
視覚障害者の英語学習における認知過程の
分析および英語学習システムの開発

課題番号 17530700

平成17年度～19年度科学研究費補助金
(基盤研究C) 研究成果報告書

平成20年3月

研究代表者 青木和子

筑波技術大学 障害者高等教育研究支援センター教授

目次

はしがき	1
1 序文	3
2 研究成果 I	6
視覚障害者のための英語指導法の開発	
3 研究成果 II	15
Effective Use of Text-to-Speech (TTS) Technology for EFL Learners with Visual Impairment	
4 研究発表	31
(1) Text-to-speech (TTS)技術を活用した英語スピーチ指導	31
(2) Developing English Reading Support System and Vocabulary Size Test for Japanese Visually Impaired Students - What computers can help them to study English?	34
(3) 視覚障害者のための単語認知テスト及び語彙サイズテストの開発 - Are they slow readers or poor readers? -	43
(4) 視覚障害者の英語リスニング試験における認知リソース活用	61
(5) 視覚障害者とリスニング・テスト：センター試験と英検の比較	64
(6) 英語リスニング試験における視覚障害者解答行動	79
(7) 視覚障害者・聴覚障害者英語語彙サイズ比較 —基本 2000 語レベルの壁—	82
5 視覚障害関係用語集	92

<はしがき>

本書は平成17, 18, 19年度に下記課題で行われた科学研究費補助金による研究成果報告書である。

課題:「視覚障害者の英語学習における認知過程の分析および英語学習システムの開発」

本研究プロジェクトの多くは、わが国唯一の視覚障害系の高等教育機関である筑波技術大学保健科学部（旧筑波技術短期大学・視覚部）を基盤として行われ、学生諸君の多大なる貢献なしでは遂行が困難であった。

研究組織

研究代表者： 青木和子（筑波技術大学障害者高等教育研究支援センター教授）

研究分担者： 加藤宏（筑波技術大学障害者高等教育研究支援センター教授）

研究分担者： 長岡英司（筑波技術大学障害者高等教育研究支援センター教授）

研究分担者： 小林真（筑波技術大学保健科学部准教授）

交付決定額（配分額）

（金額単位： 千円）

	直接経費	間接経費	合計
平成17年度	2,700	0	2,700
平成18年度	400	0	400
平成19年度	500	150	650
総計	3,600	150	3,750

研究発表

ア 雑誌論文

1. 青木和子：“視覚障害者のための単語認知テスト及び語彙サイズテスト”、外国語教育メディア学会論文誌「Language Education & Technology」第42号、pp169-185, 2005 6

2. 加藤 宏、青木和子、永井伸幸、近藤邦夫、「点字・墨字を使用しない重度視覚障害者用音声学力試験の試行」筑波技術大学テクノレポート、Vol.12, pp7-13, 2005 3

3. 青木和子、加藤 宏、マーティン・ポーリー、松藤みどり、須藤正彦、三好茂樹、小林 真 「視覚障害者・聴覚障害者英語語彙サイズ比較－基本 2000 語レベルの壁－」 筑波技術大学テクノレポート Vol. 13, pp31-36, 2006 3

4. 加藤 宏・青木和子 「視覚障害者とリスニング・テスト： センター試験と英検の比較」 筑波技術大学テクノレポート Vol. 14, pp19-29, 2007 3

イ 学会発表

1. 青木和子・加藤宏・松藤みどり、須藤正彦：“視覚障害者・聴覚障害者英語語彙サイズ比較－基本 2000 語レベルの壁－”、日本特殊教育学会第 43 回大会発表論文集、P167, 2005

2. Kazuko AOKI “Developing English Reading Support System and Vocabulary Size Test for Japanese Visually Impaired Students - What Computers can help them to study English? - ”, 12th ICEVI World Conference, Abstract Reference Number EA 028, 2006 7

3. 加藤 宏¹・青木和子²(非会員) 視覚障害者の英語リスニング試験における認知リソース活用、日本心理学会題 70 回大会、2006 11

4. 加藤宏、青木和子、英語リスニング試験における視覚障害者解答行動、日本特殊教育学会第 44 回大会発表論文集、 2006 9

5. Kazuko AOKI, Hiroshi Katoh, Makoto Kobayashi, “Effective Use of Text-to-Speech Technology (TTS) for EFL learners of Japan”, EUROCALL 2007, p.66, 2007 9

6. 青木和子、加藤 宏、「Text-to-Speech(TTS)技術を活用した英語スピーチ指導－視覚障害学生のための新しい英語学習法の確立を目指して－」日本特殊教育学会第 45 回大会、ポスター発表 (P 2 - 5 7) 2008

ウ その他

研究成果報告書

青木和子：“コンピュータを利用した視覚障害者の英語読解力向上のための指導法の開発に関する研究”、平成 13 年度～15 年度科学研究費補助金基盤研究 (C) (2) 研究成果報告書、平成 16 年 3 月

1 序文

1) 研究の目的

視覚障害者の学習スタイル及び学習環境は、近年のIT技術の発展と一般化により大きく変化してきた。特に、高等教育機関で学ぶ全盲の学生は、従来は膨大な量の点字の資料を持ち運び、また、点字資料が手に入らない場合には、リーダーといわれるボランティアに必要な参考資料を読んでもらうなど、その学習環境は限られたものであった。一方、全盲者は、他の障害者はもとより一般の人よりもむしろ早くパソコンの活用を始め、音声サポートによるキーボード操作は、視覚障害者に様々な可能性を広げた。重度の弱視者にとっても、パソコンは読み書きをはじめ、インターネットによる情報の収集やメール交換などを可能にした。しかし、こういった環境の変化が彼らの学習に具体的にどのような影響をもたらしたか、また、教育現場において教える側が個々の視覚障害者のニーズに応えた的確な支援体制を有しているか、さらには、パソコンを活用したより積極的な学習方法の開発研究はどの程度進められているか、等について国内外の状況を概観すると、基礎的な研究は散発的に見られるものの、その成果が実際に教育現場で共有されるようなレベルに至っているものは少ない。視覚障害者とIT技術という分野は、非常に特徴的な点として、技術そのものの発展とその活用について視覚障害者自身が積極的に関わり、彼らを取り巻く教育関係者がむしろ、遅れをとってしまう傾向にあることである。利用者自身が開発研究に携わることは、勿論必要不可欠なことではあるが、一方でそれぞれの障害に特化したものになりがちで成果を共有しにくいという面を持つ。教育関係者が自らの専門分野を視覚障害者に教えるという視点での研究・開発を進めることにより、その成果を共有できるレベルのものに向上させることができると考える。研究代表者は、高等教育機関において視覚障害者を教える英語教師という立場で、彼らの英語能力の評価、視覚障害の英語学習への影響、パソコンを活用した英語学習支援等についての実践研究を行ってきた。本研究では、これまでの研究成果を踏まえ最新の第二言語習得理論および認知言語学を理論的バックボーンとし、認知心理学、情報工学の専門家を加えることで視覚障害者特有の学習上の問題点を明らかにするとともに、視覚障害者個人および教育現場で学習支援として活用可能な支援ソフト、支援学習プログラムを開発する。

2) これまでの研究

I 研究代表者および分担者が科学研究費補助金で受けた関連研究は、以下のものがある。

- (1) 平成13～15年度文部省科学研究費補助金（基盤研究C-2）、研究課題「コンピュータを利用した視覚障害者の英語読解力向上のための指導法の開発に関する研究」

(平成13～15年、3年総計額 2,260千円) 研究代表者 青木和子

研究計画：視覚障害学生にとって外国語としての英語学習は、「視覚障害に起因する読みの遅さ」「点字や拡大文字による学習材料の未整備」「辞書環境の貧しさ」等のマイナス要素を多く持ち、その結果、多くの場合読解力が劣る。「読みの遅さ」をカバーするために、PCの合成音声ソフトや速読ソフト等を活用することにより読速度を上げ、読む経験を増やすことで読解力の向上をめざす指導プログラムを開発する。

研究成果：「読みの遅さ」の重要な要素となる「単語認知力」を調べるため独自テストを開発した。さらに視覚障害による読みへの負荷を軽減するためPCの英語合成音声サポートソフトを開発し、語の認知力向上をベースとした英文読解トレーニングプログラムを作成し、2年間に渡り事例研究を実施した。並行して語彙力調査と語彙学習を目的とした、PCによる英語語彙サイズテスト (kobaTEST)を開発した。

単語認知力テストの結果として、語の認識の自動化レベルが読速度と読解力に影響することが明らかになった。また、独自に開発した「英語リーディングサポートソフトreadKON」を活用した事例研究では、重度な視覚障害者も語彙力、読速度、読解力のすべての面で大きく能力を伸ばす可能性があることを実証した。視覚障害者用PC語彙サイズテストは、特に能力が低いと思われた学生の語彙能力を測定することを可能にし、指導上の有益な資料を得られた。

(2) 平成15～17年度文部省科学研究費補助金(基盤研究C-2)、研究課題「パソコン使用による視覚障害者英語学習支援システムの開発と英文読解の認知過程の分析」(平成15～17年、3年間総計額 4,400千円予定) 研究代表者 加藤宏 分担者 青木和子、長岡英司、小林真

研究計画：認知心理学理論に基づいた視覚障害者のための英語学習法の開発とその認知機構の解明

研究経過：1年目は、視覚障害を持つ被験者の語彙力およびリーディングスパン等の基礎能力診断法の確立のための視覚刺激の適正化提示、刺激の点字および音声化提示について検証を行った。

2年目は、中途失明者に対する音声版英語テストの実用化を探るため、PCおよびDAISYを使用した英語テストと日本語テストを実施し、その結果の分析を行った。

研究成果：視覚障害を補償するための音声提示による英語学習は、特に語彙習得と読みの学習において成果が顕著に見られた。さらには、通常のリスニングと音声提示によるリーディングの違いを認知言語学的観点から検証し、音声版英語テスト試行への提言をまとめた。

.....

II その他研究補助金を受けた研究

(1) 平成14年度 筑波技術短期大学学長裁量経費研究「視覚障害学生英語学習支援のための認知言語学的基礎研究」代表 加藤宏、分担者 青木和子他 296千円

上記研究代表者の科研費研究と並行する形で企画されたこの研究には、心理学および情報工学を専門とするものが加わることで、具体的な視覚障害者のためのPC語彙サイズテストおよびリーディングサポートソフトの開発を行った。

- (2) 平成15年度 筑波技術短期大学学長裁量経費研究「デジタル音声レコーダを活用した英語学力判定方法と入学者選抜試験の検討」代表 青木和子、分担者 加藤宏他 545千円

点字習得に困難を覚える中途失明者のための音声版英語学力判定テストの実用性を検証するため、視覚障害者用デジタル音声レコーダ（DAISY）版と英語および日本語の合成音声を使用したPC版を作成し比較検討した。

- (3) 平成16年度筑波技術短期大学教育研究等高度化推進事業（競争的教育研究プロジェクト事業）研究「視覚障害学生と聴覚障害学生の英語語彙サイズからみた英語学力」代表 青木和子 489千円

視覚障害者向けに開発した語彙サイズテストを聴覚障害者にも応用し、それぞれの基本 2000 語レベルまでの到達率等を比較し、障害による英語語彙習得の差があるか、その原因は何かを分析した。

2 研究成果 I

視覚障害者のための英語指導法の開発

概要

本研究の目的は、PCを活用して視覚障害者の的確な英語力診断を行い、各視覚障害者に最適化した英語教材を情報保障して提供することによって英語の運用力を高めようというものである。われわれは視覚障害者の英語学習のためのソフトとして語彙診断ソフト kobaTEST、そして英語教材提示ソフト readKON をすでに開発してきた。一方、これらソフトを利用した英語基礎能力診断テストの結果から、その信頼性と妥当性を高めるためにはさらに様々な角度からの検証の必要性が明らかになってきた。そこで本プロジェクトで実施した各ソフトの活用法とそれにより得られたデータを元に成果の概要をまとめる。研究テーマごとのデータ、分析の詳細は後掲の研究論文、学会発表等の原稿資料(1)から(7)にゆずる。

また、本研究では視覚障害者の学習場面での認知リソースがどのように使われているかを心理学的および言語学的アプローチから追求する試みも行ってきた。その成果の一部として、英語能力判定テストのリスニングテストにおける視覚障害者の行動パターン等を分析し、晴眼者に対して現在取られている特別措置の内容について検証した。

I 語彙力診断テストとその活用

1.1 kobaTEST

英語運用能力は基本的に語彙力の上に築かれる。視覚障害者の英語教育における問題点のひとつにこの習得語彙数の不足の問題があることは、これまでの研究で示唆されてきた。視覚障害というハンデのために中学・高校時代に授業以外の情報を含め入力される英語の語彙数が晴眼者に比べ少なくなるという状況に置かれていたということがその大きな要因として考えられた。そこで、われわれはまず彼らの習得語彙数の推定方法の研究に取りかかり、英語語彙力診断ソフト「kobaTEST Version 1」を作成した(青木和子：“コンピュータを利用した視覚障害者の英語読解力向上のための指導法の開発に関する研究”、平成13年度～15年度科学研究費補助金基盤研究(C)(2)研究成果報告書、pp16-23 平成16年3月)。このテストは大学英語教育学会で日本人の大学生を対象に作成された語彙表を基に語彙レベル別に、ランダムに抽出した語彙を英語合成音声で読み上げ、かつ拡大文字で表示し、その語を知っているかどうかの回答から習得語彙数を推定するものである。これにより通常の晴眼者向けの語彙サイズテストでは対応が困難であった重度の視覚障害者(全盲は除く)の語彙サイズ推定が可能となった。平成15年以降、毎年筑波技術短期大学の視覚障害学生に対し、入学時に英検能力判定テストと併せて kobaTEST を実施し、それらのデータを元に英語熟達度と語彙サイズとの関係を分析してきた。平成17年度には、聴覚障害

学生との比較分析を行った。(青木他、2006) この実験では、両グループの基本語彙サイズ 2000 レベルの到達度と英語熟達度を調査した所、視覚障害グループの 2000 語レベル平均が約 1500 語、聴覚障害グループの平均が約 1300 語であり、ともに基本 2000 語に届いていないことが明らかになった。さらにこの結果と総合的英語学力との関連について考察し、概ね英語学力と語彙サイズは対応していることがわかった。これにより、語学学習においてともに重要な視覚あるいは聴覚からのインプットに障害をもつ学習者について今後より効果的な学習法および指導法を開発する上での有用な基礎データを示すことができた。

1.2 バージョンアップ

「kobaTEST Version 1」で使われた語彙リストは、1993 年に作成された「JACET 基本語 4000」(大学英語教育学会教材作成委員会)もので、その後 2003 年にその後継語彙リストである「大学英語教育学会基本後リスト JACET List of 8000 Basic Words」が編纂され、広く英語教育分野で活用されるようになったのを受け、2005 年にリストを入れ替え、「kobaTEST Version 2」を作成した。さらに 2007 年には単語読上げ用の合成音声の入れ替えを行った。それまでに使用されていたものはマイクロソフトの Windows 上で動作する Speech API を使用していた。開発当初は、多少機械的音質ではあるが単語のみの発音においては正確さおよび明瞭度ともテスト実施上に大きな支障は無いと思われたが、英語合成音声に不慣れた学習者にとっては聞き取りにくさが指摘されていた。パソコン上のテキスト情報を音声化するシステム (TEXT-TO-SPEECH, TTS) の研究開発は近年急速に進み、コーパス方式を用いてテキストを高品位の音声で出力することが可能になってきた。(藤沼他 2006) PC 本体にペンタックス社製のボイステキストを組み込んだスクリーンリーダー xp NAVO (株 ナレッジクリエーション) を採用することによりナチュラルボイスとしてより質の高い英語音声 Voice Wear Kate (VW Kate) が kobaTEST においても使用可能となった。基本的なソフトには全く手を加えてはいないがこの 2 点の改善によって kobaTEST への学習者の取組は大きく改善され、得られたデータの信頼性を高まった。点字ディスプレイへの対応がまだ十分ではないため、全盲の学習者がこのテストを行うためには補助者が必要に応じてスペルを読みあげる措置を取っていたが、音声の品質が上がったことで補助者の援助を大幅に減らすことができた。

1.3 語彙サイズテスト以外の活用法

これまでの研究の結果、kobaTEST で得られた語彙サイズはそれぞれの学習者の英語熟達レベルを予測するのに十分な情報であることが明確になってきている。重度の視覚障害者にとって通常の英語能力判定試験の受検は、点字問題あるいは拡大文字問題を使用し、試験時間の延長という特別措置を取られたとしても、精神的身体的負担は大きく非常にストレスのかかるものとなっている。また、中途視覚障害者で墨字から点字への移行期にある学習者は、特に英語の学習に大きな困難を伴う。外国語以外の学習では、音声教材 (従来はテープに録音されたもの、近年は視覚障害者用に開発された DAISY 図書等) を活用したり、日本語合成音声によるスクリーンリーダーを活用して読み書きを行うことができる。しかし、

英語学習では正確で流暢な英語読み上げを可能にする環境づくりは容易ではない。また、それが可能であったとしても、習熟度の低い学習者はネイティブライクな英語を聞き取ることができない。このような学習者の英語能力を推測するのは非常に困難である。視力を失う前のある程度の英語力を習得していたにも関わらず、多くの場合適当なテスト方法が無いため「判定不能」または「非常に低レベル」と判定されてしまう。ペーパーベースのテストに代えて面談によるテストが考えられるが、リーディング力を計ることができないため標準化されにくい。それを補完するものとして音声で対応できる koba TEST による語彙力測定は、被験者の英語習熟度を推定する手段として有効である。

さらにこのテストは語彙リストを入れ替えることで様々な語彙学習に応用可能である。ターゲットとする語彙リストを作成し、学習前にその認知度をプレテストで確認し、一定期間の学習後に同じ環境でポストテストを行い、学習効果を確認する。また、読上げ音声を英語から日本語に変更することも可能であるため、単語あるいはフレーズレベルで日本語と対応させた学習などの応用が考えられる。

2 視覚障害者用リーディングサポートソフトの活用

2.1 readKON バージョンアップ

読材料提示ソフトとして開発したreadKON（現在は本ソフト作成者であるプロジェクトの一員であった埼玉県立盲学校教諭の近藤邦夫氏のホームページ「視覚障害者のための自作教材ソフト」よりダウンロードできる <http://homepage2.nifty.com/k-kondo/>）は英語のテキスト文を自由に拡大表示し、かつ任意の英文テキストを英語の合成音声で発音させることができる。本プロジェクトでは引き続きこのソフトを活用し、視覚障害学生の英語能力と教材の適切化・情報保障を行うためのいくつかのプログラムを作成し、実際の学習に応用した。しかしながら英語合成音声（マイクロソフトSpeech API）の機械的な読みは学習者には評判がよくなかった。平成18年より前述のように教室内のPC本体にペンタックス社製のボイステキストを組み込んだスクリーンリーダー xpNAVVO（株 ナレッジクリエーション）を採用することによりナチュラルボイスとしてより質の高い英語音声Voice Wear Kate (VW Kate)がreadKONにおいても使用可能となった。これにより単語レベルだけでなく文章レベルにおいても音声の聞きやすさは大幅に向上し、授業内での活用の幅が広がった。

2.2 英語リーディングクラス内での活用

2.2.1 教材準備

英語リーディングのクラスでは、通常視覚障害に配慮し5種類の教材を用意した。弱視用の墨字教材は、フォントサイズ、ポイント14、18、24、点字教材英語1級、2級である。近年では、自分のPCを教室に持ち込み音声で教材を読む（聞く）ケースもあり、さらに電子ファイルを要求されることが多くなった。平成19年度大学2年生のクラスで上記教材の

ほかに、授業場面でreadKONを積極的に活用する実験授業を行った。クラスの人数は13人で、1名が点字使用者（英語点字2級）、1名が点字への移行期にある学習者（教材としては英語点字1級を用意したが、授業についていく読スピードはまだ無い状態）、残り11名は弱視者であるが、拡大読書機や24ポイント以上の拡大文字を使用する学習者が5名であった。弱視者全員は教室備え付けのPCを使用し、テキストをreadKONで読める状況を設定した。点字使用者は音声と点字ディスプレイ併用のPCを使った。

2.2.2 PC用テキストファイルの作成

授業で使用したテキストは大学の教養英語のためのものであるが、内容は医学系のトピックを集めたものである。1ユニットは、① Vocabulary（新出語）、② リスニング課題（医師と患者の会話）、③ リーディングセクション及び関連したQ&Aと作文課題、④

More Information（医学関連用語集）という構成になっている。配布用のテキストの作成のために教科書をもとに電子ファイルを作成するが、この段階で点字化および音声化を前提とした編集が必要である。通常の教科書は図や表、写真、囲み記事など視覚情報が多くあるが、これらは削除するか文字情報に変更する。図や表についてのクイズがある場合は、その問題自体を削除するか対応可能な問題に作り変える。ここでの編集の前提はクラスの全員が同じ情報を得られるように配慮することにある。（あくまでも英語学習用のテキストということで、教師の観点からこのような変更を行っている）

教室のPCに入れ込むテキストファイルは、さらにreadKONでの音声読み上げに配慮し、文ごとの行換えを行う必要がある。ピンディスプレイに対応させるためにも同じような作業が必要であり、事前準備とリハーサルは欠かせない。

2.2.3 readKONの役割

ユニットの最初はVocabulary（新出語）の学習に当てられる。比較的難易度の高い医学用語が多いため、readKONでの発音練習は非常に効果的であった。最近の中学、高校での指導では発音記号の練習は省かれることが多く、学習者自身での新出語の発音の習得は困難なことが多い。特に点字使用者からはしばしば発音の学習法を尋ねられる。従来はそのような場合に適当な助言を与えることが困難であったが、readKON およびminireadKON（前述の近藤邦夫氏のホームページ参照）を個人のPCにインストールすることで長年の問題が解消したと喜ばれた全盲学習者のケースがある。新出語に加えてテキスト内の重要語も加え、意味を確認したあとreadKONでの発音練習を各自で行わせた。リスニングセクションでは、録音されたダイアログを聞いて空所を埋める課題が中心である。これは通常の紙媒体の方が取り組みやすいためほとんどの学習者は、配布されたテキストに回答を記入した。仕上げのダイアログ練習においても附属のテープの方が役割分担もできており、会話として自然な録音になっているのでそちらを使用した。市販のテキストの多くはCDまたはDVDが付属しているが、録音されているのは会話教材が中心であり、リーディング用テキストまで録音されているものはきわめて少ない。そこでリーディング課題では、読解指導のあとで定着のための音読練習にreadKONを活用した。一人ずつが自分のペースで、

繰り返し読めることが最大のメリットである。リーディング課題はともすると文の理解(訳)にとどまりがちであるが、充分理解した上でその英文を繰り返し音読することは、英語の基礎的な運用能力を高める上で非常に重要である。中学段階で落ちこぼれてしまった学習者の多くはこういった個々の練習が欠如していたことが考えられる。視覚障害者の場合も読みに時間がかかるため十分な音読練習が不足しがちであったことが予測できる。readKONによる音声での読みのモデルは、読みを苦手とする学習者の心理的負荷を減少させる。一方、現実的には教室の授業時間内ではすべての学習者に十分な時間を確保することは難しい。教室外での練習環境の確保が必要である。さらに今後の応用的活動として、英語での読みの後に逐次通訳的に日本語にする練習(通訳練習)を取り入れたプログラムも作成中である。

2. 3 スピーチ指導での活用

2.3.1

平成19年度英語ライティングクラスにおいて、最終課題のスピーチ練習のためにreadKONを活用した。実際の授業の中での実施のため、厳密な実験としての設定には無理があり、数値を示しての効果の検証は困難があるが、長年の教師経験の中でも、これだけの成果を実感することは無かった。詳細は英語での成果をまとめた「**Effective Use of Text-to-Speech (TTS) Technology for EFL Learners with Visual Impairment**」と特殊教育学会2007の発表「Text-to-speech (TTS)技術を活用した英語スピーチ指導—視覚障害学生のための新しい英語学習法の確立を目指して」を参照いただきたい。

2.3.2 スピーチモデルの重要性

視覚障害者に限らず、slow readers とか poor readers といわれる学習者の多くは、学習の初期でつまずき、そのことが原因で学習の積み上げが十分できなかったケースが多い。前述のように彼らは個々に十分時間をかけて課題をクリアする環境がなかったため、結果的に達成感を味わうこともないという悪循環の中で、英語学習に対し大きなストレスを抱えることになっていると考えられる。PCを利用した個別学習は、それぞれの学習者のニーズに合わせたプログラムを組むことが可能であり、いわゆるリメディアル教育の主流を形成しつつある。しかし、低学力の学習者ほど、本来自立学習が困難であるということを確認するべきである。課題の設定、進行状況を細かくチェックし、成果を確認するという作業はやはり教師が行う必要がある。スピーチの場合、「自分で書いた原稿を読む」という単純な課題であるにもかかわらず思うようにできない原因は何か? 適当なスピーチモデルが無いからである。教師またはネイティブスピーカーが直接指導する、あるいはモデルを録音し与えるといった方法が従来はとられてきた。しかし、教科書のテキストと違い、個々の学生のスピーチ内容は当然のことながらすべて異なる。一人ひとりのためのモデルを作るのは容易ではない。このようなときにTTSは大きな役割を果たす。「readKONの設定は、テキストファイルを1行ずつ読上げる」という情報を与え学習者自身に自らのスピーチ原

稿を電子ファイルとして作成させる。画面に表示される文字の大きさは自由に調整できるが、文字が大きくなるほど表示される文字数が減るため、読上げている文全体を表示できないこともあるため、学習者ごとに一番読みやすい状況を工夫する必要がある。例えば、長い文は、途中で行わけする、あるいはフレーズごとに切るなどの編集が必要な場合もある。また、学習者自らが工夫をして、最初に読みが難しい語だけをピックアップしたリストを独自に作成し、それらを十分練習してから本文の読みの練習に入る者もあった。合成音声（この場合、VWKate）の読み上げスピードの調整は可能であり、学習者は可能な限り遅い速度設定にする傾向があるが、英語として聞きやすい速度は通常 150WPM 前後とされているため、少なくとも 100WPM 以上で読むよう目標時間を設定した。そのため VWKate の読み上げ速度も 120 から 130WPM に設定した。最初のうちはこのスピードについていくことが難しい学習者もかなりいたが、文の切れ目を多くしたりフレーズ読みなどの練習を積み上げていくことで、次第に聞き取りもできるようになり、長文がこなせるようになっていく様子が見られた。readKON を使った練習のもう一つのメリットは原稿の書き直しがいつでもできるという点である。ネイティブスピーカーなどに録音を依頼した場合、その後の修正は事実上難しい。しかし、この練習では学習者自身がスピーチモデル用の原稿を作成しているため、声を出しての練習の中で、ある部分の語や表現を入れ替えたい、新しい情報を付け加えたいと言うような要望を即座に反映させることが可能である。スピーチモデルがいつでもそこにあるという安心感は、学習者に余裕を与え、より良いスピーチに仕上げようというモチベーションにつながっていく様子がそれぞれの学習過程において確かな手ごたえとして見て取れた。

2.3.3 readKON の可能性—視覚障害者から一般の学習者へ

readKON はある意味ではあまり洗練された学習ソフトとはいえない。使用の過程においていくつかの改良を加えることも検討したが、むしろ現状のままのほうが使い手の自由な発想が生まれる可能性が高いことに気づいた。使い手というのは、教える側でもあり教わる側でもある。研究代表者は英語教師としてこのソフトの可能性が当初のねらいを超えて広がるものと考えられるようになった。一方でこのソフトを与えれば学習者は自立的に学習できると考えるのは誤りである。本来このソフトは視覚障害者の自立学習をサポートする目的で作られたものであるが、一般の学習者、特に英語に対する苦手意識の強い学習者への指導も視野に入れた活用法が、今回の実践研究の中から新たに考えられる。将来的には大学のみならず中学、高校においても自習用の「英語学習サポートクラス」(仮称)に readKON を装備した PC を設置し、その指導者とともに学習者のニーズに応じたプログラムの中で広く活用されることを願うものである。

3 リスニングテストの分析

3.1 リスニング能力とリーディング能力

本研究の大きな目的は視覚障害者のための新しい英語指導法開発への道を開くことであ

り、すでに述べてきたように我々の研究の視点は TTS システムの活用にあった。視覚からの情報収集が困難であることからそれを補償する手段として音声での情報収集が重要になるという発想からスタートしたわけだが、英語学習という観点でみると母語である日本語環境での学習環境とは大きく異なり、どのような方法で、どのような内容の学習の際に、音声サポートが有効かということは一概には判断できない。そもそも文字情報と音声情報は人の認知の過程でどのような役割を果たしているのかというような観点からのアプローチも必要である。最近の注目すべき研究として、光トポグラフィを用いて学習者の大脳皮質の活性状況を脳血流により探り、言語処理時にはどのように脳が活性化されているかを観測し、英語の習熟度との関連性を明らかにしつつある大石（2006）の一連の研究がある。大石（1999）によると日本人大学生 100 人を対象とした英語リスニング能力とリーディング能力の相関性を調査した結果、低い相関($r=0.247$)しか得られなかったが、母語である日本語のリスニング能力とリーディング能力では、高い相関($r=0.857, p<0.01$)があるという結果を得た。彼女によるとこの結果が示唆することは、母語においては情報入手手段が書きことばと話ことばの違いがあっても、両者の情報処理過程は共通しているということが推察できるという。一方、日本人の英語能力のようにリスニングとリーディングの両能力間に相関関係がないケースがあり、この場合脳内で情報が入り込まれる部位および情報処理方法は異なるのではないかと推察している。さらに、認知言語学的にみるとリスニングでの音声はリーディングの文字に比べて入手される量と質が異なる。すなわち、文字は一語ずつでもゆっくりと読み進めることができるが、音声にはスピードがあり、一言一句漏らさずに処理され記憶されることは困難であるので、トップダウン処理に頼りがちになる。それが原因で感覚記憶の段階で言語理解と処理の明暗は分かれてしまう。情報を文字としては理解できても、音声として入力した場合には情報の入り口でつまづいてしまい、聞き取れない場合があるという。母語話者に近い学習者（すなわち熟達度の高い学習者）は二つの能力が互いに関連しあっているが、母語話者レベルから遠い学習者（すなわち熟達度の低い学習者）は、それぞれの能力が関わりあいをもつことができず、相互補完ができないと考えられる。文字情報の入手に困難のある視覚障害者は、この二つの能力の間の乖離がさらに大きくなる。一方で、視覚障害者は「聞く能力」は高いと一般に思われているが、母語環境と異なる英語環境では基本的な英語力が大きく関係し、リスニングを苦手とする学習者は多い。

3.2 視覚障害者リスニングテスト特別措置

視覚障害者が英語能力判定試験を受けようとするとき、点字や拡大文字による受験、別室での時間延長措置が取られることが多いが、リスニングテストに関しては二つの方法が取られている。日本英語検定協会が実施する実用英語技能検定（以下、英検）では、回答時間を一律に通常の 2 倍（10 秒を 20 秒）にする措置が取られている。一方、大学入試センター試験では、音声を一時止めて学習者が回答し終わってから次に進むという方式を取

っている。リスニングテストとはいえ、多くの問題は選択肢を読んで答えることが要求されているため、上記の二つの能力を試されるわけで、視覚障害者には負荷が大きいと考えられる。そこで、短期大学の視覚障害の学生を対象に二つのテスト方式についての実験を行いどちらの方法が視覚障害者にとって有効かを検証した。

その内容については、後掲の 3 つの研究発表（4）（5）（6）として成果を発表しているので詳細はそちらを参照いただきたい。この研究および論文執筆を主導した加藤は、次のような提言を行っている。「視覚障害は情報障害とも言われるように、情報の摂取には保障のための十分な措置が必要である。今回の実験でも示された一般の高校生よりも低い傾向にあるリスニングテストの成績を上げるためには、晴眼者以上に英語に接する機会の確保と反復練習等といった英語運用の自動化を促進するような教育プログラムの推進が重要な課題となるであろう。」

4 まとめと提言

英語教師の直観力のようなもので「視覚障害学生の英語力の低さの原因は、インプット量の不足にある」という考えからスタートした研究が他の専門の方々のご協力を得、2回の科学研究費補助金をいただくプロジェクトとして発展してきたわけだが、研究としての企画力、実行力において緻密さや客観性を欠くなど多くの問題を有していることは、ひとえに研究代表者の研究者としての未熟さからきているといわざるを得ない。一方で英語教師としては、このプロジェクトから非常に大きなもの得ることができ、充実した数年間であったと考えている。第二言語理解の認知メカニズム研究をリードする門田（2002）は、その著書の最後でリスニング訓練のリーディング能力への転移に触れ、リスニングなど音声言語の処理能力が読みの前提となると指摘している。そして音声言語の処理能力はリスニングなどの聞き取り訓練だけでなく、シャドーイング(shadowing)など強制的に音声言語を処理させる訓練もリーディング力の向上に関係することが予想できると述べている。研究代表者は自身の研究及び教育実践を通して、この門田の見解に賛同する。自分自身に対する今後の目標であり、多くの英語教育関係者に対し、次の提言をすることでまともしたい。

提言： リーディング力の劣る、すなわち英語読速度（リーディングスピード）の遅い学習者に対し、TTS 等の技術を活用し音声言語の処理能力を高め、リスニングの標準スピードである 150WPM に限りなく近づけるためのリーディング学習法、訓練法の開発こそ、全般的英語力向上のために必須である。

(参考文献)

- [1]青木和子 2005「視覚障害者のための単語認知テスト及び語彙サイズテスト」、外国語教育メディア学会論文誌「Language Education & Technology」第42号、pp169-185
- [2]青木和子他 2006 「視覚障害者・聴覚障害者英語語彙サイズ比較ー基本 2000 語レベルの壁ー」筑波技術大学テクノレポート Vol. 13, pp31-36
- [3]青木和子、加藤 宏 2008「Text-to-Speech(TTS)技術を活用した英語スピーチ指導ー視覚障害学生のための新しい英語学習法の確立を目指してー」日本特殊教育学会第45回大会、ポスター発表(P2-57)2008
- [4]大石晴美 1999 「言語処理情報の多次元的プロセスの探求-Listening と Reading における情報処理方法について」ことばの科学 第12号:93-112.名古屋大学言語文化部言語研究会
- [5]大石晴美 2006 「脳科学からの第二言語習得論」昭和堂
- [6]加藤宏、青木和子 2006「英語リスニング試験における視覚障害者解答行動」日本特殊教育学会第44回大会発表論文集
- [7]加藤 宏¹・青木和子²(非会員) 2006 「視覚障害者の英語リスニング試験における認知リソース活用」、日本心理学会題70回大会
- [8]加藤 宏・青木和子 2007「視覚障害者とリスニング・テスト: センター試験と英検の比較」筑波技術大学テクノレポート Vol. 14, pp19-29
- [9]門田修平 2002 「英語の書きことばと話ことばはいかに関係しているかー第二言語理解の認知メカニズムー」How Phonology Works in L2 Reading Comprehension, くろしお出版
- [10]藤沼輝好、渡邊恵理子 2006 日本語スクリーンリーダーに適した合成音声の特性及びデバイスの検討、第32回感覚代行シンポジウム講演論文集 pp37-40

3 研究成果 II

Effective Use of Text-to-Speech (TTS) Technology for EFL Learners with Visual Impairment

1. Introduction

1.1 What is TTS?

"TTS means Text-To-Speech conversion technology or engine. It is computer software that converts a written text into a voice file. Speech synthesis technology has been around for many years. According to Jacobson (n.d.), the first text-to-speech system was completed at Bell Laboratories as early as 1968. Kilickaya (2006) also states that the first TTS was implemented in the Speak and Spell handheld electronic learning aid by Texas Instruments in 1978. Until recent years, machine-made voices had been of such poor quality that they were often ridiculed as "robot voices". However, corpus-based speech synthesis technology has developed so rapidly in recent years that it can now be considered a valid replacement for human voices for various purposes, including language learning." (Hideo D Harashima, 2006)

1.2 TTS and Visual impairments

Synthetic speech has been used in various applications but probably the most important and useful application field in speech synthesis is the reading and communication aids for the blind. The first commercial Text-to-Speech Technology (TTS) application was the Kurzweil reading machine for the blind introduced by Raymond Kurzweil in the late 1970's. It consisted of an optical scanner and text recognition software. It was an epoch-making technological development for the visually impaired because they were able to have instant access to regular print materials. One of the most notable characteristics of the systems is that users can change speaking rate from 50 wpm to 500 wpm. At first they were mainly introduced to institutions for the visually impaired including public libraries because

they were too expensive for individual users. However, current systems are mostly software based, so with scanner and OCR system, it is easy to construct a reading machine for any computer environment in reasonable price. In addition, TTS technology was developed to let blind users to operate computers as well as to read and write texts by themselves. It is called screen reader software, which is now applied to many languages including Japanese.

1.3 Starting point of using Kurzweil as a tool of English learning

Ten years ago we had some students who lost their sight at the teenage years and so they had no access to printed materials or Braille because they had no Braille reading skills. One of them, a 20-year-old male student called K, had strong motivation to learn English but he was irritated due to lack of learning materials. Face-to-face oral lessons with a teacher were the only opportunities to learn it, but inevitably the time was limited. We had to seek some self-study environments for him. Then we noticed that we had a Kurzweil reading machine in our classroom. It was almost neglected and used only for demonstration for visitors. However, we found that the voice was a little robotic but clear enough to understand the text. Moreover, as it was designed for the blind, the student learned easily how to operate it. This was the starting point of using Kurzweil as a tool of English learning for the visually impaired. At first we discussed how to use it because it was a sophisticated reading machine but not a tape recorder just to listen to recorded materials. Once it scanned the text, you can choose how to let the machine read it. There were several options of the reading speed, and reading modes such as by line, by sentence or by word. Repeating, going back to the previous sentence and reading through the paragraph are some of the other options.

For two years we continuously developed new ideas in our special English course every week. The newly blind student, K practiced reading, shadowing and dictation with the Kurzweil Reading Machine, and he also learned English Braille. His reading speed of English Braille improved from 28.3 wpm to 54.3 wpm although that of Japanese Braille was improved little from 30.5 wpm to 35.3 wpm. (Aoki, 1999) It was considered that support of the synthetic speech of

Kurzweil Reading Machine facilitated his English Braille reading ability. In addition, his overall English ability was also improved dramatically and he passed STEP 2nd grade (Society for Testing English Proficiency, one of the most popular English proficiency tests held in all over Japan), which is higher intermediate level at the end of the two-year course.

2. Development of original reading support software

2.1 Why was readKON necessary?

We knew that Kurzweil reading machine was useful for blind learners, but it was not easy to apply other types of students with visual impairments like low vision students. Then we introduced new screen reader software, outSPOKEN, English version, for some personal computers in our classroom. It was designed for blind people and severe visually impaired people. Users can operate PC as well as read and write English texts by support of synthetic speech and a refreshable Braille display. This technology gave opportunities to improve reading skills for some students whose proficiency levels were rather high. However, many of our students were poor readers of English and it was very difficult for them to catch up outSpoken English because its reading speed was too fast to understand. After several practical studies of using TTS technology such as new versions of Kurzweil and outSPOKEN, we realized that the problems stemmed from the fact that they were designed for English native speakers. They were too sophisticated for Japanese EFL learners with visual impairments whose proficiency levels are low. We needed a tailor-made reading support system for our students. The original application software, readKON was developed for this reason in 2002.

2.2 Features of readKON

The followings are the original main features of readKON

- (1) It is a PC-based reading system developed specifically for ease of use by visually impaired students and their teachers.**
- (2) The system assists students with reading fluency, reading**

comprehension, and vocabulary development.

(3) This application allows the user to view the line (words, phrases or a sentence depending on the text) on the computer screen while listening to the text being read aloud in English synthetic speech. In other words it provides auditory and visual presentation.

(4) The colors, fonts and sizes of letters on the screen can be customized according to individual needs. The default setting is 100 point yellow letters on the black background.

(5) It is geared to read one line of the text by reader's manual keyboard operation in order to allow him/her to control the reading speed.

(6) It performs by pushing the keys without using a mouse.

(7) It reads any English reading materials in text file.

We tried various practices using readKON for the last several years and we knew that the biggest problem was the voice quality (Microsoft Speech SDK). It was understandable but many of our students didn't like it. In 2006 we introduced a new TTS engine produced by PENTAX, a Japanese company. The voice quality was good enough to satisfy our students. Now you can choose any voice you want thanks to new development of TTS engines in recent years.

2.3 Programs of reading skill-up training by readKON

As readKON is very simple software, it is applicable to various kinds of reading practices. The following programs were very helpful for slow readers to improve their reading skills of English.

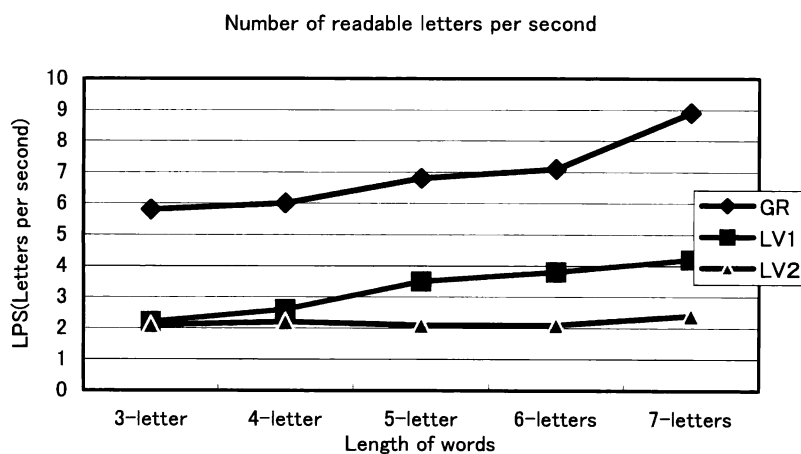
1) Word recognition test

Automatic word recognition skill is one of the important factors for good readers. According to Samuels (1979), there are three steps in developing word recognition skill. The first step is the non-accurate stage. The second stage is the accurate stage and the third stage is the automatic stage. Students at the first stage have difficulty in recognition of words and cannot read them correctly. Those at the second stage can read words correctly but slowly. They often read sentences in word by word. The last group of students who have reached the third stage read words correctly and instantly with their speaking speed or faster.

We developed a computer-based word recognition test for the

We developed a computer-based word recognition test for the visually impaired using readKON. In the test the voice was not used and the students were told to read the five groups of words as fast as possible. The groups are consisted of 30 words with different length from 3-letter words to 7-letter words. The numbers of readable letters per second (LPS) in each word group were calculated. Looking at the result of the test conducted by students with visual impairment, we found some interesting patterns of their LPS. Compared to the recognition rate of the good readers with those of our students, there are three types of readers. (Graph 1)

Graph 1



GR: sighted university teacher(good reader)

LV1: low vision student (intermediate)

LV2: low vision student (poor reader)

Analyzing the results, we knew that there are two types of slow readers among our students. Although the word recognition speed of some students is nearly half of that of good readers with normal vision, the patterns of their recognition rates of words with different groups (3-letter words to 7-letter words) is quite similar to those of good readers. This means that their levels of automatic word recognition are rather high and in fact they are slow readers but not poor readers (LV1). The other group of students is considered to be typical poor readers (LV2). The data show their word recognition levels are quite low and they read words in letter-by-letter manner. It is said that this word recognition test will indicate learners' levels of

automatic word recognition skill i.e. one of the basic abilities of English.

2) Word recognition training

Although the speech synthesis is not used in the word recognition test, it is very useful for word recognition training. You can prepare any kind of word lists for your students. They can see the word on the screen with the voice. They learn the pronunciation of the words repeating as many times as they want and then they can also improve their word recognition skill with several practices. The following is one of the case studies conducted in our project.

3) Case study: A Struggled Reader

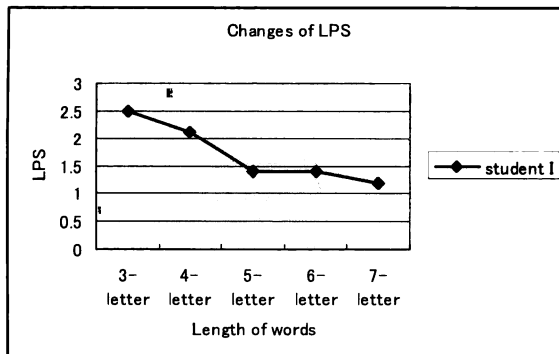
A student M is a 29 -year-old male student who entered the Acupuncture Course of the College to get a national license for Acupuncturists of Japan two years ago. He finished the regular high school course at the age of 18 and had worked for several years. Therefore he had almost 10-year blank regarding educational experience. In addition he had a bitter experience in learning English throughout his educational history.

(English proficiency Level)

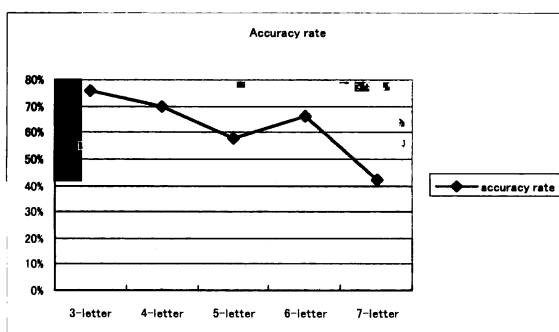
M avoided taking the proficiency test when he was the first year student and frequently missed the English classes. It was difficult to say the exact level of his English proficiency but it might be true that his level was almost a novice. He knew some simple words which are often used in Japanese language environment, but he couldn't read even simple numbers such as 35 or 210.

The followings are the results of his first word recognition test. The Graph 2 shows the changes of the recognition rate (LPS) and the Graph 3 show the accuracy rate, which means how many words he could read correctly.

Graph 2

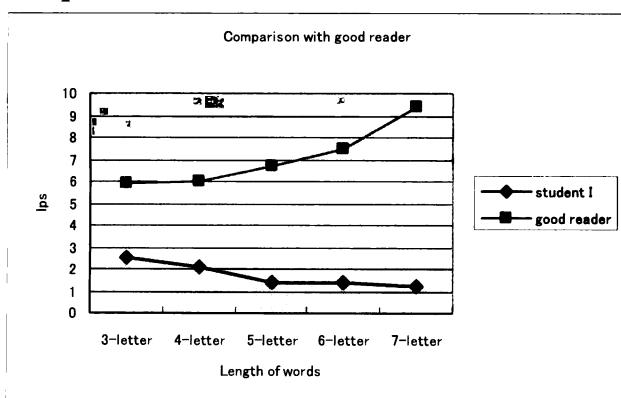


Graph 3



The two graphs show that he is a typical poor reader. The next graph shows the difference between the LPS- pattern of the good reader and his one.

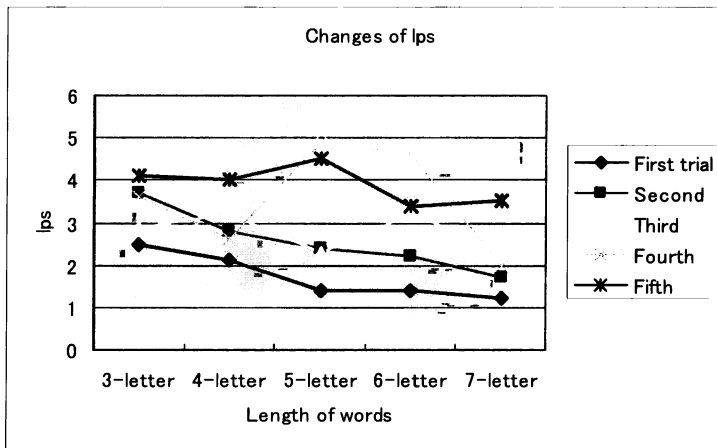
Graph 4



It was clear that he should start a kind of word recognition training. Several word lists were prepared for the training sessions. He practiced

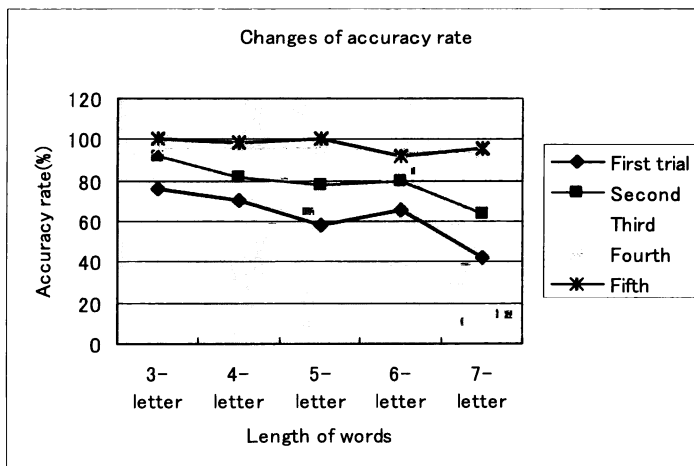
them on PC using readKON for an hour in each session. At the end of the session the same word recognition test was performed. We had five sessions for this training. The Graph 5 shows the result of the changes of LPS and Graph 6 shows the accuracy rates of each test.

Graph 5



Compared with the first trial and the fifth one, it is clear that his recognition speed of words has been improved. However, he still had difficulty to recognize the longer words such as the 6-letter words and 7-letter words.

Graph 6



On the other hand, the accuracy rates were steadily improved and actually he was able to read correctly most of the words and phrases given for the training sessions.

These results show that this type of word recognition training is

useful for poor readers like M. In fact we observed that his concentration level was gradually developed during the training and he looked comfortable and confident. However, in terms of automatic word recognition skills he was still in the low level.

3) Speech Practice by TTS

Oral presentation of English is a very good task for final assessment of general English class because the process of oral presentation includes writing, reading, listening and speaking, i.e. four English skills. For the last several years the writer, a teacher of general English class, gave the almost the same tasks to the second year students with visual impairments. The followings are the details of the task given to the students.

- 1) The title of the speech is "My Hometown".**
- 2) The script should consist of more than three paragraphs.**
- 3) The length of the script should be around 500 words.**
- 4) The drafts of the script should be submitted and checked at least three times by the teacher.**
- 5) Speech should be recorded on the audio tape and delivered in the final class.**

Considering the purpose of this report, we should concentrate on the problems of delivery of our students, i.e. Japanese EFL learners with visual impairments.

We set the accuracy, the fluency, and the speed as evaluation items for delivery of their speech. There are some distinct characteristics in their recorded speech. The first one is the slow speech speed which include frequent pauses, and lack of English rhythm. Many of them took more than 10 minutes to finish the speech, and this means their speech speed is less than 50 wpm (words per minute). The second problem is inaccurate pronunciation of words, which often hinders listeners to understand their speech. These problems inevitably lead to lack of fluency as a whole. We knew that the biggest reason for this is lack of time for practice reading because they usually spent nearly 80% of their time in order to complete the final draft. We also realized that they need much more time for reading practice than sighted students because their reading materials are printed in Braille or large print.

Some of them use PC using assistive technology for the visually impaired.

In 2006 the program was revised to improve the situation. We decided to introduce readKON for practice. It is clear that our students need some kind of speech models including bottom-up training of word pronunciation and improvement of fluency. The reading support software readKON can offer speech models by TTS anytime. We set the longer time for practice and also assigned the students the target time of recorded speech which should be within 5 minutes.

(Results)

In this class various writing tasks were given from the start of the course, for instance, practices of paragraph writing, writing 50-word impromptu essays, and 100-word structured essays. The students were given the oral presentation tasks in the second term. The procedure was almost the same as the one of the third term mentioned above though the title was "A Great Person" and the length of the draft was 300 words. However, TTS system was not used for practice reading and many of the students struggled to finish recording. The data of the evaluation items of the two recorded speeches, "A Great Person" and "My Hometown" were compared in each student. Since the data was too small and the levels of English proficiency and visual impairments of the students were too much varied for any statistical analysis, the raw data was shown in the following table.

Table 1 : Results of evaluation and Speech speed

Student	Levels of visual impairment	Second Term		Third Term		Reading Speed 2005 WPM	Speech Speed 2007 WPM
		A	F	A	F		
A	totally blind	3	3	4	4	50	78
B	totally blind	3	2	4	4	37	85
C	light perception	1	1	2	2	27	75
D	low vision	4	4	5	5	60	141
E	low vision	2	2	4	3	56	88

F	low vision	3 2	4 4	45	101
G	low vision	2 1	3 3	62	78
H	low vision	1 1	2 2	30	71
I	low vision	2 1	3 2	26	47

Notes :

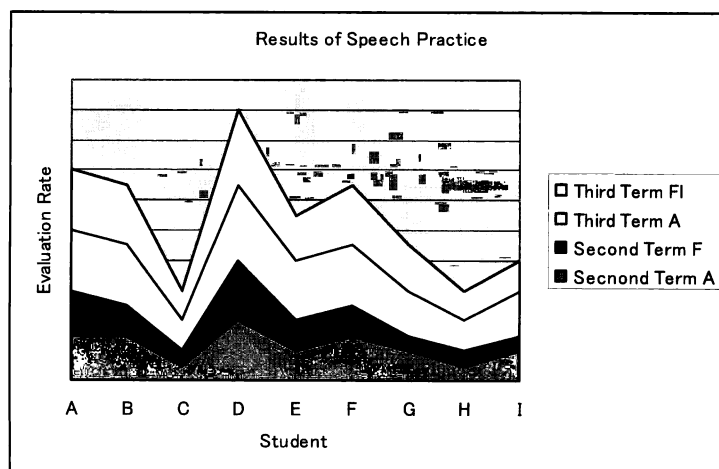
A: Accuracy grade Excellent 5--4--3--2--1 Poor

F: Fluency grade Excellent 5--4--3--2--1 Poor

WPM: words per minute

Every student made some degrees of progress in terms of accuracy and fluency. The next Graph 7 shows their progress.

Graph 7

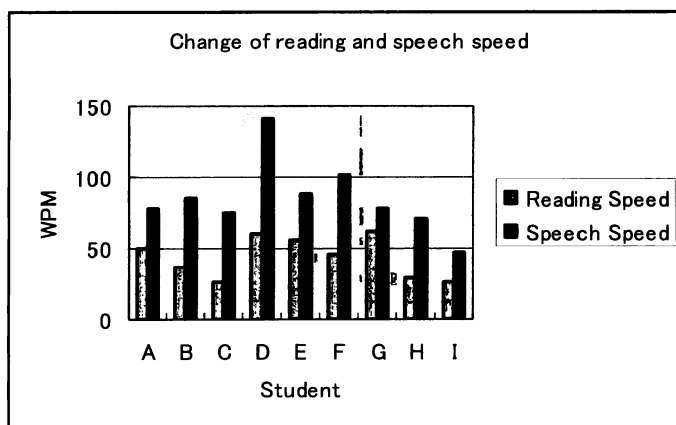


However, we have to look at the student C. He was a non-Braille reader and usually use PC supported by the Japanese TTS system for his study. He could read and write Japanese texts very well, but his PC system was not equipped with English speech engine. Therefore, he usually read and wrote English text using Japanese TTS engine. In other words, he was not accustomed well to authentic English pronunciation. He tried to practice the oral presentation by readKON but he gave up soon. He could not understand English speech by readKON because it was completely different from the English sound he was accustomed to and so he decided to change the speech engine to Japanese one in his PC again. As a result his performance in his recorded speech was not improved well compared to the previous

speech.

The next interesting finding was the changes of their speech speed. All of them could finish their speech within five minutes although we had expected that it was too difficult for some of the students. However, comparison of the speech speed between the two recorded speeches was difficult because the quality of the first speech in some cases was too poor to be evaluated due to inaccurate pronunciation, frequent pauses and unclear small voice. Therefore, we looked into the data of the students' reading speed which was taken two years ago. In fact they showed that all the students were slow readers whose reading rates were around 50 wpm or less. The Graph 8 shows the reading speed in 2005 and the speech speed in 2007 of each student. Five of nine students could doubled their rates(wpm) in their speech and the other ones also gained the speed more than expected by themselves, because they used to give up improvement of their reading speed.

Graph 8



(Discussion)

There were very interesting differences between the two recorded speeches. Every student made some progress in three evaluation fields, which indicates TTS system could support the students' performance effectively. Of course it was very important regarding effective use of TTS system but it was also expected as it would be. However, we found more interesting factor in their second speech, that is, changes of their voice's tone. In the first speech it was low and unclear but in the second

speech it sounded clear and powerful in a confident voice. It was apparent that accumulation of practice by TTS decreased their anxiety about speaking or reading in English although they were not willing to say that they were satisfied with their performance because they believed that they could have made more progress if they had been given more time for practice.

3. Development of Vocabulary Size Test (kobaTEST)

3.1 Assessing vocabulary sizes

It is important to assess the students' proficiency levels at the beginning of the courses. We use one of English proficiency tests developed for Japanese students. However, we sometimes have to suspect the results of the test because they seem to be lower than expected. In most of those cases problems stem from their visual impairments. Test materials are prepared in ordinary print, large print or Braille depending on their needs and the time is extended. Nevertheless, it is difficult for them to complete the test within the certain time set by the examination administrator. We thought that simpler and less stressful test is needed to assess their ability. We wanted to try a vocabulary size test on this purpose. There are several vocabulary size tests developed for Japanese EFL learners. However, we found that it is also difficult for low vision students and blind students to complete the standard print vocabulary size tests because they usually need a lot of time and stamina.

Therefore, we developed a computer-based vocabulary size test for the visually impaired. A PC-based voc-size test was named kobaTEST.

3.2 Features of kobaTEST

The kobaTEST was designed with the same concept of readKON. The target word appears on the display with the voice of English speech synthesizer. The 20 words are selected randomly from the word list in each session. At the bottom of the screen there are three boxes saying START, I KNOW and I DON'T KNOW in Japanese.(Picture 1) This means the students are expected to answer

'Yes or No' about their knowledge of the meaning of the target word using the mouse or the keyboard. It is simple enough to finish each test within one minute even for low vision students. Information of each test and the students' response are recorded in the computer.



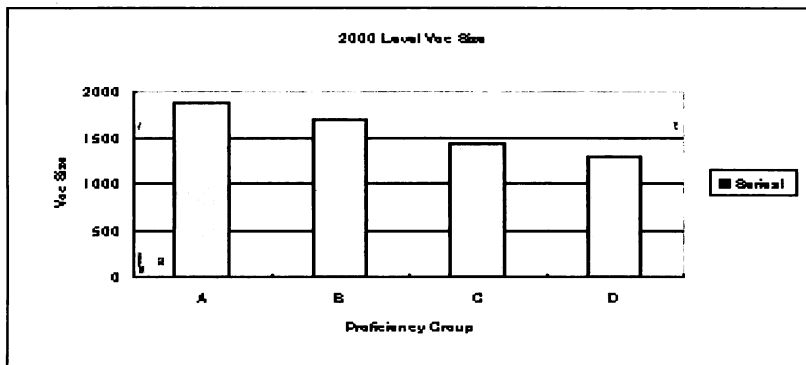
Picture 1 Display of kobaTEST

We prepared five different levels of word-lists; Level 1 (the lowest level), Level 2, Level 3, Level 4 and Level 5 based on JACET List of 8000 Basic Words (2003, JACET), which was specifically designed for Japanese college EFL learners. Each word list consists of 1,000 words.

3.3 What we found - Importance of basic 2000 words-

The data collection of vocabulary sizes of our students using kobaTEST started in 2002 and the research is now going on. So far the result showed that visually impaired students with very small vocabulary size between 1,000 and 2,000 are inevitably slow and poor readers. The graph shows one of the data collected in 2006 and 2007. The number of the students was 54. We divided them into four groups according to their English proficiency levels; the group A is the highest and the group D is the lowest. Their vocabulary sizes matches exactly to their proficiency levels. This means that you might predict students' proficiency levels by looking at the results of kobaTEST.

Graph 9



3.4 Applications

You can also apply kobaTEST to various vocabulary-build-up practices. What you have to do is to make a word list you want to teach in Excel file and input it. The kobaTEST shows 20 words randomly selected each time with voice support. Therefore, learners use this system for practicing pronunciation and spelling. The strongest point of kobaTEST is the test words are changed whenever you try. In general printed vocabulary test has only one version, in which the test words are set in the same order. So if you try to assess your students' progress in a rather short time period, you can't use it because students might remember the previous test. In our class students can choose the appropriate level of the word lists (Level 1 - 5) and learn it independently using kobaTEST. They try to take the test time to time when they want to know their progress.

4. Conclusion

In this report we looked back the history of our projects which aimed developing new teaching methods for Japanese college students with visual impairments. We focused on TTS systems applied to various teaching activities. In the early stage we tried to utilize commercial TTS systems for our students. Through some pilot studies as well as real classroom situations of EFL we realized that we had to develop the original application software. ReadKON and kobaTEST were the two main systems developed in our project. For the last five years our research has been geared to develop appropriate programs using these systems.

A lot of valuable findings were extracted in the real classroom situations where teachers and learners were struggling. In fact TTS technology has given us completely new learning environment of EFL learners with visual impairments. Looking at the dramatic changes of the attitudes of our students, especially poor readers of English, we felt certain that this kind of systems should be useful to any students with problems of language learning.

We hope our small practices would provide some useful hints to language teachers.

(Notes)

1. STEP (Society for Testing English Proficiency): a large scale English proficiency test conducted throughout Japan, mainly in high schools and other educational institutions. It offers special opportunities for disabled learners including blind people.

<http://stepeiiken.org/>

2. Kurzweil Technology

<http://www.kurzweiltech.com/kesi.html>

3. Speech Synthesis voiceTEXT by PENTAX

<http://voice.pentax.co.jp/> (Japanese only)

4. Screen Reader Software: xpNAVO

<http://www.knowlec.com/product/navo-catalog.html> (Japanese only)

(References)

[1]Kazuko AOKI (1999) Improving a newly blind student's English reading skills by Kurzweil Reading Machine, Tsukuba College of Technology Techno Report Vol.6 (Japanese)

[2]Kazuko AOKI (2003) Are Visually Impaired Students Slow Readers? - What reading support software can do for them? Eurocall 2003

[3]Hideo D. Harashima, (2006) Electronic Journal of Foreign Language Teaching , Vol. 3, No. 1, pp. 131-135

[4]Kilickaya, Ferit. (2006) 'Text-to-speech technology': What does it offer to foreign language learners? CALLEJ Online, 7(2). Retrieved January 31, 2006, from

<http://www.tell.is.ritsumei.ac.jp/callejonline/journal/72/Kilickaya.html>

ここに下記の論文がありますが、著作権者(著者、出版社、学会等)の許諾を得ていないため、筑波技術大学では電子化・公開しておりません。pp.31-33

Text-to-speech (TTS)技術を活用した英語スピーチ指導

特殊教育学会2007

ここに下記の論文がありますが、著作権者(著者、出版社、学会等)の許諾を得ていないため、筑波技術大学では電子化・公開しておりません。pp.34-42

Developing English Reading Support System and Vocabulary Size Test for Japanese Visually Impaired Students - What computers can help them to study English?

12th ICEVI World Conference, 2006

ここに下記の論文がありますが、著作権者(著者、出版社、学会等)の許諾を得ていないため、筑波技術大学では電子化・公開しておりません。pp.43-60

視覚障害者のための単語認知テスト及び語彙サイズテストの開発
-Are they slow readers or poor readers? -

Language Education & Technology, 第42号, pp169-185, 2005

ここに下記の論文がありますが、著作権者(著者、出版社、学会等)の許諾を得ていないため、筑波技術大学では電子化・公開しておりません。pp.61-63

視覚障害者の英語リスニング試験における認知リソース活用

日本心理学会第70回大会, 2006

ここに挿入されている論文

「視覚障害者とリスニング・テスト:センター試験と英検の比較」

は、本学機関リポジトリに登録されていますのでこちらをご覧ください。



<http://hdl.handle.net/10460/155>

ここに下記の論文がありますが、著作権者(著者、出版社、学会等)の許諾を得ていないため、筑波技術大学では電子化・公開しておりません。pp.79-81

英語リスニング試験における視覚障害者解答行動

第44回日本特殊教育学会, 2006

ここに挿入されている論文

「視覚障害者・聴覚障害者英語語彙サイズ比較 ―基本 2000 語レベルの壁―」

は、本学機関リポジトリに登録されていますのでこちらをご覧ください。



<http://hdl.handle.net/10460/138>

5 視覚障害関係用語集(以下、Microsoft accessibility 説明ページより)

画面拡大機能 (画面拡大鏡) - 虫眼鏡のように機能します。画面の一部を拡大して、読みやすくします。画面拡大機能の中には、画面の特定の領域を拡大または縮小できるものもあります。スクリーン リーダー - グラフィックやテキストを音声として提供するソフトウェア プログラムです。視覚障害があり、モニタが不要なコンピュータ ユーザーの場合は、スクリーン リーダーを使用して、名前、コントロール ボタン、メニュー、テキスト、句読点の説明など画面に表示されるすべての情報を音声に変える、つまり "読み上げる" ことができます。実際には、スクリーン リーダーはグラフィック ユーザー インターフェイス (GUI) をオーディオ インターフェイスに変換します。

音声認識システム - ボイス認識プログラムとも呼ばれ、ユーザーはマウスやキーボードではなく声を出してコマンドの指定やデータの入力ができます。ボイス認識システムでは、コンピュータに接続されたマイクを使用して発声し、文字や電子メール メッセージなどのテキスト文書を作成したり、インターネットを参照したり、アプリケーションやメニューを選択することができます。音声認識システムは、テキストの入力や読み取りが困難な、言語障害や学習障害があるユーザーも使用しています。

音声合成 - 文字、数字、および句読点の形で画面に送られる情報を受け取り、それらを音声として "読み上げ" ます。音声変換 (TTS) と呼ばれるコンピュータの音声は合成音声です。これは、あらかじめプログラムされた文字と語を組み合わせさせて発せられる特殊な音声で、一本調子になる場合があります。視覚障害があるユーザーは、音声合成を使用して入力した内容を確認することができます。音声合成は、口述でコミュニケーションがとれない、言語障害および学習障害があるユーザーも使用しています。

リフレッシュ機能のある点字ディスプレイ - コンピュータ画面に表示される情報を点字として出力します。1つの点字 "セル" は一連の点で構成されています。文字の代わりに点のパターンとセルのさまざまな組み合わせが使用されます。リフレッシュ機能のある点字ディスプレイは、必要に応じて小さい丸型のプラスチックまたはメタルのピンを機械的に浮き上がらせて点字の文字を作成します。ユーザーは指で点字を読み取り、1行読み終わったら、表示をリフレッシュして次の行を読み取ることができます。

点字エンボッサ - 生成されたテキストを転送してエンボス加工した点字を出力します。点字変換プログラムは、標準のワード プロセッシング プログラムでスキャンまたは生成されたテキストを点字に変換し、エンボッサ上に出力します。

トーキング ワード プロセッサおよびラージ プリント ワード プロセッサ - 音声合成を使用して、入力した内容の聴覚フィードバックを提供するソフトウェア プログラムです。ラージ プリント ワード プロセッサを使

用すると、画面を拡大せずにすべての情報を大きな文字で表示することができます。学習障害がある方は、これらの特殊な機能を備えたワード プロセッサを頻繁に使用して、スペリングや文法を補ったり、文書を作成するために必要な聴覚フィードバックを利用しています。

Assistive Technology

Products compatible with Microsoft® Windows® operating systems, made by independent assistive technology manufacturers, are included in the [assistive technology catalog](#). People who have visual difficulties and impairments may be interested in the following assistive technology:

- **Screen enlargers** (or screen magnifiers) work like a magnifying glass. They enlarge a portion of the screen as the user moves the focus—increasing legibility for some users. Some screen enlargers allow a user to zoom in and out on a particular area of the screen.
- **Screen readers** are software programs that present graphics and text as speech. A screen reader is used to verbalize, or "speak," everything on the screen including names and descriptions of control buttons, menus, text, and punctuation.
- **Speech recognition systems**, also called voice recognition programs, allow people to give commands and enter data using their voices rather than a mouse or keyboard.
- **Speech synthesizers** (often referred to as text-to-speech (TTS) systems) receive information going to the screen in the form of letters, numbers, and punctuation marks, and then "speak" it out loud. Using speech synthesizers allows blind users to review their input as they type.
- **Refreshable Braille displays** provide tactile output of information represented on the computer screen. The user reads the Braille letters with his or her fingers, and then, after a line is read, refreshes the display to read the next line.
- **Braille embossers** transfer computer generated text into embossed Braille output. Braille translation programs convert text scanned in or generated via standard word processing programs into Braille, which can be printed on the embosser.
- **Talking word processors** are software programs that use speech synthesizers to provide auditory feedback of what is typed.

- **Large-print word processors** allow the user to view everything in large text without added screen enlargement.

Windows Vista では Microsoft Narrator が標準装備→音声ユーザーの増加