

大学入試センター試験のユニバーサル・デザイン

—学習障害者と中途失明者の受験を可能にする デジタル音声問題出題システムの評価—

藤芳 衛 (大学入試センター), 藤芳明生 (茨城大学), 澤崎陽彦 (都立三鷹高等学校)

文字認知に障害を有する学習障害者及び中途失明者の大学入試センター試験等の受験を可能にするため、タブレット PC を使用した音声問題出題システムを試作した。問題の文書構造を表記した数字やアルファベット等、記号だけを通常文字や点字で認知できさえすれば、問題をデジタル音声で聞くことができる。また、図や表の出題も可能となる。評価実験の結果、タブレット PC 音声問題は点字問題と同等なテスト・メディアであることが見出された。

1. はじめに

文字認知に障害を有する一部の学習障害者 (dyslexia) (以下「学習障害者」と略記) 及び中途失明者の大学入試センター試験 (以下「センター試験」と略記) 等の受験を可能にするためには音声問題の開発が必要である。センター試験では通常文字の問題冊子に加えて重度視覚障害者用の点字問題と弱視者用の拡大文字問題が用意されているだけである⁽⁶⁾。

欧米等では音声問題は広く使用されている。試験官が問題を直接読み上げる対面朗読⁽⁷⁾は歴史的にもっとも古く、簡便な方式である。しかし、集団検査には不向きである。オーディオ・カセット⁽²⁾⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾⁽¹³⁾も古く、簡便な方式である。しかし、任意の箇所を聞き直すことが非常に困難である。問題を文書ファイルで出題し、画面読み上げソフトを使用して PC でデジタル音声で読む方式⁽¹⁾も日本語の読み上げの場合、まだまだ誤読が多い。最近オーディオ・カセットに替わる視覚障害者用デジタル音声機器の世界規格となった

DAISY (Digital Accessible Information System)⁽⁴⁾を活用すれば、音声で問題を文単位、段落単位に再生したり容易に聞き直したりすることが可能となった。

しかし、これら従来の方式の音声問題は、問題の文書構造の把握が困難であるため、センター試験のように長文で複雑な形式の問題の解答が困難であり、また、見出しや名称等、文字情報を含む図の出題も困難であった。

このため、タブレット PC を使用して問題の文書構造を把握しながらデジタル音声で問題を読むことができ、また、図や表の出題も可能なタブレット PC 音声問題出題システムを試作した⁽⁹⁾。

本研究はその評価実験の結果を報告するものである。実験の結果、タブレット PC 音声問題は、点字問題とほぼ同様なテスト・メディアであり、学習障害者及び中途失明者に対する有効なテスト・メディアであることが見出された。

次節でタブレット PC 音声問題出題システムの概要を紹介し、3 節で評価実験の結果を報告する。また、4 節は結論である。

2. システム概要

学習障害者に対する音声問題出題システムのハードウェアは、タブレット PC (VAIO LX80, ソニー (株)) 単体である。問題の文書構造はタブレット PC の 15 インチ液晶

画面に直接表示し、読み上げや解答等、PCの操作は付属の電子ペンとテン・キーボードで全て行うことができる。また、音声もPC本体内蔵のスピーカまたはイヤフォンで聞くことができる。

中途失明者に対するシステムのハードウェア構成を図1に示す。PC (FMV STYLISTIC, 富士通 (株)) を中心に、文書構造を点字印刷した点字用紙を提示し、ペン入力を可能にするための A3 判タブレット (Intuos3, ワコム (株))、解答の開始や

終了の指示及び音声の話速度や音量を調整するための外付けテン・キーボード (NT-1U, サンワサプライ (株))、及び明瞭な音量の音声を得るためアンプつきスピーカ (SRS-T88, ソニー (株)) によってシステムを構成する。

ソフトウェアは、タブレット PC 用 OS (Windows XP, Tablet Edition)、Visual C++6.0 及び Windows Media Player SDK 10 (マイクロソフト (株)) によって自己開発した。

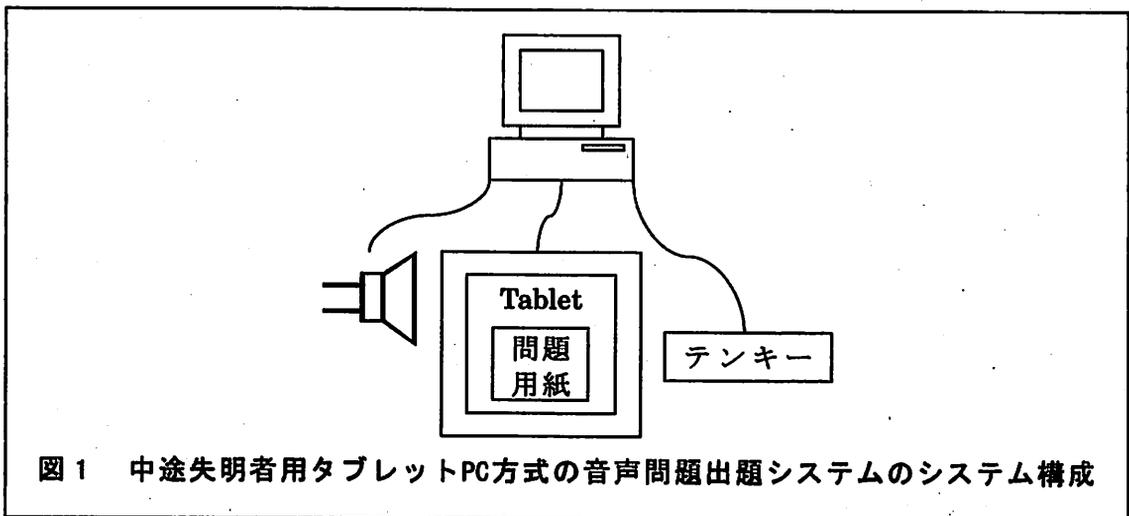


図1 中途失明者用タブレットPC方式の音声問題出題システムのシステム構成

問題の文書構造を把握しながら解答ができるよう、文書構造を表示する。学習障害者には、問題の文書構造をタブレットPCの液晶画面上に表示する。問題の文書構造のコンピュータ画面を図2に示す。また、中途失明者には図2の文字部分の情報だけを点字印刷した点字用紙をタブレット上に提示する。

問題は、1画面に1問題をレイアウトする。各画面の1行目は問題選択行である。左に科目名と問題番号を表示する。また、右側のX記号は問題選択マークである。電子ペンでタッチすると、行頭からマークまでの距離から問題番号を自動的に判別し、音声で科目名と問題番号を表示する。また、その問題の文書構造に対応した音声データを読み込む。

各画面の上部に問題文の文書構造を表示す

る。1パラグラフは1行で表現する。各パラグラフ構造は、行頭のパラグラフ番号 (p1 ~ p4)、そのパラグラフに含まれるセンテンスの位置 (s)、下線の先頭位置 (アルファベット小文字)、空欄の先頭位置 (アルファベット大文字) を示す記号で構成する。

画面の下部に設問の文書構造を表示する。基本的に1設問を1行で表現する。各設問は、設問番号 (q1 ~ q7)、解答番号 (□が前置された数字)、選択肢番号 (数字) で構成する。設問文が長い場合は2行で表現する。

問題を読む場合は、電子ペンのペン先で目的のパラグラフ番号やセンテンスまたは下線番号や空欄番号をタッチすれば、当該箇所からそのパラグラフの終わりまで問題文を読み

上げる。設問番号や解答番号または選択肢番号をタッチすれば、当該箇所からその設問の

終わりまで読み上げる。音声を止めるには、画面の空白部分をタッチする。

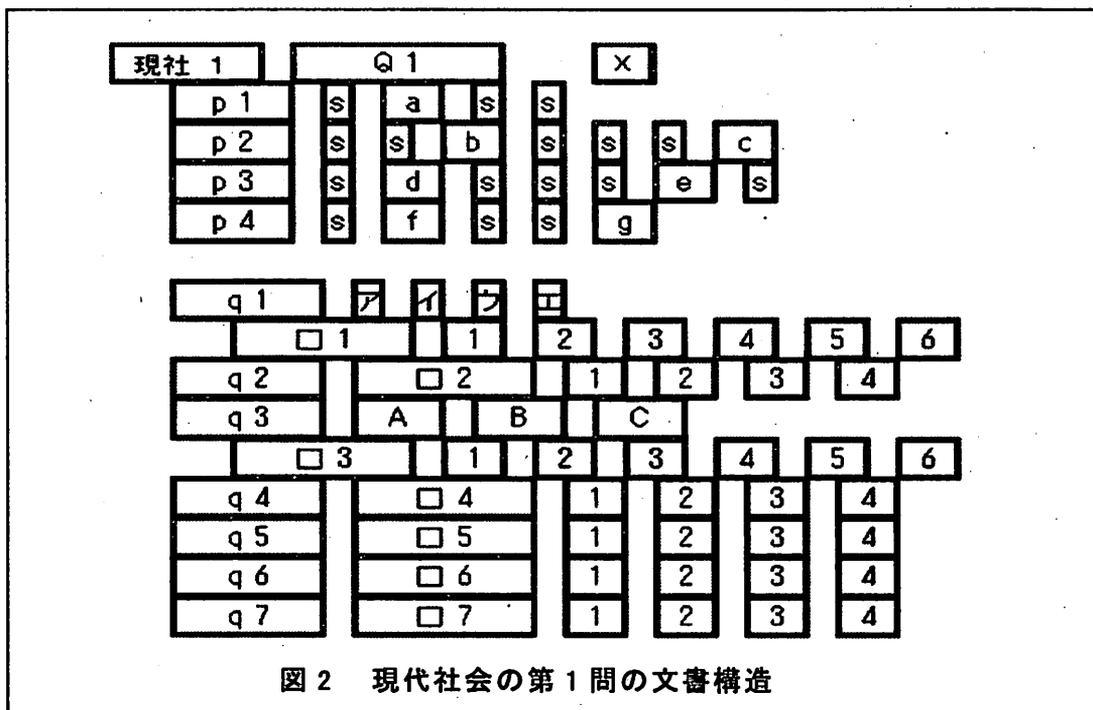


図 2 現代社会の第 1 問の文書構造

1 問題のレイアウトが 1 画面に収まらない場合、設問を分割し、複数画面にする。各画面の上部には問題文の文書構造を、下部には分割した設問の文書構造を配置する。

電子ペンに加えて、テン・キーボード入力での試験の開始、中断、終了等、システムを操作可能である。また、話速度と音量も任意に調整可能である。テン・キーボード操作にあわせて音声によるガイドと確認が行われる。

解答過程の記録は全て自動的になされる。試験開始から終了まで、ペン入力またはテン・キーボード入力がなされる度に解答過程が時刻と共に記録される。

3. 評価実験

3.1 実験目的

学習障害者及び中途失明者のセンター試験等の受験を可能にするため開発したタブレット PC 音声問題出題システムの評価実験を行う。

3.2 実験方法

被験者は 2 群である。視覚障害被験者群は、点字と音声問題を比較するため両テスト・メディアが使用できる全盲の盲学校高等部生 12 名。健常被験者群は、健常高校生 28 名。

視覚障害被験者群に対する実験計画は、試験の性質上、同じ被験者群に同じ問題をテスト・メディアを替えて繰り返して出題できないため、繰り返しのある 4 × 4 のラテン方格法である⁽¹²⁾。表 1 に実験計画のイメージを示す。

テスト・メディアの要因は、点字問題、DAISY 音声問題、タブレット PC 音声問題、及び点字とタブレット PC 音声のマルチモーダル問題の 4 水準である。マルチモーダル問題は、点字問題冊子とタブレット PC 音声問題を任意に活用して解答してもらった。

表1 視覚障害者群に対する4×4のラテン方格法の実験計画のイメージ

		被験者群			
		1群	2群	3群	4群
テスト・メディア	点字	第1問	第2問	第3問	第4問
	DAISY	第2問	第1問	第4問	第3問
	タブレット	第3問	第4問	第1問	第2問
	マルチ	第4問	第3問	第2問	第1問

被験者群の要因は1群3名ずつの4群である。

試験問題の要因は、センター試験の現代社会の過去問1問ずつの4問である。問題の配点及び問題量を表2に示す。表中、文字数は問題の文章部分の文字数である。図表の文字数は、図表の問題量を定量的に算出する適当な方法がないため、その図が占める面積にその問題の文章部分の単位面積あたりの文字数をかけて算出した。また、表の文字数は単純にその表に含まれる文字数とした。問題量は文字数と図表から換算した文字数の和である。

る。

手続きは試験時間を制限しない作業制限法である。視覚障害被験者には被験者1人に検査者が1人付き、被験者の音声報告に基づき解答記録用冊子にストップウォッチを見ながら解答とその時刻を記入してもらう。また、健常被験者群には、視覚障害被験者群と同一の問題を通常文字問題冊子で出題し、解答とその時刻をストップウォッチを見ながら記入してもらう。解答順序はランダムである。

表2 問題別配点と文字数、問題量および出典

	配点	文章部分の文字数	図表から換算した文字数	問題量	出典
第1問	20	3,550		3,550	平成14年度本試験『現代社会』第4問
第2問	20	3,314	1,196	4,510	平成13年度追試験『現代社会』第5問
第3問	20	4,374		4,374	平成14年度本試験『現代社会』第1問
第4問	20	4,141	177	4,318	平成14年度本試験『現代社会』第5問
合計	80	15,379	1,373	16,752	

3.3 実験結果

視覚障害被験者群に対する点字問題、DAISY 音声問題、タブレット PC 音声問題、及び点字とタブレット PC 音声のマルチモーダル問題の4つのテスト・メディアの得点分布はほぼ同様であった。4つのテスト・メディアの得点分布の箱ひげ図を図3の上部に示す。得点に関するラテン方格法の実験計画の分散分析結果を表3に示す。分散分析の結果、得点に対するテスト・メディアの要因

に有意な主効果は認められなかった。また、被験者群と問題の要因の主効果及び3次の交互作用も有意ではなかった。4問総合の得点分布で比較すると、視覚障害被験者群に対するテスト・メディアと健常被験者群に対する通常文字問題の得点分布は、ほぼ同様であった。4問総合の視覚障害被験者群と健常被験者群の得点分布の箱ひげ図を図3の下部に示す。確かに、視覚障害被験者群の中央値が80点満点で6点ほど低い。しかし、マン・

ホイットニーの検定⁽¹²⁾の結果に有意差は認められなかった。

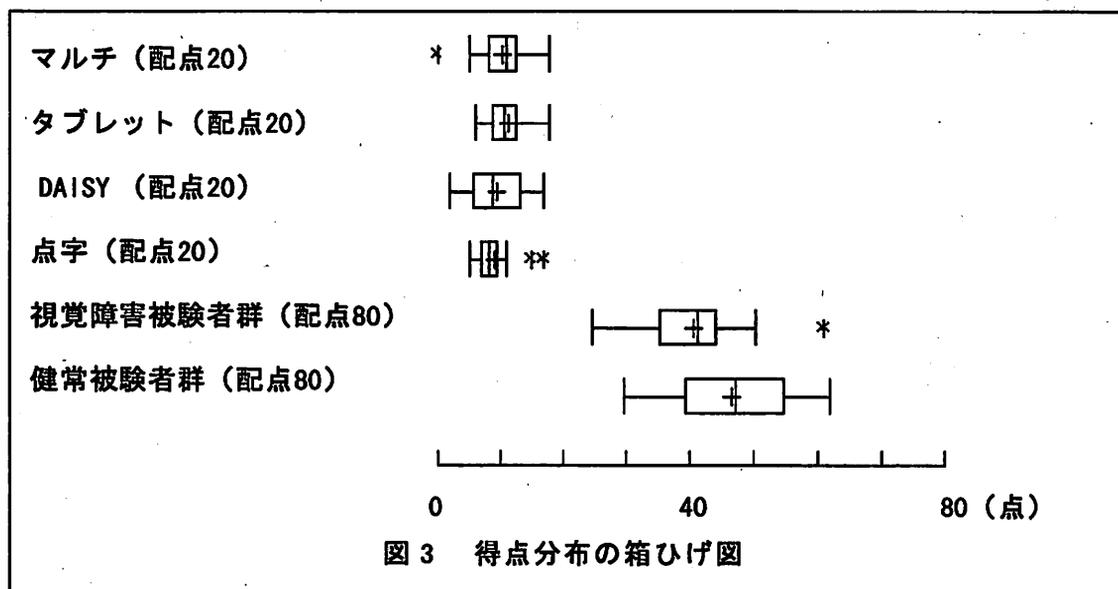


表3 得点に関する繰り返しのあるラテン方格法の分散分析結果

変動要因	自由度	平方和	平均平方	F値	限界水準
被験者群	3	59.1645	19.7215	1.05	0.3827
テスト媒体	3	41.3788	13.7930	0.74	0.5381
問題	3	112.7156	37.5719	2.01	0.1329
被験者群 * テスト媒体 * 問題	6	39.0672	6.5112	0.35	0.9060
e	32	599.4150	18.7317		
全体 (T)	47	851.7411			

次に、テスト・メディアを解答速度の分布で比較するため、テスト・メディア別に解答速度を求めた。解答速度は、各被験者別に表2の問題量を解答所要時間で割って、単位時間あたりに処理可能な問題量として定義した。

視覚障害被験者群に対する4つのテスト・メディアの解答速度の分布は、ほぼ同様であった。4つのテスト・メディア別の解答速度の分布の箱ひげ図を図4の上部に示す。解答速度に関するラテン方格法の実験計画の分散分析結果を表4に示す。解答速度に対するテ

スト・メディアの要因の有意な主効果は認められなかった。また、被験者群と問題の要因の主効果及び3次の交互作用も有意ではなかった。

4問総合の解答速度を比較すると、健常被験者群の通常文字問題の解答速度は、視覚障害被験者群のテスト・メディアよりも中央値で2.41倍速いことが見出された。4問総合の解答速度の分布の箱ひげ図を図4の下部に示す。マン・ホイットニーの検定の結果も有意であった ($p < 0.0001$)。

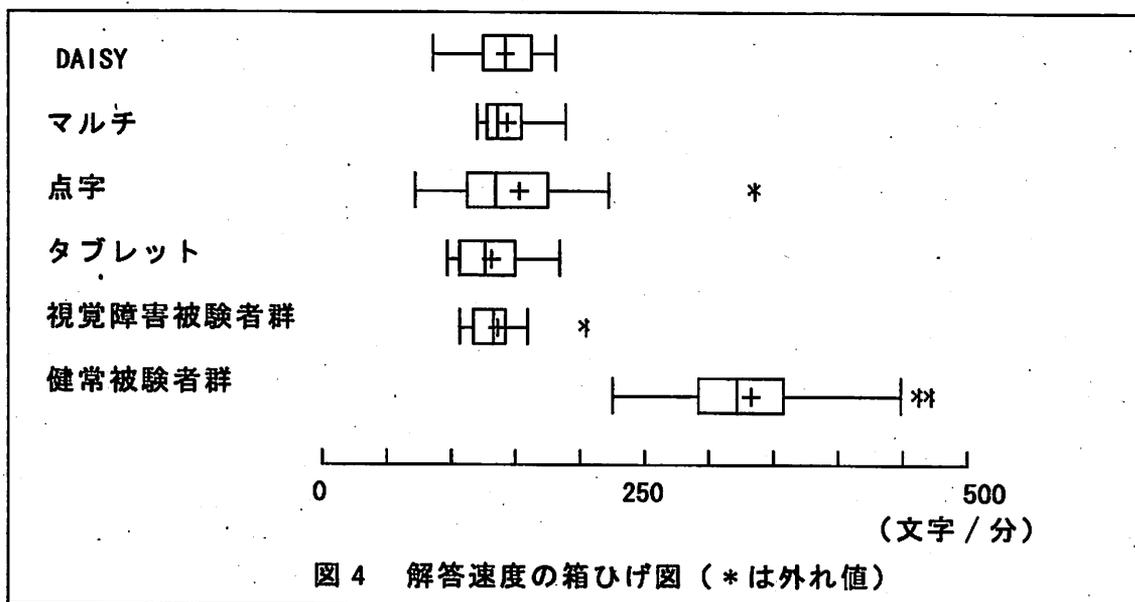


図4 解答速度の箱ひげ図 (*は外れ値)

表4 解答速度に関する繰り返しのあるラテン方格法の分散分析結果

変動要因	自由度	平方和	平均平方	F値	限界水準
被験者群	3	3,457.6133	1,152.5380	0.57	0.6398
テスト媒体	3	3,013.6390	1,004.5460	0.50	0.6880
問題	3	4,256.2474	1,418.7490	0.70	0.5591
被験者群 * テスト媒体 * 問題	6	6,435.5481	1,072.5910	0.53	0.7820
e	32	64,877.1080	2,027.4100		
全体 (T)	47	82,040.1560			

3.4 考察

タブレット PC 音声問題出題システムは、通常文字及び点字等、文字認知に障害を有する学習障害者及び中途失明者のセンター試験等の受験を可能にするものである。長文の問題文それ自体を読まなくても、問題の文書構造を表記した数字やアルファベット等、記号を通常文字や点字で認知できさえすれば、問題をデジタル音声で聞くことができる。また、図表中の文字を電子ペンでタッチすれば、音声で読み上げるため図や表の出題も可能となる。

評価実験の結果、試験時間を制限しない実験条件下では、タブレット PC 音声問題及び DAISY 音声問題は、点字問題と同等なテスト・メディアであることが見出された。視覚

障害被験者群は両音声問題にさほど慣れていなかったにもかかわらず、音声問題を点字問題と同様の解答速度で解答し（図4上部及び表4）、同様の得点を取得可能であった（図3上部及び表3）。本知見は、DAISY 音声問題と点字問題の比較に関する法科大学院適性試験及び司法試験短答式試験の2つの先行実験の結果とも一致していた⁽⁷⁾⁽⁸⁾。

タブレット PC 音声問題は、文書構造が複雑な問題のテスト・メディアとして有用である。評価実験の結果は、タブレット PC 音声問題と DAISY 音声問題の得点及び解答速度の分布は同様であり、文書構造の把握のしやすさの有意な効果は認められなかった。しかし、法科大学院適性試験や司法試験等、問題の文書構造が複雑になればなるほど、試験時

間を制限する通常の試験では、有効なテスト・メディアとなるものと推測される。

音声問題は学習障害者や中途失明者にとっては唯一のテスト・メディアであるけれども、一般の視覚障害受験者にとっては点字問題と音声問題を選択できることが望ましい。タブレット PC 音声問題と DAISY 音声問題は3倍速までの早聞きが可能であるため、試験時間を制限する通常の試験では点字問題よりも解答速度を速めて受験することが可能となる。しかし、盲学校における重度視覚障害児に対する初等・中等教育は点字教科書による指導が基本である。いかに操作性の高い音声問題を開発しようとも、能動的触読が可能な点字を超える教育・メディアとは成り得ない。

4問総合の得点と解答速度の分布から、現代社会の試験における視覚障害受験者に対する試験時間延長率は、健常受験者の2.4倍程度が公平と推定される。両被験者群の4問総合の得点分布はほぼ同様であり(図3下部)、視覚障害被験者群と健常被験者群の現代社会の学習到達度は、ほぼ同様と推定される。しかし、4問総合の解答速度の分布は、健常被験者群の方が視覚障害被験者群よりも2.4倍程度速いことが見出された(図4下部)。このため、点字問題や音声問題等の視覚障害受験者群に対する試験時間は、健常受験者群の通常文字問題の2.4倍程度が公平と推定される。

また、この推定値は、障害被験者群と健常被験者群の被験者累積型時間一解答率曲線、及び時間一得点率曲線を詳細に比較する推定法⁽⁶⁾によって算出した試験時間延長率の推定値とも一致していた。

4. 結論

テストのユニバーサル・デザインに関する当研究室で開発中のタブレット PC 音声問題出題システムは、文字認知に障害を有する一

部の学習障害者も PC 画面上の問題の文書構造を表記した数字やアルファベット及び絵文字等、記号を認知できさえすれば、長文の問題文を眼で読まなくても問題の文書構造を把握しながら電子ペン1本で全て解答することが可能となる。また、中途失明者も文書構造を表記した記号だけを点字または浮き出し活字で認知できさえすれば、センター試験のように複雑な文書構造の試験をデジタル音声で受験することが可能となる。評価実験の結果、タブレット PC 音声問題は、点字問題と同様の解答速度で解答でき、点字問題と同様な得点を取得可能であることが見出された。

先進各国ではオーディオ・カセット及び対面朗読方式の音声問題は、点字問題と同様、障害受験者用のテスト・メディアとして常に準備されている。米国の学力評価テスト

(SAT)⁽⁹⁾⁽¹¹⁾⁽¹³⁾や英国の中等普通教育卒業資格試験(GCE)⁽¹⁰⁾をはじめ、ヨーロッパの高校卒業資格試験においても常に用意されている。しかし、我が国の大学入試試験では、障害受験者用の通常文字の問題冊子に加えて重度視覚障害受験者用の点字問題と弱視受験者用の拡大文字問題が用意されているだけである。

文字の認知障害を有する一部の学習障害者は、音声問題が用意されていないため、センター試験等の受験が困難である。また、点字問題で受験するためには、失明後3ないし5ヶ年間の点字触読訓練が必要であるため、中等教育段階で失明した中途失明者も受験を断念せざるを得ない。

センター試験は長文で問題形式も複雑であるため、問題の文書構造を把握しながら解答できるタブレット PC 音声問題の採用が望まれる。欧米で使用されているオーディオ・カセット及び対面朗読方式では解答が困難である。

今後、タブレット PC 音声問題出題システムの実用化を目指して改良を進める計画であ

る。電子ペンの筆圧情報を取得して、一定の筆圧以上の入力だけをペン・タッチとし、ペン・タッチ入力の信頼性の向上を図る。また、試験の実施機関で広く利用してもらえるよう、専門家でなくともタブレット PC 音声問題をできる限り容易に作成できるようオーサリング・システムを開発する計画である。

文献

- (1) Allan, James, M., Bulla, Nanette and Goodman, Stephen, A., 2003, *Test access: guidelines for computer administered testing*, Louisville, American Printing House for the Blind.
- (2) Allman, Carol B., 2004, *Making Tests Accessible for Students with Visual Impairments: A guide for test publishers, test developers, and state assessment personnel* (2nd ed.), Louisville, American Printing House for the Blind.
- (3) College Board, 2006, *Instructions for Completing the 2006-07 Student Eligibility Form for Accommodations on College Board Tests Based on Disability (SAT Reasoning Test, SAT Subject Tests, Advanced Placement Program Exams, PSAT/NMSQT)* http://www.collegeboard.com/prod_downloads/ssd/instructions-06-07-student-eligibility-form.pdf.
- (4) DAISY Consortium, 2006, *DAISY 2.02 specification*, <http://www.daisy.org/publications/specifications/daisy2.02.html>.
- (5) 独立行政法人大学入試センター, 2006, 『平成 19 年度大学入学者選抜大学入試センター試験受験案内 (別冊)』独立行政法人大学入試センター。
- (6) Fujiyoshi, Mamoru, and Fujiyoshi, Akio, 2003, "Estimating testing time extension ratios for students with disabilities from item cumulative curves", *New Developments in Psychometrics: Proceedings of the International Meeting of the Psychometric Society IMPS 2001*: 265-272.
- (7) 藤芳 衛, 2004, 「法科大学院適性試験のユニバーサル・デザインーデジタル音声試験と点字試験の設計ー」, 『大学入試研究ジャーナル』 14: 15-24.
- (8) 藤芳 衛・藤芳明生, 2005, 「司法試験短答式試験のユニバーサル・デザインー点字試験の試験時間延長率の推定とデジタル音声問題の開発ー」, 『大学入試研究ジャーナル』 15: 27-34.
- (9) Fujiyoshi, Mamoru and Fujiyoshi, Akio, 2006. "A new audio testing system for the newly blind and the learning disabled to take the National Center Test for University Admissions", in K. Miesenberger et al. (eds.), *ICCHP 2006, LNCS4061*, Springer-Verlag: 801-808.
- (10) Joint Council for Qualifications, 2005, *Access arrangements and special consideration: regulations and guidance relating to candidates who are eligible for adjustments in examinations*, London, JCQ.
- (11) Ragosta, Marjorie, and Wendler, Cathy, 1992, "Eligibility issues and comparable time limits for disabled and nondisabled SAT examinees", *ETS Research Report, RR, 92-35*: 1-33.
- (12) Upton, Graham, and Cook, Ian, 2002, *Dictionary of Statistics*, New York, Oxford University Press.
- (13) Willingham, Warren W., Ragosta, Marjorie, Bennett, Randy, E., Braun, Henry, Rock, Donald, A., and Powers, Donald, E., 1988, *Testing handicapped people*, Massachusetts, Allyn and Bacon, Inc.