

令和7年度 地域社会DX推進パッケージ事業  
(実証事業 先進無線システム活用タイプ)

# Wi-Fi HaLow、Starlinkを活用した林業機械の遠隔操作化 成果報告書

2026年3月31日

古野電気株式会社

# 成果報告書 目次

## I. 地域の課題と目指す姿

1. 地域の課題と目指す姿
2. これまでの取り組み状況と今後の実現ステップ
3. 過年度の実証内容と本年度の実証内容の差分
4. 実証の必要性
5. 成果 (アウトカム) 指標  
ロジックツリー  
成果 (アウトカム) 指標の設定:  
本実証  
成果 (アウトカム) 指標の設定:  
実装・横展開

## II. ソリューション

1. 活用ソリューション  
ソリューションの概要  
活用している先進技術
2. ネットワーク・システム構成
  - a. ネットワーク・システム構成図
  - b. 設置場所・基地局等
  - c. 設備・機器等の概要
3. ソリューション等の採用理由
  - a. 他ソリューションに対する優位性・新規性
  - b. 無線通信技術の優位性
4. 期待効果/費用対効果  
期待効果/資金計画\_導入先  
期待効果/資金計画\_販売主体  
期待効果の根拠\_販売主体  
費用対効果

## III. 実証

1. 実証計画
2. 検証ポイント・検証方法
  - a. 効果面
  - b. 技術面
  - c. 運営面
  - d. 展開先
3. 実証に要する経費
4. 実証スケジュール
5. リスクと対応策
6. PDCAの実施方法
7. 実証の実施体制

実証

実証・実装・  
横展開

## IV. 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

1. スケジュール (実績)
2. 要した経費 (実績)
3. 検証項目ごとの結果
4. 実装・横展開に向けた準備状況
5. 実装・横展開に向けた課題および対応策
6. (参考) 実証視察会
  - a. 概要
  - b. 質問事項と対応方針

## V. 実装・横展開の計画

1. 実装の計画
  - a. 実装において今後目指す状態
  - b. 今後3年間で実施するアクション
  - c. 実装の体制
  - d. ソリューション (変更点)
2. 横展開の計画
  - a. 横展開の体制
  - b. ビジネスモデル
3. 期待効果/資金計画
  - a. 販売主体
  - b. 導入先
4. 資金計画

## VI. 指摘事項に対する反映状況

1. 実証過程での指摘事項に対する反映状況

## I 地域の課題と目指す姿

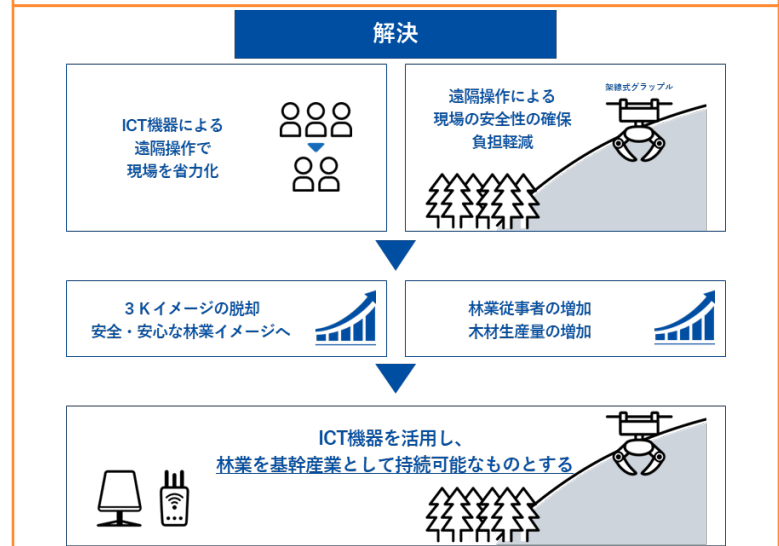
### 1 地域の課題と目指す姿

#### 本事業の対象とする地域課題

対象者	内容
a 林業従事者 林業が主幹産業である市町	<p>林業従事者の減少</p> <ul style="list-style-type: none"><li>少子高齢化とともに林業従事者数は2020年では106人まで減少し、それに伴い、木材生産量も減少し、深刻な問題となっている。町が主体となり、新規移住者の斡旋・補助を進めているものの、「きつい・危険・高コスト」の3K産業と呼ばれる林業では、そのイメージから担い手の確保が困難を極めている。</li><li>「第2期那賀町まち・ひと・しごと創生総合戦略」第3章-基本目標1に林業の雇用に関する記載があり、地域として取り組む目標と明記されている。</li></ul>
b 林業従事者	<p>ICT機器配備の遅れ</p> <ul style="list-style-type: none"><li>他地域と比較し、急峻な地形を呈する那賀町はICTの活用により、作業の効率化、省人化が求められているが、モバイル環境がない現場が多いという地域特性上、配備が進まない課題がある。</li><li>次頁に記載通り、作業効率化、省人化に向け、ICT機器を活用した実証に取り組んできたが、いずれも成功には至っておらず、継続課題となっている。</li></ul>
c 林業従事者	<p>災害リスク</p> <ul style="list-style-type: none"><li>雨天時の林業現場は足場が悪く滑って重大事故につながる危険があり、作業が出来ない。徳島県内で最も降水量が多く、雨天が多いため、通常の急峻な地形による作業リスクに加えて、雨に起因する災害リスクも多く存在する。加えて、近年多発している線状降水帯やゲリラ豪雨に起因する土砂災害・山地災害のリスクも高い。</li><li>災害リスクを回避すべく、ICT機器を活用した取り組みを進めたがい、前項の課題があり、進んでいない。</li></ul>

#### 目指す姿

- 林業機械の遠隔操作化による林業現場の省人化、現場作業員の安全・安心の確保
- 集材作業における労働環境の整備・収益向上
- 林業の3Kイメージからの脱却
- 林業従事者の増加
- 林業を基幹産業として持続可能なものとする



## ② これまでの取り組み状況と今後の実現ステップ

### これまでの取り組み

2017~2022

実証

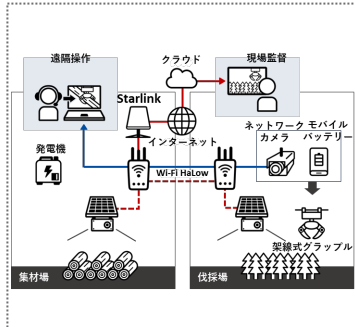


架線集材方法の改革に向け、グラップルの操作性や映像伝送の実証を実施。

- 映像伝送に関しては、追尾ドローンやアクションカメラ、一般的なWi-Fiなど様々な手法を用いて機能構築を行ったが、成功まで至らず、別手段での確立が必要となった。

2024

実証



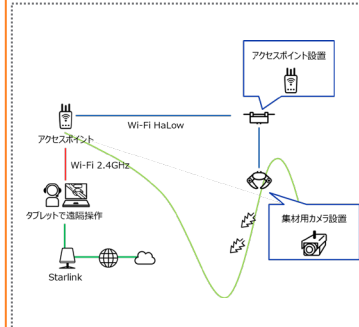
R6年度地域デジタル基盤活用推進事業（にてWi-Fi HaLowおよびStarlinkによる林業機械の遠隔操作化、現場モニタリングシステム構築の実証を実施。

- 遠隔操作化による省人化には成功したものの、カメラ映像の高低感が掴みづらい、谷部分の通信が難しいという課題を発見。
- 現場モニタリングシステムは実装可能と判断。

### 目指す姿に向けた実現ステップ

2025

実証・実装



実証時の残課題を解決すべく、再度実証を実施し、評価を行うと同時に現場モニタリングシステムの実装を行う。

- Wi-Fi HaLowによる遠隔操作化に向け、高低差確認用距離センサの開発や谷部分の通信対策として中継器設置場所の工夫を実施。
- 実装可能と判断した現場モニタリングシステムは実装を進める。

2026~2027

実装



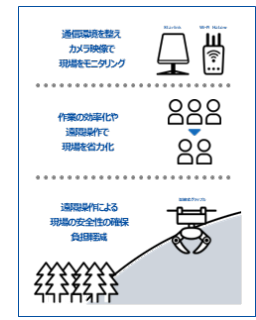
当該林業事業体において、遠隔操作化システムの実装。

- 現場での遠隔操作化システムの運用を開始。
- 同事業体の他現場への実装を進める。

更に、他現場（高知、岐阜等の急峻な地形の現場）への普及活動を実施。架線集材のメリットを普及する。

2027~2028

横展開  
(最終的なゴール)



他現場（高知、岐阜等の急峻な地形の現場）への横展開を実施。

- 徳島事例を林業遠隔操作化のチャンピオンモデルとして、他現場への横展開を進める。
- 架線集材を行っている複数現場に当該ソリューションが組み込まれていることを目指す。
- 林業を持続可能な産業へと導く。

### ③ 過年度の実証内容と本年度の実証内容の差分

#### 過年度の実証を通じ見えてきた／解決できなかった課題

架線式グラップルと地面との高低感が掴みづらく、グラップルが地面に着いたのか分からない

谷や斜面の裏など集材場からグラップルへの見通しがなくなると通信が途切れる。

搬器上に設置する中継器に常時電源がない

Starlink、APの電源供給が難しく、特にStarlinkは消費電力が多く、モバイルバッテリーでは不足する。現場には商用電源がない。

#### 令和7年度の実証で取り組む実証内容

距離センサをグラップルに設置し、地面から一定距離となれば、アラート音を発報させることで、距離感把握が可能かを検証。

中継器を搬器上に設置することで、谷部分や斜面の裏側など見通しがない場所でも、通信が安定化するかを検証。

搬器に回生電源を取り付け、中継器が常時稼働するかを検証。

ソーラー発電システムを構築し、ソーラーパネルとポータブル電源でStarlink、APの電源供給および安定稼働が可能かを検証。

## 4 実証の必要性

### 実装する上での課題(今のままでは実装できない理由)

前頁に記載の前年度実証により浮かび上がった課題が実装する上での課題である。

- 架線式グラップルと地面との高低感が掴みづらく、グラップルが地面に着いたのか分からない。
- 谷や斜面の裏など集材場からグラップルへの見通しがなくなると通信が途切れる。
- 搬器上に設置する中継器に常時電源がない。
- Starlink、APの電源供給が難しく、特にStarlinkは消費電力が多く、モバイルバッテリーでは不足する。現場には商用電源がない。



### 左記課題をクリアするために、実証事業を通じて検証すること

前年度実証により浮かび上がった課題をクリアすることで、実装可能かを検証する。

**技術面** 中継器を搬器に設置することで谷部分での通信が可能となるか、距離センサによる高低差確認が可能かを検証。

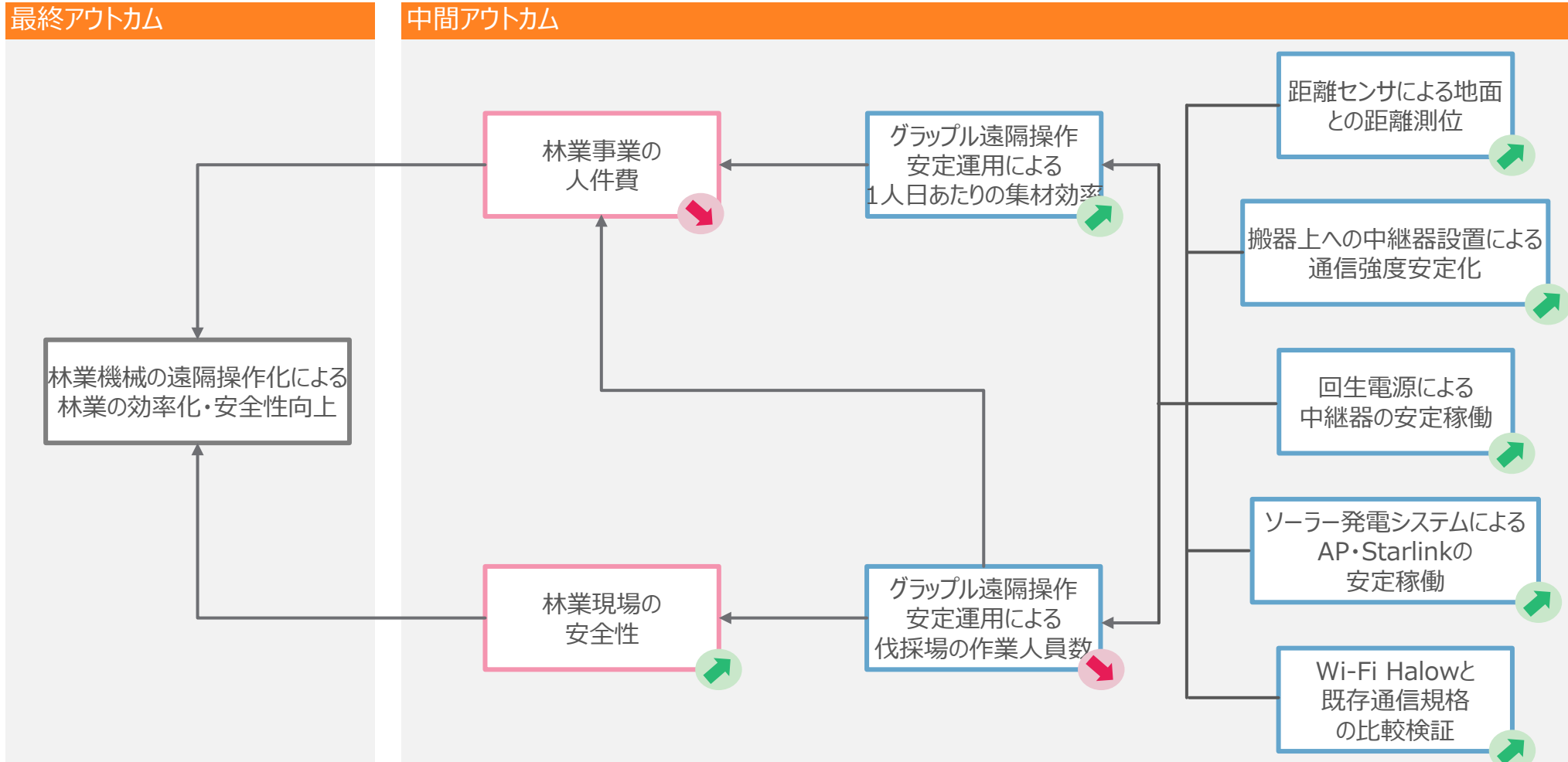
**効果面** グラップル操作員による遠隔操作で荷掛け作業員の作業が現状と変わらないか（12分以内）を検証。

**運営面** 搬器の回生電源および伐採場のソーラー発電システムによる、中継器、Starlink、APが安定稼働するかを検証

**展開先** ・上記3項目が目標達成できているか  
・横展開に向けた実証内容・結果の講演会を実施（5団体以上/ターゲット地域選定済み）

## 5 成果 (アウトカム) 指標

ロジックツリー



## 5 成果 (アウトカム) 指標

成果 (アウトカム) 指標の設定: 本実証

成果 (アウトカム) 指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
伐採場の作業人員数削減	1名	0名	現状伐採場には1名がグラップルで木材を掴む工程の作業を実施しているが、集材場にいる作業員の遠隔操作化により、この1名を省人化するため。	以降の項目が全て達成できれば本アウトカムも達成となる。
1人日あたりの集材効率の向上	荷掛け作業時間 8分/3名	荷掛け作業時間 8分/2名	荷掛け作業時間が3名:8分（集材20本/人日）であるところを2名:8分以内（集材30本/人日以上）とし、1名あたり集材効率向上を目指すため。	木材の荷掛け1回あたりの作業時間を新工法と旧工法で比較計測する
距離センサによる地面との距離測位	なし	地面から1-3m地点の計測  3mから1mに近づくにつれて、ブザー音を大きくすることで距離測位を行う	地面にある木材をグラップルで掴むためには、グラップルが地面に着くことを把握する必要があり、地面から1-3m地点を把握すれば効率化が図られるため。	1-3m地点でセンサが反応しているかを現場で実測。（検証時には斜面を下る必要がある）
搬器上への中継器設置による通信強度安定化	RSSI-86dBm以下 SNR10dB未満 ※見通しが無い地点	RSSI-80dBm SNR15dB以上	中継器を搬器上に設置することで常時見通しを確保でき、通信強度が大幅に向上するため、動画を安定的に送信できる通信強度を目標値として設定。	R6実証と同じ8地点で計測を実施し、見通し確保による効果を比較する。

## 5 成果 (アウトカム) 指標

成果 (アウトカム) 指標の設定: 本実証

成果 (アウトカム) 指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
回生電源による中継器の安定稼働	なし	7時間	1日中作業するにあたり、回生電源によって、安定稼働しなければならないため。	中継器の電源が落ちることなく、作業が可能かを確認する。
ソーラー発電システムによるAP・Starlinkの安定稼働	なし ※R6実証:ポータブル電源により7時間稼働	5日間稼働におけるバッテリー残量常時30%以上	ポータブル電源&ソーラーパネルによるStarlink、Wi-Fi HaLow APの安定稼働が求められるため。ソーラーパネルの充電速度が早く、消費分は十分にまかなえる見込みだが、悪天候も加味し、70%の消費はやむを得ないと判断。	グループルを通常運用通り7時間稼働させ、バッテリー残量を2時間(9-17時)に1回確認(1日4回)する。
Wi-Fi HaLowと既存通信規格(2.4GHzFPVカメラ)の比較検証	なし	谷部分でのWi-Fi HaLow通信の映像伝送時差0秒および稼働時間7時間/日	2.4GHzカメラに対するWi-Fi HaLowカメラの優位性を比較・評価するため、谷部分での映像伝送時差および1日あたりの稼働時間で評価する。	グループルに2.4GHzFPVカメラをWi-Fi HaLowカメラと同時に設置し、谷部分での映像伝送時差および稼働時間をそれぞれ測定する。

## 5 成果 (アウトカム) 指標

成果 (アウトカム) 指標の設定: 実装・横展開

成果 (アウトカム) 指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
林業事業の人件費削減	3名 1,500万円/年	2名 1,000万円	現状3名で1,500万円（概算）でかかっているが、1名の省人化により、500万円の削減効果が見込めるため。	導入前と導入後の人件費含む現場費用/年を比較し、目標値に達しているかを検証。
林業現場の安全性向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ヒヤリハット件数 10件/年</li> <li>・なし</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ヒヤリハット件数 0件</li> <li>・心理的安全性の向上</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現状の架線集材作業におけるヒヤリハット件数を遠隔操作化することにより省人化することで、0件とすることを目標にする。</li> <li>・定性目標ではあるが、危険な作業が省人化されるため、心理的安全性が向上する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・従事者からヒアリングを行い、毎月のヒヤリハット件数を測定。ヒヤリハットの判断は現場従事者の判断。</li> </ul>

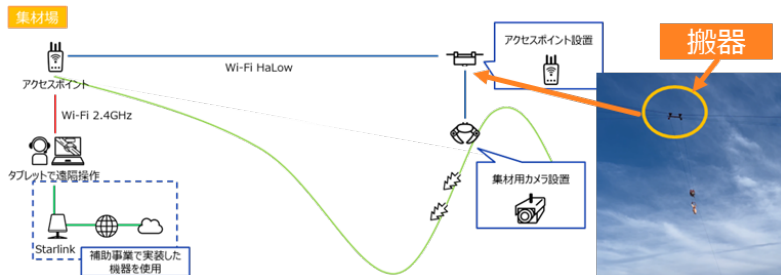
## II ソリューション

### 1 活用ソリューション

#### ソリューションの概要

#### ソリューションの概要

- Wi-Fi HaLow、Starlinkによる架線式グラップルの遠隔操作化
- 本ソリューションでは架線集材現場で使用される架線式グラップルにネットワークカメラを取り付け、Wi-Fi HaLowアクセスポイントを通して、集材場にあるタブレットに投影し、遠隔操作を行う。
- Wi-Fi HaLowはAP間やAP⇔カメラ間の見通しが悪い場合、通信が不安定になるため、本ソリューションでは架線式グラップルの搬器部分に中継器を設置することで、常時見通しを確保できる環境を構築する。（搬器およびシステム構成は以下参照）
- また、実装・横展開に向けては実運用を想定する必要があり、実運用ではバッテリーの充電・交換機会をなくし、手間を省かなければならない。そのため、本ソリューションでは搬器（高所）の回生電源を使用し、中継器の常時電源を確保する他、集材場にあるStarlink、Wi-Fi HaLowアクセスポイントの電源もソーラー発電システムにより賄うことで、実運用に即した形とする。
- 本ソリューションは林業従事者を省人化し、安全・安心を確保するためのものである。安全・安心の確保は従事者不足が顕著な林業においては喫緊の課題であり、本ソリューションによる林業分野への影響は多大なものであると考えている。
- なお、R6年度に実証した現場モニタリングシステムは実装可能と判断したため、補助事業（採択未定）にて同実証現場への実装を行う。



#### 中間アウトカム (実証)

##### 定量アウトカム

- 伐採場の作業人員数削減
- 1人日あたりの集材効率の向上
- 距離センサによる高低差確認
- 搬器上への中継器設置による通信強度安定化
- 回生電源による中継器の安定稼働
- ソーラー発電システムによるAP・Starlinkの安定稼働
- Wi-Fi HaLowと既存通信規格（2.4GHzFPVカメラ）の比較検証

##### 定性アウトカム

- 現場作業員の心理的安全性の向上

#### 中間アウトカムの実現に繋がるソリューションの価値

- 架線式グラップルの遠隔操作化
- これまでの架線式グラップルの荷掛け作業（木材を掴む）は急勾配な斜面に作業員を配備し、木材とできるだけ近い距離でグラップルをリモコン操作し、行っていた。本実証の遠隔操作化では集材場のプロセッサやtent内から伐採場のグラップルを遠隔操作できるため、荷掛け作業の省人化、安全性の確保を実現することができる。
- 徳島県那賀町の林業従事者は減少を続けており、従事者の省人化、安全性の確保に寄与できるソリューションであり、持続可能な産業とする上で、なくてはならない技術である。

## II ソリューション

### ① 活用ソリューション

活用している先進技術

#### 概要

AI	活用なし
IoT	• Wi-Fi Halow/Starlink 架線式グラブルの遠隔操作化を行う。
ドローン	活用なし
ロボティクス	活用なし
自動運転	活用なし

#### AI技術に関する詳細情報

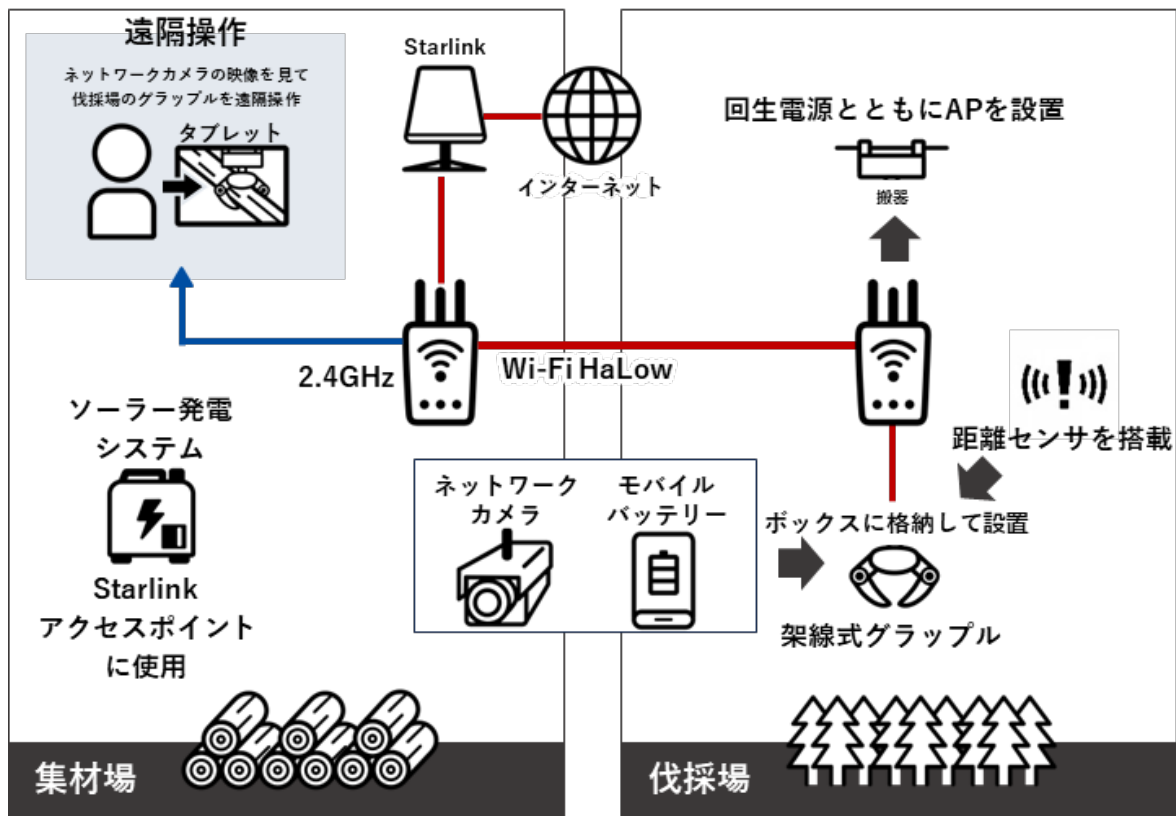
活用なし

## II ソリューション

### ② ネットワーク・システム構成

#### a. ネットワーク・システム構成図

#### イメージ



#### 説明

前年度に引き続き、Wi-Fi HaLow (ACERA331) およびStarlinkを活用したネットワーク構成とする。変更点としては2点ある。

まず1点目はWi-Fi HaLowの中継器を搬器上に設置することで、谷などの見通しがいい場所であっても通信ができるようになり、どんな環境でも遠隔操作が可能となる。

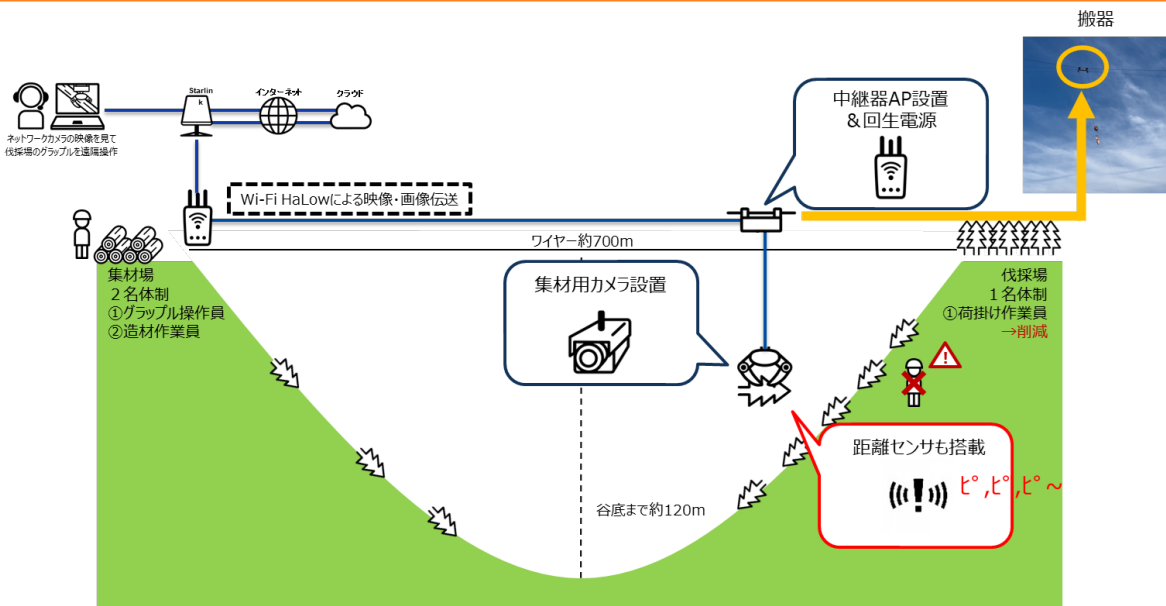
2点目は距離センサをカメラと同じくグラップルに装備することで、グラップルと地面の距離を測ることができ、集材の効率化が可能となる。

## II ソリューション

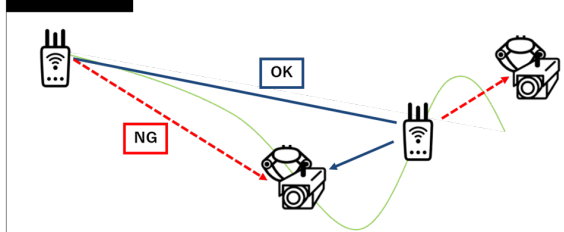
# ② ネットワーク・システム構成

### b. 設置場所・基地局等

#### イメージ

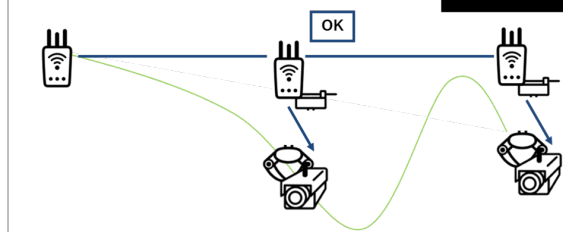


#### 地面設置



- 谷部分で通信が途切れる
- 集材場所によって中継器の移設が必要  
(移設の都度斜面を下りなければならない)

#### 搬器設置



- 真上から通信できるので谷でも途切れない
- グラップルと共に移動するので移設が不要

#### 説明

集材場にWi-Fi HaLowおよびStarlink、タブレットを設置する構成に変更はない。変更箇所としては搬器上に中継器を設置およびグラップルに距離センサを装備する点である。

## II ソリューション

# ネットワーク・システム構成

### c. 設備・機器等の概要

a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
名称	区分	型番	数量	開発供給計画認定実績の有無 <sup>1</sup>	eが〇でない場合サプライチェーンリスク対応を含む十分なサイバーセキュリティ対策の内容	機能	設置形態 (固定・可搬)	製造企業名称	本店(又は主たる事務所の所在地)
ACERA 331	端末	ACERA331	2式	無	Wi-Fiセキュリティプロトコルの最新バージョンであるWPA3を採用しており、従来のWPA2よりも強力な暗号化や認証機能を提供することで、Wi-Fi ネットワークのセキュリティを向上が図られている。	Wi-Fi HaLowに対応しており、長距離・高速伝送が可能なアクセスポイント	固定	株式会社フルノシステムズ	東京都墨田区両国 3-25-5 JEI両国ビル
Starlink	基地局	STARLINK HIGH PERFORMANCE KIT	1式	無	ユーザー端末へは特定のISPシェアアドレスがアサインされ、Starlink網からInternetへのアクセスの際に、グローバルIPアドレスにCGNATされる仕様。	世界中どこでも高速インターネット接続が可能な衛星インターネットサービス。モバイル通信圏外でも利用することが可能である。	可搬	SpaceX	Hawthorne, CA 90250, United States
Wi-Fi Halow CAMERA	端末	CAM2301	2式	無	Wi-Fiセキュリティプロトコルの最新バージョンであるWPA3を採用しており、従来のWPA2よりも強力な暗号化や認証機能を提供することで、Wi-Fi ネットワークのセキュリティを向上が図られている。	Wi-Fi HaLow対応のワイヤレスカメラ。動画撮影が可能。	固定	Askey	10F, No.119, Jiankang Rd., Zhonghe Dist., New Taipei City 23585, Taiwan, R.O.C.
2MP屋外対応 固定ドーム型 ネットワークカメラ	端末	FD9369	1式	無	有線でACERA331と接続するため、同様のサイバーセキュリティ対策が行われている。	2Mピクセルのレンズを搭載した屋外用固定ドーム型ネットワークカメラ。最新の圧縮方式H.265対応モデルのため、高解像度の映像の容量を効率よく削減する。	固定	ピボテックジャパン株式会社	東京都港区芝浦4-11-25デルタ田町本社ビル 6階

1. e 開発供給計画認定実績の有無については、特定高度情報通信技術活用システムの開発供給及び導入の促進に関する法律（令和2年法律第37号）に基づく開発供給計画認定を受けた実績を有する事業者が開発供給した機器であるか否かにより判断すること。

## II ソリューション

### 3 ソリューション等の採用理由

#### a. 他ソリューションに対する優位性・新規性

ソリューション Wi-Fi HaLowによる架線式グラップルの遠隔操作化

名称	他ソリューションに対する優位性の比較	他ソリューションに対する新規性の比較
①遠隔操作可能な架線式グラップル（カメラ不使用） ※3名→2名省人化	①既存製品においても遠隔操作な製品はあるが、木材をグラップルで掴む作業は目視で行う必要があり、現場の急斜面を下りなければならない。一方、本ソリューションはその目視作業にカメラを用いることで、急斜面を下りずとも、カメラで集材対象の木材を確認できるため、安全面で大幅に優位性があると考ええる。	これまでの林業での映像伝送の事例は一般的なWi-Fiやトランスミッターなどであったが、伝送距離が限られており、最長でも300m程度しか映像伝送できなかった。700m程度の映像伝送が必要な林業現場において、長距離映像伝送ができるWi-Fi HaLowを活用した遠隔操作化の事例はなく、新規性のあるソリューションである。
②AI実装型の架線式グラップル（カメラ使用） ※3名→1名省人化	②AIカメラを用いて作業人員を1名に省人化し、完全自動で木材集材を行うソリューションの実証が現在進められている。しかし、AIカメラはリアルタイム性を求めるとエッジ側で処理する必要があり、消費電力が大きくなるため、稼働時間が2～3時間程度と短く、1日中の作業は難しくなる。また、導入するとなった場合、既存グラップルは使用できず、新規で購入する必要があり、AI機能含めて4～5千万円と高額なため、1名への省人化するのに対しての費用がかなり高くなる。 一方で本ソリューションは2名への省人化ではあるが、 <u>1千万円以下</u> で導入でき、1日中稼働、既存グラップルへの後付けも可能である。導入に対するハードルが他ソリューションと比較し、大幅に下がるため、優位性があると考ええる。	本ソリューションはこれまでなかった「安全・安心」な「安価」で「長距離映像伝送」ができるソリューションとして新規性があると考ええる。

## II ソリューション

### 3 ソリューション等の採用理由

#### a. 他ソリューションに対する優位性・新規性

ソリューション Wi-Fi HaLowによる架線式グラップルの遠隔操作化

#### 名称

#### 他ソリューションに対する優位性・新規性の比較

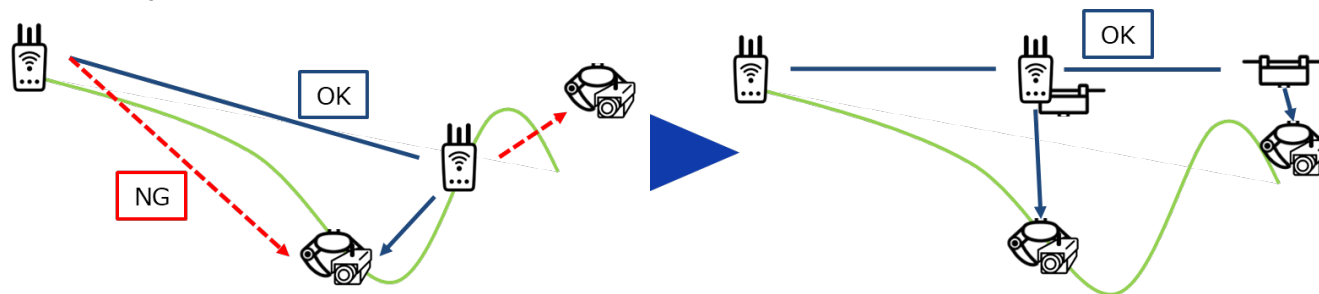
##### ③R6年度弊社実証

③R6年度の弊社実証では立木が切り倒されているため、見通しが良く、通信は比較的安定していたものの、谷部分では集材場APとの見通しがなくなるため、不通or不安定であった。また、中継器を使用した場合でも起伏が激しい現場においては集材する谷によって設置場所を移設する必要があるため、作業員の負担となった。

本ソリューションにおいては中継器を搬器（空中）に設置することにより、どのポイントにおいても見通しを確保することができ、安定した通信が可能となり、作業員が斜面を下りる必要もなくなるため、R6年度実証と比較しても、優位性があると考えます。

また、このように搬器に中継器を設置するソリューションは前例がないため、新規性も高い。

（下図参照）



## II ソリューション

### 3 ソリューション等の採用理由

#### b. 無線通信技術の優位性

通信技術	ソリューション実現の要件を満たす通信技術の特徴	許認可の状況	他無線通信技術との比較	
Wi-Fi HaLow	Wi-Fi HaLowの特徴である長距離伝送、高速・大容量通信、マルチホップ機能	認可不要	名称	比較結果 <ul style="list-style-type: none"><li>vs LPWA 本ソリューションでは架線式グラッフルに取り付けたカメラの映像をリアルタイムにモニターへ投影し、グラッフルを操作する。映像伝送が必要であるため、通信容量の少ないLPWAは適していない。</li><li>vs ローカル5G ローカル5Gは高速・大容量通信が可能であるが、カタログスペックでのベストエフォートとして通信距離が200m程度となるため、現場での映像伝送ができない。また、電波の特性として直進性が強く、本実証におけるカメラが移動するような利用には不向きである。加えて利用するための免許取得や初期費用、運用コストが高いこともあり、横展開を見据えた際にローカル5Gは適していない。</li></ul> <p>長距離映像伝送ができ、免許不要で初期費用・運用コストが安価、さらには林業の架線集材現場は見通しが良く、遮蔽物がない環境であることから、Wi-Fi HaLowが本ソリューションでは最適である。</p>

## II ソリューション

### ④ 期待効果/資金計画\_導入先

		2026年度	2027年度	2028年度
収益	①	500万円（毎年）		
	費用	②	560万円	—
		③	ランニング/件	160万円
合計		720万円	160万円	160万円

資金調達方法	林業事業体予算	720万円	160万円	160万円
--------	---------	-------	-------	-------

投資の妥当性  
(現時点見立て)

導入先  
(支払元)

- ・2年で費用回収できるのであれば、導入する可能性は高い。何よりも作業員の安全・安心、負担軽減、労災発生の防止は代えがたいものであるため、費用対効果に見合っている。
- ・安全性が向上するのであれば、すぐにでも導入したい意向をいただいている。

妥当性を高めるための目標

目標

- ・費用（イニシャル）の低減を図り、さらに安価ソリューションとすることで、導入先が導入しやすく、さらに費用回収しやすいソリューションの確立。
- ・荷掛け作業現場における労働災害ゼロ。

アクション

- ・機器調達方法の検討や、同性能で安価な機器への置き換えを検討する。
- ・林業現場において危険である作業をDX化（Wi-Fi HaLowなどの通信ネットワーク活用）することにより、省人化する。

R6年度に実証した現場モニタリングシステムも本頁に含まれる。

## ④ 期待効果の根拠\_導入先

導入先 架線式グラップルを利用する林業事業体

		項目	金額	算出の根拠	数量	計(金額)
効果	定量	人件費の削減	500万円	1名の省人化により、人件費が削減できるため。	1年	500万円 <sup>1</sup>
	定性	安全・安心の向上	—	現場作業員の安全・安心、負担軽減は林業の共通課題であり、これらは何ものにも代えがたいものである。	—	—
		労災発生の防止	—		—	—
労働者の負担軽減	—	—	—		—	
費用	イニシャル	遠隔操作キット	560万円	Starlinkや現場監視カメラ、APなど遠隔操作に必要な機器類を合算した金額が460万円であり、その他設置工事費が100万円であるため、560万円と算出。遠隔操作キットに含まれる機器類は以下の通り。 ・Starlink・現場モニタリングカメラ(2台)・Wi-Fi HaLow AP(2台) ・搬器設置ボックス・ソーラー発電システム・回生電源	1式	560万円 <sup>2</sup>
	ランニング	Starlink利用料及び現場モニタリングカメラクラウド利用料	110万円	Starlinkの通信費が月7万円程度、現場モニタリングカメラのクラウド利用料が月2万円程度であるため。	1年	160万円 <sup>3</sup>
		メンテナンス費	50万円	定期および不定期メンテナンスにかかる費用が50万円程度のため。	1年	

R6年度に実証した現場モニタリングシステムも本頁に含まれる。

## II ソリューション

### ④ 期待効果/資金計画\_販売主体

		2026年度	2027年度	2028年度
収益	収益/件	① 720万円(イニシャル560万円/ランニング160万円)		
	件数(導入先数)	1件	3件	5件
	合計	720万円	1,600万円	1,920万円
	費用			
費用	イニシャル	② 420万円	840万円	840万円
	ランニング/件	③ 145万円/件		
	件数(導入先数)	1件	3件	5件
	合計	565万円	1,275万円	1,565万円
資金調達方法	古野電気予算	565万円	1,275万円	1,565万円

投資の妥当性  
(現時点見立て)

販売主体

機器代は初期費用で回収できる。継続利用による通信、保守費用で継続収益を生み出すスキームとなる。  
※そのため左記合計金額はイニシャルとランニングによる継続収益・費用を含めて計算している。

妥当性を高めるための目標

目標

確かなニーズをつかみ、横展開によるロット生産等でイニシャル費用の低減を図り、安価なソリューションとすることで、導入ハードルを下げる。それにより導入件数を増やすことで、イニシャルコストの利益の他、さらなる継続収益を生み出す。

アクション

機器調達方法の検討や、同性能で安価な機器への置き換えを検討する。

R6年度に実証した現場モニタリングシステムも本頁に含まれる。

## II ソリューション

### ④ 期待効果の根拠\_販売主体

販売主体 古野電気

		項目	金額	算出の根拠	数量	計(金額)
効果	定量	機器販売費用 (セット料金)	720万円	販売費用460万円+工事費100万円+ランニング費用160万円から算出。遠隔操作キットに含まれる機器類は以下の通り。 ・Starlink・現場モニタリングカメラ(2台)・Wi-Fi HaLow AP(2台) ・搬器設置ボックス・ソーラー発電システム・回生電源	1式	720万円 <sup>1</sup>
	定性	—	—	—	—	—
費用	イニシャル	遠隔操作キット	420万円	遠隔操作キットに含まれる以下機器類の仕入れ概算金額(工事費含む)が330万円であり、加えて工事業務を90万程度で仕入れるため。 ・Starlink・現場モニタリングカメラ(2台)・Wi-Fi HaLow AP(2台) ・搬器設置ボックス・ソーラー発電システム・回生電源	1式 —	420万円 <sup>2</sup>
	ランニング	Starlink利用料及び現場モニタリングカメラクラウド利用料	100万円	Starlinkの通信回線費は販売契約の都合上、仕入価格と同額となる。現場モニタリングカメラは自社製品提供となるため、仕入れ費用は安価に抑えられる。	1年	145万円 <sup>3</sup>
		メンテナンス費	45万円	定期および不定期メンテナンスの作業を業務委託として45万円程度で仕入れるため。	1年	

R6年度に実証した現場モニタリングシステムも本頁に含まれる。

## II ソリューション

### 4 費用対効果

		項目	引下げの工夫内容	コスト削減効果 (見込み額)	実行タイミング	実行主体/担当者
費用	イニシャル	機器費	機器調達方法の工夫や、同性能で安価な機器への置き換えを行う。	50万円程度	2026年実装時	古野電気 木谷、内形 徳工 楠本
	ランニング					

## 1 計画概要

### 実証実施計画の概要

#### 対象とする課題

林業における作業の効率化・省人化が求められているが、モバイル通信圏外のためICT機器配備が遅れ、遠隔操作に足る映像伝送機能の構築ができていないという課題が存在している

- 架線式グラップルを使用する集材現場においては作業員が急傾斜地を上り下りしている。
- グラップルは空中のワイヤーに吊られており、掴んでいる木材が揺れたり、滑ったりする可能性があり、近くで作業する作業員は非常に危険である。
- 通信環境がない現場が多い林業においてはICT機器の配備が進んでいない。

#### 実証の概要

架線式グラップルにネットワークカメラを取り付け、Wi-Fi HaLowアクセスポイントを通して、集材場にあるタブレットに投影し、遠隔操作を行う。今年度は搬器上に中継器を設置することで、谷など見通しがない環境下においても遠隔操作ができるかを検証する。

- 搬器上に中継器を設置することで通信強度が安定するか検証
- 距離センサによって高低差が確認できるかを検証
- 回生電源により搬器上の中継器が安定稼働するかを検証
- ソーラー発電システムによりStarlink、Wi-Fi Halow APが安定稼働するかを検証
- 2.4GHzFPVカメラと比較し、Wi-Fi Halowが優位性があるかを検証

### 検証ポイント

#### 効果面

- 「グラップル操作員」による遠隔操作で「荷掛け作業員」の作業を現状と変わらないパフォーマンスで業務遂行ができる事を検証
- 遠隔操作化により荷掛け時間が12分以内に抑えられるかを検証

#### 技術面

- 距離センサによって地面から1-3m地点を計測できるかを検証。最終的には効果面の「荷掛け時間12分以内」へ影響がある。
- 通信強度の安定化のため、搬器上に中継器を設置。R6実証で計測不可であった地点で通信ができるようになるかを検証。

#### 運営面

- 搬器上の中継器を稼働させるため、搬器の回生電源を設置し、それによる電源供給で中継器が安定稼働するかを検証。
- 現場に商用電源がない林業現場において、ソーラー発電システムにより、Starlink、Wi-Fi Halow APが安定稼働するかを検証。

#### 展開先

- 横展開に向けた実証内容・結果の講演会を実施（5団体以上/ターゲット地域選定済み）

### Ⅲ実証

## ② 検証ポイント・検証方法

### a. 効果面

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件	
	項目	目標		要件	要件の妥当性の根拠
伐採場の作業人員数削減	Ⅰ 架線集材作業における伐採場の作業員を省人化（削減）	1名の省人化	距離センサによる地面との距離測位、通信強度安定化、作業時間回生電源およびソーラー発電システムによる安定稼働が可能かを検証。その上で既存通信規格とWi-Fi HaLowの比較を行い、優位性があるかを検証する。最終的には1名を省人化できるソリューションであるか、実装先が判断する。	左記検証項目が目標達成しており、実装先が実装可能と判断。	1名の省人化により、現場作業員の安全な作業環境が確保できることから、これらが達成できれば実装できると実装先が判断しているため。
	Ⅱ 現在の荷掛け作業時間8分と同等以上の作業効率実現	荷掛け時間8分以内	木材の荷掛け1回あたりの作業時間を現状と昨年度実証、本実証で比較計測する。	左記の目標達成	荷掛け作業時間が3名:8分（集材20本/人日）であるところを2名:8分以内（集材30本/人日以上）にすれば、省人化しながらも作業効率を上げることができ、人件費削減にも繋がるため。

Ⅲ実証

## ② 検証ポイント・検証方法

### b. 技術面

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件	
	項目	目標		要件	要件の妥当性の根拠
高低差確認用距離センサ	① 距離センサによる高低差の確認	地面から1-3m地点の計測	1-3m地点でセンサが反応しているかを現場で実測。(検証時には斜面を下る必要がある)	目標達成に加えて、荷掛け作業時間が短縮できている	距離センサで地面からの距離を測ることが目的ではなく、作業が効率化することが目的のため、作業時間短縮を要件とする。(a.効果面と連動)

搬器上への中継器設置

① 通信強度安定化

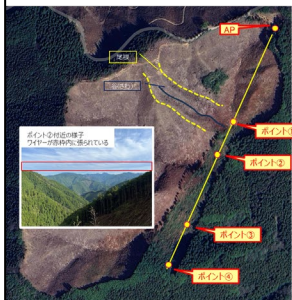
RSSI-80dBm  
SNR15dB以上

8地点で計測を実施し、見通し確保による効果を比較する。  
(下記表8地点(4地点×上下2ヶ所))

8地点全てでの映像伝送および目標値達成

過去実証では映像伝送できない地点があり、現場環境より下記表で示す8地点で通信強度を確保できれば、映像伝送に問題がないと判断しているため。

#### 中継器なし



場所	上下	RSSI	SNR	見通し
①	上	-72	29	○
	下	-90	5	×
②	上	-74	28	○
	下	-81	7	×
③	上	-80	23	○
	下	-74	6	×
④	上	-81	21	○
	下	-80	23	○

AP→①250m、②300m、③500m、④600m

#### 中継器あり



場所	上下	見通し	RSSI	SNR	RSSI	SNR
①	上	○	-72	29	-78	23
	下	×	-90	5	-67	22
②	上	○	-74	28	-69	30
	下	×	-81	7	-89	5
③	上	○	-80	23	-65	31
	下	×	-74	6	-77	25
④	上	○	-81	21	-76	25
	下	○	-80	23	-78	20

### Ⅲ実証

## ② 検証ポイント・検証方法

### c. 運営面

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件	
	項目	目標		要件	要件の妥当性の根拠
回生電源による中継器への電源供給	<b>i</b> 中継器の安定稼働	7時間	中継器の電源が落ちることなく、作業が可能かを1日かけて、確認する。	左記目標の達成	搬器上には電源がないため、回生電源による電源供給が必要であるが、いざ作業する際に電源が落ちていると作業が出来ないので、安定して7時間/日稼働すれば実装可能である。
ソーラー発電システム	<b>i</b> AP/Starlinkの安定稼働	5日間稼働におけるバッテリー残量常時30%以上	グラブプルを通常運用通り7時間稼働させ、バッテリー残量を2時間（9-17時）に1回確認（1日4回）する。	左記目標の達成	商用電源がない林業現場において、安定稼働できる電源システムは必須であり、Starlink、Wi-Fi Halow APは常時稼働しておく必要があるため。

### Ⅲ実証

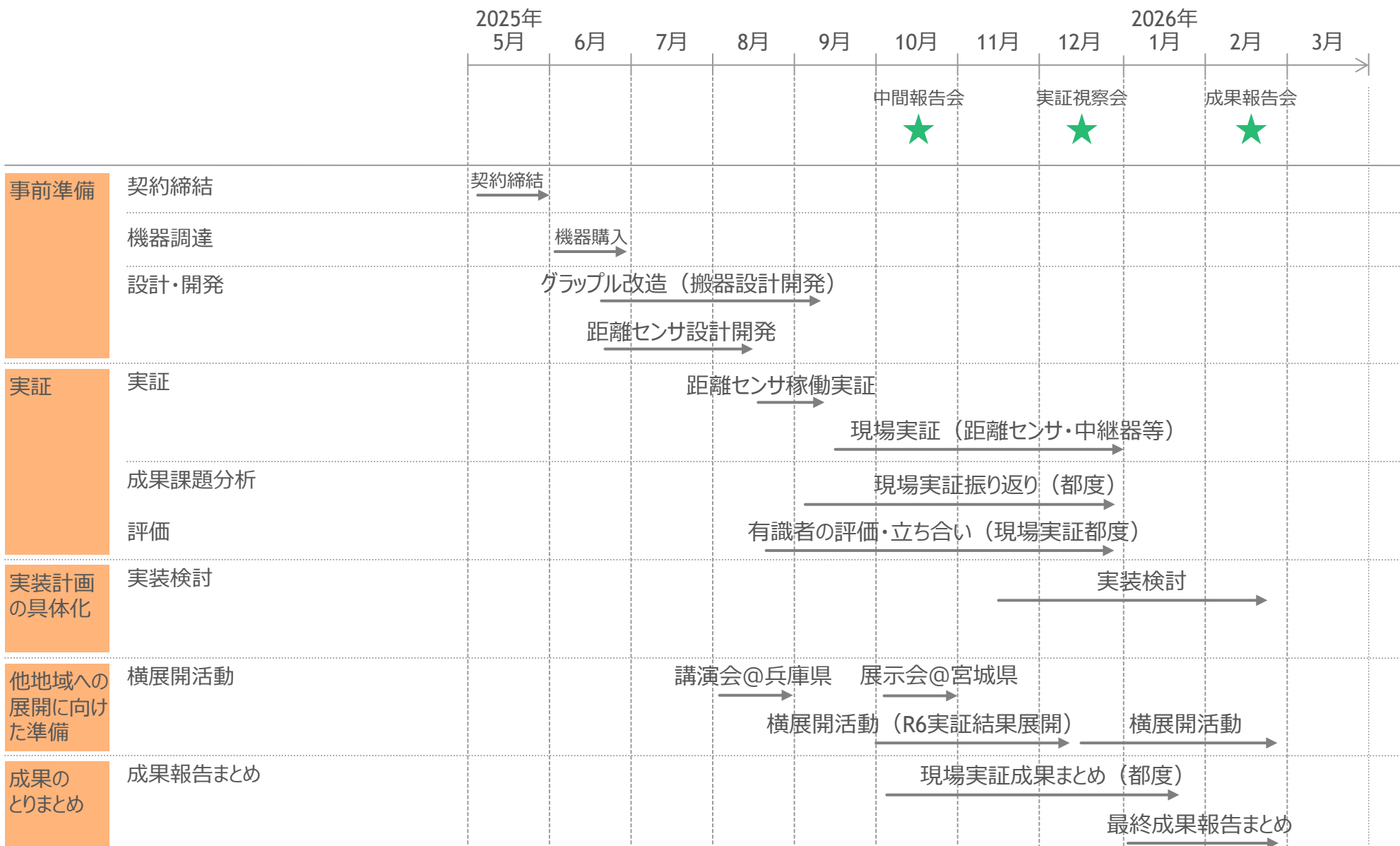
## ② 検証ポイント・検証方法

### d. 展開先

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件	
	項目	目標		要件	要件の妥当性の根拠
講演会実施 展示会出展	<b>I</b> 実証内容の結果の講演会を実施 展示会出展	有効リード獲得5件	費用対効果が出ることを示すため、ソリューションの概算金額などを示した資料を基に講演会および展示会にて商談に繋がるリード件数をカウントする。	商談後に費用対効果が見合えば実装可能となる	各林業事業体の投資回収期間/減価償却期間の設定によるため。人件費および安全性確保が投資を上回るか。

Ⅲ実証

③ 実証スケジュール



## ④ リスクと対応策

	リスク		対応策
	項目	概要	
事前準備	設計・開発の遅れ	グラブ改造/距離センサ開発に遅れが生じ、現場実証の開始が遅れる可能性がある。	昨年度の段階から本実証の構成は検討を進めており、概ね構成は固まっているため、設計開発の遅れの可能性を極力なくすよう、進めている。
実証	悪天候時の実施	悪天候時は集材作業に危険が生じるため、実施が出来ない。	実施日は予備日含めて、複数候補を設ける他、余裕を持った現場実証のスケジュールを組み立てる。
実装計画の具体化	投資対効果	選定機器の改修や変更を余儀なくされる等、想定外の事象が発生し、指定期間内での投資回収が困難になった場合。	実施体制内で可能な限り初期費用が高額にならないよう協議を実施。
他地域への展開に向けた準備	ニーズはあるが、対象の地方公共団体・業界団体において、対応する人的リソースが不足	交付金活用による実装において、対応する地方公共団体・業界団体の人的リソースは必須。リソース不足でその対応ができない	パッケージ化を進め、職員の対応工数を削減する。
成果のとりまとめ	上記リスクが発生した場合	左記のとおり	上述の通り

## ⑤ PDCAの実施方法

### 課題把握を実施する体制

#### 通常時

##### 隔週進捗報告

- 開催時期: 隔週
- 方法: メール
- 体制: 古野電気、那賀町、徳島森林づくり推進機構、徳工、フルノシステムズ、森林ヒューマン・ファクター研究所、中部大学、前田製作所
- アジェンダ
  - 準備・実証の状況確認

##### 月次進捗報告

- 開催時期: 毎月
- 方法: 対面会議およびWEBの併用
- 体制: 古野電気、那賀町、徳島森林づくり推進機構、徳工、フルノシステムズ、森林ヒューマン・ファクター研究所、中部大学、前田製作所
- アジェンダ
  - 準備・実証の状況確認
  - 現地運用状況視察
  - 緊急でない課題の共有
  - 実装・横展開に向けた課題の炙り出し

#### 緊急時

##### 緊急課題発生時の情報共有

- 実施条件: 実証事業の全体進捗に影響を及ぼす課題が発生した場合
- 頻度: 問題発生から2日以内
- 方法: メール、必要に応じてWEB会議を実施
- メンバー: 古野電気、那賀町、徳島森林づくり推進機構、徳工、フルノシステムズ、森林ヒューマン・ファクター研究所、中部大学、前田製作所

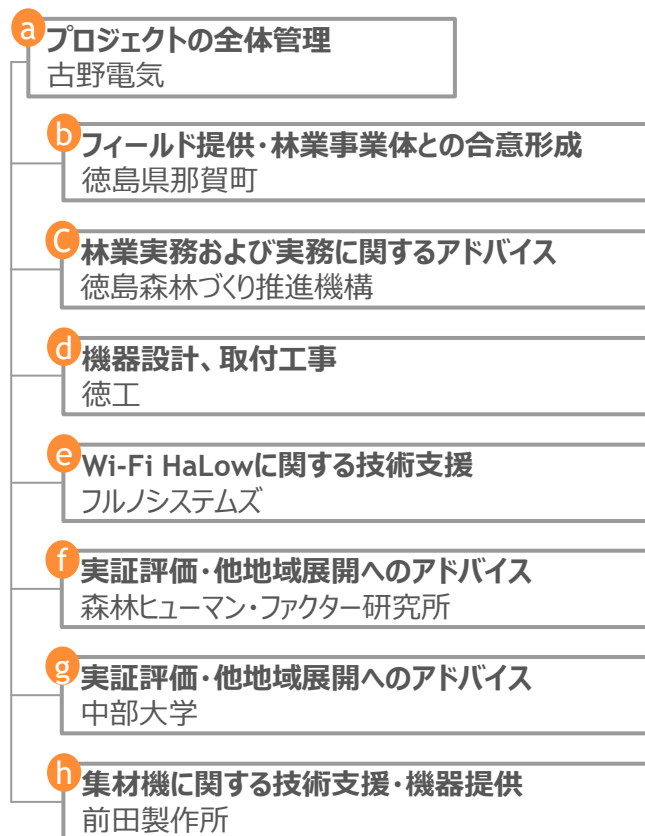
### 対策を立案・実行する体制

##### 対策方針の議論・決定

- 実施条件: 進捗が予定よりも遅れた場合
- 頻度: 1月に1回 (緊急性が高い場合、発生から2週間以内)
- 方法: 対面会議およびWEBの併用
- 体制: 古野電気、那賀町、徳島森林づくり推進機構、徳工、フルノシステムズ、森林ヒューマン・ファクター研究所、中部大学、前田製作所

## 6 実証の実施体制

### 実施体制図



団体名	役割	リソース	担当部局/担当者
a 古野電気株式会社	・プロジェクト全体管理	2名 x 280時間	システム機器事業部 事業企画課 木谷 吉伸 内形 勇太郎
b 徳島県那賀町	・実証場所の提供 ・林業事業体との合意形成	2名 x 160時間	林業振興課 高岡 栄作 他1名
c 徳島森林づくり推進機構	・林業実務アドバイス ・徳島県内の林業事業体への横展開	4名 x 160時間	事務局長 田中 英士 他3名
d 株式会社徳工	・機器設計、取付工事	2名 x 160時間	専務取締役 楠本 健次 他1名
e 株式会社フルノシステムズ	・Wi-Fi HaLowネットワークの構築	3名 x 160時間	IoT事業推進室 川地 耕二 他2名
f 森林ヒューマン・ファクター研究所	・実証の評価 ・他地域への実装に向けてのアドバイス	1名 x 160時間	所長 山田 容三
g 中部大学	・実証の評価 ・他地域への実装に向けてのアドバイス	1名 x 160時間	国際GISセンター 竹島 喜芳
h 前田製作所	・集材機に関する技術支援・機器提供	2名 x 160時間	設計技術課 市川 作雄 他1名

IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

① スケジュール(実績)

赤字: 当初の計画から変更になった箇所



IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

a. 効果面

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
伐採場の作業員数削減	架線集材作業における伐採場の作業員を省人化（削減）	1名の省人化	計3回の現場実証において、通信強度/画像遅延/作業時間を計測。通信強度は安定し、画像遅延もなく、作業時間も既存作業と同等レベルであったため、1名の省人化は可能と判断できた。	通信面においては実際の目標値を十分に達成でき、実装に至るレベルであった。一方で機構面（本実証対象外範囲）は改善余地がある。
	現在の荷掛け作業時間8分と同等以上の作業効率実現	荷掛け時間8分以内 →荷掛け時間4分以内	本実証現場での荷掛け時間は4分であったため、目標値を修正。その上で検証したところ、4分以内（早い場合は2分程度）での集材（荷掛け作業）が可能であった。見通しの有無は問わず、どの地形であっても同等レベルの時間であった。	想定（従来作業と同程度）よりも作業効率が上がり、評価できる結果であった。

集材時間	時間
ポイント① 尾根手前	1分13秒
ポイント② 尾根奥	2分53秒
ポイント② 尾根奥	3分57秒
遠隔操作平均	2分41秒
玉掛け時	平均4分



安全性 + 生産性の向上できた  
集材時間は木材の取りやすさによる



昨年



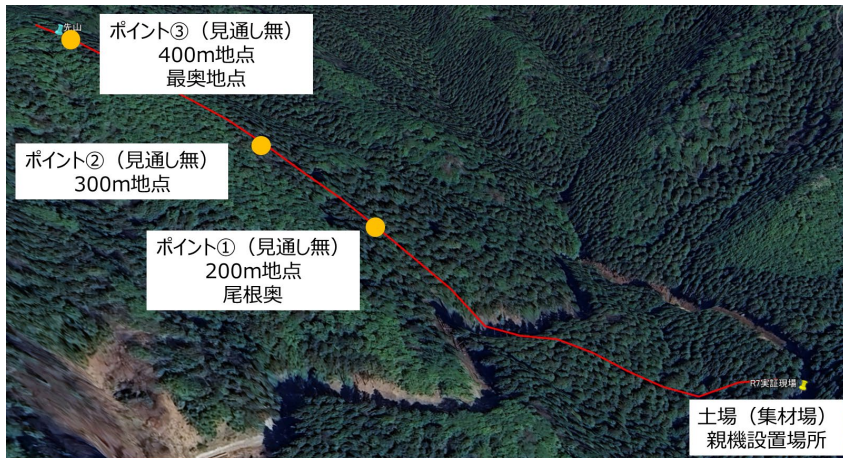
今年

IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

b. 技術面

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
高低差確認用距離センサ	距離センサによる高低差の確認	地面から1-3m地点の計測	グラブプル上のカメラ位置（設置位置/角度）の変更により、距離センサでなくとも高低差を確認できるようになったため、検証対象外となった。	カメラ位置変更により、十分距離感が掴めるようになったことに加え、昨年同様ステンレスチェーンをグラブプルに取り付け、地面接地時のたわみで高低感が分かるようになった。よって距離センサは実装時も不要と判断。
搬器上への中継器設置	通信強度安定化	RSSI:-80dBm SNR15dB以上	搬器上へ中継器を設置することで集材場から見通しが無い場合においても通信強度が安定し、目標値以上のRSSI:-70~-80dBm、SNR20~dBを計測できた。どのような地形でも安定した映像伝送ができるようになった。	11/25の測定時にはアンテナにダメージがあったものの、最低限の通信/映像伝送はでき、12/18にアンテナを交換するとスループットも含めてかなり高速で通信できるようになった。中継器の有効性は間違いなく、実装には不可欠であるという結果を得られた。



地点	測定日	距離	土場からの見通し	スループット	RSSI	SNR	備考
①	11/25	200m	なし	1回目: 338kbps 2回目: 343kbps 3回目: 229kbps 平均: 303kbps	1回目: -81dBm 2回目: -74dBm 3回目: -75dBm 平均: -77dBm	1回目: 19dB 2回目: 22dB 3回目: 18dB 平均: 20dB	・尾根奥 前回実施 搬器上のアンテナのダメージが判明
②	11/25	300m	なし	1回目: 360kbps 2回目: 236kbps 3回目: 181kbps 平均: 259kbps	1回目: -78dBm 2回目: -79dBm 3回目: -77dBm 平均: -78dBm	1回目: 19dB 2回目: 22dB 3回目: 18dB 平均: 22dB	前回実施 搬器上のアンテナのダメージが判明
③	12/18	400m	なし	1回目: 843kbps 2回目: 835kbps 3回目: 859kbps 平均: 845kbps	1回目: -73dBm 2回目: -69dBm 3回目: -69dBm 平均: -70dBm	1回目: 27dB 2回目: 28dB 3回目: 27dB 平均: 27dB	・最奥地点 今回実施

IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

c. 運用面

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
回生電源による中継器への電源供給	中継器の安定稼働	7時間	回生電源の設計開発は完了するも、現場稼働中に回生電源の機構部分による深刻な安全上の危険が発覚し、現場での稼働には至らず。	本実証現場は年末でクローズしたこともあり、実証期間内では改修作業が間に合わず、断念した。安全第一であるため、安全に配慮した設計が必要であったが、そこが十分ではなかった。

ソーラー発電システム	AP/Starlinkの安定稼働	5日間稼働におけるバッテリー残量常時30%以上	AP/Starlinkを同時稼働&ソーラー発電によって1時間で10%弱程度が消費されるため、1日の使用でバッテリー(1800Wh)の70%程度が消費されることになり、5日間稼働におけるバッテリー残量常時30%以上は難しいと判断。(現場における日照時間にも依る)	一度StarlinkとWi-Fi HaLowによるカメラ稼働の実証を実施。その際も問題なく、映像伝送できたが、Starlinkなしのローカル接続で検証したところ、こちらも問題なく映像伝送できたことから、本システムではStarlinkは必須ではないことが判明。従来カメラであればタブレットで映像確認する際に一度クラウドを通す必要があったが、カメラを入れ替えることでクラウドが必要なく、ローカルで映像確認できるようになった。そのためAP単体であればソーラー発電システムで十分賄えると判断。
------------	------------------	-------------------------	--	--

Starlink	開始時	10分後	20分後	30分後	40分後	50分後	60分後
天候	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り	曇り
バッテリー残量	91%	91%	88%	86%	84%	82%	81%
消費電力	-	75W	79W	74W	71W	73W	80W

AP・Starlink同時	開始時	10分後	20分後	30分後	40分後	50分後	60分後
天候	晴れ	晴れ	¼日照なし	½日照なし	日照なし	日照なし	日照なし
バッテリー残量	77%	77%	76%	74%	72%	71%	70%
消費電力	-	87W	90W	90W	75W	76W	80W
ソーラー発電量	-	72W	75W	83W	0W	0W	0W

IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

② 検証項目ごとの結果

c. 運用面

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
Wi-Fi Halowと既存通信規格（2.4GHzFPVカメラ）の比較検証	谷部分でのWi-Fi HaLow通信の映像伝送時差および稼働時間	映像伝送時差0秒 稼働時間7時間/日	映像伝送時差はどちらも0秒であった。 稼働時間はWi-Fi HaLowが7時間/日であったのに対し、2.4GHzFPVカメラは2時間程度であった。	Wi-Fi HaLowカメラはモバイルバッテリーで稼働できたのに対し、FPVカメラはオーバースペックであったため、稼働時間が短かった。
人件費削減	林業事業の人件費削減	2名1,000万円	1名の省人化に成功。本ソリューションにより、3名→2名での現場作業が可能になったため、人件費削減も可能となった。	本ソリューションによって危険な現場作業を削減できたため、1名の作業が不要となった。
林業現場の安全性向上	ヒヤリハット件数 心理的安全性の向上	ヒヤリハット0件 心理的安全性の向上	危険な作業が本ソリューションによって省人化できたため、ヒヤリとする場面もなくなった。 また安全な場所からの作業が可能のため、心理的安全性も向上したと現場作業員からコメントいただいた。	本ソリューションは安全性の向上に大きく貢献するものであった。

#### IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

## ② 検証項目ごとの結果

### d. 展開先

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
講演会実施 展示会出展	実証内容の結果の 講演会を実施 展示会出展	有効リード獲得5件	兵庫県、徳島県×2回で講演会を実施。また林業展示会にも出展。内容は実装・横展開に向けた準備状況に記載の通り。展示会で10件超のリードを獲得。有効リードは2件に留まったが、1件（高知県）は実証視察会に参加、1件（つるぎ木材）は来年度機器貸出に興味ありであった。	目標値は達成できず、想定外ではあったが、架線集材の必要性がまだ浸透していない印象であった。ただ普及に向けて、各事業者の関心を高めることはできたと思う。今後も同様の展示会@東京などに出展することによってリード獲得に努める。

#### IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

### ③ 実装・横展開に向けた準備状況

	アクション	結果	得られた示唆・考察
実装に 向けて	導入先へのヒアリング	通信面（画質/映像時差）は文句なしで、作業時間も既存作業以下となったため実装に至るレベル。一方でグラップルの使いやすさ（カメラ位置/カメラカバー強度等）はまだまだであるため実装に向けては改善が必要。	通信面は文句なしとのことで、本実証の課題であった見通しのない環境下での使用などはクリアできた。改善点は本実証のスコープ外のため、来年度那賀町予算等で改良が必要。
	実装に向けた機器設計・開発	グラップル改造は完了し、カメラ位置の変更により、距離センサが不要になる出来であった。一方回生電源は安全上の不具合があり、完遂には至らなかった。	カメラ位置は距離センサが不要になる出来であったが、強度面で課題は残っている。また回生電源は安全面を考慮した改良が必要となった。
	機器調達方法/置き換え検討	検討進まず。	Wi-Fi HaLowについては2.4GHzも飛ばせるフルシステムズが最適と判断。一方グラップル用のカメラは検討の余地あり。

### ③ 実装・横展開に向けた準備状況

アクション	結果	得られた示唆・考察
講演会@兵庫県	25年8月兵庫県の林業事業体に対しての講演会に登壇。参加者は20名程度。	兵庫県では架線集材の技術継承ができていないが、架線集材をやっているかなければならないという話が出てきている。架線集材を進めたい県とまだ乗り気でない林業事業体での温度差がある。
講演会@徳島県	26年2月には徳島県の林業事業体に対して横展開に向けた講演会に登壇。参加者は60名程度。	26/2/2に登壇。架線集材の重要性および本ソリューションの期待感を得られた。特に徳島県庁からは県下で架線集材を推進していくには必要なソリューションという言葉もいただいた。
林業事業体への個別紹介	高知県、静岡県林業事業体へ個別紹介を打診するも先方業務都合により、26年まで延期。現在調整中。	いずれも架線集材をメインで行っている林業事業体であるため、現場目線の意見をいただけそう。
林業展示会出展	25年10月5-6日の2日間で林業展示会@宮城に出展。パネル&動画展示であったが、50名程度のブース来訪があった。この展示会で獲得したリードのうち、高知県は25年12月の実証視察会にも参加いただいた。	良いアイデアというお褒めの言葉や今後の架線集材への期待感をヒアリングできた一方、架線を張れる作業者が減っている現状を感じた。
林業向け業界誌での紹介	現代林業での掲載に向けて調整中。	架線集材が編集方針にあっているか打診中。

横展開に向けて

IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

④ 実装・横展開に向けた課題および対応策

	課題	対応策	対応する団体名	対応時期
実装に向けて	搬器上の中継器の回生電源	安全面を考慮した回生電源の設計開発	徳工	2026/4以降
	搬器やグリップルに設置しているWi-Fi HaLowアンテナが木にぶつかり、折れる事象が発生。それを防ぐための搬器/グリップル上のアンテナの保護	<ul style="list-style-type: none"> <li>・グリップル側のアンテナを平面の指向性アンテナに変更</li> <li>・電波反射を最小限に抑えたアンテナカバーの取付</li> </ul>	徳工 フルノシステムズ	2026/4以降
	より効率的な集材に向けたカメラ画角の変更	・集材効率を向上させるためにカメラを更に外側に設置	徳工	2026/4以降
	指向性アンテナの設置角度・位置	<ul style="list-style-type: none"> <li>・見通しの良い場所の設定や干渉となる立木の伐採</li> <li>・放射方向の可視化ツール</li> </ul>	徳島森林づくり推進機構 徳工 フルノシステムズ	2026/4以降
横展開に向けて	技術継承の遅れ、既存作業で現状は充足していることによる架線集材の普及率の低さ	本ソリューションの地道な紹介によって簡単に安全に架線集材が可能であるとアピールする（展示会や各種講演会等）	古野電気 中部大学 森林ヒューマン・ファクター研究所	2026/4以降
	技術継承の遅れ、既存作業で現状は充足していることによる本ソリューションの知名度が低い	那賀町モデルと題し、簡単に安全に架線集材ができるソリューションを全国に広める	全員	2026/4以降
	行政による援助	架線集材を推し進める体制構築に向けた林野庁などへのロビー活動	古野電気	2026/4以降

#### IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

### 5 (参考) 実証視察会

#### a. 概要

開催場所: 徳島県那賀町長安地区

開催日時: 2025年12月19日 14:00~15:00

デモ項目	内容	備考
遠隔操作を用いた木材集材を実施	<ul style="list-style-type: none"><li>・遠隔操作による木材集材を計3回実施。</li><li>・1,2回目は集材場から見通しのある比較的集材しやすい箇所を集材。 →1回目にはグラブで掴んだ木材が落下する事象が発生。</li><li>・3回目は見通しがなく、中継器なしでは集材できない箇所で集材を実施。 →中継器により見通しが無い現場でも集材できた。(昨年から進化)</li></ul>	-



IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

5 (参考) 実証視察会

b. 質問事項と対応方針

質問事項	回答内容	アクション	
		内容	期限
Starlinkは使っているのか。	昨年は使っていたが、今年度は使っていない。今年度は改良することでローカル接続だけで出来るようになった。	-	-
もしグラップルで掴んだ木材が落下した場合、どのようなことが起きるのか。	人が近くにいれば大事故になる。林業現場ではそのような事故が多い。ただ実証実験の中で木材が落下するのは初めての経験。	-	-
今回のシステムを使って作業時間的にはどうなったか？	手動で玉掛けするのと、今回のシステムでは同じくらいの時間になった。手動の場合、人が行く時間と括り付ける時間、逃げる時間がかかる。機械は疲れない。3人での作業が2人になれば、生産性は1.5倍になる。	-	-
去年からの改善点は？	カメラを変更して画質を改善した。	-	-
手動でやる場合の作業内容は？	人が斜面で待機して、ワイヤーで木を括り付ける。括り付けた後に安全なところに避難する。集材所までワイヤーで搬送するところは手動も今回のシステムも同じ。	-	-
グラップルについているチェーンの意味は？	遠近感が分かりにくいので、それを補助するため。木に接した場合にワイヤーがたるむことで、木に近くなったことが分かる。また、今年はグラップルに取り付けるカメラの位置を変えた。それにより、掴みやすくなり集材時間が短くなった。	-	-

IV 結果・考察 (実証結果と実装・横展開に向けた準備)

5 (参考) 実証視察会

b. 質問事項と対応方針

質問事項	回答内容	アクション	
		内容	期限
手動と今回のシステムで時間を計測することを行ったか？	どちらも時間は変わらない。手間がかからないだけ、今回のシステムが有利。3人の作業が2人になるので、生産性は1.5倍になる。	-	-
電力は変わるか？	搬器に中継機とバッテリーを設置しているので、その分は増える。ただし、労力はかからなくなる。回生電源は今回出来なかった。	-	-
集材作業への風の影響は？	木を吊り上げた際に危なくなる。雨の時はこれまでは作業を実施していなかった。今回のシステムにより実施できるようになる可能性がある。	-	-
1つの現場の作業期間は？	今回の現場では4月から作業を行っている。	-	-
グラップルのカメラには最初に電源を入れるのか？	電源を入れる。現在はモバイルバッテリーを使用しているので、その電源を入れる。	-	-
今回のシステムを横展開することが可能か？	高知県の方が今回の視察会に参加している。林業の展示会に出展した際に、視察会のことを紹介した。高知は徳島と地形が近いとのこと。	-	-
搬器側の電源はどのようにしているのか	本来は回生電源による共有だが、課題が発生したため、今回はバッテリーを積んでいる。	-	-
このソリューションによる従来比較でのデメリットはあるか。	ない。安全が一番。	-	-

V 実装・横展開の計画

① 実装の計画

a. 実装において今後目指す状態

実装先 徳島森林づくり推進機構

	2026年度		2027年度		2028年度	
	上期	下期	上期	下期	上期	下期
運用	那賀町予算にて更なる改良（機構面での）	改良が終わり、実装できる状態になっている	実装し、運用を開始。Wi-Fi HaLow設定方法等、マニュアルを整備。			
予算		翌年度予算への織り込み方針が確定している	予算を獲得できている			
体制	那賀町、徳島森林づくり推進機構、徳工を中心に改良。フルノシステムズが通信面でサポート。	那賀町、徳島森林づくり推進機構、徳工を中心に改良。フルノシステムズが通信面でサポート。	徳島森林づくり推進機構にて実装および運用。適宜通信面ではフルノシステムズがサポート。			
ビジネスモデル		横展開に向けたビジネスモデルを構築。	那賀町モデルとして横展開を開始。			

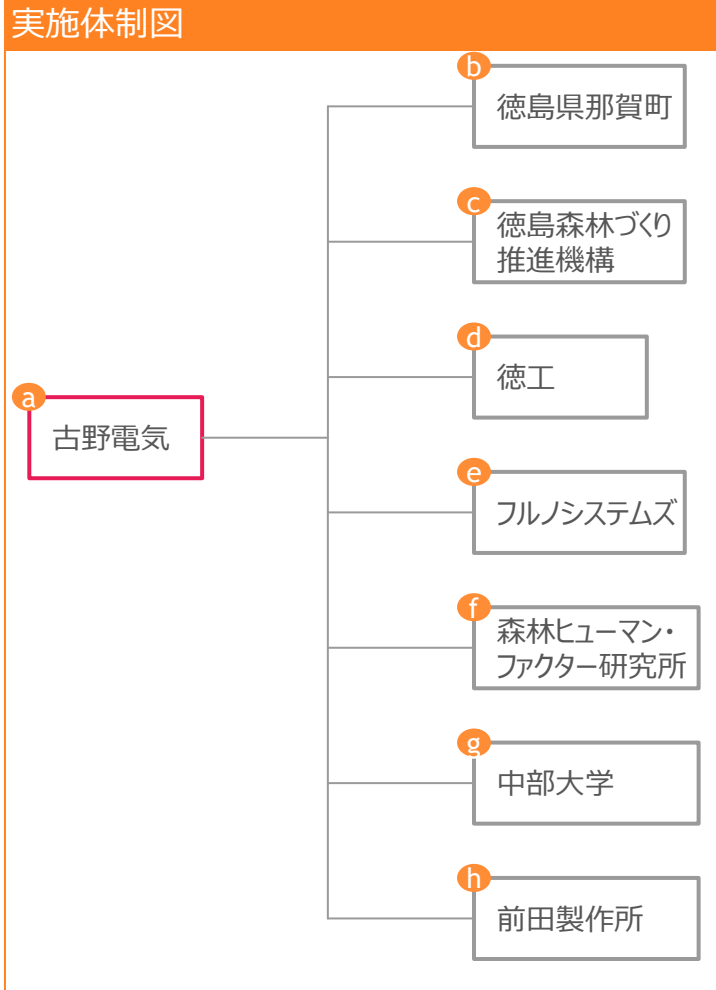


V 実装・横展開の計画

1 実装の計画

c. 実装の体制

□ :実装の取組全体の責任団体



団体名	役割	リソース
a 古野電気	・プロジェクトの全体管理	2名
b 徳島県那賀町	・実装場所の提供、林業事業者との合意形成	2名
c 徳島森林づくり推進機構	・林業実務およびアドバイス	4名
d 徳工	・機器設計、取付工事	2名
e フルノシステムズ	・Wi-Fi HaLowネットワーク環境構築	3名
f 森林ヒューマン・ファクター研究所	・実装に関するアドバイス	1名
g 中部大学	・実装に関するアドバイス	1名
h 前田製作所	・油圧式集材機に関するアドバイス	3名

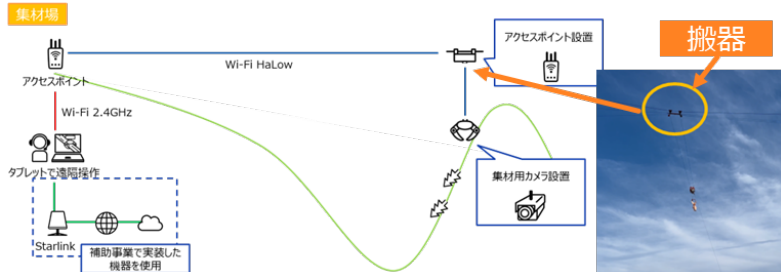
## V 実装・横展開の計画

### ① 実装の計画

#### d. ソリューション(変更点) -ソリューションの概要

##### ソリューションの概要

- Wi-Fi HaLow、Starlinkによる架線式グラップルの遠隔操作化
- 本ソリューションでは架線集材現場で使用される架線式グラップルにネットワークカメラを取り付け、Wi-Fi HaLowアクセスポイントを通して、集材場にあるタブレットに投影し、遠隔操作を行う。
- Wi-Fi HaLowはAP間やAP⇔カメラ間の見通しが悪い場合、通信が不安定になるため、本ソリューションでは架線式グラップルの搬器部分に中継器を設置することで、常時見通しを確保できる環境を構築する。(搬器およびシステム構成は以下参照)
- また、実装・横展開に向けては実運用を想定する必要があり、実運用ではバッテリーの充電・交換機会をなくし、手間を省かなければならない。そのため、本ソリューションでは搬器(高所)の回生電源を使用し、中継器の常時電源を確保する他、集材場にあるWi-Fi HaLowアクセスポイントの電源もソーラー発電システムにより賄うことで、実運用に即した形とする。
- 本ソリューションは林業従事者を省人化し、安全・安心を確保するためのものである。安全・安心の確保は従事者不足が顕著な林業においては喫緊の課題であり、本ソリューションによる林業分野への影響は多大なものであると考えている。
- なお、R6年度に実証した現場モニタリングシステムは実装可能と判断したため、補助事業(採択未定)にて同実証現場への実装を行う。



##### 中間アウトカム (実証)

###### 定量アウトカム

- 伐採場の作業人員数削減
- 1人日あたりの集材効率の向上
- 搬器上への中継器設置による通信強度安定化
- 回生電源による中継器の安定稼働
- ソーラー発電システムによるAP安定稼働
- Wi-Fi HaLowと既存通信規格(2.4GHz FPVカメラ)の比較検証

###### 定性アウトカム

- 現場作業員の心理的安全性の向上

##### 中間アウトカムの実現に繋がるソリューションの価値

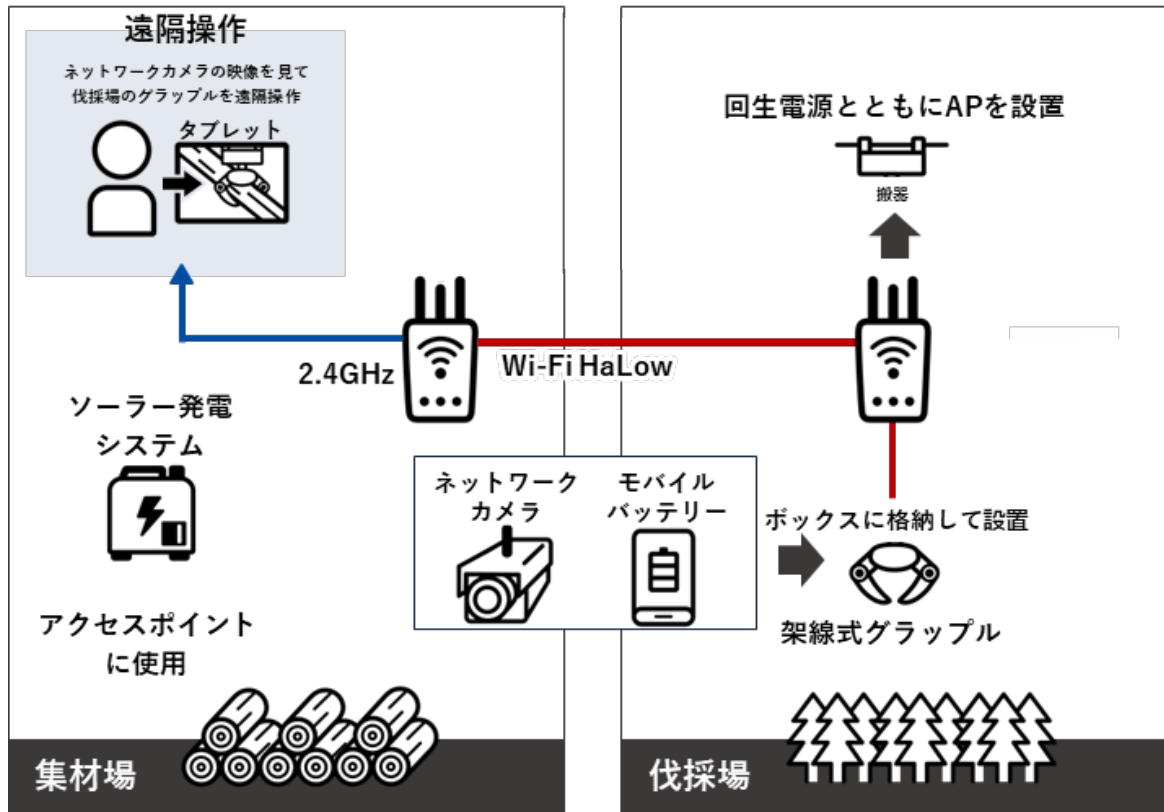
- 架線式グラップルの遠隔操作化
- これまでの架線式グラップルの荷掛け作業(木材を掴む)は急勾配な斜面に作業員を配備し、木材とできるだけ近い距離でグラップルをリモコン操作し、行っていた。本実証の遠隔操作化では集材場のプロセッサやtent内から伐採場のグラップルを遠隔操作できるため、荷掛け作業の省人化、安全性の確保を実現することができる。
- 徳島県那賀町の林業従事者は減少を続けており、従事者の省人化、安全性の確保に寄与できるソリューションであり、持続可能な産業とする上で、なくてはならない技術である。

## V 実装・横展開の計画

### ① 実装の計画

#### d. ソリューション(変更点) -ネットワーク・システム構成図

#### イメージ



#### 説明

前年度に引き続き、Wi-Fi HaLow (ACERA331) を活用したネットワーク構成とする。Wi-Fi HaLowの中継器を搬器上に設置することで、谷などの見通しがない場所であっても通信ができるようになり、どんな環境でも遠隔操作が可能となる。またカメラ画角を変更することにより、距離センサ不要で高低感が分かるようになる。

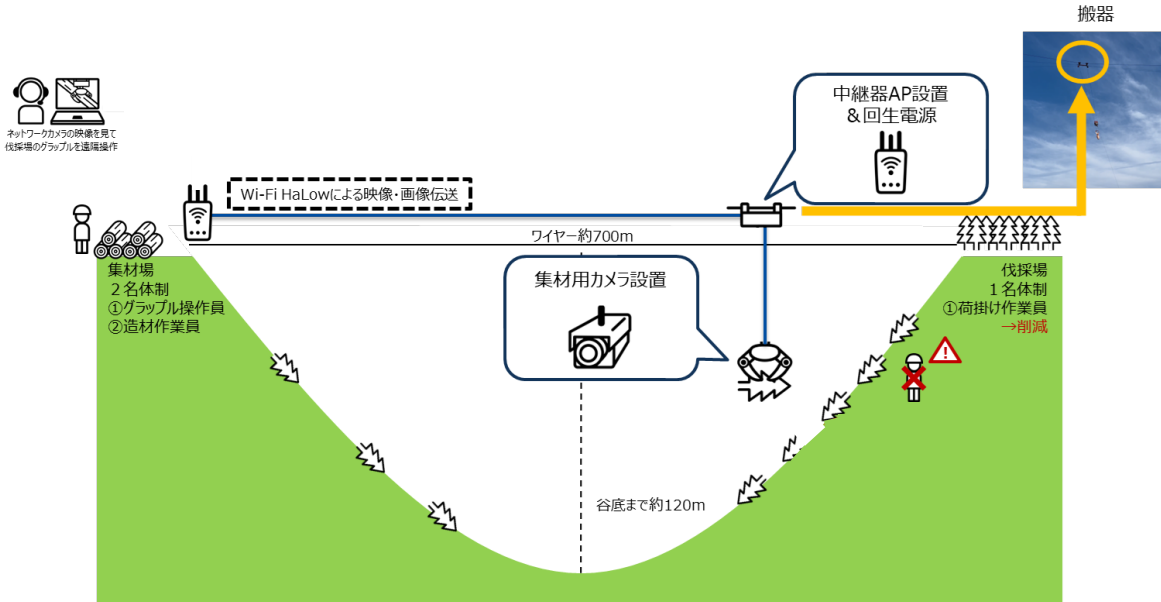
StarlinkはR6年度実証をベースに同じ構成で一度検証は行ったが、カメラを変更することにより、クラウド上へ抜ける必要がなくなり、完全ローカルな環境が構築できたため、Starlinkは不要となった。また距離センサは今回カメラを変更することでかなり鮮明な映像を見ることができるようになったため、距離センサなしでも距離感が掴めるようになった。加えて、昨年度実施したステンレスチェーンのたわみによる距離測位も映像が鮮明になることでさらに効果的になったので、今回距離センサは不要となった。

## V 実装・横展開の計画

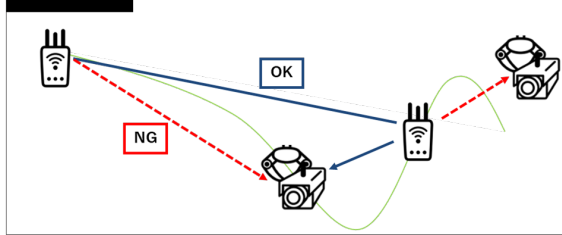
### 1 実装の計画

#### d. ソリューション(変更点) - 設置場所・基地局等

#### イメージ

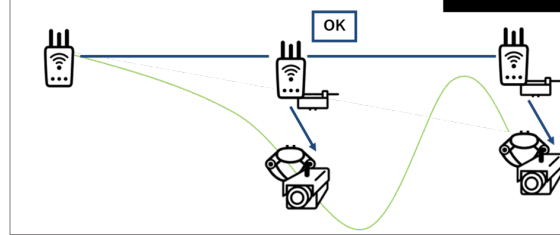


#### 地面設置



- 谷部分で通信が途切れる
- 集材場所によって中継器の移設が必要  
(移設の都度斜面を下りなければならない)

#### 搬器設置



- 真上から通信できるので谷でも途切れない
- グラップルと共に移動するので移設が不要

#### 説明

集材場にWi-Fi HaLow、タブレットを設置する構成に変更はない。変更箇所としては搬器上に中継器を設置およびグラップルに距離センサを装備する点である。

## V 実装・横展開の計画

### ① 実装の計画

#### d. ソリューション(変更点) -設備・機器等の概要

a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
名称	区分	型番	数量	開発供給計画 認定実績の有 無 <sup>1</sup>	eが○でない場合サプライ チェーンリスク対応を含む十 分なサイバーセキュリティ対 策の内容	機能	設置形態 (固定・可 搬)	製造企業名称	本店(又は主たる事 務所の所在地)
ACERA 331	端末	ACERA331	2式	無	Wi-Fiセキュリティプロトコルの最 新バージョンであるWPA3を採用 しており、従来のWPA2よりも強 力な暗号化や認証機能を提供 することで、Wi-Fi ネットワークの セキュリティを向上が図られている。	Wi-Fi HaLowに対応し ており、長距離・高速伝 送が可能なアクセスポイ ント	固定	株式会社フルノシ テムズ	東京都墨田区両国 3-25-5 JEI両国ビル
ACERA 332	端末	ACERA332	1式	無	Wi-Fiセキュリティプロトコルの最 新バージョンであるWPA3を採用 しており、従来のWPA2よりも強 力な暗号化や認証機能を提供 することで、Wi-Fi ネットワークの セキュリティを向上が図られている。	Wi-Fi HaLowに対応し ており、長距離・高速伝 送が可能なアクセスポイ ント。指向性アンテナに 対応したモデル。	固定	株式会社フルノシ テムズ	東京都墨田区両国 3-25-5 JEI両国ビル

V 実装・横展開の計画

① 実装の計画

d. ソリューション(変更点) -期待効果の根拠\_販売主体

販売主体 古野電気

搬器上への中継器設置による改良が想定よりも大きくなったため、工事費が増えた

		項目	金額	算出の根拠	数量	計(金額)
効果	定量	機器販売費用 (セット料金)	1,010万円	販売費用120万円+工事費800万円+ランニング費用90万円から算出。遠隔操作キットに含まれる機器類は以下の通り。 ・Wi-Fi HaLow AP(3台) ・グリップカメラ(1台)・搬器設置ボックス・ソーラー発電システム ・回生電源	1式	1,010万円 <sup>1</sup>
	定性	-	-	-	-	-
費用	イニシャル	遠隔操作キット	600万円	遠隔操作キットに含まれる以下機器類の仕入れ概算金額が80万円であり、加えて工事業務を520万程度で仕入れるため。 ・Wi-Fi HaLow AP(3台) ・グリップカメラ(1台)・搬器設置ボックス・ソーラー発電システム ・回生電源	1式	600万円 <sup>2</sup>
		パッチアンテナや搬器上の中継器の構成を見直したため金額が増加。			-	
	ランニング	メンテナンス費	60万円	定期および不定期メンテナンスの作業を業務委託として60万円程度で仕入れるため。	1年	60万円 <sup>3</sup>

R6年度に実証した現場モニタリングシステムを除く

V 実装・横展開の計画

② 横展開の計画

a. 横展開の体制

□ :横展開の取組全体の責任団体

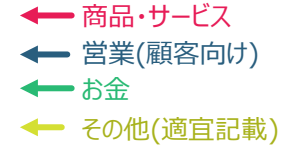


団体名	役割	リソース
a 古野電気	・プロジェクトの全体管理	2名
b 徳島県那賀町	・実証場所の提供、林業事業者との合意形成	2名
c 徳島森林づくり推進機構	・林業実務およびアドバイス ・徳島県下の林業事業者への横展開支援	4名
d 徳工	・機器設計、取付工事	2名
e フルノシステムズ	・Wi-Fi HaLowネットワーク環境構築	3名
f 森林ヒューマン・ファクター研究所	・実証に関するアドバイス ・全国林業事業者への横展開支援	1名
g 中部大学	・実装に関するアドバイス ・岐阜県下の林業事業者への横展開支援	1名
h 前田製作所	・油圧式集材機に関するアドバイス ・全国林業事業者への横展開支援	3名

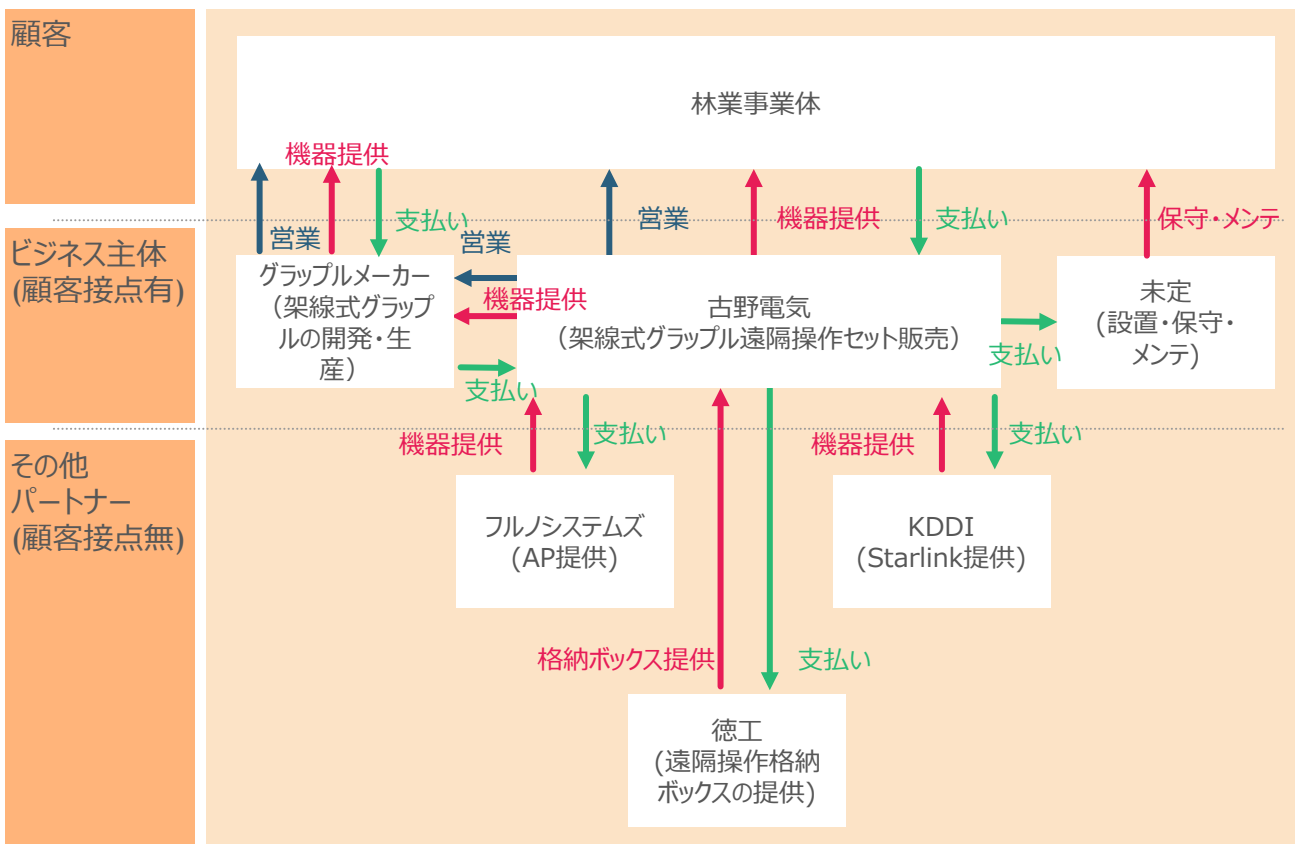
V 実装・横展開の計画

② 横展開の計画

b. ビジネスモデル



ビジネスモデル図



ビジネスモデル図

概要	顧客である林業事業体には2パターンでの販売を想定 ・古野電気から直販 ・グ랩ルメーカーへセットを販売し、そこからグ랩ルと共に販売
ポイント(工夫)	マネタイズモデル 【売り切り】 ・林業事業体 (ユーザー) へ直販 ・架線式グ랩ルメーカーへセット提供、グ랩ルと併せてユーザーへ販売
	ターゲット顧客 ・林業事業体
	その他 ・保守・メンテの企業は未定

### 3 期待効果/資金計画

#### a. 販売主体

		2026年度	2027年度	2028年度
収益	収益/件 <sup>1</sup>	1,010万円(イニシャル920万円/ランニング90万円)		
	× 件数(導入先数)	1件	1件	5件
	合計	1,010万円	1,010万円	2,290万円
費用	イニシャル/件 <sup>2</sup>	600万円		
	+ ランニング/件 <sup>3</sup>	60万円		
	× 件数(導入先数)	1件	1件	5件
合計		660万円	660万円	1,500万円
資金調達方法	古野電気予算	660万円	660万円	1,500万円

各年度の費用小計に対して、経費を負担する主体を記載してください  
(補助金等の記載も含む)

投資の 妥当性 (現時点 見立て)	販売主体	機器代は初期費用で回収できる。継続利用による保守費用で継続収益を生み出すスキームとなる。 ※そのため左記合計金額はイニシャルとランニングによる継続収益・費用を含めて計算している。
妥当性を 高めるため の目標	目標	確かなニーズをつかみ、横展開によるロット生産等でイニシャル費用の低減を図り、安価なソリューションとすることで、導入ハードルを下げる。それにより導入件数を増やすことで、イニシャルコストの利益の他、さらなる継続収益を生み出す。
	アクション	機器調達方法の検討や、同性能で安価な機器への置き換えを検討する。

### ③ 期待効果/資金計画

#### a. 販売主体

①イニシャル	式	金額	円
Wi-Fi HaLow AP	3	190,000	570,000
パッチアンテナ	1	180,000	180,000
ソーラー発電システム	1	190,000	190,000
モバイルバッテリー	2	80,000	160,000
グリップカメラ	1	100,000	100,000
グリップ取付設計費用	1	8,000,000	8,000,000
		合計	9,200,000
①ランニング	式	金額	円
AP設置サポート	1	500,000	500,000
保守費用	1	400,000	400,000
		合計	900,000

②イニシャル	式	金額	円
Wi-Fi HaLow AP	3	125,000	375,000
パッチアンテナ	1	120,000	120,000
ソーラー発電システム	1	125,000	125,000
モバイルバッテリー	2	50,000	100,000
グリップカメラ	1	80,000	80,000
グリップ取付設計費用	1	5,200,000	5,200,000
		合計	6,000,000

③ランニング	式	金額	円
AP設置サポート	1	300,000	300,000
保守費用	1	300,000	300,000
		合計	600,000

### 3 期待効果/資金計画

#### b. 導入先

		2026年度	2027年度	2028年度
収益		① 500万円		
	イニシャル	② 920万円	—	—
費用	ランニング/件	③ 90万円		
	合計	1,010万円	90万円	90万円
資金調達方法	林業事業体予算	1,010万円	90万円	90万円

各年度の費用小計に対して、経費を負担する主体を記載してください  
(補助金等の記載も含む)

投資の 妥当性 (現時点 見立て)	導入先 (支払元)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2~3年で費用回収できるのであれば、導入する可能性は高い。何よりも作業員の安全・安心、負担軽減、労災発生の防止は代えがたいものであるため、費用対効果に見合っている。</li> <li>・安全性が向上するのであれば、すぐにも導入したい意向をいただいている。</li> </ul>
妥当性を 高めるため の目標	目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>・費用（イニシャル）の低減を図り、さらに安価ソリューションとすることで、導入先が導入しやすく、さらに費用回収しやすいソリューションの確立。</li> <li>・荷掛け作業現場における労働災害ゼロ。</li> </ul>
	アクション	<ul style="list-style-type: none"> <li>・機器調達方法の検討や、同性能で安価な機器への置き換えを検討する。</li> <li>・林業現場において危険である作業をDX化（Wi-Fi HaLowなどの通信ネットワーク活用）することにより、省人化する。</li> </ul>

### 3 期待効果/資金計画

#### b. 導入先

①収益	式	金額	円
1名省人化	1	5,000,000	5,000,000
		合計	5,000,000

②イニシャル	式	金額	円
Wi-Fi HaLow AP	3	190,000	570,000
パッチアンテナ	1	180,000	180,000
ソーラー発電システム	1	190,000	190,000
モバイルバッテリー	2	80,000	160,000
グラブカメラ	1	100,000	100,000
グラブ取付設計費用	1	8,000,000	8,000,000
		合計	9,200,000
③ランニング	式	金額	円
AP設置サポート	1	500,000	500,000
保守費用	1	400,000	400,000
		合計	900,000

## 4 資金計画

各年度の費用小計に対して、経費を負担する主体を記載してください  
(補助金等の記載も含む)  
今回の実証経費も含め記載してください

		2025年度	2026年度	2027年度
収益	価格/件	0万円	1,010万円	2,110万円
	総額	0万円	1,010万円	2,110万円
費用	イニシャル	5,051万円	600万円	1,200万円
	ランニング	0万円	60万円	180万円
	小計	5,051万円	660万円	1,380万円
資金調達方法	総務省 実証事業	5,051万円		
	古野電気予算		660万円	1,380万円

## VI 指摘事項に対する反映状況

### 1 実証過程での指摘事項に対する反映状況

#### 指摘事項

#### 反映状況

架線式グラブプルが木材を掴むために、どのようなタイミングで操作を行えばよいかなどのパターン測定を行う際に、AIを部分的に活用していくこともできないかを検討する

#### 内容

AIを用いることで初期開発費用が1,000~2,000万円増加することに加え、AIによる電力消費が激しく、1日に2~3時間程度しか稼働できないことから、既に現作業よりも早く作業でき、1日8時間稼働が可能な本実証のシステムの方が実環境での運用には適しており、かつ林業事業体の金銭的にも減らすことができるため、AIは活用せず、現システムのままとする。

#### 反映 ページ

-

Wi-Fi HaLowを使用した際の操作への遅延や操作への影響は、昨年の中継機能込みで行った検証の際に問題が見られなかったのでボトルネックにならない可能性は高いが、継続的に検証を行う

中継器込みで操作を行った場合でも操作遅延や操作への影響はなく、むしろどんな地形であっても対応できるようになった。

-

本製品の製品化の予定時期と、販売に向けた課題を整理し、結果を最終報告会にて共有する

製品化は2027年度を目途としている。

P47-48