

(招待講演) 音や声に関する工作を 介した学びを考える*

○荒井隆行 (上智大・理工)

1 はじめに

著者は、長年に渡り声道模型を中心に音や声に関する教育を行ってきた[1-3]. 当初、その対象は音響学, 音声学, 音声情報処理, 言語障害学などを専門に学ぶ大学院生・大学生が中心であった. その教育的効果は大きく, 声道模型もその応用にしがって様々な方向に発展させながら開発してきた. 同時に, 声道模型は一般の方々, そして児童・生徒にも音や声の仕組みを説明するのに有効であることから, 特に小学生から中学生を主な対象として, 声道模型に関する博物館・科学館での展示や科学教室・工作教室なども行って来た (例えば[4]). 博物館・科学館の展示については過去にまとめたものがあるが, 国内外で複数の事例があり現在それらの展示が常設展等で続いているものもある[5,6].

本稿では, その取り組みを紹介しながら, 音や声に関する工作を介した「学び」について考える.

2 工作の事例

本節では著者が実施した, あるいは関係した科学教室や工作のイベントについて紹介する.

2.1 「音の科学教室」(国立科学博物館)

2006年から4年にわたり毎年, 国立科学博物館にて「音の科学教室」を担当し, 「音のふしぎ・声をつくろう」をテーマに声道模型を中心とした工作を行った. 小学校高学年から中学生が主な対象で, 毎回, 90分の時間枠を目一杯使ったの活動内容となっていた (詳細は[2,7,8]).

本科学教室では, 1) 音は振動, 2) 音の高低, 3) 音声の生成という3つのテーマを設定し, それぞれについて説明やデモ, 工作を織り交ぜながらの構成とした. 1) ではエアリードの説明の後, フィルムの容器を使った笛を工作した. 2) では, 1)

で作った笛をパイプとつなげて再利用し, さらにスライド部を別のフィルム容器で作成し, パイプの下から挿入しスライドさせることで音の高低を実現した. 3) では, 2) のパイプ+スライド部を再利用し, 新たにリードによる歌口を工作して組み合わせることで母音の生成を試みた.

90分ということなので, 工作にある程度の時間を割き, 失敗や試行錯誤も経験しながら「うまくいく」という成功体験を模索してもらった. 反省点として, 必ずしも本質的なところで子どもたちが時間を費やすとは限らず, また「100%成功した!」という実感を持って時間を終了したケースばかりとは言えないことが少なからずあった.

2.2 「声とことばの不思議」(日本大学)

2015年7月18日に日本大学文理学部にて科学実験・文化フェアの一環として本イベントが開催され, 著者が工作や展示に関し協力した. 「模型」「音響」「工作」「おもちゃ」の4つのブースに分かれ, それぞれで活動が行われた. 肺の工作では Fig. 1 (左) のようなペットボトルと風船を使った肺の模型を作り, Fig. 1 (右) のようにスライド式の声道模型と組み合わせて母音を出す実験も行われた.



Fig. 1: Handicrafts of the lung model.

* What we learn through sound and voice related handicrafts, by ARAI, Takayuki (Sophia University).

2.3 「サマーワークショップ・音の工作」 (世田谷区立明正小学校)

世田谷区立明正小学校では在校生を対象に、地域のボランティアや保護者が中心となってサマーワークショップが開催されており、2017年で9年目を迎える。2017年7月21日、3年生以上の4名の小学生を対象に音と声に関する工作教室「音の工作」(60分)を行う機会を得た。

構成は国立科学博物館で行った「音の科学教室」を基本とし、工作キットを吟味して準備することで音の本質を探るところを中心に時間が割けるよう、以下のような工夫をした。



Fig. 5: Summer workshop in 2017 (Meisei Elementary School, Setagaya, Tokyo).

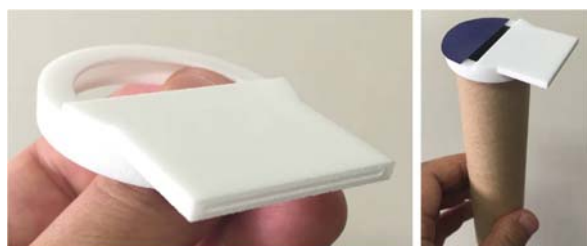


Fig. 2: The mouthpiece for air reed.

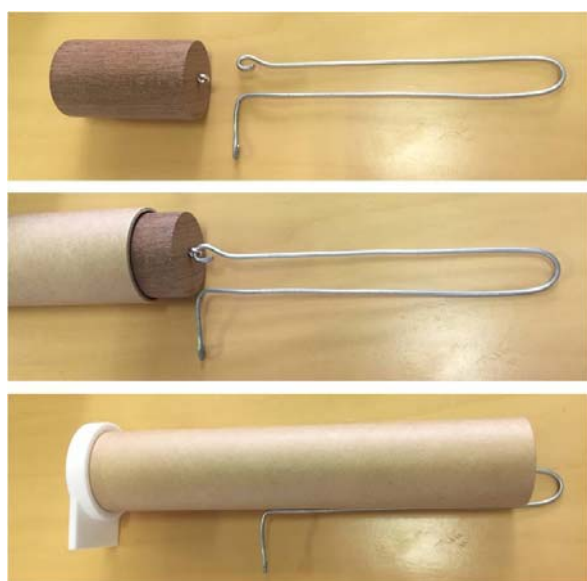


Fig. 3: How the sliding part is created.



Fig. 4: The reed-type mouthpiece.

1) エアリードの歌口の工作では、Fig. 2 (左) のように予め息を吹き入れる吹き口と筒の装着部を一体化した部品を3Dプリンタにて造形しておいた。ただ、その部品だけでは音が安定して鳴らない。そこで、子どもたちはエッジ部として厚紙などを固定し歌口を完成させる (Fig. 2 右)。その固定に際し、位置決めが重要となるため、そこに時間を割けるようにした。

2) 音の高低を実現する実験では、歌口を紙筒 (内径 32 mm / 外径 34 mm) に装着し、反対側から紙筒の内径より少し小さい木の丸棒 (直径 30 mm / 長さ 50 mm) を挿入する。その丸棒の位置によってスライドホイッスルの要領で音の高低が連続的に変化する。丸棒には予め小さいフックを付けておき、そこに取っ手を取り付けることにした (Fig. 3)。その取っ手を参加者が針金を使って工作するのだが、Fig. 3 のように折り返すことでトロンボーンのような形になり、かつ、持ち手の部分が紙筒の上に来るので、紙筒に階名を書くこともできる。

3) 母音の生成実験では、リード式の歌口を工作し、それと2) の紙筒+木の丸棒を組み合わせる。リードは予めプラスチック製の薄いシート (厚さ 0.2 mm) を所定の大きさに切って用意しておく (長さ 32 mm / 幅 10 mm)。さらに、リードを乗せる受けの部分は、それを囲う小さい紙筒の中に装着できるように形を設計し、3Dプリンタによる部品を予め造形しておいた (Fig. 4 左上)。Fig. 4 (左上) のようにリードの「受

け」の部分にリードを乗せて輪ゴムで固定し、さらに紙筒（小）の中に入れてリード式の歌口を完成させた（Fig. 4 左下）。その歌口だけでも息を吹き入れることでブーブーという音が鳴る。これが人間が喉で作る声の源（喉頭原音）であることを説明。その際、肺の模型も使って呼吸から発声までを説明した。そして、リード式音源部と2)で使用した紙筒+木の丸棒を組み合わせ（Fig. 4 右）、丸棒をスライドさせることで「ア」「イ」「ウ」などの母音の生成実験を行った。どの位置でどの母音が鳴ったかを紙筒に書くこともできる。さらに、ペットボトルで作った小さい肺の模型と組み合わせて母音を出すことも可能である。

2.4 「えいごであそぼ with Orton」 (NHK・E テレ)

NHK の E テレにおいて 2017 年 4 月からリニューアルされた子ども向け英語番組「えいごであそぼ with Orton」では、博士が毎回、英語の中に出てくる「音」に関わる実験装置を発明し、子どもたちがそれを使ってその「音」を学ぶという設定になっている。著者はパイロット番組を含め、番組内の実験を中心に監修を担当している。

例えば、英語の /l/ の音を取り扱う回では、ライオンのマスクの口の部分に細い横棒が付いていて（Fig. 6 左）、その横棒を避けるように舌尖を歯茎につけると、自然と舌の両側面に隙間が生じ、いわゆる側面接近音を作ることができる。番組では、"lil lion" などと /l/ の音を繰り返しながら実際の馴染みのある英単語（この場合はライオン "lion"）を発音しながら、英語の /l/ の音の作り方を体全体や五感を使って印象付けながら習得していく。

一方、視聴者がその実験器具を自作するためのコーナーも番組内にはある。そこでは、家庭にあるような簡単な素材を駆使して簡易版の工作を行えるのである（Fig. 6 右）。このようにして、視聴者も親子で番組を通じて楽しみながら英語を学び、さらに英語の音に慣れていく、そのような「音」が重要な役目を果たす番組構成となっている。

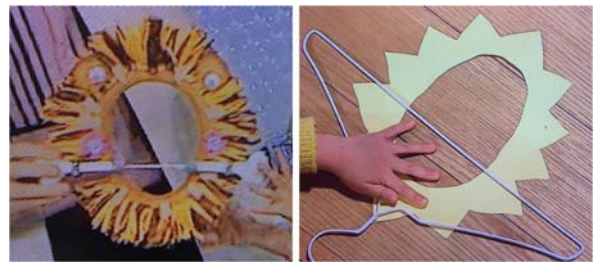


Fig. 6: From "Eigo de Asobo with Orton" (NHK Educational TV)..

3 音や声の工作を介した「学び」

音や声の工作を通じて、何を教え何を学ぶことができるかについて著者自身が考えていることを述べる。

3.1 「音の現象を五感で体験する」

人間は周囲とコミュニケーションを取りながら長い進化の過程を歩んできた。その中で音や音声を介したコミュニケーションが重要な役割を担ってきたことは言うまでもない。であるから、人間はそもそも音や声を発すること、そしてそれを五感を通じて感じることを日常的に行っている。加えて、小学生前後の年齢の子どもは何事にも周りをよく観察し、自分の興味へと結びつけるという卓越した能力に長けている。その好奇心が旺盛でまた五感が研ぎ澄まされた時期は、同時に言語獲得に関する臨界期とも重なる。大人に比べ、子どものほうが発音を早く獲得するという報告は多い。また、音楽を聞いたり、音楽に合わせて踊ったり、歌を歌ったり音楽を演奏したりすることで、子どもの社会性や精神面も一緒に成長する。子どものそのような大切な時期に合わせ、五感を通して音に触れる機会を作り、日本語に加え英語を含む外国語の音にも関心を向けさせることの意義は大きい。音の物理的な側面を教育するのみならず、音楽や国語、英語教育などとも総合的に連携することが重要であると考え。

3.2 「自分の体や声の仕組みを知る」

発声機構を見るだけでも、自分の体の仕組みを知る機会になると同時に、声が生まれる仕組みや「響き」に至るまで、そのカバーする範囲は広い。肺は自ら大きくなったり小さくなったりするのではなく、胸郭の

容積が大きくなることによって肺が外から空気を取り込み膨らむ(吸気). 胸郭の容積がもとに戻る際, 肺の気体は外に吐き出される(呼気). このような呼吸の仕組みを説明するには肺の模型が適している. また, 呼気の最中に声帯が振動するとそれが音源となり喉頭原音となる. その「声の源」が声道内で共鳴を受け「響く」ことで, 最終的に言語音として口から放射される. 母音や子音では声道の形や調音器官の動きが重要となる. その結果として, 私たちはことばを話し, 歌を歌うのである. このことを子どもたちに理解してもらうよう, 工作教室や番組制作, 教材開発では工夫が重要となる.

3.3 発展的な内容

必ずしも工作そのもの, あるいはそのアクティビティーを通じて学ぶものばかりでなくてもいいと思っている. 例えば, 2.3節の工作教室では, なぜ同じ紙筒を使って楽器を実現したり人間の声が出たりするのか, その答えを説明はしない. しかし, その工作の過程であえて同じ紙筒やスライド部を使うことで, 「なんで?」という疑問を持ってもらうことが, 将来, その問いに答える挑戦につながってくれるのではないかと願っている. また, 音声によるコミュニケーションの仕組みを理解することで, 声が出せない, あるいは耳が聞こえない方々と接するとき, 思いやりを持った人間に成長することを願っている.

4 おわりに

小学校の学習指導要領において, 「音」そのものはなかなか見えづらいのが現状である. しかし, 理科に限らず, 国語や英語, 音楽の時間など, 音が関係する単元は少なくない. そのような中, 小学生・中学生に対して音や声の工作を介しての教育を考えてきた.

今後は本稿における活動をさらに発展させ, これからにつなげたいと考えている.

1つの可能性として, 工作教室で取り扱った工作を「キット」にして広く活用してもらうことも検討している.

謝辞

本稿に関して多くの方々にご協力いただきました. 特に, 国立科学博物館の前島正裕先生, 日本大学の田中ゆかり先生, 鮮于媚先生, 世田谷区立明正小学校校長・瀧島啓司先生, ならびに学校運営委員会委員長・坂出雅海様, 玉川大学の佐藤久美子先生, NHK エデュケーショナルの小野さくら様他, 皆様には大変お世話になりました. 心より感謝申し上げます. 内容の一部はJSPS 科研費 JP15K00930の助成を得ました.

参考文献

- [1] 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.
- [2] T. Arai, "Education in acoustics and speech science using vocal-tract models," *J. Acoust. Soc. Am.*, 131(3), 2444-2454, 2012.
- [3] 荒井隆行, "音声生成を直感的に理解するための声道模型とその教育応用," 日本音響学会誌, 70(5), 243-251, 2014.
- [4] 網野加苗, 荒井隆行, 佐藤史明, 中村健太郎, 西村明, 横山栄, "国立科学博物館「夏休みサイエンススクエア」への出展," 日本音響学会誌, 70(5), 296-298, 2014.
- [5] 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," 日本音響学会春季研究発表会講演論文集, 1619-1622, 2016.
- [6] 荒井隆行, "博物館・科学館等における「声」に関する展示の実例," 日本音響学会春季研究発表会講演論文集, 1141-1144, 2017.
- [7] 荒井隆行, "音に関する子ども向け科学教室の実例," 日本音響学会音響教育研究会資料, EDU-2007-04, 2007.
- [8] 荒井隆行, "小中学生に対する音響教育," 日本音響学会誌, 64(1), 29-34, 2008.