

平成 22 年 6 月 14 日現在

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2007～2009

課題番号：19520478

研究課題名 (和文) 視覚障害者英語学習における認知リソース配分と情報保障機器活用

研究課題名 (英文) Efficient allocation of cognitive resources in English learning for the visually impaired with information guarantee technologies

研究代表者

加藤 宏 (KATOHI HIROSHI)

筑波技術大学・障害者高等教育研究支援センター・教授

研究者番号：50177466

研究成果の概要 (和文)：視覚に障害のある学生のための認知心理学の知見を活かした学習法と学習環境について考察した。特に外国語学習と学習支援システム活用についてワーキングメモリの観点から検討する。視覚に障害のある本学学生の英語学習環境として TTS 技術を中心とした ICT の活用は有効であった。しかし、情報機器の活用を LMS のようなコースマネジメントシステムにまで広げるためには、さらなる基礎学力の確保・情報保障スキルの習得による認知負荷の軽減、動機付けを維持するため介入等の解決すべき課題も多いことが分かった。

研究成果の概要 (英文)：We examined the learning and the educational environment with ICT so as to utilize the findings of cognitive psychology to support students with visual impairments. In particular, we considered the perspective of working memory and learning support system used for foreign language learning for the blind. It was found that the ICT environment, especially in Text-to-Speech (TTS) technology, is effective in learning English for the visually impaired as a second language. However, there are many issues that need to be tackled in order to use the LMS, such as using course management systems, ensuring basic scholarship, improving skills for assistive technologies, and attempting to maintain motivation and involvement in such learning.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
19 年度	2,300,000	690,000	2,990,000
20 年度	800,000	240,000	1,040,000
21 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：認知心理学

科研費の分科・細目：言語学・外国語教育

キーワード：第二言語習得理論, 視覚障害情報保障, 英語学習, 認知心理, ワーキングメモリ, Text-to-Speech, LMS, ICT

1. 研究開始当初の背景

近年、情報保障機器の進歩と ICT の普及により視覚障害者の英語教育も急速な発展を

見せている。これまで筆者が参加した視覚障害者英語教育への ICT 活用の研究からも情報機器活用、特に視覚障害者の自学自習用に

開発されたソフトの有効性が明らかとなった。視覚障害者の英語学習環境をさらに整備するためにはコースマネジメント・ソフトのような統合的学習ソフトを視覚障害者の英語学習環境に導入するためにはどのような課題があるかの検討が必要であった。特に視覚障害者学習環境における ICT の導入による認知的負荷の増大の問題と英語運用における認知的負荷のトレードオフ関係の問題、さらには視覚障害から来る経験不足が原因と思われる英語運用の自動化レベルの低さが情報保障機器導入時の認知心理学的リソース配分の問題となっていた。

視覚障害者英語教育と認知リソース配分の検討には視覚障害者の特性と外国語習得におけるワーキングメモリの関与の問題がある。一説には人間の情報処理は 80%が視覚によるといわれる。視覚障害者はこの膨大な情報の入手に障害を抱えていることになる。しかし、このことはワーキングメモリのリソース配分の観点からは、注意などの認知リソースを聴覚や触覚といった他の感覚入力からの情報処理により多く振り分けられることをも意味し、外国語学習などは、音声中心の語学学習などでは必ずしも不利な要因とはならないことが考えられる。視覚障害者外国語学習における認知リソース配分の研究が必要な理由である。

われわれは、これまで IT を活用した授業展開を視覚障害のある学生対象に行ってきた。具体的成果としては個人用の英語の語彙力診断ソフト (KobaTest) の開発、弱視用英語リーディング支援ソフト (readKON) などの学習支援ソフトの開発と授業での活用および評価を行ってきた。また、学生の独自の英語学力調査を実施し、視覚障害学生の語彙数が一般大学生よりも低く、文法知識などに関しても弱い傾向にあることを明らかにしてきた。しかし、この低学力は多分に視覚に障害があることに起因する「英語に関する情報不足、接触不足」に主原因があると考えた。十分な英語情報に接することによって英語運用の認知プロセスの自動化が図れれば、さらに学力は伸ばせる可能性があることも分かってきた。

英語を音声で独習できるためのソフト開発や視覚障害者用語彙力推定ソフトの開発を教育実践を通しながら行ってきたが、視覚障害者には音による学習が有効であり、とくに肉声と合成音声による聴解テストの成績から、合成音声が通常の授業などの学習事態でも有効であることが示された。しかし、一方で複数のリスニング・テスト間では相関が高いが、リスニングの得点が高いものが必ずしも読解や語彙力が高い傾向は見られず、点字の習熟度がリスニングに相関しているという傾向も見られなかった。

2. 研究の目的

本研究は、視覚障害者の英語学習における認知資源活用の自動化を促進するに寄与する学習環境の要因を分析する。情報保障機能を備えた PC による英語学習の障害学生対応の学習環境としての効果と特性を検証する。視覚障害者高等教育において英語教育は専門教育や職域開拓の点からも重要であるにもかかわらず、障害特性に起因する学習経験不足から、英語運用の自動化が不十分で学力不足をきたしていた。デジタルコンテンツ化と情報保障機器の支援を受けることによる学習経験の質と量の変化が視覚障害者の英語運用能力の自動化にどのように寄与するかを学習行動記録と英語運用能力の進行との関連からさぐる。また、視覚障害者対応の英語教材提示ソフトの開発研究を行う。

3. 研究の方法

語学教室の学生用個別 PC に拡大表示機能、音声合成機能、点字ディスプレイ機能など視覚障害者対応の情報保障機能を付加して学生の自学自習用およびテスト用とする。教材は学生が個別のニーズに合わせてアレンジして学習できるようにプレーンなテキスト形式を基本に提供する。学生はリスニングの能力診断のテストを受け、リスニングだけで英語“読解”可能かテストされた。また、授業教材以外の英語学習教材・課題をおよび学内 LAN 経由で学習させ、その記録から学習時間、学習行動、学習上の障害等を記録できるようにした。その他文献研究を行った。

4. 研究成果

(1) 英語学習の基盤としての視覚障害学生の聴解能力について

センター試験のリスニング試験試行問題と英検準 2 級のリスニング問題を用いて比較した。視覚障害者のために特別措置された 2 つのリスニングテストを視覚に障害のある学生に実施した。結果は、視覚障害学生は両テストに解答することは十分に可能であり、大学入試に使用されることも妥当性があることが示された。

英検テストとセンター試験の両リスニングテストの差異としては、英検問題では、その第 1 部が、音声指示のみで実施され、読みを必要としない形式であるのに対し、センター試験のリスニングは全問題で選択肢や設問文の読みの能力や触図の読み取り能力も要求され、よりマルチメディアかつマルチモーダルなタスク状況であった。この点では、センター試験における認知負荷は時間制限負荷をのぞけば、多様な入力からの情報の並列処理を行うという事態においては、授業時間内にコースマネジメントを使用して学習する事態などにより近いといえる。制限時間内

に数多くの文字を読むことには不利となる視覚障害者にとっては、この差異は大きい。事後評価の内省報告でも英検テストの方が易しいと評価された。

音声提示による英文内容理解テストを行ったところ、点字使用者（触覚情報）は墨字使用者（視覚情報）に比べ、問題解決を継時的処理により行う傾向が強かった。点字触読の認知的負荷が高いためと考えられる。また課題特性として空間情報処理や数的処理、ストーリー展開の処理等を含むタスクでは成績低下が示された。成績低下要因を説明する概念のひとつには外国語の習熟レベルが低いために自動処理の非効率による外国語副作用が関与していると考えられる。また、点字使用者においてはリーディングが触覚によるため、視覚からの入力とは負荷も異なる。このような学習メディア・学習形態の認知負荷の差異は結果として情報保障技術の進歩が視覚障害者に点字離れや音声への過度の依存という学習形態の変化という事態も引き起こしている。学習者が合成音声に過度になれてしまい、点字メディアから離れてしまい点字による触読スキルの維持に障害をきたすという新たな課題も見えてきた。

(2) ワーキングメモリと外国語学習の文献研究

外国語学習については、外国語に接触すれば自動的に習得できるというインプット説などがあるが、科学的エビデンスのある理論は多くない。音声入力による第二外国語習得の過程を検討した東矢(2004)の研究によれば、母語での言語処理と外国語での言語処理における大きな相違点として、言語処理の容量とスピードの問題がある。母語(L1)では「形」、すなわち音韻弁別、語彙、文法知識の発達と、その言語によって吸収・構築される認知・思考能力などの「意味」の発達は同時進行的に発達する。それに対し、外国語(L2)を学ぶ際には、L1と異なるL2の音や語彙・文法を学習しなければならない。L2の言語処理は、L1の能力および発達に依存しながら、母語の言語処理能力の発達とはやや異なるプロセスをたどる。

山内(2003)は日本人の英語リスニングとワーキングメモリの関係を分析し、ワーキングメモリの容量を示すとされるLSTテストとTOEICの成績やDictationテストに有意な相関があることを示した。また、学習者がいる程度の英語学力をもっていないと、ワーキングメモリの測定にもかなりの負担をかけることもわかった。いずれの研究でも第二外国語の習得にはワーキングメモリが活用され、習得だけでなくその言語を用いての読解などの認知過程にも重要な役割を果たしていることが示された。

(3) 視覚障害者の外国語学習と ICT

Aoki et al. (2007, 2009)は視覚障害者の英語教育に ICT とアシスティブ・テクノロジーの積極的活用を提唱している。なかでも合成音声による Text-to-speech(TTS)技術の活用に注目している。近年はネイティブの音声に近い高品位のスピーチ・エンジンも数多く開発されている。点字使用者だけでなく、画面拡大などを活用している弱視者の場合でも音声を用いることで学習が促進することが示された。このことは、ワーキングメモリ理論に限られたリソースを感覚モダリティごとに各機能が消費しあうという観点からは、情報入力がマルチ・チャンネルになるほどリソースの消費につながり、一見矛盾しているようにも考えられる。点字触読や制限された視覚からの英語入力には多大の認知リソースが消費されると考えられる。効率の良い合成音声を用いることで、チャンネルを増やしつつも全体としての認知リソース学習者の負担を軽減することで、思考や読解にまわせるリソースが生み出されていると考えられる。このことは、画面読み上げソフトの操作に十分習熟していない学生や英語学力の低い学生の場合には、特に操作に係わる英語音声の部分がなめらかなネイティブに近いスピーチ・エンジンよりも“カナクギ流”の“日本語風読み英語音声”の方が学習促進効果が高い傾向にあることからいえる。自動化の程度が十分でないので、なじみの薄いネイティブの音声処理にワーキングメモリの認知リソースを消費してしまうためと考えられる。

(4) 情報保障機器から LMS 活用へ

Aoki の英語学習システムは独自に開発したアシスティブ・テクノロジーを搭載したスタンドアロン型であった。情報機器操作に慣れていない学生にも英語学習のための情報保障が受けられるように画面拡大や英語合成ができるようになっていた。しかし、英語学習に限らず ICT 活用を全教科・全学部的に広げるためには LMS のようなマネジメント・システムの導入が必要である。LMS (Learning Management System) は、学習管理システム等と訳され、教材の提供やオンラインテスト、掲示板やチャットなどの機能を有するシステムである。CMS (Course Management System) は、成績管理や履修登録など事務処理機能も有するより大規模なシステムととらえられる場合もあるが、基本的には ICT で学習活動を一括管理するシステムと考えてよい。しかし、情報保障 PC から LMS に移行するには過重な認知負荷が増すという課題も見えてきた。

(5) 情報化を成功させるための総合的討議

反復練習による自動化で脳内での情報処理の自動化を促進し、余裕の出たりリソースを思考に振り分けることが第一である。ICT も

その発展系であるLMSも自動化を促進する反復練習の場であり、反復練習がいつでもどこからでも、障害の有無にも関係なくアクセスできる環境整備が第一ということになる。

本研究は情報保障技術を用いて視覚障害のある英語学習者の学習環境を適正化し、自律的英語学習を促進するための学習環境の特性を分析するものである。過年度の研究からは授業中にリアルタイムで情報保障技術を使用することの有効性と課題が明らかになった。合成音声は比較的視力のよい学生にも有効な補償手段であったが、音声による情報保障は、リーディング中もリスニングによる認知的負荷を加重することを意味する。外国語処理の自動化のレベルが低い学習者にとっては、いわゆる外国語副作用 (Takano, 1995) が生じやすい。このことは、認知リソースへの同時処理負荷がより高いと考えられる点字使用者では、読解課題を継時的処理方略により行う傾向が強いことにも現れていた。学習時の負荷を軽減するには、反復練習による語彙力アップと授業時における読解の並行処理負荷軽減の方略が有効と考えられた。授業での負荷軽減のために、資料の読解を授業とは切り離し、Off classにネット経由で読める環境を学内サーバ内に構築し、並行処理認知負荷軽減の効果を検討した。結果はオフクラス学習と反復語彙学習が、リーディングのパフォーマンスを促進することが示された。

本来の英語学習に集中するためにも機器使用にかかる認知リソースは抑えなければならない。そのためにもスキルの習得とインタフェースの適正化が重要となる。認知心理学的知見を参考にした視覚障害学生用の英語教育と情報保障機器使用のガイドラインは以下の通り提案する。

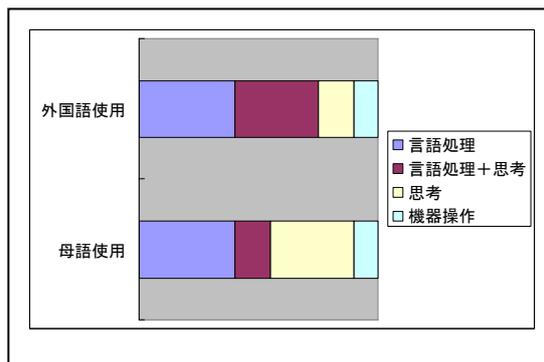
- ①語彙力や読解力など基礎的英語学力の診断と把握を音声化ソフト等で行う。
- ②RSTやLSTによるワーキングメモリ・サイズの測定と認知心理学的診断の実施。
- ③第2外国語使用による認知リソースの消費を外国語のための情報処理の自動化により低下させる。自動化は経験量により達成させる。
- ④ICTの使用に伴う認知リソースの消費をICTスキルの自動化によって抑制する。
- ⑤記憶の外在化(メモ、オフラインの教科書・資料等)によって、脳内以外のリソースによる補助を活用する。
- ⑥情報保障技術の使用は保障の即時性のみこだわりのではなく、授業中は認知負荷・操作負荷を抑える。
- ⑦Off class, After classにおける情報アクセスを充実させ、授業外学習を実質化する。
- ⑧自学自習コンテンツの整備と自学自習習慣の涵養(動機付け)。

⑨適切なメンタリングと動機付けレベルの維持。

⑩授業と遠隔教育併用のブレンディッド・ラーニングの活用。

ワーキングメモリ理論によれば、限られた認知リソースを活用するには、授業中にリアルタイムに過重な負荷をかけないことが肝要である。外国語や新しいプログラミング言語の授業などの場合、内容に不慣れで十分な自動化が達成できていない段階では、授業中は情報機器の利用は抑え、授業を聴くことに集中させ、Off class, After classに教材などは学習させる方が効果的である。視覚障害の場合は音声言語からの情報入力に障害はないので、授業中はむしろ聴くことに集中する方がよい。講義とLMSのコンテンツの自学自習のブレンディッド型学習がICT活用の正否をにぎるといえる。実際にLMSを取り入れている多くの大学でも授業と遠隔アクセス学習が併用されている。さらにいえば、多くの例では学生は授業教室外や学外からのアクセスではなく、昼間講義が行われている当該教室からのアクセスが多い。また、遠隔学習が中心となる場合には、カウンセリングや助言を行い、学習への動機付けを維持するメンターの存在が特に重要になる。

ワーキングメモリ理論に基づく教育方法の研究は障害児教育にもひろがっている。高等教育における障害者教育においては、高い専門知識の運用とそのためのICTの効率的活用法開発のためにも認知心理学的観点からの研究がさらに重要になってくるであろう。視覚障害学生が情報保障機器を使用しながら英語学習をしている際のワーキングメモリのリソース配分概念図をTakanoを参考に下に示す。



Wason 課題などの認知課題を視覚カードではなく言語情報で提示することにより視覚障害学生と晴眼学生の論理的処理特性を検討した実験では、両者に障害特性による成績の差はなかった。情報保障が適切に行われれば、時間制限を設けない認知課題では視覚障害者の場合、課題遂行上の大きな障害とはならないことが示唆された。このことから授業中の負荷を減らすことと、Off class での

ICT 活用による自律学習が視覚障害者に適した学習法であるといえる。

(H19→H20：連携研究者)

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計2件)

①加藤 宏, 視覚障害学生の学習とワーキングメモリ：外国語学習と ICT 活用の可能性の観点から, 筑波技術大学テクノレポート, 査読なし, 17(2), 2010, 12-17.

②加藤 宏, 課題特性の被験者特性から見た Wason4 枚カード問題, 筑波技術大学テクノレポート, 査読なし, 17(1), 2009, 49-55.

[学会発表] (計2件)

①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, 2007年9月22-24日, 兵庫教育大学

② AOKI, Kazuko, KATO, Hiroshi, & KOBAYASHI, Makoto, Effective Use of Text-to-Speech (TTS) Technology for EFL Learners of Japan, EUROCALL 2007, 5th-8th September 2007, at University of Ulster, Northern Ireland.

[その他]

ホームページ等

http://www.tsukuba-tech.ac.jp/repo/dspace/bitstream/10460/773/3/Tec17_2_03.pdf

http://www.tsukuba-tech.ac.jp/repo/dspace/bitstream/10460/763/1/Tec17_1_09.pdf

6. 研究組織

(1) 研究代表者

加藤 宏 (KATO HIROSHI)

筑波技術大学・障害者高等教育研究支援センター・教授

研究者番号：50177466

(2) 研究分担者

青木 和子 (AOKI KAZUKO)

筑波技術大学・障害者高等教育研究支援センター・教授

研究者番号：30269287

(H19→H20：連携研究者)

長岡 英司 (NAGAOKA HIDEJI)

筑波技術大学・障害者高等教育研究支援センター・教授

研究者番号：30227996

(H19→H20：連携研究者)

河原 正治 (KAWAHARA MASAJI)

筑波技術大学・保健科学部・准教授

研究者番号：20234106