

スマート林業EZOモデル構築協議会 (北海道)

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



森林資源

- 森林面積:554万ha
- 森林率:71%
- 素材生産量(H30):462万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(H30):896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
(H30):72%

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

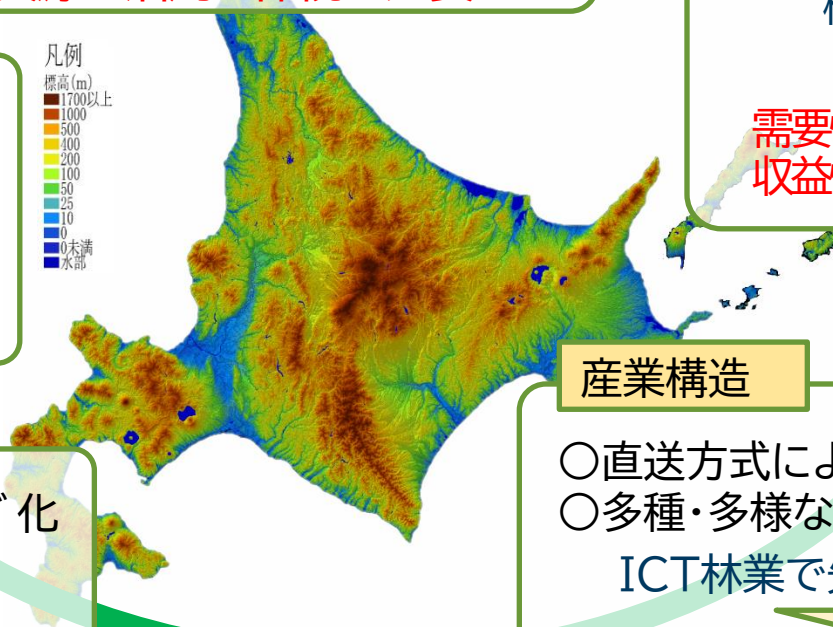
森林情報の精度向上が必要

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

凡例
標高(m)
1700以上
1000
500
400
200
100
50
25
10
0
未済
水域



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

○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
- ・芦別木材協会において、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。町内の林地残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



○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

○美幌町

《森林面積27千ha, うち民有林17千ha》

- ・道内随一のカラマツ地帯
- ・カラマツの建築材、ラミナなど多様な用途で道産木材の利用を推進
- ・民有林でも早くから森林認証など持続的な資源利用を推進
(課題) 地域の森林認証材などの流通

スマート林業EZOモデル構築協議会 計11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)
美幌町(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

芦別木材協会
(川上～川下15事業者、
平成7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

オブザーバー(予定)

北海道森林管理局

協力機関(民間企業)

(株)フォテク



(株)日立製作所

日立建機日本(株)



需給マッチングの円滑化

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

経営の効率性・採算性の向上

森林情報の高度化・共有化

【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、各段階でのそれぞれコストを下げ、収益性を向上させる。
- 主な取組 ①ICTハースタ最適採材, ②機械や電子機器によるデータ収集(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

- ・レーザー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↓
- ・シミュレートによる森づくりのソーシング
- ・GNSS「みちびき」と連動したUAVの運用



精度の高い森林情報から
立木在庫データを活用

目標：レーザー航測とUAVを組み合わせる実
施する面積

地形・資源情報に
応じた施業

材積データ等を
資源予測へ反映

生産

○経営の効率性・採算性の向上

- ・バリューバッキングの活用実証
- ・木材検知省カシステムの実証
- ↓採算性のさらなる向上↓
- ・マーケットインに対応した採算性が高い木材生産システムの試行



目標：林業生産性の向上

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
- ・需要情報の提供、管理手法の検討
- ・シームレスなICT生産管理システムの検討
- ↓流通のさらなる効率化↓
- ・トラック運送の効率化

ICTハー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



目標：木材販売額の上昇

ICT技術

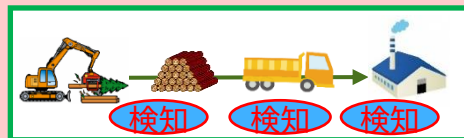
【北森カレッ

- ・ICTに関するシミュレーション
- ・協議会参加
- 〔芦別市・最新技術〕
- 【担い手研修】
- ・ICT技術の普及
- キャリアアップ

目標：ICTに対応した人材育成 50人/年

北海道の直送方式では

川上から工場受入まで、それぞれが検知して確認



人手による検知作業の負担が大きい

目標：道産木材供給量462万m³(2018)⇒600万m³(2036)

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、検知作業の省略化により、

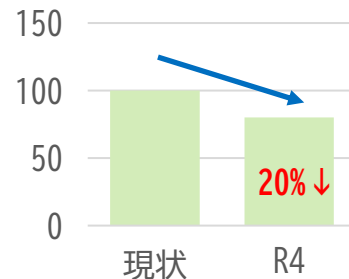
-100円/m3を目指す

現状 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 (R2: 2%減)

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、

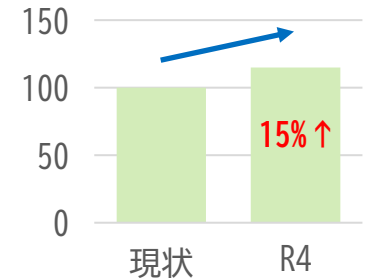
+1,000円/m3を目指す

現状 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

③高精度な森林資源把握

○協議会参加市町村
レーザー航測とUAV
高精度な森林資源把握

高精度な森林資源
=参加4市町の

今回は、

- ・「経営の効率性・採算性の向上」
 - ・「需給マッチングの円滑化」
- に絞って、取組状況を報告

4万ha (R2: 1万ha)

バリューバッキ
シミュレータを

+40人/年
の林業担い手研修
林業機械の研修
+10人/年

ICTに対応できる人材育成 +50人/年
(R2: +10人/年)

課題：収益性の確保を考慮した森林経営のための採算性の向上、流通の効率化に向けたデータ共有
目指す方向性：オペレータの技術によらず価格や需要に基づく採材を行い、生産性を向上させつつ資源の有効活用も実現、川上から川下への素材生産情報のデータの一气通貫利用
取組：ICTハーベスタを活用した生産情報の管理や検知省略の試行

○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：xLogger
 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

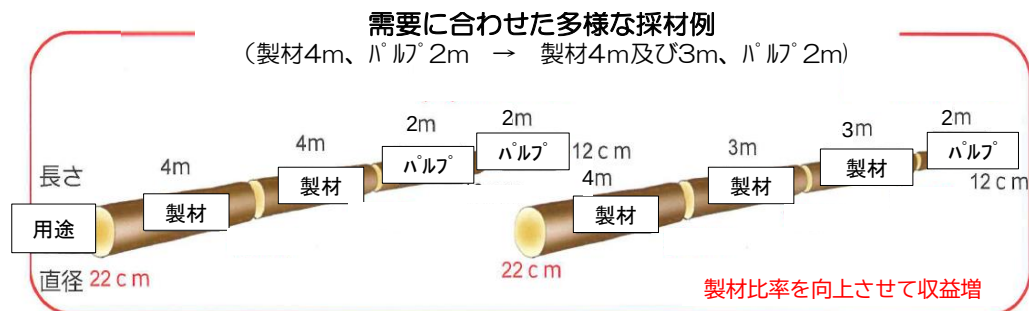
(2) カラーマーキング機能

○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) バリュースバッキング機能

○バリュースバッキング（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

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

実証① ICTハーベスタの測定精度検証 ◎信頼性の担保

- ・今後の実証の前提となる測定精度を確認

(調査方法)

伐採後の測定値（キャリブレーション後）について
人力検知などによる測定値と比較して精度を確認

<主な関係する機能>

- (1) 素材生産のデータ管理機能 (3) バリュースタッキング機能
- (2) カラーマーキング機能 (4) リミテーション機能

実証② ICTハーベスタを活用した作業システム実証

◎生産コストの削減

- ・ICTハーベスタによる造材による「生産性」や
検知省略による「効果」の検証

(調査方法)

- ・造材以降の工程をビデオ撮影
 - 従来型と実証システムの生産性を比較
 - カラーマーキングによる仕分け作業の有効性の検証
 - 人力検知の省略による生産性の把握

【従来型】



【ICTハーベスタでの実証】



<主な関係する機能>

- (2) カラーマーキング機能

実証③ ICTハーベスタによる収益性の検証

◎収益性向上

- ・ICTハーベスタによる生産状況
(生産量、材長・径級別割合)の調査

(調査方法)

- ・ICTハーベスタと従来のハーベスタが生産した
丸太の状況を、ビデオ撮影やログ記録をもとに
集計・分析

- 採材長の割合、パルプ率の調査→販売額推計

*比較調査は、経験が浅いオペレータと、
経験豊富なオペレータなどキャリア別に実施

<主な関係する機能>

- (3) バリュースタッキング機能

成果指標②検証 木材の販売額 15%増(+1000円/m³)

実証④ 需要に応じた素材生産の検証 ◎収益性向上

- ・需要（指定した径級・材長・本数）に
応じた生産が可能か検証

(調査方法)

- ・ICTハーベスタの機能を活用した生産本数と
オペレータ判断による生産本数の比較

<主な関係する機能>

- (4) リミテーション機能

成果指標①の検証 生産・流通コスト20%減(-800円/m³)
うちR2:2%減(-100円/m³)

実証内容

○ICTハーベスタによる測定精度の検証

- ①作業指示（APTファイル）に対する測材が適正に動作するか確認
- ②コンベックス（人力）で丸太の最小径・材長を計測し測材精度を検証
- ③最小径を複数の検知方法と比較
（ICTハーベスタ、人力検知、写真検知（2種類））

実証期間：令和2年10月28日～29日

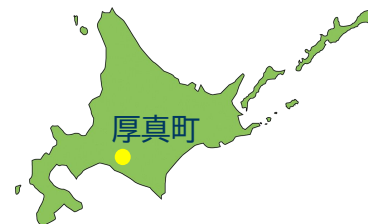
実証場所：厚真町私有林

樹種：カマツ、林齢：38年生、平均DBH：25.5cm

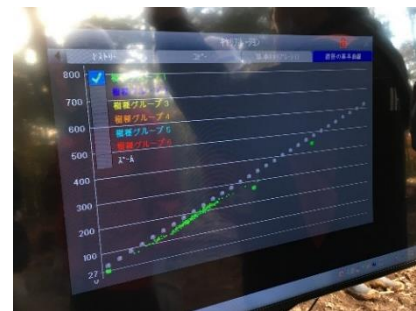
長材本数：50本

*この他、本格実証を行う芦別市でも精度検証を実施

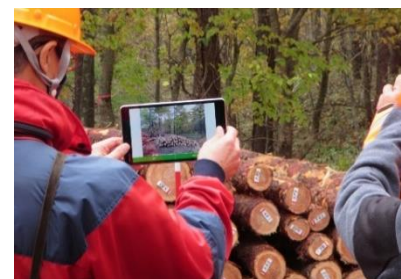
<前提条件> 9玉程度のキャリブレーション実施により予測精度を高めた



電子輪尺によるキャリブレーション



ハーベスタ上での細り予測



写真検知

実証結果

①指示通りの採材確認

②材長精度を確認

材長の精度
100.4% (+0.4)

③測材精度を確認

区分	最小径級(mm)との比較
ICTハーベスタ(mm)※	100.9% (+0.9)
人力検知(2cm括約)	95.7% (-4.3)
写真検知A(2cm括約)	94.9% (-5.1)
写真検知B(mm)	105.1% (+5.1)

※樹皮率補正として18cm下は-1cm、20cm上は-2cmを実施

<検証結果等> ICTハーベスタによる測材・細り予測の精度を確認

<課題> 作業指示ファイルの作成方法・人材育成。地域・樹種別の樹皮補正率の設定。
適切なキャリブレーションによる信頼性の確保(まずは写真併用等による信頼性確保)

実証内容

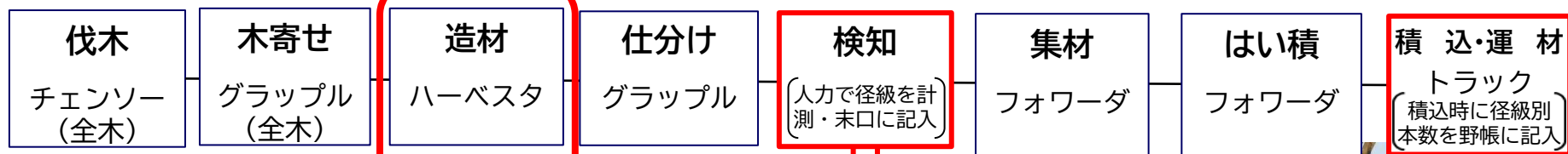
○ICTハーベスタによる造材の生産性や検知省略による効果の検証

- ・造材以降の工程をビデオ撮影し、従来型と実証システムの生産性を比較
 - カラーマーキングによる仕分け作業の有効性の検証
 - 人力検知の省略による生産性の把握

実証期間：令和2年12月1日～17日 場所：芦別市有林2.19ha内に3箇所の試験地設定
 樹種：カラマツ 林齢：45～52年生 ha立木本数：362本/ha 立木蓄積：0.58m³/本



〈従来方式〉



〈ICT生産管理方式（無検知）〉



実証結果

推測値：13.0m³/人日
 約5,200円/m³

＜参考：熟練OP＞	生産性(m ³ /h)
従来ハーベスタ	40.7
ICTハーベスタ	40.9

（無検知）
 0.92人工相当
 （13分47秒/100本）
58円/m³削減

**元口、末口の混在防止
 径級別の仕分けの一助**

0.48人工相当
 （7分14秒/100本）
30円/m³削減

グラップル工程を減らすことができれば
400円/m³程度削減の可能性

＜検証結果等＞生産性に大きな差異なし。検知省略により**生産コスト88円/m³削減（目標100円）**

＜課題＞カラーマーキング仕分けに一定の効果。仕分け時のグラップル削減により更なるコスト減の可能性

実証内容

○ICTハーベスタによる生産状況（生産量、長さ・径級別割合）の調査

- ・ ICTハーベスタと従来のハーベスタが生産した丸太の状況を、ビデオ撮影やハーベスタのログ記録をもとに集計・分析（(i)経験が浅いオペレータ (ii)経験豊富なオペレータが実証）
 - － 採材された材長別の本数、パルプ率の調査→材長・径級別単価により販売額を推計

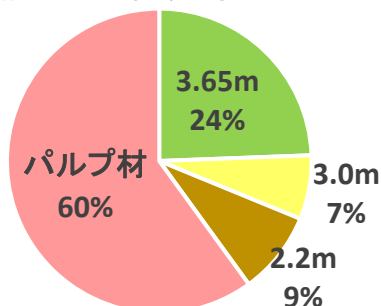
実証期間：令和2年12月7日～10日 場所：芦別市有林2.19ha内に3箇所の試験地設定（実証②と同時に実施）
 樹種：カラマツ 林齢：45～52年生 ha立木本数：362本/ha 立木蓄積：0.58m³/本

実証結果

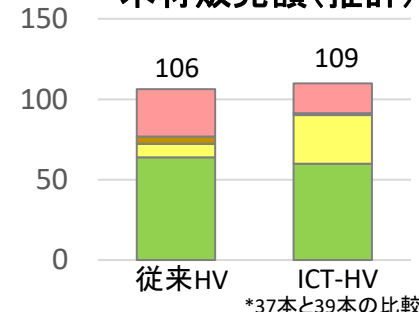
(i) 経験が浅いOP	他社ハーベスタ(試験地A)	Waratah社ICTハーベスタ(試験地A)
採材方法	オペレータ判断	バリューバックング機能
伐採した立木本数	37本	39本
総搬出量(採材本数)	14.7m ³ (250本)	14.2m ³ (221本)
パルプ材率	本数60%(150本)、材積40%(5.9m ³)	本数42%(94本)、材積26%(3.7m ³)
木材販売価格(推計)	7,215円/m ³ (一般材:8,694円/m ³)	7,709円/m ³ (一般材:8,657円/m ³)

<VB機能なし(本数割合)>

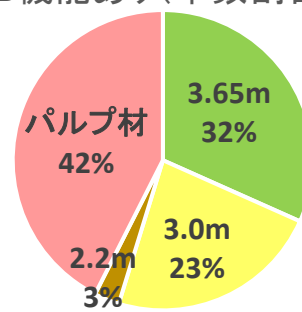
※経験豊富なOP
7,396円/m³



木材販売額(推計)



<VB機能あり(本数割合)>



<検証結果等>パルプ 本数割合が60%から42%に低減⇒**収益性約500円/m³UP（目標値1000円）**

<課題・考察>経験が浅いオペにも効果。ICTハーベスタは品質(曲がり)の判断が出来ない。

実証結果（続）

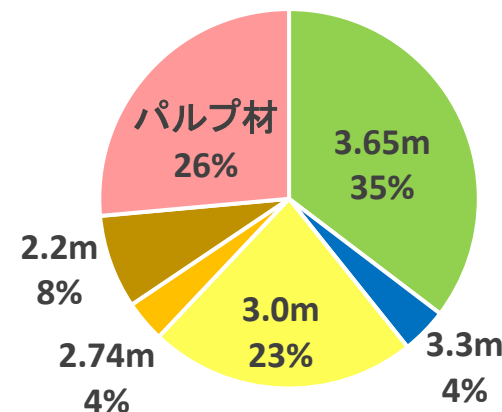
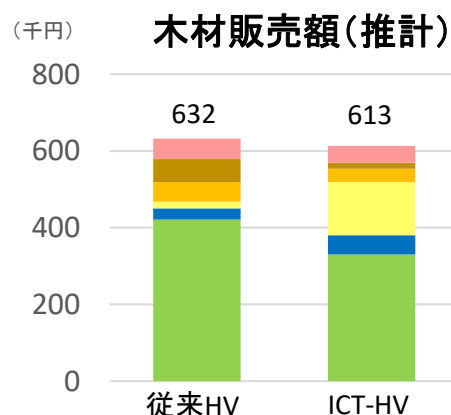
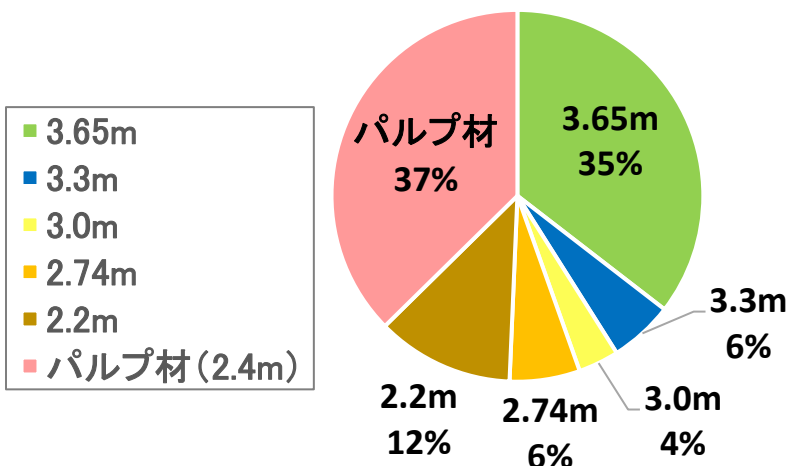
（ii）経験豊富なOP

	他社（キャリブレーション未実施） 実証試験地B	Waratah社 実証試験地C
林分状況（カラマツ）	立木：124本、平均DBH：29.1cm 立木材積：97m ³ （0.78m ³ /本）	立木：135本、平均DBH：27.8cm 立木材積：113m ³ （0.84m ³ /本）
採材方法	オペレータ判断	バリューバックング機能
総搬出量（採材本数）	70.0m ³ （うち一般材461本）	68.3m ³ （うち一般材562本）
パルプ材率	本数37%（275本）、材積14%（9.6m ³ ）	本数26%（202本）、材積11%（7.8m ³ ）
木材販売価格（推計）	9,027円/m ³ （一般材：9,589円/m ³ ）	8,968円/m ³ （一般材：9,414円/m ³ ）

<他社VB機能なし（本数割合）>

※径級・材積は推計

<VB機能あり（本数割合）>



<検証結果等> パルプ材本数割合が37%から26%に減少。細り予測により3.0m材を採材

<課題・考察> 複雑な需要に応じた生産が可能。経験豊富なオペでも遜色ない効果。

細かい採材（材長・径級）の需要があると、さらなる収益性向上の可能性

実証内容

○需要（指定した径級・材長・本数）に応じた生産が可能か検証

- ・ICTハーベスタのリミテーション機能を活用して材長・径級・生産本数を指定、オペレータにも同様の指定を行い、生産された本数を比較
- ・実証③に併せて、試験地B・Cにおいて、下記表の指定注文材の生産を試行

①優先材	②注文材(想定)
3.65m	3.30m:30本(末口 20cm 10本、22cm 10本、24cm 10本)
3.00m	2.74m:30本(末口 20cm 10本、22cm 10本、24cm 10本)
2.20m	

○カラマツは、梱包材を中心に多種多様なオーダー(材長など)
○直送方式で、注文に応じ短期間で定量生産を求められる

実証結果

<指定数量に達した際>

指示事項	実証試験地B(他社)	実証試験地C(Waratah社)
採材方法	オペレータの経験を頼りに、採材数量を把握	リミテーション機能(生産制限機能)を活用
3.30m材(30本)	46本(誤差: +16本)	30本(誤差: ±0本)
2.74m材(30本)	44本(誤差: +14本)	27本(誤差: -3本) ※径24cmが伐区内で適材無し

キャビン内に
「数量制限超過」
○cm/○mm
切断しません
というメッセージの
表示を確認

<検証結果等>リミテーション機能(本数指定)動作を確認。オペレータは指定数量を超過

<課題・考察>過剰生産材の再採材による販売額減少防止に効果。

「材積指定での動作」「通信環境整備によるリアルタイム共有(現在USB)」は今後の課題

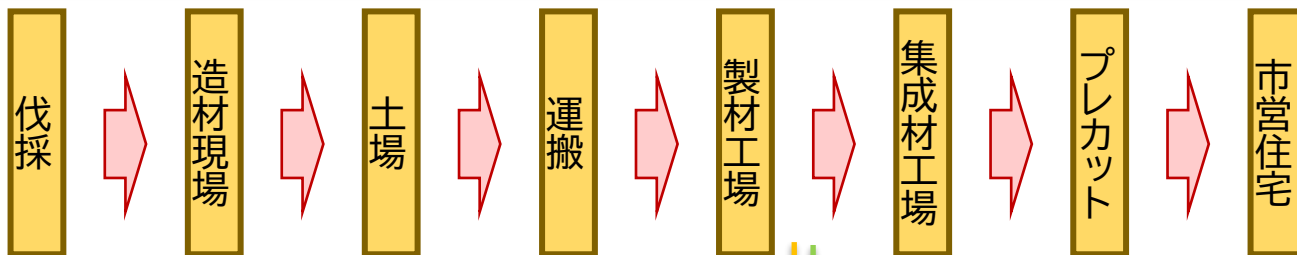
R2年度

R2.12～

R3年度

R3.11頃

芦別市有林
カラマツ
520m3



市営住宅

2棟
460m3使用

実証期間：令和2年9月14日（水）～15日（木）

参加者：（川上） 芦別市、なかそらち森林組合、芦別木材協会、
（川中・川下） 山本組木材、下川フォレストファミリー、ウッディしもかわ、東邦木材工業
（協議会） 北海道大学農学研究院、美幌町、下川町、下川町林業林産業研究会、北海道
（協力機関） 森林総研、道総研林業試験場、林産試験場 など

ヒアリング結果（抜粋）

流通全体では、商取引に必要とするデータは違う
⇒ 各流通段階を分けて検証

（運材） ○商取引のため、運転手が原木の積込時に検知
○検知を省略・簡素化するためには受入工場と連携の必要がある

（製材） ○受入後、径級別に仕分けて生産（16cm下、18～30cm、32cm上）

●径級表示が無いと末口元口の判断が困難になる

⇒ カラーマーキングを活用

●ICTハーベスタのデータだけの商取引は不安

⇒ 出荷時・受入時に写真検知を実施することで信頼性を確認



ICT生産管理による
検知の省略

実証期間：令和2年12月10日～17日

場所：芦別市有林、下川町製材工場内

樹種：カラマツ 素材本数：2,422本(うちICTハーベスタ 689本)



実証内容

○ICTハーベスタ・写真検知を活用して、電子データによる生産情報を共有を試行

○径級に応じたカラーマーキングにより、仕分け作業の有効性の検証

〈従来方式〉

〈ICT生産管理方式〉

造材現場



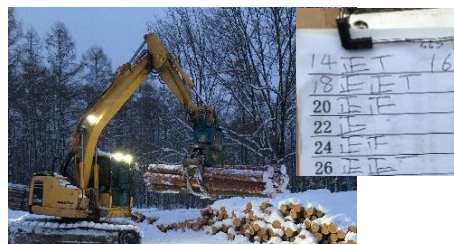
人力検知(出荷)

無検知

ICTハーベスタのデータ活用

1	丸太材リスト	09.12.2020 12:01			
2					
3	伐採地	Ezo model B			
4	ブロック番号	概定の場所			
5	始動開始	08.12.2020 13:58			
6	営業マン				
7	ユーザー				
8					
9	木の幹	長さ	先端の直径	中央の直径	体積[d㎡]
10	1 karamathu	1994	90	--	
11	LogA	376	206	--	1182
12	LogA	378	192	--	1182
13	LogA	378	174	--	934
14	LogA	378	150	--	715
15	チップ材	242	128	--	290
16	チップ材	242	90	--	194

土場



人力検知(積込)

写真検知(積込)

運搬

製材工場



人力検知(受入)

写真検知(受入)



カラーマーキング
(径級別)



ファイル作成
作業指示

実証結果

- 各段階でICT技術を取り入れ、川上から川中（製材工場）までの商取引で電子データによるICT生産管理を実施できた
- 製材工場受入時でも写真検知を実施することで、ICTハーベスタデータの信頼性を担保できた（特に本数）
- カラーマーキングにより、径級別の仕分けの効率化が図れた

ハーベスタデータ	写真検知システム	人力受入
2,422本	2,452本	2,442本
—	4分15秒/100本	（再掲）13分47秒/100本



課題

- 写真検知は、撮影方法・時間・気候・積込方法などに大きな影響を受ける
- 各事業者が必要とする生産報告データには「シーム」があり
素材生産データの処理や受渡などに、人による作業負担が大きい
（既存取引形態、集計様式、データ形式）
- ICTハーベスタの作業指示（APTファイル）を作成できる人材育成が必要
- 生産データや価格情報等の取扱など管理者が必要 ⇒ 擬似的な管理者を設置して試行

	資源解析	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組合せ	ICT-HVハブリーバッキング	ICT-HVデータ活用(検知省略)		ICT生産管理	
目標		木材の販売価格 15%増(+1000円/㎡)	生産・流通コスト 20%減(-800円/㎡) うちR2:2%減(-100円/㎡)			
効果	実証中	+500円/㎡	▲58円/㎡	▲30円/㎡	受入工場には写真検知の併用 で本数データの信頼性が担保	

○生産・流通コストについて

- ・現場の生産コストは、日報等による試算では、従来型で約4,500円/m³程度と想定。
- ・R2の当面の目標としていた「検知作業省略による効果(-100円)」は概ね確認出来た。

<今後の課題等>

- ・生産コスト削減に向けて、カーマキング機能の効果的な使用が有効（ハーバスタデータとカーマキングの併用により、仕分けに使用するグループを減らすと仮定すると400円程度の減少見込）
- ・流通コスト削減に向けて、①データ受渡しのシームレス化、②複数現場による一括したICT生産管理（位置情報による近隣で一括運材）、③第三者によるデータ精度の担保（当面はSCMシステム管理者として協議会事務局を想定して事業を実施）などの実証等が有効と推察

○木材の販売価格について

- ・現場の販売価格は、木材単価からの試算では、従来型で7,000～9,000円/m³程度と想定。
- ・目標の根拠としたパルプ材率20%削減は、経験の浅いハプレートで18%減とほぼ予想通りの結果となり、販売価格も500円/m³増と試算され、目標の5割を確認出来た。一方で、経験の豊富なハプレートでは11%減だが、販売価格では差がない結果となった。

<今後の課題等>

- ・協議会の取組を全道に波及するため、これまでの取組の深掘りに加え、他社ハーバスタでの実証等も有効
- ・ICTハーバスタ提案に基づく採材では原木の品質確認が必要（曲がり等で受入価格減とならないか）

参加事業体等の意識

- 検知作業など、省力化・効率化の必要性を感じるものの
流通内の関係者全体で改善手法を共有しなければならない



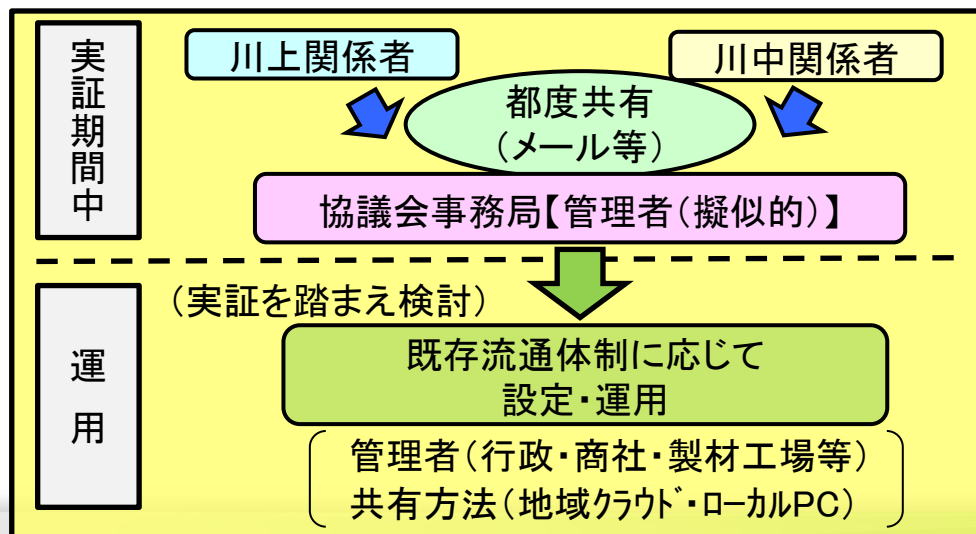
- 受入製材工場がICT生産管理に対して高い可能性を実感

体制整備の工夫

- 民間の協力機関により、技術力の活用や更なる技術向上
- 研究機関などによる、専門的な観点から俯瞰的なアドバイス
- 様々な地域に展開することで、全道での取り組みを目指す

体制整備の課題

- 流通業者や大規模所有者など、大きな商流の取組みが必要



- 生産データや価格情報等の取扱など
管理者を担う役割が必要
- 既存の流通形態に応じたICT技術の
活用方法を検討
- 高齢化が進む林業従事者に対する
「意識改革」が必要

ICTハーベスタによる
需給情報に合わせた採材

生産性及び流通の効率化、
木材の利益向上等

材積検知データ共有、
UAVによる調査効率化等

森林資源価値
の最大化

森林所有者への
利益還元

効率化・省力化による
儲かる林業

ICT技術を幅広く活用した、
高度な林業・木材産業システムの構築

林業のイノベーション・
林業の成長産業化を実現

資源成長量や
収穫量予測

ICT技術の活用による
造林作業軽労化・労働安全

資源の保続による
持続可能な森林経営

林業担い手の
安定確保

9 産業と技術革新の
基盤をつくろう



15 陸の豊かさも
守ろう

