

令和 4 年 5 月 30 日現在

機関番号：14401

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2017～2021

課題番号：17K19907

研究課題名(和文)健康寿命の延伸に向けたオンデマンド「食リズム」測定・評価システムの開発

研究課題名(英文)Development of "food rhythm" measurement / evaluation system for extending healthy life expectancy

研究代表者

林 美加子 (Hayashi, Mikako)

大阪大学・歯学研究科・教授

研究者番号：40271027

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、健康寿命の延伸に役立てるという理念の元で、歯導音に着目しその特性を明らかとすることにより日常生活の食関連データを連続記録して測定できるデバイスの開発を目指すことを目的とした。歯導音とは、歯を伝わる骨導振動音を新たに定義したものである。歯科治療で歯を削る時の音や食べる時の音を気導音と同時に歯導音を拾い上げる手法を確立し、本手法を応用して試作した口唇運動解析システムにより、食べるリズムの把握に加え食材の特性の把握や咀嚼機能の評価を可能とした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究成果は、寝たきり高齢者をへらし自立高齢者を増進させる健康寿命の延伸をめざすものであり、歯導音に着目し気導音と組合せて計測するシステムを試作し、咀嚼のリズムを把握できることを示した。とりわけ、歯導音により食材の性質の変化を連続的に客観的な値として可視化できたことは学術的意義があるものであり、かつ健康寿命の延伸につながる幼年期からの高齢者のあらゆる年代での食習慣の質の向上に貢献できることが期待でき、社会的意義がある。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to develop a device that can continuously record and measure food-related data in daily life by focusing on the tooth conduction sound. The tooth conduction sound is defined as the bone conduction vibration sound transmitted through the tooth.

We have established a new measurement/recording method by picking up the sound of tooth conduction when drilling teeth during dental treatment and the vibration transmitted through the teeth when eating. It was reported that a lip movement analysis system was prototyped with tooth conduction sound, the characteristics of the foods being eaten could be grasped, and the masticatory function could be evaluated.

研究分野：歯科学

キーワード：食 健康寿命 リズム 歯導音 骨導

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

我が国は高齢化社会を迎えており、心身ともに健康な状態で長生きできる健康寿命の延伸が求められている。要介護の状態になってからでは、病状は深刻化しやすくなる。このような要介護に至るまでの予防対策として、特に食べ方を通じた食育の重要性に重点を置いた対策が求められている。

研究代表者らは、自分の歯で一生食べられるよう、う蝕(むし歯)や歯の破折を防ぐための研究活動を続けてきた。おいしく食事ができ健康であるためには、歯科という領域にとどまらない研究構想が必要である。健康日本 21(厚労省)では健康習慣「運動」において年代ごとの歩数といった客観的な目標値が掲げられている。「食」においても歩数計のように、日常生活の食関連データを連続記録して測定でき可視化できるデバイスが必要であると考えた。本研究領域では咀嚼数カウントの取り組みがすでにあるが、変化する咀嚼力をも連続的に判定するデバイスは無い。本研究では、歯の構造を理解したうえで歯を介する骨導信号(歯導音)を利用する独創的かつ実用的な成果を応用発展させることで、可視化できる「食リズム」測定・評価システムを開発することを目指している。

2. 研究の目的

本研究では、食リズム測定評価システムの開発を推進する方法を、次の観点から検討した。

- ✓ 咀嚼時に歯から伝わる歯導音の収録法を確立する
- ✓ 歯導音から咀嚼運動(回数、間隔、リズム)を測定する
- ✓ 歯導音から咀嚼する食材の性質を把握する
- ✓ 咀嚼運動を把握するための口唇の動きのデータ化、可視化する
- ✓ 歯導音の音響レベルと認知レベルを明らかにする

3. 研究の方法

実験1. 歯導音と気導音の波形解析

歯を削る音や咀嚼時に、口近傍に設置したマイクロホンと乳様突起部に設置したマイクロホンにて音を収録し波形解析を行った。

実験2. 歯導音による咀嚼運動(回数、間隔、リズム)の測定

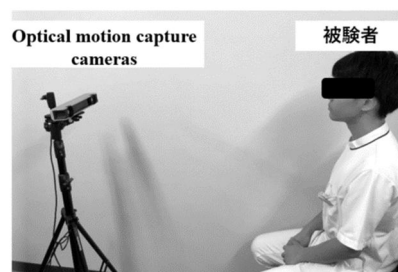
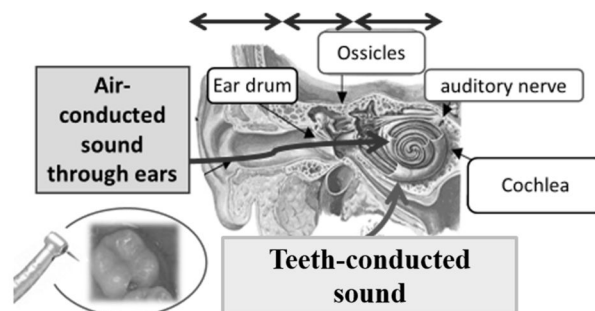
せんべいなどの硬さのある食材の食べ始めから嚥下までの一連の咀嚼運動を、設置したマイクロホンにより測定解析を行い、精度の高い歯導音による咀嚼運動を求める。

実験3. 食材の性質と口唇の動きの可視化

歯の欠損のない被験者を対象とし、前方を向いて9種類の軟らかさや弾性の異なる食材を食べてもらった。被験者には、口唇周囲等に反射マーカを、耳後ろの乳様突起部に歯導音対応マイクロホンを付し、光学式モーションキャプチャカメラの正面に座り、咀嚼解析用グミやせんべいなど食感の異なる食品を食べてもらい、咀嚼時の運動信号および音響信号を計測した。それぞれの計測信号を同期させ、多チャンネルデータレコーダにて収録、解析ソフトウェアにて波形解析、オクターブバンド音響解析および運動解析を行った。

実験4. 歯導音および気導音の心理評価実験

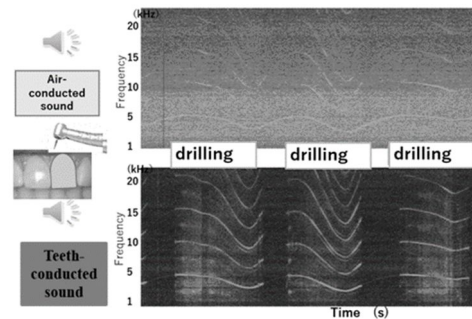
歯導音の音響レベルと認知レベルの関係性を明らかとするため、歯科ドリル音や咀嚼音に対する Semantic Differential 法を用いた音響心理実験やアンケートを行い、相関関係を調べた。



4. 研究成果

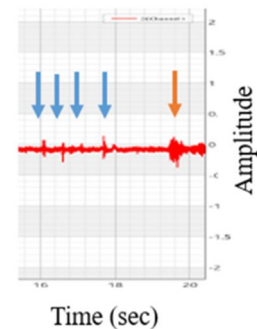
実験1. 歯導音と気導音の波形解析

治療のために歯を削った時に収録した歯導音と気導音の結果を右図に示す。気導音では背景音により切削の波形が明瞭でなく、また非切削時も歯科用ドリルが回転している音がとらえられている。一方歯導音では、歯に歯科用ドリルが接して削っている音のみを波形としてとらえることができている。気導音のように背景騒音の影響をうけることなく歯導音信号のみが明瞭にとらえることができた。



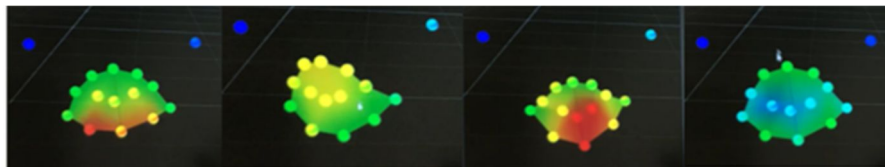
実験2. 歯導音による咀嚼運動（回数、間隔、リズム）の測定

歯の治療時の切削音と同様に、食材を咀嚼している時の歯導音の信号を明瞭にとらえることができた。食べ進むにつれて咀嚼音は小さくなり背景音に波形信号は埋もれてしまうが、歯導音では咀嚼リズム（右図青矢印）や嚥下（右図オレンジ矢印）を信号としてとらえることができた。



実験3. 食材の性質と口唇の動きの可視化

食材を食べる時の口唇の動きを可視化した画像の一部を下図に示す。口唇の突き出し、ねじり、口角の引き、変位量を可視化してとらえることができ、咀嚼開始から嚥下に至るまでの食塊の移動に伴う口唇・頬部の動きや顎の動きを数値化し再現することができた。硬さのある食材が噛み砕かれていくと顎の動きはごくわずかとなるが、歯導音計測手法を用いることで、咀嚼回数および咀嚼リズムを正しく把握することができた。またオクターブ分析の結果、性質の異なる食材では歯導音に音響物理的な特徴の違いが認められた。



実験4. 歯導音および気導音の心理評価実験

8 kHz までの気導音および骨導音の聴覚閾値については国際標準規格が定められている。歯導音には従来的人為的に振動子をあてて聴力検査で用いる国際基準で定められた骨導閾値とは異なる性質があることがわかった。さらに歯導音が気導音とともに心理的影響を与えていることがわかった。

歯導音計測手法を用いた食リズム評価システムは、咀嚼リズムや咀嚼に伴う口腔の動きを可視化できた。これらの研究成果から開発したデバイスは、幼年期からの高齢者のあらゆる年代での質の高い食の習慣作りや、高齢者における「フレイル（虚弱）」の早期発見・介入に利用することで、寝たきり高齢者をへらし自立高齢者を増進させる健康寿命の延伸をめざすものである。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Yamada Tomomi, Nozaki Kazunori, Kuwano Sonoko, Hayashi Mikako	4. 巻 263
2. 論文標題 Impact of COVID-19 on the sound environment in a dental office - a case study	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings	6. 最初と最後の頁 1688 ~ 1694
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3397/IN-2021-1900	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yamada T, Maezono H, Nozaki K, Hayashi M, Matsui T, Kuwano S, Takada M, Van Hirtum A.	4. 巻 -
2. 論文標題 Measurement of air , bone and teeth conducted threshold levels by pure tone audiometry.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of Internoise20	6. 最初と最後の頁 2880-2884(5)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 山田 朋美, 野崎 一徳, 林 美加子	4. 巻 35
2. 論文標題 歯導音計測手法を用いた食リズム評価システム	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本健康科学学会誌	6. 最初と最後の頁 199
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 山田 朋美, 野崎 一徳, 前園 葉月, 林 美加子, 松井 孝典, 桑野 園子, 高田 正幸	4. 巻 春
2. 論文標題 上下前歯の歯導音純音聴力レベル測定	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日音講論	6. 最初と最後の頁 727-728
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yamada, T., Hayashi, M., Kuwano, S.	4. 巻 1594
2. 論文標題 Psychoacoustic effect of air-conducted sound on bone-conducted sound in dental drilling noise	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Inter Noise Control Proc.	6. 最初と最後の頁 1 - 4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計11件 (うち招待講演 5件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 林 美加子
2. 発表標題 オーラル・デジタルトランスフォーメーションによる近未来の歯科診療
3. 学会等名 日本顎口腔機能学会 第65回学術大会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yamada T, Nozaki K, Kuwano S, Hayashi M
2. 発表標題 Impact of COVID-19 on the sound environment in a d office - a case study
3. 学会等名 50th international noise control (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yamada T, Maezono H, Nozaki K, Hayashi M, Matsui T, Kuwano S, Takada M, Van Hirtum A.
2. 発表標題 Measurement of air , bone and teeth conducted threshold levels by pure tone audiometry.
3. 学会等名 49th International Noise Control Engineering (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山田 朋美, 野崎 一徳, 林 美加子
2. 発表標題 歯導音計測手法を用いた食リズム評価システム
3. 学会等名 日本健康科学学会 第35回学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山田 朋美, 野崎 一徳, 林 美加子
2. 発表標題 口唇運動解析と骨導音解析による食リズム評価
3. 学会等名 日本歯科保存学会 2019年秋季学術大会 (第150回)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山田 朋美, 野崎 一徳, 前園 葉月, 林 美加子, 松井 孝典, 桑野 園子, 高田 正幸
2. 発表標題 上下前歯の歯導音純音聴力レベル測定
3. 学会等名 日本音響学会2020年春季研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yamada, T., Hayashi, M., Kuwano, S.
2. 発表標題 Psychoacoustic effect of air-conducted sound on bone-conducted sound in dental drilling noise.
3. 学会等名 48th International congress on Noise Control Engineering (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山田 朋美、野崎 一徳、林 美加子
2. 発表標題 骨導音計測による食リズム評価
3. 学会等名 149回歯科保存学会 秋季研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yamada T, Kuwano S, Ebisu S, Hayashi M
2. 発表標題 Evaluation of subjective impression of the sound of dental drills
3. 学会等名 the 47th International Congress on Noise Control Engineering (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	山田 朋美 (Yamada Tomomi) (70452448)	大阪大学・歯学研究科・助教 (14401)	

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 協力者	桑野 園子 (Kuwano Sonoko)		
連携 研究者	野崎 一徳 (Nozaki Kazunori) (40379110)	大阪大学・歯学部附属病院・准教授 (14401)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
フランス	グルノーブル大学			