

時間一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

大学入試センター 藤芳 衛

1 はじめに

障害を有する受験生（以下「障害受験生」と略称）に対する試験時間延長量を定量的に推定するため、視覚障害受験生をモデルとして時間一得点率曲線による新たな推定法を開発し、推定法を改良する。障害受験生に対して大学入試センター試験（以下「センター試験」と略称）等、公正に試験を実施するためにはその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。現在の我が国の試験時間延長量は米国の延長量の半分程度に過ぎない（藤芳, 1994, 1995 a, 1995 b, 1997, Willingham, Lagosta, Bennett, et al., 1988）。この日米の差異の理論的な説明も要求される。しかし、従来の我が国の試験時間延長量は単なる経験則に基づくものであって、定量的根拠が明らかでなかった。

一般に試験時間の延長量の推定は解答所要時間と得点の2要因の分布から推定する必要がある。筆者は昨年までに時間一解答率曲線（従来集団応答曲線と呼ばれていた曲線）による推定法を開発した（藤芳, 1997）。しかし、この推定法は解答所要時間の1要因の分布から推定するものであった。又、米国の推定法の研究も解答所要時間の1要因からの推定に過ぎない（Lagosta & Wendler, 1992）。

今回開発した時間一得点率曲線による推定法は、時間一解答率曲線による推定法をさらに改良し、解答所要時間と得点の2要因の分布からの推定を初めて可能にした。試験時間を制限しない作業制限法の実験データから試験時間を制限する通常の試験における障害受

験生に対する試験時間延長量を推定することができる。健常受験生群と障害受験生群の時間一得点率曲線を算出し、得点率で比較して推定する。実験の結果、推定値はセンター試験等、我が国の試験時間延長措置の理論的根拠を定量的に明らかにするものであった。

2 方法

被験者はセンター試験を受験した音楽大学をのぞく4年制大学の学生。健常受験生群はセンター試験の国語・数学・英語の3教科を受験した大学1年生99名。視覚障害受験生群はセンター試験の国語・数学・英語の3教科のうち2教科以上を受験した点字使用の大学1, 2年生17名。

実験システムは、ペン・コンピュータ（アミティーSV, 三菱電機製）を使用して開発したコンピュータライズド・テスト・システム（藤芳・石塚, 1996）を使用する。ペン・コンピュータは、大きさがA4サイズで、厚さが2.54cmと薄型軽量である。本体上面はB5版よりやや小さい縦長液晶画面である。縦1024ドット、横768ドットの白黒16階調で画像を表示する。主入力装置は付属の電子ペンである。

健常受験生用コンピュータライズド・テスト・システムの操作感覚はマークシート解答方式のペーパー・ペンシル・テストと同様である。そのコンピュータ画面を図1に示す。電子ペン1本で自由にページを繰りながら画面に表示される問題を読み、画面にメモを上書きしながら問題を解き、画面下部のマークシート欄をタッチして解答することができる。

一方、視覚障害受験生の点字問題の解答過

程はペン・コンピュータを使用して開発した解答過程記録システムで記録する(藤芳, 1997)。そのコンピュータ画面を図2に示す。検査者が視覚障害受験生に代わってページ番号や解答内容を入力する。

記録は、すべて内蔵のハードディスクに自動的になされる。ページが繰られる度にそのページ番号と時刻が、又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と得点及び時刻が記録される。

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一次試験の国語・数学・英語の3教科の過去の問題の解答を求める。

実験期間は、健常受験生群は1994年～1996年。視覚障害受験生群は1995年～1997年。

3 結果

3.1 時間一得点率曲線とワイブル分布関数による定式化

得点を加味して両受験生群の解答所要時間を比較可能にするため、時間一得点率曲線を作成した。時間一得点率曲線は横軸に解答所要時間を取り、縦軸に解答所要時間に対するそれまでに解答を終了した受験生が獲得した得点の累積、すなわち得点率(相対累積得点)を取りプロットしたものである。

時間一得点率曲線をワイブル分布関数で定式化した(古川, 1996)。ワイブル分布関数の推定には3パラメータのワイブル分布関数を使用した(藤田, 1975)。位置パラメータを t_0 、尺度パラメータを τ 、形状パラメータを m とする。

ワイブル分布関数は、解答所要時間から得

点率への関数と見ることができる。解答所要時間を x 、得点率(相対累積得点)を $r(x)$ とする時(1)式で表される。

$$r(x) = 1 - \exp(-((x - t_0)/\tau)^m) \dots\dots(1)$$

一方、ワイブル分布関数の逆関数は得点率から解答所要時間への関数と見ることができる。得点率を x 、得点率に対する解答所要時間の推定値を $t(x)$ とする時(2)式で表される。

$$t(x) = t_0 + \tau(\log_e(1/(1-x)))^{1/m} \dots\dots\dots(2)$$

時間一得点率曲線にはワイブル分布関数のグラフがよく適合する。両受験生群の時間一得点率曲線にワイブル分布関数を当てはめ定式化するため、ワイブル・パラメータの推定を行った。両受験生群は3教科ともワイブル・パラメータの推定がすべて可能であった。両受験生群のワイブル・パラメータの推定値を表1に示す。又、両受験生群の教科別の時間一得点率曲線とワイブル分布関数のグラフを図3～図5に示す。図中、十字のマークは個々の被験者の解答所要時間と得点率の実測値である。十字マークの描く曲線が時間一得点率曲線である。右上上がりの実線が推定したワイブル分布関数のグラフである。時間一得点率曲線の実測値がワイブル分布関数のグラフによく適合していることが読み取れる。

3.2 解答所要時間の推定値とその倍率

両受験生群の時間一得点率曲線を得点率で比較するため、(2)式のワイブル分布関数の逆関数 $t(x)$ を使用して両受験生群の解答所要時間の推定値と健常受験生群に対する視覚障害受験生群の解答所要時間の推定値の倍率

表1 時間一得点率曲線のワイブルパラメータの推定値

教科	健常受験生群			視覚障害受験生群		
	位置(t_0)	尺度(τ)	形状(m)	位置(t_0)	尺度(τ)	形状(m)
国語	9.503	29.147	3.493	51.276	38.226	1.820
数学	19.450	22.845	2.150	36.439	28.247	1.486
英語	16.100	23.122	2.632	35.430	30.120	1.867

表2 各得点率に対する両受験生群の解答所要時間とその倍率

得点率	国語		数学		英語				
	解答所要時間 障害群	倍率 健常群	解答所要時間 障害群	倍率 健常群	解答所要時間 障害群	倍率 健常群			
0.10	62.38	24.81	2.51	42.66	27.47	1.55	44.46	25.94	1.71
0.20	68.05	28.48	2.39	46.74	30.82	1.52	48.92	29.18	1.68
0.30	72.97	31.21	2.34	50.56	33.60	1.50	52.77	31.73	1.66
0.40	77.71	33.56	2.32	54.42	36.17	1.50	56.45	34.02	1.66
0.50	82.53	35.75	2.31	58.52	38.72	1.51	60.19	36.22	1.66
0.60	87.71	37.93	2.31	63.08	41.39	1.52	64.18	38.47	1.67
0.70	93.61	40.25	2.33	68.45	44.36	1.54	68.70	40.92	1.68
0.80	100.93	42.91	2.35	75.35	47.96	1.57	74.30	43.81	1.70
0.90	111.73	46.52	2.40	85.95	53.13	1.62	82.52	47.85	1.72

を求め表2に示す。

0.10~0.90間の0.10刻みの得点率に対する解答所要時間の推定値の倍率は3教科ともすべて1.50倍を超えている。国語では視覚障害受験生群は健常受験生群の2.31倍以上の解答所要時間を要している。数学では1.50倍以上である。又、英語では1.66倍以上である。得点率に対する解答所要時間の倍率の傾向は3教科とも一致している。0.10から0.40または0.50まで得点率が増加するにつれて倍率は減少する。それを超えて0.90まで得点率が増加するにつれて倍率は逆に増加する。

3.3 試験時間延長量の推定

時間—得点率曲線による推定法に基づき、視覚障害受験生に対する試験時間延長量を推定する手順は次の通りである。本実験の試験問題の問題量は3教科とも通常試験の40分に相当する。この40分を(1)式のワイブル分布関

数に代入し、健常受験生群の得点率を求めた。国語は0.690、数学は0.549、英語は0.664である。次にこの得点率を(2)式のワイブル分布関数の逆関数に代入し、視覚障害受験生群の解答所要時間の推定値を求めた。健常受験生群の解答所要時間は計算するまでもなくもとの40分である。健常受験生群に対する視覚障害受験生群の解答所要時間の推定値の倍率を試験時間延長量の推定値とする。

本推定法に基づく試験時間40分における得点率と試験時間延長量の推定値を表3に示す。国語が2.32倍、数学が1.52倍、英語が1.67倍であった。比較のため、時間—解答率曲線による推定法に基づく試験時間40分における解答率と試験時間延長量の推定値、及び、両受験生群の解答所要時間と得点との間のピアソンの相関係数を表3に示す。

表3 時間—得点率曲線と時間—解答率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値

教科	時間—得点率曲線		時間—解答率曲線		解答所要時間と得点との相関係数	
	得点率	推定値	解答率	推定値	健常受験生群	視覚障害受験生群
国語	0.690	2.32	0.693	2.32	0.06	0.07
数学	0.549	1.52	0.549	1.63	0.06	-0.81
英語	0.664	1.68	0.664	1.74	-0.02	-0.59

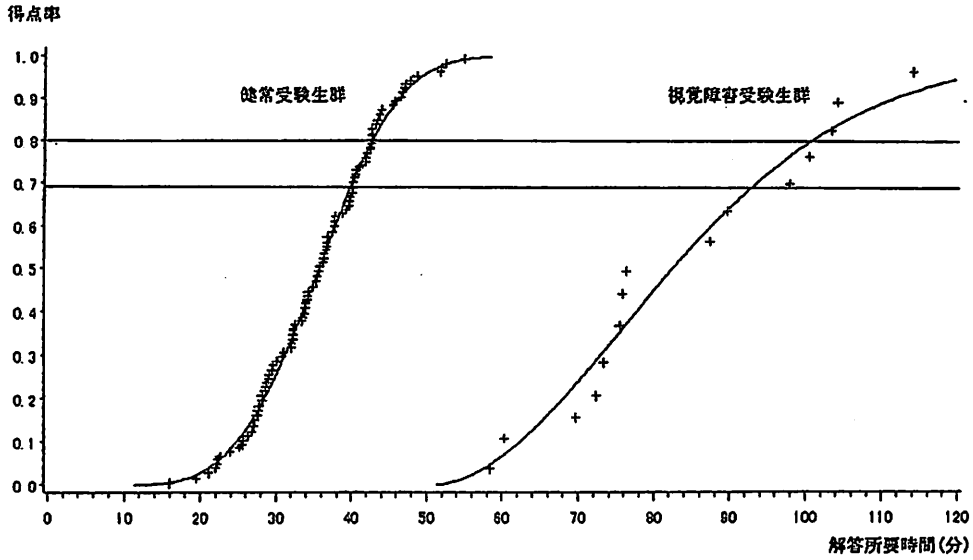


図3：国語の時間-得点率曲線(十字点線)とワイブル分布関数のグラフ(実線)

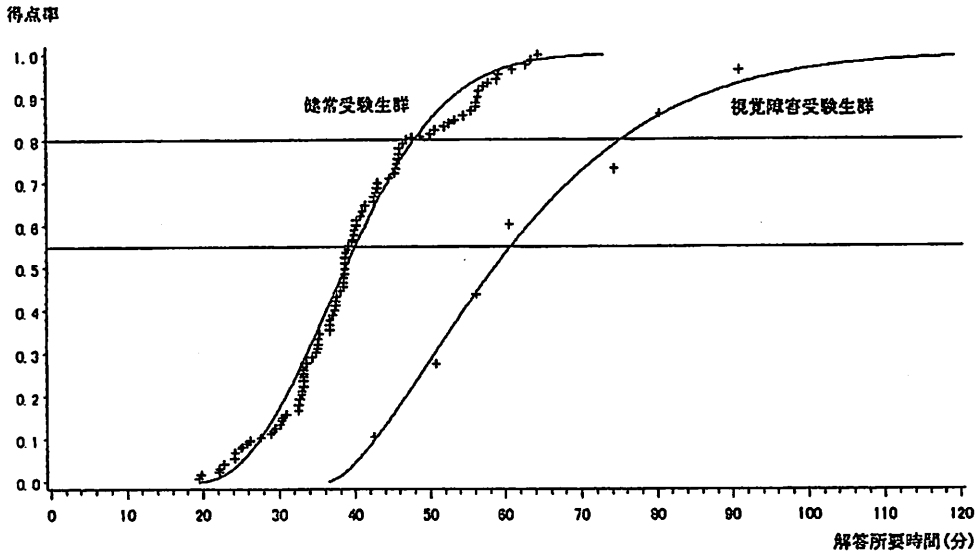


図4：数学の時間-得点率曲線(十字点線)とワイブル分布関数のグラフ(実線)

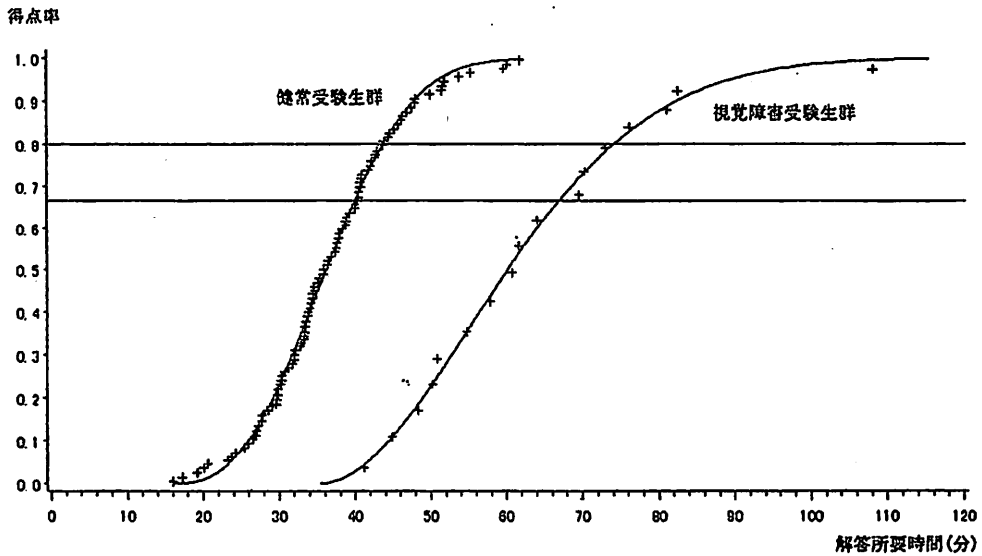


図5：英語の時間-得点率曲線(十字点線)とワイブル分布関数のグラフ(実線)

4 考察

本時間一得点率曲線による推定法は、解答所要時間と得点の2要因の分布から試験時間延長量を初めて推定可能にしたものである。作業制限法の試験に関する実験データから時間一得点率曲線を作成し、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試験時間延長量を推定する方法である。健常受験生群と障害受験生群に対し当該試験を作業制限法で実施し、解答所要時間と得点等、解答過程に関するデータを収集する。この作業制限法の実験データから両受験生群の時間一得点率曲線を求める。健常受験生群の時間一得点率曲線から通常の試験時間に対応する得点率を推定し、試験時間延長量を推定するための基準とする。すなわち、障害受験生群の時間一得点率曲線からこの基準とする得点率における解答所要時間を推定する。この比較基準の得点率における健常受験生群の解答所要時間に対する障害受験生群の解答所要時間の推定値の倍率を障害受験生に対する試験時間延長量の推定値とする。

一方、時間一解答率曲線による推定法は解答所要時間の1要因の分布からの推定法である(藤芳, 1997)。時間一解答率曲線は横軸に解答所要時間を取り、縦軸にその解答所要時間までに解答を終了した被験者の割合、すなわち解答率(相対累積度数)を取ってプロットしたものである。両受験生群の時間一解答率曲線を解答率で比較して推定する。

一般に、時間一得点率曲線と時間一解答率曲線を重ねて図示すると得点率や解答率の分布が一見できるだけでなく、相関関係等、解答所要時間と得点の間の関係をグラフ的に読み取ることができる。解答所要時間と得点の間に正の高い相関がある場合、解答所要時間の短い被験者の得点が比較的に低く、長い被験者の得点が比較的に高いため、時間一得点率曲線は時間一解答率曲線の下側を通る。一

方、負の高い相関がある場合、解答所要時間の短い被験者の得点が比較的に高く、長い被験者の得点が比較的に低いため、時間一得点率曲線は逆に時間一解答率曲線の上側を通る。又、相関が小さい場合、両曲線は重なり合う。

時間一得点率曲線は時間一解答率曲線より解答所要時間に関する異常値の影響に抵抗性がある。たとえば、試験の開始早々試験問題を十分に解かずして解答を終了した被験者の得点は低いため、得点率への影響は小さい。同様に、解けそうで解けずに過度に長い時間を空費した被験者も得点率への影響は小さい。

本推定法は時間一解答率曲線による推定法とは異なり、得点分布を加味して障害受験生に対する公平な試験時間の延長量を推定することができる。試験時間を制限する通常の試験時間に対応する健常受験生群の得点率を比較の基準とするため、この得点率までの受験生は健常受験生も障害受験生も等しく試験時間内に十分解答を終了することができる。一方、この得点率を超える受験生は健常受験生も障害受験生も等しく何らかの時間的制限を受ける結果となる。

本推定法は、両受験生群を相対累積得点で比較するため、両受験生群の得点分布がある程度異なっても推定可能である。両受験生群をその累積得点で比較すれば、両受験生群の得点分布が異なれば異なるほど、累積得点で対応づけた両受験生群の解答所要時間の差異が過度に大きく推定される恐れがある。相対累積得点で比較するため、そのような批判を受けることがない。

本推定法は、両受験生群の解答所要時間と得点との間の相関関係が異なる場合も試験時間延長量を適切に推定することができる。両受験生群の解答所要時間と得点との相関係数が共に小さければ時間一得点率曲線と時間一解答率曲線は重なり合い、両推定法の試験時間延長量は同様となる。しかし、本実験の数学のように視覚障害受験生群にだけ有意な逆

相関関係が認められる場合(表3)、時間一得点率曲線は時間一解答率曲線の上側を通る。このため、時間一解答率曲線による推定法は試験時間延長量を大きく推定し過ぎると言う批判を受ける恐れがある。しかし、時間一得点率曲線による推定法は相関係数の違いを加味して推定することができる。

実験結果から、本推定値は時間一解答率曲線による推定値と同様、従来単なる経験則に過ぎず、理論的な説明がなされていなかった点字使用の視覚障害受験生に対する試験時間の1.5倍以上の延長措置の適切性を定量的に明らかにするものであった。又、試験方法をより一層改善するためには読まねばならない問題文の量が特に多い国語、地理・歴史、公民等にはさらに試験時間を延長する必要性があることが見出された。

今後、一般に試験は試験時間を制限する時間制限法で実施されているため、社会的により説得力のある推定法にするためには作業制限法の解答過程と時間制限法の解答過程の比較分析に基づく吟味を是非とも必要とする。

謝辞

研究を進めるに当たり、何かと有益なご助言をいただきました大学入試センター研究開発部の諸先生、本研究を可能にするためコンピュータライズド・テスト・システムの開発を担当していただきました電気通信大学博士課程の藤芳明生氏、及び実験監督等を担当していただきました大学入試センター研究開発部の事務補佐員小島しげ子さんに厚く御礼申し上げます。

参考文献

藤田廣一(1975)教育情報工学概論, 昭光堂。

藤芳 衛(1994)米国の進学適正検査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)共通一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), pp. 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(外部審査員付), No. 27, pp. 1-18.

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.

古川俊之(1996)寿命の数理, 朝倉書店。

Ragosta, M., and Wendler, C. (1992) Eligibility issues and comparable time limits for disabled and nondisabled SAT examinees. ETS Research Report RR92-35. pp. 1-33.

Willingham, W. W., Ragosta, M., Bennett, R. E., Brown, H., Rock, D. A., and Powers, D. E.

(1988) Testing handicapped people, Allyn and Bacon, Inc.