

林野庁 令和3年度木材産業国際競争力強化・
製品供給力強化緊急対策のうち
林業分野における新技術推進対策のうち
先進的的林業機械緊急実証・普及事業

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

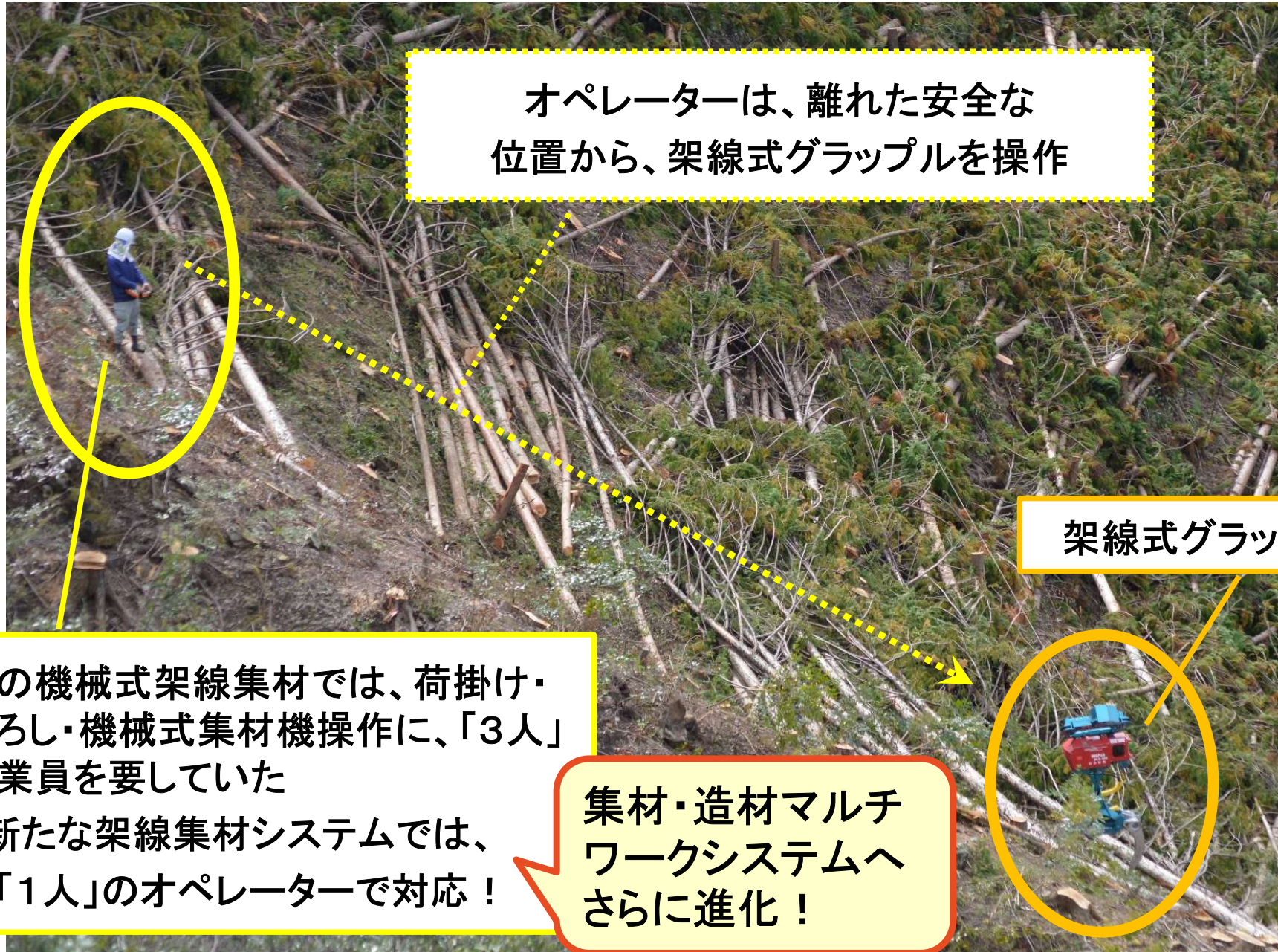
林業イノベーション推進シンポジウム

木材会館 大ホール 令和5年2月8日(水)

中井林業・イワフジ工業株式会社

令和5年2月3日

新たな架線集材システムを開発 (既に一般販売開始済)



オペレーターは、離れた安全な位置から、架線式グラップルを操作

架線式グラップル

従来の機械式架線集材では、荷掛け・荷下ろし・機械式集材機操作に、「3人」の作業員を要していた

→ 新たな架線集材システムでは、「1人」のオペレーターで対応！

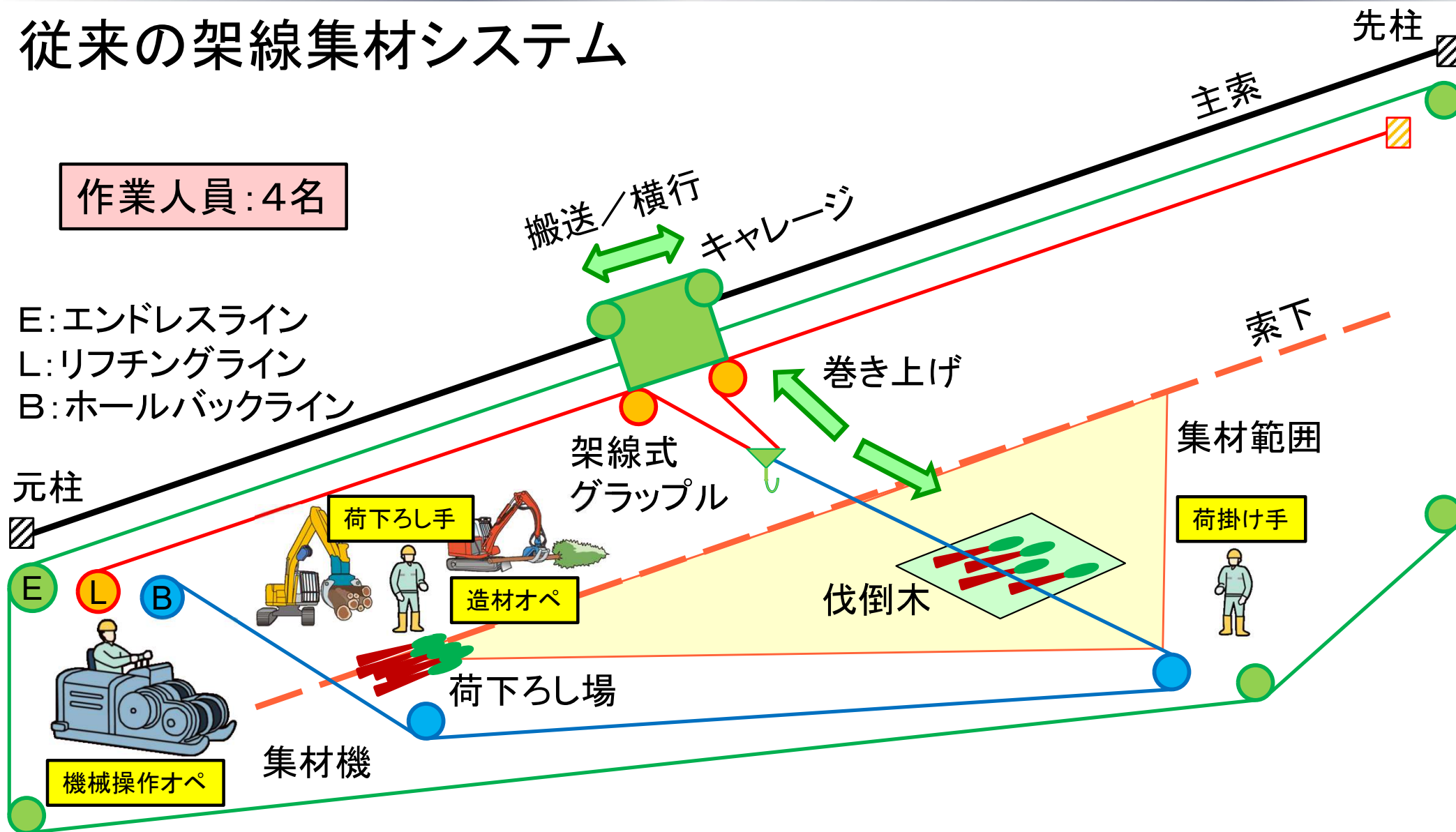
集材・造材マルチワークシステムへさらに進化！

モニター越しに架線式
グラップルを操作



1-1. 架線集材の進化

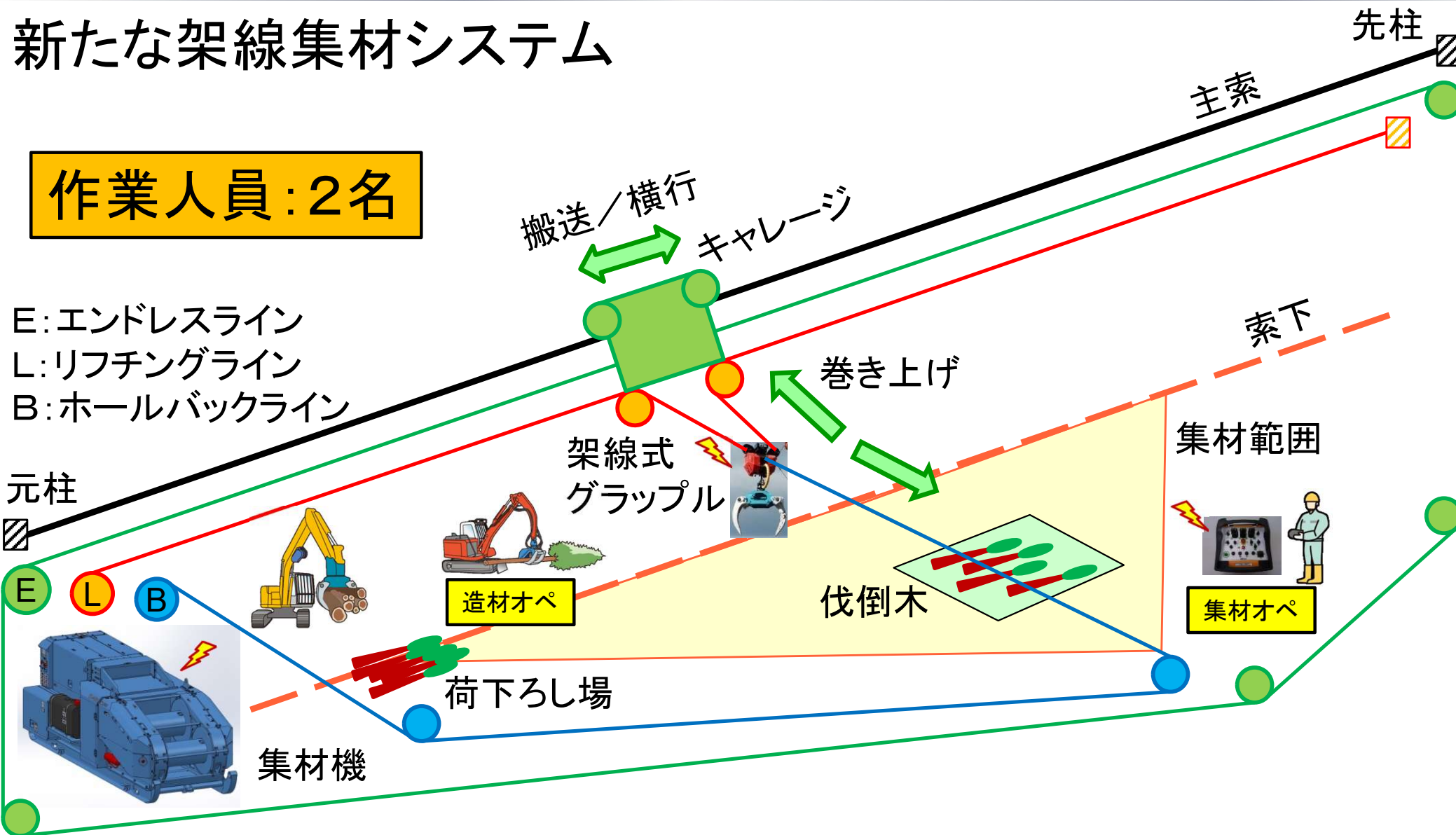
従来の架線集材システム



1-2. 架線集材の進化

新たな架線集材システム

作業人員：2名



「省力化」・「生産性の向上」・「労働負荷の軽減」・「労働災害の防止」を実現！

1-3. 架線集材の進化

集材・造材マルチワークシステム

作業人員：1名

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

元柱

先柱

搬送／横行
キャレージ

巻き上げ

索下

集材範囲

改良型
架線式
グラップル

集材・造材オペ

伐倒木

荷下ろし場

集材機

更なる「省力化」・「生産性の向上」に挑戦！

集材・造材マルチワークシステム

集材、造材に必要な作業人員

- ①新たな架線集材システム: 2人
(架線式グラップル+油圧集材機)
- ②集材・造材マルチワークシステム: 1人
(改良型架線式グラップル+油圧集材機)

荷下ろし場



荷掛け場



プロセッサ
キャビン



プロセッサオペレーターがカメラ映像を見ながら集材操作を行う。集材と造材に要した2名体制の作業は1名で作業可能。架線式グラップルの自動走行時に造材作業を行う。

集材・造材マルチワークシステム作業手順

オペレータ作業

①造材作業



②遠隔荷掛け



③造材作業



④遠隔荷下ろし

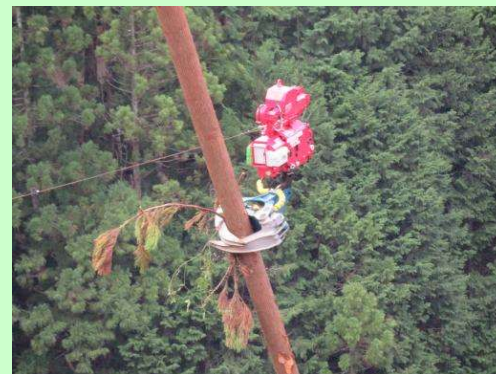


自動走行

①自動空搬器送り



③自動搬送



カメラ映像

架線式グラップル内にカメラを複数台設置して広範囲のカメラ映像を表示。

自動走行停止時の映像



ホールバックライン

荷掴み映像



引込方向に集材木があるか確認して引込を開始。目標とした集材木を掴む。

遠隔地のカメラ映像をキャビン内で確認

立体映像



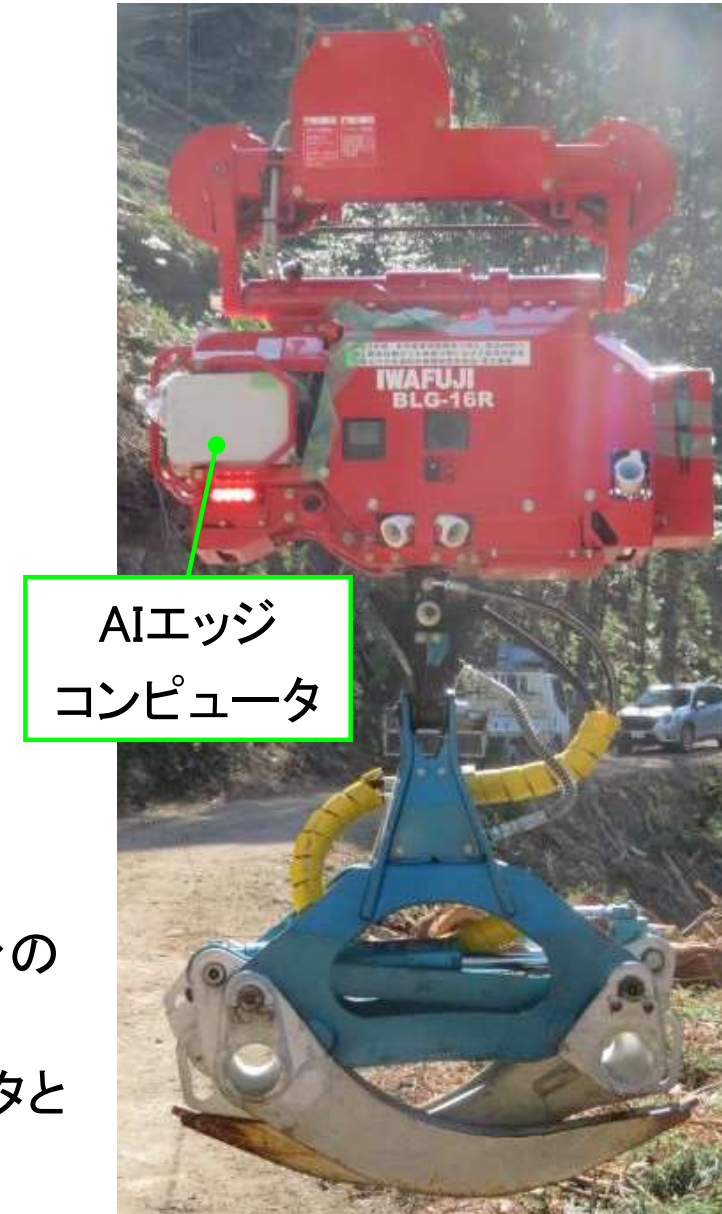
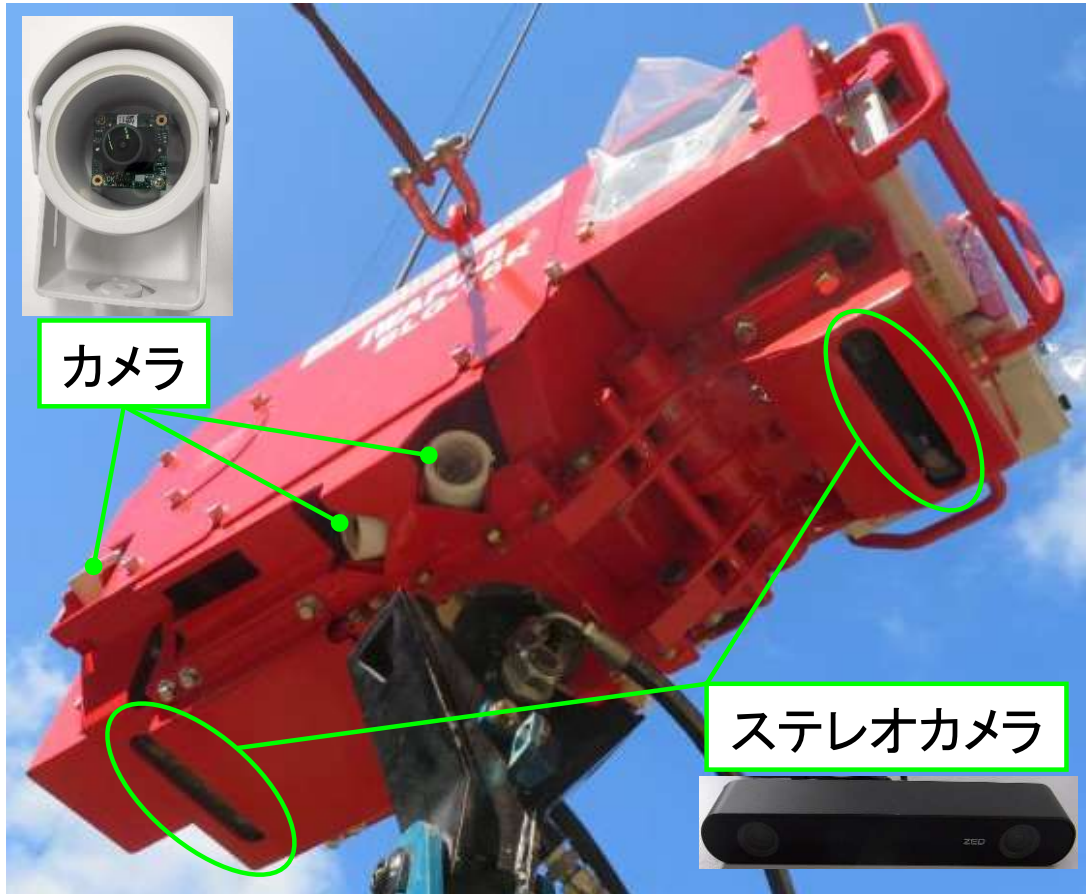
架線式グラップルの3DCG映像と一緒にMRゴーグルに表示。360°の視点切替が可能。木材、地表との空間位置把握で円滑な集材が可能。

MRゴーグル



荷掛け時の立体映像を全周囲から確認

改良型架線式グラップルの構成



架線式グラップルにステレオカメラ2台を含む合計8台のカメラを設置。

ステレオカメラで撮影した映像からAIエッジコンピュータと高速大容量通信で立体映像を作成。

4-1. 長距離映像通信の安定化

カメラ映像通信

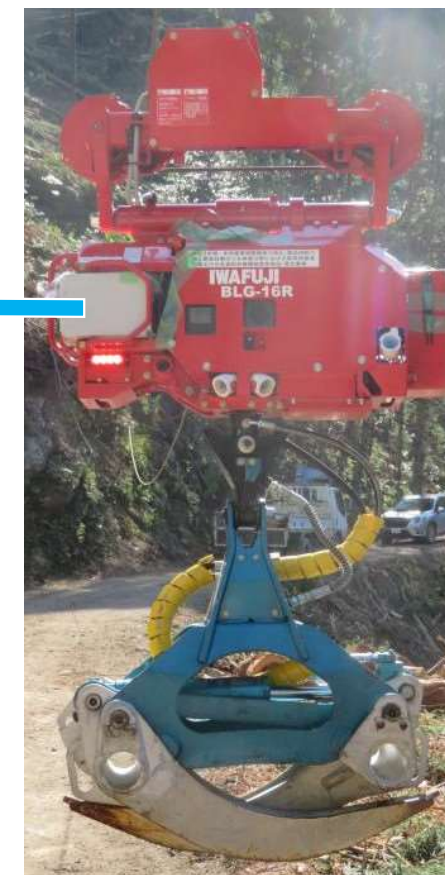


カメラ映像中継器



5GHz帯フルHD画像伝送装置を使用。

カメラ映像を低遅延で伝送可能。



遠隔地のカメラ映像をキャビン内へ通信

立体映像通信

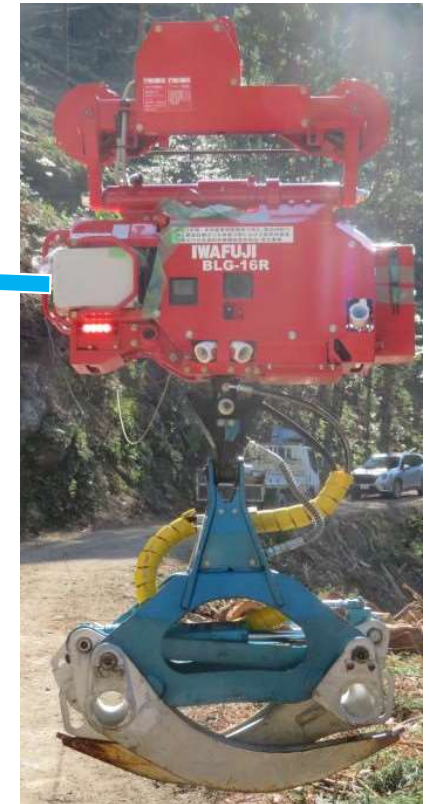


立体映像中継器
(荷下ろし場付近)



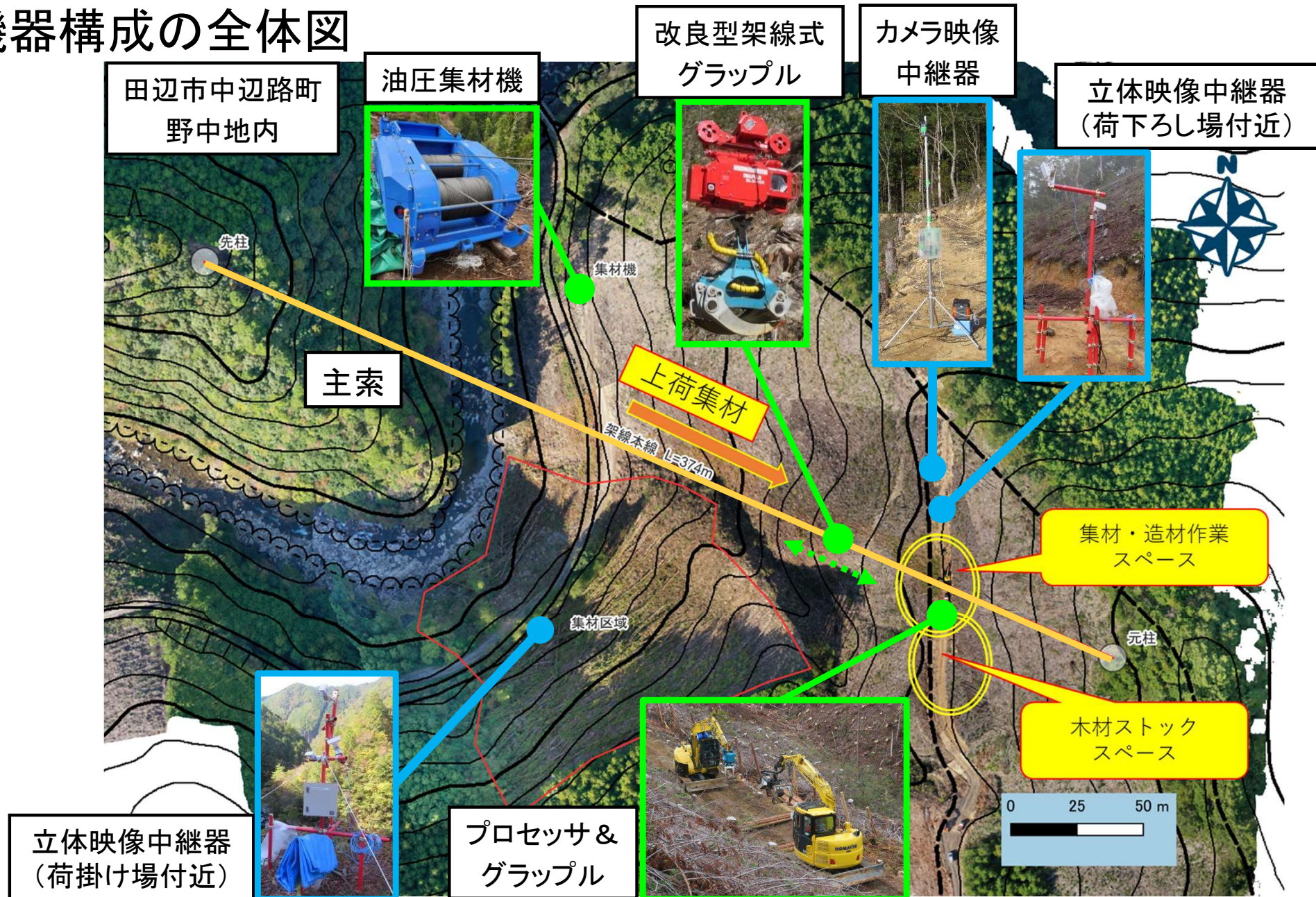
荷掛け・荷下ろし場付近の立体映像中継機の周囲に長距離Wifiエリアを構築して改良型架線式グラップルとMRゴーグルを通信。

立体映像中継器
(荷掛け場付近)



荷掛け時の立体映像をキャビン内へ通信

機器構成の全体図



① 集材・造材マルチワークシステムの運用実証

- 『視野拡張』と『通信安定』の改良点が、集材現地において安定して稼働するか試験・実証
- 上記により、『ワンオペ集材』を可能とし、安定した収穫作業が実施できることを試験・実証

② 集材・造材マルチワークシステムの生産性検証

- 『マルチワークなしの架線式グラップル』との生産性比較、費用対効果、求められる現場条件を検証

中井林業の集材現地にて、実際の収穫作業をシステムで実施して、それぞれの検証を行った

6-2a. 実証の成果（実施内容と結果概要）

	調査対象①	調査対象②	調査対象③
作業方法	新たな架線集材システム	集材・造材マルチワークシステム	(参考検証) 集材・仕分マルチワークシステム
作業人員内訳	①集材オペレータ ②造材オペレータ ③仕分オペレータ 計3名	①集材・造材オペレータ ②仕分オペレータ 計2名	①造材オペレータ ②集材・仕分オペレータ 計2名
調査標本数	67サイクル	20サイクル	16サイクル
収穫材積計	52.347m ³	15.462m ³	8.185m ³

『集材・造材マルチワークシステム』が安定して稼働することを実際の集材作業で確認（＝現場での運用可能）

6-2b. 実証の成果（実施内容と結果概要）

	計測時間(秒)	計測距離(m)	それぞれの平均値の算出	
集材サイクルの 作業要素	搬器空走行	搬器走行距離	集材 サイクルタイム	1サイクル 当たり集材 本数(本) 1サイクル 当たり集材 材積(m3)
	索引込	横取り距離		
	荷掛			
	横取り			
	搬器実走行	搬器走行距離		
	荷外し			
造材サイクルの 作業要素	集材木移動	—	造材 サイクルタイム	
	造材			

- 作業要素ごとに時間計測や距離計測を行い、その実測値から、平均値の単純比較、相関式作成、調査対象間のt検定等を実施
- 解析結果から、サイクルタイムの推計を実施

6-3a. 実証の成果(生産性の検証①)

- サイクルタイム推計結果抜粋。以下は、横行距離を300mとした場合の結果。なお、調査対象②では、搬器空走行時に造材(マルチワーク)を実施したが、「搬器空走行時間<造材作業時間」のため、造材作業の平均時間(200秒)を代入して推定。

作業要素	調査対象①	調査対象②	調査対象③
	新たな架線集材システム	集材・造材マルチワークシステム	(参考検証) 集材・仕分マルチワークシステム
A 搬器空走行	62.8	実測値: 122.9	122.9
A' 造材(マルチワーク)		置き換え: 200.0	
B 索引き込み	26.7	111.5	111.5
C 荷掛け	45.6	45.6	45.6
D 横取~索上	208.2	250.5	250.5
合計	343.3秒	607.6秒	530.5秒

作業人員減とサイクルタイム増の総合的な検証が必要

6-3b. 実証の成果(生産性の検証②)

- サイクル数と1回あたり集材材積から生産性の検証を試みた。
- 1回あたり集材材積について、調査対象①と②に差が認められ、調査対象①の方が生産性が高い結果となった。

※ 調査対象①は、驚異的な生産性を達成していることに留意が必要

比較項目	調査対象①	調査対象②	調査対象③
	新たな架線集材システム	集材・造材マルチワークシステム	(参考検証) 集材・仕分マルチワークシステム
A. 日当たりサイクル数(回)	62	35	40
B. 1回あたり集材材積(m ³)	0.9025	0.6569	0.6569
C. 1日あたり生産性(m ³ /日)	55.96	22.99	26.28
D. 1人日あたり生産性(m³/日)	18.65	11.5	13.14

マルチワークシステムも十分な生産性を実証できた

- 調査対象②の索引き込み時間と1回当たり集材材積の数值は、調査対象①の黎明期の数值と酷似。従って、オペレーションの更なる改善と安定化を考慮すると、**調査対象①を凌駕できると想定(想定値を下表の調査対象②aに示す)**
- **十分なスペースの土場確保**により、完全マルチワークも可能

比較項目	調査対象②	調査対象②a
	集材・造材マルチワークシステム	集材・造材マルチワークシステム (※オペレーション改善)
A.6時間当たりサイクル数(回)	35	41
B.1回当たり集材材積(m ³)	0.6569	0.9025
C.1日当たり生産性(m ³ /日)	22.99	37.00
D.配置人員(人)	2	1
E.1人日当たり生産性(m ³ /日)	11.5	37.00

6-4. 実証の成果(費用対効果)

- 調査対象②、②aは、マルチワークシステムによるサイクルタイムの増加が推定され、その分、経費の掛り増しとなるが、人件費の圧縮で現場コストは安価となる可能性有り
- 日当たり生産性では、調査対象①に劣るものの、生産コストをみると、マルチワークシステムが優位になる可能性有り

比較項目	調査対象①	調査対象②	調査対象②a
	新たな架線集材システム	集材・造材マルチワークシステム	集材・造材マルチワークシステム (※オペレーション改善)
A.1日当たり生産性(m3/日)	55.96	22.99	37.00
B.日当たり現場コスト	127,767	115,884	82,097
C.m3当たり生産コスト	2,283	5,041	2,219

コスト面においても、改善効果のあることが期待される

① 課題・改善点

- 設置方法や機器形状の他、最新の通信手段に進化させ、地形や起伏に影響されない通信の安定化を図る。
- 車載向けに開発が進んでいるAIエッジコンピューターを取り入れて、過酷な環境に対応する。

② 将来性

- 高速・大容量の通信手段を活用した自動化・遠隔操作化

自動化や遠く離れた場所からの遠隔操作と複数視点からの安全監視で生産性はさらに向上する。

インターネットを通じて林業関係者以外の人材が操作することも可能になり、人材確保・雇用が見込める。

架線集材の生産性向上、人材確保が期待できる！

WITH FOREST



森林(もり)と共に

終