

# 医療用ハイブリッド型 バーチャルリアリティ

久留米大学 医学部

医学教育研究センター

助教 片山 礼司

2019年11月28日

# 医学・医療分野におけるバーチャルリアリティ (virtual reality: VR) 技術の利活用例と効果

## 教育

- VR解剖コンテンツ: 人体解剖の概念化支援, 学習効果の向上
- 検査シミュレーションツール: 体験学習の促進

## トレーニング

- 手術トレーニング: 手術時間短縮, 技術的パフォーマンスの改善
- 看護トレーニング: 患者状態や要望への対応行動学習・改善

## コミュニケーション

- VR医用画像による医療スタッフ間の情報共有, 患者説明・対話
- VRコンテンツによる患者の心理的ケア, カウンセリング

◎ 医学・医療における様々な概念と技術の迅速な習得

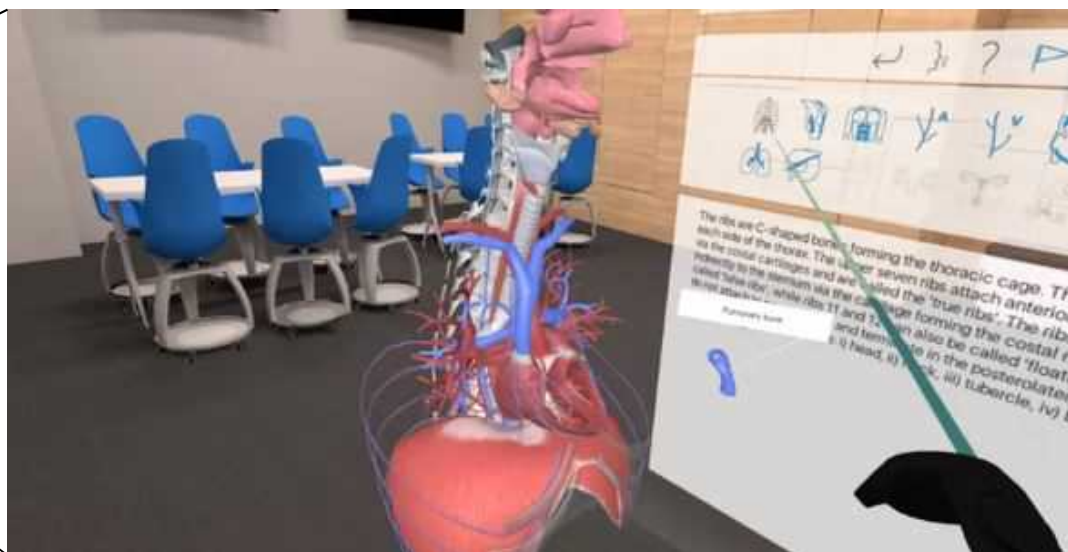
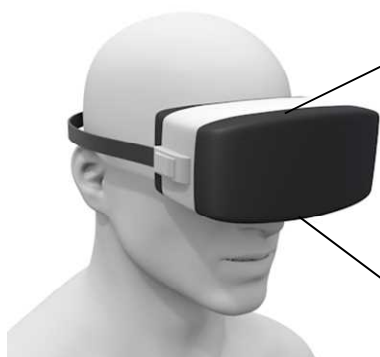
◎ 学習者の理解度や記憶の向上, 満足度の改善

# 医学・医療分野のVR学習ツールの効果

ex. 3D Organon VR Anatomy: Medis Media (\$59.99)

3D Organon VR Anatomy:

<URL: [https://store.steampowered.com/app/548010/3D\\_Organon\\_VR\\_Anatomy//](https://store.steampowered.com/app/548010/3D_Organon_VR_Anatomy//)>

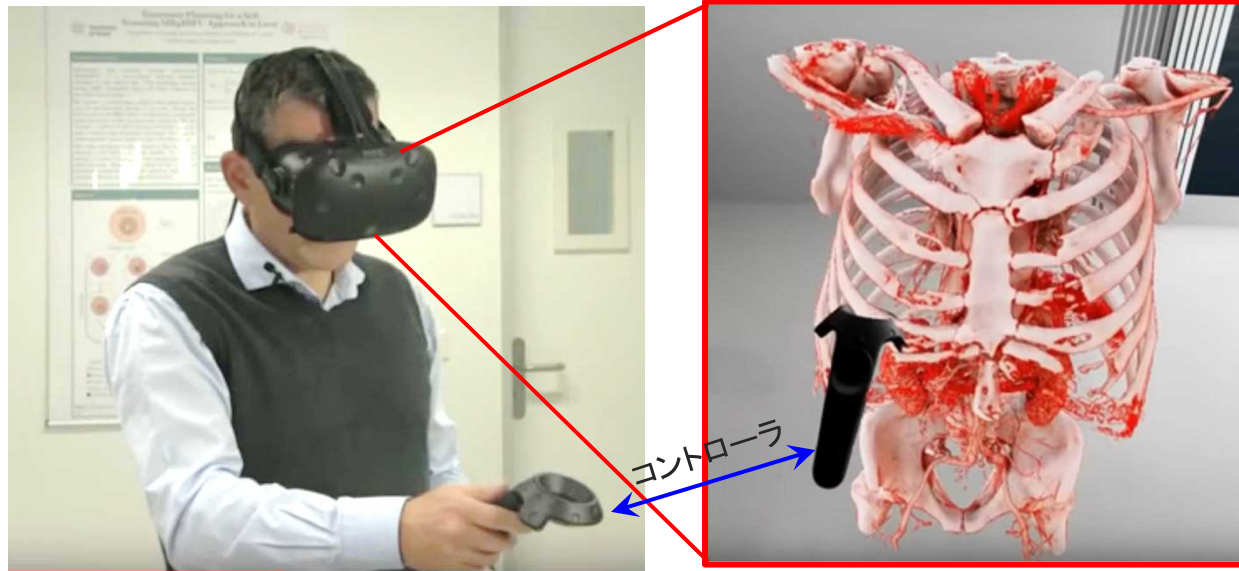


VRによる没入型環境内での3次元解剖画像の観察利点

- ◎ 深度知覚の強化, フィールド拡大の点において, 2次元モニタよりも有利
- ◎ 学生だけでなく研修医教育においても有用

Ref. Raul N.U, Benjamin L, Colin J.M, et al. Implementing Virtual and Augmented Reality Tools for Radiology Education and Training, Communication, and Clinical Care. Radiology 2019; 291(3): 570-580.

# 従来技術としての 医学・医療分野のVR学習ツールの課題



VR Scout : Surgeons Can Now Prep for Surgery in VR  
<URL : <https://vrscout.com/news/surgeons-can-prep-surgery-vr/#>>

- ◎ 操作コントローラについて
    - 扱いに慣れが必要
    - 直感的な操作には不向き → 操作に対する違和感やストレスの要因
  - ◎ 眼前に表示される解剖には触知不可 → VRシステムのdisadvantage
- 一方で、触覚には、集中力や注意力向上、情報分析や理解促進の効果\*

\*Ferris J. The Reading Brain in the Digital Age: The Science of Paper versus Screens. Scientific American blogs.ethz.ch 2013; 1-10.

# 従来技術としての 触知可能な臓器立体モデルの効果と課題



3Dプリント臓器立体モデル



高性能3Dプリンタ

stratasys:

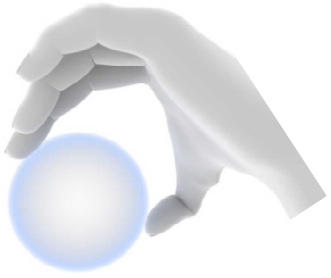
<URL: <https://www.stratasys.co.jp/polyjet-technology>>

## 利点

- ◎ 視覚と触覚の併用による詳細な観察が可能
- ◎ 直感的な理解の促進
- ◎ 実物大に基づく正確な手術計画やシミュレーションが可能
- ◎ 一部の手術では「実物大臓器立体モデルを用いた手術支援」が保険適用

## 課題

- ◎ 製作コスト(臓器モデルの例:20~30万円/1体, ※ 材料費10万円/kg)
- ◎ 脈管を含む詳細なモデル製作には高性能な3Dプリンタが必要(数千万円)
- ◎ 製作時間:数十時間以上
- ◎ 重量:臓器モデルでは数kg
- ◎ 廃棄が容易ではない(アクリル系硬質樹脂 等)



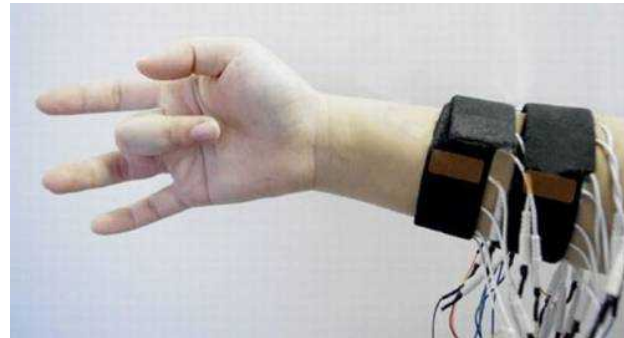
# VR環境での触覚再現技術

## 振動刺激



Mogura VR VR向けグローブ、人工腱で指に“張り”や圧力を再現  
<URL : <https://www.moguravr.com/contact-ci-maestro/>>

## 電気刺激



ASCII STARTUP 腕がハックされる！体感がヤバい触感型ゲーム  
コントローラー「UnlimitedHand」  
<URL : <http://ascii.jp/ele/000/001/164/1164500/>>

## 空気加圧



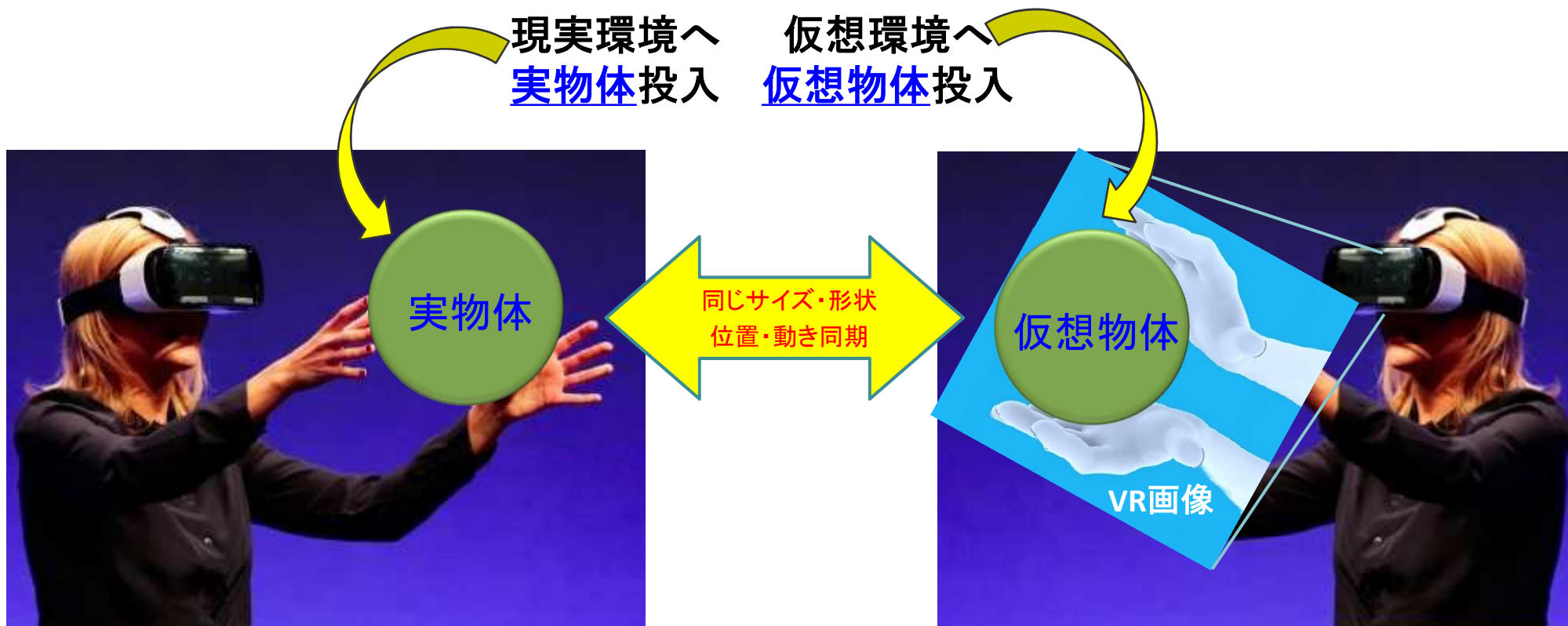
Gamers feel the glove from Rice engineers : Student team creates  
feedback device for the hand for virtual environments  
<URL : <http://news.rice.edu/2015/04/22/gamers-feel-the-glove-from-rice-engineers-2/>>

# 従来技術としての 触覚再現技術の課題

- ◎ システムやアルゴリズムが複雑
- ◎ 重装備となり動きの自由度が低下
- ◎ 詳細な形状の再現は現時点では困難
- ◎ 動作のレスポンスや安定性に対する不安
- ◎ 商品化されても高額の可能性



# 新技術における 実物体を用いた触覚再現と操作性改善

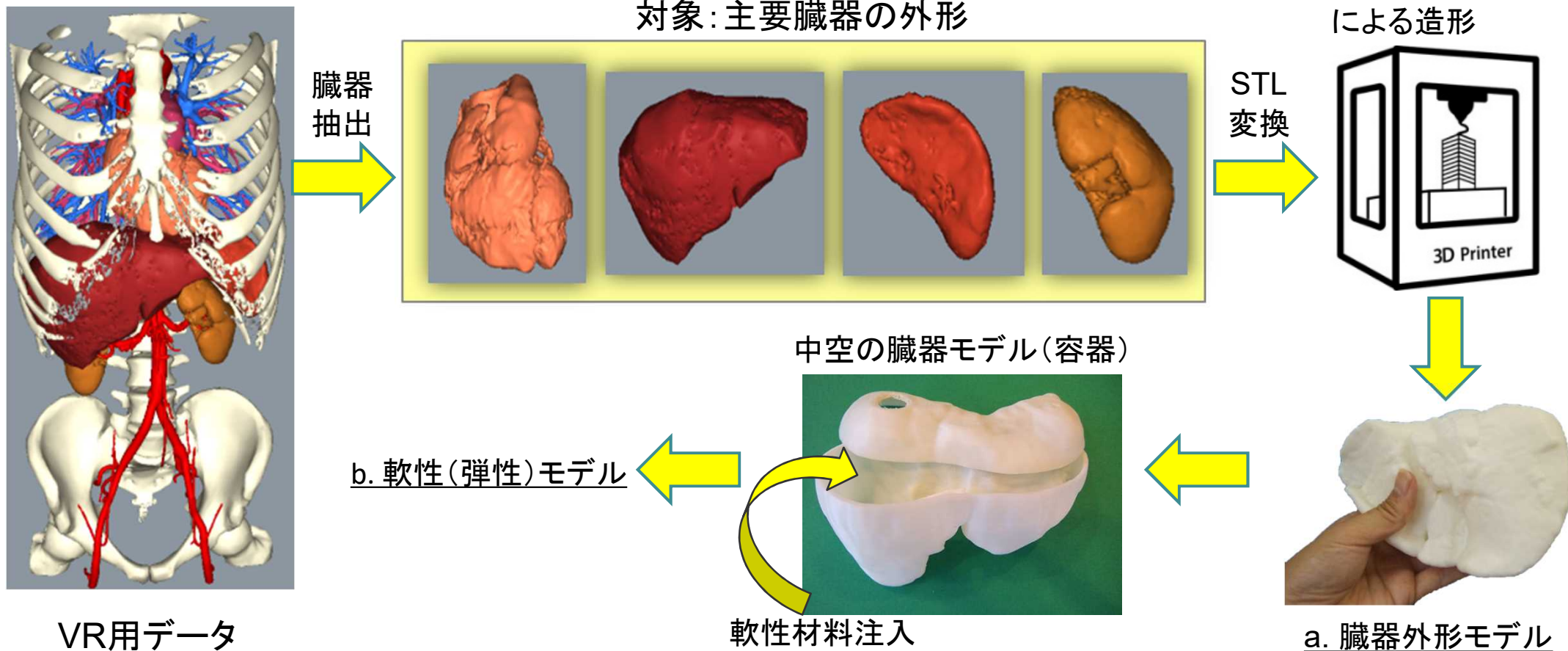


- 仮想(VR)環境内の仮想物体と同じサイズ・形状の実物体による触覚(触知感)再現
- 実物体をコントローラ化して仮想物体の位置と動きを同期

◎直感的で没入感の高いVR環境の構築

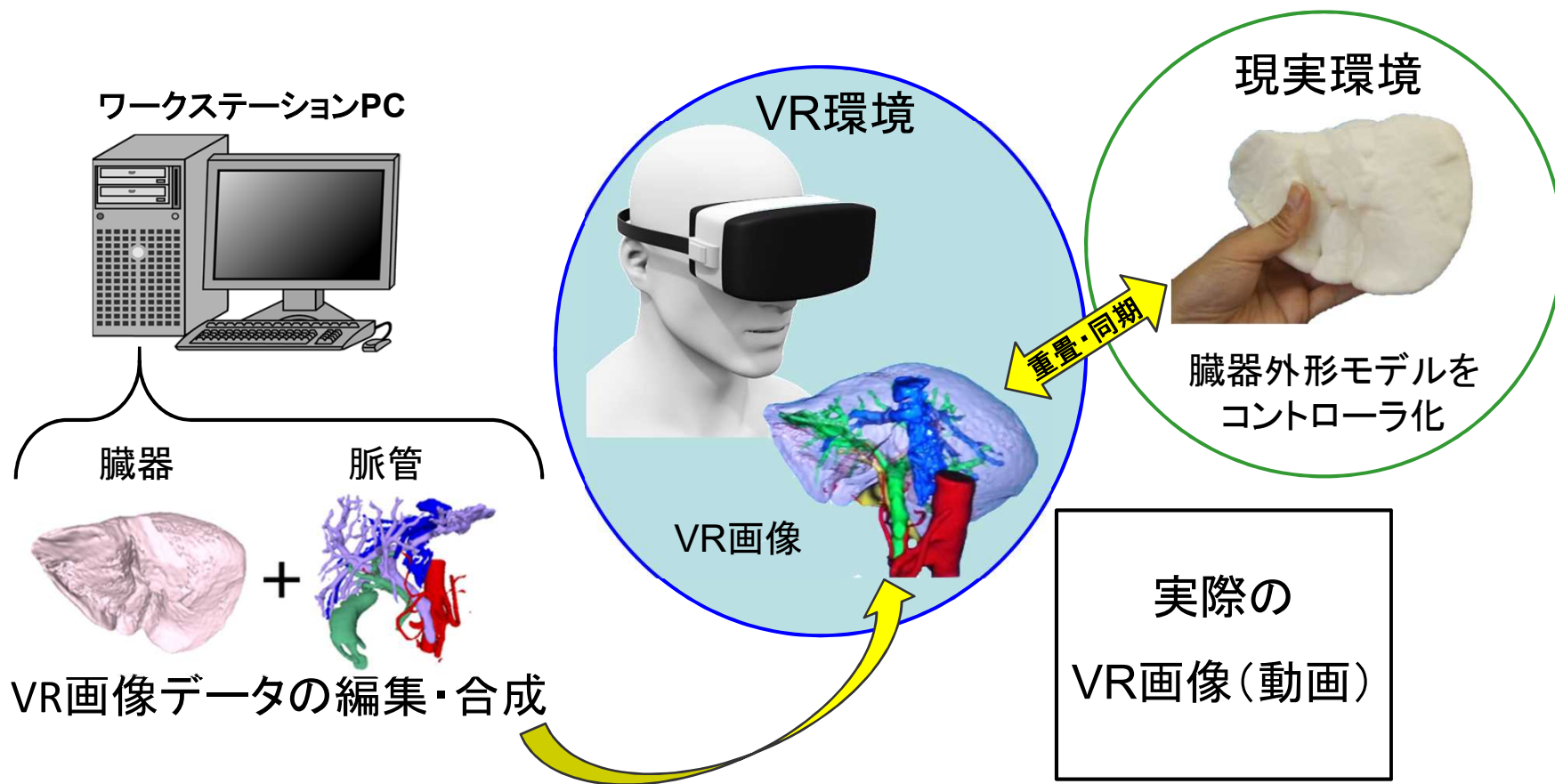


# 新技術における 実物体の対象と造形



- ◎ 血管等の詳細な解剖構造を含まない臓器外形モデルは、精度よく安定造形が可能
- ◎ 臨床利用では、患者のCTやMRI画像が基データとなり、患者固有の臓器形態を再現可能
- ◎ 軟性材料の使用により軟性(弾性)モデルの製作も可能

# 新技術における 臓器外形モデルとVR画像の重畳・同期



3Dプリント技術

臓器外形モデルによる触覚再現

VR技術

複雑な解剖構造の詳細を再現

+

Hybrid VR

# 新技術の特徴

- ◎ 臓器形態, 大きさの触覚再現が可能
- ◎ 手指がセンサとなり, 触覚フィードバックに特別な機材を必要としない
- ◎ 3Dプリントモデルでは再現できない詳細かつ選択的な解剖構造の表示が可能(高い自由度)

外形モデルは

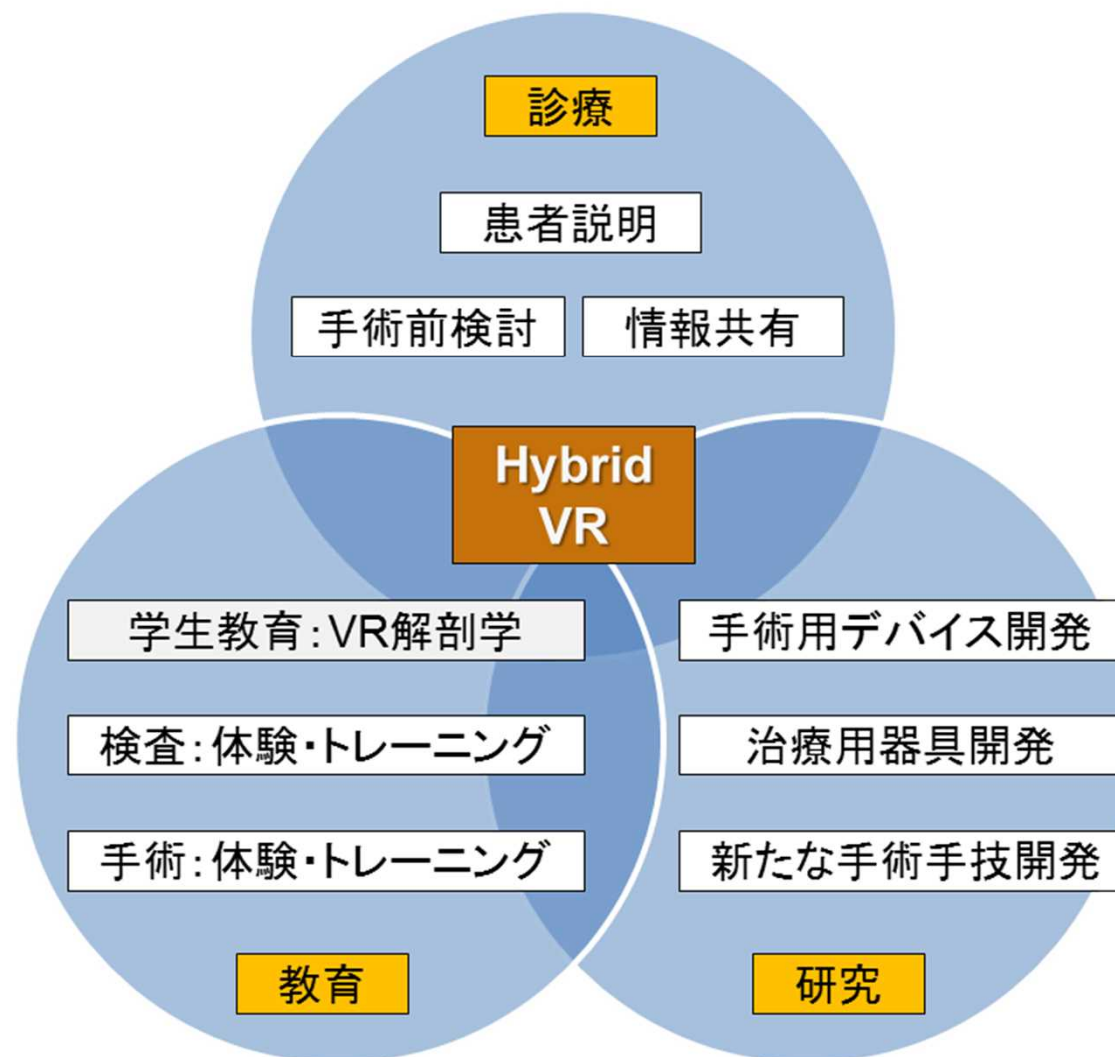
- ◎ 臓器VR画像の移動や回転のためのコントローラとして利用可能
- ◎ コントローラ化により直感的かつ高いレスポンス動での臓器VR画像の観察が可能
- ◎ 軟質モデルによる軟さの触覚再現が可能
- ◎ 安価な3Dプリンタでも精度よく安定造形可能
- ◎ 安価な材料費で造形可能 (材料費 2千円/kg~)
- ◎ 中空容器モデルのため軽量で造形時間短縮(充実モデルに対し1/3~1/4)と材料節約が可能
- ◎ 廃棄が容易な植物由来の材料を使用可能(生分解性材料)
- ◎ 実体の存在する手術シミュレータやナビゲーターとして利用可能
- ◎ 実体の存在する症例モデル標本として安定的に保管可能

# 新技術としての 医療用ハイブリッド型VRシステムのまとめ

## VR環境における

- 1) 触覚の付加
- 2) 臓器形態・大きさの再現
- 3) 触感(柔らかさ, 硬さ)の再現
- 4) 直感的な画像操作
- 5) 3次元医用画像の有効活用

# 医学・医療分野で想定される用途



# 応用可能な用途例

## リハビリ

- VR画像と実道具を組み合わせた異空間再現でのトレーニング
- 取り組み意欲向上と実道具使用による達成感の向上

## 認知症予防\*\*

- 移植ゴテや鉢等を使用した園芸の再現と生育変化の経時観察
- 道具使用や生育観察等による行動意欲改善(外出困難な患者)

## 作業の習熟訓練

- 非日常的環境における工具等を使用した作業や対処の訓練
- 高所, 閉所, 暗所, 水中 等における特殊作業シミュレーション

## ◎実道具と同期するVR画像による心理的な目標達成効果の向上

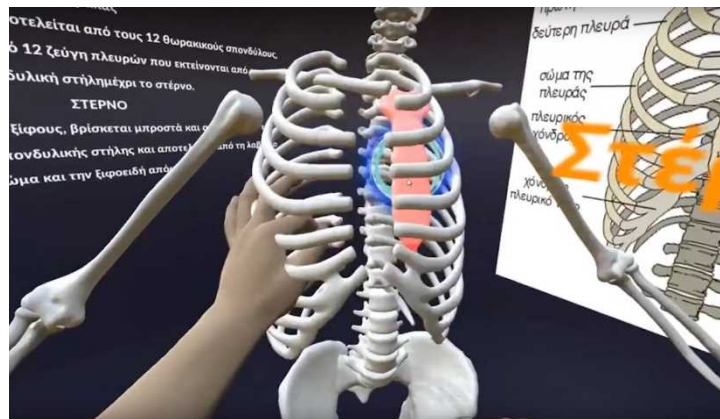
\*\*寺岡 佐和, 小西美智子, 原田春美, 他. 認知症高齢者を対象とした園芸活動が認知機能および心理社会的機能に及ぼす影響の検討.  
広島大学保健学ジャーナル 2013;11(1): 10-19.



# 実用化に向けた課題

- ◎ 学習やトレーニングに適したVR空間の設計と創造
- ◎ 臓器別，骨格別の多様なコンテンツ用ツールの製作
- ◎ VR環境内での安定した手指再現による自己投射性の改善と向上
- ◎ 機能を統合したアプリケーションの開発

手指の再現例



VR Human Anatomy-Ge-ET Lab  
<URL: <https://www.youtube.com/user/getlabchannel>>

手指の再現用センサ



赤外線センサの干渉等による  
動作不安定の改善が必要

## 企業への期待

- ◎ 実用化に向けた課題の多くは、VR開発エンジニアの技術により克服できると考えている
- ◎ 教育ツールとしての完成と有用性の実証が希望
- ◎ 医学・医療分野の教育ツール開発・展開を考えている企業には本技術の導入が有効と思われる

# 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : コントローラ、コントローラの製造方法、疑似体験システム、および疑似体験方法
- 出願番号 : 特願2018-164929
- 出願人 : 学校法人 久留米大学
- 発明者 : 片山 礼司

# お問い合わせ先

久留米大学

研究推進戦略センター 永石 美晴

TEL : 0942-31-7916

FAX : 0942-31-7918

e-mail : [senryaku@kurume-u.ac.jp](mailto:senryaku@kurume-u.ac.jp)