

第42回 測量調査技術発表会 技術発表

要 旨 集

令和2年9月11日(金)～9月17日(木)

WEB公開

公益財団法人 日本測量調査技術協会

目 次

技 術 発 表

1. 建設作業現場における低価格 GNSS による測位検証 …… 発表 No. 01
株式会社パスコ ○宮坂 正樹、中村 保彦
大豊建設株式会社 今井 和美、大久保 健治
2. 屋内（非 GNSS 環境下）における UAV を用いた 3 次元計測 …… 発表 No. 02
中日本航空株式会社 ○中川 諒穂、高市 善幸
須甲 光、北市 将平
田村 恵子、原 太一
3. 異なる計測手法で取得した 3 次元空間の効率的モデリング技術の検討 …… 発表 No. 03
株式会社荒谷建設コンサルタント 室積 道行
4. 多様なセンサで取得した点群データのレジストレーション …… 発表 No. 04
朝日航洋株式会社 ○早乙女 真穂、山本 岳史
松本 誠司
5. インドネシアの土地収用における測量・調査業務の改善について …… 発表 No. 05
株式会社パスコ 中谷 龍介
6. 都市部官民境界調査における MMS 活用について …… 発表 No. 06
アジア航測株式会社 ○山崎 廣二、丸山 博久
章 乃佳、大石 哲
7. MMS の活用による長大切土法面点検の効率化に向けた検討 …… 発表 No. 07
株式会社パスコ ○笹原 弘道、其阿彌 大祐
安井 嘉文
8. 地上レーザを用いた RC アーチ橋の変状計測 …… 発表 No. 08
アジア航測株式会社 ○市野 友教、青柳 健二
藤ヶ崎 聡
三井共同建設コンサルタント株式会社 代島 隆夫、木下 俊男
9. 航空レーザデータを用いた数値解析による地形変化点の機械抽出 …… 発表 No. 09
国際航業株式会社 室井 翔太

10. ICT 技術を活用した調査効率化支援システムの開発と適用……………発表 No. 10
中電技術コンサルタント株式会社 ○猿渡 雄二、山野 亨
河井 恵美、荒木 義則

11. WebGIS を活用した災害時における鉄道運行情報の視覚化……………発表 No. 11
株式会社東京地図研究社 ○塚田 知輝、石川 剛

測技協 技術委員会 技術部会等活動報告

12. 空中計測・マッピング部会活動報告……………発表 No. 12
公益財団法人日本測量調査技術協会 空中計測・マッピング部会
山田 秀之、大鋸 朋生

13. 国土管理・コンサル部会活動報告
先端測量技術や空間情報を活用した新たなハザードマップのあり方に
関する研究 ……………発表 No. 13
公益財団法人日本測量調査技術協会 国土管理・コンサル部会
下村 博之、平松 多光男
鈴田 裕三、岡部 隆宏
本多 正人、永井 麻由佳

14. 地理情報標準と認定資格制度……………発表 No. 14
公益財団法人日本測量調査技術協会 講習試験委員会
大伴 真吾

15. ISO/TC 211 第49回総会 (in 大宮) ～ 報告とお礼 ～ ……………発表 No. 15
公益財団法人日本測量調査技術協会 GISセンター
○津沢 正晴、迫田 航

建設作業現場における低価格GNSSによる測位検証

株式会社パスコ ○宮坂正樹
 中村保彦
 大豊建設株式会社 今井和美
 大久保健治

1. はじめに

近年、各国の衛星測位システムは、めまぐるしく発展しており、GNSS 測位技術についても、測量用の GNSS 受信機やアンテナだけでなく、数万円程度で購入可能である低価格な GNSS 受信機やアンテナ（以下、低価格 GNSS）が普及している。また、国土交通省が進めている i-construction により、建設機械等の自動制御や構造物の不同沈下監視あるいは、出来高管理等を行うため ICT 技術や IoT 技術の導入が広く活発化している。これらを受け、低価格 GNSS の利用が注目されている。本稿では、重機等がアンテナ付近で稼働しているため、搬送波が遮蔽され、マルチパスを受ける等の悪条件が懸念される橋脚建設現場において、橋脚の動態監視に低価格 GNSS が利用可能かどうかの検証事例を報告する。

2. 検証方法

本検証における観測は、ニューマチックケーソン工法により施工されている橋脚建設現場にて実施した。この工法では、あらかじめ地下に作業室を設けた鉄筋コンクリート製の函（ケーソン）を築造し、地面の掘削およびケーソンの沈下を行い、所定の位置に構造物を設置する。沈下するケーソンの位置および傾きを、ケーソンに設置されている傾斜計および現地作業員による定期的な測量で確認し、その結果を基に掘削作業を行っている。

現場事務所に固定局、ケーソンの上部に移動局として、それぞれ低価格 GNSS を設置し、10 日間の連続観測を実施した。そして、低価格 GNSS から得られた水平位置の結果と現地で自動追尾型トータルステーションにより観測した結果とを比較した。

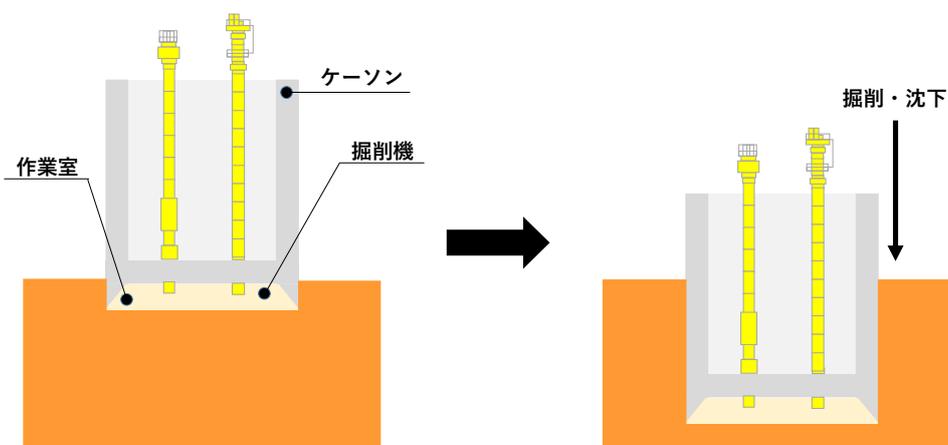


図 1 ニューマチックケーソン工法概略図

3. 使用器材・観測制御

検証に使用した低価格 GNSS は u-blox 社製アンテナ ANN-MB, u-blox 社製 ZED-F9P モジュール (GPS/QZSS, GLONASS, Galileo, BeiDou 対応 2 周波受信機モジュール), さらに制御用のコンピュータとして RaspberryPi4 を使用した. RaspberryPi4 には, 東京海洋大学の高須氏が作成公開している RTKLIB ver. 2. 4. 3 をインストールし, 観測時は, 観測開始から 10 日間, 連続して 10 分間毎の観測を繰り返し, 取得される ubx 形式のデータから RINEX への変換を自動で行うようスクリプトを組み実施した.

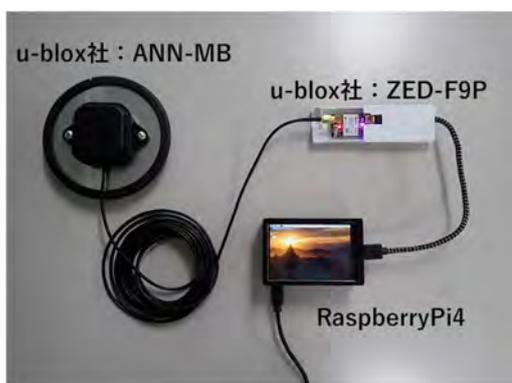


図 2 低価格 GNSS の構成



図 3 アンテナの設置状況

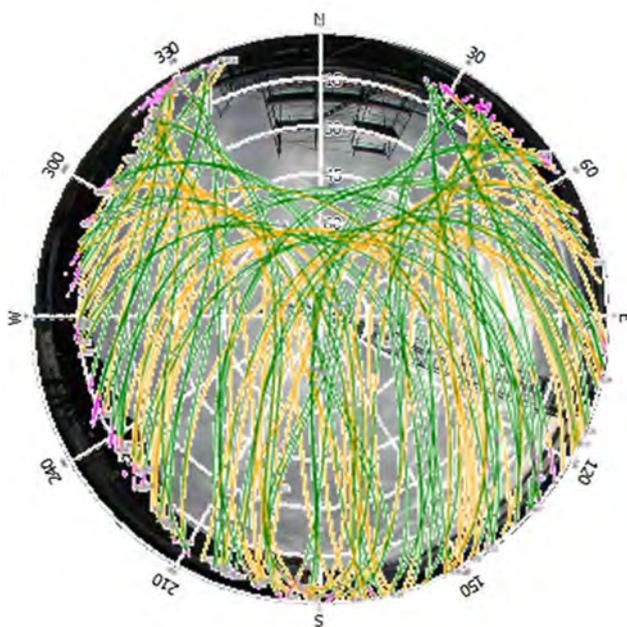


図 4 上空視界および受診信号

4. 解析手法

取得した観測データに対し固定局から移動局の後処理 RTK による kinematic 解析を実施した. 解析は RTKLIB ver. 2. 4. 2 を使用し, GPS, GLONASS, Galileo, QZSS の 4 衛星系のデータを使用した.

5. 結果

低価格 GNSS で取得した水平位置の 10 日間の座標時系列およびトータルステーションにより観測した座標時系列を示す。これらの変位はケーソンの掘削・沈下に伴う移動傾向をとらえており、トータルステーションでの観測結果との較差は、X 軸、Y 軸ともに最大 50mm 程度である。この結果から、工事中のケーソンの位置管理において低価格 GNSS による管理が有効であることが示された。

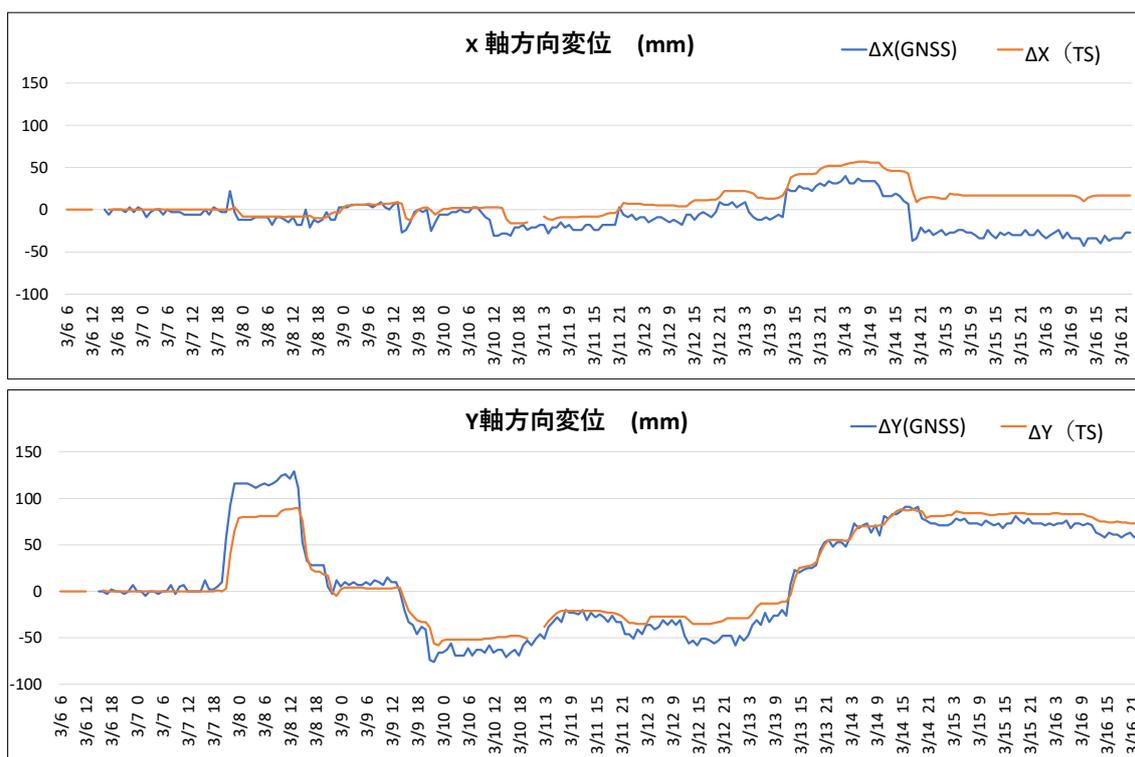


図 5 低価格 GNSS とトータルステーション計測による座標時系列

6. まとめ

ニューマチックケーソン工法による橋脚建設現場にて、低価格 GNSS による座標計測を実施した。掘削・沈下に伴う連続的なケーソンの移動量をトータルステーションによる観測結果と比較し、数 cm の差でケーソンの位置を管理できることを確認した。本検証においては、後処理による結果を確認したが、ネットワークの構築によりリアルタイムに計測結果の確認が可能になるため、工事中のケーソン等の不同沈下監視において低価格 GNSS の利用は有用であると考えられる。

謝辞

本検証を行うにあたり、大豊建設株式会社様には、稼働している建設現場での観測作業へのご協力および検証用のデータ提供をいただきましたことを厚く御礼申し上げます。

屋内（非 GNSS 環境下）における UAV を用いた 3 次元計測

中日本航空株式会社 調査測量事業本部

○中川 諒穂、高市 善幸、須甲 光、北市 将平、田村 恵子、原 太一

1. はじめに

屋内（非 GNSS 環境下）での 3 次元計測手法には、従来の手法として地上型レーザスキャナを用いた方法があるが、作業時間やコストがかかることから、近年では手持ちレーザスキャナを用いた SLAM 計測やカメラを用いた SfM 計測が利用されている。しかし、手持ちによる作業は、手軽に計測ができる一方で現場条件によっては作業時間の増大や徒歩での進入に危険を伴う場合があり、i-Construction においても UAV の活用が効果的とされている。本稿では、効率面や安全面の課題を解決する目的で UAV を用いた写真測量による屋内 3 次元計測を行い、一定の品質を確保するための計測方法や処理方法について実験を行った結果を紹介する。

2. 使用機体および計測場所

機体は Mavic 2 Pro (DJI 製 小型 UAV) を使用した。Mavic 2 Pro は全方位障害物検知システムを搭載しており、前後左右上下方向の障害物が検知可能である。また、トライポッドモードを使用することで、最大飛行速度を 1.0m/s に制限することができる。計測場所は名鉄ドローンアカデミー (MDA) の屋内会場である屋内フットサルコートにて実施した。コートの広さは横 10m×縦 24m で、今回は図 1 の奥側半面（黄枠内）を飛行が困難なエリアと仮定して手前側半面（赤枠内）からの計測を実施した。



図 1 計測場所

表 1 撮影飛行パターン

3. 屋内 3 次元計測

3.1. 計測飛行

プロペラガードや障害物検知システムを使用し、安全を確保したうえで手動操縦による撮影を行った。撮影モードを 2 秒間隔のインターバル撮影とし、1.0m/s 程度の速度で画像同士がラップするように飛行した。カメラの設定は絞り値 4.5、露出時間 1/12 秒、ISO800 に固定し、画像の明るさや色合いを統一した。表 1 に撮影飛行パターンを示す。高さ方向のラップを確保するために複数の高度からの撮影を行った。また、外周内向き撮影や中心外向き撮影など、撮影パターンを組み合わせることで、室内全体がくまなく写りこむように工夫した。

No.	飛行コース	ジンバル角度(度)	床からの高さ(m)
1	外周進行方向 (右回り)	±0	2m
2		+20	2m
3	外周進行方向 (左回り)	±0	2m
4		+20	2m
5	外周内向き	-20	2m
6		±0	2m
7		±0	4m
8		+20	4m
9	中心外向き	-20	2m
10		±0	2m
11		+20	2m
12		-20	5m
13		±0	5m

3.2. SfM-MVS 処理

非 GNSS 環境下で撮影した場合、画像に記録される位置情報は信頼性の低いものとなるため、SfM の品質向上にはカメラの内部パラメータの正確性が求められる。そこで今回は、事前にカメラキャリブレーションを行い、パラメータを算出した。また、正確なスケールを求める際には設計図などの既存図面から GCP を取得することが可能であるが、今回の実験では既存図面が無かったため、計測範囲と同範囲で SLAM 計測を実施し、特徴点の相対座標を GCP として使用した。

3.3. 結果

Metashape を用いて処理を行った結果を図 2 に示す。875 枚すべての画像のマッチングができ、高密度な点群の作成に成功した。また、SLAM 計測の点群と比較し、再現性の確認を行った (図 2 下図)。点群の厚みは平坦な床部で 0.10m 以内であった。また、飛行範囲内では鉛直較差は 0.05m 以内、水平較差は 0.10m 以内であることを確認した。飛行範囲から 12m 程離れたゴールポストでは 0.25m 程度の水平較差がみられたが、これは SfM-MVS のモデリング性能が影響しているものと考えられる。

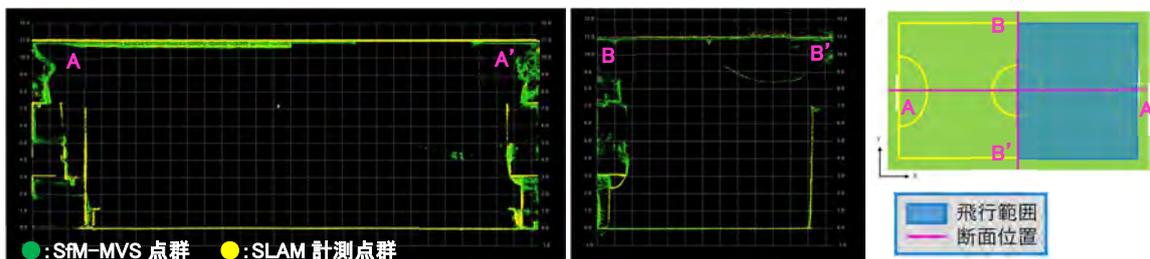
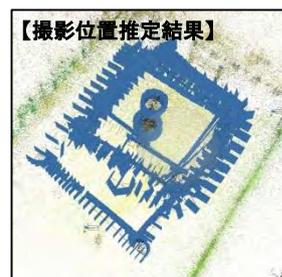


図 2 処理結果 (上:撮影位置推定結果、中:3次元点群、下:断面図比較結果)

4. まとめと今後の展望

実験の結果、屋内での UAV を用いた写真測量により 10cm 以下の再現性が確認でき、効率面や安全面における課題の改善を図ることができた。これにより、資材置き場や保管倉庫などの屋内においても UAV の活用が期待できる。また、SfM-MVS の特性として画像の解像度が低くなるほど奥行き方向に対するモデリング精度が劣るため、奥行き方向の再現性を高めることが今後の課題である。

今後の展望としては、事務所などの狭い空間では障害物検知システムの影響により飛行範囲が限られる場合があるが、最近では障害物を検知する距離を設定できる機体も出てきており、小型 UAV にも同様のシステムが搭載されれば活用の場が広がる可能性がある。さらに、人の立ち入りが困難な現場に限らず、地上からの計測ではオクルージョンが発生してしまう場所においても計測が可能となることが期待できる。

異なる計測手法で取得した3次元空間の効率的モデリング技術の検討

株式会社荒谷建設コンサルタント 室積道行

1. はじめに

近年、急速に普及が進むBIM/CIMは、計画、調査、設計段階から3次元モデルを導入し、施工、維持管理の各段階でも3次元モデルを連携・発展させて情報共有することで、生産性・安全性の向上が期待されている。

本研究では現況から3次元モデルを効率よく構築することを目的とする。そのためには、現場の状況や利用目的に応じた最適な計測手法を決定し、3次元点群データの合成及び3次元点群データをモデリングする最適な手法を導き出す必要がある。屋外で3次元計測を行うには、MMS、UAV、地上型レーザスキャナ等の既にマニュアルが整備された測量手法がある。また、屋内においても、SLAM技術によるモバイル3Dレーザスキャナ等により、3次元計測を行うことは可能である。これらの各計測手法の長所と短所を踏まえ、計測対象や現地状況に応じた計測手法についての検討を行った。また各計測機器で取得したデータを用いて要求精度を確保した3次元空間を構築させるために、3次元点群データの合成とモデリング技術についての検討を行った。

2. 各種3次元計測機器を用いた効率的な計測方法の検討

山地部での計測をUAV搭載型レーザスキャナにより計測を行った事例を示す。計測の目的は斜面の土砂崩落や落石等を未然に防ぎ、道路交通の安全を確保する対策施設を設計するための測量である。現場は植生が繁茂していることから、UAV写真測量ではなくUAV搭載型レーザスキャナを用いることにした。計測により取得したデータを図1に示す。

地表面まで地形データの取得は概ねできたが、道路際の植生が繁茂している箇所データが欠測した。UAVレーザスキャナでは計測できなかった斜面の下方部分は、モバイル3Dレーザスキャナを用いて道路上からの補測を行った。

その他の現場においても単独の計測機器で計測した場合、必要なデータを取得できないケースがあった。必要なデータを取得するためには、現場状況を勘案し計測機器を組み合わせ計測を行う必要がある。

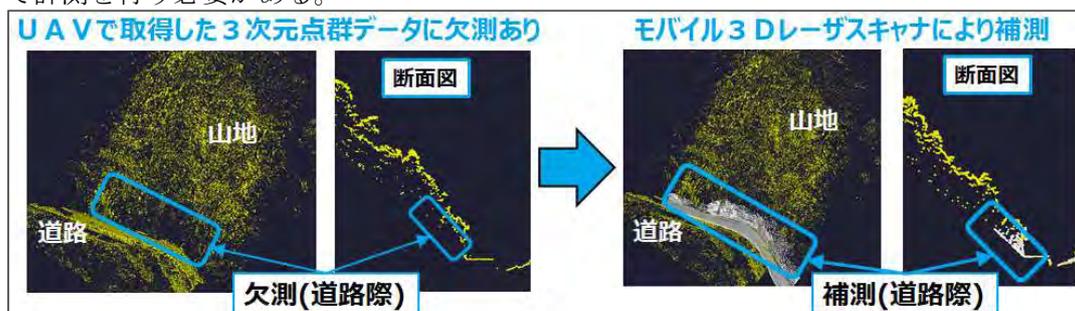


図1 UAV搭載型レーザスキャナによる取得データ(補測前後のグラウンドデータと断面図)

3. 異なる手法で計測した3次元点群データの合成手法の検討

山地部をUAV搭載型レーザスキャナにより取得した3次元点群データとモバイル3Dレーザスキャナにより取得した3次元点群データを合成させるためには、後者のデータを公共座標系へ変換する必要がある。座標変換作業を効率的に行うために、次に示す①～③についての検証を行った。①ソフトウェア別による精度検証、②指定する点の数を変更した場合の精度検証、③指定する点の位置を変更した場合の精度検証、これらの検証を行った結果、使用するソフトウェアや指定する点の数や位置の違いによって座標変換の精度に影響が出ることを確認することができた。

4. 3次元点群データのモデリング手法の検討

3次元モデルには、メッシュモデルとサーフェスモデル等の種類がある。メッシュモデルとは、多角形が集まって形成されたものである。サーフェスモデルとは、物の輪郭線に面情報を加えたものである。これらは、モデル化する対象物や使用用途に応じて使い分ける必要がある。今回は、会社建物の屋内外と周辺施設をモデル化の対象としたため構造物が大半を占めていることから、サーフェスモデルの作成を行った。

3次元点群データをモデリングするソフトウェアを用いて、建物の3次元点群データから自動的にサーフェスモデルの作成を試みたが、複雑な形状の建物モデルを作成するには限界があることがわかった。一方で簡易的な形状の建物モデルであれば自動的に作成できることが確認できた。次に手動で作成する方法を試みた。取得した点群データをソフトウェア上に読み込んで、その点群データをなぞるようにして、3次元モデルの作成を行う方法である。今回使用したソフトウェアの特徴は、1つの画面上で複数の視点を確認しながら作図が可能であることや、地表から任意の高さで断面を表示させることが可能なため、輪郭線を正確に描くことができる。このような機能を用いることで、図2に示すように構造物の大半をサーフェスモデルにできることが確認できた。



図2 建物および周辺施設のモデル完成図

5. おわりに

本研究では効率的な3次元点群データの計測手法、合成手法、モデリング手法について提案した。今回の検討では、屋内外の点群データを用いて3次元モデル化を行った。引き続き、土木業務の現場で多い斜面や河川等においても、効率よくモデリングする手法について検討することを予定している。

■謝辞 本稿で紹介した内容は、国土交通省国土地理院基本図情報部地図情報技術開発室の令和元年度部外研究員として研究したものです。多くの助言と指導をいただき厚く御礼申し上げます。

多様なセンサで取得した点群データのレジストレーション

朝日航洋株式会社 ○早乙女 真穂 山本 岳史 松本 誠司

1. はじめに

わが国では、サイバー空間とフィジカル空間が高度に融合した『超スマート社会』の実現に向け、Society5.0¹⁾ 社会に向けた取組が強力に推進されている。地方自治体においても、利便性が高く快適に暮らせるスマートな社会形成のため、情報基盤となる空間情報の利活用が進んでいる。静岡県では、道路・河川などのインフラ管理の効率化や災害復旧工事への活用、高齢化率が高い地域の移動手段の確保に係る自動運転の取組、ジオパークなどの観光振興などの地域の魅力発信や課題への対応を目的に Virtual Shizuoka²⁾ を構築し、三次元点群データをオープンデータとして公開している。三次元点群データは、空や陸から陸部・水部のすべてのフィールドを網羅できる計測機器が整ってきたが、それぞれの機器の特徴や、取得される計測データの特性を活かした統合方法が課題となっている。このような背景より、本稿では多様なセンサで取得した三次元点群データを統合するハイブリッド点群データの構築方法を検討し、試行した結果について紹介する。なお、ここでのハイブリッド三次元点群データ（以下、ハイブリッド点群）は、地図情報レベル 500 を想定してレジストレーションしたものとする。

2. 計測方法および諸元

対象エリアは、静岡県伊豆半島の東部とし、計測方法に対する計測範囲を図 1 に示す。また、計測諸元を表 1 に示す。

航空レーザ測量（LP）は全域を網羅し、航空レーザ測深（ALB）で海岸・河川の水域部を補完した。車両搭載型レーザ計測（MMS）は、利便性の高い道路空間を対象に、道路周辺の構造物や施設を高密度で取得した。なお、観光スポットである熱海市駅前の商店街は、LP や MMS では取得が困難であるため地上設置型レーザ計測（TLS）で補完を行った。各計測においては、視認性・判読性を高めるため、同時に取得した画像データを用いて三次元点群データを色付けた。各計測で得られた三次元点群データは、作業規程の準則に基づき調整用基準点測量成果を用いて調整を行い、現地作業との較差を確認し、品質を確保した。

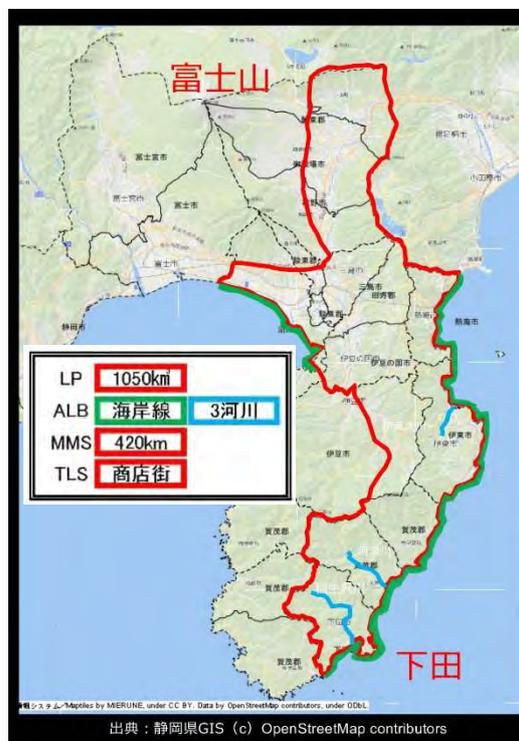


図 1 計測範囲

表 1 各種計測諸元

	LP	ALB	MMS	TLS
場所	全域	海岸・河川	道路	商店街
計測機器	TerrainMapper Harrier68i	Chiropterra II	VUX-1HA	GLS-2000
計測日	令和元年11月29日 ～令和2年1月9日	令和元年12月20日 ～令和2年1月22日	令和元年10月23日 ～令和元年12月4日	令和2年1月20日 ～令和2年3月4日
計測高度・離隔	500m-1980m	500m	60m	10m
計測密度	16点/m ²	(陸部) 10点/m ² (水部) 1点/m ²	400点/m ²	10000点/m ²
調整用基準点 取得方法	4級基準点測量、4級水準測量			
調整用基準点数	43点		207点	22点
下段は、兼用点	12点			-
調整後水平精度	調整無し	調整無し	0.018m(平均値)	0.002m(平均値)
調整後標高精度	0.04m(平均値)	0.03m(平均値)	0.002m(平均値)	0.000m(平均値)

3. ハイブリッド三次元点群データの作成

ハイブリッド三次元点群データを構築するために各種センサの特徴を表 2 のように整理した。MMS を基準とした場合、LP と ALB は他のセンサと比較して位置正確度や現地再現性が低いものの地図情報レベル 500 および 1000 の精度を満たすことや広域かつ大容量データであることから、ハイブリッド三次元点群データのベースとした。

表 2 各種センサの特徴の整理

センサ	位置 正確度	現地 再現性	範囲 データ量	欠測箇所
LP	低	低	大	水域部／建物壁面部／商店街等のアーケード下
ALB	低	低	大	水質／水深の条件外
MMS	中	中	中	建物屋根部／道路斜面下部
TLS	高	高	小	看板裏部／三脚下

*表 2 の高中低、大中小の表現は、MMS を「中」とし、相対的に示したもの。

地上を走る MMS は詳細な計測が可能であるが、地物までの距離が変化に富み、距離に応じて計測密度が疎になる傾向が顕著であることから、閾値を設けて距離に応じた採用範囲を設定した。図 2 は、MMS における三次元点群データの採否判定に用いた概念図である。道路の他に取得する地物は、市街地では建物、山間地では道路斜面とした。図の水平方向 [Y] の取得範囲は市街地では道路法第 44 条の沿道区域制度を適用して 20m までとした。山間地では国土交通省が定める道路の標準幅員に関する基準を参考に 5m までとした。垂直方向 [X] の取得範囲は、

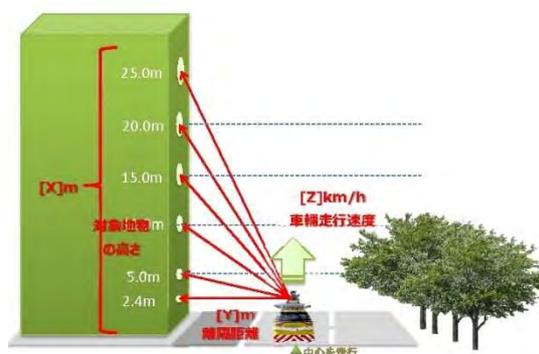


図 2 MMS 三次元点群データの採否検討図

車両走行速度[Z]を40km/hとした場合の作業規程の準則第200条2項の地図情報レベル500の点群密度を適用し、400点/m²となる範囲とした。結果として、市街地55m、山間地60mの閾値を採用した。

また、ALBでは、海岸・河川を対象として水面や海底・河床の情報を採用した。水面と海底・河床を識別できるように水面を黒色、海底および河床に標高段彩図を用いて表現を工夫した。

LPを基準として欠測となる水域部をALB、道路周辺の構造物や施設をMMSで補完したハイブリッド点群を図3のように作成した。

ハイブリッド三次元点群データの特徴が際立つ河津ループ橋を図4に示す。LPでは最上道路の隠蔽となる2、3段目の道路は、MMSを融合したハイブリッド三次元点群データによって詳細に道路形状を再現できていることが確認される。

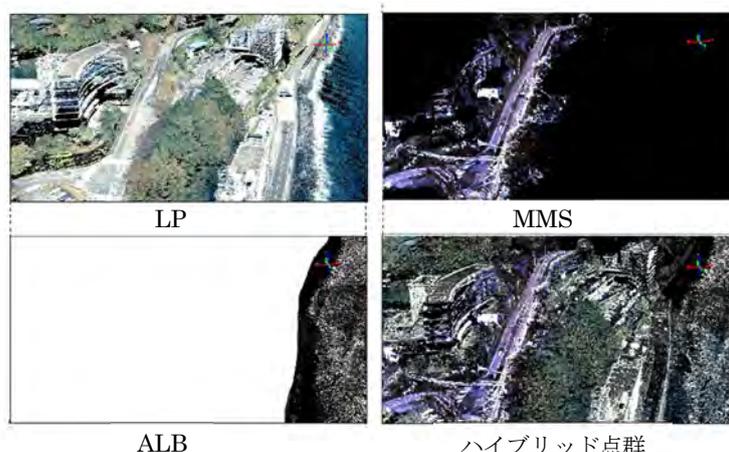


図3 三次元点群



ハイブリッド三次元点群データ

LP 三次元点群データ

図4 河津ループ橋

4. まとめ

本稿では、多様なセンサで取得した三次元点群データのレジストレーション方法について検討した。特に、MMSより得られた三次元点群データの統合では、地物までの距離に応じた閾値によって正確度を維持した有効範囲を設定し、効率的かつ効果的にハイブリッド三次元点群データを作成できる手法を構築した。また、ここで取得した三次元点群は、静岡県のポリシーに従ってオープンデータとしてG空間プラットフォームに公開し、三次元点群の様々な活用の想起・発展に寄与している。

5. 参考文献

- 1) 内閣府：Society5.0,2016
https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/
- 2) 杉本：静岡県が目指す近未来の3次元データ活用,2019
https://www.zenken.com/kensyuu/kousyuuukai/H31/659/659_sugimoto.pdf

インドネシアの土地収用における測量・調査業務の改善について

株式会社パスコ 中谷龍介

1. 業務の背景と目的

インドネシアでは、公共事業のための土地収用が効率的に実施できていないことが、社会インフラ整備の遅れにつながっている。しかし、インドネシアで土地収用を実施する土地空間計画省（ATR/BPN）は、土地収用に必要な組織間調整、プロセス管理、技術や経験を十分に有していない。このため、ATR/BPNの土地管理能力を強化するための技術協力プロジェクトが2019年4月から国際協力機構（JICA）によって実施されている。

本プロジェクトにおいて、当社は、主にOJT及びパイロットプロジェクトの実施を担当している。これらの実施を通じてATR/BPN職員に技術移転を行うことで、土地収用の業務プロセスと手法を適正化し業務を効率化することが本プロジェクトの目的である。

2. 業務実施範囲と実施対象

インドネシアの土地収用法及び関連法令では、土地収用の実施に際して、実施機関であるATR/BPNの土地事務所内にTaskforce（以下、TF）-AとTF-Bを設置し、それぞれが土地の測量と補償物件の調査を行うことが定められている。また、それぞれのTFの業務内容は下表のとおり、法令で定められている。本プロジェクトでは、このTF-AとTF-Bのメンバーである土地事務所の職員に対して、OJTを実施している。

表 1. 各 Taskforce の業務内容

TF	業務内容
TF-A	土地区画ごとの境界計測、面積計測、ポリゴン化、マッピング
TF-B	権利者の名前、職業、住所、国民ID、土地、建物、植物、土地関連物の占有権、所有権、土地の位置、面積、区画ID、状態、土地利用と用途、土地の権利負担、地上と地下のスペース、に関する調査と情報収集

3. Taskforce-AとTaskforce-Bの課題とOJTの実施内容

本プロジェクトでのOJTの実施に際して、TF-AとTF-Bのそれぞれの業務について、実施内容の確認とヒアリング調査を実施し、現状での課題を抽出した。また、その課題を解決するためのOJTの実施内容を検討した。抽出した課題とOJT実施内容の検討結果は下表のとおりであった。

表 2. 各 Taskforce の課題と OJT 実施内容

TF	課題	OJT 実施内容
TF-A	-精度を重視しない測量作業の実施 -精度管理の未実施 -山間部での業務効率の低下	-測量作業マニュアルと実務ガイドラインの作成 -ディスカッションによる精度意識の向上 -UAVの活用
TF-B	-手書き帳票での現地調査実施 -調査漏れ、誤記による再調査の発生 -調査基準の未統一	-現地調査システム(モバイルシステム)の活用 -調査基準を含む調査実務ガイドラインの作成 -補償額計算の基礎知識講習



図 1. OJT 実施風景（左:TF-A、右:TF-B）

4. 現状の結果

現在までに、実施予定の半分である 3 カ所の土地事務所での OJT を完了した。主な技術移転内容である、UAV とモバイルシステムは、土地事務所の職員にとって新たな技術であり、特に若手の職員からは高い関心が寄せられた。また、マニュアルとガイドラインの作成も順調に進んでおり、今後は ATR/BPN 職員によって更新され、広く活用されることを期待している。

OJT の現状の主な成果は、OJT の実施によって ATR/BPN 職員の新技術への関心が高まり、意欲的に業務効率と品質の向上に取り組む動機付けができたことである。ただし、プロジェクトの報告書には定量的な指標を用いた評価が必要なため、最終的には、新技術を学び業務に取り入れることで、TF-A と TF-B の業務にかかる時間がどれだけ短縮されたかを検証し評価を行う予定である。今後、OJT を実施した土地事務所の業務をモニタリングし定量的評価を行うことを計画している。

5. 今後の改善提案

今後の OJT では、上記の新技術の活用に加えて、360° カメラ画像から SfM 技術を用いてポイントクラウドを作成し、地下空間の計測や建物内部の調査に活用することを検討している。作成したポイントクラウドから 3 次元空間モデルを作成し、モデル内での計測と調査を行うものである。これにより、TF-B の現地調査を、3 次元モデルを用いた室内での調査に移行させることで、業務品質の向上と再調査の削減による業務効率の改善を図る。さらに、UAV の画像と地上の 360° 画像を用いた 3D モデルを用いて、地上、上空、地下を含めた、土地収用業務の 3D フルデジタル化を検討している。

また、ATR/BPN では、3 次元空間での土地登記、土地権利（区分地上権）設定が喫緊の課題となっている。この技術を用いることで、課題解決に向けた検討と技術支援にも寄与できると考えている。

都市部官民境界調査におけるMMS活用について

アジア航測株式会社 ○山崎 廣二・丸山 博久
章 乃佳・大石 哲

1. はじめに

現在、都市部官民基本調査における現地作業は、主に地上測量機器であるトータルステーション（以下TS）で行われている。近年の生産性向上の取り組み、働き方改革、人口減少に伴う担い手の減少の流れを受け、地籍調査の分野でも効率化が求められている。ここでは都市部官民境界基本調査の中で実施されている街区点測量、復元測量の中の一部である図上街区点測量について従来手法（TS手法）とMMS手法の比較検証結果を紹介する。

2. 使用したMMSの概要

本検証では、高い現地再現性が求められることを想定し、高密度点群データが取得できるMMS（以降車載型MMS）およびMMSユニットを台車に乗せたMMS（以降手押型MMS）を使用して対象エリアの点群データおよび画像データを取得した。（図1、図2）



図1 車載型MMS



図2 手押型MMS

3. MMSによる都市部官民境界基本調査

1) 点群データの精度検証

本検証では、街区点測量および復元測量ともに国土調査法施行令の甲二（平均二乗誤差7cm）の精度が確保可能であるかを検証した。点群データにおいても高い精度が求められ、都市部官民境界基本調査業務の工程に含まれる細部基準点（約50m間隔で設置）を用いて高精度化を図り、表1、表2のような点群データを作成した。

表1 MMS点群密度

	機材直下	機材から5m付近
車載型MMS	約8,000点/m ²	約2,300点/m ²
手押型MMS	約30,000点/m ²	約10,000点/m ²

表2 MMS点群精度

	調整点数	残差・較差
調整点	158点	0.019m
検証点	37点	0.052m

2) 街区点測量における従来手法との比較検証

街区点測量では、調査対象区域の地形、地物を表現した現況図“街区点測量図”を作成す

る。本検証では、車載型MMSの点群データで作成した反射強度オルソ画像、画像データを用いて街区点測量図を作成した後、従来手法で作成された街区点測量図を参照して判読可能な計測点について、判読率および位置正確度の観点で比較を行った。

従来手法による街区点測量図は20種類の地物で構成され、従来手法を正としてMMSによる街区点測量図との完全性を比較すると、表3のとおりとなった。道路敷地内の地物は完全性が高い傾向であった一方、道路敷地外の地物については完全性が低い傾向であった。判読できなかった個所については現地補測による補完が必要となる。

また位置正確度は全体で平均二乗誤差6.7cmとなり、要求精度を満たすことができた。

表3 街区点測量図の座標値比較結果（完全性、位置正確度）

	従来手法	MMS手法	完全性	平均二乗誤差
全体	5,677点	4,927点	86.8%	6.7cm
道路敷地内	3,262点	3,096点	94.9%	6.6cm
道路敷地外	2,415点	1,831点	75.8%	6.7cm

3) 復元測量（図上街区点測量）における従来手法との比較検証

本検証では、様々な工程で構成されている復元測量の工程の一つである図上街区点測量を対象として検証を行った。図上街区点測量では、官民境界を表す杭、プレート の位置を測量し、公図等の資料との整合性によって、図上街区点と特定図上街区点に分類する。本検証では、従来手法で得られた復元測量での成果を真値としてMMS手法で図上街区点の判読率を検証した。また特定図上街区点の選定については従来手法同様の手法にて実施した。

従来手法の図上街区点数は1,323点でMMS計測が可能であった区間における図上街区点数は1,264点であり、この内図上街区点として判読し、座標値の計測が可能であった点は920点であった（判読率73%）。

また計測可能であった920点の図上街区点について、従来手法で計測した座標値と比較し、平均二乗誤差を求めたところ、水平距離で5.1cmの結果が得られた。

特定図上街区点に選定された点は764点（61%）、特定図上街区点以外の図上街区点として区分された点は500点（39%）となり。従来手法と比較すると特定図上街区点に選定された点数が少ない結果となった。

4. おわりに

今回の検証を通して街区点測量については現地補測が必要になるが、MMSの活用が十分可能であると考えられる一方、復元測量については、MMSの計測データのみではさらなる検証が必要な結果となった。今後も今回の取り組み成果を活かし、引き続き都市部官民境界基本調査におけるMMS活用の取り組みを継続し、生産性向上を図りたい。

参照資料：埼玉県伊奈町における平成31年度都市部官民境界基本調査業務（その1）における車載写真レーザ測量報告書

MMS の活用による長大切土法面点検の効率化に向けた検討

株式会社パスコ ○笹原弘道 其阿彌大祐 安井嘉文

1、背景・目的

国土交通省では、建設現場の生産性向上を図る i-Construction の取り組みにおいて、インフラ構造物の点検優先順位を決めるべく、IT 技術を活用したスクリーニング点検を推進している。その中でも、日本国土全体の約 70% を占める山地や丘陵に形成された長大切土法面のスクリーニング点検について、効率化が重要視されている。しかし、管理面積が広範囲な長大切土法面では、現場での目視・触診といった人手による点検が主となっており、点検作業が長時間・高コストである上、高所作業を伴い、安全性が懸念されている。そこで本検討では、短時間・低コストであり、安全性の高い計測が可能である MMS (Mobile Mapping System) が長大切土法面の点検に適用可能か検証を実施した。

2、検証内容

長大切土法面に対し、高密度にレーザー照射が可能な MMS (図 1) を使用して 3 次元データを取得した。また、MMS には高解像度カメラを搭載し、法面全体の画像データを同時取得した。データ取得時には法面に擬似はらみ (図 2) を貼り付けて擬似的に変状を付与した。取得したレーザー、画像の両データを用いて、以下の検証項目①②を実施した。

【検証項目① レーザデータの差分解析による擬似はらみの検出】

法面に貼り付けた厚さ 2cm の擬似はらみが、設置前後で取得したレーザーデータの差分解析から検出可能か確認した。なお、走行速度は 20 km/h 及び 60 km/h の 2 パターンで計測し、擬似はらみの検出に効果的な走行速度について評価を実施した。

【検証項目② sfm 処理にて生成したオルソ画像を用いた目視点検】

6 台の高解像度カメラで法面の画像を取得した後、SfM 処理による画像接合から法面のオルソ画像を生成し、国土交通省・道路情報局発行の【総点検実施要項 (案) 道路のり面工・道路構造物編】の手引きに則った点検が可能か検証を実施した。

表 1 MMS 機器仕様

項目	内容	
側方カメラ	カメラ名	Nikon D800
	台数	5台
	取得時間	最大4フレーム/秒
	画素数	3630万画素
レーザー スキャナー	台数	1台 (Time of Flight 方式)
	照射数	最大550,000発/秒
	スキャン速度	最大200回転/秒
	照射角度	360°
	到達距離	最大300m (照射数150発/秒の場合)
	設置角度	走行方向に対して90° (直角)

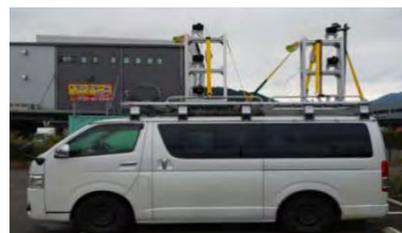


図 1 計測に使用した MMS

3、検証結果

【検証結果① レーザデータの差分解析による擬似はらみの検出】

MMS の走行速度 20 km/h 及び 60 km/h で取得したレーザデータを用いて、それぞれ差分解析を実施した結果、図 3 に示すように 20 km/h であれば厚さ 2cm の擬似はらみが検出可能であった。一方、60 km/h で取得したレーザデータに関しては、厚さ 2cm の擬似はらみが検出できなかった。原因として 60 km/h で取得したレーザデータは点密度が低く、擬似はらみの形状が再現されていなかったことが考えられる。

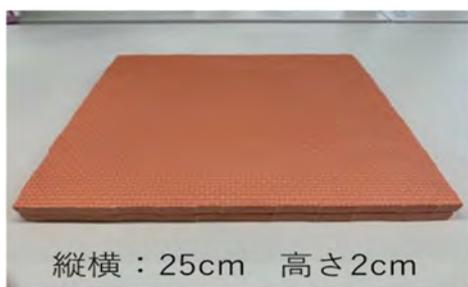


図 2 使用した擬似はらみ出し

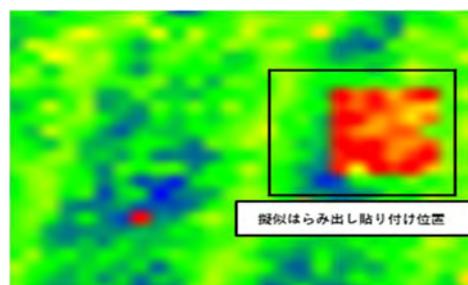


図 3 2 時期の差分によるはらみ出し表示

【検証結果② SfM 処理にて生成したオルソ画像を用いた目視点検】

SfM 処理にて生成した図 4 に示すオルソ画像を用いて【総点検実施要項（案）道路のり面工・土木構造物編】の手引きに則った点検を実施した結果、段差や空洞など目視による定性的評価が困難な項目があったが、図 5 に示すとおり、亀裂や湧水などは明確に判読及び評価が可能であった。



図 4 SfM 解析後の法面オルソ画像

表 2 オルソ画像から目視判読できる項目

目視点検項目	オルソ画像から目視点検可能な項目
はらみ出し	×
電線	○
盛り上がり	×
段差	×
割離	○
うき	×
浸食	○
湧水	○
小卵礫	○
空洞	×
目地のずれ	○
傾動	×
土砂のこぼれ出し	○
鉄筋の露出	×

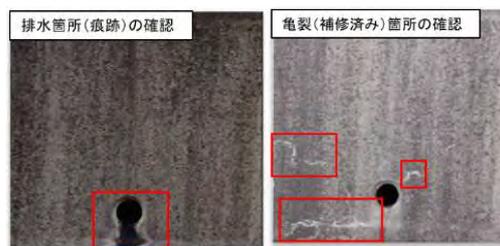


図 5 オルソ画像から目視判読した画像

4、まとめ

本検証の結果、MMS で取得したレーザ、画像データが長大切土法面点検のはらみ出し・亀裂・漏水箇所等のスクリーニング点検には有効であることを確認した。課題として、20 km/h 以上の計測は厚さ 2cm のはらみ出し検出及び法面オルソ画像生成に対応していないため、20 km/h 以上の計測でも今回と同様な結果を得るための条件整理が必要である。

地上レーザを用いた RC アーチ橋の変状計測

アジア航測株式会社	○市野 友教
アジア航測株式会社	青柳 健二
アジア航測株式会社	藤ヶ崎 聡
三井共同建設コンサルタント株式会社	代島 隆夫
三井共同建設コンサルタント株式会社	木下 俊男

1. はじめに

道路橋は5年に1度の頻度で近接目視による定期点検が義務化されている。また、竣工50年経過した橋梁は全体の4割近くを占めている。そのため、今後の維持管理へつながる資料整理や橋梁点検の効率化は重要な課題であると考えます。

以上のことを踏まえ、今回は RC アーチ橋の形状把握と、経過観察のための2時期比較の合理化、今後の補修設計や施工のための CIM モデル等の構築を踏まえた基礎資料作成を目的とした、地上レーザ計測と3次元点群データを作成した。

図1に対象橋梁の全体写真と以下に橋梁諸元と本橋梁の特徴を記載する。



図1. 計測対象橋梁

橋梁諸元	: RC 3 径間アーチ橋, 橋長 L=134.6m, 竣工年 昭和6年
構造物の特色	: 既存の耐荷力を把握する当時の設計資料や技術資料が無い3連の バランスドアーチ構造である。

2. 計測の方法の選定と概要

今回の計測は、精度良く形状を計測するために、高密度に点群を取得（1km 計測可能）できる機器を選定した。また、桁下の高さが約10mと高く、橋梁端部に木々が生茂っており、高精度な形状計測をするために、橋面と桁下、橋梁周辺含めて101箇所計測したデータを合成して、モデルを構築した。計測位置と計測機器を図2に示す。



図2. 計測位置と地上レーザスキャナ（参考）

3. 計測結果と橋梁維持管理

3次元点群データから橋梁の各部材の形状と損傷箇所の把握を行った。

まず、点群データから縦断面図を展開したところ、アーチリブの形状確認ができることが分かった。橋梁の一般図と重ね合わせて確認した比較検証から、本橋では形状に問題がないことを把握することができた。今後の橋梁点検時に、形状を2時期比較する際の基礎資料として整理することで、長期にわたる維持管理に役立てることができると考えられる。平面図展開ではアーチ支柱部の複雑な部材についても形状確認が可能であり、橋梁の補修設計や施工における CIM モデル構築等の基礎資料にも活用できると考えられる。計測結果と2時期比較の概要を図3に示す。

また、図4に示す点群データ（橋面）から橋面のコンター解析により1cmの段彩図のデータ処理したところ、舗装のうきを確認できることが判明した。滑らかな面においては規則的に色が変化していくが、凹凸がある場合は不規則に色が変化する。このため、膨れやへこみなど、表面の変状を抽出することが可能である。

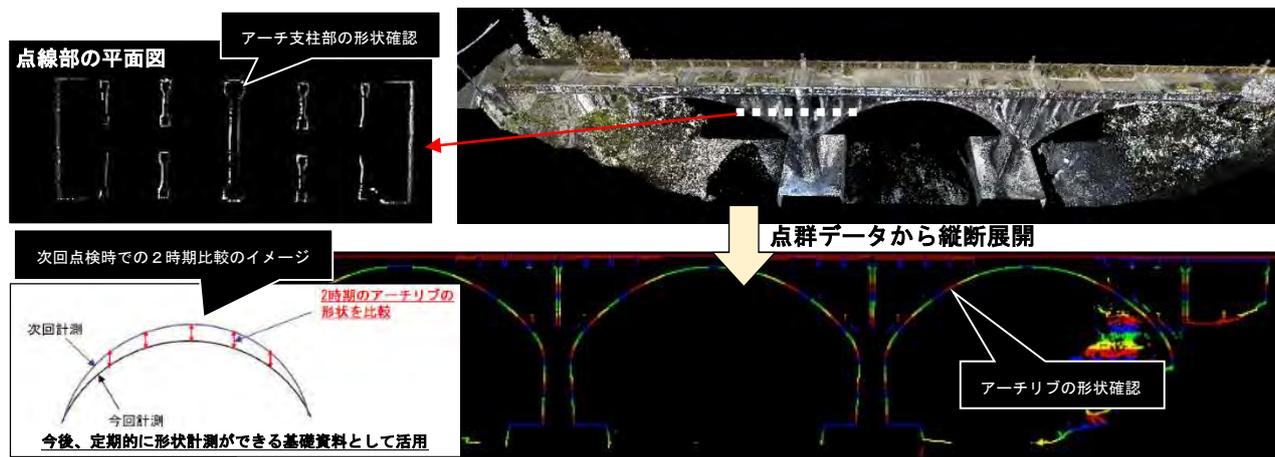


図3. 点群データと橋梁部材ごとの計上確認

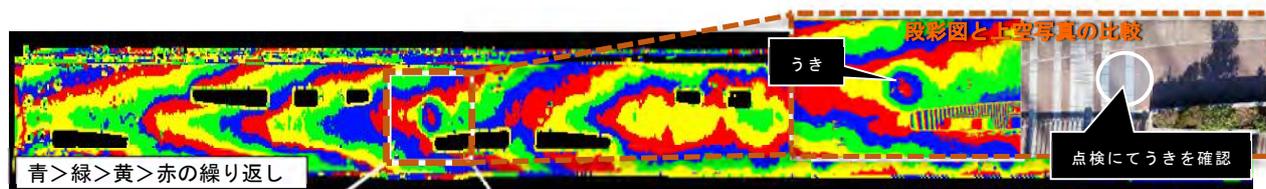


図4. 橋面段彩図と損傷の確認

4. まとめ

地上レーザを用いた橋梁の形状計測は、橋梁の健全性の判断や橋梁点検の効率化、設計・施工を見据えた長期にわたる維持管理に向けた資料作成において有効的な手法であった。今回の計測は、詳細に形状把握するため、高密度に点群取得できる機材の選定と設置箇所を増やして計測をしたが、橋梁の規模や構造、周辺環境に応じて、使用機材の選定や計測箇所の計画を行っていく必要があると考える。

今後は、UAV や MMS を含めた地上レーザ以外の計測機器も併用して、橋梁の維持管理に役立てていきたいと考える。

航空レーザデータを用いた数値解析による地形変化点の機械抽出

国際航業株式会社 室井翔太

1. はじめに

我が国では、大規模な自然災害により甚大な被害が発生しており、近年ではそれが常態化しつつある。このような状況に対し、平成 25 年に国土強靱化基本法が公布・施行され、強くしなやかな国民生活の実現を図るために事前防災・減災や迅速な復旧・復興等に資する施策が取り組まれてきた。このような枠組みの中で、航空レーザデータの整備・活用による山地災害発生のおそれがある箇所の的確な把握および対策強化が推進されている。上記を実現するために、航空レーザデータから復元した細密な地形モデルを用いて微地形判読を実施し斜面の危険度を評価する手法があるが、近年の計測精度の向上から現地踏査・調査を実施する前に机上でかなり詳細な情報を得ることが可能となった。

しかし、微地形判読を実施するうえで、1) 地形学に精通した熟練判読者の確保およびそれにかかるコストや労力、2) 複数の判読者による記載量や解釈等の個人差、3) 同じ判読者でも地域的な記載量の差や判読漏れ、といった問題が生じる(図 1)。特に、熟練技術者は今後さらに減少する傾向にあり、1) の問題を解決するためには判読の機械化、さらには AI 化の実現が必要不可欠である。

そこで本発表では、航空レーザデータから作成した数値標高モデル(Digital Elevation Model; DEM)を用いて、地形が空間的に変化する地点(遷急・緩点や滑落崖等)を数値解析により機械的に抽出する手法を開発し、適用した事例について紹介する。なお、本手法は、現時点では最終的に判読者の解釈を要する判読補助図という位置づけであり判読の機械化に完全に移行されるものではないものの、判読者の知見を含みかつ高い客観性を有することから、前段で挙げた問題の飛躍的な改善が期待できる。

2. 機械抽出手法

本手法の機械抽出手順を図 2 に示す。本手法は、抽出対象とする地形変化点の教師データを準備し、DEM から表現される地形量(平均傾斜・傾斜の標準偏差)のうち教師データに該当する部分を算定(地形変化帯)して全範囲に適用するものである。

地形量を算出する際に、本手法では DEM の 1 つの格子点に対する計算範囲(窓領域)を設定する。これは、細密な地形モデルの復元により微地形の表現が可能となった一方でノイズも少なからず存在する DEM に対し、微地形表現を維持しつつノイズの影響を低減させるためである。窓領域設定の有効性を示すために、図 3 に地形モデルの復元手法による違いを示す。1m 間隔の DEM を 10m の窓領域で移動平均化した DEM から復元した地形モデルの場合、1mDEM および 10mDEM と比較して、ある程度微地形情報が保持され、かつノイズが低減されていることが分かる。

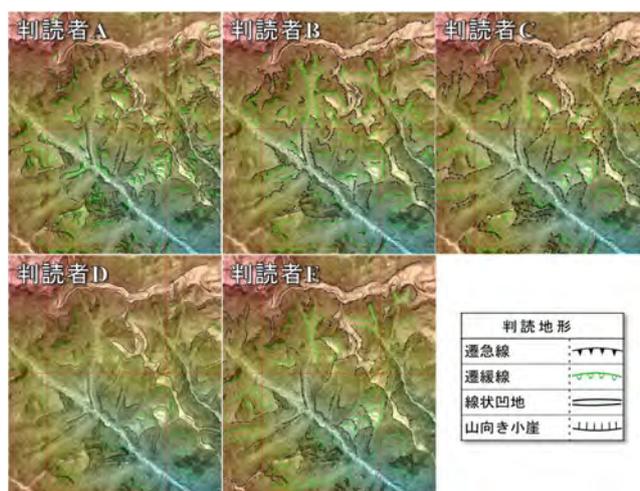


図 1 複数の判読者による判読結果の比較

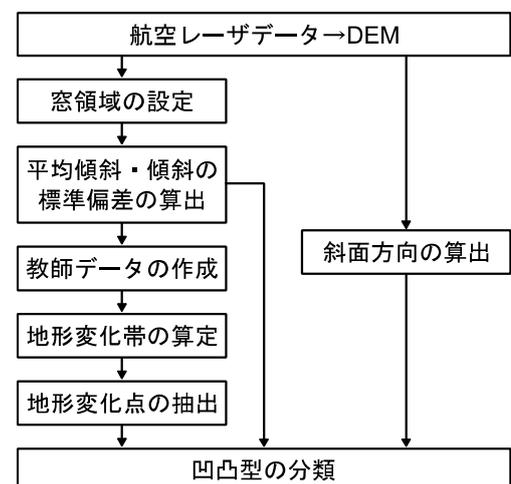


図 2 機械抽出手法の手順

また、地形量を示す指標として平均傾斜および傾斜の標準偏差を用いる。ここで重要な点は、地形変化点の前面および背面に広がる斜面を表現する指標が、概ね同等である場合を考慮し、2つの指標を組み合わせていることである。例えば、地表面傾斜が概ね同等の連続する2つの斜面について、流れ盤と受け盤という地質構造の違いがある場合、地形面の凹凸度で斜面の違いを評価することが可能である。なお、傾斜は格子点における最も簡易な差分近似であり、その平均は微地形情報の保持およびノイズ低減の実現に適していることから、平均傾斜を採用した。傾斜の標準偏差については、地形凹凸の度合いに関して値の正負による区別等がない1つのレンジで表現できることから採用した。

3. 適用事例

3.1 対象範囲

熊本地震（平成28年4月14日発生）直後の4月17日に自社計測した、阿蘇大橋周辺（熊本県南阿蘇村立野・河陽地区）の航空レーザデータを用いて本手法を適用した事例について示す。当該範囲付近では地震後に阿蘇大橋西方の山地斜面で大規模な斜面崩壊が発生したほか、複数箇所斜面崩壊が発生した（図4）。

当該範囲付近は、産業技術総合研究所の20万分の1地質図幅「熊本」「大分」によると、熊本県中北部を流れる一級水系の白川および黒川を境に、西側には主に第四紀中期更新世の先阿蘇火山岩類・塔ノ坂安山岩(Q2vb)で構成された山地が分布し、阿蘇大橋西方の大規模崩壊もこれに含まれる。一方で、東側には主に第四紀後期更新世の阿蘇火山中央火口丘群(Q3vf)が分布する。これらの地質構造の違いは、1mDEMから復元した傾斜分布図にも表れており、Q2vb分布域はQ3vfに比べて全体的に急傾斜である（図5）。また、Q2vb分布域内でも、東西に流れる白川の北側は透水性の高そうな滑らかな斜面であるのに対し、南側では露岩や開析谷の発達が顕著であるといった違いがある。これは、地質図が小縮尺のため一括されているが、厳密には地質構造が異なる可能性を示唆する。

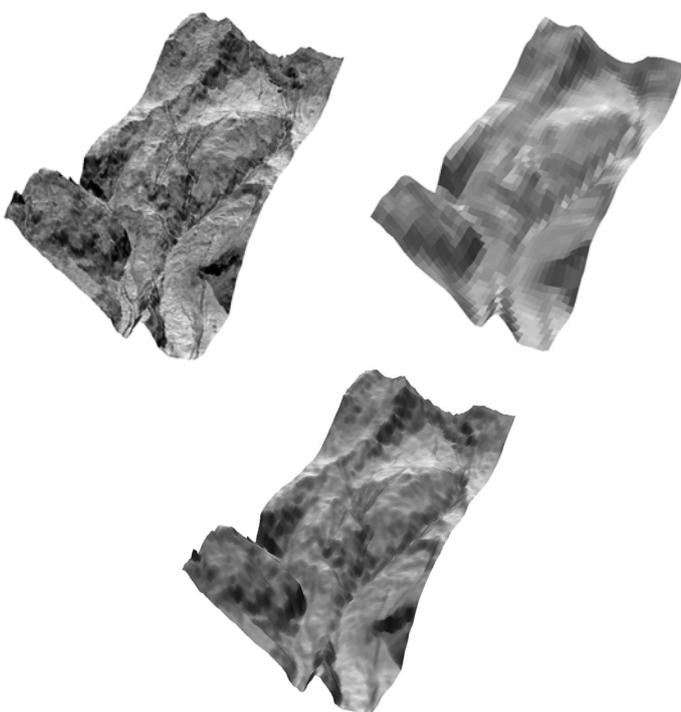


図3 地形モデルの復元手法の違い（左：1mDEM、右：10mDEM、下：1mDEMの10m平均化）

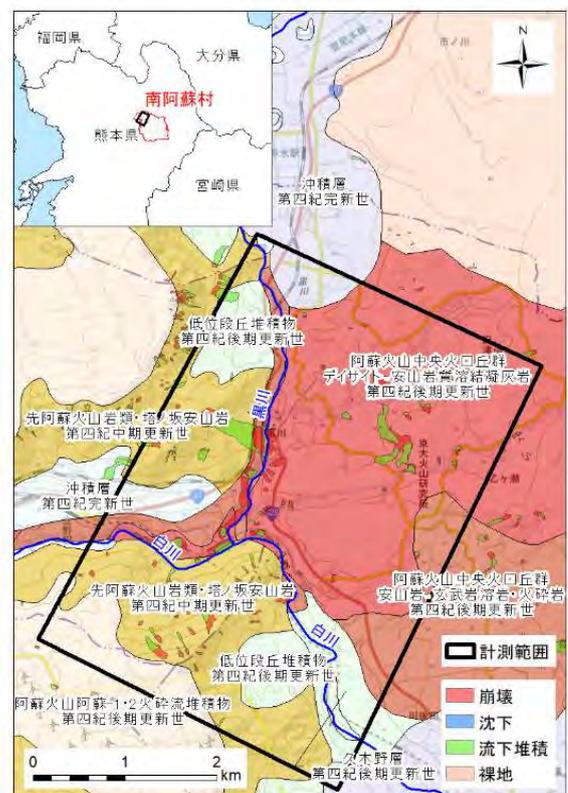


図4 適用事例の対象箇所状況

3.2 機械抽出結果

地質構造によって地表面の状況が大きく異なることから、地質区分毎に機械抽出手法を適用することとした。そのため、教師データも地質区分毎に準備した。図 5 に、Q2vb および Q3vf 分布域でそれぞれ準備した教師データを示す。なお教師データは、抽出対象とする地形変化点の前面および背面に広がる連続する斜面 A・B の組合せを指す。

教師データの範囲内に含まれる平均傾斜と傾斜の標準偏差の関係を図 6 に示す。ここでの教師データは、斜面崩壊の滑落崖あるいは側方崖を地形変化点としたため、平均傾斜のみでも概ね分離が可能である。しかし、線形判別分析により算定した斜面 A・B の境界付近（地形変化帯）が右肩下がりを示すことから、地形を区分するうえで凹凸度も重要な指標であるといえる。

Q2vb・Q3vfの各地質帯に対し、地形変化帯を用いて抽出した地形変化点を図 7 に示す。教師データの適用範囲を地質帯で分けたことで、斜面の傾斜や起伏等が異なる Q2vb・Q3vfのいずれの地質帯でも、斜面崩壊の滑落崖や崩落箇所を抽出することができた。

4. まとめと今後の展望

航空レーザデータを用いた数値解析により地形変化点を機械的に抽出する手法を開発し、熊本県の阿蘇大橋付近に適用した。なお、航空レーザデータから復元される地表面の分布状況は、主に地質構造の違いによって異なるため、地質帯別に教師データの準備および地形変化点の抽出を行った。その結果、判読者の知見を含み、かつ客観性の高い地形判読補助図を作成することができた。

本手法を新たな現場に適用する際、改めて教師データを準備する必要がある。しかし今後、地形地質や DEM 間隔、窓領域等の条件に合わせた教師データが整備できれば、機械抽出の完全自動化が可能となる。

また、現時点では判読補助図に留まっているが、例えば任意メッシュにおける地形変化点の密度分布から斜面危険度評価を行うなど、発展した活用が期待できる。

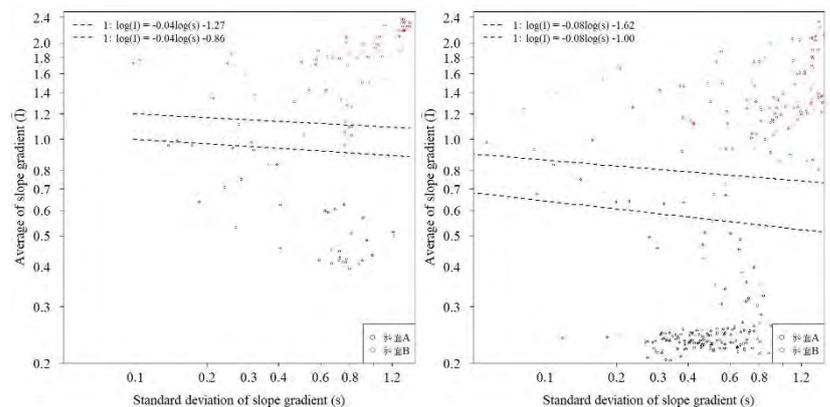


図 6 教師データでの地形量の関係（左：Q2vb、右：Q3vf）



図 5 地表面傾斜分布と地質区分

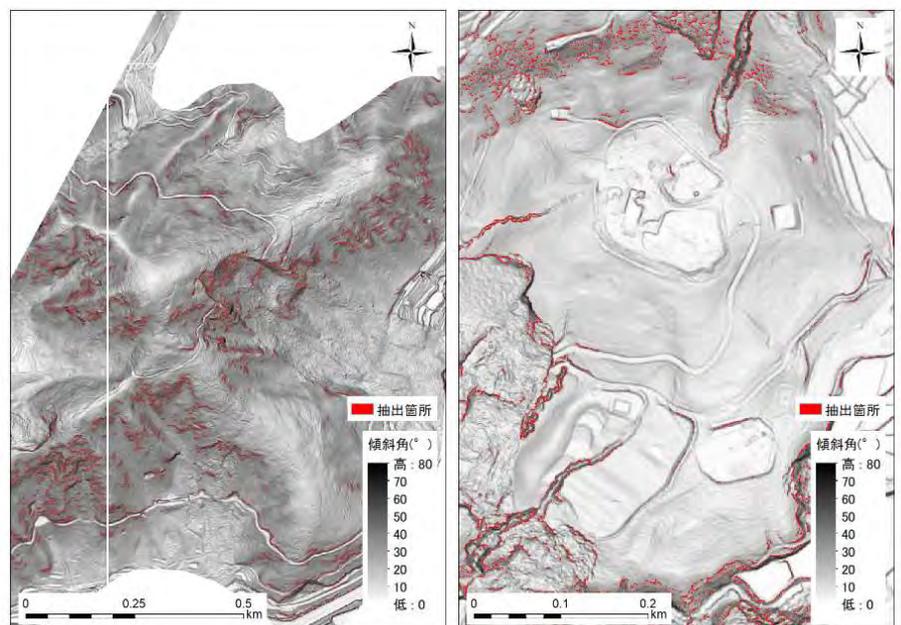


図 7 地形変化点の抽出結果（左：Q2vb、右：Q3vf）

ICT 技術を活用した調査効率化支援システムの開発と適用

中電技術コンサルタント株式会社 ○猿渡 雄二
 山野 亨
 河井 恵美
 荒木 義則

1. はじめに

近年、全国的に土砂災害や洪水災害等の風水害が頻発しており、平成 30 年 7 月西日本豪雨災害（広島県他）、令和 2 年 7 月豪雨（熊本県他）等、大規模な土砂災害や洪水災害等に見舞われている。

土砂災害発生後の緊急点検においては、「災害現場に派遣した調査員の安全確保」、「現場作業の効率化」、「現場と本部の情報共有」が最も重要であるため、ICT 技術を活用し調査支援や情報共有を図ることができるシステムを開発した。

本稿では、「ICT 技術を活用した調査効率化支援システム」（以下、名称：“スマート調査”と呼ぶ）の概要と試行による評価について報告する。

2. 調査効率化システムの開発

2.1. システムの概要

“スマート調査”は、複数のツールと関連機器から構成され、モバイル端末と災害対策本部で情報を一元管理し調査を効率的に行うことができる。開発したシステムの全体フレームを図 1 に示す。図 1 は、大規模災害において、複数の調査班（ドローン班等）が同時に現場を調査し、災害対策本部では現場の進捗状況等をリアルタイムで把握し、適切に災害対応を支援しているイメージを示している。現場作業を支援するツールとして「モバイル端末用アプリ」と「RTK 搭載 GNSS ポール」を開発、また、災害対策本部用として現場を適切に支援する「GIS を活用した情報共有サイト」を開発した。

2.2. システムの主な機能

“スマート調査”の主な機能の一例を図 2 に示す。現地調査員が使用する「モバイル端末用アプリ」には、現場ナビゲーション、踏査ルート（移動軌跡）の自動記録、撮影写真や調査記録等の自動伝送機能があり、現場作業が効率化される。また、災害対策本部で確認できる「情報共有サイト」では、現地調査員の所在地や調査の進捗状況等をリアルタイムで確認することができる。このように、“スマート調査”は、全ての端末で可視化（様々な主題図や基図等のレイヤーを重ね合わせて表示）された最新情報を「現場」と「災害対策本部」で相互に情報共有できることが大きな特徴となっており、災害対応のオペレーションを飛躍的に向

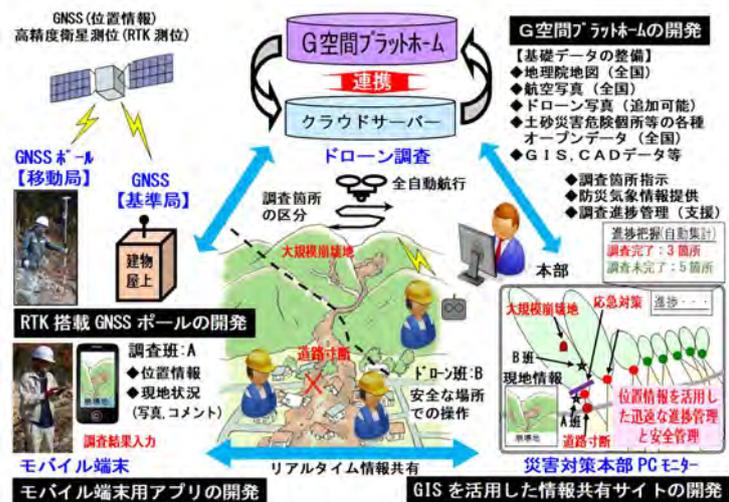


図 1 “スマート調査”の全体フレーム（大規模災害対応の例）

上させることが可能となった。

現場作業の支援ツールである「RTK 搭載 GNSS ポール」は、最新のマルチバンド受信機を採用し、位置精度を誤差数 cm で取得することができるため、モバイル端末用アプリと併用することにより調査品質が向上する。

3. 現場への適用と評価

開発した“スマート調査”および「RTK 搭載 GNSS ポール」を使用した調査事例を図 3 に示す。調査対象の構造物（治山ダム）は、土石流により袖部（打ち継ぎ目）の破損、堤体下流面の縦クラック等が発生していた。また、下流側には土石流堆積物等の異常堆積が確認された。施設点検・調査を行った結果、RTK 測位は上空視界が良くない箇所においても良好な Fix 状況を示しており、これらの被災箇所での正確な位置情報が写真や調査結果とともに“スマート調査”によりリアルタイムで情報共有された。

“スマート調査”の導入により、スムーズな現在地把握、ミス防止等の品質向上、大幅な時間短縮、各種情報の相互共有等が図れるなど、高い導入効果が得られた。一方、アプリの使い方がよくわからない、情報共有に必要な各種情報は、いつ、だれが、どのように整理し、情報発信すればよいか等、利用者側のオペレーションについて、様々な意見も出されたので逐次改良を行い、現在は利用者をサポートするためのポータルサイトを開設し、利用者支援を行っている。

4. まとめ

“スマート調査”の最大の特徴は、これまで個別に管理・蓄積していた各種データ（図面、写真等）や情報（記録等）等をGIS機能により可視化することで、空間情報（バーチャル空間）と現場情報（リアル空間）を統合して確認できるようになったことである。これにより、調査計画、事前準備、現場作業、調査結果とりまとめ等、全てのプロセス（PDCA）で「時間短縮」が図れ、成果品の「品質向上」にも寄与すると考えられる。本システムの導入は、ICT技術を使った働き方改革の取り組みの一つともなっている。

また、本システムの一部機能は、国土交通省砂防部において、TEC-FORCE（緊急災害対策派遣隊）の現地調査用ツール「SMART SABO」として採用され、実運用が始まっている。



図2 “スマート調査”の主な機能（一例）

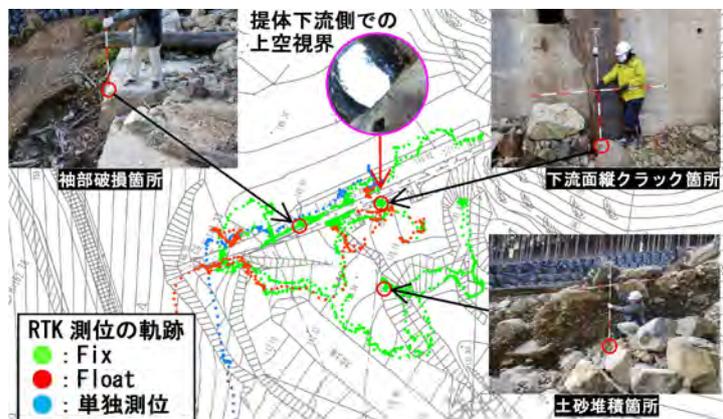


図3 RTK 搭載 GNSS ポールを使った調査事例

WebGIS を活用した災害時における鉄道運行情報の視覚化

株式会社東京地図研究社 ○塚田 知輝、石川 剛

1. 研究の背景

近年、豪雨や豪雪といった風水害や地震発生時などに都市部の公共交通網が麻痺するリスクが顕在化している。一方でテレワークをはじめとする「働き方改革」も促進されつつあり、こうした非常時に従業員の通勤への影響を迅速に把握し、事前に周知・対応する必要性も高まっている。鉄道運行情報は各鉄道事業者から提供される Web サービスやソフトウェア、あるいはポータル系の乗換案内サービス等で取得可能だが、網羅的かつ視覚的な状況把握には必ずしも適しているとは言えない。そこで Web 上で公開されている鉄道運行情報を引用し、WebGIS を用いたリアルタイムな運行状況の視覚化を試みた。

2. 鉄道運行情報 GIS の整備

2-1 鉄道運行情報の取得

鉄道運行情報は、オンラインスプレッドシートを活用して Web 乗換案内サービスより取得する。具体的には、首都圏計 154 路線のうち運行支障が発生している路線・状況のテキストデータを 10 分間隔で読み込み、テーブル形式として整理する(表 1)。この運行情報テーブルを CSV ファイルに変換し、後述する GIS データと都度結合させる。

表 1 取得した鉄道運行情報テーブルの一例 (2020/08/11 15:22 取得 一部抜粋)

路線名	STS	状況	詳細	date
高崎線	[1]	列車遅延	13:05頃、新町～倉賀野駅間で信号関係点検を行った影響で、現在も一部列車に遅れが出ています。	2020年8月11日 15時00分現在
東武スカイツリーライン	[1]	運転見合わせ	14:35頃、杉戸高野台～幸手駅間で発生した架線支障の影響で、東武動物公園～南栗橋駅間の運転を見合わせています。なお、振替輸送を行っています。	2020年8月11日 14時35分現在
京王線	[1]	運転見合わせ	14:38頃、聖蹟桜ヶ丘～百草園駅間で発生した人身事故の影響で、府中～高幡不動駅間の運転を見合わせています。また、運転区間の一部列車に遅れが出ています。なお、振替輸送を行っています。	2020年8月11日 14時38分現在

2-2 鉄道路線 GIS データの整備

国土数値情報等の鉄道路線 GIS データは、路線名・区間の定義が実際の運行形態および運行情報の提供区分と異なっており、そのままの状態では上記で取得された運行情報と直接結合できない。そこで当社が保有する中縮尺向け GIS データをベースとし、運行情報提供区分の路線名・区間に一致するよう新たに整備し直した。

2-3 鉄道運行情報 GIS の構築

このようにして運行情報と路線データをデスクトップ GIS (ArcGIS) で結合処理し、首都圏における鉄道運行状況を網羅的に可視化できるようになった。また、生成されたデータを WebGIS にアップロードして状況監視機能を付加、さらに一連の処理をバッチファイル化して定期実行し、情報を逐次更新する処理プロセスを構築した。これにより閲覧環境を問わず、Web ブラウザ上で運行状況を網羅的かつリアルタイムに視覚化でき、管理者の迅速な状況把握と意思決定を支援するシステムとなっている(図 1)。

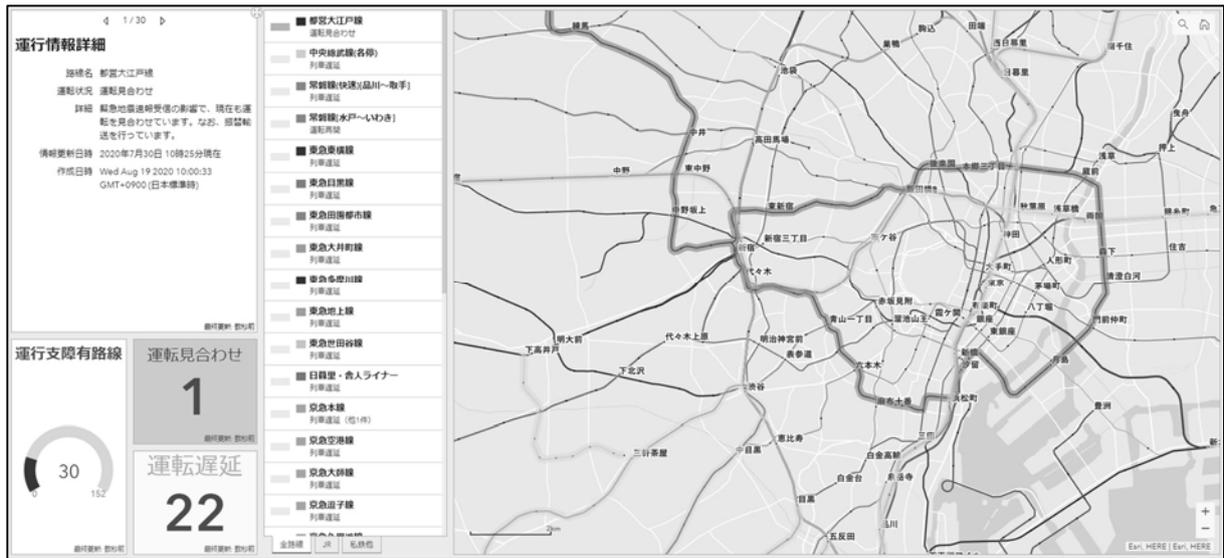


図1 鉄道運行情報 GIS 画面イメージ (オンライン版)

3. 鉄道運行情報 GIS の応用事例

社内 BCP 対応強化の一環として、運行障害に対する従業員の通勤影響度を判定し、鉄道運行情報 GIS に重畳する機能を付加した。最寄り駅情報から利用路線を DB 化し、運行情報と結合させて通勤ルート中の運行支障路線を抽出、影響度を 4 段階で判定することで、従業員の通勤影響度を視覚化した(図 2)。

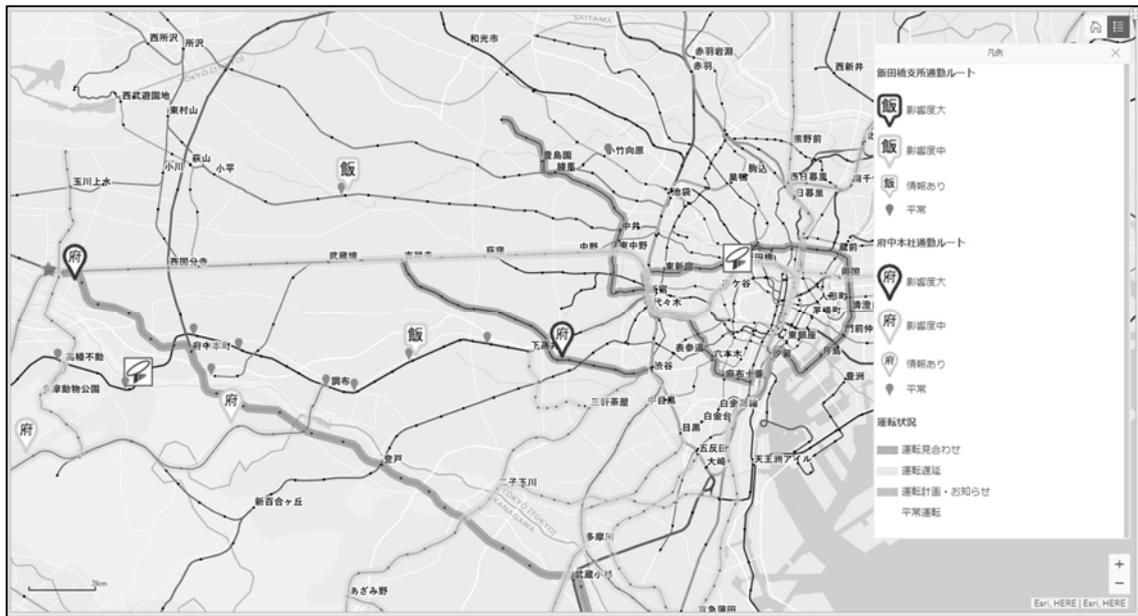


図2 鉄道運行情報 GIS と従業員通勤影響度判定情報の重畳イメージ

4. 今後の展望

運行情報の鮮度や精度は引用元に依存するが、今回構築したシステムでは異なる情報ソースを組み込むことも可能である。今後、災害情報や人流データなどの重畳機能の充実、ネットワーク解析機能を活用した運行支障迂回ルート検索などの追加を検討している。

空中計測・マッピング部会活動報告

発表者 空中計測・マッピング部会 部会長 山田秀之
空中計測・マッピング部会 レーザ WG 大鋸朋生

◆レーザ WG 活動報告 (2019 年度活動のトピックス)

国土交通省では、2011 年から河川縦横断測量を高度化・効率化するための航空レーザ計測技術適用に関する研究を行っており、これに呼応する形で 2016 年ごろから国内の航空測量会社で順次導入が進み「作業規程の準則第 17 条第 2 項」適用による航空レーザ測深機 (ALB) を利用した公共測量としての水底部の地形測量が始まった。その後、同省各地方整備局においても「河川定期縦横断測量における点群測量」として航空レーザ測量の適用可能性が試行されており、2019 (平成 31) 年 4 月には国土地理院が航空レーザ測深機による公共測量を行うための「航空レーザ測深機を用いた公共測量マニュアル (案)」を作成・公表するに至った。

このように、今後、新技術である航空レーザ測深 (ALB) が公共測量として認知され、標準積算基準書 (通称「青本」) への組み込まれることを視野に入れて、測技協としての積算基準および歩掛りを取りまとめるために空中計測・マッピング部会の下部組織であるレーザ WG では 2019 年度の活動のトピックスとして『航空レーザ測深 (ALB) の積算基準』に関する検討を行い、昨年 11 月刊行の「2019 年度版公共測量積算ハンドブック」に新たに掲載した。この積算基準の内容について概要を報告する。

なお、公共測量としての航空レーザ測深 (ALB) の実施件数も需要に呼応する形で伸びてきており、導入された 2016 年度からの 3 年間で 70 件弱が実施されており (2019 年度分は取りまとめ中)、この新技術に対する取り組みが進んでいることの一部をうかがい知ることができる。

◆日韓空間情報フォーラム

2019 年 10 月に日韓空間情報フォーラムが開催されました。このフォーラムは 2009 年に韓国ソウルで開催された第 1 回日韓レーザ計測シンポジウムから始まり、2017 年度からは日韓空間情報フォーラムと名前を変えて今回に至っている。当初から数えると 2018 年度大会で 10 回目を迎え、本フォーラムで 11 回目の開催となった。

今回の開催は韓国での開催であったが、初めてソウルを離れ済州島で開催され、日本から 10 名、韓国から 17 名の計 27 名が参加した。技術発表は日本からはセンサー、ALB、UAV、i-Construction を話題とした 4 編を発表し、韓国からは 7MMS、3D 都市モデル、UAV、BIM/CIM に関連する話題等の 7 編の発表があった。日本からの発表は英語による発表であったが、堂々とした発表が行われた。韓国からの発表も日本ではあまりない視点での MMS 活用事例、スマートシティなど先進的な取り組みの発表があり、両国の空間情報産業の発展と技術者間の交流が深まった。

【 国土管理・コンサル部会 活動報告 】

先端測量技術や空間情報を活用した
新たなハザードマップのあり方に関する研究

(公財) 日本測量調査技術協会 国土管理・コンサル部会
下村 博之 (パスコ) / 平松 多光男 (アジア航測) / 鈴木 裕三 (朝日航洋)
岡部 隆宏 (パスコ) / 本多 正人 (京葉測量) / 永井 麻由佳 (東京地図研究社)

1. 国土管理・コンサル部会の活動

国土管理・コンサル部会は、国土管理、社会資本の維持管理、環境・防災や産業・地域活性化等の社会の様々な分野における応用解析、機器・ソフトウェア適用、品質管理等に関する分野を担当し、測位・測量および地理空間情報に関する利活用技術の研究部会と位置づけ、経済や生活の様々な場面における利活用の仕組みづくりや活用検証・実証等を行っている。

昨今は、防災に関する研究活動もあり、自然災害における空間情報の取得と活用に関する研究とともに、先端的測量技術や空間情報を活用したハザードマップのあり方に関する研究も行っている。

2. 新たなハザードマップのあり方に関する研究概要

平成 23 年 3 月の東日本大震災をはじめ、平成 28 年熊本地震や平成 29 年 7 月九州北部豪雨、平成 30 年 7 月西日本豪雨、北海道胆振東部地震など、幾つもの大規模な自然災害に見舞われ、地震や津波、台風、集中豪雨、土砂災害、火山噴火などの自然災害は決して避けられないものである。

一方、東日本大震災を教訓とし、各地方自治体での津波ハザードマップの作成や緊急災害時の避難行動のあり方について周知が進むなか、ハザードマップの報道ニュースでの取り上げも顕著になるなど、ハザードマップの存在や活用は、避難行動の呼びかけの情報媒体として、一般の人々に広く知らされる「伝えるべき情報」となってきた。

そこで、平成 29 年度に本研究として、国土地理院や地方公共団体等における災害ハザードマップ (アプリケーション等も含む) に係る事例を把握し、各種ハザードマップを災害別に事例集として整理するとともに、ハザードマップの課題やあり方について典型的に整理した。

3. 本研究事例の紹介

各種災害ハザードマップをより実行的に防災対策や避難行動につなげていくため、先端測量技術や空間情報を活用した新たなハザードマップのあり方として、次の主な事例を紹介する。

- | | |
|----------------------|-----------------------|
| ① 重ねるハザードマップ (国土地理院) | ② 地震被害想定 AR アプリ (杉並区) |
| ③ 3D 表現俯瞰図ハザードマップ | ④ 有珠山火山防災マップ |

3.1. 重ねるハザードマップ (国土地理院)

国土地理院の「重ねるハザードマップ」は、平成 19 年 4 月にインターネット上に公開され、災害リスク情報や土地条件図、航空写真及び各種地形図等を重ねることで、一定条件のもと算出された災

害リスクの有無だけでなく、根本的な地形的要因から見た災害もわかりやすく提供している。

また、豊富な情報量に加え、①主題図情報の重ね合わせ、②避難経路の安全確認、③過去の航空写真の確認など、一般利用者が身の回りの災害リスク情報を調べることができるよう操作性を重視した改良も行っており、最近では、災害時にTVニュースでハザードマップを調べる方法として本サイトが紹介されるなど、一般利用者のアクセス数も増加している。



図1. 重ねるハザードマップ (国土地理院)

3.2. 地震被害想定ARアプリ (杉並区)

AR (Augmented Reality : 拡張現実) 機能を有する「杉並区地震被害想定AR」アプリは、住民や来訪者が災害に備え、杉並区が公表する災害被害シミュレーション情報と避難情報を「いつでも」「どこでも」「わかりやすく」確認できることを目的に、各種情報を切り替え表示し、防災情報を確認し適切な避難行動が可能となるようアプリ開発を実施している。

AR (拡張現実) とは、現実環境に対しPCやスマートフォンを用いて情報を付加する技術を指し、GPS情報と連動したスマートフォンで撮影された実写映像にAR画面を連携し、想定被害レベルによって色分けされた情報や、被害を連想させるアニメーションを合成・表示するなど、ARアプリによるリアルタイム避難誘導の実現に向け空間情報技術を活用している。



図2. ARアプリ機能画面イメージ (杉並区)

3.3. 3D表現俯瞰図ハザードマップ

現在全国で発行されている自治体などの各種ハザードマップの中から秀逸な・見栄え良く・親しみやすい事例として、「北海道北斗市」などの3D表現によるハザードマップに着目し、主な事例として取りあげている。

ハザードマップに美しい3D表現を用いることにより、アート作品のように展示してもらえらる機会を高め、地図を見慣れない一般の方にも興味をもって閲覧し、生活空間に常時展示してもらえらることにより、日常的に防災意識が向上する効果も期待される。



図3. 3D表現俯瞰図ハザードマップ (北海道北斗市)

3.4. 有珠山火山防災マップ

有珠山は、北海道の南西部に位置する標高733mの活火山であり、1663年以降では、2000年噴火を含めて9回の噴火を繰り返している。

地元自治体では、地域の災害環境を学ぶ社会教育事業を継続して実施し、1995年に「有珠山火山

防災マップ」を発刊。その後も社会教育、防災講演会をはじめとした事業を継続して行い、2000年噴火時には1万人余りの事前避難が完了し、一人の死傷者も出さずに済んでいる。

本事例の特徴は、ハザードマップの内容や活用方法も含め、平常時の防災に関する取り組みと、災害時にハザードマップが有効に活用された点にある。



図4. 西山火口散策路の隆起した国道

4. 新たなハザードマップのあり方

①【平常時】ハザードマップの効果的な活用方法

ハザードマップの効果的な活用方法として、平常時での防災教育や防災訓練に「ハザードマップ情報」を用いて、日頃からよく理解し身に付けておく必要がある。このため、義務教育の場における防災教育や地域住民を対象とするワークショップ、働いている就業環境での普及や活用が必要となる。

そのため、先端技術としてARやシミュレーション、3Dなど「誰もが」「どこでも」、わかりやすい理解しやすい技術のサポートが必要であり、その学習機会や模擬体験の普及も重要となる。

②【発災時】災害時でのリアルタイムな情報提供方法

非常時に使用しやすいハザードマップ情報の提供の仕方やリアルタイムな情報提供の開発も必要となる。昨今のSNS等の普及とあわせ、一方では、通信制限等のオフラインも考慮すべきものであり、非常時に身に付けやすい、携帯しやすい、読み取りやすいハザードマップ情報の提供方法も必要となる。

そのため、「早く」「広く」災害情報や気象情報、情報に基づいた避難行動、避難への時間制限などリアルタイムな情報提供のあり方、情報伝達のための連携体制や環境整備の推進も重要となる。

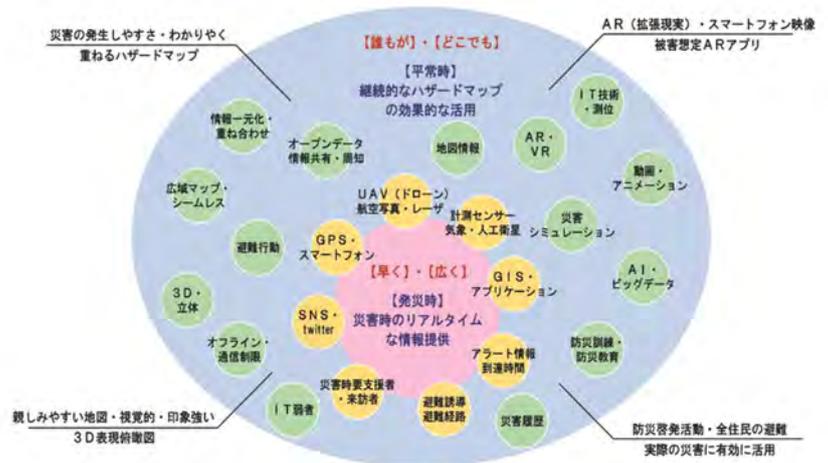


図5. 新たなハザードマップのあり方

5. おわりに

今後起こりうる自然災害による犠牲を無くすために、「誰もが」「どこでも」防災訓練等で身近に体験できる先端技術と、「早く」「広く」伝わる災害時の空間情報技術の構築のため、先端測量技術の進化や空間情報技術の利活用は、より一層多いに期待されるものである。

本部会においても引き続き効果的な先端測量技術や空間情報の活用への研究と普及を進めていくものであり、関係各位の本部会へのご支援・ご協力を引き続きお願いするものである。

(2019年12月12日開催 TC 211総会開催記念セミナー in 大宮より)

地理情報標準と認定資格制度

公益財団法人 日本測量調査技術協会 講習試験委員会
(朝日航洋株式会社) 大伴 真吾

1. 地理空間情報の動向

わが国では、2007年に施行された地理空間情報活用推進基本法により、地理空間情報の活用を推進、具体的アクションとして地理空間情報活用基本計画を整備、ここ5年間ではIoT・ビッグデータ・AIなどの先端技術を活かした世界最高水準のG空間社会の実現を目指している。これまでの取り組みの成果の一つとして、地理空間データの流通を促進させるための「G空間情報センター」が2016年に設立、2019年11月末時点で約4,900のデータセット、約39,000データがWebサイトに登録され、インターネットを通じて地理空間情報の検索はもちろん、気軽にデータをダウンロードし2次利用できるようになった。加えて、2018年には官民データ活用推進基本法が成立、データ利用をさらに加速させるための施策が行われている。つまり、地理空間情報をデータとしていっそう効果的に利活用するためには、標準化されたデータの整備がますます重要になってきたといえる。

2. 地理情報の標準化の取り組み

地理空間情報の標準化は、国内のみならず世界でもその重要性が認識され、国際的な標準を作成・管理する国際標準化機構(ISO)にて地理情報に関する専門委員会TC211が1994年に設立、地理情報の国際規格ISO 19100シリーズを策定した。わが国も国際規格の作成に積極的に関与するとともに、これに準拠した国内の規格である日本産業規格JIS X 7100シリーズを整備してきた。しかしながら、これらの規格の運用に際しては、規定している範囲が広いため、全てを理解することは困難であった。これらの規格の全てを利用しなくても規格に準拠したデータを作成することができるため、よく使う部分だけを抽出した実用規格のニーズが高まり、国土地理院が2005年に「地理情報標準プロファイル(JPGIS)」を策定、引用先の国際規格の変更による改定を行いつつ運用されている。

3. 地理情報標準認定資格制度

地理空間情報を円滑に利活用できる状況にするためには、その成果が標準に準拠していることが必要である。データ整備者であれば、標準を正しく理解し、標準に適合したデータを作成することが求められる。そこで、日本測量調査技術協会では、地理情報標準の知識と技能を有し、地理空間情報の整備、管理、運用等に携わる専門技術者の資格認定及び登録を行う制度「地理情報標準認定資格制度(S-GI-Cert)」を2013年より開始した。S-GI-Certは、国土地理院の測量技術者の認定資格としても登録され、2019年時点で、資格合格者数は累計で初級1,692名、中級120名、上級19名である。地理空間情報の利活用がさらに進むにつれ、この分野の標準を正しく運用できる技術が求められることを考慮すると、地理空間分野の技術者にとってこの資格は価値あるものである。



地理情報標準認定資格

2021年から、初級技術者講習及び試験の実施方法が変わります！

尚、2020年は、全ての級の技術者試験及び講習・試験を中止いたしました。

初級技術者講習の変更点

地理情報標準初級技術者講習 比較		
～2019年実施		2021年～実施
7月初旬	日程	6月初旬から7月初旬
1日	期間	1ヵ月
4時間	時間	3～4時間
全国5会場	場所	ネット環境がある場所
集合型講習	方式	eラーニング方式
5科目	科目	5科目
講師による講義	内容	PPT（音声解説付）視聴学習

初級技術者試験の変更点

地理情報標準初級技術者認定試験 比較		
～2019年実施		2021年～実施
講習後同日	日程	7月初旬～7月中旬
1日	期間	10日間
1時間	時間	1時間
講習同会場	場所	各地の希望会場（全国270箇所）
集合型試験	方式	CBT方式による試験
5科目	科目	5科目
5肢択一のマークシート	内容	5肢択一のWeb解答

2021 年度 講習・試験概要(予定)

詳細は 2021 年 2 月上旬に公開予定です。

	初級技術者	中級技術者	上級技術者
申込期間	4 月～5 月	9 月～10 月	3 月～4 月
実施日	6 月～7 月	10 月	5 月
会場	講習:WEB 試験:全国約270会場	東京、大阪	東京
費用(税抜)	講習 15,000 円 再受講 12,000 円 学割受講 1,000 円	講習 50,000 円 再受講 40,000 円	試験 30,000 円
	試験 7,000 円 学割試験 5,000 円	試験 10,000 円	
登録料(税抜)	5,000 円(5 年間)		
登録更新料(税抜)	8,000 円 (更新講習(eラーニング)受講料を含む)		

※受講は測量及び設計 CPD の認定プログラムです。

※資格の登録は測量 CPD の認定プログラムです。

詳細及び問い合わせ

公益財団法人 日本測量調査技術協会 認定資格係

住所: 〒169-0075 東京都新宿区高田馬場 4-40-11 看山ビル 9 階

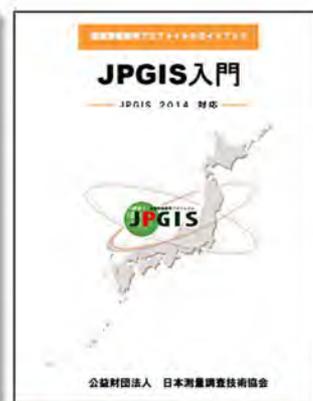
電話: 03-3362-6840 FAX:03-3362-6841

URL: https://sokugikyo.or.jp/geographic_information/index.html

電子メール: s-gi-cert@sokugikyo.or.jp (☆をアットマークに変えてください)



詳細は測技協HPを参照。
「地理情報標準認定資格」
で検索！



2019年初級技術者講習テキストや
関連図書を測技協HPで販売中

【GISセンター報告】

ISO/TC 211 第 49 回総会 (in 大宮) ～ 報告とお礼 ～

(公財) 日本測量調査技術協会 GIS センター

公益財団法人日本測量調査技術協会（以下「測技協」）は、ISO（国際標準化機構）TC 211（地理情報標準を司る専門委員会）の第 49 回総会を主催した。昨年度の第 41 回測量調査技術発表会で、この総会開催へのご協力を測技協からお願いしており、今回はその開催報告である。

1. ISO/TC 211 第 49 回総会の概要

第 49 回総会は、2019 年 12 月 9 日（月）から 13 日（金）にかけて、大宮ソニックシティ（さいたま市大宮区、(公財) 埼玉県産業文化センターが運営している総合コンベンション施設）で開催した。

主催は、現在スウェーデンが担当している ISO/TC 211 本部事務局で、全体の進行や個々のセッションの内容について主導した。国内主催は JISC（日本産業標準調査会）で、JISC から国内審議団体に認定されている測技協が、総会週全体の実質的な運営を担った

本部事務局は開会前日の 12 月 8 日（日）に会場入りし、この会議期間の運営方針等について事前打合せを行った。

総会週前半は、TC 211 内で審議中のそれぞれの国際規格案や外部機関と協議すべき課題などを審議する作業グループやプロジェクトチームの個々の会合を、それぞれの部屋に分かれて行った。

中日、水曜の公開セッション等をはさんで、後半 2 日間に全体総会が催され、週前半の作業グループやプロジェクト会議等の結果を持ち寄り審議し、決議文書を取りまとめた。

会議名	ISO/TC 211 49th Plenary meeting week in Omiya, Japan
開催期間	2019年12月9日(月)～13日(金)
開催場所	大宮ソニックシティ (さいたま市大宮区桜木町1-7-5)
開催日程	12月9日(月): ワーキングG、プロジェクトT(計17)、オープニングレセプション 12月10日(火): ワーキングG、プロジェクトT(計14)、(オブショナルウォーク) 12月11日(水): ワーキングG、プロジェクトT(計8)、 公開セッション“Standards in Action”、ガラディナー 12月12日(木): TC 211 総会 (Plenary) 12月13日(金): TC 211 総会 (Plenary)
主催	ISO/TC 211本部事務局(スウェーデン)
国内主催	経済産業省/日本産業標準調査会(JISC)、 公益財団法人日本測量調査技術協会/TC 211国内委員会事務局
参加者	全体106名、総会74名、Zoom参加: 約20名 21カ国(オーストラリア、オーストリア、カナダ、中国、デンマーク、エスワティニ、フィンランド、フランス、ドイツ、日本、韓国、マレーシア、オランダ、ノルウェー、サウディビア、スロヴェニア、南アフリカ、スウェーデン、タイ、英国、アメリカ合衆国)、 リエゾン7団体(CEOS, DGIWG, ICA, IEEE, IHO, ISPRS, OGC)

2. ISO/TC 211 の概要・沿革

TC 211 は 211 番目の専門委員会という意味で、地理空間情報の国際標準化を目的として 1994 年に設立された。その活動目的は次のとおりである。

デジタル地理空間情報の分野での標準化。地球上の位置と、それに直接または間接的に関連付けられている地物や現象に関する情報の、構造化された標準を確立。

TC 211 の参加国は、国際規格の審議等を進めるための審議への参加や意思決定のための投票権を持つ P メンバーと投票権を持たない O メンバーとがある。日本は TC 211 設立に向けた会議に当初から関与していたことから、1994 年の発足時から一貫して P メンバーに名を連ねている。関連外部団体は、地理空間情報にかかわる国際機関・団体や学術団体等が含まれる。測技協が JISC から国内審議団体に認定されたのは、1995 年である。

3. 第 49 回総会の決議

ISO/TC 211 第 49 回総会で採択された決議等は、公文書 N5249 として公開されている。

決議の内容は、新規参加国・地域の承認に関する事項、策定中の国際標準規格の技術的な課題への対処方針に関する事項、UN-GGIM や OGC などの外部機関や ISO の他の TC などの関係機関との連携・協力や連絡調整に関する事項、それらに関わる会議等の改廃や議長人事、次回以降の総会開催地の決定などにまたがる計 29 項である。

各決議には、TC 211 のこれまでの活動における決議からの続番が振られており、今回の総会決議は Resolution 966 から Resolution 994 まで、そして最後に、第 49 回総会の開催運営に貢献した者への謝辞が掲げられている。



4. 第 50 回総会

ISO/TC 211 第 49 回総会が終わって 2020 年に入り、新型コロナウイルス感染症が世界的に拡大し、その対策のため、多くの国で対面会議が困難な状況になった。第 50 回総会は、上記決議 994 のとおり、2020 年 6 月 8 日から同 12 日にかけて、フィンランドのヘルシンキで開催される予定だったが、Zoom 開催に変更された。

第 49 回総会が終わる頃から、中国の武漢（第 47 回総会の開催地）発の感染症の情報が断片的に流れてはいたが、2020 年に入ってから状況は一変した。第 49 回総会を通常形態で無事開催できたことは誠に幸いだった。



謝 辞

第 49 階総会の開催運営にあり、ご支援・ご協力をいただきました関係位に、御礼申し上げます。



(文責：津沢正晴)