

令和4年度 林業イノベーション推進シンポジウム

～新技術・異分野技術を活用した林業機械の自動化に向けた開発事例～

『集材作業の自動化課題を解決するための
3Dセンシング技術等を活用した
フォワーダの開発・実証』に関する発表

【令和4年度戦略的技術開発・実証事業等による取組成果等】

2023年2月8日

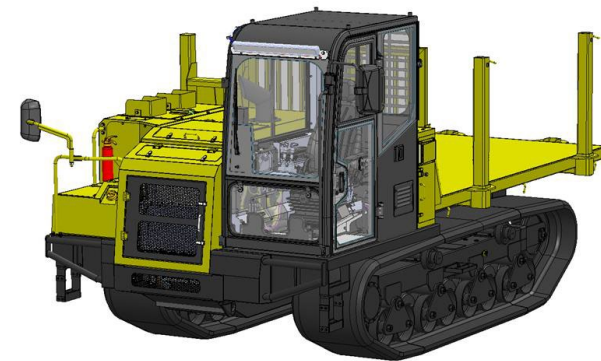
パナソニック
アドバンステクノロジー



国立研究開発法人 森林研究・整備機構
森林総合研究所
Forestry and Forest Products Research Institute

TAT 国立大学法人
東京農工大学
Tokyo University of Agriculture and Technology

MOROOKA



0. フォワーダ自動化ロードマップ

本年度事業では、フォワーダ自動化の実現に向け、3Dセンシング技術を搭載したフォワーダを開発し、3Dマップ技術高度化の実証実験を行っています。

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
自動運転技術開発									
フォワーダの電子制御化	2021年度商品化完了								
無線操縦技術開発	2020年度事業完了								
無線操縦商品化	▼無線操縦フォワーダの市場投入								
3Dマップ技術高度化	▼実証実験完了								
部分自動運転(安全運転支援)	▼(土場内等近距離)実証実験完了								
部分自動運転(〃) 製品化	▼製品化								
運搬作業自動運転	▼(作業道)実証実験完了								
運搬作業自動運転 製品化	▼製品化								
グラップル自動制御	▼土場丸太下し自動化 ▼作業場丸太積込自動化								
グラップル自動制御製品化	▼製品化								
スタンフォード/フォワーダによる丸太センシング・データ生成	2022年度実施								
丸太重量自動計測	2020年度事業完了								
丸太寸法自動計測(3D)	▼実証実験完了								
StanForDデータ形式変換									
StanForD 製品化	▼製品化								

2022年度実施
開発プロセス
商品化プロセス

0. 『集材作業の自動化課題を解決するための3Dセンシング技術等を活用したフォワーダの開発・実証』の取組

取組概要：フォワーダの自動運転に必要なセンシング技術の高度化及び森林作業道の高精度3Dマップ化等に係る開発・実証を実施し、集材・運材作業の**省人化、効率化、安全性の確保**を図る。

取組事業者：（株）諸岡、パナソニックアドバンステクノロジー（株）、森林総研、東京農工大学

令和3年度までの開発・実証等の実績



【令和2年度開発・実証実績（補助事業※）】

- ・遠隔操作走行の実現。
- ・センシング技術等を活用した自動走行試験。（20m程度の自動走行成功。）

※（林野庁）令和2年度省力化機械開発推進対策



【令和3年度開発・実証実績（自主開発）】

- ・ベース車の荷台を、クランバンク仕様に改良。
- ・センシング技術等を活用した自動走行試験。（自動走行とラジコン操作を組合わせた無人集材作業に成功。）

令和4年度実施している開発・実証内容

①センシング技術の高度化

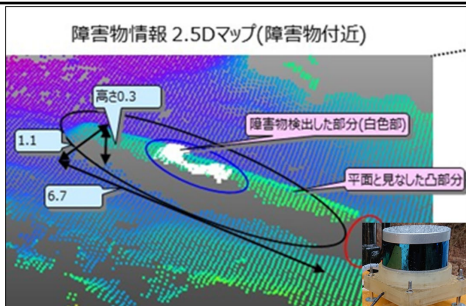


②森林作業道の高精度3Dマップ化



- ・自動走行の精度向上
- ・自動運転の早期実現

参考：3D-LiDERによる路面形状のデータ化画像



【令和4年度実施している開発・実証等の概要】

- ・自動運転に必要な障害物や周辺情報の収集及び自己位置や機体姿勢の検出を正確に行えるようにするために、これまでに開発を進めてきた自動運転用LiDAR-SLAMの検出精度向上に加え、高精度・高安定GNSSとLiDAR-SLAMによって生成した3Dマップデータに絶対位置情報を付加するシステムの開発・実証を行う。（①）
- ・上記開発システムで収集、検出した情報を、フォワーダ操縦者に通知する機能の開発・実証を行う。（①）
- ・森林作業道の適切な維持・管理に向け、データでの路網管理等を行えるようにするために、上記システムで取得した情報データをもとに高精度な3Dマップを生成する技術の開発・実証を行う。（②）



1. 事業内容

① 自動運転の早期実用化に向けたセンシング技術の高度化

【走行可能シーンの拡大】

LiDAR SLAMによる林内自動運転は成功済み
ただし制約あり：

木々に囲まれた
深い森や山間部に限定



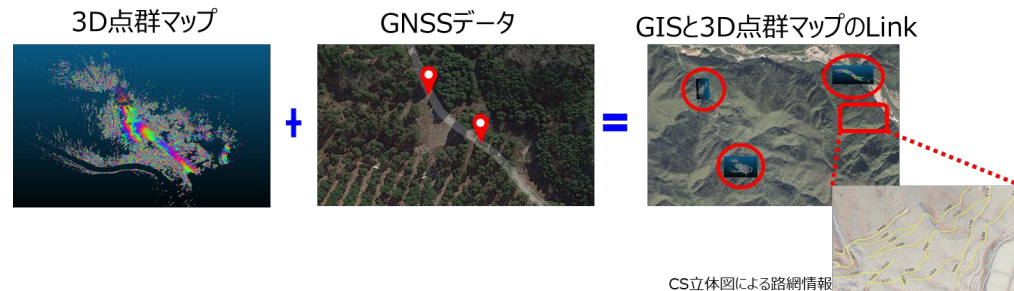
→高精度GNSSの併用で
皆伐後エリアの走行も可能に



⇒国内の各種林業現場を実地調査し、
作業シーン別のGNSS利用可能性を明らかにする

② 森林作業道の高精度3Dマップ化

⇒GNSS + LiDARで高精度な3Dマップを作製し、
GISとの連携で効果的な林道管理を目指す。
本年度はクラウドとの連携を実施する。



【山地災害による環境変化への対応】

あらかじめ教示した経路に沿った走行を実現済み
ただし制約あり：環境変化に対する危険回避（減速・停止）ができない

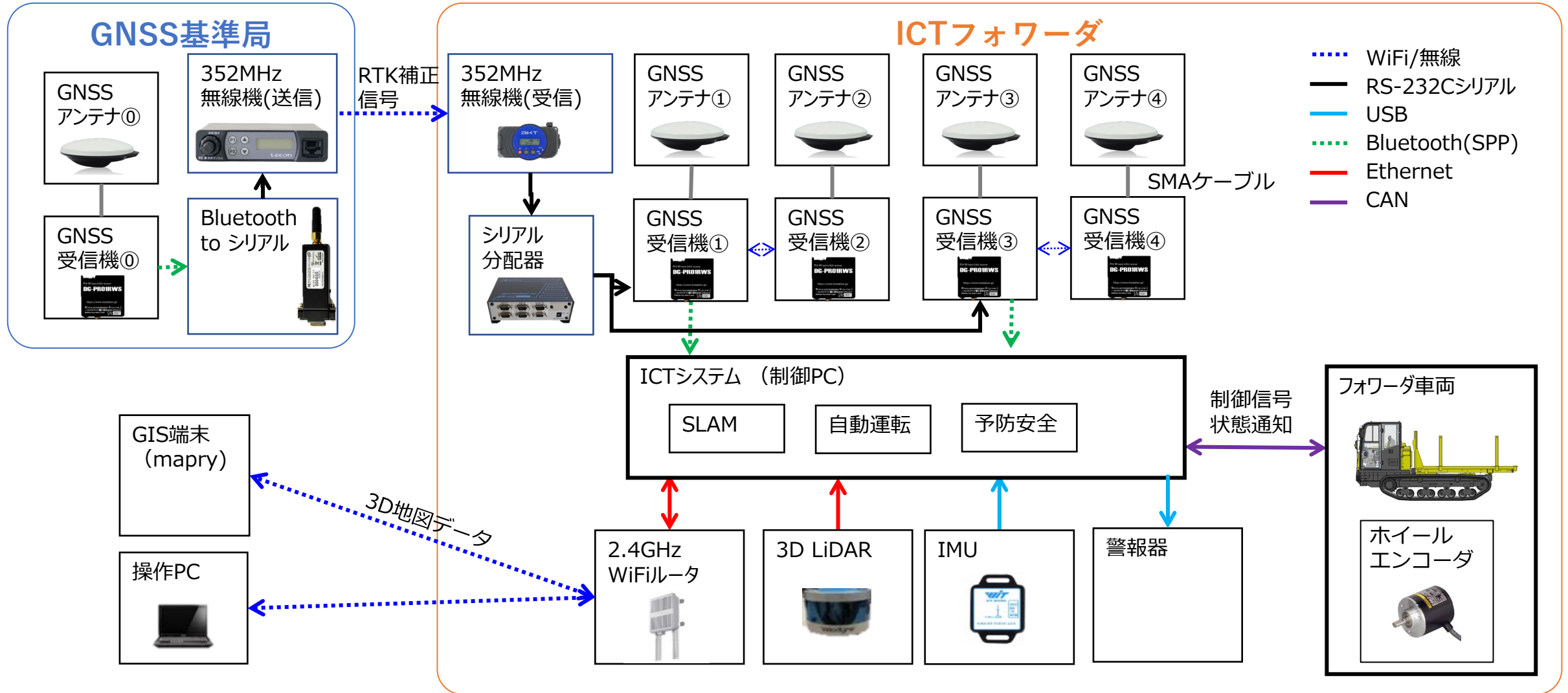
→走行時の車両周辺環境から崖崩れや障害物を認識する必要がある



⇒作業道安全性判断の実現に取り組む
また予防安全への展開に着手し、早期市場投入を目指す

2. システム構成

1) 主要機器構成図



3. 成果報告

① 自動運転の早期実用化に向けたセンシング技術の高度化

【走行可能シーンの拡大】

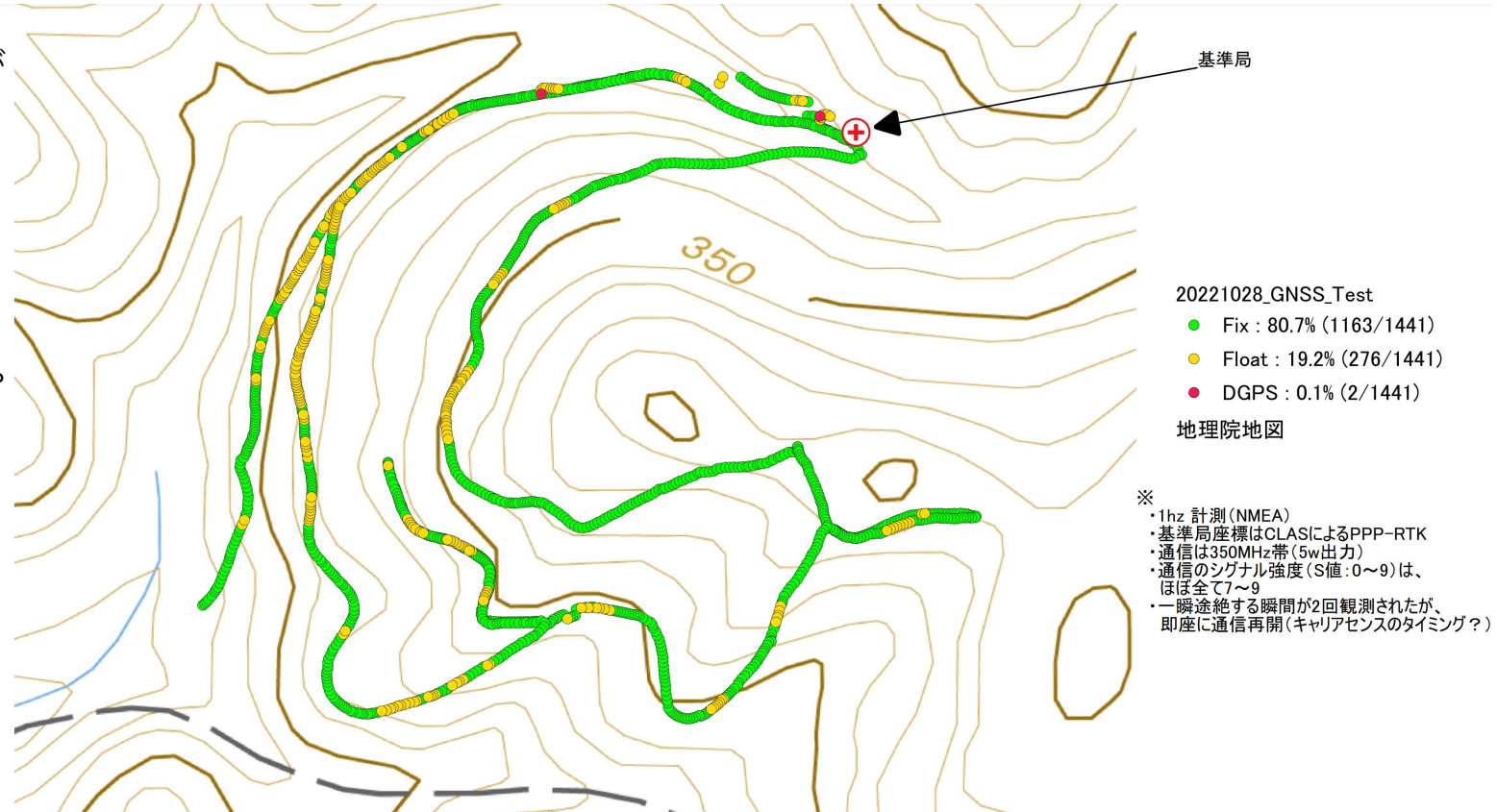
本事業の取り組み内容：

国内の各種林業現場を実地調査し、作業シーン別のGNSS利用可能性を明らかにする

結果：

今回の常陸太田市の現場では、80.7%がFixとなっており、m級の精度でGNSS情報が取得できていることが確認できた。

→ Floatになった場所は、谷間や山影などで衛星を捉えずらい箇所であった。これにより皆伐後の山頂付近など、SLAMによる自己位置推定機能が十分に機能しないと考えられる場所自動走行にGNSSの利用が可能であることが確認できた。



3. 成果報告

① 自動運転の早期実用化に向けたセンシング技術の高度化

【山地災害による環境変化への対応】

本事業の取り組み内容：

作業道安全性判断の実現に取り組むまた予防安全への展開に着手し、早期市場投入を目指す

結果：

平地において人サイズのものを検知して車両を停止させる機能のDEMOを実施した。

また、作業道安全性判断の実現に向けて、

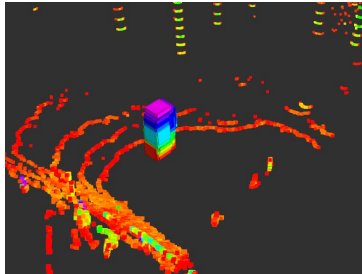
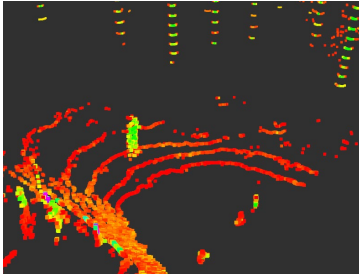
- ・ 実現場（狭隘路や勾配のある路面）における障害物・道幅の検知アルゴリズムの検討
 - ・ 検知後の走行停止、減速などの車両制御の検討
- に着手した。

■ 障害物検知DEMO（林業機械展）

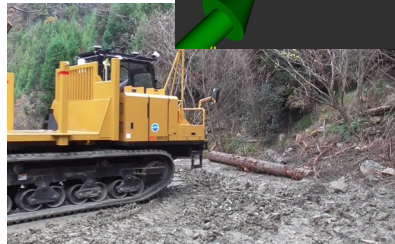
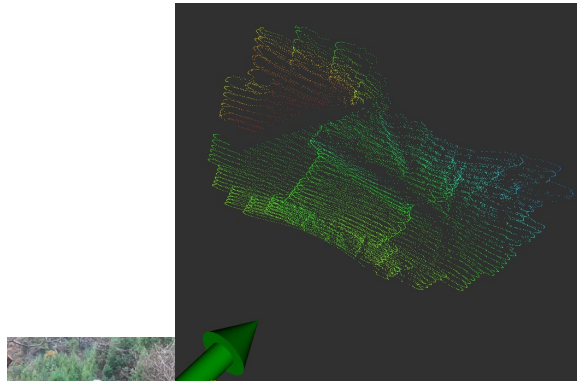


検知前

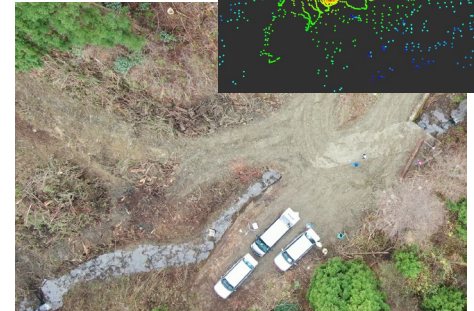
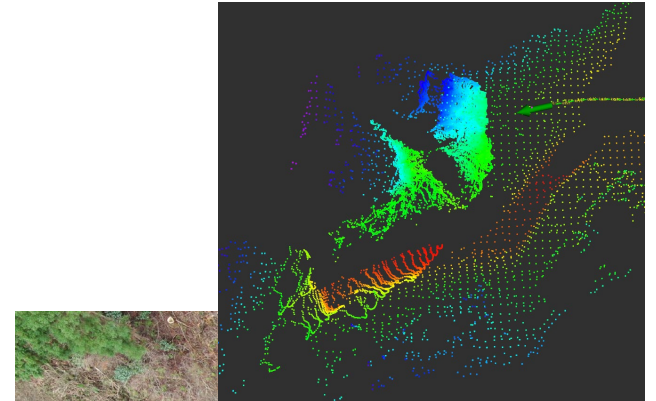
検知時



■ 障害物（倒木など）検知



■ 道幅検知(土砂崩れ)

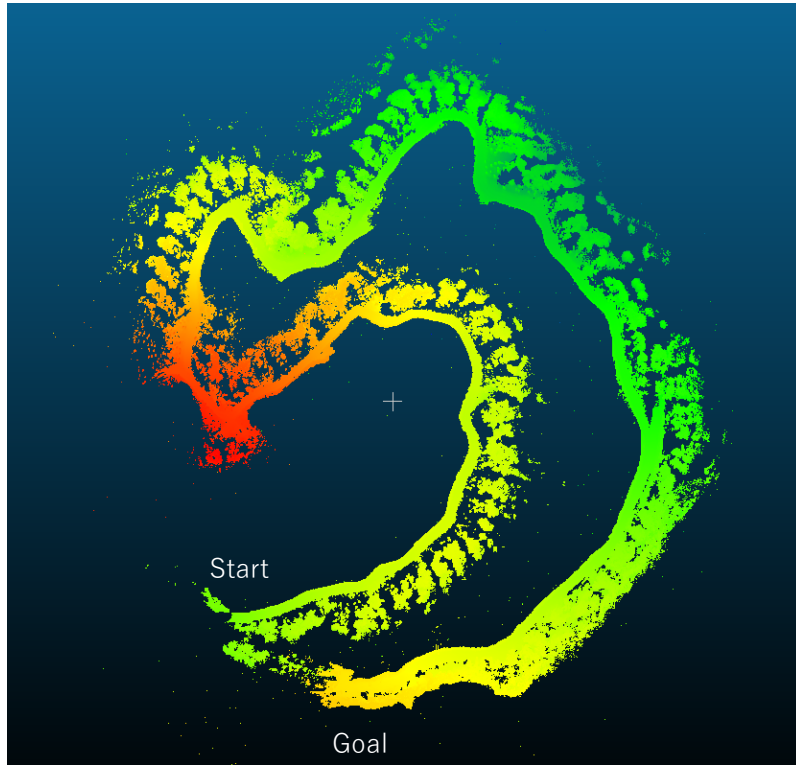


3. 成果報告

② 森林作業道の高精度3Dマップ化

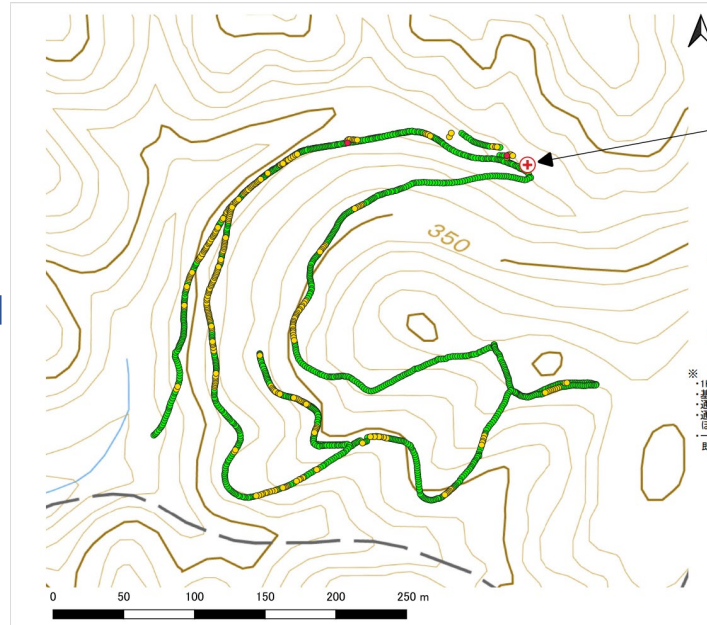
LiDARを用いたSLAMによって作成した地図をRTK-GNSS情報で補正することで、地図全体の積算誤差や方位が修正された。
今回は、RTK-GNSS用いて測定した2点以上の点を元に地図を補正する方法を採用したため、MBによる方位情報は用いていない。

・ 3D点群データ [GNSS補正前]

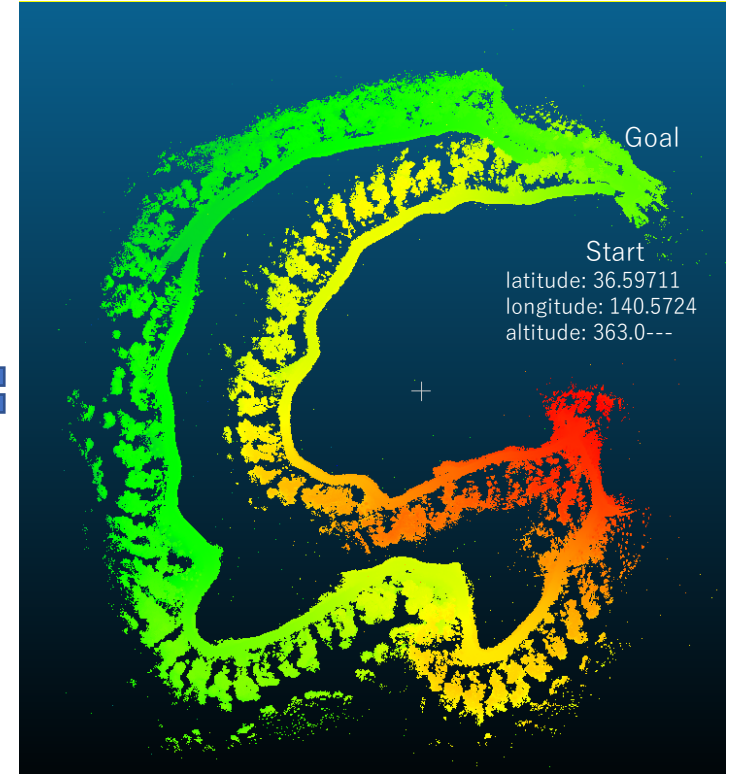


地図内容詳細：
・ SLAMの積算誤差により同一地点であるStart/Goalが離れている
・ 地図の向き：Start地点の車両の向き = 地図の右。

・ GNSSデータ



・ 3D点群地図 [GNSS補正後]

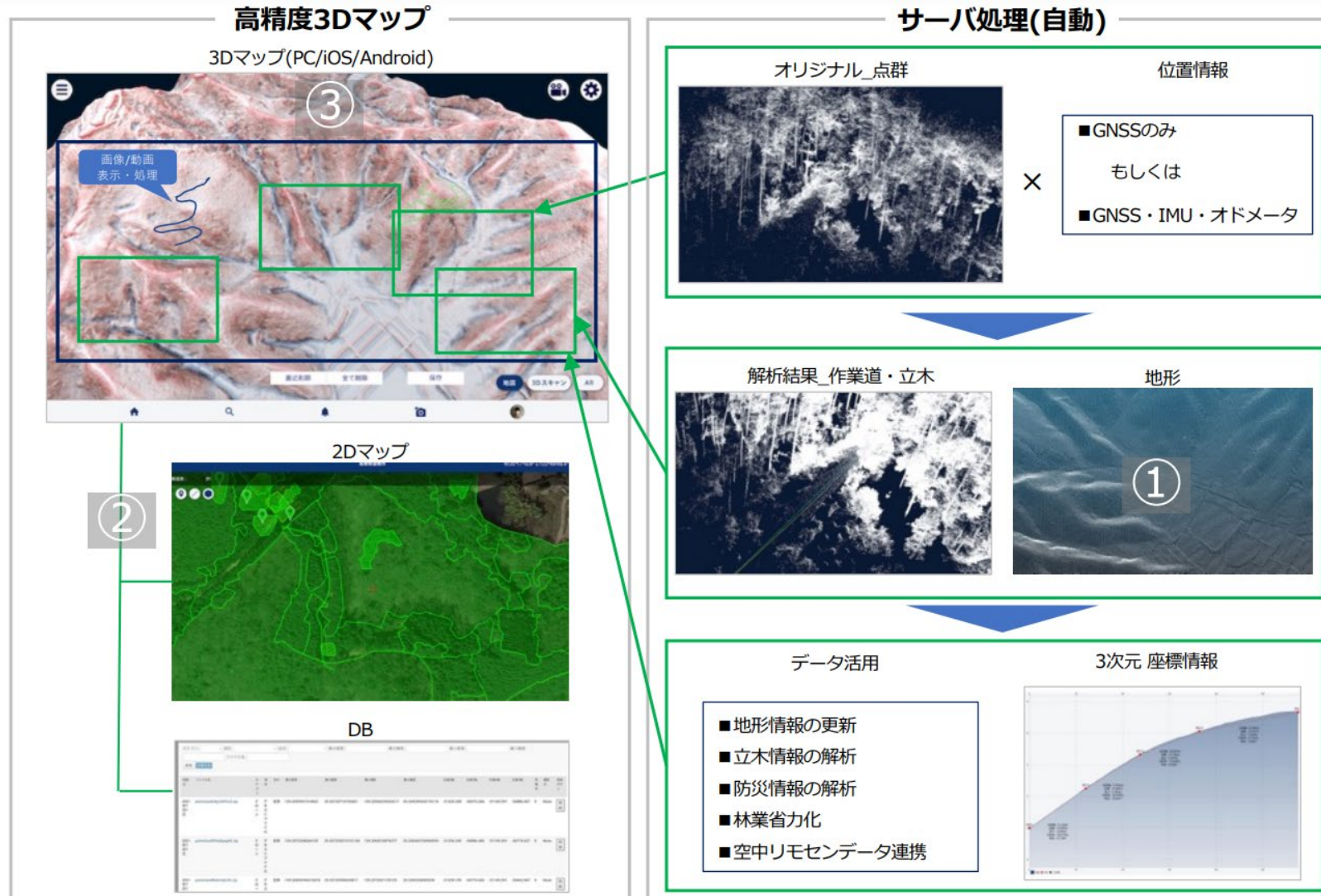


地図補正内容詳細：
・ 積算誤差の補正：同一地点であるStart/Goalが合致
・ 方位の修正：車両の向きに依らず地図の上 = 真北に回転

3. 成果報告

② 森林作業道の高精度3Dマップ化

今回作成した高精度3Dマップを用いた林道管理ツールへの適用可能性を確認中。(高精度3Dマップの確認中)





2022年12月8日
茨城県常陸太田市
堀江林業様 作業現場

R4戦略の技術開発・実証事業

3. 今後の取り組み

■自動走行

- ・急勾配での自動走行
今年度の取り組みでは、上りの走行（約450m）は実現できたため、下りの走行について次年度以降取り組む。
- ・材の積載有での自動走行
- ・後退走行
- ・運行管理システムの構築・評価
- ・運行情報や林内情報など情報連携に必要な林内ネットワークの構築方法検討・評価

■予防安全

- ・予防安全機能の開発
商用化に向けた要求仕様の明確化及びフォワーダへの搭載による実証実験

■高度3Dマップ化

- ・林業向け生産管理・林道管理等への管理ツールへの適用可能性・精度について評価・検証する。