

## 軟らかい舌を用いた声道模型の下顎を 開閉できるように設計したときの工夫\*

○荒井隆行（上智大・理工）

### 1 はじめに

軟らかい舌を伴う声道模型については、初期のモデル (Fig. 1) を 2008 年に発表後、その 10 年後の 2018 年に最新モデル (Fig. 2) を発表した。2018 年モデルについては、特に外観を解剖模型風にデザインし、また舌のサイズや形状も実物に少しでも近づけるように努力した。ただ、2018 年モデルにおいても、顎の開きは固定であり、次の段階としては下顎を開閉させる機構をいかに取り入れるかという課題があった。そこで、今回は見えない内側にレールを設け、それに沿って下顎を開閉させることを試みた。

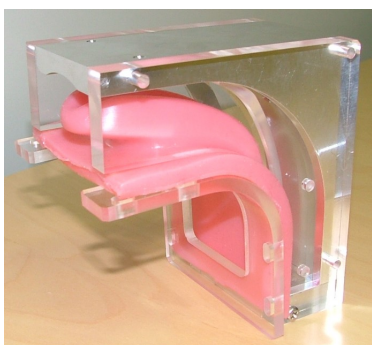


Fig. 1: An old version of the vocal-tract model with flexible tongue (2008 model) [1].

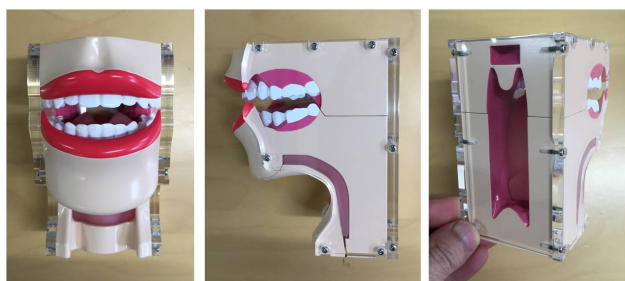


Fig. 2: A new version of the vocal-tract model with flexible tongue (2018 model) [2].

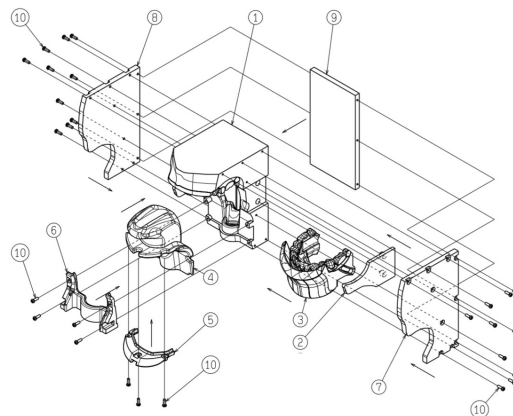


Fig. 3: Design of 2019 model.

### 2 設計

Fig. 3 に設計の概略を示す。まず、上顎は固定とした (パーツ①)。そして、口腔や咽頭腔が見えるようにするため、透明アクリルによる「窓」も設けた (パーツ⑦～⑨)。舌 (パーツ④) は軟らかい素材で実現した。さらに、下顎 (パーツ③) を開閉できるようにレールをパーツ②に設けた。下顎の回転の中心は、Fig. 4 の Pivot の位置である。

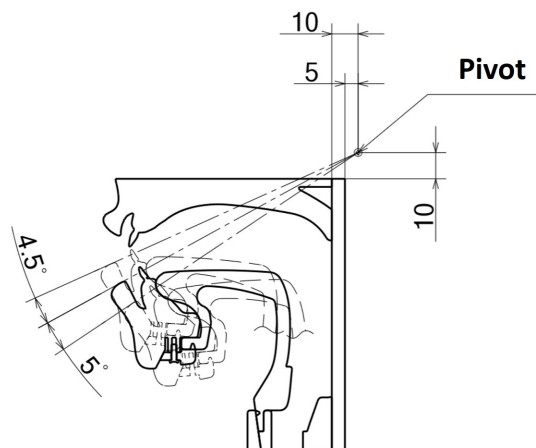


Fig. 4: Pivot of movable mandible.

\* One Way of Designing a Movable Mandible of a Physical Model of the Human Vocal Tract with Flexible Tongue, by ARAI, Takayuki (Sophia University).

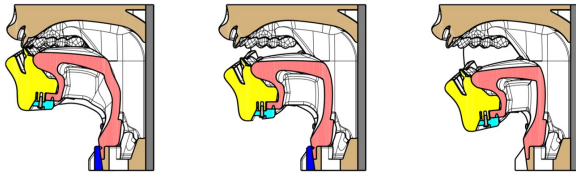


Fig. 5: Angle of mandible changes from -4.5 degrees (left) through +5.0 degrees (right) via neutral position (center).

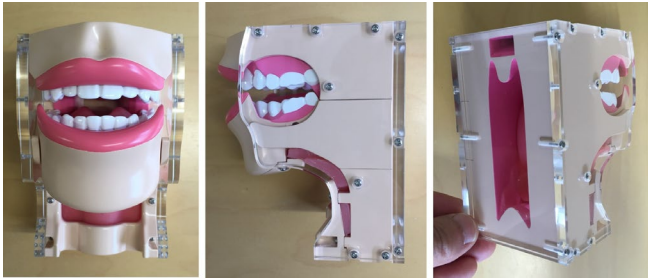


Fig. 6: 2019 model from different angles.

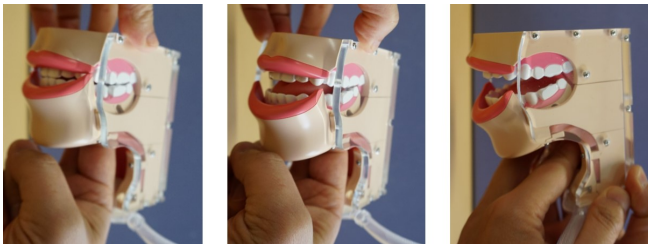


Fig. 7: 2019 model produces vowels /i/, /e/, and /a/.

### 3 試作

設計段階においては、Fig. 5 に示すように neutral な位置から下顎が±5 度程度開閉するような仕様になっていた。そのような仕様のもと、試作された 2019 年モデルを Fig. 6 に示す。前節で述べた「窓」のための透明アクリルと軟らかい舌以外は、3D プリンタによる出力結果を塗装した（素材はアジリスタ）。軟らかい舌については、2008 年モデルと同様、ゲル素材を使用した（硬度は ASKER-C で 2 度と 4 度の 2 種類を試作）。

### 4 考察・まとめ

本稿では、軟らかい舌を伴う解剖模型風の声道模型において、下顎を開閉させることを試みた。その結果、Fig. 7 のように下顎を開閉させながら舌を変形させるなどして、異なる母音のための声道形状を実現することが可能であった。そして、そのときに出力される音声に関する分析も行った結果、一通りの母音が実現されることも確認した。

本モデルの応用としては、音声科学を学ぶ学生や音声研究者の教育・研究応用、外国語を含む音声教育（発音など）や言語治療における教育・臨床応用、または発話ロボットへの工学応用など、幅広い応用を視野に入れている。そのためには、下顎の開閉がよりスムーズに行われる必要があるが、今回の試作においてはその動作において多少課題が残った。今後は機構の改良を重ね、より実用的なモデルの開発を行う予定である。

### 謝辞

内容の一部は JSPS 科研費 18K02988 の助成を得ました。

### 参考文献

- [1] T. Arai, "Gel-type tongue for a physical model of the human vocal tract as an educational tool in acoustics of speech production," *Acoust. Sci. & Tech.*, 29(2), 188–190, 2008.
- [2] T. Arai, "Flexible tongue housed in a static model of the vocal tract with jaws, lips and teeth," *Proc. of INTERSPEECH*, 171–172, 2018.