

가 3 1 (2000)

▪

- () -

▪

(가 .)

-

4, 5, 6

1,

가
(1999)

2

4

가

‘ , ‘ ,

; (1999)

,

가

()

가

,

가,

가

,

:

,

가

,

,

가

가

.

,

,

, Tucker

.

가

,

가

,

,

가 가

가

.

,

,

I.

가

,

가

가

2000

7

가

가

가

‘

,

.

7

, 1998) 7 가
 가
 (,) 가
 가
 , 가
 가
 (, Kolen & Brennan(1995)
) ,
 ,
 ,
 가
 ,
 (, 가
 가
 (가) , 3-가
 4-가
 , 3-가
 4
 가
 가
 3-가
 , 4-가
 가
 가 7
 (, 1999).
 3 가
 1995 1999 가
 4, 5, 6 1, 2
 (, 1999) 4
 (4 5 , 5 6 , 6
 가 1 , 1 2)
 (가 가 ,
 가) 가

가 ,

가 .

가 ,

가 .

1. 7
가 가

7 가 가

(1998) 가 (1998) 가가 가

가 ,

가 ,

가 ,

2. n-가 ‘ ’ (n-1)- ‘ ’, (n-1)-
가 ‘ ’

n-가
‘ ’ (n-1)- ‘ ’ ‘ ’ , (n-1)- 가.
가 ‘ ’

가 가

가

가 ,

가 , n-가 (n-1)-가 가 ,

가 ,

가 가

(1998) .

가 가 가

가

(Mislevy, 1992).

가 3 1 (2000)

(equating) 가 .
가 ,
(calibration) 가'
()가 가 .
가 가 가
가 .
(statistical moderation) .¹⁾
가 , ()
(, ,) 가 (가)
(가 가)
가 가
(prediction) 가
(social moderation) 가
가 가
가 가
가 가
가 가
(vertical equating))
(,)
(, 1-가 1-가
(Linn, 1993). ,
(

1) (1999)

가 3 1 (2000)

2.

(, 2000)
Tucker 가 6 5
Tucker 15 6 5
18 99 6
5 15 18 99
IV. 가

1. TUCKER

가 가 가
가 가 가
가

< 2>

가 99가
(< 3>).

가

< 2>

4	5	5	6	6	1	1	2
0	- 1(0)	0	0	0	1	0	- 3(0)
1	0	1	2	1	2	1	- 2(0)
2	1	2	3	2	3	2	- 1(0)
3	2	3	4	3	4	3	0
4	3	4	5	4	4	4	1
5	3	5	6	5	5	5	2
6	4	6	7	6	6	6	3
7	5	7	9	7	6	7	4
8	6	8	10	8	7	8	5
9	7	9	11	9	8	9	6
10	8	10	12	10	9	10	7
11	9	11	13	11	9	11	8
12	10	12	14	12	10	12	9
13	11	13	15	13	11	13	10
14	11	14	17	14	12	14	11
15	12	15	18	15	12	15	12
16	13	16	19	16	13	16	13
17	14	17	20	17	14	17	15
18	15	18	21(20)	18	14	18	16
19	16	19	22(20)	19	15	19	17
20	17	20	23(20)	20	16	20	18

()

< 3> 가 99가

	4 5	5 6	6 1	1 2
	16	13	18	14
	13	18	14	14

5 - 6 , 가 99 .
가 가 ,
가 .
, ,
, 5- 6 < 4>, < 5> .
1- 2 가 가
, 가 < 1>
1 (2201) 2 (1386) 가 가
가
가 6-
. 1 가 가 , 4- 5
5- 6, 1- 2 가
가

< 4>

	4 5	5 6	6 1	1 2
	.06	.06	.068	.094
	3	3	5	3

< 5>

	4 5	5 6	6 1	1 2		4 5	5 6	6 1	1 2
0.	0.0860	0.0818	0.1119	0.1880	11.	0.0789	0.0862	0.0683	0.1268
1.	0.0761	0.0725	0.0999	0.1642	12.	0.0889	0.0964	0.0785	0.1492
2.	0.0671	0.0642	0.0882	0.1412	13.	0.0994	0.1070	0.0896	0.1726
3.	0.0592	0.0574	0.0772	0.1192	14.	0.1102	0.1180	0.1014	0.1965
4.	0.0529	0.0525	0.0671	0.0990	15.	0.1213	0.1292	0.1135	0.2209
5.	0.0489	0.0503	0.0585	0.0820	16.	0.1326	0.1406	0.1259	0.2455
6.	0.0478	0.0509	0.0521	0.0706	17.	0.1441	0.1521	0.1385	0.2703
7.	0.0498	0.0544	0.0486	0.0675	18.	0.1556	0.1637	0.1513	0.2953
8.	0.0545	0.0602	0.0489	0.0738	19.	0.1673	0.1754	0.1643	0.3204
9.	0.0613	0.0678	0.0527	0.0876	20.	0.1790	0.1871	0.1773	0.3456
10.	0.0695	0.0765	0.0595	0.1059					

^a 가 .005 .995 .

가 3 1 (2000)

< 6> 4

					(-)
0	1740	4.5580	2.3656	4.5891	- 0.03 10
1	1408	7.2116	2.5541	7.1270	0.0847
2	492	9.5142	2.6507	9.6648	- 0.1506
3	76	12.2895	2.6498	12.2027	0.0868
4	5	15.2000	1.6000	14.7406	0.4594

< 7> 5

					(-)
0	1518	3.0507	1.8964	3.0259	0.0248
1	1892	5.3594	2.1532	5.3613	- 0.0019
2	879	7.6064	2.4355	7.6968	- 0.0904
3	218	10.1193	2.7619	10.0322	0.0871
4	37	13.0811	2.9259	12.3676	0.7134

< 8> 5

					(-)
0	2845	3.9192	2.0719	3.8995	0.0196
1	1098	6.3497	2.1090	6.4390	- 0.0893
2	405	9.0642	2.1351	8.9786	0.0856
3	161	11.5280	1.9815	11.5181	0.0099
4	35	14.2286	1.7417	14.0576	0.1710

< 5> , '0'
(15) 1- 2 가 , < 7> 5
가 . 1 4 '0'
2 가 가 .
Tucker , Tucker
가 . ,
가 . < 6> < 13> , Tucker
가
4
(2.537) 5 (2.335)
< 6> 4
가 (가 1) 4 < 8> 5 6

< 9> 6

					(-)
0	2464	5.1104	2.3743	5.0181	0.0923
1	1476	7.5881	2.5168	7.8052	-0.2172
2	679	10.5685	2.7402	10.5924	-0.0239
3	368	13.6087	2.5695	13.3795	0.2292
4	186	16.3011	2.2826	16.1667	0.1344

< 10> 6

					(-)
0	205	2.3220	1.8515	1.1917	1.1303
1	1131	4.2193	1.8654	4.0803	0.1390
2	1914	6.6322	2.3443	6.9689	-0.3367
3	1281	9.7721	2.8558	9.8575	-0.0854
4	642	13.3146	3.3758	12.7461	0.5686

< 11> 1

					(-)
0	25	2.1600	1.5920	2.3152	-0.1552
1	192	4.4583	1.7405	4.3690	0.0894
2	733	6.4175	1.6511	6.4228	-0.0053
3	783	8.4406	1.8170	8.4766	-0.0360
4	468	10.5705	2.3410	10.5304	0.0401

가 '0' '0' .
 , < 11> 1 '0'

, Tucker

, Tucker

, Tucker

, Tucker

가

가

5

6

(2.539)

6

(2.787)

(2.888)

1

(2.053)

< 10> 6

가 0

가 3 1 (2000)

< 12> 1

					(-)
0	324	4.8395	1.9402	4.7893	0.0502
1	1372	7.4657	1.8602	7.4697	-0.0040
2	415	10.0651	2.0914	10.1502	-0.0851
3	89	13.0787	2.5049	12.8307	0.2480
4	1	18.0000	0.0000	15.5111	2.4889

< 13> 2

					(-)
0	340	2.1765	1.7110	1.8310	0.3455
1	724	4.3577	1.9611	4.5684	-0.2106
2	230	7.1043	2.2549	7.3057	-0.2014
3	87	10.9655	3.0341	10.0431	0.9224
4	5	13.0000	2.6077	12.7805	0.2195

< 12> 1

가 (가 1) 4 2.

‘0’

. , < 13> 2 ,

.

()

가 <

, Tucker

14>, < 15>, < 16>, < 17>

.

가

.

, Tucker

. 4

가

가

1

(2.68) 2

(2.73)

(=

.

.142). 5

가

6 - 1

.

가

가

(6 0),

(=

1 - 2

가

가

.02).

4

5

(1 4).

6 - 1

1 - 2

가

.

.

, 4 - 5 가

가 가

, 6 - 1

가 . 5

가

, 5-

.

6 1- 2 가

(=

.

.126). 6

가

.15). 5 6 (= , 가

< 14> 4 , 5

	4	5	(5 - 4)	4	5
1	0.139	0.188	0.049	0.27	0.39
2	0.120	0.169	0.049	0.32	0.37
3	0.405	0.539	0.134	0.53	0.49
4	0.046	0.083	0.037	0.15	0.27
	0.177	0.244		0.317	0.380

- 4 = 0.319, 4 = .362
 - 5 = 0.265, 5 = .382

< 15> 5 , 6

	5	6	(2 - 1)	5	6
1	0.180	0.284	0.104	0.50	0.55
2	0.186	0.268	0.082	0.43	0.49
3	0.122	0.214	0.092	0.47	0.53
4	0.069	0.140	0.071	0.42	0.50
	0.139	0.226		0.455	0.517

- 5 = 0.265, 5 = .382
 - 6 = 0.377, 6 = .457

< 16> 6 , 1

	6	1	(2 - 1)	6	1
1	0.735	0.881	0.146	0.5	0.41
2	0.304	0.455	0.151	0.53	0.48
3	0.276	0.393	0.117	0.56	0.51
4	0.883	0.943	0.060	0.24	0.22
	0.549	0.668		0.457	0.405

- 6 = 0.377, 6 = .457
 - 1 = 0.390, 1 = .375

가 3 1 (2000)

< 17> 1 , 2

	1	2	(2 - 1)	1	2
1	.881	.733	- 0.148	0.41	0.45
2	.201	.211	0.01	0.52	0.61
3	.079	.105	0.026	0.4	0.51
4	.002	.007	0.005	0.09	0.15
	0.290	0.264		0.355	0.430

- 1 = 0.390, 1 = .375
 - 2 = 0.236, 2 = .419

. 6 , 4
 가 . - 5 가 가 , 1- 2
 가
 (= .172). 6 , 5- 6

. 1 가 , 6 - 1
 (가
 = .278). 6 1

3.

가 , 5- 6
 가

. 가 < 18> < 21> .
 . 1

1 2 < 18> 4 5
 . 1

가 ,
 (= .099). 2
 가 ,

	Alpha MH	Delta MH	MH_CHISQ
1	0.088	5.696	1572.256
2	0.597	1.211	43.796
3	1.851	- 1.448	45.202
4	0.658	0.983	12.330

(= .028). 6 2 가 1 2 가
 1 .05 3.84가 . ,

4 Alpha MH 1
 (5)
 4)
 4 1, 2, 4
 5
 , 3 Alpha MH 1.851
 (4) (5
)
 5 3
 4
 < 19> 5 6

	Alpha MH	Delta MH	MH_CHISQ
1	0.374	2.309	313.538
2	3.289	-2.797	344.808
3	1.512	-0.972	29.261
4	1.512	-0.972	29.261

Alpha MH 1
 6)
)
 Alpha MH 1
 (5)
 6)
 < 20> 6 1

	Alpha MH	Delta MH	MH_CHISQ
1	0.872	0.320	3.063
2	0.817	0.473	9.383
3	0.827	0.444	8.072
4	0.827	0.444	8.072

1 MH- chi- square
 . 2, 3, 4
 MH- chi- square
 , Alpha MH 1

가
 Alpha MH 1
 (1)
 6)

	Alpha MH	Delta MH	MH_CHISQ
1	0.892	0.267	2.198
2	9.147	-5.201	563.277
3	8.328	-4.981	500.760
4	8.328	-4.981	500.760

1 MH- chi- square
 . 2, 3, 4
 , 2, 3, 4 Alpha MH
 1 (1
) (2
)
 < 22>

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

4-5, 5-6
 6- 1, 1- 2 가
 가
 4-5 4 3
 , 5-6

가 3 1 (2000)

4 3
 . 6- 1
 , 1- 2
 .
 5 - 6
 1-2 6
 .
 4.

< 23>

< 23>

4	5	5	5	5
5	5	6	4	5
6	5	5	5	5
1	5	6	5	5
2	5	5	5	5

가 < 24>

< 27>

< 24> 4-5

						가
6						5 12
10						5 13
17						5 3
19						5 5
	2	1	1	0		

< 25> 5-6

						가
7						6 8
11						6 2
14						6 10
16						6 7
	0	2	1	1		

< 26> 6- 1

						가
6						¹ ₃
9						¹ ₈
11						¹ ₁₃
19						¹ ₁₄
	0	3	0	1		

< 27> 1-2

						가
5						² ₁
9						² ₃
16						² ₈
20						² ₁₁
	1	1	2	0		

4
6
1
3
75%
5.
(< 22>).
6 - 1 1 : 6
45 6
15% ,
6 8% ,
가?
가
45 15% 가 300
300 8% 24
15% 8%가 6
15:8=45:
24
가
가
가
가
6
“5 8km 45
km 가?”
가
6
0 1
가 1

가 3 1 (2000)

3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 11×12 , 12×13 ,
 13×14 , ..., 98×99

1 - 2 1 : x y
 가 , x

가?

11×12 , 12×13 , 13×14 , 14×15 ,

15×16 , 16×17 , 17×18 , 18×19 , 19×20 ,

20×21 , , 2, 6, 2, 0, 0, 2, 6, 2,

0, 0 0, 2, 6 ,

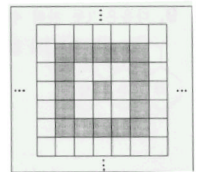
98×99

10

x	...	2	...	6	...
y	4	...

, 1 (.881) 2
 (.733) . 6

5 - 6
 3 :



가

, 6

, 1

104

가?

6 1

가

(< 22>).

4 - 5 3 : 8
 18 . - =10

, + 가

가?

(25-9)

(729-625)

1 , (9-1) ,

. 104 가

729 가

가

. + $1+8+16+24+\dots+96+104$
 , - =10

, 가 가 17

8 가 .

17

가

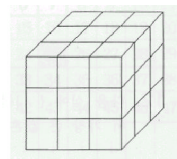
가

5 - 6
 4 :

27 가

10

17



5 - 6 2 : 0, 1, 2,

가? $12 = 3 \times 2 \times 2$ 가
 $2^2 \times 5 \times 13 = 260$ 3
 가 2, 5, 13

5, 6

6

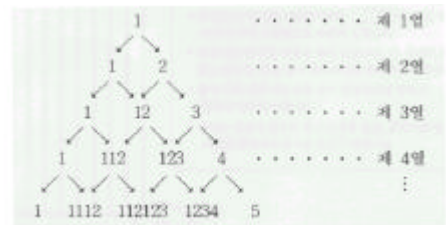
1cm^3

1 - 2 4 :

7

11

1 가?



1 - 2 2 :

$xy_{(10)}$

$ab_{(5)}$ 가 , $x = b$ $y = 2a$

$xy_{(10)}$

가?

$10x + y = 5a + b$, $x = b$,

$y = 2a$ $a = 3b$,

$a = 3$, $b = 1$ 16 가

6

1

$a = 3b$

a b 가 5

2^9

512

512

1 2

1 - 2 3 :

가 가?

가 12
 가 3 20

2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23...

3 20

2, 5, 13 가 12

가 3 1 (2000)

가 .

가
가
가

V. , ,

6 1

1.

6 1

4, 5, 6 1, 2

4 (4

5 , 5 6 , 6 1 ,
1 2) (Tucker
)

75%

6 1

4 5

가
가
Tucker

가

가
가

가

가

가

가

6 3 1 5
2 3

가

가
가

1 2

4 1 가
(가

2.

).

1

2

가

가

4 5

가

가 (1999). 「 가
」. 7 가
(1998).
가
「
」. : 가
(1999).
「 가 」 12(2), 149- 168.
(1992). 「
」.
(1998). 「 7
」. : 가
(1998). 「 (가
)」. 가
Workshop.
(1999). (,
). 「 가
」 12(1). 43- 64.
(2000).
「 가
」 13(1). 127- 152.
(1993). 「 가 」
6(1), 169- 196.
(2000). 2-
: 「 가 」
13(1). 153- 179.
(1999). 「
가 」. 7 가
(1992).
가 (1994). 「 가 . 가 .
」. :
(1999). 「 가 가
II :
」. : 가
(1999). 「 3
」 (TIMSS-R) 가
: 가
Angoff, W. H.(1971). *Scales, norms, and equivalent scores*. In R. L. Thorndike (Ed.), *Educational measurement*, (pp. 508-600). Washington, DC: American Council on Education.
Braun, H. I., & Holland, P. W.(1982). *Observed-score test equating: A mathematical analysis of some ETS equating procedures*. In P. W. Holland and D. B. Rubin (Eds.) *Test*

- equating. New York: Academic Press.
- Cook, L. L., & Eignor, D. R.(1991). IRT equating methods, NCME Instructional Topics in Educational Measurement.
- Hanson, B. A.(1992). Testing for differences in test score distributions using loglinear models. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, San Francisco.
- Harris, D. J.(1993). Practical Issues in Equating. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association
- Harris, D. J., & Welch, C. J.(1993). Equating writing samples. Paper presented at the Annual Meeting of the National Council of Measurement in Education.
- Huynh, H., & Ferrara, S.(1994). A comparison of equal percentile and partial credit equatings for performance-based assessments composed of free-response items. *Journal of Educational Measurement* 31. 125- 141.
- Kolen, M. J.(1981). Comparison of traditional and item response representation for common-item equating with nonrandom groups. *Journal of Educational Measurement*, 22, 197- 206.
- Kolen, M. J.(1990). CIPE. Computer Program for Common Item Program for Equating. American College Testing, Iowa City, IA.
- Kolen, M. J., & Brennan, R. L.(1995). *Test equating: Methods and practices*. New York, Springer.
- Linn(Ed.), *Educational Measurement*(3rd ed., 99. 221- 262). New York: Macmillan..
- Linn, R. L.(1993). Linking results of distinct assessment. *Applied Measurement in Education*, 6(1), 83- 102.
- Mislevy, R. J.(1992). Linking educational assessments: Concepts, issues, methods, and prospects. Princeton, NJ: ETS Policy Information Center.

ABSTRACT

A study for Comparison and Analysis of Vertical Equating Results

- for level-based differentiated subject (Mathematics) -

Jaeyool Boo · Dong-Yeop Seo

(KICE) · (Chuncheon National University of Education)

Vertical equating, one of linking methods that are used to make test scores on different testing conditions comparable, is suitable for linking scores from different grades or levels. Vertical equating would be proper evaluation method for mathematics for curriculum differentiation in the 7th national curriculum.

In this study, a conception of linking and vertical equating was given and characteristics of common items were shown. Results of four vertical equatings were compared, characteristics of common items were analyzed, items showing differential item functioning were found, and item contents were studied.

Followings were found: difficulty for lower level test not be too high, common items be more difficult to lower level students than to higher level ones, difficulties and discriminations for common items be similar to those for uncommon items, the Tucker equating method is robust to characteristics of common items, and common items not show differential item functioning.

Key words: Equating, Linking, Vertical equating, Differentiated curriculum,
Common items