

機関番号：62618

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23520539

研究課題名(和文) 促音の発声・調音に関わる音声生理学的研究

研究課題名(英文) Physiological study on the phonation and articulation of Japanese Sokuon

研究代表者

藤本 雅子 (Fujimoto, Masako)

大学共同利用機関法人人間文化研究機構国立国語研究所・コーパス開発センター・プロジェクト非常勤研究員

研究者番号：30392541

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円、(間接経費) 1,170,000円

研究成果の概要(和文)：子音発声時の喉頭調節の検討の結果、破裂音の声門開大が促音前半で抑制される傾向がみられた。これは促音前半部に声帯の緊張を伴う(服部 1984)、喉頭化する(藤村 2007)という指摘を補佐する結果である。しかしMRIによる調音運動の解析の結果では、舌の拳上のタイミングは促音が非促音より遅れる傾向があった。これは促音前半の声門開大の抑制が声道内の閉鎖によるものではないことを示唆している。また南琉球宮古島方言では、語頭促音の後続母音の喉頭化や語頭の有声促音の鼻音化の特徴を持つこと、イタリア語の重子音の時間制御が促音とは異なることが示され、言語間差異と方言間差異も確認できた。

研究成果の概要(英文)：The results of phonatory study revealed that the glottal opening of stop consonant s is suppressed at its beginning part. This finding supports the claims that sokuon involves glottal tension (Hattori 1984) or laryngealization (Fujimura 2007) in its first half. However, MRI study has shown that the tongue tends to rise later during sokuon than its single counterpart. This suggests that the suppression of the glottal opening during sokuon is not due to the earlier closure for the consonants at the vocal tract. Acoustic analyses revealed that, at Miyakojima dialect in Okinawa, laryngealization and nasalization are involved during word initial sokuon, and the timing control for geminates in Italian differs from that of sokuon, which indicates that the dialectal variation as well as the inter-language variation are significant with regards to sokuon, or geminates.

研究分野：言語学

科研費の分科・細目：音声学

キーワード：促音 重子音 発声 調音

1. 研究開始当初の背景

促音「っ」は日本語に特徴的な音素であるが、その発声、調音の実態はまだ十分に解明されていない。促音は幼児の言語獲得や外国人への日本語教育、言語障害教育の観点から、研究が急がれる。

2. 研究の目的

本研究の目的は促音の生成特徴やその言語依存性/普遍性を解明することにある。

3. 研究の方法

MRI による舌や下顎の調音運動の計測、ハイスピードカメラによる喉頭・声帯の撮影や光電グロトグラム(声門図)による発声の観察など、医学的・生理学的手法を用いて促音の産出メカニズムを検討する。東京方言話者の検討結果をもとに、琉球方言の促音や外国語の重子音の音響特徴、発声、調音様式と比較する。

4. 研究成果

(1) 促音の発声

ハイスピードカメラによる喉頭動画と光電グロトグラム(PGG)により、子音生成時の声門開大の様子を、a)喉頭全体の狭窄があるか、b)声門閉鎖があるか、c)声帯の緊張はあるかの観点から調べた。その結果、ハイスピードカメラの画像に、喉頭全体の狭窄、声門閉鎖はなく、明確な声帯の緊張もなかった(図1)。

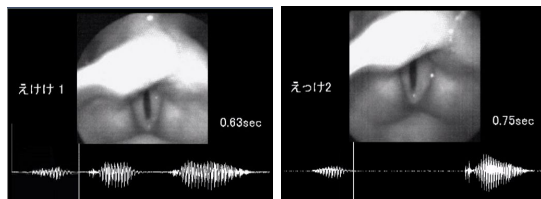


図1 子音前半のハイスピードカメラ画像。左が/e/keke/の/e/, 右が/e/kke/の/k/

しかし PGG 波形には子音前半で声門開大の抑制がみられ(図2)、喉頭画像のキモグラフにも声帯の外転が子音前半で抑制されている様子がみられた(図3)。これらは促音前半部に喉頭の緊張を伴う(服部 1984)、喉頭化する(藤村 2007)という指摘を補佐する結果と考えられる。

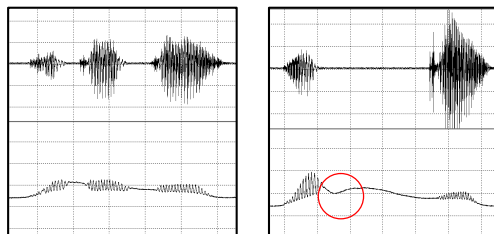


図2 音声波形と PGG 波形。左が/e/keke/, 右が/e/kke/。

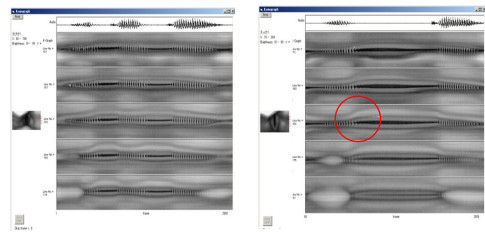
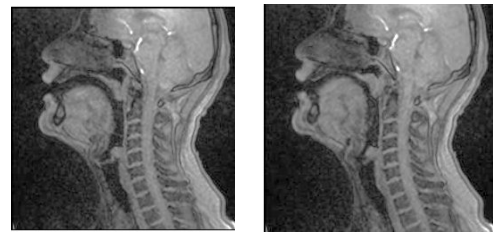


図3 声帯のキモグラフ。左が/e/keke/, 右が/e/kke/。子音での開大が/k/では/e/に比べ抑制されている(丸で囲んだ部分)。

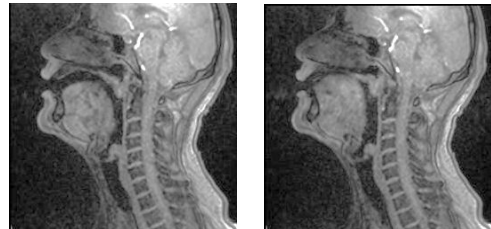
(2) 促音の調音

調音は MRI 動画により検討した。/agise/, /akise/, /akki/を比較すると、舌位置の変化のタイミングは/a/では同じであるが、子音の舌の拳上タイミングは/k/, /g/, /kk/の順に遅れていた(図4)。

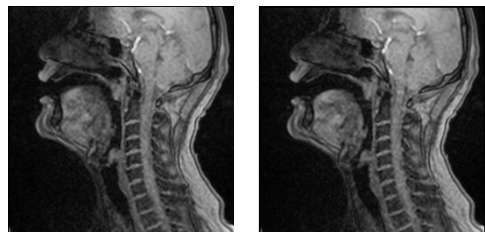
舌のピークの遷移も、促音が非促音より遅れる傾向があった(図5)。非促音の子音では、無声子音が有声子音より早いことも示され(図6)、同じ無声子音の促音と非促間でタイミング差が生じることは特徴的である。



/agise/の/a/(左)と/g/(右)



/akise/の/a/(左)と/k/(右)



/akki/の/a/(左)と/kk/(右)

図4 MRI 画像。/agise/(上), /akise/(中), /akki/(下)。/a/は 33 フレーム目, /g/, /k/, /kk/は 45 フレーム目。

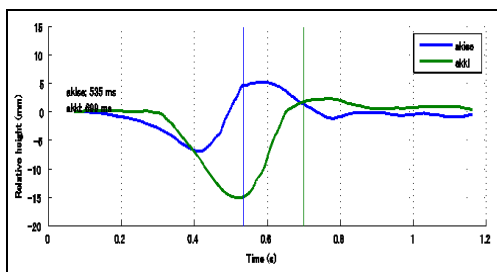


図 5 舌のピークの遷移。/akise/が青線，/akki/が緑線。

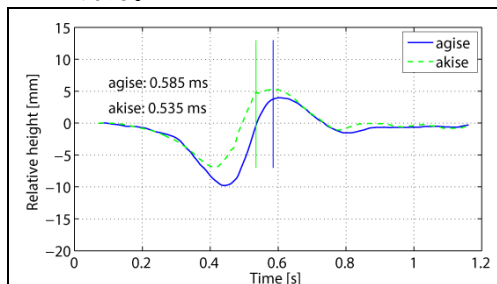


図 6 舌のピークの遷移。/akise/が青線，/agise/が緑点線。

促音での舌の拳上が遅れることは、発声特徴である閉鎖音の促音前半の声門開大の抑制が、調音運動の声道閉鎖によりもたらされたものではないことを示し、促音発話時の喉頭の緊張((服部 1984)や喉頭化(藤村 2007)の可能性を示唆する。今後、声帯の筋電図などの検討が望まれる。

### (3) 促音，重子音の音響分析

イタリア語の音響分析の結果，重子音に先行する母音は単子音に先行する母音より短く，日本語のパタンとは異なっていた(図7)。これは音節リズム(イタリア語)とモーラリズム(日本語)の時間制御の違いによると考えられた。

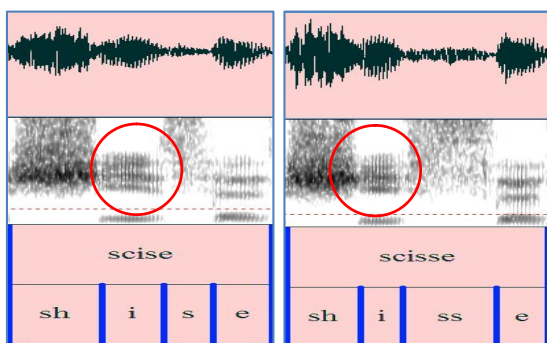


図 7 イタリア語の /shise/(左)と /shisse/(右)。/ss/に先行する母音は/s/に先行する母音より短いのが特徴的である(丸で示した部分)。

南琉球宮古島方言では，語頭促音の後続母音の喉頭化や語頭の有声促音の鼻音化の特徴が示された(図8)。このように促音(重子音)の言語間差異と方言間差異も確認でき，今後の発声，調音運動研究の方向性への示唆が得られた。

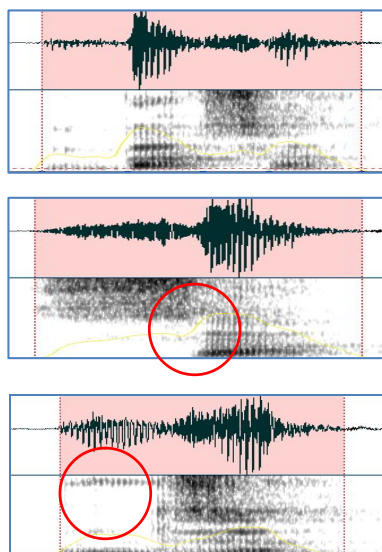


図 8 南琉球宮古島方言の /basa/「芭蕉」(上)と /ssa/「草」(中)，/zzu/「魚」(下)。/ssa/の/a/の強い声立てと /zzu/の/zz/の鼻音化が特徴的である(丸で示した部分)。

## 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)

[雑誌論文](計 4件)

Ryosuke O. Tachibana, Tatsuya Kitamura, Masako Fujimoto, Differences in articulatory movement between voiced and voiceless stop consonants, *Acoustical Science and Technology Acoustical Letter*, 33(6), 391-393, 査読あり, 2012.

藤本雅子, 子音環境と発話速度による母音無声化の促進・抑制効果 - 声門開大運動パタンの検討 -, *音声研究* 16(3), 1-13, 査読あり, 2012.

Masako Fujimoto and Kikuo Maekawa, Paralinguistic information affects phonation types: A case study using high-speed video images, *Acoustical Science and Technology* 34(2), 89-93, 査読あり, 2013.

藤本雅子, 篠原茂子, 南琉球竹富島の民話と唄, *Sophia Linguistica* 60, .49-61, 査読あり, 2013.

[学会発表](計 15件)

Shigeko Shinohara and Masako Fujimoto, Moraicity of initial geminates in Tedumuni dialect of Okinawa, *ICPhS 2011 Hong Kong*, 2011.

橘亮輔, 北村達也, 藤本雅子, 有声・無声閉鎖子音の調音運動の差異, *日本音響学会秋季講演論文*, 2011.

船津誠也, 藤本雅子, 子音クラスター調音における舌の運動計測: EMAによる予備的検討, *日本音声学全国大会*, 2011.

藤本雅子, 橘亮輔, 北村達也, 母音の調音の方言差: MRI 画像による検討, 電気情報通信学会技術研究報告書, 2011.

Masako Fujimoto, Physiological characteristics of sokuon: A preliminary study, ICPP, Kyoto, 2011.

Masako Fujimoto, Seiya Funatsu and Ichiro Fujimoto, How consonants, dialect and speech rate affect vowel devoicing?, Interspeech, 査読あり, Portland, 2012.

Masako Fujimoto, Kiyoshi Honda, Shinji Maeda, Glottal opening pattern during Japanese geminate consonants (sokuon), Japanese Korean Linguistics 22, 2012.

船津誠也, 藤本雅子, EMA 計測値の normalization の検討: 子音クラスター音時の舌運動について, 電気情報通信学会技術研究報告書 SP2012, 2012.

Seiya Funatsu and Masako Fujimoto, study of data normalization measured by an electro-magnetic articulograph, 21st International Congress on Acoustics, 査読あり, Montréal, 2013.

Masako Fujimoto, Tatsuya Kitamura, Hiroaki Hatano and Ichiro Fujimoto, Timing differences in articulation between voiced and voiceless stop consonants: An analysis of cine-MRI data, Interspeech 2013, 査読あり, Lyon, France. 2013.

藤本雅子, 石本祐一, 前川喜久雄, イタリア語の単子音, 重子音の音響特徴, 日本音響学会秋季講演論文, 豊橋, 2013.

藤本雅子, 篠原茂子, 南琉球宮古島池間方言における促音の音響特徴, 日本音響学会秋季講演論文, 豊橋, 2013.

鮮于媚, 藤本雅子, 荒井隆行, ラウドネスの観点からみた日本語の促音と非促音の区分, 日本音響学会秋季講演論文, 豊橋, 2013.

船津誠也, 藤本雅子, 安田麗, 子音クラスターへの挿入母音を如何に知覚するか: ドイツ語母語話者の場合, 日本音響学会秋季講演論文, 豊橋, 2013.

Masako Fujimoto, Timing differences in articulation between single and geminate voiceless stop consonants: An analysis of cine-MRI data, 3rd ICPP, National Institute for Japanese Language and Linguistics, 2013.

研究者番号: 30392541

## (2) 研究分担者

前川 喜久雄 (MAEKAWA Kikuo)  
大学共同利用機関法人人間文化研究機構  
国立国語研究所・言語資源研究系・教授  
研究者番号: 20173693

船津 誠也 (FUNATSU Seiya)  
県立広島大学・産業社会・講師  
研究者番号: 30275383

藤本 一郎 (FUJIMOTO Ichiro)  
拓殖大学・工学部・教授  
研究者番号: 80143387

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

藤本 雅子 (FUJIMOTO Masako)  
大学共同利用機関法人人間文化研究機構  
国立国語研究所・コーパス開発センター・  
プロジェクト非常勤研究員