



スマート林業EZOモデル構築協議会 (北海道)

森林資源

- 森林面積:554万ha
- 森林率:71%
- 素材生産量(R2):425万m³

全国一の森林資源

森林資源の活用と保続が必要

機械化

- 比較的地形条件がよい
- 高性能林業機械
保有台数(R2):943台

機械基盤の整備

需要情報に基づく生産による
収益性・歩留まり向上が必要

経営管理

- 森林経営計画認定率
(R2):73%

計画的な伐採基盤の整備

収益性確保を考慮した計画

ICT化

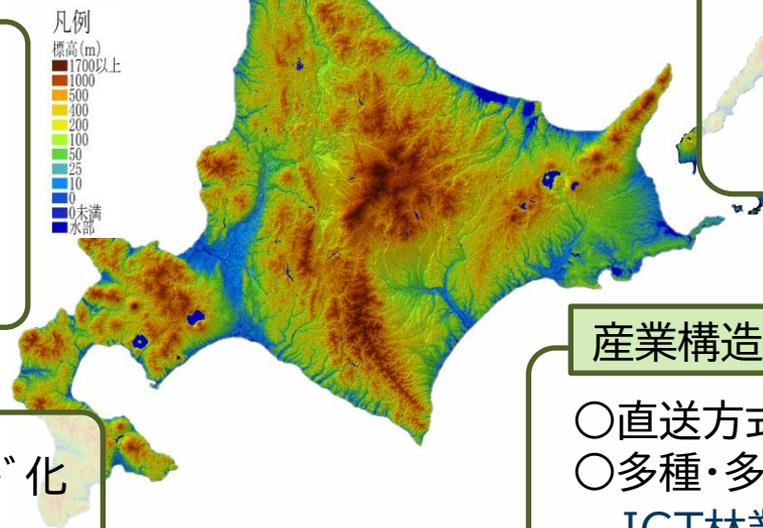
- 177市町村と森林データのクラウド化
情報基盤の整備

森林情報の精度向上が必要

産業構造

- 直送方式による流通が主体
- 多種・多様な樹種や寸法
ICT林業で先行する北欧に近似

生産側と流通のデータ共有が必要



出典：国土地理院ウェブサイト、北海道林業統計、北海道庁調べ

- 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

スマート林業EZOモデル構築協議会 計10団体

(平成31年2月27日設立)

学

北海道大学
農学研究院
渋谷 教授(会長)
北方生物圏フィールド
科学センター
(北大研究林)

官

北海道(副会長・事務局)

下川町(副会長・事務局)
厚真町(副会長)
芦別市(監査)

林業・木材産業事業者

なかそらち森林組合
下川町森林組合

あしべつ未来の森協同組合
(川上~川下15事業者、
令和3年4月設立)
下川町林業林産業研究会
(川上~川下13事業者、
平成26年7月設立)

地域内利害関係者の連携

アドバイザー

森林総合研究所
北海道支所

北海道立総合研究機構
林業試験場・林産試験場

協力機関(民間企業)



(株)ウスイ

(株)フォテク

新宮商行(株)

(株)マプリィ

三菱マテリアル(株)

マツカスターポート(株)

住友建機(株)

住友建機販売(株)

日建(株)

日立建機日本(株)

(株)日立製作所

(株)日立システムズ

(株)北海道日立システムズ

(株)レンタルのニッケン

森林情報の高度化・共有化

経営の効率性・採算性の向上

需給マッチングの円滑化

【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)

資源把握

- 森林情報の高度利用
 - ・レーザ航測データの高度利用
 - ・UAVによる森林資源解析技術
↓解析技術のさらなる向上↓
 - ・各地域での普及、実装
 - ・単木レベルでの高精度な資源把握、品質の把握



精度の高い森林情報から立木在庫データを活用

地形・資源情報に応じた施業

生産量等を資源予測へ反映

生産

- 経営の効率性・採算性の向上
 - ・ICTハーベスタの精度検証
 - ・人力検知を省いた生産システムの実証
↓採算性のさらなる向上↓
 - ・マーケットインに対応した、収益性が高く効率的な素材生産システムの構築



川下の需要情報



ICTハーベスタ等で収集した材積データを川上から川中、川下までの相互利用



流通

- 需給マッチングの円滑化
 - ・川上と川下の合意形成に向けた検討
 - ・円滑なICT生産管理システムの実証
↓流通のさらなる効率化↓
 - ・デジタルデータを活用したICT生産管理システムの検討

直送方式の北海道において複数地域でICT生産管理を実証

<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)**

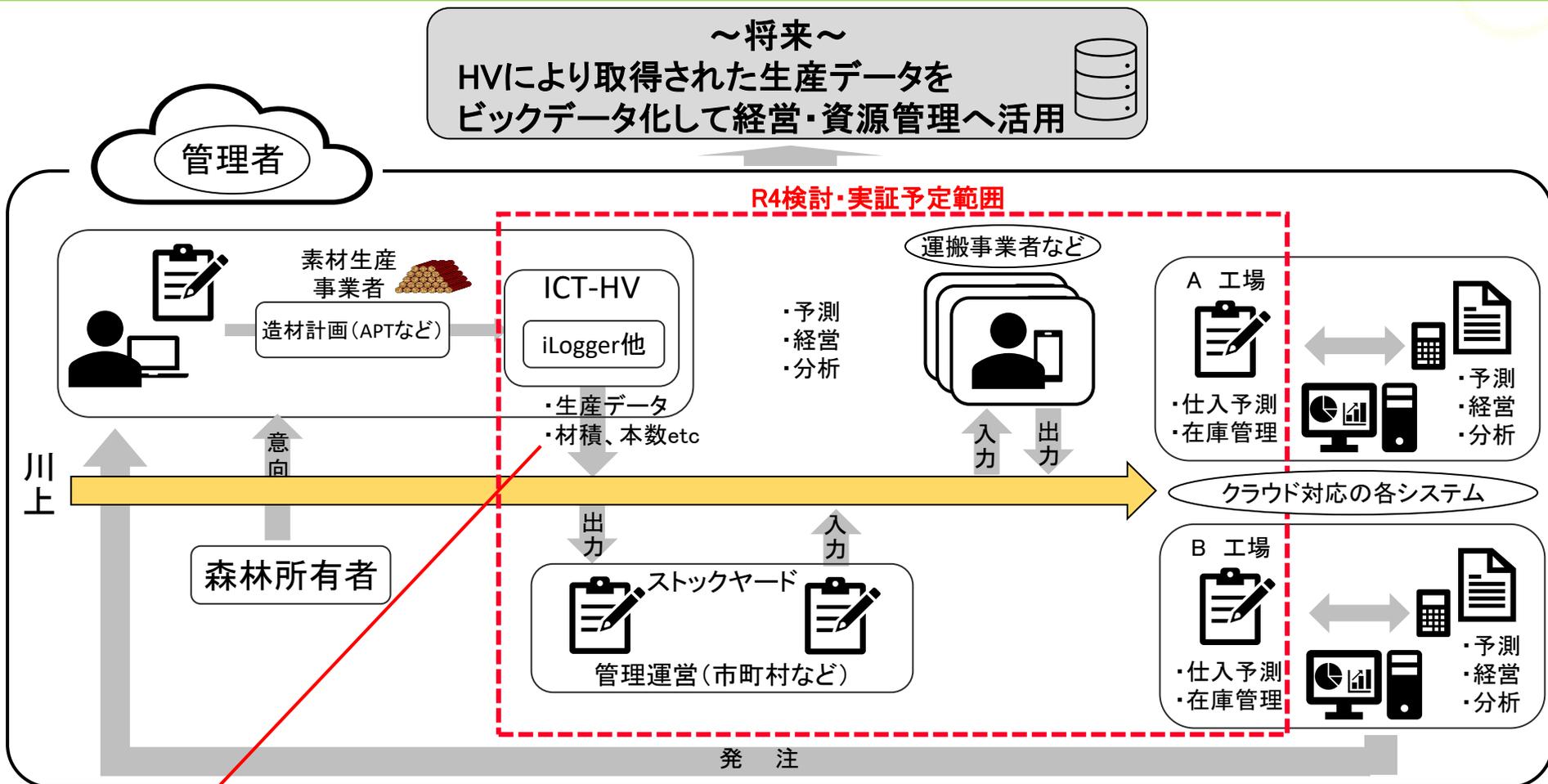
②木材の販売額の上昇

- 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とににより、**+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)**



【hprファイル(生産報告)】

- ・造林計画
- ・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>
<BarkFunction barkFunctionCategory="Swedish Zacco"
  <SwedishZacco>
    <ConstantA>482</ConstantA>
    <FactorB>284</FactorB>
  </SwedishZacco>
</BarkFunction>
<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

実証②
単木レベルでの高精度な
資源把握・品質評価

実証①
林分単位での資源把握の
精度向上・運用

実証⑥
簡易なHV検知材の
受入・管理システムの実証

森林資源の把握

HV検知材の受入

伐採
採材計画

【ICT生産管理】

合意形成

実証⑦
合意形成を図りながら
円滑なICT生産管理の検証

加工
製品生産

実証③ ICT-HVの基
本設定
の把握

素材生産

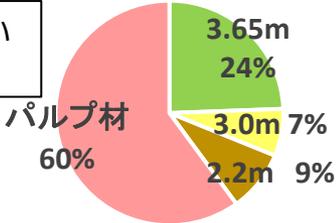
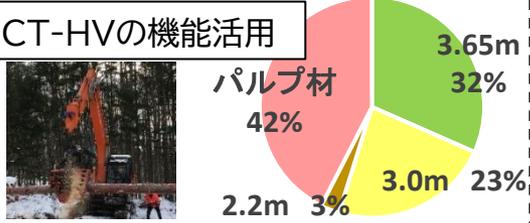
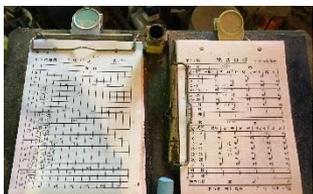
需要情報

工務店等

実証④
ICT-HVの精度検証

実証⑤
ICT-HVを汎活用した作業システムの実証

収益性の向上⇒データを活用したICT生産管理による経営分析・改善が有効

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

テーマ	森林情報の高度化	経営の効率性・採算性向上、需要マッチングの円滑化			
	資源把握・解析	伐採・造材	集材(検知)	検知(出荷)	検知(受入)
成果指標	<ul style="list-style-type: none"> 高度な森林資源把握 4万haに拡大 	<ul style="list-style-type: none"> ICTハーベスタの活用 ▲700円/m³ 木材販売額の上昇 +1,000円/m³ 	<ul style="list-style-type: none"> 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			
		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) <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	
実証成果(定量)	▲416円/m ³	【作業システムの改善】 ▲478円/m ³	合計842円/m³ (人力検知作業の省略)		
		【収益性の向上】 +875円/m ³ <small>高価格帯の採材増</small>	【山土場】 ▲58円/m ³	【運材の積込時】 ▲30円/m ³	【工場土場での受入】 ▲276円/m ³
実証成果(定性)	<ul style="list-style-type: none"> 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) 	<ul style="list-style-type: none"> 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 			
	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 検知作業の省力化による労務軽減 巻立作業の簡易化 	<ul style="list-style-type: none"> 従来と異なる生産管理、在庫管理の可能性 		
	<ul style="list-style-type: none"> 造材時の取得データから、資源情報の更なる高度化の可能性 				

	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	<ul style="list-style-type: none"> ● 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 	<ul style="list-style-type: none"> ● 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 	<ul style="list-style-type: none"> ● 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 	<ul style="list-style-type: none"> ● 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 	<ul style="list-style-type: none"> ● 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
	<ul style="list-style-type: none"> ● 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(第三者立会、データ閲覧権限の整理) 				

参 考 資 料

北海道

協議会参加地域の特徴と課題

○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



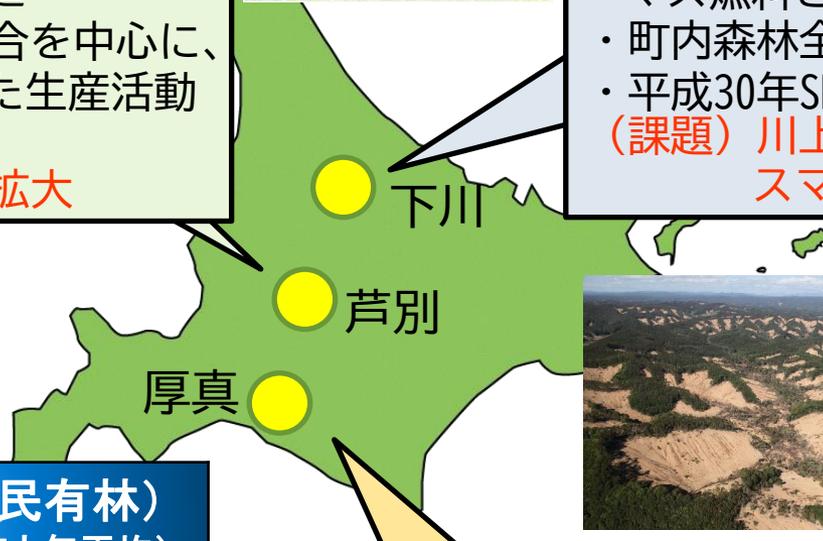
市営住宅



○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

○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

R4実証内容・イメージ

【経営の効率性・採算性の向上 & 需給マッチングの円滑化(1)】

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

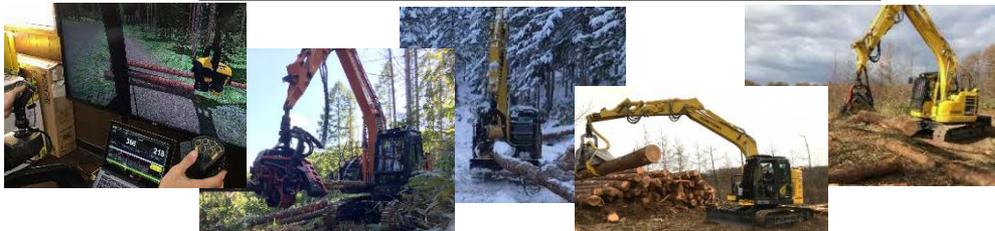
樹皮の補正率



生産データ出力内容など



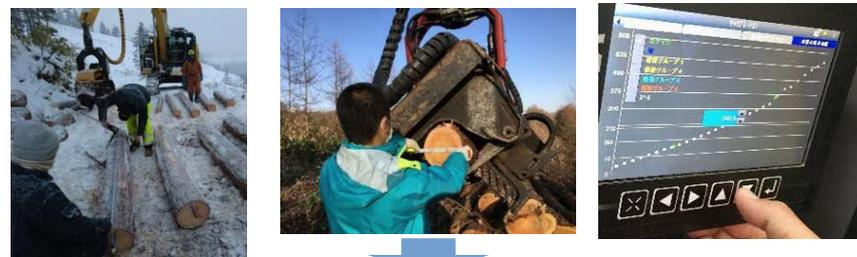
生産指示ファイル等の確認（複数社）



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

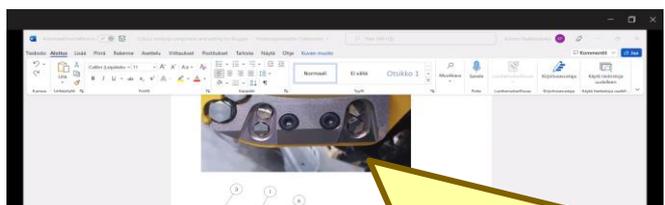
ICT生産管理の実装・各商流別での取引の新たなルール化

実証③ ICT-HVの基本設定の把握【技術交流】

実施内容

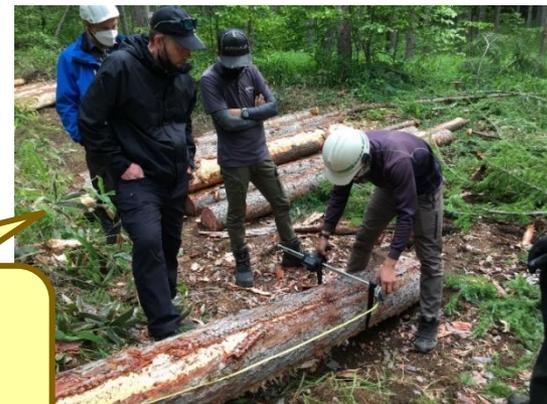
- ・ Webを活用して、直接フィンランドの技術者と意見交換（ケスラー・ポンセなど）
- ・ ケスラー社（テクニオン社） ⇒ コントローラのシステム改修
ハーバスタヘッドを輸入、技術者も来道

<意見交換>



- ・ StanfordDに基づいたデータ内容
- ・ 欲しいデータの出力方法
- ・ カラーリングの特徴
- 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

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



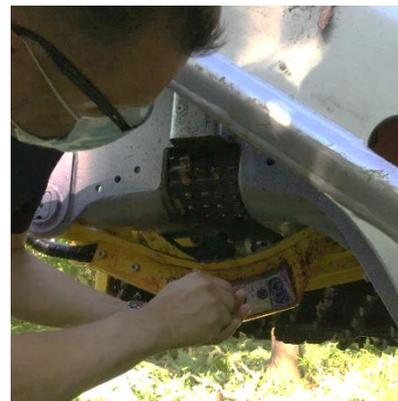
国内の現行機でも
メーカーによって若干仕組みが異なる



「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

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）】

丸太材リスト 04.07.2022 17:19

伐採地 ZACCO

ブロー番号

始動開始

11.06.2022 15:47

営業
ユーザー

カラーマーキングの有無
などには未対応

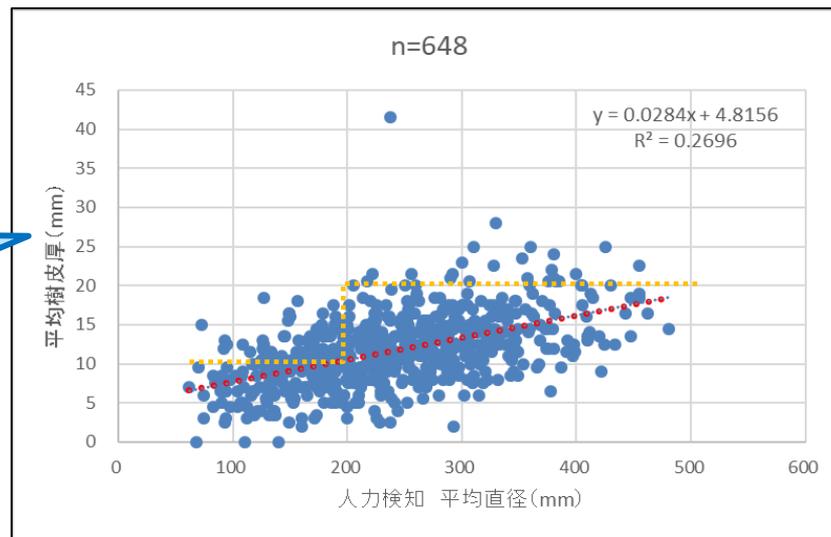
木の幹	長さ首の直径 (ob)	首の直径 (ub)	中央の直径	体積(m ³)	体積(m ³) (ub)	時間	幅	Longitude				
34 Karamatsu	2024	112	104	229		13.06.2022 15:15	42.70851	141.91237		379	363	351
A Gohan 310	319	279	266	301	0.2028							
A Gohan 310	318	265	253	274	0.1728							
B Seizai 365	378	226	215	244	0.1460							
B Seizai 365	377	193	183	204	0.1182							
Parupu 210	212	173	163	184	0.0537							
Parupu 210	210	146	137	163	0.0354							
Parupu 210	210	112	104	146	0.0210							
35 Karamatsu	2234	56	50	237		13.06.2022 16:01	42.70856	141.91233		403	386	373
Parupu 210	212	322	308	325	0.1890							
B Gohan 310	317	289	276	300	0.2028							
B Gohan 310	317	270	258	282	0.1728							

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)道内での
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、単木情報を知るために、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

R4実証内容

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

今回、資料添付

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
プ材率・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

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 伐倒前後に計測 ・直径巻尺 ・林尺 ・テープ ・バーテックス	・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 ・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	・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>

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

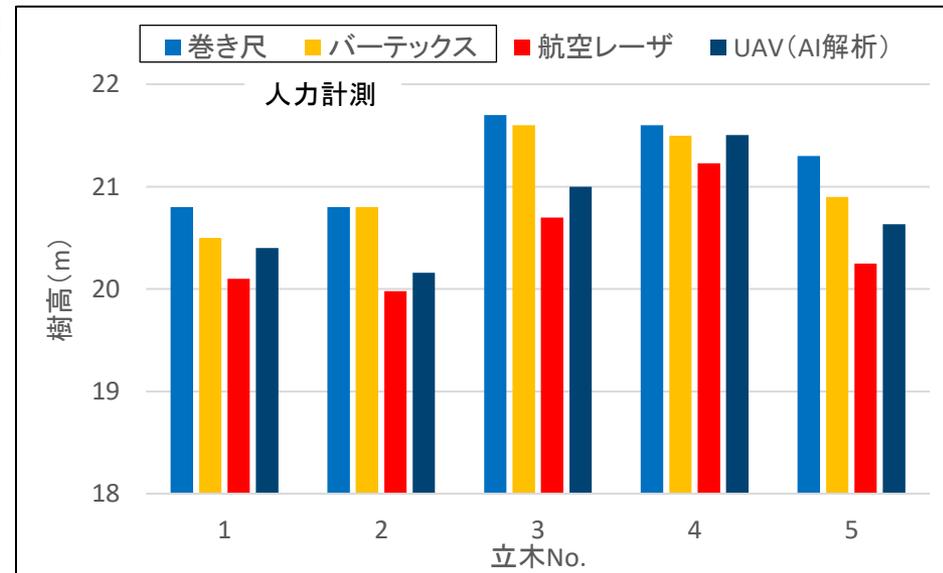


【参考資料(R3年度までの実証成果)】

	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>

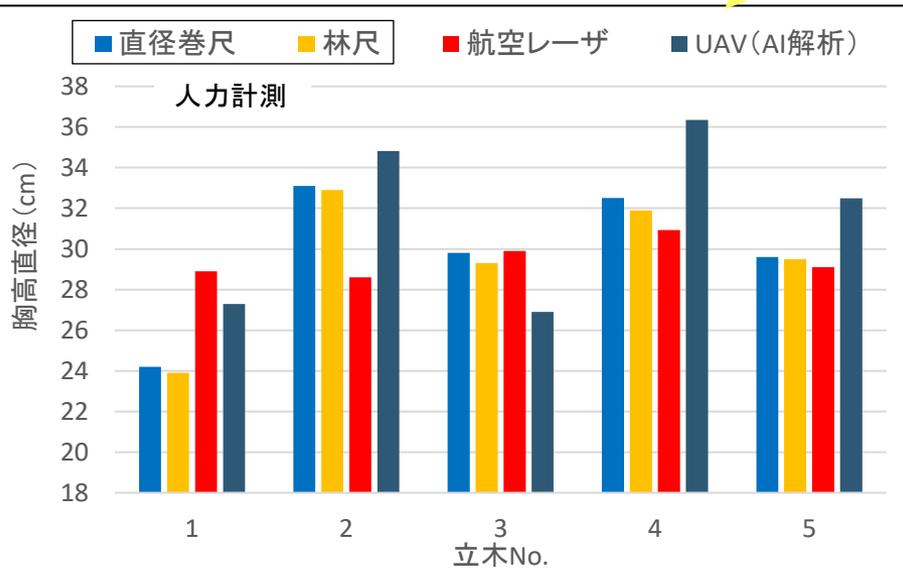


	巻尺	バーテックス	航空レーザ	UAV (AI解析)
平均樹高	21.2m	21.1m	20.5m	20.7m
比較	—	99.2%	96.3%	97.6%

樹高は若干低い傾向

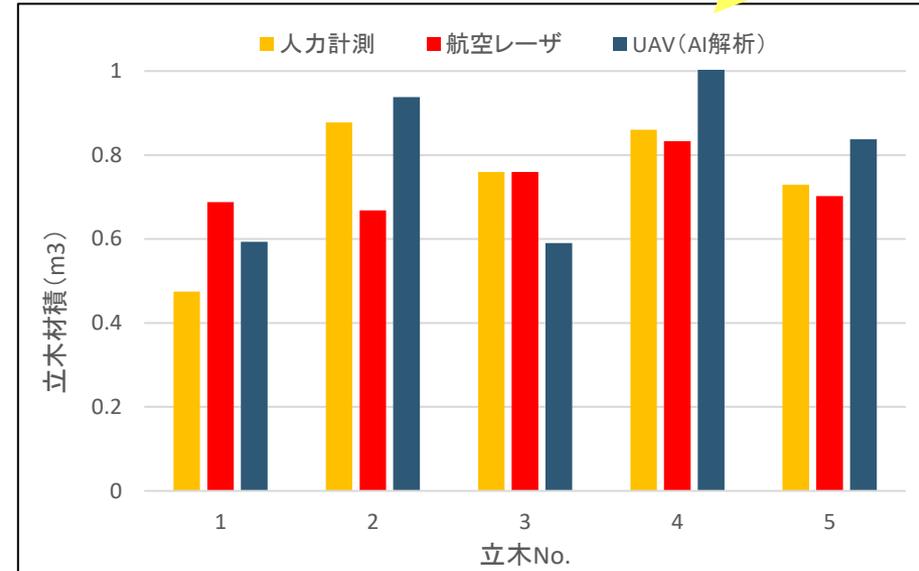
<DBHの比較>

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%

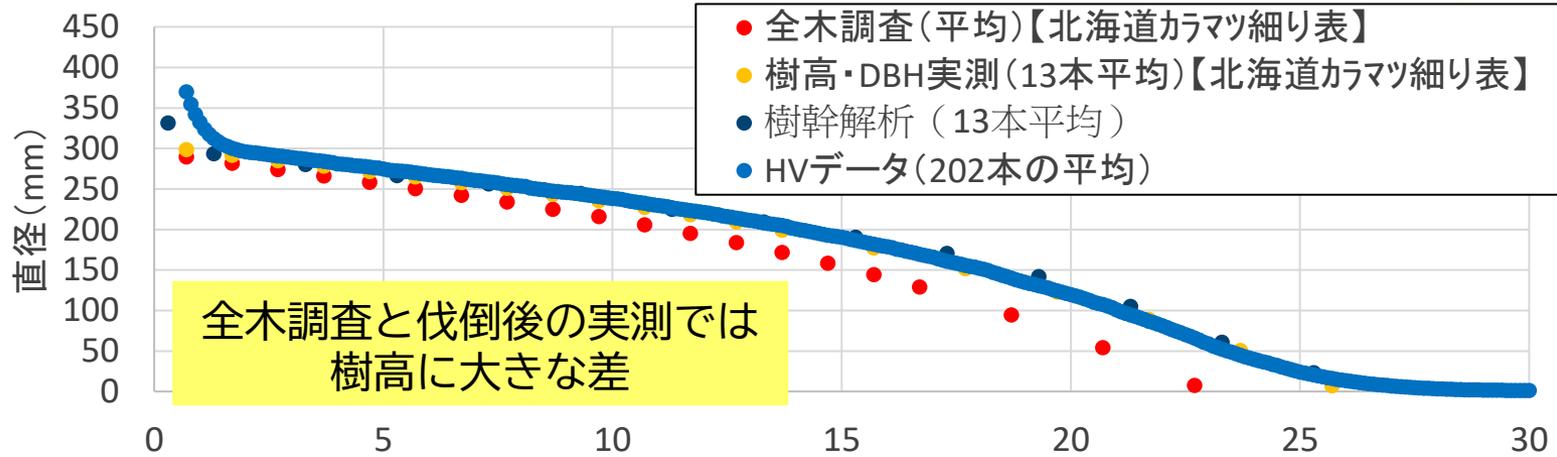
単木では、若干誤差がある

地盤高・樹高をしっかりと把握することが重要

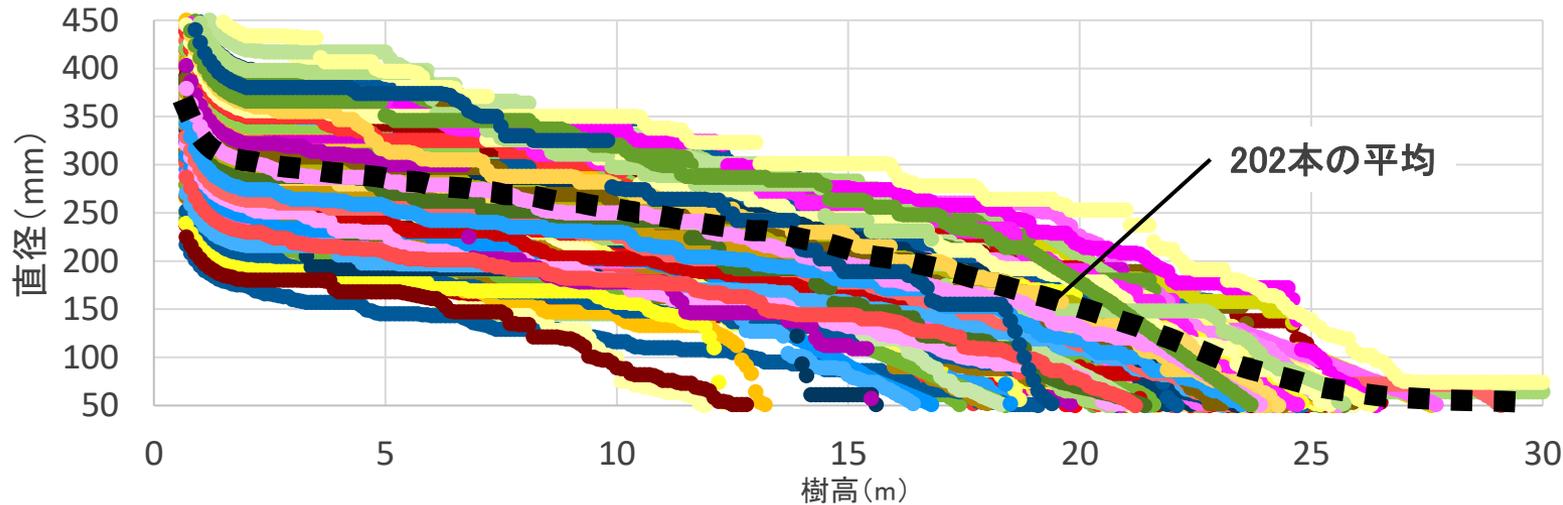
北海道

実証② 高精度な資源・品質把握 【カラマツ(厚真町)】

<細りの比較>
(計測方法別)



(HVデータ)



従来の人材調査では、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を汎活用した作業システムの実証

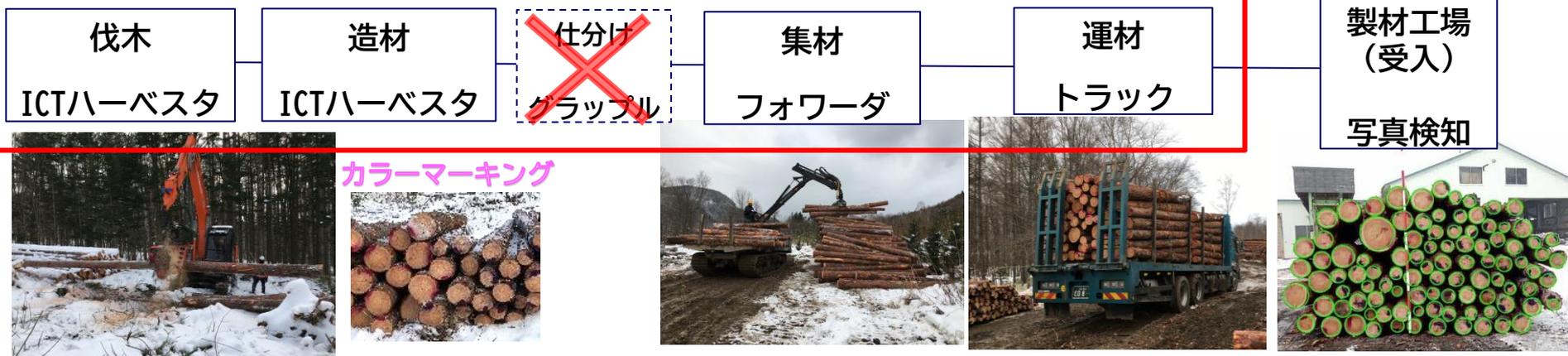
○R3までの実証結果に加え、更なる省力的かつ効率的な作業システムの実証

ー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

ー運材・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

(ハーベスタ検知：CTL方式)



ICT-HVを最大限活用した新たな作業システムの構築

北海道

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：カラムツ ○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

機械伐倒・造材
(ハーベスタ)



128.9m³/日

集材
(フォワーダ)



93.2m³/日

仕分け・巻立
(グラップル)



73.5m³/日
(654円/m³相当)



人力検知



径級に応じたはい積
(小・中・大丸太)



ICT機能の活用による作業の省力化・コスト削減の可能性

HV検知 (デジタル)

林班	小班	樹種	面積 (m ²)	材積 (m ³)	平均樹高 (m)	平均DBH (cm)
34	112	カ	258	11.2	22.0	32.8
A	318	カ	318	13.2	22.0	32.8
B	318	カ	318	13.2	22.0	32.8
C	318	カ	318	13.2	22.0	32.8
D	318	カ	318	13.2	22.0	32.8
E	318	カ	318	13.2	22.0	32.8
F	318	カ	318	13.2	22.0	32.8
G	318	カ	318	13.2	22.0	32.8
H	318	カ	318	13.2	22.0	32.8
I	318	カ	318	13.2	22.0	32.8
J	318	カ	318	13.2	22.0	32.8
K	318	カ	318	13.2	22.0	32.8
L	318	カ	318	13.2	22.0	32.8
M	318	カ	318	13.2	22.0	32.8
N	318	カ	318	13.2	22.0	32.8
O	318	カ	318	13.2	22.0	32.8
P	318	カ	318	13.2	22.0	32.8
Q	318	カ	318	13.2	22.0	32.8
R	318	カ	318	13.2	22.0	32.8
S	318	カ	318	13.2	22.0	32.8
T	318	カ	318	13.2	22.0	32.8
U	318	カ	318	13.2	22.0	32.8
V	318	カ	318	13.2	22.0	32.8
W	318	カ	318	13.2	22.0	32.8
X	318	カ	318	13.2	22.0	32.8
Y	318	カ	318	13.2	22.0	32.8
Z	318	カ	318	13.2	22.0	32.8

カラーマーキング機能



待機時間

17%

人力検知

19%

巻立

64%

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 ○林齢：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

人力伐倒



25.1m³/日

木寄・集材
(グラップル)



67.4m³/日

造材(ハーベスタ)



134.5m³/日

仕分け・巻き立て



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

<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	5千円		8千円		2万円		4千円 無色	
中丸太	14								
	16								
	18								
	20	9千円							
	22								
	24								
	26								
28	7千円	1万円							
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 (状況に応じて随時)
- ・運材 : 写真検知は併用しない

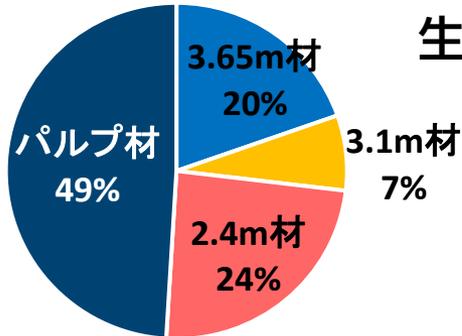
北海道

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



<丸太の本数割合>

販売単価(想定)
9,260円/m³

経験が浅いOP (63.5m³)

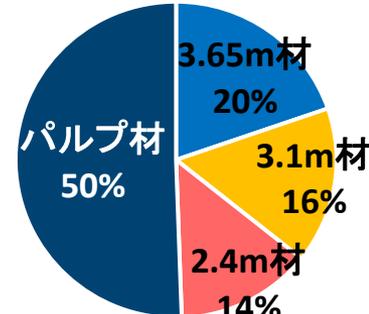
曲がりなどを判断しながらICT機能を活用

生産性: 92.4m³/日

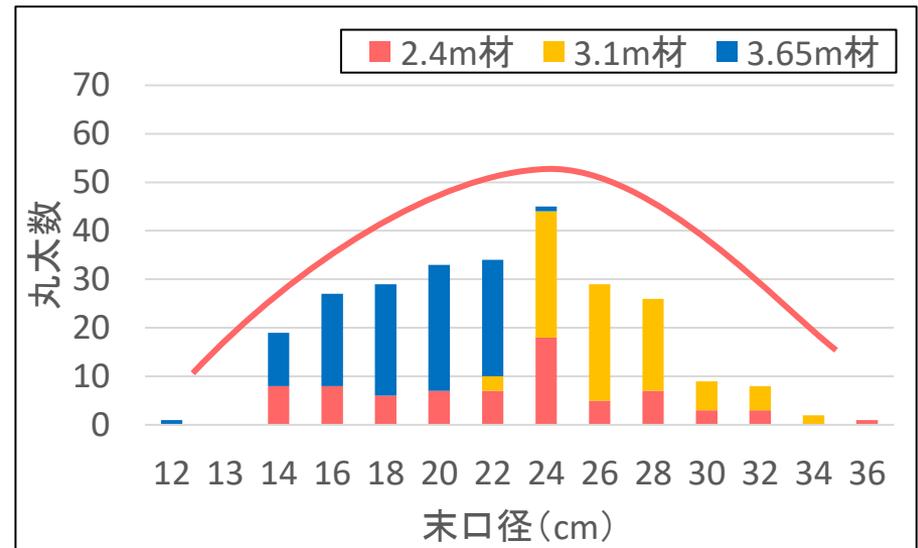
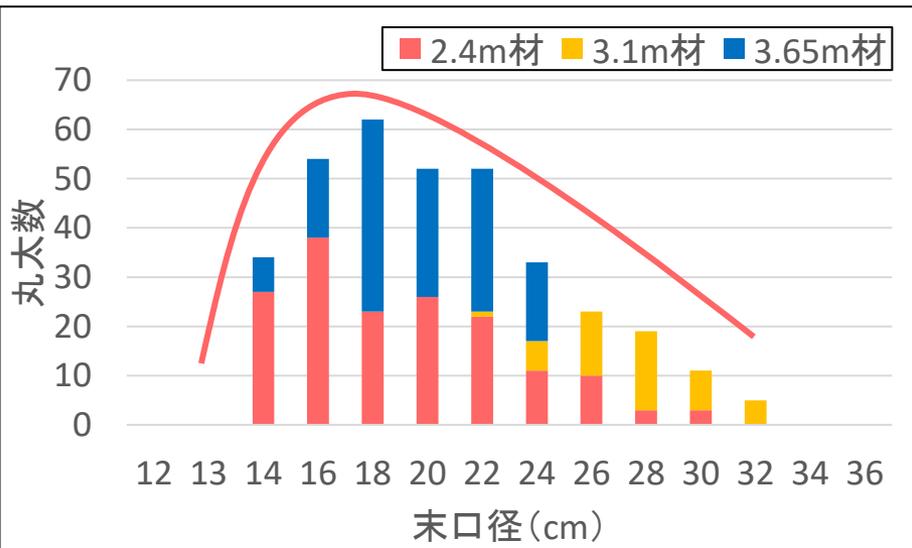
一般材のうち77%は
ハーベスタの採材提案どおり

3.1m材:多

販売単価(想定)
10,135円/m³



<丸太の本数割合>



24cm上で3.1m材を多く生産 ⇒ 875円/m³の収益性向上

- ・材積の計測精度は、まだ課題
- ・丸太本数は高精度

<はい積をまとめて計測(大ロット)>

	人力検知	マプリー
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



マプリー計測

<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

トラック1タケ毎での撮影
(1タケ:約5分程度)



仕分け作業時に
人力検知



写真検知

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



原木の形状認識機械（自動選木機）



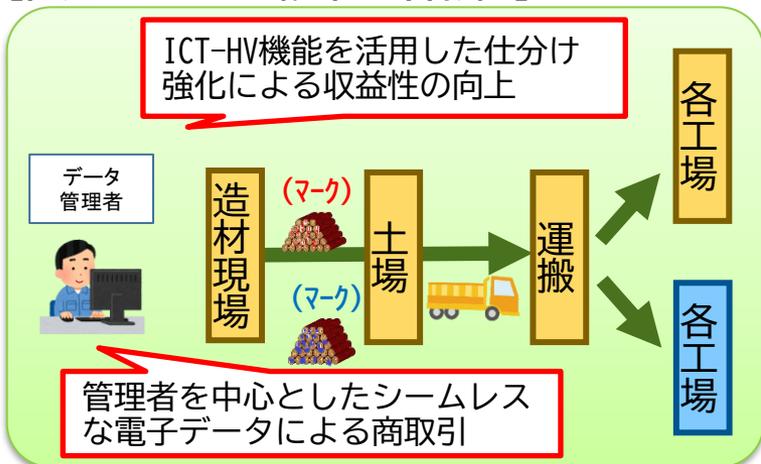
簡易な受入・管理システム【イメージ】

HV検知材の
受入システム
の構築

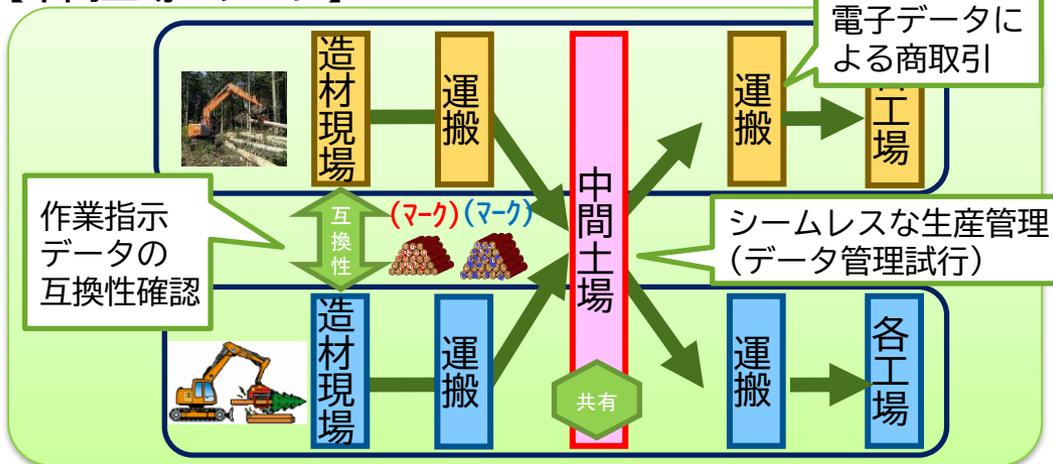
実証⑦【継続】 円滑なICT生産管理の検証

- 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

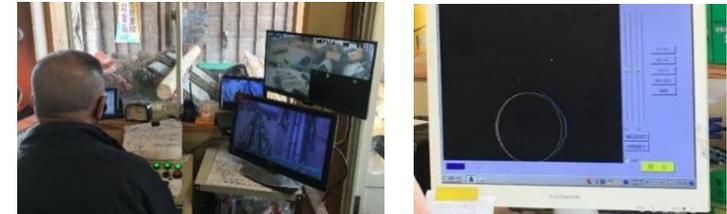
実証中

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



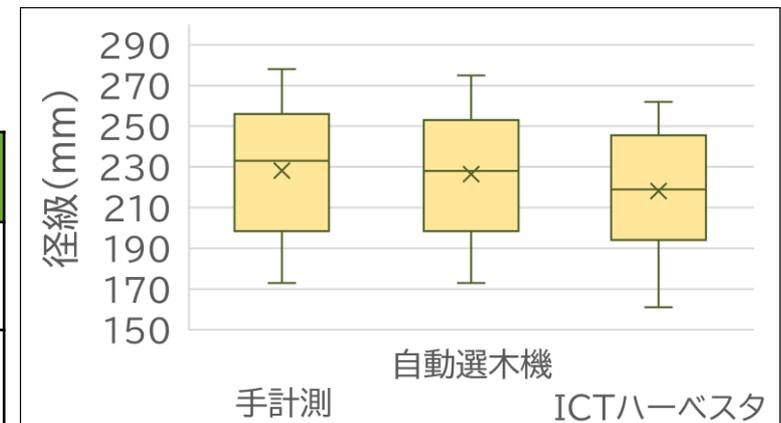
比較検証


<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%)



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

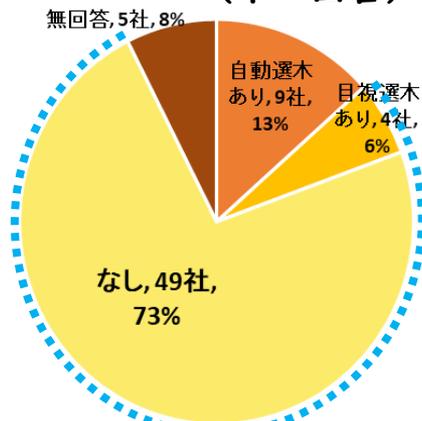
カラマツ本試験（夏材）
8月実施

トドマツ本試験（夏材）
10月実施

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)

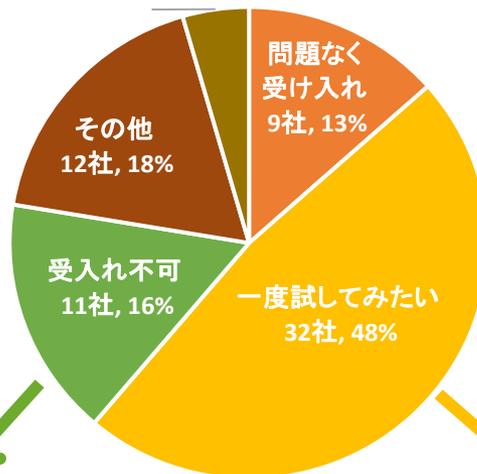
自動選木機はありますか？ (単一回答)



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)

無回答, 3社, 5%

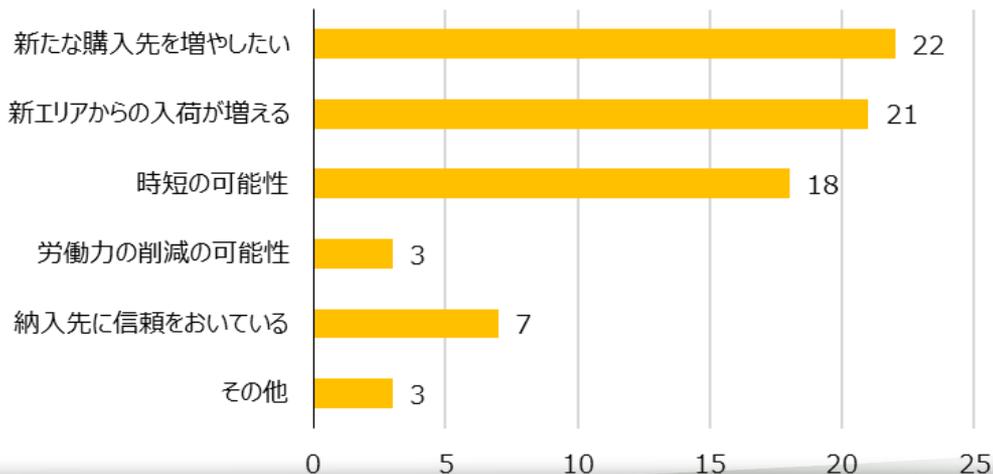


- 自動選木機の導入数は9台：**約8割**は目視で選木
- ICT-HV原木を「問題なく受け入れ」「一度試してみたい」が**約6割**の結果
- 新たな購入先・入荷エリアが増え、時短の可能性があることが高評価
- 必要カラー数は平均4.6色

受け入れできない理由 (複数回答)



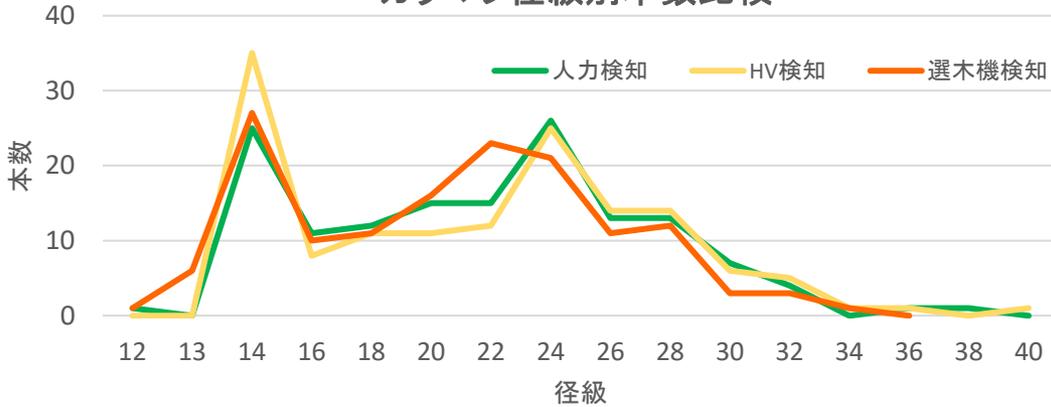
受け入れを試してみたい理由 (複数回答)



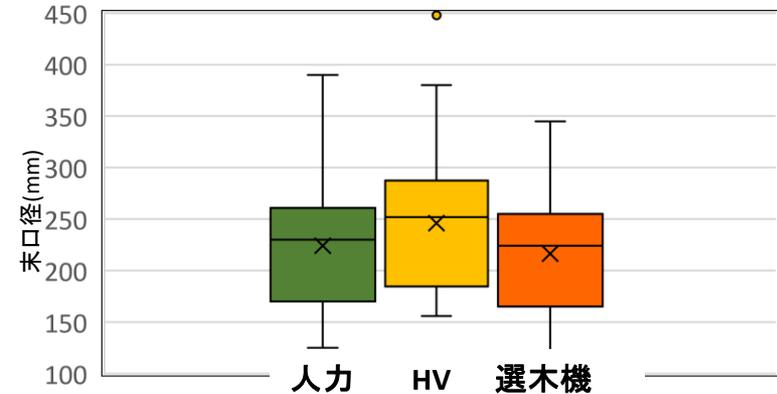
北海道

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)】

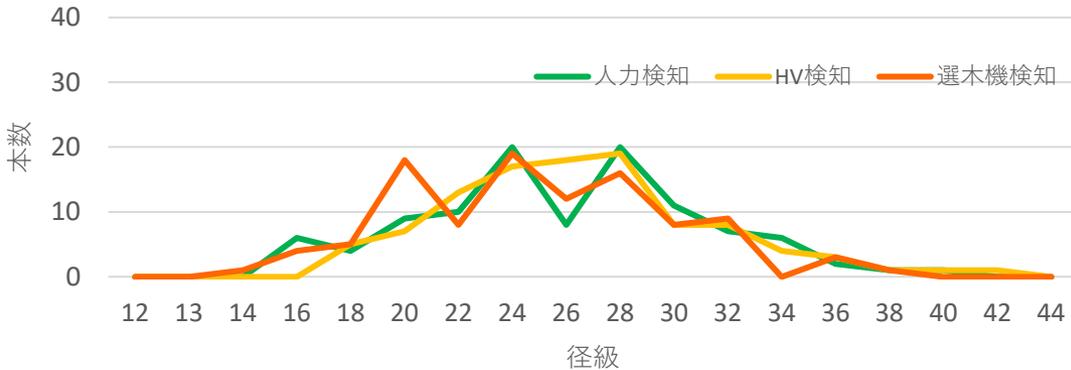
カラマツ径級別本数比較



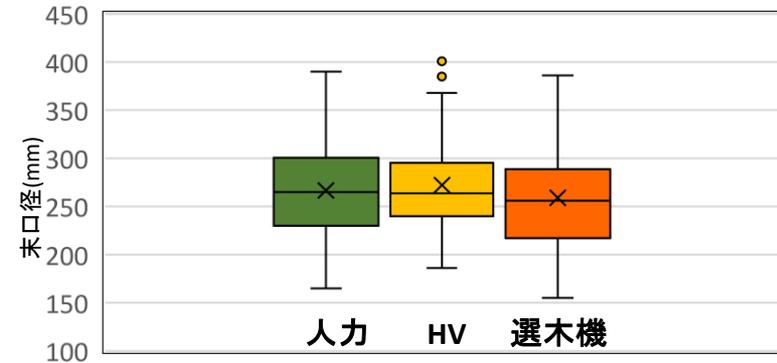
人力・HV・選木機検尺の径級分布 (カラマツ)



トドマツ径級別本数比較



人力・HV・選木機検知の径級分布 (トドマツ)



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？



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



桝間隔に対応したLiDAR計測性能の向上 (AI学習の事例積上げ)

写真検知では桝間隔に対応不可



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

実証⑥ 簡易なHV検知材の受入システムの実証

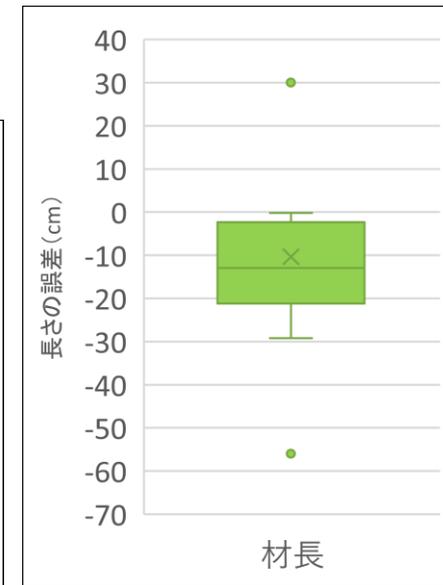
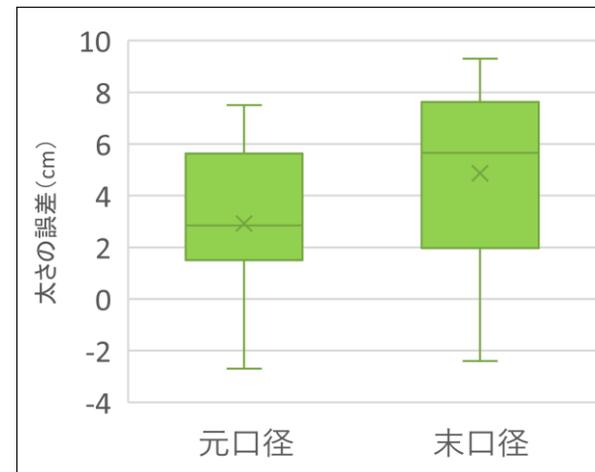
実証地
(下川町 山本組)

- 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）

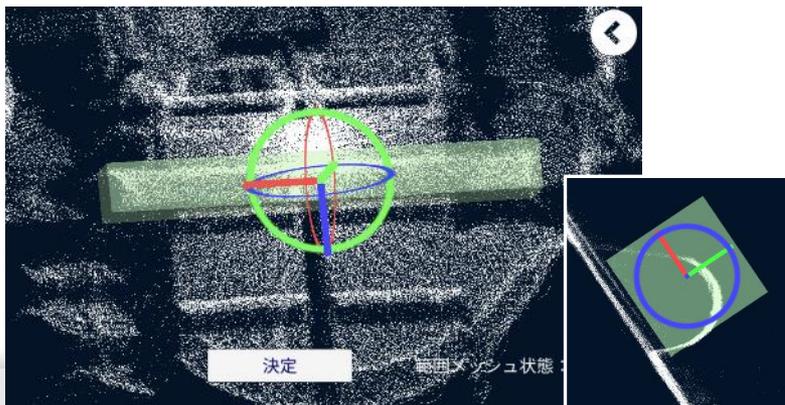
LiDARを活用して無検知の丸太情報(材長・径級)をICT技術で把握



低価格なLiDAR計測機器を活用し、マプリー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)