

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

藤芳衛*

要約

大学入学試験等、障害受験生の学力を測定するにあたって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。本研究は視覚障害受験生に対する公正かつ適切な試験時間延長量の1推定法を提案するものである。

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と視覚障害受験生の集団応答曲線から、時間制限法の通常の試験の試験時間の延長量を推定する。健常受験生群の集団応答曲線から、時間制限法の試験時間に対応する応答率を算出する。次に視覚障害受験生群の集団応答曲線からこの応答率に対応する解答所要時間を算出し、視覚障害受験生に対する試験時間の推定値とする。また、この応答率におけ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倍率を試験時間延長量の推定値とする。

健常受験生の墨字問題の解答過程を自動的に記録するため、ペン・コンピュータを使用した操作感覚がマークシート解答方式のペーパー・ペンシル・テストとほぼ同様な「コンピュータライズド・テスト・システム」を使用した。また、視覚障害受験生用にペン・コンピュータを使用した「点字問題の解答過程記録システム」を開発した。

健常受験生99名と視覚障害受験生13名に対し作業制限法で、国・数・英の3教科の試験を実施した。両受験生群の集団応答曲線を算出し、ワイブル分布関数により定式化した。

本推定法により試験時間延長量を推定した結果、国語は2.11倍、数学は1.56倍、英語は1.67倍であった。従来、単なる経験則にすぎず理論的に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1.5倍の延長措置の根拠が初めて定量的に明らかとなった。また、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等にはさらに試験時間を延長する必要性が見いだされた。

キーワード： 視覚障害学生、点字試験問題、受験特別措置、試験時間の延長、集団応答曲線、ワイブル分布関数、コンピュータライズド・テスト・システム、ペーパー・ペンシル・テスト、ペン・コンピュータ

*大学入試センター 研究開発部 特別試験研究部門

〒153 東京都目黒区駒場 2-19-23 e-mail: fujiyosi@rd.dnc.ac.jp Telefax: 03-5478-1297

1 目的

大学入学試験等、障害を持つ受験生(以下「障害受験生」と略称)に対する試験方法をより一層改善するため、障害受験生に対する公正かつ適切な試験時間延長量を推定する1方法を提案する。

我が国の障害受験生に対する試験時間の延長量は米国の試験時間延長量の半分程度にすぎない。障害受験生の学力を公正かつ適切に測定するためにはその障害の種類と程度等に応じて試験時間を延長する措置を必要とする。米国の大学進学適性検査(SAT: Scholastic Aptitude Test)では、健常受験生の4.8倍を限度に試験時間の延長が認められている(藤芳, 1994, 1995b, 1997, Ragosta & Wendler, 1992; Willingham, Ragosta, Bennett, Brown & Powers, 1988)。また、米国大学学力検査(ACT: American College Testing Program)でも受験生の障害に応じて2ないし3倍の時間延長が措置されている(藤芳, 1995a, 1997)。一方、我が国の大学入学試験では点字使用の視覚障害受験生には1.5倍、良い方の目の矯正視力が0.15未満の弱視受験生及び特に重度の筆記障害を有する肢体不自由受験生には1.3倍の試験時間延長措置が講じられている(藤芳, 1995b, 1997)。

従来、我が国では障害受験生に対する試験時間延長量の推定に関する研究は殆どなされていないため、この日米の試験時間延長量の大きな差異も定量的に説明することは不可能であった。我が国の大学入学試験に関する筆者らの実験によると、点字使用の視覚障害受験生には試験時間を1.5倍に延長すれば、視覚障害受験生の80%が時間的に不利にならないと推定していた(藤芳・佐藤・尾関・塩谷・長谷川・遠藤, 1977)。しかし、この推定は、単に視覚障害受験生と健常受験生の問題文を読む点字と墨字の読速度の差だけに基づいて推定したものにすぎない。一方、米国では「1973年リハビリテーション法」504条及び「1990年障害を持つアメリカ人に関する法律」により障害受験生に対する試験の公平性に関する組織的研究がなされている。SATでは4.8倍の試験時間限度内に障害受験生の90%が解答を終了可能であり、SATを基本的に試験時間を制限しないパワー・テストと見なす場合、この試験時間延長量は適切であると報告している(Bennett, Ragosta & Kaplan, 1985; Willingham,

Ragosta, Bennett, Brown & Powers, 1988)。しかし、SATを解答時間を制限するスピーディッド・テストと見なす場合、公平性に問題があることが指摘されている(Ragosta & Wendler, 1992)。また、ACTは試験時間延長量の推定方法をいまだ公表していない(藤芳, 1995a)。

本研究は、大学入学試験の国語・数学・英語の3教科について、点字使用の視覚障害受験生に対する公正かつ適切な試験時間の延長量を定量的に推定する方法を開発することを目的とし、以下の4つに要約される。

第1に、大学入試センター試験等、マークシート解答方式のペーパー・ペンシル・テストの解答過程を自動的に記録し分析可能にするため、ペン・コンピュータを使用した操作性がペーパー・ペンシル・テストとほぼ同様な「コンピュータライズド・テスト・システム」を開発し使用した。また、視覚障害受験生の点字問題の解答過程を記録するため、同様にペン・コンピュータを使用した「点字問題の解答過程記録システム」を開発した。

第2に、解答過程分析システムを使用して作業制限法による健常受験生の墨字問題の解答過程と視覚障害受験生の点字問題の解答過程を記録し、比較分析して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時間制限法の通常の試験における視覚障害受験生に対する試験時間の延長量を推定する1方法を提案する。

第3に、この推定法により視覚障害受験生に対する試験時間延長量の推定を試みる。

第4に、従来、単なる経験則にすぎなかった点字使用の視覚障害受験生に対する試験時間1.5倍の延長措置の適切性の根拠を定量的に明らかにする。また、現在の試験時間延長措置の問題点を考察する。

2 方法

2.1 被験者

被験者は大学入試センター試験(以下センター試験と略称)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13名。

2.2 解答過程記録システム

マークシート解答方式のペーパー・ペンシル・テストの解答過程を記録するため、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・コンピュータの大きさはA4サイズで、厚さは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ことができる。主入力装置は付属の電子ペンである。

ソフトウェアはビジュアル・ベーシック(マイクロソフト社製)で記述してある。MS-Windows 3.1上で動作する。

健常受験生の墨字問題の解答過程記録システムのコンピュータ画面を図1に示す。画面には数学の第2問が表示され、メモも上書きされている。

問題文や設問文をコンピュータの画面に表示する。画面はセンター試験の試験問題冊子の当該ページをそのままイメージ・スキャナで読み込んだものである。国語のようにルビの付された縦書きの問題文もそのまま鮮明に表示することができる。各画面の右端または上部にはページ欄を設けてある。ペンでタッチすると問題文や設問文等、当該ページを表示する。また、各設問文の画面の下部にはマークシート欄を設けてある。ペンでタッチするとマーク欄が反転し、解答することができる。反転したマーク欄をもう一度タッチすると解答を消すことができる。

従来のコンピュータライズド・テスト・システムを改良した点は、ペーパー・ペンシル・テストと同様、問題文等を表示する画面に電子ペンで自由に文字や図形等、メモを上書きすることができることである。受験生は、電子ペン1本で解答することができる。任意のページを自由に繰り返しながら問題を読み、画面にメモを書き込みながら問題を解き、マークシート欄をタッチして解答することができる。

視覚障害受験生の点字問題の解答過程を記録するため、同様にペン・コンピュータを使用した解

答過程記録システムを開発した。国語の第1問の入力画面を図2に示す。

入力には視覚障害受験生の解答過程を観察しながら検査者が受験生に代わって簡単にペン・タッチ入力することができる。点字問題冊子の各ページの上部には検査者用に科目名と問題番号及びページ番号とを墨字で大きく印刷してある。

ペン・コンピュータに問題ごとに入力画面を作成してある。入力画面の上部に問題番号欄とページ番号欄を設けてある。また、下部にマークシート欄を設けてある。検査者は、受験生が点字問題を変える度に入力画面の問題番号欄をペンでタッチし、問題ごとの入力画面を選択する。また、受験生が問題冊子の各ページを繰る度に入力画面のページ番号欄を速やかにタッチする。

解答の入力は検査者が受験生に代わって行う。受験生が点字タイプライターや点字板で解答を書く度に解答番号と選択肢番号を音声で応答してもらう。検査者はその音声応答に基づき、入力画面の下部のマークシート欄をタッチする。

記録は、すべて内蔵のハードディスク上に自動的になされる。ページ番号欄がタッチされるごとにページ番号と時刻が記録される。また、マークシート欄がタッチされるごとに解答番号と選択肢番号及び時刻が記録される。

2.3 試験問題

試験問題は国語・数学・英語の3教科である。1985年度及び1986年度の共通第1次学力試験の過去の問題の中から選んだ。国語は現代文と古文の1問ずつ。数学は数Iと数IIの1問ずつ。英語は6問。表1に教科別の問題のページ数と配点を示す。なお、配点は採点の際の便宜的な値であり、3教科とも共通第1次学力試験の80点に相当する。

2.4 手続き

教示後、試験時間を制限しない作業制限法で解答を求める。

2.5 実験期間

健常受験生群は1994年10月～1995年3月及び1995年10月～1996年3月。

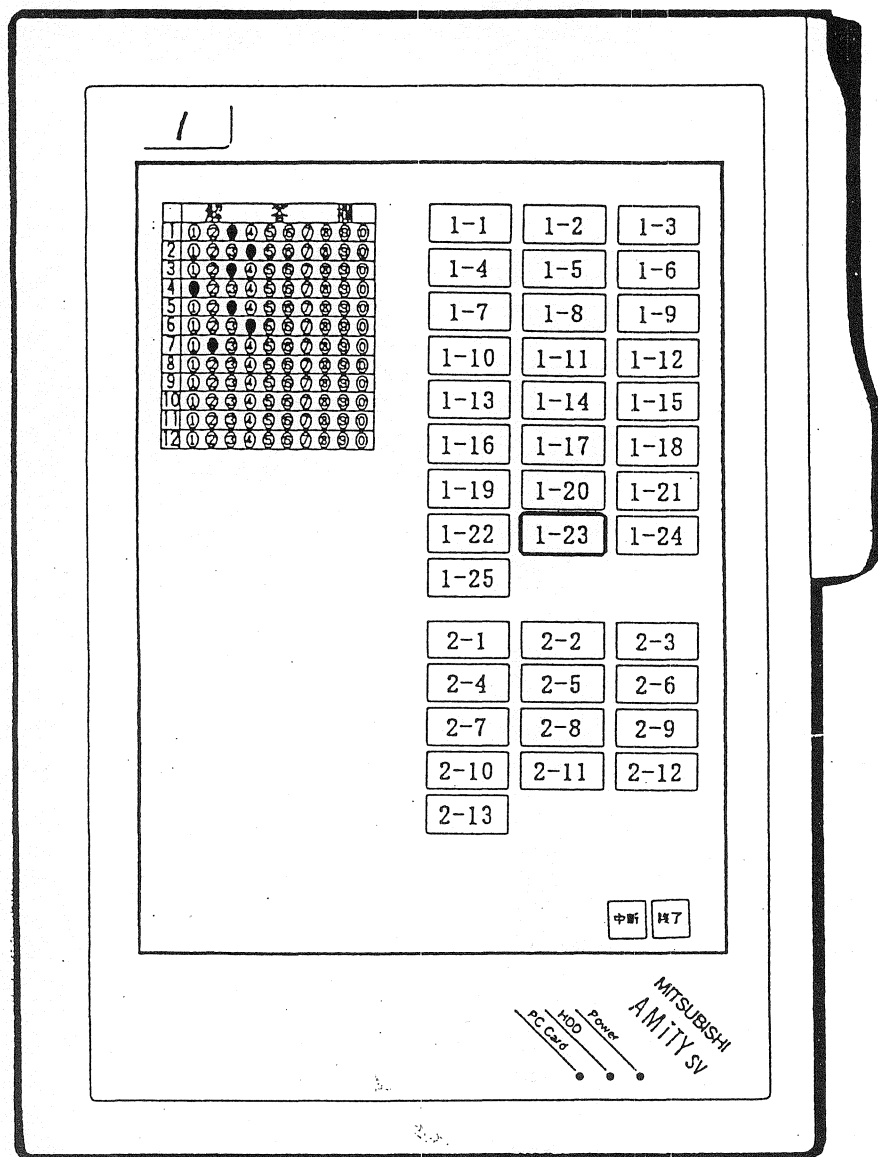


図 2: 視覚障害受験生用点字問題解答過程記録システムの入力画面

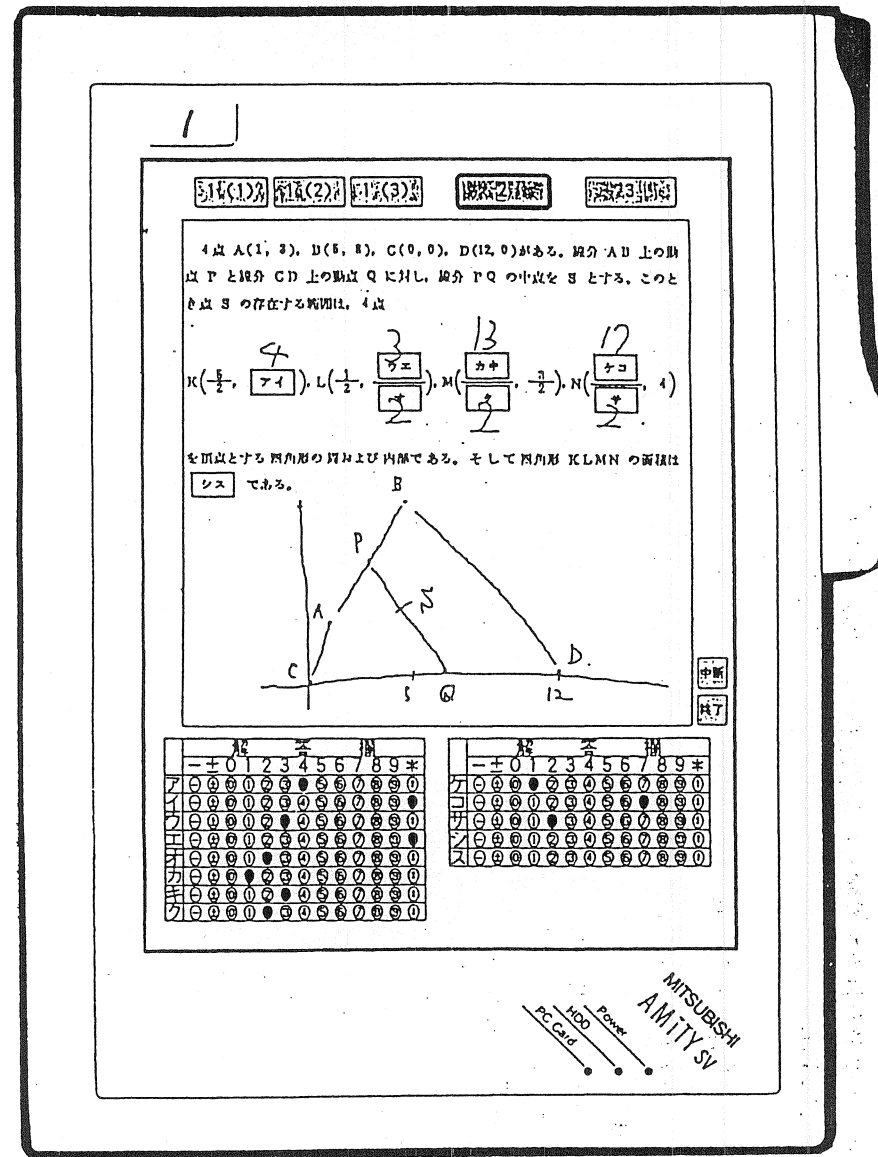


図 1: 健常受験生用コンピュータライズド・テスト・システムの画面

表 1: 健常受験生用墨字問題と視覚障害受験生用点字問題の教科別ページ数と配点

教 科	ページ数		配 点
	健常受験生群	視覚障害受験生群	
国 語	18	38	81
数 学	2	6	76
英 語	11	24	87

視覚障害受験生群は1995年8月～1996年3月。

3 結果

3.1 分析対象データ

健常受験生群の解答過程のデータは、健常受験生99名の国語・数学・英語の3教科のデータである。一方、視覚障害受験生群の解答過程のデータは13名のデータである。1995年度及び1996年度の2ヶ年度に音楽大学をのぞく4年制の国公立大学の1年または2年に在籍しており、入学試験で入学した点字使用の視覚障害学生の総数は約16名である。13名はその81%に相当する。視覚障害受験生群には私立大学の学生も多く含まれており、数学や国語は受験科目にしていない者が多いため、全員に3教科を課すことはできなかった。収集された解答過程は、国語が11名、数学が6名、英語が13名である。国語・数学・英語の3教科をすべて受験した者はわずか4名であった。

本実験で収集した解答過程のデータの例として視覚障害受験生の国語のデータを表2に示す。

表2中、「操作」欄には検査者が被験者の解答過程を観察しながら解答過程記録システムにペン・タッチ入力した被験者の解答行動の種別を示す。start及びendは解答の始まりと終了を示し、「時間」欄に実験開始からの経過時間が記録されている。「操作」欄のpageは、被験者が問題冊子のページを繰ったことを示している。「ページ・解答番号」欄に開いたページ番号が記載されており、「時間」欄にその経過時間が記録されている。一方、「操作」欄のmark

は、被験者が解答を書きながら音声で報告したことを示している。「ページ・解答番号」欄にその解答番号が、「選択肢番号」欄に選択肢番号が記載されており、「時間」欄にその経過時間が記録されている。また、「得点」欄に解答が正解の場合、その得点が記載されている。なお、ページ番号と解答番号はそれぞれ教科ごとの通し番号となっている。

表2のデータ例から視覚障害受験生が点字問題の第1問の11ページにもわたる問題文を順次読みながら、設問に順々に解答していく様子を読みとることができる。

3.2 解答所要時間、ページを繰った回数及び得点

両受験生群の教科別の解答所要時間の分布の箱形図(渡部・鈴木・山田・大塚,1985)を図3に示す。両受験生群の解答所要時間の分布を比較すると、視覚障害受験生群は健常受験生群よりも解答に非常に長い時間を要している。解答所要時間を中央値で比較すると、国語は2.16倍、数学は1.54倍、英語は1.69倍も解答に時間を要していることが読みとれる。

両受験生群の教科別のページを繰った回数の分布の箱形図を図4に示す。両受験生群のページを繰った回数も、視覚障害受験生群は健常受験生群よりもはるかに多い。

両受験生群の教科別の得点分布の箱形図を図5に示す。両受験生群の得点分布はほぼ同様である。国語の得点分布は、視覚障害受験生群の方が上ヒンジ及び下ヒンジ(渡部・鈴木・山田・大塚,1985)と

表 2: 視覚障害受験生の国語の解答過程の記録データの例

No	操作	ページ解答 番号	選択肢番号	時間 (分)	得点
1	start			0.00	
2	page	1		0.07	
3	page	2		1.87	
4	page	3		3.28	
5	page	4		4.78	
6	page	5		5.78	
7	page	6		7.35	
8	page	7		8.87	
9	page	8		10.07	
10	page	9		11.58	
11	page	10		13.28	
12	page	11		14.12	
13	page	12		14.18	
14	mark	1	2	15.08	2
15	page	13		15.33	
16	mark	2	1	15.80	2
17	page	14		15.93	
18	mark	3	3	16.33	2
19	page	15		16.43	
20	mark	4	5	17.07	
21	page	16		17.22	
22	mark	5	5	17.77	2
23	page	17		17.92	
24	page	5		19.25	
25	page	17		19.47	
26	mark	6	5	19.55	5
27	page	18		19.68	
28	page	19		20.65	
29	page	18		20.88	
30	mark	7	2	21.02	5
31	page	20		21.18	
32	page	3		22.58	
33	page	4		22.88	
34	page	20		23.28	
35	mark	8	1	24.13	
36	page	21		24.25	
37	page	22		25.27	
38	mark	9	2	25.58	5
39	page	23		25.70	
40	page	24		27.10	
41	page	23		27.28	
42	mark	10	1	27.45	3
43	mark	11	6	27.47	2

No	操作	ページ解答 番号	選択肢番号	時間 (分)	得点
44	page	24		27.72	
45	page	25		27.82	
46	mark	12	4	29.00	6
47	page	26		29.15	
48	page	27		31.78	
49	page	28		33.48	
50	page	29		35.37	
51	page	30		37.50	
52	page	31		38.77	
53	page	29		39.22	
54	page	31		39.37	
55	mark	13	3	39.52	3
56	mark	14	2	40.10	3
57	page	32		40.25	
58	mark	15	1	40.70	3
59	page	33		40.83	
60	page	26		41.97	
61	page	27		42.33	
62	page	28		43.02	
63	page	33		43.52	
64	page	34		43.58	
65	page	33		43.72	
66	page	28		43.95	
67	page	27		44.22	
68	page	33		45.22	
69	mark	16	4	45.28	
70	page	35		45.48	
71	page	27		46.43	
72	page	35		47.37	
73	mark	17	4	47.67	6
74	page	36		47.78	
75	mark	18	2	49.37	6
76	page	37		49.52	
77	page	28		51.10	
78	page	29		51.42	
79	page	37		51.48	
80	mark	19	5	53.20	
81	page	38		53.33	
82	page	28		54.48	
83	page	29		55.68	
84	page	38		57.50	
85	mark	20	1	58.27	
86	end			58.45	

も若干低いけれども中央値はほぼ同様である。また、英語は、視覚障害受験生群の中央値が低いけれども上ヒンジ及び下ヒンジともほぼ同様である。一方、数学は、視覚障害受験生群の方が上ヒンジ、中央値、下ヒンジとも低い。しかし、順位和検定の結果は3教科とも両受験生群の間に有意差は認められなかった。このため、全体的には3教科とも両受験生群の得点分布はほぼ同様であると仮定する。

3.3 解答所要時間と得点との相関関係

教科別の解答所要時間3要因と得点の3要因の間の相関関係は両受験生群で非常に異なる。表3に健常受験生群及び表4に視覚障害受験生群の解答所要時間と得点の計6要因に関するピアソンの積率相関係数の行列と無相関検定の結果を示す。

健常受験生群の解答所要時間と得点との間には3教科とも有意な相関関係は認められない。有意な相関関係が認められたのは国語の解答所要時間と英語の解答所要時間との間、及び国語の得点と英語の得点との間の2つだけであった。解答所要時間と得点との間にはすべて有意な相関関係は認められなかった。

一方、視覚障害受験生群の数学と英語に関しては解答所要時間と得点との間に有意な逆相関関係が認められる。しかし、国語の解答所要時間と得点との間には有意な相関関係は認められない。また、3教科の解答所要時間の間及び3教科の得点の間にはすべて有意な相関関係は認められなかった。

表4の各相関係数を求めるために使用したデータ数は健常受験生群に比べ視覚障害受験生群は非常に少ない。表3の健常受験生群は、99名がすべて3教科を受験しており、すべての相関係数は99名のデータから算出した。一方、表4の視覚障害受験生群は、受験生数が13名と少ない。そのうち2教科しか受験していない者を9名含むため、各相関係数を算出したデータ数は4~13であった。

3.4 集団応答曲線の定式化

両受験生群の解答所要時間を比較可能にするため、両受験生群の集団応答曲線をワイブル分布関数で定式化した。集団応答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の割合、すなわち応答率(相対累積度数)をとりプロットしたものである(藤田,1975)。

集団応答曲線にはワイブル分布関数がよく適合することが知られている(藤田,1975)。ワイブル分布関数は安全工学や医学等、寿命現象のモデルとして使用されている(古川,1996)。本稿では3パラメータのワイブル分布関数を使用し、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、解答所要時間を x 、応答率(相対累積度数)を $r(x)$ とする時、

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

である。 $r(x)$ は解答所要時間から応答率への関数である。

一方、ワイブル分布関数の逆関数は、応答率を x 、応答率に対する解答所要時間を $t(x)$ とする時、

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

である。 $t(x)$ は応答率から解答所要時間への関数である。

両受験生群の集団応答曲線にワイブル分布関数を当てはめ定式化した。このため、ワイブル・パラメータの推定を行った。表5に推定した被験者群別教科別のワイブル・パラメータを示す。両受験生群は3教科ともワイブル・パラメータの推定が可能であり、ワイブル分布関数による集団応答曲線の定式化が可能であった。

両受験生群の教科別集団応答曲線を図6~図8に示す。図中、曲線は推定したワイブル分布関数のグラフである。十字のマークは個々の被験者の解答所要時間と応答率の実測値である。ワイブル分布関数が集団応答曲線の実測値によく適合していることが読みとれる。

3.5 解答所要時間とその倍率

(2)式のワイブル分布関数の逆関数 $t(x)$ を使用して各応答率に対する両受験生群の解答所要時間、及び健常受験生群の解答所要時間に対する視覚障害受験生群の解答所要時間の倍率を求め表6に示す。0.10~0.90間での0.10刻みの応答率に対する解答所要時間の倍率は教科によって異なっている

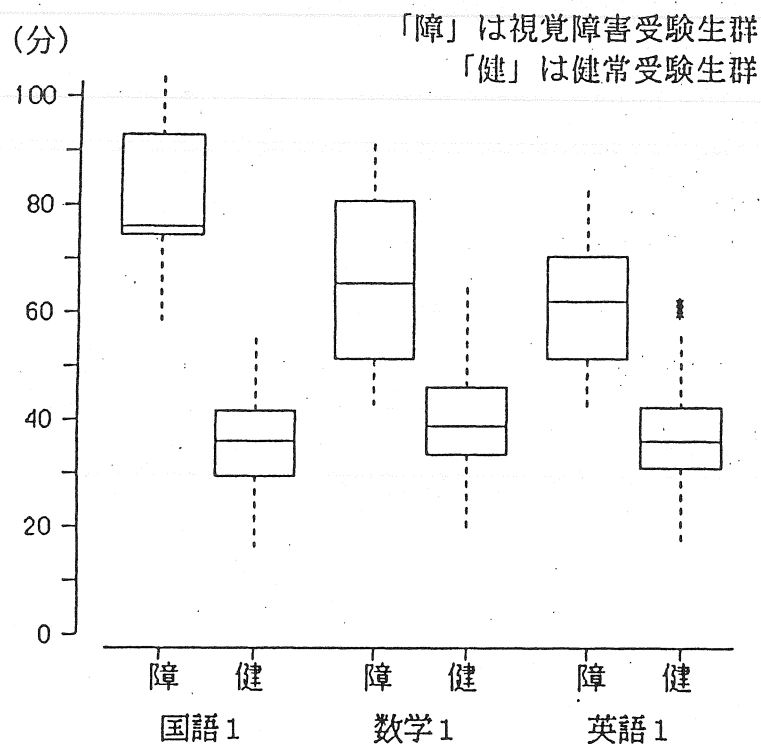


図 3: 解答所要時間の箱形図

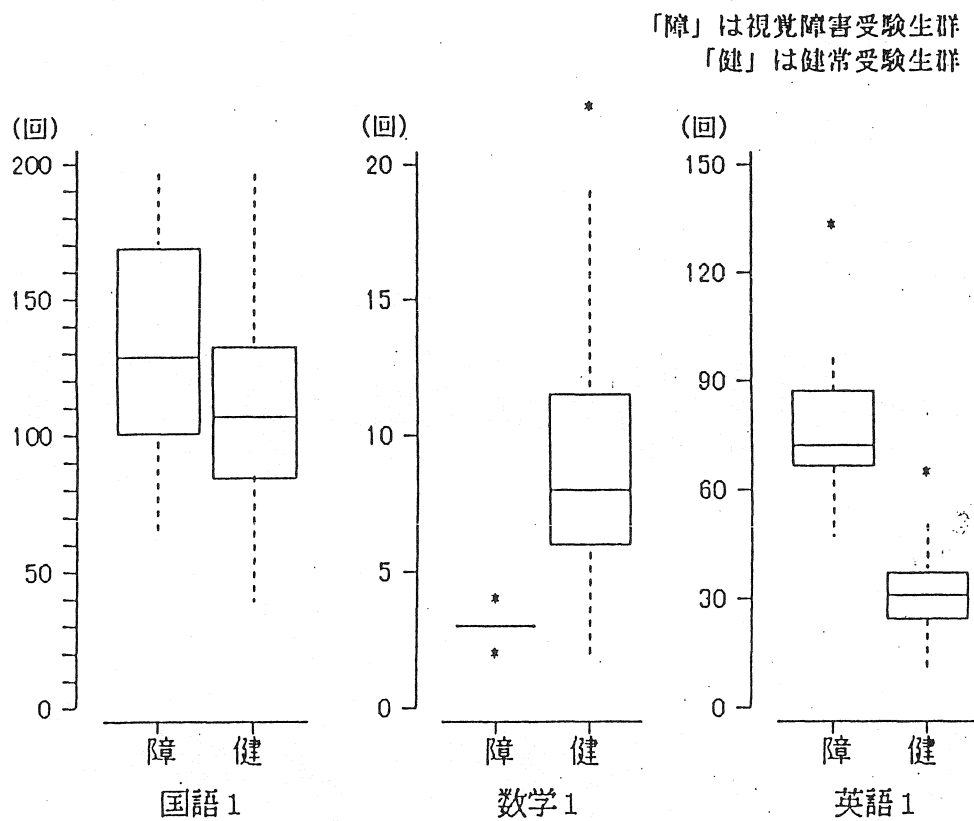


図 4: ページを繰った回数の箱形図

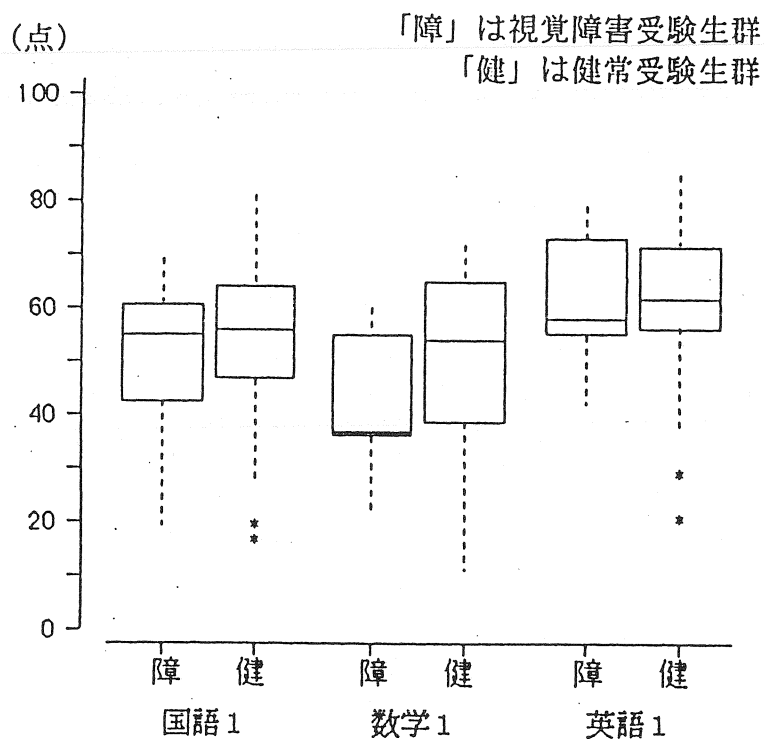


図 5: 得点の箱形図

表 3: 健常受験生群の教科別解答所要時間と得点とのピアソンの積率相関係数の行列と無相関検定結果

教科	解答時間			得点		
	国語	数学	英語	国語	数学	英語
解答時間						
国語	1.00	0.11	0.48★	0.06	0.05	0.26
数学	0.11	1.00	0.09	0.02	0.06	-0.09
英語	0.48★	0.09	1.00	0.03	-0.09	-0.02
得点						
国語	0.06	0.02	-0.03	1.00	-0.01	0.41★
数学	0.05	0.06	-0.09	-0.01	1.00	0.03
英語	0.26	-0.09	-0.02	0.41★	0.03	1.00

「★」は $p < 0.0001$ を表す。

表 4: 視覚障害受験生群の教科別解答所要時間と得点とのピアソンの積率相関係数の行列と無相関検定結果

教科	解答時間			得点		
	国語	数学	英語	国語	数学	英語
解答時間						
国語	1.00 (11)	-0.79 (4)	0.52 (11)	0.10 (11)	0.94 (4)	-0.38 (11)
数学	0.79 (4)	1.00 (6)	0.03 (6)	-0.44 (4)	-0.84* (6)	-0.29 (6)
英語	0.52 (11)	0.03 (6)	1.00 (13)	0.25 (11)	-0.18 (6)	-0.67* (13)
得点						
国語	0.10 (11)	-0.44 (4)	0.25 (11)	1.00 (11)	-0.04 (4)	-0.45 (11)
数学	0.94 (4)	-0.84* (6)	-0.18 (6)	-0.04 (4)	1.00 (6)	0.36 (6)
英語	0.38 (11)	-0.29 (6)	-0.67* (13)	-0.45 (11)	0.36 (6)	1.00 (13)

()内は人数, 「*」は $p < 0.05$ を表す.

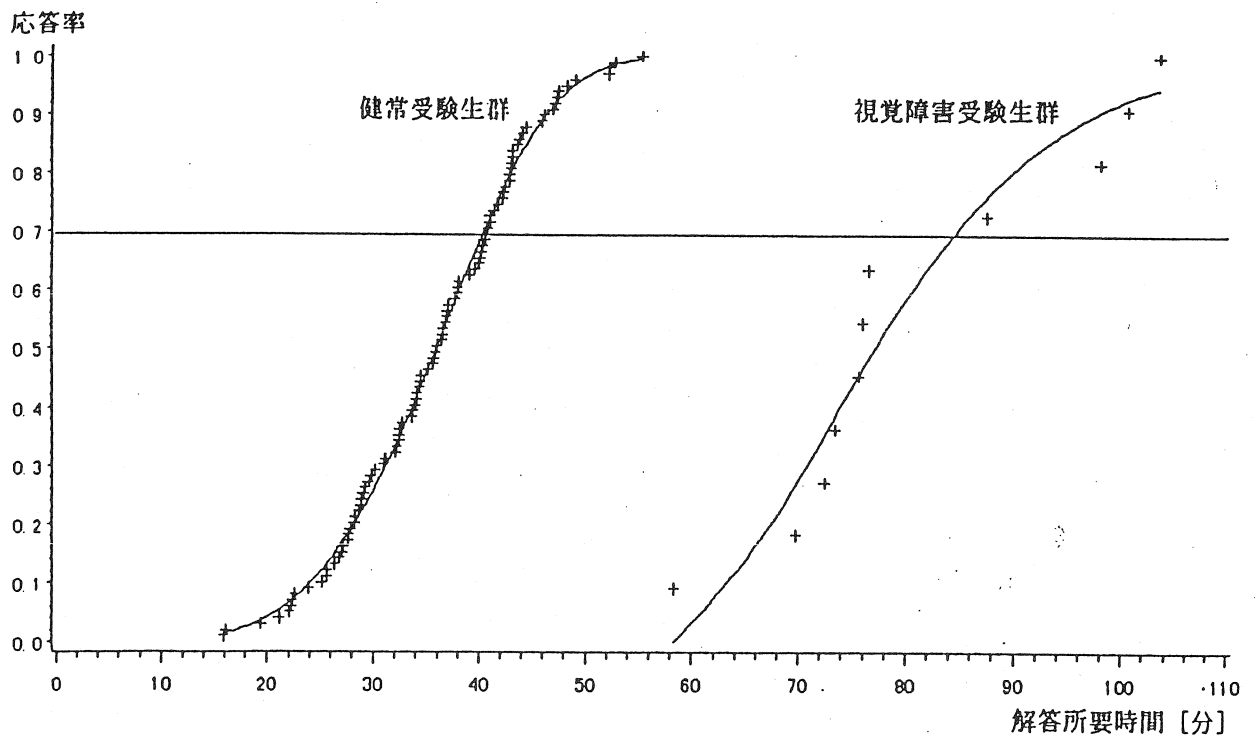


図 6: 国語の集団応答曲線(十字点線)とワイブル分布関数(実線)のグラフ

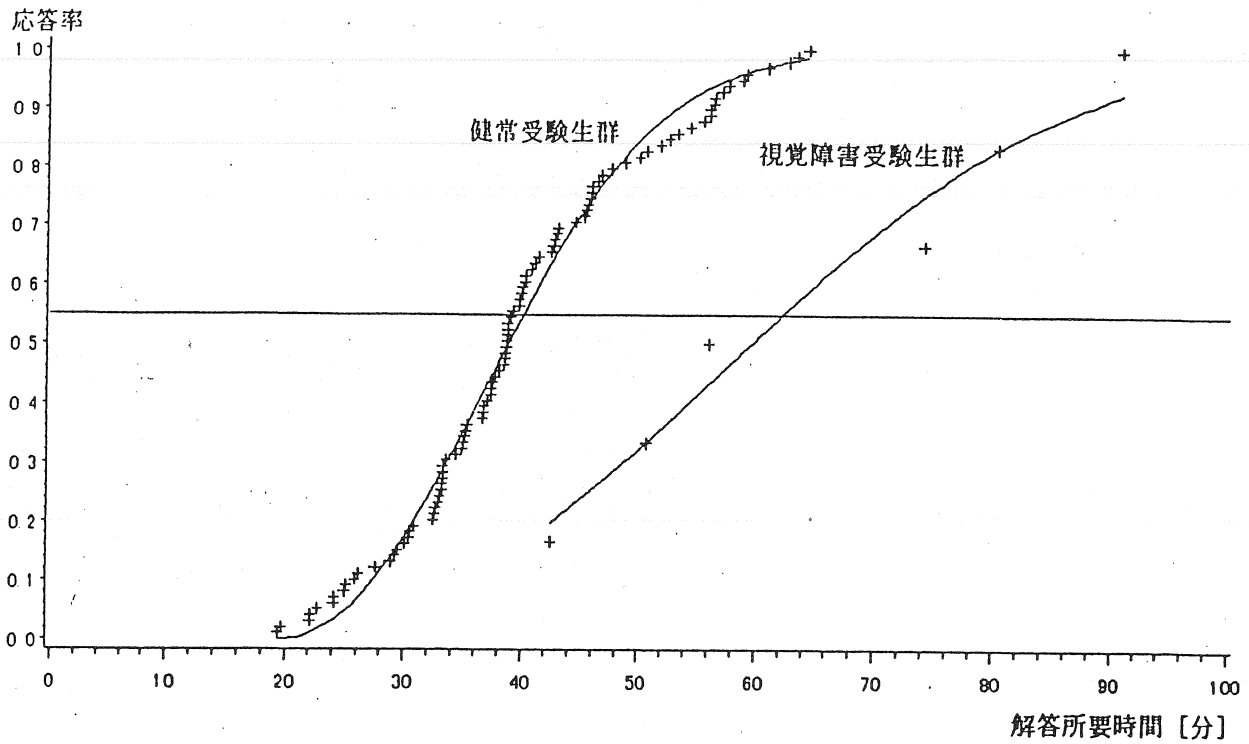


図 7: 数学の集団応答曲線(十字点線)とワイブル分布関数(実線)のグラフ

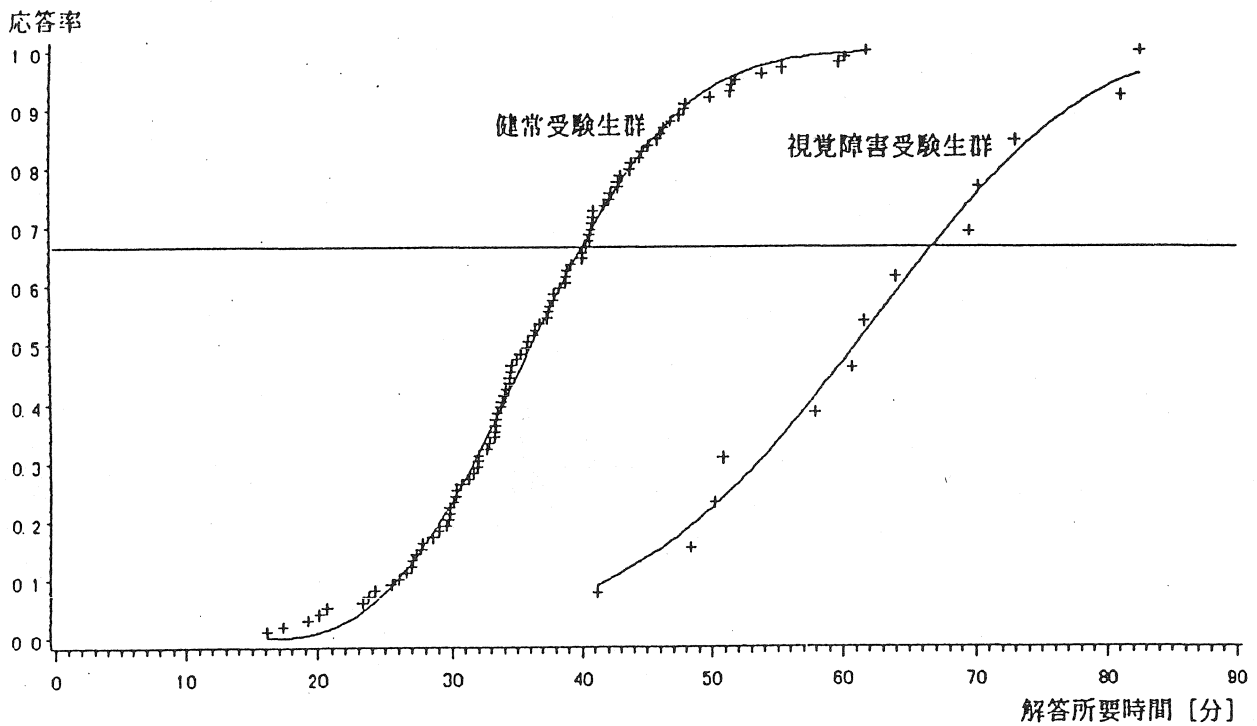


図 8: 英語の集団応答曲線(十字点線)とワイブル分布関数(実線)のグラフ

表 5: 集団応答曲線に関するワイブル・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	1.370	37.25	4.553	58.38	23.40	1.617
数学	19.45	22.84	2.150	9.35	57.50	2.742
英語	16.10	23.12	2.631	0.00	65.61	5.110

けれどもほぼ1.5倍を越えている。国語では視覚障害受験生群は健常受験生群の2倍以上の解答所要時間を要している。倍率は応答率の増加とともに減少する。数学では、解答所要時間の倍率の中央値、すなわち応答率0.50の時1.54である。倍率は応答率の増加とともに増加する。英語では、視覚障害受験生群は健常受験生群のほぼ1.7倍の解答所要時間を要している。倍率は応答率0.40でピークとなる。

4 考察

4.1 試験時間延長量の推定法の概要

4.1.1 集団応答曲線による本推定法

試験時間を制限する通常の時間制限法の試験における視覚障害受験生に対する公正かつ適切な試験時間または試験時間延長量を推定する1方法として、作業制限法の試験に関する実験で得られた解答所要時間の分布から推定する方法を提案する。

まず、両受験生群の集団応答曲線を求める。このため、健常受験生群と視覚障害受験生群に対し当該試験を作業制限法で実施し、解答所要時間等、解答過程に関するデータを収集する。この作業制限法で収集した解答所要時間から両受験生群の集団応答曲線を求める。

健常受験生群の集団応答曲線から通常の時間制限法の試験における試験時間に対応する健常受験生群の応答率を算出し、この応答率を視覚障害受験生群に対する試験時間または試験時間延長量を推定するための基準とする。すなわち、視覚障害

受験生群の集団応答曲線からこの健常受験生の応答率と等しい応答率における視覚障害受験生群の解答所要時間を算出し、視覚障害受験生群に対する試験時間の推定値とする。また、この応答率における健常受験生群の解答所要時間に対する視覚障害受験生群の解答所要時間の倍率を視覚障害受験生に対する試験時間延長量の推定値とする。

4.1.2 本推定法の公平性と適切性

本推定法は公平かつ適切であり簡便である。このように時間制限法の試験の試験時間に対応する健常受験生群の応答率を基準にとれば、視覚障害受験生に対する適切な試験時間を推定することができる。この応答率までの受験生は健常受験生も視覚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、この応答率を越える受験生は健常受験生も視覚障害受験生も等しく時間制限を受ける結果となる。

視覚障害受験生群に対する試験時間延長量は両受験生群の解答所用時間という1要因の分布から推定可能である。一般には解答所要時間と得点との2要因の分布によって両受験生群を比較すべきである。しかし、両受験生群は得点に関してはほぼ同様である(図5参照)。さらに、健常受験生群に関しては解答所要時間の要因と得点の要因との間には有意な相関関係は認められない(表3参照)。また、視覚障害受験生群に対しても国語の解答所要時間と得点との間には有意な相関関係は認められない(表4参照)。確かに視覚障害受験生群の数学と英語の解答所要時間と得点との間には有意な逆相関関係が認められる。このため、視覚障害受験

生群の数学と英語の2教科について解答所要時間と応答率に関する散布図を作成したところ、得点は非常に低いけれども解答所要時間が非常に長い被験者が2教科とも2名程度認められた。その結果、逆相関関係が生まれたものと予測できる。逆相関関係の存在は、視覚障害受験生に対する試験時間を若干長く推定する傾向を持つかもしれない。しかし、相関は逆相関であるため、試験時間が若干長くなっても視覚障害受験生群が得点を非常にとりやすくなるとは考えられない。両受験生群の得点の比較可能性はさほど害されないものと推測する。

以上、少なくともこの受験者層に関しては視覚障害受験生に対する試験時間延長量の推定は解答所要時間という1要因の分析で可能であり、適切であると結論する。

4.1.3 ワイブル分布関数による集団応答曲線の定式化

ワイブル分布関数の使用により両受験生群の集団応答曲線を定量的に比較可能にすることができる。視覚障害受験生群の受験生数は極めて少ないため、各応答率に対する解答所要時間を直接求めることが困難である。このため、ワイブル分布関数を使用して両受験生群の集団応答曲線を定式化し比較可能にした。図6～図8から集団応答曲線の実測値とワイブル分布関数のグラフがよく適合することを読みとることができる。

4.1.4 解答過程記録システムの開発

今回使用した「コンピュータライズド・テスト・システム」は、センター試験等、マークシート解答方式のペーパー・ペンシル・テストの解答過程をすべて自動的に記録可能であると仮定できる(藤芳・石塚,1996)。従来、記録が非常に困難であったペーパー・ペンシル・テストの解答過程を自動的に記録し分析可能にするため、ペン・コンピュータを使用した「コンピュータライズド・テスト・システム」を開発した。性能を評価するため、ペーパー・ペンシル・テストと本コンピュータライズド・テストのテスト方式の違いが解答所要時間、ページを繰った回数及び得点等に及ぼす影響を分析した結果、本「コンピュータライズド・テスト・システ

ム」でペーパー・ペンシル・テストの解答過程を推定できることが明らかとなっている。質問紙調査の結果も本システムの画面の見やすさや操作性はマークシート解答方式のペーパー・ペンシル・テストとほぼ同様であることが明らかとなっている。

同様にペン・コンピュータを使用した「点字問題の解答過程記録システム」により視覚障害受験生の解答過程も記録可能であると仮定できる。視覚障害受験生が点字問題のページを繰る度に検査者は解答過程記録システムの画面のページ欄をペン・タッチしてページを入力することができる。また、解答を書く度に視覚障害受験生の言語報告に基づいて検査者は解答をスムーズに入力できる。通常の試験と異なり、視覚障害受験生にかかる若干の付加は解答を書きながら音声で言語報告することだけである。

4.2 本推定法による試験時間延長量の推定

4.2.1 本実験における試験時間延長量の推定値

本推定法に基づき、視覚障害受験生に対する試験時間延長量を算出した。本実験の試験問題の問題量は3教科とも通常試験の40分程度に相当する。この40分を(1)式のワイブル分布関数に代入し、健常受験生群の応答率を求めた。国語は0.693、数学は0.549、英語は0.664である。次にこの応答率を(2)式のワイブル分布関数の逆関数に代入し、健常受験生群と視覚障害受験生群の解答所要時間を求めた。健常受験生群の解答所要時間に対する視覚障害受験生群の解答所要時間の倍率を求めたところ、国語は2.11倍、数学は1.56倍、英語は1.67倍であった。

4.2.2 本推定値と我が国の現行の試験時間延長量

本推定法による推定値は、従来単なる経験則にすぎなかった視覚障害受験生に対する試験時間の延長措置の根拠を初めて定量的に明らかにするものであった。現在、点字使用の視覚障害受験生に対するセンター試験の試験時間延長量は全科目とも一律1.5倍である。本研究における3教科の推定値は試験時間を少なくとも1.5倍に延長する必要があることを示している。

表 6: 各応答率に対する両受験生群の解答所要時間とその倍率

応答率	国 語			数 学			英 語		
	解答所要時間		倍率	解答所要時間		倍率	解答所要時間		倍率
	障害群	健常群		障害群	健常群		障害群	健常群	
0.10	64.20	24.10	2.66	34.67	27.47	1.26	42.25	25.94	1.63
0.20	67.64	28.17	2.40	42.64	30.82	1.38	48.93	29.18	1.68
0.30	70.75	31.07	2.28	48.84	33.60	1.45	53.63	31.73	1.69
0.40	73.83	33.51	2.20	54.37	36.17	1.50	57.53	34.02	1.69
0.50	77.04	35.74	2.16	59.67	38.72	1.54	61.08	36.22	1.69
0.60	80.55	37.91	2.12	65.06	41.39	1.57	64.50	38.47	1.68
0.70	84.63	40.17	2.11	70.89	44.36	1.60	68.04	40.91	1.66
0.80	89.79	42.72	2.10	77.76	47.96	1.62	72.02	43.81	1.64
0.90	97.58	46.11	2.12	87.30	53.13	1.64	77.25	47.85	1.61

「障害群」は視覚障害受験生群, 「健常群」は健常受験生群を表す。

試験方法をより一層改善するためには解答にあたって読まねばならない問題文の量が特に多い国語等に関してはさらに試験時間を延長する必要性が見いだされる。本実験結果は、視覚障害受験生群と健常受験生群の国語と英語の得点分布は受験生群間ではほぼ同様であった。このため、教科別に健常受験生群の得点で視覚障害受験生群の得点を標準化すれば、視覚障害受験生群の国語と英語の得点の偏差値の分布の教科間の差異もさほどないものと推測できる。しかるに、共通第1次学力試験(現在のセンター試験)の得点分布に関する筆者の調査において健常受験生の教科別の得点により標準化した点字使用の視覚障害受験生の国語の得点の偏差値の分布が英語の得点の偏差値の分布より7~11程度かなり低いことが見いだされている(藤芳,1995b)。この教科間の差異は、国語の試験時間延長量が2.11倍という本推定値に対して、当時の共通第1次学力試験の試験時間延長量が1.5倍という、試験時間の不十分さから発生したおそれがある。この教科間の差異は、国語の問題文はか

なり長文であるため主として墨字の問題文を読む所要時間に対して点字の問題文を読む所要時間が2ないし3倍以上もかかること(佐藤,1984)に起因すると推測する(藤芳・佐藤・尾関・塩谷・長谷川・遠藤,1977, 瀬尾,1982)。

4.3 本推定法と従来の推定法

4.3.1 我が国の従来の推定法

従来、障害受験生に対する試験時間延長量の定量的推定は方法論的に不可能とされてきた。基本的に障害者研究は研究対象被験者数が極めて少ない。また、障害者はその障害の種類と程度とにおいて多様であり、個人差が大きい。このため、実験により健常受験生と障害受験生を比較することが困難であった。また、共通第1次学力試験が実施された1979年以前は障害学生の受験を認める大学も少なく、入学できた障害学生もまれであった。このため、障害学生を研究対象とすることは困難であった。

しかし、障害受験生の学力を公正に評価するため、試験時間を延長するためにはたとえ困難であろうとも定量的な推定を必要とした。このため、筆者ら(1977)は試験時間延長量の推定法の研究の可能性を探るために実験を行った。筆者らは問題文を2度読むために必要な墨字問題の読書時間と点字問題の読書時間の差だけに基づいて国語の試験時間延長量の推定を試みた。解答所要時間を問題文を読む読書時間と問題を解く思考時間及び解答を書く書記時間の3つの要因の和で表す。思考時間と書記時間は両受験生群間で等しいと仮定すれば、両受験生群の解答所要時間の差をとると、この2つの項は消去できるため、読書時間だけの簡単なモデルで試験時間延長量を表すことができる。また、読書時間も墨字と点字の読速度と問題文の量(字数)と問題文を繰り返し読む回数によって決まる。

墨字と点字の問題文を読む読書時間を測定すれば、このモデルにより試験時間の延長量を推定することができる。このため、高校2,3年生の健常生と視覚障害生の読書時間を測定し、両被験者群の読書所要時間の集団応答曲線を算出した。両被験者群の集団応答曲線は分布の型が異なるため、集団応答曲線を応答率で対応づけて比較する方法を採用した。また、1977年当時簡単に計算機が利用できなかったためワイブル確率紙を使用してこの集団応答曲線にワイブル分布関数を当てはめて定式化し、両受験生群の集団応答曲線を比較可能にした。

各応答率に対する試験時間延長量を推定した結果、国語では試験時間を1.5倍に延長すれば試験時間内に点字使用の視覚障害受験生の80%が解答を終了出来、健常受験生に比べて時間的に不利にならないと推定した。

しかし、解答過程の分析に基づく本研究の国語の推定値は2.11倍である。これに対して、読書時間だけから推定した値は1.5倍であり、かなり過小評価していたことが明らかとなった。推定に当たっては読書時間の差だけでは不十分であり、解答過程の分析が必要であることを示している。

4.3.2 米国の推定法

米国では大学入学選抜のための全国テストが2つ実施されている。SATとACTであり、それぞれの受験生数は毎年90万~100万人程度である。障害受験生もそれぞれ9000人前後が受験している。「1973年リハビリテーション法」504条及び「1990年障害を持つアメリカ人に関する法律」により障害受験生に対する公正な試験の実施が両試験実施機関に義務づけられている。SATの障害受験生に対する試験時間延長量の推定法は健常受験生との公平性に問題がある(藤芳,1994)。SATでは障害受験生の9割もが解答可能な4.8倍(2日にわたり1日6時間)を限度に試験時間の延長が認められている(Willingham, Ragosta, Bennett, Brown & Powers,1988)。SATをパワー・テストと考える場合は、この4.8倍は妥当である。しかし、SATは基本的にスピーディッド・テストであり、健常受験生と障害受験生の得点が比較可能であるかどうかは疑問である(Ragosta & Wendler,1992)。

RagostaとWendler(1992)は、障害受験生に対するより公平な試験時間として、健常受験生が通常の試験時間内に解答を終了する割合と等しい割合の障害受験生が、解答を終了するために必要な時間を提案している。1987年度から1988年度までの2ヶ年度の試験データの分析によれば、5科目の試験時間に相当する2時間半の試験時間の制限内に全解答を完了した健常受験生は約54.5%である。同じ試験期に54.5%の割合の点字使用の視覚障害受験生が解答を終了するために要した時間は6時間18分(378分)である。その解答所要時間を健常受験生の通常の試験時間2時間半(150分)で割った解答所要時間の倍率は2.52倍である。

この推定法にも公平性に問題がある。SATは健常受験生に対してはスピーディッド・テストで試験を実施している。一方、試験時間の延長を必要とする障害受験生に対してはパワー・テストで実施している。この推定値は異なるテスト方式によって得られた解答所要時間の分布から推定しており、必ずしも公平とはいえない。

ところで、ACTは入試データの分析に基づき、点字使用の視覚障害受験生に対して試験時間を2.5倍程度に延長する措置を実施している(藤芳,1995a)。RagostaとWendlerの推定値2.52倍と

よく符合している。残念ながら、ACTはその推定法について論文をまだ発表していない。

筆者の推定法による1.5ないし2.1倍の推定値とSAT及びACTの推定値2.5との違いは主としてこのような推定法の違いに依存する。推定に当たっては筆者の推定法のように作業制限法により健常受験生と障害受験生の真の学力をできる限り正確に計ってから比較すべきである。もしその試験が問題を解く速さを一つの能力として測定目標としたいのであれば、別に速さを測定する試験を設計すべきである。本来、障害児教育は速さよりも真の問題解決能力の育成を目指している。障害児はそのような教育環境で教育されてきているのである。

5 結論と今後の課題

本研究は、従来不可能とされてきた視覚障害受験生に対する試験時間の延長量の定量的推定を可能にするものである。また、ただ単に視覚障害受験生だけでなく、すべての障害受験生に対する公正な試験時間の延長量の推定を可能にするものである。

試験時間を制限する通常の試験における試験時間延長量の推定法として、試験時間を制限しない作業制限法の実験により健常受験生の墨字問題の解答過程と視覚障害受験生の点字問題の解答過程を記録し、両受験生群の集団応答曲線を応答率で比較することにより推定した。健常受験生群の集団応答曲線から時間制限法の試験時間に対応する応答率を算出し、この応答率におけ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倍率を試験時間延長量の推定値とした。

本推定法は技術的に2つの要因によって初めて可能となった。第1の要因は、ペン・コンピュータを使用した解答過程の自動記録システムの開発に成功したことである。従来、記録の読み取りに多大な手間暇がかかった健常受験生の墨字問題の解答過程は、操作感覚がペーパー・ペンシル・テストとほぼ同様な「コンピュータライズド・テスト・システム」の開発によってすべて自動的に記録することができた。また、視覚障害受験生の点字問題の解答過程も、検査者が被験者に代わって解答過程記録システムにペン・タッチ入力して自

動的に記録することができた。第2の要因は、ワイブル分布関数を使用して集団応答曲線を定式化し、応答率により両受験生群の解答所要時間の分布を定量的に比較可能にしたことである。

本推定法による点字使用の視覚障害受験生に対する試験時間延長量の推定値は、国語が2.11倍、数学が1.56倍、英語が1.67倍であった。従来、単なる経験則にすぎず、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1.5倍の延長措置の根拠を初めて定量的に明らかにするものである。また、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等にはさらに試験時間を延長する必要性が見いだされた。

本推定法と米国の推定法との比較は、公平な推定に当たっては本推定法のように作業制限法により健常受験生と障害受験生の真の能力をできる限り正確に測定してから試験時間延長量を推定すべきであることを示唆している。

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本推定法の吟味を是非とも必要とする。また、障害受験生に対する公正な試験とは果たしてどうあるべきかに関する理念的研究も必要とする。

なお、本研究は文部省科学研究費補助金平成6,7年度一般研究C(06680225)及び平成8,9年度基盤研究C(2)(08680248)によって行った研究の一部である。

謝辞

被験者として実験に協力下さいました横浜国立大学、電気通信大学、東京学芸大学の学生及び全国の大学に在籍している視覚障害学生の方々に御礼申し上げます。また、研究用にペン・コンピュータを貸し出してくださいました三菱電機及び本コンピュータライズド・テスト・システムのソフトウェアの開発を担当してもらいました電気通信大学の藤芳明生氏に謝意を表します。実験監督や本稿の校正を手伝っていただきました大学入試センター研究補佐員小島しげ子さんにお礼申し上げます。

参考文献

渡部洋・鈴木規雄・山田文康・大塚雄作(1985), 探索的データ解析入門 —データの構造を探る—, 朝倉書店

Bennett, R. E., Rock, D. A., and Kaplan, B.A.(1985), The psychometric characteristics of the SAT for nine handicapped groups. ETS Research Report RR85-49.1-71.

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), pp.61-70.

藤芳衛(1997), 日米における入学制度と状況の比較 (障害学生の高等教育国際会議実行委員会(編)) 障害学生の高等教育, pp.223-233, 多賀出版.

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.

藤芳衛・佐藤親雄・尾関育三・塩谷治・長谷川貞夫・遠藤利三(1977), 視覚障害者に対する国公立大学共通1次試験の実施方法に関する基礎研究(2), 日本特殊教育学会第15回大会発表論文集, pp.34-35.

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.

佐藤泰正(1984), 視覚障害児の読書速度に関する発達的研究, 学芸図書

瀬尾政雄(1982), 身体障害学生の大学受験改善に関する研究 昭和56・57年度科学研究費補助金(一般研究B)研究成果報告書, pp.1-29.

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.

1997年8月8日 受付

1997年9月24日 最終修正

A New Method for Estimating the Time to Be Extended for Testing Students with Visual Disabilities from the Response Time Curves

Mamoru FUJIYOSHI*

Abstract

This study is intended to propose a new method to estimate the fair amount of time to be extended for testing students with visual disabilities over nondisabled students because of the requirement for the extension time in measuring the academic achievement levels of students with disabilities at university entrance examinations.

By this method of estimation, the amount of extension time in the ordinary tests under the time limit method is estimated from the response time curves of the 99 nondisabled students and that of the 13 students with visual disabilities in the experiments under the work limit method.

From the response time curves of the nondisabled students, the response rate corresponding to the test time in ordinary tests under the time limit method is calculated. The amount of answering time to this response rate is calculated from the response time curves of the students with visual disabilities. Such time is made to be the estimated time which should be allowed for students with visual disabilities. And at such response rate, the ratio of the answering time of the students with visual disabilities to the nondisabled students should be made the estimated coefficient of the extension time for students with visual disabilities.

We have developed a computerized test system to record the answering process of nondisabled students in print format tests, and a recording system of the answering process of students with visual disabilities in braille format tests by using a "pen computer". The response time curves are quantified by Weibull's distribution function.

As a result of the estimation for the extension time by this new method of estimation, it is found to be 2.11 times for Japanese language, 1.56 times for mathematics and 1.67 times for English. This result has proved quantitatively for the first time that the 1.5 times for extension time in the present is fair and adequate. Moreover, in order to better improve the testing method, it is considered compulsory to further extend the amount of time allotted to the Japanese language, all due to the tremendous amount of Japanese problems that have to be read.

Keywords :

students with visual disabilities, braille format tests, special administration of examinations, extension time for testing, response time curves, Weibull's distribution function, computerized test system, paper-pencil test, pen computer

*Special Examination Section, Research Division, The National Center for University Entrance Examinations.
〒153 2-19-23 Komaba, Meguro-ku, Tokyo 153 Japan. e-mail: fujiyosi@rd.dnc.ac.jp Telefax: 03-5478-1297