

菅田 雅彰(NTT コミュニケーション科学基礎研究所 主幹研究員)

## 「発声力学に基づくタスクプランニング機構の研究」

発話動作は、発声器官の運動にとどまらず、口の構え(声道)の生成とそれに伴う声道内での流体音響現象を介して言語情報として受容される音響信号を生成する人間固有の動作である。本研究では、言語から音響に至る発話動作の階層的なタスク構造と発声系の生理物理モデルを基に発話運動計画の計算論的モデルを構築することをねらいとし、以下の項目について研究を進めた。

### (1) 発話動作メカニズム

発話中の発話環境を外的に変化させた時の発話の補償動作を調べることにより、発話動作が目指している運動タスクの所在、及び音声器官の協調動作制御メカニズムを明らかにする検討を行った。発話中の下顎に力学的な摂動を与える下顎摂動実験(写真1)、及び発話中の声道に形態的な摂動を与える口蓋摂動実験における発話補償動作の振る舞いから、発話動作の運動目標が声道レベル以上の上位のレベルに存在すること、発話における協調動作が筋のステイフネス制御による受動的な力学メカニズムに基づいて瞬時的に行われていること、また舌と口蓋との接触などによる触覚や音響フィードバックが瞬時的な補償動作に用いられていることが明らかになった。

### (2) 発声動作モデル

多自由度発声力学系に対して声道あるいは音響レベルの上位の発話タスクを設定し、言語シンボル情報から発話動作を生成するモデルの検討を進めた。発話における不変的な声道タスクの統計的分析法、及び音響タスクから発話動作を特定する逆推定法を考案し、これらの要素技術を基に発話動作モデルを構築し、観測された発話動作とモデルによって予測される発話動作の定量的な比較検証を行った。

### (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(機械)モデルの構築を進めた。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、連続音声の生成に至った。また、実体モデルは、発声器官の形態と機能を模擬する方向と、生理的構造をも模擬する方向の両面から機構系の設計、製作を行った。肺、声帯、舌、顎、及び唇からなる実体モデルを用いて母音と子音の生成を実現した(写真2)。

### (4) 発話生理機構

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、MRI装置を用いて発話動作の動画像を得る手法を考案した。また、生理計測に関しては、MRI画像から発声器官の筋配置の構造と個々の筋の長さを測定する手法を考案し、非侵襲的に複数の筋活動を観測する有効な手段を見出した。

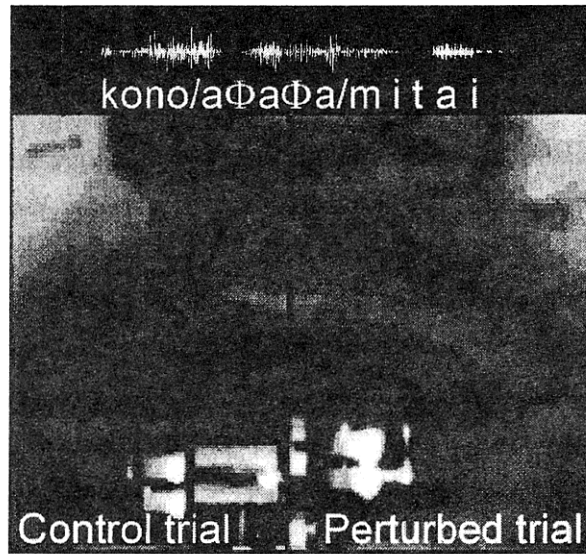


写真1 下顎摂津動実験

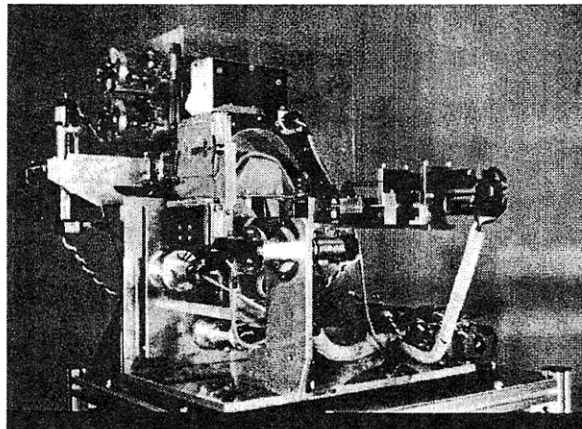


写真2 発話ロボット

## 主な研究成果の発表（論文発表）

1. Kaburagi, T. and Honda, M., "Dynamic articulatory model based on multidimensional invariant-feature representation," Journal of Acoustical Society of America, vol. 109, 2001 (掲載予定)
2. Okadome, T. and Honda, M., "Generation of articulatory movements by using a kinematic triphone model," Journal of Acoustical Society of America, vol. 109, 2001 (掲載予定)
3. Honda, M. and Fujino, A., "Articulatory compensation and adaptation for unexpected palate shape perturbation," 6th Int. Conf. on Spoken Language Processing vol. 2, pp.170-173, 2000.
4. Ito, T., Gomi, H., and Honda, M., "Model of the mechanical linkage of the upper lip-jaw for the articulatory coordination," 6th Int. Conf. on Spoken Language Processing vol. 3, pp.889-892, 2000.
5. Okadome, T. and Honda, M., "Planning and forming articulatory movements from phoneme-specific representatives," 139th Meeting of the Acoustical Society of America, vol. 107, No. 5, Pt. 2, p.2904, 2000
6. Dang, J. and Honda K., "Improvement of a physiological articulatory model for synthesis of vowel sequences," 6th Int. Conf. on Spoken Language Processing vol.1 pp. 457-460, 2000.
7. 高野佐代子. 本多清志, "磁気共鳴画像に基づく母音発声時の筋長計測," 日本音響学会、音声研究会、SP2000 - 150、2001
8. Nishikawa, K., Asama, K., Hayashi, H., Takanobu, H., Takanishi, A., "Development of a Talking Robot," IEEE/RSJ Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems, pp.1760-1765, 2000.
9. Sawada, K., Osuka, K., and Ono, T., "On soft machine; Toward the realization of mechanical speech synthesizer," IEEE Conf. on SMC, TA22-6, 1999.
10. El-Masri, S. and Miki, H., "A new efficient FEM and analysis of relation between impedance function and geometrical parameters of the vocal tract," Proc. of 5th Speech Production Seminar & Crest Workshop, pp.337-340, 2000.
11. Motoki, K., Pelorson, X., Badin, P., and Matsuzaki H., "Computation of 30D vocal tract acoustics based on mode-matching technique," 6th Int. Conf. on Spoken Language Processing, vol. 1, pp.461-464, 2000.
12. 前川喜久雄、籠宮隆之、菅田雅彰、鏑木時彦、岡留剛、"調音運動から見たパラ言語情報の生成" 日本音響学会秋季研究発表会、pp.257-258, 1999.