

平成21年 5月11日現在

研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2005～2008
 課題番号：17520278
 研究課題名（和文） 調音動作の組織化とプロソディ：英語における発音変異形の調音パラメタ音声学的分析

研究課題名（英文） Articulatory Organisation and Prosody: The Parametric Phonetics of Allophonic Variations in English

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：話しことばの産出に関わる「喉頭、咽頭、舌、両唇、顎、軟口蓋」は、ひとつの機能的単位であるという立場から、それら調音器官の制御パターンと言語学的情報の音声実現との関係を追究した。「調音器官の動き」に基づく接近法（調音パラメタ音声学）と「調音の構え」に基づく接近法（伝統的調音音声学）とを相補的に位置づけ、言語音声の調音における分節的側面と連続的側面を共に探り、成果を音声学の学習において実践的に応用することも視野に入れた。調音動作の動態観測と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ものである。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2005年度	1,000,000	0	1,000,000
2006年度	300,000	0	300,000
2007年度	300,000	90,000	390,000
2008年度	400,000	120,000	520,000
総計	2,000,000	210,000	2,210,000

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、発音変異形、韻律制御

1. 研究開始当初の背景

(1) 伝統的音声学と調音パラメタ音声学

調音音声学には、「調音の構えに基づく接近法 (postural approach)」と「調音器官の動きに基づく接近法 (parametric approach)」という2つの接近法がある。前者の「調音の構えに基づく接近法」では、発話を分節音の連続体とみなし、調音のある段階における音

声器官の静的構えを観察して、音声記号（国際音声字母 IPA）で表記する。これは伝統的音声学の接近法として広く知られているとともに、実践されている。一方、後者の「調音器官の動きに基づく接近法」は調音パラメタ音声学 (parametric phonetics) とも呼ばれ、発話を連続的な調音運動とみなし、調音パラメタの連続的変化として発話や分節音

を捉える。これら2つの接近法は相補的な関係にあると言える。しかし、現状では、調音の構えに基づく接近法に比重がおかれ、調音パラメタ音声学は接近法のひとつとして十分に理解されているとは言えない。調音パラメタに基づく接近法を見直し、現在の調音音声学における位置づけ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動機のひとつであった。

(2) 調音動作の動態と言語学的情報の関係

調音運動の動態を観察する様々な機器が観察目的に応じて開発され、連続的な調音運動と離散的な言語学的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。しかしながら、これまでの発話産出機構の研究では、分析機器の違いによって別々の観点から議論されてきたので、調音器官の機能的原理や調音動作の組織化という意味では、必ずしもまとまった知見になっていない。また、現実的には、比較的大量のデータに基づく定量的な観察と分析の主流は音響音声学的手法であり、調音運動の動態を捉えるといっても、音声波の種々の音響的特徴から調音動作の特徴を推察することに限られている。調音運動の動態を多角的な観点から探り、一般化の具体的方法を検討して、調音運動の生成メカニズムと言語学的情報との関係についての理解を深めることが本研究申請時の基本的構想であった。

2. 研究の目的

本研究の大きな目標は、音声言語を「連続的かつ円滑な調音運動によって実現される」という動的な視点から捉え直し、プロソディ（韻律構造）に対応して目的指向型に制御される調音器官の機能的原理を解明することであった。

マルチチャンネル調音データベースを利用して、調音の動態を観測・分析することを研究の出発点とした。異なる種類の音声データを収集・解析することを通して、言語学的に有意義な調音動作の制御パターンを特定することを試みた。基本的な調音・音響情報の抽出と解析に基づき、調音運動のパラメタ化、調音パラメタの制御におけるプロソディの位置付け、調音動作の協調パターンとタイミングの特定とその記述、そして発音変異形における調音動作の変動性と不変性について検討を進めた。

3. 研究の方法

マルチチャンネル調音データベース MOCHA-TIMIT を主に利用して、データの収集と観測を実施した。また、必要に応じて独自の実験計画を立案し、動的人工口蓋を利用した実験を実施した。

(1) MOCHA-TIMIT 調音データベースを利用した調音動作の動態観測と分析

MOCHA-TIMIT 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 (スコットランド) の A. Wrench 博士を中心にして構築された多チャンネル調音データベースである。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、460 の音声的にバランスのとれた英文を読み、その発話は多様な録音機器によって収録されている。音声・調音の録音に利用された機器は、マイク、ラリノグラフィ（Laryngograph、Lx）、電磁的調音観測器（Electromagnetic Articulograph、EMA）、動的人工口蓋（Electropalatograph、EPG）、そしてSVHSビデオレコーダーである。データファイルのサイズは、1名のインフォーマントにつき約200キロバイトで、各インフォーマントにつき約10,000音以上のデータを提供する。

本研究におけるMOCHAデータの収集・分析の基本的手順は次の通りである。まず、データ収集条件として、音韻環境を設定した上で、対象となる分節音または単語を検索・抽出した。次に、分析対象とした調音について、収録されたデータの観測・分析を実施する。このデータ収集の後、統計的解析を実施する。このような基本的手順で分析を進めることにより、調音動作の実態把握と定量的な分析を試みた。

(2) Electropalatography（動的人工口蓋）を利用した実験

上述のMOCHA調音データベースは、本研究のために構築されたものではないので、条件を完全に制御したデータ収集を行うことは難しい。それを補うために、必要に応じて独自の実験計画を立案し、動的人工口蓋と音響録音による実験を実施した。この実験では、音声データの観測、収集、分析を行う対象を日本語の特定事象に設定した。これはデータ収集の容易さを考慮した選択であり、調音動作の制御と言語学的情報との関係についての考察を進める本研究の目標に対する障害にはならないと考えたためである。

4. 研究成果

(1) 調音パラメタ音声学

先行研究において様々な形式で提案されている調音パラメタ音声学を体系的に見直し、その接近法としての可能性を、調音動作の記述と音声学のスタディスキルズの観点から検討した。

調音パラメタ音声学は、音声産出の中核となる調音タイミング、調音結合、そして基本的調音運動であるバルブ作用と声道形成作用に焦点を当て、それらの記述と分析を可能

にする接近法である。調音運動の言語学的・音声学的記述に利用可能な主な調音パラメータは「喉頭, 舌尖・舌端, 舌背, 軟口蓋, 両唇, 顎」であるが、これらは研究対象や学習目的に応じて、限定して利用することもできる。また、言語学的に有意義な調音パラメータには、普遍的なものと同別言語に独特なものが存在する可能性があるが、この点については、多言語間のデータ分析に基づく今後の調査が必要である。

音声学の教育プログラムに調音パラメータ音声学を導入することは、特に外国語音声を対象とした場合、音声の自覚的運用や自立的な発音練習に結びつくことが期待できる。話しことばの連続的性質を示す方法として音響スペクトログラムがある。この音声表示は印象的であるが、背景知識がなければ必要な情報を十分に理解することは難しい。話しことばの連続性を体験的に学習するための方法として、調音パラメータ音声学には、例えば、調音体の動きを図式的に示す観察方法がある。これは(調音音声学の学習項目のひとつである)音声器官の基本知識に基づいて、調音運動を内省しながら分析的に図式化する練習である。これは学習者に馴染みやすい方法であるとともに、音声研究を進める上でのスタディスキルズのひとつにもなり得る。

(2) 音韻対立に関わる調音動作の協調パターンと調音タイミング

調音動作の組織化理論において、重要な問題である「調音動作の言語学的位置付け」について検討するために、独自の実験計画を立案・実施した。実験では、「発話産出における調音運動は当該言語の音韻対立によって制約される」という仮説を、調音動作の協調パターンとタイミングの観点から検証した。

日本語の硬口蓋音に着目し、前舌母音/i/の前に現れ異音とみなされる環境(CV音節)と非前舌母音/a, o, u/の前に現れ音韻対立を成す環境(CyV音節)における調音運動を、動的な人工口蓋を利用して収集した。データの収集では、先行研究の不備を補うために、調音様式が異なる4つの硬口蓋音を含む2音節語(VCV語とVCyV語)をテスト文に埋め込み、2種類の異なる発話速度(normalとfast)で収録を行い、それらの舌活動における空間的・時間的特徴と発話速度の効果を詳細に比較・分析した。

調音動作の個別的制約として、音韻対立に対応した調音タイミングが実現されることを実証し、相対的不変性という観点から一般化することを進めた。この提案を支持する実験結果は次の4つである。①舌と硬口蓋の空間的接触形状は各硬口蓋音に独特であり、当該硬口蓋音内では、2種類の音節における有

意差は認められなかった。②CyV音節においては、4種類の硬口蓋音に共通して、主要調音体と中部舌背の活動が著しい時間的重複を示した(頂点時間間隔がCV音節の約1/2)。③発話速度の変化に応じて空間的・時間的変動が観察されたが、2種類の音節に対応する時間的重複の対立パターン(結果②)は維持された。そして、④主要調音体と中部舌背の空間的重複は、硬口蓋音の調音様式によって独特に変動するが、2種類の音節に対応した規則性は観察されなかった。

このような結果は、先行研究で指摘される「隣接音の影響を受けにくい(調音結合への強い抵抗)」という硬口蓋音の性質について、副次的硬口蓋音化と発話速度の効果の分析という点から、新たな知見を加えるものである。また、「調音動作は言語学的に有意義な情報単位である」という従来の主張を明確に実証すると共に、調音動作の言語間差異を生み出す要因のひとつが、協調パターンと調音タイミングに求められることを示唆している。

(3) 発話の韻律構造における位置に対応した調音動作の制御

韻律構造における位置に対応した調音動作の変動に関する先行研究では、内容語は研究対象とされてきたが、機能語における子音調音とその韻律制御は十分に研究されていない。2つの語類(機能語と内容語)における子音調音を、韻律レベル(発話頭・中・末)の観点から比較・分析し、その韻律制御メカニズムの解明に接近することを目的とした調査・分析を実施した。

調査対象を英語の舌頂性子音[t]と[n](例えば、to, take, inなど)に限定し、MOCHAデータベースから電磁的調音観測器で記録された英語母語話者3名分のデータを収集した。そして、舌尖・舌端の運動における速度、位置、継続時間、舌・硬口蓋の接触量と完全閉鎖の継続時間を観測し、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、2つの語類における子音調音の韻律制御において、調音の

時間的側面（結果①、②、④）と空間的側面（結果③）が別々に制御されることを示唆している。空間・時間的側面が並行的に制御される言語（例えば、朝鮮語）も報告されているので、本結果は、英語に独特の制御メカニズムであると考えられる。機能語と内容語には様々な音韻的特徴の違いが指摘されている。例えば、機能語には強形／弱形の交替があり、言語獲得や言語処理では内容語とは異なる位置づけがなされている。本研究の結果は、このような特徴づけに新たな知見を加えるものである。

(4) 有声歯茎側面接近音/l/における主要な異音の調音動作とその韻律制御

英語の様々な地域アクセントにおいて、有声歯茎側面接近音/l/には、音節の位置に対応して3つの主要な異音（明るいL、暗いL、Lの母音化）が存在することはよく知られている。明るいLは音節頭位、そして暗いLは音節末位に生起する。更に、暗いLはその子音性を失い（母音化され）[o]～[ɔ]タイプの母音として実現される。これら3つの異音における調音動作の制御パターンを検討するための調査を実施した。

電磁的調音観測器によって記録された舌尖・舌端、舌背、両唇、顎の運動を対象として、MOCHA データベースから英国容認発音話者2名分のデータを収集した。速度、配置、調音タイミングについて観測と分析を実施した。

観測と分析の結果、次のことが判明した。明るいLでは、舌尖・舌端→舌背の順に調音運動が行われ、暗いLでは、反対の順に制御されることが確認された（先行研究の結果と一致する）。そして母音化されたLでは、舌尖・舌端と舌背はほぼ同時に実現された。そして、暗いLとLの母音化では、調音時に顎の運動速度が最低を示す傾向が観察された（明るいLでは、後続母音の調音時に最低速度を示す）。このような一般的傾向が観察される一方で、舌尖・舌端を下降させる度合いや舌背の後進タイミングには独特の個人差も観察された。

本研究の結果は、英語/l/の異音に関わる調音動作には連続性があり、それは語の韻律構造における位置によって制御されることを実証するものである。そして、先行研究では十分に解明されていなかったLの母音化における調音動作の制御について、新たな知見を加えるものである。また、特に、Lの母音化における独特の個人差は、母音化を実現するための方法が複数あることを示している。この点については、調音運動の制御における同等性（motor equivalence）に関連して、今後更なる調査・分析が必要である。

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10件）

- ① Mitsuhiro, Nakamura, Articulatory Characteristics of Function Words in English: a Case Study, *Proceedings of the Eighth International Seminar on Speech Production, Strasbourg, France, 2008*, 213-216 頁、2008 年、査読有。
- ② Mitsuhiro, Nakamura, Prosodic Position Effects and Function Words in English: a Pilot Study, *Proceedings of Interspeech 2008, Brisbane, Australia*, 784 頁、2008 年、査読有。
- ③ Mitsuhiro, Nakamura, Parametric Phonetics: an exercise in the dynamic characterisation of sound patterns、日本英語音声学会編 『Hyun Bok Lee 博士 古希祝い論文集』（『英語音声学』第9・10合併号）、233-250 頁、2006 年、査読有。
- ④ Mitsuhiro, Nakamura, The Spatio-temporal Effects of Speaking Rate on Gestural Coordination: an EPG study, *Proceedings of the 11th Australasian International Conference on Speech Science and Technology 2006, University of Auckland, New Zealand*, CD-ROM、301-306 頁、2006 年、査読有。
- ⑤ Mitsuhiro, Nakamura, Intergestural Coordination and Speaking Rate: an EPG study of palatal and palatalised consonants in Japanese, *Stem-, Spraak- En Taalpathologie: The 5th International Conference on Speech Motor Control, Nijmegen the Netherlands, June 7-10, 2006: abstracts*. Vol. 14, Supplement, Nijmegen University Press、21 頁、2006 年、査読有。
- ⑥ Mitsuhiro, Nakamura, The Articulation of the Japanese [ts, tɕ]: preliminary considerations、日本英語音声学会中部支部編 『英語教育音声学と学際研究：中部支部創立10周年記念論文集』、31-41 頁、2005 年、査読有。
- ⑦ Mitsuhiro, Nakamura, Segments and Articulatory Gestures: a parametric approach to the characterisation of sound patterns, *Proceedings of the English Phonetic Society of Japan Tenth National Conference and the First International Congress of Phoneticians of English, 5-6 November 2005, Kochi University, Japan*. CD-ROM、59-68 頁、2005 年、査読有。

- ⑧ Mitsuhiro, Nakamura, Laryngeal-oral Coarticulation: a case study、日本語学会第 131 回全国大会予稿集、254-259 頁、2005 年、査読無。
- ⑨ Mitsuhiro, Nakamura、Articulatory Constraints and Coronal Stops: an EPG study、*Proceedings of the Ninth European Conference on Speech Communication and Technology, Lisboa, 2005*, CD-ROM、1017-1020 頁、2005 年、査読有。
- ⑩ Mitsuhiro, Nakamura、Parametric Phonetics: an exercise in the dynamic explanation of sound patterns、*Proceedings of Phonetics Teaching and Learning Conference 2005*, London, UK, CD-ROM、1-4 頁、2005 年、(online proceedings available at <http://www.phon.ucl.ac.uk/home/johnm/ptlc2005/ptlc2005.htm>)、査読有。

[学会発表] (計 10 件)

- ① Mitsuhiro, Nakamura、Articulatory Characteristics of Function Words in English: a Case Study、The Eighth International Seminar on Speech Production、2008 年 12 月 9 日、LORIA ストラスブール・フランス。
- ② Mitsuhiro, Nakamura、Prosodic Position Effects and Function Words in English: a Pilot Study、Interspeech 2008、2008 年 9 月 24 日、ブリスベンコンベンションセンター・オーストラリア。
- ③ 中村光宏、音声実現形としての語の特徴、日本大学英文学会 10 月例会・英語学シンポジウム『語をとらえる』、2007 年 10 月 20 日、日本大学文理学部。
- ④ Mitsuhiro, Nakamura、Making Web-based Lectures on English Phonetics: an interim report、Phonetics Teaching and Learning Conference 2007、2007 年 8 月 25 日、ロンドン大学ユニバーシティコレッジ・イギリス。
- ⑤ Mitsuhiro, Nakamura、The Spatio-temporal Effects of Speaking Rate on Gestural Coordination: an EPG study、The 11th Australasian International Conference on Speech Science and Technology、2006 年 12 月 6 日、オークランド大学・ニュージーランド。
- ⑥ Mitsuhiro, Nakamura、Intergestural Coordination and Speaking Rate: an EPG study of palatal and palatalised consonants in Japanese、The Fifth International Conference on Speech Motor Control、2006 年 6 月 8 日、ラドバウンド大学・オランダ。

- ⑦ Mitsuhiro, Nakamura、Laryngeal-oral Coarticulation: a case study、日本語学会第 131 回全国大会ワークショップ『Voicing Categories』、2005 年 11 月 20 日、広島大学。
- ⑧ Mitsuhiro, Nakamura、Segments and Articulatory Gestures: a parametric approach to the characterisation of sound patterns、第 10 回日本英語音声学会全国大会・第 1 回国際英語音声学会者会議、2005 年 11 月 5 日、高知大学。
- ⑨ Mitsuhiro, Nakamura、Articulatory Constraints and Coronal Stops: an EPG study、The Ninth European Conference on Speech Communication and Technology、2005 年 9 月 6 日、Centro Cultural de Belem リスボン・ポルトガル。
- ⑩ Mitsuhiro, Nakamura、Parametric Phonetics: an exercise in the dynamic explanation of sound patterns、Phonetics Teaching and Learning Conference 2005、2005 年 7 月 27 日、ロンドン大学ユニバーシティコレッジ・イギリス。

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