

令和 3 年 6 月 18 日現在

機関番号：31201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K09666

研究課題名(和文) デジタル技術の応用による咀嚼運動に調和した補綴装置製作法の開発

研究課題名(英文) Evaluation of occlusal contact in CAD / CAM crown using mandibular movement data

研究代表者

田邊 憲昌 (Tanabe, Norimasa)

岩手医科大学・歯学部・准教授

研究者番号：60433497

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)：本研究の目的は、下顎運動経路の違いが、製作されるクラウンの咬合接触に影響を与えるかについてバーチャル空間で検証することである。上下顎の印象採得、下顎運動測定装置を用いて偏心運動、ガム咀嚼運動を測定した。これらのデータを基に咬頭嵌合位のみ調整し理想的な咬合接触を付与したクラウン(Base-Cr)、バーチャル半調節咬合器で製作したクラウン(Se-Cr)、生体から採得した偏心運動軌跡を反映したクラウン(Ec-Cr)、咀嚼運動軌跡を反映したクラウン(Ch-Cr)を設計し、比較した結果、顆路の形態や、運動軌跡がクラウン咬合面形態に影響を与え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

クラウン(かぶせもの)の咬合面形態を今回のように下顎運動を反映するような新しい技術を使用して製作することで、来院した時の治療時間の短縮やより機能性の高い、食事のしやすいクラウンを製作することができることが明らかとなった。これは、1本の歯の治療のみならず、多数の歯の治療を同時に行う治療においてより高い効果を発揮することが期待されることから、今後、歯科の臨床において普及していくことが期待される。

研究成果の概要(英文)： We have successfully fabricated ceramic crowns at which the locus of mandibular movement was reflected by the incorporation of a six-degree-of-freedom jaw-tracking device into CAD/CAM restoration system. Mandibular movement was analyzed and saved as the digital data with six-degree-of-freedom jaw-tracking device at the beginning of sequential treatment. Data of locus of mandibular movement was transferred to CAD software, the locus was reproduced on the occlusal surface of virtual wax up on CAD software, and then ceramic crown was milled. Little of adjustment was performed at intercuspal position but no adjustment performed at mandibular lateral movement.

Compared to the conventional system using a mean value articulator, adjustment amount of occlusal surface which had been fabricated by the incorporation of the six-degree-of-freedom jaw-tracking device into the CAD/CAM systems, was significantly small. Moreover, adjustment was not performed for lateral joe movement at all.

研究分野：歯科補綴学

キーワード：下顎運動 CAD/CAM 咀嚼運動 下顎限界運動 歯冠補綴

## 1. 研究開始当初の背景

歯科臨床における CAD/CAM 技術の発展は、間接法による補綴装置の製作方法に大きな変化をもたらし、チェアサイドで容易にセラミッククラウンが製作可能になっている。しかし、クラウン形態が膨大なサンプルデータから自動選択により設計されるため、临床上、側方運動時の調整量が大きくなることや、機能運動時に生じる咬合干渉に起因するセラミック冠の破折やチップングを経験する。近年、CAD/CAM と 6 自由度顎運動測定との統合により、従来法による咬合器の調整では困難とされてきた咀嚼運動を含めた曲線的な顎運動がデジタル咬合器によって再現可能となった。古くから、補綴歯科の分野においては、より精密な咬合面形態の再現を目指して、全調節性咬合器による顎路の再現や、FGP テクニックによる生体の下顎運動の再現などが行われてきたが、捜査の煩雑さなどの要因や、成果の少なさなどから現在に臨床において広く使用されてはいない。しかし、これまでのデジタル咬合器に関する研究では、再現性の評価に留まっており、従来のチェックバイト等を使用した半調節性咬合器を使用した補綴装置製作法に準じた方法でしか咬合面形態の製作は行われていない。実際の下顎の機能運動をもとにした咬合接触について検討した研究はなく、機能運動時の下顎運動を反映した補綴装置を製作し、従来法と比較することでより生体に親和した理想的な補綴装置の製作が可能となるのではないかと考えられる。

## 2. 研究の目的

これまで用いたチェックバイト法による偏心位での咬合接触で把握できなかった咬合接触が咀嚼運動時に生じている可能性をバーチャル空間上で確認し、干渉の少ないクラウン咬合面の設計に活かすことで補綴治療の更なる成功率の向上に寄与することである。

## 3. 研究の方法

### (1) 被験者

被験者は 21 名（男性 16 名、女性 5 名）であり、本研究のプロトコルに同意の得られた者を対象とした。本研究は本学歯学部倫理委員会（番号 01237）の承認を受け実施された。採択基準は第三大臼歯以外に欠損を認めない健常有歯顎者、歯周組織に異常を認めない者、犬歯誘導またはグループファンクショナルオクルージョンの者、顎関節に自覚的、他覚的に異常を認めない者とした。除外基準は咬頭嵌合位が安定しない者、歯列不正により下顎の偏心運動が行えない者、矯正治療中の者とした。

### (2) 下顎運動測定と咬合器装着

初診時に被験者の咬頭嵌合位の接触状態、偏心運動時のガイドについて咬合診査を行い、下顎運動測定装置 (ARCUS digma®, KaVo, Germany) を用いて偏心運動、ガム咀嚼運動を測定した。また、既製トレーとピニルシリコン印象材 (FUSION®, GC, Japan) による上下顎の印象採得、ピニルシロキサン製シリコン材 (EXABITE®, GC, Japan)、KTS (KaVo transfer system) バイトフォークを用いて咬合採得を行った。採得した印象材を保管した後、タイプ石膏 (NEW FUJI ROCK®, GC, Japan) を注ぎ作業用模型を製作した。上顎模型をトランスファージグ、KTS バイトフォークを用いて咬合器 (PROTARevo7®, KaVo, Germany) に装着し、対合する下顎模型を装着した。

### (3) CAD

下顎右側第二大臼歯を被験歯とし、模型上で仮想支台歯形成を行った。支台歯のマー진은幅 1 mm のディープシャンファーとし、歯肉縁上に設定した。また、対合歯とのクリアランスは 2 mm に設定した。形成後の上下顎模型を技工用スキャナー (ARCTICA Auto Scan®, KaVo, Germany) でスキャンした。この際、スキャン用固定アダプターを用い、咬合器に装着した状態を再現した。

まず、模型データを基に咬頭嵌合位のみ調整し理想的な咬合接触を付与したクラウン (Base-Cr) を CAD ソフトウェア (multiCAD®, KaVo, Germany) 上でワックスアップした。次に記録した下顎運動データから算出された矢状顎路角、側方顎路角の数値にヴァーチャル半調節性咬合器を調整し、Base-Cr の形態を修正したクラウン (Semi-adjustable articulator Cr: Se-Cr) をワックスアップした。また、同様にヴァーチャル空間で被験者の偏心運動軌跡を反映したクラウン (Eccentric movement Cr: Ec-Cr) 咀嚼運動を軌跡したクラウン (Chewing movement Cr: Ch-Cr) それぞれの機能的咬合面をワックスアップした。

### (4) データ分析

作製製作した 4 種類のクラウンデータは STL (Standard Triangulated Language) データとして出力し、画像処理ソフト (Geomagic wrap®, 3D Systems, U.S.A.) で補正した。その後、画

像重ね合わせソフトウェア (GOM Inspect, GOM, Germany) でベストフィットアルゴリズムによる重ね合わせを行った。Se-Cr, Ec-Cr, Ch-Cr それぞれの STL データと Base-Cr の STL データを重ね合わせ、咬合面形態の垂直的变化量の最大値を記録した。

次に, Ec-Cr と Ch-Cr の STL データを重ね合わせ, 運動軌跡によるクラウン形態の変化を観察した。青のカラーマッピング部分は Ch-Cr が Ec-Cr より多く干渉する部分であり, 赤のカラーマッピング部分は Ec-Cr が Ch-Cr より多く干渉する部分を示している。カラーレンジは  $\pm 100 \mu\text{m}$  に設定した。

#### 4. 研究成果

Ch-Cr の垂直的变化量は  $0.294 \text{ mm}$  であり, Se-C の  $0.2255 \text{ mm}$  と比較し有意に大きな値を示した ( $p < 0.05$ )。また, Ec-Cr は  $0.261 \text{ mm}$  であり, Ch-Cr, Se-C と比較し統計学的有意差は認めなかった。

また, 被験者ごとの偏心運動と咀嚼運動時の垂直的变化量の比較では被験者 21 名中, 偏心運動の方が変化量が大いのが 21 名中 6 名, 咀嚼運動の方が変化量が大いのが 20 名中 14 名, 変化がなかったのが 20 名中 1 名であり, 個人差があることが認められた。

図に Ec-Cr と Ch-Cr の STL 重ね合わせ像を示す。重ね合わせ画像を観察した結果, 被験者 21 人中 15 人で赤と青のカラーマッピングが混在しており, 4 名が青のカラーマッピングのみ, 2 名が赤のカラーマッピングのみ示した。クラウン形態は全ての被験者で異なっており, 干渉部位に一定の傾向は認めなかった。

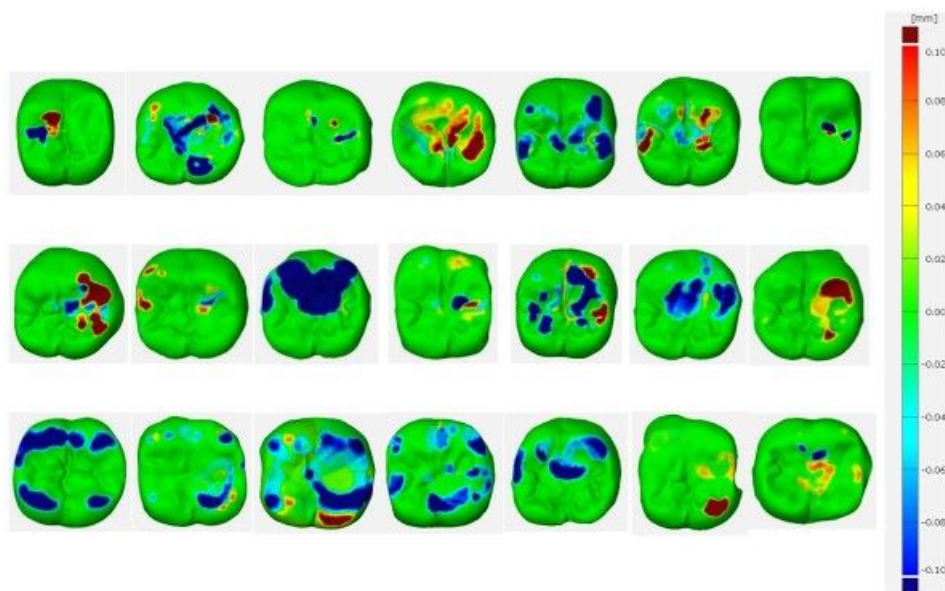


図 : Ec-Cr と Ch-Cr の STL 重ね合わせ像

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 H Sato , T Kobayashi , T Nomura, N Tanabe , K Takafuji, H Kihara, , H Kondo	4. 巻 64
2. 論文標題 Oral mucosa pressure caused by mandibular implant overdenture with different types of attachments	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J Prosthodont Res	6. 最初と最後の頁 145 - 151
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jpjor.2019.06.003. Epub 2019 Jun 29.	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 深澤 翔太, 田邊 憲昌, 高藤 恭子, 米澤 悠, 原 総一郎, 夏堀 礼二, 千葉 豊和, 近藤 尚知	4. 巻 33
2. 論文標題 複数歯欠損における口腔内スキャナーの再現精度	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本口腔インプラント学会誌	6. 最初と最後の頁 176-183
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 田邊憲昌	4. 巻 11
2. 論文標題 歯冠補綴のデジタルワークフローにおける歯科医師と歯科技工士との連携を考える	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本補綴歯科学会誌	6. 最初と最後の頁 227 - 232
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8件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 小山田 勇太郎, 鬼原 英道, 田邊 憲昌, 高橋 敏幸, 高藤 恭子, 大久保 卓也, 工藤 努, 近藤 尚知
2. 発表標題 3Dプリンターで製作した模型の経時的変化
3. 学会等名 日本補綴歯科学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 深澤 翔太, 夏堀 礼二, 田邊 憲昌, 千葉 豊和, 近藤 尚知
2. 発表標題 インプラント体間距離における口腔内スキャナーの誤差の変化量の検討
3. 学会等名 日本補綴歯科学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 深澤 翔太, 夏堀 礼二, 田邊 憲昌, 安部 道, 塚谷 顕介, 齊藤 裕美子, 鬼原 英道, 近藤 尚知
2. 発表標題 インプラント体間距離の差が光学印象採得の精度に及ぼす影響
3. 学会等名 日本口腔インプラント学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 深澤翔太、田邊憲昌
2. 発表標題 口腔内スキャナーの複数歯における位置再現精度に関する研究
3. 学会等名 日本口腔インプラント学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 塚谷 顕介, 田邊 憲昌, 浅野 明子, 近藤 尚知
2. 発表標題 患者固有の下顎運動軌跡を反映したCAD/CAMクラウンを装着した1症例
3. 学会等名 日本顎関節学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K Tsukatani, N Tanabe, A Fukutoku, Hi Kondo
2. 発表標題 CAD / CAM restoration reflecting the locus of patient's chewing movement: a clinical report
3. 学会等名 米国審美歯科学会 (AAED) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田邊憲昌
2. 発表標題 シンポジウム 歯冠補綴のデジタルワークフローにおける歯科技工士との連携
3. 学会等名 日本補綴歯科学会 東北・北海道支部 総会・学術大会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Norimasa Tanabe, Takuya Kobayashi, Jun Yokota, Hisatomo Kondo
2. 発表標題 Occlusal contact of CAD / CAM crown reflecting the locus of chewing movement: a clinical report
3. 学会等名 第5回 IADDM (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 日本デジタル歯科学会	4. 発行年 2018年
2. 出版社 クインテッセンス出版	5. 総ページ数 362
3. 書名 Digital Dentistry YEARBOOK 2018	

〔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
--	---------------------------	-----------------------	----

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