

研究テーマ	中国語調音運動リアルタイム MRI データベースの構築	報告書作成者	呉 琪
研究従事者	呉 琪		
研究目的	中国語の発音には、日本語には存在しない音や、日本語とは異なる調音方法を用いる音が多く、日本語母語話者にとって習得が難しいことが知られている。特に、中国語の子音や母音の一部では、舌の位置、口腔内の狭めの位置、唇や顎の形状など、複数の調音器官を適切に協調させる必要がある。しかし、従来の中国語教育では、こうした調音方法について、教科書に掲載された模式図や「舌を反らせる」「舌先を歯茎付近に置く」といった言語的な説明によって指導されることが多い。そのため、学習者が実際にどのような口腔内形状を形成すればよいのかを具体的に理解することは必ずしも容易ではない。さらに、申請者らがこれまでの研究から、実際の中国語母語話者の調音運動が、従来の教科書や音声学の記述から想定される調音方法と必ずしも一致しない可能性が示されている。特に、中国語の「そり舌音」のように、名称や従来の説明から特定の舌形状が想起されやすい音については、実際の発話時の調音方法を画像データによって確認することが重要である。このような実際の調音運動と教材上の説明との乖離は、学習者が不適切な発音目標を形成する原因となる可能性がある。発音が正確に習得できない場合、相手に自分の発話が十分に伝わらない、あるいは相手の聞き返しが増えるといった問題が生じ、外国語によるコミュニケーションへの自信低下にもつながり得る。その結果、授業内の発話活動だけでなく、留学、就職、国際交流、日常的な対人コミュニケーションなど、さまざまな場面で中国語を積極的に使用することを避ける可能性も考えられる。 そこで本研究では、MRI を用いて中国語母語話者の発話時における舌、唇、口蓋などの調音器官の運動を可視化・定量化し、中国語の各音が実際にどのような調音運動によって生成されているのかを明らかにすることを目的とする。MRI を用いることにより、通常のビデオ撮影では観察できない口腔内の舌形状や咽頭部を含む声道全体を非侵襲的に観察することが可能であり、従来の模式図や言語的説明では捉えにくかった実際の調音運動を客観的に示すことができる。さらに、得られた MRI データを体系的に蓄積し、中国語の単音から単語、さらには文章レベルまでを含む中国語調音運動データベースの構築を目指す。このデータベースを既存の日本語の MRI データ等と比較することにより、日本語と中国語の調音上の共通点と相違点を明らかにし、日本語母語話者が中国語を学習する際に特に注意すべき調音特徴を科学的根拠に基づいて提示することが可能になると考えられる。最終的には、MRI によって得られた客観的な調音情報を、中国語教育に利用可能な形へと整理し、分かりやすい発音指導法を開発することを目標とする。学習者に対して具体的な調音目標を提示することにより、試行錯誤に依存した発音練習を減らし、より効率的かつ正確な発音習得を支援する。同時に、教育者にとっても、従来の経験的な説明だけに依存せず、実際の母語話者の調音運動に基づいて発音を説明できる環境を整備する。これらを通じて、中国語教育者の指導負担を軽減するとともに、学習者の発音習得、コミュニケーションへの自信および外国語による対人交流を支援し、中国語教育者と学習者双方の QOL 向上に寄与することを本研究の最終的な目的とする。		

研究内容

本研究では、中国語母語話者の発話時 MRI データを体系的に収録・分析し、中国語調音運動データベースを構築することを中心的な研究課題としている。本年度は本助成金と科学研究費を用いて中国語母語話者 2 名の発話時 MRI データを新たに収録した。これまでに申請者らが収録していたのデータと合わせて分析を行い、中国語の「そり舌音」と歯茎音の調音上の違いに着目した。

分析では、中国語の 4 組の歯茎音・そり舌音の対立を対象とした。これらの子音を 12 種類の後続母音環境と組み合わせた発話資料を用い、複数の母音環境においても共通して観察される調音特徴を検討した。実験では MRI 装置を用い、発話時の正中矢状面リアルタイム MRI 画像を収録し、各子音の調音が安定している時点のフレームを抽出した上で、声道の中心線に沿って一定間隔のグリッドを設定し、それぞれの位置における上下方向の声道幅を計測することによって、発話時の声道形状を数値化した。具体的には、歯茎音とそり舌音の違いを明らかにするため、①声道内のどの位置に主要な狭めが形成されるかを示す「狭め位置」、②狭めが前後方向にどの程度の範囲に形成されるかを示す「狭めの長さ」、③主要な狭めより前方に形成される「前方声道共鳴空間」、④狭めより後方に形成される「後方声道共鳴空間」の 4 つの指標を設定した。上記 4 指標を用いることで、MRI 画像を単に視覚的に比較するだけではなく、中国語の各子音における声道形状の違いを客観的な数値として比較することを可能にした。また、話者ごとの口腔・声道の大きさなどの解剖学的な個人差が分析結果に影響しないよう、声道長を考慮した統計モデルを構築し、歯茎音とそり舌音の違いを統計的に検証した。これにより、単一の MRI 画像に見られる特徴を記述するだけではなく、複数の子音、母音環境および話者に共通する調音特徴を抽出することを試みた。

その結果、中国語のそり舌音では、歯茎音と比較して主要な狭め位置がより後方に形成されること、また狭めより前方の声道空間が一貫して拡大することが明らかになった。一方、狭めの長さについては子音の種類によって異なる傾向が見られ、後方声道空間については歯茎音とそり舌音を安定して区別する特徴とはならなかった。さらに、MRI 画像そのものを観察した結果、そり舌音の発音時には、従来の教科書的な説明から想定される「舌尖を上方へ大きく反らせる」形状とは異なり、舌尖を下げた状態で発音される例が確認された。このことから、中国語のそり舌音の本質的な調音特徴を理解するためには、舌尖の形だけを見るのではなく、狭め位置や前方声道空間を含む声道全体の形状を考慮する必要があることが示された。

以上の研究成果を学会論文としてまとめることができたことで、本研究が当初目標として掲げていた中国語調音運動データベース構築に向け、実際の MRI データを用いてどのような調音指標を抽出し、どのように定量化・比較すべきかという具体的な分析手法を確立することができた。

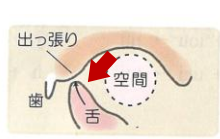
今後、この方法をそり舌音以外の子音、母音へと拡張するとともに、収録話者数を増やし、母語話者の調音運動を体系的に蓄積することで、中国語 MRI データベースの完成を目指す。さらに、得られた調音特徴を発音指導へ応用し、学習者がどのような調音目標を意識すれば中国語の発音をより効率的に習得できるかを検討していく。

研究のポイント	本研究の重要なポイントは、従来の教科書的・概念的な調音記述だけではなく、実際の中国語母語話者の発話時 MRI データに基づいて中国語の発音を客観的かつ定量的に捉えた点にある。特に、中国語のそり舌音については、「舌尖を上方・後方へ反らせて発音する」や「舌尖で上の歯茎をなぞり上げる」などのような説明が用いられている。一方、本研究の MRI 画像では、そり舌音の発音時に必ずしも舌尖を上方へ反らせるわけではなく、むしろ舌尖を下げた状態で発音する例が確認された。さらに、画像を定量的に分析した結果、そり舌音を歯茎音から最も安定して区別する特徴は、単純な「舌尖の反り」ではなく、主として「狭め位置が後方へ移動すること」と「狭めより前方の声道共鳴空間が拡大すること」であることが明らかになった。この結果は、従来の発音指導において重視されてきた舌尖の形だけでなく、舌による狭めの位置や口腔前方部全体の形状を発音指導の目標として提示する必要性を示すものであり、中国語発音教育への応用という点でも重要な知見である。
研究結果	分析の結果、中国語のそり舌音では、対応する歯茎音と比較して、声道内の主要な狭め位置が一貫して後方に形成されることが明らかになった。また、狭めより前方の声道空間もそり舌音において有意に大きくなることが確認された。統計分析では、狭め位置についてそり舌音の主効果が非常に強く認められ ($F(1,361)=1073.93$, $p<.001$)、4 組すべての子音対で一貫した後方移動が観察された。また、前方声道共鳴空間についても強い主効果が認められた ($F(1,361)=1433.47$, $p<.001$)。一方、狭めの長さについては子音の種類によって傾向が異なり、後方声道空間については歯茎音とそり舌音を安定して区別する指標とはならなかった。以上から、中国語のそり舌音は、従来想定されてきたような単純な「舌尖の反り上げ」によって特徴づけられるのではなく、主として「狭め位置の後方化」と「前方声道共鳴空間の拡大」という声道全体の形状変化によって特徴づけられることが示された。これらの成果は学会論文としてまとめることができ、当初計画していた中国語調音運動 MRI データベースの構築、および客観的データに基づく中国語発音指導法の開発に向けた重要な基礎的成果となった。
今後の課題	今後は、まず中国語母語話者の収録人数を増やし、話者間の個人差や性別、出身地域などを考慮しながら、中国語の各音に共通する調音特徴と個人差を明らかにする必要がある。今回の分析では対象話者数がまだ限定されているため、より多くの話者を対象とすることで、得られた特徴の一般性を検証することが重要である。また、今回の研究では主として子音発音時の代表的な MRI フレームを分析したが、今後は発音開始から終了までの舌や顎、唇の連続的な運動軌跡を解析し、調音運動の速度やタイミングについても検討する。加えて、そり舌音だけでなく、中国語の母音、その他の子音も分析対象として、中国語の調音運動を体系的に確認できる MRI データベースの構築を進める。最終的には、得られた知見を教育現場で利用可能な形に整理し、従来の教科書的な説明だけでは習得が難しかった音について、MRI 動画や具体的な調音指標を用いた発音指導法を開発することで、研究成果を中国語教育および学習者の自律的な発音学習へ還元していく。

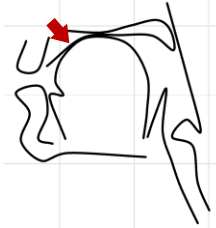
中国語調音運動リアルタイムMRIデータベースの構築

教科書の解説と母語話者の**実際発話**における**調音方法が乖離している**

既存教材の解説図

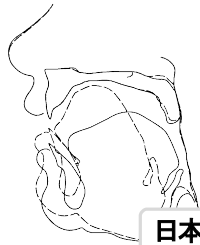


母語話者による実際の調音

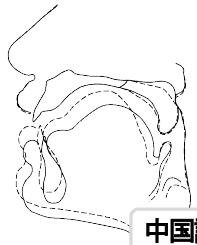


効果の高い科学的根拠のある指導法が必要

日本語と中国語の調音における**舌の動きには顕著な違い**があり、これが中国語発音習得の難しさに繋がる



日本語の調音



中国語の調音

中国語調音運動データベースが存在しないため、**正確な指導が困難**

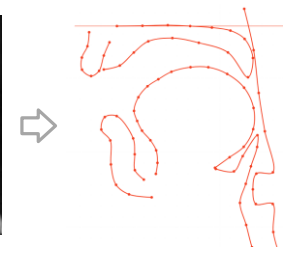
MRI装置を用いた応用のフローとデータの抽出



実際のMRI撮影の様子



取得したMRI画像



AIを用いた輪郭抽出と分析

この方法を用いて、母語話者の**実際発話**における**調音運動を計測**

- 口腔内調音器官や顎・唇の運動範囲や速度を分析
- 中国語調音運動MRIデータベースを構築

構築したデータベースに基づく効果的な発音指導法を開発し、中国語教育者と学習者のQOLを向上させる