

# 令和7年度林業デジタル・イノベーション総合対策のうち 戦略的技術開発・実証事業

## 自動運転フォワーダの実用化に向けた 多対多コントロールシステム等の開発 開発内容の紹介



2026年2月4日



パナソニック  
アドバンステクノロジー株式会社  
Panasonic Advanced Technology Development  
Co., Ltd.



国立研究開発法人 森林研究・整備機構  
森林総合研究所



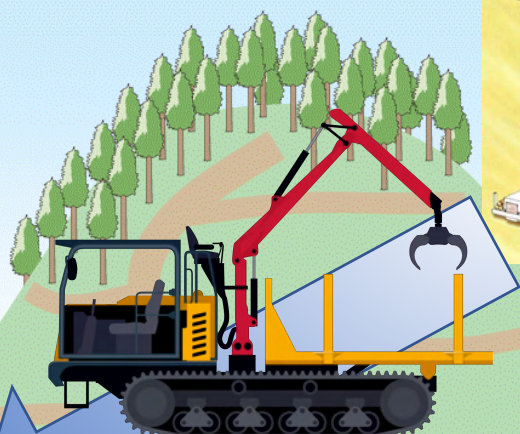
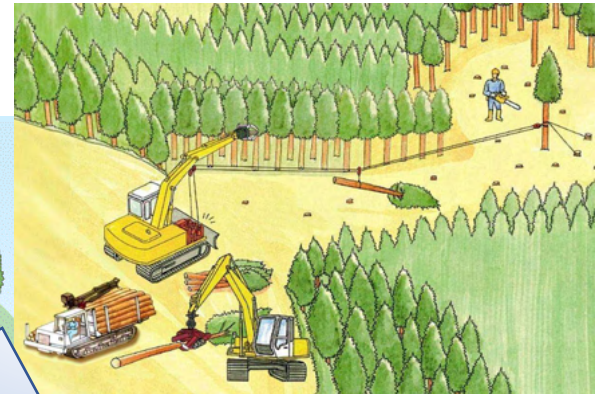
国立大学法人  
東京農工大学



# 0\_1. 日本の作業システム

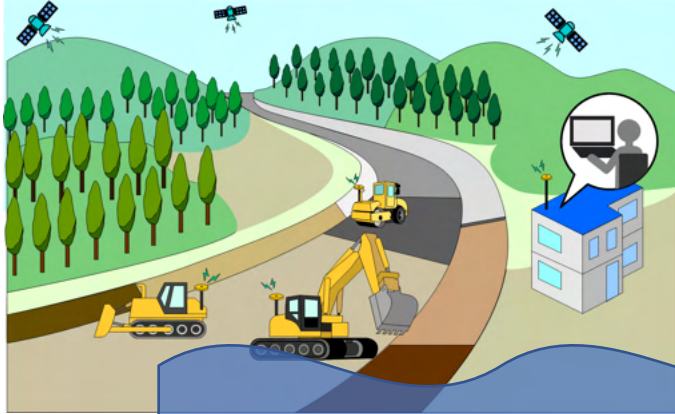
## 路網と高性能林業機械等を組み合わせ

- i フォワーダ（集材車両）が不可欠
  - 高性能林業機械の3割
- ii 距離が長くなると生産性が低下
  - ボトルネック
- iii 労働災害の発生
  - 年1件程度の死亡事故（転落が大部分）
  - 多数のヒヤリハット（走行時が大部分）



集材作業の自動化  
・遠隔操作化が必要

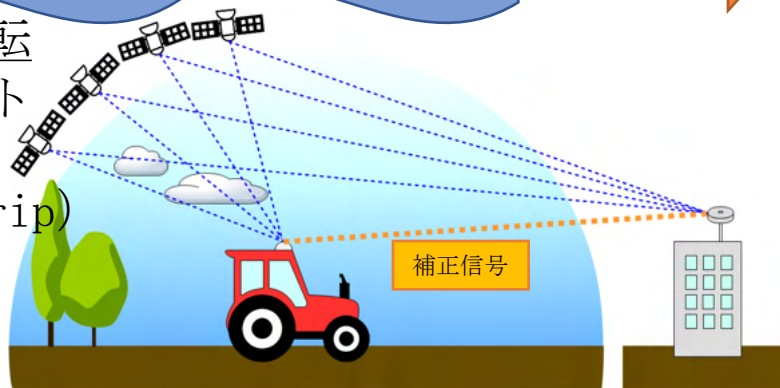
## 0\_2. 自動化・遠隔操作化への技術



土木の自動運転  
建設機械で繰り返し行っている  
単純作業を無人かつ自動で行う。

通信状況とGNSSの受信感  
度が良いことが前提  
構造物を検知

農業の自動運転  
インターネット  
を使った  
RTK-GNSS (Ntrip)



森林  
では？

- ï 構造物が少ない
  - ï 立木、奥深い地形
  - ï 携帯電波が届かない
- ↓
- ï 検知が難しい
  - ï RTK-GNSS (Ntrip)  
ができない

通信手段の確保  
自然物の検知

森林に適した無線通信  
SLAMの利用

# 0\_3. SLAMとは？

## (Simultaneous Localization And Mapping)

→いま自分がいる位置の推定と周囲の環境の構造把握を同時に行う技術

### ■ フォワード自動走行

①有人走行：人間が操作して走行し、LiDARによる3Dマップ生成&自己位置推定

\*同時にアクセラワークも

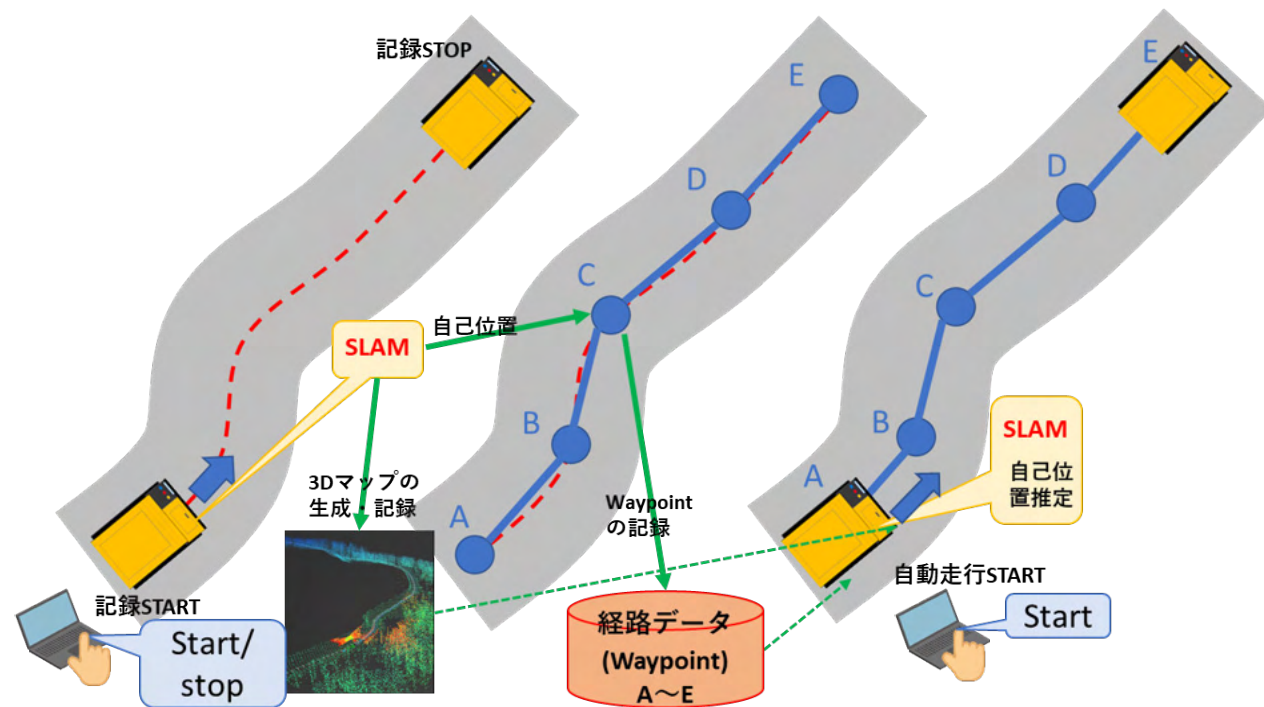
②自動走行ルート：①で記録された自己位置情報に基づいてポイントとルートを生成

③自動走行：リアルタイムで自己位置を推定しながら、②で生成したルートに追従

①有人走行

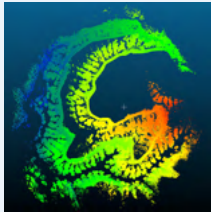
②ルート生成

③自動走行

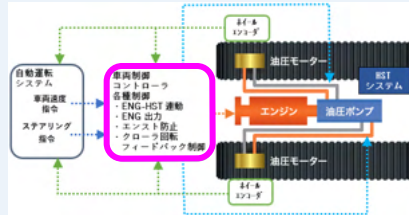


# 0\_4. 昨年度までの開発・成果概要

- ・ 実作業現場での自動走行  
全長約1600mの作業道（最大傾斜25°へアピンカーブ有り）  
など複数の場所で自動走行に成功



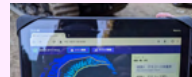
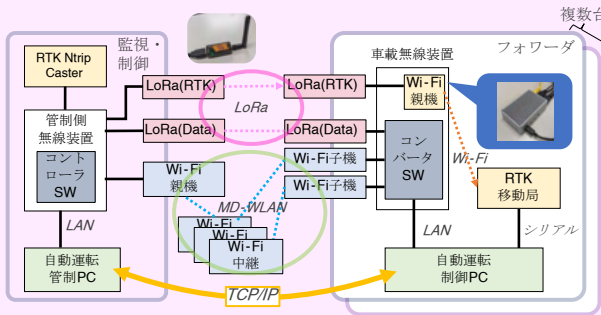
ホイールエンコーダ情報のフィードバック制御による**走行安定化**



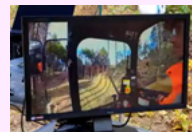
- ・ 複数台フォワーダでの同時自動走行  
先山の丸太を土場に運ぶシナリオを複数台で実施



- ・ 林内通信インフラ向けの無線システム開発  
高速無線と広域無線を併用した  
林内無線通信システムを開発・実証

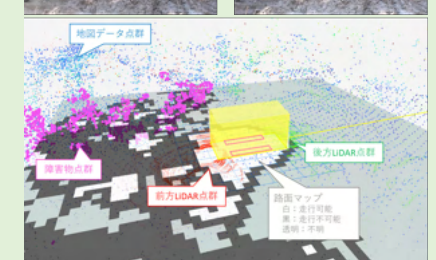
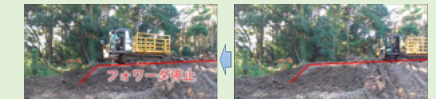
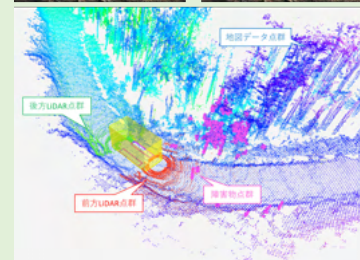


タブレットでの  
車両位置確認・操作



尾根越えの  
映像転送

- ・ 予防安全機能  
障害物（人、倒木）・路面検知に基づく  
自動走行時の減速・停止機能の開発・実証

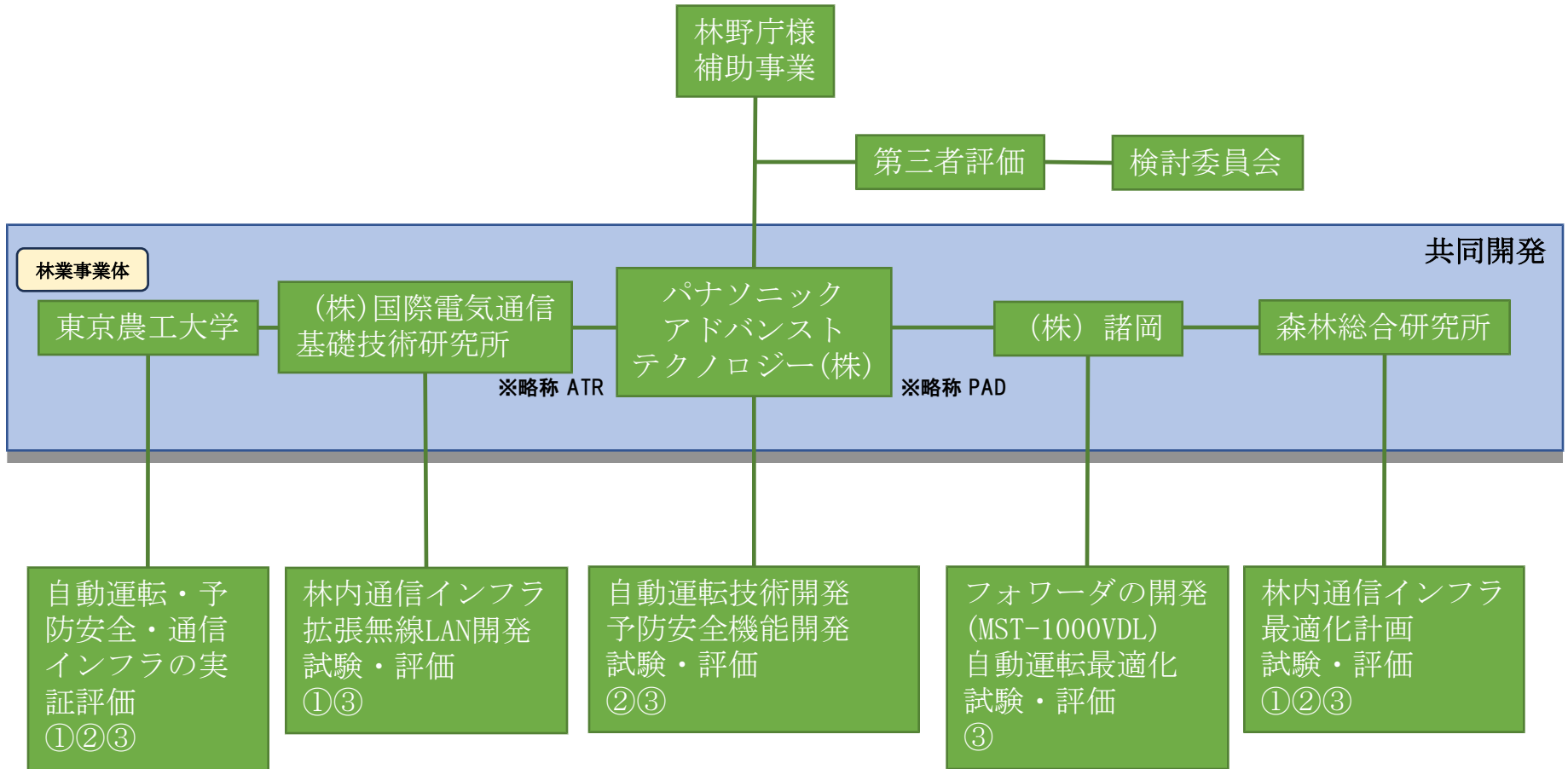


# 1. 令和7年度の開発概要

商品化に向けてシステム観点の課題に対する取り組みを実施

- ① 林内通信システムの運用性向上機能の開発
  - 多対多コントロールシステム運用向けに最適化し、通信の安定化
  - 無線装置の連続運用時間の向上（省電力化）
  
- ② 異常時のリカバリー機能の開発
  - 予防安全機能による車両停止時、センサー異常による車両停止時など
  
- ③ 多対多コントロールシステムの開発
  - 自動走行管理用タブレットと無線操縦用リモコンの統合
  - 車両周辺の映像を見ながらの操縦
  - 予防安全機能強化

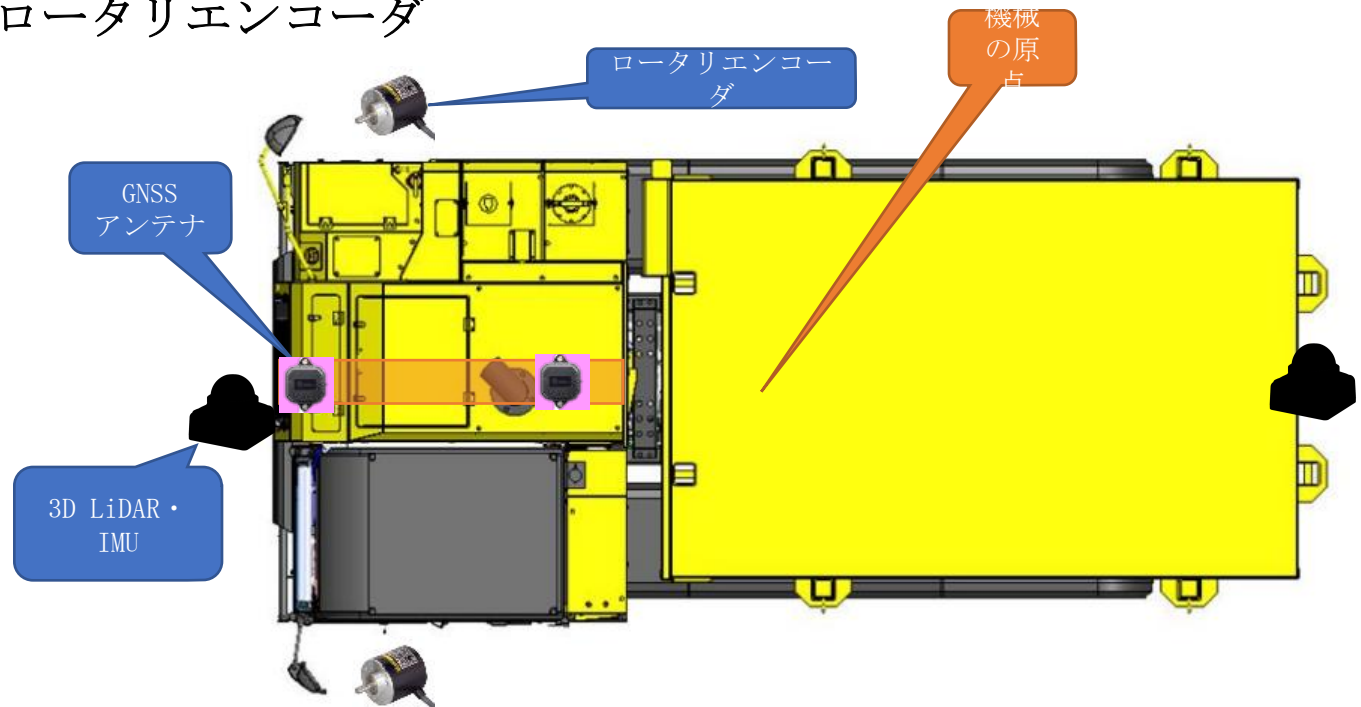
## 2. 実施体制と役割



## 3\_1 . 自動運転 システム構成

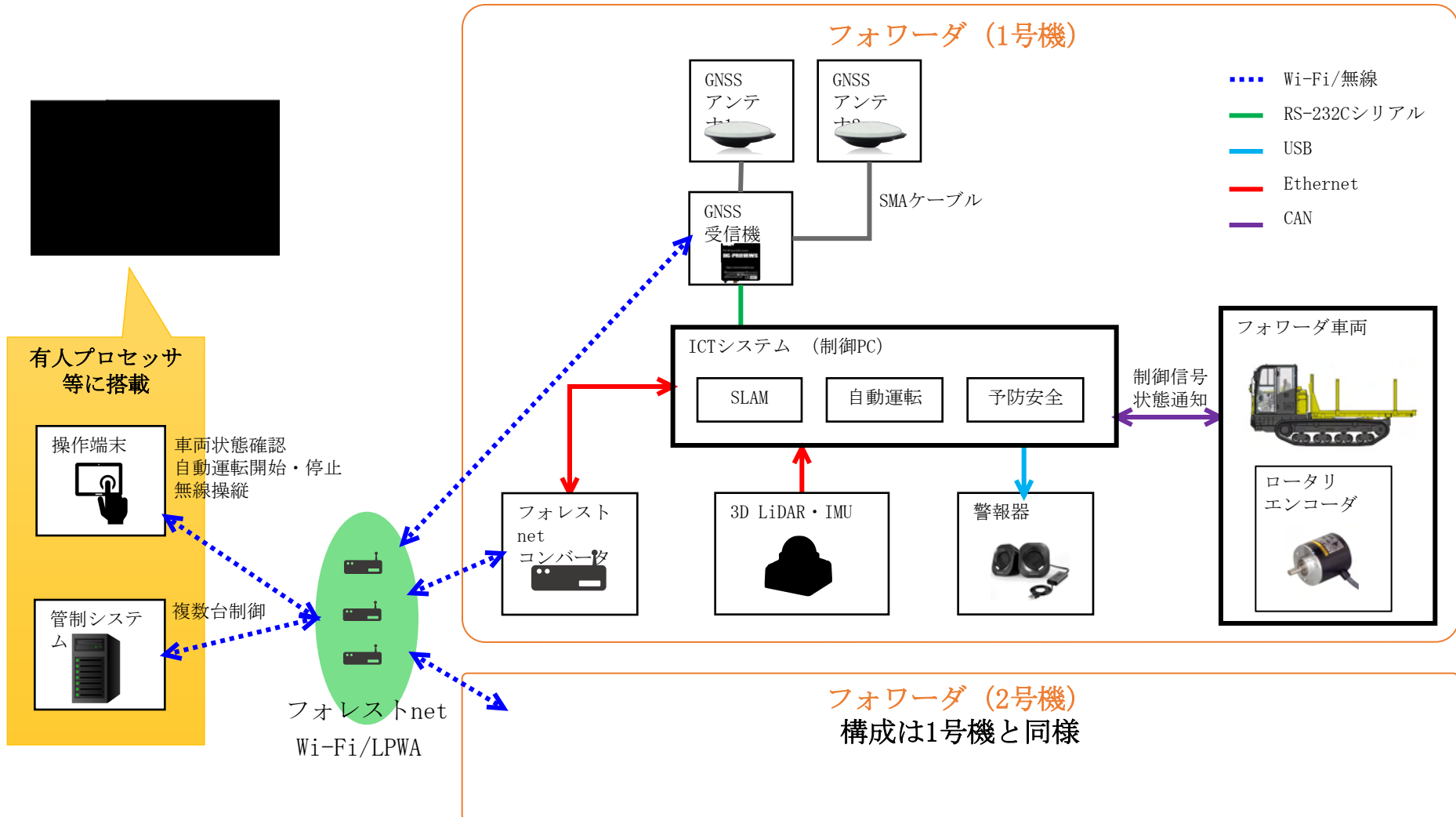
### 1) フォワーダ MST-1000VDL センサ取付け概要

- ベース車両
  - 製品名：MST-1000VDL
  - 特徴：電子制御、無線操縦有
- 自動運転最適化改造
  - ICTシステムとの通信インターフェース追加 (CAN)
  - センサの設置
    - GNSS・3D LiDAR・
    - IMU・ロータリエンコーダ

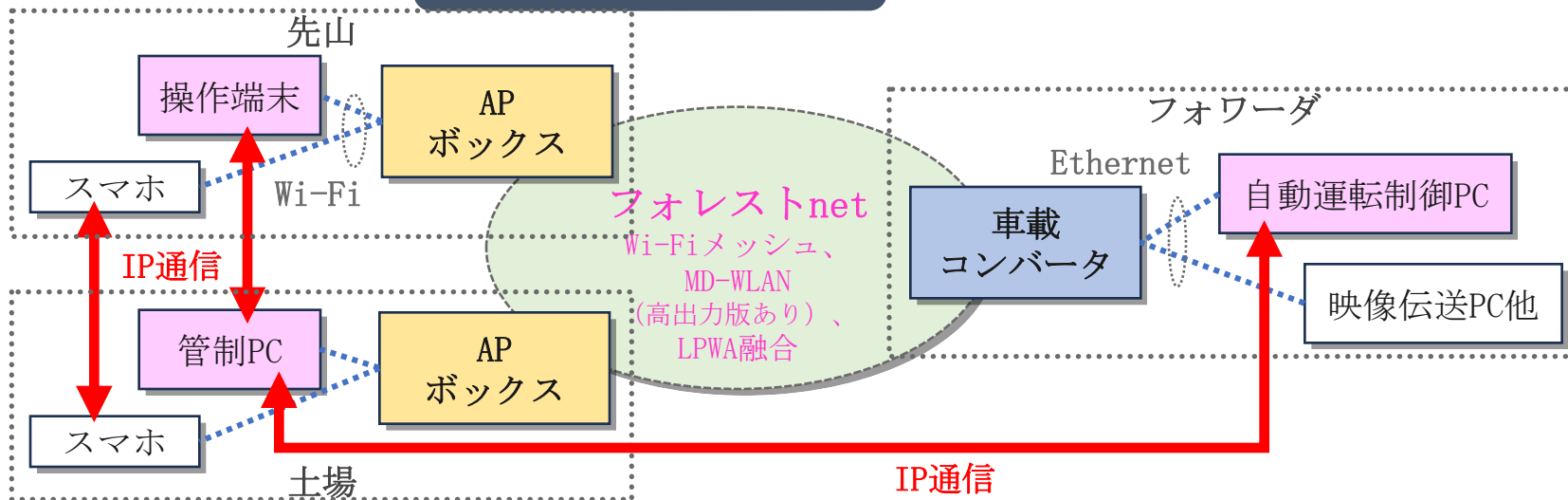
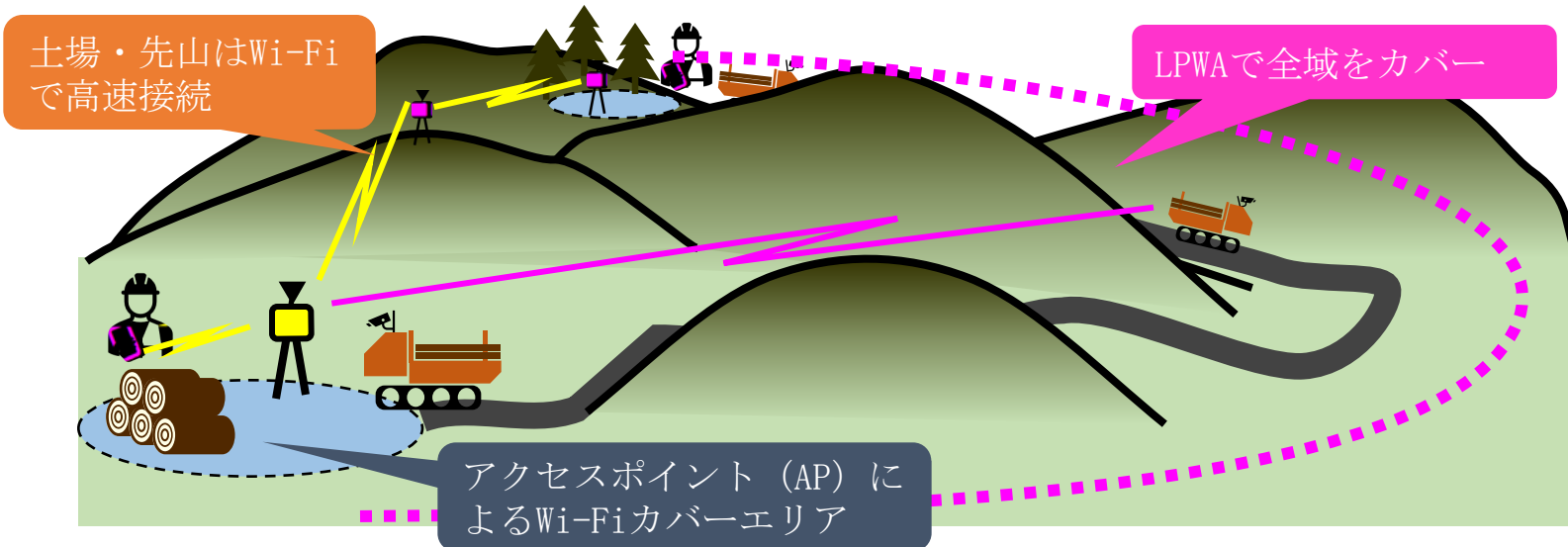


# 3\_2 . 自動運転 システム構成

## 2) システム構成

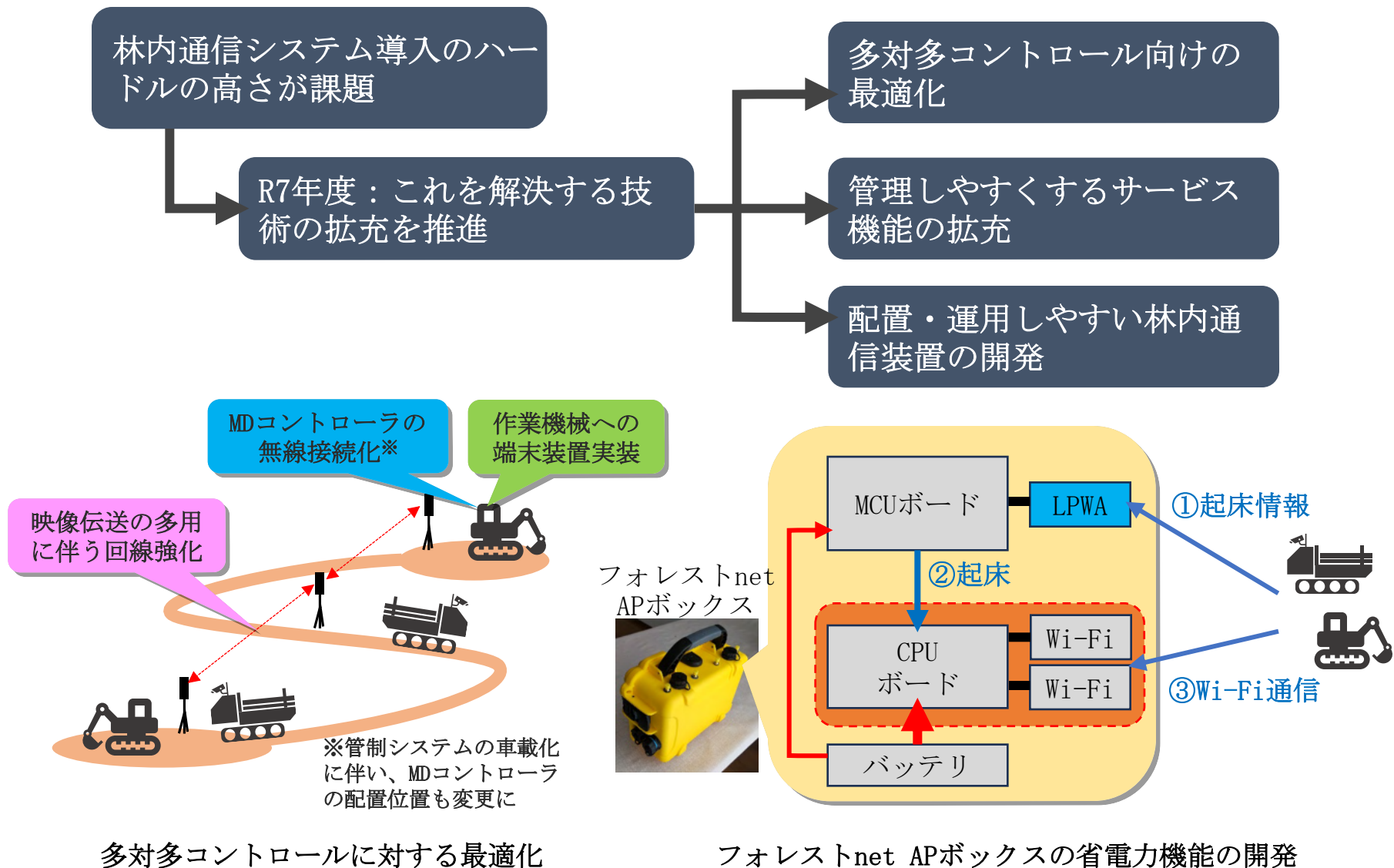


# 4\_1. 林内通信システム（フォレストnet）の概要



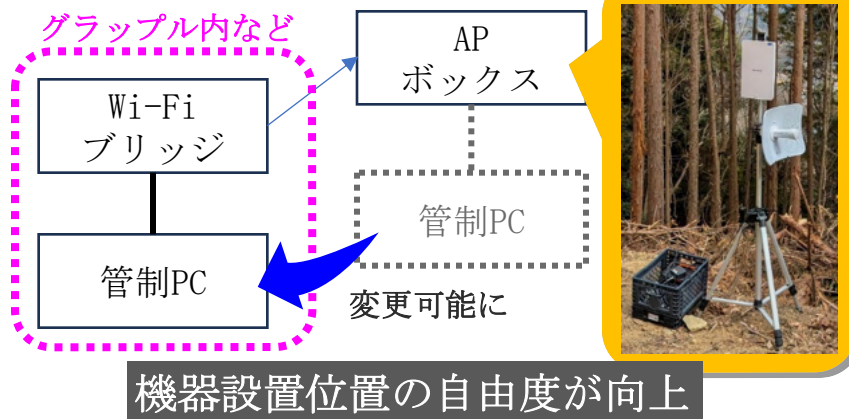
- ï 高速無線 (Wi-Fi) + 広域無線 (LPWA) で必要な場所を無駄なくカバー
- ï PC・スマホから簡単ネットワーク接続

## 4\_2. 林内通信システムの運用性向上機能の開発



# 4\_2. 林内通信システムの運用性向上機能の開発 多対多コントロール向けの最適化/サービス機能の拡充

## § Wi-Fiブリッジ機能の更新



## § カメラシステムの更新



旧カメラシステム



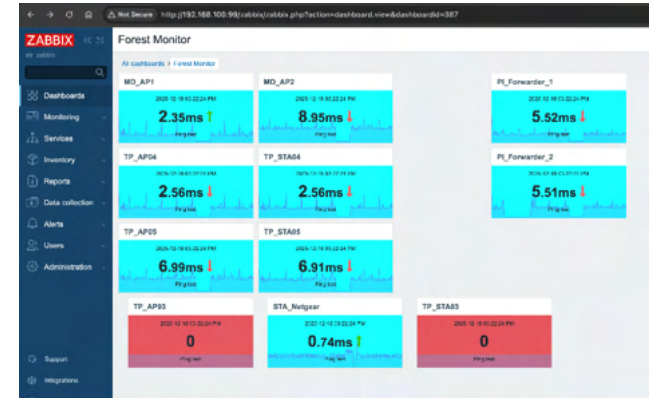
更新版のカメラシステム 複数カメラの同時伝送 (切り替えも可)



複数カメラ×複数台での監視が可能に

## § ネットワーク監視システムの導入

ネットワーク監視画面 (スマホからアクセス)



ネットワークの不具合が一目瞭然

## § 林内作業サービスサーバの導入

- スマホのブラウザからWi-Fi経由でアクセスすることで様々なサービスを利用可能
  - ネットワーク監視 (上記)
  - ビデオ通話
  - チャット
  - ...



# 4\_3. 林内通信システムの運用性向上機能の開発 配置・運用しやすい林内通信装置の開発

電池交換不要

- 省電力化**
- i 省電力な基板・モジュールの採用
  - ii LPWAによるオンデマンドWake-up機能の開発

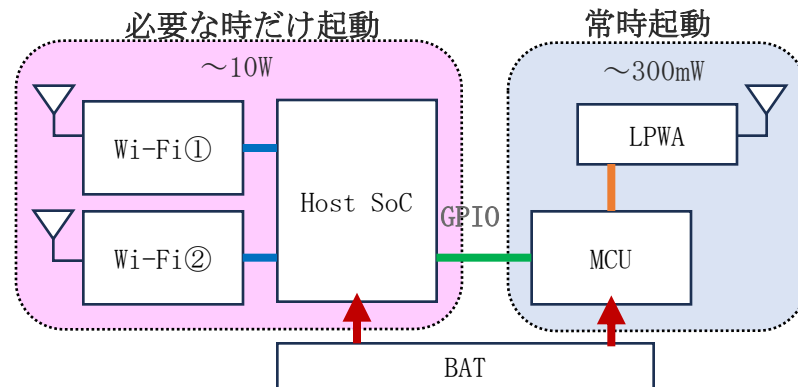
※ポータブル電源などACコンセント用のシステムも

ソーラー充電対応屋外用電池ボックス

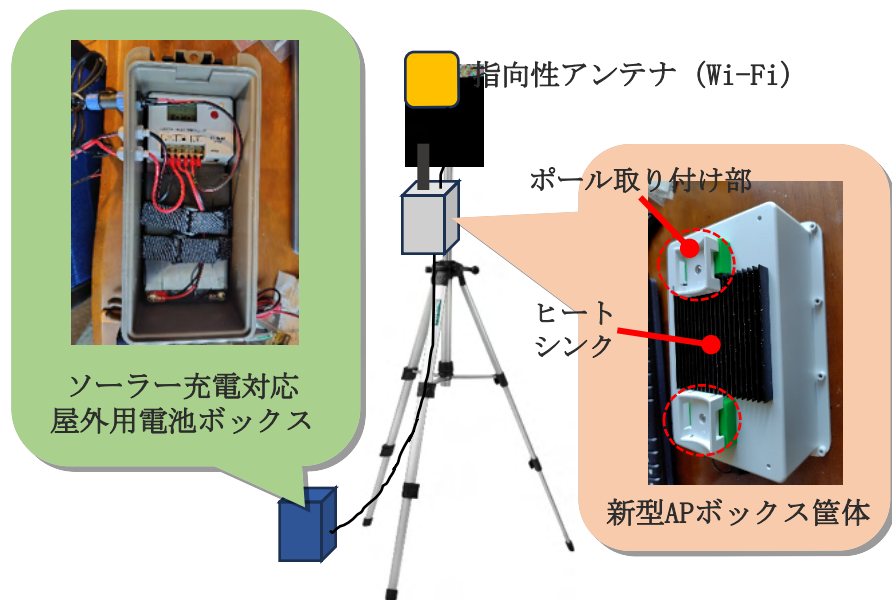
運びやすく設置しやすい

新型APボックス筐体

電池容量の最適化で軽量化



省電力APボックスのシステム構成

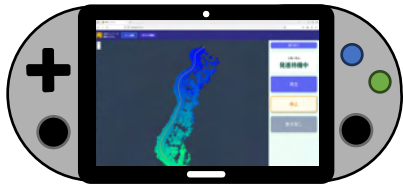


フォレストnet新型APボックスの設置イメージ

# 5\_1. 異常時のリカバリー機能の開発

## 異常状態をオペレータに通知する機能

- ・センサ異常、通信異常、自己位置ロスト、障害物（人・倒木）、土砂崩れなど

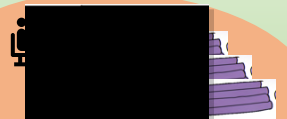
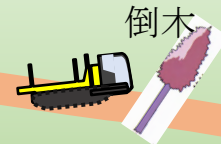
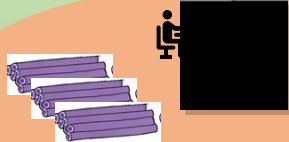


走行開始できない場合や途中で停止した場合に、オペレータが原因を把握できないため、UI画面に状態を通知する機能を追加する

## 異常時のリカバリー機能

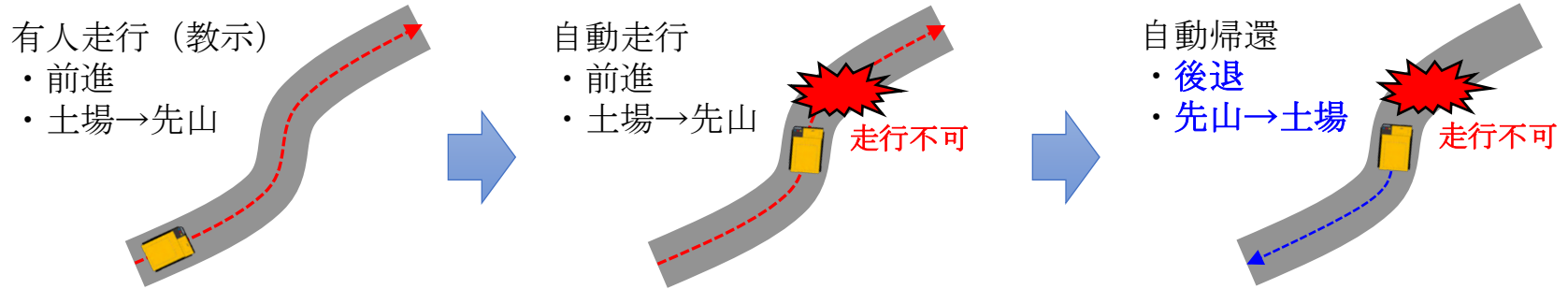
以下のような異常ケースでのリカバリー機能を検討・実装する

- ・倒木/土砂崩れによる運行不可能状態、センサー異常による車両走行停止時など



## 5\_2. 異常時の自動帰還機能

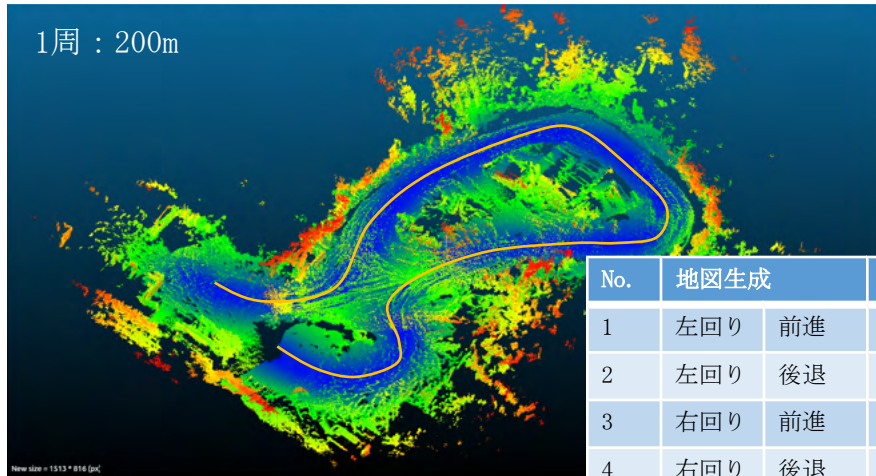
- 自動帰還のためには、有人走行した時と逆向きで逆方向に走行できる必要がある



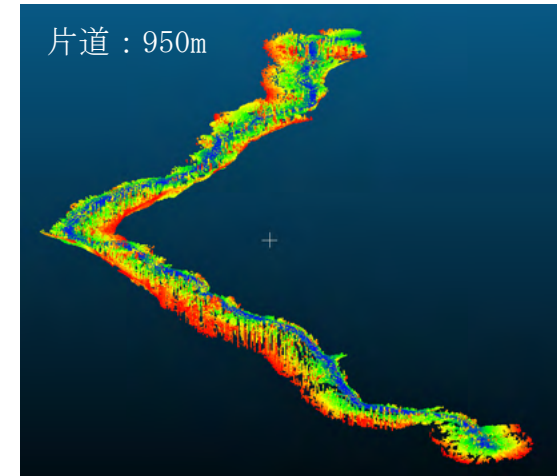
- 土場/先山への自動帰還のための巻き戻し走行の実装と検証

巻き戻し機能：

前進走行で教示した地図で、経路逆向きに後退で走行  
 後退走行で教示した地図で、経路逆向きに前進で走行



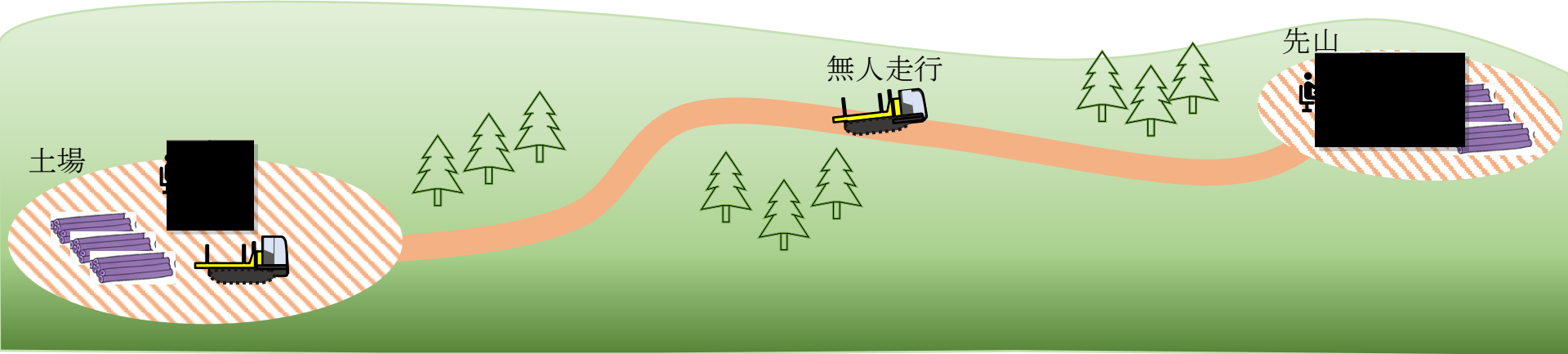
上記のコース（諸岡 デモセンター）で4パターンのテストを実施し、問題なく走行できることを確認



森林作業道でも問題ないことを確認  
 教示（前進）、自動走行（後退） 15

## 6\_1. 多対多コントロールシステム

土場/先山のそれぞれでグラップルローダなどを使用した材の積み下ろしを想定  
土場/先山エリアでは安全などの観点から無線操縦（手動）が必要



既存の無線操縦用のリモコンは車両1台につき1つ

- ・土場/先山の両方で必要
- ・複数台の車両を制御するにはリモコンが複数になり、操作が複雑化



オペレータがグラップルローダ自体/自動走行管理タブレット/  
無線操縦用リモコンの3つを管理することになる



多対多

→ 操作者（端末）が土場/先山  
操作対象（フォワーダ）が複数台

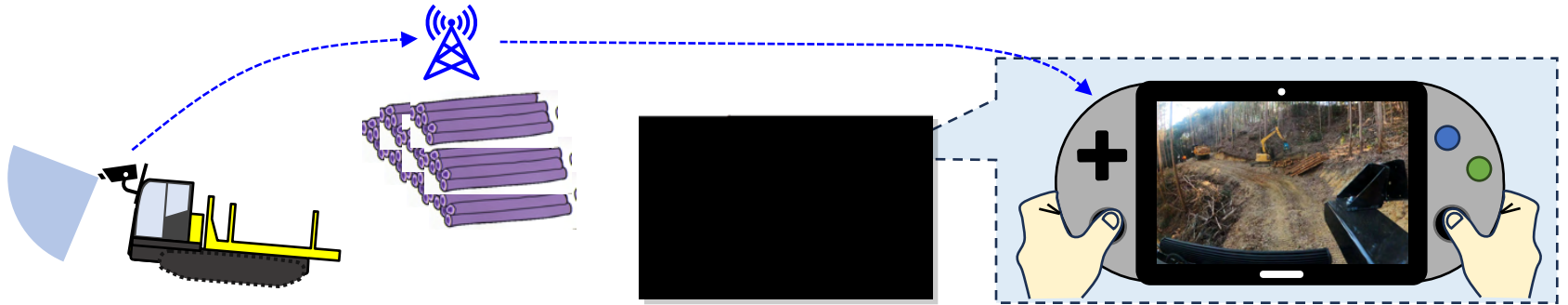
自動走行管理用タブレットと無線操縦用リモコンを統合し、  
一つの操作端末から複数台のフォワーダを制御する

## 6\_2. 無線操縦時の安全確保

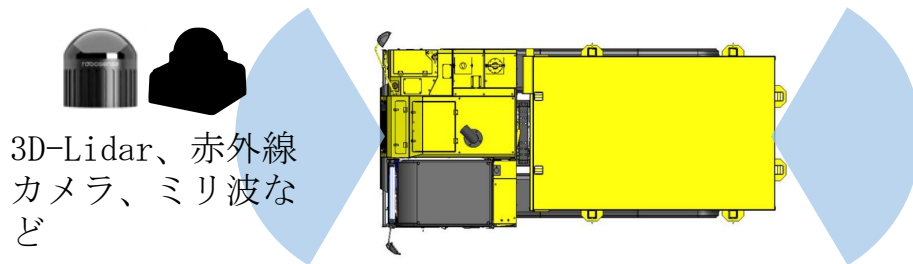
積み下ろしのためにフォワーダを無線操縦する際に、  
重機内からオペレータがフォワーダの進行方向を常に見視することは難しい



オペレータの死角を補うためにフォワーダにカメラを搭載し、  
映像をフォレストnetを介して重機内で確認できるようにする



無線操縦時のリスク低減のため、予防安全機能の強化



無線操縦時の警告・減速/停止

## 6\_3. 操作端末による無線操縦



操作端末（タブレット+ゲームパッド）

- ・いくつかの操縦バリエーションで実機で動作を確認  
→ ユーザーごとに使いやすいパターンで操縦可能

実機試験時の映像

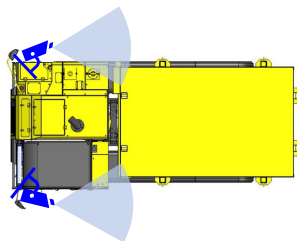


## 6\_4. フォワードダに搭載したカメラの映像

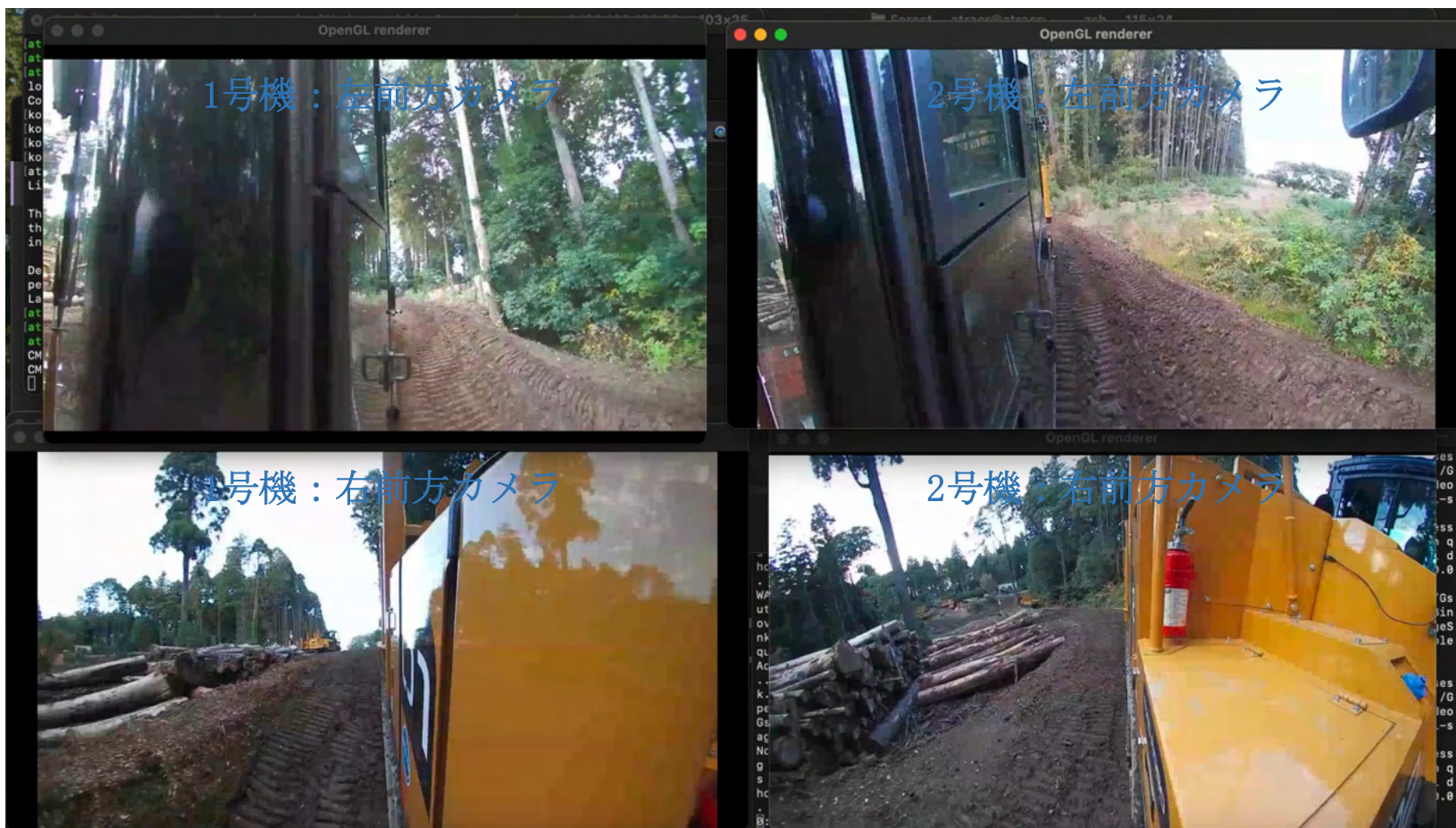
カメラの取付位置は検討中

下記映像撮影時のカメラの取付位置

・車両前方の左右端



実機試験時の映像

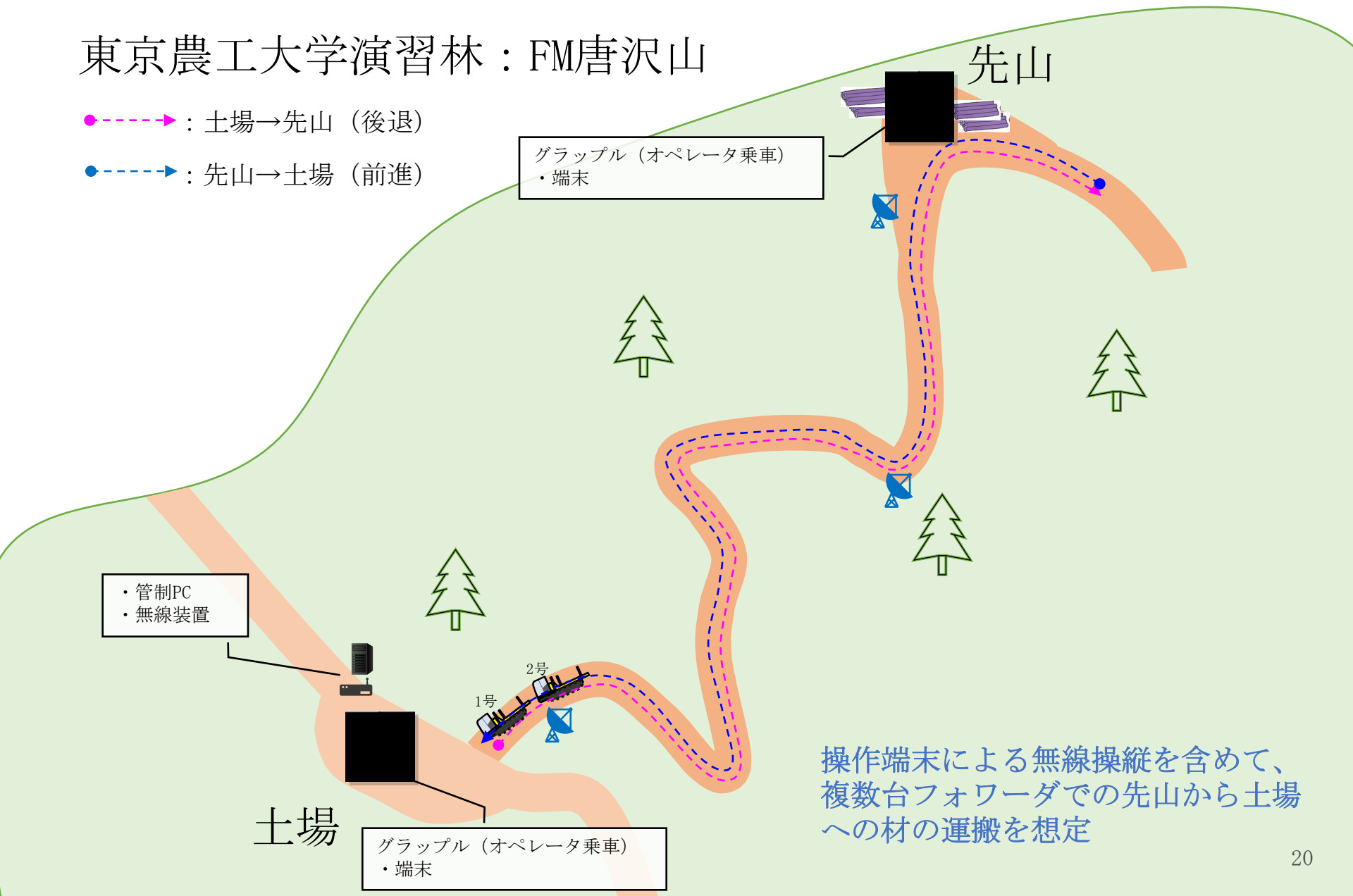


# 7\_1. 実証試験のユースケース

## 東京農工大学演習林：FM唐沢山

●---▶ : 土場→先山 (後退)

●---▶ : 先山→土場 (前進)



グラップル (オペレータ乗車)  
・ 端末

先山

・ 管制PC  
・ 無線装置

土場

グラップル (オペレータ乗車)  
・ 端末

無線操縦を含めて、  
複数台フォワーダでの先山から土場  
への材の運搬を想定

## 7\_2. 実証実験の映像



土場の操作端末から複数台フォワードの走行開始指示