

大学入試センター試験における選択科目間の得点調整について

前 川 眞 一*

*大学入試センター 研究開発部

東京都目黒区駒場 2-19-23

*Research Division The National Center for University Entrance Examinations

*E-mail: mayekawa@rd.dnc.ac.jp

キーワード：テスト得点 (test score)，テストの等価 (test equation)，等百分位法 (equipercentile equating)，大学入試センター試験 (the national center test)。

JL0008/01-4008 0568 © 2001 SICE

1. はじめに

平成10年度以降の大学入試センター試験においては、公民、地理・歴史のB科目、および理科のB科目に含まれる選択科目のテストの平均点が大きく異なり、またその原因が試験問題の難易度に起因すると考えられる場合には、分位点差縮小法という方法を用いて得点調整を行うことになっている。本稿では、その考え方をまず概観し、ついで、具体的な数値例を用いて、分位点差縮小法を解説する。

大学入試センターにおいては、平成8年度までは、いわゆるテスト理論 (Gulliksen (1950) や池田ら (1992) を参照) の枠組みにおいて等化と呼ばれる手続き (Braun & Holland, 1982, Kolen & Brennan, 1995, 芝・渡辺, 1988, 前川, 1999 など) を援用して選択科目間の得点調整を行うことが考えられていた。しかし、平成9年度に開催された得点調整検討委員会においては、この等化と呼ばれる作業は、厳密に言えば、同じ学力を測ろうとしている異なるテストの難易度の差異を調整する作業であり、大学入試センター試験の例でいうならば、同一科目の本試験と追試験の間の差異を調整するために用いられるべきものであることが指摘された。また、現行の入試制度の枠組みの中で選択科目間の得点調整方法を議論するためには、テスト理論の観点以外にもさまざまな要因を考慮する必要があることが指摘された。その結果、

1. 得点調整は、選択科目のテストの平均点に大きな差 (20点以上の差) が出た場合に緊急避難的に行うものであり、恒常的にテスト得点の標準化・尺度化を行うものではない。
2. 素点の範囲内で調整を行うこと (0点は0点のまま、満点は満点のまま)。
3. 素点から調整点への変換は単調非減少関数とし、かつ、得点調整によって素点が下がることはない。
4. 平均点差をすべては詰めずに、調整後もある程度の平均点差 ($\alpha=15$ 点) を残す。また、調整点の平均点の順序は、素点の平均点の順序を保つ。
5. すべての対象科目のテスト得点を調整する (たとえば、地歴において、地理Bの平均点と日本史Bの平均点に大きな差が見られた場合、日本史Bの点数を上げるだけでなく、世界史Bの点数も少し上げる)。

6. 得点調整に際しては、他の教科のテスト (たとえば、国語、数学、外国語) の得点を利用しない。

という性質をもつ方法が望ましいという結論に至り、分位点差縮小法が考案されたのである。なお、この間の議論や、上記の基本方針の根拠は、平成9年11月20日に公開された、得点調整検討委員会の「まとめ」や、真弓、ほか (1999)、前川 (1999) などにその詳細が掲載されているので参考にされたい。

2. 分位点差縮小法

本節では、ある教科において3つの選択科目のテストが存在する場合に関して分位点差縮小法の説明を行う。実際、理科の場合は選択科目の数は4つであるが、3つの場合と本質的に変わらない。まず、これらのテストの得点を x_1, x_2, x_3 とし、 $0 \leq x_j \leq 100, j=1, 2, 3$ とし、その分布関数を $G_j(x), j=1, 2, 3$ とする (実際には、テスト得点是非負の整数として観測されるが、しばらくは連続量として取り扱う)。また、各テストの平均点と標準偏差をそれぞれ $(\bar{x}_j, s_j), j=1, 2, 3$ とするが、一般性を失うことなく、 $x_1 < x_2 < x_3$ とする。なお、最高平均点をもつテスト (この場合は x_3) の分布のことを、目標分布と呼ぶことがある。

これらの記号を使うと、得点調整の方法は以下のように書くことができる。

- $x_3 - x_1 > 20$ の場合にのみ得点調整を行う。
- 素点 x_j から、調整点 z_j への変換を $z_j = q_j(x_j)$ とすると、 $0 \leq z_j \leq 100$ である。ただし、 x_3 は変換しない。
- $q_j(x_j)$ は単調非減少関数であり、 $z_j \geq x_j$ である。
- $\bar{x}_3 - \bar{z}_1 = \alpha = 15$

このような条件を満たす変換にはさまざまなものが考えられるが、分位点差縮小法はこの変換として

$$z_j = q_j(x_j) = wG_3^{-1}(G_j(x_j)) + (1-w)x_j, j=1, 2 \quad (1)$$

を用いる。ただし、 G_3^{-1} はパーセントを与えたときにテスト3の分位点を算出するための分布関数の逆関数、また、

$$w = 1 - \frac{\alpha}{\bar{x}_3 - \bar{x}_1} \quad (2)$$

である。

なお、この変換 ((1) 式) により

$$\bar{z}_j = w\bar{x}_3 + (1-w)\bar{x}_j \quad (3)$$

となることは、以下のようにして示すことができる。(1)

式の第1項の部分を

$$y_j = q'_j(x_j) = G_3^{-1}(G_j(x_j)) \quad (4)$$

と置くと、これはいわゆるテスト理論でいうところの等百分位法による x_j の変換であり、 y_j は x_3 と同一の分布をすることになる(付録を参照)。したがって、 $\bar{y}_j = \bar{x}_j$ であるため、(3)式が成り立つ。ゆえに、調整点の平均点差は $\bar{x}_3 - \bar{x}_1 = \alpha$ となる。

分位点差縮小法という名称は(1)式を

$$z_j = w y_j + (1 - w) x_j \quad (5)$$

と表わしたときに、調整点が、 x_3 と等しい分位点をもつ等百分位法による調整点 y_j と、素点 x_j の中間(w による加重平均)にあることに由来している。

なお、調整点 z_j の分布関数 H_j の逆関数は

$$H_j^{-1}(p) = w G_3^{-1}(p) + (1 - w) G_j^{-1}(p), 0 \leq p \leq 1$$

として与えられることになるが、この形からも、調整点の分布関数が、素点の分布関数と目標分布の分布関数を横軸に沿って加重平均したものであることがわかる。また、その密度関数 h_j は

$$h_j(z_j) = \frac{1}{\frac{w}{g_3(G_3^{-1}(H_j(z_j)))} + \frac{1-w}{g_j(G_j^{-1}(H_j(z_j)))}}$$

として与えられる。ただし、 g_j は各テストの密度関数である。

なお、各テスト得点の分布が正規分布であれば、(4)式がいわゆる線形等化法と一致するため、分位点差縮小法による変換も線形となる。

ただ、実際には、整数として与えられるテスト得点の分布から、上記の分布関数とその逆を求めなければならない。そのための手続きを、図1に示した架空の3つの100点満点のテストの相対累積度数分布と、表1に示した、その抜粋(紙面節約のため、10点刻みのものを示した)ならびに平均点と標準偏差を用いて説明する。なお、このデータでは、 $\alpha = 15$ として、(2)式により、 $w = 0.404$ となっている。

実際の計算には(4)式に示される等百分位法と(5)式の関係を用いた方がわかりやすい。(5)式は分位点差縮小法による変換点を求めるためには、(4)式による等百分位法の変換点と素点との重み付きの平均をとればよいことを示している。たとえば、表1から、 $G_1(50) = 0.6613$ を得るため、 $70 < q'_1(50) < 80$ であることがわかる。図1から、そのおおよその値は、 $q'_1(50) \approx 73$ であることが読みとれる。したがって、

$$q_1(50) \approx 0.404 \times 73 + (1 - 0.404) \times 50 \approx 59.2$$

を得る。図1に、この過程を太い実線で示した。縦軸の0.6613のところでこの w による加重平均の過程が示されている。なお、(5)式においては y_1 にかかる重みが w であるが、図的には、この加重平均を表わす点(三角で示した)は横軸に平行な線分を $w:(1-w)$ に分割する点となっている。なお、正確な値を求めるためには、表1に示された G_3

の値からその逆関数を求める必要が生じるが、これは、たとえば、線形の補間を行えばよい。同様の操作を、 $x_2 = 50$ に関して行った例を、図1の細い実線で示した。この場合、 $G_2(50) = 0.5279$ 、 $q'_2(50) \approx 69$ であるから

$$q_2(50) \approx 0.404 \times 69 + (1 - 0.404) \times 50 \approx 57.7$$

を得る。結果は図中に丸印で示した。

上記の操作を、各テストの観測されたすべての素点に関して行えば、 $x_j, z_j, j = 1, 2$ の対応表、いわゆる、変換表が完成する。なお、テスト得点は正の整数であることが要求される場合が多いため、変換表の作成に際しては、四捨五

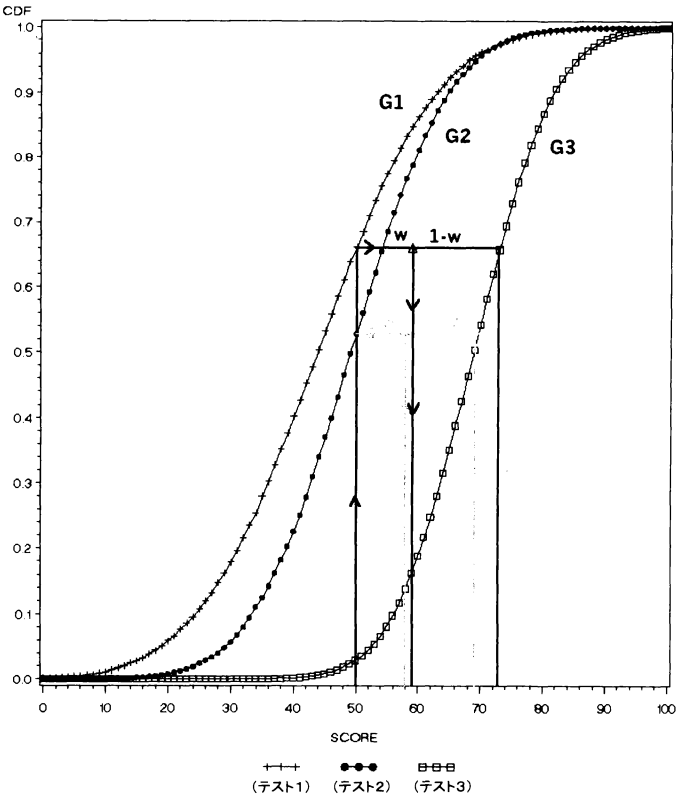


図1 相対累積度数分布と分位点

表1 相対累積度数分布 (10点刻み)

X	G ₁	G ₂	G ₃
0	0.0017	0.0000	0.0000
10	0.0114	0.0003	0.0000
20	0.0593	0.0081	0.0000
30	0.1786	0.0574	0.0000
40	0.4024	0.2265	0.0019
50	0.6613	0.5279	0.0267
60	0.8623	0.8113	0.1849
70	0.9625	0.9573	0.5419
80	0.9926	0.9947	0.8706
90	0.9998	0.9996	0.9832
100	1.0000	1.0000	1.0000
平均	44.21	49.61	69.38
標準偏差	14.93	12.19	9.88

表2 変換表 (10 点刻み)

SCORE	X_1	X_2	X_3
0	0	0	0
10	25	20	10
20	34	30	20
30	42	39	30
40	51	49	40
50	59	58	50
60	68	67	60
70	77	76	70
80	86	86	80
90	94	94	90
100	100	100	100

表3 変換点の相対累積度数分布 (10 点刻み)

X	G_{11}	G_{21}	G_3
0	0.0017	0.0000	0.0000
10	0.0017	0.0000	0.0000
20	0.0046	0.0003	0.0000
30	0.0328	0.0081	0.0000
40	0.1472	0.0677	0.0019
50	0.3770	0.2784	0.0267
60	0.6848	0.5931	0.1849
70	0.8894	0.8729	0.5419
80	0.9789	0.9801	0.8706
90	0.9973	0.9984	0.9832
100	1.0000	1.0000	1.0000
平均	54.28	57.53	69.38
標準偏差	12.99	11.26	9.88

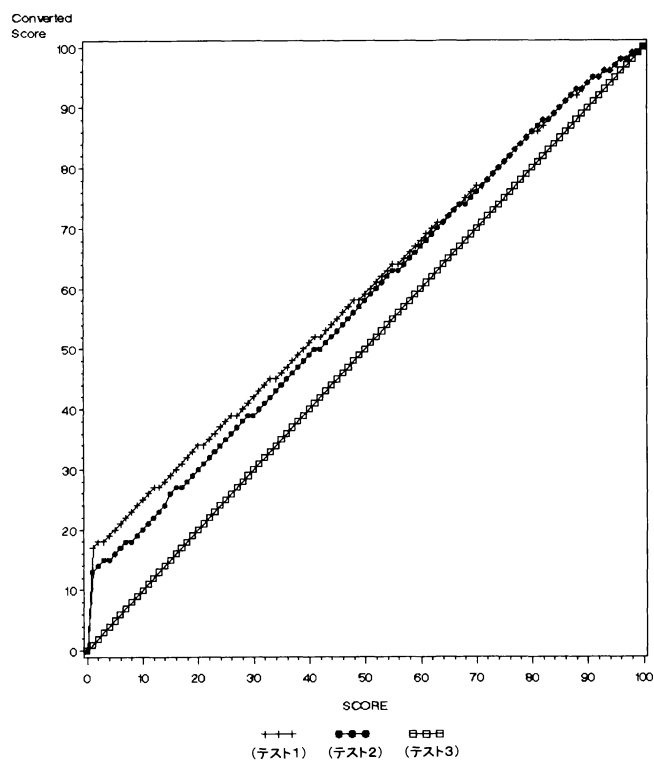


図2 変換表

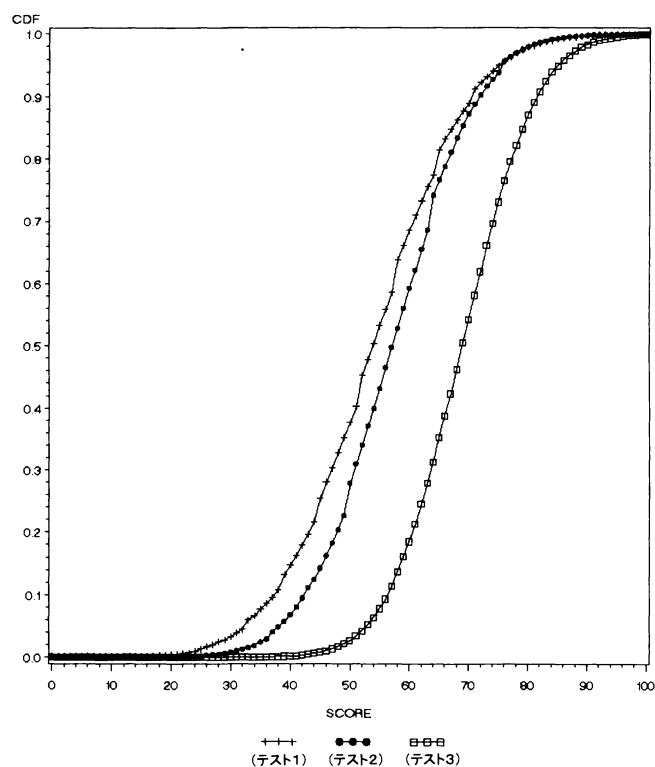


図3 変換点の相対累積度数分布

入をする必要がある。これを、10 点刻みで表2と図2に示した。なお、ここでは、テスト得点は離散変数として扱われているため、調整点の得点分布は、素点の度数分布表の素数の列に変換を施し、実現した調整点の度数分布を再計算することによって求められる。(変換によって、度数が0になる値や、同じ調整点に変換される点が出現する)。このようにして求めた調整点の相対累積度数分布を表3と図3に示した。これが、図1に示された三角や丸印を結んだものとなっている。また、 x_1 に関して、相対度数分布の変化を図4に示した。実線でつないだ分布が調整点の分布であるが、明らかに右へシフトしている。なお、同じ調整点へ変換された部分の度数が突出している。

最後に、 G_3 が G_j と交わる場合には、調整点が素点より低

いものとなる可能性があるが、その場合には、等百分位法において

$$y_j < x_j \text{ ならば } y_j = x_j$$

とする。この結果、変換後の得点(z_j , $j \neq 3$ と x_3)はすべて $z_j \geq x_j$ となり、それらの平均点の最大差が、(およそ) α 点となる。なお、この際、平均点の順序が逆転する可能性があるが、この事態への対処法も考案されている。

3. まとめ

本稿では、大学入試センター試験の選択科目間の平均点が大幅に異なる場合に用いられる分位点差縮小法について

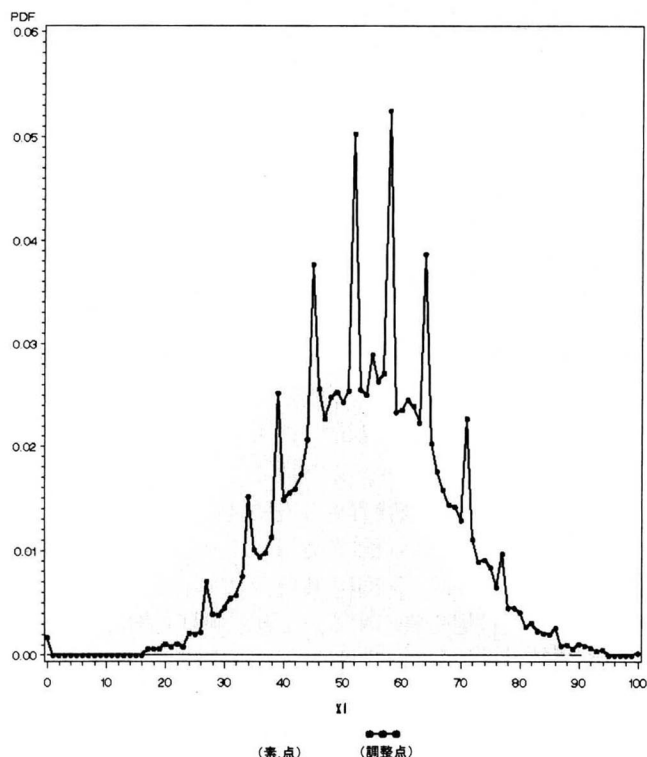


図4 変換点の相対度数分布

解説した。この方法は、先にも述べたように、得点調整に際するさまざまな社会的要請を満たすものとして考案されたもので、純粋に心理測定の見地から考案されたものではない。方法を考案した得点調整検討委員会は、心理測定や統計の専門家のみならずさまざまな分野の専門家によって構成されていたが、各委員の意見が、 w と α の2つの定数の形で集約されたものであるといえる。心理測定の立場からは、目標分布として、平均点60点をもち0点から100点の範囲で正規分布に近い形で分布するものを考え、 $\alpha=0$ 、したがって $w=1$ という形で等百分位法を行うのがオーソドックスであろうと思われる。しかし、平成10年度に分位点差縮小法による得点調整が実際に適用された際に、大きな抵抗もなく受け入れられたということは、大学入試センター試験の選択科目の得点調整法として、この方法が社会

的に認知されたということであろう。

(2001年7月3日受付)

参考文献

- 1) H. Gulliksen: Theory of Mental Tests. New York, Wiley (1950)
- 2) 池田, 藤田, 柳井, 繁樹 (監訳), R. L. Linn (編): 教育測定学 原著第3版, みくに出版 (1992) (特に第6章 尺度化, 規準化, および等化を参照)
- 3) H. I. Braun and P. W. Holland: Observed-Score Test Equating: A Mathematical Analysis of Some ETS Equating Procedures, In Holland, P. W. and D. B. Rubin (Eds.), Test Equating, Academic Press, Inc. New York (1982)
- 4) M. J. Kolen and R. L. Brennan: Test Equating, Methods and Practices. New York, N. Y., Springer-Verlag, New York, Inc. (1995)
- 5) 芝, 渡部: 入試データの解析, 新曜社 (1988)
- 6) 前川眞一: (1999) 得点調整の方法について, 柳井, 前川 (編), 大学入試データの解析 [理論と応用] 第II-3章, 88/109, 現代数学社 (1999)
- 7) 真弓, 村上, 白旗, 吉村, 前川: 大学入試センター試験の得点調整について—基本的な考え方と方法—, 大学入試フォーラム, No. 21, 4/18 (1999)

付録: 等百分位法

分布関数が単調増加関数であること、ならびに、 $G_j(X_j)$ を確率変数とみなしたものは区間 $[0, 1]$ で一様分布をすることに注意すれば、任意の定数 a に関して、

$$\begin{aligned} Pr(Y_j \leq a) &= Pr(G_j^{-1}(G_j(X_j)) \leq a) \\ &= Pr(G_j(X_j) \leq G_j(a)) \\ &= G_j(a) = Pr(X_j \leq a) \end{aligned}$$

となり、 Y_j の分布は X_j の分布と等しくなる。

[著者紹介]

まえ かわ しん いち
前 川 眞 一 君



1952年生。75年東京大学文学部心理学科卒業。77年同大学院人文科学研究科心理学専修課程修了後、79年より米国アイオワ大学 (The University of Iowa, college of Education) へ留学。85年 Ph. D in Education, 86年アイオワ大学統計学客員講師を経て大学入試センター研究部助教授。2000年同教授。主な研究領域は、テスト理論、心理測定、多変量解析等である。