

○荒井隆行・前田絵理（上智大・理工）、梅田規子（ニューヨーク大）

### 1. はじめに

我々は過去にいくつかの声道模型を製作し、それらが音声生成のメカニズムを説明する上で音響教育的に効果があることを確認している[1-6]。Arai (2001) は千葉・梶山 (1941) による声道形状測定に基づいて、パイプ型およびプレート型の声道模型を製作した。パイプ型はすでに各母音の声道形状をなしているので、音源を入力するとすぐに母音出力が得られることから、デモ性に優れている。一方、プレート型では、直径の違う穴が開いた複数枚のプレートを横一列に並べることによって任意の声道形状を形成することができ、学生による実験に適している。

ところで、梅田・寺西 (1966) では、任意の声道形状を実現する声道模型を製作し、様々な音源を入力することで韻質と声質について調べている。そこでは、複数に並べられた板をスライドさせることによって声道形状を変えることが可能となっている。

本研究では、この梅田・寺西によるスライド型声道模型を用いて音響教育を行った。

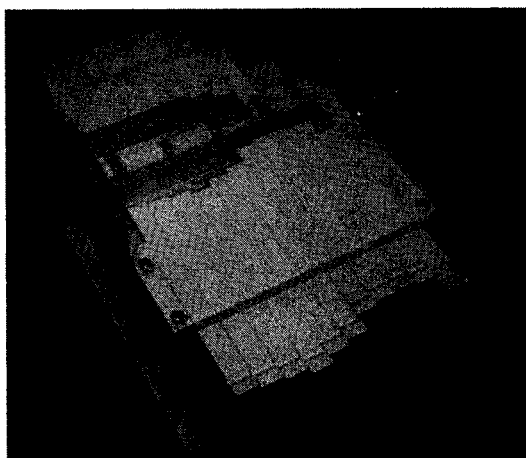


Fig. 1: Umeda and Teranishi's mechanical model of the human vocal tract

### 2. 声道模型

本稿で用いた梅田・寺西 (1966) に基づく声道模型を Fig. 1 に示す。この図で下側にスライド式の板が並んでいる様子がわかる。これらの板が作り出す空間は、口腔を模擬している。板の横幅は 15mm で、板は全部で 11 枚あることから、全長は 165mm となっている。一方、図の上側に見える板が作り出す空間は、鼻腔を模擬するもので、鼻腔の入口は回転式の弁によって仕切られている。

声道模型の声門側にはホーンスピーカのドライバユニットが接続されており (Fig. 1 の右側)、任意の信号によって駆動することが可能である。次節の場合は、インパルス列、白色雑音信号、気管外壁音などを入力信号として用いた。

### 3. 音響教育上の効果

大学院生 (一部大学生) を対象とした音響・音声に関する講義に、この梅田・寺西による声道模型を教材として用いた。その際における模型の音響教育上の効果を以下に列挙する。なお、受講生は約 60 名であり、そのうちの約 2/3 が電気・電子工学専攻の学生、約 1/3 が本学言語学専攻の学生であった。

#### 3.1 声道模型全般に対して

まず、Arai (2001) の場合と同様な意見として、

- ・シンプルに模式化されている結果、口腔内の狭めの位置などがとてもわかりやすい、
  - ・実際の人の声道形状を模擬したアナログ的な音声合成であるので、音声生成の仕組みが直感的に理解できた、
- などという感想が得られた。

\*Education in Acoustics using Umeda and Teranishi's mechanical model of the human vocal tract.

By Takayuki Arai, Eri Maeda (Sophia Univ., Tokyo, Japan), and Noriko Umeda (New York Univ., NY, USA)

### 3.2 スライド式声道模型に対して

次に、スライド式の声道模型の特徴として、以下のような感想が得られた。

- ・動的に変化する人間の声道形状を表している点において優れている。
- ・連続的に声道形状を変化させることができ、よりリアルに感じられた。
- ・母音が変わる様子をリアルタイムで捉えることができた。
- ・ある母音から異なる母音へ遷移する際の変化を分かり易く体験することができた。
- ・二重母音も生成することが出来るので、英語などの音声学の学習にも役立つ。

### 3.3 発展的な意見

また、この声道模型を用いた講義から得られた発展的な意見・感想としては、以下のようなものがあつた。

- ・形状が少しでも違ふと異なる母音になるということが視覚と聴覚の両方で捉えられた。
- ・特定の母音として認識できる声道形状にはどの程度の幅があるかを知ることができる。
- ・音声の中では簡単だと思っていた母音の生成さえ、口腔形状の微妙な調整が必要であることに驚いた。
- ・乳児が、耳から音を聞き口の動きを見るだけで、このような微妙な調節を獲得しているかを考えると、聴覚的に習得することの重要性を再認識した。
- ・連続母音を作る際にどの程度の速さで変化させればよいか分かる。

言語聴覚士を志す受講生からは、Arai (2001) ならびに梅田・寺西 (1966) の声道模型全般に対して、以下のような感想も聞かれた。

- ・構音障害、聴覚障害など言語障害をもつた子供にとって見たり触ったりしながら学べる教材として臨床の場で使えそう。
- ・言語聴覚士として、訓練者に目的音生成のための形態的なイメージを持ってもらうための手掛かりとして応用できそう。
- ・言語聴覚士への教材として活用できそう (開鼻声の聴覚判定の訓練を含む)。

### 4. おわりに

本研究では、梅田・寺西によるスライド型声道模型を用いて音響教育を行った。その結果、スライド型はパイプ型とプレート型の声道模型の両方の利点を兼ね備えていることがわかつた。つまり、任意の声道形状を比較的容易に実現でき、かつ、音響出力をすぐに出すことができる。また、音源を入力したまま、声道形状を変えることができることから、母音生成におけるダイナミックスを教育するのに有効であることがわかつた。

### 5. 謝辞

本研究で用いた声道模型に関し、岩手県立大学の伊藤憲三先生、(財)日本品質保証機構の高橋多助さんに感謝申し上げます。また、感想を寄せてくれた講義の受講生に感謝致します。

### References

- [1] T. Arai, "The replication of Chiba and Kajiyama's mechanical models of the human vocal cavity," *J. Phonetic Soc.*, Vol. 5, No. 2, pp. 31-38, 2001.
- [2] T. Arai et al., "Prototype of a vocal-tract model for vowel production designed for education in speech science," *Proc. of Eurospeech*, Vol. 4, pp. 2791-2794, 2001.
- [3] 荒井隆行, "「より直感に訴える音響教育」を音声科学に取り入れるには," 日本音響学会春季研究発表会講演論文集, Vol. 2, pp. 1219-1220, 2002.
- [4] T. Arai, "An effective method for education in acoustics and speech science: Integrating textbooks, computer simulation and physical models," *Proc. of the Forum Acusticum Sevilla*, 2002.
- [5] T. Arai, E. Maeda, N. Saika and Y. Murahara, "Physical models of the human vocal tract as tools for education in acoustics," *Proc. of the First Pan-American/Iberian Meeting on Acoustics*, Cancun, 2002.
- [6] 荒井隆行, 前田絵理, "音声科学における声道模型を用いた音響教育," 音響教育研究調査委員会資料, EDU 2003-05, pp.\*\*\*-\*\*\*, 2003.
- [7] T. Chiba and M. Kajiyama, *The Vowel: Its Nature and Structure*, Tokyo-Kaiseikan Pub. Co., Ltd., Tokyo, 1941.
- [8] 梅田規子, 寺西立年, "声の韻質と声質: 音響的声道模型による音声の合成," 日本音響学会誌, Vol. 22, No. 4, pp. 195-203, 1966.