

# 令和4年度戦略的技術開発・実証事業の取組概要

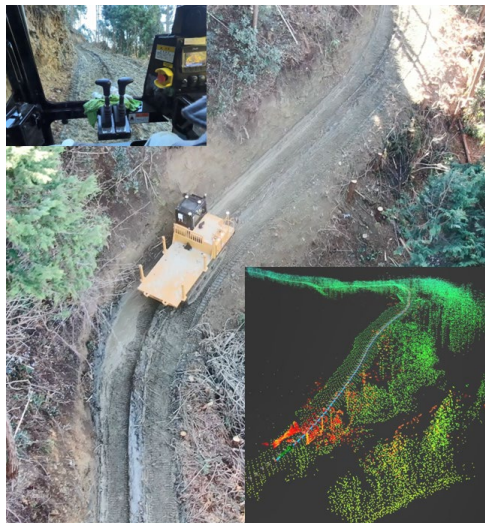
(株)諸岡、パナソニックアドバンステクノロジー(株)、森林総合研究所、東京農工大学

## 集材・運材作業の自動化に向けた先端技術を活用したフォワーダの開発・実証

先進的なセンシング技術等を活用したフォワーダの自動運転及び森林作業道の高精度3Dマップ化に係る開発・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。

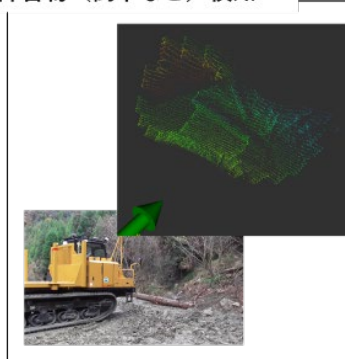


電子制御化されたフォワーダをベースマシンとして、自動運転システムやGNSSアンテナなどを搭載

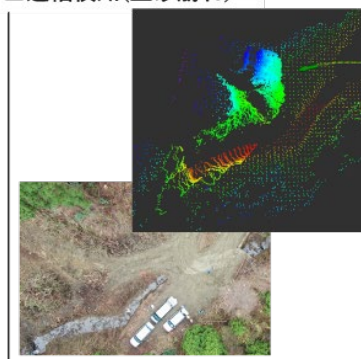


急勾配やS字カーブ等を含む約450mの森林作業道の自動走行に成功

### ■障害物（倒木など）検知



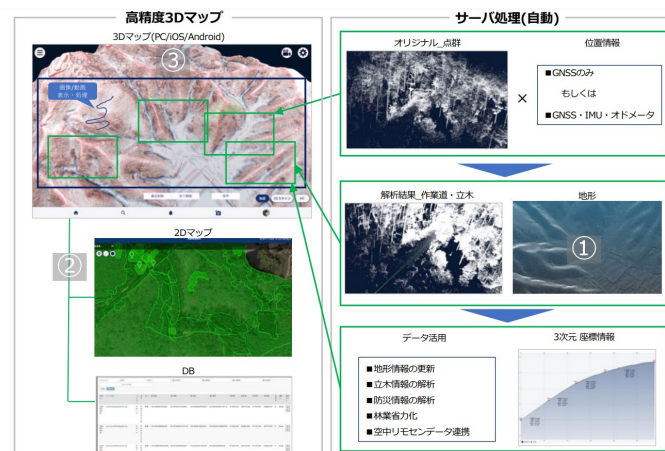
### ■道幅検知(土砂崩れ)



障害物を検知して自動停止する等の予防安全機能の検証

## 【開発・実証の概要】

- LiDAR-SLAM技術※を搭載したフォワーダにて、平面、斜面やS字カーブを含む約450mの森林作業道を走破することに成功。
- 走行路面上の倒木や土砂崩れなどをLiDARで検知し、自動で減速・停止する予防安全機能を検証。
- GNSSとLiDAR-SLAMにより高精度3Dマップを生成し、作業道の維持管理に向けたGISやクラウドでの高度なデータ管理について検討。



高精度3Dマップを作成、多時期のデータを比較することにより、作業道の状況変化を把握

※LiDAR-SLAM技術:車両に搭載しているLiDARにより周囲環境をセンシングし、得られたデータを元にマップを生成して自己位置の推定を行う技術。

## 通信システムを活用した下刈り作業機械の遠隔操作化に向けた実証等

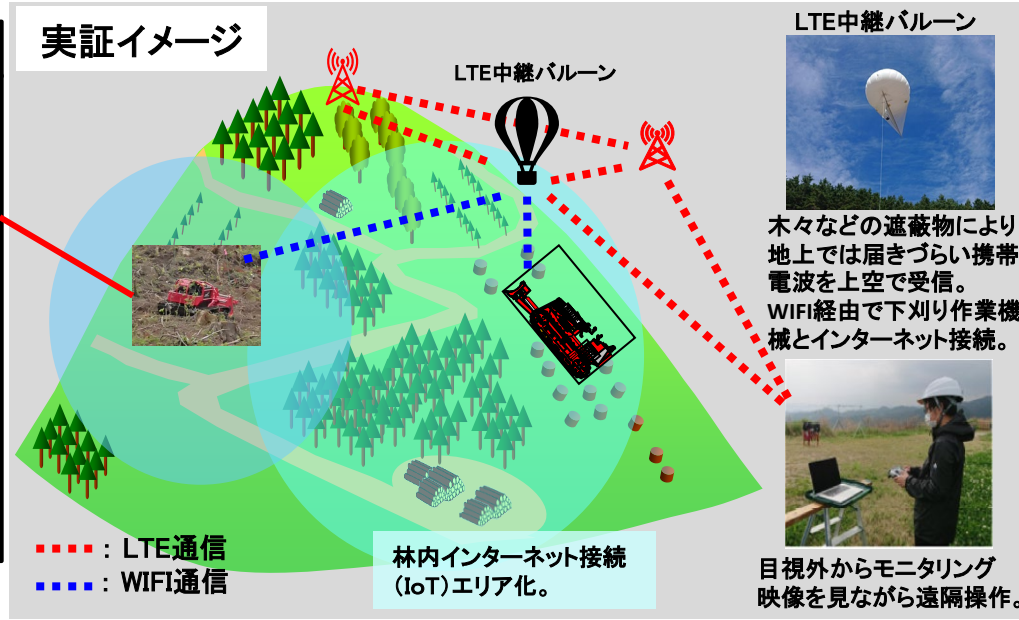
機械のIoT化と森林内でもインターネットに繋がるバルーンを活用した通信システムを開発するとともに、これらを用いた下刈り作業機械の遠隔操作の実証を行い、下刈り作業の省人化、軽労化、安全性の確保を図る。

### 下刈り作業機械のIoT化



ラジコン式下刈り作業機械にIPカメラやIoTデバイスを取付。インターネット通信による遠隔操作が可能。

### 実証イメージ



### LTE中継バルーン



木々などの遮蔽物により地上では届きづらい携帯電波を上空で受信。WIFI経由で下刈り作業機械とインターネット接続。



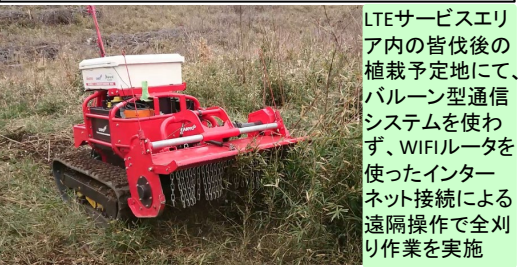
目視外からモニタリング映像を見ながら遠隔操作。

### 実証①(長野県北相木村造林事業箇所)



- ・バルーン型通信システムの性能および運用評価
- ・外部のインターネットに繋がらないWiFi環境で下刈り作業機械走行試験実施

### 実証②(千葉県山武市造林事業箇所)



LTEサービスエリア内の皆伐後の植栽予定地にて、バルーン型通信システムを使わず、WiFiルータを使ったインターネット接続による遠隔操作で全刈り作業を実施

### 【実証・機械改良等の概要】

- ・現状のラジコン式の下刈り作業機械に通信用カメラやIoTデバイスを搭載することで、インターネット通信を活用した遠隔操作のための改良 (IoT化) を実施。
- ・携帯電波が通じないことが多い森林において、通信装置を装着したバルーンを活用することで、作業現場から遠く離れたオペレータとインターネットで繋がる通信環境の構築を実証。林内の通信速度が改善される事を確認。
- ・上記通信システムによってインターネット接続が可能となった森林内の作業現場において、IoT化された下刈り作業機械を目視外のエリアから遠隔操作する実証を実施。
- ・実証の結果、WiFi環境内で遠隔操作する場合は、なだらかな傾斜地ではラジコン操作と変わらない走行が可能であることを確認する一方、中継バルーンを使った場合は、通信速度が遠隔操作に必要な高画質の映像データの送信には不十分であるなどの課題を確認。

## 日本版ウインチアシストシステムの実証等

アンカーマシンを設置してワイヤーロープで作業用重機を牽引することで、傾斜地における重機を使った伐倒・造材作業等を可能とするウインチアシストシステムの改良・実証を実施し、作業の省力化、軽労化、安全性の確保を図る。

### 現場実証 (北海道下川町など全国5カ所)



14トンクラスの油圧ショベルをアンカーマシンとして設置し、斜面上の作業機械を牽引



機械稼働前後での土壌硬度や含水率を測定

- ・全国5カ所の林業事業現場でウインチアシストシステムを用いた伐採や地拵の実証を実施。
- ・傾斜や利用条件を変えてワイヤーロープにかかる張力を測定。

### 【実証・機械改良の概要】

- ・牽引側重機(アンカーマシン)を改良して、牽引される作業用重機からその様子を確認できる車載カメラ等の安全装備や、機械設置時間の短縮につながるタワーの折りたたみ機構を追加。
- ・全国複数の作業現場で伐倒、地拵の実証を行い、安全に作業できる傾斜や土壌等の条件、必要な牽引力やロープの安全基準を検討。
- ・ウインチアシストした場所では、作業用重機のスリップを防ぐことで過度の土壌攪乱を抑止できるとともに、締め固めは一部にとどまり、植生の早期回復が見込めることを確認。

### 機械改良



アンカーマシンは、稼働時は無人化されるため、その様子を牽引される作業用重機のオペレータから確認できる車載カメラや、控え索設置用のフックを追加するなど、安全装備を拡充。



アンカーマシンに油圧による折りたたみ機構を追加し、設置にかかる時間を19分から10分に短縮

## 公道走行に適したホイール型フォワーダの実証等

過去の林野庁委託事業において開発したホイール型フォワーダを公道走行に適した仕様に改良したうえで、実際の作業現場において同機械を活用した木材運搬実証や走行性能評価等を行い、運材作業の**効率化、安全性の向上**を図る。

### 過去に開発したホイール型フォワーダ



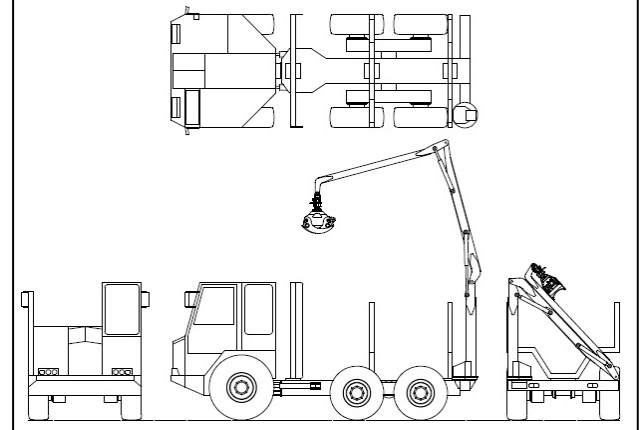
#### 【過去の開発・実証概要】

平成22～23年度に、林野庁委託事業「森林整備効率化支援機械開発事業」において開発・実証を実施。

集材作業効率化を目的に、路体状況が悪い森林作業道等においても機動性、登坂性能及び走行速度が確保できるホイール型フォワーダを開発し、現場実証等を実施。



### 令和3年度実証機械の概要図



### 【実証・機械改良等の計画概要】

- ・過去の林野庁委託事業で開発したホイール型フォワーダの重量軽減と旋回性の向上を図るため、車輪を8輪から6輪に減らす改良を行う。
- ・公道走行を想定して、最高時速20kmでも安定して走行し、また安全に停止できるよう走行機能及び操舵機能等の改良を行う。
- ・福岡県内の作業現場において、同機械を活用した木材運搬実証を行い、作業効率や走行性能等の検証、評価等を行う。
- ・車両系林業機械の公道走行が許可された場合に搭載が必要となるナンバープレートの申請において、法律で装備することが定められている保安部品（走行ブレーキ、灯火器、反射器等）を、フォワーダに装備したうえで、林道走行時の影響等の検証、評価を行う。

新たな架線集材システムを活用した「集材・造材マルチワークシステム」の実証等  
造材プロセッサを操作するオペレーターが、キャビン内から遠隔操作で架線式グラップルによる集材  
作業（荷掴み・自動搬送・荷下ろし）を行う作業システムを実証し、集材・造材作業の**省人化、生産性及  
び安全性の向上**を図る。

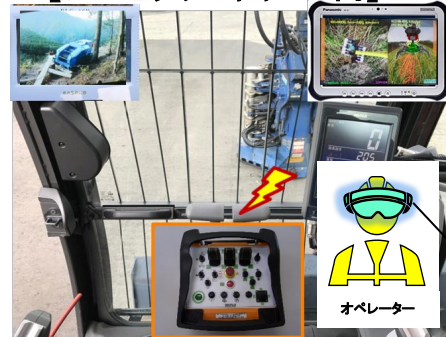
## 「集材・造材マルチワークシステム」実証概要

### 【造材プロセッサ】



架線式グラップルで集材した材の造材作業を行う。

### 【プロセッサ・キャビン内】



オペレーター

遠隔操作

※1

### 架線集材：遠隔操作型架線式グラップルシステム

#### 【油圧集材機】



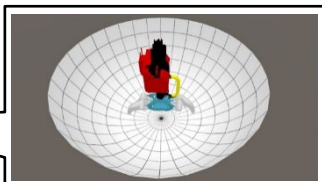
#### 【架線式グラップル】※2



+

キャビン内でカメラ映像等を見ながら、遠隔操作で集材作業（荷掴み・自動搬送・荷下ろし）を行う。

### ※1：MRゴーグルの活用



・架線式グラップルに装備した複数台のカメラ画像を合成した立体パノラマ映像をMRゴーグルに表示。

### ※2：架線式グラップルの改良



#### 【ステレオカメラ】 【GMSLカメラ】

・立体撮影用ステレオカメラ 2台と 360度撮影用のGMSLカメラ 4台を装備。

## 【実証・機械改良等の計画概要】

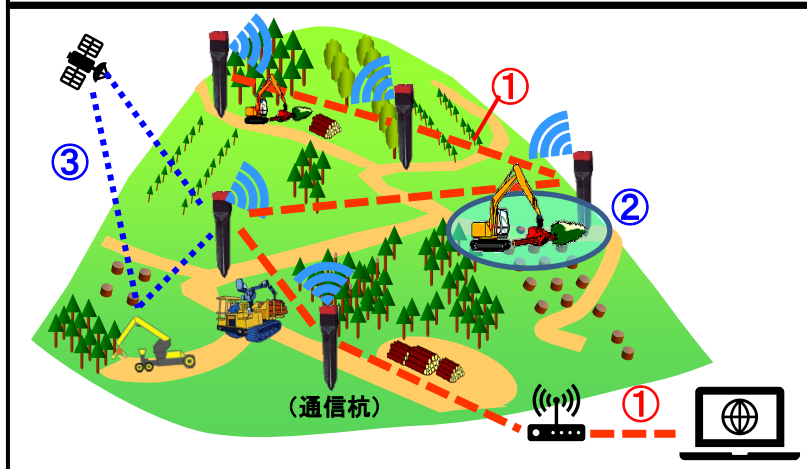
- ・造材作業オペレーター1人で、集材から造材までを行う作業システムを実証する。
- ・架線式グラップル周辺の広範囲な詳細映像を得るためにグラップルに装備したカメラ（複数台）の映像の視点切替や画像合成した立体パノラマ映像表示等の画像処理技術を活用した遠隔集材操作実証を行う。
- ・架線式グラップルからキャビンまで安定した鮮明な映像伝送を可能とする長距離映像通信技術の検証、性能評価を行う。
- ・遠隔操作による集材作業の効率化を図るため、AI画像認識を利用して、カメラ映像上で集材木をカラーマーカー表示する技術の実証を行う。

# 先進的林業機械緊急実証・普及事業の取組概要

山陽商事(株)、(株)加藤製作所、  
(一社)MIKATAプロフェッショナルズ、  
(株)リプロ、(株)テクノマセマティカル

山間地で林業機械等の遠隔操作や自動運転を可能にする支援システムの実証等  
可搬性の通信機能付き作業杭を利用した通信ネットワークを構築し、携帯電話通信圏外の山間地でも  
林業機械等の遠隔操作や自動運転を可能にする通信ネットワークを活用した実証等を行い、林業作業  
の生産性及び安全性の向上を図る。

支援システム実証全体図



## ①通信機能付き作業杭を利用した通信ネットワーク構築

通信杭を無線でつなげて通信ネットワークを構築

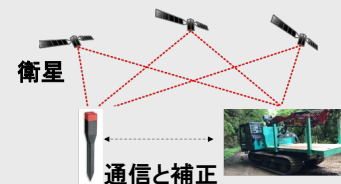


※遠隔地から高精細映像のリアルタイムモニタリング

## ②通信技術等を活用した映像伝送実証



## ③通信杭と衛星を活用した高精度位置測位実証



## 【実証・機械改良等の計画概要】

- ・通信杭(通信デバイスとバッテリーを内蔵した可搬性の作業杭)を、一定の間隔(200~300m)で地面に挿し、無線通信でリレー式に繋げることにより、携帯電話通信圏外の山間地における通信ネットワークを構築。(①)
- ・将来的に林業機械の自動化・遠隔操作化が実現した場合を想定して、作業機械に備えた高精細カメラや作業現場周辺に設置した無線カメラの映像をデータ圧縮技術や通信杭を活用した無線通信等を利用して伝送し、遠隔地から山間地での機械作業の状況等を遅延なく映像モニタリングする実証を行う。(②)
- ・RTK技術を応用し、通信杭と測位衛星を連動させて林業機械の高精度な自己位置を測位する実証を行う。(③)

## 大型ドローンによる伐採木等運搬の実証等

既存の大型ドローンに改良を施し、飛行実証を通じて、飛行性能評価及び実運用を想定した山間部での飛行の注意点や運用手順等の確認・検証等を実施し、木材搬出や運材作業の**効率化、生産性及び安全性向上**を図る。

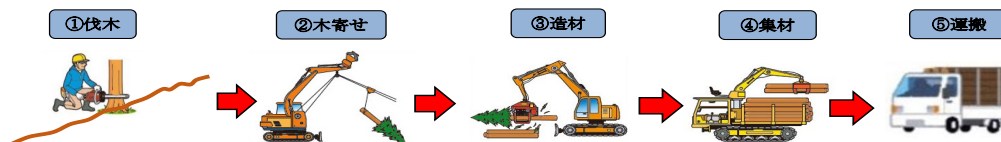
既存の大型ドローン



令和3年度「先進的林業機械緊急実証・普及事業」において、機体改良や飛行実証等を実施。

## 大型ドローンを導入した場合の木材搬出作業イメージ

従来の車両系による作業の流れ



運搬ドローン導入時の作業の流れ



## 【実証・機械改良等の計画概要】

- ・150～200kgの木材等搬出を目標に、既存の大型ドローンに以下の改良を加える。
  - 出力・揚力の向上及び適正化に向けたエンジンやローターの改良。
  - 出力伝動部品の改良、最適化。
  - 各部品の素材変更や軽量化による機体の軽量化。
  - 自律飛行機能の改良。
- ・大分県日田市等で飛行実証を行い、以下の評価、検証等を行う。
  - 飛行性能評価(重量別に運搬物資が飛行性能に与える影響等の評価、検証等)を行う。
  - 実運用を想定した山間部での飛行の注意点や機体運搬から飛行準備、撤収までの運用手順等の確認、検証を行う。