

# VRで拓く教育DXの可能性

愛知産業大学 特任教授

東京都立大学 客員教授・名誉教授、元東京大学教授

日本バーチャリアリティ学会 会長

池 井 寧

# 新しい学び・教育

---デジタル時代の人材育成

- デジタル化（Society 5.0）の時代の人材（digital native）
- 探求的な 学び と 遊び
- 創造性／課題発見と解決
- AI の適切な利用

# 教育・学習の一般的方法

(多数の考え方があります)

- 学習とは：

成長発達段階に合わせた脳の組織化（神経ネットワークの構築）の加速・支援

- 学習の対象：

外界（世界）モデル（科学，他者），自己身体運動モデルとその操作（認知的・力学的）方法  
（抽象化された知識（文脈非依存）と文脈依存知識：理解）

- 学習の手法：

- 主体的問題解決による知識の獲得が有効
- 認知的活動（論理的思考，広義の言語活動）のための知識（情報）とその操作法およびそのスキルの獲得（記憶生成）のための練習
- 身体的活動の操作法およびそのスキルの獲得（記憶生成）のための練習

注）ここでのスキルは，複雑な操作を 意識せずに実行できる 運用のプログラム。

# 近年の学習観と支援

- アクティブラーニング
- 構成主義的学習  $\leftrightarrow$  教授主義  
(個人の従前の知識構造に組み込む)
- 自発的・認知的行動による獲得 (表象, 操作, スキル)
  - 自発的行動と認知構造の利用 (記憶支援)
- 認知的徒弟制の方法：
  - Modeling, Coaching, Scaffolding, Articulation, Reflection, Exploration
  - 他者の体験・モデルから学ぶ (追体験)
- 動機付け
  - 初等中等教育における動機付けの困難さをデジタルメディアで解消できるか？  
(遠い目標に対する動機. 現在の目標に対する動機. Gamification?)

## 現代的思想

- 社会構成主義 (協働学習)
- 状況的学習 (situated)
- コネクティビズム (net)
- 分散認知理論 (ubiquitous)
- 身体化認知 (embodied, XR)
- AI共創 (知識拡張)

# 従来の教科書の問題 と方向性

- 個人差に対応していない。
  - 知識は、基本的には、既存の知識体系への整合的組み込みで増加する
  - 故に、学習者個人毎に、適応する内容が必要
  - 個人最適化学習：AIによる学習管理支援システム／デジタル教材に期待
- 使用時の文脈がない（乏しい）
  - 実際の問題解決ではない
  - 意味を理解に（主体的文脈の中に） . . .

対策： VRによる疑似体験（空間体験）は、実際の文脈を近似

# AIによる学習観の変化

- 教材/知識の情報は、ほぼ無料・無限 (人類の叡智すべて)・瞬時入手可能
- 知恵のフラット化。演習問題も出題可能
- Memex\*の目標は、AI (deep research) で達成。あるいは、それをはるかに超える情報の「編集」提供が可能となった
- 学習者にとって、「無限質問」が可能となったのはまさに革命。知的playground!

---

※知的好奇心のある生徒，学生には，AIを使える環境にいれば成長の機会は無限

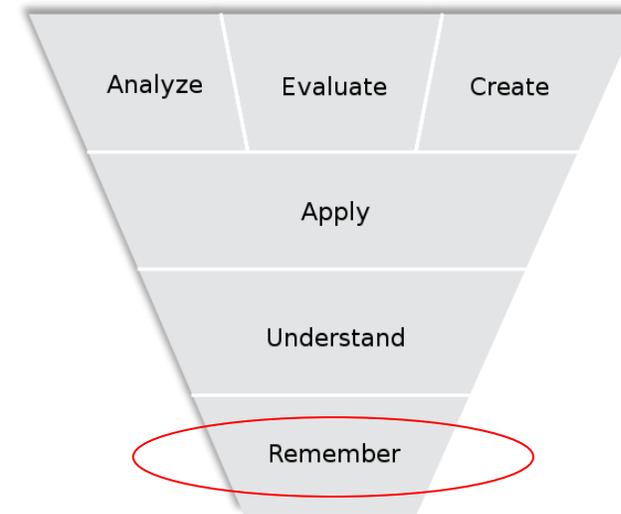
- 個別最適化学習，工学的教育法 が進行中。

\*V. ブッシュが提唱した連想 (associative link) 記憶装置

# VR空間による記憶合成

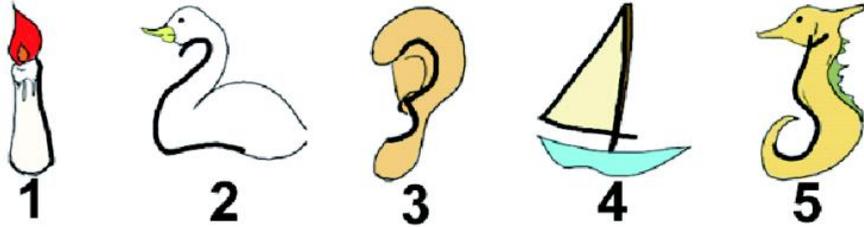
(認知的疑似空間)

- 学習における記憶
  - 記憶は学習の基底
  - 既存の知識の構造で新情報を解釈・結合することが望ましい
  - 多数の情報を記憶していることは、創造的思考・批判的思考に必須
  - 記憶は理解の前提条件
- ICT/AI による新しい記憶促進の手法
  - 画像記憶の優位性
  - 体制化による記憶対象の整理  
(ペグ法・場所法の利用, 記憶術)



学習活動における記憶の位置づけ  
Categories in the cognitive domain of  
Bloom's Taxonomy (Anderson &  
Krathwohl, 2001)

# 認知的VR空間による記憶支援 (XR学習法)



図形化数字  
...



掛けくぎ (ペグ)  
...

知っている実際の場所

- 画像による2重符号化
- 身体運動と情報生成



生成効果

実空間画像合成

XRによる認知的VR空間

XRは空間と身体の技術

# 認知的空間のバーチャル記憶ペグの生成手法

- 覚えやすい絵になるように、頭部（HMDのXRの場合）や ARカメラを動かす（身体感覚）
- 1番を表すローソクが、場所の写真に組み合わされる（生成効果）
- 3番を表す耳が、電話機にうまく配置される



カメラの中の  
図形化数字

+



喫煙コーナー

=



重畳peg画像  
virtual memory peg



第3地点の  
virtual memory peg

# 電子教科書のための学習支援環境

- デジタル教科書等の電子教材に適用した例



デジタル教科書

iPad

# 主観的体験（VR体験）による学習

- 外界モデル, 自己モデルの**問題解決に立ち会う**点でVR体験は有効
- **実際の体験に近い記憶を作ることができる**（可能性がある）

例)

1. **認知的VR空間**による記憶合成（記憶術）
2. 現実空間の**身体運動のVR体験**（追体験）
3. **遠隔地のライブ体験**の実体験代替（テレエクスペリエンス）

ただし,

- 抽象度が高い対象の学習のときはAIによる空間化が必要
- 時間密度は実体験より高い
- 体験コンテンツ（教材）の事前作成が必要

# 身体型/五感追体験型 学習空間

- 他者の体験を, **主観的体験**とすることで学ぶ
- 学習における深い理解を達成するために五感体験は多くの場合有用である
- 身体的記憶 (embodied cognition), 状況的学習 (situated learning)
- 現在の教科書の学習には, 生成系AIによる体験合成で導入可

## cf. 現在の教科書

- **成長段階に標準的な知識**を言語で記述
- これまでのデジタル教科書 (= 紙の教科書)  
(デジタル形式に変換した教科書)

# 身体型/五感追体験型のVR装置 1 (着座型)

五感シアター 旅行追体験による学習

ミラノ歩行体験

教育への適用へ

最優秀Virtual & Augmented Reality  
技術賞受賞



世界各地五感歩行体験

FiveStar VR (SIGGRAPH Asia 2018)



VR空間の五感歩行体験



ドゥオーモ(大聖堂)

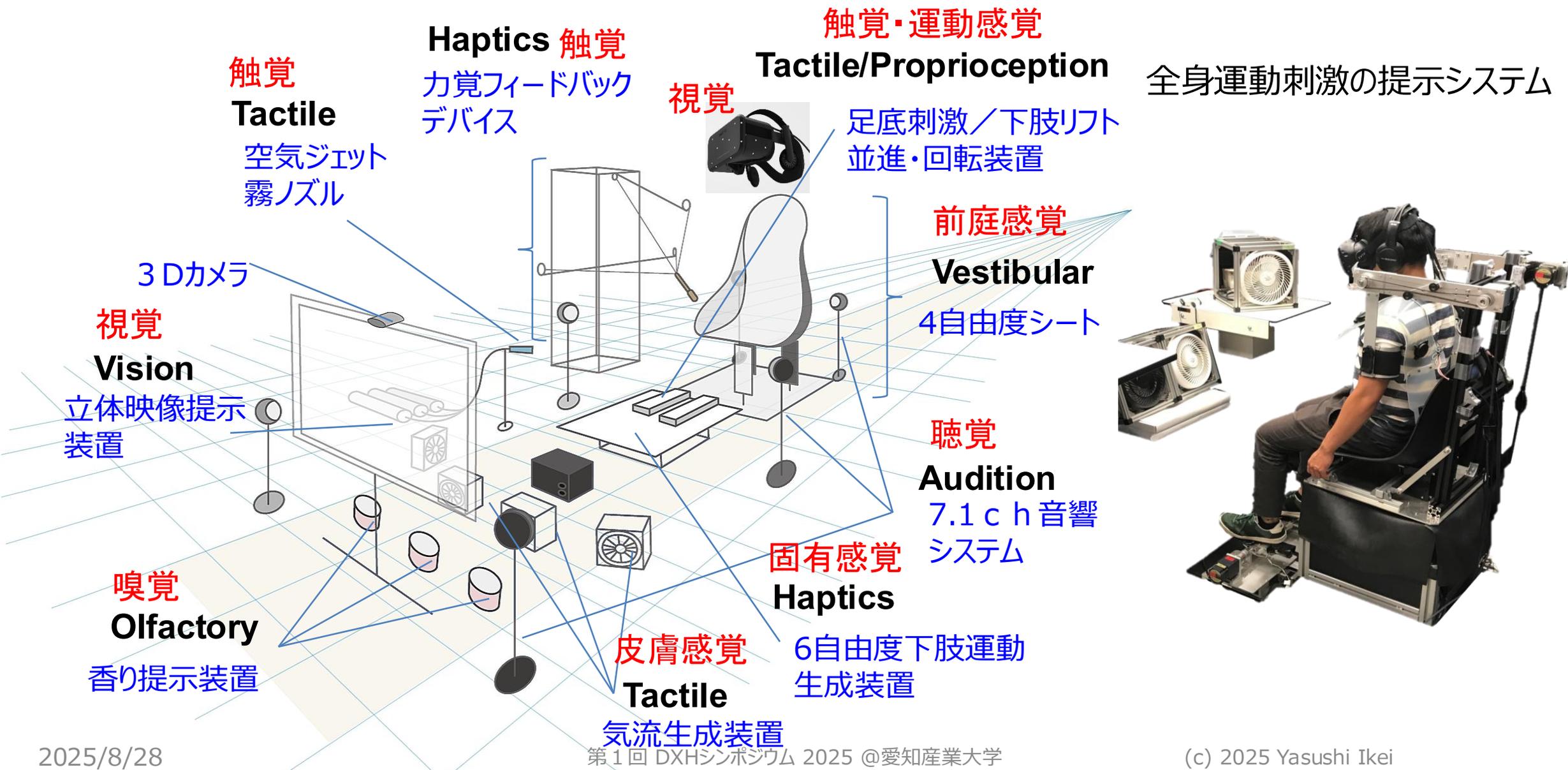


トロント歩行



トロント・ナイアガラ 8K全周映像

# 身体型/五感追体験型VR: 五感シアター 2009-



# ミラノ旅行の追体験 ~2012



身体運動感覚提示と液晶眼鏡3D立体映像, 84 inch LCDによる視覚提示





# FiveStar VR

Shareable Travel Experience through Multisensory  
Stimulation to the Whole Body

Ikei Lab and Colleagues

Tokyo Metropolitan University  
NTT Communication Science Laboratories  
University of Electro-Communications  
Toyohashi University of Technology

# 身体型/五感体験型のVR装置2 (立位型)

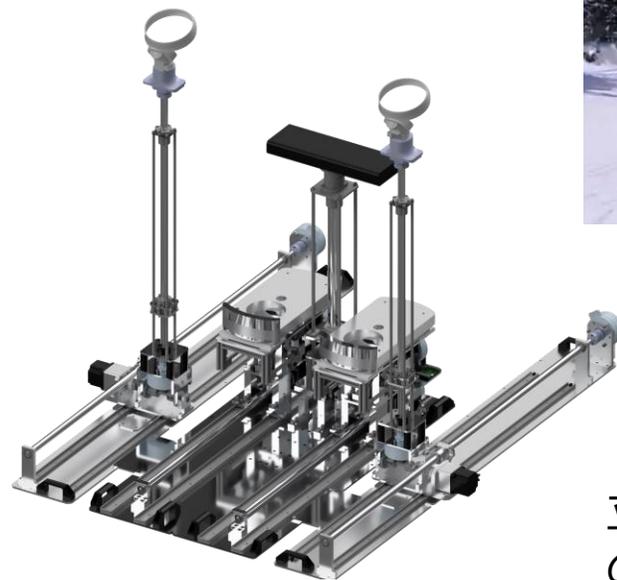
山岳追体験での学習

教育への適用へ

スキー追体験での学習



登山感覚



身体型追体験のVR装置



スキー感覚

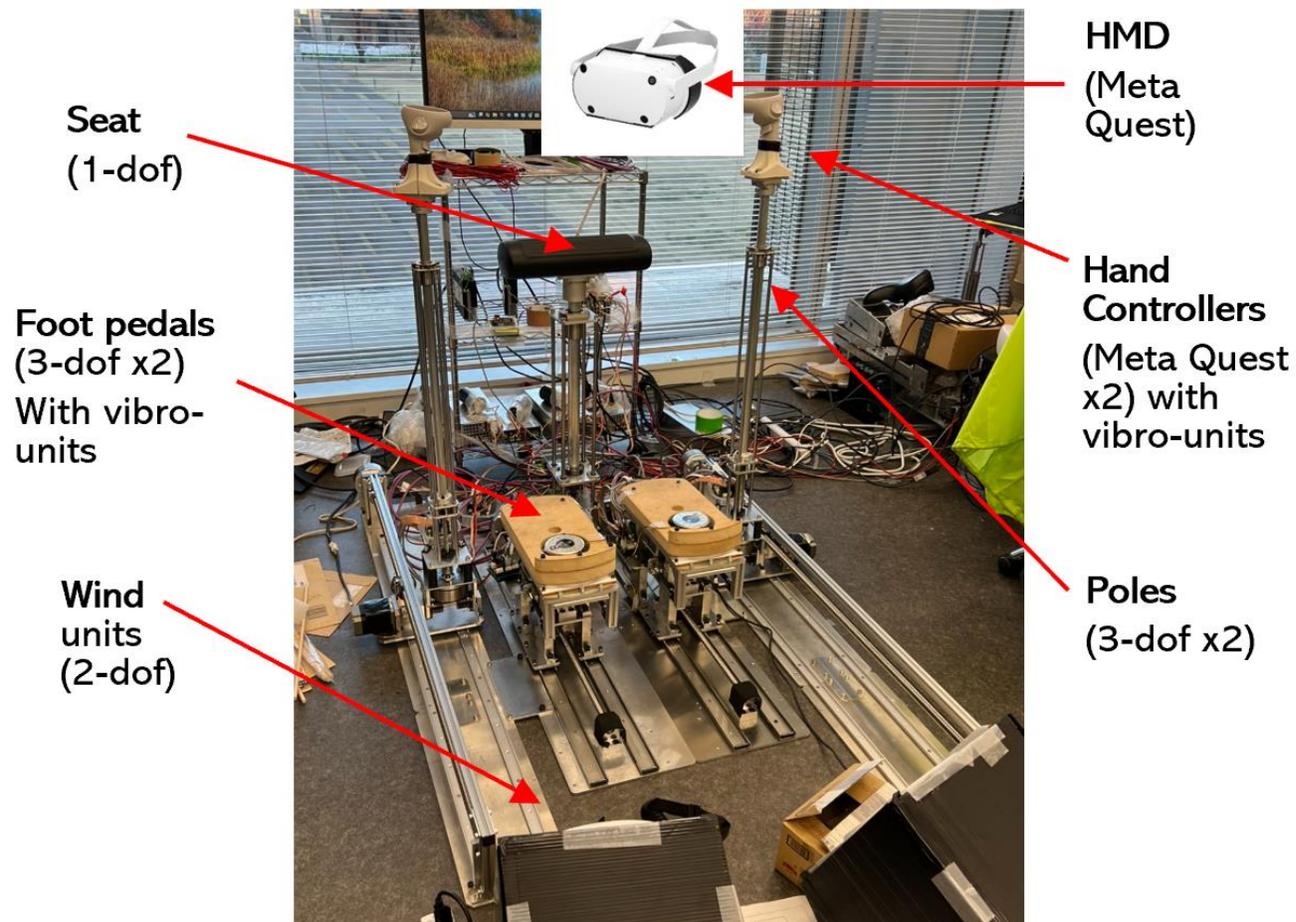


立位全身運動  
の五感体験

Go Mountain! VR (SIGGRAPH Asia 2024)

# 身体型/五感体験型VRによる山岳体験

(SIGGRAPH ASIA 2024, Tokyo)



“Go Mountain! VR” 体験シミュレータ



# メタバーズ/XR型 学習空間

XRメタバーズ教室, アバターロボットは参加者とライブ接続



XRメタバーズ空間



メタバーズ教室

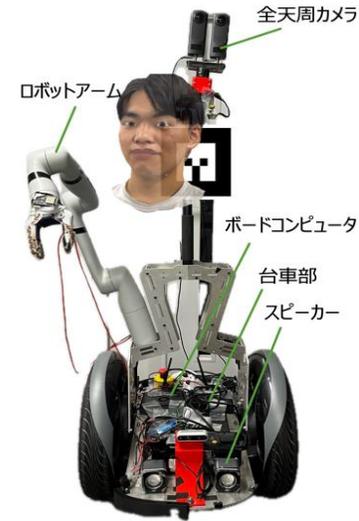


リアルアバター協働学習

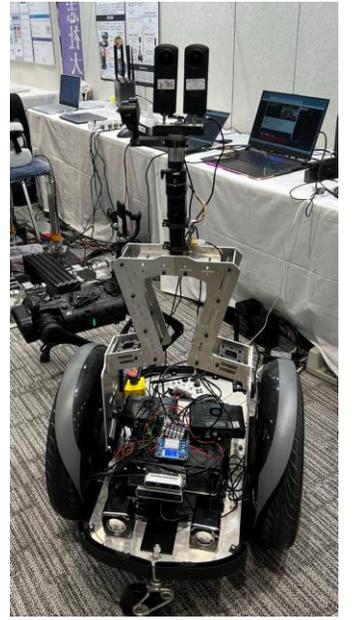


実空間全天周ライブ中継

リアルアバターを  
提示したロボット



遠隔XR共同作業の様子



XRアバターロボット

リアル空間の共有のため  
の遠隔操縦者（セグウェイ  
で全周立体視カメラを  
移動）

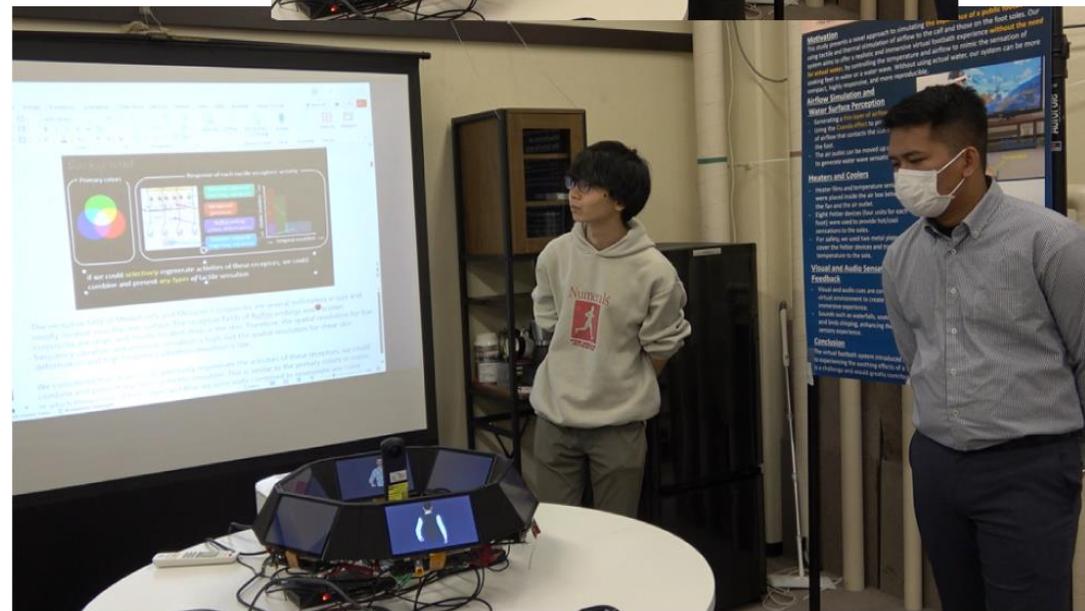
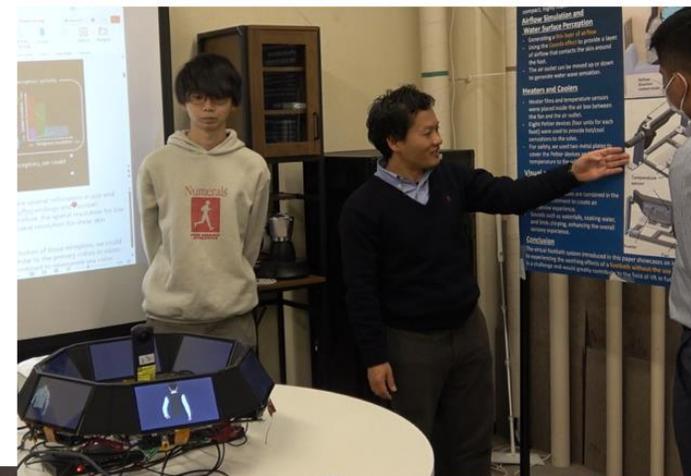
テレエクスペリエンス



# X R型多人数共有メタバース (筑波大学 ヤエム先生と共同)



リモート側  
HMD/PC/Smart Phone



現地側  
ポスター発表会

# XR型遠隔体験，VR歩行体験の公開

2022.8.8-15

(SIGGRAPH 2022 Emerging Technologies, カナダ Vancouver)

感覚補償のための  
全方位立体視，  
前庭感覚，固有  
感覚，皮膚感覚  
の提示



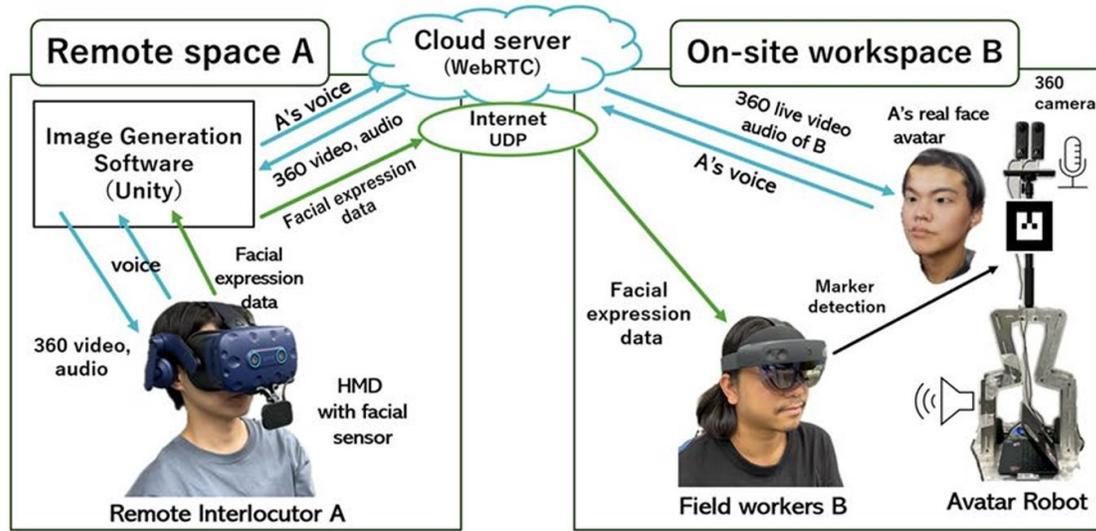
2輪アバターロボット



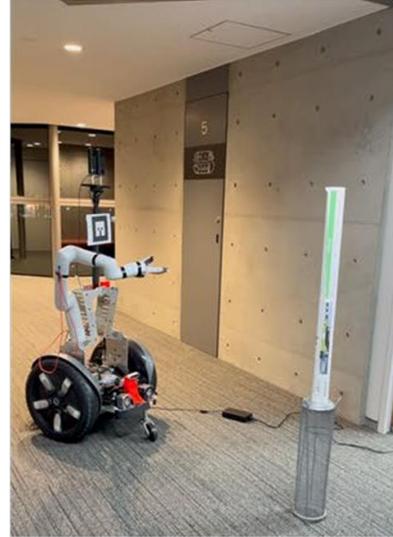
Laval Virtual Award 受賞

4足歩行アバター  
ロボット

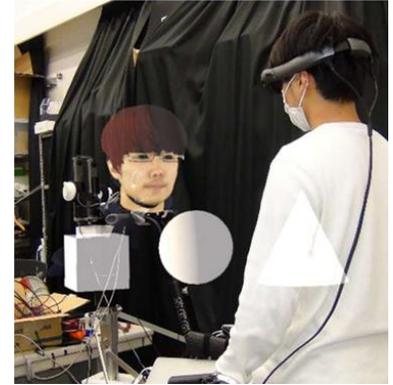
# X R 型遠隔作業の体験



クラウド遠隔参加システムの構成



アバターロボットとリアルアバター提示



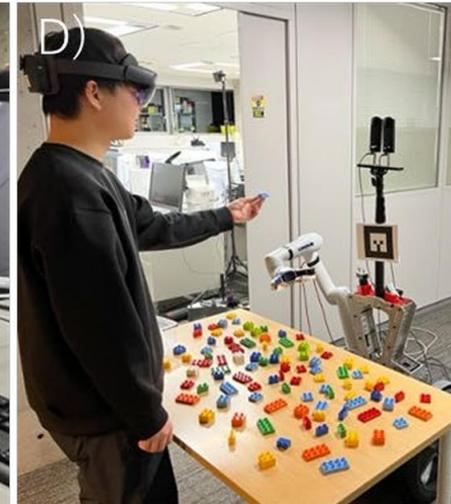
VRオブジェクトの共有



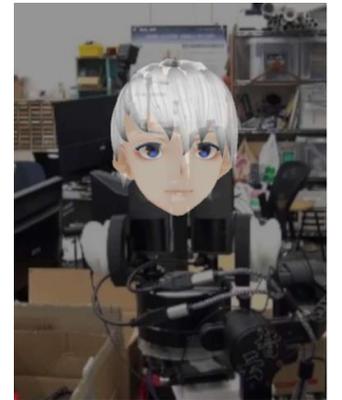
遠隔操作者Aのリアルアバターの2D/3D表示



遠隔操作者A



現場作業者B



アバター表示

# おわりに

- 現代的な教育学習支援に「VR空間」は有効（XRとAI）
  - 人間の記憶の認知的特性として、空間と画像は有利
  - 多感覚の空間体験は、記憶系に深く結合される
  - 空間型電子記憶術の実証では、無意味情報でも強力に結合できている
  - 創造的な認知操作のための多数の材料を想起可能とする
- バーチャルリアリティ (or XR) は 主観的な体験で記憶を合成
  - 五感を含むVR体験は、実体験に近くエッセンスをまとめた新しい学習法の候補
  - 個人的な体験のストーリー（物語）を創る道具としての可能性は無限
  - 身体化認知（embodied cognition）, 状況的学習（situated learning）
  - 教育DXの新しい方向性の1つ