

令和 2 年 6 月 22 日現在

機関番号：32710

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K11627

研究課題名(和文)次世代歯科用CAD/CAMシステム - 顎口腔機能情報の活用 -

研究課題名(英文)Development of new generation dental CAD/CAM system -utilization of information of stomatognathic function-

研究代表者

重本 修伺 (Shigemoto, Shuji)

鶴見大学・歯学部・講師

研究者番号：20294704

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究期間内に被験者98名に対して述べ123回の顎運動測定を実施した。そのうち86回はCT撮影も実施した。使用した顎運動測定器の商用試作器の性能評価を実施し実用化に向けて良好な結果を得た(相対誤差0.3%)。

次世代歯科用CAD/CAMシステムを用いて顎運動測定情報および形態情報を解析、可視化することで新たな下顎の回転軸(最小運動軸:LMA)を発見した。また、考案した解析方法が顎口腔機能の診断だけでなく、補綴装置の設計にも有用であることを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

次世代CAD/CAMシステムを用いた顎口腔系の機能と形態の可視化によって、歯科医師や歯科技工士の経験や勘に頼っている主観的な部分を客観的情報として取り扱うことが可能となり歯科診療の質の向上、患者のQOLの向上に繋がる結果が得られた。歯科医師は自分の行った診断や治療に対する確実な指標が得られ、よりの確かな診断や治療効果の判定が可能となる。また、患者は歯科治療によって自分の顎口腔の形態と機能がどのように変化し改善したかを客観的に知ることができる。安心安全な歯科治療の実践が可能となる。

研究成果の概要(英文)：In this research, the total number of subjects reached 98. The cumulative total number of jaw motion measurements was 123, and of CT scans was 86 of them. The jaw tracking device used in this research is developing by collaborating with a company. Results of evaluation experiments of the commercial prototype device suggested that the device work properly and effectively (relative error; 0.3%).

By analyzing and visualizing jaw motion and 3D imaging data using the next generation of dental CAD/CAM system, we found a new-concept rotation axis of mandible named the least motion axis (LMA). Additionally, we reveal that the designed analysis methods are effective for not only evaluation of the functions and structures of stomatognathic system but also designing of the dental prostheses.

研究分野：歯科補綴

キーワード：歯科用CAD/CAM 顎運動 咬合可視化

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年、コンピュータ支援による歯科診療(Digital Dentistry)が身近なものになってきた。なかでも歯科用 CAD/CAM 技術の進歩は著しく、歯科技工の領域において補綴装置作製に利用可能な状態となっている。しかし、現状では顎口腔機能の情報を CAD に反映するのが難しく、補綴装置の設計や咬合面形態を製作する際の客観的な方法が確立されているとはいえない。患者個々の機能に調和した補綴装置の客観的な設計・製作方法を確認するためには、顎口腔領域の形態情報だけでなく機能(顎運動等)情報のデジタル化技術が必須となる。

研究者らは、顎運動測定技術、歯列などの三次元形状測定技術、とその情報統合技術から成る「咬合可視化技術」の開発研究を進めており、これまでの研究成果を進展させ顎口腔系の機能情報を活用した補綴装置の設計・製作を可能とする次世代歯科用 CAD/CAM システムの開発を目指し本研究を着想した。

2. 研究の目的

歯科用 CAD/CAM システムは客観的情報(数値情報)を入力しなければプロダクト(補綴装置)を設計製作することはできない。補綴装置に患者の機能情報を反映するためには顎口腔領域の形態だけでなく機能情報(顎運動情報)を数値化する必要がある。本研究では、顎運動情報から補綴装置の設計・製作に必要な情報(咬合高径、咬合平面の位置、咬合接触部位、咬合小面の向きと位置など)を客観的に表現する方法を確立する。

3. 研究の方法 *研究代表者の所属変更ため前任の徳島大学と共同で研究を実施した。

(1) 磁気ベクトル方式顎運動測定器商用試作器の開発

測定原理

一対の三軸コイルを用いた測定方式と三軸コイルで測定された磁束密度から三軸コイルの位置と姿勢を高精度に復元する方法を応用した測定器¹⁾を開発している(図1)。本研究では、開発した商用試作器の評価実験を行った。この顎運動測定器の基準座標系は、上顎切歯点(IN)、左右第一大臼歯中心窩(L6,R6)で定義される上顎咬合平面座標系($O_U-X_UY_UZ_U$)とする(図1)。

校正実験

補正実験として一次コイルの中心を原点とし大地に固定、二次コイルは、三軸ステージ(PI社製 M-531-5S、位置決め精度:0.002mm)に口腔内での設置位置を考慮し一次コイル-二次コイル間距離が約100mmとなる位置 $x=-60\text{mm}$, $y=60\text{mm}$, $z=-60\text{mm}$ に固定した。x軸方向-60~-100mm, y軸方向60~100mm, z軸方向-60~-100mmの範囲を各軸10mm間隔で125点の連続する1秒間のデータを収集した。なおサンプリング周波数は100Hzとした。得られた磁場の実測値と理論値が一致するように補正計算式を考案した。補正計算式で補正した結果から測定器の精度と正確度を求めた。

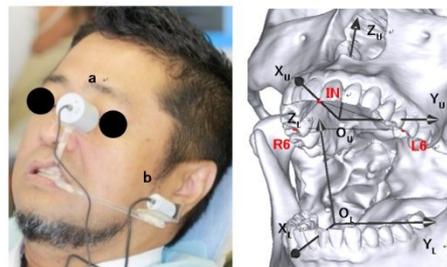


図1 磁気ベクトル方式顎運動測定器

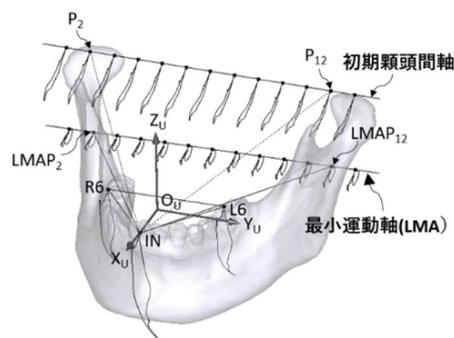
(2) 顎口腔系の形態と機能の可視化技術(Virtual Reality 咬合器)の開発

現在の歯科用 CAD/CAM システムは、従来型の咬合器の動きをコンピュータ上で再現して補綴装置の設計・製作に利用している。しかし、従来型の咬合器が生体を完全に再現できない問題点を解決できていないため、患者個々の顎機能情報を CAD に反映するのが難しい²⁾。そこで我々は、患者個々の形態と機能を正確に再現できる Virtual Reality (VR) 咬合器の開発を進めている。VR 咬合器には、三次元形状測定技術、顎運動測定技術とその重ねあわせ技術が必須である。これまでに国内外で VR 咬合器の研究が報告されているが、生体が咬合に要求する精度は $20\mu\text{m}$ 程度³⁾と高く、現在この精度を実現できる歯科用 CAD/CAM システムは存在しない。我々の磁気ベクトル空間方式顎運動測定器は十分な精度を実現できており、この測定器を用いた VR 咬合器の開発を行った。

(3) 最小運動軸 (Least Motion Axis; LMA)

回転軸を用いて数学的に顎運動を表現する顎運動モデルとして、ヒンジアキシス、全運動軸などが挙げられる。我々は、新たな下顎の回転軸である最小運動軸 (Least Motion Axis; LMA) を発見した⁴⁾。この軸は、矢状面内運動時の下顎の並進運動範囲が最小となる数学的特徴を示す運動軸であり、下顎孔の開孔部付近を通る。

<LMAの算出方法> LMAは、Shigemotoの全運動軸(KA)の自動推定方法⁵⁾を応用して推定し



IN-LMA plane : IN と LMA を含む平面
LMAP_m (m=1...13): 算出したLMA点

図2 初期顎頭間軸と最小運動軸

た．一辺を 100mm, Balkwill 角を 20° とした Bonwill 三角の後方の一辺を初期顎頭間軸とした．この軸上に 10mm 間隔で解析対象点を 13 点(P1-P13)設定し, それぞれの点を通る矢状面内で並進運動範囲が最小になる最小運動軸点 LMAPm (m=1-13)を算出した．求めた 13 個の LMAP に対する 3 次元近似直線を LMA とした (図 2)

運動軸としての特徴の検討

顎口腔系の機能異常およびその既往がなく, 個性正常咬合を有する成人有歯顎者 45 名(男性 24 名, 女性 21 名, 26.7±6.6 歳)を被験者とし LMA の特徴を KA のそれと比較検討した．本研究は, 徳島大学病院臨床研究倫理審査委員会 (第 575 号) の承認を受け, 事前に研究の主旨を説明し, 同意を得た上で測定を行った．

上記の磁気ベクトル空間方式顎運動測定器を用いて顎運動測定を行った．被験運動を矢状面内限界運動とし, サンプリング周波数 100 Hz で 3 回測定し LMA を求めた．3 次元の線形性を評価するために近似直線の各軸点との距離の RMS 値 (Drms) を算出した．次に, KA については, 各軸点の顎路の上下幅を, LMA については, 運動範囲 (運動経路の平均位置からの距離の最大値) を求めた．KA と LMA の平行性については 2 軸のなす角を, 距離については求めた 13 点の座標値 (前後-X 成分, 上下-Z 成分) の平均値を, 各被験者の代表値として比較した．統計処理には, Wilcoxon signed-rank test を用い有意水準 5 % で群間比較を行った．

機能異常者の最小運動軸の検討

患者群は 2016 年 7 月から 2018 年 8 月の間に鶴見大学歯学部附属病院補綴科を受診し顎運動検査を実施した 45 名 (男性 7 名, 女性 37 名, 56.2±14.3 歳) とした．顎機能障害の有無や程度については考慮しなかった．顎機能健常者群は先の (1) 運動軸としての特徴の検討と同じ 45 名とした．運動軸の 3 次元の直線性を評価するために Drms を算出した．3 回の被験運動よりそれぞれ算出された Drms の平均値を各被験者の代表値とした．Drms の値が大きく, 各軸点が直線状に分布しない場合などは, 被験者を解析対象から除外した．統計処理には, Mann-whitney U test を用い有意水準 5 % で健常者群と患者群の群間比比較を行った．

(4) 運動論的指標を用いた咬合平面の決定法の検討

矢状面における下顎孔の上縁は咬合平面の延長線上に位置することや, 下顎の閉口経路が咬合平面に対してほぼ 90° になるとの報告がある^{6,7)}．本研究では, 顎機能健常者における LMA

が咬合平面決定における機能的かつ定量的な指標になり得るかについて検討した．被験者は, 先の運動軸としての特徴の検討の被験者と同じ顎機能健常者 45 名とした．LMA は, 上記の <LMA の算出方法> を用いて求めた．本研究では, 咬合平面は IN, L6, R6 を含む上顎咬合平面とし, IN と LMA を含む平面を IN-LMA 平面と定義した．解析点は IN と, L6, R6 の中点である臼歯点 M6 とし, 習慣性閉口運動を矢状面投影した閉口路における咬合平面と IN-LMA 平面に対する矢状入射角 (CA_{occ} , CA_{LMA}) をそれぞれ算出した．閉口路は IN における 5.0mm 開口位と咬頭嵌合位を結ぶ直線とした (図 3)．3 回の被験運動から得られた閉口路入射角の平均値を各被験者の代表値とした．統計処理には統計解析ソフトウェア (SPSS12.0J) を使用した．有意水準は 5% とした． CA_{occ} と CA_{LMA} との群間比較には対応のある t 検定を用いた．各平面に対する閉口路入射角の線形相関には Pearson's chi-square test を用いた．

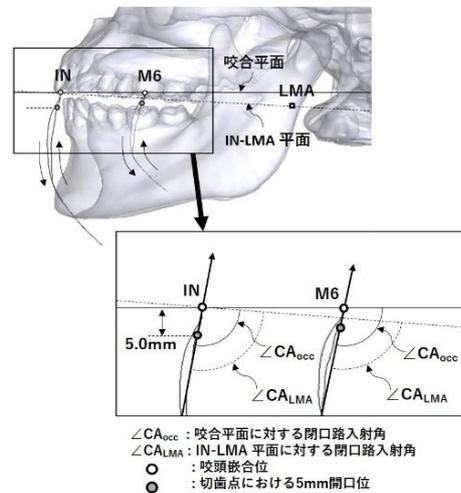


図 3 咬合平面および IN-LMA 平面に対する閉口路矢状入射角

4. 研究成果

(1) 磁気ベクトル方式顎運動測定器商用試作器の開発

一次コイル - 二次コイル間距離が 100mm の場合, 測定精度 (RMS 誤差) は 0.01mm 以下であった (図 4)．各軸方向 10mm 移動時の測定値は x 軸方向: 10.0009 ± 0.0052mm, y 軸方向: 10.0000

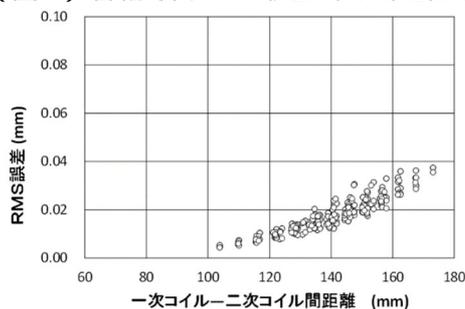


図 4 コイル間距離と RMS 誤差

表 1 各軸 10mm 移動時の絶対誤差(mm)

	x 軸方向	y 軸方向	z 軸方向
平均	10.0009	10.0000	9.9990
SD	0.0052	0.0049	0.0051
MAX	10.0218	10.0169	10.0188
MIN	9.9860	9.9826	9.9909
MAX-MIN	0.0358	0.0343	0.0279

$\pm 0.0049\text{mm}$ z 軸方向: $9.9990 \pm 0.0051\text{mm}$ で 10mm 移動時の絶対誤差は x 軸方向: 0.0358mm , y 軸方向: 0.0343mm , z 軸方向: 0.0279mm であった. 測定空間の相対誤差は約 0.3% であった (表 1). 今回開発した磁気ベクトル空間方式顎運動測定器の絶対精度は 0.3% で, 1mm 移動時の最大誤差が 0.003mm と高精度測定が可能であり咬合解析に必要な精度と正確度を実現できた.

(2) 顎口腔系の形態と機能の可視化技術 (Virtual Reality 咬合器) の開発

以下に今回確立した VR 咬合器の構築手順を示す.

上下顎骨形態計測: 高速らせん型 X 線 CT 画像装置 RADIX-Prima (日立メディコ) を用いて行う (撮像マトリックス: 512×512 , スライス厚: 0.625mm , FOV: 210mm). DICOM データは 3 次元画像処理ソフト Amira (Visage Imaging) にてセグメンテーション処理後, 頭蓋骨および下顎骨の三次元モデル (STL フォーマット) を CT 座標系 ($_{CT}$) で製作する.

歯列形態計測: 患者の歯列石膏模型を, 三次元形状計測装置 D900 (3Shape) を用いて計測し, 歯列形態の三次元モデル (STL フォーマット) をスキャナー座標系 ($_{SC}$) で製作する.

顎運動計測: 測定前に, 下顎センサを標点プローブに装着し, 3 標点 (IN, L6, R6) の上顎センサに対する位置を計測し (図 5) 上顎センサ座標系から顎運動座標系 ($_{MM}$) (図 1) に変換する.

座標系の統一: 3 つの座標系を $_{MM}$ に座標系を統一する. 3 標点 (IN, L6, R6) の $_{MM}$ と $_{SC}$ における座標値から座標変換行列 T_{SC-MM} を求め $_{SC}$ を $_{MM}$ に変換する. $_{CT}$ は, まず $_{SC}$ に変換するため CT と三次元形状測定装置で得られる形態モデルの少なくとも 3 点の共通の特徴点の座標値から変換行列 T_{CT-SC} を求めて $_{SC}$ 変換後, T_{SC-MM} を用いて $_{MM}$ に変換する. 形態と顎運動情報を統合して VR 咬合器を構築することで, 機能時の上顎骨 (上顎歯列を含) に対する下顎骨 (下顎歯列を含) の空間的な位置を仮想空間上で可視化することが可能となった (図 6). 実際の臨床では, 口腔内に金属修復物を認める症例が多く, 金属アーチファクトにより CT 画像から得られる三次元モデルでは, 歯列上に特徴点が得られない可能性がある.



図 5 上顎標点の計測

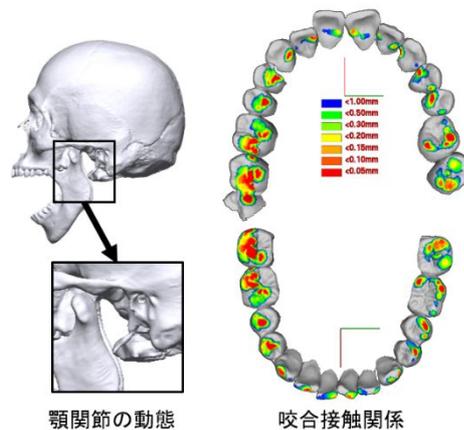


図 6 Virtual Reality 咬合器

(3) 最小運動軸

運動軸としての特徴

KA, LMA の Drms の中央値 (最小-最大) は, それぞれ 0.085mm ($0.006-6.253\text{mm}$), 0.048mm ($0.009-1.023\text{mm}$) であり, 両軸とも高い線形性を示した. LMA は KA より有意に高い線形性を示した ($P=0.015$). KA の顆路の上下幅と LMA の運動範囲の左右差について, 各軸上の点 KA_2 と LMA_2 , KA_{12} と LMA_{12} を各被験者の左右側の代表値とし比較した結果, KA は有意な差は認めなかった ($P=0.795$). 一方, LMA は有意な差を認めた ($P=0.003$). しかし LMA は右側 8.560mm , 左側 8.202mm と差が小さく左右差の絶対値は非常に小さいといえる (図 7). KAm の顆路の上下幅および LMAm の運動範囲の平均値を各被験者の代表値とすると 45 名の KA の上下幅は平均 $0.872 \pm 0.491\text{mm}$, LMA の運動範囲は平均 $8.66 \pm 1.77\text{mm}$ であった. KA と LMA のなす角は, 平均 $2.742 \pm 2.970^\circ$ であり, KA と LMA はほぼ平行であることが示された. 次に KA と LMA の空間的な位置関係について比較した結果, LMA は KA に対して有意に前方 (4.83mm) および下方 (28.68mm) に位置していた ($P<0.05$). 以上より顎口腔機能健全者においては KA, LMA はともに直線 (軸) として算出でき, かつ各軸に運動論的左右差はなく, LMA は KA に対しほぼ平行かつ前下方に存在することが示唆された.

機能異常者の最小運動軸の検討

KA の Drms を算出した結果から $Drms < 3.0\text{mm}$ の場合を KA が算出可能と定義した. 患者群

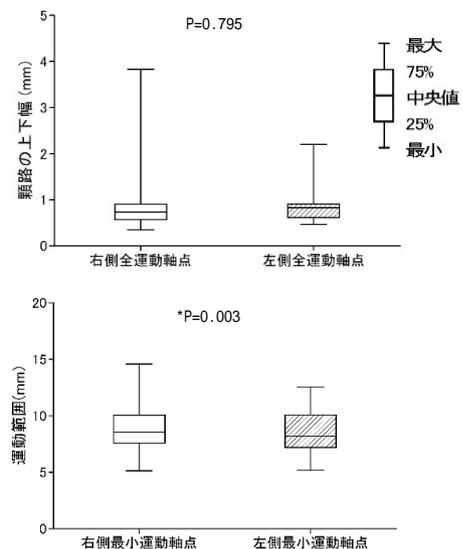


図 7 KA と LMA の左右差

45 名中 20 名、健常者群では 45 名中 1 名で KA が算出できなかった。KA が算出できた患者群(25 名)と健常者群(44 名)の Drms の中央値(最小-最大)はそれぞれ 0.372mm(0.010 - 2.820mm), 0.084mm(0.006 - 1.505mm)であり健常者群の KA は患者群に比較して有意に高い直線性を示した。一方, LMA はすべての被験者の Drms が 3.0mm 以下となり, 全被験者で LMA の算出が可能であった。患者群と健常者群の Drms の中央値(最小-最大)は, それぞれ 0.304mm(0.032 - 1.346mm), 0.048mm(0.009 - 1.023mm)であり健常者群の LMA は患者群に比較して有意に高い直線性を示した(図 8)。以上より患者群では KA が算出できない場合があることが示された。一方, 今回の被験者に限れば LMA は健常者群だけでなく患者群においても算出可能であったため, 顎機能異常者においても機能的基準軸となり得る可能性が示された。

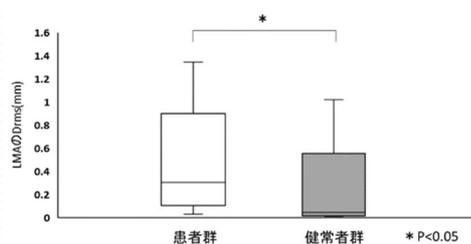


図 8 LMA の直線性

(4) 運動論的指標を用いた咬合平面の決定法

IN の CA_{occ} と CA_{LMA} はそれぞれ平均 $79.47 \pm 8.40^\circ$, $78.97 \pm 7.76^\circ$ であり両平面間に有意な差を認めなかった。M6 の CA_{occ} と CA_{LMA} は, それぞれ平均 $75.32 \pm 11.92^\circ$, $74.82 \pm 10.94^\circ$ であり, IN と同様に両平面間に有意な差を認めなかった(図 9)。IN と M6 における CA_{occ} と CA_{LMA} の相関係数 r は, それぞれ 0.807 ($P < 0.05$), 0.908 ($P < 0.05$) であり, とともに強い正の相関を認めた。また CA_{occ} と CA_{LMA} の回帰直線の傾きは, IN では, 0.99, M6 では, 0.98 であった。各解析点(IN, M6)における CA_{occ} と CA_{LMA} 間には有意差はなく, 強い正の相関が認められたこと, CA_{occ} と CA_{LMA} の回帰直線の傾

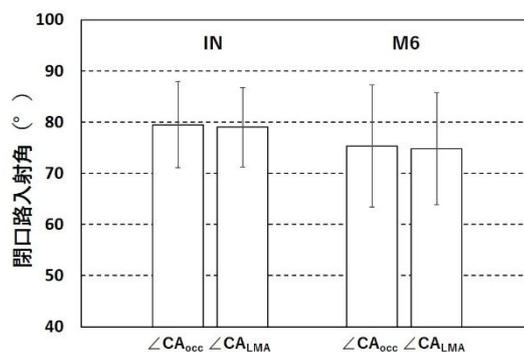


図 9 開口路入射角

きは, IN, M6 とともに約 1.0 であったことから IN-LMA 平面は咬合平面とほぼ同一の平面である可能性が示された。また, 下顎運動時に下歯槽神経血管束にかかる負荷を軽減するため, 下顎孔付近は, ほとんど並進運動しないと報告されている⁸⁾。以上より, LMA が咬合平面決定における機能的かつ定量的な指標になり得ると考えられる。今後は, 顎口腔系の形態情報と顎運動情報の座標系を統合して解析し顎口腔系の形態と LMA の関係を明らかにする必要がある。

最小運動軸 LMA および Virtual Reality 咬合器に関する研究成果の一部を 2019 年 9 月に Amsterdam で開催された 18th International College of Prosthodontists (ICP) & 43rd European Prosthodontic Association (EPA) joint conference にて発表し Best Poster Presentation Award を受賞した。また, 咬合平面の定量的決定法についても第 129 回日本補綴歯科学会学術大会(2020.6.27web 開催予定)で発表予定であるが, 9 題の課題口演賞(ファイナリスト)に選出されるなど本研究課題で実施した研究成果は高く評価されている。

- 1) Shigemoto S, Bando E, Ishikawa T, et al. Evaluation of an electromagnetic jaw tracking device using a pair of triaxial coils. J Jpn Mag Appl Dent 2: 18-20, 2006
- 2) Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J: A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. Dent Mater J 28: 44-56, 2009
- 3) Lundqvist S, Haraldson T: Occlusal perception of thickness in patients with bridges on osseointegrated oral implants. European Journal of Oral Sciences 92: 88-92, 1984
- 4) Hirai S, Shigemoto S, Shigeta Y, et al. Relationship between the mandibular movements and deformation of the Coronoid process and the Condyle. J Jpn Assoc Oral Rehabil. 29: 35-40, 2016.
- 5) Shigemoto S, Bando N, Nishigawa K, et al. Effect of an exclusion range of jaw movement data from the intercuspal position on the estimation of the kinematic axis point. Med Eng Phys 2014; 36: 1162-1167.
- 6) Fernandes ACS, Loureiro RP, Oliveira L, et al. Mandibular foramen location and lingula height in dentate dry mandibles, and its relationship with cephalic index. Int J Morphol 2015; 33: 1038-1044.
- 7) Ogawa T, Koyano K, Suetsugu T. Correlation between inclination of occlusal plane and masticatory movement. J Dent. 1998; 26: 105-112.
- 8) Smith RJ. Functions of condylar translation in human mandibular movement. Am J Orthod. 1985; 88: 191-202.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計16件（うち査読付論文 16件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Kihara T, Ikawa T, Shigeta Y, Shigemoto S, Nakaoka K, Hamada Y, Ogawa T	4. 巻 128
2. 論文標題 Mandibular three-dimensional finite element analysis for a patient with an aggressive form of craniofacial fibrous dysplasia	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology	6. 最初と最後の頁 214-222
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 0.1016/j.oooo.2019.06.009	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 Ito T, Shigemoto S, Shigeta Y, Matsuka Y, Ogawa T.	4. 巻 26
2. 論文標題 Proposal of quantitative method for determining occlusal plane	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J.Jpn.Soc.Stomatognath.Funct.	6. 最初と最後の頁 -
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 Tsumita M, Kihara T, Shigeta Y, Shigemoto S, Kokubo Y, Ikawa T, Ogawa T	4. 巻 9
2. 論文標題 Fracture strength of dual-structured CAD/CAM restoration with fiber-reinforced composite resin	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Journal of the Japan Academy of Digital Dentistry	6. 最初と最後の頁 158-164
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 Hayashi K, Shigeta Y, Tsumita M, Shigemoto S, Ikawa T, Ihara K, Kihara T, Ogawa T	4. 巻 9
2. 論文標題 Dual-structured CAD/CAM restoration with fiber-reinforced composite resin for posterior fixed partial dentures	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Journal of the Japan Academy of Digital Dentistry	6. 最初と最後の頁 183-186
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 小川 匠, 重本修伺	4. 巻 45
2. 論文標題 形態学的診断への応用 咀嚼機能の維持が加齢制御に及ぼす影響について	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 鶴見歯学	6. 最初と最後の頁 48-49
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 Hirabayashi Rio, Ito Mitsuhiro, Shigeta Yuko, Shigemoto Shuji, Ikawa Tomoko, Yamamoto Takatsugu, Ogawa Takumi	4. 巻 24
2. 論文標題 Verification of evaluation system for occlusal facets on sleep splint	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Journal of Japanese Society of Stomatognathic Function	6. 最初と最後の頁 99 ~ 106
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7144/sgf.24.99	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 Ito M, Ikawa T, Shigeta Y, Shigemoto S, Ogawa T	4. 巻 8
2. 論文標題 Detectability and reproducibility of the edge including the micro step in laboratory and intraoral scanners	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Journal of the Japan Academy of Digital Dentistry	6. 最初と最後の頁 -
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 Ito M, Ikawa T, Shigeta Y, Shigemoto S, Ogawa T	4. 巻 25
2. 論文標題 Verification of reproducibility of surface profile and small step height in dental scanners	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Journal of Japanese Society of Stomatognathic Function	6. 最初と最後の頁 -
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 K. Hirai, T. Ikawa, S. Shigemoto, Y. Shigeta, T. Ogawa	4. 巻 61
2. 論文標題 Evaluation of sleep bruxism with a novel designed occlusal splint	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 J Prosthodont Res	6. 最初と最後の頁 333-343
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jpor.2016.12.007	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 Y. Nomura, H. Takeuchi, S. Shigemoto, A. Okada, Y. Shigeta, T. Ogawa, N. Hanada	4. 巻 3
2. 論文標題 Secondary Endpoint of the Prosthodontics	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Int J Clin Case Stud	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15344/2455-2356/2017/117	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 平井健太郎, 井川知子, 重田優子, 小川 匠	4. 巻 23
2. 論文標題 易摩耗性スプリントを用いた咬耗の定量的評価法の開発	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本顎口腔機能学会雑誌	6. 最初と最後の頁 107-116
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7144/sgf.23.107	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 K. Sasaki, S. Shigemoto, Y. Shigeta, R. Hirabayashi, M. Tsumita, T. Ikawa, N. Ikuta, K. Okuma, Y. Takatsugu, T. Ogawa	4. 巻 24
2. 論文標題 Factors associated with occlusal plane inclination in adults	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Journal of Japanese Society of Stomatognathic Function	6. 最初と最後の頁 18-24
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kazuo Okura, Shuji Shigemoto, Yoshitaka Suzuki, Naoto Noguchi, Katsuhiko Omoto, Susumu Abe, Yoshizo Matsuka	4. 巻 61
2. 論文標題 Mandibular movement during sleep bruxism associated with current tooth attrition	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Prosthodontic Research	6. 最初と最後の頁 87-95
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jpor.2016.06.003	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 Shinya Hirai, Shuji Shigemoto, Yuko Shigeta, Shu Kamei, Takumi Ogawa, Eriko Ando, Rio Hirabayashi, Tomoko Ikawa, Yoshizo Matsuka	4. 巻 29
2. 論文標題 Relationship between the mandibular movements and deformation of the coronoid process and the condyle	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 The Journal of Japan Association of Oral Rehabilitation	6. 最初と最後の頁 35-40
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 大倉一夫, 鈴木善貴, 重本修伺, 大本勝弘, 葉山莉香, 岩浅匠真, 福本美緒, 井上美穂, 上枝麻友, 安陪晋, 松香芳三	4. 巻 29
2. 論文標題 スプリントによる睡眠時ブラキシズムに対する治療効果 : 予備的検討	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 日本口腔リハビリテーション学会雑誌	6. 最初と最後の頁 21-27
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 重本修伺	4. 巻 42
2. 論文標題 咬合・顎運動研究からDigital dentistryへ	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 鶴見歯学	6. 最初と最後の頁 21-29
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 -

〔学会発表〕 計30件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 5件）

1. 発表者名 伊藤崇弘, 重本修伺, 伊藤光彦, 木原琢也, 井川知子, 重田優子, 小川 匠
2. 発表標題 CT画像と顎運動情報を用いたVR咬合器の開発
3. 学会等名 第38回日本医用画像工学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 平井真也, 井川知子, 木原琢也, 伊藤崇弘, 平林里大, 重田優子, 重本修伺, 小川 匠
2. 発表標題 変形性関節症における三次元的形態解析
3. 学会等名 第32回一般社団法人日本顎関節学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 重本修伺, 伊藤崇弘, 平井真也, 平林里大, 井川知子, 重田優子, 小川 匠
2. 発表標題 咬合関係を変化させることで顎運動に変化を生じた症例
3. 学会等名 第32回一般社団法人日本顎関節学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ikawa T, Ito M, Park J, Ito T, Kihara T, Ando E, Shigeta Y, Shigemoto S, Ogawa T
2. 発表標題 Reproducibility of scanned 4 silicone impressions via a laboratory scanner
3. 学会等名 18th Biennial Meeting of the ICP Meeting Jointly with the EPA (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shigemoto S, Ito T, Ito M, Kihara T, Ikawa T, Park J, Ando E, Shigeta Y, Ogawa T
2. 発表標題 New concept of rotation axis for analyzing mandibular movements
3. 学会等名 18th Biennial Meeting of the ICP Meeting Jointly with the EPA (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kihara T, Ikawa T, Shigeta Y, Shigemoto S, Ito T, Hirai S, Harada N, Kawamura N, Ogawa T
2. 発表標題 Fabrication of muco-compressive splint via VR simulation technique in patients with mandibular reconstruction
3. 学会等名 The 5th Annual Meeting of the International Academy for Digital Dental Medicine, The 10th Annual Meeting of the Japan Academy of Digital Dentistry (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ito M, Ikawa T, Park J, Ito T, Kihara T, Shigemoto S, Ogawa T
2. 発表標題 Reproducibility of scanned 5 silicone impressions via a laboratory scanner
3. 学会等名 The 5th Annual Meeting of the International Academy for Digital Dental Medicine, The 10th Annual Meeting of the Japan Academy of Digital Dentistry (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 井川知子, 伊藤光彦, 伊藤崇弘, 木原琢也, 平井健太郎, 平井真也, 重田優子, 重本修伺, 小川 匠
2. 発表標題 顎運動機能情報を活用する次世代CAD/CAMシステムの開発 - 各種印象材のスキャン精度への影響 -
3. 学会等名 日本顎口腔機能学会第63回学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 木原琢也, 井川知子, 伊原啓祐, 重田優子, 重本修伺, 小川 匠
2. 発表標題 医用工学的手法を用いた支台歯形成ガイドおよびジルコニアクラウンの製作
3. 学会等名 一般社団法人日本歯科技工学会第41回学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ito T, Shigemoto S, Ikawa T, Ando E, Shigeta Y, Ogawa T
2. 発表標題 Visualization of static and dynamic occlusal contact
3. 学会等名 4th Meeting of the International Association for Dental Research Asia Pacific Region (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 井川知子, 重田優子, 重本修伺, 河村 昇, 伊原啓祐, 松本勝利, 杉元敬弘, 木原琢也, 林 邦彦, 伊藤崇弘, 小川 匠
2. 発表標題 補綴装置の高さを測定可能とした両側性マイクロメータ咬合器の開発
3. 学会等名 令和元年度日本補綴歯科学会西関東支部学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 木原琢也, 井川知子, 伊原啓祐, 佐々木圭太, 平井健太郎, 伊藤光彦, 伊藤崇弘, 重本修伺, 重田優子, 小川 匠
2. 発表標題 易摩耗性スプリントにおける耐摩耗性の検討 暫間修復用レジンとの比較
3. 学会等名 一般社団法人 日本デジタル歯科学会第9回学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 伊藤光彦, 井川知子, 伊藤崇弘, 木原琢也, 平井健太郎, 重田優子, 重本修伺, 小川 匠
2. 発表標題 各種スキャナにおける測定能および三次元画像構築の特性について
3. 学会等名 一般社団法人 日本デジタル歯科学会第9回学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 平井真也, 木原琢也, 井川知子, 伊藤光彦, 伊藤崇弘, 平林里大, 重田優子, 重本修伺, 小川 匠
2. 発表標題 変形性関節症における形態的特徴の検討 - 咬合器の選択に関する一考察 -
3. 学会等名 日本顎口腔機能学会第60回学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 重本修伺, 伊藤崇弘, 伊藤光彦, 木原琢也, 井川知子, 平林里大, 重田優子, 森山 , 坂東永一, 松香芳三, 小川
2. 発表標題 顎口腔機能情報を活用する次世代歯科用 CAD/CAM システムの構築 - 顎運動測定器の開発と応用 -
3. 学会等名 日本顎口腔機能学会第60回学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 伊藤光彦, 井川知子, 伊藤崇弘, 平井健太郎, 木原琢也, 重田優子, 重本修伺, 小川 匠
2. 発表標題 各種スキャナを用いてマージン形態の再現性の検討
3. 学会等名 公益社団法人日本補綴歯科学会第127回学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 木原琢也, 井川知子, 伊原啓祐, 佐々木圭太, 田地 豪, 平井健太郎, 伊藤光彦, 伊藤崇弘, 重田優子, 重本修伺, 二川浩樹, 小川 匠
2. 発表標題 易摩耗性スプリントと歯冠修復に用いる材料の耐摩耗性
3. 学会等名 公益社団法人日本補綴歯科学会第127回学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 伊藤崇弘, 重本修伺, 伊藤光彦, 木原琢也, 井川知子, 平林里大, 重田優子, 平井真也, 小川 匠
2. 発表標題 顎機能異常者における運動論的基準軸の検討
3. 学会等名 日本顎口腔機能学会第61回学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 木原琢也, 井川知子, 重田優子, 重本修伺, 小川 匠
2. 発表標題 患者の個別情報を用いた有限要素解析の歯科臨床への応用
3. 学会等名 第27回日本コンピュータ外科学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 重本修伺
2. 発表標題 よく噛めて, 噛み心地の良い咬合接触関係
3. 学会等名 第28回日本全身咬合学会学術大会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 平井健太郎, 井川知子, 重田優子, 小川 匠
2. 発表標題 易摩耗性スプリントを用いた摩耗の定量的評価法の開発
3. 学会等名 日本顎口腔機能学会第58回学術大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 林 邦彦, 井川知子, 伊藤崇弘, 伊藤光彦, 佐々木圭太, 積田光由, 重本修伺, 小川 匠
2. 発表標題 CAD/CAM技術を用いた歯冠修復 - グラスファイバー強化型コンポジットレジンの臨床的検討 -
3. 学会等名 日本デジタル歯科学会第8回学術大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 伊藤崇弘, 重本修伺, 平井真也, 平林里大, 井川知子, 重田優子, 小川 匠
2. 発表標題 咬合挙上により顎運動機能の改善を認めた症例
3. 学会等名 第29回 一般社団法人日本顎関節学会総会・学術大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 伊藤光彦, 井川知子, 伊藤崇弘, 木原琢也, 平井健太郎, 重田優子, 重本修伺, 小川 匠
2. 発表標題 各種スキャナーにおける測定能の検証
3. 学会等名 日本顎口腔機能学会第59回学術大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 木原琢也, 井川知子, 重本修伺, 重田優子, 伊藤光彦, 伊藤崇弘, 二川浩樹, 小川 匠
2. 発表標題 食塊粒度解析による咀嚼能力の定量的評価
3. 学会等名 日本歯科人間ドック学会第20回学術大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大川敏永, 安陪 晋, 重本修伺, 野口直人, 山内英嗣, 岡 謙次, 村上愛由, 堀川恵理子, 大倉一夫, 大本勝弘, 岩浅匠真, 松香芳三
2. 発表標題 歯科用CAD/CAMシステムにおける計測精度の検討
3. 学会等名 平成28年度日本補綴歯科学会 九州支部, 中国・四国支部合同学術大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 大倉一夫, 岩浅匠真, 重本修伺, 鴨居浩平, 上枝麻友, 藤本隆広, 山本伊一郎, 松香芳三
2. 発表標題 ARCTICA固定用アダプター使用によるCAD/CAMスキャンニングの検討
3. 学会等名 平成28年度日本補綴歯科学会 九州支部, 中国・四国支部合同学術大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 伊藤崇弘, 重本修伺, 井川知子, 伊藤光彦, 小川 匠, 松香芳三
2. 発表標題 下顎運動情報を用いた運動論的基準軸の空間的特徴の検討
3. 学会等名 日本顎口腔機能学会第57回学術大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 伊藤光彦, 井川知子, 平井健太郎, 木原琢也, 重本修伺, 伊藤崇弘, 二川浩樹, 小川匠
2. 発表標題 各種3Dスキャナーを用いた歯列模型の計測 -顎間距離の検討-
3. 学会等名 日本顎口腔機能学会第57回学術大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 重本修伺
2. 発表標題 下顎位を探る -顎運動情報からみた下顎位の検討-
3. 学会等名 平成28年度日本補綴歯科学会 西関東支部学術大会 (招待講演)
4. 発表年 2017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	田島 登誉子 (Tajima Toyoko) (80335801)	徳島大学・病院・助教 (16101)	
研究分担者	松香 芳三 (Matsuka Yoshizo) (90243477)	徳島大学・大学院医歯薬学研究部(歯学系)・教授 (16101)	
研究分担者	重田 優子 (Shigeta Yuko) (40367298)	鶴見大学・歯学部・講師 (32710)	

6. 研究組織（つづき）

	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	平林 里大 (Hirabayashi Rio) (40514394)	鶴見大学・歯学部・助教 (32710)	