

二国間交流事業 共同研究報告書

令和 6 年 4 月 15 日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

[日本側代表者所属機関・部局]

東京大学大学院情報学環

[職・氏名]

特任准教授・伊藤 勇太

[課題番号]

JPJSBP 120223202

1. 事業名 相手国: フランス (振興会対応機関: MEAE-MESRI) との共同研究

2. 研究課題名

(和文) ニアアイディスプレイ技術を用いた複合現実感における知覚的リアリズムの探求

(英文) SurreARisme: Exploring Perceptual Realism in Mixed Reality using Novel Near-Eye Display Technologies

3. 共同研究実施期間 2022 年 4 月 1 日 ~ 2024 年 3 月 31 日 (2 年 0 ヶ月)

【延長前】 年 月 日 ~ 年 月 日 (年 ヶ月)

4. 相手国側代表者(所属機関名・職名・氏名【全て英文】)

Ecole Centrale de Nantes • Associate Professor • NORMAND Jean-Marie

5. 委託費総額(返還額を除く)

本事業により執行した委託費総額	1,725,351 円
内訳	
1 年度目執行経費	950,000 円
2 年度目執行経費	775,351 円

6. 共同研究実施期間を通じた参加者数(代表者を含む)

日本側参加者等	4 名
相手国側参加者等	5 名

* 参加者リスト(様式 B1(1))に表示される合計数を転記してください(途中で不参加となった方も含め、全ての期間で参加した通算の参加者数となります)。

7. 派遣・受入実績

	派遣		受入
	相手国	第三国	
1 年度目	2	0	3 (0)
2 年度目	1	0	2 (0)

* 派遣・受入実績(様式 B1(3))に表示される合計数を転記してください。

派遣: 委託費を使用した日本側参加者等の相手国及び相手国以外への渡航実績(延べ人数)。

受入: 相手国側参加者等の来日実績(延べ人数)。カッコ内は委託費で滞在費等を負担した内数。

8. 研究交流の概要・成果等

(1)研究交流概要(全期間を通じた研究交流の目的・実施状況)

本提案の目的は、**複合現実感(MR)における人間の知覚の特徴**を明らかにし、それに基づき **MRにおける仮想コンテンツとの新しいインタラクションの方法を提案**することである。MRは、ユーザーが完全にデジタル化された環境に身を置き、リアルタイムに対話することができる仮想現実(VR)と、仮想の情報を人間の知覚に与えることで現実世界を拡張することを目的とした拡張現実(AR)を含む[1]。

典型的なMRは、様々な技術・効率・フォームファクタで実装されたニアアイディスプレイを介して、仮想の画像やオブジェクトをユーザーの視界にオーバーレイすることである。このようなディスプレイには、カメラやプロジェクタを備えた半透明(ARの場合)または不透明(VRおよび一部のARの場合)のヘッドマウントディスプレイ(HMD)がある。さらに複雑なシステムでは、レーザーなどの光学素子を使用することもある。

MRの目標の1つは、仮想の要素を、実生活と同じように、簡単に知覚し対話できるようにすることである[2]。この観点から、MRデバイスに表示された**仮想コンテンツに対するユーザーの知覚を正確に把握することが重要になる**[3]。これには実物と比較したときの仮想物体の外観の重要性を調べることも含まれる。リアリズムは知覚にとって特に重要である[4]。MRディスプレイのリアリズムの欠如や、MRハードウェアの技術的制約による仮想物体のレンダリングの制限は、知覚バイアスを発生させ、MR環境の知覚、インタラクション、理解を悪化させる。そのため、仮想物体の

レンダリングを改善し、「リアル」な臨場感に近づけることが、MR体験の大きな課題となる[5]。一方、人の視覚では**知覚的なリアリズムと物理的なリアリズムは必ずしも一致しない**(図1)。

我々と仏チームはARディスプレイにおける知覚に関する**国際共同研究・研究交流活動の実績**があり、特に**2019年には仏研究者が半年間来日し、本提案の先駆けとなる、MRの知覚に関する共著国際論文が生まれた**。今回のプロジェクトによりその研究を加速することができる。

全期間を通じて、**継続的な国際共同研究と、二度の研究訪問を行った**。結果としてより広い枠組みでの国際研究プロジェクトの発足につながった。

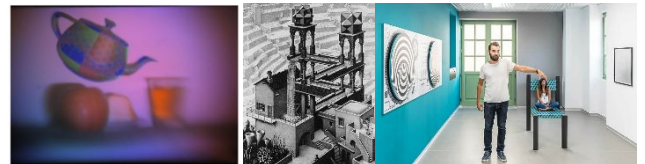


図1:MRでは、リアルさが重要な鍵となるが、私たちの知覚は思っているほど信頼できるものではない。(左)現実の風景にARポットを重ね合わせたもの。(我々の研究より)。(中)M.C.エッシャーの不可能図形「ウォーターフォール」(1961年) (右)現実世界でも、私たちの知覚的なリアリティは簡単に誤った方向に導かれてしまう(©Museum of Illusions)。

1. P. Milgram, et al. "Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum." Telemanipulator and telepresence technologies. Vol. 2351. Intl. Society for Optics and Photonics, 1995.
2. Ma, Jung Yeon, and Jong Soo Choi. "The Virtuality and Reality of Augmented Reality." Journal of multimedia 2.1 (2007): 32-37.
3. Drascic, D., & Milgram, P. (1996, April). Perceptual issues in augmented reality. In Stereoscopic displays and virtual reality systems III (Vol. 2653, pp. 123-134). Intl. Society for Optics and Photonics.
4. Rademacher, P., Lengyel, J., Cutrell, E., & Whitted, T. (2001). *Measuring the Perception of Visual Realism in Images*. 235-247.
5. M. Slater, et al. "The ethics of realism in virtual and augmented reality." Frontiers in Virtual Reality 1 (2020): 1.

(2)学術的価値(本研究交流により得られた新たな知見や概念の展開等、学術的成果)

初年度は、MRにおける人間の知覚の特徴づけに関する最初のユーザー実験を実施した。初年度までで、**両国共同で、研究デザインと実験機材のプロトタイプングを実施**したが、初年度は日本側においては、博士学生1名の主導のもと、光学遮蔽を考慮したARディスプレイシステムにより知覚映像を表示する実験ないし取得データの解析に取り組んだ。

フランス側においては、実験デザインを準備し、ハードウェア実験によってデータ計測に取り組んだ。特に、実験デザインは、ARにおける様々なレンダリング技術の影響に焦点を当て、仮想オブジェクトのレンダリングが参加者のインタラクション戦略に影響を与えるかどうか留意した。

こうしたオンライン・オフラインでの国際協働により、プロジェクトの要となる**実験システム・方法が整備できた**(図2)。二年度目はオンラインで継続的な共同研究を継続し、最終的に、国際共同研究論文の執筆と投稿を目指し研究継続中である。

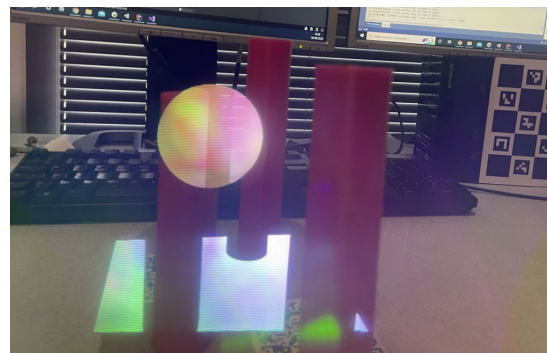


図2: 試作中のAR知覚試験用のARディスプレイによる表示映像のデモ。現実の視界に、人の知覚特性を踏まえて変調された3D映像が表示されている。

(3)相手国との交流(両国の研究者が協力して学術交流することによって得られた成果)

本国際共同研究は、バーチャルリアリティ(VR)・拡張現実感(AR)にかかわる以下のような研究グループによる体制で始まった(図3)。

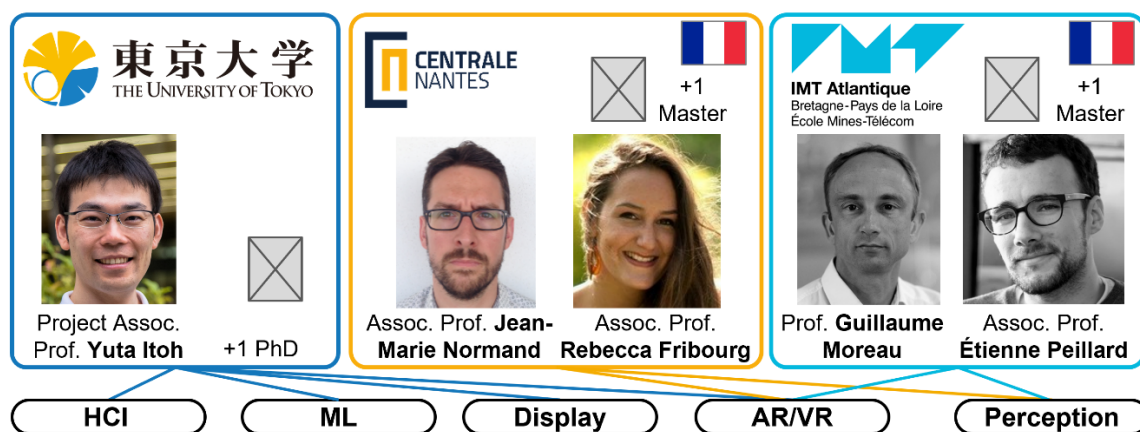


図3:計画初期の二国間交流事業共同研究チーム構成

初年度、**日本側はフランス側の拠点3か所研究訪問**し、本プロジェクトに関係する研究講演をするなど、国際的な共同研究の推進に繋がった。フランス側は、申請者らが予定していた2022年の**湘南ミーティング #174「Augmented Perception」**が**COVID-19の影響で延期されたため**、代わりに、別途10月に来日し、共同研究に関する議論を行った。

初年度の日本側によるフランス側の拠点3か所の**研究訪問**により、フランス側の国内最大級の組織横



図4: 招待講演を行った日仏共同セミナーの開催風景。画像は脚注1より引用

断的 VR 研究組織（*）と知己を得、継続的な共同研究体制を確立した（図 5）。

最終年度にはフランスチーム側が企画する日仏共同セミナー¹@OIST に招待され、本共同研究をきっかけとした創発的な研究活動が生まれている（図 4）。最終年度に日本側がフランス側の拠点 1 か所に研究滞在し、共同研究を継続し、特に、2 年度目には国際共同ワークショップを VR/AR 分野のトップ国際会議（IEEE VR2024 Seamless Reality Workshop）で共同実施した。



図 5：二国間交流事業共同研究を通じて連携することになったフランス側チームの構成。

(*) フランスの学術界では、大学間を超えた研究チームを作ることが一般的であり、今回連携したラボが位置するフランス北西部ブルターニュ地方には Inria Rennes を含む国内有数の VR/AR 研究組織が集中している。

(4)社会的貢献(社会の基盤となる文化の継承と発展、社会生活の質の改善、現代的諸問題の克服と解決に資する等の社会的貢献はどのようにあったか)

前述の日仏共同セミナー@OIST 開催では、100名を超える、分野を問わない参加者が集まり、我々が注力する MR 関連の研究について知見を広めた。さらに、フランス側と共同開催した国際共同ワークショップ@IEEE VR2024 は立ち見が出るほどの盛況であった。

(5)若手研究者養成への貢献(若手研究者養成への取組、成果)

本二国間研究を通じ、日本側からは博士学生を派遣することができ、若手研究者養成への貢献が実現できた。また、事業終了後の2024年度に仏 ECN のチームに修士学生2名を長期研究派遣することとなった。

(6)将来発展可能性(本事業を実施したことにより、今後どのような発展の可能性が認められるか)

本事業により、フランスの研究者らとのネットワークが広がった。特に、Inria Rennes の Anatole Lécuyer 博士は IEEE VR 2025 の大会長に着任するなど、国際コミュニティでの影響力が高い。この新しいネットワークから申請者らは JST 次世代のための ASPIRE プロジェクトを立ち上げることができた(図 6)。

¹ <https://www.oist.jp/ja/news-center/news/2023/5/18/oist-hosts-french-japanese-seminar-metaverse-and-virtual-reality>

▼ 次世代のためのASPIRE	
支援期間	2023年度～2026年度（2024年2月～2027年3月）
研究課題	「シームレス・リアリティ：実世界指向アバターによるサイバー・フィジカル空間の接合技術基盤」
日本側研究代表者	伊藤 勇太 東京大学 大学院情報学環 特任准教授
相手側研究代表者	（フランス）ジャンマリー ノルマン エコール・サントラル・ド・ナント ナント・デジタルサイエンス研究所 教授 （スイス）ベルント ビッケル スイス連邦工科大学チューリッヒ校 建築・エンジニアリング・建設における拡張コンピューテーショナルデザインセンター 教授 （英国）カーン アクシット ユニヴァーシティ・カレッジ・ロンドン 計算機科学科 准教授

図 6: 二国間交流事業共同研究をきっかけに発足した JST の頭脳循環国際共同研究プロジェクト。

(7)その他(上記(2)～(6)以外に得られた成果があれば記載してください)

例:大学間協定の締結、他事業への展開、受賞など

前述のとおり、今回の事業で知己を得たフランスチームと、JST 次世代のための ASPIRE に展開した。