

第43回 測量調査技術発表会

基調講演 特別講演 技術発表

要 旨 集

2021（令和3）年9月10日（金）～9月16日（木）

WEB公開

公益財団法人 日本測量調査技術協会

測量CPD 設計CPD 対象

〔WEB開催〕

第43回 測量調査技術発表会

測量CPD : 6P
設計CPD : 6PWEB公開日：
2021年9月10日（金）12時
～9月16日（木）24時（予定）主催：公益財団法人日本測量調査技術協会
技術委員会・技術普及部会

後援：国土交通省国土地理院

参加料無料 事前申込者へ、閲覧用のURLをお知らせします。

参加（視聴）申込：測技協HPより事前申込 2021年8月18日～9月15日
※ただし、定員に達し次第、締め切ります参加（視聴方法）：事前申込者へ、閲覧用のURLをお知らせします。
公開期間中は任意な順で閲覧することが可能です。参加証明書：No.1から15までの全てのコンテンツを視聴し、アンケート等
（回答所要時間20分程度）に回答いただいた方には、参加
証明書を発行します。
この証明書は測量/設計CPDポイントの取得に活用できます。

プログラム

	5分間	ガイダンス	測技協 技術普及部会長	今井 靖晃(国際航業(株))
	10分間	開会挨拶	測技協 技術委員長	赤松 幸生(国際航業(株))
基調講演				
1	60分間	Project PLATEAU（プラトー）の課題と展望 ―測量技術の観点から	国土交通省 都市局 都市政策課	内山 裕弥
特別講演				
2	60分間	成長を促すリーダーとしてのコーチ	日本体育大学	教授 伊藤 雅充
技術発表				
3	20分間	簡易MMSの開発と実証実験結果の報告	中日本航空株式会社	千田 良道
4	20分間	道路空間のDXを実現する先進の車両計測システム「Real Dimension」	株式会社パスコ	稲見 麻央
5	20分間	3次元道路台帳附図検討業務における仕様検討について	国際航業株式会社	森 義孝
6	20分間	走行ビッグデータを活用したスマート道路維持管理について	朝日航洋株式会社	三上 裕輝
7	20分間	UAVを活用した橋梁の3次元モデル作成方法に関する考察	アジア航測株式会社	下川 光治
8	20分間	三次元点群データを用いた簡易的な流下能力評価	株式会社フジヤマ	大城 弘暉
9	20分間	地上レーザスキャナの活用による車載写真レーザ測量作業の効率化について	株式会社パスコ	土橋 康輝
10	20分間	SLAMレーザスキャナでの直角ターゲットの有効性について	国際航業株式会社	川又 楓太
11	20分間	DEM・DSMを用いた土地利用情報の疑似的高解像度化	株式会社東京地図研究社	荒松 拳
12	20分間	今日の地図、明日の地図	株式会社日豊	伊藤 広和
測技協 部会等活動報告				
13	15分間	MMSガイドブック 増補版（車載写真レーザ測量の手引き）（一般公開：令和3年6月）について	空中計測・マッピング部会 MMS_WG	阿部 亮吾（国際航業(株)）
14	15分間	貯水池深浅測量の補備とCLAS実証実験	位置情報・応用計測部会 GNSS_WG 河川の深浅測量WG	横井 伸之（朝日航洋(株)） 神谷 光顕（中日本航空(株)）
15	15分間	UAVによる災害対応の課題に関する検討	国土管理・コンサル部会 ドローンWG	原 太一（中日本航空(株)）
	15分間	受賞者発表（優秀論文、測量成果品質管理優良賞） ※優秀発表賞は公開期間終了後に当協会HPで発表します	公益財団法人日本測量調査技術協会	会長 岡部 篤行 他
	10分間	総評	公益財団法人日本測量調査技術協会	会長 岡部 篤行
	5分間	閉会挨拶	公益財団法人日本測量調査技術協会	専務理事 川久保雄介

※各コンテンツの〇〇分間は、おおよその所要時間です。

※プログラムについては変更される場合がございます。

この発表会は測量 CPD/設計 CPD の認定プログラムです。

所定の要件を満たした方には、以下のポイントを証明する
参加証明書を発行いたします。

測量 CPD : 6P

設計 CPD※ : 6P

2021年9月
公益財団法人 日本測量調査技術協会

測量CPD/設計CPDポイントの 取得方法について（ご案内）

本発表会の参加証明書は、測量 CPD 及び設計 CPD のポイントを証明するものです。具体的なポイントの取得は、各協議会よりお願いいたします。

具体的な CPD 参加・認定ポイント登録、学習履歴証明等の
各種手続きは以下からお願いいたします。

⇒測量系 CPD 協議会ホームページ

<https://www.jsurvey-cpd.jp/>

⇒設計 CPD（全国測量設計業協会連合会）ホームページ

<http://www.zensokuren.or.jp/cpd/>

※よくあるお問合せ

⇒この参加証明書を利用した、建設系 CPD 協議会（一般社団法人 建設コンサルタンツ協会（JCCA）など）のポイント取得について

本発表会の参加証明書は、測量系 CPD 協議会及び設計 CPD 協議会の認定を受けた学習コード、時間数、ポイントを記載しています。設計 CPD 協議会は建設系 CPD 協議会加盟団体ですので、本証明書の設計 CPD コード（及び時間数等）を利用することで、建設系 CPD 協議会のポイント取得が可能となります。詳細はそれぞれの協議会にお問合せください。

目 次

基 調 講 演

01 基調講演

- Project PLATEAU(プラトー)の課題と展望 ―測量技術の観点から..... 1
国土交通省 都市局 都市政策課 内山 裕弥

特 別 講 演

02 特別講演

- 成長を促すリーダーとしてのコーチ..... 2
日本体育大学 教授 伊藤 雅充

技 術 発 表

03-技術発表 01

- 簡易 MMS の開発と実証実験結果の報告..... 4
中日本航空株式会社 ○千田、良道、國枝、信吾、高野 正範、
猿渡 辰也、須甲 光、田中 星矢

04-技術発表 02

- 道路空間の DX を実現する先進の車両計測システム「Real Dimension」..... 6
株式会社パスコ ○稲見 麻央、前田 近邦、安井 嘉文

05-技術発表 03

- 3次元道路台帳附図検討業務における仕様検討について..... 9
国際航業株式会社 ○森 義孝、逢坂 直樹、高木 久、西村 大助、
藤木 三智成、政野 敦臣

06-技術発表 04

- 走行ビッグデータを活用したスマート道路維持管理について..... 11
朝日航洋株式会社 ○三上 裕輝、及川 大輔、二井 啓

07-技術発表 05

- UAV を活用した橋梁の 3 次元モデル作成方法に関する考察..... 13
アジア航測株式会社 下川 光治

08-技術発表 06

- 三次元点群データを用いた簡易的な流下能力評価..... 15
株式会社フジヤマ ○大城 弘暉、市川 富崇、遠藤 弘人、田邊 真

09-技術発表 07

- 地上レーザスキャナの活用による車載写真レーザ測量作業の効率化について 17
株式会社パスコ ○土橋 康輝、井上 昭人、小池 進哉、小野 稔、
酒井 昂紀

10-技術発表 08

- SLAM レーザスキャナでの直角ターゲットの有効性について 19
国際航業株式会社 ○川又 楓太、榎本 みな、高野 敦、
大泉 純也、檀上 拓也

11-技術発表 09

- DEM・DSM を用いた土地利用情報の疑似的高解像度化 21
株式会社東京地図研究社 ○荒松 拳、石川 剛

12-技術発表 10

- 今日の地図、明日の地図 23
株式会社日豊 ○伊藤 広和、里村 幹夫、多田 吉成、
藤井 綾香、末野 幹雄、島田 誠一
株式会社マッブル 黒田 茂夫、大日方 祐樹
清水建設株式会社 鳴海 智博、山口 範洋

部 会 等 活 動 報 告

13-部会報告 01

- MMS ガイドブック 増補版（車載写真レーザ測量の手引き）
（一般公開：令和3年6月）について 25
空中計測・マッピング部会 MMS_WG 長 阿部 亮吾（国際航業(株)）

14-部会報告 02

- 貯水池深浅測量の補備と CLAS 実証実験 27
位置情報・応用計測部会 GNSS_WG 長 横井 伸之（朝日航洋(株)）
同 河川の深浅測量 WG 長 神谷 光顕（中日本航空(株)）

15-部会報告 03

- UAV による災害対応の課題に関する検討 28
国土管理・コンサル部会 ドローン WG 原 太一（中日本航空(株)）

基調講演

Project PLATEAU の課題と展望—測量技術の観点から

国土交通省都市局都市政策課課長補佐 内山裕弥

1. 3D 都市モデルとは何か

PLATEAU では、都市空間のデジタルツインあるいはまちづくりの DX を実現するための中核となる概念として、「3D 都市モデル」を定義している。

3D 都市モデルとは、単なる“都市空間の 3D モデル”ではない。既に商用サービスやオープンデータとして提供されている一般的な“都市空間の 3D モデル”は、都市を構成する建物や橋、道路などの様々なオブジェクトを CAD ソフト等を用いてモデリングし、サイバー空間上で表示する。つまり、都市空間の“幾何形状”をサイバー空間上で再現するものであり、いわゆる「ジオメトリモデル (Geometry Model)」と呼ばれるものである。

PLATEAU が整備を進める 3D 都市モデルは、このような幾何形状 (ジオメトリモデル) に、「建物」、「壁」、「屋根」等の形の意味 (地物定義) や、「用途」、「構造」、「築年」、「災害リスク」等の活動にとっての意味 (属性情報) - つまりヒトにとっての都市空間の意味 - を付加した形で構築される点に最大の特徴がある。このような“都市空間の意味”は「セマンティクス (Semantics)」と呼ばれており、3D 都市モデルとは「ジオメトリとセマンティクスの統合モデル」と呼ぶことができる。

このような PLATEAU の 3D 都市モデルのデータ特性について紹介する。

2. ユースケース：3D 都市モデルが生み出すソリューション

3D モデルの多様な活用可能性を探るため、データ整備にあわせて 3D 都市モデルのユースケースとして各種実証実験やフィージビリティスタディ (実証可能性調査) を全国で実施した。主な事例を紹介する。

3. 整備・活用ムーブメントの惹起

PLATEAU では、官民の幅広いプレイヤーや技術ホルダに関心を持っていただき、3D 都市モデルの整備・活用のムーブメントを全国へと広げていくため、プロジェクトに関する情報発信に力を入れている。PLATEAU の情報発信の取組について紹介する。

4. 3D 都市モデルのエコシステム構築に向けた課題—測量技術の観点から

今後の PLATEAU では、3D 都市モデルの整備・更新・活用のエコシステムの構築をメインスコープに取組を進めていく。そのための一つの課題が 3D 都市モデル整備のための測量手法の確立である。現在、PLATEAU では航空写真、航空レーザ測量、地上測量、UAV 測量等の各種の測量手法を組合わせた効率的かつ高品質の測量手法の開発を進めており、その取組を紹介する。

特別講演

第 43 回測量調査技術発表会
「成長を促すリーダーとしてのコーチ」
日本体育大学 伊藤雅充

【講師プロフィール】

1971 年愛媛県生まれ。愛媛大学教育学部卒業後、東京大学大学院総合文化研究科で博士（学術）を取得。1999 年より日本体育大学に勤務し、現在はコーチング学の教授として研究・教育に従事する。スポーツ庁が日本スポーツ協会に委託したコーチングのモデル・コア・カリキュラム作成に関わり、日本スポーツ協会公認スポーツ指導者資格制度の改革で中心的な役割を果たす。現在はコーチを育成するコーチデベロッパー養成を始め、スポーツコーチングの質向上に向けた取り組みを国内外で行っている。

【講演要旨】

「コーチ」の語源は馬車であるという説がある。お客様をある場所（状態）から別の場所（状態）へと運ぶ機能を果たすという意味で、指導者を表す言葉として使われ始めたという。しかし、現在ではコーチの機能を「馬車」で表すには無理がある。以前は、コーチのほうがその競技のことをよく知っていただろうし、アスリートが上達するための情報源はコーチが主なものであった。今では、IT 等の発達に伴い、コーチよりもアスリートのほうがより多くの情報を持ち合わせているなどということも少なくない。自分がアスリートだった頃の経験のみに頼って指導するだけのコーチでは、コーチングの成果をあげることは難しい。コーチが知っていることを「教える」という考え方から、アスリートの「学びを支援する」ことへのパラダイムシフトが求められている。

ここで、誤解のないように本講演で用いるコーチングの定義をしておく。ビジネス界で「コーチング」という用語は、「ティーチング」つまり「教える」「答えを与える」「指示をする」といった方法とは異なり、質問や仕事を任せるといったやり方で特に部下の能力を引き出していく、コミュニケーションスキルの一つとして使われている。この講演では「コーチング」をビジネス界で使われているよりも広義なものとして捉え、「コーチング対象者の有能さと人間性を高めていく支援を行っていくプロセスを総称してコーチング」と定義して使う。つまり、ビジネス界で言う「ティーチング」も「コーチング」行為のうちに含む。

効果的なコーチングがどのようなものかを明確に定義することは難しい。効果的なコーチングは文脈（その場が持つ特徴）に依存するとされ、コーチがとった言動が正しかったかどうかを確かめることは困難を極める。コーチに求められるのは、その時々文脈を適切に読み取り、自分が最適と判断する言動をとり、そこで得られた結果をモニタリングし、省察を行って次の実践をよりよいものにしていく努力を続ける力である。自らのコーチングスキルを改善していくための知識やスキルのことを「対自己の知識」と呼んでいる。

対自己の知識が豊富であれば、コーチングに必要とされる「専門的知識」や「対他者の知識」も継続的に高めていくことが可能だ。専門的知識とはスポーツに関する知識、トレーニングに関する知

識などのことをいう。対他者の知識とは、対人関係に関わる知識・スキルのことで、多くはコミュニケーションに関わるものである。対他者の知識には言語・非言語コミュニケーションのスキルはもちろんのこと、文脈を読み取り適切な言動を選択できるようになるための感情知性や文化的知性なども含まれる。私たちが展開するコーチのトレーニングプログラムでは、文脈に合わせて「指示-提案-質問-委譲」を使い分ける練習を行う。コーチングの目的がアスリートの学びを支援することであるため、アスリートの状況に合わせてコーチがアプローチの仕方を変化させていく。指示しかできない、質問しかしないというのではなく、文脈に応じて適切なアプローチを選択できるように普段から練習をしていくことが必要だ。なかでも質問に難しさを感じる人が多い。質問では回答が限定的であるクローズドクエスションよりも、回答者側が様々な答え方ができるオープンクエスションを意図的に使えるように心掛ける。抽象的な上位の質問に対しての回答が難しい場合には、より具体的な下位の質問に言い換えたり、非難の意味を含む「なぜ」の質問や誘導尋問を避けるといったことを練習していく。質問の深さにも気を配り、日常的な質問、相手を理解するための質問から一歩踏み込んだ、相手の学びを引き起こす質問ができるようなトレーニングも必要である。これらの他にも観察や傾聴、プレゼンテーションといったスキルを伸ばしていくことも必要である。

「教える」から「学びを支援する」ことへのパラダイムシフトは容易ではない。私たちが無意識のうちに従ってしまっている「重力」のような前提認識に気づき、学びほぐしや学習を通して新しい考え方に慣れ親しんでいく必要がある。アスリートの学びを促すためには、まず、私たち指導的立場にある人が学び、変化に対して積極的でなくてはならない。私たちがスポーツを通してやろうとしていることは、過去の再生産をすることではなく、様々な可能性がある開かれたワクワクする未来を創造していくことである。コーチがアスリートの限界とならないように、コーチが学びのロールモデルとして機能するような取り組みが求められる。そのためにも、組織の公式タスクとして「学習 (learning)」や「成長 (Personal Development)」を設定しておくことをお勧めする。

技術発表

簡易 MMS の開発と実証実験結果の報告

中日本航空株式会社 ○千田良道 國枝信吾 高野正範
猿渡辰也 須甲 光 田中星矢

1. はじめに

スマートシティー、DX の分野において、車載型レーザ測量システム（MMS: Mobil Mapping System）による道路周辺環境の 3 次元データ取得が実施されている。しかしながら従来のシステムは非常に高価であり、またデータ収集や処理に専門技術が必要であり、だれでも自由に利用できるものとはいえなかった。今後の三次元データ供給を安定的にするため、より簡便に利用できるシステム（以下、簡易 MMS）が必要である。

2. 簡易 MMS の特徴

簡易 MMS は、民生品の優れた技術を組み合わせたモバイルマッピングシステムで、道路周辺の三次元データを簡易・安価に収集できる。各センサーからの信号処理や座標計算、さらには操作性の高い GUI を自社開発して、だれでも簡単に利用できるように工夫した。開発したシステムの特徴は下記の通りである。

①機材準備が容易である

コンパクトなセンサーヘッドと GNSS アンテナを車の屋根にマグネットでとりつける。

専用車両を必要とせず、空いている社有車やレンタカーを使用できる。電源はシガーソケットを利用し、車両の改造や配線工事は必要ない。機材は 3kg と軽く、作業員一名で対応でき、設置作業はおよそ 15 分である。



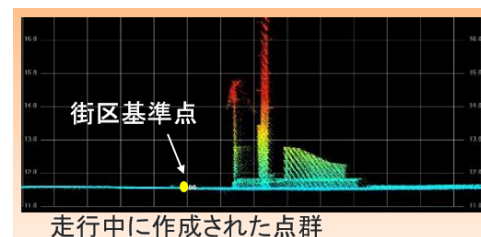
②計測作業が容易である

車のエンジンをかけるとシステムが起動し、自動的にレーザやカメラのデータが収録される。運転手 1 名だけで対応でき、予定したルートを走行したらシステムの電源を落とし、外付け SSD を持ち帰るだけである。

走行中は、システムがバックグラウンド処理をし、作業員のマニュアル操作なしで何時間も計測を続けることができる。

③点群作成の後処理が不要である

簡易 MMS は、走行中に測量成果になった点群を作成する。持ち帰った SSD から点群データをコピーするだけで、後処理（GNSS/IMU 解析やジオコーディング作業）は不要である。



④低価格で高い測位品質である

システムは 500 万円以下となり、一般的な MMS の 10 分の 1 の価格におさえることができた。また、作成した点群データの精度は地図情報レベル 500 の精度（最近の精度点検では、水平位置が 9.2cm、高さが 4.3cm）であった。なお、簡易 MMS は RTK-GNSS 測位の品質に依存しており、ビルのマルチパスや高速道路の高架下では精度が低下する。一般の MMS と同様に、別途 GCP を使用して調整する必要がある。

ただし、簡易 MMS は、公共測量作業規程に準拠した手法ではないため注意が必要である。例えば、IMU の姿勢角測定性能が足りないこと、民間の GNSS 基準局データ配信サービスを利用すること、リアルタイム処理であること、など公共測量作業規程の項目に適合しない部分もある。防災、インフラ点検、自動運転用地図、DX などへの活用と並行して、精度検証結果を蓄積し、公共測量への適応性についても検討したい。

3. 実証実験について

簡易MMSの特徴を生かしたデータ収集実験や自動運転への適応実験を実施した。ここでは実験の概要と結果を簡単に紹介する。

①タクシー車両を用いたデータ収集実験

タクシーに簡易MMSを取り付け、通常業務を3ヶ月間行った。お客様を探し、目的地へ送り届ける業務を通じ、名古屋市内の3400km分の公道データが取得できた。ビジネス街や中心街では細かな道まで網羅し、郊外は主要道を中心にデータを蓄積できた。

実験では外付けSSDにデータを保存して後日回収した。今後5Gの普及により、データを自動で回収する仕組みも実現できると考える。将来的に、タクシーやバス、宅急便の車両がデータ収集の中心になる可能性を感じる結果となった。

実証実験のご案内

タクシー車両を使って、MMSより安価に高精度三次元地図データを作成



②自動運転Lv4に向けた実験

自動運転車を動かすための地図（HDマップ）を低価格で供給できる枠組みとして、簡易MMSが利用可能かを検討した。株式会社マクニカと共同で、休日の自動車学校を使用してデータ収集と車両走行テストを行い、必要な精度やデータ形式を検討した。検討の結果を踏まえ、四日市市で行われた“自動運転Lv4に向けた実験”に点群データを提供した。

自動運転で使用する地図の課題である“経済性、高頻度の地図更新やスケールアップ”に対する簡易MMSのメリットを確認できた。

②自動運転Lv4に向けた実験

自動運転市場

自動運転車を動かすための地図（HDマップ）を安価に供給できる道具として提案

要求事項

- ・位置精度がレベル500程度（20cm）
- ・現状にあっている（鮮度が重要）
- ・安い
- ・スケールアップが容易

簡易MMSのコンセプトにピッタリ



[走行実験]
自動車学校でデータ取得を行い、それを基に自動運転の走行テストを行った。

③日常的なデータ収集実験

データを高頻度に収集した際に発生する課題や利点を把握するため、通勤や出張時にデータを収集する活動を継続した。収集データは現時点で5300km分、同一経路の経年変化把握や様々な条件で収集したデータが用意できた。収集したデータから道路設備の変化抽出や、大容量データの取り扱い方法を検討している。

4. まとめと今後の展望

今回開発した簡易MMSは、安価に道路周辺の三次元データを取得できるシステムである。操作や処理が簡便で専門技術がなくとも利用できる。今後、DXが推進され、従来行われていた官公庁主体のデータ収集やオープンデータの隙間を埋める道具として普及させたい。

今後、計測の担い手を増やすため、受託計測の他、機材リース、システム受託開発に力を入れる予定である。また、名鉄グループで実施した日常的にデータを収集する仕組みについても引き続きニーズ調査を行い、少しずつでも都市アーカイブデータを増やしていきたい。

最後に、簡易MMSにより三次元データ収集能力が向上し、数十～数百台のシステムから毎日データが集まることを想定すると、現行のデータ管理方法ではとても対応できない。まずは、数十テラバイト、ペタバイトのビックデータを扱う仕組みを準備する予定である。

道路空間の DX を実現する先進の車両計測システム

「Real Dimension®」

株式会社 パスコ ○稲見 麻央 前田 近邦 安井 嘉文

1. はじめに

道路などのインフラ分野において DX (Digital Transformation) を実現するために、道路空間上の詳細な 3 次元データを精度良く、かつ効率的に取得する車両計測システム「Real Dimension®」を開発した。Real Dimension は道路空間の 3 次元データを取得する MMS (Mobile Mapping System) と路面性状測定車の技術を統合したシステムで、舗装の維持管理や道路台帳更新など多用途に活用できるデータを一度の走行で取得することにより道路管理の効率化や高度化の実現を目指している。本発表では、Real Dimension の計測技術について紹介するとともに、そのデータの利活用と今後の展望について報告する。

2. Real Dimension の概要

Real Dimension に搭載されているセンサは、路面のわだち掘れ・ひび割れを測定する 3D カメラ、平たん性を測定するプロファイルユニット、道路空間全体の画像と 3 次元点群を取得する MMS で構成される。(図 1)。各機器の測定項目と取得データを表 1 に示す。

このうち Real Dimension の開発コンセプトを特徴付ける二つの要素技術について次節より紹介する。



図 1 Real Dimension の機器構成

表 1 各機器の測定項目と取得データ

測定項目		機器	取得データ
路面性状	ひび割れ	3Dカメラ	横断形状・輝度
	わだち掘れ		
	平たん性	プロファイルユニット	縦断プロファイル
3次元点群		MMS	自己位置姿勢 点群データ 全周囲画像

3. 3D カメラデータによるひび割れ解析の自動化

3D カメラは光切断法の原理で路面の横断形状と輝度情報を取得し、走行しながら一定間隔で撮像することで路面の 3 次元情報を取得することができる (図 2)。従来この技術はわだち掘れの測定に用いられてきたが、3D カメラ内部の演算チップの高速化により、車の走

行速度でもミリメートル単位の間隔で横断形状を取得することが可能となり、路面のひび割れを認識できるほどの解像度を得られるようになった。

また、従来の輝度情報のみ取得する 2D カメラは路面の汚れや影の影響によりひび割れの識別が困難で機械処理による自動化に一定のハードルが存在したが、3D カメラは高さ情報を利用することで基準面から一定の深さ以上低くなる形状部分を検出し、縦・横・斜めの連続性からひび割れの抽出が可能となった（図 3）。抽出したひび割れをメッシュごとに自動判定することで、ひび割れ解析の自動化を実現した（図 4）。ひび割れ解析の自動化で路面性状調査に必要なわだち掘れ、平坦性を含む 3 項目全ての解析が自動化され、信頼性の高い結果を提供することが可能となる。

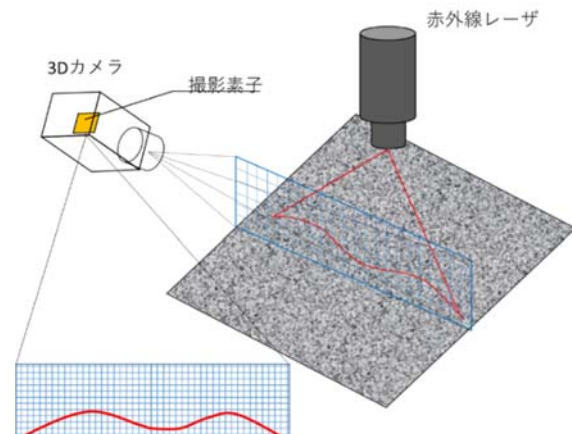


図 2 光切断法の原理



図 3 高さ情報の可視化の例

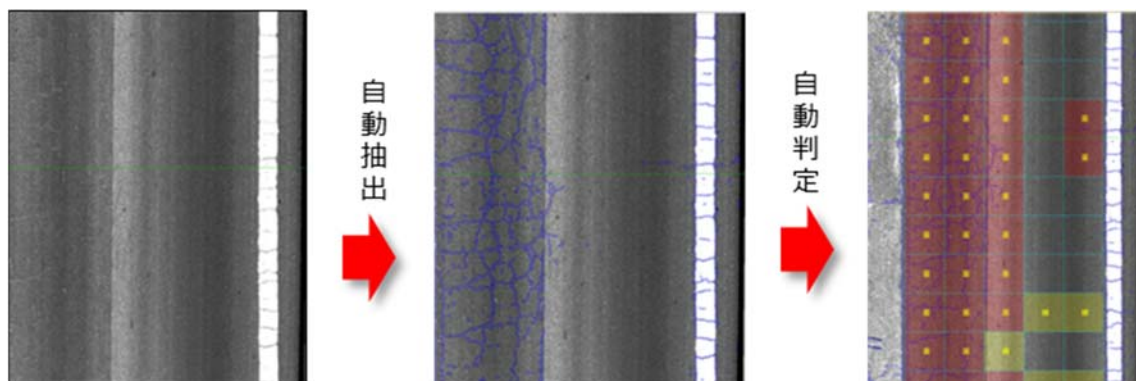


図 4 ひびわれ自動解析の流れ

4. 3D カメラデータの詳細 3 次元化

3D カメラは横断形状を走行方向に積層することで、路面の疑似的な 3 次元情報を得ることができるが、現実の 3 次元形状を得るには車両挙動の影響を加味する必要がある。Real Dimension は 3D カメラと MMS が正確に同期して計測されているため、MMS データから算出した車両の位置姿勢情報を利用することで、公共座標上で 3D カメラデータを表現することが可能となる。

図 5 に MMS 点群と 3D カメラの詳細 3 次元データの比較を示す。詳細 3 次元は MMS 点群ではわかりにくい路面表示やひび割れが明瞭に識別できることがわかる。前述したひび割れトレースデータを公共座標系に展開することで、経年的な変化の把握も容易になり、複

数年調査による経年変化分析の高度化を図ることができる。

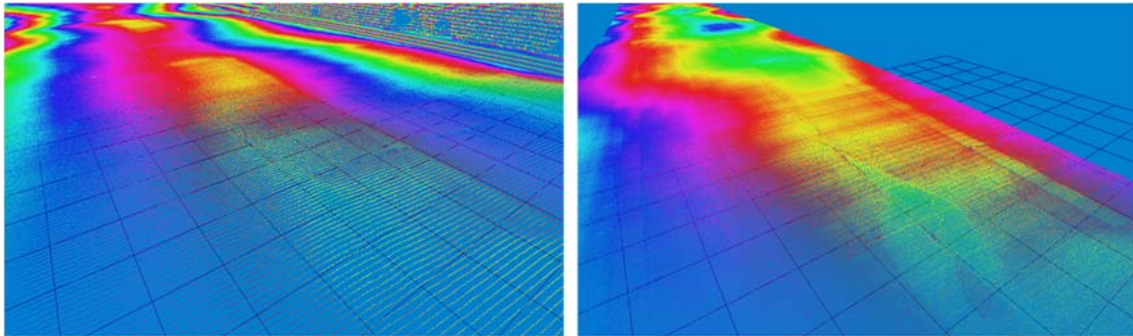


図 5 MMS 点群（左）と 3D カメラの詳細 3 次元データ（右）の比較

5. REAL Dimension の計測データの利活用

従来の路面性状データは維持管理計画策定のため、主に道路ネットワークの概略的な損傷度合いの把握に用いられてきた。Real Dimension はデータの定量的な把握と公共座標系での管理を実現することで、維持修繕や道路維持管理全体におけるデータの利活用拡大のため、利用目的に応じた階層的なデータ提供を目指している。

表 2 REAL Dimension の計測データの利活用一覧

No.	目的	対象データ	内容
①	健全度評価	路面性状データ	舗装点検要領に基づいた信頼性の高いデータを早期に提供
②	詳細点検	詳細 3 次元データ	修繕計画に必要な詳細な損傷データとして、損傷位置、規模、分類が把握可能なデータを提供
③	計測成果の多目的利用	3 次元データ (MMS)	3 次元道路空間データとして提供し、舗装管理分野以外での利活用

6. まとめ

Real Dimension はこれまで培ってきた MMS と路面性状測定車の計測技術を融合した全く新しいコンセプトの車両計測システムである。その要素技術として、路面の状況把握に 3D カメラを採用することで、信頼性の高い損傷評価結果を提供することが可能となった。また、MMS と各種センサを統合することにより 3 次元の公共座標上での情報の表現・管理が可能となり、道路に関わる様々な用途への活用や、データ利用の高度化を実現した。

今後はデータ処理解析に AI 技術を導入し、さらなるデータの信頼性向上と高度化を目指していきたい。

REAL Dimension は株式会社パスコの登録商標です（登録商標第 6418835 号）。

3 次元道路台帳附图検討業務における仕様検討について

国際航業株式会社 森 義孝

国際航業株式会社 逢坂 直樹・高木 久・西村 大助

藤木 三智成・政野 敦臣

1. はじめに

国土交通省は、インフラ分野における将来の人手不足や災害対策、インフラの老朽化を背景に、道路の安全・安心を確保し、道路のサービスレベルを維持・向上させるため、ICT や AI といった最新技術の活用を進め、効率的なメンテナンスオペレーションを図る一環として「道路デジタルメンテナンス戦略」を策定した。道路維持管理分野では、道路基盤地図をベースとした GIS プラットフォームの構築や維持管理データを一元管理し、処理・解析することで管理施設の補修計画策定や意思決定の効率化を目指している。その取り組みの中で、維持管理のために取得した 3 次元データを管理し、活用する手法や仕様といったものは、検討段階である。

本発表では、北陸地方整備局発注の「令和 2 年度 点群データを用いた 3 次元道路台帳附图検討業務」にて実施した、北陸地方整備局所有の車載センシング装置 (Mobile Mapping System: 以下、MMS と記す) から取得された 3 次元点群データを用い、地下埋設物情報を含む 3 次元道路台帳附图の作成、更には効率的な活用として、「道路管理データベースシステム (通称、MICHI)」との連携検討や地下埋設物、航空レーザデータとの合成による 3 次元地形モデルと BIM/CIM データの融合について、実証を行った結果から道路維持管理に最適な 3 次元道路台帳附图の作成仕様の検討結果について述べる。

2. 地域概要

3 次元道路台帳附图の仕様検討にあたり、北陸地方整備局管内の既に MMS 計測が完了している区間 (新潟県、富山県、石川県の一部: 約 877km) の中から、市街地部と山地部を選定した。選定にあたっては、北陸地方整備局指定の新潟国道事務所管内から各地域で複数箇所を抽出し、協議の上、決定している。市街地部は、4 車線道路や歩道、占用物件 (電柱、地下埋設管等) が多数あり、沿道には建物やアーケードといった占用物件以外の施設も複数ある国道 7 号 (0k000~0k280) を選定し、山地部は、2 車線道路や占用物件に加え、主要施設 (橋梁やトンネル) や法面がある国道 49 号 (東蒲原郡阿賀町西) を選定した (図-1)。

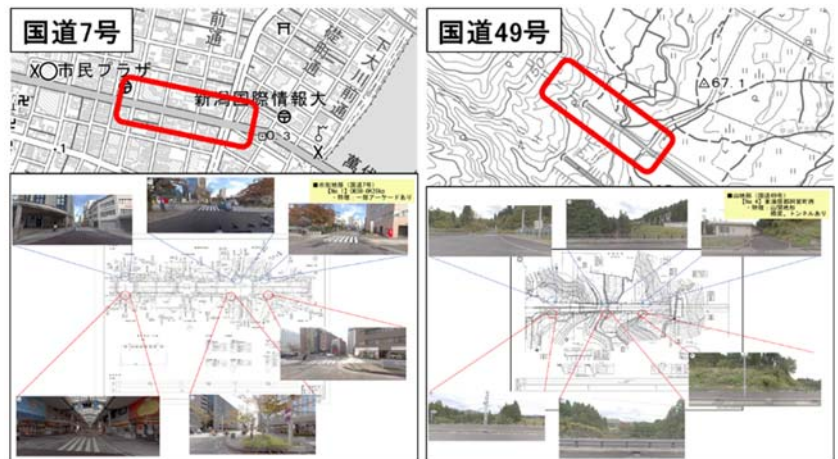


図-1 3 次元道路台帳附图作成対象箇所

3. 最適な 3 次元道路台帳附图作成の仕様検討

3.1 道路維持管理の課題

3 次元道路台帳附图の作成にあたり、維持管理に携わる事務所・維持出張所の担当者へヒアリングを行い、現在の道路に関する維持管理の課題を抽出した。各事務所で共通して抱える課題の中に、① 2 次元の

道路台帳附図の内、2～3割が未整備または更新を必要としている、②地下埋設物の正確な情報が載っていない、③維持業者のノウハウ（過去の問題対応や留意点等）は継承されていない、ことが挙げられた。3次元道路台帳付図には、これら課題を解消するスペックを十分に有しているが、現状の維持管理には2次元道路台帳付図の方が複数人での確認やメモを記載する、といった面で使いやすさもある。これらを鑑みて、2次元の道路台帳附図のバックデータとして3次元データを活用する、または通常は2次元で確認し、必要に応じて3次元データを読み込むようなシステムが必要になるといった意見もあった。

3.2 3次元モデル作成の費用対効果

今回は MMS 点群データで取得されている地物に対し、フルスペックの3次元オブジェクト作成を行った場合、従来の2次元道路台帳附図作成単価と比較し、約3～5倍程度の作業コストが増加することが想定された。そのため、面モデルの作成としては3次元の基盤データとなり、地図情報レベル500の地形図化の精度も確保できる道路面のみとし、それ以外の点群データは施設ごとのレイヤー分けをすることで作業効率とその後の活用時の効率を図ることとした。これにより、従来の2次元道路台帳作成単価に比べ、約1.9倍の作業コストで3次元道路台帳附図の整備が可能となる。

3.3 最適な3次元道路台帳附図の仕様

現況の道路維持管理における課題と3次元モデル作成の費用対効果の観点から、MICHI データで管理する構造物や付帯施設、及び付帯構造物のレイヤー分けと、道路面のみを面モデルを今回の業務での3次元道路台帳附図の作成仕様とした（図-2）。また、MMS 点群データ以外に、地下埋設物やトンネル、橋梁の3次元モデルを組み込むことで、通常の2次元道路台帳付図では確認できない情報も表現した。

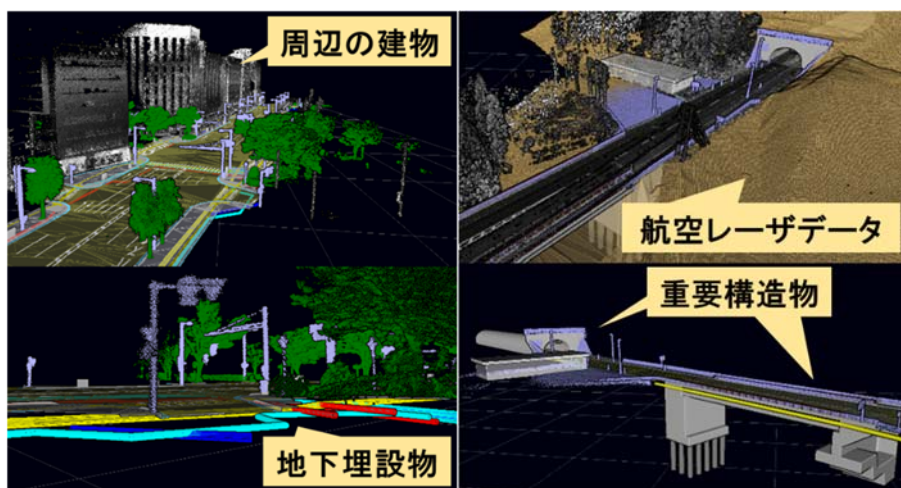


図-2 3次元道路台帳附図

4. 最後に

今回の3次元道路台帳附図作成の仕様検討はヒアリングを含め、道路維持管理において、管理者視点で将来の維持管理に必要なデータや情報を踏襲し、視認性、汎用性、操作性に優れた3次元道路台帳付図の作成と最適な作成仕様を構築した。特に、地下埋設物をモデル化、3次元道路台帳附図へ反映したことで、維持管理の一元化が可能となる基盤データが構築でき、国土交通省が目指す「道路デジタルメンテナンス戦略」に資する成果となっている。一方、これら成果は管理者レベルで運用を行えていないため、実作業で発見された課題・改善点等をしっかりフィードバック頂き、さらなる検証が必要になると考えている。また、市街地部、山地部もそれぞれ1か所ずつの実施であったため、サンプルとして複数個所での3次元道路台帳付図を作成し、インフラ DX に資する作成仕様へアップグレードは必要である。

謝辞

本発表では、3次元道路台帳附図作成検討にあたり、国土交通省北陸地方整備局のデータを用いて、実証させていただきました。この場をお借りして感謝申し上げます。

走行ビッグデータを活用したスマート道路維持管理について

朝日航洋株式会社 ○三上裕輝 及川大輔 二井啓

1 はじめに

スマートシティでは、3D 都市モデルに象徴される地理空間データを基盤とし、IoT センサー等の動的データをマッシュアップできる高度なまちづくりが望まれる。動的データの一例としては、多様なセンサーを搭載した一般車両がまちを常時センシングする IoT センサーとなり、走行ビッグデータとして収集、活用する仕組みがある。走行ビッグデータは、渋滞発生状況や交通量の把握のみならず、車両の挙動情報（ブレーキ等）による危険箇所の抽出やトリップ情報による商圈の把握まで多岐にわたる活用が可能である（図 1）。



図 1 スマートシティにおける走行ビッグデータを活用したまちづくりの高度化

本稿では、道路維持管理業務の効率化、高度化を図るため、走行ビッグデータを用いた路面の凸凹状況を把握する技術の実証に関する成果報告を行う。

なお、実証を行った奈良国道事務所では、5 年ごとの路面性状調査と日次のパトロールによる点検を実施しているものの、道路利用者からの苦情増加に対応する情報の不足が課題となっており、路面の凹凸状況を簡易に自動記録できる技術を求めている背景がある。

2 実証技術の概要

実証では、路面の凸凹状況を把握する技術（以下、「実証技術」とする。）として、車載通信機を標準搭載した一般車両（以下、「コネクティッドカー」とする。）の走行ビッグデータを用いた。

実証技術は、コネクティッドカーの 4 輪に搭載された車輪センサーのセンシング結果と車両の挙動から路面の凸凹状況を推定し、推定結果から道路種別や管理水準に最適化した指標値（以下、「凸凹指標値」とする。）を生成し、図 2 に示すように 10m 四方の路面状況の平均値を表現するものである。なお、凸凹指標値は、一定以上の横加速度や低速等の外れ値を除外した上で、統計的な信頼性を確保できる走行回数のあるデータを用いて算出される。



図 2 10m 四方の凸凹指標値の表現

3 実証内容と結果

近畿地方整備局の公募事業「現場ニーズに対応する新たな技術（シーズ）」で奈良国道事務所が管理する直轄国道において以下の検証を行い、実証技術の有用性を確認した。

3.1 適用範囲の検証

奈良国道事務所の管理路線約 150 km 全体において、2020 年 11 月の 1 か月間のデータから、実証技術の適用範囲を 100m 区間ごと凸凹指標値の取得状況の累積（百分率）から評価した。

その結果、150km 全体において凸凹指標値の取得ができ（100.0%）、路面の凸凹状況の把握が可能であることを確認できた。

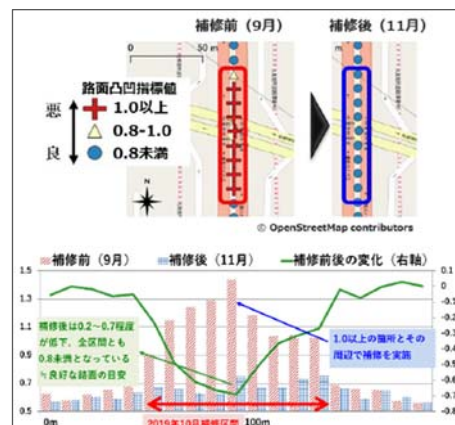


図 3 補修前後の凸凹指標値の比較

3.2 現地との比較検証

国道 24 号の約 25.7 km において 2 週間から 1 か月間の凸凹指標値を取得し、路面状況との一致度合いを評価した。はじめに、補修前後の路面状況から苦情につながる可能性の高い凸凹指標値の水準をしきい値に設定した(図 3)。次に、しきい値を超える 163 箇所について現地の路面の凸凹状況と比較し、凸凹指標値の一致度合いを確認した。

その結果、154 箇所(94.5%)で凸凹指標値と現地状況の一致(路面の凸凹やひび、道路上地物等)を確認できた。一方、9 箇所(5.5%)では、凸凹指標値が現地に対して過検出であった。過検出の傾向を見ると、評価対象を 10m 四方に平均化すること起因したものであり、例えば図 4 に示すように対象路線に接続する側道の路面凸凹を含めて算出した事例があった。

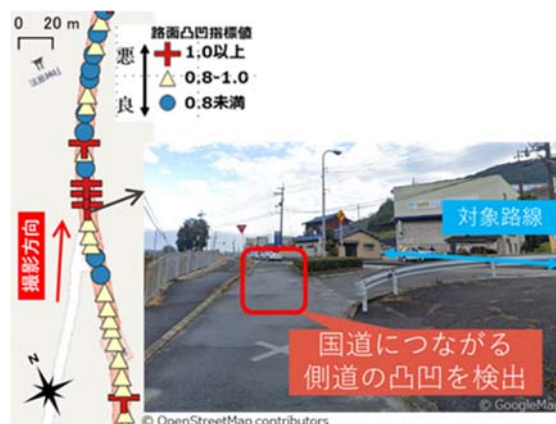


図 4 凸凹指標値の過検出の事例

3.3 IRI との比較検証

3.2 と同区間、同期間において、実証技術と道路管理者が採用している路面管理指標 (IRI) の一致度合いを評価した。はじめに、苦情となる可能性が高い路面の水準を IRI の 8mm/m 以上(健全度区分Ⅲ)と仮定した。次に、健全度区分Ⅲの 100 箇所において前段で設定したしきい値と 10m ごとに比較し、凸凹指標値の一致度合いを確認した(図 5)。

その結果、93 箇所(93.0%)で凸凹指標値と IRI の一致を確認できた。一方、7 箇所(7.0%)では、凸凹指標値が IRI に対して未検出であった。未検出の傾向を見ると、凸凹指標値が片側複数車線の路面状況を平均化すること起因したものであり、車線ごとに路面状況が異なる場合を捕捉できない事例があった。



図 5 IRI と凸凹指標値の比較

4 考察と今後の展望

実証技術は、従来の路面性状調査のための点検走行が不要でかつ任意の 2 週間から 1 か月間のデータ取得により、IRI と互換性の高いデータを低コストかつタイムリーに得られ、路面の凸凹状況と位置情報を自動記録するニーズを満たすという評価を得られた。

一方、10m 四方の空間分解能である実証技術の特性に起因した過検出や未検出の事例が確認された。これは、いずれ確立される自動運転車両における位置把握精度の向上とコネクティッドカーへの実装によって解決されると期待される。

5 おわりに

実証技術は、時間軸で路面性状調査とパトロールの間を補完できる特性を活かし、日常の苦情対応の効率化やタイムリーな路面状況の変化を加味した従来よりも実態に即した舗装修繕計画の立案等への活用が見込まれる。

実証技術の時系列情報と他のセンシング情報と組み合わせることで道路面の劣化予測などの多角的、効率的な舗装維持管理業務の実現、さらには道路周辺の空間情報の包括的な管理に資する情報になりえと考える。弊社は、これらの道路維持管理業務の DX に資するコンテンツ等をはじめとした動的データと地理空間情報基盤を組み合わせた付加価値の創出により、スマートシティにおけるまちづくりの高度化に貢献していく所存である。

UAV を活用した橋梁の 3 次元モデル作成方法に関する考察

旧 国立研究開発法人土木研究所 研究交流員 ○下川 光治
(現：アジア航測(株) 先端技術研究所)

1. 目的

国土交通省では、将来的な担い手不足、インフラの老朽化、維持管理費の増大といった課題への対応として「i-Construction」を推進しており、さらにこの流れを加速すべく、インフラ分野におけるロボット導入や AI 研究開発の促進に取り組んでいる。土木研究所では、「AI を活用した道路橋メンテナンスの効率化に関する共同研究」にて、メンテナンスサイクルにおける点検・診断・措置の効率化を進めている。

5 年毎の橋梁定期点検は、現地での近接目視と点検報告書の作成に多くの労力(人, 時間, 費用)を必要としている。国土交通省では、橋梁点検の効率化を目的として、「新技術利用のガイドライン(案)」「点検支援技術(画像計測技術)3次元成果品納品マニュアル【橋梁編】(案)」を公開し、点検ロボットの活用を積極的に推進している。

著者らは、橋梁点検に UAV と SfM を利用した「橋梁 3 次元データを活用する橋梁点検手法」を提案している。(図 1) 本稿では、著者らの橋梁 3 次元化の知見を用いて大型 PC 橋及び鋼製鈑桁橋で検証した事例を紹介する。

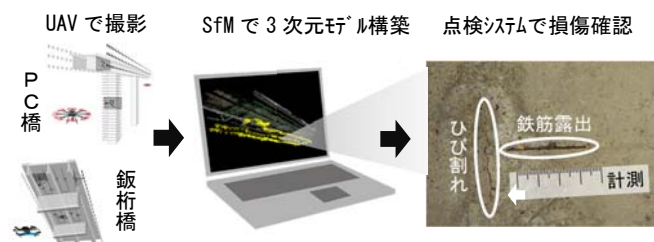


図-1 UAV と SfM を活用した橋梁点検イメージ

2. 実施概要

2.1. 大規模の PC 橋の撮影方法と 3 次元モデル構築方法の考案

ロボットを活用した点検方法の事例として、ロボットの効果がある大型 PC 橋（ハイピア橋）に対し大型の点検用 UAV（デンソー）を用いて、撮影方法とオルソモザイク画像作成方法を考案し、鳥取県境港市の江島大橋 PW2 橋脚付近で実証し（図-2）、点検用のオルソモザイク画像（3 次元座標付）を作成した。さらに、土木研究所とイリノイ大学で共同開発した点検システム上に点検用モデルを構築した後、損傷を抽出し 3 次元上に損傷内容を記録した。（図-3）

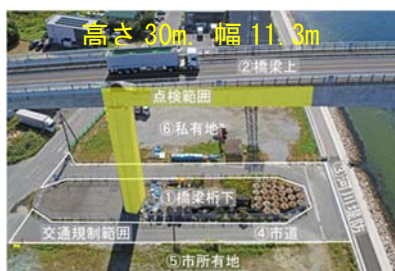


図-2 実証場所

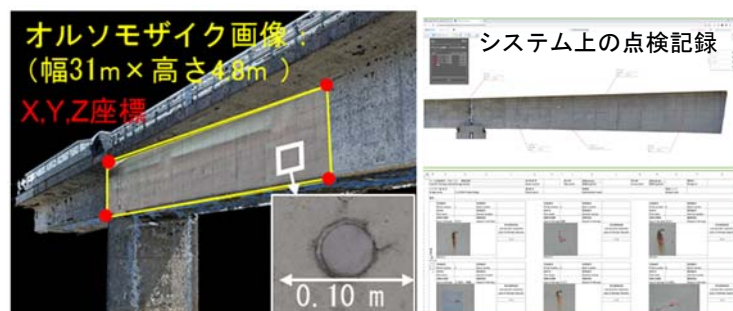


図-3 実験成果

2.2. 鋼製床版橋の撮影方法と3次元モデル構築方法の考案

前項で考案した方法を他の橋種に対し適応可能であるか検証するために、土木研究所施設内の鋼製桁橋で検証を行った。(図-4) 橋梁内部の撮影を可能とするために点検用小型 UAV (SkyDioJ2) を用いて、前項で考案した方法を参考に小型 UAV による撮影と3次元モデルを構築した成果から、点検用のオルソモザイク画像作成し損傷を抽出。さらに点検システム上で損傷抽出し記録できることを確認した。(図-5)



図-4 検証場所

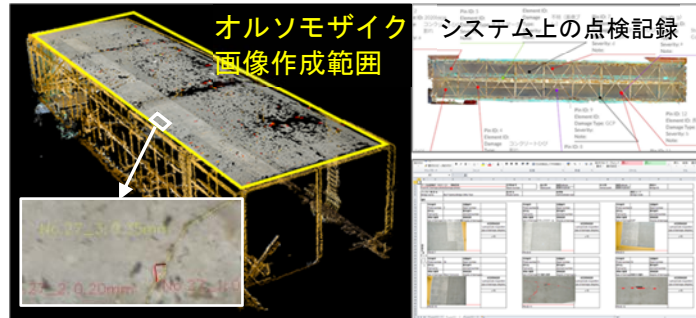


図-5 実験成果

3. まとめ

考案した大規模PC橋の撮影方法と3次元モデル構築方法については、非GNSS環境下で自動飛行機能を搭載した大型 UAV(デンソー)を活用し、計画した撮影距離を保ちながら飛行することで、点検に適した品質の画像を取得し、さらに SfM 技術を活用することで、点検に適したオルソモザイク画像や点検システムにより損傷を抽出し記録することが確認できた。

小規模の鋼製桁橋についても、これまで撮影が困難であった桁内部を全方位障害物回避機能を搭載した小型 UAV(SkyDio)を活用することで撮影を可能とし、考案した方法により、大型橋梁と同様の検証結果を得ることができた。この検証結果については、ロボットを活用した点検事例とし土木研究所ホームページ内の要領等に公開され、国土交通省の点検支援技術(画像計測技術)を用いた3次元成果品納品マニュアル【橋梁編】(案)22項に紹介された。(図-6)

土木研究所ホームページ掲載



国土交通省ホームページで紹介



図-6 研究内容の公開先

参考文献

- 1) 下川光治, 森川博邦, 服部達也, : 橋梁点検画像の3次元管理に関する考察, 令和2年建設施工と建設機械シンポジウム, pp. 161-166, 2020
- 2) 下川光治, 森川博邦, 服部達也, : UAVを活用した橋梁の3次元モデル作成方法に関する考察, 令和3年日本写真測量学会 年次学術講演会, pp.87-90, 2021

三次元点群データを用いた簡易的な流下能力評価

株式会社フジヤマ 空間情報部 大城 弘暉
共著者 市川 富崇 遠藤 弘人 田邊 真

1. はじめに

空間計測技術の進展に伴い、蓄積された膨大なデータの有効活用が課題となっている。また、治水分野においては、計画を超える洪水に対しても、河川施設が粘り強く、その効果を発揮するように、施設の状態監視を的確に行い、質的強化や維持管理を行うことが求められている。

状態監視のうち、流下能力評価については、200m 程度の間隔で測量された河道断面による不等流計算を行うことが一般的である。しかし、測点間の地形形状が反映されていないこと、また、箇所ごとの水位は上下流の影響を受けた結果であり、堆積状況を任意の箇所、把握することに課題があった。そこで、本事例は、現況と計画の三次元河道モデルを作成し、それぞれの短区間の流下可能な体積を比較し、現況流下能力を評価することに試みたものである。

2. 概要

本事例は、静岡県西部に位置する二級河川都田川の河口（浜名湖）から 6.0km 上流までである（図 1）。評価に使用した現況モデルは令和 2 年に実施した航空レーザ測深（ALB）及び深淺測量の測量結果から作成したものである。また、河川整備計画に基づいた横断面や計画高水位・計画河床高から計画モデルを作成した。次に、図 2 に示すように、両モデルの計画高水位以下の体積を算出し、計画に対する現況の割合を百分率として求めた。これを、水理計算を伴わない簡易的な手法による流下能力として評価とした。



図 1 対象範囲

3. 流下能力の評価結果

評価に用いる体積の算出では、前項のモデルから発生させたグリッドデータ（0.5m）を左右の堤防区間で抽出している。評価の単位は、発注者と協議の上、河川中心線形に沿った 50m の短区間ごとに分割したものとし、縦断的に評価した。

結果を図 3 に示す。対象範囲全体の平均値が約 97%であるが、主に下流部で堆積が進行していることが確認できた。また地形図上に、評価結果を色分けして表現した図 4 を作成した。これにより、井伊谷川合流後で堆積が著しく進んでいることが、地形的な判断材料を加えて、俯瞰的に把握することができた。

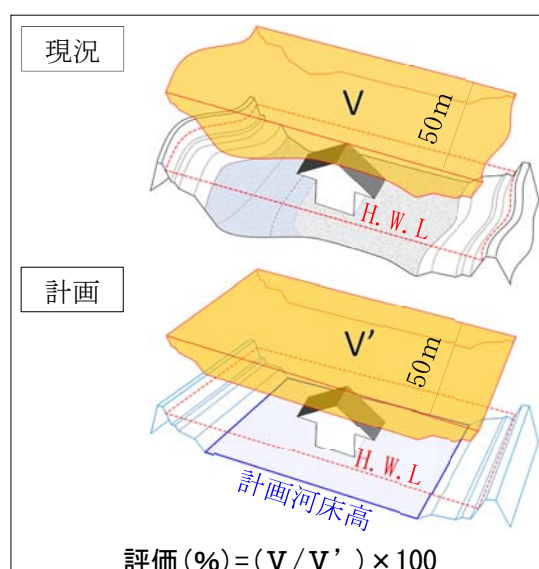


図 2 流下能力の評価方法

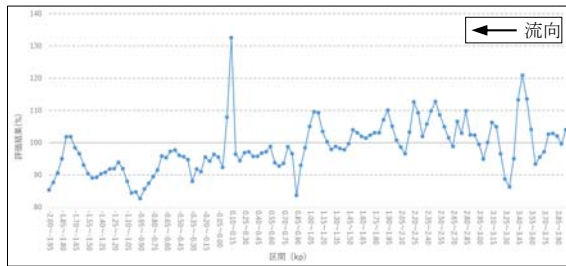


図3 流下能力の評価結果

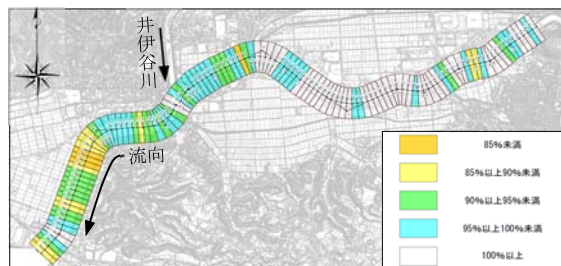


図4 地形重ね図

4. 三次元モデルを用いた流況変化の検証

本事例で作成した現況と計画の三次元河道モデルを使用し、流況や河床変動解析ソフトウェア iRIC(International River Interface Cooperative)のソルバーNays2DH を利用して、平面二次元流況解析を行った。図4より確認された堆積が進む区間において、整備計画に基づいた設定値から、試験的に行ったものである。現況モデルを用いて計算メッシュ幅を横断方向約 10m として、縦断方向を 10m 及び 50m に分割した場合の比較を行った。また、浚渫の効果検証のために計画モデル（計算メッシュ幅は縦横断とも約 10m）での解析を実施した。図5の結果は、矢印が流速ベクトル、色味が水深を示している。メッシュ幅の比較では、分割が細かいほうが、河床による水の流れへの影響を表しているように見受けられた。また、計画モデルの解析結果では、流れの向きがより河道に沿って平行になっていると判断できた。

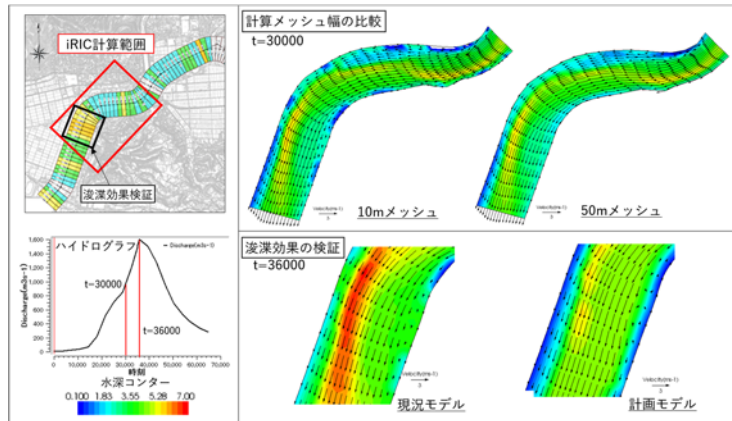


図5 検証結果

6. まとめ

従来手法である不等流計算が抱える課題に対し、本事例で行った流下能力評価は、効果的であることが確認できた。特に浚渫や河道掘削箇所の優先度や対策量の検討が容易になると考えられる。本手法は、水理計算を伴わない簡易的な手法のため、最終的な流下能力評価は不定流や不等流計算とする必要がある。しかし、その前段で本評価を行うことにより、突発的に河道掘削を行う際には効果的に対応できる等、即答性を持った事業計画の推進が望める。また、河川ごとの特性に応じて評価の単位を設定できることから、様々な河川に活用できるものと期待できる。

iRICを用いた検証では、計算メッシュ幅（データ密度）が解析結果に影響を及ぼすことが確認できた。本解析は、別途内容の精査が必要であるが、高密度データの取得が特徴である三次元計測との親和性が高いことが示唆される。

今後の課題として、三次元点群データの効率な活用を図るため、本事例で有効に検討できなかった流況変化について、解析の設定値や使用モデルの詳細を詰めることで、検討を進めたい。

7. 謝辞

本稿の発表に当たり、静岡県浜松土木事務所様には、データの提供及び助言を頂きました。ここに改めてお礼申し上げます。

地上レーザスキャナの活用による車載写真レーザ測量作業の効率化について

株式会社パスコ

○土橋 康輝、井上 昭人、小池 進哉、小野 稔、酒井 昂紀

1 はじめに

道路空間の3次元データから道路台帳図を作成する機会が増えており、手法としては車載写真レーザ測量（以下、MMS）が用いられる機会が増えている。

数値図化実施時に、3次元データ取得時に生じたレーザ点群の【欠損部】を補う手法として、トータルステーション等を用いた現地補備測量が手法としてあるが、点群データの補完を行うことはできないため、点群データの2次利用に課題を残している。

本件は、MMSで取得された3次元データのレーザ点群【欠損部】を地上レーザスキャナ（以下、TLS）で補完するための手法と効率的に調整処理を行う数値図化手法の検討結果について紹介する。

2 使用機材及び検証場所

2.1 使用機材

TLSはRTC360(Leica Geosystems 社製)を使用した。RTC360のスキャン密度は、計測時間・器械点数が適正な距離10mで点群間隔6mmのモードを採用し測定した。RTC360のスキャン密度は、機材から5m先で83,000点/m²である。

MMS 3次元データは、MMS:Type-G(三菱電機社製・搭載したレーザスキャナ:Pentax Precision 社製 (S-2100))を使用した。Type-Gのスキャン密度は、機材から5m先で1,326点/m²である。また、衛星不可視区間を計測するため、弊社で通常使用するIMU(ロール角:0.72deg、ピッチ角:0.36deg、ヘディング:0.18deg、車両挙動取得:10Hz/sec)に比べ、高性能な機器(ロール角:0.05deg、ピッチ角:0.05deg、ヘディング:0.15deg、車両挙動取得:100Hz/sec)を使用した。

2.2 検証場所

検証場所は、国道298号(千葉県 市川市)の副道を結ぶ延長60mの歩車道分離道路である。図1に示すとおり、検証場所は、上空に国道298号本線があるボックスカルバート形状の交差道路であるため、衛星受信状況が悪い環境である。

3 検証作業

3.1 MMS点群欠損部におけるTLSを用いた点群データ補完

TLS計測は、規程が定める「地図情報レベル500 地物における放射方向の観測点間隔50mm」以内を満たす器械点間隔10mにて、MMS計測範囲と一部重畳するように測点001・007を設け、器械点001から器械点007の7地点を設置した。また、後述の合成作業を有効に行えるよう、オーバーラップ率50%以上を満たすようにした。

標定点は、極力有効範囲外(5m)に設置した。標定点は、4級基準点を与点として放射法にて1計測につき4点(3点を標定、1点を検証)となるよう、19点設置した。1計測ごとに調整処理を実施し、検証点による精度点検を行った。較差を表1に示す。(本手法を「①規程手法」とする。)

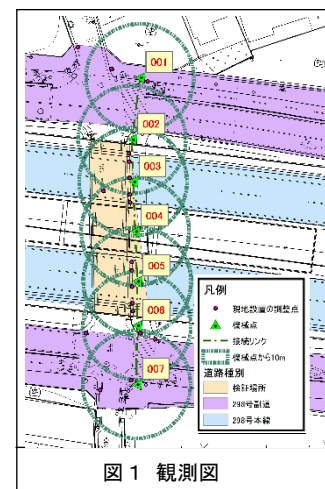


図1 観測図

表1 ①規程手法

標定点	△水平	△標高
001	0.010	-0.001
002	0.042	-0.060
003	0.067	-0.077
004	0.007	0.000
005	0.017	-0.004
006	0.019	-0.001
007	0.045	0.003
008	0.011	0.003
009	0.012	0.002
010	0.005	0.002
011	0.004	0.000
012	0.008	0.009
013	0.005	0.005
014	0.004	0.002
015	0.009	0.010
016	0.007	-0.008
017	0.003	0.000
018	0.008	0.006
019	0.018	-0.002
最大	0.067	0.077
平均	0.018	0.010

(制限値0.1m)

3.2 標定点測量軽減の検証

3.2.1 解析ソフトウェアによる合成

標定点の設置作業を軽減することを目的に、解析処理ソフトウェア“Cyclone REGISTER 360”の合成機能（図2：TLS合成）を用いて、器械点001・007を固定し、合成処理を行った。（本手法を「②ソフトウェアによる合成手法」とする。）

本手法の品質を確認するため、公共基準点を与点とした器械点002～006で使用した標定点を検証点として、座標・標高の較差を点検した。その結果、地図情報レベル500の品質を確保することが確認できた。較差を表2に示す。“①規程手法“と”②ソフトウェアによる合成手法”を比較すると、概ね同等の品質が得られることが分かった。

3.2.2 MMS 点群データによる合成

前項の手法から、さらに標定点の設置作業を軽減することを目的に、既存の測量成果であるMMSにより得られた点群データを標定に用いる手法の検証を実施した。前項で固定した標定点001・007付近にMMS点群データより標定点を設置し、合成処理を行った。（本手法を「③MMS手法」とする。）

本手法の品質を確認するため、公共基準点を与点とした器械点002～006で使用した標定点を検証点として、座標・標高の較差を点検した。その結果、地図情報レベル500の品質を確保することが確認できた。較差を表3に示す。“①規程手法“や”②ソフトウェアによる合成手法”と”③MMS手法”を比較すると、MMS計測時における検証点間との対地座標の系統的な差に起因し、①②の手法と比較して較差は大きい、規程が定める「標定点の精度」を十分に満たすことが分かった。

4 まとめと今後の展望

MMS3次元点群データの【欠損部】を補完する手法として、TLSは点密度・位置精度共に十分満たしており、有効な手法であることが分かった。ただし設置が必要となる調整点間の密度が高く、作業工数が掛かることにより、最終的な測量費用が高くなるのが欠点である。

そこで、調整点測量の軽減手法について検証したところ、【欠損部】を補完する範囲が長大な場合は位置精度の担保に不安を残すものの、今回の対象区間のような【欠損部】においては、「②ソフトウェアによる合成手法」「③MMS手法」とともに、中間の調整点の設置を削除することが可能との結果が得られた。

また、生産性の面をみると、本検証において、「②ソフトウェアによる合成手法」は「①規程手法」に比べて約30%、「③MMS手法」では約50%の工数削減が見込まれる結果となり、非常に有効な手法であることが検証された。

以上のように、本検証では、国土交通省が推進する「i-Construction」における根幹データである「3次元データ」を効率的に取得する可能性を見つけることが出来た。

今後は、国土地理院と調整し、本検討結果を基にした「準則第17条第2項」の適用を視野に入れ、「測量作業の効率化」に寄与したいと考える。

5 謝辞

本調査は、対象区間を管理する道路管理者の御理解・御協力の下、実施したものである。ここに記して関係各位に謝意を表す。また、本稿に示した成果は、平成31年度から令和2年度にかけて国土交通省関東地方整備局首都国道事務所で発注された業務で得た成果の一部である。



図2：TLS合成

表2 ②ソフトウェアによる合成手法

標定点	△水平	△標高
001	0.026	0.006
002	0.037	-0.017
003	0.035	0.000
004	0.019	0.005
005	0.029	-0.003
006	0.033	-0.003
007	0.028	0.001
008	0.030	-0.003
009	0.029	-0.005
010	0.007	-0.005
011	0.009	-0.003
012	0.006	-0.003
013	0.007	-0.004
014	0.003	-0.006
015	0.002	0.017
016	0.014	0.006
017	0.011	0.004
018	0.012	-0.003
019	0.031	-0.009
最大	0.037	0.017
平均	0.020	0.005

(制限値 0.1m)

表3 ③MMS手法

標定点	△水平	△標高
001	0.059	-0.036
002	0.060	-0.071
003	0.050	-0.039
004	0.089	-0.045
005	0.057	-0.056
006	0.021	-0.041
007	0.037	-0.043
008	0.031	-0.057
009	0.029	-0.052
010	0.044	-0.061
011	0.043	-0.058
012	0.042	-0.058
013	0.038	-0.058
014	0.033	-0.053
015	0.028	-0.034
016	0.041	-0.051
017	0.042	-0.054
018	0.060	-0.058
019	0.030	-0.062
最大	0.089	0.071
平均	0.046	0.052

(制限値 0.1m)

SLAM レーザスキャナでの直角ターゲットの有効性について

国際航業株式会社 公共コンサルタント事業部 空間基盤技術部
○川又 楓太 榊本 みな 高野 敦 大泉 純也 檀上 拓也

1 はじめに

昨今、建築・土木業の生産性向上を目的とした i-Construction が推進され、測量により作成した三次元点群データの共通利用を促進することで建設生産システム全体の生産性向上を目指す動きがある。三次元点群測量の新たな手法として、計測機器の自己位置を推定すると同時に三次元点群を取得する SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) 技術を用いた SLAM レーザスキャナによる測量が注目されている。手持ちタイプの SLAM レーザスキャナ (以下、手持ちレーザスキャナと呼ぶ) は軽量かつ、歩くだけで計測が可能であるため、従来の測量では取得が難しい詳細部の計測での利用や、作業効率の向上に対する寄与が期待できる機器である。

2 検証内容

地形測量および応用測量における手持ちレーザスキャナの実用化を目指して、手持ちレーザスキャナの利活用ファーストステップとして座標変換を効率的に行うために、一般的な球ターゲットを用いた場合と我々が考案した直角ターゲットを用いた場合の座標変換の精度を比較し、手持ちレーザスキャナにおける直角ターゲットの有効性の検証を行った。

また、取得した点群データと横断測量の実測データ及び据置型レーザスキャナで取得した点群データから作成した横断線を比較し、手持ちレーザスキャナの地形測量の補備測量における活用可能性の検証も行った。

3 検証方法

本検証には GeoSLAM 社の ZEB-HORIZON(手持ちレーザスキャナ)と Trimble 社の Trimble SX10(据置型レーザスキャナ)を使用した。本検証の流れを図 1 に示し、調整点で使用するターゲットには図 2 に示すような据置型レーザスキャナで一般的な球ターゲットと、我々が考案した直角ターゲットの 2 種類を使用して座標変換の精度の検証を行った。検証エリアは図 3 に示す通り、路線測量において基準点が中心線付近に配置された場面を想定し、調整点を直線上、かつ、等間隔で設置が可能な府中市内の多摩川の河川敷を検証場所とした。また、調整点の両側及び調整点間の中間に検証点を計 11 か所に設置した。

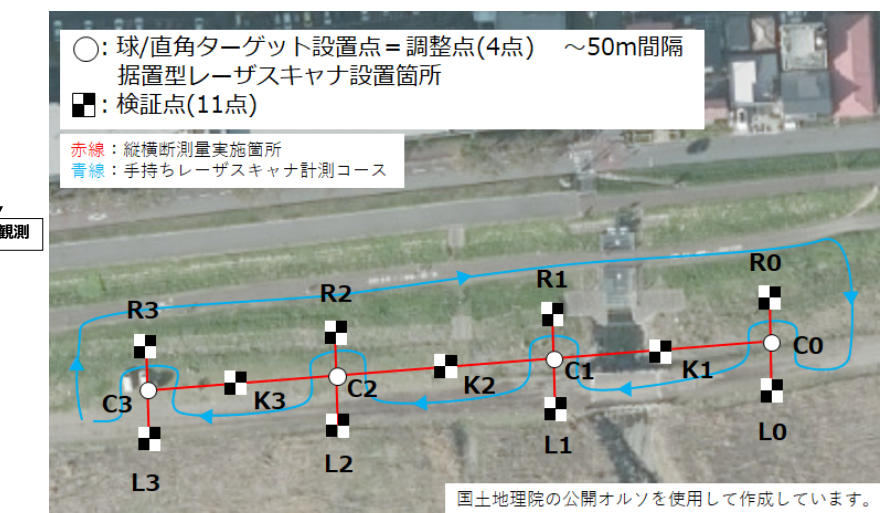
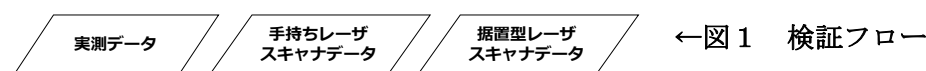


図 3 検証エリア

←図 2 使用した球ターゲット(左)と直角ターゲット(右)

4 検証結果

●手持ちレーザスキャナにおける直角ターゲットの有効性の検証

観測した座標値を用いて 2D ヘルマート変換及び高さの平均計算を行った結果を表 1、表 2 に示す。なお、球ターゲットは、ターゲットに当たった点群データのみを抽出し、計算プログラムを介して最小二乗法により球の中心の座標値を推定した。対して、直角ターゲットは CAD 上にて 2 枚の平面の接合線の上端を線で描画し、その交点の座標値を抽出した。それぞれのターゲットの標準偏差を見ると、座標変換時において直角ターゲットでも球と同等の精度を確保できる点や、座標の標定時の誤差軽減のために点群から判読しやすい形状である点において、直角ターゲットは有効と判断できる。

表 1 座標変換誤差一覧(球)

表 2 座標変換誤差一覧(直角)

<球ターゲット>

縮率 0.9987535

単位: m

対応座標	X誤差	Y誤差	XY誤差	Z誤差
C0	-0.013	0.003	0.013	0.166
C1	0.006	-0.003	0.007	0.029
C2	0.026	-0.002	0.026	-0.109
C3	-0.020	0.003	0.020	-0.086
残差最大値	0.026	0.003	0.026	0.166
残差最小値	-0.020	-0.003	0.007	-0.109
標準偏差	0.021	0.003	0.018	0.109

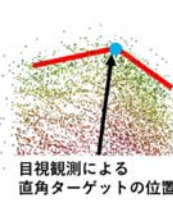


<直角ターゲット>

縮率 0.9986498

単位: m

対応座標	X誤差	Y誤差	XY誤差	Z誤差
C0	-0.008	-0.003	0.008	0.109
C1	0.007	0.001	0.007	0.021
C2	0.010	0.008	0.013	-0.064
C3	-0.009	-0.006	0.011	-0.066
残差最大値	0.010	0.008	0.013	0.109
残差最小値	-0.009	-0.006	0.007	-0.066
標準偏差	0.010	0.006	0.010	0.072



・手持ちレーザスキャナの地形測量の補備測量における活用可能性の検証

本検証で測量した 4 断面 (C0~C3) のうち代表的な断面の結果を図 4 に示す。手持ちレーザスキャナで取得した点群データは左右の高さ方向の誤差も少なく、手持ちレーザスキャナは概ね地形に沿って観測できていると判断される。また、据置型レーザスキャナでは一部草の上を観測している箇所が確認できるが、観測するコースによっては遮蔽物があっても地表面を観測できることから、実測と近似した観測が可能である。加えて、手持ちレーザスキャナを使うことにより作業時間を約 1/4 に短縮できると試算され、作業者の身体的負担の軽減が期待できる。以上のことから、手持ちレーザスキャナは地形測量の補備測量において十分利用できると考えられる。

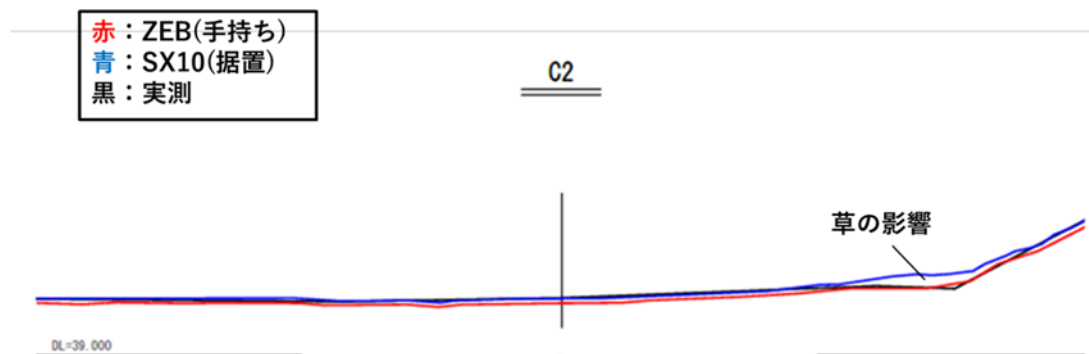


図 4 実測データと点群データの横断図比較

5 結論

手持ちレーザスキャナを使用して得られた計測データから、我々が考案した直角ターゲットの有効性及び地形測量における実用化について検証を行った。その結果、座標変換において球ターゲットと同等の精度であり、標定時の誤差を軽減するためにも点群から判読しやすい形状であることから、直角ターゲットは有効であると判断できた。また、手持ちレーザスキャナは、観測するコースによっては遮蔽物があっても地面を照射するため実測と近似した観測が可能となり、作業時間の短縮や作業者の身体的負担の軽減に期待できると判断できた。今後は、①ターゲットの設置回数やターゲット間の距離の妥当性の検討 ②SLAM の自己位置推定の影響を図るため、人工の特徴点を設置した観測方法の検討 ③平野部/都心部/山間部での効率的な観測方法の検討 ④調整点を面的に配置することによる精度への影響度の検討 ⑤高さ方向の補正方法についての検討が必要であると考えている。

DEM・DSM を用いた土地利用情報の疑似的高解像度化

株式会社東京地図研究社 ○荒松 拳、石川 剛

1. 研究の背景

国土交通省から公開されている「国土数値情報土地利用細分(または詳細)メッシュデータ」は、「森林」「荒地」などの自然環境、「建物用地」「道路」などの人工用途、合わせて十数種類の項目に分類される。このデータは 50/100m メッシュ単位であり、広域の土地利用状況を概観するのに適しているが、中縮尺以上では分解能の粗さが際立ってしまう。一方、より高解像度の土地利用データを利用しようとする、提供範囲が限定的であったり、有償であったりと、何かしらの制限が発生する。そこで我々は、DEM を組み合わせることで疑似的に解像度を上げる手法を考案した(荒松・石川, 2021)。これは、「隣接して同じ標高値を持つメッシュは土地利用区分も同じである確率が高い」という想定で試行したものだが、自然環境系の分類では実態に近い表現を実現したものの、人工用途系では不連続性が顕著になってしまう場合もあるなどの課題も残した。

2. 試行エリアの選定

手法を検討するためのサンプル地点として、兵庫県神戸市長田区南部とその周辺を選定した。理由としては、県全域の高精度 DEM(DTM) および DSM がオープンデータとして入手可能かつ、自然環境と人工用途の土地利用種が適度に入り混じっているエリアであることが挙げられる。

今回、手法検討に利用したデータは以下の通りである。

A: 兵庫県_全域 DEM(2010 年度～2018 年度) 地図情報レベル 1000

B: 兵庫県_全域 DSM(2010 年度～2018 年度) 地図情報レベル 1000

C: 国土数値情報 土地利用詳細メッシュデータ

3. DSM データによる疑似的高解像度化の改良

DEM によるグラウンドデータ(地盤の高さ) 単体による土地利用範囲の分類ではなく、DSM と DEM の差分、つまり建物や樹木等の高さが等しい範囲は土地利用種も同じである可能性が高いと想定し、次の処理フローを考案した。

1) [DSM 値]-[DEM 値]となるポリゴンを作成し、高度に応じて 2 パターンに分類(図 1)

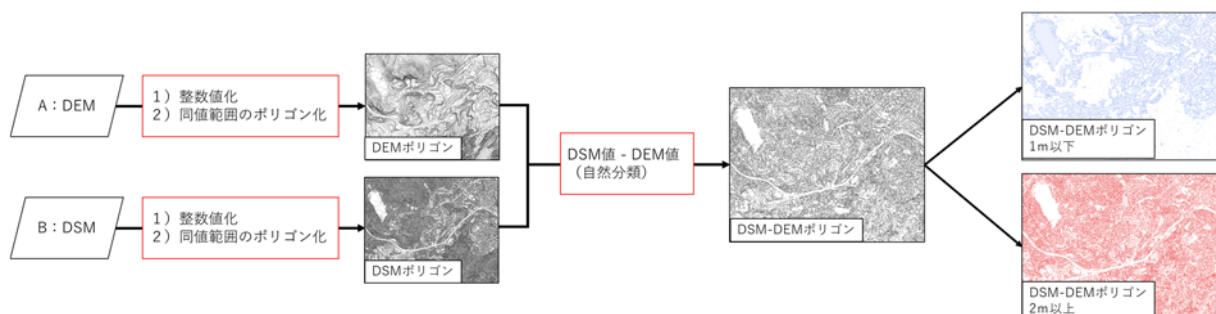


図 1 DEM、DSM からポリゴンデータの作成フロー

2) 「1)」で作成した各ポリゴンに対して土地利用種結合※(図 2)

※ポリゴンと土地利用メッシュの重なりから、面積最大となる属性を結合(荒松・石川, 2021)

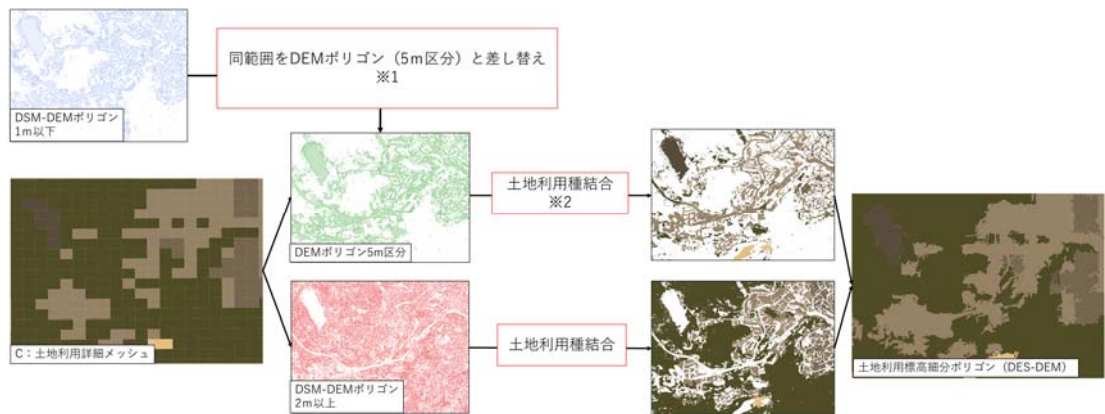


図2 ポリゴンへの土地利用種結合フロー

- ※1 [DSM 値]-[DEM 値] ≤ 1m の場合、DEM値(5m区切り)のみでポリゴンを区分
- ※2 [DSM 値]-[DEM 値] ≤ 1m であることを加味して、「森林」以外の土地利用種を優先

4. 精度検証と本データの利活用について

上記について、類似する土地利用種に分類された「宅地利用動向調査_近畿圏_2008年(以下、「宅地利用」)」を用いて、精度検証を行った(宅地利用は Web タイル画像をベクタ化し使用)。ソースが異なるため、相互の土地利用属性を一部統合し、外観を比較する(図3)。メッシュ形状がなくなり、ある程度滑らかな境界となっているのが確認できる。

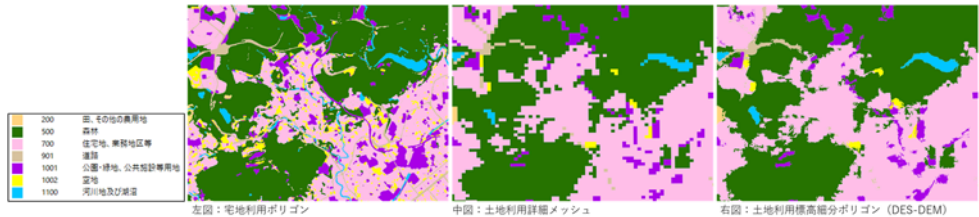


図3 宅地利用と処理前(メッシュ状)、処理後ポリゴンの比較

上図と同じ宅地利用ポリゴンと処理前後のポリゴンをオーバーレイし、各土地利用種の一致について確認したところ、空間的な土地利用種一致精度についてほとんど変化は見られなかった(表1)。しかしながら形状を示す指数として「周長/面積」割合を算出・比較すると、メッシュ形状から宅地利用形状に近づいており、本処理にて一定の高解像度化がなされたことを確認できた(表2)。

表1：土地利用種別「宅地利用」との空間的な一致率(%)

usecode	DSMDem_match(%)	MESH_match(%)
200	4.10%	4.16%
500	93.79%	94.33%
700	92.69%	91.25%
901	13.85%	15.43%
1001	23.21%	25.03%
1002	3.05%	2.35%
1100	38.73%	35.51%

表2：土地利用種別「周長/面積」割合

usecode	宅地利用	DSMDem	MESH
200	29.48%	11.80%	3.58%
500	5.38%	4.02%	0.95%
700	8.61%	4.88%	1.25%
901	22.22%	25.76%	5.77%
1001	13.32%	19.52%	4.42%
1002	13.13%	18.39%	4.42%
1100	11.61%	7.71%	2.91%

5. まとめと今後の課題

本手法にて作成されたデータは、概況として国土を俯瞰できる土地利用メッシュデータに対し、より大縮尺に耐えうる疑似解像度を持たせることで、背景及び主題としての利用範囲が広められると考えられる。また、ラスター形式の地図画像や空中写真と異なりベクタデータであるため、表示したい範囲のみの利用や、他のベクタデータとの組み合わせなどの幅広い利活用の基礎データとしても期待できる。

引き続き、汎用性のある無償データを用いて、より高精度化ができないか検証していく予定である。

引用文献：

荒松拳・石川剛 2021: DEMを用いた土地利用情報の疑似的高解像度化-鳥取砂丘東部(浜坂砂丘)周辺を例に-, 日本地図学会定期大会

今日の地図、明日の地図

株式会社日豊 ○伊藤 広和、里村 幹夫

多田 吉成、藤井 綾香

末野 幹雄、島田 誠一

株式会社マッフル 黒田 茂夫、大日方 祐樹

清水建設株式会社 鳴海 智博、山口 範洋

1. はじめに

日本は地殻変動の激しいところである。特に大きな地震が発生しなくても、年間数 cm は移動している。2011 年東北地方太平洋沖地震のような大地震が起これば、それと同時に 1 m 以上変動することもあり、地震の後も余効変動として通常より大きい変動が起こることが多い。東北地方では 2011 年の地震直後に 1 年あたり 10cm を超えるような変動があった。

しかし、普段我々が使っている地図は、そのような変動は考慮されておらず、基準日(元期)の座標値に基づいた地図であり、現在の座標値ではない。国土地理院の地図は元期が1997年1月であったが、2011年の東北地方太平洋沖地震により大きな地殻変動が生じた地域については、元期が地震後2011年4月に変更された。そのため、日本地図の中には地域により2つの異なった元期が存在している。

一方、GNSS などの位置を瞬時に決定する技術はどんどん進歩しており、それによって得られる位置は元期の座標値ではなく今期の座標値である。したがって、我々は、元期の座標値で地図データを管理するという考え方を改め、時間変化を考慮した四次元ダイナミック座標管理を導入すべき時期に来ていると考え、日豊はそれに関連した 5 件の特許と 5 件の商標登録を取得した。また、地図も現在の座標値を基準にした「今日の地図」、さらにはそれを近未来にも伸ばした「明日の地図」にも備えるべきであると考え、昭文社は「今日の地図」を商標登録した。

2. 地盤変動情報システム (JISLaD) と今日の地図、明日の地図

国土地理院は、日本全国に約 1300 点の連続 GNSS 観測点網を設置し、データを収集するとともに、その RINEX データを公開している。日豊は、2008 年から毎日そのデータをダウンロードし、日本周辺の IGS 点の ITRF 座標値（現在は ITRF2014）を基準として、GAMIT ソフトウェアと Bernese ソフトウェアを用いて日々の座標値を計算し、その値を蓄積している。

我々はこのシステムを The Japanese Land Deformation System (略称 JISLaD) と名付けた。これは地盤の変動情報を得るために作成したもので、電子基準点の変動を基に日本国内の任意の点の変動をもとめ、Web を通じてその結果を公開している。

JISLaD は電子基準点の座標と速度データを持っており、元期の座標データを基に作られた図を今期の地図へ、つまり「今日の地図」に変換することも可能なデータである。また、その変動速度を利用すると、近い将来の地図つまり「明日の地図」を作ることができる。将来的には、干渉 SAR を用いた局地的な地殻変動監視に応用していく予定である。

3. 今日の地図、明日の地図の実践例

航空業界では、GNSS を用いて瞬時に航空機の正確な位置を決めることが可能になってきた。それに伴い現在は、GNSS を用いた航空機の自動離発着に向けての技術開発が進んでおり、滑走路の座標には精密な今期座標が求められている。このような状況下において空港の座標値(1996 年測量)が数十年も前の値のままで良いはずがなく、日豊は空港滑走路の今期座標を求める作業に携わってきた。ある空港では滑走路座標に 1.3m の変動がみられた(図 1)。今後も地殻変動により座標は変わり続けるが、精密な予測は困難である。そのため、求めた座標値の許容範囲を超える時期を示すことによって、次の回の測量の実施時期の目安を立てるようにしている。



図 1. 空港滑走路の変動量 (1996 年から 2019 年)

4. 将来に向けてのイノベーション

カーナビやスマートフォンに組み込まれた、GNSS や加速度センサー、ジャイロセンサーの発展は目覚ましく、地理座標を扱う地図業界もそれに遅れをとらないようにする必要があることは言うまでもない。旅行中に利用が期待されるスマートフォンの位置情報を現在の座標を持った地図に対応させるのと同時に、グルメやゴルフ、海釣りといった趣味の情報提供などとの機能を合わせることで、「今日の地図、明日の地図」は、より幅広い市場開拓に結び付けることが可能であると考えている。

参考文献

- ・ 里村幹夫：測る量る図る：時間とともに変動する座標—GNSS 測量に地殻変動を取り込む。月刊測量 2021 年 6 月号 18-19 頁。
- ・ 里村幹夫・植田伸一・伊藤広和・末野幹雄・島田誠一・小林敬幸・多田吉成・中尾 茂：地盤情報システム(JISLaD)と四次元ダイナミック座標。応用測量論文集第 32 巻 (2021 年) (受理済)。

部会等活動報告

MMS ガイドブック 増補版（車載写真レーザ測量の手引き）

（一般公開：令和3年6月）について

MMS_WG WG長 阿部 亮吾

1. MMS ワーキング

これまで、（公財）日本測量調査技術協会では、先端測量技術による高精度かつ効率的計測手法の実用化にむけた調査研究や新技術の実証実験・精度検証、測量技術・事業の将来展望等に関する自主研究活動を技術委員会及び技術部会を中心に取り組んでおり、空中計測・マッピング部会のひとつである MMS ワーキンググループ（以下、MMS_WG）では MMS の可能性を広く研究している。MMS_WG は 2011 年の開始から約 10 年間継続して活動しており、主な活動事例として、2011 年に「MMS 想定事例集」の刊行、2016 年に「MMS ガイドブック（車載写真レーザ測量の手引き）」の刊行、2017 年に「平成 29 年度版公共測量積算ハンドブック 第 17 章 移動計測車両による測量—MMS (Mobile Mapping System)」の記載、2021 年に「MMS ガイドブック増補版（車載写真レーザ測量の手引き）」の刊行などがある。MMS_WG への参加会社は合計 27 社、登録者は 36 名である（2021 年 8 月現在）。

2. MMS ガイドブック

MMS は、2009 年頃から実用化のための精度検証が幾つかの企業で開始された。しかし、当時は、公共測量作業規程の準則に記載されていない新たな計測技術であるため、準則第 17 条（機器等及び作業方法に関する特例）の手続きを経て公共測量に用いられるようになった。その後、2011 年には、国土地理院により、同技術の標準化を図るべく「移動計測車両による測量システムを用いる数値地形図データ作成マニュアル（案）」が発行された。そして 2016 年には、車載写真レーザ測量として公共測量作業規程の準則に記載された。当時、MMS ガイドブックは、さまざまな分野で MMS の利活用が進むことで業界全体の技術力向上や業務領域の拡大に資することを目的として作成された。そのため、MMS 概要と機器一覧表、利活用事例をガイドブックとしてまとめて刊行された。そして、MMS ガイドブックの刊行から約 5 年経過し、その後様々な利活用が官公庁や民間企業でも行われ、2019 年度に国土地理院から「車載写真レーザ測量システムを用いた三次元点群測量マニュアル（案）」が公開された。これ以降、さらに MMS 活用の多様性が進んでいることから、2020 年度の MMS_WG では MMS ガイドブックの改訂を行うこととした。今回の改訂では、機材一覧表と利活用事例の更新・追加に加えて、MMS に関連する技術情報も盛り込んだ。前回同様に、本ガイドブックはメールアドレスを登録すればインターネット上からだれでも無料でダウンロードできる形態とした。主な更新項目を以下に記

刊行物
Publication

MMSガイドブック 増補版（車載写真レーザ測量の手引き）

MMSガイドブック
（車載写真レーザ測量の手引き）増補版



【MMSガイドブック】増補版
（車載写真レーザ測量の手引き）
平成28年8月に公開した「MMSガイドブック（車載写真レーザ測量の手引き）」の増補版を一般公開（無償）いたします！

発行：令和3年3月（一般公開：令和3年6月）
編集者：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 MMS_WG

◆無償ダウンロード版（zip 約28MB）はこちら
ダウンロード

※解凍用パスワードは以下からお申込みください
(1)ファクスによるお申込み
『MMSガイドブック 専用申込み用紙』 [こちら \(doc\)](#)
※このページの下の【申込みはこちら】→【FAXによるご注文】からの一般の申込み用紙ではお申込みいただけません

(2)ホームページからのお申込み
このページの下の【申込みはこちら】→【ホームページからのご注文】からお申し込みください。
※解凍用パスワードのご案内は、システム上、お申込みをいただいた後に御用件にお送りするものではございません。お急ぎの場合はお電話ください。ただし、営業時間外のご案内はいたしませんのでご了承ください。

当協会の技術研究部会、空中計測・マッピング部会/MMSワーキンググループ（以下、MMS_WG）では、MMSの可能性を研究してまいりました。

当協会では公益目的事業のひとつとして、『MMSガイドブック（車載写真レーザ測量の手引き）』を平成28年6月に公開（無償）していましたが、昨今のMMS活用の更なる多様化を促すため、増補版を行うこととなりました。本ガイドブックをご活用いただき、新たな数値地形データ技術の導入や3次元空間データの利活用を促進をお図りいただければ幸いです。

申込みはこちら

公益財団法人 日本測量調査技術協会

載する。

①機材一覧表

機材一覧は7社9機材の記載があり、そのうち三菱電機・RIEGL・Trimble は高密度レーザ搭載型、Leica Geosystem は魚眼カメラ追加版と廉価版の改定となった。

メーカー	MMS ガイドブック(2016)	MMS ガイドブック増補版(2021)	備考
TOPCON	IP-S3 HD1	IP-S3 HD1	
三菱電機	MMS-K/MMS-X	MMS-G/MMS-Xv	高密度レーザ
RIEGL	VMQ-450/VMX-450/VMZ-2000	VMQ-1HA/VMX-2HA	高密度レーザ
Leica Geosystem	Pegasus Two	Pegasus:Two Ultimate (P2U)	魚眼カメラ
		Pegasus:Swift	廉価型
Trimble	Trimble MX-8/Trimble MX-5J	Trimble MX9	高密度レーザ
Optech	Lynx	Lynx	
GeoSLAM	StreetMapper	StreetMapper	メーカー名変更

②利活用事例の追加

利活用事例は全部で33事例の記載があり、そのうち新たに執筆されたのは公共物管理で5社6事例、社会監視で1社1事例、ほかの測量技術との併用で1社1事例であった。

分野	表題	執筆企業
公物管理	特殊車両の通行許可申請に用いる道路情報便覧データの作成	(株)パスコ
	特車通行許可の迅速化に向けた道路情報便覧の収録促進	(株)パスコ
	地下空間の浸水対策における活用事例	(株)かんこう
	道路視距不良区間の自動抽出への適用	(株)ウエスコ
	空港での MMS 活用事例(路面性状調査、定期縦横断測量)	アジア航測(株)
社会監視	屋外広告物現況調査	(株)オリス
他の測量技術と併用	MMS ほか多様なセンサで取得した点群のハイブリッドデータ作成	朝日航洋(株)

③MMS に関連する技術情報

新たな記載項目である MMS に関連する技術情報として3社3技術が執筆された。それぞれ、複数のオーバーラップ点群による走行軌跡の最適化技術、MMS ビューワソフトウェア、3D 点群処理ソフトウェアであった。

表題	執筆企業
複数のオーバーラップ点群による走行軌跡の最適化技術	三菱電機(株)
MoMoS(MMS ビューワソフト)	(株)ウエスコ
MAGNET Collage (3D 点群処理ソフトウェア)	(株)トプコン

謝辞

本ガイドブック発行にあたりご協力いただきました MMS_WG メンバーの皆様、測量調査技術協会のご担当者様、前ワーキング長である山崎様にはこの場をお借りして感謝申し上げます。

位置情報・応用計測部会 活動報告 貯水池深浅測量の補備と CLAS 実証実験

位置情報・応用計測部会

GNSS-WG長 横井伸之（朝日航洋株式会社）

河川の深浅測量WG長 神谷光顕（中日本航空株式会社）

1. はじめに

当部会は、地上・水域における位置情報の決定技術及び応用計測技術の研究担当として、年回5回の部会を開催し、最新情報等の共有を行いながら部会内勉強会を実施している。部会には「GNSS-ワーキング」「河川の深浅測量ワーキング」という2つの研究グループがあり、それぞれのテーマで議論、実証実験等を行っている。

2. 貯水池深浅測量の補備測量ガイドライン策定

貯水池深浅測量では、スワス音響測深機による三次元地形データの取得を基本としているが、湛水面上流末端部においては、スワス音響測深機を用いた深浅測量だけでは地形データの取得が困難となり未測区域が発生するため、別途地形データ取得方法を選択しなければならない。

通常のスワス測深機で取得できない水面下の地形を取得するために実施する測量を「補備測量」と呼ぶ。補備測量には現在、手法については指針等が無いため、作業実施機関により異なる手法の選択となることがある。位置情報・応用計測部会「河川の深浅測量WG」では、補備測量の手法、適用範囲等を整理し「補備測量ガイドライン」として、（公財）日本測量調査技術協会発行の「公共測量積算ハンドブック」に掲載を目指して議論を続けている。現在ガイドラインは途中段階ではあるが、その一部を紹介する。

3. CLAS 実証実験

「みちびき」が提供するサービスとして、電子基準点を用いて補正情報を計算し、「みちびき」より送信される補強情報を地上で受信することにより測位をおこなう測位補強サービス（GPSの補強）にCLAS（センチメートル級測位補強サービス）がある。CLASはセンチメートル級の言葉通り、誤差数cmで測位をおこなうことで、測量・情報化施工等・IT農業分野などでの利用が期待されている。令和2年12月より、CLAS補正データ生成の基準衛星数が11基から17基へ変更された。位置情報・応用計測部会「GNSS-WG」では、GNSSを用いた位置情報の決定技術として、「CLAS」の実務的な検証をおこなうことにより、技術的課題や利活用についての検討をおこなうこととした。観測は今年度7月に行われ現在解析中ということもあり、実証実験の実施内容を中心に紹介する。

【 ドローン WG 活動報告 】

UAV による災害対応の課題に関する検討

(公財) 日本測量調査技術協会 国土管理・コンサル部会 ドローン WG
原 太一 (中日本航空)

1. ドローン WG の活動

ドローン WG は専門技術と実地経験に基づく知見を集約し、測量分野における UAV 活用の先導役となることを目指している。UAV を取り巻く社会情勢の変化に対応するため、測量以外の分野も情報を収集分析し、次世代産業社会における測量調査業界の発展に寄与することを活動方針とする。

2. UAV による災害対応

近年では災害直後にその災害の全体像や被害状況を把握するために UAV が活用されることが多くなっている。一方、急速に広まってきた UAV の活用には法律やマニュアルの整備が追いついておらず、災害現場で UAV 運用を行う際に様々な問題が生じている。UAV による災害対応の事例を把握し、対応時に直面した課題を整理するとともに課題の解決策が求められている。

3. アンケートの実施

WG メンバーへ災害時の UAV の運用における課題についてアンケートを実施し、14 社から 36 事例の回答を得られた。このアンケート結果を基に、以下の 6 項目の課題に分類した。

- | | | |
|-------------|--------|-------------|
| ① 操縦者の安全性 | ② 人員不足 | ③ 地形状況による制限 |
| ④ 気象条件による制限 | ⑤ 情報不足 | ⑥ UAV への認識 |

4. 災害対応の課題と解決策案

災害現場では様々な情報が錯綜しており、必要な情報が現地作業員に伝わっていないことも多い。また現場の地形条件や、求められる成果内容によっては UAV による対応が困難な場合があるが、その判断基準は現地作業員の経験に委ねられている。さらに依頼者が求める精度基準が明確でない場合には、過剰な精度・範囲で作業を行ってしまう可能性がある。このように「UAV 運用への理解」や「基準・手順の明確化」が災害対応時の課題となっている。この解決策として「情報の収集整理」「機体の改修」「代替案の提案」「現場での実施可否判断」等が挙げられた。

5. おわりに

本 WG で UAV による災害対応の課題とその解決策についてアンケートを実施した。今後は UAV による災害対応を行うにあたり、安全を第一に考えながら求められる成果を提供するために、一定の基準や手順を示した「UAV 災害対応マニュアル(仮)案」の作成に向けて活動をおこなっていく。

第43回 測量調査技術発表会 基調講演 特別講演 技術発表 要旨集

公益財団法人日本測量調査技術協会
Association of Precise Survey and Applied Technology

2021（令和3）年9月10日～9月16日

〒169-0075

東京都新宿区高田馬場4-40-11 看山ビル6F

TEL:03-3362-6840 FAX:03-3362-6841

URL:<https://www.sokugikyo.or.jp>

E-mail: skg_iinkai@sokugikyo.or.jp

無断転載・複写を禁ずる。