

令和元年6月26日現在

機関番号：32703

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K20521

研究課題名(和文)超小型プローブを用いた高周波超音波のデジタル印象への応用【挑戦・展開】

研究課題名(英文)Application of small ultra sonic probe in digital impression

研究代表者

丸尾 勝一郎(Maruo, Katsuichiro)

神奈川県立歯科大学・大学院歯学研究科・助教

研究者番号：60593639

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的である超音波による口腔粘膜の厚み測定に関しては、小型超音波プローブを開発し達成することができた。また精度についても実際に組織切片を作成し測定した実測値と同等の精度を示した。この成果は、日本口腔インプラント学会学術大会で口頭発表をおこなった。超音波による粘膜の厚み測定が可能となったことで、口腔内スキャナの欠点である歯肉縁下にあるクラウンマージンの描記の可能性が示唆され、開発を試みたが、歯肉縁下のマージンを連続的に描記するためには、プローブの集合体を製作する必要があり、技術的には可能なものの予算的な問題から断念せざるを得なかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年、口腔内スキャナが著しい発展を遂げ光学印象が従来の印象材を用いた印象法の代替となりつつある。しかしながら、日本ではまだ保険収載に至っておらず、口腔内スキャナの恩恵を患者が受ける場面は少ない。また、光学印象はその特性上見えないものはスキャンできないため、0.5mmを超える歯肉縁下マージンは印象が困難である。そのような場合、不快感をともなう従来法印象をおこなう必要がある。しかし、本研究の技術を融合させれば、仮に光学印象でスキャンできない部分も超音波によって撮影することが可能となる。超音波は放射線と異なり、人体への有害性もないため、臨床応用が期待される技術である。

研究成果の概要(英文)：Development of small ultrasonic probe for measurement of thickness of soft tissue was achieved in this period. Also, it was showed that the accuracy of measurement was equivalent to histological evaluation. The achievement was presented at the annual conference of Japanese Society of Oral Implantology in 2017 and 2018. Although the possibility of the application of this ultrasonic probe for digital impression was suggested, the development of the device had to be abandoned by reason of the budget in spite of technically possible.

研究分野：デジタル歯科学

キーワード：デジタル歯科 光学印象 口腔内スキャナ 超音波

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

補綴治療においては、従来のアルギン酸やシリコンなどの印象材による印象に代わり、デジタルオーラルスキャナーによる光学印象が注目を集め臨床応用へ発展が予想されていた。しかし、光学印象の原理上、目視（撮影）できない部分は印象が不鮮明となり、歯肉縁下にマージンが設定された支台歯の印象は困難であり、口腔内スキャナの課題の1つとして挙げられていた。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、超小型・軽量の高周波超音波測定装置を開発し、歯周およびインプラント周囲粘膜の厚みを非侵襲的に測定することと、デジタルオーラルスキャナーと高周波超音波測定装置を融合した光学・超音波機器を開発し、現状では印象困難な天然歯の支台歯の歯肉縁下領域の印象精度を向上させることであった。また、追加の目的として口腔内スキャナおよびVRなどデジタルテクノロジーの歯科医療への応用の可能性についての模索もおこなった。

### 3. 研究の方法

(1)既存の超小型ペン型高周波超音波プローブを用い、歯周外科実習用の豚顎の歯牙の頬側および舌側のそれぞれ一点の粘膜の厚みを測定した。異なる周波数(10,15,20,25,30MHz)による精度の比較をおこなった。測定後、測定部分には浸潤麻酔用の針でノッチをつけ、組織学的分析の際の目印とした。測定した部分の硬・軟組織を一部切除し、HE染色により組織切片を作成し、組織形態学的にノッチ部分の粘膜の厚みを測定した。高周波超音波と組織形態学的評価から得られた2つの測定結果の検証をおこない、その臨床的精度の妥当性を評価した。

(2)単独の振動子から得られたデータ(口腔粘膜、歯牙、骨の厚みを測定するに適切な周波数や音速)をもとに、複数に束ねたマトリクスアレイ型のプローブを開発し、「点」から「線」を読み取ることにより、縁下マージンのイメージ化を目指した。マトリクスアレイは薄型の振動子を配列したものであり、口腔内での臨床応用にも十分可能であると考えた。素子配列には8x8素子の64素子を検討した。歯牙全体が入る幅にするために、アレイ素子ピッチを適切に決定する必要があった。

(3)VR技術を用いてCTから得られたDICOMデータを加工し、VRにすることでインプラント手術を「見える化」することにより、より安心安全な手術が可能となるか検証をおこなった。

### 4. 研究成果

(1)歯肉の厚みを測定するモデルとして豚顎5頭の豚顎を用いた。計測部位は、小白歯部歯肉、舌側歯頸部より、2.0mm, 4.0mm, 6.0mmの位置とし、超小型超音波プローブを用いて歯肉の厚みを計測した。(図1,2)続いて、計測部の組織切片を作成し、組織形態計測分析により実測値を計測した。その後、paired t検定を用いて超音波計測群と実測群の比較を行い、装置の信頼性を調べた。結果として、超音波群と実測群で統計学的有意差は認められず、装置の信頼性が確認された。(表1)しかし、超音波は検体に向けて垂直に発信しないといけないためにプローブの先端を湾曲させるなどの工夫が必要であった。本研究結果より、超小型超音波プローブを用いた歯肉組織の測定が、臨床応用可能であることが示唆された。



図1 小型プローブ

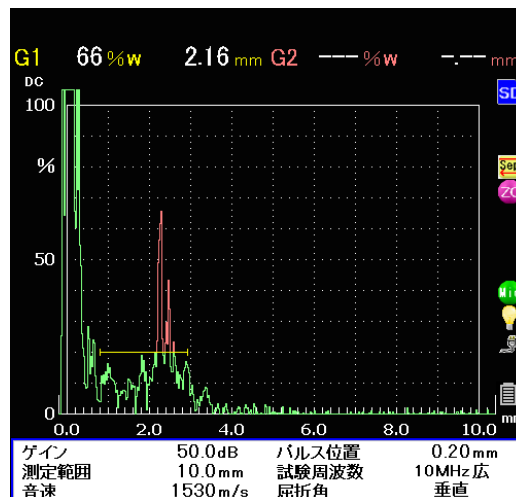


図2 厚み測定による周波数の波形

student t 検定における両者の有意差 (平均値±SD)

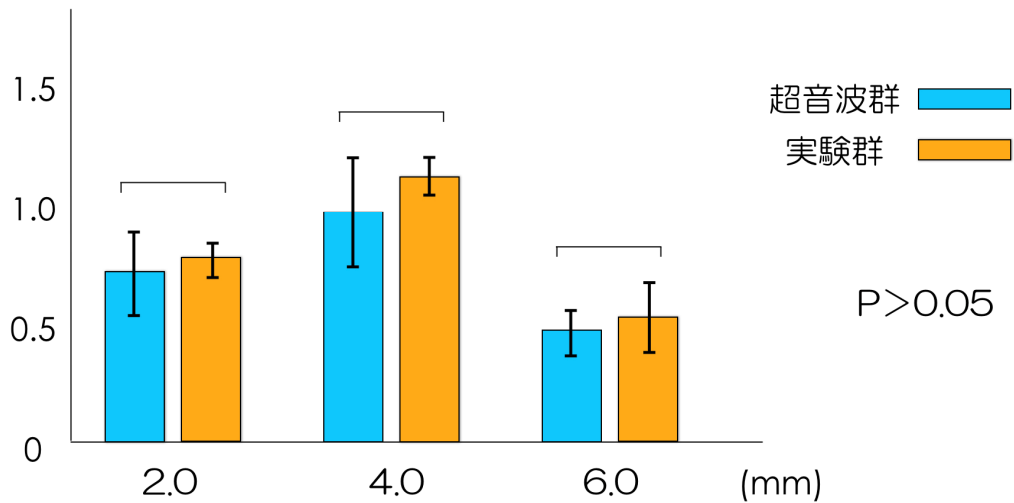


表1 超音波と組織学的検査による粘膜の厚み測定の結果

(2)一方で、歯肉縁下のマージンを連続的に描記するためには、プローブの集合体を製作する必要があり、技術的には可能なものの予算的な問題から断念せざるを得なかった。

(3)デジタルを利用した歯科、特にインプラント・補綴領域への応用を目指し、口腔内スキャナによるインプラントの印象精度の検証(図3)やVRを用いたインプラント手術(図4)などについて研究を行い、インプラント学会等での口頭発表をおこなった。VRを用いたインプラント手術は世界初の試みであり非常に反響が高かった。今後も継続してデジタルの歯科への応用について研究および臨床応用をしていく予定である。

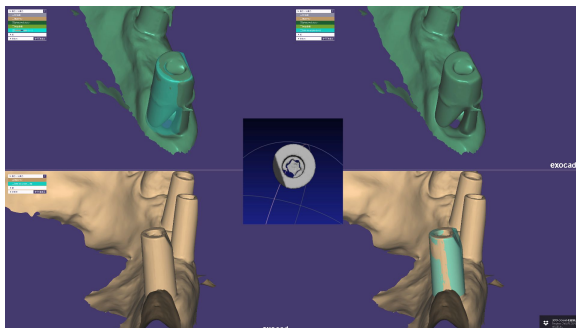


図3 口腔内スキャナの精度評価

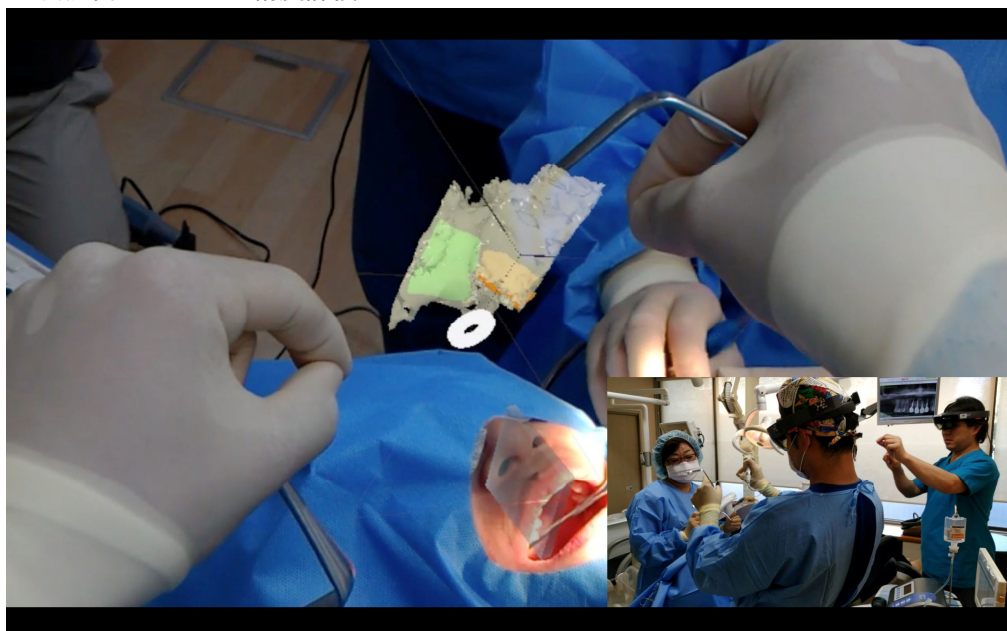


図4 VRを用いたインプラント手術

## 5. 主な発表論文等

〔学会発表〕(計 5 件)

日本補綴歯科学会 関西支部 専門医研修会 2019.3 丸尾勝一郎「審美歯科領域へのデジタルの応用」

日本口腔インプラント学会 大阪 2018.9 丸尾勝一郎 木本克彦「インプラント治療における VR の応用」

九州歯科学会総会・学術大会 北九州 2018.5 丸尾勝一郎「インプラント治療におけるデジタル化の現在地と課題」

日本補綴歯科学会 金沢 2016.7.安斉 昌照 丸尾勝一郎 木本克彦「超小型超音波プローブを用いた組織の厚み計測についての基礎研究」

デジタル歯科学会 札幌 2016.5. 安斉 昌照 丸尾勝一郎 木本克彦「超小型超音波プローブの光学印象への応用」

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。