

令和 3 年 6 月 3 日現在

機関番号：32667

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18K09711

研究課題名（和文）診療室で使える下顎運動シミュレーションシステムの開発と応用

研究課題名（英文）Development and application of mandibular movement simulation system in the clinic

研究代表者

小見野 真梨恵 (Komino, Marie)

日本歯科大学・生命歯学部・助教

研究者番号：60807460

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：開発した下顎運動シミュレーションシステムにより、口腔外3Dスキャン装置で記録した上下顎歯列形状データと6自由度顎運動記録装置で記録した下顎運動データを統合し、下顎運動時の咬合接触状態を観察することが可能になった。次いで、側方咬合位におけるシリコン印象材で咬合接触状態を記録後、開発したシステムによる咬合接触状態と比較し、両者が近似していることが確認できた。さらに下顎の任意点（例 下顎頬側咬頭頂）の位置座標や対向上顎歯列との距離などの数値表示が可能になった。下顎運動時の上下対向関係、咬合接触状態を定量的に評価できるようになり、臨床応用できる可能性があることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で開発した下顎運動シミュレーションシステムにより、下顎運動を視覚的に観察できるようになり、かつ定量的に評価できるようになった。従って、このシステムを用いることにより、異常な運動経路のパターンや運動の不規則化、不安定化などを見つけ出し、患者に説明ができるようになる。また、患者自身の運動経路をCAD/CAMシステムに応用することにより、患者固有の運動に調和した歯科補綴物を製作でき、さらに補綴物装着後に実際の下顎運動時の咬合接触状態を評価できるようになる。これらのことから、本研究の成果は臨床応用できる可能性があることが示唆された。

研究成果の概要（英文）：Using the developed mandibular movement simulation system, the dentition shape data recorded by the extraoral 3D scanning device and the movement data recorded by the 6-degree jaw movement recording device were able to integrate. As a result, it has become possible to observe the occlusal contact state during mandibular movement. Next, after recording the occlusal contact state with the silicone impression material in the lateral occlusal position, it was compared with the occlusal contact state by the developed system, and it was able to confirm that the two were similar. Furthermore, it has become possible to display numerical values such as the position coordinates of an arbitrary point or the distance from the opposing maxillary dentition. It has become possible to quantitatively evaluate the opposing relationship between upper and lower jaws and occlusal contact state during mandibular movement, and suggested that it may be clinically applicable.

研究分野：歯科補綴学、顎口腔機能学

キーワード：下顎運動シミュレーションシステム 下顎運動 上下歯列形状データ 口腔外3Dスキャン装置 咬合接触状態

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、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

臨床の場で用いることができる下顎運動シミュレーションシステムの開発には、臨床の場で簡便かつ正確に下顎運動データと上下顎歯列形状データを記録することが必須である。下顎運動時の上下顎歯列の視覚表示を行う研究がなされ、バーチャル咬合器も紹介されてはいるが、実際に使用してみると、引き抜き試験での咬合接触と一致していないことから、信頼できる精度で再現できるまでには至っていない。その最大の理由として、まず、正確に下顎運動を記録することができていないことがあげられる。正確な下顎運動の記録には、大型の高精度な下顎運動記録装置が必要であり、かつ装着や記録に時間がかかるため、研究室内での応用に限定され臨床応用に至らなかった。これに対し、小型の下顎運動記録装置は、高精度の装置と同程度に正確な記録をとれているとは言い難いものであった。一方、上下顎歯列形状データについては、口腔外スキャン装置では、技術の発達で低価格・高精度化がされてきており、正確に記録できる状況下にあるといえる。そこで臨床の場で側方滑走運動や咀嚼運動時の上下顎歯列の状態を実際の口腔内の状態と同じように観察することができ、かつ評価できる下顎シミュレーションシステムが開発できると考えた。

2. 研究の目的

本研究は、側方滑走運動や咀嚼運動時の上下顎歯列の状態を実際の口腔内の状態と同じように観察することができ、かつ評価できる、口腔外スキャン装置による下顎運動シミュレーションシステムを開発後、下顎運動時の上下顎歯列の咬合接触状態の定量的分析を行うことを目的とする。

3. 研究の方法

研究1. 口腔外 3D スキャン装置による下顎運動シミュレーションプログラムの開発

- (1) 下顎運動データの記録：6 自由度顎運動記録システム (図 1) を用いて健康被験者 5 名の下顎運動 (側方滑走運動や咀嚼運動) を記録し、運動データを保存した。
- (2) 上下顎歯列形状データの記録：各被験者の上下顎歯列を精密印象採得後、上下顎歯列模型を咬頭嵌合位で咬合器に付着後、上下顎歯列の咬合面と咬頭嵌合位の正面を口腔外 3D スキャン装置 (図 2) を用いてスキャンし、各データを保存した。
- (3) 下顎運動シミュレーションプログラムの開発：上下顎歯列形状データと 6 自由度顎運動記録装置で記録した下顎運動データを統合し、全歯列の下顎運動を再現するプログラムを開発した。下顎運動の再現は、歯列形状の 3 次元コンピュータモデル上で行い、全歯列の前方、側方、後方、上方、下方の任意の視点方向からの再現、咀嚼運動時や側方滑走運動時に咬合接触している部分の表示をできるようにした。

研究2. 側方滑走運動時の咬合接触状態と下顎運動シミュレーション結果の比較検討、下顎運動シミュレーションプログラムの開発

- (1) 健康者 10 名 (男性 5 名、女性 5 名) を被験者として選択し、被験者に側方滑走運動をさせたときの咬合接触状態を記録した。咬合接触状態は、下顎切歯点を中心咬合位から側方へそれぞれ 1 mm、2 mm、3 mm 滑走させた各側方咬合位について、インジェクションタイプのシリコン印象材で記録した。
- (2) 下顎運動記録装置で被験者に側方滑走運動をさせたときの顎運動、口腔外 3D スキャン装置で被験者の上下顎歯列の形状を記録した。
- (3) 研究1で開発した下顎運動シミュレーションプログラムを用いて下顎切歯点から側方へ 1 mm、2 mm、3 mm 滑走した位置での上下顎歯列の咬合接触状態を求め、実際の咬合接触状態と比較した。
- (4) 咀嚼運動時や側方滑走運動時の咬合接触状態を視覚表示できる下顎運動シミュレーションシステムを改良し、指定した下顎の任意点 (例えば下顎頬側咬頭頂) の位置座標や対向上顎歯列との距離を数値表示ができるようにした。

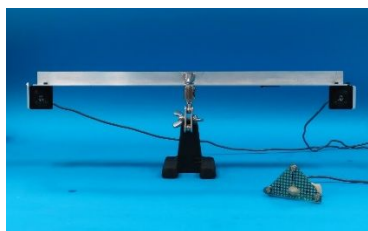


図 1 6 自由度顎運動記録システム



図 2 口腔外スキャン装置

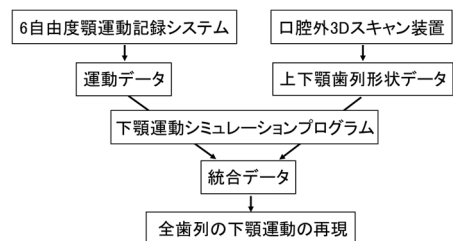


図 3 本研究のブロックダイアグラム

4. 研究成果

研究1. 口腔外 3D スキャン装置による下顎運動シミュレーションプログラム の開発

6 自由度顎運動記録システムによる下顎運動データと、口腔外 3D スキャン装置による上下顎歯列形状データをコンピュータに保存し、かつ両データを統合することができた。統合データを用いた全歯列の下顎運動の再現は、歯列形状の 3 次元コンピュータモデル上でを行い、全歯列の前方、側方、後方、上方、下方の任意の視点方向からの運動の再現 (図 4)、咀嚼運動時や側方滑走運動時に咬合接触している部分の表示 (図 5) ができるようになった。

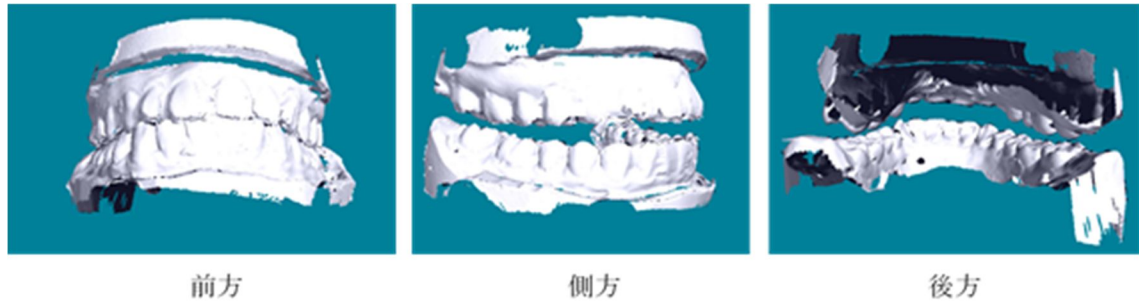


図 4 全歯列の任意の視点方向からの運動の再現 (被験者 1)

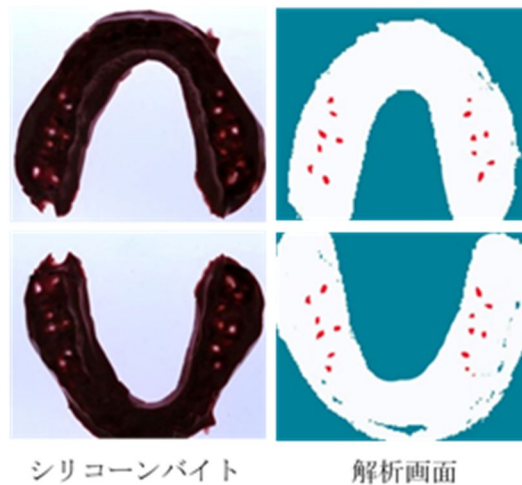


図 5 咬頭嵌合位における咬合接触表示 (被験者 1)

研究2. 側方滑走運動時の咬合接触状態と下顎運動シミュレーション結果の比較検討、下顎運動シミュレーションプログラム の開発

6 自由度顎運動記録システムによる下顎運動データと口腔外 3D スキャン装置による上下歯列形状データをコンピュータに保存し、かつ両データを統合後、側方滑走時の咬合接触状態を視覚的かつ定量的に表示することができた (図 6)。また、本研究のシステムで得られた咬合接触状態と実際に記録した咬合接触状態が近似していることが確認できた (図 7)。さらに、指定した下顎の任意点 (例えば下顎頬側咬頭頂) の位置座標や対向上顎歯列との距離を数値表示し、下顎運動時の上下顎間の対向関係、咬合接触状態を定量的に評価できるようになり、臨床応用できることが示唆された。

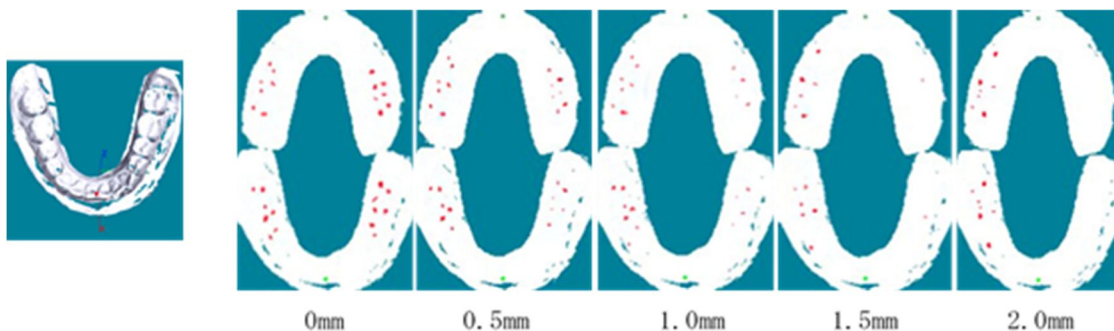


図 6 右側方運動時の切歯点の移動距離

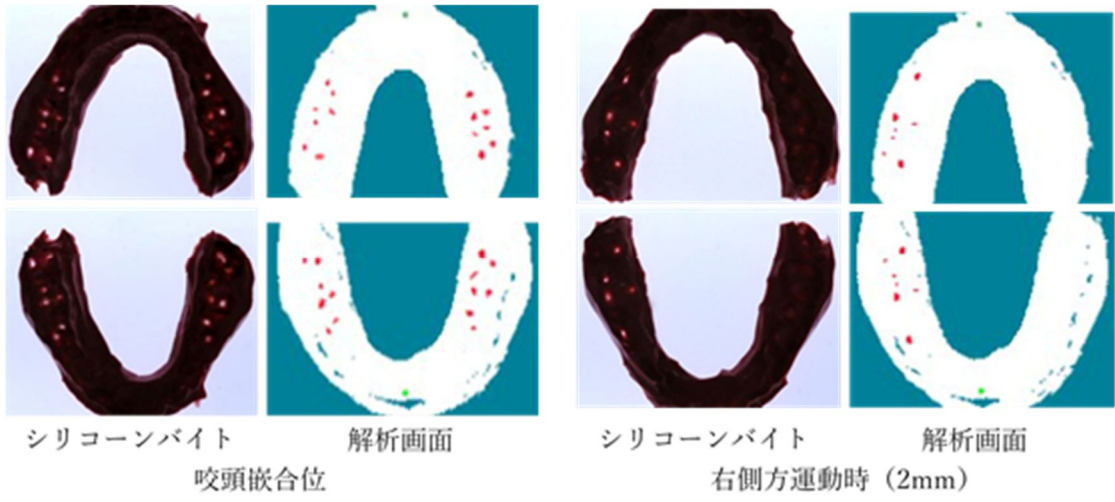


図7 咬合接触表示 (被験者1)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 小見野真梨恵, 志賀 博, 丸山智章
2. 発表標題 診療室で使用できる下顎運動シミュレーションシステムの開発
3. 学会等名 日本顎関節学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小見野真梨恵, 志賀 博, 丸山智章, 上杉華子
2. 発表標題 下顎運動シミュレーションシステムによる咬合接触状態
3. 学会等名 日本顎関節学会
4. 発表年 2020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	志賀 博 (Shiga Hiroshi) (50226114)	日本歯科大学・生命歯学部・教授 (32667)	

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
---------	---------