

平成 30 年 6 月 9 日現在

機関番号：32675

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K02492

研究課題名(和文) 言語間の音韻構造の違いが音声言語の産出・知覚に与える影響に関する研究

研究課題名(英文) Effects of cross-linguistic differences in sound structure on production and perception of spoken language

研究代表者

田嶋 圭一 (Tajima, Keiichi)

法政大学・文学部・教授

研究者番号：70366821

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、言語間の音韻構造の違いが音声言語の産出や知覚にどのような影響を及ぼすかについて、実験音声学や言語心理学など様々な方法を用いて検討することである。主な研究成果は次の通りである。

"blow"と"below"のように音節の数で対立する英単語の聞き取りは日本語話者にとって困難である。その原因は、子音の間に母音を知覚的に挿入する以外に、弱母音の聞き取りが困難なためである可能性が示唆された。アメリカ英語では歯茎閉鎖音/t d/が"city"のような単語では弾音として発音されるが、日本語話者には正確な聞き取りが困難となる。閉鎖音のまま発音されるほうが日本語話者には聞き取りやすい。

研究成果の概要(英文)：The present research investigated the effects of cross-linguistic differences in sound structure on the production and perception of spoken language, using various methodological approaches including experimental phonetics and psycholinguistics. Main findings are as follows.

English words that contrast in the number of syllables, e.g. "blow" vs. "below", are difficult to identify for Japanese listeners. This is not only because Japanese listeners tend to perceptually insert vowels between adjacent consonants, but potentially because they have difficulty accurately perceiving weak vowels.

Alveolar stops are pronounced as alveolar flaps in words such as "city" in American English. This makes it difficult for Japanese listeners to accurately perceive such words. Instead, Japanese listeners' perception is more accurate when these words are pronounced with alveolar stops.

研究分野：音声学, 心理言語学

キーワード：音声産出 音声知覚 第二言語学習 音節構造 歯茎閉鎖音 弾音 非語彙の音声変化

1. 研究開始当初の背景

音声言語は言語によってその特徴が異なり、そのような言語間の差異が外国語音声の学習を困難にする要因となることが多い。この問題に関する従来の研究の多くは、語彙対立に寄与する子音や母音などの分節音的特徴に注目し、韻律的特徴(アクセントやリズムなど)に着目した研究は比較的少ない。しかし、言語によってリズムの特徴が異なることが知られており、その違いが外国語の発音や聞き取りの困難の原因となりうることが報告されている。

また、母語と異なる特徴を持つ外国語音声の発音や聞き取りは、外国語の習熟度や海外滞在経験など学習者の属性の影響を受けると考えられる。しかしこの分野の研究についても、先ほどと同様に語彙対立に寄与する分節音を取り上げたものが多い。しかし、語彙対立には関与しないものの、「その言語らしい」発音には重要な分節音的特徴や、リズムなどの韻律的特徴についても、学習者の属性により異なる傾向を示すことが予想される。

2. 研究の目的

本研究の目的は、言語間の音韻構造の違いが音声言語の産出や知覚にどのような影響を及ぼすかについて、実験音声学、コーパス言語学、言語心理学など多角的な方法を用いて検討することである。言語間の音韻構造の違いとして本研究で特に焦点を当てたのは、(1)音節構造、および(2)母音や子音の非語彙的な変化である。これらの特徴が顕著に異なる日本語および英語を主な対象言語として取り上げ、特に非母語話者がこれらの特徴をどの程度正確に発音・聞き取りできるのか、また母語話者とどのように異なるかについて、音声産出実験、知覚実験、語彙データベースの解析などを通して明らかにすることを本研究の具体的な到達目標として掲げた。

3. 研究の方法

(1) 音節構造

日本人英語教師による英単語の音節数の聞き取り

一般の日本人大学生に比べて日本人英語教師が英単語の音節数をどの程度正確に聞き取ることが出来るのかを検証するための知覚実験を行った。参加者は、中学校または高校で少なくとも1年の教師経験を持つ日本人英語教師33名であった(そのうち20名は常勤の専任教員)。また、統制群として日本人大学生33名も実験に参加した。

実験刺激は、1-6音節の実在英単語32語(例: *bee*, *splints*)および1-2音節の無意味語32語であった。無意味語は語頭子音または語末子音がそれぞれ0-3個の子音からなり、母音はすべて *bed*, *head* と同じ母音 /e/ であった(例: *e*, *pep*, *splemp*)。2音節の無意味語の場合は強勢が第2音節に置かれた(例: *ede*,

pedep, *spladem*)。これらの単語を男女各1名のアメリカ英語話者が発話した音声を実験に用いた。

実験では、ヘッドホンから呈示された単語に含まれる音節(シラブル)の数を回答するように参加者に求めた。刺激語はランダムな順序で1回ずつ呈示された。実験に先立って音節に関する簡単な説明を読んでもらい練習試行を行ってもらった。

音節数で対立する英単語の聞き取り

先の音節の数を数える課題は日常では求められない単語の音韻構造に関するメタ言語的な知識を要する課題であることから、通常の言語使用により近い課題として単語を言い当てる(同定する)課題を用いて、非母語話者にとって音節の数で対立する英単語の聞き取りがどの程度困難であるのかを検証するための知覚実験を行った。参加者は42名の日本人大学生であった。また、統制群として14名のアメリカ英語話者も実験に参加した。

刺激材料は、音節の有無(特に弱母音の有無)で対立する英語のミニマルペア136語であった(例: *blow-below*, *sport-support*, *marked-market*, *plant-planet*)。各ペアにおいて母音がない方の語(*blow*, *sport* など)をCC、母音がある方の語(*below*, *support* など)をCVCと記述する。この単語リストは、CMU Pronouncing Dictionary という単語発音データベースを検索し、固有名詞やなじみの低い語を削除して作成したものである。これらの単語を男性アメリカ英語話者1名が2種類の発話速度(普通、速い)で読み上げた音声を実験で使用した。

実験では3つの課題を実施した。a. 単語課題: ヘッドホンから呈示された単語が画面上のミニマルペアのどちらであったかを言い当てる課題。b. 音節数課題: ヘッドホンから呈示された単語に含まれる音節の数を回答する課題。c. 親密度評定課題: ヘッドホンおよびノートPCの画面から呈示された英単語にどの程度なじみがあるかを1(まったくなじみがない)から7(とてもなじみがある)の7段階で評定する課題。

予想される結果として、もし日本人英語学習者が英語の子音連鎖に母音を知覚的に挿入する傾向がある(例: *blow* を *bVlow* (V=母音)のように知覚する)のであれば、*blow* のようなCC単語を *below* のようにCVC単語として聞き誤る傾向のほうが逆の聞き誤りより多いことが考えられる。

(2) 非語彙的音声変化

弾音・閉鎖音と流音で対立する英単語の聞き取り

アメリカ英語では歯茎閉鎖音 /t d/ が弾音 [ɾ] として発音されることが多いが、この弾音は日本語のラ行子音に類似していることから、日本語話者は英語の弾音を日本語のラ行子音として聞き誤ることが予想される。そこで、この可能性を検証するための知覚実験を行

った。参加者は、3ヶ月以上の英語圏滞在経験のない日本人大学生39名であった。また、統制群として、北米出身の英語話者3名も実験に参加した。

刺激材料は、アメリカ英語にて弾音化が可能な/t/または/d/を含む英単語と、同じ位置に/t/または/l/を含む英単語を対にしたミニマルペア50ペア(100語)であった。ミニマルペアが成り立つ単語に限られているため、単語親密度による厳密な統制は行わなかった。単語ペアに含まれる音の種類に応じてペアをTL(例:*fighting-filing*),TR(例:*genetic-generic*),DL(例:*fading-failing*),DR(*heading-herring*)と命名した。これらの単語を、音声学の訓練を受けた男性アメリカ英語話者が発話した音声を実験に用いた。特に/t d/を含む単語については閉鎖音と弾音の両異音で発音された単語を収録した。したがって、各単語ペアは、/t/または/d/を閉鎖音で発音した単語、/t/または/d/を弾音で発音した単語、/l/または/l/が含まれる単語の計3語から構成され、刺激語は50ペア×3語=150語あった。

実験では、ヘッドホンから呈示された単語が画面上のミニマルペアのどちらであったかを回答するように参加者に求めた。刺激語はランダムな順序でそれぞれ2回ずつ呈示された。総試行数は300であった。

弾音・閉鎖音を含む英単語の認識

上記の実験で、歯茎閉鎖音が弾音として発音された英単語を誤って流音を含む単語として聞き取る傾向があることが示されたが、歯茎閉鎖音が弾音と閉鎖音のどちらの異音で発音されるかによって単語を認識する正確さや速度が変化するかを調べるため、語彙判断課題の実験を行った。参加者は、英語圏滞在経験がなく、TOEICスコアが700-800点の中級レベルの日本人英語学習者53名であった。また、その後の追実験で、1年以上の英語圏滞在経験があり、TOEICスコアが820-910点の上級レベルの日本人英語学習者12名を対象に同じ実験を実施した。

刺激材料は、実在英単語のテスト語36語、実在英単語のフィラー語36語、無意味語のフィラー語36語から構成された。テスト語の半数は歯茎閉鎖音/t/が閉鎖音[t]として発音されることが多い閉鎖音優位語(例:*custom, filter*),残りの半数は/t/が弾音[r]として発音されることが多い弾音優位語(例:*city, better*)であった。刺激音声収録の際にはいずれの種類の単語も閉鎖音と弾音の両異音で発音されたため、結果としてテスト語は次の4タイプがあった。a. t_t: *custom* のような閉鎖音優位語が閉鎖音[t]で発音された語。b. t_flap: 同じ閉鎖音優位語が弾音[r]で発音された語。c. flap_t: *city* のような弾音優位語が閉鎖音[t]で発音された語。d. flap_flap: 同じ弾音優位語が弾音[r]で発音された語。これらの単語を男性アメリカ英語話者が発話した音声を実験で使用した。テスト語36語はラテン方格法により2つのリストに分割され、各参加者

には2つの発音のうち一方だけ呈示するようにした。

実験では、ヘッドホンから呈示された単語が実在する英単語であった否かをできるだけ正確かつ早く回答するように参加者に求めた。各参加者にはテスト語36語とフィラー語72語がランダムな順序で1回ずつ呈示された。実験の総試行数は108であった。

結果の予想として、英語話者と同様に学習者も異音変化によって生ずる単語の発音変化に敏感なのであれば、出現頻度がより高い発音(弾音優位語であれば弾音で発音された flap flap 条件の単語)をより早くかつ正確に認識することが予想される。一方で、学習者が出現頻度に関わらず辞書的・標準的な発音を好むのであれば、標準的な発音(弾音優位語においても閉鎖音で発音された flap_t 条件の単語)をより早くかつ正確に認識すると予想される。

4. 研究成果

(1) 音節構造

日本人英語教師による英単語の音節数の聞き取り

分析は無意味語のみを対象に行った。無意味語を頭子音の数および尾子音の数で分類し、音節内位置2水準(頭子音,尾子音)および子音の数4水準(0-3)を要因とする分散分析を行った。例えば、*sleep* は頭子音3つ、尾子音1つの無意味語として分類された。

無意味語の音節数の正しく回答した率を群ごとに計算したところ、大学生は69.4%(SD=22.3)だったのに対して、英語教師は61.0%(SD=25.2)であった。両群の間の差は統計的に有意ではなかった。そこで、英語教師の成績の分布をより詳しく調べたところ、2群に分けられることが示唆された。そこで、英語教師を全体成績に応じて高群16名と低群17名に分けて分析を行った。英語教師高群の平均正答率は82.6%(SD=6.6)、英語教師低群の平均正答率は40.6%(SD=17.8)であった。

さらに、大学生と英語教師高群の2群の成績を比較したところ、子音の数の主効果と群の主効果が有意であった。また、子音の数と音節内位置の交互作用が有意であった。しかし、群を含む交互作用が有意ではなかった。すなわち、英語教師高群のほうが大学生より成績が高かったが、子音の数および音節内位置が成績に及ぼす影響は両群において類似していたことが示唆される。

一方、大学生と英語教師低群の2群の成績を比較したところ、群の主効果や群を含む複数の交互作用が有意であった。具体的には、子音の数と音節内位置と群の2次の交互作用が有意で、子音の数が0-1個の時は両群の成績に有意な差がないものの、子音の数が2-3個の時は、頭子音のほうが尾子音より成績が低下し、その効果が英語教師低群のほうが大学生より顕著に現れた。

これらの結果から、英単語の音節数を数えるといった音韻知識を問う課題において、英語教師は大学生より成績がおおむね高いものの、教師間の成績の分散が顕著で、場合によっては英語教師の成績が大学生を下回る可能性があることが示唆された。今後は、英語教師の成績のばらつきに寄与する要因や、音節数などの音韻知識を問う課題の成績と英語熟達度との関係などを検討する必要がある。

音節数で対立する英単語の聞き取り

図1に、実験に参加した日本人英語学習者42名の結果を示す。単語課題の正答率を棒グラフで、音節数課題の回答率を折れ線グラフで示す。単語課題では、CC単語の正答率が85.7%、CVC単語の正答率が73.4%であった。一方、英語話者14名の平均正答率はいずれも98.0%以上であった。

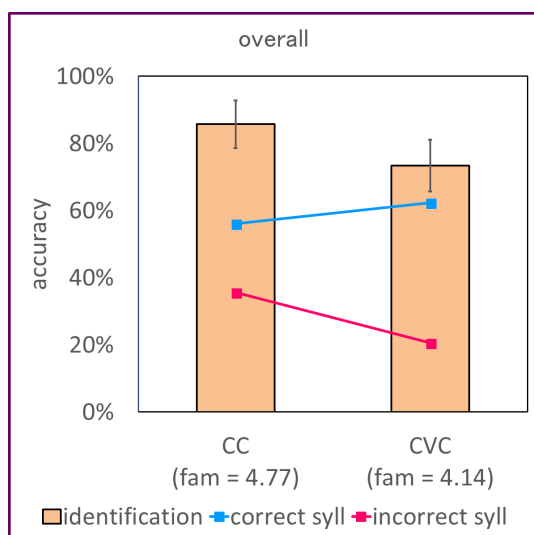


図1 日本人英語学習者の単語課題の正答率(棒グラフ)、音節数課題の正答率(上の青い折れ線グラフ)、および音節数課題の誤答率(下の赤い折れ線グラフ)。エラーバーは標準偏差を示す。グラフ下部のfamは親密度評定課題の平均評定値を示す。

図1の2本の折れ線グラフのうち上の青い折れ線は音節数課題においてCC単語とCVC単語の音節数をそれぞれ正答した率を示す。一方、下の赤い折れ線は音節数課題において誤答した率を示しており、CC単語では音節数を正解より1つ多く数えた率、CVC単語では正解より1つ少なく数えた率を示している。図1によると、CC単語の音節数は56.0%の割合で正答していたが、35.6%の割合で誤答していた。一方、CVC単語の音節数は62.3%の割合で正答していたが、20.6%の割合で誤答していた。

以上の結果から、日本人英語学習者にとって *blow* のようなCC単語より *below* のようなCVC単語のほうが正確な聞き取りが困難であることが明らかとなった。これは、日本人学習者が子音連鎖の中に母音を知覚的に挿

入してしまうという説明とは一致しない。なぜなら、子音連鎖の中に母音を挿入してしまうのなら、子音連鎖を含むCC単語のほうが子音連鎖を含まないCVC単語より正答率が低いと予想されるからである。したがって、本実験結果は別の観点からの説明が必要となる。今後はなぜ子音連鎖を含まないCVC単語の正答率が比較的低かったのかに関する説明をさらに追究する必要がある。

図1の音節数課題の結果によると、CC単語のほうがCVC単語に比べて相対的に正答率が低く誤答率が高かった。これは、学習者にとって音節数を数える課題は子音連鎖を含むCC単語のほうが子音連鎖を含まないCVC単語より困難であることを示唆している。この結果は、過去の音節数の聞き取りに関する研究結果とも一致している。つまり、単語課題において学習者が困難を感じた単語(CVC単語)と音節数課題において同じ学習者が困難を感じた単語(CC単語)が必ずしも一致していないこと、すなわち、音節数のようなメタ言語的な知識を問う課題の成績から、単語が何かを言い当てる課題の成績を予想するのが困難であることを示しており、学習者による第二言語音節構造の知覚的傾向を探るには様々な課題を用いて調査する必要があることを示唆している。

本実験の単語課題の結果を刺激単語の子音の種類別により詳しく分析すると、学習者がどのような種類の単語に特に困難を感じるかが明らかとなった。具体的には、*blow-below*, *prayed-parade* のような第二子音が流音/l/または/r/の場合、CVC単語(*below*, *parade*)の正答率が極めて低いこと(40%未満)、また *lightning-lightening*, *ordnance-ordnance* のような閉鎖音+鼻音を含む単語において両者の区別が母音の有無ではなく鼻音の持続時間によって示されるような単語では正答率が低いこと(60-70%前後)が示された。このような音声学的要因をより詳細に分析することで、学習者による第二言語音声の音節構造の知覚についてさらに解明することが可能となる。

(2) 非語彙的音声変化

弾音・閉鎖音と流音で対立する英単語の聞き取り

日本人英語学習者の結果について、図2に /t/または/d/を含む単語に対する正答率を示す。

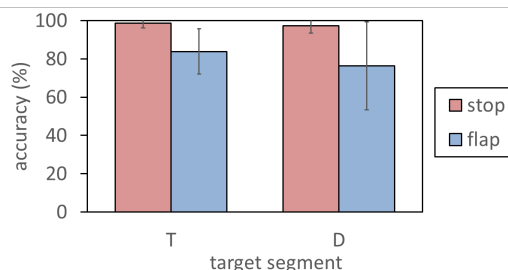


図2 日本人英語学習者の/t/・/d/を含む英単語に対する正答率。エラーバーは標準偏差を示す。

単語内の/tまたは/dが閉鎖音として発音された場合、正答率はそれぞれ 98.6%および 97.2%であった。一方、当該音が弾音として発音された場合、正答率はそれぞれ 83.8%および 76.3%であり、閉鎖音の場合より有意に低かった。

以上の結果から、/t・/dが弾音として発音された単語の聞き取りは、それらが閉鎖音として発音された場合に比べて日本語話者にとって困難であり、/t・/dを含む単語として聞き誤ることがあることが示唆された。

図3に、同定課題で呈示される2つの選択肢の組み合わせごとに算出した正答率を示す。

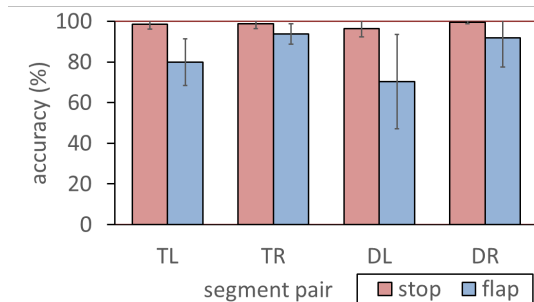


図3 同定課題の選択肢の組み合わせごとに算出した正答率。

刺激語内の/t・/dが閉鎖音として発音された場合、正答率は全体的に高かった (TL: 98.5% ,TR:98.7% ,DL:96.4% ,DR:99.5%)。一方、当該音が弾音として発音された場合、正答率は2つの選択肢の組み合わせによって異なる傾向を示した。すなわち、選択肢がTRまたはDRの場合は、正答率が比較的高かったが (TR: 93.8% ,DR: 91.8%)、選択肢がTLまたはDLの場合は、正答率が比較的低かった (TL: 80.0% ,DL: 70.3%)。この差異は統計的に有意であった。つまり、単語が弾音を含む場合、日本語話者はそれらを/t/として聞き誤るより/d/として聞き誤ることが多かったことが示唆された。

これらの結果を総合すると、英語の歯茎閉鎖音が弾音として発音された場合、日本語話者はおおむねこの弾音を/t・/dの異音として認識していたことが示唆される。しかし一方で、誤答率で見ると約20%の割合で語彙の混同が生じていたことも事実である。したがって、本研究の結果によると、米語弾音は英語の音素ではないものの、一定の割合で聞き誤りの原因となりうるということが明らかとなり、第二言語を修得する際には単語の区別に関わる音韻対立はもちろんのこと、それ以外にも非語彙的な音声変化の発音・聞き取りの学習も極めて重要であることを示唆している。

弾音・閉鎖音を含む英単語の認識

実験に参加した中級日本人英語学習者の語彙判断課題における正答率をテスト語の種類ごとに箱ひげ図にまとめた結果を図4に示す。

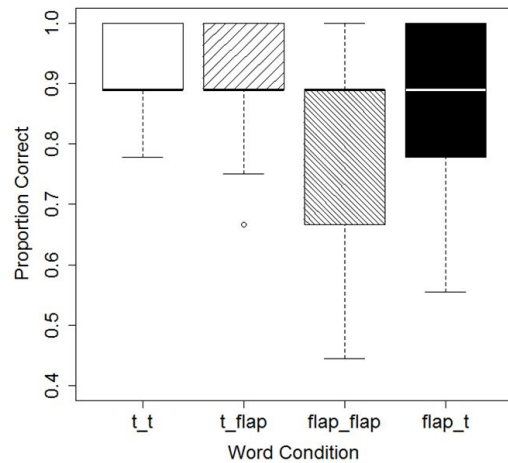


図4 語彙判断課題における中級学習者によるテスト語の種類ごとの正答率の箱ひげ図。

図4のデータに対してロジスティック混合効果モデルを適用したところ、flap_flap条件の正答率がそれぞれt_t条件およびflap_t条件よりも正答率が有意に低いことが明らかとなった。なお、反応時間について同様の分析を行ったところ、条件間に有意な差は見られなかった。これらの結果は、中級英語学習者にとって、cityのような弾音優位語が弾音で発音される場合のほうが、同じ語が閉鎖音で発音される場合や、customのような閉鎖音優位語が閉鎖音で発音される場合よりも、単語であると正確に認識するのが困難であることを示している。つまり、中級学習者にとって、歯茎閉鎖音はそのまま閉鎖音として発音されたほうが、弾音として発音されるよりも、たとえアメリカ英語で頻繁に見られる発音だとしても、聞き取りやすいことを示唆している。

次に、同じ語彙判断課題を上級英語学習者に対して行った実験の正答率の結果を図5に示す。

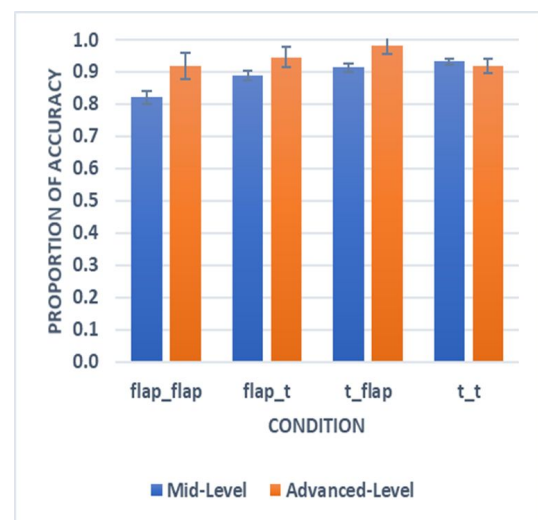


図5 中級と上級の学習者の正答率の比較。

図5では群間の比較を行うために、上級学習者 (advanced level) の結果とともに図4の中級学習者 (mid-level) の結果も載せてある。図5の結果に対して分散分析を行ったところ、flap flap 条件および t flap 条件において上級学習者の正答率が中級学習者より有意に高かった。反応時間についても同様の分析を行ったところ、群の主効果が有意で、上級学習者の反応時間が中級学習者より有意に短いことが明らかとなった。つまり、上級学習者では中級学習者に見られた弾音に対する困難が軽減され、閉鎖音と弾音に対して同程度の成績であることが示された。これらの結果は、英語の熟達度が上がるにつれて弾音を含む非語彙的な音声変化を的確に聞き取るスキルが向上することを示唆している。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表](計10件)

- [1] 田嶋圭一 (2017). 日本人は英語の *blow* と *below* が正確に聞き分けられるか? 日本英語学会第35回大会公開特別シンポジウム, 宮城県仙台市.
- [2] Tajima, K. and Shattuck-Hufnagel, S. (2017). Is it *blow* or *below*? Non-native listeners' perception of words that contrast in syllable count. *Journal of the Acoustical Society of America*, 141, 3517, Boston, Massachusetts.
- [3] 米山聖子・北原真冬・田嶋圭一 (2017). 北米英語の非対立的音声変異の知覚: 弾音と閉鎖音の場合. 日本英語学会第35回大会, 宮城県仙台市.
- [4] Yoneyama, K., Kitahara, M., and Tajima, K. (2017). Perception of non-contrastive variations in American English by Japanese learners: Flaps are less favored than stops. In *Proceedings of InterSpeech 2017*, Stockholm, Sweden.
- [5] Kitahara, M., Tajima, K., and Yoneyama, K. (2016). Perception of American English alveolar stops and flaps by Japanese learners of English: Does allophonic variation matter? *Journal of the Acoustical Society of America*, 140, 3282, Honolulu, Hawaii.
- [6] Kitahara, M., Tajima, K., and Yoneyama, K. (2016). Production of American English alveolar flaps by Japanese learners of English. *Phonology Forum 2016*, Kanazawa, Ishikawa-ken.
- [7] 北原真冬・田嶋圭一・米山聖子 (2015). 日本語話者によるアメリカ英語の弾音・閉鎖音と流音の知覚について 日本音声学会第29回全国大会予稿集, 74-79.
- [8] Tajima, K., Kitahara, M., and Yoneyama, K. (2015). Production of a non-contrastive sound in a second language. In *Proceedings of ICPhS2015 (18th International Congress of*

Phonetic Sciences), Glasgow, Scotland.

- [9] Yoneyama, K. and Tajima, K. (2015). Onset-coda asymmetry in second-language syllable perception by Japanese teachers of English. In *Proceedings of ICPhS2015 (18th International Congress of Phonetic Sciences)*, Glasgow, Scotland.

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者

田嶋 圭一 (TAJIMA, Keiichi)

法政大学・文学部・教授

研究者番号: 70366821

(2)研究分担者

北原 真冬 (KITAHARA, Mafuyu)

上智大学・外国語学部・教授

研究者番号: 00343301

研究分担者

米山 聖子 (YONEYAMA, Kiyoko)

大東文化大学・外国語学部・教授

研究者番号: 60365856