

平成21年 6月29日現在

研究種目： 基盤研究 (A)
 研究期間： 2005～2008
 課題番号： 17202012
 研究課題名 (和文)
 外国語音声習得の臨界期に関する実証研究
 研究課題名 (英文)
 An experimental study on “Sensitive Period” of foreign speech acquisition
 研究代表者
 山田 玲子 (AKAHANE-YAMADA REIKO)
 株式会社国際電気通信基礎技術研究所・認知情報科学研究所・主幹研究員
 研究者番号： 30395090

研究成果の概要：

日本国内の小学校児童を主対象として、コンピュータを用いて等質化した英語学習を行い、年齢効果を検証した。その際、従来の言語学習の臨界期仮説で対象としている言語を総体としてとらえるのではなく、音韻、リズム、語彙といった要素に分けて学習を行った。その結果、小学生において有意な学習効果がみられ、効果、学年、要素の間に交互作用があり、外国語の学習において要素によって学習に適した年齢が異なることが明らかになった。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2005 年度	8,500,000	2,550,000	11,050,000
2006 年度	10,100,000	3,030,000	13,130,000
2007 年度	10,100,000	3,030,000	13,130,000
2008 年度	5,300,000	1,590,000	6,890,000
年度			
総計	34,000,000	10,200,000	44,200,000

研究分野： 人文学
 科研費の分科・細目： 言語学・外国語教育
 キーワード： 第二言語学習、臨界期、音声言語、言語習得、音声知覚、語彙、年齢効果、外国語

1. 研究開始当初の背景

研究開始当初より、小学校英語教育を含む、外国語早期教育の導入は、学術的にも社会的にも関心の高い課題であった。しかし、特に外国語オーラルコミュニケーション能力の早期育成の有効性については、「臨界期仮説」が社会一般に喧伝される一方で、その科学的根拠が明らかにされずにきた。特に、教育政策としてなんらかの施策をおこなうために

は、何歳頃にどのような教育を行うのが効果的かという実証的知見が不可欠であった。従来の7、8歳を臨界期とする言語習得の臨界期仮説は、母語の言語機能を対象とした仮説であり、外国語習得にそのまま適用することはできない。また、外国語習得における学習年齢の影響については、さまざまな仮説が提唱されるものの、決定的な結果は得られていない。さらに、言語機能は複雑であるため、

その機能を総体として捕えていたのでは年齢の影響を解明するのは困難である。こうした学術的社会的背景から本研究課題が提案された。

また、これまでの外国語学習方法に関する研究は、外国語教育法、言語学、認知科学、情報処理・情報工学、教育工学などの諸分野において個別にすすめられることが多かった。そこで本研究課題では、異なる学問的背景をもった研究者から研究組織を構成することとした。

2. 研究の目的

本研究の目的は、外国語学習の初期に音声言語の基本要素である「音韻」「韻律」「語彙」の各要素について、さまざまな年齢の学習者にコンピュータによる等質な訓練を施すことにより、学習年齢の影響を明らかにし、年齢を軸とした英語音声学習カリキュラムを作成することに資することとした。

- (1)「音韻」「韻律」「語彙」それぞれの知覚・生成学習の学習効果と年齢の関係を明らかにし、5歳から70歳の範囲で学習最適年齢を求める。その際、5歳から15歳の範囲を重要年齢区間と考え、重点的に調査を行う。
- (2)(1)の結果に基づき、学習開始最適年齢を予測し、その開始年齢を起点とした「音韻」「韻律」「語彙」の学習順序について学習実験の結果から最適化を図る。組み合わせを考慮し、千人規模の実験を実施する。
- (3)上記結果に基づいた、英語音声基本要素を重視した学習プログラムを作成する。

本研究課題の目的として、外国語の学習において何歳頃などの順番で何を学習するのが効果的を明らかにする。この結果は、音声言語習得の基礎知見として学術的価値が高いのみならず、オーラルコミュニケーション能力の育成に役立つ外国語教授法として役立てることが可能である。

3. 研究の方法

本研究の方法上の特色の1として、コンピュータ環境での大規模実験であることがあげられる。従来の研究報告のほとんどは、ある単一言語環境で生まれ育った者が別の言語環境に生活基盤を恒久的または一時的に移した場合（移民、帰国子女など）の第二言語への曝露開始年齢と習得の度合いを調べたものである。6歳から12歳の間に習得の効率が低下する傾向が示されているが、生活史の個人差が大きいため明確な結論は得られていない。本研究では、英語音声のコンピ

ータ学習実験を実施し、厳密に統制された条件で年齢が学習効果に及ぼす影響の定量化を行った。全員が同じ内容で、一人あたり10時間以上の訓練を行った。学習管理システム（LMS）を用いて、学習者（生徒）はパーソナルコンピュータ（PC）を端末とし、WEBブラウザを利用して実験に参加した。

本研究課題では、小学校10校、中学校3校、高等学校6校、大学以上7校から、被験者の協力を得ることができた。

年度	小学校	中学校	高等学校	大学
2005	4校	3校	2校	2校
2006	2校	0校	1校	2校
2007	1校	0校	2校	3校
2008	3校	0校	1校	0校
計	10校	3校	6校	7校

表 各年度の実験協力校

特色の2は、本研究で用いた実験システムの先進性、信頼性、安定性、拡張性である。「音韻」「韻律」「語彙」の各要素について学習実験を通して訓練の効果を実証する研究手法は、研究代表者が、その所属する国際電気通信基礎技術研究所において1986年より、音声言語習得の第一線の研究者（David B. Pisoni インディアナ大学教授、Winifred Strange ニューヨーク市立大学教授、Patricia K. Kuhl ワシントン大学教授、James E. Flege 元アラバマ大学教授ほか）との共同研究に基づいて開発してきたものである。本研究課題では長年蓄積したノウハウをベースに、実験システムにさらなる改良を加えた。

また、研究代表者らは、個別学習方式で生成訓練（発音訓練）を行う際に不可欠な音声認識・合成技術を用いた英語音声採点手法の開発に世界に先駆けて着手し、他の追従を許さないシステムを構築した。学習実験に使用する英単語素材、英語音声素材（音声ファイル）についても、アメリカ英語母語話者で音声学の知識をもつ者による評価と、十分な数の一般アメリカ英語母語話者による評価を2段階でおこない、両者により妥当と判断された素材のみを使用した。これら訓練プログラムの動作は安定かつ信頼性が高く、CD-ROM 付き書籍が出版されるなど、多くの英語学習者に愛用されるとともに、外国語教育または研究のツールとしても使用されるに至っている。



音韻の聞き取り課題です。/r/と//のミニマルペアの単語が聞こえます。

図1 実験システム：音韻ききとり課題

4. 研究成果

(1) 実験システムの構築

これまで所属機関で開発してきた英語音声学習システムをベースに、実験システムを構築した。

2005年度より予備実験を行い、システム、言語材料、音声・画像コンテンツの改善を継続した。2006年度各要素について、知識、リスニングのみではなく、発音スキルの学習も組み合わせるため、研究用学習システム(Web-Based Training, WBT)システムに、学習者の発音の良し悪しを評定するためのモジュールを追加改変した。

2007年度には、これまでの予備実験から、同一学年でも学習者間での差が大きいこと、学校という実験環境では十分な学習時間が与えられないことなどが明らかとなり、年齢効果を検出するためのさらなる改良を行った。「音韻」「韻律」「語彙」の基本要素学習課題について、小学校・中学年、高校、大学を中心として予備実験を重ね、特に大学生については、学習効果そのものに関する一定の結果を得、論文発表等を行った。一方、中学校から本格的な英語教育が始まるため、同一課題を用いて年齢による学習効果の違いを検討することは困難であることも明らかになった。そのため、同一課題にて比較可能であり、また語学学習において、いわゆる臨界期と近い年齢である小学校低学年と高学年の間での違いに着目して、詳細な検討を行うこととした。その際、小学校低学年児童は達成できる課題の量や質に限界があるため、課題や実験システムの慎重な考察が必要であった。そこで、予備実験を重ねた英語音声学習システムに、小学生を対象とした「音韻」「韻律」「語彙」の基本要素学習課題を組み合わせ、実験用システムを完成させた。最終年度は、こうして完成させた実験用システムを用い、小学校低学年～高学年を対象とした学習実験を実施し、学習データの収集、結果の分析を行った。

(2) 年齢効果

予備実験

2005年度は、小学校3校、高校1校、大学2校および成人(統制群)において、音韻学習実験(/r//音、/b//v/音、/s//th/音)と語彙学習実験を実施した。

音韻学習については、小学校中学年以上では、学習効果の大きさは年齢による差が認められなかった。高齢者を含む成人での学習実験も実施し、一部の成人では音韻学習前後の脳活動の変化を測定した。

語彙学習実験については、すべての学習内容で、すべての学年において学習効果が認められた。また、高校生では、語彙課題にタイピング課題やディクテーション課題を加えたところ、語彙能力が高くてそれらの課題での正答率は低く、タイピングや知覚などスキル面での習熟度の欠如が明らかになった。

2006年度は実験内容を拡大し、音韻学習、韻律学習、語彙学習すべてを含む予備学習実験を行った。これら予備実験は、学校での学習データ収集の運用方法確立を主たる目的として実施した。すべての学習内容で学習効果が認められたが、学習効果と年齢による差を示す明確な結果は得られなかった。

最終実験

最終年度における結果を以下に示す。

図2-5のように、小学生において有意な学習効果がみられ、効果、学年、要素の間に交互作用があった。音韻、リズムは低学年は高学年にくらべて学習効果が低かったが、語彙は低学年が高学年にくらべて学習効果が高かった。学年による違いは、学習に用いた課題やコンピュータ操作など、外部要因の効果も考慮すべきではあるが、それを超えて、言語の要素と学年の間で交互作用があったことは、外国語の学習において要素によって学習に適した年齢が異なることを示唆する。

また、開発した評価・訓練システムを小学校などの現場に導入し、その効果を測定した。年齢効果に関するデータにくわえて、研究成果の実用化にむけて、システムの改善、コンテンツの最適化の観点から評価結果を得ることができた。

情報リテラシーとの関係

小学校低学年(特に1,2年生)では、コンピュータの扱いに慣れていない児童も少なくなく、コンピュータスキルと言語学習の成績のインタラクションが見られた。

(3) 学習カリキュラムの開発

モデルカリキュラムおよび教育現場における実践例については、さらに現場での実践をふまえて蓄積中である。

なお、本研究成果の詳細については、積み残した課題も含め、後日査読付論文、書籍、Webページ等で公表する計画である。

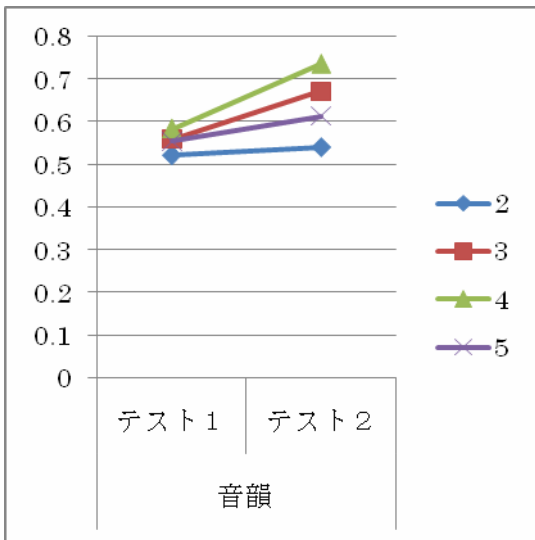


図2 小学校第2-5学年における音韻知覚学習
 テスト1は訓練前の成績、テスト2は訓練後の成績。縦軸は正答率。日本語にない音韻の知覚学習は学年によって習得率に差が生じた。

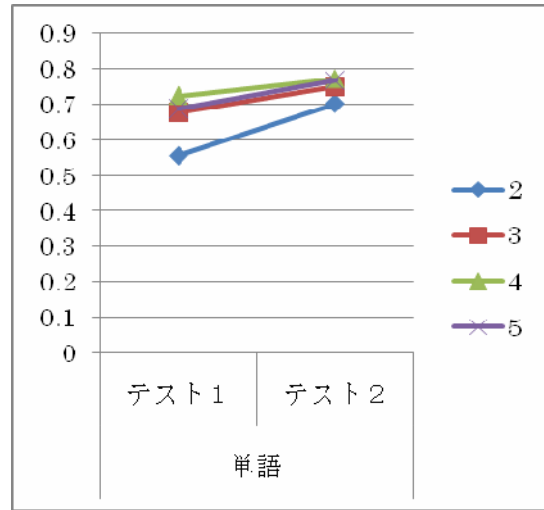


図4 小学校第2-5学年における語彙学習
 テスト1は訓練前の成績、テスト2は訓練後の成績。縦軸は正答率。学年によって習得率に差が生じた。他の課題では、明確な学習効果の認められなかった第2学年でも、有意な成績向上が認められた。

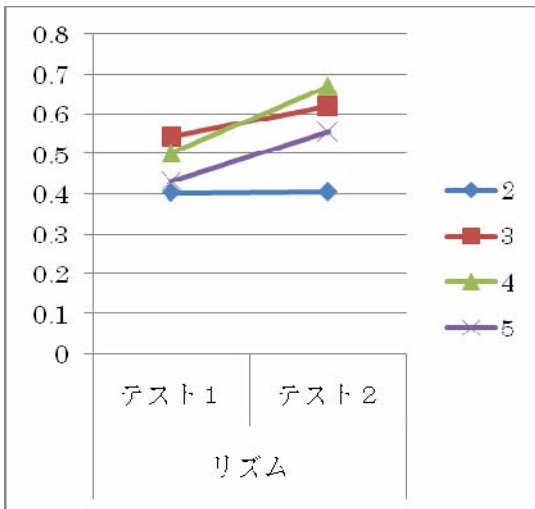


図3 小学校第2-5学年におけるリズム学習
 テスト1は訓練前の成績、テスト2は訓練後の成績。縦軸は正答率。学年によって習得率に差が生じた。

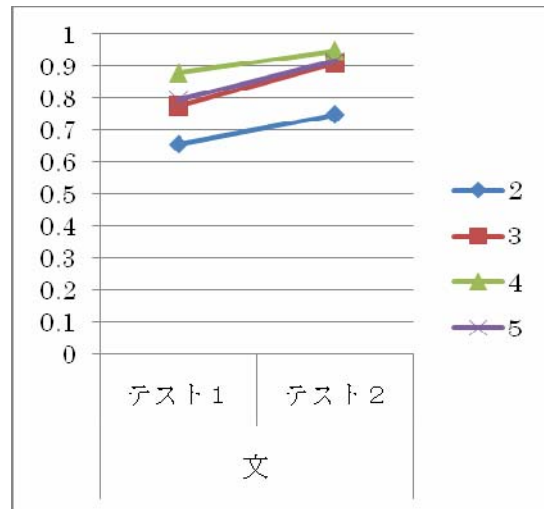


図5 小学校第2-5学年における文作成課題
 テスト1は訓練前の成績、テスト2は訓練後の成績。縦軸は正答率。開始時の成績に学年差はあるが、同程度の学習効果が観察された。

(4) 最後に

ひとりの学習者は、学校教育であれ生涯学習であれ、さまざまな適応過程のなかで外国語教育とむきあうこととなる。特に、早期学習者においては、国語をはじめとする他教科や情報リテラシーなど特別活動での学習とのインタラクションも示唆される。その一方で、各教科が求めるコンピテンシーには共通するものがあり、限られた時間の中で効率的な学習を実現するためには、どういう部分に正の相乗効果を期待できるか、今後とも明らかにしていく必要があり、積み残された課題である。

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 4 件)

- ① Ylinen, S., Uther, M., Latvala, A., Vepsäläinen, S., Iverson, P., Akahane-Yamada, R., & Näätänen, R., Training the brain to weight speech cues differently, *The Journal of Cognitive Neuroscience*, 21(in press), 2009, 査読有
- ② Nishi, K., Strange, W., Akahane-Yamada, R., Kubo, R., & Trent-Brown, S.A., Acoustic and perceptual similarity of Japanese and American English vowels, *Journal of the Acoustical Society of America*, 124 (1), 576-588, 2008, 査読有
- ③ Aoyama, k., Guion, S.G., Flege, J.E., Yamada, T., & Akahane-Yamada, R., The first years in an L2-speaking environment: A comparison of Japanese children and adults learning American English, *International Review of Applied Linguistics in Language Teaching*, 46, 61-90, 2008, 査読有
- ④ Adachi, T., Akahane-Yamada, R., & Yamada, T., Influences of speech compression on perception and learning of English speech by native speakers of Japanese, *Educational Technology Research*, 31 (1-2), 41-48, 2008, 査読有

[学会発表] (計 12 件)

- ① 山田 玲子, 英語音声学習環境をデザインする, 日本英語学会 第 26 回大会、シンポジウム「CALL による英語音声学習への試みーデザイン・理論・実践を通してー」, 2008 年 11 月 15 日, 筑波大学
- ② 駒木 亮, 山田 玲子, 音声に重点を置いた英語学習支援システムの開発と発音評

価, 日本教育工学会第 24 回大会 課題研究 2 「教育工学分野における新しい技術を活用したシステム開発の展開」, 2008 年 10 月 13 日, 上越教育大学

- ③ Yamada, T., International Sharing of Learning Content and its Metadata in Language Education, WorldCALL 2008, 2008 年 8 月 5-8 日, Fukuoka, Japan
- ④ Uther, M., Ylinen, S., Latvala, A., Akahane-Yamada, R., & Iverson, P., Training of English vowel perception by Finnish speakers to focus on spectral rather than durational cues, the 155th Meeting of the Acoustical Society of America, 2008 年 7 月 3 日, Paris, France
- ⑤ Akahane-Yamada, R., Learning non-native speech contrasts, The 8th Phonetics Conference of China and the International Symposium on Phonetic Frontiers - Celebration of Professor WU Zongji's 100th Birthday, 2008 年 4 月 18-20 日, Beijing, China
- ⑥ Tajima, K., Kato, H., Rothwell, A., Akahane-Yamada, R., & Munhall, K.G., Training English listeners to perceive phonemic length contrasts in Japanese, *J. Acoust. Soc. Am.* 123 397, 2008
- ⑦ 山田 玲子, 第二言語の音声学習研究と教材への応用 (招聘講演), 外国語教育メディア学会 (LET) 関西支部 2007 年春季研究大会, 2007 年 5 月 12 日, 武庫川女子大学
- ⑧ Ikuma, Y., & Akahane-Yamada, R., Effects of learners' L2 proficiency and acoustic/semantic contexts of stimuli on the phoneme identification training, 4th Joint Meeting of the Acoustical Society of America and the Acoustical Society of Japan, 2006 年 11 月 30 日, Honolulu, Hawaii, USA
- ⑨ Kato, H., Tajima, K., Rothwell, A., Akahane-Yamada, R., & Munhall, K.G., Categorization of phonemic length contrasts in Japanese by native and non-native listeners, 4th Joint Meeting of the Acoustical Society of America and the Acoustical Society of Japan, 2006 年 11 月 30 日, Honolulu, Hawaii, USA
- ⑩ Tajima, K., Kato, H., Rothwell, A., Akahane-Yamada, R., & Munhall, K.G., Effects of exposure and training on perception of Japanese length contrasts by English listeners, 4th Joint Meeting of the Acoustical Society of America and the Acoustical

Society of Japan, 2006年11月30日,
Honolulu, Hawaii, USA

- ⑪ Kawahara, H., & Akahane-Yamada, R.,
STRAIGHT as a research tool for L2
study: How to manipulate segmental and
supra-segmental features, 4th Joint
Meeting of the Acoustical Society of
America and the Acoustical Society of
Japan, 2006年11月29日, Honolulu,
Hawaii, USA
- ⑫ Akahane-Yamada, R., Adachi, T., &
Kawahara, H., Tools for speech
perception, production, and training
studies: Web-based second language
training system, and a speech
resynthesis system, 4th Joint Meeting
of the Acoustical Society of America
and the Acoustical Society of Japan,
2006年11月29日, Honolulu, Hawaii,
USA

[図書] (計1件)

- ① ATR 人間情報科学研究所 (山田 玲子),
講談社, こどもからはじめる英語科学的
上達法, 2006, 126p

[その他]

実践例

- ① 山田 玲子, 研究の成果4: ATR CALL, 平
成18年度 Super English Language High
School 研究開発実施報告書 (第2年次)
奈良市立一条高等学校, 2007, 79-90
- ② 山田 玲子, ATR CALL 単語総合テストの
結果, 平成17年度 Super English
Language High School 研究開発実施報告
書, 奈良市立一条高等学校, 2006, 59-63
- 試作システムの URL:
近日公開予定 (URL は調整中で未定)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山田 玲子 (AKAHANE-YAMADA REIKO)
株式会社国際電気通信基礎技術研究所・認
知情報科学研究所・主幹研究員
研究者番号: 30395090

(2) 研究分担者

加藤 宏明 (KATO HIROAKI)
株式会社国際電気通信基礎技術研究所・認
知情報科学研究所・主任研究員
研究者番号: 20374093

足立 隆弘 (ADACHI TAKAHIRO)
株式会社国際電気通信基礎技術研究所・認
知情報科学研究所・研究技術員
研究者番号: 50374111

久保 理恵子 (KUBO RIEKO)
株式会社国際電気通信基礎技術研究所・認

知情報科学研究所・研究員

研究者番号: 50395092
山田 恒夫 (YAMADA TSUNEO)
独立行政法人メディア教育開発センタ
ー・研究開発部・教授
研究者番号: 70182540

**** 以上、全研究期間 ****

生馬 裕子 (IKUMA YUKO)
株式会社国際電気通信基礎技術研究所・認
知情報科学研究所・研究員

研究者番号: 10426645
(06-08年度)

田嶋 圭一 (TAJIMA KEIICHI)
法政大学・文学部心理学科・准教授)
研究者番号: 70366821

(05-07年度、08年度: 連携研究者)

駒木 亮 (KOMAKI RYO)
株式会社国際電気通信基礎技術研究所・認
知情報科学研究所・研究員
研究者番号: 80374114

(05-07年度、08年度: 連携研究者)

沖原 勝昭 (OKIHARA KATSUAKI)
神戸大学・国際コミュニケーションセンタ
ー・教授

研究者番号: 10094062
(05-07年度、08年度: 連携研究者)

林 良子 (HAYASHI RYOKO)
神戸大学・大学院国際文化学研究所・准教
授

研究者番号: 20347785

(05-07年度、08年度: 連携研究者)

石川 慎一郎 (ISHIKAWA SHINICHIRO)
神戸大学・国際コミュニケーションセンタ
ー・准教授

研究者番号: 90320994
(05-07年度、08年度: 連携研究者)

原田 康也 (HARADA YASUNARI)

早稲田大学・法学学術院・教授

研究者番号: 80189711

(05-07年度、08年度: 連携研究者)

渡辺 秀行 (WATANABE HIDEYUKI)
株式会社国際電気通信基礎技術研究所・音
声言語コミュニケーション研究所・研究員

研究者番号: 40395091
(06-07年度、08年度: 連携研究者)

(3) 連携研究者

(2) と重複するため省略

(4) 研究協力者

村崎 千鶴 (MURASAKI CHIZU)
神戸大学発達科学部附属住吉小学校・教諭
(05-06年度)