



# VR における個別環境介入を用いた会話参入補助

Facilitating Conversation Entry in VR Environments through Individualized Spatial Interventions

高柳綾香<sup>1)</sup>, 高下修聡<sup>1)</sup>, 櫻田国治<sup>1)</sup>, 齊藤寛人<sup>1)</sup>, 前川和純<sup>1)</sup>, 稲見昌彦<sup>1)</sup>

Ayaka TAKAYANAGI, Shuto TAKASHITA, Kuniharu SAKURADA, Hiroto SAITO, Azumi MAEKAWA,  
and Masahiko INAMI

1) 東京大学 先端研 (〒 153-8904 東京都目黒区駒場 4-6-1, ayaka.t@star.t.u-tokyo.ac.jp)

**概要:** コミュニケーションは内容予測や意図理解など高度な能力が求められる。その中でも特に会話参入は物理的障壁及び心理的障壁が大きく、前者は物理空間での解決が難しい。一方で VR 空間は物理空間では不可能な環境構築が可能であり、「1. 個人によって異なる知覚を与えても全体では意思疎通が可能である」、「2. 条件の変化により動的に空間を変化させられる」という特性を持つ。そこで本研究では、会話参入の物理的障壁を解決するべく VR 空間の特性を活用し、話者らと新規参入者の相対的位置を動的に編集し会話参入を補助するシステムを実装した。本発表では VR の特性を活かした会話参入補助のためのシステム構成、設計上の工夫、及び今後のシステム発展の方向について報告する。

**キーワード:** 会話参入, プロクセミクス, コミュニケーション, VR

## 1. 序論

会話コミュニケーションは内容の高度な予測能力や迅速な反応、相手の言語的/非言語的な意図の理解能力が求められる高度な営為である。その中でも会話参入は、話者同士の社会的関係性や会話内容、相対的位置関係など様々な要素がその難易度に影響を与えることが分かっている [1]。

会話参入に関する障壁は、大きく分けて物理的障壁と心理・社会的障壁の2つに分類できると考えられる。例えば、会話参入の物理的障壁に関わる対人間の空間的特性として F 陣形が知られている (図 1)。F 陣形とは、複数人で会話をするとときに話者によって自然に形成される円陣型の会話輪のことであり、円陣の内側 (O 空間) -円陣 (P 空間) -円陣の外側 (R 空間) という構成の中で R 空間が外部との緩衝の役割を持つ。新規話者が会話に入りたい場合は一定時間 R 空間にとどまってから P 空間に入らなければならないという制約があることが示唆されている [2]。心理・社会的障壁の例としては、自己効力感の低さや相手との社会的関係 (話した回数や社会的上下関係) が挙げられる [3, 4]。

本研究では、上記の障壁のうち、特に物理的障壁の緩和に注目し、バーチャルリアリティ (VR) 技術を活用した会話参入補助手法を提案する。VR 空間内では物理空間では不可能な様々な環境が実現可能であり、その特性を利用することで物理的障壁を克服できる可能性がある。例えば、VR 空間においてはアバターなどを用いることによる匿名性の向上やアバター位置・移動方法の柔軟性によって、物理空間よりも会話参入を促進するための工夫の余地がある [5]。

我々は特に、VR 空間で特別に設計可能な環境の特性として、以下の二点に注目する。

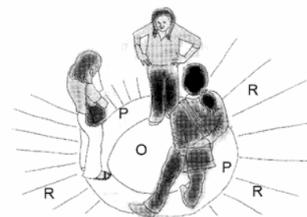


図 1: F 陣形における O 空間, P 空間, R 空間. 図は坊農 (2008) より引用

- 1. 個々人に与える空間についての知覚を異なるものにする
- 2. 動的に空間を変化させられる

前者に関して、上平らは個々人が存在する環境をユーザーに選択可能にしており、その能力が環境の自由な切り替えを促進させ発想力を高めることを示した [6]。また、Mutual human actuation では、個々が異なるゲーム内容をプレイしながら、プレイヤー間の物理的インタラクションを成立させている [7]。後者に関してはプレイヤーの生理状態やシチュエーションに応じて変化する環境が挙げられる。例えば EEG (脳波) を用いて内部/外部注意状態をリアルタイムで検出し、集中度に応じて VR 環境内の複雑さを調整することで作業メモリタスクのパフォーマンス向上と認知負荷の軽減を実現している例がある [8]。また、VeatherReflect ではストレスレベルに応じて VR 環境内の天気を変えることで、ユーザーの内省を促している [9]。これらの特性を活用し、会話陣形を編集することによって、会話参入に関する物理的障壁を克服できる可能性がある。

そこで本研究では、VR 環境におけるこれらの特性を活用し、会話に新たに参入するユーザが話者にとって不快感を与えることなくスムーズに参加できるよう、話者の配置を動的に編集するシステムを提案する。具体的には、会話参入者が既存の話者たちに近づいた際、その視界において話者らの陣形が会話参入者を受け入れるように変化する。これにより、会話参入者が感じる物理的・心理的な障壁の緩和が期待される。ただし、参入者が「近づく」だけで即座に陣形変化が生じると、実際に会話に参加しなかった場合でも、既存話者にとっては不要かつ急激な変化を強いることになりかねない。そこで本システムでは、既存話者の視界においては、会話参入者の接近に応じて段階的に陣形が変化するように設計した。この仕組みにより、参入者にとっては自然な会話参入が可能となり、話者側にとっても不要な変化や会話の妨害感が抑えられると考えられる。

本稿では、以上の提案に基づき、VR 環境において会話参入者と既存話者の空間を個別に編集することによって会話参入を補助するシステムの設計と現時点での実装について述べる。

## 2. 関連研究

### 2.1 会話参入支援の対象者

会話参入支援の主な対象者としては高齢者や発達障害の当事者が挙げられる。高齢者を対象としたものでは、社会的孤立を緩和すべく思い出の写真を VR 空間に表示することで会話の契機とする事例がある。AI アバター聴衆による反応も取り入れることで発話を促し、孤独の軽減や社会接点復活へのポジティブな意識が確認された [10]。

また、社会不安を抱える人や ASD 当事者を対象にした事例としては、リスクの無い VR 環境で会話参入の支援を行う VOISS や、特定のシチュエーションにおいて会話のテンプレートを AI アバターと反復練習する floreo などがある [11, 12]。これらの VR を用いた会話訓練は

- 安全な環境で繰り返し練習が可能
- 光の強さなど、個別化された視覚環境

といった点が物理空間での訓練に比べて ASD 児童支援の専門機関によって評価されている [13]。一方で、これらは実践の場での会話参入の支援効果を計測したものではない。

### 2.2 ブロクセミクス (対人距離)

物理/VR 空間を問わず場所と身体が存在する会話においては、人数に応じた人との距離及び陣形が決まっている。特に陣形については Adam Kendon によって発見された F 陣形概念が一般的である。普通複数人で会話をするときは円陣型の会話輪を構成するが、円陣の内側 (O 空間) -円陣 (P 空間) -円陣の外側 (R 空間) という構成の中で R 空間が外部との緩衝の役割を持つ。会話に入りたい人は一定時間 R 空間にとどまってから P 空間に入らなければならないという制約があり、例えば O 空間を横切って会話輪に入るなどの行為は一般的に行われない [2]。

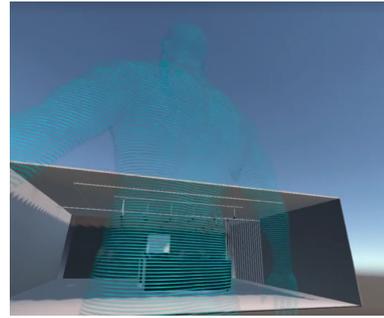


図 2: 新規参入者が部屋内部の会話輪に近づく様子

これに対して Iop らは、VR 空間内での会話輪にプレイヤーが入る際、AI エージェントに O 空間を跨いで来るよう指示されてもプレイヤーがそこを避けた経路を取ることを明らかにしている。ここから人間が VR においても物理空間とほぼ同じ社会規範を守ることを明らかにしており、身体の物理的配置は VR 空間でも会話参入の制約となりうる事が分かる [14]。本論文においては F 陣形を基に、会話に参入するためには会話輪に人が R 空間から入ることを前提とする。

### 2.3 会話補助システム

これまでの研究では、主に心理・社会的な障壁に対する緩和が取り組まれてきた。例えば、米山らは現実空間における会話の際に対話相手の顔にアニメ風のアバターや笑顔の写真をオーバーレイすることで、会話の快適さを向上させた [15]。特に対人不安を持つユーザーはこのシステムから恩恵を受けていた。

また Premkmar らは人前で話すことに不安がある学生を対象に、VR 内の教室で段階的に聴衆の人数や反応を増やしたところ、心拍数及び主観的な不安が減少した。この効果は 1 カ月後まで続いた [16]。

一方で物理的な障壁をなくす事例は筆者の知る限り存在せず、先述の F 陣形などの身体配置にまつわる社会規範が強力であることが原因として考えられる。

## 3. 提案手法

### 3.1 会話参入補助のための陣形変化システム

本システムは VR 空間における会話シナリオを想定しており、会話は既存話者 3 名と新規参入者 1 名によって行われる。はじめ、既存話者らは VR 空間内の  $7 \times 8 \times 3$  m の部屋内で、 $120^\circ$  間隔の会話輪を形成している。一方で、新規参入者はその会話輪から一定距離離れた部屋の外側の地点に配置され (図 2)、VR 空間内を移動し、会話輪に参入することを試みる。新規参入者が会話輪の外径からその会話輪の半径と同じ距離まで近づいたタイミングで、既存話者の間隔が  $120^\circ$  間隔から  $90^\circ$  間隔に変化し、空いたスペースに新規参入者が入る (図 3)。これにより、新規参入者にとって会話参入の物理的障壁が低減されると期待される。

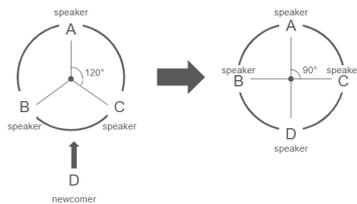


図 3: 既存話者及び新規参入者の陣形変化の様子

### 3.2 機器構成

VR シーンは Unity6 を使用して開発され、Meta Quest 3 上で描画された。システムは IntelCorei7CPU と NVIDIA GeForce RTX3060GPU を搭載したノート PC 上で動作した。会話参入者のアバターは Quest3 コントローラのジョイスティック入力によって動作された。マルチプレイヤーシステムは Photon によって実装され、音声も Photon によって転送された。

### 3.3 個別知覚への介入

既存話者にとっては、会話参入者が会話輪に近づくことで自身の位置が自動的に変化してしまうと、不要な知覚的・心理的負担を強いる可能性が高い。そこで、会話参入者に対しては会話輪に近づいたタイミングで既存話者らの陣形変化を見せる一方で、既存話者らの視界においては、会話参入者が実際に参入した場合に限り、陣形変化を行わせることにより、この課題を解決できる可能性がある。また、会話参入者には陣形変化を明示的に見せることが会話参入への誘導に有効であると考えられる一方で、既存話者にとっては陣形変化をより定速に見せるなど、環境介入を強く意識させないような暗黙的な介入設計が負荷の軽減に有効であると考えられる。これらによって、参入者にとっては会話参入がしやすく、話者らにとっても不要な陣形変化を強わず会話の妨害感が発生しにくいシステムになると考えられる。

## 4. 今後の展開

現時点では、提案手法の部分的な実装にとどまっており、会話参入者および既存話者それぞれに対する形変化タイミングや動作の最適化の設計については、今後、詳細なユーザースタディを通じてを通じて検討を進める必要がある。予備的な検証を通じて、以下のような発展可能性が見えてきている。

現段階のプロトタイプでは会話参入者が会話輪の外径から半径と同じ距離にまで近づいて来たタイミングで陣形が変化するように実装されているが、会話参入者にとって入りやすい陣形変化のタイミングには検討の余地があった。会話参入者が会話輪より離れた場所にいるときに陣形変化が行われた場合にはそれが自分を招くものであると気づきにくい一方、より会話輪に近づくまで変化しない場合にはそもそも会話輪に近づきにくくなると予測される。よって、今後の研究では、会話参入者にとって最適な陣形変化のタイミングを調査する必要がある。

また、陣形変化の動作について、現時点では特定のタイミングで瞬間的に変化するように実装されているものの、会話

参入者が近づくにつれて陣形変化が行われるようにすることで、より会話参入者にとって会話参入しやすくなり、また既存話者にとっても新規参入者を心理的に受け入れやすくなる可能性がある。ただし、VR 酔いなど、新規の課題が生じる可能性もある。

## 5. 結論

本研究では、会話参入時の話者と参入者の位置関係を動的に編集することにより、参入者にとって会話参入がしやすいシステムの構築を試みた。具体的には、参入者の会話輪へのリーチングに伴い、既存話者らの陣形が参入者を受け入れる形で自動的に変化するシステムを構築した。

今後の展開としては、既存話者及び参入者の心理的安全性に関する主観的評価と、参入者の座標などの行動データを取得し、提案手法が会話参入に与える効果、および最適な陣形変化条件の探索を進めていく。これに加えて、個別知覚への介入により、既存話者にとっても新規参入者にとってもより最適な会話参入者システムを構築することを目指す。これらの検討を通じて、本研究は、VR 環境の特性を用いて会話参入を補助することにより、メタバースにおける会話に現実の代替を超えた新たな価値を提示することに貢献する。**謝辞** 本研究は、JST ムーンショット型研究開発事業 (JP-MJMS2292) 及び、公益財団法人セコム科学技術振興財団の支援を受けたものである。

## 参考文献

- [1] Stephen C. Levinson. Timing in turn-taking and its implications for processing models of conversation. *Frontiers in Psychology*, Vol. 6, p. 731, 2015.
- [2] 坊農真弓. 会話構造理解のための分析単位 - f 陣形. 人工知能学会誌, Vol. 23, No. 4, pp. 545-551, 7 2008. 連載チュートリアル「多人数インタラクションの分析方法」第 6 回.
- [3] Gillian M. Sandstrom, Erica J. Boothby, and Gus Cooney. Talking to strangers: A week-long intervention reduces psychological barriers to social connection. *Journal of Experimental Social Psychology*, Vol. 102, p. 104356, 2022.
- [4] Howard Giles, Cindy Gallois, and Tanja Ogay. Communication accommodation theory. In B. B. Whaley and W. Samter, editors, *Explaining Communication: Contemporary Theories and Exemplars*, pp. 293-310. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ, USA, 2005.
- [5] Keith Kenyon, Vitalia Kinakh, and Jacqui Harrison. Social virtual reality helps to reduce feelings of loneliness and social anxiety during the covid-19 pandemic. *Scientific Reports*, Vol. 13, No. 1, p. 19282, 2023.

- [6] Masahiro Kamihira, Juro Hosoi, Yuki Ban, and Shin'ichi Warisawaa. Multiplexed vr: Individualized multiplexing virtual environment to facilitate switches for group ideation creativity. In *Proceedings of the Augmented Humans International Conference 2024*, AHs '24, p. 168–180, New York, NY, USA, 2024. Association for Computing Machinery.
- [7] Sebastian Marwecki Lung-Pan Cheng and Patrick M Baudisch. Mutual human actuation. In *Proceedings of the 30th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology (UIST '17)*, pp. 797–805, New York, NY, USA, 2017. Association for Computing Machinery.
- [8] Francesco Chiossi, Changkun Ou, Carolina Gerhardt, Felix Putze, and Sven Mayer. Designing and evaluating an adaptive virtual reality system using eeg frequencies to balance internal and external attention states. *International Journal of Human-Computer Studies*, Vol. 196, p. 103433, 2025.
- [9] Nadine Wagener, Marit Bentvelzen, Bastian Dänekas, Paweł W. Woźniak, and Jasmin Niess. Veatherreflect: Employing weather as qualitative representation of stress data in virtual reality. In *Proceedings of the 2023 ACM Designing Interactive Systems Conference (DIS '23)*, New York, NY, USA, 2023. ACM.
- [10] Zoe Anastasiadou, Elli Dimitriadou, and Andreas Lanitis. Design and evaluation of a memory-recalling virtual reality application for elderly users. *Multimodal Technologies and Interaction*, Vol. 8, No. 3, p. 24, 2024.
- [11] A. Singh, R. Sharma, and P. Kumar. Virtual reality as a tool for social skills development: Opportunities and challenges. *International Journal of Innovative Research in Technology (IJIRT)*, Vol. 11, No. 7, pp. 75–78, December 2024. ISSN: 2349-6002.
- [12] Floreo. Floreo vr. <https://floreovr.com/>, 2025. Accessed: 2025-07-18.
- [13] Discovery ABA. Virtual reality in autism therapy. <https://www.discoveryaba.com/aba-therapy/virtual-reality-in-autism-therapy>, 2025. Accessed: 2025-07-18.
- [14] Alessandro Iop, Sahba Zojaji, and Christopher Peters. Don't walk between us: adherence to social conventions when joining a small conversational group of agents in vr. In *Proceedings of the 22nd ACM International Conference on Intelligent Virtual Agents (IVA '22)*, New York, NY, USA, 2022. ACM.
- [15] Juri Yoneyama, Yuichiro Fujimoto, Kosuke Okazaki, Taishi Sawabe, Masayuki Kanbara, and Hirokazu Kato. Augmented conversations: Ar face filters for facilitating comfortable in-person interactions. *Journal on Multimodal User Interfaces*, Vol. 19, No. 1, pp. 57–74, 2025.
- [16] Preethi Premkumar, Nadja Heym, David Joseph Brown, Steven Battersby, Alexander Sumich, Bethany Huntington, Rosie Daly, and Eva Zysk. The effectiveness of self-guided virtual-reality exposure therapy for public-speaking anxiety. *Frontiers in Psychiatry*, Vol. 12, p. 694610, August 2021.