

MMS 応用 WG 報告

技術委員会 空中計測・マッピング部会 部会長 住田 英二

1. はじめに

地形図作成技術は古くは地上での現地測量が主体でしたが、センサー技術の発達に伴い空中写真測量に主軸を移し、今では人工衛星からの画像データも利用できるようになりました。特にGPSの登場はそれまでの測量手法を大きく改善し、リアルタイムに位置座標が得られるようになり、移動体からの測量技術の発展に大きく貢献しています。また、地形図は今では電子情報により作成されるのが当たり前で、多くのGISなどで利用されています。

MMS (Mobile Mapping System) はこうした技術変遷を受けて登場しましたが、基本は地上測量技術の1つです。GPSを航空機や車両に取り付けて移動しながらリアルタイムに

観測データを取得する技術は航空測量大手各社により、既に10数年前から研究開発がすすめられてきた経緯がありますが、レーザセンサーを加え、これら一連の機器をパッケージ化したものがMMSです。図1に戦後の測量技術の発達をまとめていますが、MMSは緑着色部分の技術進展により登場したといえます。

MMSは自動車にGNSS測量機、IMU、走行距離計、デジタルカメラ、レーザ測距装置を搭載し、地上の詳細な3次元情報や画像情報をほぼリアルタイムに取得が可能であり、従来の地上測量では成しえなかったパフォーマンスがあることから、公共測量分野のみならず、幅広い分野で活躍することが見込まれます。平成21年頃から精度検証が幾つかの企

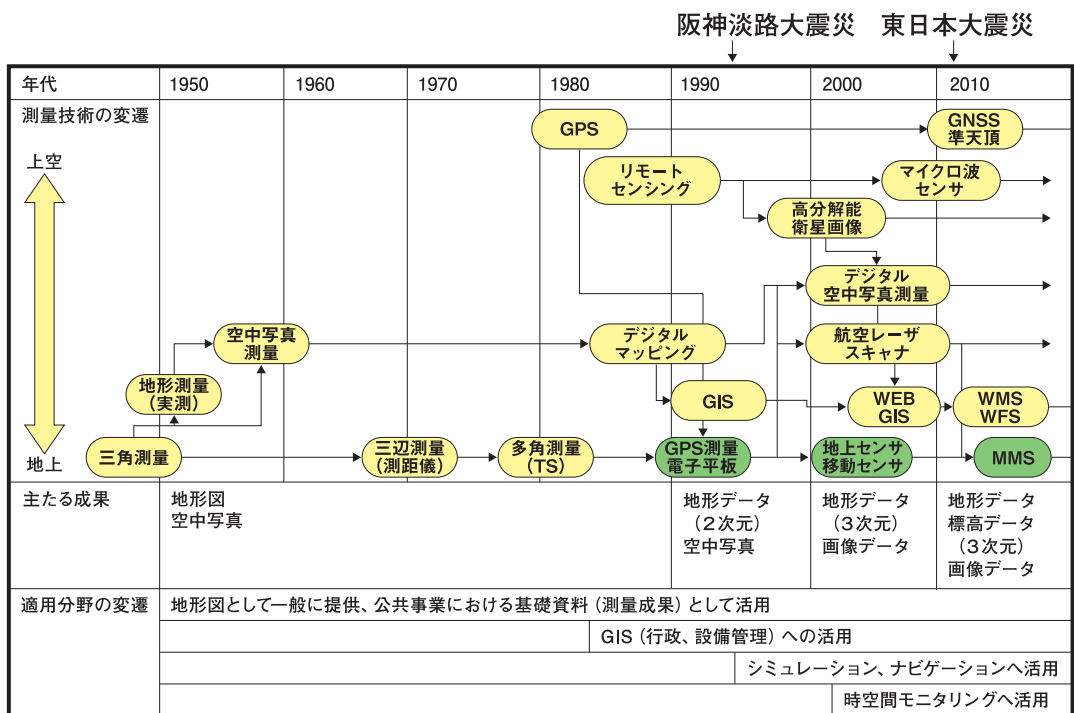


図1 測量技術の変遷

業で開始されましたが、公共測量分野では公共測量作業規程の準則第 17 条(機器等及び作業方法に関する特例)を適用し既に実績があります。また、平成 23 年度には、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)」が検討された経緯があります。

このような背景のもと、技術委員会では平成 23 年 8 月に今後急速な普及が見込まれる MMS について、その幅広い分野での利用を想定した応用事例集を作成することを目的として、「MMS 応用 WG」に、自主研究活動として取り組みました。新技術への関心の高さから会員企業のうち 46 社の参加応募がありました。全員参加による WG を全 5 回開催しました(図 2)。



図 2 WG 開催の様子

表 1 MMS 機器性能一覧(その1)

名前	IP-S2	IP-S2 Lite	MMS-X	VMX-250
メーカー(本社所在地)	TOPCON(日)	TOPCON(日)	三菱電機(日)	RIEGL(オーストリア)
代理店	TOPCON	TOPCON	アイサンテクノロジー、パスコ	リーグルジャパン
GNSS/IMU メーカー	TOPCON	TOPCON	三菱電機(日)	非公表
GNSS 測位の方式	Kinematic	Kinematic (Option)	FKP 方式	VRS 方式
IMU	非公表	非公表	非公表	Heading: 0.015°
	非公表	非公表	非公表	Roll/Pitch: 0.005°
レーザ	SICK LM291×3 台		SICK LM291×2~4 台	RIEGL VQ-250×2 台(レーザークラス 1) オンライン マルチターゲット処理
発射レート(最大)	13.5KHz		非公表	300KHz Max.100scan/sec
40km/h 走行時密度	175 点/m ²		100 点/m ² /台	約 900 点/m ² @10m(300KHzX2)
計測距離(最大/有効)	80m/30m		30m	500m/200m(反射率 80%) 180m/75m(反射率 10%)
デジタルカメラ	CCD カメラ×6 台(最大解像度 1600×1200pixel)	CCD カメラ×6 台(最大解像度 1600×1200pixel)	2~6 台	オプション CCD カメラ 4 台~6 台(カメラ解像度 2452x2056pixel)
絶対位置精度(GPS 良好時)	0.1m 以内 (RMS)	非公表	0.1m 以内 (RMS) *	0.02~0.05m (標準偏差)
相対位置精度	非公表	±0.1m 以内 (@10m)	0.01m 以内 (RMS) *	0.01m (標準偏差)
搭載車両	車両選定	車両選定	限定有り	限定無し
キャリブレーション	工場キャリブレーション	カメラオリエンテーションのみ必要	現地キャリブレーション不要(工場内調整のため)	現地キャリブレーション不要(メーカー社内調整済みのため)
ソフトウェア(別売り含)	IP-S2 Dashboard(データ収集)	S2 Lite Controller(観測用)	MMS 後処理ソフトウェア	RIACQUIRE(データ収集)
	Geoclean(位置解析、慣性センサーカップリング解析、画像合成)	S2 Lite MovieMaker(全方位動画作成)	ランドマークアップデート機能	RiPROCESS(データ処理)
	座標変換ソフト	S2 Lite 3D Maker(画像 3D 化)	PADMS-Solid(3D 図化入力)	RiWORLD(データ座標変換)
		S2 Lite for A-GIS (ESRI ArcGIS 用)	MMS-TRACER(画像に点群を重量表示し、地物をトレース)	
		S2 Lite for P-GIS (マップコン PC-MAPPING 用 - GIS 連動)	MMS Viewer	
		S2 Lite EX-GIS(既存の GIS ソフト上で動作するエクステンション)	G-Viz(レーザ点群確認)	
		S2 Lite Dual Kinema Link	Wing Neo 3D Advance Powered by Auto CAD Civil 3D	
		S2 Lite OrthoMaker		
備考			* 良好な GPS 受信を前提とした場合	
			FKP 方式による高精度測位を実現しており、GCP 補正不要	

表2 MMS 機器性能一覧（その2）

名前	VMX-450	Trimble MX-8	Lynx	StreetMapper
メーカー（本社所在地）	RIEGL（オーストリア）	Trimble（米）	Optech（カナダ）	3D Laser Mapping（英）、IGI（独）
代理店	リーグルジャパン	ニコン・トリンブル	オーピーティアー	みるくる
GNSS/IMU メーカー	非公表	POSシリーズ（推奨 POS LV 520）	Applanix POSLV520 他	IGI
GNSS 測位の方式	VRS 方式	キネマティック方式	VRS 方式	VRS 方式
IMU	Heading：0.015°	Heading:0.015°（POS LV520）	0.020°	Heading：0.01° RMS
	Roll/Pitch：0.005°	Roll/Pitch:0.005°（POS LV520）	0.008°	Roll/Pitch：0.004° RMS
レーザ	RIEGL VQ-250×2台（レーザークラス1）オンライン マルチターゲット処理	RIEGL VQ-250×2 台	2 台	RIEGL VQ-250×1～2 台
発射レート（最大）	550KHz Max.200scan/sec	300KHz	500KHz（200Hz スキャンスピード）	300KHz
40km/h 走行時密度	約1700点/㎡ @10m（550KHzX2）	900 点/㎡	13,460 点/㎡（2M 先）	900 点/㎡
計測距離（最大/有効）	800m/220m（反射率 80%） 300m/140m（反射率 10%）	500m/200m	200m（反射率 20%）	500m/100m
デジタルカメラ	オプション CCD カメラ 4 台～6 台 （カメラ解像度 2452x2056pixel）	標準 4 台 オプション 3 台	標準 1～4 台	任意
絶対位置精度（GPS 良好時）	0.02～0.05m（標準偏差）	0.02m（標準偏差）	±0.05m（標準偏差）	0.02m（標準偏差）
相対位置精度	0.01m（標準偏差）	—	±0.008m（標準偏差）	0.01m（標準偏差）
搭載車両	限定無し	車両選定	限定無し	限定無し
キャリブレーション	現地キャリブレーション不要 （メーカー社内調整済みのため）	工場出荷時及び必要に応じて実施	現地キャリブレーション不要	現地キャリブレーション（対象ビル（壁面）を繰り返し走行：2 時間程度）
ソフトウェア（別売り含）	RiACQUIRE（データ収集）	Trimble Trident-T3DAnalyst（データ解析・変換）	LYNXProcess（データ処理・解析、座標変換）	AERO office（GPS/IMU 解析処理）
	RiPROCESS（データ処理）	POSPac MMS（データ後処理）	QT Modeler（ビューア）	TerraScan（データ処理）
	RiWORLD（データ座標変換）	T3DGPS（POSPac で計算した位置・姿勢情報を T3DAnalyst で使用できる様変換）		TerraModeler（地形モデリング生成）
				TerraPhoto（レーザー点群を用いた正射変換処理）
				TerraMatch（データ自動修正）
備考				

2. MMS 機器性能の調査

最初の2回はMMSメーカーから、システムの仕様や特徴、および関連ソフトなどの説明を伺いました。第1回WG（平成23年8月4日）ではオプテック/株式会社オーピーティアー、株式会社みるくる、株式会社ニコン・トリンブルの3社、第2回WG（平成23年9月12日）では株式会社トプコン、三菱電機株式会社、リーグル・ジャパン株式会社の3社に登壇頂き、製品紹介と活発な質疑応答がなされました。2回のWGから、それぞれの機器性能などに関する一覧表を作成しました（表1，2）。

3. 想定事例集の作成

上記の性能調査の後、想定事例集を3回のWG会合を経て作成しました。事例集作成の手順は、①利用分野の整理（第3回WG平成

23年11月7日）、②利用方法の整理（第4回WG平成23年12月8日）、③参加企業による事例作成（第5回WG平成24年3月1日）、としました。

（1）利用分野の整理

MMSは道路を走行し、道路とその周辺の情報を取得できることから、土地に関する様々な視点により分類することとしました。土地そのものの状況を①「土地情報」、土地の境界に関する状況を②「境界管理」、土地の利用状況を③「土地利用」、土地に設置されるさまざまな公共施設の状況を④「公物管理」、土地の環境や人、物の動きに関する状況を⑤「社会監視」、の5分野に分類しました。

（2）利用方法の整理

MMSは道路およびその周辺以外の情報は

表 4 作成した想定事例

分野	MMS 単独	他の測量技術と併用
土地情報	・ 3次元地形情報 ・ 移動支援データの構築と利活用 ・ 防災を含む総合的土地管理 ・ 災害時を想定した避難経路策定の支援	・ 航空レーザ、据付型レーザ、画像との組み合わせ（遺跡） ・ 航空レーザデータとの融合による3次元地形情報境界管理
境界管理	・ MMS データ活用による都市部地籍調査の促進	
土地利用	・ 360度の3D 動画による景観シミュレーション	
公物管理	・ レーザ点群及びカメラ画像による河川堤防管理 ・ MMS を利用した道路管理 ・ 360度動画による公有物（表示／標識調査）の適応 ・ 3次元道路情報データの多目的利用 ・ MMS を利用した鉄道施設調査測量	・ 走行型画像計測技術との融合によるトンネル健全度評価
社会監視	・ 屋外広告物の管理にともなう広告物の計測	・ 航空写真（HV 画像）との融合による経過監視の効率化

取得できないことから、既存の航空レーザデータや空中写真、あるいは現地での TS（トータルステーション）観測データと融合させることで効果が得られることが考えられるため、①「MMS 単独」、②「他の測量技術と併用」、の2つに分類することとしました。

（3）参加企業による事例作成

想定事例はその内容を一目で理解できることを重視し、A4 版縦 1 頁にまとめることとしました。用紙の上半分を解説、下半分をイメージとして構成しています。解説は「目的」、「特徴」、「想定適用業務」、「計測方法」、「現状の課題」、「想定される効果」、「想定されるユーザ」について簡潔に記載し、イメージは想定利用のイメージ図としています。なお、イメージ図は想定ですので、実際に取得したデータに基づいたものではない場合もあります。想定事例は 16 事例を作成しました（表 4）。これらの事例は「MMS 応用 WG 想定事例集」として冊子にまとめていますが、1 事例を図 3 に示します。

4. まとめ

MMS は道路とその周辺の詳細な標高情報や画像情報が取得可能で、また公共測量にも適用できる精度が得られることから、情報レ

ベル 500～1,000 の道路台帳図補正（更新）や同レベルの地形測量に既に利用実績があります。しかし、表 4 に示す通り様々な分野での利用の可能性があります。さらなる適用分野も今後考えられると思います。例えば道路台帳図は地図（平面図）ですが、道路設備の立体的側面（標識や電柱等）、また上空の構造物などのデータ化ができます。これに地下埋設物（MMS では取得できません）を加えると 3 次元道路管理データベースの運用も可能になり、道路以外を他のデータ（航空レーザや空中写真）で補うことで土地を面的に管理できるデータベースにも発展できます。

公共測量のみならず、広く MMS の利用を具体化することで、測量業界の新たな事業分野の獲得に向けて前進することが考えられます。本 WG で作成した「MMS 応用 WG 想定事例集」がこれに資することができれば幸いです。

目的

目的管理者が異なる道路施設（構築物）を各々に調査した場合、同一箇所の重複作業が生じ非効率となる。MMSによる道路情報を一斉取得することにより、調査工程の重複を排除し、共有された一つのコンテンツから必要な主題データの構築を行う。

また、点群情報・画像情報により、目視では得られないデータの高度な利活用が図られる。

特徴

- (1) 機動性（モバイル）を生かして広範囲な地域を無作為にデータの取得を行うことにより、そのデータを多目的に利用することができる。
- (2) MMSにより、ひびわれ等、損傷の把握が可能となり、劣化状態がペーパー情報から空間情報にレベルアップすることができる。
- (3) 人が立ち入り難い箇所（高速道路・トンネル等）の調査が行える。

想定適用業務

- (1) 標識・標示・信号機・カーブミラー・防犯灯・電柱点検調査
- (2) 防護柵・舗装・トンネル壁面点検調査
- (3) 環境アセスメント
- (4) 道路施設の配置関係等、適正シミュレーション

計測方法

- (1) 構築物の状態（へこみ・わだち等、調査主題が面的）を重視する場合はレーザ計測
- (2) 構築物の状況（破損・退色等、調査主題が単的）を重視する場合はビデオ計測

現状の課題

- (1) コンテンツを一つの成果品と捉えた場合、再測・更新等のデータの入れ換え手法に検討を要する
- (2) 高解像度ビデオカメラの運用方法の検討を要する
- (3) 広範囲での計測の為、計画時に作業運用（基地・バックアップのタイミング等）事項の検討を要する

想定される効果

- (1) 取得したデータより、道路管理者が即座に対象となる主題の確認が行え、よりスピーディーに、交通安全、危険防止に対する住民サービスへの向上に帰依することができる。
- (2) 管理者が異なることによって重複していた現地確認作業を一元化することにより、コストの削減が期待できる。
- (3) 道路交通環境を、総合的・相対的に判断することができ、多様なシミュレーションが期待できる

想定されるユーザー

道路管理者（国・県・地方自治体）、公安委員会（警察）、研究機関、都市設備管理事業者他

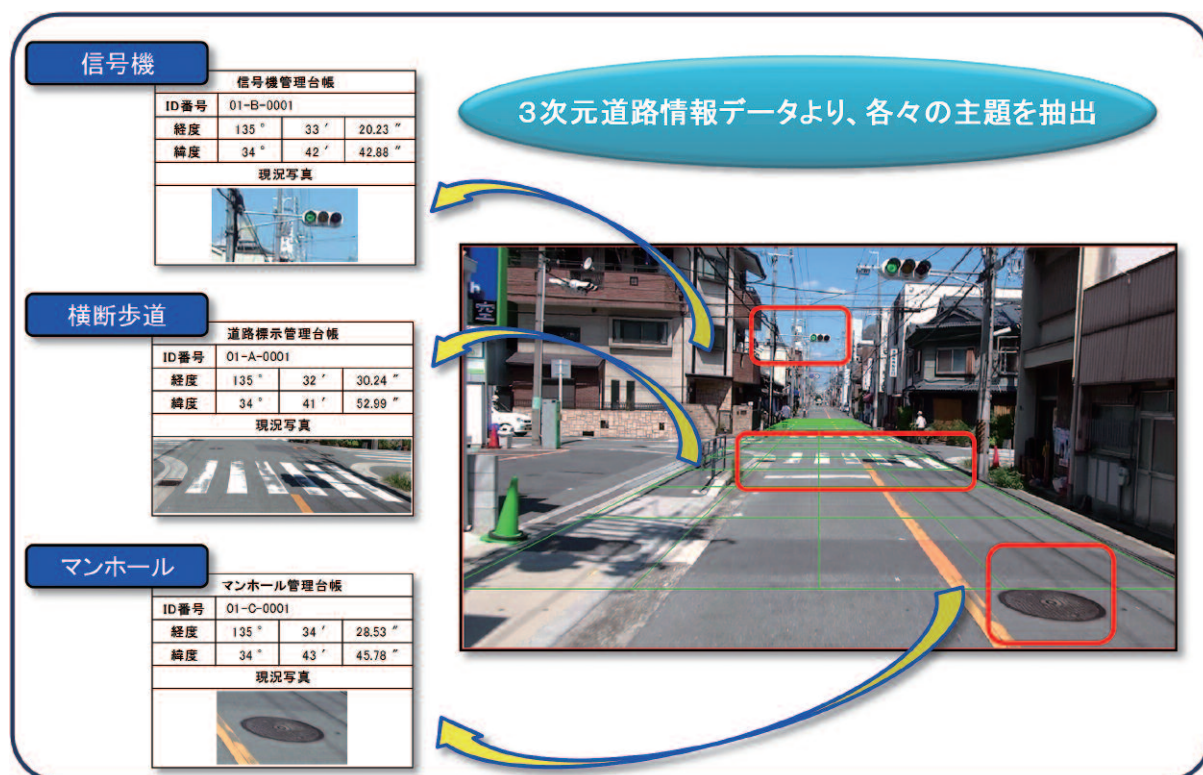


図3 想定事例の1例

5. 参加企業

本 WG に参画いただいた企業、事例集作成に協力いただいた企業は以下の通りです。WG への参加、事例集作成にご協力いただき深く感謝申し上げます。

(1) 参加企業（順不同）

アジア航測株式会社
東日本総合計画株式会社
株式会社共栄測量設計社
中日本航空株式会社
日本スーパーマップ株式会社
アイサンテクノロジー株式会社
三菱電機株式会社
国際航業株式会社
朝日航洋株式会社
株式会社オリス
株式会社ウエスコ
大成ジオテック株式会社
大輝測量株式会社
株式会社東京地図研究社
株式会社パスコ
株式会社ニコン・トリンブル
玉野総合コンサルタント株式会社
復建調査設計株式会社
株式会社アスコ
日研測量株式会社
T I アサヒ株式会社
東京カートグラフィック株式会社
東亜建設技術株式会社
株式会社シン技術コンサル
株式会社かんこう
株式会社こうそく
株式会社国土開発センター
ライカジオシステムズ株式会社
北海航測株式会社
株式会社カナエジオマチックス
株式会社日本海コンサルタント

株式会社帝国建設コンサルタント
ホクタ設計コンサルタンツ株式会社
株式会社サンワコン
第一航業株式会社
福井コンピュータ株式会社
株式会社ゼンリン
株式会社エイテック
株式会社フォーラムエイト
シービーエス株式会社
株式会社ナカノアイシステム
株式会社きもと
株式会社八州
株式会社トプコン
株式会社みるくる
株式会社フジヤマ

(2) 事例集作成企業（順不同）

アイサンテクノロジー株式会社
朝日航洋株式会社
アジア航測株式会社
株式会社アスコ
株式会社ウエスコ
株式会社かんこう
株式会社きもと
国際航業株式会社
大輝測量株式会社
T I アサヒ株式会社
株式会社帝国建設コンサルタント
株式会社トプコン
中日本航空株式会社
東日本総合計画株式会社
福井コンピュータ株式会社