

小型3Dスキャナによる顔面形態の形状抽出と三次元的評価への活用 - 第2報 - 精度の比較

3D Facial morphological analysis using small-sized 3D scanner -2- Comparison of the accuracy

○古谷忠典¹、茶谷竜仁¹、西方聡²、堀向弘真²、鶴木三郎³、田中憲男⁴、布留川創⁵、常盤肇⁶、野々山大介⁷、茶谷仁史¹

¹ユニ矯正歯科クリニック, ²札幌東徳洲会病院 歯科口腔外科, ³鶴木クリニック医科歯科, ⁴プロ矯正歯科, ⁵イデア矯正歯科クリニック, ⁶常盤矯正歯科, ⁷ののやま矯正歯科医院

Tatsuhito CHAYA¹, Tadanori FURUYA¹, Satoshi NISHIKATA², Hiromasa HORIMUKAI², Saburou TSURUKI³,
Norio TANAKA⁴, Hajime HURUKAWA⁵, Hajime TOKIWA⁶, Daisuke NONOYAMA⁷, Hitoshi CHAYA¹

¹Uni orthodontic clinic, ²Sapporo Higashi Tokushuukai Hospital Dept. of Dentistry and Oral Surgery, ³Tsuruki Clinic Dental Medical, ⁴Professional Orthodontic Clinic, ⁵IDEA Orthodontic Office ⁶Tokiwa Orthodontic Clinic, ⁷Nonoyama Orthodontic Clinic

【目的】

当院では**CBCT**を用いて得られた硬組織および軟組織の情報を外科的矯正治療に役立てている。近年、急速に普及し低価格化し小型化が進む非接触型**3D**スキャナ（以下 **3D**スキャナ）によって三次元的な顔面形態を採取することにより、簡便に軟組織の形状および表面色の情報が得られると考えた。第29回本学会学術大会において、**3D**スキャナによる顔面形態の採取の精度について検討した。今回、さらに複数の入力方法が追加されたので、その精度について検討したので報告する。

【方法】

従来の方法として、小型3Dスキャナ(Bellus3D, Bellus3D inc)をタブレット(Android, Google LCC)に接続する方法(以下 Android版)に加え、パーソナルコンピュータ(Windows 10, Microsoft Co.)に接続する方法(以下 Windows版)、深度カメラを内蔵した別社製のスマートフォン(iPhone X, Apple Inc.)を用いた方法(以下 iPhone版)で、被験者1名(筆頭研究者)に対してデータ採取を行った。撮影は、口唇安静状態と、口角鉤(Angle-Wider)を用いて歯列を露出した状態で行い、リングライトを適時、組み合わせた。



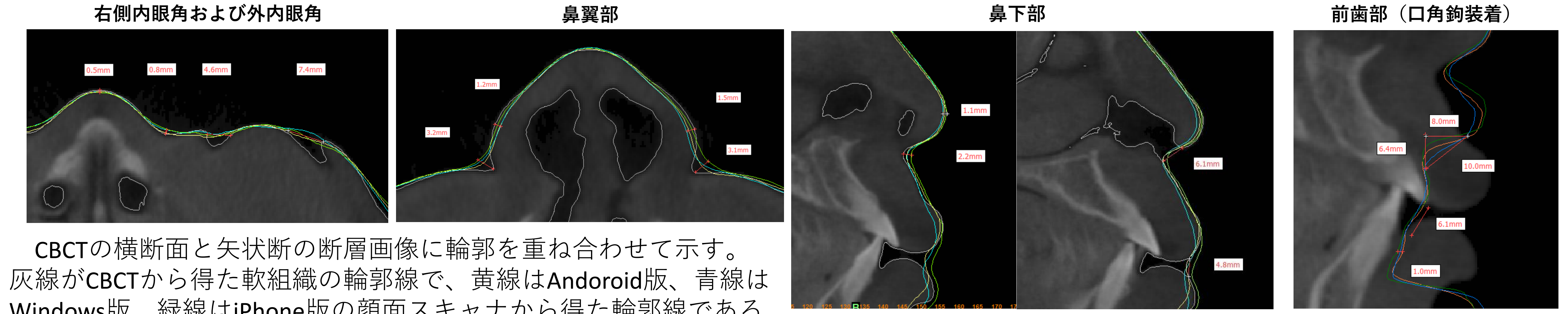
そしてMeshLab(ISTI-CNR R.C., Italy)を用いて、顔面の特徴部位 5 か所(右眼部の内眼角・外眼角、右鼻翼部、鼻下部、前歯部)について2cm立方の範囲に含まれる頂点の数を算出し、解像度とした。

次にコーンビームCT(CBMercuRay, 日立メディコ)で安静口唇状態で撮影を行い、顎変形症手術シミュレーションプログラム(ProPlan Materialize NV)を用いて作成した顔面軟組織の輪郭との比較を行い、計測範囲の形態の差異と臨床的影響について考察した。

【結果】

解像度については、それぞれにおいて頂点数および形態に差異が認められ、解像度としてはAndroid版とWindows版では、1 mm平方毎に頂点数が約2点であり、おおよそ約0.5mm毎に1平面の微小三角平面（以下 メッシュ）が生成されると考えられた。iPhone版では、0.8点であり、約1.25mm毎にメッシュが生成されると考えられた。

		右外眼角部	右内眼角部	右鼻翼部	鼻下部	前歯部	平均
20mm ³ 毎の頂点数	Android版	937	871	699	796	774	815.4
	Windows版	882	803	687	834	982	837.6
	iPhone版	353	312	244	320	354	316.6
1mm ² 毎の頂点数	Android版	2.3	2.2	1.7	2.0	1.9	2.0
	Windows版	2.2	2.0	1.7	2.1	2.5	2.1
	iPhone版	0.9	0.8	0.6	0.8	0.9	0.8



CBCTの横断面と矢状断の断層画像に輪郭を重ね合わせて示す。灰線がCBCTから得た軟組織の輪郭線で、黄線はAndroid版、青線はWindows版、緑線はiPhone版の顔面スキャナから得た輪郭線である。

内眼角および外眼角部では、CBCTの軟組織外形と比べると、距離にして4.6mm～7.4mmとなる眼球中央部と眼裂部の段差が補完され移行的形態になっていた。尾翼部の基底部の溝は、丸みを帯びるように、最大で3.2mmほど浅くなっていた。鼻下部では、最大で2.2mmで溝が浅くなっていた。また鼻孔や上下口唇間も塞がれていた。口角鉤の装着時の前歯部では（CBCT像は前同で口唇安静状態）、口唇から前歯唇面への部分と、被蓋による段差などが、移行的形態になっていた。

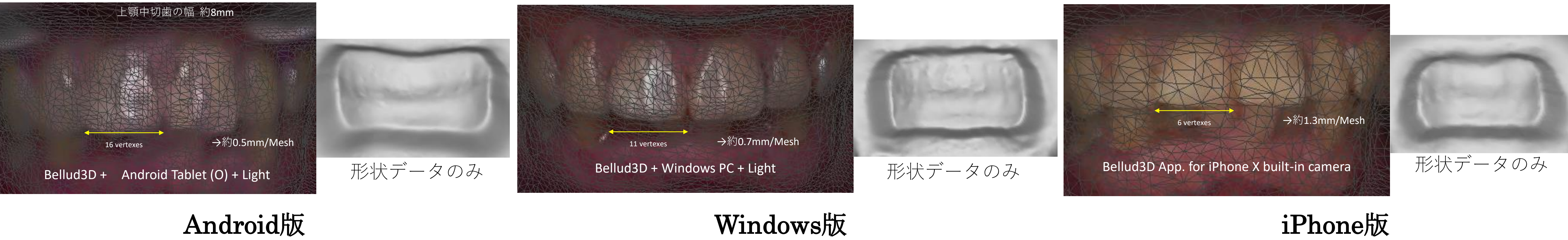
【考察】

共同演者による前回の発表の検証結果として、Android版において、形状の再現性については、マネキン[®]を10回撮影して得られた45組の表面形状データ同士の誤差は、首、顎の下、髪毛の部分以外では、0.5mm以内の領域が88.6%以上であったため、小型3Dスキャナにて採得された表面形状データは再現性があると考えられた。また、形状変化時の再現性については、接触型デジタイザを使った検証で、計測誤差は0.2mm程度であり、術前、術後の2時点での重ね合わせを想定すると、それらの2点間の距離の誤差は0.4mm以内であり、昨今のCTにおける1スライスの幅（ボクセルピッチ）が0.4～0.5mm程度が多いため、小型3Dスキャナにて採得された表面形状データが臨床使用に耐えうる精度と考察した。

Android版とWindows版は、今回の検証でも前回の検討結果と同じ0.5mm程度の精度と考えられたが、iPhone版では1.25mm程度の誤差となると考えられる。しかしながら、これらの出力データの精度は、デバイスの性能のみならずプログラムの設定（頂点数や、メッシュ形状の最適化の程度）によって今後変わる可能性があり、必要に応じ、形態の再現性の検証を行う必要があると思われる。

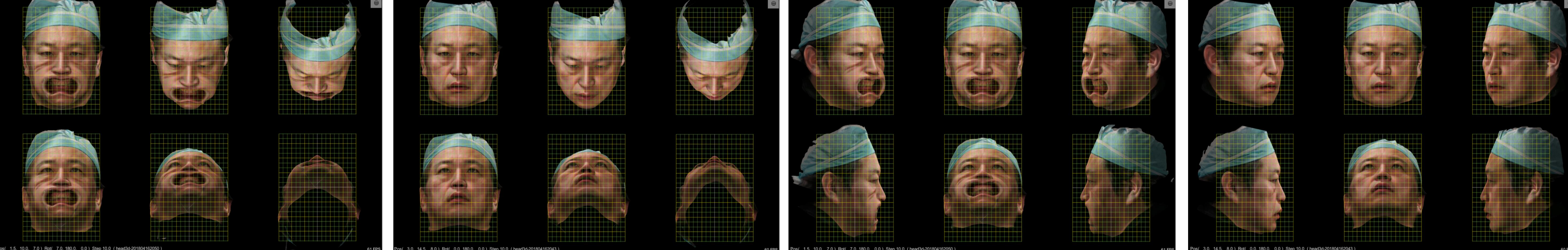
計測範囲については、これらの領域は顔面の中で形態が、変化している部位で比較的特徴点として利用されることが多いと考え選択した。しかし、これらの計測範囲の検証で、段差が大きい部分や穴が補完により移行的になっている事が確認された。これは計測時の誤差への対応なのか、作図的な形態の修正等なのかは不明であるが、特徴点として利用する場合や臨床的所見としての言及する場合には注意が必要と考えられた。また顔面の重ね合わせは、眉部と鼻背の面形態を利用する方法（Tゾーン）も、より有用であると考えられる。

なお、昨今の顔面認識技術は、深度センサーのデータを利用したメッシュ構築による形態だけではなく、カラー顔面撮影データも組み合わせ、特徴点の抽出の精度と応用性を向上させているという背景がある。下記は、口角鉤を装着して撮影した3Dデータの前歯部部分の拡大図である。メッシュからなる形状データのみだと、隣接面部分の形態を再現するメッシュの精細性に劣るが、カラーデータも利用することで、メッシュ精度以上の精度で部位を特定できることがわかる。これらのことから、臨床的には表面色調データも組み合わせた3Dデータを利用することにより、メッシュの粗さを補って活用できると考えられる。



応用例として、当院では3D顔貌シミュレーションによる手術後の顔貌予測や、規格化した3D写真画像を用いて複数時点の重ね合わせを行い格子を重ねて表示し評価することにより、多様な方向から顔面形態の比較を行って診断の参考にしている。精度的特性を考慮する必要があるが、より手軽に利用できるようになった顔面3D写真は、顎変形症の治療の分野においても有用であると考えられる。

3D顔面写真の臨床応用例 2 時点での比較評価 顔面形態と歯列の関係性がより可視化される



【結論】低価格な汎用3Dスキャナによる出力データには差異があり、今回のような検証を行う必要があると考えられた。