

ハーベスタの生産データを活用した ICT生産管理



スマート林業EZOモデル構築協議会

(北海道)



スマート林業EZOモデル構築協議会

（計 22団体）

（令和5年5月現在）
（平成31年2月27日設立）

道内のスマート林業実践を目指し、モデル的な取組を行う産学官金の協議会（地域・全道団体も参画）

学

北海道大学農学研究院
渋谷 特任教授(会長)

北方生物圏フィールド
科学センター
(北大研究林)

アドバイザー

森林総研北海道支所

道総研林業試験場

道総研林産試験場

官

下川町(副会長:共同事務局)
厚真町(副会長:共同事務局)
芦別市(副会長:共同事務局)
枝幸町(監査)

北海道(副会長)

オブザーバー

北海道森林管理局

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
稚内市森林組合
南宗谷森林組合
山越郡森林組合
苫小牧広域森林組合

北海道森林組合連合会
北海道木材産業協同組合連合会
北海道林業機械化協会(事務局)
北海道造林協会
栄林会

あしべつ未来の森協同組合(15者)
下川町林業林産業研究会(13者)
道南スギ産地形成推進協議会(21者)

金

農林中央金庫
札幌支店

【地域拡大・全道団体の参画】

道北地域

下川町、枝幸町、下川町森林組合、
南宗谷森林組合、稚内市森林組合等

道南地域

山越郡森林組合等

道央地域

芦別市、厚真町、
なかそらち森林組合、
苫小牧広域森林組合等

協力機関

(株)ウスイ

コマツカスタマーサポート(株)

新宮商行(株)

住友建機(株)

住友建機販売(株)

日建(株)

(株)ビシシステム

日立建機日本(株)

(株)日立システムズ

(株)日立製作所

(株)フォテク

(株)北海道日立システムズ

(株)マプリィ

三菱マテリアル(株)

(株)レンタルのニッケン

NTTアドバンステクノロジー(株)

KITARINラボ

森林資源

- 森林面積:554万ha
- 森林率:71%
- 素材生産量(R3):458万m³

全国一の森林資源

森林資源の活用と保続が必要

経営管理

- 森林経営計画認定率(R3):73%

計画的な伐採基盤の整備

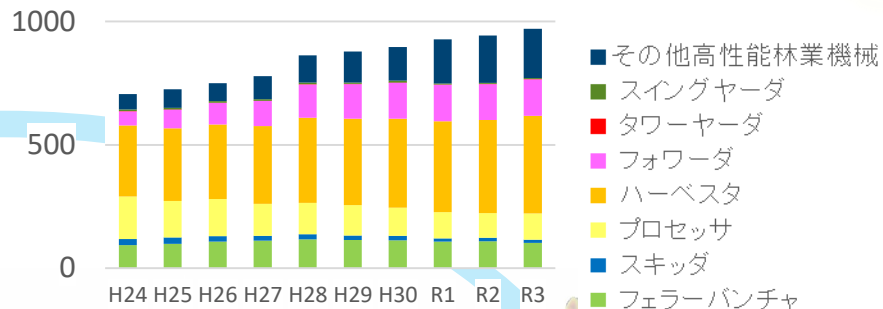
収益性確保を考慮した計画

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・
林内の通信環境整備が必要



機械化

- 比較的地形条件がよい
- 高性能林業機械保有台数(R3):971台

効率的な生産基盤の整備

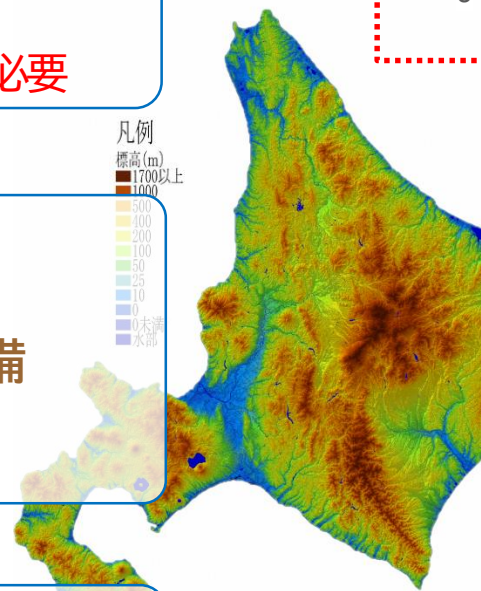
需要情報に基づく生産による
収益性向上が必要

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

デジタルデータでの流通に関する
関係者間での合意形成が必要

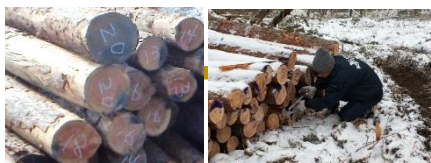


出典：国土地理院ウェブサイト、北海道林業統計、北海道庁調べ

現状

- 伐採・運搬において、人力による検知や寸面の目視確認・手入力による紙伝票作成を複数回実施
- 製材工場は、丸太に記載された寸面を元に、受入・挽き立て量の確認を複数回実施

造材現場

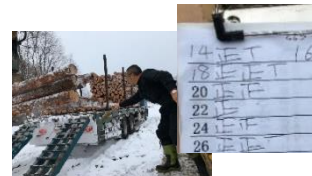


- ・木口寸面記載
- ・人力検知① (事業者)



運搬

- ・人力検知② (発注者)



- ・人力検知③ (運材業者積込)

工場へ

製材工場

(工場土場)



- ・人力検知④ (原木受入)

※工場により状況は異なる

<原木の受入・在庫管理>

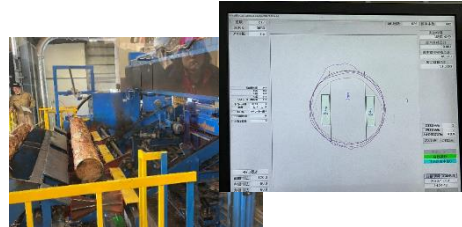
- 設備投資を進めている工場

既に工場内の生産管理はデジタル化



自動選木機

<挽き立て時の原木消費量>



機械での測定・集計

<棚卸し>



単木確認



層積確認

- 既存設備を使用している工場(道内工場の大半)

紙伝票が中心



トラックの発送伝票・受入伝票



目視での寸面確認



受入伝票確認

課題

人力作業の省略・軽労化 (ICT機器等で取得したデータの活用を検討)



協議会による提案内容(概略)

<資源管理>

- ハーベスタデータの活用
- 資源情報の高度化

↑ ↓ *それぞれの分野のデータを活用

<造林>

- GNSSを活用した植付・保育
- 既存林地の植栽木の把握等

<生産管理>

ICT生産管理に
ハーベスタの
生産データを活用

- 製材工場の受け入れ
環境の整備
- 資源データに基づく
生産予測、造材指示変更

めざす姿

資源管理から造林、伐採、加工までの情報を
デジタルでつなぐ北海道らしいスマート林業の確立

STEP3

令和8年度～
道内各地域で
実装化

STEP2

令和5年度～ 各種実証
(デジタル林業戦略拠点構築推進事業)

STEP1

令和2～4年度
各種実証に取組(スマート林業実践対策)

- ◆ 航空レーザ計測データの成長量予測精度の確認
- ◆ ICTハーベスタの基本設定の確認(複数メーカー)
- ◆ 各種機器の計測精度の検証
- ◆ 人力検知作業の省略効果
- ◆ ICTハーベスタを活用した作業システムによる、
生産コスト削減や収益性向上の検証
など

(径級や長さなどの)
デジタルデータ管理など
各種機能を保有

「ICTハーベスタ」

令和2年度 北海道庁「北海道スマート林業推進方針」の策定

平成30年度 協議会の設立

◆ 北海道の林業にICTハーベスタを活用できるか検討開始

現状

- 造材報告・造材指示などのICT機能を有するハーベスタが道内にも導入
- 今後、標準装備となっていく見込みだが、現在は機能が活用されていない状況

<ICTハーベスタの各機能>

【造材報告】

- ① デジタルデータ管理
(径級・長さ・伐採位置などの取得)

デジタルデータによる情報共有

伐採位置情報の活用による
将来の保育作業の効率化



【カラーマーキング】

- ⑤ カラーマーキング
(木口にスプレーで色づけ)



情報伝達による効率性の向上

【造材指示】

- ② リミテーション
(指定に基づく数量制限)
- ③ バリュースタッキング
(細り予測に基づく採材提案)



収益性の向上

【測材精度管理】

- ④ キャリブレーション
(電子キャリパ-による機械校正)



(各機能活用の前提条件)

合意形成に向けた測定精度の確保

ICT機能を積極的に活用した、作業システムによる**省力化・効率化**の検討

地域の商取引での活用を想定し、**地域に導入されている複数メーカー**のハーベスタで実証

協議会で実証に使用している主な機種

ハーベスタ ヘッド	WARATAH (ワラタ) H414	KESLA (ケスラ) 26RH-III	KOMATSU (コマツ) C93	PONSSE (ポンセ) H6
写真				
ベース マシン	HITACHI	SUMITOMO	KOMATSU	SUMITOMO

* 欧州や北米などで採用されている標準データ形式「StanForD2010」に準拠
樹皮厚の補正、径級分け(2cm括約等)などの設定も可能

* 実証に活用したメーカー以外でも測長・材積機能をもつ機種あり

企画提案内容(抜粋)

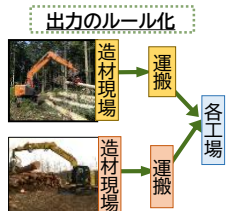
<生産管理>

ICT生産管理にハーベスタ生産データを活用 



○製材工場の受け入れ環境の整備

- ・複数現場からの受入に向けたデータ出力のルール化
-標準仕様の記載内容の具体化、樹皮厚の設定
- ・運搬の効率化に向けた作業システム
-トラックの走行・集荷経路の最適化
-フォワーダとのデータ連携
- ・工場の生産管理のデジタル化
-レーザ計測による丸太挽きたて数量の管理



○資源データに基づく生産予測、生産指示変更>

- ・高精度な資源データによる指示ファイル作成
- ・素材生産側と工場側のリアルタイムなデータ共有により、ニーズに応じて採材指示を変更



令和2～4年度(スマート林業実践対策)

- ◆ICTハーベスタの基本設定の確認(複数メーカー)
- ◆ICTハーベスタを活用した作業システムによる、生産コスト削減や収益性向上の検証

の内容を踏まえた、さらなる実証

今年度の取組内容(今回報告分)

【①サプライチェーンシステムの開発・試行】

- ・SCMシステム開発・試行をプロポーザル公募
 - 入カールの検討、生産情報・進捗の表示
- ⇒実際の流通におけるICT生産管理の検証

【②原木の受入・管理】

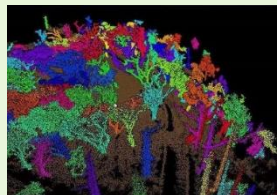
- ・製材工場でのハーベスタ検知材の受入を検討
- 工場本機とハーベスタの計測精度の確認
- 簡易レーザ計測手法などの試行

⇒円滑な合意形成に向け、従来の生産ラインにおけるデジタル化を検証

＜サプライチェーンシステムの開発・試行＞

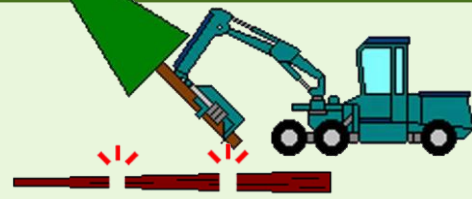
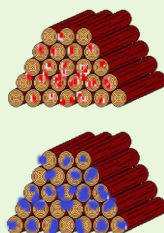
- 森林施業の効率化・省力化や需要に応じた木材生産等を可能にするため、積極的にICT(情報通信技術)を導入・活用した、デジタル林業への転換

【森林情報】(立木在庫)



クラウド
林地台帳
GIS等

【生産情報】(丸太ストック)



ICTハーベスタ

リアルタイムで、複数の現場や
複数メーカーの出力データに
対応可能なデータのやりとり

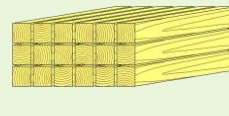
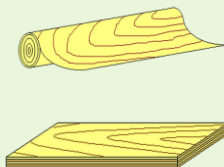
将来の目指す姿

マーケットイン型
サプライチェーンシステム構築

【データ管理者】



【需要情報】(品質・数量)



【運搬情報】



これまでの課題

ICTハーベスタの「造材報告」機能を用いて、デジタルデータの活用を検討（径級や長さなど）

<ハーベスタ設定>
(造材指示ファイル)



例) 樹種: 日本語、アルファベット
機械校正: 任意

<生産データ>
(造材報告ファイル)

ASCII-1014-241123-110854.txt - 大宅様
ファイル(F) 編集(E) 書式(O) 表示(V) ヘルプ(H)
[[ree;Asst;Bottom;BottomDial;Bottc

```
0:0:1:432:432:347:347:9:414:400:38
0:0:0:331:331:347:347:9:331:330:32
0:0:0:302:302:347:347:9:301:300:28
0:1:0:270:270:347:347:6:268:267:26
0:0:0:233:233:347:347:0:231:228:22
0:1:0:170:170:347:347:0:168:167:16
0:1:0:115:115:347:347:0:113:111:10
1:0:1:385:385:288:288:0:350:337:32
```

例) txt・Excel・hpr形式

事務所に帰り
メールで送付

<流通データ>



例) Excel形式で人力集計

StanForDに対応した機種であっても
メーカー毎に造材指示方法や出力ファイル形式などが異なる

事務負担が大きく
複数現場への対応が困難

実証概要

- ・複数メーカーのICTハーベスタにも対応できるように入力のルールをモデル設定
- ・複数現場でも対応可能なサプライチェーンシステムの構築・試行

<ハーベスタ設定>
(造材指示ファイル)



ハーバスタハット : PONSSE社 H6
コントローラ : OPTI4G 4.745



ハーバスタハット : Waratah社 H414
コントローラ : テクオン社 X-LoggerVer7.73

<生産データ>
(造材報告ファイル)

丸太リスト		23.11.2021 14:22		
1	立地地	立地地(3)		
4	ブロー番号	既定の場所		
5	始動開始	23.11.2021 13:37		
6	数量			
7	トナー			
8	質量			
9	木の幹	長さ	先端の直径	中央の直径
10	1カラマツ	1584	141	
11	丸太材	410	302	
12	丸太材	414	269	
13	チップ材	250	233	
14	チップ材	255	215	

hpr形式で出力

※ハーバスタのバージョンアップ等で対応

オペレーターが
キャビン内から
直接アップロード

<流通データ>

SCMシステムの開発

ASTERIA Warp
(データ関係ツール)

※複数メーカーの生産データから
必要な情報だけ抽出・一律変換

kintone

※流通データを統合・集計

入力ルールのモデル設定

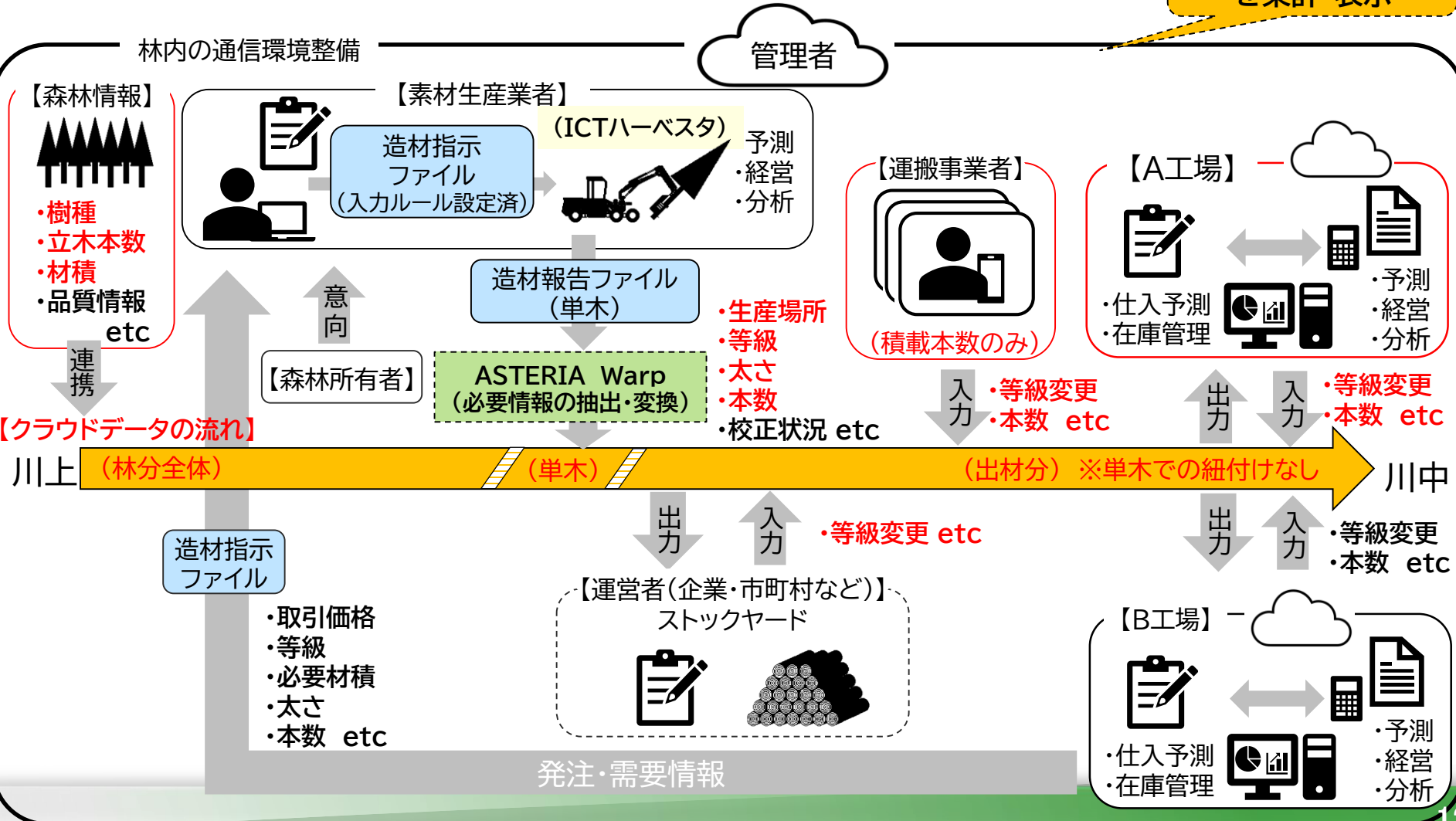
複数現場でのシステムの試行

造材報告ファイル等をもとに、リアルタイムに情報の共有・表示(見える化)を図るシステムを開発

【今回開発したサプライチェーンシステムの概要】

赤字: システム上対応可能な項目 青囲み: ハーベスタのICT機能活用に必要なファイル

kintoneで生産情報を集計・表示



【ハーベスタ画面】



【ソースコード(XML形式)】

(ワラタ)

```
<SpeciesGroupDefinition>
<SpeciesGroupModificationDate>2023-12-01T09:16:03+09:00</SpeciesGroupModificationDate>
<SpeciesGroupUserID>todomatu#23</SpeciesGroupUserID>
<SpeciesGroupName>todomatu</SpeciesGroupName>
<SpeciesGroupInfo modificationRestricted="false">1</SpeciesGroupInfo>
<SpeciesGroupVersion modificationRestricted="false">23</SpeciesGroupVersion>
```

(ポンセ)

```
<SpeciesGroupDefinition>
<SpeciesGroupModificationDate modificationAuthor="4">2023-12-01T09:16:03+09:00</SpeciesGroupModificationDate>
<SpeciesGroupUserID>karamatu1</SpeciesGroupUserID>
<SpeciesGroupName>todomatu</SpeciesGroupName>
```

【計測太さの表示】

```
<FindButtEndFunction>>false</FindButtEndFunction>
<LogMeasurement logMeasurementCategory="Machine">
<LogDiameter logDiameterCategory="Top ob">233</LogDiameter>
<LogDiameter logDiameterCategory="Top ub">233</LogDiameter>
<LogDiameter logDiameterCategory="Mid ob">252</LogDiameter>
<LogDiameter logDiameterCategory="Mid ub">252</LogDiameter>
```

【システムエンジニアとしての苦労】

<ハーベスタデータの内容・機械設定方法>

- 複数メーカーに対応できるように出力可能な項目を確認 (メーカーやバージョンの違いなど)

<ハーベスタデータの読み込み>

- 樹皮の有・無の径級をシステム上、機械的に判断する場合に手間あり
例)「ob」: 樹皮あり(over barkの略)
「ub」: 樹皮なし(under barkの略)
両方ともソースコードとしては『LogDiameter』との項目で括られてしまい取り込みにくい

<データの集計・出力>

- 林業特有の商習慣に応じたシステム検討
例)樹皮なしの2cm括約で未口二乗法にて材積計算
例)トラック運材時の発送伝票への対応
例)一般材 : 伸びあり
パルプ材 : 伸びがなく、実材長も多岐
寸足らず材:パルプ材か捨て材の判断
- ハーベスタデータの生産報告データの容量が大きく、現場数の増加に伴うサーバー負荷

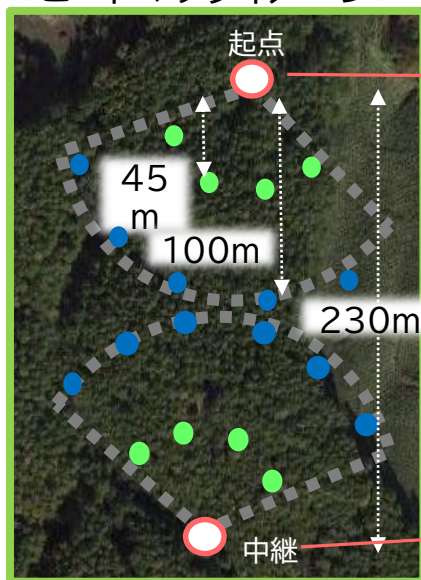
複数現場や複数メーカーでも対応可能なサプライチェーンシステムを試行

【通信環境整備】

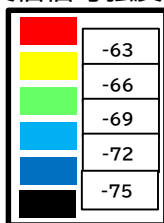
①不感地帯:スターリンク



<ヒートマップイメージ>



凡例
受信信号強度



※樹木や起伏等で信号強度は異なる為、面的なものにならないものの、測定した基礎データを元にシミュレーションしたイメージ図

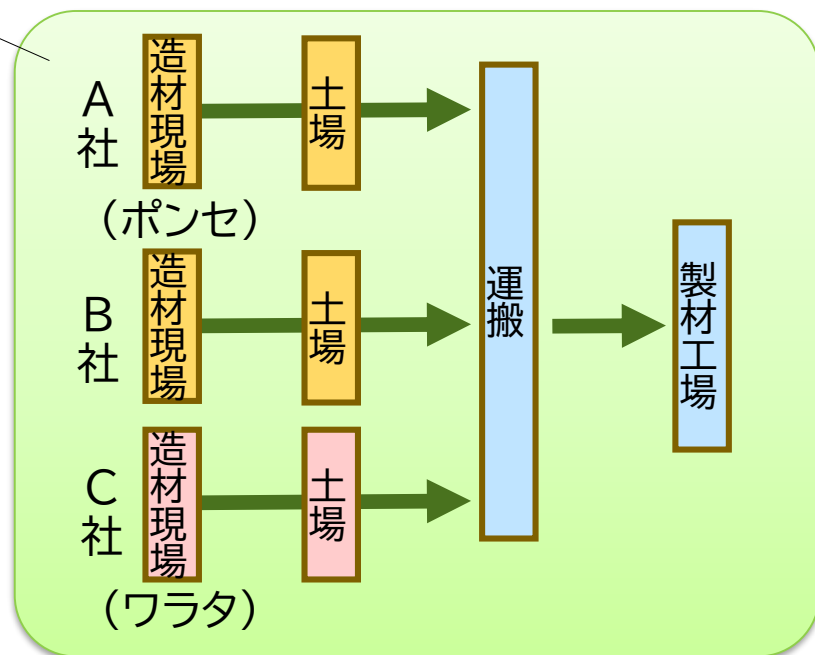


中継のAP
イメージ

②LTE圏内:ポケットWiFi

【試行イメージ】

進捗・生産量・入荷予定量を随時把握



< SCM上の
作業内容 >

ハバスタ生産報告データ
(hpr形式)
キャビン内からアップロード

運搬本数
入力

受入量
確認

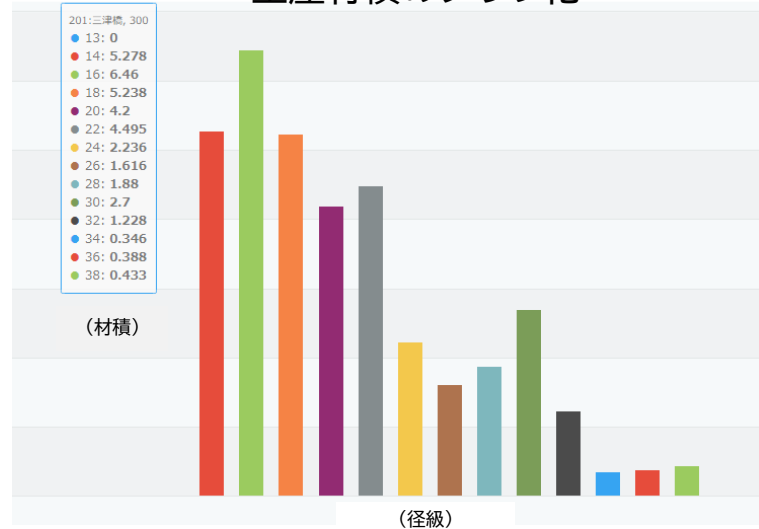
主伐林分: 25~40MB程度のhprファイル容量

【生産情報の見える化】

(kintoneにおける集計結果の表示例)

森林組合	生産者	圃地番号	林小町	地区名	作業ステータス	製材工場	樹種	樹種名	クラス	径級(樹皮無)	合計本数	合計材積 (m)																						
中頓別・浜頓別森林組合	下川町						アカエゾ	アカエゾ_バレル			95	17.159																						
											89	9.024																						
											1,616	48.660																						
											計	1,616	48.660																					
											工場A	todomatu	トドマツ_バレル				トドマツ					6,303	296.269											
																						計	6,303	296.269										
																						計	7,919	344.929										
																						工場B	todomatu	トドマツ				トドマツ					552	45.466
																																	計	552
											計	2,586	321.427																					
計	2,739	331.149																																
計	2,739	331.149																																
南宗谷森林組合	枝幸町	1004	0065-0012	yamausu			アカエゾ	アカエゾ		245	153	9.722																						
											14	284	16.472																					
											16	442	33.592																					
											18	506	49.082																					
											20	465	55.800																					
											22	353	51.185																					
											24	221	38.012																					
											26	131	26.462																					
											28	78	18.330																					
											30	47	12.690																					
32	31	9.517																																
34	17	5.882																																
36	8	3.104																																
38	3	1.299																																
計	2,586	321.427																																
計	2,739	331.149																																
計	2,739	331.149																																
計	3,291	376.615																																
計	11,210	721.544																																

<生産材積のグラフ化>



※生産者・施行地ごとに、搬出先・樹種・材長・径級・本数・材積を表示




【進捗情報の見える化】

生産者	樹種	実績			予定	
		材積 (m)	本数	【対予定】進捗率	材積 (m)	本数
下川	karamatu	17.159	14			
計		17.159	14			
中頓別	karamatu	9.024	18			
計		9.024	18			
枝幸町	akaezo	94.126	427	144.8%	65.000	298
	todomatu	627.418	1836	196.1%	320.000	1133
計		721.544	2263	187.4%	385.000	1431
総計		747.727	2295	194.2%	385.000	1431

今回の現場実証において

生産情報のリードタイム短縮
(造材開始時からトラック運材まで間:約1カ月半)

従来: 人力検知した寸面を見て、運材時にトラック運転手が発送伝票を作成した後に総生産量など把握



川中分野
＜製材工場における原木の受入・管理＞

これまでの課題

ICTハーベスタの「造材報告」機能(径級・長さ)を用いたデジタルデータでの受入を検証

(工場側からの意見)

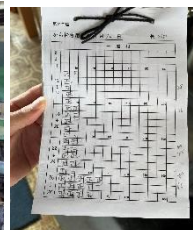
- ・受入において計測精度や納入本数などに心理的不安がある
- ・挽き立て時の原木消費量や棚卸しなどの管理ができない

実証概要

〈従来〉

(原木受入)

(原木挽き立て)



発送伝票・受入伝票

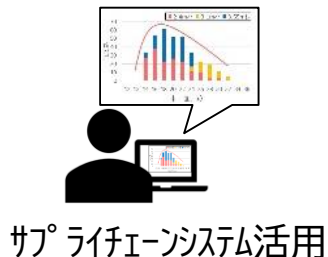
目視での寸面確認

伝票から手入力

製材工場

生産管理

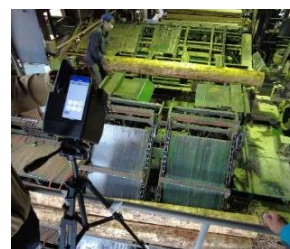
〈ICT生産管理〉



サポライフェンシステム活用



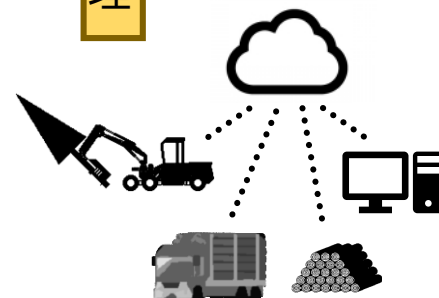
ICTハーベスタの生産データ



簡易レーザ計測

(本数・材長・径級を把握)

計測精度の確認



デジタル化

ICTハーベスタ・簡易レーザなど新技術の活用

従来の生産ライン・設備に対応

実証 (製材工場)

目視で寸面を確認している工場で、ハーベスタ検知材の受け入れを可能にするため、従来の生産ライン・設備は変えずに、簡易レーザ計測による原木消費量(本数・材長・径級)を把握実証

【現状での計測の流れ】



② 原木投入後に
上部から
中長距離LiDARにて計測
(本数・材長・径級など)

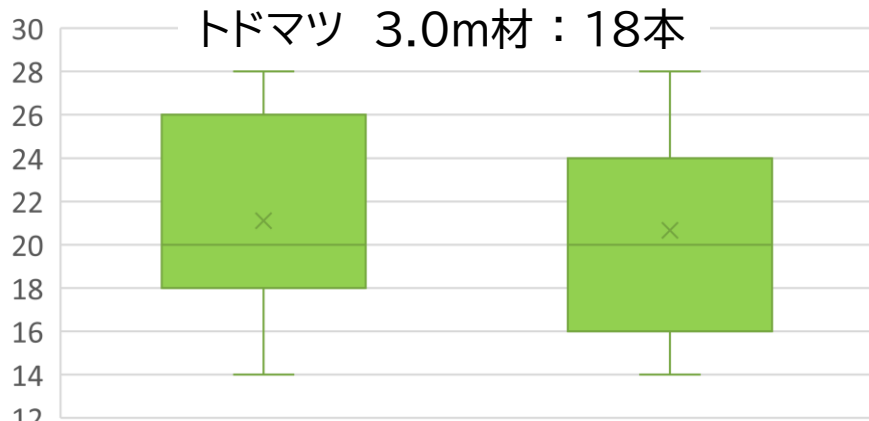
① Android端末で
オペレーターが計測操作



③ 点群情報が
USBに自動蓄積



⇒ アプリ上で点群情報を処理し、
計測結果をCSV出力



	人力検知	簡易レーザ計測
平均末口径	18.4cm	18.2cm
材積	2.5m ³	2.4m ³ (96%)

簡易レーザの方が小さい:7玉(39%)
// 大きい:2玉(12%)

一定程度の計測精度を確認

27人工/年(50万円/年)に相当する
労務軽減の可能性

コーディネーター

○作業システムの生産性と投資回収に係る考え方

○造材、集材、運材における生産データ(位置情報、時刻、カラー)の取り扱い

〔造材報告ファイル(hprデータ)が仕向け先に分かれることへの対応、
実際の物流への対応〕

○運材分野のICTリテラシー向上への対応

○これら海外での活用事例、考え方の整理

などについて、俯瞰的かつ技術的な意見をもらい、

今後の地域での自走化を見据えた作業システムや、サプライチェーンシステムの検討に取り組むことができた。

事務局

・他事業(特にコストのかかるシステム開発)についての情報共有

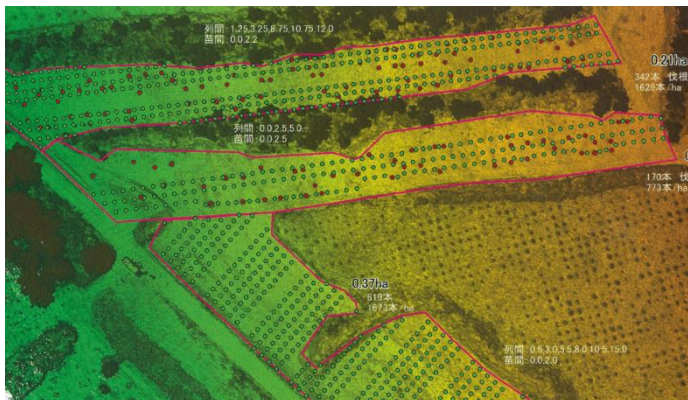
・課題となる事項において、他のコーディネーター及び専門家の紹介

などについて、引き続き、適宜サポートしていただければ、さらに心強いです

<その他の取組>

※御興味ある方は
個別相談会（7階大ホール）
ブースにお越し下さい

植栽プランニング



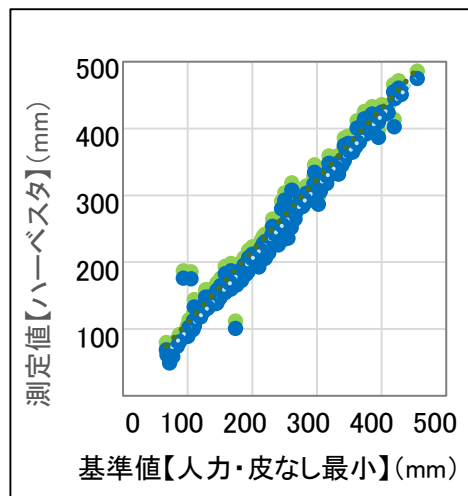
ICTハーベスタの実証



GNSSを活用した位置誘導(植栽・下刈り)



精度検証



収益性向上

