

# 地上系の空間計測技術に関する調査研究（第4年次）

実施期間 平成16年度～  
測図部測図技術開発室 橘 悠希子 宮地 邦英  
大野 裕幸 小井土今朝己

## 1. はじめに

国土地理院では、2万5千分1地形図原データの「リアルタイム修正」実施のため、基本情報調査により収集する工事図面等の資料図に加え、現地調査時にDGPSを用いて道路等の位置・形状情報を取得・利用している。DGPSは自動車等に取り付けることにより、比較的容易に位置情報を取得することが出来る利点があるが、これまでのDGPSには、ディファレンシャル補正に必要な補正情報を取得するため、海上保安庁の発信する中波ビーコン波を受信する必要があった。このため、沿岸から遠い山間部等では補正情報が取得できず、測位精度の劣化が問題となっていた。

一方、平成17年2月及び平成18年2月に打ち上げられた運輸多目的衛星(MTSAT)により、平成19年9月より運輸多目的衛星用衛星航法補強システム(MSAS)の正式運用が開始された。これに伴い、MSAS対応型DGPSを使用することにより、山間部等においても、上空視通を確保することでディファレンシャル補正に必要な補正情報を取得し、1m程度の位置精度を得ることが出来るとされている。

これを受け、本調査研究では、MSASに対応した携帯型DGPS(Thales社製MobileMapperPro)について、その精度を検証し、2万5千分1地形図の修正に利用することの可否を検討した。

## 2. 調査研究概要

沖縄県石垣市において、MSAS対応DGPS及びキネマティックGPSを用いて位置情報を取得し、キネマティックGPSの測位結果を正解値と仮定して、MSAS対応DGPS装置の位置精度を検証した。

## 3. 調査研究内容および成果

### 3.1 調査地選定

八重山列島は、MSASのアベイラビリティが日本国内で最も低い。よって、八重山列島における測位精度が基本図測量作業規程(案)の求める位置精度を満たせば、国内いずれの場所においても使用が可能と考えられるため、検証地として沖縄県石垣市を選定した。

### 3.2 使用機材

検証対象とする携帯型DGPS装置Mobile Mapper Proは、アンテナ一体型の携帯用後処理DGPSデータ取得装置であり、水平位置精度は公称でMSAS補正時には3m以内、後処理補正時には1m以内である。電子基準点データ等を使用した後処理補正は、付属のソフトウェア「Mobile Mapper Office」を使用して行うが、Mobile Mapper Pro及びMobile Mapper Officeでは、PDOP、仰角、S/N比等のマスクの設定変更や出力時のフィルタリング処理は一切行えない。

なお、Mobile Mapper Proはアンテナ一体型DGPS装置であるが、本検証作業では乗用車の屋根部分に取り付けて走行・データ取得を行ったため、付属の外部アンテナを使用した。

### 3. 3 検証方法

通常、DGPS等の位置精度検証は、既知点への取り付け連続観測等により行われるが、本作業では、通常の使用環境に近い状態で検証用データを取得するため、乗用車に Mobile Mapper Pro を取り付け、公道を走行しながらの計測を行った。この検証手法を採用することにより、GPS 測位及びMSASによる補正の影響のみならず、速度フィルタによる補正も含めた、実作業時の測位データに対する検証が可能となる。計測したデータについては、MSAS 補正を行った値、及び付近の電子基準点（石垣2）を使用して後処理補正を行った値それぞれについて検証した。

なお、Trimble 社製 GPS 測量機 R8 を使用して電子基準点を既知点とした後処理キネマティック測位を同時に行い、検証時の正解値とした。また、Mobile Mapper Pro による測位結果とキネマティック測位による測位結果は、データに記録された時刻を用いて対照した。

### 3. 3 検証結果

#### 3. 3. 1 補正方法の検討

Mobile Mapper Pro 及びキネマティック測位について、ともに1秒間隔でのデータ取得を約2時間行い、その内、両者が同時にデータを取得した5008点について、位置精度の検証を行った。検証の結果、PDOPのフィルタリングを行わないデータの水平位置については、MSAS補正の場合でRMS=7.76m、電子基準点による後処理補正の場合でRMS=4.91mとなった。現地データ取得作業実施要領の基準(PDOP<6.0)を超えるPDOP値のデータを除いた場合、MSAS補正の場合の検証点数は4759点、水平位置誤差はRMS=7.71m、後処理補正の場合の検証点数は4886点、水平位置誤差はRMS=4.89mとなった。(なお、Mobile Mapper Pro 及び Mobile Mapper Office では、PDOP 値によるフィルタリングは行えないため、CSV形式で出力した結果を、表計算ソフトを用いて編集した。)

基本図測量作業規程の定める地形図修正時の修正図化の標定精度は水平位置で図上0.5mm(2万5千分1地形図で12.5m)であり、いずれの補正結果もこの基準を満たしている。しかし、MSAS補正と後処理補正の結果、水平位置誤差に約3mの差が出ていることから、沖縄県石垣市等のアベイラビリティが低い地域においては、可能な限り電子基準点補正を行うことが望ましい。

なお、検証地域の上空視通が不十分であったため、キネマティック測位の測位結果の大半はフロート解であった。正解値の信頼性に問題はあがるが、MSAS補正と後処理補正の位置精度の傾向を判断することは可能であると考えられる。

表-1 Mobile Mapper Pro の水平位置精度

	MSAS 補正		後処理補正	
	点数	RMS	点数	RMS
PDOP 選別なし	5008 点	7.76m	5008 点	4.91m
PDOP<6.0	4759 点	7.71m	4886 点	4.89m

#### 3. 3. 2 精度管理

3. 1で述べたように、Mobile Mapper Pro 及びその付属ソフトウェアである Mobile Mapper Office では、PDOP、仰角、S/N比等の精度管理に必要な条件について、測位時に利用者がマスクの設定値を変更することや、データ出力時にフィルタリングすることは出来ない。一方、Mobile Mapper Pro は、林道等のGPS取得

条件が悪い環境においても GPS 測位が可能であることから、仰角マスク及び S/N 比マスクが、他の広く使用される DGPS 装置よりも低く設定されていることが予想される。仰角マスクの設定が低い場合、GPS 波がより大気の影響を受けやすい地平線に近い衛星を用いて測位を行うため、位置精度が悪化する。また、S/N 比マスクを低く設定した場合、マルチパスによる信号を除去できない可能性が高くなり、測位精度が悪化する。

図-1 は、石垣市で取得した Mobile Mapper Pro 及びキネマティック測位のデータ、2 万 5 千分 1 地形図（道路のみ）、並びに現地の ALOS の直下視画像を重ね合わせたものである。画像中央部を 1 車線道路が縦断しているが、両側の植生により上空視通は一部を除いて非常に悪い。図-1 から、キネマティック測位のデータがほとんど取得できず、取得されたデータもマルチパスにより分散しているのに対し、Mobile Mapper Pro のデータは連続して取得され、線状を示していることがわかる。しかし、Mobile Mapper Pro の測位結果の位置及び形状は、地形図及び衛星画像とは異なっている。これは、マルチパス等で実際とは異なる位置に取得されたデータが含まれるにもかかわらず、このデータを排除することなく速度フィルタ等により補正を行ったためと考えられる。

広く使用される DGPS 機器では、仰角マスク及び S/N 比マスクを適切に設定すること、及び出力時に適切なフィルタリング処理を行うことにより、マルチパスによるデータ等を除去して補正することが可能である。しかし、Mobile Mapper Pro では、これらの値に対してマスク値変更及びフィルタリング処理を行うことが不可能なため、マルチパスの影響を排除することが困難である。また、速度フィルタ等による補正のため、補正後のデータから目視等でマルチパスと思われる測位結果を除去することも難しい。よって、Mobile Mapper Pro を使用して、上空視通の悪い等の GPS 測位に適さない地域でデータを取得し、そのデータを利用して地形図の修正を行う場合、現地調査時の記録、衛星画像及び工事図面等、DGPS 以外の情報との整合をとることが必要である。

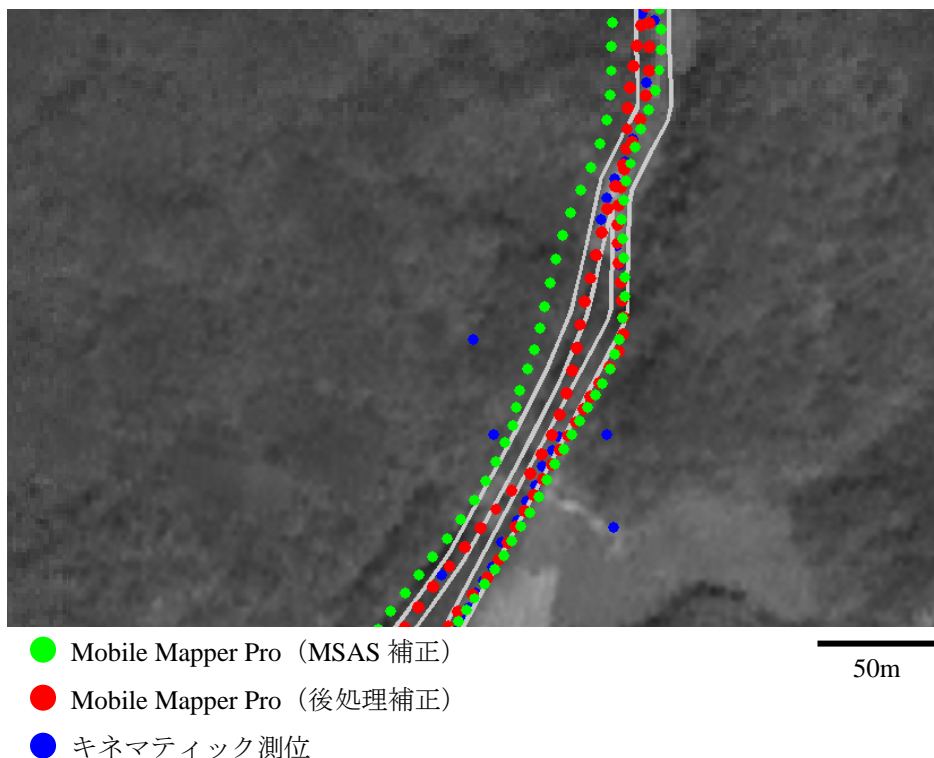


図-1 Mobile Mapper Pro 及びキネマティック測位の軌跡  
(図中の GPS 測位の結果は、精度検証には使用していない)

#### 4. まとめ

沖縄県石垣市にて Mobile Mapper Pro の精度検証を行った。機器を移動体に設置してデータを取得し、キネマティック測量（フロート解）の結果を正解値として水平位置精度を検証した結果、PDOP によるフィルタリングを行わない場合には、MSAS 補正で  $RMS=7.76m$ 、電子基準点による後処理補正で  $RMS=4.91m$ であった。また、 $PDOP<6.0$ とした場合には、MSAS 補正で  $RMS=7.71m$ 、後処理補正で  $RMS=4.89m$ であった。いずれの補正結果も基本図測量作業規程の定める地形図修正時の修正図化の標定精度（図上 0.5mm）を満たしているが、アベイラビリティの低い地域においては、電子基準点による後処理補正を行うことが望ましい。

また、Mobile Mapper Pro は仰角、S/N 比等に対して、利用者によるマスク値変更、フィルタリング処理が不可能であるため、マルチパスの影響を排除することが困難である。また、補正後の結果から目視等によりマルチパスによるデータを排除することも難しい。よって、Mobile Mapper Pro を使用して GPS 測位に適さない地域の地形図修正を行う場合、現地調査時の記録や衛星画像等の他の資料との整合を十分にとることが必要である。

#### 参考文献

坂井 丈泰：MSAS の性能向上，GPS/GNSS シンポジウム 2007