



# 被験者実験の遠隔実施を目的とした 非対面型指導システムの提案

Remote instruction system with local augmented body for distant subject experiments

岩崎悠希子<sup>1)</sup>, 王卓毅<sup>1)</sup>, 半田匠<sup>1)</sup>, Ahmed<sup>1)</sup>, Vivit<sup>1)</sup>, 加藤文博<sup>1)</sup>, 岩田浩康<sup>1)</sup>

Yukiko IWASAKI, Joi OH, Takumi HANDA, Ahmed AISEREIDI,

Vitvasin VIMOLMONGKOLPORN, Fumihito KATO, and Hiroyasu IWATA

1) 早稲田大学 創造理工学研究科 (〒162-0056 東京都新宿区若松町 2-2, kamiwaza@ruri.waseda.jp)

**概要:** COVID-19 感染対策として他者との対面が制限された影響で、被験者を必要とする実験の実施が困難になっている。迅速な実験再開のため、本研究では実験者が遠隔の被験者に指示・観察を行える遠隔被験者実験支援システムの開発を目指している。本論では、指差し指示・覗き込み観察が可能なシステムプロトタイプの開発と、それをを用いたユーザスタディについて報告を行う。

**キーワード:** COVID-19, 遠隔操作, 自在化

## 1. 序論と問題設定

COVID-19 のパンデミックにより対面型のコミュニケーションが忌避されるようになった結果、ビデオ会議ツール[1][2]をはじめとする非対面型のコミュニケーションシステムが急速に普及した。非対面で対面時の臨場感を追求する試みは以前より行われており[3]、今回のパンデミックでさらに様々なシステムや知見が更新されつつある[4]。一方で、我々は現行の非対面型コミュニケーションシステムに対し、次の二つの問題意識を持っている。

一つ目は、やり取りされる情報が主として映像・音声にとどまっており、触れる、動かす、作業をするなどの物理的インタラクションを成立させる手段に欠けることである。VR 環境でアバターを用いてこれらを仮想的に再現できるものも存在するが[5]、実環境・実身体への干渉要求が高い場面(相手の環境中で作業を手伝うなど)では、実体を伴った物理的インタラクションが必要である。しかし、実体の導入はコストが大きく、パンデミックから 1 年が経過した現在でもロボット身体などの物理的インタラクション機能を備えたシステムはあまり開発・普及が進んでいない。

二つ目は、これまでの非対面型コミュニケーションシステムの目標が、対面型コミュニケーションを再現することに重きを置いてきたことである[3]。前述したように、現行の非対面型コミュニケーションシステムは対面時と比較して物理的インタラクションをはじめとしたいくつかの要素の再現が困難であるが、我々は非対面型を対面

型と必ずしも同質にする必要はないと考えている。例えば、WEB 会議のほうが緊張感やストレスなく発言ができる[6]など、やり取りされる情報が限定されたがゆえのメリットも存在する。

我々はこれらの問題を考察するための場面設定として、遠隔で行う被験者実験を選択した。理由は、1. 物理的インタラクションの有無によるコミュニケーションの正確性や速度が議論しやすい(任意角度からの被験者の観察、実験器具の取り扱い方の教示など)、2. 実験者バイアス[7]の影響を考察することにより臨場感の調整という観点からの議論がしやすいと考えたためである。本論では前者の遠隔でも物理的インタラクションが可能な被験者実験支援システムについて紹介し、それをを用いた臨場感の調整については続報に譲る。

## 2. 遠隔被験者実験支援システム EASY-LAB の開発

被験者をを用いた実験には、認知課題やデバイスのユーザスタディなど様々あり、対象の観察、作業の指示、機器の取り付け位置確認などの局面において物理的インタラクションが発生する。これらを遠隔地から実現するシステムを、我々は Experiment Assisting System with Local Augmented Body(EASY-LAB)[8]と名付け、開発を行った。

### 2.1 要求機能

非対面型の被験者実験支援に重要な要求は、実験者が遠隔地から前述の「観察・指示・確認」を行える機能を持つこと、また被験者が自身の環境側にこのシステムを容

易にセットアップできることである。これまでも高機能の遠隔操作ヒューマノイド[9]はいくつも提案されてきたが、こういったものをロボットに不慣れたユーザが一人でセットアップ・操作することは難しい。遠隔被験者実験、ひいては日常のコミュニケーションにおける非対面型の物理的インタラクションツールとしては、ソフトウェアを立ち上げるだけで使用できるビデオ会議システムのような導入の簡便性が要求される。各要求において、従来の映像・音声のみでは実現できていない機能のうち、最も基礎的なものを次のように設定した。

- ・ 観察: 被験者側の環境を「任意の視点で」観察する
- ・ 指示: ポインターなどを用いて被験者側の「物理環境に直接」指示する
- ・ 確認: ロボットハンドなどを用いて対象の「物体や人物に触れて」確認する

## 2.2 システム構成

上記三つの要求に対し、我々は現在観察と指示の二つに関して実装を完了している(図 1)。観察に関して、被験者側に Web カメラを搭載した卓上 6DOF ロボットアーム (KXR-A5 Ver.2, 6 DOFs, KONDO KAGAKU Co.,Ltd.)を設置し、実験者側のヘッドマウントディスプレイ (HTC VIVE[10])の位置・角度と対応付けることで任意視点の映像提供を可能にした。指示に関して、遠隔地における作業指示システム[11]を参考に、被験者側にレーザーポインターを搭載した卓上 6DOF ロボットアームを設置し、実験者側の VIVE コントローラの位置・角度と対応付けることで被験者側環境における直接的な指示を可能にした。ロボット - VIVE システム間の通信は PhotonUnityNetworking[12]により、映像の表示は従来のビデオ会議システムの画面を Photon で読み取ることにより行われる。

本システム構成は二つの点で工夫されている。一つ目は、ロボットアームや通信プラットフォームなどにはできるだけ既存品を用い、素早く模倣しやすい実装を実現したことである。また、被験者は図のようなキットからロボットアームを取り出して卓上に置き、アプリケーションソフトウェアを立ち上げるだけで準備を完了することができる。二つ目は、映像伝送部分を外部アプリケーションに頼ることで、通信コストの削減とパーソナライズされたユーザビリティの担保を実現したことである。ユーザは各々に使い慣れた従来のビデオ会議システムの拡大版として、本システムを用いることができる。

## 2.3 ユーザスタディ

遠隔被験者実験における物理的インタラクションの効果を検証するため、EASY-LAB を用いてユーザスタディを行った。まず、被験者は図 2(a)のように EASY-LAB キットが箱に入った状態から卓上に設置してソフトウェアを立ち上げるセットアップ作業を行い、これに要した時間を記録した。次に被験者は図 2(b)のような実験用紙を持ち、実験者に指示された円の中にブロックをはみ出さないように置いた(図 2(c))。このとき、実験者は観察と指

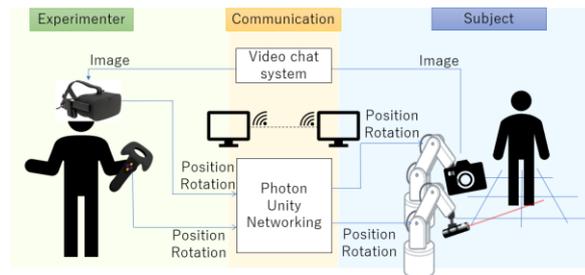


図 1: システム構成図

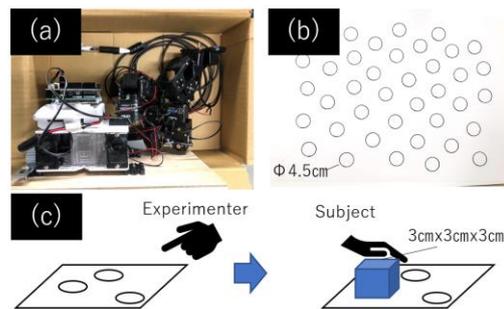


図 2: EASY-LAB キットと実験用紙

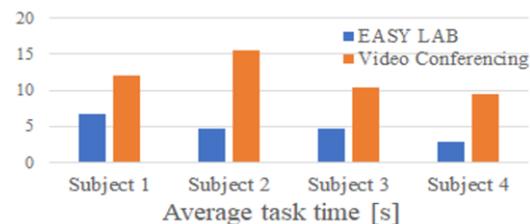


図 3: 各被験者における作業時間

示にビデオ会議システム[1]と EASY-LAB をそれぞれ使い、各条件において被験者がタスクを正確に終えるまでの時間を記録した。

4 人の被験者(男性 3 人女性 1 人、平均年齢 24.8)でタスクを行った結果を図 3 に示す。EASY-LAB を用いた場合は、ビデオ会議システムと比較して指示時間が約 60% 減少した。また、被験者がセットアップにかかった時間は平均して 101 秒であった。

## 3. 考察と結論

本研究では COVID-19 禍における非対面型コミュニケーションシステムへの問題意識として、物理的インタラクション機能の欠如と対面型コミュニケーションに対する位置づけをあげた。さらに、遠隔被験者実験を例としてのぞきこみ観察・空間への指示が可能なシステムを開発し、物理的インタラクションによりコミュニケーションの速度が上がる例を示した。今後は接触による確認のためのロボットハンドの開発・組み込みを行う。また、対面で実験を行った場合と比較した被験者の実験者への印象や、実験結果における実験者バイアスへの影響について検証を行い、一度情報空間を介して実空間に再現される物理的インタラクションの性質について議論する。

謝辞 本研究は JST ERATO 稲見自在化身体プロジェクト (JPMJER1701)および早稲田大学グローバルロボットアカデミア研究機構の支援を受けたものである。

#### 参考文献

- [1] Zoom Video Communicaions, Inc., 'Zoom', 2021. [Online]. Available: <https://zoom.us/jp-jp/meetings.html>. [Accessed: 28- Jul- 2021]
- [2] Microsoft, 'Skype', 2021. [Online]. Available: <https://www.skype.com>. [Accessed: 28- Jul- 2021]
- [3] 古川 大智, 井上 智雄: 食事の見え方が異なる 2 つの遠隔共食場面と対面共食場面におけるコミュニケーションの違い, 情報処理学会論文誌, Vol.54, No.1, pp.1882-7764, 2013
- [4] 森田崇文, 中尾彰宏: 高度な臨場感を伝達するための遠隔コミュニケーションシステム, 電子情報通信学会, Vol. 120, No.162, pp.69-74, 2020.
- [5] VRChat Inc., 'VR Chat', 2021. [Online]. Available: <https://hello.vrchat.com/>. [Accessed: 28- Jul- 2021]
- [6] 郡司 果林, BizHits, 'WEB 会議と対面会議どっちがいい? 男女 527 人にアンケート調査', 2020. [Online]. Available: <https://media.bizhits.co.jp/archives/6668>. [Accessed: 28- Jul- 2021]
- [7] 細江 達郎: Unobtrusive Measures(非影響的測定法), 現代行動科学会誌, No.11, pp.6-10, 1995.
- [8] Yukiko Iwasaki et al. : Experiment Assisting System With Local Augmented Body (EASY-LAB) for Subject Experiments Under the COVID-19 Pandemic, SIGGRAPH2021 (preprint), 2021.
- [9] POLLENROBOTICS, ' Reachy is available with VR teleoperation!', 2021 . [Online]. Available: <https://www.pollen-robotics.com/>. [Accessed: 28- Jul- 2021].
- [10] HTC Corporation, 'HTC VIVE', 2021. [Online]. Available: <https://www.vive.com/jp/>. [Accessed: 28- Jul- 2021].
- [11] T Kurata, N Sakata, MKourog, H Kuzuoka, andMBillinghurst : Remote collaboration using a shoulder-worn active camera/laser, In Eighth International Symposiumon Wearable Computers, Vol. 1, pp.62-69, 2004.
- [12] Exit Games, 'Photon', 2021 . [Online]. Available: <https://www.photonengine.com/ja/PUN>. [Accessed: 28- Jul- 2021]