

## 加速度および圧力センサを用いた歯磨き評価システム

石川 竜樹<sup>1</sup> 佐藤 文明<sup>2</sup>

東邦大学大学院<sup>1</sup> 東邦大学<sup>2</sup>

### 1 はじめに

一般的に歯を失う原因としてう蝕と歯周疾患の2つが大きな割合を占めており、抜歯原因の約7割がこれらを患っている[1]。これはどちらも正しいブラッシングが習慣として行えていない事に原因があり、近年ブラッシングに注目が集まっている。正しい歯磨き習慣を身につけるには歯科医院に行き、刷掃指導を受ける必要があるが、刷掃指導に興味がない人や、近くに歯科医院のない人もいる。そのため近年ブラッシング指導にITが利用されるようになってきた。従って本稿では、本稿では加速度センサと圧力センサを付けた歯ブラシを作成し、ブラッシングのデータを取得して評価するシステムを提案した。また、実際に歯科衛生士と被験者のデータを比較して評価した。

### 2 関連研究

#### 2.1 G・U・M PLAY

これは2016年4月にサンスターから販売された、アタッチメント型のブラッシング評価ツールである[2]。加速度センサが内蔵されたアタッチメントで、これを歯ブラシの後端部につけ歯磨きを行う。歯磨き時に専用アプリケーションとBluetoothで接続することによって、データを取得し記録を取ることができる。記録したデータを歯科衛生士のデータと比較して、歯磨き時間や日々磨けていない部位の情報を蓄積することができる。またアプリケーションと連動することで、歯ブラシを動かすリズムが歯科衛生士と大きく異なった場合などには、リアルタイムで通知が来てその場で直すことができる。

しかしこの製品では加速度データしか取得せず、これでしか評価を行っていない。しかし、ブラッシング評価では歯ブラシの歯に当たる圧力も重要であると言われている[3]。

#### 2.2 小型3軸力覚センサを利用したブラッシング動作の解析

この研究では植毛部に小型3軸力覚センサと磁気式3次元位置センサを設置した歯ブラシを用いて、6名の実験者に顎模型をブラッシングしてもらい、有線接続にてデータを取得した後、ストローク距離

や周期、圧力について評価を行った。ストローク周期は実験者間でほぼ一定だったが、ストローク距離には個人差が見られた。また圧力については、一般人が専門職より大きい値を示した。これよりブラシ部に加わる力とブラッシング動作を定量的かつ客観的に評価を行えた。

しかしこれでは植毛部に圧力センサがついており、実際に口腔内に入れることが難しい上、有線接続を行うと行動範囲に制限が出てしまい普段通りのブラッシングを実験者が行えているのかが疑問である。

### 3 提案方式

本研究では3軸加速度センサと2つの圧力センサを付けた歯ブラシを作成し、これを用いて一般ユーザと歯科衛生士の両方に顎模型を磨いてもらい、そのデータを比較してブラッシングの評価を行う。

#### 3.1 歯ブラシの作成について

本研究では加速度センサと2つの圧力センサを接続した歯ブラシを作成する。歯ブラシは図1のようにセンサを接続する。接続した部品は

- A) 圧力センサ(ZD10-100)
- B) 3軸加速度センサ(kxr94-2050)
- C) Webサーバ(ESP32)

となっており、本研究ではIをブラシ側圧力センサ、IIを背中側圧力センサと呼称する。実際に作成した歯ブラシが図2である。

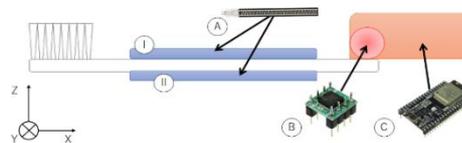


図1 作成した歯ブラシを横から見た図



図2 実際に作成した歯ブラシ

Toothbrushing evaluation system using accelerometer and pressure sensor

<sup>1</sup>Tatsuki Ishikawa <sup>2</sup>Fumiaki Sato <sup>1</sup>Graduate School of Science, Toho University <sup>2</sup>Faculty of Science, Toho University

### 3.2 データの送信方法について

データを送信する際に有線接続だと行動範囲に制限が出てしまう課題点があったため、本研究ではWi-Fi通信を用いてデータを送信する。

以下(1)～(3)が手順であり、データ取得を行う際はこれを繰り返す。

- (1) ブラッシング時のセンサデータを ESP32 に蓄積。
- (2) 取得終了後、ESP32 がサーバとなり、パソコンとサーバクライアント通信を実施。
- (3) ESP32 から送られてくるデータをクライアント機で取得し、保存を行う。

## 4 評価

### 4.1 実験方法

作成した歯ブラシを用いて、顎模型を一般ユーザと歯科衛生士の両方にブラッシングしてもらいデータを取得する。取得したデータを分析し比較評価を行う。

### 4.2 実験概要

一般ユーザと歯科衛生士共にエリア分けした顎模型を1エリアにつき3分間磨いてもらう。計測間隔は0.05秒で、エリア分けは

- A) 上下噛み合わせ
- B) 頬側および唇側
- C) 舌側および口蓋側

の6エリアに分けた。本研究ではBを表部、Cを裏部と呼称する。

### 4.3 比較する特徴量について

比較する特徴量は歯ブラシを動かすリズム、1ストロークの距離、圧力の最大値と最小値及び平均値の3つとする。

### 4.4 実験結果

実験結果を以下の図に示す。

まず歯ブラシを動かすリズムについて図3に示す。各パワースペクトルを比べると、歯科衛生士と被験者2は1秒間に約4往復歯ブラシを動かしているのに対し、被験者1は約5往復と動かすリズムが早くなっている。

次に歯ブラシを動かすストロークの距離の比較について表2に示す。1ストロークの距離としては約10mmを動かすのが適正と言われているが、各被験者とも1ストロークにつき約20mmと歯科衛生士の倍近い距離を磨いている。

最後に圧力の比較について図5に示す。どちらの被験者も背中側の圧力は歯科衛生士より強い力が長時間把持部にかかっている一方で、ブラシ側では圧力がしっかり加わっておらず、歯ブラシの握り方が歯科衛生士より力の加わりにくい持ち方をしていると推測できる。

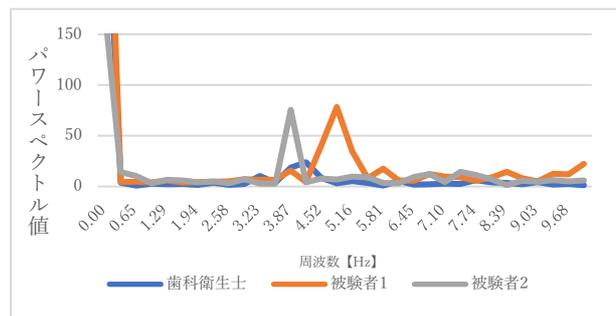


図3 加速度センサ値の周波数分析

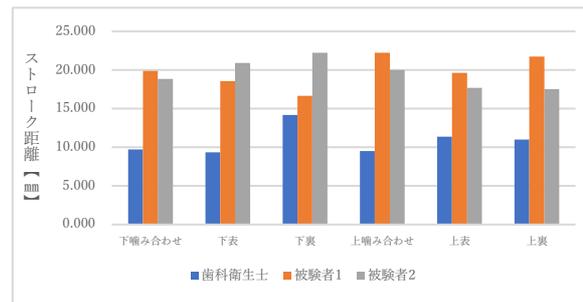


図4 歯科衛生士と各被験者のストローク距離

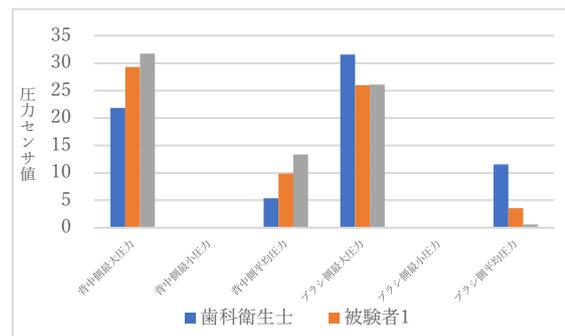


図5 歯科衛生士と各被験者の圧力の比較

## 5 まとめ

本研究では、加速度センサと2個の圧力センサ付けた歯ブラシを作成し、それを用いることで一般ユーザと歯科衛生士のブラッシングを比較評価した。加速度センサを使用するだけでなく、圧力センサを付けたことによって、従来の研究よりもより詳しく総合的なブラッシング評価を行うことが示せた。今後は、より高精度な評価を行うために、より多くの被験者を募り、データにしきい値や基準値を追加して、より客観的な評価を行えるようにシステム構築を行う。

### 【参考文献】

- [1] 公益財団法人 8020, "第2回 永久歯の抜歯原因調査報告書", 2018
- [2] サンスター(株), "G・U・M PLAY", <https://www.gumplay.jp/>
- [3] 早崎治明, 大島邦子, "歯磨きについて", Niigata Dent. J. 44 (1) : 1 - 11, 2014
- [4] 穴戸敦子 他, "小型 3軸力覚センサを利用したブラッシング動作の解析", 自衛学誌 JJSDHV.12 No. 2 (2018)