

令和 5 年 6 月 22 日現在

機関番号：12604

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2022

課題番号：17K02769

研究課題名（和文）発音の動態観測に基づく日本語長母音の音韻論ならびに音声学的解釈

研究課題名（英文）Phonological and phonetic explanations for articulatory gestures of Japanese long vowel

研究代表者

白勢 彩子（SHIROSE, Ayako）

東京学芸大学・教育学部・教授

研究者番号：00391988

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,500,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、日本語長母音の発声に焦点を当て、モーラリズムの日本語話者およびそれとは異なる言語リズム体系の話者を対象に発話生成実験を行なって、磁気式リアルタイム三次元運動計測システムにより調音運動を直接に観察して対照言語学的に発声の調音動態を明らかとし、音声言語生成の、音韻論ならびに音声学的な機構と過程を明らかとすることを目的に研究を推進した。研究の結果、日本語母語の成人話者では長母音と短母音の発音動態に相違があることが観察された。この発現は、発達過程においては不安定であり、一律の傾向が把握できなかった。非日本語話者については、新型コロナウイルスの感染拡大のため十分な話者数を確保できなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、国内外で音声研究の促進が期待されている磁気式リアルタイム三次元運動計測システムを用いて日本語母音の生理学的動態を直接観察することに特色を持ち、音韻論・音声学領域に国際的にも意義深い結果をもたらすものであった。日本語は拍単位の「モーラ」の言語リズムであり、母音の長・短の時間的な相違を語の弁別に用いる。その生理学的な基盤は明瞭とされてきてなく、調音運動の動態を明らかにしたことに本研究の独自の視点があった。さらに従来、長母音ならびに言語リズムに関し、学童期も含めた発達データの蓄積はなく、学術的意義が高い。また、国語科教育における音声指導の基礎資料を提供するものとして、社会的価値を持つ。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this research was to elucidate the phonological and phonetic mechanisms and processes of speech production. We focused on the articulatory gestures of Japanese long vowels, and conducted speech production experiments on Japanese speakers of mora rhythm and speakers of different linguistic rhythm systems, to directly observe articulatory movements using a magnetic real-time three-dimensional measurement system. The results of the study revealed that adult native speakers of Japanese differ in the articulatory gestures of long and short vowels. Above results were not obtained in the experiments for children, and a uniform trend could not be ascertained. For non-Japanese speakers, we were unable to obtain a sufficient number of speakers due to the spread of COVID-19.

研究分野：日本語音声学

キーワード：日本語音声 モーラリズム 調音運動の計測 磁気センサシステム 口唇運動の観察 日本語話者 児  
童 長母音

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

(1) 直立歩行が、ヒトが多様な音を作り出すことを可能とした。多様な音が生成できるようになったのは、直立歩行への進化の過程で喉頭の位置が下降し、声道が確保されたことによる。声道の形状変化が多様な音の発声を可能とし、これらの音を組み合わせることで言語が成立したと考えてよいだろう。

言語音声の発声に関わる運動器官はほとんどが身体内部にあって、通常、その運動は直接に観察することができず、かつ、処理の経路も複雑であることから、言語音声の生成の機構および過程は、従来、明確になってきていなかった。これに対し、研究開始当初、小型で可搬性のある、低侵襲性の、磁気式のリアルタイム三次元運動計測システム (Northern Digital Inc., Wave speech research system) が開発され、国の内外で注目されていた。

(2) 申請者らは、研究開始時期までに、前述の磁気式計測システムを用いて、日本語共通話者の母音発声時のデータを収集して口形と発音の明瞭性の関係について研究を進めてきていた。解析の結果、長母音の発声は、短母音に対して物理的な時間長が伸長するだけでなく、口腔がより開大するなど、調音動態にも相違があることが、新規に指摘された。この結果は従来の観察研究では得られなかった点であり、日本語の特性を知る上で重要と考えられるが、どのような機構・過程で生じたのかについては、前述のように、これまでの研究で音声学的な発声の機構、音韻を含めた生成の過程が明瞭とされていないため、議論ができなかった。

### 2. 研究の目的

(1) 前述の背景を受け、日本語長母音の発声に焦点を当て、モーラリズムの日本語話者およびそれとは異なる言語リズム体系の話者を対象に発話生成実験を行なって、磁気式リアルタイム三次元運動計測システムを用いて調音運動を直接的に観察して対照言語学的に発声の調音動態を明らかとし、音声言語生成の、音韻論ならびに音声学的な機構と過程を明らかとすることを目的として研究を進めた。

(2) 発声の機構を踏まえた上で、音韻処理も含めた生成過程を解明し、母音の長・短を音韻として区別する日本語の個別的な特性を、生理学的なデータに基づき議論し、特徴の異なる言語と比較して、音声学の理論的な枠組みに基づき丁寧に議論することにより、音声言語の生成の機構と処理過程を明らかにすることをねらった。

### 3. 研究の方法

(1) 言語リズムの特性の異なる2言語、すなわちモーラリズムの日本語と、いわゆる「シラブルリズム」言語の話者に対して同様の実験を行ない、結果を言語間で比較した。さらに、発達過程を明らかとすべく比較するため、日本語話者の児童に対しても類似の発話生成実験を実施し、検討を行なった。

(2) 成人対象の発話生成実験：日本語成人話者およびシラブルリズム言語話者を対象に、磁気式リアルタイム三次元運動計測システムを用いた発話生成実験を行なった。発声リストは、母音の長・短対で構成した。/kabu/ (下部) - /karbu/ (カーブ), /si ru/ (汁) - /si rru/ (/R/は長音拍を示す) のような実在語の複数対と、それらを模した無意味音列 (例: /kaka/ - /karka/) の複数対を用いた。磁気式のリアルタイム三次元運動計測システムには、Northern Digital Inc. の Wave speech research system を利用した。これらを口唇、下顎、舌上等にセンサを貼りつけて計測を行なった。日本語話者は共通語、シラブルリズム言語話者はフランス語および韓国語話者を対象とした。

(3) 児童対象の発話生成実験：小学生を対象に、発話生成実験を行なった。発声リストは日本語成人話者のものとはほぼ同一とした。児童には、口腔内、口唇等へのセンサの装着は難しいことから、口唇の運動を動画撮影してデータを得た。口唇運動を正面から動画撮影し、あわせて発声を録音機にて収録した。口唇の運動と音声の音響情報から口腔内の運動を推定するプログラムを完成させ、これに基づき、発声データを解析した。

(4) 解析ツールの開発：口唇運動の撮影データから口唇の開大の程度を抽出するプログラム、また、パラメータ推定記録された音声の音響信号と、口唇および舌の運動の情報との対応を取り、口唇の運動と音響情報から口腔内の運動を正確に推定するプログラムの作製を行なった。

### 4. 研究成果

(1) 日本語母語話者の発話生成実験：母音区間の発話時間長、各センサデータを抽出して議論

を行なった。センサデータについては、リファレンスセンサからの距離を算出した上で、a) 正中矢状断面図に対応させて、口腔の奥行き方向をX軸、上下方向をY軸とした二次元プロットによる検討、また、b) MATLABのconvex hull関数を用い、母音生成時の口腔内面積を模式的に捉えた検討、c) 時間的な変動パターンによる検討を主に実施した。a)の分析例を図1に、c)の分析例を図2に示す。図1,2ともにプロット色の相違は発話の繰返し数による。

図1の縦軸は口唇の上下方向、横軸は奥行き方向を示し、値が大きくなるほどより上または奥を示す。図には、ある話者の母音アの短・長の発話生成を示した。特に下唇、下歯茎がより大きく開大している様子が見られる。母音により程度は異なるが、おおよそ同様の傾向が認められた。さらに、convex hull関数によって口腔内面積を模式的に捉え、短母音と長母音の差をより詳しく検証した。

図2には、ある話者を例に、長母音の発声の際のセンサの時間的な変動パターンを示した。至福の都合上、長母音のデータのみを示す。縦軸はセンサの移動距離、横軸は時間を示している。短母音では、母音区間の開始から終点までほぼ直線的にセンサが移動していることが見られたが、長母音では、図2に示されているように母音開始から一定の時間までは開大もしくはその維持であって、変動は終点付近であることがわかった。これらの相違について、モデルとして捉えて検討を行なった。

従来、母音の時間的長さにより音韻的な識別がなされることは知られているが、生理学的な運動パターンに相違があることは指摘がほぼなく、新規な指摘がなされたといえる。

(2) シラブル言語話者の発話生成実験：シラブルリズム言語のフランス語および韓国語の話者を対象に、(1)と同様の実験を行なった。いずれも日本語学習者であった。データの解析を実施したところ、そもそも口腔の形状が著しく異なることがわかり、同列に比較することに問題があるのではないかと考えられた。口腔の形状がその言語の音声・音韻の体系に影響するといった指摘もある。本来の本研究の目的に照らし妥当な分析が可能かなど検討を進めたものの、COVID-19の急速な感染拡大があって実験の継続が叶わなかった。

(3) 児童対象の発話生成実験：児童に対して、口腔内、口唇等へのセンサの装着は難しいことから、口唇の運動を動画撮影する実験を進めた。データ収集の開始時点では対面での実験が進められたが、COVID-19の感染拡大の影響を受け、遠隔による収集を行なった。口唇運動の動画データから開大高および幅を抽出するプログラムを開発し、解析を進めた。発達に応じて成人同様の傾向が認められる、あるいは児童期にはすでに確立しているなどの結果を予想したが、個人差が大きく、年齢差が観察されなかった。これについては、今後、超音波計測装置を用いた実験を進め、丁寧に検証していくこととした。

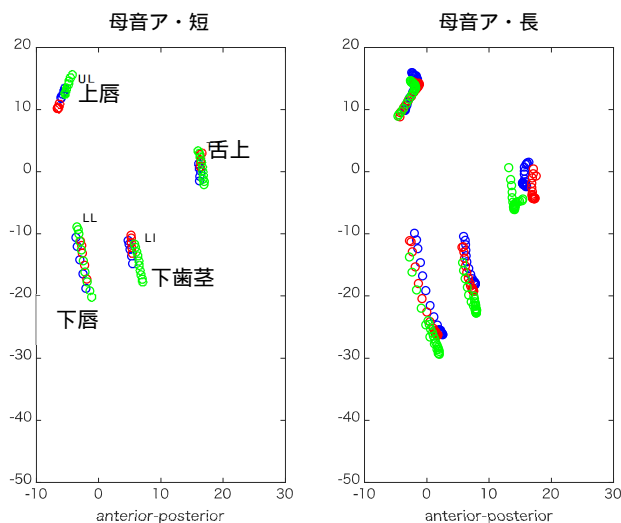


図1. 母音アの短・長による調音運動の相違例

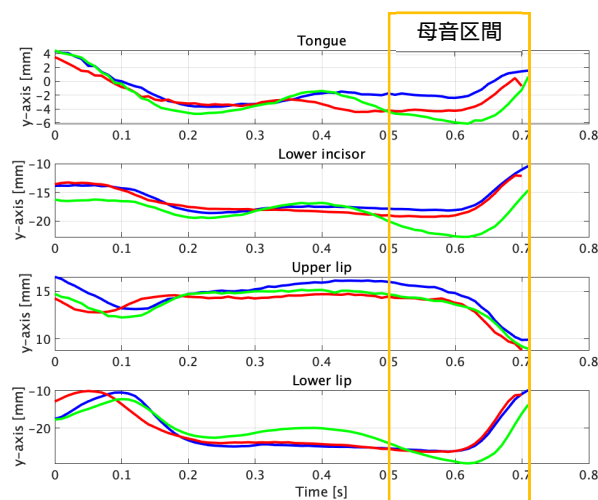


図2. 長母音アの調音運動の時間パターン例

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 0件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 白勢彩子, 北村達也, 能田由紀子	4. 巻 1-1
2. 論文標題 EMAによる日本語長母音の観察	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 音声コミュニケーション研究会資料	6. 最初と最後の頁 69-74
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 北村達也, 白勢彩子
2. 発表標題 コロナ禍における児童の音声および口唇運動の収録
3. 学会等名 音学シンポジウム2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 白勢彩子, 北村達也, 能田由紀子
2. 発表標題 長母音の発音における時間的な伸長と構音運動の相関性
3. 学会等名 日本音響学会2021年秋季研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 白勢彩子
2. 発表標題 日本語音声のdiversityとその展開
3. 学会等名 日本音響学会2021年春季大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 白勢彩子, 北村達也
2. 発表標題 児童の日本語母音発声時の口唇運動に関する動画記録による検討
3. 学会等名 日本音響学会2020年秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 白勢彩子・北村達也
2. 発表標題 児童を対象にした日本語長短母音の構音動作の観察
3. 学会等名 日本音響学会2020年春季研究発表会
4. 発表年 2020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	北村 達也  (KITAMURA Tatsuya)  (60293594)	甲南大学・知能情報学部・教授   (34506)	

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
---------	---------