

# 携帯型 GNSS 受信機を活用した森林測量の可能性と課題

岩手北部森林管理署 森林官補（新町森林事務所） ○巻田 和丈  
業務グループ 谷地真梨佳  
業務グループ 鳥淵 匠見  
業務グループ 斉藤 幹保

## 1. はじめに

GNSS (Global Navigation Satellite System) とは、GPS など人工衛星からの信号を受信し、現在位置などを記録するシステムである。森林・林業分野においても、目的地までのナビゲーションや測量、路網設計等、様々な業務・研究に活用されており、効率的な業務等に資すると期待されている。

国有林野事業においても、平成 28 年に「国有林野産物収穫調査規程準則の制定について」(最終改正 平成 28 年 2 月 18 日付け 27 林国業第 93 号) 等の通達が改正され、収穫調査区域の周囲測量において、GNSS 受信機（以下「受信機」という。）を用いた現地計測が可能となった。従来のポケットコンパスやメートル縄等を用いた測量方法と比較して、測点間の距離計測や下刈・野帳記入の一部省略等が可能のほか、現地計測の所要時間が半分以上短縮された、という報告もあり<sup>1)</sup>、効率的な測量業務が期待される。

しかしながら、現在、森林・林業分野における受信機の測量業務への活用実態について整理した報告は少ない。特に、他機関の活用実態を把握することは、国有林野事業のみならず、これから受信機による測量を行おうと考えている機関等にも参考になると考えられる。

また、森林内では、人工衛星からの信号が樹木や斜面などに阻害されることで、受信機が不正確な位置を示す可能性も懸念される。しかし、森林内における受信機の測位精度や、コンパス測量と比較した面積差及びかん入結果についての報告は少なく、受信機の活用を推進するためにも、様々な機種や箇所、面積等について検証事例を積み上げていく必要がある。

そこで、本研究では、他機関における受信機の測量業務への活用実態について把握するとともに、受信機による測量精度を検証することを目的とする。

## 2. 研究方法

### (1) 他機関における受信機の測量業務への活用実態について

今回、岩手県内の 20 森林組合と、青森・岩手・宮城県内で活動実績のある収穫調査委託指定調査機関（以下「調査機関」という。）のうち、5 つの調査機関を対象にアンケート調査を依頼し、9 つの森林組合と、5 つの調査機関から回答を得た。回答者は、受信機の担当者もしくは日常業務で受信機を活用している方を主な対象とした。アンケートは、当てはまる項目全てに丸をつけてもらう形式と、回答者が自由に記入する形式で行った。

質問項目は、使用している受信機の機種名、機種を選択した理由、現在使用している

業務及び今後使用したい業務、受信機を使用する際の注意点、そして、受信機による周囲測量についての意見を伺った。また、調査機関には、国有林野事業の収穫調査委託で、周囲測量を行う際の要望事項についても伺った。

なお、本稿では、紙面の都合から、受信機による周囲測量についての意見と、受信機を使用する際の注意点について報告する。

## (2) 受信機による測量精度の検証について

### ア 使用した受信機について

受信機は、持ち運びや操作が容易な携帯型受信機を対象とし、Spectra Precision 社の MobileMapper20 (以下「MM20」という。)、MobileMapper120 (以下「MM120」という。)、GlobalSat 社の BC-337 (以下「PDA」という。)を使用した(表-1)。なお、「東北森林管理局 国有林野産物収穫調査規程の運用」の制定について(最終改正 平成 28 年 3 月 25 日付け 27 東資第 112 号)には、DGPS による測位が可能な機種のみ使用可能な旨記載されている。

### イ DGPS (ディファレンシャル GPS)

DGPS には複数の種類があるが、本研究では、SBAS 方式を採用した。SBAS 方式とは、まず、各地にある基地局での GPS 受信状況を航法統制局に送信する。統制局では受信したデータを元に補正情報を生成・送信し、気象衛星ひまわりなどに代表される補強衛星を介して受信機が受信することで、位置情報の誤差を修正する技術である(図-1)。

しかし、地形や衛星配置などの影響で、補正情報を受信できない場合もあり、その場合は単独測位と呼ぶ。

### ウ 現地検証を行う際の留意点について

現地検証を行うに当たって、樽谷・大家(2006)を参考に、以下の点に留意した<sup>2)</sup>。

- ① 事前に検証箇所における PDOP 値等の時間変化を調べる。今回、Trimble 社が提供している Trimble GNSS Planning Online 等から調べた<sup>3)</sup>。PDOP 値とは、位置精度劣化度と呼ばれ、その数値が低いほど測位精度が良好であることを示す。
- ② ①で得られた情報を参考にし、現地検証の際、地形等の条件が一定の状態、PDOP 値等の数値が急に悪化したら現地検証を中断する。
- ③ 事前に開けた場所で受信機の電源を入れ、予め人工衛星からの信号を受信しておく。
- ④ 測位時は体から受信機を離し、なるべく高く持つ。
- ⑤ 各測点に移動した際、受信機の位置表示が安定するまでその場で待機する。

表-1 使用した受信機の概要

	MobileMapper20 (MM20)	MobileMapper120 (MM120)	BC-337 (PDA)
GNSS	GPS	GPS/GLONASS	GPS
DGPS	○	○	×
機器写真			
発売年	2015年	2013年	2006年

※ GLONASS・・・ロシアの人工衛星。

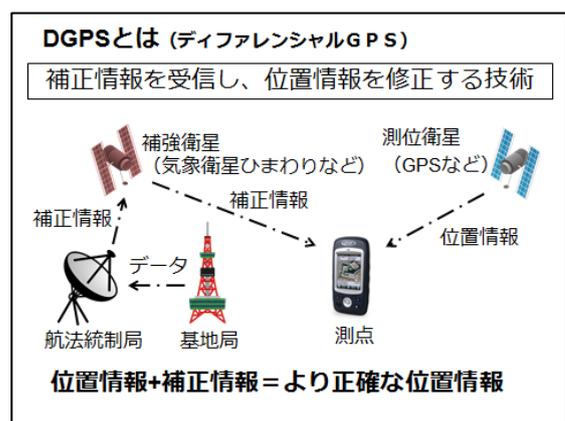


図-1 DGPS の概要

## エ 現地検証の内容について

### (ア) 三角点測位

三箇所の三角点及び一箇所の基準点を対象に行った。各三角点等の様子は写真－1の通りである。検証方法について、15～300秒までの間で測位時間を設定した上で、各点の真上に受信機をかざし、測位した。そして、測位された座標値と、国土地理院が提供している正確な座標値との差を、測位誤差として算出した。さらに、DGPSによる測位時と単独測位時の測位誤差についても比較した。



二ツ森三等三角点 (林内)



子飼沢二等三角点 (林内)



竜ヶ森四等三角点 (開放)



二級基準点 (開放)

写真－1 各点の様子

### (イ) 境界測位

座標値が分かっている国有林境界33点を対象に行った。検証方法について、15～60秒までの間で一点あたりの測位時間を設定し、各境界標の真上に受信機をかざして測位した。そして、測位された座標値と各境界標の座標値との差を測位誤差として算出したほか、DGPSによる測位時と単独測位時の測位誤差についても比較した。測位箇所はダム敷と接しており、障害物の少ない場所だった。

### (ウ) 周囲測量

対象箇所について、コンパス測量を事前に行った上で、その測点の真上を受信機で測位していく。そして、全測点を測位した後、その面積とかん入結果をコンパス測量成果と比較した。一点の測位時間は、実際の収穫調査を想定し、測量時間の短縮、という長所を損なわないよう、30秒に設定した。検証箇所は、当署管内の林小班で、面積や地形が異なる6小班を対象とした。いずれも主伐期を迎えた人工林である(表－2)。

表－2 周囲測量箇所の概要

小班	コンパス測量面積 (ha)	主要樹種	樹齢 (H28時点)	傾斜 (方位)	実施月	特徴
①	0.52	スギ	60	緩(東)	11月	
②	1.03	スギ	44	緩(北)	11月	
③	4.78	スギ アカマツ	55	中(南)	9月	尾根・谷地形あり。 造林地に面している。
④	5.50	スギ カラマツ	54	中(北)	11月	造林地に面している。
⑤	10.92	カラマツ アカマツ	62	中(東)	11月	尾根・谷地形あり。
⑥	11.53	スギ カラマツ	54	中(南)	9月	尾根あり。 造林地に面している。

※傾斜について、「緩」は5度以上15度未満、「中」は15度以上30度未満。国有林野森林調査簿原簿より引用。

### 3. 結果

#### (1) 他機関における受信機の測量業務への活用実態について

森林組合では二組合が受信機による測量を行っており、使用している実感として、精度や作業効率を評価していた。受信機による測量を行っていない組合からも、人的負担の軽減や作業効率の向上等を期待する意見が複数あった。一方、調査機関では、受信機による測量を行っている機関はなく、4機関が精度を不安視していた(表-3)。また、測量業務に限らず受信機を使用する際の注意点として、沢や谷では使用を控える、という意見が共通して最も多く、悪天候時の使用を避ける、という意見も複数あった。

表-3 GNSS 受信機による周囲測量についての意見

	受信機による測量	回答者	GNSS 受信機による周囲測量についての意見 (抜粋)
森林組合	使用	I	森林保険の損害調査において、被害地の周囲測量に使用精度には問題ない。
		N	測量見込みの面積を測る際に使用コンパス測量と比べ手間と時間がかからないため、非常に有効。
	不使用	T	面積毎に使い分ければ効率的な測量作業につながるかと思う。
		Y	一人での測量も可能であるため、人的負担は減ると思う。
		J	測量が、かなり早くなると思う。
		R	衛星の受信時間を考えると時間などあまり変わりはないと思う。
		M	精度は問題ない。(トウルーパルス併用時)
		O	GNSS のみの測量は使用したことがない。
		K	無回答
調査機関	不使用	t	位置の精度が悪いため測量に使用したことはない。
		p	測定精度が不安なので測量に使用したことはない。
		k	精度にばらつきがあるので、測量には使用していない。
		s	誤差発生の原因を排除できない環境での観測結果は信頼度が低い。
		i	測量用の GNSS 受信機は、高価でまだ導入の予定はない。

#### (2) 受信機による測量精度の検証について

##### ア 三角点測位

結果は表-4の通りとなった。MM20は全箇所の平均測位誤差が約3m以内、MM120は1m以内に収まった。また、DGPSによる測位時の方が測位誤差が小さかった。

##### イ 境界測位

結果は表-5の通りとなった。MM20とMM120は、一点あたりの平均測位誤差が5m以内に収まった。また、DGPSによる測位時の方が平均して1m以上測位誤差が小さかった。

表-4 三角点測位結果

①機種別平均測位誤差 ※PDAは竜ヶ森のみ実施

	MM20	MM120	PDA	平均
二ツ森	4.873	1.434	-	3.154
子飼沢	3.048	0.894	-	1.971
竜ヶ森	1.601	0.342	6.508	2.817
基準点	3.485	0.252	-	1.869
平均	3.252	0.730	6.508	-

(単位: m)

②DGPS・単独測位別平均測位誤差 (MM20)

DGPS平均誤差	3.067
単独測位平均誤差	3.627

(単位: m)

表-5 境界測位結果

①機種別・秒数別平均測位誤差

	MM20	MM120	PDA	平均
15秒	4.419	3.719	42.827	16.988
30秒	3.897	1.296	5.949	3.714
60秒	4.727	1.768	6.123	4.206
平均	4.348	3.498	18.300	-

(単位: m)

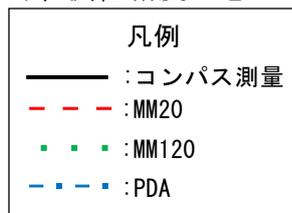
②DGPS・単独測位別平均測位誤差 (MM20)

DGPS平均誤差	3.556
単独測位平均誤差	4.744

(単位: m)

### ウ 周囲測量

各小班の検証結果は表-6の通りとなった。コンパス測量成果との面積差は、全小班・全機種で10%以内に収まった。特に、MM20とMM120は、5小班でコンパス測量成果との面積差が0.01ha以内に収まった。図面へのかん入結果について、小班③・⑤・⑥の結果を図-2~4に示す。共通する特徴として、尾根沿いや、造林地境に接している箇所では、どの機種もコンパス測量成果とのずれは少なかったが、谷や沢に面した箇所では大きくずれていた。そこで、小班③・⑤の尾根と谷部分におけるPDOP値の平均(MM20)を比較したところ、谷の方がPDOP値が高く、測位精度が悪かった(図-5)。



尾根

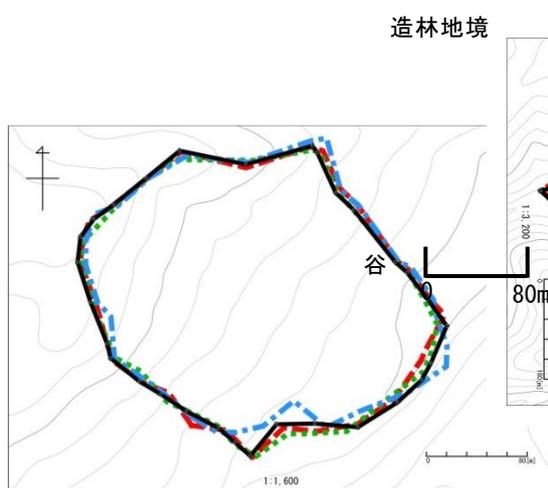


図-2 小班③かん入図面

表-6 周囲測量結果

	面積(ha)		
	MM20	MM120	PDA
小班①(0.52ha)	0.52	0.48	0.49
コンパスとの面積差(ha)	0.00	-0.04	-0.03
コンパスとの面積差(%)	100.0%	92.3%	94.2%
小班②(1.03ha)	1.08	1.02	
コンパスとの面積差(ha)	0.05	-0.01	
コンパスとの面積差(%)	104.9%	99.0%	
小班③(4.78ha)	4.77	4.71	4.69
コンパスとの面積差(ha)	-0.01	-0.07	-0.09
コンパスとの面積差(%)	99.8%	98.5%	98.1%
小班④(5.50ha)	5.49	5.39	5.55
コンパスとの面積差(ha)	-0.01	-0.11	0.05
コンパスとの面積差(%)	99.8%	98.0%	100.9%
小班⑤(10.92ha)	10.59		10.11
コンパスとの面積差(ha)	-0.33		-0.81
コンパスとの面積差(%)	97.0%		92.6%
小班⑥(11.53ha)	11.53	11.47	11.85
コンパスとの面積差(ha)	0.00	-0.06	0.32
コンパスとの面積差(%)	100%	99.5%	102.8%

※小班②はMM20・120、小班⑤はMM20・PDAで実施。

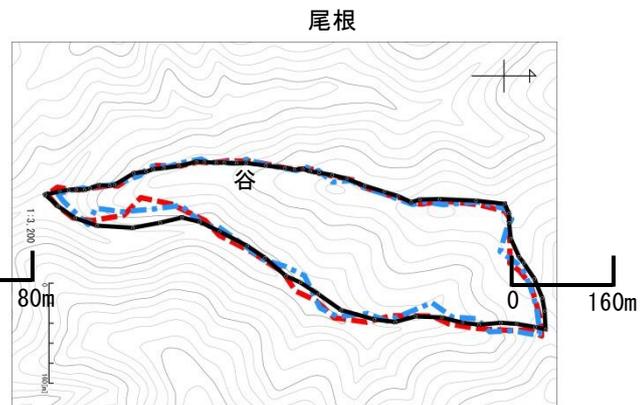


図-3 小班⑤かん入図面

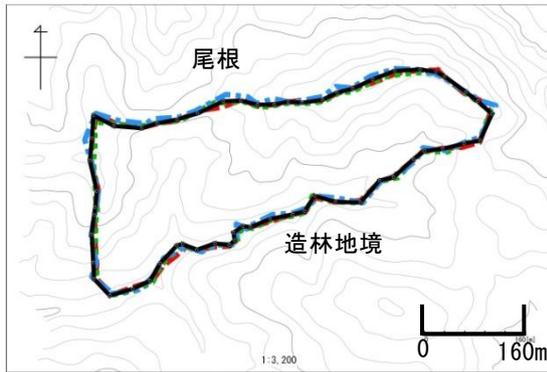


図-4 小班⑥かん入図面



図-5 地形による測位精度への影響

#### 4. 考察

まず、他機関へのアンケート調査から、受信機による周囲測量について、作業の効率化を期待する意見が複数あった一方で、受信機の精度を不安視する意見も多かった。また、谷や沢などでは受信機の使用を控える、という意見が共通して多かった。

現地検証では、MM20・MM120について、一点の平均測位誤差はいずれも5m以内に収まったほか、周囲測量における面積差は、コンパス測量成果と比較して0.01ha以内に収まる箇所が多くあった。5mの誤差とは、縮尺五千分の一の国有林基本図に換算すると、1mm以内の誤差であり、これは、コンパス測量成果を基本図にかん入する際の誤差程度と考えられる。よって、この程度の誤差であれば、現状、国有林野事業で行っている周囲測量と比較しても、十分な精度であると考えられる。

しかし、アンケート調査から明らかになったように、森林・林業分野の技術者は、受信機による測量について効率化への期待だけではなく、精度への懸念も抱いている。受信機による測量を行う際は、精度の懸念を払拭するため、十分な精度を保つための条件について示す必要がある。

その条件として、今回の検証結果から、尾根や、造林地境など上空が開けている部分に接する箇所を、周囲測量の対象とすることを提案する。また、DGPSによる測位が可能な受信機を使用することも、測量精度向上のために重要であることが本検証で改めて示された。今後は、さらに様々な地形等で精度を検証し、受信機の使用可能な条件について、より具体的な判断指標を作成することが必要である。

一方、地形による影響を回避する方法として、現在、一部の民間企業でドローンと呼ばれる無人航空機による測量が行われている<sup>4)</sup>。測量と同時に森林蓄積等の計測も可能なことから、今後は無人航空機によるGNSSを活用した測量が主流になっていくと考えられる。このような新たな技術を検証していくことも、さらなる精度向上と効率的な測量業務のために重要な取組であるといえる。

#### 謝辞

本研究の実施にあたり、森林総合研究所東北支所 小谷英司様には、現地検証にご協力いただき、研究内容について多くのご指導を賜りました。また、株式会社竹谷商事 伊藤崇様には、受信機に取り込む地図データの編集・提供のほか、受信機に関する情報提供を賜りました。岩手県森林組合連合会様及び会員森林組合様と、各収穫調査委託指定

調査機関の皆様には、アンケート調査にご協力を賜りました。心より感謝申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 水田展洋 (2008) GPS やレーザー距離計の活用による森林測量業務の効率化. 森林学誌, 23(1) : 11-16.
- 2) 樽谷宜彦・大家広路 (2006) 林業分野における携帯型 GPS の活用について. 平成 17 年度 国有林業務研究発表集, 27 頁.
- 3) Trimble 社ウェブサイト (<http://www.trimble.com/GNSSPlanningOnline/> 平成 29 年 1 月 27 日取得)
- 4) 日本経済新聞 : 2016 年 8 月 16 日