

林野庁補助事業

令和4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

川下側の需要を反映した川上での効率的な素材生産及び特定母樹
「遠田2号」低密度植栽による低コスト造林での収支採算性向上の
取り組み
事業成果報告書

令和5年3月

守屋木材株式会社
宮城県林業技術総合センター
株式会社仙台木材市場
株式会社佐藤製材所
有限会社寺島木材

目 次

I 実証事業の概要

1 事業の名称	1
2 取組の背景	1
3 実証のテーマ	1
4 実証団体の構成	1
5 実証事業の内容	2～3
6 実証事業の目標	4

II 令和4年度の実施結果

1 協議会、現地検討会の開催経過	4～7
2 令和4年度の実行結果及び取組の評価と課題	8～27

III 今後の事業の展開方向

	28
--	----

I 実証事業の概要

1 事業の名称

川下側の需要を反映した川上での効率的な素材生産及び特定母樹「遠田2号」低密度植栽による低コスト造林での収支採算性向上の取り組み

2 取組の背景

今後、宮城県内に大型の木質バイオマス発電所が複数稼働予定であり、県内の素材需要量が増加する見込みである。限られた林業事業体（人員）の中で素材生産量の増加を図るには効率的な素材生産手法で安定供給体制の構築を行うことが重要であるとともに、造林未済地が拡大しないよう再造林の確実な実施が必要である。

3 実証のテーマ

川下側の需要を反映した川上での効率的な素材生産及び特定母樹「遠田2号」低密度植栽による低コスト造林での収支採算性向上の取り組み

4 実証団体の構成

代表林業経営体を守屋木材株式会社とし、木材市場として株式会社仙台木材市場、製材工場として株式会社佐藤製材所、有限会社寺島木材の4事業体と支援機関の宮城県林業技術総合センターの計5つの団体に構成される。

実施体制

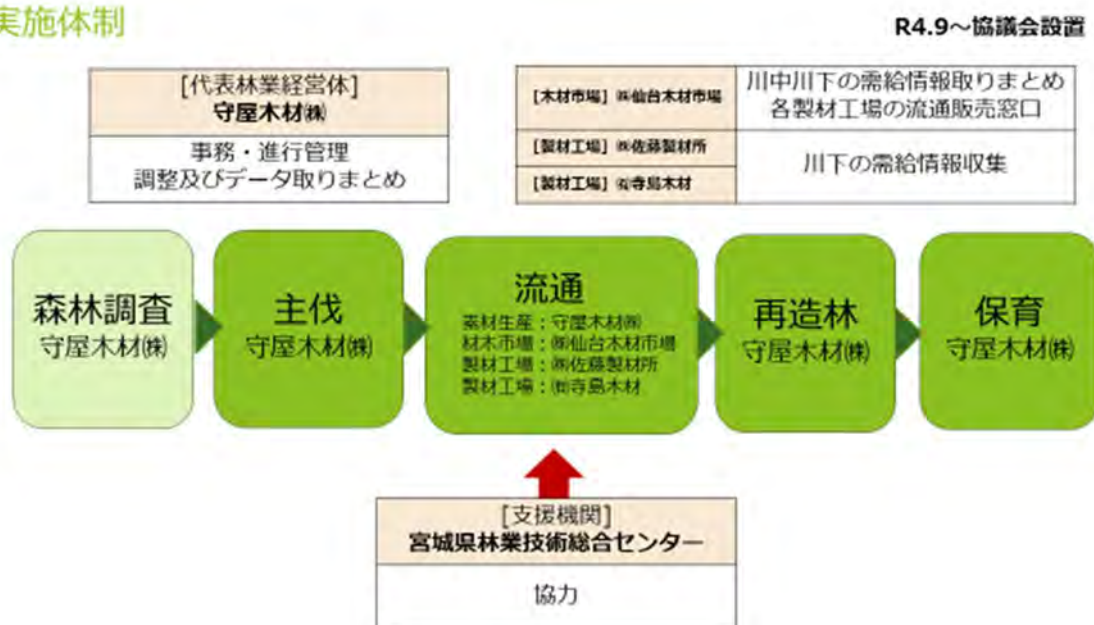


図 I -1 事業実施体制

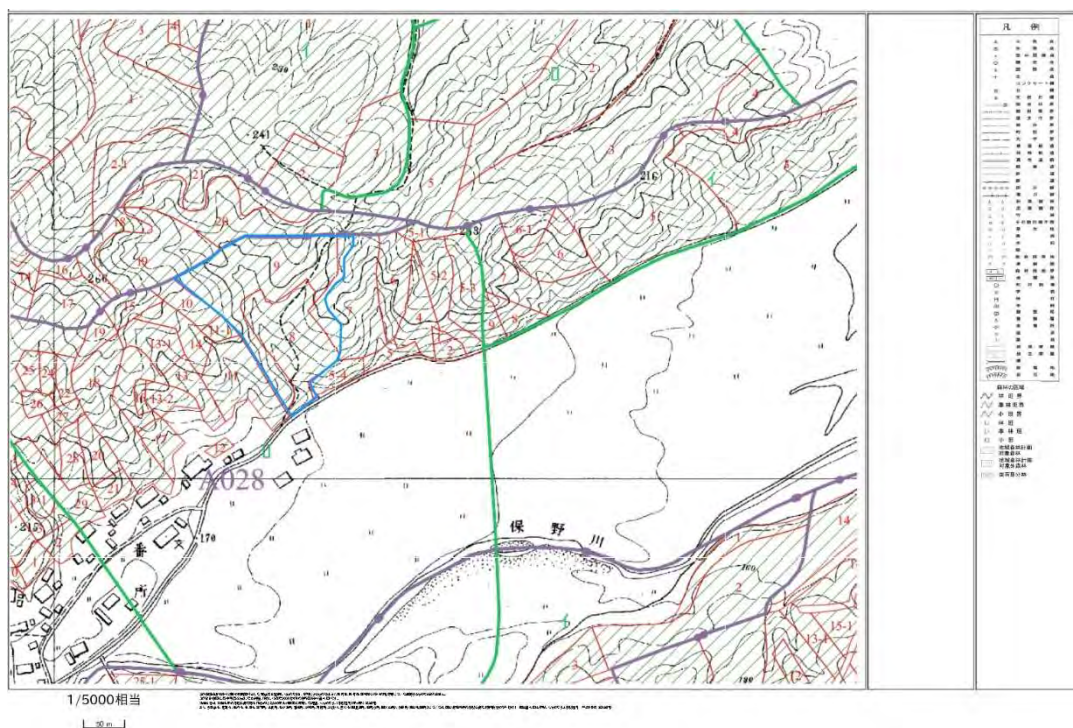
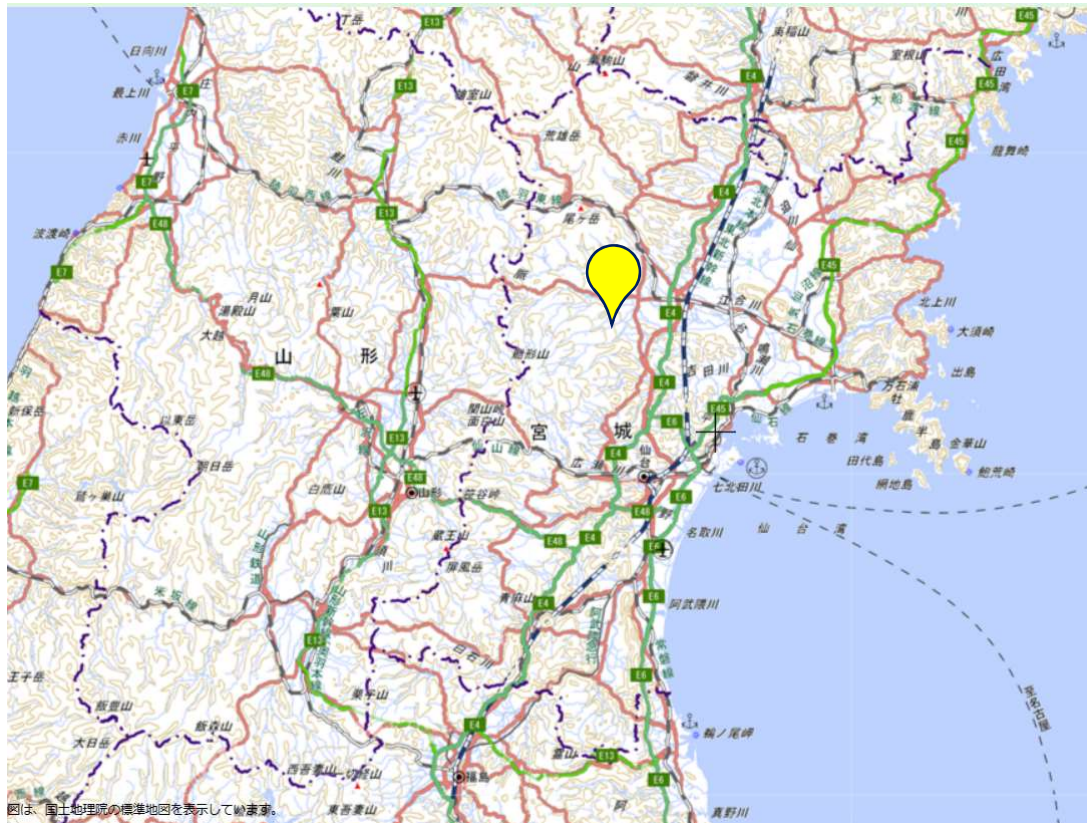
5 実証事業の内容

事業地：宮城県加美郡色麻町小栗山五輪 59-1 地内 28 林班口小班 8, 9

樹種：スギ

林齢：59～69 年生

面積：2.89ha（実測値）



【主伐】

- ・川下側の需給情報を反映した寸法で I C T ハーベスタに指示して採材
- ・素材生産のデータ管理・蓄積機能、最適採材機能（最大価格で自動採材）、カラーマーキング機能、生産制限機能（価格や需要に応じながら、指定した数量以上は生産しない機能）を搭載した I C T ハーベスタの活用
- ・検知作業は人力での検知作業と木材検収システム（写真検知）での検知作業、I C T ハーベスタによる検知作業の 3 つの方法を実施し、人力での検知作業との差を確認
- ・収益向上は製材用丸太、合板用丸太、チップ用丸太の売り上げと主伐経費について、従来方式で実施した場合の試算値と実証の結果を比較して判断

【流通】

支援機関の協力の下、素材生産者と木材需給者が需給情報を共有し、適切な木材供給を行う体制について検討（協議会を設置）

【再造林】

- ・スギ特定母樹「遠田 2 号」の植栽により、植栽本数を通常のヘクタール当たり 3,000 本を 1,500 本の植栽
- ・植栽本数を削減することにより、苗木費用を縮減

【保育】

- ・特定母樹を植栽することにより、下刈回数を 5 回刈から 3 回刈に設定し、経費削減効果を検証
- ・下刈作業も従来の全刈から坪刈に転換することにより経費削減効果を検証

	工程	令和4年						令和5年					
		7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月			
実証等	森林資源把握												
	主伐												
	販売・流通												
	再造林												
事務関連	協議会等												
	課題検証・整理												

図 I -3 工程表

6 実証事業の目標

【主伐、流通、再造林、保育】

- ・各実証内容の取り組みにより、総収支をプラス化
- ・従来の素材生産方法や再造林方法と比較し、導入による成果や課題を洗い出す

【流通】

- ・総収支のプラス化だけでなく、木材需要者と素材生産の連携によって、川下側の需要を反映した素材生産を行うことにより、工務店や最終消費者の満足度向上につなげる

【再造林】

- ・低コスト再造林による実証事例を作ることで、関係団体への情報提供(成果や課題等)を行い、今後の県内の低コスト再造林推進の一助とする

Ⅱ 令和4年度の実施結果

1 協議会、現地検討会の開催経過

協議会、現地検討会の開催概要は表Ⅱ-1の通りである。

第1回協議会では、協議会設立、規約の承認、役員の選任を行い、「宮城モデル実証事業協議会」が発足した。また、実証事業の概要・計画・スケジュールについて協議を行い、オブザーバーの助言をいただきながら、提案書の通り進めていくことを確認した。

第1回現地検討会では、協議会から事業実証状況報告を行った後、機械メーカーの日立建機日本(株)野口氏が Waratah 社 ICT ハーベスタの概要説明を行った。その後、ハーベスタによる伐倒・造材デモンストレーションを行い、現地実証の内容について意見交換が行われた。

第2回協議会では、協議会事務局より、実証概要、ICT ハーベスタの各機能の活用結果、労働生産性、検知結果（手検知、写真検知、ハーベスタ検知結果の比較）、収支、今後の予定について説明した。

なお、意見交換等の概要は表Ⅱ-2の通りである。

	開催日 場所	主な議題	参加者
第1回 協議会	令和4年 9月6日 守屋木材㈱ 応接室	協議会の設立及び事業 計画について	協議会 8 名 オブザーバー 9 名 合計 17 名
第1回 現地検討会	令和4年 10月27日 実証地 色麻町小栗山 五輪 59-1	事業進捗状況報告、現地 実証の内容について	協議会 17 名 林業機械化協会及び 有識者委員 6 名 森林管理署 5 名 宮城県 1 名 仙台市 1 名 発電事業者 5 名 素材生産者及び木材 製造業者 15 名 日立建機日本 5 名 運送業者 4 名 その他 1 名 合計 60 名
第2回 協議会	令和5年 1月26日 宮城木材文化 ホール会議室	事業実施結果中間報告 について	協議会 6 名 オブザーバー 7 名 合計 13 名

表Ⅱ-1 協議会及び現地検討会開催の概要



第1回協議会



第1回現地検討会①



第 1 回現地検討会②



第 2 回協議会

図 II-1 協議会及び現地検討会の様子

第 1 回協議会 意見交換等概要	助言・意見 ・ Waratah 社 ICT ハーベスタのレンタル機について、自分達の都合に合わせたレンタルの日程調整がしにくい。 →今回の実証事業では本機の使用頻度が非常に高い上、台数が充実しているものではないようなので、林業機械化協会で各実証団体の情報を集めて、担当者へ情報を提供するので、協議会内で共有してほしい。 ・ ICT ハーベスタの効率の良い使い方に関する情報が少ないため、勉強会を実施すべきという提案があった。 →勉強会を実施することを決定した ・ 検知作業の削減及び納品伝票削減について、合板丸太の納入伝票処理が大変なので、削減効果に期待している。
第 1 回現地検討会 意見交換等概要	質疑応答 ・ 樹皮の差し引きはどのように計算されているのか。 →現場内の伐倒木をいくつか使用して、キャリブレーションを実施する。樹皮分のデータを採取し、平均値を取り、ハーベスタにデータを取り込んでいる。 ・ 操作性はどうか。 →従来のハーベスタと比較すると、操作ボタンが多く、慣れるまで時間を要する。 ・ 今回は発電事業者も出席されているので質問する。ご覧の通り、現場には多くの枝葉が発生するが、燃料として発電施設で利用出来ないか。 →樹皮が混入するとカリウム、ナトリウムで炉の中にクリンカーが付着してしまう恐れがある。発電所の商業運転が始まり、稼働が安定した頃に経過をみながら、協力していきたい。 その他・本体価格等

第2回協議会 意見交換等概要	質疑応答 ・ 獣害は何によるものなのか。シカなのか。 →現時点では今回の地区において、シカによる被害報告は受けていない。写真中の折損被害はノネズミによるものではないか。
	助言・意見 <検知の誤差> ・ 今の数値のままで取引は難しい。ただし、今後この誤差の原因が明らかになり、誤差が縮まれば実用の可能性も秘めており、期待出来る。 <バリューバッキング機能を活用する際の品質問題> ・ バリューバッキング機能により、機械が伐倒木の長さ及び直径から、造材提案をしてくれるのだが、曲がりや欠点等の品質については、オペレーターが見極めなければいけない。今回は製材所側としては、A B材を区別して、A材のみ持ってきていただきたい。 <収支> ・ 伐倒経費が高く見受けられる。 ・ 収支は提案書様式で作成して比較すること。 <検知手法> ・ 従来式の手検知による末口二乗法から ICT ハーベスタ検知に替える場合、J A S 規格等、法的に問題が無いか確認するべきである。 <来年度以降の事業計画> ・ ICT ハーベスタの検知等について、産地による違いを試したい。 ・ 広葉樹（早生樹等）を試したい

表Ⅱ-2 協議会・現地検討会意見交換等の概要

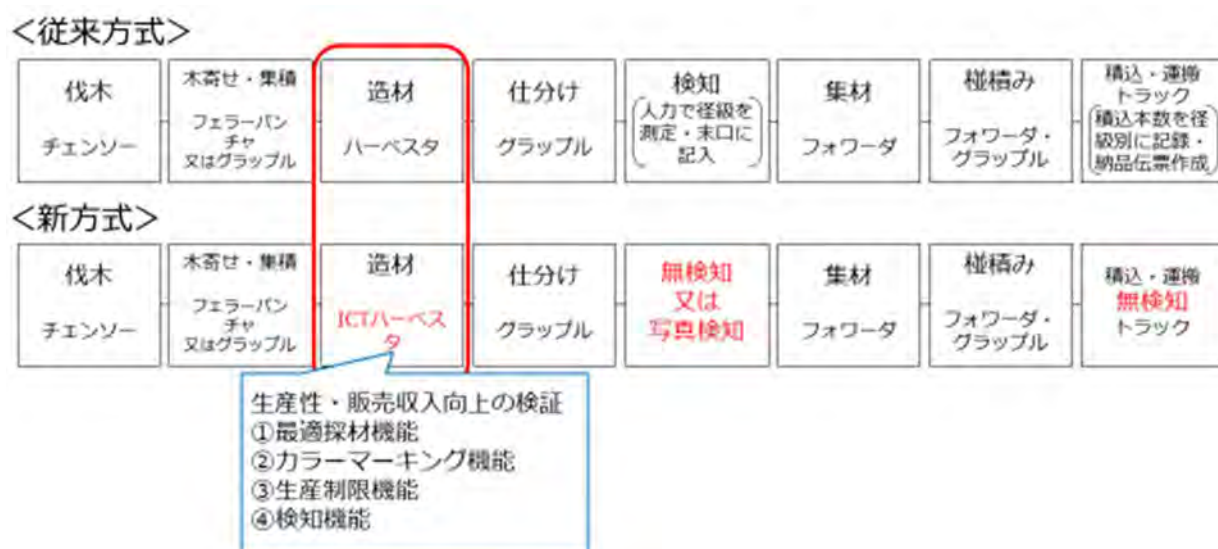
2 令和4年度の実行結果及び取組の評価と課題

【主伐】

導入技術：ICTハーベスタ Waratah 社 H414（フィンランド製、レンタル）1台
日立建機日本㈱ZX135US-6 0.5m³ 級に搭載

事業計画：

- ・川下側の需給情報を反映した寸法でICTハーベスタに指示して採材
 - ・素材生産のデータ管理・蓄積機能、最適採材機能（最大価格で自動採材）、カラーマーキング機能、生産制限機能（価格や需要に応じながら、指定した数量以上は生産しない機能）を搭載したICTハーベスタの活用
- 取り組みのイメージは図Ⅱ-2の通りである。



図Ⅱ-2【主伐】取り組みのイメージ

(1) 実証方法

①最適採材機能の活用

造材指示事項：協議会会員内で協議を行い、決定した。

指示データ作成は日立建機日本㈱で行った。

オペレーター：機械操作や丸太品質の見分けに慣れた(有)鎌田林業土木のオペレーター1名が専属で行った。

造材指示の変更：守屋木材㈱の今泉または畠山が実施した。

樹種	用途	長さ m	伸び寸 含めた 長さm	径級	品質	カラー マーキング 青・赤・ 青赤・無	単価 円/m3	数量 (上限値)	行先	主な製品 (製材後の寸法もわかれれば記 載)	備考
スギ	チップ	2	2	8～60	C	無	5,000		守屋木材㈱大衛工場	製紙用チップ、燃料用チップ (FIT材)	
スギ	合板	2	2.05	16	B	赤又は無	9,000		石巻	針葉樹構造用合板	
スギ	合板	2	2.05	18～54	B	赤又は無	13,500		石巻	針葉樹構造用合板	
スギ	合板	4	4.1	16	B	赤又は無	9,500		石巻	針葉樹構造用合板	
スギ	合板	4	4.1	18～54	B	赤又は無	15,000		石巻	針葉樹構造用合板	
スギ	薪	2	2.1	6～10	B	青赤	7,000	2m3	(有)寺島木材	薪	節ありOK
スギ	製材	4	4.1	11～14	A	青	12,000	制限無し	㈱佐藤製材所	母屋	
スギ	製材	4	4.1	16～20	A	青	13,000	制限無し	㈱佐藤製材所	桁	
スギ	製材	4	4.1	22～30	A	青	15,500	制限無し	㈱佐藤製材所	垂木、筋違、梁、下地	Waratah社区分 品質A：直 品質B：小曲 品質C：曲 品質D：チップ
スギ	製材	4	4.1	32～50	A	青	15,000	制限無し	㈱佐藤製材所	垂木、筋違、梁、下地	
スギ	製材	4	4.1	11	A	無	7,000	3m3(60本)	守屋木材㈱大衛工場	円柱加工材	
スギ	製材	4	4.1	9～12	A	赤	8,000		(有)寺島木材	バタ角、巾木、ピン角、杭	
スギ	製材	4	4.1	12～20	A	赤	15,000		(有)寺島木材		
スギ	製材	4	4.1	20～30	A	赤	15,000		(有)寺島木材	羽目板	
スギ	製材	4	4.1	30～40	A	赤	15,000		(有)寺島木材		
スギ	製材	4	4.1	40～50	A	赤	20,000		(有)寺島木材		上 芯・目が読んでいるもの
スギ	製材	4	4.1	40～50	A	赤	13,000		(有)寺島木材		並
スギ	製材	4	4.1	50～60	A	赤	20,000		(有)寺島木材		上 芯・目が読んでいるもの
スギ	製材	4	4.1	50～60	A	赤	13,000		(有)寺島木材		並
スギ	敷丸太	3.7	3.7	6～20	D	無	10,000		現場内消費	作業道に敷設	

※敷丸太は泥濘対策で作業道や土場に敷設するため、競合する薪やチップ丸太よりも高い価格で設定し、主伐作業序盤で優先的に造材した。

表Ⅱ-3 造材指示事項

②カラーマーキング機能の活用

表Ⅱ-3 の造材指示事項で実施した。

③生産制限機能の活用

表Ⅱ-3 の造材指示事項の通り、寺島木材向け薪を 2m3 分生産するように設定して実施した。

④素材生産のデータ管理・蓄積機能の活用

表Ⅱ-3 の造材指示事項によって造材した検知情報を Excel 版で出力して生産実績の管理を行った。

(2) 実行結果及び取組の評価と課題

①最適採材機能の活用

保安林であったため、土場開設面積等の制限や土質の悪さや地形条件から土場を十分に確保出来ず、想定していた品目全てを造材することが出来なかった。

細い丸太まで造材することが可能なので、末木まで有効利用出来るため、丸太 1 本あたりの売り上げ向上に繋がる。

今回は普段から機械操作に慣れている熟練のオペレーターが造材したが、ハーベスタが造材プランを提案するので、オペレーターの経験が浅い場合、効果を発揮する。ただし、曲がりやキズ等の欠点の判断に時間がかかるため作業時間が増える懸念がある。更に、判断ミスにより不適格材の生産量が増える可能性が高くなるので、土場での仕分けコストが高くなる可能性が高い。

②カラーマーキング機能の活用

特に見分けのつきにくい製材丸太（杭用）と薪の細丸太の仕分けに有効であった。

小運搬するフォワーダやはい積みするグラップルのオペレーターが未熟である程、仕分けコスト削減に繋がる。

カラーマーキング使用の様子は図Ⅱ-3の通り。



図Ⅱ-3 カラーマーキングされた丸太

③生産制限機能の活用

設定数量 2m³ に対し、ハーベスタ上の実績は 2.010m³、119 本であった。

手検知を行ったところ、1.595m³、124 本であった。

④素材生産のデータ管理・蓄積機能の活用

累計実績（伐倒立木本数、材積）を ilogger 画面上で確認出来るため、毎日の生産実績管理に活用した。画面上で確認するだけでなく、USB で Excel 又は PDF 版でデータ取り込みが出来るので、今回は Excel 版をデータ出力した。

出力画面は図Ⅱ-4の通りである。

丸太材リスト		2022-11-12 08:08			
伐採地		Moriya Wood VB			
	ブロック番号	概定の場所			
	始動開始	2022-10-12 13:25			
営業マン					
ユーザー					
木の幹		長さ	先端の直径	中央の直径	体積[dl]
1	杉	1548	176	—	
	Ishinomaki B	413	281	—	2704
	Moriya C	203	263	—	1152
	Sato A	313	239	—	1200
	Ishinomaki B	206	219	—	648
	Ishinomaki B	413	176	—	784

図Ⅱ-4Excel 版検知結果出力ファイル

⑤①～④を総括した労働生産性

実際の取引数量となる納品伝票の数量とチップ材重量による換算を合計した材積 1544.653m³ の場合、全作業日数で労働生産性を算出すると、7.7m³/人日となった。

主伐作業と再生林作業を分けて労働生産性を算出すると、主伐作業は 11.1m³/人日 となり、昨年度実績平均 7.9m³/人日 と比較すると、約 1.4 倍 となり、生産性が向上した。生産実績の詳細は表Ⅱ-4 の通りである。

作業区分	番号	日付	材積 m3	立木本数	人数	生産量 m3/人日	備考1	備考2
再造林	1	9/5	0	0	4	0	先行地拵え	
再造林	2	9/6	0	0	4	0	先行地拵え	
再造林	3	9/7	0	0	7	0	先行地拵え	
再造林	4	9/8	0	0	4	0	先行地拵え	
主伐	5	10/4	0	0	3	0	伐開・土場設置	
主伐	6	10/5	0	0	4	0	伐開・土場設置	
主伐	7	10/6	0	0	3	0	伐開・土場設置	
主伐	8	10/7	0	0	3	0	伐開・土場設置	
主伐	9	10/8	0	0	3	0	伐開・土場設置	
主伐	10	10/11	0	0	2	0	伐開・土場設置・ハーベスタ着	
主伐	11	10/12	3.543	9	4	0.886	納入指導・造材開始	
主伐	12	10/13	28.657	41	4	7.164	AM納入指導	
主伐	13	10/14	33.774	41	4.5	7.505		
主伐	14	10/15	23.889	29	4	5.972		
主伐	15	10/16	40.716	68	1	40.716		
主伐	16	10/17	29.207	65	5	5.841		
主伐	17	10/18	30.766	80	5	6.153		
主伐	18	10/19	75.483	98	4	18.871		
主伐	19	10/20	58.546	64	4	14.637	AMカッター不具合・修理	
主伐	20	10/21	59.41	81	4	14.853	AMカッター不具合・修理	
主伐	21	10/22	60.598	107	3	20.199		
主伐	22	10/24	62.913	95	4	15.728		
主伐	23	10/25	1.196	2	4.5	0.266	AMスプレ詰まり・修理	
主伐	24	10/26	37.854	70	4	9.464	現地検討会準備	
主伐	25	10/27	0.858	6	3.5	0.245	現地検討会	
主伐	26	10/28	71.495	150	4	17.874		
主伐	27	10/29	67.362	97	4	16.841		
主伐	28	10/30	57.688	73	2	28.844		
主伐	29	10/31	30.01	58	5	6.002		
主伐	30	11/1	56.171	97	5	11.234		
主伐	31	11/2	40.961	91	5	8.192		
主伐	32	11/3	49.146	108	5	9.829		
主伐	33	11/4	45.455	106	5	9.091		
主伐	34	11/5	60.874	104	3	20.291		
主伐	35	11/6	44.059	114	2	22.03		
主伐	36	11/7	38.839	104	4	9.71		
主伐	37	11/8	34.043	62	4	8.511		
主伐	38	11/9	0	0	3	0		
主伐・再	39	11/10	36.117	68	4	9.029	造材1・集材1・小運搬1・地拵1	主3再1
主伐・再	40	11/11	128.122	210	4	32.031	造材1・集材1・小運搬1・地拵1	主3再1
主伐・再	41	11/12	0	0	3	0	小運搬1・集材0.5・地拵1.5	主1.5再1.5
主伐・再	42	11/14	0	0	3	0	小運搬1・地拵え2	主1・再2
主伐・再	43	11/15	0	0	4	0	小運搬1・地拵3	主1・再3
主伐・再	44	11/16	0	0	7	0	小運搬1・地拵2・植栽4	主1・再6
主伐・再	45	11/17	0	0	8	0	小運搬0.5・地拵え2・植栽5.5	主0.5・再7.5
主伐・再	46	11/18	0	0	8	0	小運搬0.5・地拵え2・植栽5.5	主0.5・再7.5
再造林	47	11/19	0	0	2	0	植栽2	再2
再造林	48	11/22	0	0	5	0	植栽5	再5
再造林	49	11/23	0	0	5	0	植栽4・片付け1	再5
日数	49	m3計	1,307.75	2,298	199.5	378.0	主伐139人、再造林60.5人	

表Ⅱ-4 現場稼働実績（材積と立木本数はハーベスタの数量）

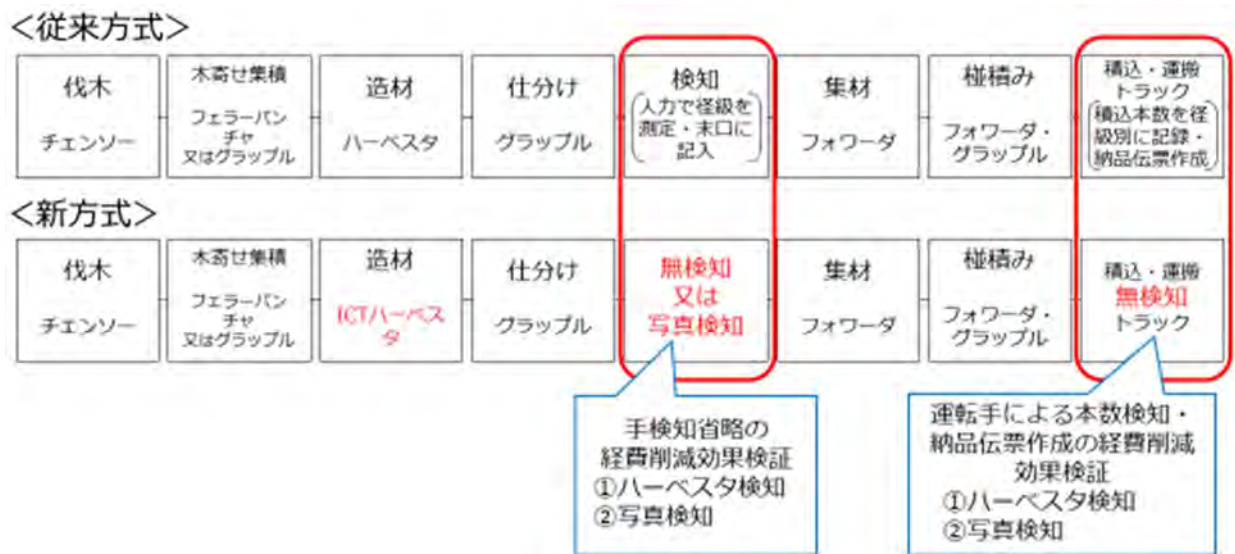
【主伐】【流通】

導入技術①ICT ハーベスタ Waratah 社 H414（フィンランド製、レンタル）1 台
日立建機日本㈱ZX135US-6 0.5m³ 級に搭載

②木材検収システム ㈱ジッタ （写真検収システム、購入）1 件
アンドロイドタブレットに搭載

事業計画：人力での検知作業と木材検収システム（写真検知）での検知作業、
ICTハーベスタによる検知作業の3つの方法を実施し、人力での
検知作業との差を確認

取り組みのイメージは図Ⅱ-5 の通り。



図Ⅱ-5 【主伐】【流通】取り組みのイメージ

（１）調査方法

①検知機能の検証（手検知、ハーベスタ検知、写真検知の比較）

手検知：末口二乗法、径級 14 cm未満 1 cm括約、14 cm以上 2 cm括約

・径級の木口への書き込みは木材チョーク

（主に白、青、水色、蛍光ピンク、蛍光イエロー）で実施

・コスト削減効果を検証するため、ストップウォッチを使用して手検知に要する時間を記録した。丸太の太さを測定するところから、野帳にデータを記載するところまでの合計時間を検知時間とした。

・チップ丸太の検知はトラックスケールで重量測定後、係数 0.85 をかけて算出した（守屋木材㈱大衡工場で実施）。

ハーベスタ検知：末口二乗法、樹皮分として 14 cm 未満-1 cm、14 cm 以上
-2 cm 差し引いた直径で計算

- ・ 伐倒の切り口から 1～1.5m のドンコロ（伐倒面～根張りの部分）はハーベスタ検知に含まれない。

写真検知：(株)ジツタ 木材検収システム

アンドロイドタブレット端末 1 台にセットして使用

- ・ 写真撮影により丸太木口を認識させ、基準径級を入力し、材積を 1 本ずつ末口二乗法で算出する設定（以降単木認識方式とする）で解析を行った。
- ・ 基準径級はメーカー指示の通り、はい積みの中で最も太いクラスのものを手で測定し、入力した。
- ・ 長さは取引規格に合わせて設定した。
（伸び寸を入れない寸法）
- ・ チップ丸太にはドンコロが含まれていることから、造材後の丸太の長さが 1～2m と幅があった。このため、写真撮影～丸太木口認識後、外周から面積を出し、長さで係数をかけるという、層積計算方式で数量を算出した。
- ・ 土場スペースに制限があり、手検知済みの極と未検知の丸太を完全に区別出来なかったため、木材チョークの色で区別して、チップ丸太を除く全ての丸太の検知を行った。
- ・ 製材丸太と合板丸太は現場内で検知を実施した。
- ・ チップ丸太はドンコロが含まれているなど形状の悪い丸太が多いため、現場では揃えて極積み出来なかった。このため、検知は主に守屋木材(株)大衡工場で行った。
- ・ コスト削減効果を検証するため、ストップウォッチを使用して写真検知に要する時間を記録した。基準径級を手で測定し、カメラで写真を撮影し、単木認識を行い、基準径級を入力し、丸太 1 本ずつの径級及び材積の認識を行った後に、認識されていない丸太の追加や明らかに太さを誤認しているものの修正等を行い、システム内の納品伝票の発行までの合計時間を検知時間とした。納品伝票のイメージは 20 ページ図 II-8 の通り。
- ・ 検知の様子及び操作画面は 19～20 ページ図 II-7 の通り。

※運転手による：手検知で木口に記載した径級あたりの本数を運転手がトラック 1 台毎に記録し、材積を計算した、従来の取引方式でいう納品伝票の数量にあたるもの。参考に記載する。

(2) 実行結果及び取組の評価と課題

(1) の調査方法によるハーベスタ検知及び写真検知について、従来式手法である手検知を正確なものであるとして、精度と検知時間の比較結果を以下に示す。

(2) - 1. 手検知との比較によるハーベスタ検知結果

手検知 (チップのみ重量×係数)			ICTハーベスタ検知				本数差	材積差
内訳	本	m3	本	m3	本数比率	材積比率		
チップ	-	313.601	3,388	129.828	-	41.4%	-	-183.8
合板	5,038	922.083	4,961	836.091	98.5%	90.7%	-77	-86.0
(株)佐藤製材所	887	217.844	1,089	261.605	122.8%	120.1%	202	43.8
(有)寺島木材	744	74.014	759	72.564	102.0%	98.0%	15	-1.5
(有)寺島木材 薪	124	1.595	119	2.010	96.0%	126.0%	-5	0.4
合計	6,793	1,529.137	10,316	1,302.098	151.9%	85.2%	-	-
(合板製材計)	6,793	1,215.536	6,928	1,172.270	102.0%	96.4%	135	-43.3

※本数比率は手検知の本数を 100%として、各調査方法の本数を%で表したもの

※材積比率は手検知の材積を 100%として、各調査方法の材積を%で表したもの

表Ⅱ-5 手検知とハーベスタ検知比較表

(2) - 1 参考 運転手による本数検知との比較によるハーベスタ検知結果
手検知により木口に記載した径級あたりの本数を運転手がトラック 1 台毎に記録し、材積を計算したもので、従来の納品伝票の数量となるもの

運転手による本数検知 (チップのみ重量×係数)						
内訳	本	m3	本	m3	本数比率	材積比率
作業道用敷丸太			110	5.652		
チップ		313.601	3,388	129.828		41.4%
合板	5,194	943.363	4,961	836.091	95.5%	88.6%
(株)佐藤製材所	880	219.374	1,089	261.605	123.8%	119.3%
(有)寺島木材	712	66.720	759	72.564	106.6%	108.8%
(有)寺島木材 薪	124	1.595	119	2.010	96.0%	126.0%
合計	6,910	1,544.653	10,426	1,307.750	150.9%	84.7%
(合板製材計)	6,910	1,231.052	6,928	1,172.270	100.3%	95.2%

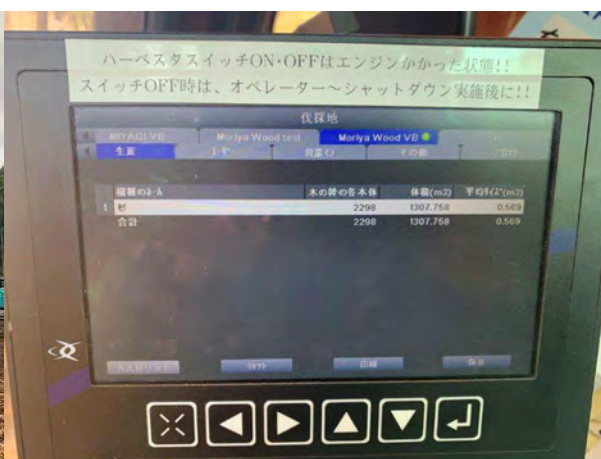
※本数比率は手検知の本数を 100%として、各調査方法の本数を%で表したもの

※材積比率は手検知の材積を 100%として、各調査方法の材積を%で表したもの

表Ⅱ-6 運転手による本数検知とハーベスタ検知比較表



Waratah 社 ICT ハーベスタ全景



iLogger 検知実績画面



ハーベスタヘッド



造材作業の様子

図 II-6 ICT ハーベスタ全景及び検知実績画面

○手検知とハーベスタ検知の比較

・チップ丸太

チップ丸太の数量 129.828m³ はハーベスタ検知が樹皮分を差し引いた上で、材長 2m 設定で算出された数値である。トラック毎の台貫検知による結果と数値の開きが大きかったため、直径及び材長ともに実寸で算出したところ、176.749m³ となり、樹皮を差し引いた数量よりも 46.921m³ 多くなった。(実寸を 100% とすると比率 73.5%) このため、ハーベスタ検知の際の設定では、樹皮分を差し引かず、直径及び材長を実寸で算出するのが望ましい。

ただし、再生林を見越して林地残材を最大限に利用するためドンコロも搬出する場合、伐倒の切り口から 1~1.5m のドンコロ部分はハーベスタ検知に含まれないので、数量の把握には写真検知等、他の手法での検知が必要である。

・合板丸太及び製材丸太

手検知を正確であるとみなし 100%とした本数比率に着目すると、合板丸太では-1.5%の誤差となった。佐藤製材所向け製材丸太では+22.8%、寺島木材向けで-12.6%となり、製材丸太で誤差が大きかった。材積比率に着目すると、合板丸太では-9.3%、佐藤製材所向け製材丸太で+20.1%、寺島木材向けで-4%の誤差となった。このため、売り方、買い方の取引の許容範囲を超える誤差が発生した。

佐藤製材所向け製材丸太の本数及び材積の増加、合板丸太の本数及び材積の減少については、造材後に品質が悪いことに気づき、製材丸太から合板丸太へと納入先を変更するケースが度々あったため、数量の誤差に繋がっていると考えられる。また、合板のボタンを押すべきところ、誤って製材のボタンを押してしまうミスも見受けられ、取り消しが出来ないために、合板丸太でもハーベスタ上は製材丸太で記録されるといったトラブルも原因の一つであると考えられる。

もう一つの誤差の原因としては、伐倒後の全幹材を集積した山からハーベスタで掴む際、また、ハーベスタのソーバーを下ろす際、重みと枝条の絡みで造材中に滑り落してしまい、改めて掴み直しては造材するという作業を行っていたので、本数が多くカウントされていることが考えられる。この全幹材の滑り落しは、本機の丸太を掴む爪の形状及びローラ回転部分の特徴や操作方法に慣れていなかったことも原因である。

納入先毎の誤差を見ると大きな数値となったが、合板丸太と佐藤製材所向け製材丸太の両者を合計して比較すると、本数で+2%、材積で-3.7%となった。造材後の納入先の変更を少なくする、また、本機に対応した径級の事業地を選定する、伐倒後の枝葉を含む全幹材はハーベスタが掴みやすいよう、きれいに揃えて集積しない等により、取引における誤差の許容範囲内に収められる可能性が高いと考えられる。

寺島木材向け製材丸太では、末木を含む小径木の割合が高かったことが、手検知に比べてハーベスタ検知数量が少なくなったことに関係している可能性が考えられるものの、原因を推定出来なかった。

○運転手による本数検知とハーベスタ検知の比較

本数は手検知よりも運転手による本数検知の方がハーベスタ検知に近い数量だった。

(2) - 2. 手検知との比較による写真検知結果

手検知 (チップのみ重量×係数)			写真検知 (修正時間込み)				本数差	材積差
内訳	本数	材積	本数	材積	本数比率	材積比率		
チップ	—	313.650	4,344	321.572	—	102.5%	-	7.9
合板	5,038	922.083	5,040	893.543	100.0%	96.9%	2	-28.5
(株)佐藤製材所	887	217.844	885	210.428	99.8%	96.6%	-2	-7.4
(有)寺島木材	868	75.609	868	76.581	100.0%	101.3%	0	1.0
合計	6,793	1,529.186	11,137	1,502.124	100.0%	98.2%	-	-
(合板製材計)	6,793	1,215.536	6,793	1,180.552	100.0%	97.1%	0	-35.0

※本数比率は手検知の本数を 100%として、各調査方法の本数を%で表したもの

※材積比率は手検知の材積を 100%として、各調査方法の材積を%で表したもの

表Ⅱ-7 手検知と写真検知比較表



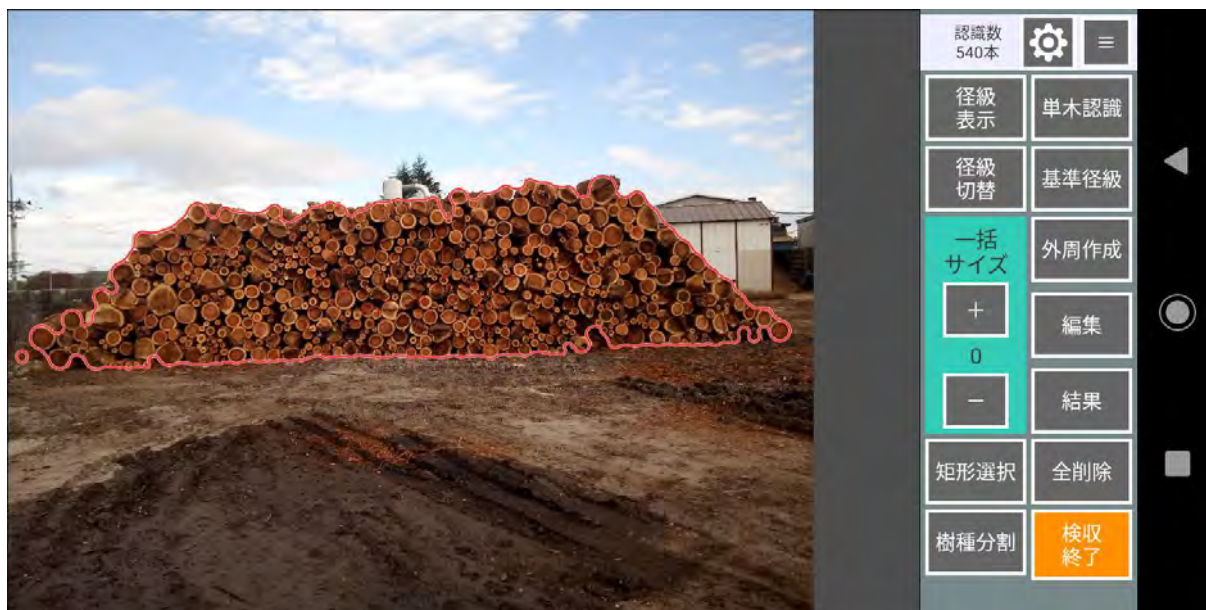
手検知作業



写真検知作業



木材検収システム操作中画面① 単木認識方式 単木認識及び径級読込



木材検収システム操作中画面② 層積計算方式 単木認識及び外周作成
図Ⅱ-7 写真検知の様子及び操作中画面

納 品 書									
				納品日 (積込日)		令和 4年11月 9日 令和 4年11月 9日			
納品先		前寺島木材							
出材者		守屋木材株式会社							
現場名		令和4年度経営モデル実証事業_小栗山							
積込土場		山土場							

径(cm)	1014薪 (スギ)								備考
	2.0								
	本数	材積計	本数	材積計	本数	材積計	本数	材積計	
6	43	0.301							
7	27	0.270							
8	23	0.299							
9	16	0.256							
10	5	0.100							
11	5	0.120							
12	1	0.029							
13	1	0.034							
14	2	0.078							
16	1	0.051							
18									
20									
22									
24									
26									
28									
30									
32									
34									
36									
38									
40									
42									
44									
46									
48									
50									
52									
54									
56									
58									
60									
本数/材積計	124	1.538	0	0.000	0	0.000	0	0.000	
			合計本数	124	合計材積		1.538		

積載トラック区分・車番		運転手サイン	納品先受領印
10トン			
事業者名	守屋木材株式会社		
担当者名	畠山耕太		

図Ⅱ-8 納品伝票の出力イメージ

○手検知と写真検知の比較

・チップ丸太

低質材のため曲がりが多い上、ドンコロが混じるために末口や木口を揃えて桎積みすることが出来ない。また、ドンコロの長さが一律では無いので、材長設定がしにくかった。このため、山土場の材積確認やチップ工場での棚卸し作業等大まかな材積の把握にのみ活用出来る。

今回は平均して材長 1.5m、空隙率 0.75、層積計算方式で算出し、321.572m³となった。トラックスケールの台貫検知で正味重量 $t \times \text{係数 } 0.85$ で算出した 313.650m³ と比較すると+2.5%となり、大まかな材積の把握に利用可能な数量であった。本数は 4,344 本となっているが、外周から材積を算出する方法であるため、認識されていない丸太は明らかにわかるもの以外、ほとんど修正しなかった。このため、実際の本数より少ないと考えられる。

コスト削減という観点では、トラックスケールでの台貫検知の方が速いが、数量によっては、現場で桎積みの寸法（縦×横×高さ×係数）を測定するよりも正確で速いと考えられる。

・合板丸太及び製材丸太

手検知を正確であるとみなし 100%とした本数比率に着目すると、合板丸太では-3.1%の誤差となった。佐藤製材所向け製材丸太では-3.4%、寺島木材向けで+1.3%となり、大きな誤差は出なかった。材積比率に着目すると、合板丸太では-3.1%、佐藤製材所向け製材丸太で-3.4%、寺島木材向けで+1.3%の誤差となった。このような結果となった理由として、修正に時間を要したことが挙げられる。桎積みが大きいものが多いために、認識出来ない丸太が多く、認識されていない丸太の修正作業を行う頻度が高かったためであることが考えられる。次に、確保出来る山土場のスペースが少なかったことから、検知済みの桎と未検知の桎を分けることが出来ず、木材チョークによる色分けで区別して、写真検知を行うことが度々あったため、カメラで撮影した後、修正作業を行ったためである。

コスト削減の観点では、修正に時間を取り過ぎてしまったために、今回は想定していたより削減効果が少なかった。

全てフォワーダ上で検知する（この場合、合板、製材、チップを 1 台毎に区別しなくてはならない）、桎積みを細かく区切って検知済みと未検知の桎を明確に分けて検知する等、現場条件を満たせるところであれば、よりコスト削減効果が見込めると考えられる。

使用してわかった課題は、現場（山土場）の地形条件や桎積みするオペレーターの技量（木口を凸凹少なく揃えられるか）によって、誤差が大きく変わるため、写真の撮り方を統一しなくてはならないことである。

また、売り方・買い方双方が納得出来る撮影方法や場所について、取り決める必要がある。

(2) - 3. 手検知、ハーベスタ検知、写真検知(運転手による本数検知)の比較

	手検知			写真検知(修正時間込み)				
	秒	本数	材積	秒	本数	材積	本数比率	材積比率
合板計	34,797	5,038	922.083	24,243	5,040	893.543	100.0%	96.9%
(株)佐藤製材所計	6,360	887	217.844	4,368	885	210.428	99.8%	96.6%
(有)寺島木材計	5,637	868	75.609	2,606	868	76.581	100.0%	101.3%
チップ計	690		313.650	2,886	4,344	321.572		102.5%
チップを含めない合計	46,794	6,793	1,215.536	31,217	6,793	1,180.552	100.0%	97.1%
合計	47,484	6,793	1,529.186	34,103	11,137	1,502.124		98.2%

	ICTハーベスタ					運転手による本数検知			
	秒	本数	材積	本数比率	材積比率	本数	材積	本数比率	材積比率
合板計	0	4,961	836.091	98.5%	90.7%	5,194	943.363	103.1%	102.3%
(株)佐藤製材所計	0	1,089	261.605	122.8%	120.1%	880	219.374	99.2%	100.7%
(有)寺島木材計	0	759	72.564	87.4%	96.0%	836	68.315	96.3%	90.4%
チップ計		3,388	129.828		41.4%				
チップを含めない合計	0	6,809	1,170.260	100.2%	96.3%	6,910	1,231.052	101.7%	101.3%
合計	0	10,197	1,300.088	150.1%	85.0%				

※本数比率は手検知の本数を 100%として、各調査方法の本数を%で表したもの

※材積比率は手検知の材積を 100%として、各調査方法の材積を%で表したもの

※作業道用敷丸太は現場内消費のため、ICT ハーベスタの数値から除いている

表 II - 8 手検知、ハーベスタ検知、写真検知、運転手による本数検知比較表

○手検知、写真検知、ハーベスタ検知の比較

・チップ丸太

手検知(トラックスケールによる台貫検知)で 313.650m³、写真検知で 4,344 本、321.572m³、ハーベスタ検知で 3,388 本、129.828m³(実測計算で 176.749m³)となった。材積がハーベスタ検知で少なくなった理由は前述の通り、ハーベスタ検知にカウントされないドンコロが含まれるからであると考えられる。956 本分の本数差となり、予想伐倒立木本数÷ドンコロの本数 1,995 本程度と比較して半分程の本数となり、数量が一致しなかった。

写真検知の本数が層積計算方式であり、細かな本数修正を行わなかったことから、数量が少なく算出されていると考えられる。

○検知作業削減効果

下記の通り、検知作業の削減効果があった。

特に、計測後に丸太の末口に径級を書き込みにくい小径木で効果が高かった。

ハーベスタによる検知のみでの取引が実現した場合、運転手による本数検知や納品伝票作成の時間も削減出来ると考えられる。

・ハーベスタ検知

合板丸太：1.2 人工相当 35 円／m³ 削減

製材丸太：0.2 人工相当 27 円／m³ 削減

製材丸太（6～14 cmの小径木を含む）：0.2 人工相当 72 円／m³ 削減

合計：1.6 人工相当 36 円／m³ 削減

丸太輸送：5.7 人工相当 m³ あたり 139 円／m³ 削減（推定値）

→検知の省略により生産コスト 175 円／m³ 削減（目標 100 円）

・写真検知

合板丸太：0.8 人工相当 25 円／m³ 削減

製材丸太：0.2 人工相当 19 円／m³ 削減

製材丸太（6～14 cmの小径木を含む）：0.1 人工相当 33 円／m³ 削減

合計：1.1 人工相当 26 円／m³ 削減

丸太輸送：5.7 人工相当 m³ あたり 139 円／m³ 削減（推定値）

→手検知の省略、写真検知の活用により

生産コスト 162 円／m³ 削減（目標 100 円）

【再造林】

導入技術：スギ特定母樹「遠田2号」の植栽

植栽本数を通常のヘクタール当たり 3,000 本を 1,600 本に削減・
苗木費用を縮減

事業計画：スギ特定母樹「遠田2号」の植栽

植栽本数を通常のヘクタール当たり 3,000 本を 1,500 本に削減・
苗木費用を縮減

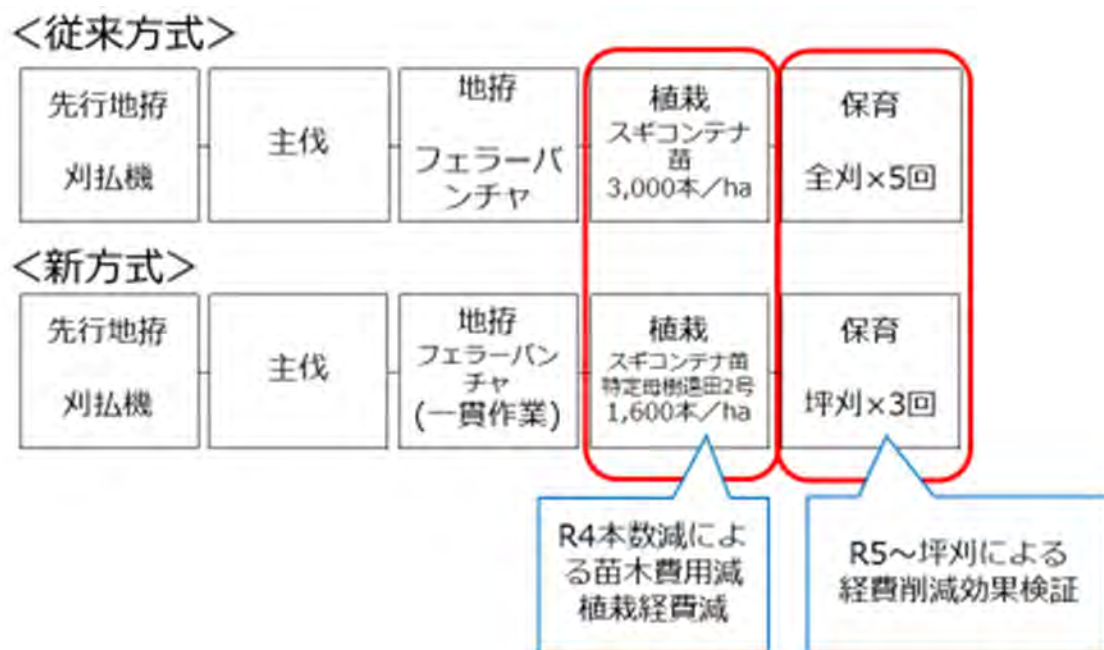


図 II-9 【再造林】取り組みのイメージ

（1）実行結果及び取組の評価と課題

本事業地の保安林施業要件による植栽本数は最低でもヘクタール当たり 1,600 本必要であったため、当初計画 1,500 本から 1,600 本へ変更して合計 4,320 本の植栽を行った。通常、前年度から苗木を確保しなくてはならないところ、事業採択後の発注になったため、遠田2号の苗木が580本分用意出来なかった。代わりに刈田1号の45cm上の大苗を使用した。

下記の通り、検知削減効果があったと推定される。

＜従来方式＞

苗木費用 8,100 本： 742 千円/ha（1本あたり 265 円コンテナ苗）

地拵え・植栽費用： 1,433 千円/ha（地拵えを含む、実績を基に算出した推定値）

＜低コスト方式＞

苗木費用 4,320 本： 396 千円/ha（1本あたり 265 円コンテナ苗）

地拵え・植栽費用： 1,258 千円/ha（地拵えを含む、実績値）

→苗木費用 346 千円/ha 削減、

再造林費用 175 千円/ha 削減 合計 521 千円/ha 削減

植栽後の12月に現場を確認したところ、コンテナ苗の引き抜き被害や根鉢が破損したもの、根元が折損したものを確認した。その多くが引き抜きと根鉢の破損被害であった。根鉢はその一部を失っているものが見られるが、現時点では上部の摂食被害は見られていない。植え直しを行ったが、見落としや再度の被害を受けている可能性があるため、雪解け後に引き続き現地確認を続け、随時補植を行っていく。

現場周辺はイノシシ被害が多く、電気柵やメッシュの柵で山林周辺がほぼ全て囲まれているところであり、今回の引き抜き被害はイノシシによる可能性が高い。折損被害については野ネズミによる被害が考えられる。

なお、宮城県内で被害の深刻なニホンジカは現場周辺には分布していないと言われてきたが、調査中に目撃したので、今後、注視していきたい。

植栽状況は図Ⅱ-10、獣害の様子は図Ⅱ-11の通り。



図Ⅱ-10 植栽状況



獣害 コンテナ引抜・根鉢破損



獣害 根元折損



獣害 根元折損拡大



獣害 遠目から

図Ⅱ-11 獣害の様子

【主伐】【流通】【再造林】収支改善効果及び課題

ICT ハーベスタの活用による経費削減効果は試算値で－766 千円／ha となった。また、検知省略による経費削減効果は、手検知及び丸太輸送時の運転手による検知を省略した場合、－73 千円／ha となった。販売収入向上効果は、毎木調査結果、取引実績に基づく単価及び宮城県素材生産割合データによる見込み数量と比較した試算値で＋340 千円／ha となった。

木材検収システム（写真検知）による経費削減効果は、手検知及び丸太輸送時の運転手による検知を省略した場合、－68 千円／ha となった。

再造林では、－521 千円／ha の経費削減効果があったと推定された。

なお、今回の作業にはイレギュラーな支出が発生した。

湧水や岩が至る所で発生したこと、想定していなかったバックホウ・敷き鉄板のリースや敷砂利購入を行った。更に獣害による田畑への悪影響が無いよう近隣住民に配慮しながら重機搬出入を行うため、イノシシ対策の獣柵の撤去～バリケード設置～再設置作業に費用が発生した。また、事業地は保安林のため、大きな地形変更が出来ない、確保出来る土場が狭い、作業道の原形復旧が必要という要因が重なり、作業効率を悪化させてしまった。

このため、今回の収支計算にはイレギュラー支出を除いた金額で行った。作業効率の悪化部分は区別しかねるため、作業道の原形復旧のみ考慮している。

以上の結果により総収支は、＋1,800 千円／ha となり、提案書に設定していた目標値以上の結果となった。令和 4 年度時点での結果は表Ⅱ-9 の通りである。また、基となる収支計算書は表Ⅱ-10 の通りである。

今後は、通常のハーベスタ造材との生産性や作業効率の違い、現場条件の良い所での川下側の需給情報に応じた最適採材による効果、無検知での取引に向けた精度の再検証や方法、一貫作業システムによる低コスト再造林における苗木費用以外の再造林経費の削減効果について検証していく必要がある。

	主伐	流通	再造林（植栽まで）	削減経費	販売収入	総収支
導入技術	ICTハーベスタ機能活用による造材	①ICTハーベスタ検知による手検知省略 ②写真検知による手検知省略	特定母樹スギ遠田2号 低密度植栽による経費削減	—	川下の需給情報によるICTハーベスタ最適採材	haあたり —
現状※1	4,940千円	774千円	2,175千円	—	7,010千円※2	-42千円 (県庫補助 850千円含)
目標※1	-670千円	-30千円	-779千円	-1,479千円	+262千円	+1,600千円 (県庫補助 750千円含)
効果	-766千円／ ha (労働生産性から推定)	①-73千円（-175円／m3） ②-68千円（-162円／m3） (手検知省略+運転手の本数検知省略による)	-521千円 (苗木費用-342千円+植栽費用-175千円…実績歩掛から推定)	①-1,360千円 ②-1,355千円	+340千円 (7,350千円※3)	①+1,800千円 (県庫補助 750千円含) 目標値の +200千円

※1 現状・目標値は施業量・事業費増のため、訂正した数値を使用

※2 毎木調査結果 1,519m³ を搬出見込み数量、割合は合板 44%、製材 29%、チップ 27%（宮城県のデータ）、単価は取引実績の平均値を使用し、試算

※3 実績数量・割合：1,544m³、合板 61%、製材 19%、チップ 20%

表Ⅱ-9 令和 4 年度の総収支結果

	提案書		訂正 提案書		R4実績	R4実績－ イレギュラー 支出	R4実績 ＋R5～	将来 目標	備考
	現状	目標	現状	目標					
収入	3,050	5,540	8,310	8,473	8,100	8,100	8,550	8,900	
販売収入	3,050	3,200	7,010	7,273	7,350	7,350	7,350	7,700	ICTハーベスタ導入により販売収入向上
補助金収入			1,300	1,200	750	750	1,200	1,200	県単独事業 再造林・下刈
その他収入		2,340							経営モデル実証事業補助金
支出	4,022	4,267	9,238	7,050	6,830	6,300	6,927	6,735	提案書：苗木代二重計上の為訂正4,590→4,267
主伐	2,140	2,714	4,940	4,270	4,412	3,986	3,986	3,886	
委託費		1,999	4,597	3,800	3,831	3,831	3,831	3,731	訂正後の現状：昨年度生産実績を基に算出
機械・機器レンタル経費		655	288	415	501	501	501	501	ハーベスタ→ICTハーベスタ
レンタル機械運搬費		60	55	55	55	55	55	55	ハーベスタ→ICTハーベスタ
労務費	947								
燃料費	90								
機械維持管理費	183								
機械運搬費	100								
間接費	220								
丸太輸送費	600								山土場ー各工場
使用料・賃貸料					25	25	25	25	敷鉄板（イレギュラー支出）
イレギュラー支出						-426	-426	-426	岩対策のバックホウリース代等
流通・販売	30	115	774	744	744	744	744	652	
資機材購入費	30	115	43	43	43	43	43	10	木材検取システム（ソフトウェアライセンス料含む）
流通・販売経費			30	0	0	0	0	0	検知作業費
需用費			2	2	2	2	2	0	木材チョーク、ラッカースプレー
委託費（丸太輸送）			699	699	699	699	699	642	主伐経費から流通・販売経費へ変更
再造林(植栽)	1,542	1,155	2,175	1,396	1,661	1,557	1,557	1,557	
委託費			1,433	1,000	1,258	1,258	1,258	1,258	地拵・植栽
労務費	678	582							
燃料費	49	49							
機械維持管理費	92	92							
間接費	73	59							
機械運搬費	50	50							
資機材購入費(苗木)	600	323	742	396	396	396	396	396	スギコンテナ本数の減により削減
需用費					7	7	7	7	獣柵撤去・再設置費用等（イレギュラー支出）
イレギュラー支出						-104	-104	-104	保安林原形復旧の為地拵え作業量の増加
再造林(保育)	184	157	1,336	627	0	0	627	627	
委託費	184	157	1,336	627	0	0	627	627	R5以降 全刈5回→坪刈3回による下刈コスト削減
森林資源把握	126	126	13	13	13	13	13	13	
調査経費	126	126	13	13	13	13	13	13	
総収支	-972	1,273	-928	1,423	1,270	1,800	1,623	2,165	提案書:造林経費訂正による訂正950→1,273
保育以外の収支	-788	1,430	-42	1,600	1,270	1,800	1,800	2,342	※R4事業結果分析用に項目追加

表Ⅱ-10 収支計算書（haあたり）

Ⅲ 今後事業の展開方向

令和5年度

導入技術：下刈り回数の削減を5回から3回へ

下刈り手法を全刈りから坪刈りへ

事業計画：雑草木の繁茂状況により、1回目の下刈りを実施

苗木の生育状況等に関する調査を実施

（地際径、樹高、活着状況等）

追加計画：獣害を受けて、令和4年度の植栽本数4,320本のうち20%分（864本）の補植を実施したい

令和6年度以降

事業計画：雑草木の繁茂状況により、2～3回目の下刈りを実施

苗木の生育状況等に関する調査を実施