

架空をはかる ～ 「ドラえもん」の大きさを測ると ～

茂野剛大^{†1} 佐藤航平^{†1} 影山洋輔^{†1} 重久睦己^{†1} 早田周平^{†1} 田部井隆丞^{†1}
武藤剛^{†1}

概要：Cross Reality (XR) 空間では、現実世界に存在しない架空のキャラクターや物体を、あたかも目の前に実在するかのように表現することが可能である。しかし、その再現性が不適切である場合、提示対象に抱く印象は大きく変容してしまう。本研究では、国内で広く知られているアニメキャラクター「ドラえもん」を取り上げ、Mixed Reality (MR) 環境を用いた架空キャラクターの適切な大きさを測定する手法を提案し、それを用いた実験を行った。具体的には、MR ゴーグルを通してユーザが架空キャラクターの適切な大きさを選択できるシステムを開発し、各実験参加者が適切と考えるドラえもんの大きさを計測する実験を実施した。その結果、各個人の過去の経験や記憶、さらにキャラクターのふりまいが、架空キャラクターの適切な大きさの認識に大きな影響を与えることが明らかになった。

1. はじめに

Cross Reality (XR) は、現実空間と仮想空間を融合させる技術であり、その応用範囲はエンターテインメント、教育、医療、建築設計など多岐にわたる。XR 技術は大きく Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR), Mixed Reality (MR) に分類されるが、特に MR 技術は、現実の視覚情報に仮想オブジェクトを重ね合わせることで、仮想要素が現実世界に存在するかのような体験を提供する点で注目されている。

一方で、XR 空間において提示される仮想オブジェクトやキャラクターの再現性が不適切な場合、ユーザの認識や印象に悪影響を及ぼす可能性がある。たとえば、VR 空間においてオブジェクトの動きが不自然であると、ユーザの時間認識や印象が変化することが報告されている[1]。また、視覚的情報や奥行き認識の不整合が手と目の協調動作に影響し、動作効率を低下させることも示されている[2]。VR 空間における視覚的なリアリズムの欠如が、ユーザの没入感や感情的なつながりの形成を妨げる可能性も示されている[3]。これらは VR における知見であるが、現実世界と仮想空間が重なり合う MR 環境においても、仮想オブジェクトの提示の適切さがユーザ体験の質を左右する要因になると考えられる。

MR 環境では、現実世界の映像と仮想オブジェクトが視覚的に統合されるため、その大きさや配置がユーザの印象形成や没入感に与える影響は、VR 空間とは異なる新たな要素を含んでいる。たとえば、青木らはバーチャルクリーチャが現実世界に存在するかのような「存在感」を与える手法を提案し、提示手法や文脈がその認識に大きな影響を及ぼすことを報告している[4]。さらに、坂本らの研究では、人間型アンドロイドの適切な外見や動作が、遠隔存在感の

向上に寄与することが実証されている[5]。Visconti らは、リアルなアバターにおける視覚的な表情や動作の正確さが感情伝達や社会的存在感を高めることを示し[6]、齋藤らはアバターのスケール感がユーザの認識や印象に影響を与えることを報告している[7]。

これらの先行研究は VR 空間における知見を示しているが、MR 環境においては、現実映像上に仮想オブジェクトを重ね合わせる特性から、現実世界との視覚的な整合性が重要な要素となる。特に、現実には存在しない「架空キャラクター」の MR 環境での「適切な大きさ」の判断は、ユーザの主観的な認識や印象に大きく関与すると考えられる。

そこで本研究では、MR 環境において国内で広く知られている架空キャラクター「ドラえもん」を対象に、MR 環境でのキャラクター配置時の適切な大きさを測定する手法を提案する。具体的には MR ゴーグルのパススルー機能を利用して、現実映像上に 3 次元 (3D) グラフィックコンテンツとしてドラえもんを提示するシステムを開発した。さらに、その計測システムを使って、参加者が主観的に適切だと感じる「架空キャラクターの身長」を申告する実験を実施し、その結果を分析する。

2. 計測システム

図 1 に、本研究で作成した計測システムの全体構成を示す。本システムは、使用者が MR ゴーグル (Meta Quest 3, Meta Platforms, Inc) を装着し、ゴーグル上に提示される Computer Graphic (CG) キャラクターを視認しながら、その大きさを手元のコントローラのレバーを操作して自由に調整できる機能を備えている。調整されたキャラクターの大きさは、参加者の手元のコントローラにより、体形の比率が保たれてリアルタイムで変化する。そして、コントローラ

*†1 文教大学 情報学部 情報システム学科

のボタンを押すことで、実験開始からの時間 (sec) と、そのタイミングでの身長 (cm) が自動的に記録される。

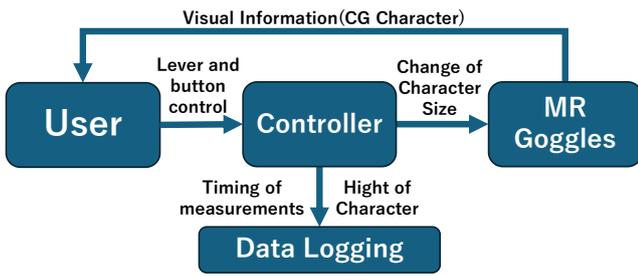


図1 計測システム

本研究の対象キャラクタであるドラえものの 3D グラフィックコンテンツは、テレビ放映された「ドラえもん」の映像の中から正面と側面がテレビに映っている場面を撮影し、それに基づいて作成した (図2)。具体的には、まず該当する場面をテレビ画面上で撮影した静止画像をもとに 3D モデル作成した。具体的には、3D コンテンツ制作ソフトウェア (blender4.0, Blender Foundation) を使用して 3D モデルへのレンダリングを行い、原作の視覚的特徴を忠実に再現したキャラクタを MR 環境での提示に適した 3D グラフィックコンテンツとして構築した。



図2 ドラえもん「テスト・ロボット」[8]より引用
(2020年11月14日にテレビ朝日系で放映)
(a)番組本編開始より50sec経過時に撮影
(b)番組本編開始より138sec経過時に撮影

また、本システムは、ゲーム開発用の統合開発環境 (Unity 3.5fl, Unity Technologies) を用いて開発され、キャラクタの動作やサイズを変化させる機能に加え、現実世界の視覚的スケールとの整合性を確保するためのキャリブレーション機能を実装している。具体的には、使用者が MR 環境で提示されるキャラクタの大きさをパススルー映像と比較し、実際の大きさとスケールを補正する機能が実装された。さらに、キャラクタの表示される高さの設定についても、実際の床の上に立っている様子を正確に再現するため、事前に計測した装着している MR ゴーグルの床からの高さ

(cm) を入力することで、キャラクタが地面に接して提示されるよう設定できる機能も実装された。これらのキャリブレーション機能により、記録される身長データは、使用者が目視で認識した大きさ (cm) として正確に変換され、記録することができる。

3. 実験

3.1 実験参加者

本実験には、過去にテレビ番組「ドラえもん」の視聴実験のある7名 (A, B, C, D, E, F, G) の健康な男子大学生が参加した。

3.2 実験準備

参加者が MR 環境で提示されるキャラクタの大きさを、裸眼で見た場合と同様に正確に評価できるようにするため、各参加者に対して、実験開始前にパススルー映像と裸眼視野の位置および大きさにずれがないことを確認した。その後、事前に計測した各参加者の直立時における MR ゴーグルの床からの高さ (cm) のデータを入力し、本システムのキャリブレーション機能を用いて、パススルー映像と MR 環境内の CG のスケールを補正するよう依頼した。

3.3 実験条件

本実験は、文教大学湘南キャンパス内のパフォーマンススタジオに設けた、5m×10mの障害物のないスペースにて、以下の7つの動作条件で実施した。

- forward 条件 : 参加者の正面を向いて立っている
- angled 条件 : 参加者に背を向けて右斜め 45° の方向を向いて立っている
- backward 条件 : 参加者に背を向けて立っている
- diagonal 条件 : 参加者に対して右斜め 45° の方向を向いて立っている
- face up 条件 : 参加者に対して左奥に仰向けで寝ている
- jumping 条件 : 参加者の正面を向き 25cm の高さのジャンプをしている
- walking 条件 : 参加者の周囲を歩き回っている

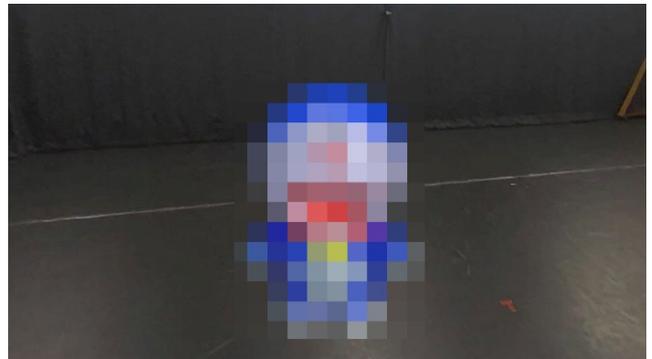


図3 MR ゴーグルの視野映像の一例 (forward 条件) [a]

a) 著作権保護の観点から画像を一部加工しています。

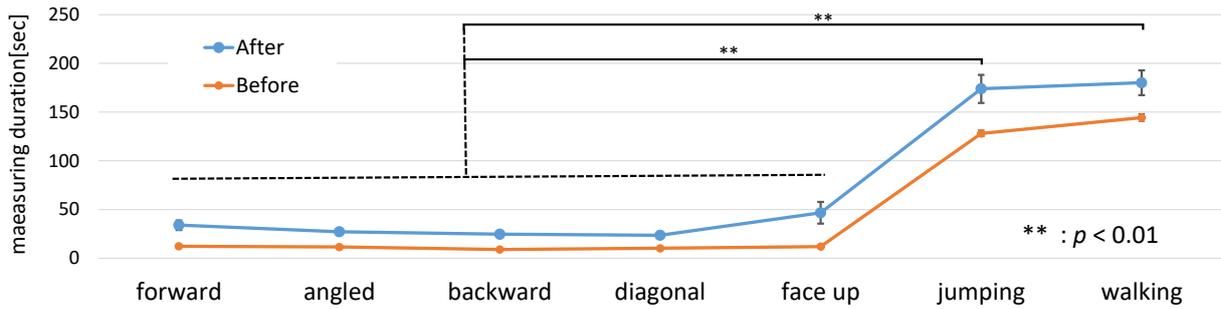


図4 キャラクタの身長を申告までに要した計測時間の比較

実験開始時に CG キャラクタは参加者から 2.5m 離れた位置に表示されるように設定された。その後、参加者はそのキャラクタを視認しながら、自由に移動することができる。図3に参加者のMRゴーグルを通した視野映像の一例 (forward 条件) を示す。

また、本実験では、番組視聴経験によるキャラクタの大きさへの即時的な影響についても検討するため、上記の実験を一度実施 (Before 状態) したのち、いずれの参加者も過去に視聴経験のない「ドラえもん、似たもの！あつまれホイッスル」(2021年3月13日にテレビ朝日系で放映) [9] を46インチのテレビモニタ (KDL-46X1000, SONY 社製) で視聴した後、再度実験に参加 (After 状態) した。

3.4 実験手順

参加者はMRゴーグルを装着し、CGキャラクタを視認しながら手元のコントローラを操作してキャラクタの大きさを自由に調整し、「最も適切だと考えるキャラクタの大きさ」に調整できた後、任意のタイミングでコントローラのボタンを押して、その身長を申告するよう依頼した。

4. 結果

4.1 計測時間

図4に参加者がキャラクタの身長を申告するまでに要した測定時間の比較を示す。番組の視聴状態 (After・Before) と動作条件 (forward, angled, backward, diagonal, face up, jumping, walking) を要因とした分散分析 (two-way repeated measures ANOVA) を実施した。

その結果、視聴状態の主効果は有意であった ($F(1,6) = 12.36, p = 0.012$)。この結果は、番組閲覧後に参加者がキャラクタのサイズを申告するまでに要する時間が有意に増加することを示している。動作条件の主効果も有意であり ($F(6,36) = 29.97, p < 0.001$)、動作条件によってキャラクタのサイズを申告するまでに要する時間に有意差があることを示している。一方、視聴状態と動作条件の交互作用は有意ではなかった ($F(6,36) = 0.27, p = 0.948$)。

動作条件間および視聴状態間の具体的な差を検討するため、Bonferroni法による多重比較を実施した結果、jumping

条件および walking 条件では、他の条件と比較して測定時間が有意に長いことが確認された ($p < 0.01$)。

以上の結果から、番組視聴後に測定時間が増加すること、さらにキャラクタの動きを伴う条件では測定時間が特に長くなることが示された。

4.2 キャラクタのサイズ

表1には、各参加者が申告したキャラクタの身長の平均値、最大値、最小値を示す。申告された身長は最大で144.95cm、最小で78.27cmであり、多くの場合、100~120cmの範囲で申告されていた。また、申告された身長には、参加者間で約20~30cmの差が見られるとともに、参加者個人の中でも動作条件によって約20~40cmの差があった。

表1 申告されたキャラクタの身長 (参加者ごと)

	ppts	Mean ± SD	Maximum (cond.)	Minimum (cond.)
After	A	120.58 ± 8.25	129.38 (forward)	108.08 (jumping)
	B	134.82 ± 9.29	144.95 (backward)	118.20 (jumping)
	C	114.48 ± 11.01	126.20 (diagonal)	98.64 (jumping)
	D	126.68 ± 9.55	134.87 (backward)	112.11 (jumping)
	E	102.72 ± 9.35	118.59 (angled)	92.57 (walking)
	F	105.55 ± 7.54	112.83 (angled)	93.84 (walking)
	G	130.54 ± 11.75	141.96 (diagonal)	109.16 (jumping)
Before	A	113.69 ± 14.43	128.64 (angled)	89.76 (jumping)
	B	111.45 ± 15.93	132.23 (backward)	90.36 (face up)
	C	109.88 ± 12.83	121.63 (diagonal)	88.56 (jumping)
	D	119.24 ± 12.37	136.73 (diagonal)	100.71 (jumping)
	E	98.77 ± 12.04	110.49 (angled)	78.27 (jumping)
	F	103.99 ± 8.47	111.47 (forward)	88.70 (jumping)
	G	111.84 ± 14.52	125.95 (face up)	88.89 (jumping)

(cm)

表2と図5に、参加者が申告したキャラクタの身長の比較を示す。動画の視聴状態と動作条件による、申告した身長への影響を分析するため2要因の分散分析 (two-way repeated measures ANOVA) を実施した。

その結果、視聴状態の主効果が有意であることが確認された ($F(1,6) = 12.36, p = 0.012$)。この結果は、番組視聴後に参加者がキャラクタのサイズを有意に大きく申告する傾向があることを示している。また、動作条件の主効果も有

表2 申告されたキャラクターの身長 (条件ごと)

		forward	angled	backward	diagonal	face up	jumping	walking
After	Maximum	135.18	139.26	144.95	141.96	143.64	118.20	140.08
	Minimum	106.24	112.83	99.54	103.72	96.29	93.47	92.57
	Mean ± SD	124.08 ± 11.93	124.95 ± 8.71	123.84 ± 16.48	124.95 ± 12.94	118.84 ± 15.39	105.70 ± 8.60	112.98 ± 18.85
Before	Maximum	123.92	128.64	132.23	136.73	125.95	100.71	109.56
	Minimum	103.92	100.67	105.92	107.16	90.36	78.27	86.01
	Mean ± SD	117.26 ± 7.30	116.28 ± 11.22	118.26 ± 9.44	119.50 ± 10.77	108.28 ± 11.10	89.66 ± 6.63	99.63 ± 7.92

(cm)

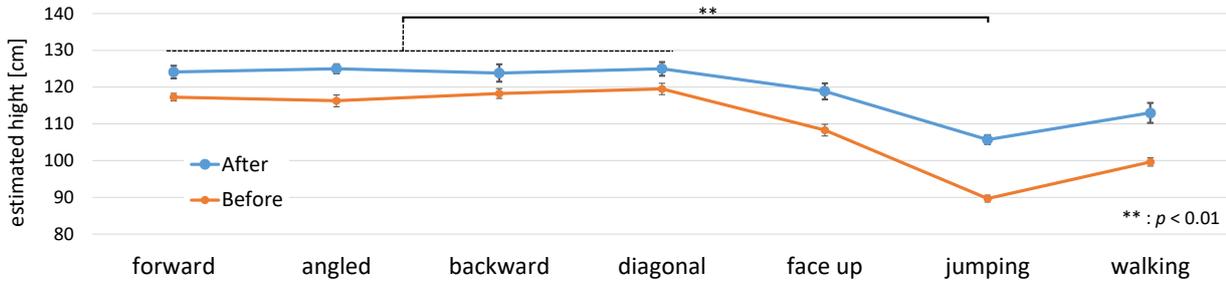


図5 申告されたキャラクターの身長 (条件間の比較)

意であった ($F(6, 36) = 29.97, p < 0.001$). これは、動作条件によって申告されたキャラクターの身長に有意差があることを示している. 一方で、視聴状態と動作条件の交互作用は有意ではなかった ($F(6, 36) = 0.27, p = 0.948$).

さらに、動作条件間および状態間の具体的な差を検討するため、Bonferroni法による多重比較を実施した. その結果、jumping条件およびwalking条件では、forward、angled、backward、diagonal条件と比較して有意に大きな値が申告された ($p < 0.01$).

これらの結果から、番組視聴後においては全体的に申告されたサイズが増加すること、そして、キャラクターの動きを伴う条件において、参加者がキャラクターのサイズを他の動作条件と比べて小さく申告することが示された.

5. 考察

5.1 動作条件による計測時間への影響

動きを伴う条件 (jumping, walking) で計測時間が増加する傾向が確認された. Itaguchi は、VR空間において動きの伴うオブジェクトがユーザの認知負荷を増加させ、サイズや動きの正確な判断を困難にすることを報告している[10]. 本研究でも同様に、キャラクターの動きがスケール感の判断を妨げた可能性が考えられる. 特にjumping条件では、縦方向の動きがスケール感の認識を困難にし、測定時間が延びる要因となったと考えられる. これらの結果は、動作条件に応じた計測手法の改良の必要性を示している.

5.2 番組視聴によるキャラクターの身長への影響

番組視聴後に申告されたキャラクターの身長が全体的に増加する傾向が確認された. Hofmannらの報告では、VR空間における「存在感」の強化が空間的判断やサイズ評価に影響を与える可能性が示されている[11]. 本研究でも、視聴

した番組の文脈やストーリーが、ドラえものの視覚的および感情的な存在感を即時的に高め、スケール感の再評価につながったことが考えられる.

また、番組視聴後に計測時間が増加したことも、視聴による存在感の強化がキャラクターのスケール感の判断プロセスに影響を及ぼしたことを示唆している. 具体的には、番組視聴によって「ドラえもん」に対する親近感や存在感が高まり、参加者がキャラクターの大きさをより慎重に評価しようとした結果、測定時間が長くなった可能性が考えられる.

これらのことは、架空キャラクターを設計する際に、直近の経験に基づく感情的要素や文脈情報が、そのスケール感の形成において重要な役割を果たしていたことを示唆している.

5.3 個人差及び、動作条件によるキャラクターの身長への影響

本研究では、キャラクターの身長の申告において、参加者間で約20~30cmの個人差が確認されるとともに、各参加者の中でも動作条件によって約20~40cmの差が生じた. Ogawaらは、VR空間では物体が実際よりも小さく見える現象を報告しており[12]、視覚的スケール感の不整合や奥行き手がかりの欠如が、サイズ認識のばらつきに影響を与える要因となることを指摘している. 本研究においても、動作条件の違いがスケール認識に大きな影響を与え、特に動きを伴う条件でキャラクターの身長が小さく申告される傾向が確認された. これらの結果は、過去の経験や記憶だけでなく、視覚的手がかりや動作条件の特性が、スケール感の認識に大きく影響していたことを示唆している.

また、jumping条件ではキャラクターのサイズが小さく申告される傾向が確認された. これは、縦方向の動きが奥行

き知覚や高さの判断を混乱させ、スケール感の正確な認識を妨げたためであると考えられる。さらに、動作条件による約 20~40cm の差は、キャラクタに動きが伴う状況において、視覚的スケール感がより変化しやすくなることを示している。このことは、動作条件に応じた補正技術を導入することの必要性を示唆している。

6. おわりに

本研究では、MR 環境における架空キャラクタの適切な大きさを評価する計測手法を提案し、ドラえもんを対象とした架空キャラクタの計測実験を通じて、動作条件や主観的要因がスケール認識に与える影響を明らかにした。動きを伴う条件では認知負荷が増加し、計測時間が延びる傾向が確認された。特に jumping 条件では、縦方向の動きがスケール感の判断を妨げる要因となることが示された。さらに、主観的に適切だと感じるキャラクタの身長には、参加者間で約 20~30cm の個人差があり、同一の参加者内でも動作条件に応じて約 20~40cm の差が見られることが明らかになった。

また、番組視聴後にはキャラクタの身長が全体的に大きく申告される傾向が確認された。この現象は、視聴したアニメの文脈やストーリーがドラえもんの視覚的および感情的な存在感を高め、そのスケール感が心理的に拡大された結果と考えられる。ドラえもんの公式の身長である 129.3cm[13]と比較すると、申告されたキャラクタの身長はおおむね一致する範囲にあるが、動作条件や主観的要因がその認識に影響を与えることが示された。これらの知見は、MR 環境における架空キャラクタのスケール設計において、公式設定だけでなく、各個人の過去の経験や記憶、およびキャラクタのふるまいが、スケール認識における重要な要素となることを示唆している。

また、本研究の成果は、MR 環境における架空キャラクタのスケール設計に関する新たな知見を提供し、動作条件や個人差を考慮した設計が必要であることを示している。本提案手法が、エンターテインメント、教育、製品デザインなど多様な分野に応用可能であり、架空キャラクタの設計において有用なツールとなり得ることを示唆している。

今後の課題として、過去の経験や記憶、動作条件に応じた補正技術の開発、他のキャラクタや動作条件を対象とした実験の実施、異なる年齢層や文化的背景を持つユーザを対象とした調査が挙げられる。これらを通じて、本計測手法のさらなる汎用性と応用可能性の検討を進める。

参考文献

[1] Landeck, M., Unruh, F., Lugin, J. and Latoschik, M. E. Object Motion Manipulation and Time Perception in Virtual Reality. *Frontiers in Virtual Reality*. 2024, vol. 5. DOI:10.3389/frvir.2024.1390703.

[2] Y. Cheng and W. Lin. The Effects of Depth Perception Viewing on Hand-Eye Coordination in Virtual Reality Environments. *Journal of Virtual Reality Research*. 2021, vol. 12, no. 4, pp. 45-52. DOI: 10.5678/jvr.2021.4567.

[3] S. Livatino, D. Regalbuto, et al. Photorealistic True-Dimensional Visualization of Remote Avatars in Virtual Reality, *International Journal of VR Research and Design*. 2023, vol. 7, no. 2, pp. 28-35. DOI: 10.1002/ijvrd.2023.5678.

[4] 青木孝文, 三武裕玄, 遠山喬, 長谷川聖, 浅野一行, 佐藤誠. 実世界で存在感を持つバーチャルクリーチャーの実現. *日本バーチャルリアリティ学会論文誌*. 2006, vol. 11, no. 2, pp. 313-322.

[5] 坂本大介, 神田崇行, 小野哲雄, 石黒浩, 萩田紀博. 遠隔存在感メディアとしてのアンドロイド・ロボットの可能性. *情報処理学会論文誌*, 2007, vol. 48, no. 12, pp. 3729-3735.

[6] A. Visconti, D. Calandra, and F. Lamberti. Comparing Technologies for Conveying Emotions Through Realistic Avatars in Virtual Reality-Based Metaverse Experiences. *Computer Animation and Virtual Worlds*. 2023, vol. 34, no. 3-4. DOI: 10.1002/cav.2188.

[7] 齋藤崇史, 伊地知剛史. 三人称視点 VR アプリケーションにおけるアバターサイズとユーザ動作の関係性に関する調査. *ヒューマンコンピュータインタラクションシンポジウム論文集*, 2023, pp. 123-130.

[8] “ドラえもん「テスト・ロボット」2020年11月14日放送“. <https://www.tv-asahi.co.jp/doraemon/story/0629/>, (参照 2024-12-19).

[9] “ドラえもん「似たもの！あつまれホイッスル」2021年3月13日放送“. <https://www.tv-asahi.co.jp/doraemon/story/0646/>, (参照 2024-12-19).

[10] Itaguchi, Y. Size perception bias and reach-to-grasp kinematics: An exploratory study on the virtual hand with a consumer immersive virtual-reality device. *Frontiers in Virtual Reality*. 2021, vol. 2. DOI: 10.3389/frvir.2021.712378.

[11] Hofmann, J., Jäger, T. J., Deffke, T., & Bubb, H. Effects of Presence on Spatial Perception in Virtual Environments. *Proceedings of the 4th Annual International Workshop on Presence*. 2001, pp. 1-16.

[12] Ogawa, N., Narumi, T., & Hirose, M. Distortion in perceived size and body-based scaling in virtual environments, *Proceedings of the 8th Augmented Human International Conference (AH '17)*, 2017, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 35, pp. 1-5. DOI: 10.1145/3041164.3041204.

[13] “ドラえもん公式サイト (ドラえもん) “. <https://dora-world.com/character/doraemon/>, (参照 2024-12-19).