

MRI 動画による日本語の調音の映像資料

磯村一弘(国際交流基金日本語国際センター)*1

林良子(神戸大学大学院国際文化科学研究科)*2

中村淳子(神戸大学大学院国際文化科学研究科博士前期課程)

朱春躍(神戸大学国際コミュニケーションセンター)

連絡先: Kazuhiro_Isomura@jpf.go.jp (*1) / rhayashi@kobe-u.ac.jp (*2)

1. はじめに

音声の研究および教育において、母音・子音の調音の際の口腔内の構えや音声器官の動きを可視化し、これを直接的に観察することは、極めて効果的な手法である。

近年では、MRI(磁気共鳴画像法)の手法を用いて、より鮮明な画像および動画が得られるようになった(Masaki 他 1999、Honda 2002)。MRI 動画による音声調音の映像資料としては、科研研究課題「日本語・英語・中国語の対照に基づく、日本語の音声言語の教育に役立つ基礎資料の作成」(基盤A 平成16~18)およびこれに続く「人物像に応じた音声文法」(基盤A、平成19~22)の一環として、母音調音の日中対照の動画(朱 2006、朱 2007、朱・本多 2007)や、日本語母語話者による英語発音の動画(中村・林他 2008)などが作成されてきた。

しかし、日本語の調音の資料としては、これまで撮影されたのは母音等の一部の音声についてのみであったため、音声言語の教育における基礎資料とするためには、日本語音節の調音動態を網羅的に撮影することが期待されていた。

今回、MRI 動画の手法を用いて、日本語のほぼ全ての種類の音節について、その調音動態を撮影した。本稿では、この資料の詳細について紹介する。

2. これまでの日本語調音の映像資料

日本語調音運動の映像資料はこれまでもいくつかの方法により得られており、X 線を用いたもの、X 線マイクロビームを用いたもの、超音波断層法を用いたものなどがある。

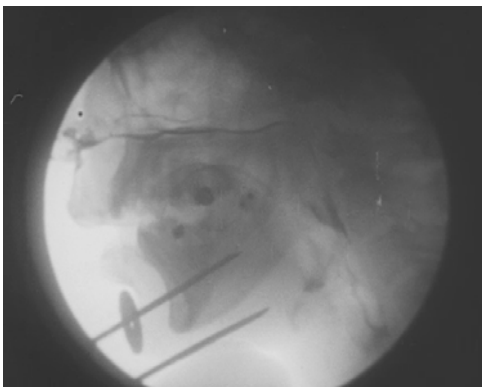
X 線を用いた日本語発話資料としては、国立国語研究所(1965/1967)の『X 線映画 日本語の発音』がある。X 線の場合、調音のリアルタイムでの観察が可能である反面、歯や骨の部分と比べて舌や軟口蓋、唇などの部分が不鮮明になる。また X 線を用いて撮影を行なうことは、放射線被曝の問題があるため、今後これ以上得ることは難しい。

この点を克服するために開発された X 線マイクロビームは、舌や下顎に金属片(ペレット)を接着し、X 線ビームによりペレット周辺を走査しながらペレット位置を追跡し、その運動を観測する方法

である(本多 1998)。これらのデータは座標軸を用いて、二次元上に表示される。また、同期した音声データの観察も可能である。この手法を用いた『X線マイクロビーム日本語データベース』(吐師 2000)では、日本人成人 19 名による日本語発話データが提供されている。この手法では、調音器官の動きはペレットの動きとして表されるため、音声器官の直感的な観察は困難である。

超音波断層法による調音運動のデータには、新美・桐谷他(1985)などがある。この方法の場合、舌の形状を観察するためには簡便ではあるが、プローブをあてる方向により、どの断面の画像が得られているか判定しにくいこと、口蓋の位置が分からないことなどから、体系的なデータ収集は行なわれてこなかった。

以上の手法と比較して、MRI の手法を用いて可視化された日本語調音の動画資料は、これまでよりも遙かに鮮明な映像が得られ、調音における音声器官の動きを、音声に合わせてより詳細に観察することが可能となった。特に MRI の場合、唇、口蓋、舌の形状が鮮明であり、音声学で用いられる声道断面図に近く、直感的に調音の動きを理解することが容易である。



X 線(国立国語研究所 1965/1967)



X 線マイクロビーム(今川 2000)



超音波断層法(東京大学 今川博氏提供)



MRI

3. MRI 動画による日本語の調音の映像資料について

3.1. 資料内容

日本語調音を撮影したこれまでのMRI動画資料は、主に外国語との対照など具体的な研究課題を明らかにすることを目的として撮影されたものであるため、そのリストは網羅的とは言えなかった。この点をふまえ、今回の資料では、日本語のほぼ全ての音節について、これをカバーすることを目的とした。これによって、日本語の調音の際の音声器官の動きを直接的に観察できる基礎資料が網羅的に得られることになった。

具体的な資料のリストは、以下の通りである。

<50音>

「アイウエオ」	「カキクケコ」	「サシスセソ」	「タチツテト」	「ナニヌネノ」
「ハヒフヘホ」	「マミムメモ」	「ヤイユエヨ」	「ラリルレロ」	「ワイウエオ」
「ガギグゲゴ」	「ザジズゼゾ」	「ダヂヅデド」	「バビブベボ」	「パピプペポ」

<拗音>

「キャキュキョ」	「シャシュシヨ」	「チャチュチョ」	「ニヤニユニョ」
「ヒヤヒユヒョ」	「ミヤミュミョ」	「リヤリュリョ」	
「ギャギュギョ」	「ジャジュジョ」	「ビャビュビョ」	「ピャピュピョ」

<撥音/N/の異音>

「3杯」 「3台」 「3人」 「3個」 「3円」 「3割」 「3歳」 「3」

<促音/Q/の異音>

「1杯」 「1体」 「1個」 「1歳」 「1章」 「1通」 「1兆」

3.2. 動画の撮像方法

MRI 動画は、ATR 脳活動イメージングセンタ(ATR-BAIC)内の MRI(磁気共鳴画像装置、島津 Marconi 社製 MAGNEX ECLIPSE 1.5T Power Drive 250)を用いて撮像した。

MRI は時間分解能が低いため、動画は実際にはリアルタイムで調音の様子を動画撮影したものではなく、発話を規則正しく何度も繰り返し、これを少しずつずらして撮影したものを、後から動画の形に再構成しているものである。そのため、正確な発話運動の繰り返し回数が多いほど、輪郭のはっきりした鮮明な動画データを構成することができる(Honda 2002)。本資料の撮像においては、以下の2通りの方法を採用した。

50音および拗音においては、発話繰り返し回数96回の条件の下、スライス厚4mm、スライス間隔4mmの正中矢状断面画像を記録し、2.2秒間の間に128コマの画像を記録した(フレームレート60fps)。4拍子の「ズン・チャ・チャ・チャ」というトリガー音に合わせ、2、3、4拍目の「チャ・チャ・チャ」の部分で「アイウエオ(休)」と切れ目なく滑らかに発話するようにした。拗音は、「チャ・チャ・チャ」の部分で「キャ・キュ・キョ」のように発音した。

撥音、促音については、発話繰り返し回数192回、スライス厚4mm、スライス間隔4mmの正中矢状断面画像を記録し、1.2秒間の間に65コマの画像を記録した(フレームレート60fps)。「ズン・チャチャ」という2拍子のトリガー音にあわせ、2拍目の「チャチャ」の部分で、それぞれの単語を発音した。

3.3. 音声提供者

本資料の音声提供者は、日本語(首都圏方言)を母語とする39歳男性1名である。職業として日本語教育を専門とし、音声学のトレーニングを受けたことがある。

4. 本資料の音声、言語教育における活用方法

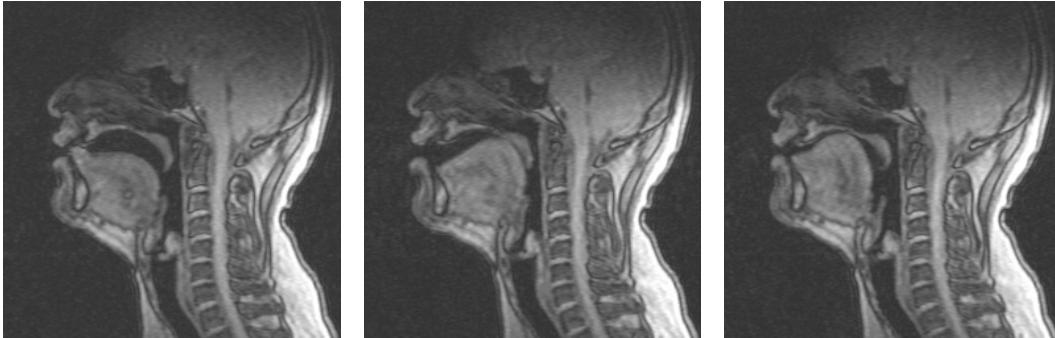
以上のように、日本語の調音をMRI動画により網羅的に撮影した本資料は、音声研究および音声教育の基礎資料として、さまざまな形で利用されることが期待される。

・調音音声学の資料として

MRIデータは、母音の舌の位置や、子音の調音の動きを直に観察することができるため、調音音声学を学ぶ際に有効な資料となりうるだろう。声道断面図に近い画像が得られることから、MRIの動画を通して、調音音声学の入門書の説明を、自分の実際の口の中の動きと結びつけて考えることができる。

・日本語音声教育の資料として

日本語の発音の様子を映した本資料は、非母語話者に対する日本語教育、および母語話者・非母語話者に対する日本語教員養成において、日本語音声を学ぶための資料として活用することが可能である。



「3 台」の/N/

「3 個」の/N/

「3 円」の/N/

・外国語との対照研究の資料として

外国語の調音の動きを日本語のそれと比較対照する際の、日本語音声の基礎資料として活用が可能である。またこれを応用して、日本語話者による外国語学習における母音干渉の研究にも生かすことができるだろう。

5. 本資料の制限、限界

本資料で用いた MRI の手法は、いくつかの問題点も指摘されている。MRI が主に水分に反応して画像を生成するという特質上、上下の歯が映らない。重要な音声器官である上下歯が撮像できないことは、一部の音声の観察には不向きであるといえる。

また、被験者は MRI 内で仰向けに横たわった姿勢で発音しているため、調音運動が多少の重力の影響を受けることが報告されている(高倉他 2006)。

その他、調音運動に正確に同期した音声の分析が不可能であること、収録される音声には大きな MRI のスキャン動作音が入っているため音声分析には不向きであることなどが指摘できる。

以上の MRI の手法上の問題に加え、今回の資料では個々の音節ではなく「アイウエオ」のような連続音声であるため、個々の音節において前後の音節による調音結合などの影響が見られる。例えば、「ナニヌネノ」「マミムメモ」においては、各母音が前後の鼻音によって鼻母音化しており、口蓋帆が下降したままである様子が観察される。

6. 本資料の公開方法

本資料は、共同研究「日本語・英語・中国語の対照に基づく、日本語の音声言語の教育に役立

つ基礎資料の作成」および「人物像に応じた音声文法」の総合サイト『日本語「音声言語」の基礎資料』(<http://www.lib.kobe-u.ac.jp/products/nihongo/index.html>)などで順次公開していくほか、磯村(2009: in print)においても、付属資料として収録される予定である。今後の配布予定、及び使用にあたっての条件等は、上記ウェブサイトにおいて案内していく予定である。

文献

- 磯村一弘 (2009: in print) 『国際交流基金日本語教授法シリーズ 2 音声を教える』、ひつじ書房
- 今川博 (2000)「X-ray マイクロビームデータビューワ Xray.exe Ver.3」『桐谷教授研究と業績』、東京大学大学院医学系研究科認知・言語医学講座、桐谷滋教授退官記念会
- 国立国語研究所(1965/1967)『X 線映画 日本語の発音』国立国語研究所話しことば研究室実験室、
http://www5.kokken.go.jp/dash4/x-sen/x-sen_eiga.html(2008年8月1日参照)
- 朱春躍(2006)『中国語と日本語の実験音声学的研究』神戸大学博士論文
- 朱春躍(2007)「MRI 装置を使った基礎資料の説明」『国際シンポジウム日本語「音声言語」の教育と基礎資料 予稿集』1-2、於:神戸大学
- 朱春躍・本多清志(2007)「日本語/aN/と中国語/an、ang/における生成および知覚上の相違」、定延利之・中川正之(編)『音声文法の対照』183-211、くろしお出版
- 高倉祐樹・三浦貴生・高坂洋美・佐々木志恵・吐師道子(2006)「姿勢変化に伴うフォルマント周波数変化」『日本音響学会春季研究発表会講演論文集』、355-356
- 中村淳子・林良子・朱春躍(2008: in print)「MRI 動画を用いた英語母音の観察—日本語話者による発音—」『音声文法』、くろしお出版
- 新美誠司・桐谷 滋・広瀬 肇・島田純一(1985)「超音波断層法による舌構音動態の解析」『音声研究会資料』S84-77、605-611
- 吐師道子(2000)「X 線マイクロビーム日本語データベース」『音声研究』4(2)、31-35
- 本多清志(1998)「X 線マイクロビームによる調音運動研究の動向」『音声研究』2(2)、8-18.
- Honda, K (2002) 'Evolution of vowel production studies and observation techniques', "Acoustical Science and Technology" Vol. 23, No. 4, pp. 189-194
- Masaki, S, Tiede, M.K, Honda, K, Shimada, Y, Fujimoto, I., Nakamura Y, Ninomiya, N (1999), 'MRI-based speech production study using a synchronized sampling method', "J. Acoust. Soc. Jpn. (E)", 20, 375-379.

謝辞

本研究は、文部科学省科学研究補助金、基盤 (A) 課題番号 16202006「日本語・英語・中国語の対照に基づく、日本語の音声言語の教育に役立つ基礎資料の作成」(平成 16~18 年度、研究代表者:定延利之)および基盤 (A) 課題番号 19202013「人物像に応じた音声文法」(平成 19~22 年度、研究代表者:定延利之)による成果の一部である。