

# 声の楽器から考える声の違和感についての研究

吉村 帆生<sup>1,a)</sup> 城 一裕<sup>2,b)</sup>

**概要:** 我々はこれまでに、フレキシブル素材による声道模型と電気式人工咽頭を用いた「声」の楽器を提案してきた。この楽器は、デジタルの合成音声に慣れきった現状において、音源フィルタ理論による原始的で物理的な音声合成として、改めて声や発声過程に対する注意を促すことを目指すものである。本研究では、この声の楽器を用いて制作した楽曲とパフォーマンスが観客にどのように働きかけ、そこから浮かび上がった声の違和感について、「機械が声を発する」ということ、声質、特殊声法という3つの観点から議論したい。

## 1. はじめに

我々はこれまでに声の楽器の系譜を辿ることで、フレキシブル素材による声道模型と電気式人工咽頭を用いた「声」の楽器を提案してきた [1], [2]。この楽器は、特定の年齢や性別を知覚させないことを目指しており、これを用いた楽曲制作とパフォーマンスを通して、デジタルの合成音声に慣れきった人々に対し、改めて声への注意を促している。本研究では、これまでの実践から浮かび上がった声の違和感について、3つの観点から考察する。

## 2. フレキシブル素材による声道模型と電気式人工咽頭を用いた「声」の楽器

声道模型は、「人間の『声の通り道』である声道を音響管で模擬した物理的な模型」である [3]。声道での共鳴によって音の特性が変化することから、その形状変化が様々な音を生み出す [4]。「声」の楽器としては、人間の器官を模している声道模型の原始的な形と母音が聞き手に声そのものへの注意を促しやすいのではないかと考え、上智大学荒井研究室がウェブサイト<sup>\*1</sup>上で公開している3Dデータを利用許可を受けた上で用いている。

楽器製作には、光造形方式による3Dプリンタ「Form2」の柔らかい素材であるフレキシブルレジンを使用して、日本語5母音を作成した。標準的な3Dプリンタの固い素材

の代わりに、この素材を使うことで、生きた人間の声道ではできない、オタマトーンのような母音の変化で自由な音声を生み出す。



図1 フレキシブル素材の声道模型

また、この柔らかい声道模型を作動させるために、ピッチコントロール機能を備えた [5]「ユアトーン」<sup>\*2</sup>を用いる。電気式人工咽頭は、主に喉頭癌が原因で喉頭摘出術を受けたことがある人のための代用発声装置であり、細かいピッチコントロールの難しさはあるが、それを用いてカラオケを楽しむ人も存在する<sup>\*3</sup>。本実践では、声帯と電気振動の違いを楽器の本質的な特徴として捉えている。

演奏方法としては、利き手でユアトーンのスライドスイッチを操作し、逆の手で声道模型を操作する。パフォー

<sup>1</sup> 九州大学大学院芸術工学府  
Graduate School of Design, Kyushu University

<sup>2</sup> 九州大学芸術工学研究院  
Faculty of Design, Kyushu University

a) ysmr.fou4@gmail.com

b) jo@jp.org

<sup>\*1</sup> 上智大学理工学部情報理工学系荒井研究室「声道模型」  
入手先 ([http://splab.net/Vocal\\_Tract\\_Model/index-j.htm](http://splab.net/Vocal_Tract_Model/index-j.htm))  
(参照 2019 年 5 月 29 日)

<sup>\*2</sup> ユアトーン

入手先 (<http://yourtone.jp/>) (参照 2019 年 5 月 29 日)

<sup>\*3</sup> haradamedical「電動式人工喉頭トウルトーンでカラオケに挑戦」  
2013 年 4 月 12 日  
入手先 (<https://youtu.be/uuyJUrnPITk>) (参照 2019 年 5 月 29 日)

マンス中に、ユアトーンモード（会話もしくは歌）や抑揚の有無を変化させ、声道模型はその柔らかさを存分に活かすため、様々な方向から握ったり、絞ったりしながら変形させ、様々な声を作り出す。



図 2 声道模型と電気式人工咽頭を用いたパフォーマンス

### 3. 楽曲とパフォーマンス

自作楽器の声を活かすため、「う` おかりーず（未）」という楽曲を制作した。これは合成音声のみで構成される電子音響作品である。VOCALOID 鏡音リン・レンの様々な声色で紡がれた「未完成」の土台に、「声」の楽器の即興的な演奏が重なることで、その場限りの「完成」された音楽が生まれる。

「ヴォカリーズ」とは、もともと、歌い手の技量が試されるクラシック音楽における歌詞のない歌唱法を意味する。

この作品では、すべての楽器の声を母音に限定することで、その様子を踏襲している。生きている人の声とは異なる楽器だからこそ、表現と体験の差異が認識され、聞き手が声そのものの近くに敏感になることを狙った。

パフォーマンスとしてはこれまでに以下、4公演行っている。

- FREQ2018 - 21世紀初頭の音と音楽（2018年3月30日）<sup>\*4</sup>
- つくると！ vol.5（2018年7月15日）<sup>\*5</sup>
- COPY CONT ROLL 03（2018年11月29日）<sup>\*6</sup>
- ICSAF 2018（2019年5月10日）<sup>\*7</sup>

<sup>\*4</sup> FREQ2018 - 21世紀初頭の音と音楽  
入手先 〈<http://www.design.kyushu-u.ac.jp/kyushu-u/temp/ce68afa5557217de2b7ca78cc739e7b4.pdf>〉（参照2019年5月29日）

<sup>\*5</sup> つくると！ vol.5  
入手先 〈<http://vol5.tsukuruto.net/>〉（参照2019年5月29日）

<sup>\*6</sup> COPY CONT ROLL 03  
入手先 〈<https://medium.com/wishkah-portal/20181129-860c085932a7>〉（参照2019年5月29日）

<sup>\*7</sup> ICSAF 2018  
入手先 〈<http://ic.jssa.info/data/icsaf-2018.pdf>〉（参照2019年5月29日）

## 4. 声の違和感

本章では、公演での発表を通して得られた反応から、声の違和感を「機械が声を発する」ということ、声質、特殊声法という3つに分け、それらが何を生み出したかを新たな音楽の可能性という視点で考える。

### 4.1 「機械が声を発する」ということ

公演を通して、特に見受けられたのが声道模型への興味関心の高さである。一見すると楽器とも思えない5つのパイプ机上に並べられ、それらをブザー音を発する電気式人工咽頭に当てると母音が変わる、という一連の流れが聞き手に驚きを与えた。本来は医療用器具である電気式人工咽頭を楽器として用いているという点も注目度が高かった。

「機械が声を発する」という違和感に着目すると、フォノグラフが登場した時、「機械が声を発する」という事実に聴衆は驚き、興味を示し、違和感を感じた [6] ことから、その感覚は確かに存在していたと言えるが、今では最早失われつつある。というのも、人工知能を備えたソフトバンクの感情認識ヒューマノイド Pepper や Apple の音声アシスタント Siri といったロボットやスマートフォンから発せられる合成音声当たり前となり、喋る炊飯器や体重計といった家電製品も登場した<sup>\*8</sup>現代では、最早何が声を発してもおかしくない。しかしながら、その状況を逆手に取り、パフォーマンスにおいて、医療用という本来の用途とは異なる器具から発せられる音源を音楽表現に用いたことは、どこか背徳的でありながら関心を引く要素となった。

また、人工音声が発声器官の状態ごと再現するための技術であるということを示す原点でもある [7] ケンペレンの音声合成装置 [8] のように、人間の器官を模して音源フィルタ理論という発声原理を原始的に体現した楽器構成から生まれる音は、聞き手の予想する音と擦れ（予想すら出来なかったかもしれない）、結果として、「機械が声を発する」という事象に客観的に振り返らせることになった。

### 4.2 声質

公演を通して音声に注目すると、楽器から発せられる音声に対して以下の反応が見受けられた。<sup>\*9</sup>

先鋭的なテクノロジーを駆使しながらも、ほぼフゴフゴとうなるだけでピッチもめちゃくちゃ不安定な異形の音に、困惑の爆笑が。

一般的に、声には性別や年齢等の情報が含まれており、

<sup>\*8</sup> テレビ、炊飯器、体重計…「しゃべる機械」の実力。NIKKEI STYLE. 2013年3月21日。入手先 〈<https://style.nikkei.com/article/DGXZZO52714280S3A310C1000000?channel=DF130120166117>〉（参照2019年5月29日）

<sup>\*9</sup> log: COPY CONT ROLL 03 by Wishkah Editor. 2019年1月29日。入手先 〈<https://medium.com/wishkah-portal/log-copy-cont-roll-04-28347ef90ca5>〉（参照2019年5月28日）

人はそれらの情報から主体である人物を想像できる。逆にいえば、ある人物からどのような声が発せられるかを予想することも可能だ。つまり、このレビューにおける「異形の音」は、柔らかい声道模型の変形と電気式人工咽頭の元のブザー音が性別も年齢も知覚させない音だからこそ、聞き手の想像する主体と目の前で音を発している楽器とのイメージの隔たりが生み出していると言える。

また、VOCALOID というポピュラーなデジタルの合成音声のみで紡ぐ「未完成」の土台部分と、自作楽器である「声」の楽器の原始的で物理的なアナログの合成音声を合わせてパフォーマンスに用いることで、如何に聞き手がデジタルの合成音声に慣れきっているのかを明らかにしながら、その現状における「異形の音」の異質さと違和感に立ち帰らせることとなった。

一方で、この楽曲と楽器の組み合わせは、ただのカラオケになってしまっているという問題も孕んでおり、両者がより絡み合った密度の高いパフォーマンスの提案が必要だ。

### 4.3 特殊声法

三度目の公演から取り入れた、電気式人工咽頭と自身の声による二声の表現に注目すると、それは一人で二声の演奏をするホーミーのような特徴を持っているが、それぞれのパートのピッチが独立して動ける点で、より自由度の高い表現の可能性がある。

楽曲における「未完成」の土台部分は最大六声が複雑に重なりあっており、パフォーマンスで更に即興要素が加えられる。それまで合成音声だけだった重なりに、生の人の声が入り込むことでより一層その違いが明確となる。一人の演奏者の口から電気振動による音声と生の声帯による音声という奇妙な重なりが発せられる、というこれまでになかった事象が聞き手に「違和感」を意識させることとなった。



図 3 電気式人工咽頭と自身の声による二声のパフォーマンス

## 5. おわりに

本研究を通して、「機械が声を発する」ということ、声質、特殊声法という 3 つの視点から声の違和感に着目してきた。

「機械が声を発する」ということは、現代において一般的になっているため、この状況において如何に聞き手の予想から擦れた音楽を紡げるかが声の違和感をもたらす上で重要となってくる。現状では、そのきっかけとして、声道模型と電気式人工咽頭をそれぞれフィルターと音源にそのまま使用しているが、より幅の広い表現を生み出すためにも形状の改良や再考が必要だろう。

また、声質については、今後もデジタルの合成音声とアナログの合成音声という重なりを重視していきたい。その上で、楽曲がカラオケ化している問題を打破するため、声の違和感が一層際立つようなパフォーマンスの提案をしていく。

特殊声法については、一人で二声をそれぞれ自由なピッチで演奏できるという利点をより引き立たせる楽曲とパフォーマンスの構築を目指す。

聞き手が感じる違和感を解明するにはさらなる追求が必要だが、合成音声が特別なものではなくなった現状において、これらの取り組みで新たな音楽の可能性、表現に挑戦していきたい。

### 謝辞

本研究の一部は、日本学術振興会科研費・若手研究 (A) ポストデジタル以降の音を生み出す構造の構築 [17H04772] の支援を受け実施された。

### 参考文献

- [1] 吉村帆生, 城一裕. 2019. 「声」の楽器による楽曲制作を通じた、声の違和感に関する研究. 先端芸術音楽創作学会会報 11(1), 5-10.
- [2] Yoshimura F, Jo K. A “voice” instrument based on vocal tract models by using soft material for a 3D printer and an electrolarynx. In *Proceedings of NIME '19* on June 3-6, 2019 in Porto Alegre, Brazil. (in print)
- [3] 荒井隆行. 2007. 「声道模型」『日本音響学会誌』63(8), 470.
- [4] H. K. Dunn, 1950. “The calculation of vowel resonances, and an electrical vocal tract” in *The Journal of the Acoustical Society of America*, 22(6), 740-753.
- [5] 上見憲弘, 伊福部達, 高橋誠, 松島純一. 1995. 「呼吸圧によるピッチ周波数制御機能のついた人工喉頭の開発」『医用電子と生体工学』33(1), 7-14.
- [6] R. Gelatt. *The Fabulous Phonograph: 1877-1977*, London: Cassell, 1977.
- [7] J. P. Cater. *Electronically Speaking: Computer Speech Generation*: Howard M. Sams & Co., Indianapolis, 1983.
- [8] H. Dudley, and T. H. Tarnoczy, The speaking machine of Wolfgang von Kempelen. *J. Acoustical Soc. Am.*, 22, 2 (1950), 151-166.