

令和5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(株)、森林総研、東京農工大学、(株)国際電気通信基礎技術研究所

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

フォワーダ自動化の実現に向け、フォワーダ走行安定化のための自動運転制御技術の高度化と、遠隔監視・操作のための林内ネットワークの構築を行った。

開発・実証の内容

- ① 急勾配・ぬかるみにおけるフォワーダ走行の安定化【フォワーダ走行安定化】
走行環境の厳しい森林作業道で自動走行し、急勾配の上り・下り、丸太の積載の有無による車両制御特性の大きな変化に対応できる車両制御技術の高度化を実施
- ② 遠隔監視技術・遠隔操作技術の開発・実証【林内通信インフラ】
自動運転に必要な遠隔監視技術(障害物検知状態や車両状態の監視及びカメラによる周辺監視)や、遠隔操作技術(土場や伐採現場からの自動走行開始・停止指示)を開発・実証
- ③ 予防安全機能の搭載
森林作業道での自動走行車両の安全性確保のため、森林作業道上の障害物(人、倒木、瓦礫など)や崖(路肩の崩壊)を検知する機能を開発

開発・実証の結果

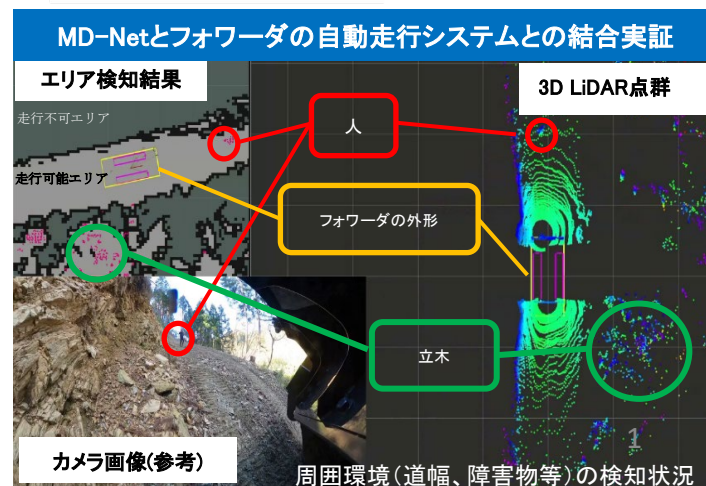
- ① フォワーダ走行安定化
左右クローラ速度制御にフィードバック制御を組み込むことにより、自動運転時の安定した走行を実現した。これにより、自動運転で、最大傾斜25°、ヘアピンカーブを含む全長約1600mの作業道(周回路)を丸太積載状態、左右両回りで走破
- ② 林内通信インフラ
マルチダイバーシティネットワーク(MD-Net)を適用したWi-Fi通信インフラを森林内に設置することにより、フォワーダの自動走行の運用で想定されるシステムと自動走行中のフォワーダ間で、情報取得・指示が可能なることを確認
- ③ 予防安全機能の搭載
通常走行時、3D-LiDARセンサーで十分な情報が取得できることを確認。さらに車両の移動量推定と組み合わせる点群情報を積算し、リアルタイムに分析することで、路面の形状や立体物を検知するアルゴリズムを開発



尾根越え(マルチホップ)の映像伝送を確認



操作系との基本結合を確認

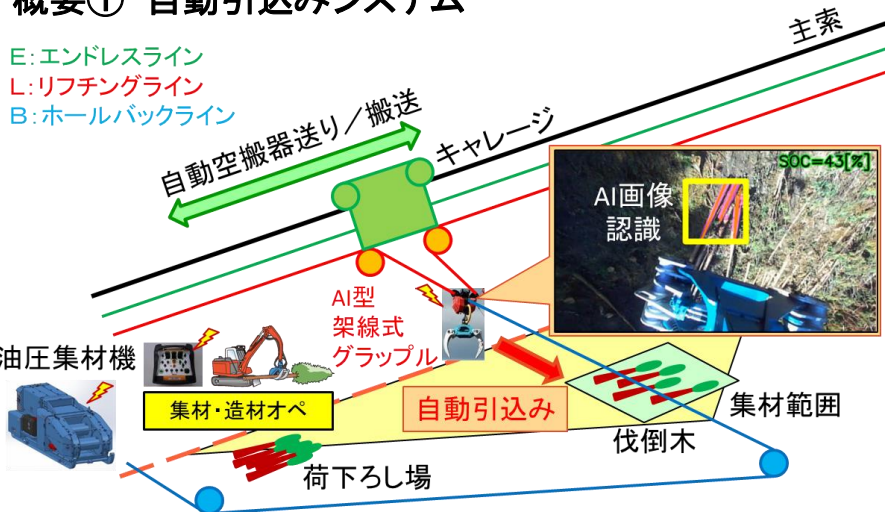


AIマルチワークシステムの実証

AI画像認識を利用した架線式グラップルによる自動引込みと、ARグラス上への架線式グラップルのデジタルツイン映像表示を完成。また、架線式グラップルの適用外エリアでのスリングワイヤー荷掛けに適した小型サブラジコンの開発によって、**生産性・操作性が向上した。**

概要① 自動引込みシステム

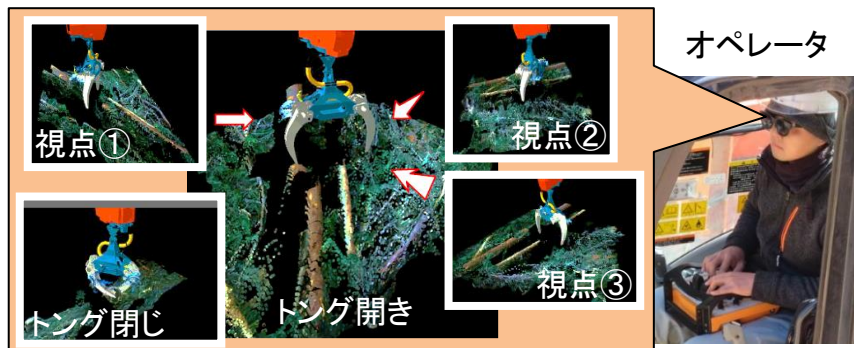
E: エンドレスライン
L: リフティングライン
B: ホールバックライン



【開発・実証・改良の概要】

- ① AI画像認識で集材対象木を見つけ、その直上6mで架線式グラップルが停止する**自動引込みシステムを完成**
- ② プロセッサ内のオペレータが装着するARグラスに表示された架線式グラップルの立体映像が、実機に連動してリアルタイムにトング開/閉、左右旋回し、全方位からの視点切替も可能な**デジタルツイン映像表示を完成**
- ③ ローリングブロックとスリングワイヤーを使った荷掛けに適した小型・軽量の位置決め用**サブラジコンを完成**

概要② デジタルツイン映像表示



概要③ サブラジコン



生産性調査結果

	R4年度実証「集材・造材マルチワークシステム」	R5年度実証「AIマルチワークシステム」
A, 1サイクル当たり集材材積(m3)	0.7874	
B, 生産性(m3/人日)	34.68	36.94
C, 日当たり経費計(円)	82,091	82,435
D, m3あたり生産経費(集材・造材経費)(円)	2,367	2,232

AIマルチワークシステムによって
生産性向上・生産経費削減

木材の素材感を維持した高柔軟性板材とそのプレス成型技術の開発

大規模な設備投資を必要としない、国産低質材の付加価値の高い利用の創出を目的として、木材からリグニンやヘミセルロースを選択的に除き、**木材の素材感や機能性を損なわずに変形の自由度を高めた「高柔軟性板材」と、そのプレス成型技術を開発した。**

【主な開発・実証の概要】

- ① 成型加工に適した脱成分処理方法の開発
スギ及びホオノキ板材について、様々な温度・試薬・濃度による脱成分処理方法の検討を行い、成形性の向上に効果的な処理条件を明らかにした。
- ② 最適なプレス成型条件の確立
高柔軟性板材の成形性とプレス成型時の板材含水率・温度の関係を、各加工方法(圧縮・曲げ・絞り加工(図1))で検討し、成形性が良好な板材含水率及び成型温度範囲を明らかにした。
- ③ 試作品の作製
スプーンとサラダボウルを試作し、割れのない成形体を作製した(図2)。

サラダボウルの形状:
外径Φ160mm、高さ60mm、板厚6mm、絞り率 $m=0.75$



図1 処理材の絞り加工試験結果(未処理材との比較)



図2 試作品の写真(左:スプーン、右:サラダボウル)

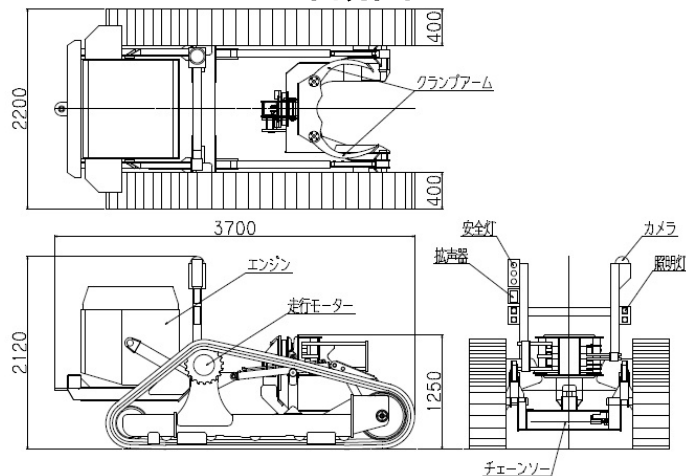
(R4補正) 林業機械の自動化・遠隔操作化に向けた開発・実証事業の取組概要①

[松本システムエンジニアリング(株)]

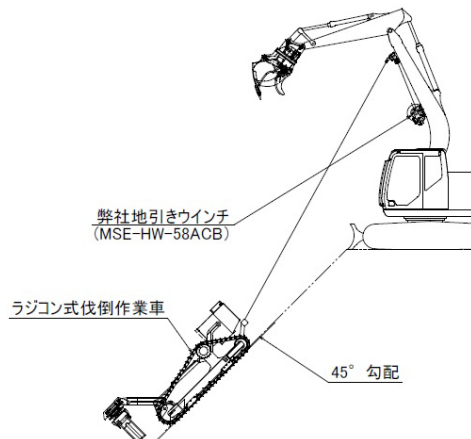
立体視映像装置・シンクロ式アシストウインチを備えたラジコン式伐倒作業車の開発・実証

人手による伐倒作業がやむを得ない林内の危険な傾斜地でも確実に走行し、立木を安全に伐倒・搬出できる小型で軽量の無人伐倒機を開発し、素材生産の**高生産性・低コスト化**を図ると共に、労働災害のない**安全**な作業環境を構築する。

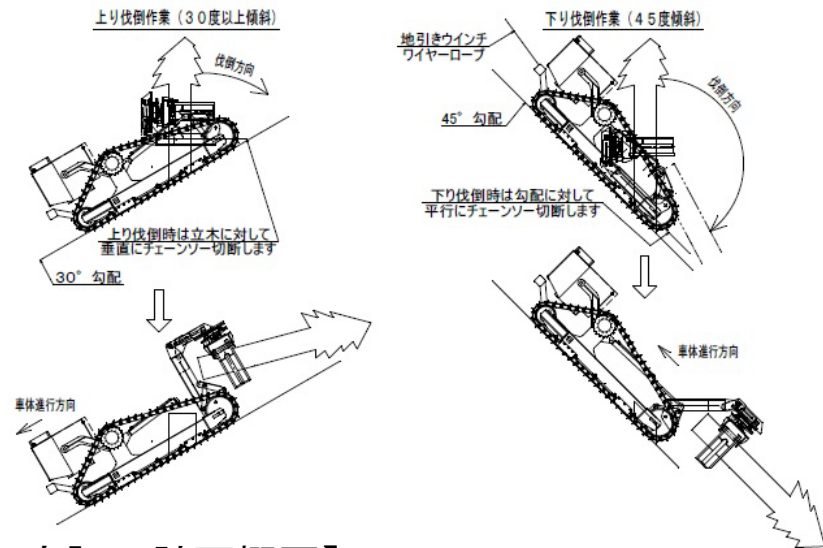
外観図



アシストウインチの構成



伐倒作業のイメージ



【開発・実証の計画概要】

- 立体視映像装置・シンクロ式アシストウインチを備えた小型で軽量のラジコン式伐倒機を設計・製作する。
- 福岡県にある社有演習林にて走行性能、伐倒性能、搬出性能、コンローラーの操作性、映像装置の機能について確認・試験を行う。
- 大分県・北海道・秋田県・栃木県の4ヶ所の林地にて走行性能、伐倒性能、伐倒・搬出のサイクルタイム、時間当たりの生産量について実証を行う。

(R4補正) 林業機械の自動化・遠隔操作化に向けた開発・実証事業の取組概要②

[(株)NTTドコモ、(株)筑水キャニコム、阿蘇森林組合]

通信型下刈り機械の遠隔自動運転・運行監視システムの開発・実証

既存開発の下刈り機械に自動運転機能を追加搭載するとともに、遠隔操作システムに運転アシスト機能等を追加するなど、下刈り機械の自動化に向けた開発・実証を行い、下刈り作業の**軽労化**、**省力化**、**効率化**を目指す。

これまでの取組



通信型下刈り機械※



カメラ映像による
遠隔操作の実施

※令和2年度、林野庁省力化機械開発推進対策において開発。
令和2年度、林野庁先進的林業機械緊急実証・普及事業において改良・実証を実施。
令和4年度、林野庁戦略的技術開発・実証事業において、IP通信(LTE・Wi-Fi等)に対応した遠隔操縦機能の開発。

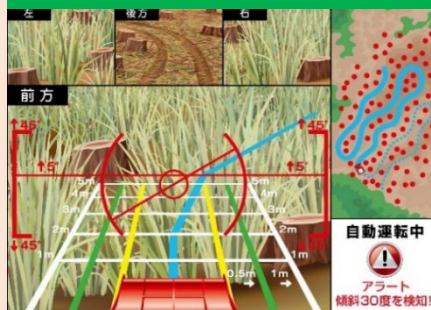
本実証事業

① 自動運転機能の開発



事前設定した走行ルート(座標データ)をGNSS情報に基づき、自動運転を行う

② 運行監視システムの開発



AR技術を用いて走行ルート等をモニタ上に描写(イメージ図)

③ 林地での現場実証の実施



障害物(伐根等)のある傾斜地で走行実験を実施

【開発・実証・改良等の計画概要】

- ① 通信型下刈り機械に自動運転機能を追加搭載。遠隔操作に加えて、新たに自動運転を行う事が可能。
- ② 草丈により伐根等の障害物が見えない現場でも下刈り機械の状態を監視できるようにARナビゲーションを搭載した運行監視システムの開発を行う。
- ③ 実証実験前に、地拵え後の伐根等の障害物の位置情報を踏まえ、適切な植栽密度、最適な植栽位置を設定。林地の座標情報を計測し、走行ルートデータを作成。データをシステムに登録した下刈り機械は、走行ルートデータとGNSSの現在位置情報に基づき、遠隔自動運転を行う。
実証実験では、等高線沿いに設置された疑似植栽を倒すことなく、伐根等の障害物を避けて、自動運転できるかの評価検証を行う。

(R4補正) 林業機械の自動化・遠隔操作化に向けた開発・実証事業の取組概要③

[住友林業(株)、キャタピラー合同会社、(有)天女山]

日本版ウインチアシストシステムの事業規模での実証と改良

ウインチアシストシステムの実証及び改良により、傾斜角度15～30度の中傾斜地における伐採、地拵え作業を機械化し、林業の**安全性の確保**と**生産性の向上**を図る。



伐採現場での
ウインチアシストの実証



地拵現場での
ウインチアシストの実証



ウインチアシストの利用前後にお
ける土壌環境の調査



安全性の改良のため、アシスト
された機械から遠隔カメラでアシ
スト状態を確認する。

【開発・実証・改良等の計画概要】

【計画】

- 林業現場における安全性の確保と生産性の向上を目指して、ウインチアシストシステムを用いた伐採、造林作業の実証を行う。
- 導入、稼働にかかるコストと、生産性や作業性の向上効果から費用対効果と機械導入にかかる費用対効果を明らかにする。
- 日本の作業道で利用可能な設置方法や安全性を向上させるための遠隔モニタリング装置の設置等機械の改良を検討し、仕様を決定する。

【効果】

- 15～30度の中傾斜地における伐採・地拵え作業の機械化率の向上と利用可能な資源量を増加させることで、生産性の向上を図る。
- 路網開設コストの低減、労働負荷の低減、再造林コストの低減を図る。