

「脳を創る」

平成 10 年度採択研究代表者

菅田 雅彰

(日本電信電話(株)コミュニケーション科学基礎研究所 主幹研究員)

## 「発声力学に基づくタスクプランニング機構の構築」

### 1. 研究実施の概要

発声動作の情報処理機構を運動計画、運動制御、及び発声系の生理力学構造の視点から明らかにするため、発話運動制御における感覚情報の機能、発話運動計画モデルの構築、及び発声系の生理的モデルと機械実体モデルの構築を進めた。

### 2. 研究実施内容

#### (1) 発話動作メカニズム

発話中の聴覚及び触覚情報を変化させた時の発話に及ぼす影響を調べることで、発話運動制御における感覚情報の機能を検討した。口蓋摂動装置(写真1)を用いて発話中の声道に形態的な摂動を与え、またマスキングノイズと局部麻酔を用いて聴覚と触覚による感覚情報をマスクし、摂動に対する発話補償動作と筋活動が感覚情報の有無によってどのように変化するかを調べた。その結果、摂動直後の60ms に生じる補償動作が舌と口蓋との接触に伴う触覚フィードバックにより生じること、150ms 以降に生じる補償動作が聴覚フィードバックによることを明らかにした。



写真1 口蓋摂動実験

また、発声動作における感覚フィードバックの機能をより詳細に検討するため、電気刺激を用いた発声系の運動神経系の反射機能を調べるための実験装置を構築し、発話タスクの違いによって反射応答が異なる実験結果を得た。

#### (2) 発声動作モデル

発声動作の協調メカニズムを構成的に明らかにするため、前年度明らかになった筋のステイフネス制御メカニズムのモデルを構築した。そのモデルを用いて、下顎に対する力学的摂動を与えたときの上唇の補償動作のシミュレーションを行い、実験において観測される補償動作がモデルを用いて再現されることを示した。

声を真似て発声する聞きまね発声機能のモデル化を目指して、隠れマルコフモデルに基づく統計的音声生成モデルを考案し、このモデルに基づいて音声から発話動作を逆推定する手法を見

出した。(図1)この手法による音声からの発話動作の推定精度を、発話動作の実測値を基に比較検証し、運動軌道の平均誤差が1.6mmとあることを確認した。

### (3) 発声系モデル

発声器官の構造を模擬した発声力学系の計算機モデルと実体モデル(発話ロボット)の構築を進めた。計算機モデルでは、発声器官

の筋構造を模擬し、筋の収縮度を制御して発話動作を生成する生理的モデルを構築し、発声動作から筋張力を逆推定する手法を見出した。また、発話ロボットは、発声器官の形態と機能を模擬することをねらい、肺、声帯、舌、顎、及び唇からなる発話ロボットの機構改良、及び観測された人間の発話動作からロボットの動作を制御する処理系を構築し、連続音声の発声を実現した。

### (4) 発声系音響モデル

音声生成の声道音響現象の実体を明らかにするため、空気の流れが声道内での音波の波動に及ぼす影響について検討を進めた。

### (5) 発声生理機構

発話動作の形態計測法と生理計測法の検討を進めた。形態計測に関しては、磁気センサーを用いた3次元発声動作測定装置の構築を進めた。また、生理計測に関しては、前年度に引き続き、MRI画像から非侵襲的に発声器官の複数の筋活動を測定する手法について検討を進めた。

## 3. 研究実施体制

### (1) 運動計画グループ

- ① 誉田雅彰(NTTコミュニケーション科学基礎研究所、主幹研究員)
- ② 研究項目
  - ・ 発話動作メカニズムの研究
  - ・ 発話動作モデルの研究

### (2) モデリンググループ

- ① 高西敦夫(早稲田大学理工学部、教授)
- ② 研究項目
  - ・ 発声系モデルの研究
  - ・ 発声系音響モデルの研究

### (3) 生理機構グループ

- ① 本多清志(ATR-I ISD、主幹研究員)
- ② 研究項目
  - ・ 発声生理機構の研究

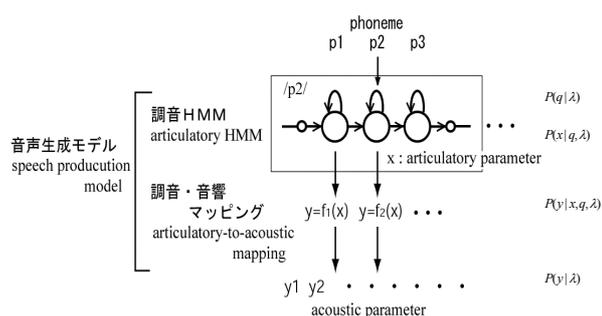


図1 統計的音声生成モデル

#### 4. 研究成果の発表

##### (1) 論文発表

- 鈴木 紳、岡留 剛、誉田 雅彰、「音響調音コードブックを用いた音声からの調音運動の逆推定」、*電子情報通信学会誌*、Vol. J85-A, No.8, PP.840-846, 2002
- 誉田 雅彰、藤野 昭典、鏑木 時彦、「Compensatory responses of articulators to unexpected perturbation of the palate shape」、*Journal of Phonetics*、Vol.30, No.3, PP.281-302, 2002
- 五味 裕章、伊藤 貴之、Emi Z. Murano、誉田 雅彰、「Compensatory articulation during bilabial fricative production by regulating muscle stiffness」、*The Journal of Phonetics*、Vol.30, No.3, PP.261-280, 2002
- 前川 喜久雄、北川 智利、「音声はパラ言語情報をいかに伝えるか」、*認知科学*、Vol.9 No.1、2002
- 元木 邦俊、松崎 博季、「矩形音響管の非対称接続による声動音響特性の計算」、*北海学園大学工学部研究報告*、第 29 号、2002
- 松崎 博季、元木 邦俊、「3次元有限要素法による音響特性解析におけるソフトウェア利用の一例」、*北海学園大学工学部研究報告*、第 29 号、2002
- 西川 員史、浅間 弘一郎、林 宏樹、高信 英明、高西 淳夫、「人間形発話ロボットによる母音発声の実現」、*日本機械学会論文集*、68 卷 667 号 C 編、2002
- 鏑木 時彦、誉田 雅彰、「Electromagnetic articulograph (EMA) based on a non-parametric representation of the magnetic field」、*アメリカ音響学会誌*、111 卷 3 号、1414-1421、2002

##### (2) 特許出願

国内2件、外国なし