

令和6年度 林業イノベーション現場実装シンポジウム

～新しい林業経営の事例～

「ICTを活用したCTLシステムによる垂直統合型経営モデルの構築」



発表者：住友林業（株） 岡田広行
（株）柴田産業 柴田智樹

2025/2/5

事業実施体制

林野庁 令和6年度「新しい林業」に向けた林業経営育成対策のうち経営モデル実証事業

実証主体

林業経営体

株式会社柴田産業

- ◎主伐・再造林等の施業
- ◎実証事業設計・管理
- ◎森林資源調査
- ◎課題検証・整理
- ◎木材販売・流通の実証
- ◎報告書作成

連携

支援機関

住友林業株式会社

- ◎協議会の運営
- ◎実証事業設計・管理
- ◎課題検証・整理
- ◎報告書作成支援

国立大学法人 岩手大学 農学部

- ◎森林資源データ解析
- ◎報告書作成支援

地域協議会

- ◎岩手県庁
- ◎二戸農林振興センター
林務室
- ◎岩手県林業技術センター
- ◎盛岡水源林整備事務所
- ◎ノースジャパン素材流通
協同組合

・運営
・報告

・評価
・助言

協力自治体 協力団体

- ◎一戸町
- ◎(株)フォテク
- ◎(株)サナース
- ◎(株)KBL
など

・協力

代表林業経営体（柴田産業）の概要

- 創業：昭和46年（設立：平成20年）
- 社員数：45名
- 事業内容：素材生産・森林整備・木材製材・チップ製造・木材加工
- 年間素材生産量：約43,000m³（2023年度）
- 事業範囲：岩手県北部・青森県南部
- 保有機械：グラップル 12台／フェラバンチャー 3台／ハーベスタ 5台
フォワーダ 7台／トラック 9台／チップパー 2台



実証のテーマと課題

1. 素材生産から再造林、製材を含めた垂直統合モデルの構築

- **【テーマ】** 原木取引において取引先との利害対立が発生する条件交渉の部分が、特別な合意形成の必要無く経営者の判断で進めることができる。
- **【課題】** 逆に、社内での合意形成・情報共有が重要となる。特定の人材ではなく、一定以上の立場がITリテラシーを持つ必要がある。



2. 日本版CTLシステムの確立

- **【テーマ】** 素材生産において、少人数で高い生産性を発揮。経験年数が浅い人でも、安全かつ快適な作業環境で活躍することができる。
- **【課題】** CTLシステムがあらゆる現場に対応出来る訳ではない。適用可否の判断が重要。また投資額が大きいので、稼働率向上・事業地確保が重要。



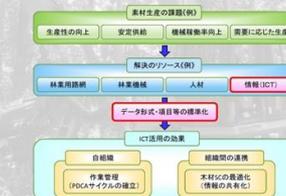
3. 「ICT林業生産管理標準仕様（StanforD日本版）」の普及

- **【テーマ】** StanforD形式のデータに対応することで、作業班内やサプライチェーンにおけるデータ連携・共有が容易になる。
- **【課題】** StanforD形式でのデータ出力に対応した国内のハーベスタが少ない。StanforDに準拠したデータを、簡易に閲覧できる汎用ソフトウェアも少ない。

ICT林業生産管理システムの標準仕様

標準化事業の目的

森林経営情報の積累向上、換算業務等における効率化・省力化、事業に起因した木材生産・流通経路の確立といった課題の解決を図るためには、経営意思情報の高度な活用やICT等の先端技術を活用した新たな事業に取組む必要がります。このため、林業事業者等が実施する木材の生産・加工の各作業工程（計測、伐採、運材、集材、運搬、在庫管理等）において、ICTを効果的に活用し、低コストで効果的な林業経営を実現していくため、林業におけるICT活用について、現状と課題・問題点の整理とその改善・解決策や方向性をまとめることとに、取り組まされた、データ形式・連携性の標準化を行うことを目的としています。



CTLシステムについて

- ハーベスタは、林内を走行し伐倒・造材を行い、短幹材を造り置く
- フォワーダは、林内に分散する短幹材を集材して回り、土場まで運材、桟積みする

ハーベスタ



フォワーダ



ドローンによる上空からの実証地撮影



地拵用クラッシャー



今回構築した「素材生産管理システム」の概要

素材生産管理システム

令和4・5・6年度実証

資源情報・現場情報

- ◎ ドローンレーザー計測
- ◎ 地形情報・樹高・本数
- ◎ オルソ画像
- ◎ データ解析ソフト

■ 資源量・現場状況把握

- ◎ ドローンでレーザー航測を行い、解析データから資源量を把握
- ◎ 現場状況をオルソ画像から把握



解析データ

令和5・6年度実証

解析データ

作業進捗管理機能（生産管理機能含む）

事業計画

◎ 随時見直し

班名	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
A班	国有林 129林班			県有林 57林班			民有林 22林班					
B班	民有林 78林班	民有林 110林班	国有林 4林班		民有林 116林班		市有林 163林班					
C班	民有林 1林班	民有林 27林班	民有林 59林班	民有林 72林班	88							

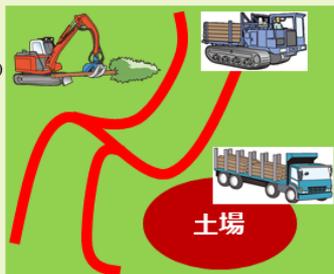
年間事業計画（月次）

連動

生産計画・現場設計

需要情報に基づき、各作業班の現場設計を行う

- ◎ 伐倒計画（ハーベスタ）
- ◎ 集材計画（フォワーダ）
- ◎ 路網計画
- ◎ 運材計画



■ 生産計画のICT化

- ◎ 年間事業計画から割り当てられる各現場の生産計画を、ICT化する

現場名：民有林159林班
担当：A班
面積：5.12ha
出材量：1,500m³
工期：7/1～8/10

四半期・月次
需要予測

生産管理機能

管理者

現場からの定量情報・地理的情報を基に、進捗状況を把握

- ◎ 伐倒（ハーベスタ）
- ◎ 集材（フォワーダ）
- ◎ 路網
- ◎ 運材



現場：民有林159林班
担当：A班
工期：7/3～8/9
造材：1,200m³ 林内：400m³
集材：800m³ 土場：500m³
運材：300m³

■ 現場進捗状況把握

- ◎ 現場での作業進捗を把握し、計画との差異認識や、必要な指示を行う

共有

現場

集材指示イメージ



カラーマーキング



- ◎ 日本版StanForD2010に準拠したハーベスタから、データを出力

■ 集材作業支援

- ◎ ハーベスタの走行軌跡と、玉切した丸太位置を記録し、フォワーダへ共有

- ◎ カラーマーキング機能付きハーベスタにより、最大4つの材種に仕分け

■ 手検知作業省略

- ◎ カラーマーキングにより、自社分の丸太は検知作業を省略

週次・日次
採材指示

需要情報

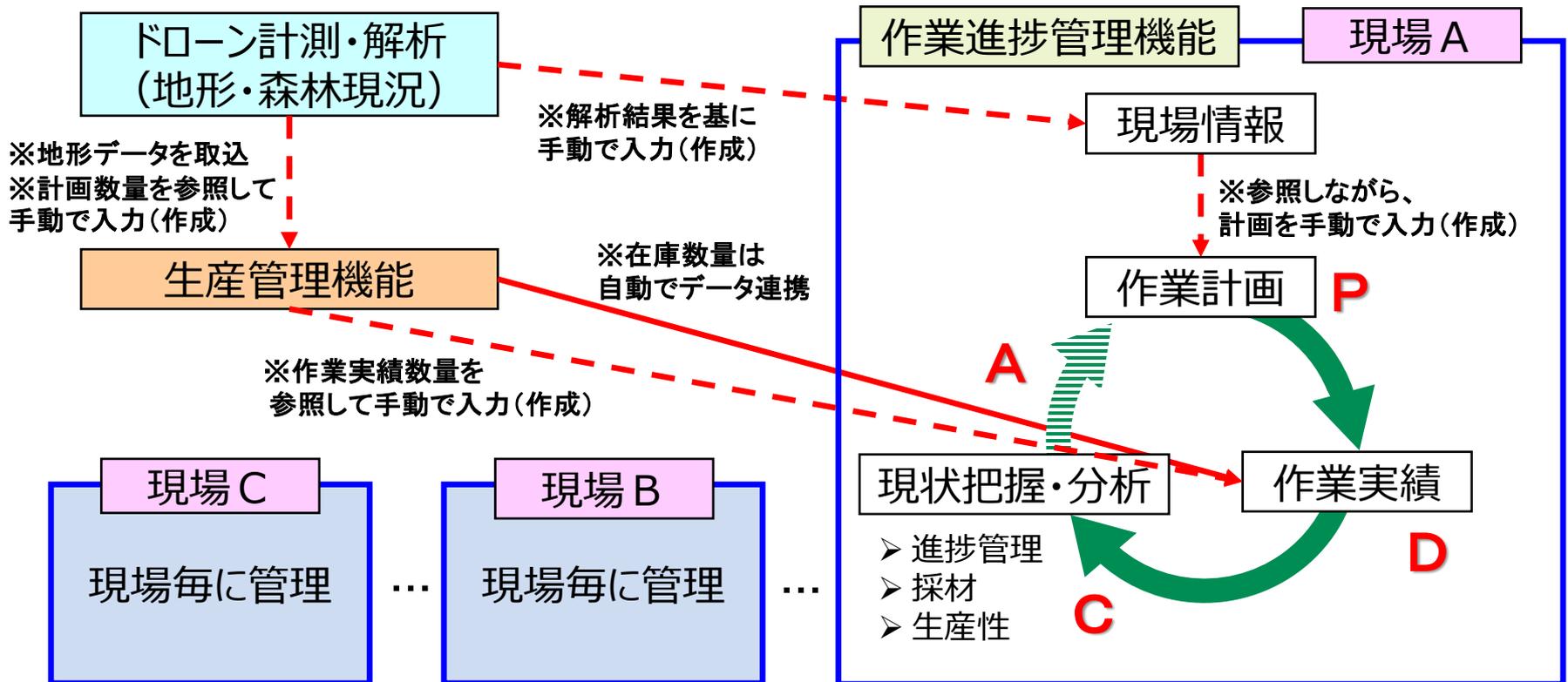


■ 需要情報の集約化

- ◎ 自社および合板工場の需要情報を集約し、採材をリアルタイムで伝達
- ◎ 製材時の歩留まり向上

素材生産管理システムを活用したPDCAサイクルの実現

- 各現場の作業情報（計画・実績）を管理し、**PDCAサイクル**を回す
 - ドローン計測データを基に生産性を推計し、現場情報や計画へ反映
 - 生産管理機能と連携し、日次ベースの作業実績を管理
 - 作業計画と実績を比較し、改善（当該現場・次の現場）に活かす
- 関係者間で進捗状況を共有し、次現場の段取りや需要側との連携を図る
- 複数の現場を対象とし、包括的に管理することも可能



P 事前計画用データの収集 (UAV/LiDARを使用)

➤ UAV/LiDARを用いて、事前に生産管理・作業効率化のための詳細な情報を収集

UAV/LiDARの計測・データ処理

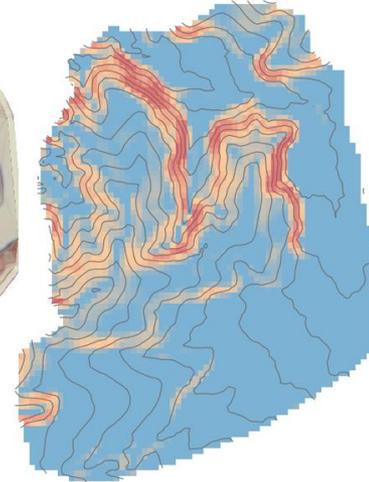


データ
処理

DEM/CS立体図



傾斜図



資源量・単木情報



10ha程度であれば計測/分析は1日

〈実証で使用した機器〉

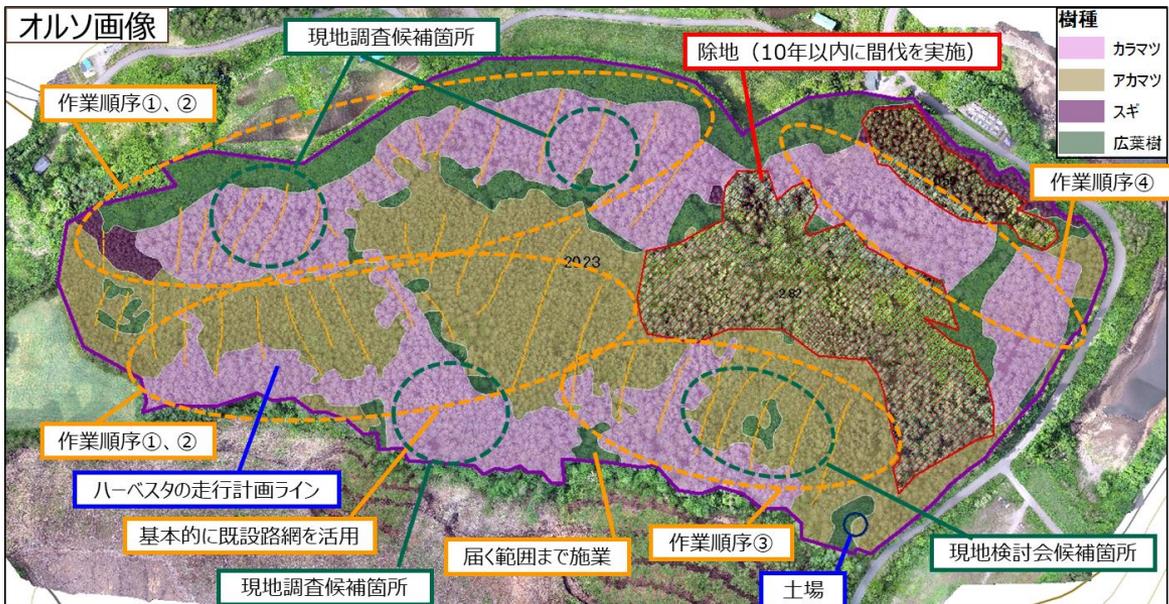
- ・ DJI Matrice 300 RTK
- ・ Zenmuse L1
- ・ Scan Survry Z

汎用のUAV・ソフトで処理
専門業者でなくとも対応可能

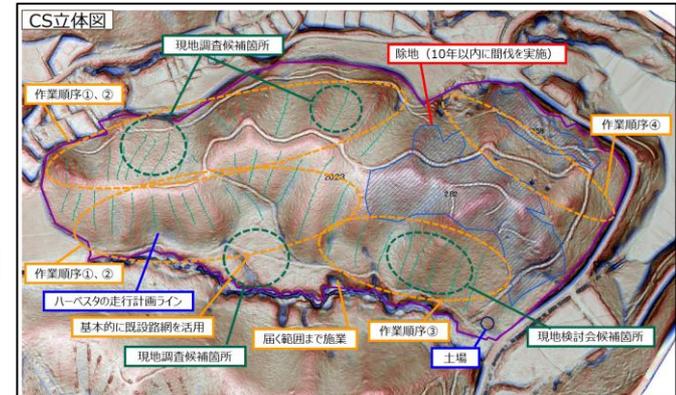
P 事前計画の検討 (GISを使用)

➤ ドローン計測で得た精緻なデータと現地踏査を基に、事前に詳細な作業計画を検討

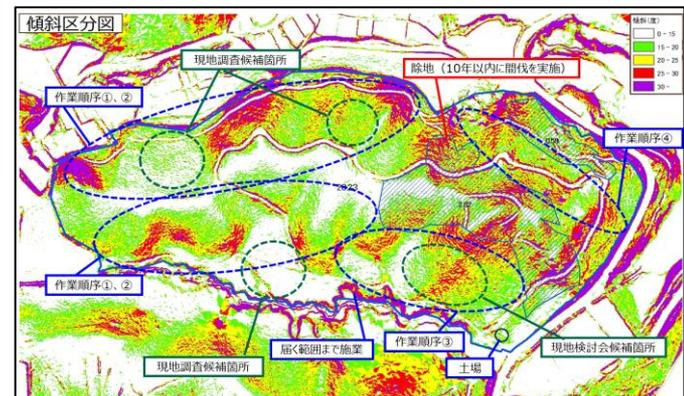
■ オルソ画像を参照



■ 微地形図を参照



■ 傾斜区分図を参照



P 事前計画の作成（従来の取り組み）

- 柴田産業においては、従来はホワイトボードで管理
 - ✓ 作業班別の年間計画（月次）
 - ✓ 作業班別の週間計画（日次）



デジタル化により、利便性の向上と情報共有を目指した

P 事前計画の作成（作業進捗管理機能を使用）

▶ 作業進捗管理機能を用いて、事前に計画情報を入力

★現場情報

現場の情報を事前に登録

伐採種	皆伐
樹種	唐松、赤松、広葉樹
面積 (ha)	16.82
材積_計画 (m3)	6,000.00
材積_実績 (m3)	1,840.00
作業期間_計画	2024/08/19~2024/11/27
作業期間_実績	2024/08/19~

★登録現場の一覧

複数の現場を登録

現場	作業中	未着手
30.67%	R6実証地 2024/08/19~2024/11/27	
4.15%	扇畑 2024/08/19~2024/09/07	
49.49%	根石84 2024/08/19~2024/09/30	
35.27%	苗代沢73 2024/09/04~2024/11/30	
0.00%	R06北上山下列 ~	

★土場

生産管理機能の土場情報と連動

現場	土場名	材積 (m3)
R6実証地	R6実証地土...	0.00

最大化 追加

★作業計画

作業ごとに着手日・完了日を事前に計画

作業名	作業期間_計画	作業期間_実績	作業時間	材積計 (m3)
プロット位置決め	2024/08/19~2024/08/19	2024/08/19~2024/08/19	4:00:00	0.00
回送	2024/08/20~2024/08/20	2024/08/20~2024/08/20	4:00:00	0.00
伐倒造材	2024/08/20~2024/11/20	2024/08/21~2024/11/04	185:00:00	0.00
回送	2024/08/22~2024/08/22	~	0:00:00	0.00
搬出	2024/08/22~2024/11/27	2024/08/30~2024/11/06	190:00:00	1,840.00
伐倒	2024/08/26~2024/11/20	2024/08/26~2024/08/27	8:00:00	0.00
作道	2024/10/07~2024/10/07	2024/10/07~2024/11/02	36:00:00	0.00

★位置情報

生産管理機能の位置情報と連動

位置情報

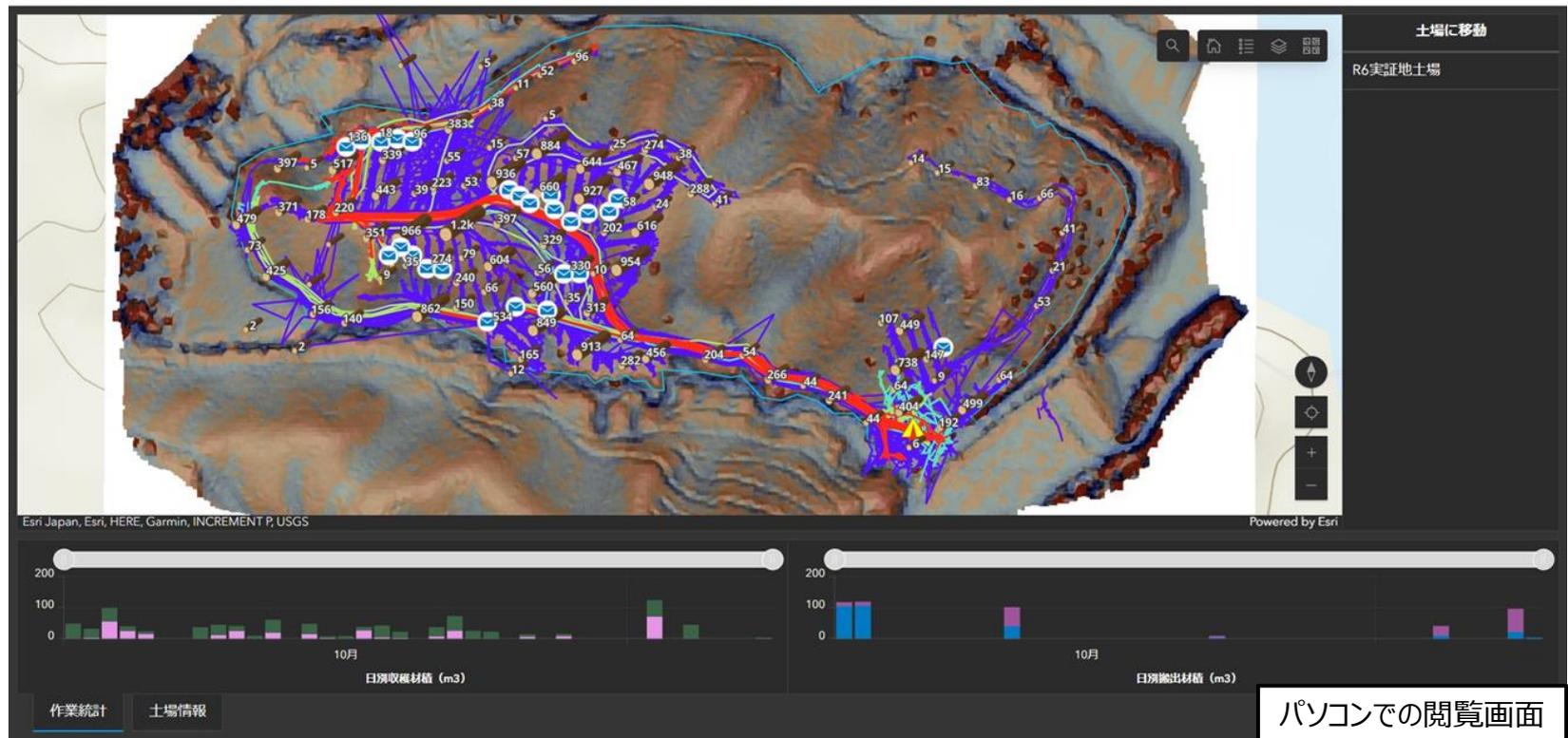


GoogleMapを開く

現場詳細URL
<https://www.arcgis.com/apps/dashboar...>

D 素材生産現場での活用（生産管理機能を使用）

- ハーベスタの走行軌跡と、玉切、集積した原木の位置情報を記録
- 当日の作業終了後に、通信電波が入る場所でクラウドシステムにアップロードし、共有
⇒フォワーダには、前日終了時点のデータが共有される
- フォワーダオペレーターは、ハーベスタの走行軌跡、原木の位置情報・数量をシステム上で確認し、効率的かつ環境に配慮しつつ集材を行う
- 集材完了後は、各原木データを消すことで、土場に原木数量が移動



D 素材生産現場での活用（生産管理機能を使用）

- ハーベスタは伐倒・造材した原木の情報を記録
- フォワーダは記録された原木の位置を確認し集材
→原木情報が土場情報へ移動
- メモ機能を活用し、オペレーターが作業時に現場状況を記録、共有



統計

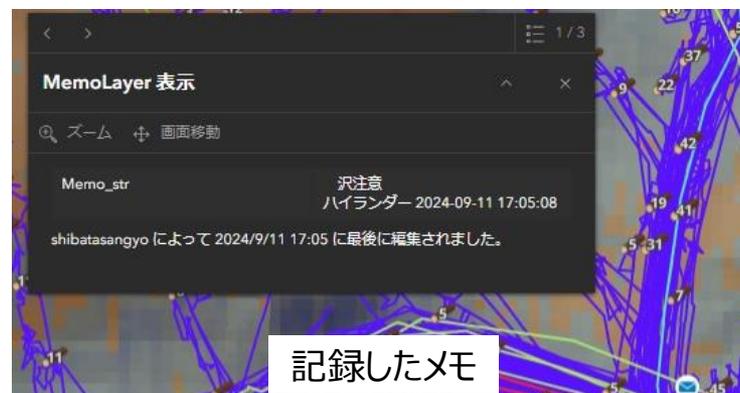
樹種	グレード	本数	合計材積	平均直径
P		5	0.226	132.0
カラマツ	3m	2	0.442	309.5
カラマツ	4m	6	1.070	251.0

造材した原木の情報



土場	樹種	グレード	本数	材積
R6実証地土場			4	0.86
R6実証地土場	P		9,716	588.30
R6実証地土場	カラマツ	2m	12	0.20
R6実証地土場	カラマツ	3m	317	61.51
R6実証地土場	カラマツ	4m	1,139	204.99
R6実証地土場	バルブ		2,303	153.92
R6実証地土場	ミックス		2,409	135.95

集材された原木を記録した土場情報



D 作業の進捗を管理（作業進捗管理機能を使用）

現場 + 追加

現場詳細

作業中

- 30.67% R6実証地 2024/08/19~2024/11/27
- 4.15% 扇畑 2024/08/19~2024/09/07
- 49.49% 根石84 2024/08/19~2024/09/30
- 35.27% 苗代沢73 2024/09/04~2024/11/30
- 未着手
- 0.00% R06北上山下列

現場を選択

登録現場の一覧

現場情報

伐採種 皆伐
樹種 唐松、赤松、広葉樹
面積 (ha) 16.82
材積_計画 (m3) 6,000.00
材積_実績 (m3) 1,840.00
作業期間_計画 2024/08/19~2024/11/27
作業期間_実績 2024/08/19~

作業計画

作業名	作業期間_計画	作業期間_実績	作業量
プロット位置	2024/08/19~2024/08/19	2024/08/19~2024/08/19	4.0
回送	2024/08/20~2024/08/20	2024/08/20~2024/08/20	4.0
伐倒造材	2024/08/20~2024/11/20	2024/08/21~2024/11/04	185
回送	2024/08/22~2024/08/22	~	0.0
搬出	2024/08/22~2024/11/27	2024/08/30~2024/11/06	190
伐倒	2024/08/26~2024/11/20	2024/08/26~2024/08/27	8.0
作道	2024/10/07~2024/10/07	2024/10/07~2024/11/02	36

土場情報

現場	土場名	材積 (m3)
R6実証地	R6実証地土...	0.00

現場の位置情報
生産管理機能へのリンク

生産管理機能の土場情報と連動

現場情報

現場 > 現場詳細 > タスク Inline

作業名	進捗状況	着手日_計画	完了日_計画	着手日_実績	完了日_実績	作業時間	機械稼働時間	高積計
準備	完了	2023/08/02	2023/08/03	2023/08/03	2023/08/03	8:00:00	0:00:00	0.00
作業道 土場	未着手	2023/08/04	2023/08/10		2023/08/10	0:00:00	0:00:00	0.00

**作業計画の項目毎に作業時間・機械稼働時間・作業材積等を記録
→CSV形式で出力可能**

生産管理機能(GISデータ)の確認

D 流通の効率化（カラーマーキング機能を使用）

- フォワードによる集材時に、オペレーターが、径級による種別分けで悩む時間が減少
- 製材工場側においては、原木の径級によって製材品の挽き方を変えることが多いが、原木の売り買いが伴わない自社工場の場合は、径級の詳細までを特定する必要が無く、径級範囲のみで運用可能な場合もある。
 - ⇒ 垂直統合型の場合は、検知作業を省略可能（カラーマーキングで径級範囲を特定）
- （自社）工場における効率的な仕分けが可能⇒工場側のコストダウン



種別	径級(例)	着色
バイオマス	～16cm	無し
小	18cm～22cm	赤
中	24cm～30cm	青
大	30cm～	赤・青(2色)



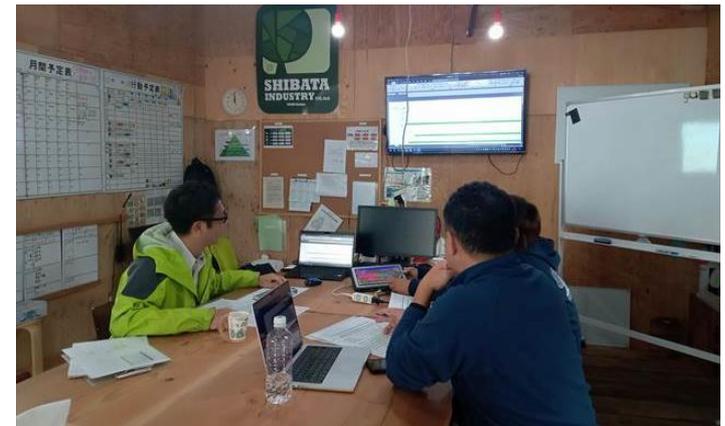
仕分の境界付近の径級は、
目視では区別がつかない

C 現場改善（作業進捗管理機能を使用）

➤ 計画と施業実績の差異を分析

- ✓ 本システムを活用することで、リアルタイムの現場状況が確認できる
- ✓ 計画との差異についての原因や生産性の確認を、作業途中で行うことが可能
- ✓ 同一現場のその後の作業や採材の改善に繋がる
（従来の素材生産は、施業が完了してから生産性を把握するのが通常）

	D	E	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF	
			7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	11	1	2	3	4	5
			月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	
作業	計画																																
	作業時間	6																	6														
	使用機械 台数	33																	33														
	機械原価(千円)	1																	1														
伐倒運材	計画																																
	作業時間																																
	使用機械 台数																																
	機械原価(千円)																																
Log4Log	計画																																
	材積	36	44	40	8.5	60																											
	材積/時																																
	時間																																
搬出	計画																																
	作業時間	2	8	6	8	8																											
	使用機械 台数	30	30	30	30	30																											
	機械原価(千円)	20	20	20	20	20																											

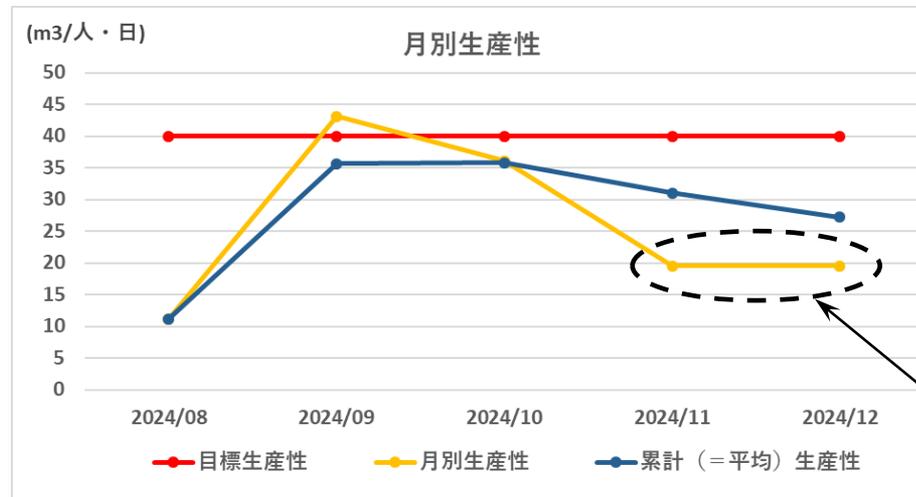


進捗確認と改善についての打合せ

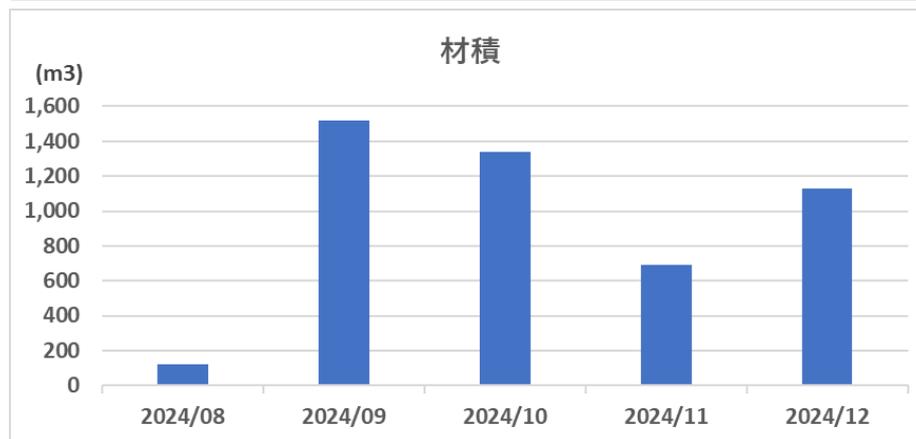
日報の振り返り

C 生産性の分析（作業進捗管理機能を使用）

- 作業進捗管理機能で記録した日報データを基に生産性を算出
- 作業終了後ではなく、作業途中で生産性の確認が可能



ハーベスタ故障・修理



P 空間情報と生産データの活用（今後の取り組み）

➤ 詳細なデータから生産性を予測 ⇒ 事前計画作成に活用

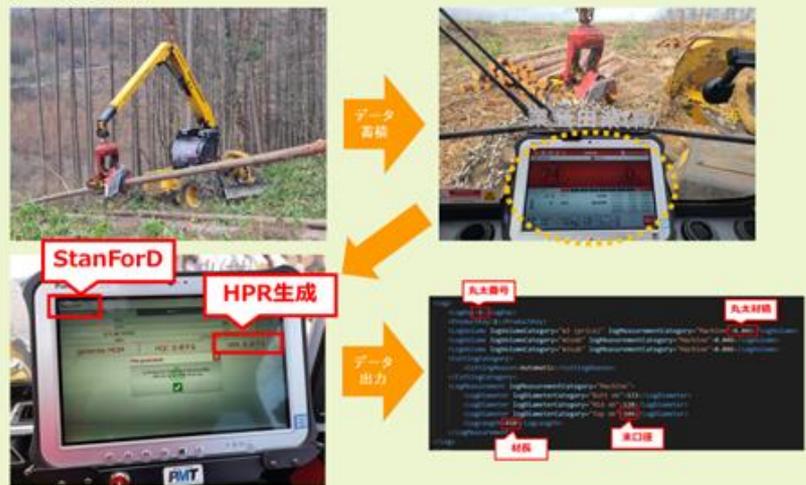
UAV/LiDARによる計測・資源量把握



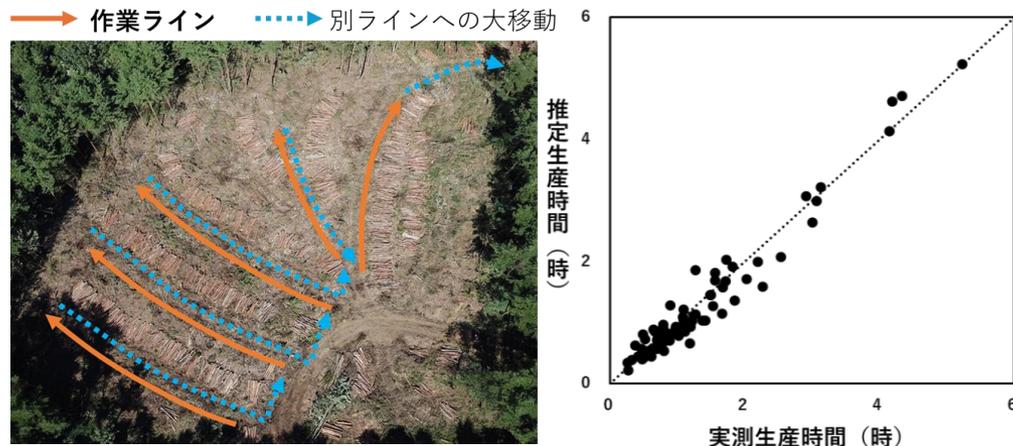
資源量・地形の正確な把握

生産管理システムによる生産記録

データの生成



条件別の生産情報



⇒ 単木幹材積・立木密度・傾斜等の各作業の生産情報から生産性に影響を与える因子を検証
高精度の生産時間予測モデルが構築可能

⇒ 林分ごとの**生産時間予測、見積もり精度の向上**

C 空間情報と生産データの活用（今後の取り組み）

➤ 取得データを走行影響の低減や幹曲線式の構築に活用

走行軌跡の管理によって
林内土壌への影響を最小化



0.0 0.5 1.0 1.5 2.0

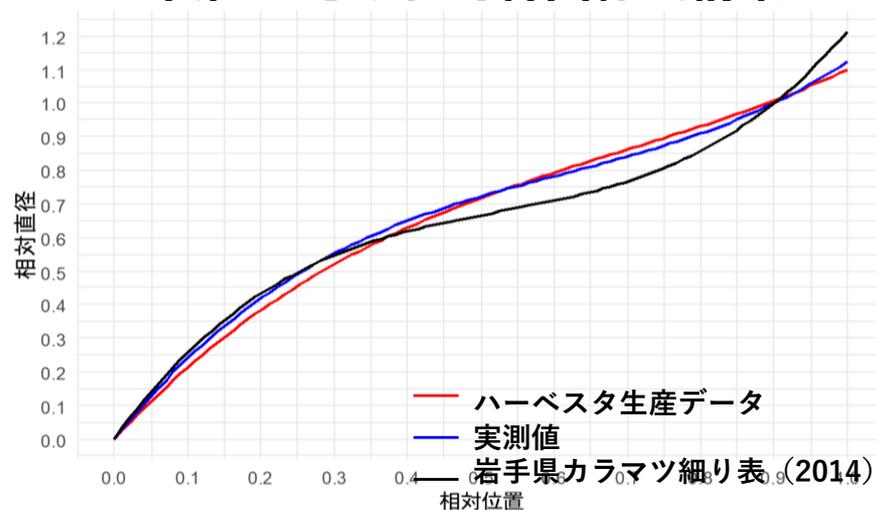


走行回数
土壌深
枝条の有無 等

林内土壌への
影響異なる



ハーベスタ造材結果から
伐区ごとの相対幹曲線式構築



造材情報を活用し比較的容易に林分ごとの
相対幹曲線式/細り表の作成が可能

搬出材積推定や地位推定への応用が期待

今後の普及について

- CTLシステムを採用する事業者への普及
 - 北東北や北海道において既にCTLシステムを採用している事業者への普及
 - CTLシステム自体の普及が必要
→高額な機械システムであるため、事業地の確保が重要
- 他の作業システムへの普及
 - (全国的に主流である) ハーベスタ・フォワーダが作業道のみ走行する作業システムについては、まず適用可能
- StanforD形式に未対応のハーベスタを使用した作業システムへの普及
 - CSV方式でのデータ出力への対応を検討
- 造林育林の機械化の普及
 - 地形条件によって、使用できる機械が異なるため、対象地域の平均的な地形条件を、事前に把握しておくことが必要

最後に

あくまでも私見ですが、
「新しい林業とは、最新の技術を用いて、当たり前前の経営を行うこと」



精度の高いデータに基づいた事前計画

在庫の最適化

リアルタイムの現場改善

進捗情報の共有による円滑な段取り



これまで林業経営の一番の課題は、データの取得と分析、共有が難しかったこと



新しい技術が手に届くようになった今こそが、DX（変革）の好機！



ご清聴ありがとうございました