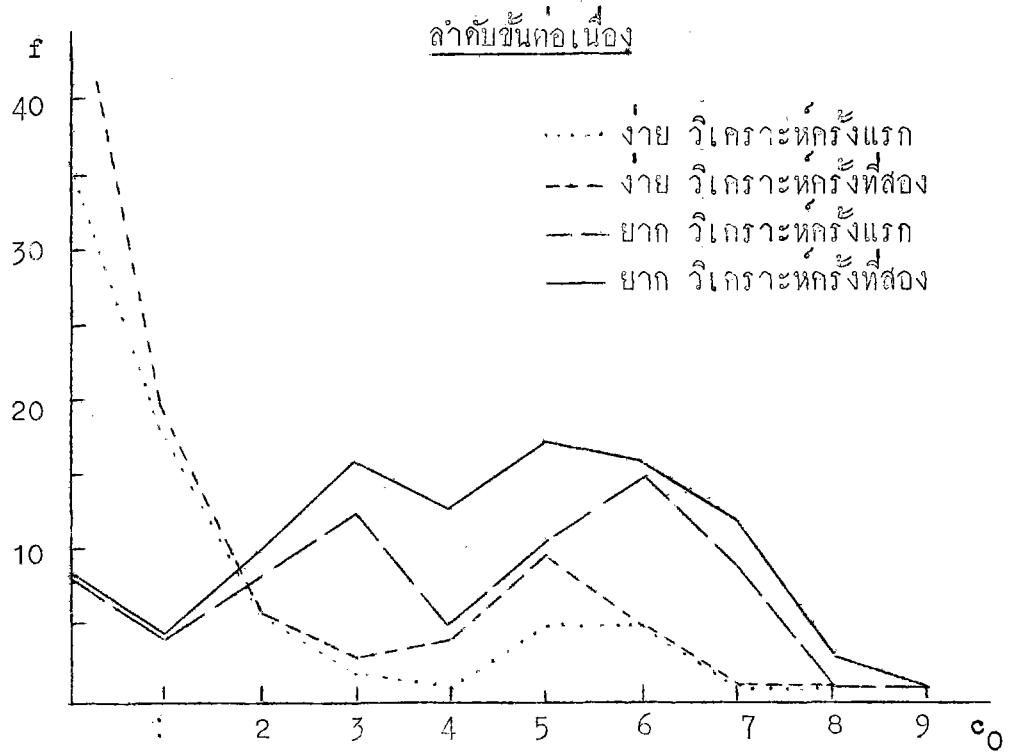
ภาพที่ 12. การกระจายของค่า CSR เมื่อใช้ข้อทดสอบที่ยากง่ายต่างกัน



ภาพที่ 13. การกระจายของค่า ADR เมื่อใช้ชุดทดสอบที่ยากง่ายต่างกัน



ภาพที่ 14. การกระจายของค่า CPR เมื่อใช้ข้อทดสอบที่ยากง่ายต่างกัน



ภาพที่ 15. การกระจายของค่าวิกฤติเมื่อใช้ชุดทดสอบที่ยากง่ายต่างกัน

การกระจายของค่าสถิติเมื่อใช้ข้อทดสอบที่ยากง่ายต่างกันในการวัดผลการเรียนรู้แต่ละ
 พหุกิจกรรม มีลักษณะดังนี้

1. การกระจายของค่า CSR มีลักษณะเป็นโค้งปกติที่มีพิสัยแคบ การกระจายมีลักษณะ
 คล้ายคลึงกันสำหรับพหุกิจกรรมที่เป็นลำดับขั้นต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง และไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลง
 เมื่อใช้ข้อทดสอบยากกว่าหรือง่ายกว่า เมื่อใช้ข้อทดสอบยากกว่าคะแนนเฉลี่ยจะลดลงเล็กน้อย
 จาก 0.95 เป็น 0.93 และจาก 0.97 เป็น 0.94 สำหรับพหุกิจกรรมที่เป็นลำดับขั้นต่อเนื่องและ
 ไม่ต่อเนื่องตามลำดับ ความเบี่ยงเบนมาตรฐานมีลักษณะคงที่อยู่ระหว่าง 0.01 - 0.02 ค่า
 CSR ทุกค่าไม่ปฏิเสธสมมติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับขั้น

2. การกระจายของค่า ADR มีลักษณะเป็นโค้งปกติที่มีพิสัยแคบ เมื่อใช้ข้อทดสอบ
 ง่ายกว่าเส้นกราฟอยู่ในช่วงที่ค่าดัชนีมีค่ามากกว่า กล่าวคือคะแนนต่ำสุดและสูงสุดเท่ากับ 0.95
 และ 1.00 คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.98 สำหรับพหุกิจกรรมที่เป็นลำดับขั้นต่อเนื่อง ส่วนพหุกิจกรรม
 ที่เป็นลำดับขั้นไม่ต่อเนื่อง การกระจายยังคงมีลักษณะเช่นเดิมแต่เส้นกราฟจะเลื่อนไปอยู่ในช่วงที่
 ค่าดัชนีมีค่าน้อยลงกว่า กล่าวคือคะแนนต่ำสุดและสูงสุดเท่ากับ 0.79 และ 0.95 คะแนนเฉลี่ย
 เท่ากับ 0.87

เมื่อใช้ข้อทดสอบที่ยากกว่าเส้นกราฟจะอยู่ในช่วงที่ค่าดัชนีที่มีค่าน้อยกว่า กล่าวคือ
 คะแนนต่ำสุดและสูงสุดคือ 0.79 และ 0.97 คะแนนเฉลี่ย 0.85 สำหรับพหุกิจกรรมที่เป็นลำดับ
 ขั้นต่อเนื่อง สำหรับพหุกิจกรรมที่เป็นลำดับขั้นไม่ต่อเนื่อง คะแนนต่ำสุดและสูงสุดคือ 0.44 และ
 0.70 คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.60 และเมื่อใช้ข้อทดสอบยากขึ้นความเบี่ยงเบนมาตรฐานจะเพิ่ม
 ขึ้น

การปฏิเสธสมมติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับขั้นขึ้นอยู่กับค่า ADR สำหรับพหุกิจกรรมที่เป็น
 ลำดับขั้นต่อเนื่อง ความน่าจะเป็นในการปฏิเสธสมมติฐานเมื่อใช้ข้อทดสอบง่ายกว่าเท่ากับ 0
 และเมื่อใช้ข้อทดสอบยากกว่าจะเพิ่มเป็น 0.41 สำหรับพหุกิจกรรมที่เป็นลำดับขั้นไม่ต่อเนื่อง
 ความน่าจะเป็นในการปฏิเสธสมมติฐานจะมากขึ้น กล่าวคือเมื่อใช้ข้อทดสอบง่ายกว่าความน่าจะเป็น
 เป็นเท่ากับ 0.15 และเมื่อใช้ข้อทดสอบยากกว่าความน่าจะเป็นเท่ากับ 1.00

3. การกระจายของค่า CPR มีลักษณะเป็นเส้นกราฟผันขึ้นทางข้างที่ค่าดัชนีมีค่ามาก
 และปลายกราฟจะโค้งลง สำหรับพหุกิจกรรมที่เป็นลำดับขั้นต่อเนื่องการกระจายคล้ายกันทั้งเมื่อ

ใช้ข้อทดสอบง่ายกว่าและยากกว่า คะแนนต่ำสุดและสูงสุดคือ 0.95 - 1.00 ความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.01 คะแนนเฉลี่ยคือ 0.99 และ 0.98 ตามลำดับ

สำหรับพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้นไม่ต่อเนื่อง เมื่อใช้ข้อทดสอบยากกว่าจะมีพิสัยกว้างกว่า คะแนนต่ำสุดและสูงสุดคือ 0.86 และ 0.97 ความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.03 คะแนนเฉลี่ย 0.93 เส้นกราฟจะอยู่ในช่วงที่ค่าดัชนีมีค่าน้อยกว่าเมื่อใช้ข้อทดสอบง่ายกว่า ซึ่งมีคะแนนต่ำสุดและสูงสุดคือ 0.93 และ 1.00 ความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.02 คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.97 ค่า ทุกค่าไม่มีวิเสศสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับขั้น

4. การกระจายของค่าวิกฤติที่มีฐานนิยมสองค่า สำหรับพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้นต่อเนื่อง เมื่อใช้ข้อทดสอบง่ายกว่าค่าวิกฤติ 0 มีความถี่สูงสุด ความน่าจะเป็นในการปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เท่ากับ 0.49 เมื่อใช้ข้อทดสอบยากขึ้นกราฟจะลาดลง ค่าวิกฤติ 0 จะมีความถี่ลดลง ฐานนิยมจะเลื่อนไปอยู่ที่ค่าวิกฤติที่สูงขึ้น ความน่าจะเป็นในการปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับขั้นจะคงที่เท่ากับ 0.05 ซึ่งต่างกับเมื่อพฤติกรรมเป็นลำดับขั้นต่อเนื่อง การกระจายของค่าสถิติเมื่อพฤติกรรมเป็นลำดับขั้นไม่ต่อเนื่อง จะมีพิสัยแคบกว่า นอกจากนี้กลุ่มตัวอย่างที่เรียนรู้ขัดแย้งกับลำดับขั้นการเรียนรู้จะมีน้อยกว่า ($f_{0i} = 0$ มีมาก)

5. เมื่อรวมผลการวิเคราะห์ครั้งที่สอง การกระจายของค่าสถิติยังคงคล้ายคลึงกับเมื่อใช้ผลการวิเคราะห์ครั้งแรก

จำนวนข้อสอบ

แบบทดสอบที่มีจำนวนข้อต่างกันในการวัดผลการเรียนรู้จะทำให้ค่าสถิติมีการกระจายในลักษณะดังแสดงในตาราง 22. - 27. และภาพที่ 16. - 19. ดังนี้

ตาราง 22. การกระจายของค่าสถิติของวิธี วอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก
เมื่อไรซ์ข้อทดสอบสองข้อ

ลำดับขั้นต่อเนื่อง			ลำดับขั้นไม่ต่อเนื่อง										
CSR	f	ADR	f	CPR	f	CSR	f	ADR	f	ADR	f	CPR	f
.87	1	.79	2	.95	2	.88	1	.56	1	.79	1	.90	1
.88	-	.80	4	.96	1	.89	-	.57	-	.80	-	.91	2
.89	1	.81	-	.97	1	.90	-	.58	-	.81	1	.92	1
.90	-	.82	-	.98	29	.91	-	.59	2	.82	1	.93	8
.91	4	.83	3	.99	22	.92	2	.60	2	.83	1	.94	2
.92	8	.84	6	1.00	20	.93	-	.61	1	.84	4	.95	10
.93	12	.85	12			.94	5	.62	4	.85	5	.96	12
.94	8	.86	9			.95	12	.63	1	.86	7	.97	18
.95	18	.87	6			.96	15	.64	5	.87	9	.98	11
.96	12	.88	2			.97	19	.65	1	.88	5	.99	-
.97	6	.89	2			.98	13	.66	4	.89	2	1.00	10
.98	4	.90	-			.99	1	.67	1	.90	5		
.99	1	.91	1			1.00	7	.68	-	.91	5		
.	.	.92	1					.69	1	.92	1		
		.93	-					.70	2	.93	1		
		.94	-					.	.	.94	1		
		.95	1							.95	1		
		.96	-							.	.		
		.97	2							.	.		
		.98	8							.	.		
		.99	12							.	.		
		1.00	4							.	.		
$\sum f$	75		75		75		75		75		75		75
\bar{x}	.94		.90		.99		.97		.79				.96
s	.02		.07		.01		.02		.12				.02

ตาราง 23. การกระจายของค่าสถิติของวิธี วอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก
เมื่อใช้ข้อทดสอบสองข้อ (การวิเคราะห์ครั้งที่สอง)

ลำดับชั้นต่อเนื่อง			ลำดับชั้นไม่ต่อเนื่อง										
CSR	f	ADR	f	CPR	f	CSR	f	ADR	f	CPR	f		
.87	1	.79	2	.95	2	.88	1	.56	1	.79	1	.90	1
.88	-	.80	4	.96	1	.89	-	.57	-	.80	-	.91	2
.89	1	.81	-	.97	1	.90	-	.58	-	.81	1	.92	1
.90	1	.82	2	.98	35	.91	-	.59	2	.82	1	.93	8
.91	5	.83	4	.99	33	.92	2	.60	2	.83	2	.94	2
.92	13	.84	10	1.00	28	.93	-	.61	1	.84	6	.95	13
.93	17	.85	15			.94	5	.62	4	.85	6	.96	22
.94	15	.86	15			.95	13	.63	1	.86	12	.97	24
.95	21	.87	11			.96	28	.64	5	.87	14	.98	14
.96	15	.88	4			.97	26	.65	1	.88	10	.99	1
.97	6	.89	3			.98	15	.66	4	.89	5	1.00	12
.98	4	.90	1			.99	2	.67	1	.90	8		
.99	1	.91	1			1.00	8	.68	-	.91	5		
.	.	.92	1					.69	1	.92	1		
		.93	-					.70	2	.93	1		
		.94	-					.	.	.94	1		
		.95	1							.95	1		
		.96	-							.	.		
		.97	2										
		.98	8										
		.99	12										
		1.00	4										
$\sum f$	100		100		100		100		100				100
\bar{x}	.94		.89		.99		.97		.81				.96
s	.02		.06		.01		.02		.11				.02

ตาราง 24. การกระจายของค่าสถิติของวิธี วอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก
เมื่อใช้ข้อทดสอบสามข้อ

ลำดับขั้นต่อเนื่อง			ลำดับขั้นไม่ต่อเนื่อง										
CSR	f	ADR	f	CPR	f	CSR	f	ADR	f	ADR	f	CPR	f
.89	1	.80	4	.95	2	.88	2	.44	1	.84	3	.86	1
.90	4	.81	3	.96	9	.89	-	:	:	.85	5	.87	-
.91	7	.82	1	.97	18	.90	1	.51	1	.86	3	.88	3
.92	4	.83	3	.98	22	.91	3	.52	2	.87	6	.89	2
.93	5	.84	5	.99	4	.92	1	.53	-	.88	2	.90	4
.94	20	.85	1	1.00	20	.93	9	.54	3	.89	3	.91	8
.95	15	.86	5			.94	2	.55	3	.90	-	.92	6
.96	9	.87	2			.95	14	.56	7	.91	2	.93	4
.97	7	.88	-			.96	16	.57	5	.92	1	.94	5
.98	3	.89	1			.97	11	.58	7	.	.	.95	13
.	.	:	:			.98	9	.59	6			.96	11
		.95	2			.99	3	.60	3			.97	11
		.96	6			1.00	4	.61	4			.98	5
		.97	19					.62	1			.99	-
		.98	18					.63	3			1.00	2
		.99	2					.64	1				
		1.00	3					.65	-				
								.66	1				
								.67	1				
								.68	1				
								.	.				
$\sum f$	75		75		75		75		75				75
\bar{X}	.94		.93		.98		.96		.68				.94
s	.02		.07		.01		.03		.14				.03

ตาราง 25. การกระจายของค่าสถิติของวิธี รอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก
เมื่อใช้ข้อทดสอบสามข้อ (การวิเคราะห์ครั้งที่สอง)

ลำดับขั้นต่อเนื่อง				ลำดับขั้นไม่ต่อเนื่อง									
CSR	f	ADR	f	CPR	f	CSR	f	ADR	f	ADR	f	CPR	f
.89	1	.80	4	.95	2	.88	2	.44	1	.84	3	.86	2
.90	4	.81	3	.96	9	.89	-	:	:	.85	5	.87	1
.91	7	.82	1	.97	18	.90	1	.50	1	.86	3	.88	3
.92	5	.83	3	.98	24	.91	5	.51	1	.87	6	.89	4
.93	10	.84	5	.99	19	.92	3	.52	3	.88	2	.90	6
.94	21	.85	1	1.00	28	.93	14	.53	1	.89	3	.91	13
.95	20	.86	5			.94	8	.54	6	.90	-	.92	8
.96	15	.87	2			.95	16	.55	6	.91	2	.93	9
.97	12	.88	-			.96	21	.56	7	.92	1	.94	7
.98	4	.89	1			.97	14	.57	8	.	.	.95	16
.99	-	:	:			.98	9	.58	10			.96	13
1.00	1	.95	3			.99	3	.59	9			.97	11
		.96	13			1.00	4	.60	7			.98	5
		.97	31					.61	5			.99	-
		.98	22					.62	3			1.00	2
		.99	2					.63	3				
		1.00	4					.64	1				
								.65	-				
								.66	1				
								.67	1				
								.68	1				
$\sum f$	100		100		100		100		100				100
\bar{x}	.94		.94		.98		.95		.65				.94
s	.02		.06		.01		.02		.13				.03

ตาราง 26. การกระจายของค่าสถิติของวิธี ไวท์-คลาร์ก เมื่อใช้
ข้อทดสอบสองข้อ

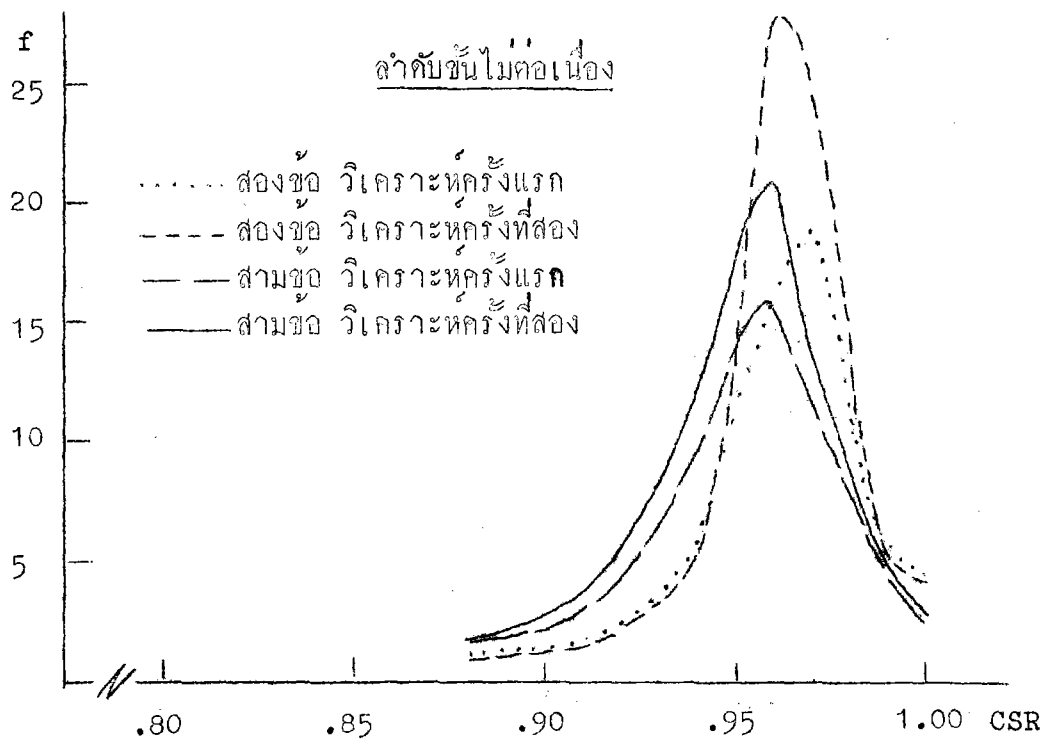
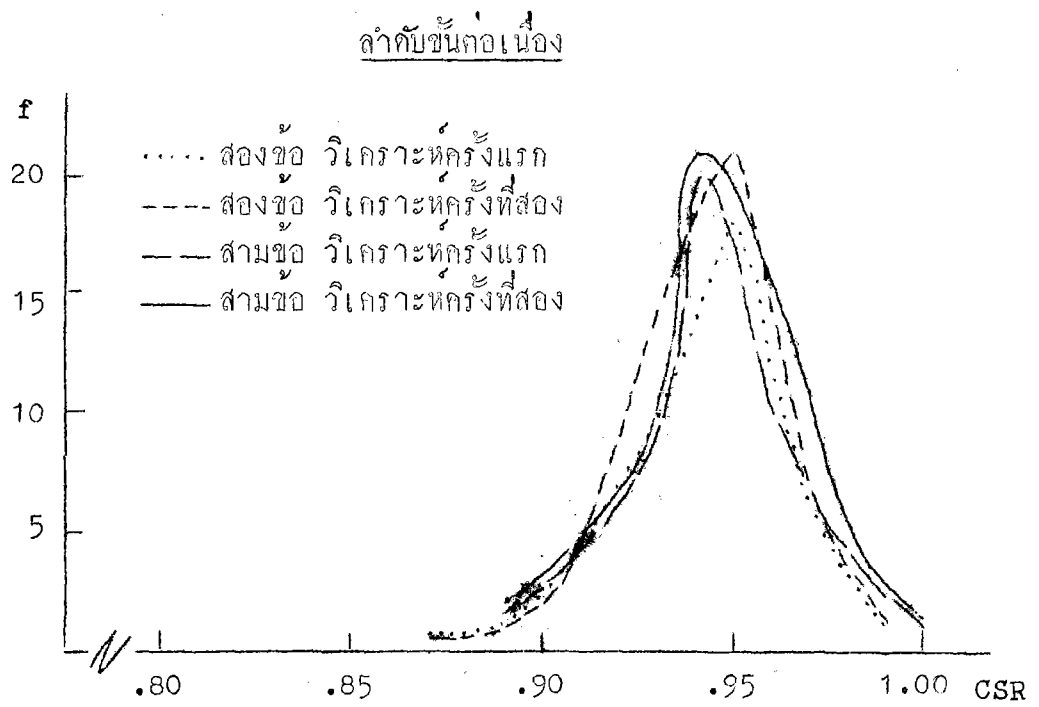
ลำดับชั้นต่อเนื่อง											
วิเคราะห์ครั้งแรก					วิเคราะห์ครั้งที่สอง						
c_0	f	c_1	f	f_{0i}	f	c_0	f	c_1	f	f_{0i}	f
0	13	0	5	0	11	0	13	0	5	0	13
1	8	1	4	1	12	1	8	1	4	1	15
2	8	2	2	2	23	2	10	2	2	2	30
3	10			3	15	3	13			3	19
4	5			4	9	4	13			4	17
5	8			5	4	5	14			5	5
6	13			6	1	6	14			6	1
7	7					7	10				
8	2					8	4				
9	1					9	1				
Σf	75		11		75		100		11		100

ลำดับชั้นไม่ต่อเนื่อง											
วิเคราะห์ครั้งแรก					วิเคราะห์ครั้งที่สอง						
c_0	f	c_1	f	f_{0i}	f	c_0	f	c_1	f	f_{0i}	f
0	15	-	-	0	28	0	15	-	-	0	33
1	-			1	17	1	-			1	32
2	13			2	23	2	16			2	27
3	11			3	7	3	19			3	8
4	13					4	18				
5	18					5	23				
6	4					6	7				
7	1					7	2				
Σf	75		-		75		100		-		100

ตาราง 27. การกระจายของค่าสถิติของวิธี ไวท์-คลาร์ก เมื่อใช้
ข้อทดสอบสามข้อ

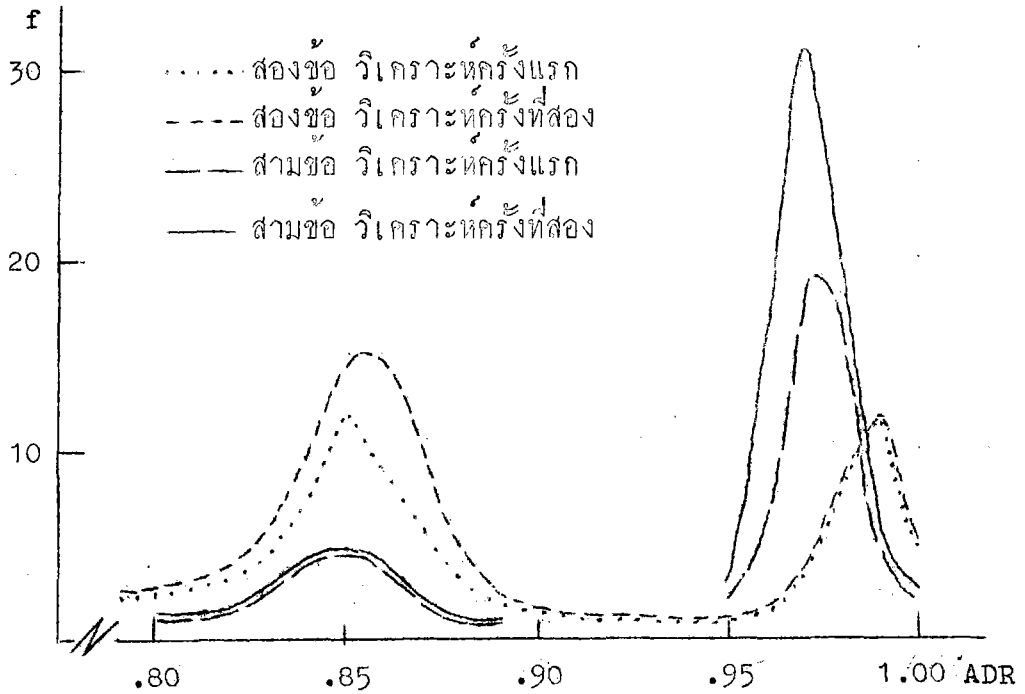
ลำดับขั้นต่อเนื่อง											
วิเคราะห์ครั้งแรก					วิเคราะห์ครั้งที่สอง						
c_0	f	c_1	f	f_{0i}	f	c_0	f	c_1	f	f_{0i}	f
0	31	0	20	0	14	0	45	0	26	0	21
1	14	1	7	1	23	1	16	1	9	1	33
2	6	2	2	2	30	2	6	2	2	2	37
3	5			3	6	3	6			3	7
4	1			4	2	4	4			4	2
5	8					5	13				
6	7					6	7				
7	3					7	3				
Σf	75		29		75		100		37		100

ลำดับขั้นไม่ต่อเนื่อง											
วิเคราะห์ครั้งแรก					วิเคราะห์ครั้งที่สอง						
c_0	f	c_1	f	f_{0i}	f	c_0	f	c_1	f	f_{0i}	f
0	28	0	5	0	38	0	30	0	5	0	49
1	26	1	3	1	27	1	39	1	6	1	36
2	17			2	10	2	26			2	15
3	4					3	5				
Σf	75		8		75		100		11		100

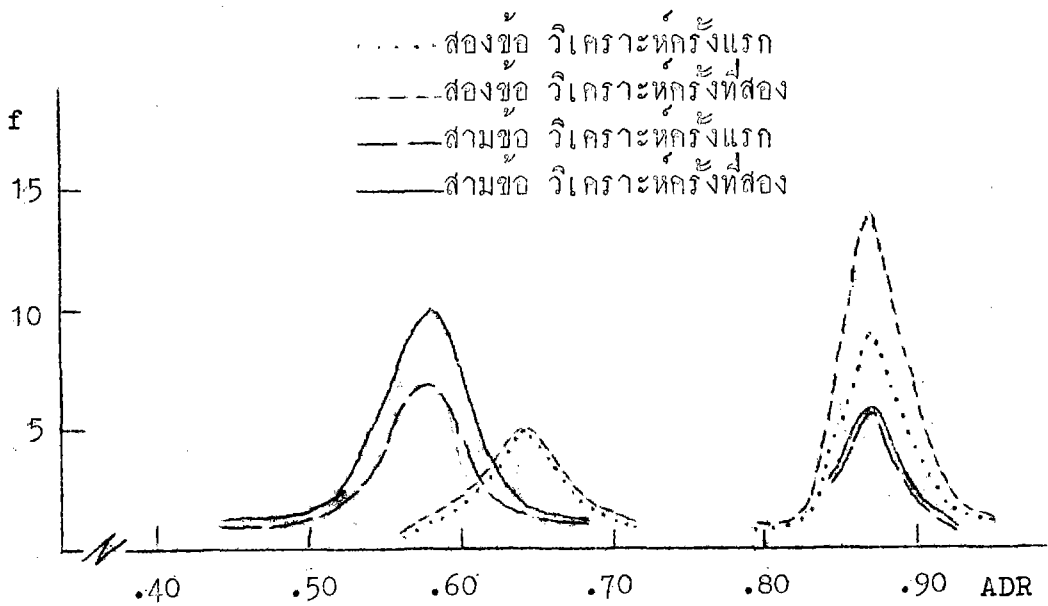


ภาพที่ 16. การกระจายของค่า CSR เมื่อใช้แบบทดสอบที่มีจำนวนข้อต่างกัน

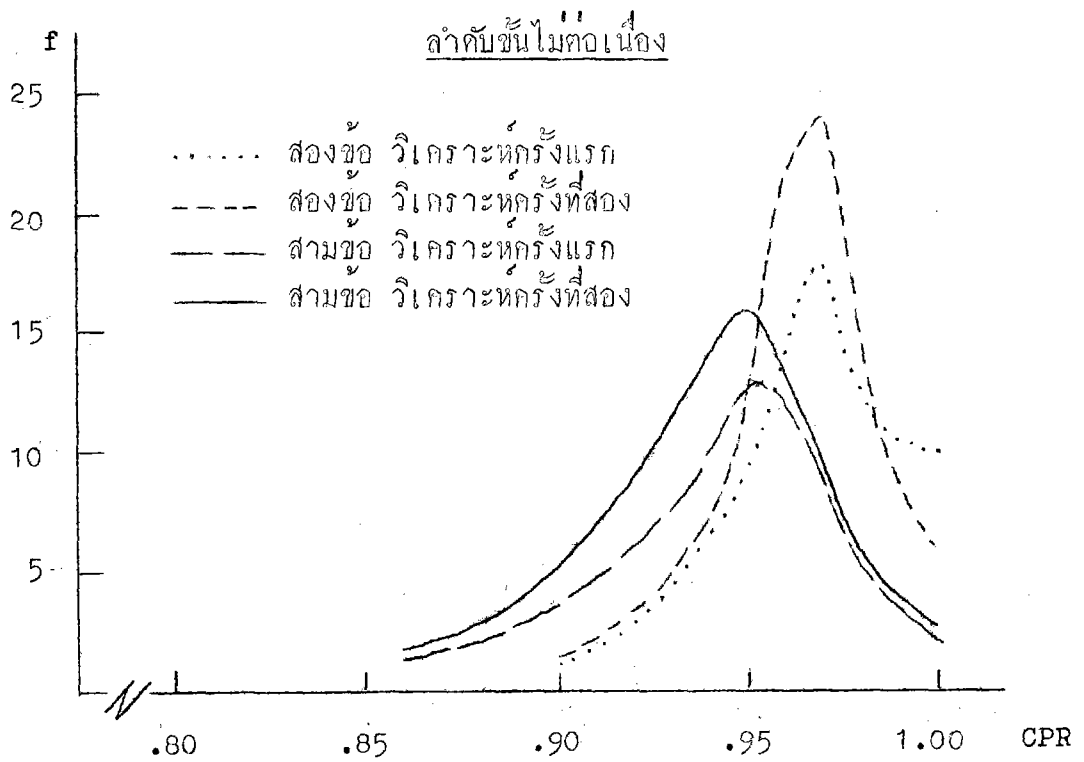
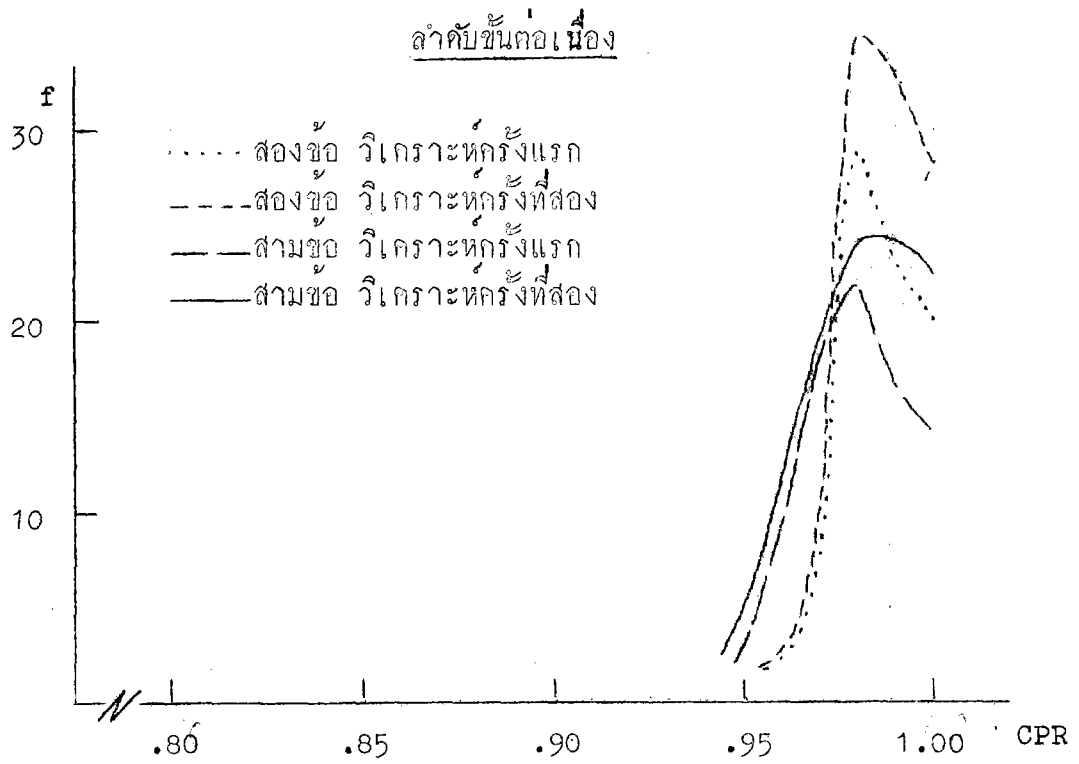
ลำดับขั้นต่อเนื่อง



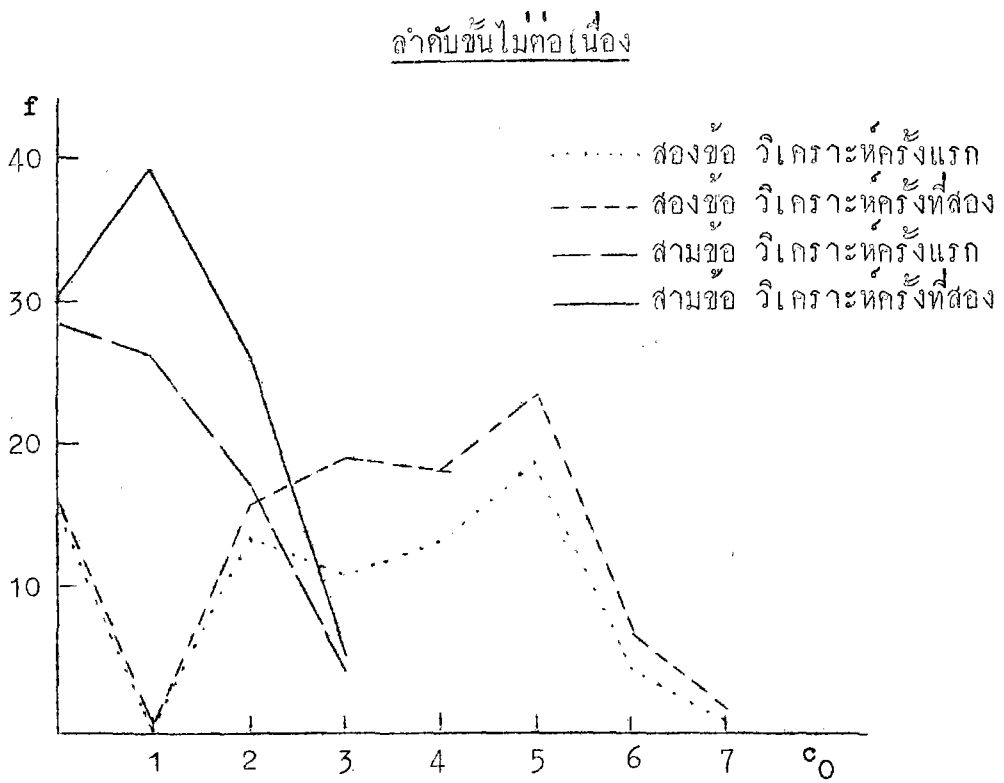
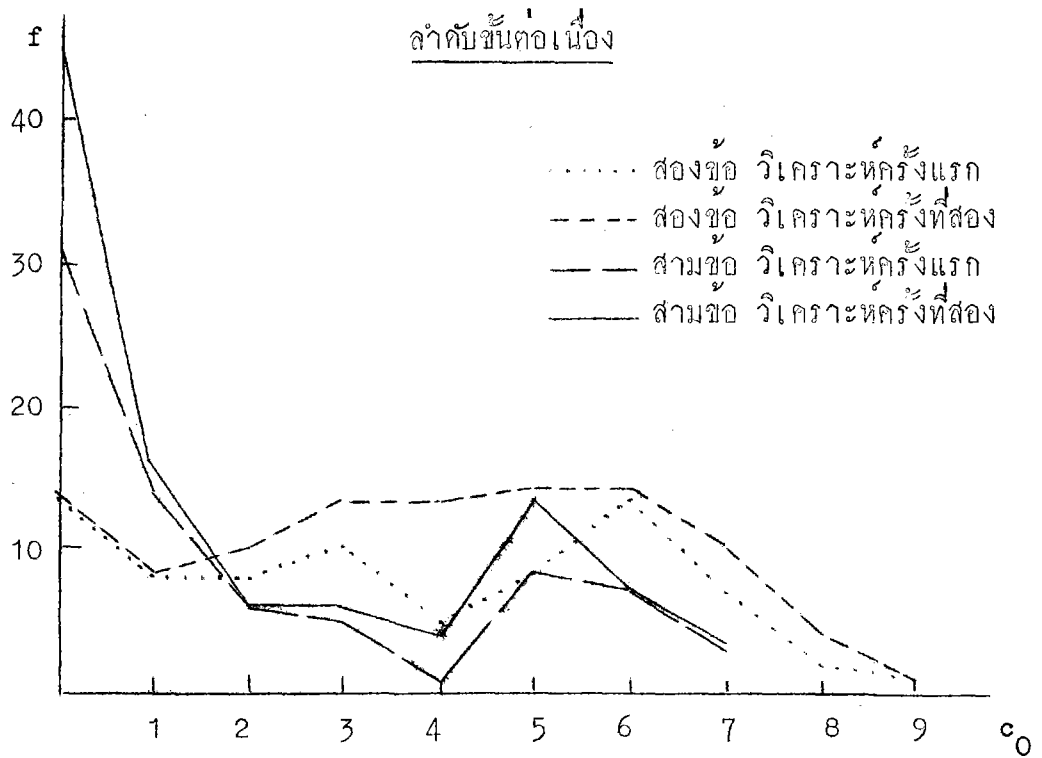
ลำดับขั้นไม่ต่อเนื่อง



ภาพที่ 17. การกระจายของค่า ADR เมื่อใช้แบบทดสอบที่มีจำนวนข้อต่างกัน



ภาพที่ 18. การกระจายของค่า CPR เมื่อใช้แบบทดสอบที่มีจำนวนข้อต่างกัน



ภาพที่ 19. การกระจายของค่าวิกฤติเมื่อใช้แบบทดสอบที่มีจำนวนข้อต่างกัน

การกระจายของค่าสถิติเมื่อใช้แบบทดสอบที่มีจำนวนข้อต่างกันในการวัดผลการเรียนรู้ มีลักษณะดังนี้

1. การกระจายของค่า CSR มีลักษณะเป็นโค้งปกติที่มีพิสัยแคบ เมื่อใช้แบบทดสอบที่มีจำนวนข้อต่างกันการกระจายมีลักษณะใกล้เคียงกันมาก ทั้งสำหรับพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้นต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง ค่า CSR ทุกค่าไม่ปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับขั้น คะแนนค่าสูงสุดและสูงสุดคือ 0.87 และ 1.00 ตามลำดับ ความเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.02 - 0.03 คะแนนเฉลี่ยเมื่อพฤติกรรมเป็นลำดับขั้นต่อเนื่องเท่ากับ 0.94 และเมื่อพฤติกรรมเป็นลำดับขั้นไม่ต่อเนื่อง คะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.96 - 0.97

2. การกระจายของค่า ADR มีฐานนิยมหลายค่า สำหรับพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้นต่อเนื่อง เมื่อใช้ข้อทดสอบน้อยข้อกว่าคะแนนเฉลี่ยของค่าสถิติจะต่ำกว่าเมื่อใช้ข้อทดสอบมากข้อกว่า คือ 0.90 และ 0.93 ตามลำดับ ความเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าคงที่เท่ากับ 0.07 คะแนนค่าสูงสุดและสูงสุดคือ 0.79 และ 1.00

สำหรับพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้นไม่ต่อเนื่อง คะแนนเฉลี่ยเมื่อใช้ข้อทดสอบสองข้อจะมากกว่าค่าเฉลี่ยเมื่อใช้ข้อทดสอบสามข้อ คือ 0.79 และ 0.68 ตามลำดับ การกระจายมีพิสัยกว้างกว่า และเพิ่มขึ้นตามจำนวนข้อทดสอบที่ใช้ คะแนนค่าสูงสุดและสูงสุดเมื่อใช้ข้อทดสอบสองข้อคือ 0.56 และ 0.95 ความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.12 เมื่อใช้ข้อทดสอบสามข้อ คะแนนค่าสูงสุดและสูงสุดคือ 0.44 และ 0.92 ความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.14

การปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับขั้นอยู่กับค่าดังนี้ การใช้จำนวนข้อทดสอบสองข้อหรือสามข้อ ความน่าจะเป็นในการปฏิเสธสมมุติฐานมีลักษณะงอที่ สำหรับพฤติกรรมเป็นลำดับขั้นต่อเนื่อง คือ 0.20 สำหรับพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้นไม่ต่อเนื่อง ความน่าจะเป็นในการปฏิเสธสมมุติฐานเมื่อใช้ข้อทดสอบน้อยข้อกว่าเท่ากับ 0.44 เมื่อใช้ข้อทดสอบมากข้อกว่าจะเท่ากับ 0.71

3. การกระจายของค่า CPR สำหรับพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้นต่อเนื่อง มีลักษณะเป็นเส้นกราฟอันสั้นทางด้านค่าดัชนีที่มีค่ามาก และปลายเส้นกราฟจะโค้งลง การกระจายมีพิสัยแคบมาก ลักษณะการกระจายคล้ายคลึงกันทั้งเมื่อใช้ข้อทดสอบสองข้อหรือสามข้อ คะแนนค่าสูงสุดและสูงสุดคือ 0.95 และ 1.00 ความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.01 และคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.98 - 0.99

สำหรับพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้นไม่ต่อเนื่อง เส้นกราฟจะโค้งลงจนใกล้ จะเป็นโค้งเม้ไปทางลบ เมื่อใช้ข้อทดสอบน้อยข้อกว่าจะมีพิสัยแคบกว่า คือคะแนนต่ำสุดและสูงสุดเท่ากับ 0.90 และ 1.00 ความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.02 คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.96 เมื่อใช้ข้อทดสอบมากกว่าคะแนนต่ำสุดและสูงสุดคือ 0.86 และ 1.00 ความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.03 และคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.94 ค่า CPR ทุกค่าไม่ปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับขั้น

4. การกระจายของค่าวิกฤติสำหรับพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้นต่อเนื่อง เมื่อใช้ข้อทดสอบสองข้อ ค่าวิกฤติ 0 จะมีความถี่สูงสุด ฐานนิยมที่มีความถี่รองลงไป คือค่าวิกฤติเท่ากับ 5 ความน่าจะเป็นในการปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับขั้นเท่ากับ 0.15 เมื่อใช้ข้อทดสอบสามข้อ ฐานนิยมจะมีหลายค่า เส้นกราฟมีลักษณะลาด ค่าวิกฤติ 0 จะมีความถี่ลดลง ความน่าจะเป็นในการปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับขั้นเท่ากับ 0.39

สำหรับพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้นไม่ต่อเนื่อง เมื่อใช้ข้อทดสอบสองข้อฐานนิยมที่มีความถี่สูงสุด คือ ค่าวิกฤติเท่ากับ 5 ความน่าจะเป็นในการปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับขั้นเท่ากับ 0 เมื่อใช้ข้อทดสอบสามข้อค่าวิกฤติเท่ากับ 0 มีความถี่สูงสุด ความน่าจะเป็นในการปฏิเสธสมมุติฐานเท่ากับ 0.11 การกระจายของค่าสถิติจะมีพิสัยแคบกว่าเมื่อพฤติกรรมเป็นลำดับขั้นต่อเนื่อง

5. เมื่อรวมผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติมในการวิเคราะห์ครั้งที่สอง ลักษณะการกระจายของค่าสถิติส่วนใหญ่ ยังคงคล้ายคลึงกับเมื่อใช้ผลวิเคราะห์ครั้งแรก

แบบแผนพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้นต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง

พฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้นต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง จะทำให้ค่าสถิติมีการกระจายในลักษณะดังแสดงในตาราง 28. - 33. และภาพที่ 20. - 23. ดังนี้

ตาราง 28. การกระจายของค่าสถิติของวิธี วอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก เมื่อใช้
แบบแผนพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้นต่อเนื่อง

CSR	f	ADR	f	ADR	f	CPR	f
.87	1	.79	2	.91	1	.95	4
.88	-	.80	8	.92	1	.96	5
.89	2	.81	3	.93	-	.97	8
.90	4	.82	1	.94	-	.98	44
.91	11	.83	6	.95	3	.99	44
.92	12	.84	11	.96	6	1.00	45
.93	17	.85	13	.97	21		
.94	28	.86	14	.98	26		
.95	33	.87	8	.99	14		
.96	21	.88	2	1.00	7		
.97	13	.89	3				
.98	7	.90	-				
.99	1						
1.00	-						
$\sum f$	150				150		150
\bar{X}	.94				.91		.94
s	.02				.07		.01

ตาราง 29. การกระจายของค่าสถิติของวิธี วอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก
เมื่อใช้แบบแผนพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้นต่อเนื่อง (วิเคราะห์
ครั้งที่สอง)

CSR	f	ADR	f	ADR	f	CPR	f
.87	1	.79	2	.91	1	.95	4
.88	-	.80	8	.92	1	.96	5
.89	2	.81	3	.93	-	.97	8
.90	5	.82	3	.94	-	.98	52
.91	12	.83	7	.95	4	.99	70
.92	18	.84	15	.96	13	1.00	61
.93	27	.85	16	.97	33		
.94	36	.86	20	.98	30		
.95	41	.87	13	.99	14		
.96	30	.88	4	1.00	8		
.97	18	.89	4				
.98	8	.90	1				
.99	1						
1.00	1						
$\sum f$	200			200			200
\bar{X}	.94			.91			.99
s	.02			.07			.01

ตาราง 30. การกระจายของค่าสถิติของวิธี วัดเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก
เมื่อใช้แบบแผนพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้น ไม่ต่อเนื่อง

CSR	f	ADR	f	ADR	f	CPR	f
.88	3	.44	1	.79	1	.86	1
.89	-	:	:	.80	-	.87	-
.90	1	.51	1	.81	1	.88	3
.91	3	.52	2	.82	1	.89	2
.92	3	.53	-	.83	1	.90	5
.93	9	.54	3	.84	7	.91	11
.94	7	.55	3	.85	10	.92	7
.95	26	.56	8	.86	10	.93	12
.96	31	.57	5	.87	15	.94	8
.97	30	.58	7	.88	7	.95	22
.98	22	.59	8	.89	5	.96	23
.99	4	.60	5	.90	5	.97	28
1.00	11	.61	5	.91	7	.98	16
		.62	5	.92	2	.99	-
		.63	4	.93	1	1.00	12
		.64	6	.94	1		
		.65	1	.95	1		
		.66	5	.96	-		
		.67	2	.97	-		
		.68	1	.98	-		
		.69	1	.99	-		
		.70	2	1.00	-		
$\sum f$	150			150		150	
\bar{X}	.96			.74		.95	
s	.02			.14		.03	

ตาราง 31. การกระจายของค่าสถิติของวิธี วอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก
เมื่อใช้แบบแผนพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้นไม่ต่อเนื่อง (วิเคราะห์
ครั้งที่สอง)

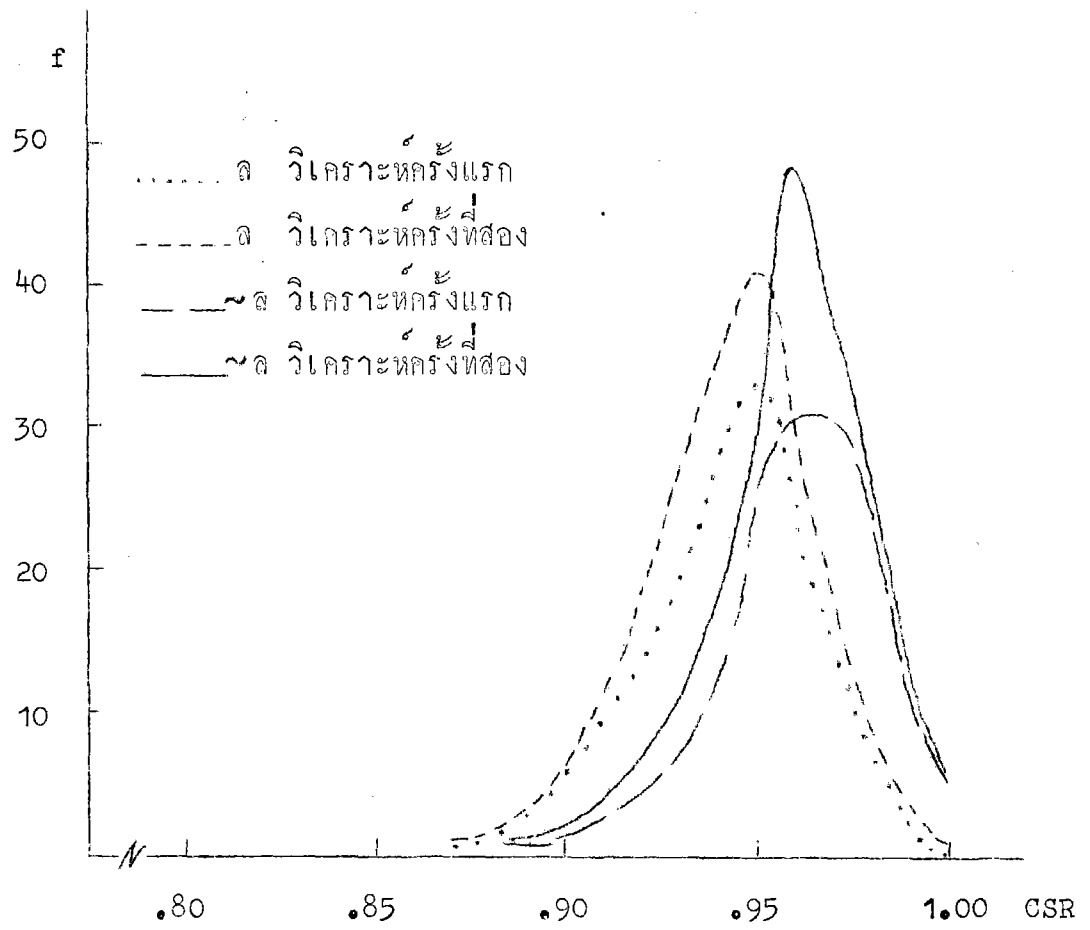
CSR	f	ADR	f	ADR	f	CPR	f
.88	3	.44	1	.79	1	.86	2
.89	-	:	:	.80	-	.87	1
.90	1	.50	1	.81	1	.88	3
.91	5	.51	1	.82	1	.89	4
.92	5	.52	3	.83	2	.90	7
.93	14	.53	1	.84	9	.91	16
.94	13	.54	6	.85	11	.92	9
.95	29	.55	6	.86	15	.93	17
.96	49	.56	8	.87	20	.94	10
.97	40	.57	8	.88	12	.95	28
.98	24	.58	10	.89	8	.96	35
.99	5	.59	11	.90	8	.97	34
1.00	12	.60	9	.91	7	.98	19
		.61	6	.92	2	.99	1
		.62	7	.93	1	1.00	14
		.63	4	.94	1		
		.64	6	.95	1		
		.65	1	.96	-		
		.66	5	.97	-		
		.67	2	.98	-		
		.68	1	.99	-		
		.69	1	1.00	-		
		.70	2				
Σf	200			200		200	
\bar{x}	.96			.73		.95	
s	.02			.15		.03	

ตาราง. 32 การกระจายของค่าสถิติของวิธี ไวท์-คลาร์ค เมื่อใช้แบบแผน
พฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้นต่อเนื่อง

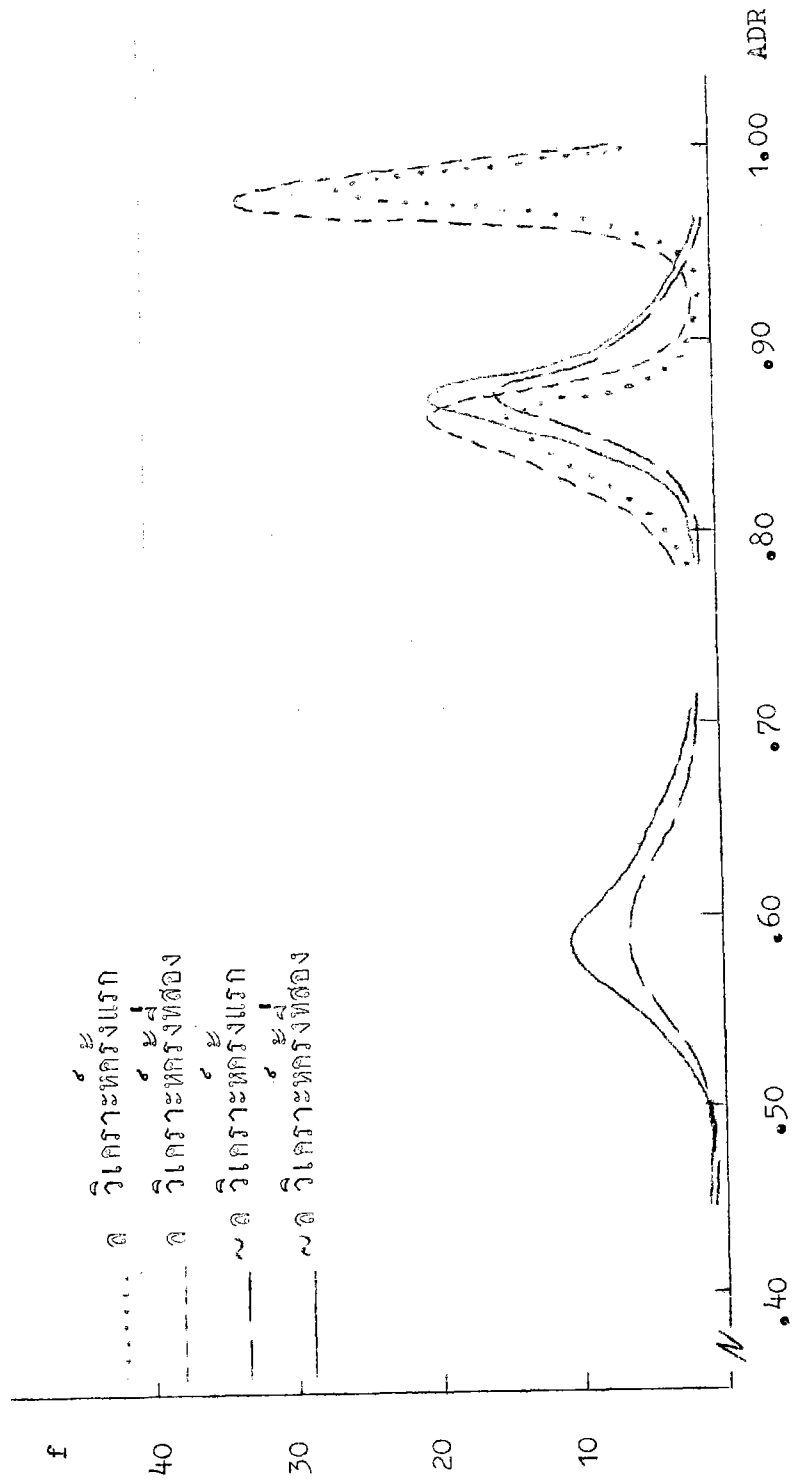
วิเคราะห์ครั้งแรก						วิเคราะห์ครั้งที่สอง					
c_0	f	c_1	f	f_{0i}	f	c_0	f	c_1	f	f_{0i}	f
0	44	0	25	0	25	0	58	0	31	0	34
1	22	1	11	1	35	1	24	1	13	1	48
2	14	2	4	2	53	2	16	2	4	2	67
3	15			3	21	3	19			3	26
4	6			4	11	4	17			4	19
5	16			5	4	5	27			5	5
6	20			6	1	6	21			6	1
7	10					7	13				
8	2					8	4				
9	1					9	1				
Σf	150		40		150		200		48		200

ตาราง 33. การกระจายของค่าสถิติของวิธี ไวท์-คลาร์ค เมื่อใช้แบบแผน
 พหุคูณที่เป็นลำดับขั้นไม่ต่อเนื่อง

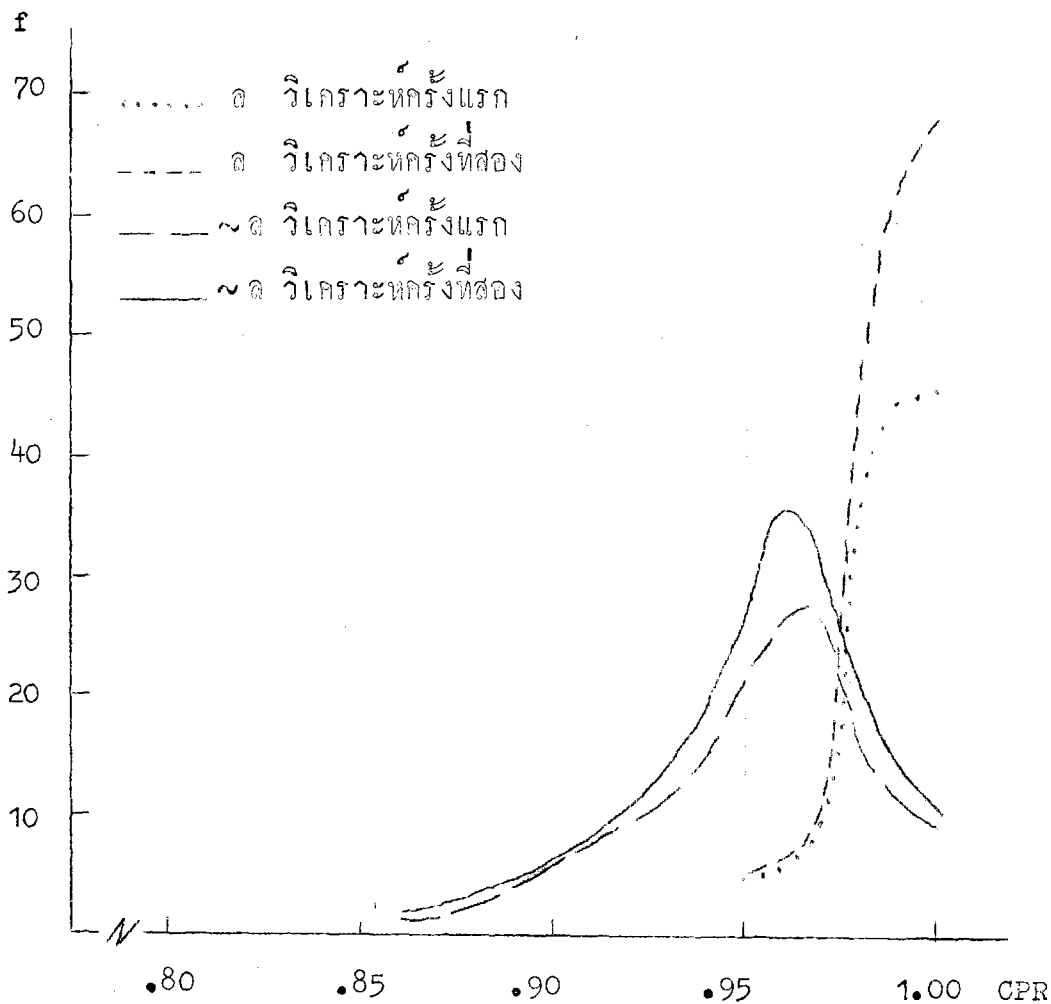
วิเคราะห์ครั้งแรก						วิเคราะห์ครั้งที่สอง					
c_0	f	c_1	f	f_{0i}	f	c_0	f	c_1	f	f_{0i}	f
0	43	0	5	0	71	0	45	0	5	0	87
1	26	1	3	1	55	1	39	1	6	1	79
2	30			2	21	2	42			2	30
3	15			3	3	3	24			3	4
4	14					4	19				
5	17					5	22				
6	4					6	7				
7	1					7	1				
$\sum f$	150		8		150		200		11		200



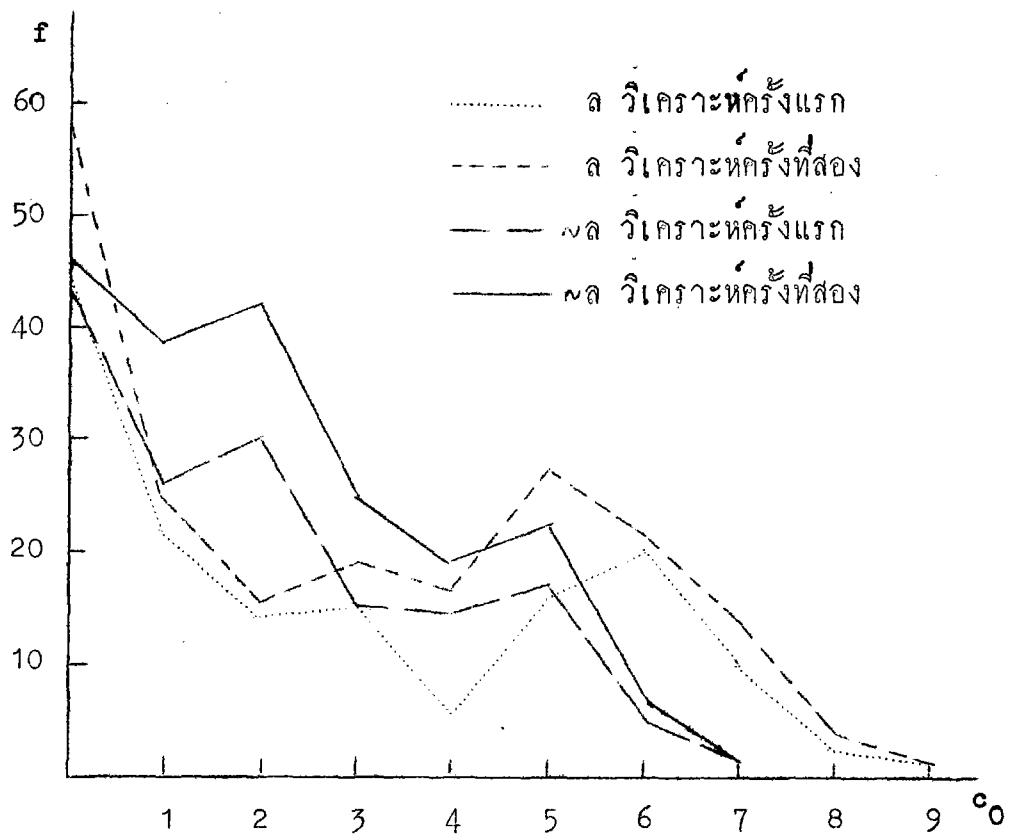
ภาพที่ 20. การกระจายของค่า CSR เมื่อใช้แบบแผนพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้น
 ต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง



ภาพที่ 21. การกระจายของค่า ADR เมื่อใช้แบบแผนพฤติกรรมที่เป็นค่าขงตนเอง และไมคองเอง



ภาพที่ 22. การกระจายของค่า CPR เมื่อใช้แบบแผนพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้น
 ต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง



ภาพที่ 23. การกระจายของค่าวิกฤติเมื่อใช้แบบแผนพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้น
ต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง

การกระจายของค่าสถิติเมื่อใช้แบบแผนพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้นต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง ในการเรียนการสอนและการวัดผล มีลักษณะดังนี้

1. การกระจายของค่า CSR มีลักษณะเป็นโค้งปกติที่มีพิสัยแคบคล้ายคลึงกัน ทั้งเมื่อใช้แบบแผนพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้นต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง คะแนนต่ำสุดและสูงสุดคือ 0.87 และ 1.00 ตามลำดับ ความเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าคงที่เท่ากับ 0.02 เมื่อใช้แบบแผนพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้นต่อเนื่องมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.94 แต่เมื่อใช้แบบแผนพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้นไม่ต่อเนื่อง คะแนนเฉลี่ยจะเท่ากับ 0.96 ค่า CSR ทุกค่าไม่ปฏิเสธสมมติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับขั้น

2. การกระจายของค่า ADR มีฐานนิยมหลายค่า เมื่อใช้แบบแผนพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้นต่อเนื่องจะมีพิสัยแคบ คะแนนต่ำสุดและสูงสุดคือ 0.79 และ 1.00 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.91 ความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.07 เมื่อใช้แบบแผนพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้นไม่ต่อเนื่องพิสัยจะกว้างขึ้น คะแนนต่ำสุดและสูงสุด คือ 0.44 และ 1.00 ตามลำดับ เส้นกราฟจะอยู่ในช่วงที่คี่ชันมีค่าต่ำกว่า คะแนนเฉลี่ยจะลดลงเท่ากับ 0.74 ความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.14

การปฏิเสธสมมติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับขั้นขึ้นอยู่กับค่าคี่ชันนี้ ความน่าจะเป็นในการปฏิเสธสมมติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับขั้น เมื่อใช้แบบแผนพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้น - ต่อเนื่อง เท่ากับ 0.21 แต่เมื่อใช้แบบแผนพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้นไม่ต่อเนื่อง ความน่าจะเป็นเท่ากับ 0.57

3. การกระจายของค่า CPR เมื่อใช้แบบแผนพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้นต่อเนื่องมีลักษณะคล้ายกับรูปตัว J ที่มีความชันมาก การกระจายมีพิสัยแคบ คะแนนต่ำสุดและสูงสุดคือ 0.95 และ 1.00 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.94 และความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.01

เมื่อใช้แบบแผนพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้นไม่ต่อเนื่อง การกระจายจะมีลักษณะเข้าใกล้โค้งแบบไปทางลบและพิสัยกว้างขึ้น คะแนนต่ำสุดและสูงสุดคือ 0.86 และ 1.00 ตามลำดับ คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.95 และความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.03 ค่า CPR ทุกค่าไม่ปฏิเสธสมมติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับขั้น

4. การกระจายของค่าวิกฤติที่มีฐานนิยมหลายค่า เมื่อใช้แบบแผนพฤติกรรมทั้งที่เป็นลำดับขั้นต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง ฐานนิยมที่มีความดีสูงสุดคือ 0 เมื่อใช้แบบแผนพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้นต่อเนื่อง ฐานนิยมที่มีความดีรอง ลงไปคือ 6 และมีพิสัยกว้างกว่า และเมื่อใช้แบบแผนพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้นไม่ต่อเนื่องฐานนิยมที่มีความดีรองลงไปคือ 2

ความน่าจะเป็นในการปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับขั้นเมื่อใช้แบบแผนพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้นต่อเนื่องเท่ากับ 0.27 แต่เมื่อใช้แบบแผนพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้นไม่ต่อเนื่อง ความน่าจะเป็นจะเท่ากับ 0.05 จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่เรียนรู้ชั้กแย้งกับลำดับขั้น เมื่อพฤติกรรมเป็นลำดับขั้นไม่ต่อเนื่อง จะมีน้อยกว่าเมื่อพฤติกรรมเป็นลำดับขั้นต่อเนื่อง ($f_{oi} = 0$ มากกว่า)

การเปรียบเทียบวิธีการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้

โดยอาศัยการคำนวณค่าดัชนีต่าง ๆ ตามวิธีการของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก กับวิธีการของไวท์-คลาร์ก ทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้พฤติกรรมกลุ่มหนึ่ง ๆ ได้ สัดส่วนของการไม่ปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้น ภายใต้เงื่อนไขของตัวแปรชุดต่างๆ ดังรายละเอียดในตารางต่อไปนี้

ตาราง 34. สัดส่วนการไม่ปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นของวิธีการทั้งสองวิธี ภายใต้เงื่อนไขของตัวแปรชุดต่าง ๆ

กลุ่ม ตัว อย่าง	วิธีการของ	ล				~ ล			
		ยาก		ง่าย		ยาก		ง่าย	
		2	3	2	3	2	3	2	3
75	วอลเบสเซอร์	0.64			1.00		0.00	0.72	
	ไวท์	1.00			0.64		0.96	1.00	
150	วอลเบสเซอร์	0.72	0.36	1.00	1.00	0.00	0.00	0.88	0.88
	ไวท์	1.00	0.88	0.56	0.68	1.00	0.88	1.00	0.84
225	วอลเบสเซอร์	0.76			1.00		0.00	0.96	
	ไวท์	1.00			0.32		0.88	1.00	

* เงื่อนไขที่มีการวิเคราะห์เพิ่มเติม

ในตาราง 34. เป็นสัดส่วนการไม่ปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นในเงื่อนไขต่างๆ เมื่อจะพิจารณาสัดส่วนอันเป็นผลจากตัวแปรอิสระแต่ละตัวแปร ซึ่งรวมสัดส่วนของเงื่อนไข ที่สอดคล้องกับตัวแปรนั้นๆ เช่น ผลรวมของสัดส่วนการไม่ปฏิเสธสมมุติฐานของ 4 เงื่อนไขแถวบนสุด ก็คือสัดส่วนการไม่ปฏิเสธสมมุติฐานภายใต้อิทธิพลของการใช้กลุ่มตัวอย่าง 75 คน ในการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้ เป็นต้น

ในการรวมสัดส่วนการไม่ปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้น จำแนกตามตัวแปรอิสระแต่ละตัวแปร ได้แยกผลออกเป็นสองตารางคือ ตาราง 35. สำหรับการวิเคราะห์ผลครั้งแรก และตาราง 36. เมื่อรวมผลวิเคราะห์เพิ่มเติม ดังนี้

ตาราง 35. สัดส่วนการไม่ปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์ของวิธีการทั้งสองวิธีภายใต้ตัวแปรต่างๆ เมื่อวิเคราะห์ผลครั้งแรก

ตัวแปร	วิธีการของ		
	วอลเบสเซอร์ ๑	ไวท์ ๑	
กลุ่มตัวอย่าง	75 คน	.59	.90
	150 คน	.56	.82
	225 คน	.68	.80
ความยากง่าย	ง่ายกว่า	.93	.73
	ยากกว่า	.29	.95
จำนวนข้อสอบ	2 ข้อ	.68	.93
	3 ข้อ	.54	.75
ลำดับชั้น	ต่อเนื่อง	.79	.73
	ไม่ต่อเนื่อง	.43	.95

ตาราง 36. สัดส่วนการไม่ปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์ ซึ่งลำดับชั้นของวิธีการทดสอบความเที่ยงตรงทั้งสองวิธี ภายใต้วแปรต่างๆ เมื่อรวมผลการวิเคราะห์เพิ่มเติม

ตัวแปร	วิธีการของ		
	วอลเบสเซอร์ ๓	ไวท์ ๓	
กลุ่มตัวอย่าง	75 คน	.59	.90
	150 คน	.61	.86
	225 คน	.68	.80
ความยากง่าย	ง่ายกว่า	.93	.76
	ยากกว่า	.31	.95
จำนวนข้อสอบ	2 ข้อ	.71	.95
	3 ข้อ	.53	.76
ลำดับชั้น	ต่อเนื่อง	.81	.76
	ไม่ต่อเนื่อง	.43	.95

จากสัดส่วนในตาราง 35 - 36 ได้ทำการทดสอบความแตกต่างของสัดส่วน ซึ่ง
เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรอิสระตามสมมุติฐานต่างๆ ดังนี้

สมมุติฐานที่ 1

ถ้าใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวนต่างกันในการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นของ
พฤติกรรม จะไม่ทำให้ผลการทดสอบโดยวิธีวอลเบสเซอร์ - ไอเซนเบิร์กแตกต่างกัน แต่จะ
ทำให้ผลการทดสอบโดยวิธีของไวท์ - คลาร์ก แตกต่างกัน

ผลการทดสอบความแตกต่างของสัดส่วนอันเนื่องมาจาก จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ต่างกัน

สำหรับวิธีการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้แต่ละวิธี ใ้ผลดังแสดงในตาราง 37.

ตาราง 37. ผลการทดสอบความแตกต่างของสัดส่วนในแต่ละวิธี อันเนื่องมาจากจำนวนกลุ่มตัวอย่าง

วิธีการของ	กลุ่มตัวอย่าง ที่ต่างกัน	\bar{z} วิเคราะห์ครั้งแรก	\bar{z} วิเคราะห์ครั้งที่สอง
วอลเบสเซอร์ - ไอเซนเบิร์ก	75 - 150	0.429	0.216
	150 - 225	1.748	1.268
ไวท์ - คลาร์ก	75 - 225	1.321	1.321
	75 - 150	1.152	0.946
	150 - 225	0.360	1.214
	75 - 225	1.980 *	1.980*

* $p < .05$

ผลในตาราง 37. แสดงให้เห็นว่า การใช้จำนวนกลุ่มตัวอย่างต่างกันในการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้ ไม่ทำให้ผลการทดสอบโดยวิธีของวอลเบสเซอร์ - ไอเซนเบิร์ก แตกต่างกัน แต่ทำให้ผลการทดสอบโดยวิธีของไวท์ - คลาร์ก แตกต่างกัน กล่าวคือ ยิ่งใช้กลุ่มตัวอย่างมาก จะยิ่งปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นมากขึ้น โดยเฉพาะเมื่อใช้จำนวนกลุ่มตัวอย่างต่างกันมาก (75 คนและ 225 คน) ผลที่ได้จึงสนับสนุนสมมุติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติมไม่ทำให้การทดสอบความแตกต่างเปลี่ยนแปลงไปแต่อย่างใด

สมมุติฐานที่ 2

ถ้าใช้แบบทดสอบที่มีความยากง่ายต่างกันในการวัดผลการเรียนรู้แต่ละพฤติกรรมจะทำให้ผลการทดสอบโดยวิธีของวอลเบสเซอร์ - ไอเซนเบิร์กแตกต่างกัน และทำให้ผลการทดสอบโดยวิธีของไวท์ - คลาร์คแตกต่างกัน แต่เป็นไปในลักษณะตรงข้ามกับวิธีแรก ผลการทดสอบความแตกต่างของสัดส่วนอันเนื่องมาจากความยากง่ายของข้อทดสอบที่ใช้ในการวัดผลการเรียนรู้ สำหรับวิธีที่ทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้แต่ละวิธี ได้ผลดังแสดงในตาราง 38.

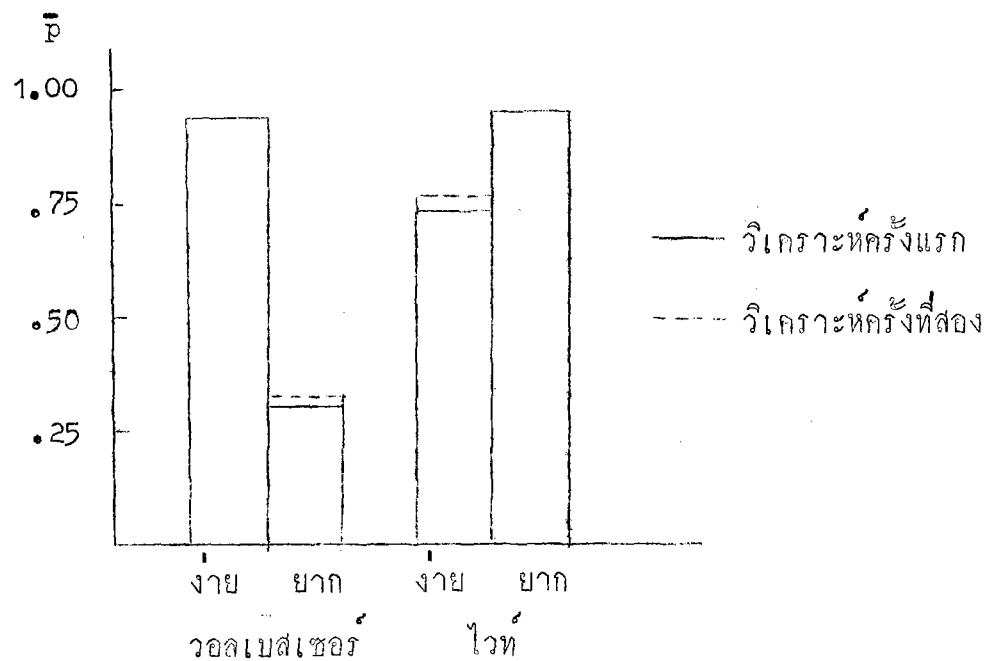
ตาราง 38. ผลการทดสอบความแตกต่างของสัดส่วนในแต่ละวิธี อันเนื่องมาจากความยากง่ายของข้อทดสอบ

วิธีการของ	\bar{z} วิเคราะห์ครั้งแรก	\bar{z} วิเคราะห์ครั้งที่สอง
วอลเบสเซอร์ - ไอเซนเบิร์ก	11.245*	12.773*
ไวท์ - คลาร์ค	5.354*	5.499*

* $p < .05$

ผลในตาราง 38. แสดงให้เห็นว่า ถ้าใช้แบบทดสอบที่มีความยากง่ายต่างกัน ในการวัดผลการเรียนรู้แต่ละพฤติกรรม จะทำให้ผลการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งในวิธีการของวอลเบสเซอร์ - ไอเซนเบิร์ก และวิธีการของไวท์ - คลาร์ค แม้จะรวมผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติม ผลการทดสอบความแตกต่างยังคงเป็นเช่นเดิม

เมื่อพิจารณาถึงสัดส่วนการไม่ปฏิบัติเสริมสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นจากตาราง 35-36. จะเห็นได้ว่า ผลของความยากง่ายของข้อทดสอบที่มีต่อวิธีการแต่ละวิธีแตกต่างกัน ดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 24. สัดส่วนของการไม่ปฏิบัติเสริมสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้น เมื่อใช้ข้อทดสอบยากและง่าย

ภาพที่ 24. แสดงแนวโน้มให้เห็นว่า เมื่อใช้ข้อทดสอบที่ยากกว่า ผลการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้โดยวิธีของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก จะปฏิบัติเสริมสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นมากกว่าเมื่อใช้ข้อทดสอบที่ง่ายกว่า แต่ผลการทดสอบโดยวิธีของไวท์-คลาร์ค จะเป็นไปในลักษณะตรงข้าม กล่าวคือ เมื่อใช้ข้อทดสอบที่ยากกว่า จะปฏิบัติเสริมสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นน้อยกว่าเมื่อใช้ข้อทดสอบที่ง่ายกว่า ผลที่ได้จึงสนับสนุนสมมุติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้

สมมุติฐานที่ 3

ถ้าใช้แบบทดสอบที่มีจำนวนข้อต่างกันในการวัดผลการเรียนรู้แต่ละพฤติกรรม จะทำให้ผลการทดสอบของไวท์-คลาร์คแตกต่างกัน และทำให้ผลการทดสอบของไวท์-คลาร์คแตกต่างกัน แต่เป็นไปในลักษณะตรงข้ามกับวิธีแรก

ผลการทดสอบความแตกต่างของสัดส่วนอันเนื่องมาจากจำนวนข้อทดสอบ สำหรับวิธีการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้แต่ละวิธี ได้ผลดังแสดงในตาราง 39.

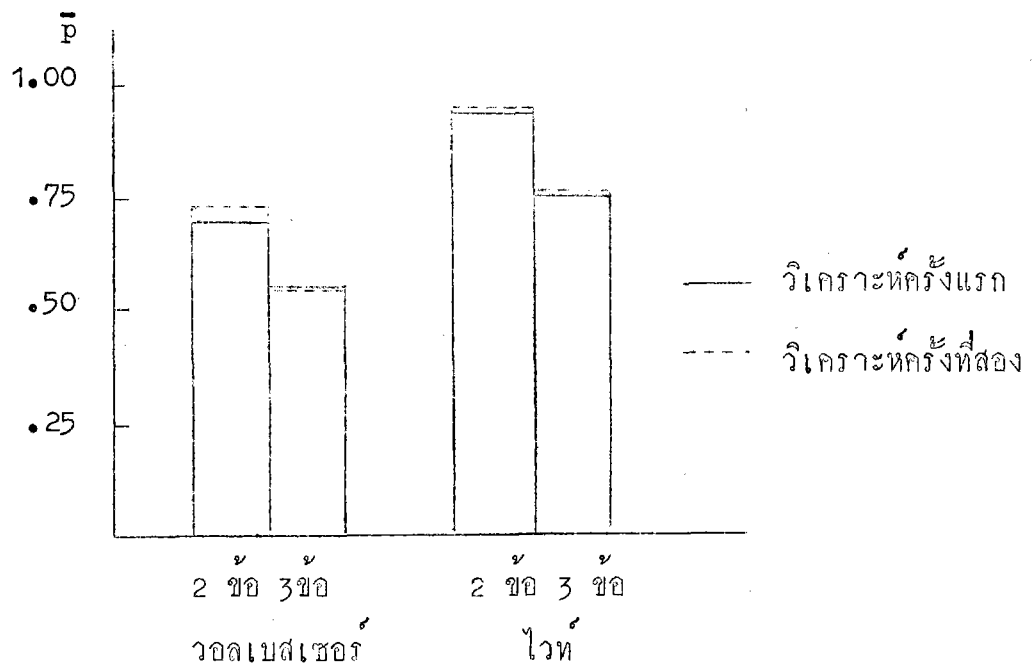
ตาราง 39. ผลการทดสอบความแตกต่างของสัดส่วนในแต่ละวิธี อันเนื่องมาจากจำนวนข้อทดสอบ

วิธีการของ	\bar{z} วิเคราะห์ครั้งแรก	\bar{z} วิเคราะห์ครั้งที่สอง
วอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก	2.485 *	3.708 *
ไวท์ - คลาร์ค	4.094 *	5.217 *

* $p < .05$

ผลจากตาราง 39. แสดงให้เห็นว่า ถ้าใช้แบบทดสอบที่มีจำนวนข้อแตกต่างกันในการวัดผลการเรียนรู้แต่ละพฤติกรรม ทำให้ผลการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งในวิธีการของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก และวิธีการของไวท์-คลาร์ค และเมื่อรวมผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติม ผลการทดสอบความแตกต่างยังคงเป็นเช่นเดิม

เมื่อพิจารณาถึงสัดส่วนการไม่ปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นจากการวาง
35-36. ผลของจำนวนข้อทดสอบที่มีต่อวิธีการแต่ละวิธีมีลักษณะดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 25. สัดส่วนของการไม่ปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้น
เมื่อใช้ข้อทดสอบสองข้อและสามข้อ

จากภาพที่ 25. แสดงแนวโน้มให้เห็นว่า การใช้แบบทดสอบที่มีจำนวนสองข้อและ
สามข้อ ทำให้ผลการทดสอบความเที่ยงตรงของแต่ละวิธีแตกต่างกัน และลักษณะความแตกต่าง
จะคล้ายคลึงกัน กล่าวคือ เมื่อใช้ข้อทดสอบที่มีจำนวนข้อน้อยกว่า การปฏิเสธสมมุติฐานความ
สัมพันธ์จะน้อยกว่า และเมื่อใช้จำนวนข้อทดสอบมากขึ้นการปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิง
ลำดับชั้นจะมากขึ้น ผลที่ได้จึงสนับสนุนสมมุติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้แต่เพียงส่วนที่เกี่ยวข้องกับผลของ
จำนวนข้อทดสอบ ทำให้ผลการทดสอบความเที่ยงตรงของแต่ละวิธีแปรปรวนไป แต่ลักษณะ
ความแปรปรวนจะคล้ายคลึงกัน

สมมุติฐานที่ 4

ผลการทดสอบความเที่ยงตรงโดยวิธีของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก และวิธีของไวท์-คลาร์ก ภายใต้อิทธิพลของตัวแปรต่างๆ จะแตกต่างกัน

ผลการทดสอบความแตกต่างของสัดส่วน ที่ได้จากวิธีของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก กับวิธีของไวท์-คลาร์ก ภายใต้อิทธิพลของตัวแปรต่างๆ ได้ผลดังแสดงในตาราง 40.

ตาราง 40. ผลการทดสอบความแตกต่างของสัดส่วนระหว่างวิธีการทั้งสองวิธี

ตัวแปร		\bar{x} วิเคราะห์ครั้งแรก	\bar{x} วิเคราะห์ครั้งที่สอง
กลุ่มตัวอย่าง	75 คน	5.029 *	5.029 *
	150 คน	3.975 *	5.631 *
	225 คน	1.934	1.934
ความยากง่าย	ง่ายกว่า	7.069 *	4.804 *
	ยากกว่า	11.798 *	13.255 *
จำนวนข้อสอบ	2 ข้อ	5.376 *	6.220 *
	3 ข้อ	3.866 *	4.806 *
ลำดับชั้น	ต่อเนื่อง	1,222	1,217
	ไม่ต่อเนื่อง	9.710 *	11,110 *

* $p < .05$

ผลในตาราง 40. แสดงให้เห็นว่าเมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างมาก (225 คน) ในการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้ และเมื่อทดสอบความเที่ยงตรงของแบบแผนพฤติกรรมที่เป็นลำดับชั้นต่อเนื่อง วิธีการของวอลเบสเซอร์ - ไอเซนเบิร์กและวิธีการของไวท์-คลาร์ค จะให้ผลไม่แตกต่างกัน

แต่เมื่อใช้จำนวนกลุ่มตัวอย่างน้อยลง วิธีการทั้งสองจะให้ผลการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้ได้แตกต่างกัน โดยที่วิธีการของไวท์ - คลาร์คจะปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นน้อยกว่าวิธีการของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก และเมื่อใช้วิธีทั้งสองทดสอบความเที่ยงตรงของพฤติกรรมคู่ที่เป็นลำดับชั้นไม่ต่อเนื่อง วิธีการทั้งสองให้ผลแตกต่างกัน โดยที่วิธีการของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์กจะปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นได้มากกว่าวิธีการของไวท์-คลาร์ค

วิธีการทั้งสองให้ผลการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้แตกต่างกัน ในกรณีที่ใช้ข้อทดสอบที่ง่ายกว่า และยากกว่าในการวัดผลการเรียนรู้ เมื่อใช้ข้อทดสอบที่ง่ายกว่า วิธีการของไวท์ - คลาร์คจะปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นมากกว่า แต่เมื่อใช้ข้อทดสอบยากกว่าวิธีของไวท์-คลาร์คจะปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นได้น้อยกว่าวิธีของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก

นอกจากนี้วิธีการทั้งสองยังให้ผลการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้ได้แตกต่างกัน เมื่อใช้ข้อทดสอบจำนวนสองข้อและสามข้อในการวัดผลการเรียนรู้ โดยที่วิธีการของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก จะปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นมากกว่าวิธีการของไวท์-คลาร์คในทั้งสองกรณี

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวนี้แสดงว่าสมมุติฐานการวิจัยได้รับการสนับสนุนบางส่วน และไม่ได้รับการสนับสนุนบางส่วน

สมมุติฐานที่ 5

ผลการทดสอบความเที่ยงตรงโดยวิธีของวอลเบสเซอร์ - ไอเซนเบิร์กที่คำนึงเฉพาะค่า CSR และวิธีของไวท์-คลาร์ค ภายใต้อิทธิพลของตัวแปรต่างๆ จะไม่แตกต่างกัน

ในการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้ตามวิธีการของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก เมื่อคำนึงเฉพาะค่า CSR จะให้สัดส่วนของการไม่ปฏิเสธสมมติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้น เปรียบเทียบกับผลที่ได้จากวิธีของไวท์-คลาร์ค ดังนี้

ตาราง 4.1. สัดส่วนการไม่ปฏิเสธสมมติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นของวิธีการทดสอบความเที่ยงตรงของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์กที่คำนึงเฉพาะค่า CSR และวิธีของไวท์-คลาร์ค

ตัวแปร	วอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก	ไวท์-คลาร์ค	
		วิเคราะห์ครั้งแรก	วิเคราะห์ครั้งที่สอง
กลุ่มตัวอย่าง	75 คน	.90	.90
	150 คน	.82	.86
	225 คน	.80	.80
ความยากง่าย	ง่ายกว่า	.73	.76
	ยากกว่า	.95	.95
จำนวนข้อสอบ	2 ข้อ	.93	.95
	3 ข้อ	.75	.76
ลำดับชั้น	ต่อเนื่อง	.73	.76
	ไม่ต่อเนื่อง	.95	.95

จากตาราง 4.1 แสดงให้เห็นว่าการใช้วิธีของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก ทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้ โดยพิจารณาเฉพาะค่าดัชนี CSR ในการปฏิเสธหรือ

ไม่ปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้น จะมีผลให้ไม่ปฏิเสธสมมุติฐานในทุกกรณี ทั้งในการวิเคราะห์ครั้งแรกและครั้งที่สอง ซึ่งแตกต่างไปจากเมื่อพิจารณาค่าตัวนี้ทั้งสามค่าอยู่มาก

ผลการทดสอบความแตกต่างของสัดส่วนการไม่ปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นที่ได้จากวิธีการของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก เมื่อพิจารณาเฉพาะค่า CSR กับวิธีของไวท์-คลาร์ค ภายใต้อิทธิพลของตัวแปรต่างๆ ได้ผลดังแสดงในตาราง 42. ดังนี้

ตาราง 42. ผลการทดสอบความแตกต่างของสัดส่วนที่ได้จากวิธีการของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก เมื่อคำนึงเฉพาะค่า CSR กับวิธีการของไวท์และคลาร์ค

ตัวแปร		\bar{z} วิเคราะห์ครั้งแรก	\bar{z} วิเคราะห์ครั้งที่สอง
กลุ่มตัวอย่าง	75 คน	3.244 *	-
	150 คน	4.447 *	5.399 *
	225 คน	4.714 *	-
ความยากง่าย	ง่ายกว่า	6.891 *	7.320 *
	ยากกว่า	2.677 *	3.202 *
จำนวนข้อสอบ	2 ข้อ	3.379 *	3.057 *
	3 ข้อ	6.496 *	7.385 *
แบบแผนของพฤติกรรม	ต่อเนื่อง	7.063 *	7.385 *
	ไม่ต่อเนื่อง	2.867 *	3.057 *

* $p < .05$

ผลในตาราง 42 แสดงให้เห็นว่า ตัวแปรทุกตัวแปรทำให้ผลการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้โดยวิธีของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก ที่คำนึงเฉพาะค่า CSR ในการจะปฏิเสธหรือไม่ปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้น แตกต่างไปจากผลการทดสอบโดยวิธีของไวท์-คลาร์ค โดยที่วิธีการของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก ไม่ปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นทั้งหมด ฉะนั้น จึงปฏิเสธสมมุติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้

การทดสอบความแตกต่างของสัดส่วนการไม่ปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นให้ผลสอดคล้องกันทั้งในการวิเคราะห์ครั้งแรกและครั้งที่สอง เช่นเดียวกับการกระจายของค่าสถิติ ซึ่งแสดงว่า ในการพิจารณาผลของตัวแปรอิสระแต่ละตัวแปร ที่มีต่อการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้ทั้งสองวิธี ไม่มีผลของ interaction ระหว่างตัวแปรเข้าไปเกี่ยวข้องด้วย การวิเคราะห์ผลเมื่อคำนึงถึงตัวแปรใด จึงเป็นผลอันเนื่องมาจากตัวแปรนั้น โดยเฉพาะ.

บทที่ 4

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายที่จะพิจารณาการกระจายของค่าสถิติที่ได้จากการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้ โดยวิธีการของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก และวิธีการของไวท์-คลาร์ก และเพื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบความเที่ยงตรงของวิธีทั้งสอง ภายใต้เงื่อนไขของตัวแปรเกี่ยวกับ จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบความเที่ยงตรง ความยากง่ายและจำนวนของข้อทดสอบ และแบบแผนของพฤติกรรมที่เป็นลำดับชั้นต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง ดังนี้คือ

1. จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้มีสามระดับคือ 75 คน, 150 คน และ 225 คน
 2. ความยากง่ายของข้อทดสอบ ที่ใช้วัดผลการเรียนรู้มีสองระดับคือ แบบทดสอบชุดที่ยากกว่า และแบบทดสอบชุดที่ยากกว่าชุดแรก
 3. จำนวนข้อทดสอบที่ใช้ในการวัดผลการเรียนรู้มีสองระดับคือ แบบทดสอบชุดที่มีสองข้อ และแบบทดสอบชุดที่มีสามข้อ
 4. แบบแผนของพฤติกรรมมีสองชนิดคือ แบบที่เป็นลำดับชั้นต่อเนื่อง ซึ่งหมายถึงพฤติกรรมหนึ่งที่มีพฤติกรรมหนึ่ง เป็นพื้นฐานสำหรับการเรียนรู้อีกพฤติกรรมหนึ่ง และเป็นพื้นฐานที่ใกล้ชิดติดต่อกัน แบบที่สองคือแบบที่เป็นลำดับชั้นไม่ต่อเนื่อง ซึ่งหมายถึงพฤติกรรมหนึ่งที่มีพฤติกรรมหนึ่ง เป็นพื้นฐานสำหรับการเรียนรู้อีกพฤติกรรมหนึ่ง แต่มีไค้เป็นพื้นฐานที่ใกล้ชิดติดต่อกัน ยังมีพฤติกรรมอื่นที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้พฤติกรรมขั้นสูงกว่า อยู่แทรกระหว่างพฤติกรรมคู่นั้น
- ลำดับชั้นการเรียนรู้ของพฤติกรรมต่างๆ ในบทเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องการหาร ของวัน ประถมปีที่สอง ซึ่งใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ถือว่าเป็นลำดับชั้นการเรียนรู้ที่เที่ยงตรงที่ผ่านการทดลอง และเป็นที่ยอมรับของผู้ชำนาญในสาขาวิชาและอาจารย์ผู้สอน และได้มีการตกลงร่วมกันในการเลือกพฤติกรรมคูที่เป็นลำดับชั้นต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จึงมีขอบเขตเฉพาะเมื่อพฤติกรรมขั้นต่ำกว่าและสูงกว่า อยู่ในลำดับชั้นที่ต่ำกว่าและสูงกว่าจริง

การทดลองได้กระทำในโรงเรียนในโครงการของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะอาจารย์ผู้สอนดำเนินการตามคู่มือที่สร้างขึ้น นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจะได้รับหนังสือแบบฝึกหัดที่ใช้สำหรับการทดลองครั้งนี้ ในการทดลองได้แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มแรกมีการเรียนความล้าคัมขั้นตั้งแต่ต้นจนจบบทเรียน เพื่อใช้ผลการสอบสำหรับการวิเคราะห์ความยากง่ายของข้อสอบ กลุ่มที่สองจะเรียนความล้าคัมขั้นสำหรับพฤติกรรมคูที่เป็นล้าคัมขั้นต่อเนื่อง และเรียนข้ามขั้นสำหรับพฤติกรรมคูที่เป็นล้าคัมขั้นไม่ต่อเนื่อง เพื่อใช้ผลการสอบในการวิเคราะห์ข้อมูล

กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มจะมีการเรียนการสอนความล้าคัมของพฤติกรรมที่เป็นจุดมุ่งหมาย โดยเริ่มจากพฤติกรรมขั้นต่ำกว่าไปยังพฤติกรรมขั้นสูงกว่า เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนพฤติกรรมใดจะมีการวัดผลการเรียนรู้ในพฤติกรรมนั้น พฤติกรรมที่เป็นพื้นฐานประกอบจะมีการเรียนการสอนซ่อมเสริม ถ้านักเรียนสอบไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ สำหรับพฤติกรรมที่จะใช้ผลการสอบในการวิเคราะห์ข้อมูล จะไม่มีการซ่อมเสริม

เมื่อได้ผลการวิเคราะห์ข้อสอบจากกลุ่มตัวอย่างกลุ่มแรกแล้ว ได้จัดข้อทดสอบเป็นชุดที่ยากกว่าและง่ายกว่าที่มีจำนวนสองข้อและสามข้อ จากนั้นจึงตรวจข้อสอบของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่สอง เฉพาะข้อที่ปรากฏในชุดของข้อสอบที่จัดไว้

ในการวิเคราะห์ข้อมูลทำการวิเคราะห์เฉพาะเงื่อนไขของตัวแปรชุดที่กำหนดไว้ในรูปแบบการวิจัย ซึ่งจะมีการวิเคราะห์สองครั้งคือ ครั้งแรกวิเคราะห์ข้อมูลภายใต้เงื่อนไขของตัวแปร 12 ชุด และครั้งที่สองวิเคราะห์เพิ่มเติมขั้นอีก 4 ชุด แต่ละชุดจะมีการวิเคราะห์ 25 ครั้ง โดยที่แต่ละครั้งจะมีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระจากกัน ตามจำนวนในเงื่อนไขของตัวแปรเกี่ยวกับจำนวนกลุ่มตัวอย่าง เมื่อสุ่มกลุ่มตัวอย่างแล้วจึงใช้วิธีการของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก และวิธีการของไวท์-คลาร์ค ทดสอบความเที่ยงตรงของล้าคัมขั้นการเรียนรู้อัตโนมัติของกลุ่มตัวอย่างนั้นๆ ผลการวิเคราะห์ตามตัวแปรแต่ละชุดจะได้ค่าดัชนีและค่าวิกฤติ ตลอดจนสัดส่วนการไม่ปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงล้าคัมขั้น (ใน 25 ครั้ง) ของแต่ละวิธี

ค่าดัชนีและค่าวิกฤติใช้ในการพิจารณาการกระจายของค่าสถิติ และสัดส่วนของการไม่ปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงล้าคัมขั้น ใช้ในการเปรียบเทียบความแตกต่างของวิธีการทดสอบความเที่ยงตรงของล้าคัมขั้นการเรียนรู้อัตโนมัติทั้งสองวิธี เพื่อทดสอบสมมุติฐานที่ตั้งไว้

สรุปผลการวิจัย

การกระจายของค่าสถิติ

การกระจายของค่าสถิติพิจารณาจากความถี่ของค่าดัชนีทั้งสามที่ได้จากวิธีการของ วอลเบสเซอร์ - ไอเซนเบิร์ก และความถี่ของค่าวิกฤตที่ได้จากวิธีการของไวท์ - คลาร์ก ที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรอิสระต่างๆ การกระจายมีลักษณะที่สรุปได้ดังนี้

1. ค่า CSR มีลักษณะการกระจายเป็นโค้งปกติและมีพิสัยแคบ (leptocurtic) ตัวแปรต่างๆ ที่ศึกษาในครั้งนี้อาจทำให้ค่า CSR มีการกระจายเปลี่ยนแปลงไปจนเห็นได้ชัด ค่าดัชนีทุกค่าไม่ปฏิเสธสมมติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้น

2. ค่า ADR ภายใต้อิทธิพลของตัวแปรส่วนใหญ่จะมีลักษณะการกระจายที่มีฐานนิยมหลายค่า ยกเว้นตัวแปรเกี่ยวกับความยากง่ายของข้อทดสอบ ที่การกระจายมีลักษณะเป็นโค้งปกติ เมื่อใช้ข้อทดสอบง่ายกว่า เส้นกราฟจะอยู่ในช่วงที่ค่าดัชนีมีค่าสูงกว่าเมื่อใช้ข้อทดสอบยากกว่า เมื่อใช้ข้อทดสอบที่มีจำนวนข้อมากกว่าพิสัยของการกระจายจะกว้างขึ้น แต่จะเกิดเฉพาะพฤติกรรมที่เป็นลำดับชั้นไม่ต่อเนื่องเท่านั้น ตัวแปรในเรื่องกลุ่มตัวอย่างไม่ทำให้การกระจายเปลี่ยนแปลงจนเห็นได้ชัด

การปฏิเสธสมมติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นขึ้นอยู่กับค่า ADR เท่านั้น เมื่อพฤติกรรมเป็นลำดับชั้นต่อเนื่อง ความน่าจะเป็นในการปฏิเสธสมมติฐานจะน้อยกว่าเมื่อพฤติกรรมเป็นลำดับชั้นไม่ต่อเนื่อง เมื่อใช้ข้อทดสอบที่มีจำนวนข้อน้อยกว่า ความน่าจะเป็นในการปฏิเสธสมมติฐานจะน้อยกว่า แต่เป็นเฉพาะในกรณีของพฤติกรรมที่เป็นลำดับชั้นไม่ต่อเนื่อง เมื่อใช้ข้อทดสอบยากกว่าความน่าจะเป็นในการปฏิเสธสมมติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้น จะมากกว่าเมื่อใช้ข้อทดสอบง่ายกว่า ตัวแปรในเรื่องจำนวนกลุ่มตัวอย่าง และจำนวนข้อทดสอบที่ต่างกันเมื่อพฤติกรรมเป็นลำดับชั้นต่อเนื่อง ไม่ทำให้ความน่าจะเป็นในการปฏิเสธสมมติฐานแตกต่างกันมากนัก

3. ค่า CPR มีลักษณะการกระจายที่คล้ายรูปตัว J เมื่อพฤติกรรมเป็นลำดับชั้นต่อเนื่อง และใช้กลุ่มตัวอย่างน้อยในการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้ เมื่อพฤติกรรมเป็นลำดับชั้นไม่ต่อเนื่อง ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวนมาก และเมื่อใช้ข้อทดสอบที่มีความยากหรือง่ายต่างกัน เส้นกราฟจะเปลี่ยนไป ปลายกราฟด้านที่ค่าดัชนีมีค่ามากจะโค้งลง จนมี

ลักษณะเข้าใกล้โค้งเบ้ในทางลบ ความชันของเส้นกราฟจะลดลง ค่าดัชนีนี้ทุกค่าไม่ปฏิเสธ สมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้น

4. การกระจายของค่าวิกฤตเมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างน้อย ข้อทดสอบง่ายกว่า ทั้งในกรณีที่ พฤติกรรมเป็นลำดับชั้นต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง และเมื่อใช้ข้อทดสอบที่มีจำนวนน้อยกว่าค่าวิกฤต 0 จะมีความถี่สูงสุด เส้นกราฟมีความชันมาก และเมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างมากขึ้น ข้อทดสอบยากขึ้น เส้นกราฟจะลดลง ค่าวิกฤต 0 จะมีความถี่ลดลง ค่าวิกฤตที่มากกว่า 0 จะมีความถี่สูงขึ้น และมีฐานนิยมหลายค่า

เมื่อพฤติกรรมเป็นลำดับชั้นต่อเนื่อง การปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นจะ มากกว่าเมื่อพฤติกรรมเป็นลำดับชั้นไม่ต่อเนื่อง เมื่อใช้จำนวนกลุ่มตัวอย่างมากขึ้นในการทดสอบ ความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้ และใช้ข้อทดสอบง่ายขึ้น ความน่าจะเป็นในการปฏิเสธ สมมุติฐานจะเพิ่มขึ้น แต่เป็นเฉพาะเมื่อพฤติกรรมเป็นลำดับชั้นต่อเนื่องเท่านั้น และเมื่อใช้แบบ ทดสอบที่มีจำนวนข้อมากขึ้นความน่าจะเป็นจะยิ่งเพิ่มขึ้น ความน่าจะเป็นเมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างต่างกัน และข้อทดสอบที่มีความยากง่ายต่างกัน สำหรับพฤติกรรมที่เป็นลำดับชั้นไม่ต่อเนื่อง จะไม่แตกต่างกันมากนัก

การเปรียบเทียบวิธีการทั้งสองวิธี

วิธีการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้ทั้งสองวิธี มีความแตกต่างและ คล้ายคลึงกันหลายประการคือ

1. ความยากง่ายของข้อทดสอบทำให้ผลการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้ โดยวิธีของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก และวิธีของไวท์-คลาร์คแปรปรวนไป แต่การแปรปรวนจะมีลักษณะตรงข้าม กล่าวคือ เมื่อใช้ข้อทดสอบยากกว่าวิธีของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์กจะปฏิเสธ สมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นมากกว่าเมื่อใช้ข้อทดสอบง่ายกว่า ส่วนวิธีการของไวท์ - คลาร์คจะให้ผลตรงกันข้าม

2. จำนวนกลุ่มตัวอย่างไม่ทำให้ผลการทดสอบความเที่ยงตรงโดยวิธีการของวอลเบสเซอร์ และไอเซนเบิร์กแปรปรวนไป แต่ทำให้ผลจากวิธีการของไวท์-คลาร์คแปรปรวนไปคือ เมื่อใช้ จำนวนกลุ่มตัวอย่างมากขึ้นจะปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นมากขึ้น

3. จำนวนข้อทดสอบทำให้ผลการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการ เรียนรู้ทั้งสองวิธีแปรปรวนไปในลักษณะเดียวกันคือ การใช้ข้อทดสอบมากข้อทำให้ปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นมากขึ้น

4. วิธีการทั้งสองวิธีจะให้ผลการทดสอบความเที่ยงตรง ของลำดับชั้นการ เรียนรู้ไม่แตกต่างกัน เมื่อใช้จำนวนกลุ่มตัวอย่างมาก และในการทดสอบพฤติกรรมที่เป็นลำดับชั้นต่อเนื่อง แต่จะให้ผลการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการ เรียนรู้แตกต่างกันเมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างน้อย และทดสอบพฤติกรรมที่เป็นลำดับชั้นไม่ต่อเนื่อง นอกจากนี้ยังให้ผลต่างกันทั้งในกรณีที่ใช้ข้อทดสอบง่ายและยาก และทั้งในกรณีที่ใช้จำนวนข้อสอบน้อยและมาก

วิธีการของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์กจะปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นน้อยกว่าวิธีการของไวท์-คลาร์ค เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวนน้อยลงในการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการ เรียนรู้ เมื่อพฤติกรรมเป็นลำดับชั้นไม่ต่อเนื่อง เมื่อใช้ข้อทดสอบง่ายกว่า และทั้งการใช้ข้อทดสอบมากข้อหรือน้อยข้อ วิธีการของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์กจะปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นมากกว่าวิธีของไวท์-คลาร์ค เฉพาะเมื่อใช้ข้อทดสอบยากกว่าในการวัดผลการเรียนรู้อยู่

5. ถ้าใช้วิธีการของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก ทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการ เรียนรู้ โดยคำนึงเฉพาะค่า CSR จะไม่มีการปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้น ผลการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการ เรียนรู้จะแตกต่างและมากกว่าผลที่ได้จากวิธีของไวท์-คลาร์คในทุกกรณี

อภิปรายผล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้แสดงให้เห็นว่า อิทธิพลของตัวแปรอิสระต่างๆ ทำให้วิธีการของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก และวิธีการของไวท์-คลาร์ค ให้ผลการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการ เรียนรู้แตกต่างกันเป็นส่วนใหญ่ ความแตกต่างนี้มีสิ่งที่น่าพิจารณาดังต่อไปนี้

เมื่อคำนึงถึงตัวแปร เกี่ยวกับจำนวนกลุ่มตัวอย่าง

วิธีการของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์กให้ผลการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้ไม่แตกต่างกัน แม้ว่าจะใช้จำนวนกลุ่มตัวอย่างแตกต่างกัน ซึ่งแสดงว่าผลการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้โดยวิธีไม่แปรปรวนไปตามจำนวนกลุ่มตัวอย่าง ตรงกันข้ามกับวิธีของไวท์-คลาร์คที่ให้ผลแปรปรวนไป และเมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างวิธีการทั้งสอง พบว่าวิธีการทั้งสองจะให้ผลไม่ต่างกันเมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวนมาก (225 คน) เท่านั้น ถ้าใช้กลุ่มตัวอย่างน้อยลงจะให้ผลต่างกัน

เมื่อพิจารณาถึงการกระจายของค่าวิกฤติ และผลการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้โดยวิธีของไวท์-คลาร์ค จะเห็นได้ว่า เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวนน้อย ค่าวิกฤติที่มีค่าน้อยจะมีความถี่สูงกว่า เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวนมากกว่า การปฏิเสธสมมติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นน่าจะมีไ้มากกว่า แต่ผลการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้กลับปรากฏว่า เมื่อใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวนน้อยกว่าจะปฏิเสธสมมติฐานไ้ค่น้อยกว่า การที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากสาเหตุที่ตรงกับความเห็นของไวท์-(White, 1973 a) ที่ว่า ถ้าใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวนน้อย โอกาสที่จะได้กลุ่มตัวอย่างที่มีการเรียนรู้ขัดแย้งกับลำดับชั้นก็ย่อมมีน้อย การปฏิเสธสมมติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นจะมีไ้ค่น้อยด้วย

ความแตกต่างกันของผลการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้ที่ได้จากวิธีทั้งสอง ในกรณีที่ใช้กลุ่มตัวอย่างน้อยลง โดยทั่วไปวิธีของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์กจะปฏิเสธสมมติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นมากกว่าวิธีของไวท์-คลาร์ค แต่เมื่อพิจารณาแยกตามการใช้แบบแผนพฤติกรรมที่เป็นลำดับชั้นต่อเนื่อง และลำดับชั้นไม่ต่อเนื่อง จะเห็นได้ว่า ในสถานการณ์ที่พฤติกรรมเป็นลำดับชั้นไม่ต่อเนื่อง วิธีการของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์กจะปฏิเสธสมมติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นมากกว่าวิธีของไวท์-คลาร์คไม่ว่าจะใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวนเท่าใด ซึ่งแสดงว่าวิธีการของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์กมีความแหลมคม (power) สูงกว่า เพราะสามารถปฏิเสธสมมติฐานไ้ค่น้อยกว่าเมื่อพฤติกรรมคู่หนึ่งไม่เป็นลำดับชั้นต่อเนื่อง ซึ่งไม่เป็นลำดับชั้นการเรียนรู้อย่างแท้จริงจึงได้อภิปรายแล้วในตอนต้น

ฉะนั้น เมื่อพิจารณาถึงข้อแปรในเรื่องกลุ่มตัวอย่างแล้ว วิธีของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีของไวท์-คลาร์ค เพราะยังสามารถใช้ในระดับโรงเรียนซึ่งมีจำนวนนักเรียนแต่ละชั้นจำกัด ผลที่ได้ย่อมใช้ในการปรับปรุงลำดับชั้นการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนแต่ละแห่งได้ค่าย

เมื่อคำนึงถึงข้อแปร เกี่ยวกับความยากง่ายของข้อทดสอบ

วิธีการแต่ละวิธีต่างก็ให้ผลการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้อันแปรปรวนไปตามความยากง่ายของข้อทดสอบที่ใช้วัดผลการเรียนรู้ และทั้งสองวิธีให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ วิธีการของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์กจะปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นมากขึ้นเมื่อใช้ข้อทดสอบที่ยากขึ้น ซึ่งเป็นผลที่ตรงกันข้ามกับวิธีของไวท์-คลาร์ค

เมื่อพิจารณาแยกความการใช้แบบแผนพฤติกรรมที่เป็นลำดับชั้นต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง จะพบว่าในสถานการณ์ที่พฤติกรรมเป็นลำดับชั้นต่อเนื่องเมื่อใช้ข้อทดสอบยากกว่าวิธีของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์กปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้น มากกว่าวิธีของไวท์-คลาร์ค แสดงว่าวิธีของไวท์-คลาร์คมีความเที่ยงตรงของค่าสถิติสูงกว่า (มี Type I Error น้อยกว่า) เพราะปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นน้อยกว่า เมื่อพฤติกรรมเป็นลำดับชั้นต่อเนื่อง หรือเป็นลำดับชั้นการเรียนรู้อันจริง แต่เมื่อใช้ข้อทดสอบง่ายกว่า วิธีของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์กกลับมีความเที่ยงตรงของค่าสถิติสูงกว่า

ในสถานการณ์ที่พฤติกรรมเป็นลำดับชั้นไม่ต่อเนื่อง วิธีการของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์กปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นมากกว่าวิธีของไวท์-คลาร์ค ทั้งเมื่อใช้ข้อทดสอบง่ายกว่าและยากกว่า วิธีการของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์กจึงมีความแหลมคมสูงกว่าวิธีการของไวท์-คลาร์ค

ถ้าจะพิจารณาถึงประโยชน์ของผลการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้อันจะมีต่อการปรับปรุงหลักสูตรและการเรียนการสอน วิธีของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์กจะ

ก็คือว่า เพราะนอกจากจะมีความเที่ยงตรงของค่าสถิติสูงกว่าในกรณีที่ใช้ข้อทดสอบง่ายกว่า ยังมีความแหลมคมสูงกว่าด้วย ส่วนในกรณีที่ข้อทดสอบยาก แม้วิธีของวอลเบสเซอร์ - ไอเซนเบิร์กจะมีความเที่ยงตรงของค่าสถิติต่ำกว่าก็ตาม แต่ข้อทดสอบที่ยากย่อมหมายถึง ข้อทดสอบที่นักเรียนบางส่วนหรือส่วนใหญ่ทำไม่ได้ ถ้าถือว่าข้อทดสอบนั้นมีความเที่ยงตรง ตามเนื้อหาแล้ว ผลการทดสอบย่อมชี้บ่งว่าให้ทราบว่า การเรียนการสอนยังไม่ได้ผล ซึ่ง อาจขึ้นกับตัวนักเรียนเอง หรือแบบเรียน หรือวิธีสอนของครู หรืออาจขึ้นกับลำดับชั้นการ เรียนรู้ที่ไม่เหมาะสมที่ปรากฏในแบบเรียนหรือในการสอนของครู การทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการ เรียนรู้โดยวิธีการของวอลเบสเซอร์ - ไอเซนเบิร์ก จะให้ผลที่กระตุ้น ให้มีการพิจารณาลำดับชั้นการ เรียนรู้ โดยรอบคอบขึ้นใหม่

การที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะเหตุว่าข้อทดสอบยิ่งยากขึ้น นักเรียนจะมีโอกาส น้อยลงในการจะทำข้อสอบที่วัดพฤติกรรมขั้นสูงกว่าใ้ถูกทั้งหมด จำนวนนักเรียนในกลุ่ม F_{02} หรือ F_{03} มีโอกาสเกิดขึ้นได้น้อย วิธีการของไวท์-คลาร์คไม่สามารถปฏิเสธสมมุติฐาน ความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นได้ แต่วิธีการของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์กจะมีโอกาสปฏิเสธ สมมุติฐานได้มากขึ้นทั้งๆ ที่ในวิธีการของไวท์-คลาร์คนั้นเมื่อใช้ข้อทดสอบที่ง่ายกว่าค่าวิกฤติ คำน้อย (0, 1) มีความถี่สูงกว่าเมื่อใช้ข้อทดสอบที่ยากกว่า

ในเรื่องความยากง่ายของข้อทดสอบนี้ ไวท์ (1967)¹ มีความเห็นว่าถ้า กำหนดพฤติกรรมที่เรียนรู้ให้เป็นทักษะย่อยมากที่สุดแล้ว ทักษะนั้นก็ไม่น่าจะมีความยากง่าย แยกต่างกันได้ เพราะถ้ามีความยากง่ายแตกต่างกันมากในทักษะที่กำหนด ก็เป็นเรื่อง แสดงว่าทักษะนั้นยังมีขอบเขตกว้างขวางเกินไป ยังสามารถแยกออกเป็นทักษะที่ย่อยกว่า นั้นได้อีก ตามความเห็นประเด็นนี้ วิธีการของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์กจะให้ข้อมูล สำหรับการปรับปรุงการกำหนดพฤติกรรมย่อยได้ดีกว่าวิธีของไวท์-คลาร์ค

¹ จากการศึกษาเป็นส่วนตัว

เมื่อคำนึงถึงตัวแปร เกี่ยวกับจำนวนข้อทดสอบ

ตัวแปร เกี่ยวกับจำนวนข้อทดสอบที่ใช้ในการวัดผลการเรียนรู้แต่ละพฤติกรรม ส่งผลต่อวิธีการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้แต่ละวิธีคล้ายคลึงกัน กล่าวคือ จำนวนข้อทดสอบสองข้อและสามข้อ ทำให้ผลการทดสอบแต่ละวิธีแปรปรวนไป ยิ่งใช้ข้อทดสอบมากขึ้น ทั้งสองวิธีต่างก็จะปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นมากขึ้น โดยที่วิธีการของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์กจะปฏิเสธสมมุติฐานมากกว่าวิธีการของไวท์-คลาร์ค อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การที่วิธีการของวอลเบสเซอร์ - ไอเซนเบิร์ก ปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นมากขึ้นเมื่อใช้ข้อทดสอบจำนวนมากขึ้น คงเนื่องมาจากการที่นักเรียนมีโอกาสน้อยลงที่จะตอบข้อสอบที่ใช้วัดพฤติกรรมขั้นต่ำกว่าและสูงกว่าได้ถูกหมด ส่วนวิธีของไวท์ - คลาร์คนั้นเมื่อใช้ข้อทดสอบมากขึ้น นักเรียนตอบข้อสอบพฤติกรรมขั้นสูงกว่าได้ถูกหมดไต่ยาก จำนวนคนในกลุ่ม f_{02} หรือ f_{03} ก็มีโอกาสดีกขึ้นน้อย ซึ่งน่าจะปฏิเสธสมมุติฐานได้น้อยลง แต่เนื่องจากการใช้ข้อทดสอบมากขึ้น ค่าวิกฤติที่มีค่าน้อยมีโอกาสดีกขึ้นมากกว่าเมื่อใช้ข้อทดสอบน้อยข้อ จึงกลับทำให้การปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นมีมากขึ้น

ถ้าคำนึงถึงตัวแปรในเรื่องนี้โดยทั่วไป อาจกล่าวได้ว่าไม่มีวิธีการใดดีกว่า แต่เมื่อพิจารณาถึงสถานการณ์ที่พฤติกรรมเป็นลำดับชั้นต่อเนื่อง วิธีการของวอลเบสเซอร์ - ไอเซนเบิร์กมีความเที่ยงตรงของค่าสถิติสูงกว่า และในสถานการณ์ที่พฤติกรรมเป็นลำดับชั้นไม่ต่อเนื่อง วิธีการของวอลเบสเซอร์ - ไอเซนเบิร์กมีความแหลมคมสูงกว่าวิธีของไวท์ - คลาร์ค ไม่ว่าจะใช้ข้อทดสอบจำนวนสองข้อหรือสามข้อ

ฉะนั้น ถ้าคำนึงถึงตัวแปรในเรื่องจำนวนข้อทดสอบที่ใช้ในการวัดผลการเรียนรู้ในแต่ละพฤติกรรมแล้ว ก็อาจกล่าวได้ว่า วิธีการของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์กจะดีกว่าวิธีการของไวท์-คลาร์ค

เมื่อคำนึงถึงตัวแปร เกี่ยวกับแบบแผนลำดับชั้นของพฤติกรรม

วิธีการทั้งสองวิธีให้ผลการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้ แปรปรวนไปตามแบบแผนของพฤติกรรมที่เป็นลำดับชั้นคือ เนื้อและไม่ต่อเนื่อง เมื่อใช้พฤติกรรมที่เป็นลำดับชั้นต่อเนื่อง วิธีการทั้งสองจะให้ผลการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้ไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อใช้พฤติกรรมที่เป็นลำดับชั้นไม่ต่อเนื่อง วิธีการของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์กจะปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นได้มากกว่าวิธีของไวท์-คลาร์ค

การที่เป็นเช่นนี้เพราะลำดับชั้นที่ไม่ต่อเนื่อง เป็นลำดับชั้นการเรียนรู้ที่ข้ามชั้น นักเรียนจึงไม่สามารถเรียนรู้พฤติกรรมชั้นสูงกว่าอย่างใดผล จึงมีโอกาสน้อยที่จะทำข้อทดสอบที่วัดพฤติกรรมชั้นสูงกว่าได้ทั้งหมด โอกาสที่จะมีนักเรียนในกลุ่ม f_{02} และ f_{03} จึงมีน้อย วิธีการของไวท์-คลาร์คจึงไม่ปฏิเสธสมมุติฐาน ความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้น แต่โอกาสที่จะมีนักเรียนในกลุ่ม f_{20} , f_{21} หรือ f_{30} , f_{31} , f_{32} จะมากขึ้น วิธีการของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์กจึงปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับชั้นได้มาก ยิ่งข้ามชั้นมากเท่าใด ผลจะยิ่งเห็นชัดเจนมากยิ่งขึ้น

เมื่อคำนึงถึงตัวแปรนี้แล้ว วิธีการของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์กก็ดีกว่าวิธีการของไวท์-คลาร์ค เพราะในการจัดทำลำดับชั้นการเรียนรู้ มีจุดมุ่งหมายที่จะให้การเรียนรู้ได้ผลสูงสุด โดยคำนึงถึงพื้นฐานของนักเรียนเป็นสำคัญ เมื่อนักเรียนเรียนรู้พฤติกรรมชั้นต่ำกว่าแล้วจึงให้เรียนรู้พฤติกรรมชั้นต่อไปได้ ถ้าให้เรียนข้ามชั้นโดยที่นักเรียนไม่สามารถเรียนรู้ได้ก็ย่อมเกิดปัญหาต่อเนื่องไปเป็นลำดับ

วิธีการของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์กจะช่วยตรวจสอบลำดับชั้นการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นว่าเหมาะสมสำหรับการเรียนรู้ของนักเรียนเพียงใด ถ้านักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถเรียนรู้พฤติกรรมชั้นสูงกว่าได้ ทั้งๆ ที่ไม่มีปัญหาในการเรียนรู้พฤติกรรมชั้นต่ำกว่า ก็ย่อมตั้งให้ทราบว่าน่าจะต้องมีการเรียนรู้พฤติกรรมอื่นต่อเนื่องจากพฤติกรรมชั้นต่ำกว่า ก่อนที่จะก้าวไปถึงการเรียนรู้พฤติกรรมชั้นสูงกว่าที่กำหนดไว้ วิธีการนี้จะทำให้ผู้สร้างหลักสูตรและครูมีโอกาสปรับปรุงลำดับชั้นการเรียนรู้ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น วิธีการของไวท์-คลาร์คจะไม่สามารถให้ข้อมูลเช่นนี้ได้ แต่กลับจะยิ่งทำให้ต้องยอมรับลำดับชั้นการเรียนรู้ที่ไม่เหมาะสมมาใช้

ข้ออภิปรายทั่วไป

ผลการวิจัยได้ชี้ให้เห็นว่า ในการที่พฤติกรรมกลุ่มหนึ่งๆ เป็นลำดับขั้นทั้งที่ต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง ถ้าใช้วิธีการของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก โดยคำนึงเฉพาะค่าดัชนี CSR จะไม่ปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับขั้นทั้งหมด การปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับขั้นที่พบในการศึกษาครั้งนี้ อาจมีค่าดัชนี ADR เป็นสำคัญ ผลการวิจัยสอดคล้องกับความคิดเห็นที่ได้อภิปรายไว้ในตอนแรก กล่าวคือ พฤติกรรมคูใดๆ ที่มีค่า CSR สูงกว่า 0.85 แต่ค่า ADR ต่ำกว่า 0.85 จะช่วยชี้แจงให้ผู้สร้างลำดับขั้นการเรียนรู้ คำนึงถึงพฤติกรรมที่ควรมีแทรกอยู่ระหว่างพฤติกรรมคูนั้น

อย่างไรก็ตาม ผลการทดสอบโดยวิธีของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์กแปรปรวนไปตามความยากง่ายและจำนวนข้อสอบด้วย พฤติกรรมคูใดๆ ที่สามารถเรียนรู้ได้ง่าย แม้จะไม่มีความสัมพันธ์เชิงลำดับขั้นกันเลย เมื่อทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับขั้นการเรียนรู้โดยวิธีนี้ก็จะมีปฏิเสธสมมุติฐาน แต่ก็มิได้เป็นข้อบ่งชี้ที่ร้ายแรงแต่อย่างใด เพราะถึงอย่างไร นักเรียนก็สามารถเรียนรู้พฤติกรรมทั้งสองนั้นได้ ถ้าเปรียบเทียบกับพฤติกรรมที่เรียนรู้ได้ยาก การไม่ปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับขั้นมากเกินไป ดังเช่น วิธีของไวท์-คลาร์ค อาจมีผลกระทบต่อการเรียนรู้ขั้นต่อ ๆ ไปด้วย

วิธีการของไวท์-คลาร์คจะปฏิเสธหรือไม่ปฏิเสธสมมุติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับขั้น ขึ้นอยู่กับโอกาสที่นักเรียนจะทำข้อสอบวัดพฤติกรรมขั้นสูงกว่าได้ทั้งหมด ถ้านักเรียนมีโอกาสน้อย เช่น ในการไร้ออกข้อสอบที่ยาก หรือใช้ข้อสอบมากข้อ วิธีการนี้ก็จะมีปฏิเสธสมมุติฐาน ซึ่งถ้าพิจารณาโดยเหตุผลแล้วไม่สู้จะเหมาะสมนัก เพราะการที่นักเรียนจำนวนมากทำข้อสอบวัดพฤติกรรมขั้นสูงไม่ได้หมด เป็นการชี้แจงว่านักเรียนยังไม่สามารถรอบรู้ได้ตามจุดประสงค์นั้น แต่อย่างไรก็ตามการใช้ข้อสอบมากข้อจนเกินไปก็ย่อมมีผลกระทบต่อวิธีการของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์กด้วยเช่นกัน

เมื่อพิจารณาถึงข้อได้เปรียบและข้อเสียเปรียบระหว่างวิธีการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับขั้นการเรียนรู้ทั้งสองวิธี จะเห็นได้ว่าวิธีการของไวท์-คลาร์ค ซึ่งถือว่ามีค่าดัชนี ADR สูงกว่าวิธีการของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์กตรงที่มีค่าความน่าจะเป็นในการปฏิเสธสมมุติฐานที่เป็นจริงนั้น ย่อมมี

ข้อนำสงสัยอีกมาก เพราะผลการวิจัยครั้งนี้ได้ชี้ให้เห็นว่า วิธีการของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก คือกว่าวิธีการของไวท์-คลาร์คในหลายกรณี การยึดถือนัยสำคัญทางสถิติในวิธีการของไวท์-คลาร์ค น่าจะต้องมีขอบเขตจำกัด เพราะวิธีการนี้ไม่สู้จะไคลมคลี่ เมื่อคำนึงถึงนัยสำคัญในการปฏิบัติทางการศึกษา กล่าวคือ วิธีการคำนวณยากกว่า และมักจะไม่ให้ข้อมูลเพื่อการปรับปรุงลำดับชั้นการเรียนรู้ ซึ่งถือเป็นหัวใจสำคัญในการใช้ประโยชน์เรื่องนี้ในการพัฒนาหลักสูตร

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการใช้ผลการวิจัย

การทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้ จะช่วยในการปรับปรุงหลักสูตร โดยเฉพาะหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิธีการดำเนินการควรเริ่มด้วยการวิเคราะห์พฤติกรรมตามจุดประสงค์ในการสอนการเรียนรู้ ให้เป็นพฤติกรรมย่อยมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ จากนั้นดำเนินการตามแนวทางที่ ไวท์ เสนอไว้ ซึ่งได้กล่าวแล้วในตอนต้น เช่น ต้องมีการวัดผลทันทีเมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนแต่ละพฤติกรรม เมื่อได้ข้อมูลที่เป็นผลการสอบมาแล้ว จึงใช้วิธีการของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก ทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นที่สร้างไว้ในตอนแรก โดยการทดสอบพฤติกรรมเป็นกลุ่ม ผลจากการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้จะชี้บ่งว่าควรยอมรับลำดับชั้นนั้น หรือควรมีการปรับปรุงในแง่มุมใดจึงจะทำให้ลำดับชั้นของกิจกรรมการเรียนการสอน เหมาะสมมากที่สุดกับการเรียนรู้ของนักเรียน

การทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้โดยวิธีของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก ถ้าใช้ในระบับกว้างโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือศูนย์พัฒนาหลักสูตร ถือได้ว่าเป็นการแสวงหาลำดับชั้นการเรียนรู้สำหรับนักเรียนระดับนั้นๆ โดยทั่วไป ถ้าใช้ในระบับแคบกว่าเช่น ในระดับห้องเรียนในห้องดินหนึ่ง จะช่วยให้ข้อมูลสำหรับการปรับปรุงลำดับชั้นการสอนของครูให้เหมาะสมกับความสามารถ และสภาพแวดล้อมของนักเรียนในห้องดินนั้นได้ เพราะนักเรียนแต่ละห้องดินอาจต้องการลำดับชั้นที่ละเอียดต่างกัน บางแห่งที่มีความพร้อมสูงทั้งทางด้านตัวนักเรียนและทางค่านโรงเรียน ลำดับชั้นอาจไม่จำเป็นต้องละเอียดมากนัก เพราะจะทำให้สิ้นเปลืองเวลามากเกินไป แต่ในบางแห่งอาจต้องการลำดับชั้นที่ละเอียด เพื่อให้ให้นักเรียนส่วนใหญ่เรียนรู้ได้

บรรลุมตามความต้องการของจุดประสงค์การเรียนการสอน

ข้อเสนอแนะในการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีขอบเขตเฉพาะการใช้พฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้นทั้งแบบต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่องเท่านั้น ผลการวิจัยที่ได้จะสนับสนุนวิธีการของวอลเบสเซอร์ - ไอเซนเบิร์กมากกว่าวิธีของไวท์-คลาร์ค การศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่องนี้ในเงื่อนไขอื่น อาจสนับสนุนวิธีการของไวท์-คลาร์คมากกว่าวิธีการของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก ซึ่งจะช่วยให้การตัดสินใจเลือกใช้วิธีการทดสอบความเที่ยงตรงของลำดับขั้นการเรียนรู้ได้เหมาะสมยิ่งขึ้น เงื่อนไขที่ควรศึกษาค้นคว้าคือ

1. เมื่อใช้แบบแผนพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้นกลับทาง ซึ่งหมายถึงการให้นักเรียนเรียนรู้พฤติกรรมขั้นสูงวก่อน และเรียนรู้พฤติกรรมขั้นต่ำกว่าภายหลัง เพื่อพิจารณาการกระจายของค่าสถิติ และสัดส่วนการไม่ปฏิเสธสมมติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับขั้นของวิธีการทั้งสองวิธีการของไวท์-คลาร์คน่าจะปฏิเสธสมมติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับขั้นได้คล้ายคลึงกับวิธีการของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์ก (โดยค่าดัชนี CSR) ถ้าวิธีการโคปฏิเสธสมมติฐานได้น้อยกว่าวิธีนั้นย่อมค้อยกว่า

2. เมื่อใช้แบบแผนพฤติกรรมที่เป็นลำดับขั้นต่อเนื่อง แต่ละเลยพื้นฐานที่ต่ำกว่า พฤติกรรมทั้งสอง ในกรณีเช่นนี้นักเรียนย่อมเรียนรู้พฤติกรรมทั้งสองไม่ได้ดี วิธีการของวอลเบสเซอร์-ไอเซนเบิร์กน่าจะปฏิเสธสมมติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับขั้นด้วยค่าดัชนี CPR ต่ำกว่า 0.85 แต่วิธีการของไวท์ - คลาร์คอาจไม่ปฏิเสธสมมติฐาน วิธีการโคปฏิเสธสมมติฐานความสัมพันธ์เชิงลำดับขั้นได้มากกว่า ย่อมจะให้ข้อมูลการปรับปรุงลำดับขั้นการเรียนรู้ได้ดีกว่าเป็นต้น

3. การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ยังมีระดับของตัวแปรต่างๆ ในขอบเขตจำกัด เช่น ตัวแปรเกี่ยวกับความยากง่ายของข้อทดสอบมีพิสัยแคบ ค่าความยากง่ายต่ำสุดคือ 0.73 และสูงสุดคือ 1.00 การพิจารณาการกระจายของค่าสถิติและการเปรียบเทียบผลของวิธีการทั้งสองยังไม่ครอบคลุมอย่างกว้างขวาง จึงควรมีการศึกษาถึงระดับต่างๆ ของตัวแปรให้มากกว่านี้ โดยการใ้แบบจำลอง (simulation) ซึ่งจะต้องอาศัยเครื่องคอมพิวเตอร์ในการสร้างและวิเคราะห์ข้อมูล ผลจะช่วยให้การศึกษาในเรื่องนี้มีความลึกซึ้งยิ่งขึ้นต่อไป.

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คู่มือครูคณิตศาสตร์ประถมศึกษาปีที่ 3, , 2518
(เอกสารอัครสำเนา)
- เอนก เพ็ชรอนุกุลบุตร และ กมล ภูประเสริฐ การวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของลำดับชั้นการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 (บทที่ 2-3) หน่วยทดสอบและประเมินผล
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2519 (เอกสารอัครสำเนา)
- Airasian, P.W., "The Use of Hierarchies in the Analysis and Planning of Chemistry Instruction", Science Education, 1970, 54, 1, 91-95.
- Ausubel, D.P., Educational Psychology : A Cognitive View, New York : Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1968.
- Beauchamp, G.A., Curriculum Theory, 3 rd. ed., Illinois : The Kagg Press, 1975.
- Bloom, B.S., and others, Taxonomy of Educational Objectives : The Classification of Educational Goals, Handbook I : Cognitive Domain, New York : David McKay Company, Inc., 1956.
- Caple, W., and Jones, H.L., "An Assessment of Hierarchy Validation Techniques", Journal of Research in Science Teaching, 1971, 8, 137-147.
- Carroll, J.B., "Discussion", In L.B. Resnick (Ed.), Hierarchies in Children Learning, Learning Research and Development Center, University of Pittsburgh, 1971, p. 94-100.
- Dayton, C.M., and Macready, G.B., "A Probabilistic Model for Validation of Behavioral Hierarchies", Psychometrika, 1976, 41, 2, 189-204.
- Gagne, R.M., "Learning Hierarchies", in R.E. Ripple (Ed.), Readings in Learning and Human Abilities, 2 nd. ed., New York : Harper & Row, Publishers, 1971, p. 111-124.
- Gagne, R.M., "The Acquisition of Knowledge", Psychological Review, 1962, 69, 4, 355-365.

- Gagne, R.M., The Conditions of Learning, 2 nd. ed., New York : Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1970.
- Gagne, R.M., and Bassler, O.C., "The Study of Retention of Some Topics of Elementary Nonmetric Geometry", Journal of Educational Psychology, 1963, 54, 3, 123-131.
- Gagne, R.M., and Briggs, L.T., Principles of Instructional Design, New York : Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1974.
- Gagne, R.M., and others, "Factors in Acquiring Knowledge of a Mathematical Task", Psychological Monographs, 1962, 76 (7, Whole No. 526).
- Gagne, R.M., and Paradise, N.E., "Abilities and Learning Sets in Knowledge Acquisition", Psychological Monographs, 1961, 75, (14, Whole No. 518).
- Glaser, R., "Discussion", In L.B. Resnick (Ed.), Hierarchies in Children Learning, Learning Research and Development Center, University of Pittsburgh, 1971, p. 101-108.
- Guttman, L., "A Basis for Scaling Qualitative Data", American Sociological Review, 1944, 9, 139-150.
- Hulse, S.H., Deese, J., and Egeth, H., The Psychology of Learning, Tokyo : McGraw-Hill Kogakusha, Ltd., 1975.
- Merrill, M.D., and Barton, K., "Specific Review in Learning a Hierarchical Imaginary Science", Journal of Educational Psychology, 1970, 61, 2, 102-109.
- Okay, J.R., and Gagne, R.M., "Revision of a Science Topic Using Evidence of Performance on Subordinate Skills", Journal of Research in Science Teaching, 1970, 7, 4, 321-325.
- Resnick, L.B., "Issues in the Study of Learning Hierarchies", In L.B. Resnick (Ed.), Hierarchies in Children Learning, Learning Research and Development Center, University of Pittsburgh, 1971, p. 1-20.

- Resnick, L.B., Wang, M.C., and Kaplan, J., "Task Analysis in Curriculum Design : A Hierarchically Sequenced Introductory Mathematics Curriculum", Journal of Applied Behavior Analysis, 1973, 6, 4, 679-710.
- Saylor, J.G., and Alexander, W.H., Planning Curriculum for Schools, New York : Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1974.
- Scandura, J.M., "Prior Learning, Presentation Order, and Prerequisite Practice in Problem Solving", The Journal of Experimental Education, 1966, 34, 4, 12-18.
- Siegel, A.W., and Kresh, E., "Hierarchical Relationships and Transfer in Learning Multiplicative Classification Tasks", In L.B. Resnick (Ed.), Hierarchies in Children Learning, Learning Research and Development Center, University of Pittsburgh, 1971, p. 58-78.
- Trembath, R.J., and White, R.T., The Use of Learning Hierarchies in Promoting Mastery Learning, A Paper Presented at the Australian Science Education Research Association Conference, 1975.
- Uprichard, A.E., "The Effect of Sequence in the Acquisition of Three Set Relations : An Experiment with Preschoolers", In L.B. Resnick (Ed.), Hierarchies in Children Learning, Learning Research and Development Center, University of Pittsburgh, 1971, p. 41-57.
- Walbesser, H.H., and Eisenberg, T.A., A Review of Research on Behavioral Objectives and Learning Hierarchies, SMEAC Report, Columbus Ohio : ERIC Information Analysis Center, 1972.
- Wang, M.C., "Psychometric Studies in the Validation of an Early Learning Curriculum", In L.B. Resnick (Ed.), Hierarchies in Children Learning, Learning Research and Development Center, University of Pittsburgh, 1971, p. 21-40.
- Wang, M.C., Resnick, L.B., and Boozer, R.F., "The Sequence of Development of Some Early Mathematics Behaviors", Child Development, 1971, 42, 1767-1778.
- White, R.T., "A Limit to the Application of Learning Hierarchies", Australian Journal of Education, 1973, 17, 153-156. (a)

- White, R.T., "A Model for Validation of Learning Hierarchies", Journal of Research in Science Teaching, 1974, 11, 1, 1-3. (a)
- White, R.T., "Indexes Used in Testing the Validity of Learning Hierarchies", Journal of Research in Science Teaching, 1974, 11, 1, 61-66. (b)
- White, R.T., "Research into Learning Hierarchies", Review of Educational Research, 1973, 43, 3, 361-375. (b)
- White, R.T., "The Validation of a Learning Hierarchy", American Educational Research Journal, 1974, 11, 2, 121-136. (c)
- White, R.T., and Gagne, R.M., "Past and Future Research on Learning Hierarchies", Educational Psychologist, 1974, 11, 1, 19-28.
- Wiegand, V.K., "A Study of Subordinate Skills in Science Problem Solving", In L.B. Resnick (Ed.), Hierarchies in Children Learning, Learning Research and Development Center, University of Pittsburgh, 1971, p. 79-93.