

テクノロジーマップの整備等に向けた調査研究における技術検証事業

技術検証事業報告書

公共用地の取得等に必要一般補償の物件調査における
LiDAR等の活用可能性の検証

オーガニック・ユーズファクトリ共同事業体

2025年2月14日

目次

1 技術検証の概要	1
1.1 目的	1
1.2 対象業務(法令).....	1
1.3 全体像	3
1.4 検証の実施場所	5
1.5 実施体制等	8
1.5.1 実施体制	8
1.5.2 実施スケジュール	9
2 技術検証内容の詳細.....	10
2.1 技術内容の詳細	10
2.2 検証の実施方法.....	24
2.2.1 物件調査.....	24
2.2.2 補償金額の算定	34
3 技術検証の結果	37
3.1 結果の評価ポイント・方法.....	37
3.2 結果及び評価・分析.....	38
3.2.1 技術的な代替可能性に係る結果と評価.....	38
3.2.2 実用性に係る結果と評価	50
3.3 技術検証事業のまとめ.....	59
3.3.1 技術検証結果の総括	59
3.3.2 今後の展望	62

1 技術検証の概要

1.1 目的

公共事業に伴う用地取得又は使用に関連して発生する損失については、その補償が求められており、適正な補償金額(移転に必要な費用)を算定しなければならない。この算定のために、対象物件(建物等)の現地調査が実施されており、現地調査において、敷地や建物内部に立ち入って詳細な寸法を測定し、図面等を作成する作業が行われる。

しかし、現地調査には数時間を要する場合があります。現地調査における物件所有者等の立会い者に対する時間的拘束や精神的負担の軽減が課題となっている。

そこで本検証は、上記のような現地調査にレーザースキャナ及び iPad Pro の LiDAR センサーなどのデジタル技術を導入し、調査実施者及び立会い者の負担軽減を図ることを目的とする。また、従来の目視や巻尺を用いたアナログな調査手法と比較することによって、測定値の精度や補償金額算定への影響を整理し、対象業務におけるデジタル技術の有効性を検証する。

1.2 対象業務(法令)

本検証では、埼玉県において実施されている一般補償における物件調査の業務を対象とする。具体的には、表 1 の例規に基づく一般住戸を想定した調査業務におけるデジタル技術の代替可能性を検証する。

なお、本検証では、埼玉県の例規に基づく調査業務を対象としているが、一般補償に関しては、地方公共団体等は、「公共用地の取得に伴う損失補償基準要綱」(昭和 37 年 6 月 29 日閣議決定)等に基づき、同要綱に準じて損失補償に係る具体的な手続等の規程を定めていることから、各地方公共団体等における調査業務の内容や補償基準は概ね共通している。

表 1 対象業務の概要と関連規定

業務の概要			関連規定
現地調査	測定等	建物及び工作物を対象とした寸法の調査が必要であり、次のとおり測定等する。 ・長さ、高さ等の測定単位は、メートルを基本とし、小数第 2 位(小数第 3 位を四捨五入)とする。 ・面積に係る測定は、原則として、柱又は壁の中心間で行うこととする。 ・建物等の構造材、仕上げ材等の厚さ、幅等の測定は、原則として、ミリメートルを単位とする。	・事務取扱要綱 ¹ 第 20 条第 1 項、第 22 条、第 24 条第 3 項 ・工作物調査算定要領第 6 条
		立竹木のうち庭木等を対象に、次のとおり、庭木の区分・種類に応じて、幹周、樹高、幹高、葉張、葉長点高、玉周等を測定する。 【測定単位】	・事務取扱要綱第 20 条第 1 項、第 25 条 ・立竹木調査算定要領第 3 条第 1 号

¹ 埼玉県が定める「埼玉県県土整備部・都市整備部用地事務取扱要綱」

	<ul style="list-style-type: none"> ・幹周、胸高直径は、センチメートル(小数点以下第1位を四捨五入)とする。 ・樹高、幹高、葉張、葉長点高及び玉周は、メートルとし、小数点以下第1位(小数点以下第2位四捨五入)までとする。ただし、庭木等のうち株物類等については、センチメートル(小数点以下第1位四捨五入)とする。 <p>【測定方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・幹周は、樹木の地上1.2mの部分で測定する。 ・葉張は、当該樹木の主要な樹形を形成する枝先までの徒長枝を含まない幅とする。 ・幹高は、当該樹木の幹の最上部までの高さとする。 ・葉長点高は、樹冠の最上葉の先端から根鉢の上端までの垂直高とする。 	
種類 ・ 数量 の把握	建物及び工作物、附帯工作物の調査においては、数量を把握し、記録する。	<ul style="list-style-type: none"> ・事務取扱要綱第20条第1項、第22条、第24条第3項 ・工作物調査算定要領第6条
	立竹木の調査においては、樹種を把握し、記録する。	<ul style="list-style-type: none"> ・事務取扱要綱第20条第1項、第25条 ・立竹木調査算定要領第3条第1号
図面等 作成	井戸、給排水設備、屋外のガス設備、庭石、庭園、立竹木、自動車の保管場所等の配置を調査し、原則として縮尺100分の1により建物等配置図を、原則として所有者ごとに作成する。	・事務取扱要綱第20条第1項、第21条
	木造建物については、調査終了時に所定の様式・基準を満たす調査表及び図面を作成するとともに、外部・屋根、各室、造作・建築設備及び建物附随工作物を撮影した写真台帳(撮影の位置、方向及び写真番号の記載を要する。)を作成する。	<ul style="list-style-type: none"> ・事務取扱要綱第20条第1項、第22条 ・積算要領²第20条第2項、第21条
	附帯工作物については、所定の調査表及び附帯工作物配置図、附帯工作物の詳細図、写真撮影方向図を作成する。	<ul style="list-style-type: none"> ・事務取扱要綱第20条第1項、第24条第3項 ・工作物調査算定要領第10条

² 埼玉県が定める「建物移転料算定要領」に基づく「別添一の一 木造建物調査積算要領〔軸組工法〕」

		・附帯工作物調査算定要領第 4 条第 1 項、第 5 条、第 6 条
	立竹木については、庭木等、用材林、薪炭林、収穫樹、竹林及び苗木等に分類し、調査終了時に所定の様式・基準を満たす算定書又は調査表を作成する。また、立竹木配置図(庭木等)、標準地位置図等(用材林)、写真撮影方向図、その他必要な図面を作成する。立竹木の写真を撮影し、所有者ごとに写真台帳を作成する。	・事務取扱要綱第 25 条 ・立竹木調査算定要領第 5 条、第 6 条、第 7 条

上記のとおり、デジタル技術による代替を検証する対象業務は、木造建物、工作物、立竹木等に関し、手作業で調査(測定)を行い、その結果を記録した調査表や図面、写真台帳等の成果物を作成する業務であるが、最終的には、調査結果を踏まえて補償金額の算定が行われるため、本検証においてはデジタル技術を用いた手法が補償金額の算定に及ぼす影響を評価するほか、技術の実用性についても評価する。

1.3 全体像

実際に補償調査の業務を委託している埼玉県とも協議をし、前述の対象業務をデジタル技術によって代替することができるのか、また、代替するに当たってどのような機能や性能が必要となるかを検証するために、以下の 3 通りの手法を比較する検証を行った。

表 2 検証手法の概要

手法	概要
①従来手法による物件調査	測定や記録等を手作業によって行っている従来手法(現状の調査手法)を用いて、一般補償の物件調査を行う。
②iPad の LiDAR センサーを併用した従来手法による物件調査	比較検証のデータを充実化させるために行うものであり、①の従来手法による物件調査に際して、一部の調査対象については、iPad Pro の LiDAR センサーも活用して測定や記録等を実施し、一般補償の物件調査を行う。
③レーザースキャナ等による物件調査	①や②の手法で手作業によって測定している対象物を含めて、補償対象の物件全体につき、レーザースキャナ、カメラを用いて点群データ及びアノテーション(建物情報等の注釈表示)として記録することで、一般補償の物件調査を行う。

一般補償の主な工程において、上記①～③の調査手法で実施した内容は、大要、以下のとおりである。

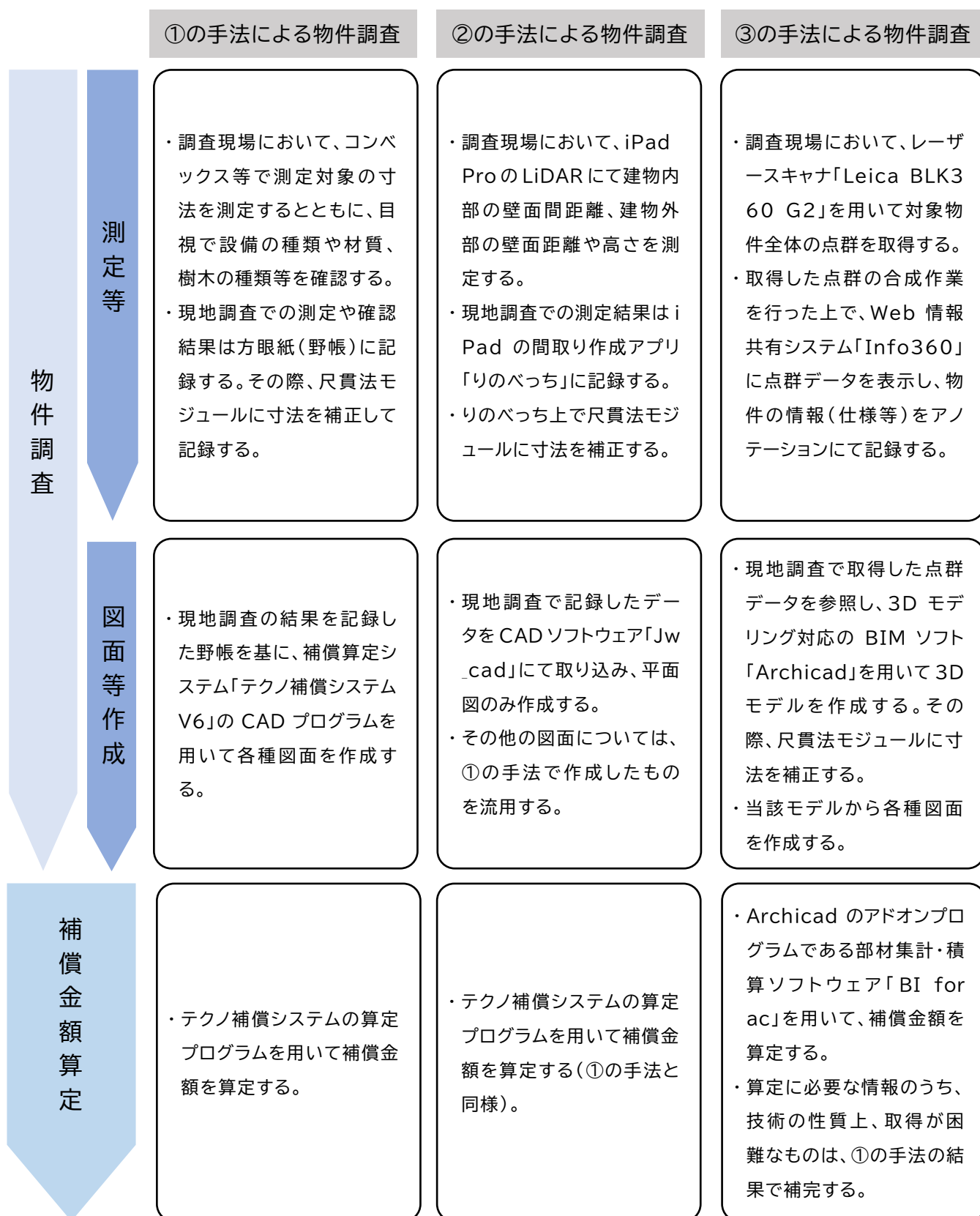


図 1 検証手法の全体像

上記全体像のとおり、建物並びにこれに附帯する工作物及び立竹木の寸法について、①ではコンバックス等で、②では iPad Pro の LiDAR で、③ではレーザースキャナで測定をした。また、CAD システムや、③では 3D モデリング等の技術も用いて、実際の調査業務で作成されている対象物件に関する図面等を作成し、補償金額算定までを実施した。

その上で、各手法について、技術的な代替可能性に係る分析として、測定結果の精度の比較分析、補償金額算定の精度の比較分析、及び実用性に係る分析として工数の比較分析、コストの比較分析を実施した。

これらの結果については「3 技術検証の結果」で詳述する。

1.4 検証の実施場所

本検証を実施した場所は、以下のとおりである。

表 3 検証実施場所

場所	埼玉県
対象物件	<ul style="list-style-type: none"> ・木造 2 階建て住宅一棟 (軸組工法) ・建築面積 73 m² ・延床面積 103 m²
状況	<ul style="list-style-type: none"> ・用途廃止済み (住居として使用していない) ・障子、カーテン、照明器具、アンテナ等の一部の造作あり ・電気、水道は使用不可の状態
選定理由	<ul style="list-style-type: none"> ・補償対象物件となることが多い、規模や間取りが一般的な住宅であること ・ブロック塀、カーポート等の工作物や庭木が良好な状態で存置されていること



図 2 検証実施場所 外観



図 3 検証実施場所 1 階



図 4 検証実施場所 1階洗面所



図 5 検証実施場所 2階



図 6 検証実施場所 1階トイレ



図 7 検証実施場所 カーポート

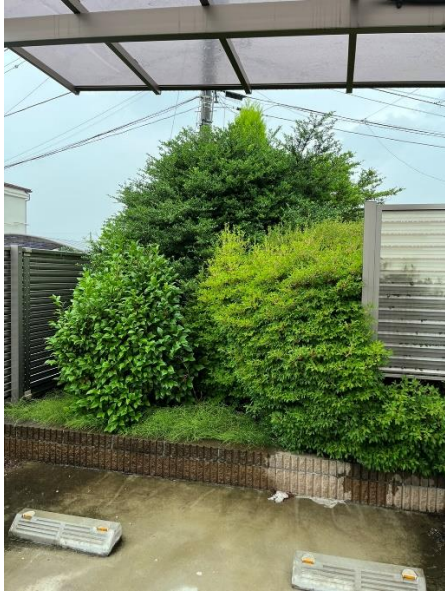


図 8 検証実施場所 立竹木



図 9 検証実施場所 塀

1.5 実施体制等

1.5.1 実施体制

本検証においては、(株)オーガニック国土計画、(株)U's Factory、(株)シンセイコンサルタント 3 社での共同事業体「オーガニック・ユーズファクトリ共同事業体」を構成し、各社の専門性を活かして検証を行った。

検証における各社の役割は以下のとおりである。

表 4 実施体制

構成員	役割
株式会社オーガニック国土計画 (補償コンサルタント事業者)	iPad の LiDAR 活用を含めた従来手法による現場調査、積算業務 ※補償業務管理士、一級建築士の資格を有する者が参画
株式会社シンセイコンサルタント (補償コンサルタント事業者)	従来手法による現場調査、積算業務のサポート及び照査 ※補償業務管理士、一級建築士の資格を有する者が参画
株式会社 U's Factory (技術提供事業者)	デジタル技術(検証対象手法)による現場調査、積算業務 ※一級施工管理技士、一級建築士の資格を有する者が参画

1.5.2 実施スケジュール

本検証は、検証の実施場所における現地測定を 2024 年 11 月 12 日に実施し、その後、点群データの合成処理作業等を経て、図面作成、各種調査表・算定表の作成、各手法間での工数・精度の比較検証を行った。

具体的な実施スケジュールは下表のとおりである。

表 5 実施スケジュール

No.	実施項目	10月	11月	12月	1月	2月
1	技術検証の準備(③レーザースキャナ等活用)					
1-1	補償業務で要する図面や建物補償標準単価雛形の BIM ソフト(Archicad)への登録	→	→			
1-2	補償業務に則したオブジェクト自動生成機能等のアドオン(BI for ac の損失補償オプション)の作成	→	→			
2	物件調査					
2-1	測定等(現地測定、調査記録整理)					
2-1-1	現地調査(①従来手法)		→			
2-1-2	現地調査(②LiDAR 併用)		→			
2-1-3	現地調査(③レーザースキャナ等活用)		→			
2-1-4	調査記録整理;CAD ソフトへの測定記録登録(①従来手法)		→			
2-1-5	調査記録整理;点群合成、アノテーション登録、BIM モデル作成(③レーザースキャナ等活用)		→			
2-2	図面等作成(図面、調査表等の作成)					
2-2-1	図面作成(①②③それぞれ)		→	→		
2-2-2	木造建物調査表の作成(①②③それぞれ)			→		
2-2-3	木造建物調査表の照査(①②③それぞれ)				→	→
3	補償金額算定					
3-1	木造建物算定書の作成(①②③それぞれ)				→	→
3-2	木造建物算定書の照査(①②③それぞれ)				→	→
4	検証					
4-1	技術的な代替可能性に係る検証 (長さ、面積、金額の精度比較分析)					→
4-2	実用性に係る検証 (測定・図面等作成の工数、コストの比較分析)					→

2 技術検証内容の詳細

2.1 技術内容の詳細

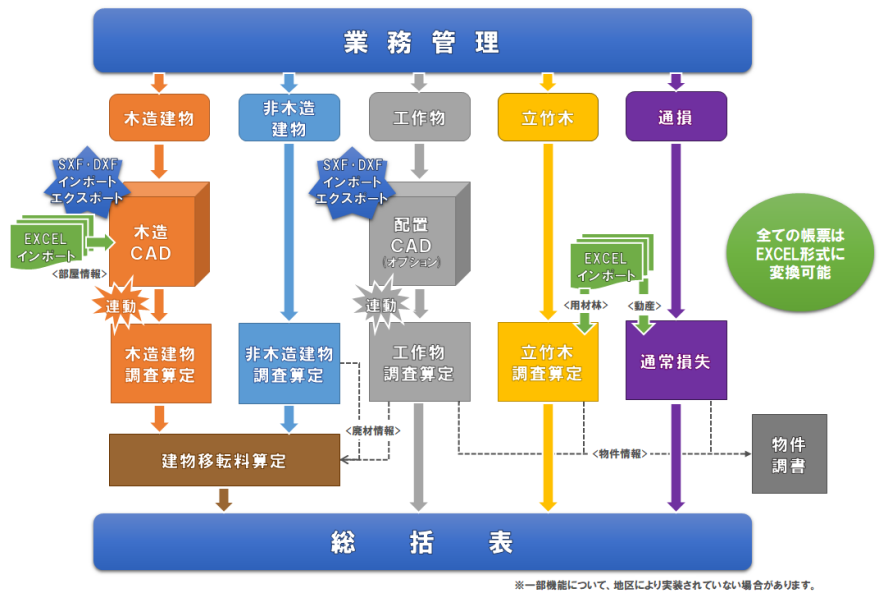
「① 従来手法による物件調査」、「② iPad の LiDAR センサーを併用した従来手法による物件調査」、「③ レーザースキャナ等による物件調査」のそれぞれの手法の実施に当たって活用した技術の詳細及び具体的な活用方法を以下に示す。

「① 従来手法による物件調査」で活用した技術・製品・サービス等

①製品・サービス等の名称	テクノ補償システム V6
②製品・サービス等の概要	<p>本システムは、補償コンサルタント業務における一連の作業の効率化をコンセプトに開発された既存の積算システムである。図面の作成から成果品出力に至るまでの作業をバックアップし、作業時間を大幅に圧縮することで業務コストの削減を実現する。</p> <p>▼動作環境</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 対応 OS Windows10 (8.1) 各 64・32bit / [推奨 : Windows10(64bit)] ・ CPU 2.0GHz 以上の CPU / [推奨 : 3.0GHz 以上の CPU] ・ メモリ 2.0GB 以上 / [推奨 : 4.0GB 以上] ・ ストレージ容量 10GB 以上 / [推奨 : 20GB 以上 (※作成データの大きさにより異なる)] ・ 画面解像度 SXGA (1,280 × 1,024) / [推奨 : Full-HD (1,920 × 1,080)] ・ 色数 High Color <p>▼特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 建物補償額、工作物補償額、立竹木補償額、通常損失額を、それぞれ導出可能。 ・ 図面作成と同時に集計表や調査算定書を作成可能。 ・ 数量参照機能により数量調書を効率的に作成可能。 ・ システム利用により違算等を回避可能。
③製造・開発事業者の名称、本社所在地	テクノコーポレーション株式会社 (本社所在地 : 熊本市南区八幡 5 丁目 17-43)
④製品・サービス等に関する Web サイトの URL	https://www.techno-corp.co.jp/wordpress/page-11/hoshou/

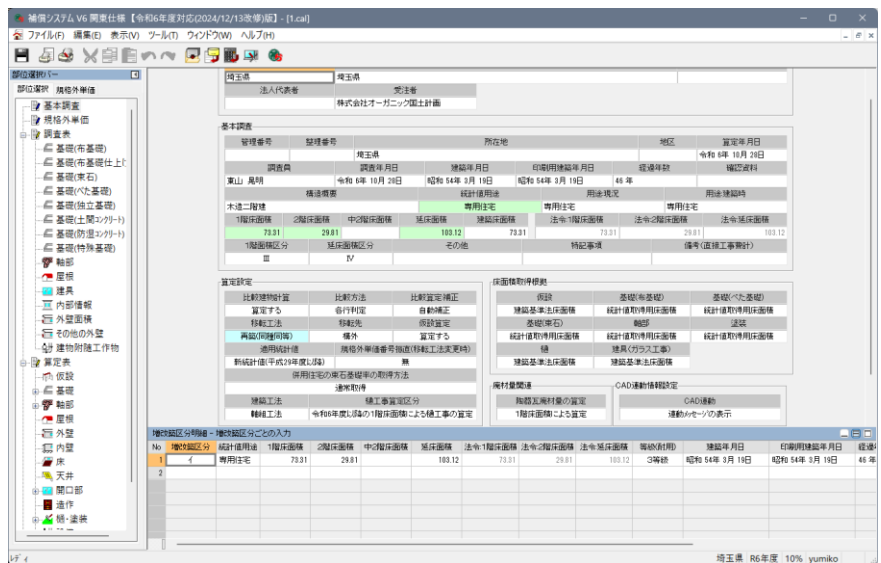
⑤活用した技術・製品・サービス等のイメージ

(製品の構成)



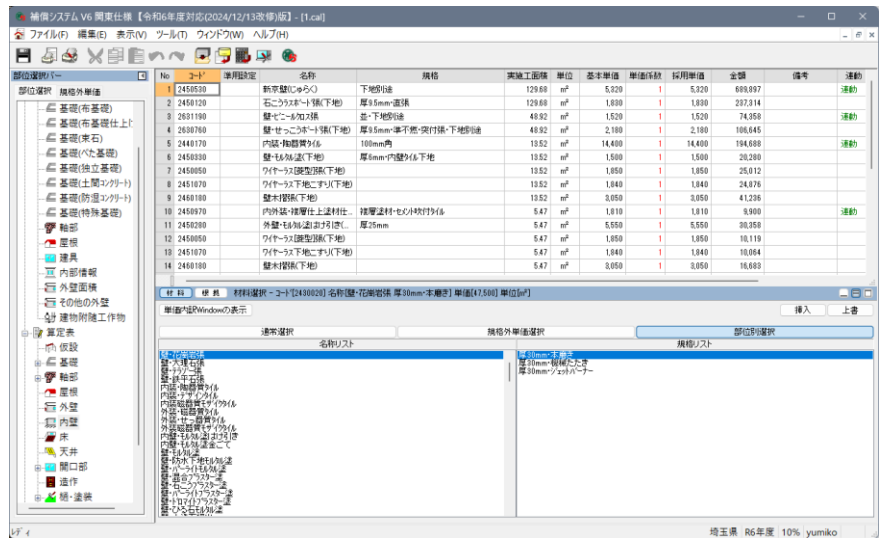
(建物概要入力画面)

建物概要として、建物の基本調査情報等を入力。

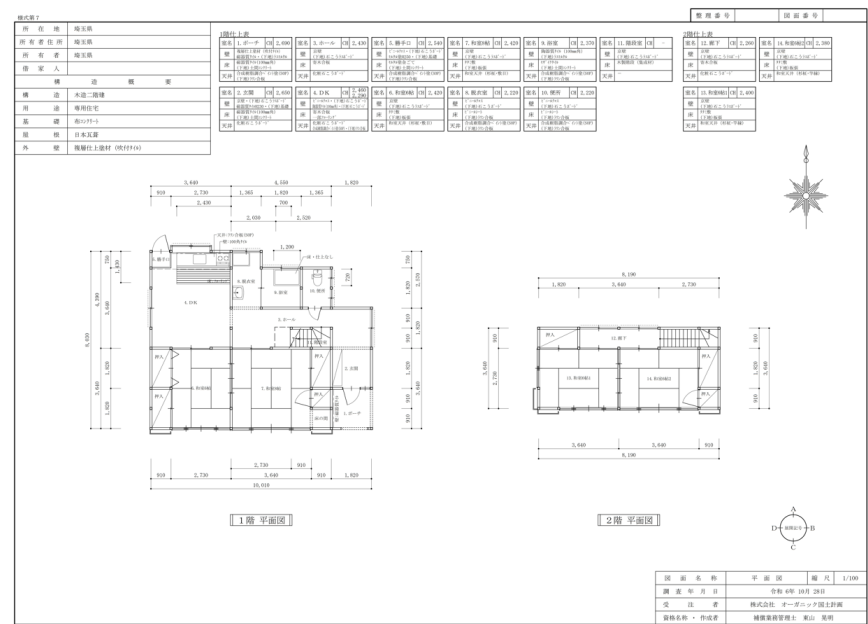


(外壁数量入力画面)

Jw_cad で作成した図面をもとに調査数量を入力。



(作成した図面)



「② iPad の LiDAR センサーを併用した従来手法による物件調査」で活用した・製品・サービス等

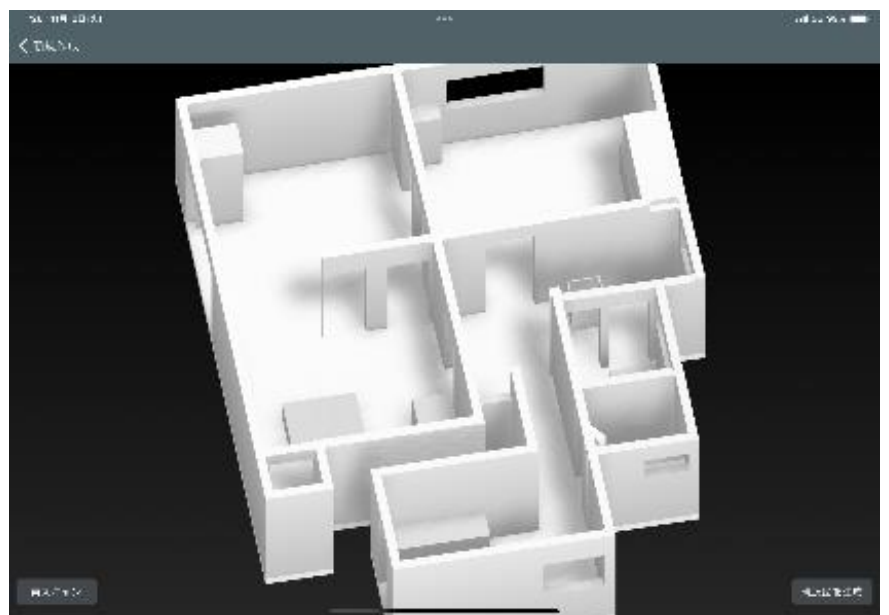
①製品・サービス等の名称	りのベッチ
②製品・サービス等の概要	本アプリは、iPad Pro 等(LiDAR を搭載する iOS/iPadOS16 以降のデバイス)に搭載された LiDAR センサーを活用することで、現況調査現場において建物を 3D スキャンして、その間取りの 3D モデルを自動生成する製品である。また、2D の現況図として汎用 CAD データや PDF としての出力を行うことができる。

	<p>本検証では、建物内部(部屋)の壁長さ、天井高の測定、建具寸法の測定に使用した。</p> <p>▼動作環境</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ iPad Pro<第1世代以降> / iPad Air<第3世代以降> / iPad<第6世代以降> / iPad mini<第5世代以降> ・ iPhone 8シリーズ / SE<第2世代以降> / Xシリーズ / 11シリーズ / 12シリーズ / 13シリーズ / 14シリーズ ・ 対応 OS:iOS / iPadOS 15/16(※スキャン機能はLiDARを搭載するiOS/iPadOS16以降のデバイスでのみ利用可能。iPadOSデバイスではApple Pencilの利用を推奨) <p>▼特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ Apple 公式ストアで無償公開。アプリ単体は誰でも無償利用可能。 ・ 場所・時間を選ばず誰でもすぐ使えるため、外出先の現場でも正確かつスピーディーな調査業務が可能。 ・ 3Dスキャン(LiDAR機能)から間取りの3Dモデルを自動生成可能であるため、建物内部の様子を立体的に可視化可能。 <p>▼留意事項</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 家財道具等によって隠れる不可視部分については3Dスキャンができないため、手入力が必要。
<p>③製造・開発事業者の名称、本社所在地</p>	<p>福井コンピュータアーキテクト株式会社(本社所在地:福井県坂井市丸岡町磯部福庄5-6)</p>
<p>④製品・サービス等に関するWebサイトのURL</p>	<p>https://archi.fukuicompu.co.jp/products/rinovetchi/index.html</p>
<p>⑤活用した技術・製品・サービス等のイメージ</p>	<p>(現場作業、3Dモデル作成、間取り作成・調整の流れ)</p> <p>現場を3Dスキャン 3Dモデル確認 間取り自動作成 寸法調整</p> <p>出所)福井コンピュータアーキテクトホームページ</p>

(本検証での、建物内部スキャン中の画面)

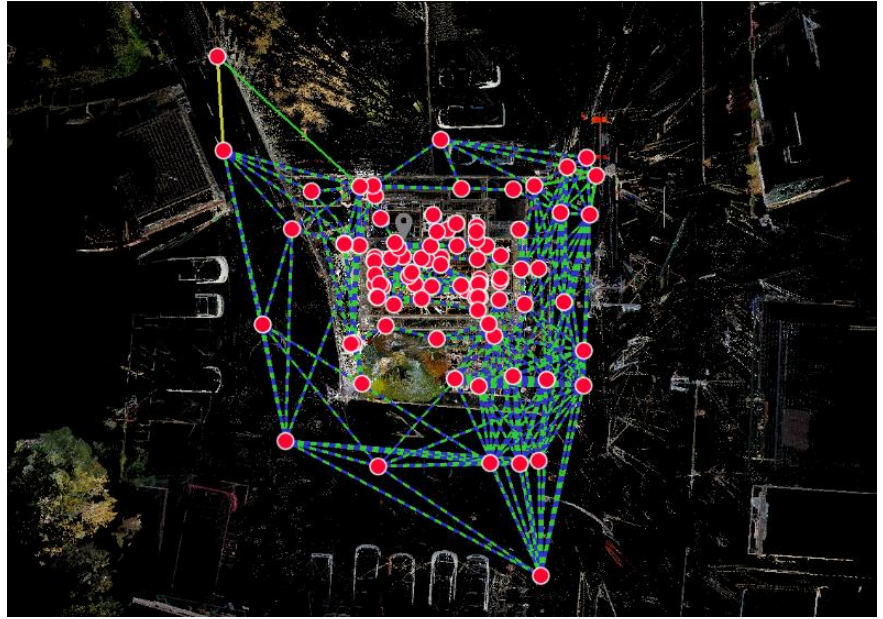


(本検証において作成した 3D モデル)



「③ レーザースキャナ等による物件調査」で活用した技術・製品・サービス等

①製品・サービス等の名称	高精度 3D 測定サービス
②製品・サービス等の概要	<p>本サービスは、U's Factory が提供する測定サービスであり、後記①～③のとおりレーザースキャナ(Leica BLK360 G2 等)によって建物内部等の点群測定を行った上で、設計図、構造図、設備図、施工図などに展開し得る様々な情報からなる 3D モデル及び 2D の図面を作成するものである。3D モデルのビューワー(後掲の「Info360」を指す)によって、連続した 360 度ビューを提供する。これにより、効率的な現場空間の把握が可能となり、顧客のニーズに応じた最適なソリューションを提供する。</p> <p>①レーザースキャナによる建物内外の 3D 点群測定</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ Leica BLK360 G2 等のレーザースキャナを、建物内外の複数箇所に設置して点群測定を行う。 ・ なお、同時に Leica BLK360 G2 の 360 度画像データ記録機能を用いて 360 度画像の撮影も行い、鮮明な画像による調査記録としても保管する。  <p>②点群合成処理、3D モデル作成</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 複数箇所で測定した点群データを確認した上で、点群合成処理を行うことで、対象とする建物全体で 1 つの 3D モデルを作成する。 ・ 点群合成を行う際の点群合成精度(点群が実際の形状とどのくらい合っているかを数値化したもので、形状に対する点群のバラツキの範囲を示すもの)は、5mm 以内(実績値は 2~3mm)が目指される。



③3D の CAD データ(BIM データ)、2D 図面の作成

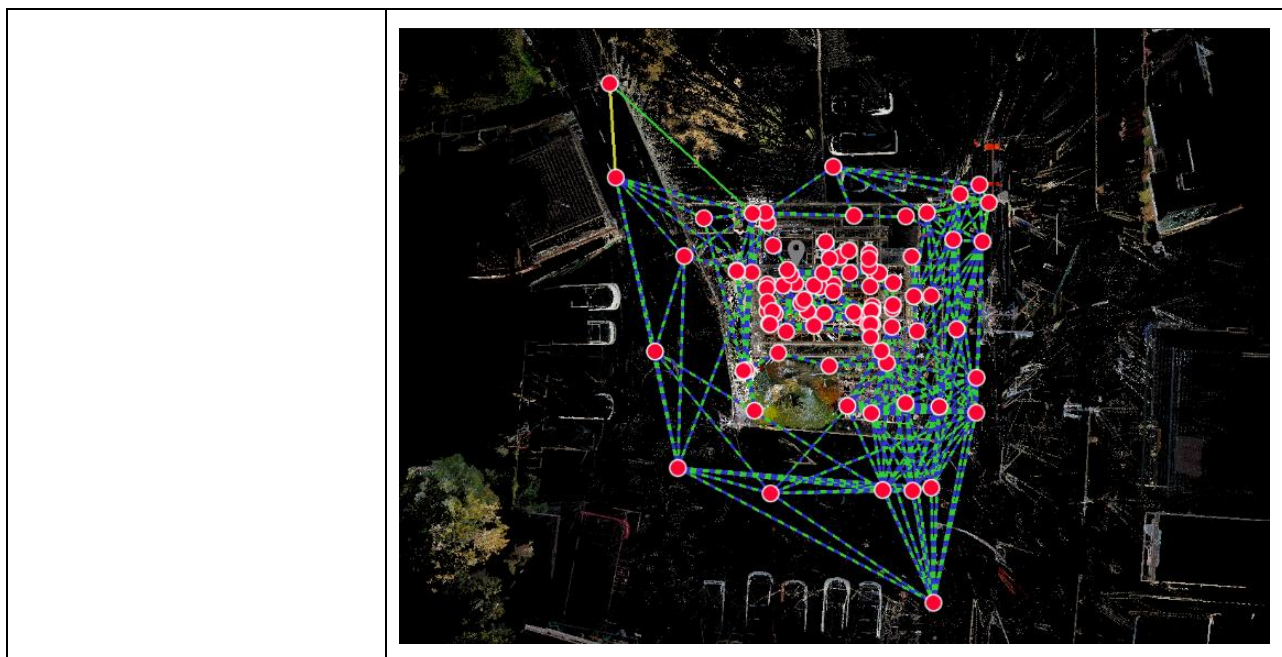
- ・ 点群による 3D モデル(測定データ)と 360 度画像(視覚情報)をもとに、PC ソフト上で壁面や天井、床を構築・自動生成することで、詳細な 3DCAD データ(BIM データ)を作成する。視覚情報と測定データを統合したものであるため、建物内部の正確な再現を可能にしている。
- ・ 適宜属性情報を付加して、市販の 3DCAD ソフトウェア(BIM ソフトウェア)で使用できる形式に変換する。
- ・ また、各種 2D の図面を出力することで、他のプラットフォームでも利用可能なデータを提供する。



③製造・開発事業者の名 株式会社 U's Factory(本社所在地:神奈川県横浜市保土ヶ谷区

称、本社所在地	神戸町 134 番地横浜ビジネスパーク イーストタワー5 階)
④製品・サービス等に関する Web サイトの URL	https://us-factory.jp/wp-content/uploads/2015/06/3D_A4-2018%E6%9C%80%E7%B5%82.pdf
⑤活用した技術・製品・サービス等のイメージ	<p>(高精度 3D 測定サービスのサービス内容)</p> 

①製品・サービス等の名称	Cyclone Resister360 Plus
②製品・サービス等の概要	<p>本ソフトウェアは、点群データ合成処理ソフトウェアであり、建設、土木、エンジニアリング、考古学など、さまざまな分野での 3D データ処理において活用される。</p> <p>本検証では、計 95 か所で測定した点群データの点群合成処理を行うことで、対象とする建物全体で 1 つの 3D モデルを作成した。</p> <p>▼特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ユーザーフレンドリーなインターフェース:直感的な操作が可能なインターフェースを備えており、初心者からプロフェッショナルまで幅広いユーザーに対応。 ・ 高速なデータ処理:大量の点群データを迅速に処理し、プロジェクトの効率を向上させる。これにより、プロジェクトの納期を短縮することが可能。 ・ 高精度なデータ登録:自動及び手動の登録機能を提供し、精度の高いデータ統合を実現。これにより、正確な 3D モデルの作成が可能。 ・ クラウドとの連携:Leica Geosystems のクラウドサービスと連携することで、データの共有やコラボレーションが容易になる。これにより、チーム全体での効率的なプロジェクト管理が可能。 ・ 多様な出力形式:様々な CAD ソフトウェアや BIM プラットフォームと互換性のある形式でデータを出力できるため、異なる業界や用途に対応することが可能。
③製造・開発事業者の名称、本社所在地	ライカジオシステムズ株式会社(本社所在地:東京都港区三田 1-4-28 三田国際ビル 18 階)
④製品・サービス等に関する Web サイトの URL	https://leica-geosystems.com/products/laser-scanners/software/leica-cyclone/leica-cyclone-register-360
⑤活用した技術・製品・サービス等のイメージ	(複数箇所で定点測定した数ある点群データを 1 つの点群データに合成)



①製品・サービス等の名称	Info360
②製品・サービス等の概要	<p>本製品は、複数の関係者に対して URL によって点群測定結果を共有することで、複数人で、点群と 3D モデルと 360 度カメラ画像を同時に見ながら、リアルタイムでアノテーションの登録をしたり、チャット機能でやり取りをしたりするための、Web 上における情報共有ツールである。本製品を活用することによって、情報を一元的に管理することが可能。</p> <p>本検証では、点群データ、3D モデルを Info360 上に実装した上で、関係者間での 3D モデルの確認を行うほか、各種附帯設備等の写真及び項目のアノテーション登録作業を行った。</p>
③製造・開発事業者の名称、本社所在地	株式会社 U's Factory(本社所在地:神奈川県横浜市保土ヶ谷区神戸町 134 番地横浜ビジネスパーク イーストタワー5 階)
④製品・サービス等に関する Web サイトの URL	https://us-factory.jp/wp-content/uploads/2024/08/%E3%83%91%E3%83%B3%E3%83%95%E3%83%AC%E3%83%83%E3%83%882023INFO360%EF%BC%88%E3%82%A2%E3%82%AF%E3%83%86%E3%82%A3%E3%82%AA%EF%BC%89-821.pdf

⑤活用した技術・製品・サービス等のイメージ

(Info360 の概要)

IDとパスワードで管理
連動
写真・PDF
360映像・動画
距離計測
アノテーション
点群 + 3DCAD + 情報をWEB上で自由に登録

(従来課題を解決) 大容量計測データ (OOGB)

何人でも共有可 関係者A 関係者B 関係者C 関係者D

U's Factory x Info360

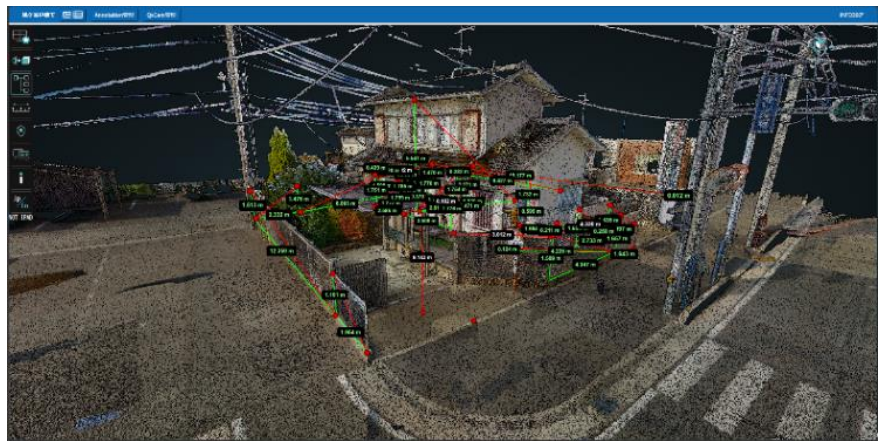
838.6 GB(コンテンツ) + 23.2 GB(計)

プロジェクト一覧

顧客ID	プロジェクト名	登録日	有効期限	データ量	操作
u000007	静岡点群	2023-03-15	2023-06-14	366.1 GB	プロジェクト詳細
	静岡点群	2023-04-19	2023-07-18	213.5 GB	プロジェクト詳細
	みたとらい	2023-03-08	2023-06-07	192.5 GB	プロジェクト詳細

URLで情報共有

(Info360 の閲覧ビューによる、点群データの表示)

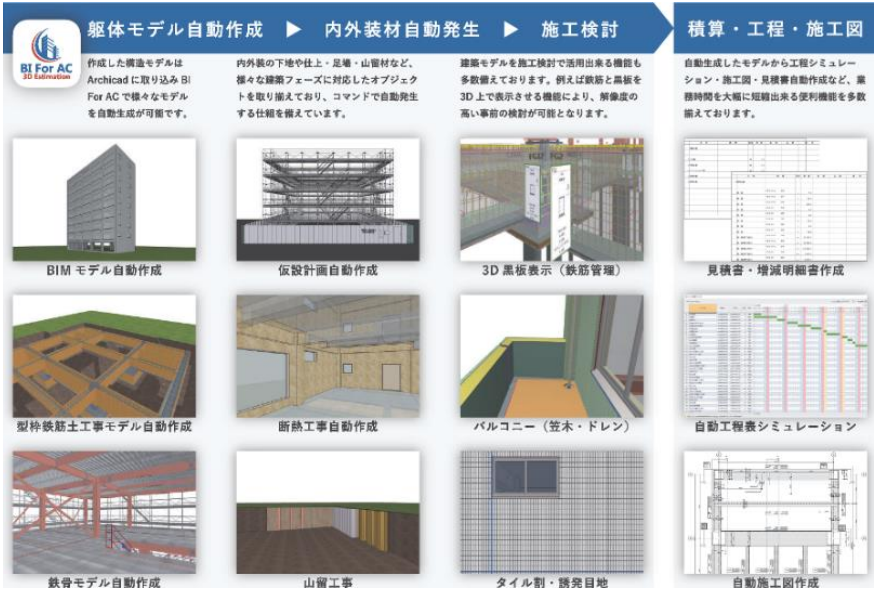
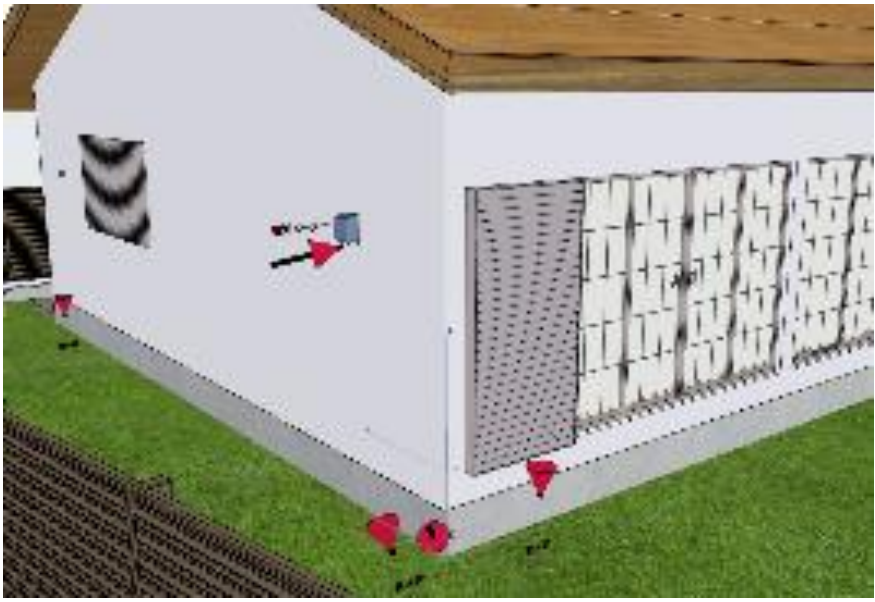


①製品・サービス等の名称

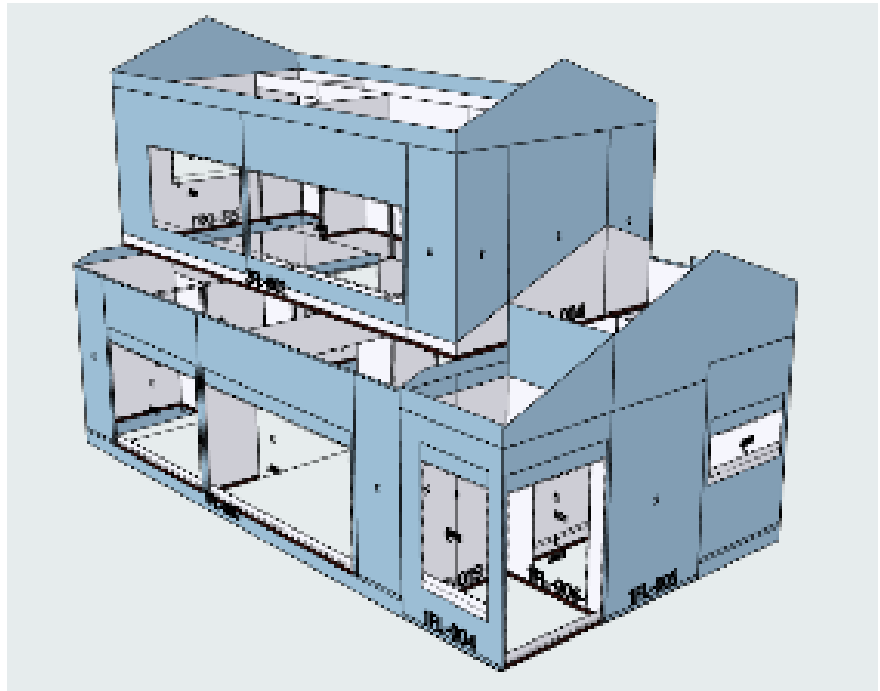
BI for ac (損失補償オプション)

②製品・サービス等の概要

Graphisoft 社の「Archicad」にアドオンするプログラム。
プログラム上で、部屋形状や建具を入力・設定することにより、自動的に間仕切り・外壁・内部仕上げ・外部仕上げが反映された 3D モデル

	<p>ルを生成し、加えて、各部屋における仕上げ表及び外部材質と単価コードが連携して自動積算・自動集計を実行することが可能。 また、「積算根拠図面」とともに、「内訳書」、「調査表」、「数量計算書」といった必要帳票を自動作成可能。</p>
<p>③製造・開発事業者の名称、本社所在地</p>	<p>株式会社 U's Factory(本社所在地:神奈川県横浜市保土ヶ谷区神戸町 134 番地横浜ビジネスパーク イーストタワー5 階)</p>
<p>④製品・サービス等に関する Web サイトの URL</p>	<p>https://us-factory.jp/bi/</p>
<p>⑤活用した技術・製品・サービス等のイメージ</p>	<p>(BI for ac の概要)</p>  <p>躯体モデル自動作成 ▶ 内外装材自動発生 ▶ 施工検討 ▶ 積算・工程・施工図</p> <p>作成した構造モデルは Archicad に取り込み BI For AC で様々なモデルを自動生成が可能です。</p> <p>内外装の下地や仕上・足場・山留材など、様々な建築フェーズに対応したオブジェクトを取り揃えており、コマンドで自動発生する仕組を備えています。</p> <p>建築モデルを施工検討で活用出来る機能も多数備えております。例えば鉄筋と黒板を 3D 上で表示させる機能により、解像度の高い事前の検討が可能となります。</p> <p>自動生成したモデルから工程シミュレーション・施工図・見積書自動作成など、業務時間を大幅に短縮出来る便利機能を多数備えております。</p> <p>BIM モデル自動作成 仮設計画自動作成 3D 黒板表示 (鉄筋管理) 見積書・増減明細書作成 型枠鉄筋土工事モデル自動作成 断熱工事自動作成 バルコニー (笠木・ドレン) 自動工程表シミュレーション 鉄骨モデル自動作成 山留工事 タイル割・誘発目地 自動施工図作成</p> <p>(Info360 から出力したアノテーションを Archicad 内に入力させた様子)</p> 

(外壁面積、内壁面積を自動計算するためのオブジェクト)



(オブジェクトが持つ面積の値を所定の帳票に出力)

木造建物〔1〕数量計算書〔外壁〕

階/面	開口部控除前 [A]						開口部面積 [B]				実施工面積 [A] - [B]
	コード	単価名称	壁長	壁高	率	計算面積	建具No	建具記号	数量	控除面積	
1FL-001		EFM_外部仕上げ-001	1,820	1,120	1	2,038	0	AW1	1	1,155	0.883
1FL-002		EFM_外部仕上げ-001	300	1,120	1	0.336					0.336
1FL-003		EFM_外部仕上げ-001	300	1,120	1	0.336					0.336
1FL-004		EFM_外部仕上げ-001	1,820	3,116	1	5,671	0	AW2	1	2,040	3,631
1FL-005		EFM_外部仕上げ-001	5,460	4,541	1	24,792	0	AW2	1	0.000	
							0	AW1	1	1,120	
							0	上面傾斜S	1	2,660	
							0	上面傾斜E	1	0.662	20,359
1FL-006		EFM_外部仕上げ-001	1,820	3,813	1	6,939	0	上面傾斜S	1	0.662	
							0	上面傾斜E	1	0.000	6,276
1FL-007		EFM_外部仕上げ-001	1,820	3,805	1	6,925	0	S101	1	2,288	4,637
1FL-008		EFM_外部仕上げ-001	8,190	3,077	1	25,201	0	AW1	1	0.000	
							0	AW1	1	6,246	18,955
1FL-009		EFM_外部仕上げ-001	4,550	3,240	1	14,742	0	上面傾斜S	1	0.000	
							0	上面傾斜E	1	0.030	14,712
1FL-010		EFM_外部仕上げ-001	3,480	4,177	1	14,535	0	AW1	1	1,485	
							0	上面傾斜S	1	2,422	
							0	上面傾斜E	1	0.000	10,627

①製品・サービス等の名称	Archicad
②製品・サービス等の概要	主に建築設計や施工図面の作成に使われる BIM ソフトウェア
③製造・開発事業者の名称、本社所在地	グラフィソフトジャパン株式会社(本社所在地:東京都港区赤坂 3-2-12 赤坂ノアビル 4 階)
④製品・サービス等に関する Web サイトの URL	https://graphisoft.com/jp

⑤活用した技術・製品・サービス等のイメージ

(Archicad で図面作成を行う様子)

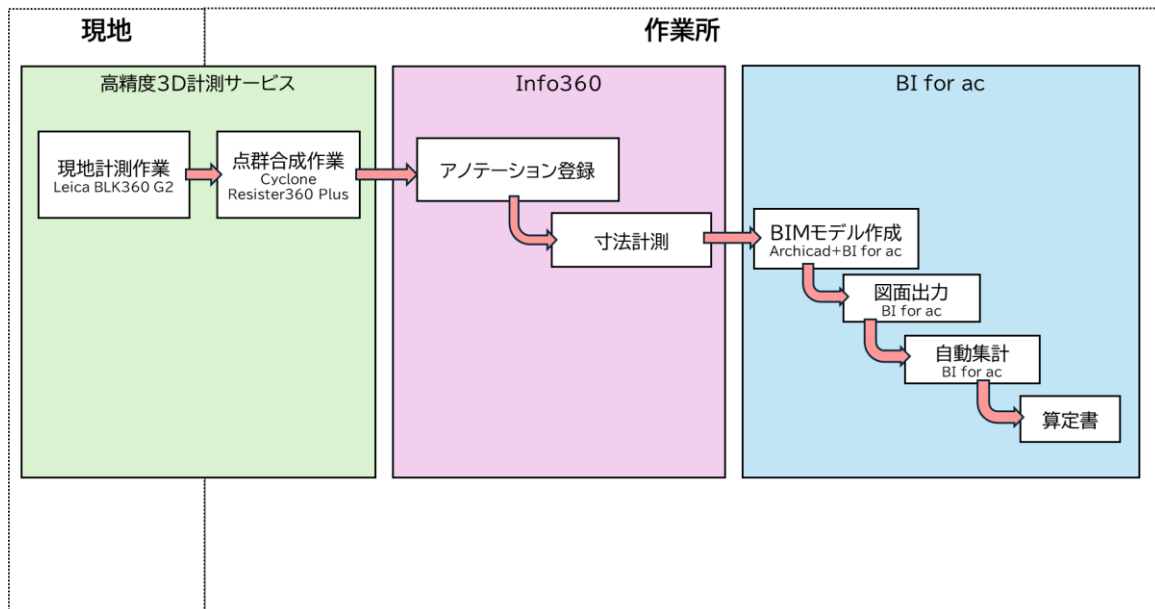
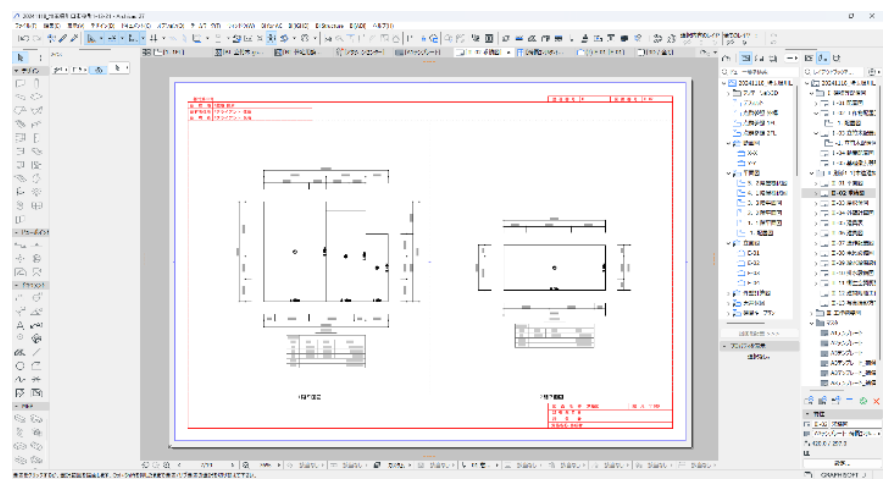


図 10 システム関係図(③レーザースキャナ等による物件調査)

2.2 検証の実施方法

2.2.1 物件調査

埼玉県が管理する木造住宅を補償対象物件と見立て、「①従来手法による物件調査」、「②iPadのLiDARセンサーを併用した従来手法による物件調査」、「③レーザースキャナ等による物件調査」を、それぞれ実施した。

2.2.1.1 調査の具体的な対象

本検証の対象業務を踏まえ、以下のとおり具体的な調査対象を設定した。

対象	具体的な調査範囲
構造物(木造住宅)	✓ 建物内部の壁、床、天井、柱、建具など ✓ 建物外部の屋根、外壁、基礎、軒裏など
附帯工作物	✓ 敷地内に存在する構造物(砂利敷、塀、カーポート、フェンス、堀井戸など) ✓ 建物周辺の排水設備や舗装部分
立竹木	✓ 敷地内に存する樹木など、目視確認可能な植物の形状及び位置

※ なお、本検証で対象とした物件には動産(冷蔵庫、書庫などの家具や家財道具)が設置されていなかったが、実際の調査環境を模擬するため、段ボールを用いて再現することとした。これにより、レーザースキャナ等の測定器の視界が遮られた際のデータ補完の可否が検証できるようにした。



図 11 動産を模した段ボールの設置状況

2.2.1.2 比較のための従来手法による調査方法(①従来手法による物件調査)

<1. 測定等>

検証対象手法と比較するために、以下のとおり、前述の構造物(木造住宅)や附帯工作物、立竹木を対象に、通常の物件調査において行われている手法で調査・測定を実施した。具体的には、補償コンサルタント事業者の調査員 4 名が、検証の実施場所においてコンボックス等で測定を行い、各測定対象の基本寸法を方眼紙(野帳)に記録した。

対象	調査・測定方法
構造物 (木造住宅)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 建物内部の壁、床、天井、柱、建具などについて、調査員 2 名がコンボックス等を用いて、壁面間距離、天井高さ、建具寸法等を測定した。 ✓ 建物外部の屋根、外壁、基礎、軒裏などについて、調査員 2 名がコンボックス等を用いて、建物外周距離、基礎から 1 階軒高や 2 階軒高までの高さ等を測定した。屋根については、レーザー距離計によって、地上面から軒裏面までの高さを測定した。
附帯工作物	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 敷地内に存在する構造物(砂利敷、塀、カーポート、フェンス、堀井戸など)について、調査員 2 名がコンボックス等を用いて、長さ、高さ等を測定した。 ✓ 建物周辺の排水設備や舗装部分について、調査員 2 名がコンボックス等を用いて、規格や数量等を測定した。
立竹木	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 敷地内に存在する樹木について、調査員 1 名がコンボックス等を用いてその樹周、樹高、枝幅を測定するとともに、植物の種類、形状、位置及び数量を目視で確認した。



図 12 測定状況(附帯工作物)



図 13 測定状況(立竹木)

対象業務において、部屋内部の面積は、原則として壁芯面積を算出することとなっているため、現地で方眼紙に記録した部屋内部の壁長、天井高をもとに、壁芯(柱芯)位置を割り出

し、尺貫法(約 910mm×910mm の尺モジュールによる設計)に基づき、壁厚や壁芯間距離を調整し、壁芯寸法を算出した。このようにして算出した壁芯寸法を用い、各部屋の周長と面積を計算した。

<2. 図面等作成>

補償算定システム「テクノ補償システム V6」に搭載された CAD を使用し、現地で測定した記録及び補正した結果を参照しながら、壁芯寸法を基準としつつ、各部屋の床、壁、天井の仕上げ、造作、建具種類・寸法、外壁の寸法・仕上げ、屋根寸法・仕上げを入力するなどし、建物及び敷地内の図面等を作成した。

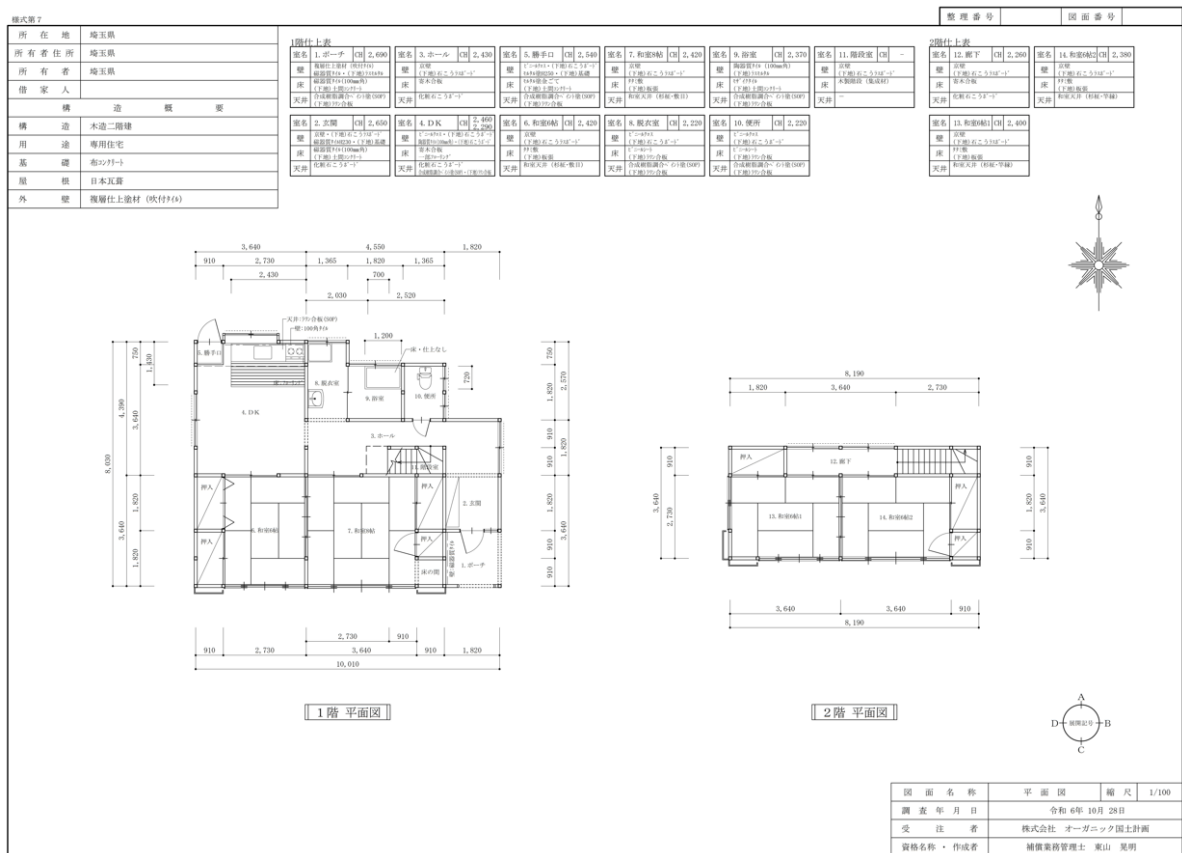


図 14 作成した CAD 図面

2.2.1.3 デジタル技術による調査手法

(②iPad の LiDAR センサーを併用した従来手法による物件調査)

<1. 測定等>

補償コンサルタント事業者の調査員 1 名が、検証の実施場所において、iPad 用の間取り作成アプリ(りのべっち)をインストールした iPad Pro(LiDAR センサー)を用いて、建物内部等を 3D スキャンし、壁面間距離、建具寸法等を確認できる 3D データを作成した。障害物等が置かれて認識できなかった箇所については、手入力にて寸法を補正した。なお、建物外部及び外構については、りのべっちの機能的理由³により対象外とし、建物の部屋内部のみを測定対象とした。

加えて、LiDAR で点群データが取得できることから、建物の空間情報も同時に取得できた。

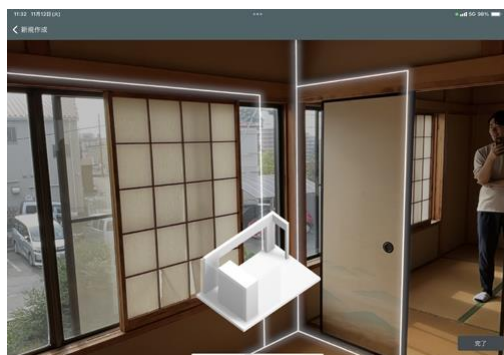


図 15 3D スキャン画面①

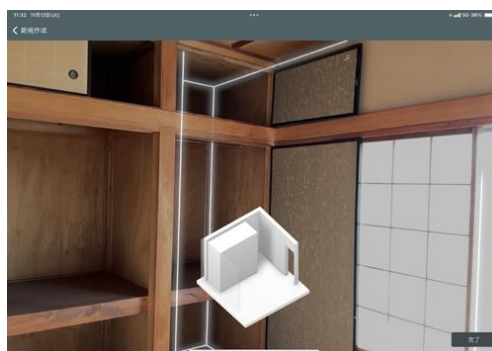


図 16 3D スキャン画面②

りのべっちにて作成した 3D データで確認した壁面間距離をもとに、壁芯(柱芯)位置を割り出し、尺貫法に基づいて補正を行い、各部屋の周長と面積を計算した。

<2. 図面等作成>

LiDAR センサーで得られたデータと測定結果をもとに作成したデータについて、りのべっちと互換性のある 3D 建築 CAD システム「ARCHITREND ZERO」にインポートし、SXF ファイルに変換後、テクノ補償システム V6 に搭載された CAD プログラムに取り込み、各部屋の床、壁、天井仕上げ、外壁及び屋根仕上げを入力し、壁芯寸法に基づく建物の図面を作成した。

³ 部屋内部の床、天井の角を認識し立方体として 3D 測定を行うアプリのため、外部測定のような部屋の角がない空間の測定が不可能である。

2.2.1.4 デジタル技術による調査手法(③レーザースキャナ等による物件調査)

<1. 測定等>

高精度 3D 測定サービスの提供事業者の調査員 2 名が、レーザースキャナ「Leica BLK360 G2」を用いて、建物内部の壁面間距離、建物外部の壁面距離や高さ、敷地内工作物等の点群データを取得した。なお、Leica BLK360 G2 は、点群データと同時に 360 度画像データの撮影ができるところ、点群では認識しづらいものを画像として補足することにより、より鮮明かつ精度の高い測定記録を残すために、360 度画像データの撮影も行った。

建物内部の測定における測定ポイントは、部屋ごとに 1 か所を基本とし、クランクしている箇所(例えば廊下や階段等)や複雑な空間は 2~3 か所とした。また、各部屋の接合点(扉やふすまの位置)においても 1 か所ずつでの測定を行った。結果として、測定ポイントの数は合計 95 か所となり、その内訳は、建物外部において 45 か所(敷地外 20 か所・敷地内外構 22 か所・敷地内立竹木 3 か所)、建物内部において 50 か所であった。

測定時間については、Leica BLK360 G2 が 1 か所での測定を行うのに約 1 分を要し、各測定ポイント間の移動や機器の起動等で 3~5 分ほどを要した。

また、Leica BLK360 G2 のみでは測定資料として不足する箇所(コンセント種類の判別が必要な部分や、住宅設備機器の詳細な姿等など)については、スマートフォンのカメラで近接撮影し、後に Info360 のアノテーションに撮影画像を登録した。



図 17 測定の様子

Leica BLK360 G2 により各測定ポイントで取得した点群データについては、点群合成処理ソフトウェア「Leica Cyclone REGISTER 360 Plus」を用いて点群合成作業を行うことで、対象とした建物・敷地全体で 1 つの点群データベースとなるような処理を行った。点群の合成においては、平均の点群合成誤差を 5mm 前後に保ちつつ、敷地内に置かれていたテーブル、関係者の姿や荷物などの補償業務に直接関係のない対象物を削除するデータ処理を行った。

そして、当該点群データベースを Web 情報共有システム「Info360」にインポートし、アノテーションを設け、建物情報(点群のみでは視認しづらい設備機器等の注釈、近接撮影写真の

画像)を登録した。



図 18 合成処理後の点群データ



図 19 Info360 に設けたアノテーション及び登録された画像

<2. 図面等作成>

<1. 測定等>で合成した点群データを、3次元モデリング対応のBIMソフト「Archicad」内にインポートした。そして、Archicad 内に表示した点群データの壁面の位置から、各部屋の四方の壁の壁芯の位置を推測し、さらに尺貫法(約 910mm×910mm の尺モジュール)に基づいて建物の間取りをモデリングした。さらに、同ソフトウェアのアドオンプログラムである図面・積算ソフト「BI for ac」の機能を用いつつ、建物全体の3Dモデルを作成した。

加えて、従来手法との図面寸法の比較を行うために、2Dの図面も作成した。

図面作成の手法としては、Archicad内のモデルを2D図面表示状態にし、「BI for ac」のコマンドを使用して部材を自動生成しつつ、寸法入力や文字の追記などを適宜手作業で加えながら作図を行った。

なお、部屋及び建物の形状、室名情報、屋根、コンセントや照明器具の配置、各部屋の仕上げ表示については、「BI for ac」のコマンドにより自動生成することで、通常のBIMモデル作成にかかる時間を短縮し、効率的に作業を進めることが可能となった。



図 20 Archicad にインポートした点群データ



図 21 点群データを参照し Archicad・BI for ac で作成した BIM モデル

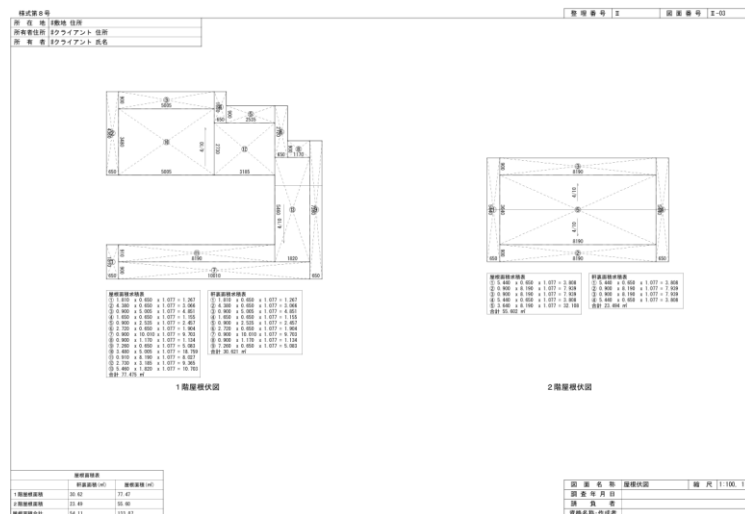


図 22 BIM モデルから出力した図面

対象業務と検証対象技術の関係を整理すると、以下のとおりとなる。なお、便宜上、表 2 (検証手法の概要)における②の手法を【②iPad】とし、③の手法を【③レーザースキャナ】と表記する。

表 6 対象業務と検証対象技術の対応

業務の概要		本検証の技術を用いた業務内容
物件調査	測定等	<p>建物及び工作物を対象とした寸法の調査が必要であり、次のとおり測定等する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・長さ、高さ等の測定単位は、メートルを基本とし、小数第 2 位(小数第 3 位を四捨五入)とする。 ・面積に係る測定は、原則として、柱又は壁の中心間で行うこととする。 ・建物等の構造材、仕上げ材等の厚さ、幅等の測定は、原則として、ミリメートルを単位とする。
		<p>立竹木のうち庭木等を対象に、次のとおり、庭木の区分・種類に応じて、幹周、樹高、幹高、葉張、葉長点高、玉周等を測定する。</p> <p>【測定単位】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・幹周、胸高直径は、センチメートル(小数点以下第 1 位を四捨五入)とする。 ・樹高、幹高、葉張、葉長点高及び玉周は、メートルとし、小数点以下第 1 位(小数点以下第 2 位四捨五入)までとする。ただし、庭木等のうち株物類等については、センチメートル(小数点以下第 1 位四捨五入)とする。 <p>【測定方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・幹周は、樹木の地上 1.2m の

	<p>部分で測定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・葉張は、当該樹木の主要な樹形を形成する枝先までの徒長枝を含まない幅とする。 ・幹高は、当該樹木の幹の最上部までの高さとする。 ・葉長点高は、樹冠の最上葉の先端から根鉢の上端までの垂直高とする。 	
種類・数量の把握	<p>建物及び工作物、附帯工作物の調査においては、数量を把握し、記録する。</p>	<p>【③レーザースキャナ】レーザースキャナに搭載の360度カメラ機能及びスマホカメラ等を用いて、該当箇所を撮影。撮影した写真と当該対象物のラベル情報を、3DモデルのWeb情報共有システム(Info360)上で「アノテーション登録」することで、数量を把握・記録する。</p>
	<p>立竹木の調査においては、樹種を把握し、記録する。</p>	<p>【③レーザースキャナ】レーザースキャナに搭載の360度カメラ機能で撮影した写真を確認することで、樹種を判定する。難しい場合は、植物の種類、形状、位置及び数量を目視で確認する。</p>
図面等作成	<p>井戸、給排水設備、屋外のガス設備、庭石、庭園、立竹木、自動車の保管場所等の配置を調査し、原則として縮尺100分の1により建物等配置図を、原則として所有者ごとに作成する。</p>	<p>【③レーザースキャナ】レーザースキャナで測定した点群データ、点群の合成ソフトウェア、BIMソフトウェアを用いて、3Dモデル及び図面を作成する。</p>
	<p>木造建物については、調査終了時に所定の様式・基準を満たす調査表及び図面を作成するとともに、外部・屋根、各室、造作・建築設備及び建物附随工作物を撮影した写真台帳(撮影の位置、方向及び写真番号の記載を要する。)を作成する。</p>	<p><調査表及び図面></p> <p>【②iPad】iPadのLiDARアプリ(間取り作成アプリ)を用いて間取り図を自動生成した上で、CADソフトウェアにデータをインポートして図面を作成する。</p> <p>【③レーザースキャナ】レーザースキャナで測定した点群データ、点群の合成ソフトウェア、BIMソフトウェアを用いて、3Dモデル及び図面を作成する。</p> <p><写真台帳></p> <p>【③レーザースキャナ】レーザースキャナ搭載の360度カメラ機能及びスマホカメラ等を用いて、該当箇所を撮影。撮影した写真と当該対象</p>

		物のラベル情報を、3D モデルの Web 情報共有システム(Info360)上で「アノテーション登録」することで、該当箇所の写真を 3D モデルに紐づけて見られるようにする。
	<p>付帯工作物については、所定の調査表及び付帯工作物配置図、付帯工作物の詳細図、写真撮影方向図を作成する。</p>	<p>【③レーザースキャナ】レーザースキャナ搭載の 360 度カメラ機能及びスマホカメラ等を用いて、該当箇所を撮影。撮影した写真と当該対象物のラベル情報を、3D モデルの Web 情報共有システム(Info360)上で「アノテーション登録」することで、該当箇所の写真を 3D モデルに紐づけて見られるようにする。</p>
	<p>立竹木については、庭木等、用材林、薪炭林、収穫樹、竹林及び苗木等に分類し、調査終了時に所定の様式・基準を満たす算定書又は調査表を作成する。また、立竹木配置図(庭木等)、標準地位置図等(用材林)、写真撮影方向図、その他必要な図面を作成する。立竹木の写真を撮影し、所有者ごとに写真台帳を作成する。</p>	<p><調査表及び図面></p> <p>【③レーザースキャナ】レーザースキャナで測定した点群データ、点群の合成ソフトウェア、BIM ソフトウェア、及びレーザースキャナ搭載の 360 度カメラ機能で撮影した写真を用いて、3D モデル及び図面を作成する。</p> <p><写真台帳></p> <p>【③レーザースキャナ】レーザースキャナ搭載の 360 度カメラ機能及びスマホカメラ等を用いて、該当箇所を撮影。撮影した写真と当該対象物のラベル情報を、3D モデルの Web 情報共有システム(Info360)上で「アノテーション登録」することで、該当箇所の写真を 3D モデルに紐づけてみられるようにする。</p>

2.2.2 補償金額の算定

2.2.2.1 比較のための従来手法による調査方法(①従来手法による物件調査)

コンバックス等を用いて測定した結果を、尺貫法の寸法にあわせて補正した上で、補償金額算定ソフトである「テクノ補償システム V6」に反映した。反映した実測データをもとにテクノ補償システムで補償金額算定に当たって求められる以下の図面及び調書等(前記 2.2.1 で作成した図面を含む)を作成した上で、建物の面積、各部屋の寸法を割り出し、補償金額(建物本体、附帯工作物、立竹木等)を算定した。

<補償金額算定に関して作成した図面等>

建物図面、木造建物〔I〕数量計算書〔外壁〕、木造建物〔I〕仕上げ別施工面積集計表〔外壁〕、木造建物〔I〕数量計算書〔内壁〕、木造建物〔I〕仕上げ別施工面積集計表〔内壁〕、木造建物〔I〕面積計算書〔床・天井〕、木造建物〔I〕仕上げ別施工面積集計表〔床〕、木造建物〔I〕仕上げ別施工面積集計表〔天井〕、木造建物〔I〕数量計算書〔金属製建具〕、木造建物〔I〕数量計算書〔木製建具〕

(作成した木造建物〔I〕数量計算書〔外壁〕)

木造建物数量計算書 [外壁]										様式第 2		
面 階	開口部控除前[A]					開口部面積[B]				実施工面積 [A]-[B] (㎡)		
	コード	単価名称	壁長 (m)	壁高 (m)	率	計算面積 (㎡)	建具No.	建具記号	数量		控除面積 (㎡)	
北	1F	2450970	内外装+複層仕上塗材仕上	1.820	3.728	1	6.784	3	AB	1	1.155	
				3.185	3.000	1	9.555	2	AB	1	0.824	
				5.005	2.700	1	13.513	1	AB	1	0.957	
								14	AD*	1	1.524 (*)	
				計			29.852	計			4.460	25.392
2F	2450970	内外装+複層仕上塗材仕上	8.190	1.808	1	14.807	9	AB	1	1.006		
							9	AB	1	1.006		
			計			14.807	計			2.012	12.795	
東	1F	2450970	内外装+複層仕上塗材仕上	(3.000+4.456)×3.640 ÷2		13.569	F	KK	1	3.550 (*)		
				(4.456+2.700)×4.390 ÷2		15.707	5	AB	1	1.501		
							4	AB	1	(0.399) 0.50㎡以下		
							4	AB	1	(0.399) 0.50㎡以下		
			計			29.276	計			5.051	24.225	
2F	2440660 [準用]	磁器質材*	1.820	0.100	1	0.182						
			0.195	0.100	1	0.019						
			0.195	0.100	1	0.019						
			計			0.220					0.220	
南	1F	2450970	内外装+複層仕上塗材仕上	3.640	0.728	0.5	1.324					
				3.640	1.444	1	5.256					
				2.730	1.092	0.5	1.490					
				0.910	0.364	0.5	0.165					
			計				8.235					8.235
2F	2450970	内外装+複層仕上塗材仕上	10.010	3.000	1	30.030	7	AC	1	4.480		
							6	AC	1	6.072		
							E	KK	1	2.040		
			計			30.030	計			12.592	17.438	
2F	2450970	内外装+複層仕上塗材仕上	8.190	2.536	1	20.769	11	AC	1	3.302		
							10	AC	1	4.476		
			計			20.769	計			7.778	12.991	

2.2.2.2 デジタル技術による調査手法

(②iPad の LiDAR センサーを併用した従来手法による物件調査)

本手法では、現地調査こそ iPad の LiDAR センサーを用いたものの、補償金額算定ソフトである「テクノ補償システム V6」にデータを反映した以降の工程については、①の従来手法と同様である。なお、補償金額算定に当たっては、LiDAR センサーによる測定結果を尺貫法の寸法にあわせて補正した上で、建物の面積、各部屋の寸法を割り出し、補償金額(建物本体)を算定した(※ただし、附帯工作物、立竹木等の補償金額については、従来手法による結果を援用した)。

2.2.2.3 デジタル技術による調査手法(③レーザースキャナ等による物件調査)

補償金額算定の事前準備として、Archicad のアドオンプログラムである図面・積算ソフトウェア「BI for ac」に、原単位情報(例:部材ごとの補償金額の原単位等)を入力・設定した。そして、当該原単位情報に、別途「Info360」で実装した 3D モデルの諸情報(例:建物の面積、各部屋の寸法、附帯工作物の数量等)を乗じることによって、補償金額(建物、附帯工作物)を算定した。なお、算定に必要な情報のうち、技術の性質上、取得できなかった情報(立竹木の樹種や寸法)については、①の従来手法の結果を援用した。

また、補償金額算定に用いるべく下記の図面等も作成したが、検証期間が限られる中、補償金額算定のための計算機能を十分に追加しきれなかったため、一部の図面等については精度や内容を十分に満たさない箇所も見受けられた。とはいえ、BIM モデルから得られた建物情報を必要帳票に自動転記するシステムを構築できたことは、今後補償金額算定業務の時間短縮を実現する上で、有用な成果といえる。

<補償金額算定に関して作成した図面等※>

(※①従来手法による物件調査と同種のものである)

建物図面、木造建物〔I〕数量計算書〔外壁〕、木造建物〔I〕仕上げ別施工面積集計表〔外壁〕、木造建物〔I〕数量計算書〔内壁〕、木造建物〔I〕仕上げ別施工面積集計表〔内壁〕、木造建物〔I〕面積計算書〔床・天井〕、木造建物〔I〕仕上げ別施工面積集計表〔床〕、木造建物〔I〕仕上げ別施工面積集計表〔天井〕、木造建物〔I〕数量計算書〔金属製建具〕、木造建物〔I〕数量計算書〔木製建具〕

(作成した木造建物〔I〕数量計算書〔外壁〕)

木造建物〔I〕数量計算書〔外壁〕

階/面	開口部控除前 [A]						開口部面積 [B]				実施工面積 [A]-[B]
	コード	単価名称	壁長	壁高	率	計算面積	建具No	建具記号	数量	控除面積	
1FL-001		EFM_外部分上7-001	1.820	1.120	1	2.038	18	AE	1	1.155	0.883
1FL-002		EFM_外部分上7-001	300	1.120	1	0.336					0.336
1FL-003		EFM_外部分上7-001	300	1.120	1	0.336					0.336
1FL-004		EFM_外部分上7-001	1.820	3.116	1	5.671	0	KK	1	2.040	3.631
1FL-005		EFM_外部分上7-001	5.460	4.541	1	24.792	0	AWAE	1	1.120	
							2	AW	1	0.000	
								上面傾斜S	1	2.650	
								上面傾斜E	1	0.662	20.359
1FL-006		EFM_外部分上7-001	1.820	3.805	1	6.925	1	AD	1	2.288	4.637
1FL-007		EFM_外部分上7-001	8.190	3.077	1	25.201	0	ACAC	1	6.245	
							9	AC	1	0.000	18.955
1FL-008		EFM_外部分上7-001	4.550	3.240	1	14.742					
								上面傾斜S	1	0.000	
								上面傾斜E	1	0.030	14.712
1FL-009		EFM_外部分上7-001	3.480	4.177	1	14.535	12	AE	1	1.485	
								上面傾斜S	1	2.422	
								上面傾斜E	1	0.000	10.627
1FL-010		EFM_外部分上7-001	5.005	2.783	1	13.929	0	AEAW	1	0.000	
							0	AEAWAD	1	1.540	
							2	AE	1	0.000	12.389
1FL-011		EFM_外部分上7-001	750	3.085	1	2.313					
								上面傾斜S	1	0.000	
								上面傾斜E	1	0.113	2.201
1FL-012		EFM_外部分上7-001	3.185	3.083	1	9.820	3	AE	1	1.120	8.700
1FL-013		EFM_外部分上7-001	1.820	3.813	1	6.939	0	AEAE	1	0.370	
							4	AE	1	0.000	
								上面傾斜S	1	0.000	
								上面傾斜E	1	0.662	5.906
1FL-014		EFM_外部分上7-001	1.820	3.805	1	6.925					6.925
1FL-015		EFM_外部分上7-001	1.820	3.240	1	5.897					
								上面傾斜S	1	0.030	
								上面傾斜E	1	0.000	5.867
2FL-001		EFM_外部分上7-001	3.640	3.593	1	13.077					
								上面傾斜S	1	0.662	
								上面傾斜E	1	0.662	
								多角形縦断	1	3.125	8.627
2FL-002		EFM_外部分上7-001	3.640	3.593	1	13.077	7	AD	1	1.485	
								上面傾斜S	1	0.662	
								上面傾斜E	1	0.662	10.267
2FL-003		EFM_外部分上7-001	8.190	2.857	1	23.400	0	ADAD	1	4.511	
							10	AD	1	0.000	
								多角形縦断	1	1.753	17.136
2FL-004		EFM_外部分上7-001	8.190	2.857	1	23.400	0	AEAE	1	1.155	
							14	AE	1	0.000	
								多角形縦断	1	7.715	14.529

3 技術検証の結果

3.1 結果の評価ポイント・方法

「②iPad の LiDAR センサーを併用した従来手法による物件調査」、「③レーザースキャナ等による物件調査」のそれぞれについて、技術的な代替可能性及び実用性の観点から、「①従来手法による物件調査」との比較を通じた評価・分析を行った。

表 7 評価項目及び評価方法

評価項目		評価方法
技術的な 代替可能性	測定結果の 精度	②、③の測定結果(寸法、面積)について、①と比較してどの程度のズレがあるかを定量的に把握した上で、そのズレの大きさについて定性的に評価を行う。
	補償金額 算定の精度	②、③の算定結果(各対象物の補償金額)について、①と比較してどの程度のズレがあるかを定量的に把握した上で、そのズレの大きさについて定性的に評価を行う。
実用性	工数	②、③の測定結果(各工程の所要時間、総所要時間)について、①と比較してどの程度のズレがあるかを定量的に把握した上で、そのズレの大きさについて定性的に評価を行う。
	コスト	②、③を導入・運用する上で要するイニシャルコスト・ランニングコストを整理し、そのコストの多寡を踏まえ、定性的に評価を行う。

3.2 結果及び評価・分析

2.2 のとおりに実施した検証結果について、3.1 の評価項目・方法に基づき分析した結果を以下で詳述する。

3.2.1 技術的な代替可能性に係る結果と評価

3.2.1.1 測定結果の精度の比較分析

寸法、面積の測定結果については、対象業務の内容を踏まえて、建物内部及び外部を対象に比較分析を実施した。

●建物内部の壁長さの測定結果の比較

各手法によって測定した建物内部の壁長さを以下の一覧表(表 8)に示す。なお、階段については、標準書 別添 2 木造建物数量積算基準 第 8(内壁工事費)第 2 項「階段室の内壁施工面積は 10.80 m²を標準とする。」に従って面積を計上する運用となっているため、測定精度の比較項目からは除外した。

表 8 建物内部の壁長さの測定結果の比較

No	比較項目	各手法による測定値		
		① 従来手法による物件 調査	② iPad の LiDAR セン サーを併用した従来 手法による物件調査	③ レーザースキャナ等に よる物件調査
[1]	1 階壁長さ ポーチ(m)	5.460	5.460	7.280
[2]	1 階壁長さ 玄関(m)	7.280	7.280	7.280
[3]	1 階壁長さ ホール(m)	18.200	18.200	17.290
[4]	1 階壁長さ DK(m)	14.400	14.400	14.240
[5]	1 階壁長さ 勝手口(m)	1.660	1.660	1.820
[6]	1 階壁長さ 和室 6 帖(m)	12.740	12.740	12.740
[7]	1 階壁長さ 和室 8 帖(m)	14.560	14.560	14.560
[8]	1 階壁長さ 脱衣室(m)	7.870	7.870	7.870
[9]	1 階壁長さ 浴室(m)	7.280	7.280	7.280
[10]	1 階壁長さ 便所(m)	6.370	6.370	6.370
[11]	2 階壁長さ 廊下(m)	8.190	8.190	8.190
[12]	2 階壁長さ 和室 6 帖 1(m)	12.740	12.740	12.740
[13]	2 階壁長さ 和室 6 帖 2(m)	12.740	12.740	12.740

各項目を比較すると、「②iPad の LiDAR センサーを併用した従来手法による物件調査」による測定値については、「①従来手法による物件調査」による測定値と完全に一致した。こ

これは、各手法により測定した後、建築物の基本モジュール(尺貫法)にあわせて補正をかけた上で測定値の記録を行ったためである。そのため、建物内部の測定は、②の手法によって十分代替可能であるといえる。

また、「③レーザースキャナ等による物件調査」についても、一部項目(色字部分)で差異が生じているものの、約 7 割の項目で測定値は一致しており、基本的に建物内部の壁芯長さの測定に関しては概ね従来手法を代替可能といえる。

比較的大きな差異(余剰測定)が見られる[1](ポーチ)についても、「BI for ac」の本検証において開発したアドオンの現在の精度の問題により不要な壁面を測定していることが要因と考えられる(図 23 参照)。また、比較的大きな差異(測定不足)が見られる[3](ホール)についても、上記アドオンの現在の精度の問題により必要な壁面を測定できていないことが要因と考えられる(図 24 参照)。そのため、いずれもアドオンの改善等によって、差異を小さくすることが可能である。

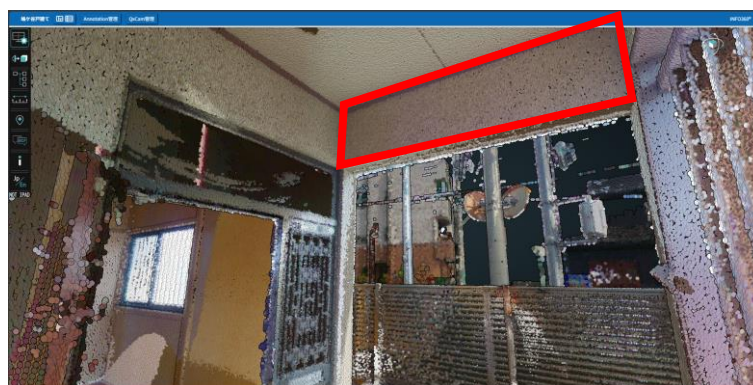


図 23 [1](ポーチ)で比較的大きな差異(余剰測定)が見られる箇所
(※赤枠:従来手法では内壁として測定しない部分)

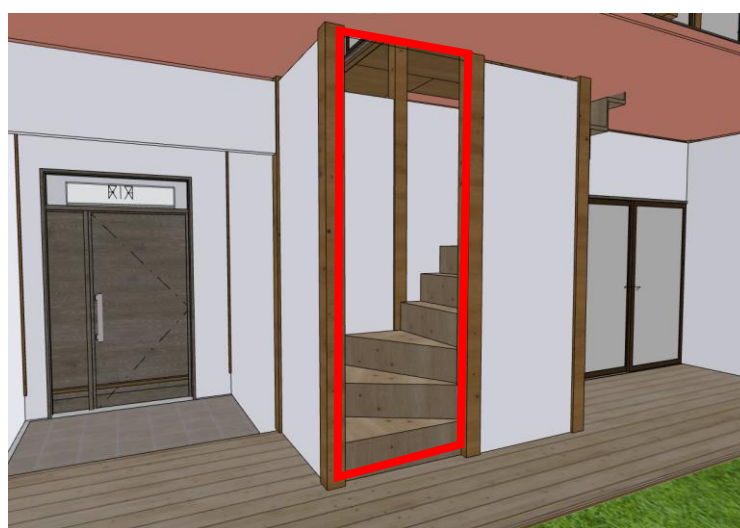


図 24 [3](ホール)で比較的大きな差異(測定不足)が見られる箇所
(※赤枠:従来手法では壁+開口部として測定する部分)

比較的軽微な差異である[4](DK)、[5](勝手口)については、フロアとしてつながっている DK と勝手口の境界が明確でない(壁で仕切られていない)ことが影響し、「①従来手法による物件調査」と「③レーザースキャナ等による物件調査」とで、測定範囲の起点と終点を正確に揃えられておらず、これにより DK と勝手口の間取りの区分がずれたことに起因する可能性が高く、対象の長さの測定を誤ったものではないと考えられる。

以上の「①従来手法による物件調査」と「③レーザースキャナ等による物件調査」の測定結果の差異の具体的な数値及びその要因をまとめると、以下の一覧表(表 9)のとおりとなる。

表 9 建物内部の壁長さの測定結果の差異

No	比較項目	③の値から①を 差引いた値 (差異の割合)	差異の要因
[1]	1階壁長さ ポーチ(m)	1.820 (33.33%)	「①従来手法による物件調査」では損失補償の算定基準に則り測定対象外とする開口部が、「③レーザースキャナ等による物件調査」では壁として測定されたため、壁長さの算出値に差異(1.820mの過剰測定)が生じた。
[2]	1階壁長さ 玄関(m)	0.000	—
[3]	1階壁長さ ホール(m)	-0.910 (-5.00%)	「①従来手法による物件調査」では損失補償の算定基準に則り測定対象とする壁が、「③レーザースキャナ等による物件調査」では測定されていないため、壁長さの算出値に差異(0.91mの測定不足)が生じた。
[4]	1階壁長さ DK(m)	-0.160 (-1.11%)	測定範囲の起点と終点を正確に揃えられておらず、これによりDKと勝手口の間取りの区分がずれたことに起因する可能性が高く、対象の長さの測定を誤ったものではないと考えられる。
[5]	1階壁長さ 勝手口(m)	0.160 (9.64%)	
[6]	1階壁長さ 和室 6帖(m)	0.000	—
[7]	1階壁長さ 和室 8帖(m)	0.000	—
[8]	1階壁長さ 脱衣室(m)	0.000	—
[9]	1階壁長さ 浴室(m)	0.000	—
[10]	1階壁長さ 便所(m)	0.000	—
[11]	2階壁長さ 廊下(m)	0.000	—
[12]	2階壁長さ 和室 6帖 1(m)	0.000	—
[13]	2階壁長さ 和室 6帖 2(m)	0.000	—

差異の合計(率): 3.05m(2.36%)

●建物内部の面積の測定結果の比較

各手法によって測定した建物内部の面積(建物 1階と 2階それぞれの床面積についての集計値)を以下の一覧表(表 10)に示す。

表 10 建物内部の面積の測定結果の比較

No	比較項目	各手法による測定値		
		① 従来手法による物件調査	② iPad の LiDAR センサー を併用した 従来手法による物件調査	③ レーザースキャナ等による 物件調査
[14]	1 階床面積 (㎡)	73.31	73.31	73.31
[15]	2 階床面積 (㎡)	29.81	29.81	29.81

比較の結果、いずれの手法においても差異は見られなかった。これは、いずれの手法も、測定した寸法を、建築物の基本モジュール(尺貫法)にあわせて補正をかけた上で床面積を導出したためである。このことから、建物内部の現地調査において iPad の LiDAR センサーやレーザースキャナ等を活用する手法について、十分に代替可能性があると考えられる。

●建物の外壁長さの測定結果の比較

各手法によって測定した建物外部の外壁長さを以下の一覧表(表 11)に示す。なお、「② iPad の LiDAR センサーを併用した従来手法による物件調査」については、前述した機能的理由により測定できるのが建物内部のみとなるため、比較の対象外とした。

表 11 建物の外壁長さの測定結果の比較

No	比較項目	各手法による測定値	
		① 従来手法による 物件調査	③ レーザースキャナ等による物 件調査
[16]	1 階外壁長さ (m)	36.080	39.720
[17]	2 階外壁長さ (m)	23.660	23.660

各項目を比較すると、「③レーザースキャナ等による物件調査」は、損失補償の算定基準では本来含まれない箇所([16]における出窓廻り)の壁の長さを測定しており、「①従来手法による物件調査」よりも 3.64m だけ測定値が大きくなっている(外壁長さの合計では約 6%の余剰測定)(図 25 参照)。これについては、「BI for ac」の本検証で開発したアドオンの測定範囲の設定や測定手法の違いが要因として考えられ、アドオンの改善等によって、差異を小さくすることが可能である。

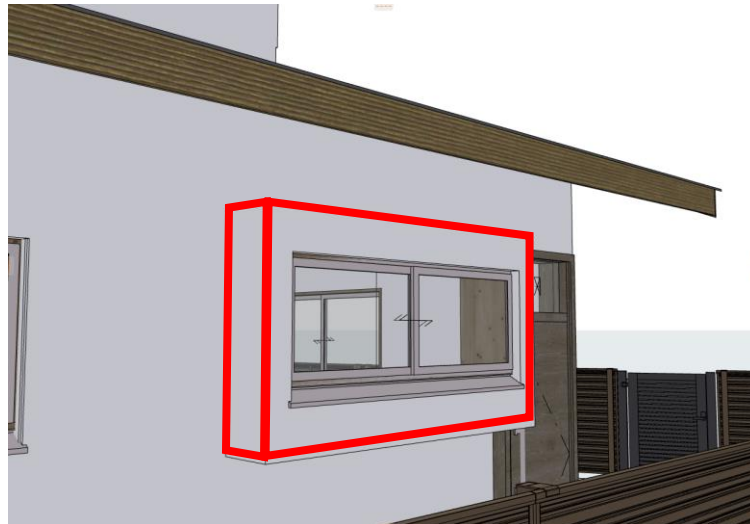


図 25 [16] 差異(余剰測定)が見られる箇所
 ※赤枠:従来手法では外壁として測定しない部分

●建物外部の面積の測定結果の比較

各手法によって測定した建物外部の面積を以下の一覧表(表 12)に示す。なお、「② iPad の LiDAR センサーを併用した従来手法による物件調査」については、前述した機能的理由により測定できるのが建物内部のみとなるため、比較の対象外とした。

表 12 建物外部の面積の測定結果の比較

No	比較項目	各手法による測定値	
		① 従来手法による 物件調査	③ レーザースキャナ等による 物件調査
[18]	1 階開口部面積 (㎡)	21.644	21.599
[19]	2 階開口部面積 (㎡)	11.176	11.221
[20]	1 階外壁面積 開口部控除後 (㎡)	91.473	112.230
[21]	2 階外壁面積 開口部控除後 (㎡)	44.515	46.489
[22]	屋根面積 (㎡)	127.770	133.070
[23]	軒裏面積 (㎡)	48.810	54.110

各項目を比較すると、「③レーザースキャナ等による物件調査」は、「①従来手法による物件調査」の測定値よりも大きい傾向がみられ、その中でも 1 階の外壁面積([20])が特に差異が大きい結果となった。

外壁面積([20]、[21])については、「①従来手法による物件調査」では外壁高さを外壁下端から桁天端(不可視部分を推測した位置)までを測定しているのに対し、「③レーザースキャナ等による物件調査」では地盤面から軒裏までの壁高さを測定しており、測定範囲の考え方に相違があったことが影響している可能性がある。

他方、開口部の面積([18]、[19])については、0.5%未満の差異に留まっており、測定範囲の考え方に起因するものではなく、レーザースキャナ自体の測定精度及び点群データの合成処理の精度に起因するものと考えられる。

そのため、開口部の面積の比較結果を踏まえると、従来手法による物件調査においてコンボックス等で測定した値と、レーザースキャナ等による物件調査で取得した点群データ内での測定値が、ほぼ同じ精度であったことを示しており、建物外部の現地調査においても、十分に代替可能性があると考えられる。

その他の比較項目の差異を含め、「①従来手法による物件調査」と「③レーザースキャナ等による物件調査」の測定結果の差異の具体的な数値及びその要因をまとめると、以下の一覧表(表 13)のとおりとなる。なお、各階の開口部面積の合計値の差異は 0 m²となり、各階の開口部控除後の外壁面積の合計値の差異は 22.731 m²(約 17%の差異)であった。

表 13 建物外部の面積の測定結果の差異

No	比較項目	③の値から①を差引いた値 (差異の割合)	差異の要因
[18]	1階開口部面積(m ²)	-0.045 (-0.21%)	レーザースキャナ自体の測定精度及び点群データの合成処理の精度に起因するものと考えられる。
[19]	2階開口部面積(m ²)	0.045 (0.40%)	レーザースキャナ自体の測定精度及び点群データの合成処理の精度に起因するものと考えられる。
[20]	1階外壁面積 開口部控除後 (m ²)	20.757 (22.69%)	[16](1階外壁長さ)について前述したとおり、1階の壁長さが多く算出されたことに加え、壁の高さが「①従来手法による物件調査」と「③検証対象手法レーザースキャナ等による物件調査」の間で測定範囲の考え方に相違があったことから、面積集計に差異が生じたものと考えられる。
[21]	2階外壁面積 開口部控除後 (m ²)	1.974 (4.43%)	壁の高さが「①従来手法による物件調査」と「③検証対象手法レーザースキャナ等による物件調査」の間で測定範囲の考え方に相違があったことから、面積集計に差異が生じたものと考えられる。
[22]	屋根面積(m ²)	5.300 (4.15%)	軒先及びけらばの出寸法における測定差により差異が生じたものと考えられる。
[23]	軒裏面積(m ²)	5.300 (10.86%)	軒先及びけらばの出寸法における測定差により差異が生じたものと考えられる。

3.2.1.2 補償金額算定の精度の比較分析

補償金額の算定結果については、算定に当たって必要となる各項目の面積・長さ単価を掛けた一覧表(表 14)のとおり、「③レーザースキャナ等による物件調査」の測定値を用いて算出した補償金額と「①従来手法による物件調査」に基づき算出した補償金額を比較した。

ただし、比較の範囲としては、「③レーザースキャナ等による物件調査」において補償金額算定のために開発したシステムが、開発期間の関係等から、現状の補償金額算定に必要とされている費用区分すべてに対しては対応させられなかったため、外壁工事費や内壁工事費等の一部の項目のみで補償金額算定を行い、比較分析を実施した。具体的には、建物の屋根や軒天については、面積算出までは対応できたものの、仕上材を加味した集計までは行うことができず、従来手法と同様に算出可能であった外壁・内壁・天井・床に限って補償金額算定結果の比較分析を実施した。また、造作についてはカーテンレールや棚など、部材ごとに集計スキームを形成する必要があるが、本検証では対応が間に合わず、従来手法と同様に補償金額を算出するまでには至らなかった。そのため、一定の項目は補償金額算定における比較対象から除外したが、今後のシステム開発により対応可能となる余地がある。

表 14 補償金額算定結果の比較

外壁工事費

出典 (J-T [®] 番号)	単価名称	形状寸法	単位	単価 (円/㎡)	①従来手法		③レーザーสキャナ		補償金額 差額 (円)
					施工面積 (㎡)	金額 (円)	施工面積 (㎡)	金額 (円)	
2450970	内外装・複層仕上塗材仕上	複層塗材・吹付タイル	㎡	1,810	135.77	245,743	158.72	287,283	+41,540

合計の差異(率): +41,540円(16.90%)

内壁工事費

出典 (J-T [®] 番号)	単価名称	形状寸法	単位	単価 (円/㎡)	①従来手法		③レーザーสキャナ		補償金額 差額 (円)
					施工面積 (㎡)	金額 (円)	施工面積 (㎡)	金額 (円)	
2450530	新京壁(じゅらく)	下地別途	㎡	5,320	129.68	689,897	117.80	626,696	-63,201
2631190	壁・ビニール貼張	並・下地別途	㎡	1,520	48.92	74,358	50.85	77,292	+2,934
2440170	内装・陶器質タイル	100mm角	㎡	14,400	13.52	194,688	13.41	193,104	-1,584

合計の差異(率): -61,851円(-6.45%)

床工事費

出典 (J-T [®] 番号)	単価名称	形状寸法	単位	単価 (円/㎡)	①従来手法		③レーザーสキャナ		補償金額 差額 (円)
					施工面積 (㎡)	金額 (円)	施工面積 (㎡)	金額 (円)	
2630090 [準用]	床・寄木合板	厚15mm・下地別途	㎡	11,900	25.07	298,333	29.50	351,050	+52,717
2440060	床・磁器質タイル	100mm角	㎡	15,000	6.62	99,300	6.78	101,700	+2,400
2630160	床・ビニールシート張	厚2mm・プレ-ン・下地別途	㎡	3,500	5.99	20,965	5.65	19,775	-1,190
2440140	床・磁器質モザイクタイル	25mm角	㎡	19,500	2.45	47,775	3.19	62,205	+14,430

合計の差異(率): +68,357円(14.66%)

天井工事費

出典 (J-T [®] 番号)	単価名称	形状寸法	単位	単価 (円/㎡)	①従来手法		③レーザーสキャナ		補償金額 差額 (円)
					施工面積 (㎡)	金額 (円)	施工面積 (㎡)	金額 (円)	
2460700	和室天井	杉柁(川天)・敷目	㎡	4,710	23.19	109,224	23.19	109,224	0
2460720	和室天井	杉柁(川天)・竿縁	㎡	3,920	19.87	77,890	19.87	77,890	0
2640070	天井・化粧せつこうボード	厚9.5mm・準・目透張・下地別途	㎡	2,710	31.66	85,798	28.40	76,964	-8,834
2610160	合成樹脂調合ペイント	SOP・木部・3回塗・素地ごしらえ共	㎡	2,690	15.35	41,291	16.75	45,057	+3,766

合計の差異(率): -5,068円(-1.61%)

各工事費合計					1,985,262		2,028,240	+42,978
--------	--	--	--	--	-----------	--	-----------	---------

合計の差異(率): +42,978円(2.16%)

表 14 のとおり、従来手法による補償金額(「①従来手法」の「金額」とレーザースキャナによる測定値を用いた補償金額(「③レーザースキャナ」の「金額」)を比較すると、「外壁工事費」で 16.90%、「内壁工事費」で-6.45%、「床工事費」で 14.66%、「天井工事費」で-1.61%の金額差となった。比較対象とした工事費目の範囲では、補償金額の合計において、レーザースキャナ金額は、従来手法金額と 2.16%の差異となった。

まず、「外壁工事費」の差異に着目する。表 14 にみるに、この差異は外壁の施工面積の差異に起因するものである。前述のとおり、外壁の施工面積([20]、[21])については、「①従来手法による物件調査」では外壁高さを外壁下端から桁天端(不可視部分を推測した位置)までを測定しているのに対し、「③レーザースキャナ等による物件調査」では地盤面から軒裏までの壁高さを測定しており、測定範囲の考え方に相違があったことが影響している。この点については、「BI for ac」のアドオンの開発が進み、測定範囲とすべき対象範囲が正確にインプットされることによって解消するものとみられる。そのため、外壁工事費の算出については、アドオンの開発が進むことを前提とすれば十分に代替できるものと考えられる。

次に、「内装工事費」の差異に着目する。「新京壁(じゅらく)」、「壁・ビニールクロス張」、「内装・陶器質タイル」のそれぞれにおいて、施工面積の差異がみられる。これは、「BI for ac」のアドオンでは、様々な仕上げを区分して計上する機能が十分に開発できておらず、本来計上すべき仕上げが漏れていたり、異なる種類の仕上げを計上したりしたことが影響していると考えられる。特に、内壁として「新京壁(じゅらく)」が使われている箇所については、押入等の仕上げの計上漏れが生じており、「新京壁(じゅらく)」の施工面積の差異が他に比して大きくなってしまった。こうした差異は、アドオンの開発等によって小さくすることが可能と考えられる。

続いて、「床工事費」の差異に着目する。「床・寄木合板」、「床・磁器質タイル」、「床・ビニールシート張」、「床・磁器質モザイクタイル」のそれぞれにおいて、施工面積の差異がみられる。特に、「床・寄木合板」と「床・磁器質モザイクタイル」は、それぞれ 17.67%、30.20%と大きな差異が生じてしまった。これについても、内装工事費と同様に、現状のアドオンの機能に起因するものであり、開発を進めることによって差異を小さくすることが可能と考えられる。

最後に、「天井工事費」の差異に着目する。天井工事費の差異は-1.61%であり、前述の 3つと比べると差異を最も小さく抑えられた。これは、天井の施工面積についてはアドオンで各部屋の水平投影面積を集計する形で計上しており、またその水平投影面積については表 10(建物内部の面積の測定結果の比較)の[14]、[15](1階、2階の床面積)で見たとおり、「①従来手法による物件調査」と「③レーザースキャナ等による物件調査」で完全に一致していたことから、差異が最小化できたものと考えられる。そのため、天井工事費の算出については、十分に代替できるものと考えられる。

なお、ここまでの考察において、「①従来手法による物件調査」に基づく施工面積について特段の言及をしていなかったが、「①従来手法による物件調査」において、実際には尺貫法モジュールに準じていない箇所の寸法を、測定者が尺貫法モジュールを意識した補正值をもって置き換えてしまうケースがあることも否定できない。この点については、「③レーザースキャナ等による物件調査」の方が現場の状況を 3D データとして取得・記録することができるため、より実態に則した寸法の測定ができ、ひいてはより実態に則した補償金額算定ができるものと考えられる。

3.2.1.3 代替可能性のまとめ

前述の評価結果を踏まえた、②「iPad の LiDAR センサーの併用」及び③「レーザースキャナ等の活用」の代替可能性をまとめると、表 15 のとおりとなる。なお、便宜上、表 2(検証手法の概要)における②の手法を【②iPad】とし、③の手法を【③レーザースキャナ】と表記する。

表 15 代替可能性の確認結果

物件調査の業務の概要		代替可能性の確認結果
現地調査	<p>測定等</p> <p>建物及び工作物を対象とした寸法の調査が必要であり、次のとおり測定等する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・長さ、高さ等の測定単位は、メートルを基本とし、小数第 2 位(小数第 3 位を四捨五入)とする。 ・面積に係る測定は、原則として、柱又は壁の中心間で行うこととする。 ・建物等の構造材、仕上げ材等の厚さ、幅等の測定は、原則として、ミリメートルを単位とする。 	<p>【②iPad】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ iPad の LiDAR スキャンを用いて取得したデータを間取り作成アプリ「りのべっち」により基本モジュール(尺貫法等)に補正でき、従来手法と同等/同等以上の精度で測定できたため、代替可能(p.38、39 参照)。 <p>【③レーザースキャナ】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ レーザースキャナで長さ、高さ等をメートルの小数第 2 位(小数第 3 位を四捨五入)を単位として測定することができ、従来手法と同等/同等以上の精度で測定できたため、代替可能(p.38-41 参照)。 <p>【②iPad】【③レーザースキャナ】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 面積に係る測定は、上記の iPad の LiDAR アプリ及びレーザースキャナで測定した結果を用い、柱又は壁の中心間の距離を計算することができるため、代替可能(p.40-43 参照)。 ・ 建物等の構造材、仕上げ材等の厚さ、幅等については、該当箇所が不可視部分であることから、上記の iPad の LiDAR アプリ及びレーザースキャナによって測定できず、現状では、従来手法との併用で代替すべきであることを把握。

	<p>立竹木のうち庭木等を対象に、次のとおり、庭木の区分・種類に応じて、幹周、樹高、幹高、葉張、葉長点高、玉周等を測定する。</p> <p>【測定単位】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・幹周、胸高直径は、センチメートル（小数点以下第1位を四捨五入）とする。 ・樹高、幹高、葉張、葉長点高及び玉周は、メートルとし、小数点以下第1位（小数点以下第2位四捨五入）までとする。ただし、庭木等のうち株物類等については、センチメートル（小数点以下第1位四捨五入）とする。 <p>【測定方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・幹周は、樹木の地上1.2mの部分で測定する。 ・葉張は、当該樹木の主要な樹形を形成する枝先までの徒長枝を含まない幅とする。 ・幹高は、当該樹木の幹の最上部までの高さとする。 ・葉長点高は、樹冠の最上葉の先端から根鉢の上端までの垂直高とする。 	<p>【③レーザースキャナ】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・立竹木の胸高直径、樹高、幹高、葉張、葉長点高及び玉周の所定の箇所については、本検証の対象物件では障害物が多く、測定機器（レーザースキャナ及び360度カメラ）を設置することが困難であったため、代替困難であった。
<p>種類 ・ 数量 の 把握</p>	<p>建物及び工作物、附帯工作物の調査においては、数量を把握し、記録する。</p>	<p>【③レーザースキャナ】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・数量については、レーザースキャナ、点群の合成ソフトウェア、BIMソフトウェアを用いることで、面積・長さ・高さを算出できるため、形状・寸法の代替が可能である。ただし、不可視部分や仕上げ材の数量については、レーザースキャナによる算出が困難であることが判明した。屋根上等については、高所撮影用の三脚を使用することによって、屋根上にのぼることなく調査が可能であるところ、屋根形状、屋根勾配の寸法を確認することができ、従来手法と

		同等以上の情報を取得することができ、代替可能(p.29、30 参照)。
	立竹木の調査においては、樹種を把握し、記録する。	【③レーザースキャナ】 ・レーザースキャナ搭載の 360 度カメラで撮影した画像において樹種を判定することが困難であったため、センサーの補完技術(AI 画像解析など)の検討が必要。
図面等 作成	井戸、給排水設備、屋外のガス設備、庭石、庭園、立竹木、自動車の保管場所等の配置を調査し、原則として縮尺 100 分の 1 により建物等配置図を、原則として所有者ごとに作成する。	【③レーザースキャナ】 ・建物等配置図は、レーザースキャナで取得したデータをもとに BIM ソフトウェアで、縮尺 100 分の 1 と同等の詳細さで所定の要素を含んだ図面及び 3D モデルを作成することができたため、代替可能(p.29、30 参照)。
	木造建物については、調査終了時に所定の様式・基準を満たす調査表及び図面を作成するとともに、外部・屋根、各室、造作・建築設備及び建物附属工作物を撮影した写真台帳(撮影の位置、方向及び写真番号の記載を要する。)を作成する。	【②iPad】【③レーザースキャナ】 ・図面及び 3D モデルを LiDAR アプリ(間取り作成アプリ)、レーザースキャナ及び BIM ソフトウェア、CAD システムにより作成できたため、代替可能(p.34-36 参照)。 【③レーザースキャナ】 ・写真台帳は、3D モデルと、レーザースキャナ搭載の 360 度カメラで撮影した写真を紐づけることにより、撮影位置や撮影方向をシステム上で確認可能であったため、代替可能(p.29、30 参照)。
	附帯工作物については、所定の調査表及び附帯工作物配置図、附帯工作物の詳細図、写真撮影方向図を作成する	【③レーザースキャナ】 ・附帯工作物配置図、附帯工作物の詳細図、写真撮影方向図は、レーザースキャナ及び BIM ソフトウェアにより所定の条件を満たす図面及び 3D モデルが作成できたため、代替可能(p.29、30 参照)。
	立竹木については、庭木等、用材林、薪炭林、収穫樹、竹林及び苗木等に分類し、調査終了時に所定の様式・基	【③レーザースキャナ】 ・立竹木配置図(庭木等)、標準地位置図等(用材林)、写真撮影方向

	<p>準を満たす算定書又は調査表を作成する。また、立竹木配置図(庭木等)、標準地位置図等(用材林)、写真撮影方向図、その他必要な図面を作成する。立竹木の写真を撮影し、所有者ごとに写真台帳を作成する。</p>	<p>図、その他必要な図面は、レーザースキャナ、360度カメラ及びBIMソフトウェアにより所定の条件を満たす図面及び3Dモデルでの作成が困難であった。</p> <ul style="list-style-type: none"> 写真台帳は、レーザースキャナ搭載の360度カメラで撮影した写真により必要な写真を網羅できているため、代替可能。(p.29、30参照)
--	---	--

3.2.2 実用性に係る結果と評価

3.2.2.1 工数の比較分析

●測定等の工数の比較分析

測定等のうち、各手法の現地での調査に要した時間を以下の一覧表(表16、17)に示す。ただし、「②iPadのLiDARセンサーを併用した従来手法による物件調査」については、写真撮影まで実施しておらず、また、前述した機能的理由により建物外部等の測定が困難であることから、一部の項目については、従来手法の工数を採用した(表中の※)。

表16 現地調査の工数比較

比較対象項目 現地調査	所要時間(単位:分)(※は①の数値を流用)			
	① 従来手法による物件調査	②-1 iPadのLiDARセンサーを併用した従来手法による物件調査 (尺貫法による補正を行わない場合)	②-2 iPadのLiDARセンサーを併用した従来手法による物件調査 (尺貫法による補正を行う場合)	③ レーザースキャナ等による物件調査
1階測定等(測定)	90.00	3.60	5.40	90.00
1階測定等(写真撮影)	10.00	※10.00	※10.00	10.00
2階測定等(測定)	60.00	1.20	1.80	60.00
2階測定等(写真撮影)	10.00	※10.00	※10.00	5.00
外部測定等(測定)	30.00	※30.00	※30.00	30.00
外部測定等(写真撮影)	10.00	※10.00	※10.00	10.00
外構測定等(測定)	120.00	※120.00	※120.00	60.00
外構測定等(写真撮影)	10.00	※10.00	※10.00	10.00
工数合計	340.00分	194.80分	197.20分	275.00分

表 17 現地調査の工数率比較

比較対象項目 現地調査	①従来手法による物件調査を基準とした工数率		
	②-1 iPad の LiDAR センサーを併用した従来手法による物件調査 (尺貫法による補正を行わない場合)	②-2 iPad の LiDAR センサーを併用した従来手法による物件調査 (尺貫法による補正を行う場合)	③ レーザースキャナ等による物件調査
1 階測定等(測定)	4.00%	6.00%	100.00%
1 階測定等(写真撮影)	100.00%	※100.00%	100.00%
2 階測定等(測定)	2.00%	3.00%	100.00%
2 階測定等(写真撮影)	100.00%	※100.00%	50.00%
外部測定等(測定)	100.00%	※100.00%	100.00%
外部測定等(写真撮影)	100.00%	※100.00%	100.00%
外構測定等(計測)	100.00%	※100.00%	50.00%
外構測定等(写真撮影)	100.00%	※100.00%	100.00%
工数率合計	57.29%	58.00%	80.88%

比較の結果、「②iPad の LiDAR センサーを併用した従来手法による物件調査」について、建物の 1 階及び 2 階全体の測定等に要した時間は最小となり、従来手法の工数を採用した建物外部等の測定も含めた現地調査全体でも、最小であった。

「③レーザースキャナ等による物件調査」は、「①従来手法による物件調査」と比較すると、建物の 1 階及び 2 階全体の測定時間、建物の外部測定時間はほぼ同等であった。この要因として、本検証では、建物内外の詳細な記録を取得するため、レーザースキャナを細かく配置して測定した結果、従来手法と同等の工数を要したことが挙げられる。一方で、外構の測定時間については 60 分の工数削減が可能であった。この要因として、レーザースキャナは広範囲の測定に適しており、従来手法のように、コンボックス等で対象物 1 つ 1 つの寸法測定を行う必要がないためと考えられる。

また、測定等のうち、各手法の調査記録の整理に要した時間を以下の一覧表(表 18、19)に示す。

調査記録整理については、365 分の工数削減が可能であった。この要因として、「③レーザースキャナ等による物件調査」では、調査記録整理の段階で BIM モデルを構築し、現地調査で得られた情報を組み込みながら図面作成を行うことが可能であり、必要な面積情報なども同時に取得できることから、算定書類の作成に必要な作業が大幅に削減されたと考えられる。特に工数の削減が顕著となった「建築部材の判別」の項目では、従来手法では、現地調査記録をもとに、その都度、仕上材と下地材を組み合わせる代価表作成に時間を要したところ、BIM ソフトウェアのテンプレート機能(Archicad の「複合構造」という固有の機能)を活用し、仕上材と下地材がセットとなった代価表(床・壁・天井部材作成機能)を用いることで、作業の大幅な短縮(効率化)が実現したと考えられる。

以上の測定等(現地調査及び調査記録整理)に要した時間を合計して比較すると、「③レーザーสキャナ等による物件調査」(1,210分)は「①従来手法による物件調査」(1,640分)と比較して、430分(約3割)の工数の削減が実現されており、実用性が高いと考えられる。

表 18 調査記録整理の工数比較

比較対象項目 調査記録整理	所要時間(単位:分)(※は①の数値を流用)			
	① 従来手法による物件調査	②-1 iPadのLiDARセンサーを併用した従来手法による物件調査 (尺貫法による補正を行わない場合)	②-2 iPadのLiDARセンサーを併用した従来手法による物件調査 (尺貫法による補正を行う場合)	③ レーザースキャナ等による物件調査
点群合成作業	—	—	—	560.00
Info360 アノテーション登録	—	—	—	30.00
BIMモデル作成	—	—	—	315.00
建築部材の判別	1300.00	1300.00	1300.00	30.00
工数合計	1300.00分	1300.00分	1300.00分	935.00分

表 19 調査記録整理の工数率比較

比較対象項目 調査記録整理	①従来手法による物件調査を基準とした工数率		
	②-1 iPadのLiDARセンサーを併用した従来手法による物件調査 (尺貫法による補正を行わない場合)	②-2 iPadのLiDARセンサーを併用した従来手法による物件調査 (尺貫法による補正を行う場合)	③ レーザースキャナ等による物件調査
点群合成作業	—	—	項目別比較の対象外
Info360 アノテーション登録	—	—	項目別比較の対象外
BIMモデル作成	—	—	項目別比較の対象外
建築部材の判別	100.00%	100.00%	2.31%
工数率合計	100.00%	100.00%	71.92%

●図面等作成の工数の比較分析

一般補償における物件調査業務の成果物は、図面等と算定書類等に大別されるため、以下では、図面等と算定書類等のそれぞれについて作成に要した工数の比較分析を行う。

まず、補償金額算定において必要とされる写真台帳を含む図面等の作成に要した時間を以下の一覧表(表 20)に示す。ただし、「②iPad の LiDAR センサーを併用した従来手法による物件調査」については、平面図のみ作成可能であるものの、その他の図面等は「従来手法による物件調査」と同様の作業手順となるため、従来手法の工数を採用した(表中の※)。また、「③レーザースキャナ等による物件調査」については、写真方向図や写真台帳を「従来手法による物件調査」と同様の作業手順で作成することになるため、従来手法の工数を採用した(表中の※)。

表 20 図面等作成(作図時間のみ)の工数比較

比較対象項目 図面等作成	所要時間(単位:分)(※は①の数値を流用)			
	① 従来手法による物件調査	②-1 iPad の LiDAR センサーを併用した従来手法による物件調査 (尺貫法による補正を行わない場合)	②-2 iPad の LiDAR センサーを併用した従来手法による物件調査 (尺貫法による補正を行う場合)	③ レーザースキャナ等による物件調査
平面図	60.00	※60.00	60.00	30.00
屋根伏図	30.00	※30.00	※30.00	12.00
外壁計算図	30.00	※30.00	※30.00	18.00
建具表	10.00	※10.00	※10.00	12.00
建具図	30.00	※30.00	※30.00	18.00
造作配置図	30.00	※30.00	※30.00	12.00
電気設備図	30.00	※30.00	※30.00	30.00
給水給湯設備図	30.00	※30.00	※30.00	18.00
排水設備図	30.00	※30.00	※30.00	18.00
衛生空調厨房設備図	30.00	※30.00	※30.00	18.00
建物付随工作物図	30.00	※30.00	※30.00	12.00
工作物配置図	180.00	※180.00	※180.00	12.00
立竹木配置図	60.00	※60.00	※60.00	18.00
動産調査図	10.00	※10.00	※10.00	※10.00
写真撮影方向図	60.00	※60.00	※60.00	※60.00
写真台帳	180.00	※180.00	※180.00	※180.00
工数合計	830.00分	※830.00分	830.00分	478.00分

比較の結果、「③レーザースキャナ等による物件調査」は、「①従来手法による物件調査」と比較して、352分(約4割)の工数の削減が実現されており、実用性が高いと考えられる。

具体的には、建具表及び電気設備図以外の図面の作図時間が、いずれも従来手法よりも工数が削減されており、この削減は、BIMの特性である3Dモデルから図面を作成するフローに加え、BI for acのコマンド機能を活用した作図の効率化によるものといえる。他方、電気設備図の作図時間は従来手法と同等であった。この要因として、電気設備図は平面図をベースとし、Info360に配置したアノテーション(コンセント・スイッチ・照明器具等)を、BI for acのアドオンを用いてArchicad内に自動配置するものの、その後に、位置の微調整や凡例の配置調整が必要となったためと考えられる。今後、アドオンの精度向上により、更なる作業時間の短縮が期待できる。

●算定書類等作成の工数の比較分析

図面等以外に、補償金額算定に当たっては算定書類等の作成が必要となるが、これらの書類等の作成に要した時間を以下の一覧表(表 21、22)に示す。ただし、「②iPad の LiDAR センサーを併用した従来手法による物件調査」については、平面図以外の図面や調査表が「従来手法による物件調査」と同様の作業手順となるため、従来手法の工数を採用した(表中の※)。また、「③レーザースキャナ等による物件調査」については、附帯工作物調査表や動産調査表を「従来手法による物件調査」と同様の作業手順で作成することになるため、従来手法の工数を採用した(表中の※)。

表 21 算定書類等作成(仕上げ入力・代価表作成含む)の工数比較

比較対象項目 算定書類等作成	① 従来手法による 物件調査	②-1 iPad の LiDAR センサーを併用し た従来手法による 物件調査 (尺貫法による補正 を行わない場合)	②-2 iPad の LiDAR センサーを併用し た従来手法による 物件調査 (尺貫法による補正 を行う場合)	③ レーザースキャナ 等による 物件調査
調査算定書等の発行	10.00	※10.00	※10.00	3.00
部屋仕上リスト	10.00	※10.00	※10.00	0.00
木造建物調査表	10.00	※10.00	※10.00	0.00
木造建物〔I〕数量計算書〔外壁〕	10.00	※10.00	※10.00	0.00
木造建物〔I〕仕上げ別施工面積 集計表〔外壁〕	10.00	※10.00	※10.00	0.00
木造建物〔I〕数量計算書〔内壁〕	10.00	※10.00	※10.00	0.00
木造建物〔I〕仕上げ別施工面積 集計表〔内壁〕	10.00	※10.00	※10.00	0.00
木造建物〔I〕面積計算書〔床・天 井〕	10.00	※10.00	※10.00	0.00
木造建物〔I〕仕上げ別施工面積 集計表〔床〕	10.00	※10.00	※10.00	0.00
木造建物〔I〕仕上げ別施工面積 集計表〔天井〕	10.00	※10.00	※10.00	0.00
木造建物〔I〕数量計算書〔金属製 建具〕	10.00	※10.00	※10.00	0.00
木造建物〔I〕数量計算書〔木製建 具〕	10.00	※10.00	※10.00	0.00
附帯工作物調査表	10.00	※10.00	※10.00	※10.00
動産調査表	30.00	※30.00	※30.00	※30.00
工数合計	160.00 分	※160.00 分	※160.00 分	43.00 分

表 22 算定書類等作成(仕上げ入力・代価表作成含む)の工数率比較

比較対象項目 算定書類等作成	①従来手法による物件調査を基準とした工数率		
	②-1 iPad の LiDAR センサーを併用した従来手法による物件調査 (尺貫法による補正を行わない場合)	②-2 iPad の LiDAR センサーを併用した従来手法による物件調査 (尺貫法による補正を行う場合)	③ レーザースキャナ等による物件調査
調査算定書等の発行	※100.00%	※100.00%	30.00%
部屋仕上リスト	※100.00%	※100.00%	0.00%
木造建物調査表	※100.00%	※100.00%	0.00%
木造建物〔I〕数量計算書〔外壁〕	※100.00%	※100.00%	0.00%
木造建物〔I〕仕上げ別施工面積集計表〔外壁〕	※100.00%	※100.00%	0.00%
木造建物〔I〕数量計算書〔内壁〕	※100.00%	※100.00%	0.00%
木造建物〔I〕仕上げ別施工面積集計表〔内壁〕	※100.00%	※100.00%	0.00%
木造建物〔I〕面積計算書〔床・天井〕	※100.00%	※100.00%	0.00%
木造建物〔I〕仕上げ別施工面積集計表〔床〕	※100.00%	※100.00%	0.00%
木造建物〔I〕仕上げ別施工面積集計表〔天井〕	※100.00%	※100.00%	0.00%
木造建物〔I〕数量計算書〔金属製建具〕	※100.00%	※100.00%	0.00%
木造建物〔I〕数量計算書〔木製建具〕	※100.00%	※100.00%	0.00%
附帯工作物調査表	※100.00%	※100.00%	※100.00%
動産調査表	※100.00%	※100.00%	※100.00%
工数率合計	※100.00%	※100.00%	26.88%

比較の結果、「③レーザースキャナ等による物件調査」は、「①従来手法による物件調査」(「②iPad の LiDAR センサーを併用した従来手法による物件調査」と比較して工数の大幅な削減が見受けられた。

これは、「③レーザースキャナ等による物件調査」が、BI for ac のコマンド機能を活用し、モデル作成から作図までを BIM データ上で自動処理できるためであり、調査算定書等の発行時間及び従来手法による時間を除く作業工数は 0 分となった。

●測定等から算定書類等作成までの合計工数の比較分析

物件調査から算定書類等作成までに要する工数の比較として、以下の一覧表(表 23、24)に前述の各作業における合計時間(分)を比較した結果を示す。

表 23 測定等から算定書類等作成までの合計工数比較

測定等 図面等作成	① 従来手法による 物件調査	②-1	②-2	③ レーザースキャナ等 による物件調査
		iPad の LiDAR セン サーを併用した従来 手法による物件調査 (尺貫法による補正を行 わない場合)	iPad の LiDAR セン サーを併用した従来 手法による物件調査 (尺貫法による補正を行 う場合)	
工数合計	2630.00 分	2484.80 分	2487.20 分	1731.00 分

表 24 測定等から算定書類等作成までの合計工数率比較

比較対象項目 測定等 図面等作成	①従来手法による物件調査を基準とした工数率		
	②-1 iPad の LiDAR センサーを 併用した従来手法による 物件調査 (尺貫法による補正を行わな い場合)	②-2 iPad の LiDAR センサーを 併用した従来手法による 物件調査 (尺貫法による補正を行う場 合)	③ レーザースキャナ等による 物件調査
工数率合計	94.48%	94.57%	65.82%

比較の結果、「③レーザースキャナ等による物件調査」は、「①従来手法による物件調査」、「②iPad の LiDAR センサーを併用した従来手法による物件調査」と比較して合計 899 分の工数削減が確認できた。また、工数率比較では、同じく「③レーザースキャナ等による物件調査」が従来手法よりも 65.82%の工数で調査を実施可能であることが示された。このことから、「③レーザースキャナ等による物件調査」は、現地での測定等を通じた図面等の作成において一定の精度を保ちながら、大幅な工数削減の実現が確認でき、十分に実用性があると考えられる。

3.2.2.2 コストの比較分析

①従来手法に対し、②・③の手法を導入するに当たって必要となるハードウェア・ソフトウェアの購入コストやソフトウェア等の利用に当たり要するランニングコストを、表 25 のとおり整理した。

表 25 ②・③の手法を導入する際のコスト

手法	必要なハードウェア、ソフトウェア	イニシャルコストの概算値	ランニングコストの概算値
②iPad の LiDAR センサーを併用した従来手法による物件調査	iPad Pro	約 25 万円	-
	りのベッチ	無料	-
	テクノ補償システム	(要問合せ)	-
③レーザースキャナ等による物件調査	レーザースキャナ:Leica BLK360 G2	約 380 万円	約 15 万円/年
	点群データ合成処理ソフトウェア:Leica Cyclone Resister360 Plus	約 90 万円	約 20 万円/年
	Web 情報共有ツール:Info360	約 85 万円	約 80 万円/年
	BIM ソフトウェア:Archicad	約 130 万円	(永年ライセンスの場合は)なし
	アドオンソフトウェア:BI for ac	約 200 万円	約 130 万円/年
	PC 等	約 40 万円	-

上記のとおり②・③の手法を導入するに当たっては一定のコストを要することになるが、従来手法に対する新手法の人工削減効果(表 26)により人件費のコストが減少するため、補償コンサルタントの業務全体として捉えた場合、新手法の導入に伴うコストを補って余りあるものとする。

表 26 全作業の工数比較【表 23、24 を統合】

比較対象項目	①	②-2	③
現地調査 調査記録整理 図面作成 算定書類等作成	従来手法による物件調査	iPad の LiDAR センサーを併用した従来手法による物件調査 (尺貫法による補正を行う場合)	レーザースキャナ等による物件調査
工数合計	2630.00 分	2487.20 分	1731.00 分
工数率合計	100.00%	94.57%	65.82%

3.3 技術検証事業のまとめ

3.3.1 技術検証結果の総括

本検証では、iPad Pro の LiDAR センサーやレーザースキャナなどのデジタル技術によって、目視や巻尺を用いた調査手法を代替し、現状業務の課題感を解決に資するかを検証したが、全体として、調査に十分な測定精度等を有することを確認でき、現地調査の時間短縮といった技術活用のメリットも定量的に示すことができた。

特に、本検証では、補償コンサルタント事業者による従来手法をベースに iPad Pro を取り入れた手法(②iPad の LiDAR センサーを併用した従来手法による物件調査)と、3D 測定サービスの提供事業者によるレーザースキャナ等を活用したデジタル技術を全面的に活用した手法(③レーザースキャナ等による物件調査)という、2 つの手法を検証したため、以下では、それぞれの手法について、技術的な代替可能性及び実用性の観点から評価した結果をまとめた。

3.3.1.1 「②iPad の LiDAR センサーを併用した従来手法による物件調査」

●技術的な代替可能性

iPad の LiDAR センサーによる測定は、建物内部の寸法測定に関しては、モジュール補正を施すことによって、従来手法と寸法の差異のない図面を作成できた。

しかしながら、後述のレーザースキャナ等による測定とは異なり、活用したアプリ(間取り作成アプリ「りのべっち」)の機能的制限(例:iPad のカメラをかざした時に、部屋の天井が映り込んでいない場合には、適切に間取り生成ができない、照明がない部屋の場合、写真が暗く成果物として採用できない等)があったこともあり、本検証では建物外部や外構の測定、写真台帳や写真方向図の作成に当たっては活用が難しく、使用範囲が建物内部に限定された。

そのため、現時点では、本手法を対象業務において取り入れるに当たっては、本検証で行ったように、従来手法をベースとして、建物内部といった使用するアプリが対応している範囲の測定等の作業を代替する活用方法が現実的であると考えられる。

●実用性

測定が可能であった建物内部については、現地測定の所要時間の大幅な時間短縮につながる事が分かった。そのため、現地調査に立ち会う物件所有者等への時間的拘束が軽減されるとともに、現地調査を担当する補償コンサルタントの負担の軽減に寄与するものと考えられる。

また、iPad の LiDAR による測定は、一般的なタブレット端末でカメラ撮影をする要領で実施できることから、現地調査を担当する補償コンサルタントにとっても使い勝手がよく、本検証においても、特段のトレーニングを要していない補償コンサルタント事業者の調査員が測定を行うことができた。また、導入コストも、後述するレーザースキャナによる手法と比べると安価といえる。

3.3.1.2 「③レーザースキャナ等による物件調査」

●技術的な代替可能性

レーザースキャナによる点群測定は、建物内部だけでなく、建物外部や外構の調査にも活用できるほか、補償業務の算定に必要とされる図面等の作成にも対応できた。また、その精度に関しても、建物内部については、モジュール補正を施すことによって、従来手法と寸法の差異のない図面が作成できた。

他方、建物外部については、アドオンの現在の精度の問題により一部の必要な壁面を正確に測定できておらず、従来手法との差異が生じた。しかし、表 13(建物外部の面積の測定結果の差異)を見ると、開口部面積は 1 階、2 階ともに 0.5%未満の差異、屋根面積は 4.15%の差異、軒裏面積は 10.86%の差異に収まっており、今後の開発により精度を向上させることで、従来手法と同等の結果を得られる可能性がある。

また、補償金額として算定される金額については、表 14(補償金額算定結果の比較)のとおり、外壁工事費は 16.90%の差異、床工事費は 14.66%の差異と大きめの差異が出ているものの、内壁工事費は 6.45%、天井工事費は 1.61%の差異に収まることが確認できた。この点、補償業務の発注主体となる埼玉県担当者への意見聴取の範囲では、本検証時点の精度でも十分実用の可能性があることが分かったが、これらの差異のいずれも、その要因が確認できているため、今後、アドオンの改善等により精度を向上させることで、従来手法と同等の結果を得られる可能性がある。その他、レーザースキャナを用いることで、従来のコンボックスなどでは測定が難しかった箇所も含めて現場の状況を 3D データとして取得できるため、これにより、より詳細な補償金額の算定が可能となる部分があることも確認できた。

立竹木に関しては、レーザースキャナによる樹高等の測定、及びレーザースキャナ搭載の 360 度カメラによる写真撮影の実施を試みたが、現地において立竹木が複数本密集して植えられていたため、調査算定要領に定められた規格・形状寸法の測定が困難であった。この点、立竹木の植えられ方によって当該技術の活用可能性がある。

また、建物の仕上げ材の下地等における不可視部分の測定や仕上材の把握、立竹木の樹種判定等については、③の技術による実施が困難であったことから、今後補完技術(例：立竹木の樹種判定に関していえば、AI 画像解析技術等を想定)の開発・運用の検討が必要と考えられる。

本検証では、補償金額算定に必要な帳票等のアウトプットから補償金額算定までの自動化には至らなかったが、今後更に開発を進めることで算定に必要なデータの出力やそれを用いた算定の自動化が期待できる。加えて、Info360 のアノテーション機能をさらに発展させる(図としての可視性向上など)ことで、写真台帳や撮影方向図の代替も技術的に可能ではないかと考えられる。

●実用性

現地測定の所要時間について、「②iPad の LiDAR センサーを併用した従来手法による物件調査」では大幅な時間短縮が実現された一方、「③レーザースキャナ等による物件調査」では従来手法からの時間短縮は限定的であった。主な要因としては、建物内部についてはレーザースキャナを細かく配置して測定を行ったために想定以上に工数がかさんだことが

考えられる。この点、実務担当者において検証結果を踏まえて考察したところ、建物内部での設置箇所は本技術検証で実施した際の 6 割程度に減らしても十分な測定精度を担保することが技術的には可能とみているため、測定手法を工夫することによって工数の更なる削減が見込めるものと推察している。また、外構のように開けた広範囲の空間を調査する場合、レーザースキャナが広範囲の測定に適していることから、このような場所の調査における時間短縮に大きく寄与するものといえる。レーザースキャナを活用するに当たっては、建物内部、外構それぞれにおいて最も効率的な配置の箇所を決められるようにし、そうしたノウハウを蓄積していくことが効率化に当たって重要と考えられる。

また、測定機器の扱いには一定程度の習熟が必要であるが、本検証に用いた木造建物の規模程度であれば 1 日(8 時間)のトレーニングを行えば、実務での運用が可能かと思われる。一方で、レーザースキャナで取得した点群データの合成処理作業については数件分のトレーニングを行い、延べ 1 か月～2 か月程度の習熟期間が必要かと思われる。また、図面等作成を行うに当たっては、大容量の 3D モデルの作成・操作が求められることから、ハイスパックなハードウェアと専門的なソフトウェアが必要となり、一定のコストを要することには留意が必要である。

その他、info360 などの一元的な管理ツールを用いて、取得した測定データをクラウド上で統合・管理することで、現場とオフィスの作業をリアルタイムで同期可能となり、調査結果を即時に確認・フィードバックできるようになるため、こうした一元的な管理ツールを活用することにより、現地を再調査しなければならないといった手戻りの削減が実現できる。

以上のとおり、本検証の結果、測定手法の工夫や適切なツール活用により、工数削減・コスト削減の可能性が確認されたといえ、特に、BI for ac を活用したデータ整理・書類作成の効率化、info360 を用いたデータ管理・共有の実用性が見出されたことは、今後の導入検討において重要なポイントとなる。

3.3.1.3 各手法の対象業務における活用の方向性

最後に、それぞれの手法の検証結果も踏まえ、改めて各手法の活用の在り方について、以下のとおり考察を示す。

「③レーザースキャナ等による物件調査の手法」は、測定可能な対象や作成可能な図面等も従来手法と遜色がない結果となり、将来的な物件調査業務の一气通貫でのデジタル化を図る上で効果的な手法といえる。

一方で、「②iPad の LiDAR センサーを併用した従来手法による物件調査」では、対象範囲は限定されているものの、そのハンドリングの容易さや、当該手法のみでも一定の業務効率化を図ることができることことから、従来手法をベースに一部作業の負担軽減を図るには、本手法にも十分な活用可能性がある。

補償対象となる物件の種類・規模は様々であり、また、現地調査から段階的な工程を経て補償金額の算定に至ることからすれば、どこまでの業務についてデジタル化を図っていくのか、現状の業務の課題感や費用対効果も踏まえて、そのニーズに合わせた手法を選択していくことが肝要と考える。

3.3.2 今後の展望

上記のとおり、本事業において検証した技術について、活用可能性が確認できた一方、実際の業務への導入に当たっての課題も認識することができた。

課題解決には、検証期間中に完成に至らなかった技術の更なる開発や、デジタル技術の精度向上といった技術面での取組のほか、補償業務で必要とされる図面等を3Dモデルで代替することを認める関係規制の見直しなどといった規制側での取組も必要となる。

そこで、本検証で対象とした業務に関して、具体的な展望を以下で述べる。

●建物内部の調査

建物の壁や天井の測定において、通常、居住(使用)されている建物内には家財道具等の障害物が存するため、こうした障害物等が存する場合の測定については従来手法を併用し、不可視部分については、既存図及び権利者からの聞き取り調査において対応する方向性が考えられる。

●外構調査、立竹木調査

レーザースキャナは、その性質上、雨天に屋外調査で活用することが難しい。調査日を軽々に変更しづらい用地補償業務の特性上、簡便な調査であっても補償業務を遂行する上で必要十分な情報が把握できるような技術・機能の開発が待たれるところである。

また、本検証では、立竹木の測定・判別については十分に実施できていないものの、今後の技術開発により、デジタル技術を活用した測定精度の向上が期待される。

●図面等作成

3Dモデルから、補償業務で作成が必要とされる図面等を作成することはできたが、そもそも、補償金額算定に必要な数量を導き出す、調査結果に遺漏がないかを確認する、地権者への説明に使用するという図面等を作成する目的からすれば、図面等を作成せずとも、レーザースキャナによる測定データと3Dモデルを連携させることで、従来の測定手法と同等以上の精度を確保しつつ、業務の効率化を図ることが可能となる。このことからすれば、3Dモデルの活用が進むことで、図面のほか、写真台帳や撮影方向図といった資料の作成を不要とする、又は簡略化できる可能性がある。そのため、関係規制において、3Dモデルを、図面等に代替するものとして認められることが望ましいものとする。

●物件調査全般

上記のほか、物件調査全般に関していえば、測定から図面化までのデジタル技術活用の可能性は確認できたが、センサーやソフトウェアの機能開発により、本検証で活用したような光による測定手法が十分に活かせないとされている特定条件下(暗所、雨天、障害物の多い環境)での測定精度を向上させることが必要と考えられる。

また、実導入に当たっては、物件調査業務の一部をデジタル技術に置き換えることが可能か、新技術と従来手法をいかに融合するかの具体的な検討が必要である。本検証で活用したようなデジタル技術を導入する場合、測定機器の設定や取得したデータの処理といった特有の作業が生じることにはなるため、業務従事者に対し、段階的なトレーニングプログ

ラムの整備等の支援が求められ、デジタル技術を導入するためのガイドラインを作成・公表することも有益と考えられる。同じく、デジタル技術の導入には一定のコストが生じることとなるため、必要なコストに対する補償コンサルタント等への助成制度についても検討が必要といえる。

加えて、前述の図面等の代替性を認めていく方向性のように、本検証で活用したような3Dモデル等の有用性を踏まえ、アナログ的な手法による算定資料の作成を前提とする関係規定の改定がなされることにも期待したい。

●補償金額算定

本検証では、補償金額算定までの一気通貫での処理には至らなかったが、手入力を排するため、自動又は半自動(CSV等によるデータ連携)により補償金額を算定できるよう、更なる技術開発が求められる。

また、本検証の結果を踏まえると、対象業務における活用可能性に限らず、以下のとおり、様々な対象や業務にも本検証で用いたようなデジタル技術の活用可能性があるといえる。

●多種別の建物への対応

非木造やツーバイフォー工法による建物についても、デジタル技術による測定自体は可能である。そこで、測定より後の、測定結果から補償額を算定する各工程(点群データをBIMと連動させて建物モデルを自動作成、各部材ごとの補償額自動算出など)に対応するソフトウェアの開発を進めることで、より広範に物件調査に対応できるものと期待する。

●他業務への応用

既存建物を調査し、評価等を行う業務は、用地取得に伴う物件調査以外にも存在する。そこで、今後、物件調査におけるデジタル技術の活用が確立していけば、他の業務、例えば競売等に伴う建物評価や空き家の利活用のための資料作成業務にもデジタル技術を活用することが考えられる。

●地権者説明の円滑化

物件調査の結果は調査表と図面で地権者に説明しており、理解や確認が簡単とは言えない状況である。それが、地権者説明にも3Dモデルを活用することで、補償内容の具体的な理解がスムーズに進み、円滑な用地取得に寄与することが期待できる。

以上