



英語母音産出における音響的特徴と調音運動機序の習得に関する研究

立石（水口），志乃扶

(Citation)

科研報告書, 17520263

(Issue Date)

2008-05

(Resource Type)

research report

(Version)

Accepted Manuscript

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/K0002110>



**英語母音産出における音響的特徴と
調音運動機序の習得に関する研究**

(課題番号：17520263)

**平成17年度～平成19年度科学研究費補助金
(基盤研究C) 研究成果報告書**

2008年(平成20年)3月

**研究代表者 立石(水口) 志乃扶
(神戸大学大学院国際文化学研究科教授)**

目次

本研究課題について	2
第 I 部 理論的研究	6
「第二言語の音声学習研究と教材への応用に関する理論的考察」	7
“Towards the development of effective L2 (second language) training method: importance of phonological and acoustical view”	19
「日本語撥音の調音実態：X線マイクロビームデータを用いて」	30
第 II 部 学習実験・認識度調査に基づく研究	35
日本人英語学習者の英語母音の認識度調査	36
英語 CALL 音声教材の能力別効果：大学での授業での実践報告	42
IT 機器及びネットを使用しての授業運営の経験的評価	50
第 III 部 CALL 教材作成に関わる研究	72
CALL 教材を用いた英語の学習効果について	73
IPA 学習用 CALL 教材作成のための基礎資料	79
第 IV 部 音声コミュニケーション資料集	別冊

本研究課題について

《課題名》

「英語母音産出における音響的特徴と調音運動機序の習得に関する研究」

(平成 17 年度～平成 19 年度科学研究費補助金 基盤研究(C)) (課題番号：17520263)

《研究組織》

研究代表者 立石 (水口) 志乃扶 (神戸大学大学院国際文化学研究科 教授)

研究分担者 立石 浩一 (神戸女学院大学文学部 教授)

林 良子 (神戸大学大学院国際文化学研究科 准教授)

山田 玲子 (神戸大学大学院国際文化学研究科 客員教授 / ATR 認知情報科学研究所室長)

吐師 道子 (県立広島大学保健福祉学部 教授)

足立 隆弘 (ATR 認知情報科学研究所 研究技術員)

《研究目的》

外国語習得に関して、実験音声学的なアプローチを用いて最もよく行なわれてきた研究に、学習者による外国語母音の音響分析があるが、日本人英語学習者による英語母音の産出については、様々な母語干渉の記述が行なわれてきたものの、習得段階の異なる被験者の音響的データを提示した研究はほとんどない。また、これまでは学習者の英語学習歴・習熟歴ばかりが論じられてきたが、外国語の母音学習においてクリティカルであると考えられる母音体系や、発音記号など、いわゆる一般音声学の知識を学習者がどれほど持っているかについては、これまで全く報告がない。本研究においては、(i) 英語母音の音響資料を明示し、(ii) 日本語を母語とする英語学習者の英語母音の弁別度を調査し、(iii) CALL教材を使った英語学習による学習効果の検証し、(iv) 発音記号学習のためのCALL教材を製作することを研究目的とする。

《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	1700	0	1700
平成 18 年度	900	0	900
平成 19 年度	780	600	1380
総計	3380	600	3980

《研究成果発表》

1. 出版物

- (1) 立石浩一 2004 『音韻理論ハンドブック』（共著）. 西原哲雄、那須川訓也（編）. 英宝社
- (2) 水口志乃扶 2005. 「項の『文的』解釈と『発話的』解釈」 林博司、水口志乃扶、小川暁夫（共著）. 串田秀也・定延利之・伝泰晴（編）『活動としての文と発話シリーズ1 文と発話』. ひつじ書房. pp. 253-288.
- (3) 立石浩一 2006. "Double Nominatives in Japanese." *Companion to Syntax I-V*, Martin Everaert and Henk Van Riemsdijk(eds.) Vol. II, Blackwell, pp. 56-72.
- (4) 林良子 2007. 「外国語音声に見られるポーズと流暢性の分析」 定延利之、中川正之（編）『音声文法の対照』くろしお出版 pp.93-102.
- (5) 水口志乃扶・立石浩一 2008. 『音声コミュニケーション資料集』 本研究成果報告書 別冊

2. 学会誌等

- (1) 山田玲子 2005. "An artificial environment is often a noisy environment: auditory scene analysis and speech perception in noise," Kazuo Ueda, Yoshitaka Nakajima and Reiko Akahane-Yamada, *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science*, pp.243-247.
- (2) 足立隆弘、山田玲子 2006. "Intelligibility of English phonemes in noise for native and non-native listeners," Takahiro Adachi, Reiko Akahane-Yamada and Kazuo Ueda. *Acoustic Science and Technology* 27-5, pp.285-289.
- (3) 足立隆弘、山田玲子 2006. 「日本語母語話者による英語音声の知覚と学習に与える音声圧縮の影響」、足立隆弘, 山田玲子, 山田恒夫, 日本教育工学会論文誌（日本教育工学会）、30(2), pp. 93-101.
- (4) 山田玲子、足立隆弘 2007. "Identification of English /r/ and /l/ in noise: The effects of baseline performance," Kazuo Ueda, Reiko Akahane-Yamada, Rho Komaki, and Takahiro Adachi. *Acoustic Science and Technology* 28-4. pp.251-259.
- (5) 水口志乃扶 2008. 「日本人英語学習者の英語母音の認識度調査」 本研究成果報告書 pp.36-42.
- (6) 水口志乃扶 2008. 「CALL 教材を用いた英語の学習効果について」本研究成果報告書 pp.73-78.
- (7) 水口志乃扶・立石浩一 2008. 「英語 CALL 音声教材の能力別効果：大学での授業での実践報告」 本研究成果報告書 pp.42-49.

- (8) 立石浩一 2008. 「IT 機器及びネットを使用しての授業運営の経験的評価」 本研究成果報告書 pp.50-71.
- (9) 水口志乃扶・立石浩一・山田玲子 2008. 「IPA 学習用 CALL 教材作成のための基礎資料」 本研究成果報告書 pp.79-86.
- (10) 山田玲子 2008. 「第二言語の音声学習研究と教材への応用に関する理論的考察」 本研究成果報告書 pp.7-18.
- (11) 山田玲子 2008. “Towards the development of effective L2 (second language) training method: Importance of phonological and acoustical view,” 本研究成果報告書 pp.19-29.
- (12) 足立隆弘、山田玲子 in press. “Influences of speech compression on perception and Learning of English speech by native speakers of Japanese,” Takahiro Adachi, Reiko Akahane-Yamada, Tsuneo Yamada. *Educational Technology Research* 31.
- (13) 山田玲子 in press. “Training English listeners to perceive phonemic length contrasts In Japanese,” Keiichi Tajima, Hiroaki Kato, Amanda Rothwell, Reiko Akanaha-Yamada and Kevin Munhall, *Journal of Acoustical Society of America*.
- (14) 山田玲子 to appear. “The first year in an L2-speaking environment: A comparison of Japanese children and adults learning American English,” Katsura Aoyama, Suzan G. Guion, James E. Flege, Tsuneo Yamada and Reiko Akanaha-Yamada. *International Review of Applied Linguistics in Language Teaching*.
- (15) 山田玲子 in press. “Acoustic similarity of Japanese and American English vowels,” Kanae Nishi, Winifred Strange, Reiko Akahane-Yamada, Rieko Kubo and Sonja A. Trent-Brosn. *Journal of Acoustical Society of America*.
- (16) 山田玲子 in press. “Learning non-native speech contrasts,” Reiko Akahane-Yamada. *Proceeding of PCC2008*.

3. 招聘公演

- (1) 山田玲子 2006 年 1 月 「第二言語の音声学習—基礎研究から学習支援システムの開発まで」 平成 18 年度電気関係学会関西支部連合大会
- (2) 山田玲子 2007 年 3 月 「第二言語の音声学習と教材への応用」 第 14 回音声学会セミナー
- (3) 山田玲子 2007 年 5 月 「第二言語の音声学習と教材への応用」 外国語教育メディア学会関西支部 2007 年春季研究大会
- (4) 山田玲子 2007 年 6 月 「第二言語の音声学習：基礎研究と教材への応用—ボトム

アップ目ソードの重要性と ATR CALL—」日本 SGI ソリューション・
キュービック・フォーラム

- (5) 山田玲子 2008 年 4 月「Learning non-native speech contrasts」The 8th phonetics
Conference of China and International Symposium on Phonetic Frontiers,
Special Session entitled “Second Language Learning and Speech Information
Processing.”

4. ワークショップ

- (1) 吐師道子、林良子、水口志乃扶 2006 年 2 月. 「日本語撥音の調音実態: X 線マイクロ
ビームデータを用いて」(於)神戸大学

5. シンポジウム企画

- (1) 立石浩一・山田玲子・水口志乃扶 2008 年 11 月(予定) 「CALL による英語音
声学習への試み—デザイン・理論・実践を通して—」(仮題) 日本英語学会第
26 回大会シンポジウム (於) 筑波大学

第 I 部 理論的研究

本研究報告書では、研究課題下の公刊されていない研究を掲載している。第 I 部には、本研究の目的 (i) 英語母音の音響資料を明示する に関連する以下の論文とワークショップの資料を収録している。

- 「第二言語の音声学習研究と教材への応用に関する理論的考察」……………山田玲子
“Towards the development of effective L2 (second language) training method:
Importance of phonological and acoustical view”…………… Reiko Akahane-Yamada
「日本語撥音の調音実態: X 線マイクロビームデータを用いて」(ワークショップ報告) ……吐師道子

第二言語の音声学習研究と教材への応用に関する理論的考察

山田 玲子

神戸大学大学院国際文化科学研究科 / ATR 認知情報科学研究所

E-mail: yamada@atr.jp

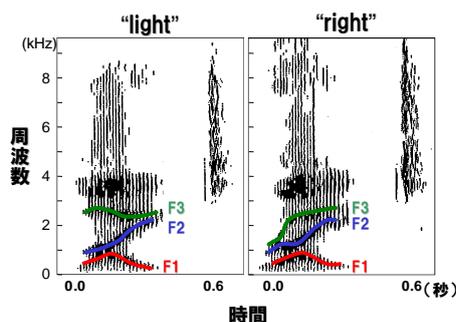
概要 日本語母語話者を対象とした英語音声の知覚、生成、語彙などに関する実験から、母語にない外国語の音韻は知覚・学習が困難であるが、(1)音に着目した訓練を行うことにより、成人でも新しい音韻カテゴリーを形成できること、(2)知覚と生成の間には関連があり、訓練効果が互いに転移すること、(3)意味的文脈ばかりに頼った学習は音韻知覚学習を阻害すること、(4)音韻の混同が単語の意味の混同を引き起こしていること、(5)音韻知覚の能力が音声単語の認知処理のボトルネックとなっていること、などが明らかになっている。本稿ではこれら基礎研究の結果、発音評定技術を駆使した発音学習方法などをまとめ、外国語学習支援システムへの応用について考察する。

1. はじめに

音声言語は人間のコミュニケーションを支える重要な機能を担う。複雑で精緻なその仕組みを理解することは困難な課題であるが、その研究成果は人間の諸活動の様々な場面で応用可能である。例えば、人間の活動のグローバル化が急速に進んだ近年では、異なる言語間でのコミュニケーションの壁を取り除く必要があり、「言語バリアフリー」の実現に向けて、音声自動翻訳装置に代表される人間の音声言語機能を機械に代行させる技術の研究開発がすすんでいる。それと同時に、外国語教育に代表される人間の音声言語機能を育むための技術への応用も注目されつつある。本稿では、第二言語音の習得に関する基礎研究の結果を紹介し、その外国語学習への応用について考察を加える。

2. 音韻の知覚と学習

日本語を母語とし、海外に長期滞在経験をもたない大学生(以下、日本語母語大学生と略記)を対象としたアメリカ英語の /r/ と /l/ の知覚について様々な実験を行ったところ、次のような特徴が明らかになった。(1)2者択一形式の課題(チャンスレベル=50%)でも、日本人大学生の平均正答率は65%程度である。(2)/r/と/l/の主たる音響的差異は第3フォルマント(F3)であるが、日本語話者はF3に頼らず、むしろ第2フォルマント(F2)や持続長を手掛かりとして用いる(図1[1][2])。



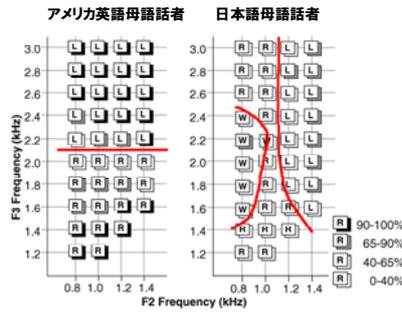
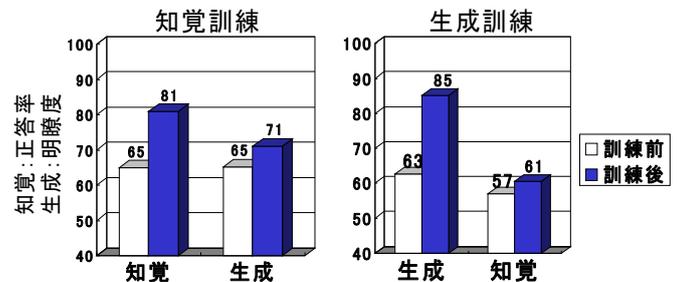


図1 アメリカ英語母語話者が発音した“light”および“right”のスペクトログラム第3フォルマント(F3)に/r/と/l/の違いがある(上図). アメリカ英語母語話者がF3で聞き分けるのに対して、日本語母語話者はF3を手掛かりにしていない(下図、[1, 2]より).

訓練でこの困難を克服することができるのだろうか. 1980年代の研究では、訓練効果に関して否定的な結果(e. g., [3])と肯定的な結果(e. g., [4])の双方が報告された. 1990年代



に、インディアナ大学とATRが共同して、日本人を対象とした/r//l/音の知覚訓練を系統的に実施し、訓練効果の般化や長期保持などの事実から、成人でも訓練効果があるという結論を確実なものとした(e. g., [5, 6]、図2). 日本人を対象とした/r/-/l/対立の訓練は、学習困難な音韻対立の典型例として最初にとりあげられたが、その後、他の対立での追試をはじめ、2000年代に入り、中国語の四声の区別[7]、日本語の特殊拍の区別[8]など韻律的な特徴による対立に関して訓練効果が報告されている.

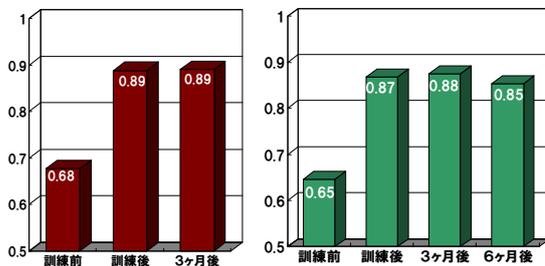


図2 /r//l/音聴取訓練の結果. 訓練前から訓練後に正答率が向上し、3ヵ月後、6ヵ月後も保持([5, 6]より).

3. 音韻の知覚と生成

音声知覚と音声生成の間には密接な関係がある. 第二言語音の学習では知覚と生成の間どのような関係があるのか調

べるための最初のステップとして、知覚—生成間での訓練効果の転移を調べた. /r/-/l/ミニマルペアの同定課題を用いて日本語母語大学生を対象とした知覚学習実験を行い、訓練前後の発音の明瞭度を測定したところ、知覚の訓練しかしていないにも関わらず、発音の明

瞭度も上昇した[9, 10]. また、スペクトログラム表示、または HMM による発音評価結果をフィードバックとした発音訓練を行ったところ、発音の明瞭度だけではなく、知覚の成績も訓練前から訓練後にかけて上昇した. これらの結果から、知覚-生成の間で訓練効果が転移することが明らかになった. しかし、転移による成績向上は直接訓練した場合より小さかった(図3 [11, 12]).

図 3 /r/と/l/で異なる単語対を使った、知覚訓練前後の知覚、生成の成績(左)と、発音訓練前後の生成、知覚の成績(右). 両図とも[10, 11]より改変.

また、知覚訓練による知覚能力は 6 ヶ月にも保持されていた[5]のみならず、転移した生成能力も 6 カ月後まで保持されていることが明らかになった[10, 11](図4).

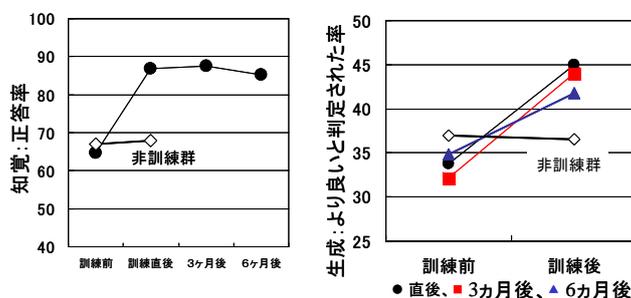


図4 /r/と/l/で異なる単語対を使った、知覚訓練前後の知覚の成績と保持(左、[5]より改変)、生成の成績と保持(右[10, 11]より改変). 両図とも—◇—は非訓練群の成績を示す.

以上、知覚から生成、生成から知覚へと両方向で訓練効果の転移が観察されたこと、知覚ドメインから転移した生成ドメインでの能力が 6 ヶ月という長期にわたって保持されていることから、知覚と生成の間のリンクが示唆された.

では、母音ではどうだろう. アメリカ英語の母音の区別も日本語話者にとっては知覚・生成ともに困難である[14]. 前節の/r//l/と同様の検討を行うため、特に混同の激しい、/a/(in “rock”), /æ/(in “cat”), /ʌ/(in “cup”)の3つの母音の知覚学習実験を実施した. その結果、知覚訓練により知覚の成績は上昇したが、生成の成績は上昇しなかった[15, 16](図5). 訓練前後の発話音のフォルマントを測定した結果からも、母音に質的な変化は生じていなかった[15](図6).

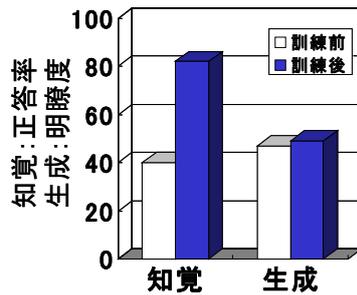


図5 /ɑ//æ//ʌ/知覚訓練前後の知覚、生成の成績。 [15]より改変。

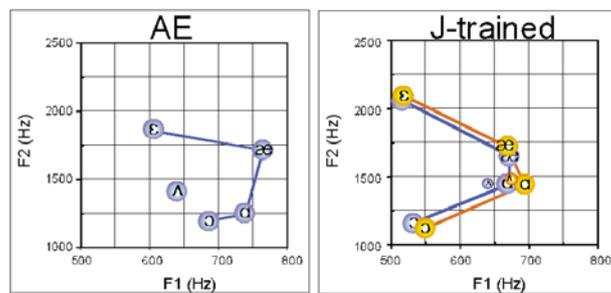


図6 /ɑ//æ//ʌ/を含む5つの母音の F1 および F2 周波数。左はアメリカ英語母語話者の平均。右は、日本語母語話者の知覚訓練前と訓練後。 [15]より改変。

この結果から、/r//l/音の場合と異なり、母音知覚訓練の効果は生成に容易には転移しないことが明らかになった。舌を出来る限り後ろに引く、舌尖を上顎に接触させるといったアンカーポイントのある/r//l/の調音は不連続な次元での調整であるのに対し、母音の調音の区別はより連続的な次元で舌の位置調整が必要である。このことが、母音調音の習得を困難にしているのかもしれない。

4. 聴覚情報と視覚情報

McGurk 効果に代表される現象から、音声知覚において、聴覚情報と視覚情報が統合されることが示されている [17, 18]。このことは、第二言語音の学習において、視覚情報、つまり顔動画の対呈示は、学習効果に影響を与える可能性があることを示唆する。そして、視覚情報の追加は、(1)学習者が視覚情報のみに頼るため聴覚学習を阻害する可能性と、(2)手がかりが多いことにより学習を促進する可能性があった。そこで、実際に、/r/-/l/対立、/b/-/v/対立、/s/-/θ/対立の訓練実験を実施し、訓練効果を検討した。訓練は2群に分けて実施した。AV 訓練群では、訓練刺激として発話音と共に発話時の話者の顔が動画で呈示された。AO 訓練群では、訓練刺激として発話音のみが呈示された。訓練前後で、AV 刺激(発話

音+動画)、AO 刺激(発話音のみ)、VO 刺激(動画のみ)でのテストを実施した。その結果、AV 訓練、AO 訓練とも訓練効果に差はなく、同程度にAV 刺激、AO 刺激で成績が上昇した。この結果は、第二言語の音声学習において、聴覚情報が優勢な情報として使用され、視覚情報を対呈示しても、その効果は小さいことが示唆される[19](図7)。

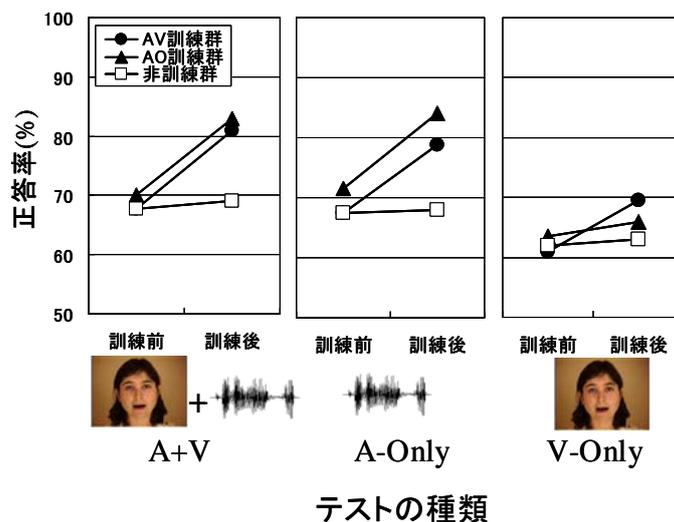


図7 /r//l/音知覚訓練前後におけるテストの結果。テストでは、同一の英単語が、AV 条件(視聴覚刺激呈示)、AO 条件(聴覚刺激のみ呈示)、VO 条件(視覚刺激のみ呈示)の3種類の条件で呈示された。/b//v/訓練、/s//θ/訓練ともに同様の結果だった。[19]より改変。

5. 文章文脈の知覚への影響

母語話者を対象とした実験から、単語知覚は文章の意味的文脈および統語的文脈の影響を受けることが古くから知られている[20]。そこで、日本語母語大学生を対象として、英単語の知覚に及ぼす文脈の効果を調べた。/r/-/l/など困難な音韻対立語を単語単独で呈示した場合(WD 条件)、意味的文脈性の低い文章に挿入した場合(NS 条件)、意味的文脈性高い文章に挿入した場合(CS 条件)の単語同定正答率を比較したところ、NS<WD<CS の順に高くなった[21](図8左)。NS 条件でWD 条件よりも低かったことは、音響的文脈が単語同定を困難にしたことを示す。一方、CS 条件では NS、WD 条件よりも成績が高く、意味的文脈が単語同定の正答率を向上させたといえる。

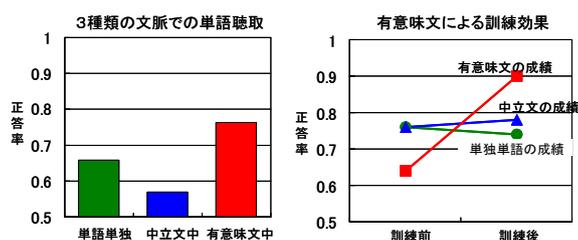


図8 /r/と/l/で異なる単語対の聴取成績. 文章文脈による知覚の成績(左)と、有意味文ばかりを使って訓練した場合の訓練効果(右). 両図とも[22]より.

6. 文章文脈の学習への影響

前節では、文脈条件と知覚の成績の関係が明らかになったが、訓練効果が最も高い条件はどれか探るために、日本語母語大学生に対して、知覚困難な音韻で対立する英単語の知覚学習実験を実施した。学習者は3つの群に分けられ、それぞれ、WD, NS, CS 条件のいずれかのみでの呈示条件で2者択一式の単語同定訓練を受けた(それぞれ、WD 訓練、NS 訓練、CS 訓練とする)。その結果、WD 訓練、NS 訓練は、すべての刺激条件での単語同定成績が向上したが、CS 条件の訓練では、CS 条件の単語同定能力しか向上しなかった[22] (図8右)。つまり、文脈性の高い文章を使って訓練すると、訓練中に刺激音が呈示されており、英語母語話者の発音に曝露されているにもかかわらず、音声入力からの同定能力は向上せず、意味的文脈を使用するというストラテジーを学んだにとどまった。WD 訓練の効果は NS 刺激の成績に般化したこと、WD 訓練の効果と NS 訓練の効果には差がなかったことは、単語で訓練したことが文中の単語同定能力にも般化し得ることを示唆する。

7. 音韻の混同と語彙学習

人間は長期記憶の中に語彙に関する情報を蓄えており、音韻情報、形態情報、意味情報、統語情報などが含まれていると考えられ、この記憶情報の集合体はメンタルレキシコン(心的辞書)とよばれる(図9左)。外国語の語彙を学習する際には、母語とは別にその学習言語用のメンタルレキシコンを形成しなければならない。語彙の学習というと、意味概念の関連したものの同士の混同が問題になりがちだが、中学校から高校程度の頻出単語を用いて大学生の語彙の混同を測定してみると、意味的に関連した単語同士の混同より、音による混同(つまり、“fright”を「飛行」と回答するなどー正解は「恐怖」ー)の方が頻繁に生じることが明らかになった[23] (図9右)。また、/r/-/l/が対立する単語内の位置に着目した解析結果からも、音韻知覚の困難度が単語間の意味の混同と関わっていることが明らかになっており [24]、音韻情報の混同が語彙の混同の一要因となっている。語彙学習においても音韻情報の重要性が示されたといえる。

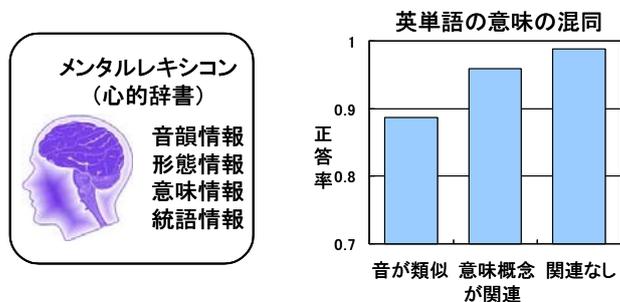


図9 メンタルレキシコンに含まれる情報(左). 英単語の意味の混同に及ぼすメンタルレキシコン内の情報(右、[23]より改変).

8. 意味学習時の音の対呈示効果

語彙の学習において、意味情報と音韻情報の役割を調べた。2肢強制選択課題を用いた英単語の翻訳学習において、刺激単語(英単語)を文字によって視覚呈示する場合と、視覚呈示にその単語の発音を対呈示する場合で、どちらの訓練効果が高いか比較したところ、訓練効果には差がなかった[25]。さらに、訓練後のテストにおいて、翻訳の成績はほぼ100%に到達するが、音声だけを聴取してその訳語を選択する課題では、約70%の正答率となり、これは知覚の正答率である約70%と一致した(図10)。つまり、単語の意味を知識として知っていても、知覚できないと、その知識を100%活用できないことを示唆する。これは、オーラルコミュニケーションにおいて、聞き取り能力が意味理解のボトルネックとなりうる可能性を示す結果である。

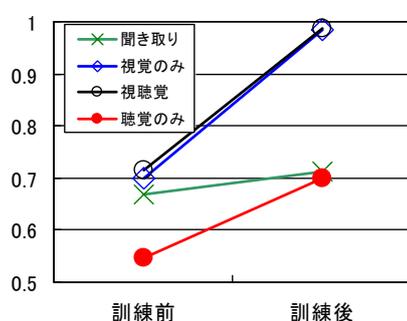
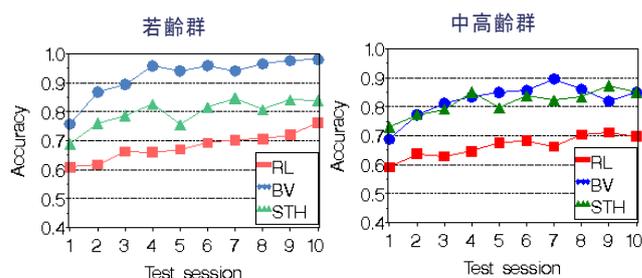


図10 音声対呈示による翻訳学習の効果。訓練後テストにおいて、聴覚呈示された刺激に対する翻訳の成績が聞き取りの成績と等しい。([25]より改変)。

9. 年齢

現在、10歳から70歳代の学習者を対象とした学習実験を実施し、学習と年齢の関係の調査を進めている。これまでに明らかになった点は、70歳代の学習者でも、音韻の知覚学習の効果があり、その訓練効果は20歳代の学習者における訓練効果と大きな差がないこと([26]、図7に、/r-/l/, /b-/v/, /s-/th/の知覚学習の効果を示す)、英単語の意味学習[27]、シラブル知覚学習[28]など他のモダリティの学習についても、大学生と60歳代の学習者では学習効果が等しいことなどである。

図7 若年齢群(18~26歳)と、中高年齢群(53~70歳)における、/r-/l/, /b-/v/, /s-/th/



対立の知覚学習の効果。([26]より改変)。

10. 外国語学習支援システムの開発

外国語学習の教材を作成するために欠かせないのは、学習方法と情報処理技術である。上に紹介した実験音声学の観点からの研究成果ならびにその実験で使用した音声情報処理技術を応用した教材作成について紹介する。

まず、学習方法について、上記研究結果を外国語学習者の視点にどのように対応できるか下表にまとめる。

研究内容	学習者の視点	研究からの回答
音韻の知覚と学習	大人には新しい音を覚えるのは無理なのでは？	音に着目した訓練を行うことにより、成人でも新しい音韻カテゴリーを習得できる。
音韻の知覚と生成	リスニング学習と発音学習はどちらが大切ですか？	相乗効果はあるが、リスニング学習ではリスニング能力が、発音学習では発音が主に向上する。組みあわせて学習する必要がある。
文章文脈の知覚への影響	前後の文脈から判断できるので、音韻の聞き取り、発音ができなくても問題ないのでは？	確かに、日本人は意味文脈を上手に利用している。しかし、2.4.の結果とあわせて考えると、文脈ばかりに頼っているので、音の学習がすすまないという問題が生じている。
文章文脈の学習への影響	単語でリスニングの学習をしても、文章になったら歯がたたないのでは？	単語で聞き取れるようになった能力は文中でも活用できる。
音韻の混同と意味の混同	単語を覚えるには、意味と綴りをしっかり記憶しさえすればいいのでは？	音の区別がつかないために、意味を混同している単語がたくさんある。まず、音の区別を学習すれば、このような混同は軽減できる。
意味学習時の音の対呈示効果	学習教材をマルチメディア化し、発音を聞きながらリーディングを進めれば、リスニングの学習が同時にできるのでは？	文章の意味的文脈のみを手掛かりに頼るため、単に発音を同時に再生するだけでは、リスニング能力は向上しない。音だけから判断できる訓練を実施する必要がある。
年齢の効果	歳をとったら駄目なのでは？	70歳代でも学習効果があり。

これらの結果が示唆するのは、(1) 音声の重要性、ならびに(2) 音声情報処理において低次処理の訓練の重要性であろう。これらを反映した教材は学習効果が高いと考えられる。また、学習実験からもわかるように、訓練効果をあげるには、何千という試行数を重ねなければならない。したがって、個別にテンポ良く進めることができる仕組みも必要である。さらに、音声を重視した教材において、発音の訓練は不可欠である。したがって、個別学習形式において発音訓練を実現するために、発音の良し悪しを評定し、フィードバックする技術が必要である。

発音を評定する技術として、従来より、音声分析技術、音声認識技術などが取り入れられてきた。音声分析技術を用いると、情報量豊かなフィードバックが可能である反面、そこから外国語学習に意味のある情報を読み取ることが困難というデメリットがある。音声認識技術は、「何と発音したか」を認識する技術であり、どの程度上手に発音したかを判定する技術ではない。そこで、著者らの研究グループでは発音評定技術を開発した。本技術による発音評定値は、人間による判定値とも0.93という高い相関があった。この発音評定技術を音声分析技術、音声認識技術と組み合わせることにより、様々な発音学習課題が可能となった。例えば、音韻単位、単語単位、文章単位で100点満点で表示する発音評定課題、音声認識と発音評定を組み合わせた声による単語選択課題、音声分析、音声認識、発音評定を組み合わせたアクセント位置判定課題などである。

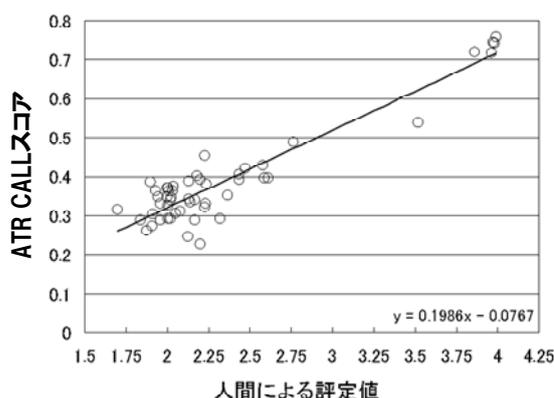


図8 人間による評定結果(横軸)と ATR CALL 発音評定エンジンのスコア(縦軸)の関係. $r=0.93$

一方、著者らは応用への第一段階として、1999年から5冊のCD-ROM付きの一般書([29-33])を刊行した。書籍であったため、研究者の発想を大きく転換する必要もなく、ユーザの要望も、対応OSに関する要望が中心で、姿勢の転換を迫られるような

ものではなかった。しかし、教育現場などで広く使用されることを想定して開発したのではなく、普及を目指すにはそのままでは全く不十分であった。

一方、研究データ取得のためのシステム[34]が、図らずも語学教育用教材としての実用化の道を歩んでいる。2002年度より、若年齢層の外国語学習データ取得のために、WBT(Web Based Training)システムを作成し、研究協力校にて運用を開始した。研究データの取得が目的とはいえ、教育機関で運用するためには、ユーザである教員と生徒の双方のニーズに合致する必要がある。例えば、教員からは、生徒の進捗状況を一覧できるように管理機能を追加してほしいという要望が出た。生徒からも、思いもよらない要望が出た。正解が続くと、ご褒美として画面上でキャラクタが飛び上がるなどのアニメーションが呈示される。これは、特に低年齢層の学習者が飽きないように配慮したものであった。ところが、小学生の約9割が、このアニメーションの出る回数を減らして欲しいという要望を訴えた。待っている時間がない、一問でも先にすすみたい、というのが理由であった。このようなユーザの声は真摯に受け止め、研究を阻害しない範囲で(そして、ほとんどの要望は研究を阻害しないばかりか、研究の流れを促進したのだが)、可能な限り要望に対応した。その結果、学校教育現場に導

入しやすいシステムとなり、2003～2005 年度には、毎年約 20 の教育機関(小学校～大学)で、約 3,000 名の学習者が使用するに至った。

このシステムをベースとし、2006 年度より商用の教育用システム「ATR CALL システム」の開発を開始した。現在、小学生を対象とした「ATR CALL ジュニア」から大学生を対象とした「ATR CALL College」まで4つのコースを中心に開発が進んでいる。その特徴は、(1) 研究結果に基づいた学習方法を取りいれていること、(2) 発音評定エンジンを備えていること、(3) 15,000 の英単語を核とした豊富な音声コンテンツを備えていること、などである[35]。

一般的に WBT システム単体での教育機関への導入は、その運用方法が明確でないため難しいといわれている。ATR CALL システムは現在、英語学習塾として、WBT システムと対面学習等を組み合わせ、パッケージ化することにより、e ラーニング市場ではトレンドとなりつつある「ブレンディッドラーニング」の形態のビジネスモデルでの展開も進めている。

1. おわりに

1.1. 基礎研究と応用のスパイラルな関係

以上に、著者の研究グループの事例を紹介したが、研究と応用がスパイラルな関係を形成していることに着目していただきたい。学習過程を知る研究と、効果的な学習方法の発見および実用化とは、実は表裏の関係にある。学習の過程がわかれば、訓練効果を上げる方法が明らかになり、効果的な学習プログラムが開発されれば、学習研究が効率良く進む。さらに、学習者の要望をシステムに取り入れることにより、実験への参加者も増え、データも加速度的に増加する。データ収集がはかどれば、学習過程が明らかになり、さらに訓練効果をあげる方法につながる。ユーザの要望をシステムに反映することが応用への挑戦の第一歩だとすれば、基礎研究が応用への努力とともに進んでいるともいえる。基礎研究から応用へという一方向の流れのみで考えるのではなく、スパイラルな関係の構築も基礎研究成果を応用するうえで有効な方略ではないだろうか。

2. 謝辞

本論文は、科学研究費補助金(基盤 C、課題番号 17520263)の助成を受けて執筆したものである。

文 献

- [1] R. A. Yamada, and Y. Tohkura, "Perception and production of syllable-initial English /r/ and /l/ by native speakers of Japanese," Proc. International Conference on Spoken Language Processing (ICSLP) '90, pp.757-760, Kobe, 1990.
- [2] P. Iverson, P. K. Kuhl, R. Akahane-Yamada, E. Diesch, and Y. Tohkura, "A perceptual interference account of acquisition difficulties for non-native phonemes," Cognition, vol.87, pp.B45-B57, 2003.
- [3] W. Strange and S. Dittmann, "Effects of discrimination training on the perception of /r-l/ by Japanese adults learning English," Perception & Psychophysics, vol.36, pp.131-145, 1984.
- [4] D. G. Jamieson and D. E. Morosan, "Training new, nonnative speech contrasts: A comparison of the prototype and perceptual fading techniques," Canadian Journal of Psychology, vol.43, pp.88-96, 1989.
- [5] S. E. Lively, D. B. Pisoni, R. A. Yamada, Y. Tohkura, and T. Yamada, "Training Japanese listeners to identify

- English /r/ and /l/. III. Long-term retention of new phonetic categories,” *J. Acoust. Soc. Am.*, vol.96, no.4, pp.2076-2087, 1994.
- [6] R. Akahane-Yamada, “Learning Non-Native Speech Contrasts: What Laboratory Training Studies Tell Us,” *Proc. ASA/ASJ Third Joint Meeting*, 3pSC21, pp.953-958, Honolulu, Dec. 1996.
- [7] Y. Wang, A. Jongman, and J. Sereno, “Acoustic and perceptual evaluation of Mandarin tone productions before and after perceptual training,” *J. Acoust. Soc. Am.*, vol.113, pp.1033-1043, 2003.
- [8] K. Tajima, H. Kato, A. Rothwell, and K. Munhall, “Perception of phonemic length contrasts in Japanese by native and non-native listeners,” *Proc. 15th International Congress of Phonetic Sciences*, pp. 1585-1588, August 2003.
- [9] H. Kato, K. Tajima, A. Rothwell, R. Akahane-Yamada, and K. Munhall, “Perception of phonemic length contrasts in Japanese with or without a carrier sentence by native and non-native listeners,” *Proc. 18th International Congress on Acoustics, I*, pp.609-612, Kyoto, April 2004.
- [10] A. R. Bradlow, D. B. Pisoni, R. Akahane-Yamada, Y. Tohkura, “Training Japanese listeners to identify English /r/ and /l/: IV. Some effects of perceptual learning on speech production,” *J. Acoust. Soc. Am.*, vol.101, no.4, pp.2299-2310, 1997.
- [11] R. Akahane-Yamada, Y. Tohkura, A. R. Bradlow, and D. B. Pisoni, “Does training in speech perception modify speech production?,” *Proc. 4th International Conference on Spoken Language Processing (ICSLP) '96*, pp.606-609, Philadelphia, 1996.
- [12] R. Akahane-Yamada, E. McDermott, T. Adachi, H. Kawahara, and J. S. Pruitt, “Computer-based second language production training by using spectrographic representation and HMM-based speech recognition scores,” *Proc. 5th International Conference on Spoken Language Processing (ICSLP) '98, 5*, pp.1747-1750, 1998.
- [13] R. Akahane-Yamada, T. Adachi, H. Kawahara, J. S. Pruitt, and E. McDermott, “Toward the optimization of computer-based second language production training,” *Speech Technology in Language Learning*, pp.111-114, 1998.
- [14] 山田玲子、W.Strange、B.H. Fitzgerald、久保理恵子, “日本語話者による米語母音の知覚”、日本音響学会 1997 年秋季研究発表会講演論文集, pp.379-380, 1997.
- [15] R. Akahane-Yamada, W. Strange, J.C. Downs-Pruitt, and Y. Masuda, “Modification of L2 vowel production by intensive perception training as evaluated by acoustic analysis and native speakers,” *J. Acoust. Soc. Am.*, vol.103, No.5, Pt.2, 5pSC26, p.3089, 1998.
- [16] 山田玲子, Winifred Strange, 久保理恵子, “日本語話者に対する米語母音聴取訓練”, 日本音響学会 1998 年春季研究発表会講演論文集, pp.395-396, 1998.
- [17] H. McGurk and J. MacDonald, “Hearing lips and seeing voices,” *Nature* vol. 264, 746-748, 1976.
- [18] D. Massaro, “Speech perception by ear and eye: A paradigm for psychological inquiry,” Hillsdale, N.J.: Erlbaum, 1991.
- [19] R. Akahane-Yamada, A.R. Bradlow, D.B. Pisoni, and Y. Tohkura, “Effects of audio-visual training on the identification of English /r/ and /l/ by Japanese speakers,” *J. Acoust. Soc. Am.*, vol. 102, No.5, Pt.2, pp.3137, 1997.
- [20] J. Morton and J. Long, “Effect of Word Transition Probability on Phoneme Identification,” *Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour*, vol.15, pp.43-51, 1976.
- [21] A. Rothwell and R. Akahane-Yamada, “Effect of semantic context on Japanese listeners’ perception of English /r/ and /l/,” *Proceedings of ASJ Autumn meeting*, pp.485-486, 2003.
- [22] Y. Ikuma and R. Akahane-Yamada, “Effects of acoustic and semantic contexts in learning L2 phoneme perception: Do they help or interrupt?,” *Proc. 18th International Congress on Acoustics, IV*, pp.3307-3310, Kyoto, April 2004.
- [23] 高田智子, 駒木亮, 山田玲子, “音韻・概念の類似と第二言語の語彙の混同,” 日本音響学会 2004 年春季講演論文集 I, pp.431-432, 2004.
- [24] R. Komaki and R. Akahane-Yamada, “Japanese speakers' confusion of phonemically contrasting English words: A link between phoneme perception and lexical processing,” *Proc. 18th International Congress on Acoustics, IV*, pp. 3303-3306, Kyoto, April 2004.
- [25] R. Akahane-Yamada, R. Komaki, and R. Kubo, “Effects of audio-visual presentation of target words in word translation training,” *J. Acoust. Soc. Am.*, vol.115, no.5, Pt. 2, p.2393, New York, May 2004.
- [26] 久保理恵子, 高田智子, 山田玲子, “日本語話者による英語音韻知覚学習と年齢の関係 —中高齢者を対象とした検討,” 日本音響学会 2003 年秋季講演論文集 I, pp.395-396, 2003.
- [27] 駒木亮, 山田玲子, 山田恒夫, “60 歳代日本語話者による音韻で対立する英単語の意味学習,” 日本音響学会 2004 年春季講演論文集 I, pp.433-434, 2004.
- [28] K. Tajima, R. Akahane-Yamada, and T. Yamada, “Perceptual learning of English syllable rhythm by young and

elderly Japanese listeners,” Proc. 16th general meeting of the Phonetic Society of Japan, pp. 103–108, Tokyo, 2002.

- [29] ブルーボックス「英語リスニング科学的上達法, CD-ROM 付」講談社, 東京, 1998.
- [30] ATRCALL「完全版英語リスニング科学的上達法, 音韻篇 CD-ROM 付」講談社, 東京, 1999.
- [31] ブルーボックス「英語スピーキング科学的上達法, CD-ROM 付」講談社, 東京, 1999.
- [32] ATRCALL「完全版英語スピーキング科学的上達法, 音韻篇 CD-ROM 付」講談社, 東京, 2000.
- [33] ATR CALL「こどもからはじめる英語科学的上達法 CD-ROM 付」講談社, 東京, 2005
- [34] R. Akahane-Yamada, H. Kato, T. Adachi, H. Watanabe, R. Komaki, R. Kubo, T. Takada, Y. Ikuma, H. Tagawa, K. Tajima, and H. Kawahara, “ATR CALL: A speech perception/production training system utilizing speech technology,” Proc. 18th International Congress on Acoustics, III, pp.2319-2320, Kyoto, April 2004.
- [35] ATR CALL http://atrcall.jp/atrcall_new

Towards the development of effective L2(second language) training method: Importance of phonological and acoustical view

[1] *Reiko Akahane-Yamada*

ATR Information Science Laboratories

yamada@atr.jp

Abstract

Training studies demonstrated that the laboratory training can improve adults' perceptual ability of L2 phonemes. Those studies used various training methods, which differed in several variables, e.g., target distinction, task, stimulus material, stimulus sequence, amount of training, etc. This paper introduces results of a series of studies by my colleagues which systematically examined the effects of laboratory trainings. When Japanese speakers were trained on /r-/l/ minimal pairs using an identification task with natural tokens, the effects generalized to novel talkers and novel words. The following findings were also obtained: First, the training using a single talker sometimes failed, suggesting the importance of the stimulus set having high variability. Second, the training in the perception domain transferred to the improvement in production, implying that adults develop novel phonetic categories under close communication between the perception domain and the production domain. Third, trainees retained their perception and production ability as much as three to six months after the conclusion of the training, proving that the laboratory training produced long-term modifications in both domains. Implications for the optimization of the training method will be discussed in the context of theories of perceptual learning and development of phonological categories.

Introduction

Human speech perception and production become language-specific in the course of a person's development. Humans generally acquire the phonological system of their first language (L1) without difficulty. However, it is not always easy for them to develop the phonetic system of another language after once establishing one's L1 phonetic system. When one learns a non-native second language (L2), one's L2 perception is strongly affected by the L1 system (Best, 1995). Therefore, in order to perceive and produce L2 sounds adequately, one has to overcome the influence of L1 learning, either through daily exposure to the L2-speaking

environment or through intensive training. Training studies conducted previously have demonstrated that laboratory training can improve the ability of adults to perceive non-native speech contrasts.

It is now necessary to determine which training paradigms are most effective for utilizing the results previously obtained. More importantly, we need to determine what type of training modifies what aspect of speech perception/production. The previous studies used various training methods, which differed in several variables. Therefore, the results cannot be compared directly. Instead, the subsets of those studies are compared below based on similarity in certain variables.

This paper introduces a recent series of studies that systematically examine the effect of laboratory training. We have trained Japanese speakers in English /r/-/l/ contrast by various training procedures. Since the English /r/-/l/ contrast is extremely difficult for Japanese speakers and has been extensively studied in both perception and training studies, it would seem to be a good choice for use in a systematic approach.

Amount of training

This study presents the results of Lively et al., 1993, Yamada, 1993.

Method

Fifty adult Japanese speakers with no experience living abroad served as subjects. English words contrasting /r/ and /l/ were used as the stimulus material. These words contrasted /r/ and /l/ in one of 5 positions; word-initial singleton, word-initial consonant cluster, intervocalic, word-final singleton, and word-final consonant cluster. These words were produced by native speakers of American English. The experimental design employed a pretest-post-test design used by Strange and Dittmann (1984). The pretest and post-test were administered before and after the training period, and generalizations to the new words and new talker were done after the training period.

On the first day of the experiment, the subjects received the pretest and the hearing screening test. From the second day, the subjects were trained to identify /r/ and /l/

in 15 sessions or in 45 sessions. The subjects in the SES1 group (Lively et al., 1994) received one session of training per day, while those in the SES3 group received three sessions of training per day over five days. The subjects in the EXT group (Yamada, 1993) received three sessions of training per day over 15 days. On the final day, the subjects participated in the post-test and two generalization tests. In these generalization tests, transfers to new words by an old talker and to new words by a new talker were tested.

Each subject sat in front of a CRT monitor and keyboard in a sound-proof chamber. The stimuli were presented binaurally over headphones. The experiments were self-paced, and presentations of the stimuli and data collections were controlled by a computer.

In the perception tests (pretest, post-test and generalization tests), a two alternative forced choice (2AFC) task was used. In each trial, two members of a minimal pair were each displayed by a button shown on the CRT monitor. One of the members was then played over headphones. The subjects chose one of the words by pressing the appropriate key. There was no feedback to the subjects on their responses.

The same task used in the tests was used during the training phase. However, feedback was provided to the subjects on their responses. A chime (correct) or buzzer (incorrect) sounded after each response. The accumulative accuracy rate was always displayed on the CRT monitor. In addition, one graphical coin was added every time a subject made three correct responses. Sixty-eight minimal pairs spoken by one talker were presented twice in one training session, yielding 272 trials per session. Each session lasted approximately 30-40 minutes. Five talkers cycled from T1 to T5 session-by-session.

Memory retention was also assessed through follow-up tests three months and six months after the conclusion of the extended training. Eight subjects returned three months after the training. Five of them returned six months after the conclusion of the extended training.

Results

In all three groups, the accuracy of the trainee increased significantly during the training, and also from the pretest to post-test (Figure1, 2). In addition, transfers to new talkers and to new words were observed. The improvements during the training and from pretest to post-test were equal between SES1 and SES3. However, the improvement from the pretest to post-test in EXT (extended training group) was significantly larger than the pretest-post-test improvement in SES1 and SES3 [EXT: 20%, SES1: 12%, SES3: 10%, $F(2, 46) = 7.65$, $p < 0.01$].

In addition, the training of 45 sessions allowed trainees to generalize their identification ability to new items and new talkers much more than the training of 15 sessions. These results showed that the additional 30 training sessions had a significant effect on the subjects' ability to identify /r/ and /l/ in the untrained items.

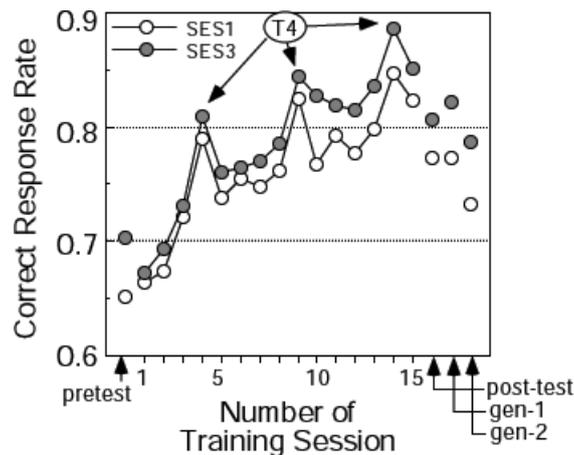


Figure 1: Accuracy in pretest, each training session, post-test, and two generalization tests (gen-1 and gen-2) for SES1 and SES 3 groups.

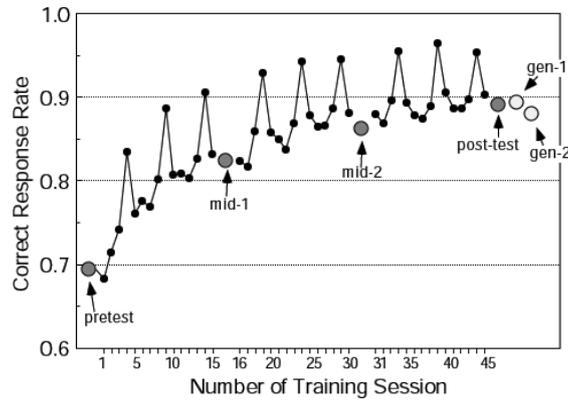


Figure 2: Accuracy for EXT group. Notable peaks are observed every five sessions corresponding to session by talker T4: The Japanese speakers consistently showed higher scores on the productions by T4 than did the productions by any of the other talkers.

Surprisingly, the subjects' identification ability remained about 20% higher over the pretest even three or six months after the conclusion of extended training, suggesting that the extended training was highly effective in modifying the subjects' perception of /r/ and /l/ over a long period.

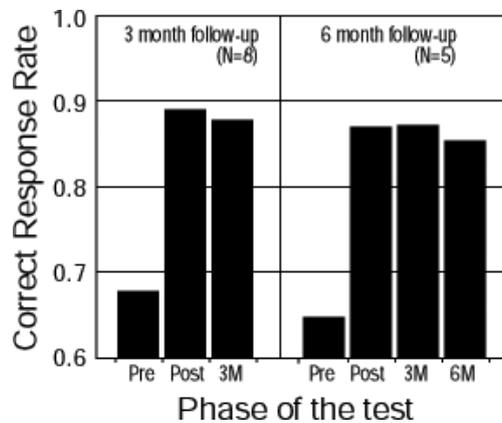


Figure 3: Memory retention of extended training. Left three bars show accuracies for pretest, post-test and three-month follow-up test. Right four bars show the accuracies for pretest, post-test, three-month and six-month follow-up tests.

Perception-production relationship

This study investigated whether training in the perception domain transfers to an improvement in the production domain (Yamada et.al., 1996, Bradlow et.al., 1997)

Method

Twenty-three native speakers of Japanese served as subjects.

They were randomly assigned to the trained group, which received perception training, and to the control group, which participated only in the pre- and post-tests. The test and training were identical to the extended training in the last section. In addition, recordings were made of the subjects' productions of /r-/l/ minimal pairs in the pretest and post-test phases. Recordings were also made three months and six months after conclusion of the training in order to assess the retention of the production ability. For the control group, only a three-month follow-up recording was administered.

These productions were later evaluated by native speakers of American English (AE). A panel of 10 AE listeners for each Japanese subject evaluated the intelligibility of the productions from the pretest and post-test phases. A 2AFC task contrasting members of the /r-/l/ minimal pairs was used for these perceptual evaluations. Another panel of 10 native AE listeners for each Japanese subject provided preference ratings between the pretest and post-test versions of each test word using a paired-comparison task. Listeners heard a single Japanese subject's pretest and post-test utterances of a word over headphones with an ISI of 500ms. They then indicated which version of the target word was better pronounced.

In order to assess the retention of these novel production abilities, productions from the following pairs of experimental phases were compared using the paired-comparison procedure described above: pretest (pre) vs. three-month follow-up (3M), pre vs. six-month follow-up (6M), post-test (post) vs. 3M, and 3M vs. 6M. Only the pre vs. 3M and post vs. 3M were compared for the control group.

Results

Subjects in the trained group improved in accuracy during the training. These perceptual learning effects generalized to untrained words by an untrained talker.

Intelligibility scores (how often the AE listeners' judgments matched the talkers' intended words in the 2AFC task between members in minimal pairs) were calculated for each subject's pretest and post-test productions. The intelligibility improved significantly from pretest to post-test [$F(2, 22) = 12.946, p < 0.001$, Figure 4]. In contrast, there were no significant differences between the pretest and post-test productions for the control group.

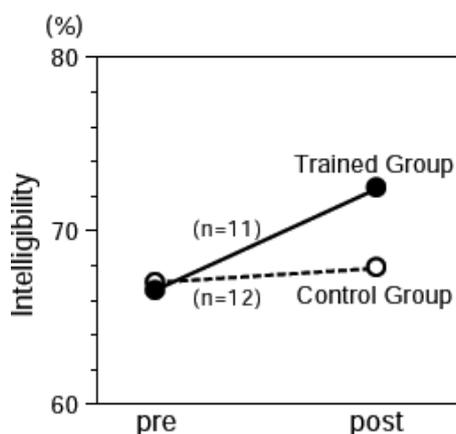


Figure 4: *Intelligibility of subjects' pretest and post-test productions as judged by AE listeners.*

For subjects in the trained group, the proportion of trials in which the post-test version was preferred was significantly higher than the proportion of trials in which the pretest version was preferred (Figure 5). In contrast, there was no difference in preference for utterances produced by the control group.

Furthermore, the 3M tokens and 6M tokens received a higher rate of "preferred" judgment than the pretest tokens for the trained group but not for the control group (Figure 5). There was also no difference in preference between the post-test tokens and the 3M and 6M tokens for the trained group.

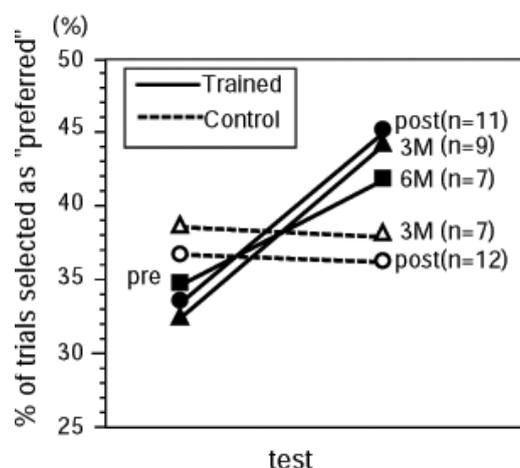


Figure 5: *Preference comparison between tokens from two experimental phases. Pretest (pre) versions were compared to post-test (post) and follow-up test (3M and 6M) versions. Percentages of trials that received a "preferred" in the paired-comparison task as judged by AE listeners are shown.*

These results demonstrated that training in speech perception transferred to improvements in the production domain, suggesting a close link between speech perception and production in the development of L2 speech contrasts. In addition, the perception training produced long-term modifications in both perception and production.

Audio-visual integration

This section presents the unpublished results of Yamada, Bradlow, Pisoni and Tohkura.

Method

Sixteen Japanese speakers served as subjects, who were randomly assigned to AVT (Audio-Visual Training) group and AOT (Auditory-Only Training) group. Subjects in the AVT group received audio-visual training, in which a movie of the speaker's face was presented together with his/her voice. Subjects in the AOT group received auditory-only training, in which only the speaker's voice was presented. The training procedures were similar to those in the previous sections. All of the

movies were stored as files in the QuickTime movie format. The movies were sampled at 30 fps and played at the same resolution.

Results

In the pretest and post-test, there were three conditions for the stimulus presentation: AO (audio-only), AV (audio-visual), and VO (visual-only). The accuracy with AO stimuli did not reach as high as that with AV stimuli at the post-test in the AVT group, whereas the accuracies on AO and AV stimuli reached a similar level in the AOT group. This result implies that audio-visual training may develop the phonetic categories in which auditory information and visual information are integrated. However, the auditory cues were overshadowed by the visual cues, so improvement in auditory-only perception was partly inhibited.

Discussion

There are phonetic contrasts that are extremely difficult to learn for speakers of some specific languages (Bohn, 1995 for a review), such as the present case of English /r/-/l/ distinction for Japanese speakers. Laboratory training can make improvement, but the improvement is less than with other easier contrasts.

The first study demonstrated that the amount of training can compensate for this difficulty. Adult learners can build robust perception of L2 phonetic categories if an adequate amount of appropriate training is provided. The second study demonstrated that the phonetic categories are developed with a close link between perception and production. The third study implied the audio-visual training is not superior to audio-only training for auditory perception because visual cues may overshadow the auditory cues.

In addition to these theoretical contributions, there are practical contributions that can benefit foreign language teaching: The first study supports devoting a larger amount of practice to the difficult contrasts. From the second study, we may suggest that "tuning the trainees' speech perception" will facilitate learning in production, considering the fact that computer-based training in production is more

difficult than that in perception. The third study emphasizes the importance of auditory-only training at some point in the training.

A systematic approach toward the optimization of training L2 phonetic categories was only recently initiated by Jamieson and Morosan (1986). Despite the above contributions, further effort is still needed for optimization. In contrast to the discussion on the success of laboratory training, we should note that no study has succeeded in developing completely native-like perception; no accuracy has reached 100%, showing that all trainees behave differently from native speakers even after training. In future studies, we should determine which training method makes the subjects' perception completely native-like. To do so, we must establish the perception properties that should be assessed in calling the perception "native-like" and examine which property is obtained by which type of training. In other words, we should study in what way what type of training changes the trainee's perception. Our next step should also clarify the process of learning: some aspects of speech perception / production may be acquired at an early stage of learning, and the others later. Laboratory training studies have an advantage in such examinations since we can observe the dynamic pattern of acquisition within a single subject. I believe that all of these attempts in current L2 speech training studies, along with previous studies, will further make both theoretical and practical contributions possible.

Acknowledgement

A part of this paper has been supported by JSPS Grant No. 17520263 to S. Mizuguchi.

References

- [2] Best, C.T., 1995. A direct realist view of cross-language speech research. In "Speech Perception and Linguistic Experience," Strange, W. (Ed.) York Press, Timonium MD, pp.171-204 (1995)
- [3] Bohn, Ocke-Schwen, 1995. What determines the perceptual difficulty encountered in the acquisition of non-native contrasts? In Proceedings of ICPhs 95, 84-91.
- [4] Bradlow, A.R., Pisoni, D.B., Yamada, R.A., and Tohkura, Y., 1997. Training Japanese listeners to identify English /r/ and /l/: IV. Some effects of perceptual learning on speech production. *J. Acoust. Soc. Am.* 101, 2299-2310.
- [5] Jamieson D.G., and Morosan, D.E., 1986. Training non-native speech contrasts in adults: Acquisition of the English /th-/th/ contrast by francophones. *Perception & Psychophysics*, 40, 205-215.

- [6] Logan, J.S. and Lively, S.E. and Pisoni, D.B., 1991. Training Japanese listeners to identify {E}nglish /r/ and /l/: A first report. *J. Acoust. Soc. Am.* 89, 874-886.
- [7] Lively, S.E. and Logan, J.S. and Pisoni, D.B., 1993. Training Japanese listeners to identify /r/ and /l/: II. The role of phonetic environment and talker variability in learning new perceptual categories", *JASA*, 94, 1242-1255.
- [8] Lively, S. E. and Pisoni, D. B. and Yamada, R. A. and Tohkura, Y. and Yamada, T., 1994. Training Japanese listeners to identify English /r/ and /l/: III. Long-term retention of new phonetic categories. *J. Acoust. Soc. Am.*, 96, 2076-2087.
- [9] Strange, W. and Dittmann, S., 1984. Effects of discrimination training on the perception of /r-l/ by Japanese adults learning English. *Perception & Psychophysics*, 36, 131-145.
- [10] Yamada, R.A., 1993. Effect of extended training on /r/ and /l/ identification by native speakers of Japanese. *J. Acoust. Soc. Am.*, 93, No.4, Pt2, 4pSP8, p.2391.
- [11] Yamada, R.A. and Tohkura, Y. and Bradlow, A.R. and Pisoni, D.B., 1996. Does training in speech perception modify speech production? In Proceedings of the ICSLP96.

日本語撥音の調音実態：X線マイクロビームデータを用いて

吐師道子

県立広島大学

1. はじめに

日本語撥音(以下/N/)はその調音方法は常に鼻音であるが、調音位置は後続音声によって異なり、語尾では口蓋垂鼻音となるとされてきた^[1-3]。しかし、撥音の調音データはほとんど報告されておらず、特にその個人差の実態は不明である。本研究では複数の日本語発話者による調音データを収録した日本語X線マイクロビームデータベースを用いて、語尾の/N/の調音の実態及びその個人差の記述を試みた。

2. 方法

2.1 基礎データ

X線マイクロビーム装置：細いX線ビームを計算機制御により任意の場所に照射することにより、舌、口唇、顎に装着したペレットの動きを追跡記録する装置。

データ：音声信号(サンプル速度: 21.74 KHz)と調音器官の正中矢状面上に装着したペレットの位置情報。

調音データの座標系：正中矢状面上の上顎前歯先端(CMI)を原点とし、X軸は上顎咬合面、Y軸は原点を通りX軸に直交する線。

各ペレットの標準的な装着位置と名称：Fig. 1参照。T1は舌尖から7mm~11mmの前舌部正中線上に、T4はできる限り後方に、T2とT3はその間をおよそ等分する位置に装着。

Fig. 1 ペレット配置と名称。
X軸はMaxOP(上顎咬合平面)、
原点はCMI(上顎前歯先端)。
サンプル速度は T1:160Hz、
T2~T4 & LL:80Hz、UL, MM &

2.2 発話者及び対象語

発話者

日本語X線マイクロビーム発話データベースから日本語話者17名(男性7名,女性10名)を使用。話者の平均年齢は25歳4ヶ月(SD=6歳11ヶ月)、方言の内訳は関東(10)、関西(5)、東北(2)。

対象語

分析対象発話は日本語単語課題中、「みかん」「きりん」「新聞」「風船」の語尾/N/。各語は他の語とともに6~7語ずつ、語と語の間に短い間をおいて発話された。語別発話者数は「みかん」10名、「きりん」12名、「新聞」8名、「風船」10名。

2.3.1 分析対象区間の定義

/N/ onset

広帯域サウンドスペクトログラム上でパワーの低下、特に高周波数領域(4~7K)にパワーの低下が観察される最初のvocal pulse

/N/ offset

広帯域サウンドスペクトログラム上で2KHz付近までのvocal pulsesが連続して確認される最後のvocal pulse

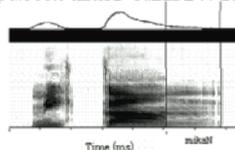


Fig. 2 1被験者の「みかん」の広帯域スペクトログラム(下)及びRMSストレス(上)。カーソルは/N/のonset及びoffsetを示す。

2.3.2 分析対象区間の同定手順

同定手順

・パワーの低下は音響分析ソフトウェアTF32^[4]上で作成された広帯域スペクトログラム上で同定し、同ソフトウェアのRMSトレース機能を用いてRMS音圧の減少傾向を確認(Fig. 2参照)。さらに聴覚印象で/N/であることを確認。

対象語を含めて1000msの区間のスペクトログラム(bandwidth 300Hz for male and 500Hz for female speakers)を作成して同定を行った。スペクトログラムのdynamic range & floor value は、dynamic range 48dB floor value -72dBを使用。

・2人の検者が独立にonset & offsetを同定し、いずれか1名が同定不能と判断した発話は分析対象から除外された。その他の発話についてはonset & offsetは2人のうちの1名の同定結果に基づきこれを決定した。調音位置の検討は分析区間の中点で行われた。

2.3.3 分析対象区間同定の信頼性

検者間信頼性

・2人の検者のonset & offset同定の差の4分位は、onsetについては-3ms~6.23ms offsetについては0ms~10.33msであった。

検者内信頼性

・2人の検査者のうち1人が全発話中45語について再度onset及びoffsetを同定した結果、初回との差の4分位は、onsetについては2.09~8.07ms offsetについては1.05~4.39msであった。

2.4 調音データ処理：口唇間距離の推定

ペレットデータは146Hz(6.866msec周期)で再サンプルした。さらに、口唇ペレットUL, LL間の距離と[p], [b]及び[m]の口唇閉鎖開始時のUL, LL間平均距離の差を求め、これを口唇間距離の推定値とした。

2.5 調音データの正規化

- 目的: 口腔サイズ、舌ペレット装着位置の異なる個人間で、/N/調音時の舌ペレットと口蓋との位置関係を比較するため。
- 方法: 各舌ペレットの新Y座標は口蓋からの距離 (Fig. 3 の y)、各舌ペレットの新X座標は原点から口蓋と各ペレットとの距離が最短となる口蓋上の点までの口蓋に沿った距離 (Fig. 3 の x) の全口蓋長に対する比 (Hashi et al. ¹⁰⁾の方法に基づく。)

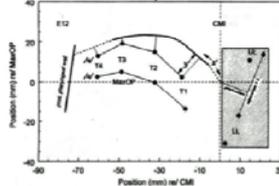


Fig. 3 母音/u/の舌ペレットデータの正規化手順。座標軸はFig.1と同じ。(Reprinted with permission from Hashi, M., Westbury, J. R. and Honda, K. (1998). "Vowel posture normalization", JASA 104(4) 2426-2437. Copyright 1998, Acoustical Society of America.)

- 全口蓋長推定のため口蓋後部は文章発話データにおけるT4極限値を用いて咽頭後壁まで延長。(Fig. 4参照)

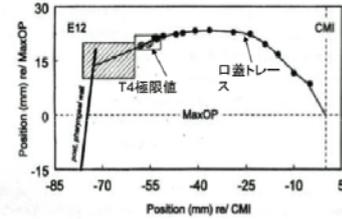


Fig. 4 T4極限値を用いての口蓋延長。座標軸はFig.1と同じ。(Reprinted with permission from Hashi, M., Westbury, J. R. and Honda, K. (1998). "Vowel posture normalization", JASA 104(4) 2426-2437. Copyright 1998, Acoustical Society of America.)

- ビームデータの口蓋線は被験者自身が先端にペレットを装着した短い棒を用いて口蓋をトレスしたものであり、硬口蓋及び被験者によっては軟口蓋の一部を含む。トレスは安静呼吸を行いながら行われるので鼻咽腔閉鎖は行われていないものと考えられる。
- 延長部分は口蓋から各ペレットまでの距離の推定には用いなかった。

2.6 歯茎鼻音、硬口蓋鼻音、軟口蓋閉鎖音、口唇鼻音の正規化

- 目的1: 歯茎鼻音、硬口蓋鼻音、軟口蓋閉鎖音、口唇鼻音発話時の舌と口蓋との位置関係を正規化して表示することにより、本研究に用いられた正規化法がこれらの音における舌と口蓋の位置関係の特徴を捉えるか否かを検証する。
- 目的2: 歯茎鼻音、硬口蓋鼻音、軟口蓋閉鎖音発話時の舌と口蓋との位置関係を正規化した表示を、/N/における舌と口蓋との位置関係を調音位置と結びつける指標とする。
- 方法: [n], [m], [ŋ], [g]の子音部分を各発話者のVCV発話(/aCa/)でサウンドスペクトログラムから同定。この中点における舌と口蓋との位置関係を正規化して表示。
- VCV発話にペレットトラッキングエラー等が存在した場合には下記の語のいずれかの該当子音部が用いられた。
 - [n] 「さかな」「猫」
 - [m] 「ガム」「まめ」(2番目)
 - [ŋ] 「かに」「人形」「牛乳」
 - [g] 「めがね」

3. 結果

3.1 歯茎鼻音、硬口蓋鼻音、軟口蓋閉鎖音、口唇鼻音の正規化

3.1.1 歯茎鼻音

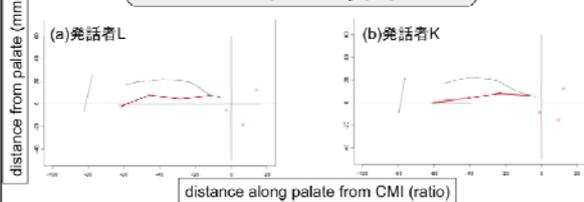


Fig. 5 (a) (b) 2発話者による[n]における舌ペレットと口蓋の位置関係。X軸はMaxOP (上顎咬合平面)、原点はCMI (上顎前歯先端)直線で結ばれた4点は舌ペレットT1-T4。第2象限中の曲線は口蓋、左方の直線は咽頭後壁。右側の2点はUL及びLL。

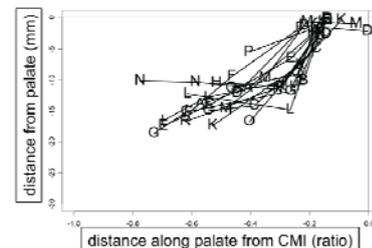
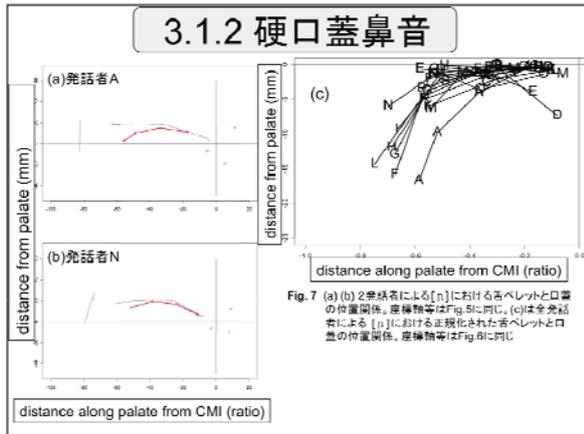
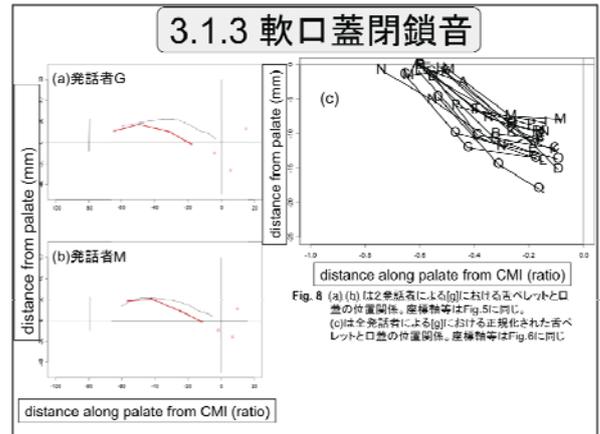


Fig. 6 全発話者による[n]における正規化された舌ペレットと口蓋の位置関係。X軸は原点から口蓋と各ペレットとの距離が最短となる口蓋上の点までの口蓋に沿った距離を各発話者の全口蓋長に対する比であわしたものを。(raw dataとY軸の方向を統一するため比に-1を乗じて表している。)Y軸は各舌ペレットの口蓋からの距離。A~Rは発話者。実線は口唇間距離推定値が正、破線は負の場合を表す。

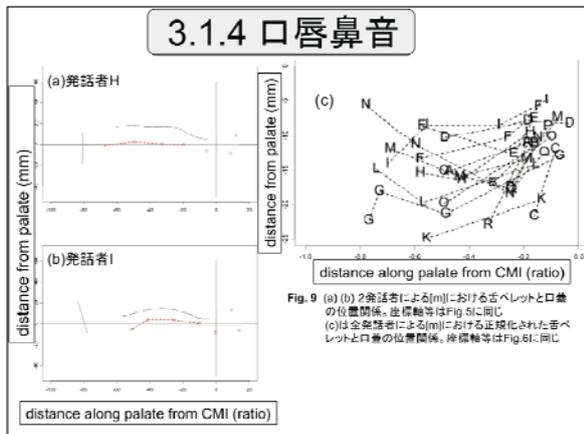
3.1.2 硬口蓋鼻音



3.1.3 軟口蓋閉鎖音



3.1.4 口唇鼻音



3.1. summary

- 本研究に用いた正規化法は歯茎鼻音、硬口蓋鼻音、軟口蓋閉鎖音、口唇鼻音における舌と口蓋の位置関係の特徴を捉える。

3.2 語尾/Nにおける舌と口蓋の位置関係: 単語別

調音位置の推定: 口蓋垂音か否か

- 日本語には口蓋垂音は/Nのみとされており、口蓋垂音における舌と口蓋との関係は不明。
- 本データでは口蓋垂と舌との接触は確認できない。
- 以上の理由により口蓋垂音か否かの判断は質的なものとなる。下記の基準及びraw dataの目視により「口蓋垂音の可能性のあるもの」と「口蓋垂音の可能性が薄いもの」を同定した。

- Fig.6 軟口蓋閉鎖音では前方から全口蓋長の1/2~0.7付近でベレットが口蓋にもっとも接近し、これより前方のベレットは口蓋より離れる。口蓋垂音も類似の特徴を持つと仮定する。
- 口唇閉鎖(+)であれば口蓋垂音とは考えにくい。

3.2.1 みかん (raw data)

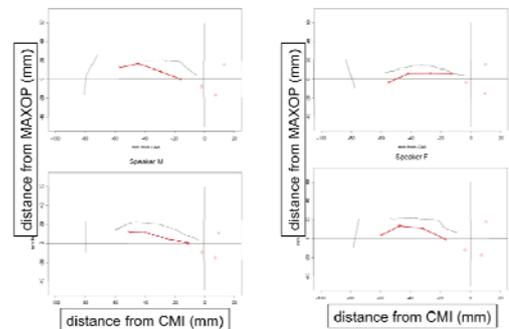


Fig.10 「みかん」の語尾/Nにおける舌ベレットと口蓋の位置関係例。座標軸等はFig. 5と同じ。

3.2.2 みかん (normalized)

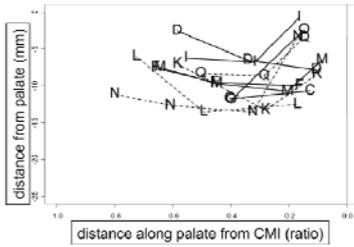


Fig.11 全発話者による「みかん」の語尾/N/における正規化された舌ペレットと口蓋の位置関係。座標軸はFig.6と同じ。

口蓋垂音の可能性のある発話者 D
口蓋垂音の可能性が薄い発話者 I, F

3.2.3 新聞 (raw data)

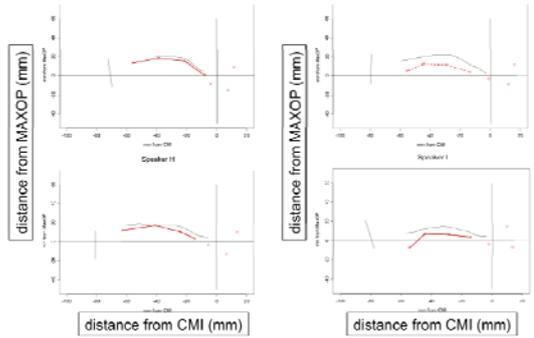


Fig.12 「新聞」の語尾/N/における舌ペレットと口蓋の位置関係例。座標軸等はFig. 5と同じ。

3.2.4 新聞 (normalized)

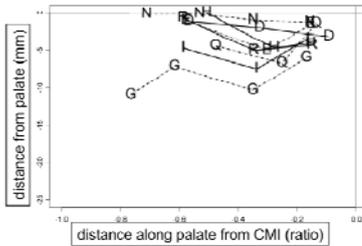


Fig.13 全発話者による「新聞」の語尾/N/における正規化された舌ペレットと口蓋の位置関係。座標軸はFig.6と同じ。

口蓋垂音の可能性のある発話者 D, H, R
口蓋垂音の可能性が薄い発話者 G, I

3.2.5 きりん (raw data)

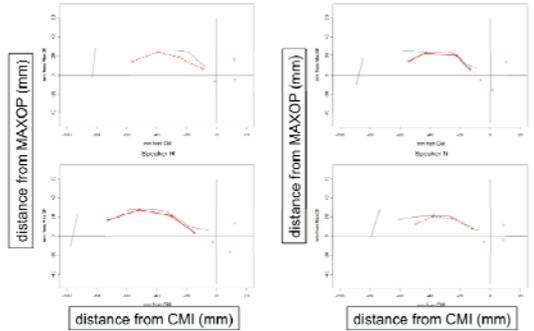


Fig.14「きりん」の語尾/N/における舌ペレットと口蓋の位置関係例。座標軸等はFig. 5と同じ。

3.2.6 きりん (normalized)

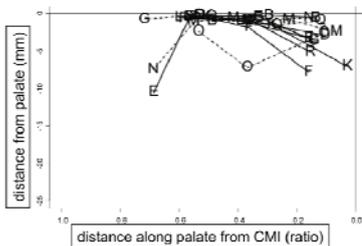


Fig.15 全発話者による「きりん」の語尾/N/における正規化された舌ペレットと口蓋の位置関係。座標軸はFig.6と同じ。

口蓋垂音と考えられる発話者 D, R, K, F
口蓋垂音と考えられない発話者 E, N

3.2.7 「風船」 (raw data)

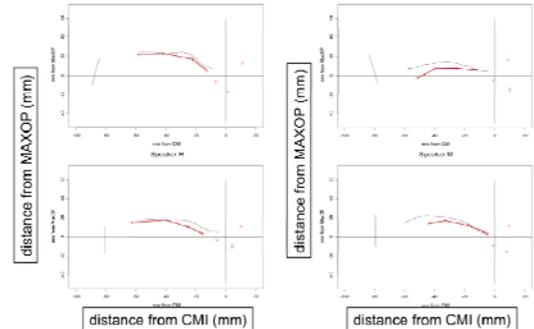


Fig.16 「風船」の語尾/N/における舌ペレットと口蓋の位置関係。座標軸等はFig. 5と同じ。

3.2.8 「風船」 (normalized)

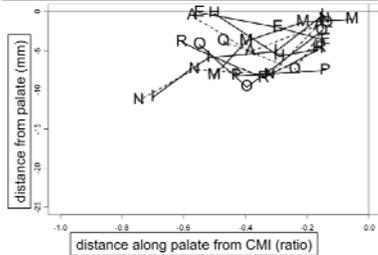


Fig.17 全発話者による「風船」の語尾/N/における正規化された舌ペレットと口蓋の位置関係。座標軸はFig.6と同じ。

口蓋垂音と考えられる発話者 E、H、O、R
口蓋垂音と考えられない発話者 I、M、N

3.2.9 口唇閉鎖が推定される発話例数

みかん	きりん	新聞	風船
4/10	5/12	4/8	3/10

3.3 舌と口蓋の位置関係の発話者内での一貫性

発話者内の/N/発話時の舌と口蓋の位置関係は、口唇閉鎖の有無、舌と口蓋との位置関係とも語を通じてほぼ一定の発話者(発話者I, Fig. 17(a)参照)、口唇閉鎖の有無が語を通じてほぼ一定の発話者(発話者N, Fig. 17(b)参照)、口唇閉鎖、舌と口蓋との関係とも語によって変化する発話者(発話者M, Fig.17(c)参照)が存在し、個人差が観察された。

3.2 summary

- /N/発話時の舌と口蓋の位置関係には同一語内で個人差が認められる。
- /N/発話時の舌と口蓋の位置関係には4語間で差が認められる。
- 口唇を閉鎖していると思われる例が4語の全てで観察される。(二重調音又は副次調音の可能性)
- 「きりん」では大部分の発話者が硬口蓋鼻音と類似の舌と口蓋の位置関係を示し、先行母音の影響が考えられる。

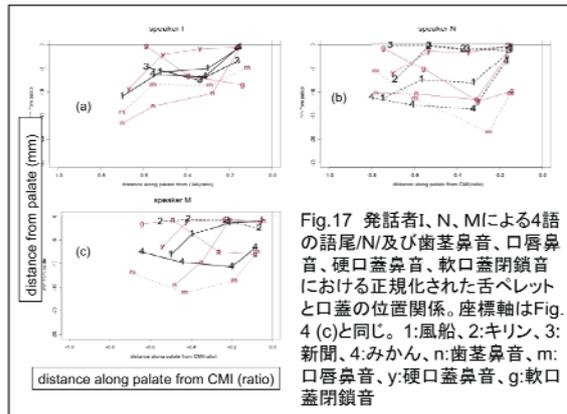


Fig.17 発話者I、N、Mによる4語の語尾/N/及び歯茎鼻音、口唇鼻音、硬口蓋鼻音、軟口蓋閉鎖音における正規化された舌ペレットと口蓋の位置関係。座標軸はFig. 4 (c)と同じ。1:風船、2:きりん、3:新聞、4:みかん、n:歯茎鼻音、m:口唇鼻音、y:硬口蓋鼻音、g:軟口蓋閉鎖音

4. 考察

- /N/発話時の舌と口蓋の位置関係には同一語内で個人差が認められる。
- /N/発話時の舌と口蓋の位置関係には4語間で差が認められる。特に「きりん」では大部分の発話者が硬口蓋鼻音と類似の舌と口蓋の位置関係を示し、先行母音の影響が考えられる。
- 口唇を閉鎖していると思われる例が4語の全てで観察される。(二重調音又は副次調音の可能性)
- 発話者内の/N/発話時の舌と口蓋の位置関係は語を通じて、口唇閉鎖の有無、舌と口蓋との位置関係とも検査語を通じてほぼ一定の発話者、両者とも一定しない発話者が存在する。
- 日本語には口蓋垂音の典型例が存在せず、本データでは口蓋垂と舌の接触の観測が不可能なため口蓋垂音か否かの判断は困難。
- しかし口蓋垂音とは考えにくい例が全語に存在し、日本語撥音(以下/N/)が語尾では全て口蓋垂音となるとこれまでの文献とは一致しない。

参考文献

- [1] 竹林滋, A primer of phonetics. 岩崎研究会, 1976.
- [2] 斎藤純男, 日本語音声学入門, 三省堂, 2005.
- [3] 服部四郎, 音声学, 岩波書店, 1951.
- [4] Milenkovic P. TF32, Madison, WI USA, 2000
- [5] Hashi, M., Westbury, J. R. & Honda, K. Vowel posture normalization, JASA 104(4), 2426-2437, 1998.

第 II 部 学習実験・認識度調査に基づく研究

第 II 部は、本研究の研究目的(ii)日本語を母語とする英語学習者の英語発音の弁別度調査、ならびに(iii)CALL 教材を使った英語学習による学習効果の検証、に関する以下の未公開の論文を収録している。

日本人英語学習者の英語母音の認識度調査 ……………水口志乃扶
英語 CALL 音声教材の能力別効果：大学での授業での実践報告 ……………水口志乃扶・立石浩一
IT 機器及びネットを使用しての授業運営の経験的評価 ……………立石浩一

なお、本研究において行った英語音声の学習実験ならびに認識度調査は以下の通りである。実験に協力いただいた被験者の方々には厚く御礼申し上げます。

- 1 CALL 教材を使わない英語読解学習の到達度調査 (2005 年前期)
実施者：水口 志乃扶 被験者：大学生 43 名
- 2 CALL 認識訓練教材を使つての英語の低母音/ æ ɑ ʌ /の学習実験 (2006 年度前期)
実施者：水口 志乃扶 被験者：大学生 42 名
- 3 英単語を使つての IPA 表記による英語母音の認識度調査 (2006 年度前期)
実施者：水口 志乃扶 被験者：大学生 23 名
- 4 CALL 認識訓練教材を使つての英語の母音の認識度の学習実験 (2006 年度後期)
実施者：水口 志乃扶、立石 浩一 被験者：大学生 125 名
- 5 英語の母音の認識度調査 (2006 年後期)
実施者：水口 志乃扶 被験者：大学生 102 名
- 6 CALL 音声教材を使つての英語音声の学習実験 (2007 年度前期)
実施者：水口 志乃扶 被験者：大学生 32 名
- 7 CALL 認識訓練教材を使つての英語の/ r l /の認識度の学習実験 (2007 年度後期)
実施者：立石 浩一 被験者：大学生 16 名
- 8 CALL 産出訓練教材を使つての英語音声の学習実験 (2007 年度後期)
実施者：水口 志乃扶、山田玲子 被験者：大学生 39 名
- 9 CALL 読解教材を使つての英語読解学習実験 (2007 年度後期)
実施者：水口 志乃扶 被験者：大学生 42 名

日本を母語とする英語学習者の英語母音の認識度調査

水口 志乃扶

神戸大学大学院国際文化学研究科

e-mail: mizuguti@kobe-u.ac.jp

キーワード：英語母音、日本語母音、弁別訓練

1 はじめに

本研究「英語母音産出における音響的特徴と調音運動機序の習得に関する研究」における研究方針は、(i) 英語母音の音響資料を明示し、(ii) 日本語を母語とする英語学習者の英語母音の弁別度を調査し、(iii) CALL 教材を使った英語学習による学習効果の検証し、(iv) 実験的な発音記号学習のための CALL 教材を製作することである。本報告書は(ii)と(iii)の研究分野の報告である。

日本語を母語とする英語学習者にとって、学習が困難とされている英語の音韻は、[r]と[l]、[s]と[θ]、[b]と[v]の弁別など、日本語で区別をしない音素であることは、学習者も教授者もよく知っていることである。[s]と[θ]、[b]と[v]の摩擦音の区別は、少し訓練をすれば比較的容易に弁別ならびに産出を学習することができる。他方[r]と[l]の弁別は、日本語の音声処理では必要のない第3フォルマントの情報を使うため、習得に時間がかかると言われている([1], [2]参照)。このような学習の困難さの違いはあるにしろ、これらの英語の子音は、学習者も教授者も日本語では音素として存在しないことを認識している。

これに対して、英語と日本語では使う母音の数が大きく異なっているが、それを認識している学習者はほとんどいない。この状況は教授者に至ってもあまり変わらないと思われる。子音は産出する際には、舌に加えて歯、唇、上あごを使い、従って産出学習も指導が容易である。ところが、母音は口腔内の舌の動きと唇の開閉だけで異なる母音を産出し分けなければならない。日本語では母音は5種類だけであるが、アメリカ英語では単母音で11、二重母音が3種類もあり(図1参照)、イギリス英語では母音の数は20を越すといわれている([3])。

5母音体系という単純な母音体系をもつ日本語を母語にする英語学習者にとって、複雑な母音体系をもつ英語の母音を学習することは簡単ではない。しかしながら、母音体系が異なっているという意識は学習者、教授者ともに極めて低く、大学生になっても英語の音声を表記する際、発音記号ではなく、カタカナ表記ですましている状況もよく見受けられる。この認識の低さが、英語の母音の習得を困難にしている一因となっていることは否めない。

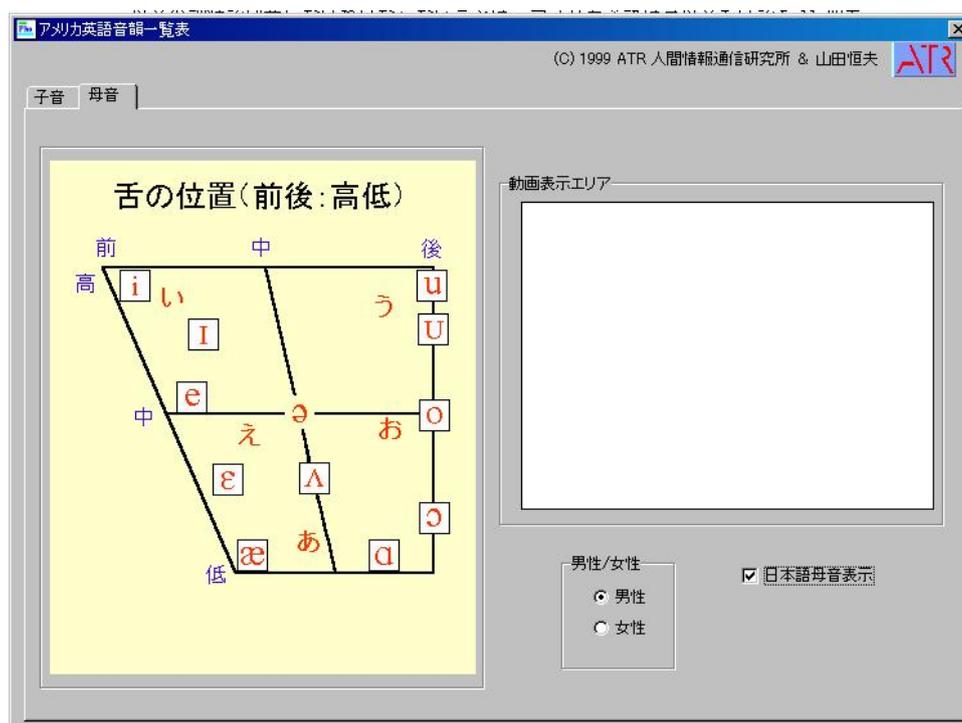


図 1 : ([2]資料編より)

本研究では、日本語を母語とする英語学習者の英語の母音の弁別度はどの程度のものなのかを、大学生を対象として CALL 教材を使って調査した。また学習によって弁別度が上がるのかどうかを、日本人が苦手とする英語の低・中母音[æ/ɤ/ɑ]の学習実験を CALL 教材を使って実施した。2 節と 3 節にそれぞれの調査、実験方法と結果を示す。

2 日本語を母語とする大学生によるアメリカ英語母音の弁別度調査

2.1 調査方法

本研究では、『完全版 英語リスニング科学的上達法 音韻篇』([2])を使って、アメリカ英語の母音の弁別度調査を、英語圏に滞在経験のない英語非専攻の大学生 102 名を対象に実施した。調査方法は、上記 CALL 教材の CD-ROM に収録されている音声を聞き、どの母音であるかを発音記号をクリックして、正解率を計るというものである(図 2 参照)。なお、被験者は全員聴覚に異常はなく、事前に発音記号の学習を行った。

CD-ROM に収録されている音声は、[i/ɪ]や[æ/ɤ/ɑ]のように、日本語では違う音素ではない 2 種類あるいは 3 種類の英語の母音が、無意味語の中に挿入されている。本調査では、被験者がその音声を聞いて、2 択あるいは 3 択の確立で正しい音声を選ぶというものである。この調査に用いた英語音声のペアは以下の通りである。

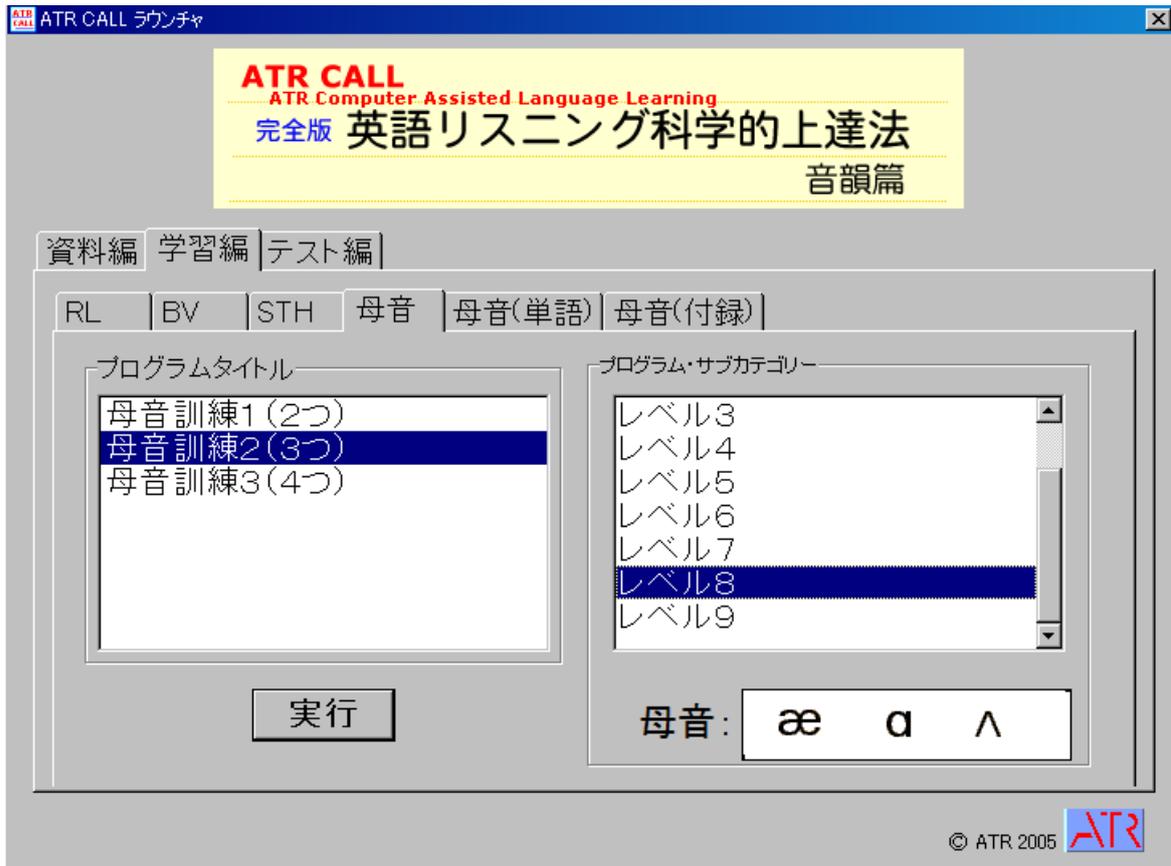


図 2 : ([2] 学習編 母音より)

- (1) a. 前高・中母音 [i/I]
- b. 前高・中母音 [i/I/e]
- c. 後高母音 [u/u]
- d. 後高・中母音 [u/o]
- e. 後中・低母音 [o/a]
- f. 前低・後低母音 [æ/a]
- g. 中央中・後低母音 [ʌ/a]
- h. 前低・中央中・後低母音 [æ/ʌ/a]

2.2 調査結果ならびに考察

調査結果は、(2)に示すとおりである。

- (2) [i/I/e] > [i/I] > [o/a] > [æ/a] > [u/o] > [u/u] > [ʌ/a] > [æ/ʌ/a]
- 83.1% 80% 79% 75.6% 71.6% 69.7% 69.6% 60.9%

確率的には3択の方が2択より正解率が低くなるはずであるが、前母音に関しては、前高・中母音 [i/I/e] の3種類の母音の弁別の方が、前高・中母音 [i/I] の2種類の母音の弁別よりも正解率が高い。

高母音に関しては、前母音の2種類の母音 [i/I] の弁別率が80%であるのに対し、後母音の2種類の母音 [u/u] の弁別率は69.7%とかなり正解率が低い。日本語の高母音は前母音も後母音も弛緩母音であるが、後母音はかなり中央よりで発音されるため、英語の後母音の弁別が苦手であると思われる。

同じくらい低い正解率であるのが、中央中母音と後低母音 [Λ/a] のペアである。日本語では「ア」という母音は1種類しかないが、英語では前低母音の[æ]、中央中母音の[Λ]、後低母音の[a]、それに弱化母音の[ə]まで入れると4種類もある。日本語を母語とする英語学習者にとっては、これらの区別は容易ではないと想像されるが、(2)の結果からもそれが実証される。ただ、前低母音と後低母音のペアの[æ/a]の弁別率は75.6%と意外に高く、母語に「ア」が1種類しかない日本語を母語とする学習者にとっても、低母音の前後の2択の弁別はそれほど難しいものではない、と言える。しかるに中央母音[Λ]の弁別が加わり3択になるととたんに難しくなり、[æ/Λ/a]の弁別率は今回の調査した母音の弁別率で最低の60.9%であった。実際に被験者に感想を聞いても、[æ/a]の弁別は、[æ]の弁別が容易であるので簡単であるが、中央母音の[Λ]は発音の仕方すら分からない、というものであった。(2)の調査結果でも、中央母音と後母音のペア[Λ/a]の弁別率の方が、前母音と後母音のペア[æ/a]の弁別率より低いという結果が出ている。

日本語は5母音体系をもつ言語であり、図1でも示した通り、高・中母音に関しては前母音と後母音があるが、低母音は1種類しかないため、英語のように低母音で前、中、後母音をもつ母音体系の学習は容易ではないと考えられる。

3 アメリカ英語の低・中母音[æ/Λ/a]の弁別学習

2節で見たように、日本語を母語とする英語学習者にとっては、英語の低・中母音[æ/Λ/a]の弁別は容易ではない。ではこれらの母音の弁別は学習ができない程難しいものであろうか、訓練をすることによって少しでも弁別率がよくなりはしないのだろうか、という疑問に答えるべく、以下の学習実験を行った。

3.1 学習実験の方法

本実験では『XP対応 英語リスニング科学的上達法 音韻篇』([1])に付属のCD-ROMを用い、アメリカ英語の低・中母音[æ/Λ/a]の弁別訓練を行った。被験者は日本語を母語とする英語非専攻の大学生42名(うち1名が4歳から6歳まで、もう1名が高校で1年間アメリカ滞在経験があった)で、全員に聴覚に異常はなく、事前に発音記号を学習してもらった。このCALL教材では3名の母語話者の音声が中立文脈で与えられ、学習者は自分が聞こえたと思う音の発音記号をクリックすると、その正否がチャイムとブザー

一で分かる、というものである。

学習実験はプリテスト実施後、一週間ごとに3回弁別訓練をし、一ヵ月後にポストテストを行うという方法で行った。毎回の訓練試行は54回であり、時間にして毎回1分程度しかかからないものである。

3.2 結果と考察

実験参加者は42名であったが、プリテスト、3回の弁別訓練、ポストテストのすべてに参加し分析対象となった学生は、英語圏で滞在経験のない12名だけであった。計162試行という少ない訓練であったが、プリテストとポストテストの正解率の比較で有意差が認められた ($p < .0041$)。

この弁別学習実験から、日本語を母語とする英語学習者が最も弁別を苦手とする英語の低・中母音 [æ/ʌ/a] でも、短時間で学習が可能であることが分かった。実際に被験者の反応も t 検定の数値を裏付けるもので、初回は「分からない」、2回目は「分かってきた気がする」、3回目は「分かった」というものであった。並行して行った子音の [r/l] の弁別訓練では、総試行数が432試行であったにもかかわらず、プリテストとポストテストで弁別の正解率に有意差は見られず、学生の反応も「やっぱり難しい」というものであることを考えると、英語母音の弁別学習は比較的容易であると言える。

4 おわりに

英語音韻学習においては、とかく子音の学習ばかりに力が注がれ、母音に関しては学習の必要性の認識も低く、ほとんどなされていない。しかし日本語は単純な5母音体系の言語であり、英語はアメリカ英語では単母音が11、二重母音が3、イギリス英語では20以上の母音をもつ言語である。日本語を母語とする英語学習者にとって、弁別が苦手な母音があることは2節で見たとおりであるが、学習は3節で見たように集中してやれば短時間に弁別能力は格段に上がることが分かった。この実験をする前は、調音器官が舌と唇の開閉だけに限られる母音は、歯、舌、唇、上あごを使う子音に比べて、弁別訓練が困難であると思っていたが、意外にも母音の弁別訓練は、その方法さえ的確であれば、短時間に可能であることが分かった。今後の教材開発と的確な教授法が待たれる。

謝辞 本研究は平成17年度～平成19年度科学研究費補助金（基盤研究（C）課題番号17520263「英語母音産出における音響的特徴と調音運動機序の習得に関する研究」研究代表者 立石（水口）志乃扶）の助成を受けてなされた研究である。本研究の被験者となっていたいただいた学生諸氏には心から御礼申し上げる。

引用文献

- [1] 山田恒夫・ATR 人間情報価格研究所 (2005) 『ブルーボックス XP 対応 英語リスニング科学的上達法 音韻篇』 講談社
- [2] 山田恒夫・ATR 人間情報価格研究所 (1999) 『完全版 英語リスニング科学的上達法 音韻篇』 講談社
- [3] Ladefoged, Peter. 2006. *A Course in Phonetics*, 5th Ed. Thomson Wadsworth.

英語 CALL 音声教材の能力別効果：大学の授業での実践報告

水口 志乃扶・立石浩一

神戸大学大学院国際文化学研究科・神戸女学院大学文学部

e-mail: mizuguti@kobe-u.ac.jp / tateishi@mail.kobe-c.ac.jp

キーワード： CALL 英語音声教材、弁別訓練、能力別効果、試行数、TOEIC

1. はじめに

本研究「英語母音産出における音響的特徴と調音運動機序の習得に関する研究」における研究方針は、(i) 英語母音の音響資料を明示し、(ii) 日本語を母語とする英語学習者の英語母音の弁別度を調査し、(iii) CALL 教材を使った英語学習による学習効果の検証し、(iv) 実験的な発音記号学習のための CALL 教材を製作することである。本報告書は(ii)と(iii)の研究の報告である。

英語の音声訓練は、日本の高校でも Oral Communication という科目が導入されて以来いろいろな変化が現れており、大学に入ってくる学生がオーラルでの授業に対して抵抗感がなくなっているというプラスの変化も見受けられる。ただしそれにもかかわらず基礎的な音声訓練という面に関しては実際にそれがどの程度運用されているかは不明である。また訓練が行われているにしてもその効果については筆者達が知る限り報告が未だなされていない。本研究では日本の大学の授業において実際に英語の CALL 音声教材を使った英語音韻弁別訓練を行い、訓練試行数と訓練結果の関係を能力別に分析しようとするものである。

英語の CALL 音声教材は、最近数も多くなっているが、ともすれば大部で授業内で使うには使い勝手が悪い。そこで本研究では英語の母音に焦点を絞り、ATR 人間情報通信研究所作成の CALL 教材を使って、英語の学習者がいかに英語の母音の弁別を習得できるかを研究課題とした。

英語の母音に焦点を絞るには、理由がある。英語は母音の多い言語で、[1] *Handbook of the International Phonetic Association* によればアメリカ英語には単母音が 11 個、二重母音が 3 個ある (図 1 参照)。

高校卒業時までこの認識を正しくもっている学習者は極めて稀である。これは母音の調音法が口腔内での舌の位置と唇の開閉に依存し、子音とは異なって歯や上あごに注目する必要がないため、学習者の意識が低いことに理由があると思われる。その結果学習者は母語の母音で英語の母音を置き換えることが多いと思われる。日本語を母語とする英語学習者は、ともすればカタカナ表記をすることで英語の発音の学習が事足りていると誤認してしまうのである。しかるに日本語には母音は 5 個しかなく、14 個もある

アメリカ英語の母音を表記することは到底できない。英語学習者がこの事実を知った時の反応は、「分かるはずがない」から「学習は無理」となり、結局「あきらめる」となることが多い。

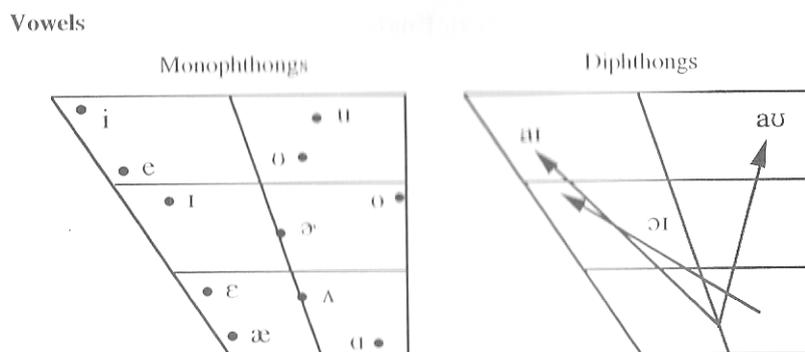


図 1：アメリカ英語の母音 ([1] p. 42)

しかし、あきらめて母語の母音の代用で済ますには、あまりに代償が大きい、という事実がある。日本語を母語とする英語学習者は、概して英語の後母音と低母音、ならびに二重母音が苦手である¹。その結果長い短母音[ɔɪ]と二重母音[ou]の弁別も産出もできず、例えばball [↓ɔɪl] / bowl [↓ou], hall [hɔl] / hole [hou]の区別ができないことになってしまう。日本語のカタカナ表記では英語のどちらの母音も「オー」であるが、英語では音韻的にも意味的にも違う全く別の単語である。英語にはこのような長い短母音と二重母音の最小対が少なくない。

では、長い短母音と二重母音の学習が難しいかという、そうではない。日本語の音節は開音節が無標であるので、日本語話者は二重母音という概念を持っていないが、「オー」という産出自体は極めて容易である。例えば野球の球（たま）は「ボール」であるが、同じ球技でもアメリカンフットボールの大会は「甲子園ボウル」である。また、「ボウリング」は球技であって、「ボーリング」は「掘削」の意味で使われる。つまり長い単母音と二重母音は日本語でも何らかの区別をし、また無意識に弁別も産出もしているのであるが、いざ意識的に英語学習となると、「できない」になってしまうのは、不思議な現象である。

本研究では、CALL 教材を使ってどこまで英語の母音の弁別学習が可能になるか、を実験、分析する。この実験に先立って、CALL 教材を使って 1 ヶ月間英語の低・中母音 [æ/ʌ/a]と子音[r/l]の弁別訓練をし、その学習効果に違いが出るか否かを比較した ([2] 参照)。結果は総試行数が 162 回と少ないにもかかわらず、母音に関してはプリテスト

¹ 日本語を母語とする英語学習者の母音の弁別率については、本研究成果報告書に掲載してある「日本人英語学習者の英語母音の認識度調査」に詳述しているので、そちらを参照されたい。

とポストテストで弁別率に有意差が見られた ($p < .0041$)。これに対して[r/l]では総試行数が 432 回であったにもかかわらず、プリテストとポストテストで弁別率に有意差は見られなかった。この調査で母音は短時間で弁別学習が可能であることが分かったので、英語のすべての母音の 3 ヶ月にわたる弁別訓練を行い、どの程度学習効果があるのか、また学習者のレベルによって違いがあるのかを調べる学習実験を行った。

2. 英語母音の弁別学習実験

本実験は、アメリカ英語のすべての母音を対象とした学習実験であり、訓練回数の違う群を 3 つ作り、訓練回数によって学習効果の違いが現れるか否かを見ることを目的とした。

2.1 実験手順

本実験では CALL 教材の[3]ATR 人間情報通信研究所 (編)『完全版 英語リスニング 科学的上達法 音韻篇』の母音訓練 (図 2 参照) を用いた。この教材では英語音声は中立文脈で与えられ、学習者は自分が聞こえたと思う音の発音記号をマウスでクリックすると、それが正解であった場合はチャイム、不正解の場合はブザーで分かる、というものである。この教材ではアメリカ英語の母音すべての弁別訓練ができる。

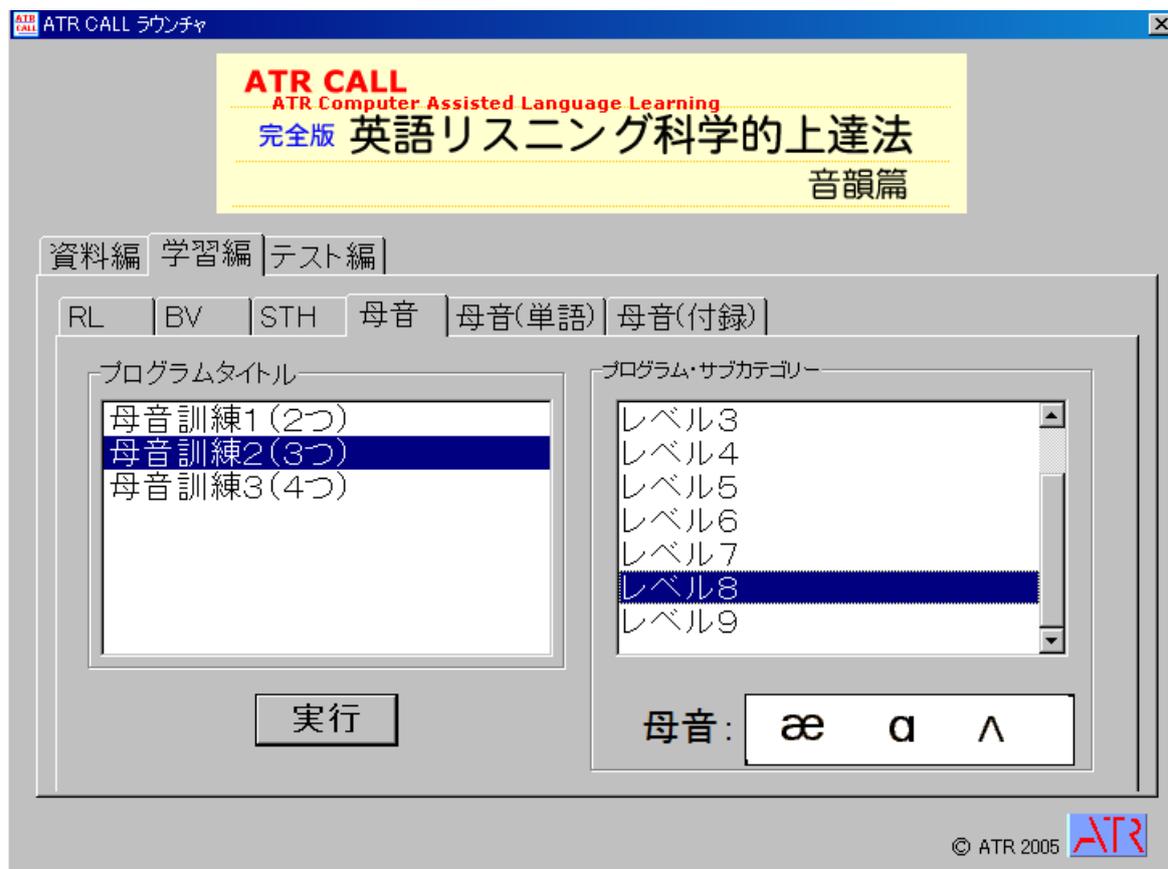


図 2 : ([3]学習編 母音訓練より)

実験参加者は、日本語母語話者である英語非専攻の大学生 80 名（男子 73 名、女子 7 名）と英語専攻の大学生 22 名（全員女子）、計 102 名であった。全員、聴覚に異常はなく、実験は語学の授業と、語学の授業ではない講義の授業の中で行われた。また全員に事前に発音記号を学習してもらった。

実験は、[3]の CALL 教材を用いた母音の弁別訓練で、試行回数別（432 試行、574 試行、960 試行）で実験参加者を 3 群に分けた。いずれの群でも、プリテスト実施後、一週間おきに弁別訓練を実施し、訓練が終了してから一ヵ月後にポストテストを行った。毎回母音の種類も訓練課題も異なるが、アメリカ英語のすべての母音の訓練を複数回受けられるように、課題を調整した。また、432 試行、574 試行の群の実験参加者には、プリテストの後とポストテストの後で iNavi TOEIC を受けてもらい、訓練開始時と訓練終了時の英語の能力を測定した。960 試行の群は本実験前に IP TOEIC を受験済みであった。学習開始時の英語の TOEIC のスコアに 3 群の間で有意な差は見られなかった。

2.2. 結果と考察

プリテスト、弁別訓練、ポストテスト、2 回の iNavi TOEIC のすべてを受けた実験者数は 432 試行の群で 33 名、574 試行の群で 34 名であった。また 960 試行の群でプリテスト、弁別訓練、ポストテストのすべてを受けたのは 21 名であったので、これらの 88 名の弁別訓練結果を本研究では考察対象とする。

2.2.1 CALL 訓練結果

プリテストとポストテストのスコアの間には平均値ではどの群でも上昇が見られるが、その上昇の度合いは一定ではない。表 1 から分かるように、432 試行の群の方（9.7 ポイント）が 574 試行の群（9.29 ポイント）よりも少しではあるが、上昇ポイントが高いのである。960 試行の群の上昇率は 15.57 ポイントで他の 2 群より高かった。

プリテストとポストテストは同じ課題を行ったが、すべてのアメリカ英語の母音の弁別テストであるため、プリテスト時の正解率は最低 12%、最高で 65%、ポストテスト時の正解率は最低 34%、最高は 83%と、難易度はかなり高い。平均値ではどの群もプリテスト時とポストテスト時のスコアの間で有意差はみられなかった。先行して行った英語の低・中母音[æ/ʌ/ɑ]が 162 試行という少ない訓練でプリテストとポストテストで有意差が出たが、この学習実験では、英語のすべての母音の学習をしたため、432、574、960 試行のどの群もプリテストとポストテストで有意差が出なかったと思われる。英語のすべての母音の弁別能力を高めるには、この程度の訓練では十分ではないということになる。

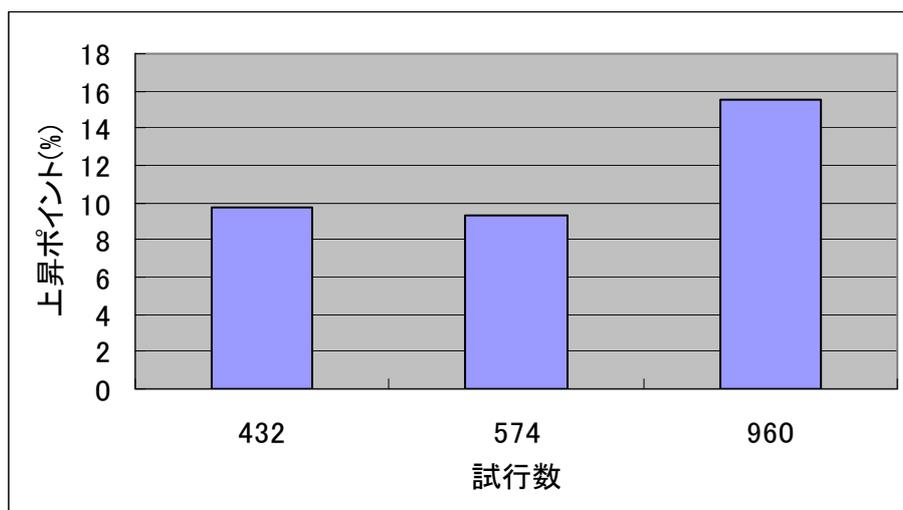


表 1：試行数による CALL 英語母音弁別訓練効果の比較

次に、訓練開始時の学習者の TOEIC スコアと CALL での解答の上昇ポイントの関係を考察したいと思う。本研究では訓練開始時での iNavi TOEIC のスコアによって 3 群に学習者を分けた。プリテストとポストテストでの上昇率は表 2 のとおりである。

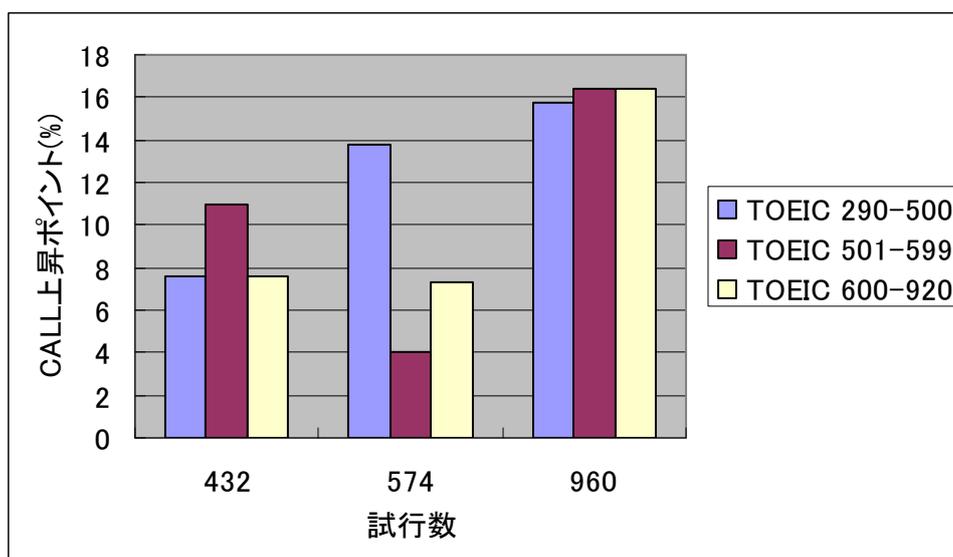


表 2：試行数と TOEIC スコアによる CALL 英語母音弁別訓練効果の比較

表 2 から分かることは、960 試行の弁別訓練をすると、TOEIC による能力別 3 群のいずれの学生も訓練効果がほぼ等しく現れるのに対し、432 試行、574 試行の群では、訓練効果にばらつきが認められることである。

表 2 から、学生の能力別の 3 群の比較をすることもできる。すなわち、iNavi TOEIC のスコアが 290-500 までの学生群は、試行回数が増えれば増えるほど、CALL による弁

別訓練の効果が期待できる。それに対して、iNavi TOEIC のスコアが 501-599 の学生群の訓練効果は、試行回数を単に増やせばいい、というのではなく、574 試行と 960 試行の間にあるであろう臨界点を超える訓練回数を超えなければ、訓練効果が望めないと思われる。iNavi TOEIC が 600 を超える学生に関しては、少ない訓練では訓練効果は少なく、これも臨界点を越す訓練をしなければ、弁別訓練の効果が現れない、と言える。今後の研究では、どこが学習上の臨界点であるのかを探る必要がある。

2.2.2 TOEIC スコアとの相関

CALL での英語母音弁別訓練は前節で考察したように、432 試行のような比較的少ない訓練回数でも学習効果が出るのが分かったが、ここでは母音の訓練が英語の総合的能力の向上に役立つかを、本訓練の前後で 432 試行の群と 574 試行の群で実施した iNavi TOEIC のスコアの比較から考察したい。

まず TOEIC のスコアの伸びであるが、表 3 に示すとおり、二つの群で伸び方に違いが見られる。

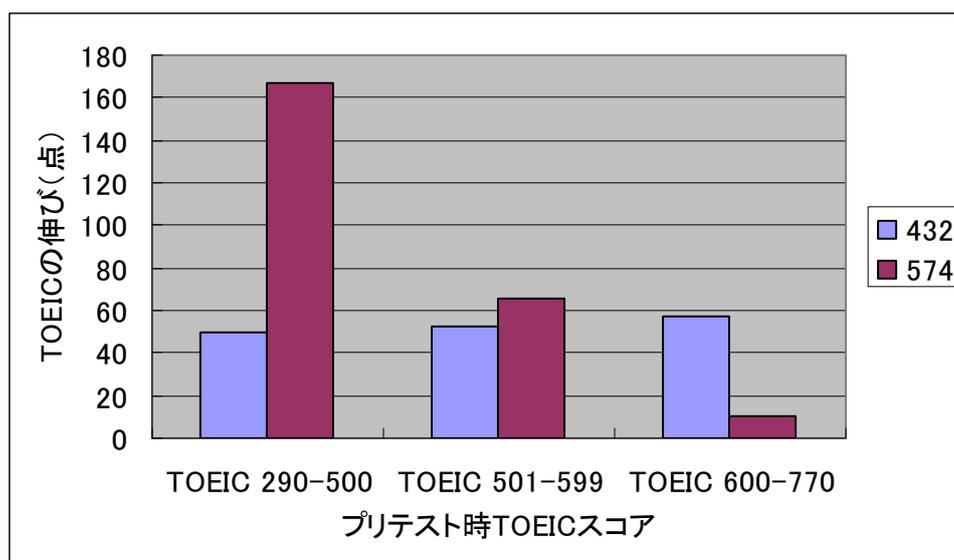


表 3 : CALL 母音弁別訓練前後の TOEIC スコアの伸び

432 試行の群は、どの群の伸びもあまり変わりがないが、574 試行の群は TOEIC スコアの伸びに大きな違いが見られる。iNavi TOEIC500 点以下と以上の TOEIC 伸び率の違いは表 3 と表 2 を比較すると説明がつくように思われる。特に 574 試行の群において、CALL の弁別訓練の伸びが悪いと、TOEIC のスコアの伸びも悪いという傾向がみられる。実際 CALL の伸びと TOEIC の伸びの散布図を作ってみると、表 4 となる。CALL の伸びと TOEIC の伸びの間でピアソンの積率相関係数は $r=0.411578$ であり、両者の間には中程度の相関があると思われる。

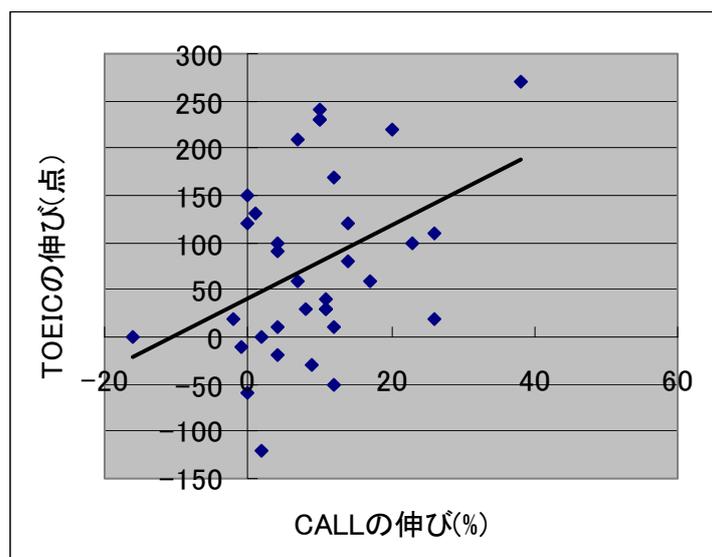


表 4 : CALL と TOEIC スコアの伸びの相関 (574 試行)

4 おわりに

CALL 教材による英語母音弁別訓練を行った結果、以下のことが判明した。

- 1) 試行数によって、弁別訓練の効果が違う。英語の能力がまだあまりない時期に母音弁別訓練をすると効果的である。
- 2) 学習者の英語の能力によって、効果の出る試行回数が異なる。能力の高い学習者程より学習をしないと効果は出にくい。
- 3) 英語母音訓練CALL教材による弁別訓練の伸びとTOEICスコアの伸びの間には中程度の相関がみられる。

なお、本実験の考察にはTOEICスコアを使ったが、TOEIC のリスニングスコアと全体のスコアの間には $r=0.95$ という強い相関が見られたので、TOEIC 全体のスコアでリスニング能力を判定しても問題はないと思われる。以上のことから、母音の弁別訓練のようなボトムアップの学習によって、リスニング能力の向上が認められるといえる。

今回の学習実験は、英語母音の弁別訓練を対象としたものであったが、学習者の能力によって効果が異なることが分かったのは興味深い。今後の課題は、学習効果の出る学習者の能力別試行数を見出すことであろう。また、母音の弁別訓練をするだけで、英語の総合的能力も特に初級学習者では大変上昇することから、今後はどのような音声教材を使ったら効果的な学習が可能になるのかを探ることは英語教授法にも大きく影響を及ぼすと考えられる。

謝辞 本研究は平成 17 年度～平成 19 年度科学研究費補助金（基盤研究（C）課題番号 17520263「英語母音産出における音響的特徴と調音運動機序の習得に関する研究」研究代表者 立石（水口）志乃扶）の助成を受けてなされた研究である。本研究の被験者となっていたいただいた学生諸氏ならびに草稿にコメントを下さった神戸大学の横川博一氏には心から御礼申し上げる。

引用文献

- [1] The International Phonetic Association (1999) Handbook of the International Phonetic Association. Cambridge University Press.
- [2] 水口 志乃扶 (2008) 「日本人英語学習者の英語母音の認識度調査」平成 17 年度～平成 19 年度科学研究費補助金基盤研究(C)研究成果報告書 pp. 36-41.
- [3] 山田恒夫・ATR 人間情報価格研究所 (1999)『完全版 英語リスニング科学的上達法 音韻篇』 講談社

IT 機器及びネットを使用しての授業運営の経験的評価

立石 浩一

神戸女学院大学

e-mail: tateishi@mail.kobe-c.ac.jp

0. はじめに

本稿は、学内外における様々なIT機器、メディアを通しての、神戸女学院大学英文学科において筆者が担当する授業の運営を通して、それら機器、メディアの有用性を経験的に検証した物である²。使用目的等により、客観的数値データになるものもあれば、主観的分析になるものもあるが、全体として、IT教育、e-learningといったものの功罪の一片が明らかになれば幸いである。

1. マルチメディア教室を利用した言語学授業

神戸女学院大学に2006年度後期よりマルチメディア教室(LAII-22)が設置された。遠隔授業、同通設備、CALL(Computer-Assisted Language Learning)機能も整い、また一般の講義教室としても使用が可能であり、本学の教育活動の一層の活性化につながる物であることは言うまでもない。本節では、CALL 機能を使用した場合の教育効果について検証してみたい。

2003年度より、隔年開講で、英文学科専門科目として E316ab 音声学という科目を担当して来た。当科目の目的は、英語及び他言語の調音(発音動作)及び言語音の音響的・聴覚的特徴についての事実の記述・観察・分析の手法の概観であるが、従来は一般教室を用い、ノートパソコンを持ち込みプロジェクタを使用し音声データ、調音動作、実験手法などを示していた。本来的に、英文学科の学生が受講していることもあり、元々発音には興味があるので、特にパソコンを使用して、ビジュアルに発音を表示するという概念は、学生には新鮮であるようであり、受講者も多い授業である。

しかしながら、この形式では、どうしても授業における IT 機器の使用が一方向にな

² 本原稿は、2006年度神戸女学院大学研究所総合研究助成「e-learningを含むIT機器を効果的に活用した教育に関する実践的研究」(研究代表者:出口 弘)、及び、科学研究費補助金(基盤研究(C) 課題番号 17520263)「英語母音産出における音響的特徴と調音運動機序の習得に関する研究」(研究代表者:立石(水口)志乃扶(神戸大学))の助成を受けなされた研究である。上記助成関係各位及び、被験者としてご協力いただいた、神戸女学院大学、神戸大学学生諸氏に御礼申し上げたい。

ってしまい、例えば、下のような物、

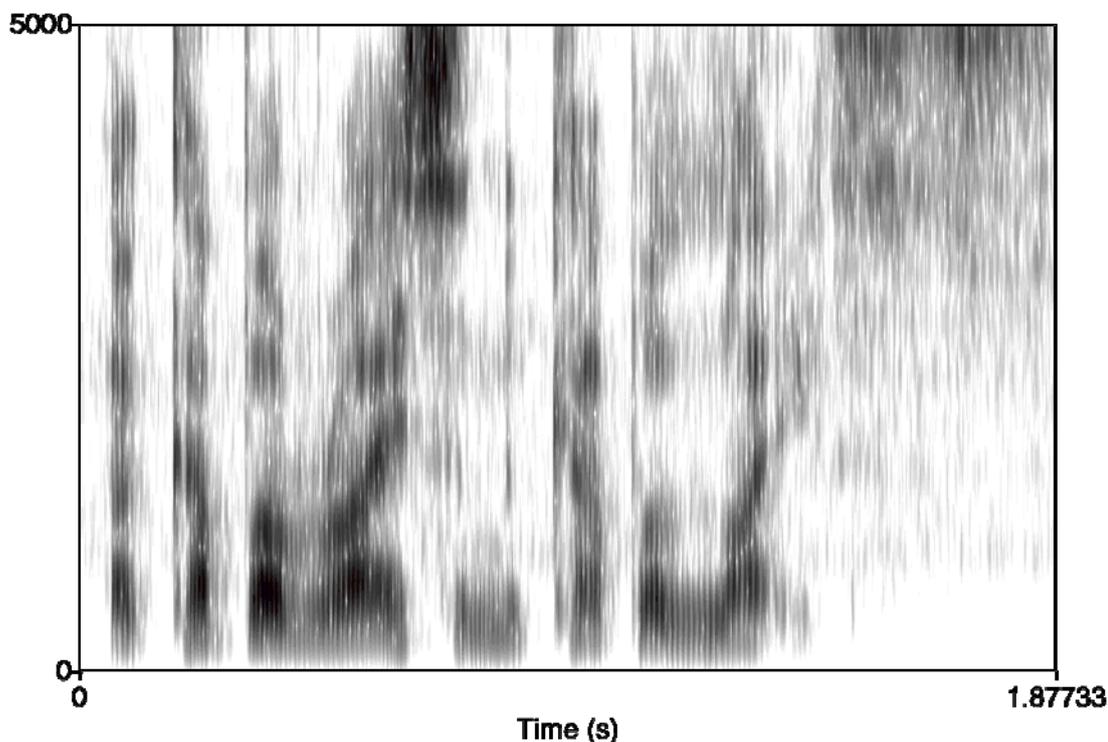


図 1 "a cup of rice and a cup of lice"のスペクトログラム (立石録音 Praat 使用)

などで、英語の[r]音と[l]音の音響的な違いは、どのような音響効果の違いにより、またそれはどのような調音動作の違いによってもたらされるのか、などを説明しても、それは一過性の「知識」になってしまうことが多く、これを定着させるのには、単にプロジェクタで分析、実験手法などを表示するのだけでは不十分であった。従って、年度末にレポートを課すのであるが、文系学生が対象であることもあり、文献調査中心の英語の個別の単音の調音動作の記述、といった、言ってみれば当たり前のところに留まってしまい、「よく調べましたね」というレベルで良い方、本当にトップクラスの学生でも、実験のデザインを考えるとところまで、実際に何かオリジナルの実験を試みようと言う学生はほとんど皆無に等しかった。

上記科目は3年生配当であるが、このような状況は4年生ゼミにも直結しており、2004年度立石ゼミにおいて音声実験系の卒業論文は16名中1名、2005年度は9名中ゼロ、2006年度は13名中3名であった。それでも音声学開講年度(2003, 2005年度)の次の年はまだまし、という程度である。

そんな中、2006年度の E397b Junior Seminar (3年生ゼミ(後期))において、音声学を題材として取り上げることとし、希望して LAII-22 を使用させていただいた。予め、マルチメディア教室の準備委員会の委員であったので、音声分析ソフトの Praat,

WaveSurfer を教室内のパソコンに導入していただき、さらにマイクを、音声分析に必要な 22050Hz 以上のサンプリングレートのものにいただいた。また、プロジェクターのみだと、教師が何の操作をしているのか後ろの席だとよく見えない、などの弊害があったが、センターモニター使用により、その問題も解消された、また教科書として採用した Peter Ladefoged 著 *Vowels and Consonants* (2nd edition, Blackwell Publishers, London, 2005) に付属の CD-ROM を、学生が実際に触って、例えば、母音調音（発音動作）時の舌、顎、声帯の動きの X 線動画を、コマ送りで確認するなど、学生の授業への参加度が格段に増した。また、教師が行った実験手法を、すぐに学生が自身でパソコンとマイクを使って確認することが出来、授業の理解度も深まった物と思われる。

その結果、以前なら宿題として提示しても、学生の半分も完成に至らなかった、スペクトログラムからフォルマント（各母音・子音固有の共鳴周波数）の数値を抜き出して、それを Excel 上で散布図にして自身の母音表を作る作業なども、ほとんどの学生が出来るようになった。

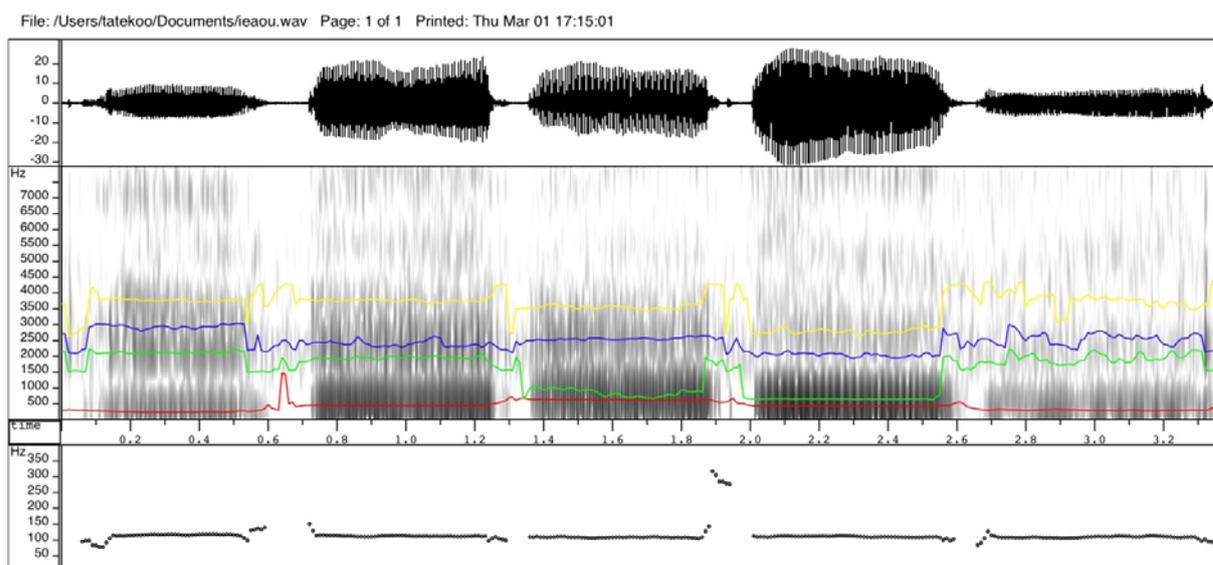


図 2 日本語「いえあおう」のスペクトログラム（立石録音、WaveSurfer 使用）

	F1	F2
い	310.41	2165.04
え	443.01	1953.28
あ	641.06	807.76
お	432.38	665.62
う	295.63	1734.15

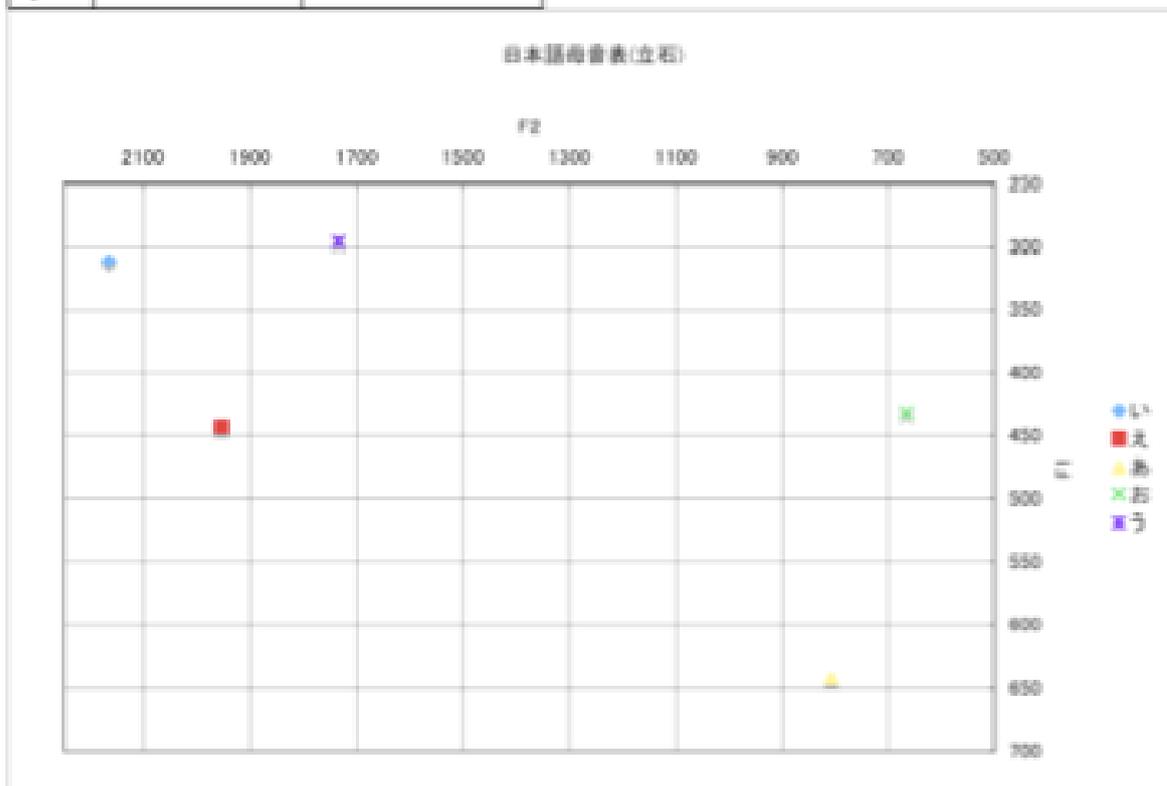


図 3 図 2 のグラフに基づき導き出した日本語の母音表

また、この授業は学期末に英文レポートを課するのであるが、以前のような文献調査的なもので留まる物ではなく、具体的な実験を行い、実際に自ら日本語、英語の調音動作を調査した物が多く見られた。例えば、下記のようなテーマのレポートが提出された。

- 日本人の英語における低舌・後舌母音の区別について
- 英語発音における在外教育の影響
- 方言とイントネーションの比較（日英対照）
- 合成音声を利用したアクセントの知覚

ここで注意すべきは、前述の音声学が通年（2セメスター）の授業であるのに対し、Junior Seminar は半期授業であるということである。にもかかわらず、マルチメディア教室を使用したことによる効果は明白であった。もちろん、ここには、後者がゼミであり、比較的動機付けの高い学生が多い構成である、ということも要素としてあるわけであるが、それを考慮したとしても、あまりに教育効果が違い過ぎたことに、驚きを禁じ得ない。卒業論文に直接つなげることの出来る研究も、多く見られたのである。

ただし、授業運営という点でまったく問題が無いわけではない。以下のような点があげられるだろう。

1. マイクの精度を良くし、音声実験が出来る状態になったのはいいが、教室の稼働率が高く、実際の実験室として使うのにはやや不便である。
2. 他の情報処理教室の音声設備が、音量調節など諸側面で、理想的な環境とは言えない。これについては、要請を繰り返すとともに、学生に対しては、ソフトレベルでの音量調節など、対処方法を指導している。
3. 対処のしようがない問題として、パソコンのファン音がある。これは耐えられない程のものではないが、理想的な知覚実験を行うためには、精度の高い録音施設がどうしても必要になるであろう。

これらの欠点を差し引いたとしても、マルチメディア教室使用による音声学（あるいは言語学一般でも使用可能であろうと思われる）授業運営は、学生への教育効果という点で、非常に高い可能性を持っているものである。

2. マルチメディア教室を利用した音声教育効果の実験

上記 Junior Seminar においては、英語リスニング教材のモニターテスト、教育効果の実験も行った。現在科学研究費補助金(基盤研究(C))「英語母音産出における音響的特徴と調音運動機序の習得に関する研究」(研究代表者:立石(水口)志乃扶(神戸大学))の研究分担者となっている関係もあり、上記実験を行うことになった次第である。ATRの山田玲子氏らとともに主に英語母音の聞き分けを中心とした、CALL 教材の開発を目標として、大学生の英語母音聞き分け能力の実態を計測するのが、主たる目的である。

2.1. 実験1

実験自体は、以下の3カ所に置いて行われ、それぞれ、多少の変数の違いがある。これについては以下で説明する³。

I 群 神戸大学1年生 Oral の授業（水口）33名

II 群 神戸大学1年生 Oral の授業（水口）34名

III 群 神戸女学院大学3年生 Junior Seminarの授業（立石）21名⁴

授業はすべて2006年度後期に、神戸女学院マルチメディア教室および神戸大学のCALL教室において行われた。

実験手法としては、上記の受講学生に、ATR 人間情報通信研究所(編)「完全版 英語リスニング科学的上達法 音韻編」(講談社 1999年)の付属CD-ROM内の音声聞き取り訓練プログラムを利用した。このCALL教材については高校生までのモニタリングはなされているが、大学生についてはモニタリングはされていない、とのことである。

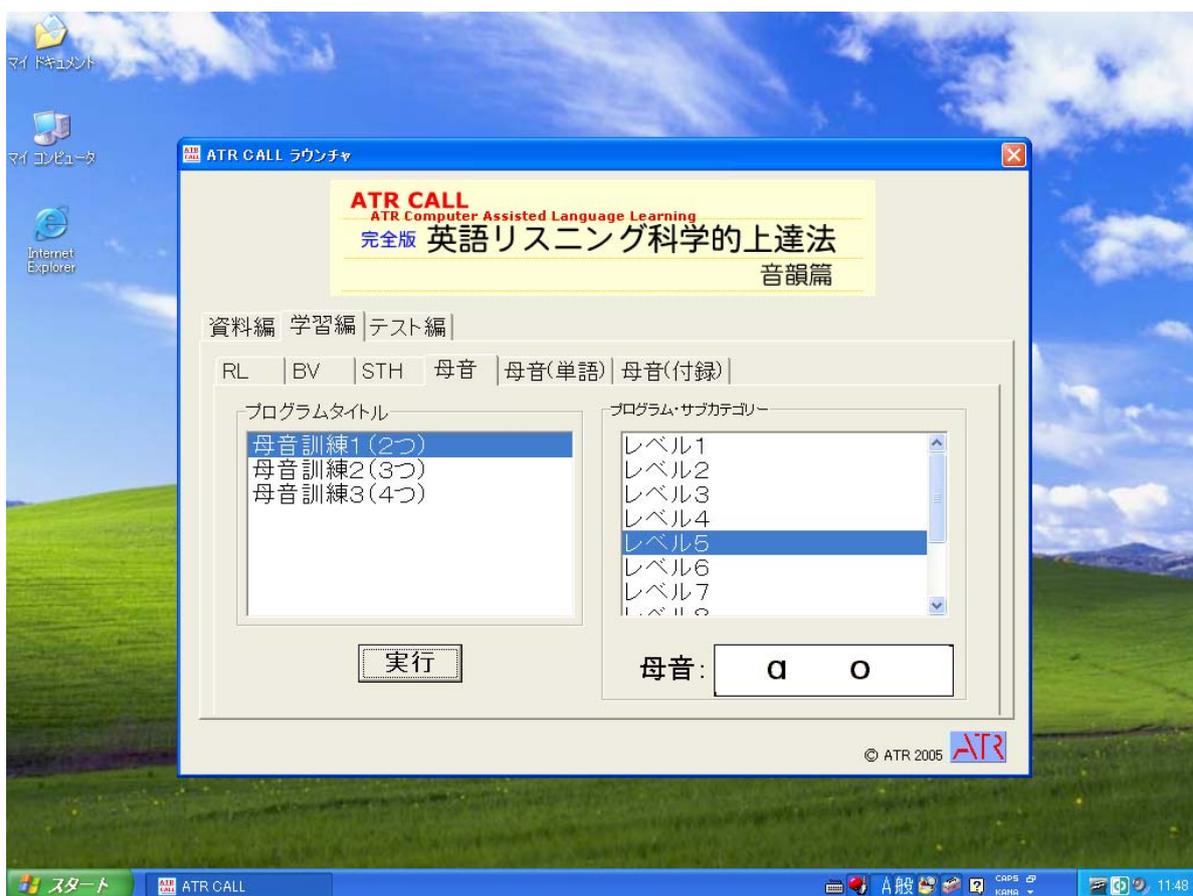


図4 ATR CALLの起動画面

³ この実験は、研究代表者の水口によっても報告されており、内容はそれと基本的に同じである。

⁴ pretest, posttest 非受験者は除く。

具体的な実験の手法であるが、授業の終わり、5分～10分を利用し、聞き取りの訓練を学生に課し、何%の正答率であったか、当該授業における訓練の何が困難であったかなどコメントを毎回記述させた。また、訓練開始の前の時間に、11種類の母音発音記号と音声の対応付けについての説明及び練習の時間を与え、発音記号に慣れさせた。訓練開始の前後の時間には、まったく同じ66問構成の音声を聞いて、どの母音が発音されたか画面上でマウスを使って選択するテスト(Pre-/Posttest)を行い、この数値を計測し、聞き分け能力がどの程度伸びたかを計測した。

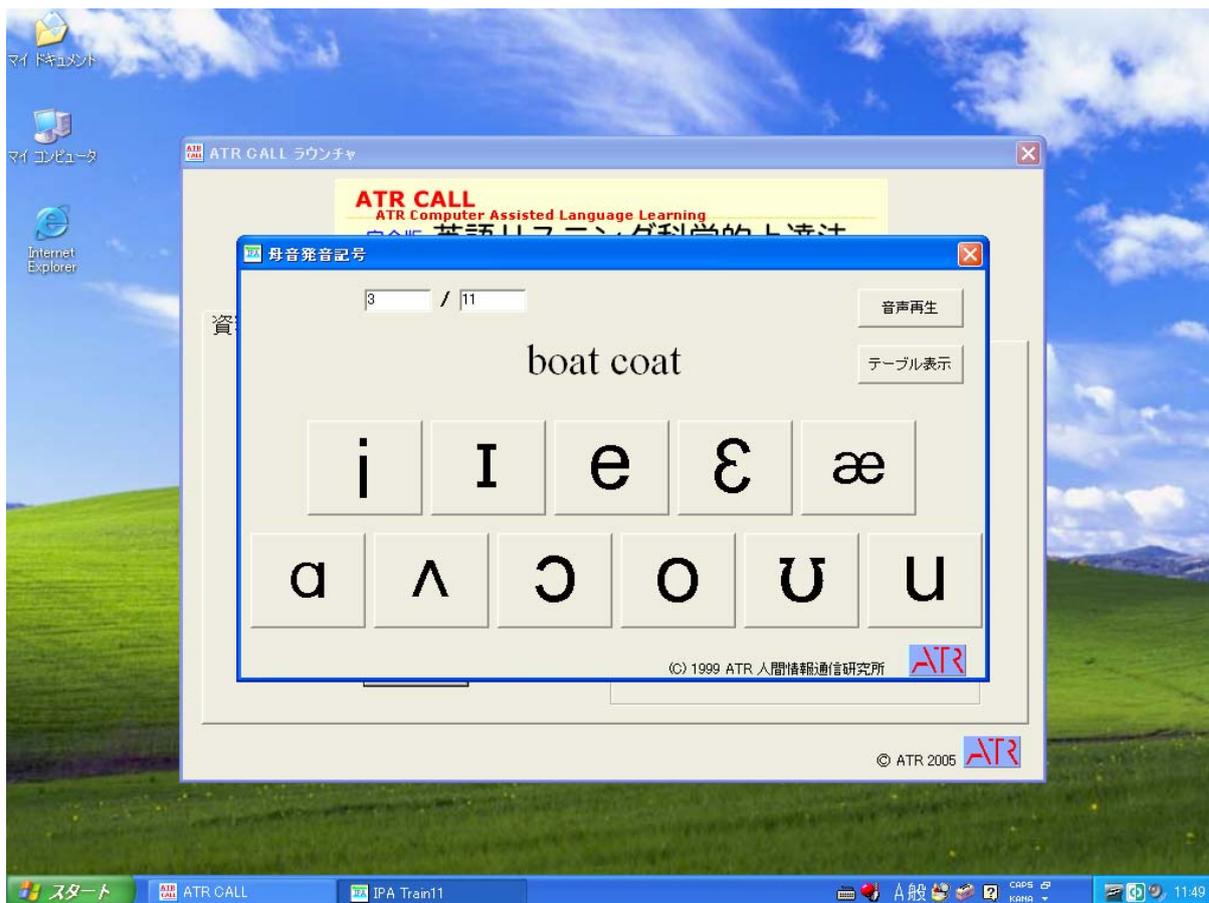


図 5 11 母音記号との対応練習画面

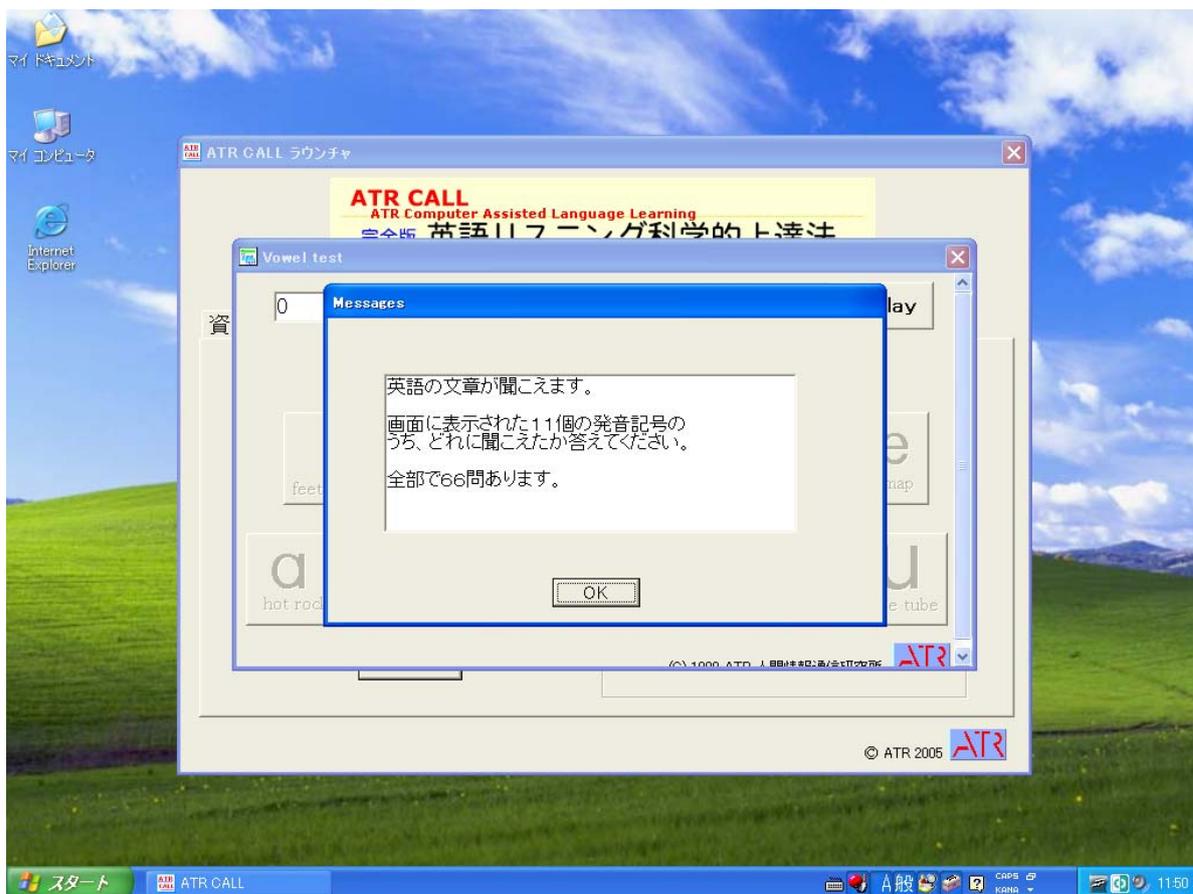


図 6 Pre/Posttest の指示画面

訓練においても、テストにおいても、判別すべき音声は、以下のフォーマットで学生に再生された。

I say “boat” on the tape.

この”boat”の部分の問題によって異なり、学生は、どの母音が発音されたのかをマウスで選択するわけである。これは、出来るだけ文脈による推測を排除するためである。話者も男女取り混ぜ4人おり、それが順番に登場する。

以下に、この3群における実験での相違点をリストしておく。

- 1 学生の性別：神戸女学院大学のみ被験者は女子のみである
 - 2 学生の専攻：神戸女学院大学学生は、英語を専攻としている。神戸大学学生は、その限りではない。
 - 3 サンプルとして使用できた学生の人数
 - 4 pre-/posttest の間に行われた訓練の内容と量
- である。1-3は調整不可能な要素であり、これがどう実験結果に影響したかは不明で

ある⁵。4について詳しく述べる。

この CALL プログラムの訓練は、上記のような 11 母音の中から聞こえて来た音声に基づき選択させる物ではなく、2 母音の判別訓練、3 母音の判別訓練、4 母音の判別訓練が存在する。

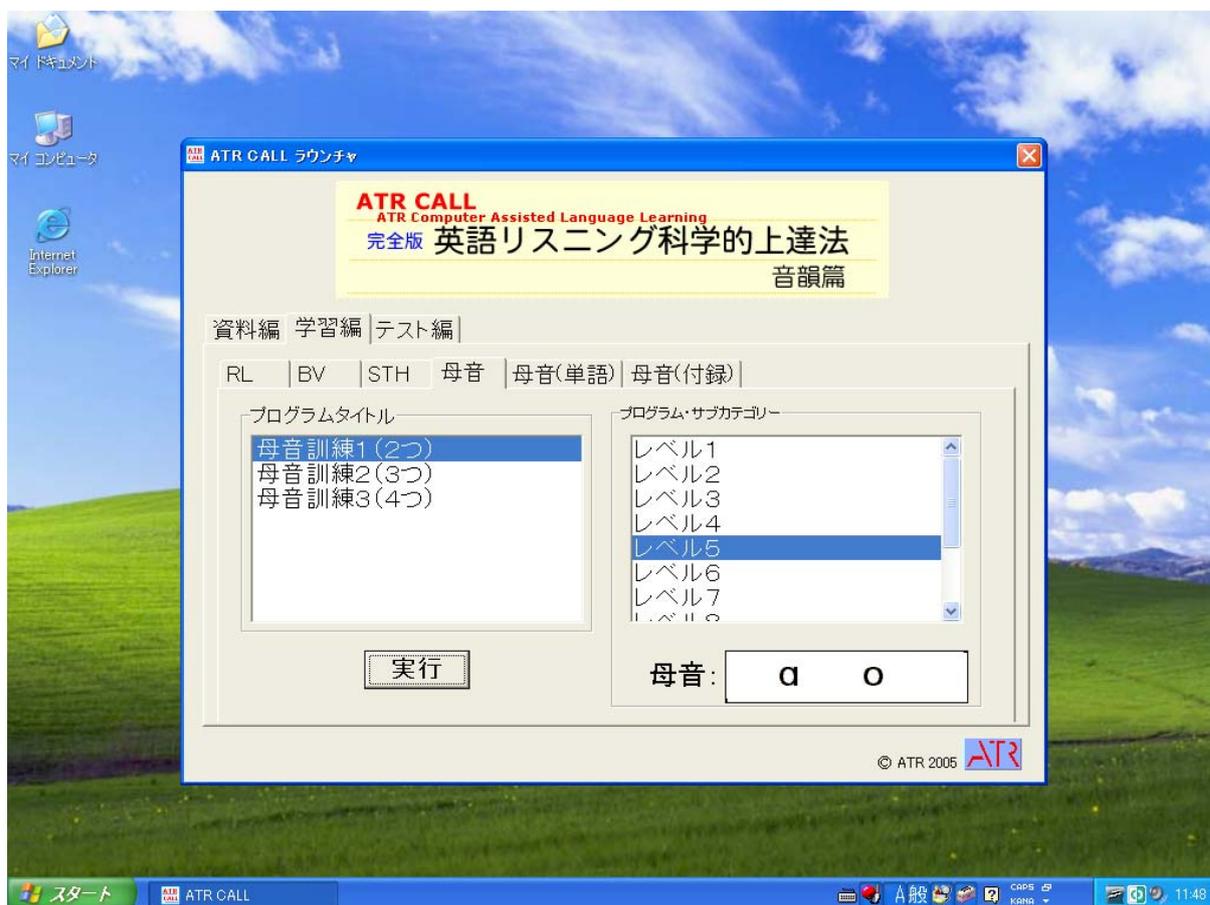


図 7 2 母音の判別訓練の起動前画面

⁵ したがって、本実験は、3 群の能力の比較等を目的としたものではない。

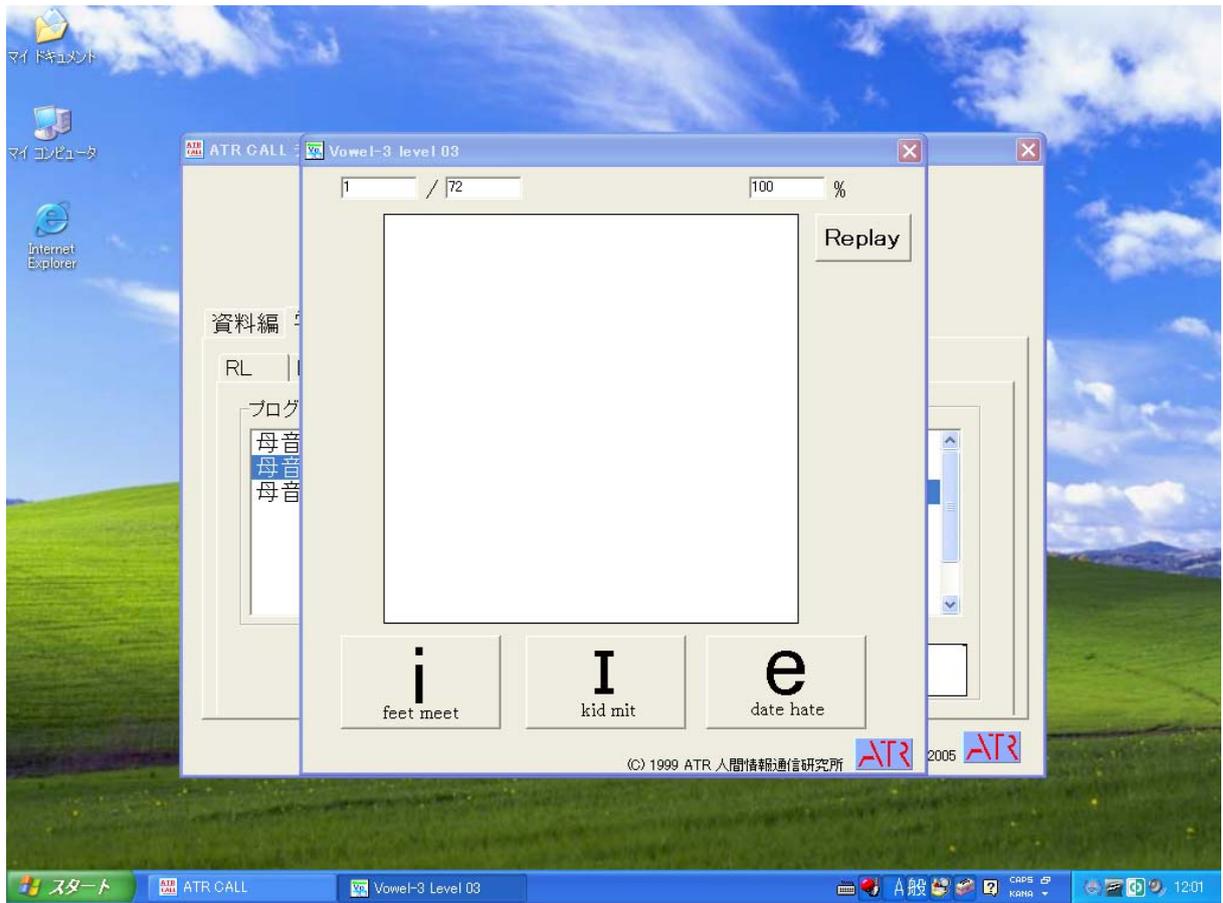


図 8 3 母音判別訓練の画面

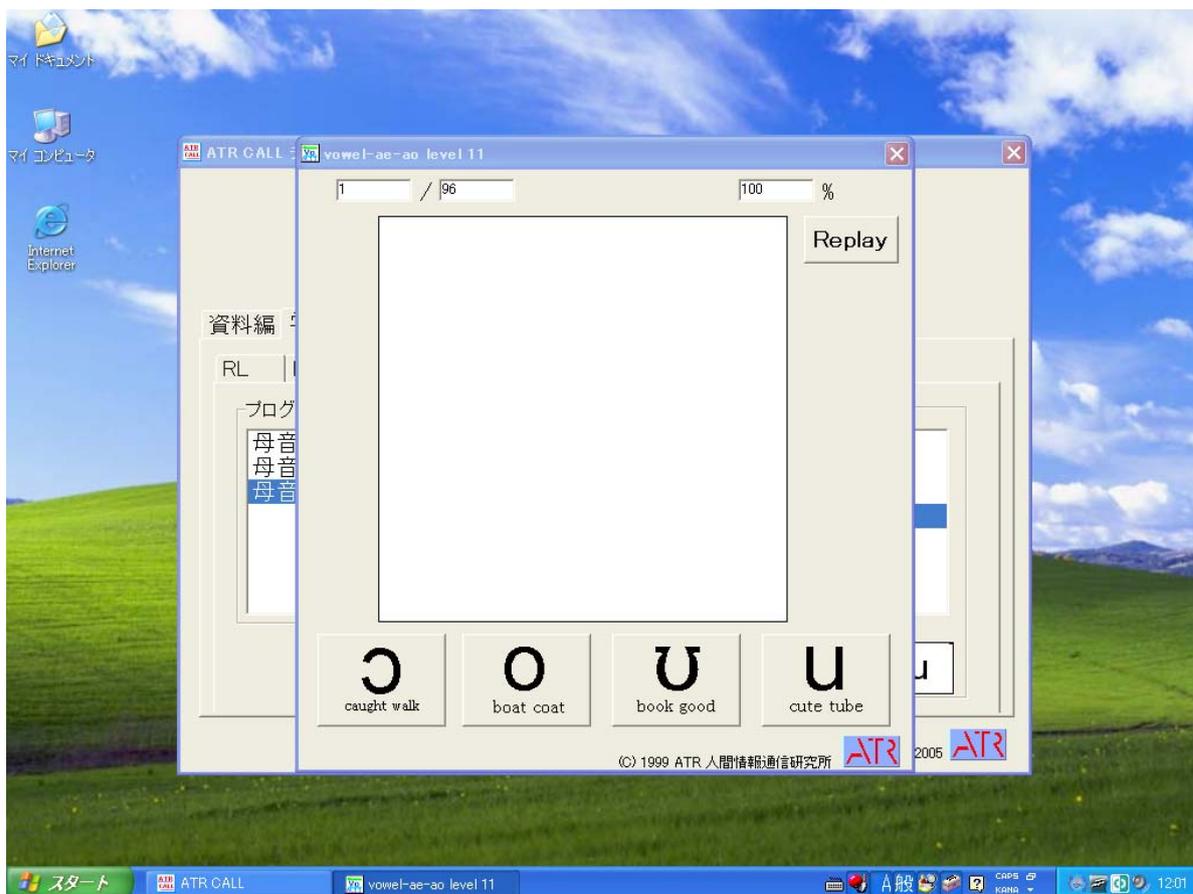


図 9 4 母音判別訓練の画面

2 母音訓練は 1 セット 4 8 問、3 母音訓練は 1 セット 7 2 問、4 母音訓練は 1 セット 9 6 問である。それぞれの実験においては、以下のような訓練が行われた。

- 1 I 群 (水口) 3 3 名
2 母音 6 セット、3 母音 2 セット、計 4 3 2 試行 (問題数)
- 2 II 群 (水口) 3 4 名
2 母音 6 セット、3 母音 4 セット、計 5 7 6 試行
- 3 III 群 (立石) 2 1 名
3 母音 1 セット、4 母音 9 セット、計 9 3 6 試行

先にも述べたように、授業の最後の 5 分程度、1 セットの訓練に当てた形になる。1 1 母音の分布については、各訓練で偏りが無いよう配慮した。これにより、この教材の効果について、以下の点が調査可能である。

- 1 試行数による聞き分け能力の違い
- 2 元の英語能力による聞き分け能力の違い
- 3 上の 1 および 2 の組み合わせによる違い

2 の英語能力については、神戸大学では、実験直前に iNavi-TOEIC を受験させた、神戸

女学院大学については直近の（2006年2月）IP-TOEIC データを使用した。能力のグループ分けは、Ⅲ群の上位 25%、50%のボーダーラインがそれぞれ TOEIC 580 点、480 点近辺であるので、

A 群 580 点以上（Ⅰ群 13 名、Ⅱ群 18 名、Ⅲ群 10 名 計 31 名）

B 群 480 点以上（Ⅰ群 13 名、Ⅱ群 6 名、Ⅲ群 5 名 計 24 名）

C 群 480 点未満（Ⅰ群 7 名、Ⅱ群 10 名、Ⅲ群 6 名 計 23 名）

なお、各実験地における TOEIC の平均値などのデータは以下の通りである。

	平均点	標準偏差	最大値	中間値	最小値
Ⅰ群	526.36	108.64	720	550	290
Ⅱ群	564.12	118.09	770	585	360
Ⅲ群	584.05	160.38	920	525	295

この3グループそれぞれにの組み合わせについて、t-検定（両側 5%）を掛け、この3グループが異質のものと認められるかを検証してみたが、偶然の差異以上の結論は得られなかった。

まず、試行数を無視して、グループ別の伸びを見てみたいと思う。まず、この散布図を見ていただきたい。

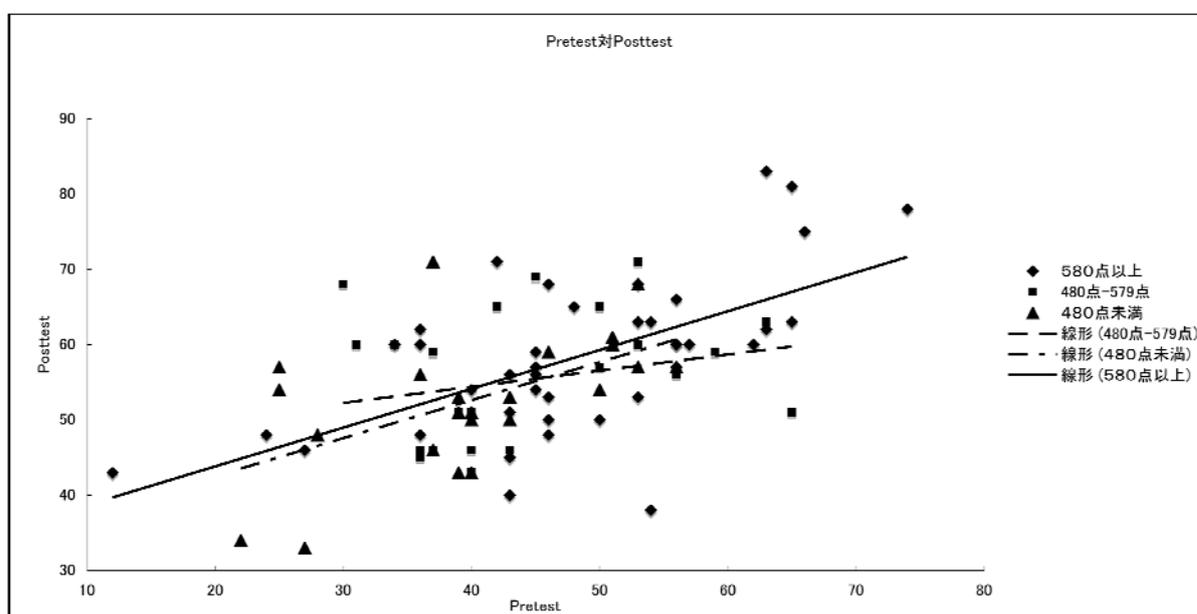


図 10 Pretest 対 Posttest (能力グループ別)

近似線から見て取れるように、上位 A 群及び下位 C 群グループは訓練の結果得点を伸ばしているのが分かるが、中間層が伸びていない。Pretest と Posttest をそれぞれ x, y と取った時の相関係数も、A 群は 0.608、C 群は 0.545 と高めであるのに対して、B 群は 0.234 と極めて低い。

次に、試行数別のデータを見てみたい。以下の散布図をご覧ください。

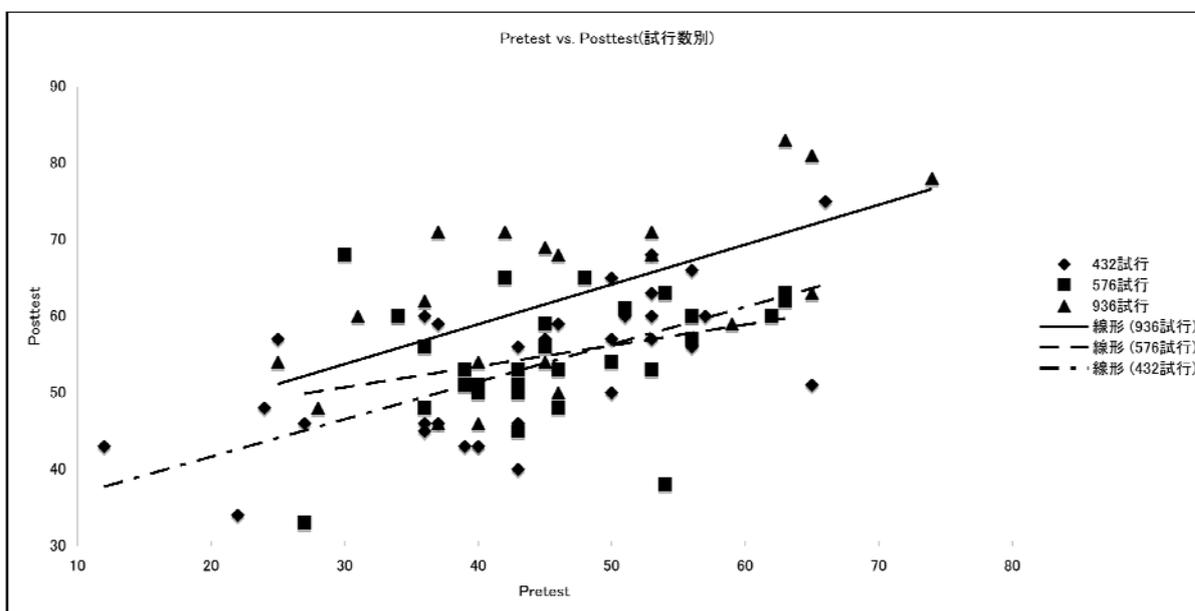
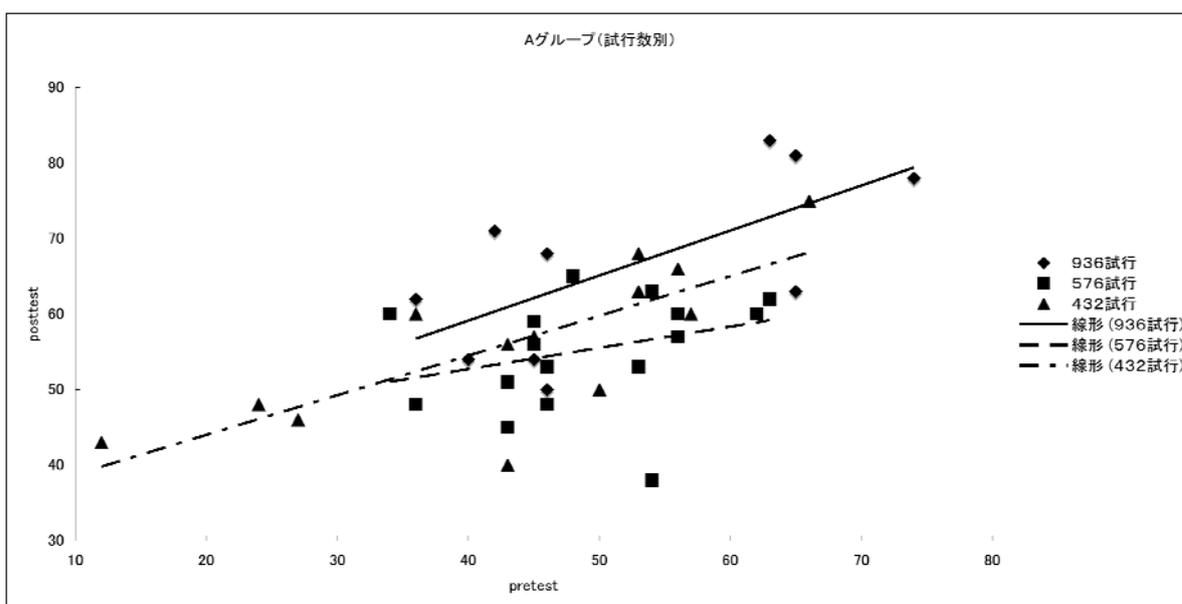


図 11 試行数別の得点の伸び

伸びは、試行数が少ない、あるいは多いと高い、中間は弱い、という、皮肉な傾向が見られる（Ⅰ群の相関係数 0.634，Ⅱ群の相関係数 0.337，Ⅲ群の相関係数 0.614）。初期効果は一度落ち着いて、その後ある閾値を超えるとのびている、という傾向が見られる。

最後に、各能力グループ別の、試行数別散布図をご覧ください。サンプル数として少ないので、参考データにしかならないが、傾向は見る事が出来るであろう。



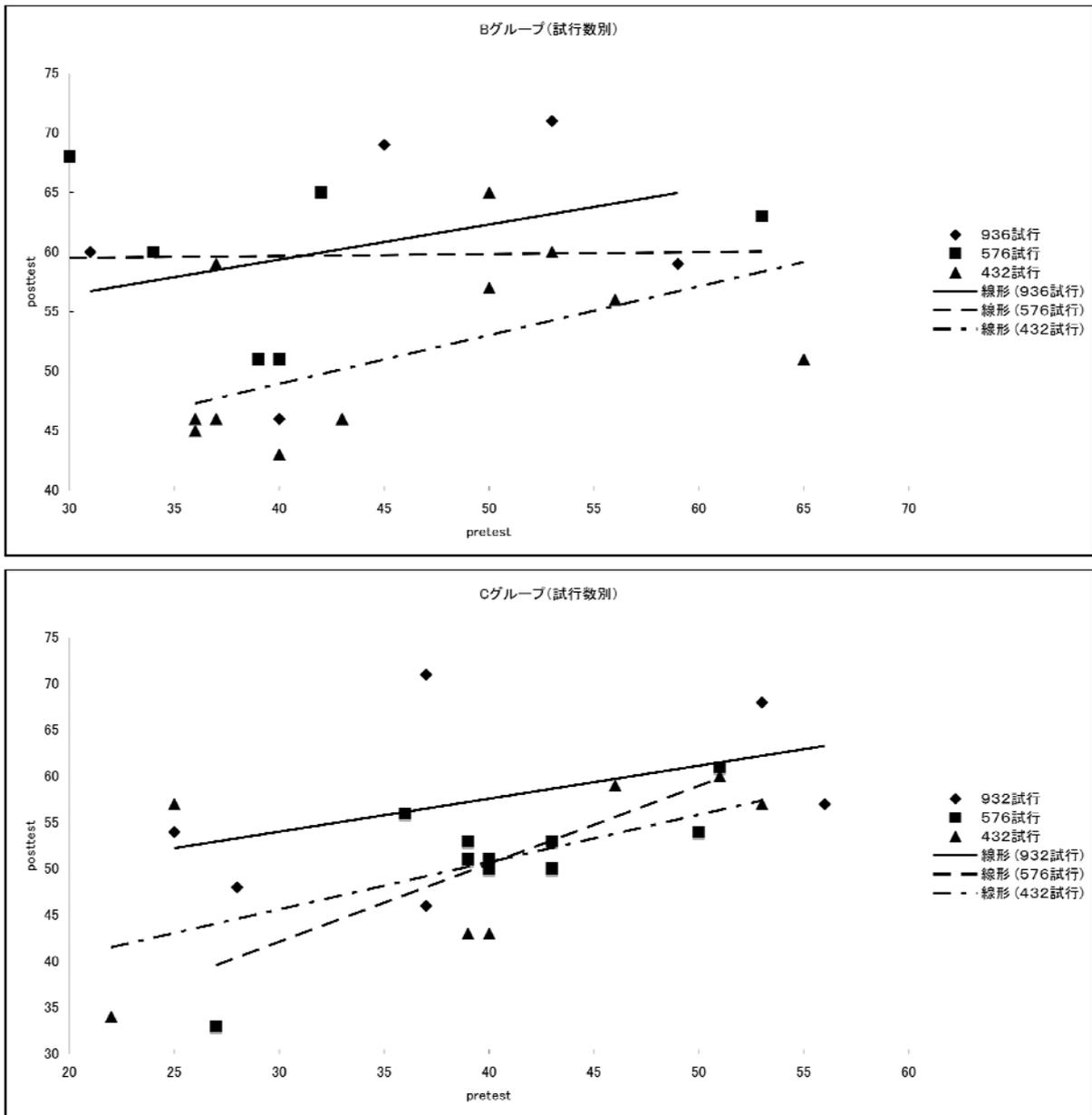


図 12 グループ別、試行数別の得点の伸び

サンプル数が少ないので、明白なことは言えないが、「元の能力が中間的で、中途半端な練習しか積んでいないもの」が最も伸びが弱い、ということだけはこのデータから読み取れるであろう。また、こと発音聞き分け訓練に関しては最下層と最上層に対する訓練は、結果を出しやすいことも明らかになったと思う。一番始めに述べた変数の違いが、結果にどのように影響を及ぼしているのかなど、不明な点も多いが、来年度以降も、実験を重ね、より精度の高い結論を導き出せるよう努力したい。

2.2. 実験2

それでは、母音に近い鳴音の聞き分けはどうかということで、上記書籍の CD-ROM 内の RL 訓練についても同様の実験を 2007 年度に行った。手法は、音声学系のマルチメディア教室を使用した授業の終わりに 5 分から 10 分訓練する、という同じ手法であるが、今回は神戸女学院大学英文学科の 3 年生・4 年生のみ 24 名に対して行った。複数の授業にまたがっているため、実験の期間、および試行回数は異なっている。この学生たちの直近の TOEIC のスコアは以下の通りである。

	平均点	標準偏差	最大値	中間値	最小値
神戸女学院 大学英文学 科 2007 年度 3、4 年	591.25	124.40	935	582.5	325

2006 年度のグループとの間に有意差は存在しなかった。

実際に行った訓練は、2 週間 RL 訓練をした後、RL と W の区別をする、カテゴリ弁別テスト、カテゴリ同定テストを 1 回挟み、再び RL 訓練を 2 週間する、というパターンを繰り返した。R 音と W 音は第 3 フォルマントの下降など、音響的に似通っているため、それが RL の区別の一助になるかどうかを確かめなかったからである。試行回数は、RL 訓練が 56 試行、カテゴリ同定テストが 170 試行、カテゴリ弁別テストが 208 試行である。

学生を直近の TOEIC スコアに基づき分けると、以下の 3 グループに分かれた。

A グループ：620 点以上（8 名）

B グループ：550 点から 615 点（8 名）

C グループ：325 点から 540 点（8 名だが、1 名 posttest を受けず 7 名）

まず、試行回数は考えずに、TOEIC スコア別に pretest と posttest の分布を見てみよう。

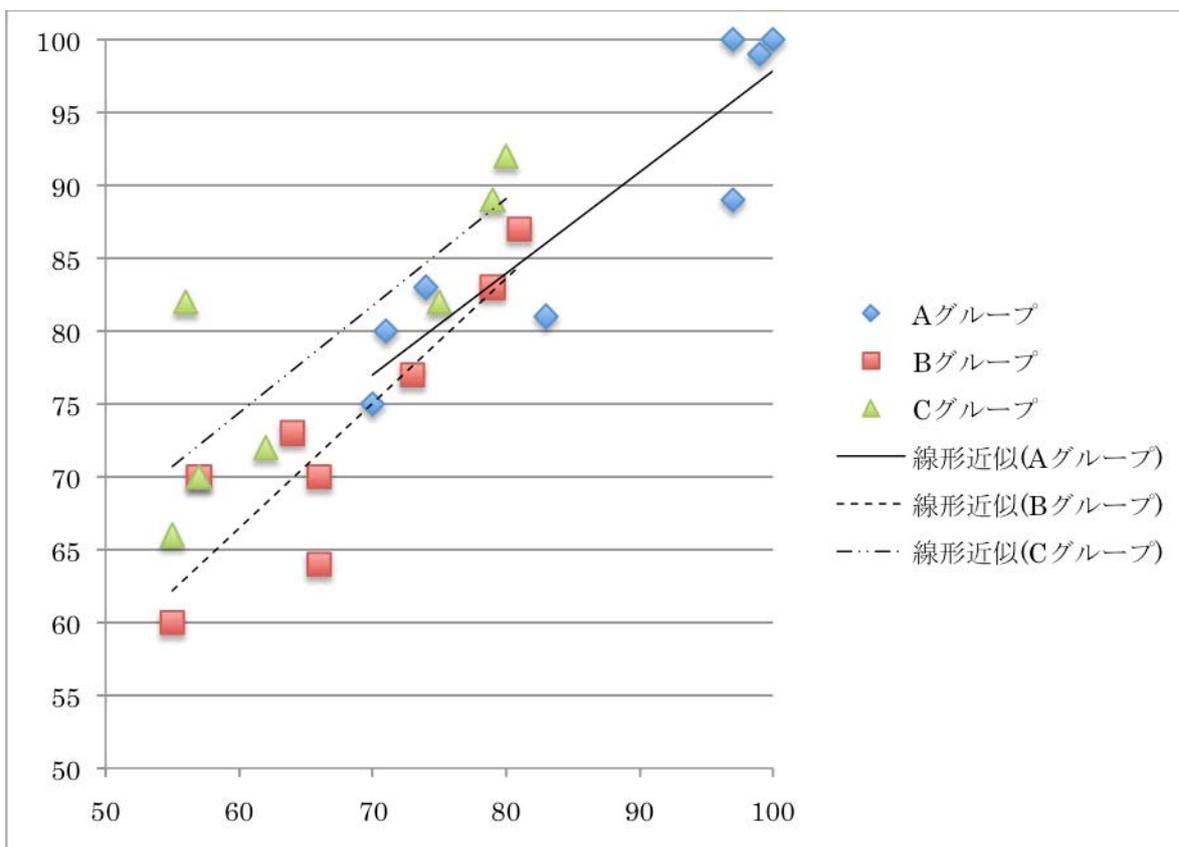


図 13 r/l の認識における TOEIC スコア別の得点の伸び

元のスコアが低いグループが多少伸びがいい程度で、大きな差は見られなかったが、元の点数よりは上がっている者が多いのは確認できる。

それでは、試行回数別ではどうだろうか？試行回数別の3グループは以下の通りである。

- A グループ 1000試行以上（最高2368試行）
- B グループ 600台の試行数
- C グループ 600未満の試行数

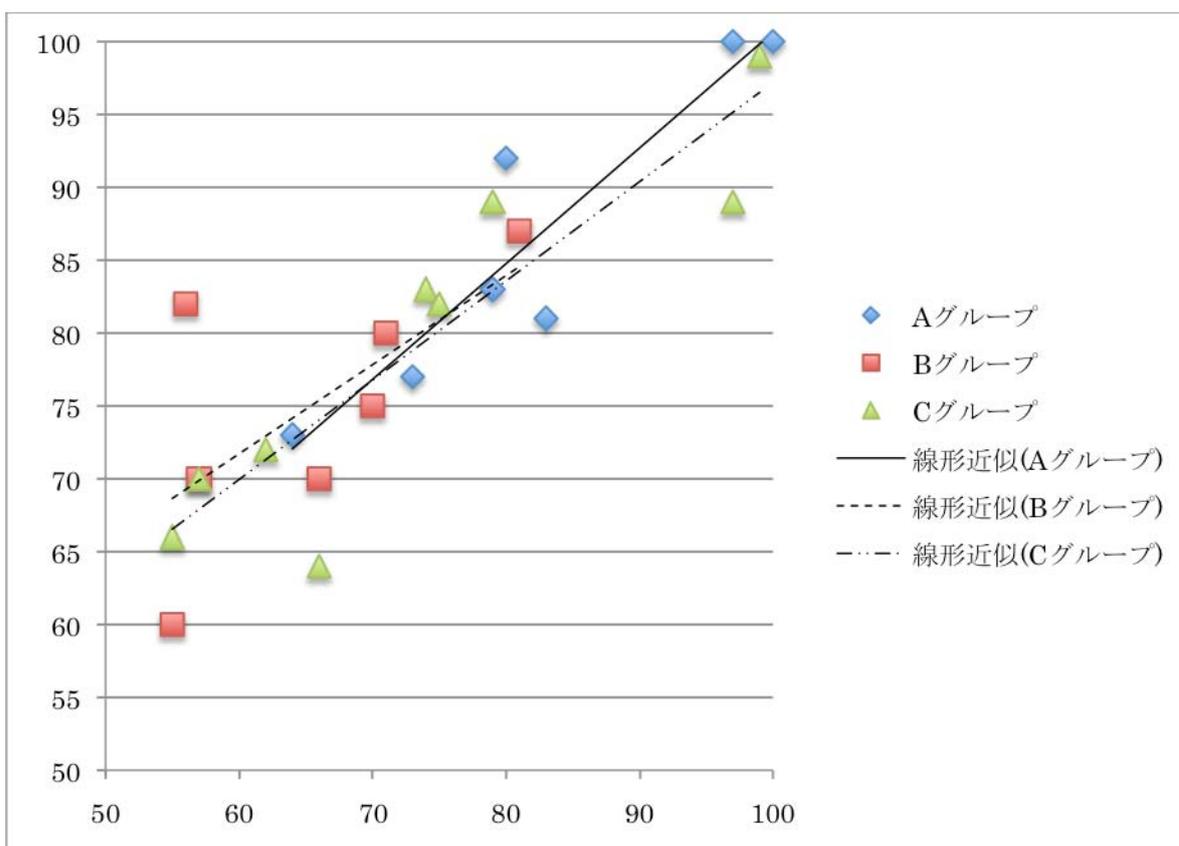


図 14 r/l 試行回数別の得点の伸び

試行回数の多い A グループでも、伸びは多少良いものの、そんなに著しい変化は無い。

母音の時のような試行回数による伸びがさほど見られなかったことには、おそらくは子音の区別の方が母音よりも、知覚に関して母語干渉が大きいと言う事が原因としてあげられるであろう。ただし、これを結論づけるには、他の子音音素の比較実験もしなければいけないので、これについては将来の研究課題としたい。

3. ウェブを利用した授業の進行、運営

2007年度後期より、神戸女学院に、e-ラーニングシステムとして Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) という GNU General Public License に基づいて配布されるオープンソースソフトが導入された。Moodle 公式サイトにある、Moodle の説明は以下のようになっている。

Moodle はインターネット上で授業用の Web ページを作るためのソフトです。教育学でいう社会的構築主義の考え方に基いて作られており、日々改良が行われています。

Moodle はオープンソースソフトで、GNU General Public License に基づいて自由に配布されます。簡単にいうと、Moodle は著作権で保護されていますが、利用者にはさらに自由が与えられています。Moodle はコピー・利用・修正してかまいませんが、条件として、ソースコードを公開し、元のライセンスや著作権表示を修正したり削除したりせず、同じライセンスを Moodle から派生したソフトにも与えなければなりません。詳しくはライセンスをお読みください。もし質問があれば著作権者に直接お問い合わせください。

Moodle は PHP の動作するどんなコンピュータでも動作し、たくさんのデータベースをサポートします（特に MySQL）。

Moodle という語は元々は Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment の略称でした（プログラマ、教育理論屋向け）。また、動詞としての語 moodle は、ものぐさに徘徊する、思いついたことをするといった意味を持ちます。このような楽しみながらの作業がしばしば洞察や創造に結びつくのです。このことは Moodle が開発された経緯と、学生・教師がオンラインコースで学ぶ・教えることの両方について言えることです。Moodle を使う人が Moodler です。

(<http://docs.moodle.org/ja/Moodle%E3%81%A8%E3%81%AF>)

下記が moodle のログイン後の起動画面である。自分に関係のある科目名がリストされている。

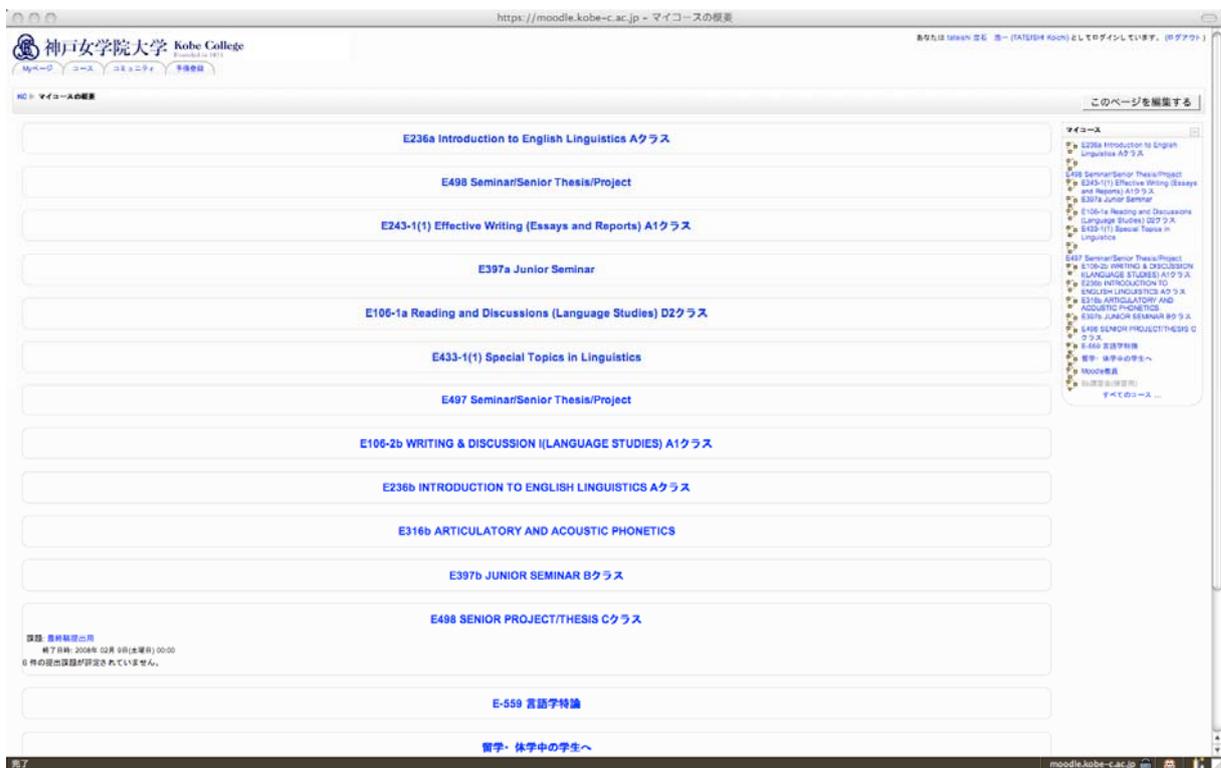


図 15 Moodle の起動画面

教師も学生も、各授業のリンクをクリックして、自分に関連する授業のページに入る事が出来る。下の図が、授業画面である。

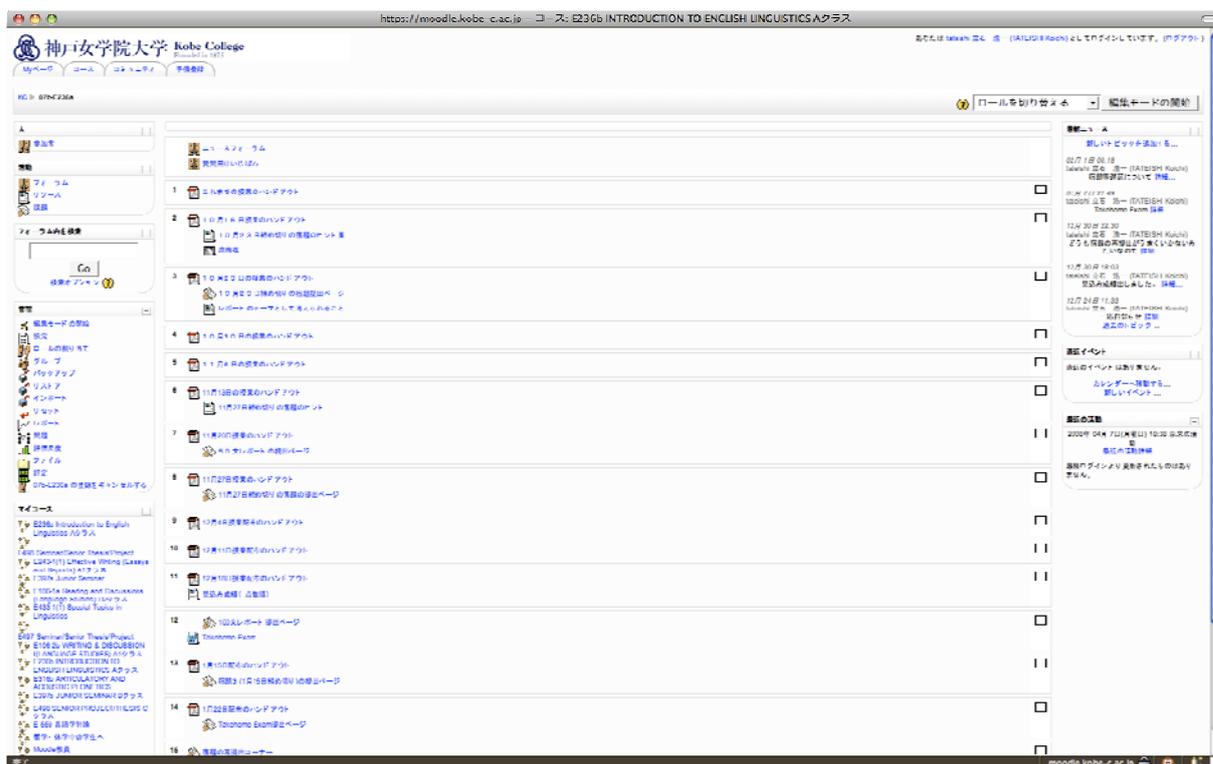


図 16 Moodle の授業画面

図を見て分かるように、ハンドアウトの PDF、宿題の説明、小テスト、フォーラム(掲示板)、宿題の提出スペースなど、授業で使う事が想定されるほとんどのものを自由に配置する事が出来る。学生も、教師とともに、フォーラムなどを通して、授業の構築に参加が可能になる。Moodle は大変自由度の高いソフトである。Moodle 内で宿題を添削し、採点を学生に公開する事も出来る。学生の登録処理も、聴講生なども含め自由出来る。

2007年度後期、複数の授業で Moodle を使用し、宿題の評点などを行って来た。その結果感じた利点は、上記の授業ページ構築の自由度なのであるが、それゆえのデメリットもあった。

まず第一に、最初に授業ページを立ち上げた時点では、以下のようなページしか無い、ということである。

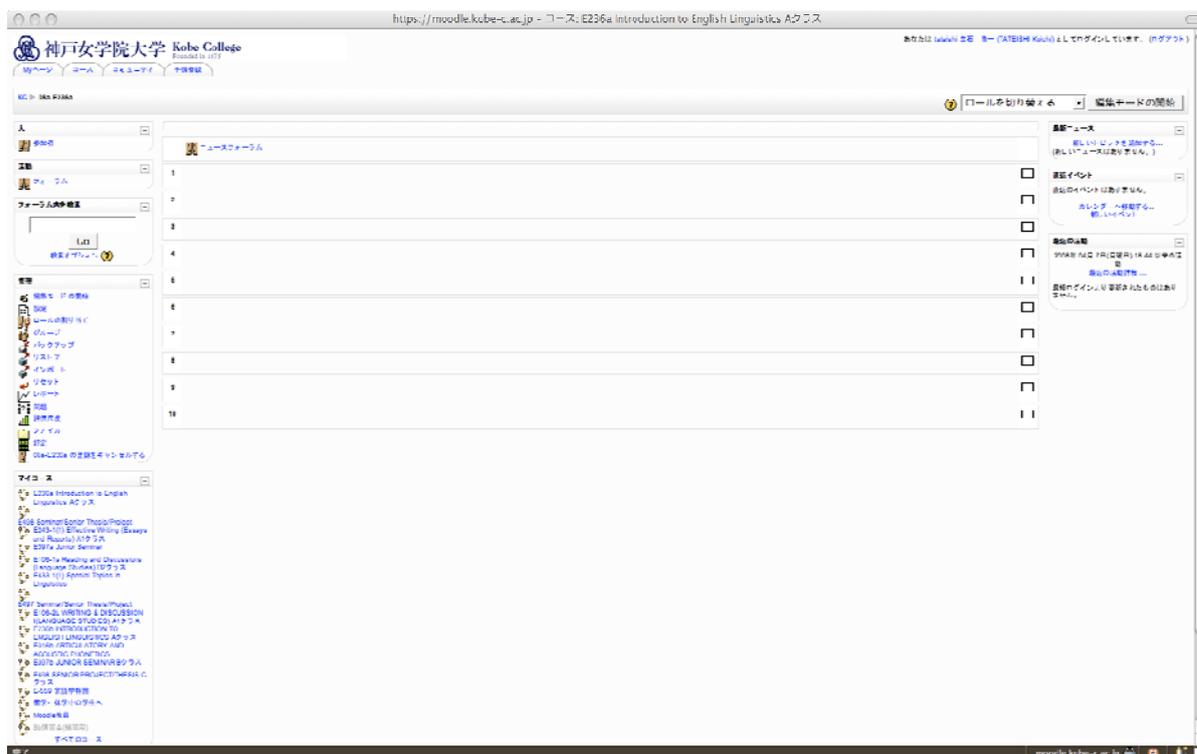


図 17 Moodle の授業画面(初期状態)

つまり、デフォルトの状態では、基本的なフォーラム以外は何も無く、すべてのマテリアルは教員および学生の協力で構築して行かなければならない、ということである。

第二に、これにともなって、学生の登録処理が、特にクラス指定の授業以外は、煩雑になることがあげられる。全学生リストの中から、該当する学生のみ選んでメンバーとして登録する、ということはそれ相応の手間がかかる。

第三に、数としては少数であるが、本学の場合、学校の情報処理室のサービスを使う為には情報処理演習の単位が既習でなければならない。したがって、Moodle を使用した場合に、情報弱者へのケアが重要な課題になる。

第四に、その自由度ゆえに、Moodle は、小テストなどの全ての評価を Moodle でするのでない限り、少人数授業を前提としなくてはならない、というポイントがある。50人以上のオンラインレポートをすべてオンラインで採点し、返却する手間は尋常ではない。

しかしながら、以上の欠点をふまえた上でも、自由度の高い授業ページの構築が可能である Moodle というシステム自体は非常に魅力的である。2008年度も活用のしかたを試行錯誤して行きたい。

4. 終わりに

IT 機器、ネットワークの使用方法はまだまだ無限に近く存在するのであり、本論文で紹介したのは、その一端に過ぎない。今後も、セキュリティ・個人情報保護など、種々の課題を抱えつつも、より有機的な運用が出来るよう、心がける所存である。当面の課題としては、第2節で紹介した、音声聞き分け実験の継続と、新規のプロジェクトとしては、個人ウェブサイト上にオンラインで小テストなども置けるよう、工夫をするつもりでいる。

第 III 部 CALL 教材作成に関わる研究

第 III 部は、本研究の研究目的 (iv) 発音記号学習のための CALL 教材を製作する研究 に関する以下の未公開論文を収録している。調査に協力いただいた学生諸氏には心から御礼申し上げます。

CALL 教材を用いた英語の学習効果について ……………水口志乃扶
IPA 学習用 CALL 教材作成のための基礎資料 ……………水口志乃扶・立石浩一・山田玲子

CALL 音声教材は有効か？

—— 教材コンテンツの違いによる学習効果の予備的調査 ——

水口 志乃扶

神戸大学大学院国際文化学研究科

e-mail: mizuguti@kobe-u.ac.jp

キーワード： CALL 英語音声教材、コンテンツ、トップダウン、ボトムアップ

1 はじめに

近年 CALL 教材はその数もコンテンツの種類も増加の一途をたどっている。またハード面でも、CD-ROM、ライセンス購入型、WEB 仕様のものなど、多様である。ハード面のこの多様性は、使用者が自分の環境に合ったハードを選ぶことができるので、歓迎すべきことである。このような状況の中、CALL 教材を使うにあたっての一番の苦心はやはりコンテンツの適合性とその効果であろう。また学校の授業で副教材として主教材に併用する場合は、そのコンパクト性が問題となる。えてして市販されている CALL 教材は大部で、例えば大学の限られた授業内には収まりきらないことが多い。時間の制約のある中で、どのようなコンテンツの CALL 教材を、どういうレベルの学生に、どれくらいやらせれば効果が得られるか、という提案は筆者の知る限り未だ報告されていない。これまでの英語教育や応用言語学の研究は、例えば「母語話者と学習者にはこれこれこういう差異があります」というものは多いが、「こうやったら学習者の能力が伸びる」という提言にはなっていないのが現状と言えよう。

本研究では、3 種類の CALL 音声教材を用い、大学での一学期を通しての学習実験に基づき、その学習効果を示すものである。この学習実験ではどの CALL 音声教材を用いた学習も等しく学習効果が認められたが、学習開始時の学生の英語の能力と教材のコンテンツによって、学習効果が大きく異なることが判明した。以下に実験の方法と手順、結果、考察を示す。

2 学習実験の方法と手順

本研究では (1) の 3 種類の CALL 音声教材を大学の英語の授業内で副教材として一学期間用い、その学習効果をプリテストとポストテストの比較で計った。

- (1) a. ATR 人間情報通信研究所（編）『完全版 英語リスニング科学的上達法』付属 CD-ROM の米語母音訓練教材
- b. ALC NET ACADEMY （ライセンス購入型）
- c. ATR College 1 （WEB 仕様）

(1a)はハードとしては CD-ROM を用い、コンテンツは中立文脈での英語母音の弁別学習訓練である。(1b)はライセンス購入型の CALL 音声教材で、500 語程度の英語の話を聞いて設問に答える、トップダウン型のリスニング訓練教材である。(1c)は WEB 使用の CALL 音声教材で、ヒアリングを伴う語彙学習、単語、句、文レベルのリスニング、ディクテーション、ならびに英語音声産出訓練をする、ボトムトップ型の音声産出・聴覚教材である。(1a)が完全に文脈に依存しない、無意味語内に挿入された米語母音の単音音声の聴覚訓練教材であるのに対し、(1b)は文脈依存型の総合的音声聴覚教材、(1c)は文脈依存型の総合的音声聴覚と産出訓練のための教材である。

実際の訓練は、学期始めにプリテストを行い、毎回の授業内 10 分から 15 分程度自習形式で訓練、学期終わりにポストテストを行った。プリテスト、ポストテスト共に iNavi TOEIC を用いて、効果がテストのスコアで計れるようにした。(1c) のような産出訓練を伴う教材の学習効果を、産出を全く要求しない iNavi TOEIC でプリテストとポストテストをすることが妥当か否か、という問題があるが、現在のところ産出まで計れるテスト方法がないので、他の(1a, b)の CALL 音声教材の学習効果の計測方法と同じ方法を用いている。その意味で本報告書は、CALL 音声教材の学習効果測定のための予備調査である。

訓練時間は、毎週授業内で 10 分から 15 分程度、合計で 150 分くらいで、プリテスト、ポストテストを含めると訓練期間は大学の一学期の 3 ヶ月である。被験者は全員大学生で、聴覚・視覚に異常はなかった。(1a)を用いた学習実験は、訓練の試行回数によって 2 群に分けた。今回の実験の分析対象となったのは、432 試行が 33 名、574 試行が 34 名である。(1b)の被験者は 32 名、(c)の被験者は 14 名であり、これらの 4 群のプリテスト時の英語能力に有意差は認められなかった。

3 結果と考察

表 1 は、被験者のプリテストとポストテストの iNavi TOEIC で計ったスコアの上昇ポイントの平均である。本実験の考察には iNavi TOEIC スコアを使ったが、TOEIC のリスニングスコアと全体のスコアの間には $r=0.95$ という強い相関が見られたので、TOEIC 全体のスコアでリスニング能力を判定しても問題はないと思われる。いずれの実験群もプリテスト時の TOEIC スコアで 500 点未満、500 点台、600 点以上の 3 群に分けて分析をした。結果は表 1 と図 1 に示す通りである。

	ATR CALL (432trials)	ATR CALL (574 trials)	ATR College 1	Net Academy
TOEIC 290-500	133.3	167.1	105	254.2
TOEIC 501-599	30.3	66	60	33.3
TOEIC 600-	15.6	10.6	0	37.4

表 1：訓練群別 iNavi TOEIC スコア上昇率

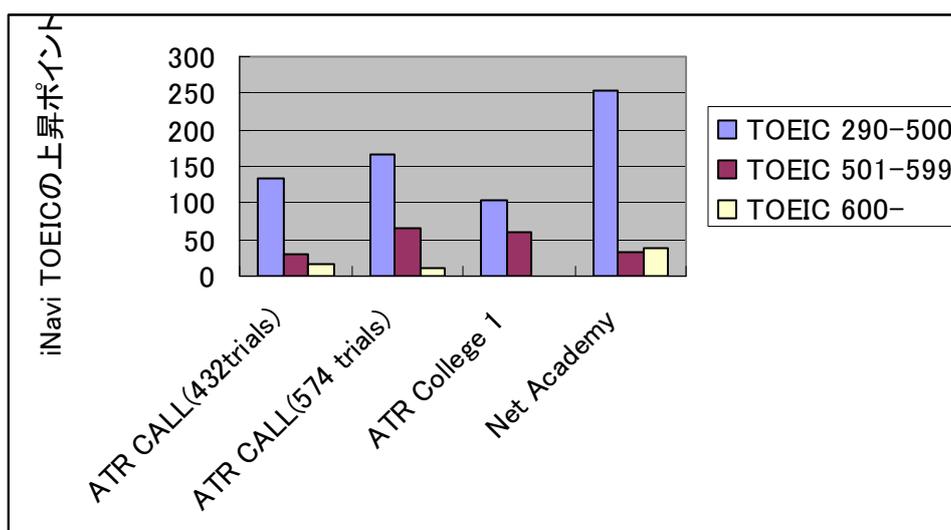


図 1：CALL 音声教材別の iNaviTOEIC の上昇率

この結果を考察すると、本学習実験では 3 種類の CALL 教材しか用いなかったが、3 ヶ月という短い訓練期間で、合計 150 分くらいの音声訓練であるにもかかわらず、どの教材でも確実に効果がある、ということが分かる。特筆すべきは、プリテスト時 TOEIC500 点以下の初級学習者の英語能力の伸びである。実験前は(1a)のような中立文脈での英語母音の弁別訓練はリスニング能力向上にはあまり効果がないのではないかと危惧していたが、結果を見る限りそれは全く無用の心配であった。むしろプリテスト時 500 点台の中級学習者には NET ACADEMY のようなトップダウン型の教材よりも効果的であった。しかしながらプリテスト時 600 点以上の中・上級学習者にはいずれの教材も大変に効果がある、とは言えず、上級者になればなる程その能力を高めることが難しいことが分かる。

表・図 1 は、(2)の種類の CALL リスニング教材と音声産出教材を使った訓練によって、リスニング力がどの程度伸びるかを iNaviTOEIC のスコアの上昇率で計ろうとしたものである。

- (2) a. 中立文脈単音リスニング訓練
- b. 文脈依存リスニング訓練
- c. 産出訓練

では、これらの教材を使うことによって、リスニング力が上がるかどうか、を上記の表・図1の結果からすぐに結論付けられるかという点、そうではない。各教材での学習効果と iNaviTOEIC のスコアの変動を比較して初めて、どの教材がリスニング力の学習に有効であるかがはじめて分かる、と言える。つまり、(3)に示すように、各 CALL 教材での学習効果とリスニング力の上昇が必要十分条件になっているか否かを検証する必要がある。

- (3) a. 中立文脈単音リスニング上昇 ↔ リスニング力上昇
- b. 文脈依存リスニング力上昇 ↔ リスニング力上昇
- c. 産出力上昇 ↔ リスニング力上昇

この検証をするには、各 CALL 教材でのプリテストとポストテストが必要になる。(1a)と(1c)の教材では独自のプリテストとポストテストを実施しているため、この検証が可能である。(1b)に関してはプレースメントテストしか実施するシステムではなかったため、(3b)の検証をすることはできない。(1c)についてはデータの解析がまだ終了していないので、(1a)の教材で、(3a)の検証を以下にしてみたい。

水口・立石(2008)では、(1a)の教材で学習訓練の回数によって、432 試行、574 試行、960 試行の 3 群に分けて、図2のような結果を得た。

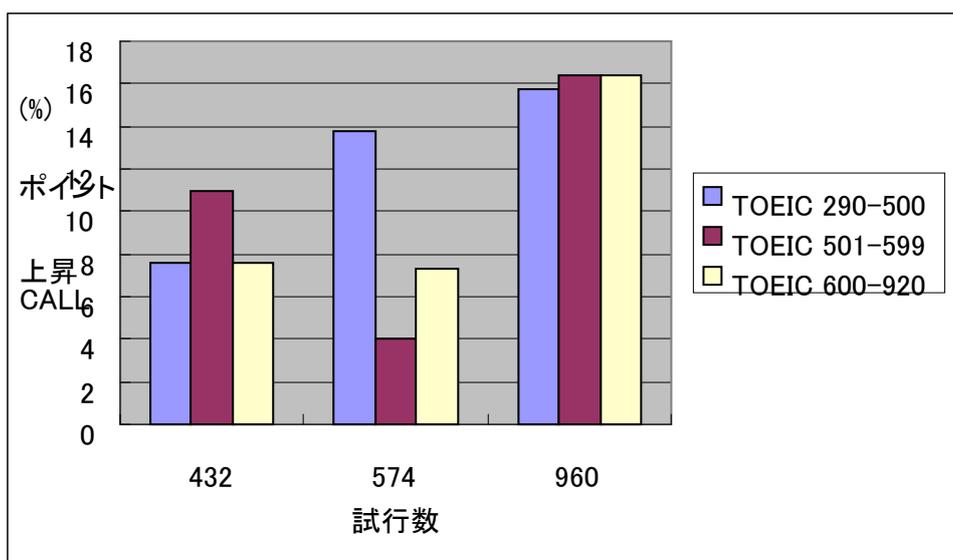


図2：試行数と TOEIC スコアによる CALL 英語母音弁別訓練効果の比較

図 1 と図 2 の 432 試行と 574 試行の群を比較すると、学習者のレベルによって、CALL 教材のプリテストとポストテストに見るスコアの上昇率は大変に違いがあるが、CALL 教材のスコアが上昇すればリスニング力も上昇している、とすることが言える。

4 おわりに

今回の学習実験では、初級学習者には CALL 音声教材は大変に有効な英語学習手段である、ということが明らかになったと言えよう。しかしながら、どのようなコンテンツの CALL 音声教材をどの程度使えば学習効果が上がるのかは、まだ被験者があまり多くなく、残念ながらまだ結論を出すことができない。同じ教材でも学習者の能力によって効果が異なり、また同じレベルの学習者でも、(1a)の単音の訓練教材を用いた 432 試行の群と 574 試行の群では学習効果が異なることから、学習時間によって効果が異なると言える。ただ学習者の能力によっては学習時間に比例して能力が上がることも限らないので、今後はどの程度の学習時間が必要なのかを学習者の能力に応じて探らなければならない。

また、CALL 教材は指導者がいる状況で使ったほうがよいか否かも今後検討しなければならない問題である。まず、CALL 教材は本来自習型の教材であるが、学習者の学習意欲が持続するか否かは疑問である。授業内で学習訓練をしていても、(1a)の単音訓練は苦手な音になって結果が思うように出ないと、学習意欲が下がってしまうという状況があった。また、(1b)のトップダウン型の教材は、学習者が自分のレベルをプリテストで計り、その情報をもとに学習者自身が訓練素材を選定できるものであったので、学習者が得点を出しやすい容易な学習素材を選びがちになっていたように思われ、果たして学習素材のレベルが学習者に本当に合っているかどうかは不明であった。さらに(1c)の教材は音声産出も学習できるものであったが、音声産出訓練は学習者には経験がなく、訓練ができるようにするための指導が必要であった。

今回の一連の学習実験を通してさまざまな問題があることが判明したが、英語の音声学習は特に初級レベルでは CALL 音声教材が有効であると言える。

謝辞 本研究は平成 17 年度～平成 19 年度科学研究費補助金（基盤研究（C）課題番号 17520263 「英語母音産出における音響的特徴と調音運動機序の習得に関する研究」研究代表者 立石（水口）志乃扶）の助成を受けてなされた研究である。本研究の被験者となっていたいただいた学生諸氏には心から御礼申し上げる。

引用文献

水口 志乃扶・立石 浩一 2008. 「英語 CALL 音声教材の能力別効果：大学での授業での実践結果から」 本研究成果報告書 pp.42-49.

使用 CALL 音声教材一覧

ALC Net Academy ライセンス購入型

ATR 人間情報通信研究所（編）1999. 『完全版 英語リスニング科学的上達法 音韻篇』. 講談社

ATR College 1 WEB 仕様型

IPA 学習用 CALL 教材作成のための基礎資料

水口 志乃扶・立石 浩一・山田 玲子

神戸大学大学院国際文化科学研究科・神戸女学院大学文学部・ATR 認知情報科学研究所

E-mail: mizuguti@kobe-u.ac.jp / tateishi@mail.kobe-c.jp / yamada@atr.jp

キーワード：IPA（国際音声字母）、英語母音、綴り、英語音声、Phonics

1 はじめに

本研究「英語母音産出における音響的特徴と調音運動機序の習得に関する研究」における研究方針は、(i) 英語母音の音響資料を明示し、(ii) 日本語を母語とする英語学習者の英語母音の弁別度を調査し、(iii) CALL 教材を使った英語学習による学習効果の検証し、(iv) 実験的な発音記号学習のための CALL 教材を製作することである。本報告書は (iv) の CALL 教材を製作するための基礎資料を提示するものである。

2 IPA 学習用 CALL 教材を作成するにいたった研究経緯

2.1 日本語を母語とする英語学習者の英語母音の認知度

本研究において、日本語を母語とする英語学習者の英語の母音に対する弁別度調査を行った ([1]参照)。結果は (1) に示すとおりで、日本語では「ア」のように聞こえる英語の低・中母音や後母音の弁別が難しいということが分かる。

(1) [i/i/e] > [i/i] > [o/a] > [æ/a] > [u/o] > [u/u] > [ʌ/a] > [æ/ʌ/a]
83.1% 80% 79% 75.6% 71.6% 69.7% 69.6% 60.9%

日本語では母音は 5 種類しかないが、英語の母音は多く、アメリカ英語では単母音が 11、二重母音が 3 種類ある (図 1 参照)。しかしながら、この事実を認識している英語学習者は極めて少なく、英語を弁別・産出する際も母語の母音で置き換えてしまうことが多い。山田他([2])でアメリカ英語の聞き取りのカタカナ書き取りテストを行ったところ、日本語を母語とする英語学習者は、(2) の音声をすべて「ハード」というカタカナ表記してしまうという。

(2) □h:・□□h□_□□h□□□h□□□h□□

日本語で「ハード」とカタカナ表記される長い「ア」は、英語では前低母音[æ]、後低母音[a]、後中母音[ɔ]、中央中母音[ʌ]であり、これらはみんな異なる音素であり、(2)にリストされている単語はすべて意味が違う。しかしながら日本語を母語とする英語学習者にとってはこれらの音韻の弁別は難しく、当然のことながら産出を仕分けることも容易ではない。



図1：アメリカ英語と日本語の母音

英語の母音の多さに加えて、英語の音声学習を困難にしているもう一つの原因は、英語の綴りと音声が一致していない、ということにある。英語は歴史的に多数の言語と言語接触を繰り返し、綴りが固定してからも音韻変化が続き、結果綴りと音声が大きく乖離してしまったという経緯がある。例えば同じ綴りでも音声が大きく異なる場合が現代英語では少なくない。(3)はその一例である。

- (3) a. kit [ɪ] vs. kite [iɪ]
 b. pet [ɛ] vs. Pete [eɪ]
 c. fat [ɑ:] vs. fate [eɪ]
 d. cut [ʊ] vs. cute [ju]
 e. cop [ɒ] vs. cope [oʊ]

英語を母語とする子どもは、他の言語を母語とする子どもに比べて綴りを覚えるのが遅いと言われている。英語を母語としない学習者にとっては、英語の音韻を学習することも容易ではないのに、それに加えて音韻がどのような綴りと対応しているかを覚えることは大変に負担が大きい。実際に、日本の従来の英語教育は書き言葉を偏重しており、

また日本語が表音文字をもつことも影響して、英語学習者は綴りに引っ張られた音声を産出することも多い。このような英語学習者の状況をどうしたら好転することができるか、というのが本研究に携わる研究者の共通した思いであり、まず英語の綴りと音声の関係を調査することから研究を始めた。

2.2 綴りと音声の相関に関する資料

筆者らは1音節ならびに2音節の英単語675個のリストを作成し、それぞれの単語の音節構造と、英和辞書Genius第3版に基づいた学習レベル(日本の中学、高校、大学、社会人レベル)を調査し、その資料に基づき、英語の綴りと音声の相関を以下の規則にまとめた。

(4) 英語の1音節ならびに2音節語の綴りと音声の相関

- 1 e → [e] / _ Ce# (he, me, Pete, etc.)
- 2 ea/ee → [e] (heat, leak, peak, read, etc.)
(freeze, green, sleep, keep, feel, feet, etc.)
- 3 y/i → [i] / _ Ce# (kite, mice, etc.)
/ _ gh (right)
/ _ # (phi, my)
- 4 i → [i] / otherwise (big, hill, hit, live, lip, lib, pill, pin, ring, sit, will, wit, etc.)
- 5 e → [e] / _ C (bed, bell, fell, get, hell, net, met, pen, red, wet, set,
tell, yen, test, vest, etc.)
- 6 ea → [e] (read(past), feather, heaven, tread)
- 7 a → [a] / _ Ce# (cape, fate, game, Jane, hate, lake, make, pale, rate, sake, sane, shape, take, tale, Yale, taste, etc.)
- 8 ai/ay → [e] (aid, fail, mail, pain, Spain, wait, etc.)
(day, hay, May, pay, ray, slay, etc.)
- 9 a → [a] / _ C (add, bad, branch, cat, cap, candle, Dan, fat, grass, hat, Jack, lack, mat, pat, rat, rang, sat, sac, tab, track, vast, valley, etc.)
- 10 a → [a] (father, ha, ma, pa, what, yacht, wander)
- 11 u → [u] / _ C (bud, butter, cut, cup, dull, flush, bum, hurry, jungle, luck, much, nut, puddle, puck, rung, spun, etc.)
- 12 u → [u] / _ Ce# (cute, duke, dune, Juke)
- 13 u → [u] (bull, full, pull, put)

- 14 o → [oU] / _ Ce# (cope, code, dole, froze, joke, lope, mole, pole, poke, sole, stole, slope, tome, ode, vote, yoke, etc.)
- 15 o → [oU] (po, most)
- 16 oa → [oU] (coat, cloak, foal, goal, goat, Joan, moat, road, soap, toast, etc.)
- 17 oe → [oU] (Joe, hoe)
- 18 ol → [oU] (toll)
- 19 ow → [oU] (bowl, crow, known, mow, slow)
- 20 o → [oU] / _ C (bock, cotton, cop, clock, doll, drop, dot, phone, got, God, gross, hot, hock, John, jog, lock, lop, moll, moth, knotty, odd, pod, wrong, rot, shock, shop, tore, Tom, popper, pod, vox, etc.)
- 21 al → [oU] (all, ball, call, chalk, fall, hall, stall, talk, tall, etc.)
- 22 au → [oU] (caught, exhaust, faucet, gaud, laud, naughty, pauper, Saul, etc.)
- 23 aw → [oU] (crawl, dawn, fawn, hawk, haw, jaw, maw, paw, raw, pawn, yawn, etc.)
- 24 oo → [oU] (booth, coop, doom, fool, looter, moo, poodle, pooh, soon, spoon, stool, tool, etc.)
- 25 oo → [U] (book, foot, good, hook, look, took, wood, etc.)
- 26 o → [o] (tomb, who, who' d)
- 27 ou → [o] (soup)
- 28 ou → [U] (could)
- (_____ は例外)

(4)は筆者らの収集した 675 語に基づいて作成した綴りと音声の間の規則であるが、下線をひいてある規則は他の規則と相反するものである。これらの規則を作りながら筆者達は、規則の数が多すぎるといふことと、例外が多いという事実に関心、英語学習者がこれらの規則と例外を覚えることが果たして学習上効果的であるのかに疑問をもった。

現在、日本の小学校に英語教育が導入されつつあるが（佐藤・松香[3]など参照）、綴りと音声の相関を利用した Phonics 教育が採用されつつある。Phonics 自体は 20 世紀初頭から多数の研究者が提案しており、実際の英語教育でも使われてきたという事実はあるが、時代によって教育現場への応用の度合いが異なっている。その理由はやはり例外の多さによるものである。Smith([4])によると、9 歳児が使う語彙の 1 音節と 2 音節

語だけでも、規則が 166、例外が 45 もあるという (Table1 参照)。筆者らは (4) の規則を作成した経験と、この Smith ([4]) の研究から、英語の綴りから音声を演繹する学習方法は効果的ではない、との結論に達した。

	consonants	primary vowels	secondary vowels	total
spelling-sound correspondences	83	79	49	211
"Rules"	60	73	33	166
"Exceptions"	23	6	16	45
Grapheme units in rules	44	6	19	69

Table 1: Spelling-Sound correspondences among 6092 One- and Two-Syllable Words in the Vocabularies of Nine-Year-Old Children (Smith [4]: 89)

2.3 IPA (発音記号) による音声学習の可能性

次に筆者らが考えたのは、綴りではなく発音記号を正しく知れば英語音声の学習が効果的にできるのではないか、ということである。現在の高校までの日本の英語教育では発音記号を覚えさせることをほとんどしていない。従って大学生になっても発音記号は「なんとなく」知っている程度であると言う。そこで実態を知るべく、大学生を対象にして、英単語の音声を発音記号で表記できるかという調査を実施した。

2.3.1 IPA による表記調査

調査対象は英語非専攻の大学生 30 名である。調査内容は、英和辞書 Genius 第 3 版で語彙レベル (中学、高校、大学・社会レベル) を調査した 1 音節から 3 音節語計 50 単語 ((5) 参照) 内の、指定した母音の発音記号を IPA で表記してもらうというものである。母音はアメリカ英語すべての母音を調査できるように語彙を選定した。また被験者には調査に先立って IPA を学習してもらった。

(5) 調査語彙 (下線は指定母音)

- a. 中学レベル : love, money, light, night, science, out, break, feed, leader, control, over, road, call, group, room, school, through
- b. 高校レベル : dozen, subway, suffer, missile, tide, vice, healthy, weapon, capable, debate, range, trail, wage, increase, pea, note, total, authority, salt, boot, include, nuclear, tube
- c. 大学・社会人レベル : junk, leather, abate, mainland, steak, strain, canine, heave, plea, speculate, Austria, precaution

結果は、語彙レベルでは、(5c)の大学・社会レベルの単語になるとどういふ母音であるか「全く分からない」といふ反応が7割くらいあった。これに比べて中学、高校レベルの単語では「全く分からない」といふ反応は皆無であった。次に誤答で多いものは、(6)のとおりである。

- (6) a. 前低・中央中・後中母音[a/ʌ/ɔ]の区別がつかない
 b. 緊張母音と弛緩母音[e/ɛ]の区別がつかない
 c. 単母音と二重母音[e/ɛ/eɪ]、[ɔ/ou]の区別がつかない

(6a)は日本語の「ア」のように聞こえる音の区別ができていないことに原因があり、この結果は(1)に示した弁別の不得意な英語音声とも重なるところである。また日本語は弛緩母音しかもたない言語であるので、(6b)の結果が出るのも当然である。また英語の緊張中母音[e/ɔ]は二重母音[eɪ/ou]として使われることが多いが、開音節をもつ日本語では二重母音という概念がなく、結果日本語を母語とする話者は二重母音という認識をもっていないことから(6c)の結果が出て驚くには足りない。

この調査から、英語の母音として認識の低い音声は表記もできないことが分かる。筆者たちは、英語学習上必要なことは、英語の母音に対して認識を高めることだと考え、その手段のツールとして、IPA 学習用 CALL 教材の開発が必要であるという結論に達した。

2.3.2 IPA 学習用 CALL 教材のコンテンツ

英語の母音の認識を高めるための IPA 学習用 CALL 教材の開発にあたっての筆者たちの方針は、学習者にとってなじみのある英単語を使うことである。前節の調査でも分かったとおり、語彙レベルが高くなると「全くわからない」といふ反応が多くなり、学習意欲が薄れてしまう。たくさんある英語の母音の種類を覚えるには、無理になじみのない単語で訓練をする必要はない、と考え、1音節または2音節の中学レベル(以下の表では**印)と高校レベル(*印)の単語に極力限ってコンテンツ開発をすることにした。現在の段階では以下のコンテンツを考えている。

IPA	付記	語頭	語中
i		**eat, +eel,	+bead, **meal, **team, **keep, **sleep
I		**ill, **ink, **English	*bid, *kid, *pin, **hill, **sit, **build
e	eɪ (実際は二重母音)	**age, *aid, *aim, *agency	bayed, **lake, **make, **paper, **mail, *rate, *shape, *debate, *range, *wage, +steak

ɛ		**end, *edge, *effort	**bell, **red, **fresh, **letter, **pen, **head, **friend, **health, **neck, *net, *bed, *heaven, *feather,*weapon, +leather, +leopard, +pedal
æ		**action, *add,	**bad, **map, **cat, **hat, *bag, *mat, *pack, *valley, +candle
ɑ		*odd, +olive	**body, **father, **what, *yacht, *calm, *pal,
ʊ			+buddist, **good, **wood, **book, **full, **pull, **could, hook
o	ou (実際は二重母音)	**old, **open, **ocean, **owe	+bode, **road, **coat, *soap, *goal, *slope, *total, *code, *pole, *note, *tone, +soal
u		oolong	bood, **spoon, **noon, **pool, **soon, **tool, **June, *rude,
ʌ		**us, **up, **other, *ugly,	+bud, **love, **money, **sun, **cut, **cup. **fun, **much, **butter, **hurry, **come, *truck, *luck, *flood, *none, *done
ɪ		**earth,	**bird, **her, **first, **turn, *circle, *birth, *pearl, +fur
aɪ		**ice, **island, *item,	+bide,**light, **wife, *type, *height
aʊ		**out, **hour,	bowed, **south, **mouth, **down
ɔɪ		**oil, *oyster, +oily	Boyd, **noise, **point, *appoint, *avoid, *choice
ɔ	IPA にはないが Ladefoged[5]にあり	*odd, authority	bawd, **call, **doll, **clock, **God, **hot, **shop, *lock, *cotton

3 おわりに

筆者たちは英語の音声に馴染みを持ち、かつ正しく弁別・産出するには発音記号を覚えることから、という方針をたて、IPA 学習用 CALL 教材を開発中である。実験的な CALL 教材ができたなら、それを使って訓練を実施し、学習実験を行い、改良することが次の研究目標である。

謝辞 本研究は平成 17 年度～平成 19 年度科学研究費補助金（基盤研究（C）課題番号 17520263「英語母音産出における音響的特徴と調音運動機序の習得に関する研究」研究代表者 立石（水口）志乃扶）の助成を受けてなされた研究である。調査に協力していただいた学生諸氏には心から御礼申し上げる。

引用文献

- [1] 水口 志乃扶 2008. 「日本人英語学習者の英語母音認識度調査」. 本研究成果報告書 pp.36-41.
- [2] 山田恒夫・ATR 人間情報通信研究所 2005. 『XP 対応 英語リスニング科学的上達法』 講談社
- [3] 佐藤久美子・松香洋子 2007. 『今日から私も英語の先生』 玉川大学出版部
- [4] Smith, Frank. 1973. The efficiency of phonics. In Smith, Frank (ed.) *Psycholinguistics and Reading*. Holt. pp.84-90.
- [5] Ladefoged, Peter. 2006. *A Course in Phonetics, 5th Edition*. Thomson.