

- これまで、ICTハーベスタでの伐採時のデータ取得・管理、需要に応じた採材などを実施 →個々の工程で一定の成果
- 今後、ICT生産管理が製材工場でも実施されるよう、川上から川中までトータルでの収益性の向上に取り組む
- R8年度以降、ハーベスタデータをフル活用したデジタル林業の自走化に向けて、成果の普及や取組拡大を図る

## 現状等

- 充実した資源(カマツ、トマツ等:146万ha)、クラウド化(177市町村)
- 比較的地形条件がよい。全国一の高性能林業機械保有台数(971台)
- 直送方式による流通が主体。多種・多様な樹種や寸法(流通では、最大5回の人力検知作業が発生)
- クリーンウッド法の改正(合法性の確認等の義務付け)
- 都市の木造化推進法、建築材の国産材転換(川上と川下の連携推進)

## これまでの実証と今後の方向性

- ◇ ICTハーベスタの機能を活用し、生産コスト削減や収益性向上の実証
- \* 複数メーカーの機種で、基本設定や各機能の効果を確認。
- データをフル活用し、川中までトータルでの収益性向上や合意形成を進める必要

- 各機能  
・データ管理: 径級や長さなどのデータ取得  
・カラーマーキング: 木口にスプレーで色づけ  
・バリューバックング: 細り予測に基づく採材提案  
・リミテーション: 指定(材長・径級)に基づく数量制限

取組を点から面に

### STEP3 目指す方向

実取引においてデジタルをフル活用

- ICT生産管理が浸透し、実取引に活用
- 経営や人材育成などにも幅広くデータを活用
- 必要な新機能の開発・装備

### STEP2 取り組むべき内容

ICT生産管理システムとして最適化

- 【活用ルール設定】
  - ・資源データからのapt設定
  - ・hpr出力の統一ルール設定
  - ・校正(キャリブレーション)頻度
- 【信頼性確保】
  - ・計測精度の高さを普及(樹皮厚の設定など合意)
- 【機能を組み合わせた検証】
  - ・リードタイム短縮により、川上~川中までの収益向上
  - ・通信技術と併せた迅速な生産情報の共有、造材指示変更

- 【基本設定】
  - ・StanforD準拠
  - ・指示ファイル(apt)設定
  - ・生産ファイル(hpr)出力
  - ・指示に基づく動作確認
- 【信頼性確保】
  - ・精度(材長、径級)確認
- 【個々の機能検証】
  - ・検知省略によるコスト減(電子データ、カラーマーキング)
  - ・川上の収益性向上(バリューバックング)

## 今回の主な取組(R7)

### <生産管理>

ICTハーベスタで得た丸太生産情報をクラウドに集積し、取引に利用



### ○ICT生産管理による流通体制の確立(デジタル商取引)

- ・道内複数の流通パターンでICT生産管理の取組拡大
  - 森林組合系統販売などでの継続的な実証、公有林への取組拡大
- ・運搬、工場受入の円滑化に向けた作業システム
  - リードタイムの短縮、QRコードの活用
  - 各工場向け積積・積載量に応じた生産管理
- ・工場の生産管理のデジタル化
  - レザ計測による丸太挽きたてた数量の管理

### <SCMシステム関連>

- ・複数現場からの受入に向けデータ出力のルール化
  - StanforD未対応メーカーなどでの適用
- ・リアルタイムに生産データを確認、納入先の模索や採材変更指示を実践

↓ 今後の管理へ活用

↑ 生産予測への活用  
合法性情報の共有

↓ 植付の参考

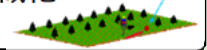
↑ 植栽位置を伐採に活用

### <資源管理>

- ハーベスタデータ等を活用した高精度な資源把握・品質評価
- ・細り、パルプ率等の取得・蓄積
- ・広域な資源の把握や成長予測 →「立木在庫」として活用

### <造林>

- 機械作業を前提とした植栽設計
  - ・伐根位置を植栽設計に反映
- GNSS等を活用した造林・保育
  - ・造林・保育作業の機械化



## 将来像

- ・川上と川下との商取引にデジタルデータを活用
- ・資源管理から、造林、伐採、流通までのデジタル連携



(将来を見据え) ビックデータ化 CPSによる分析\*

### 経営診断

- ・採材種類、生産・移動時間等の分析

### 品質評価

- ・地域・径級別のハネ率を算定、無駄ない素材生産に活用

### 人材育成

- ・ベテランオペレータの生産データ分析 →北森カレッジ等で活用

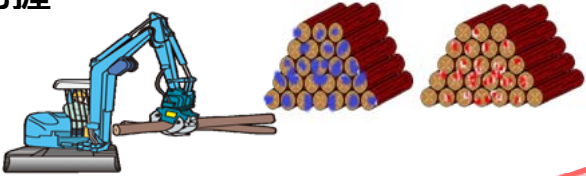
\*CPS:サイバーフィジカルシステム

# 【参考】 目指すデジタル林業の取組イメージ



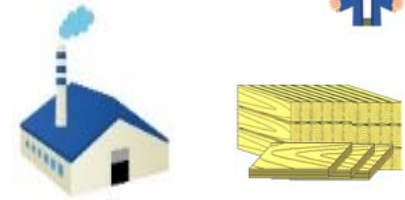
伐採・搬出作業の効率化

ICTハーベスタによる生産状況  
(径級・長さ、量、生産位置等)  
の把握



需要と供給のマッチング  
(ICT生産管理)

事務所で生産状況や需要  
を把握  
(資源、木材生産・流通)



加工工場の需要・在庫情報の  
デジタル管理

森林資源情報の  
デジタル化

UAV等による  
高度な資源  
情報の把握



ICT・先進技術等



デジタル情報の集積  
ビッグデータ化  
(施業履歴・位置情報など)

施業の改善  
機械化の推進  
人材育成

林内作業の機械化  
(植林、下刈り等)

機械作業を前提とした  
植栽位置等の設定・把握



人口減少  
労働力不足

<木材生産・流通・造林>  
コストの削減  
収益性の向上  
省力化・効率化

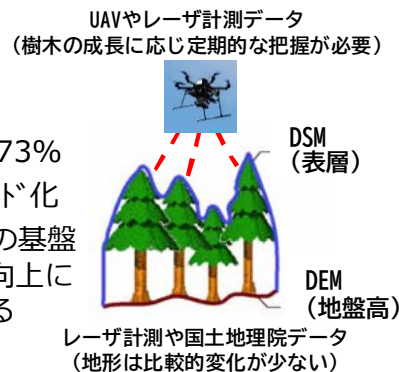
伐採・再造林の事業量増加に対応  
森林所有者への還元

- これまで、人力による計測(樹高・径級)に変えて、航空レーザ計測とUAVを組み合わせた効率的かつ高精度な調査方法を検討。ICT-HVによる質(腐れ、節など)のデータ取得も試行
- 今後、①木材の立木在庫として活用(レーザ航測等による資源情報とICT-HVが取得した伐採情報を突合し、情報を高度化)、②地域に適合した成長予測などの実証や自走化に取り組む

## 現状

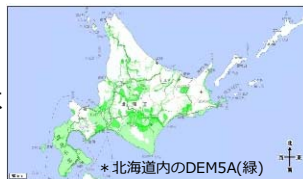
### <森林資源と森林経営>

- 森林面積：554万ha
- 森林経営計画認定率(R3)：73%
- 177市町村と森林データのクラウド化  
→豊富な資源・計画的な伐採の基盤が整備。資源情報の精度の向上により、活用の可能性が広がる



### <計測機器の実用化>

- 航空レーザ、ドローン (UAV)、地上レーザなど多様な計測手法
- 広域の資源推定に地盤高データは必須。道内では精度の高い地盤データが少ないが近年増加傾向



## 実証成果と課題 (R2~R6)

### <資源情報の高度化>

- 単木での資源把握の精度向上
  - ・ 航空レーザによる単木資源確認
  - ・ ICTハーベスタを活用した「質」に関するデータの蓄積
- 林分単位の資源把握の精度向上
  - ・ レーザ計測済の森林でのUAV活用効果
  - ・ レーザ未計測地域での既存データによる樹高推計精度検証

・ 単木での予測は誤差有  
・ 腐れ\*や細りのデータ取得可能 (\*オペレータ判断)  
⇒ 計測精度向上、計測データの蓄積

・ UAV活用により、  
-レーザ計測後の経年成長  
-レーザ未計測地の資源(樹高・蓄積)などの推計が可能  
⇒ 地域に適する成長予測も踏まえた材積推定式

## 具体的な取組内容

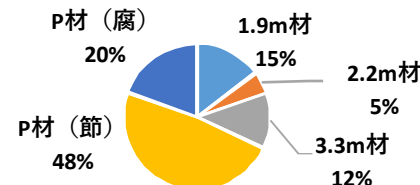
### ○ ICTハーベスタデータ等を活用した高精度な資源把握・品質評価

#### (1) ハーベスタデータの蓄積 (立木在庫としての活用)

- ・ ICTハーベスタのデータを活用し、パルプ率や細りのデータを蓄積し、地域の森林資源情報として蓄積

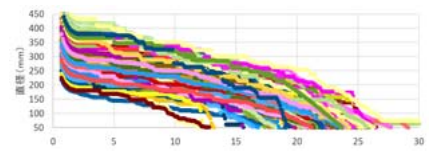
#### [パルプ率]

オペレータが、一般材かパルプか判断し、ボタン操作で区分 (パルプを腐れ・節に細区分も可能)



#### [細りデータ]

細り(完満度合い)を1本毎にハーベスタが自動で取得



林分や地域別の差異を確認  
(素材生産予測に活用)

- ・ レーザ航測等による資源情報とICT-HVが取得した伐採情報の突合

#### (2) 森林資源の的確な把握 (成長予測モデルの確立)

##### <航空レーザ計測地>

- ・ 材積推定式の精度向上、路網や山土場のデジタル化の検討

##### <航空レーザ未計測地>

- ・ UAV等を活用した広域な資源把握と成長予測



・ 地域にあった成長予測モデルの確認  
・ 素材生産への活用 (ハーベスタとの連携)

#### (3) 各種情報の蓄積方法の検討

- ・ 上記データの取得や蓄積をして、関係者に共有できるような方法を検討

## 目指す姿

伐採・採材時のデータも活用し、  
高精度な森林資源の情報を地域の関係者が蓄積・共有  
計画的・需要に応じた素材生産等に活用

- これまで、ICTハーベスタの素材生産データを活用したサプライチェーンマネジメント(SCM)システムを開発・試行。複数メーカーで入力ルールを統一し、必要なデータを集計・表示。
- デジタルデータを活用したICT生産管理の有効性を確認。商取引も実現。今後、多くの流通パターンにて利害関係者の合意形成を図りながら取組拡大・自走化を目指す。

## 現状

### <ICTハーベスタの機能>

- 各機能の多くは未活用



### <林業の産業構造・木材流通>

- 多様な注文を電話・FAXで情報共有
- 紙伝票での取引が中心
- 伝票受取りまで総出材量が不明(長いリードタイム)
- 工場内の生産管理にも木口寸面を利用

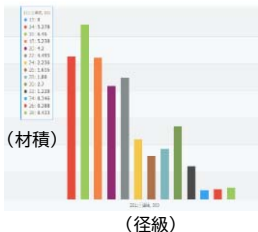


## 実証成果と課題 (R2~R6)

### <ICT生産管理の実証>

- ICTハーベスタの各種機能の確認
- 検知作業の省力化
- 生産情報や進捗状況が見える化できるSCMシステムを活用
- 入力ルールを統一化、複数メーカー・複数の現場でのデータ出力・集計を試行(デジタルでの商取引を実現)

### <生産材積のグラフ化>



- ・ハーベスタデータは一定の精度
- ・計測精度、選木基準などの合意  
⇒継続的な意見交換、信頼性構築

- ・ハーベスタの各種ICT機能を活用  
工場の要望に応じた仕分け、極積可能  
⇒オペレータの育成、技術力向上

- ・SCMシステムは複数メーカー対応可  
⇒StanForD未対応機種へ対応

- ・SCMシステム内にデータ蓄積可能  
⇒森林資源情報と連携、経営改善

- ・検知省略で生産コスト減
- ・採材提案を受けて収益性向上

- ・リードタイムが1ヶ月短縮  
⇒歩留まり向上効果等の提示

## 具体的な取組内容

### (1) ICT生産管理の取組拡大 川上~川中

- 複数の流通パターンにおいてICT生産管理を実証(道内の商流形成・自走化)  
→合意形成に向けた、計測精度や形質・材質の判断基準の試行  
→リードタイム短縮による歩留まり向上・コスト削減効果の提示

製材工場等の要望を踏まえた極積管理・造材指示によるICT生産管理の試行

\*併せて山間部などの通信が届かない特殊環境下での、安定した高速無線通信の検証

#### ①複数現場からの受入に向けたデータ出力のルール化 川上

- オペレータの育成・マニュアルの作成
- 実証未実施の既存機種やStanForD未対応メーカー等でも活用できるシステム改善

#### ②ICTハーベスタの計測精度の信頼性確保 川上~川中

- 選木機などとの径級比較、地域や樹種に応じた樹皮厚の検討

#### ③ICTハーベスタの機能を活用した作業システム 川上

- 生産予測・生産指示の適宜変更、製材工場・運材トラックの積載量に応じた生産、カラーマーキングの有効活用・改良



変更指示

#### ④デジタルデータを活用した運材・工場受入 川上~川中

- リードタイムの短縮、製材歩留まりの向上、中間土場等の検討

#### ⑤工場の生産管理のデジタル化 川中

- レーザ計測による丸太挽きたて数量管理



労務負担軽減・リードタイムの短縮

#### ⑥SCMシステムの改善 川上~川中

### (2) ICT生産管理の高度化 (ICTハーベスタの造材報告データの付加価値創出)

- ・SCMシステムでの流通において、情勢変化に対応した情報の付加  
(例: 森林経営計画策定の有無、施業履歴など)
- ・ICT生産管理データの蓄積・分析による経営改善の検討(ビッグデータの分析)

## 目指す姿

関係者間でデジタルにより需給情報の共有、リードタイムを短縮しより効率的で生産性・収益性の高い木材の生産・流通体制を構築

- これまで、機械走行を前提とした植栽や下刈りを実現するため、UAV空撮画像を活用した植栽設計(機械走行可能な植栽仕様)、GNSS測位の位置情報を用いた植栽(計画位置への誘導システム開発)、植栽木の位置情報を用いた下刈機械の遠隔操作など、トータルで機械化を進めるための実証実施。
- 今後、①植林位置を指定する機器の操作性向上 ②下刈機械の機種(サイズ)別の効率的な植栽方法・林地条件の比較等を行い、自走化に向けた実証と普及に取り組む。

## 現状

### <植林・保育作業の機械化>

- 植林・下刈などの作業は、厳しい自然条件下での人力作業が主体、造林作業の従事者は減少傾向
- メーカーによる下刈機械開発・販売



下刈り機械

## 具体的な取組内容

### 1. 植栽計画の活用による作業の効率化

#### (1) 位置誘導システムの実用化に向けた改良等

- GNSS受信機変更や補完的な位置情報取得法検討による植付位置誘導機器の操作性向上



位置誘導機器 (R6)

### 2. GNSSを活用した造林・保育作業の機械化

#### (1) 機械走行に適した植栽配置の実証

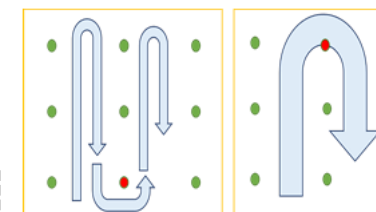
- ・ 枝条の多いトドマツ林において、地拵え後の機械走行に適した植栽方法の検討、位置誘導



位置誘導による  
下刈機械の遠隔操作

#### (2) GNSSを活用した下刈機械の遠隔操作の実証

- ① 根張り除去による効率性検証
  - \* 地上高5cmまで処理 ⇒ 地際まで破砕
- ② 円滑な走行の隘路となる点の検討
  - ・ 作業時間を要する転回を円滑に行うための苗木配置の検討(大型・小型機種別に検討)



<小型・大型機による苗間走行イメージ>

苗木位置、林地条件に適した下刈機種選定や伐根の処理方法等を総合的に検討・試行

\* 植栽プランニング・位置誘導システムの研修会・現地見学会等を併せて実施

## 目指す姿

植栽木の位置情報を利用して  
地拵から植林、下刈までの作業を機械化し、造林作業を省力化

## 実証成果と課題 (R5~R6)

### ◇造林・保育作業の機械化の試行



\* 植栽位置の精度や機械を用いた効率化の効果を確認。

### <植栽計画活用による作業効率化>

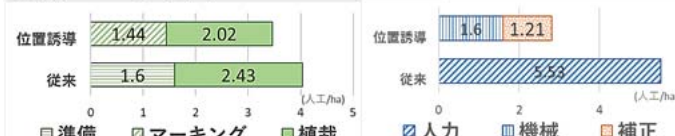
- 空撮画像により植栽計画を策定、GNSS測位の位置情報を活用し、作業員を植栽箇所に誘導するシステム・作業機器の開発

- ・ 植栽位置の誤差がほぼないことを確認(実績補正機能も追加)
- ・ 伐根位置情報も取得可能
- ・ 機器改良で操作性向上の可能性

### <GNSSを活用した造林・保育作業の機械化>

- 位置誘導による植栽(植栽位置にスプレーで事前マーキング)
- 植栽位置を参照した機械の遠隔操作による下刈

- ・ 植栽誘導は成功。植栽準備作業と機械下刈の軽減効果あり
- ・ 伐根の根張りや石礫などで走行に支障(伐根処理は人工増)
- ・ 転回時間短縮で効率化の可能性



<R6実証成果：植栽・下刈>

機械化の効果を、各地の林地条件や機種に応じたものとしていく必要