

三菱モバイルマッピングシステム “MMS-G”試作機の海外での検証

金子幸司*
加賀谷篤大*
富樫健司*

Verification of Mitsubishi Mobile Mapping System "MMS-G" Prototype in Overseas

Koji Kaneko, Atsuhiko Kagaya, Kenji Togashi

要旨

モバイルマッピングシステム(Mobile Mapping System: MMS)は、車両にGNSS(Global Navigation Satellite System)受信機、慣性航法装置(Inertial Measurement Unit: IMU)、車両の移動量を測定するオドメータなどの測位装置と、レーザスキャナ、カメラ等の計測装置を搭載したシステムである。

走行しながら道路周辺の三次元空間情報(位置、形、色)を収集することができるため、従来の測量手法と比較して、広範囲を効率的に計測できるという特長があり、公共測量や地図作成などの分野では既に広く利用されている。三菱電機のMMSは、既に100台以上を販売してきており、測量を始めとして各種業務の効率化に貢献している。

これまでは国内での販売が中心であったが、海外市場での展開も見据え、操作性に優れている既存機種の特長を継承しつつ、より小型で着脱性・操作性の向上を図った三菱モバイルマッピングシステム“MMS-G”を開発している。MMS-Gでは、従来機は三つのGNSSアンテナを用いていたものを1アンテナにして装置全体の小型化を図りつつ、従来機と同等の性能を確保できるよう設計している。

製品化に先行して製作した試作機によって、海外(オランダ)で実証試験を実施し、従来機と同等の性能が得られることを確認できた。MMS-Gは、2018年度内に販売開始予定である。



三菱モバイルマッピングシステム“MMS-G”試作機と得られた点群データ

車上部にメインユニットとレーザーユニットを搭載する。メインユニットには、カメラ2台、IMU 1台、各センサを制御するセンサBOXが含まれる。レーザーユニットには、高精度レーザスキャナ1台、GNSSアンテナ1台が含まれる。右後輪にタイヤの回転を計測するオドメータを設置する。これらのセンサで得た情報を処理することによって、各点が座標値を持った点群データが得られる。

1. ま え が き

当社のモービルマッピングシステム(MMS)は、2007年の販売開始から10年を経て、測量分野を始めとして、地図作成、道路性状調査、トンネル変状点検、道路周辺インフラ点検など、様々な幅広い分野で活用されている。この間、MMSの機能も高性能化や利便性向上のための改良を進めてきている。

MMSは、従来の測量手法と比較すると、広範囲を効率的に計測できるというメリットがあり、公共測量や地図作成などの分野で広く利用されてきている。

今回開発しているMMS-Gは、海外展開を目的とした機種であり、従来機と同様の良好な計測精度を確保しつつ、ユーザーの利便性をより向上させるために改良を図っている。

本稿では、MMS-Gでの改良点について述べるとともに、MMS-Gの製品化に当たって先行して製作した試作機によって、海外(オランダ：ロッテルダム市街)で実証試験を実施した結果について述べる。

2. MMS-G試作機の製作

2.1 MMS

MMSとは、車両にGNSS受信機、IMU、車両の移動量を測定するオドメータなどの測位装置と、レーザスキャナ、カメラ等の計測装置を搭載したシステムであり、走行しながら道路周辺の三次元空間情報(位置、形、色)を収集することができる。収集したデータを後処理することによって、点群と呼ばれる1点ごとに座標値を持つ点の集合体を得ることができ、それぞれの点の絶対座標精度は10cm以下を実現している。図1にMMSによるデータ処理の流れを示す。

2.2 MMS-G試作機製作の目的

当社のMMSは、衛星測位の専門知識がなくても操作できるという基本コンセプトの下で設計されており、車載ソフトウェアも、後処理ソフトウェアも衛星測位の知識がなくても操作できるものにしており、ユーザーからも高評価

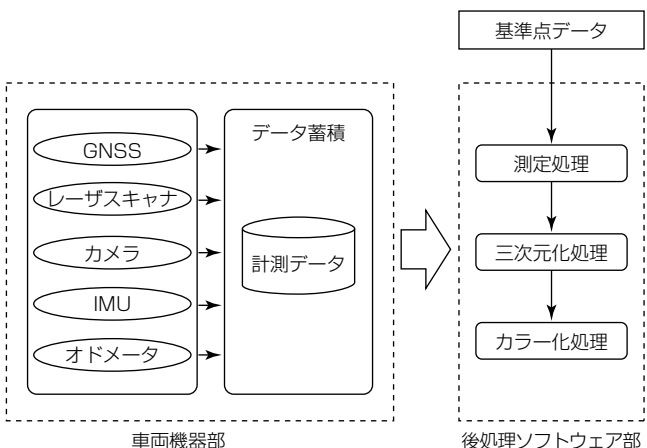


図1. MMSによるデータ処理の流れ

を得ているが、MMS-Gでは、このような従来機種での特長を継承しつつ、より小型で利便性の良いものを目指している。

具体的には、次の4項目の実現を目的としており、先行して試作機を製作し、これらの実証を海外で実施した。

- (1) 可搬性の向上
- (2) 着脱作業の省力化・簡易化
- (3) 操作性の向上
- (4) 従来機と同等の精度を確保

3. MMS-G試作機の構成と主な改良点

3.1 MMS-G試作機の構成

図2に製作したMMS-G試作機の外観を示す。MMS-G試作機は、車上部に設置する二つのユニット(センサユニット、レーザユニット)とホイールに設置するオドメータ、及び車内に設置するノートパソコンとで構成している。

表1にMMS-G220Z(試作機のベースとした従来機)とMMS-G(試作機、製品版)との仕様比較を示す。

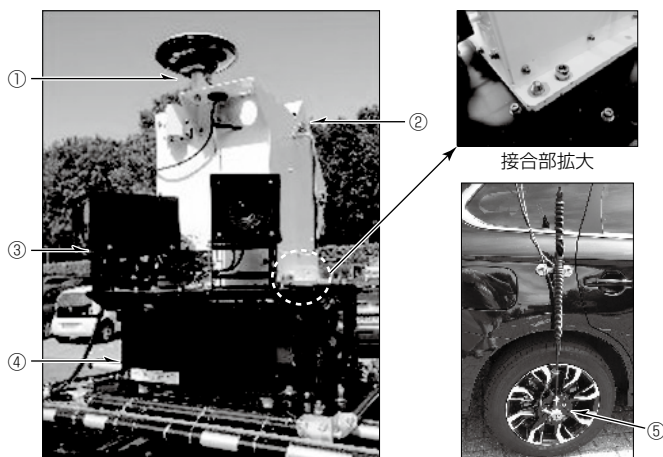
3.1.1 車 上 部

これまで従来機で搭載していた標準レーザをなくして高精度レーザスキャナだけにしたこと、及びアンテナを一つだけにしたことによって、小型軽量化を図っている。機材は二つのユニットで構成し、メインユニットの上にレーザユニットを重ねて取り付ける構造にした。

3.1.2 車 内 部

従来機では記録ユニットとして車内にラックを設置していたが、試作機ではラックは設けず、ノートパソコンを任意の場所で操作可能にした。

これによって、機材が座席を占有することがなく、定員までの乗車が可能になり、ユーザーの利便性を高めている。



①GNSSアンテナ、②高精度レーザ、③カメラ、④IMU(メインユニット内)、⑤オドメータ(右後輪に取付け)

①②を含む白色の部分がレーザユニット
③④⑤を含む黒色の部分がメインユニット

図2. MMS-G試作機

3.2 主な改良点

次に、この開発で実施した従来機種からの主な改良点を述べる。

3.2.1 1アンテナ化

従来機種では三つのGNSSアンテナを用いて、各アンテナの受信状態の違いを用いた姿勢計測を行っていたが、高精度なIMUの搭載と後処理方式の改良によって一つのアンテナのデータだけで従来と同等の姿勢計測の性能を実現した。これによって、これまで二つのアンテナ設置のために必要であった車上の設置スペースが不要になり、MMSを搭載する車種の選択性をこれまで以上に高めることが可能になっている。また、GNSS対応としてMMS-Gの製品版では、これまでの米国のGPS(Global Positioning System)とロシアのGLONASS(GLObal NAVigation Satellite System)の対応に加えてEUのGALILEOにも対応するため、測位の安定性の向上が見込める。

3.2.2 メインユニットとレーザユニットの接続

車上の装置は、メインユニットとレーザユニットを分離することによって、それぞれのユニットの質量は約30kgにしている。各ユニットの質量を抑えることによって、着脱の際の作業者の身体的な負担を軽減するとともに、作業時の安全性を高めている。なお製品版では、上部に載せるレーザユニットの質量を約20kgにし、装着をより容易にする。

二つのユニットは、位置を固定するピンによって設置の際のずれが生じない構造にしている。この構造によって、着脱によるずれを防ぎ、調整作業の軽減を実現している。

3.2.3 カメラと高精度レーザの操作の一元化

従来機種では、高精度レーザについてはカメラの撮像とは別に起動する必要があったが、カメラの撮像と高精度

レーザの起動を1回の操作でできるようにすることで、操作性を高め、運用時のユーザーの負担を軽減するとともに誤操作を防いでいる。

4. 試作機による実証

4.1 機材の着脱

海外で実際に試作機の機材の着脱を行い、従来機に比べて着脱に要する人手と時間が大幅に改善できることを確認した。

従来機“MMS-G220Z”の車両への取付けは、2人で作業をした場合に4時間程度の時間を要していたが、MMS-G試作機では、30分以内での装着が可能になった。また、機材の小型軽量化によって、これまでよりも狭いスペースで着脱可能になり、機動性の向上が期待できる。

4.2 実証コース

オランダのロッテルダム市街で、橋梁(きょうりょう)、トンネル、高速道路を含む、約16kmの評価コースを設定した。図3にコースの概略を示す。

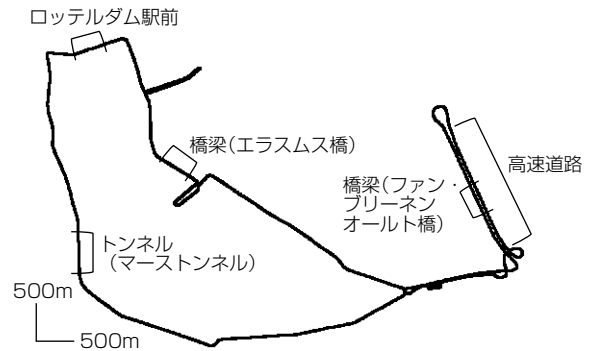


図3. ロッテルダム市街の評価コース

表1. MMS-G220ZとMMS-Gの仕様比較

仕様項目		MMS-G220Z	MMS-G(試作機)	MMS-G(製品版)
GNSSアンテナ	台数	3台	1台	
	対応システム	GPS, GLONASS		GPS, GLONASS, GALILEO
カメラ	搭載台数	2台		3台(オプションで1台追加可)
	画素数	500万画素		500万画素(オプションで1200万画素に変更可)
レーザ スキャナ (標準)	搭載台数	2台	-	
	取得点数	27,100点(1台当たり)	-	
	スキャン速度	最大100Hz	-	
	最大到達距離	65m	-	
レーザ スキャナ (高精度)	搭載台数	1台		
	取得点数	100万点/秒		
	スキャン速度	最大200Hz		
	最大到達距離	119m		
車上部外形寸法(長×幅×高)		約1.9×0.9×0.6(m)	約0.7×0.7×0.8(m)	約0.8×0.6×0.7(m)
質量	車上部	約90kg	約60kg (内訳) レーザユニット：約30kg メインユニット：約30kg	約53kg (内訳) レーザユニット：20kg メインユニット：33kg (オプション追加時は最大15kg増)
	車内部	記録ユニット：約30kg	ノートパソコンほか：約6kg	ノートパソコンほか：約5kg
車上/車内間配線		6本		
消費電力(ピーク時)		AC100V：650W以下 DC12V：90W以下	AC100~240V：600W以下 DC12V：90W以下	AC100~240V：550W以下



図4. 評定点の例

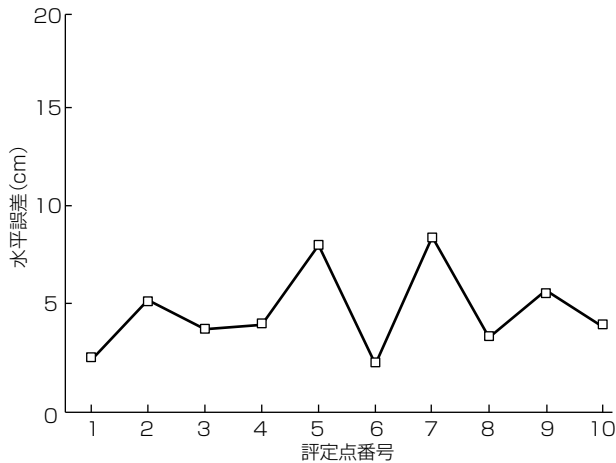


図5. 精度評価結果

また、精度検証のため、コース上に座標値を明確にした評定点を10点設けた。図4に評定点の例を示す。

4.3 実証結果

設定したコースを計測走行して得た結果を、評定点の座標値と比較して精度を確認した。評定点との比較結果を図5に示す。従来機と同様に誤差が10cm以下であり、1/500縮尺の地図生成に必要な精度を満たしていることが確認できた。

取得した点群の例を図6、図7、図8に示す。図6は高速道路を往復走行したときの点群の例であり、往復の計測で誤差が生じていないことを、中央部の鉄柱がずれていないことから確認できる。図7はトンネル走行時の点群の例であり、図8は市街地走行時での特徴的な建物の点群の例である。

5. むすび

海外向け三菱モービルマッピングシステムMMS-Gでの改良点と、製品化に先行して製作した試作機によって実際に海外で検証した結果について述べた。成果として次の点を実現していることを確認した。

- (1) 小型軽量化によって、可搬性が向上
- (2) 着脱作業の省力化・簡易化を実現

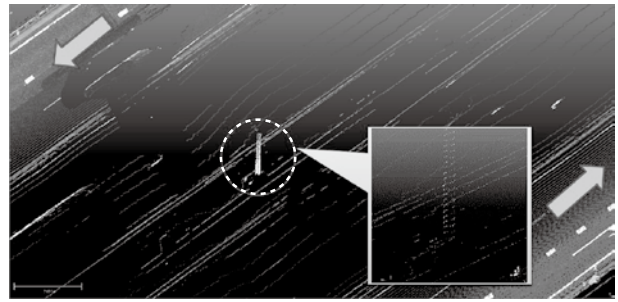


図6. 高速道路往復走行時の点群の例



図7. トンネル走行時の点群の例



図8. 市街地走行時の点群の例

- (3) カメラと高精度レーザの起動の一元化によって、操作性が向上
- (4) 海外で、従来機と同等以上の精度が得られていることを確認

海外で検証した事項と、デモンストレーションによって得られたコメントを踏まえ、製品版の完成を図っている。製品版は、2018年度内に販売開始予定である。

参考文献

- (1) 石原隆一, ほか: 海外向け三菱モービルマッピングシステム“MMS-G220”, 三菱電機技報, 91, No.2, 121~124 (2017)
- (2) 富樫健司: 三菱モービルマッピングシステム“MMS-G220Z”, 三菱電機技報, 92, No.2, 121~124 (2018)