

F1-12

## フォトグラメトリ技術を用いた仮想空間内における寸法把握 Research on Dimensioning in Virtual Space Using Photogrammetric Techniques

○鈴木航輔<sup>1</sup>, 江守央<sup>2</sup>\*Kosuke Suzuki<sup>1</sup>, Emori Hisashi<sup>2</sup>

**Abstract:** When examining pedestrian spaces, tools commonly used include paper maps and map applications utilizing GNSS, which represent information in two dimensions. However, these methods present challenges such as limitations in expressing three-dimensional information, inability to reflect detailed information, and difficulty in achieving intuitive spatial understanding. Therefore, utilizing photogrammetry technology, which enables viewing data on a three-dimensional basis—for spatial information management, is considered effective. We have decided to compile matters concerning the potential impact of three-dimensional data and the extent to which differences in spatial recognition may arise among viewers.

### 1. はじめに

現在、我々が歩行空間を調べる際に使われているツールとして、紙媒体の地図やGNSSを活用した地図アプリなど、二次元で表現しているものが一般的である。しかし、これらのツールは平面的な二次元情報として空間を表現するため、現実世界の立体的な情報を正確に伝えることに限界があり、実際の勾配や形状を直感的に把握することが困難ある。国土交通省では、ユニバーサル社会の実現に向けた施策の一環として、「歩行空間ネットワークデータ等整備仕様」を公表している。また、「Project PLATEAU」<sup>[1]</sup>では3D都市モデルの整備・活用・オープンデータ化を進めている。

### 2. 研究の目的

フォトグラメトリ技術の活用事例として、文化資源のデジタルアーカイブ化<sup>[2]</sup>や地質地盤モデル作成<sup>[3]</sup>に用いられたものはあるが、人々の移動支援に関する検証は報告されていない。そこで、屋内施設をフォトグラメトリ技術を用いて3Dデータ化し、仮想空間内の寸法把握に関する検証を行い、発生し得る空間認識の影響をまとめ、案内情報への可能性と今後の課題について検討した。

### 3. フォトグラメトリについて

フォトグラメトリとは、写真から3DCGを生成する技術で、対象物をさまざまな角度から撮影し、その複数の写真をソフトウェアを用いて合成することで三次元空間を作ることができる。基本原理は三角測量であり、画像中の特徴点を自動抽出、マッチングし、カメラの位置や姿勢を推定してデータを生成する。一般的なデジタルカメラやスマートフォンでも高品質な三次元データを取得できる<sup>[4]</sup>。実験で使用するフォトグラメトリ技術に関しては、Figure 1に示す「Matterport (マター

ポート)」を使用する。このツールは、提供者向け機能と閲覧者向け機能の機能が一括で扱いやすく整備されているサブスクリプションサービスである。また、撮影機材はLiDAR機能搭載の「iPhone 16 Pro」の標準カメラと、専用の雲台を用いた。

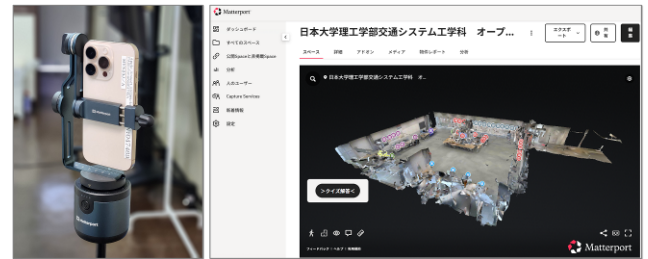


Figure 1. Photogrammetry Tool

### 4. 仮想空間等の寸法認識に関する検証方法

本研究では、公共空間を想定した実験場所として、2025年8月2日と8月3日に開催された日本大学理工学部オープンキャンパス内交通システム工学科紹介ブースにFigure 2に示すような「目測長さ推定課題」を設置した。現実空間を“リアル会場”3D空間を“バーチャル会場”と称し、その場で来訪者に推定した長さの回答を得た。バーチャル会場においては、専用ブースでの体験のほか、オープンキャンパス会場内でバーチャル会場にアクセスできるQRコードの配布やポスターの掲示を行った。Figure 3に示すようにアンケートはその場で回答してもらうほか、バーチャル会場から直接Microsoft Formsにアクセスできるようにした。質問内容は、机上に設置した物体の長さを推定するものが2問、床からの高さを推定するものが1問、距離感や奥行き把握の得意不得意、性別、年齢の計6問である。

1: 日大理工・学部・交通 2: 日大理工・教授・交通



Figure 2. Actual Length Estimation Task

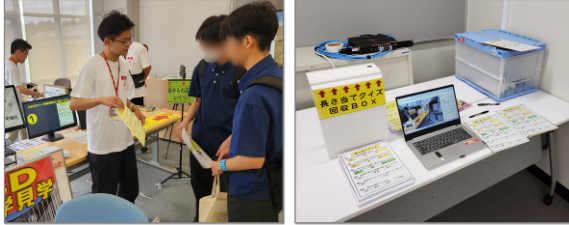


Figure 3. Experimental site

5. 結果と考察

リアル会場では46人、バーチャル会場では104人の回答を得た。Table 1 に平均誤差率と変動係数、Figure 4 から Figure 6 に各設問の回答結果のヒストグラムを示す。長さ推定では、バーチャル会場の誤差率が2倍以上大きく、高さ推定では、リアル会場の誤差率が約1.5倍大きい。変動係数はバーチャル会場がいずれも1.5倍以上となっており、ヒストグラムに示すように回答のばらつきが多いことがわかる。バーチャル会場では、画面上に写し出される映像が拡大、縮小されること現実の目線とは異なる見え方、歪みが発生することで寸法認識の誤りが生じたと推測される。しかし、すべての設問において最頻値と正解値が10cm以内に収まっていることから寸法の正確性を求められないのであれば、フォトグラメトリ技術が従来の地図の代わりに活用できることが伺えた。

Table 1. Average error rate and coefficient of variation

平均誤差率(1) (%)	問1		問2		問3	
	リ	バ	リ	バ	リ	バ
全体	5.99	25.14	10.80	22.37	-11.49	-7.90
正解より長く回答	21.76	40.97	41.33	75.04	10.00	27.93
正解より短く回答	-20.56	-32.75	-27.50	-31.03	-17.01	-22.76
得意	3.27	20.51	10.78	20.51	-11.99	-5.29
不得意	7.59	23.24	10.80	23.24	-11.19	-9.11
変動係数(2)	0.19	0.38	0.31	0.48	0.18	0.34

(1)平均誤差率  
-(正解値-回答値)/正解値の平均  
: 正解値と回答値の誤差の割合

(2)変動係数  
-回答値の平均/回答値の標準偏差  
: 回答値のばら幅

6. まとめ

視覚的な情報を容易に提供できるフォトグラメトリ技術であるが、寸法認識においてはリアル会場とバーチャル会場間に2倍以上変動係数の差が生じることが分かった。長さの目安となるモノの配置や画面上に目盛りを表示することで寸法認識の個人差を補完することができると考えられ、更なる比較検討を進めることで移動空間へのフォトグラメトリ技術の活用が期待できる。

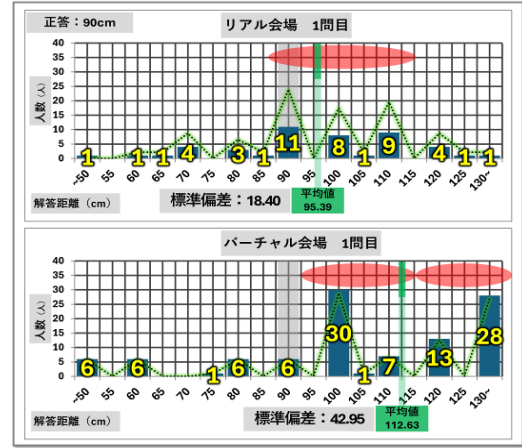


Figure 4. Result 1 (90 cm)

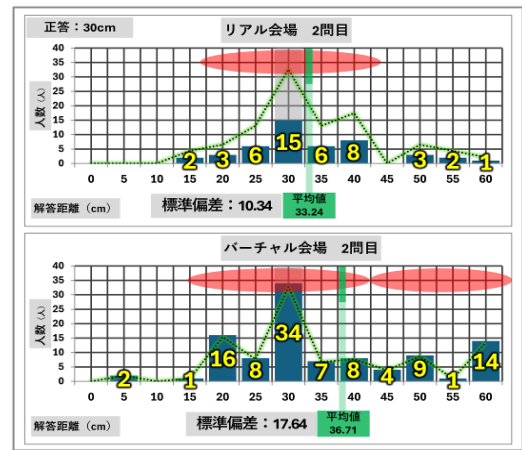


Figure 5. Result 2 (30 cm)

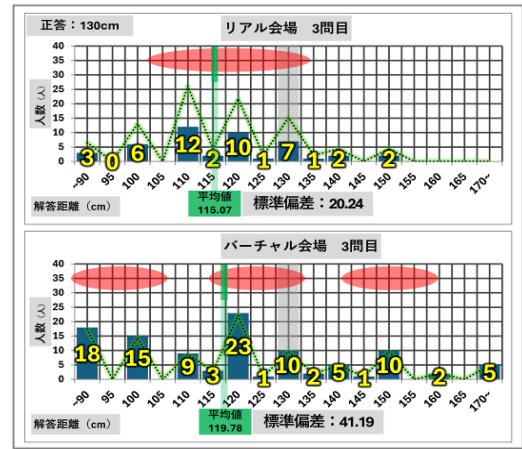


Figure 6. Result 3 (130 cm)

7. 参考文献

[1] 椿優里：3D 都市モデルの整備・活用・オープンデータ化"Project PLATEAU", AI・データサイエンス論文集, Vol.5, 2号, pp.1-12,2024.

[2]堀井洋：地域資料データ継承をめざした地域横断型データ共有基盤の構築,情報知識学会誌, Vol.34, 4号 pp.332-335,2024.

[3]宮城康夫ら：複合現実 (MR) 技術による 3D 地質地盤モデルへの活用事例, 日本地質学会学術大会講演要旨,第 129 年学術大会, T13-O-14, 2022.

[4]近藤邦雄：Photogrammetry を楽しむ, 画像電子学会誌, Vol.49, 4号, pp.334-339, 2020.