

Title	コミュニケーション環境によって生じるチームの情報交換と統合の差異の評価
Sub Title	Evaluation of differences in team information exchange and integration arising from communication environments
Author	阿久津, 朋宏(Akutsu, Tomohiro) 小木, 哲朗(Ogi, Tetsuro)
Publisher	慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科
Publication year	2023
Jtitle	
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	修士学位論文. 2023年度システムエンジニアリング学 第358号
Genre	Thesis or Dissertation
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO40002001-00002023-0014

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the Keio Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

修士論文

2023 年度

コミュニケーション環境によって
生じるチームの情報交換と統合の
差異の評価

阿久津 朋宏
(学籍番号：82233016)

指導教員 小木 哲朗

2024 年 3 月

慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科
システムデザイン・マネジメント専攻

Evaluation of Differences in Team Information Exchange and Integration Arising from Communication Environments

Tomohiro Akutsu
(Student ID Number : 82233016)

Supervisor Tetsuro Ogi

March 2024

Graduate School of System Design and Management,
Keio University
Major in System Design and Management

論 文 要 旨

学籍番号	82233016	氏 名	阿久津朋宏
論文題目： コミュニケーション環境によって生じるチームの情報交換と統合の差異の評価			
近年、社会課題の解決を目指して、分野横断型プロジェクトが増加している。当該プロジェクトでは、多様な知識や専門領域を持つメンバーによって横断型チームが形成される。チームが適切な判断を行うためには、各メンバーが持つ情報を伝え合う情報交換と、情報交換によって互いの情報を組み合わせる情報統合を日常的に行う必要がある。 2020 年頃から、ビデオ会議やメタバースアプリケーションなどが COVID-19 の影響で急速に普及した。しかし 2023 年以降、国内の行政機関や企業などの組織が COVID-19 対処方針を緩和し、会議環境をオンラインから対面へ回帰する動きがある。現状では、対面とオンラインのどちらで会議を開催するかを決定する際、明確な根拠がない。したがって、本来オンラインで行えば十分足りる会議まで対面で行われている可能性がある。そこで本研究では、メタバース環境・ビデオ会議環境・対面環境間におけるチームの情報交換と情報統合の違いに着目する。具体的には、チームでノンバーバル・バーバルな情報交換と情報統合を行う課題に取り組んでもらい、環境間の違いを比較分析する。各環境で生じる情報交換と情報統合の違いを十分に理解すれば、根拠をもって対面会議とオンライン会議を使い分けることが可能になると考えた。本研究では、被験者は情報交換と情報統合を行わないとクリアできないゲームをプレイし、その様子を動画および音声で記録した。 ノンバーバルな情報交換と情報統合を行う実験では、ジェスチャだけを用いてクリアを目指すカードゲームで評価した。手のジェスチャを情報発信ジェスチャ、頭のジェスチャを応答ジェスチャと分類し、頻度・時間を比較したところ、メタバース環境では応答ジェスチャが少なく、情報発信ジェスチャは長い傾向があった。ビデオ会議環境では応答ジェスチャの頻度・時間の値が大きかった。対面会議では応答ジェスチャの頻度・時間の値が 3 環境中最も大きかった。 バーバルな情報交換と情報統合を行う実験では、各被験者が情報交換しなければ正解にたどり着けない Hidden Profile 課題を利用した。具体的な課題として、被験者らが協力して推理を行い、客観的な正解を導くマードーミステリーを制作した。情報交換・情報統合の度合いに加え、各被験者の議論の参加度、あいづち発言の頻度と時間について、メタバース・ビデオ会議・対面 3 環境間での比較を行った。結果として、メタバース環境では発言間の無音時間が短く、あいづち発言が短かった。ビデオ会議環境では発言時間が長く、発言頻度が若干低かった。対面環境では発言者交代率が高く、情報交換回数が多かった。また、情報統合については 3 環境間に有意差は見られなかった。メタバース環境では発言者は話し出しやすく、聞き手は応答しづらい環境だったと言える。ビデオ会議環境では発言者が発言し続けがちな環境だったと言える。対面環境では発言者が交代しながら多くの情報に言及しやすい環境だったと言える。 2 つの実験から、各環境の利用が適している状況と、情報交換と統合の改善策について導出した。メタバース環境では、発言者が聞き手に積極的に発言を振ったり、聞き手があいづちと共に意見をつけたしたりする方策が有効だと考える。ビデオ会議環境では、発言者は要点をまとめてから話し出したり、聞き手は挙手して意見があることを示したりする方策が有効だと考える。対面環境では、定期的に場に出た意見や情報の重要度などを振り返り、意見や情報を整理する方策が有効だと考える。本研究で得られた知見については妥当性確認を行い、一定程度の妥当性が認められた。			
キーワード (5 語) 隠されたプロフィール、メタバース、ビデオ会議、情報交換、シリアスゲーム			

SUMMARY OF MASTER'S DISSERTATION

Student Identification Number	82233016	Name	Tomohiro Akutsu
Title Evaluation of Differences in Team Information Exchange and Integration Arising from Communication Environments			
Abstract Recently, cross-disciplinary projects addressing social issues increase. Cross-disciplinary team members with diverse expertise exchange and integrate information for decisions. Since 2020, video conference and metaverse usage surged due to COVID-19. After 2023, organizations ease COVID-19 policies and shifting from online to real meetings. Currently, there is no clear evidence for deciding whether to hold meetings real or online. Thus, real meetings might occur unnecessarily. This study focuses on information exchange and integration differences in metaverse, video conference, and real environments. Nonverbal and verbal information exchange and integration experiments were conducted and compared results. Understanding these differences can foster rationale use of real and online meetings. In experiments, subjects played a game emphasizing essential information exchange and integration, recorded in video and audio. In the nonverbal experiment, subjects participated a card game in which they used only gestures during playing. Hand gestures were classified as information transmitting gestures, and head gestures as responding gestures. Their frequency and duration were compared. In the metaverse environment, responding gestures were fewer and information transmitting gestures longer. In the videoconference environment, the frequency and duration for responding gestures were greater. In the real environment, the frequency and duration of responding gestures were the highest among the three environments. In the verbal experiment, we used a hidden profile task in which each subject had to exchange information to solve a Murder Mystery with objective correct answer. Information exchange and integration, level of participation, and the frequency and duration of backchannels were compared among three environments. In the metaverse environment, the silence time between utterances was shorter, and backchannels were shorter. In the video conference environment, the duration of speech was longer, and the frequency of speech was slightly lower. In the real environment, the speaker turnover rate was higher, and the frequency of information exchange was higher. There were no significant differences in information integration. We concluded that in the metaverse environment, speakers were more likely to start speaking and listeners were less likely to respond. In the video conference environment, speakers tended to speak continuously. In the real environment, speakers tended to take turns with a large amount of information. From the two experiments, we derived suitable situations for each environment, and measures to improve information exchange and integration. In the metaverse environment, it is effective for the speakers to actively encourage the listeners to speak, and for the listeners to add their opinions along with their responses. In the video conference environment, it is effective for the speakers to summarize the statement before speaking and for the listeners to raise their hand to indicate having an opinion. In the real environment, it is effective to regularly review and organize the priority of the opinions and information. The findings of this study were validated and found to have a certain degree of validity.			
Keywords (5 words) Hidden Profile, Metaverse, Video conference, Information exchange, Serious game			

目次

第1章 はじめに.....	1
1.1 研究の背景	1
1.1.1 横断型チーム形成機会の増加	1
1.1.2 チームワークと情報交換・情報統合について.....	4
1.1.3 コミュニケーション環境の多様化	7
1.1.4 背景のまとめ.....	11
1.2 研究の目的	12
1.3 倫理的配慮	12
1.4 本論文の構成	13
第2章 先行研究.....	14
2.1 ノンバーバルな情報交換・情報統合	14
2.2 バーバルな情報交換・情報統合	16
2.3ゲーミング手法の研究応用	20
第3章 実験1 ノンバーバルな情報交換・情報統合	25
3.1 実験1の事前検討	25
3.2 実験1の目的	26
3.3 実験1の内容	26
3.4 実験1のゲーム環境の実装	28
3.4.1 ゲーム実行基盤.....	28
3.4.2 メタバース環境実装方法の検討	31
3.5 実験1の手順	32
3.6 実験1の環境	33
3.7 実験1の分析	35
3.7.1 パラメータ	36
3.7.2 各環境の特徴.....	38
3.7.3 各パラメータの比較.....	38
3.7.4 成功率の比較.....	41

3.8 実験 1 の結果と考察	41
3.8.1 ビデオ会議環境とメタバース環境の比較.....	41
3.8.2 ビデオ会議環境と対面環境の比較.....	42
3.8.3 対面環境とメタバース環境の比較.....	42
3.8.4 実験 1 のまとめ.....	43
第 4 章 実験 2 バーバルな情報交換・情報統合.....	45
4.1 実際のチームにおける情報交換の課題についてのヒアリング	45
4.2 実験 2 の事前検討	46
4.2.1 実験 2 の題材検討	46
4.2.2 Hidden Profile 課題の作成と難易度の確認.....	47
4.3 実験 2 の目的	47
4.4 実験 2 の内容	47
4.5 実験 2 の手順	48
4.6 実験 2 の実施環境の実装	49
4.6.1 Web コンテンツの実装.....	49
4.6.2 メタバース環境の実装.....	49
4.7 実験 2 の環境	50
4.8 Hidden Profile 課題の内容と構造.....	53
4.9 実験 2 のデータ取得	56
4.10 議論前の回答と議論後の回答	59
4.11 実験 2 の分析観点	60
4.12 情報交換.....	60
4.12.1 パラメータ	60
4.12.2 各パラメータの比較.....	61
4.12.3 結果.....	63
4.13 1 分あたりの情報言及回数	64
4.14 情報統合.....	65
4.14.1 事後テスト結果の比較.....	65
4.14.2 結果.....	66

4.15 被験者の議論の参加度	67
4.15.1 発言時間	67
4.15.2 発言頻度	68
4.15.3 発言間の無音時間	69
4.15.4 発言者交代率	71
4.15.5 結果	72
4.16 あいづちの頻度と時間	73
4.16.1 あいづちの定義と先行研究	73
4.16.2 あいづち発言の時間	74
4.16.3 あいづち発言の頻度	75
4.16.4 結果	76
4.17 実験 2 の結果と考察	76
4.17.1 ビデオ会議環境とメタバース環境の比較	76
4.17.2 ビデオ会議環境と対面環境の比較	78
4.17.3 対面会議環境とメタバース環境の比較	78
4.18 実験 2 のまとめ	80
第 5 章 実験 1 と実験 2 の統合的な考察	82
第 6 章 妥当性確認	86
6.1 方法	86
6.2 内容	86
6.2.1 実験から得られた考察	86
6.2.2 各環境の情報交換と情報統合を改善する方策	87
6.2.3 各環境の利用が適している状況	89
6.2.4 自由記述内容	89
6.3 妥当性確認の結果と考察	92
第 7 章 まとめ	93
参考文献	96
謝辞	109

第 8 章 付録.....	111
8.1 実験 2、被験者に提示した情報.....	111
8.2 実験 2、事後テストの内容	111
8.3 実験 2、被験者らの会話例.....	112
8.4 妥当性確認に使用した設問	131

図目次

図 1 民間企業と大学の共同研究実施件数・研究費受入額の推移(出典:文部科学省「大学等における産学連携等実施状況について 令和 3 年度実績」1-2-1. 民間企業との共同研究).....	2
図 2 ベンチャー企業と大企業の事業提携の状況(件数)(出典:NEDO (2018)「オープンイノベーション白書 第二版」図表 2-92).....	3
図 3 テレワーク導入率の推移(出典:総務省(2023)「令和 5 年版 情報通信白書」図表 4-11-2-5).....	8
図 4 テレワーク・オンライン会議の利用状況(出典:総務省(2023)「令和 5 年版 情報通信白書」図表 4-11-2-6).....	8
図 5 テレワーク・オンライン会議が利用できない理由(出典:総務省(2023)「国内外における最新の情報通信技術の研究開発及びデジタル活用の動向に関する調査研究の請負成果報告書」).....	9
図 6 Circumplex モデル(出典: Groups: Interaction and Performance FIGURE5-1 をもとに筆者作成).....	17
図 7 実験 1、「The Mind」のカード例(筆者撮影).....	26
図 8 実験 1、ゲームの進行手順例(筆者作成).....	27
図 9 実験 1、ゲーム環境のシステム構成(筆者作成).....	29
図 10 実験 1、サーバログの例(筆者作成).....	29
図 11 実験 1、ログイン画面(筆者作成).....	30
図 12 実験 1、ゲーム開始直後のブラウザ画面(筆者作成).....	30
図 13 実験 1、ゲーム開始ボタン(筆者作成).....	30
図 14 実験 1、Web ブラウザ上でのゲーム表示例(筆者作成).....	31
図 15 実験 1、ゲーム結果画面(筆者作成).....	31
図 16 実験 1、メタバース内でのゲーム表示例(筆者作成).....	32
図 17 実験 1、対面環境の例(筆者作成).....	33
図 18 実験 1、ビデオ会議環境の例(筆者作成).....	33
図 19 実験 1、Meta Quest2 の機器構成(出典: Meta 社 Web サイト(https://www.meta.com/jp/quest/products/quest-2/)掲載画像に筆者加工).....	34

図 20 実験 1、メタバース環境の例(筆者作成)	35
図 21 実験 1、メタバース内のアバターの見え方の例(筆者作成)	35
図 22 実験 1、動画とジェスチャ記録データの対応例(筆者作成)	36
図 23 実験 1、ゲーム継続時間 T の比較(筆者作成)	37
図 24 実験 1、情報発信ジェスチャ頻度(筆者作成).....	40
図 25 実験 1、情報発信ジェスチャ時間割合(筆者作成)	40
図 26 実験 1、情報発信ジェスチャ平均継続時間(筆者作成).....	40
図 27 実験 1、応答ジェスチャ頻度(筆者作成).....	40
図 28 実験 1、応答ジェスチャ平均継続時間(筆者作成).....	40
図 29 実験 1、応答ジェスチャ時間割合(筆者作成).....	40
図 30 実験 1、ゲームの成功率(筆者作成)	41
図 31 実験 2、被験者に提示する情報の例(筆者作成)	49
図 32 実験 2、対面環境の例(筆者作成)	50
図 33 実験 2、被験者に提示したコントローラの操作方法(筆者作成).....	51
図 34 実験 2、メタバース 環境の例(筆者作成)	51
図 35 実験 2、ビデオ会議環境の例(筆者作成)	52
図 36 実験 2、Zoom 環境の被験者に提示した画面表示の例(筆者作成).....	52
図 37 実験 2、議論音声データテキスト化処理の概要(筆者作成)	57
図 38 実験 2、各発言文と手がかり情報との対応付け処理(筆者作成)	58
図 39 実験 2、手がかり情報のラベルが付与された発言文の例(筆者作成)	59
図 40 実験 2、容疑者の可能性が高い順について並び替えた議論前の回答(筆者作成)	59
図 41 実験 2、容疑者の可能性が高い順について並び替えた議論後の回答(筆者作成)	59
図 42 実験 2、共有情報の網羅率(筆者作成)	62
図 43 実験 2、非共有情報の網羅率(筆者作成)	62
図 44 実験 2、全情報の網羅率(筆者作成)	62
図 45 実験 2、共有情報の言及頻度(筆者作成)	62
図 46 実験 2、非共有情報の言及頻度(筆者作成)	63
図 47 実験 2、全情報の言及頻度(筆者作成)	63

図 48 実験 2、窓と情報言及の関連(筆者作成)	64
図 49 実験 2、被験者らが「手がかり情報」に言及する回数(筆者作成)	65
図 50 実験 2、設問ごと事後テスト結果 (筆者作成)	66
図 51 実験 2、事後テスト合計点の結果 (筆者作成)	66
図 52 実験 2、1 発言の平均時間(筆者作成)	68
図 53 実験 2、発言頻度(回/秒) (筆者作成)	68
図 54 実験 2、発言間の無音時間(筆者作成)	69
図 55 実験 2、無音時間の直前の発言時間(筆者作成)	70
図 56 実験 2、無音時間の直前 1 分間の「手がかり情報」言及回数(筆者作成)	71
図 57 実験 2、あいづち発言の時間 (筆者作成)	75
図 58 実験 2、あいづち発言の頻度(作者作成)	76

表目次

表 1 実験 1、採用するゲームの候補検討結果(筆者作成)	25
表 2 実験 1、パラメータで使用する記号定義(筆者作成)	37
表 3 実験 1、パラメータ計算方法(筆者作成)	37
表 4 実験 1、各環境の特徴(筆者作成)	38
表 5 実験 1、結果と考察のまとめ(筆者作成)	43
表 6 実験 2、事前検討時ヒアリング(筆者作成)	45
表 7 実験 2、採用する候補のゲーム検討結果(筆者作成)	46
表 8 実験 2、共有情報と非共有情報の種類(筆者作成)	55
表 9 実験 2、各被験者へ配布する情報セット(筆者作成)	55
表 10 実験 2、情報統合で分かること(筆者作成)	55
表 11 実験 2、用意した全情報 (筆者作成)	56
表 12 実験 2、パラメータで使用する記号定義(筆者作成)	60
表 13 実験 2、パラメータ計算方法(筆者作成)	61
表 14 実験 2、発話者交代とコミュニケーション環境のクロス表(筆者作成)	72
表 15 実験 2、被験者の議論の参加度まとめ(筆者作成)	72
表 16 実験 2、あいづち発言の例(筆者作成)	74
表 17 実験 2、全発言に占めるあいづち発言の割合(筆者作成)	74

表 18 実験 2、各環境の結果と考察(筆者作成).....	81
表 19 実験 2、各環境の利用が適している状況(筆者作成)	83
表 20 実験 2、各環境の情報交換と情報統合を改善する方策(筆者作成).....	84
表 21 妥当性確認、考察に対する意見(筆者作成).....	90
表 22 妥当性確認、各コミュニケーション環境が適している状況に対する意見(筆者作成)	91
表 23 コミュニケーション環境の使い分け方(筆者作成)	94

第1章 はじめに

本章では、本研究の背景と目的について述べる。

1.1 研究の背景

1.1.1 横断型チーム形成機会の増加

「チーム」とは複数のメンバーからなり、企業等においてプロジェクトの完遂という共通の目的を持つ集団である。複数のメンバーの能力を持ち寄り、メンバー単独では成しえない高度な目的を達成した事例が多く存在する[1]。チームが目的を達成するためには、チームのメンバーが互いの持つ能力を掛け合わせたり、メンバー同士が互いの不得意な作業を助け合うなど、メンバー同士が協働する「チームワーク」が重要である[2]。近年、社会課題の複雑さや予測不可能性[3]を背景として、分野や職位をまたいで協働することの重要性が指摘されている。さらに、移動技術の進歩や移動にかかるコストの低下から、企業や地域をまたいだチーム形成の機会が増していると示唆される[4], [5]。

2023年に閣議決定された「経済財政運営と改革の基本方針2023 加速する新しい資本主義～未来への投資の拡大と構造的賃上げの実現～」 「新しい資本主義のグランドデザインおよび実行計画 2023改訂版」では、国内における人口減少や経済成長の鈍化など社会課題を解決すると同時に、経済的な成長を目指す未来構想についてまとめている。これらの文書は、従来通りの市場原理を偏重した資本主義では、市場の外部性が大きい社会課題の解決は難しいと指摘する。計画文書では、市場・国家・官・民といった枠組みを越えた連携により、社会課題の解決と、経済成長、および成長成果の分配の好循環を達成する必要性について述べている[6], [7]。

また、「スタートアップ育成5か年計画」では、国内の起業やオープンイノベーションを促進するための具体的な施策を整理している。施策には、起業家とメンター人材とのマッチング、大学の技術シーズと企業の経営人材のマッチングなどの人材ネットワーク構築支援や、官民ファンド、ベンチャーキャピタルの支援整備などの投資促進などが含まれている。今後、円滑なオープンイノベーションの推進に向けて、産官学の領域をまたいだ協力が活発になると予想される[8]。

他にも、2023年に閣議決定された「デジタル社会の実現に向けた重点計画」には、行政や福祉サービスを個人のニーズに合わせて提供するために、日本のデジタル化が急務であると記されている。そこで、日本の社会全体のデジタル化を推進するため、デジタル庁を中心とした官民連携の必要性と可能性について述べている[9]。また、文部科学省が2022年に調査した産学連携等実施状況[10]によれば、図 1に示す通り、2017年度から2021年度までの大学と民間企業との共同研究実施件数・研究費受入額は共に増加傾向にある。

(1) 民間企業との共同研究の実施件数及び研究費受入額の推移

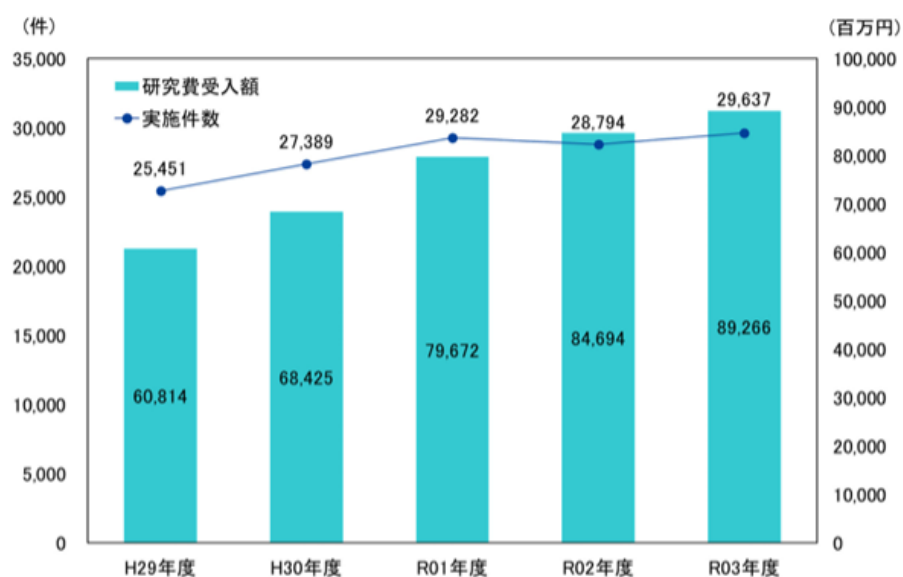


図 1 民間企業と大学の共同研究実施件数・研究費受入額の推移(出典:文部科学省「大学等における産学連携等実施状況について 令和3年度実績」1-2-1. 民間企業との共同研究)

2021年に閣議決定された「成長戦略実行計画」および「成長戦略フォローアップ」では、国内の労働生産性向上・経済成長のため、人への投資を強化する施策を打ち出している[11], [12]。施策には、企業・労働者に対する兼業・副業の促進、高齢者雇用の促進、短時間労働者に対する福祉支援の拡大、女性の労働市場への参入促進、外国人材の登用促進、日本人社員と外国人社員のコミュニケーション促進、留学生支援のさらなる充実、外国人起業家の支援、中途採用・経験者採用の促進、外部専門家の経営層への登用促進、従業員のスタートアップ企業への出向促進、などが含まれる。前述のような施策の結果、人材の流動化が促進され、企業において年齢・国籍・性別・専門性の異なる人材登用が促進されることが考えられる。

新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の「オープンイノベーション白書 第二版」によれば、大企業とベンチャー企業が、互いの強みを活かして新規事業を作り出す機運が高まって

いる[13]。具体的には、大企業では実現可能性や収益性が不透明な事業が承認されづらい一方、ベンチャー企業では取り組みやすい。一方、ベンチャー企業は金銭や人的なリソースに不足がある。図 2に示すように、2006年から2016年までの間で、国内のベンチャー企業と大企業の事業提携は、業種に関わらず増加傾向にある。大企業とベンチャー企業が、互いの強みを掛け合わせて、革新性の高いサービスや製品開発に臨んでいると解釈できる。

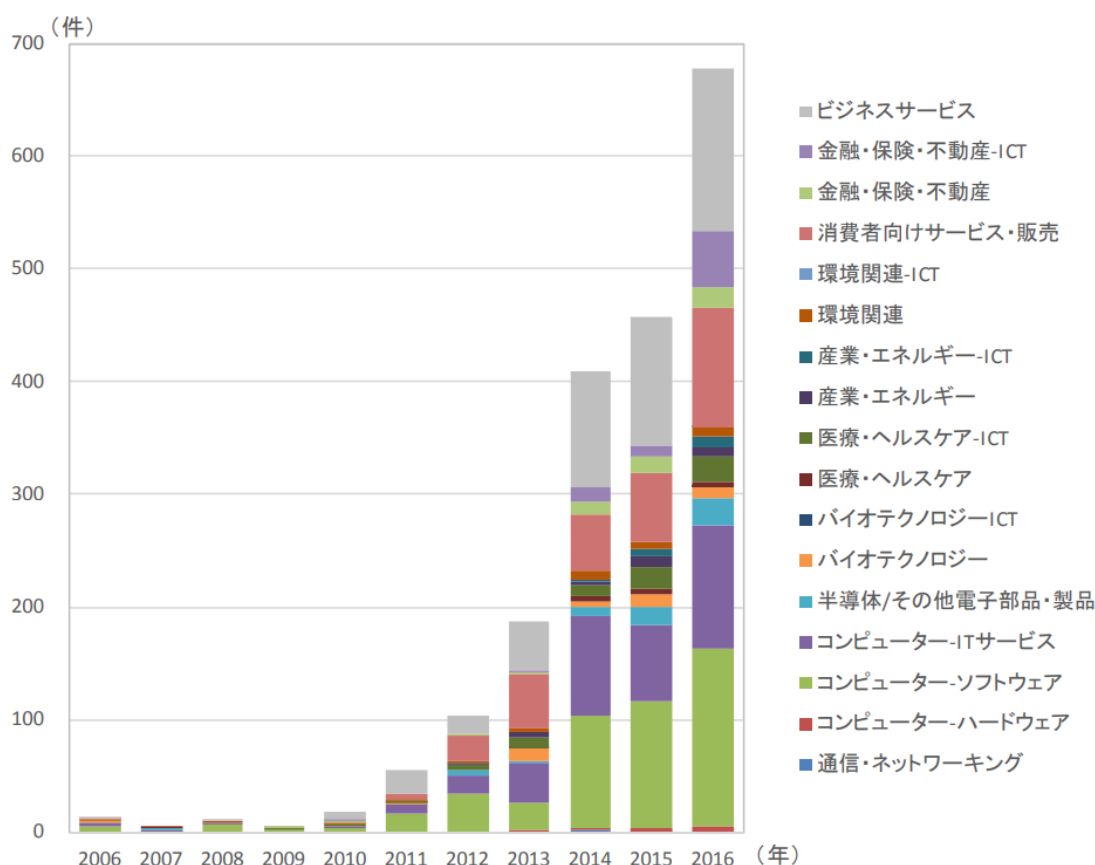


図 2 ベンチャー企業と大企業の事業提携の状況(件数) (出典:NEDO (2018)「オープンイノベーション白書 第二版」図表 2-92)

NEDOの「オープンイノベーション白書 第三版」では、日本企業と海外企業のイノベーション創出に向けた取り組みの現状を整理している。文書によれば、日本企業は個別産業の技術競争力は高いため、技術の組み合わせによって世界トップレベルの価値を創出できる可能性があること、大企業内に技術が滞留しているため価値・アイデア創出を阻害していること、アカデミア関係者に研究をビジネス化する観点が不足していることなどから、今後日本がグローバルな競争力を高めるためには、オープンイノベーションによって技術・アイデアを掛け合わせ、新価値創造を急ピッチで進める必要があると述べている[14]。

2023年に閣議決定された「デジタル田園都市国家構想総合戦略（2023改訂版）」では、地方の人口減少・産業衰退を喫緊の課題と捉えている。従来の東京一極集中型の経済社会の在り方を見直し、地方創生の取り組みを加速して、日本全体で人口減少・高齢化・経済成長などの社会課題に対応する必要があるとしている。課題解決のため、官民・分野・市町村などあらゆる垣根を越えた「地域生活圏」の形成を推進するとしている[15]。

同一組織内でも、横断型チームが形成される場合はある。代表例は、部門を横断して形成されるチームである。チームで取り組む課題としては、例えば企業のデジタルトランスフォーメーション(DX)推進が挙げられる。独立行政法人 情報処理推進機構(IPA)は、企業がDXの推進や達成度合いを自ら評価できるように「DX推進指標」を定め、一般に公開している[16]。「DX推進指標」によれば、デジタル技術を活用した業務・プロセス・企業文化や風土の変革は、一部門で完結するよりも、部門横断的・全社的に適用されるのが望ましいとしている。DX推進を行うためには、社内の複数の部門連携が望ましい。例えば部門を代表する者同士で、デジタル技術の自部門適用や、他部門との連携を行う必要があると示唆される。

以上をまとめると、国内の社会課題を解決すべく、産学連携・オープンイノベーション・地方創生などの分野をまたいだ組織の連携は今後も増加すると考えられる。地方創生などの社会的課題への対応や、デジタル化への対応、自社だけでは達成の困難な事業創出、自社内の業務改革といった、複数の視点が必要となる課題に取り組むために、横断型チームの形成が求められている。前述の課題は、企業・自治体・教育機関・省庁など、あらゆる組織が取り組む可能性があり、今後持続的に取り組む必要があるものである。また、国策としても多様な人材活用を促進する施策が提案されている。したがって、異なる組織間での横断型チームが活発に形成される機会は増えていくと予想される。

1.1.2 チームワークと情報交換・情報統合について

今日の複雑な、社会的に影響のある問題を解決するためには、個人の能力を結集し、所属する集団や国家を超えて協働する必要がある[17]。個人の集合であるチームや組織の連携を推進する文脈で、チームワークの重要性がたびたび指摘されている。Driskellらは、「チームワークとは、チームメンバーが協力して目的を達成するプロセスである」と述べている[18]。チームワークを理解しようとする試みとして代表的な例としては、チームやメンバーの特性、周囲環境などを入力とし、協働などのチームワーク行動を通して、チームの満足度やパフォーマンスなどの出力に

変換する、というInput-Process-Output(IPO)モデルなどが研究されている[19]。

チームワーク行動については、Rousseauら[20]が、体系的な整理を試みている。彼らによれば、チームワーク行動には、(1)タスク達成の準備、(2)タスク協調行動、(3)パフォーマンスの監視行動、(4)チームの行動調整の4つの側面があり、特にチームが共通の目的達成のための課題に取り組む際の行動は(2)タスク協調行動に分類される。(2)タスク協調行動には、①協調(重複作業を避けるなど目標達成のためにチーム構成員の活動を統合する)、②協働(複数人の構成員が目標達成のために協力する)、③情報交換(チーム内の適切な受信者に情報を迅速に伝達する)が含まれている。ここで言う情報には、目標達成に必要な情報に加え、顧客など外部からの要求や、経営層や異なる部署などからもたらされる、人的・金銭的リソースの情報などが含まれる。Rousseauらは、チームに関連する情報が流通しやすいチームは、より協働的にタスクを実施できると指摘している。

個人で行う意思決定に比べ、集団での意思決定の利点は、中村らが既存の研究をまとめている[21]。中村らによれば、集団で意思決定を行うと「意思決定の集団化によって多くの情報が利用できる」、「集団化により個々のメンバーが持っている多様な視点が利用できる」、「行動の実行者に対する動機付け効果がある」、「意思決定の正当性が高められる」という利点がある。集団として持っている情報や視点を意思決定の場で利用するには、個人の持っている情報を効率よく交換することが重要であると示唆される。

組織内において、個人が持っている情報を交換する機会として代表的な活動は会議である。Romanoらは、組織の労働者・管理職の総労働時間において、会議時間の占める長さを指摘している[22]。

パーソルプロセス&テクノロジー株式会社が2023年に実施した「社内会議や社内ミーティングに関する実態調査」によると、企業に勤める管理職・一般社員が最も頻繁に参加する会議の種類は「進捗報告や情報共有のための会議」であった。企業に勤める管理職・一般社員は、日常的に自身が把握している情報を他のメンバーと交換する機会に直面していると読み取れる[23]。

チームが情報交換をする際、一般にコミュニケーションの構成要素は、バーバルコミュニケーションと、ノンバーバルコミュニケーションの2つに大別される[24]。バーバルコミュニケーションとは、言語的な情報をもとに意思や意見の伝達を行うもので、ノンバーバルコミュニケーションとは、アイコンタクトやジェスチャ、ハンドサイン、声の調子などの非言語的な情報をもとに意思や意見の伝達を行うものである[25]。

コミュニケーションにおいては、バーバルな情報とノンバーバルな情報が同時にやり取りされる場合があり、コミュニケーションの参加者は、バーバルな情報とノンバーバル情報の両方を組み合わせて、相手が何を伝えたいのか理解しようとしたり、相手に情報を伝えたりする[26]。チームの情報交換と統合にも同様に、バーバルな側面、ノンバーバルな側面の2つが備わっていると考えられる。

従来、チームが情報交換を行うと、個人では気づけなかった観点を発見したり、複数の課題を一度に解決したりするなど、個人が考えるより良い決定を下せるという可能性が指摘されてきた。例えば、Stasserらは、グループで情報交換を行い、異なる知識やアイディアを組み合わせ、より良い意思決定や問題解決を目指せると指摘している[27]。また、集団の知識に基づく意思決定は、優秀な個人の下す意思決定よりも正確な可能性がある、という考えは「集合知」や「群衆の知恵」として提案されてきた[28], [29]。

Simonsらは、企業経営チームへのアンケート調査を行い、企業経営チームのメンバーの専門性が異なっていたり、チームメンバーで議論する際に互いに異なる意見を出し合う場合、企業の業績が良くなると発見した[30]。メンバーが持っている互いに異なる情報を交換すると、チームの意思決定の質に影響が及ぶものと示唆される。

Knippenbergらは、チームメンバーが持つ情報を意思決定に効果的に利用するには、各自の情報を交換し、その情報が何を意味するか検討・議論し、統合することが必要であると述べる[31]。情報の交換や議論・統合によって、チームの創造性や意思決定の質が向上すると主張している[32]。

Mehtaらは、チームが共通の目標を達成するためには、チームメンバーが持つ個々の知識やアイディアなどの情報を組み合わせて、個人の持つ情報からチームが持つ情報を作り出す活動が必要であると指摘する[33], [34]。

チーム内の情報交換によって、チームのメンバーは、自分たちが置かれている状況を理解し、状況に対する行動の複数の選択肢を検討し、選択できるようになる。チームとして意思決定を行うには、前述のような、性質の異なる複数の情報を統合的に分析し理解する必要があると示唆される。濱田らの実施した実験によると、チームとして使用する道具の重要度を議論して決定するNASAタスクにおいて、個人が下す結論よりも、チームで議論して下した結論の方が正確であった[35]。

これらの先行研究から、メンバーは情報交換を通して、新たに得られた情報と自分の情報を

組み合わせられる。チームメンバーは情報交換を通じ、自分が持っている情報に対して情報交換前とは異なる意味づけを行ったり、自分たちが置かれている状況に対して新たな気付きを得ると考えられる。本論文では、これらの先行研究を参考にし、チームメンバーが、他のメンバーとの情報交換の結果、複数の情報を組み合わせ、組み合わせた情報に対し、個々の情報とは別の意味を付与したり、各メンバーが持っている情報とは異なる新たな情報を得たりすることを「情報統合」と呼称する。

以上をまとめると、チームを構成するメンバーは、チームの目標を達成するために互いに協働する必要がある。協働に必要な要素として情報交換があり、メンバーはノンバーバル・バーバルな手段で交換した情報を各自で理解する。チームメンバーは、自分がもともと持っていた情報と、他のメンバーから新たに得た情報を組み合わせ、チームが置かれている状況を理解する。チームは理解した状況をもとに、次の行動を選択する。したがって、チームが持続的に目標を達成するためには、状況に応じて適切な行動を選択する必要があると言える。チームメンバーがどのように情報交換と統合を行うか理解できれば、持続的に目標を達成するチームの形成に貢献できると考える。

1.1.3 コミュニケーション環境の多様化

COVID-19の蔓延によるテレワーク促進や、通信技術的な進展の結果として、オンラインでのコミュニケーションが普及しはじめている。COVID-19の蔓延初期には、従業員のリモートワークの移行に伴い、従業員が関わるメンバーが固定化されたり、会議に比べてメールやチャットなどの非同期コミュニケーションが増加したりといった変化が従業員の生産性の低下につながっているとの指摘があったが、昨今ではテレワークとオフィス労働を組み合わせたハイブリッドワークなどの働き方が試行されている[36]。

オンラインコミュニケーションの例としては、Zoom[37]に代表されるビデオ会議や、VRChat[38]に代表される人々が日常的に活動できる3次元世界[39]を構築したメタバースが挙げられる。ゲーム配信プラットフォームSteamの利用者データを報告するSteamDB[40]によると、VRChatの利用者は数年来増加の一途をたどっており、特に2020年から急伸している。これは国連がCOVID-19を世界的な課題として認識し、対応計画を公表したタイミングと一致する[41]。前述のようなオンラインコミュニケーションを実現するアプリケーションが普及し、従来よりも場所や時間の制約を受けずにチームを組成できるようになったといえる。

ビデオ会議の利用が広がっている現状は、総務省の「令和5年版 情報通信白書」[42]などの調査により明らかとなっている。具体的には、テレワークを導入している企業は、図 3に示すように50%を超えている。

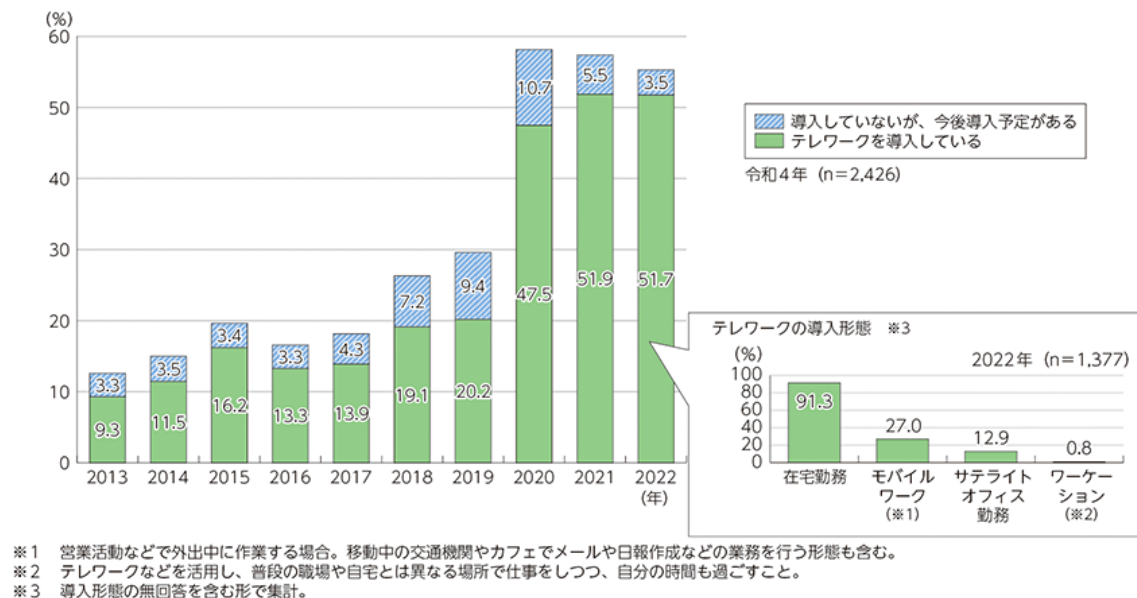


図 3 テレワーク導入率の推移(出典:総務省(2023)「令和 5 年版 情報通信白書」図表 4-11-2-5)

一方で、テレワーク・オンライン会議を利用した経験があると回答した個人の割合は、図 4に示すように30%程度である。

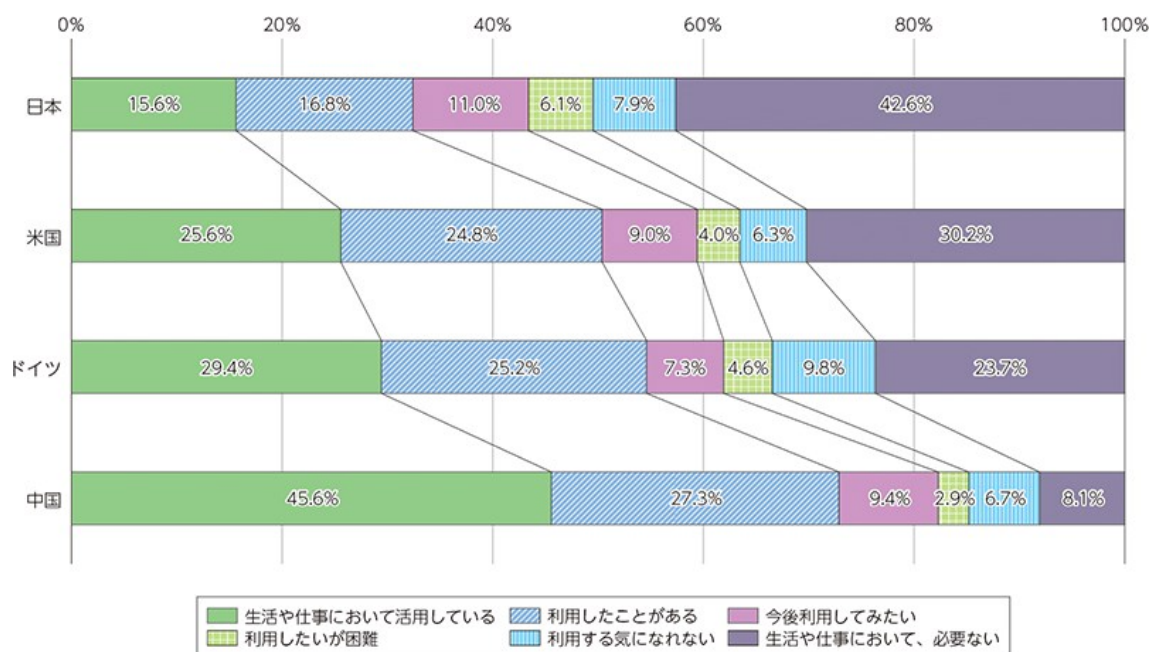


図 4 テレワーク・オンライン会議の利用状況(出典:総務省(2023)「令和 5 年版 情報通信白書」図表 4-11-2-6)

この割合は、諸外国と比較して低い割合にとどまっていると総務省は指摘する。総務省は「国内外における最新の情報通信技術の研究開発及びデジタル活用の動向に関する調査研究」[43]において、テレワーク・オンライン会議が利用できない理由の調査を行っている。ここでは、前もってテレワークおよびオンライン会議を「利用したいが困難」あるいは「利用する気になれない」と回答した144名の日本人に対し、テレワーク・オンライン会議利用が困難である理由を尋ねている。結果としては、最も多い理由としては「使いたいサービスがない」が37.5%であった。一方、「相手とコミュニケーションをとりづらい」が9.7%を占めており、コミュニケーション環境の違いが、コミュニケーションの取りやすさに影響を与える可能性があるとし唆している。調査の結果を図 5に示す。

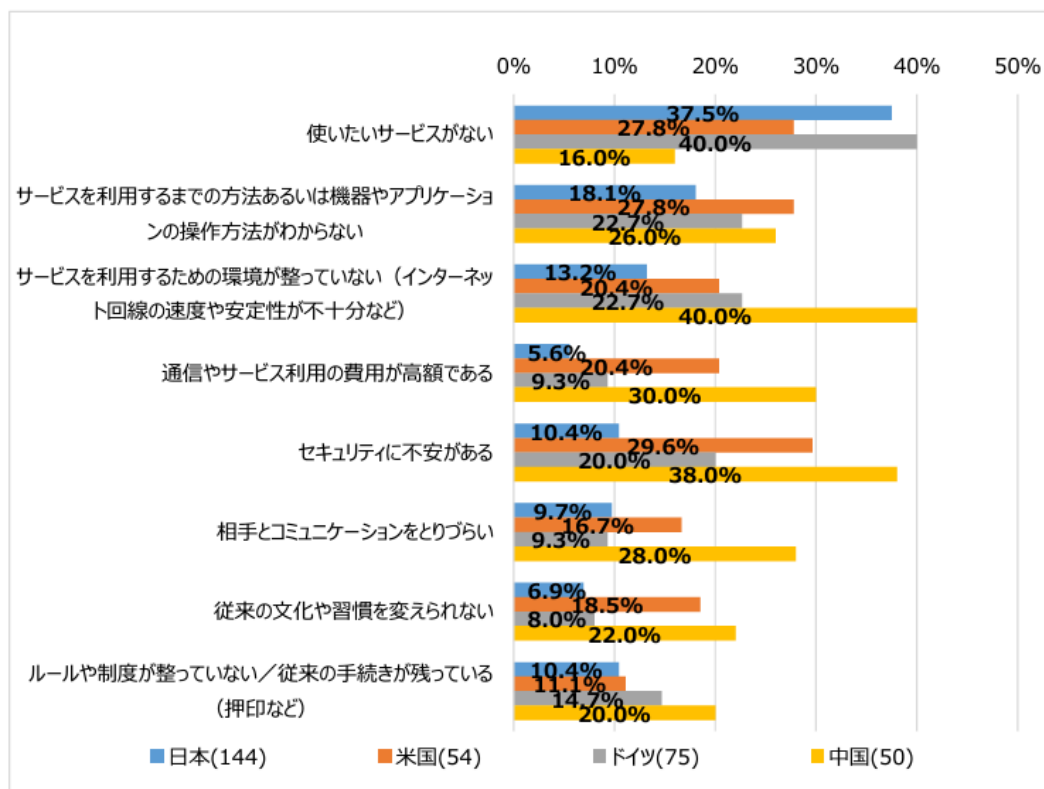


図 5 テレワーク・オンライン会議が利用できない理由(出典:総務省(2023)「国内外における最新の情報通信技術の研究開発及びデジタル活用の動向に関する調査研究の請負成果報告書」)

ビデオ会議と並び、オンライン会議環境として注目されているのがメタバースである。メタバースでは現実世界と同様に、複数の人間が空間を共有し、会話やジェスチャなどを通してコミュニケーションを行える。一方で、コミュニケーションはアバターを通して行う、メタバース用の機器やコントローラなどを通してメタバース内の行動に対するフィードバックがあるなど、現実世界とは異

なる特徴も備えている。2023年に総務省がとりまとめた「Web3時代に向けたメタバース等の活用に関する研究会 報告書」によれば、ICT技術の進展やオンラインでコミュニケーションをとる機会の増加といった背景から、国内外でメタバースの利活用が進展していると述べている[44]。特に、ビジネスシーンではバーチャルオフィスや会議での利用が進んでいる。今後、メタバースを利用したコミュニケーションが円滑に行えるよう、メタバースの利用者やプラットフォーマーは、メタバースの特性を十分に理解することが重要であると指摘している。

コミュニケーション環境の違いが個人の感覚にもたらす影響を研究したものとして、パーソル総合研究所・玉川大学の行った、対面・ビデオ会議・メタバース環境におけるコミュニケーションの比較実験[45]が挙げられる。実験では、「対面でのコミュニケーションでは最もストレスを受ける一方で、意図の伝達や受信がしやすい」、「ビデオ会議では対面よりもストレスを受けやすい」、「メタバースではストレスを受けにくい相手に対して嘘くさい感覚を得る」、との結果が得られている。つまり、コミュニケーション環境の違いは、コミュニケーションによって伝えられる情報の質・量や、コミュニケーション参加者の主観的な感覚などに影響を与えると示唆される。

また、Bolandらの研究では、ビデオ会議での会話と、ビデオ会議を通さない会話では、発話に応答するタイミングが異なることを発見した。ビデオ会議では対面と比べ、自分が話し出したり応答したりするタイミングが計りづらいと指摘している[46]。

さらに、Linらが過去半世紀に特許と科学論文を対象にした調査では、チームメンバーが同じ都市にいる場合と、複数の都市に分散している場合とで、研究や特許の破壊的イノベーション度をDisruptive Scoreで定量化し、結果を比較した。結果、チームメンバーが複数の都市に分散しているチームでは、優位にDisruptive Scoreが低下していた。また、チームメンバーが同じ都市にいる場合、チームはアイデア創出などの概念的な課題に取り組む割合が高く、チームメンバーが複数の都市に分散している場合、チームは実験の実施やデータ分析などの具体的・技術的な課題に取り組む割合が高かった。この結果より、コミュニケーション環境はチームが取り組む課題の種類や議論の種類によって、適切な使い分けが可能であると示唆される[47]。

以上をまとめると、現状、多くのコミュニケーションツールが利用されている。しかし、短期間に普及したため、オンラインコミュニケーションツールのユーザは、オンラインコミュニケーション環境に起因する情報交換と情報統合の違いについて十分に理解できているとは言えない。また、従来の対面コミュニケーションとの違いに戸惑っているユーザが一定数存在していると言える。チームが取り組む課題の種類や議論の種類によって、コミュニケーションツールを適切に使い分けられれば、

チームの生産性向上や柔軟な働き方の実現に貢献できると考えられる。

1.1.4 背景のまとめ

背景をまとめると、異なる専門知識や常識を持つメンバーからなるチーム、いわゆる横断型チーム形成の機会が増していると捉えられる。横断型チームのメリットは、個人では持ちえないほどの広範な知識をチームとして活用できる点である。チームのメンバーがチームワークを発揮するためには、意思決定の場において多様な知識を効率的に交換する必要があると言える[48]。

一方で、前述のようにコミュニケーション環境が多様化しており、コミュニケーション環境の違いがコミュニケーション自体に影響を与えうる。そこで、対面やビデオ会議などのコミュニケーション環境に起因する情報交換と情報統合の違いを理解するのが重要だと指摘できる。なぜならば、前述の違いの理解が深まれば、各コミュニケーション環境に応じて、チームの情報交換と情報統合を促進しうる方策を立案できるためである。

組織内のコミュニケーション環境は、2023年5月8日以降COVID-19の「感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律」上の扱いが、新型インフルエンザ等感染症（いわゆる2類相当）から5類へ移行したことに伴い、変化しつつある[49]。ニッセイ基礎研究所の調査によると、5類移行の後、対面会議や出社の機会が5類移行の前よりも増加している[50]。ここからは、企業が出社しての対面コミュニケーションを重視する姿勢が読み取れる。

一方で、従業員に出社を促す企業の方針に対し、従業員が反発する例が見られる[51]。公益財団法人 日本生産性本部が行った調査によると、勤め先でテレワークが廃止・制限された場合、約4割の回答者が働き方の変更や転職を検討するとしており、企業のオンラインコミュニケーション活用の方針転換が、多くの労働者に影響を与えられと考えられる[52]。

大塚らの研究によれば、労働者が希望するテレワークの頻度と、実際のテレワークの頻度の間に差があると、労働者の心理的苦痛につながると確認されている[53]。また、リクルートワークスが、労働者に向けて実施したアンケートの回答を2022年7月にまとめた報告書「集まる意味を問い直す」[54]は、テレワークで成果を出す組織を作るためには、規則や手続きの柔軟な設計・運用が重要だと指摘している。対面・オンラインどちらで会議が行いやすいかは、個人の家庭環境や仕事内容などによる差があり、対面・オンラインどちらでコミュニケーションするかは、個人の希望や裁量によって行えるのが望ましいと言える。

オンラインコミュニケーションは、対面と比べて相手に触れられない、嗅覚情報がない、カメラ

の画角によって相手のジェスチャが見える範囲に制限がある、などの理由から、対面コミュニケーションより劣るとの見方がある。しかし、Oslerらは、オンラインコミュニケーションは対面コミュニケーションを完全に再現する必要はなく、むしろ対面とは異なるオンラインコミュニケーションならではの体験が、従来対面ではコミュニケーションをとるのが難しかった人にも利益をもたらすと指摘する[55]。

対面か、オンラインかの二者択一ではなく、両者の違いを十分に理解し、場面や状況に合わせて対面・オンラインコミュニケーションの使い分けができるようになれば、個人が持続的に高いパフォーマンスを発揮し、かつ企業の持続的な発展につながると考えた。例えば普段はリモートで会議に参加している従業員を対面会議に参加させる場合、該当従業員に対して根拠を持って対面開催の理由を説明できれば、従業員の納得度向上につながる。また、逆に、オンラインコミュニケーションにおいても、従業員同士で十分な意思疎通を図り、信頼関係を構築できるようになれば、従業員のパフォーマンスを引き出せると考えられる。そこで、特に現在主流であるメタバース・ビデオ会議・対面コミュニケーションにおいて、各環境の特徴を明らかにしたいと考えた。

1.2 研究の目的

そこで本研究では、チーム内で行われる情報交換と統合に着目し、メタバース・ビデオ会議・対面の各コミュニケーション環境下でコミュニケーションをとる際の、メンバーのノンバーバル・バーバルコミュニケーションの違いを明らかにすることを目的とする。各コミュニケーション環境間での違いが明らかになれば、例えば会議の種類に応じて最適な手段を選択可能になったり、環境ごとに議論の質を高める方法を考案したりできる。

1.3 倫理的配慮

本研究における実験では、被験者に対し本研究の研究体制・目的・個人情報の取扱い等について説明し、実験の参加に対して同意を示した者のみを被験者とした。また、被験者が参加の意を示した後でも、実験は本人の自由意思で取りやめできること、被験者が望まない場合には分析やデータ公開の対象としないことを説明した。被験者の時間的拘束の負荷、ならびに身体的・精神的な負荷を鑑み、1回の実験につき1時間以内で終了できるように実験を設計した。

本研究における実験は慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科倫理審査委員会の承認を得たうえで、委員会の定める倫理規程に則って実験を行った。

1.4 本論文の構成

第1章では、本研究の背景やその目的について述べた。第2章では、本研究にかかわる先行研究について述べる。第3章では、ノンバーバルな情報交換と統合についての実験について述べる。第4章では、バーバルな情報交換と統合に関する実験について述べる。第5章では、2つの実験結果を統合した考察を述べる。第6章では、全体のまとめと、今後の展望について述べる。

第2章 先行研究

本章では、本研究が主に着目するチームのノンバーバルおよびバーバルな情報交換・情報統合の先行研究と、本研究のアプローチであるゲーミング手法の研究応用の先行研究について述べる。

2.1 ノンバーバルな情報交換・情報統合

対面コミュニケーションにおけるノンバーバルコミュニケーションの重要性は先行研究にて度々指摘されている。Bambaeerooらは、ノンバーバルコミュニケーションを利用して聞き手の注意をひいたり、話し手と聞き手との良好な関係性構築を行ったりできると指摘している[56]。

Keutchafoらは、バーバルな情報だけでは正確に情報が伝達できない場合、補助的にジェスチャを用いる必要性や、話し手に対して聞き手の存在をアピールするために、相手との距離を調整する重要性などを指摘している[57]。

ノンバーバルな情報交換法の1つとして、身振り手振りによって情報を伝えようとするジェスチャが挙げられる[25]。Kraussは、ジェスチャの持つ役割について、発話者がコンセプトを形成することを助けたり、語彙の想起を助けたりすると指摘した[58]。発話者は、会話の際にジェスチャを併用するとスムーズなコミュニケーションが可能になると示唆され、ジェスチャは日常的に使用されうるものと考えられる。

実際にジェスチャはコミュニケーションの様々な場面で使用されており、チームが意思決定を行う状況でも観察される。例えばMaquilらは、大型ディスプレイの前で意思決定を行うチームが実行するジェスチャを分析した。被験者らの使用するジェスチャには、手を広げる、指をさすなど複数の種類があり、Maquilらは議論の内容と照らし合わせてジェスチャの役割分類を行っている[59]。ジェスチャ分類の結果から、被験者らはコミュニケーションにおいて、伝えたい情報に応じてジェスチャの種類を意識的・無意識的に選択していると考察される。

手以外の部位でもジェスチャは可能である。代表例は頷きである。齊賀らは、会話中の話し手と聞き手の会話と、会話中に発生する頷きのデータを突合し、頷きの機能を分類した。頷きには聞き手が単に話し手に対して応答する機能の他にも、発話継続を促したり、間を埋めたりする機能があると齊賀らは考察している[60]。

発話を伴わなくとも、コミュニケーションにおいてジェスチャそのものに意味がある可能性があ

る。Andricらは、発話、もしくはジェスチャを被験者に提示し、活性する脳の部位を確認した。実験では、発話・ジェスチャという表現方法にかかわらず、被験者が同等の意味を持つ表現を提示された場合、共通の脳部位が活性化する結果が示されている[61]。

オンラインコミュニケーションにおけるジェスチャに着目した先行研究としては、Zoom会議においてジェスチャが何らかの情報を伝達すると示唆した研究がある[62]。Bailensonは、Zoomの利用者は、現実の場で対面してコミュニケーションをとる人と比べて、相手のノンバーバルな仕草を、対面コミュニケーションよりも意識的に解釈する必要があると指摘している。ノンバーバルコミュニケーションに注意を払っているZoomユーザは、対面コミュニケーション時よりも認知的負荷が増大し、「Zoom疲れ」しやすいと主張する。

メタバースを含むVR空間におけるジェスチャは、人とコンピュータインタラクションとしてのジェスチャ研究と、人と人とのインタラクションとしての研究に大別される。前者の例として、Liらは、ジェスジェスチャインタラクションはユーザにとって自然であり、正確なジェスチャ認識はHuman Centricなインタフェースの実現に有用であると述べている[63]。後者の例として、Maloneyらは、メタバースユーザが、頭や手の動きなど、対面コミュニケーションと同様のジェスチャを行うことを発見した[64]。観察およびインタビューを通じて、Maloneyらは、ユーザがメタバースにおいて、自己表現や他者との自然なインタラクションを目的として、ジェスチャを実行するのだという知見を得た。しかし、彼らの研究範囲はメタバース環境下のジェスチャに限定されており、他のオンラインコミュニケーション環境との比較はなされていない。

総じてコミュニケーションにおいて、ノンバーバルな情報は一定の重要性を持っており、ジェスチャによる情報交換・情報統合もコミュニケーションを円滑にする有効性があると考えられる。一方、従来のノンバーバルな情報交換、特にジェスチャに着目した研究は、単一の環境内で起こる被験者のコミュニケーションに着目しており、複数のコミュニケーション環境間でジェスチャの比較を行う研究は少ない。特に、オンラインコミュニケーション間での比較は皆無である。異なるコミュニケーション環境間で、実行されるジェスチャにどのような違いがあるのか、いまだに十分に研究されていないと言える。

人が育った背景や文化によって、実行するジェスチャの種類や、他人のジェスチャから受ける印象・受け取る意味が異なると示唆される[65]ことを踏まえると、人は自分が置かれる環境によって、自分のとるジェスチャを変化させる可能性がある。

ジェスチャがコミュニケーション環境によってどのように異なるのか明らかになれば、対面コミュ

ニケーションとオンラインコミュニケーションを、状況やユーザによって適切に使い分けできるようになると考えられる。

2.2 バーバルな情報交換・情報統合

チームのメンバーは、他のメンバーに意図を伝えたり、他人の考え方を理解したりする目的で、言語を用いてコミュニケーションを行う。言語には、口頭で発声するもの、文書やデータなどで記述される文字を用いたものが含まれるが、本研究では、会議や話し合いなど、口頭でとるバーバルコミュニケーションに特に着目する。

複数のメンバーで構成されるチームは、メンバー個人と比べ、多くの知識を意思決定に利用可能であると考えられる。そのため、1.1.2で指摘したような、的確な意思決定ができる効果を期待できる。しかし、先行研究は、複数人での話し合いの結果下される意思決定は、個人が下す意思決定と比べ、常に優れているわけではないと指摘する。

例えば、「リスクシフト」「コーシャスシフト」という現象が知られている。複数人で話し合った結論が、個人で下した結論よりもリスクに偏ったり、慎重な方向に偏ったりする現象である[66]。話し合いによって意見が極端な方向に変化する現象はGroup Polarizationとして知られている[67]。今日ではTwitter(現X)などのSNSで似通った意見を持つ者同士が集まるエコーチェンバー現象などに関連付けて論じられており[68], [69]、意見の極端化は暴動や犯罪など破滅的な結果をもたらす例もある[70]。

Taylorらは、48人の個人と、4人チーム12組にブレインストーミング法を実施してもらい、創出されるアイディアの数や質を比較した。結果、個人で創出したアイディアの方が数が多く、実現可能性や効果などの指標の評価で勝っていた[71]。Diehlらは、この現象には生産性ブロッキングが大きく影響していると実験で示した[72]。生産性ブロッキングとは、メンバーの1人の話によって、他者が話す時間が少なくなったり、思考が中断されたりする現象である。つまり、複数人での話し合いが、むしろアイディア創出や意思決定の妨げになる場合があると言える。

メンバーの持っている知識や専門性の違いに着目すると、Hidden Profile(隠されたプロフィール)という問題が知られている[73]。Hidden Profileとは、チームで意思決定や判断を行う際、メンバーが共通に知っている情報が重視され、少数のメンバーが知っている情報が軽視されてしまう現象である。横断型チームにおいては、メンバーの専門性や来歴が異なっており、メンバーが持っている情報も通常異なっている。したがって、横断型チームではHidden Profileの問題が発生

しやすいと考えられる[74]。横断型チームの情報交換・情報統合に興味のある本研究では、Hidden Profile問題に着目することとした。

McGrathはチームが取り組む課題を8タイプ4象限で整理する、グループタスクのCircumplexモデルを提唱した[75]。同モデルを図 6に示す。

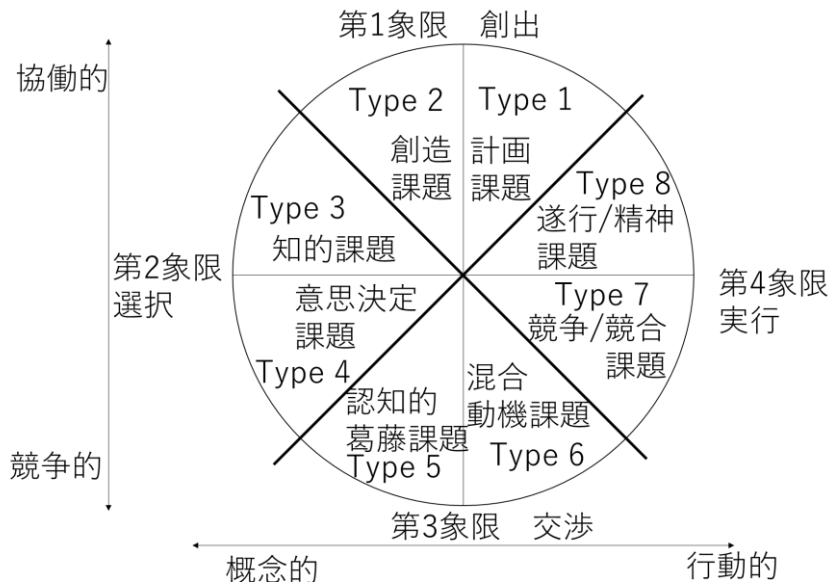


図 6 Circumplex モデル(出典: Groups: Interaction and Performance FIGURE5-1 をもとに筆者作成)

グループタスクのCircumplexモデルに照らすと、Hidden Profile課題は、第2象限の知的課題もしくは意思決定課題に分類されと考えられる[76]。McGrathによれば、第2象限の課題には、論理や事実によって正しさが裏付けされるものや、専門家の合意によって正しさが裏付けられるものが含まれる。また、知的課題は明確な正解がある課題であり、意思決定課題は明確な正解が定義できない課題である。

Hidden Profile問題が発生してしまうと、チームが意思決定を行う際、個々のメンバーが持つ知識の多様性を活かせなくなってしまう。チームが持っている知識を意思決定に活用するには、Hidden Profileを乗り越える必要がある。

Hidden Profileの典型的な実験では、被験者にチームを組んでもらい、議題に沿った最適な選択肢をチームの合意のうえで選択するという課題を被験者に与える。この時、課題の回答に必要な情報を実験者から受け取る。情報には、全員が共通して持っている「共有情報」と、一部のメンバーのみが持っている「非共有情報」との2種類がある。被験者が最終的に選ぶ選択肢については、事前に実験者が正解・不正解を決めておく。被験者が正解にたどり着いたか否かの

データをもって、例えば群間の有意差を比較する。

Hidden Profileを取り扱った先行研究としては、グループの人数、チームが扱う情報量、情報の分散の仕方、議論する課題の種類を様々に変えた研究が存在する[77]。また、近年では対面環境とZoomを利用したビデオ会議でHidden Profileの起こりやすさを比較した研究が存在している[78]。Javalagiらは、対面環境、参加者にマスクを装着させた対面環境、Zoomによるビデオ会議環境の3条件で、被験者にHidden Profile課題を提示した。結果、対面環境で最も多くのグループがHidden Profile課題に正答した。

Hidden Profileの解決を目指して、様々な方法が先行研究で検討されている。Schulz-Hardtらは、議論前の個人選択の段階で、チームにいる全被験者が同じ回答をした場合と、それぞれ異なる回答をした場合とを比較し、異なる回答をした被験者を含むグループのほうがHidden Profile課題の正答率が向上することを発見した[79]。

Greitemeyer らは、意図的に他者の意見に反対する悪魔の代弁者を参加させた条件と、そうでない条件とでHidden Profile課題を被験者に提示した。結果としては、情報交換は悪魔の代弁者がいた条件のほうが盛んだったが、意思決定の質には有意差が見られなかったとしている[80]。

Burtscherらは、正解した場合に報酬を与える条件と、失敗した場合に報酬が減る条件で被験者にHidden Profile課題を提示した。結果、前者の条件では正解率が優位に高くなり、メンバーのモチベーションが話し合いに影響を与えると主張している[81]。

Scholtenらは、Hidden Profile課題を被験者に提示する前に、被験者の一部に、意思決定に至るプロセスに注意を払うよう講習会を行った。結果、講習を受けた被験者からなるグループは、講習を受けなかったグループよりもHidden Profile課題の正答率が高かった[82]。

Nicholsonらは、Hidden Profile課題の後、チームの達した結論は間違っていたと想像させるメンタルシミュレーションの介入を行った後、再び同じ課題に取り組むと、正しい選択肢を選ぶ確率が上がり、誤った選択肢に対して抱く確信度が下がるという実験結果を得た[83]。Nicholsonらは、チームメンバーは「メンタルシミュレーション」を通じて自分たちの議論の問題点を内省し、チームメンバー間の協力的な態度を強め、積極的な議論を喚起する効果があったと考察している。

Coffengらは、従来の研究が学生を対象としていたことを問題視し、オランダのNPO理事会のメンバーに対し、Hidden Profile課題を提示した。結果として、正答率は19%と低い値になった。学

生だけでなく、実務家にとってもHidden Profile課題は解くのが難しいと示唆される[84]。

国内でもHidden Profileを利用した研究は行われている。甲原は、架空の刑事事件を題材とし、どのようにすれば話し合いで正解に至れるのか検討する目的でHidden Profile課題を作成している[85]。有馬は、集団での情報処理過程を観察するために、Hidden Profile課題をネットワークゲーム上で実装している[86], [87]。

話し合いを行う際には、被験者が嗜好や、他のメンバーから同意を得たいという心理的な要因などに起因する様々なバイアスが影響する。Schulz-Hardtらは、それらのバイアスによって、Hidden Profile課題を解決できないメンバーたちは、自分が好ましい選択肢を支持する情報や、好ましくない選択肢を貶める情報を求めようと予想している[88]。

上記以外にもHidden Profile研究は多くの蓄積があるが、実施される実験の大部分はLow demonstrabilityである。すなわち客観的な正解が必ずしも1つに定まらない課題を用いている[77]。代表的なHidden Profile課題は採用すべき人物を複数の候補者のうちから選ぶというものである。チームが議論を通して選択を行う際、判断基準となる情報は候補者の性格や、候補者の学業成績等が使用される[73]。

上記のHidden Profile課題には複数の問題点が指摘できる。まず、被験者は各々が持つ情報の他に、各自が持つ価値観や善悪の基準が判断に影響を与えと考えられる。その結果、被験者が最善と判断する選択肢は、実験者が意図した最善な選択肢と一致するとは限らない。また、従来のHidden Profile実験においては情報統合が行われたか否かは、主に課題の正解率によって測定されており、議論の過程で起こる情報交換の様子を分析は少ない。従来の実験では学生から被験者を募っており、被験者の年齢や来歴に大きな差がなく、横断型チームを模した条件になっていないと考えられる。加えて、被験者には議論前に配布した情報を覚えてもらい、被験者は議論中に情報を閲覧不可とする実験設計が一般的である。議論の場でネットワーク接続されたノートパソコン等を利用し、必要な資料を閲覧しながら議論することが一般化している現状を鑑みると、従来研究は現状の忠実性に劣ると考えられる。さらに、異なるコミュニケーション間の比較を行った研究は少ない。

そこで、本研究では、High demonstrabilityなHidden Profile課題中の議論において、情報交換と統合の様子がどのように進むのかをメタバース環境・ビデオ会議環境・対面環境で観察し比較を行う。前述のMcGrathの定義に沿えば、知的課題を設定する。また、筆者の所属する慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科以外からも被験者を募り、面識がない被

験者同士でグループを組む形で実験を実施した。さらに、被験者が配布情報をいつでも閲覧可能とする実験を設計した。メタバース環境・ビデオ会議環境・対面環境を比較した研究はあるものの、Low demonstrabilityタスクを採用しており、被験者は記憶を頼りに議論を行っている[89]。そのため、本研究で得られた結果は新たな知見をもたらす可能性がある。

2.3 ゲーミング手法の研究応用

ゲームとは、Abtによれば「限定的な文脈の中で、複数の意思決定者が目的を達成するために行う活動」である[90]。

ゲームの歴史は古く、古代エジプトの青銅器時代にはすでに「セネト」と呼ばれる、石の台と駒を利用して遊ぶゲームが存在していた[91]。今日、アナログやデジタルなど実装方式の違いに関わらず、様々なゲームが国内・国外問わず存在していることを鑑みると、人類がゲームに抱く興味は、先史時代から今日まで続いていると言える。

ゲームは一般的に「遊ぶ(プレイする)」ものである。「遊ぶ(プレイする)」の定義は様々なものがあるが、古今の研究の共通項を整理した佐々らによると、楽しさ・面白さといった感情と共に、没頭したり、夢中になって行動したりすることが「遊ぶ(プレイする)」だと理解できる[92]。

古代から現代までのゲームの進化は、しばしば戦争シミュレーションと共に語られる。チェス・囲碁・チャトランガなどのボードゲームは、陣取りなどの軍事行動を抽象化しており、対戦相手同士の戦略の比較や、過去の軍事作戦のケーススタディを可能にする[93]。廉価で高性能なコンピュータが普及した現在では、現実の状況をゲーム内に再現し、プレイヤーの行動を観察してプレイヤーにフィードバックを与えるという現実とシミュレーションを循環させ、現実の人間の思考や行動を改善させるような試行が容易になっている。

上記のように、ゲームは現実の状況を模倣しうる。「シミュレーション」という言葉も、ある法則や状況を模倣するという意味を持ち、ゲームと混同されて使用される場合がある。Malavéらは、ゲームとシミュレーションを区別するのは、「遊び(プレイ)」であるとする[94]。ゲームではシミュレーションと異なり、参加者たちは意思決定を通じて積極的に遊ぶ。一方、シミュレーションは現実の状況・現象や、現実にある人や物の振る舞いを模倣したモデルであり、必ずしも「遊び」を内包しない[95], [96]。

同時に、「遊び」を内包したシミュレーションの様式がありうる。「シミュレーションされた文脈にゲームの活動を取り込んだ様式」は、「ゲーム」という言葉を形容詞的に変化させた「ゲーミング」

の語を用いて、ゲーミングシミュレーションと呼称される[97]。

ある環境における人やチームの振る舞いの観察や、環境への適応や行動変容を目指した研修の効果測定を目的として、ゲーミング手法の応用が広く試行されている。

人やチームの観察を目的としたゲームとして、例えば「TeamUp」[98]が挙げられる。「TeamUp」は、4人のメンバーからなるチームで協力して3次元空間内のパズルを解くゲームである。

「TeamUp」は、チームの協調能力と、個人がチームに対して持つ感覚を評価するものであり、チームの協調ゲームクリアまでにかかった時間や失敗数などのゲーム内指標と、参加者がチームに感じた一体感などの主観指標を突き合わせた分析を可能としている。実験の結果として、クリア時間が短いほどチームの結束力を強く感じたり、情報交換が活発に行われたりすると指摘している。

「Mirrors in Smog City」[99]は、4人のメンバーからなるチームの協働能力を測るゲームである。参加者はそれぞれオリジナルのコントローラを使ってゲームを操作し、パズルを解いていく。ゲームは参加者同士が協働しなければクリア不可能な設計となっており、クリアまでの時間や、ゲームに失敗した回数などで最終的なスコアを算出する。実験においては、スコアが高ければ高いほど、チームの協働能力が高い可能性があると示唆されている。

長坂らは、個人の利益と全体の利益が相反する状況で、各ゲーム参加者が協力行動をとるか否か観察した[100]。具体的には、各参加者は企業の経営者の役となり、自社の設備投資を行うか、二酸化炭素対策を行うかを選択する。設備投資を行うと個人の利益は増すが、地球全体の利益には反してしまう。本ゲームのプレイを通し、全体の利益に協力するグループと、個人の利益を追求するグループが観察されたと報告している。

合意形成・意思決定を観察するゲームとして、代表的なものはNIMBY問題を扱ったものである。NIMBYとは、Not In My Back Yardの頭文字をとったもので、NIMBY問題とは、ごみ処理場や原子力発電所など、必要性はあるが自分たちの近隣に建設されるのは望ましくない施設の立地を巡る合意形成上の問題である。

NIMBY問題を題材としたゲームの代表的なものは、大沼らによる「Consensus Building of Wind Farm Game」がある[101]。「Consensus Building of Wind Farm Game」は、5人でコミュニケーションをとりながら合意形成を進めるゲームである。各プレイヤーは5つの役割のうちいずれか1つを割り当てられる。それぞれの役割には、異なる目標が設定されており、全員の目標は同時に達成できないように設計されている。1人のプレイヤーが自身の利益を最大化しようとすれば、他の

プレイヤーが損害を被る。つまり、自身の利己的なふるまいが公共の利益を害するという現実の側面を模すように設計されている。大沼らは、ゲームプレイの観察を通じ、個人の利益と公共の利益が対立する状況において、合意形成がどのように行われるのか洞察を得られたとしている。

ゲーミング手法を教育用途に応用した例として、大学経営シミュレーションの「Virtual U」が挙げられる。プレイヤーは大学の予算割り当てや授業内容の構成などの実際の大学経営で直面する意思決定を体験しながら、大学経営の知識を習得できる[102]。ゲーミング手法を教育用途に応用した例として知られている。

企業研修を目的としたものとしては、坂井らの例が挙げられる[103]。坂井らは労働者のメンタルヘルス研修をより効果的に行うためのゲーム「Dead or Alive」を開発し、研修前後でチームに対する信頼度を比較し効果検証を行っている。ゲームプレイ後の方がゲームプレイ前よりもチームに対する信頼感が上昇していたことを理由に、ゲームを活用した研修の効果を主張している。

研修目的のゲームには、企業の新人研修現場などに実際に導入・運用されているものがある。例えばレヴィ株式会社が開発した「ペジテの自転車」は、システム開発未経験者に、システム開発の全体像を理解させたり、システム開発で失敗しやすいポイントを体験させたりする目的で開発されたボードゲームである[104]。ゲームには全プレイヤーが達成すべき共通の目標が、顧客要求として設定されている。ゲームプレイ中、プレイヤーは時々刻々と発生する、顧客要求の達成を阻むイベントに対し、周囲とコミュニケーションをとりながら自分たちの行動方針を決める必要がある。

さらに、市販されているエンターテインメント目的のゲームを利用した研究も存在する。例えば、ゲームのプレイヤーを研究対象としたケースがある。金泉らは、ターン性のコミュニケーションゲームである「人狼」を題材に、熟達者らのプレイ時の発話を記録して思考過程を分析した[105]。発話内容の分析から、熟達者らは推論過程を必ずしも他のプレイヤーと共有せずとも、意思疎通していた可能性があるとしている。

Williamsらは、多人数同時接続型オンラインゲームである「World of Warcraft」内で形成されるコミュニティに参加しているプレイヤーに対しアンケート調査を行い、ゲーム内のコミュニティには現実世界のコミュニティに見られるようなルールや目標が設定されていることを明らかにした。さらに、ゲーム内コミュニティの活動が現実世界の社交関係の維持・強化につながっているケースがあるとの洞察を得た[106]。

このように、プレイヤーを楽しませるという効果以外に、現実世界に影響を及ぼし得るような教

育・研究的効果を持つゲームは、一般的に「シリアスゲーム」と呼称される。藤本は、特に「ゲームの開発・利用にエンターテインメント以外の特定用途で利用する意図があり」「その意図がゲームプレイに関係する形でデザインされた、ゲームの開発・利用」を「狭義のシリアスゲーム」としている[107]。また、藤本らはエンターテインメント以外の利用意図を開発段階で想定していないゲームを、エンターテインメント以外の目的で利用することを「シリアスゲームプロジェクト」と呼称している。前に上げた先行研究の例は、エンターテインメント目的で開発されたゲームを、エンターテインメント以外の意図で利用しているため、「シリアスゲームプロジェクト」として理解される[105]、[106]。

シリアスゲームの隣接領域として、「ゲーミフィケーション」が挙げられる。ゲーミフィケーションとは、「ゲームの要素をゲーム以外のものに利用する」[108]もので、ゲームそのものを指す「シリアスゲーム」とは区別される。市村らの研究では、掃除の楽しさを向上させる目的で、掃除機の動きに点数をつける仕組みを開発している[109]。点数や、獲得した点数に対するフィードバックなどのゲームの要素を掃除の動機付けに利用しようとしており、ゲーミフィケーションの例と言える。

Irmadeらが2021年におこなった調査では、論文データベースであるScopusに登録されるシリアスゲームについての論文数が加速度的に増加している[110]。国内でも、千葉商科大学において授業カリキュラムに採用されている[111]。加えて、ゲームの参加者に高齢化や災害対策などの社会課題を理解させ、解決策の創出能力を向上させるためにシリアスゲームが活用されるなど、シリアスゲームの社会的認知度が向上しつつあると言える[111]。

シリアスゲームを研修や研究のアプローチとして採用する利点として、主なものは下記の3つであると考えられる。まず1点目は、ゲームでは失敗が許されるという点である。ゲーム内で失敗したとしても、ゲーム参加者は深刻な物理的・精神的な害を被ることはない。この点は、ゲーム参加者にとっての不利益を低減する。2点目は、ゲーム参加者の能動的な関与が見込める点である。ゲームが備える楽しさは、ゲーム参加者の動機付けとして機能する。この点は、実験参加者を募る実験者や、研修への積極参加を願う研修提供者にとって有益である。3点目は、ゲームで提示する問題を明確にできる点である。ゲームは現実世界を模倣しているが、必ずしも正確な再現である必要はない。例えば、前述の「Consensus Building of Wind Farm Game」ではゲーム参加者は自身と利害対立している者との交渉内容のみに集中し、風力発電所を建設する時間やコストなどを考える必要がない。このように、ゲームの開発者は、ゲーム参加者が1つの問題に集中できるようにゲームを開発できる。ゲームをプレイする際には、参加者はゲームの開発者が提

示す問題の理解に集中できる。研究で得られた結果の評価や、研修実施者が研修参加者に学んでほしいメッセージを正確に伝達できると考える。

以上の利点は、対人コミュニケーションを題材とした本研究でも有効であると考えられる。ゲームとして実施すれば、たとえ実験内で情報交換・情報統合に失敗した場合でも、被験者の現実の人間関係・心理的な健康に及ぼす負の影響を抑えられると考えられる。また、ゲームの形式をとると、被験者の興味を惹き、実験への自発的な参加を促進でき、実験者の介入が最小限に抑えられると考える。さらに、交換される情報と、複数の情報を組み合わせて初めて明らかになる情報とをゲーム内で定義すれば、被験者が実験の中で交換・統合した情報を定量的に評価できると考えた。したがって、本研究はシリアスゲームのアプローチから実施する。

本研究では、ノンバーバルな情報交換・情報統合を評価するために、市販のカードゲームを用いた。これは藤本の定義に従えば、ノンバーバルな情報交換・情報統合の実験は「シリアスゲームプロジェクト」となる。バーバルな情報交換・情報統合を評価するために、先行研究の例を参考にしてマードーミステリー課題を作成した。これは藤本の定義に従えば、バーバルな情報交換・情報統合の実験は「シリアスゲーム」と言える。

マードーミステリーとは、対人関係ゲーム、またはコミュニケーションゲームというジャンルに区分されるゲームで、ゲームの参加者が会話をしながら進めるものである。ゲームの中で提示される殺人などの事件の犯人を特定するのがゲームの参加者の目的である。ゲームの参加者は、事件の内容や所持品などに関する情報について、他の参加者と会話したり、情報交換したりしながら犯人が誰なのか結論を導く[112]。

対人関係ゲームは、個人の人間関係観察や行動変容を目的として活用できる可能性があり、多くの実践が報告されている[113]。マードーミステリー課題は、Hidden Profile研究でも利用された実績がある[114]。マードーミステリー課題は、客観的に正解が一つに定まるHigh demonstrabilityな課題となる。情報交換と情報統合を定量的に評価できると考え、本研究でもマードーミステリー課題を採用することとした。しかし、先行研究で作成されたものは、被験者が多くの書類を読み込まなければならず、実験の実施時間も1時間を超えてしまう。したがって、本研究では実験が1時間に収まるような課題を新たに作成した。

第3章 実験 1 ノンバーバルな情報交換・情報統合

本章では、ノンバーバルな情報交換・情報統合についての実験について述べる。

3.1 実験 1 の事前検討

本実験を実施する前に、ノンバーバルな手段、特にジェスチャを用いた情報交換・情報統合を観察するのに適した題材の検討を行った。題材が満たすべき条件として、下記の5つを設定した。

1. チームで協力して共通の目標を達成する。
2. 被験者ごとに異なる情報を持つ。特に、情報には極力、言語が含まれないものが望ましい。
3. 被験者同士でジェスチャによる情報交換を行い、得られた情報を各被験者が統合する。
4. 情報統合の度合いを何らかの手段で計測可能である。
5. メタバース・ビデオ会議・対面の3環境で実施可能である。

以上の実験題材の満たすべき条件を鑑みたくえ、市販のゲームのうち、候補としてカードゲーム「The Mind」[115]、カードゲーム「NARABI/並び」[116]、「はあって言うゲーム」[117]を検討した。検討の結果をまとめたものを表 1に示す。

表 1 実験 1、採用するゲームの候補検討結果(筆者作成)

条件	The Mind	NARABI/並び	はあって言うゲーム
チームで協力して共通の目標を達成する。	○	○	× 競争型のゲームである
被験者ごとに異なる情報を持つ。特に、情報には極力、言語が含まれないものが望ましい。	○	× 言語を含む	× 言語を含む
被験者同士でジェスチャによる情報交換を行い、得られた情報を各被験者が統合する。	○	○	× ジェスチャではない
情報統合の度合いを何らかの手段で計測可能である。	○	○	○
メタバース・ビデオ会議・対面の3環境で実施可能である。	○	○	○

候補のうち、上記のすべての条件を満たすのは「The Mind」のみだった。そこで、カードゲーム「The Mind」を実験の題材として選択した。「The Mind」は、プレイ中に被験者が喋ってはいけないルールで、交換する情報が数字であることから、被験者がバーバルな情報を利用する機会を最低限に保てる。したがって、本ゲームは被験者のノンバーバルな情報交換・情報統合の違いを観察するのに適していると考えた。「The Mind」は、実装の面からも本実験に適している。本実験はメタバース環境・ビデオ会議環境・対面環境で実施しなければならないので、いずれの環境でもプレイできるように、ブラウザ上にゲームを実装することとした。「The Mind」で使用するカードは数字のみであり、ゲームの実装が容易であると判断した。

3.2 実験 1 の目的

本実験の目的は、メタバース環境・ビデオ会議環境・対面環境の違い、特に各環境におけるノンバーバルコミュニケーションの違いを明らかにすることである。特に、ゲームをクリアするために行われる情報交換時のジェスチャに着目して実験を行った。

3.3 実験 1 の内容

「The Mind」は1から100までの数字が書かれたカード100枚を用いてプレイする協力型のカードゲームだ。ゲームの目的は、プレイヤー全員の全カードを場に公開し、昇順の場札を作ることである。ゲーム開始前に、プレイヤー全員に同数のカードを配布する。カードの配布後からゲーム開始直前まで、各プレイヤーは自身のカードの情報のみ認識しており、他のプレイヤーがどのカードを持っているかは知らない。「The Mind」で配布されるカードの例を図 7に示す。



図 7 実験 1、「The Mind」のカード例(筆者撮影)

ゲームの結果はチーム全体として成功するか、失敗するかのどちらかとなる。ゲーム開始後、プレイヤーは任意のタイミングで自分が所持するカードを場札として場に公開できる。全プレイヤーに配布されたカードが、すべて小さいカードから順に場に出た時、ゲームは成功となる。逆に、最後に場に出たカードよりも小さいカードを持つプレイヤーがいた場合には、ゲームは失敗となる。また、すべてのプレイヤーはゲーム中、発言してはならず、プレイヤーはゲームをクリアするためにノンバーバルな手段で情報交換・情報統合を行わなければならない。

なお、本来のルールでは、ノンバーバルな情報交換手段のうち、ジェスチャが禁じられている。しかし、本実験では被験者のジェスチャによって生じる情報交換・情報統合の様子の観察を目的とした。そこで、被験者に対してジェスチャの利用を許可した。さらに、ゲーム回ごとに配布されるカードの枚数が増える、規定回数失敗するとゲームオーバーになるなど、ジェスチャによる情報交換の本質に関わらないルールは取り除いた。

本実験におけるゲームの進行手順は以下の通りである。

1. 1から100までの数字が書かれたカードを被験者1人につき1枚配布する。
2. 被験者は、自分・相手のカードについての情報をジェスチャで交換する。
3. 被験者の1人がカードを公開する。
4. 公開されたカードが他の全被験者の持っているカードより小さければ、ゲームは続行する。そうでない場合、ゲームは失敗である。
5. すべての被験者がカードを公開するまで、2～4を繰り返す。すべての被験者がカードを公開したら、ゲーム成功である。

ゲームの進行手順を例示したものを図 8に示す。

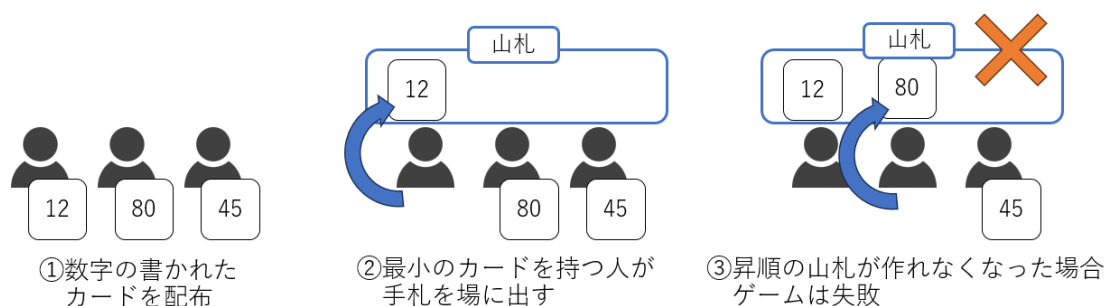


図 8 実験 1、ゲームの進行手順例(筆者作成)

このゲームをプレイしている間、被験者は自分のカードの情報を交換するジェスチャや、次に誰が自分のカードを公開するべきか促すジェスチャ、または同意・不同意などの意思を表すジェ

スチャを行う必要がある。そのため、他者とのコミュニケーションにおいてどのようなジェスチャが行われているのかを観察できた。

3.4 実験 1 のゲーム環境の実装

3.4.1 ゲーム実行基盤

メタバース環境・ビデオ会議環境・対面環境すべての被験者がゲームをプレイできるように、ゲームはWebブラウザ上で動作可能な仕様とし、クライアント側のアプリケーション、およびWebコンテンツはHTMLとJavaScriptで実装した。WebサーバはApacheにより実装し、サーバ側のアプリケーションプログラムはNode.jsによって実装した。サーバ側のプログラムは、ゲーム進行の管理や、複数クライアント間の通信制御などを行う。

被験者は、ブラウザのボタンを操作して、ゲームの開始・カードの公開を行えた。本ゲームでは、1人の被験者が公開したカードを、他の被験者が閲覧しているWebブラウザの表示内容にリアルタイムに反映する必要がある。そこで、サーバ側からクライアント側に対して通信開始し、被験者が閲覧しているWebブラウザ間の表示内容を同期させる用途でWebSocket技術を採用した。

なお、被験者に配布されるカードを、シード値を固定した乱数によって決定し、各チームに配布されるカードの組み合わせは同一とした。

本実験を実施する前に構築したゲーム環境のシステム構成図を図 9に示す。メタバース環境においては、アバターの動きはすべてPhoton[118]サーバによって同期される。Photonサーバと実験環境間のネットワークラウンドトリップタイムは約20msで、アバターの同期は30msごとに行われた。ネットワーク上でのアバター動作の同期にかかる遅延は前述の時間を合計した約50msであった。

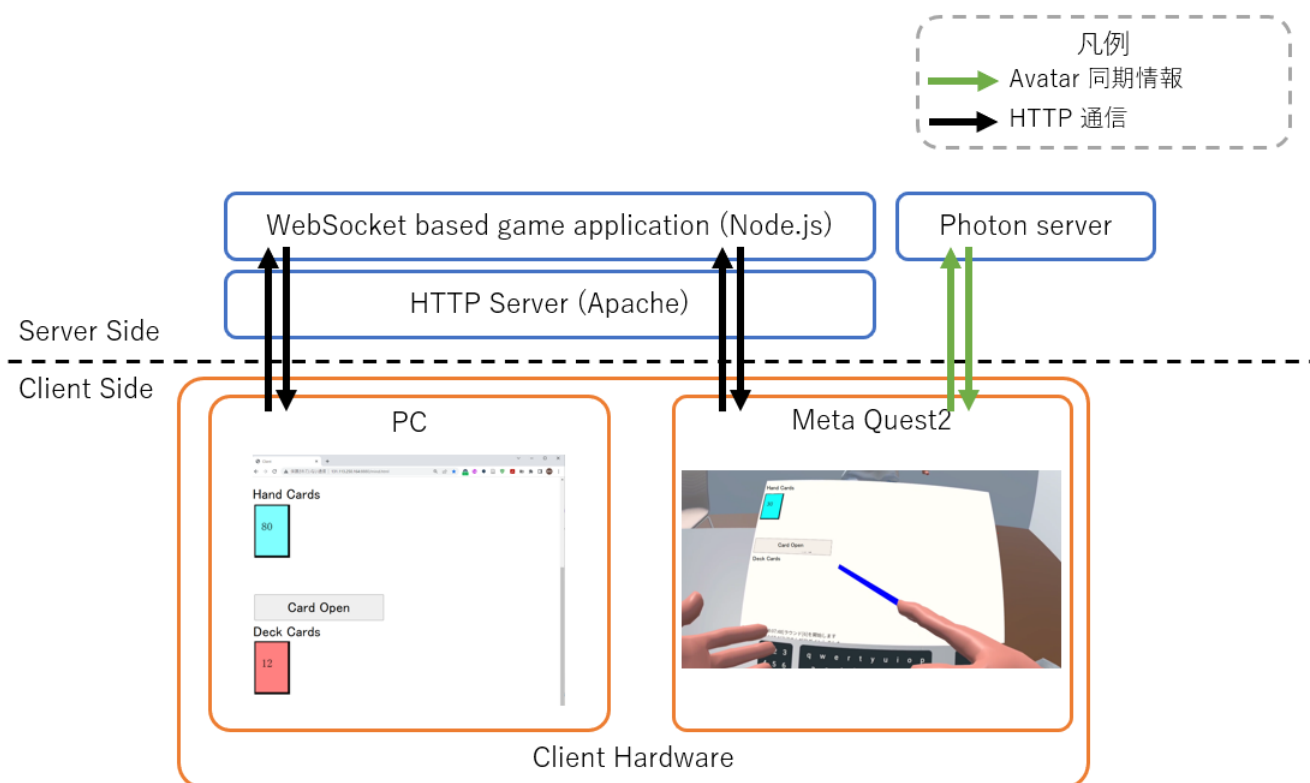
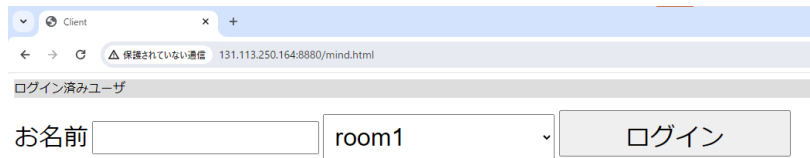


図 9 実験 1、ゲーム環境のシステム構成(筆者作成)

ゲーム開始前に、被験者にはログイン画面を提示した。ログイン画面内で、被験者は自身の名前を入力した後、ログインボタンを押下する。この際、サーバでは被験者にユニークなIDを割り当てる。被験者のブラウザ内のボタン操作ログは、時刻・および被験者に割り当てたユニークなIDとともにサーバに記録された。サーバに記録されるログの例を図 10に示す。この例では、ゲーム開始時にX、Y、ZのIDを持つユーザが、それぞれ12、80、90のカードを持っている。Xが1番目にカードを出し、Zが2番目にカードを出した。しかし、7行目の時点では、Yはカードを場札に公開していない。したがって、このゲームは失敗である。また、ログイン画面を図 11に示す。

1. [2023-06-17T12:51:22.503] [INFO] default - [room1]setup round[0]
2. [2023-06-17T12:51:22.504] [INFO] default - [room1]user:[X] has 12
3. [2023-06-17T12:51:22.504] [INFO] default - [room1]user:[Y] has 80
4. [2023-06-17T12:51:22.504] [INFO] default - [room1]user:[Z] has 90
5. [2023-06-17T12:52:39.069] [INFO] default - [room1]user:[X] opened:12
6. [2023-06-17T12:52:39.070] [INFO] default - [room1]current opened: 12,
7. [2023-06-17T12:56:17.715] [INFO] default - [room1]user:[Z] opened:90
8. [2023-06-17T12:56:17.715] [INFO] default - [room1]game failed!

図 10 実験 1、サーバログの例(筆者作成)



手札

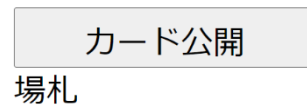
場札

図 11 実験 1、ログイン画面(筆者作成)

3名の被験者のログイン後、ブラウザには「ゲーム開始」ボタンを表示する。図 12に、ゲーム開始ボタンを示す。被験者が「ゲーム開始」ボタンを押下後、被験者全員に初期カードを配布する。ゲーム開始直後の時点では、各被験者は自分の手札のみが閲覧できる状態となる。図 13に、ゲーム開始直後のブラウザ画面を示す。



手札



場札

場札

図 12 実験 1、ゲーム開始ボタン(筆者作成)

図 13 実験 1、ゲーム開始直後のブラウザ画面(筆者作成)



図 14 実験 1、Web ブラウザ上でのゲーム表示例(筆者作成)



図 15 実験 1、ゲーム結果画面(筆者作成)

ある被験者が「カード公開」ボタンを押下すると、全被験者のブラウザ画面に、場札が追加される。図 14に、「12」のカードを持つ被験者が自分のカードを公開した様子を示す。手札は画面上部に青いカードとして、場札は画面下部に赤いカードとして表示されている。ゲームが成功または失敗した後、結果を全被験者のWebブラウザに表示する。ゲーム結果の画面を図 15に示す。プレイヤーはWebブラウザ上の「ゲーム開始」ボタンを再度クリックして新しい回を始める。

3.4.2 メタバース環境実装方法の検討

本実験においては、メタバース内でブラウザを表示し、被験者がブラウザを操作できる必要があった。メタバース環境として、既存のアプリケーションであるVRChat、cluster、Hubsの利用を検討したが、いずれも実験1を検討した2023年5月時点で、メタバース内でブラウザを表示・操作する機能を備えていなかった。そこで、メタバース環境については、Unityによってオリジナルの環境を実装した。ブラウザの表示・および文字入力の機能実装には、3D WebView for Android[119]を利用した。

メタバース内の被験者は、図 16に示すようにHMD(Head Mounted Display)の画面上でWeb

ブラウザを閲覧する。Meta Quest 2のTouch Controllerの右トリガボタンを押下することで、Webブラウザ上のボタンを操作できる。メタバース内の被験者がWebブラウザ内のボタンをクリックする場合は、メタバース空間上に青い線で表示されるポインタをボタンに合わせたうえで、右手のTouch Controllerの右トリガボタンを押下する。なお、被験者が閲覧しているブラウザの画面は、他の被験者には表示されなかった。

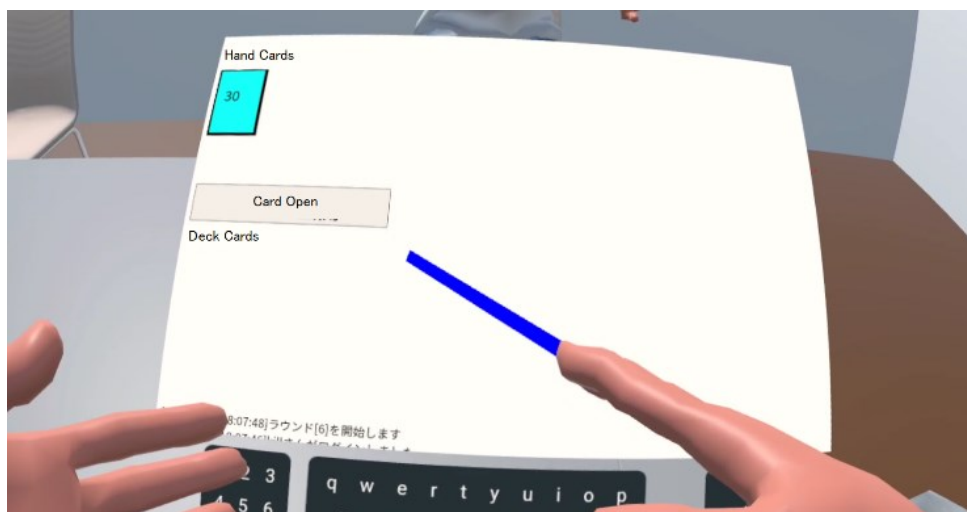


図 16 実験 1、メタバース内でのゲーム表示例(筆者作成)

3.5 実験 1 の手順

実験は以下の手順で行われた。

1. 実験者が実験の目的、ゲームのルール、WebブラウザでアクセスするURL、Webブラウザ上での操作方法などを説明する。
2. ゲームが失敗するか、全員がカードを場札に公開するまでゲームを続ける。
3. 2を3回繰り返す。

被験者は20代から50代の男性20名、女性7名の計27名であった。メタバース環境・ビデオ会議環境・対面環境にそれぞれ9名をランダムに割り当てた。各回の実験には3人の被験者が参加した。なお、実験者は、次の3点を被験者に指示した。1. 被験者がゲーム実施中に話してはいけない、2. ジェスチャで情報を交換する、3. ジェスチャで情報を交換する際、指で数表現してはいけない。実験は2023年5月～12月に実施した。

被験者の様子は動画により記録を行った。サーバに記録される被験者の操作ログと、動画データの突合を行い、どの被験者がいつカードを公開したか判断できるようにした。

3.6 実験 1 の環境

対面環境では、各被験者がノートパソコンでWebブラウザを利用し、実験を行った。実験の様子はビデオカメラを使い、動画により記録した。



図 17 実験 1、対面環境の例(筆者作成)

ビデオ会議ツールとしてはZoomを使用した。被験者はZoomをギャラリービューモードに設定し、1つの画面で他の被験者を観察できるようにした。被験者にはマイクをミュートするよう指示した。実験の様子はZoomのビデオ録画機能により、動画として記録した。ビデオ会議環境の例を図 18に示す。

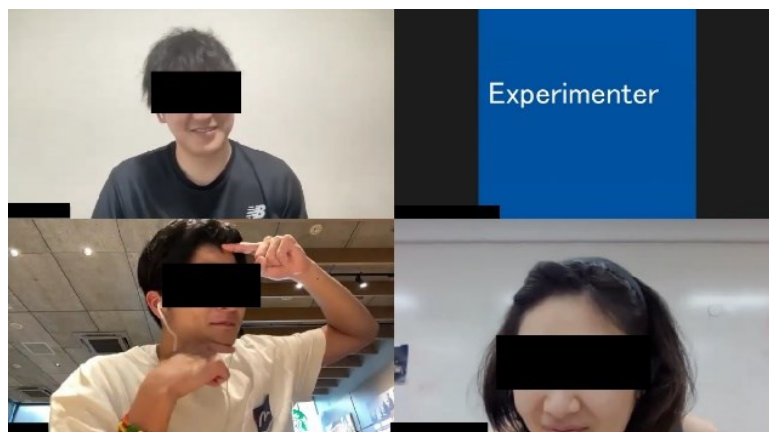


図 18 実験 1、ビデオ会議環境の例(筆者作成)

メタバース環境では、被験者全員がMeta Quest 2を装着した[120]。Meta Quest 2は、1つのHMDと2つのTouch Controllerで構成される。Meta Quest2の機器構成を図 19に示す。



図 19 実験 1、Meta Quest2 の機器構成(出典:Meta 社 Web サイト

(<https://www.meta.com/jp/quest/products/quest-2/>) 掲載画像に筆者加工)

Meta Quest2のHMD、および左右のTouch Controllerの回転と位置の情報を定期的に記録し、ゲームプレイ中の被験者の動きを記録した。これらの情報は、メタバース環境における被験者のアバターに反映される。さらに、被験者のアバターの動作は、Photonを通じて他の被験者のMeta Quest2の表示内容に反映される。

実験の被験者は同じ部屋内にいたが、実験中にはHMDを装着し、直接互いを視認することはなかった。

3Dメタバース空間はUnityで構築し、被験者全員のアバターを同じ空間内に表示した。ゲームを開始する前に、実験者は被験者に対して、実験前に約1分間、自由に周囲を見回したり、コントローラを操作したりするよう指示し、Meta Quest 2の操作に慣れさせた。アバターは、「Ready Player Me」[121]によって作成された男性用3体、女性用3体で、表情機能は実装されない。被験者の様子はビデオカメラを使い、映像として記録した。また、HMDおよび左右のTouch Controllerのログデータによる記録を行った。アバターは被験者にランダムに割り当てられた。メタバース環境の例を図 20、図 21に示す。



図 20 実験 1、メタバース環境の例(筆者作成)



図 21 実験 1、メタバース内のアバターの見え方の例(筆者作成)

3.7 実験 1 の分析

記録の観察より、被験者らが実施したジェスチャを「情報発信ジェスチャ」と「応答ジェスチャ」の2種類に分けた。被験者らは自分の持つカードの情報を相手に伝達する際に手を動かすジェスチャを行い、相手の手のジェスチャに応答する際に頭を動かすジェスチャを行っていた。したがって、手を動かすジェスチャを情報発信ジェスチャ、頭を動かすジェスチャを応答ジェスチャとする。

情報発信ジェスチャは、手が胸や膝などの定位置から離れた時から、定位置に戻るまでを1単位とする。応答ジェスチャは、頭部が垂直または水平に動いてから静止するまでを1単位とする。複数のジェスチャの間に1秒以上の間隔がある場合は、両方のジェスチャを別々にカウントした。ジェスチャの間隔が1秒未満で連続して行われた場合は、1つのジェスチャとしてカウントした。実験者は実験の映像を撮影し、各被験者が1秒ごとにジェスチャを行ったかどうかを目視で確認し、「ジェスチャ記録データ」として記録した。被験者がジェスチャを行った場合は値1が記録さ

れ、行わなかった場合は値0が記録された。

ジェスチャの定義から、コミュニケーションの意図がないと強く推察される行為(例えば、座り直す、メガネ・Meta Quest 2の位置を調整するなど)は除外した。動画とジェスチャ記録データとの対応例を図 22に示す。ここでは、例えば被験者は動画の8秒過ぎから情報発信ジェスチャを開始し、11秒強の時点で情報発信ジェスチャを終了した。したがって、ジェスチャ記録データには、8秒から11秒まで1が記録される。ジェスチャ記録データは被験者ごとに記録した。また、情報発信ジェスチャと応答ジェスチャで独立に記録した。



図 22 実験 1、動画とジェスチャ記録データの対応例(筆者作成)

3.7.1 パラメータ

ジェスチャを測定するパラメータで使用される記号については、表 2に記載する。 T は「1回のゲーム継続時間」を表し、被験者がブラウザの「ゲーム開始」ボタンを押下してから、ゲームが成功・失敗するまでの時間を秒単位で表した数値である。 N_g は「1回のゲームで各被験者が実行したジェスチャの数」を表し、ジェスチャ記録データが0から1に変化する点の合計である。各パラメータ算出方法を表 3に示す。図 23に示すように、ビデオ会議環境とメタバース環境の間に T の有意差は認められなかった。 T_g は「1回のゲームにおける各被験者のジェスチャの合計時間」であり、ジェスチャ記録データにある1の数を合計したものである。パラメータは被験者ごとに計算した。また、情報発信ジェスチャと応答ジェスチャで独立に計算した。なお、図にはエラーバーとして標準偏差を記入した。

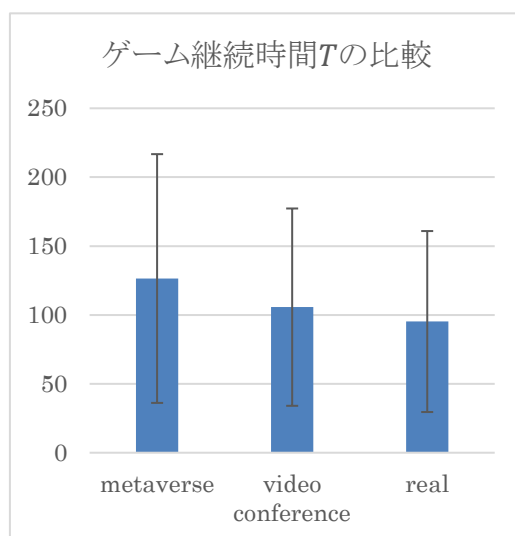


図 23 実験 1、ゲーム継続時間 T の比較(筆者作成)

表 2 実験 1、パラメータで使用する記号定義(筆者作成)

記号	定義
T	1 回のゲーム時間
N_g	1 回のゲームで各被験者が実行したジェスチャの数
T_g	1 回のゲームにおける各被験者のジェスチャの合計時間

表 3 実験 1、パラメータ計算方法(筆者作成)

パラメータ	定義	式
ジェスチャの頻度	1 秒あたりジェスチャ数	$\frac{N_g}{T}$
ジェスチャの時間割合	1 秒あたりのジェスチャ実行時間の割合	$\frac{T_g}{T}$
ジェスチャの平均継続時間	ジェスチャの平均継続時間	$\frac{T_g}{N_g}$

3.7.2 各環境の特徴

表 4 実験 1、各環境の特徴(筆者作成)

		環境		
		メタバース	ビデオ会議	対面
特徴	表情の分かりやすさ	×	○	○
	相手の顔の向きの分かりやすさ	○	×	○
	ジェスチャに使用可能なスペース	○	×	○

ビデオ会議環境は、被験者が相手の表情を認識できる。一方で、メタバース環境の被験者は相手の表情が認識できない。逆に、メタバース環境の被験者は、ビデオ会議環境の被験者よりも、他者の顔の向き・方向を容易に認識できる。メタバース環境では被験者が3D空間で相手と向き合うのに対し、ビデオ会議環境ではすべての被験者の顔が1つの画面に表示されるため、誰が誰を見ているのかを認識できない。また、ビデオ会議環境の被験者は、カメラで撮影可能なエリア内でジェスチャを行う必要があるが、メタバース環境の被験者はジェスチャに使用可能なスペースが広く、身体的な動作の自由度が高い。対面環境では、各被験者同士の表情や相手の顔の向きを認識しやすく、空間を自由に使用できる。これらの特徴は表 3のパラメータに影響し、パラメータの値は各環境間で異なると予想される。これらの各環境の特徴が、情報交換の積極性に影響すると思われる。具体的には、情報交換を積極的に行おうとすれば、ジェスチャの実行頻度・実行時間が多くなると考えた。そこで、ジェスチャの頻度と、ゲーム時間に対するジェスチャの実行時間割合(以下ジェスチャの時間割合と記述)、ジェスチャの平均継続時間に着目した分析を行った。

3.7.3 各パラメータの比較

各被験者のパラメータを計算した後、各環境群の平均および標準偏差を計算した。次に、メタバース環境・ビデオ会議環境・対面環境の間で、パラメータの平均値に有意差があるかどうかを一元配置分散分析により確認した。

ビデオ会議環境とメタバース環境を比較すると、情報発信ジェスチャの時間割合・平均継続時間、応答ジェスチャの頻度・時間割合・平均継続時間に有意差が見られた。具体的には、メタバース環境における情報発信ジェスチャの時間割合・平均継続時間の値は、ビデオ会議環境よ

りも有意に大きい。一方、ビデオ会議環境での応答ジェスチャの頻度・時間割合・平均継続時間の値は、メタバース環境よりも有意に大きい。

ビデオ会議環境と対面環境を比較すると、応答ジェスチャ頻度に有意差が見られた。具体的には、対面環境の応答ジェスチャ頻度の値は、ビデオ会議環境よりも優位に大きい。

メタバース環境と対面環境を比較すると、情報発信ジェスチャの平均継続時間、情報発信ジェスチャ時間割合、応答ジェスチャ時間割合、応答ジェスチャ頻度に有意差が見られた。具体的には、メタバース環境における情報発信ジェスチャの平均継続時間、情報発信ジェスチャ時間割合の値は、対面環境よりも有意に大きい。逆に、メタバース環境における応答ジェスチャ時間割合、応答ジェスチャ頻度の値は、対面環境よりも有意に小さい。図 24、図 25、図 26、図 27、図 28、図 29は、各パラメータのビデオ会議環境とメタバース環境の違いを示している。なお、図にはエラーバーとして標準偏差を記入し、図中の*は有意水準 $p<0.05$ を表し、**は有意水準 $p<0.01$ を表す。

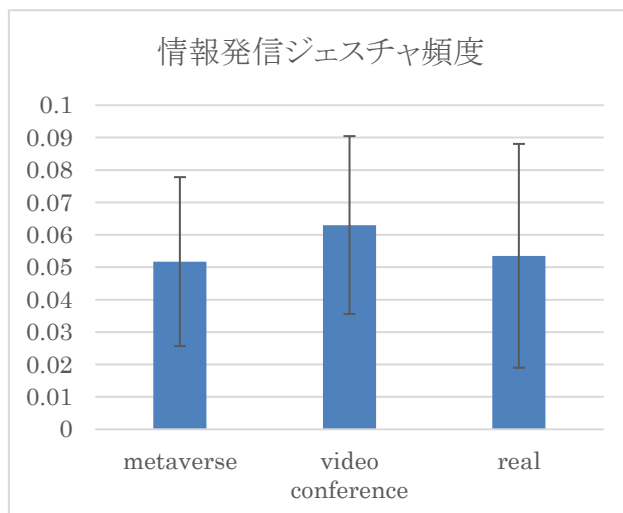


図 24 実験 1、情報発信ジェスチャ頻度(筆者作成)

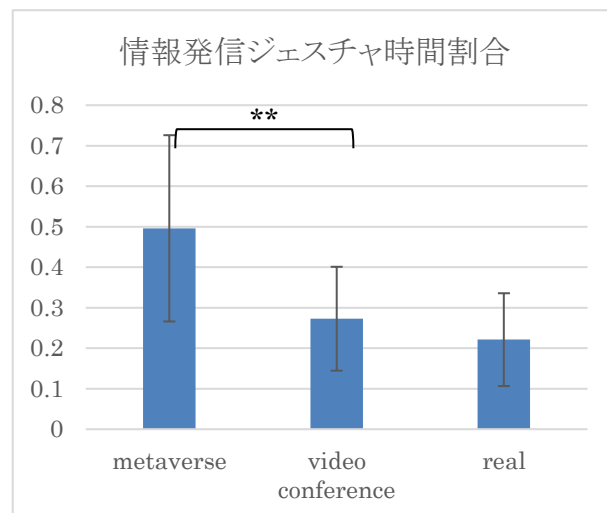


図 25 実験 1、情報発信ジェスチャ時間割合(筆者作成)

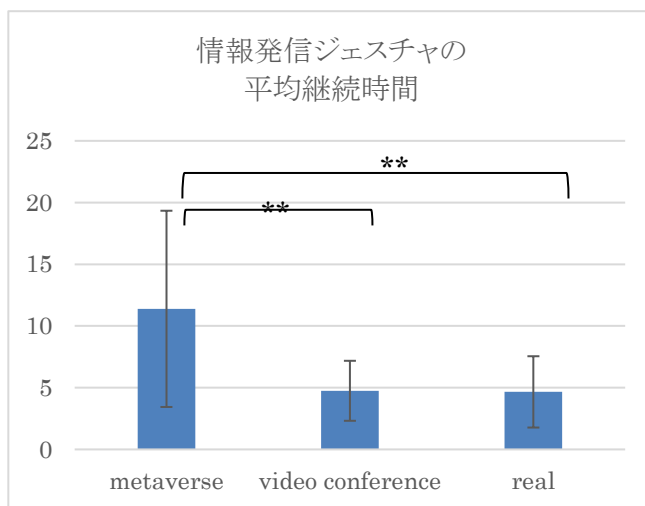


図 26 実験 1、情報発信ジェスチャ平均継続時間(筆者作成)

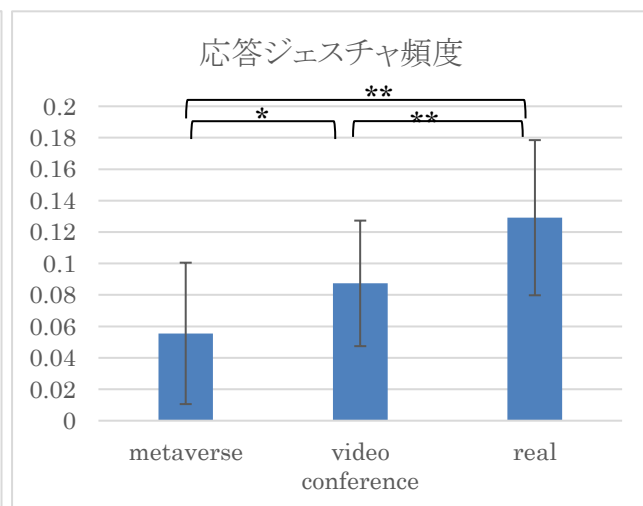


図 27 実験 1、応答ジェスチャ頻度(筆者作成)

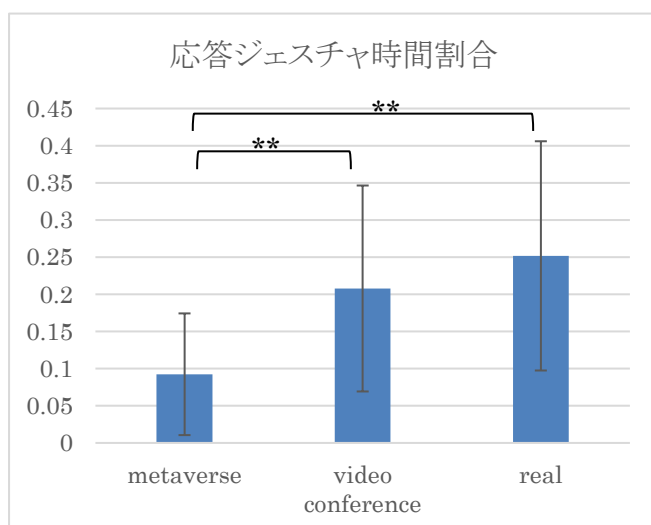


図 28 実験 1、応答ジェスチャ時間割合(筆者作成)

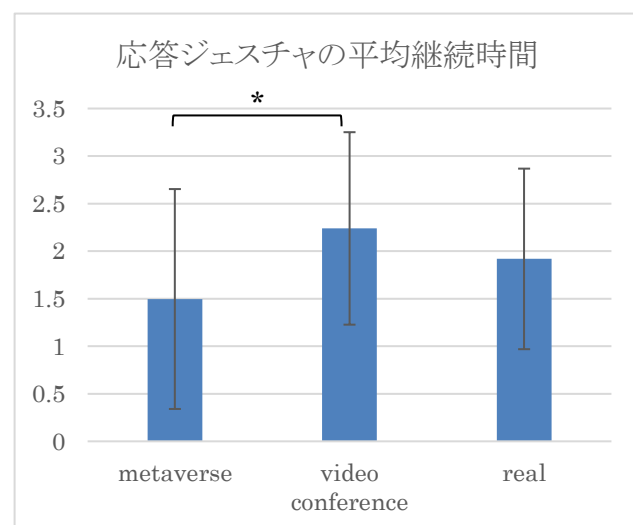


図 29 実験 1、応答ジェスチャ平均継続時間(筆者作成)

3.7.4 成功率の比較

被験者間の情報交換の結果として、被験者同士、互いに持っているカードの情報が把握される。すなわち、チーム内で情報統合が行われると考えられる。正確な情報統合が行われれば、ゲームに成功し、行わなければゲームに失敗すると考えられる。そこで、各ゲーム回の成功/失敗を記録し、メタバース環境・ビデオ会議環境・対面環境で比較を行った。ゲームの成功率を比較したものを図 30に示す。結果として、3環境間に有意差は見られなかった。なお、図にはエラーバーとして標準偏差を記入した。

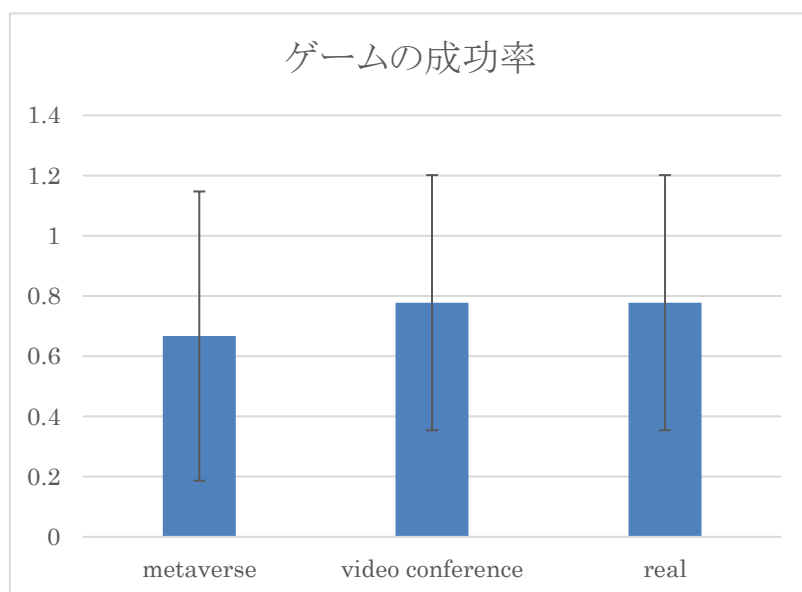


図 30 実験 1、ゲームの成功率(筆者作成)

3.8 実験 1 の結果と考察

3.8.1 ビデオ会議環境とメタバース環境の比較

ビデオ会議環境の被験者は、メタバース環境と比較して、情報発信ジェスチャが短いことが示された。一方で、応答ジェスチャをより頻繁に行う。ビデオ会議では相手の表情を観察でき、相手の意図を比較的容易に推測できる。また、ビデオ会議では全員の顔が一画面に表示されており、特定の1人に向けてジェスチャを行うのは難しい。これらの理由により、情報発信ジェスチャに積極的に応答しやすい傾向にあると考えられる。ただし、カメラに映るエリア内で情報発信ジェスチャを実行する必要があるため、情報発信ジェスチャの自由度が制限される。そのため、ビデオ

会議の情報発信ジェスチャがメタバース環境よりも短くなったと考えられる。

逆に、メタバース環境の被験者は、ビデオ会議環境のグループよりも応答ジェスチャが少ないのに対し、より長い情報発信ジェスチャを行う。メタバースの被験者は、お互いの表情を確認できず、情報発信ジェスチャの意図を掴みづらいと思われる。したがって、情報発信ジェスチャに反応するのが難しいと感じたと想定される。情報伝達側は、相手の表情が見えないので、ジェスチャの実行を止めるべきかどうかを判断しづらい。したがって、メタバース環境下の被験者は相手から確実な応答を得られるまで情報発信ジェスチャを実行し、結果として情報発信ジェスチャを長く実行したと考えられる。

3.8.2 ビデオ会議環境と対面環境の比較

対面環境の被験者は、ビデオ会議環境と比較して、応答ジェスチャ頻度が多いことが示された。観察より、被験者らは情報発信ジェスチャを行いながら、他の被験者に顔を向けたり、アイコンタクトをとったりしていた。顔を向けられた被験者は、それに対して応答ジェスチャを実行していた。対面環境では、ビデオ会議環境と比べて、どの相手に対して情報を発信しているか分かりやすく、発信された情報を正確に受け取った意図を情報発信者に伝えやすかったと考えられる。したがって、対面環境の被験者はより多くの応答ジェスチャを実行したと示唆される。

3.8.3 対面環境とメタバース環境の比較

対面環境の被験者は、メタバース環境と比較して、情報発信ジェスチャが短いこと、応答ジェスチャをより長く、頻繁に実行することが示された。対面環境と同様に、メタバース環境では、特定の1人に向けてジェスチャを実行できる。しかし、メタバース環境ではお互いの表情を見られない。3.8.1と同様の理由から、メタバース環境下の被験者はより長い情報発信ジェスチャを実行したと考えられる。対面環境では、互いの被験者の表情が把握でき、情報発信者の意図を理解しやすかったと思われる。また、情報発信ジェスチャを行う被験者は、他の特定の被験者に向けて情報発信ジェスチャを実行でき、他の被験者の応答ジェスチャを促せた。以上の理由から、対面環境の被験者はより長く、頻繁に応答ジェスチャを実行したと示唆される。

3.8.4 実験 1 のまとめ

メタバース・ビデオ会議・対面の3環境間で情報発信ジェスチャの頻度について有意差はなかった。被験者がより正確なコミュニケーションをとるには、様々なジェスチャを試行錯誤する必要があるため、3環境間で差が出なかったと考えられる。また、ゲームの成功率は、3環境間に有意差は見られなかった。これは、交換する情報が数値のみであり、長くても3分程度で結果が出る単純なものだったため、情報統合に差が見られなかったと考えられる。

オンラインコミュニケーションの情報交換を工夫することで、より正確な情報伝達を行い、オンラインコミュニケーションの情報統合を改善できる余地があると考ええる。

具体的には、例えばメタバースユーザは、意識的により多くの応答ジェスチャを実行すれば、不十分な表情を補い、同意・不同意などの意図をより明確にできると考えられる。ビデオ会議の場合、頭だけでなく手もカメラの画角に収まるよう調整すれば、ユーザの情報発信ジェスチャを促進できると考えられる。これらの方法は、ユーザの表情をアバターに反映するなど新規技術を実装する方法[122]と比較し、即時に実行可能であり、有効性があると主張できる。

実験1で得られた結果と考察をまとめたものを表 5に示す。

表 5 実験 1、結果と考察のまとめ(筆者作成)

環境	結果	考察
メタバース	1. 情報発信が長い 2. 応答時間が短い 3. 応答頻度が少ない	情報発信ジェスチャに対し、相手の表情による応答が得られなかった。 そこで、確実な応答を得られるまで、積極的に情報発信を行った。
ビデオ会議	1. 情報発信が短い 2. 応答時間が長い 3. 応答頻度が中くらい	視線が画面・カメラ方向に固定され、情報発信ジェスチャに対する応答が積極的にできた。しかし、特定個人に対する情報発信ができないため、対面よりは積極的にならなかった。
対面	1. 情報発信が短い 2. 応答時間が長い 3. 応答頻度が多い	相手の位置・視線・表情がわかり、情報を特定の相手に伝達できた。応答側も情報発信ジェスチャに対し個別に応答でき、より積極的に応答ジェスチャを実行できた。

一方で、本実験の限界も指摘できる。今回の実験で伝達する情報は数字であり、極めて簡単な情報であった。そのため、被験者は比較的短時間で相手の伝えたい数字を理解できたと考えられる。さらに、使用されたパラメータは目に見える動作にのみ焦点を当てたもので、被験者の

心理的側面や、ジェスチャと被験者の意図の関係は分析されていない。加えて、ジェスチャの大きさや速度などの詳細なパラメータは分析されていない。例えば、中野らは個人の性格特性と、ジェスチャの動きのリズムや形状との関係性を実験にて調査している[123]。より複雑な情報を伝達したり、詳細な分析をさらに進めたりすれば、新たな知見が得られる可能性がある。

第4章 実験 2 バーバルな情報交換・情報統合

本章では、バーバルな情報交換・情報統合についての実験について述べる。

4.1 実際のチームにおける情報交換の課題についてのヒアリング

本実験を実施する前に、バーバルな情報交換・情報統合が実際のチームでどのように起きているのか、ヒアリングベースで調査を実施した。ヒアリングした内容のうち、本実験と特に関連の深いと判断したものの概要を表 6に示す。掲載した2例に共通しているのは、チーム間の情報交換が不十分であり、その結果実害が生じている点である。Aさんの例では、Aさんが重要な情報を持っていたにも関わらず、Aさんの意見が重視されなかったことが読み取れる。Aさんの意見が重視されなかった原因の一つとして、Aさんの意見が少数派だった点が考えられる。Bさんの例では、チームメンバーが持つ情報がそれぞれ異なっており、情報の整理に時間が費やされてしまった。結果として、本来優先すべき業務に集中できなかったことが読み取れる。つまり、少数派が持っている情報が十分に議論されないというHidden Profileの問題は、実社会のチームの中で生じうる。したがって、バーバルなコミュニケーションにおける情報交換・情報統合を観察したいと考えた時、Hidden Profileは現実の側面を反映していると考えられる。そこで、本実験にはHidden Profile課題を実験の題材として選択した。

表 6 実験 2、事前検討時ヒアリング(筆者作成)

	A さん	B さん
普段の業務	サプライチェーンマネジメント・渉外担当	建築プロジェクト担当
チームの形態	上司・同僚・部下など同じ企業の複数の部署のメンバーからなるチーム	土木業者・電気業者など複数の企業のメンバーからなるチーム
対面した課題	いくつかの案の中から最適なものを選択する。周囲が推している案が実行不可能であったが、気づいていたのは自分だけだった。	事前の情報交換が不十分で、施主の依頼と実際に設計・実装されたものとが異なる場合がある。
解決した方法	強い言い方をして納得してもらった。 できるだけ回避したかったが、結果として自分・周囲の人間に対して心理的にプレッシャーをかけてしまった。	現場調整で解決していた。本質的な業務ではないので同じような状況は避けたい。

4.2 実験 2 の事前検討

4.2.1 実験 2 の題材検討

本実験を実施する前に、バーバルな手段、特にジェスチャを用いた情報交換・情報統合を観察するのに適した題材の検討を行った。題材が満たすべき条件として下記を設定した。

1. チームで協力して共通の目標を達成する。
2. Hidden Profile課題であり、被験者ごとに異なる情報を持つ。
3. 被験者同士で情報交換を行い、得られた情報を各被験者が統合する。
4. 被験者は嘘をついてはいけない。
5. 統合の度合いを何らかの手段で計測可能である。
6. ゲーム1回につき20分程度で終了する。
7. メタバース環境・ビデオ会議環境・対面環境で実施可能である。

以上の実験題材の満たすべき条件を鑑みたうえ、まずは市販・既存のゲームを利用できないか検討した。候補として「紫乃淵リライト」[124]、「The Butler Did It」[125]、「4人の容疑者～湯けむりに消えた謎」[126]を検討した。検討の結果をまとめたものを表 7に示す。

表 7 実験 2、採用する候補のゲーム検討結果(筆者作成)

条件	紫乃淵 リライト	The Butler Did It	4 人の容疑者～ 湯けむりに消えた謎
チームで協力して共通の目標を達成する。	○	○	× 競争型ゲームである
Hidden Profile 課題であり、被験者ごとに異なる情報を持つ。	○	○	○
被験者同士で情報交換を行い、得られた情報を各被験者が統合する。	○	○	○
被験者は嘘をついてはいけない。	× 嘘をつく	○	× 嘘をつく
統合の度合いを何らかの手段で計測可能である。	○	○	○
ゲーム 1 回につき 20 分程度で終了する。	× 数時間	× 数時間	○
メタバース環境・ビデオ会議環境・対面環境で実施可能である。	○	○	○

結果として、すべての条件を満たすゲームは候補になかった。そこで、実験2で用いるゲームを新たに作成することに決めた。

4.2.2 Hidden Profile 課題の作成と難易度の確認

実験に用いるHidden Profile課題は、既存の類似研究[114], [127]を参考に新たに作成した。課題の内容はマードーミステリーとし、20歳以上の日本語を母語とする者が3人で議論すれば、20分程度で正解を導出できる程度の難易度とした。

Hidden Profile課題の作成後、課題の難易度確認を目的としたプロトタイプ検証を2回行った。1回目の検証では、「20分以内にチームとしての結論が出せるか」に着目した。被験者には、本実験と同様に、全員が知っている共有情報と、1人しか知らない非共有情報を持つように情報を分配した。結果、1回目のプロトタイプ検証では20分以内に結論が出せた。1回目のプロトタイプ検証に参加した被験者の人数は3名であった。

2回目の検証では、「仮にすべての非共有情報が全被験者に共有された時、正解を導出できるか」に着目した。そこで、被験者には、すべての情報を提示した。結果、プロトタイプ検証に参加したチームは、実験者が設定した正解を導出できた。2回目のプロトタイプ検証に参加した被験者の人数は3名であった。

プロトタイプ検証を経て、被験者から文意が掴みづらい情報があったとフィードバックを得た。それを踏まえて、本実験では、プロトタイプ検証に用いた情報を一部修正したうえで被験者に提示した。

4.3 実験 2 の目的

本実験の目的は、メタバース環境・ビデオ会議環境・対面環境の違い、特に各環境におけるバーバルコミュニケーションの違いを明らかにすることである。被験者にはHidden Profile課題を提示し、議論の過程を分析した。

4.4 実験 2 の内容

被験者には、架空の殺人事件が起きたという設定の下、容疑者3名を犯人である可能性の高いものから順に並べ替えてもらうという内容のマードーミステリー課題を提示した。各被験者は、

全員が知っている共有情報と、1人の被験者しか知らない非共有情報を持っており、課題の正解を導出するには、被験者が持っている非共有情報を交換し、統合する必要がある。

4.5 実験2の手順

実験は以下の手順で行われた。

1. 実験者が実験の目的、ルール、Webブラウザ上での操作方法などを説明する。
2. 5分間、被験者は議論はせずに個人で回答を考える。
3. 被験者は自分の回答をメモなどに記録する。
4. 20分間、被験者全員で議論を行う。15分経過した段階で実験者から残り時間が5分である旨を伝える。時間前にチームの回答が固まった場合、その段階で議論は終了した。20分が経過した場合、実験者からチームとしての結論を出すよう促した。
5. 被験者は事後テストに回答する。

被験者は20代から70代の男性24名、女性12名の計36名で、1チームあたり3人、1環境あたり4チームの計36名が実験に参加した。

チームメンバー間に親しい人間がいるか否かによって、情報交換や協力性を測る課題の成績に影響があるという先行研究の知見[128]がある。そこで、チームメンバーの各メンバー間の人間関係の親密さを制御するべきだと判断し、1チーム内に互いに面識のある被験者がいないように制御した。本実験で得られる結果は参加者同士の関係性に依存していないと言える。

上記の制約のもと、メタバース環境・ビデオ会議環境・対面環境それぞれ12名をランダムに割り当てた。各回の実験には3人の被験者が参加した。実験前に、実験者は被験者に対して、本実験がチームの意思決定についての研究であること、チームとして全会一致の結論を出す必要があること、各被験者が持っている情報はそれぞれ異なっている可能性があるため、よく議論して結論を出してほしい旨を説明した。

実験開始前には、被験者に対して誰がどのような情報を持つのかは知らされなかった。被験者は実験中、自分に配布された情報のみ自由に閲覧可能であった。したがって、本実験での議論は被験者の記憶力に依存していない。また、実験者は、被験者に対して配布情報の内容をそのまま読み上げてもよいと指示したが、配布情報を上から順にすべて読み上げるのは避けるよう指示した。さらに、ビデオ会議環境の被験者に対しては、ビデオ会議アプリケーションの画面共有機能は使わないよう指示した。実験は2023年11月～12月に実施した。

4.6 実験 2 の実施環境の実装

4.6.1 Web コンテンツの実装

結論を導くのに必要な情報(以下「配布情報」)はすべてHTMLファイルとしてWebサーバ上に格納し、被験者は各自パソコンなどの端末から、Webブラウザを用いてWebページを閲覧した。被験者に提示したWebページの例を図 31に示す。配布情報は、事件のあらましや注意事項を含む「概要情報」と、箇条書きで表記される「手がかり情報」に大別される。「概要情報」については、全被験者に同じ文章が提示される。「手がかり情報」については、各被験者で異なる文章が提示される。「手がかり情報」の表示順は、Webページにアクセスするたびにランダムに入れ替えられた。したがって、本実験は情報の提示順に依存していない。

20XX年9月13日、新宿で殺人事件が起きました。事件概要は下記のとおりです。

被害者	K(男性、自営業)
犯行現場	被害者Kの自営事務所。新宿駅から徒歩10分(どの改札口からも同じ所要時間)のマンションの一室。
死因	心臓を刃物で突かれたことによる刺傷
凶器	ナイフのような刃物(現場、および現場周辺からは発見されず。直近のゴミ収集でも怪しいものの報告はない。捜査関係者は犯人が持ち去ったとみて目下捜索中。)
死亡推定時刻	午後8時～午後10時

容疑者はB,M,Eの3人です。被害者Kと容疑者B,M,Eとは仕事上取引があり、B,M,Eは被害者Kの自宅事務所を訪問することがよくありました。B,M,Eについての情報をよく読み、犯人として最も疑わしい人から順に1,2,3番の番号をつけてください。決定は全会一致である必要があります。尚、下記は前提としてください。

①死因や死亡推定時刻などの正確な情報は警察関係者(と、本実験参加者)しか知らない

②特に記述のない場合は電車・自動車道などのトラブルはないと考えてよい

③容疑者は偽証する可能性があるが、その他の目撃証言などの情報は真実である

・ Bの所有する車からナイフが発見されました。

・ Mは妻子を裏切り不倫していました。被害者KはそれをネタにMを強請っていました。

・ Eは被害者Kとは比較的同居していたため、被害者Kに警戒されず家に入出入りできました。

・ Bの指紋が犯罪現場のドアノブから発見されました。

・ Bの職場から犯行現場までは中央線で約40分、自動車では約70分かかります。

・ 被害者Kの近所の住民の証言「MはしばしばKのお宅を訪ねてました。事件当夜、取り乱した様子でKさんの部屋から出ていくところを見ましたよ。時間は覚えていませんが…」

・ Bの証言「被害者Kとの関係は良好でした。最近ではKの自宅を訪れてないですよ。」

・ Mは過去に暴力沙汰で逮捕されたことがあり、暴力癖があるという証言があります。

・ Eの証言「Kは敵の多いやつだったよ。誰かに刺されても不思議じゃないね。」

・ MのSuicaの記録によると、午後9時45分に新宿駅東口改札を出たという記録があります。

図 31 実験 2、被験者に提示する情報の例(筆者作成)

4.6.2 メタバース環境の実装

3.4.2で実装したメタバース環境の仕様に加え、実験2では被験者同士で音声によるコミュニケーションを実現する必要があった。メタバース環境での音声通信には、Photonの音声通信機能であるPhoton Voice 2を用いた。Photon Voice 2のジッタバッファ値は60msに設定した。Photonサーバと実験環境間のネットワークラウンドトリップタイムは約20msであった。合計すると、ある被験者が発話し終わってから、他の被験者の応答を聞き始めるまで、対面環境と比べて余分な遅延

延が約140msあった。過去の研究より、一般的な会話を電話で行う場合、発話者は400ms程度の遅延があると、相手の反応が遅いと知覚する[129]。したがって、140ms程度の遅延であれば、被験者同士の通話が違和感なく成立すると判断した。実験実施前にメタバース環境にて3者通話を行い、互いに違和感なく会話が成立すること、自身の手・頭の動作がアバターに反映されることを確認した。

4.7 実験 2 の環境

対面環境では、各被験者がノートパソコンでWebブラウザを利用し、配布情報が記載されたWebページを表示して実験を行った。実験中、被験者は全員同じ部屋にしているようにした。被験者が座る位置は、被験者が入室する時点でランダムに割り当てられた。実験の様子はビデオカメラを使い、動画により記録した。併せて、被験者らの議論は音声データで記録した。対面環境の例を図 32に示す。



図 32 実験 2、対面環境の例(筆者作成)

メタバース環境では、被験者全員がMeta Quest 2を装着した。Meta Quest 2は、1つのHMDと2つのTouch Controllerで構成される。Meta Quest2のHMD、および左右のTouch Controllerの回転と位置の情報を定期的に記録し、ゲームプレイ中の被験者の動きを記録した。これらの情報は、メタバース環境における被験者のアバターに反映される。実験の被験者は3人とも別の部屋に割り当て、実験中は互いの顔や身体の動きを直接視認することはなかった。3Dメタバース空間はUnityで構築し、被験者全員のアバターを同じ空間内に表示した。また、実験中、被験者

と実験者が意思疎通できるよう、実験者と被験者間で通話できるようにした。なお、実験者はアバターとして空間に表示されなかった。

ゲームを開始する前に、実験者は被験者に対して、実験前に約1分間、自由に周囲を見回したり、コントローラを操作したりするよう指示し、Meta Quest 2の操作に慣れさせた。被験者は、配布情報が記載されたWebページの文字の拡大・縮小や、上下スクロール、前述のWebページの表示・非表示の操作が可能であった。コントローラの操作方法は、メタバース空間内に提示し、被験者は実験中、いつでも操作方法を確認できた。被験者に提示した操作方法の画像を図 33 に示す。

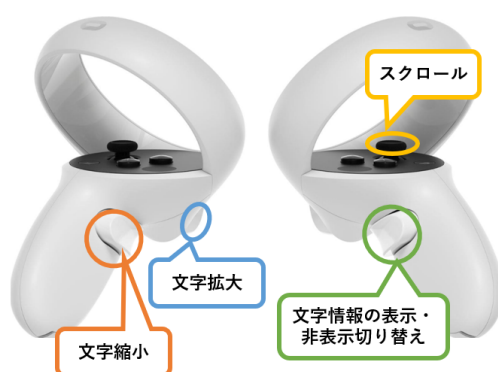


図 33 実験 2、被験者に提示したコントローラの操作方法(筆者作成)

アバターは、「Ready Player Me」[121]によって作成された男性用3体、女性用3体で、表情機能は実装されない。被験者らの議論は音声データとして記録した。アバターは被験者にランダムに割り当てられた。メタバース環境の例を図 34に示す。



図 34 実験 2、メタバース 環境の例(筆者作成)

ビデオ会議環境では、ツールとしてはZoomを使用した。被験者はZoomをギャラリービューモードに設定し、1つの画面で他の被験者を観察できるようにした。実験の様子はZoomのビデオ録画機能により、動画として記録した。また、Zoomのクラウドレコーディング機能を利用し、各被験者の発言を独立に記録した。ビデオ会議環境の被験者には、Zoomのバーチャル背景の機能はオフにするか、背景をぼかすか、いずれかを選択するよう指示した。ビデオ会議環境の例を図35に示す。また、Zoomの被験者に対して、特段の理由がない限り、使用している端末の画面の左半分にZoomの画面を表示し、右半分にブラウザを表示するよう指示した。被験者に提示した画面の表示例を図36に示す。

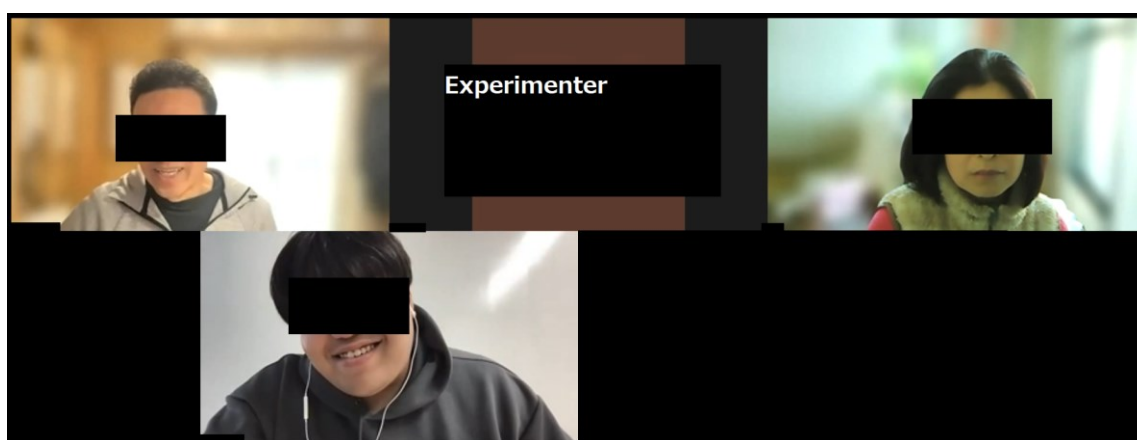


図 35 実験 2、ビデオ会議環境の例(筆者作成)

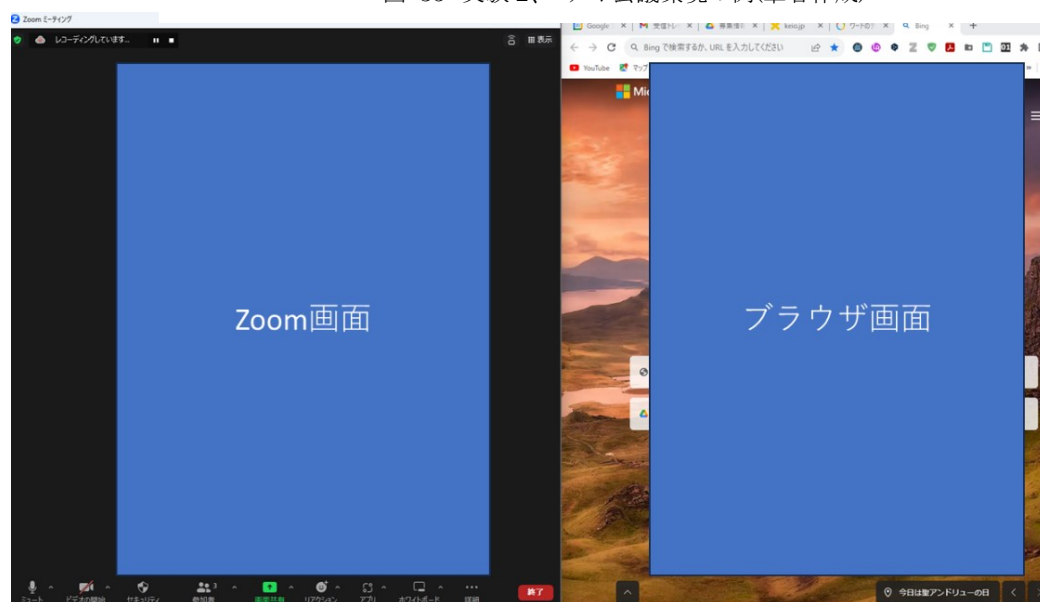


図 36 実験 2、Zoom 環境の被験者に提示した画面表示の例(筆者作成)

4.8 Hidden Profile 課題の内容と構造

High-demonstrabilityなHidden Profile課題として従来用いられてきた課題として、Stassarらのマードーミステリー課題が挙げられる[114]。前述の課題は、27ページに及ぶブックレットを読み込む必要があり、実験に必要な時間も1時間を超えるものである。本研究では、実施の簡便さと被験者の時間拘束を鑑み、実験手順の説明時間も含め30分程度で実験全体が完結するよう、情報量や難易度に調整を加えたマードーミステリー課題を作成した。内容としては、架空の殺人事件が起きたという設定の下、容疑者3名(B、M、E)を犯人である可能性の高い者から順に並べ替えるものである。

課題の解答は、犯人である可能性の高い者から順にE、M、Bである。正解を導出するのに必要な情報は「手がかり情報」であり、18種類用意した。手がかり情報には、全員で共有する「共有情報」と、被験者のうち1名のみが知っている「非共有情報」が含まれる。共有情報は6種類、非共有情報は12種類用意した。共有情報と非共有情報の種類を表 8に示す。

課題の設計に際して、個人レベルで見た場合には誤答を選ばせるような情報が多く存在しており、グループ全体で見た場合には正答を選ばせるような情報が多く存在している、結果として、個人で下した判断は誤答となるというHidden Profile課題の性質を損なわないよう留意した[85]。具体的には、下記の点である。

1. 各被験者には、B、Mが犯人であるような印象を持つ情報を多く分配し、Eが犯人であるような印象を持つ情報を少なく分配する。各被験者には自分の情報のみ参照した場合、Eを最も疑わしくないと判断させるようにした。
2. Bのアリバイを証明する情報は、いくつかの情報を組み合わせることで初めて構成される。単独でBのアリバイを証明する情報は存在しない。Mに対しても同様である。
3. 各被験者に分配した、B、Mが犯人であるような印象を持つ情報は、非共有情報が共有されれば打ち消される程度の、弱い根拠しか持たないようにする。
4. Eの犯行は、いくつかの情報を組み合わせることで初めて示唆される。

各被験者には共有情報6種と、非共有情報4種の計10種の情報を提示した。以下、各被験者に提示する10種の情報の組を、「情報セット」と呼称する。被験者3名をX、Y、Zと呼称した時、各被験者に配布する手がかり情報セットを表 9に示す。共有情報のうち3種はBの犯行を示唆し、残り3種はMの犯行を示唆する。一方、非共有情報のうちH1、H2、H3の3種はBのアリバイを示し、H4、H5、H6の3種はMが凶器を持っていなかったことを示す。残りの非共有情報H7～H12の

6種はEの犯行を示唆する。

自分の情報だけを見た場合、B、Mの犯行を示唆する情報は3つ、犯行を否定する情報は1つであり、他の情報と組み合わせないとB、Mの犯行を否定できない。そのため、B、Mが相対的に犯人らしさが高く判断されると思われる。逆に、Eの犯行を示唆する情報は2つであり、犯人らしさは低く判断されられると考えられる。

しかし、非共有情報を組み合わせると、Bには確固としたアリバイがあった、Mはアリバイが不完全だが凶器を持っていなかった、Eはアリバイがなく、凶器を持っており、犯行の動機があったと判明する。以上より、情報交換・情報統合がうまくいったチームはEが最も犯人の可能性が高いと判断されられる。

アリバイ・凶器・動機の組み合わせによって犯人を特定させる構造は、Liらの研究を参考にした[127]。Liらの研究は、複数人が同時に同じ課題に取り組むものではないが、情報を組み合わせなければ正答できないという構造は本実験と共通しており、参考にできると判断した。被験者にどの情報セットを割り当てるかはランダムに決定した。非共有情報を統合して推察できる事項を表 10に示す。情報IDと情報の内容の対応を表 11に示す。

表 8 実験 2、共有情報と非共有情報の種類(筆者作成)

配布する情報の種類	共有/非共有
B の犯行を示唆(S1～S3)	共有
M の犯行を示唆(S4～S6)	
B の犯行を否定(H1～H3)	非共有
M の犯行を否定(H4～H6)	
E の犯行を示唆(H7～H12)	

表 9 実験 2、各被験者へ配布する情報セット(筆者作成)

X	Y	Z
S1～S6		
H1	H2	H3
H4	H5	H6
H7、H8	H9、H10	H11、H12

表 10 実験 2、情報統合で分かること(筆者作成)

情報統合で分かること	B	M	E
現場に行けた	×	○	○
凶器を持っていた	○	×	○
動機があった	×	○	○

表 11 実験 2、用意した全情報（筆者作成）

情報 ID	情報
S1	B の所有する車からナイフが発見されました。
S2	B の指紋が犯罪現場のドアノブに発見されました。
S3	B の証言「被害者 K との関係は良好でした。最近は K の自宅を訪れてないですよ。」
S4	被害者 K の近所の住民の証言「M はしばしば K のお宅を訪ねてました。事件当夜、取り乱した様子で Kさんの部屋から出ていくところを見ましたよ。時間は 9 時 30 分以降だったかな。」
S5	M は妻子を裏切り不倫していました。被害者 K はそれをネタに M を強請っていました。
S6	M は過去に暴力沙汰で逮捕されたことがあり、暴力癖があるという証言があります。
H1	B の職場から犯行現場までは中央線で約 40 分、自動車で約 70 分かかります。
H2	B は犯行当日、午後 9 時まで仕事をしていました。同僚の証言・会社の勤怠記録により裏付けが取れています。
H3	9 月 13 日、中央線は午後 8 時半から約 1 時間、全線で運転を停止していました
H4	M の交通系 IC カードの記録によると、午後 9 時 32 分に新宿駅東口改札を出たという記録があります。
H5	M は昔から片足を悪くしており、3 分歩くたびに 5 分の休憩を取っています。
H6	新宿警察署巡査の証言「事件当夜午後 10 時、犯行現場の目の前で挙動不審の男 M を職務質問しました。身分証、持ち物等に問題なしと判断し解放しました」
H7	E は被害者 K とは比較的仲が良かったため、被害者 K に警戒されず家に入出入りできました。
H8	E の証言「K は敵の多いやつだったよ。誰かに刺されても不思議じゃないね。」
H9	E はいくつかの消費者金融から借金をしており、周囲の人間にお金の無心をしていました。
H10	E は刃物の収集癖がありますが、事件数日後、コレクションの一部をフリマサイトで処分しています。
H11	E の友人の証言「午後 8 時から 9 時まで新宿駅ナカのレストランで E と食事してました。その後 E とは別れました。」
H12	E は被害者 K の親族であり、財産の相続権があります。

4.9 実験 2 のデータ取得

実験2では、各実験回の被験者らの発言を録音し、発言内容をテキストデータに書き起こしたデータを作成した。データ作成には、OpenAIが公開している言語モデルの一種である Whisper[130]を利用した。Whisperは内部で利用するモデルのサイズを選択できるが、今回は

「large-v2」を利用した。Whisperに音声データを入力として与えると、発言の開始秒・終了秒・発言内容をテキストデータとして得られる。さらに、発言ごとに発言者を紐づけた。発言者の特定には、議論の音声と、事前に取得した被験者らのサンプル音声とのコサイン類似度を計算した。各発言は、コサイン類似度が最も高くなる発言者に紐づけられた。

Whisperによるテキスト化、およびコサイン類似度による発言者マッチングの終了後、実験者が音声データとテキストデータを突合して整合性をチェックし、必要があれば修正を行い、最終的な分析対象のデータとした。なお、ある被験者の発言途中に別の被験者の発言があった場合、発言途中に1秒の無音区間が生じる場合は、別の発言として取り扱うようにした。議論音声データをテキスト化する処理の概要を図 37に示す。

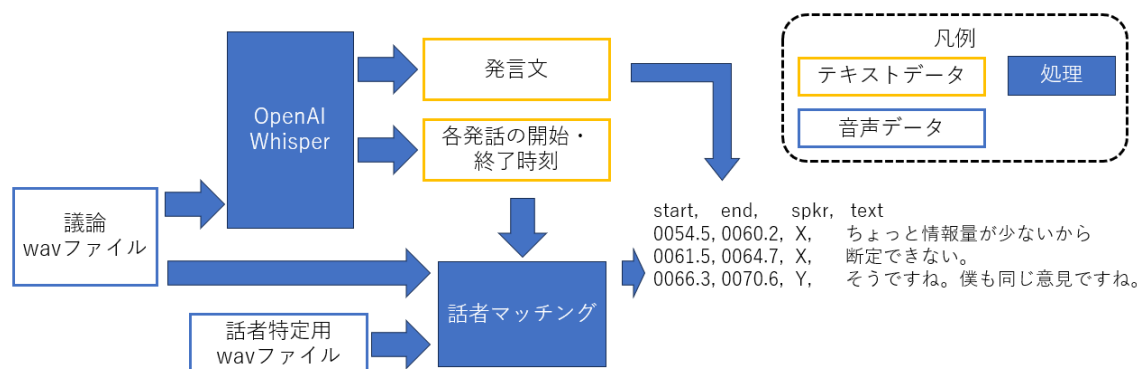


図 37 実験 2、議論音声データテキスト化処理の概要(筆者作成)

本実験では、各被験者が手持ちの手がかり情報を交換できたか否かを、定量的に測定したいと考えた。そこで、音声データをテキスト化した後、各発言文に対し、言及している手がかり情報のラベルを付与することを考えた。各発言がどの手がかり情報に言及しているかは、双方の内容の類似度を利用した。内容の類似度の判断基準として、文章内に出現する単語の回数をベクトルとして表現したBoW(Bag of Words)を採用した。ここで、BoWを計算するには、散文を分かち書き処理する必要がある。日本語を分かち書きするライブラリとしてはMeCabを利用した。BoWの計算を行う際、「の」「は」などの1文字の単語は、日本語の散文に出現する頻度が高く、類似度算出のノイズとなる。そこで、BoWは2文字以上の単語のみ計算対象とした。BoWにより得られた発言文の文章ベクトルと、各手がかり情報の文章ベクトルの要素積ベクトルを計算し、最も要素積ベクトルの大きさが大きくなるものを類似した文と判断した。

本実験で得られる各発言文、各手がかり情報はせいぜい100文字程度と短くなる。BoWを用いた類似度算出は計算がシンプルであり、Doc2VecやTransformerベースの機械学習手法より

も、計算コストと性能のバランスの観点で適していると考えた。発言文と手がかり情報の類似度計算処理を行った後、明らかに異なる対応関係が記録されているものを除くなどの手作業による修正を行った。

発言文に対応する手がかり情報のラベルは、one-hot encoding形式として付与した。そのため、1つの発言が複数の手がかり情報と対応可能であった。手がかり情報が発言文と対応する場合は1を記録し、対応しない場合には0を記録した。各発言文と手がかり情報との対応付け処理の詳細を図 38に示す。本処理によって得られた手がかり情報のラベルが付与された発言文のデータ例を図 39に示す。

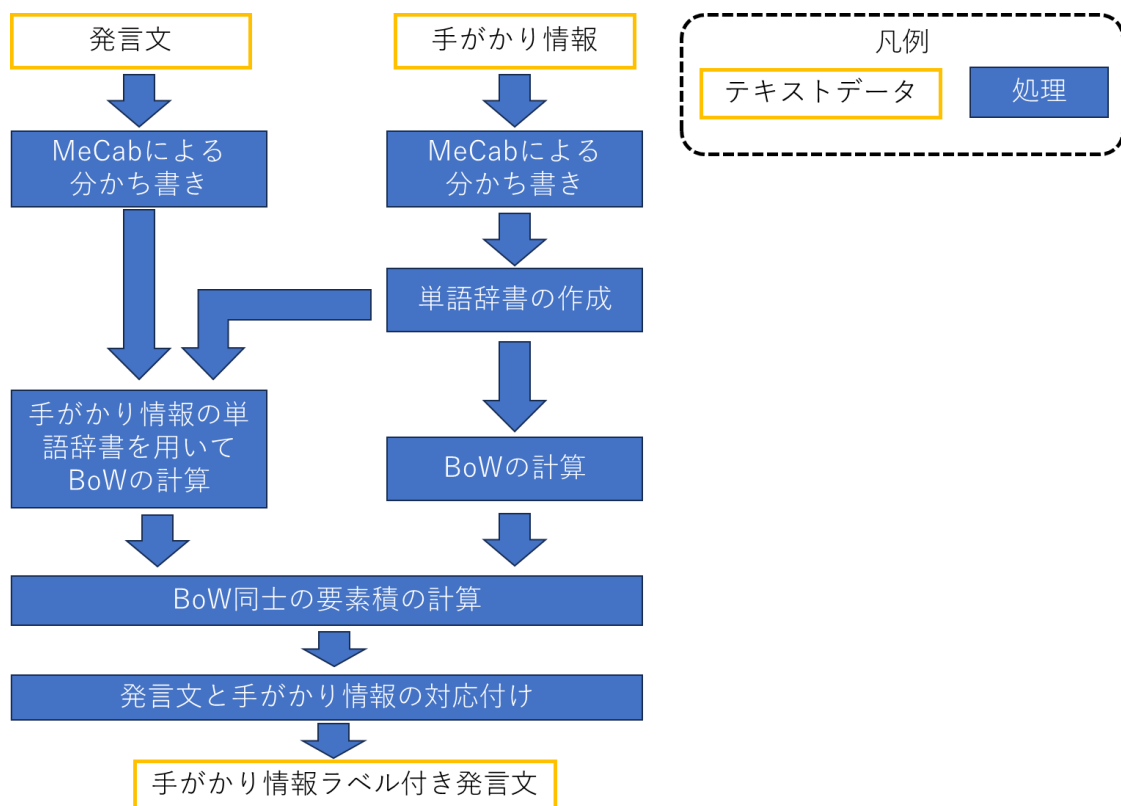


図 38 実験 2、各発言文と手がかり情報との対応付け処理(筆者作成)

発言文				手がかり情報					
start	end	speaker	statement	S1	S2	S3	...	H12	
100.4	102.4	X	こちらの得ている情報だと	0	0	0		0	
102.8	103.4	Y	うん	0	0	0		0	
102.9	108.6	X	えー、被害者のところには行っていない、という風に言っているんですけども	0	0	1		0	
⋮									

図 39 実験 2、手がかり情報のラベルが付与された発言文の例(筆者作成)

4.10 議論前の回答と議論後の回答

被験者が議論前・議論後に、容疑者の可能性が高い順に並び替えた回答を記録したものをそれぞれ図 40、図 41に示す。議論前に、各被験者はB、M、Eの容疑者について、犯人である可能性が高い順に並び替えた。議論前では、Bが最も犯人である可能性が高いと回答した被験者が60%以上であった。逆に、70%以上の被験者が、真犯人であるEが最も犯人である可能性が低いと回答した。一方、議論後には、50%以上の被験者が、Eが最も犯人である可能性が高いと回答した。議論によってEの犯行を示唆する情報や、B、Mの犯行を否定する情報がチーム内に共有され、非共有情報の統合が進んだ結果であると考えられる。計12チームの実験のうち、正解したのは6チーム、不正解だったのは6チームであった。

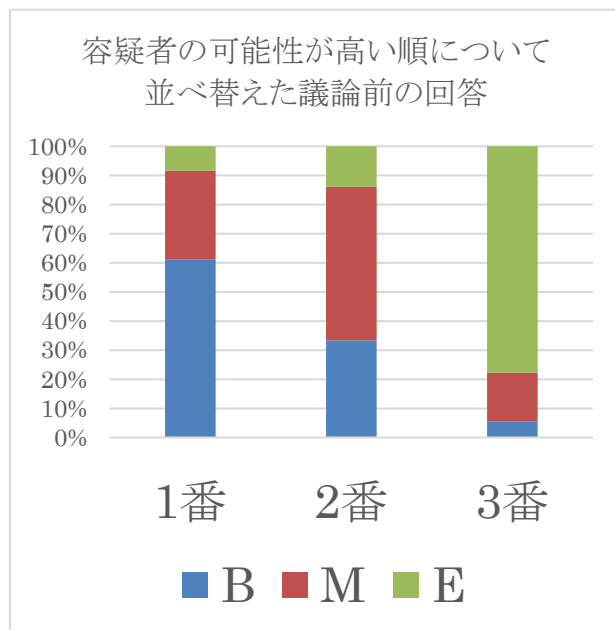


図 40 実験 2、容疑者の可能性が高い順について並び

替えた議論前の回答(筆者作成)

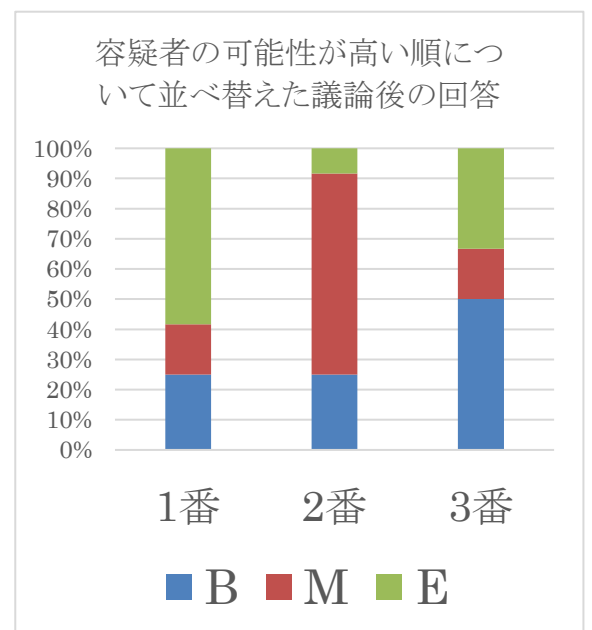


図 41 実験 2、容疑者の可能性が高い順について並び

替えた議論後の回答(筆者作成)

4.11 実験 2 の分析観点

実験2で得られたデータを、情報交換、1分あたりの情報言及回数、情報統合、被験者の議論の参加度、あいづちの頻度と時間の5つの観点より分析した。

4.12 情報交換

4.12.1 パラメータ

本節では、情報交換の観点からデータを分析した結果を記述する。

情報交換の評価では、情報網羅率と、情報言及頻度の2つのパラメータを比較する。情報網羅率とは、被験者が持っている情報数のうち、議論内で言及した情報数の割合である。情報言及頻度とは、被験者が持っている情報に言及した回数を、議論時間で割ったものである。各パラメータの計算に利用する記号を表 12に、パラメータの計算方法を表 13に示す。

表 12 実験 2、パラメータで使用する記号定義(筆者作成)

記号	定義
T	議論時間(秒)
N_s	被験者が持つ共有情報の種類数
N_h	被験者が持つ非共有情報の種類数
M_s	被験者が言及した共有情報の種類数
M_h	被験者が言及した非共有情報の種類数
R_s	被験者が共有情報に言及した回数
R_h	被験者が非共有情報に言及した回数

表 13 実験 2、パラメータ計算方法(筆者作成)

パラメータ	定義	式
共有情報の網羅率	配布された共有情報のうち、言及された共有情報の割合	$\frac{M_s}{N_s}$
非共有情報の網羅率	配布された非共有情報のうち、言及された非共有情報の割合	$\frac{M_h}{N_h}$
全情報の網羅率	配布された全情報のうち、言及された情報の割合	$\frac{M_s + M_h}{N_s + N_h}$
共有情報の言及頻度	議論時間内に共有情報について言及した頻度	$\frac{R_s}{T}$
非共有情報の言及頻度	議論時間内に非共有情報について言及した頻度	$\frac{R_h}{T}$
全情報の言及頻度	議論時間内に配布された情報について言及した頻度	$\frac{R_s + R_h}{T}$

4.12.2 各パラメータの比較

情報網羅率に関しては、メタバース環境・ビデオ会議環境・対面環境間に有意差は見られなかった。情報網羅率を3環境間で比較したものを図 42、図 43、図 44に示す。また、情報言及頻度に関しては、非共有情報の言及頻度について有意差が見られた。具体的には、対面での非共有情報の言及頻度の値は、ビデオ会議環境よりも有意に大きかった。情報言及頻度を3環境間で比較したものを図 45、図 46、図 47に示す。なお、図にはエラーバーとして標準偏差を記入し、図中の*は有意水準 $p<0.05$ を表し、**は有意水準 $p<0.01$ を表す。

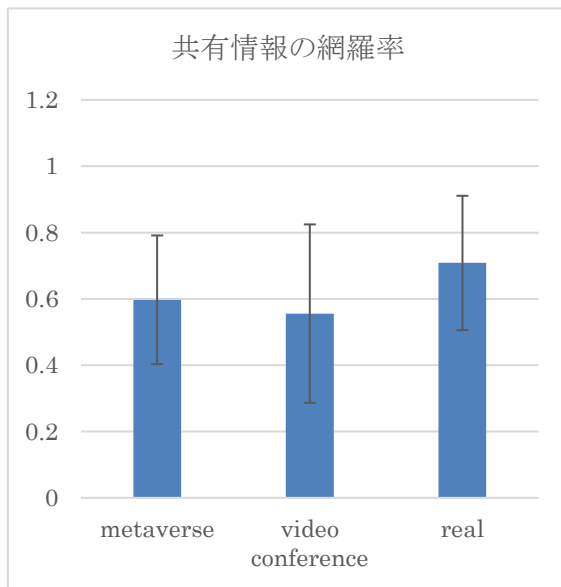


図 42 実験 2、共有情報の網羅率(筆者作成)

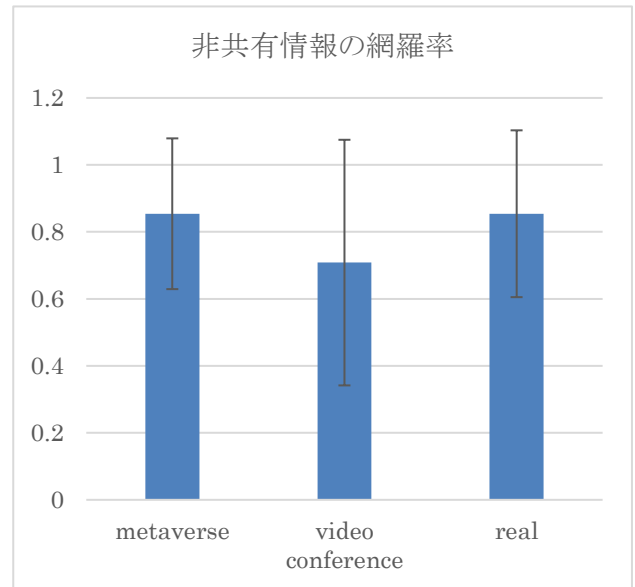


図 43 実験 2、非共有情報の網羅率(筆者作成)

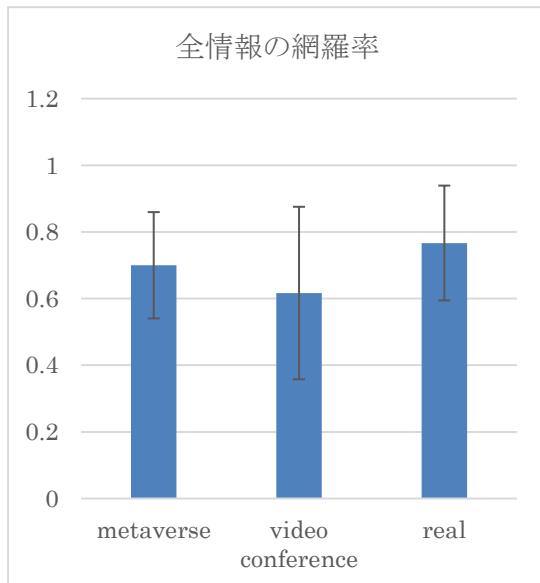


図 44 実験 2、全情報の網羅率(筆者作成)

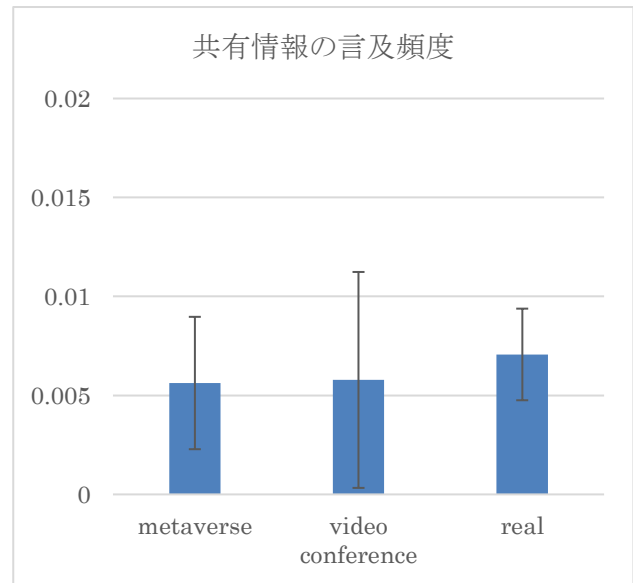


図 45 実験 2、共有情報の言及頻度(筆者作成)

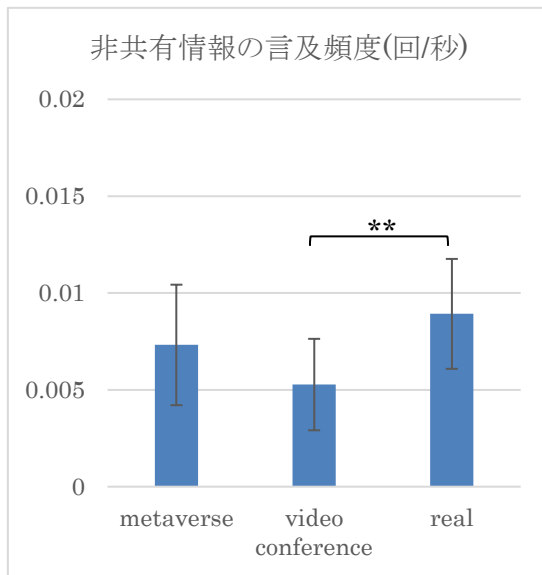


図 46 実験 2、非共有情報の言及頻度(筆者作成)

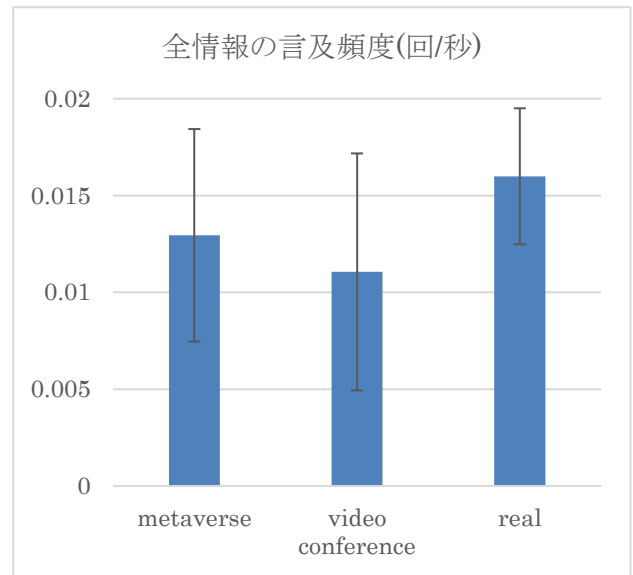


図 47 実験 2、全情報の言及頻度(筆者作成)

4.12.3 結果

情報網羅率に関しては、3環境間に有意差は見られなかった。一方、非共有情報の言及頻度については、対面環境がビデオ会議環境よりも有意に多いという結果が得られた。本実験においては、3環境すべてにおいて、各被験者が持っている非共有情報を同程度に網羅できた。前述の結果は、ビデオ会議やメタバースなどオンラインコミュニケーション環境も、対面環境と同様に情報交換ができるポテンシャルがあると解釈できる。

ここで、対面環境で非共有情報の言及頻度が多かった理由は、対面環境では他の被験者の発言に対し、発言内容の確認を行ったり、非共有情報の内容を繰り返したりしていたからだと考えられる。これにより、対面環境では議論内容に対して参加者の認識を一致させる効果があると考えられる。

しかし、本実験よりも議論が長時間になった場合や、非共有情報の数が増えた場合、ビデオ会議環境では対面環境と比べ、参加者間の議論内容に対する理解が乖離する可能性がある。したがって、ビデオ会議環境においては、議論を終了させる前に、議論をまとめる時間を設け、参加者間の認識を一致させることが有効だと考えられる。

4.13 1 分あたりの情報言及回数

実験2において被験者が取り組む課題は、複数の非共有情報を組み合わせて回答を導出する。ある情報と関連する情報は、短時間の間に交換された方が、情報交換の効率が高いと考えた。

そこで、議論全体を1分間の窓に区切り、1分間の窓ごとに、「手がかり情報」に言及した回数を記録した。1分間の窓の範囲内で開始したすべての発言を計数の対象とした。また、1つでも情報に言及した窓のみ計数の対象とした。情報の共有・非共有について区別はせず計数した。なぜなら被験者は、事前に自分の「手がかり情報」について、どの情報が共有されているか否か知らされていないからである。窓と情報言及の関連について、図 48に示す。

全被験者の発言の99.9%以上は20秒以下であり、窓が1分間あれば、3人の被験者全員が発言しても窓幅内に十分収まると判断した。

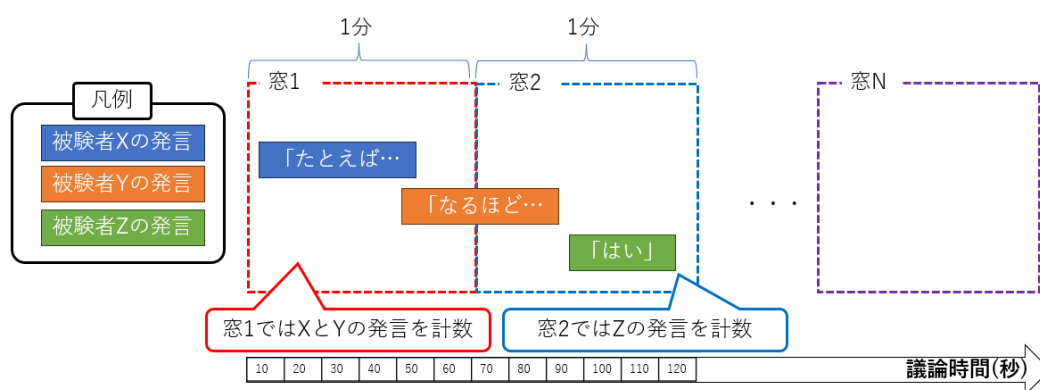


図 48 実験 2、窓と情報言及の関連(筆者作成)

ここで、窓ごとに被験者らが「手がかり情報」について言及した回数のデータが作成される。「被験者が情報に言及する回数」については下記の式で計算し、メタバース環境・ビデオ会議環境・対面環境の比較を行った。

$$\text{複数の被験者が「手がかり情報」に言及する回数} = \frac{\sum_{i=1}^n M_i}{\sum_{i=1}^n S_i}$$

$$\sum_{i=1}^n M_i \dots \text{窓}i\text{内で被験者が「手がかり情報」に言及した回数}$$

$$\sum_{i=1}^n S_i \dots \text{少なくとも1つの「手がかり」情報に言及した窓の総数}$$

n ... 窓の総数

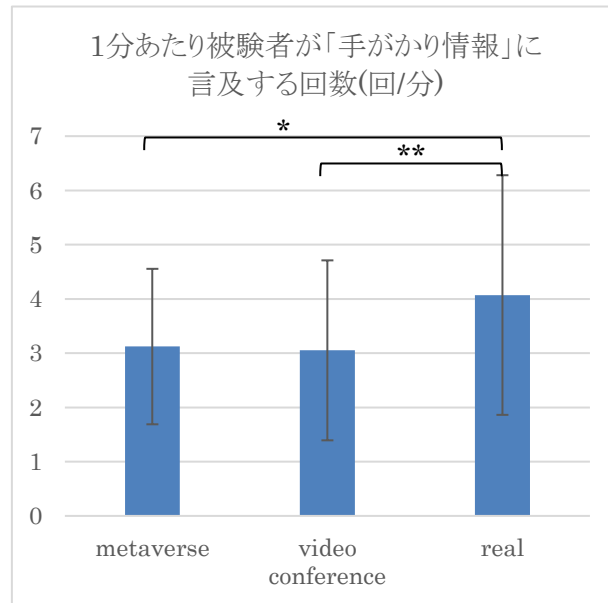


図 49 実験 2、被験者らが「手がかり情報」に言及する回数(筆者作成)

結果として、対面環境とメタバース環境間、対面環境とビデオ会議環境間に有意差があり、対面環境において、複数の被験者が「手がかり情報」に言及する回数が多い結果となった。1分あたり被験者が「手がかり情報」に言及する回数について、図49に示す。なお、図にはエラーバーとして標準偏差を記入し、図中の*は有意水準 $p<0.05$ を表し、**は有意水準 $p<0.01$ を表す。

4.14 情報統合

4.14.1 事後テスト結果の比較

容疑者のアリバイや動機など、情報交換しなければ明らかにならない点が理解できていれば、被験者らは情報統合できたと言えると考えた。そこで、Quesadaらの研究[131]を参考に、議論後に実施した事後テストによって、議論内容の理解度の評価を行う。事後テストの内容は8.2に記載する。図 50に、各環境の設問ごとの事後テスト結果を示す。図 51に、事後テストの合計点の結果を示す。図にはエラーバーとして標準偏差を記入する。

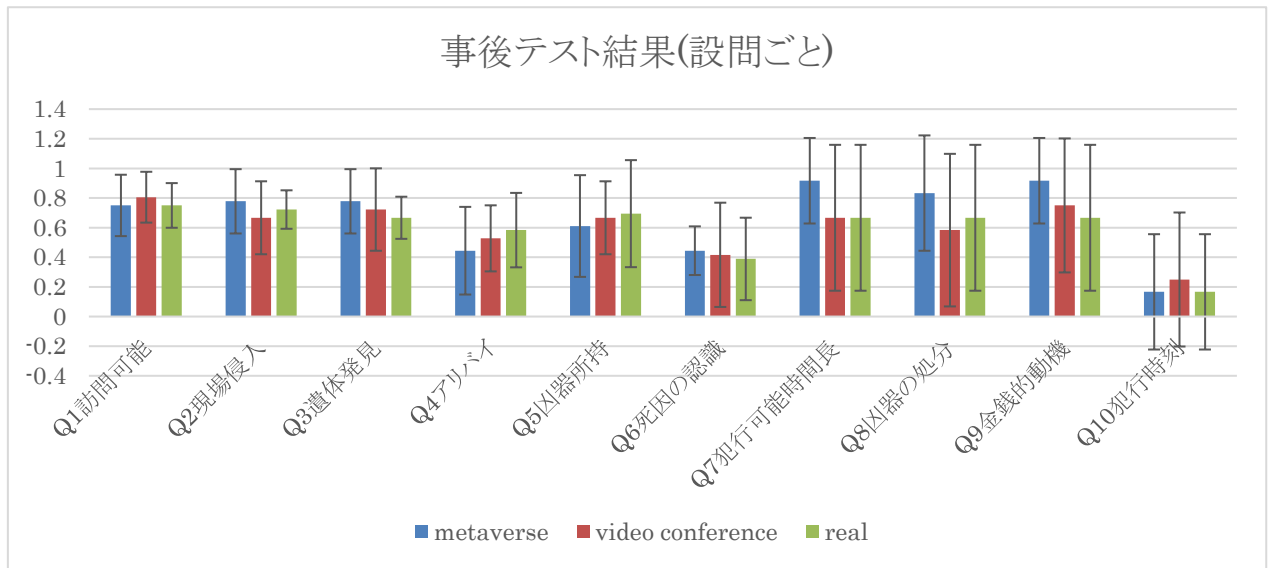


図 50 実験 2、設問ごと事後テスト結果 (筆者作成)

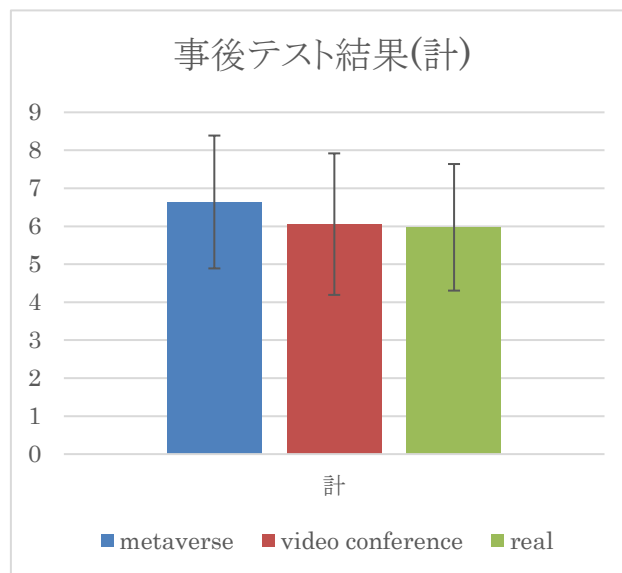


図 51 実験 2、事後テスト合計点の結果 (筆者作成)

4.14.2 結果

事後テストの点数は、メタバース環境・ビデオ会議環境・対面環境間で有意差が見られなかった。本実験が20分程度の議論で、半数のグループが正解できるという比較的簡単なタスクだったことが理由と考えられる。4.12.3の内容を踏まえて考えると、本実験より長時間の議論を行う場合や、非共有情報が多い議論を行う場合では、対面環境とビデオ会議環境間で情報統合にも差が表れるであろうと考察される。

4.15 被験者の議論の参加度

被験者が議論に積極的に参加していれば、情報交換の機会が増えると考えた。そこで、本節では被験者の個々の発言に着目し、被験者の参加度について分析を行う。複数人の議論において、議論の質を評価する指標として議論の参加度や盛り上がり度などの指標が存在する。豊田らは、話者の発話時間や、複数の参加者が同時に発話する時間の統計量と、参加者が議論について感じた盛り上がりの度合いを機械学習器に学習させ、対話雰囲気の推定方法を提案している[132]。守屋らは、議論参加者の発話時間長、発言間の無音時間長、発言時間割合などの指標を用いて、議論の活性度を推定する方法について提案している[133]。

議論が活発に行えていれば、情報交換の機会も増えると思われる。そこで本研究では、前述の既存研究を参考に、議論の参加度を測る指標として、参加者の発言時間、発言頻度、発言間の無音時間、発言者交代率について算出し、統計的有意差を確認した。データは、4.9で作成したテキストデータを対象とした。以下、比較を行った図にはエラーバーとして標準偏差を記入した。また、図中の*は有意水準 $p<0.05$ を表し、**は有意水準 $p<0.01$ を表す。

4.15.1 発言時間

メタバース環境・ビデオ会議環境・対面環境での、発言時間の平均値を図 52に示す。ビデオ会議環境と対面環境、およびビデオ会議環境とメタバース環境間に有意差があり、ビデオ会議環境ではメタバース環境や対面環境よりも1発言あたりの時間が長いことが示された。

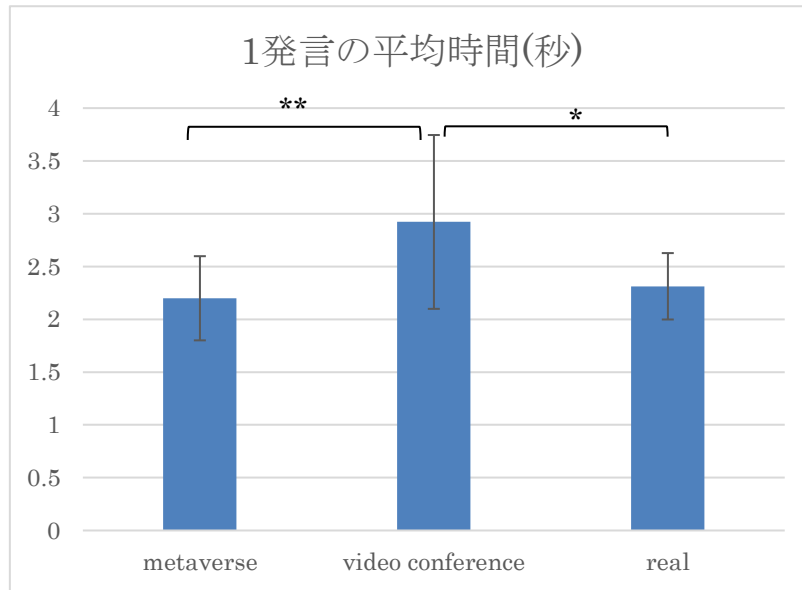


図 52 実験 2、1 発言の平均時間(筆者作成)

4.15.2 発言頻度

メタバース環境・ビデオ会議環境・対面環境での、1秒あたりの発言頻度を図 53に示す。発言頻度とは、議論内の全発言回数を議論時間で割ったものである。発言頻度について、環境間による有意差は見られなかった。ただし、メタバース環境とビデオ会議環境間のp値は0.055、ビデオ会議環境と対面環境のp値は0.058であり、有意差のある傾向はみられた。また、ビデオ会議環境では標準偏差が他2環境と比べて大きく、発言頻度の高い被験者と発言頻度の低い被験者との差が大きかったと考えられる。

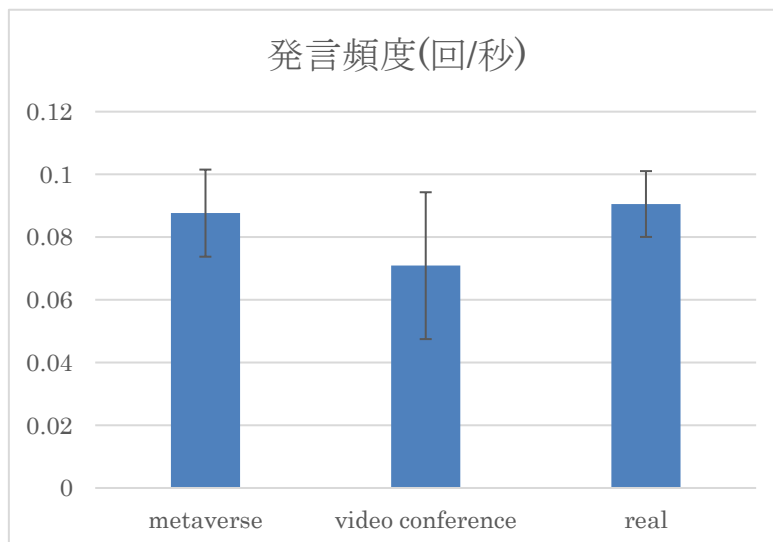


図 53 実験 2、発言頻度(回/秒) (筆者作成)

4.15.3 発言間の無音時間

発言間の無音時間とは、いずれかの被験者の発言終了から、次の発言が開始するまでの時間である。本実験では、テキストデータに記録された発言の終了時間から次の発言の開始時間までの差をとった。ここで、同じ被験者が続けて発言した場合と、別の被験者が続けて発言した場合との区別はしなかった。発言間の無音時間の比較を行ったグラフを図 54に示す。結果としては、ビデオ会議環境・対面環境に比べ、メタバース環境で発言間の無音時間が有意に短くなっていた。

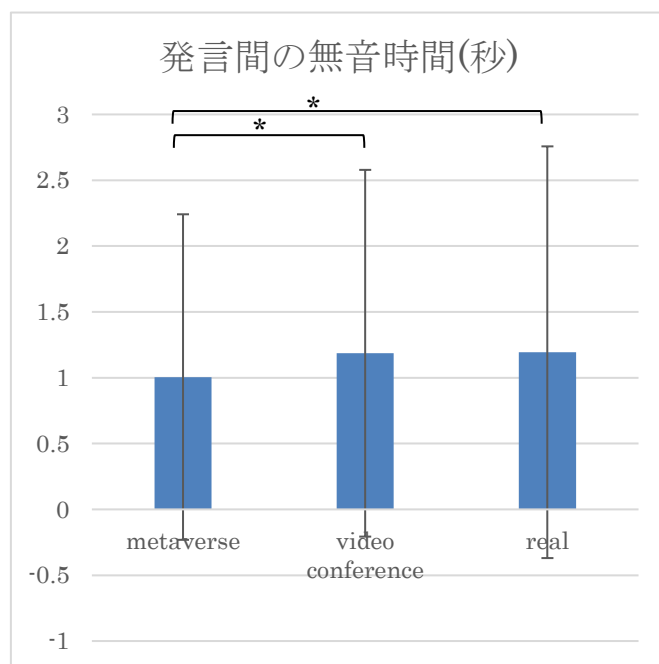


図 54 実験 2、発言間の無音時間(筆者作成)

ここで、4.15.1のビデオ会議環境では1回あたりの発言が多いという結果、および4.13の対面環境では1分間あたりの情報言及回数が多いという結果を考慮する。ビデオ会議環境では発言者の1回あたりの発言が長くなるため、聞き手が発言された内容を理解する時間を要し、結果として無音時間が長くなると考えた。また、対面環境では情報言及回数が多くなるため、聞き手が議論に出た情報を理解する時間が必要となり、結果として無音時間が長くなると考えた。そこで、無音時間の直前の発言時間と、無音時間の直前1分間の「手がかり情報」言及回数について、メタバース環境・ビデオ会議環境・メタバース環境の間に差があるか確認した。

(1)無音時間の直前の発言時間

無音時間の直前の発言時間について比較した結果を図 55に示す。結果としては、ビデオ会議環境とメタバース環境、ビデオ会議環境と対面環境間に有意差があり、ビデオ会議環境の発言時間が長くなっていた。ビデオ会議環境では、無音時間の直前にも発言時間が長くなっていたと言える。

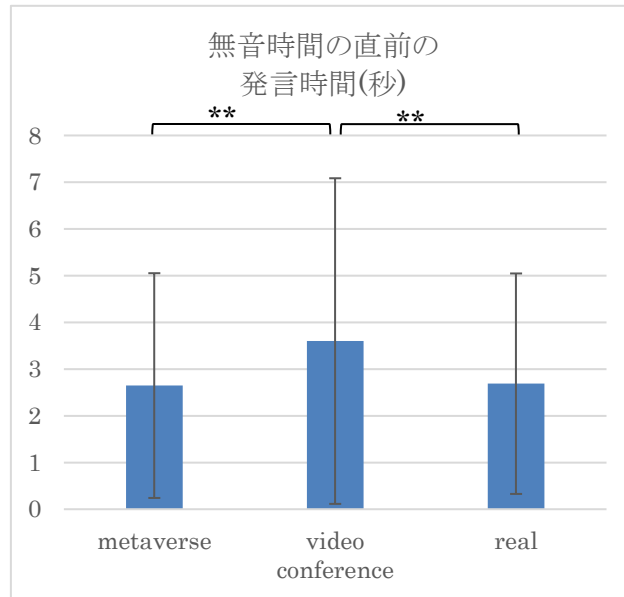


図 55 実験 2、無音時間の直前の発言時間(筆者作成)

(2)無音時間の直前 1 分間の「手がかり情報」言及回数

無音時間の直前1分間の「手がかり情報」言及回数について比較した結果を図 56に示す。結果としては、ビデオ会議環境とメタバース環境、ビデオ会議環境と対面環境、メタバース環境と対面環境間に有意差があり、対面環境が最も多く、次いでメタバース環境、ビデオ会議環境の順であった。対面環境では、無音時間の直前1分間に多くの情報を交換していたと言える。

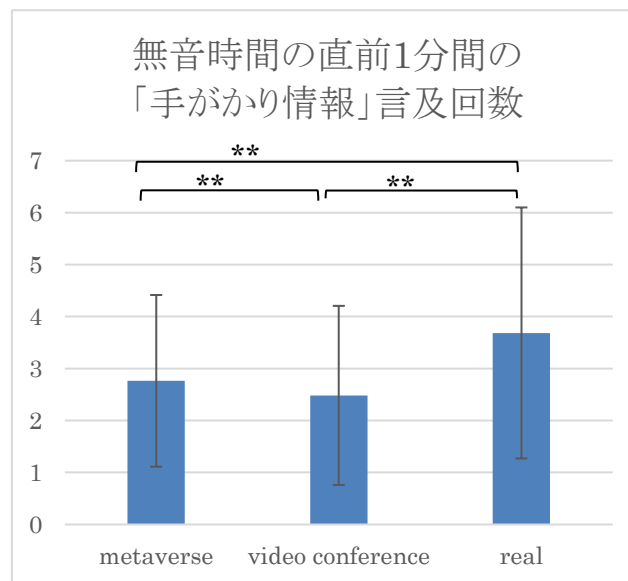


図 56 実験 2、無音時間の直前 1 分間の「手がかり情報」言及回数(筆者作成)

(3) 無音時間の直前のデータについてのまとめ

以上の結果をまとめると、ビデオ会議環境では発言者の発言が長くなることで、聞き手が発言者の発言内容を理解する時間が必要になり、結果として無音時間が長くなったと思われる。対面環境では情報交換回数が多くなり、聞き手が情報を理解するための時間が必要になり、結果として無音時間が長くなると思われる。一方、被験者らが、発言や言及された情報を正確に理解していたか否か、発言者の意図が聞き手に正確に伝わっていたか否かは定かではない。発言時間や情報言及回数と、聞き手の理解度の関連性についてはより詳細な検討が必要である。

4.15.4 発言者交代率

発言者交代とは、ある発言者の発言終了後に、別の発言者が発言することを指す。発言者が頻繁に交代していれば、被験者が意見を交換する機会が多かったと考えられる。発言者交代率とは、全被験者の発言のうち、発言者交代が行われた発言の割合である。ここで、極端に短い発言は発言者交代計算時のノイズになるとの先行研究の知見から[134]、1秒未満の発言は計算から除外した。発言者交代率をメタバース環境・ビデオ会議環境・対面環境で比較した結果を表 14に示す。コミュニケーション環境と発言者交代の有無の関連についてカイ二乗検定を実施したところ、 $p < 0.001$ でメタバース環境・ビデオ会議環境に対し対面環境で優位に多く、対面環境で最も発言者交代が発生していた。計算にはSPSS 29のクロス集計表機能を用いた。

表 14 実験 2、発話者交代とコミュニケーション環境のクロス表(筆者作成)

発話者交代 とコミュニケーション環境 のクロス表						
			コミュニケーション環境			合計
			metaverse	video conference	real	
発言者交代	しない	度数	606 _a	423 _a	529 _b	1558
		発言者交代の %	38.9%	27.2%	34.0%	100.0%
		コミュニケーション環境の %	56.8%	55.7%	48.3%	53.3%
		調整済み残差	2.9	1.5	-4.2	
	する	度数	461 _a	337 _a	566 _b	1364
		発言者交代の %	33.8%	24.7%	41.5%	100.0%
		コミュニケーション環境の %	43.2%	44.3%	51.7%	46.7%
		調整済み残差	-2.9	-1.5	4.2	
合計		度数	1067	760	1095	2922
		発言者交代の %	36.5%	26.0%	37.5%	100.0%
		コミュニケーション環境 の %	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
各サブスクリプト文字は、列の比率が .05 レベルでお互いに有意差がない condition_id のカテゴリのサブセットを示します。						

4.15.5 結果

発言時間・発言頻度・発言間の無音時間・発話者交代率の観点から被験者の議論の参加度を比較した結果を表 15にまとめる。

表 15 実験 2、被験者の議論の参加度まとめ(筆者作成)

観点	メタバース環境	ビデオ会議環境	対面環境	有意差
発言時間	短い	長い	短い	あり
発言頻度	高い	若干低い	高い	有意な傾向あり
発言間の無音時間	短い	長い	長い	あり
発話者交代率	低い	低い	高い	あり

4.16 あいづちの頻度と時間

4.16.1 あいづちの定義と先行研究

あいづちは、メイナードによれば「話し手が発話権を行使している間に聞き手が送る短い表現」であり、頷きなどの非言語的な形式の表現も含む[135]。本実験では、バーバルコミュニケーションが興味を中心である。そこで、言語的な形式のみを対象とする。言語的な形式のあいづちは「あいづち詞」「あいづち表現」などと呼称されている[136]。

あいづちには円滑なコミュニケーションの実現に大きな役割を果たしており、話し手の発話を促す、話し手の話の内容を理解したことを示す、共感・驚きなどの感情の反応を表すなどの意図で用いられる[137], [138]。したがって、コミュニケーション環境間で打たれるあいづちの量や種類の違いは、各環境で被験者らが議論して抱く理解度や共感度の違いを示す指標として重要と考えた。

あいづちは、あいづち詞の種類、あいづちが打たれるタイミング、話者・聞き手の言語への習熟度、国による違いなど様々な観点から分析されており、例えば李の実験では、話し手が年上の場合と同年代の場合とで用いられるあいづち詞の種類が異なることが確かめられている[139]。また、岡登らの実験によれば、電話音声において、あいづちの93%は発話が終了してから0.6秒以内に打たれており、話し手は0.6秒以降に打たれたあいづちをタイミングが遅いと感じていた[140]。

以上の先行研究を参照し、本実験では、「ある被験者が発話している最中・または発話が終了してから0.6秒以内に、発話している被験者以外の被験者が発した、あいづち詞から始まる発言」を「あいづち発言」と定義した。あいづち詞は、大浜[141]、Denら[142]、柏野[143]の先行研究を参考に決定した。また、「うん、うん」「はい、はい」など、あいづち詞が繰り返す場合は1回のあいづちとした。表 16に、実験2で「あいづち発言」としたものの例を示す。

実験の観察より、聞き手が先行する発言に対してあいづちを打ち、さらに続けて「私は～と思います」、「私も賛成です」など、意見を付け加える例が見受けられた。あいづちを打つのに続けて意見を述べる機会が多ければ、情報交換の機会も増すと考えた。そこで、メタバース環境・ビデオ会議環境・対面環境間で、あいづち発言の時間と頻度に着目した比較を行った。

表 16 実験 2、あいづち発言の例(筆者作成)

あいづち発言の例
うん
そうですね
なるほど
ええ、情報があるので
はい、Eさんの証言

メタバース環境・ビデオ会議環境・対面環境における、全発言に占めるあいづち発言の割合を表 17に示す。いずれの環境においても20%以上の発言があいづち発言であった。

表 17 実験 2、全発言に占めるあいづち発言の割合(筆者作成)

	メタバース環境	ビデオ会議環境	対面環境
あいづち発言の割合(%)	23.1	20.9	26.5

4.16.2 あいづち発言の時間

メタバース環境・ビデオ会議環境・対面環境での、あいづち発言時間の平均値を図 57に示す。メタバース環境とビデオ会議環境、およびメタバース環境と対面環境間に有意差があり、メタバース環境ではビデオ会議環境や対面環境よりも1回のあいづち発言あたりの時間が短いことが示された。

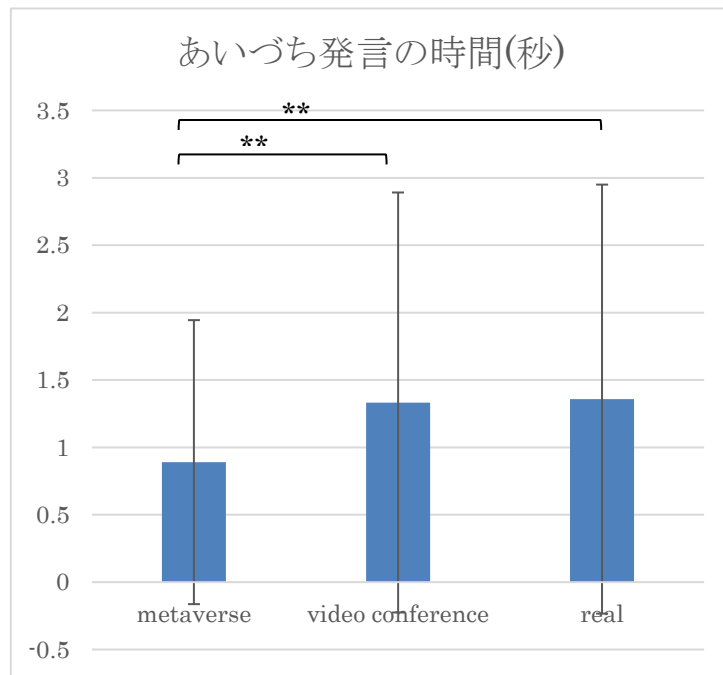


図 57 実験 2、あいづち発言の時間（筆者作成）

4.16.3 あいづち発言の頻度

メタバース環境・ビデオ会議環境・対面環境での、1秒あたりのあいづち発言頻度を図 58に示す。あいづち発言頻度とは、議論内の全あいづち発言回数を議論時間で割ったものである。あいづち発言の頻度について、3環境間による有意差は見られなかった。ただし、ビデオ会議環境と対面環境のp値は0.055であり、有意差のある傾向はみられた。

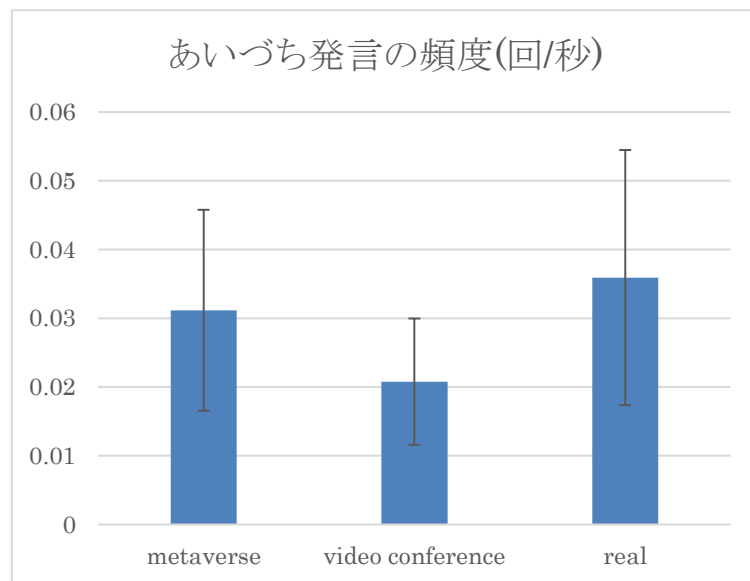


図 58 実験 2、あいづち発言の頻度(作者作成)

4.16.4 結果

あいづち発言は、メタバース環境・ビデオ会議環境・対面環境間でほぼ同様の頻度で生じていた。しかし、ビデオ会議・対面環境と比べ、メタバース環境であいづち発言の時間は有意に短くなった。メタバース環境では、短いあいづちのみ打つ場合が多く、ビデオ会議環境・対面環境では、あいづちに続けて自身の意見や、自身の持っている情報をつけ加えていたと示唆される。

4.17 実験 2 の結果と考察

4.17.1 ビデオ会議環境とメタバース環境の比較

ビデオ会議環境では、メタバース環境と比べ発言時間が長く、発言間の無音時間が長く、あいづち発言の時間が長くなった。

(1) 発言時間

Steinickeらによれば、ビデオ会議環境とメタバース環境とを比べると、ビデオ会議環境では他人に対して抱く存在感が低くなる[144]。ビデオ会議環境では、被験者らは場所を共有せず、被験者の位置関係や距離の情報を得られない。これらの理由から、発言者は聞き手の存在感を感

じにくかったと思われる。聞き手の存在感を感じにくいと、発言者は聞き手が頷いたり、何か言おうとするそぶりに気づきにくくなると思われる。結果として、発言者は自身の話を終えるかどうか判断しづらくなり、結果として発言時間が長くなったと考えられる。逆に、メタバース環境の被験者は、仮想的な場を共有し、発言者は聞き手の位置関係・視線や体の向きなどの情報を得られる。メタバース環境での発言者は、ビデオ会議環境よりも聞き手の存在感を感じやすく、話を終えやすかったと思われる。前述の理由から、1回あたりの発言がビデオ会議環境より短くなったと考えられる。

(2) 無音時間

ビデオ会議環境では、1人の発言が長くなり、聞き手が発言された内容を解釈しまとめる時間が必要になると思われる。結果として、聞き手が発言に対して何らかの応答をするまでの時間が長くなり、発言間の無音時間が長くなったと考えられる。メタバース環境では、被験者らは互いの表情や口元の動きを確認できなかった。被験者が発言を行う際、他の被験者の表情や口元の動き、話そうとするそぶりに注意を払う必要がなくなったと考えられる。McFarlandらの研究によると、会話の発言者の呼気時間・吸気時間は、無言で呼吸する時間と比べ有意に変化することが確かめられている[145]。発言前の準備として呼吸器系の動作は変化しうるとMcFarlandらは指摘している。呼吸は口でも行うため、聞き手は口元の動きから発言者の発言開始を予測しうる。口元の見えないメタバース環境では、発言者の発言開始予測を行う必要がなく、各被験者は話し出しやすくなり、結果として無音時間が短くなったと考えられる。

(3) あいづち発言の時間

さらに、ビデオ会議環境では、メタバース環境よりあいづち発言の時間が長くなっていた。ビデオ会議環境では、あいづちに続けて自身の意見や、自身の持っている情報をつけ加えていたと示唆される。あいづち発言は、発言者に対する聞き手の応答である。メタバース環境では、被験者らは互いの表情を確認できなかった。相手の口元の動きなど表情の情報が欠けていたの、聞き手は発言者の発言終了を予測しづらかったと考えられる。発言終了が予測しづらいと、例えば発言者は発言を区切ったつもりでも、聞き手は発言がまだ続くと判断してしまう場合があると考えられる。したがって、メタバース環境ではあいづちに続けて意見や情報を続けて話さなくなり、発言が短くなったと考えられる。

4.17.2 ビデオ会議環境と対面環境の比較

ビデオ会議環境では対面環境と比べ、非共有情報の言及頻度が有意に低かった。また、1分あたりの情報言及回数も少なかった。また、ビデオ会議環境では、対面環境と比べ発言時間が長く、発言者交代率が低かった。

(1) 非共有情報の言及頻度・および 1 分あたりの情報言及回数

ビデオ会議環境では、被験者らは場所を共有せず、互いの視線や体の向きの情報を得られない。逆に対面環境では、被験者らはジェスチャーを使って他人に話を振ったり、他の被験者の表情・体の向き・視線を観察したりできる。結果として、対面環境ではビデオ会議環境と比べ、他人の言及した情報に対して反応しやすくなり、自分の持っている情報に言及しやすかったと考えられる。

(2) 発言時間

Baschらによれば、ビデオ会議環境と対面環境とを比べると、ビデオ会議環境では他人に対して抱く存在感が低くなる[146]。4.17.1と同様の理由で発言時間が長くなったと考えられる。

(3) 発言者交代率

発言者交代率も同様に考えられる。ビデオ会議環境では、被験者らは場所を共有せず、互いの視線や体の向きの情報を伝達できなかった。これにより他人に対して抱く存在感が低くなり、発言者が続けて話す傾向があったと考えられる。さらに、視線、頭の回転・眉・瞼など目全体の動き、上半身やジェスチャーの動きが、発言者交代のきっかけになるという先行研究の指摘がある[147]。Maynardは、日本人同士の会話を対象とし、頭の動きが発言の終わりを伝達する機能を持つと指摘した[148]。これらの知見に従えば、頭・視線・身体の動きの情報が伝達しづらいビデオ会議環境では発言者交代が難しくなり、発言者交代率が低くなったと考えられる。

4.17.3 対面会議環境とメタバース環境の比較

対面環境では、メタバース環境と比べ、1分あたりの情報言及回数が多く、発言間の無音時間が長く、発言者交代率が高い結果となった。さらに、対面環境では、メタバース環境よりあいづち

発言の時間が長くなっていた。

(1) 1 分間あたりの情報言及回数

対面環境では、被験者らは他の被験者の表情・視線を観察できる。対面環境ではメタバース環境と比べ、議論の内容に対する他の被験者の態度や、他の被験者が何に注目しているかがわかりやすかったと考えられる。そのため、他人の言及した情報に対して反応したり、自分の持っている情報に言及したりしやすかったと考えられる。一方、メタバース環境では、対面環境に比べ他の被験者の表情や視線などの情報量が乏しい。したがって、対面環境と比べ、他人の言及した情報に対して反応し、自分の持っている情報に言及しづらかったと考えられる。

(2) 発言間の無音時間

また、対面環境では、短時間に多くの情報が言及された。聞き手は一度に多くの情報を整理しなければならず、結果として発言間の無音時間が長くなったと考えられる。逆に、メタバース環境では、被験者らは互いの表情や口元の動きを確認できなかった。被験者が発言を行う際、聞き手の表情や口元の動きに注意を払う必要がなくなったと考えられる。4.17.1(2)と同様の理由から、メタバース環境では各被験者が話し出しやすくなり、結果として無音時間が短くなったと考えられる。

(3) 発言者交代率

対面環境もメタバース環境でも、被験者らは同じ空間を共有でき、両環境の被験者らは互いに顔・身体の動作を把握できた。しかし、対面環境では、被験者らは空間的な情報に加え、互いの表情も把握できた。対面環境では、被験者は相手の顔・視線の向き・ジェスチャの有無など、複合的な要因から、自分の発言タイミングや発言内容を調整できると考えられる。メタバース環境よりも発言者が聞き手の反応を捉えやすくなり、結果として発言者交代がスムーズに行えたと考えられる。

(4) あいづち発言の時間

対面環境では、あいづちに続けて自身の意見や、自身の持っている情報をつけ加えていたと示唆される。4.17.1と同様に、メタバース環境では、被験者らは互いの表情を確認できなかった。

相手の表情や口元の動きなどの情報が欠けていたので、聞き手は発言者の発言終了を予測しづらかったと考えられる。発言終了が予測しづらいと、例えば発言者は発言を区切ったつもりでも、聞き手は発言がまだ続く判断してしまう場合があると考えられる。したがって、メタバース環境ではあいづちに続けて意見や情報を続けて話しづらくなり、発言が短くなったと考えられる。

4.18 実験 2 のまとめ

メタバース環境の特徴は、相手の視線や体の向きを把握でき、自分の話に対する相手の反応が得やすいことである。これにより、発言の終了タイミングを掴みやすくなっている。一方、相手の表情が分からない。以上より、メタバース環境の被験者は、他の人と発言を交代しづらく、議論の最中に情報を追加すべきか判断しづらかったと考えられる。

ビデオ会議環境の特徴は、議論の参加者同士が空間を共有せず、相手の視線や体の向きが分からない点にある。以上より、ビデオ会議環境の被験者は、発言者の交代が難しく、話の終了タイミングの把握が難しかったと考えられる。また、相手の視線や体の向きなどの様子が分かりづらく、議論の最中に情報を追加すべきか判断しづらかったと考えられる。

対面環境の特徴は、議論相手のジェスチャや表情・体の向きを観察できる点である。対面環境の被験者は、相手の様子に基づいて発言を止めたり、発言者の交代が行ったりしやすかったと考えられる。

以上を踏まえ、メタバース・ビデオ会議・対面各環境で測定できた指標のうち有意差のあったものと、有意差が表れた理由について考察・整理したものを表 18に示す。

表 18 実験 2、各環境の結果と考察(筆者作成)

環境	結果	考察
メタバース	無言時間が短い あいづち発言が短い	議論参加者の表情や口元の動きを気にせず発言できる。そのため、発言のきっかけを作りやすい。一方、発言者の発言終了は予測しづらく、あいづちを打った後、続けて話しづらい。
ビデオ会議	発言が長い 発言頻度が若干低い	議論相手と空間を共有せず、発言者・聞き手は互いの存在を感じづらくなる。結果、発言者は意見を終わりまで言いやすくなる。一方、聞き手は発言者の発言途中で割込みづらく、発言者が話し続けてしまう。
対面	発言者交代が多い 情報交換回数が多い	発言者は聞き手の位置や表情・口の動きなどの様子が把握でき、他人に発言を譲りやすい。しかし、意見が短時間に多く出やすいため、議論の場に出た情報をまとめづらい。

第5章 実験 1 と実験 2 の統合的な考察

実験1と実験2の結果を踏まえ、全体の統合的な考察を行う。

まず実験1では、ジェスチャによる情報交換と情報統合について、メタバース・ビデオ会議・対面の3環境間で比較を行った。結果、対面環境で応答ジェスチャが最も多く観察された。

メタバース環境では、相手の位置や顔の向き・視線などの空間的な情報は把握できる一方、相手の顔や表情が把握できない。結果として、情報の発信を止めるタイミングが計れず、結果として情報発信が長くなると考えられる。

ビデオ会議環境では、相手の顔や表情は把握できる一方、相手の位置や顔の向き・視線などの空間的な情報は欠けてしまう。そのため、特定の相手に対する情報発信や応答を促せない。

対面環境では、情報交換を行う相手が同一の空間に存在し、相手の位置や、顔・表情・視線・顔の向きなどの情報が把握できる。前述の特徴を活かし、自分の情報を特定の相手に対して発信したり、相手に応答を促したりできると考えられる。

実験2では、議論による情報交換と情報統合について、メタバース・ビデオ会議・対面の3環境間で比較を行った。各環境の特徴が、バーバルコミュニケーションにも影響を及ぼしうると考えられる結果が得られた。

メタバース環境では、被験者は空間を共有し、相手の視線や体の向きなどの情報を得られたが、相手の表情は分からなかった。表情がわからないことにより、被験者が発言の交代をすべきか否かの判断がしづらく、発言者の発言に対して意見や情報を付け加えづらかったと考えられる。メタバースでは対面会議やビデオ会議と比べて、相手から受ける精神的なストレスが低く、対話時の心理的負荷が低いという従来の研究結果がある[45]。本実験において、メタバース環境での無言時間が他の環境と比べ短かったのは、メタバース環境の被験者が他の被験者に対して抱く威圧感が少なかったためと示唆される。

ビデオ会議環境では、被験者は空間を共有しない。議論の参加者が誰に注意を払っているのか分からず、1人の被験者が長く発言しがちであったと考えられる。

対面環境では、被験者全員が同じ空間を共有し、発言者は聞き手の位置や表情・口の動きなどの様子が把握でき、他人に発言を譲りやすい。しかし、意見が短時間に多く出やすいため、議論の場に出た情報をまとめづらいと考えられる。

以上を踏まえ、メタバース・ビデオ会議・対面各環境の利用が適している状況を整理したもの

を表 19に示す。

表 19 実験 2、各環境の利用が適している状況(筆者作成)

環境	適している状況
メタバース	参加者が互いの表情を気にして話し出しづらいと考えられる場合、例えば相手の年齢や職位などに差があり、話すきっかけを作りづらいメンバーでの話し合いに向いている。
ビデオ会議	発言者に対する他の参加者からの割り込みが望ましくない場合、例えば個人の意見や情報を主張し、集約する話し合いに向いている。
対面	短時間に他の参加者が持つ情報を知る必要がある場合、例えばチーム形成期や、問題解決の初手に情報を収集する話し合いに向いている。

さらに、各環境における情報交換と情報統合を改善する方策を導出できる。

メタバース環境では、参加者の表情や口元の動きが見えず、聞き手は発言者の発言終了を予測しづらい。そこで、発言者は発言の終了を明確に示す必要があると考えられる。また、発言者は、聞き手の意見を積極的に聞き出すよう気を付ける必要がある。さらに、聞き手は、発言に対してあいづちを打つだけでなく、あいづちに続けて発言を行うよう意識する。

ビデオ会議環境では、参加者は空間を共有せず、相手に対する存在感が希薄になる。そのため、発言者の話が長くなったり、発言者の交代が起こりづらくなる。したがって、発言者は要点をまとめてから話すなど、発言が長くなりすぎないように注意したり、聞き手の様子に気を付け、発言したいという意図をくみ取る必要がある。聞き手は、カメラに手が映るよう意識した上で、挙手などで発言者に対して意見がある意図を明確に示すことが必要だ。さらに、定期的に発言者を交代するなどのルールを設けることも有効であると考えられる。

対面環境では、議論が活発になりやすく、比較的短時間に様々な情報交換が行われる。短時間に様々な情報交換が行われると、関連した情報を統合するのに時間を要する可能性がある。そこで、議論の場に出た情報を定期的に見直すことが肝要だと考える。具体的には、重要度を整理したり、似たような情報を集約するなどが考えられる。以上をまとめたものを表 20に示す。これらの方策は、ZoomやVRChatなど具体的なアプリケーションに依存せずオンラインコミュニケーション環境に適用可能であり、技術的な実装も必要がなく、すぐに実施可能である。

表 20 実験 2、各環境の情報交換と情報統合を改善する方策(筆者作成)

環境	改善方策
メタバース	1. 発言者は、聞き手に積極的に話を振って意見を聞き出す 2. 発言者は、発言の終了を「以上です」などと宣言する 3. 聞き手は、発言に対する応答で意見を言う 4. 聞き手は、表情を補って同意・不同意の意図を明確にするために、大げさにうなずいたり、首を振ったりする
ビデオ会議	1. 発言者は、要点をまとめてから話すなど発言が長くなりすぎないように意識する 2. 発言者は、聞き手が言いたそうな様子がないか気をつける 3. 発言者は、言葉に加えジェスチャで発言の意図を補えるように、手もカメラに映るようにする 4. 聞き手は、挙手などで発言者に対して意見があることを示す 5. 定期的に発言者を交代するなどのルールを決める
対面	定期的に場に出た意見や情報の重要度などを振り返り、意見や情報を整理する

日本国内では、COVID-19の感染法上の取り扱いが5類に移行して以降、企業においてはテレワークからオフィスに回帰する動きが見られる[149]。ビデオ会議の参加者は、対面での会議と比べ、「相手の表情やしぐさなどが分かりにくい」、「参加者がどう反応しているかが分かりにくい」などの課題を感じていることが筑波大学の学術調査により明らかとなっており[150]、企業にとっては対面会議の方がオンラインで行う会議に比べ、コミュニケーションがスムーズに行えると判断されていると考えられる。

しかし、本研究において得られた知見を活用すれば、ビデオ会議環境やメタバース環境でのコミュニケーションを改善し、情報交換と情報統合を現状より効率的に行えるようになると思われる。

今後は、本研究で得られた知見をもとに、下記3点の観点から、追加の検証を行う予定である。

1. ノンバーバルとバーバルコミュニケーションを組み合わせた分析

本研究では、ノンバーバルコミュニケーションとバーバルコミュニケーションの最中に起こる情報交換・情報統合について、別個に実験を実施した。一方、うなずきやハンドサインなどのジェスチャは、会話などのバーバルコミュニケーションの最中にも観察される。したがって、情報交換・情報統合を、ノンバーバル・バーバルコミュニケーション双方の観点から総合的に分析する実験を実施することが今後の課題である。ノンバーバルコミュニケ

ーションとバーバルコミュニケーションが相互に及ぼす影響や、コミュニケーション環境の違いが会話中のジェスチャの発生頻度に及ぼす影響などの新たな知見が得られると期待できる。

2. バーバルコミュニケーションにおける表情の影響についての分析

メタバース環境ではビデオ会議環境と異なり、参加者同士が同一の空間を共有できる。特定の相手に対してジェスチャを示せるという特徴があり、ビデオ会議環境よりも対面環境に近いコミュニケーションが行えたと考える。しかし、本研究ではメタバース環境のアバターに表情を実装しなかった。そこで、表情がユーザに追従して変わるアバターや、ビデオアバターを用いて実験を行えば、表情がコミュニケーションに及ぼす影響などの新たな知見が得られると期待できる。

3. 情報交換の活発度と情報統合の難しさの関連性

実験2において、対面環境では情報交換が活発であったが、発言間の無音時間が長かった。この結果は、参加者が情報を統合する時間が長くなっている可能性がある。仮に対面環境で情報交換が活発になったことで情報統合が難しくなっているとすれば、状況によっては対面よりもオンラインコミュニケーションの方が優れた手段になりうる。具体的には、アイディアを発散させる際には対面環境が有利であり、収束させる際にはオンラインコミュニケーションの方が有利であるなどの可能性がある。情報交換の程度と情報統合の難しさの関連性について、さらなる検証が必要と考える。

第6章 妥当性確認

本章では、実験1と実験2から得られた知見の妥当性確認(Validation)について述べる。

6.1 方法

実験2から得られた考察、実験1と実験2から導出された各環境の利用が適している状況、および各環境の情報交換と情報統合を改善する方策について、アンケートを作成した。実験1の考察は妥当性確認の対象外とした。実社会の会議において、手話利用者以外の者がジェスチャーのみで意思決定・判断などを行う機会は皆無と考えられるためである。

集計期間は2024年1月24日から2024年1月26日であり、有効回答数は62件であった。設問の作成・回答の収集はGoogle Formsによって実施した。

6.2 内容

本節では、アンケートの設問内容と結果について述べる。設問の回答としては、4段階のリッカート尺度による選択肢「そう思う」「ややそう思う」「ややそう思わない」「そう思わない」を提示した。妥当性確認に使用した設問は付録に示す。回答の割合は小数点第2位を四捨五入したパーセンテージで示す。

6.2.1 実験から得られた考察

(1)メタバース環境

設問内容は、「メタバース会議では、議論参加者の表情や口元の動きを気にせず発言できる。そのため、発言のきっかけを作りやすい。一方、発言者の発言終了は予測しづらく、あいづちを打った後、続けて話しづらい。以上の考察は妥当だと思いますか？」であった。

回答の27.4%が「そう思う」、40.3%が「ややそう思う」であった。肯定的な回答が67.7%を占め、本考察は妥当であると考えられる。

(2)ビデオ会議環境

設問内容は、「ビデオ会議では、議論相手と空間を共有せず、発言者・聞き手は互いの存在を感じづらくなる。結果、発言者は意見を終わりまで言いやすくなる。一方、聞き手は発言者の発言途中で割り込みづらく、発言者が話し続けてしまう。以上の考察は妥当だと思いますか？」であった。

回答の50.0%が「そう思う」、30.7%が「ややそう思う」であった。肯定的な回答が80.7%を占め、本考察は妥当であると考えられる。

(3)対面環境

設問内容は、「対面会議では、発言者は聞き手の位置や表情・口の動きなどの様子が把握でき、他人に発言を譲りやすい。しかし、意見が短時間に多く出やすいため、議論の場に出た情報をまとめづらい。以上の考察は妥当だと思いますか？」であった。

回答の29.0%が「そう思う」、33.9%が「ややそう思う」であった。肯定的な回答が62.9%を占め、本考察は妥当であると考えられる。

6.2.2 各環境の情報交換と情報統合を改善する方策

(1)メタバース環境

メタバース環境において、情報交換と情報統合を改善する下記の方策が妥当かを質問した。

1. 発言者は、聞き手に積極的に話を振って意見を聞き出す

回答の53.2%が「そう思う」、35.5%が「ややそう思う」であった。肯定的な回答が88.7%を占め、本方策は妥当であると考えられる。

2. 発言者は、発言の終了を「以上です」などと宣言する

回答の46.8%が「そう思う」、32.3%が「ややそう思う」であった。肯定的な回答が79.0%を占め、本方策は妥当であると考えられる。

3. 聞き手は、発言に対する応答で意見を言う

回答の29.0%が「そう思う」、53.2%が「ややそう思う」であった。肯定的な回答が82.3%を占め、本方策は妥当であると考えられる。

4. 聞き手は、表情の情報を補って同意・不同意の意図を明確にするために、大げさにうな

ずいたり、首を振ったりする

回答の50.0%が「そう思う」、35.5%が「ややそう思う」であった。肯定的な回答が85.5%を占め、本方策は妥当であると考えられる。

(2)ビデオ会議環境

ビデオ会議環境において、情報交換と情報統合を改善する方策として下記の方策が妥当かを質問した。

1. 発言者は、要点をまとめてから話すなど発言が長くなりすぎないように意識する

回答の59.7%が「そう思う」、29.0%が「ややそう思う」であった。肯定的な回答が88.7%を占め、本方策は妥当であると考えられる。

2. 発言者は、聞き手が言いたそうな様子が無いか気をつける

回答の58.1%が「そう思う」、29.0%が「ややそう思う」であった。肯定的な回答が87.1%を占め、本方策は妥当であると考えられる。

3. 発言者は、言葉に加えジェスチャで発言の意図を補えるように、手もカメラに映るようにする

回答の33.9%が「そう思う」、29.0%が「ややそう思う」であった。肯定的な回答が62.9%を占め、本方策は妥当であると考えられる。

4. 聞き手は、挙手などで発言者に対して意見があることを示す

回答の61.3%が「そう思う」、24.2%が「ややそう思う」であった。肯定的な回答が85.5%を占め、本方策は妥当であると考えられる。

5. 定期的に発言者を交代するなどのルールを決める

回答の33.9%が「そう思う」、37.1%が「ややそう思う」であった。肯定的な回答が71.0%を占め、本方策は妥当であると考えられる。

(3)対面環境

対面環境において、情報交換と情報統合を改善する方策として「定期的に場に出た意見や情報の重要度などを振り返り、意見や情報を整理する」の方策が妥当かを質問した。回答の69.4%が「そう思う」、29.0%が「ややそう思う」であった。肯定的な回答が98.4%を占め、本方策は妥当であると考えられる。

6.2.3 各環境の利用が適している状況

(1)メタバース

設問内容は、「参加者が互いの表情を気にして話し出しづらいつと考えられる場合、例えば相手の年齢や職位などに差があり、話すきっかけを作りづらいメンバーでの話し合いに向いている。以上の説明は妥当だと思いますか？」であった。

回答の40.3%が「そう思う」、27.4%が「ややそう思う」であった。肯定的な回答が67.7%を占め、本方策は妥当であると考えられる。

(2)ビデオ会議

設問内容は、「発言者に対する他の参加者からの割り込みが望ましくない場合、例えば個人の意見や情報を主張し、集約する話し合いに向いている。以上の説明は妥当だと思いますか？」であった。

回答の27.4%が「そう思う」、30.7%が「ややそう思う」であった。肯定的な回答が58.1%を占め、本方策は妥当であると考えられる。

(3)対面

設問内容は、「短時間に他の参加者が持つ情報を知る必要がある場合、例えばチーム形成期や、問題解決の初手に情報を収集する話し合いに向いている。以上の説明は妥当だと思いますか？」であった。

回答の61.3%が「そう思う」、30.7%が「ややそう思う」であった。肯定的な回答が91.9%を占め、本方策は妥当であると考えられる。

6.2.4 自由記述内容

研究から得られた考察に対し、自由記述で意見を募った。また、メタバース環境・ビデオ会議環境・対面環境が適している状況について自由記述で意見を募った。以下にそれぞれの意見から、特徴的なものを抽出して記述する。

(1) 考察に対する意見

表 21 妥当性確認、考察に対する意見(筆者作成)

意見の種別	内容
ファシリテーション	・ 特に対面の中ではファシリテーション役の参加者の要素が強い。 ・ 発言のしやすさは、会議の進行の仕方による。
参加者の関係性	・ 会議の形態よりメンバーの関係性によって振る舞いが増えるのではないかと。 ・ 参加者個人の役職・経験年数・性別・声色・顔つきの影響があるのではないかと。 ・ 上下関係の影響があるのではないかと、ビデオ会議やメタバースだと全体を通してフラットな空気で議論が進むことが多い。
参加者の表情や動作	・ コミュニケーションにたけた人は聞き手の位置や表情・口の動きなどの様子を意識しているかもしれない。 ・ メタバース会議は動作の遅延が大きく、どちらかと言えばビデオ会議より電話会議に近い感覚である。
意見のまとめやすさ	・ 意見が多く出るのは情報をまとめづらい理由にはならない。 ・ 適切な議論の抑制が働かないと情報の処理が後回しになり、議論が飽和しやすくなるケースもあるかもしれない。 ・ 意見のまとめやすさは、意見をまとめるのに長けた参加者がいるかどうか依存する。 ・ 意見がまとめづらいのは、そもそもの会議の目的が明確でない場合もある。
その他	・ メタバースでは参加者がリアルに感じられるため、何かしら発言しないといけないという空気になっているだけではないかと。 ・ ビデオ会議やメタバース会議は参加者のITリテラシーも関係するのではないかと。 ・ ビデオ会議では、同じタイミングで複数人が発言してしまうことがある。 ・ 他者の立場や価値観に注意を向けず、情報の足し算・引き算に集中したい場合はメタバース会議の情報量でも十分だと感じる。

(2) 各コミュニケーション環境が適している状況

表 22 妥当性確認、各コミュニケーション環境が適している状況に対する意見(筆者作成)

意見の種別	内容
参加者の関係性	・ ビデオ会議を行う際でも、一度は相手と対面して人となりを見るべきである。 ・ 対面では言い出しにくいことでもビデオ会議では言える可能性がある。 ・ 対面ではメンバー間の関係性を維持するのに向いている。
情報量	・ 対面会議では話す内容を減らす努力をしており、ビデオ会議に比べ話しぶらいと感じる。
ノンバーバル情報	・ 対面会議と比べ、オンライン会議はノンバーバルな情報伝達量に劣る。 ・ 対面会議ではノンバーバルな情報量が格段に多く、チーム形成期に向いている。また、相手をよく知っていれば対面会議とあまり変わらない。メタバースは表情がわからない分、相談事には向いているのではないかな。 ・ 1対1のビデオ会議は相手の表情が見えやすく、有効と思われる。 ・ ビデオ会議において、ビデオオフだと情報発信しやすいが、全体の雰囲気把握しにくくなる。 ・ 対面会議はノンバーバル情報が重要な場合に適している。
会議の目的	・ 会議の目的によって使い分けたほうが良い。 ・ 移動コストが高い場合はビデオ会議やメタバース会議が向いている。 ・ 会話の質だけでなく、量や店舗が重要な場合は対面会議が向いている。 ・ プライベートにかかわる相談は対面が適している。 ・ 1人から多数に情報発信する場合はビデオ会議が向いている。 ・ 一度チーム内でコンフリクトが起きた場合は対面で解消した方が良い。 ・ 対面会議は早急に判断が必要なものに向いている。 ・ メタバース会議は、普段意見を言わないメンバーの声を拾うのに向いていると感じる。
その他	・ 会議時間については、ビデオ会議の方が対面より短い印象がある。 ・ ビデオ会議のメリットはオンラインホワイトボードなどのツールを併用できる点である。 ・ 対面会議ではどのように進行するか自由度が高く、ファシリテータが果たす役割が大きくなる。 ・ ハイブリッド形式の会議の場合、オンライン参加者の発言数が明らかに少ない。また、発言しづらいつと感じる。 ・ ビデオ会議では参加者が多くなると参加者の積極性が薄まる。

6.3 妥当性確認の結果と考察

妥当性確認の結果、本研究で得られた知見には一定の妥当性があると判断する。一方で、今回得られた妥当性確認の結果には下記の限界が指摘できる。

1. 有効回答数

本研究では、主に母語が日本語で、企業・官庁・大学などの組織に所属し、会議に参加する者を対象としている。本アンケートで得られた有効回答数は62件であった。62件では母集団の特徴を十分反映しているとは言えない。

2. 参加者の国籍

1.と同様、本研究では母語が日本語の者のみを対象とした。バーバル・ノンバーバルコミュニケーションには国による文化的な背景が影響すると考えられる。国籍や言語をまたいで形成されるチームについては、本研究で得られた知見が有効か、妥当性を確認できていない。

3. 会議実施形態

本研究では、対面・ビデオ会議・メタバース環境で実施された実験について妥当性確認を行った。しかし、実際の現場では対面で参加する者と、オンラインで参加する者が混在する「ハイブリッド形式」で実施される会議もある。ハイブリッド形式での会議についても本研究で得られた知見が有効か、妥当性を確認できていない。

4. 各環境の情報交換と情報統合を改善する方策の有効性

各環境の情報交換と情報統合を改善する方策について、一定の妥当性を持っていると確認できた。一方で、今回のアンケート結果からは、方策の実行可能性や、実際に有効性を持つか、妥当性は確認されていない。したがって、方策の実行可能性や有効性についてさらなる調査が必要である。

第7章 まとめ

本研究では、ノンバーバル・バーバルコミュニケーションでの情報交換と情報統合について、メタバース・ビデオ会議・対面の3環境において比較を行った。

ノンバーバルコミュニケーションでは市販のゲームを活用し、被験者がジェスチャで行う情報交換と情報統合について評価を実施した。情報発信ジェスチャと応答ジェスチャに分類し、メタバース環境・ビデオ会議環境・対面環境において、どのような違いが表れるのか分析を行った。

バーバルコミュニケーションではHidden Profile課題を利用した。被験者が情報を交換しなければ正答できない問題を作成し、問題について議論してもらった。被験者の発言内容を記録し、メタバース環境・ビデオ会議環境・対面環境において、情報交換と情報統合についてどのような違いが表れるのか分析を行った。

2つの実験から、対面環境では、ノンバーバル・バーバルコミュニケーション両方で、情報発信ジェスチャを行う時間が短くなり、バーバルコミュニケーションにおいて発言者が頻繁に交代した。対面環境では、議論参加者は物理的な場所を共有し、互いの表情や身体の動作を容易に把握できる。議論の参加者は互いの表情や身体の動作を手がかりにし、発言のタイミングや時間を容易に調整可能だったと考えられる。

ビデオ会議環境では、バーバルコミュニケーションにおいて発言者の発言が長くなり、連続して同じ話者が発言する傾向がみられた。ビデオ会議環境では、議論参加者は場所を共有せず、互いに存在感を感じにくいと考えられる。発言者が聞き手の存在感を感じなかった結果、発言者の発言時間が長くなったと考えられる。

メタバース環境では、ノンバーバルコミュニケーションにおいて情報発信ジェスチャを行う時間が長くなり、バーバルコミュニケーションにおいてあいづち発言の時間が短くなった。議論参加者は仮想的な場を共有するが、互いの表情を把握できないため、発言者の目や口の動きが把握できなくなり、発言の終了を予測しづらくなったと考えられる。一方、バーバルコミュニケーションでは無言時間が短くなった。互いに表情が把握できなくなり、発言しようとする者が他者の表情を気にせず話し出しやすかったと考えられる。

先行研究、本研究の実験結果および妥当性確認時に得られたアンケート結果をまとめると、メタバース環境・ビデオ会議環境・対面環境の使い分け方として、表 23の内容を導出できると考える。

表 23 コミュニケーション環境の使い分け方(筆者作成)

環境	利用が適している会議	利用が適していない会議
メタバース	メタバース環境では会議参加者の表情が見えず、対話時の精神的なストレスが低く、心理的負荷が低い[45]。また、実験 2 の結果より、メタバース環境では他の環境と比べ無言時間が短い。以上より、メタバース環境は対話時にストレスなく話し出しやすいと考えられる。年齢や職位などに差があつて、目下の者が話し出しづらい状況の会議に向いていると考えられる。	メタバース環境では会話相手の感情を読み違えるおそれがある[45]。また、実験 1 の結果より、メタバース環境では相手の表情が欠落し、聞き手が発言者の意図を理解しているかどうか、発言者は理解しづらい。したがって、ティーチングなど聞き手が理解しているか否かを聞き手の表情を含めて判断するような会議には向いていないと考えられる。
ビデオ会議	実験 2 の結果より、ビデオ会議環境では他の環境と比べて、発言時間が長くなった。また、6.2.4 の内容より、緊急性が低く、意見表明が必要でない会議は、ビデオ会議環境に向いていると考えられる。例えば、進捗報告・定例会議・スケジュール調整など、情報を交換できれば目的が達成できるような会議に向いていると考えられる。	実験 2 の結果より、ビデオ会議環境では他の環境と比べて、発言時間が長くなった。短時間に多くの情報を集める必要があるような会議、例えばキックオフミーティング・トラブルシューティングには向いていないと考えられる。
対面	実験 1 の結果より、対面環境では応答ジェスチャの頻度が多く、時間が長かった。また、実験 2 の結果より、対面環境では他の環境と比べて、発言者交代が多くなった。短時間に多くの情報を集め、参加者の反応が重要になる会議、例えばキックオフミーティング・トラブルシューティングに向いていると考えられる。	実験 1 の結果より、対面環境では応答ジェスチャの頻度が多く、時間が長かった。また、実験 2 の結果より、対面環境では他の環境と比べて、発言者交代が多くなった。参加者の多い会議では、発言者交代が多くなると 1 人あたりの参加者の発言機会が少なく・短くなると考えられる。前述の会議では、十分に情報交換・情報統合が進まないと考えられるため、向いていないと言える。

現状では、企業は入社機会を増やすなど、対面コミュニケーション重視の姿勢に回帰している。一方で、テレワークが定着した労働者にとっては、時間や場所などの働き方の選択肢が狭まってしまい、対面回帰の流れは、必ずしもすべての従業員から歓迎されているとは言えない。

本研究の貢献は下記3点に集約できると考える。

1. 情報交換と情報統合の観点から、メタバース環境・ビデオ会議環境・対面環境間の違いの一端を明らかにした。
2. メタバース環境・ビデオ会議環境・対面環境それぞれについて、利用が適している条件を導出できた。
3. オンラインコミュニケーションの情報交換と情報統合を改善しうる可能性を示した。

今後の課題としては、下記が挙げられる。

1. より現実の状況に近づけた実験の実施・検証

本研究では、被験者の事前知識や価値観が議論に及ぼす影響を排するため、ジェスチャで情報交換を行うゲームや、論理的に答えが1つに定まるゲームを実験の題材として選んだ。しかし、実験の状況は現実と乖離している点がある。例えば、実験では用いたゲームは殺人事件の推理を行うものであり、現実の会議の目的・内容に即しているとは言えない。また、実験2では互いに面識のない被験者を集めて実験を行った。被験者らに面識があった場合にも同様の実験結果が得られるのかは明らかではない。今後の検証において、より現実の状況に近い議題を用いた実験を行ったり、被験者らの関係性を変化させて本実験の再現性を確認したりするなどの追加検証を行う必要がある。

2. コミュニケーション環境の改善策についての検証

本研究では、コミュニケーション環境ごとに改善策を提示した。得られた改善策の一部については、「コミュニケーション環境によらず重要である」とする妥当性確認アンケートの自由記述回答を得た。各コミュニケーション環境の改善策について、他の環境にも適用可能か検証を行う必要がある。

3. コミュニケーション環境の使い分け方についての検証

本研究では、コミュニケーション環境の使い分け方について提示した。前述の使い分け方が有効であるか否かの検証が必要である。具体的には、表 23の内容に従って会議を運用した場合とそうでない場合とで、情報交換や統合に差が生じるかなどの検証を行う必要がある。

参考文献

- [1] 麻野耕司, *THE TEAM 5 つの法則*. 幻冬舎, 2019.
- [2] R. Misawa, ‘チームワークとその向上方策の概念整理’, *Conceptual Arrangement of Strategies for Enhancing Teamwork*, vol. 171, pp. 23–38, Jul. 2019.
- [3] R. Dhillon and Q. C. Nguyen, ‘Strategies to Respond to a VUCA World’, 2021, Accessed: Dec. 26, 2023. [Online]. Available: <http://lup.lub.lu.se/student-papers/record/9040634>
- [4] R. Van Noorden, ‘Global mobility: Science on the move’, *Nature*, vol. 490, no. 7420, Art. no. 7420, Oct. 2012, doi: 10.1038/490326a.
- [5] P. Maskell, H. Bathelt, and A. Malmberg, ‘Building global knowledge pipelines: The role of temporary clusters’, *European Planning Studies*, vol. 14, no. 8, pp. 997–1013, Sep. 2006, doi: 10.1080/09654310600852332.
- [6] 内閣府, ‘経済財政運営と改革の基本方針 2023 加速する新しい資本主義～未来への投資の拡大と構造的賃上げの実現～’, 経済財政運営と改革の基本方針 2023 - 内閣府. Accessed: Jan. 11, 2024. [Online]. Available: https://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/cabinet/honebuto/2023/2023_basicpolicies_ja.pdf
- [7] 内閣官房, ‘新しい資本主義のグランドデザインおよび実行計画 2023 改訂版’, スタートアップ育成ポータルサイト. Accessed: Jan. 11, 2024. [Online]. Available: https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/atarashii_sihonsyugi/pdf/ap2023.pdf
- [8] 内閣官房, ‘スタートアップ育成5か年計画’, スタートアップ育成ポータルサイト. Accessed: Jan. 11, 2024. [Online]. Available: https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/atarashii_sihonsyugi/pdf/sdfyplan2022.pdf
- [9] デジタル庁, ‘デジタル社会の実現に向けた重点計画’, デジタル社会の実現に向けた重点計画 | デジタル庁. [Online]. Available: https://www.digital.go.jp/assets/contents/node/basic_page/field_ref_resources/5ecac8cc-50f1-4168-b989-2bcaabffe870/b24ac613/20230609_policies_priority_outline_05.pdf
- [10] ‘産学官連携の実績: 文部科学省’, 文部科学省ホームページ. Accessed: Dec. 26, 2023. [Online]. Available: https://www.mext.go.jp/a_menu/shinkou/sangaku/sangakub.htm
- [11] 内閣官房 成長戦略会議事務局, ‘成長戦略フォローアップ’. Jun. 18, 2021. Accessed: Jan. 14, 2024. [Online]. Available: <https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/seicho/pdf/fu2021.pdf>
- [12] 内閣官房 成長戦略会議事務局, ‘成長戦略実行計画’. Jun. 18, 2021. Accessed: Jan. 14, 2024. [Online]. Available: <https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/seicho/pdf/ap2021.pdf>

- [13] 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構, ‘オープンイノベーション白書 第二版’, オープンイノベーション白書 | NEDO. Accessed: Jan. 11, 2024. [Online]. Available: <https://www.nedo.go.jp/content/100879992.pdf>
- [14] 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構, ‘オープンイノベーション白書 第三版’, オープンイノベーション白書 | NEDO. Accessed: Jan. 11, 2024. [Online]. Available: <https://www.nedo.go.jp/content/100918466.pdf>
- [15] 内閣官房, ‘デジタル田園都市国家構想総合戦略(2023 改訂版)’, デジタル田園都市国家構想実現会議 | 内閣官房ホームページ. Accessed: Jan. 11, 2024. [Online]. Available: https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/digital_denen/pdf/20231226honbun.pdf
- [16] ‘DX 推進指標のご案内 | 社会・産業のデジタル変革’, IPA 独立行政法人 情報処理推進機構. Accessed: Jan. 01, 2024. [Online]. Available: <https://www.ipa.go.jp/digital/dx-suishin/about.html>
- [17] W. L. Bedwell, J. L. Wildman, D. DiazGranados, M. Salazar, W. S. Kramer, and E. Salas, ‘Collaboration at work: An integrative multilevel conceptualization’, *Human Resource Management Review*, vol. 22, no. 2, pp. 128–145, Jun. 2012, doi: 10.1016/j.hrmr.2011.11.007.
- [18] J. E. Driskell, E. Salas, and T. Driskell, ‘Foundations of teamwork and collaboration’, *American Psychologist*, vol. 73, no. 4, pp. 334–348, May 2018, doi: 10.1037/amp0000241.
- [19] J. Mathieu, M. T. Maynard, T. Rapp, and L. Gilson, ‘Team Effectiveness 1997-2007: A Review of Recent Advancements and a Glimpse Into the Future’, *Journal of Management*, vol. 34, no. 3, pp. 410–476, Jun. 2008, doi: 10.1177/0149206308316061.
- [20] V. Rousseau, C. Aubé, and A. Savoie, ‘Teamwork Behaviors: A Review and an Integration of Frameworks’, *Small Group Research*, vol. 37, no. 5, pp. 540–570, Oct. 2006, doi: 10.1177/1046496406293125.
- [21] 中村雅章, ‘集団意思決定における電子コミュニケーションの効果性 (西郷幸盛先生退職記念号)’, 中京経営研究, vol. 12, no. 1, pp. 147–179, 2002.
- [22] N. C. Romano and J. F. Nunamaker, ‘Meeting analysis: findings from research and practice’, in *Proceedings of the 34th Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, Jan. 2001, p. 13 pp.-. doi: 10.1109/HICSS.2001.926253.
- [23] パーソルプロセス&テクノロジー株式会社, ‘会議における準備・作業時間の物理的負担は管理職が多い一方で、心的負担(ストレス)は一般社員の方が多くみられる結果に『社内会議・社内ミーティングに関する実態調査』’, パーソルプロセス&テクノロジー株式会社. Accessed: Jan. 01, 2024. [Online]. Available:

<https://www.persol-pt.co.jp/news/2023/03/29/7580/>

- [24] 杉原秀保, ‘ニューノーマル時代のチームビルディングに関する提言-1on1 による心理的安全性確保と組織生産性について-’, プロジェクトマネジメント研究報告, vol. 1, no. 1, pp. 63–67, 2021.
- [25] D. S. Sundaram and C. Webster, ‘The role of nonverbal communication in service encounters’, *Journal of Services Marketing*, vol. 14, no. 5, pp. 378–391, Jan. 2000, doi: 10.1108/08876040010341008.
- [26] 永田明徳, ‘顔とノンバーバルコミュニケーション’, *Journal of IEICE*, vol. 91, no. 2, pp. 142–146, Feb. 2008.
- [27] G. Stasser and S. Abele, ‘Collective choice, collaboration, and communication’, *Annual Review of Psychology*, vol. 71, pp. 589–612, 2020.
- [28] ジェームズ・スロウィツキー and 小高尚子, 「みんなの意見」は案外正しい. KADOKAWA, 2009.
- [29] T. Kameda, W. Toyokawa, and R. S. Tindale, ‘Information aggregation and collective intelligence beyond the wisdom of crowds’, *Nat Rev Psychol*, vol. 1, no. 6, Art. no. 6, Jun. 2022, doi: 10.1038/s44159-022-00054-y.
- [30] T. Simons, L. H. Pelled, and K. A. Smith, ‘Making Use of Difference: Diversity, Debate, and Decision Comprehensiveness in Top Management Teams’, *The Academy of Management Journal*, vol. 42, no. 6, pp. 662–673, 1999, doi: 10.2307/256987.
- [31] W. P. Van Ginkel and D. Van Knippenberg, ‘Group information elaboration and group decision making: the role of shared task representations’, *Organizational behavior and human decision processes*, vol. 105, no. 1, pp. 82–97, 2008.
- [32] D. Van Knippenberg, C. K. De Dreu, and A. C. Homan, ‘Work group diversity and group performance: an integrative model and research agenda.’, *Journal of applied psychology*, vol. 89, no. 6, p. 1008, 2004.
- [33] N. Mehta and A. Bharadwaj, ‘Knowledge Integration in Outsourced Software Development: The Role of Sentry and Guard Processes’, *Journal of Management Information Systems*, vol. 32, no. 1, pp. 82–115, 2015.
- [34] A. Mehta and N. Mehta, ‘Knowledge Integration and Team Effectiveness: A Team Goal Orientation Approach’, *Decision Sciences*, vol. 49, no. 3, pp. 445–486, Jun. 2018, doi: 10.1111/deci.12280.
- [35] D. Hamada, M. Nakayama, and J. Saiki, ‘Wisdom of crowds and collective decision-making in a survival situation with complex information integration’, *Cognitive Research: Principles and Implications*, vol. 5, no. 1, p. 48, Oct. 2020, doi: 10.1186/s41235-020-00248-z.
- [36] L. Yang *et al.*, ‘The effects of remote work on collaboration among information workers’, *Nat Hum Behav*, vol. 6, no. 1, Art. no. 1, Jan. 2022, doi: 10.1038/s41562-021-01196-4.
- [37] ‘1 つのプラットフォームでつながる’, Zoom. Accessed: Dec. 26, 2023. [Online]. Available:

- <https://us02web.zoom.us/>
- [38] ‘VRChat’, VRChat. Accessed: Dec. 26, 2023. [Online]. Available: <https://hello.vrchat.com>
 - [39] B. Kye, N. Han, E. Kim, Y. Park, and S. Jo, ‘Educational applications of metaverse: possibilities and limitations’, *J Educ Eval Health Prof*, vol. 18, p. 32, Dec. 2021, doi: 10.3352/jeehp.2021.18.32.
 - [40] Steam, ‘VRChat Steam Charts’, SteamDB. Accessed: Jun. 27, 2023. [Online]. Available: <https://steamdb.info/app/438100/charts/>
 - [41] United Nation, ‘UN launches COVID-19 plan that could “defeat the virus and build a better world” | UN News’. Accessed: Jun. 27, 2023. [Online]. Available: <https://news.un.org/en/story/2020/03/1060702>
 - [42] ‘総務省 | 令和 5 年版 情報通信白書 | テレワーク・オンライン会議’. Accessed: Dec. 26, 2023. [Online]. Available: <https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r05/html/nd24b220.html>
 - [43] 総務省情報流通行政局情報通信政策課情報通信経済室 and 株式会社エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所, ‘国内外における最新の情報通信技術の研究開発及びデジタル活用の動向に関する調査研究’. Mar. 2023. Accessed: Dec. 26, 2023. [Online]. Available: https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/linkdata/r05_03_houkoku.pdf
 - [44] 総務省 情報通信政策研究所 調査研究部, ‘Web3 時代に向けたメタバース等の利活用に関する研究会報告書’. Jul. 18, 2023. Accessed: Feb. 14, 2024. [Online]. Available: https://www.soumu.go.jp/main_content/000892205.pdf
 - [45] パーソル総合研究所 シンクタンク本部 and 玉川大学, ‘メタバース社会における対人インタラクション研究 (Phase1) アバターによるコミュニケーションの可能性に関する予備的実験報告書’, Nov. 2022, [Online]. Available: <https://rc.persol-group.co.jp/thinktank/assets/metaverse.pdf>
 - [46] J. E. Boland, P. Fonseca, I. Mermelstein, and M. Williamson, ‘Zoom disrupts the rhythm of conversation’, *Journal of Experimental Psychology: General*, vol. 151, no. 6, pp. 1272–1282, Jun. 2022, doi: 10.1037/xge0001150.
 - [47] Y. Lin, C. B. Frey, and L. Wu, ‘Remote collaboration fuses fewer breakthrough ideas’, *Nature*, vol. 623, no. 7989, Art. no. 7989, Nov. 2023, doi: 10.1038/s41586-023-06767-1.
 - [48] J. R. Mesmer-Magnus and L. A. DeChurch, ‘Information sharing and team performance: A meta-analysis.’, *Journal of Applied Psychology*, vol. 94, no. 2, pp. 535–546, 2009, doi: 10.1037/a0013773.
 - [49] 厚生労働省, ‘新型コロナウイルス感染症の5類感染症移行後の対応について’, 新型コロナウイルス感染症の5類感染症移行後の対応について | 厚生労働省. Accessed: Jan. 01, 2024. [Online]. Available:

<https://www.mhlw.go.jp/stf/corona5rui.html>

- [50] ニッセイ基礎研究所, ‘新型コロナ5類移行後の消費者行動(2)働き方編ー在宅勤務低頻度層で出社が増えるが、ビジネスチャットの毎日利用は2割へ’, ニッセイ基礎研究所. Accessed: Jan. 01, 2024. [Online]. Available: <https://www.nli-research.co.jp/report/detail/id=75468?pno=1>
- [51] C. Thorbecke, ‘Silicon Valley escalates the battle over returning to the office | CNN Business’, CNN. Accessed: Jan. 01, 2024. [Online]. Available: <https://www.cnn.com/2023/06/10/tech/silicon-valley-return-to-office-tensions/index.html>
- [52] ‘テレワークに関する意識調査 | 調査研究・提言活動’, 公益財団法人日本生産性本部. Accessed: Jan. 01, 2024. [Online]. Available: <https://www.jpc-net.jp/research/detail/006528.html>
- [53] S. Otsuka *et al.*, ‘A Cross-Sectional Study of the Mismatch Between Telecommuting Preference and Frequency Associated With Psychological Distress Among Japanese Workers in the COVID-19 Pandemic’, *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, vol. 63, no. 9, p. e636, Sep. 2021, doi: 10.1097/JOM.0000000000002318.
- [54] Co.,Ltd (C) Recruit Holdings, ‘集まる意味を問いなおすーリアル／リモートの二項対立を超えてー | Works Report | リクルートワークス研究所’. Accessed: Jan. 11, 2024. [Online]. Available: https://www.works-i.com/research/works-report/2022/gettogether_220720.html
- [55] L. Osler and D. Zahavi, ‘Sociality and Embodiment: Online Communication During and After Covid-19’, *Found Sci*, vol. 28, no. 4, pp. 1125–1142, Dec. 2023, doi: 10.1007/s10699-022-09861-1.
- [56] F. Bambaeroo and N. Shokrpour, ‘The impact of the teachers’ non-verbal communication on success in teaching’, *J Adv Med Educ Prof*, vol. 5, no. 2, pp. 51–59, Apr. 2017.
- [57] E. L. Wanko Keutchafo, J. Kerr, and M. A. Jarvis, ‘Evidence of nonverbal communication between nurses and older adults: a scoping review’, *BMC Nursing*, vol. 19, no. 1, p. 53, Jun. 2020, doi: 10.1186/s12912-020-00443-9.
- [58] R. M. Krauss, ‘Why Do We Gesture When We Speak?’, *Current Directions in Psychological Science*, vol. 7, no. 2, pp. 54–60, 1998.
- [59] V. Maquil, D. Anastasiou, H. Afkari, A. Coppens, J. Hermen, and L. Schwartz, ‘Establishing Awareness through Pointing Gestures during Collaborative Decision-Making in a Wall-Display Environment’, in *Extended Abstracts of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, Hamburg Germany: ACM, Apr. 2023, pp. 1–7. doi: 10.1145/3544549.3585830.

- [60] 齊賀弘泰, 角康之, and 西田豊明, ‘多人数会話におけるうなずきの会話制御機能の分類’, *平成 22 年度 情報処理学会関西支部支部大会講演論文集*, vol. 2010, 2010, Accessed: Jan. 13, 2024. [Online]. Available: https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/ej/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=70964&item_no=1&page_id=13&block_id=8
- [61] M. Andric, A. Solodkin, G. Buccino, S. Goldin-Meadow, G. Rizzolatti, and S. L. Small, ‘Brain function overlaps when people observe emblems, speech, and grasping’, *Neuropsychologia*, vol. 51, no. 8, pp. 1619–1629, Jul. 2013, doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2013.03.022.
- [62] Bailenson J. N., ‘Nonverbal Overload: A Theoretical Argument for the Causes of Zoom Fatigue’, *Technology, Mind, and Behavior*, vol. 2, no. 1, Feb. 2021, doi: 10.1037/tmb0000030.
- [63] Y. Li, J. Huang, F. Tian, H.-A. Wang, and G.-Z. Dai, ‘Gesture interaction in virtual reality’, *Virtual Reality & Intelligent Hardware*, vol. 1, no. 1, pp. 84–112, Feb. 2019, doi: 10.3724/SP.J.2096-5796.2018.0006.
- [64] D. Maloney, G. Freeman, and D. Y. Wohn, “‘Talking without a Voice’: Understanding Non-verbal Communication in Social Virtual Reality”, *Proc. ACM Hum.-Comput. Interact.*, vol. 4, no. CSCW2, pp. 1–25, Oct. 2020, doi: 10.1145/3415246.
- [65] 山崎聖子 and 蓮見孝, ‘異文化間におけるノンバーバルコミュニケーションの研究’, in *日本デザイン学会研究発表大会概要集 47*, 一般社団法人 日本デザイン学会, 2000, pp. 374–375. Accessed: Jan. 14, 2024. [Online]. Available: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jssd/47/0/47_374/_article/-char/ja/
- [66] J. A. Stoner, ‘Risky and cautious shifts in group decisions: The influence of widely held values’, *Journal of Experimental Social Psychology*, vol. 4, no. 4, pp. 442–459, 1968.
- [67] D. G. Myers and H. Lamm, ‘The group polarization phenomenon.’, *Psychological bulletin*, vol. 83, no. 4, p. 602, 1976.
- [68] R. Di Tella, R. H. Gálvez, and E. Schargrotsky, ‘Does Social Media cause Polarization? Evidence from access to Twitter Echo Chambers during the 2019 Argentine Presidential Debate’. in National Bureau of Economic Research Working Papers. National Bureau of Economic Research, Nov. 2021. doi: 10.3386/w29458.
- [69] M. Cinelli *et al.*, ‘Conspiracy theories and social media platforms’, *Current Opinion in Psychology*, vol. 47, p. 101407, Oct. 2022, doi: 10.1016/j.copsyc.2022.101407.
- [70] Robb A., ‘Pizzagate: Anatomy of a Fake News Scandal’, *Rolling Stone*. Accessed: Dec. 01, 2022. [Online]. Available: <https://www.rollingstone.com/feature/anatomy-of-a-fake-news-scandal-125877/>
- [71] D. W. Taylor, P. C. Berry, and C. H. Block, ‘Does Group Participation When Using Brainstorming Facilitate or

- Inhibit Creative Thinking?', *Administrative Science Quarterly*, vol. 3, no. 1, pp. 23–47, 1958, doi: 10.2307/2390603.
- [72] M. Diehl and W. Stroebe, 'Productivity loss in brainstorming groups: Toward the solution of a riddle.', *Journal of personality and social psychology*, vol. 53, no. 3, p. 497, 1987.
- [73] G. Stasser and W. Titus, 'Pooling of unshared information in group decision making: Biased information sampling during discussion.', *Journal of personality and social psychology*, vol. 48, no. 6, p. 1467, 1985.
- [74] Y. Xiao, H. Zhang, and T. M. Basadur, 'Does information sharing always improve team decision making? An examination of the hidden profile condition in new product development', *Journal of Business Research*, vol. 69, no. 2, pp. 587–595, Feb. 2016, doi: 10.1016/j.jbusres.2015.05.014.
- [75] J. E. McGrath, *Groups: Interaction and performance*, vol. 14. Prentice-Hall Englewood Cliffs, NJ, 1984. Accessed: Jan. 14, 2024. [Online]. Available: <http://users.ece.utexas.edu/~perry/education/382v-s08/papers/mcgrath84.pdf>
- [76] V. Wikström, S. Martikainen, M. Falcon, J. Ruistola, and K. Saarikivi, 'Collaborative block design task for assessing pair performance in virtual reality and reality', *Heliyon*, vol. 6, no. 9, p. e04823, Sep. 2020, doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e04823.
- [77] L. Lu, Y. C. Yuan, and P. McLeod, 'Twenty-Five Years of Hidden Profiles in Group Decision Making: A Meta-Analysis', *Personality and social psychology review: an official journal of the Society for Personality and Social Psychology, Inc*, vol. 16, pp. 54–75, Sep. 2011, doi: 10.1177/1088868311417243.
- [78] A. A. Javalagi, A. M. Harris-Watson, and L. A. DeChurch, 'Zooming in and Zoning out: Remote Deliberation Impairs Team Decision Quality', *Group & Organization Management*, p. 10596011231169590, 2023.
- [79] S. Schulz-Hardt, F. Brodbeck, A. Mojzisch, R. Kerschreiter, and D. Frey, 'Group Decision Making in Hidden Profile Situations: Dissent as a Facilitator for Decision Quality', *Journal of personality and social psychology*, vol. 91, pp. 1080–93, Jan. 2007, doi: 10.1037/0022-3514.91.6.1080.
- [80] T. Greitemeyer, S. Schulz-Hardt, F. Brodbeck, and D. Frey, 'Information Sampling and Group Decision Making: The Effects of an Advocacy Decision Procedure and Task Experience', *Journal of experimental psychology. Applied*, vol. 12, pp. 31–42, Mar. 2006, doi: 10.1037/1076-898X.12.1.31.
- [81] M. J. Burtscher and B. Meyer, 'Promoting good decisions: How regulatory focus affects group information processing and decision-making', *Group Processes & Intergroup Relations*, vol. 17, no. 5, pp. 663–681, 2014.
- [82] L. Scholten, D. van Knippenberg, B. A. Nijstad, and C. K. W. De Dreu, 'Motivated information processing and

- group decision-making: Effects of process accountability on information processing and decision quality’, *Journal of Experimental Social Psychology*, vol. 43, no. 4, pp. 539–552, Jul. 2007, doi: 10.1016/j.jesp.2006.05.010.
- [83] D. H. Nicholson, T. Hopthrow, G. R. de Moura, and G. A. Travaglino, “‘I’ve Just Been Pretending I Can See This Stuff!’: Group member voice in decision-making with a hidden profile’, *British Journal of Social Psychology*, vol. 60, no. 3, pp. 1096–1124, 2021, doi: 10.1111/bjso.12444.
- [84] T. Coffeng, E. F. Van Steenberghe, F. De Vries, and N. Ellemers, ‘Quality of group decisions by board members: a hidden-profile experiment’, *Management Decision*, vol. 59, no. 13, pp. 38–55, Jan. 2021, doi: 10.1108/MD-07-2020-0893.
- [85] 甲原定房 and 共通教育機構, ‘隠れたプロフィール型の問題解決課題の作成’, 山口県立大学学術情報, vol. 6, pp. 39–45, 2013.
- [86] 有馬淑子, ‘ネットワーク RPG による社会的共有認知研究 (1)’, 2009.
- [87] 有馬淑子, ‘ネットワーク RPG による社会的共有認知研究 (2)’, 2010.
- [88] S. Schulz-Hardt and A. Mojzisch, ‘How to achieve synergy in group decision making: Lessons to be learned from the hidden profile paradigm’, *European Review of Social Psychology*, vol. 23, pp. 305–343, Mar. 2012, doi: 10.1080/10463283.2012.744440.
- [89] I. Moser, S. Chiquet, S. K. Strahm, F. W. Mast, and P. Bergamin, ‘Group Decision-Making in Multi-User Immersive Virtual Reality’, *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, vol. 23, no. 12, pp. 846–853, Dec. 2020, doi: 10.1089/cyber.2020.0065.
- [90] C. C. Abt, *Serious games*. New York, Viking Press, 1970. Accessed: Jan. 13, 2024. [Online]. Available: <http://archive.org/details/seriousgames0000abtc>
- [91] P. A. Piccione, ‘The Egyptian game of senet and the migration of the soul’, *Ancient Board Games in Perspective*, pp. 54–63, 2007.
- [92] 佐々敬政 and 中島友樹, ‘体育科における「遊び」の定義と実践における有効性と可能性’, 2012, Accessed: Jan. 13, 2024. [Online]. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/70294254.pdf>
- [93] R. Smith, ‘The Long History of Gaming in Military Training’, *Simulation & Gaming*, vol. 41, no. 1, pp. 6–19, Feb. 2010, doi: 10.1177/1046878109334330.
- [94] C. O. Malavé and R. S. Figueiredo, ‘Practicing active and cooperative learning using live simulation games in the classroom’, in *International Conference on Engineering Education (ICEE 2002)*, 2002. Accessed: Jan. 13,

2024. [Online]. Available: <https://www.ineer.org/Events/ICEE2002/Proceedings/Papers/Index/O001-O006/O001.pdf>
- [95] P. Galović, D. Čišić, and D. Ogrizović, ‘The application of simulation in logistics’, in *2011 Proceedings of the 34th International Convention MIPRO*, May 2011, pp. 1402–1407. Accessed: Jan. 13, 2024. [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5967279>
- [96] T. Proctor, ‘Simulation in the office’, *Work Study*, vol. 46, no. 1, pp. 20–24, Jan. 1997, doi: 10.1108/00438029710155807.
- [97] C. S. Greenblat, *Designing games and simulations: an illustrated handbook*. Newbury Park, Calif.: Sage Publications, 1988. Accessed: Jan. 13, 2024. [Online]. Available: <http://archive.org/details/designinggamessi0000gree>
- [98] I. Mayer, D. van Dierendonck, T. van Ruijven, and I. Wenzler, ‘Stealth Assessment of Teams in a Digital Game Environment’, in *Games and Learning Alliance*, A. De Gloria, Ed., in Lecture Notes in Computer Science. Cham: Springer International Publishing, 2014, pp. 224–235. doi: 10.1007/978-3-319-12157-4_18.
- [99] R. Kochar *et al.*, ‘Mirrors in Smog City—A serious game to assess collaboration potential’, Accessed: Dec. 26, 2023. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Rafael-Bidarra/publication/374174462_Mirrors_in_Smog_City_-_A_serious_game_to_assess_collaboration_potential/links/6512d042f91ace386e6d3a43/Mirrors-in-Smog-City-A-serious-game-to-assess-collaboration-potential.pdf
- [100] 長坂邦仁, 佐藤浩輔, and 大沼進, ‘排出取引ゲームの開発 社会的ジレンマ状況における社会的現実感の共有化過程の観察ツールとして’, *シミュレーション&ゲーミング*, vol. 22, no. 1, pp. 122–136, 2012, doi: 10.32165/jasag.22.1_122.
- [101] S. Ohnuma and Y. Kitakaji, ‘Social Dilemma as a Device for Recognition of a Shared Goal: Development of “Consensus Building of Wind Farm Game”’, *Studies in Simulation and Gaming*, vol. 25, no. 2, pp. 107–113, 2017, doi: 10.32165/jasag.25.2_107.
- [102] W. F. Massy, ‘Virtual U: The University Simulation Game.’, ERIC, 1999. Accessed: Jan. 13, 2024. [Online]. Available: <https://eric.ed.gov/?id=ED450722>
- [103] 坂井裕紀, 藤本徹, and 向後千春, ‘メンタルヘルス教育ゲームが従業員の信頼に与える影響’, *日本デジタルゲーム学会 第8回年次大会予稿集*, pp. 116–119.
- [104] ‘ペジテの自転車 | システムデザイン研究所 | 株式会社レヴィイ’. Accessed: Dec. 26, 2023. [Online].

Available: <https://levii.co.jp/lab/pejite/>

- [105] 金泉則天 and 伊藤毅志, ‘人狼における熟達者の思考過程’, 人工知能学会全国大会論文集, vol. JSAI2022, p. 4I3OS26b02-4I3OS26b02, 2022, doi: 10.11517/pjsai.JSAI2022.0_4I3OS26b02.
- [106] D. Williams, N. Ducheneaut, L. Xiong, Y. Zhang, N. Yee, and E. Nickell, ‘From Tree House to Barracks: The Social Life of Guilds in World of Warcraft’, *Games and Culture*, vol. 1, no. 4, pp. 338–361, Oct. 2006, doi: 10.1177/1555412006292616.
- [107] 藤本徹, シリアスゲーム: 教育・社会に役立つデジタルゲーム. 東京電機大学出版局, 2007.
- [108] 井上明人, ゲーミフィケーション ―<ゲーム>がビジネスを変える. NHK 出版, 2012.
- [109] 市村哲, 矢澤崇史, 戸丸慎也, and 渡邊宏優, ‘家事をゲーミフィケーション化する試み~ 掃除への適用~, マルチメディア, 分散協調とモバイルシンポジウム 2014 論文集, vol. 2014, pp. 1285–1290, 2014.
- [110] O. Irmade and N. Anisa, ‘Research trends of serious games: bibliometric analysis’, in *Journal of Physics: Conference Series*, IOP Publishing, 2021, p. 012036. Accessed: Dec. 28, 2023. [Online]. Available: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1842/1/012036/meta>
- [111] 上原一紀, 飯島玲生, and 石神康秀, ボードゲームが人を変える、まちを変える: シリアスゲームの活用とつくり方. 公職研, 2023.
- [112] 大矢薫, ‘社会人基礎力育成のための「マードーミステリー」の可能性に関する予備的調査’, 新潟リハビリテーション大学紀要, vol. 11, no. 1, pp. 54–58, 2023.
- [113] 大澤靖彦 and 田上不二夫, ‘対人関係ゲームの動向と展望’, 東京福祉大学・大学院紀要, vol. 6, no. 1, pp. 87–107, 2015.
- [114] G. Stasser and D. Stewart, ‘Discovery of hidden profiles by decision-making groups: Solving a problem versus making a judgment.’, *Journal of personality and social psychology*, vol. 63, no. 3, p. 426, 1992.
- [115] Nürnberger-Spielkarten-Verlag GmbH, ‘THE MIND - DAS ORIGINAL’, NSV-Spiele – weil es einfach Spaß macht. Accessed: Jun. 28, 2023. [Online]. Available: <https://nsv-spiele.de/the-mind-das-original/>
- [116] ‘NARABI / 並び’, ANALOG GAME INDEX. Accessed: Jan. 13, 2024. [Online]. Available: <https://hobbyjapan.games/narabi/>
- [117] ‘『はあって言うゲーム』特設ページ | 幻冬舎’. Accessed: Jan. 13, 2024. [Online]. Available: <https://www.gentosha.co.jp/s/haa-game/>
- [118] ‘グローバル クロスプラットフォーム リアルタイムゲーム開発 | Photon Engine’. Accessed: Dec. 29, 2023. [Online]. Available: <https://www.photonengine.com/ja-JP/>

- [119] ‘3D WebView for Android (Web Browser) | GUI Tools | Unity Asset Store’. Accessed: Dec. 29, 2023. [Online]. Available: <https://assetstore.unity.com/packages/tools/gui/3d-webview-for-android-web-browser-137030>
- [120] ‘Meta Quest 2: 没入感のあるオールインワンの VR ヘッドセット | Meta Store’. Accessed: Jan. 13, 2024. [Online]. Available: <https://www.meta.com/jp/quest/products/quest-2/>
- [121] ‘Integrate a character creator into your game in days - Ready Player Me’. Accessed: Dec. 26, 2023. [Online]. Available: <https://readyplayer.me/>
- [122] M. Gonzalez-Franco, A. Steed, S. Hoogendyk, and E. Ofek, ‘Using facial animation to increase the enfacement illusion and avatar self-identification’, *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, vol. 26, no. 5, pp. 2023–2029, 2020.
- [123] 中野有紀子, 大山真央, 二瓶英巳雄, 東中竜一郎, and 石井亮, ‘性格特性を表現するエージェントジェスチャの生成’, *ヒューマンインタフェース学会論文誌*, vol. 23, no. 2, pp. 153–164, 2021.
- [124] ‘Group SNE | 製品情報 | 紫乃淵リライト’. Accessed: Jan. 13, 2024. [Online]. Available: <http://www.groupsne.co.jp/products/bg/mmm/mmm02.html>
- [125] M. Scannell, *The Big Book of Conflict Resolution Games: Quick, Effective Activities to Improve Communication, Trust and Empathy*, Illustrated 版. New York: McGraw-Hill, 2010.
- [126] ‘4 人の容疑者～湯けむりに消えた謎’, *テンデイズゲームズ -TendaysGames-*. Accessed: Jan. 13, 2024. [Online]. Available: <https://tendaysgames.shop?pid=130443331>
- [127] T. Li, K. Luther, and C. North, ‘CrowdIA: Solving Mysteries with Crowdsourced Sensemaking’, *Proc. ACM Hum.-Comput. Interact.*, vol. 2, no. CSCW, pp. 1–29, Nov. 2018, doi: 10.1145/3274374.
- [128] K. A. Jehn and P. P. Shah, ‘Interpersonal relationships and task performance: An examination of mediation processes in friendship and acquaintance groups.’, *Journal of personality and social psychology*, vol. 72, no. 4, p. 775, 1997.
- [129] 栗田孝昭, ‘音声遅延と映像遅延が通信品質に及ぼす影響 (< 小特集> 音と映像の相互作用)’, *日本音響学会誌*, vol. 52, no. 1, pp. 57–62, 1995.
- [130] ‘Introducing Whisper’. Accessed: Nov. 27, 2023. [Online]. Available: <https://openai.com/research/whisper>
- [131] A. Quesada and A. Ari, ‘Optimization of information sharing in entrepreneurial heterogeneous teams’, 2020, Accessed: Jan. 12, 2024. [Online]. Available: <https://lup.lub.lu.se/student-papers/record/9014207/file/9017989.pdf>
- [132] 豊田薫, 宮越喜浩, 山西良典, and 加藤昇平, ‘発話状態時間長に着目した対話雰囲気推定’, *人工知能学*

- 会論文誌, vol. 27, no. 2, pp. 16–21, 2012.
- [133] 守屋悠里英, 田中貴紘, 宮島俊光, and 藤田欣也, ‘ボイスチャット中の音声情報に基づく会話活性度推定方法の検討’, *ヒューマンインタフェース学会論文誌*, vol. 14, no. 3, pp. 283–292, 2012.
- [134] 根本啓一, 高橋正道, 林直樹, and 堀田竜士, ‘ワールドカフェ型のダイアログにおけるターンテイキング構造と参加者の理解度の関係性の分析’, *研究報告情報セキュリティ心理学とトラスト (SPT)*, vol. 2012, no. 20, pp. 1–8, 2012.
- [135] 泉子・K・メイナード, *会話分析 (日英語対照研究シリーズ 2)*, vol. 2. in *日英語対照研究シリーズ*, vol. 2. くろしお出版. [Online]. Available: <https://elib.maruzen.co.jp/elib/html/BookDetail/Id/3000005684/>
- [136] 吉田悦子, ‘聞き手行動としての日本語あいづち表現の分析: 転記情報とコーディングによる発話連鎖パターンの認定’, *日本語学コーパスワークショップ第3回大会予稿集*, pp. 435–440, 2013.
- [137] 村田晶子 and ムラタアキコ, ‘学習者のあいづちの機能分析:「聞いている」という信号, 感情・態度の表示, そして turn-taking に至るまで’, *世界の日本語教育. 日本語教育論集*, vol. 10, pp. 241–260, 2000.
- [138] 大森晃 and 土井晃一, ‘あいづちが発想数に与える影響—その実験と分析—’, *認知科学*, vol. 7, no. 4, pp. 292–302, 2000.
- [139] 李舜炯, ‘対人関係によるあいづち表現の使用傾向の違い: シラバス構築の一助として’, *日本語研究*, no. 35, pp. 179–192, 2015.
- [140] 岡登洋平, 加藤佳司, 山本幹雄, and 板橋秀一, ‘韻律情報を用いた相槌の挿入’, *情報処理学会論文誌*, vol. 40, no. 2, pp. 469–478, 1999.
- [141] 大浜るい子, ‘相づち使用と対人関係’. 広島大学大学院教育学研究科日本語教育学講座, Mar. 2002. doi: 10.15027/25083.
- [142] Y. Den, N. Yoshida, K. Takanashi, and H. Koiso, ‘Annotation of japanese response tokens and preliminary analysis on their distribution in three-party conversations’, in *2011 International Conference on Speech Database and Assessments (Oriental COCOSDA)*, Oct. 2011, pp. 168–173. doi: 10.1109/ICSDA.2011.6086001.
- [143] 柏野和佳子, ‘『日本語日常会話コーパス』 モニター公開版に見られる感動詞以外の応答表現’, in *言語資源活用ワークショップ発表論文集= Proceedings of Language Resources Workshop*, 国立国語研究所, 2020, pp. 331–347. Accessed: Jan. 16, 2024. [Online]. Available: https://scholar.archive.org/work/4cmkicfyrlrbffbmoxzl2xmgwry/access/wayback/https://repository.ninjal.ac.jp/?action=repository_action_common_download&item_id=3189&item_no=1&attribute_id=48&file_no=1
- [144] F. Steinicke, N. Lehmann-Willenbrock, and A. L. Meinecke, ‘A First Pilot Study to Compare Virtual Group

- Meetings using Video Conferences and (Immersive) Virtual Reality’, in *Symposium on Spatial User Interaction*, Virtual Event Canada: ACM, Oct. 2020, pp. 1–2. doi: 10.1145/3385959.3422699.
- [145] D. H. McFarland, ‘Respiratory Markers of Conversational Interaction’, *J Speech Lang Hear Res*, vol. 44, no. 1, pp. 128–143, Feb. 2001, doi: 10.1044/1092-4388(2001/012).
- [146] J. M. Basch, K. G. Melchers, A. Kurz, M. Krieger, and L. Miller, ‘It Takes More Than a Good Camera: Which Factors Contribute to Differences Between Face-to-Face Interviews and Videoconference Interviews Regarding Performance Ratings and Interviewee Perceptions?’, *J Bus Psychol*, vol. 36, no. 5, pp. 921–940, Oct. 2021, doi: 10.1007/s10869-020-09714-3.
- [147] K. Jokinen, M. Nishida, and S. Yamamoto, ‘On Eye-gaze and Turn-taking’, *International Conference on Intelligent User Interfaces, Proceedings IUI*, Feb. 2010, doi: 10.1145/2002333.2002352.
- [148] S. K. Maynard, ‘Interactional functions of a nonverbal sign Head movement in japanese dyadic casual conversation’, *Journal of Pragmatics*, vol. 11, no. 5, pp. 589–606, Oct. 1987, doi: 10.1016/0378-2166(87)90181-0.
- [149] ‘第 13 回 働く人の意識調査 | 調査研究・提言活動’, 公益財団法人日本生産性本部. Accessed: Jan. 08, 2024. [Online]. Available: <https://www.jpc-net.jp/research/detail/006527.html>
- [150] ‘学術調査「テレワークによる社内コミュニケーションの変化」結果(速報)報告書 掲載のお知らせ | 筑波大学大学院 人間総合科学学術院 人間総合科学研究群 カウンセリング学位プログラム (博士前期課程)／カウンセリング科学学位プログラム (博士後期課程)’. Accessed: Jan. 08, 2024. [Online]. Available: <https://www.human.tsukuba.ac.jp/counseling/center/teleworksurveyreport/>

謝辞

本研究の実施および論文の執筆にあたり、多くの方々からご支援を承りました。

慶應義塾大学大学院 システムデザイン・マネジメント研究科教授 小木 哲朗先生には、主査として本論文の執筆に至るまで多大なるご指導とご鞭撻をいただき、心より感謝を申し上げます。テーマを固められずに苦勞していた折、辛抱強く相談に乗っていただいたり、オランダ留学中でも個別に研究相談の時間を割いていただいたお陰で、修士研究をまとめることができたと考えております。また、苦勞もありましたが、国際学会での発表を勧めていただいたこと、誠に感謝しております。発表の機会をいただいたお陰で、本研究をどうすれば他人に興味を持ってもらえるのか、今後どのような追加検証が必要なのかといった、研究を進めるうえで欠かせない視点を持つことができました。

副査を担当していただいた五百木 誠先生には、ご多忙中にも関わらず、時間をかけて細かい部分までご指導を賜りました。自身の課題意識と社会との結節点について気づくことができ、今後本研究をどのように社会の役に立てていけばよいか明確になりました。この場を借りまして心より感謝を申し上げます。

デルフト工科大学(Faculty of Technology, Policy and Management, Delft University of Technology)への留学をサポートしていただいた慶應義塾大学大学院 システムデザイン・マネジメント研究科の学生部の皆様、当麻 哲哉先生、春山 真一郎先生、神武 直彦先生、山形 与志樹先生に深く御礼申し上げます。皆様の手厚いご支援のお陰で、デルフト工科大学で心置きなく勉学に集中することができました。留学先にてシリアスゲームという本研究の核となるアイデアに出会えたことも、皆様のサポートなくてはあり得なかったことと存じます。また、デルフト工科大学現地の国際課担当Toke Hoek様、Charlotte Oosterom様には、履修やCertification関連の相談に快く応じていただき、大変助かりました。留学先で共に学んだ学生の皆様に快く受け入れていただいたこと、この先忘れることはないでしょう。

小木研究室関係者の方々には、日ごろのゼミや個別ご指導で、大変お世話になり有難うございました。特に、実験の実施にあたっては、忙しい中日程を調整して実験に参加いただきましたこと、厚く御礼を申し上げます。

Miyakoda guitar school代表の都田 康将様には、実験協力をご快諾いただきました。普段の演奏・音楽理論指導に加え、本研究にもご協力頂けたこと、大変うれしく思います。今後ともご指

導のほど何卒よろしくお願いいたします。また、Miyakoda guitar schoolの講師・生徒様方にもご協力いただき、大変感謝しております。

東京ミッドタウン・デザイン部の「折詰め会」メンバーの方々におきましては、本研究にご興味を示していただき、また実験に協力いただきまして誠にありがとうございます。会の主旨とは異なる内容にも関わらず、私の研究について関心を持っていただいたこと、まことに嬉しく思います。

「学問バー Kisi」様、ならびに「学問バー Kisi」に訪問いただいた皆様におきましては、本研究の具体化や応用可能性について共に議論する機会を頂き、大変勉強になりました。皆様と話し合った内容を研究としてまとめられて幸いです。皆様と再び本研究について議論できることを楽しみにしております。

レヴィ株式会社様一同におきましては、「ペジテの自転車」を試遊させていただき、大変勉強になりました。皆様とゲームに関する議論を行えたことは、非常に貴重な機会でした。誠にありがとうございます。

東京大学大学院 情報学環・学際情報学府 藤本 徹先生、ならびにLudix Labの皆さまにおきましては、学外の者にも関わらず私の進学相談に乗って頂き、またゲーム研究に関するアドバイスを授けていただき、大変感謝しております。

JELLY JELLY STORE 池袋店のスタッフ様一同には、本研究で参考となりそうなゲームをいくつもご紹介頂きました。数えきれないほど多くのゲームから、ピンポイントで私の要望通りのゲームを探していただき、ゲームへの知識量に脱帽いたしました。お忙しい中、親身にご対応いただきまして誠にありがとうございました。

阿久津 未萌様には、公私ともにパートナーとして支えていただきました。SDMに入学してから数えきれないほどの挫折と不安を乗り越えられたのも、留学の覚悟が決まったのも、本研究をまとめきれたのも、ひとえに阿久津 未萌様のお陰です。言葉だけでは到底感謝を表現しきれませんが、本当にありがとうございました。

その他、実験やインタビューにご協力頂いた皆様、本研究に興味を持っていただけたすべての方に厚く御礼申し上げます。ただ1人でも皆様との出会いが欠けていたら、本研究を完遂することはできませんでした。本研究の成果は、皆様の温かい気持ちと、何かを知りたい、明らかにしたい、体験してみたいという好奇心の結晶であると確信しております。

最後に、慶應義塾大学大学院SDM研究科2022年春入学同期の皆さまと一っしょに2年間を乗り越えられたことを誇りに思います。皆さまに心より感謝申し上げます。

第8章 付録

8.1 実験 2、被験者に提示した情報

下記に被験者に提示した情報を掲載する。

20XX年9月13日、新宿で殺人事件が起きました。事件概要は下記のとおりです。

被害者	K(男性、自営業)
犯行現場	被害者 K の自室兼事務所。新宿駅から徒歩 10 分(どの改札口からも同じ所要時間)のマンションの一室。ドアは施錠されていなかった。部屋は荒らされた形跡がなく、盗み目的の犯行ではなさそう。
死因	心臓を正面から刃物で突かれたことによる刺傷、即死だと思われる。
凶器	ナイフのような刃物。現場、および現場周辺から凶器は発見されず。ゴミ収集・清掃事業者からも怪しいものの報告はない。警察は犯人が持ち去ったとみて目下捜索中。
遺体の状況	うつ伏せに倒れていた。死後、特に動かされたような形跡はない。
死亡推定時刻	午後 8 時～午後 10 時

容疑者はB,M,Eの3人です。被害者Kと容疑者B,M,Eとは仕事上取引があり、B,M,Eは被害者Kの自宅兼事務所を訪問することがよくありました。

B,M,Eについての情報をよく読み、犯人として最も疑わしい人から順に1,2,3番の番号をつけてください。決定は全会一致である必要があります。

尚、下記は前提としてください。

- ①死因や死亡推定時刻などの正確な情報は警察関係者(と、本実験参加者)しか知らない
- ②特に記述のない場合は電車・自動車道などのトラブルはないと考えてよい
- ③容疑者は偽証する可能性があるが、その他の目撃証言などの情報は真実である

8.2 実験 2、事後テストの内容

実験2で用いた事後テストの内容を記載する。

設問内容
以下の容疑者のうち、 犯行日に被害者 K のマンションを訪れることのできた人物をすべて選んでください。
以下の容疑者のうち、 犯行日に犯行現場の部屋に入った可能性のある人物をすべて選んでください。
以下の容疑者のうち、被害者 K の遺体を見た可能性のある人物をすべて選んでください。
以下の容疑者のうち、被害者 K が死亡した時間に現場「以外」の場所にいた可能性のある人物をすべて選んでください。
以下の容疑者のうち、被害者 K が死亡した時間に刃物が手元にあった可能性のある人物をすべて選んでください。
以下の容疑者のうち、被害者 K の死因を知っていた可能性のある人物をすべて選んでください。
以下の容疑者のうち、犯行に使える時間が最も長いと思われる人物をひとり選んでください。
以下の容疑者のうち、「凶器となった刃物」を処分した可能性が「最も高いと思われる人物」をひとり選んでください。
以下の容疑者のうち、被害者 K が亡くなることで経済的な利得が「最も高いと思われる人物」をひとり選んでください。
被害者 K が死亡した時刻として、最も可能性の高い時間帯を 1 つ選択してください。

8.3 実験 2、被験者らの会話例

下記に、被験者らの会話例を記述する。「X」「Y」「Z」は被験者を区別する記号であり、記号「:」の右側が各被験者の発言である。

Y: 僕はBさん、Bさんが一番怪しいんじゃないかと思いました。

Z: うん

Z: はい。

Y: なんか、理由としては

Y: えー、

Y: B、僕の資料では、Bさんの指紋が、犯罪現場のドアノブに発見されていた、っていうところがあります。

Z:うん

Z:うん

Z:はい。

Y:で、かつ、Bさんが所有している車から、ナイフが発見された

Z:うん

X:はい

Y:っていうところがあります。

Z:はい、同じです。

Y:で、いろいろと、あの、証言としては、Bさんは、被害者との関係は良好であった。

Z:はい

Z:うん

Y:最近は自宅に行ってません、とはあるんですけど

Z:うん

Y:証言は嘘の、偽証の可能性もある

Z:うん

Y:ので、まあ、信じられないかもしれないと思って、まずはBさんなんじゃないか、と思ってます、一番怪しい人。

Z:はい

X:はい。

Y:いったん、以上です。

Z:はい。

Z:あ、じゃあ、僕、僕もいきますね、はい

X:お願いします

Y:はい

Z:えっと、ぼ、僕も、えっと、一応、自分の順位では、Bさんを怪しい、としています。

Y:うん、うん

Z:えっと、根拠は、なんか、だいぶ一緒に、僕の資料でも、まあ、ドアノブのことと、ナイフを持ってたって話が載ってました。

Y:うん

Z:その他の二人に関しては、えっと、Mさんは、なんか、だいぶ素行が悪い人だ、っていうことが、だいたい書いてあって

Y:うん、うん

Z:Eさんは、えっと、まあ、相続権を持ってた、って意味での、財産を理由とした動機があるかもしれない、ってことが書いてあるんですけど

Y:うーん

Y:あ、へえ

Z:ただ、まあ、動機とか素行とかはともかく、ナイフを持ってた、ドアノブに指紋があったっていうのが、まあ、結構重たいなって思った感じです、はい

Y:うん、うん

Y:ありがとうございます、あ、そう、そうなんですね。なんか、あの

Z:はい

Z:はい

Y:E、Eさんか、Eさんの情報で、その、財産の相続的な

Z:うん

Z:相続、相続権、はい

Y:相続か、権利があるっていう情報がこっちにはなかったんですけど

Z:うん、うん

Y:Eさんのお金関係の情報でいうと、今、いくつかの消費者金融から借金をしているってところと

Z:うん

Z:うん、うん

Z:ふうん

Y:周囲の人間に、お金の無心、無心をしていました、っていう記述があるんですけど

Z:うーん

Y:結構お金困っていて、かつ相続する権利があるってところが、なるほど、って、ちょっと怪しいかも、って思いました。

Z:うん、うん

Z:うーん

Z:なるほど。

X:うん、うん

X:じゃあ、あの、えっと、自分の方ですね

Z:はい

X:私もBさんが一番怪しいかなと思っていて

Z:はい

Y:はい

Y:Bさん

Y:うん

Z:うん

X:まあ、ドアノブと、それからナイフの話と

X:ええ

X:そうですね、あとは

X:職場から現場まで電車で40分、車で70分くらい

Y:ふうん

Z:ふうん

X:かかりますという情報も

X:あり、えっと、という情報がありました

Y:へえ

Y:うん、うん

X:で、次に怪しいのがMさんかな、ということで

Y:うん

Y:うん

Z:うん

X:Mさんは、えー、に関して言うと、被害者Kは

Z:うん

X:Mさんの不倫をネタに

X:Mを強請っていましたということとか、

Z:うん

X:それから、あとその、Mは、近所の人の話では

Z:うん、うん、うん

X:Kの自宅をしばしば訪ねていて

X:事件当夜も、9時半以降

X:取り乱した様子でKさんの部屋から出ていくところを見ましたよと

Y:うん、うん

Z:うん

X:で、Mさんの交付ICカードの記録によると

Y:うん

X:9時32分に新宿駅東出口を出たという記録がある

X:ということもあり

Z:へえ

Y:ふうん

Z:そうなんですね

Y:ああ

Y:その認識はなかったです、そうなんだ

X:ええ

X:2番目に怪しいかなと思いました、はい。

Y:うん、うん

Z:うん、うん、うん

Y:あ、すいません、ちょっといいですか。

Z:はい

Y:あの、さっきの証言で、なんか、Kさんと不倫云々という情報が、ちょっと聞こえにくかったんですけど、もう一回いいですか、すいません。

Z:うん

Z:うん

X:あ、はい、えっと

X:Mさんは不倫をしてたんですが

Y:うん

X:被害者Kは、それをネタに、Mさんを強請っていました

Y:うん

Y:ああ、はい、はい

Z:おお

X:ということらしいです、はい。

Y:ありがとうございます、はい

Z:あ、僕、僕も、もう一個、ちょっと、聞こえづらかったところ、教えてください、あの、現場まで70分みたいなのは、どこからどこが、ですか。

X:あ、えっと

Z:はい

X:Bさんの職場から犯行現場までは、中央線で40分、車で、自動車で70分かかるそうです。

Z:あ、B、Bさんか、はい

Z:ふうん

Y:ふうん

Z:ほお

Z:一応なんか、私が持っている情報ですと、中央線は事件当日、午後8時半から、まあ、約1時間、9時半くらいまで、運転を停止してました、という事実があるそうです。

X:はい

Y:ふうん

X:なるほど

Y:運転停止

Y:なるほど。

X:なるほど、なるほど

Z:で、あ、あとは、そうすね、知っているのっていうと、まあ、その、同じ事件当日の午後10時には、まあ、犯行現場の近くで

Y:うん、うん

Y:うん

Z:Mは職務質問を受けていますと。

Y:ふうん

Z:ただ、まあ、問題なかったんで解放されました。

Y:ふうん

Y:ふうん

X:ああ

Y:うん、うん

X:そうなんですね。

Z:えーと

Y:なるほど

Y:僕の資料だと、B、Bさんなんですけど

X:今の

Y:犯行当日、午後、午後9時まで仕事をしていました。

Z:うん

Y:同僚の証言、会社の勤怠記録により、裏付け取れています、というところがあるんですけど。

Z:へえ

X:うーん

Z:9時まで仕事をしていた。

Y:なんか

Y:Bさんの、その9時まで仕事をしているけど、中央線は止まっているから、車で行くとなると、70分ですかね。

Z:うん、うん

Z:うん、うん

Z:無理だ

Z:うーん

Y:なると、これが正しかつたら、9時、10時30分まで

Z:無理ですね、うーん

Z:うん

Y:あの、Kさんの家までかかるとすると

Z:うん

Y:死亡推定時刻は10時までなので、なんか、犯人じゃないかもって思えてきました。

Z:うん

Z:そうですね

X:そうですね。

Z:そうですね、うん

X:中央線も8時から9時半まで止まっていたので

Z:うん

Y:うん、うん

X:40分かかってことは一番早くても10時10分になりそうなんです。

Y:うん

Z:はい

Z:じゃあ、Bさんはないって感じですね、ああ

X:ちょっと

Y:うん

Y:なさそう

X:そうですね、アリバイがありますね。

Y:うん

Z:そういうことですね

X:うん

Z:ということは、アリバイが、えーと

Z:他の2人は何か情報ありますか、や、アリバイに関して、私の知っているのは、Eさんは8時から9時までは、新宿の駅ナカのレストランにいて、友達と食事してましたと。

Y:うん

Y:ふうん

Z:まあ、だから、9時までは、えー、現場近くの新宿駅に

Y:ふうん

Z:いましたと。

Z:Eさんですね。

X:うん、うん

Y:Eさん、そうか

Z:うん

X:なるほど、はい

Y:9時から新宿

Y:でもその後、歩いて10分でお家まで行けますもんね。

Z:うん、うん

Y:だから、怪しさはまだあるのか。

Z:そうですね、えっと。

Y:Eさん、怪しい気がする。

X:Eさんは、ちなみに

Z:ふか

Z:はい

Y:うん

X:被害者Kに警戒されずに家に出入りできていた、という情報もあります。

Z:へえ

Y:うーん

Y:なるほど。

Y:Eさん、Eさん、へえ

Y:あと何かあるかな。

Y:あつ

Z:いま、Mさんと、Eさん、なんですよ。だから、どっちかが不可能だったら話は早いんですけど。

Y:はい

Y:うん、うん

Y:うん、うん

X:そうですね。

Y:そうですね

Z:Mじゃないかもしれない

Y:僕の情報だと

Y:えっと、Mさん、Mさんのほうは、昔から片足が悪いそうで、3分歩くたびに5分の休憩をとっています、という証言というか事実があるそうです。

Z:うん

Z:うん

Z:へえ

X:ああ

Z:3分歩いて5分、なるほど、じゃあ遅いんだ

X:なって

Y:もし新宿駅からお家まで行こうと思ったら10分かかるので

Z:ああ

Y:15分休憩必要になってくるから

Z:うん

Z:うーん

Y:25分くらい新宿駅から、お家までかかってしまう

X:うん

Z:なるほど。

Y:っていうのはありそうです。

X:なるほど。

Z:なるほど。

X:午後

X:9時32分に新宿駅東口改札を出たという記録があるそうです。

Y:うん、うん

Y:なるほど。

Z:9時32分に出た、え、それM

Y:35分

Z:え、Mさんがですか？

X:それはMさんですね。

Y:M

Z:Mさんが9時35分に？

X:はい

Z:でもMさん

Z:あ、32分ですね、32分に

Y:32分

Z:あ、32分

X:はい、東口改札を出ているので

X:足が悪くて25分かかるんだとすると、9時57分に

Y:プラス25分

X:行けることにはなりますが。

Y:ふうん

Z:えっと、でも

Z:証言、近隣の人の証言で、Mさんは、事件当日、Kさんの部屋から出てくるところを、9時半、
あ、以降か

X:はい

Z:9時半以降に見かけられている

Y:ああ9時半以降か。

Z:以降ですね、そっか。

X:そうですね。

Z:じゃああり得る。

Y:3分間で。

X:あり得ますね

X:うん

Y:殺せれば行けるかな

Z:うーん

X:ギリギリ行けますね

Y:ギリギリ。

Z:いけますね

Y:うーん

X:なるほど。

Y:なんかあるかな。

Z:え、あと、なんだろう

X:そうですね。Mさんに関しては、私のところからの情報は、それだけです。

Y:うん、ありがとうございます

Z:E、Eさんは、なんかその、移動とか、時間に関する情報はありますか?その、8時から9時まで
レストランにいた、って以外は何かありますかね、Eさん。

Y:うーん

Y:僕の方はないですね。

Z:うーん、ないっすね

Y:時間は無いな

X:私のほうもないですね。

Y:他の情報は、かぶってるかもですけど。

Z:そっか

Y:えっと、Eさんは刃物の収集癖がある

Z:へえ

Y:けど、事件数日後、コレクションの一部をフリマサイトで処分しています。

Z:あら、そっか、そっか

Y:とのことです。

X:あ

X:あ、フリ、フリマですか?

Y:フリマサイト、はい。

Z:ふうん

X:あ、はい、フリマサイトで処分している、なるほど、おお

X:それは怪しいですね、ちょっと。

Y:うん

Z:うん

X:うん

Y:うーん

Y:どっちかな

X:私のところはEさんは、その

X:Kとは比較的仲が良く

X:警戒されずに家に出入りできたっていうのと、あとは

Z:うん

Y:うん

X:Eの証言では、Kは敵の多い奴だったよ、誰かに刺されても不思議じゃないね、っていう証言をしている、っていうのはあります。

Y:うん

Z:うん

Y:ふうん

Y:ふうん

Z:ああ、なんかでも

Y:そっか

Z:今、出てきている情報で、まあ、Eさんと、Mさんのうち、まあ、Mさんは結局

Z:足が悪くて、まあ、3分の度に4、5分休むってことは

Z:9時半以降、まあ、9時半以降、Kさんの家に出たと、まあ9時半に出たとしても

Y:うん、うん

Z:えっと、3分を3回やって、まだ1分足りないんで、えっと

Y:うん、うん

Y:うん

Z:えっと、4回やるってことは、まあ、さんし12足す、えっと、なんだ、5分休む、ごさん15だから

Y:うん

Z:間に合わないんじゃないですか、えっと。

X:うん

Y:うん、うん

X:ギリ、間に合わないんですかね。

Z:半から53分に間に合わなそうですね。

X:そんな気がしますね

X:うん

Y:うーん

X:間に合わなさそうですね。

Z:あれ、でも、でも、実際に出たってこととなったのか。

X:3分歩いたら5分休むでしたっけ。

Y:うーん

Z:3分歩いたら5分休む。

Y:えっと、はい、そうです。3分歩いたら5分休憩、休む。

X:あ、はい、なるほど

X:3分で5分、休憩か

Z:8分、8分、8分

Y:うーん

X:そうすると

Z:25分かかる。

X:25分でプラス1分ですよ、だから

X:26分かかるんですかね。

Y:ああ

X:もし、徒歩10分なら。

Y:15分休憩して

Y:10分歩いて

Z:25分でぴったりですかね。でも、え、9時半に

Z:出て。

X:9時32分ですね。

Z:9時

X:に、出ているから。

Y:32分

X:はい。

Z:あ、うん。

Y:3分歩いて5分休憩

Z:うん

Y:とすると

Y:32分に出発して

X:あ、そうか、25分か

X:そっか、そっか、そっか

Y:35分まで歩いて、40分まで休憩。

Y:43分まで歩いて、48分まで休憩。

Y:51分まで歩いて

Y:56分休憩。

Z:うん

Y:56分、57分めに着いてるのか。

Z:そうですね。

Y:57分にお家まで着いてる

Y:ですね。

Z:えっと、新宿駅に着いてるんですよね、あの、9時半に、Kさんの家を出てるんですよね。

Z:あ、まあ、9時半以降なんですけど、えっと。

Y:うん、うん

Z:殺されちゃったKさんの部屋から出てくるところを見られていて、

Y:うん

X:そうですね

Z:それが9時、9時半以降なんで、まあ、仮に最速の9時半だったとして、駅まで

X:そうですね

Z:たどり着けるのか、問題ですよね。

Y:うん

X:ああ

Y:うーん

Z:でも今の話だと、あれ?たどり着けない。

Z:そうか、証言がおかしいのか。

Y:うーん

Z:あれ、Mさん。

Z: 取り乱した様子で部屋から出ていくところを見ました。

Y: うーん

Z: 基本

X: でも、たどりつ、か、帰りですか、帰りっていうか。

Z: あー、そっか、そっか。

X: えーと

Z: だからごめんなさい、今の話は9時半以降だから

X: はい

Z: もう、そもそも

Z: え、9時

Y: うん

Z: 新宿駅9時50何分っていうのは、新宿駅に着いたんですか。

X: そうですね、ああ

Z: ああ、新宿駅に着いた、か

X: あ、9時32分に

X: 東口改札を出たという記録があるそうなので、

Z: ああ

Y: うん

X: そこから移動して

Z: うーん、あ、間に合うのか、ああ

Y: うん、うん

X: 57分に着いたという

Z: あ、なるほど

Y: ふうん

X: のが、はい。

X: なので

Y: うん

Z: ああ、一応、じゃあ、可能なんだ、32分

X: 可能

X:はい

X:可能性はあります。3分間。

Y:なるほど

Z:そうなんすね

Y:刃物関係の証言なんだっけ

Y:えっと

Y:ギリ間に合うとしたら

Z:うん

Y:うん、でも刃物に関連する情報が

Z:うん

Y:Eさんはある。

Z:うん

X:うん

Y:Bさん、Bさんもあるし、Eさんもあるんですけど、えっと

Z:うん

Z:そうですね。

Y:Mさん。

Z:うん

Y:Mさんは、僕は見つかってないです。

Z:ないですね

Y:暴力沙汰は、暴力性はある、とは、あるんですけど。

Y:うん、うん

Z:はい

Z:凶器が全然、そうですね

X:そう、そうですね

Z:そうですね、結局凶器がね。

Y:うん

Z:うん、しかも、足悪いし。

Y:うん

X: その

X: 部屋が荒らされた形跡とかがない、ということからすると

X: Eさんが自由に入れて、警戒されず家に入出入りできていたので

Z: うん

Z: うん

Z: うん

Y: うん

X: Eさんは

X: 若干、怪しいですよ。

Z: そうですね、私もEさんの方が怪しいかなって。

Y: うん、うん

Y: うん、僕もそう思います。借金もしてるし

X: うん

Z: うん

X: そうですね

Y: うん

Y: 相続税もらえるし、相続もらえるし。

X: ええ

X: うーん

Z: 足悪いと即死できるほど一気に、しかも正面からなので

Y: うん

X: はい

Z: 背後から殺すのも

Y: そうですよ

X: そうですよ

Z: ちょっと難しいんじゃないのかな

Y: うん、うん、うん、うん

X: うん

Y: OK。

Z:うん

X:そうすると、Eさんが一番怪しくて

Z:そうですね。

Y:うん

X:その次がMさんですか。

Y:Mさん。

Z:Mさんですね。

Y:うん、うん

Y:で、Bさん。

X:Bさん。

Z:Bさん

Z:うん、まあ、Bさん不可能と。

Y:お

X:お

Z:うん

Y:E、M、B。

X:うん

Y:OK

X:きまりですかね。

Y:きまり。

Z:そうな気がしますよね。

Y:すごい、時間、間に合いました。

8.4 妥当性確認に使用した設問

設問種別	設問
実験 1 と 実験 2 から得られた考察	メタバース会議では、議論参加者の表情や口元の動きを気にせず発言できる。そのため、発言のきっかけを作りやすい。一方、発言者の発言終了は予測しづらく、 あいづちを打った後、続けて話しづらい。 以上の考察は妥当だと思いますか？ ビデオ会議では、議論相手と空間を共有せず、発言者・聞き手は互いの存在を感じづらくなる。結果、発言者は意見を終わりまで言いやすくなる。一方、聞き手は発言者の発言途中で割り込みづらく、発言者が話し続けてしまう。 以上の考察は妥当だと思いますか？ 対面会議では、発言者は聞き手の位置や表情・口の動きなどの様子が把握でき、他人に発言を譲りやすい。しかし、意見が短時間に多く出やすいため、議論の場に出た情報をまとめづらい。 以上の考察は妥当だと思いますか？
各環境の 情報交換 と情報統 合を改善 する方策	メタバース会議を改善する策について[発言者は、聞き手に積極的に話を振って意見を聞き出す] は妥当だと思いますか？ メタバース会議を改善する策について[発言者は、発言の終了を「以上です」などと宣言する] は妥当だと思いますか？ メタバース会議を改善する策について[聞き手は、発言に対する応答で意見を言う] は妥当だと思いますか？ メタバース会議を改善する策について[聞き手は、表情の情報を補って同意・不同意の意図を明確にするために、大げさにうなずいたり、首を振ったりする] は妥当だと思いますか？ ビデオ会議を改善する策について[発言者は、要点をまとめてから話すなど発言が長くなりすぎないように意識する] は妥当だと思いますか？ ビデオ会議を改善する策について[発言者は、聞き手が言いたそうな様子が無いか気をつける] は妥当だと思いますか？ ビデオ会議を改善する策について[発言者は、言葉に加えジェスチャで発言の意図を補えるように、手もカメラに映るようにする] は妥当だと思いますか？ ビデオ会議を改善する策について[聞き手は、挙手などで発言者に対して意見があることを示す] は妥当だと思いますか？ ビデオ会議を改善する策について[定期的に発言者を交代するなどのルールを決める] は妥当だと思いますか？ 対面会議を改善する策について[定期的に場に出た意見や情報の重要度などを振り返り、意見や情報を整理する] は

	妥当だと思いますか？
各環境の 利用が適 している 状況	メタバース会議の利用が適している状況について、 「参加者が互いの表情を気にして話し出しづらいと考えられる場合、例えば相手の年齢や職位などに差があり、話すきっかけを作りづらいメンバーでの話し合いに向いている。」 以上の説明は妥当だと思いますか？
	ビデオ会議の利用が適している状況について、 「発言者に対する他の参加者からの割り込みが望ましくない場合、例えば個人の意見や情報を主張し、集約する話し合いに向いている。」 以上の説明は妥当だと思いますか？
	対面会議の利用が適している状況について、 「短時間に他の参加者が持つ情報を知る必要がある場合、例えばチーム形成期や、問題解決の初手に情報を収集する話し合いに向いている。」 以上の説明は妥当だと思いますか？