

メタバースアバタの属性がパーソナルスペースの形状に及ぼす効果分析

Analyses of Effects of Metaverse Avatar's Property on Personal Space Forms

佐々木理 和田幸司 神田智子

Osami Sasaki, Koji Wada, and Tomoko Koda

大阪工業大学情報科学部

Faculty of Information Science and Technology, Osaka Institute of Technology

Abstract: Personal space is an invisible space around a person, which plays an important role in human-human communication. Personal space is known to change according to gender and relationship of interlocutors in human-human communications. This study investigates whether such personal space exists between avatars in metaverse.

1. はじめに

パーソナルスペース(以降「PS」)とは個人の身体を直接に取り巻く、目で見ることのできない空間領域であり、人はこの空間を持ち運びながら現実世界での社会生活を営んでいる。現実世界での PS は人が他人との様々な相互作用を持つ時に重要な役割を果たしており、対人場面において無意識のうちにこの空間を変化させることで円滑な対人関係を営んでいる[1]。一般に、ある状況で人が必要だと感じている PS に他者が侵入すると、人は不快感や息苦しさを覚える[2]。人が他人に接近されて不快に思う PS の距離は、知らない相手よりも知っている相手の方が短く、異性の相手よりも同性の相手の方が短いことが報告されている[3]。また、昨今ではセカンドライフや PLAYSTATION Home などのメタバースと呼ばれるインターネット上の仮想 3 次元空間が普及し始めてきており、メタバースにおける対人行動に対する理解を深める事が重要である。しかし、メタバースにおける PS の研究は少なく、メタバースにおいてユーザーの分身となるアバタがもつ PS についての存在の有無に関する研究はまだ初期段階である。本論文ではメタバースにおける身体性の重要性を示すことを目的とし、[3]で示された現実世界における PS の特性が、メタバースにおいても同様に見られることを実験を通して検証した結果を述べる。

2. 関連研究

本章では現実世界で測定した PS の先行研究について述べる。渋谷の先行研究では、PS の形状を明ら

かにするために人間同志の接近実験を行った[3]。接近実験は、「それ以上近づきたくないと思った位置で立ち止まって下さい」と教示し、現実世界で実験参加者が目標人物に接近し、止まった時点の実験参加者と目標人物の距離を測定する。これを目標人物の身体を中心とした 4 方向から行った。実験条件は 2(実験参加者：男・女)×2(目標人物：同性・異性)×2(目標人物：既知・未知)の 8 条件であり、実験参加者は 11 名であった。接近実験による 4 方向の PS の距離の平均を図 1 に示す。4 方向とは目標人物の正面から 90 度刻みで前、右、後、左である。

各実験参加者の 4 方向の平均距離の分析を行った結果、実験参加者が女性で、目標人物が既知・未知の PS 間で分析を行った結果、既知の対象人物との PS を有意($p \leq 0.01$)に短くとることが分かった。また、目標人物が同性・異性の PS 間に同性の目標人物との PS を有意($p \leq 0.01$)に短くとることが分かった。実験参加者が男性で、目標人物が既知・未知の PS 間で分析を行った結果、既知の対象人物との PS を有意($p \leq 0.01$)に短くとることが分かった。また、目標人物が同性・異性の PS 間に同性の目標人物との PS を有意傾向($p \leq 0.05$)に短くとることが分かった。すなわち、PS の距離は 未知の間柄より既知の間柄に対して短く、異性より同性に対して短いことが分かった。

本論文ではメタバースにおける身体性の重要性を示すことを目的とし、渋谷の実験で示された現実世界における PS の特性が、メタバースにおいても同様に見られること、すなわち、アバタに PS が存在し『アバタ同士の性別が異性よりも、同性の方が PS

の距離が短い』と『アバタ同士の親密度が未知の間柄よりも、既知の間柄の方が PS の距離が短い』という 2 つの仮説を立て評価実験を行う。

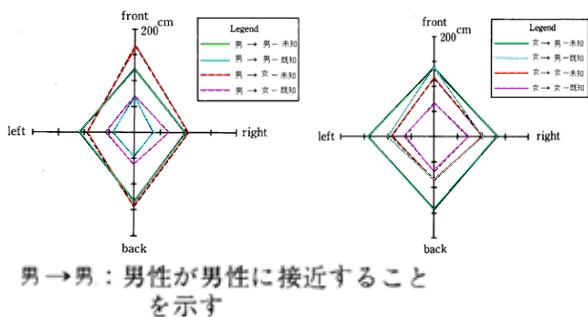


図 1. 男性(左)と女性(右)の PS の距離[3]

3. 実験の概要

3.1 実験システム

実験システムは、キー入力によりアバタの操作とカメラの操作を行うことができ、二つのアバタ間の距離を周囲 8 方向から記録する機能を持つ。開発には Microsoft Visual C++ 及び DirectX SDK を用いて 3D 仮想空間を作成し、Metasequoia[4]を用いて 3D 仮想空間で使用するアバタや地面などの外見を実装した。

実験では、実験参加者のキー入力によって、中心に表示される自己アバタへ向け、45 度刻みの周囲 8 方向から順次表示される他者アバタを操作し、8 方向のアバタ同士の PS の距離を測定する。テンキーの ↑ を入力することによって他者アバタは自己アバタに接近し、テンキーの ↓ を入力することによって他者アバタは自己アバタから遠ざかる。テンキーの ←, → を入力することによってカメラが左右に 22.5 度回転する。エンターキーを入力すると現在の自己アバタと他者アバタの距離を配列に格納し、現在操作している他者アバタを計測する次の方向へ移動させる。

3.2 実験手順

評価実験は Stop-Distance 法を用いて、メタバースで 8 方向からアバタ同士の接近実験を行った。Stop-Distance 法とは実験参加者に対して他者が近づき「これ以上近づいてほしくない」という時点でストップをかけ、その時の対人距離を測定する方法である。8 方向とは他者アバタの正面から 45 度刻みで前、右前、右、右後、後、左後、左、左前である。

実験画面を図 2 に示す。中心にいるアバタを実験参加者に自分自身と教示し、これを自己アバタとする。自己アバタの方を向いて画面端に表示されるアバタを他人と教示し、他者アバタとする。なお、実

験画面左上には他者アバタとの関係を教示しており、画面右上の 2 行は実験操作のキーを説明している。8 方向から測定した PS の結果の例を図 3 に示す。

本実験の実験条件は、2(自己アバタの性別：男・女)×2(他者アバタの性別：同性・異性)×2(自己アバタとの親密度：既知・未知)の 8 条件である。本実験での未知条件とは、実験参加者に「他者アバタを全く知らない人だとみなして下さい」と教示した場合であり、既知条件とは、実験参加者に「他者アバタを知らない人だとみなして下さい」と教示した場合である。

実験手順は次の通りである。

- ① 未知異性または未知同性のいずれかの条件を教示
- ② ① で提示していない条件を提示
- ③ 既知異性または既知同性のいずれかの条件を教示
- ④ ③ で提示していない条件を提示
- ⑤ 実験終了後に実験参加者のパーソナリティに関するアンケート調査を行う

実験は①～④の条件を 8 方向から計 32 回行う。未知条件の後に既知条件とみなして実験するのは困難であると考えたため、順序効果を考慮し、実験順序は必ず未知条件の後に既知条件で実験を行った。但し、同性異性の順序は 50% の確率で実験を行った。実験参加者は 49 名(男性 30 名、女性 19 名)の大学生である。



図 2. 女性実験参加者の場合の実験画面

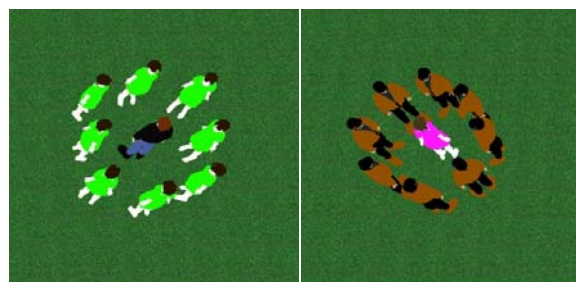


図 3. 実験結果表示画面(左：男性参加者の異性条件，右：女性参加者の異性条件)

4. 実験結果

4.1 他者アバタの性別が及ぼす PS

「アバタ同士の性別が異性より同性の方が PS の距離が短い」という仮説を検証するために、「未知同性と未知異性」の PS 間で t 検定、「既知同性と既知異性」の PS 間で t 検定を行った。

実験参加者が他者アバタの性別によって変化する PS の距離を 8 方向別に示す。実験参加者が女性で他者アバタが未知の場合の結果を図 4 左に、他者アバタが既知の場合の結果を図 4 右に示す。実験参加者が男性で他者アバタが未知の場合の結果を図 5 左に、他者アバタが既知の場合の結果を図 5 右に示す。

図 4 より女性参加者は「未知同性 < 未知異性」の方向及び「既知同性 < 既知異性」の方向にそれぞれ 8 方向全てに有意差($p \leq 0.01$)がみられた。図 5 より男性参加者の PS には有意差がみられなかった。すなわち、女性参加者は他者アバタの性別が異性より同性の方が PS を有意に短くとることが分かり、男性参加者は他者アバタの性別によって PS を変化させないことが分かった。

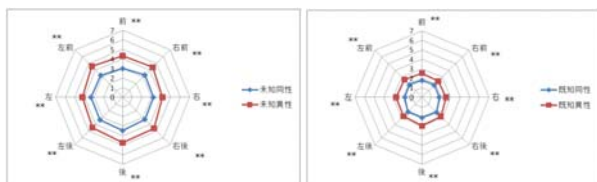


図 4. 女性参加者「未知同性」と「未知異性」比較(左)と女性参加者「既知同性」と「既知異性」比較(右) (** $p \leq 0.01$ * $p \leq 0.05$)

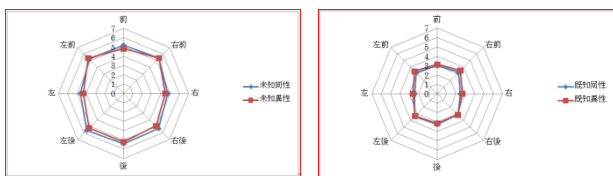


図 5. 男性参加者「未知同性」と「未知異性」比較(左)と男性参加者「既知同性」と「既知異性」比較(右)

4.2 他者アバタとの親密度が及ぼす PS

『アバタ同士の親密度が未知の間柄よりも、既知の間柄の方が PS の距離が短い』という仮説を検証するために、「未知同性と既知同性」の PS 間で t 検定、「未知異性と既知異性」の PS 間で t 検定を行った。

実験参加者が他者アバタとの親密度によって変化する PS の距離を 8 方向別に示す。実験参加者が女

性で他者アバタが同性の場合の結果を図 6 左に、他者アバタが異性の場合の結果を図 6 右に示す。実験参加者が男性で他者アバタが同性の場合の結果を図 7 左に、他者アバタが異性の場合の結果を図 7 右に示す。

図 6, 7 より、女性参加者、男性参加者ともに「未知同性 > 既知同性」の方向及び「未知異性 > 既知異性」の方向にそれぞれ 8 方向全てに有意差($p \leq 0.01$)がみられた。すなわち、女性参加者、男性参加者ともに他者アバタとの親密度が未知の間柄より既知の間柄の方が PS を短くとることが分かった。

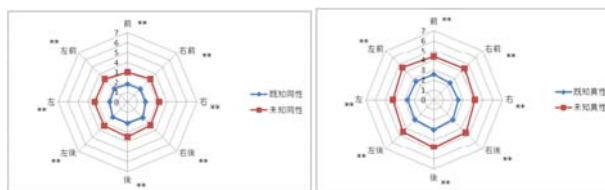


図 6. 女性参加者「既知同性」と「未知同性」比較(左)と女性参加者「既知異性」と「未知異性」比較(右) (** $p \leq 0.01$ * $p \leq 0.05$)

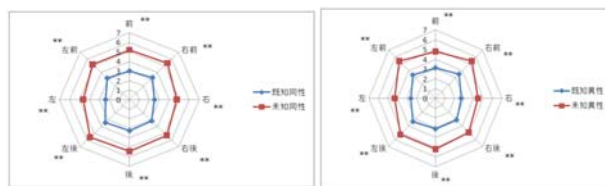


図 7. 男性参加者の「既知同性」と「未知同性」比較(左)と男性参加者「既知異性」と「未知異性」比較(右) (** $p \leq 0.01$ * $p \leq 0.05$)

4.3 実験参加者の性別が及ぼす PS

実験参加者の性別によって PS の形状が変化することを検証するために、「未知同性」、「未知異性」、「既知同性」、「既知異性」の 4 条件で各 8 方向の PS 間で一元配置分散分析を行った。水準は「男性参加者」と「女性参加者」である。

実験参加者の性別によって変化する PS の距離を 8 方向別に示す。他者アバタが「既知同性」の場合の結果を図 8 左に、「未知同性」の場合の結果を図 8 右に、「既知異性」の場合の結果を図 9 左に、「未知異性」の場合の結果を図 9 右に示す。

図 8, 9 より、「未知同性」、「既知同性」の条件の場合「女性参加者 < 男性参加者」の方向にそれぞれ 8 方向全てに有意差($p \leq 0.01$)と有意傾向($p \leq 0.05$)がみられた。すなわち、他者アバタが同性の場合、男性参加者より女性参加者の方が PS を短くとることが分かった。

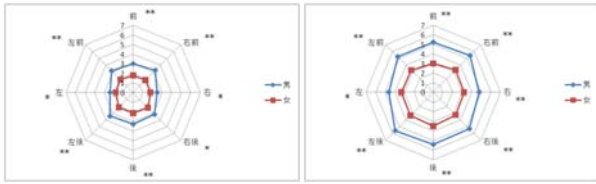


図 8. 「既知同性」における実験参加者の性別での比較(左)と「未知同性」における実験参加者の性別での比較(右) (** $p \leq 0.01$ * $p \leq 0.05$)

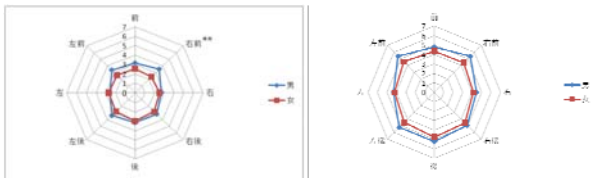


図 9. 「既知異性」における実験参加者の性別での比較(左)と「未知異性」における実験参加者の性別での比較(右) (** $p \leq 0.01$ * $p \leq 0.05$)

4.4 実験参加者のパーソナリティと PS

アンケートの「知らない人と気軽に話せますか」という項目に「はい」と答えた実験参加者と「いいえ」と答えた実験参加者で、実験参加者の性別ごとに「社交的な性格の人」と「非社交的な性格の人」に、分類した。一つの質問項目で、実験参加者の社交性を判断することはできないが、ここでは 2 水準（「社交的な性格の人」と「非社交的な性格の人」）、「未知同性」、「未知異性」、「既知同性」、「既知異性」の 4 条件で各 8 方向の PS 間で一元配置分散分析を行った。その結果、女性参加者の「未知同性」、「未知異性」、「既知同性」、「既知異性」の 4 つの条件全てで、社交的な性格($n=9$)と非社交的な性格($n=9$)の全ての方向の PS 間に有意差はみられなかった。しかし、男性参加者の「未知異性」(PS_m)と「既知異性」(PS_k)の条件の場合、「社交的な性格($n=10$, PS_m=3.5, PS_k=2.2) < 非社交的な性格」($n=20$, PS_m=5.7, PS_k=3.6) (PS は 8 方向の平均値) の方向にそれぞれ 8 方向全てに有意差($p \leq 0.01$)と有意傾向($p \leq 0.05$)がみられた。

具体的に、実験参加者のパーソナリティによって変化する PS の距離を 8 方向別に示す。図 10, 11 に女性参加者の結果、図 12, 13 に男性参加者の結果を示す。図 10, 11 より、女性参加者の「未知同性」、「未知異性」、「既知同性」、「既知異性」の 4 つの条件全てで PS に有意差はみられなかった。図 12, 13 より、男性参加者の「未知異性」と「既知異性」の条件の場合、「社交的な性格 < 非社交的な性格」の方向にそれぞれ 8 方向全てに有意差($p \leq 0.01$)と有意傾向($p \leq 0.05$)がみられた。すなわち、女性参加者は自身

のパーソナリティによって PS を変化させないが、男性参加者は他者アバタが異性の場合、非社交的な性格の人より社交的な性格の人の方が PS を短くすることが分かった。

これらの結果から、女性参加者は自身の社交性によって PS を変化させないが、男性参加者は他者アバタが異性の場合、非社交的な性格の人より社交的な性格の人の方が PS を短くすることが分かった。

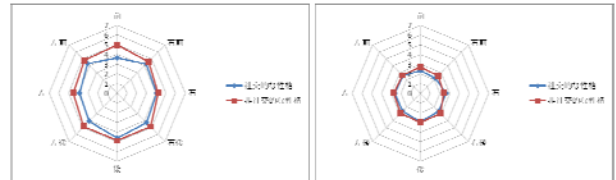


図 10. 女性参加者「未知異性」における社交的性格と非社交的性格での比較(左)と、女性参加者「既知異性」における社交的性格と非社交的性格での比較(右) (** $p \leq 0.01$ * $p \leq 0.05$)

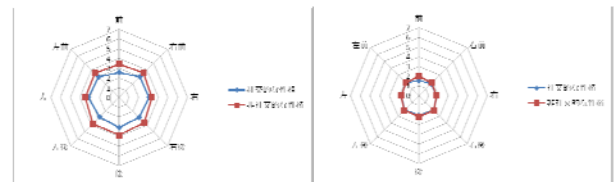


図 11. 女性参加者「未知同性」における社交的性格と非社交的性格での比較(左)と、女性参加者「既知同性」における社交的性格と非社交的性格での比較(右) (** $p \leq 0.01$ * $p \leq 0.05$)

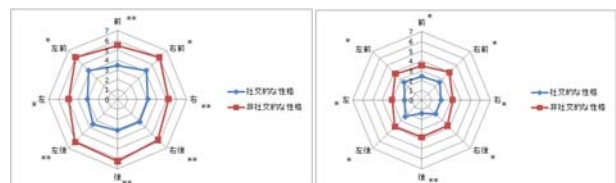


図 12. 男性参加者「未知異性」における社交的性格と非社交的性格での比較(左)と、男性参加者「既知異性」における社交的性格と非社交的性格での比較(右) (** $p \leq 0.01$ * $p \leq 0.05$)

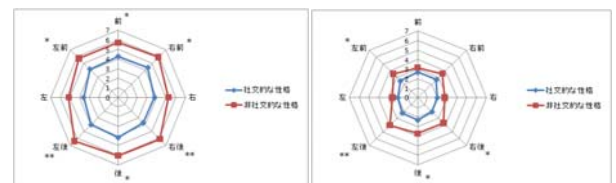


図 13. 男性参加者「未知同性」における社交的性格と非社交的性格での比較(左)と、男性参加者「既知同性」における社交的性格と非社交的性格での比較(右) (** $p \leq 0.01$ * $p \leq 0.05$)

5. 考察

5.1 アバタの妥当性についての考察

アンケートの「実験では、他者アバタが実際に近づいてくるように感じましたか？」の項目に対し、男性参加者 30 名中 22 名、女性参加者 19 名中 17 名が「感じた」と答えており、実験参加者はメタバースにおいても身体性を持ち続けていることを示唆していると考えられる。

また、「実験では、他者アバタの男女の違いを感じましたか？」の項目に対し、男性実験参加者 30 名中 26 名と女性実験参加者 19 名中 17 名が「感じた」と答えており、実験参加者は本実験において男女の違いをはっきり意識しながら他者アバタを操作していたことが分かる。このことから実験システムで使用したアバタは、本研究で用いることに対し、妥当であると言える。

5.2 女性参加者についての考察

図 4 より、女性参加者は、他者アバタとの親密度に関わらず、異性より同性の方が PS を短くしていることが分かる。このことから、『アバタ同士の性別が異性よりも、同性の方が PS の距離が短い』という仮説が支持された。また、図 6 より、女性参加者は、他者アバタの性別に関わらず、未知の間柄より既知の間柄の方が PS を短くしていることが分かる。このことから、『アバタ同士の親密度が未知の間柄よりも、既知の間柄の方が PS の距離が短い』という仮説が支持された。女性参加者はメタバースにおいても、現実世界同様に他者アバタとの親密度や性別によって PS を変化させることが分かった。女性参加者はメタバースにおいて実態がないにも関わらず、未知の間柄や異性に対して警戒心を抱き、既知の間柄や同性に対しては安心感を抱くと考えられる。つまり、女性参加者はメタバースにおいても他者アバタとの対人関係を意識していると考えられる。また、女性参加者は社会的であるかないかに関わらず、PS を変化させないことから、女性参加者の PS はメタバースにおいて、自身のパーソナリティより相手との親密度や性別によって変化すると考えられる。

5.3 男性参加者についての考察

図 7 より、男性参加者は、他者アバタの性別に関わらず、未知の間柄より既知の間柄の方が PS を短くしていることが分かる。このことから『アバタ同士の親密度が未知の間柄よりも、既知の間柄の方が PS の距離が短い』という仮説が支持された。

図 5 より、男性参加者は、他者アバタとの親密度に関わらず、他者アバタの性別によって PS が変化しないことが分かる。つまり、『アバタ同士の性別が異性よりも、同性の方が PS の距離が短い』という仮説が支持されないことが分かった。男性参加者はメタバースにおいて他者アバタとの親密度によって PS を変化させ、他者アバタの性別では PS を変化させないことが分かった。また、男性参加者は『アバタ同士の性別が異性よりも、同性の方が PS の距離が短い』という仮説が支持されなかったにも関わらず、他者アバタが異性の場合、非社交的な性格の人より社交的な性格の人の方が PS の距離が短い。すなわち、男性参加者はメタバースにおいて他者アバタが異性の場合、自身のパーソナリティによって PS を変化させると考えられる。

さらに、男性参加者の社交的な男性参加者と非社交的な男性参加者の PS の距離を詳しく分析する。図 13 右より、他者アバタが既知同性の場合、社交的な男性参加者に比べ非社交的な男性参加者は、左後に有意差がみられ、左前、後、右後に有意傾向がみられた。他者アバタが既知同性の場合では主に後方から近づかれる事を不快に感じる事が分かる。図 13 左より、未知同性の場合では、左後、右後に有意差がみられ、左前、前、右前、後に有意傾向がみられた。他者アバタが未知同性の場合では既知同性の場合と比べ、後方からの接近に対する不快感が顕著になる傾向があり、前方からの接近にも不快に感じるようになった。これらのことから、男性参加者は他者アバタが同性の場合、他者アバタとの親密度によって PS を前方に広げるかどうかが決まることが考えられる。また、図 12 右より、男性参加者は既知異性の場合、後に有意差がみられ、他の方向に有意傾向がみられた。他者アバタが既知異性の場合は同性が接近してきた場合と違い全方向に有意差と有意傾向がみられた。非社交的な男性参加者はメタバースにおいて異性との PS の距離を長くとることが分かった。図 12 左より、未知異性の場合では、前、右、左前、後、右後の方向に有意差がみられ、他の方向で有意傾向がみられた。他者アバタが未知異性の場合は既知異性の場合と比べ、後方と正面からの接近に対する不快感が顕著になる傾向がみられた。これらのことから、男性参加者は他者アバタが異性の場合、既知に比べ未知では PS を前方と後方により顕著に広くとることが考えられる。

5.4 実験参加者の性別によって変化する PS についての考察

実験参加者の性別差で PS の比較を行った結果、

既知異性右前以外の全てで男性参加者の方が PS を大きく、未知同性・既知同性では全てにおいて有意差と有意傾向がみられた。しかし、未知異性、既知異性については殆ど有意差がみられなかった。このことから男性参加者は女性参加者より、同性から近づかれるのを不快に思う結果が得られた。現実世界において、女性は同性と腕を組んで歩くことはあるが男性は同性と腕を組んで歩くことはあまりしない。実験参加者の性別での PS の比較によりメタバースにおいても、現実世界同様に男性参加者は女性参加者に比べ同性に近づかれたいと感じることが考えられる。

5.5 メタバースにおける PS

メタバースにおける PS に関する考察内容を以下にまとめる。

- ・女性参加者は現実世界同様に、メタバースにおいても同性より異性、既知の間柄より未知の間柄の方が PS を有意に短くとる。
- ・女性参加者はメタバースにおいて、自身のパーソナリティより他者アバタとの親密度や性別によって PS を変化させる。
- ・すなわち、女性参加者は他者アバタとの関係で PS を変化させるが、自身のパーソナリティによって PS を変化させない
- ・男性参加者はメタバースにおいて、既知の間柄より未知の間柄の方が PS を有意に短くとるが、他者アバタの性別によって PS を変化させない。
- ・男性参加者はメタバースにおいて、他者アバタが異性の場合、自身のパーソナリティによって PS を変化させる。
- ・すなわち、男性参加者は他者アバタの性別では PS を変化させず、他者アバタとの親密度によって PS を変化させる。さらに、自身のパーソナリティによって PS の取り方に違いがあり、非社交的な男性参加者は社交的な男性参加者より、他者アバタとの親密度や性別を意識すると考えられる。

6. おわりに

本研究では、現実世界同様にメタバースにおいても『アバタ同士の性別が異性よりも、同性の方がパーソナルスペースの距離が短い』と『アバタ同士の親密度が未知の間柄よりも、既知の間柄の方がパーソナルスペースの距離が短い』という2つの仮説を立て、実験による検証を行った。

検証の結果、女性参加者は現実世界同様にメタバースにおいてもアバタ同士の性別が異性より同性の方が、アバタ同士の親密度が未知の間柄より既知の

間柄の方がパーソナルスペースを有意に短くとることが分かった。男性参加者の場合はメタバースにおいてもアバタ同士の親密度が未知の間柄より既知の間柄の方がパーソナルスペースを有意に短くとることが分かったが、他者アバタの性別ではパーソナルスペースを変えないことが分かった。

さらに、他者アバタが異性の場合、男性参加者より女性参加者の方がパーソナルスペースを短くとり、女性参加者はメタバースにおいて、自身のパーソナリティより他者アバタとの親密度や性別によってパーソナルスペースを変化させることが分かった。男性参加者はメタバースにおいて他者アバタが異性の場合、自身のパーソナリティによってパーソナルスペースを変化させると考えられる。このことから、実験参加者はメタバースにおいても実際に体があるかのように、身体性を持ち続けていると考えられる。

本研究の成果は、今後、ますます身近になってくると思われるアバタを用いたメタバースでのコミュニケーションを円滑に行うための足掛りとなることが期待できる。さらに、実験参加者のパーソナリティによってパーソナルスペースが変化することを示唆する結果が得られた。今後、より詳しいメタバースアバタのパーソナルスペースについて検証するためには、実験参加者の性別とは異なる性別の自己アバタを用いて測定を行った場合と実験参加者の性別と同じ性別の自己アバタを用いて実験を行った場合の比較や、実験参加者の内向性や外向性などの個人のパーソナリティによって変化するパーソナルスペースの形状比較や、異文化でのパーソナルスペースの形状比較を行うことが望まれる。また、本実験では男性の実験参加者に比べ女性の実験参加者がやや少なくなっているため、今後の実験では女性の実験参加者数が増加することが強く望まれる。

謝辞

本研究の一部は、2011-2013 科学研究費補助金（基盤(C) 23500266)の助成による。

参考文献

- [1] 渋谷昌三 (1990) 『人と人との最適距離』 日本放送出版協会 pp. 11-40.
- [2] 大坊郁夫 (1998) 『しぐさのコミュニケーション—人は親しみをどう伝えあうか』 サイエンス社 pp. 60-62.
- [3] 渋谷昌三 パーソナル・スペースの形態に関する一考察, 山梨医大紀要 第2巻, pp. 41-49 (1985).
- [4] Metaseqoia metaseq.net<<http://www.metaseq.net/>>