

令和 5 年 6 月 15 日現在

機関番号：32670

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2022

課題番号：17K02692

研究課題名（和文）言語音声産出における構音運動の相互調整に関する通言語的研究

研究課題名（英文）Cross-linguistic study on articulatory coordination in speech production

研究代表者

吉田 健二（YOSHIDA, Kenji）

日本女子大学・文学部・研究員

研究者番号：10279820

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,700,000円

研究成果の概要（和文）：本研究課題の目的は鼻音をふくむ子音連鎖の構音運動の相互調整パターンを明らかにすることであり、リアルタイムMRIデータの検討により以下の知見を得た。

(1)「鼻的破裂」（英語・日本語福井方言・能楽師の伝承音）には構音・音響の両面で通言語的共通性がみられる。鼻腔・口腔の同時閉鎖につづく鼻腔の急な開放により、強い鼻腔音が産出される。(2) (1)と逆順の「非鼻音化」した鼻子音（韓国語・中国潮州語）では、鼻腔共鳴がよわく無音区間が短い。(1)(2)の両者は非対称で異なる構音パターンをもつ。(3) 鼻腔・口腔の構音運動の協調は、リアルタイムMRIによる観察によって詳細に捉えることが可能となる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本課題の遂行をとおして、複数の構音運動の協調パターンを記述・定量化するためのリアルタイムMRI撮像データの利用の手法を確立することができた。対象とした鼻音をふくむ子音連鎖については、複数の言語にくわえて自然言語ではない能楽の伝承音もふくめて、構音運動の時間展開に共通性があることが見出された。また、鼻子音と非鼻子音の連鎖において、その出現順序が逆になると構音運動の持続時間や運動の大きさがおおきく変わるという「非対称性」が見出された。これらの知見により、言語音の産出における構音運動の相互協調にかんする理解を一步進めることができた。

研究成果の概要（英文）：In the present research project we conducted a real-time MRI-based investigation into the patterns of coordination of articulatory gestures for the sequences oral and nasal consonants. We examined the production of nasal plosion and found a cross-linguistic similarity across English, Fukui dialect of Japanese and Nogaku theater performers both in its articulation and acoustic features: simultaneous occlusions of the oral and nasal passages followed by an abrupt and large opening at the velopharyngeal port. In contrast, the production of “denasalization” of nasal consonants in Korean and Chaozhou Chinese exhibits a smaller velic opening followed by a very brief moment of simultaneous oral and velic closures, revealing asymmetry in the articulatory coordination in two types of consonant clusters in which the same two phonetic events (nasal and oral consonants) unfold in the opposite orders.

研究分野：音声学

キーワード：音声の産出 子音の連鎖 調音器官の相互調整 能楽の伝承音 英語 日本語福井方言 韓国語 中国潮州語

1. 研究開始当初の背景

言語音のうち破裂音とよばれる子音の調音法の下位区分のひとつに鼻的破裂(nasal plosion)がある。英語におけるこの発音について、口腔における閉鎖を維持したまま口蓋帆(velum)の下降により鼻腔共鳴を作り出すという記述がなされてきたが(文献4, p.67・文献5, p.228)、音響・構音上の詳細についてはほとんど明らかになっていなかった。

「呑む」「ツメル」などとよばれる能楽の特殊な伝承発音は「鼻的破裂」であると記述されてきたが、演者の内省や研究者の聴覚印象による間接的な記述しかなかった。また日本語福井方言で動詞活用形に聴かれる「トゥンタ・ツンタ」のような発音にみられる発音「ン」も類似の音声だと考えられてきたが、福井方言ネイティブの言語研究者の内省による観察しかなかった(文献1)。

鼻音がかかわる音声現象には鼻子音の非鼻音化現象(denasalization)もある。鼻的破裂とことなり、定量的・実験的な研究の蓄積はあるが、音響や空気力学的な研究が主であり、構音運動の観察に基づく検討はほとんどおこなわれていなかった。これは鼻音(鼻腔共鳴)の産出が口蓋帆の下降による咽頭・鼻腔の接続によりなされるため、外部からの観察が困難だったことによる。この困難は鼻的破裂についてもおなじである。しかし近年、核磁気共鳴画像法(Magnetic Resonance Imaging, 以下 MRI)による人体内部の撮像の技術・応用が進展し、医学のみならず構音運動の観察への応用もすすんできた。本研究プロジェクトはこの機会をとらえ、上記音声現象の理解をすすめようとする試みである。

2. 研究の目的

自然言語の音声は連続的に産出されるため、複数の構音器官が迅速に運動し相互に協調する必要がある。本研究では鼻子音が非鼻音の子音と連続する以下の例のような子音連続を対象とした。

<鼻的破裂>

(北米)英語 hidden [hɪdn], bitten [bitn], ...

福井方言 ミトゥンタ [mitnta] (見てしまった)、ネトゥンタ [netnta] (寝てしまった)、...

能楽 末代の [matndai]、新月の [einjetnno]、...

<非鼻音化>

韓国語 목적 [mboktʃok] (目的)、눅다 [ndupta] (横になる)、...

潮州語 文 [mbuŋ]、蜜 [mbik]、...

このような複数の音項(segment)が連続する音声の産出において、複数の構音器官がどのような時間的展開と相互の協調を示すか明らかにすることが第一の目的であった。その構音運動パターンがどのような音響的特徴をもつ音声の産出に対応しているかを検討することももうひとつのおもな目的であった。また、対象とする音声現象(鼻的破裂・非鼻音化)は上述のように系譜を異にする複数の言語に存在が知られており、言語音の産出における通言語的共通性の検討も課題のひとつであった。

3. 研究の方法

対象とする音声現象は鼻音を含んでおり、口腔奥部に位置する口蓋帆の運動がかかわっているため、上述のように外部からの観察が困難である。この部位の構音運動を口腔における構音運動の状態とあわせて観察するため、非侵襲で被験者へのリスクが低い MRI による構音器官の撮像をおこなった。具体的には口腔と鼻腔の閉鎖・開放の相互の時間関係や運動の速度・大きさの観察が目的となるので、構音運動の時間的推移が観察できるリアルタイム MRI 撮像を対象言語すべてについて実施した。話者は上記言語のネイティブ話者および現役の能楽師である。MRI 撮像は国際電気通信基礎技術研究所(ATR)内の ATR Promotions において、専門の技師の管理・操作のもと実施した。これに先立ち、ATR および日本女子大学において、被験者の安全などにかんする研究計画の審査を受け、認証をうけた。

取得した MRI 画像の分析には、米国国立衛生研究所(NIH)の開発・管理による画像処理・解析ソフトウェア ImageJ(文献6)を利用した。画質の調整をおこなったのち、舌・口蓋帆をふくむ口蓋・後部咽頭壁のトレーシング処理をおこない、これにもとづいて口腔(両唇または歯茎)・鼻腔の開口度の測定をおこなった。これにより構音器官の形状とその時間的変化について信頼度・再現性の高い記述・測定をおこなうことができる。この測定値の時間変化パターンを検討することにより、複数の構音運動の持続時間や相互の関係を検討した。取得したリアルタイム MRI 撮像データは、構音器官の形状を正確に特定するため高い空間解像能が求められる。この要請とのトレードオフにより高い時間解像能が得られない(1秒に10フレーム)。この難点を克服するため、観察対象とした実験語それぞれにつき6~20回ほどの繰り返しデータを取得し、平均

をもとめることにより口腔・鼻腔の開口度の時間変化の推定をおこなった。

リアルタイム MRI 撮像時にこれと同期したデジタル録音音声を得られるが、MRI の強い磁気によって発生するおおきなノイズのため、被験者の音声は非常に不鮮明になる。スペクトル減算法によってノイズ低減を実行したのち、測定の対象となるフレームの確定をおこなった。

対象音声の音響特徴については上記の構音運動パターンの時間展開との対応を検討するため、2 節に記したような連続する音声現象の出現の有無・持続時間と複数の音声現象のあいだの持続時間の相関関係などを検討した。

4. 研究成果

主な研究成果は以下のとおりである。

(1) 「鼻的破裂」(英語・日本語福井方言・能楽師の伝承音) には構音・音響の両面で通言語的共通性がみられる。鼻腔・口腔の同時閉鎖につづく鼻腔の急な開放により鼻腔の共鳴音が産出される。この鼻腔共鳴音は立ち上がり急で共鳴がおおきく、通常の(音節初頭などの)鼻音とことなる構音・音響的特徴をもつ。能楽師の鼻的破裂は演技における「謡(うたい)」において実現されるもののため自然言語よりずっとおおきな持続時間で産出される。(文献 2, 3)

(2) おなじ環境で鼻的破裂があるケースとないケース(個人差による)を比較すると、鼻的破裂をする話者のほうが鼻腔(のみの)共鳴区間がながいっぽう、鼻的破裂がおこってから声帯振動がはじまる区間(息漏れ区間)がみじかいなど、鼻的破裂の持続時間制御に長子音(促音)に類似した特徴がみられた。「1 拍 + α 」をになう区間であることによる話者の無意識の時間制御であることがかんがえられる。このような音響面における知見は今後もさらに検討されるべきである。(文献 2)

(3) 2 節の例で確認できるように、鼻的破裂と非鼻音化した鼻音は音声記号レベルではおなじ音声現象を逆順に展開したものであるかのように記述され、同一の構音運動が順序を逆にして展開しているかのような記述も見られる(文献 5, p. 228)。しかし、「非鼻音化」した鼻音(韓国語・中国潮州語)では、鼻的破裂と比較して鼻腔共鳴がよわく、また後続する非鼻音の区間の持続時間がみじかい。両者は同一の音声現象をたんに逆順にしたようなものではなく、非対称で異質な構音パターンによるものであることが明らかとなった。(文献 7)

(4) 技術面に関しては、鼻音にかかわる子音連続の構音運動の協調パターンは、リアルタイム MRI による撮像データを 3 節にのべたような方法で解析することによって詳細に捉えることが可能であることが確認された。

2 節でのべた検討課題の一つ、鼻的破裂および非鼻音化の通言語的共通性がみとめられたが、一方、類似の音声現象に個別言語の特殊性はみられないのか、とくに類似の音声のほかの言語の話者にも類似のものと認識されるのか、という点が今後の課題のひとつとなる。

文献

- [1] 新田哲夫 (2015) 「日本全国イチオシ方言 福井県」『日本語学』(明治書院) 34(3), p. 78-79.
- [2] 吉田健二・新田哲夫・市村葉子・宇都木昭「日本語福井方言の鼻的破裂音：持続時間パターンの特徴」『日本音声学会第 32 回全国大会予稿集』p. 144-149.
- [3] 吉田健二・坂本清恵「謡の鼻的破裂音：音響と構音の特徴」『日本音声学会第 33 回全国大会予稿集』p. 198-203.
- [4] Ladefoged, P. and K. Johnson. (2014). A Course in Phonetics. 7th edition. Cengage Learning.
- [5] Laver, J. (1994). Principles of Phonetics. Cambridge University Press.
- [6] Schneider, C. A., Rasband, W. S. and K. W. Eliceili. (2012). NIH image to ImageJ: 25 years of image analysis. Nature Methods, 9(7), p. 671-675.
- [7] Yoshida, K., Utsugi, A., Wu, J.H., Nitta, T., Sakamoto, K., Ichimura, Y. (2020). Articulatory asymmetry in consonantal sequences: A case from English, Fukui Japanese and Chaozhou Chinese. Proceedings of the 10th International Conference on Speech Prosody 2020, p. 21-25.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 吉田健二 坂本清恵	4. 巻 1
2. 論文標題 謡の鼻的破裂音：音響と構音の特徴	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 第33回日本音声学会全国大会予稿集	6. 最初と最後の頁 198, 203
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kenji Yoshida, Akira Utsugi, Wu Jia Hui, Tetsuo Nitta, Kiyoe Sakamoto, Yoko Ichimura	4. 巻 1
2. 論文標題 Articulatory asymmetry in consonantal sequences: a case from English, Fukui Japanese and Chaozhou Chinese	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of Speech Prosody 2020	6. 最初と最後の頁 1, 5
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 吉田健二・坂本清恵	4. 巻 13
2. 論文標題 鼻的破裂音の産出にかんする予備的検討：英語と謡の対照	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 論集（アクセント史資料研究会）	6. 最初と最後の頁 47-63
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 吉田健二 新田哲夫 市村葉子 宇都木昭
2. 発表標題 日本語福井方言の鼻的破裂音：持続時間パターンの特徴
3. 学会等名 日本音声学会第32回全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kenji Yoshida; Kiyoe Sakamoto
2. 発表標題 Articulatory coordination of nasal plosion in Fukui Japanese and Noh performers: An MRI-based investigation
3. 学会等名 名古屋音声研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉田健二
2. 発表標題 鼻的破裂音の通言語的研究：英語・福井方言・能楽師の比較
3. 学会等名 名古屋音声研究会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	林 良子 (HAYASHI Ryoko) (20347785)	神戸大学・国際文化科学研究科・教授 (14501)	
研究分担者	坂本 清恵 (SAKAMOTO Kiyoe) (50169588)	日本女子大学・文学部・教授 (32670)	
研究分担者	宇都木 昭 (UTSUGI Akira) (60548999)	名古屋大学・人文学研究科・教授 (13901)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	新田 哲夫 (NITTA Tetsuo) (90172725)	金沢大学・歴史言語文化学系・教授 (13301)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関