

母音を作ろう！アクティビティー・キット*

○荒井隆行（上智大・理工）

1 はじめに

音響教育の一環として、声道模型を用いた音声分野での様々な活動に取り組んできた[1-3]. その中には、簡単な材料で母音を作る工作のアクティビティーもあり、長年に渡り少しずつ改良を試みてきている（例えば[4,5]）.

そこで、本稿ではまずその工作アクティビティーを振り返ると共にそれをキット化するとしたらどういうイメージになるかやバリエーション上の長所・短所を述べ、目的別の応用例などについて議論する.

2 アクティビティー・キットの例

本節では著者が過去に行った工作アクティビティーを振り返りつつ、キット化した際にどのようなイメージになるかを示す.

Fig. 1 は、本アクティビティー・キットの例である. この写真を見てわかるように、

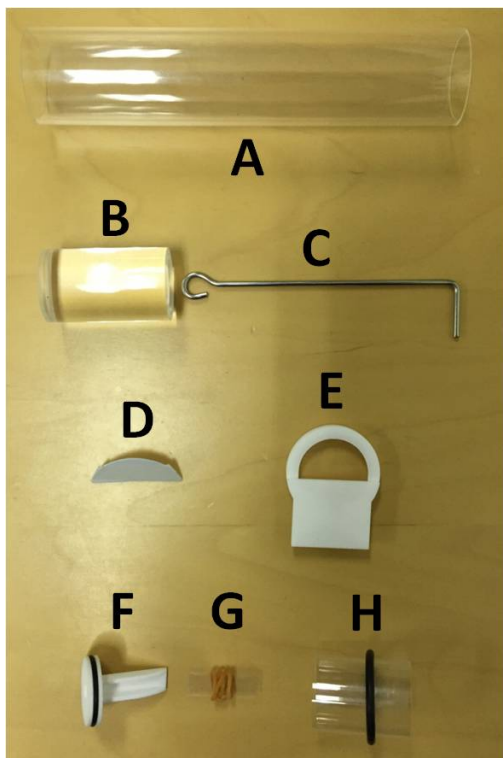


Fig. 1: An activity kit for making vowels.

それぞれの部品は一部を除いてそれほど特殊なものは含まれておらず、一般的に入手可能なものを基本的に使用している.

2.1 部品 A

部品 A は長さが 170~200 mm のパイプで、内径は $\phi 28\sim 34$ mm 程度である. 素材は透明なほうが内部が見えやすいという理由からアクリル製のものを選ぶことも多いが、価格の関係から塩化ビニール製や紙製のものを使用することも可能である.

2.2 部品 B

部品 B は A のパイプの中を行き来するスライド部のための丸棒である. この丸棒の直径は、A の内径から 1~2 mm 小さいものを選ぶことが多い. 例えば、A の内径が $\phi 34$ mm に対しては B を $\phi 32$ mm, A の内径が $\phi 31\sim 32$ mm に対しては B を $\phi 30$ mm などを組み合わせる. B の長さは 50 mm を多く用いることが多い (60 mm とすることもある). Fig. 1 の B はアクリル素材であるが、安価な素材としては塩ビや木製の丸棒が利用可能である. また、B の $\phi 32$ mm, 長さ 50 mm という寸法は、アナログカメラ用の 35 mm フィルムのケースのサイズに近いことから、このフィルムケースを B として用いることもできる.

部品 B は大小の 2 タイプ準備すると、さらに作ることができる母音のバリエーションが増える. 上記の寸法は「大きい B」のサイズを示したもので、「小さい B」としては直径を一回り小さくしたものを準備するとよい (長さは同じまま). 例えば、B (大) の $\phi 32$ mm とした場合、B (小) は $\phi 27.5$ mm とするなどである. なお、B (大) では母音 /a/, /i/, /u/, /o/ に近いものを作ることができるのに対し、母音 /e/ は B (小) によって実現される.

2.3 部品 C

部品 C は、B を A の中でスライドさせるために使う取っ手である. アクティビティ

* Let's make vowels with an activity kit!, by ARAI, Takayuki (Sophia University).

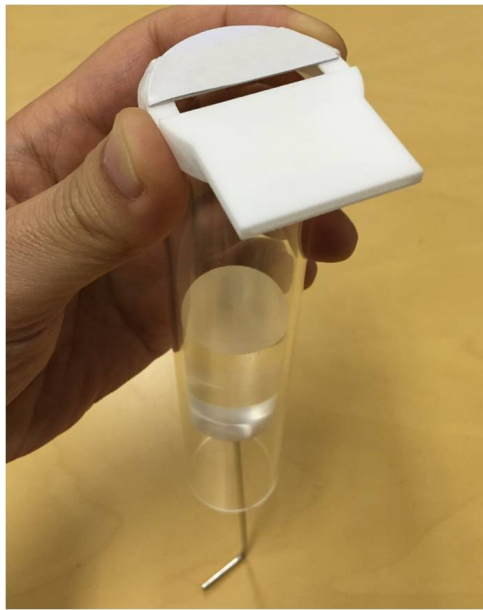


Fig. 2: Slide whistle.

ー・キットとしてキット化する場合は、少し丈夫なステンレス材で用意しておき、Bにある小穴に引っかけるなどしてBとCを連結する。Bは大小サイズの異なるものが準備されている場合は、1つの取っ手で両方を付け替えることが可能となる。

一方、工作教室などで参加者に取っ手を作ってもらうことも可能である。その場合、予め長い針金を準備しておき、ペンチなどを使って形を整えるなどでも十分である。なお、Aとして塩ビ管や紙筒など不透明のものを使用した場合、A内のBの位置が見えなくなる。そこで、Cの手で持つ部分をトロンボーンのようにBを装着する位置までU字に折り返すことも有効である。

過去に行った工作アクティビティーにおいては、BとCを一体化したこともあった。その場合、Bをフィルムケースとし、Cを針金で準備した。

2.4 部品D・E

部品DとEは母音を作る工作アクティビティーには必要ないが、同じAの筒、Bのスライド部を使ってスライドホイッスルを工作するための部品である。Fig. 1のEの下側部分は横に長く図の縦方向に薄い穴の空いた構造をしている。そのため、下側から息を吹き入れると、速く薄い気流が生み出される。Dは半円のボール紙で、Eの上半分に被せることによって、上記気流に対してエッジの役目を与える。結果としてエ

アリードの仕組みが実現できる。この「歌口」をAの一端に装着し、BをA内で行き来させると、スライドホイッスルが完成する (Fig. 2)。

なお、Eもボール紙で作ることができるため、工作アクティビティーにおいてはEを含めた工作をプログラムに組み込むことも可能である。アクティビティー・キットに組み入れる場合は、Eを部品として提供することも考えられる。実際、過去に行ったアクティビティーではボール紙版以外に3Dプリンタによって造形したものを利用した (Fig. 2はボール紙によるDと3DプリンタによるEの組み合わせ)。

2.5 部品F・G・H

部品Fは、リードであるGを受ける部品である。その形状を含め、過去の工作アクティビティーでは竹筒などを利用してナイフやヤスリで削ることも行った。しかし、その湾曲した形状 (Rが30mmなど) を滑らかに実現することが難しいため、最近のアクティビティーではこちらから部品として提供したこともあった。Fig. 1のFは3Dプリンタによって造形したものである。

一方、リードである部品Gについてはプラスチックシートを以前から使用している。例えば、幅10mm×長さ32mm×厚さ0.2mmなどのものを用いている。リードGはFに固定することになるが、リードの固定を簡便に行うためには、輪ゴムを使用することが可能である (Fig. 1では、リードGの周りにすでに輪ゴムが巻かれている)。

最終的には、部品Hの短い筒の中にリードGが固定されたFを入れる。これによって、リード式の「歌口」が完成となる (Fig. 3)。この歌口とA・Bを組み合わせることによって、キットの完成形となる (Fig. 4)。

3 キットの応用例

3.1 小学生・中学生向けのキット

2018年度からの新しい理科の学習指導要領によると、見通しをもった観察・実験、問題解決が強調されている[6]。子どもは、日常的に音に触れている。朝、目覚まし時計の音で起きるかも知れないし、学校では

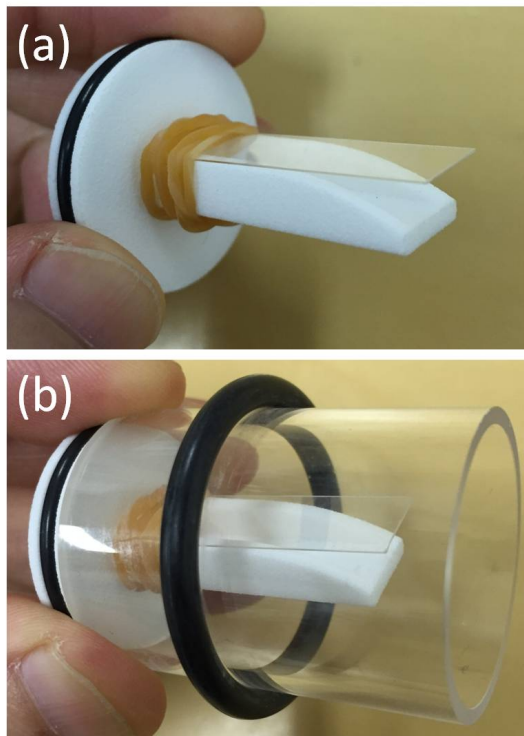


Fig. 3: Reed-type sound source.

チャイムが鳴るのを聞いて授業の開始や終了を知る。学校では先生のお話や友達同士の会話などもある。登下校には車の音を聞きながら、危険を回避しているかも知れない。様々な場面で音の存在に気づき、それを注意深く観察することで音が何かの振動や衝撃によって生まれ、それを自分の耳で聞いていることを理解する。

自分の声も、その例外ではない。人間は他者とコミュニケーションを取ることで生活を営んでいる。そのコミュニケーションの1つの手段が音声によるものである。また、歌を歌うこともあるだろう。声を発するとき息を吸って、肺から息を出す。そのとき、「あー」と声を出しながら喉に手を当てると、手に振動が伝わってくる。紙コップに向かって同じように「あー」と声を出すと、コップの底も震えている。

このような観察を経て、人間が声を発する仕組みを考える。そのとき、本稿で提案するアクティビティー・キットを使うことによって、リード式音源が同じように空気の流れからリードの振動が生み出され、「ブー」という音源が作られることを体験することができる。

ところで、肺は胸郭の容積が大きくなることによって受動的に大気を取り込み膨ら



Fig. 4: Sliding vocal-tract model.

む。そして、人間の肺では酸素と二酸化炭素のガス交換が行われる。その後、肺の空気はまた大気中に吐き出されるが、その際、声が発せられる。その様子を、肺の仕組みを含めて実験するには、肺の模型 (Fig. 5) も有効である (例えば[1]など)。Fig. 5に示す肺の模型は、ペットボトルと風船から簡単に作ることが可能である。そのため、本稿で提案するアクティビティー・キットに加えて、オプションとして肺の模型キットを付けることも有効である。ちなみに、一般的なペットボトルの口は、リード式音源とサイズが合うため、肺から喉までを一体化して工作することが可能である。

さて、小学校理科と中学校理科の学習指導要領には、音の大きさと高さについての



Fig. 5: Lung model

記述がある。リード式音源の場合、呼気量をコントロールすることによって、声の大きさのある程度制御することができる。また、キットの中に含まれるスライドホイッスルを利用することで、スライド部の位置で音の高さが変わることも観察可能である。

3.2 理科以外の科目でのキットの応用

小中学校で音に関する授業が行われるのは理科に限らない[5]。例えば、音楽ではもちろん「音」を扱う。家庭科では、騒音などを含め、くらしの中の「音」を取り扱う[7]。国語では音読などを含め、日本語の「音」を学ぶ。また、これから小学校でも「教科化」となる英語については、日本語にはない音素の発音やイントネーションなど、英語の「音」を学ぶ[5]。これらの教科それぞれにおいて、例えば音の違いに気付く、その音の作られ方などをいろいろと試すことは、広義の意味での音響教育であり、本稿におけるアクティビティ・キットはまさに適している。

1つの応用例として、英語の母音を本キットで試すことを考える。スライド部の位置を変えることで音が変わることはすでに触れた。一方、スライド部の丸棒の直径を変えることでも音が変わる。何も丸棒にこだわる必要もなく、様々な形状（や素材）を選びスライド部にすることも可能である。また、/u/ や /o/ の音について特に重要となるのが、口唇の丸めや突き出しである。これは簡便には親指と人差し指で口唇を模擬し、これを声道模型の開口部に添えることによって音の違いを体感できる。これにより、例えば英語の/u/と日本語の「ウ」を比較することにより、口唇への意識を持たせることも重要である。

一方、情報に関連してスマートフォンから音源を流し、本キットと組み合わせることによって音声や歌声を合成することも可能となる。これにより、メロディーをプログラミングして声道模型で母音を変えるなどをして、音声の二重構造を学ぶと同時に、情報処理についても触れることが可能となる。

3.3 言語聴覚士のためのキットの応用

言語聴覚士にとっても、音声生成の原理や音響音声学を理解することは重要であり、

国家試験の出題基準にもそれが明記されている。本キットは、言語聴覚士を志す学生の皆様にも広く使っていただける可能性を十分秘めている。

4 おわりに

本稿では、声道模型を用いた音響教育教材をベースとした「アクティビティ・キット」について提案した。本キットはアイデア次第では多くの方々に使っていただける可能性がある。現に、ある博物館からはその販売を打診され、その実現に向けて協議が進められている。

謝辞

本稿に関して、今までにも多くの方々にご支援・ご協力をいただきました。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, "音や声に関する工作を介した学びを考える," 日本音響学会秋季研究発表会講演論文集, 1541-1544, 2017.
- [6] 西村明, 荒井隆行, 佐藤史明, 横山栄, "小中学生のための音響教材コンテスト開催案," 日本音響学会秋季研究発表会講演論文集, 1553-1556, 2017.
- [7] 豊増美喜, 鈴木佐代, 平野京, "中学校家庭科の学習指導要領及び教科書における音に関する記述の変遷," 日本音響学会誌, 70, 292-295, 2014.