

顎顔面外科治療の顔貌予測評価にモーションキャプチャカメラを用いる試み

Attempts to use motion capture camera to facial predictive assessment of maxillofacial surgical treatment

○古谷忠典¹、鶴木三郎²、田中憲男³、鶴木 隆²、茶谷仁史¹

¹Tadanori FURUYA, ²Saburo TSURUKI, ³Norioito TANAKA, ²Takashi TSURUKI, ¹Hitoshi CHAYA

¹ユニ矯正歯科クリニック, ²鶴木クリニック医科歯科, ³プロ矯正歯科

¹Uni Orthodontic Clinic, ²Tsuruki Clinic Dental Medical, ³Pro Orthodontic



目的

最近、低価格な汎用モーションキャプチャーカメラが登場し、多用途への応用が進んでいる。今回、三次元的な顔面形態の取り込み、顔の向きの検出、表情の検出等の技術を組み合わせて顎変形症治療時に行われる手術シミュレーションの評価に応用できないかどうかを検討した。

方法

今回は演者の顎顔面をCBCTで撮影し、顎顔面手術シミュレーションソフトウェア(Mimics, マテリアルライズ・ジャパン社製)により硬組織および軟組織データを抽出し、模擬的に行った仮想外科矯正手術を行った上でSTLデータとして出力した。このデータの顔の解剖学的特徴点を汎用モーションキャプチャーカメラ(Kinect for windows,マイクロソフト社 製)を用いて撮影した被験者の顔の特徴点を開発したソフトウェアに入力しマッチングした。そして顔の向きの検出機能を用いて、STLデータとカメラから入力された被験者の顔の向きを動的に同調させた。次に表情の検出機能を利用して、カメラの前の被験者の顔の表情の変化による特徴点の動きに合わせて、STLデータからなる顔貌の形を変形させて表情を再現した。次に、外科矯正手術後のSTLデータを利用して、同様に表情や顔の向きを変化させた。

4Dシステムの流れ

CBCTによる撮影

コンピューターシミュレーション手術

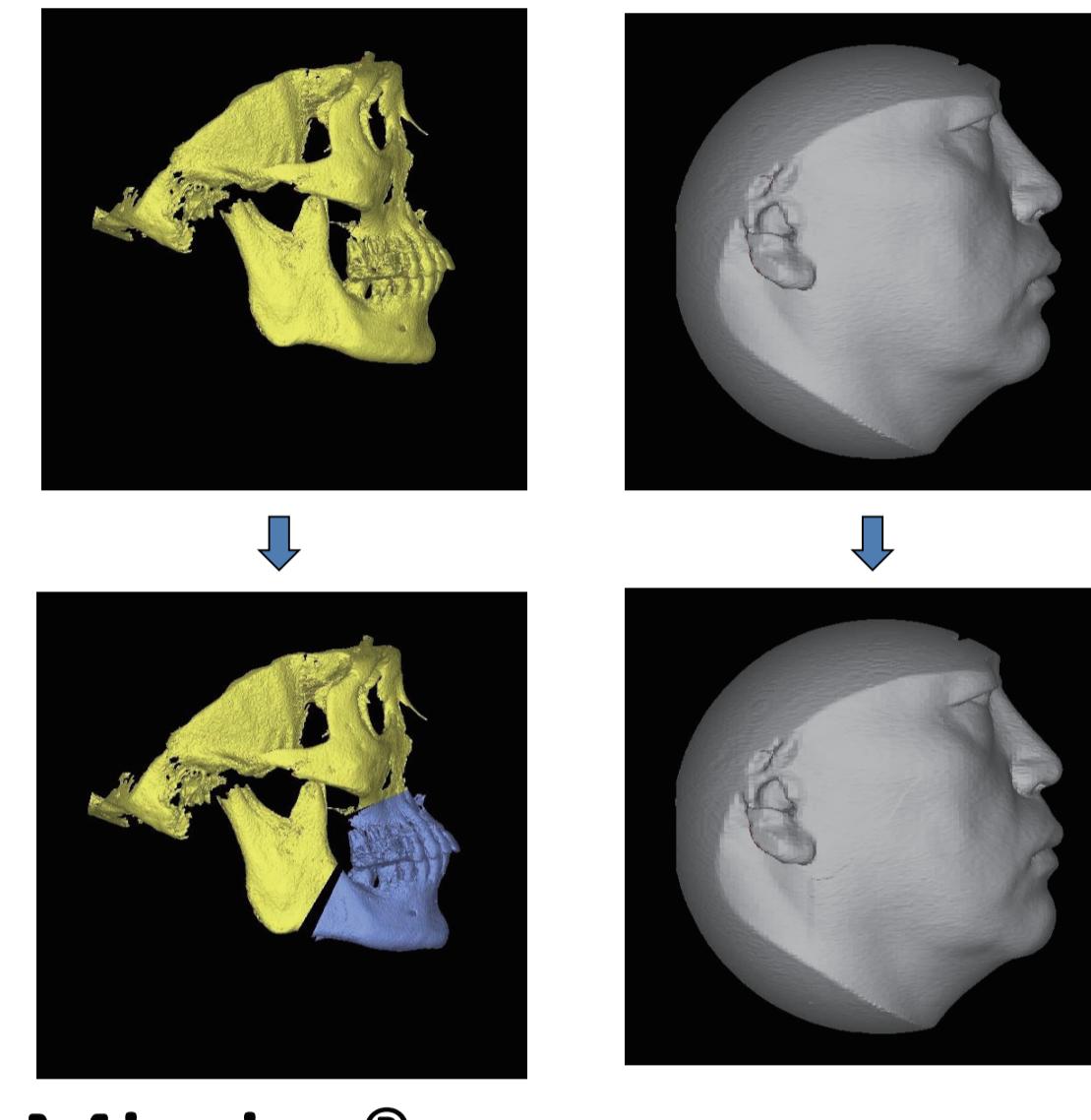
Kinect V2 /Twin Faceによるリアルタイム表情シミュレーション

4Dシステム構成

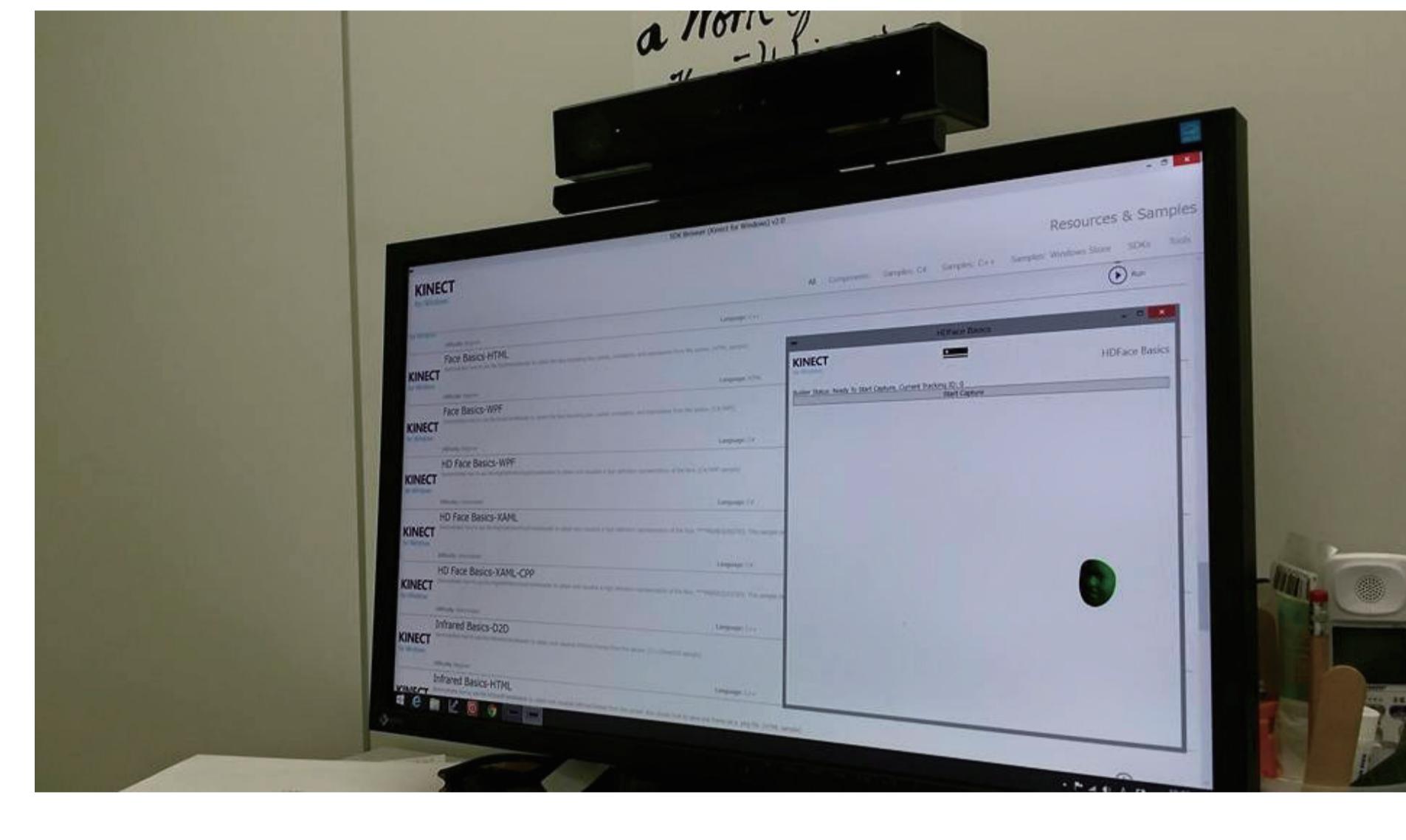
歯科用コーンビームCT(CBMercuRay,日立メディコ社製)を用いて被験者の撮影を行い、顔面硬組織・軟組織のDICOMデータを取得した。次に手術シミュレーションソフトウェア(Mimics, マテリアルライズ・ジャパン)を用いて、DICOMデータから硬組織および軟組織の抽出を行い、CGを作成し、シミュレーション手術を行った。仮想手術は便利的にANSを中心に上下顎を一体のまま回転し、オトガイを前方に5mm移動致しました。そして、手術前と仮想手術後の軟組織データをSTLデータとして出力した。



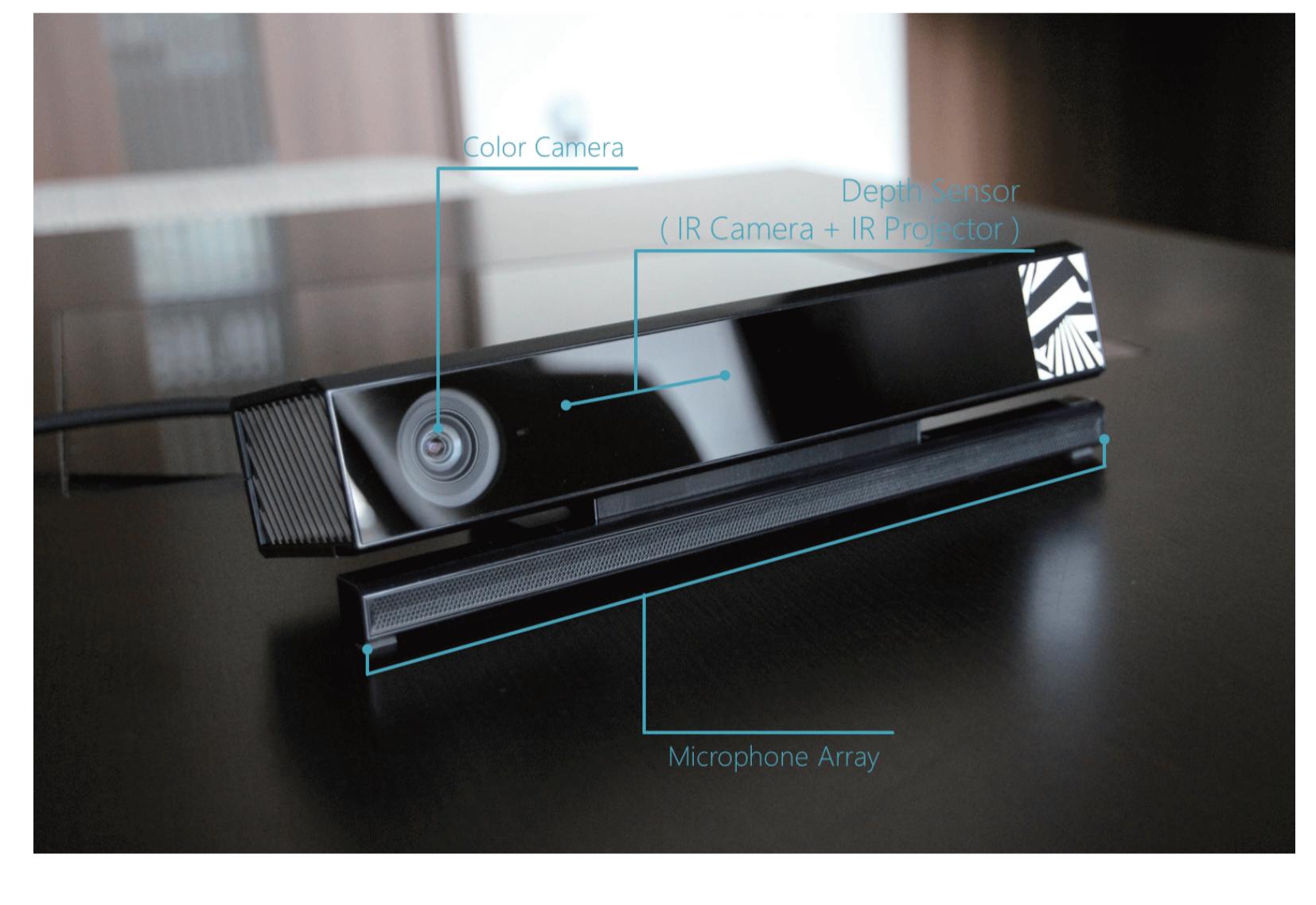
●CBMERCURRAY 日立メディコ



●Mimics® マテリアルライズ・ジャパン

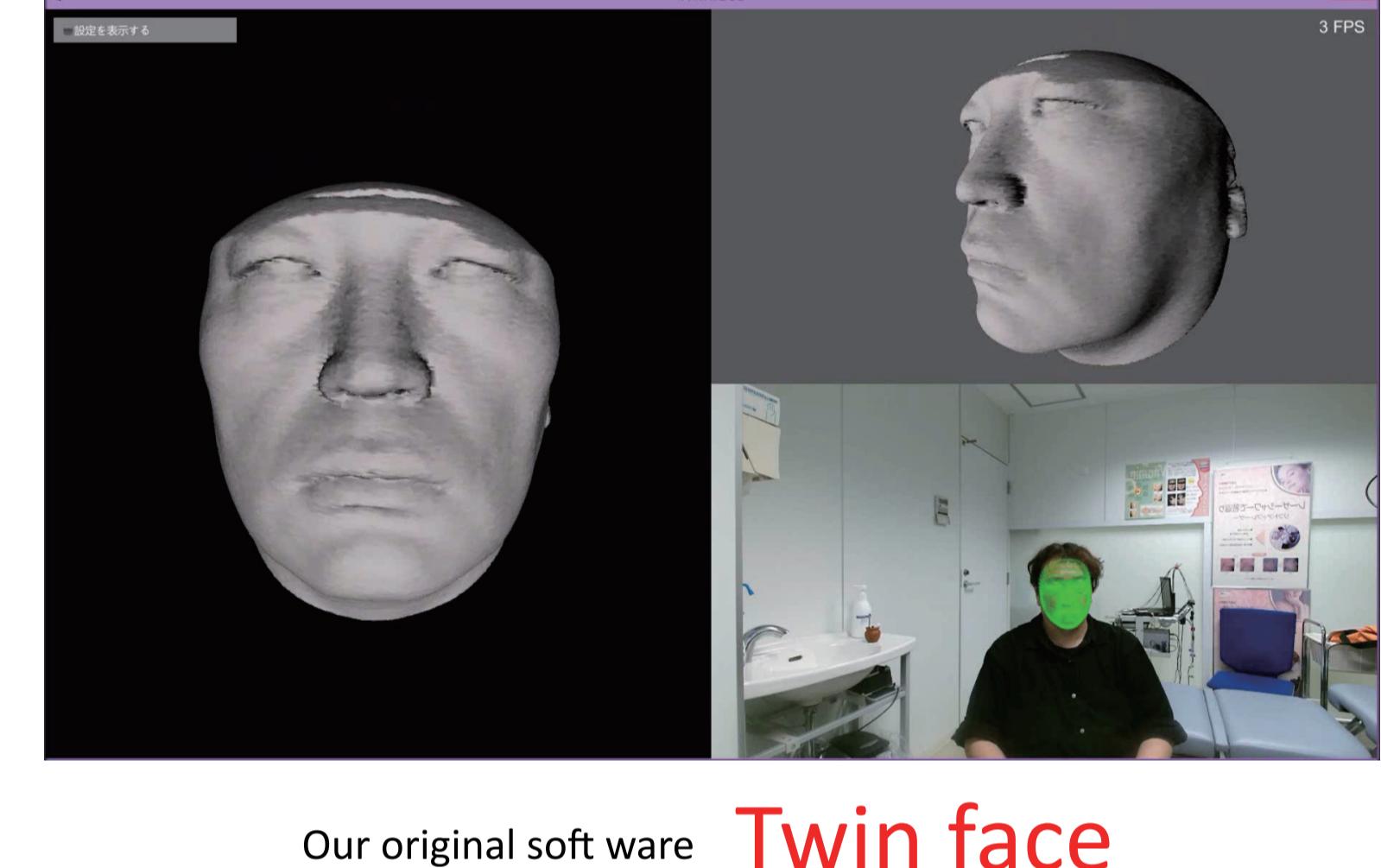


●ハードウェア外観

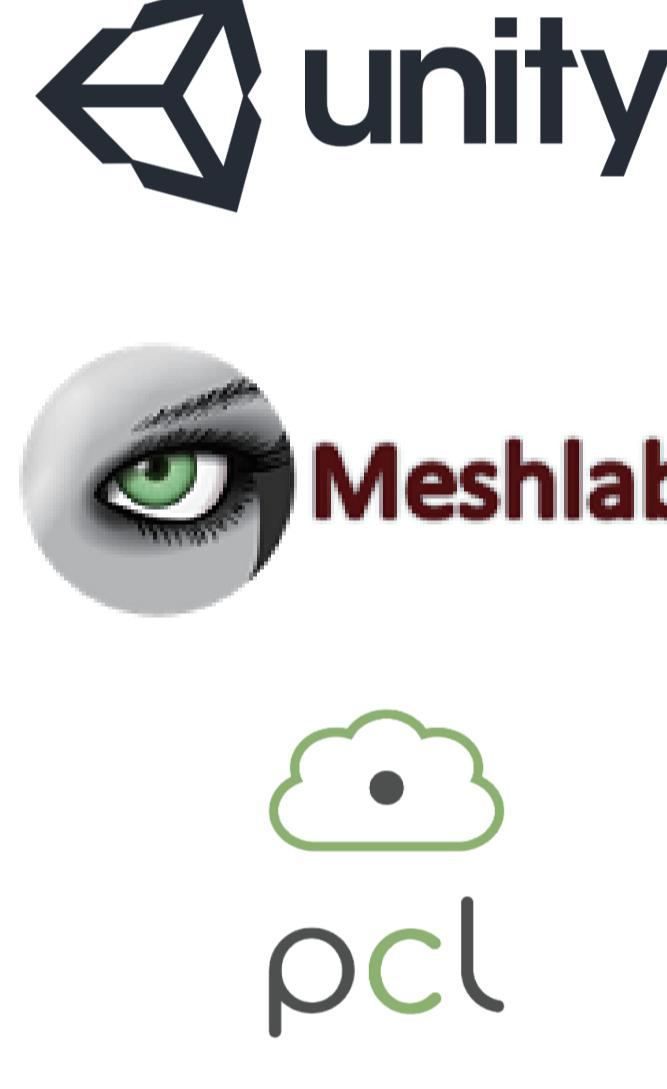


●Kinect for Windows V2 日本マイクロソフト

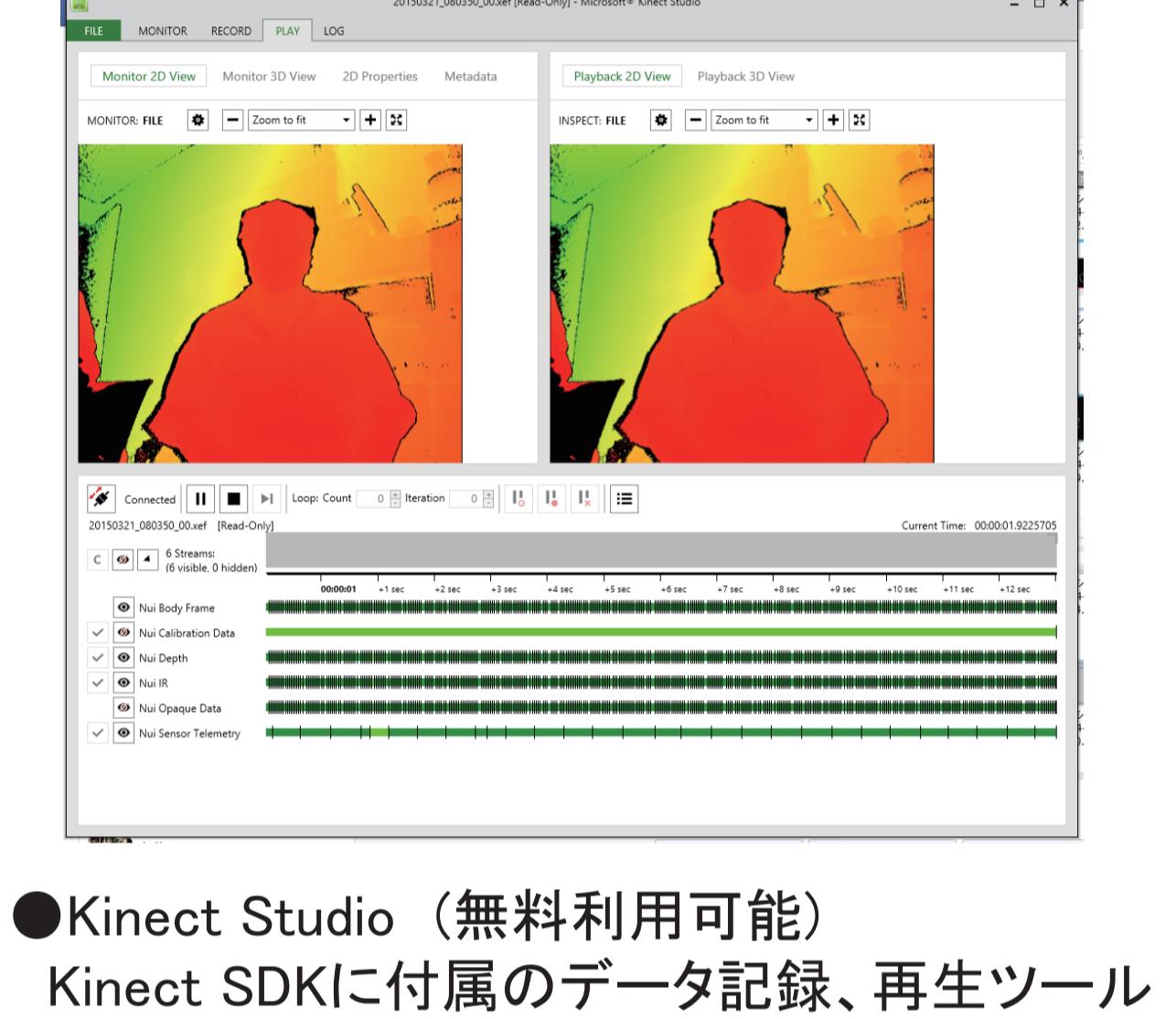
STLデータを開発環境である汎用3Dソフト(Unity)に入力するためには、MeshLabにてSTLデータ形式を、OBJデータ形式に変換した。そして、カメラセンサーをコントロールし、データ処理を行うTwinFaceというソフトウェアを新たに開発した。開発において、PCL(Point Cloud Library)という点群を処理するソフトウェアモジュールを、CGモデルとセンサーの前にいる人物との位置合わせに使用した。



Our original soft ware Twin face



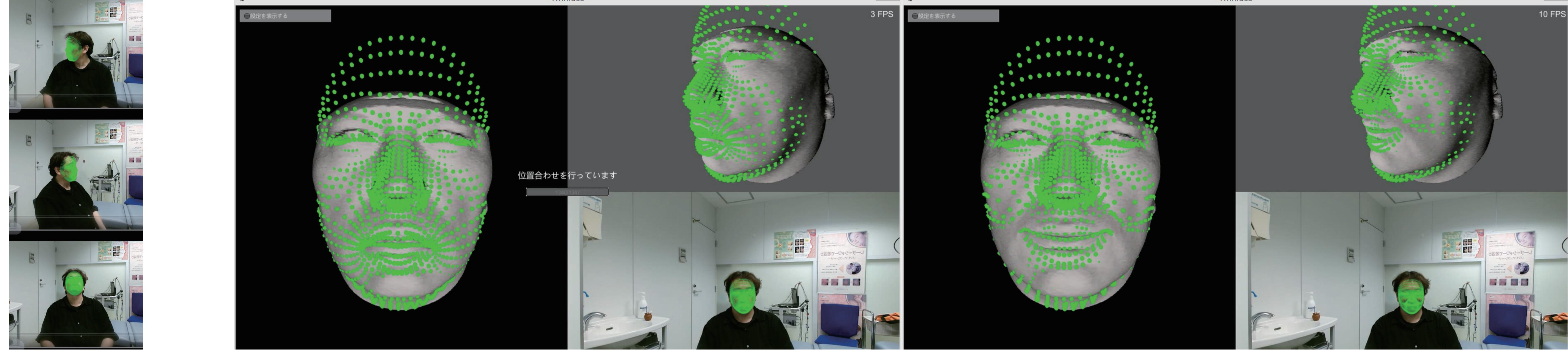
- Unity (無料利用可能)
Twinfaceソフトウェアの開発環境 3Dゲームエンジンとして有名
- Meshlab (無料利用可能)
STL形式のモデルが利用できないためMeshLabでOBJ形式のモデルに変換
- Kinect for Windows SDK v2 (無料利用可能、以下 Kinect SDK)
KinectセンサーのAPIであるHD Faceを利用して顔の情報を取得し、1347点の顔特徴点を取得、顔の位置や回転角なども取得する
- PCL(Point Cloud Library) (無料利用可能)
点群を処理するソフトウェアライブラリで、CTスキャンのCGモデルと、Kinectから取得した顔データの位置合わせに使用



●Kinect Studio (無料利用可能)
Kinect SDKに付属のデータ記録、再生ツール

結果

最初に、センサーからの被験者の顔の外見をKinect SDKが認識するために、右、左、上方を指示に従って顔を動かす。するとCTからのCGモデルの点群と、Kinect SDKが生成する1347点群をICPで自動的に重ね合わせ行われる。そして顔の動きと表情に連動してCGモデルが動かせるようになるが、頭の位置を正面に固定し表情のみ連動するモードがあり、表情に着目した観察や後述する三次元座標点の検証に利用できる。



●顔面の取り込み

●自動重ね合わせ

●表情の同期

次に、CGモデルを仮想手術後に切り替えて、表情を同期させて観察した。CGによる手術シミュレーションは、安静時のCT画像を用いて行うが、スマイルさせることができた。



●手術前のスマイル

●仮想手術後のスマイル

●特徴点の三次元座標表示

考察

従来、手術シミュレーションした画像を患者に説明する場合、モニター画面上の画像を操作者がマウス等のポイントティングデバイスで向きを変えながら観察していたが、この方法を用いることで鏡台を見ているかの様に、より簡便に顔貌の観察ができるようになった。また、表情の検出機能を用いることで被験者の表情の動きに合わせて手術シミュレーションを行った顔の表情を変化させることができたが、表情の同調の妥当性や手術による表情の変化などについては検証にいたっておらず、今後の課題である。また、今回は、口を閉じたままのスマイル時のシミュレーションを行ったが、今後、歯のモデルも入力することで、歯が見えるスマイルにも対応できるように開発をすすめ術後のスマイル時の歯の見え方の変化をシミュレーションする事で、ガミースマイルの症例などで手術後のスマイルの予想などに役立てたいと考えている。

結論

モーションキャプチャ技術を用いることにより、手術シミュレーションした顔貌の観察がより簡便となり、また表情を再現する事も可能であることが示唆された。

なお、技術監修と開発に中村 薫氏に多大なご協力していただきました。本システムのプログラムはGPLライセンスのプログラムを利用しており、公開する予定です。また、開示すべきPOIはありません。