

写真から作成される三次元モデルと レーザースキャナの精度比較

学生氏名 萑沢 隼
指導教員 皆川 勝

所属 東京都市大学工学部都市工学科 計画マネジメント・皆川研究室

E-mail nira0327@gmail.com

近年、日本の建設業において、建設就業者と建設投資額が減少している。特に建設投資額の減少が著しいことで、少ない投資額を多くの建設業者で分け合うこととなり、建設業の労働生産性が低下せざるを得ない状況となった。そこで、国交省では、調査・測量、設計、施工、維持管理までのすべての建設生産プロセスでICT等を活用する「i-Construction」を推進し、建設現場の生産性を2025年度までに2割の向上を目指している。¹⁾ 本研究では、「i-Construction」の施策の一策である三次元測量に着目した。三次元測量には、レーザースキャナやドローンによる写真測量等があるが、時間・コスト・精度がそれぞれで異なるため、適切に使い分けることが必要であると考えた。そこで、レーザースキャナと写真から作成される三次元モデルを比較し有効に使い分けるための検討を行う。

Key Words : i-Construction, 三次元測量, レーザースキャナ, ContextCapture, 三次元モデル

1. 序論

(1) 背景

現在、わが国の建設業において、建設就業者と建設投資額が減少しており、他産業に比べ、生産性が低下していることが問題となっている。図-1に建設投資額と建設業就業者数の推移を示す。建設業就業者数は1999年の約685万人をピークとして減少しており、2015年にはピーク時の73%である約500万人まで減少した。建設投資額においては、1992年の84兆円をピークに、2015年はピーク時の60.7%である51兆円となった²⁾。また、建設就業者数と建設投資額の推移を比較すると、建設投資額の減少の方が著しいことが分かる。この結果、少ない建設投資額を多くの建設業者で分け合うことになり、生産性が低下せざるを得ない状況となった。労働生産性の推移を図-2に示す。製造業は「自動化・ロボット化」などの生産性向上策を導入することで生産性を向上させて来た。

一方、建設業では、異なる土地で、顧客の注文に基づき、一品ごとの生産を行う「一品受注生産」、様々な地理、地形条件の下で、日々変化する気象条件に対応し、生産を行う「現地屋外生産」、様々な材料、資機材、施工方法と専門工事会社を含めた様々な技能を持った多数

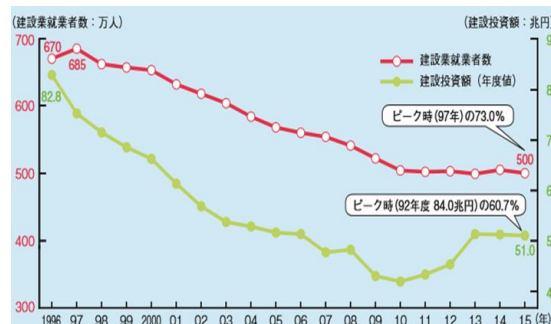


図-1 建設投資額と建設業就業者数の推移²⁾

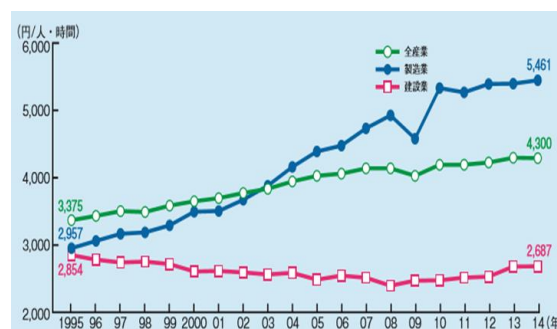


図-2 労働生産性の推移²⁾

の作業員が生産を行う「労働集約型生産」などの制約により、製造業等で進められてきた「自動化・ロボット化」などの生産性向上策を導入することは困難であり、1996年には製造業とほぼ同じ生産性であったのが、年々多少の減少傾向となり、2014年には、製造業と大きく差が出てしまった。そこで、減少していく技術者と建設投資額のもとで、継続的にインフラを提供していくためには、建設生産性を向上させていくことが必要不可欠である。³⁾ これらの問題に対処するため、国交省では、調査・測量、設計、施工、維持管理までのすべての建設生産プロセスでICT等を活用する「i-Construction」を推進し、建設現場の生産性を2025年度までに2割の向上を目指している¹⁾。

(2) 目的

本研究では、生産性向上のための施策である「i-Construction」に含まれる三次元測量に焦点を当てた。三次元測量にはレーザースキャナによる測量やドローンを用いた写真による測量等があるが、時間・コスト・精度がそれぞれで異なるため、適切に使い分けることが重要であると考えた。そこで、レーザースキャナと写真から作成される三次元モデル（以下、写真から作成される三次元モデルを「三次元モデル」と表記する。）を比較し有効に使い分けるための検討を行う。

まず、三次元モデルの精度を検証するため、写真から三次元モデルを作成し、実寸との比較を行うと共に、解像度、オーバーラップ率、形状が三次元モデルにどの程度の影響を及ぼしているのかを確認する。それを基に、三次元モデルとレーザースキャナの時間・コスト・精度を比較し、有効に使い分ける活用法の検討も行う。

2. i-Construction

(1) i-Constructionとは¹⁾

国土交通省が推進した「i-Construction」とは、建設業の生産性向上を目的とした、ICT技術を活用する取組である。建設業では、製造業等で導入されたような「自動化・ロボット化」などの生産性向上策の導入は困難とされていたが、「i-Construction」により、建設業においても、建設機械、設計データ、施工管理データを繋ぐことで、ICT建設機械による3次元データを活用した施工や検査など、「自動化・ロボット化」による生産性の向上が可能になるとしている。また、調査・測量、設計、施工、維持管理までのあらゆる建設生産プロセスにおいて、3次元データを活用することにより、個々のプロセスの最適化を目指す「部分最適」のみならず、全体のプロセスの最適化を図る「全体最適」を実現することが可能とされている。

「i-Construction」の推進に向けた第一歩として、「ICTの全面的な活用」、「全体最適の導入」、「施工時期の平準化」の3つのトップランナー施策を設け、得られた知見等を踏まえて、他の施策への拡大を図ることで、全ての建設現場に「i-Construction」の取組の浸透を目指す。

(2) トップランナー施策¹⁾

3つのトップランナー施策を以下に述べるが、本研究で扱うのは「ICTの全面的な活用」のみである。図-3に建設生産プロセスにおいてICTを全面的に活用した流れを示す。ICTを全面的に活用することによって、「時間短縮」、「自動化・ロボット化」、「データ化」による効率の良い生産プロセスに期待できる。

a) ICTの全面的な活用

- 調査・測量、設計、施工、検査等のあらゆる建設生産プロセスにおいてICTを全面的に活用。
- 3次元データを活用するための15の新基準や積算基準を整備。
- 国の大規模土工は、発注者の指定でICTを活用。中小規模土工についても、受注者の希望でICT土工を実施可能。
- 全てのICT土工で、必要な費用の計上、工事成績評点で加点評価。

b) 全体最適の導入

- 設計、発注、材料の調達、加工、組立等の一連の生産工程や、維持管理を含めたプロセス全体の最適化が図られるよう、全体最適の考え方を導入し、サプライチェーンの効率化、生産性向上を目指す。
- 部材の規格（サイズ等）の標準化により、プレキャスト製品やプレハブ鉄筋などの工場製作化を進め、コスト削減、生産性の向上を目指す。

c) 施工時期の平準化

- 公共工事は第1四半期(4～6月)に工事量が少なく、偏りが激しい。
- 限られた人材を効率的に活用するため、施工時期を平準化、年間を通して工事量を安定化する。

3. 三次元モデルの精度検証

三次元モデルの精度検証として、撮影する際のカメラの解像度、写真のオーバーラップ率、対象物の形状が写真から作成される三次元モデルにどの程度の影響を及ぼしているのかを確認すると共に、実寸との誤差を比較する。また、上記の結果を基に、レーザースキャナとの比較対象の選定を行う。



図-3 建設生産プロジェクトにおいて ICT を全面的に活用した流れ⁴⁾

(1) 撮影対象物

三次元モデルの精度を検証するため、ノギスを用いた実寸の測定が容易な小型のオブジェクトとして、木製のアートブロックを使用した。また、形状による精度への影響も考え、立方体と円柱のブロックを採用した。使用したアートブロックを図-4に示す。

(2) 使用ソフトウェア⁵⁾

三次元モデルを作成するにあたり、三次元モデル自動生成ソフトウェアである Bentley 社の ContextCapture を使用した。ContextCapture は、写真を用いることで、数 cm のオブジェクトから都市全体に至るまで、あらゆる規模の三次元モデルを低コストで作成することが可能なソフトウェアである。写真による自動モデリングでは、生成モデル形状の修正処理の多くの手作業を強いられることがあるが、ContextCapture によって作成される三次元モデルは、修正を最小限に抑えることが可能である。

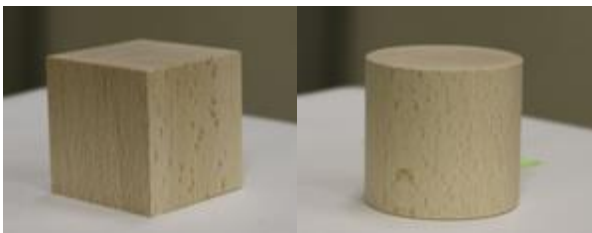


図-4 アートブロック

ContextCapture で三次元モデルを生成するための撮影時の各事項を以下に記す。

a) 推奨事項

- 拡大して撮る際は、実際に対象物に近づいて撮影する。
- 引きで撮りたい（広い範囲を一枚に収めたい）ときは、離れて撮影する。
- 照明・光の当たり方を一定にする。

b) 回避事項

- 不鮮明な写真
- フラッシュ撮影

c) 注意事項

- 60%のオーバーラップを確保すること。
- 撮影アングルを変えるのは15度以内ずつ。

d) 禁止事項

- ズーム機能は使わない。
- 写真のリサイズ、トリミング、回転は行わない。
- カメラの自動回転モードはオフにする。
- 魚眼レンズは使わない。

e) 制限事項

- 全体をモデル化するために、全体をカバーしている十分な写真枚数が必要。

表-1 カメラと解像度^{6) 7) 8)}

カメラⅠ 【Canon EOS Kiss X8i】	カメラⅡ 【CASIO EX-FC150】	カメラⅢ 【Apple iPhone6】
2420万画素	1010万画素	800万画素
		

- 透明な物、光が反射している部分（ガラス、水面等）は、適切にモデル化できない。
- 特徴のない面（特徴のない白い壁等）は適切にモデル化できない。
- 撮影視点間は適度な間隔が必要。

(3) 使用カメラ

解像度の違いにより、三次元モデルの精度にどの程度の差が生じるのかを検証するため、解像度の異なる3つのカメラを使用した。表-1に使用したカメラと解像度を示す。カメラの解像度は、2000×2000ピクセルが400万画素であるようにカメラのピクセル数のことであり、400万画素より800万画素のカメラの方が高解像度のカメラといえる⁹⁾。

また、すべてのカメラでピントを自動で合わせる機能であるAF（オートフォーカス）を使用し、撮影を行った。

(4) 撮影条件

撮影では、撮影箇所を対象物から50cm離れた位置に定め、周囲360度から撮影箇所を15度・30度ずつ変え、

1つの撮影箇所につき、水平アングル、ハイアングルⅠ、ハイアングルⅡの高さを変えた3枚の写真を撮った、図-5に撮影位置を示す。また、撮影時の注意事項に留意し、撮影アングルは15度以内である11度に収め、オーバーラップ率を60%以上である約85%、70%ずつ確保した2通りで撮影を行った。オーバーラップ率は、座標ターゲット（本撮影では付箋を使用。）をもとに二枚の写真を重ね合わせることで算出した。（以下、撮影箇所を15度ずつ変えて撮った撮影を「撮影Ⅰ」と表記し、撮影箇所を30度ずつ変えて撮った撮影を「撮影Ⅱ」と表記する。）

(5) 三次元モデル作成方法

撮影Ⅰ、Ⅱより得られた写真をContextCaptureに読み込み、座標ターゲットを基にして写真を結合させることで、三次元モデルを生成する。

a) 写真の選択

使用する写真を選択し、ContextCaptureに読み込む。撮影Ⅰでは72枚の写真を選択し、撮影Ⅱでは36枚の写真を選択した。

b) 座標位置の指定

3点のXYZを入力し、最低2点以上の写真位置ポイントを与える。今回は、対象物の近くに付箋を貼り、付箋を座標ターゲットとし、付箋の規格をもとに座標を与えた。また、付箋の座標は、図-6のとおりである。X座標が7.5cm、Y座標が2.5cm、Z座標は与えずに入力した。

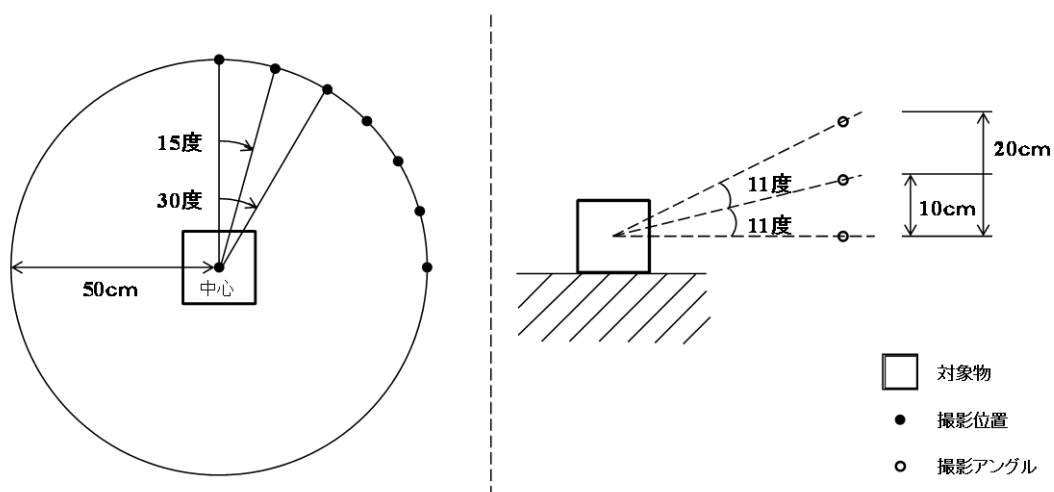


図-5 撮影位置

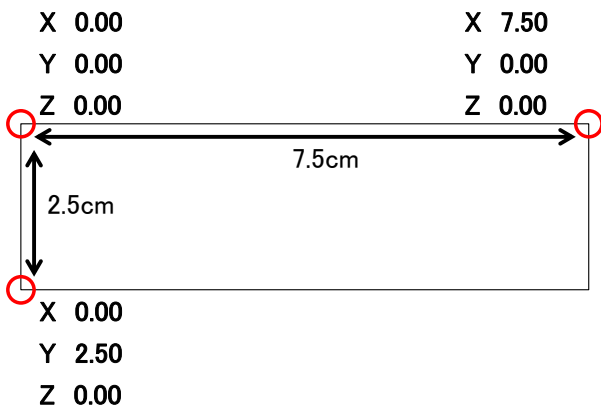


図-6 付箋の座標

c) モデルの生成

上記a), b) を行うことで、自動的に写真を結合し、三次元モデルを生成することができる。生成された三次元モデルを図-7に示す。

(6) 測定方法

ブロックの実寸と三次元モデルの測定値を比較し、差を算出し、写真測定の精度を検証すると共に、解像度、オーバーラップ率、形状が三次元モデルにどの程度の影響を及ぼしているのかを確認する。

まず、ブロックの実寸は電子ノギスを用いて、高さ、幅、直径を測定し、それぞれ5箇所値の平均値を算出した。三次元モデルに関しては、ソフトウェアの測定機能を用いて、測定したい箇所の端から端をプロットし、測定を行った。電子ノギスと同様に、高さ、幅、直径を測定し、それぞれ5箇所値の平均値を算出した。これらの平均値を用いて、実寸と三次元モデルの誤差を求めた。図-8に使用した電子ノギス、図-9にソフトウェア

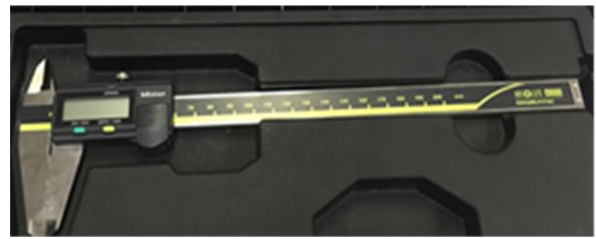


図-8 電子ノギス

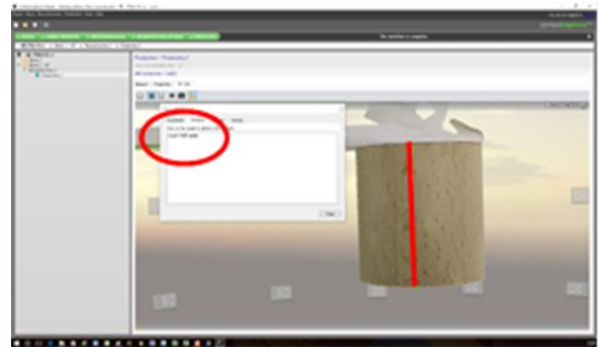


図-9 ソフトウェア測定機能

の測定機能を示す。

(7) 測定結果

表-2に立方体ブロックの5箇所値と平均値、表-3に円柱ブロックの5箇所値と平均値を示す。また、表-4に立方体ブロックの実寸と三次元モデルの値の比較、表-5に円柱ブロックの実寸と三次元モデルの値の比較を示す。表-2, 3より、カメラ I, II, IIIの値を比較すると、撮影 I, 撮影 IIのどちらも解像度が高くなるにつれ、5箇所値において実寸との誤差が小さく、安定した数値が得られることが分かる。



図-7 生成された三次元モデル

表-2 立方体ブロックの5箇所の値と平均値

		1	2	3	4	5	平均
実寸	高さ	4.97	4.98	4.97	4.97	4.97	4.97
	幅	4.91	4.92	4.91	4.91	4.91	4.91

撮影 I							
		1	2	3	4	5	平均
カメラ I	高さ	4.95	4.96	4.96	4.95	4.97	4.96
	幅	4.91	4.92	4.90	4.91	4.90	4.91
カメラ II	高さ	4.98	5.04	4.93	4.94	4.95	4.97
	幅	4.84	4.82	4.84	4.85	4.88	4.85
カメラ III	高さ	4.74	4.87	4.84	4.97	5.00	4.88
	幅	4.42	4.41	4.42	4.28	4.51	4.41

撮影 II							
		1	2	3	4	5	平均
カメラ I	高さ	5.02	5.03	5.02	5.02	5.01	5.02
	幅	4.95	4.97	4.97	4.95	4.97	4.96
カメラ II	高さ	4.88	4.89	4.84	4.89	4.94	4.89
	幅	4.97	4.92	4.96	4.98	4.92	4.95
カメラ III	高さ	4.92	4.88	4.87	4.96	4.93	4.91
	幅	4.86	4.87	4.82	4.89	4.86	4.86

表-3 円柱ブロックの5箇所の値と平均値

		1	2	3	4	5	平均
実寸	高さ	5.02	5.01	5.01	5.01	5.02	5.01
	直径	4.95	4.95	4.96	4.95	4.95	4.95

撮影 I							
		1	2	3	4	5	平均
カメラ I	高さ	5.00	5.01	5.00	5.01	5.01	5.01
	直径	4.97	4.92	4.93	4.96	4.96	4.95
カメラ II	高さ	4.90	4.90	4.92	4.93	4.89	4.91
	直径	4.90	4.91	4.95	4.86	4.90	4.90
カメラ III	高さ	4.86	4.89	4.88	4.90	4.91	4.89
	直径	5.12	4.93	4.97	5.12	4.96	5.02

撮影 II							
		1	2	3	4	5	平均
カメラ I	高さ	4.96	4.97	4.96	4.96	4.96	4.96
	直径	4.86	4.89	4.89	4.88	4.88	4.88
カメラ II	高さ	4.95	4.92	4.93	4.99	4.95	4.95
	直径	4.93	4.86	4.93	4.81	4.88	4.88
カメラ III	高さ	4.98	4.96	5.07	4.94	4.86	4.96
	直径	4.31	4.91	4.70	4.57	4.66	4.63

表-4 立方体ブロックの実寸と三次元モデルの値の比較

		実寸 (cm)	撮影 I (cm)	誤差 I (cm)	撮影 II (cm)	誤差 II (cm)
カメラ I	高さ	4.97	4.96	0.01	5.02	-0.05
	幅	4.91	4.91	0.00	4.96	-0.05
カメラ II	高さ	4.97	4.97	0.00	4.89	0.08
	幅	4.91	4.85	0.06	4.95	-0.04
カメラ III	高さ	4.97	4.88	0.09	4.91	0.06
	幅	4.91	4.41	0.50	4.86	0.05

表-5 円柱ブロックの実寸と三次元モデルの値の比較

		実寸 (cm)	撮影 I (cm)	誤差 I (cm)	撮影 II (cm)	誤差 II (cm)
カメラ I	高さ	5.01	5.01	0.00	4.96	0.05
	直径	4.95	4.95	0.00	4.88	0.07
カメラ II	高さ	5.01	4.91	0.10	4.95	0.06
	直径	4.95	4.90	0.05	4.88	0.07
カメラ III	高さ	5.01	4.89	0.12	4.96	0.05
	直径	4.95	5.02	-0.07	4.63	0.32

表-4, 5より, 解像度, オーバーラップ率, 形状のそれぞれを比較し, 得られた結果を以下に記す

a) 解像度

解像度の異なる3つのカメラを使用し, 解像度が与える影響を検証した. 解像度が高くなるにつれ, 誤差が小さくなっていったことから, 解像度による影響は大きいと考える.

b) オーバーラップ率

オーバーラップ率を約85%, 70%を保持した2通りで撮影を行い, オーバーラップ率が与える影響を検証した. オーバーラップ率を約85%保持した撮影の方の誤差が小さかったので, オーバーラップ率による影響は大きいと考える.

c) 形状

形状の異なる立方体, 円柱の2つの対象物を使用し, 形状が与える影響を検証した. 形状の違いによる大きな差が表れなかったことや, 誤差の大小がまばらなため, 形状による影響は小さいと考える.

(8) レーザースキャナとの比較対象の選定

表-4, 5より, カメラ I で撮影 I を行った結果が, 立方体, 円柱ともに実寸と三次元モデルの誤差が一番小さかった. 従って, レーザースキャナとの比較対象には, カメラ I で撮影 I を行った結果を用いる.

4. レーザースキャナと三次元モデルの比較

(1) 測量対象物

レーザースキャナと三次元モデルの比較を行う対象物として, 三次元モデルの精度検証で用いた, 立方体・円柱のオートブロックと, 形状が複雑である階段を対象とした. 新たに対象とした階段を図-10に示す. また, 階段に関しては, 測定値の比較ではなく, 視覚的に比較を行った.

(2) レーザースキャナ

今回のレーザースキャナを用いた測量では, 株式会社トップライズ様のご協力のもと, ライカジオシステムズ

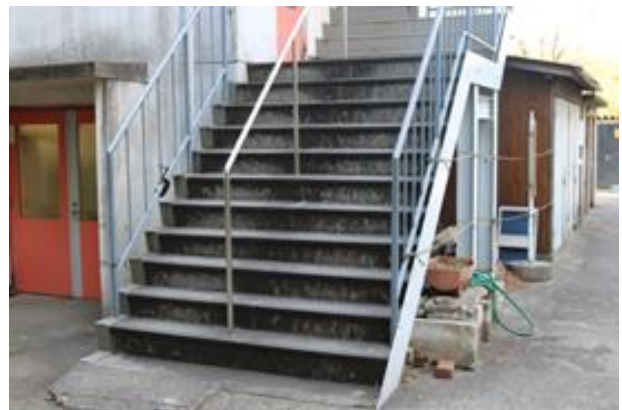


図-10 階段



図-11 Leica ScanStation P40

株式会社のLeica ScanStation P40をお借りし、測量を行った。Leica ScanStation P40は、計測時間、計測範囲、正確性、耐久性に優れており、計測可能距離は最長270 m、1秒間に100万点という速さで、3Dカラー点群データとHDR画像を生成可能であり、 -20°C から $+50^{\circ}\text{C}$ の過酷な環境でも動作し、防水・防塵である。¹⁰⁾ 使用したLeica ScanStation P40を図-11に示す。

(3) 測量方法

アートブロックにおいては、アートブロックを中心とし、任意の位置に座標ターゲットを3カ所設置し、アートブロックと3つの座標ターゲットを結ぶ4カ所にレーザースキャナを設置し、測量を行った。

階段においては、座標ターゲットをアートブロックと同様の位置、3つの座標ターゲットを結ぶ3カ所にレーザースキャナを設置し、測量を行った。配置図を図-12

に示す。また、新たに対象とした階段においては、三次元モデルを作成するにあたり、階段を中心として円を描くようにしてオーバーラップ率を85%以上確保するように撮影を行った。また、モデルを作成するまでの手順は、アートブロックの三次元モデルを作成した際と同じである。生成された三次元モデルを図-13に示す。

今回の測量では、レーザースキャナの水平位置から下に 55° の範囲で、10 m先を2 mmピッチという非常に細かい設定で行い、各設置位置において、 360° の点群データを取り、座標ターゲットを基にそれらを結合させ、得られた点群データを比較対象とした。階段の点群データを図-14、立方体の点群データを図-15、円柱の点群データを図-16に示す。

得られた点群データから、ソフトウェアの測定機能を用いて、高さ、幅、直径を測定し、それぞれ5箇所値と平均値を算出した。

(4) 測量結果

表-6 に立方体、円柱ブロックの5箇所値と平均値、表-7には立方体ブロックの三次元モデルとレーザースキャナの点群の比較、表-8には円柱ブロックの三次元モデルとレーザースキャナの点群の比較を示す。

表-7,8より、立方体、円柱ともにレーザースキャナの点群よりも三次元モデルの方が実寸との誤差が小さいことが分かる。また、レーザースキャナで円柱ブロックを測量した際の誤差が他の数値に比べ大きいことから、レーザースキャナでは曲面を正確に捉えることが難しいのではないかと考える。

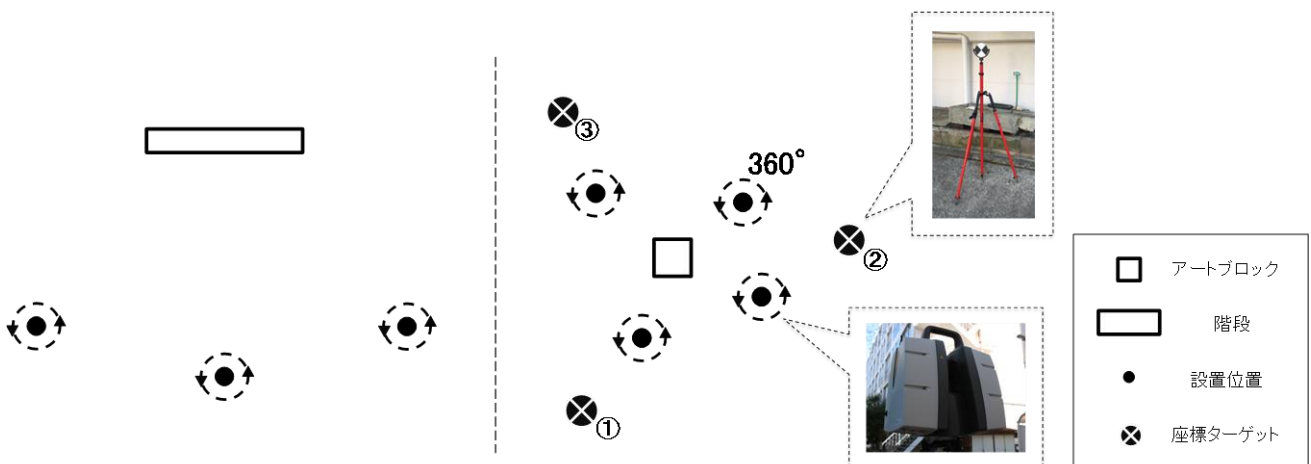


図-12 配置図

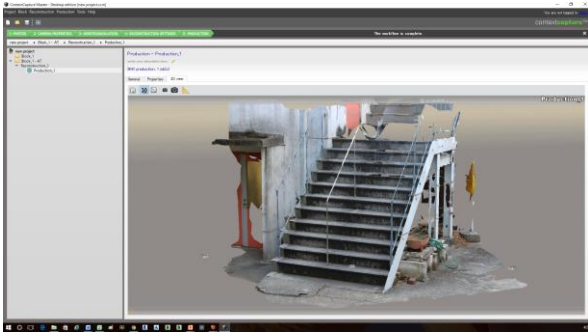


図-13 階段の三次元モデル

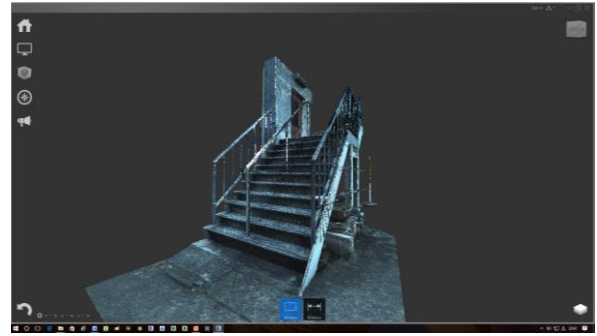


図-14 階段の点群データ

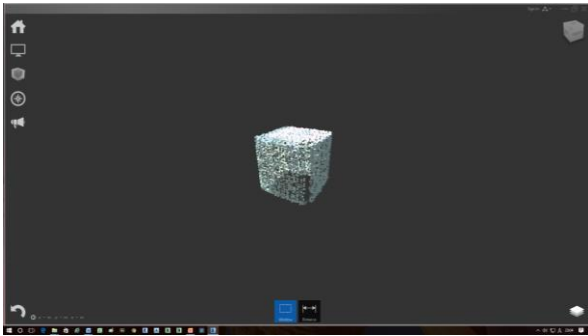


図-15 立方体の点群データ

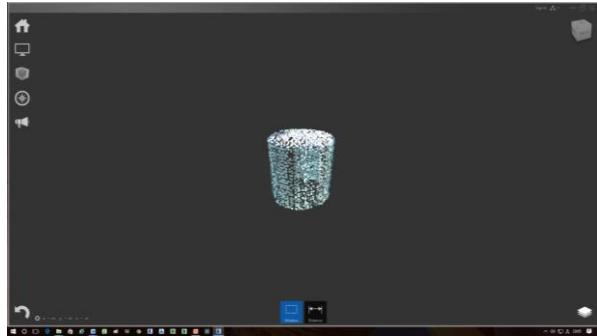


図-16 円柱の点群データ

表-6 立方体、円柱ブロックの5箇所の値と平均値

立方体		1	2	3	4	5	平均
Leica ScanStation P40	高さ	4.96	4.96	4.96	4.96	4.96	4.96
	幅	4.92	4.91	4.92	4.90	4.88	4.90
円柱		1	2	3	4	5	平均
Leica ScanStation P40	高さ	4.96	4.96	4.96	4.96	4.97	4.96
	直径	4.95	4.92	4.95	4.94	4.91	4.93

表-7 立方体ブロックの三次元モデルとレーザースキャナの点群の比較

		実寸 (cm)	撮影 I (cm)	誤差 I (cm)
カメラ I	高さ	4.97	4.96	0.01
	幅	4.91	4.91	0.00
		実寸 (cm)	測定	誤差 (cm)
Leica ScanStation P40	高さ	4.97	4.96	0.01
	幅	4.91	4.90	0.01

表-8 円柱ブロックの三次元モデルとレーザースキャナの点群の比較

		実寸 (cm)	撮影 I (cm)	誤差 I (cm)
カメラ I	高さ	5.01	5.01	0.00
	直径	4.95	4.95	0.00
		実寸 (cm)	測定	誤差 (cm)
Leica ScanStation P40	高さ	5.01	4.96	0.05
	直径	4.95	4.93	0.02

表-9 レーザースキャナと三次元モデルの比較

	時間		コスト	精度	評価
	計測	作成			
Leica ScanStation P40	3h40min	96h	約 ¥17,000,000	○	○
カメラ I	1h45min	3h	約 ¥100,000	◎	◎

(5) 時間・コスト・精度の比較

レーザースキャナと三次元モデルの比較を表-9に示す。時間は計測時間、作成時間に分け、コストについては、レーザースキャナ本体の費用、カメラの本体の費用としている。精度では、得られた測量結果から、三次元モデルの方が実寸との誤差が小さかったため、カメラ I の精度を◎とした。本研究では、時間・コスト・精度、すべてにおいて写真から作成される三次元モデルの方が良いという結果となったため、最終的な評価として◎とした。

(6) 点群と三次元モデルの視覚的比較

図-13,14 より、三次元モデルと点群を比較した結果、色合いがより現実に近く、現場をイメージするのに容易な方は三次元モデルであると考え、写真から作成する三次元モデルは、写真を色で識別することで写真を結び付けて三次元モデルとしているため、同じような色合いの箇所が繋がることや、伸びることがある。

一方、点群ではイメージの容易さでは少し劣るものの、細かい箇所まで点群がとれており、三次元として読み取ることができた。これらのことから、写真から作成する三次元モデルは、住民説明などの際に用いることで、住民はイメージがしやすくなり、説明側の間もコストをあまりかけずに説明できるのではないかと考える。また、現場においても、情報共有や合意形成の場面において用いることができるのではないだろうか。

レーザースキャナでは、詳細なモデルや数値が必要な現場においては有効であると考え、コスト面において、課題が残るのではないかと考える。

また、共通して広範囲の測量ではあまり有効でないと考える。本研究では、小さいモデルを対象としたことで精度も良く、時間もかからずに済んだが、広範囲の現場になるほど膨大な時間を費やさなくてはならない。こういった状況下で、時間・コスト・精度、何に重きを置いて判断するかが重要であると考え。

(7) まとめ

本研究では、小型のオブジェクトを対象とし、写真から作成する三次元モデルとレーザースキャナの点群を、時間・コスト・精度・視覚的に比較し、有効に使い分けするための検討を行った。今回は小型のオブジェクトとい

表-10 規模での活用評価

規模	レーザースキャナ	カメラ
大	×	×
中	△	×
小	○	◎

うこともあり、時間・コスト・精度、すべてで三次元モデルが優れた結果となった。しかし、対象物の範囲が広がり、条件が変化することで、優劣は変わると考える。今回の比較を踏まえ、対象規模が大・中・小の場合のレーザースキャナと三次元モデルの評価を行った。表-10に規模での活用評価を示す。どちらも大規模では時間がかかってしまうと共に、コストや精度の面で劣ってしまうと考えた。中規模においては、レーザースキャナに関してのみ、時間の面が改善するのではないかと考えた。小規模については、今回の研究で得られたデータから判断した評価を行った。

本研究において、小規模の対象物に関しては、写真から作成される三次元モデルが有効であると分かった。

これからの課題としては、ドローン等による写真撮影から作成される三次元モデルがどの程度有効に扱えることができるのか明確にする必要があると考える。

5. 参考文献

- 1) 国土交通省：i-Construction
http://www.mlit.go.jp/tec/tec_tk_000028.html
 2016.10.22. 閲覧
- 2) 日本建設業連合会：建設業ハンドブック 2016
<http://www.nikkenren.com/publication/handbook.html>
 2016.10.22. 閲覧
- 3) i-ConstructionとCIM
www.jacic.or.jp/books/jacicjoho/jac114/p_1.pdf
 2016.10.22. 閲覧
- 4) i-Construction - 福井コンピュータ
icon.fukuicompu.co.jp/
 2016.10.22. 閲覧

- 5) 株式会社みるくる : Smart3DCapture,
写真撮影のためのクイックガイド, pp.1-16.
- 6) キヤノン : EOS Kiss X8i 概要
<http://cweb.canon.jp/eos/lineup/kissx8i/index.html>
2016.10.22. 閲覧
- 7) CASIO : EX-FC150仕様
CASIO<http://arch.casio.jp/dc/products/model/specification/Pcode=EX-FC150.html>
2016.10.22. 閲覧
- 8) ソフトバンク : iPhone カメラの画素数
<http://faq.mb.softbank.jp/detail.aspx?cid=75650&id=75650>
2016.10.22. 閲覧.
- 9) 西野川写真工房 : カメラの基礎知識
<http://www.k-oka.com/olympus-studio/digitalcamera/dpi.htm>
2016.10.22. 閲覧
- 10) Leica ScanStation P30/P40 デイテールを確実に計測
www.leica-geosystems.es/common/shared/downloads/inc/downloader.asp?id=25036
2017.1.15.閲覧

Three-dimensional model created from photographs

Comparison of laser scanner accuracy

In recent years, construction workers and construction investment in Japan's construction industry are decreasing. Especially due to the remarkable decline in construction investment, many investors share a small amount of investment, and the labor productivity of the construction industry is inevitably reduced. Therefore, the Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism promotes "i-Construction" that utilizes ICT etc. in all construction production processes from surveying, surveying, design, construction and maintenance to 20% by the year 2025 by the year 2025 Aiming to improve. 1) In this research, we focused on three-dimensional surveying which is one measure of the measures of "i-Construction". Three-dimensional surveying includes photogrammetry by laser scanner and drone, but since time, cost and accuracy are different, we thought that it is necessary to select proper use. Therefore, we compare the three-dimensional model created from the laser scanner and the photograph and examine it for effective use.