

研究概要報告書

( 1/3 )

研究題目	「音」に興味を抱かせる声道模型教材の開発	報告書作成者	荒井隆行
研究従事者	荒井隆行		
研究目的	<p>近年、子供たちの理科離れが叫ばれているが、身近なところに科学的な好奇心を満たす話題はたくさん転がっている。例えば私たちは、子供のときから、多かれ少なかれ「音」に対する興味を持っているのではあるまいか。言葉の獲得はヒト(特に子供)にとって重要なことであるし、言葉に対する関心は強いと考える。幸い、母音生成の原理は、比較的単純な模型を使って視覚的・聴覚的に示すことが可能である。我々は既にいくつかの声道模型を製作して実際に授業などで活用しているが、単純な模型から「音声」が聞こえてくることは純粋な驚きであり、かなりインパクトの強い体験であるようだ。それにもかかわらず、音声生成メカニズムに関する教材は極めて少ない。一部の博物館や教育機関において、展示・活用されているに過ぎないのが現状である。</p> <p>そこで本研究では、多くの子供たちに「声の不思議」に触れてもらい、音に興味を抱かせる声道模型教材を開発することを目的とする。既存の声道模型を改良・発展させて、専門教育に限らず幅広く活用できるような、新しい声道模型やそれを用いた音響教育プログラムを開発したい。これらが実現すれば、博物館や科学館のみならず、小・中・高等学校の授業や地域の科学教室などでも気軽に「音声生成のメカニズム」に触れてもらうことが可能となる。「音」の面白さを知り、興味を抱く子供たちが大勢育つことが期待される。究極的には理科離れを防ぐ一助ともなり、その社会的波及効果は大きいと考えられる。</p>		

## 研究内容

我々は既に千葉・梶山(1942)の声道形状測定に基づく声道模型(説明書: 写真1・2)を作成し、国内外における大学の授業などに使用することでその効果を実証してきた。現在その声道模型は静岡科学館に展示されており、子供たちが手にとって体験できるようになっている。さらに、直線状の声道模型を「頭部形状模型」(説明書: 写真3・4)に発展させると同時に、肺の模型と併用することによって、今までの模型の「単純さ」を保ちつつ、より人体の実態に近いものを目指してきた。

本研究ではさらなる発展を目指し、特に以下の点での声道模型の開発を行った:

## 1) 「学習者自らが自在に舌を動かせる」頭部形状模型の開発

すでに我々が開発した頭部形状模型の場合(説明書: 写真3・4)、舌の位置は固定されており、したがって異なる母音を生成するためには、口腔形状の異なる模型を複数作っておく必要があった。それを解決するため、舌の位置を動かして口腔形状自由に変えることができるような「舌可動式の頭部形状模型」を設計し、その試作を行った。(説明書: 写真5・6)

## 2) “発声に必要な呼吸の働きを視覚的に捉えられる” さらにリアルな肺の模型の開発

すでに我々が開発した「肺の模型」(説明書: 写真7)を「頭部形状模型」と併用すると、「発声」までの一連の流れを、呼吸の働き(肺の機能)から簡易的・系統的に示すことが可能となる。子供たちを対象にした「より楽しく分かりやすい授業(実演)」を考え、さらにリアルな模型を実現するため、ヒトの胴体の形状に近いトルソーを用いた肺の模型を設計し、その試作を行った。

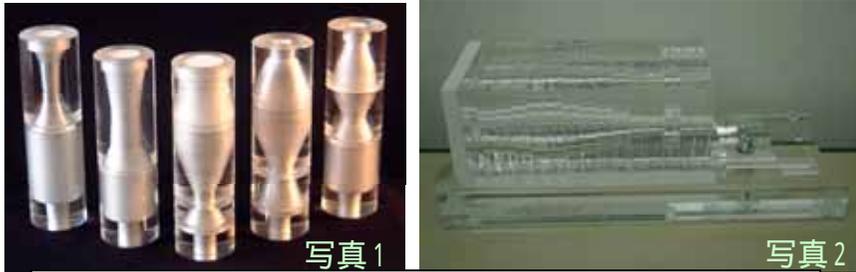
また、音源である「笛式人工喉頭」の働きが、外部からも見やすいように工夫をした。(説明書: 写真8・9)

研究概要報告書

( 3/3 )

<p>研究のポイント</p>	<p>博物館、科学館などに展示されている声道模型はいくつかあるが、残念ながら、身近なところで広く「声道模型」が教育に活用されているかという、そうとは言えない。まして、声道模型を教育目的に研究・開発する例もあまり多くないのが実情である。</p> <p>一方で、最近ではコンピュータの発達により、コンピュータ・シミュレーションに基づく教育も盛んになってきている。そのような中、我々はあえて物理模型を用いた「ハンズオン」の実験を通して、子供たちに「なぜだろう?」「すごい!」という新鮮な驚き(=好奇心)を感じて欲しいと考えた。その上で、模型で視覚的にメカニズムを捉えられ、直感的に仕組みを理解できるような教材・教育プログラムを提供したいと考えた。</p>
<p>研究結果</p>	<p>1) 「学習者自らが自在に舌を動かせる」頭部形状模型 (説明書: 写真5・6)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・一つの模型で口腔形状を様々に変えることが可能な「舌可動式の頭部形状模型」を設計し、その試作を行った。</li> <li>・1つ目の試作では、舌をアクリル樹脂で製作。舌の形状は不変であるが、舌の位置をある程度自由に調整することが可能なので、異なる母音を実現できる。(舌を上下や前後に動かしたり、また、舌の角度も上下に回転させて調節することが可能)</li> <li>・2つ目の試作では、舌をシリコン樹脂を使って実現し、その形状自身も変えられるようにした。</li> </ul> <p>2) 「発声に必要な呼吸の働きを視覚的に捉えられる」さらにリアルな肺の模型 (説明書: 写真8・9)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ヒトの胴体の形状に近いトルソーを用いたよりリアルな肺の模型を設計し、その試作を行った。</li> <li>・首の部分に関しては、人工喉頭が働いている様子が発声中も学習者から見えるように改良した。</li> </ul>
<p>今後の課題</p>	<p>「舌可動式の頭部形状模型」で、舌の形状を自由に換えられるようにするためには、柔らかい素材を使って舌を実現することになる。一方、柔らかい素材に対して何回もの変形を繰り返し与え続けると、その疲労から素材が壊れる危険性が高まる。その妥協点を探ることが今後の課題となる。また、明瞭な音声の実現のために、舌の適切な形状や位置を探ることも課題となる。</p> <p>また今後、実際に「声道模型を活用した音響教育プログラム」を博物館、科学館のセミナーなど様々な場で提供し、さらに発展させていきたいと思っている。</p>

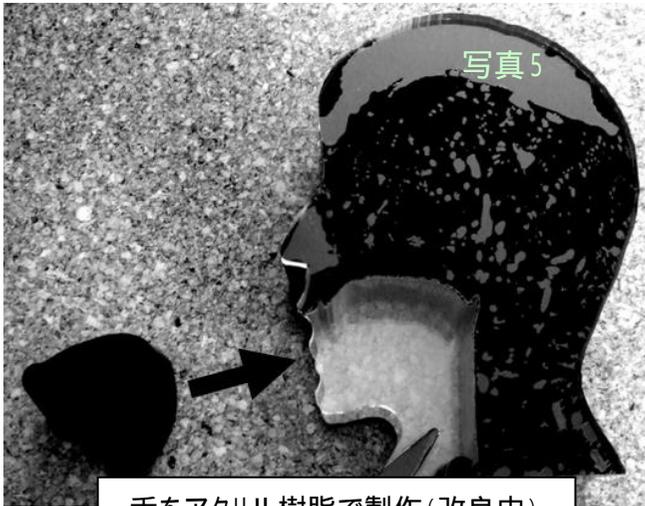
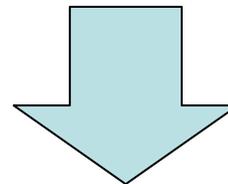
<すでに我々が開発した声道模型に関する初期モデル>



- ・日本語の「あ・い・う・え・お」 5母音を生成
- ・筒型は1模型 = 1母音 (写真左より/i//e//a//o//u/)
- ・プレート型は、大きさの異なる穴が中央に開けられており、複数のプレートの組み合わせを変えることで調音が実現



- ・頭部模型の中に声道を配置(1模型 = 1母音)
- ・実際の声道形状がイメージしやすいが母音ごとに頭を交換する必要有り
- ・軟口蓋を上下させ鼻咽腔結合を実現することにより、鼻音化させることも可能



・舌をアクリル樹脂で製作(改良中)

**「学習者自らが自在に舌を動かせる」  
頭部形状模型の開発**

- ・一つの模型で様々な母音の調音が可能
- ・舌の形状や位置を確かめながら音を出せる



・舌をシリコン樹脂で製作(改良中)

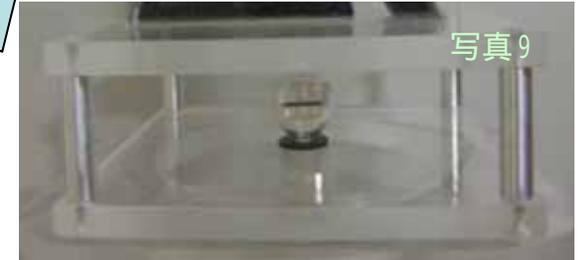
### < 肺の模型 >



- ・風船を使って肺の機能を模擬
- ・発声における呼吸の働きを体得
- ・音源として笛式人工喉頭を使用
- ・頭部形状模型と共に活用することで、呼吸から系統的に「発声のしくみ」が学習可能



### < 首の部分の拡大図 >



・笛式人工喉頭を  
外から見えるように接続

発声に必要な呼吸の働きを  
視覚的に捉えられる  
さらにリアルな肺の模型の開発