

骨伝導マイクロフォンを用いた偏咀嚼の検出と改善支援手法の提案

袴田 類† 有泉 亮 芳賀 博英 金田 重郎‡

同志社大学† 同志社大学大学院‡

1. はじめに

近年、日本人の咀嚼回数は激減している。適切な咀嚼回数で食事を摂る事は、顎骨の健全な発達にとって重要であり、咀嚼支援に関する研究もある[1]。

但し、咀嚼回数が適切であれば十分であるとは言えない。例えば、片側のみで咀嚼を行う偏咀嚼があると、健全な顎骨の成長を妨げるとされる。そして、最悪の場合には、顎骨が歪み、歪みが顔を歪ませ、全身の歪みに至るとされる。とりわけ、成長段階の子どもに偏咀嚼があると、大きな問題となる。

既存研究では、適切な咀嚼回数で食事を摂る様に支援するツールもあるが、偏咀嚼については触れられていない。そこで本稿では、骨伝導マイクロフォンを用いて、偏咀嚼の検出を行い、偏咀嚼の改善に資する手法を提案する。評価実験を行った結果、左右のどちらで咀嚼を行っているかについては、約 80% の正答率を得た。

2. 提案手法

本稿の提案する手法は、1) 偏咀嚼の検出フェーズと、2) 咬合性の確認フェーズから成る。偏咀嚼の検出フェーズでは、左右どちらかのみで噛む癖を検出する。咬合性の確認フェーズでは、偏咀嚼の検出フェーズで気になるデータが得られた被験者に対して、咬合性の確認を行う。咬合性が不適切な値を示した時には、その情報を被験者に提示することで、偏咀嚼の危険性を自覚してもらう。その手順を図 1 に示す。提案手法では、2 つの骨伝導マイクロフォンを用いる。ゴムバンドで左右耳の後ろにマイクを設置する。マイク本体と装着時の写真を図 2 に示す。

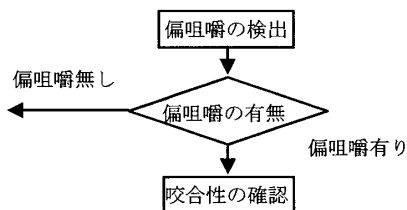


図 1: 被験者のテスト手順

A Unilateral Mastication Detection System by using Bone-Conduction Microphones

† Rui HAKAMATA

‡ Ryo ARIIZUMI, Hirohide HAGA, Shigeo KANEDA

† Faculty of Engineering, Doshisha University

‡ Graduate School of Engineering, Doshisha University

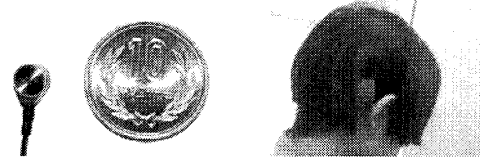


図 1: マイク (左: 本体, 右: 装着時)

2.1. 提案手法背景

本稿の提案する手法には、偏咀嚼の検出と咬合性の確認がある。これらにおいては、当初から、左右噛みの判定をどのように行うかがテーマとなった。そこで、初めに、左右の咀嚼データの位相のズレによる判定を考えた。しかし、左右のマイクにおいて、咀嚼時の波形の時間的差異を判断するには理論上 80kHz 以上でサンプリングする必要があり、センサの最大サンプリングレートが 20kHz であることから不可能であった。次に、振幅による判断を試みたが、差は見られなかった。そこで、左右の咬合差、あるいは、歯のぶつかった音が、力が入った側とそうでない側とで周波数成分に差がでると仮定した。従って、フーリエ変換を使用して判定を行うことにした。ただし、この波の時間的な推移は無視することになり、判別性能的には限界がある。

2.2. 偏咀嚼の検出フェーズ

ガムを自由に被験者に噛んでもらい、左右の咀嚼回数の割合から偏咀嚼を検出する。咀嚼対象にガムを採用した理由としては、ガムは咀嚼時に口内で粉碎される事無く、左右どちらかで噛まれるのが一般的との理由からである。

具体的には、マイクから取得したガムの咀嚼信号を 1 噛み毎に切り分ける。次に、各データをフーリエ変換する。フーリエ変換したデータより、左噛みの平均値と右噛みの平均値のデータを作成する。この手順を以下の図 2 に示す。

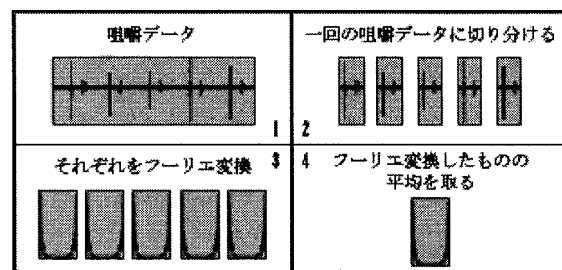


図 2: 平均値データの作成

次に認識辞書とでも言うべき平均値を用いて、自由に咀嚼を行った場合の噛み癖を判別する。被験者にガムを咀嚼してもらい、咀嚼データを 1 噛み毎に切り分け、それぞれフーリエ変換し、先程の左右噛みの平均値と相関をとる。左右平均値データとの相関の強弱で、左右噛みの判定を行うこととする。手順を図 3 に示す。

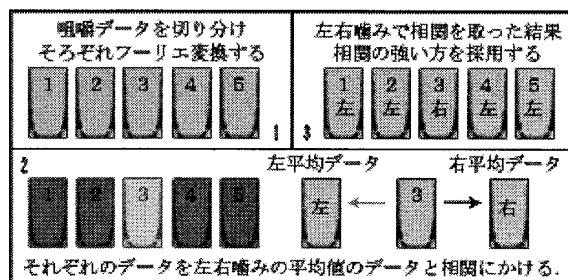


図 3: 左右噛み判定の手順

2.3. 咬合性の確認

偏咀嚼があると、顎骨の歪みを起こし、顎骨が一方に傾くことがあるとされる。こうなると、一方の顎骨に力が掛かる。結果的に、片方のみで咀嚼しているのと同じ事になり、偏咀嚼が進行する。

そこで、何も食わずに咀嚼して(以下「素噛み」と呼ぶ)もらい、歯と歯の咬合性を確認する。素噛みにおいて、片噛みと強く相関がある場合には、顎骨が偏咀嚼のためにゆがみを持っていると考える。

確認手法は、偏咀嚼の検出手法と同様である。まず、辞書作成のフェーズとして、マイクから取得した素噛みの咀嚼情報を 1 噛み毎に切り分け、それぞれをフーリエ変換し、左噛みの平均値と右噛みの平均値のデータを作成する。

次に、被験者に左右噛みを意識せずに、自由に素噛みしてもらい、咀嚼データは、1 噛み毎に切り分け、フーリエ変換し、先程の左右噛みの平均値のデータと相関をとる。どのデータも極端に左右片側だけに相関を持つ場合は、顎骨に歪みがある可能性が否定できないとする。

3. 提案手法評価実験

ガムの左右噛み及び、素噛みの左右噛みの評価実験を行った。被験者が自由に咀嚼を行った際、左右噛みの検知ができるかを判断する為に行った実験である。実験は被験者 6 人である。

(実験 1)

10 秒間で、7 回程度ガムを噛む。左噛み右噛み、それぞれ同様の実験を 5 回行う。素噛みにおいても同様に行う。

(実験 2)

左右意識せずに 20 秒間で、素噛みを 15 回程度行う。

4. 評価実験結果

(実験 1)の結果を以下の表 1 に示す。左右噛みの正答率を表した。また(実験 2)の咬合性確認のための左噛みと右噛みの割合を表 2 に示す。

表 1: 左右噛み判断の正答率

被験者	素噛み[%]	ガム[%]
A	100	78
B	81	72
C	75	79
D	94	81
E	81	78
F	74	81
平均値	84	78

表 2: 咬合性の確認の結果

被験者	左噛み[%]	右噛み[%]
A	79	21
B	100	0
C	47	53
D	13	87
E	0	100
F	30	70

5. 考察とまとめ

表 1 より正答率は、80%程度である。また、一般的に素噛みの方が、ガムを用いての咀嚼よりも、わずかではあるが正答率が高い。一方、被験者 B や被験者 E においては、左右意識せずに噛んだにも関わらず、極端に一方に偏っており、素噛みが左右均等に行われていない疑いがある。故に、被験者 B や被験者 E は咬合に問題があると判断される。

ただし、被験者によって正答率にばらつきが大きい。原因は被験者の咬合の特徴に左右されていると考えている。故に、咀嚼の左右に特徴が無い被験者に対しても、この手法だけでなく、別の基準を設け、総合的に左右噛みの判断をする必要がある。

また、素噛みにおける、左右噛みの判断の正答率は咬合性の確認における結果の信頼度に大きく関わって来るため、今以上に正答率を向上させなければならないと思われる。

参考文献

[1]新野毅:” 動画像処理を用いた咀嚼回数指導システムの提案”, (発表予定)