

## 学位論文審査の結果及び最終試験の結果の要旨

学位申請者氏名	吉野 旭宏		
学位論文名	カスタマイズしたセンサーを用いて検出した外耳道のひずみで咀嚼回数を計数する新しい方法 (New method to count the number of chewing by distortion of the ear canal using customized sensor)		
論文審査委員	主査:	松本歯科大学 教授	金 銅 英 二
	副査:	松本歯科大学 教授	山 本 昭 夫
	副査:	松本歯科大学 准教授	正 村 正 仁
	副査:		
	副査:		
	副査:		
最終試験	実施年月日	2021 年	12 月 10 日
	試験方法	<input type="checkbox"/> 口答	<input checked="" type="checkbox"/> 筆答
学位論文の要旨			
<p><b>【目的】</b>  これまでの研究で、咀嚼時に外耳道にひずみが生じることを利用し咀嚼回数を計数する方法を開発した。しかし、既製の耳栓を応用したセンサーでは、測定できない被験者もいた。そこで、本研究では、外耳道の印象採得を行い、個々の外耳道の形態にカスタマイズしたイヤホン型のセンサーを製作し、新たな咀嚼回数計数装置の有用性を検討した。</p> <p><b>【方法】</b>  成人 18 名（男性 9 名、女性 9 名、21～45 歳、平均年齢 28.0±6.15 歳）を対象とし、研究の内容を理解し同意を得た者とした。第三大臼歯以外の歯の欠損を持つ者、顎口腔領域に疼痛や機能障害を持つ者を除外した。すべての被験者には自覚的な顎関節症の症状は認められなかった。外耳道のひずみ変化を感知するために、パテタイプのシリコン印象材で左側外耳道の印象採得を行い、得られた印象体を 3D (dimension)、CAD (Computer Aided Designing) で外耳道挿入部を構築した。そのデータを 3D プリンターで柔軟質の樹脂を使用し外耳道挿入部を造形した。造形物に気圧計を連結し、各個人の外耳道にカスタマイズされたセンサーを製作した。カスタマイズされたセンサーのサイズとして実寸の 100%、110%、120% の 3 種類の外耳道挿入部を製作し、既製の耳栓から作った外耳道挿入部を含めて 4 種類のセンサーを使用した。リンゴ（一片：5.0g）およびグミ（1 個：3.4g）を左右それぞれ偏側で咀嚼させ嚥下まで行わせ、外耳道ひずみの波形と両側咬筋筋電図を同時記録した。</p> 咀嚼中の外耳道のひずみ変化の波形はリズムカルな変動を示しており、各咀嚼サイクルにおける最大と最小の差（波形の変動幅）を計測し、平均値を算出した。さらに、ひずみ変化の波形と筋電図を整流しスムージングを行った波形との間で相互相関関数を計算し、 $\tau$ が 0 に近いところでの最大値を代表値として算出した。また、咀嚼回数に関してはひずみ変化の波形から咀嚼回数識別計数表示装置（松本歯科大学 特許第 5660556 号）に準拠して計数したものと、咀嚼側咬筋から記録した筋電図から咬筋バーストの数をカウントしたものを比較した。筋電図による咀嚼回数と、外耳道のひずみ変化からカウントした回数の一致度を Bland-Altman 分析にて解析した。			

**【結果】**

1. 外耳道ひずみ波形の変動幅

波形の変動幅は左側咀嚼（同側）に比べて右側咀嚼（反対側）で記録した時の方が大きい傾向が認められ、センサーのサイズ別の外耳道ひずみ波形の変動幅は、110%と 120%のサイズで有意に大きかった。また、センサーのサイズ別の比較では、既製品での変動幅が最も小さく、110%のサイズのものが最も大きかった。

2. 相互相関関数のピーク値

いずれの咀嚼において、0.7程度のピーク値を示し、2つの波形に相同性が認められた。各センサー間の相違についてはフリードマン検定により有意な相違は認められなかった。

3. 咀嚼回数計数装置と筋電図の一致度の分析

Bland Altman 分析の結果、95%一致限界の範囲は反対咀嚼（右）の方が同側咀嚼（左）よりも小さくなった。また、リンゴ咀嚼の方がグミ咀嚼よりも 95%一致限界の範囲は小さい結果となった。さらに、サイズ別の結果には一貫性が認められなかった。

**【結論】**

本研究で、外耳道のひずみを利用した新しい咀嚼回数計数装置による咀嚼回数と筋電図により計数した咀嚼回数的一致度を調べると、以下に示す特徴が認められたものの、既製品での咀嚼回数に比べて 95%一致限界は小さく、新しい装置で咀嚼回数が計数できる可能性が示された。

1. カスタマイズされたセンサーが既製品より有効であることが示された。
2. カスタマイズされたセンサーのサイズ別では明らかな相異は認められなかった。
3. カスタマイズされたセンサーの中で 110%のサイズのものが最も大きな波で記録されており、安定性に優れている可能性が示された。

学位論文審査結果の要旨

本論文は咀嚼回数を顎運動の際に生じる外耳道のひずみをカスタマイズしたセンサーを用いて測定することにより精度の高い咀嚼回数の計測を試みたものである。外耳道ひずみと同時記録した筋電図との間での検討も行い、またセンサーを実寸 100%、110%、120%のサイズで製作し比較検討することでより精度の高いセンサーの有用性を模索している。得られたひずみ波形より咀嚼回数識別計数表示装置に準拠して計数したものと、咀嚼側咬筋から記録した筋電図から咬筋バーストの数をカウントしたものを比較解析した論文である。さらに、性状の異なる食品（グミとリンゴ）の咀嚼回数についても検討をおこなっている。今後は治療前後の咀嚼回数の変化や加齢による変化、歯の喪失による変化などと咀嚼回数との関連など明らかにできる可能性があり、この論文によって得られる情報は多く、今後もこの研究を行う上で基礎データを担う重要な論文になると思われる。以上より審査員は本論文が博士論文に値すると判断した。

最終試験結果の要旨

申請者の論文に関して主査・副査により口頭にて質問や論文内容に関する基礎知識や研究方法、解析方法などを確認する口頭試問を実施した。具体的には、口腔内環境の相違で計測値がどう変化するのか、咀嚼量という表現についての見解、カスタマイズセンサー製作の手間・コストについて、また、本研究が歯科臨床に与える具体的恩恵と今後の本研究の発展性について、など。

種々の質問に対して申請者は適確に答えたことより申請者は博士として十分な知識・見識を有することが確認された。

判定結果

合格

・ 不合格

備考

- 1 学位論文名が外国語で表示されている場合には、日本語訳を（ ）を付して記入すること。
- 2 学位論文名が日本語で表示されている場合には、英語訳を（ ）を付して記入すること。
- 3 論文審査委員名の前に、所属機関・職名を記入すること。