

# チューブ発声訓練支援システムにおける ゲーミフィケーション導入の試み

村井 武人<sup>†</sup> 北村 達也<sup>†</sup> 川村 直子<sup>††</sup>

<sup>†</sup> 甲南大学知能情報学部 〒658-8501 兵庫県神戸市東灘区岡本 8-9-1

<sup>††</sup> 姫路獨協大学医療科学部 〒670-0896 兵庫県姫路市大上野 7-2-1

E-mail: <sup>†</sup>s2071134@s.konan-u.ac.jp

**あらまし** チューブ発声法は音声障害の治療などに用いられる発声訓練法である。しかし、練習は同じ内容の繰り返しであることから日々の訓練を継続することが難しく、患者のモチベーションを維持する方策が求められている。本研究では川村・北村らが開発したチューブ発声訓練支援システムにUnityで開発したスロットゲームを連携し、ゲーミフィケーションを導入することによって自発的に日々の発声訓練を行えるようにした。患者はゲームを楽しみながら発声機能を改善させることができる。

**キーワード** チューブ発声, ゲーミフィケーション, IoT デバイス, ドロップアウト, Unity

## Development of gamification based vocal therapy support system.

Takeo MURAI<sup>†</sup>, Tatsuya KITAMURA<sup>†</sup>, and Naoko KAWAMURA<sup>††</sup>

<sup>†</sup> Faculty of Intelligence and Informatics, Konan University 8-9-1, Okamoto, Higashinada-ku, Koube-shi, Hyogo, 658-8501, Japan

<sup>††</sup> Faculty of Health Care Sciences, Himeji Dokkyo University 7-2-1, Ooueno, Himeji-shi, Hyogo, 670-0896, Japan  
E-mail: <sup>†</sup>s2071134@s.konan-u.ac.jp

**Abstract** Tube phonation is a vocal training method used in the treatment of voice disorders. However, the repetition of the same exercises makes it difficult to continue daily training. The patient's motivation must be maintained. This study developed a slot game in Unity and linked to the tube phonation support system developed by Kawamura et al. Patients can perform daily vocal training voluntarily. They can improve their vocal function while enjoying the game.

**Key words** Tube phonation, Gamification, IoT device, Dropout, Unity

### 1. ま え が き

音声障害は声の高さ、声の大きさ、持続性、音質、努力性などの変化により、コミュニケーションを損なう、あるいは声のQOLが低下している状態と定義される [1]。音声障害の原因には (1) 発声法に関する機能的要因, (2) ストレスなどの心理的要因, (3) 外科手術や薬物医療の必要がない、いわゆる機能的疾患による医学的・神経学的要因, (4) 先天性疾患による先天的要因がある。音声障害はこれら4つの要因が複雑に絡み合っている [2]。

また、音声障害のリハビリテーションは、声帯の器質的病気の有無にかかわらず、声の出し方や声の使い方といった機能的要因に起因する音声障害の改善を目的とする [2]。

本研究では音声治療の1つであるチューブ発声に注目した。チューブ発声とは、声帯の振動と声道の共鳴との間の相互作用

を最大化するために声道を部分的に収縮させる発声トレーニングおよび治療のための Semi Occluded Vocal tract Exercises (SOVTE) の1つである [3]。

チューブ発声の方法は複数あり、患者がストローを咥え、ストローの先端を空中に保持した状態で口をすぼめ発声を行う方法、ストローの先端を水中に沈め、発声を行った際に発生する気流の泡を利用する方法などがある。本研究では前者の方法を対象にする。

チューブ発声を繰り返し行うことで、声門上部の咽頭前庭の発声時の面積変化や声帯振動の変化が報告されている [4]。また、南ら [5] が行った電子スコープを用いたチューブ発声時の声帯振動の研究によるとチューブ発声時は通常の発声時と比べて声帯振幅が増加していることが確認され、チューブ発声が効率の良い発声を導くことも報告されている。

しかし、チューブ発声を用いて患者の発声を改善するために

は、2, 3ヶ月の期間が必要であり、週に1日程度通院し言語聴覚士の指導を受ける必要がある。さらに、自宅では毎日、指導された訓練（自主訓練）を行う必要がある[6]。この期間、患者のモチベーションを維持することは難しく、訓練途中で治療を辞退する患者、いわゆるドロップアウトが問題となっている。

音声障害を持つ患者、男性 57 例、女性 138 例、平均年齢 43.6 歳 ± 19.5 歳を対象としたドロップアウト率に関する調査[7]によると、音声治療をドロップアウトした患者の割合は、音声治療が処方された 195 例のうち治療を終了した症例が 151 例、ドロップアウトした症例は 44 例であり、割合としては 22.6% の患者がドロップアウトとなっている。

ドロップアウトの防止は、患者の治療の成功に大きく関わることであり、音声分野のみならず、様々な分野の治療においても注意すべき問題である。

そこで本研究では、このドロップアウトに関する問題を解決するためにゲーミフィケーションを導入する。ゲーミフィケーションとは、ゲーム以外の物事に「レベルアップ」や「スコアの競争」といったゲームの要素を取り入れ、参加者を楽しませることで、勉強や目標達成へのモチベーションを高めることである。

本研究では、このゲーミフィケーションをチューブ発声に導入し楽しい訓練を実現することにより、患者の訓練に対するモチベーションを維持し、ドロップアウトを防止することを目的とする。

## 2. システムの説明

### 2.1 システムの全体像

本研究にて開発したシステムは、ユーザーが声を出してチューブを振動させることで操作を行うスロットゲームを通して、日々の発声訓練を支援するものである。

本システムは、Unity で作成したスロットゲーム、M5StickC Plus、加速度センサから構成される。加速度センサと Unity を BLE 通信で連携するために、M5StickC Plus を用いる。M5StickC Plus は Arduino 統合開発環境でプログラムを行い、Unity は C# を用いてプログラムを行う。

このシステムでは、チューブ発声中のストローの振動の大きさを加速度センサにより測定する。振動により変化した加速度があらかじめ設定した閾値を超えると、Unity を動作するためのコマンドが M5StickC Plus を介して BLE 通信により送信される。コマンドを Unity 側が一定時間継続して受信すると、スロットゲームが作動する。

### 2.2 スロットゲーム

図 1, 図 2 はそれぞれ、スロットゲームのプレイ画面、スコア画面のスクリーンショットである。

プレイ画面の中央には 3 つのリールが配置されており、それぞれ出目がランダムに表示されており、ユーザーはストローに向かって発声することによって、加速度センサの出力を変化させる。出力が、設定した閾値を超えて一定時間経過するとリールが回転する仕組みである。

それぞれのリールの下にある黒いボタンを押すと、リールの



図 1 スロットゲームのスクリーンショット（プレイ画面）

Fig. 1 Screenshot of slot game (play screen)



図 2 スロットゲームのスクリーンショット（スコア画面）

Fig. 2 Screenshot of slot game (score screen)

回転を停止することができ、リールが停止した時の出目に合わせて画面上部にあるスコア欄にスコアが加算される。

画面左側には、出目のスコアが表示されており、取得したスコアは PC に保存され、ハイスコアの管理も行われる。画面左下のリセットボタンを押すことによって、ハイスコアが削除される。

発声訓練を終了する際には、画面右下のスコアボタンを押すとプレイ画面からスコア画面に移動し、取得したスコアとハイスコアが表示される。スコア画面にある終了ボタンを押すとスロットゲームが終了する。

### 2.3 M5StickC Plus と加速度センサ

本システムで利用する M5StickC Plus には 135 × 240 ピクセルの TFT カラーディスプレイが備わっている。

加速度センサと M5StickC Plus は有線で接続されており、加速度センサにはストローを装着可能である（図 3）。ディスプレイには加速度センサが測定した値が常に表示される。

加速度センサの仕組みは、チューブの先端に装着されたストローを吹いた時の振動により、加速度センサが測定する Z 軸の値が変化するものである。設定されている閾値を超えて一定時間経過すると、スロットゲームを作動するためのコマンドが Unity 側に BLE 通信で送信される。



図3 加速度センサを取り付けたチューブと M5StickC Plus  
Fig.3 M5StickC Plus with tube with accelerometer attached

加速度センサに取り付けるストローは、直径 5 mm のプラスチックストローを使用する。衛生面を考慮し、ストローは取り替え可能である。

### 3. 今後の課題

#### 3.1 スコアデータの共有

このスロットマシンにはハイスコアの管理も行っているが、そのデータは PC の中に保存されており、PC の所有者にしか確認することができない。

そこで、クラウドを利用してスコアデータの共有を行い、ほかの患者と競争できる環境、いわゆるゲーミフィケーションの要素をさらに導入することを計画している。このシステムを組み込むことができれば、他の患者とスコアを競い合う競争心が 1 人で訓練を行う際のモチベーションの向上につながり、ドロップアウトの防止になるのではないかと考える。

#### 3.2 評価実験の実施

このシステムに対して評価実験を行うことも必要である。今回開発したシステムを病院等で実際に使用してもらい、このシステムがあれば日々の訓練を続けることができるか、他にどのような要素があれば楽しく訓練を継続することができるかを調査する。そのデータをもとに今後の研究の発展につなげる。

### 4. 結論

今回開発したシステムは、チューブ発声訓練法にゲーミフィケーションを導入し、発声訓練を支援することによってドロップアウトの防止を図るシステムである。

音声治療の訓練は客観視することが難しく単調な訓練が多い。これらの要因から患者のモチベーションを維持することが難しく、患者のドロップアウトが問題となっている。

本研究では、スロットマシンを連携させた発声訓練システムを開発したが、将来的にはシューティングゲームやアクションゲームなど様々な分野のゲームが導入された訓練支援システムが実現すれば、ドロップアウトとなる患者が減少し、音声治療の大きな助けになると期待できる。

**謝辞** 本研究の一部は JSPS 科研費基盤研究 (A)(JP20H00291)、中山隼雄科学技術文化財団の支援を受けた。

### 文 献

- [1] 川村直子, 北村達也, “チューブ発声中の口唇部の口唇部振動を可視化する携帯型フィードバックシステムの開発,” 音声言語医学, vol.64, no.1, pp.10-17, 2023.
- [2] 城本修, “音声障害の行動学的治療 言語聴覚士による音声障害の治療,” 耳鼻臨床, vol.100, no.9, pp.697-705, 2007.
- [3] I.R.Titze and K.V.Abbott, “Vocology: The science and practice of voice habilitation,” National center for voice and speech, pp.285-310, 2012.
- [4] 城本修, “音声障害のリハビリテーション,” 目耳鼻, vol.121, no.3, pp.193-200, 2018.
- [5] 南和彦, 丸山萩乃, 土師和行, “チューブ発声法による声帯振動への影響,” 音声言語医学, vol.156, no.2, pp.180-185, 2015.
- [6] 川村直子, 北村達也, “自主的な音声障害のリハビリテーションの継続を可能とするための IoT クラウドシステムの開発,” リハビリテーション・エンジニアリング, (印刷中).
- [7] 兒玉成博, 讃岐徹治, “音声治療におけるドロップアウトの影響因子,” 音声言語医学, vol.162, no.3, pp.239-245, 2021.