

英語音素指導の有効性に関する実験的検証 —音声認識システムを使用した発音実験を用いて—

田中佑委¹・内田翔大²

要旨

本研究は、日本人英語学習者がスピーキングにおいて、正確な発音をするのが困難な音素を明らかにするために、母音 16 音素、子音 14 音素からなる発音実験を実施した。その結果、母音では /ə:r/, /ɔ:/, /oʊ/, /ʌ/ の 4 音素が、子音では /f/, /v/, /h/, /n/, /ŋ/, /θ/, /s/, /z/, /dz/, /si/ の 10 音素が、日本人英語学習者には正確に発音することが困難であることが明らかになった。これらの発音が難しい音素と、/r/, /l/ の音素に対して短時間の発音指導を行い、音素によって発音の正確性の改善のしやすさに差があるかを検証したところ、/ə:r/ の母音音素と、/v/, /r/, /dz/, /s/, /h/ の 5 つの子音音素については、短期間の発音指導によって発音の改善が期待できることが検証された。また、発音指導で扱った 3 つの発音指導法ごとの効果の差としては、L1A アプローチの効果が最も高く、続いて IIA アプローチの効果が高く、ALA アプローチの効果が最も低いということが示された。この結果は、日本人英語学習者への発音指導においては、SKT (カタカナ近似音) のようなカタカナ表記の発音の説明が特に有効であることを示唆するものであった。また、本研究では、日本人英語学習者の発音正確性の評価方法として、スマートフォンの音声認識を利用した正確性判断の妥当性についても検証し、その有効性や課題についても明らかにした。

¹ 和洋女子大学大学院人文科学研究科英語文学専攻修士課程

² 和洋女子大学国際学部英語コミュニケーション学科、大学院人文科学研究科英語文学専攻

1 はじめに

日本人英語学習者の思春期以降の英語学習における英語の各技能の習得に関しては、主に実験を用いた研究が近年では実施されている。特に、日本人英語学習者がリスニングにおいて識別困難な音素についての研究や、スピーキングにおける発音の正確性に関する研究が多くある。リスニングにおいて識別困難な母音や子音の音声要素の実験を行った Kawashima (2008) の研究では、日本人英語学習者のミニマルペアの識別能力を解明するためのリスニング実験が行われた。ミニマルペアとは、1つの音の違いだけで意味が区別できる単語のペアのことである。例えば、lice の [l] と rice [r] のような音声対立のある音（その言語における音素）以外の音が共通し、その音の違いだけで意味が区別される単語のペアのことを指す (Pike, 1947; Fromkin. et. al., 2018)。この実験では、母音のミニマルペア /æ/ - /ɑ:/ などの 8 問と、子音のミニマルペア /b/ - /v/ などの 7 問の計 15 問がリスニング問題として用意された。リスニングの音源はアメリカのネイティブスピーカーのものだった。この結果、日本語母語の英語学習者は、母音より子音のミニマルペアの識別能力の方が高いことが明らかにされた。特に苦手とされた音声対立は、母音では /ʌ/ - /ɑ/ で、子音では /n/ - /ŋ/ であった。

スピーキングに関する研究では Ueno & Yamane (2020) の研究がある。日本人英語学習者が発音で苦手としている /l/ - /r/ の発音区別について、発音指導を含んだ発音実験を実施している。この研究では、この2つの音素の発音の正確性を検証するとともに（事前テスト）、その正確性が3つに条件分けされた音指導のアプローチによってどの程度改善されるのか（事後テスト）、3つの指導法に効果の差がみられるのかの3点が検証されている。事後テストにおいて発音指導で用いられた指導法の3つのアプローチの1つ目は、学習者が目標とする発音を聞き、真似をする、リスニング+リピートによる指導法である IIA アプローチ (the intuitive-imitative approach) であった。2つ目は、国際音声記号 (IPA) や音声器官の図などの音声学的情報を利用した発音に関する説明文、リスニング+リピートによる指導法である ALA アプローチ (the analytic-linguistic approach) であった。3つ目は、学習者の第一言語を第二言語の発音の改善に活用するアプローチで、英単語の発音を日本語のカタカナを利用した SKT (近似カナ表記) で表し練習に用いる L1A アプローチ (the L1-pivotal approach) であった。SKT とは、島岡 (1994) が提案した、日本人英語学習者が英語の発音を学ぶために、実際の英語の音にできるだけ近くなるように英語の発音をカタカナに工夫して表記したものである。実験では、20分間の発音の指導を行った結果、/r/ に関しては指導前後で発音の改善はみられたが、3種類の指導法間で効果の差は確認

されなかった。/l/ に関しては、全体的に指導前後で点数の改善はみられなかったが、3 種類の指導法間の成績の違いがみられ、L1A アプローチの方が、IIA アプローチよりも効果が高かったと報告されている。また、事後テストの後にはアンケート調査も実施しており、L1A アプローチは他の指導法よりも、被験者の脳が処理する学習の認知的負荷が軽減されたことから、学習者にとって難しいという印象を最も与えなかったことが明らかになった。

このように Kawashima (2008) のリスニング実験と、Ueno & Yamane (2020) の発音指導を含むスピーキング実験により、日本人英語学習者が各技能においてどのような音素を苦手とするのか、どの音素が指導によって改善されやすいのかについての研究が進められてきた。これらを踏まえ、本研究では以下の 3 つの研究目的 (RQ) を設定する。

RQ1： 日本人英語学習者にとって発音困難な音声要素はなにかを検証する

RQ2： 発音指導により日本人英語学習者の発音困難な音声要素は改善されるかを検証する

RQ3： 音声認識システムを使用した発音実験採点の有効性を検証する

本実験では、まず、日本人英語学習者が正確に発音するのが困難な音素を明らかにするための発音実験を行い、日本人英語学習者はどのような音声要素を正しく発音することを苦手とするのかを検証する (RQ1)。また、発音の正確性判断として、スマートフォンの音声認識システムを使用した採点を行い、その有効性についても検証する (RQ3)。また、Ueno & Yamane (2020) の実験を参考にし、/l/ と /r/ 以外の子音や、母音の音素を加えた幅広い種類の音素に対して発音指導を含む発音実験を行う。日本人英語学習者が正確に発音するのが困難な各音素は、短時間の発音指導によりどの程度改善するのかを検証する。また、3 種類の発音のアプローチを比較し、どの発音指導法が最も効率的に発音の正確性を改善できるのかについても明らかにする (RQ2)。

2 発音実験 I

2-1 実験概要

本章の発音実験Iでは、日本人英語学習者が正確に発音するのが苦手な母音と子音の音素を明らかにすることを目的とした発音実験を行った。本実験では、Kawashima (2008) の研究で明らかにされた、日本人英語学習者がリスニングにおいて識別困難な音素は、スピーキングにおいても同様に正確に発音が困難であるのかを検証する。

発音実験Iの対象者は、日本語母語話者の英語学習者で、和洋女子大学英語コミュニケーション学科の学部生3、4年生(19名)と大学院英語文学専攻の大学院生1、2年生(5名)を合わせた計24名であり、彼らは有償で実験に参加した。

実験で被験者に発音してもらう英単語については、母音は16音素×2種類の32問、子音は14音素×2種類の28問の合計60問を設問として用意した。また、音声認識の判定とネイティブスピーカーの採点を比較するために、被験者24名のうちランダムに選んだ6名の音声を録音した。

2-2 実験方法

発音実験Iは、音声認識システムが正しく動作するように、静かな部屋で対面式に行った。まず、被験者に実験の概要と個人情報の保護に関する説明を行い、同意した場合に限り参加してもらった。次に、被験者に自分のスマートフォン(iPhone)のメモ帳のアプリの音声入力を英語(米国)に設定し、音声为正しく認識されるか確認してもらった。音声入力の言語を英語(米国)にした理由としては、Kawashima(2008)のリスニング実験でのアメリカ英語の音声と基準を合わせるためである。設問には、母音(32問)と子音(28問)の60問の発音問題を用意し、被験者は問題用紙を見ながら、自分のスマートフォンの音声認識システムに向かって、ゆっくりとはっきりと、各単語を3回ずつ発音してもらった。1つの単語を発音し終わったら改行してもらった。これは、前の発音が後の単語の認識に影響を与えないようにするためである。音声入力途中で止まった場合は、中断した設問からやり直してもらった。

2-3 分析方法

分析にはExcelを使用した。分析方法としては被験者から回収したメモ帳の英単語のデータが、3回発音されたデータのうち1回でも正しく認識されていれば正答とした。

2-4 実験予測

Kawashima(2008)の研究において、母音では/ʌ-/ɑ/(28.60%)、/e-/æ/(37.80%)、/ɔ:/-oo/(68.60%)の音素が、子音では/n-/ŋ/(35.10%)、/b-/v/(46.50%)、/l-/r/(47.60%)の音素が、リスニングにおいて識別困難であると示されている。リスニングにおいて識別困難な音素が、スピーキングにおいても発音困難であるのであれば、これらの音素の正答率が低くなることが予測される。

2-5 結果

被験者 24 名の正答率は、母音全体では平均 51.04% (標準偏差 30.62)、子音全体では平均 45.39% (標準偏差 32.78) だった。母音の音素ごとの平均正答率と標準偏差を以下の表 1 に示す。母音の正答率が最も低かった音素は /ɔ:/ で平均 16.67% (標準偏差 31.18) だった。次に正答率が低かったものは、/ə:r/ で平均 25.00% (標準偏差 35.36) だった。その次に正答率の低い音素は /ʌ/ で平均 29.17% (標準偏差 22.44) だった

表 1：母音の音素ごとの正答率の記述統計 (N=24)

音素 (母音)	平均 (M)	標準偏差 (SD)
/i/	47.92%	30.55
/i:/	87.50%	26.02
/æ/	56.25%	21.42
/ɑ/	53.13%	14.99
/ʌ/	29.17%	22.44
/e/	68.75%	34.80
/ɔ:/	16.67%	31.18
/oo/	41.67%	27.64
/ɑ:r/	77.08%	32.21
/ə:r/	25.00%	35.36

次に子音の音素ごとの平均正答率と標準偏差を以下の表 2 に示す。子音の正答率が最も低かった音素は /n/ で平均 4.17% (標準偏差 13.82) だった。次に正答率が低かったものは /h/, /s/, /z/ で、平均と標準偏差はすべて同じであり、平均 16.67% (標準偏差 23.57) だった。その次に正答率の低い音素は /dz/ で平均 25.00% (標準偏差 32.27) であった。

表 2：子音の音素ごとの正答率の記述統計 (N=24)

音素 (子音)	平均 (M)	標準偏差 (SD)
/b/	83.33%	23.57
/v/	20.83%	32.00
/f/	72.92%	28.79
/h/	16.67%	23.57
/s/	16.67%	23.57
/θ/	62.50%	33.07
/l/	72.92%	32.21
/r/	66.67%	44.88
/ʃi:/	77.08%	35.29
/si:/	37.50%	21.65
/z/	16.67%	23.57
/dz/	25.00%	32.27
/n/	4.17%	13.82
/ŋ/	62.50%	21.65

また、実験Iのスピーキング実験と Kawashima (2008) のリスニング実験との比較を行うため、母音 8 種類、子音 7 種類のミニマルペアごとに平均正答率と標準偏差を求めた。本研究では各音素に正答率を求めたので、ミニマルペアの正答率についてはミニマルペアの各音素の正答率の平均値をミニマルペアの正答率とした。まず、Kawashima のリスニングのみ識別困難だった母音の音素のペアは /e/ - /æ/ (37.80%) であった。本実験のスピーキングの発音実験のみ発音困難だった音素は /ɔ:/ - /ou/ (29.17%) だった。また、母音のリスニング・スピーキング共に正答率の低いペアは、/ɪ/ - /a/ (リスニング 28.60%, スピーキング 39.58%) であった。

次に、Kawashima のリスニングのみ識別困難だった子音の音素のペアは /b/ - /v/ (46.50%) だったが、本実験のスピーキングの発音実験のみで発音困難だった音素は /dz/ - /z/ (20.83%) と /s/ - /θ/ (39.58%) だった。子音のリスニング・スピーキング共に正答率の低いペアは、/n/ - /ŋ/ (リスニング 35.10%, スピーキング 33.33%) であった。発音実験Iの音声対立ごとの正答率の中で、/l/ - /r/ のペアは 69.79% と最も正答率が高いという結果になった。

本実験では、英語の発音の正確性評価について、スマートフォンを利用した音声認識による機械的な採点と、ネイティブスピーカーによる人的な採点を比較することで、音声認識

による発音評価が従来から広く行われているヒトによる評価と、どの程度差があるかについても検証した (RQ3)。ヒトによる採点では、関東の大学で英語科目の非常勤講師をしている、アメリカ出身の英語ネイティブスピーカー2名に、採点の協力をお願いした。ネイティブスピーカーによる採点には、任意の協力により録音した6人の音声のうち、ランダムに選出した3名の被験者の録音を聞いてもらい、アメリカ英語のネイティブな発音の観点から正しい発音になっているか採点してもらった。録音の場合の採点法は、音声認識による採点と同様に、3回の英語の発話のうちで1回でも正しい英語として発音されていると判断された場合、正答とした。ネイティブスピーカー2人の評価者間の信頼性を確認するため、Excelにてクロンバック α 係数を算出し、データ間の信頼性を検証した。クロンバック α の信頼性係数は0から1の間の値を取り、1に近い方がよりデータ間の信頼性があることを表すもので、信頼性が高いと判断するためには通例では0.7以上が必要であるとされる (青木, 2015; 岡田, 2015 など)。その結果、母音の信頼性係数は $\alpha = .76$ になった。信頼性係数に関しては $0.8 > \alpha \geq 0.7$ なので、やや高い信頼性が認められた。一方で、子音の信頼性係数は $\alpha = .49$ となり $0.5 > \alpha$ となり、信頼性は低かった。よって、ネイティブスピーカーの2人の採点の信頼性は母音の場合はやや高く、子音の場合は低いという結果だった。

ネイティブスピーカー2名の採点と音声認識の採点の比較を表したものが表3である。表3は母音と子音を合わせた全体の設問の正答率を表したものである。また、表4は、音声認識とネイティブスピーカーの採点の一致率を示している。音声認識とネイティブスピーカーの採点の一致率については、問題ごとに音声認識とネイティブスピーカーの採点が一貫している割合を計算した。

表3：音声認識の採点とネイティブスピーカーの採点の正答率の比較

	被験者 1	被験者 2	被験者 3	平均
音声認識	80.00%	68.33%	43.33%	63.89%
ネイティブチェック 1	90.00%	80.00%	56.67%	75.56%
ネイティブチェック 2	93.33%	81.67%	70.00%	81.67%

表4：音声認識の採点とネイティブスピーカーの採点の一致率

音声認識とネイティブ 1 の一致率	86.67%	81.67%	60.00%	76.11%	合計
音声認識とネイティブ 2 の一致率	76.67%	80.00%	63.33%	73.33%	74.72%

まず、表3から、音声認識の採点の方が、ネイティブスピーカーによる人的な採点より、全体的に採点基準が厳しくなっていることがわかる。また、表4より、音声認識の採点とネイティブスピーカーの採点を合わせた全体の一致率の合計は74.72%となった。2つの採点方法の一致率が約7割以上であるということは、音声認識システムを用いた採点方法は発音実験において十分に有効であることが示された。被験者ごとの分析では平均正答率の高い被験者1、2の採点をみると、音声認識とネイティブスピーカーの一致率が8割程度であることから、正答率の高い被験者の採点に関しては、音声認識の採点とネイティブスピーカーの採点の有効性が高いことが示唆できる。一方で、正答率の低かった被験者3をみると、音声認識とネイティブスピーカーの採点の一致率が6割程度である。正答率が低かった被験者に関しては、音声認識とネイティブスピーカーの採点の一致率が低い割合であることが明らかとなった。本調査の結果、発音実験における発音の採点方法として、スマートフォンの音声認識を利用した方法も有効であることが分かった。また、音声認識を利用した採点のほうが、ネイティブスピーカーによる人的な採点より基準が厳しくなっているという向も明らかになった。音声認識システムを使用した発音評価については今後、さらに詳しい検証が期待される。

3 発音実験 II

3-1 実験概要

本実験IIでは、発音実験Iにより明らかになった日本人英語学習者が正確に発音することが困難とされる音素について、発音指導を行いその改善度合いを検証する。Ueno & Yamane (2020)の研究では日本人が正確に発音することが困難とされる音素である /l-/r/ の発音区別が、発音指導により改善したという結果が示された。しかし、実験Iではこの /l/ と /r/ の両音素は共に高い正答率であった。発音実験IIでは、/l/ と /r/ の両音素についても発音指導による改善度合いを検証することで、Ueno & Yamane (2020)の結果との比較や再検証を行う。発音実験IIでは、Ueno & Yamane (2020)を参考に、発音指導法を以下の3つのアプローチに条件分けすることで、最も効果的な発音指導のアプローチを検証するとともに、短時間の発音指導によって改善が見込まれる音素を検証する。

《発音指導法の3条件分け (Ueno & Yamane (2020)を参考) 》

IIA アプローチ : リスニング+リピート

ALA アプローチ : 発音に関する説明文、リスニング+リピート、IPA(国際音声記号)表示

LIL アプローチ : 発音に関する説明文、リスニング+リピート、IPA(国際音声記号)表示+SKT(近似カナ表示)

実験に参加した被験者は24名で、全員が発音実験Iに参加した被験者であり、再度有償で参加した。発音指導の3条件に8名ずつを均等に割り振り、それぞれに発音指導と発音実験を行った。

各発音指導法における発音の説明では、有本ら (2020) による『英語発音の指導』と、角岡, ダイクス (2009) による『英語が好きになる英音法』を参考にした。各音素のモデル音声の音源は、Cambridge Dictionary Online (2023) のアメリカ英語を使用した。

発音実験IIで発音指導を行う音素は、以下の表5にある通り発音実験Iで正答率が50%以下のもので、母音が4音素で英単語10問、子音が12音素で20問であった。/l/ と /r/ の音素については実験Iで正答率は低くなかったが、Ueno & Yamane (2020) の研究と比較するために取り扱った。

表5：発音実験IIで実際に指導を行う音素

母音	/ʌ/ (29.17%)	/ə:r/ (25.00%)	/oo/ (41.67%)	/ɔ:/ (16.67%)		
子音	/f/ (72.92%)	/v/ (20.83%)	/n/ (4.17%)	/ŋ/ (62.50%)	/h/ (16.67%)	/s/ (37.50%)
子音	/θ/ (62.50%)	/s/ (16.67%)	/l/ (72.92%)	/r/ (66.67%)	/z/ (16.67%)	/dz/ (25.00%)

3-2 実験方法

今回の指導法に関してはUeno & Yamane (2020) の研究を参考に、指導法を組み立てた。発音実験IIでは、3種類の発音指導アプローチ (IIA アプローチ、ALA アプローチ、LIL アプローチ) を用意した。実験方法はまず、各指導法の被験者に対してパソコン上でパワーポイントを用いて実験の概要説明と各音素の発音指導を行った。その後、発音実験Iと同様の発音実験を実施した。

3-3 分析方法

分析についても、基本的に実験I同様に Excel を用いた。二元配置の分散分析を行ない、指導前後（指導前、指導後）と 3 種類の発音指導法（IIA アプローチ、ALA アプローチ、LIA アプローチ）の交互作用と、それぞれの要因の主効果を分析した。分散分析を行った後、交互作用か各主効果に有意な差（有意傾向を含む）がみられた場合は、事後検定としてどのグループ間に差があるのかを分析するために、ボンフェローニ法を用いて多重比較を行った。

3-4 実験予測

発音実験IIでは発音指導後の各音素の発音の正確性の改善と、3 種類のアプローチのうちどのアプローチが最も発音が改善されるのかについては、先行研究から予測が考えられる。先行研究の Ueno & Yamane (2020) の再現ができた場合、/t/ に関しては指導前後で改善がみられ、/l/ に関しては全体的に指導前後で点数の改善はみられないが、3 種類の指導法間の違いがみられ、LIA アプローチに最も発音の正確性の改善が期待できるのではないかと予測される。

3-5 母音の結果と考察

母音の各音素の指導前後、指導法ごとの平均正答率と標準偏差、および分散分析の結果は以下の表 6 にある通りである。以下では分散分析において、指導法と指導前後の交互作用、もしくは指導法、指導前後の主効果に有意な差（有意傾向を含む）があった音素のみ報告する。

表 6：母音の発音指導後の分散分析の結果 (N=24)

/ɹ/	IIA	ALA	LIA	合計	主効果 (指導前後)	主効果 (指導法)	交互作用
					指導前	31.25% (22.92)	31.25% (22.93)
指導後	43.75% (26.25)	25.00% (20.00)	43.75% (26.25)	37.50% (23.94)	F=3.95	F=3.10	F=3.10

/ə:r/	IIA	ALA	LIA	合計	主効果 (指導前後)	主効果 (指導法)	交互作用
					指導前	40.63% (24.90)	18.75% (15.73)
指導後	40.63% (24.91)	34.38% (23.29)	43.75% (25.40)	39.58% (24.17)	F=3.89	F=3.04	F=3.04

/oo/	IIA	ALA	LIA	合計
指導前	43.75% (26.25)	56.25% (26.25)	43.75% (26.25)	47.92% (25.49)
指導後	62.50% (25.00)	50.00% (26.67)	43.75% (26.26)	52.08% (25.49)

主効果 (指導前後)	主効果 (指導法)	交互作用
p=0.69	p=0.70	p=0.60
F=3.95	F=3.10	F=3.10

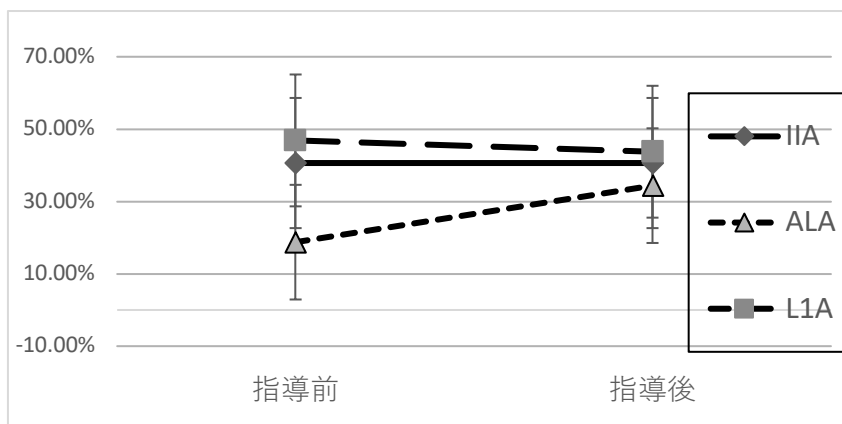
/ɔ:/	IIA	ALA	LIA	合計
指導前	18.75% (16.25)	0.00% (0.00)	31.25% (22.92)	16.67% (14.18)
指導後	12.50% (11.67)	18.75% (16.25)	12.50% (11.67)	14.58% (12.72)

主効果 (指導前後)	主効果 (指導法)	交互作用
p=0.78	p=0.39	p=0.11
F=3.95	F=3.10	F=3.10

注) † p< .10, * p< .05, ** p< .01, *** p<.001

/ɔ:r/ は指導前の平均は 35.42% (標準偏差 23.11) だった。指導後の平均 39.58% (標準偏差 24.17) であった。以下図 1 は、指導前後での各指導法による発音の正確性改善を表したものである。

図 1 : 各指導法における指導前後の /ɔ:r/ の正答率



注) エラーバーは 95%信頼区間を表す

分散分析の結果、指導法および指導前後の交互作用はみられなかった (p=.50)。指導前の正答率 (35.42%) と指導後の正答率 (39.58%) で、指導前後の主効果はみられなかった (p=.55)。しかし、指導法の主効果については有意傾向がみられた (p=.08, F=3.04)。指導法間の効果の差を検証するために事後検定を行ったところ、ALA-IIA 間では、IIA アプローチ (40.63%) は ALA アプローチ (26.57%) に比べて発音の正答率が高い傾向が観察さ

れた ($p=.07$)。一方でその他のアプローチの組み合わせでは有意な差は確認されなかった (IIA-ALA: $p=.39$, IIA-LIA: $p=1.90$)。

まとめとして、母音 /ə:r/, /ɔ:/, /oo/, /ʌ/ の音素 4 種類のうち、/ə:r/ 以外の音素に関して、指導前後による主効果や指導法の主効果、交互作用の有意差は観察されなかった。このことから、全体的に母音の各音素は短時間の発音指導では改善されにくいことが示唆された。また、Kawashima (2008) の研究でも、リスニング面において母音の識別が子音より困難であることが示されたが、本研究の発音実験からは、スピーキング面においても母音の音素の改善があまりみられなかった点から、日本人英語学習者にとって母音の音素の聞き分けや、正確な発音の習得は子音に比べて難しいことが示された。

3-6 子音の結果と考察

子音の各音素の指導前後、指導法ごとの平均正答率と標準偏差、および分散分析の結果は以下の表 7 にある通りである。/n/ については、指導前の IIA アプローチと ALA アプローチで、正答が一間も無かったため、分散分析において交互作用の p 値が求められなかった。以下では分散分析において、指導法と指導前後の交互作用、もしくは指導法、指導前後の主効果に有意な差 (有意傾向を含む) があつた音素のみ報告する。

表 7 : 指導後の分散分析の結果 (子音)

/f/	IIA	ALA	LIA	合計	主効果 (指導前後)	主効果 (指導法)	交互作用
指導前	62.5% (25.00)	81.25% (16.25)	75.00% (20.00)	72.92% (20.17)	$p=0.82$	$p=0.36$	$p=0.95$
指導後	62.5% (25.00)	75.00% (20.00)	75.00% (20.00)	70.83% (21.10)	$F=3.95$	$F=3.10$	$F=3.10$

/v/	IIA	ALA	LIA	合計	主効果 (指導前後)	主効果 (指導法)	交互作用
指導前	18.75% (16.25)	6.25% (6.25)	37.50% (25.00)	20.83% (16.84)	$p=0.45$	***$p=0.00$	$p=0.56$
指導後	18.75% (16.25)	6.25% (6.26)	56.25% (26.25)	27.08% (20.17)	$F=3.95$	$F=3.10$	$F=3.10$

/n/	IIA	ALA	LIA	合計	主効果 (指導前後)	主効果 (指導法)	交互作用
指導前	0.00% (0.00)	0.00% (0.00)	12.50% (12.50)	4.17% (4.17)	$p=0.17$	$p=0.44$	—
指導後	12.50% (12.50)	12.50% (12.50)	25.00% (21.43)	16.67% (14.49)	$F=4.07$	$F=3.22$	$F=3.22$

/ŋ/	IIA	ALA	LIA	合計
指導前	62.50% (25.00)	62.50% (25.00)	62.50% (25.00)	62.50% (23.94)
指導後	56.25% (26.25)	56.25% (26.25)	43.75% (26.25)	52.08% (25.49)

指導前後の主効果	指導法の主効果	交互作用
p=0.32	p=0.85	p=0.85
F=3.95	F=3.10	F=3.10

/h/	IIA	ALA	LIA	合計
指導前	0.00% (0.00)	0.00% (0.00)	0.00% (0.00)	0.00% (0.00)
指導後	25% (21.43)	0.00% (0.00)	12.50% (12.50)	12.50% (11.41)

主効果(指導前後)	主効果(指導法)	交互作用
† p=0.08	p=0.34	p=0.34
F=4.07	F=3.22	F=3.22

/si/	IIA	ALA	LIA	合計
指導前	0.00% (0.00)	0.00% (0.00)	0.00% (0.00)	0.00% (0.00)
指導後	0.00% (0.00)	0.00% (0.00)	12.50% (12.50)	4.17% (4.17)

主効果(指導前後)	主効果(指導法)	交互作用
p=0.32	p=0.38	p=0.38
F=4.07	F=3.22	F=3.22

/θ/	IIA	ALA	LIA	合計
指導前	68.75% (22.92)	56.25% (26.25)	62.50% (25.00)	62.5% (23.94)
指導後	56.25% (26.25)	50.00% (26.67)	62.5% (25.00)	56.25% (25.13)

主効果(指導前後)	主効果(指導法)	交互作用
p=0.54	p=0.69	p=0.88
F=3.95	F=3.10	F=3.10

/s/	IIA	ALA	LIA	合計
指導前	25.00% (21.43)	37.5% (26.79)	37.5% (26.79)	33.33% (23.19)
指導後	87.5% (12.50)	75.00% (21.43)	75.00% (21.43)	79.17% (17.21)

主効果(指導前後)	主効果(指導法)	交互作用
***p=0.00	p=1.00	p=0.68
F=4.07	F=3.22	F=3.22

/l/	IIA	ALA	LIA	合計
指導前	75% (20.00)	68.75% (22.92)	75.00% (20.00)	72.92% (20.17)
指導後	56.25% (26.25)	68.75% (22.92)	62.5% (25.00)	62.5% (23.94)

主効果(指導前後)	主効果(指導法)	交互作用
p=0.29	p=0.96	p=0.73
F=3.95	F=3.10	F=3.10

/r/	IIA	ALA	LIA	合計
指導前	62.50% (25.00)	62.50% (25.00)	75.00% (20.00)	66.67% (22.70)
指導後	62.50% (25.00)	75.00% (20.00)	68.75% (22.92)	70.83% (21.10)

主効果 (指導前後)	主効果 (指導法)	交互作用
* <u>p=0.03</u>	p=0.79	p=0.12
F=3.95	F=3.10	F=3.10

/z/	IIA	ALA	LIA	合計
指導前	18.75% (16.25)	12.5% (11.67)	18.75% (16.25)	16.67% (14.18)
指導後	12.50% (11.67)	50.00% (26.67)	25.00% (20.00)	29.17% (21.10)

主効果 (指導前後)	主効果 (指導法)	交互作用
p=0.14	p=0.32	p=0.10
F=3.95	F=3.10	F=3.10

/dz/	IIA	ALA	LIA	合計
指導前	18.75% (16.25)	37.50% (25.00)	18.75% (16.25)	25.00% (25.00)
指導後	62.50% (25.00)	31.25% (22.94)	56.25% (26.25)	50.00% (25.53)

主効果 (指導前後)	主効果 (指導法)	交互作用
** <u>p=0.01</u>	p=0.87	† <u>p=0.07</u>
F=3.95	F=3.10	F=3.10

注) † p<.10, *p<.05, **p<.01, ***p<.001

/v/ の分散分析の結果の結果、指導前後と指導法の違いによる交互作用はみられなかった (p=.56)。指導前の正答率 (20.83%) と指導後の正答率 (27.08%) で、指導前後による主効果は観察されなかった (p=.45)。しかし、指導法の主効果については有意な差がみられた (p<.001, F=3.10)。指導法間の効果の差を検証するために事後検定を行った結果、IIA-LIA 間では、LIA アプローチ (56.25%) は IIA アプローチ (18.75%) に比べて発音の正答率が有意に高かった (p=.00)。一方で、その他の組み合わせでは有意な差は確認されなかった (IIA-ALA: p=.31, ALA-IIA: p=.11)。Ueno & Yamane (2020) の研究では、/v/ の音素については調査されていなかったが、この結果は、Ueno & Yamane (2020) の研究の /l/ の音素でみられた結果と全く同じ効果が確認され、発音指導法の中では、LIA アプローチが最も効果的だという結論を再現するものであった。

/h/ の分散分析の結果、指導前後と指導法の違いによる交互作用はみられなかった (p=.34)。指導法の主効果もみられなかった (p=.34)。しかし、指導前後による主効果は有意傾向が観察され、指導後の正答率 (12.50%) は指導前の正答率 (0.00%) に比べて改善された (p=.08 F=4.07)。事後検定を行った結果、指導法間での差は確認されなかった (IIA-ALA: p=.49, IIA-LIA: p=1.00, ALA-IIA: p=1.00)。/h/ の音素については調査されていなかったが、この結果は Ueno & Yamane (2020) の /r/ の結果と全く同じ結果であった。

/r/ の分散分析の結果、指導前後と指導法の違いによる交互作用はみられなかった ($p=.12$)。また指導前の正答率 (66.67%) と指導後の正答率 (70.83%) で、指導法の主効果は有意な差がみられなかった ($p=.79$)。しかし、指導前後による主効果は観察された ($p<.05$, $F=3.95$)。事後検定を行った結果、指導法間での差は確認されなかった (IIA-ALA: $p=3.00$, IIA-L1A: $p=1.72$, ALA-IIA: $p=1.72$)。この結果は Ueno & Yamane (2020) と全く同じ結果であった。

/s/ の分散分析の結果、指導前後と指導法の違いによる交互作用はみられなかった ($p=.68$)。指導法の主効果もみられなかった ($p=1.00$)。しかし、指導前の正答率 (33.33%) と指導後の正答率 (79.17%) で、指導前後による主効果は観察された ($p<.001$, $F=4.07$)。事後検定を行った結果、指導法間での差は確認されなかった (IIA-ALA: $p=3.00$, IIA-L1A: $p=3.00$, ALA-IIA: $p=3.00$)。Ueno & Yamane (2020) の研究では調査されていない音素であるが、同研究の /r/ の結果と類似するものであった。

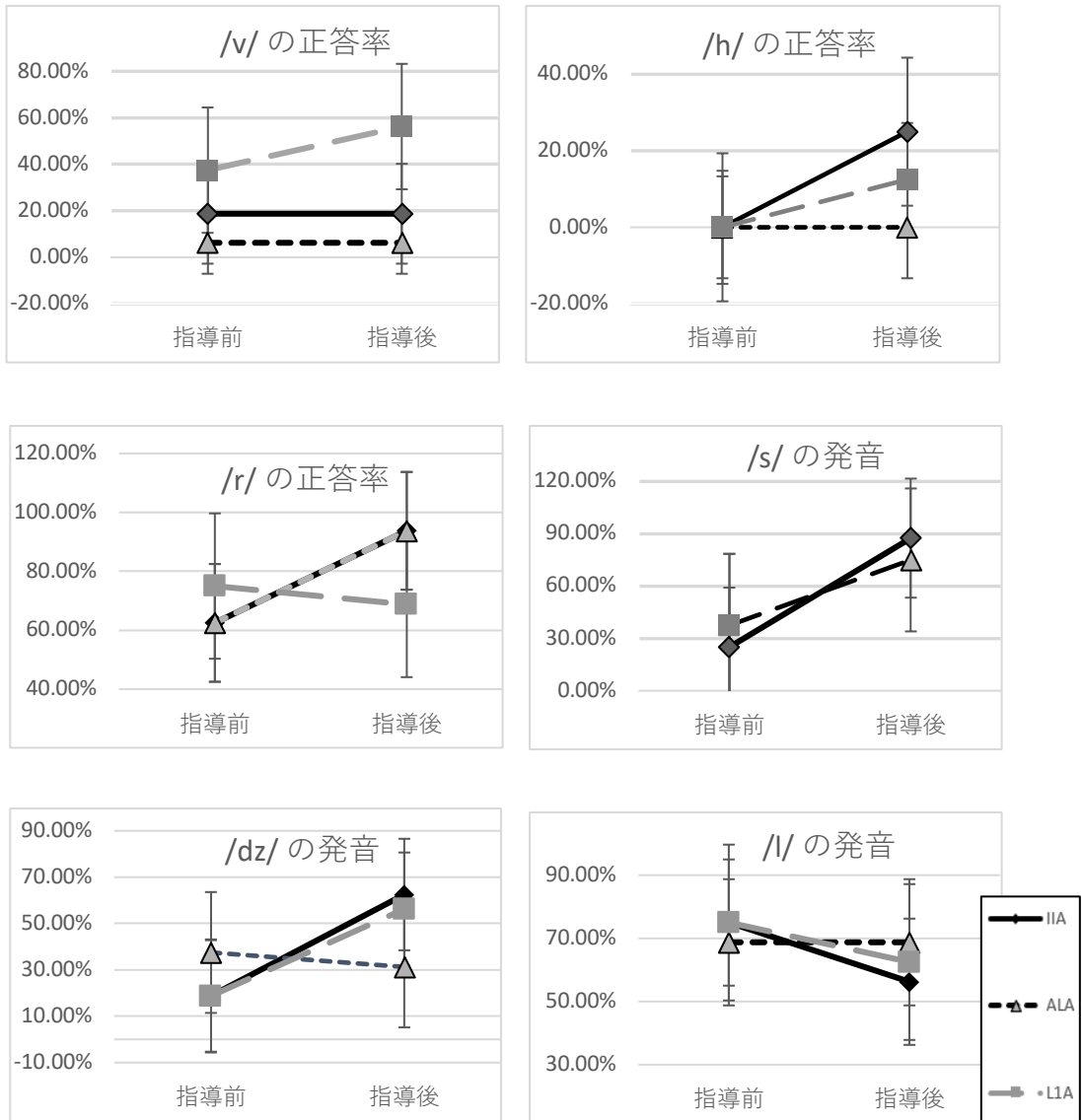
/dz/ の分散分析の結果、指導前後と指導法の違いによる交互作用に有意傾向が確認された ($p<.10$, $F=3.10$)。指導法による主効果には有意な差がみられなかった ($p=.87$)。しかし、指導前後による主効果は観察され、指導後の正答率 (50.00%) は指導前の正答率 (25.00%) に比べて有意に高かった ($p<.001$, $F=4.07$)。事後検定を行った結果、指導法間での差は確認されなかった (IIA-ALA: $p=1.93$, IIA-L1A: $p=2.36$, ALA-IIA: $p=2.40$)。指導前後で発音の正確性が改善され、指導法の主効果は観察されなかったという結果は、Ueno & Yamane (2020) の研究における /r/ の結果と類似するものであった。少なくとも /dz/ の音素に関しては、L1A アプローチと IIA アプローチは、ALA アプローチに比べて発音の正確性の改善の効果が高いことが、交互作用の結果からは明らかになった。

/l/ は指導前の平均 72.92% (標準偏差 20.17) で、指導後の平均 62.50% (標準偏差 23.94) だった。指導前後と指導法の交互作用も、指導前後、指導法の主効果も観察されなかった。Ueno & Yamane (2020) の研究では指導前後による発音の正確性の改善はみられなかったが、3種類の指導法による効果の差は確認され、L1A アプローチの方が IIA アプローチよりも発音の正確性の改善の効果が高いという結果だった。しかし、この指導法の効果は本発音実験IIでは確認できなかった。

分散分析において、指導法と指導前後の交互作用、もしくは指導法、指導前後の主効果に有意な差 (有意傾向を含む) があった子音音素の結果を以下図 2 に示した。また /l/ に関しても、Ueno & Yamane (2020) と比較を行うため図 2 に示した。

まとめとして、子音の分散分析の結果、/v/、/h/、/s/、/r/、/dz/ の5つの音素に関して効果が確認できた。

図 2：各指導法における指導前後の /v/, /h/, /r/, /s/, /dz/, /l/ の正答率



注) エラーバーは 95%信頼区間を表す

4 まとめ

日本人英語学習者の思春期以降の英語学習における英語の各技能の習得に関しては、主に実験を用いた研究が行われている。日本人英語学習者がリスニングで識別困難な母音や子音の音声要素の実験が行われ、困難な音素として例えば、/l/ や /r/ などの子音が挙げら

れている (Kawashima, 2008)。スピーキングでは、Ueno & Yamane (2020) の研究において、日本人が発音で苦手としている子音の /l/ と /r/ の音素の発音の正確性を検証する実験的検証が行われており、同研究では、3条件に分けた指導法の違いによって発音の正確性がどの程度改善されるかについても研究されている。しかし、/l/ や /r/ 以外の子音や、母音を含む幅広い音素について網羅的に発音の正確性を検証した研究は数少ない。

これらを踏まえ、本研究では3つの研究目的 (RQ) を設定した。RQ1は「日本人英語学習者にとって発音困難な音声要素はなにか」、RQ2は「発音トレーニングを含む発音指導法により、日本人英語学習者の発音困難な音声要素は改善されるのか」、RQ3は「音声認識システムを使用した発音実験採点の有効性を検証する」である。

第2章では、英語の母音音素を含む問題32問、子音音素を含む問題28問の計60問の英単語を発音させる発音実験Iを行った。その結果、/ə:r/、/ɔ:/、/oo/、/ʌ/ の母音音素4種類と、/f/、/v/、/h/、/n/、/ŋ/、/θ/、/s/、/l/、/r/、/z/、/dz/、/si/ の子音音素12種類が日本人英語学習者には正確に発音するのが難しいことが示された。また、日本人英語学習者の発音正確性の評価方法として、スマートフォンの音声認識を利用した正確性の採点の妥当性についても、ネイティブスピーカーによる人的評価と比較することで検証を行った。音声認識の採点とネイティブスピーカーの採点を比較すると、全体での7割以上の一致率があり、非母語話者による英語発音の採点や評価におけるスマートフォンの音声認識機能の有効性が示された。また、全体的には音声認識を利用した評価は人的な評価よりも厳しくなりがちである点や、発音の正確性が低い話者の英語では音声認識の評価とネイティブスピーカーの評価で評価が一致しないことがある点などが明らかになった。

第3章の発音実験IIでは、発音指導を行うことにより日本人英語学習者の発音困難な音素の発音の正確性に改善はみられるのかを検証した。実験Iで正答率の低かった各音素について発音指導を行い、日本人英語学習者の発音困難な音素の発音の正確性に改善はみられるのかを検証した。発音指導の方法としては、Ueno & Yamane (2020) の研究を参考に、IIAアプローチ、ALAアプローチ、L1Aアプローチの3条件の指導法を行った。その結果、/ə:r/ の母音音素と、/r/、/dz/、/v/、/h/、/s/ の5子音音素において、短時間の指導によって発音の正確性の改善が確認された。また、本研究の発音指導で扱った3つの発音指導法ごとの効果の差としては、L1Aアプローチの効果が最も高く、続いてIIAアプローチの効果が高く、ALAアプローチの効果が最も低いということが示された。L1Aアプローチの効果がIIAアプローチの効果に比べて高いという本研究の結論は、Ueno & Yamane (2020) の研究における /l/ の音素の結論と合致するものであった。一方で、IIAアプローチの効果は、ALAアプローチの効果に比べて高いという本研究の結論は新規性があると考えられる。

本研究のまとめとして、母音、子音の各音素を網羅的に調査することで、日本人英語学習者がネイティブスピーカーのように発音するのが苦手な音素は何かを解明するとともに、それらの音素の指導による改善しやすさについても実験的に明らかにすることができた。また、指導法の3アプローチ間で効果の差が観察され、L1Aアプローチ、IIAアプローチ、ALAアプローチの順で効果が高いという結論になった。これらの結果は、今後の日本の英語教育や英語の発音の授業において貢献できることを期待している。

付記

本研究の実験は、和洋女子大学の人を対象とする研究審査委員会の承認を得た（承認番号「2309」）。

参考文献

- 青木繁浩 (2015). 『R による統計解析』 東京：オーム社.
- 有本純, 河内山真理, 佐伯林規江, 中西のりこ, 山本誠子 (2021). 『英語発音の指導—基礎知識からわかりやすい指導法・使いやすい矯正方法まで』 東京：三修社.
- 岡田謙介 (2015). 「心理学と心理測定における信頼性について」『教育心理学年報』 54 (0), pp. 71-83.
- 角岡賢一, ダイクス デイヴィッド (2009). 『英語が好きになる英音法』 東京：英宝社.
- 島岡丘 (1994). 『中間言語の音声学—英語の「近似カナ表記システム」の確立と活用』 東京：小学館プロダクション.
- Apple (2024). Siri. Retrieved 9 January, 2024, from <https://www.apple.com/jp/siri/>.
- Fromkin, V., Rodman, R., & Hyams, N. (2018). *An introduction to language*. MA: Cengage Learning.
- Kawashima, H. (2008). Understanding Relationships between Discriminative Perception of English Minimal Pairs and General Listening Proficiency: a Pilot Study. 『長崎外大論叢』 (12), pp. 139-150.
- Pike, K. L. (1947). *Phonemics*, MI: University of Michigan Press.
- Ueno, M., & Yamane, S. (2020). Effects of L1—Pivotal Approach on L2 Pronunciation Instruction Teaching English /ɪ/ and /I/ to Japanese EFL Students. *JACET Journal*, (64), pp. 171-186.

参考資料

- Cambridge Dictionary Online (2023). Cambridge Dictionary Online. Retrieved 9 October, 2023, from <https://dictionary.cambridge.org/>.