

第135回 日本森林学会大会 企画シンポジウム

# 長野県におけるGNSS測量技術の普及と RTK基準局設置の取組み

2024.3.8



長野県森林組合連合会

松永 宙樹

## ▶ 測量業務の効率化が喫緊の課題

- ✓ 従来のコンパス測量は手間が多く、除地への対応や検査時の高低角の扱いが課題
- ✓ RTK-GNSSが安価に手に入るようになった
- ✓ 長野県では、RTK-GNSSによる測量精度の検証を実施
- ✓ 造林補助事業における事業地面積の申請においてGNSS測位による測量成果が認められるようになった

**GNSS測量を県内で推進する条件が整う**

## ▶ 森林内でのRTK-GNSS測位に関する検証

- ✓ 周囲測量はコンパス測量と同等の精度が担保できる（大島2021）
- ✓ 林内でも誤差は1m以内（早坂2020・高岸ら2020）
- ✓ TSと比較して誤差の平均値は0.73m、最大値は2.7m、最小値は0.02m、面積誤差は0.24%（古澤2021）
- ✓ 周囲測量における面積誤差は-0.2~-0.1%（松崎ら2022）

**RTK-GNSS測量は、林業における測量業務  
の実務に耐えうると判断**

- ✓GNSS測量で労務負担の軽減を図る
- ✓新しい技術導入のハードルを下げる



## 長野県森連の取組み

- ① GNSS機器の販売
- ② 研修会の開催
- ③ 森林組合事務所等へのRTK基準局整備

## Global Navigation Satellite System (全球測位衛星システム)

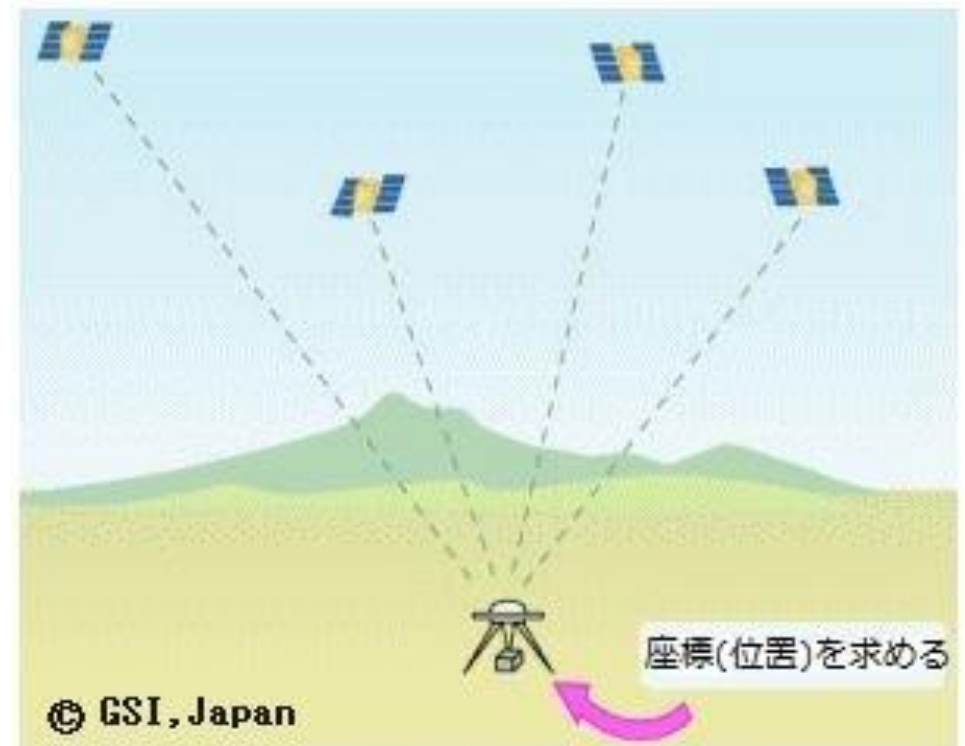
測位衛星	国名
GPS	アメリカ
QZSS (みちびき)	日本
Galileo	EU
GLONASS	ロシア
Beidou	中国

測位衛星と観測点（位置を知りたい地点）に設置したアンテナ間で通信を行って観測点の地球上での位置を割り出す

# GNSS測位について

GNSS衛星から送信される衛星の位置や時刻などの情報をGNSSレシーバー等で受信することにより、衛星から電波が発信されてから受信機に到達するまでに要した時間を測り、距離に変換する

位置のわかっているGNSS衛星を動く基準点として、4個以上の衛星から観測点までの距離を同時に知ることにより、観測点の位置を決定する



単独測位  
(受信機は1台、衛星は4個以上)

# RTK-GNSS測位について

## RTK : Real Time Kinematic (リアルタイムキネマティック) 測位

GNSS衛星との通信に加えて、地上に設置した基準局（既知点）からの位置情報データによって、測点に設置した移動局（観測点）で高い精度の測位を実現する技術



オープンスカイ条件であれば、RTK測位により**数センチ内の誤差**で測量が可能

単独測位の場合、多周波測位ができていても**数メートルの誤差**が生じる

# GNSS測量のメリット

- ✓ 位置情報（座標）付きのデータ取得可
- ✓ 1人でも測量可能
- ✓ 1測点の測量時間短縮
- ✓ 杭の復元が容易
- ✓ RTK測位によりセンチメートル級の精度
- ✓ 次の測点が見えていなくてもOK



**測量業務の大幅な効率化**



# GNSS測定の注意点

- ✓ マルチパスに注意
- ✓ 林冠が混んだ森林では測位誤差が大きい
- ✓ 地形の影響が大きい
- ✓ 測点を設ける際の上空の開空度に注意
- ✓ 携帯圏外ではRTK測位不可
- ✓ コンパス測量とは原理が根本的に異なる



**使える現場の見極めが大事**

# GNSSレシーバについて

購買事業で取扱い（販売実績：53台）



Android端末

高精度2周波GNSS  
DG-PRO1RWS  
(ビズステーション(株))

Bluetoothで通信

DG-PRO1RWSは、GPSだけでなく、QZSS(みちびき)、Galileo、Beidou、GLONASSに対応し、RTK測位にも対応していることから、正確な位置情報を瞬時に取得することが可能

国土地理院 1級 GNSS測量機として測量機種登録台帳に登録済み（2022/5/27 ビズステーション(株)）<sup>10</sup>

# 測量方法

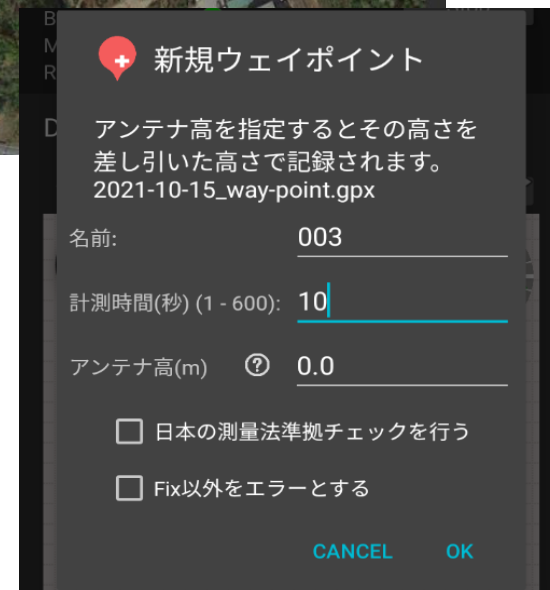
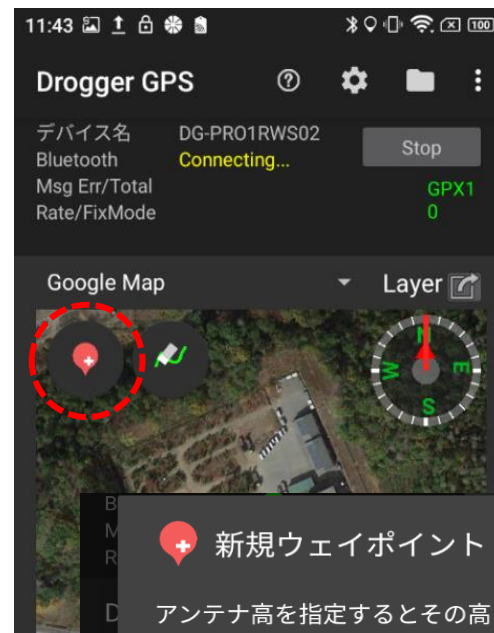


ポールの先にレシーバーを取り付け、  
杭の上に設置して瞬時\*に測位！

\*1秒～600秒の範囲で指定可能

Androidスマホで簡単測位！

Android端末の位置情報が  
DG-PRO1RWSの取得データ  
に置き換わる



# GNSS研修会の開催（R2年度～）



## 内容

GNSSの基礎知識  
GNSS測位の方法  
QGISによる作図演習  
QGIS基本操作研修

## 対象者

林業事業体  
森林組合  
市町村職員  
県職員等

参加者数：342名（延べ）

## 研修会参加者取得データの比較（測点）

R3年度～R5年度に県森連で実施した研修会の現場実習における同一測点杭の座標差

$$\text{座標差(m)} = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

座標差 (m)	DGNSS (n=216)	RTK (n=212)
平均値	1.379	0.201
最大値	5.319	1.577
最小値	0.025	0.003
標準偏差	1.125	0.744

## 研修会参加者取得データの比較（面積）

R3年度～R5年度に県森連で実施した研修会の現場実習における同一測点杭の面積差

$$\text{面積差(ha)} = a_1 - b_1 \quad \text{誤差(\%)} = \text{面積差合計} / \text{面積合計}$$

面積差 (ha)	DGNSS (n=19)	RTK (n=19)
平均値	0.009	0.002
最大値	0.040	0.010
最小値	0.000	0.000
標準偏差	0.012	0.004
誤差 (%)	<b>1.45</b>	<b>0.36</b>

# RTK基準局設置プロジェクト

## 事業の概要

県内の森林組合等に基準局を設置  
→多くの地域で基準局から半径20km圏内実現  
県森連でDG-PRO1を購入、各森林組合に譲渡、  
運用は各森林組合

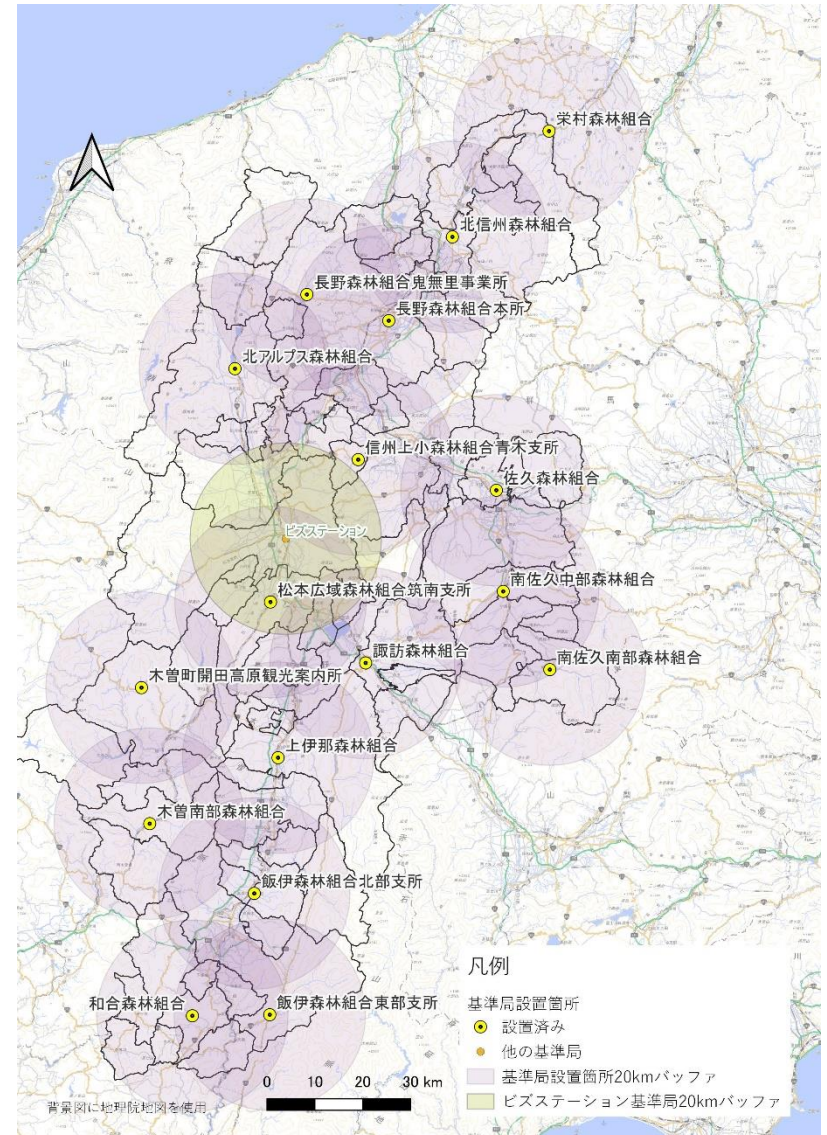
## 事業の効果

森林組合の事業エリアでセンチメートル級測位  
が常時可能（携帯電波圏内）  
（理論値で基準局からの距離が1km離れるごと  
に1mmの誤差）

面積測量の精度向上  
森林作業道の線形測量等への応用  
UAV写真点群測量での活用、精度の向上

## 今後の展開

携帯通信圏外でのRTK測位の実現  
（LPWAやデジタル無線での通信可能性）  
高性能林業機械等の自動運転  
下刈り作業の自動化（自走式機械、UAV）



# RTK基準局概要

基準局数	県内17箇所
アンテナ受信機	DG-PRO1RWS
座標	元期
接続方法	Ntrip



諏訪森林組合

業者に依頼して設置 →

← 職員がDIYで設置

基準局基準局についてはスタティック測量を行い、近隣の電子基準点のデータを用いて測位処理、網平均計算を行って位置を確定



松本広域森林組合筑南支所



# 基準局の利用について



## 無料公開（県内各森林組合HPで周知）



# 造林補助検査データの検証

造林補助申請に係る測量データについて、事業者が測量成果として県に提出した座標と検査時に県が取得した座標を比較

**施業種全体**  
(n=147)

$$\text{座標差(m)} = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

座標差 (m)	DGNSS	RTK
平均値	1.107	0.565
最大値	2.910	1.574
最小値	0.220	0.041
標準偏差	0.623	0.490

※R4年度造林補助事業実績のうちGNSS測量により申請があり合格となったものを集計（長野県資料）

# 造林補助検査データの検証

造林補助申請に係る測量データについて、事業者が測量成果として県に提出した座標と検査時に県が取得した座標を比較

獣害防除・保育間伐・搬出間伐  
(n=32)

$$\text{座標差(m)} = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

座標差 (m)	DGNSS	RTK
平均値	1.367	0.944
最大値	2.909	1.298
最小値	0.294	0.485
標準偏差	0.720	0.491

※R4年度造林補助事業実績のうちGNSS測量により申請があり合格となったものを集計（長野県資料）

# 造林補助検査データの検証

造林補助申請に係る測量データについて、事業者が測量成果として県に提出した座標と検査時に県が取得した座標を比較

更新伐・地拵え・植栽・下刈り  
(n=115)

$$\text{座標差(m)} = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

座標差 (m)	DGNSS	RTK
平均値	1.015	0.523
最大値	2.910	1.574
最小値	0.220	0.041
標準偏差	0.558	0.485

※R4年度造林補助事業実績のうちGNSS測量により申請があり合格となったものを集計（長野県資料）

# 普及の効果

- ✓ 県内全ての森林組合（18森林組合）で、GNSSレシーバ（DG-PRO1RWS）を導入
- ✓ 造林補助申請や境界明確化、施工管理や起工測量に活用
- ✓ 測量労務の負担軽減（デジタルコンパス比作業時間1/4以下）、生産性の向上
- ✓ 一部事業者や森林組合では、コンパスからGNSSにほぼ切替え
- ✓ 林業事業者や市町村にも普及が進んでいる

# 普及における課題

- ✓ 組織間で活用状況に大きな偏り
- ✓ 同一組織でも、担当者によって活用状況に偏り
- ✓ 県側の補助申請受付体制が一部で進んでいない
- ✓ 作業道の測量成果としては認められていない
- ✓ 施業種によるハードル
- ✓ 測位精度の不確実性
- ✓ 携帯電波のネットワーク圏外での活用
- ✓ GISを扱うハードル

- ✓ 操作が容易で導入のハードルが低い
- ✓ 研修会レベルでも高い測位精度を実現
- ✓ RTK測位により精度の向上と差のばらつき低減
- ✓ 造林補助申請でも実測成果で検査基準に合致
- ✓ 有償の専用ソフトは不要で作図はQGISで可能



**実務での有用性が非常に高い  
費用対効果が非常に高い**

**測位の条件等GNSS測定の性質を説明し、  
業務改善の手段として更なる普及を図る**

## ▶ 目的意識の明確化

- ✓ 何を目的にスマート林業技術を導入するのか
- ✓ なぜ測量でGNSSを活用するのか



**業務の紐解きと必要な技術の整理  
技術の活用を目的にしない**

**意識改革と活用を見極める判断力、訴求力**



# 謝辞

本取組みを進めるにあたり下記の皆様に技術協力やデータ提供をいただきました。この場を借りて御礼申し上げます。

- ビズステーション株式会社
- 長野県林務部
- 県内18森林組合

長野県RTK基準局の詳細と  
基準局マップ（ジオPDF）は  
こちらから！

