

破擦音 [ts] と摩擦音 [s] の生成範疇境界に対する発声速度の影響

Speaking-rate effects on production boundaries between affricate [ts] and fricative [s] in Japanese native speakers

山川 仁子*, 天野 成昭

Kimiko YAMAKAWA, Shigeaki AMANO

要 旨

日本語母語話者が発声した語頭の無声歯茎破擦音 [ts] と無声歯茎摩擦音 [s] は、摩擦部分の「立ち上がりの時間長 (x)」と「定常部+立ち下がりの時間長 (y+z)」の2変数によって区別できることが分かっている (Yamakawa et al., 2012 など)。しかしはこれまでの研究では通常で発声された音声だけを用いて解析を行っていたため、発声速度と生成範疇境界との関係が不明のままであった。そこで本研究では、複数の速度で発声された音声を用いて、[ts] と [s] の生成範疇境界に対する発声速度の影響をみるとともに、発声速度に依存しない [ts] と [s] の生成範疇境界を表す変数について検討した。解析対象として日本語母語話者が発声した語頭にツ、スを持つ1~4モーラの単語を用いた。その単語の語頭の各子音について、摩擦部分の立ち上がり、定常部+立ち下がりの時間長を求め、[ts] および [s] の判別分析を行った。その結果、x および y+z は発声速度に依存して変化し、[ts] と [s] の生成範疇境界は発声速度に依存することが明らかになった。また、キャリア文全体の平均モーラ時間長で正規化した x と y+z が発声速度に依存しない生成範疇境界を表す変数であることが明らかになった。

キーワード：破擦音 摩擦音 生成範疇境界 発声速度 正規化 日本語

1. はじめに

一般に、母語の音韻体系にない音声の知覚・生成の習得は困難である。日本語の /ツ/ の子音、すなわち無声歯茎破擦音 [ts] に相当する子音を持つ言語は世界的に見て少ない (植木, 2002)。そのため、日本語を学習する非日本語母語話者にとって日本語の無声歯茎破擦音 [ts] の知覚・生成を習得することは難しいといわれている (村崎, 1978; 助川, 1993 など)。この無声歯茎破擦音 [ts] を持たない言語を母語とする非日本語母語話者は、日本語の [ts] を [s] に近い音で発音する傾向がある (助川, 1993; 松崎, 1999; Yamakawa et al., 2006; 山川, 2009 など)。この傾向は、日本語上級レベルの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。一方、[ts] と [s] の区別が曖昧だと、この2つの子音が弁別的対立をなす日本語においてコミュニケーション上の問題を引き起こす可能性がある (Thomas, 1983; 東間・大坪, 1991 など)。この状況を踏まえると、非日本語母語話者に対し適切な日本語破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。非日本語母語話者に日本語の無声破擦音 [ts] をスムーズに習得させるためには、科学的知見に基づいて日本語音声教育を合理的・効率的に実施することが重要であると考えられる。そのためには、まず科学的知見として、日本語母語話者および非日本語母語話者における無声破擦音 [ts] と無声摩擦音 [s] を区別する音響的特徴および両者の範疇境界を明らかにする必要がある。

* 愛知淑徳大学人間情報学部 jin@asu.aasa.ac.jp

このような背景において、これまでに筆者らは語頭の[ts]と[s]を区別する変数として、摩擦部分の立ち上がり部の時間長と、摩擦部分の定常部+立ち下がり部の時間長が有効であることを明らかにした(Yamakawa et al., 2012 など)。しかし、これまでの研究では通常で発声された音声だけを用いて解析を行っていたため、発声速度と生成範疇境界との関係が不明のままであった。そこで本研究では、複数の速度で発声された音声を用いて、[ts]と[s]の生成範疇境界に対する発声速度の影響をみるとともに、発声速度に依存しない[ts]と[s]の生成範疇境界を表す変数について検討した。

2. 実験

2.1 対象単語

語頭に破擦音[ts]または摩擦音[s]のいずれかを持つ単語を対象単語として選定した。ただし、日本語の破擦音[ts]は、必ず後続に母音 /u/ を伴って出現するため、本研究では[ts]、[s]の後続母音を /u/ に固定した。また、「ツ」、「ス」の母音部分が無声化している単語、および長母音である単語は対象外とした。上記の条件を満たし、[ts]、[s]以外の単語中の音韻が共通する1~4モーラ長の単語として「ツ／ス」、「ツル／スル」、「ツネル／スネル」、「ツマゴト／スマゴト」の4ペアを選定した。なお各ペアにおけるアクセントパターンは同じである。

2.2 実験参加者

日本語を母語とする男女各4名、合計8名(平均年齢25.3歳、Min=21歳、Max=30歳、SD=3.91歳)が実験に参加した。参加者は全員、関東在住の東京方言話者であった。

2.3 収録方法

8種の対象単語を3回繰り返して24単語のセットを作成した。セット中の各単語をキャリア文「～も単語です」に埋め込み、それを平仮名列でコンピュータの画面上に表示し、「遅い」「普通」「速い」の3種の速度で参加者に発声させた。その際、24単語のセットを1ブロックとして各発声速度に割り当て、ブロック内の単語の順序を参加者毎にランダムとした。それをマイクロホン(SONY、ECM-999)と、A/Dコンバータ(Roland、UA25-EX)を用いて、標本化周波数48kHz、量子化ビット数16bitでデジタル録音した。音圧レベルをコンピュータに自動判断させ、それが小さすぎたり大きすぎたりした場合は、その都度、実験参加者に単語を再発声させた。さらに、実験参加者の読み間違いや言いよどみ等を実験者がチェックし、問題があった単語も再発声させた。音声の録音は国立国語研究所に設置されている防音室で行った。

2.4 測定

Yamakawaら(2012)の研究により、[ts]と[s]を区別する最適な変数として摩擦部の立ち上がり部の時間長(x)と定常部+立ち下がり部の時間長(y+z)の2変数が有効であることが明らかになっている。そこで本研究でも、これら2変数を解析に用いた。x、y、zの推定にはYamakawaら(2012)の自動推定法を用いた。すなわち、最小二乗誤差基準を用いて[ts]、[s]の強度パターンを折線で推定し、その推定結果から立ち上がり部(x)、定常部(y)、立ち下がり部(z)の持続時間を決定した(Fig. 1)。

3 解析

3.1 発声速度毎の解析

上記の実験で得たデータについて、[ts]と[s]のカテゴリーをラベル変数、xとy+zを説明変数として[ts]と

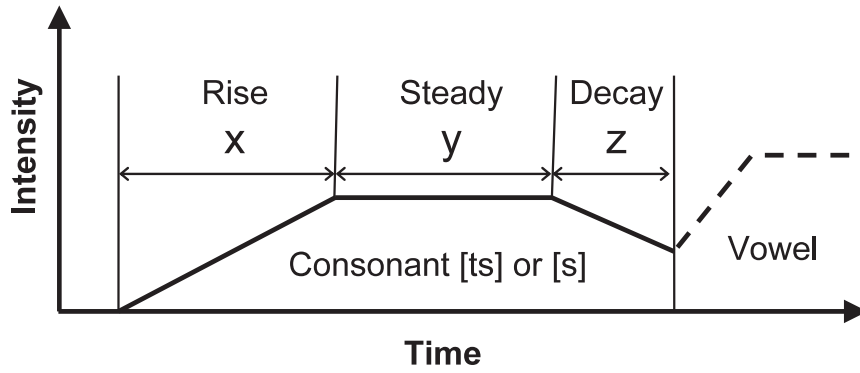


Figure 1 : Schematic diagram of speech intensity pattern for consonant [ts] and [s].

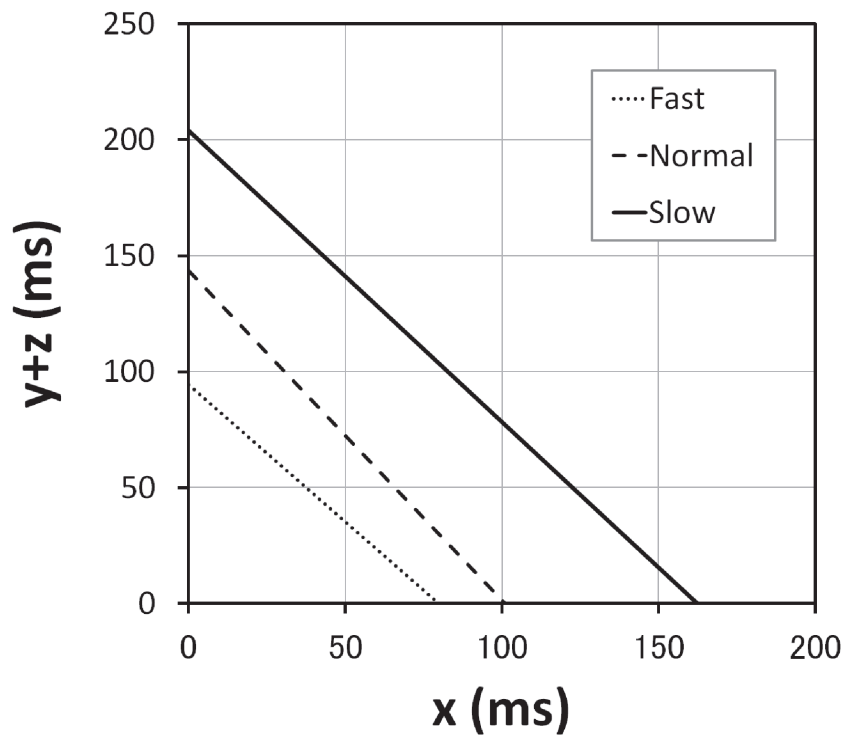


Figure 2 : Discriminant functions between [ts] and [s] at slow, normal, and fast speaking rates.

[s]の判別分析を発声速度毎に行った。その結果、各発声速度における[ts]と[s]の生成範疇境界を表す式は、 x を a (ms)、 $y+z$ を β (ms)として

$$\text{Slow} : \beta = -1.256 a + 204.0 \quad (\text{Eq. 1})$$

$$\text{Normal} : \beta = -1.422 a + 143.6 \quad (\text{Eq. 2})$$

$$\text{Fast} : \beta = -1.184 a + 94.4 \quad (\text{Eq. 3})$$

であった。Fig. 2に発声速度毎の生成範疇境界を示す。[ts]と[s]の誤判別率は発声速度が遅い、普通、速いの順に9.4%、6.2%、10.9%であった (Fig. 3)。

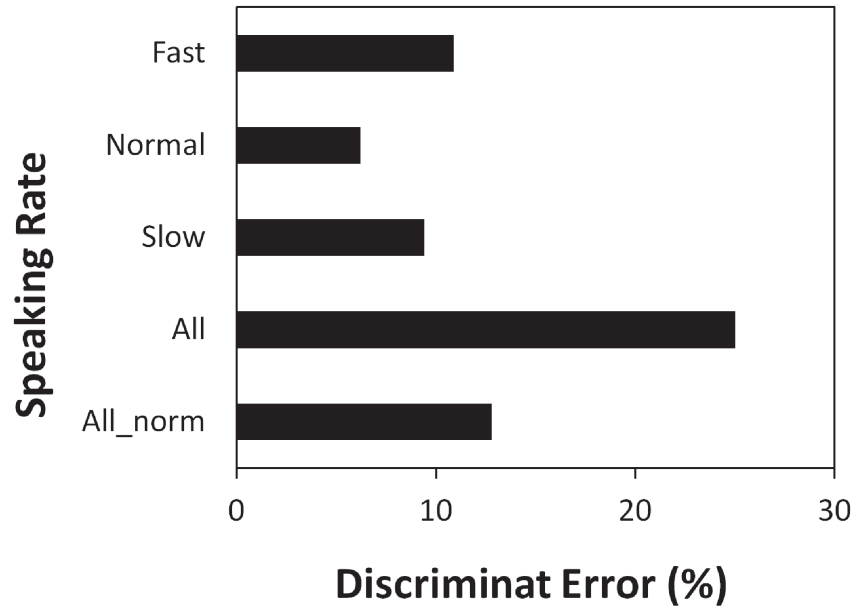


Figure 3 : Discriminant error ratio between [ts] and [s] as a function of speaking rate. “All_norm” indicates that the rise duration (x) and steady+decay duration (y+z) are normalized with the averaged mora duration of a carrier sentence.

3.2 全発声速度の解析

上記の実験で得た全発声速度のデータを用い、前節と同様の方法で[ts]と[s]の判別分析を行った。その結果、誤判別率は25.0%であった (Fig. 3)。発声速度の影響を取り除くことを目的として、対象単語を含むキャリア文全体の平均モーラ時間長で x および y+z を除算することにより、x および y+z を正規化した。

正規化した x および y+z を用いて全発声速度における[ts]と[s]の判別分析を行ったところ、誤判別率は11.8%であった (Fig. 3)。また、全発声速度における[ts]と[s]の生成範疇境界を表す式は、x を a (ms)、y+z を β (ms) として

$$\text{All_norm : } \beta = -1.230 a + 0.753 \quad (\text{Eq. 4})$$

であった。Fig. 4 に正規化した x および y+z を用いて表した[ts]と[s]の全発声速度におけるデータと、その生成範疇境界を示す。

4 考察

Fig. 2 は、x および y+z が発声速度に依存して変化し、発声速度が速くなるほど[ts]と[s]の生成範疇境界が原点に近くなることを示している。すなわち[ts]と[s]の生成範疇境界は発声速度に依存するといえる。速い発声速度における生成範疇境界の傾きが他の発声速度に比べて急峻であることから、y+z に対する発声速度の影響は非線形であることが示唆される。Fig. 3 に示すように、各発声速度における誤判別率は約 10%である。[ts]と[s]の生成範疇境界が発声速度に依存するため、全発声速度のデータをまとめた場合、その誤判別率は25.0%まで上昇してしまう。しかし、キャリア文全体の平均モーラ時間長で正規化した x と y+z を用いた場合の誤判別率が、各発声速度における誤判別率とほぼ同じ値の11.8%に抑えられることは、この正規化した x と y+z が発声速度に依存しない生成範疇境界を表す変数であることを強く示唆している。ただし、本研究

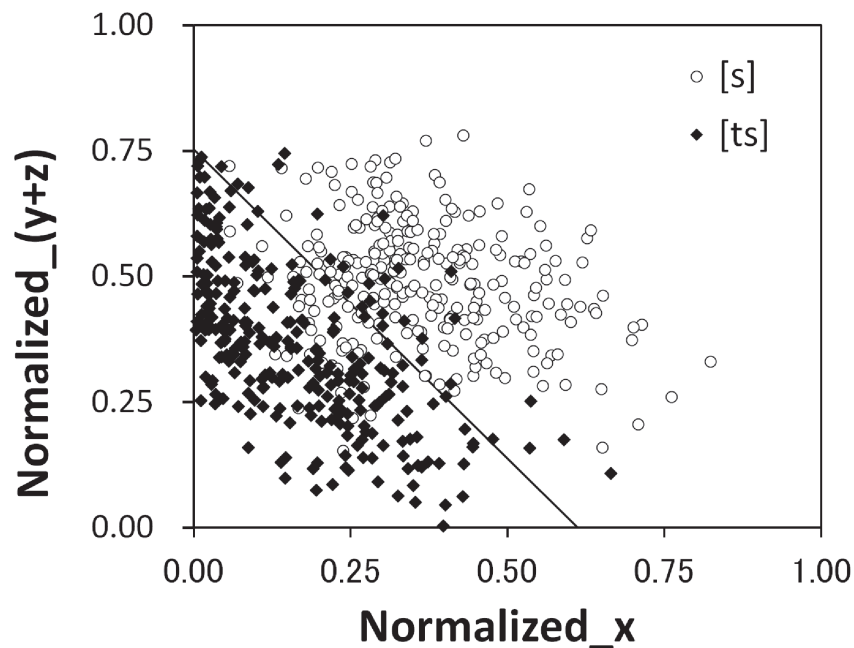


Figure 4 : Scattergram of [ts] and [s] in all speaking rates with variables of the normalized rise duration (Normalized_x) and the normalized steady+decay duration (Normalized_(y+z)). The solid line is the production boundary between [ts] and [s] (Eq. 4).

で用いた参加者数およびデータ数が少ないため、得られた結果を一般的結果としてみなしてよいか否かについては議論の余地がある。今後、参加者数とデータ数を増やして詳細な検討を行う予定である。

謝辞

本研究は文部科学省科学研究費補助金 (21530782) および平成 23・24 年度愛知淑徳大学特定研究助成を受けた。

引用文献

- 松崎寛, “韓国語話者の日本語音声—音声教育の観点から,” 音声研究 3(3), 36-35(1999).
- 村崎恭子, “アジア留学生の日本語のクセ,” 言語生活 322, 39-47(1978).
- 助川泰彦, “母音別に見た発音の傾向—アンケート調査の結果から,” 日本語音声と日本語教育, 文科省重点領域研究報告書, 187-222(1993).
- Thomas, J., “Cross-cultural pragmatic failure,” *Applied Linguistics* 4, 91-112(1983).
- 東間由美, 大坪一夫, “外国人の日本語発話の日本人話者による評価,” 日本語の音声の構造, 113-118(1991).
- 植木正裕, “日本語は難しい?” 『にほんごを外から眺める』(新「ことば」シリーズ 15), 24-34, 国立国語研究所; 東京 (2002).
- Yamakawa, K., Chisaki, Y. and Usagawa, T., “Subjective evaluation of Japanese voiceless affricate spoken by Korean,” *Acoust. Sci. & Tech.* 27(4), 236-239(2006).
- 山川仁子, “日本語学習者による日本語破擦音「ツ」の発音とその特徴—タイ人学習者の場合—,” Proc. 2008 International Conference on Japanese Language Education 2, 326-329(2008).
- Yamakawa, K., Amano, S. and Itabashi, S., “Variables to discriminate the affricate [ts] and fricative [s] in the pronunciations of native Japanese speakers,” *Acoust. Sci. & Tech.* 33(3), 154-159(2012).