



# VR 空間多重化による議論のアイデア創出の活性化

Activating Idea Creation in Meetings by Multiplexing VR Space

上平将裕<sup>1)</sup>, 細井十楽<sup>1)</sup>, 伴祐樹<sup>1)</sup>, 割澤伸一<sup>1)</sup>

Masahiro KAMIHIRA, Juro HOSOI, Yuki BAN, and Shin'ichi WARISAWA

1) 東京大学 (〒 277-8563 千葉県柏市柏の葉 5-1-5, mkamihira@s.h.k.u-tokyo.ac.jp)

**概要:** COVID-19 により遠隔コミュニケーションへの需要が高まり, VR 会議に注目が集まっている. 話し合いにおける VR 空間のデザインを適切に選択することで, 議論の参加者の創造性を向上させられることが確かめられている. 一方, 創造性の向上を促す空間のデザインには個人差があることも指摘されており, VR 空間を参加者間で共有する従来の手法では, 議論における創造性向上の実現は容易ではない. そこで本研究では, この個人差を解決するための手法として, VR 空間多重化を提案する. 実験では, VR 空間多重化が議論での創造性に与える影響を検証した. その結果, 提案手法によって, 議論で生み出されたアイデアの創造性への評価が向上した.

**キーワード:** VR 会議, 創造性, 空間多重化

## 1. はじめに

Virtual Reality (VR) 技術を用いて, 創造性に寄与するとされる環境 [1] を自由に変えることや, 現実での体験をシミュレートする [2] ことによって, 創造性を向上させる研究は数多くなされてきた [3, 4].

これらの研究は, 個人での活動における創造性の向上を目的としているが, 近年では COVID-19 により遠隔コミュニケーションへの需要が高まり, VR 技術を利用した VR 会議に注目が集まっている. VR を用いることで, 他者と同一空間にいるという感覚を臨場感を伴って得られるため, 円滑なコミュニケーションを行うことができる [5]. そのため, 本研究では, VR 空間下でアイデアを得ることを目的として意見を出し合う場面における創造性の向上に着目し, 特に, VR 空間のデザインに焦点を当てた.

全員が共有する VR 空間の要素を変更することで, 創造性の向上を目指した研究は既に複数存在する [6, 7, 8]. 一方で, 創造性の向上を促す空間の要素には, 個人差があることも指摘されている [9]. 一度に複数人が参加する議論に対しては, 既存の VR 空間のデザインによる創造性向上を目指した研究では, この個人差に対応できていないとは言えない.

そこで, 本研究では, 創造性の向上を促す空間の個人差を解決し, 議論の参加者全員の創造性を向上させられる VR 空間の提示手法として, VR 空間多重化を提案した (図 1). VR 空間多重化を可能にしたシステムを実装し, 当システムを用いた実験により, 提案手法が議論での創造性に与える影響を検証した.

## 2. 関連研究

創造性の向上を促す VR 空間の要素の解明を目的として, 全員が共有する VR 空間のデザインを変更する数々の研究

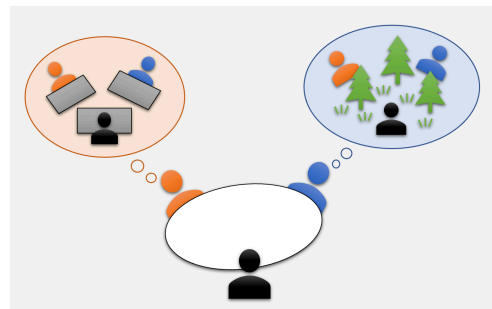


図 1: 空間多重化のコンセプト図

が行われてきた. Bhagwatwar らは, 環境に含まれる植物や環境の明るさ, また環境内の様々な形, 大きさ, 色を持つオブジェクト群が, 生み出されるアイデアの数および質に影響することを明らかにした [6]. Minas らは, 開放性の高い VR 空間でブレインストーミングを行うことで, より斬新で実行可能なアイデアを生み出せることを示した [7]. Guegan らは, 海の中や森の中など, VR でデザインされた実際の作業環境とは大きく異なる環境が, 創造性のパフォーマンスに影響を与える可能性があることを提案した [8].

しかし, これらの研究では, コミュニケーション全体としての創造性の向上を促す VR 空間の検証にとどまっており, 議論の参加者一人一人に対する創造性の向上に適した空間の提示には至っていない.

## 3. アプローチ

創造性の向上に寄与する空間の要素は個人の性格や資質に依存するため, 創造性の向上を促す空間のデザインには個人差が存在する [9]. この個人差を考慮すると, 議論の参

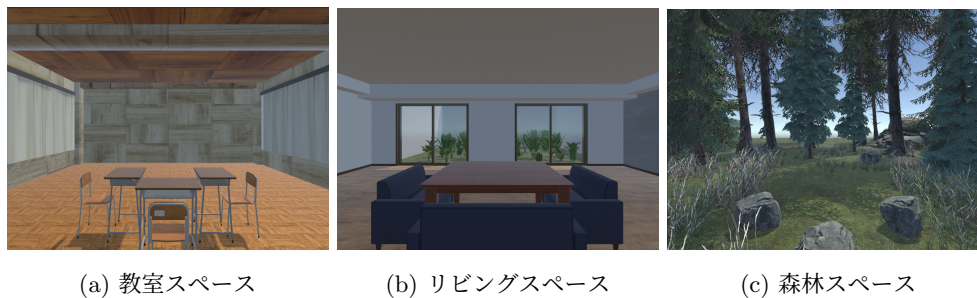


図 2: 設計した 3 種類の空間

加者全員に対して同一の空間を提示するだけでは、参加者ごとに創造性の向上効果に差が生じ、全員に十分な効果をもたらすことができない。

そこで、本研究では、参加者が自身から見た VR 空間内に参加者全員の存在を認知しつつ、各々が見えている VR 空間は参加者一人一人で異なるという状況を実現する、VR 空間多重化を提案する。VR 空間多重化により、参加者各人の創造性の向上に適した VR 空間を同時に提示できるようになり、先述の個人差を解決することが期待できる。

VR を利用して、ヘッドマウントディスプレイ (HMD) を装着した一人一人に対して異なった空間を提示するというアプローチを採用した研究は既に存在する。Cheng らは、HMD を装着した二人のユーザのそれぞれがゲームのプレイヤーとしてふるまうことで、同時に互いの相手ユーザのゲームシステムのアクチュエータとしてふるまうことになる、Mutual Turk というシステムを開発した [10]。当研究の特徴は、VR 空間内において両ユーザが一つの VR 空間内に存在していながら、ユーザは互いに相手ユーザの存在を認知していないこと、および両ユーザが VR 空間内において互いに異なった役割を担っていることである。一方、本研究は、一つの VR 空間内に存在するユーザは皆互いの存在を認知できること、およびすべてのユーザが同等の役割を持ち、相互にコミュニケーションを取ることができることにおいて、既存研究とは異なる。

## 4. 実験

### 4.1 実験概要

本研究で提案する VR 空間多重化には、個人差の解決への貢献の他にも副次的な効果が期待できる。Ban らの実験 [11] では、照明環境を多重化することで照明の選択頻度が上昇した。この結果に基づき、提案する VR 空間多重化においても参加者による空間の変更頻度が上昇するという仮説を立てた (仮説 H1)。また、参加者は空間の変更のたびに視覚刺激を受けるため、空間の変更頻度の上昇に伴い参加者が受ける視覚刺激が増えることが考えられる。これにより、プライミング効果によって参加者の創造性が向上し [6]、生み出されるアイデアの総数、並びに参加者が主観的に感じる話し合いの創造性が向上するという仮説を立てた (仮説 H2)。この二つの仮説を検証するために、実験を行った。

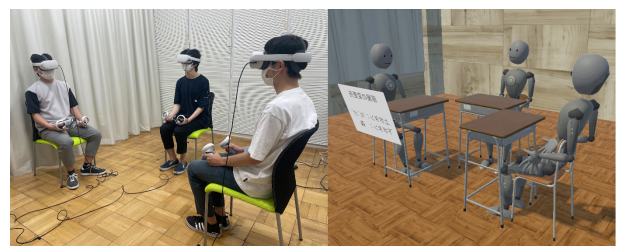


図 3: 実験環境の様子 (実空間, VR 空間)

### 4.2 実験システム

空間のデザインとして、図 2 に示す 3 種類の空間を用意した。これらは、創造性の向上に寄与するとされる自然 [3] の占める割合が、空間ごとに異なるように設計された。左の空間 (教室スペース) は、室内に教室の机と椅子が 3 つずつ置かれている。窓のカーテンは閉められ、自然は視界に入らない。中央の空間 (リビングスペース) は、室内にテーブルが 1 台と、それを囲う形でソファが 3 台置かれている。窓のカーテンは開いており、窓から庭に植えられた草木が見える。右の空間 (森林スペース) は、周囲に草木が生え、随所に岩が置かれている。辺り一面に自然を見ることができる。

各空間には、3 人での話し合いの場面を想定して、3 つの着席位置を設けた。実験条件を統制するために、アバター着席位置は参加者間で同期させ、先述の空間のデザインのみ参加者間で同期させるか非同期にするかを設定可能にした。

### 4.3 実験デザイン

12 名の実験参加者 (男性 10 名, 女性 2 名, 平均年齢 22.6) を募り、3 名ずつ 4 つのグループに分けた。実験は、参加者全員が HMD (Meta Quest2) および付属コントローラを装着した状態で、4.2 で述べた VR 空間内でディスカッションをし、与えられたテーマに対するアイデア出しを行う形式で実行した。テーマは、Brucks らの行った実験 [12] で、生み出されたアイデアの数においてバランスの取れていた、「フリスビーの新しい使い方を考えよ」「気泡緩衝材 (通称『プチプチ』) の新しい使い方を考えよ」の 2 つを用意した。いずれのテーマについても、参加者らは着席した状態で 15 分間のディスカッションを行い、可能な限り多くのアイデアを出し合った。提案されたアイデアは、実験者によって VR

質問項目	測定対象
ディスカッションの内容に満足している	話し合いへの満足度
活発なディスカッションができた	会話数(全体)への自己評価
十分に発言できた	会話数(個人)への自己評価
創造的なディスカッションができた	話し合いの創造性の自己評価
得られたアイデアに満足している	結果への満足度
たくさんのアイデアを出せた	結果の数の自己評価(個人)
全体としてたくさんのアイデアを得られた	結果の数の自己評価(全体)
創造的なアイデアを出せた	結果の創造性の自己評価(個人)
全体として創造的なアイデアが得られた	結果の創造性の自己評価(全体)

表 1: 各条件の終了後に行ったアンケート

空間上に表示された半透明のパネルに書き込まれた。また、テーマはパネルの最上部に常に表示されていた。

実験条件として、空間多重化の有無の2条件(多重化あり条件, 多重化なし条件)を用意した。参加者らは、ディスカッションの直前に実験条件がどちらであるかを伝えられた。カウンターバランスを考慮し、2条件の先後順と用意した2つのテーマの提示順序の組み合わせ4通りを、4グループに対して分配した。いずれの条件でも、参加者らは図3のように、実空間と対応した位置関係でVR空間上の指定位置に着席した。また、いずれの条件でも、参加者らは任意のタイミングで空間を変更することができた。

4.4 実験手順

参加者は用意された席にそれぞれ着席し、実験説明を受けた後、HMDとコントローラを装着した。参加者は実験条件を明示させられた上で、ディスカッションのテーマを提示され、Osbornのブレインストーミングの法則[13]に従って15分間のディスカッションを開始した。ディスカッション中、参加者はVR空間上に表示されたパネルからこれまでのアイデアを確認できた。また、ディスカッションの様子は参加者の了承を得た上で録画された。

実験終了後、参加者はHMDを外した状態で、ディスカッションの内容に対するアンケートに回答した。アンケート回答後、条件および提示するテーマを変更して、一連の実験手順をもう一度行った。全工程終了後、最後に参加者は空間の切り替えに対するアンケートに回答した。

4.5 評価方法

ディスカッション中に提案されたアイデアの総数、実験参加者一人あたりから見た空間が変更された回数(すなわち、多重化なし条件では参加者が空間を変更した回数の合計、多重化あり条件では参加者が空間を変更した回数の平均、となる)、並びに各条件でのディスカッション終了後に行った7段階評価のアンケート結果を用いて評価した。各条件の終了後に行ったアンケートの構成を表1に示す。また、全工程終了後に行った空間の切り替えに対するアンケートで、各空間への評価を調査した。

4.6 結果

条件ごとの提案されたアイデアの総数の平均、および一人あたりから見た空間が変更された回数の平均は、図4の

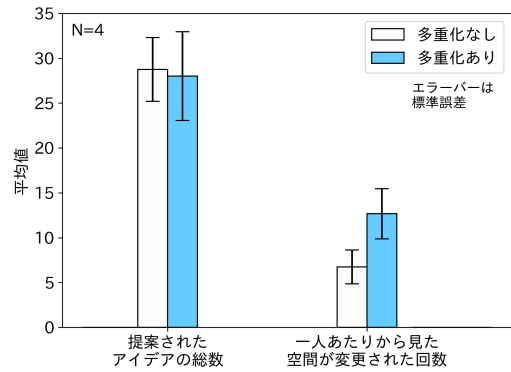


図 4: アイデアの総数と空間の変更回数の平均値

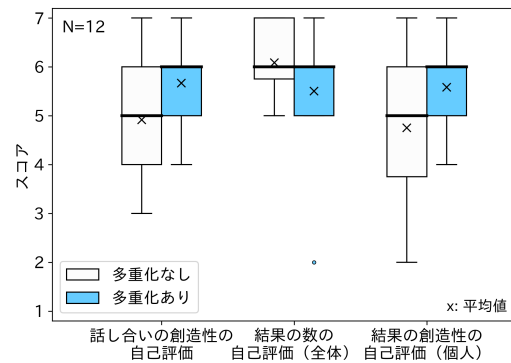


図 5: 各条件の終了後に行ったアンケートの結果

ようになった。各条件の終了後に行ったアンケートの集計結果は、図5のようになった。ただし、両条件に顕著な差が見られたアンケート項目のみを抽出している。また、全工程終了後に行ったアンケートの集計結果を次に示す。森林スペースが最も人気で、最も気に入ったと回答した割合が91.7%であった。リビングスペースが二番目に人気で、最も気に入ったと回答した割合が8.3%、二番目に気に入ったと回答した割合が58.3%であった。教室スペースが最も不人気で、最も気に入ったと回答した割合が0%、二番目に気に入ったと回答した割合が33.3%であった。

5. 考察

一人あたりから見た空間が変更された回数については、図4に示すように、多重化あり条件の方が多重化なし条件と比べて多いという結果となり、仮説H1と合致した。これは、空間を参加者間で共有している場合、空間が意図しないタイミングで突然切り替わるという体験を経て、他の参加者に配慮して、空間変更に消極的になっていたことが原因であると考えられる。アンケートの自由記述項目でも、VR空間について意識していないときに他の参加者に突然VR空間を切り替えられると驚いてしまった、という記述が見られた。また、上記に関連して、空間を参加者間で共有していない場合には、他の参加者への配慮の必要なく空間を変更できるため、好みの空間を求めて連続で空間を変更する「ザッピング」を行いやすかったことも原因であると考えられる。

アンケート結果では、図5に示すように、多重化あり条件の方がディスカッションの内容や得られたアイデアの創造性への評価が高いという、仮説H2の一部を支持する結果になった。これは、上述のように、空間の変更が他の参加者に影響しないことで空間の変更頻度が上昇し、変更された空間からアイデアのヒントを得ることができたためであると考えられる。また、同様に、多重化によって空間が意図せず切り替わることがなくなるため、アイデア創出やディスカッションにより専念できたと感じたことも原因として考えられる。空間の好みについては、ほぼすべての参加者が森林スペースを最も好み、2/3の参加者が教室スペースを最も好まないという結果となった。この結果は、先行研究が示す創造性の向上を促す要素である、開放性や自然の占める割合の序列と合致している。このように空間への好みが明確に分かれたのにも関わらず、上述のように多重化あり条件において空間の変更回数が多い結果となったのは、アイデア創出に詰まった際、アイデアのヒントを得るために参加者が積極的に空間を切り替えたためであると推測される。

一方で、実際に提案されたアイデアの総数(図4)では、両条件で差は見られなかった。しかしながら、提案されたアイデアの総数へのアンケート評価(図5)では、多重化なし条件の方が評価が高いという結果になった。このように、実際の結果とアンケート結果で齟齬が生じた原因としては、VR空間を参加者間で共有している多重化なし条件の方が、参加者が空間を話題に議論することができ、主観的にディスカッションを進めやすかったと感じたためであると考えられる。

以上より、VR空間多重化は、参加者の空間の変更を促すことで参加者が受ける視覚刺激が増加させる点、およびそれによって得られるアイデアの創造性への評価を高める点にメリットがあると言える。今後の課題としては、得られるアイデアの創造性を客観的に評価した際のVR空間多重化の効果を検証すること、並びに今回示されたメリットをさらに伸長させることが挙げられる。

## 6. おわりに

本稿では、VR下でのコミュニケーションにおける新たな空間の提示手法としてVR空間多重化を提案し、実験によって提案手法がもたらす創造性への効果の検証を試みた。その結果、VR空間多重化はアイデアの総数の増加にはつながらなかったが、参加者による議論中のVR空間の変更頻度が上昇するという特徴が存在することがわかった。また、参加者はVR空間を変更することにより得られる視覚刺激をアイデア創出のヒントにしていると考えられ、それゆえにVR空間が変更できる場合の方が生み出されたアイデアの創造性への評価が高まるという可能性も示された。

今後の研究では、議論中にVR空間を変更しやすくなるという点に着目して、VR空間を変更することが創造性に与えるメリットを考察し、提案手法によって創造性の向上を促す方法を模索する予定である。また、本研究の目的である個人差の解決についても、性格分析によりパーソナライ

ズしたVR空間を本手法により参加者一人一人に提示することを考えている。

## 参考文献

- [1] Teresa Amabile. *Componential theory of creativity*. Harvard Business School Boston, MA, 2011.
- [2] Yun Zhou, et al. Promoting knowledge construction: a model for using virtual reality interaction to enhance learning. *Procedia computer science*, Vol. 130, pp. 239–246, 2018.
- [3] Zhengya Gong, et al. Literature review: Existing methods using vr to enhance creativity. In *Proc. of the Sixth International Conference on Design Creativity (ICDC 2020)*, pp. 117–124, 2020.
- [4] Zhengya Gong, et al. Virtual brainstorming and creativity: an analysis of measures, avatars, environments, interfaces, and applications. *Proc. of the Design Society*, Vol. 1, pp. 3399–3408, 2021.
- [5] Liang Men and Nick Bryan-Kinns. Lemo: exploring virtual space for collaborative creativity. In *Proceedings of the 2019 on Creativity and Cognition*, pp. 71–82. 2019.
- [6] Akshay Bhagwatwar, et al. Creative virtual environments: Effect of supraliminal priming on team brainstorming. In *2013 46th Hawaii International Conference on System Sciences*, pp. 215–224, 2013.
- [7] Randall K. Minas, et al. Opening the mind: Designing 3d virtual environments to enhance team creativity. In *2016 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*, pp. 247–256, 2016.
- [8] Jérôme Guegan, et al. The relationship between contextual cues in virtual environments and creative processes. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, Vol. 20, No. 3, pp. 202–206, 2017.
- [9] Carlos García-García, et al. Does the work environment affect designers' creativity during the creative phase depending on their personality profile? *Thinking Skills and Creativity*, Vol. 33, p. 100578, 2019.
- [10] Lung-Pan Cheng, et al. Mutual human actuation. In *Proc. of the 30th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, pp. 797–805, 2017.
- [11] Yuki Ban, et al. Multiplexed lighting system using time-division multiplexing. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, pp. 1–15, 2022.
- [12] Melanie S Brucks, et al. Virtual communication curbs creative idea generation. *Nature*, Vol. 605, No. 7908, pp. 108–112, 2022.
- [13] Alex F Osborn. *Applied imagination*. 1953.