ภาคผนวก

ภาคผนวก 1

คะแนนจากผลการทดลอง

ตาราง 22 คะแนนการเรียนรู้คำด้านการออกเสียง ของนักเรียนกลุ่มที่มีความพร้อมทางภาษาไทยในระดับสูง (b_1) ซึ่งเรียนด้วยวิธีเรียนโดยรวม (a_1) ในการเรียนคำที่มีความคล้ายคลึงกัน 2 ประเภท (C) และคะแนนรวม

ตัวอย่างคนที่	ประเภทความคล้ายคลึงของคำ		รวม
	คล้ายคลึงทางเสียง	คล้ายคลึงทางความหมาย	
1	8	9	17
2	7	9	16
3	8	9	17
4	8	9	17
5	5	7	12
6	6	8	14
7	6	8	14
8	6	9	15
9	6	8	14
10	5	4	9
11	7	7	14
12	4	6	10
13	6	5	11
14	9	9	18
15	8	9	17

ตาราง 22 (ต่อ)

ตัวอย่างคนที่	ประเภทความคล้ายคลึงของคำ		รวม
	คล้ายคลึงทางเสียง	คล้ายคลึงทางความหมาย	
16	6	8	14
17	6	7	13
18	8	9	17
19	7	9	16
20	5	6	11
21	9	9	18
22	7	8	15
23	7	8	15
24	6	7	13
25	6	7	13
26	6	7	13
27	5	6	11
28	4	6	10
29	4	9	13
30	5	8	13
31	4	7	11
32	5	9	14
ผลรวม (Σx)	199	246	445
ผลรวมยกกำลังสอง (Σx^2)	1301	1948	6379

ตาราง 23 คะแนนการเรียนรู้คำด้านการออกเสียง ของนักเรียนกลุ่มที่มีความพร้อมทางภาษาไทยในระดับต่ำ (b_2) ซึ่งเรียนด้วยวิธีเรียนโดยรวม (a_1) ในการเรียนคำที่มีความคล้ายคลึงกัน 2 ประเภท (C) และคะแนนรวม

ตัวอย่างคนที่	ประเภทความคล้ายคลึงของคำ		รวม
	คล้ายคลึงทางเสียง	คล้ายคลึงทางความหมาย	
1	0	3	3
2	2	2	4
3	4	4	8
4	4	4	8
5	3	3	6
6	3	5	8
7	1	2	3
8	3	4	7
9	2	3	5
10	1	2	3
11	0	0	0
12	2	3	5
13	0	2	2
14	2	3	5
15	0	2	2
16	2	3	5
17	0	1	1
18	0	2	2

ตาราง 23 (ต่อ)

ตัวอย่างคนที่	ประเภทความคล้ายคลึงของคำ		รวม
	คล้ายคลึงทางเสียง	คล้ายคลึงทางความหมาย	
19	0	1	1
20	1	2	3
21	2	2	4
22	1	3	4
23	5	7	12
24	4	5	9
25	2	6	8
26	2	4	6
27	1	3	4
28	1	5	6
29	1	5	6
30	2	3	5
31	1	6	7
32	0	0	0
ผลรวม (Σx)	52	100	152
ผลรวมของกำลังสอง (Σx^2)	144	400	962

ตาราง 24 คะแนนการเรียนรู้คำด้านการออกเสียง ของนักเรียนกลุ่มที่มีความพร้อมทางภาษาไทยในระดับสูง (b_1) ซึ่งเรียนด้วยวิธีเรียนโดยแยก (a_2) ในการเรียนคำที่มีความคล้ายคลึงกัน 2 ประเภท (C) และคะแนนรวม

ตัวอย่างฉบับที่	ประเภทความคล้ายคลึงของคำ		รวม
	คล้ายคลึงทางเสียง	คล้ายคลึงทางความหมาย	
1	5	7	12
2	6	7	13
3	9	9	18
4	6	7	13
5	4	5	9
6	6	8	14
7	6	9	15
8	5	7	12
9	6	8	14
10	6	8	14
11	5	7	12
12	6	4	10
13	8	8	16
14	5	4	9
15	6	7	13
16	6	7	13
17	5	6	11
18	4	6	10

ตาราง 24 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	ประเภทความถนัดถลายคลึงของคำ		รวม
	ถนัดถลายคลึงทางเสียง	ถนัดถลายคลึงทางความหมาย	
19	7	9	16
20	7	7	14
21	6	7	13
22	4	5	9
23	6	7	13
24	6	7	13
25	6	7	13
26	5	7	12
27	2	6	8
28	5	6	11
29	5	7	12
30	5	6	11
31	7	9	16
32	6	8	14
ผลรวม (Σx)	181	222	403
ผลรวมของกำลังสอง (Σx^2)	1073	1592	5239

ตาราง 25 คะแนนการเรียนรู้คำด้านการออกเสียง ของนักเรียนกลุ่มที่มีความพร้อมทางภาษาไทยในระดับต่ำ (b_2) ซึ่งเรียนด้วยวิธีเรียนโดยแยก (a_2) ในการเรียนคำที่มีความคล้ายคลึงกัน 2 ประเภท (C) และคะแนนรวม

ตัวอย่างคนที่	ประเภทความคล้ายคลึงของคำ		รวม
	คล้ายคลึงทางเสียง	คล้ายคลึงทางความหมาย	
1	4	5	9
2	3	4	7
3	6	5	11
4	5	7	12
5	4	2	6
6	2	3	5
7	5	7	12
8	4	7	11
9	3	6	9
10	3	5	8
11	2	3	5
12	3	2	5
13	4	4	8
14	4	5	9
15	5	7	12
16	4	7	11
17	3	3	6
18	3	4	7

ตาราง 25 (ต่อ)

ตัวอย่างคนที่	ประเภทความคล้ายคลึงของคำ		รวม
	คล้ายคลึงทางเสียง	คล้ายคลึงทางความหมาย	
19	4	6	10
20	3	4	7
21	3	5	8
22	5	6	11
23	3	3	6
24	4	5	9
25	4	6	10
26	2	4	6
27	3	4	7
28	4	6	10
29	2	3	5
30	3	4	7
31	3	5	8
32	5	5	10
ผลรวม (Σx)	115	152	267
ผลรวมของกำลังสอง (Σx^2)	445	790	2385

ตาราง 26 คะแนนการเรียนรู้คำด้านความหมาย ของนักเรียนกลุ่มที่มีความพร้อมทางภาษาไทยในระดับสูง (b_1) ซึ่งเรียนโดยวิธีเรียนโดยรวม (a_1) ในการเรียนคำที่มีความคล้ายคลึงกัน 2 ประเภท (C) และคะแนนรวม

ตัวอย่างคนที่	ประเภทความคล้ายคลึงของคำ		รวม
	คล้ายคลึงทางเสียง	คล้ายคลึงทางความหมาย	
1	9	9	18
2	8	6	14
3	7	6	13
4	8	9	17
5	9	8	17
6	6	8	14
7	9	8	17
8	8	9	17
9	6	6	12
10	6	6	12
11	9	9	18
12	9	8	17
13	9	9	18
14	7	6	13
15	9	9	18
16	9	9	18
17	9	8	17
18	8	7	15

ตาราง 26 (ต่อ)

ตัวอย่างคนที่	ประเภทความคลายคลึงของคำ		รวม
	คล้ายคลึงทางเสียง	คล้ายคลึงทางความหมาย	
19	7	8	15
20	5	7	12
21	7	6	13
22	9	9	18
23	7	6	13
24	9	9	18
25	7	6	13
26	9	9	18
27	7	7	14
28	6	7	13
29	9	8	17
30	9	9	18
31	8	9	17
32	9	9	18
ผลรวม (x)	253	249	502
ผลรวมของกำลังสอง (x^2)	2049	1967	7946

ตาราง 27 คะแนนการเรียนรู้คำศัพท์ความหมาย ของนักเรียนกลุ่มที่มีความพร้อมทางภาษาไทยในระดับต่ำ (b_2) ซึ่งเรียนด้วยวิธีเรียนโดยรวม (a_1) ในการเรียนคำที่มีความคล้ายคลึงกัน 2 ประเภท (C) และคะแนนรวม

ตัวอย่างคนที่	ประเภทความคล้ายคลึงของคำ		รวม
	คล้ายคลึงทางเสียง	คล้ายคลึงทางความหมาย	
1	7	9	16
2	5	7	12
3	6	6	12
4	7	9	16
5	5	4	9
6	6	9	15
7	4	7	11
8	7	7	14
9	6	5	11
10	3	4	7
11	7	6	13
12	7	8	15
13	8	8	16
14	6	3	9
15	7	7	14
16	4	6	10
17	6	4	10
18	3	2	5

ตาราง 27 (ต่อ)

ตัวอย่างคนที่	ประเภทความคล้ายคลึงกัน		รวม
	คล้ายคลึงทางเสียง	คล้ายคลึงทางความหมาย	
19	6	6	12
20	7	9	16
21	6	8	14
22	7	8	15
23	9	9	18
24	6	6	12
25	8	8	16
26	7	6	13
27	4	4	8
28	7	9	16
29	4	3	7
30	8	5	13
31	8	7	15
32	7	6	13
ผลรวม (Σx)	198	205	403
ผลรวมของกำลังสอง (Σx^2)	1296	1439	5391

ตาราง 28 คะแนนการเรียนรู้คำด้านความหมาย ของนักเรียนกลุ่มที่มีความพร้อมทางภาษาไทยในระดับสูง (b_1) ซึ่งเรียนด้วยวิธีเรียนโดยแยก (a_2) ในการเรียนคำที่มีความคล้ายคลึงกัน 2 ประเภท (C) และคะแนนรวม

ตัวอย่างคนที่	ประเภทความคล้ายคลึงของคำ		รวม
	คล้ายคลึงทางเสียง	คล้ายคลึงทางความหมาย	
1	7	7	14
2	7	8	15
3	9	9	18
4	7	8	15
5	9	9	18
6	7	8	15
7	6	7	13
8	9	9	18
9	9	9	18
10	9	8	17
11	7	7	14
12	8	7	15
13	8	8	16
14	9	8	17
15	8	8	16
16	7	8	15
17	3	4	7
18	9	9	18

ตาราง 28 (ต่อ)

ตัวอย่างคนที่	ประเภทความคล้ายคลึงของคำ		รวม
	คล้ายคลึงทางเสียง	คล้ายคลึงทางความหมาย	
19	9	9	18
20	9	9	18
21	9	8	17
22	8	7	15
23	8	8	16
24	7	8	15
25	7	8	15
26	9	6	15
27	9	5	14
28	8	7	15
29	8	5	13
30	6	6	12
31	7	6	13
32	8	6	14
ผลรวม (Σx)	250	239	489
ผลรวมของกำลังสอง (Σx^2)	2006	1639	7637

ตาราง 29 คะแนนการเรียนรู้คำด้านความหมาย ของนักเรียนกลุ่มที่มีความพร้อมทางภาษาไทยในระดับต่ำ (b_2) ซึ่งเรียนด้วยวิธีเรียนโดยแยก(a_2) ในการเรียนคำที่มีความคล้ายคลึงกัน 2 ประเภท (C) และคะแนนรวม

ตัวอย่างที่	ประเภทความคล้ายคลึงของคำ		รวม
	คล้ายคลึงทางเสียง	คล้ายคลึงทางความหมาย	
1	7	6	13
2	7	5	12
3	7	6	13
4	7	8	15
5	7	7	14
6	6	7	13
7	5	6	11
8	6	6	12
9	6	7	13
10	6	7	13
11	6	6	12
12	7	8	15
13	6	6	12
14	7	7	14
15	7	8	15
16	6	6	12
17	4	5	9
18	6	6	12

ตาราง 29 (ต่อ)

ตัวอย่างที่	ประเภทความคล้ายคลึงของคำ		รวม
	คล้ายคลึงทางเสียง	คล้ายคลึงทางความหมาย	
19	6	5	11
20	6	5	11
21	7	7	14
22	7	8	15
23	7	7	14
24	6	6	12
25	8	9	17
26	5	4	9
27	6	5	11
28	7	6	13
29	4	6	10
30	6	9	15
31	7	8	15
32	5	5	10
ผลรวม (Σx)	200	207	407
ผลรวมของกำลังสอง (Σx^2)	1276	1387	5291

ตาราง 30 ตารางสรุป ABC, AB, AC และ BC ของคะแนนการเรียนรู้คำด้านการออกเสียง

ABC Summary table

A	B	C_1	C_2	Total
a_1	b_1	199	246	445
	b_2	52	100	152
a_2	b_1	181	222	403
	b_2	115	152	267
Total		547	720	1267

AB Summary table

	b_1	b_2	Total
a_1	445	152	597
a_2	403	267	670
Total	848	419	1267

ตาราง 30 (ต่อ)

AC Summary table

	C_1	C_2	Total
a_1	251	346	597
a_2	296	374	670
Total	547	720	1267

BC Summary table

	C_1	C_2	Total
b_1	380	468	848
b_2	167	252	419
Total	547	720	1267

ตาราง 31 ตารางสรุป ABC, AB, AC และ BC ของการเรียนรู้คำศัพท์ความหมาย

ABC Summary table

A	B	C_1	C_2	Total
	b_1	253	249	502
a_1				
	b_2	198	205	403
	b_1	250	239	489
a_2				
	b_2	200	207	407
Total		901	900	1801

AB Summary table

	b_1	b_2	Total
a_1	502	403	905
a_2	489	407	896
Total	991	810	1801

ตาราง 31 (ต่อ)

AC Summary table

	C_1	C_2	Total
a_1	451	454	905
a_2	450	446	896
Total	901	900	1801

BC Summary table

	C_1	C_2	Total
b_1	503	488	991
b_2	398	412	810
Total	901	900	1801

ภาคผนวก 2

สูตรและการคำนวณ

1. มัชฌิมเลขคณิต (Mean) ใช้สูตร (Freund 1984 : 40)

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทนค่ามัชฌิมเลขคณิต

ΣX แทนผลรวมของคะแนนทุกจำนวน

N แทนจำนวนตัวอย่าง (เมื่อวัดซ้ำนับจำนวนการวัดซ้ำด้วย)

2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Diviation) ใช้สูตร (Freund 1984 : 57)

$$SD = \sqrt{\frac{N(\Sigma X^2)-(\Sigma X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ SD แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ΣX^2 แทนผลรวมของกำลังสองของคะแนนทุกจำนวน

$(\Sigma X)^2$ แทนผลรวมของคะแนนทุกจำนวนยกกำลังสอง

3. การวิเคราะห์ความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนระหว่างบุคคลและภายในบุคคล

3.1 วิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างบุคคล ใช้สูตร (Winer 1971 : 521)

$$F_{max} = \frac{\text{maximum } (SS_{\text{Subj W.G.}})}{\text{minimum } (SS_{\text{Subj W.G.}})}$$

$SS_{\text{Subj W.G.i}}$ คำนวณมาจากแหล่งต่อไปนี้คือ

แหล่ง	df
$SS_{W.G._{11}}$	n-1
$SS_{W.G._{12}}$	n-1
...	...
$SS_{W.G._{pq}}$	n-1

การคำนวณ $SS_{Subj\ W.G._i}$ ใช้สูตร (Winer 1971 : 527)

$$SS_{subj\ W.G.} = (\Sigma P_k^2)/r - (A^2)/nr$$

เมื่อ ΣP_k^2 แทนผลรวมของกำลังสองของคะแนนของแต่ละคนที่รวมจากระดับต่าง ๆ ของตัวแปรตัวที่สาม (C)

r แทนจำนวนระดับของตัวแปรตัวที่สาม (C)

A^2 แทนผลรวมของ P_k แล้วยกกำลังสอง

n แทนจำนวนตัวอย่าง

จากการคำนวณจากคะแนนการเรียนรู้คำด้านการออกเสียงจะได้

$$SS_{Subj\ W.G._{11}} = \frac{(17^2+16^2+17^2+...+11^2+14^2)}{2} - \frac{445^2}{32x2}$$

$$= 3189.5 - 3094.140$$

$$= 95.359$$

$$SS_{Subj\ W.G._{12}} = \frac{(3^2+4^2+8^2+...+7^2+0^2)}{2} - \frac{152^2}{32x2}$$

$$= 481-361$$

$$= 120$$

$$SS_{\text{Subj W.G.}_{21}} = \frac{(12^2+13^2+\ldots+14^2)}{2} - \frac{403^2}{32x2}$$

$$= 2619.5-2537.640$$

$$= 81.859$$

$$SS_{\text{Subj W.G.}_{22}} = \frac{(9^2+7^2+\ldots+10^2)}{2} - \frac{267^2}{32x2}$$

$$= 1192.5-1113.890$$

$$= 78.609$$

แทนค่าในสูตรข้อ 3.1

$$F_{max} = \frac{120}{78.609}$$

$$= 1.526$$

3.2 วิเคราะห์ความแปรปรวนภายในบุคคล ใช้สูตร (Winer 1971 : 522)

$$F_{max} = \frac{\text{maximum}(SS_{\text{CxSubj W.G.i}})}{\text{minimum}(SS_{\text{CxSubj W.G.i}})}$$

$SS_{\text{cxSubj W.G.i}}$ คำนวณมาจากแหล่งต่อไปนี้คือ

แหล่ง	df
$C \times \text{Subj W.G.}_{11}$	(n-1)(r-1)
$C \times \text{Subj W.G.}_{12}$	(n-1)(r-1)
...	...
$C \times \text{Subj W.G.}_{pq}$	(n-1)(r-1)

การคำนวณ $SS_{CxSubj\ W.G._i}$ ใช้สูตร (Winer 1971 : 522)

$$SS_{CxSubj\ W.G.} = \Sigma x^2 - [\Sigma(AB_{ij})^2]/n - (\Sigma P_k^2)/r + (A^2)/nr$$

เมื่อ Σx^2 แทนผลรวมของกำลังสองของคะแนนแต่ละคะแนน

$\Sigma(AB_{ij})^2$ แทนผลรวมของกำลังสองของคะแนนรวมในแต่ละระดับของตัวแปรตัวที่สาม (C)

จากการคำนวณจะได้

$$SS_{CxSubj\ W.G._{11}} = (8^2+7^2+\ldots+9^2) - \frac{(199^2+246^2)}{32} - 3189.5+3094.140$$

$$= 3249-3128.656-3189.5+3094.140$$

$$= 24.984$$

$$SS_{CxSubj\ W.G._{12}} = (0^2+2^2+\ldots+0^2) - \frac{(52^2+100^2)}{32} - 481+361$$

$$= 544-397-481+361$$

$$= 27$$

$$SS_{CxSubj\ W.G._{21}} = (5^2+6^2+\ldots+8^2) - \frac{(181^2+222^2)}{32} - 2619.5+2537.640$$

$$= 2665-2563.906-2619.5+2537.640$$

$$= 19.234$$

$$SS_{CxSubj\ W.G._{22}} = (4^2+3^2+\ldots+5^2) - \frac{(115^2+152^2)}{32} - 1192.5+1113.890$$

$$= 1235-1135.281-1192.5+1113.890$$

$$= 21.109$$

แทนค่าในสูตรข้อ 3.2

$$F_{max} = \frac{27}{19.234}$$

$$= 1.403$$

4. วิเคราะห์ความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วม ใช้สูตร (Winer 1971 : 595)

$$M_1 = N \ln \left| S_{pooled} \right| - \Sigma n_i \ln \left| S_i \right|$$

$$C_1 = \frac{2q^2+3q-1}{6(q+1)(P-1)} \left[\Sigma \left(\frac{1}{n_i}\right) - \frac{1}{N} \right]$$

$$f_1 = \frac{q(q+1)(P-1)}{2}$$

$$\chi^2_1 = (1-C_1)M_1$$

เมื่อ N แทนจำนวนตัวอย่างทั้งหมด

n_1 แทนจำนวนตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม

ln แทน Natural Logarithm

P แทนระดับของตัวแปรตัวที่หนึ่ง (A)

q แทนระดับของตัวแปรตัวที่สอง (B)

S_{pooled} แทนเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมเฉลี่ย

S=rxr เมทริกซ์ของความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมในแต่ละระดับของ pq ระดับ

เมื่อ S_1 แทนเมทริกซ์ของความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมใน a_1b_1

S_2 แทนเมทริกซ์ของความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมใน a_1b_2

S_3 แทนเมทริกซ์ของความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมใน a_2b_1

S_4 แทนเมทริกซ์ของความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมใน a_2b_2

ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมใน S ต่าง ๆ คำนวณได้จากสูตร (Winer 1971 : 272)

$$Var_x = \frac{\sum x^2 - (T^2/n)}{n-1}$$

เมื่อ Var_x แทนความแปรปรวนของคะแนนแต่ละระดับของตัวแปรตัวที่ 3

$\sum x^2$ แทนผลรวมของกำลังสองของคะแนนแต่ละคะแนน

T^2 แทนผลรวมของคะแนนแต่ละระดับยกกำลังสอง

$$COV_{x_1x_2} = \frac{(x_1x_2) - (T_1T_2)/n}{n-1}$$

เมื่อ $COV_{x_1x_2}$ แทนความแปรปรวนร่วมของคะแนนในระดับที่หนึ่งและระดับที่สอง จากระดับของตัวแปรตัวที่ 3

$\sum (x_1x_2)$ แทนผลรวมของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนนในระดับที่ 1 และระดับที่ 2 จากระดับของตัวแปรตัวที่ 3

T_1T_2 แทนผลคูณของคะแนนรวมในระดับที่ 1 และที่ 2 ในระดับของตัวแปรตัวที่ 3

ผลจากการคำนวณจะได้

$$S_1 = \begin{bmatrix} 2.047 & 1.099 \\ 1.099 & 1.834 \end{bmatrix}$$

$$= 2.546$$

$$S_2 = \begin{bmatrix} 1.919 & 1.453 \\ 1.453 & 2.822 \end{bmatrix}$$

$$= 3.304$$

$$S_3 = \begin{bmatrix} 1.587 & 0.978 \\ 0.978 & 1.673 \end{bmatrix}$$

$$= 1.698$$

$$S_4 = \begin{bmatrix} 1.023 & 0.898 \\ 0.898 & 2.193 \end{bmatrix}$$

$$= 1.437$$

$$S_{pooled} = \begin{bmatrix} 1.644 & 1.107 \\ 1.107 & 2.130 \end{bmatrix}$$

$$= 2.276$$

แทนค่าในสูตรข้อ 4

$$M_1 = 128 \ln 2.276 - (32 \ln 2.546 + 32 \ln 3.304 + 32 \ln 1.698 + 32 \ln 1.437)$$

$$= 105.269 - (29.904 + 38.244 + 16.942 + 11.601)$$

$$= 105.269 - 96.691$$

$$= 8.578$$

$$C_1 = \frac{2x2^2 + (3x2-1)}{6(2+1)(2-1)} \left(\frac{1}{32} + \frac{1}{32} + \frac{1}{32} + \frac{1}{32} - \frac{1}{128}\right)$$

$$= 0.084$$

$$f_1 = \frac{2(2+1)(2-1)}{2}$$

$$= 3$$

$$\chi^2 = (1-0.084)\ 8.578$$

$$= 7.857$$

5. วิเคราะห์ความสมมาตรของความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วม

ใช้สูตร (Winer 1971 : 596)

$$M_2 = -(N-p)\ \ln \frac{|S_{pooled}|}{|S_o|}$$

$$C_2 = \frac{q(q+1)^2(2q-3)}{6(N-p)(q-1)(q^2+q-4)}$$

$$f_2 = \frac{q^2+q-4}{2}$$

$$\chi^2_2 = (1-C_2)M_2$$

เมื่อ S_o แทนเมทริกซ์เฉลี่ยของความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วม

จากเมทริกซ์ S_{pooled}

$$S_o = \begin{bmatrix} 1.887 & 1.107 \\ 1.107 & 1.887 \end{bmatrix}$$

$$= 2.335$$

แทนค่าในสูตรข้อ 5

$$M_2 = -(128-2)\ \ln \frac{2.276}{2.335}$$

$$= -126(-0.025)$$

$$= 3.224$$

$$C_2 = \frac{2(2+1)^2(4-3)}{6(128-2)(2-1)(4+2-4)}$$

$$= 0.011$$

$$f_2 = \frac{4+2-4}{2}$$

$$= 1$$

$$= (1-0.011)3.224$$

$$= 3.188$$

6. วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 x 2 x 2 โดยวัดซ้ำที่ตัวแปรตัวที่ 3 ใช้สูตร (Winer 1971 : 564)

(1) $= G^2/npqr$

(2) $= \sum x^2$

(3) $= (\sum A_i^2)/nqr$

(4) $= (\sum B_j^2)/npr$

(5) $= (\sum C_k^2)/npq$

(6) $= \left[\sum (AB_{ij}^2)\right] /nr$

(7) $= \left[\sum (AC_{ik}^2)\right] /nq$

(8) $= \left[\sum (BC_{ik}^2)\right] /np$

(9) $= \left[\sum (ABC_{ijk}^2)\right] /n$

(10) $= (\sum P_m^2)/r$

เมื่อ G^2	แทนกำลังสองของผลรวมของคะแนนทั้งหมด
n	แทนจำนวนผู้เข้ารับการทดลองในแต่ละกลุ่ม
p	แทนระดับของตัวแปรตัวที่หนึ่ง (A)
q	แทนระดับของตัวแปรตัวที่สอง (B)
r	แทนระดับของตัวแปรตัวที่สาม (C)
$\sum x^2$	แทนผลรวมของคะแนนแต่ละคนในระดับของ r ยกกำลังสอง
$\sum A_i^2$	แทนผลรวมยกกำลังสองของแต่ละระดับของ A
$\sum B^2_j$	แทนผลรวมยกกำลังสองของแต่ละระดับของ B
$\sum C^2_k$	แทนผลรวมยกกำลังสองของแต่ละระดับของ C
$\sum (AB^2_{ij})$	แทนผลรวมของกำลังสองของคะแนนในแต่ละเซล AB_{ij}
$\sum (AC^2_{ik})$	แทนผลรวมของกำลังสองของคะแนนในแต่ละเซล AC_{ik}
$\sum (BC^2_{jk})$	แทนผลรวมของกำลังสองของคะแนนในแต่ละเซล AB_{jk}
$\sum (ABC^2_{ijk})$	แทนผลรวมของกำลังสองของคะแนนในแต่ละเซล ABC_{ijk}
$\sum P^2_m$	แทนผลรวมของกำลังสองของคะแนนรวมทั้ง 2 ระดับของ C ของแต่ละคน

ตาราง 32 สูตรการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 x 2 x 2โดยวัดซ้ำที่ตัวแปรที่ 3 (ประเภทความคล้ายคลึงของคำ)

Source of Variation	SS	df	MS	F
Between Subjects	(10)-(1)	npq-1		
A	(3)-(1)	p-1	$SS_A/p-1$	$MS_A/MS_{b.}$
B	(4)-(1)	q-1	$SS_B/q-1$	$MS_B/MS_{b.}$
AB	(6)-(3)-(4)+(1)	(p-1)(q-1)	$SS_{AB}/(p-1)(q-1)$	$MS_{AB}/MS_{b.}$
Subj. W. Groups error (bet)	(10)-(6)	pq(n-1)	$SS_{error_{(b.)}}/pq(n-1)$	
Within Subjects	(2)-(10)	npq(r-1)		
C	(5)-(1)	r-1	$SS_C/r-1$	$MS_C/MS_{W.}$
AC	(7)-(3)-(5)+(1)	(p-1)(r-1)	$SS_{AC}/(p-1)(r-1)$	$MS_{AC}/MS_{W.}$
BC	(8)-(4)-(5)+(1)	(q-1)(r-1)	$SS_{BC}/(q-1)(r-1)$	$MS_{BC}/MS_{W.}$
ABC	(9)-(6)-(7)-(8) +(3)+(4)+(5)-(1)	(p-1)(q-1) (r-1)	$SS_{ABC}/(p-1)(q-1)(r-1)$	$MS_{ABC}/MS_{W.}$
C x Subj. W. Groups error (with)	(2)-(9)-(10)+(6)	pq(n-1)(r-1)	$SS_{error(W.)}/pq(n-1)(r-1)$	

ผลจากการคำนวณจะได้

(1) $= G^2/npqr = \frac{(1267)^2}{32x2x2x2} = 6270.660$

(2) $= \sum x^2 = 8^2+9^2+\ldots+5^2+5^2 = 7693$

(3) $= (\sum A_i^2)/nqr = \frac{(597^2+670^2)}{32x2x2x2} = 6291.476$

(4) $= (\sum B_j^2)/np = \frac{(848^2+479^2)}{32x2x2} = 6989.570$

(5) $= (\sum C_k^2)npq = \frac{(547^2+720^2)}{32x2x2} = 6387.570$

(6) $= \left[\sum (AB_{ij})^2\right]/nr = \frac{(445^2+152^2+403^2+267^2)}{32x2} = 7106.671$

(7) $= \left[\sum (AC_{ik})^2\right]/nq = \frac{(251^2+346^2+296^2+374^2)}{32x2} = 6409.515$

(8) $= \left[\sum (BC_{jk})^2\right]/np = \frac{(380^2+468^2+167^2+252^2)}{32x2} = 7106.515$

(9) $= \left[\sum (ABC_{ijk})^2\right]/n = \frac{(199^2+246^2+\ldots+115^2+152^2)}{32} = 7224.843$

(10) $= (\sum P_m^2)/r = \frac{(17^2+16^2+\ldots+8^2+10^2)}{2} = 7482.5$

ตาราง 33 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 x 2 x 2 โดยวัดซ้ำที่ตัวแปรที่ 3 (ประเภทความคล้ายคลึงของคำ) ในการเรียนรู้คำด้านการออกเสียง

Source of Variation	SS			df		MS	F
Between Subjects	(7482.5-6270.660)	=	1211.840	(32x2x2)-1	= 127		
A	(6291.476-6270.660)	=	20.816	(2-1)	= 1	20.816	6.869**
B	(6989.570-6270.660)	=	718.910	(2-1)	= 1	718.910	237.264***
AB	(7106.671-6291.476-6989.570 +6270.660)	=	96.285	(2-1)(2-1)	= 1	96.285	31.777***
Subj.W.groups error (bet.)	(7482.5-7106.671)	=	375.829	(2x2)(32-1)	= 124	3.03	
Within Subjects	(7693-7482.5)	=	210.5	(32x2x2)(2-1)	=128		
C	(6387.570-6270.660)	=	116.910	(2-1)	= 1	116.910	157.137***
AC	(6409.515-6291.476-6387.570 +6270.660)	=	1.129	(2-1)(2-1)	= 1	1.129	1.51
BC	(7106.515-6989.570-6387.570 +6270.660)	=	0.035	(2-1)(2-1)	= 1	0.035	0.047
ABC	(7224.843-7106.671-6409.515 -7106.515+6291.476+6989.570 +6387.570-6270.660)	=	0.098	(2-1)(2-1)(2-1)	=1	0.098	0.131
CxSubj.W.groups error (with)	(7693-7224.843-7482.5+7106.671)	=	92.328	(2x2)(32-1) (2-1)	= 124	0.744	

7. ตัวหารที่ใช้ในการคำนวณค่า F ในการทดสอบผลย่อย (Simple effect) (Winer 1971 : 563)

ผลย่อย	ตัวหารที่ใช้คำนวณค่า F
A at b_j $\overline{AB}_{1j} - \overline{AB}_{2j}$	$MS_{error\ (between)}$
B at a_i $\overline{AB}_{i1} - \overline{AB}_{i2}$	
A at C_k $\overline{AC}_{1k} - \overline{AC}_{2k}$	$MS_{error(between)} + (r-1)MS_{error(within)} \ /r$
B at C_k $\overline{BC}_{ik} - \overline{BC}_{jk}$	
AB at C_k $\overline{ABC}_{12k} - \overline{ABC}_{34k}$	

ในทำนองเดียวกัน การวิเคราะห์ความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนระหว่างบุคคลและภายในบุคคล, การวิเคราะห์ความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วม, การวิเคราะห์ความสมมาตรของความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วม และการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 x 2 x 2 โดยวัดซ้ำที่ตัวแปรตัวที่ 3 ของการเรียนรู้คำที่มีความหมาย ปรากฏผลดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์ความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวนระหว่างบุคคลและภายในบุคคล

1.1 วิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างบุคคล

จากการคำนวณจะได้

$$SS_{Subj\ W.G._{11}} = \frac{(18^2+14^2+13^2+\ldots+17^2+18^2)}{2} - \frac{502^2}{32x2}$$

$$= 4018-3937.562$$

$$= 80.438$$

$$SS_{Subj\ W.G._{12}} = \frac{(16^2+12^2+12^2+\ldots+15^2+13^2)}{2} - \frac{403^2}{32x2}$$

$$= 2599.5-2537.640$$

$$= 61.86$$

$$SS_{Subj\ W.G._{21}} = \frac{(14^2+15^2+18^2+\ldots+13^2+14^2)}{2} - \frac{489^2}{32x2}$$

$$= 3818.5-3736.265$$

$$= 82.234$$

$$SS_{Subj\ W.G._{22}} = \frac{(13^2+12^2+13^2+\ldots+15^2+10^2)}{2} - \frac{407^2}{32x2}$$

$$= 2645.5-2588.265$$

$$= 57.234$$

แทนค่าในสูตรข้อ 3.1

$$F_{max} = \frac{82.234}{57.234}$$

$$= 1.436$$

1.2 วิเคราะห์ความแปรปรวนภายในบุคคล

จากการคำนวณจะได้

$$SS_{CxSubj\ W.G._{11}} = (9^2+8^2+\ldots+9^2) - \frac{(253^2+249^2)}{32} - 4014+3937.562$$

$$= 4032-3937.812-4014+3937.562$$

$$= 17.750$$

$$SS_{CxSubj\ W.G._{12}} = (7^2+5^2+\ldots+6^2) - \frac{(198^2+205^2)}{32} - 2599.5+2537.640$$

$$= 2625-2538.406-2599.5+2537.640$$

$$= 24.734$$

$$SS_{CxSubj\ W.G._{21}} = (7^2+7^2+\ldots+6^2) - \frac{(250^2+239^2)}{32} - 3818.5+3736.265$$

$$= 3845-3738.156-3818.5+3736.265$$

$$= 24.609$$

$$SS_{CxSubj\ W.G._{22}} = (7^2+7^2+\ldots+5^2) - \frac{(200^2+207^2)}{32} - 2645.5-2588.265$$

$$= 2663-2589.031-2645.5+2588.265$$

$$= 16.734$$

$$F_{max} = \frac{24.734}{16.734}$$

$$= 1.478$$

2. วิเคราะห์ความเป็นเอกพันธ์ของความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วม ผลจากการคำนวณจะได้

$$S_1 = \begin{bmatrix} 1.507 & 0.946 \\ 0.946 & 1.531 \end{bmatrix}$$

$$= 1.412$$

$$S_2 = \begin{bmatrix} 0.995 & 0.598 \\ 0.598 & 1.797 \end{bmatrix}$$

$$= 1.430$$

$$S_3 = \begin{bmatrix} 1.705 & 0.929 \\ 0.929 & 1.740 \end{bmatrix}$$

$$= 2.103$$

$$S_4 = \begin{bmatrix} 0.838 & 0.653 \\ 0.653 & 1.547 \end{bmatrix}$$

$$= 0.869$$

$$S_{pooled} = \begin{bmatrix} 1.261 & 0.781 \\ 0.781 & 1.653 \end{bmatrix}$$

$$= 1.474$$

แทนค่าในสูตรข้อ 4

$$M_1 = 128 \ln 1.474 - (32 \ln 1.412 + 32 \ln 1.430 + 32 \ln 2.103 + 32 \ln 0.869)$$

$$= 49.661 - (11.04 + 11.445 + 23.787 - 4.493)$$

$$= 49.661 - 41.779$$

$$= 7.882$$

$$C_1 = \frac{2x2^2 + (3x2-1)}{6(2+1)(2-1)}\left(\frac{1}{32} + \frac{1}{32} + \frac{1}{32} - \frac{1}{128}\right)$$

$$= 0.084$$

$$f_1 = \frac{2(2+1)(2-1)}{2}$$

$$= 3$$

$$\chi^2 = (1-0.084)\ 7.882$$

$$= 7.219$$

3. วิเคราะห์ความสมมาตรของความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วม ผลจากการคำนวณจะได้

$$S_o = \begin{bmatrix} 1.457 & 0.781 \\ 0.781 & 1.457 \end{bmatrix}$$

$$= 1.512$$

แทนค่าในสูตรข้อ 5

$$M_2 = -(128-2)\ \ln\ \frac{1.474}{1.512}$$

$$= -126(-0.025)$$

$$= 3.207$$

$$C_2 = \frac{2(2+1)^2(4-3)}{6(128-2)(2-1)(4+2-4)}$$

$$= 0.011$$

$$f_2 = \frac{4+2-4}{2}$$

$$= 1$$

$$\chi^2 = (1-0.011)\ 3.207$$

$$= 3.171$$

4. วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 x 2 x 2 โดยวัดซ้ำที่ตัวแปรตัวที่ 3 จากการคำนวณจะได้

(1) $= G^2/npqr = \frac{(1801)^2}{32x2x2x2} = 12670.316$

(2) $= \sum x^2 = 9^2+9^2+...+5^2+5^2 = 13165$

(3) $= (\sum A_i^2)/nqr = \frac{(905^2+896^2)}{32x2x2} = 12670.632$

(4) $= (\sum B_j^2)/npr = \frac{(991^2+810^2)}{32x2x2} = 12793.289$

(5) $= (\sum C_k^2)/npq = \frac{(901^2+900^2)}{32x2x2} = 12670.320$

(6) $= \left[\sum (AB_{ij})^2\right]/nr = \frac{(502^2+403^2+489^2+407^2)}{32x2} = 12799.734$

(7) $= \left[\sum (AC_{ik})^2\right]/nq = \frac{(451^2+454^2+450^2+446^2)}{32x2} = 12670.828$

(8) $= \left[\sum (BC_{jk})^2\right]/np = \frac{(503^2+488^2+398^2+412^2)}{32x2} = 12801.578$

(9) $= \left[\sum (ABC_{ijk})^2\right]/n = \frac{(253^2+249^2+...+200^2+207^2)}{32} = 12803.406$

(10) $= (\sum P_m)/r = \frac{(18^2+14^2+...+15^2+10^2)}{2} = 13077.5$

ตาราง 34 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 x 2 x 2 โดยวัดซ้ำที่ตัวแปรที่ 3 (ประเภทความคล้ายคลึงของคำ) ในการเรียนรู้คำศัพท์ความหมาย

Source of Variation	SS		df		MS	F
Between Subjects	(13077.5-12670.316)	= 407.184	(32x2x2)-1=127			
A	(12670.632-12670.316	= 0.316	(2-1)	= 1	0.316	0.14
B	(12798.280-12670.316)	= 127.973	(2-1)	= 1	127.973	57.13***
AB	(12799.734-12670.632-12798.289+12670.316)	= 1.129	(2-1)(2-1)	= 1	1.129	0.5
Subj.W.Groups error(bet)	(13077.5-12799.734)	= 277.766	(2x2)(32-1)	=124	2.240	
Within Subjects	(13165-13077.5)	= 87.5	(32x2x2)(2-1)	=128		
C	(12670.320-12670.316)	= 0.004	(2-1)	= 1	0.004	0.005
AC	(12670.028-12670.632-12670.320+12670.316)		(2-1)	= 1	0.192	0.284

ภาคผนวก 3

รายการคำที่ให้เรียนและลำดับที่เสนอในการเรียนคำ

ตาราง 35 รายการคำประเภทที่คล้ายคลึงกันทางเสียงและคำประเภทที่คล้ายคลึงกันทางความหมายในแบบสอนคำ

ประเภทความคล้ายคลึงของคำ	
ทางเสียง	ทางความหมาย
เสื้อโครง	กะเพรา
เสื้อกรุย	ชะพลู
ชี่โครง	กระถิน
ไส้กรอก	พริกไทย
สกรู	แตงกวา
ชี่กรง	มะกรูด
ข้าวกล้า	ตะไคร้
เย็บกลัด	หัวปลี
ของแกล้ม	กระชาย

ตาราง 36 ลำดับของคู่สัมพันธ์ ในแบบสอบคำประเภทที่คล้ายคลึงกันทางเสียง ใน เงื่อนไขวิธีเรียนโดยรวม ที่เสนอในแต่ละรอบการเรียน

รอบการเรียนที่							
1		2		3		4	
รอบเรียน	รอบสอบ	รอบเรียน	รอบสอบ	รอบเรียน	รอบสอบ	รอบเรียน	รอบสอบ
4	7	5	6	7	4	7	9
3	5	7	4	5	2	5	1
1	4	6	5	6	3	8	7
5	9	1	9	8	1	6	3
6	2	8	2	9	5	9	5
7	1	3	1	3	7	4	2
9	8	2	3	1	6	2	4
2	6	4	7	2	8	1	6
8	3	9	8	4	9	3	8

โดยที่ 1 แทนคู่สัมพันธ์ของคำ "เสื้อโครง"
2 แทนคู่สัมพันธ์ของคำ "เสื้อกรุย"
3 แทนคู่สัมพันธ์ของคำ "ซี่โครง"
4 แทนคู่สัมพันธ์ของคำ "ไส้กรอก"
5 แทนคู่สัมพันธ์ของคำ "สกรู"
6 แทนคู่สัมพันธ์ของคำ "ซี่กรง"
7 แทนคู่สัมพันธ์ของคำ "ข้าวกล้า"
8 แทนคู่สัมพันธ์ของคำ "เข็มกลัด"
9 แทนคู่สัมพันธ์ของคำ "ของแกล้ม"

ตาราง 37 ลำดับของคู่สัมพันธ์ ๆ ในแบบสอนคำประเภทที่คล้ายคลึงกันทางความหมาย ในเงื่อนไขวิธีเรียนโดยรวม ที่เสนอในแต่ละรอบการเรียน

รอบการเรียนที่							
1		2		3		4	
รอบเรียน	รอบสอบ	รอบเรียน	รอบสอบ	รอบเรียน	รอบสอบ	รอบเรียน	รอบสอบ
3	1	4	3	5	8	6	8
7	5	8	9	4	4	5	2
5	7	2	2	8	3	1	7
1	6	9	8	3	6	7	3
6	3	3	1	2	5	2	1
2	4	5	5	1	9	8	9
9	8	7	4	9	1	4	4
4	9	6	7	7	7	9	6
8	2	1	6	6	2	3	5

โดยที่ 1 แทนคู่สัมพันธ์ของคำ "กะเพรา"
2 แทนคู่สัมพันธ์ของคำ "ชะพลู"
3 แทนคู่สัมพันธ์ของคำ "กระถิน"
4 แทนคู่สัมพันธ์ของคำ "พริกไทย"
5 แทนคู่สัมพันธ์ของคำ "แคงกวา"
6 แทนคู่สัมพันธ์ของคำ "มะกรูด"
7 แทนคู่สัมพันธ์ของคำ "ตะไคร้"
8 แทนคู่สัมพันธ์ของคำ "หัวปลี"
9 แทนคู่สัมพันธ์ของคำ "กระชาย"

ตาราง 38 ลำดับของคู่สัมพันธ์ในแบบสอนคำประเภทที่คล้ายคลึงกันทางเสียง ในเงื่อนไขวิธีเรียนโดยแยกที่เสนอในแต่ละรอบการเรียน

รอบการเรียนที่							
1		2		3		4	
รอบเรียน	รอบสอบ	รอบเรียน	รอบสอบ	รอบเรียน	รอบสอบ	รอบเรียน	รอบสอบ
2	1	1	2	2	2	1	3
1	3	2	3	1	3	3	2
3	2	3	1	3	1	2	1
5	4	6	5	6	4	6	4
4	6	4	6	4	5	4	6
6	5	5	4	5	6	5	5
8	7	9	7	8	7	8	9
9	8	7	9	7	9	7	8
7	9	8	8	9	8	9	7

โดยที่ 1 แทนคู่สัมพันธ์ของคำ "เสื้อโครง"
2 แทนคู่สัมพันธ์ของคำ "เสื้อครุย"
3 แทนคู่สัมพันธ์ของคำ "ซี่โครง"
} ชุดที่ 1

4 แทนคู่สัมพันธ์ของคำ "ไส้กรอก"
5 แทนคู่สัมพันธ์ของคำ "สกรู"
6 แทนคู่สัมพันธ์ของคำ "ซี่กรง"
} ชุดที่ 2

7 แทนคู่สัมพันธ์ของคำ "ข้าวกล้า"
8 แทนคู่สัมพันธ์ของคำ "เข็มกลัด"
9 แทนคู่สัมพันธ์ของคำ "ของแกลม"
} ชุดที่ 3

ตาราง 39 ลำดับของคู่สัมพันธ์ ในแบบสอนคำประเภทที่กล้ายคลึงกันทาง ความหมาย ในเงื่อนไขวิธีเรียนโดยแยก ที่เสนอในแต่ละรอบการเรียน

รอบการเรียนที่							
1		2		3		4	
รอบเรียน	รอบสอบ	รอบเรียน	รอบสอบ	รอบเรียน	รอบสอบ	รอบเรียน	รอบสอบ
3	1	2	1	3	1	1	3
2	3	1	2	1	3	2	1
1	2	3	3	2	2	3	2
5	6	4	6	6	4	6	4
4	4	6	5	4	6	4	5
6	5	5	4	5	5	5	6
7	8	9	7	8	8	7	9
9	7	8	8	7	7	9	8
8	9	7	9	9	9	8	7

โดยที่ 1 แทนคู่สัมพันธ์ของคำ "กะเพรา" ชุดที่ 1
2 แทนคู่สัมพันธ์ของคำ "ชะพลู"
3 แทนคู่สัมพันธ์ของคำ "กระถิน"
4 แทนคู่สัมพันธ์ของคำ "พริกไทย" ชุดที่ 2
5 แทนคู่สัมพันธ์ของคำ "แคงกวา"
6 แทนคู่สัมพันธ์ของคำ "มะกรูด"
7 แทนคู่สัมพันธ์ของคำ "ตะไคร" ชุดที่ 3
8 แทนคู่สัมพันธ์ของคำ "หัวปลี"
9 แทนคู่สัมพันธ์ของคำ "กระถ่าย"