

# 3P-P087-02 脳神経外科手術シミュレーションのための リアルタイム物理変形性バーチャルリアリティ・システム

宮城智央, 國仲倫史, 新屋貴裕, 金城雄生, 小林繁貴, 長嶺英樹, 外間洋平,  
米須諒, 宇杉竜一, 土田幸男, 西村正彦, 片桐千秋, 高木博, 菅原健一, 石内勝吾

琉球大学医学部 脳神経外科 日本脳神経外科学会 第76回 学術総会 2017年10月14日(土) 名古屋

## 背景

手術シミュレーションの重要性と実用性は近年飛躍的に高まり、立体コンピュータ画像(3D-CG)、3Dプリントモデル、触覚フィードバックのhaptic deviceなどを用いたシミュレーションの黎明期となった。しかしながら、それらの多くは、数百万円以上の高い費用、モデル作成時間が数日、立体構造が変形しない剛性や粘土のような非物理的変形であるなどの欠点がある。当科では2009年頃から年間50-100症例の3Dシミュレーションを手術戦略検討などに活用している。本発表では、患者データに基づく3D-CGを物理変形性モデルとして作成し、システム操作者の手と頭部の動作をモニタしてバーチャルリアリティ(VR)空間へ反映するリアルタイム物理変形性の脳神経外科シミュレーション・VRシステムの開発に世界初として2016年に成功し、2017年にさらに実用的に改良できたので報告する。

## 方法

3テスラMRIと320列CTにより得られたDICOM形式データを利用し、3D SlicerやBlenderなどを用いて3Dデータを作成した。本システムはソフトウェア統合開発環境にUnityを用い、操作者の手のセンサはOculus touch、操作者の頭部のセンサはVRゴーグルのOculus Rift CV1を利用した。本システムは、一般市販のノートパソコンにて構築した。本システムを脳神経外科専門医・専修医・医学生などに使用してもらい、また、普及しているシステムや当科にてこれまで開発したシステムと比較した。

## 2017年のシステム

**DICOMから3Dデータ変換:** 3D Slicer(無料)、Blender(無料)、Brainlab iPlan(必須ではないが3Dデータ作成を容易にする。しかし高価格であり500-1000万円)  
**ソフトウェア統合開発環境:** Unity(無料)  
**顔のセンサ+VRゴーグル:** Oculus Rift CV1 (2016年市販、63800円)  
**手のセンサ:** Oculus Touch (2017年市販、12800円)

## 2016年 Leap motion + Oculus Rift



Leap motion; 赤外線カメラで手と指を認識する。

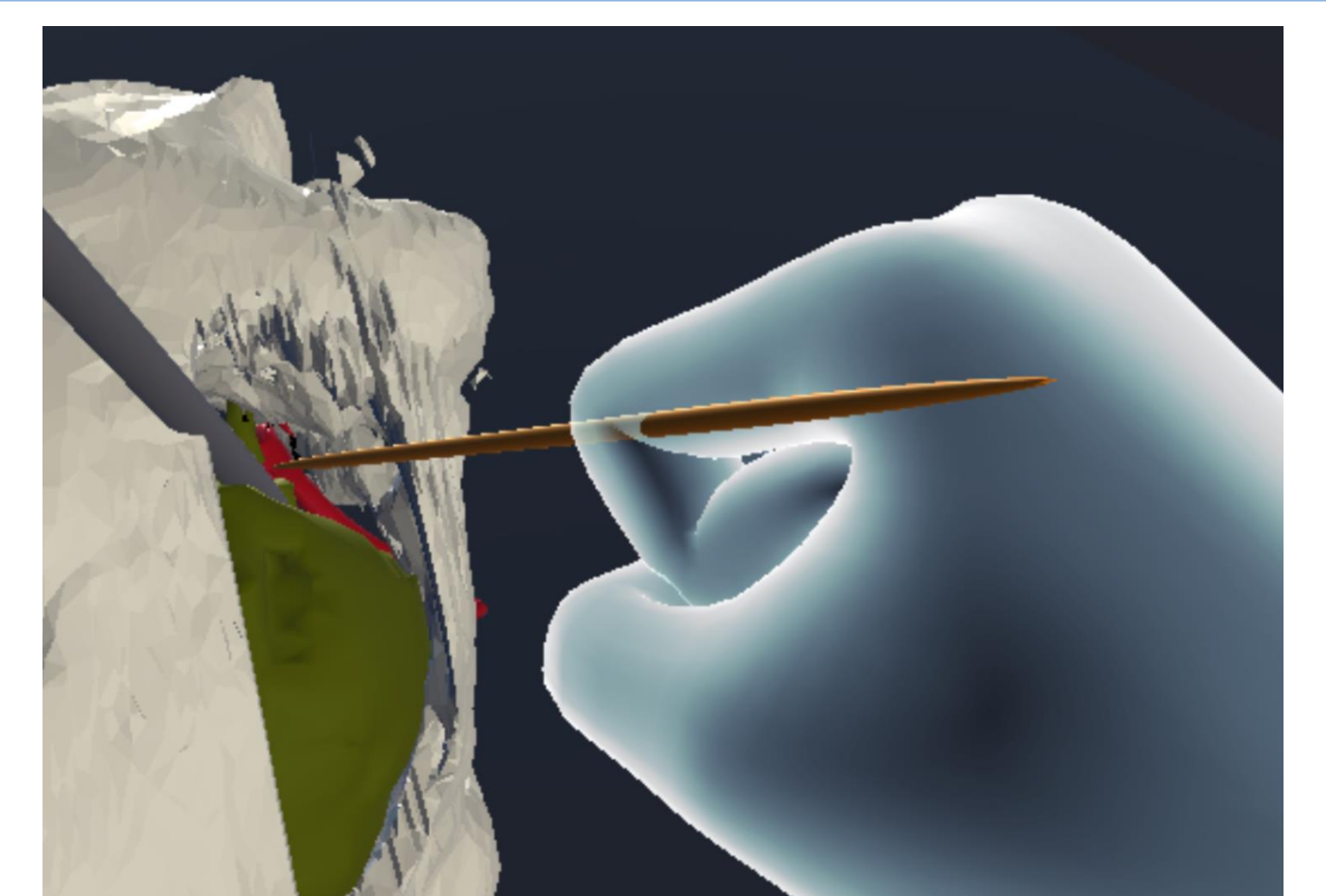


Oculus Rift; 操作者の顔の位置や方向をモニタできる。立体的なVR空間をみることができる。

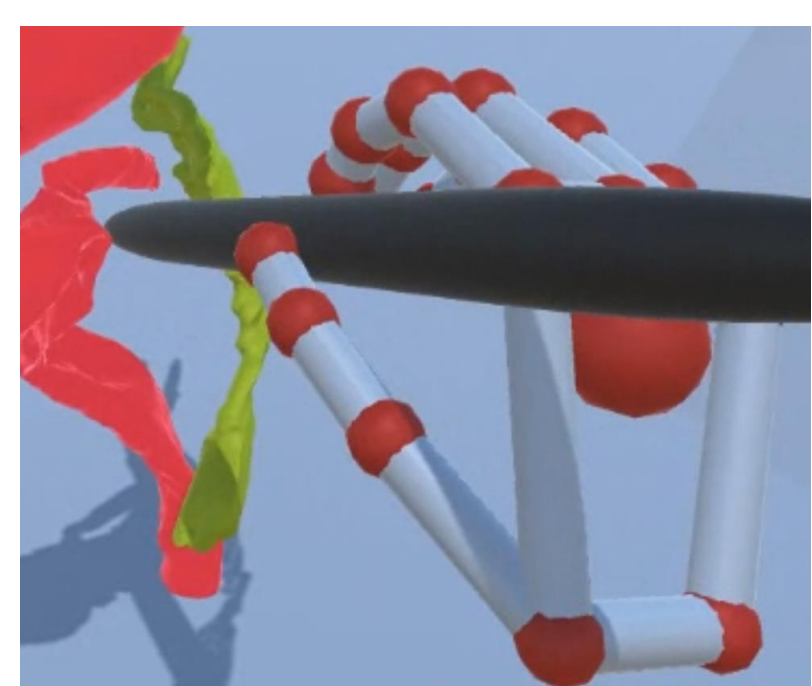
## 2017年 Oculus Touch + Oculus Rift



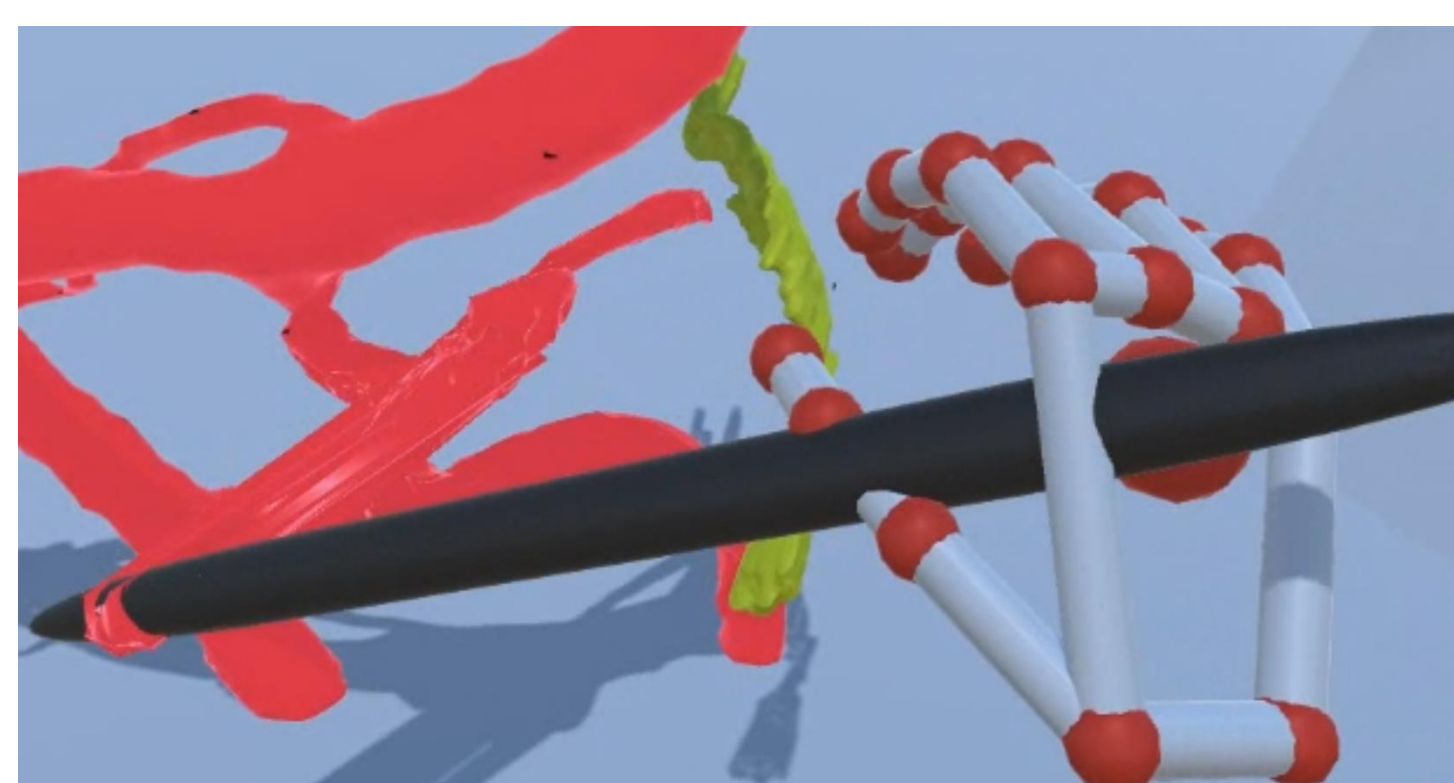
Oculus Touch; 手の位置と方向をモニタできる。全ての指の位置の認識はできないが、握っているか、開いているかを認識できる。



Oculus Touchにてモニタリングされ、VR空間に表示された手。1mmの動きも正確に感知する。器具の機敏な操作が容易であり、手の認識が安定している。



手術器具の機敏な操作が困難。掴むことも難しく、細い器具は掴むことができない。**敏速な細かい作業が困難。**



指の認識が不安定であり誤作動が多発



手のモニタリングの精度が高く、直径3mmで先端1mmである極細の手術器具の操作も容易である。**20cm先の1mm以下の繊細な手術操作も安定しており、あらゆる敏速な手術動作を容易に行うことができる。**手の動きの誤作動が生じることはない。

## システム

**2017年プロトタイプ**  
Unity, Oculus Rift CV1,  
**Oculus Touch,**  
Blender, 3D Slicer,  
Brainlab iPlan(必須ではない)

## 長所

**物理変形性**であり、重力、弾力、流体などの自然作用をシミュレートできる。**立体視**ができる。操作者の頭部と手の動きをリアルタイムに反映できる。比較的**安価**に構築できる(8万円)。**手の動作が精密で安定している。手術器具のシミュレートができる。**モデルの再利用が容易。持ち運びが容易。

## 短所

**プログラムやモデルの作成が複雑で、困難である。システムは市販されておらず、自作が必要。**

## 結果

Oculus TouchとOculus Riftを使用した本システムは、当科にてこれまで使用した3D-CG、3Dプリントモデル、geomagicのhaptic deviceによるFreeform、leap motionを使用するシステムなどと比較し、費用・操作性・モデル作成効率などにおいて、多くの実用的利便性に優れていた。本システムを使用した脳神経外科専門医・専修医・医学生などから好評を得た。

## 2016年プロトタイプ

Unity, Oculus Rift CV1,  
**Leap motion,**  
Blender, 3D Slicer,  
Brainlab iPlan(必須ではない)

**物理変形性**であり、重力、弾力、流体などの自然作用をシミュレートできる。**立体視**ができる。操作者の頭部と手の動きをリアルタイムに反映できる。比較的**安価**に構築できる(8万円)。**全ての指の動きをモニタリングできる。手術器具のシミュレートができる。**モデルの再利用が容易。持ち運びが容易。

**手と指の動作が不安定である。敏速な細かい作業が困難。プログラムやモデルの作成が複雑で、困難である。システムは市販されておらず、自作が必要。**

## 結語

本システムの利点の多い特徴は、今後の手術シミュレーションの発展において重要な方向性を示唆すると考えられた。

## 通常の3D-CG

FUJIFILM SYNAPSE VINCENT,  
Brainlab iPlan,  
OsiriX

多くの病院施設にアプリケーションが導入されている。**無料のアプリケーションが豊富**にある。モデルの再利用が容易。市販されている。

**軟性変形が困難。物理変形性ができない。**市販のアプリケーションは高価である。

## COI

筆頭演者は日本脳神経外科学会へのCOI自己申告を完了しています。本演題の発表に関して開示すべきCOIはありません。

## 通常の触覚デバイス

Geomagic Sculp/Freeform/  
Freeform plus,  
Geomagic Stylus

**モデル作成やシステム操作が比較的容易。**触覚のシミュレーションができる。粘土細工のようであるが簡易な**軟性変形が可能。**モデルの再利用が容易。市販されている。

**高価格**である(200万円以上)。**物理変形性ができない。**

## 謝辞

本研究は以下の助成を受けて行われました。感謝を申し上げます。

## 通常の3Dプリント

FLASHFORGE Creator Pro,  
XYZPRINTING da Vinci

**実際の手術器具を利用できる。**市販されている。モデルの実物を手に取って観察できる。

モデルの**作成時間が比較的長い**(1日~数日)。モデルを切除した場合に再利用が困難。比較的高価; 数十万以上)。**軟性モデルの作成が比較的困難。**

- 1) 科学技術融合振興財団: 助成事業
- 2) 琉球大学: 若手研究者支援研究費
- 3) 琉球大学後援財団: 教育研究奨励事業