

## 国立民族学博物館での特別展における 声道模型展示とワークショップ\*

○荒井隆行（上智大・理工）

### 1 はじめに

2022年9月1日～11月23日の間、国立民族学博物館において「Homō loquēns 「しゃべるヒト」～ことばの不思議を科学する～」と題した特別展が開催された[1]。この特別展では、「ことば」とそれを操るヒトをテーマに、言語学の枠組みを超え、文化人類学、工学、教育、脳科学、認知心理学など学際的な協力体制のもと、徹底的にコミュニケーションの本質についてが展示された。その中で、我々は声道模型を中心とする展示を担当させていただいた。また、展示に合わせて開催されたワークショップにおいて、声道模型を身近な素材で工作するなどの活動も行った。そこで、本稿ではその様子について紹介する。

### 2 声道模型を中心とした展示

#### 2.1 概要

期間中、国立民族学博物館の特別展示館では1階には「コトバのしくみ」、2階には「コトバと多様性」のコーナーが設置されていた。声道模型を中心とした展示は、「コトバのしくみ」の中でも「コトバを発する身体のしくみ」の一部として展示された。そこには、文献[2]にもあるような Fig. 1 に示す肺の模型も展示された。



Fig. 1: Lung model with two small white balloons and a part of a big blue balloon as a diaphragm.

我々の研究室から提供した声道模型のセットは、3つのパターンがあった。そのすべてにおいて、空気を送る「ふいご機構」については共通のため、2.2節で取り上げる。2.3節以降は、上記3つのセットについて順番に概説する。

#### 2.2 音源部

今まで私が携わってきた教育現場や科学館・博物館では、様々な音源を使って声道模型から音を鳴らしてきた。例えば、電気喉頭を用いるケースや、ホーンスピーカのドライバユニットから喉頭原音を再生するなどである。その例は、Acoustic-Phonetics Demonstrations [3]に関連するYouTube動画などでも垣間見ることができ、ソニー・エクスプローラサイエンスでの企画展での様子は過去に本学会研究発表会でも報告している[4]。

一方、私が関わってきた科学館や博物館展示で一番多いのがリードを使った音源部で、それらはやはり本学会研究発表会で報告している[5-7]。その多くでは、ふいごや足踏みポンプを手あるいは足や腿で押して、そこから送られる空気が直接、リードを振動させる機構を採用していた。この方式だと、展示を体験される方々が動作を起こすとほぼ同時に音が出る上、呼気を直接コントロールすることでバリエーション豊かな発声をリアルタイムに実感することができる。しかし一方で、呼気圧が高まるとリードの振動モードが変わり高い振動になったり、再現性が下がったりなどと、デメリットもあった。また、手で調音を操作するような展示では、同時に空気を送る動作を一緒に行うというこの方式は不向きである。

そこで、今回の展示では Fig. 2 に示すようなふいご機構を採用した。この機構では、ペダルを足で踏むことでふいごが膨らみ、足をペダルから外すとふいご上部にあるおもりの重力によってふいごから空気が送ら

\* Physical models of the human vocal tract at a special exhibition of the National Museum of Ethnology, Japan and a related workshop activity, by ARAI, Takayuki, (Sophia University).

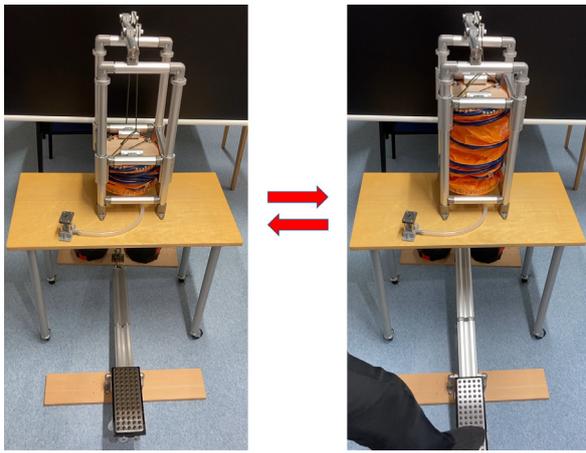


Fig. 2: Bellow mechanism used for the exhibition.

れる。これにより、比較的安定した再現性のあるリードの励振を得ることが出来、その点で本方式のメリットは大きい。そして、調音を変える作業を手元で行いながら空気を送ることも可能となる。さらに、新型コロナウイルスなどによる感染症への対策として、なるべく手を使わずに音が出ることはさらなるメリットであった。

### 2.3 声道模型セット 1

声道模型の1つめのセットは、Fig. 3 に示すようなスライド式3音響管であった。もともと、スライド式音響管は文献[8]にあるように、成人男性のサイズから開発を始めた。しかし、最近では[9]のように長さや太さなども様々なものも試している。今回のリードは、振動が最も安定的であった基本周波数が95 Hz程度のもを使用した。そこで、音響管の長さを150 mmとし、さらにコンパクトに組むために管の内径を20 mmとした。管の中には直径18 mm、長さ50 mm、の丸棒を配置して、そこから伸びる細いステンレスの棒の先にはレバー機構を設けた。これにより、操作する人が自らレバーを矢印にならって左右に動かすこ

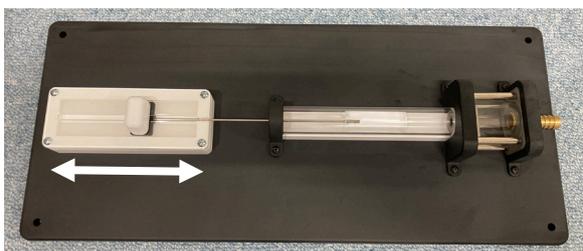


Fig. 3: Sliding three-tube model with a reed-type sound source.



Fig. 4: VTM-B50-a (with no lips) on the top of a reed-type sound source.

とで「何かが起こる」ことを推測できるように工夫した。なお、リード式音源はFig. 3において右端に固定されている。

### 2.4 声道模型セット 2

声道模型の2つめのセットは、Fig. 4 に示すような声道が途中で直角に曲がり、かつ声道断面が四角い VTM-B50 の母音/aとリード式音源である。リード式音源は台座に組み込まれ、台座の上に声道模型が固定された。この展示物は、あえて模型と台座を来館者の方々が着脱できないように固定し、さらに上から透明アクリルのカバーをかぶせた。

### 2.5 声道模型セット 3

声道模型の3つめのセットは、Fig. 4 と同じような VTM-B50 のシリーズであった。しかし、Fig. 5 のように5母音を用意したこと、口唇が分かりやすいように強調されていること（形状や色など）に加え、来館者の方々が台座の上に自由に好きな母音を乗せて思いのままに試せるように工夫した。台座に模型を乗せない状態で空気を送れば、喉頭原音が聞こえる。そして、台座の上に模型を乗せることで、音の変化を体感できる。さらに、異なる形状の模型を乗せ換えることで音の違いも感じる事ができる展示となっていた。

## 3 ワークショップ

### 3.1 概要

本稿で紹介する特別展の期間中、MMP (Minpaku Museum Partners) のボランティアの方々を中心に関連するテーマでワークショップが開催されていた。そのうちの

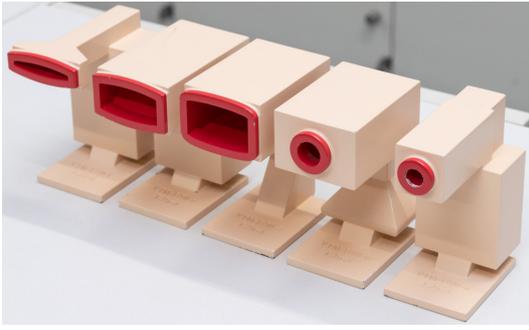


Fig. 5: VTM-B50 (with lips) of /i/, /e/, /a/, /o/, and /u/ (from left to right).

2022年10月2日の特別編については、「風船とストローで声をつくろう！」と題して私自身が講師を務めた。当日の来館者のうち、4歳から70歳の十数名の方々が90分のワークショップに参加してくださいました。3.2節以降では、その様子を概説する。

### 3.2 一緒に考える3つのテーマ

参加者の皆様には、1) 呼吸のしくみ、2) 声の「もと」になるものはなに？、3) 「あ」や「い」はどう作られるの？という3つをテーマとした。関連するクイズやデモ映像を途中で挟みながら話を展開し、工作を含むアクティビティーを3つ行った。

#### 3.3 アクティビティー 1

1つめのアクティビティーは、Fig. 6(上)に示すような肺の模型を風船とペットボトルで作るものであった。

#### 3.4 アクティビティー 2

2つめのアクティビティーは、Fig. 6(下)に示すようなリード式音源を使ったものであった。リード式音源のための受けは、事前にSS-R30 [9]を3Dプリンタによって人数分準備した。リードにはプラスチック製のシートを幅10mm×長さ32mmにカットしておき、それをSS-R30の上に乗せて輪ゴムで固定した。さらに、ストローと連結することで基本的な工作は終了となる。

それを使った実験には、風船やビニール袋を使用した。リードの部分を押さえつけないように風船やビニール袋の中に挿入し、ストローの端から息を吹き入れて風船やビニール袋を膨らませる。その後、風船の場合は直ちにリードが振動を始める。一方、ビニール袋の場合は袋を押すたびにリードが振動するので、呼吸のコントロールを模擬することができる。いずれの場合も、ス



Fig. 6: Instructions for the first and the second activities at the workshop.

トローの端を口の中に入れて口腔形状を変えながら音の変化も試すことが可能である。

#### 3.5 アクティビティー 3

3つめのアクティビティーは、Fig. 7に示すようなスライド式の声道模型を作って母音生成を試すものであった。Fig. 6(下)で作った音源部をそのまま再利用し、お菓子の紙筒の端に空けた穴に挿入した。さらに、工作用紙と粘土と針金を使ったスライド部を製作し、それと組み合わせると完成である。スライド部を使わずに呼吸を吹き込むと「あいまい母音」が生成され、スライド部を動かすことによって、/a/, /i/, /u/といった母音を作ることを試すことができる。

## 4 考察

本稿で紹介した展示は、多くの方々に体験していただき、好評であったようである。私自身が訪問した際も、大学生くらいの方々が、仕組みや原理などを考えながら母音を鳴らしている様子が印象的であった。また、足で踏むペダルについても子どもが

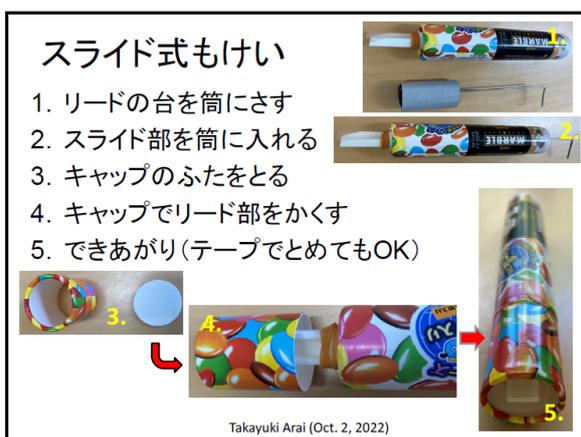


Fig. 7: Instructions for the third activity at the workshop.

実際に無理なく踏める程度の力に調整した。その甲斐があり、子どもたちが夢中になって体験していたという報告も後から受けた。

そして今回のワークショップは、以前、行っていた「音の科学教室」[10]、ならびにその後の工作教室など[11, 12]の内容を踏襲し、さらに改良をしたものであった。ワークショップ実施後、11名の方々がアンケートを残してくださった。そこには子どもが楽しみながら参加でき喜んでいたり、大人であったが大満足・楽しかった、よく分かり&楽しく学べたなど、好評であった様子が見ええた。

## 5 まとめ

本稿では、2022年に開催された国立民族学博物館での特別展「しゃべるヒト」における声道模型を中心とする展示、ならびに関連して開催されたワークショップについて紹介した。

## 謝辞

本稿で紹介した国立民族学博物館での展示につきましては、同博物館菊澤律子先生ならび豊橋技術科学大学の吉永司先生、その他関係された方々に大変お世話になりました。御礼申し上げます。また、体験の様子をご報告いただいた寺澤洋子先生とご家族、安啓一先生にも心より感謝申し上げます。内容の一部は、JSPS 科研費 21K02889 の助成を得ました。

## 参考文献

- [1] 国立民族学博物館, “しゃべるヒト,” <https://loquens.site/>.
- [2] T. Arai, “Education system in acoustics of speech production using physical models of the human vocal tract,” *Acoust. Sci. Tech.*, 28(3), 190–201, 2007.
- [3] Acoustic-Phonetics Demonstrations, <http://splab.net/APD/>.
- [4] 荒井隆行, “科学館における「声」に関する企画展,” *音講論(春)*, 1387–1390, 2009.
- [5] 荒井隆行, “日立シビックセンター科学館における声道模型の展示,” *音講論(春)*, 1587–1590, 2011.
- [6] 荒井隆行, “科学館・博物館における展示を目的とした声道模型の工夫,” *音講論(春)*, 1619–1622, 2016.
- [7] 荒井隆行, “博物館・科学館における「声」に関する展示の実例,” *音講論(春)*, 1141–1144, 2017.
- [8] T. Arai, “Education in acoustics and speech science using vocal-tract models,” *J. Acoust. Soc. Am.*, 131(3), Pt. 2, 2444–2454, 2012.
- [9] 男澤和果, 荒井隆行, 渡邊儀輝, “サイズの異なるスライド式3音響管による母音について,” *音講論(春)*, 809–812, 2022.
- [10] 荒井隆行, “音の科学教室: 音のふしぎ・声をつくろう,” *音講論(春)*, 1483–1486, 2008.
- [11] 荒井隆行, “音や声に関する工作を介した学びを考える,” *音講論(秋)*, 1541–1544, 2017.
- [12] 荒井隆行, “母音を作ろう! アクティビティ・キット,” *音講論(春)*, 1513–1516, 2018.