

項目累積型時間－得点率曲線による障害受験生に対する試験時間延長率の新しい推定法
藤芳 衛（大学入試センター）

あらまし

限られた被験者数でもスムーズで安定した曲線が得られる項目累積型時間－解答率曲線及び時間－得点率曲線を新たに定義し、試験時間を制限しない作業制限法の実験で収集したテスト・データから時間制限法の通常の試験における障害受験生に対する公正かつ適切な試験時間延長率を推定する新しい推定法を提案する。本推定法による大学入試センター試験の国語・数学・英語の3教科の試験時間延長率の推定値は、点字問題冊子使用の重度視覚障害受験生及び拡大文字問題冊子等使用の弱視受験生に対する試験時間延長措置の根拠を定量的に明らかにするものであった。また、試験方法をよりいっそう改善するためには国語等、読まねばならない問題文の量が特に多い科目についてはさらに試験時間を延長する必要性も見いだされた。

1. はじめに

大学入試センター試験（以下「センター試験」と略称）はその前身である共通第1次学力試験の開発当初の1979年度から障害を有する受験生（以下「障害受験生」と略称）を始めすべての受験生に配慮してテストを設計するいわゆるテストのユニバーサル・デザインの設計理念に基づいて開発されてきた。障害受験生に対してはその障害の種類と程度とに応じて種々の受験特別措置が講じられている。一般に障害の要因の影響をできる限り排除して障害受験生の学力や適性を評価するためにはその障害受験生が有する障害の種類と程度とに応じて試験時間を延長する措置を必要とする。現在、我が国の試験時間延長率は米国の延長率の半分程度にすぎない（藤芳, 1994, 1995a, 1997; Willingham, Ragosta, Bennette, Braun & Powers, 1988）。しかし、従

来の試験時間延長率は単なる経験則によるものにすぎない。被験者数が限られるため多変量的手法が適用できず定量的推定に関する研究は方法論的に不可能とされてきた。

最近、実験で収集された健常受験生群と障害受験生群の解答所要時間の1要因の分布を比較して推定する方法が試みられている（藤芳, 1997; Ragosta & Wendler, 1992）。また、解答所要時間と得点の2要因の分布から推定する方法が開発されている（藤芳, 1999）。しかし、障害受験生はその障害の種類と程度において多様であり被験者数もきわめて限られるため被験者累積型曲線による推定法では誤差が大きくなるおそれがある。

本研究は、限られた被験者数でもスムーズで安定した曲線が得られる項目累積型時間－解答率曲線及び時間－得点率曲線を新たに定義し、試験時間を制限しない作業制限法の実験で収集した健常受験生群と障害受験生群のテスト・データから時間制限法の通常の試験における障害受験生に対する公正かつ適切な試験時間延長率を推定する新しい推定法を提案する。また、点字受験生に加えて弱視受験生に対する試験時間延長率の推定を試みる。

2. 項目累積型時間－解答率曲線と時間－得点率曲線の定義

障害受験生に対する試験時間延長率の新しい推定法を開発するため項目累積型時間－解答率曲線及び項目累積型時間－得点率曲線を次のように定義する(Fujiyoshi, Fujiyoshi & Ishizuka, 2001)。

n 人の被験者を $subject_1, subject_2, \dots, subject_n$ とおき、 m 個の項目を $item_1, item_2, \dots, item_m$ とおく。それぞれの項目 $item_1, item_2, \dots, item_m$ に対し、 $item_j$ の得点を $score_j$ とおく。

$t_{i,j}$ を被験者 $subject_i$ が項目 $item_j$ を解答した

時間とする。ただし、被験者 $subject_i$ が項目 $item_j$ に解答しなかった場合は $t_{ij} = \infty$ とする。 $t_{\max}$ を $\max\{t_{ij} \mid 1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq m, t_{ij} \neq \infty\}$ とする。整数 c_{ij} を次のように定義する。もし、被験者 $subject_i$ が項目 $item_j$ に正解したならば $c_{ij} = 1$ とし、それ以外の場合は $c_{ij} = 0$ とする。

被験者 $subject_i$ の項目 $item_j$ に対する、項目解答関数 IC_{ij} を次のように定義する。もし、 $t < t_{ij}$ ならば、 $IC_{ij}(t) = 0$ とし、 $t_{ij} \leq t$ ならば $IC_{ij}(t) = 1$ とする。

定義 1

被験者 $subject_i$ に対する、項目累積型時間－解答関数 $ICTC_i$ を次のように定義する。

$$ICTC_i(t) = \sum_{j=1}^m IC_{ij}(t)$$

また、被験者 $subject_i$ に対する、項目累積型時間－得点関数 $ICTS_i$ を次のように定義する。

$$ICTS_i(t) = \sum_{j=1}^m c_{i,j} \cdot score_j \cdot IC_{ij}(t)$$

定義 2

項目累積型時間－解答率関数 $ICTCR$ を次のように定義する。

$$ICTCR(t) = \sum_{i=1}^n ICTC_i(t) / \sum_{i=1}^n ICTC_i(t_{\max})$$

また、項目累積型時間－得点率関数 $ICTSR$ を次のように定義する。

$$ICTSR(t) = \sum_{i=1}^n ICTS_i(t) / \sum_{i=1}^n ICTS_i(t_{\max})$$

定義 3

項目累積型時間－解答率曲線は、時間を横軸にとり、各時刻 t における項目累積型時間－解答率 $ICTCR(t)$ を縦軸にプロットした曲線である。また、項目累積型時間－得点率曲線は、時間を横軸にとり、各時刻 t における項目累積型時間－得点率 $ICTSR(t)$ を縦軸にプ

ロットした曲線である。

3. 試験時間延長率の推定実験

3-1 実験目的

2 節で定義した項目累積型時間－解答率曲線及び時間－得点率曲線によって実験的に収集したテスト・データを分析し、障害受験生に対する試験時間延長率を推定する。

3-2 実験方法

被験者はセンター試験を受験している音楽大学をのぞく 4 年制大学の学生。健常受験生群は国公立大学の 1 年生 99 名。視覚障害受験生は国公立大学の 1, 2 年生。弱視受験生群は拡大文字問題冊子等使用の学生 8 名。視力は良い方の目の矯正視力が 0.01～0.1, 中央値は 0.1。点字受験生群は点字問題冊子使用の学生 17 名。

実験システムは、ペン・コンピュータを使用して開発した CBT (Computer-Based Test) である。この CBT でセンター試験等、マークシート解答方式の紙筆テストの解答過程のテスト・データを擬似的に収集可能であることが示されている(Fujiyoshi, Fujiyoshi & Ishizuka, 2001, 藤芳・石塚, 1996)。

健常受験生群には CBT で出題し解答を求める。一方、弱視受験生群には通常の拡大文字問題冊子で、また点字受験生群には通常の点字問題冊子で出題する。弱視受験生及び点字受験生の解答過程は、検査者が受験生の解答行動を観察しながら受験生に代わって CBT にペン・タッチ入力する。

記録は、すべてコンピュータ内蔵のハードディスク上に自動的になされる。ページがくられる度にそのページ番号と時刻が、またマークシート欄がタッチされる度に解答番号と選択肢番号及び時刻と得点が記録される。

手続きは、教示後試験時間を制限しない作業制限法で共通第 1 次学力試験の過去問で作成した国語・数学・英語の 3 教科の問題の解答を求める。

3-3 実験結果

3-3-1 得点分布

3 被験者群の得点分布は 3 教科ともおおむね同様であった。3 被験者群の国語・数学・英語の 3 教科の得点分布の箱ひげ図を図 1 に示す。箱の中の中央の縦線は中央値を示す。また、箱の中の＋マークは参考のために示した平均値である。

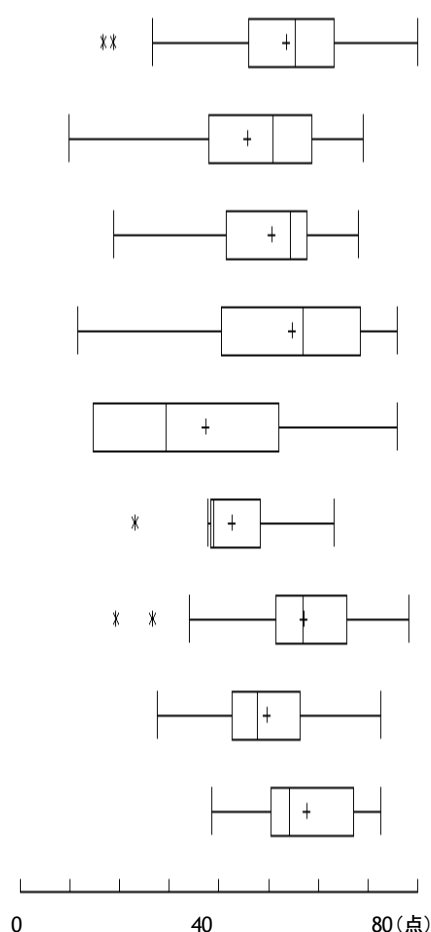


図 1 教科別得点分布の箱ひげ図

3 被験者群の教科別の中央値は、健常受験生群の方が弱視受験生群及び点字受験生群よりも 80 点満点で 28 点ないし 3 点ほど高いけれども、マン・ホイットニー検定の結果は有意ではなかった。

3-3-2 項目累積型曲線の作成

2 節の項目累積型曲線の定義に基づきテスト・データから項目累積型時間－得点率曲線

を作成した。縦軸は得点ではなく得点率である。被験者が正解して得点をとる度にその解答所要時間までに被験者群が獲得した得点を累積し、この累積得点を最終的に被験者群が獲得する全得点の合計で割った相対累積得点を算出し、プロットしたものである。

図 2 に 3 被験者群の項目累積型時間－得点率曲線を示す。左側の×の描く曲線が健常受験生群の項目累積型時間－得点率曲線である。細線は時間－得点率曲線をスムージングするとともに定式化するために当てはめた複合ワイブル分布関数のグラフである。中央の×の描く曲線が弱視受験生群である。太線は同じく複合ワイブル分布関数のグラフである。右側の+の描く曲線が点字受験生群である。破線はワイブル分布関数のグラフである。

3 被験者群の時間－得点率曲線は 3 教科ともほぼ同様であった。健常受験生群の曲線は非常にスムーズである。点字受験生群の曲線も比較的スムーズである。しかし、弱視受験生群の曲線はかなり蛇行している。

比較のため、項目累積型時間－解答率曲線を作成した。図 3 に 3 被験者群の 3 教科別時間－解答率曲線を示す。

3-3-3 試験時間延長率の推定

試験時間延長率の推定理念は次の通りである。通常の時間制限法の試験時間までに健常受験生群が獲得する得点率または到達する解答率までは障害受験生群にも等しく解答所要時間を保障するものである。

図 2 の国語の時間－得点率曲線を例として試験時間延長率の推定手順を示す。推定にあたっては項目累積型曲線それ自体は不連続であり蛇行しているため曲線をスムージングし定式化した複合ワイブル分布関数を使用する。

まず、健常受験生群が試験時間内に獲得する得点率を推定する。問題量から換算して本実験の試験時間は 3 教科とも通常試験の 40 分に相当する。図中、解答所要時間 40 分を表す縦線と健常受験生群の曲線の交点の縦座標

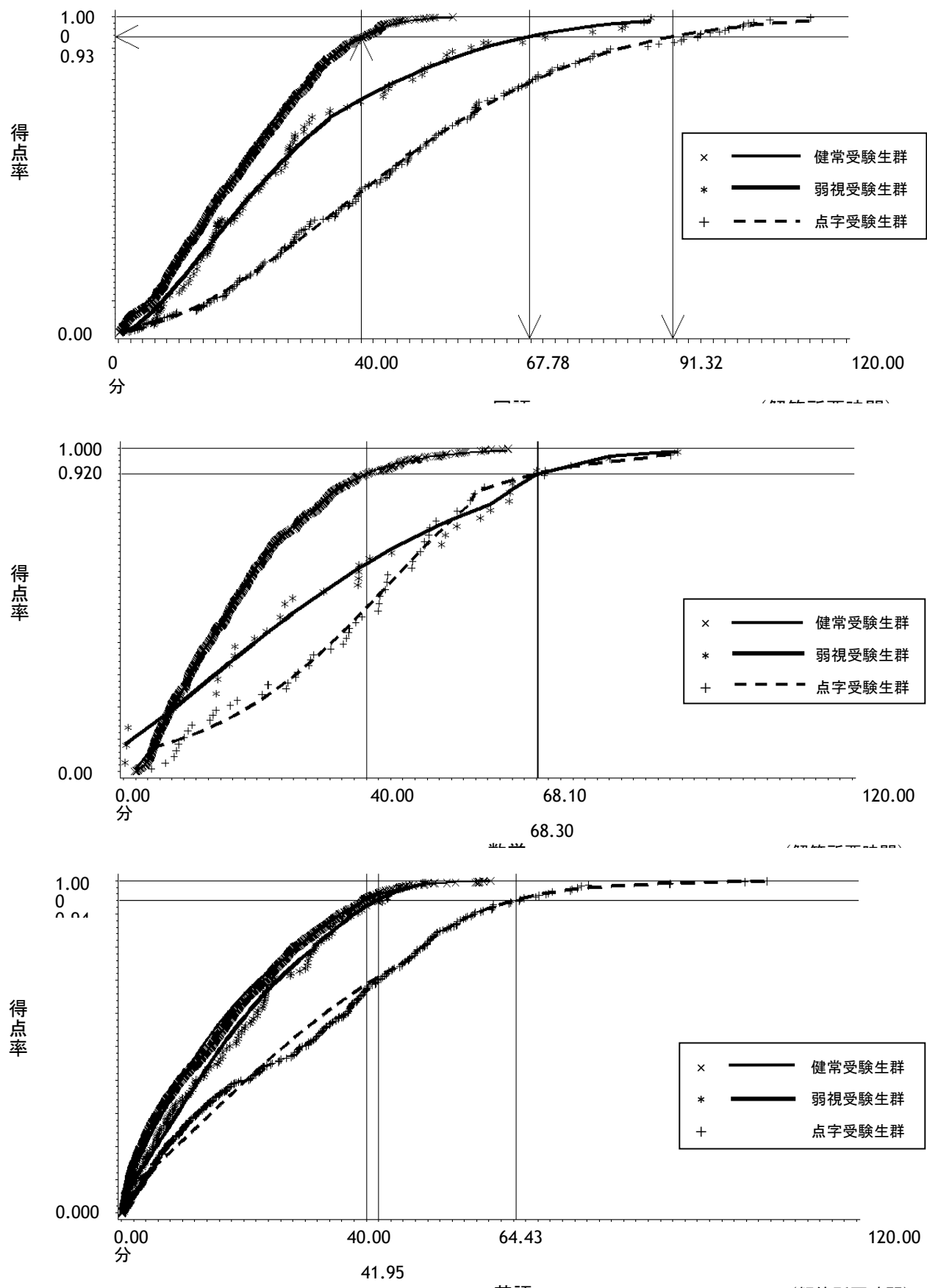


図 2 項目累積型時間－得点率曲線

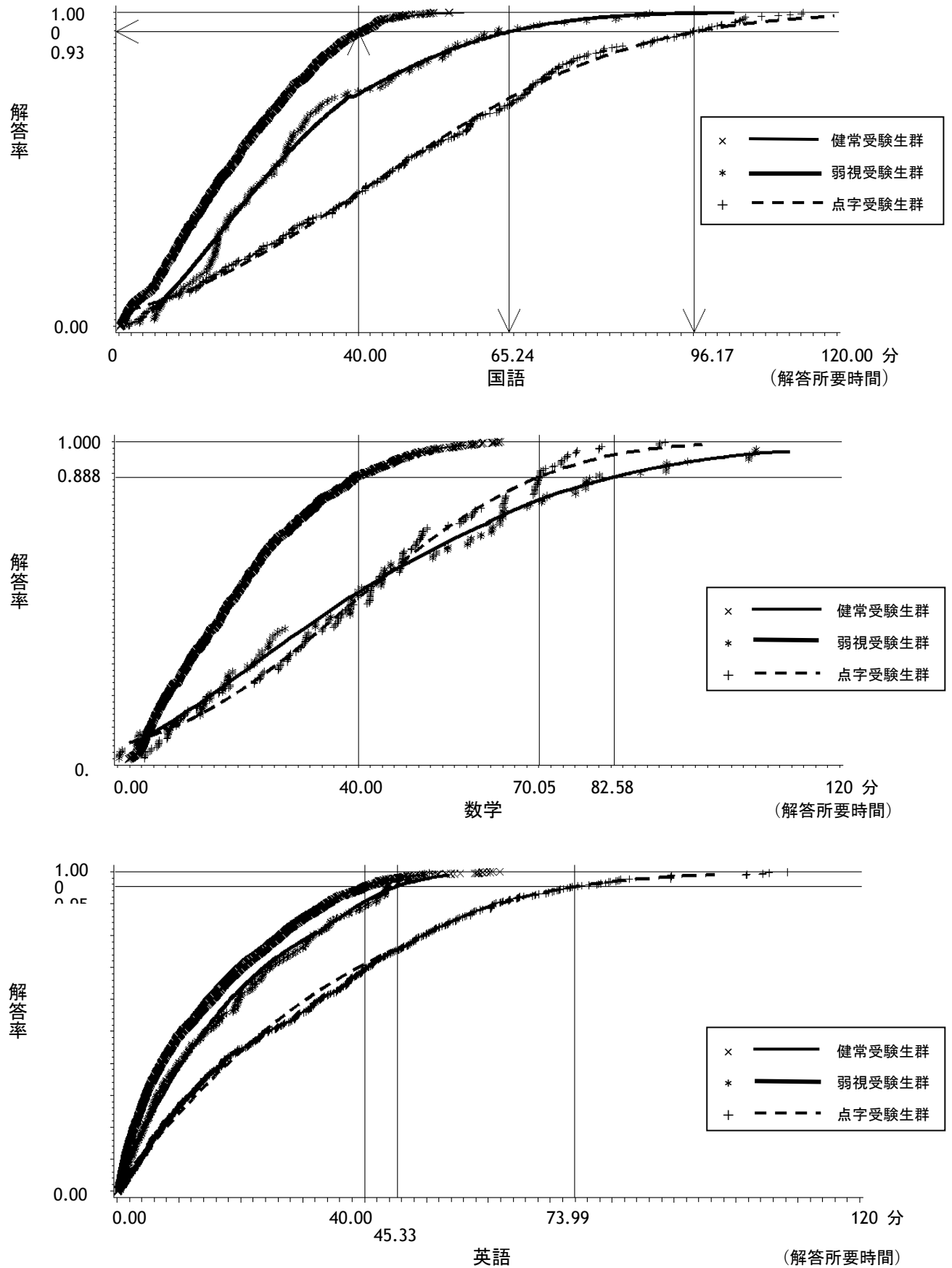


図 3 項目累積型時間－解答率曲線

が求める得点率である。国語の場合、得点率は 0.936 であった。

次に弱視受験生群及び点字受験生群に保障すべき解答所要時間を推定する。図中、縦線と健常受験生群の曲線の交点を通る横線が障害受験生群に保障すべき得点率を表す。この横線と弱視受験生群及び点字受験生群の曲線の交点の横座標がそれぞれ障害受験生群に保障すべき解答所要時間である。国語の場合、健常受験生群 40 分に対して弱視受験生群が 67.78 分、点字受験生群が 91.32 分であった。

障害受験生に対する試験時間延長率の推定値は、通常の試験時間に相当する健常受験生群の解答所要時間（40 分）に対する障害受験生群に保障すべき解答所要時間の倍率とする。弱視受験生群に対する延長率は $67.78/40.00 =$

1.696 倍、点字受験生群に対する延長率は $91.32/40.00 = 2.284$ 倍であった。

3-3-4 試験時間延長率の推定値

項目累積型時間－得点率曲線によって推定した 3 教科別の試験時間 40 分における健常受験生群の得点率と 3 被験者群の解答所要時間及び試験時間延長率の推定値を表 1 に示す。

同様に、項目累積型時間－解答率曲線によって推定した 3 教科別の試験時間 40 分における健常受験生群の解答率と 3 被験者群の解答所要時間及び試験時間延長率の推定値を表 2 に示す。

また、参考のため被験者累積型時間－得点率曲線による試験時間延長率の推定値（藤芳，1999）を表 3 に、被験者累積型時間－解答率曲線による試験時間延長率の推定値（藤芳，1997）を表 4 に示す。

表 1 項目累積型時間－得点率曲線による
試験時間延長率の推定値

教科	受験生	得点率	解答時間	延長率
国語	健常群	0.936	40.00	1.000
	弱視群	0.936	67.78	1.696
	点字群	0.936	91.32	2.284
数学	健常群	0.920	40.00	1.000
	弱視群	0.920	68.30	1.706
	点字群	0.920	68.10	1.701
英語	健常群	0.942	40.00	1.000
	弱視群	0.942	41.95	1.049
	点字群	0.942	64.43	1.611

表 3 被験者累積型時間－得点率曲線による
試験時間延長率の推定値

教科	受験生	得点率	解答時間	延長率
国語	健常群	0.690	40.00	1.000
	弱視群	0.690	61.53	1.538
	点字群	0.690	92.97	2.324
数学	健常群	0.549	40.00	1.000
	弱視群	0.549	51.05	1.276
	点字群	0.549	60.68	1.517
英語	健常群	0.664	40.00	1.000
	弱視群	0.664	45.31	1.133
	点字群	0.664	66.99	1.675

表 2 項目累積型時間－解答率曲線による
試験時間延長率の推定値

教科	受験生	解答率	解答時間	延長率
国語	健常群	0.937	40.00	1.000
	弱視群	0.937	65.24	1.629
	点字群	0.937	96.17	2.401
数学	健常群	0.888	40.00	1.000
	弱視群	0.888	82.58	2.062
	点字群	0.888	70.05	1.749
英語	健常群	0.953	40.00	1.000
	弱視群	0.953	45.33	1.133
	点字群	0.953	73.99	1.850

表 4 被験者累積型時間－解答率曲線による
試験時間延長率の推定値

教科	受験生	解答率	解答時間	延長率
国語	健常群	0.693	40.00	1.000
	弱視群	0.693	57.14	1.428
	点字群	0.693	92.83	2.321
数学	健常群	0.549	40.00	1.000
	弱視群	0.549	59.80	1.495
	点字群	0.549	65.30	1.633
英語	健常群	0.664	40.00	1.000
	弱視群	0.664	44.36	1.116
	点字群	0.664	69.46	1.737

表 1～表 4 に見るように、4 つの推定法の推定値は被験者群と教科別にほぼ同様であった。国語は、弱視受験生群が 1.428 倍～1.696 倍、点字受験生群が 2.284 倍～2.401 倍であった。数学は、弱視受験生群が 1.495 倍～2.062 倍、点字受験生群が 1.517 倍～1.749 倍であった。英語は、弱視受験生群が 1.049 倍～1.133 倍、点字受験生群が 1.611 倍～1.850 倍であった。

解答所要時間と得点の 2 要因の分布から推定した項目累積型時間－得点率曲線による延長率（表 1）と解答所要時間の 1 要因の分布から推定した時間－解答率曲線による延長率（表 2）を比較すると、国語の弱視受験生群はほぼ同様であるけれども時間－得点率曲線による推定値の方が時間－解答率曲線による推定値よりも小さい。

3-4 考察

本研究は、項目累積型時間－得点率曲線及び時間－解答率曲線を新たに定義し、試験時間を制限しない作業制限法の実験で収集したテスト・データをできる限り活用して試験時間を制限する通常の試験における障害受験生に対する公正かつ適切な試験時間延長率の推定法の研究である。本推定法による弱視受験生群と点字受験生群に対する試験時間延長率の推定値は、数学と英語は現行のセンター試験の延長率とほぼ同様であった。一方、国語の推定値は現行の延長率よりかなり大きい。現行のセンター試験では拡大文字問題冊子等を使用する良い方の目の矯正視力が 0.15 未満の弱視受験生に対しては 1988 年度から試験時間を 1.3 倍に延長する措置が実施されている。また、点字使用の視覚障害受験生に対しては共通第 1 次学力試験の初年度 1979 年度から 1.5 倍の時間延長が措置されている（藤芳，1995b; 大学入試センター，2001）。

項目累積型時間－得点率曲線による推定値で見ると、英語は、弱視受験生群が 1.049 倍であり、延長率 1.0 倍から現行のセンター試験の 1.3 倍の間に収まっている。同様に、

点字受験生群も 1.611 倍であり、現行の 1.5 倍とほぼ同様であった。また、数学の延長率も、弱視受験生群が 1.706 倍であるけれども現行の 1.3 倍よりは非常に大きいとはいえない。被験者数が 4 名ときわめて少ないため、信頼性に問題があり、現行の延長率より非常に大きいとはいえない。点字受験生群は 1.701 倍であり、現行の 1.5 倍よりは若干大きいけれどもほぼ同様であった。一方、国語の延長率は、弱視受験生群が 1.696 倍と現行の 1.3 倍より大きい。また、点字受験生群も 2.284 倍と現行の 1.5 倍よりかなり大きい。このように両受験生群の延長率の推定値は、数学と英語については現行の延長率とほぼ同様であった。しかし、国語に関しては現行の延長率よりかなり大きい値が推定されている。

4. 結論

従来、センター試験の視覚障害受験生に対する試験時間延長措置の根拠は単なる経験則にすぎず定量的な説明が求められていた。本研究等、一連の研究により理論的根拠が定量的に明らかとなってきた。また、センター試験の試験方法をよりいっそう改善するためには現行の全教科一律弱視受験生 1.3 倍、点字受験生 1.5 倍から国語等、読まねばならない問題文の量等が特に多い科目については両受験生群とも試験時間をさらに延長する必要性も見いだされた。

項目累積型時間－得点率曲線による推定法は方法論的に次の特色を持っている。

第 1 に、項目累積型曲線は曲線を構成する実測点の数が被験者累積型曲線より遥かに多く、被験者数が限られていてもスムーズな安定した曲線が得られる。従来の被験者累積型曲線は、曲線を構成する実測点の数は被験者数と等しい。しかし、項目累積型曲線は曲線を構成する実測点の数は、全被験者が解答した項目数の和、または全被験者が正解した項目数の和となる（Fujiyoshi, Fujiyoshi & Ishizuka, 2001）。

第 2 に、項目累積型時間－得点率曲線による推定法は被験者累積型時間－得点率曲線による推定法と同様、解答所要時間と得点の 2 要因の分布からの推定法である。健常受験生群と障害受験生群の得点分布がある程度異なっているにもかかわらず公正な延長率を推定可能である。

第 3 に、被験者累積型曲線による推定法と同様、公正な試験時間延長率を推定可能である。通常の試験時間における健常受験生群の解答率または得点率までは健常受験生群も障害受験生群も等しく解答を終了したりあるいは得点を獲得することができる。

第 4 に、項目累積型曲線には複合ワイブル分布関数によるスムージングと定式化が可能であった。

最後に、障害受験生等、小標本を取り扱うために従来の被験者累積型曲線に加えて項目累積型の曲線の利用を提案するとともに現在その特性を定量的に明らかにする方法論を検討している。

参考文献

大学入試センター (2001) 大学入試センター試験受験案内別冊

藤芳 衛 (1994) 米国の進学適性検査 SAT テストにおける障害受験生への受験特別措置について、大学入試フォーラム, No. 17. pp. 100-107.

藤芳 衛 (1995a) 米国の進学学力検査 ACT テストにおける障害受験生への受験特別措置について、大学入試フォーラム, No. 18. pp. 127-134.

藤芳 衛 (1995b) 共通 1 次試験における障害受験生の得点分布に影響する障害の要因と試験方法の要因, 特殊教育学研究, 33 (2), 61-70.

藤芳 衛 (1997) 集団応答曲線による視覚障害受験生に対する試験時間延長量の推定法, 大学入試センター研究紀要, No. 27. pp. 1-18.

藤芳 衛 (1999) 時間－得点率曲線による障害受験生に対する試験時間延長量の推定法の改良, 大学入試研究ジャーナル, No. 9. pp.

31-37.

Fujiyoshi, M., Fujiyoshi, A., & Ishizuka, T. (2001) Comparability of Paper-and-Pencil Tests and Computer-Based Tests in Terms of Distributions of Completion Time and Score. The National Center for University Entrance Examinations Research Bulletin, No. 30. 67-82.

藤芳 衛・石塚智一 (1996) 試験の解答過程分析用コンピュータライズド・テスト・システムの開発, 大学入試研究ジャーナル, No. 6. pp. 16-24.

Ragosta, M., & Wendler, C. (1992) Eligibility issues and comparable time limits for disabled and nondisabled SAT examinees. ETS Research Report, RR-92-35. 1-33.

Willingham, W. W., Ragosta, M., Bennett, R. E., Braun, H., Rock, D. A., & Powers, D. E. (1988) Testing handicapped people. Massachusetts: Allyn and Bacon, Inc.