学位論文の内容の要旨

論文提出者氏名	KIM Eung Yeol
論文審査担当者	主査　笛木　賢治 副査　金澤　学，立川　敬子
論　文　題　目	Effect of Scanning Origin Location on Data Accuracy of Abutment Teeth Region in Digital Impression Acquired Using Intraoral Scanner for Removable Partial Denture: A Preliminary In Vitro Study

（論文内容の要旨）

＜要旨＞

本研究の目的は，部分歯列欠損の光学印象におけるスキャン開始点の位置が可撤性部分床義歯（RPD）の支台歯領域のデータ正確度に及ぼす影響を明らかにすることである．下顎 KennedyⅡ級１類（左側第二小臼歯，左側第一大臼歯，右側第一および第二大臼歯欠損）模型を使用し，支台歯を想定した評価対象歯を左側第一小臼歯（#34），左側第２大臼歯（#37），および右側第２小臼歯（#45）とした．光学印象データは，高精度卓上スキャナ（基準データ）と口腔内スキャナ（IOS）データを用いて取得した．スキャン開始点および方向について#37 から近心方向へ撮影する経路（37M），#34 から非欠損側および欠損側へ撮影する経路（34M および 34D），#45 から非欠損側および欠損側へ撮影する経路（45M および 45D）を比較した．各評価対象支台歯における模型全体の重ね合わせにより得られた全体算出支台歯真度（TG）および対象支台歯のみの重ね合わせで得られた局所算出支台歯真度（TL），（繰り返し）精度，寸法正確度を評価した．評価対象歯毎に真度および寸法正確度は一元配置分散分析および Tukey の多重比較，精度は Kruskal-Wallis 検定を行った（$\alpha = 0.05$）．#34 の TG は，45M と 45D が 34D と 37M に対して有意に高かった．また#45 の TL は，45M が 34D に対して有意に高かった．寸法正確度について，45D は他のスキャン経路と比較して，#34 の寸法正確度が有意に低く，#45 が有意に高かった．以上より，IOS を用いた光学印象のスキャン開始点の位置が RPD の支台歯領域の印象データの真度と寸法正確度に影響を及ぼす場合があることが示唆された．

＜緒言＞

デジタル印象における残存歯部の正確度は，特にフレームワークの適合に重大な影響を及ぼし，残存歯部の適合性を向上させることは，デジタルワークフローを用いた RPD 治療の効果を最大化するために重要である．過去の研究では，欠損歯の数や配置が，欠損領域を含む全歯列の光学印象の再現性に影響を及ぼすことが報告されている．さらに，スキャン開始点からの距離が離れるほど，印象データの正確度が低化することが報告されており，この傾向は，部分欠損歯列でも同様と考えられる．スキャン開始点の位置は，特に部分欠損歯列の光学印象における残存歯部の正確度に影響を与える可能性がある．これまで，スキャン経路が，部分歯列欠損の光学印象の正確

度に影響を及ぼすことを示した報告はいくつかあるものの，これまでにスキャン開始点が部分欠損歯列の光学印象の正確度に与える影響を評価した報告はない. そこで本研究では, 下顎 KennedyⅡ級１類模型に対して，様々なスキャン開始点および撮影方向から撮影した印象データの正確度を比較した．本研究の目的は，スキャン開始点の位置が部分欠損歯列の光学印象データの正確度に及ぼす影響を明らかにすることである.

<方法>

下顎 KennedyII 級１類模型（E50-528，ニッシン社）を使用し．RPR の支台歯として左側第一小臼歯（#34），左側第二大臼歯（#37），右側第二小臼歯（#45）を評価対象とした．高精度卓上スキャナ（ATOS TripleScan 16M，GOM 社）により三次元形状データを１回取得し，これを基準データ（真値）とした．IOS（TRIOS3，3Shape 社）を用いて欠損部を含む全歯列スキャンにより IOS データを取得した(n=10／スキャン設定). スキャン開始点および方向について#37 から近心方向へ撮影する経路（37M），#34 から非欠損側および欠損側へ撮影する経路（34M および 34D），#45 から非欠損側および欠損側へ撮影する経路（45M および 45D）の５種類を設定した.

三次元解析ソフトウェア(Geomagic Control X，3D Systems 社)を用いて基準データと IOS データ間の差の算出した．データの重ね合わせには, 2 つのデータ間の差の平均(RMS)が最小となるように重ね合わせを行う「ベストフィット法」を用いた．真度は評価対象歯領域のみに対して，以下の２通りの方法で算出した：基準データと IOS データを全歯列で重ね合わせた後に支台歯領域のみをトリミングして算出した全体算出支台歯真度(TG)，基準データと IOS データの各評価対象歯部をトリミング後にデータの重ね合わせを行って算出した局所算出支台歯真度(TL). 精度は歯列全体に対して，すべての組み合わせの IOS データ間の RMS 値を算出した．模型の舌小帯，#34 の頬側咬頭頂，#37 の近心頬側咬頭頂，#45 の頬側咬頭頂に直径 3mm のステンレス小球を設置した．IOS データの寸法正確度を評価するために，舌小帯の小球の中心を原点とし，これと各支台歯上の小球の中心座標までの直線距離を算出した．統計解析は，一元配置分散分析および Tukey の多重比較（TG，TL，寸法正確度），または は，Kruskal-Wallis 検定（精度）を行った（α＝0.05）.

＜結果＞

#34 の TG は，45M と 45D が 34D と 37M よりも有意に高かった(p<0.01). また，#45 の TL は，45M が 34D よりも有意に高かった(p<0.01). #34 の TL は，45D が 37M よりも有意に高かった(p<0.05). #45 の寸法正確度は，45D が 34D と 37M(p<0.05)，34M と 45M(p<0.01)よりも有意に高かった．#34 の寸法正確度は，45D がその他の経路よりも有意に低かった(p<0.01).

＜考察＞

本研究では，TG と TL を解析した． TG は歯列全体を基準データに重ね合わせた後に，個々の支台歯に分けて解析した RMS 値である．従って，TG は歯列における各支台歯の位置による影響を含んだ真度と言える．過去の報告では，歯列の遠心に向かうほどデータ正確度が低下するという報告がある．本研究においてはスキャン経路間の比較に焦点を当てているものの，#34 と比較して#45 または#37 の TG は低い傾向が認められた．一方で，歯列全体をベストフィットアルゴリ

ズムで重ね合わせすることで，支台歯領域に限局した形状エラーによる影響が弱められる可能性がある．そこで，支台歯領域ごとにトリミングしてから重ね合わせすることで，支台歯領域に限局した形状エラーに焦点を当てた真度（TL）を評価した．本研究では，TG，TL ともに，#45 から開始されるスキャン経路が高い真度を示した．この結果は，業者が指定する歯列の端から撮影する方法（37M）が，部分欠損歯列においては推奨されない可能性を示唆している．

また，撮影開始点や撮影方向は，精度には大きな影響を与えないことが示唆された．また，本研究で確認された，IOS によるデジタル印象の精度はおよそ 20 μm であり，従来印象法の精度 77-119 μm と比較してかなり優れている．従って，本研究で使用した IOS による部分欠損歯列の光学印象は，臨床応用するのに問題のない支台歯領域の精度を有しているものと考えられる．

#34 における寸法正確度は，45D で最も低かった．過去の研究では，顎粘膜部はデータ合成に利用できるランドマークが欠落しているために，顎粘膜部の光学印象データの正確度が低下することが報告されている．スキャン開始点から続いて遊離端欠損領域を撮影するスキャン経路では，データ合成の初期段階で顎粘膜部のデータ合成時のエラーが，データ全体のデータ正確度を低下させる可能性が考えられる．逆に，#45 の寸法正確度は 45D で最も高かった．これは，スキャン開始点周囲のデータ正確度は高いことが影響している可能性がある．しかし，スキャン開始点に隣接する欠損がどのようにデータ正確度に影響を及ぼすかは不明である． ADA は従来の材料による印象採得の許容可能な線形寸法変は，印象採得後 24 時間で 0.5%以下としている．一方，本研究で得られた寸法正確度は最大 0.49%であった．したがって， RPD 製作を目的として IOS で採得された光学印象の寸法正確度は，臨床的に許容できる精度であることが示唆された．

＜結論＞

本研究の結果から，下顎 Kennedy II 級 1 類模型において IOS で採得された RPD の支台歯領域の光学印象データの真度と寸法正確度には，スキャン開始点と方向が影響する場合があることが示唆された．中間欠損を介して孤立した支台歯よりも連続する残存歯列の端をスキャン開始点にすること，スキャン開始点から顎粘膜面に向かう方向よりも連続する歯列に向かう方向が真度と寸法正確度が高いことが示唆された．

論文審査の要旨および担当者

報　告　番　号	甲 第　6772　号	KIM Eung Yeol
論文審査担当者	主査　笛木　賢治 副査　金澤　学，立川　敬子	
論　文　題　目	Effect of Scanning Origin Location on Data Accuracy of Abutment Teeth Region in Digital Impression Acquired Using Intraoral Scanner for Removable Partial Denture: A Preliminary In Vitro Study	

（論文審査の要旨）

口腔内スキャナ（IOS）を用いた光学印象における残存歯部の正確度は，デジタルワークフローによる部分床義歯（RPD）治療の効果を最大化するために重要である．過去の研究では，欠損歯の数や配置が，欠損領域を含む全歯列の光学印象の再現性に影響を及ぼすこと，スキャン開始点からの距離が離れるほど，印象データの正確度が低下することが報告されている．これまで，スキャン経路が，部分歯列欠損の光学印象の正確度に影響を及ぼすことを示した報告はいくつかある．しかし，スキャン開始点が部分欠損歯列の光学印象の正確度に与える可能性があるが，これまでに研究の報告はない．そこで本研究では，下顎 KennedyⅡ級 1 類模型に対して，様々なスキャン開始点と撮影順序で撮影した光学印象データの正確度を比較した．本研究の目的は，スキャン開始点の位置が部分欠損歯列の光学印象データの正確度に及ぼす影響を明らかにすることである．

下顎 KennedyⅡ級 1 類模型（E50-528，ニッシン社）を使用し，左側第一小臼歯（#34），左側第二大臼歯（#37），右側第二小臼歯（#45）を支台歯と想定し評価した．高精度卓上スキャナ（ATOS TripleScan 16M，GOM 社）により基準データを取得し(n=1)，これを真の値とした．IOS（TRIOS3，3Shape 社）を用いて欠損部を含む全歯列スキャンを行い，評価対象となる IOS データを取得した(n=10)．スキャン開始点と方向は，#37 から近心方向へ撮影する経路（37M），#34 から非欠損側および欠損側へ撮影する経路（34M および 34D），#45 から非欠損側および欠損側へ撮影する経路（45M および 45D）を設定した．

真度は評価対象歯領域を対象として，基準データと IOS データを全歯列で重ね合わせた後に支台歯領域のみをトリミングして算出した全体算出支台歯真度(T_G)，基準データと IOS データの各評価対象歯部のみをトリミングした後にデータの重ね合わせを行って算出した局所算出支台歯真度(T_L)を算出した．精度は歯列全体に対して，すべての組み合わせの IOS データ間の root mean square value を算出した．模型の舌小帯，#34 の頬側咬頭頂，#37 の近心頬側咬頭頂，#45 の頬側咬頭頂に直径 3mm のステンレス小球を埋め込み，各球の中心を測定点とした．舌小帯の小球を原点として，各支台歯上の小球までの直線距離を寸法正確度として計測した．

本研究から，得られた主な結果は以下の通りである．

1. #34 の T_G は，45M と 45D が 34D と 37M によりも統計的に有意に高く，#45 の T_L は，45M が 34D よりも統計的に有意に高かった．#34 の T_L は，45D が 37M に対して統計的に有意に高かった．

2. #45 の寸法正確度は，45D が 34D と 37M，34M と 45M よりも統計的に有意に高かった．#34 の寸法正確度は，45D がその他の経路より統計的に有意に低かった．

本研究では，T_G，T_L ともに，#45 から開始されるスキャン経路が高い真度を示した．この結果は，一般に推奨される歯列の端から撮影する方法（37M）が，部分欠損歯列においては推奨されない可能性を示唆している．また，撮影開始点や撮影方向は，精度には大きな影響を与えないことが示唆された．また，本研究の IOS による光学印象の精度はおよそ 20μm であり，部分欠損歯列の光学印象は，臨床応用するのに問題のない支台歯領域の精度を有していると考えられる．

#34における寸法正確度は，45Dで最も低かった．過去の研究では，粘膜部はデータ合成に利用できるランドマークが欠落しているため，光学印象データにおいて，粘膜部の正確度が低いことが報告されている．スキャン開始点から続いて遊離端欠損領域へ撮影するスキャン経路では，データ合成の初期段階でのデータ合成時のエラーが，データ全体のデータ正確度を低下させる可能性が考えられる．逆に，#45の寸法正確度は45Dで最も高かった．これは，スキャン開始点周囲のデータ精度が高いことが影響している可能性がある．

本研究は，下顎部分欠損歯列のスキャン開始位置が印象データの正確度へ及ぼす影響を評価した最初の研究である．本研究では，IOS を用いた部分欠損歯列の光学印象において，孤立歯からスキャンを開始すること，スキャン開始点から粘膜方向へスキャンすることが支台歯領域の真度を低下させる可能性が示唆された．

以上のように本研究は，スキャン開始点および撮影方向が IOS を用いた部分欠損歯列の光学印象データの正確度に及ぼす重要な情報を提供するのみならず，今後実施すべき臨床研究への多くの示唆を提供しており、歯科補綴学および補綴歯科臨床の発展に寄与するものと考えられた．よって本論文は，博士（歯学）の学位申請を行うにあたり，十分に価値があるものと認められた．