

リアル・バーチャル融合の テクノロジーと未来社会

国立研究開発法人 情報通信研究機構 (NICT)
ユニバーサルコミュニケーション研究所 (UCRI)
先進的リアリティ技術総合研究室 (ARTL)

安藤 広志

プロフィール:

専門: 認知脳科学 (知覚認知メカニズム)、多感覚情報処理 (XR/インタフェース)、AI (機械学習)

略歴: Ph.D. (Computational Neuroscience: 米国MIT)

1992~2011 ATR (国際電気通信基礎技術研究所) 認知ダイナミクス研究室 室長等

2006~現在 NICT (情報通信研究機構) 多感覚・評価研究室 室長、脳機能解析研究室 副室長を経て、
現在、先進的リアリティ技術総合研究室 上席研究員

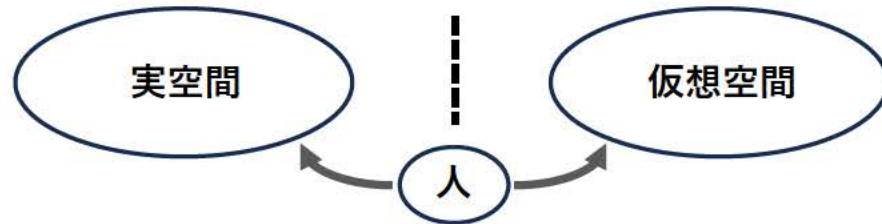
(2013~現在 大阪大学大学院生命機能研究科 招聘教授)

■ バーチャル技術の社会実装に関しては、現状、二つのコンセプトが混在

1) メタバース (狭義)

概念: インターネット上の3D仮想空間で社会・経済活動

背景: Second Life (2003年), FacebookのMetaへの社名変更 (2021年10月)
Web3 (NFT: デジタル資産 2021年)



狙い: 仮想世界に実世界とは別の生活圈を作る

- ・実世界に縛られない自由度の高さ: 実在の自分とは異なるアバターで交流
cf. プロテウス効果: アバターの外見が本人の行動に影響
⇒ 引きこもり/障害者の方々にも活躍の場を提供

現状: 一定の利用者層はあるものの社会への普及は進んでいない

- ・三菱総研(2022年12月: 16~89歳の1万人): メタバースの認知度89%、利用経験者 5.5%、月1回以上の利用者1.7% (※1)
 - ・電通(2023年9月: 15-59歳の2,000人): メタバースの認知率 82.1%、利用経験者 18.0%、現在も利用することがある 8.0%(Z世代 15-27歳: 19.2%) (※2)
 - ・博報堂(2024年4月: 15-69歳の3,525人): メタバース関連サービスの認知40.5% (前年比+4.3pt)、利用経験 (2~3カ月に1度以上) は8.4%(前年比+0.1pt) (※3)
 - ・株クニエ(2023年1月: 70,000人): メタバースビジネスの取り組み経験がある(5.2%) 事業化成否が判明(49.4%)のうち失敗(検討が停滞/中止)91.9% (※4)
- cf. Gartner Japan: Hype Cycle 2023 [過度の期待] から[幻滅期]に移行 (※5)

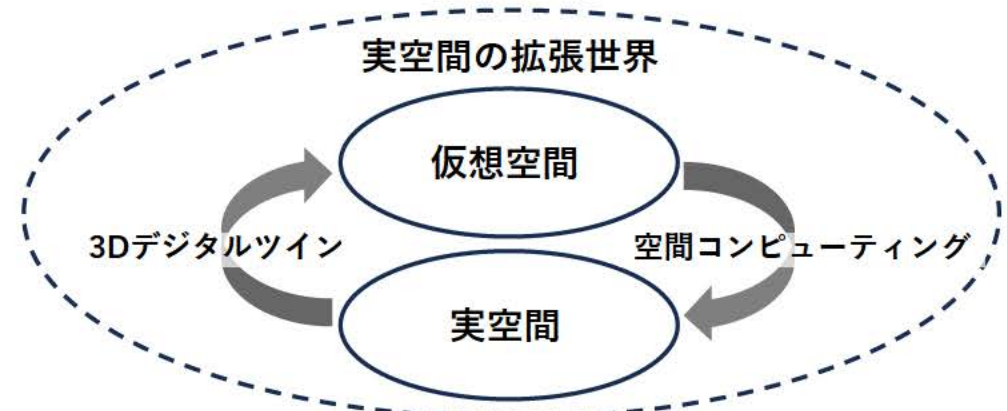
要因

- ・VRデバイスの重量/装着感、仮想空間の品質/操作性が不十分 ⇒ 心身への負荷
- ・利用形態が限定的: ゲーム/イベント/アバターグッズ売買等 ⇒ 事業参入が難しい

2) リアル・バーチャル融合

概念: 実空間における活動を仮想情報との融合で拡張

背景: 3Dデジタルツイン技術/空間コンピューティング技術の進展



狙い: 実世界の多種多様な課題をバーチャル情報の活用で打開/新展開

現状: 社会実装が始まっている領域もあるが、技術開発は発展途上

社会実装が始まっている領域

- ・バーチャルプロダクション (映像制作: 映画/ドラマ/Promotion Video)
LEDウォールの3Dバーチャル背景と実在の人/物を同時に撮影⇒屋外ロケが不要
- ・3D都市空間・建築の設計/管理 (景観/防災/環境シミュレーション、検査/保守)
PLATEAU(国交省), BIM(Building Information Modeling)と3D点群dataの重畳可視化
- ・製造現場/輸送のプロセス検証/最適化 (各種シミュレーション、トレーニング)
3Dデジタルツインを用いた製造工場の生産ライン検証

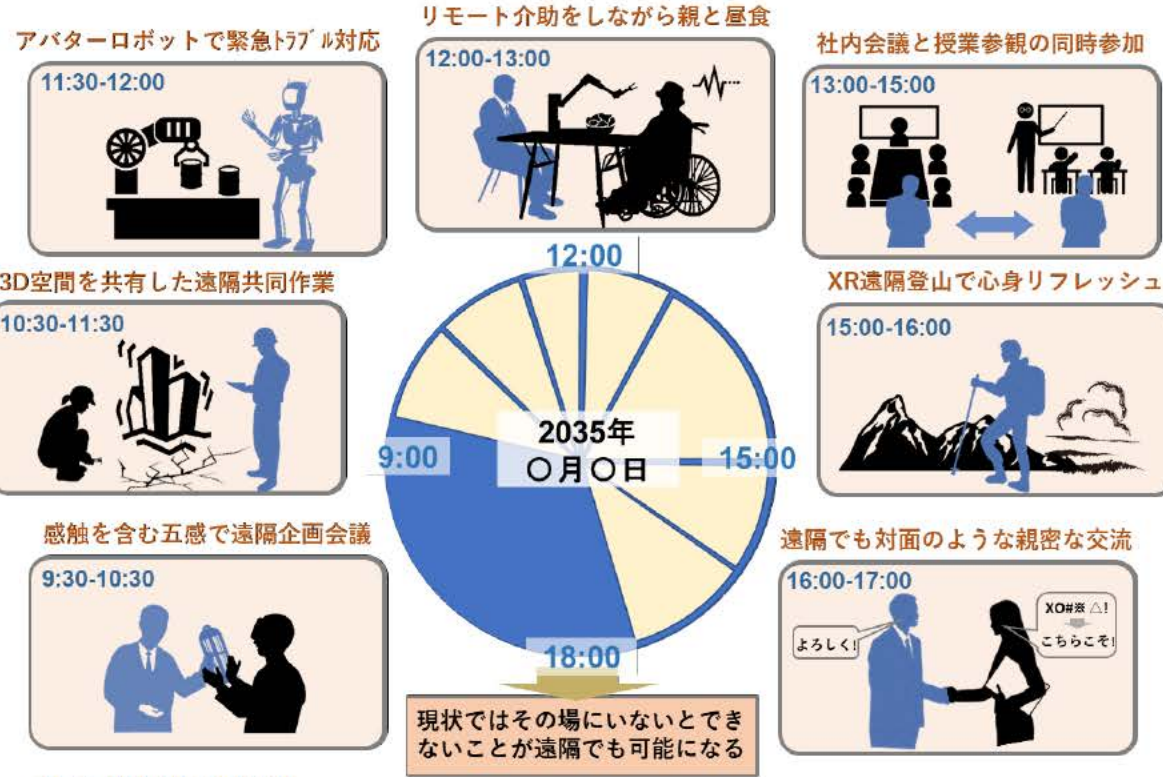
応用領域拡大のために必要となる技術開発

- ・3Dデジタルツイン構築技術の精度/機能/可視化品質の向上、コスト低減
- ・3D空間操作の機能向上/リアルタイム化/遠隔インタラクション技術

■ NICTが描く未来社会 Beyond 5G/6G White Paper (NICT, 2021年3月) (※6)

- ・次世代通信技術 B5G/6G により遠隔コミュニケーションの質が進化
Cybernetic Avatar Society

自分のアバターを用いて、空間・時間の制約を超えて実空間と同等の活動/
身体的インタラクションが可能になる (2035年のイメージ)



社会的価値の創出

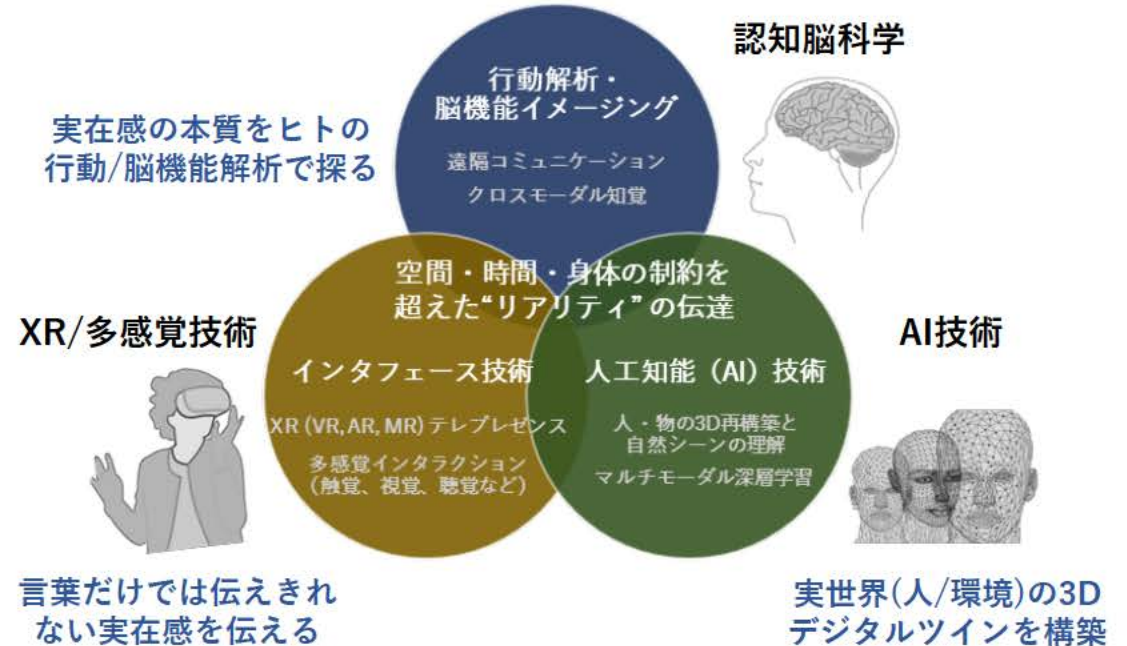
高度なリアル・バーチャル融合により、労働生産性・ワークライフバランスが向上し、自然災害や感染症に対してもレジリエント(強靱)な社会が実現

■ 先進的リアリティ技術総合研究室 (※7) 2021年4月～

- ・リアル・バーチャル融合技術の研究開発を通じて「実在感 (reality) を伴う遠隔コミュニケーション」(telepresence)の実現を目指す

研究開発のアプローチ

- ・空間・時間・身体制約を超えた“リアリティ”をリアルタイムで伝達するために、3つの領域(認知脳科学、AI技術、XR/多感覚技術)を統合して研究開発を進める



■ Web4.0 (EC 欧州委員会) 2023年7月11日 (※8)

・ Press release Q&Aより抜粋 (マーキングは筆者)

“Web 4.0 is the expected fourth generation of the World Wide Web. Using advanced artificial and ambient intelligence, the internet of things, trusted blockchain transactions, virtual worlds and XR capabilities, digital and real objects and environments will be fully integrated and communicating with each other, enabling truly intuitive, immersive experiences, seamlessly blending the physical and digital worlds.”

Virtual Worlds: “They are in 3D, immersive environments, which make it possible to blend physical and digital worlds in real time, for a variety of purposes such as designing, making simulations, collaborating, learning, socialising, making transactions or providing entertainment.”



- ・ Web4.0では、物理世界とデジタル世界を融合させ、virtual worldsの様々な分野での活用を図っていく

ユースケース (活用例)

Manufacture: virtual twins to test/optimize production processes
Cultural industry: create/promote/distribute content
Green: 3D models to simulate the effects of global warming
Training: medical field, such as surgeries simulations
Education: simulate scientific experiments

■ MSF (Metaverse Standards Forum) 2022年6月 設立 (※9)

- ・ Open Metaverseのinteroperability (相互運用性)を推進する団体 (Khronos Groupが中心)
⇒ 標準化組織と企業を結ぶpracticalな役割
- ・ 約2,500社/機関が参加 2024年5月現在
(内 Principal Members は約120社/機関)

- ・ Active Domain Groups: 12 グループ
2024年5月現在

3D Asset Interoperability using USD and glTF
3D Web Interoperability
Digital Asset Management
Digital Fashion Wearables for Avatars
Metaverse Educational Register
End-User Technical Troubleshooting
Industrial Metaverse Interoperability
Interoperable Characters/Avatars
Network Requirements and Capabilities
Privacy, Cybersecurity & Identity
Real/Virtual World Integration
Standards Register

(マーキングは筆者)



- ・ MSFでは、メタバース(狭義: 青マーキング)とリアル・バーチャル融合(赤マーキング)の概念が混在

■ 国際標準化組織 ITU-T FG-MV (Focus Group on Metaverse) (※10) 2022年12月16日 設立 (1年間の時限組織)

- ・ Working Groups: 9グループが設置
(下部に, TGs: Task Groups)

WG1: General

(TGs: terminology & definitions, pre-standardization for the CitiVerse, implications for people in the metaverse)

WG2: Applications & Services

(TGs: media coding, generative AI in the metaverse, metaverse tourism, medical metaverse, Industrial metaverse)

WG3: Architecture & Infrastructure

WG4: Virtual/Real World Integration

WG5: Interoperability

WG6: Security, Data & PII (personally identifiable information) Protection

(TGs: cybersecurity, building confidence and security, child online protection, trustworthiness)

WG7: Economic, regulatory & competition aspects

WG8: Sustainability, Accessibility & Inclusion

(TGs: sustainability, accessibility & Inclusion, sustainable metaverse design, social safety)

WG9: Collaboration (TG: gap analysis)



- ・ FG-MVには、リアル・バーチャル融合(赤マーキング)の概念も含まれる
- ・ 2024年6月までに各WGのReportが作成 ⇒ SG (Study Group)に振り分けられ勧告の成立を目指す

■ 課題と狙い

【現状のオンライン会議】

全員が別々の枠内で正面を向いており、参加者同士の**一体感・共感・親近感・信頼関係**を形成するのは困難



【実空間での会議】

3D空間を共有し、**非言語情報** (表情/動作/視線/姿勢) で互いの気持ちを自然に伝え合い、**親密なコミュニケーション**が可能



遠隔であっても3D空間を共有し、円卓会議のように、**互いの顔を見合わせたコミュニケーション**ができないか。

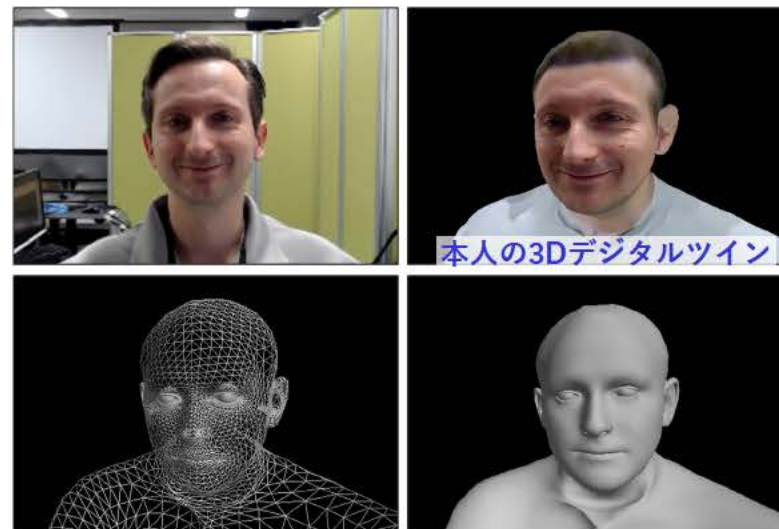
そのためには、参加者一人ひとりを**3Dデジタル化**し、3D共有空間の中に配置、ノンバーバル情報も3Dで再現し、心の機微も自然に伝え合えるコミュニケーションを実現

■ 本人のリアルで表情豊かな3Dアバターの構築・再現技術

REXR (Realistic and Expressive 3D avataR): レクサー

REXR技術の特徴 (1)

- ・ REXRは、本人の**3Dデジタルツイン** (フォトリアルな3Dアバター) を構築
- ・ メタバースでは、通常、3Dアバターとして、キャラクタ(本人とは外見が異なるアニメ風のキャラクタ、あるいは本人に似せたCGキャラクタ)を利用



- ・ 360度フルボディを1万個以上の頂点からなる3Dメッシュとテクスチャ (身体の各パーツ/皮膚/服装などの色/濃淡) で表現
- ・ 個人の形状の特徴や関節位置(骨格)など、約200個のパラメータで構成

REXR技術の特徴 (2)

- REXRは一般的なWebカメラ1台のみを使用



- 従来、本人の3Dアバターを構築するには、多数(数十台~数百台)のカメラあるいは特殊な奥行きセンサ群の大型設備/スタジオが必要だった

【手法】

- AI (機械学習手法)でWebカメラの2D画像だけから本人の**基本モデル**(3D形状/テクスチャ/骨格等)を構築



Webカメラの前で自ら一回転し、2D画像を複数枚取得



AIにより数分で身体の基本モデルを構築

REXRの特徴 (3)

- 細やかな表情 (micro/subtle expressions)や動作もリアルタイムで3D化
- メタバースの3Dキャラクタは、予め用意しておいた典型的な表情を選択/混合
⇒ 本人の微細な表情を実時間で再現することは困難



- 皺/口元/目/眉などの繊細な動きも高精細に3D再現

【手法】

- フレーム毎にAI (機械学習)で表情および姿勢の3Dパラメータを推定し基本モデルを更新



顔・姿勢の3Dパラメータと表情テクスチャを推定

更新

任意の視点の画像をレンダリング

リアルタイム REXR

- ・ 3Dデジタルツイン空間の3Dアバターとリアルタイムで遠隔対話 (※11)



NICTオープンハウス2023で小金井本部とけいはんなを接続し遠隔ライブデモ
(2023.6.23~24)

- ・ けいはんなの研究所の3Dデジタルツイン空間に研究者のアバターを配置し、東京の来場者とリアルタイムで対話

REXR plus

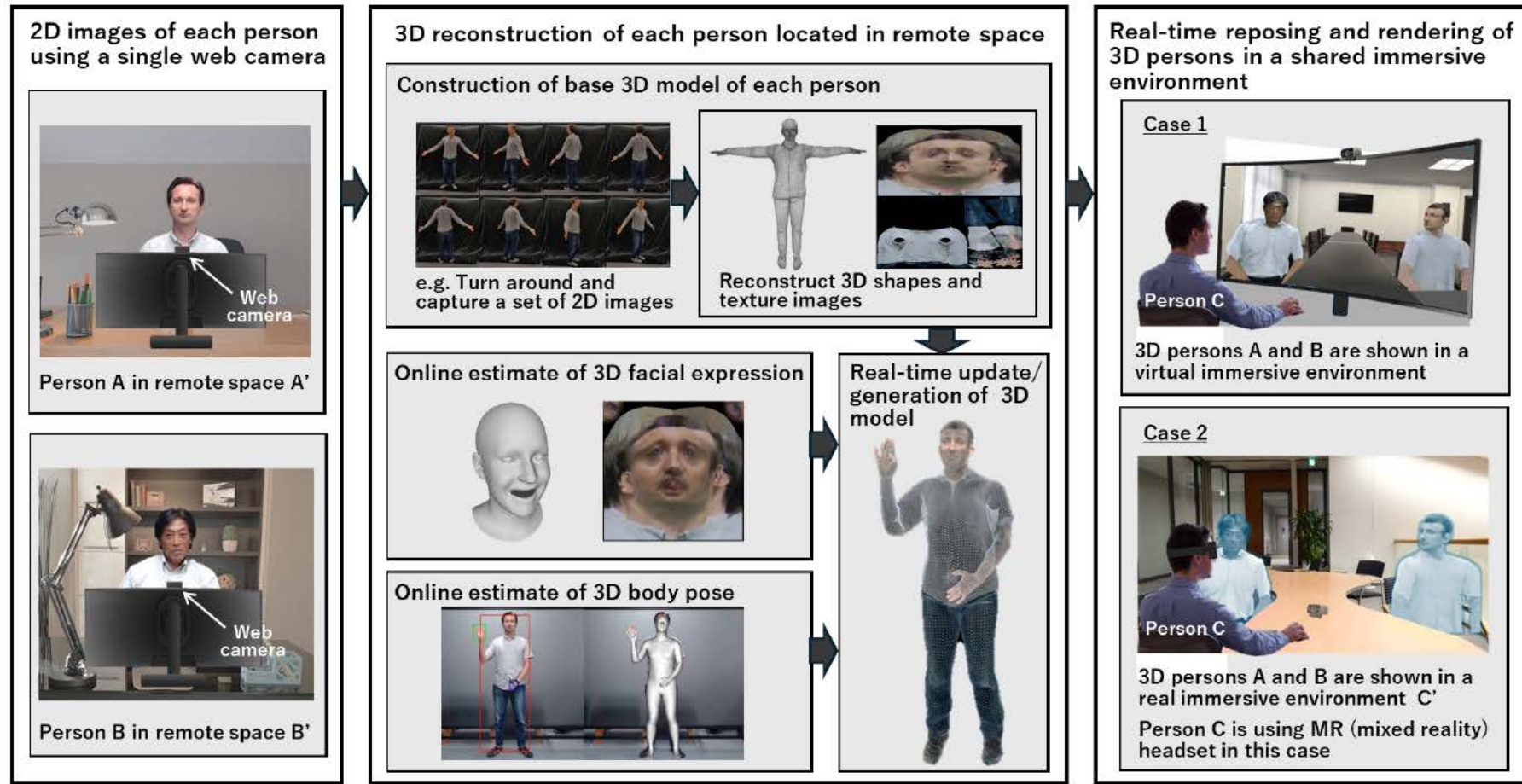
- ・ 本人の身体モデルは構築せずに、既存の3Dアバターを活用
任意の3DアバターをREXRフォーマットに変換し、本人の表情/動作を実時間で3Dアバターにシームレスに反映させる技術



けいはんなR&Dフェアにて来場者の体験デモを実施 (2023.10.6)

- ・ REXR Plus のユースケース：リモート接客
自宅で普段着でいても、自分の好きな服装/体形/髪型の3Dアバターを選び、本人の自然な表情や動作は3Dアバターにリアルタイムで反映させて、親しみのあるリモート接客が可能

- ITU-T (国際電気通信連合・電気通信標準化部門) Q8/SG16 (Immersive Live Experience) 会合 (仏Rennes 2024年4月) (※12)
- ・ 3DIT (3D model-based Immersive Telepresence System) に関する新WI (作業項目) の設置をNICTから提案し承認



- ・ 「3Dテレプレゼンスシステム」のフレームワーク (REXRはシステム実現のための技術候補) に関する勧告 (Recommendation)の成立を目指す

- ・ リアル・バーチャル融合のテクノロジーの進歩により、実世界での人々の活動が飛躍的に拡大する未来社会の到来が期待される
- ・ 特に、AIによる3Dデジタルツイン技術、3D空間内でそれらを制御する空間コンピューティング技術は、リアル・バーチャル融合のコアとなる技術である
- ・ NICTの3Dアバター技術 REXRもこのような未来社会の基盤として活用されることを期待している
- ・ しかし、これらのテクノロジーはまだ発展途上にあり、将来、様々な領域で活用されていくためには、さらなる技術開発が不可欠

・ 参考資料/サイト

- ※1 https://www.mri.co.jp/knowledge/column/dia6ou0000054w41-att/mtr_20230330.pdf
- ※2 https://www.dentsu.co.jp/news/item-cms/2023018-1211_3.pdf
- ※3 <https://www.hakuhodody-holdings.co.jp/news/corporate/assets/uploads/202404121300.pdf>
- ※4 https://www.qunie.com/pdf/service/QUNIE_NewBiz_report_summary_20230523.pdf
- ※5 <https://www.gartner.co.jp/ja/newsroom/press-releases/pr-20230817>
- ※6 <https://beyond5g.nict.go.jp/download/index.html>
- ※7 <https://ucri.nict.go.jp/artl/>
- ※8 https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/QANDA_23_3719
- ※9 <https://metaverse-standards.org/>
- ※10 <https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/mv/Pages/default.aspx>
- ※11 <https://www.youtube.com/watch?v=UVfsxQ-c9Vg>
- ※12 <https://www.itu.int/en/ITU-T/studygroups/2022-2024/16/Pages/default.aspx>