

Virtual Realityを用いた外科的矯正治療の手術計画立案と 三次元手術シミュレーションの遠隔活用

Utilization of 3DCG data in virtual surgery of orthognathic surgery

○茶谷竜仁¹、古谷忠典¹、西方聡²、工藤章裕³、大和志郎⁴、堀向弘真²、布留川創⁵、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帯広第一病院 歯科口腔外科, ⁴フォレスト矯正歯科クリニック, ⁵イデア矯正歯科

Tatsuhito CHAYA¹, Tadanori FURUYA¹, Satoshi NISHIKATA², Akihiro Kudou³, Shirou Yamato⁴

Hiromasa HORIMUKAI², Hajime FURUKAWA⁵, Hitoshi CHAYA¹

¹Uni orthodontic clinic, ²Sapporo Higashi Tokushukai Hospital Dept. of Dentistry and Oral Surgery, ³Obihiro Dai-ichi Hospital Dept. of Dentistry and Oral Surgery, ⁴Forest Correction odontology Department, ⁵IDEA Orthodontic Office

【目的】

外科的矯正治療は矯正歯科医と口腔外科医の連携が重要であるが、治療計画の立案やその修正の伝達が円滑にできず、治療計画の実現に差異が生じることがある。当院ではコミュニケーションツールの一つとして、コンピュータグラフィック(以下CG)をVirtual Reality(以下VR)で活用することで、三次元的画像の各種の分析、治療計画の立案および修正に役立っているのを報告する。

【方法-1.VR、モニター、模型上における計測の精度検証】

I) STOの作成

コーンビームCT(以下CBCT)を用いて患者および患者の石膏模型を咬合器にマウントしたものを撮影し、DICOMデータを得た。頭蓋顎顔面手術用仮想術前計画ソフトウェア(ProPlan CMF, Materialise、以下ソフトウェア:写真1)を用いて上下顎骨の移動量および移動方向を設定し、STOを作成した。

それらからSTLデータを作成し、医療用VRシステム(HoloeyesXR,HoloEyes社)に入力し、3Dプリンタ(ZENITH, ヨシダ Form2, Fomlabs:写真2)にて組み換え可能な実体模型(写真4)と干渉部の小骨片模型を作製した。さらに、VRゴーグル(Oculus Quest:写真3)にて立体視と操作を行った。

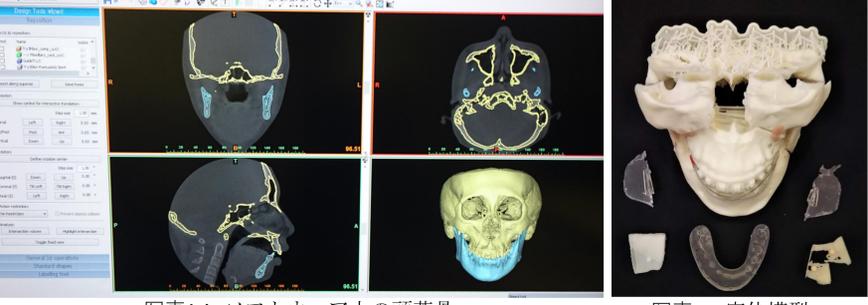


写真1: ソフトウェア上の頭蓋骨

写真2: 実体模型



写真3: VRゴーグル 左: スタンドアロン型 右: PC接続型

II) 各装置による計測

1: Minorセグメントの干渉量の測定

2jaw surgeryにてSTOを作製した3症例(症例A~C)を対象とした。下顎右側のSet Back量とMinorセグメントの干渉量を測定するために、Minorセグメントと下顎体の重なり合う部分の抽出を行った(以下干渉部)。STO作成時の三次元基準平面を参考にして、干渉部の幅径(計測①)と頬側面の長径(計測②)を測定した(写真4)。

2: 上顎骨のアドバンス量の測定

上顎骨の前方移動量についてディスカッションをする際に、二次元画面上でのコミュニケーションが難しかった2症例(症例D,E)を対象とした。上顎の右側について、固定用プレート走行部相当部位のアドバンス量(計測③)を測定した(写真5)。

①~③を計測するために、おおよそ同一と考えられる箇所をそれぞれポイントングし、距離を計測した。各計測は同一の計測者が行い、10回ずつ計測し、平均と分散を求め、比較を行った。

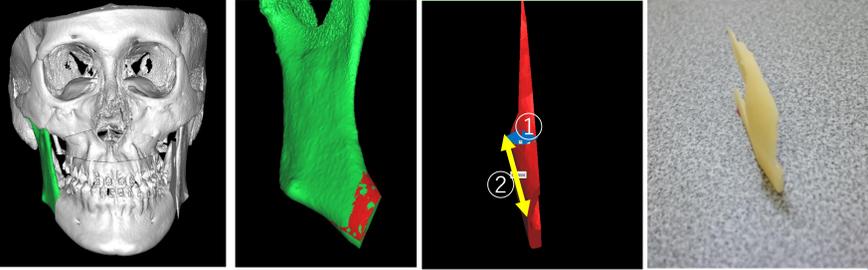


写真4: ソフトウェア上の右側骨片(緑)、干渉部(赤)と干渉部の実体模型、

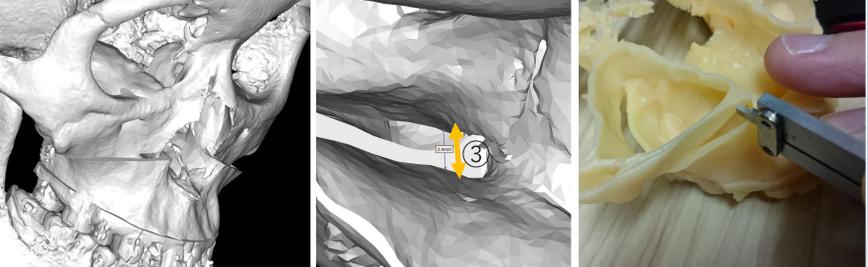


写真5: ソフト上の頭蓋骨と実体模型上でのアドバンス量の測定(③: オレンジ)

【結果-1】各装置における平均と分散の差

すべての計測において、各装置の計測値の平均値の差は0.2mm以下であった。また、すべての計測において、VR上での計測がソフト上での計測と実体模型上での計測と比較して、有意に分散が小さかった。

1.計測①結果

A-①	平均	分散	B-①	平均	分散	C-①	平均	分散
ソフト	3.04	1.56×10E-2	ソフト	2.15	1.64×10E-2	ソフト	1.54	1.95×10E-2
実体模型	3.00	1.82×10E-2	実体模型	2.11	1.96×10E-2	実体模型	1.58	1.93×10E-2
VR	2.96	9.05×10E-4	VR	2.08	9.34×10E-4	VR	1.49	9.78×10E-4

表1: 各装置における計測①の平均と分散 *p<0.05

2.計測②結果

A-②	平均	分散	B-②	平均	分散	C-②	平均	分散
ソフト	8.27	4.56×10E-3	ソフト	4.34	5.55×10E-3	ソフト	53.3	5.56×10E-3
実体模型	8.07	6.92×10E-3	実体模型	4.32	7.25×10E-3	実体模型	53.4	7.82×10E-3
VR	8.16	1.43×10E-3	VR	4.38	9.88×10E-4	VR	53.3	1.39×10E-3

表2: 各装置における計測②の平均と分散 *p<0.05

3.計測③結果

D-③	平均	分散	E-③	平均	分散
ソフト	3.43	6.78×10E-3	ソフト	4.45	8.55×10E-3
実体模型	3.34	1.23×10E-2	実体模型	4.40	1.88×10E-2
VR	3.42	8.74×10E-4	VR	4.41	8.89×10E-4

表3: 各装置における計測③の平均と分散 *p<0.05

【方法-2.カンファレンスにおけるVRの活用方法】



モニター

画面上にて指し示す

口腔外科医

VRゴーグル

VR空間と画面を同期

矯正歯科医

VRコントローラーにて指し示す

写真7: カンファレンスにおけるVRの活用方法

CGを用いた仮想手術の結果から作成した実体モデルを使って手術計画および治療目標のディスカッションを行った(写真7)。また、この形状データを利用して、VRによる多様な画像によって、多方向から任意の拡大率で立体的な検討が可能となった。また、資料を浮かべた仮想空間に、数人でVRゴーグルとハンドセット、マイク、スピーカを用いて入室してディスカッションを行った(写真8、図1)。



写真8: カンファレンスにおけるVRの活用例

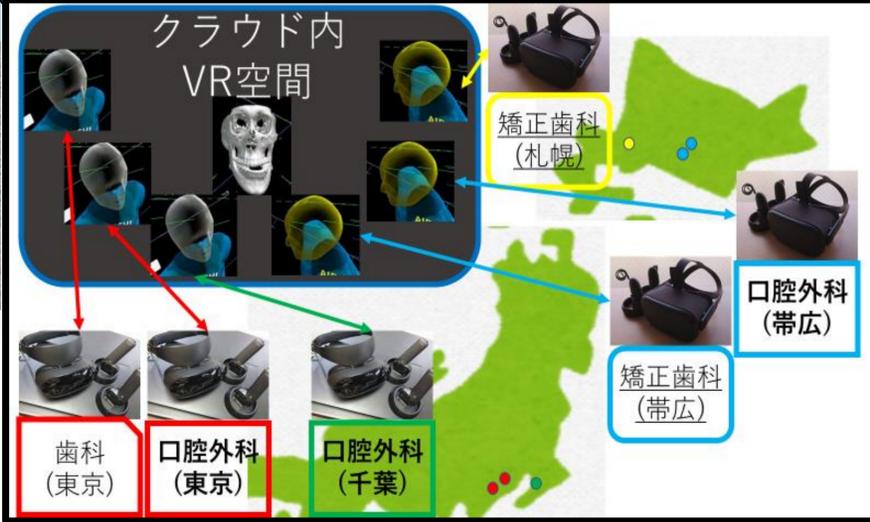


図1: VRを利用した遠隔ディスカッション例

【結果-2】各装置における平均と分散の差

資料を浮かべた仮想空間に、VRゴーグルとハンドセット、マイク、スピーカを用いて入室することにより、身振り手振りも交えて遠隔でのディスカッションも可能であった。また、VR技術による立体視により、多方向から立体的な検討が可能であった。

【考察】

VR上での計測における分散が小さかった理由としては、VR上では計測部位を拡大しながら計測することで、計測時のポイントングが安定したためと考えられる。VR技術や実体模型を用いることで、口腔外科医と矯正歯科医のディスカッションが、双方にとって、より分かりやすいものになったと考える。口腔外科医と矯正歯科医の認識の差を埋めることは、精密な顎変形症の手術を行う際に必須である。認識の差を埋めるためには、ディスカッションが必要であり、適切なデバイスを用いたディスカッションは有用であると考えられる。

VRでは第三者の視界が表示できるため、他者の視界が理解しやすくなる。また、現実世界では不可能である、他者と全くの同一の視点から物体を見るということが可能となる。その視点やハンドセットで示したログは記録され、ディスカッションの追体験を行うこともできるようになった。3DCGの活用を二次元画面上でとどめるだけでなく、立体視や実体模型を作製するといった、三次元的な応用に広げることが必要であると考えられる。

【結論】

CGによる仮想手術により、従来の資料では難しかった骨片の干渉の位置や大きさを定量化しVR上で立体化する事は有用だと考えられる。

演題発表に関連し、開示すべきCOI関係にある企業などはありません。