

(1) 研究題目

※スペースが足りない場合は、枠を追加いただいて構いません。

拡張建築空間を用いた遠隔コミュニケーションシステムの提案

(2) 本研究の期間

(西暦) 2024 年 4 月 ～ 2025 年 3 月

(3) 本研究の成果と今後の課題

1. 研究背景

現代の日本では単身世帯の増加^[1]や新型コロナウイルス感染症の影響^[2]により、社会的な孤立が進行している^[3]。また、新型コロナウイルス感染症の流行により、遠隔コミュニケーションのツールとしてビデオ会議システムが普及したが、これには使用後に疲労感を感じやすいという課題が指摘されている^[4]。交流の遮断をもたらしたコロナ禍が明けた現在も、約 4 割の人々が日常で孤独感を感じている現状^[5]があるうえ、リモートワークの導入と需要が継続している^{[2][6][7]}。以上より、疲労感が少なく他者との繋がりを感じられる遠隔コミュニケーションシステムの需要がコロナ禍以降も継続して存在しているといえる。

2. 既往研究の課題と本研究の目的

本研究の参考とした既往研究^[8]について述べる。これは遠隔地にいる人々が気軽に繋がるための拡張建築空間を用いたコミュニケーションシステムの提案を行うべく、従来のビデオ会議システム(Zoom)に 4 つの要素を追加し空間全体に拡張した遠隔コミュニケーションシステムが気軽な繋がり感に与える効果を検証した研究である。ここで「気軽」とは「精神的な気軽さや気楽さ人の存在や温かさ」を指し、「繋がり感」とは「1 人ではないという感覚」を指す。そして 4 つの要素とは、共有空間映像、シルエット映像、等身大モニタ、横並びの位置関係である。これらは Zoom の疲労を引き起こす要因のうち、(1) ボディランゲージ欠如による認知努力の増加、(2) 相手との不自然な相互作用によるストレス、(3) 自己意識や自己評価によるストレス、(4) 相手と視線が合わないことによる認知努力の増加、(5) 周辺情報の遮断によるストレスの軽減を試みるべく追加され、共有空間映像は(5)を、シルエット映像は(1)を、等身大モニタは(2)と(3)を、横並びの位置関係は(4)の解決を狙ったものであった。アンケートによる印象評価と因子分析の結果、提案システムは「快適性」「繋がり感」「開放性」という 3 つの指標で説明可能であり、3 指標において提案システムは従来のビデオ会議システムよりも優れていたと結論づけている。しかし、既往研究では提案システムを包括的に評価しており、各構成要素がそれぞれの指標に与えた影響は不明である。実装コストを考慮すると要素数は少ない方が良く、4 つの構成要素全てをシステムに含めることが過剰な可能性も否めないため、各要素の影響を分析する必要があるといえる。よって本研究の目的を、遠隔コミュニケーションのための提案システムの各構成要素が気軽な繋がり感に与える影響の分析とし、本報告書では、分析に用いるデータ取得のための被験者実験の実施報告とその結果報告を行う。

3. 研究手法

実験では、提案システム及び共有空間映像、シルエット映像、等身大モニタ、横並びの位置関係の 4 つの要素がどれか 1 つ欠けている条件の合計 5 条件を用意し、被験者のコミュニケーション中のデータ取得及びアンケートを実施した。ここで、等身大モニタとは約 50 インチの大型モニタのことを指す。等身大モニタなしの環境において被験者は、等身大モニタの代わりに約 12 インチのノートパソコンを使用した。また、横並びでない環境とは被験者同士が向き合う位置関係にある環境を指す。2024 年 12 月 16 日から 2025 年 1 月 7 日のうち 11 日間に横浜ランドマークタワー7階「NANA Lv.」にて実施した。被験者は日本語での会話が可能で視覚異常や聴覚異常のない方を対象とした。被験者には 2 人組での参加及び裸眼またはソフトコンタクト着用での参加を依頼し、全被験者の同意を得たうえで実施した。なお、本実験は慶應義塾大学理工学部・理工学研究科の生命倫理審査委員会による承認を受けて実施した(承認番号:2024-170)。

被験者は、それぞれの環境において同環境下にいる相手と遠隔で 3 分間コミュニケーションを取り、その後コミュニケーション空間に対する印象評価アンケートに回答した。アンケート項目を表 1 に示す。このとき設問 2 から設問 18 については 1 から 7 の 7 段階で回答した。実験実施の順番については、印象評価の比較ができるよう全

被験者に対して 1 番目の環境は提案システムに固定とし、その後の環境の順番は被験者の組によってランダムとした。コミュニケーション中の視線データ及び音声データの取得にはウェアラブルアイトラッカー (Tobii Pro Glasses 3, トビー・テクノロジー株式会社, 日本) を用いた。心拍数データの取得にはフィットネストラッカー (Fitbit Charge 5, Fitbit, Inc., アメリカ) を用いた。

本報告書ではコミュニケーション空間に対する印象評価アンケートの結果を述べることにし、視線データ、音声データ、心拍数データの解析は今後の展望とする。印象評価アンケートの分析方法としては、提案システムに対するアンケート結果と各環境条件の下でのそれぞれのアンケート結果に対して Wilcoxon の符号付順位検定を実施し、数値の有意差を検定した。有意な差があると判定された項目を構成要素の有無によって影響が生じる項目、すなわち構成要素が影響を与えている項目と見なした。

表 1 印象評価アンケート項目

設問	内容
1	対面空間でのコミュニケーションで覚える広がり感を 100 としたとき、対象空間で覚えた広がり感はいくくらいですか？数値で回答してください。
2	対象空間ではどの程度「苛立つ」または「落ち着く」と感じますか？(1: 苛立つ 7: 落ち着く)
3	対象空間にはどの程度「圧迫感」と感じますか？(1: 圧迫感がある 7: 圧迫感がない)
4	対象空間にはどの程度「没入感」と感じますか？(1: 没入感がない 7: 没入感がある)
5	対象空間ではどの程度「狭苦しい」または「広々としている」と感じますか？(1: 狭苦しい 7: 広々としている)
6	対象空間ではどの程度「閉鎖的だ」または「開放的だ」と感じますか？(1: 閉鎖的 7: 開放的)
7	対象空間ではどの程度「つまらない」または「楽しい」と感じますか？(1: つまらない 7: 楽しい)
8	対象空間にはどの程度「会話相手との親しみやすさ」と感じますか？(1: 相手と親しみにくい 7: 相手と親しみやすい)
9	対象空間ではどの程度「緊張する」または「リラックスできる」と感じますか？(1: 緊張する 7: リラックスできる)
10	対象空間にはどの程度「安心感」と感じますか？(1: 安心感がない 7: 安心感がある)
11	対象空間ではどの程度「不快だ」または「快適だ」と感じますか？(1: 不快だ 7: 快適だ)
12	対象空間ではどの程度「雰囲気が暗い」または「雰囲気が明るい」と感じますか？(1: 雰囲気が暗い 7: 雰囲気が明るい)
13	対象空間にはどの程度「会話相手との話しやすさ」と感じますか？(1: 相手と話しにくい 7: 相手と話しやすい)
14	対象空間ではどの程度「会話相手の存在が遠い」または「会話相手の存在が近い」と感じますか？(1: 相手の存在が遠い 7: 相手の存在が近い)
15	対象空間ではどの程度「気軽だ」と感じますか？(1: 気軽ではない 7: 気軽だ)
16	対象空間ではどの程度「会話相手との空間の共有度が低い」または「会話相手との空間の共有度が高い」と感じますか？(1: 空間の共有度が低い 7: 空間の共有度が高い)
17	対象空間ではどの程度「会話相手とのつながり度が低い」または「会話相手とのつながり度が高い」と感じますか？(1: 相手とのつながり度が低い 7: 相手とのつながり度が高い)
18	対象空間ではどの程度「気まずい」と感じますか？(1: 気まずい 7: 気まずくない)

4. 結果・考察と展望

被験者は男性 15 名、女性 29 名の計 44 名で、年齢は 25.1 ± 9.7 歳であった。コミュニケーション時の対面空間に対する対象空間の広がり感(設問 1)の結果を表 2 に示す。既往研究において、提案システムでのコミュニケーションで覚えた空間の広がり感の回答結果は 75.9 ± 36.7 であったのに対し($n=87$)^[8]、本研究では 72.2 ± 28.4 となった。本研究と既往研究では被験者が異なったが、提案システムによる空間の広がり感に関する再現性は高かったといえる。また、Wilcoxon の符号付順位検定の結果、提案システムに対する結果とその他各コミュニケーション空間に対する結果との間には有意な差($p < 0.01$)が認められた。これより、各構成要素はコミュニケーション空間に対して覚える広がり感に影響を及ぼすと結論付けられる。共有空間映像があることは覚える広がり感を 1.57 倍に、

シルエット映像があることは 1.18 倍に、等身大モニタがあることは 1.22 倍に、横並びの位置関係であることは 1.52 倍にするといえ、共有空間映像と横並びの位置関係が空間の広がり間に特に大きく影響することが分かった。

設問 2 から設問 18 の印象評価アンケートの回答結果では、被験者 1 名に対して回答の欠損があったため、被験者 43 名の結果に対して、Wilcoxon の符号付順位検定を実施した。結果を表 3 に示す。表中の「○」は要素の有無によってその項目に対する有意差があったことを示し (**: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$) , 「—」は有意差が見られなかったことを示している。また、表 3 中の赤く塗られた項目、黄色く塗られた項目、緑色に塗られた項目はそれぞれ、既往研究における因子分析の結果、提案システムの説明指標と結論付けられた「快適性」「繋がり感」「開放性」に該当する項目であることを表している。

表 3 において有意差があった項目については、いずれも提案システムに対する回答の方が他よりも数値が高い設問であったことから、各構成要素の存在はコミュニケーション空間に対する印象をポジティブな方向、すなわち表 3 の「空間の印象」の各項目における後者の印象へと誘導すると分かった。構成要素によって影響を及ぼす項目は様々であり、全ての構成要素がコミュニケーション空間に対して「楽しい」という印象を与える一方で、「相手との話しやすさ」にはいずれの構成要素も影響を与えなかった。後者については、本実験の被験者に対して 2 人組での参加を依頼したこと、すなわち被験者の 2 人が実験以前から親しい間柄であったことが結果に対し影響している可能性が考えられる。

提案システムの説明指標ごとに考察する。コミュニケーション空間の「快適性」に対しては共有空間映像の存在と横並びの位置関係が大きく寄与する一方で、シルエット映像はほとんど寄与せず、等身大モニタの存在は全く寄与しないことが分かった。次に「繋がり感」に対しては、構成要素による影響の顕著な傾向は見られない結果となった。最後に「開放性」に対しては、共有空間映像の存在と横並びの位置関係が大きく寄与する一方で、シルエット映像と等身大モニタの存在は全く寄与しないことが分かった。

本報告書での結果報告は差の検定といった定性的な分析に留まったため、今後は視線データ、音声データ、心拍数データの解析を行い、遠隔コミュニケーションのための提案システムの各構成要素が気軽な繋がり感に与える影響を定量的に分析していくこととする。

表 2 コミュニケーション時の対面空間に対する対象空間の広がり感(設問 1)

コミュニケーション空間	覚えた広がり感
提案システム	72.2±28.4
共有空間映像なし	46.0±22.3
シルエット映像なし	61.1±23.2
等身大モニタなし	59.4±24.5
横並びでない	47.4±22.5

表 3 設問 2 から設問 18 に対して Wilcoxon の符号付順位検定を実施した結果

設問	空間の印象	共有空間 映像	シルエット 映像	等身大 モニタ	横並びの 位置関係
9	緊張するーリラックスできる	○**	○*	—	○**
10	安心感がないー安心感がある	○**	—	—	○**
11	不快ー快適だ	○**	—	—	○**
15	気軽ではないー気軽だ	○**	—	—	○**
18	気まずいー気まずくない	○**	—	—	○**
7	つまらないー楽しい	○**	○**	○*	○**
8	相手と親しみにくい ー親しみやすい	○*	—	—	○*
13	相手と話にくい ー話しやすい	—	—	—	—
14	相手の存在が遠いー近い	○**	○*	○*	—
16	空間の共有度が低いー高い	○**	○**	—	○**
17	相手とのつながり度が低い ー高い	○**	○**	○*	—
3	圧迫感があるー圧迫感がない	○**	—	—	○**
5	狭苦しいー広々としている	○**	—	—	○**
6	閉鎖的ー開放的	○**	—	—	○**
2	苛立つー落ち着く	○**	○*	—	○**
4	没入感がないー没入感がある	○*	○*	—	○*
12	雰囲気が暗いー明るい	○**	—	—	—

参考文献

- [1] 日本の世帯数の将来推計(全国推計)』(令和6(2024)年推計), <https://www.ipss.go.jp/pp-ajsetai/j/HPRJ2024/t-page.asp>, 2024/10/2 アクセス.
- [2] 第6回 新型コロナウイルス感染症の影響下における生活意識・行動の変化に関する調査, https://www5.cao.go.jp/keizai2/wellbeing/covid/pdf/result6_covid.pdf, 2024/10/2 アクセス.
- [3] 社会的孤立の実態・要因等に関する調査分析等研究事業報告書, <https://www.mhlw.go.jp/content/12200000/000790673.pdf>, 2024/10/2 アクセス.
- [4] Riedl, René. "On the stress potential of videoconferencing: definition and root causes of Zoom fatigue." Electronic Markets 32.1 (2022): 153-177.
- [5] NRI, アフターコロナで変わる生活, 解消されない孤独—3 カ年の継続調査からみえてきたこと—, <https://www.nri.com/jp/knowledge/report/1st/2023/cc/mediaforum/forum365>, 2024/6/26 アクセス.
- [6] McKinsey & Company, Is remote work effective: We finally have the data, <https://www.mckinsey.com/industries/real-estate/our-insights/americans-are-embracing-flexible-work-and-they-want-more-of-it>, 2024/10/2 アクセス.
- [7] Anna C.M. Queiroz, et al, "Too tired to connect: between video-conferencing, social connection and well-being through the lens of zoom fatigue," Computers in Human Behavior, vol. 149, p.107968 Understanding the associations (14 pages), 2023.
- [8] 末富友梨奈, “遠隔地にいる人々が気軽につながるための拡張建築空間を用いたコミュニケーションシステムの提案”, 2022 年度小川愛実研究室修士論文.