

テクノロジーマップの整備に向けた調査研究
(アナログ規制の見直しに向けた技術実証等) における技術実証

技術実証報告書

実証類型番号 3 :

ドローン、3D 点群データ等を活用した構造物等の検査の実証

株式会社 NTT データ

2024 年 2 月 16 日

目次

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | 技術実証の概要 | 4 |
| 1.1 | 目的 | 4 |
| 1.2 | 対象業務（法令） | 4 |
| 1.2.1 | 法令 | 4 |
| 1.2.2 | 現行業務の概要 | 4 |
| 1.3 | 全体像 | 5 |
| 1.3.1 | 住家の被害認定調査業務フロー | 5 |
| 1.3.2 | 対象業務 | 6 |
| 1.3.3 | 実証内容 | 6 |
| 1.3.4 | 作業フロー | 7 |
| 1.4 | 実施体制・期間 | 7 |
| 1.4.1 | 実施体制 | 7 |
| 1.4.2 | 実施期間 | 8 |
| 2 | 技術実証内容の詳細 | 9 |
| 2.1 | 技術実証の方法 | 9 |
| 2.1.1 | 実証項目① 広域空撮画像による計画策定支援 | 9 |
| 2.1.2 | 実証項目② ドローン撮影およびスマートフォンアプリ撮影による住家の被害判定支援 | 16 |
| 2.1.3 | 実証項目③ 調査結果のシステム連携 | 23 |
| 2.2 | 実施場所等 | 25 |
| 2.3 | 実施条件等 | 26 |
| 2.3.1 | 実証項目① 広域空撮画像による計画策定支援 | 26 |
| 2.3.2 | 実証項目② ドローン撮影およびスマホアプリ撮影による住家の被害判定支援 | 26 |
| 2.3.3 | 実証項目③ 調査結果のシステム連携 | 28 |
| 3 | 技術実証の結果 | 29 |
| 3.1 | 結果の評価ポイント・方法 | 29 |
| 3.1.1 | 実証項目① 広域空撮画像による計画策定支援 | 29 |
| 3.1.2 | 実証項目② ドローン撮影およびスマートフォン撮影による住家の被害判定支援 | 30 |
| 3.1.3 | 実証項目③ 調査結果のシステム連携 | 30 |
| 3.2 | 結果及び評価・分析 | 31 |
| 3.2.1 | 実証項目① 広域空撮画像による計画策定支援 | 31 |
| 3.2.2 | 実証項目② ドローン撮影およびスマートフォン撮影による住家の被害判定支援 | 42 |
| 3.2.3 | 実証項目③ 調査結果のシステム連携 | 55 |
| 3.3 | まとめ、今後の活用に向けた課題 | 59 |
| 3.3.1 | まとめ | 59 |
| 3.3.2 | 今後の活用に向けた課題 | 60 |
| 4 | 参考 | 61 |
| 4.1 | 評価委員会としての取りまとめ | 61 |

| | |
|-----------------------------|----|
| 4.2 評価委員会における議事要約 | 61 |
| 4.2.1 第一回（2023年12月8日） | 61 |
| 4.2.2 第二回（2024年2月2日） | 63 |
| 用語集 | 65 |

1 技術実証の概要

1.1 目的

現場に赴いて実施している屋外構造物、建築物、施設設備等に係る目視検査・調査について、ドローン、高精度カメラ、3D 点群データ、AI による画像解析技術等のデジタル技術を活用し、安全性を確保した上で、劣化に伴う損傷や腐食の状況、土堤等の施工状況や維持管理状況、災害による住家の損壊状況等の、確認・検査・診断等を可能とすることで、法定点検等の効率化・省人化を目指すこととされている。そのため、現在、現地に赴いて実施している目視検査・調査について、実際にデジタル技術による代替が可能であるかを実証する。

1.2 対象業務（法令）

1.2.1 法令

災害対策基本法第 90 条の 2 第 1 項に基づく被災住家の被害認定調査

（罹災証明書の交付）

第九十条の二 市町村長は、当該市町村の地域に係る災害が発生した場合において、当該災害の被災者から申請があつたときは、遅滞なく、住家の被害その他当該市町村長が定める種類の被害の状況を調査し、当該災害による被害の程度を証明する書面（次項において「罹災証明書」という。）を交付しなければならない。

1.2.2 現行業務の概要

災害対策基本法第 90 条の 2 第 1 項に基づく被災住家の被害認定調査においては、災害発生時、被災者の申請に応じて、以下の通り被災住家の被害状況を調査し、「全壊」、「大規模半壊」、「中規模半壊」、「半壊」、「準半壊」又は「準半壊に至らない（一部損壊）」の 6 区分に分類・判定する。

- (1) 点検対象とする建物及び構造物の外観（損傷、劣化等を含む。）や周辺地形、建物付帯設備等の全周囲の状態をドローンやスマートフォンで撮影する。
- (2) 点検対象の建物及び構造物の構造や配置、損傷や劣化の状態（表面、内部）、寸法等を目視による確認をする。
- (3) 点検対象の健全性等の判定に使用する情報を選定・抽出する。
- (4) 画像等の取得データや判定結果から法定点検に資する記録や行政提出報告書等を作成・送付する。

1.3 全体像

本実証における全体像を以下に示す。

1.3.1 住家の被害認定調査業務フロー

災害発生から被害認定調査、罹災証明書の交付等を経て各種被災者支援施策の実施に至るまでのフロー（必須項目のみ）を以下に示す。

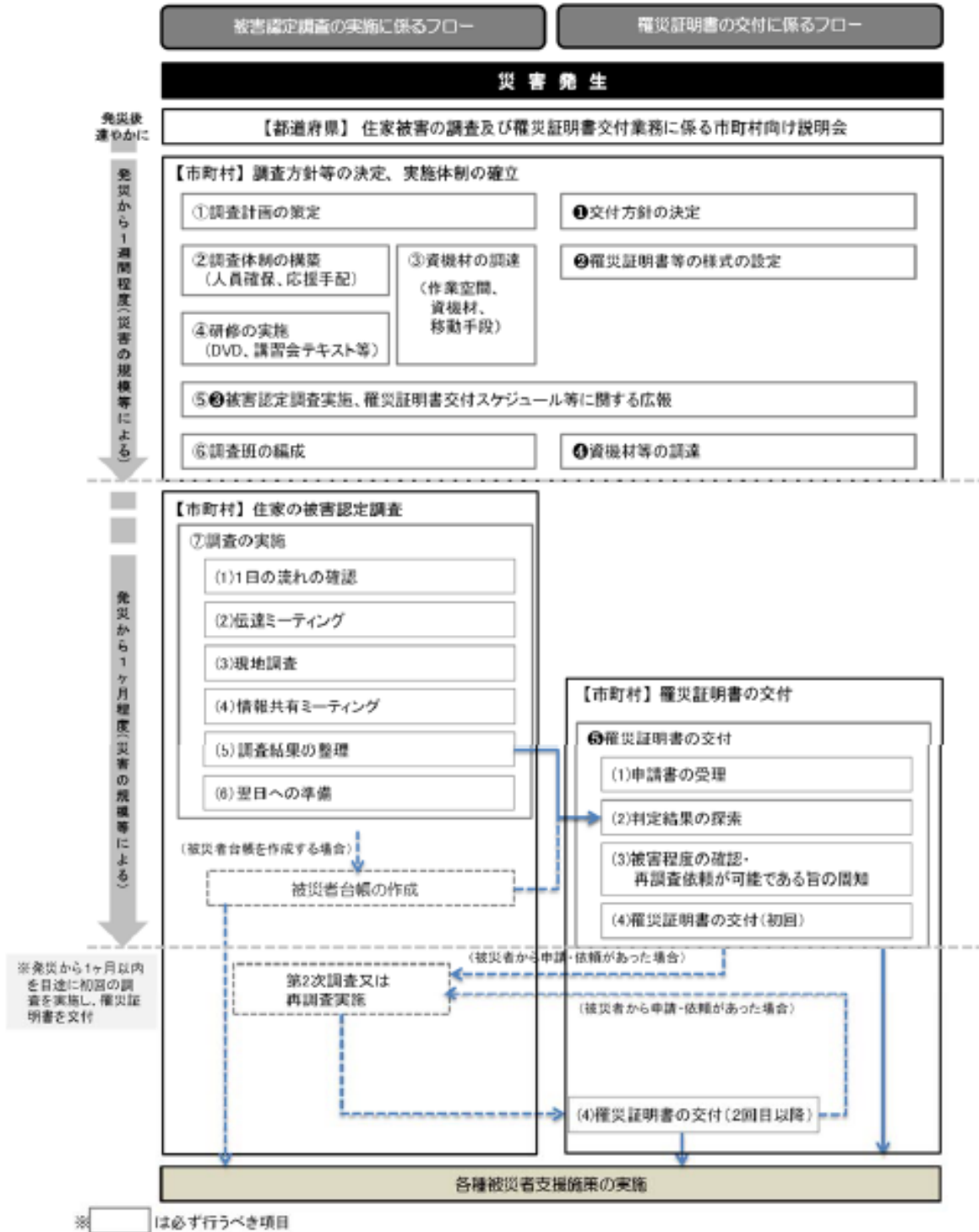


図 1 住家の被害認定調査業務のフロー全体像

引用元：災害に係る住家被害認定業務 実施体制の手引き 内閣府（防災担当）、令和 5 年 3 月、P9

1.3.2 対象業務

住家の被害認定調査業務のフロー（図2）のうち、以下の業務についてデジタル技術を活用して業務の代替に関する技術実証を実施する。

- (1) 調査準備における「踏査計画の策定」
- (2) 被害認定調査・罹災証明交付における「第1次調査」
- (3) 被害認定調査・罹災証明交付における「調査結果の整理」

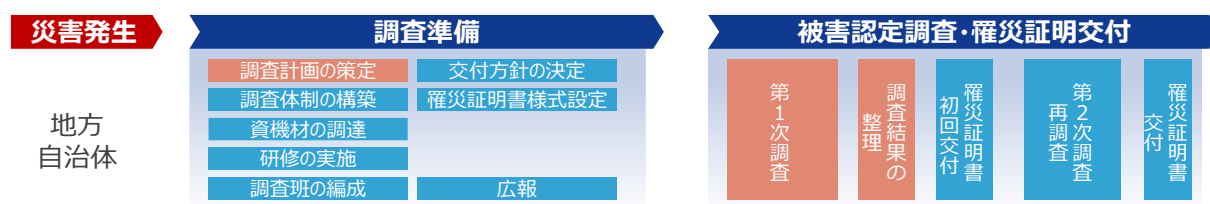


図2 住家の被害認定調査業務のフロー概要

1.3.3 実証内容

本実証では、1.1の目的や対象業務の内容を踏まえて、以下の各項目に応じて実証を行った。

実証項目①：広域空撮画像による計画策定支援

被害認定調査の計画策定において、被災後の広域空撮画像とAI解析による浸水範囲、浸水戸数の推定を行い、自治体が通常行っている手法と比較し、適用可能性を評価する。（対象業務1.3.2（1））

実証項目②：ドローン撮影およびスマートフォン撮影による住家の被害判定支援

被災家屋調査でのデータ取得および被害判定において、ドローン・スマートフォンを活用して浸水深を推定し、自治体が通常行っている手法と比較し、適用可能性を評価する。（対象業務1.3.2（2））

実証項目③：調査結果のシステム連携

罹災証明書交付までの一連の業務に関するシステム間連携による業務負担の軽減、効率化についての検討を行う。（対象業務1.3.2（3））

1.3.4 作業フロー

本実証を進める上での作業フローについて以下に示す。実施計画策定後に自治体と調整して、現地実証を行う。その内容を、被害認定調査に関する有識者によって構成した評価委員会にて実証内容への助言、実証結果に基づく対象業務に向けたデジタル技術の活用方法について評価を頂いたうえでとりまとめる。

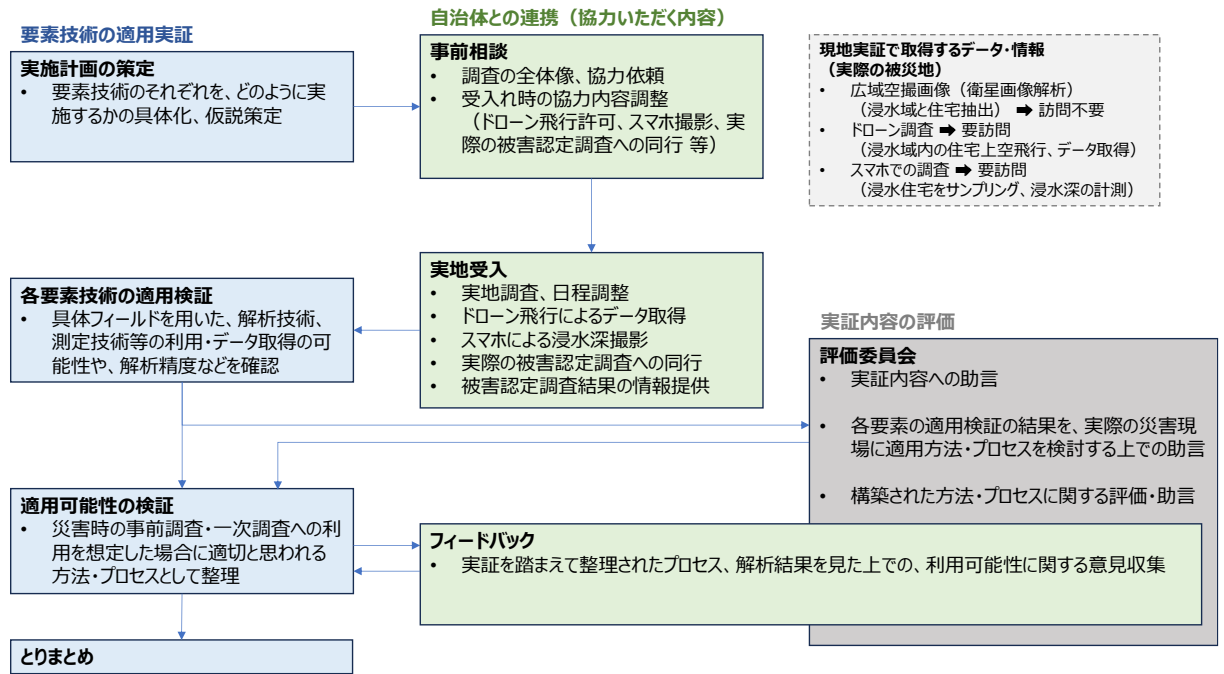


図 3 作業フロー

1.4 実施体制・期間

本実証における実施体制および期間を以下に示す。

1.4.1 実施体制

表 1 実施体制

| 事業者名 | 事業者種別 | 実施業務・役割 |
|------------------------|-------|------------------------------------|
| 株式会社 NTT データ | 実証事業者 | プロジェクト管理、研究開発、実証実験計画/実施、評価委員会企画/実施 |
| 三菱電機インフォメーションシステムズ株式会社 | 再委託先 | 住家被害認定調査スマートフォンアプリによる技術実証支援 |
| 東京海上日動火災保険株式会社 | 再委託先 | 有識者等による検討会運営支援 |
| 株式会社 アイヴィス | 再委託先 | 被害判定解析技術支援 |
| 中野技術株式会社 | 再委託先 | ドローン撮影 |
| コムシステクノ株式会社 | 再委託先 | 報告書等の自動作成・送付に係るシステム化検討支援 |

1.4.2 実施期間

令和5年10月13日から令和6年2月16日

2 技術実証内容の詳細

2.1 技術実証の方法

本実証における技術実証の方法について以下に示す。

2.1.1 実証項目① 広域空撮画像による計画策定支援

(1) 背景・目的

現状の調査計画の策定は、浸水ハザードマップや職員の業務経験による予測、被災後の職員による現地確認を前提に被災状況の調査および被災調査家屋数の算出を行っている。本実証項目では、被災状況の把握に、広域空撮画像やAIによる画像解析技術を活用することで、被災状況把握の迅速化、省力化を図ることが可能か実証し、その評価を行う。

(2) 実証内容の詳細

浸水範囲を把握するため、広域の空撮画像をAI解析により浸水範囲の抽出を行う（浸水範囲特定）。また、被災調査家屋数の算出のため、上記の抽出作業によって特定した浸水範囲と住宅地図を組み合わせ、浸水した住宅数の自動算出を行う（住宅数概算）。有効性の評価としては、自治体発表の被害状況等を参考値として精度の評価を行うと共に、本手法に必要な調査期間等を整理したうえで、自治体職員に実際の業務フロー、過去対応の実態および精度・時間軸に対する実務者見解をヒアリングし、判断する。具体的な実証の手順を以下（ア）～（工）に示す。



図 4 実証内容（実証項目①）

(ア) 被災後の画像取得

被災時に取得可能で浸水範囲特定に資する広域空撮画像サービスを選定し、実際の被災時の画像を取得する。解像度と撮影頻度を選定要素とし、解像度は住宅数の概算という目的から数メートル以上、撮影頻度は浸水災害という特性から数日程度以上として衛星画像を選定する。本実証で利用する広域空撮画像サービスと選定理由を表 2 に、取得した各衛星画像を図 5、図 6 に示す。また、その他の候

補サービスについて表 3 に示す。

表 2 広域空撮画像サービス

| 衛星会社 | 使用衛星 | 選定要素 | | 選定理由 | 価格 |
|---------|--------------------------------------|--------------|--------------------------------------|---|--|
| | | 解像度 | 撮影頻度 | | |
| Planet社 | Dove Classic Dove-R Super Dove | 3.0m (※2) | 1枚 /1～3 日程 度 | <p>「撮影頻度が高い」場合の元データとして適切と考え、今回実証用に選択</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆撮影頻度が高く地域を選別して運用すれば、大まかな撮影時間等も予想しやすい ◆運用を考慮すると、ユーザ自らがブラウザから購入を行うことも可能であり、使用ハードルが低い点 ◆本衛星画像の使いやすさ次第では今後新規撮影サービスを活用した更なる実証も検討可能であり、発展が見込まれる <p>【画像取得対象の災害】 令和元年東日本台風</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆広範囲の水害による被害状況を撮影できている例として、かつ国土地理院において正解データとする浸水推定図が公表されている事例を検索した結果、今回事例があてはまった | 135万円 (最低価格) |
| Maxar社 | World view 1-4 (※1) GeoEye-1 | 0.3～ 0.5m | 1枚 /1か 月～2 か月程 度 (※3) | <p>「解像度が高い」場合の元データとして適切と考え、今回実証用に選択</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆解像度が高く（0.5m）、特に広範囲撮影に強みがある点 ◆世界における発災状況にもよるが、防災意識が高く、大規模災害時の緊急撮影を社として定期的に行っている点 <p>【画像取得災害】 H27年関東東北豪雨</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆広範囲の水害による被害状況を撮影できている例として衛星データを検索した結果、鬼怒川の事例が適当であった | <p>【解像度 0.3m】 12,100 円/km2 121万円 /枚</p> <p>【解像度 0.5m】 5,300/k m2 53万円/ 枚</p> |

※1 WV-4：アーカイブのみ

※2 ただし高解像度での新規撮影を行うサービス有

※3 災害時は独自対応有

Planet社

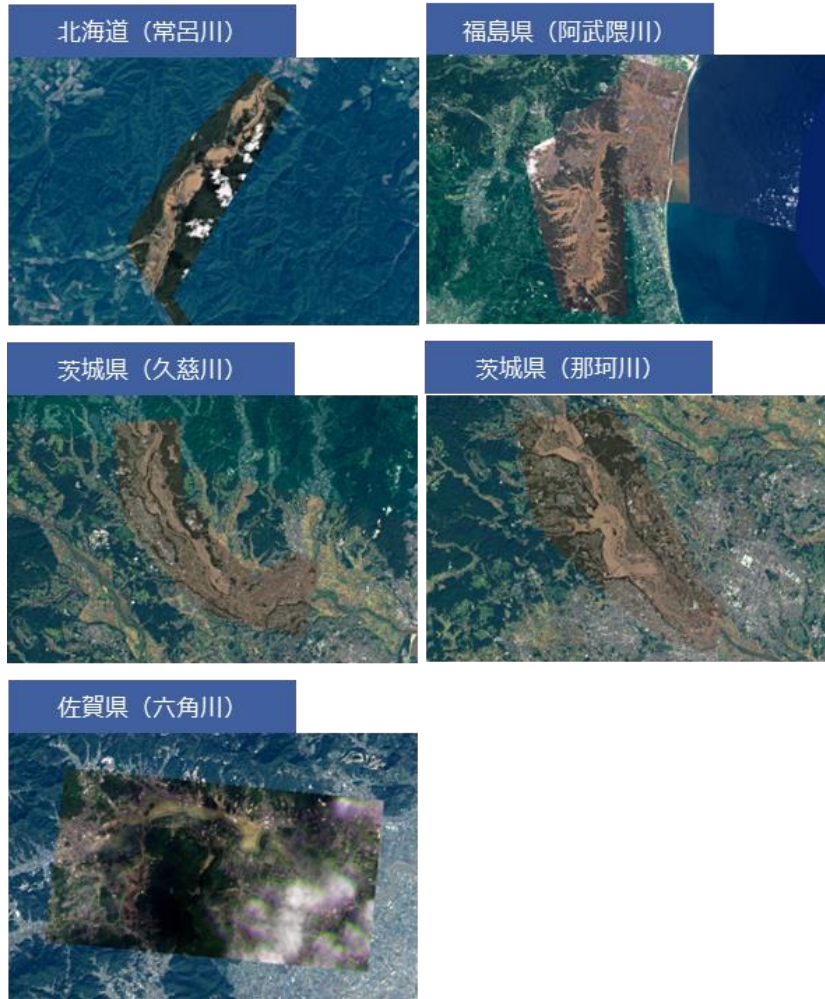


図 5 取得した衛星画像 (Planet)

茨城県（鬼怒川）

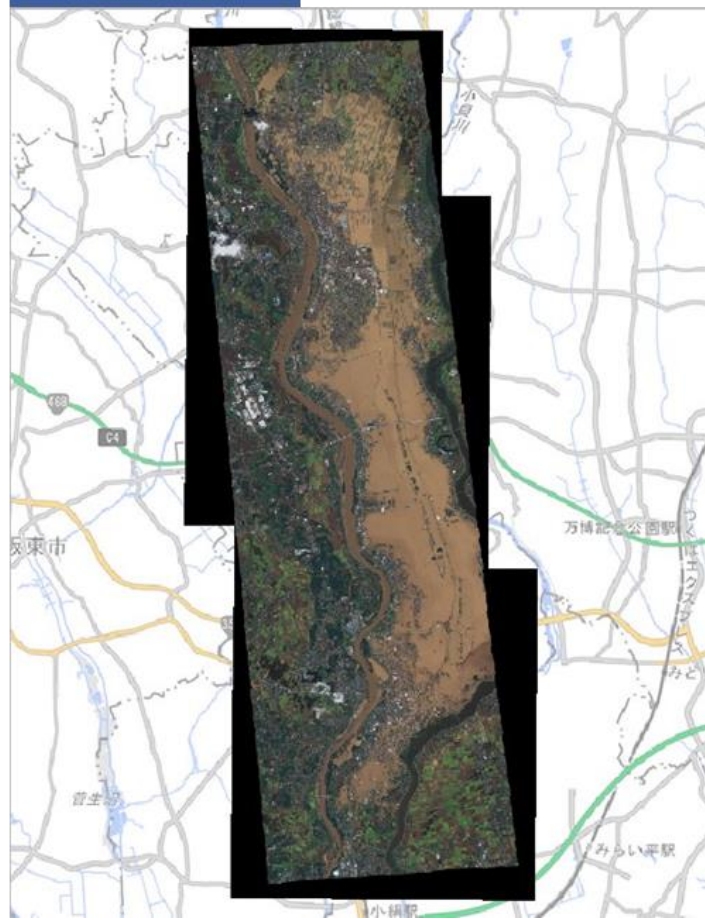


図 6 取得した衛星画像 (Maxar)

表 3 その他の候補サービス

| 衛星運用会社 サービス内容 | | Maxar社 Securewatch (配信サービス【年間契約】) | | Maxar社 衛星画像 (画像提供) | | Planet社 Planetscope (配信サービス【年間契約】) | | Planet社 Skysat (配信サービス【年間契約】) | | Satellogic社 (画像提供) | |
|------------------|-------|---|------------------------|---|-------------------------------------|--|--------|--|--------------------------------|---|-------------------------------------|
| 特長 | | 世界で最も高精細な衛星画像 | | 世界で最も高精細な衛星画像 | | 全世界をほぼ毎日撮影 | | 高解像度衛星で迅速な撮影 | | 解像度と撮影頻度のバランスに優れた衛星 | |
| 解像度 | | 30~50cm | | 30~50cm | | 3m | | 50cm | | 99cm ※納品時は70cmの衛星 画像 | |
| データ種類 | | アーカイブ | 新規撮影 | アーカイブ (50cm解像度/4バンド) | 新規撮影 (シングルショット/雲量 10%/ラッシュ納品) | アーカイブ | 新規撮影 | アーカイブ | 新規撮影 | アーカイブ | 新規撮影 (シングルショット/雲量 10%/ラッシュ納品) |
| タイム ライン | 注文～撮像 | | Maxar社の独自判断で 災害時に撮影 | 発注から 3営業日程度 | 平均1ヶ月～2ヶ月程度 *エリアにより異なる | | | | 最短3～6時間 | 発注から 12～24時間後 | 約12時間 |
| | 撮像～納品 | 通常プラットフォームに反映されるのが 撮影後2日以内。災害画像（Firstlook）は撮 影から数時間後に追加される。 | | | 要問合せ | 公開情報はなし 概ね1～2日以内 | 12時間以内 | 12時間以内 | 約6時間 | | |
| 費用 | 提供価格 | 80万円～/年間 | | 8.5万円～/最小単位 (単価①3,400円 /km2*1 単価②4,900円/km2 *2) | 232万円～/最小単位 (単価 23,200円/km2) | 135万円～/年間 | | 要問合せ | 255.5万円～/最小単位 (単価 765円/km2) | 28万円～/最小単位 (単価 5,610円/km2) | |
| | 契約方法 | 年間契約 | | 画像販売 | 画像販売 | 年間契約 | | 年間契約 | 画像販売 | 画像販売 | |
| メリット | | 商用では世界最高の30cm解像度で、建物や 鉄塔さらには車一台レベルの判読が可能である。 20年以上のアーカイブがあり、過去画像の比較 などの用途にも適している。運用中の衛星4機 (2023/12時点)で、1日に250万km2撮影する 能力を持ち、一度に広域を撮影することができる | | 画像の単体提供にも対応しているため、必要になったタイ ミングで最小限の予算で購入することができる。アーカイブ検 索サイトは一般にも公開されており、希望の画像を容易に 見つけることができる。 | | エリアを問わず、1～3日に1回程度の 頻度で撮影されており、希望時期・エリ アのアーカイブ画像を比較的入手し易 い。 ユーザー自身がプラットフォーム上で画 像を閲覧/DLすることができるため、即 時入手可能。 | | ユーザー自身がプラットフォーム上で撮 影をオーダーすることができる。1日複数 回の撮影チャンスがあり、短期間で撮 影が期待できる。 | | 1m以下の解像度で新規撮影が可能。オーダー後、天 候の条件が合えばすぐに撮影できる可能性が高い。単 発での撮影にも対応しており、価格は安価。 | |
| デメリット | | 画像の多くはユーザーのリクエストにより撮影されて いるため、撮影エリアに偏りがある。山間部や離島 などは、都市部に比べてアーカイブされている画像 が少ない。ピンポイントな撮影日では、希望のアー カイブ画像がない可能性が高い。 | | アーカイブについては同左。新規撮影は、場所により開始か ら撮影完了まで、1～2ヶ月程度を要する場合もある。 | | 解像度は3mで、建物1棟1棟の状態 や、細かい地物を見るには解像度が粗 い。画像の単体提供に対応しておらず、 年間契約が必要となる。 | | 画像の多くはユーザーのリクエストにより 撮影されているため、撮影エリアに偏りか ある。山間部や離島などは、都市部に 比べてアーカイブされている画像が少な い。ピンポイントな撮影日では、希望の アーカイブ画像がない可能性が高い。 | | ユーザーのリクエストにより撮影されたアーカイブがあるが、 その量は限定的。ピンポイントな撮影日では、希望の アーカイブ画像がない可能性が高い。 ユーザーが新規撮影をリクエストするインターフェースがなく、 都度メール等でリクエストする必要がある。(2023/12 時点) | |
| 参考：衛星名 | | Worldview 1-4 (WV-4：アーカイブのみ) GeoEye-1 | | Worldview 1-4 (WV-4：アーカイブのみ) GeoEye-1 | | Dove Classic Dove-R Super Dove | | Skysat | | Mark-IV | Mark-V |
| 参考：観測幅 | | 13.1km～17.7km2 | | 13.1km～17.7km2 | | 24km～32.5km | | 6.6km | | 5km | 7km |

*1 スタンダード：影後90日以上経過した衛星画像*2 フレッシュ：撮影後90日未満の衛星画像
※本表は、2023年12月時点の衛星会社等の情報に基づくものであり、今後予告なく変更されることがある。

(イ) 浸水域の推定

浸水域の推定について、実施内容を以下に示す。

- 浸水域の推定に使用する AI モデルに対して、学習に必要なデータの収集・データの拡張を行い、実際に AI モデルの学習・検証を実施する。使用する AI モデルについて表 4 に示す。また、使用する学習・検証データとデータ拡張方法について、表 5、表 6 に示す。

表 4 AI モデル

| モデル | 概要 |
|------------------------------------|---|
| Mask2Former (SwinTransformer-l) | 本実証項目で主として使用する画像内のピクセルに対して領域を選別する汎用的な画像セグメンテーションアーキテクチャ |
| Mask2Former (SwinTransformer-b) | 本実証項目で、主モデルを補完するために使用する画像セグメンテーションアーキテクチャバリエーション |

表 5 学習・検証データ

| データセット | 解像度(m) | 概要 |
|-----------|---------|---|
| 国土地理院 | 0.2 | 主要な地物だけでなく、高塔や水制といったマイナーな地物や、広葉樹林や針葉樹林などの自然植生、水田や畑などの既耕地などが含まれる学習用データセット。 |
| Harvey | 0.5 | 衛星画像の検証用データセット。 |
| spaceNet8 | 0.3~0.8 | 衛星画像の検証用データセット。 |
| FloodNet | 0.015 | ドローン画像の検証用データセット。 |

表 6 データ拡張手法

| 拡張手法 | 概要 |
|------------------|---------------------|
| RandomFlip | 画像をランダムに反転する処理。 |
| RandomCrop | 画像のランダムな位置を切り出す処理。 |
| RandomRotate | 画像をランダムに回転させる処理。 |
| RandomBrightness | 画像の明るさをランダムに調整する処理。 |

- 学習データとして 777 枚の画像を準備し、モデル学習を実施する。
- 前工程で入手した衛星画像等を用いた追加学習や補正対応、他モデルでの補完等により、衛星画像解析に適した精度改善を実施する。
- 過去の被災時の衛星画像として実際に取得することができた「2.2 実施場所等」に示す対象について推定を行い、結果について定量的・定性的な評価・課題の抽

出を実施する。定量的な評価には国土地理院の浸水想定図を正解値として使用するが、国土地理院の浸水想定図はもともとの河川・河川敷を浸水域としていないため、手動アノテーション等を実施することで利用する。

(ウ) 調査対象件数の推定

調査対象件数の推定について、実施内容を以下に示す。

- 対象エリアの住宅情報を示すデータを取得し、地理情報システム（GIS）上に追加する。なお、本実証での GIS 環境は GoogleMap をベースとした独自ソフトウェア（D-Resilio[®]連携基盤 NTT データ社製）で実装した。
- 推定した浸水範囲を示す地図データをクラウド上に構築している GIS に追加する。使用した地図データについて表 7 に示す。

表 7 使用した地図データ

| 地図会社 | コンテンツ | 対象エリア | 価格（参考） |
|-----------|-----------|---------------|----------|
| ゼンリン社 | 住宅ポイントデータ | 衛星画像取得エリアの市町村 | 市町村単位 |
| | | 福島県阿武隈川流域 | |
| | | ・宮城県柴田町 | 63,360 円 |
| | | ・宮城県角田市 | 63,360 円 |
| | | 茨城県久慈川流域 | |
| | | ・茨城県常陸大宮市 | 98,880 円 |
| ・茨城県常陸太田市 | 79,680 円 | | |
| | | 茨城県鬼怒川流域 | |
| | | ・茨城県常総市 | 85,120 円 |

- GIS 上にて浸水範囲を示す地図データと住宅情報を示すデータの重複する箇所数をシステムにて自動算出する。

(エ) 本実証項目の結果の有効性評価

有効性評価について、実施内容を以下に示す。

- 浸水範囲特定および住宅数概算が業務利用における精度を満たせるか定量的（IoU 値等）・定性的（誤検知・検知漏れの傾向等）に評価する。
- 実際の災害時における衛星画像の撮影可能時期や購入可能時期、画像解析処理等の調査期間を整理し、現状業務の時間軸に照らし合わせて有効かを評価する。
- 精度、調査期間、実際に運用しようとした際の技術面以外での課題等について、実業務を担っている自治体職員の見解をヒアリングし、有効かを評価する。

2.1.2 実証項目② ドローン撮影およびスマートフォンアプリ撮影による住家の被害判定支援

(1) 背景・目的

現在の被災家屋調査は、自治体職員で編成された調査班による現地での目視調査が主流であり、第一次調査（外観）においては浸水深をメジャーにより測定している。そのため、時間と大量の人員を要している実態がある。災害の規模にもよるが、500件程度の浸水被害が発生した事例にて、被災家屋調査における第一次調査（外観）においては1班あたり3～4人とした複数班（6～7班）、1班による1日あたり約20件実施しており、延べ4日程度でおよそ100人日程度かかっている。ドローン撮影による画像から3Dモデル作成および浸水深のAI解析技術を活用することで、被災家屋調査の迅速化、省力化を図ることが可能か、評価を行う。

(2) 実証内容の詳細（ドローン）

被災家屋調査で被害判定に用いる家屋の「外観」「浸水深」を特定するため、ドローン撮影により取得した画像データをもとに点群を生成し、3Dモデル作成により浸水深を測定する手法の技術実証を行う。本手法の技術実証を行い、どの程度代替が可能かについて、実際の自治体職員の業務フローにも照らし合わせて、評価を行う。具体的な実証の手順を後記の（ア）～（カ）に示す。

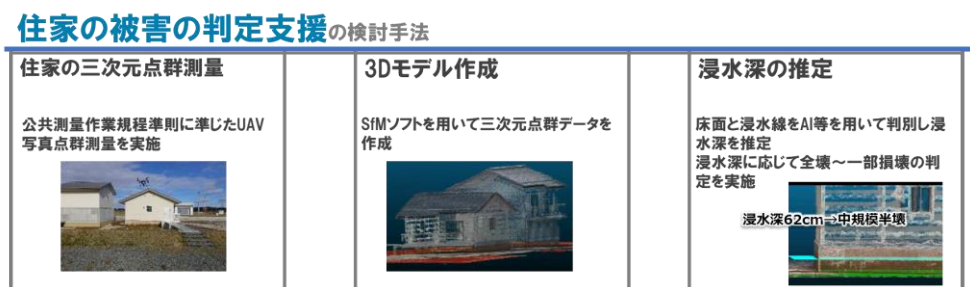


図 7 実証内容（実証項目②）

実証実施にあたっては、ドローンをはじめとした以下の機材を使用している。なお、ドローンについては複数機種を使用しているが、ともに RTK 搭載ドローンであり、位置情報等に関する精度は大きく異ならない。（三脚等の測量付属品、車両等を除く）



| 項目 | 内容 |
|-------------------|------------------------------|
| 品名 | Matrice 300 RTK |
| サイズ(展開状態、プロペラは除く) | 810 × 670 × 430 mm (長さ×幅×高さ) |
| 重量 | 約 6.3 kg (TB60バッテリー2個搭載時) |
| ペイロード | 最大2.7 kg |

| 項目 | 内容 |
|----------|----------------------------------|
| 品名 | ZENMUSE P1 |
| サイズ | 198×166×129 mm |
| 重量 | 約800g |
| センサーサイズ等 | (静止画):35.9×24 mm(フルフレーム) 4500万画素 |



| 項目 | 内容 |
|-------------------|------------------------------|
| 品名 | Matrice 350 RTK |
| サイズ(展開状態、プロペラは除く) | 810 × 670 × 430 mm (長さ×幅×高さ) |
| 重量 | 約 6.47 kg (TB65バッテリー2個搭載時) |
| ペイロード | 最大2.7 kg |



測量機器:光波 DS105A



測量機器:GNSS HiperV

| その他備品 | 用途 |
|--------------|--|
| Metashape | 3D点群生成、補正後モデルデータ作成、モデル精度検証用 |
| CloudCompare | モデルデータを用いた地区単位の浸水面再現、浸水面における浸水深計測検証用 |
| PC | 解析作業時間計測用(OS win10_pro プロセッサ Intel(R) Core(TM) i7-5930K CPU @ 3.50GHz メモリー 64.0 GB (63.9 GB 使用可能) GPU NVIDIA GeForce GTX980Ti) |

図 8 実証資機材

(ア) 住家の三次元点群測量

ドローン飛行により、写真測量手法に則り複数パターンで撮影する。詳細なイメージについて表 8 に示す。なお、所要時間の計算に係るドローン撮影の主な工程について表 9 に示す。

表 8 撮影パターン

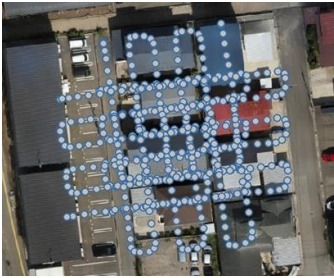

| パターン | 飛行方法 | 説明 | イメージ |
|------|----------------------|---|--|
| ① | 1 件単位で詳細に情報を取得する飛行方法 | 詳細に再現可能だが、単位あたりの所要時間を最も要する |  |
| ② | ブロック単位で情報を取得する方法 | パターン①とパターン③の間に位置する |  |
| ③ | 全ブロック一括で情報を取得する方法 | 単位あたり所要時間が最も短く、精度検証により用途に問題なければ撮影手法として最も現実的 |  |

表 9 ドローン撮影の主な工程

| | 項目(実施順) | 内容 |
|-----------|----------------|---|
| 現地 到着前 | ▶ 撮影計画 | 1) 撮影エリア及び、撮影対象を把握して撮影方法を決定 2) 撮影方法の決定により、具体的な飛行方法(ルート)を決定 |
| | ▶ 関係者調整【計測対象外】 | 3) 飛行方法の決定により、航空法や各個別法、条例等に基づく 手続内容を把握し、必要な調整、手続等を行う |
| 現地 到着後 | ▶ 関係者調整(残分) | 4) はじめて飛行するエリアの場合は現地状況を確認 調整が必要と判明した内容については個別に現地で手続・調整を行う |
| | ▶ 撮影準備及び撮影 | 5) 精度検証を行う観点から評定点を設置 6) 飛行ルートを再度確認し、現地にて必要な修正の上で確定 7) 安全管理措置を行ったうえで、飛行を実施 8) 撮影結果を確認し、必要な場合は再飛行を実施 |
| 撤収後 | ▶ 画像解析【計測対象外】 | 8) 3D モデルの作成並びにAI 解析等を行う |

- 現地状況確認(安全管理上)
- 飛行ルート再確認、修正設計
- 飛行、撮影(安全確保上の一時停止含む)
- その他付属作業

(イ) 3Dモデルの作成

ドローンで撮影した画像データをもとに SfM (Structure for Motion) 技術を活用して 3D モデルを作成する。

(ウ) 浸水深の推定 (手法①：浸水痕による浸水深の推定)

作成した 3D モデル上で再現された、浸水深の算出根拠となる家屋に付着した浸水痕と家屋の床面を特定し、3D モデル上にて浸水痕の高さ(浸水高)と床面の高さの差分を浸水深として算出する。



図 9 浸水深算出 (手法①)

(エ) 浸水深の推定 (手法②：疑似浸水面と各家屋の床上検出による浸水深の推定)

内水氾濫などの浸水痕が付着しにくい災害条件や密集している家屋環境下等、浸水痕を読み取ったうえで距離を計測する手法が実施できない場合における浸水深測定を想定し、最低限の浸水痕等から当時の浸水状況を再現して地区の調査を可能にする手法も実施する。

本手法は、まず実測済みの浸水高から隣接する家屋での 3D モデル上に仮想的な浸水面を再現し、仮想浸水面と測定対象家屋の交点(両者の面がモデル上で交差している点)を仮想浸水線として浸水高を算出する。

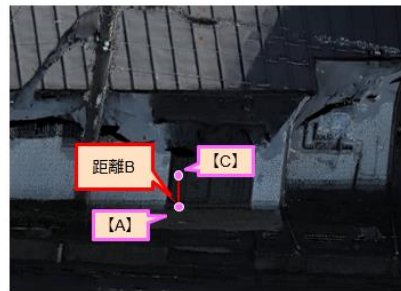
続いて、仮想浸水線の座標(高さ)と、建物モデル上で特定した床上想定箇所(窓や掃き出し口など)の座標(高さ)の差分を仮想「浸水深」として算出するものである。具体的な作業内容は以下の通りである。なお、算出にあたっては、浸水高の実績値が必要であるため、本実証への協力が得られた茨城県取手市から過去の水害における実績値の提供を受けた。

- ・①：3D モデル上において任意の家屋を決定し、当該家屋の床上位置 A について 3D モデル上で確認し決定する。その座標点から、取手市提供の浸水高 B を追加し、仮想の浸水時の高さデータ C を取得する。
 - ・②：高さデータ C を用いて仮想の浸水面をモデル上に再現する。
- 以上より、再現モデルに浸水当時の浸水面が再現されるため、各家屋の浸水痕がない場合であっても、計測のベース計数を把握することが可能になる。
- ・③：図 10 の地図の通り、比較エリアとして用意したエリア①～③それぞれで

2 件ほど抜粋し、合計 6 件を対象として比較を行う。

・④：具体的には、②で再現した C の高さと同等の浸水面と、③で抜粋した各家屋の交点の Z 座標を各家屋における仮想浸水部分 D とした後に、各家屋における想定床上位置 E を 3D モデル上で確認し決定、D と E の差から、各家屋の想定浸水高 F を算出する。その後、各家屋における取手市調査結果と比較することで、精度誤差を算出する。

※なお、サンプル家屋の場所については、被災した事実にも関わることから、本報告書において具体の場所までは記載せずにエリア単位の記載としている。



①実測値より代表点の浸水深を決定



②代表点座標CのZ座標と同値の浸水面を再現し、各家屋と浸水面の交点として浸水線(赤線)を投影

| 項目 | 【A】 底面 Z 座標 | 【B】 浸水高実績 (床上 m 単位) | 【C】 代表点 Z 座標 |
|---------|------------------|---------------------------|------------------|
| 算出 | 3D モデル上で 位置判断 | 取手市提供 | A と B の距離 (高さ座標) |
| 家屋 ① | 2.940564 | X (非公表) | 2.940564+X |

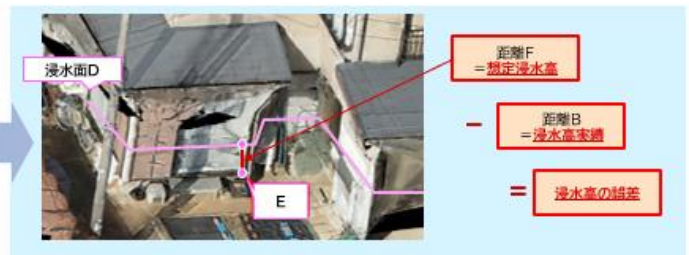


図 10 作業工程及び計算方法

(オ) 浸水深の推定 (手法③：疑似浸水面と国土地理院の標高データ (DEM) による浸水深の推定)

より簡便な方法として各家屋の床位置を考慮しない、国土地理院の標高データを用いた手法を実施する。具体的な方法は以下の通りである。

- ある 1 件 (代表点) の浸水深 (床面高さ及び床上浸水高) が判明してい

る場合に、その実測済み浸水深から仮想的な浸水面を算出する。

- 他の測定対象家屋の床面高さは代表点の床面高さと同じと仮定する（各家屋の個別の床面高さは計測しない）。
- 代表点と各家屋の標高差から、各家屋の床上浸水深を仮想「浸水深」として算出する。

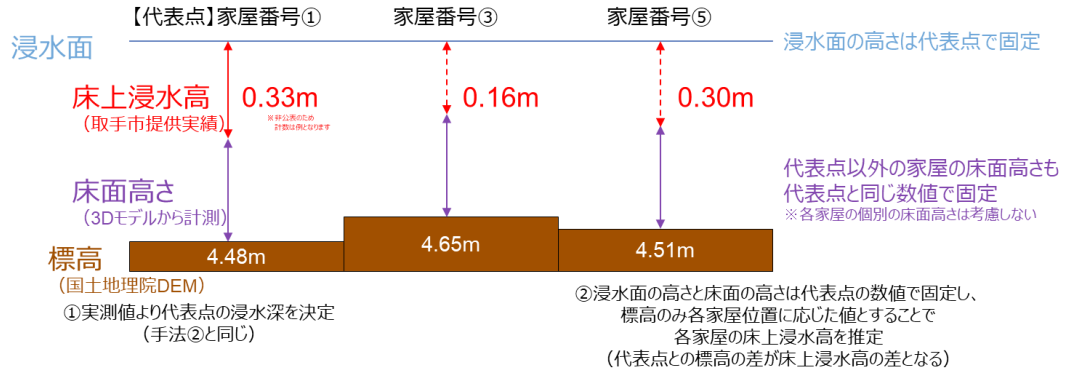


図 11 浸水深算出（手法③）

(カ) 本実証項目の結果の有効性評価

以下の通り評価を行う。

- ドローンによる住家の3次元測量における所要時間と現業務における所要時間の比較を行う。
- 手法①（浸水痕による浸水深の推定）にて算出した浸水深の推定値と実測値との比較を行う。
- 手法②（疑似浸水面と各家屋の床上検出による浸水深の推定）にて算出した浸水深の推定値と実測値との比較を行う。
- 手法③（疑似浸水面と国土地理院の標高データ（DEM）による浸水深の推定）にて算出した浸水深の推定値と実測値との比較を行う。

(3) 実証内容の詳細（スマートフォンアプリ）

被災家屋調査で被害判定に用いる家屋の「外観」「浸水深」を特定するため、スマートフォンアプリにより浸水深を測定する手法の技術実証を行う。本手法の技術実証を行い、どの程度代替が可能かについて、現在の自治体職員の調査手法と比較し評価を行う。今回は三菱電機インフォメーションシステムズ株式会社製の3次元計測アプリ「Rulerless」を使用する。本アプリはLiDARスキャナ搭載の機種であるiPhoneもしくはiPadであれば動作する製品である。実証にあたっては、本アプリの「任意の二点間を計測する機能」及び「任意の点の地盤面からの距離を計測する機能」を用いる。

住家の被害の判定支援の検討手法

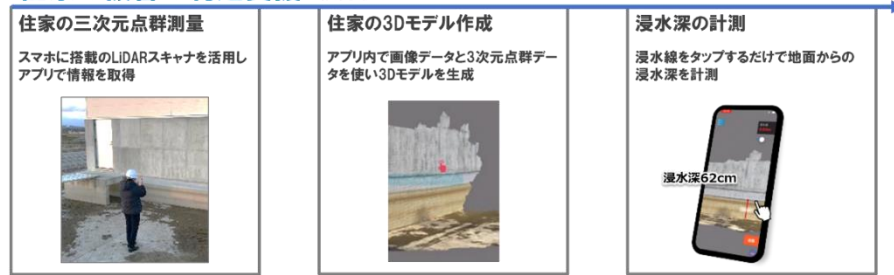


図 12 実証内容（実証項目②：スマートフォンアプリ）

(ア) 住家の三次元点群測量、3Dモデル作成、浸水深の推定

スマートフォンアプリでの計測手順は以下の通りである。

- スマートフォンのカメラ及び LiDAR スキャナを活用した 3次元計測アプリにて対象家屋を撮影する。アプリを起動し浸水痕と地面が映るように家屋を1周スキャンする。
- スマートフォンアプリ内で撮影画像及び3次元点群情報から3Dモデルを作成する。
- 3Dモデル上に再現された浸水痕と家屋の底面の2点間の距離を3次元計測アプリの距離計測機能を用いて計測することで浸水深を算出する。



図 13 家のスキャン撮影



図 14 家のスキャン撮影・計測

(イ) 本実証項目の結果の有効性評価

スマートフォンアプリの評価は以下の観点で行う。

- スマートフォンアプリによる対象家屋撮影、3Dモデル作成、浸水深算出にかかる所要時間と現業務における所要時間の比較を行う。
- 算出した浸水深の値と実測値との比較を行う。

2.1.3 実証項目③ 調査結果のシステム連携

(1) 背景・目的

現状の罹災証明交付に至る業務において、調査結果を紙媒体で扱い、記載された内容をシステムに対して都度入力が必要なケースがある。そのため、業務が煩雑となっている場合が見られる。本実証では、罹災証明交付に必要な情報をデータとしての標準形式として定義し、併せてシステム間でのデータの送信形式を定義することによるシステム連携を可能とすることで、業務の省力化を図ることが可能か、評価を行う。

(2) 実証内容の詳細

罹災証明書の交付を目的とした現存する「被災者生活再建支援システム」と、本実証において取得したデータを共有する「情報連携基盤サービス」をシステム連携するため、「情報連携基盤サービスの構築」およびそれらの動作を検証し利用者として想定する自治体職員による評価を得る。検証する動作としては、調査データの取り込みや表示、被災者生活再建システムへのデータ出力である。具体的な実証の手順を以下（ア）～（ウ）に示す。

(ア) 調査データの取り込み・表示

調査計画策定に用いる調査対象エリアに相当する浸水域データ及び被災家屋調査結果データ（浸水深など）を共有する連携基盤サービス（デモ）を構築し、

フォーマット形式を検討・定義の上、調査データの取り込みや表示できるかを検証する。

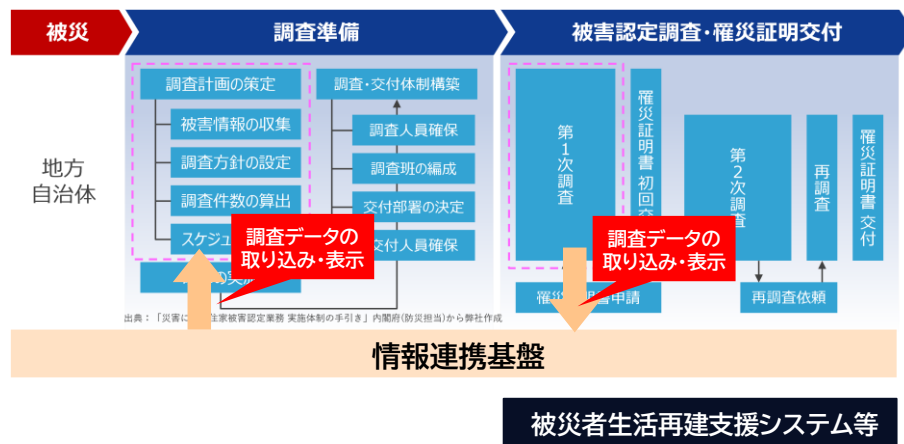


図 15 調査データの取り込み・表示

(イ) 外部出力形式の検討

判定済みの調査結果を他の罹災証明発行システムで取り扱えるフォーマット形式を検討・定義する。

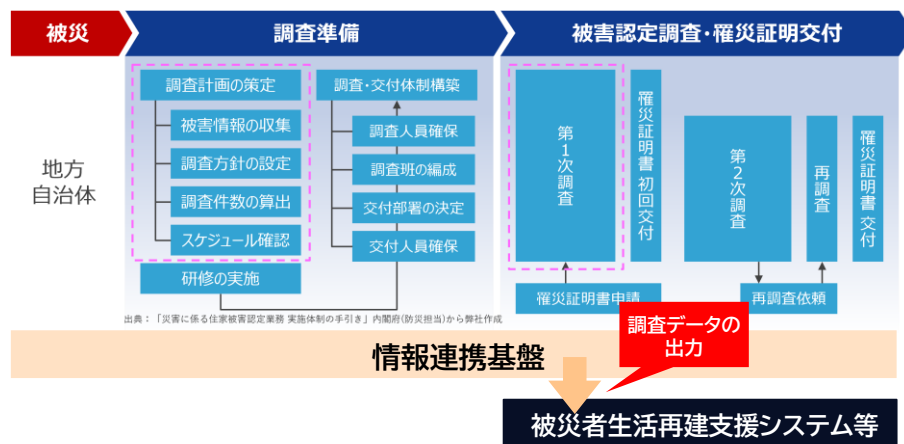


図 16 外部出力形式の検討

(ウ) デモサイトによるシステム利用

調査情報を共有する情報連携基盤のデモサイトを作成し、自治体職員による評価により検証する。デモとしては、「調査計画策定時」、「第一次調査時における調査データに基づく判定・表示」をシナリオとして実施した。

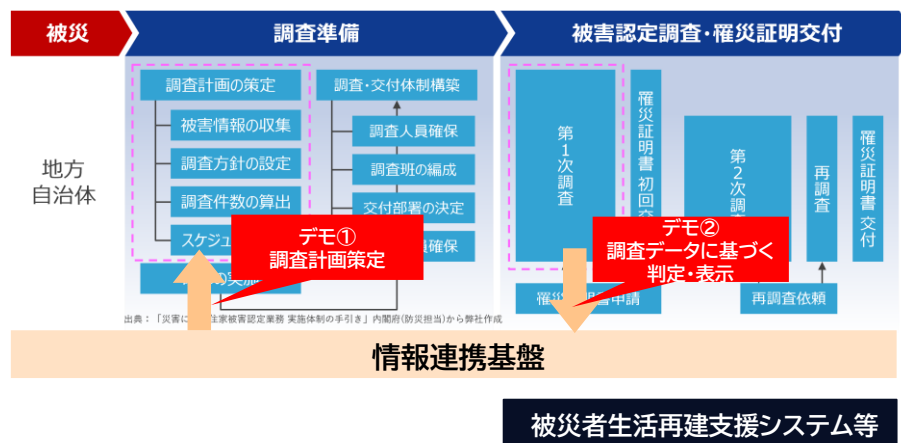


図 17 デモサイトによるシステム利用

2.2 実施場所等

本実証における実施場所等について以下に示す。

実証項目①で使用する撮影画像および浸水データの情報について、

表 10に示す。

表 10 実施場所（実証項目①）

| エリア | 衛星会社 | | 災害 |
|-----------|-------|--------|------------|
| | Maxar | Planet | |
| 茨城県常総市鬼怒川 | ○ | - | H27 関東東北豪雨 |
| 北海道登呂川 | - | ○※2 | R1 東日本台風 |
| 福島県阿武隈川 | - | ○ | |
| 茨城県久慈川 | ○※1 | ○ | |
| 茨城県那珂川 | - | ○※2 | |
| 佐賀県六角川 | - | ○※2 | |

※1 画像取得のタイムライン整理のみ実施

※2 浸水域の推定のみ実施

また、実証項目②における現地実証の実施場所について、表 11に示す。

表 11 実施場所（実証項目②）

| エリア | 日程 | 備考 |
|---------------|-------------|-----------|
| 秋田県秋田市八橋田五郎周辺 | (机上取得) | 2023年9月大雨 |
| 茨城県取手市双葉周辺 | 2023年11月29日 | 2023年6月豪雨 |



ドローン飛行の様子



調査範囲と飛行ルート

図 18 取手市でのドローン撮影

2.3 実施条件等

本実証における実施条件等について以下に示す。

2.3.1 実証項目① 広域空撮画像による計画策定支援

- 実業務でも利用可能である汎用的なサービス等を前提に空撮画像を選択する。
- 実災害時の画像を用いて検証を行う。
- 画像処理環境等、実業務で利用可能な環境を前提に検証を行う。

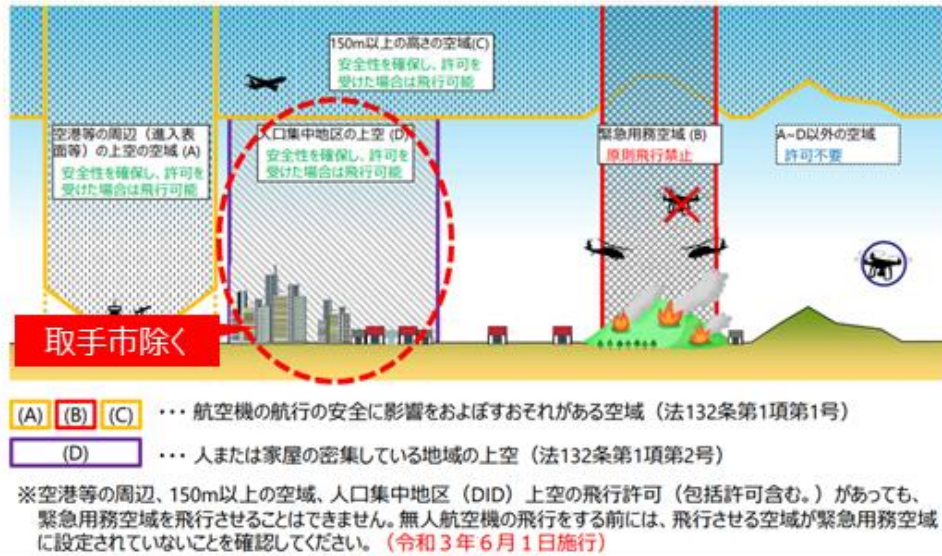
2.3.2 実証項目② ドローン撮影およびスマホアプリ撮影による住家の被害判定支援

- 現地にてドローン飛行を行うため、航空法・無人航空機等飛行禁止法に基づく手続として、今回実証対象地域及び飛行方法に基づき、図 19、図 20、図 21、及び表 12 の通り実施する（今回は無人航空機等飛行禁止法に該当する飛行エリアはないため、特に手続等は不要）。

航空法・無人航空機等飛行禁止法に基づく手続のほか、個別法や安全管理の観点から

- 表 13 の通り調整を行いつつ飛行を実施する。
- 今回は災害発生から時間が経った後の実施であり、自治体委託調査の形態でもなかったため、特に現地においてはドローン操作者（フライヤー）や補助員を適切に配置し、安全管理措置を十分に実施しての飛行を行う。
- 実証の精度検証として現運用の実測値との比較を行うため、自治体の協力を頂き当該地区における浸水実績値を取得する。

※本実証期間中には実証対象となる被災事案がなかったため、過去の被災事案から対象エリアを選定し、過去実績を用いた検証を行う。



国土交通省HP情報より弊社加工

図 19 航空法等に基づく整理①

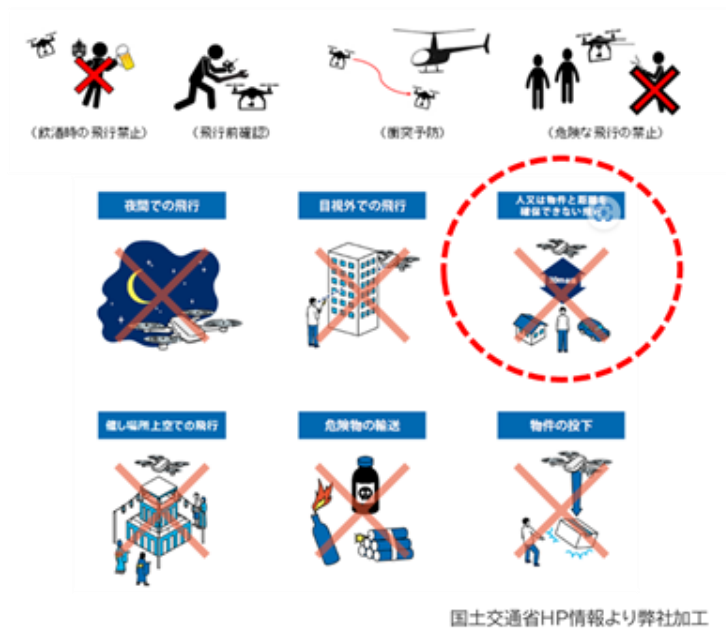


図 20 航空法等に基づく整理②

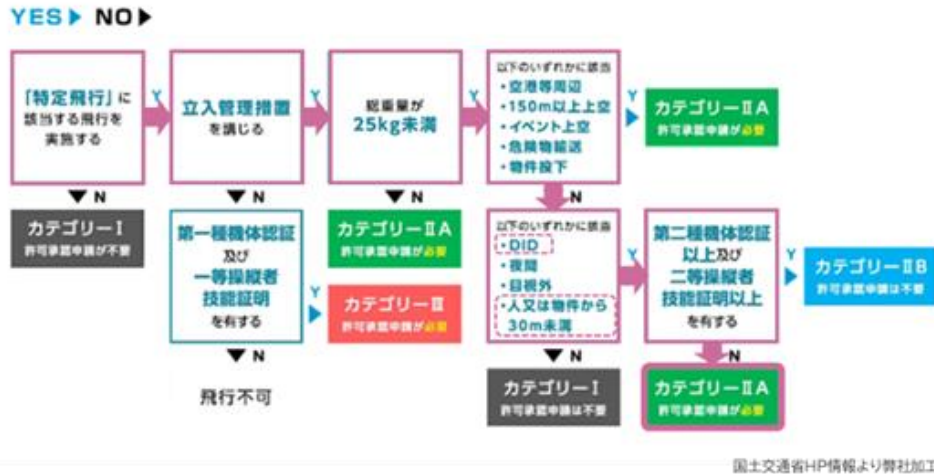


図 21 航空法等に基づく整理③

表 12 航空法上の整理

| カテゴリー | 該当項目 | 対応 |
|------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| カテゴリー II A | 飛行空域：人口集中地区 飛行方法：人又は物件から 30m 未満 | 国土交通大臣による許可承認を取得して対応（包括申請により取得済み） |

表 13 調整先および内容

| 項目 | 調整対象者 | 内容 |
|--------------------|----------|--|
| 飛行に係る安全管理措置 | 茨城県取手警察署 | 安全管理上の飛行連絡及び、交通量の非常に少ない道路上を通行することについての事前通知（電話連絡） |
| 上空飛行の事前通知（河川） | 福岡堰土地改良区 | 所管水路上空を飛行することについての事前通知（電話連絡） |
| 上空飛行の事前通知（道路） | 市道路担当部局 | 所管道路上空を飛行することについての事前通知（市担当者より周知） |
| 上空飛行・撮影の事前通知（私有地等） | 近隣住民 | 飛行及び撮影に関する事前通知（周知資料を各住民に配布し、掲示板にも添付） |

2.3.3 実証項目③ 調査結果のシステム連携

- 連携先である現行システム（被災者生活再建支援システム）の提供ベンダーにヒアリングを実施し、システム連携に必要な標準データ形式やインターフェースの内容について調整を行う。

3 技術実証の結果

3.1 結果の評価ポイント・方法

本実証における実証結果の評価ポイントおよび方法について以下に示す。なお、デジタル技術（ドローン、3D モデル等）を用いた調査手法について、客観性を検証する事を目的として、被害認定調査に関する有識者へのヒアリング及び有識者を交えた評価委員会を設けた。委員会メンバーには、被害認定調査について知見を有する研究者や自治体関係者、損害保険会社の社員等も加え、デジタル技術の活用手法について総合的な評価を実施していただいた。評価委員会については、以下の通り実施した（「とりまとめ」の結果は参考 4 参考を参照）。

表 14 評価委員会の日程・内容

| 回次 | 日程 | 内容 |
|----|-----------------|--|
| 1 | 2023 年 12 月 8 日 | <ul style="list-style-type: none"> ・事業全体概要と本実証の位置づけ・進め方 ・住家の被害認定業務と技術実証内容について ・現地実証結果報告 |
| 2 | 2024 年 2 月 2 日 | <ul style="list-style-type: none"> ・技術実証結果報告 ・評価委員会とりまとめ |

3.1.1 実証項目① 広域空撮画像による計画策定支援

衛星画像の解像度毎に浸水域特定・調査対象住宅数概算の精度が現状業務を代替可能か、計画策定業務の時間軸において十分早いタイミングで必要とする情報が取得可能か、を観点として評価する。評価方法について、表 15に示す。

表 15 評価方法（実証項目①）

| 工程 | 観点 | 評価方法 |
|-----------|----|--|
| 被災後の画像の取得 | 精度 | （後工程で評価するため、本工程では評価対象外。） |
| | 時間 | 令和元年東日本台風の事例から、浸水状況タイムラインを作成、衛星サービスでの画像取得までの期間を整理し、実際の時間軸上で十分に早い段階で取得できたかを評価する。 |
| 浸水域の推定 | 精度 | 国土地理院が災害後等に公表している浸水推定図を正解値と仮定して IoU 値を算出し、一般的な基準値（IoU 値 65）をもって評価する。 |
| | 時間 | 推定に係る処理時間を測定し、計画策定業務の時間軸と照らし合わせて十分短い時間で推定できたかを評価する。 |
| 調査対象件数の推定 | 精度 | そもそもの浸水域の推定における IoU 値による評価とする。なお、浸水域推論結果ポリゴンと住宅データを重ね合わせた結果を、手動検算することで算出結果の妥当性は確認する。 |
| | 時間 | 推定に係る処理時間を測定し、計画策定業務の時間軸と照らし合わせて十分短い時間で推定できたかを評価する。 |

3.1.2 実証項目② ドローン撮影およびスマートフォン撮影による住家の被害判定支援

ドローン撮影およびスマホアプリ撮影により推定した浸水深の精度が現状業務を代替可能か、住家の被害判定支援業務の時間軸において必要とする時間が効果的か、を観点として評価する。

表 16 評価方法（実証項目②）

| 工程 | 観点 | 評価方法 |
|----------|----|--|
| 住家の三次元測量 | 運用 | 自治体運用に適用していくにあたり、運用上の制約条件を踏まえて実施が可能か確認する。 |
| | 時間 | ドローン撮影に係る時間を測定し、現業務でかかる時間（事例による参考値）と比較し評価する。 |
| 3Dモデルの作成 | 精度 | 標定点測量結果に対する誤差及び実測値に対するモデル内距離の誤差により精度を評価する。 |
| | 時間 | 解析作業に要する時間を測定し、現業務でかかる時間（事例による参考値）と比較し評価する。 |
| 浸水深の推定 | 精度 | 浸水深の推定結果と現業務による実測値と比較し評価する。 |
| | 時間 | － |

3.1.3 実証項目③ 調査結果のシステム連携

デモサイト構築により、システム連携に必要な機能の確認、システムへ求められる操作感ほどの程度か、を観点として評価する。

表 17 評価方法（実証項目③）

| 工程 | 観点 | 評価方法 |
|----------------|----|--|
| 調査データの取り込み・表示 | 機能 | 情報連携基盤（デモ環境）にて調査データを取り込み、表示することでデータの一元管理および可視化ができるか確認する。 |
| 外部出力形式の検討 | 機能 | 情報連携基盤（デモ環境）にて外部データを出力できるか確認する。 |
| デモサイトによるシステム利用 | 運用 | 自治体運用に適用していくにあたり、情報連携基盤（デモ環境）利用による操作感についてヒアリングを通じて確認する。 |

3.2 結果及び評価・分析

本実証における実証結果および評価・分析について以下に示す。

3.2.1 実証項目① 広域空撮画像による計画策定支援

(1) 被災後の画像の取得

Planet 社と Maxar 社の衛星画像について、令和元年東日本台風における災害発生時から衛星画像取得までに要した期間について実績値を調査し、実際の被害状況と照らし合わせたタイムライン整理結果を図 22 図 22 タイムライン整理結果に示す。

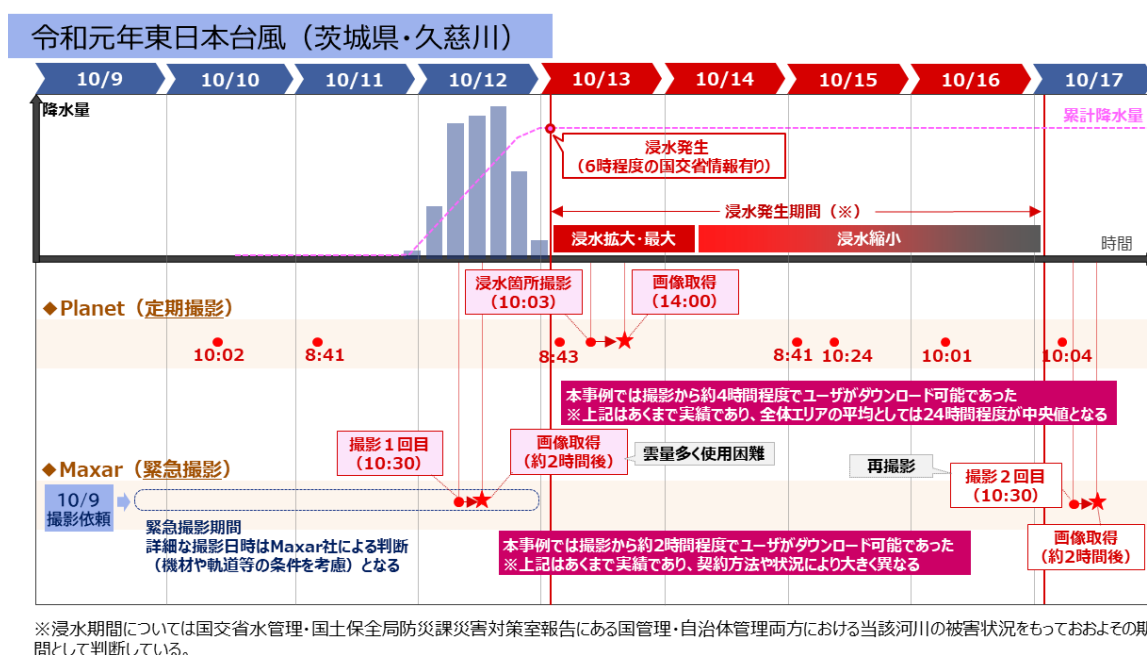


図 22 タイムライン整理結果

以上から、被災後の画像の取得において得られた結果、評価および考察を以下に記す。

【結果】

時間

- 過去の災害において机上検証を行った結果、発災後最短約 8 時間で、3m の解像度で浸水域を確認可能な衛星画像の取得ができた。
- Planet 社（定期撮影）は場所・タイミングによって発災数時間後～3 日後の取得となる。
- Maxar 社は、緊急撮影が行われれば、良いタイミングで取得できる可能性がある。

【評価および考察】

時間

- 後述の浸水域の推定・調査対象件数の推定において十分と考える 3m 程度の解像度をもつ衛星画像を、調査計画策定の初期段階（発災から 3 日程度）で入手できる可能性が高く、当該時間軸であれば現状業務で求められるスピード感からしても活用が可能と判断した。
- Planet 社の定期撮影を衛星画像取得の第 1 候補としておきつつ、撮影条件・タイミングがよくない場合には、Maxar 社等、他の衛星画像を第 2 候補としておく等の対応が求められる。
- 天候等により衛星画像は効果的な時間軸での取得が困難になる可能性もあり、ドローンなどによる空撮画像の利用等、他の手法も検討することが望ましい。

(2) 浸水域の推定

浸水域の推定は、学習済の AI モデル（Mask2Former(SwinTransformer-l)）に対する精度改善（衛星画像推論結果から補正対応）を行ったうえで、推定を行い評価・課題抽出を行った。

- 衛星画像を用いた推論結果における誤検出や未検出への補正対応

衛星画像で推論を行った結果、住宅と水の境目において領域の誤検出や、逆に河川自体の一部が未検出になるなど、技術的な課題が抽出された。

学習データ内に河川水が住宅地に著しく接近しているものが少ないことが原因として考えられ、衛星画像上に存在する河川や海等の水の色をベースに、市街地に疑似的河川等を再現するなど、河川×住宅に係る学習データを作成して補正対応を実施した。また、他モデルの使用した推論結果を組み合わせることで、補完を行った。補正結果について、図 23 に示す。

【追加学習による補正】



【他モデルによる補完】



図 23 補正結果

- 推論対象の解像度に合わせた補正対応
本モデルでの推論において、学習データと検証データの解像度が異なる状態では精度が悪い結果が得られたが、検証データに合わせた解像度の学習データを用いることで、推論精度の改善が図れた。推論対象の解像度を踏まえた追加学習結果について、図 24 に示す。

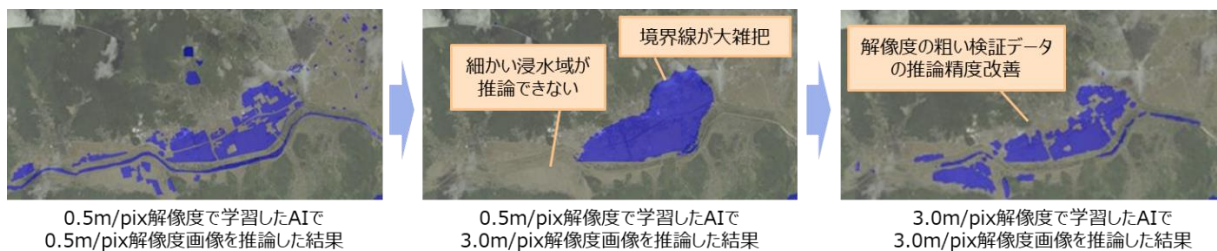


図 24 追加学習結果

- 浸水域の推定結果と定量評価
国土地理院が災害後等に公表している浸水推定図を正解値と仮定し算出した IoU 値および定量評価の結果を図 25 に示す。評価基準としては、広域の画像解析の推定精度として一般的に使われることの多い基準値を用いて評価を行った。

| 衛星画像 | 解像度 | 対象エリア | IoU値 | 評価(※) |
|--------|--------|---------|-------|----------|
| Maxar | 0.5m程度 | 茨城県鬼怒川 | 81.94 | Positive |
| | | 北海道登呂川 | 51.93 | Negative |
| Planet | 3m程度 | 福島県阿武隈川 | 56.42 | Negative |
| | | 茨城県久慈川 | 64.91 | Positive |
| | | 茨城県那珂川 | 66.88 | Positive |
| | | 佐賀県六角川 | 19.19 | Negative |

(※) 65を基準として、以下の通り精度評価。(小数点以下は四捨五入)

65以上：Positive

64以下：Negative

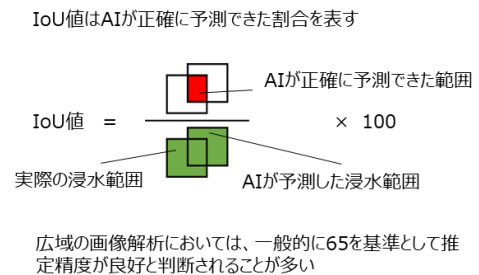


図 25 IoU 値および定量評価の結果

● 浸水域の推定結果と定性評価

対象エリア毎の推論結果について、未検出・誤検出の傾向、原因・対応方法に関する考察結果を以下に示す。

▶ 茨城県鬼怒川 (Maxar)

浸水推定図にかなり近い浸水域を生成できており、大きく未検出の箇所が非常に少なくなっている。住宅地の中でも家屋単位で浸水/非浸水が推論分けできている。ただし、今回のような非常に高い数値になった背景として、今回の画像では明確に茶色く濁っているような領域が多く検出が特に容易であったことや、検出が難しい領域（住宅密集地や色調が似ている田畑など）が少なかったことがあげられる。また田畑の部分についても次ページ以降の Planet 社に比べ浸水が分かりやすいものも多く、一定程度の検出精度が出せていることも良い結果に寄与していると考えられるため、必ずしも同衛星画像を使用すれば同成果を再現できると言い切れるものではなく、継続的な評価が必要なことに留意する必要がある。

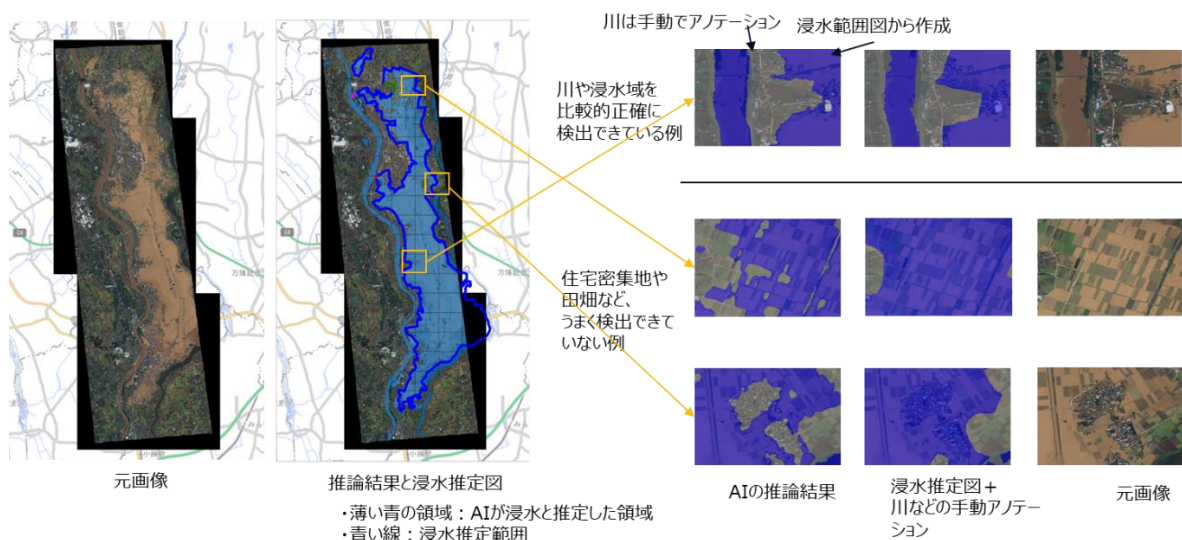


図 26 AI 推論結果 (茨城県鬼怒川)

▶北海道登呂川（Planet）

他のエリアと比較して大きく推論を外しているようには見受けられないが、森などの誤検出が多いため、数値としては低く評価されている。また、評価を行う際に河川敷を手動でアノテーションしているが、当該箇所を AI では非浸水域と推測しており推論誤りになっているところについては、実際には撮影タイミングでは河川敷は本当に浸水していなかった可能性があるため、実際の見た目の感覚としては評価値以上に推論できていると考えられる。

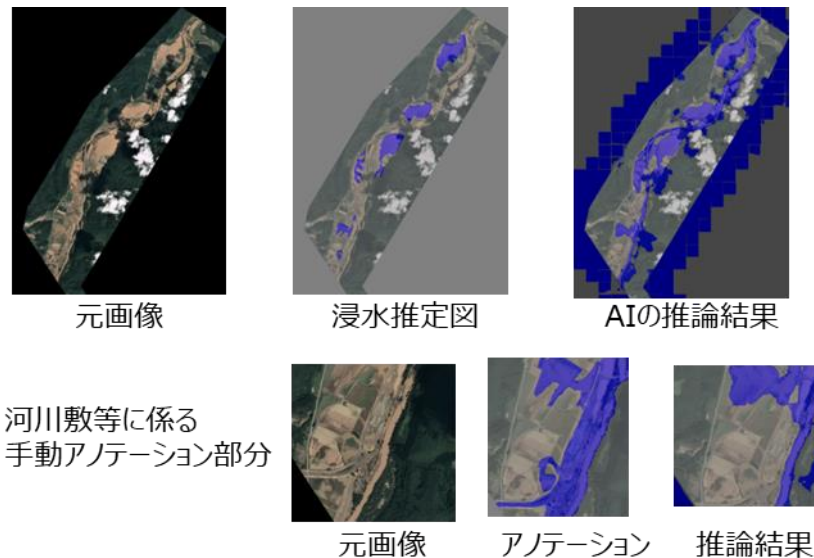


図 27 AI 推論結果（北海道登呂川）

▶茨城県久慈川（Planet）

浸水推定図にかなり近い浸水域を生成できており、大きく未検出の箇所が非常に少なかった。雲がかかった場所や森の一部（＝色に違和感のある個所）について誤検出が生じている。また、主に田畑などの部分において、元の色と河川水の違いが少なく、未検出が生じている。ただし、自治体職員が概ねどの辺りが浸水しているのかを把握するための広域被災状況の把握には十分使えるものと考えられる。

なお、誤検出・未検出は存在するがそれぞれ、人家に大きく関係する部分ではないことも多いため、少なくとも現時点で解析結果の定性的評価に致命的な問題を与えるものとは考えにくい。

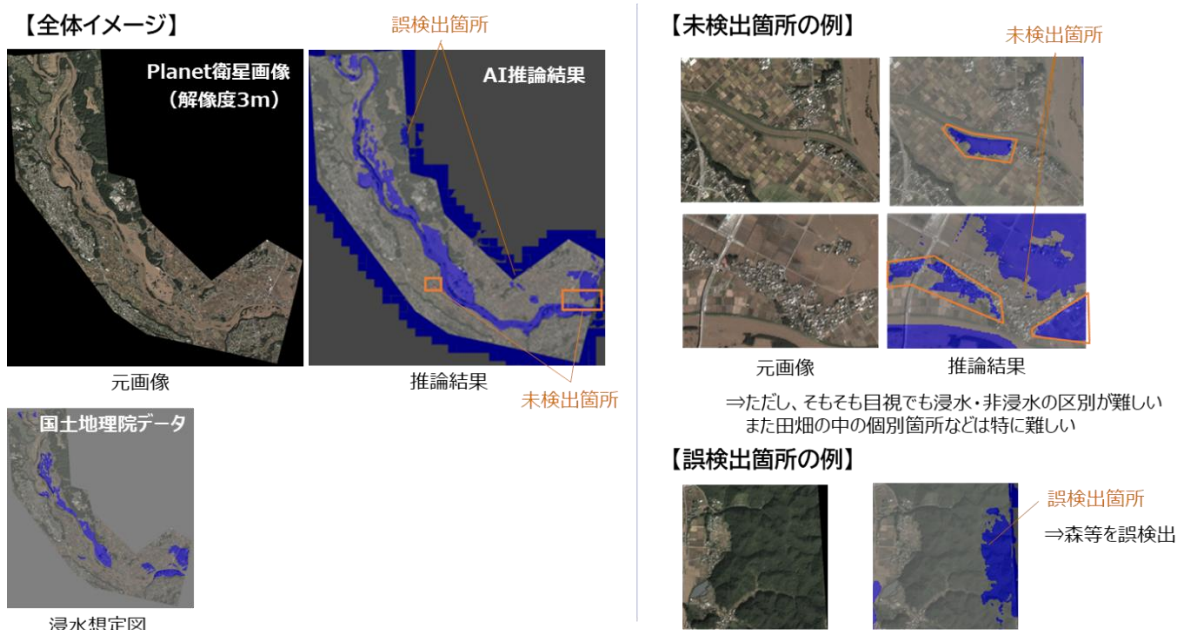


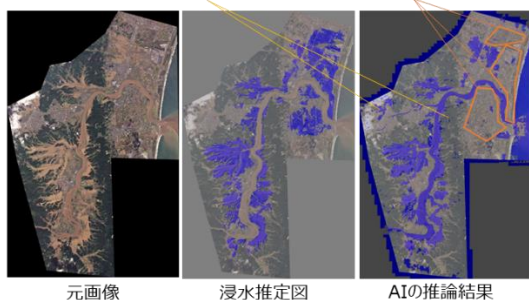
図 28 AI 推論結果 (茨城県久慈川)

▶福島県阿武隈川および茨城県那珂川 (Planet)

基本的には正確に推論できているが、一部住宅地を検出できていない部分があり、住宅地の浸水に係る精度向上について今後も対策を検討しなくてはならない。ただし、正解値の考え方についても、例えば微妙な撮影日時の違い等により実際には浸水していない時間の画像を、浸水範囲を正解として評価してしまっている可能性もあり得るため、精度をさらに求めていく際には、上記部分も改めて検討する必要がある。

(阿武隈川)

雲や森の一部を細々と誤検出している 未検出部分



(那珂川)

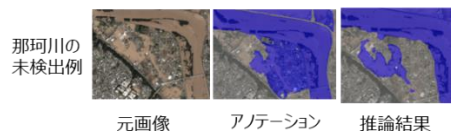
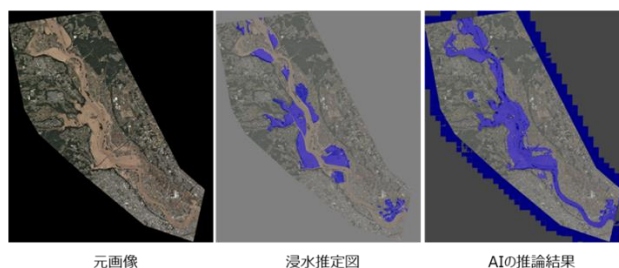


図 29 AI 推論結果 (福島県阿武隈川および茨城県那珂川)

▶佐賀県六角川 (Planet)

雲の反射により色が全体的に拡散される、または水の色味が明るく再現されるなど撮影画像の色調が他の画像と明らかに異なることから、精度が落ちていると考えられる。今回の調査範囲においては、このような画像はほかに見受けられなかったが、今後も類似

した傾向の画像についての解析場面が多く想定される場合は、学習データの色調を変更するなど、精度向上を図る必要がある。

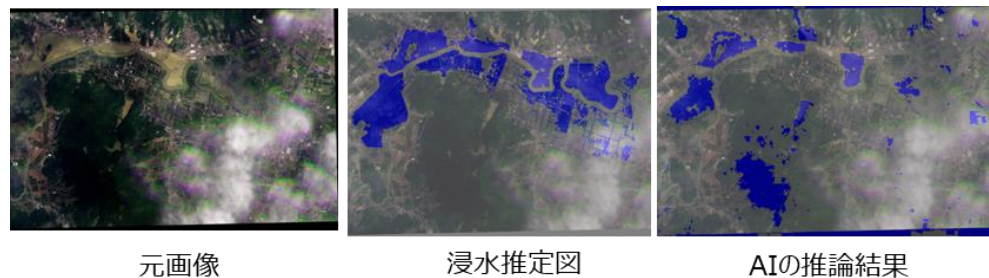


図 30 AI 推論結果（佐賀県六角川）

以上から、浸水域の推定において得られた結果、評価および考察を以下に記す。

【結果】

精度

- Maxar 社の 0.5m 程度の高解像度衛星画像を使った推論では、広域の画像解析では一般的に良好と言われる基準値（IoU 値 65）を大きく上回る IoU 値（82）が得られた。
- Planet 社の 3m 程度の衛星画像を使った推論では、AI モデルの学習データを適切に準備することで、ある程度のばらつきはあるものの、広域の画像解析では一般的に良好と言われる基準値（IoU 値 65）と同等の IoU 値が得られた。
- 雲がかかった場所や森の一部についての誤検出、主に田畑などの河川水と色の違いが少ない箇所での未検出がでている。
- 六角川で見られたような色調が他の画像と明らかに異なっている画像については、IoU 値が低くなる結果となった。

時間

- AI モデルでの推論処理については、Maxar 社、Planet 社の衛星画像の解像度の違いによらず、10 分程度（※）の処理時間で結果が得られている。
（※）衛星画像を取得した浸水被害のあった河川流域毎の処理時間で、数百 km² 程度であれば処理時間は同等となる。

【評価および考察】

精度

- 自治体職員として要調査範囲を見積もる目的としては、解像度が 3m 程度の Planet 社の衛星画像でも十分な精度と考えられる。
- この後工程が住宅に関するものであることを踏まえると、森や田畑などの誤検出・未検出の影響は小さく、十分な精度と考えられる。
- 一部の画像で見られた明らかな色調の違いがあるものについては、補正対応等で精度向上を図ることが必要であると考えられる。

時間

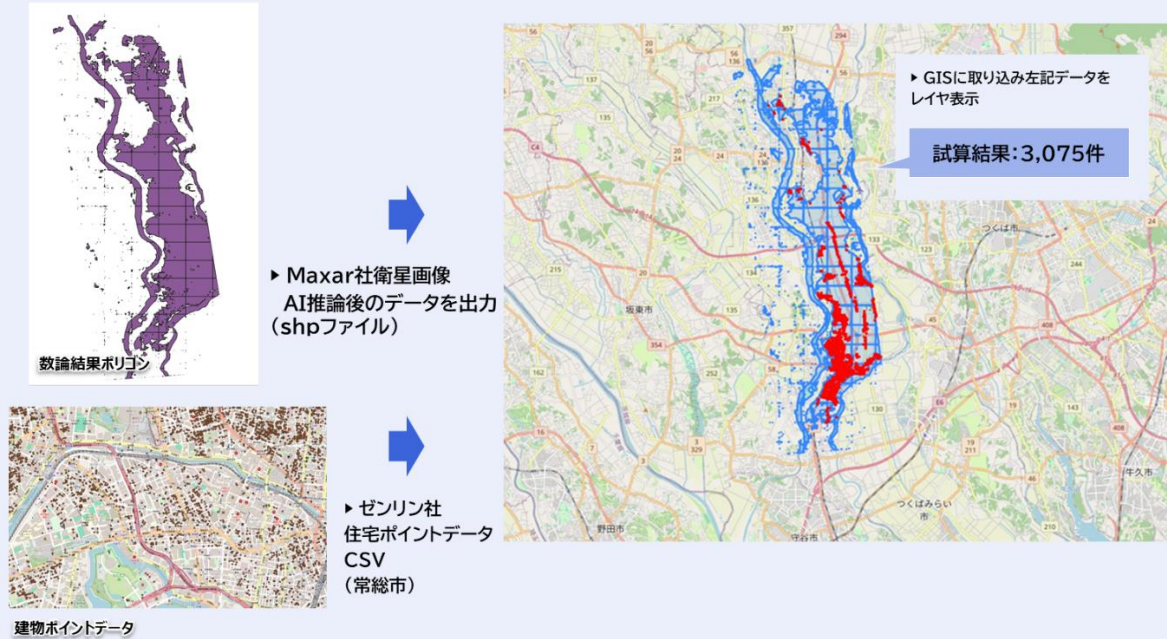
- AIモデルによる推論の処理時間は10分程度と迅速に行えるため、計画策定業務のインプットとして問題にはならないと考える。

(3) 調査対象件数の推定

H27 関東東北豪雨（鬼怒川）の被害対象件数の推定結果を以下図 31 に示す。

▶ H27.関東東北豪雨・常総市・鬼怒川の「調査対象件数の推定」

浸水域のAI推論結果と住宅ポイントデータをGIS上で重畳し、調査対象件数の算出を行った。



浸水域AI推論結果が詳細に作成されているため、範囲内住宅・外住宅が詳細に判断可能となっている。



図 31 被害対象件数の推定結果（H27 関東東北豪雨（鬼怒川））

R1 東日本台風（阿武隈川・久慈川）の被害対象件数の推定結果を図 32 に示す。

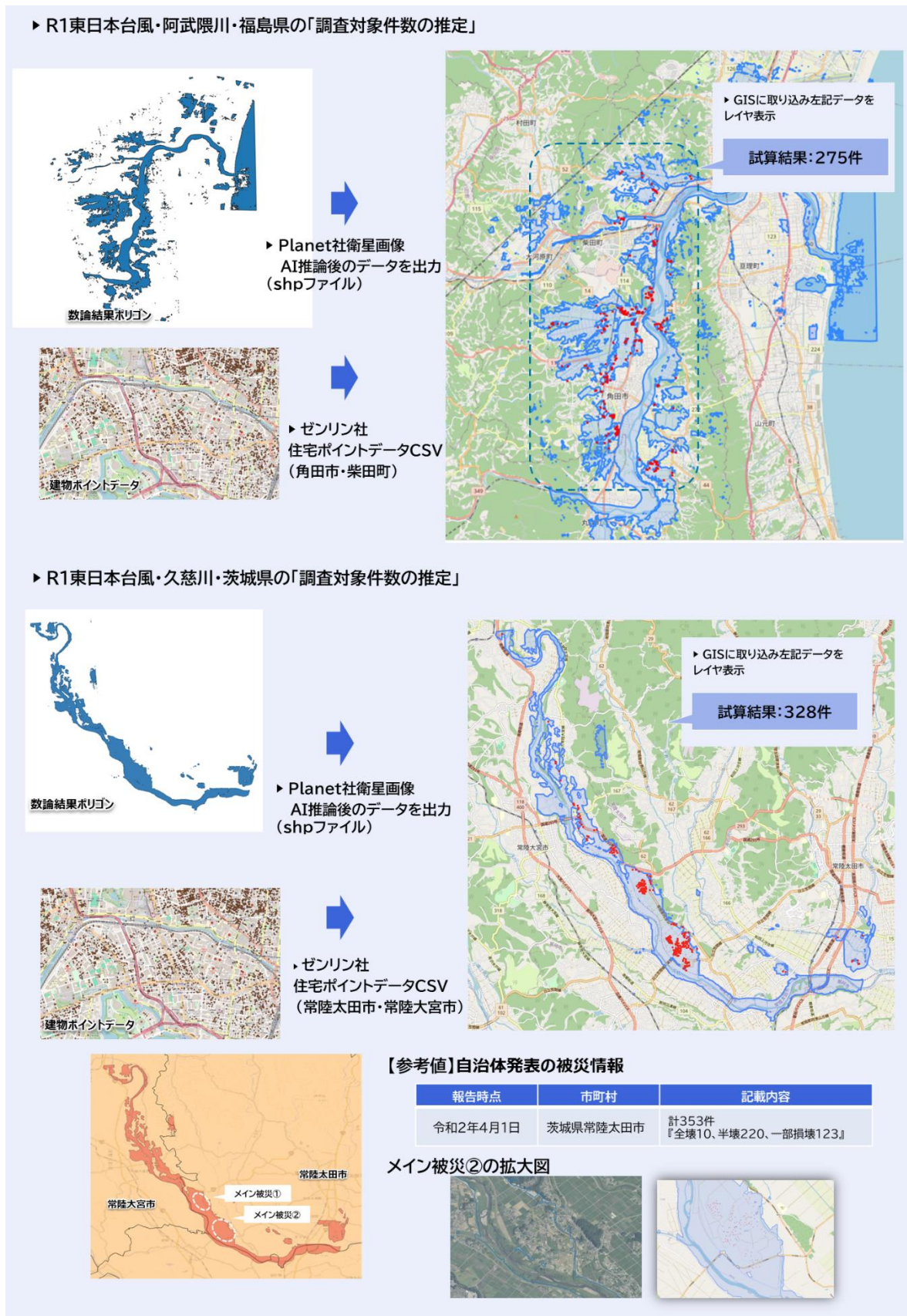


図 32 被害対象件数の推定結果（R1 東日本台風（阿武隈川・久慈川））

以上から、調査対象件数の推定において得られた結果、評価および考察を以下に記す。

【結果】

精度

- 浸水域の推定結果から得られた浸水範囲を示す地図データと、地図データサービスから購入した住宅データの GIS 上での重畳は、問題なく行えている。
- 浸水範囲内の住宅件数演算（GIS の拡張機能を利用した自動算出）について、GIS 上での手動カウントによる検算を行い、演算に問題ないことが確認できている。
- 実際の自治体発表の被災情報の件数と、今回の広域空撮画像を活用した浸水域推定・調査対象件数推定の検証結果から得られた値は非常に近い値が得られている。

時間

- GIS 上での重畳から演算まで、調査対象件数の推定については、10 分程度／エリアの処理時間で結果が得られている。

【評価および考察】

精度

- そもそもの浸水域の推論が十分な精度（IoU 値 65）で実施できており、GIS 上での住宅データとの重畳・住宅件数演算についても正しく行えていることから、調査対象件数の推定は計画策定において自治体職員として要調査範囲を見積もる目的として十分精度が得られていると考える。

時間

- 調査対象件数の推定時間は 10 分程度／エリアと非常に迅速に行えるため、計画策定業務のインプットとして問題にはならないと考える。

(4) 現状業務における計画策定と照らし合わせた、本実証項目結果の有効性評価

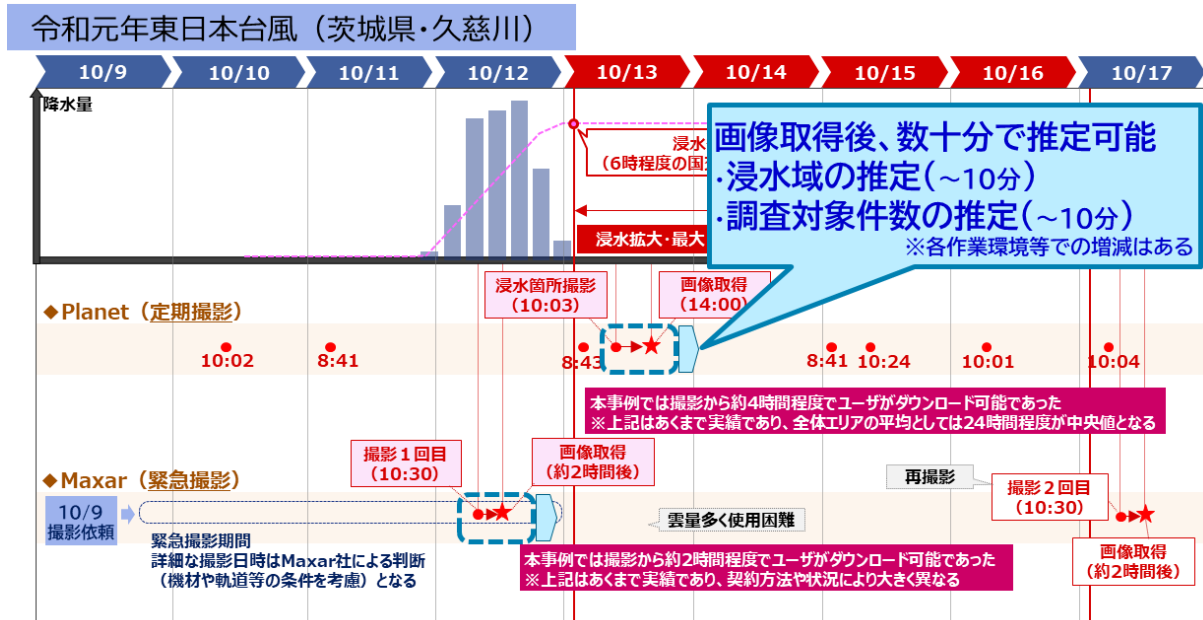
広域空撮画像による計画策定支援が現状の実業務で活用可能性を持つかどうか、本技術実証における結果（精度・時間）からの評価を以下に記す。また、実際の現場で業務を行う自治体職員の、実業務における活用可能性への評価・見解を示す。

精度

浸水域の推定結果が国土地理院の浸水推定図を正解値と仮定し算出した IoU 値 65 と良好な結果であること、被害対象件数の推定が自治体発表の被災情報の件数と近い値という結果であることから、浸水ハザードマップや職員の業務経験による予測、被災後の職員による現地確認により被災状況の調査および被災調査家屋数の算出を行っている現状の調査計画策定において、今回の広域空撮画像を活用した浸水域推定・調査対象件数推定の検証結果から得られた精度は、現行業務で活用するのに十分なものと判断できる。

時間

実際の災害時のタイムラインを整理した図 33 に示す通り、適切な衛星画像を取得したのち、浸水域推定・調査対象件数推定は数十分といった短時間のうちに結果が得られており、現行業務への活用可能性が十分に示されたと判断できる。



※浸水期間については国土省水管理・国土保全局防災課災害対策室報告にある国管理・自治体管理両方における当該河川の被害状況をもっておおよその期間として判断している。

図 33 実際の災害時のタイムライン（R1 東日本台風）

【自治体職員の評価】

実証項目①の結果を基に、自治体職員（評価委員）から有効性に対する見解のヒアリングを行った結果を、図 34 に示す。

4 評価委員会議事録より抜粋

- 今年の被災経験を通じて改めて感じたが、住民の皆様へ可能な限り早く罹災証明書を発行する為に、衛星画像やドローンデータ等は有効だと感じる。
- 広域画像の取得を行い、調査策定の支援を行うことは被災エリアを限定する意味でも有効。
- 迅速に被害想定調査を実施できるようになることは魅力的。
- 空撮画像は 8 時間後の提供であれば十分活用できる。発災直後に入手できることが望ましいので、撮影頻度の高い衛星の利用が良いと考える。
- 空撮画像によって、被害全体を把握するスピードが改善されるので有効であると感じる。

図 34 自治体職員（評価委員）からのヒアリング結果

3.2.2 実証項目② ドローン撮影およびスマートフォン撮影による住家の被害判定支援

(1) 住家における三次元点群測量

本実証における対象エリア・撮影対象を確認した結果、秋田市については人口集中地区（取手市は人口集中地区ではない）かつ人または物件との距離が30m以内を見込む範囲での飛行となることから、航空法上はカテゴリーⅡA（詳細は、2.3.2にて記述済み）として実施した。

なお、秋田市・取手市での実証における主な所要時間は以下の通りである。

(単位：分)

| | 取手市 | | | 秋田市 | | |
|----------------------------|-------------------|-------------|----------|-------------------|-------------|-------------|
| | 一括全体撮影 (25件同時) | ブロック毎 撮影 | 手動 撮影 | 一括全体撮影 (10件同時) | 1件単位 撮影A | 1件単位 撮影B |
| 飛行作業① | | | | | | |
| 飛行ルート設計 | 30 | 25 | - | 25 | 20 | 5 |
| 評定点測量 | 130 | 130 | 130 | 30 | 30 | 30 |
| 飛行作業② | | | | | | |
| 機材準備・飛行ルート修正 | 25 | 25 | 25 | 10 | 5 | 10 |
| 飛行時間・結果確認 | 40 | 60 | 30 | 20 | 15 | 8 |
| 機材等撤去 | 45 | 45 | 45 | 10 | 10 | 10 |
| 合計 | 270 | 285 | 230 | 95 | 80 | 63 |
| 一件あたり所要時間(分) ※所要時間/対象件数 | 10.8 | 11.4 | 9.2 | 9.5 | 80.0 | 63.0 |
| 一件あたり所要時間(分) うち評定点作業除き | 5.6 | 6.2 | 4.0 | 6.5 | 50.0 | 33.0 |

図 35 所要時間（住家における三次元点群測量：ドローン）

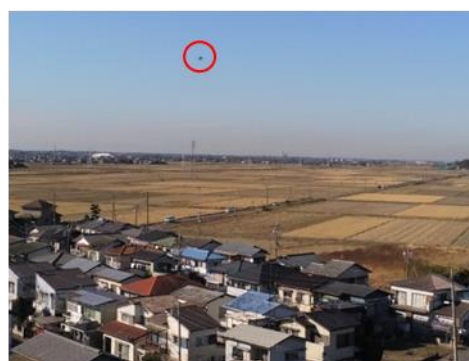


図 36 ドローンによる飛行・撮影の様子（左：離着陸地点 右：飛行中のドローン）

以上から、住家における三次元点群測量において得られた結果、評価および考察を以下に記す。

【結果】

- 本実証におけるドローン飛行について、航空法上におけるカテゴリーⅡAとして安全に撮影を実施できた。
- 1件あたりの撮影時間として、一括全体撮影を行うことで約10分程度となり、時間短縮効果が得られた。手動撮影についても飛行ルート設計が不要な分、所要時間の短縮自体は可能であった。

【評価および考察】

運用

- 航空法上における包括申請の範囲で実施できるため、災害発生直後はもとより、時間経過後等、平時運用を要する場合であっても都度申請が不要であり実用的である。ただし、緊急用務空域が設定された場合は、平時運用のように包括申請を行っていても範囲内では飛行ができなくなるため、平時運用を要する場合は実施が困難になるが、運用主体が自治体又は自治体の依頼に基づく場合には特例適用等の可能性があるため、今後の運用検討の際に併せて整理が必要である。なお、本飛行は航空法等に基づき安全管理措置を行っているため、機材の落下等による第三者への被害が発生しないことを確認できた。
- 1回の飛行で多くの家屋を撮影でき、スケールメリットによる時間短縮効果が期待できる。ただし、手動撮影については、普段から写真測量等においてドローン飛行を行っている技術者の操作が必須であり、全体一括撮影と所要時間が大きくは変わらないことから、自動飛行を活用することが望ましいと考えられる。
- 飛行ルート設計や標定点等について技術力が要求される作業であり、要求精度を検証した上で簡略化や除外する等の検討が必要である。
- 調査対象が大規模・密集地であるなどの難易度や作業量を踏まえると、本実証のようにはいかない場合が想定される。そのため、自治体職員による作業を前提とした場合、事前に専門とする民間事業者との協議や委託を検討するなど、最適な運用検討が必要である。

時間

- 精度維持の観点から標定点測量を行い、一括全体撮影により約 10 分程度の所要時間であったが、要求精度を下げることにより当該標定点測量に関する作業を除外することで工数及び所要時間の削減が可能である。

参考として、実証項目②の結果を基に、評価委員から得られた見解を、図 37 に示す。

4 評価委員会議事録より抜粋

- 迅速に被害想定調査を実施できるようになることは魅力的。加えて、アーカイブ画像を後々活用できるのは特に有効である。
- 今後は特に内水氾濫が増えていく中で、浸水跡の特定は難しくなっていくと思う。また、自治体での実運用の際に、自治体職員が正確にドローンを飛ばせるかは疑問が残る。自治体で本当に活用しきれぬシステムを開発しなければならない。
- 運用の観点では、ドローン操縦者の確保が論点になると想定され、ボランティアや協会等とのパートナーシップ締結も併せて考えていく必要がある。

図 37 評価委員会における委員のコメント

(2) 3Dモデルの作成

前項で取得した画像群から、1472枚を抜粋した上で図38の通り3Dモデルを作成し、(A)モデルに係る標定点との誤差計測による精度比較及び(B)3Dモデル内における特定間距離の実測との相対的な比較を行った。(A)の比較を行うにあたっては、①：標定点測量の結果を使用せずにドローン側の機材構成で位置情報を補正する、いわゆるRTKドローンの使用による成果(以下、RTKモデルという)と②：標定点を用いた解析結果による成果(以下、標定点モデルという)の2パターンにおいて検証を行った。この方法を用いることで、特に時間を要する測量工程の有無による精度誤差を検討することができる。

作成した3Dモデルを図38、図39、図40、標定点位置における誤差比較結果を図41、特定間距離の比較結果を図42に示す。



図 38 3Dモデル① (ドローン)



背面



正面

図 39 3Dモデル② (ドローン)



図 40 3Dモデル③ (ドローン)

①ドローンのRTK使用モデル
 ②評定点データ使用モデル

| 点名 | 標定点観測値 | | | パターン | 点群モデル座標誤差 | | | 種別 |
|-------|------------|------------|-------|------|-----------|--------|--------|-----|
| | x | y | z | | x | y | z | |
| H01 | -63309.726 | -29822.974 | 2.706 | ① | -0.018 | -0.008 | -0.032 | 検証点 |
| | | | | ② | -0.011 | -0.010 | 0.013 | |
| H02 | -63312.346 | -29790.096 | 2.784 | ① | 0.015 | -0.015 | -0.050 | 標定点 |
| | | | | ② | 0.005 | -0.013 | -0.018 | |
| H03 | -63317.928 | -29766.583 | 2.814 | ① | 0.009 | 0.001 | -0.016 | 検証点 |
| | | | | ② | 0.014 | -0.005 | -0.018 | |
| H04 | -63281.291 | -29761.817 | 2.783 | ① | 0.057 | -0.040 | 0.042 | 標定点 |
| | | | | ② | 0.037 | -0.014 | 0.007 | |
| H05-1 | -63273.743 | -29786.117 | 2.884 | ① | 0.000 | -0.014 | 0.018 | 検証点 |
| | | | | ② | -0.004 | 0.007 | -0.011 | |
| H06 | -63272.152 | -29818.564 | 2.799 | ① | -0.021 | -0.001 | 0.015 | 標定点 |
| | | | | ② | -0.009 | 0.011 | 0.006 | |
| H06-1 | -63277.423 | -29816.329 | 2.747 | ① | -0.017 | 0.004 | -0.003 | 検証点 |
| | | | | ② | -0.008 | 0.015 | -0.004 | |
| H07 | -63331.789 | -29818.537 | 2.616 | ① | 0.017 | 0.008 | -0.078 | 標定点 |
| | | | | ② | 0.018 | -0.005 | 0.000 | |
| H08 | -63336.455 | -29799.308 | 2.637 | ① | 0.005 | 0.011 | -0.077 | 検証点 |
| | | | | ② | -0.003 | 0.000 | -0.005 | |
| H09 | -63339.577 | -29767.254 | 2.768 | ① | 0.016 | 0.012 | -0.049 | 標定点 |
| | | | | ② | -0.011 | 0.004 | 0.005 | |

※数学座標系 ※解析パターン①では全ての点を検証点としている。

図 41 標定点位置及び誤差比較結果

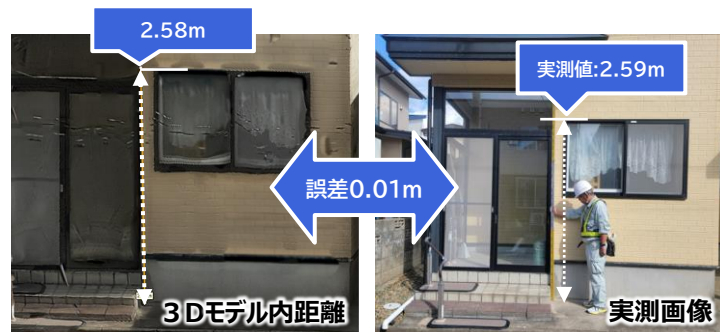


図 42 3Dモデル内における特定間距離の実測との比較

以上から、3Dモデル作成において得られた結果、評価および考察を以下に記す。

【結果】

精度

- ドローンを市街地において飛行させ街区を一括撮影することで、各家屋を含めたブロック単位のモデルを 3D モデル上に再現することができた。ただし、一部再現に問題のある家屋も見受けられた。
- 標定点モデルにおいては誤差が概ね～2 cm、RTKモデルにおいても誤差最大で～10 cm以内に収まっている結果になったが、「作業規程の準則」（平成 20 年国土交通省告示第 413 号、令和 5 年 3 月 31 日一部改正）では三次元点群写真測量の精度区分が 5cm、10cm、20cm と分類されているところ、10cm 以内の精度が得られた。また、3D モデル内における特定間距離の実測との誤差は 1cm 程度だった。

時間

- 解析時間について、今回はミドルスペック PC※を使用しておりトータル 12 時間となった。
※ OS win10_pro プロセッサ Intel(R) Core(TM) i7-5930K CPU @ 3.50GHz
メモリー 64.0 GB (63.9 GB 使用可能) GPU NVIDIA GeForce GTX980Ti

【評価および考察】

精度

- 再現されたモデルについては、図 39 をはじめ、基本的には詳細に家屋を再現しており、撮影速度に対する精度としては十分であると考えられるが、一方で図 40 のように、家屋と家屋の間が非常に狭く、撮影時に影ができている場合等、再現に問題が生じる事例も見受けられた。ただし、図 40 のような場合であっても、道路に面している正面部分は撮影できるため、4 面を必ず撮影するかなど、運用によって撮影方法を引き続き最適化していくことが重要である。
- モデル全体の精度については、「作業規程の準則」による三次元点群写真測量の精度区分が 5cm、10cm、20cm と分類されているが、本結果から、ドローンの RTK 座標のみでも 10cm 以内の精度が得られており、要求水準によっては更に作業速度の向上を図ることができる。
- 3D モデルについては、モデル内で計測して 1cm 程度の誤差となり、目視同等の極めて正確な二点間距離計測が可能である。

時間

- 今後の運用を踏まえると、要求精度と時間の整理が前提とはなるが、クラウド上での処理による解析スピードの向上や必要最低限の地上画素寸法として容量を減少させることなどの対応が必要である。

(3) 浸水深の推定

(2) で再現した 3D モデルを用いて 3 つの手法にて浸水深を推定した。各実施結果及び評価・分析は以下の通り。

(ア) 浸水深の推定①（浸水痕による浸水深の推定）

浸水深の推定にあたり、3D モデル上で測定を行うが、測定にあたっては「外観」「基礎」「地面」「床面」の特定が必要となるため、まずは再現モデルからの特定が可能か確認を行った。確認結果は以下図 43 の通りである。

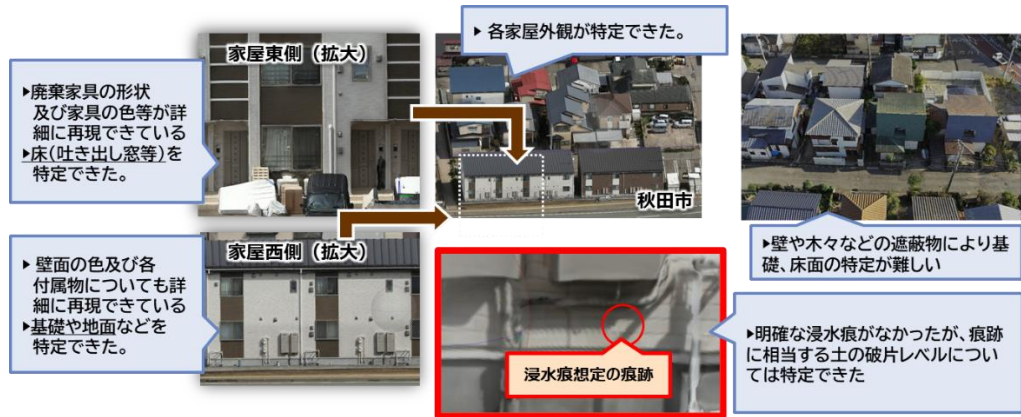


図 43 3D モデルにおける「外観」「基礎」「地面」「床面」の特定

前提確認が完了した後、実際に再現モデルにおいて二点間距離を計測し、浸水深を推定した。推定にあたっては、床面を床上と基礎のパターンに分類し実施した。なお、今回は実際の被災家屋における確認作業となったため、所有者の了解を頂けた範囲のみの実測となっている。結果については以下図 44 の通りである。

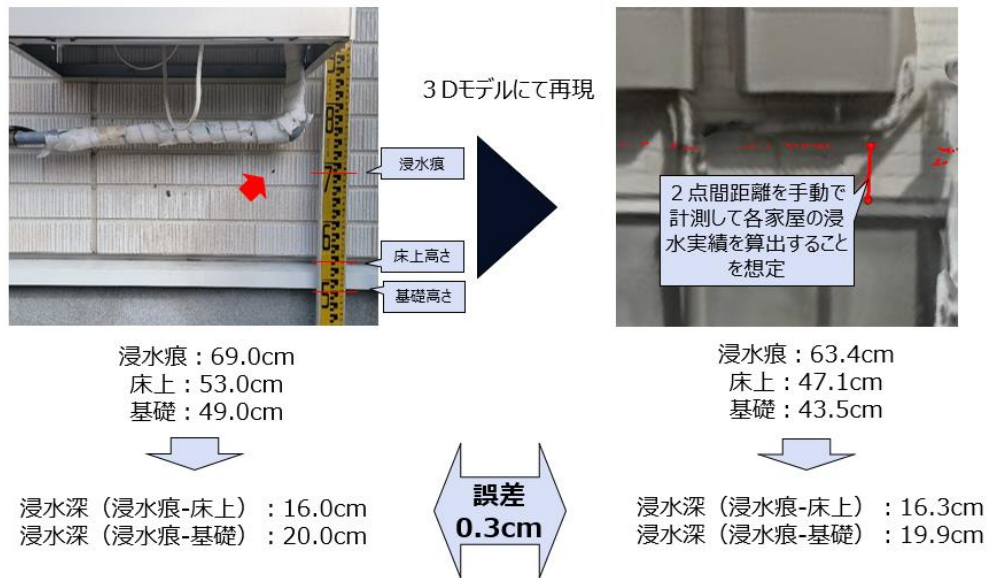


図 44 3D モデルにおける二点間距離計測の比較

以上から、手法①における浸水深の推定により得られた結果、評価及び考察を以下に記す。

【結果】

精度

- 浸水深の推定を行う上で必要な要素について、3D モデル上においても特定が可能であった。
- 取手市実証において、壁や木々などの遮蔽物があり床面や基礎の特定が困難な場合も存在した。
- 実際に現地で浸水痕と思われる付着物を用いた実計測結果との比較においては、誤差 0.5 cm 程度で計測可能であった。

【評価および考察】

精度

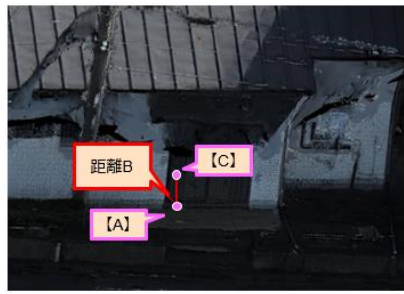
- 壁等の遮蔽物により上空撮影が困難となっていない場合には、必要な要素を撮影できているが、一方で影や遮蔽物により撮影が困難な場合も見受けられるため、特に密集地の場合には撮影条件や撮影方法について、例えば安全には配慮した上で、高度を下げて飛行することで、カメラ角度を水平方向に向けて撮影するなど、引き続き最適なパターンの検討が必要である。
- 得られた画像や 3D モデルにより、目視同等の十分な精度の計測結果が得られているため、作業結果の証跡及び第三者による確認・補正など、二次利用への活用が期待できる。

(イ) 浸水深の推定②（疑似浸水面と各家屋の床上検出による浸水深の推定）

取手市より過去災害時の被災調査結果を提供頂いた上で、(2) で再現した 3D モデル上に取手市調査結果のうち床上浸水高のデータをベースに当時の浸水面の再現、あわせて各家屋の床上部分をモデル上で特定し、浸水面の高さから床上に相当する箇所の高さを引くことで二点間距離計測を行った（以下図 45 における、D-E = 距離 F）。その後、取手市より提供頂いたデータとの誤差比較を行った。

実施した作業工程については再掲となるが図 45 の通りである。また、実施結果については図 46 の通りである。

※なお、本実証のために取手市より提供頂いたデータについては個人情報に関する内容になるため、実際の数字については記載せず、誤差のみの記載としている。



①実測値より代表点の浸水深を決定



②代表点座標CのZ座標と同値の浸水面を再現し、各家屋と浸水面の交点として浸水線(赤線)を投影

| 項目 | 【A】 底面 Z 座標 | 【B】 浸水高実績 (床上 m 単位) | 【C】 代表点 Z 座標 |
|-----|------------------|---------------------------|------------------|
| 算出 | 3D モデル上で 位置判断 | 取手市提供 | A と B の距離 (高さ座標) |
| 家屋① | 2.940564 | X (非公表) | 2.940564+X |

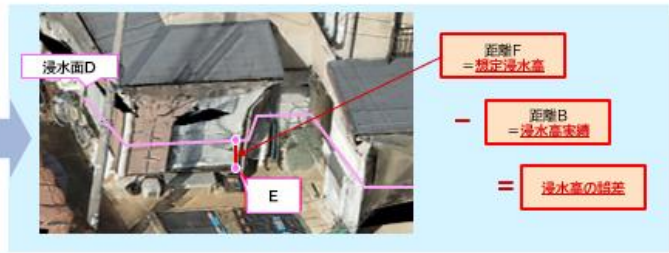


図 45 (再掲) 作業工程及び計算方法

| 項目 | 【D】 浸水面Z座標 | 【E】 想定床面のZ座標 | 【F】 想定浸水高 (床上●m) | 【B】 浸水高実績 (床上m単位) | 浸水高の誤差 (cm) |
|--------|----------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|----------------|
| 算出 | Cと同値 | 3Dモデル上で位置判断 | D-E | 取手市提供 | F-B |
| エリア①-1 | 2.940564 +X | 2.858524 | (2.940564+X) -各家屋のE値 | 各家屋における 実績値X | 0.204 |
| エリア①-2 | | 2.896968 | | | -0.640 |
| エリア②-1 | | 2.774647 | | | -3.408 |
| エリア②-2 | | 2.98955 | | | -14.899 |
| エリア③-1 | | 2.868424 | | | -7.786 |
| エリア③-2 | | 2.954495 | | | 16.607 |

図 46 計算結果

以上から、手法②における浸水深の推定により得られた結果、評価及び考察を以下に記す。

【結果】

精度

- 代表点による地区 3D モデルへの浸水面再現及び当該浸水面による浸水高計測のフローについては実現が可能であることが判明した。
- 今回再現したブロックにおける試算値については、誤差が大きいものと小さいものに分かれており、特に、代表点とした隣の家屋では 1 cm 未満の誤差、別ブロックの場合には 15 cm 以上誤差が生じているものもある。

【評価および考察】

精度

- あくまで今回箇所においては、浸水面の高さの基本として設定した、代表点からの距離が近いほど精度が高く、遠いほど低い傾向があることが分かったが、あくまでも現時点で可能な範囲の分析であり、さらに継続して多くのデータ取得・分析が必要。
- 本内容は、広域エリアにおける一括算出について活用が見込まれるが、自治体実施の個別計測に比べて誤差が今回については最大 17 cm 程度発生していることから、誤差が 20cm 程度生じることを前提とした使い方（例えば本来の床上 1.8m に対し 2m 以上を全壊とする等）であれば有効であると考えられる。
- また、本手法は職員が現地に行かなくても再現・計測を行うことが可能であるため、省力化ならびに二次災害リスクの除去につながることで、さらにデータでアーカイブすることができ第三者による確認や、再利用等にも活用が見込めると考える。

参考として、実証項目②の結果を基に、評価委員から得られた見解を、図 47 に示す。

4 評価委員会議事録より抜粋

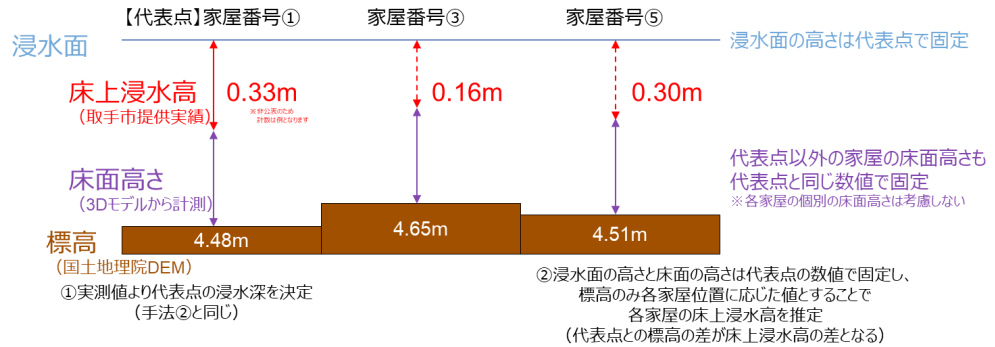
- 自治体からすると個別調査ロードを減らしたい意向があり、効率化に結び付く査定方法の検討が必要ではないか。例えば、地域内で基準となる場所を選定して一定の浸水があった場合にはエリアを一括で被害認定する方法と、個別に測定する方法の精度・効率を検証する方法もあるのではないか。
- 非木造の大型施設の浸水深の測定にはドローンが上手く活用できる。また、水害だけでなく、地震や風災への応用もあり得るのではないか。
- ドローンの調査について想像よりも誤差がない印象である。ドローン調査であっても誤差が少ないようなエリアが特定できるのであれば、有効であると感じる。ただ、実際は地形や住家によって簡単に判断できないエリアもあると考える。
- 地域一帯が浸水をした場合の調査にドローンの活用は有効であると感じている。
- 保険会社でも保険金の迅速な支払に、新しいテクノロジーの活用検討を行っている。衛星データは誤差が生じることがあり、ドローンを活用して精度を高めることは検討できるのではないか。

図 47 評価委員会における委員からのコメント

(ウ) 浸水深の推定③（疑似浸水面と国土地理院の標高データ（DEM）による浸水深の推定）

ドローン現地実証を行った取手市の同地域において、ある 1 軒の浸水深が判明している場合に、国土地理院の標高データを用いることで他の住家の浸水深が推定できるか、以下に示す手法にて浸水深の推定を行った。

実施した作業工程及び実施結果については図 48 の通りである。



| 項目 | 【A】 底面 Z 座標 | 【B】 浸水深実績 (床上 m 単位) | 【C】 代表点 Z 座標 |
|-----|------------------|---------------------------|------------------|
| 算出 | 3D モデル上で 位置判断 | 取手市提供 | A と B の距離 (高さ座標) |
| 家屋① | 2.940564 | X (非公表) | 2.940564+X |



参考：手法②の結果

| 項目 | 【A】 代表点の 浸水高(m) | 【B】 代表点との 標高差(m) | 【C】 想定浸水高 (床上m) | 【D】 浸水高実績 (床上m) | 浸水高の誤差 (cm) | 浸水高の誤差 (cm) |
|--------|-----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|----------------|
| 算出 | 取手市提供 | 国土地理院DEM から算出 | A-B | 取手市提供 | (A-B)*100 (絶対値) | 手法② |
| エリア①-1 | X | -0.16 | X+0.16 | 各家屋における 実績値X | 8.00 | 0.20 |
| エリア①-2 | | 0.17 | X-0.17 | | 22.00 | 0.64 |
| エリア②-1 | | 0.02 | X-0.02 | | 22.00 | 3.41 |
| エリア②-2 | | 0.03 | X-0.03 | | 13.00 | 14.90 |
| エリア③-1 | | -0.07 | X+0.07 | | 8.00 | 7.79 |
| エリア③-2 | | 0.09 | X-0.09 | | 9.00 | 16.61 |
| | | | 平均 | | 13.67 | 7.26 |

図 48 作業工程及び計算方法

作業工程としては、以下の通りである。

- ・①：3D モデル上において任意の家屋を決定し、当該家屋の床上位置 A について 3D モデル上で確認し決定する。その座標点から、取手市提供の浸水高 B を追加し、仮想の浸水時の高さデータ C を取得する。
- ・②：①の任意家屋における床面高さを同様に計測した後、当該床面高さを他の計測家屋に同値を与えることとし、標高値を国土地理院 DEM に置き換える。
- ・③：①により算出した浸水時の高さデータ C から②により算出した各家屋の床面までの高さを引くことで、DEM による各家屋の浸水深の差を比較する。

以上から、手法②における浸水深の推定により得られた結果、評価及び考察を以下に記す。

【結果】

精度

- 今回再現したブロックにおける試算値については、最大誤差が 22cm、また平均誤差が 10cm を超えており、個々のポイントでも 5cm 以内に収まった点はなかった。

【評価および考察】

- 個々の住家の床面高さの差を考慮していない点、国土地理院の標高データが 5m 間隔でありピンポイントの標高を算出できない点から、誤差が大きくなっていると考えられる。ただし、あくまでも現時点で可能な範囲の分析であり、さらに継続して多くのデータ取得・分析が必要と考える。
- 手法②と比較しても誤差は大きく、この手法のみですべての 1 次判定に使用することは難しいと考える。
- ただし 1 か所の浸水実績があれば無償の国土地理院 DEM と組み合わせることで面的に算出できる手軽さは利点であり、誤差が 20cm 強生じることを前提とした使い方であれば有効であると考えられる。

(4) スマートフォンアプリによる浸水深の測定

秋田市の被災家屋の浸水痕からメジャー計測及びスマートフォンアプリ計測を実施し浸水深を計測し比較を行った。

実施結果については以下の通りである。



図 49 実施結果

また秋田市では家屋を1周する時間を計測できなかったため、追加実証として、実証用家屋に9か所の浸水痕をマスキングテープで再現し、メジャー計測とスマートフォンアプリ計測を行い、時間の比較を行った。

スマートフォンアプリ計測については、①家屋を一周し、一度に家屋の外観をスキャンした後に一番高い点を計測する場合と②家屋の4面について1面ずつスキャンし各面の一番高い点を計測する場合の2パターンで実施した。精度についてもメジャー計測値を正解とし、スマートフォンアプリ計測値との誤差を算出した。

実施した作業工程及び実施結果については以下の通りである。



| 計測方法 | 計測時間 | 計測結果(単位:cm) | | | | | | | | | 備考 |
|----------------|-------|-------------|----|------|----|------|------|------|------|------|-----------------------|
| | | A | B | C | D | E | F | G | H | I | |
| メジャー計測 | 6分1秒 | 94 | 88 | 63 | 61 | 60.5 | 60.5 | 58.5 | 65.5 | 60.5 | 2名で計測およびエビデンス写真を撮影 |
| スマホアプリ計測(家屋一周) | 3分20秒 | 94.3 | - | - | - | - | - | - | - | - | 家屋一周を撮影した後に一番高い浸水線を計測 |
| スマホアプリ計測(1面ずつ) | 3分15秒 | 94.1 | | 64.7 | | 61.4 | | | 65.5 | | 各面毎に一番高い浸水線を計測 |

| 計測方法 | 平均誤差 | 最大誤差 | 備考 |
|----------------|---------|-------|-------|
| スマホアプリ計測(家屋一周) | 0.3cm | 0.3cm | 標本数:1 |
| スマホアプリ計測(1面ずつ) | 0.675cm | 1.7cm | 標本数:4 |

図 50 計測結果

以上から、スマートフォンアプリによる浸水深の測定により得られた結果、評価及び考察を以下に記す。

【結果】

精度

- 浸水痕をもとに浸水深を計測した場合には 0.5cm 以内の精度で計測できており十分な精度が得られた。また追加実証においてもメジャー計測とスマートフォンアプリ計測の差は、最大誤差が 1.7cm、また平均誤差が 0.675cm と精度が高かった。

その他

- 計測時間についてはメジャー計測では 6 分要していたところ、スマートフォンアプリ計測では 3 分強で実施できた。
- 家屋 1 周と 1 面ずつの計測手法の違いについては、時間や精度において特に大きな差はなかった。
- メジャー計測では計測者と記録・写真撮影者の 2 名以上の体制が必要であるが、スマートフォンアプリ計測では 1 名で計測・記録が可能であった。

【評価および考察】

- 精度については現行のメジャー計測を代替可能との評価が得られた。
- スマートフォンアプリによる計測も現地で人手により計測する必要があるため、メジャー計測と比較し大幅な効率化・省人化には繋がらないと考える。ただし安全面の観点から 1 チーム複数名の体制は踏襲しつつ、各メンバーが並行して隣り合う家屋を計測することで 1 チーム当たりの 1 日に計測できる被害家屋数を増やすことが可能になる。
- データを保存しておくことで再調査等にも対応可能となる。ただしシステム連携する上でデータ容量に対する考慮が必要であり、計測結果のみ連携する、および 3D データはブラウザ等で閲覧するにとどめる等の対応検討が必要である。
- 本アプリの利用前提となるスマートフォン（iPhone もしくは iPad のうち LiDAR スキャナが搭載されたモデル）の普及率が低いため、機器レンタルなど自治体が導入しやすい運用方法の検討が必要である。また将来的に LiDAR スキャナを搭載したスマートフォンが普及すれば、住民が自身のスマートフォンで計測し申請する運用も考

えられ、職員による調査の省人化に繋がる可能性がある。

(5) 現状業務における住家の被害判定と照らし合わせた、本実証項目結果の有効性評価

ドローン、3D 点群データ等による住家の被害判定支援が現状の実業務で活用可能性を持つかどうか、本技術実証における結果（精度・時間）からの評価を以下に記す。また、実際の現場で業務を行う自治体職員の、実業務における活用可能性への評価・見解を示す。

精度

ドローン及びスマートフォンアプリともに現状業務でのメジャー計測と比較し 1cm 以内の誤差に収まっており、現行業務への活用可能性が十分に示されたと判断できる。

また、ドローンにおけるエリア単位の浸水深一括算出については 20cm 以内程度の誤差であり、一定の誤差を考慮することで、明らかに「床上 1.8m 以上」と確認できる地区を一括で全壊判定するといった活用可能性が十分に示されたと判断できる。

時間

現状のメジャー計測での調査時間は 1 件当たり 6 分程度であったところ、ドローン撮影の所要時間は 1 件当たり 10 分程度、スマートフォンアプリ撮影の調査時間は 1 件当たり 4 分以内であり、現行業務への活用可能性が十分に示されたと判断できる。

【自治体職員の評価】

実証項目②の結果を基に、自治体職員（評価委員）から有効性に対する見解を、図 51 に示す。

4 評価委員会議事録より抜粋

- ドローンの調査について想像よりも誤差がない印象である。ドローン調査であっても誤差が少ないようなエリアが特定できるのであれば、有効であると感じる。ただ、実際は地形や住家によって簡単に判断できないエリアもあると考える。
- 地域一帯が浸水をした場合の調査にドローンの活用は有効であると感じている。

図 51 評価委員会における委員からのコメント

3.2.3 実証項目③ 調査結果のシステム連携

(1) 調査データの取り込み・表示

情報連携基盤サービス（デモ環境）上に調査データの取り込み、調査計画策定及び被害認定調査に必要な情報の表示を行った結果を図 52 に示す。



調査計画時



被害認定調査時

図 52 情報連携基盤サービス上への調査データの取り込み・表示

以上から、調査データの取り込み・表示において得られた結果、評価および考察を以下に記す。

【結果】

機能

- 調査計画策定時に活用を想定する、想定浸水域と浸水域内に存在する家屋の重畳により算出される調査対象件数情報と各ステータス（未調査・調査中・調査済み）、及び被害認定調査時に活用を想定する、調査結果情報の表示と地図上への位置表示について、それぞれデータ取り込みおよび地図上への情報表示ができた。

【評価および考察】

機能

- 上記結果より、システム連携に向けて必要な機能について情報連携基盤サービス上での動作確認でき、調査データの一元管理および可視化における利用イメージの具体化が図れた。

(2) 外部出力形式の検討

自治体が利用する被災者再建支援システム等のベンダーにヒアリングを実施し、標準データ形式やインタフェースを検討した。検討結果を以下に示す。

・データ項目：下記表参照（被災者生活再建支援システム定義形式から抽出）

表 18 データ項目

| 項目 | 属性 | 最大長 (文字数) | 備考 |
|----------|---------|--------------|---------------------|
| 調査回数 | 半角数字 | 5 | |
| 調査日 | 日時 | 8 | YYYYMMDD 形式で記載 |
| 調査時間 | 半角数字 | 4 | hhmm 形式 |
| 判定手法コード | 半角数字 | | 判定手法コード |
| 判定手法 | 全角/半角文字 | | 判定手法コードに対応する判定 |
| *判定結果コード | 半角数字 | 5 | 判定結果コード |
| *判定結果 | 全角/半角文字 | 10 | 判定結果コードに対応する判定結果文字列 |
| X | 半角数字 | 14 | 初回調査は必須、再調査は任意。緯度十進 |
| Y | 半角数字 | 13 | 初回調査は必須、再調査は任意。緯度十進 |
| 画像フォルダ | 全角/半角文字 | 255 | 画像格納フォルダ名 |
| 全体画像ファイル | 全角/半角文字 | 30 | 画像ファイル名 |
| 浸水区分 | 半角数字 | 10 | 浸水区分コード |
| 浸水状況 | 全角/半角文字 | 20 | 浸水状況コード |
| 地盤面浸水深 | 半角数字 | 9 | |
| 床上浸水深 | 半角数字 | 9 | |

・データ形式：CSV

・インタフェース：ファイル転送

以上から、外部出力形式の検討において得られた結果、評価および考察を以下に記す。

【結果】

機能

- 被災者生活再建支援システムへの出力形式（CSV）について定義の上、出力できた。

【評価および考察】

機能

- 上記結果より、システム連携に向けて必要な機能について情報連携基盤サービス上での動作確認ができ、サービス設計に必要な条件を整理できた。
- 他のシステムへの適用を想定した汎用的な出力形式について別途検討が必要となる。

(3) デモサイトによるシステム

情報連携基盤サービス（デモ環境）を自治体職員に利用いただき、利用者視点でのコメントをもらい、評価を行った。

【結果】

運用

- デモシナリオに基づき自治体職員より以下コメントを受領した。

デモ①（調査計画）

- ・ターゲット（調査対象エリア）が地図上で即座に判別できるのはよい。
- ・棟数をある程度見込める点は有効である。

デモ②（調査対象データに基づく判定・表示）

- ・調査データを地図上に表示できるのはよい。
- ・調査データの表示は画面レイアウト上小さくてもよく、それよりも地図を大きく見せた方がよい。
- ・判定結果の状況が地図と合わせて確認できることはよい。
- ・入力者視点で考えた場合、判定結果は柔軟に設定できるよう設計した方がよい。
- ・閲覧者（本部側など）が調査員の投入結果をリアルタイムで確認できるのはよい。

【評価および考察】

運用

- 上記結果より、システム連携に向けて利用者視点での UI/UX の課題抽出ができたため、今後のシステム構築に向けて必要な要件として挙げられる。

(4) 現状業務における罹災証明書交付までの一連の業務と照らし合わせた、本実証項目結果の有効性評価

情報連携基盤サービス等による罹災証明書交付までの一連の業務の支援が現状の実業務で活用可能性を持つかどうか、本技術実証における結果（機能・運用）からの評価を以下に記す。また、実際の現場で業務を行う自治体職員の、実業務における活用可能性への評価・見解を示す。

機能

システム連携に向けて必要な機能（調査データの取り込み・表示、外部出力）について情報連携基盤サービス上での動作確認でき、調査データの一元管理および可

視化を通じて現行業務への活用可能性が十分に示されたと判断できる。

運用

自治体職員向けデモサイト利用を通じて、システム連携に向けて利用者視点でのUI/UXの課題抽出ができ、今後のシステム構築に向けて必要な要件として挙げられ、現行業務への活用可能性が十分に示されたと判断できる。

【自治体職員の評価】

実証項目③の結果を基に、自治体職員（評価委員）から有効性に対する見解のヒアリング結果を、図 53 に示す。

4 評価委員会議事録より抜粋

- 調査対象件数が一覧で確認できる点は必要な人員の検討時に有効であると感じた。
- 昨年の災害では、NTT 東の被災者生活再建システムを活用し、タブレットを利用しての調査を実施した。利便性は高かったが、情報追加の為に時間を要することがあった。本アプリは地図を見ながら、必要な調査を実施できるので、有効だと思った。

図 53 評価委員会における委員からのコメント

3.3 まとめ、今後の活用に向けた課題

本実証における、まとめおよび今後の活用に向けた課題について以下に示す。

3.3.1 まとめ

上記、各実証項目における総括を以下に示す。

実証項目①：広域空撮画像による計画策定支援

本技術実証を通じて、空撮画像を用いた浸水範囲及び浸水戸数の推定を行うことで、これまで現地調査などに依拠してきた調査計画作成の基礎データ取得について、効率化・迅速化が可能である。ただし、災害時であっても本手法を自治体が容易に活用できるような環境の整備（空撮画像の選定や撮影範囲の決定、浸水域推定に必要なAIや地図システムの運用）が必要である点に注意を要する。

空撮画像の取得及び活用に関する仕組みを周知するなど、自治体の活用を促進することが望ましい。併せて、災害発生時に市町村が円滑に活用するために必要な環境整備について、引き続き関係者間で調整していくべきである。

実証項目②：ドローン撮影およびスマートフォン撮影による住家の被害判定支援

本技術実証を通じて、ドローン又はスマートフォンの撮影画像を使用した浸水深測定

精度が確認できたことから、これまで現地調査などに依拠してきた被害の区分判定業務について、本技術の活用が可能である。また、浸水地区全体をドローンで撮影・3次元化した上で算出した想定浸水面を活用した浸水深の測定については、一定の誤差を考慮することで、明らかに「床上1.8m以上」と確認できる場合、当該地区を一括で全壊判定することが可能である。

上記の方法により算出した浸水深により被害区分判定を行うことが可能であることについて明確化することが望ましい。併せて、災害発生時に市町村が円滑に活用するために必要な環境整備について、引き続き関係者間で調整していくべきである。

実証項目③：調査結果のシステム連携

本技術実証により、有効なシステム連携のためのデータ条件を整理することができた。罹災証明交付に至る業務に対し、情報連携基盤サービスによるシステム間連携により調査データの統一的な管理が可能であり、管理業務の煩雑さを解消できると考えられる。

今後、データ連携に向けた要件の整理やデータ標準化、設計条件の詳細化を進め、改善策の具体化、効果の最大化が求められる。

3.3.2 今後の活用に向けた課題

本実証を通じて、災害時の技術活用に必要な検討課題について、技術要素のみに限らず評価委員会において議論した課題を以下に示す。

表 19 今後の活用に向けた課題

| 項目 | 内容 |
|-------------------|---|
| 運用上の課題 | 誰が機器・システムを持つのか、誰が飛行・撮影を行うのか、業者委託の整理を行うなど、自治体職員の省力化に向けたすみ分け |
| | 状況に応じた調査手法のベストミックスの検討 |
| | 外力の有無及び木造/非木造に関わらず調査方法を浸水深による外観一次調査に統一するなどの検討 |
| | 本手法のガイドラインへの追加および本手法の適用範囲を拡大すべく外力の有無等ガイドラインの見直しの検討 |
| | システム間連携におけるセキュリティポリシー定義および対策の検討 |
| 罹災証明書発行に留まらない活用検討 | アーカイブ、教育・人材育成、防災訓練、損害保険会社との調査結果の共有など二次利用の検討 |
| 水害以外の場面への展開 | ドローンの性能をより生かすハザードとして考えられる地震や風害への適用の検討 |
| その他別途比較検討すべき技術、手法 | 被災状況の把握、浸水深の特定においては DEM などの地形データも組み合わせた手法も状況に応じた利用手法の一つとして検討が必要 |

4 参考

4.1 評価委員会としての取りまとめ

上記、1～3の結果について、全2回の評価委員会等で報告を行い、様々な意見・助言等をいただくとともに、以下のとおり、とりまとめた。

調査計画における調査対象戸数及び範囲の推定

【評価結果】

被害認定調査計画の策定において、これまで市町村職員が発災後に罹災証明申請情報、伝聞、報道等により推定してきた調査対象戸数及び調査範囲について、空撮画像をAIにより解析して得られたものも活用することにより、調査計画に向けた被害規模推定の精度向上と効率化・迅速化が可能。

【評価結果を踏まえた提言】

空撮画像の取得及び活用の仕組みを周知するなど、自治体の活用を促すべき

被害の区分判定（浸水深判定）

【評価結果】

浸水被害のある住家について、ドローン又はスマートフォンの撮影画像により算出した浸水深は目視と同等の精度が得られたため、被害区分判定に活用することが可能。また、浸水地区全体をドローンで撮影・3次元化して算出された浸水深により、明らかに「床上1.8m以上」と確認できる場合、当該地区を一括で全壊判定することが可能。

【評価結果を踏まえた提言】

上記の方法により算出した浸水深により被害区分判定を行うことが可能であることについて、明確化すべき。

上記2点を災害発生時に市町村が円滑に活用するために必要な環境整備について、引き続き関係者間で調整していくべき。

4.2 評価委員会における議事要約

各回での主な意見等は以下のとおりである。

4.2.1 第一回（2023年12月8日）

事業全体概要と本実証の位置づけ・進め方、各実証項目の内容説明、実証項目②の現地実証状況を報告、意見・助言等をいただいた。

- 今年の被災経験を通じて改めて感じたが、住民の皆様へ可能な限り早く罹災証明書を発行する為に、衛星画像やドローンデータ等は有効だと感じる。自治体職員間で測定において、経験の差が生じる場合があり、そのようなケースを減らすことができるのは良い。（自治体職員）
- 広域画像の取得を行い、調査策定の支援を行うことは被災エリアを限定する意味でも

有効。個別の家屋調査も AI の進歩に伴って、上手く活用できると良い。ただ技術を活用できる人材の育成も合わせて必要である。（自治体職員）

- 迅速に被害想定調査を実施できるようになることは魅力的。加えて、アーカイブ画像を後々活用できるのは特に有効である。（自治体職員）
- 本実証の意義はよく理解しているが、デジタル技術を活用すればよいという話ではないと考える。スマホアプリは現地に行って測定を行う為、メジャーで対応しても時間は変わらないのではないだろうか。また、ドローンでの撮影も外観では床面が判断しにくいケースが都市部だと特に多いと感じるが、そのような場合でも AI での学習は可能なのかが気になる点である。（学識経験者）
- 今後は特に内水氾濫が増えていく中で、浸水跡の特定は難しくなっていくと思う。また、自治体での実運用の際に、自治体職員が正確にドローンを飛ばせるかは疑問が残る。自治体で本当に活用しきれぬシステムを開発しなければならない。（学識経験者）
- AI やドローン技術を活用して、いかに住民の方への対応を早めるかが肝要であり、日々の研修や訓練が非常に重要だと感じる。（民間事業者）
- ドローンを飛ばすタイミングが重要だと改めて委員の方の意見を聞いて感じた。浸水後すぐにドローンや衛星画像が取得できれば、自治体にとって有益であると感じる。（学識経験者）
- 今年の災害では住宅密集エリアにおいて、隣の住家であっても判定結果が異なるケースがあり、ドローンで一様に判定する事で実態との乖離が生じてしまうケースがあるのではないかと感じた。（自治体職員）
- 被災後すぐにドローンを飛ばす・測定するとなった場合、スピードが重要なため、その場合は自治体ではなく、民間に担ってもらう方が良いと考える。民間会社と自治体で個別の協定を締結する方法も検討できる。（学識経験者）
- 内水氾濫が多いので、やはり一括判定の基準を変更することや、現状の国の指針である内水氾濫時の査定ルールを変えていくことは検討も必要ではないかと考えている。（自治体職員）
- アプリの利用は iPhonePro12 以降に搭載されているような LiDAR カメラが必要であり、利用可能なデバイスが限定的で難しさがあるように感じた。一方で、より大きな課題は査定のルール作りの点で、外力無しの場合の採点方法と有りの場合の方法を統一化する等の検討は必要だと考える。（自治体職員）
- 目指す姿は自治体職員の方が現場に行かなくても調査が完結する仕組みであると考えており、ドローンやスマホアプリの運用方法を検討していく事は非常に重要である。NTT 東では 400 名のドローン操縦士を抱え、災害後すぐにドローンを飛ばす体制を構築している。（民間事業者）
- 損害保険会社も自治体と同様に災害後、被災物件に立会をして査定を行う為、連携は非常に重要だと感じた。加えて、東京海上日動では衛星画像会社と連携し、河川の氾濫予測にもチャレンジしている。そのようなデータを連携する事で、自治体内での効率的な被災地域の特정에貢献できる可能性はあると感じている。（民間事業者）
- 自治体からすると個別調査ロードを減らしたい意向があり、効率化に結び付く査定方法の検討が必要ではないか。例えば、地域内で基準となる場所を選定して一定の浸水が

あった場合にはエリアを一括で被害認定する方法と、個別に測定する方法の精度・効率を検証する方法もあるのではないか。（学識経験者）

- 非木造の大型施設の浸水深の測定にはドローンが上手く活用できる。また、水害だけでなく、地震や風災への応用もあり得るのではないか。アプリについては、保険会社や建築士の査定手段としての活用可能性は今後も検討できるだろう。（学識経験者）
- アプリは機種を制限されてしまう点が残念であったが、職員間のスキル差を埋めることができるという点で活用可能性はあると感じた。総じて、ドローンやスマホアプリといったデジタル技術は、今後も自治体からの需要も高まっていくと思うので、引き続き実証含めて、検討を重ねて欲しい。（学識経験者）

4.2.2 第二回（2024年2月2日）

全検討状況・結果、とりまとめ案を示した上で、意見・助言等をいただいた。

- 空撮画像は8時間後の提供であれば十分活用できる。発災直後に入手できることが望ましいので、撮影頻度の高い衛星の利用が良いと考える。（自治体職員）
- 空撮画像によって、被害全体を把握するスピードが改善されるので有効であると感じる。（自治体職員）
- 光学衛星は雲がある時間や夜間は撮影できない制約がある。光学衛星だけでなく、InSARなども含めたジャンルとしての衛星活用として記載すべき。また、衛星利用にはどこを撮影するというのを誰が決定するのか、また自治体がコスト負担するのかといった、運用面の実現可能性も考慮する必要がある。（学識経験者）
- 誰がどういう契約で利用するのか、予め契約関係がないと利用できないというようなことだと使い勝手が悪い、といった運用上の課題はあるが、本実証では技術検証であるため、運用面については深掘りしないこととする。（学識経験者）
- 内閣府の指針に盛り込む以上は一部の企業に利益が出るような記載は避けるべき。また、衛星画像の利用には加工が必要であるが自治体では実施できないため誰かが間に入り実施するはず。このような手間や時間、コストの面も考えて検討した上で記載すべき。（学識経験者）
- ドローンの調査について想像よりも誤差がない印象である。ドローン調査であっても誤差が少ないようなエリアが特定できるのであれば、有効であると感じる。ただ、実際は地形や住家によって簡単に判断できないエリアもあると考える。被災者の「調査員に見て判定して欲しい」という心理的な部分も考慮した上で、効率化の検討をして欲しい。（自治体職員）
- 地域一帯が浸水をした場合の調査にドローンの活用は有効であると感じている。（自治体職員）
- ドローンは調査範囲・エリアの特定と一括認定に活用できる点を記載するのが良い。特に、被害判定が難しい場面では技術だけではなく、人と人との対応が重要になる。
- 人とデジタル技術のベストミックスが重要である。被災時は自治体の負担も増えるため、デジタル技術で負担削減できるかがポイントである。（学識経験者）

- 業務効率化に繋がる新しい技術を採用していくことは必要である。加えて、測定結果をどの様に罹災証明発行業務で活用するかについても検討を深める必要がある。
(民間事業者)
- 保険会社でも保険金の迅速な支払に、新しいテクノロジーの活用検討を行っている。衛星データは誤差が生じることがあり、ドローンを活用して精度を高めることは検討できるのではないかと。また、運用の観点では、ドローン操縦者の確保が論点になると想定され、ボランティアや協会等とのパートナーシップ締結も併せて考えていく必要がある。
(民間事業者)
- 調査対象件数が一覧で確認できる点は必要な人員の検討時に有効であると感じた。
(自治体職員)
- 昨年の災害では、NTT 東の被災者生活再建システムを活用し、タブレットを利用した調査を実施した。利便性は高かったが、情報追加の為に時間を要することがあった。本アプリは地図を見ながら、必要な調査を実施できるので、有効だと思った。
(自治体職員)
- 罹災証明書発行において、被災者が納得できる筋道と証拠を見せられる運営が肝要であり、その中に一括認定や調査範囲の決定という要素があると考え。この点に活用できる技術であることを謳っていけると良いのではないかと。(学識経験者)
- 将来の大規模な災害を考えると、被災地を歩いて調査することは極力減らしていく必要があると思っている。手軽さがあり、様々な災害で使えるようにしていくことが重要、使い勝手が良いものを目指していただければと考える。(学識経験者)
- 課題はあるかもしれないが、20年前であればこのような議論はないと思う。将来を考えてもこのような技術は積極的に検討すべきであると考え。(自治体職員)
- 大きな被害が発生した時には効率的な判定が必要になることは理解している。一方で、被災者の心情にも寄り添う必要がある。一括認定等が実現した場合でも被災者の不利にならないようにしたい。(自治体職員)
- 住民に寄りそうという、本来の業務に携わるために、効率化するという世界を創ってみたい。新しい技術を現場で使ってもらおうということを見据えながら取り組んでいきたい。
(民間事業者)
- ドローンの飛行許可など技術の進化に合わせたルールの見直しも行政と民間が連携して対応していく必要があるのではないかと感じた。技術がより進化した際に活用できるように、引き続き連携していきたい。(民間事業者)
- デジタルを活用して人でしかできない領域に注力していくことが重要であると感じている。テクノロジー活用は今後欠かせないと考えており、漏れのない支援が継続的にできるような体制を関係者で作り上げたい。(学識経験者)

用語集

| 用語 | 定義・解説 |
|-------|---|
| IoU | 物体検出で利用できる評価指標であり、AI が正確に予測できた割合を表す指標で、値が大きいほど画像が重なっていることを示す。 |
| SfM | ある対象を撮影した複数枚の写真から対象の形状を復元する技術 |
| DEM | 数値標高モデルの略称（DEM : Digital Elevation Model）であり、各種測量により計測された平面位置及び標高値を用いた三次元座標をデジタルで表現したもの |
| InSAR | 同地域について 2 時期の合成開口レーダ画像を用いて、地表面の形や変動を算出する手法 |