
6章. 各地域協議会の成果報告等

最終報告会の基調講演及び各地域協議会等の資料を以下に掲載する。

スライド番号

概要説明 資料	1
【事務局：スマート林業構築普及展開事業共同企業体 (一般社団法人日本森林技術協会、住友林業株式会社)】	
基調講演 資料「スマート林業の現状と課題」	11
【鹿又 秀聰 氏（林野庁 スマート林業構築普及展開事業 技術委員会 委員(座長)／ 国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所）】	
各地域協議会等 資料	35
北海道【スマート林業 EZO モデル構築協議会】	36
埼玉県【西川地域スマート林業協議会】	71
宮崎県【宮崎県合法木材流通促進協議会】	83
長野県【長野県森林組合連合会】	105
山口県【山口県農林総合技術センター林業技術部】	123

最終報告会 概要説明 資料

1

令和4年度スマート林業構築普及展開事業 成果報告会 (概要説明)

- 本事業の実施体制
- スマート林業実践対策の地域協議会
- 5年間の取組みで見えたこと
- 最終とりまとめ
- ロードマップ（案）
- （参考）スマート林業等の紹介ホームページ

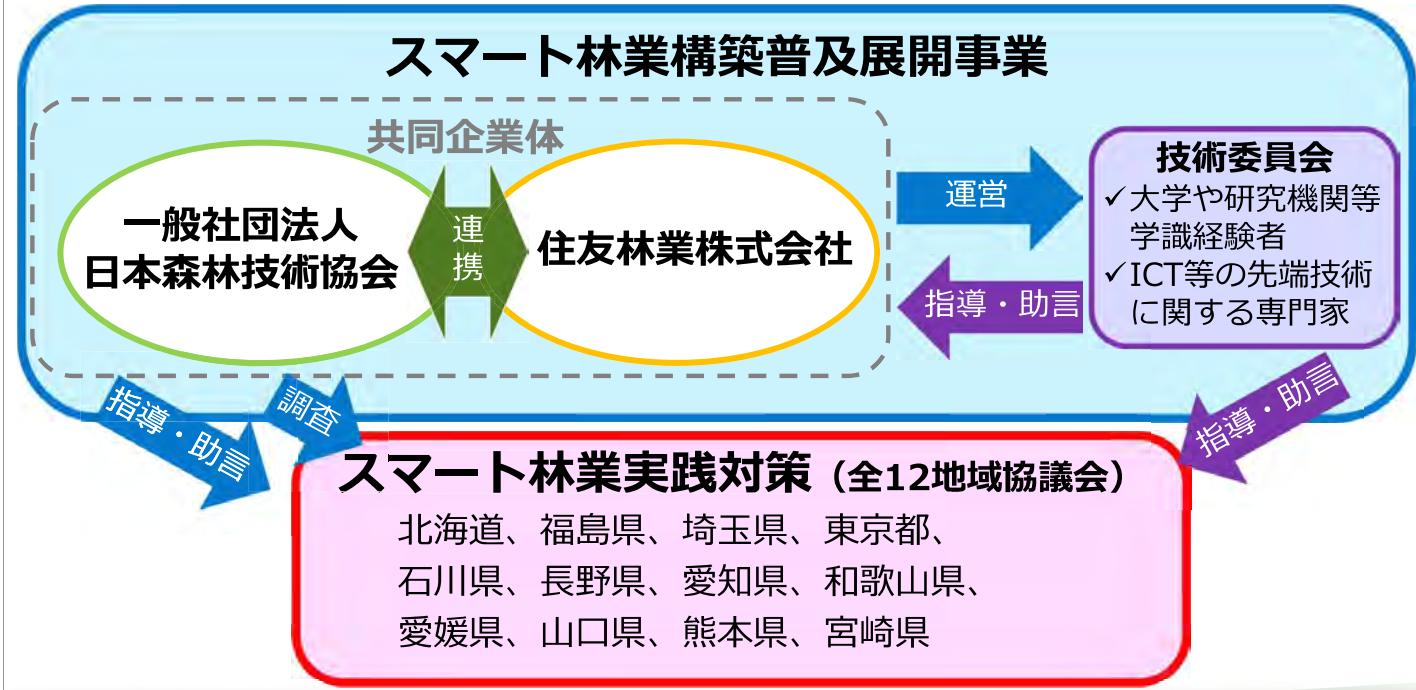
(事務局) スマート林業構築普及展開事業共同企業体



2

本事業の実施体制

- ▶ スマート林業の技術面を実践する「スマート林業実践対策」
- ▶ 全国への普及と実践対策への指導・助言を担う「スマート林業構築普及展開事業」



©2018 JAPAN FOREST TECHNOLOGY ASSOCIATION, SUMITOMO FORESTRY All Rights Reserved

3

スマート林業実践対策の地域協議会

▶ スマート林業実践対策（全12地域）

» 令和2(2020)年度 補助事業終了

石川県、長野県、愛知県、
山口県、熊本県、東京都



» 令和3(2021)年度 補助事業終了

福島県、和歌山県、愛媛県

» 令和4(2022)年度 補助事業終了

北海道、埼玉県、宮崎県

協議会

本報告会で発表



※ 都道府県全域を対象としていない協議会もある。

5年間の取組みで見えたこと

▶ スマート林業技術の急速な進歩

» 森林計測の技術

- 航空レーザ計測 → 地上レーザ → ドローンオルソ・レーザ → iPhoneレーザ



▶ 人材育成の重要性

- » 林業事業体だけではなく、行政側も技術に追いついていく必要がある。
- » 林業事業体の幹部クラスへも研修などで働きかける必要がある。

▶ 技術を活かす制度側の対応遅れ

- » 最新技術の測量成果を用い、電子申請（ペーパーレス）できるようにする。
- » 行政側でも提出されたデータの有効活用を進める。

©2018 JAPAN FOREST TECHNOLOGY ASSOCIATION, SUMITOMO FORESTRY All Rights Reserved

5

5年間の取組みで見えたこと

▶ 需給マッチングシステムの実現の難しさ

- » システムが構築できても参加者が増えない。
- » 従来の商習慣を変えるという壁が高い。
- » 現状の供給量が少ないと効果が出ない。

合意形成が重要

▶ 安全対策、林内通信の技術導入の遅れ

- » 実践対策での取り組み事例も少なかった。
- » 技術はあるが、現場で使えるようにするための工夫が必要。



©2018 JAPAN FOREST TECHNOLOGY ASSOCIATION, SUMITOMO FORESTRY All Rights Reserved

6

最終とりまとめ

▶ 報告書

» 林野庁HPに掲載予定

- 終了後の地域協議会も含む話し合いによる課題抽出
- スマート技術の導入効果（効果額の算定、定性評価）

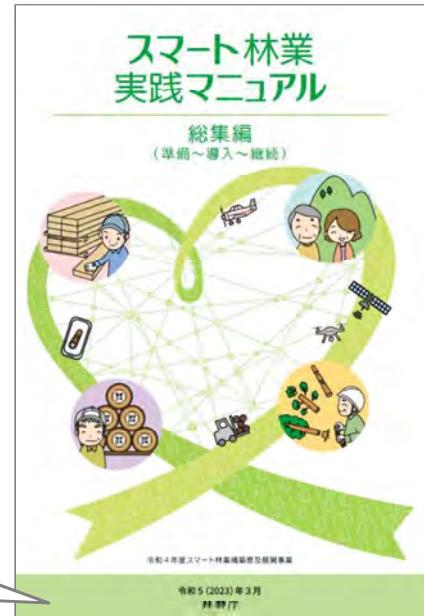
▶ スマート林業実践マニュアルの作成

» 過年度発行したマニュアルも統合し、【総集編】を作成

- ロードマップを提示
- 繙続的な取組について記載

» 林野庁HPに掲載予定、冊子を都道府県に配布

印刷部数を増大しています。
都道府県で研修等に活用してください！



ロードマップ（案） 230209版

2028年
ほぼ全ての林業
経営者に定着

変革の実現



(参考) スマート林業等の紹介ホームページ

林野庁 スマート林業



林野庁ホームページ

「森林資源情報のデジタル化／
スマート林業の推進」マニュアルなど

https://www.rinya.maff.go.jp/j/keikaku/smartforest/smart_forestry.html

林野庁ホームページ

「林業イノベーションハブセンター
(Mori-Hub (森ハブ))」

<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kaihut/morihub/morihub.html>



日本森林技術協会ホームページ

「スマート林業構築普及展開事業」
発表資料など

http://www.jafra.or.jp/contents/consulting/11_list_detail.html



©2018 JAPAN FOREST TECHNOLOGY ASSOCIATION, SUMITOMO FORESTRY All Rights Reserved

最終報告会 基調講演 資料

11

スマート林業の現状と課題

国立研究開発法人 森林研究・整備機構
森林総合研究所
林業経営・政策研究領域

鹿又秀聰



講演内容

- ・スマート林業構築普及展開事業の成果
- ・将来に向けた課題
- ・これから始める方々へのアドバイス

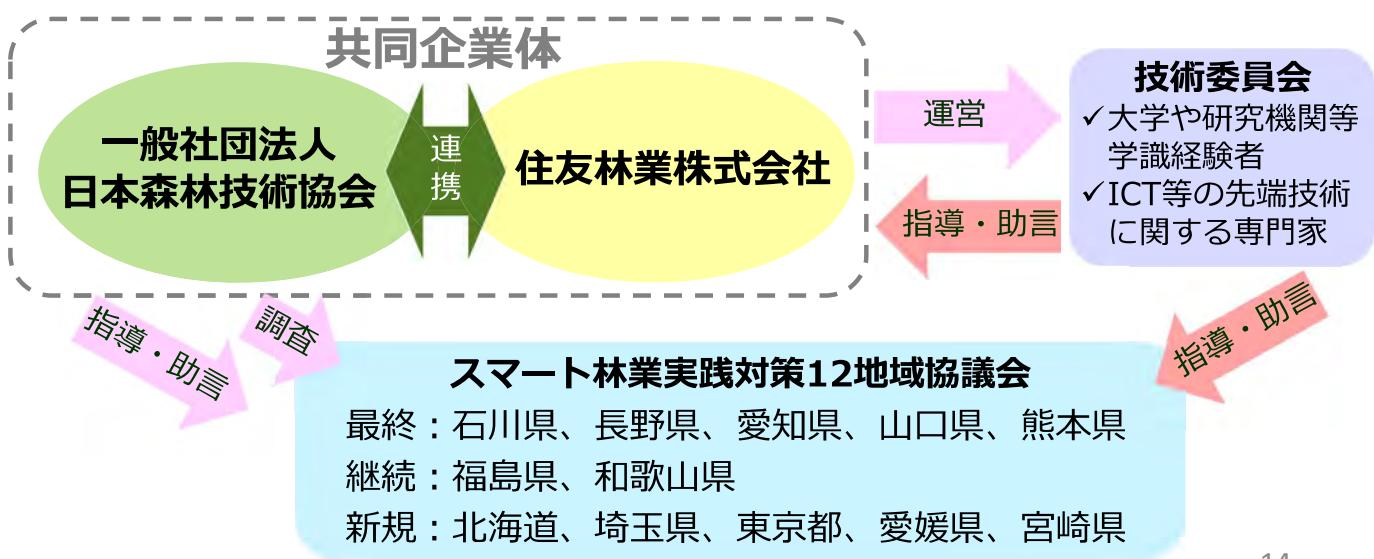


13

スマート林業構築普及展開事業

実践対策地域協議会は全12地域。

- » 石川県、長野県、愛知県、山口県、熊本県 2018年度事業開始
- » 福島県、和歌山県 2019年度事業開始
- » 北海道、埼玉県、東京都、愛媛県、宮崎県 2020年度事業開始



(令和2年度スマート林業構築普及展開事業 第1回技術委員会資料より)

14

スマート林業

スマート農業

- ・ロボット技術やICT等の先端技術を活用し、超省力化や高品質生産等を可能にする新たな農業

(農林水産省：スマート農業の実現に向けた研究会)

スマート林業

- ・**地理空間情報やICT等の先端技術**を活用し、**生産性と採算性を向上させると共に安全で働きやすい職場を実現する持続可能な林業**

(農林水産省：スマート林業構築普及展開事業)



15

日本林業・林産業の現状

- ・情報社会（Society 4.0）に到達していない？
 - ・世界が携帯電話、インターネットなどのネットワークで繋がった社会
 - ・その結果、世界中の情報がどこにいても入手可能
- ・大型製材工場は、Society 5.0に入りつつある。
- ・川中でSociety 4.0、川上ではSociety 3.0？
 - ・山の電波問題は深刻
 - ・農業のスマート化に比べ、遅れ始めている



16

参画地域協議会

	都道県		対象地域						
新規5地域	北海道	4,620千m3	実証4市町		106千m3				
	埼玉	56千m3	西川地域		14千m3				
	東京	29千m3	青梅・檜原		20千m3				
	愛媛	523千m3	久万高原		220千m3				
	宮崎	1,999千m3	県森連市場		1,200千m3				
継続2地域	福島	808千m3	いわき認証林		12千m3				
	和歌山	240千m3	紀中		8千m3				
最終5地域	石川	146千m3	県内全域		146千m3				
	長野	482千m3	県内全域		482千m3				
	愛知	128千m3	北設楽		43千m3				
	山口	243千m3	県内全域		243千m3				
	熊本	973千m3	球磨中央		330千m3				

※本技術委員会 地域協議会資料及び林野庁「森林・林業統計要覧2019」より作成した。
なお、宮崎の対象地域は県森連市場としたため、素材生産量ではなく取扱量を記載した。

(令和2年度スマート林業構築普及展開事業 第1回技術委員会資料より)

17

テーマ	林業作業	技術	件数	石川	長野	愛知	山口	熊本	福島	和歌山	北海道	埼玉	東京	愛媛	宮崎	
協議会運営		合意形成、人材育成など	12	○	○	○	●	○	○	●	○	○	○	○	○	
森林情報の高度化・共有化	境界明確化	準天頂衛星、RTKによる位置精度向上	4	○				○		○	○					
		空中写真立体画像境界候補図	1	●												
		ドローン森林資源量調査	7	●	○	○		○	○	○	○	○	○	○		
		全天球写真	2	●							○					
		資源量管理 航空レーザ計測データ（既存）	5	○			●		○	○	○	○	○	○		
		航空レーザ計測データ（新規）	2		○		●									
		地上レーザ	4	○	●						○	○				
施業集約化の効率化・省力化	情報基盤	森林クラウド	5	●			○	●	○			○				
		経済林ゾーニング	2								○	○				
		施業提案システム（タブレット・GIS）	8	●		○	○	○	○		○	○	○	○		
		素材生産計画(架線計画含む)・森林管理GIS	3		●				●						○	
		伐採・造材	4	○		○			○		○	○				
		集材・運材	2					●				○				
		検知	8	●	●	○	○		○	○	○	○	○	○		
経営の効率性・採算性向上	路網整備	路網設計・支援ソフト	4		○	○					○	○				
		生産性管理	3			●	○								○	
		機械全般	2		○						○					
需給マッチング円滑化	需給マッチング	林業機械の工程管理	1													
		林業機械PCへの位置表示														
		合法性確認	1												●	
		Web入札	3									●	○	●		
		需給マッチング関連（SCM）システム	10	○	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○		

赤字：令和2年度から追加となる技術 ○：協議会が対象とする技術 ●：成果報告で取り上げる技術

(令和2年度スマート林業構築普及展開事業 第1回技術委員会資料より)

18

スマート林業関連技術の動向

- 情報収集・整備
- 計画立案・施業提案
- 作業現場
- 流通



19

情報収集・整備

- 都道府県森林クラウドの普及
 - 森林クラウドシステムに係る標準仕様書の公開後、森林クラウドを導入する都道府県が増加
 - 令和4(2022)年3月末現在27都道県
- リモートセンシング技術の飛躍的な進化
 - 航空機(UAV)レーザ、地上レーザ、ドローンレーザ
 - 地上レーザは皆伐、間伐ともに問題なし
 - ドローンレーザについて皆伐は？間伐提案はOK
 - 直径分布の精度はさらに研究開発が必要
 - スマートグラス上に立木情報などを表示するシステム



20

計画立案・施業提案

- できるだけ机上で計画を作成することにより生産性向上を図る
 - 架線や路網開設計画の作成
 - 微地形地図や高精度DEMの活用
- 所有者への提案型施業と計画を同時作成
 - 林分情報の精度が低いため、出材量の推定精度も低く、森林所有者にとって不利な状態（出石が多い）
 - 精度の高い施業提案と**施業計画（労務管理計画）**を同時に作成できれば、SCMにも有効



出石（でごく）：実際の出材量と見積もりの出材量の差。 21

作業現場

- ICTハーベスタの可能性
 - 曲がりの判断に課題
- スマートフォンやタブレットによる検収システムについて、ほぼ実用化
- 電波が届かないためにできないことが多い
 - クラウドとの通信
 - スマートグラス
 - 関係団体等から総務省への要望
- 安全性に関する事例が不足



ICTハーベスタの機能

○使用機械等

ハーベスタヘッド：Waratah社 H414
キャビン内の搭載システム：x Logger
伐採指示用のPCソフト:Timber office
(John deere Forestry)



○ICTハーベスタの機能

(1) 素材生産のデータ管理機能

○採材時に木材情報などをデータ蓄積する機能（製材工場など川中へのデータ共有により検知の省略可能）

*キャリブレーションを行うことにより、高い精度の測材を担保

効果：採材基準の平準化、需要に応じた生産によりロスの減少、安定的・収益性が高い生産が可能

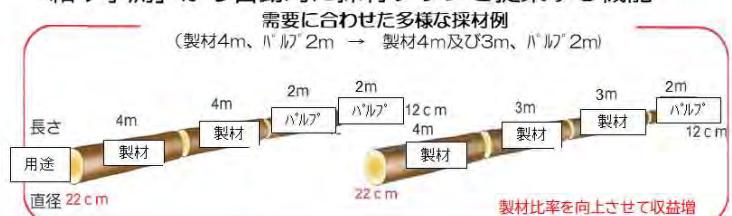
(2) カラーマーキング機能

○指定された材長・径級に対し、伐採時に木口にスプレーで色づけする機能（赤・青の2色、末口に色づけ可能）

(3) バリューバッキング機能

○バリューバッキング (Value Bucking) = 最適採材

○幹一本が最大の価格となるように、また、需要者側のニーズ（需要）にマッチするようにコンピューターが高精度の「細り予測」から自動的に採材プランを提案する機能



(4) リミテーション機能

○価格や需要に応じながら、指定した特定の材長・径級を必要数量（需要情報）を超えて生産しない「生産制限」機能

スマート林業 E Z O モデル構築協議会

23

流通

- これまでの木材SCMシステムの問題点
 - 誰が運営主体になるのか
 - どのような情報を共有するのか
 - 伐採現場の情報は工場にとって必要なのか
 - どこまでシステムに依存するのか
 - 携帯電話とFAXで十分？
 - 他業界の事例を含め再検討が必要

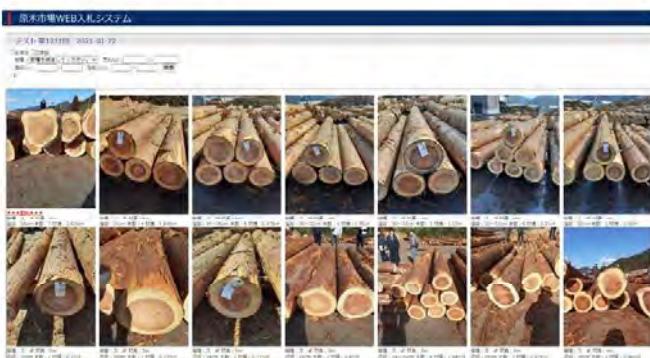
WEB入札による販路拡大

WEB入札システムとは

検収と同時に両木口の写真を撮影するだけで、
WEBに公開することが可能
必要であれば、動画を利用することも可能

実施場所：久万木材市場

目的：画像データ開示とオンライン入札
→販路の拡大（優良材）
→原木価格の向上
→業務ミスの低減
→市の効率化
→コロナ感染対策



実証期間

令和3年1月21～22日

アンケート回答人数 10名



○職員コメント

- ・写真を使って買い方に事前に情報提供できる
- ・買い方が増える可能性に期待
- ・準備に時間がかかるが当日の手間は少なくなる

○買い方のコメント

- ・ほとんどの人が興味がある
- ・落札予定量の調整が難しい
- ・情報交換の場が少なくなる

愛媛県林材業振興会議

25

現場と原木市場間のトレーサビリティの確保



宮崎県合法木材流通促進協議会

26

将来に向けた課題

27

地域ニーズ

- 近年、スマート林業に関する協議会が増加
- 提案の多くが、他地域で使われている技術の使いまわし
 - トップランナーの後追い
- **地域のニーズをきちんと把握**する必要
- 地域ニーズを仕様書に記載するための技術

ソフトウェア開発

- 高精度森林情報が入手できても、その利活用をうまく提案できていない
 - 伐採見積もりに、**平均**樹高、**平均**直径、本数を使用
 - 既存システムに合わせた形でデータを作成？
 - 高精度情報がなくても問題がない仕組みをどう変えていくか！
- システム開発業者の参入が少ない
 - ユーザー数、収益性、地域性、林業の特殊性
 - 開発業者の育成が重要（中長期的な視点で）



29

生産性向上と労働問題

- スマート化による収益増の実現
 - 森林所有者の収益増だけを考えればいいのか？
 - 林業労働者確保の視点が重要
- スマート農業・漁業の考え方との違い
- スマート林業が民間事業体への導入が遅れる要因
 - 優秀な人材確保が重要



30

これから検討される 方々へのアドバイス

31

基本的な考え方

- スマート林業で重要なのは、当面は「情報の共有・デジタル化」を中心に実施
 - ただし既存情報（森林簿、林道台帳等）をそのままデジタル化するのには意味がない
 - PDFはデジタルではあるが、スペースの削減程度にしか役に立たない
- まずは、行政手続きのスマート化（電子申請）
- 高付加価値を狙うよりも、生産性の向上（無駄をなくす）を中心に考える

私が思うこと

- ・林業分野を見るだけではなく、農業や建設・土木関係等からも情報収集する事が重要
- ・作業工程の再確認
- ・データの入力画面と申請書類は別物と考える
 - ・帳票のフォーマットを残すのは構わないが、入力画面には工夫が必要
 - ・確定申告サイトを参考
- ・GIS教育のあり方
 - ・多くのユーザーは閲覧・検索機能で十分
 - ・一方、解析が自分でできた方がいい場合も多い
 - ・**クラウド（閲覧・検索）+スタンドアローンGIS**



33

ご清聴ありがとうございました

鹿又秀聰 Hidesato Kanomata

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所
林業経営・政策研究領域 林業システム研究室

305-8687 茨城県つくば市松の里1
Phone : 029-829-8324
FAX : 029-873-3799
E-mail:kanomata@ffpri.affrc.go.jp



34

最終報告会 各地域協議会等 資料

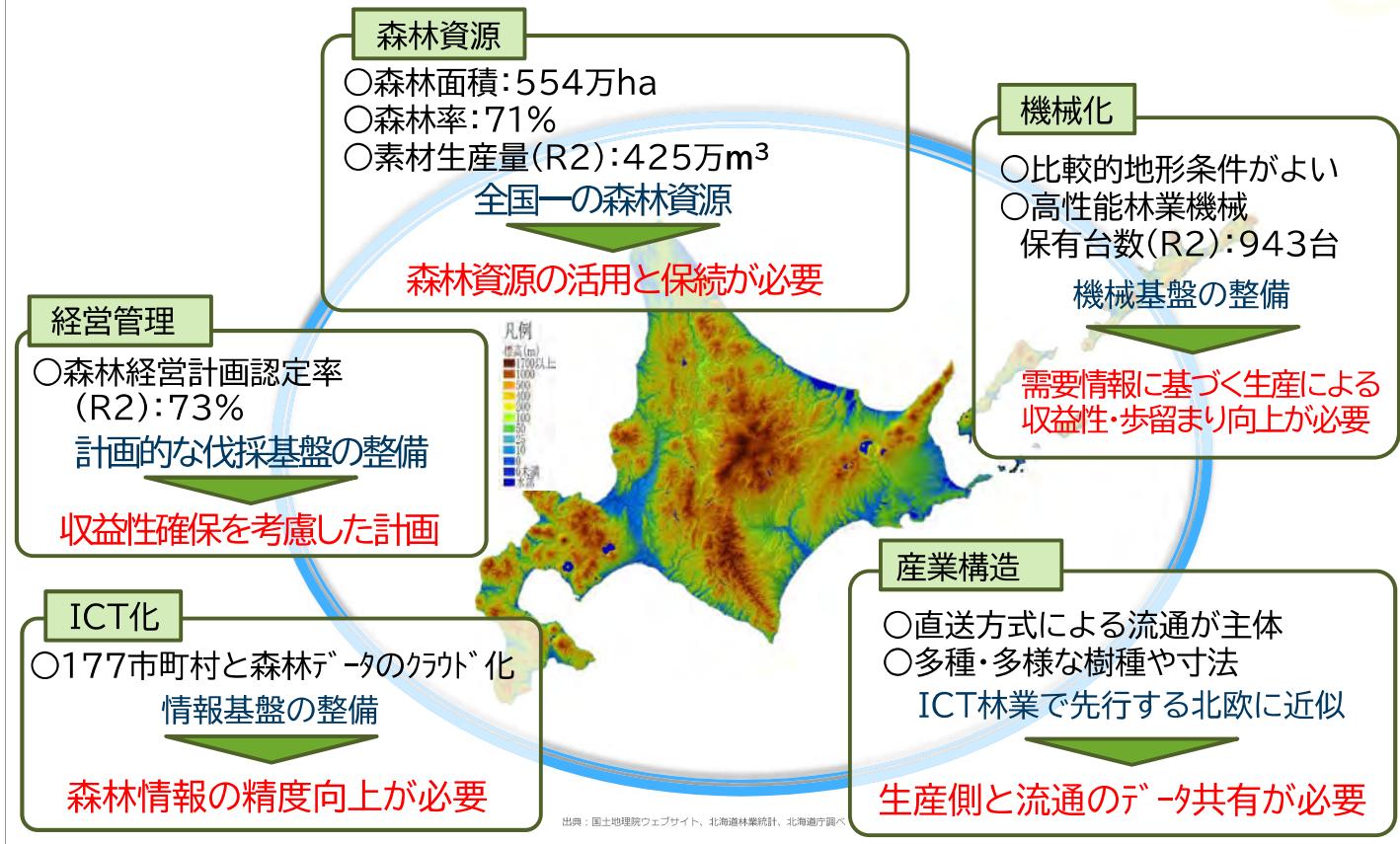
35

北海道



スマート林業EZOモデル構築協議会
(北海道)

36

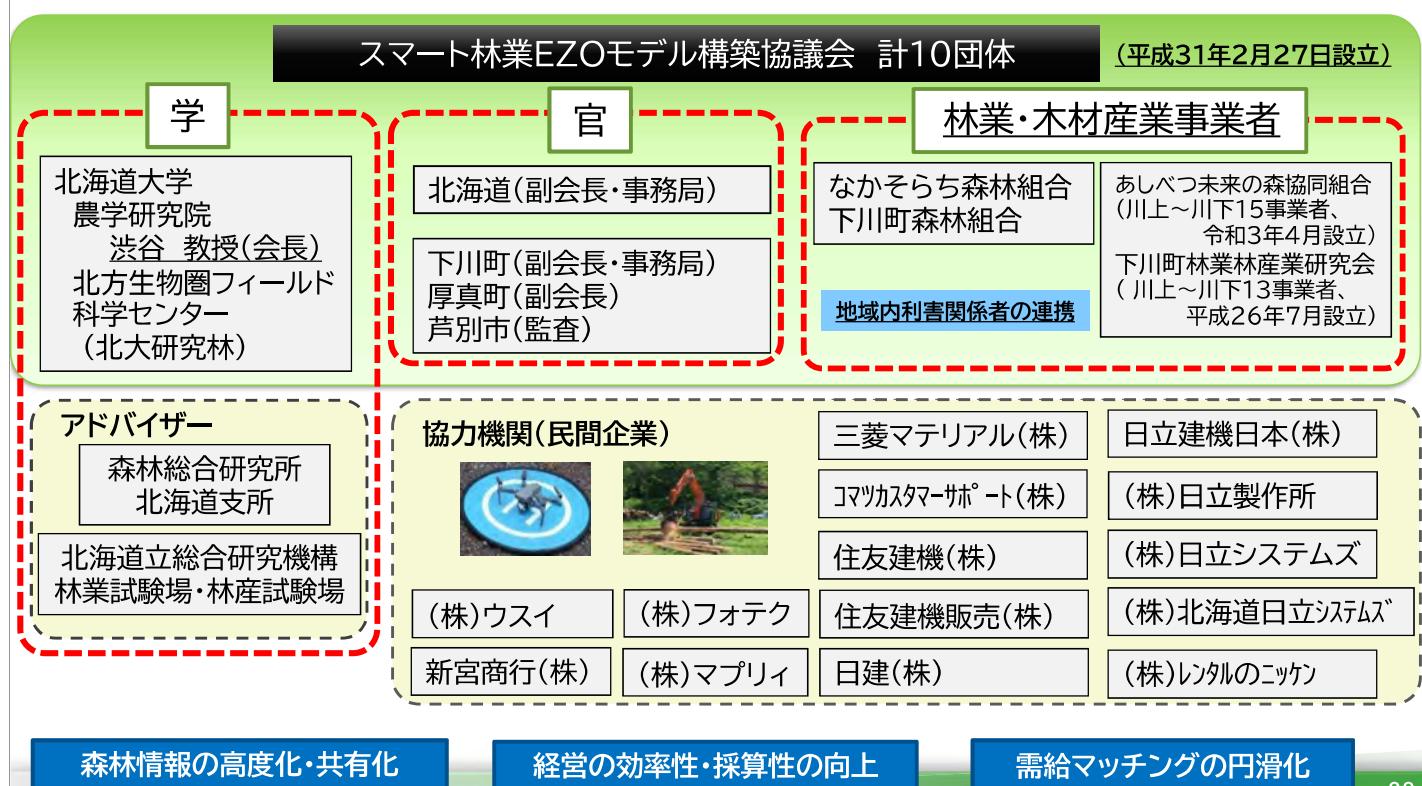


37

北海道

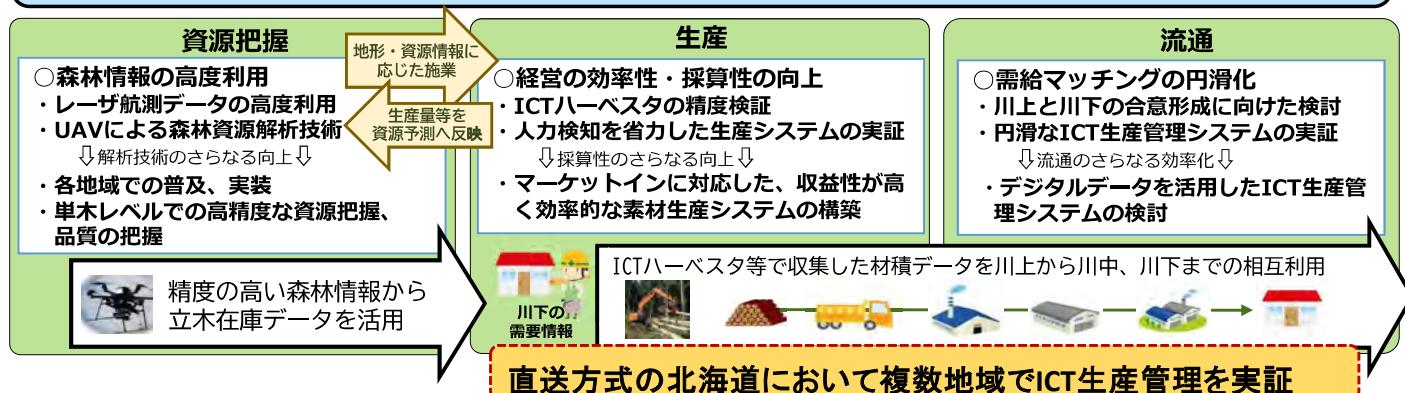
スマート林業にかかる協議会(現行メンバー)

- H31に産学官が連携し、北海道らしいスマート林業について検討を行う協議会が設置
- スマート林業実践対策(国)を活用し、R2～R4の3年間で作業の効率化等に向けた実証を実施



38

【目的】 川上から川下までの効率的な生産・流通システムと需給マッチングの円滑化など、マーケットインに対応した北海道型スマート林業の確立
・直送方式の生産・流通の最適化をはかるため、各段階それぞれでコストを下げ、収益性を向上させる。
 主な取組 ①ICTハーベスタ最適採材、②機械等による生産データ収集(人力検知省略)、③相互利用(信頼性確保)



<主な成果指標>

①生産・流通コストの削減

- 生産コストの削減に関しては、ICTハーベスタの機能をフルに活用することにより、**-700円/m³を目指す**
- 流通コストの削減に向け、人力検知作業の省略により、**-100円/m³を目指す**

現状(H31) 4,900円/m³
(素材生産費+運材費)
⇒ R4 4,100円/m³

生産・流通コスト 20%減 (-800円/m³)



②木材の販売額の上昇

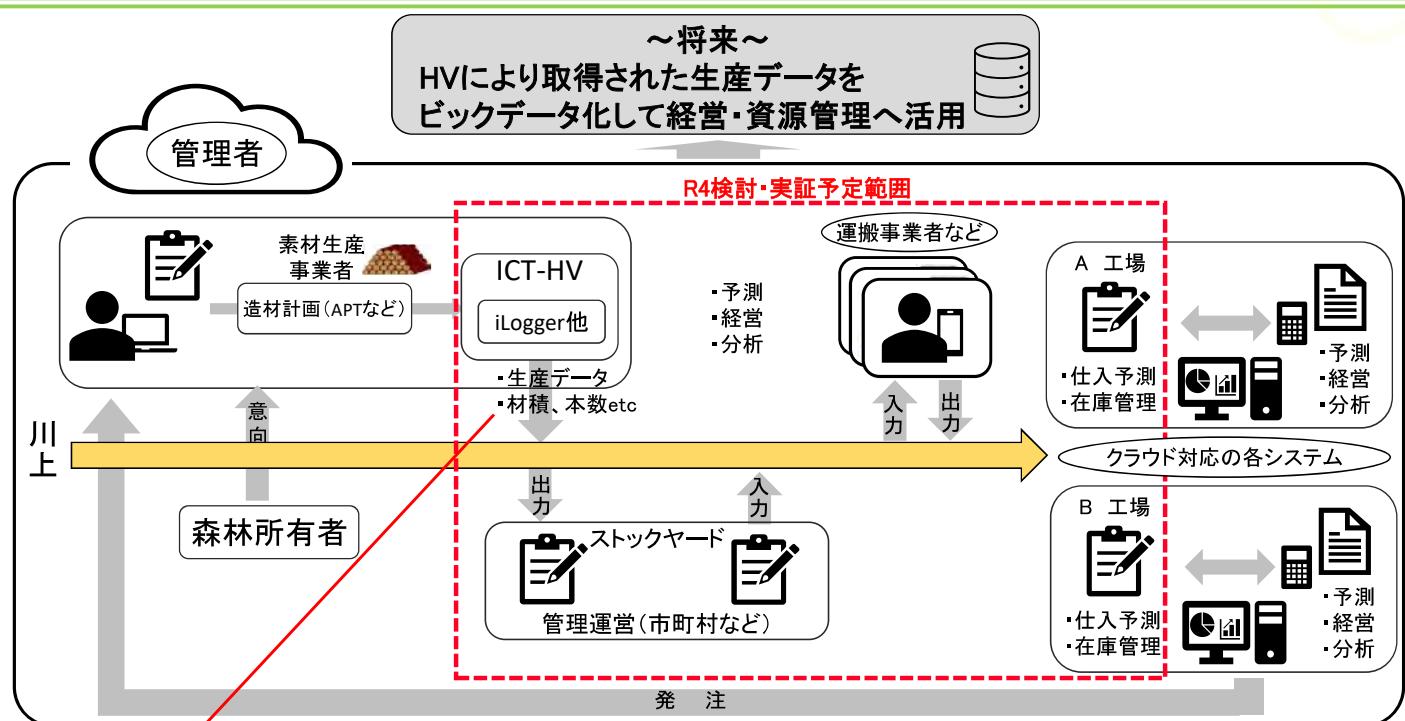
- ICTハーベスタにより効率的に採材し、製材比率を2割程度高め、低質材の比率を下げるこにより、**+1,000円/m³を目指す**

現状 (H31) 8,000円/m³
(製材・パルプ込みの素材価格)
⇒ R4 9,000円/m³

木材の販売額 15%増 (+1,000円/m³)



39



[hprファイル(生産報告)]

- ・造材計画
- ・樹皮補正の方法
- ・樹皮の有無に応じた丸太の生産情報 etc

```

</Grade>
</Grades>
<BarFunction barkFunctionCategory="Swedish Zacco">
<SwedishZacco>
<ConstantA>482</ConstantA>
<FactorB>284</FactorB>
</SwedishZacco>
</BarFunction>
<ButtEndProfileExtrapolation buttEndProfileExtra-
<ReferenceHeight>130</ReferenceHeight>
<ButtEndProfileExtrapolationTable>
<ExtrapolationCoefficient diameterClass="8" d-
<ExtrapolationCoefficient diameterClass="8" d-

```

<現状の課題>

- ・合意形成
 - データ管理者の設定
 - データ内容に応じた閲覧権限
- ・求められるデータ内容への対応

40



	導入前	導入後	効果
事業地確保 伐採計画	人力調査 	UAV・LiDARの活用 	森林調査の人工減
伐木 造材 集運材	人力伐倒・グラップル木寄 	機械伐倒・CTL作業 	作業システムの生産性向上
販売経費	人力検知 	ICT生産管理 	検知作業の人工減
販売価格 向上	熟練度の違い (経験・勘) パルプ材 60% 	ICT-HVの機能活用 パルプ材 42% 2.2m 3% 3.0m 23% 	用途に応じた生産量増
製材工場の生 産・在庫管理	人力検知 	ICT機器の活用 	棚卸し作業の人工減 人力管理と精度比較 ⇒省力化

北海道

R4年度までの主な実証成果

テーマ	森林情報の高度化 資源把握・解析	経営の効率性・採算性向上、需要マッチングの円滑化			
		伐採・造材	集材(検知)	検知(出荷)	検知(受入)
成果指標	・高度な森林資源把握 4万haに拡大	・ICTハーベスタの活用 ▲700円/m³ ・木材販売額の上昇 +1,000円/m³	・検知作業の省略 ▲100円/m³		
実証技術	レーザ航測とUAVの組合せ	円滑なICT生産管理			
実証成果(定量)	▲416円/m³	【作業システムの改善】 ▲478円/m³	ICT-HVデータ、検知システムの活用(検知省略) <small>ICT-HVを活用し、機械・検知減</small>	ICTによる生産量・在庫量の管理	(人力検知作業の省略)
(定性)	●林分の経年変化への対応(LiDAR計測済) ●安価で簡易な地盤高の把握(LiDAR計測未)	●ICT生産による新たな取引形態に関する条件や課題の整理 ●利害関係者間で円滑な合意形成に向けた課題の把握 ●データの分析による継続的な経営改善 ●経験年数が浅い現場作業員に対する育成期間での補助機能	●ICTハーベスタの計測精度等を確認 ●運用に向けた基本的な設定方法を把握 ●現場作業員の労務軽減	●検知作業の省力化による労務軽減 ●巻立作業の簡易化	●従来と異なる生産管理、在庫管理の可能性
	●造材時の取得データから、資源情報の 再ナフコモルヘコヒツ				

43

北海道

実用化に向けた課題等

	資源解析	伐採・造材	集材(検知)・検知(出荷)	運材	検知(受入)
実証技術	レーザ航測とUAVの組合せ	ICTハーベスタの各種機能の活用	ICT-HVデータ、検知システムの活用(検知省略)	ICT生産管理	
課題	●LiDAR計測地域は、林分の経年変化への対応・データ更新と精度向上必要 ⇒UAVによる補完の可能性大 ●未実施地域は、地域に応じた安価で簡易な運用手法の確立	●複数機種で、基本的な設定の把握・ヒアリング ●StanForD準拠の[hpr] 形式データの活用 ⇒システムの標準化と国産化 ●計測精度等の確認・周知、信頼性の向上	●ICTハーベスタを活用した作業システム全体での更なる効率化・省力化 ●検知システムごとの精度向上(使用環境対応、AI学習精度向上) ●検知作業におけるICT機器の効果的な活用	●ハーベスタデータのクラウド利用などSCM構築 ●ハーベスタ検知材の受入に向けて精度に対する信頼性向上(ハーベスタ⇒自動選別機) ●中小の製材工場などでは、従来と異なる生産・在庫管理が新たに必要	
	●単木で、太さや品質などを把握しながら、伐採、採材計画まで繋げることが必要	●従来と異なる新たな取引形態に関する条件整理や、関係者間で円滑な合意形成・ICT生産管理(第3者立会、データ閲覧権限の整理)			

44

参考資料

45

北海道

協議会参加地域の特徴と課題

(R5.1.23 R4 第3回技術委員会資料より)

○芦別市

《森林面積76千ha, うち民有林7千ha》
 ・市営住宅での市有林材の活用や、
 市内ホテルでの木質バイオマス
 ボイラーの利用などを推進
 ・あしべつ未来の森協同組合を中心に、
 川上から川下まで連携した生産活動
 を実施
 (課題) 一般材の建築利用拡大



○下川町

《森林面積57千ha, うち民有林8千ha》
 ・道内でいち早くFSC認証を取得。町
 内の林地未利用材などを木質バイオ
 マス燃料として活用
 ・町内森林全域のレーザー航測を実施
 ・平成30年SDGs未来都市に選定
 (課題) 川上から川下まで連携した
 スマート林業の構築

年間素材生産量(一般民有林)
(平成28年度～令和2年度の5カ年平均)

北海道	3,800千m ³
下川町	23千m ³
芦別市	13千m ³
厚真町	25千m ³
小計	61千m ³

※一部、伐採量から推定

○厚真町

《森林面積29千ha, うち民有林29千ha》
 ・平成30年の北海道胆振東部地震により、
 町内森林は甚大な被害（林地崩壊43百ha）
 ・復旧に向けて、現況や地形把握のための
 レーザー航測、UAVを使用した被害の把握、
 崩壊地での植栽試験などを実施
 (課題) 被災森林の早期回復、林業振興

46

R4実証内容

今回、資料添付

実証③【継続】ICT-HVの基本設定の把握

- 商取引に活用を目指して、複数社のHVの基本設定、生産データの出力内容などを実機での検証や、海外エンジニア・OP等にヒアリングで確認
- 地域や樹種に応じた、樹皮厚などを人力で計測調査を行い、分析結果から標準的な樹皮補正率などを検討

樹皮の補正率



生産データ出力内容など



生産指示ファイル等の確認（複数社）



実証④【継続】ICT-HVの精度検証

- 同様の機能をもつ複数社のHVで、定期的な校正（キャリブレーション）を実施した上で、測材（材長・径級）の計測精度を人力検知結果と比較検証

校正（キャリブレーション）



測材の精度確認



計測精度の結果を周知・普及

ICT生産管理・商取引に向けた合意形成などへの活用

ICT生産管理の実装・各商流別での取引の新たなルール化

47

北海道

実証③ ICT-HVの基本設定の把握【技術交流】

実施内容

- ・Webを活用して、直接フィンランドの技術者と意見交換（ケスラー・ポンセなど）
- ・ケスラー社（テクニオン社） ⇒ コントローラのシステム改修
ハーベスタヘッドを輸入、技術者も来道

<意見交換>



- ・Stanfordに基づいたデータ内容
- ・欲しいデータの出力方法
- ・カラーマーキングの特徴
- などについて意見交換

<現地でフィンランド技術者からの直接指導>



- ・機械の操作
- ・キャリブレーションの方法
- などについて指導

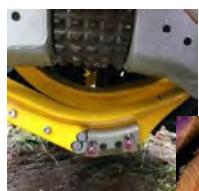
48

北海道

実証③ ICT-HVの基本設定の把握 【カラーマーキング】

● ケスラー社・ポンセ社

→ 材に直接噴霧



● ワラタ社

→ ソーバーに
吹き付けて塗布



国内の現行機でも
メーカーによって若干仕組みが異なる



「赤」「青」「赤青」「無色」の4パターン



環境に配慮した水性塗料 ⇒ 色抜けあり



ノズル掃除や気温等に応じた調整が必要

カラーマーキングの実装に向けての課題を把握
工夫しながら運用していくことも必要

北海道

実証③ ICT-HVの基本設定の把握 【生産データの出力】

機種やバージョンによって、出力データの様式などは異なる

【ケスラー社（システム改修後）】

カラーマーキングの有無
などには未対応

丸太材リスト	04.07.2022 17:19					
伐採地	ZACCO					
ブロック番号						
始動開始	11.06.2022 15:47					
木の幹	長さの直徑 (ob)	身の直徑 (ub)	中央の直徑	体積 (m³)	体積 (m³) (ub)	時間
34 Karamatsu	2024	112	104	229	0.2028	13.06.2022 15:15
A Gohan 310	319	279	266	301	0.217	42.70851
A Gohan 310	318	265	253	274	0.1728	141.91237
B Seizai 365	378	226	215	244	0.1460	
B Seizai 365	377	193	183	204	0.1182	0.165
Parupu 210	212	173	163	184	0.0537	0.116
Parupu 210	210	146	137	163	0.0354	0.051
Parupu 210	210	112	104	146	0.0210	0.037
35 Karamatsu	2234	56	50	237	0.0265	
Parupu 210	212	322	308	325	0.1890	13.06.2022 16:01
B Gohan 310	317	289	276	300	0.2028	42.70856
B Gohan 310	317	270	258	282	0.1728	141.91233

ICT生産管理に向けて

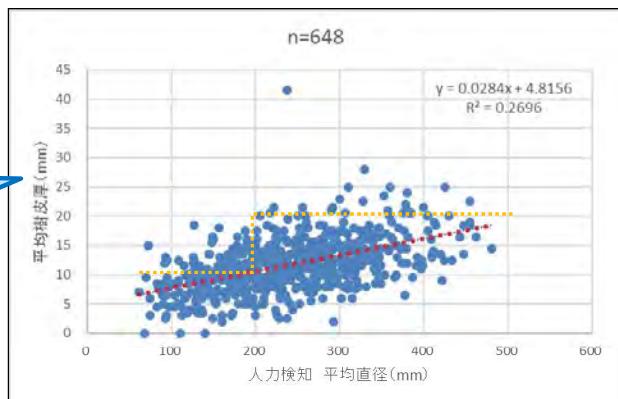
・タイムスタンプ

・樹皮厚

・細りの計測結果データ

などの新たな項目をExcelデータで出力可能に

必要な情報によっては、Excel形式以外のデータ活用も検討が必要

樹皮の設定
(樹皮補正)道内の
これまでの実証データ

<R3年度まで>
20cm未満 : -1cm
20cm以上 : -2cm

<R4年度検討>
Y=0.02484x + 4.8156

改めて認識した内容

フィンランドなどでは既にハーベスターによる
生産情報（デジタルデータ）での受入が確立・運用

【集計データのみで対応可能】

日本では、まだ従来の方法で商取引
(後発地域)

【計測精度などを確認・提示することが必要】

- 電子キャリパー、カラーマーキング機能に対応できない機種なども道内ではある
- 当協議会では、hprファイルを解析、閲覧できるシステムは保有なし
- まず、単木情報をるために、Excelファイル出力で対応（メーカー・機種によって実施不可）
 - ⇒更に詳細な情報把握や標準化に向けてはExcel以外のデータ形式の活用も検討
- 皮あり・皮なしの丸太直径、タイムスタンプ、細り（10cm毎の計測結果）、座標の情報は追加可能

51

R4実証内容

今回、資料添付

実証①【継続】

林分単位での資源把握の精度向上・運用

- 地域の既存データを活用するなど複数の計測手法を比較して、安価で簡易な手法による林分材積の把握・精度の検証



UAV・LiDAR・国土地理院の情報

地域の基盤情報・樹高
材積推定式・解析手法など

各地域への普及・実装
中長期的な施業計画・提案への活用

実証②【新規】

単木レベルでの高精度な資源把握・品質評価

- 同一林分・同一立木で、品質等にかかる属性データをICTハーベスターやその他機器により計測・分析し、人力計測結果や素材生産量などと比較検証



LiDAR・ICT-HVによる情報

地盤高・樹高・細り・材積推定式・パルス材率・曲がり・作業指示ファイルなど

採材計画など
収益性を事前シミュレート

北海道

実証② 単木レベルの計測精度の比較 【トドマツ:調査方法】

実証地
(下川町)

○場所：町有林 44林班12小班
○樹種：トドマツ ○林齢：51年生
○林分 平均樹高：20.7m、平均DBH：28.2cm



機械学習により推定した樹冠領域

<調査方法>

- 同一林分のトドマツ（5本）を、3種の計測方法（人力計測、航空レーザ、UAV）により、DBH・樹高の測定や推定を行い、平均値を比較
- ICTハーベスタによる伐採、立木データの計測
- 「ICT-HVデータによる細り」と「胸高直径・樹高をもとにした細り*」を比較

*トドマツ細り表（森林総研 H6研究レポートNo.30）を参照

人力計測	航空レーザ	UAV【AI解析】（+航空レーザ）
2022年3月改めて 調査	・2012年に航空レーザ計測を実施 ・DSMデータと、DEMデータをもとに 樹高を推定	・2021年にUAVで撮影した画像をも とにAI解析をして樹冠領域を推定 ・航空レーザのDEMデータも活用し て、樹高を推定 ・推定樹冠領域面積と推定樹高か らDBHを推定 ＜道総研・林業試の技術を活用＞
伐倒前後に計測 ・直径巻尺 ・林尺 ・テープ ・バーテックス	・下川町独自の材積推定式（樹高 が主因子）によりDBHを推計 ・その後、システム上にて成長率を 乗じて管理	

DSM: Digital Surface Model、DEM: Digital Elevation Model

53

北海道

実証② 単木レベルの計測精度の比較 【トドマツ 結果(1)】

実証地
(下川町)

○場所：町有林 44林班12小班
○樹種：トドマツ ○林齢：51年生
○林分 平均樹高：20.7m、平均DBH：28.2cm

LiDAR計測済地域

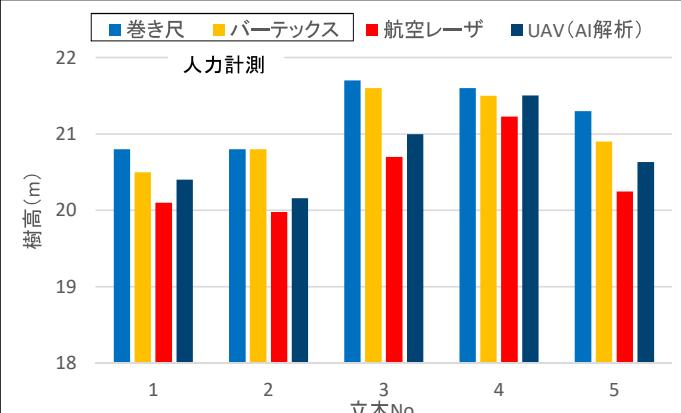


【参考資料(R3年度までの実証成果)】

	航空レーザ のみ (間伐反映)	毎木調査	UAV【AI解析】 （+航空レーザ）
計測年	2012年 (毎年成長・ 2021現在)	2020年	UAV計測:2020年
立木本数	217本	211本	188本 89.1%
平均樹高	20.0m	20.7m	20.6m 99.5%
平均DBH	28.7cm	28.2cm	29.8cm 105.7%
林分材積	153m ³	140m ³	142m ³ 101.2%

林分全体では高い精度を確認

<樹高の比較>



	巻尺	バーテックス	航空 レーザ	UAV (AI解析)
平均樹高	21.2m	21.1m	20.5m	20.7m
比較	—	99.2%	96.3%	97.6%

樹高は若干低い傾向

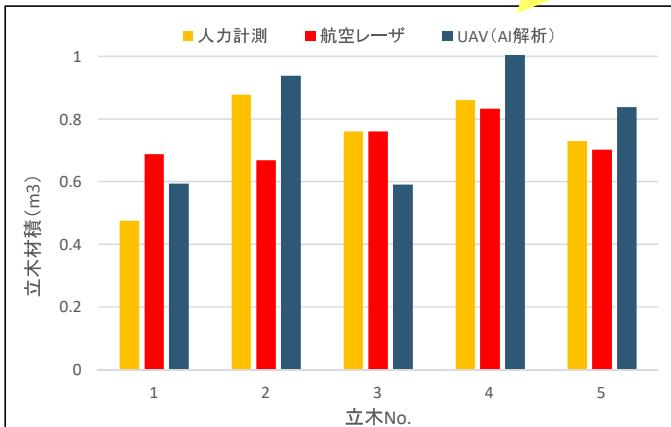
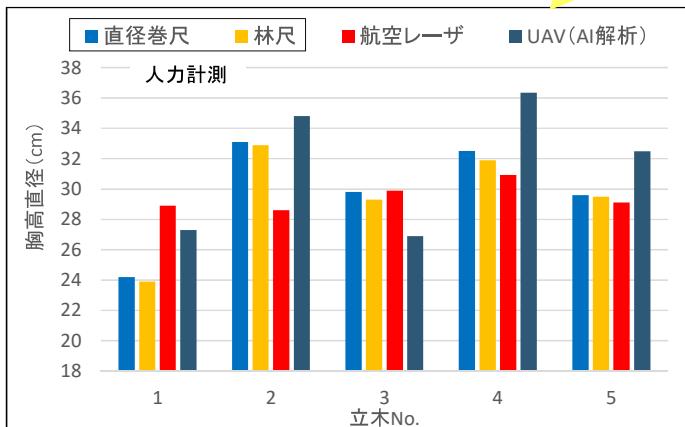
54

<DBHの比較>

推定方法が異なる

<材積の比較>

推定式が異なる

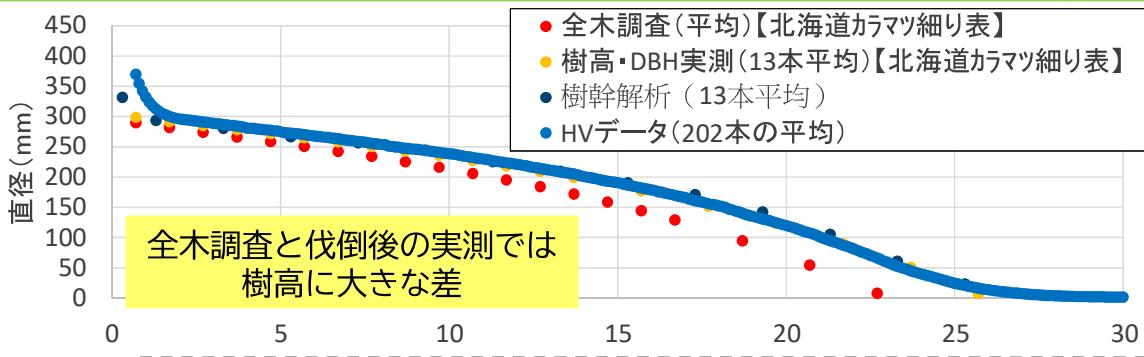


	直径 巻尺	林尺	航空 レーザ	UAV (AI解析)
平均DBH	29.8cm	29.5cm	29.5cm	31.6cm
比較	—	98.9%	98.8%	105.8%

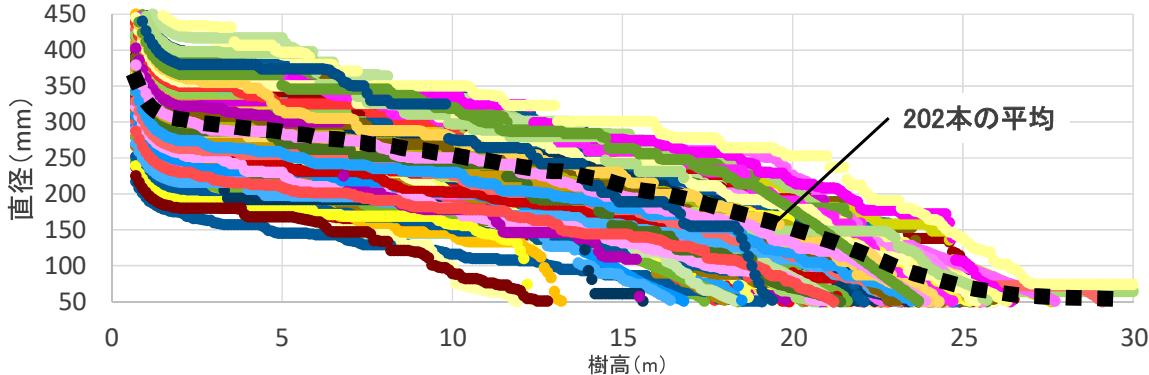
	人力調査	航空 レーザ	UAV (AI解析)
平均材積	0.74m³	0.73m³	0.81m³
比較	—	98.6%	109.5%

単木では、若干誤差がある

地盤高・樹高をしっかり把握することが重要

<細りの比較>
(計測方法別)

(HVデータ)



従来の人力調査では、正確に把握できなかった立木の細り

↓
将来的にはHVデータを蓄積・活用し
地域・林分などを踏まえて精度高く出材・採材予測できる可能性

R4実証内容

実証⑤【継続】ICT-HVをフル活用した作業システムの実証

○R3までの実証結果に加え、更なる省力的かつ効率的な作業システムの実証

-バリューバッキングやカラー・マーキング機能などを最大限活かした作業システムを複数パターンにおいて、生産性などを功程から比較検証

○写真検知・LiDARなどの効果的な活用方法などを実証

-運材・工場受入時のHV検知材の信頼性向上に向けた補助的な使用などを複数パターンで精度などを比較検証



57

実証⑤ 作業システムの検討 【下川町:主伐】

実証地
(皆伐)

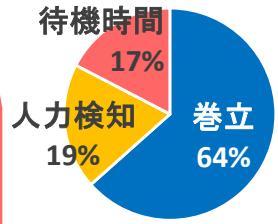
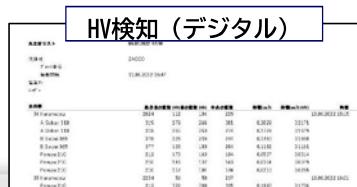
○場所: 町有林 47林班14小班 ○面積: 5.0ha ○樹種: カラマツ ○林齢: 62年生
<林分状況 (人力による全木調査) > ○平均樹高: 22.0m ○平均DBH: 32.8cm

<作業システム>

労働生産性: 10.5m³/人・日
生産コスト: 2,246円/m³



ICT機能の活用による作業の省力化・コスト削減の可能性



58

北海道

実証⑤ 作業システムの比較 【厚真町:主伐】

実証地
(皆伐)

○場所: 町有林 86林班134小班 ○面積: 1.24ha ○樹種: カラマツ ○林齡: 53年生
<林分状況(人力による全木調査)> ○林分平均樹高: 23.4m ○林分平均DBH: 29.9cm

【従来の作業システム】 ※各作業に慣れたOP中心

労働生産性
4.9m³/人・日

生産コスト
2,736円/m³

25.1m³/日67.4m³/日134.5m³/日169.5m³/日
(284円/m³相当)

【CTL作業システム】 ※各作業では慣れていないOP

労働生産性
19.4m³/人・日

生産コスト
2,258円/m³

478円/m³ コスト削減

78人工相当の省力化

機械伐倒・造材
(ハーベスタ)

83.0m³/日

集材・巻立
(フォワーダ)

72.9m³/日

ICT機能等を活用

↓

グラップル
仕分け作業
省略

59

北海道

実証⑤ 実証現場の採材条件 【厚真町:主伐】

<マトリクス> (採材条件、受入価格、カラーマーキングの仕様など)

		製材		合板		パルプ	
		2.4m	3.65m	3.1m	2.4m		
		ノビ:10cm	ノビ:10cm	ノビ:5cm	-		
小丸太	9~13						
中丸太	14	5千円	8千円				
	16	赤		赤			
	18						
	20	6千円	9千円				
	22						
	24	青		青			
	26						
	28	7千円	1万円	2万円	赤青		
大丸太	30~						

- ・はい積 : 製材用は材長別に18cm下・20cm上に分ける (6種類)
- ・樹皮補正 : $Y=0.02484x+4.8156$ (R3年度までの実証成果を参考)
- ・信頼性担保 : 当現場開始時にキャリブレーションを実施 (状況に応じて隨時)
- ・運材 : 写真検知は併用しない

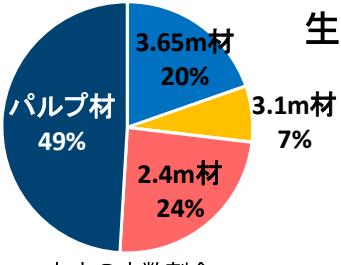
北海道

実証⑤ 採材結果から収益性の比較 【厚真町：主伐】

ベテランOP

(64.8m³)

経験に基づき、通常どおり採材

生産性: 134.5m³/日販売単価(想定)
9,260円/m³

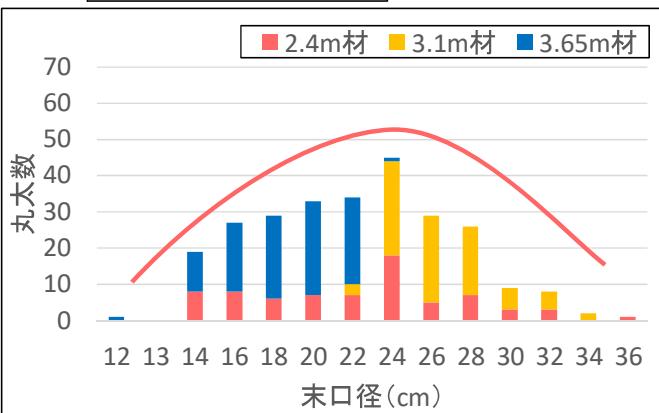
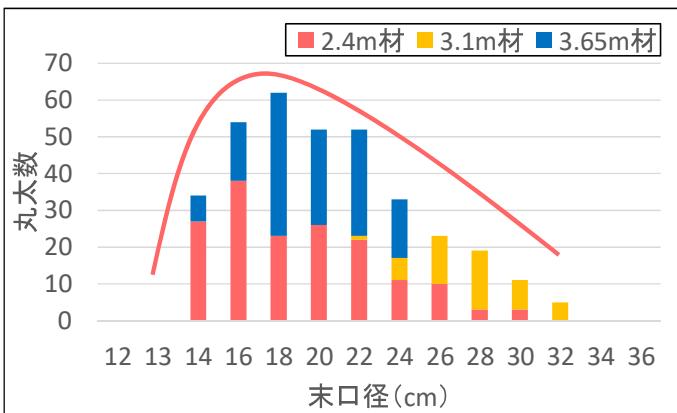
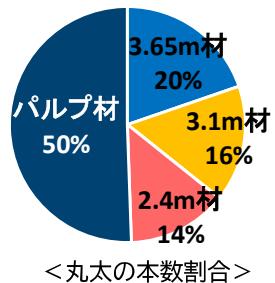
経験が浅いOP

(63.5m³)

曲がりなどを判断しながらICT機能を活用

生産性: 92.4m³/日一般材のうち77%は
ハーベスターの採材提案どおり

3.1m木: 多

販売単価(想定)
10,135円/m³24cm上で3.1m木を多く生産 ⇒ 875円/m³の収益性向上

61

北海道

実証⑤ 検知作業の方法別の比較検証

(R5.1.23 R4 第3回技術委員会資料より)

<はい積をまとめて計測(大ロット)>

	人力検知	マプリイ
計測本数	808本(5はい)	604本(3はい)
1回当たりの材積	18.5m ³ /回	41.2m ³ /回
作業時間 (100本当たり)	10分36秒	2分2秒
費用 (人件費+コスト)	55円/m ³	21円/m ³

山土場での
人力検知

マプリイ計測

<個別のはい積を計測(小ロット)>

	人力検知	写真検知
計測本数	655本(11車)	103本(4タケ)
1回当たりの材積	6.6m ³ /回	7.6m ³ /回
作業時間 (100本当たり)	10分41秒 (22分53秒)	23分18秒
費用 (人件費+コスト)	55円/m ³ (待機時間含む) 122円/m ³	52円/m ³

仕分け作業時に
人力検知

写真検知

信頼性を担保するため、丸太本数の確認においてICT機器により省力化・コスト削減は可能

62

R4実証内容

実証⑥【新規】簡易なHV検知材の受入・管理システムの実証

- 自動選木機とICT-HVデータの計測精度の比較
 - 大規模製材工場の協力のもと、約30m³実証予定
- LiDARなどを活用した簡易なHV検知材の受入システム・在庫管理の実証
 - システムの改修、中小製材工場の協力のもと数百m³実証予定

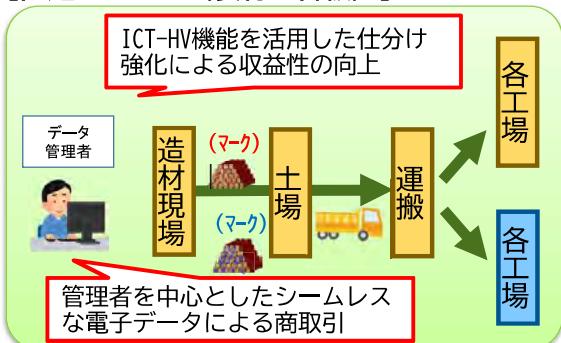


HV検知材の受入システムの構築

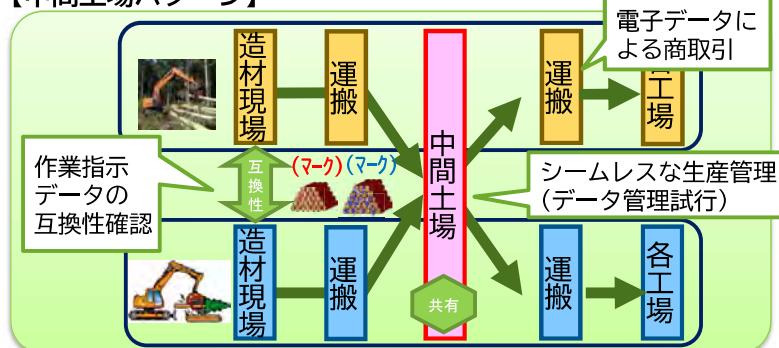
実証⑦【継続】円滑なICT生産管理の検証

- 人力検知を省略したICT生産管理を複数地域でモデル的に実証

【直送パターン（製材・合板）】



【中間土場パターン】



※元請けや発注者などが擬似的に情報の管理者としてコントロール（下川：第3者委託、厚真：発注者、芦別：受託者（森林組合））

複数の流通体制でモデル的なICT生産管理体制を構築

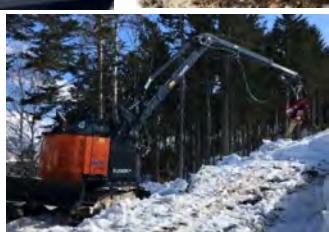
63

実証⑥ 自動選木機とICT-HVデータの計測精度の比較【(1)予備試験】

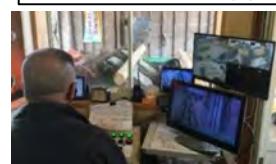
実証中

ICTハーベスタ計測データと自動選木機データの精度比較

ICT-HVによる計測データ



原木の形状認識機械（自動選木機）による計測データ

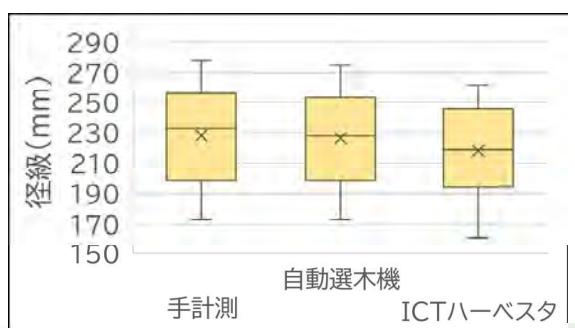


比較検証

<トドマツ予備試験（冬材） 5月実施>

トドマツ原木の末口径の計測結果 (3.65m材 n=9)

<樹皮なし材積>	手計測	自動選木機	ICTハーベスタ
最小径	1.720m ³	1.691m ³ (98%)	1.573m ³ (93%)
最小径 2cm括約	1.536m ³	1.536m ³ (100%)	1.472m ³ (96%)



64

北海道

実証⑥ 自動選木機とICT-HVデータの計測精度の比較
【(2)これまでの試験スケジュール】

この結果を使って製材工場への意向調査を実施



トドマツ予備試験（冬材）
5月実施



カラマツ本試験（夏材）
8月実施



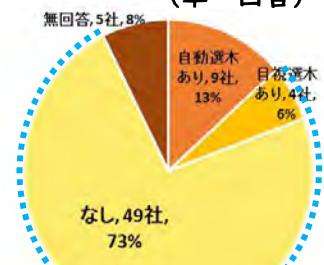
トドマツ本試験（夏材）
10月実施

65

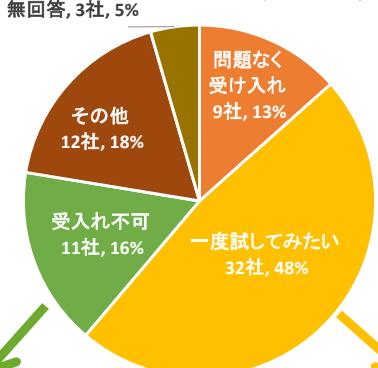
北海道

実証⑥ 【(3)③製材工場のICTハーベスタ計測原木受入れ意向調査】

(2022年8~11月:製材工場127社に配布、68社より回答)

自動選木機はありますか？
(単一回答)

約8割が末口の数字に頼っている

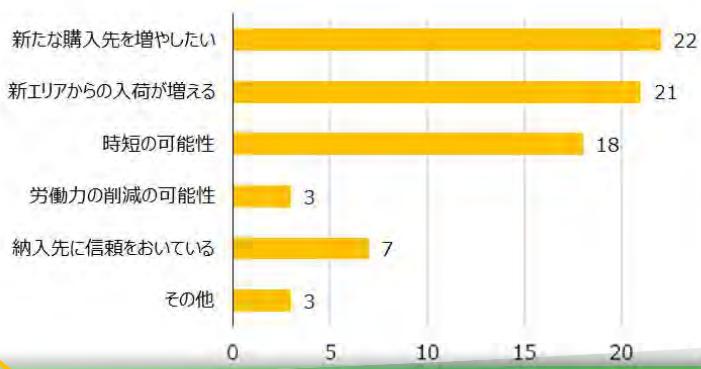
ICT-HV原木を受け入れますか？
(単一回答)

- 自動選木機の導入数は9台：約8割は目視で選木
- ICT-HV原木を「問題なく受け入れ」「一度試してみたい」が約6割の結果
- 新たな購入先・入荷エリアが増え、時短の可能性があることが高評価
- 必要カラ一数は平均4.6色

受け入れできない理由（複数回答）



受け入れを試してみたい理由（複数回答）

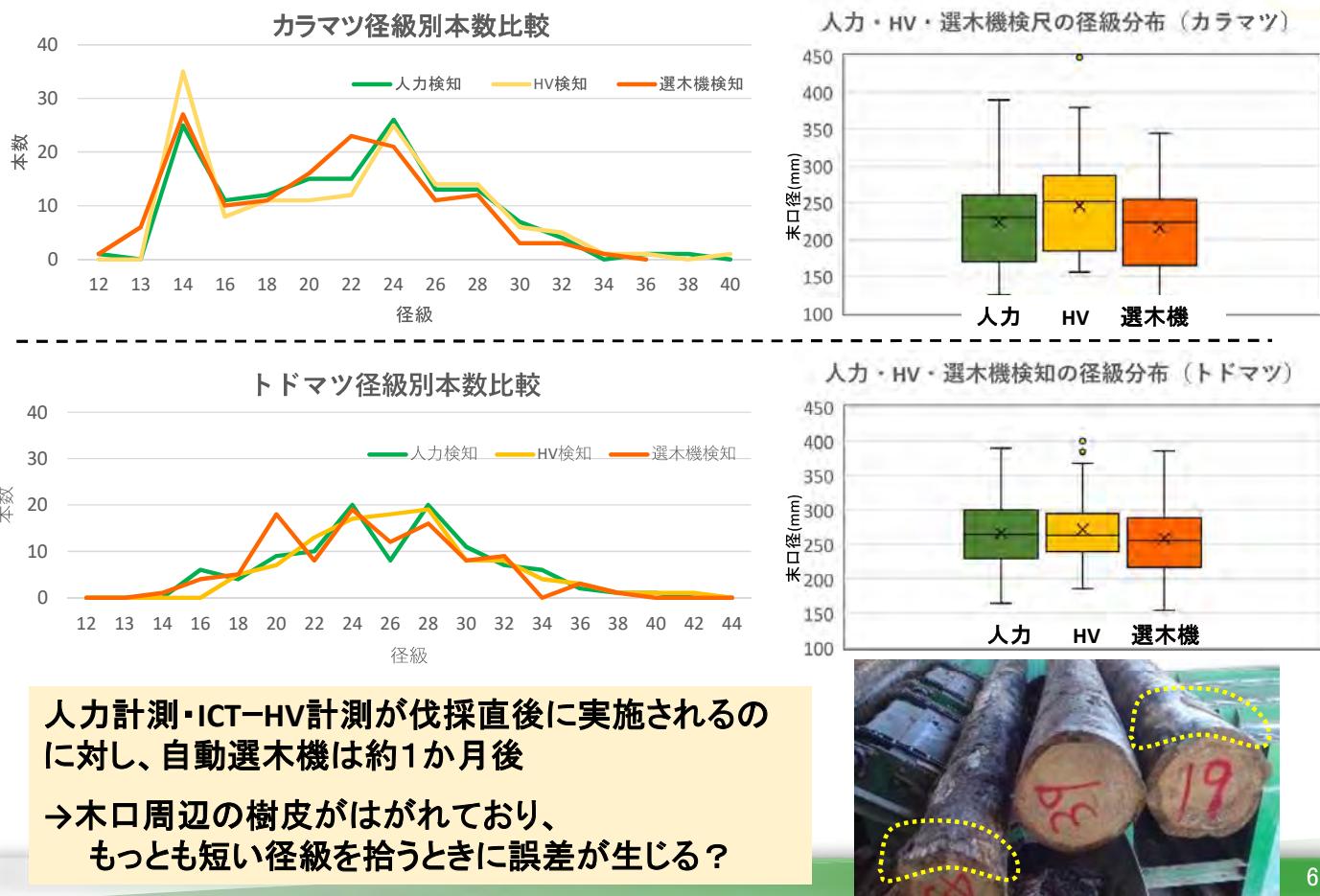


66

北海道

実証⑥ 自動選木機とICT-HVデータの計測精度の比較

【(4)ICT-HVの計測精度】(本試験速報)



人力計測・ICT-HV計測が伐採直後に実施されるのに対し、自動選木機は約1か月後

→木口周辺の樹皮がはがれており、もっとも短い径級を拾うときに誤差が生じる？



北海道

R4実証状況
【経営の効率性・採算性の向上＆需給マッチングの円滑化(2)】

現在の課題

(川中でのHV検知材の受入体制)

(川中)

HV検知材の受入に関して、まだ信頼性が構築されていない

(川上)

ICT-HVの高い計測精度を確認

- ・HV検知材は寸面等の記載がないため、従来の方法での生産量把握・土場在庫管理等が困難
- ・工場としては精度の不安から商取引にどこまで活用できるか判断できず、合意形成が困難

R4実証内容

タブレット端末による検知システムは一定程度の精度の有効性を確認済

実証⑥【新規】 簡易なHV検知材の受入・土場在庫管理システムの実証

○中小の製材工場等で、HV検知材を円滑に

受け入れるため、LiDARなどを活用した簡易な受入・管理システムの構築に向けた実証

土場在庫管理＝着検・棚卸等



挾間隔に対応した
LiDAR計測性能の向上
(AI学習の事例積上げ)

写真検知では
挾間隔に対応不可



ICTによる
川下の在庫管理の
効率化を実現
・荷受検知
・棚卸し

北海道

実証⑥ 簡易なHV検知材の受入システムの実証

実証地
(下川町 山本組)

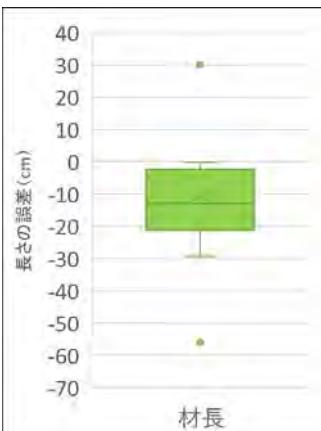
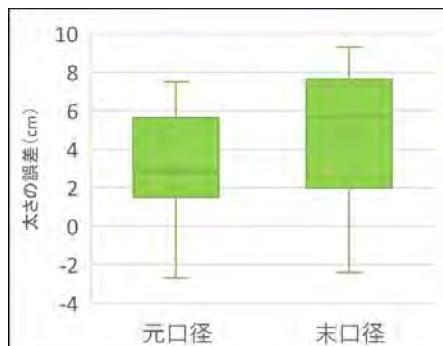
○樹種：トドマツ（皮剥き後） ○調査本数：14本（18本中）

○材長：3.0m・2.2m

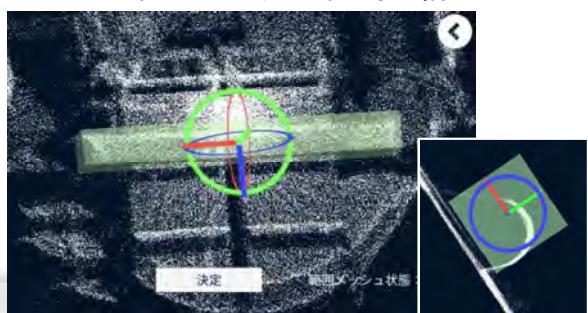
○平均末口径：24.5cm（24.8cm）



低価格なLiDAR計測機器を
活用し、マプリィと連携による
データ化を実証



↓
製材工場等の生産管理に活用
(HV検知材の受入体制の構築)



	元口径	末口径	材長
差分の平均値	2.9cm	4.9cm	-10.4cm
割合	112.9%	120.2%	96.9%

<今後の課題>

- LiDARの照射角度等の調整
- 設置位置の検討(計測対象までの距離)
- データのノイズ除去(精度向上)