

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21日現在

機関番号：32665

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21520415

研究課題名（和文） 調音動作の動的特性とその韻律制御に関する理論的・実証的研究

研究課題名（英文） A Theoretical and Experimental Study of Dynamic Characteristics of Articulatory Gestures and their Prosodic Controls.

研究代表者

中村 光宏 (Nakamura Mitsuhiro)

日本大学・経済学部・教授

研究者番号：10256787

研究成果の概要（和文）：音声産出・知覚機構における言語学的情報と調音運動の制御原理との関係を追究した。調音動態の観測と統計的解析を通して、韻律構造の位置と調音動作の制御、調音動作の制御と音響的效果、調音動作の制御と発音変異について検討を進めた。調音動作の動態と音響的特徴の観測・分析に基づく本研究の成果は、音声産出・知覚機構の研究と音韻理論の研究の接点に関する理解を深めることに貢献するとともに、調音動作の（再）組織化と言語使用について新たな研究課題を提起するものである。

研究成果の概要（英文）：

This study explores the relationship between the realization of linguistic information in speech and the organizational principles of articulatory gestures. Based on the analysis of articulatory movements and their acoustic correlates, prosodic control parameters, articulatory-acoustic consequences, and allophonic variations are considered in detail. This study contributes to the better understanding of phonetics-phonology interface and raises some issues for future research concerning articulatory (re)organization and language use.

交付決定額

（金額単位：円）

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|--------|-----------|---------|-----------|
| 2009年度 | 1,100,000 | 330,000 | 1,430,000 |
| 2010年度 | 1,000,000 | 300,000 | 1,300,000 |
| 2011年度 | 1,000,000 | 300,000 | 1,300,000 |
| 総計 | 3,100,000 | 930,000 | 4,030,000 |

研究分野：人文学

科研費の分科・細目：言語学・言語学

キーワード：音声学、言語学、調音動作、韻律制御

1. 研究開始当初の背景

分節音の調音に関する従来の音声学的研究では、当該分節音を聴覚印象や内省に基づいて記述する方法や、音響的分析に基づいて物理的な特徴を記述する方法が中心を占めていた。このような接近法は、「話す（speaking）」という行為が連続的動作であることを前提としているが、実質的には、話

す行為を非連続的な構え（posture）の連続として特徴づけるに留まっていた。近年、「発話は連続的な調音運動によって実現される」という見方に基づき、連続的な調音運動と離散的な言語学単位との対応関係を解明するための研究が進展している。例えば、Byrd *et al.* (2000、2005)、Dilley *et al.* (1996)、Keating *et al.* (2003)、Fougeron (2001)

は、卓立 (prominence) や句構造など高次の言語学的構造の韻律的側面が、低次の調音活動に反映していることを、実験的手法を用いた研究によって実証している。このような音声産出・知覚機構に関する研究と音韻理論の研究とを統合しようとする試みは、発話の韻律構造を考慮することなくして、分節音の調音を理解することは難しいことも明らかにしている。このような研究の方向性を設定し、調音動作の動的特徴を観測・検討して、その韻律制御の原理についての考えを進展させることが、本研究課題申請時の中心的動機であった。

2. 研究の目的

本研究の目的は、音声産出・知覚機構における言語学的情報と調音運動の制御原理との関係を解明することであった。本研究では、「言語音の調音に関与する喉頭から上の調音器官 (喉頭、舌、両唇、顎、軟口蓋) はひとつの機能的単位であり、その制御活動は言語学的役割を達成するために組織化される」という仮説にたって、調音器官の運動パタンの観測と統計的解析、生理学および音響学的対応関係の検討、及び基本的制御過程のモデル化を試みることであった。

3. 研究の方法

本研究では、マルチチャンネル調音データベースである MOCHA-TIMIT を利用してデータ収集を行った。このデータベースは、音声自動認識研究における利用を念頭において、Queen Margaret University College の A. Wrench 博士を中心にして構築されたものである。イギリス英語 (英国標準発音と地域アクセント) 話者とアメリカ英語話者が、音声的にバランスのとれた 460 の英文を読み、その発話は、多様な録音機器によって収録されている。収録に使用された機器は、マイク、ラリノグラフィ (laryngograph)、電磁的調音観測器 (Electromagnetic Articulograph, EMA)、動的的人工口蓋 (Reading Electropalatograph, EPG)、そして SVHS ビデオレコーダーである。

本研究の目的 (本報告書・項目 2) を達成するために、①音声実態の観測・分析事例を多様化することを目的とした調査と、②仮説検証を目的とした調査を実施した。調音・音響の両側面から調音動作の動的特性 (速度、配置、継続時間、協調タイミングなど) を観測・分析し、空間的・時間的特性の変動に対する韻律構造・句構造の影響を組織的に調査した。調音動作の動態観測と解析結果に基づいて考察を進め、①発話の言語学的構造と調音動作の制御原理 (韻律制御の原理) との関係性を解明することと、②音声・音韻理論における選択的 (paradigmatic) 情報と連続的

(syntagmatic) 情報の位置づけを明らかにすることを旨とした。

本研究における MOCHA データベースを利用した資料の収集・分析の基本的手順は次の通りである。まず、データ収集条件となる音韻環境を設定し、対象となる分節音または単語を検索・抽出した。次に、分析対象とする調音について、収録されたデータの観測・分析を実施した。このデータ収集の後、統計的解析を実施した。このような基本的手順で分析を進めることにより、調音動態の観測と定量的な分析を試みた。

4. 研究成果

(1) 韻律構造における位置と調音動作

先行研究において、韻律構造内の位置は、調音動作の実現に影響を与えることが報告されている。韻律制御メカニズムの解明を目的として、発話を単位とする調音動作の変動を調査するために、発話頭・中・末という 3 つの位置における子音調音を比較・分析した。

英語の無声歯茎破裂音 /t/ を調査対象とし、/t/ を含む単語 (内容語と機能語) について、MOCHA データベースから電磁的調音観測器 (EMA) で記録された英語母語話者 3 名のデータを収集した。そして、舌尖 (tongue tip) の調音運動における速度 (tangential velocity)、上下位置 (vertical height, TTy)、継続時間、そして動的的人工口蓋 (EPG) による舌・硬口蓋の接触量を観測し、統計的解析を実施した。

主な結果は、次の 4 点にまとめられる。①発話中位置の機能語は、調音の継続時間が最も短く、発話頭・末位置では語類間に有意差は認められなかった。②機能語は、どの韻律レベルにおいても比較的遅い速度で実現され、特に発話中位置においては、開放運動の速度が著しい減少を示した (内容語では、韻律レベルによる有意差は認められなかった)。③舌尖の配置は、語類と韻律レベルにおける有意差は認められなかった。そして、④完全閉鎖の継続時間は、発話中位置の機能語が最も短い継続時間を示した。

このような結果は、先行研究における報告と基本的な面において一致する。本研究においても、発話内の位置は調音動作の実現に影響を与えていることが確認された。新たな結果は、内容語と機能語という語類によって調音動作の制御が独特に異なることが明らかとなった点である。これは、調音動作の制御について理解を深めるためには、韻律構造に関する情報だけではなく、内容語と機能語という文法項目に関する情報が必要であるという新たな知見を加えるものである。

(2) 韻律制御の単位としての音節

音節は、一般的には、「母音を中心とし前後に子音を伴う、音声的まとまり」とされている。また、頭子音、核、尾子音という内部構造をもち、個別言語に独特の音素配列規則に基づいて構成されるものと特徴づけられる。このような見方に加えて、音声産出の観点からは、調音動作の協調パターンとして音節を捉えることが提案されている。この提案（調音動作の制御単位としての音節の役割）を検討するために、英語/l/を対象として調査・分析を実施した。

先行研究により、英語/l/は音節内の位置に対応して、協調タイミングが独特に異なることが知られている。音節頭位の（明るい）/l/では、舌尖⇒舌背の順に調音運動が実現されるが、音節末位の（暗い）/l/では、舌背⇒舌尖の順に調音運動が実現される。このような2種類のタイミングパターンは、英語の無声閉鎖音や接近音/j, w/にも観測されている。しかし、/l/の異音のひとつである「Lの母音化」については、その調音運動の実態とともに、音節に基づく調音タイミングとの関係は十分に研究されていない。

マルチチャンネル調音データベースから得られたEMA・EPG・音響データに基づき、英語における有声歯茎側面接近音/l/の調音動作における韻律制御、特に、Lの母音化の観測と分析を遂行し、音節頭位・末位の/l/における調音動作との関係を考察した。

その結果、音節頭位・末位の/l/に関する分析結果は、音節頭位置では舌尖⇒舌背、音節末位置では、舌背⇒舌尖という調音動作の協調パターンが観察され、先行研究の結果を裏付けるものであった。Lの母音化に関する主な結果は、次の5点にまとめられる：①子音が後続する/lC/連続において典型的に現れ、後続子音が無い場合には母音化しない傾向がある；②舌尖を下降させる調音動作だけではなく、③舌背を後退させる調音動作が強化される；④両唇の圧搾を伴い、⑤顎の調音動作の速度が音節頭位・末位の/l/よりも速くなる。このような実験結果は、Lの母音化が音節末位における舌尖の調音動作の弱化と、その調音タイミングの遅れによって自動的に生ずる現象ではないことを示唆している。

また、本研究で得られた結果は、調音動作の協調パターンが、韻律単位（この場合は音節）を反映したものであるとする見方に疑問を投げかけるものでもある。すなわち、音節に対応していると思われている舌背の協調タイミングは、音節を示す指標ではなく、/l/の音質（暗さ）を示す指標とも考えられるのである。この見方はCarter (2003)によって提案されたものである。この見方を支持する根拠は、本研究におけるLの母音化の分析において、舌背後退が（音節末の）暗い/l/

の産出時と同様に維持（あるいは、強化）されていることであり、次節で記述するように、音響的な効果に直結するものと考えられるからである。

(3) 調音動作の制御と音響的效果

先行研究と本研究の調査によって、これまでのところ、英語における有声歯茎側面接近音/l/を実現するための調音動作について、①音節内の位置によって協調タイミングが異なること、②顎の調音動作の速度が異なること、③話し手によって舌尖・舌端と舌背の制御方略に個人差があることが判明している。次の課題は、韻律制御の機能や音声知覚機構との関係を解明するために、調音的側面の変化と音響的側面の変化との関係を考察することである。

マルチチャンネル調音データベースを利用して、音節末位の（暗い）/l/と母音化された/l/を含む単語を抽出し、/l/部分における音響的特徴（フォルマント周波数とフォルマント振幅）を測定・統計的解析を行った。その結果、フォルマント周波数（F1、F2、F3）については、音節末位の/l/と母音化/l/の間に有意差は観察されなかった。一方、フォルマント振幅については有意差が観測され、母音化/l/のF2振幅がより大きい（高いデシベル値を示す）ことが分かった。

先行研究において、Lの母音化ではフォルマント周波数を低くなる（すなわち、より暗い音質が実現される）ことが指摘されているが、本研究の結果は、この予測には合致しないものである。母音化が生じて、フォルマント周波数を低くする効果には限界がある（実際のところ、暗い/l/との音質の差は統計的検定では検出されない）ことが明らかである。本研究の結果から、音響実現の観点からは、Lの母音化はフォルマント振幅の強化という目的（すなわち、聞こえ度を増幅すると考えられる）を達成するための制御方略であるという仮説を導出することができる。

(4) 調音動作の（再）組織化と発音変異

調音動作の（再）組織化の原理を解明する目的で、Lの母音化を含む「調音動作の弱化」について、単語頻度と音韻環境の観点から、舌尖調音の動態観測と統計的解析を実施した。そして先行・後続分節音、休止、音節構造、単語頻度を変数としたロジスティック回帰モデルによる解析を実施した。この調査では、音韻変化における調音動作の再組織化の解明を目的とするので、観測事例を拡張するために計画した二重母音と硬口蓋音化の調査は本課題達成後に継続することとした。

マルチチャンネル調音データベースを利用して、母音化が生じている例と母音化が生じていない例を抽出し、EPG・EMAデータに基

づいて、舌尖の調音運動を観測・分析した。単語頻度については、Kilgarriff (1998) による BNC の単語頻度一覧を Log10 で換算して利用した。

調音動態の観測と統計的解析の結果、①単語の頻度効果は有意ではなく、②後続子音の存在と /l/ 連続 (milk など) という音連鎖自体が L の母音化出現率に有意な影響を与えること、③ /l/ 連続では舌尖調音が不安定になる強い傾向があること、④母音化の有無に関わらず、後続子音が非舌頂音 (唇音と舌背音) の場合、舌尖の高さが相対的に低く維持されることが分かった。特に、舌尖位置の変動 (調音動作の弱化) に対する単語頻度の高低は、6 名のインフォーマントのうち 1 名においてのみ有意な結果が得られた。

このような結果は、調音動作の組織化メカニズムとして音韻環境が機能する可能性を示している。これは多くの先行研究における成果を更に進展させるものであり、音韻変化の要因 (単語頻度 vs. 音韻環境) と調音動作の弱化の要因 (音節位置、調音結合) について理解を深めるための出発点となる。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 5 件)

- ① 中村光宏、「発音変異の音韻的要因。」西原哲雄・三浦弘・都築正喜 (編) 『現代音声学・音韻論の視点』 (東京: 金星堂) 所収、1 巻、114-130 頁、2012 年 (3 月)、査読無。
- ② Mitsuhiro Nakamura, A Parametric Approach to L Vocalisation in English: some findings and hypotheses, *English Phonetics, Festschrift Commemorating the Retirement and the 70th Birthday of Professor John C. Wells* (日本英語音声学会『英語音声学』第 14・15 合併号)、99-108 頁、2011 年、査読有。
- ③ Mitsuhiro Nakamura, Segmental Articulation from a Sentence Perspective: a case study of /t/ in English, 日本英語音声学会『英語音声学』第 13 号、159-171 頁、2009 年、査読有。
- ④ Mitsuhiro Nakamura, The Articulation of L-vocalisation in English: preliminary considerations, 日本英語音声学会中部支部『応用音声学と複合領域研究』第 2 号 (Prof. Ok-ran Jeong 追悼論文集)、277-291 頁、2009 年、査読有。
- ⑤ Mitsuhiro Nakamura, Exploring Vocalisation of /l/ in English: an EPG and EMA study, *Proceedings of Interspeech 2009*,

6-10 September 2009, Brighton, U.K.、2311-2314 頁、2009 年、査読有。

[学会発表] (計 5 件)

- ① Mitsuhiro Nakamura, Conditioning Factors in L-vocalisation: preliminary considerations, International Conference on The Phonology of Contemporary English: Variation and Change, 29 Feb- 2 March 2012, 2012 年 2 月 29 日、於・University of Toulouse II-Le Mirail, France.
 - ② Mitsuhiro Nakamura, Characterising Vocalisation of /l/ in English: an EPG, EMA, Acoustic Study, The 13th Australasian International Conference on Speech Science and Technology, Melbourne, Australia, 2010 年 12 月 14 日、於・La Trobe University, Melbourne, Australia.
 - ③ Mitsuhiro Nakamura, L-vocalisation in English: an articulatory-acoustic analysis, The 13th Meeting of International Clinical Phonetics and Linguistics Association, Oslo, Norway, 2010 年 6 月 26 日、於・Holmenkollen Park Hotel, Oslo, Norway.
 - ④ Mitsuhiro Nakamura, Exploring Vocalisation of /l/ in English: an EPG and EMA study, Interspeech 2009, 6-9 September, Brighton, UK.、2009 年 9 月 9 日、於・Brighton Centre, UK.
 - ⑤ Mitsuhiro Nakamura, The Parametric Phonetics of Allophonic Variation in English /l/, International Conference on English Pronunciation: issues and practices, 3-5 June, 2009, Chambéry, France, 2009 年 6 月 3 日、於・Université de Savoie.
- ## 6. 研究組織
- (1) 研究代表者
中村 光宏 (Nakamura Mitsuhiro)
日本大学・経済学部・教授
研究者番号: 10256787
 - (2) 研究分担者
該当なし
 - (3) 連携研究者
該当なし