

#### 4. 外国人特別研究員との共同研究の概要（外国人特別研究員との分担状況を明らかにした上で簡潔に記述してください。） Summary of the collaborative research (Clarify your role and the Fellow's role in the collaborative research.)

本共同研究は、人間が発する音声についてその喉頭の機構を音声生成と音声知覚の両側面から調べるもので、特に基本周波数の変動に着目し、複数の言語間で検証するものである。例えば、有声破裂音 (b, d, g) と無声破裂音 (p, t, k) の間に存在する対立において、どのような音響的手がかりが存在するかを調べた。日本語の場合、両者の対立はもともと、破裂音の閉鎖区間における声帯振動の有無に第一義的な手がかりがあるといわれてきた。しかし、日本語に関する最近の研究では “b, d, g” において閉鎖区間で声帯振動が起こらなくなっていることが指摘されており、“p, t, k” と混同されやすくなっていることが予想された。しかし、実際は日本語母語話者がそれらを混同していないとなると、どのようにその違いを発話仕分けているのか、あるいは聞き分けているのかという疑問が生じる。そこで多くの場合に重要視されるのが子音直後の基本周波数 (F0) など別の手がかりである。

本研究ではこのような観点から、破裂音と摩擦音における喉頭における調節機構、特に声帯振動が起きるタイミングや帶気の有無と、基本周波数 (F0) との相互作用を調査した。前述のように日本語は調査するのに理想的な言語であることから、まず日本語を対象にした実験を行った。さらに、日本語と比較するため、他にいくつかの言語をも対象とした。フランス語は、破裂音の閉鎖区間において声帯振動の有無が対立の手がかりとなっていることから加えた。韓国語は、基本周波数への依存が進んでいる言語として加えた。また、すでにデータ収集が終わっているタマン語（ネパールで話されているチベット・ビルマ語派の言語で、完全に基本周波数に依存しすでに声調言語になっている）と、上海語（やはり声調言語であり、多くの研究がすでになされている）も比較の対象に加えた。

以上のように、本研究では（1）世界の言語における喉頭調節機構の多様性を音声生成と音声知覚の観点から理解し、（2）それがどのように声調言語へと変化していくか、その一端を解明した。なお、本研究は外国人特別研究員と受入研究者とが議論を重ねながら進められたが、外国人特別研究員が主にデータ収集、分析、原稿の執筆などを行い、受入研究者が実験の準備、データ分析、原稿へのフィードバックなどを行った。

#### 5. 外国人特別研究員との共同研究の成果とその評価 Results and Evaluation of the collaborative research

ここでは主たる成果として日本語（東京方言）を中心に述べる。若い世代の実験参加者の発話を調査した結果、有声破裂音 (b, d, g) に関しては声帯振動を伴わない傾向が進んでいた。また、有声摩擦音の z についても、語中では確認されなかつたものの、語頭において同様の傾向を観測した。一方で、無声破裂音 (p, t, k) に関しては、語中では確認されなかつたものの、語頭において声帯振動が少し遅れる傾向が見られた。このことから、日本語が従来そうであるといわれてきた「声帯振動の（破裂音の場合は閉鎖区間における）有無が第一義的な手がかりである」という定説とは異なる結果となった。ただし、英語ほどは声帯振動が遅れてはいなかつたことから、日本語は言語の変化が起り始めた移行期にあると結論づけた。さらに、語中では確認されなかつたものの、語頭において有声摩擦音が破擦音として実現されることも確認した。基本周波数 (F0) に関しては、語内での位置とピッチアクセントによって異なる F0 パターンを初めて示すことに成功した。まず、語内での位置によって F0 パターンは異なっていた。語中では差が見られなかつたものの、語頭では “b, d, g, z” よりも “p, t, k, s” のほうが直後の F0 が高かった。このような語内での位置に依存する結果が得られた理由には、声帯振動の有無だけではその対立を示すことが難しい場合にのみ、F0 の高低で差をつけているものと考えられた。これらの成果に関しては、日本音響学会 2018 年春季研究発表会、およびいくつかの国際会議（LabPhon 16 や 6<sup>th</sup> International Symposium on Tonal Aspects of Languages など）にて報告し、さらにそれらを発展させまとめたものを国際的にも著名な学術誌である *Journal of Phonetics* に投稿した。査読者からは高い評価を得ていることからも、本研究の成果が国際的にも十分に評価されることが裏付けられる。

一方、若い世代を対象にした日本語破裂音に関する音声知覚の実験結果からも、声帯振動の開始点と F0 周波数の関係を初めて示すことに成功した。最初の合成音声を用いた実験では、高い F0 の場合には対立の

境界が声帯振動の開始点が破裂から 0 から 10 ms 程度遅れたところに存在していたのに対し、低い F0 の場合には境界が声帯振動の開始点が 10 から 20 ms 程度とさらに遅れたところに存在した。もしフランス語のように対立が閉鎖区間の有無で実現される言語であれば、声帯振動の開始点はほぼ 0 ms にならなければならないことから、日本語に対し從来から言われてきたような定説を覆す結果が再び得られた。さらに、第 2 番目の実験では自然に発話された音声を分析および再合成し、声帯振動の開始点が変化する連続体と F0 が変化する連続体を組み合わせた刺激音を用いた。その結果、やはり日本語母語話者は声帯振動の開始点を第一義的に用いているものの、第二義的には F0 を手がかりにしていることがわかった。フランス語と日本語の実験結果を比較すると、フランス語母語話者のほうが F0 への依存が低く、声帯振動の開始点が日本語母語話者に比べて 0 ms により近かった。さらに重要な発見として、日本語母語話者もフランス語母語話者も低い F0 よりも高い F0 に対してより敏感であった。このことは、Hanson (2009) の英語の生成に関する結果や、Kirby and Ladd (2016) のフランス語とイタリア語の生成に関する結果に沿うものであった。以上の音声知覚に関する結果は、2019 年の日本音響学会春季研究発表会と国際会議 International Congress of Phonetic Sciences (ICPhS) にて報告すると共に、現在、それらを発展させた内容で学術雑誌への投稿を準備中である。なお、国際会議 ICPhSにおいては、発表がスペシャルセッションにて取り上げられると同時に、若手研究者に贈られる渡航助成を受けるなど、本研究の成果が再び国際的に評価されていることが裏付けられた。

以上のように、音声生成と音声知覚の両面から、本研究では日本語（東京方言）における声帯振動の開始点と F0 周波数の関係に次のような新たな提案をすることができた。

- 破裂音において閉鎖区間で有声（つまり声帯が振動する）であるところ無声（つまり声帯が振動しない）になるのは、語頭において声帯の振動を開始し持続するのが困難であることが起因する。
- しかし、声帯振動が伴わない場合、それを聞いた聴取者が有声・無声の対立においてその判断を誤る可能性が生じる。
- そこで、発話者は語頭において特に対立の判断に第二義的な手がかりとして F0 の高さの違いを与えることによって、聴取者側の混乱を防ぐ。

このように、本研究では実験結果から喉頭調節機構と声帯の振動数の関係性に対するモデリングをすると同時に、また理論的な理解に関しても貢献することができた。

---

注. 必ず様式 7 及び様式 8 を併せて採用期間終了後 1か月以内に提出してください。外国人特別研究員本人には様式 7 (Form 7: Research Report) により英語又は日本語で作成いただきます。

Note: This form must be submitted along with the Fellow's Form 7 within one month of the end of the fellowship tenure.