

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 28 日現在

機関番号：33921

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21530782

研究課題名（和文）日本語摩擦音・破擦音における母語話者別の知覚・生成範疇境界の研究

研究課題名（英文）Research on perception and production boundaries between fricative and affricate in native and non-native Japanese speakers

研究代表者

天野 成昭 (AMANO SHIGEAKI)

愛知淑徳大学・人間情報学部・教授

研究者番号：90396119

研究成果の概要（和文）：日本語または韓国語を母語とする話者において、破擦音[ts]（ツの子音）と摩擦音[s]（スの子音）の区別を、発声（生成）と聞き取り（知覚）の両面で調べた結果、(1) [ts]と[s]を区別する境界は、生成でも知覚でも「立ち上がり部の時間」と「定常部+立ち下がり部の時間」の2変数で表現できること、(2) 日本語母語話者では、この境界が生成と知覚でほぼ一致するのに対し、韓国語母語話者では一致しないこと、(3) 日本語母語話者の境界と韓国語母語話者の境界は、知覚ではほぼ一致するのに対し生成では一致しないことが分かった。

研究成果の概要（英文）：Characteristics of perception- and production-boundaries between affricate [ts] and fricative [s] were investigated in Japanese- and Korean native speakers. It revealed that 1) perception- and production-boundaries can be represented by two variables of “rise duration” and “steady+decay duration” of a fricative part, 2) Japanese native speakers have the same perception- and production-boundaries but Korean native speakers do not, and 3) perception boundary of Korean native speakers is very similar to that of Japanese native speakers, but their production-boundary is not.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2010年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：心理学・実験心理学

キーワード：音声・知覚・生成・範疇境界・母語

## 1. 研究開始当初の背景

韓国語母語話者などの非日本語母語話者にとって、日本語の/ツ/(無声破擦音[ts])は発音が難しく、/ス/(無声摩擦音[s])と混同して発音する傾向がある。この傾向は、日本語の学習レベルが上級である非日本語母語話者にもしばしば見られることから、母語による影響はかなり強いといえる。どんなに正確

な文法で流暢に日本語を話しても、/ツ/や/ス/を間違えて発音すると稚拙な話し方に聞こえてしまう。しかも、わずかな発音の誤りが意味の取り違えを生じさせるばかりでなく、良好な人間関係を築く上での障害を引き起こす可能性も考えられる。また日本語母語話者は、非日本語母語話者の音素の誤用に対して極めて非寛容であり、特に破擦音・摩擦

音の誤用に対しては厳しい評価を下すと言われている。この状況を踏まえると、非日本語母語話者に対して適切な日本語の破擦音・摩擦音の発音指導を行うことは極めて重要であるといえる。しかし日本語の発音指導は、主に日本語教師の経験と勘に基づいてなされ、必ずしも合理的・効果的とはいえないのが現状である。その原因の1つは、破擦音と摩擦音を区別する手がかりとなる知覚面・生成面における音響的特徴に関する科学的知見が乏しく、日本語母語話者と非日本語母語話者の音声知覚・生成の相異を引き起こしている原因について十分な理解ができていないことにある。

## 2. 研究の目的

そこで本研究では、非日本語母語話者が混同しやすい無声破擦音 [ts] と無声摩擦音 [s] を対象とし、以下の点の解明を目的とした。

(1) 日本語母語話者と非日本語母語話者において、無声破擦音 [ts] と無声摩擦音 [s] を区別する手がかりとなる音響的特徴を知覚面・生成面において特定するとともに、[ts] と [s] の知覚範疇境界と生成範疇境界を同定すること(図 1 a~d)。

(2) (1)において明らかにされた音響的特徴および範疇境界を、日本語母語話者と非日本語母語話者の間において比較することによって(図 1 ③~④)、母語による相異点を解明すること。

(3) (1)において明らかにされた音響的特徴および範疇境界を、知覚と生成との間において比較することによって(図 1 ①~②)、その対応関係を解明すること。

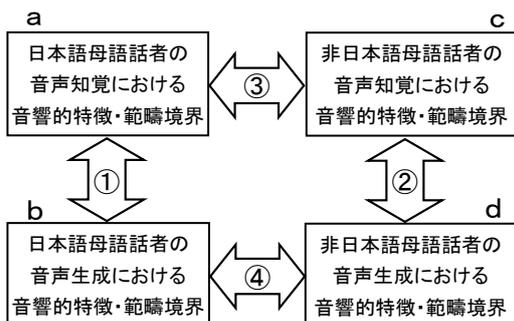


図1. 研究テーマの概念図

## 3. 研究の方法

上記の研究目的に沿って、無声破擦音 [ts] と無声摩擦音 [s] の生成実験および知覚実験を以下の方法で実施した。なお非日本語母語話者として、日本語学習者数が世界で一番多い韓国語母語話者を用いた。

### (1) 生成実験

参加者: 日本語母語話者 25 名, および日本語を学習中の韓国語母語話者 90 名が実験に参加した。

発声対象単語: 発声の対象は、無声破擦音 [ts] あるいは無声摩擦音 [s] を含む 208 単語とした。この単語の選択には、[ts] や [s] の前後の音韻環境、後続母音の無声化の有無、単語のアクセント型、単語長、単語のなじみの程度などを考慮し、研究対象とする [ts] と [s] 以外の要因によるデータの変動をなるべく小さく抑える工夫をした。

録音方法: 防音室内で、選択した単語をパーソナルコンピュータの画面上にひらがなで呈示した。呈示順序は参加者毎にランダム順とした。呈示された単語を参加者に自然な速度で発声させ、パーソナルコンピュータに接続した AD コンバータおよびマイクロホンを通してデジタル録音をした。録音のサンプリング周波数は 48kHz, 量子化ビット数は 16bit とした。

実験場所: 日本語母語話者は日本国内, 韓国語母語話者は日本国内および韓国ソウル市内で実験を行った。

解析方法: 録音した音声のうち、語頭に [ts] または [s] を含み、かつそれらの後続母音が無声化しない単語を対象とし、その [ts] と [s] の部分を抽出して音響的解析を行った。

時間領域における解析では、[ts] と [s] の摩擦部分の立ち上がりの時間長、定常部の時間長、および立ち下りの時間長を変数として定め、その値を各音声において測定した。時間長の測定は、波形エディタを使用して波形および音声強度を目視して手作業で行う方法と、プログラムによって音声強度のパターンから自動推定する方法の両方で行った。

[ts] と [s] の判別分析を、上記の変数単独と変数の和の全組合せにおいて行い、誤判別率が最小となる変数を特定した。またそのときの判別関数を求め、[ts] と [s] の生成範疇境界とした。

周波数領域における解析では、[ts] および [s] の波形を、1/3 オクターブバンドパスフィルタに通過させ、中心周波数ごとに時間平均出力を求めた。得られた出力を独立変数として、中心周波数ごとに [ts] と [s] の判別分析を行った。

### (2) 知覚実験

参加者: 日本語母語話者 40 名, および日本語を学習中の韓国語母語話者 40 名が実験に参加した。

実験場所: 日本語母語話者は日本国内, 韓国語母語話者は韓国ソウル市内で実験を行った。

刺激: 予備実験を実施した結果、語頭の [s] の摩擦部における「立ち上がりの時間長」と

「定常部+立ち下がり」の時間長」を系統的に変化させれば、[ts]から[s]までの知覚を引き起こす刺激連続体を構成できることが分かったので、本実験でもこれらの2つの変数の値を変化させて、[ts]-[s]の刺激連続体を作成した。なお、後続母音は無声化しない条件とした。

[ts]-[s]の刺激連続体を語頭に含む単語を、防音室内で参加者にヘッドホンを通してランダム順に呈示し、[ts]と聞こえたか、あるいは[s]と聞こえたかを二肢強制選択させた。このとき、[ts]-[s]の刺激連続体を含む単語の一方が、なじみのある単語であると、心的辞書からのトップダウン情報による反応バイアスが生じ、範疇境界がなじみのない単語の方向へずれるという現象が生じることが知られている。これを避けるため、本研究では、刺激連続体を含む両方の単語のなじみの程度を揃え、反応バイアスが生じないようにした。

解析方法：反応データから[ts]の反応率を求め、その値を従属変数とし、刺激連続体の「立ち上がりの時間長」と「定常部+立ち下がり」の時間長」を独立変数として、ロジスティック関数を当てはめた。当てはめた関数から、[ts]の反応率が50%となる1次関数を求め、それを[ts]と[s]の知覚範疇境界とした。

#### 4. 研究成果

##### (1) 主な成果

本研究で実施した知覚実験および生成実験の結果、以下の知見が得られた。

① 日本語母語話者および韓国語母語話者における[ts]と[s]の知覚範疇境界と生成範疇境界は、破擦部・摩擦部の強度の「立ち上がり部の時間」と「定常部+立ち下がり部の時間」の2変数で表現可能である。すなわち周波数領域の情報を使わずに時間領域の情報だけで、[ts]と[s]の区別が知覚でも生成でも可能であるといえ、しかもその変数は音声の強度変化に関わる単純な変数であることが分かった。

② 日本語母語話者においては、破擦部・摩擦部の「立ち上がり部の時間」と「定常部+立ち下がり部の時間」の2変数で表した[ts]と[s]の知覚範疇境界と生成範疇境界がほぼ一致する。すなわち、日本語母語話者は、知覚と生成において同じ範疇境界を用いて[ts]と[s]を区別しているといえる。

③ 韓国語母語話者においては、[ts]と[s]の知覚範疇境界と生成範疇境界が一致しない。しかも韓国語母語話者の知覚範疇境界および生成範疇境界は、日本語母語話者に比べて個人差が大きい。

④ [ts]と[s]の知覚範疇境界は、日本語母語話者と韓国語母語話者との間でかなり近く、

ほぼ一致する。一方、生成範疇境界は日本語母語話者と韓国語母語話者との間で異なり一致しない。すなわち、韓国語母語話者は日本語母語話者とほぼ同じように[ts]と[s]を区別して知覚しているけれども、[ts]と[s]の発声における区別は日本語母語話者とは異なっているといえる。

##### (2) 成果の位置づけとインパクト

これまで不明確であった[ts]と[s]の区別に関わる特徴が、時間領域の単純な2つの変数で表されることが分かったことは、非日本語母語話者に対するコンピュータを用いた日本語音声教育へ応用が期待できる成果である。すなわち、本研究で得られた2つの変数を用いれば、非日本語母語話者が発声した[ts]または[s]の音声をコンピュータで自動認識し、それが日本語母語話者にとって正しく知覚されるか否かを判定することができる。その判定結果に基づいて非日本語母語話者に適切なフィードバックを与えれば、客観的なパラメータに基づいて、これまでよりも効果的に[ts]と[s]の区別を教育することができるようになる。

これまで、非日本語母語話者において[ts]と[s]に混同が生じるのは、彼らの知覚面に問題があるのか、それとも生成面に問題があるのかが明確ではなかった。そのため、どのような音声教育を行えば、効果的であるのかも良くわかっていなかった。本研究の結果から、非日本語母語話者のうち少なくとも韓国語母語話者は、[ts]と[s]の知覚面では日本語母語話者とほぼ同じ能力を持っており、問題は生成面にあることが明らかになった。したがって、韓国語母語話者に対しては、[ts]と[s]の聞き取りを教育するよりも[ts]と[s]の発声の区別を教育するほうが重要であり、かつ教育効果が大きい可能性があるといえる。

##### (3) 今後の展望

本研究で明らかになった知覚・生成の範疇境界に関する知見は、日本語音声教育を科学的かつ効率的に行うために役立つ基礎データとして有益である。しかし、本研究の成果の一般性を高め、日本語音声教育の応用に結びつけるためには、以下に示す問題を解決されなければならない。

① 発声速度の影響：本研究で有効性を明らかにした変数は、時間に関する変数であるので、発声速度の影響を強く受けるはずである。しかし発声速度を系統的に変化させる実験を本研究では行わなかったため、その影響が不明のままである。

② 母音の無声化の影響：本研究では[ts]と[s]の後続母音が無声化しない場合を扱った。しかしその無声化が生じた場合、[ts]と[s]

の知覚および生成の性質が異なってくる可能性が高い。よって後続母音が無声化した場合の影響を解明する必要がある。

③子音位置の影響: 本研究では語頭に位置する[ts]と[s]の知覚と生成の性質を明らかにした。しかし、[ts]と[s]が語中や語尾に位置した場合の性質は不明である。語中や語尾では、特に子音に先行する無音区間の影響を考慮する必要があると考えられる。

④子音の種類の影響: [ts]と[s]に関する本研究の知見が、/チュ/[ch]や/シュ/[sh]など他の無声破擦音・無声摩擦音にも適用可能か否か、また有声破擦音、有声摩擦音へも適用可能か否かを明らかにする必要がある。

⑤母語の影響: 本研究では非日本語母語話者として韓国語母語話者を扱った。しかし韓国語母語話者は非日本語母語話者の一部に過ぎない。韓国語以外の中国語、ベトナム語、仏語、英語などを母語とする非日本語母語話者においても、本研究と同様の知覚と生成の性質が存在するか否かという点を明らかにする必要がある。

これらの未解決の問題について研究を積み重ねていくことによって、より良い日本語音声教育の基盤となる知見が得られ、それに基づいた科学的・効果的な日本語音声教育の技術開発が可能となるであろう。

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計1件)

- ① YAMAKAWA, K., AMANO, S., & ITAHASHI, S. (2012). "Variables to discriminate affricate [ts] and fricative [s] at word initial in spoken Japanese words," *Acoustical Science and Technology*, 33(3), 154-159. (査読有).

DOI: 10.1250/ast.33.154

[学会発表] (計17件)

- ① 山川仁子, 天野成昭. 韓国語母語話者が発声した日本語破擦音/ts/と/ch/および摩擦音/s/を区別する音響的特徴, 日本音響学会春季研究発表会, 2012年3月15日, 神奈川大学.
- ② 山川仁子, 天野成昭. 複数日本語母語話者の破擦音/ts/と/ch/および摩擦音/s/を区別する音響的特徴, 日本音響学会秋季研究発表会, 2011年9月21日, 島根大学.
- ③ Yamakawa, K., & Amano, S. "Acoustic features to discriminate between affricates and a fricative in Japanese," The 17th International Congress of Phonetic Sciences (ICPhS XVII), 2011/8/20, Hong Kong, China.
- ④ Amano, S., & Yamakawa, K. "Perception and production boundaries between fricative [s] and affricate [ts] in

Japanese," The 17th International Congress of Phonetic Sciences (ICPhS XVII), 2011/8/20, Hong Kong, China.

- ⑤ 山川仁子, 天野成昭. 韓国語母語話者における日本語の摩擦音[s]と破擦音[ts]の知覚・生成範疇境界, 日本音響学会聴覚研究会, 2011年6月9日, 東京学芸大学.
- ⑥ 天野成昭, 山川仁子. 摩擦音[s]と破擦音[ts]の生成範疇境界に対する発声速度の影響, 日本音響学会春季研究発表会, 2011年3月10日, 早稲田大学.
- ⑦ 山川仁子, 天野成昭. 無声歯茎破擦音と無声歯茎硬口蓋破擦音を区別する音響的特徴, 日本音響学会春季研究発表会, 2011年3月10日, 早稲田大学.
- ⑧ Amano, S., & Yamakawa, K. "Perception and production boundaries between fricative and affricate in Japanese," The 2nd PanAmerican/Iberian Meeting on Acoustics, 2010/11/16, Cancun, Mexico.
- ⑨ Yamakawa, K., & Amano, S. "Perception boundary between fricative and affricate in Korean speakers," The 2nd PanAmerican/Iberian Meeting on Acoustics, 2010/11/16, Cancun, Mexico.
- ⑩ 山川仁子, 天野成昭. 破擦音[ts],[tc]および摩擦音[s]の判別における摩擦部時間長の有効性の検討, 日本音声学会, 2010年10月10日, 国学院大学.
- ⑪ 天野成昭, 山川仁子. 日本語母語話者における摩擦音[s]と破擦音[ts]の知覚・生成範疇境界, 日本音響学会秋季研究発表会, 2010年9月14日, 関西大学.
- ⑫ 山川仁子, 天野成昭. 韓国語母語話者における語頭の摩擦音[s]と破擦音[ts]の知覚範疇境界, 日本音響学会秋季研究発表会, 2010年9月14日, 関西大学.
- ⑬ 山川仁子, 天野成昭, 板橋秀一. 音声強度パタンの自動推定に基づく[s]と[ts]の生成範疇境界を表す変数の決定, 日本音響学会春季研究発表会, 2010年3月8日, 電気通信大学.
- ⑭ 山川仁子, 天野成昭, 板橋秀一. 日本語母語話者における語頭の無声破擦音と無声摩擦音の生成範疇境界の変数, 日本音声学会, 2009年9月27日, 九州大学.
- ⑮ 天野成昭, 山川仁子, 板橋秀一. 語頭の摩擦音[s]と破擦音[ts]の知覚範疇境界, 日本音響学会秋季研究発表会, 2009年9月17日, 日本大学.
- ⑯ 山川仁子, 天野成昭, 板橋秀一. 韓国語母語話者における語頭の[s]と[ts]の生成範疇境界, 日本音響学会秋季研究発表会, 2009年9月17日, 日本大学.
- ⑰ Yamakawa, K., Amano, S., & Itahashi, S. "Production boundary between fricative and affricate in Japanese and Korean

speakers,” Interspeech 2009, 2009/9/7,  
Brighton, U.K.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

天野 成昭 (AMANO SHIGEAKI)  
愛知淑徳大学・人間情報学部・教授  
研究者番号：90396119

### (2) 研究分担者

山川 仁子 (YAMAKAWA KIMIKO)  
愛知淑徳大学・人間情報学部・助教  
研究者番号：80455196