

音声生成における音源-フィルタ相互作用の影響に関する研究

上江洲, 安史

<https://doi.org/10.15017/1807042>

出版情報：九州大学, 2016, 博士（芸術工学）, 課程博士
バージョン：
権利関係：全文ファイル公表済

氏 名	上江洲 安史			
論 文 名	音声生成における音源-フィルタ相互作用の影響に関する研究			
論文調査委員	主 査	九州大学	教授	鏑木 時彦
	副 査	九州大学	教授	岩宮 眞一郎
	副 査	九州大学	准教授	高田 正幸

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、人の音声コミュニケーションに関する基礎研究の成果について述べたものである。ここでは、従来、音声生成の基礎理論として広く受け入れられてきた音源-フィルタ理論を発展させ、人の音声生成機構をなす喉頭の音源波生成機構と声道の音響フィルタの間の相互作用が発声に与える影響に関して、実験的手法と計算機シミュレーションとを用いて幅広く検討したものである。従来の音源-フィルタ理論は、音源波の生成と声道音響フィルタは基本的に独立と考える、線形モデルである。しかしながら、歌唱のように発声のピッチが幅広い周波数範囲に及ぶ場合には、両機構の間の相互作用が生じ(音源-フィルタ相互作用)、発声が不安定になるなどの特異的な現象が生じる。本論文は、この音源-フィルタ相互作用に関して述べたものであり、以下のように構成されている。

第1章の序論に続いて、第2章では人の音声生成の基礎理論が展開されており、音声器官の生理学的な説明とともに、音源-フィルタ理論と音源-フィルタ相互作用という、本論の核をなす線形モデルと非線形モデルについて、詳細な説明が与えられている。第3章では、本論文で用いられた発声過程の観測方法が要領よくまとめて説明されている。第4章では、声道の音響フィルタの音響特性が、喉頭の音源波生成機構に与える音響学的な影響を明らかにするため、前章で述べた方法により被験者の発声過程を観測することによって、音源-フィルタ相互作用が地声から裏声への声区転換を自動的に引き起こす可能性についての検証が行われている。複数の被験者について、発声時のフォルマントと声帯振動を同時に観測した結果、音源-フィルタ相互作用が発生する条件、ならびに、音源-フィルタ相互作用が声区転換に与える影響が、多数のデータサンプルに基づいて定量的に明らかにされている。

第5章と第6章では、喉頭の発声状態が声道の音響フィルタの特性に及ぼす影響を、被験者の発声過程の観測と、音声生成モデルを用いた計算機シミュレーションとを用いて検討されている。従来の線形な音声生成モデルでは、声道音響管の声門側の境界条件として、完全閉鎖の仮定がおかれてきた。しかし、実際には、発声中の声門は声帯振動によって開閉し、さらにその開閉パターンは声区によっても異なる。本研究では、声区などの発声条件を変えたときのフォルマント周波数を、複数の被験者に対して測定し、音源波の生成機構が声道の特性、特にその周波数特性のピークであり、言語情報の生成に深い関係のあるフォルマントに与える影響が明らかにされている。第6章では、発声状態が声道に及ぼす影響をさらに精緻に検討するため、音声生成モデルによる計算機シミュレーションを行い、声門の開放率や開大面積などの発声パラメータが、フォルマント周波数に与える影響が定量的に明らかにされている。第7章では、本論文の総括が述べられている。

音源波生成機構と声道音響フィルタが独立に働くとする音源-フィルタ理論は、これまで各種の音声信号処理ならびに音声合成・音声認識などの音声情報処理で広く用いられており、音声の音響的

特性を科学的に扱う際の基礎となってきた理論である。それに対して本論文では、音源機構と声道フィルタの相互作用という、新規性が高く、従来の常識を覆すような斬新なテーマについて、精緻で定量的な研究が行われており、その結果、人の発声メカニズムに関する多数の有益な知見が得られている。このような科学的知見は、言語コミュニケーションのみならず、歌唱などの芸術的側面を持つ韻律的コミュニケーションを理解する上でも重要である。音声情報処理の分野では、会話音声だけでなく、歌唱音声の機械合成が盛んに研究されており、商用化も行われているが、人の実際の歌唱技術が音声合成に反映されていないという問題がある。本論文の研究成果は、人の音声発声の基本原理に関する学術的知見にとどまらず、歌唱音声合成など、今後の音声情報処理技術の高度化においても役立つものと考えられる。

以上より、学位審査を厳正に実施した結果、本論文は博士（芸術工学）の学位授与に値するものと認める。