



# 噛み飛口機

## Airplane game with chewing

金佑相<sup>1)</sup>, 西田直人<sup>1)</sup>, 上島芽久<sup>1)</sup>, 江夏康平<sup>1)</sup>, 贾志豪<sup>1)</sup>, 林子鈞<sup>1)</sup>,  
楊智麟<sup>1)</sup>, 印文斌<sup>1)</sup>, 岳宇杰<sup>1)</sup>, 寺口文香<sup>1)</sup>, 中谷信吾<sup>1)</sup>

Woosang KIM, Naoto NISHIDA, Gaku UESHIMA, Kohei ENATSU, Zhihao JIA, Zijun LIN,  
Zhilin YANG, Wenbin YIN, Yujie YUE, Fumika TERAGUCHI and Shingo NAKAYA

1) 電気通信大学 (〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1, {woosang\_kim, naoto.nishida, ueshima\_gaku, k.enatsu, jia\_zhihao, ZJ.Lin, y.zhilin, WNENBIN, yue\_yujie, fumika.teraguchi, shingo.nakaya}@vogue.is.uec.ac.jp)

**概要:** 近年問題となっている加齢による口腔機能の衰えや子どもの口腔機能発達不全は、トレーニングにより予防することが可能である。本企画では、咀嚼動作と咬合力バランスに関するトレーニングを同時かつ気軽に行えるコンテンツの開発を目的とする。これを実現するために、赤外線カメラ・筋電センサーを搭載したマスク型インタフェースを制作し、唇の形・咀嚼動作の測定を行う。コンテンツ内容として、ユーザーは唇の形と咀嚼動作で紙飛行機をコントロールし、コース内の輪を通過しながら障害物を回避してゴールを目指す。

**キーワード:** 口腔、紙飛行機、トレーニング、ヒューマンインタフェース

## 1. はじめに

加齢によって心身が老い衰え、社会とのつながりが減少した状態を「フレイル」と呼ぶ[1]。高齢者が増加している現代において、フレイルの予防は重要な課題となっている。フレイルは、筋力などの身体機能の低下より先に、咀嚼や嚥下、発音のための口腔機能が衰える「オーラルフレイル」から始まる。

子どもにおいてオーラルフレイルと似た問題として口腔機能発達不全症[2]が知られている。これは先天性の疾患などがない健常児において口腔運動が十分でないために、口腔機能の発達が未熟である状態を指す。これを放置すると顎の成長や歯並び、姿勢、身体の成長等に悪影響が出る可能性がある。

このような口腔機能にかかわる問題を予防する方法として、咀嚼能力を向上させるトレーニングがいくつか知られている。

咀嚼能力に関わる要素の一つに、咬合力バランスがある。左右の咬合力が均等であることにより、効率の良い咀嚼が可能となる。咬合力バランスを均等に保つために、ガムを左右均等に噛むトレーニングが有効であるとされている。また、咀嚼動作の練習を行うトレーニングとしては、健口体操が挙げられる。これは口や舌の動きを滑らかにする体操で、口腔機能の維持を目的としている。

一方で、これらのトレーニングは対象とする部分が異

なるため、トレーニング実施者は症状によって複数のトレーニングを行う必要があり、負担に感じてしまうおそれがある。また、これらのトレーニングは単調な動作であることから、ラジオ体操を毎日続けることが難しいように、継続して実施させることが難しい。よって、実施者が感じる負担を軽減させつつ、トレーニングに対するモチベーションを維持させる必要がある。

そこで私たちは、上記のトレーニングに関わる口腔運動情報を同時に計測できるマスク型計測インタフェースシステム「噛み飛口機マスク」を提案する。次いで、計測した口腔運動情報を入力としたシリアスゲームを作成する。本ツールにより、複数のトレーニングを同時実施できるようにすることで、トレーニング実施者が感じる負担軽減を図る。さらに、ゲーム化によるトレーニングへのモチベーション向上を図る。

## 2. システム構成・原理

### 2.1 システム概要

この章では、マスク型インタフェースを通じて、噛み締め動作と唇の形を記録するシステムについて説明する。ユーザーはマスク型インタフェースを着用する。デバイスはコンピュータに接続され、本インタフェースに取り付けられた筋電センサーを使用して口腔内の噛み締め圧力を記録する。記録された情報は、PC (Unity) に送られ、入力と

して使用される。また、マスク型インタフェースに付着されている赤外線カメラの情報も記録してPC (Unity) に送られる。送られた情報は画像認識を用いて口の形を判別し、入力として使用される。この情報はゲーム内で各々咀嚼の入力、方向を変える入力として用いられる。また、ゲームはディスプレイに映像として出力される。

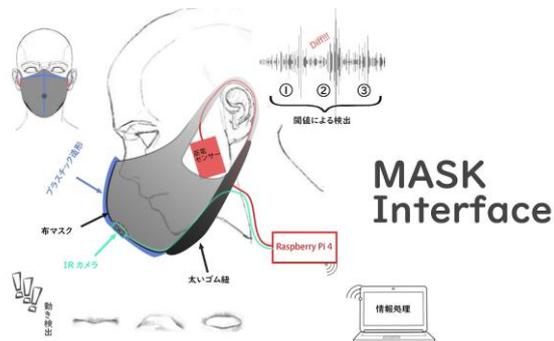


図1.インタフェースの外観

このように、ユーザーはマスク型インタフェースを装着することで、口の形と咬合運動を入力としたインタラクティブなゲームを体験することができる。

## 2.2 システム構成

図1(中央)はマスクベースのインタフェースを着用した時の図である。筋電センサーはマスクの耳掛け部分から頬に当たるように伸びている。測定できるデータは図1(右上)のようになり、①の波形や③の波形が噛み締めていない時である。一方で、噛み締めた時は②のように大きな変化が起こる。この値の変化の大きさから、噛み締めたことを認識する。

マスクにはプラスチックを使用して硬めに設計し、IR Camera をマスク内側の中心に固定している。顎下に施した平たいゴム紐は、口を動かす際のマスクの安定性を向上させる。IR Camera で取得できるデータは図1(下)のような画像となり、口を開いた状態や上唇を隠した状態を画像認識により検出する。顔全体を写す必要はなく、唇だけの画像から唇の形を認識する。

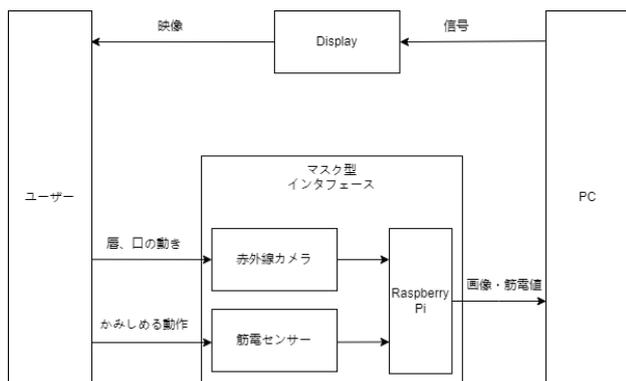


図2. システム構成図

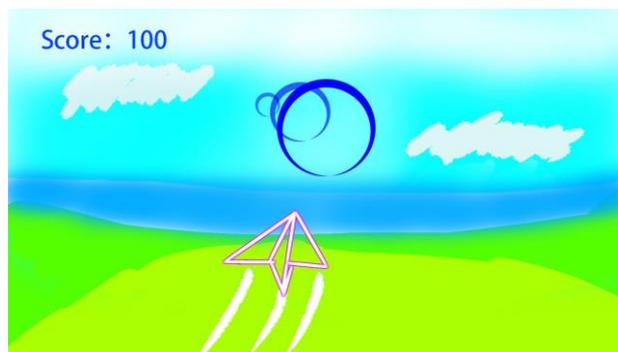


図3. ゲーム画面

上記の機器を Raspberry PI 4 に接続し、コンピュータとワイヤレス通信する。システム構成は図2のようになっている。

## 3. ゲーム体験の概要

### 3.1 ゲーム概要

ユーザーは、三人称視点でスタートからゴールまで紙飛行機をコントロールするゲームを体験する。体験には2分の時間制限が設けてある。コース内には宙に浮くリングが多数存在し、唇の動きで紙飛行機をコントロールしてリングの中を通しつつ、口の開閉運動で飛行を阻害する送風機を破壊しつつ、ゴールを目指す。リングを通る際、位置が中心に近いほどより高いポイントが加算される。最終的に、稼いだスコアをランキング形式で表示する。

### 3.2 ゲーム画面

ゲームの画面は、図3に示すUIで構成される。ユーザーは三人称視点で紙飛行機を見ながら操作する。

### 3.3 操作方法

#### 3.3.1 「唇の動き」で紙飛行機を操作

紙飛行機は、自分の唇を動かすことで操作することができる。唇を車のハンドルのように扱うことができ、唇の移動量で向きを変える量を調整することができる。

#### 3.3.2 「口の開閉運動」による送風機の破壊

左右に設置された2台の送風機は風によって紙飛行機の進行を妨害する。送風機の影響範囲前に、「5回かめ！」の指示とともに口の開閉運動を提示する。ユーザーは提示された口の動きに合わせて口の開閉運動を行い、この時の口の開閉のタイミングの正確性をもとに、1~10の評価を行う。

#### 3.3.3 「咬合力」を利用した紙飛行機の加速

加速エリアでは、正しい咬合力を提示することで紙飛行機を加速させることができる。このエリアに入ると、「かみしめろ！」の表示がゲーム内に表示される。この間に歯を食いしばるような動作を3秒提示する。この動作の力を咬合力として計測し、左右のバランスがよく、適切な強さ

で噛み締めることができているか評価する。

### 3.4 ゲーム体験の流れ

ゲーム体験は、①～④の流れで進む。

- ・コース内に存在するいくつかの種類の障害物
- ・ポイントの獲得方法
- ・紙飛行機の操作方法

#### ②「噛み飛口機マスク」の装着

#### ③事前練習（約1分）

ユーザーは操作とそれに対応した口の動きを確認し、練習用のコースをプレイする。このコースでは、イベントごとにゲーム内の進行が一時停止し、口の動きや操作のタイミングを提示する。

#### ④ゲーム本番（約2分）

ユーザーは紙飛行機をコントロールして、リングの中に紙飛行機を通しながらゴールを目指してコースを飛んでもらう。現れる送風機を壊し、飛行機を順調に飛ばしてもらおう。コースを完走、または地面に落ちてしまった後に、稼いだスコアをランキングに記録して表示する。

## 4. むすび

本企画は、加齢による口腔機能の衰えや、子どもの口腔

### ①ルール説明

ここでは、次のことについて説明する。

- ・ゴールを目指して飛んでもらうこと

機能発達不全という近年の問題に対し、ゲーム感覚の予防トレーニング体験を、口元を隠せるマスク型インタフェースを通して提供する。

口のまわりを赤外線カメラ・筋電センサーで計測することにより、ユーザーは唇の動きや咀嚼動作で紙飛行機をコントロールできるようになり、口腔トレーニングを促せるだけでなく正しい咀嚼を認識可能にする。このシステムにより口腔機能の不全に悩んでいる人々に貢献したい。

### 参考文献

- [1] 日本歯科医師会, オーラルフレイル対策のための口腔体操.  
[https://www.jda.or.jp/oral\\_frail/gymnastics/](https://www.jda.or.jp/oral_frail/gymnastics/),  
(参照 2023-05-30).
- [2] 日本歯科医学会, 口腔機能発達不全症に関する基本的な考え方.  
<https://www.jads.jp/basic/pdf/document-200401-3.pdf>, (参照 2023-05-30).