

三菱モービルマッピングシステム “MMS-G220Z”

富樫健司*

Mitsubishi Mobile Mapping System "MMS - G220Z"

Kenji Togashi

要 旨

モービルマッピングシステム (Mobile Mapping System : MMS) とは、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る。このため、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(以下“三菱MMS”という。)は、既に公共測量用途や地図作成用途向けに100台以上を販売してき

ており、測量を始め各種業務の効率化に貢献している。さらに近年では、応用製品として、路面性状調査、道路周辺のインフラ設備管理、トンネル内空の形状管理、河川堤防の形状管理、地下埋設物管理、及び都市景観計測など、用途に応じてカスタマイズした製品を販売している。

今回、海外向けMMSである“MMS-G220”をベースとして、より高効率・高精度な計測が行えるように改良した“MMS-G220Z”を開発し、2017年度から販売を開始している。

広範囲を高精度に計測可能な高精度レーザ搭載のほか、GNSS対応による衛星可視時間の増加、衛星不可視下での精度向上などを実現した。



三菱モービルマッピングシステム“MMS-G220Z”

車上部のメインユニット内にGNSSアンテナ1台、カメラ2台、標準レーザスキャナ2台、各センサを制御するセンサBOXを搭載、高精度レーザユニット内に、高精度レーザスキャナ1台、IMU(慣性航法装置)1台を搭載、アンテナフレームユニットにはGNSSアンテナ2台を搭載している。右後輪の内側にタイヤの回転を計測するオドメータを設置し、車内にはこれらのセンサデータを収集する記録ユニットを搭載している。

1. ま え が き

近年、道路などインフラの分野では、設計・施工・管理にいたるまで、IT技術の普及が進み、三次元空間データの利用は日常のものとなってきている。また、急速に広まりつつある自動運転分野では、ダイナミックマップと呼ばれる高精度三次元地図を基盤とした階層構造データベースの構築が始まっている⁽¹⁾。このような三次元空間情報の広がりを背景に、当社のMMSも2007年の“MMS-Sシリーズ”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。

本稿では、2016年度海外向けとして開発した“MMS-G220”をベースにして、広域の三次元情報を効率良く高精度に計測するための改良開発を行った“MMS-G220Z”について述べる。

2. MMS

MMSは、車両にGNSS受信機、慣性航法装置、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)を収集できる⁽²⁾。MMSで取得される三次元空間情報は、車両周辺のレーザスキャンデータから生成した点群と呼ばれる、1点ごとに座標値を持つ点の集合体である。

図1は、三菱MMSで計測した点群の例であり、それぞれの点の絶対座標精度は10cm以下を実現している。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。

3. 三菱MMS-G220Z

3.1 開発の目的

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



図1. 三菱MMSで計測した点群の例

くても操作できるものになっている。しかし、三次元空間データの活用の広がりによってMMSが一般化している中で、操作性だけでなくユーザーが計測の成果物を生成するところまで、トータルで使いやすく作業効率の良い機材が望まれている。

この開発は、このようなユーザーの要望に応えるために、次の4項目の実現を目的としている。

- (1) 運用時間の拡大による計測作業の効率化
- (2) 衛星不可視区間の座標補正作業の効率化
- (3) 複数車線の計測の効率化
- (4) MMS機材の車両載せ替えの容易化

3.2 システム構成

MMS-G220Zは、2016年度に開発した海外向けMMSであるMMS-G220をベースとして、高精度レーザスキャナを搭載した機種である⁽³⁾。車上部の3つのユニット(メインユニット、アンテナフレームユニット、高精度レーザユニット)と、タイヤホイール部に設置するオドメータ(進行距離測定器)、及び、車内部の記録ユニットで構成される。メインユニットの電源は、車両のシガーソケットから受電する。また、消費電力の大きい高精度レーザスキャナ及び記録ユニットの電源は、ベース車両をハイブリッド車にして、AC100V電源を利用するか、又は可搬型の蓄電池を利用する。開発したMMS-G220Zのユニットごとの外観を図2に、構成を図3に示す。また、表1に従来機の“MMS-K220”との仕様比較を示す。

3.2.1 車 上 部

車上部のユニット構造化によって、従来は専用車両固定となっていた機器を着脱することを可能にしている。メインユニット部には2周波GNSSアンテナ、標準レーザスキャナ2台、カメラ2台、及び、センサBOXを内蔵している。

アンテナフレームユニットには、1周波GNSSアンテナ2台を搭載し、メインユニットに搭載した2周波GNSSアンテナと合わせて、3アンテナで平面を形成することで、GNSS測位による高精度な姿勢計測を行う。



図2. MMS-G220Zのユニット

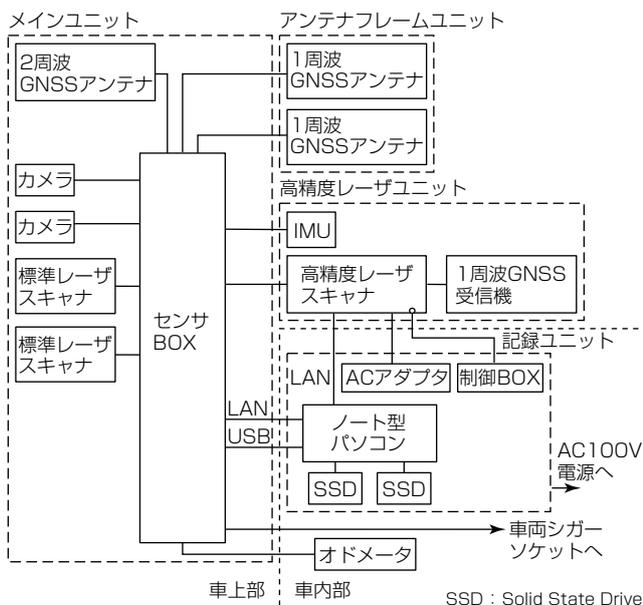


図3. MMS-G220Zの構成

表1. MMS-K220とMMS-G220Zの仕様比較

| 仕様項目 | | MMS-K220 | MMS-G220Z |
|----------------------|--------|------------------|---|
| カメラ | 搭載台数 | 2台 | |
| | 画素数 | 500万画素 | |
| | 最速撮影枚数 | 10枚/秒(1台当たり) | |
| レーザ スキャナ (標準) | 搭載台数 | 2台 | |
| | 取得点数 | 27,100点/秒(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 | - | 1,016,000点/秒 |
| | スキャン速度 | - | 最大200Hz |
| | 最大到達距離 | - | 119m |
| 質量 | 車上部 | 約60kg | メインユニット： 約36kg アンテナフレーム ユニット：約22kg 高精度レーザ ユニット：約31kg |
| | 車内部 | 約70kg | 記録ユニット： 約30kg |
| 車上～車内間配線本数 | | 17本 | 6本 |
| 消費電力(Typ.) | | AC100V 160W以下 | AC100V 300W以下 DC12V 90W以下 |

また、アンテナフレームユニットの後部中央に、高精度レーザユニットを固定できる構造とし、1周波GNSSアンテナ高は、高精度レーザユニットによる遮蔽を受けない高さに配置している。

高精度レーザユニットには、1秒間に約100万点のレーザ計測が可能な高精度レーザスキャナとIMUを内蔵しており、アンテナフレームユニットの上に設置される。

3.2.2 車内部

車内部は、装置を集約することで後部座席に設置可能な記録ユニット1台だけとし、車両への着脱作業を容易にしている。

記録ユニットには、操作用のノート型パソコンと高精度レーザスキャナの制御BOX及びACアダプタを内蔵するほか、オプションの全方位カメラの制御用パソコンも収容で

きる構成としている。車上部との接続は、メインユニット間で2本、高精度レーザユニット間で3本の計5本で構成される。また、全方位カメラを搭載した場合には、追加で2本接続される。

3.3 主な改良点

次に、この開発で実施した従来機種MMS-K220からの主な改良点を述べる。

3.3.1 マルチGNSS対応

当社MMSは衛星測位によって高精度な三次元位置情報を取得しているが、これまでのGPS測位に加えて、マルチGNSS(GPS+GLONASS)による測位に対応したことによって、従来のGPS単独で運用した場合と比較して可視衛星数が増加し、運用可能な時間が拡大している。

図4は、当社MMSで従来のGPS測位方式とマルチGNSS測位方式による測位率を比較したものである。この例は、高速道路、山間部、市街地を含む道路を約6時間にわたり計測した場合である。GPS測位方式では74.4%の測位率に対し、マルチGNSS測位方式では、90.7%の測位率が得られており、マルチGNSS化によって測位率が向上していることが分かる。

3.3.2 カメラ性能向上

従来のCCD(Charge Coupled Device)カメラよりも高感度なCMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)カメラを採用したことによって、これまで難しかった明け方や夕方の低照度環境でも解像度の高い画像の取得を可能にした。

図5は、夜間計測でのMMS-G220Zと従来機種MMS-K220との画像比較である。従来のカメラでは夜間に道路標識を視認することは困難であるが、MMS-G220Zに搭載したカメラでは、夜間でもヘッドライトに照らされた標識を視認することができる。

3.3.3 衛星不可視下での性能向上

測量用途では、衛星不可視下での精度が向上することによって、従来よりも計測後の衛星不可視区間の座標補正作業の省力化が図れるというメリットがある。

当社MMSでは、衛星測位によって高精度に車両の位置姿勢を計測しているが、トンネルや高層ビル群などの衛星測位できない場所では、IMUとオドメータのデータによって車両の位置姿勢を計測している。このため、衛星不可視下での精度向上にはIMUが重要なキーパーツである。MMS-G220Zは、従来よりも高精度なIMUを搭載するとともに、衛星不可視下での測位処理の高度化を図り、精度向上を実現している。図6は、現行IMUと高精度IMUをMMSに搭載し、衛星不可視下で8の字走行、右旋回、左旋回を各10分間行ったときの車両の位置誤差を比較したものである。MMSに搭載された高精度IMUによって、現行IMUに比べて衛星不可視下での位置精度が向上することを確認した。

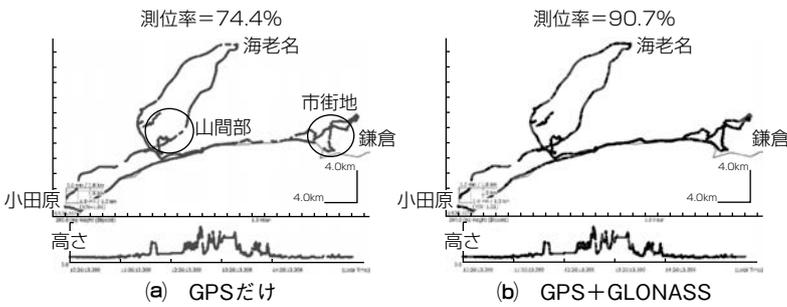


図4. MMS計測でのGPS測位とGNSS測位の測位率比較



図7. 高精度レーザによる点群

図7に高精度レーザで複数車線の道路を計測した例を示す。高密度な点群データが道路及び道路周囲の構造物で取得できていることが確認できる。

4. む す び

三菱モバイルマッピングシステムMMS-G220Zの開発背景、製品仕様、特長について述べた。この開発は、MMSユーザーの利便性向上を目的とした開発であり、成果として次の4点を実現している。

- (1) マルチGNSS対応、カメラ性能向上によって、運用可能時間の拡大を実現。
- (2) 高精度IMU対応によって、衛星不可視性能を向上させ、衛星不可視区間の座標補正作業を効率化。
- (3) 高精度レーザ搭載によって、複数車線の計測の効率化と計測精度の向上を実現。
- (4) ユニット構造によって、ベース車両の老朽化等に伴う、載せ替え作業の省力化を実現。

現在、日本を含む世界各国で、自動運転の実用化に向けた研究が進み、自動運転システムの重要なインフラであるダイナミックマップの基盤となる、高精度地図基盤情報の整備が喫緊の課題となっている。これまで述べてきたように、MMS-G220Zは、高精度地図基盤情報の基となる三次元空間情報を効率的かつ高精度に取得可能な装置であり、ダイナミックマップを構築するためのキー技術として期待されている。

今後も、三菱MMSは、安全で安心できる社会インフラの実現に向け貢献していく。

参 考 文 献

- (1) 高田広章, ほか: ダイナミックマップ-自動走行/協調運転支援のための情報プラットフォーム, システム/制御/情報, **60**, No.11, 457~462 (2016)
- (2) 西川啓一, ほか: MMSの最新動向, 建設の施工企画, **740**, 58~64 (2011)
- (3) 石原隆一, ほか: 海外向け三菱モバイルマッピングシステム“MMS-G220”, 三菱電機技報, **91**, No.2, 121~124 (2017)



図5. MMS-G220ZとMMS-K220の夜間画像比較

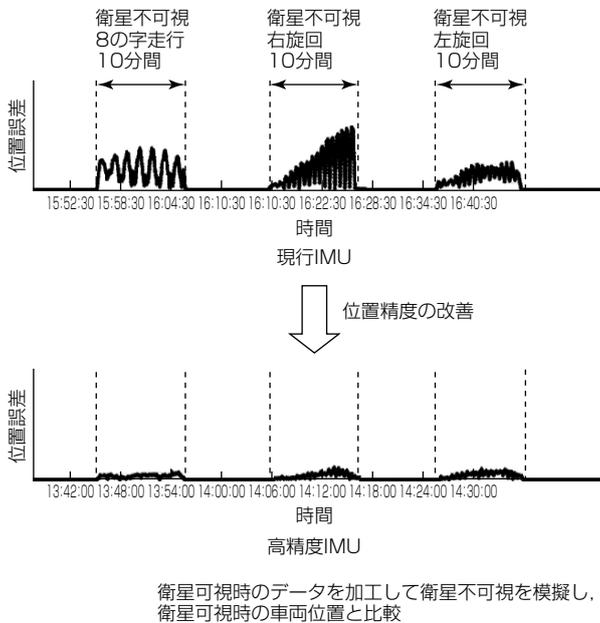


図6. 衛星不可視下の位置精度の改善

3.3.4 高精度レーザ搭載

MMS-G220Zでは、複数車線の道路計測時でも1回の走行で高密度な点群データの取得を可能にするために高精度レーザを搭載した。高精度レーザの計測範囲は標準レーザの2倍近い約120mに達する。最大スキャン速度は標準レーザの2倍の200回転で、時速80km走行時に車両進行方向の点間隔約11cmで計測が可能である。また、レーザ取得点数は標準レーザの約20倍の毎秒約100万点で点群データを取得できる。これによって、車両横方向10m先の路面でも点間隔約6cmで計測できる。車両横方向の広い範囲で高密度の点群が得られるため、一度の走行で複数車線の計測が可能となり、計測対象路線の往復走行回数の削減、業務効率の向上が期待される。