

スマート林業の技術普及による 日本林業の展望

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

鹿又秀聡



講演内容

- Society 5.0
- スマート林業
 - スマート林業構築普及展開事業の成果
- 将来に向けた展望
- これから始める方々へのアドバイス



Society 5.0

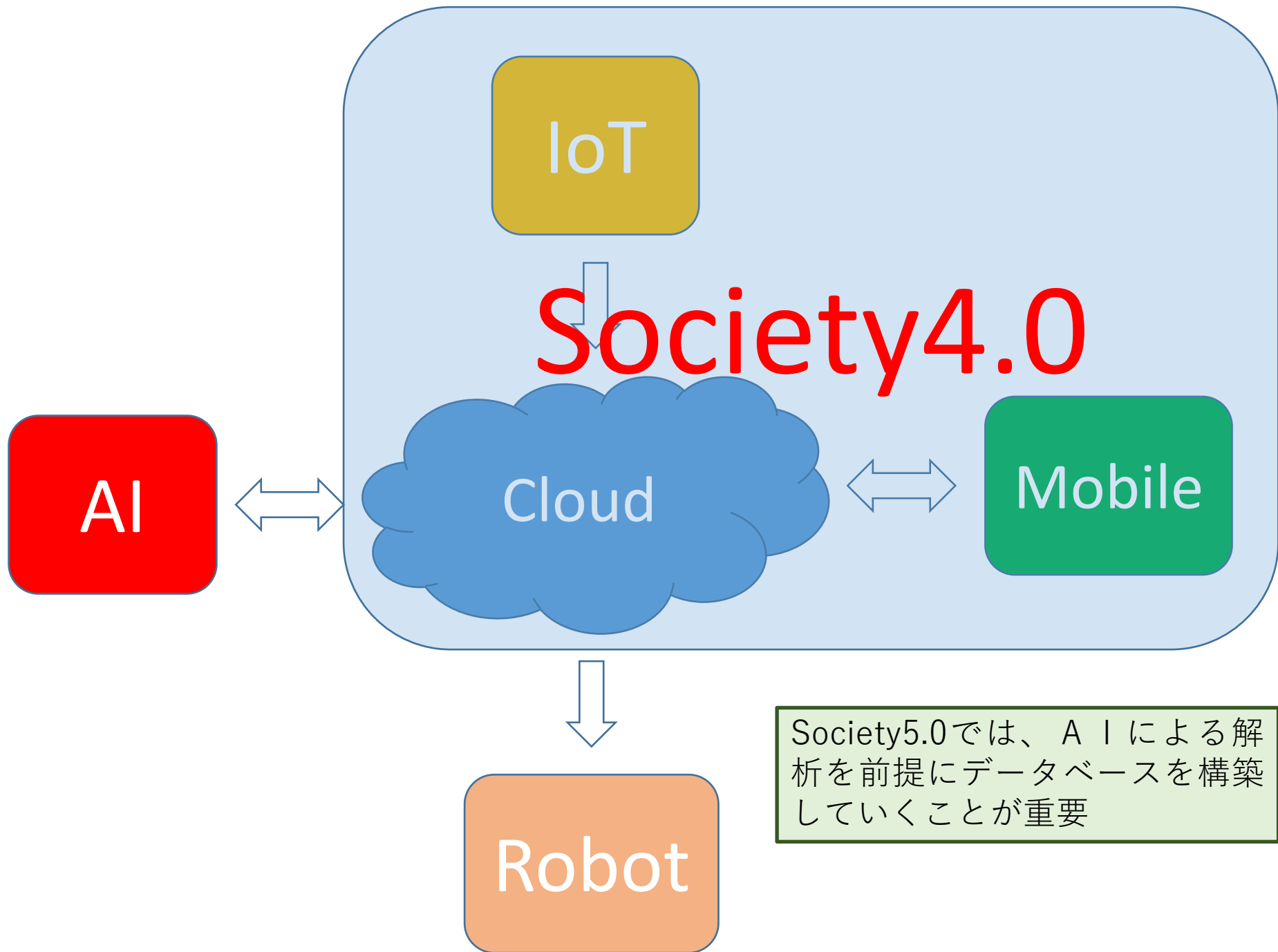
狩猟社会（Society 1.0）、農耕社会（Society 2.0）、工業社会（Society 3.0）、情報社会（Society 4.0）に続く、新たな社会を指すもので、第5期科学技術基本計画において我が国が目指すべき未来社会の姿として初めて提唱（内閣府）



ICT(Society5.0)を支える技術

- I o T (Internet of Things)
- クラウド
- AI (Artificial Intelligence)
- モバイル
- ロボット





Society5.0では、AIによる解析を前提にデータベースを構築していくことが重要

日本林業の現状

- 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



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

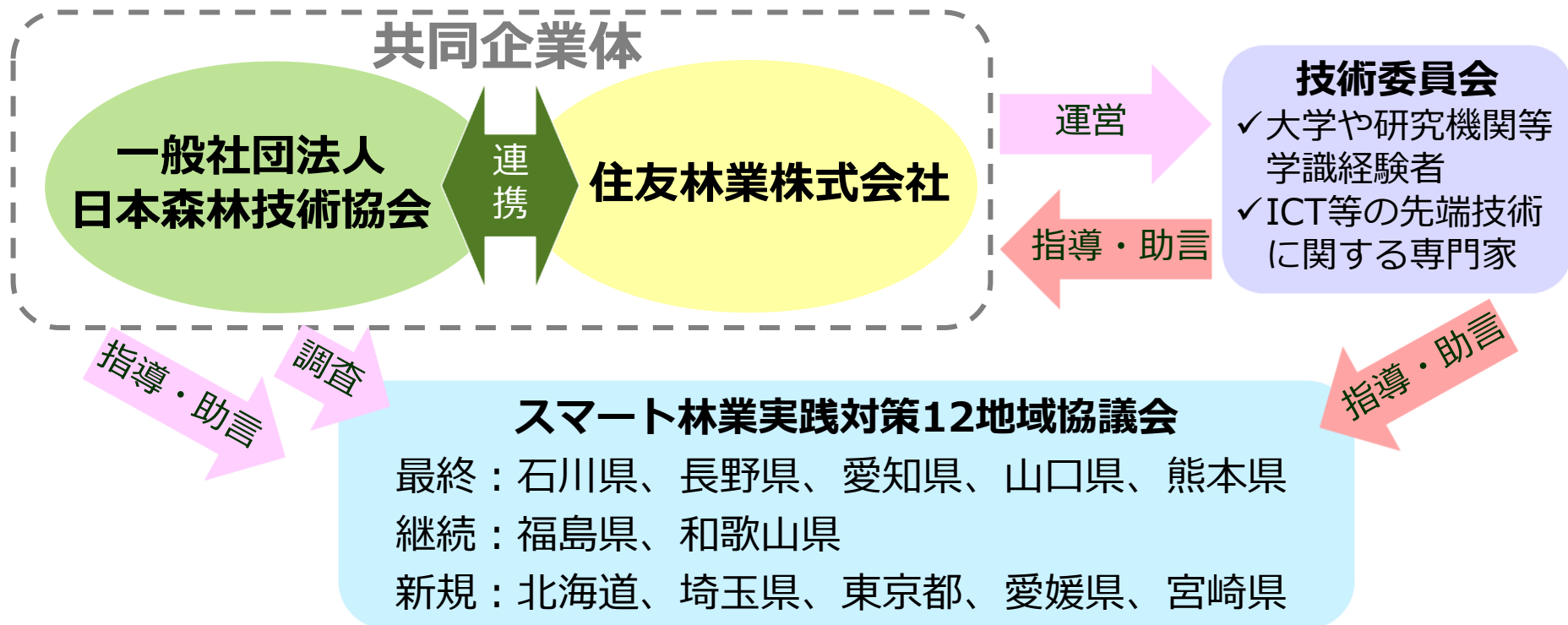
(農林水産省：スマート林業構築普及展開事業)



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



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。

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	●											
	資源量管理	ドローン森林資源量調査	7	●	○		○			○	○	○	○		
		全天球写真	2	●								○			
		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			○	●					○	○		
	情報基盤	森林クラウド	5	●				○	●	○				○	
施業集約化の 効率化 ・省力化	施業計画 ・提案	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	ハーベスタ検知機能	4	○			○				○		○		
	集材・運材	位置把握による集材・配車の効率化	2						●					○	
	検知	木材検収システム	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	日報管理システム(タブレット、スマホアプリ)	3			●	○								○
	機械全般	林業機械の工程管理	2				○						○		
		林業機械PCへの位置表示	1										○		
需給マッチング 円滑化	需給 マッチング	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

取組事例の紹介

- 情報収集・整備
- 計画立案・施業提案
- 作業現場
- 流通

情報収集・整備

- 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
 - 地上収獲調査に変わることができるのか？
 - 地上レーザは皆伐、間伐ともに問題なし
 - 航空機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
 - UAV計測
 - 樹高、本数ともにレーザ計測に比べてやや精度が低い
 - 森林経営計画作成については問題なし
 - 補助申請の図面作成に期待 → オルソ画像の地域共有
- 森林の計測データを森林簿に反映・共有
 - 樹高情報から地位を推定し、森林簿の地位を変更（将来の地位）
 - 計測された樹高や材積を時間とともに変化させる必要

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。



GISを活用した施業集約化の検討

＜施業集約化の効率化・省力化＞

① 間伐施業における集材方法の机上検討

- 全体目標値 15,000円（1人日の現地踏査）→ 0円
- 実績：架線集材の策張り と 搬出路延長線形の検討を机上で実施

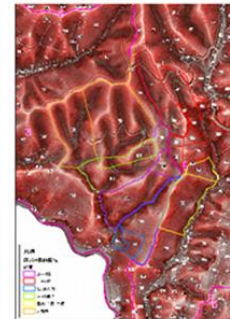
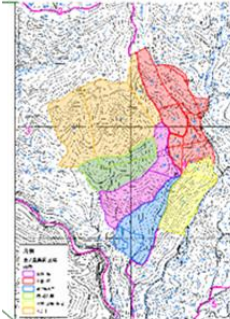
② 森林経営計画の見直し

- 全体目標値 10,000ha
- 実績 H30～R1：1,200ha・R2：7,000ha

③ 集約化実施

- 全体目標値 100ha
- 実績：航空レーザ計測由来の各種データを用い、集約化説明会を開催
集約化実施面積 H30：38ha・R1：12ha・R2：50ha

（集約化説明会の実施状況と説明資料の例）



地上レーザ計測から見積もり提案まで

【今年度の取組】 施業集約に係るコスト削減効果の検証

○OWLReport2について

- ・OWL計測データを利用することで、一本一本の立木の曲がりまで把握でき、森林の現況に即した精度の高い施業提案書の作成を行うソフト。

○実証概要

- ・スマート林業推進員により、各県出先事務所管内でOWLReport2による施業提案を行い、**森林組合が従来行っている施業提案に係るコストとの比較**を行う。

1 OWLによる計測



2 OWLレポートによる施業提案書の作成

A screenshot of the OWLReport2 software interface. It displays a detailed forest management plan with various tables and text. The title is "森林施業提案書 (参考例)". The tables include "計測データ", "伐採計画", "間伐計画", and "施業計画". The interface is in Japanese and shows various numerical data and text related to forest management.

計測データ	
計測日	2023/10/10
計測者	山田太郎
計測地点	山田太郎
計測範囲	100m x 100m
計測結果	100m x 100m

伐採計画	
伐採区画	100m x 100m
伐採方法	間伐
伐採回数	10回
伐採期間	10年
伐採コスト	100,000円

間伐計画	
間伐区画	100m x 100m
間伐方法	間伐
間伐回数	10回
間伐期間	10年
間伐コスト	100,000円

施業計画	
施業区画	100m x 100m
施業方法	間伐
施業回数	10回
施業期間	10年
施業コスト	100,000円

3 森林所有者への施業提案



施業集約化に係る人件費の削減

やまぐちスマート林業実践対策地域協議会

令和2年豪雨災害対応で活用

* 林道

発災直後の被災箇所の調査時や、災害査定の準備のため、端末(**Forest Track**)で現場の写真を撮影し、森林クラウドへアップロードすることで情報共有を図った。

* 山腹崩壊

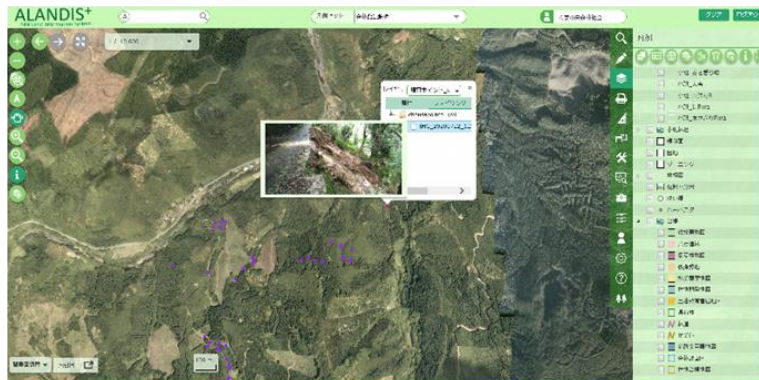
住民からの通報等により、現場に向かう際に端末を活用。現場写真を撮影し、森林クラウドへアップロード。

現場では赤色立体図を活用し、地形の確認や山地崩壊の原因を検討した。

市有林や藍田財産区等のレイヤーを操作し、現在地を画面上で確認し民有林との境界をおおよそ把握できた。

* 森林作業道

くま中央森林組合により、主伐や間伐等の施業地に向かう森林作業道の被災箇所を端末により撮影し、森林クラウドへアップロード。赤色立体図や路網のレイヤーにより現場状況を事前に把握して確認作業に当たったため、時間効率が上がった。



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は、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

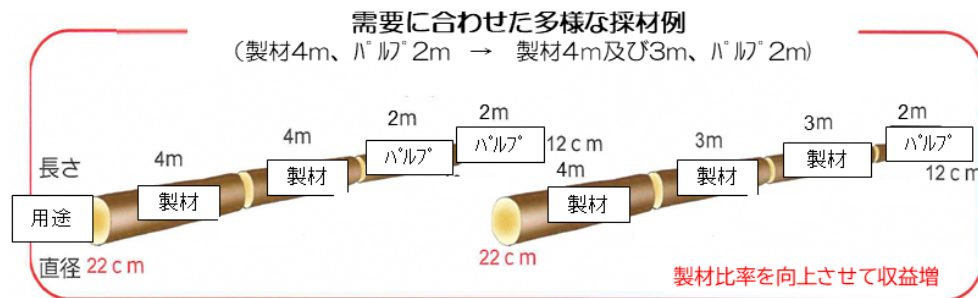
(2) カラーマーキング機能

○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) バリュバッキング機能

○バリュバッキング (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

木材検収システム

スマホ等を用いた木材検収システム（ソフトウェア）により、丸太のストック状況をペーパーレスで簡単に把握・集計・発信し、**リアルタイムに情報共有**

写真から自動で丸太を集計する「**木材の写真判読機能**」の精度が、ディープラーニングによるA I 画像認識を採用したことで飛躍的に向上



スマート林業タスクフォースNAGANO

何を目的に利用するのか、それに応じてシステムを開発する必要
木材市場で選木機を通すなら不要？

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

林業SCMに関する個人的な見解

- すべての情報を共有する必要はない
- 特定の部署がすべての情報を把握する必要もない
- 素材生産業者・森林組合
 - 1ヶ月単位の伐出計画（1週間毎の確認）
 - 造林業者との調整
- 製材工場
 - 1ヶ月単位の必要量
- 流通業者
 - 素材生産業者への指示（1ヶ月単位）
 - 搬送先の調整（直送先、市場）
 - 販路



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

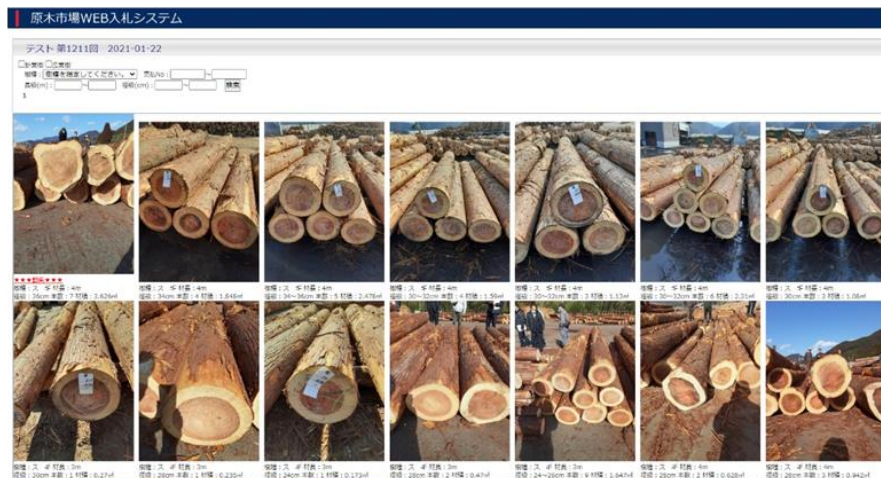
- 販路の拡大（優良材）
- 原木価格の向上
- 業務ミスの低減
- 市の効率化
- コロナ感染対策



実証期間

令和3年1月21～22日

アンケート回答人数 10名



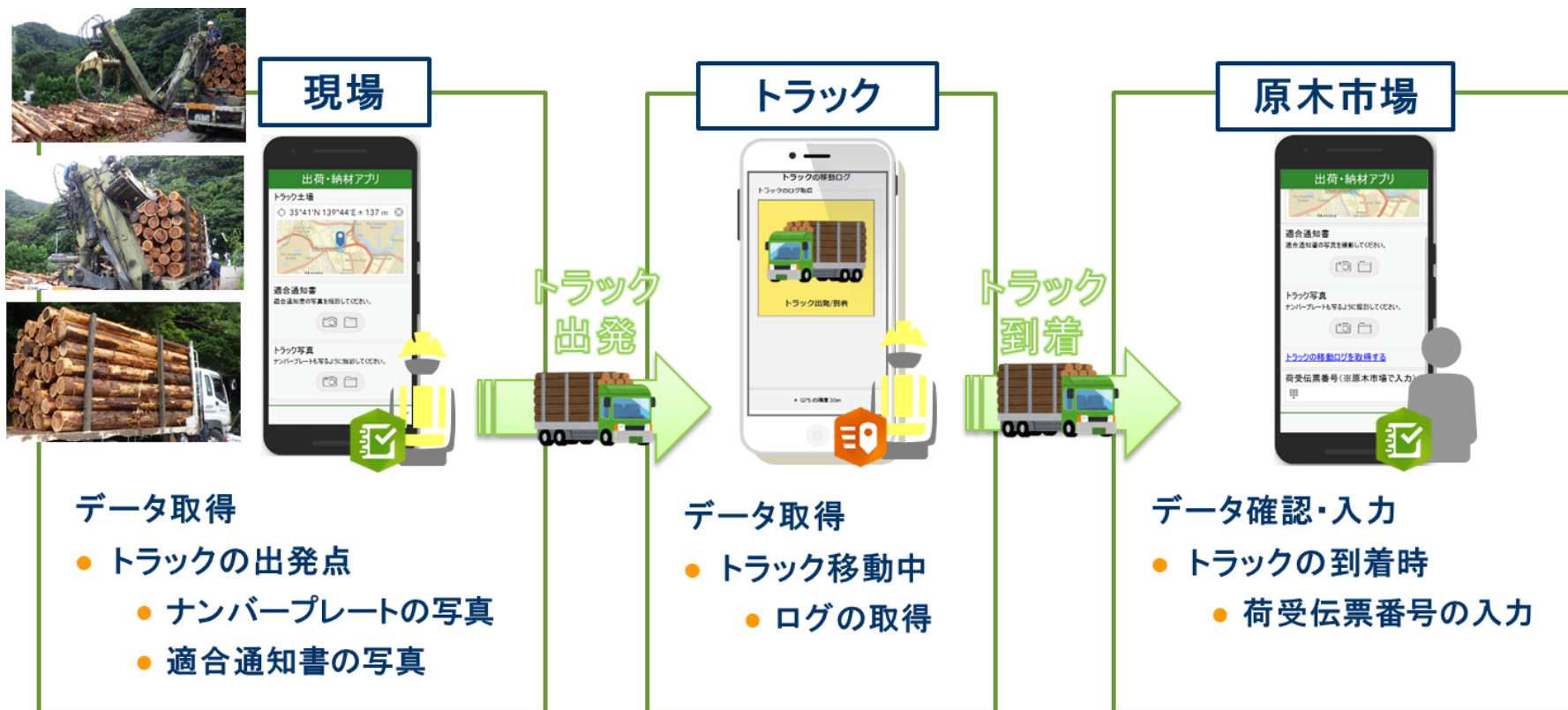
○職員コメント

- ・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

現場と原木市場間の トレーサビリティーの確保



将来に向けた展望

これから期待されるイノベーション

- AIやSCMに対応した**森林クラウド情報システム**の構築

- ・ 実測データに基づいた高精度資源情報
- ・ 施業終了後、データ更新

2030年までに

- 各種森林計画等への**AI**の導入

- ・ トラックの最適配車
- ・ 事業経費/生産性の推定
- ・ 災害予測

2040年までに

- **スマートグラス、林業ロボット**の導入

2050年までに



2030年までに実現

- 都道府県森林GISのクラウド化
 - データフォーマットの統一（標準仕様の採用）
 - オープンデータの推進
- 航空レーザーによる定期的な森林計測
 - 10年毎（希望は5年毎）
 - 森林簿への反映（既存情報と計測結果の併記）
- 補助申請の電子化
 - UAV等によるデジタルオルソの作成及び測量
 - デジタルオルソの共有
 - 申請フォーマットの統一



AIやSCMに対応した 森林クラウド情報システムの構築

クラウドによる情報共有と情報作成の分担化

- 都道府県：航空機LiDARによる情報収集/解析
UAVを活用した完了検査
- 市町村：林地台帳整備 → 所有界情報の整備
「新たな森林管理システム」への対応
- 事業体：Web上から補助申請書類を提出
UAVを活用した補助申請書類の作成



スマート林業の導入を検討される方へ

- 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
- 多くの人を巻き込むことが重要
 - 都道府県、市町村、森林組合、木材市場、製材工場、林業事業体. . . .
 - 補助事業がなくても運用できる仕組みづくり
- 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
 - これまでやってこなかったことは無理にやらない！



ご清聴ありがとうございました

鹿又秀聡 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

