令和３年度スマート林業構築

普及展開事業

報告書

令和４(2022)年３月

林野庁

目 次

1 章. 事業概要 …… 1
1.1. 事業の背景及び目的 …… 1
1.2. 事業実施体制 …… 3
1.3. 事業実施項目 …… 5
2 章. 地域協議会への指導・助言 …… 6
2.1. 実施概要 …… 6
2.1.1. 実施方針 …… 6
2.1.2. 実施結果 …… 7
3 章. ICT 等先端技術の活用手法 …… 22
3.1. 様々な分野における技術 …… 22
3.2. 計画分野 …… 23
3.2.1. 準天頂衛星みちびき測位補強サービスの活用 …… 23
3.2.2. 地理空間情報のアプリプラットフォーム …… 26
3.2.3. AI 搭載ドローンによる森林内空撮と三次元モデルによる直径計測 …… 28
3.3. 集材･運材分野 …… 32
3.3.1. 搬送用大型ダンプトラックの自動運転 …… 32
3.3.2. 電動アクチュエータによるクローラーダンプ用の遠隔操作システム …… 34
3.4. 生産性管理分野 …… 36
3.4.1. 日報管理システム …… 36
3.5. 販売・流通分野 …… 40
3.5.1. 原木 WEB 取引 …… 40
3.5.2. 木材サプライチェーンマネジメント（SCM） …… 44
3.6. 安全管理分野 …… 47
3.6.1. 次世代ドライブレコーダー …… 47
3.6.2. タイヤやブレーキの監視システム …… 48
3.6.3. 飲酒運転の監視システム …… 51
3.7. その他分野 …… 54
3.7.1. 作業者を自動追従し、運搬等を支援する技術 …… 54
3.7.2. 熟練技能者と若手技能者の技能の見える化ができるデジタル教材 …… 56
4 章. 地域毎の実践的取組 …… 58
4.1. 全体概要 …… 58
4.2. スマート林業の導入効果 …… 63
4.2.1. 定量評価の考え方 …… 63
4.2.2. 定量評価の結果 …… 66
4.2.3. 定性評価 …… 67

4.3. 福島県：いわき市持続可能な森林・林業推進会議（最終地域）……68
4.3.1. 地域協議会の取組概要……68
4.3.2. 今年度成果……70
4.3.3. 今後の展開について……75
4.4. 和歌山県：紀中地域林業躍進プロジェクト推進協議会（最終地域）……76
4.4.1. 地域協議会の取組概要……76
4.4.2. 今年度成果……78
4.4.3. 今後の展開について……82
4.5. 愛媛県：愛媛県林材業振興会議（最終地域）……83
4.5.1. 地域協議会の取組概要……83
4.5.2. 今年度成果……85
4.5.3. 今後の展開について……91
4.6. 北海道：スマート林業 EZO モデル構築協議会（継続地域）……93
4.6.1. 地域協議会の取組概要……93
4.6.2. 今年度成果……96
4.7. 埼玉県：西川地域スマート林業協議会（継続地域）……105
4.7.1. 地域協議会の取組概要……105
4.7.2. 今年度成果……107
4.8. 宮崎県：宮崎県合法木材流通促進協議会（継続地域）……112
4.8.1. 地域協議会の取組概要……112
4.8.2. 今年度成果……114
5 章. 取組成果の普及展開……122
5.1. 実施概要……122
5.2. マッチングミーティングの開催……122
5.3. 報告会の開催……129
5.4. スマート林業実践マニュアルの作成……133
6 章. スマート林業の普及に向けた課題と対策……134
6.1. スマート林業における課題の抽出……134
6.2. 課題に対する対応策……135
6.2.1. 林業現場における通信環境の改善……135
6.2.2. 木材サプライチェーンマネジメントシステムの構築……136
6.2.3. 目的意識を持った技術導入の必要性……137
6.2.4. 分野による技術進捗の差の解消……138
6.2.5. 人材育成・担い手確保の工夫、合意形成の推進……139
6.2.6. 技術導入と制度の連携促進……140
7 章. 各地域協議会の成果報告等……141

1章.　事業概要

1.1. 事業の背景及び目的

戦後拡大した人工林が本格的な利用期を迎える中、人工林資源の有効活用や国産材の競争力強化に向け、国産材の安定供給体制を構築していくためには、近年目覚しい発展を遂げている地理空間情報や ICT 等の先端技術を活用し、森林施業の効率化・省力化や需要に応じた木材生産を可能にする「スマート林業」の実現に向けた取組を推進する事により、意欲と能力のある林業経営者に施業を集約化し、効率的な森林施業を進める必要がある。

この取組を効果的に進めるため、スマート林業構築実践事業のうちスマート林業実践対策（以下「実践対策」という）により、「スマート林業」の実現に取り組む都道府県、市町村、林業事業体等で構成される地域協議会（以下「地域協議会」という）に対し、先端技術に関する専門的知識の提供や業務の効率化に対する指導・助言を行うとともに、その取組成果等をとりまとめ、全国への普及展開を行うことを目的とする。

実践対策における目標としては以下の４点があげられている。

- 森林情報の高度化・共有化
- 施業集約化の効率化・省力化
- 経営の効率性・採算性向上
- 需給マッチングの円滑化

本事業では、他分野の取組の調査や、林業分野での取組の分析により、スマート林業が目指すべき方向性について以下のように考える。

スマート林業が目指すべき方向性

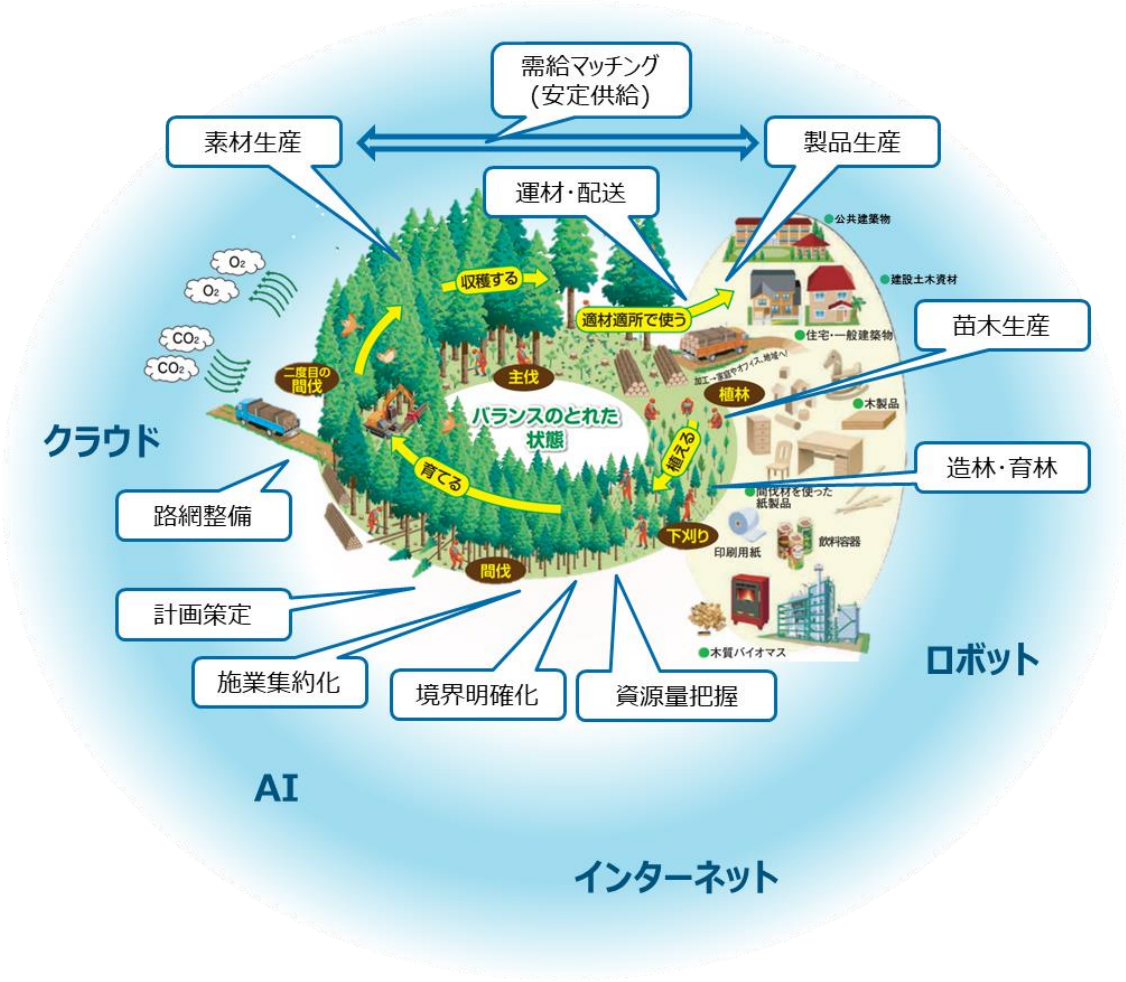
- 地理空間情報や ICT 等の先端技術を活用し、**安全で働きやすく**、効率的な森林施業や需要に応じた木材の**安定供給**を実現する。
- さらなる労働力不足が懸念される中で、ICT 等の先端技術を活用し生産性を向上させるとともに、**林業を魅力ある職場**とし、**担い手の確保・育成**を進める。

【目標】

- 森林情報の高度化・共有化
- 施業集約化の効率化・省力化
- 経営の効率性・採算性向上
- 需給マッチングの円滑化
- **労働災害のない安全で快適な職場づくり**
- **担い手の確保・育成**

なお、スマート林業が本来対象とする範囲は、図 1-1 に示す林業の循環全て、すなわち苗木生産から造林・育林、運材・配送、製品生産までの広範に渡り、これらの各段階において、ICT 技術を導入し、効率化・省力化を図る必要があるが、実践対策では前述の４点に絞って目標としている。

スマート林業への取組の背景として重要な点の一つに、人口減少が続く中で、各産業の働き手の減少が深刻な課題となっていることがあげられる。こうした中で、林業においても ICT 技術を活用し、1 人当たりの生産性を向上させるとともに、労働安全の確保、雇用形態の安定化などによる担い手の確保・育成が重要となっている。また、建設土木分野で進められている i-Construction では、労働環境の向上も目標の一つとしてあげられている。さらに、他分野と競合しての林業における担い手確保を考慮すると、ICT 技術の活用による生産性の向上、コストの削減が従事者へのメリットとして還元されることも重要である。



「平成29年度森林及び林業の動向」（第196回国会（常会）提出）　資料IV-39 森林資源の循環利用（イメージ） に追記

図 1-1　スマート林業の対象範囲イメージ

1.2. 事業実施体制

本事業は、一般社団法人日本森林技術協会（以下「日林協」という）と住友林業株式会社（以下「住林」という）の共同企業体により事業を実施した。事業実施体制を図 1-2 に示す。技術委員会の指導・助言を得ながら、共同企業体から地域協議会に指導・助言を行った。

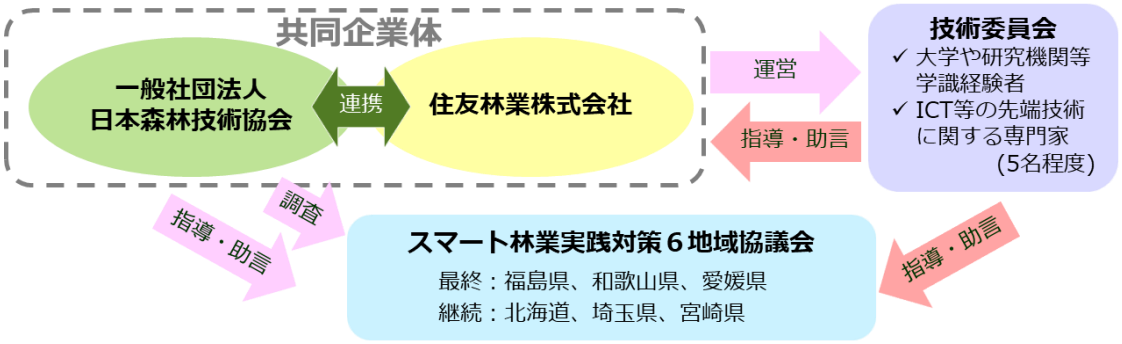


図 1-2　事業実施体制

本事業の技術委員会は、リモートセンシング分野や、林業機械、木材流通、木材利用システム分野に関する専門家により構成した。技術委員名簿を表 1-1 に示すほか、技術委員会の開催概要を表 1-2 に、開催の様子を図 1-3 に示す。

第 1 回、第 3 回委員会は各地域協議会が参加して実証内容を報告し、技術委員から質疑、指導を受ける形で開催した。第 2 回は基本的には技術委員のみの参加とし、マニュアルや ICT 等先端技術の活用手法等について協議した。

表 1-1　技術委員名簿

氏名	所属
鹿又 秀聡	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
髙橋 伸幸	群馬県森林組合連合会　指導部長
露木　聡	東京大学大学院農学生命科学研究科　農学国際専攻　地球生物環境学講座 国際森林環境学研究室　教授
中澤 昌彦	国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所 林業工学研究領域　収穫システム研究室　室長
井上 岳一	株式会社日本総合研究所　創発戦略センター　シニアスペシャリスト

表 1-2　技術委員会開催概要

委員会	開催日	主な議題	地域協議会参加
第 1 回 技術委員会	令和 3(2021)年 9 月 24 日	事業の実施予定について 地域協議会より今年度計画を報告	WEB 参加
第 2 回 技術委員会	令和 3(2021)年 10 月 29 日	スマート林業実践マニュアルについて	なし (希望者 WEB 傍聴)
第 3 回 技術委員会	令和 4(2022)年 2 月 3 日	事業の実施状況について 地域協議会より今年度成果の報告	WEB 参加

図 1-3　技術委員会の様子

1.3. 事業実施項目

事業実施項目と対応する本報告書該当箇所について表 1-3 に示す。

地域協議会への指導・助言を通じて、「スマート林業」が目指す姿を実例や数値を用いて具体化するとともに、取組成果等を取りまとめ、全国への普及展開に取り組む。

表 1-3　事業実施項目の概要

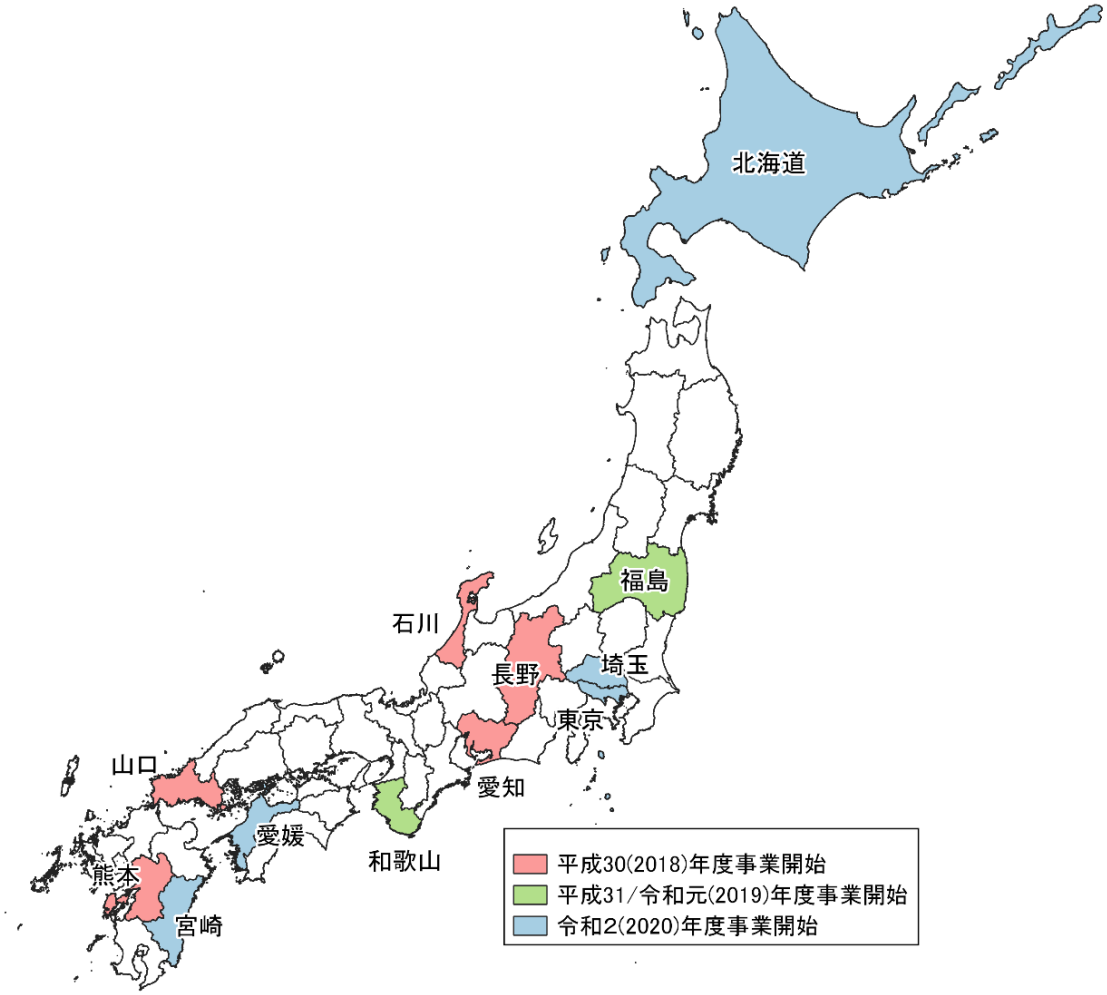
実施項目	実施概要	該当箇所
（１）先端技術に関する専門的知識の提供及び業務の効率化に対する指導・助言 ①各地域協議会の事業計画、目標設定 ②進捗管理 ③効果の検証等	地域協議会へ専門的知識を提供するとともに、必要な指導・助言を行う。 技術委員会を開催する。	報告書２章
（２）取組成果の取りまとめ及び普及展開		
①事業報告書の作成	事業成果をとりまとめ報告書を作成する。	報告書
②スマート林業実践マニュアルの作成 ア ICT 等の先端技術の活用手法の整理	効果を定量的に示し、成功要因及び失敗要因を分析して発生しやすい問題点や解決方法を明らかにする。技術概要、活用効果、コスト、課題等を明らかにする。規模に応じた現場での活用手法の事例として取りまとめる。	報告書３章 報告書６章 マニュアル
イ地域毎の実践的取組等の結果の整理	スマート林業実践対策の地域協議会が実施した実践的取組等について、成果や課題、普及展開に向けたポイント等を明らかにしつつ整理する。	報告書４章 報告書７章
③事業報告会及びスマート林業新技術のマッチングミーティングの開催	「スマート林業」を全国に普及展開するため、都道府県や市町村、林業事業体等を対象とした説明会を開催する。 林業事業体が林業新技術を提供するメーカー、ベンダー等と直接情報交換できるマッチングミーティングを開催する。	報告書５章

2章.　地域協議会への指導･助言

2.1. 実施概要

2.1.1. 実施方針

地域協議会への先端技術に関する専門知識の提供及び業務の効率化に対する指導・助言として、①各地域協議会の事業計画、目標設定、②進捗管理、③効果の検証について行うこととされており、今年度実証を行った 6 地域協議会（最終地域＝福島県・和歌山県・愛媛県、継続地域＝北海道・埼玉県・宮崎県）（図 2-1）を対象に指導・助言を行った。



※　図には終了地域を含む

図 2-1　地域協議会位置図

進捗管理及び指導・助言の概要を表 2-1 に示す。進捗管理については、技術委員会での各地域協議会自からの発表、現地視察、随時の連絡により実施した。なお、技術委員会での地域協議会発表には、地域協議会相互に取組状況を確認できるなどの効果もあった。地域協議会の発表資料については、事前に事務局から指導・助言を行った上で、技術委員会の場でさらに技術委員から直接指導・助言を受けることとした。

また、全 6 地域協議会の現地実証等に技術委員を派遣し、現地で指導・助言を行った。

表 2-1　進捗管理及び指導・助言の概要

時期		方法	指導・助言の概要
令和 3 (2021)年	9 月	第 1 回技術委員会発表資料の作成	目標値、効果の検証方法等について地域協議会が資料を作成し、事務局の指導・助言により修正等を行った。
	9 月 24 日	第 1 回技術委員会において地域協議会から発表	全 6 地域協議会が発表し、技術委員より直接指導・助言を行った。
	9～10 月	技術委員会発表資料の再修正	技術委員からの指導・助言に対し、地域協議会が資料を修正した。
	11 月以降	現地実証への技術委員派遣	全 6 地域協議会において技術委員及び事務局からの指導・助言を行った。
	11～12 月	マッチングミーティング発表資料の作成	実証結果等について地域協議会が資料を作成し、事務局の指導・助言により修正等を行った。
	12 月 20 日	マッチングミーティングの発表データを公開	全 6 地域協議会が発表した。
令和 4 (2022)年	1～2 月	第 3 回技術委員会発表資料及び報告会発表資料の作成	実証結果等について地域協議会が資料を作成し、事務局の指導・助言により修正等を行った。
	2 月 3 日	第 3 回技術委員会において地域協議会から発表	全 6 地域協議会が発表し、技術委員より直接指導・助言を行った。
	2 月 28 日	報告会の発表データを公開	最終 3 地域協議会が発表した。

2.1.2. 実施結果

(1)　発表資料作成に関する指導･助言

各地域協議会の技術委員会における発表資料の作成にあたっては、表 2-2、表 2-4 に示す観点から指導・助言を行った。各地域協議会から委員会前に資料を提出いただき、必要に応じて修正の指導・助言を行い、委員会当日用の資料を作成した。

委員会において技術委員から各地域協議会が直接受けた指導・助言の概要は表 2-3、表 2-5 のとおりである。

表 2-2　第 1 回技術委員会発表資料作成における指導・助言

記載項目		記載内容
全協議会共通	取組概要	• 全体事業計画及び令和 3(2021)年度の事業内容、目標（全体計画のどの部分かを示すこと。） • 長期的な目標だけでなく、令和 3(2021)年度時点の目標値を提示すること。
	目 標 値	• 対象の範囲と単位を明確にした上で、目標を設定すること。 • 目標に対応する現状の数量と、目標値の算定根拠を示すこと。 • 目標と地域が抱える森林・林業の課題解決との関係を明確にすること。 • 目標を達成するための技術的な根拠を提示すること。 • 目標に対する実績値の計測方法を明確にすること。
	効果の検証方法	• 目標値及びその計測方法に基づき、適切に実証すること。 • 実証においては、労働災害防止、職場環境改善の観点にも留意すること。 • 目標が達成できない場合は、その原因を分析し、対応策を検討すること。
最終 3 協議会	3 年間のまとめ	• 3 年間の成果としてどのような取りまとめを行うか記載すること。 • 協議会の今後の継続について明確にすること。

表 2-3　第 1 回技術委員会における技術委員からの指導・助言の概要

地域	技術委員からの指導・助言
福島県	• みちびきを用いた GNSS は、各手法の評価をもう少し掘り下げてまとめて欲しい。特に、GNSS で測量した結果が補助申請でも使えるのか、県の担当者とすり合わせてほしい。 • トレーサビリティは、サプライチェーン間でどのような情報を得ることが必要かも丁寧に検討してほしい。 • 費用対効果を出すときに、直送先に持っていった後、ニーズ外の材を周辺の別の製材所に運ぶのであれば、そこの運賃も入れて比較してほしい。
和歌山県	• 立木評価精度については、点数を増やして精度を高めてほしい。
愛媛県	• いろいろとシステムがあるが、全県的に行うものと、対象を絞って行うものに切り分けた方がよいと思うので、検討してほしい。 • 原木情報共有システムは、コーディネータの位置付けを地元のニーズに合わせて検討してほしい。
北海道	• 実証データの比較で苦労しないよう、表のフォーマット統一などに注意してほしい。
埼玉県	• 広葉樹の除外については、春先か秋に撮影を行うと判別しやすいので検討してほしい。 • 地上レーザ、ドローン、航空機のデータについては、使い分けに注意してほしい。
宮崎県	• LPWA と WebGIS の連携がスムーズにできるように検討してほしい。 • LPWA は電波が届く箇所と届かない箇所の実証を積み上げて、そこで得た知見を共有してほしい。
全　体	• スマート林業は ICT の新しい技術なので、できなかったこともきちんと載せてほしい。まだこの技術は森林で使うには少し早いのではないかということも、後々非常に重要な成果だと思うので、失敗することを恐れずに、うまくいかなかったことも含めて報告してほしい。

表 2-4　第 3 回技術委員会発表資料作成における指導・助言

記載項目		記載内容
全協議会共通	体制整備における工夫・課題	• 協議会参加事業体等の意識（現状に課題を感じて参加している事業体が多い、2 年目の地域の場合は 2 ヶ年の変化やその要因 など）。 • 体制整備における工夫（協議会の作り方、サプライチェーンの作り方 など）。 • 体制整備における課題（取扱量の多い事業体が参加していない、直送に対する原木市場の抵抗が大きい など）。
	実証結果	• 実証方法について実証の規模（面積、素材生産量等）、技術的内容、実証期間等をまとめること。 • 効率性、採算性等の効果をできる限り定量的に求め、目標値と比較すること。 • 実証する作業に係る労務時間、コストを算定する。 • 従来手法の労務時間等は経験からの想定値でも可。 • 既存の航空レーザ計測データ等を使用する場合、計測費用もコスト計算には含めること。 • 目標が達成できない場合は、その原因を分析し、対応策を検討すること。
最終協議会	3 年間のまとめ	• 3 年間の成果。 • 協議会の今後について、継続主体、都道府県の単独事業等による支援の有無、利用したシステムの販売・維持管理、新たに取り組みたい事柄、継続に向けた課題などを示すこと。 • 県内、県外への普及に向けて工夫した点、今後の課題などを示すこと。 • 効果額算定表の作成。

表 2-5　第 3 回技術委員会における技術委員からの指導・助言の概要

地域	技術委員からの指導・助言
福島県	• 森林 GIS をベースとしたクラウドシステムによるサプライチェーンの情報共有は非常におもしろいところなので、来年度以降維持管理がどこまでできるのか検討してほしい。 • GNSS については、各手法の評価を深掘りするとともに、造林補助申請への実用に期待したい。
和歌山県	• 導入効果の算定については、もう少し見直して、精査してほしい。 • 立木評価では、プロット調査を取るよりも航空機レーザで計算したほうが精度がよかったという結果については、今後も期待したい。
愛媛県	• 数多くのシステムを開発されているが、今後も活かせそうな技術はわかるようにしてほしい。 • これらのシステムは、それぞれ個別のシステムだが、連携しようとすれば工夫次第で可能であるので、今後に期待したい。
北海道	• ICT ハーベスタにより蓄積したデータがビッグデータとなれば、工夫の仕方でいろいろな活用方法につながるので、今後に期待したい。
埼玉県	• 技術導入によってどれくらいの市場がないとコスト的に割が合わないのか、あるいは技術導入によってどのくらいコストが削減されたのか、今後は示すようにしてほしい。
宮崎県	• LPWA のカバー率（どこなら届いて、どこは届かない）というか、いわゆる電波特性のようなところを、もう少し明らかにしてノウハウを共有してほしい。
全　般	• 原木検知のシステムについては、最低限必要な仕様、機能として、本数だけは 100%一致するようにしてほしい。

（2）　現地実証における指導･助言

全 6 地域協議会（最終地域＝福島県・和歌山県・愛媛県、継続地域＝北海道・埼玉県・宮崎県）に対して、新型コロナウイルス感染症対策を行いながら、地域協議会の実証現場を視察し指導・助言を行った。現地実証における指導・助言の概要は表 2-6 のとおりである。

表 2-6　現地実証における指導・助言の概要

地域協議会	区分	月日	参加委員	概要
和歌山県	最終地域	令和 3(2021)年 11 月 1～2 日	中澤	原木販売管理システム（直販土場）の現地確認、架線系施業支援システム等の実証状況確認、意見交換など
福島県	最終地域	11 月 26 日	髙橋	境界明確化(森林認証林)の現地確認、高精度 GNSS 及び森林認証 SCM システム等の実証進捗確認、意見交換など
宮崎県	継続地域	11 月 30～12 月 1 日	鹿又	LPWA(安全対策及びログ取得)の現地確認、LPWA 及び原木管理クラウド(トレーサビリティシステム)等の実証進捗確認、意見交換など
埼玉県	継続地域	12 月 2 日	鹿又	原木市場及び良材生産林(森林認証林)の現地確認、Web 入札システム及びレーザ計測等の実証進捗確認、意見交換など
愛媛県	最終地域	12 月 9～10 日	鹿又	原木市場での Web 入札システム、原木検収システム及び木材サプライチェーン等の実証進捗確認、意見交換など
北海道	継続地域	令和 4(2022)年 1 月 11～12 日	中澤	ICT ハーベスタ等の実証進捗確認、林業大学校(ハーベスタシミュレータ)の現地確認、意見交換など

1）和歌山県：紀中地域林業躍進プロジェクト推進協議会（最終地域）

紀中地域林業躍進プロジェクト推進協議会へは、表 2-7、図 2-2 に示すとおり、現地において中澤委員、林野庁及び事務局から指導・助言を行った。

2 日間にわたって、当地域の林業・林産業に関わる様々な立場から多くの参加者が集まり、現地視察及び意見交換が行われ、活発な議論が交わされた。

表 2-7　和歌山県における現地指導・助言の概要

年月日	打合せ概要	協議会	事務局	技術委員
令和 3 (2021)年 11 月 01 日	取組状況概要説明および原木販売管理システム現地実証 技術検討会	和歌山県森連：1 森林組合：5 公社：2 素材生産：5 製材所：1 委託先：5 県本庁：1 県出先：5 日高川町：2 印南町：2 合計：29	林野庁：2 住林：2	中澤委員
令和 3 (2021)年 11 月 02 日	架線系施業支援システム現地実証 意見交換会	和歌山県森連：1 森林組合：3 素材生産：1 製材所：2 連携先：1 委託先：3 県本庁：2 県出先：7 日高川町：2 印南町：2 すさみ町：3 合計：27		

▲現地視察の様子（原木販売管理システム）

▲現地視察の様子（架線系施業支援システム）

▲意見交換会の様子

図 2-2　和歌山県における指導・助言の様子

1 日目は、技術検討会が日高川交流センターで行われ、協議会から進捗状況及び今後の予定について、概要説明があった。原木販売管理システムの実証は、日高川町に設置された直販土場で行われ、音声入力検知から帳票出力までの一連の流れを視察した。

2 日目は、すさみ町にある(株)福山林業の架線集材施業地にて、架線索張状況の確認及び実際のガイドブロックの設置座標等を確認した。その後、(株)福山林業 事務所に場所を移し、意見交換会が行われた。なお、指導・助言のポイントは表 2-8 のとおりである。

表 2-8　和歌山県における指導・助言のポイント

実証項目	指導・助言のポイント
全般	・ 紀州材のスギは、抜群に強度が高いことを新しい特徴として、差別化していけるのではないか。 ・ エンドレスタイラー式の架線集材は、国内でも減少しつつあるが、世界的にも珍しい。効率は必ずしも良くは無いが、低環境負荷という強みに可能性を見出せる。伝統的技法と ICT 技術の連携による日本独自の方法ということで期待している。 ・ 皆伐の収益が 1,000 千円/ha 程度では、1,000～1,500 千円/ha 程度掛かる造林に対して、補助金無しでは赤字になってしまう。今後、素材生産の効率化・省力化と、原木販売の高付加価値化によって、収益性の向上が必要。
原木販売管理システム	・ 画像検知のデータと音声入力による手検知のデータを、1 つのシステムに取り込むことができ、統合的に管理できるのは、とても良い話なのではないか。
架線系施業支援システム	・ 数値と経験を結び付けることができるのが良いところ。荷重などを見える化して役立ててほしい。 ・ 施業予定の現場における索張設計の機能だけでなく、元柱・先柱候補木選定の際に、優先順位をつけた上で、施業候補地を挙げてもらう機能があると良い。 ・ 過去の実績だけでなく、索張設計の際の検討過程（ログ）が残るとより良い。最終的な結論に至るまでのプロセスがわかると、今後の良い教材となる。 ・ 現場の人が、システムを使ってみたいと思ってくれているのが良かった

2）福島県：いわき市持続可能な森林・林業推進会議（最終地域）

いわき市持続可能な森林・林業推進会議へは、表 2-9、図 2-3 に示すとおり、現地において髙橋委員、林野庁及び事務局から指導・助言を行った。意見交換の場では、製材工場や県庁なども交えて様々な立場から参加し活発な議論が交わされた。

表 2-9　福島県における指導・助言の概要

年月日	打合せ概要	協議会	事務局	技術委員
令和 3 (2021)年 11 月 26 日	・境界明確化(森林認証林)の現地視察 ・高精度 GNSS 及び森林認証 SCM システムの実証進捗確認及び意見交換	森林組合：5 製材工場：1 県出先：1 委託先：4 合計：11	林野庁：2 日林協：2	髙橋委員

▲現地視察の様子

▲実証進捗確認及び意見交換の様子

図 2-3　福島県における指導・助言の様子

現地視察は、いわき市森林組合の令和 3(2021)年度境界明確化実施地区で行われ、高精度 GNSS の機材や山土場の状況などを視察し、意見交換が行われた。

実証進捗確認及び意見交換は、いわき市森林組合の会議室で行われ、高精度 GNSS 及び森林認証 SCM システムなどの実証進捗を確認し、意見交換が行われた。

なお、指導・助言のポイントは表 2-10 のとおりである。

表 2-10　福島県における指導・助言のポイント

実証項目	指導・助言のポイント
全般	・ 紙を使うことによって、何に手間が掛かっているのか、現状を把握して改善を図ることが必要。 ・ こうした意見交換の場に製材工場が参加してくれることは、他地域に比べて進んでいるのではないか。 ・ 本事業を県内の普及展開（水平展開・ヨコ展開）するために、県庁・市町村・県森連・原木市場・森林組合などを対象とした報告会（お披露目会）を開催してはどうか。
高精度 GNSS	・ 境界明確化は安全上 2 名体制とのことだが、GNSS が 2 台あれば 2 名で逆方向に外周を回れば、現場作業も効率化できるし、安全上の問題も克服できるのではないか。
森林認証 SCM システム	・ クラウドは、レーザ解析データ・作業進捗・山土場状況等も含めて、直送先の製材工場や協定先の原木市場に閲覧方法をレクチャーした方がよい。また、知りたい情報もヒアリングした方がよい。 ・ 間伐については、立木の在庫管理（立木量から伐採量を引く）をクラウド上でしてはどうか。 ・ 伐出の森林認証の証明をデジタル化できないか。日々の伐出作業の進捗、山土場の状況、配車トラックの予定等を把握するためにも、クラウド上に写真等を載せた方がよい。 ・ 製材工場の土場に材が貯まってくると原木市場に出荷することになるので、製材工場の空き状況も把握できるようになるとよい。
その他	・ 山林の地籍調査は、境界明確化が終わっていない所から始めると、森林組合への問合せや協力依頼も多くなるので、逆に非効率になる場合がある。境界明確化での位置情報を市で管理する林地台帳に取り込んでもらえれば、山林の地籍調査の参考資料として使えるので、さらに効率的になる可能性がある。 ・ 画像検知アプリなどを使用して、日々の生産量を把握する方法もできるかもしれない。ただし、いきなりは難しいので、クラウド上に写真等を載せることができるようになってからの次のステップか。

3）宮崎県：宮崎県合法木材流通促進協議会（継続地域）

宮崎県合法木材流通促進協議会へは、表 2-11、図 2-4 に示すとおり、現地において鹿又委員、林野庁及び事務局から指導・助言を行った。2 日間にわたり現地視察及び意見交換が行われ、活発な議論が交わされた。

表 2-11　宮崎県における現地指導・助言の概要

年月日	打合せ概要	協議会	事務局等	技術委員
令和 3 (2021)年 11 月 30 日	LPWA実証実験の現地視察（県南地域部会）	森林組合：3 県森連　：3 LPWA 委託先　：2 GIS ｱﾌﾟﾘ委託先：2 県本庁　：4 合　計：14	林野庁：2 日林協：2	鹿又委員
12 月 1 日	LPWA、GIS アプリの実証進捗確認及び意見交換（県南地域部会）			

▲現地視察の様子

▲現地視察の様子

▲実証進捗確認の様子

▲意見交換の様子

図 2-4　宮崎県における指導・助言の様子

現地視察は、南那珂森林組合の皆伐地（串間市）で行われ、LPWA を活用した救助訓練を視察し、意見交換が行われた。

実証進捗確認及び意見交換は、南那珂森林組合の会議室で行われ、LPWA 及び GIS アプリなどの実証進捗を確認し、意見交換が行われた。

なお、指導・助言のポイントは表 2-12 のとおりである。

表 2-12　宮崎県における指導・助言のポイント

実証項目	指導・助言のポイント
全般	・　昨年度に比べて、実証内容がかなり向上している。 ・　実証を実装し、普及展開させるには、県内全域、全国など段階的な計画があると、今後の対応しやすいのではないか。 ・　スマート林業は、意識せずに楽できる技術が本質なので、そうなっているかどうかを常に確認していただきたい。
LPWA	・　通信情報システムの専門家からは「通信情報の距離と量の両立は難しい。」と言われているので、必要な情報の優先順位を決めていく必要がある。 ・　作業ログを LPWA クラウドから自動で原木管理クラウドにデータを取り込めるようにした方がよい。 ・　LPWA は、通常時と SOS 時は通信頻度を変えるなど、運用を分けた方がよいのではないか。 ・　通信状況を確認するために事務所と現場との日々の定時連絡が必要ではないか。例えば現場作業に直結するピンポイント天気予報を事務所から朝・昼・15 時に送ってはどうか。 ・　宮崎の実証で LPWA が上手くいけば、全国の先行事例になるとともに、将来的にはチェーンソーの防護服のように現場作業の標準装備になることも期待できる。
GIS アプリ	・　出荷材の合法性確認については、行政側の対応が必要だが、市町村毎の伐採届や適合通知書の様式が県内で統一できると、クラウド対応もしやすくなるので、よりスマート化ができるのではないか。また、それらがクラウド対応できるようになれば、伐採エリアの電子データも申請に加えることができるのではないか。 ・　行政手続きとの連携が課題。デジタル化により、書類を減らせ、位置情報がわかるようにできれば、全国のモデルとなる。 ・　新たに伐採届に出材経路を載せる検討がされているという話もあるので、現場までの経路のデジタル化が共有できれば、安全対策だけでなく効率化にも繋がる。林業版カーナビができるとよい。 ・　トレーサビリティ管理の実証フィールドとなっている、県森連の細島木材流通センターだけでも年間 40～50 万 m3 を扱っているので、ここでの省力化・効率化の効果はとても大きい。細島木材流通センター以外の県森連の林産物流通センター（原木市場）への普及展開も可能な内容なので、更なる効果も期待できる。

4）埼玉県：西川地域スマート林業協議会（継続地域）

西川地域スマート林業協議会へは、表 2-13、図 2-5 に示すとおり、現地において鹿又委員、林野庁及び事務局から指導・助言を行った。意見交換の場では、自伐林家や素材生産者、市役所、県庁なども交えて様々な立場から参加し活発な議論が交わされた。

表 2-13　埼玉県における指導・助言の概要

年月日	打合せ概要	協議会	事務局等	技術委員
令和 3 (2021)年 12 月 2 日	・原木市場及び森林認証林の現地視察 ・実証進捗確認及び意見交換	原木市場：1 製材所　：1(会長)　※挨拶のみ 自伐林家：1(副会長) 素材生産：1(副会長) 埼玉県　：2 飯能市　：1 事務局　：1 合　計　：8	林野庁：3 住　林：1 日林協：2	鹿又委員

▲現地視察の様子（原木市場）

▲現地視察の様子（森林認証林）

▲実証進捗確認の様子

▲意見交換の様子

図 2-5　埼玉県における指導・助言の様子

現地視察は、東吾野地域の吾野原木センター（原木市場）及び優良材産地（森林認証林）で行われた。

今年度事業の進捗説明及び意見交換は、西川材ショールーム等で行われた。

なお、指導・助言のポイントは表 2-14 のとおりである。

表 2-14　埼玉県における指導・助言のポイント

実証項目	指導・助言のポイント
全般	・　取扱量が少ない西川地域では、施業の効率化で大きな効果を出すのは難しいかもしれない。施業の効率化以外にも、施業の安全性向上や材の高付加価値化もスマート林業ではないか。 ・　ブランド材と並材の棲み分けには、ブランド材の定義（品質管理）が必要なのではないか。 ・　導入する技術の絞り込みのため、課題をブラッシュアップ、実際の運用をどうするかも検討が必要なのではないか。

実証項目	指導・助言のポイント
	・ 技術者育成も 10 年後にどれだけ残るかを考えてはどうか。 ・ 実証結果の数値は、良いものも悪いものも大切だが、良いものを残していければ普及展開に繋がるのではないか。
WEB 入札システム	・ 役物（良材）は、Web 向きなのではないか。直接取引に使用しなくても、立木（荷主）や造材（市場）の写真などにより買方との情報共有として活用し、競りの参加者を増やすきっかけ作りにできるかもしれない。特に遠方から来る買方については、積極的にアピールした方がよい。 ・ また、役物（良材）以外の販促は、マーケティングによるブランド化ができないか。 ・ 製材品になった西川材の写真記録なども買方は欲しがるのではないか。 ・ 原木市場での Web の活用は、まずは役物（良材）を少しだけ（全体の 1～2 割程度）でも試してみてはどうか。 ・ 役物（良材）をどう売るか、林業をどうしていきたいかが課題と思うが、事業ではどういう技術を使うかになっていて、本質が逆転しているのではないか。導入する技術については、対象者（行政、森林組合、素材生産者など）も含めて、改めて取捨選択が必要なのではないか。
地上レーザ	・ 地上レーザは、3DWalker と OWL を比較することに加えて、メーカー側に素材生産者のニーズを伝えてはどうか。
航空レーザ	・ 県庁の航空レーザのデータが活用できれば、森林資源量の把握もできるのではないか。森林資源量把握は基本中の基本なので、それを優先的に行った方がよい。また、森林資源量把握のためのドローンも不要になるのではないか。 ・ 航空レーザのデータ解析結果をもとに、それを見ながら関係者がみんなでゾーニングなど活用方法の議論をしてはどうか。正しい地位や施業履歴なども把握できると、活用方法もより広がるし、ブランド材にも繋がる。
森林資源	・ 森林資源に係る個人情報の資産管理は、山形県の森林組合が行っている。地域協議会で個人情報を取り扱う方法もあるのではないか。
注文材対応	・ 注文材の対応は、福島地域協議会の取組が参考になるのではないか。なお、各種手続き（県＝保安林制度、市町村＝伐採届 等）に掛かるリードタイムも考慮する必要がある。 ・ 注文材の対応は、原木市場の PR としても使えるのではないか。情報が集まるのは、原木市場の存在意義なので。イベントとして、原木市場の記念市に注文材を出品する方法も面白いかもしれない。 ・ 城や歴史的建造物などの改修・建替の情報収集にアンテナを張っておき、事前に売り込んでおく方法もよいかもしれない。

5）愛媛県：愛媛県林材業振興会議（最終地域）

愛媛県林材業振興会議へは、表 2-15、図 2-6 に示すとおり、現地において鹿又委員、林野庁及び事務局から指導・助言を行った。2 日間にわたり多くの参加者を集めて活発な議論が交わされた。

表 2-15　愛媛県における指導・助言の概要

年月日	打合せ概要	協議会	事務局	技術委員
令和 3 (2021)年 12 月 09 日	・愛媛県のスマート林業の取組について ・愛媛県林材業振興会議からの説明、意見交換	振興会議：1 愛媛県：1 久万高原町：1 県中予地方局：1 県東予地方局: 1 (株)久万原木市場: 1 久万広域森林組合: 1 (株)woodinfo: 1 合計：8	林野庁：2 住林：2	鹿又委員
令和 3 (2021)年 12 月 10 日	・Depth カメラ[1]の実証 ・検知についての意見交換	振興会議：1 愛媛県：1 久万高原町：1 県中予地方局：1 (株)woodinfo:1 合計：5		

▲概要説明及び意見交換の様子

▲Depth カメラの実証

▲Depth カメラの解析についての意見交換の様子

図 2-6　愛媛県における指導・助言の様子

今年度事業の概要説明では、進捗状況及び今後の予定について、愛媛県林材業振興会議の渡部氏より説明があった。

[1] 深度（奥行）を計測できるカメラのこと。ここではステレオ方式（1 台に左右 2 つのカメラを持つ）Depth カメラを使用。

意見交換では、素材生産量が増加する中での原木市場の課題や、地域商社の必要性や役割、システムの核となるコーディネーターの役割などについて活発な議論が行われた。

現地実証では、県東予地方局の坂本氏より、大手原木消費工場での Depth カメラの実証結果や求められる精度についての報告があり、(株)woodinfo による実演、原木市場で活用する場合の精度など活発な意見交換や質疑応答が行われた。

なお、指導・助言のポイントは表 2-16 のとおりである。

表 2-16　愛媛県における指導・助言のポイント

実証項目	指導・助言のポイント
全般	・ システムにおけるコーディネーターの役割や権限の範囲について、システムを使う関係者と協議し、整理しておく必要がある。 ・ 地域商社が地域の原木の流通の取りまとめを行うのであれば、商流に入るなど権限を持たせることも検討するべき。 ・ 本事業で様々なシステムを構築したが、システムの入力者やそれぞれのシステムの関係性がわかるようにして欲しい。 ・ システムを使うすべての人が簡単に操作できる仕組みを作ることが重要である。
WEB 入札システムについて	・ 付け売りが増えていくことも考えられるため、「WEB 取引」のような機能も必要になるのではないか。 ・ 販売価格などをデータ化できるので、「直」「曲がり」などの仕分の分析に使うこともできるようになる。 ・ 現地に行かずに原木を購入できることがメリットなため、県外の買い方に入札してもらえるような取組が必要となる。 ・ 入札をまとめて行うと買い手が購入量を把握できないため、椪毎に開札時間を分けるなどシステムの改良が必要となる。
生産情報システムについて	・ 伐採届など法令順守の申請関連とリンクするようになれば良い。 ・ 生産計画の求められる頻度や精度は、原木市場など買い手に確認する必要がある。
Depth カメラによる検知について	・ 本数が合わなければ取引情報として使うのは難しい。 ・ 両木口を撮影することによる末口判定の方法に問題があるので改善が必要である。

6）北海道：スマート林業 EZO モデル構築協議会（継続地域）

スマート林業 EZO モデル構築協議会へは、表 2-17、図 2-7 に示すとおり、現地において鹿又委員、林野庁及び事務局から指導・助言を行った。2 日間にわたり現地視察及び意見交換が行われ、活発な議論が交わされた。

表 2-17　北海道における指導・助言の概要

年月日	打合せ概要	協議会	事務局	技術委員
令和 4 (2022)年 1 月 11 日	・ICT ハーベスタ実証 ・ストックヤード現地視察	＜構成員・事務局＞ 学識者 2 北海道：4 市町村：6 林業事業体：3 協同組合：1 ＜アドバイザー＞ 研究機関：8 ＜協力企業・団体＞ 森林組合：1 機械メーカー等：10 その他：4	林野庁：3 住林：4	中澤委員 （12 日のみ）
1 月 12 日	・打ち合わせ会議 ・ハーベスタシミュレータ視察（北の森づくり専門学院）			

▲現地視察の様子

▲ICT ハーベスタの視察（作業状況）

▲ICT ハーベスタの視察（キャビン内）

▲下川町ストックヤード

図 2-7　北海道における指導・助言の様子

1 日目の ICT ハーベスタの現地視察においては、下川町内の複数の伐採現場で異なる機種（ポンセ社製・ワラタ社製）のハーベスタの稼働状況、キャビン内のデータ取得状況が確認された。またストックヤードにおいては、各ハーベスタの精度、特に本数の精度を確認するための写真検知アプリによる検証状況の説明があった。現地視察後の下川町役場における意見交換会では、製材工場側より、ハーベスタ検知材を受入れた場合、木口に径級の記載が無いため、工場側の在庫管理が難しくなる旨の意見が出された。

2 日目の打ち合わせ会議では、今年度事業の成果について報告と活発な討議が行われた。技術委員、事務局からの指導・助言のポイントは、表 2-18 のとおりである。

表 2-18　北海道における指導・助言のポイント

実証項目	指導・助言のポイント
全般	・ 新たな仕組みを導入するためには、既存の仕組み（商慣行）を変える必要もあるのでは。
ICT 生産管理の普及	・ 造材指示ファイル（APT ファイル）を用いた計画生産の必要性を事業体に認識してもらう必要がある。
データの補正・校正	・ 樹皮補正については、北海道独自の式やパラメータを検討する必要がある。
木材流通におけるデータ活用	・ 日本は、径級により単価が変わる（海外では日本ほど径級によるきめ細かな価格設定はしていない）ので、受け入れ側との合意形成が必要。 ・ 従来手法の検知とハーベスタ検知で材積には大きな差が出ないが、2cm 括約にすると括約級毎の本数が変わり、購入側に影響が出る。 ・ 径級は別として、本数が変わるのは問題。ただ本数が変わっているのは小径木（杭丸太）の部分で、従来法が正確とも言えないのでは。 ・ 木口に径級が記載されていないのは、製材所側の在庫管理にも使用されているため、別な方法を考える必要がある。 ・ 合板、カラマツの梱包材や杭材、トドマツの建築材で考え方が違う。合板は受け入れ幅が広く仕分けが不要。トドマツは仕分けより品質の分けが重要。細かい仕分けを必要とするのはカラマツの梱包材と杭材となるので、本協議会のモデルではそこを目指すべき。
人材育成	・ オーストラリアでは StanForD を教える専門家がいる。民間ベースで全北海道の事業体を対応できる人を育てる必要がある。 ・ ハーベスタの数字で生産管理していくためには、各メーカーに支援いただき、専門家を育てていく必要がある。
次年度以降の取組	・ 来年度以降、森林資源の高度化のデータを今回のハーベスタのデータと突き合わすことが必要。 ・ ハーベスタと人間の検知における誤差の傾向を調べる必要がある。 ・ ハーベスタ検知に対応した単価表を受け入れ側で作り、金額の比較をしても面白い。 ・ 普及面として国内メーカーも協議会に参加してもらった方が良い。

3章.　ICT 等先端技術の活用手法

3.1. 様々な分野における技術

「スマート林業」の実現に資する様々な分野における技術の有効活用を目的として、活用できる ICT 等の先端技術の整理を行うとともに、こうした技術の効果的活用に向けた、林業の各作業工程における組合せについて、本章で紹介する各技術分野の概要と必要性を表 3-1 に示す。

表 3-1　本章で取り上げる技術分野

技術分野	概要・必要性
計画	・準天頂衛星みちびき測位補強サービスの活用 ・地理空間情報のアプリプラットフォーム ・AI 搭載ドローンによる森林内空撮と三次元モデルによる直径計測
集材･運材	・搬送用大型ダンプトラックの自動運転 ・電動アクチュエータによるクローラーダンプ用の遠隔操作システム
生産性管理	・日報管理システム
販売・流通	・原木 WEB 取引 ・木材サプライチェーンマネジメント（SCM）
安全管理	・次世代ドライブレコーダー ・タイヤやブレーキの監視システム ・飲酒運転の監視システム
その他分野	・作業者を自動追従し、運搬等を支援する技術 ・熟練技能者と若手技能者の技能の見える化ができるデジタル教材

3.2. 計画分野

3.2.1. 準天頂衛星みちびき測位補強サービスの活用

(1)　技術概要

準天頂衛星システムみちびきは、日本上空での滞在期間が長くなる準天頂軌道を描く日本の衛星測位システムである。米国の GPS 衛星と互換性のある信号によって測位時の衛星数を増大させる「補完」と、みちびき独自の信号で測位精度を向上させる「補強」の機能を提供している。「補完」信号については、準天頂衛星みちびき以外にもロシアの GLONASS、ヨーロッパの Galileo、中国の Beidou などマルチ GNSS 化が進んでおり、森林内でも受信できる衛星数が増加することで測位精度の改善が期待できる。「補強」信号についても、森林内では継続して受信することが難しい環境であるが、天頂方向での滞在時間が長くなる準天頂衛星を活用することで測位精度を改善できる可能性がある。本報告では特に「補強」の機能に着目し、森林内での測位精度向上の効果について述べる。

GNSS 測位の原理を図 3-1（左）に示す。GNSS 測位では、4 機以上の衛星からの信号の伝搬時間を計測し、この伝搬時間に伝搬速度（光速）をかけて距離を算出することで、衛星を中心とした球の交点位置を計算する。さらに距離の変動量や移動に伴う信号の周波数変動（ドップラー周波数）を計測することで、速度を計算している。計測される伝搬時間は、衛星クロックや衛星軌道、電離層遅延、対流圏遅延など時間誤差を生じさせる要因が複数あるために、スマートフォンやカーナビゲーションで行われる通常の測位ではメートルレベルの精度となっている。「補強」サービスは、この誤差要因である衛星のクロックや衛星軌道の誤差、電離層遅延、対流圏遅延など誤差情報を監視局で計測したデータから推定し、補正信号として異なる周波数帯を使って送信するもので、誤差を軽減した伝搬時間を得ることによって測位精度を向上させる。以降で述べる実証では、準天頂衛星みちびきのサブメータ級測位補強サービス SLAS（Sub-meter Level Augmentation Service）とセンチメータ級測位補強サービス CLAS（Centimeter Level Augmentation Service）を使用して評価を行った。SLAS では波長 300 メートルの変調信号（コード信号）を補強し、CLAS では波長 19 センチメートルの搬送波信号を使って補強する。距離算出に使用する分解能が異なるために、前者がサブメータ級、後者がセンチメートル級の測位精度となっている。またコード信号を使うか搬送波位相を使うかの違いによって、SLAS 測位では位置と速度を推定するが、CLAS 測位では位置と速度に加えて搬送波の波数に相当するアンビギュイティと呼ばれるパラメータを推定する必要がある。アンビギュイティの正解値は整数であり、整数解が求まった状態を FIX、実数解である状態を Float と呼ぶ。また補強の対象となる衛星数は、現在 SLAS で最大 23 機、CLAS で最大 17 機となっている。

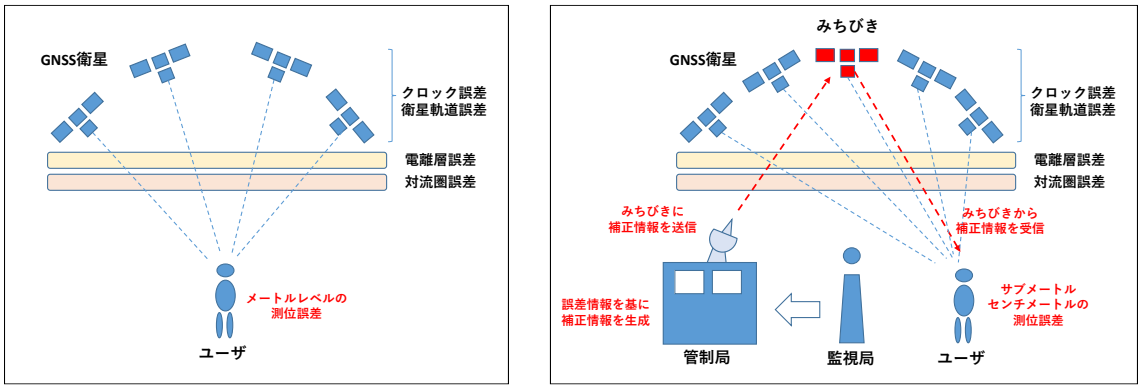


図 3-1　GNSS 測位の原理（左）　準天頂衛星みちびきの測位補強サービス（右）

(2)　技術内容

スマート林業実践対策の福島県「いわき市持続可能な森林・林業推進会議」のプロジェクトにおいて、準天頂衛星みちびき測位補強サービス（図 3-1（右））を使用した森林内測位実証を行った。境界明確化をはじめとする森林内での測量では、現在コンパスによる相対測位が広く使用されている。ポールとコンパスの間の方位角と高低角、距離を二人体制で計測して、既知の点から相対測位で位置を算出してゆく。本来一致するはずの開始位置の測位結果と終了位置の誤差は閉合差と呼ばれ、測量の妥当性を評価する指標として使用されている。コンパス測量は、木々に覆われた森林内でも精度良く位置を計測できる反面、複数名の計測が必要となる、地図へのマッピングには絶対位置を計測する作業が必要となるといった課題がある。

森林内での GNSS 測位を評価する上で、まず比較対象となるコンパス測量の精度を検証した。図 3-2 に示すように、森林伐採後のオープンスカイ環境で、GNSS 受信機による RTK(Real Time Kinematic)測位とコンパス測量を実施した。RTK は国土地理院の「作業規程の準則」でも定められている測位方式で、短い観測時間で正確な位置を計測できるという特徴がある。この RTK の測位結果を真値としてコンパス測量を比較評価した結果、10cm 程度の誤差に収まっていることが確認された。

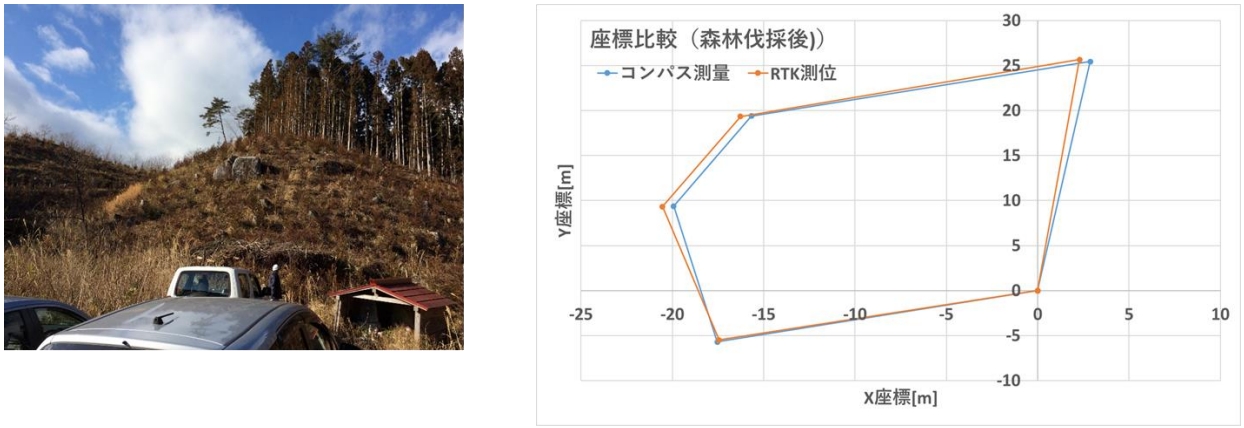


図 3-2　オープンスカイ環境での測位評価

次に、森林内でコンパス測量と GNSS 測量の精度比較を行った。図 3-3 に示す森林伐採前の環境で、木々による遮蔽率を示す林冠植被率が 80%程度と、森林内でも衛星信号の受信がかなり厳しい環境を選定した。携帯電話は圏外で RTK は使用できなかった。CLAS は、アンビギュイティの整数解が求まる FIX 状態に常にあるわけではなく、コンパス測量との差分が SLAS よりも大きい場所も発生した。一方、SLAS の測位結果は安定して良く、コンパス測量との差分は水平で 3m 以内であった。図 3-3 に SLAS 測位とコンパス測量の比較結果を示す。CLAS が悪かった理由としては、「パラメータ推定数」と「補強対象衛星数」が考えられる。森林内では、木々での反射によって本来直接波を取得すべきであるにもかかわらず屈折波を取得してしまうマルチパスと呼ばれる現象が発生する。GNSS 測位では位置や速度を推定するが、CLAS では搬送波測位を行うためにさらに可視衛星数×信号周波数の種類（L1,L2）の数だけアンビギュイティを推定する必要がある。マルチパスによって影響を受ける「パラメータ推定数」が多いために、正解値を算出することが難しくなってしまったものと考えられる。また SLAS で最大 23 機、CLAS で最大 17 機という「補強対象衛星数」の違いが、森林内で直接波を受信できる補強対象衛星数の違いを生み出したと考えられる。

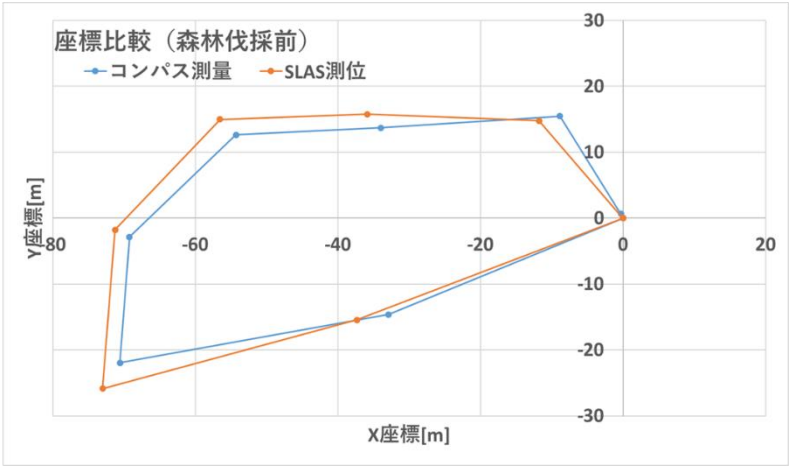


図 3-3　森林内での測位評価

実証結果から、準天頂衛星みちびきの測位補強サービスを使用することで、森林内における測位精度を向上できることを確認した。今回、遮蔽のかなり厳しい森林環境で実証を行ったが、ある程度上空の開けた環境で計測することや測位アルゴリズムが改善されることで、センチメータ級測位も利用できる可能性がある。今後の課題としては、使い勝手を高める上で「収束判定アルゴリズムの精度向上」と「測位精度判定指標の確立」が必要と考えている。GNSS で計測される位置は時間をかけて最終的な位置に収束することから、どのタイミングで位置を判断するかが課題になる。つまり、正確な位置を判定することと測位精度はトレードオフの関係にあり、位置決定の条件を定める「収束判定アルゴリズム

の精度向上」が重要となる。また、コンパス測量では閉合差という指標が存在し、計測後に測量の妥当性を評価することができる。GNSS 測量においても、計測時間や測位精度といったパラメータによって定義することは可能であるが、今後統一的な「測位精度判定指標の確立」が必要と考えている。

(3)　製品名・問合せ先等

製品名(受信機)：みちびき SLAS 対応 GNSS 受信機「QZNEO」
　　みちびき CLAS 対応 GNSS 受信機「Cohac∞ Ten」
製品名(キット)：みちびき対応 GNSS 測量キット（一脚・三脚兼用）
利用料金：問合せ先に直接お問い合わせください。
問い合わせ先：株式会社コア　GNSS ビジネスソリューションセンター
TEL　044-989-5115
URL　https://www.gnss.jp

みちびきSLAS対応
QZNEO

みちびきCLAS対応
Cohac∞ Ten

みちびき対応
GNSS測量キット

3.2.2. 地理空間情報のアプリプラットフォーム

(1)　技術概要

森林の調査・計測には様々な手法が存在するが、近年注目されているのが xyz の点群で構成された三次元データでの計測である。三次元データを扱うことで、精度の向上・さまざまな計測や解析が可能となる。しかし、これまで三次元データの計測は敷居が高かった。測量機器が高価な事や持ち運びの大変さ、解析時間がかかる事や、そもそも操作が難しく扱える人が限られていた。

マプリィは、測量・林業・防災・農業・建設に関わる全ての人向けのサービスである。これまで測量機器の費用負担や機器操作/解析が難しくハードルの高かった三次元データの取得・解析を容易に行えるソリューションを提供している。近年 iPhone/iPad の上位モデルにあたる Pro シリーズに LiDAR（レーザー光を対象物に照射し、反射光や時間を計測し対象物の形状や性質を取得する光センサー）が搭載された。

マプリィが提供するアプリケーション「mapry」では、LiDAR や画像を使った林内での 3D 測量や GIS/CAD 機能、シームレスなデータ連携基盤も搭載している。また、従来の LiDAR 測量機器の導入コストが 10 分の 1 程度の長距離（～350m）LiDAR も販売しており、「mapry」上で点群取得・解析が行える。そのほかオプションとして、ドローンの飛行・データ取得から「mapry」で取得した地上データとの統合やデータ解析、「mapry」用の GNSS 機器などがある。

図 3-4　実際の測量の様子

（2）　技術内容

iPhone/iPad のみで森林計測を行う場合、林内で動画を撮るようにしてデバイスを立木や作業道にかざして三次元データを取得していくだけで、立木であれば高精度な胸高直径のデータを瞬時に取得できる。誤差はおよそ～2cm の範囲に収まっている。根本高からの設定や下層植生が多い地域にも対応できるようなシステムとなっている他、取得したデータは一覧の表となるため、デバイスからそのまま任意の場所に CSV 形式などで出力ができる。これまで事務所に戻って集計していた内業時間の削減も見込まれる。

図 3-5　林内を測量した 3D データ

そのほか、画面上に任意の大きさで円形や四角形の目印（調査プロット外周）を出現させ、その中で標準地調査を行っていく使い方もできる。また、地形をスキャンしていく事で起伏や勾配も測量できるため、林内での簡単なボタン操作で縦横断図の作成も可能であ

る。これ一つで仮想的な杭を出現させて、周囲測量を行う事や径級を判別して木材検収への活用など、普段の現場の調査・測量業務に大いに役立てる事ができる。測量を行うだけではなく、取得したデータは関係者間や必要な人同士でシームレスに共有できる。現場で測量したデータを事務所から同じ三次元データで確認するといった使い方も可能である。受発注者間での発注の際や納品の際にも前後比較などがわかりやすいため使えうるのではないだろうか。林内にハンディな iPhone/iPad を持ち込み、「mapry」のアプリケーションを利用する事でデータ取得から解析、共有まで一気通貫して行う事ができる。

「mapry」によって簡単に林内の情報を取得する事ができれば、これまでの日々の業務負担が減り、それはそのまま林業の業務環境の改善にも繋がる。さらにはこれまで機器が揃わずアナログであった所にデータが補完されれば、見えなかったリスクの可視化や、関係者への説明などにも活用ができて新しい価値が生まれる。航空測量、UAV などのデータも手元のデバイスで掛け合わせて確認し、防災のシミュレーションや経営計画の策定、さらにはゾーニングやより良い地域づくりに向けた議論もできうるだろう。誰もが簡単に地理空間の情報を取得し、取得したデータをより価値あるものに繋げていくプラットフォームとなるのが「mapry」である。

(3)　製品名･問合せ先等

製品名： mapry

利用料金：通常プラン　月額 8,250 円（税込）/1 デバイス

※2 デバイスからの契約でご利用可能

※用途目的別の個別アプリケーションあり

※長距離 LiDAR、GNSS、ドローンなど、別途オプションあり

問合せ先： 株式会社マプリィ

TEL　0795-86-7515

E メール　info@mapry.jp

URL　https://mapry.jp/

3.2.3. AI 搭載ドローンによる森林内空撮と三次元モデルによる直径計測

国立研究開発法人森林研究・整備機構　森林総合研究所

林業工学研究領域　収穫システム研究室　主任研究員　瀧　誠志郎　氏

(1)　技術概要

林業における DX の実現には、森林内の地形や立木などの高精度なデジタルデータが必要である。これまでこのようなデータを収集するには人手による多大な労力を必要としていたため，効率的にデータを収集する技術や手法の開発が求められている。

従来のドローンは自己位置を把握するために GNSS(全球測位衛星システム)信号の受信が必須である。近年、トンネル内や橋梁下部、建物内といった GNSS 信号が受信できない環境での点検業務への活用が進められている AI を搭載したドローン（Skydio2）が登場し

た（図 3-6）。Skydio2 は搭載した 6 台の魚眼カメラによって飛行しながらリアルタイムに周囲の状況から自己位置を正確に把握できる。さらに進行方向の障害物は AI によって最適な回避ルートを即座に演算して自動的に避けることができる。Skydio2 を初めて森林内計測に適用したところ、立木等に衝突せずに安全な林内の空撮飛行に成功した。また 4.6m 以下の空撮画像から構築した三次元点群モデルから立木位置と胸高直径の計測が可能であり、計測誤差は約 1～2cm であった。

この手法は作業道などから AI 搭載ドローンで森林内外を撮影するだけで森林内の情報を取得できるため、森林内調査の大幅な省力化に繋がる。今後の林業において「林業における DX に向けた ICT の全面的活用」を実現する手法としても期待できる。

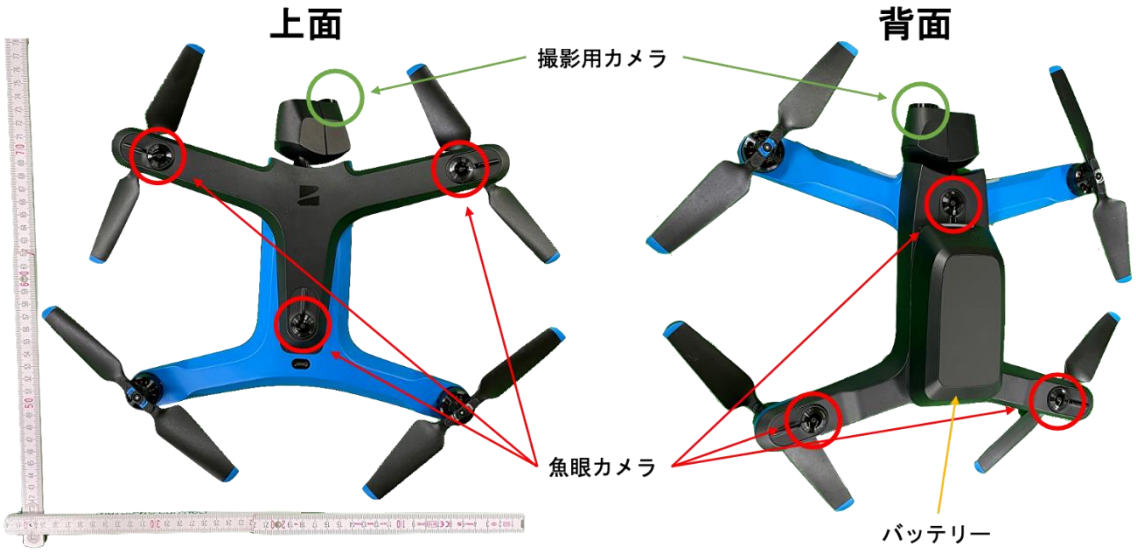


図 3-6　AI を搭載したドローン（Skydio2）

(2)　実証事例

森林総合研究所敷地内（つくば市）にある林分面積が約 0.18ha のヒノキの平地林（約 640 本/ha、平均胸高直径：32.2cm、平均樹高：17.2m）にて調査を行なった。森林内は FOCUSS 150（FARO 社製）による地上レーザ計測（測定誤差±1mm）を実施済みであるため、本研究ではこれを標高や立木位置、胸高直径等の比較用の三次元点群モデルとした。

飛行方法は、障害物の回避動作のみを AI による自動制御とし、飛行そのものはマニュアル操縦で行った。飛行ルートは、植列にそったルートとこれに直交するルートとなるように目視で操縦し、約 3～5m/s の速度となるように飛行した。飛行高度は林縁部の枝下高（地上高 1.5m～4m）を基準に約 4m とし、撮影用カメラを俯角側約−30 度に設定し、撮影間隔は 1 回/2s のインターバル撮影とした。空撮画像を基にした森林内の三次元点群モデルの構築には、SfM ソフトウェアである Pix4D Mapper を使用した。空撮のための飛行時間は約 20 分、SfM による三次元点群モデルの構築と立木本数のカウントや胸高直径の計測に約 3 時間要した。

SfM で構築された三次元点群データの検証は、トータルステーションで測量された座標（真値）と SfM で得られた GCP および CP の中心座標との差を誤差として RMSE を算出し、これを正確度として評価した。また、誤差の平均値（μ）±3σ（σは誤差の標準偏差を示す）を算出し、これを精密度として 5cm 以内（国土地理院の一般土木を対象とした UAV を用いた公共測量マニュアル(案)の第 53 条の規定）であるかについて評価した。

森林内飛行については、垂れ枝や立木などの障害物は全て自動で回避し一度も障害物に衝突することはなかった。特に、植列に直交するルートは進行方向に対して立木が乱立しており、機体および進行方向が見えない目視外の状況であったが、操縦者はエレベーター（前進・後退）操作のみをマニュアルで操作し、立木等の障害物を回避するための移動は全て AI により自動で行われた。

GCP による補正の有無に関わらず、空撮で得られた 1,486 枚の画像の内 99.3%に相当する 1,475 枚の画像の撮影位置が推定され、地上解像度が 0.45cm の三次元点群モデルを構築することができた（図 3-7）。ただし GCP による補正無しの場合（図 3-7 左）、同一の立木位置が離散したような不明瞭な三次元点群モデルとなった。一方 GCP による補正有りの場合（図 3-7 右）は、このような現象が見られなかった。このことから、森林内空撮による森林内三次元モデルの構築には複数箇所の GCP が必要であることがわかった。また、GCP を使って構築した森林内三次元点群モデルは正確度が約 1.0cm、精密度が水平方向に約±3.0cm、鉛直方向に約±4.0cm であり、公共測量で定める精度規定を満たした。

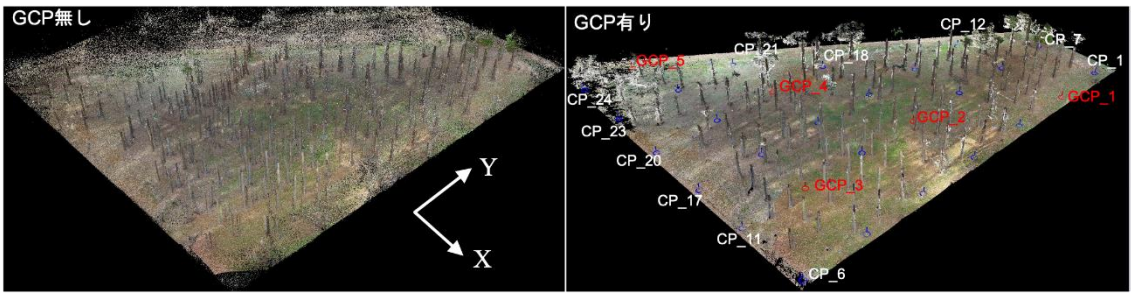


図 3-7　地上解像度が 0.45cm の三次元点群モデル

構築した三次元点群モデルと地上レーザのデータとを比較したところ、構築した三次元点群モデルと地上レーザとの標高誤差は平均 1.0cm（最大：4.0cm、最小：−3.0cm、標準偏差：1.0cm）であった。また、立木位置と本数については、間違って構築されたものも無く、地上レーザのデータと一致した。立木形状についても、一部の個体を除き地上レーザのデータと一致した。一致がみられなかった個体は、主に林縁部の個体であり、特徴として片面からしか撮影されていないかったために、撮影されていない面の点群が欠落もしくは離散した状態であった。次に、構築した三次元点群モデルと地上レーザのデータのそれぞれから計測した胸高直径について比較を行なった。図 3-8 は横軸に地上レーザ（FARO）、縦軸に構築した三次元点群モデルとし、それぞれのデータを基に計測した胸高直径を示したものである。地上レーザによる胸高直径の平均値は 30.6cm（標準偏差

5.0cm）であるのに対し、構築した三次元点群モデルによる胸高直径の平均値は、32.1cm（標準偏差 5.6cm）であった。したがって構築した三次元点群モデルによる胸高直径は、全体的に 2.5%の過大評価となったことがわかった（図 3-8）。この理由としては、三次元点群モデル内の立木表面に発生したノイズが影響していると考えられる。また、極端に過小評価となった個体は、片面からしか撮影されていない個体であると考えられる。

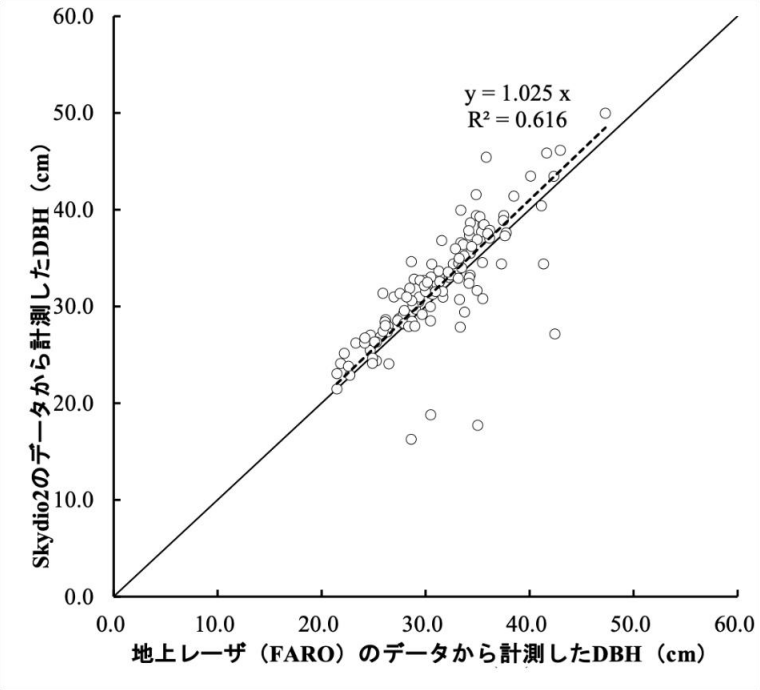


図 3-8　地上レーザ(FARO)と構築した三次元点群モデルのデータを基に計測した胸高直径

（3）　使用したドローン

本研究で使用した AI 搭載型ドローンは、Skydio2（Skydio 社製、米国）である。Skydio2 は、インフラ点検を主目的に GNSS 信号を受信できない環境下や橋梁内等の狭空間での飛行を得意とするドローンである。Enterprise 版は侵入可能な狭空間（周囲の物体との距離）が 50cm まで近接可能であり、加えてカメラは上方にそれぞれ 90 度ずつ稼働する。機体は、撮影用の 4K カメラが機体前方に搭載されている他、自律システムのプロセッサとして 256 個の GPU コアを搭載した NVIDIA Jetson TX2 と自律システム用の 6 台（上面 3 台、下面 3 台）の 4K 魚眼カメラで構成されている。また 1 秒間に 1.3 兆回の演算が可能で、ディープニューラルネットワークを使用して、内部でリアルタイムに周囲の三次元点群モデルを生成することで、移動しながら最大 10 個のオブジェクトを追跡できる性能を有している。これにより GNSS 信号を受信できない環境下においても、周囲との距離を把握し衝突することなく安定飛行が可能である。さらに、周囲の障害物を検知すると回避ルートを演算し、自動的に障害物を回避する。

問合せ先：国立研究開発法人森林研究・整備機構　森林総合研究所
TEL　029-873-3211（代表）

3.3. 集材･運材分野

3.3.1. 搬送用大型ダンプトラックの自動運転

（1）　技術概要

日野自動車株式会社では、高速道路における渋滞時の軽微衝突事故対策、車線逸脱事故対策、構内における物損事故対策及びこれらの対策によるドライバー負荷軽減、自車・周辺環境の把握、車両・歩行者などとの接触事故対策等のために、高度な自動運転支援技術を実現するためのシステムの開発を進めている。

（2）　技術内容（開発中のシステム）

図は全て日野自動車株式会社ホームページ　テクノロジー「安全・自動運転技術　現在開発中のシステム」 https://www.hino.co.jp/technology/safety/safety_system/　から引用

①協調型車間距離維持支援システム： CACC（Cooperative Adaptive Cruise Control）

車間距離維持支援システム（ACC）は高速道路や自動車専用道路において車間距離を一定に保ちつつ、定速走行を車が自動で行う装置であり、一般車への搭載も進んでいる。天候に左右されにくく、遠方の検知を得意とする「ミリ波レーダー」などで前走車を検出し、車間距離を自動的に維持する。前走車が減速・停止すると自車も完全停止し、前走車が発進すると追従を開始する。

CACC はミリ波レーダーで車間距離を維持する事に加え、通信で前走車の加減速情報を受信する。それに基づき自車の加減速を制御し､車間距離をさらに安定的に維持する。

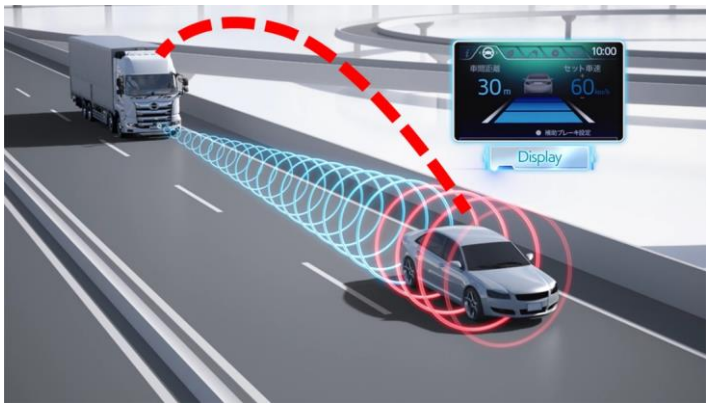


図 3-9　協調型 車間距離維持支援システム
CACC（Cooperative Adaptive Cruise Control）※いすゞ自動車と共同開発

②車線維持走行支援 ：LKA（Lane Keep Assist）

高速道路における車線逸脱事故対策・ドライバー負荷軽減に貢献するため、カメラで白線を認識し、車線の中央を狙ったステアリング制御を行い、車線内の走行を支援する。全車速域に対応可能である。

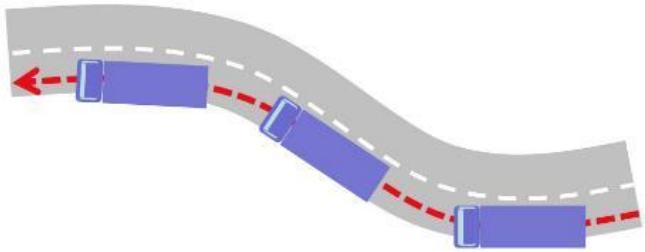


図 3-10　車線維持走行支援 ：LKA（Lane Keep Assist）

③GPS ルート誘導

構内における物損事故対策・ドライバー負荷軽減に貢献するため、緯度、経度で表現された経路（ルートマップ）に沿うように、GPS 情報をもとにハンドルを制御する。

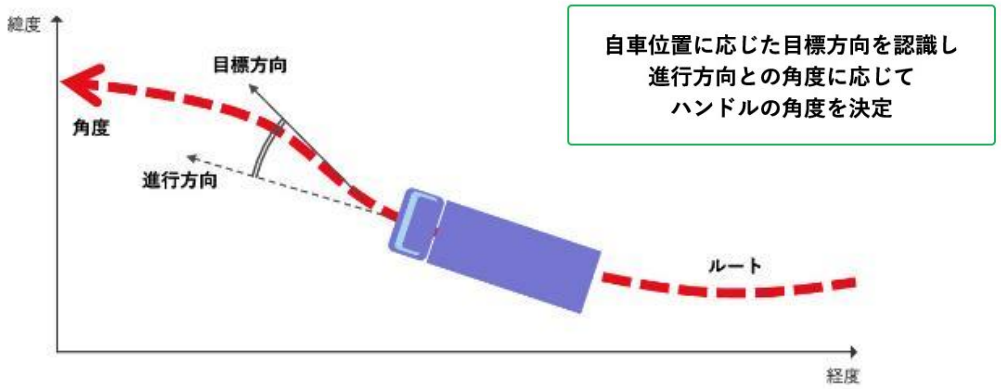


図 3-11　GPS ルート誘導

④周辺監視システム

自車・周辺環境の把握、車両・歩行者などとの接触事故対策に貢献するため、カメラやセンサーで自車の周辺環境を検知し、接触の危険性がある際はドライバーに注意を促す。

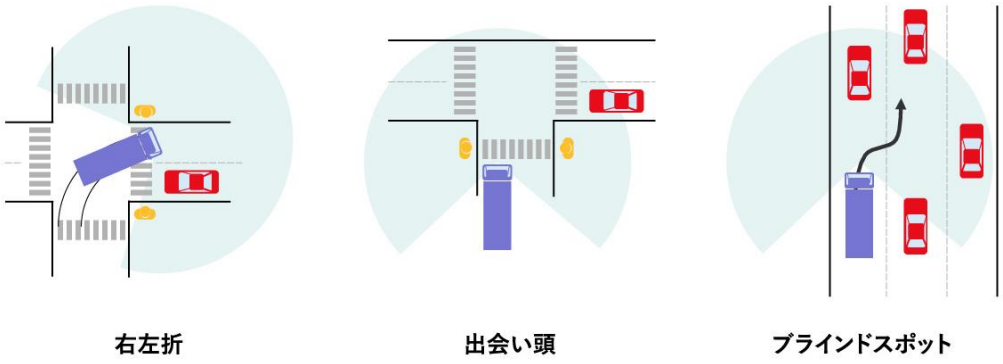


図 3-12　周辺監視システム

⑤ドライバー異常時対応システム ：EDSS（Emergency Driving Stop System）

自車・周辺環境の把握、ドライバーの健康起因事故の対策に貢献する技術として、ドライバーが急病等で運転継続が困難な場合に、車両を停止させるためのシステムである。開発した技術を段階的に実用化し、速やかな市場投入を行う予定となっている。

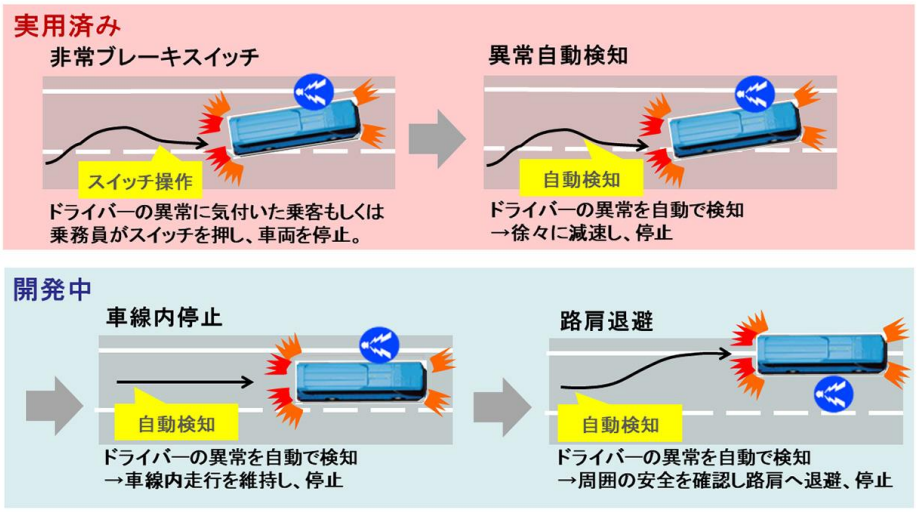


図 3-13　ドライバー異常時対応システム：EDSS（Emergency Driving Stop System）

(3)　技術名･問合せ先等

技術名：搬送用大型ダンプトラックの自動運転

備考：現在開発中のシステム

問合せ先：日野自動車株式会社

URL　https://www.hino.co.jp/inquiry/

【参考資料等】

・日野自動車株式会社ホームページ　テクノロジー　「安全・自動運転技術　現在開発中のシステム」

https://www.hino.co.jp/technology/safety/safety_system/

3.3.2. 電動アクチュエータによるクローラーダンプ用の遠隔操作システム

(1)　技術概要

ARAV 株式会社では、エッジコンピューターやアタッチメントなどのハードウェア、遠隔操作組み込みプログラムのソフトウェア及び操作時のインターフェースを含むシステムである「Model V」を提供している。プロダクトを建設機械に取り付けることで遠隔からの操作を可能にし、スマートフォン、タブレット、パソコンといった通信機器から操作できる。

※ARAV 株式会社　プレスリリース　2021 年 6 月 18 日　「レガシーな建機でも後付けでスマホや PC で建機を操作可能に。建機の遠隔操作装置『Model V』を提供開始。」
https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000010.000058931.html

図 3-14　Model V 製品イメージ

（2）　技術内容

【製品の特徴】

①スマホ、タブレット、PC で操作が可能

スマホやタブレットでは、タッチ操作で建機を操作することが可能。また、いずれも専用・汎用のコントローラを取り付けることで、より快適な操作が可能になる。

無線・有線の汎用コントローラ、ジョイスティックコントローラ等を接続でき、操作する方に合わせたインターフェースが用意されている。

※ARAV 株式会社ホームページ　遠隔操作「Model V」
https://www.remotecontrol.arav.jp/modelv/

図 3-15　遠隔操作時のユーザーインターフェース。
左から「スマホ×専用コントローラ」、「タブレット×汎用コントローラ」、「ノート PC×ジョイスティックコントローラ」

②レガシーな建機でも遠隔操作が可能

10～20 年以上前に発売されたような古いタイプの建機でも、改造することなく後付けで装着することで遠隔操作が可能である。

③長距離からも操作可能

Long Range Ver. では、1,141km（※実証実験を伴う接続可能距離の最大実測値）離れ

た土地からも遠隔操作が可能。過去に株式会社富士建と行った共同の実証実験で、東京－佐賀間で遠隔操作に成功しており、県域を超えての使用も問題なく行なうことができる。

Short Range Ver. では、100km までの接続・操作が可能。現場と本社や操作者がいる場所の距離が 100km 圏内であることが前提となる利用者向けとなっている。

※ARAV 株式会社　プレスリリース　2021 年 6 月 18 日　「レガシーな建機でも後付けでスマホや PC で建機を操作可能に。建機の遠隔操作装置『Model V』を提供開始。」
https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000010.000058931.html

図 3-16　建設機械への Model V 取付イメージ

(3)　製品名・問合せ先等

製品名：Model V

備　考：画像は製作途中のものにつき、実際の仕様とは異なる場合がある。

問合せ先：ARAV 株式会社

URL　https://www.arav.jp/contact/

【参考資料等】

・ARAV 株式会社　プレスリリース　2021 年 6 月 18 日　「レガシーな建機でも後付けでスマホや PC で建機を操作可能に。建機の遠隔操作装置『Model V』を提供開始。」
https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000010.000058931.html

・ARAV 株式会社ホームページ　遠隔操作「Model V」
https://www.remotecontrol.arav.jp/modelv/

3.4. 生産性管理分野

3.4.1. 日報管理システム

(1)　技術概要

日報管理システムは、従来は紙資料に記載されることが多かった作業日報を、スマートフォンやタブレット等のデバイス上で稼働するアプリを用いてデジタル化することによ

り、データの入力・集計・分析を効率化するものである。日報管理システムの利用目的は、勤怠管理と生産性管理に大別される。前者は現場への直行直帰が多い林業の場合、適切な勤怠時刻の把握にも役立つ。後者は林業事業体が自組織における生産性を向上させるために、重要な機能となる。

（2）　技術内容

1）林業専用日報アプリ「Wooday」

株式会社百森では、山林管理を行う林業専用日報アプリ「Wooday」を提供している。「Wooday」は作業内容や作業時間をアプリ上で記録することができる日報サービスであり、本アプリの導入により、事務所における紙での記入が前提となっていた作業日報の記入を、山林などオフラインの現場においても行うことが可能となる。

本サービスの開発の発端は「オフラインで使える日報アプリが欲しい」という林業事業体の声であり、できることは少なく簡素であるものの、林業における DX を誰もが進められる第一歩として「地味に使える」サービスを目指した製品である。

①日報の記入

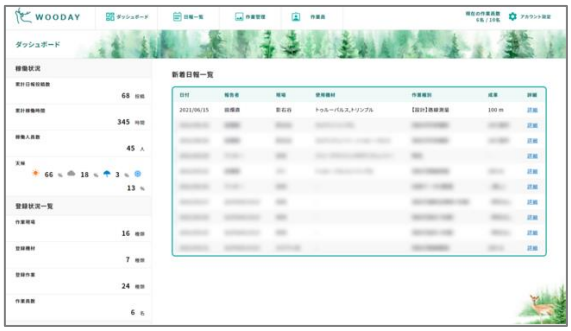
作業員、作業種類、作業時間、成果などの日報情報をアプリ上で記入することができる。作業種類や成果の単位などはカスタマイズが可能であり、画像やメモを追加することで、何か問題などがあった際の記録としても有効である。また、アプリは圏外でも問題なく作動する。入力内容は自動的にクラウドサーバーにて集計され、ウェブサイト上の管理画面から内容を確認することができるため、生産性の管理なども容易になる。

※株式会社百森　林業専用日報サービス"Wooday"ホームページ
https://hello.wooday.jp/

図 3-17　林業専用日報アプリ「Wooday」日報入力画面

②ウェブ上での閲覧機能

アプリ上で記入された日報は自動的にクラウドサーバーへとアップロードされるため、ウェブ上の管理画面にて閲覧することができる。管理画面では、日報を作業現場別、作業種類別、使用機械別などでソートし、一覧にすることが可能である。



※株式会社百森　プレスリリース　2021 年 6 月 21 日　「株式会社百森、林業専用日報アプリ「Wooday」を提供開始　伐採現場などオフラインでも入力可能、内容は自動的にクラウド上で集計」
https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000005.000037967.html

図 3-18　web 上での閲覧機能・管理画面

③CSV エキスポート機能

日報はすべて CSV 形式にて出力が可能であるため、エクセルなどの表計算ソフトを用いた集計や分析、外部提出に利用できる。

2）スマート作業日報「Forepo（フォレポ）」・森林組合向け総合業務システム「樹海 EX PLUS」

東光コンピュータ・サービス株式会社では、スマート作業日報「Forepo（フォレポ）」と森林組合向け総合業務システム「樹海 EX PLUS」を提供している。現場で「Forepo（フォレポ）」に入力した日報情報は、事務所の「樹海 EX PLUS」の作業管理システムに専用クラウドを介してリアルタイムで共有される。

作業日報のデジタル化により、手書き作業の解消や賃金計算業務の効率化、経営へのデータ活用等が期待される。

※東光コンピュータ・サービス株式会社ホームページ　製品情報　森林組合向けソフト「作業管理」
https://www.tcs.tokogrp.co.jp/publics/index/171/

図 3-19　スマート作業日報「Forepo（フォレポ）」による日報のデジタル化

①スマート作業日報「Forepo（フォレポ）」

「Forepo（フォレポ）」には「日報登録」、「安全確認」、「管理アプリ」の各機能がある。「日報登録」機能では、人工や作業種を選ぶだけで簡単に登録できるようになっており、入力の手間が極力排除されている。「安全確認」機能では、作業前の安全点検について、現場ごとの確認が簡単にできるようになっている。「管理アプリ」機能では、クラウドに保存された日報データを活用し、現場作業の進捗状況をすばやく把握できるほか、現場の業務を改善し、経営に役立つ各種資料の出力が可能となっている。

日報のデジタル化により、事務所での転記作業の省力化が図られるほか、出勤日数の集計や賃金計算、転記ミスの防止、生産性管理への活用が期待できる。また、現場技能者が現場から直帰したい場合、日報を事務所に提出するために帰所する必要もなくなり、作業環境も効率的になる。

※東光コンピュータ・サービス株式会社ホームページ　製品情報　森林組合向けソフト「作業管理」
https://www.tcs.tokogrp.co.jp/publics/index/171/

図 3-20　日報入力のスマート化

②森林組合向け総合業務システム「樹海 EX PLUS」

「Forepo（フォレポ）」に入力された日報データは、クラウドを介して「樹海 EX PLUS」の作業管理システムにリアルタイムに共有され、燃料費や機械損料など経営に役立つ帳票資料の出力が可能となっている。

デジタル化した日報と作業管理システムが連携することで、業務の効率化が期待できる。

（3）　製品名・問合せ先等

製品名：林業専用日報アプリ「Wooday」
利用料金：問合せ先に直接お問い合わせください。
問合せ先：株式会社百森
TEL　0868-75-3898
URL　https://hello.wooday.jp/

製品名：スマート作業日報「Forepo（フォレポ）」
森林組合向け総合業務システム「樹海 EX PLUS」
利用料金：問合せ先に直接お問い合わせください。
問合せ先：東光コンピュータ・サービス株式会社
TEL　0186-49-2944
URL　https://www.tcs.tokogrp.co.jp/publics/index/4/

【参考資料等】

・株式会社百森　林業専用日報サービス"Wooday"ホームページ
https://hello.wooday.jp/
・株式会社百森　プレスリリース　2021 年 6 月 21 日　「株式会社百森、林業専用日報アプリ「Wooday」を提供開始　伐採現場などオフラインでも入力可能、内容は自動的にクラウド上で集計」
https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000005.000037967.html
・東光コンピュータ・サービス株式会社ホームページ　製品情報　森林組合向けソフト「作業管理」
https://www.tcs.tokogrp.co.jp/publics/index/171/

3.5. 販売・流通分野

3.5.1. 原木 WEB 取引

（1）　技術概要

原木を直接購入するためには、これまで原木市場などに出向いて出品材を確認する必要があったが、目当ての出品材が無い時などは無駄足になる場合もあった。また、新規の買方を増やすためは、どのような出品材があるのかを見える化する必要があった。

そこで、これらの効率化を図るため、原木の WEB 取引が各地や各社で行われている。

（2）　技術内容

１）岩手県森林組合連合会 WEB 入札システム

岩手県森林組合連合会では、市売りとは別に WEB 入札システムを行っている。このシ

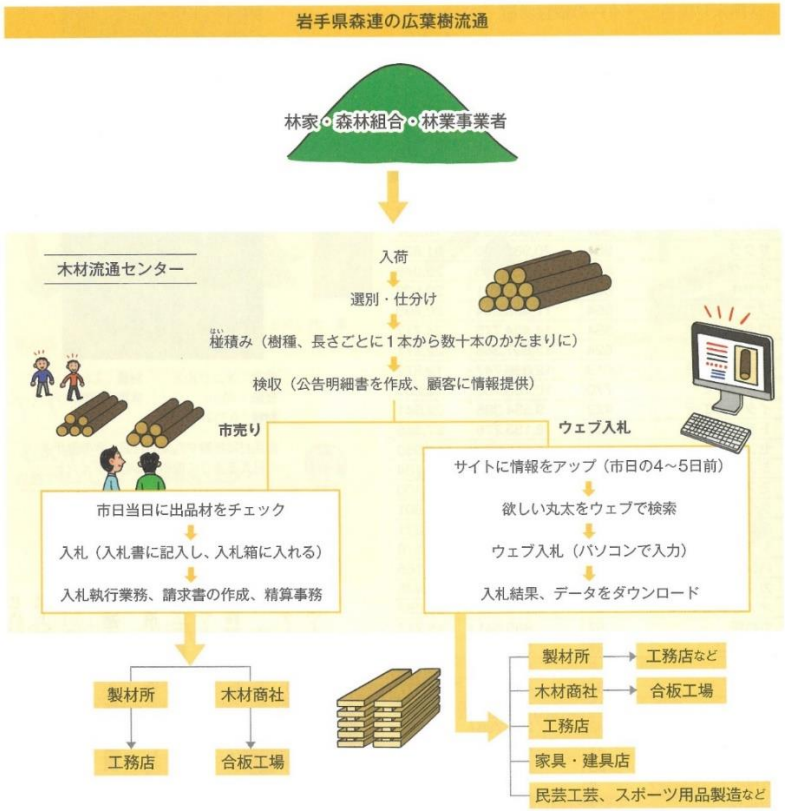
ステムは会員制で、はじめに保証金 10 万円を預ける（年会費等は無料）と、ID とパスワードが発行され、岩手県森林組合連合会が管轄するすべての市場の WEB 入札に参加することができるようになる。

会員は、300 名以上が登録していて、岩手県内が約 4 割であり、遠くは兵庫県や岡山県もいる。また業種としては、製材所を中心に、工務店や建具屋、民芸工房、スポーツ用品製造、刀の鞘士など多岐に渡っている。

出品材は、市日の 4～5 日前には、出品材の画像や樹種、材長、径級などの情報が公開され、会員は事前に検索で目当ての原木を絞り込んで探すことができ、締切時間までは何度でも訂正ができる。また、自分が応札した原木だけを検索して、データをダウンロード、印刷することもできる。そのほか、競り上がりが期待できる特殊材などは WEB 入札ではなく、WEB オークションになる。

WEB 入札システムのシステム開発に掛かったコストは、導入後に広葉樹の販売量が 1.4 倍に伸びており、約 3 年で元が取れている。また、市場に多様な樹種が集まるようになり、買方にとっても掘り出し物を見つける機会が増えている。

なお、買方となるには会員になる必要があるが、出品材の状況については、誰でも閲覧できるようになっている。こうした見える化は、新たな出品者や買方の獲得にも繋がるシステムになっていると考えられる。



※田口清治（岩手県森林組合連合会木材部長）「広葉樹を復活させた　岩手県森連の木材ウェブ入札システム」、『季刊地域』No.42（現代農業 2020 年 08 月増刊）P121

図 3-21　岩手県森連の広葉樹流通

※岩手県森林組合連合会ホームページ　岩手県森連 WEB 入札システムログイン　【共販画像】より
2022-02-28　遠野木材流通センター共販（遠野木材流通センター 第 359 回　2022-02-28）
https://iwamori.woodinfo.jp/login.php

図 3-22　岩手県森連 WEB 入札システムでの出品材の様子
（写真、樹種、材長、本数、材積が掲載されており、写真をクリックすると拡大する。
左：写真クリック前、右：写真クリック後）

2）木材を探している人と全国の木材･製材会社をつなぐ「KIBA.com（キバドットコム）」

フロンティアジャパン株式会社では、木材を探している人と全国の木材・製材会社をつなぐ WEB サイト「KIBA.com（キバドットコム）」による原木や製品の販売を行っている。この WEB サイトは、情報をオープンにすることで、全国の木材・木材製品の売り手（森林組合、製材会社、木材問屋等）と買い手（個人を除く木材ユーザー）を直接つなぐマッチングサポートをしている。

売り手（森林組合、製材会社、木材問屋等）は、サイトへ登録することにより、出品することが可能である。

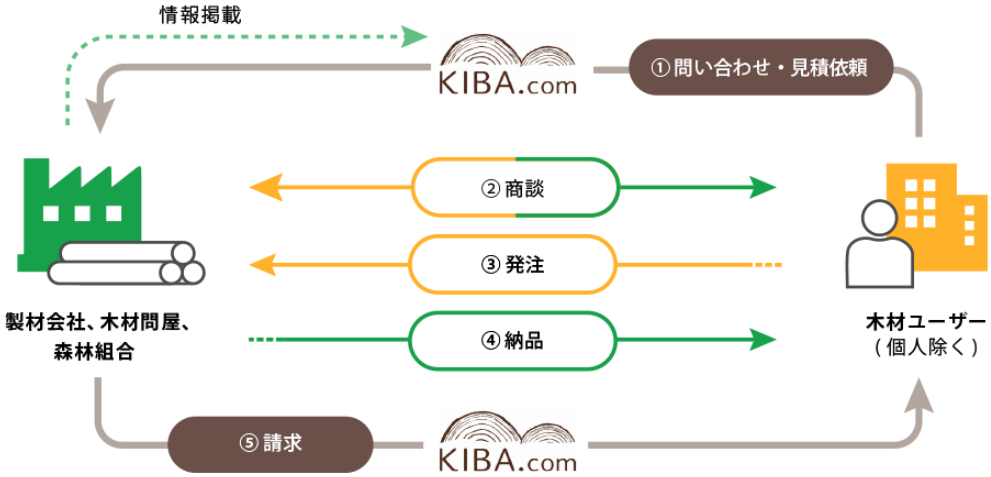
買い手（個人を除く木材ユーザー）は、サイトの次の機能により、購入することが可能である。

〇木材・木材製品を探す：

製材会社や材木屋、加工会社が直接製品をサイトに掲載できるため、定番品から長期在庫品・規格外品の情報なども公開され、希望条件より検索ができる。また、希望品がなくても、サイトに問い合わせることにより、各地に照会が可能。

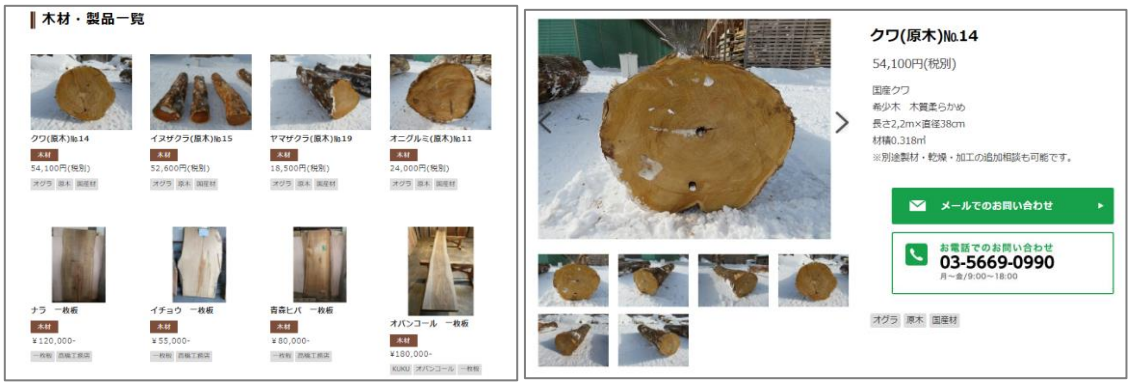
〇製材会社・加工会社を探す：

木材事業者の紹介ページより、希望にあった会社を探すことができる。企業情報の他、納入実績や掲載製品なども随時更新される。問い合わせや見積依頼希望があれば、直接商談が可能。



※フロンティアジャパン株式会社　木材を探している人と全国の木材・製材会社をつなぐ「KIBA.com（キバドットコム）」ホームページ　https://wood-kiba.com/

図 3-23　KIBA.com（キバドットコム）のフロー



※フロンティアジャパン株式会社　木材を探している人と全国の木材・製材会社をつなぐ「KIBA.com（キバドットコム）」ホームページ　https://wood-kiba.com/

図 3-24　KIBA.com（キバドットコム）での出品材の様子
（写真、樹種、価格(税別)等が掲載されおり、写真をクリックすると詳細情報、追加相談等について掲載されている。左：写真クリック前、右：写真クリック後）

(3)　システム名／サイト名・問合せ先

システム名：岩手県森連 WEB 入札システム

問合せ先：岩手県森林組合連合会

URL　https://iwatemoriren.org/contact/

サイト名：木材を探している人と全国の木材・製材会社をつなぐ「KIBA.com（キバドットコム）」

問合せ先：フロンティアジャパン株式会社

URL　https://wood-kiba.com/contact_-forsawingcompany/

【参考資料等】

・田口清治（岩手県森林組合連合会木材部長）「広葉樹を復活させた　岩手県森連の木材ウェブ入札システム」、『季刊地域』No.42（現代農業 2020 年 08 月増刊）P120～123

・岩手県森林組合連合会ホームページ　「岩手県森連 WEB 入札システムログイン」
https://iwamori.woodinfo.jp/login.php

・フロンティアジャパン株式会社　木材を探している人と全国の木材・製材会社をつなぐ「KIBA.com（キバドットコム）」ホームページ
https://wood-kiba.com/

3.5.2. 木材サプライチェーンマネジメント（SCM）

（1）　技術概要

木材の川上側から川下側までの流通を管理するサプライチェーンマネジメント（SCM）では、立木確保から伐採搬出、運材、加工やそれに伴う在庫管理等も含めプレイヤーが細分化されているだけでなく、通信圏外エリアがあったり、リードタイムが長かったりと、一般的な製造業に比べて運用が難しいとされている。

そこで、木材サプライチェーンマネジメント（SCM）の安定化を図るため、共通土台となるプラットフォームづくりが各地や各社で行われている。

なお、木材 SCM プラットフォームの構築に当たっては、木材利用システム研究会の「木材流通における情報の統一コードの検討」が参考になる。統一コードがあれば、表 3-2 のように、丸太、製品、プレカット加工品、消費者等に関する情報を連携することが可能となり、発注、受注、在庫管理等の効率化や作業の効率化、コストダウン、トレーサビリティ管理にも繋がると考えられるためである。

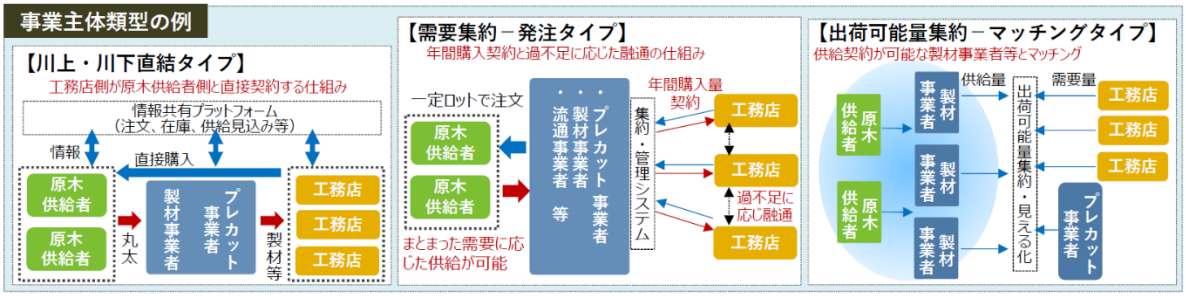
表 3-2　各加工流通段階において必要な情報

丸太に関する情報		製品に関する情報		プレカット加工品に関する情報		消費者への情報	
番号	内容	番号	内容	番号	内容	番号	内容
101	樹種	201	樹種	301	プレカット加工業者名	401	樹種
102	径級（末口径）	202	短辺長	302	邸コード	402	産地
103	材長（長級）	203	長辺長	303	材番	403	認証
104	生産国	204	材長	304	番付	404	薬剤処理区分
105	生産地域（九州等）	205	強度等級（E）	305	加工年月日	405	
106	生産県	206	強度等級（F）	306	出荷先名	406	
107	生産地（市町村等）	207	使用環境	307	出荷先邸コード	407	
108	森林認証（FM認証）	208	薬剤処理区分	308	短辺長（加工寸法）	408	
109	地域材認証	209	梱包本数	309	長辺長（加工寸法）	409	
110	違法伐採の有無	210	メーカー名	310	材長（加工寸法）	410	
111	シリアル番号	211	生産番号1	311	樹種	411	
112	素材生産者	212	生産番号2	312	産地	412	
113	仕訳者	213	生産番号3	313	認証	413	
114		214	森林認証（CoC認証）	314	薬剤処理区分	414	
115		215	出荷日	315		415	
116		216	ムク役物等級	316		416	
117		217	目視等級	317		417	
118		218	含水率	318		418	
119		219	産地	319		419	
120		220	認証	320		420	

※幡建樹（東京大学）ほか「木材流通における情報の統一コードの検討」、木材利用システム研究会『木材利用システム研究』Vol.5（2019 年 9 月）P13～16
https://www.woodforum.jp/JWUS_vol.5.pdf

また、国土交通省では、木材の価格高騰・需給逼迫を踏まえ、中小工務店等による良質な木造住宅等整備の引き続きの促進を図るため、中小工務店、建材流通事業者、製材事業者、原木供給者など関係事業者の連携による安定的な木材確保に向けた先導的取組を促進する「安定的な木材確保体制整備事業」を行っている。

具体的には、ICT の活用により、地域の中小工務店や製材事業者、原木供給者等の間で、木材の需給に関する情報を共有し、計画的な木材生産、需給の変動に応じた木材の融通を行う体制整備等をイメージしており、事業主体類型の例としては図 3-25 のとおりである。ここでは、情報共有プラットフォーム（川上・川下直結タイプ）、集約・管理システム（需要集約－発注タイプ）、出荷可能量集約・見える化（出荷可能量集約－マッチングタイプ）という分類がされている。



※国土交通省ホームページ　報道発表資料　令和 3 年 12 月 24 日　「令和 3 年度補正地域型住宅グリーン化事業（うち、安定的な木材確保体制整備事業）の公募を開始します」
https://www.mlit.go.jp/report/press/house04_hh_001061.html

図 3-25　安定的な木材確保体制整備事業における事業主体類型の例

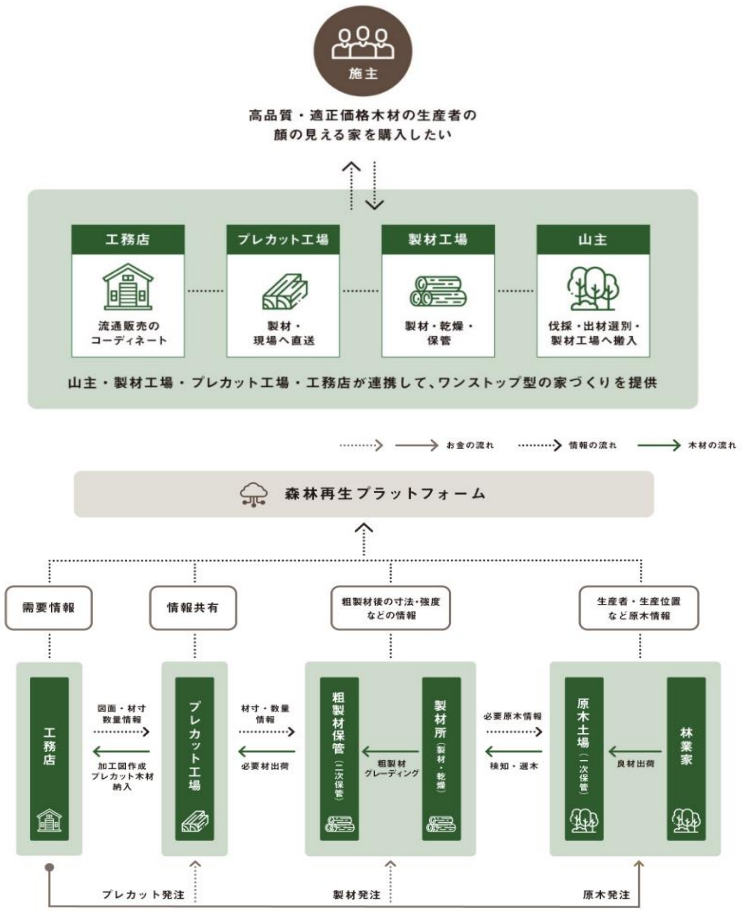
(2)　技術内容

森林パートナーズ株式会社では、森林再生の維持、再生と地域産材の活用促進という理念を共有する六次産業化を形成、工務店による原木の直接購入を可能にし、山元へ価値還元を行う「森林再生プラットフォーム」を提供している。

このプラットフォームは、ICT 系システム(e-Forester)と人間系コーディネーションで構成され、工務店、プレカット工場、製材所、林業家に提供されている。

e-Forester は、森林パートナーズ株式会社による IC タグ等コード付きのトレーサビリティシステムで、木材履歴情報を材に付記し管理されている。山主の名前、原木の径級また製材加工後の製品寸法や強度（ヤング係数）などの情報を 1 本 1 本の材に付加している。また図面の材番に紐付き、どこに使われた材がどのような履歴であったかもわかるようになっている。

そのため、工務店による林業家からの適正価格での原木購入をする仕組、流通全体の効率化、ICT トレーサビリティシステムによる需給取引情報を事業者全体で共有するサプライチェーンを構築しており、工務店への木材の安定供給、消費者へ履歴が見える木材を供給することにも寄与するプラットフォームとなっている。



※森林パートナーズ株式会社ホームページ http://www.shinrin-p.com/

図 3-26　森林再生プラットフォーム及びフロー

(3)　システム名・価格

システム名：森林再生プラットフォーム

利用料金：問合せ先に直接お問い合わせください。

問合せ先：森林パートナーズ株式会社　URL　http://www.shinrin-p.com/contact/

【参考資料等】

・幡建樹（東京大学）ほか「木材流通における情報の統一コードの検討」、木材利用システム研究会『木材利用システム研究』Vol.5（2019 年 9 月）P13～16
https://www.woodforum.jp/JWUS_vol.5.pdf
・国土交通省ホームページ　報道発表資料　令和 3 年 12 月 24 日　「令和3年度補正地域型住宅グリーン化事業(うち、安定的な木材確保体制整備事業)の公募を開始します」
https://www.mlit.go.jp/report/press/house04_hh_001061.html
・森林パートナーズ株式会社ホームページ
http://www.shinrin-p.com/

3.6. 安全管理分野

3.6.1. 次世代ドライブレコーダー

(1)　技術概要

運転中のスマートフォン操作や飲食などによる、わき見運転による事故が多発している一方で、社用車を利用する企業では、「安全運転指導や対策に十分な時間が割けない」、「運転中のスマートフォン利用を禁止しているが、実態がわからない」、「社用車の事故が減らない」、「ドライブレコーダーを活用できていない」などの声が上がっている。

そこで、Nauto Japan 合同会社では、次世代ドライブレコーダーとして車内、車外を撮影するカメラと AI を搭載した安全運行管理プラットフォーム「ナウト」を提供している。

(2)　技術内容

AI 搭載安全運行管理プラットフォーム「ナウト」には、主に次の特長がある。

○リアルタイムアラート：

車内外を撮影するドライブレコーダーが脇見運転（居眠り運転を含む）、あおり運転時に警告音を発し、ドライバーの運転行動改善を促す。

○危険運転行為を撮影：

危険な運転行為を撮影し、管理者が見ることができる Web アプリケーションへ自動的にアップロードする。管理者は撮影された危険な運転行為を確認しながら、ドライバーへ指導することが可能。

○事故検知レポート：

車内のドライブレコーダーが衝撃を検知すると、管理者に通知を行い、撮影された衝撃時の映像と AI が分析した環境情報を Web アプリケーションにアップロードする。

○効果的な運転指導：

簡単にリスクの高いドライバーを特定でき、指導が必要な危険運転行為に優先順位をつけ、運転指導した内容を記録することができる。

○保険請求を迅速に処理、解決、管理：

AI を用いて事故を検出し、事故に関わる保険請求を迅速かつ正確に処理、解決することでコストを削減する。

※オリックス自動車株式会社ホームページ　「AI 搭載・通信型ドライブレコーダー"ナウト"」
https://www.orix.co.jp/auto/nauto/

図 3-27　ナウトのイメージ

（3）　製品名・価格

製品名：AI 搭載安全運行管理プラットフォーム「ナウト」

利用料金：問合せ先に直接お問い合わせください。

問合せ先：Nauto Japan 合同会社

URL　https://www.nauto.co.jp/contact

【参考資料等】

・オリックス自動車株式会社ホームページ　「AI 搭載・通信型ドライブレコーダー"ナウト"」
https://www.orix.co.jp/auto/nauto/

・Nauto Japan 合同会社ホームページ　進化する AI、進歩する安全　AI 搭載安全運行管理プラットフォーム「ナウト」
https://www.nauto.co.jp/

3.6.2. タイヤやブレーキの監視システム

（1）　技術概要

業務車両のタイヤやブレーキについては、点検や目視で気づけない異常をスマート技術で検知することにより、ドライバーや周辺の通行者・通行車両の安全確保だけでなく、社会インフラ維持に繋がる。そこで、各社からタイヤやブレーキの監視に係るシステムが提供されている。

（2）　技術内容

1）タイヤ点検とレポーティングのプロセス効率化「MICHELIN Tire Care」

日本ミシュランタイヤ株式会社では、タイヤ点検とレポーティングのプロセスを効率化するデジタルソリューション「MICHELIN Tire Care」を提供している。これにより、測定機器とアプリケーションを使用してタイヤ点検を実施し、自動作成される点検レポートからメンテナンス時期などを予測することにより、タイヤマネージメントを可視化できる。主な特長は次のとおりである。

1．タイヤ点検はタイヤ溝測定器・空気圧測定器を使って実施、スマートフォンまたはタブレットとブルートゥースで繋いでアプリケーションを起動しタイヤ点検データを記録。

2．電子メールで受信、オンラインにアクセスして得られるタイヤ点検結果により、タイヤ交換や空気圧調整など、車両毎に必要なメンテナンス一覧が表示される。

3．空気圧や残溝のしきい値を設定することで、警告を表示し、タイヤのメンテナンス時期を予測することが可能。

※日本ミシュランタイヤ株式会社　Newsroom　2021 年 12 月 1 日　「ミシュラン、商用車用タイヤの点検作業を DX 化した「MICHELIN Tire Care」を提供開始　～運輸事業者のタイヤメンテナンスが予測可能に、タイヤ点検の省力化にも貢献～」
https://news.michelin.co.jp/articles/20211201-michelin-tire-care

図 3-28　MICHELIN Tire Care の特長

また、この仕組みによる効果は以下のとおりである。

○生産性の拡大（メンテナンスが予測可能に）

タイヤ状態の見える化により、タイヤ交換時期や空気圧調整など、必要なメンテナンスが事前に一括管理できるようになり、計画的な配車計画が組めるようになる。測定機器でタイヤ点検を実施し、スマートフォンやタブレットへブルートゥース経由でデータを記録するため、タイヤ点検作業の大幅な省力化につながる。

○安全性の向上（タイヤ起因によるトラブルの未然防止）

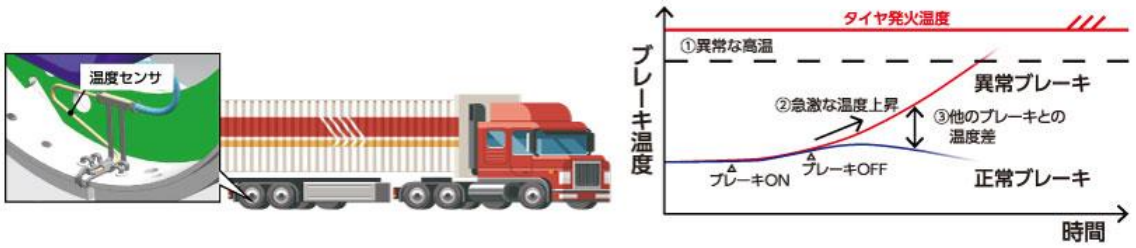
必要なメンテナンスを適切なタイミングで実施し、最適な状態でタイヤを使用することにより、タイヤのトラブルを未然に防ぐことができる。

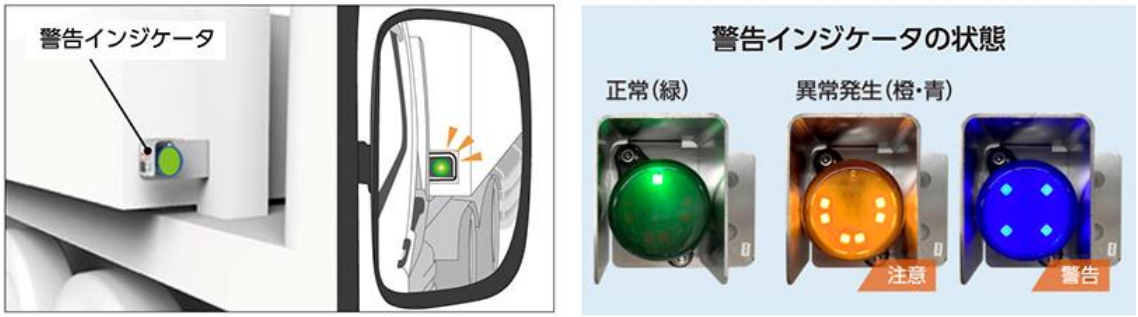
○収益性の向上（タイヤ使用本数の最適化）

適切なメンテナンス実施で走行距離が最大化されるとともに、蓄積されたタイヤデータにより、タイヤライフの予測が可能になり、効率的にタイヤ購入計画を立てることができる。

２）ブレーキの異常検知システム「トレーラブレーキ温度監視システム」

株式会社デンソーでは、ブレーキの異常な温度上昇を検知してドライバーに警告する高性能異常検知システム「トレーラブレーキ温度監視システム」を提供している。トレーラ火災の原因の多くがブレーキに関するものであり、確実な日常点検が必要となっているが、さらなる安全対策として「トレーラブレーキ温度監視システム」が開発された。この製品は、各車輪のブレーキに温度センサを設置し、3 つの異常な温度変化「異常な高温」「急激な温度上昇」「他のブレーキとの温度差」を検知して、ドライバーに警告するものである。ブレーキの温度推移を常時監視し、早い段階で異常を検知することで、火災などの危険なトラブル発生前にドライバーへ警告が可能である。





※株式会社デンソー　「トレーラブレーキ温度監視システム」
https://www.denso.com/jp/ja/products-and-services/automotive-service-parts-and-accessories/tbtm/

図 3-29　検知の仕組み（上）及び運転者への警告（下）
（上：各車輪のブレーキに設置した温度センサで、３つの異常な温度変化を検知する。
下：トレーラ前端に設置した警告インジケータでバックミラー越しに警告する。）

（3）　製品名・価格

製品名：MICHELIN Tire Care（ミシュラン タイヤケア）
利用料金：問合せ先に直接お問い合わせください。
問合せ先：日本ミシュランタイヤ株式会社
URL　https://news.michelin.co.jp/articles/20211201-michelin-tire-care

製品名：トレーラブレーキ温度監視システム
利用料金：問合せ先に直接お問い合わせください。
問合せ先：株式会社デンソー　販売会社情報
URL　https://www.denso.com/jp/ja/products-and-services/automotive-service-parts-and-accessories/tbtm/

【参考資料等】
・日本ミシュランタイヤ株式会社　Newsroom　2021 年 12 月 1 日　「ミシュラン、商用車用タイヤの点検作業を DX 化した「MICHELIN Tire Care」を提供開始　～運輸事業者のタイヤメンテナンスが予測可能に、タイヤ点検の省力化にも貢献～」
https://news.michelin.co.jp/articles/20211201-michelin-tire-care
・株式会社デンソー　「トレーラブレーキ温度監視システム」
https://www.denso.com/jp/ja/products-and-services/automotive-service-parts-and-accessories/tbtm/

3.6.3. 飲酒運転の監視システム

（1）　技術概要

飲酒運転は近年社会問題となっており、その取り締まりを強化するため、令和 4(2022)年 4 月に道路交通法施行規則が改正され、自家用車と同じ白地のナンバープレートの車両を保有する事業者（白ナンバー事業者）も、目視でアルコールチェック（飲酒検知）を行うことが義務化される。また、令和 4(2022)年 10 月には、アルコール検知器を使用した確認が必要となる。そこで、各社から飲酒運転の防止に係るシステムが提供されている。

（2）　技術内容

１）運転前後の確認業務をリモートで行う「安全運転管理アプリケーション mamoru」

大日本印刷株式会社と同グループ会社で各種 ID カード用の機器等を販売する株式会社 DNP アイディーシステムは、株式会社ネクストリンク製のアルコール検知器をスマートフォンに接続して、アルコール検査等の運転前後の確認業務（点呼）をリモートで行う「安全運転管理アプリケーション mamoru」を開発し、2022 年春に提供を開始する。主な特長は次のとおりである。

※大日本印刷株式会社　ニュース　2021 年 12 月 13 日　「運転者の点呼とアルコール検査をリモートで実施できる「安全運転管理アプリケーション mamoru」を開発」
https://www.dnp.co.jp/news/detail/10161797_1587.html

図 3-30　安全運転管理アプリケーション mamoru の 4 ステップ

上記ステップにより、運転前後の確認業務（点呼）をいつでも、どこでも行え、管理者の手間や負担を軽減できる。主な確認項目は次のとおりである。

○運転免許証チェック：　運転免許証の不携帯や有効期限切れのチェックを行うことができる。
○アルコールチェック：　電気化学式センサーを採用したネクストリンク社製アルコール検知器とスマートフォンを Bluetooth で接続。一般的な半導体式ガスセンサー式では、食事・タバコ・歯磨き粉など、アルコール以外のガスでも反応（誤検知）する場合があるが、電気化学式を採用することでアルコール以外にはほぼ反応せず、より高精度な計測が可能。
○なりすまし防止：　アルコール測定中の顔写真を撮影することにより、本人確認を行う。
○体温チェック：　アルコール検知器には、業界初（メーカー調査）となる非接触式検温機能が付いており、健康状況のチェックも行うことができる。
○その他確認項目：　利用企業が独自で設定した質問項目に「○」「×」で回答できる。

※確認結果はメールで管理者に送付されるため、一元管理を行うことができる。
アルコールチェックでアルコールが検知された際には直ちに管理者に通知される。

２）車載型飲酒運転防止システム「呼気吹き込み式アルコールインターロック装置」

東海電子株式会社では、運転前にアルコールチェックを行い、検知されるとエンジンがかからない車載型飲酒運転防止システム「呼気吹き込み式アルコールインターロック装置」を提供している。主なステップは次のとおりである。

※東海電子株式会社ホームページ　製品情報「ALC-ZERO　アルコールインターロック装置」
https://www.tokai-denshi.co.jp/products/ALC-ZERO_1.html

図 3-31　呼気吹き込み式アルコールインターロック装置の 4 ステップ

上記ステップの結果は、管理画面で全ドライバーの検査結果をすぐに見ることができる。また、乗務後、車両に搭載されている ALC-ZERO のハンディユニットを取り外し、管理者が PC に接続されているメンテナンスツールにハンディユニットを接続することにより、乗務記録が保存され後から確認をする事ができる。測定をしなかったり、機器を分解、断線した場合も全て記録保存される。

(3)　製品名・価格

製品名： 安全運転管理アプリケーション　mamoru
利用料金：問合せ先に直接お問い合わせください。
問合せ先： 株式会社 DNP アイディーシステム
URL　https://www.dnp.co.jp/biz/solution/products/detail/10161716_1567.html

製品名： 呼気吹き込み式アルコールインターロック装置　ALC-ZERO シリーズ
備　考：ALC-ZERO Ⅱは、カメラと SD メモリーカードで記録可能
利用料金：140,800 円（税込）～
※配送設置・工事・接続調整・保守・校正などの費用は含まれておりません。
問合せ先： 東海電子株式会社
URL　https://www.tokai-denshi.co.jp/contact/

【参考資料等】

・政府広報オンライン　令和 3 年（2021 年）12 月 17 日　「飲酒運転は絶対に「しない！」「させない！」」
https://www.gov-online.go.jp/useful/article/201312/1.html

・大日本印刷株式会社　ニュース　2021 年 12 月 13 日　「運転者の点呼とアルコール検査をリモートで実施できる「安全運転管理アプリケーション mamoru」を開発」
https://www.dnp.co.jp/news/detail/10161797_1587.html
・大日本印刷株式会社ホームページ　「運転前後の運転免許証、アルコール、体温をチェック　安全運転管理アプリケーション mamoru」
https://www.dnp.co.jp/biz/solution/products/detail/10161716_1567.html
・東海電子株式会社ホームページ　製品情報「ALC-ZERO　アルコールインターロック装置」
https://www.tokai-denshi.co.jp/products/ALC-ZERO_1.html

3.7. その他分野

流通分野や建設分野のスマート技術は進んでいるため、ここでは林業分野でも今後に導入が期待される技術を掲載する。

3.7.1. 作業者を自動追従し、運搬等を支援する技術

図は全て株式会社 Doog ホームページ　協働運搬ロボット「頼りになる協働運搬ロボットサウザー」https://doog-inc.com/type-transport/　から引用

(1)　技術概要

株式会社 Doog では、より効率良く安全に運搬作業を行うことを目的に、人や台車の自動追従機能、ライントレース機能、メモリトレース機能を備えた人の運搬作業を補助する協働運搬ロボット「サウザー」を提供している。

「サウザー」シリーズは、令和 2(2020)年に日本ロボット学会第 25 回実用化技術賞、第 9 回ロボット大賞の中小・ベンチャー企業賞（中小企業庁長官賞）を受賞している。

図 3-32　協働運搬ロボット「サウザー」

(2)　技術内容

①　人や台車の自動追従機能

独自ソフトウェアである Doog Navigation Engine の刷新により、複雑なルート計算が可能となっている。これにより多数の通路幅条件でルートを評価し、その結果から適切なルートを選択することで、通路幅に応じてサウザーが走行する位置を調整することが可能である。労働

図 3-33　人や台車の自動追従機能

安全衛生規則で定められ、工場等で設けられる幅 80cm の直進路を通過でき、幅 100cm の直角路においても滑らかな動きで通過することが可能となっている。

② ライントレース機能

再帰反射素材のテープ等を床に敷設し、これに沿って自動走行する。また、通路上に障害物がある場合には止まってアラームを鳴らすことや、自動走行を終了することが可能である。レーザセンサにより再帰反射素材を離れた位置から検出するため、サウザーの地上高ひいては段差走破性を維持できるため、屋外を含む建屋間での運用も可能である。

図 3-34 ライントレース機能

③ メモリトレース機能

独自アルゴリズムにより、人に追従しながら周囲の環境を“記憶”し、一度教えられたルートは次から自律的に走行することができる。サウザーに“記憶”させるにはボタンを押して、あとは実際にルートを歩くだけであり、PC 操作やWi-Fi環境は不要で、現場の作業者が即座に使える機能である。初期セットアップ費用や経路変更費用も発生しないため、柔軟で低コストな使用が可能となっている。

図 3-35 メモリトレース機能

(3) 製品名・価格

製品名：協働運搬ロボット「サウザー」

備 考：製品はベースユニット。オプションを追加し各現場に適するように構築が必要。
また、使用条件・環境により安全対策のためのオプションが異なる場合がある。

利用料金：問合せ先に直接お問い合わせください。

問合せ先：株式会社 Doog
URL https://doog-inc.com/contact/

【参考資料等】

・株式会社 Doog ホームページ 協働運搬ロボット「頼りになる協働運搬ロボットサウザー」
https://doog-inc.com/type-transport/

3.7.2. 熟練技能者と若手技能者の技能の見える化ができるデジタル教材

図は全て建設技能トレーニングプログラム　デジタル教材ライブラリー「熟練技能者と若手技能者　作業を分析してみよう　骨格・動線・視線の比較」https://dx.kentore.jp　から引用

(1)　技術概要

建設業では林業と同様に、人口減少・少子高齢化による技能労働者の高齢化や大量離職期が間近に迫っており、今後ともその大きな役割を果たしていくためには、担い手の確保・育成が重要となっている。そのため、技能労働者のための継続的な教育訓練や、建設業従事者一人一人の生産性を高めることが不可欠となっている。

そこで、国土交通省では、建設業従事者のため、多様な技能・技術の習得機会を提供するとともに、ICT を活用することによる建設業の DX（デジタルトランスフォーメーション）の推進と、効率的な人材育成や生産性向上を目的として、建設技能者の技能を映像で学べる無料の研修プログラム『建設技能トレーニングプログラム（略称：建トレ）』を提供している。

(2)　技術内容

建設技能トレーニングプログラム（略称：建トレ）では、新たにモーションキャプチャー等の ICT を活用して熟練技能者と若手技能者の技能の見える化ができるデジタル教材を提供している。この教材では、熟練技能者と若手技能者が行う作業の骨格・動線・視線などをデジタル化し、スポーツ科学を用いて、分析比較している。そのため、視聴者が自分の動きとも比べて、いろいろな発見をする気づきができるようになっている。

図 3-36　熟練技能者と若手技能者による作業比較の動画（左官工）

図 3-37　熟練技能者と若手技能者による作業比較の動画（機械土工）

また、このデジタル教材では、熟練技能者と若手技能者による作業比較の動画のほか、建築工事工程 3D アニメーション「RC ビルができるまで」、3D で体験する現場「鉄骨梁の上を歩いてみよう」、技能・技術の継承ツール「図面から飛び出す 3D モデル」、塗装作業 3DCG アニメーション「ローラー塗装の 3D モデル」なども提供されている。

(3)　プログラム名・価格

プログラム名： 建設技能トレーニングプログラム（建トレ）
利用料金：無料
問合せ先： 建設業で働く職人さんのための建設技能トレーニングプログラム
URL　https://dx.kentore.jp/hotline/

【参考資料等】

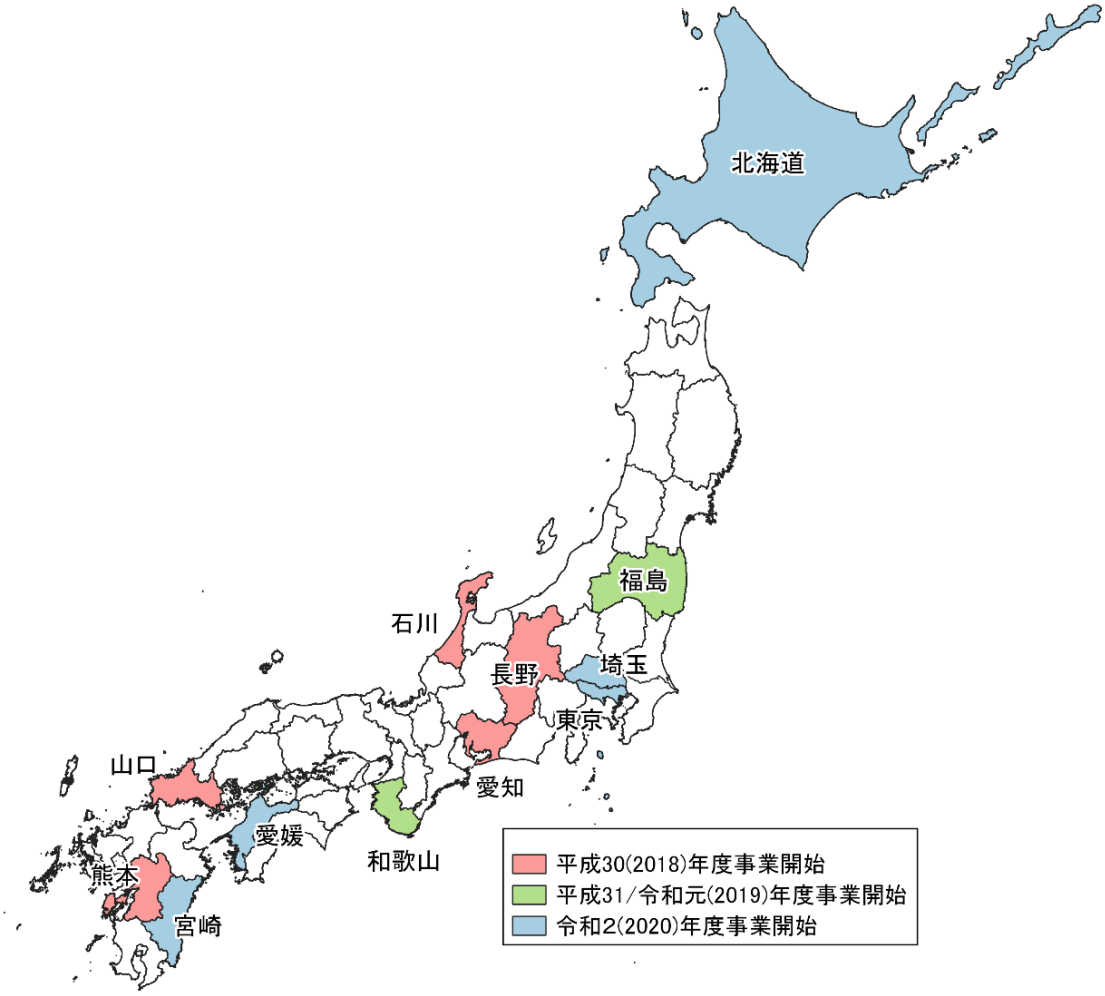
- 国土交通省　報道発表資料　「「建設技能トレーニングプログラム（建トレ）」を拡充しました！～「熟練技能者と若手技能者の技能の見える化」ができるデジタル教材を作成～」
  https://www.mlit.go.jp/report/press/tochi_fudousan_kensetsugyo14_hh_000001_00047.html
- 国土交通省ホームページ　建設産業・不動産業「建設技能トレーニングプログラム（建トレ）」
  https://www.mlit.go.jp/totikensangyo/const/totikensangyo_const_tk2_000111.html
- 建設業で働く職人さんのための建設技能トレーニングプログラム ホームページ
  https://kensetsu-shokunin.jp/
- 建設技能トレーニングプログラム ホームページ　「デジタル教材ライブラリー」
  https://dx.kentore.jp/

4章.　地域毎の実践的取組

4.1. 全体概要

令和 3(2021)年度実証を行った地域協議会は図 4-1 のうち 6 地域である。平成 31／令和元(2019)年度に事業を開始した福島及び和歌山県、令和 2(2020)年度に事業を開始した愛媛県については、令和 3(2021)年度で林野庁補助事業としての実践対策は終了となる。

そのほか、北海道、埼玉県、宮崎県は令和 2(2020)年度から実証開始となっている。



※　図には終了地域を含む

図 4-1　地域協議会位置図（再掲）

地域協議会では、森林情報の高度化・共有化、施業集約化の効率化・省力化、経営の効率性・採算性向上、需給マッチング円滑化という 4 つのテーマにおいて様々な実証を行っている。各地域の実証内容をテーマごと、林業の作業ごと表 4-1 のとおり整理した。

表 4-1　地域協議会における実証技術

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
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）	6		○			●	○		○	○	○		
		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	9		●	●	○	○		○		○	○	○	○
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	○	●	●	●	●		●	○		○	○	○

※　　実施する地域が 7 地域以上、　　実施する地域が 1 地域のみ

※　○：協議会が対象とする技術

※　●：地域協議会の特徴的な取組として報告で取り上げる技術

※　赤字は令和２(2020)年度から追加となる技術

各地域で実証に使用しているシステムとその開発元・販売元等を表 4-2 に示す。市販システムを改良して使用している場合もある。

表 4-2　各地域における導入システム

技術	導入システム
GNSS 準天頂衛星	福島県：サブメーター級測位受信機、アンテナ「QZNEO」（株式会社コア）、ハンドヘルド GNSS レシーバー「Spectra Geospatial SP20」（Ashtech 社、ジオサーフ株式会社）
	埼玉県：DG-PRO1RWS（ビズステーション株式会社）、木ナビ、GoproMAX、ForestView（株式会社 woodinfo）
空中写真立体画像	石川県：立体視ソフトウェア「もりったい」（一般社団法人日本森林技術協会、株式会社パスコ）
ドローン森林資源量調査（解析）	石川県：IoT プラットフォーム「LANDLOG」（株式会社ランドログ）内の解析アプリ「ForestScope」（株式会社オプティム）
	長野県、山口県、埼玉県：委託（信州大学認定ベンチャー企業：精密林業計測株式会社）
	和歌山県：委託（アジア航測株式会社）
	山口県：森林資源解析ソフト「AssistZ」（株式会社ジツタ）、オルソ化ソフト「Metashape Professional」（株式会社ビジョンテック）
航空レーザ計測データ（解析）	長野県、愛知県、熊本県、和歌山県：委託（アジア航測株式会社） 福島県：委託（パシフィックコンサルタンツ株式会社）
地上レーザ	山口県：OWL（株式会社アドイン研究所）
	愛知県、埼玉県：3DWalker（株式会社 woodinfo）
森林クラウド	福島県：地域版森林クラウド（パシフィックコンサルタンツ株式会社）
	和歌山県：紀林プロ森林クラウドシステム（アジア航測株式会社）
施業提案システム（タブレット）	山口県：提案営業支援アプリ「SPIRIT OF FORESTER」（株式会社インフォファーム）
	石川県：タブレット上での施業提案システム（株式会社エイブルコンピュータ）
	東京都：経済性ゾーニング、施業提案アプリ（東京大学）
	和歌山県：森林施業システム（アジア航測株式会社）
素材生産計画・森林管理 GIS	長野県：森林情報活用システム（GIS）（アジア航測株式会社）
	山口県：森林資源情報収集・活用システム（GIS）（株式会社エイム）
	熊本県：タブレット上での GIS「Forest Track」（アジア航測株式会社）
	和歌山県：架線系施業支援システム（アジア航測株式会社）
	宮崎県：SOS デバイス・作業ログ取得「GeoChat」（株式会社フォレストシー）、伐採範囲ログ取得「ArcGIS Earth」（ESRI ジャパン株式会社）
ハーベスタ検知機能	石川県、長野県：コマツ IoT ハーベスタ
	山口県：ハーベスタ（0.45m^3）採材システム「iLogger Value Bucking」（日立建機日本株式会社/waratah 社）
	北海道：ハーベスタヘッド H414（Waratah 社）＋X-Logger（テクニオン社）、ハーベスタヘッド H6（PONSSE 社）＋OPTI7＋OPTI4G、ストロークハーベスタ 25SH マークⅡ（KESLA 社）＋ProLog（テクニオン社）、コンパクトシュミレータ（PONSSE 社）＋OPTI4G、ハーベスタヘッド 350.1（コマツフォレスト社）＋MaxiXplore、伐採指示用 PC ソフト「Timber office」（John deere Forestry）
木材検収システム	長野県：スマートフォン木材検収システム（株式会社ジツタ）
	愛知県、埼玉県：検収アプリ「Timbeter」（株式会社森林環境リアライズ/Timbeter 社）
	和歌山県、熊本県、福島県：スマートフォンはい積み計測「iFovea」（アジア航測株式会社）
	和歌山県：音声入力検知システム「きこりくん（改）」（山秀情報システム株式会社）
	愛媛県：Depth カメラ検知システム（株式会社 woodinfo）
	埼玉県：検知 talk（株式会社 woodinfo）
	宮崎県：手検収アプリ「ArcGIS Survey123」（ESRI ジャパン株式会社）
路網設計・支援ソフト	愛知県：「ALANDIS NEO FOREST」（アジア航測株式会社）
	山口県：「Forest Road Designer」（住友林業株式会社）

技術	導入システム
日報管理システム	愛知県：日報アプリ・生産工程管理システム（株式会社 woodinfo）
需給マッチング関連（SCM）システム	石川県：スマート林業構築コンソーシアム（代表機関：東京大学）（株式会社ドリームワークス、現・株式会社ジェイズ・ブラザーズ）のシステムに機能追加
	長野県：需給マッチングシステム「木材ダッシュボード」（富士通エフ・アイ・ピー株式会社）
	愛知県：需給マッチングシステム（株式会社 woodinfo）
	山口県：県原木SCMシステム（エヌテクノ株式会社）
	和歌山県：原木販売管理システム「樹乃庫（改）」（山秀情報システム株式会社）、原木需給管理システム（アジア航測株式会社）
	埼玉県、愛媛県：原木市場 WEB 入札システム（株式会社 woodinfo）
	宮崎県：荷受伝票アプリ「ArcGIS Survey123」、椪情報管理「ArcGIS Field Maps」、原木管理クラウドシステム「ArcGIS Online」（ESRI ジャパン株式会社）

各地域での定量的な実証の結果をまとめると表 4-3、表 4-4 のとおりである。資源量管理、施業計画・提案、販売・流通に関しては労務や費用の定量的な削減効果の実証が進んでいる。

表 4-3　計画分野の定量的実証結果

作業	成果概要	地域
境界管理	立体視画像技術等による効率化　労務削減 20%　経費削減 10%	石川県
	高精度 GNSS による周囲測量　経費削減 10%	福島県
資源量管理	航空レーザを活用　毎木調査 10 人日を削減	熊本県
	地上レーザ OWL による森林資源調査（毎木）　労務削減 70%	山口県
	航空レーザを活用　毎木調査労務削減　90%	東京都
施業計画・提案	ドローンによる森林資源調査・伐採計画（オルソ化除く） 労務削減 50%　経費削減約 20 万円/年（26%）(想定)	長野県
	ドローン、全天球写真データ等を活用したタブレット施業提案 労務削減 20%	石川県
	地上レーザ OWL による施業提案書作成　労務削減 80%	山口県
	航空レーザ計測データによる施業候補地選定　労務削減 40%	東京都
	航空レーザデータを活用したタブレット施業提案　労務削減 40% 〃　所有者現地確認　労務削減 50%	東京都
	森林施業カルテシステム　経費削減 82 円/m^3	和歌山県
	架線系施業支援システム　経費削減 124 円/m^3	和歌山県
	生産情報管理システムによるヘリレーザーデータの活用　経費削減で 15 円/m^3（見込み）	愛媛県
その他 (情報基盤)	ー	ー

※赤字は今年度追加分

表 4-4　生産・販売分野の定量的実証結果

作業	成果概要	地域
伐採・造材	ICT ハーベスタ検知マーキング　生産コスト削減 172 円/m³	山口県
	ICT ハーベスタ検知マーキング　生産コスト削減 88 円/m³	北海道
	ICT ハーベスタ採材支援　収益向上 119 円/m³	北海道
集材・運材	入出荷アプリ　労務削減 10%	愛知県
検知	木材検収システムの活用　労務削減 70%	長野県
	木材検収システムの活用　労務削減 20%	愛知県
	木材検収システムの活用　経費削減 9 円/m³	愛媛県
	木材検知システムの活用　経費削減 30%	福島県
	木材検収システムの活用 （画像検知システム）経費削減 10 円/m³ （音声入力検知システム）経費削減 22 円/m³	和歌山県
	木材検知システムの活用　作業効率 1.5 倍　経費削減 9 円/m³	愛媛県
路網整備	ー	ー
生産性管理	生産工程管理システム　労務削減 10%	愛知県
機械全般	ー	ー
販売・流通	需給マッチングシステムの導入　労務削減 30%	長野県
	航空レーザデータを活用した直送　経費削減 820 円/m³	熊本県
	森林クラウドによる木材流通の効率化　経費削減 50%	福島県
	原木販売管理システム　経費削減 181 円/m³	和歌山県
	原木市場管理システムによる受入処理　労務削減 13.4 分/人日 経費削減 2 円/m³	愛媛県
	Web 入札システムによる買方の出張コスト　経費削減 350 円/m³	愛媛県
その他	ー	ー

※赤字は今年度追加分

4.2. スマート林業の導入効果

昨年度に引き続き、「スマート林業の成果の見える化」を目的として、スマート林業の導入効果を検証した。スマート林業の普及のためには、事業体の経営者が機材やシステムの購入、人材育成にかかる費用負担等を認める必要があり、費用対効果の明確化が求められる。導入効果の示し方としては、素材生産時の効果額と費用を示す定量評価、並びに金額換算が困難な内容を示す定性効果の両方とした。

4.2.1. 定量評価の考え方

本事業では、林業生産において最も重要であり、大多数の地域協議会が取り組んでいることから、費用算定が容易な分野として素材生産を算定の対象としている。前提（分母）となる素材数量を設定した上で、いずれの技術についても m^3 あたりの導入効果と導入費用を算定した。

スマート林業の導入効果としては、作業人日が減るなどの削減効果の他に、スマート林業を導入することで原木の安定供給や最適採材による用材率向上が期待され、その結果として（協定）販売価格の向上が見込まれる。

費用として算入する項目には、スマート林業技術に関わる機材の購入費用やシステム構築費用（イニシャルコスト）、運用に必要な年間経費（ランニングコスト）がある。ここで、行政のインフラ整備としてとらえる事項（表 4-5）、例えば航空レーザ計測データなどは含めない。

効果額算定の考え方を表 4-6 にまとめ、算出表を表 4-7 に示す。

表 4-5　行政のインフラ整備と民間の投資・必要経費の項目

林業作業	行政（インフラ整備）		民間（投資・必要経費）	
	役割	技術・機器・データ・システム等	役割	技術・機器・データ・システム等
境界明確化	地籍調査 林地台帳管理	・空中写真、航空レーザ計測データ、衛星画像 ・林地台帳システム	境界明確化	・GNSS 機器 ・測量システム・空中写真立体視システム
資源量管理	広域把握（都道府県・市町村単位）	・空中写真、航空レーザ計測データ、衛星画像	狭域把握（森林経営計画・施業区域単位）	・地上レーザ計測データ、ドローン撮影データ
情報基盤		・GIS（森林クラウド整備）		・GIS（森林クラウド利用料・スタンドアロン）
施業計画・提案	市町村森林整備計画作成	・空中写真・航空レーザ計測データ・衛星画像	伐採計画作成 施業提案・所有者同意取付・見積	・施業提案ツール（タブレット）
伐採・造材 集材・運材 検知 生産性管理		・	検知・取引数量把握　在庫管理 生産性管理 集材・配送管理	・検知支援システム（写真・音声入力） ・ICT ハーベスタ・プロセッサ ・素材生産管理システム ・日報管理システム ・配送管理システム
路網整備	路網整備（林道・林業専用道）	・路網設計支援ソフト ・情報化施工対応機械	路網整備（森林作業道）	・路網設計支援ソフト ・情報化施工対応機械
需給マッチング	合法性確認	・トレーサビリティシステム ・木材 SCM システム（トレサのみ）	出荷地証明（合法木材・森林認証・地域材） 需給調整	・トレーサビリティシステム ・需給調整システム ・Web 入札システム ・木材 SCM システム（各種機能）

整備効果

経済効果
（今回の効果測定の対象）

表 4-6　スマート林業の導入効果額算定の考え方

項目		考え方
全体		・スマート林業は幅広い分野を対象とするが、素材生産の分野に絞って対象とする。 ・導入効果額は効果（費用削減＋販売価格向上）と費用（投資額＋運用経費）の差額から算定する。
モデル地区の施業数量		・スマート林業の実証結果を前提に、各協議会が属する地域における平均的な 1 回の伐採面積からなるモデル地区の施業から産出される素材生産量。
協議会全体の取扱数量		・協議会で導入した機材やシステムが実運用され、協議会全体から一定数量が安定供給された場合を想定した年間素材数量。
効果（＋）	費用削減	・実証に基づく人工数等の削減を費用に換算して求める。 ・上記、モデル地区の施業数量に対する削減額とする。
	販売価格向上 量の効果 質の効果	・量の効果としては、スマート林業を導入することで、原木の安定供給が実現し、（協定）販売価格の向上が見込まれる。 ・質の効果としては、スマート林業を導入することで、販売機会増による良材の価格向上、最適採材による用材率向上等が見込まれる。 ・量の効果については、少量の実証では販売価格向上の効果が出にくいため、導入したシステムが実運用され協議会全体から一定数量が安定供給された場合を想定し評価する。
費用（－）	システム投資額	・スマート林業技術に関わる機材の購入費用やシステム構築費用とする（初期費用）。 ・購入した場合は、減価償却を考慮し、償却年数（3~5 年程度）で除した年額とする。リースの場合は、年間のリース料とする。 ・行政のインフラ整備としてとらえるべき事項（航空レーザ計測など）は含めない。
	システム運用経費	・スマート林業技術に関わる機材やシステムの運用に必要な年間経費とする（維持管理費用）。
導入効果額		・効果の合計額から費用の合計額を差し引いた額とする。

表 4-7　スマート林業の導入効果額算定表

数量	モデル地区の施業数量				m^3
	協議会全体の取扱数量				m^3
項目			導入前	導入後	差額
効果（＋）	費用削減	事業地確保	円/m^3	円/m^3	円/m^3
		伐採計画	円/m^3	円/m^3	円/m^3
		路網計画	円/m^3	円/m^3	円/m^3
		路網作設	円/m^3	円/m^3	円/m^3
		伐木・造材・集材	円/m^3	円/m^3	円/m^3
		トラック運材	円/m^3	円/m^3	円/m^3
		販売経費	円/m^3	円/m^3	円/m^3
		その他	円/m^3	円/m^3	円/m^3
	販売価格向上	量の効果	円/m^3	円/m^3	円/m^3
		質の効果	円/m^3	円/m^3	円/m^3
	効果額計				円/m^3
費用（－）	各システム投資額計		－	円/m^3	円/m^3
	各システム運用経費計		－	円/m^3	円/m^3
	費用計				円/m^3
導入効果額					円/m^3

4.2.2. 定量評価の結果

今年度は、実証期間を終了する 3 つの地域協議会において導入効果額を算定した。地域によっては、販売価格向上に関する内容は、特定の需要先との価格設定に関わる秘密事項のため、取りまとめにおいては平均的な額である一律 200 円/m³ の効果を想定した。

地域協議会ごとに導入効果額をまとめた結果を表 4-8 に示す。この表では、各地域によって導入した技術や協議会全体の取扱数量が異なるため、一概に比較はできないが、50 円～900 円/m³ 程度の効果額となった。

福島県は、原木市場経由から直送への物流変更に伴う運賃と市場経費の削減が大きく寄与しているが、これまで原木市場が果たしていた機能を、サプライチェーンの運用者と導入するシステムで実際に代替できるかが課題となる。和歌山県は、協議会が取り扱う数量が少量であるため m³ 当たりのシステム関連費用が比較的高くなっており、今後の取扱数量の増大が課題である。愛媛県は、導入されるシステムが原木流通用途に絞られているため、m³ 当たりの費用、効果額とも少額となっているが、こちらも実導入されたシステムの対象として想定している年間 32,000m³ の取扱数量を達成するかどうかが鍵となる。

表 4-8　地域協議会ごとのスマート林業の導入効果額

項目		福島県	和歌山県	愛媛県
対象とした導入技術		➢準天頂衛星を測位する GNSS 機器による位置精度向上 ➢森林クラウドによる素材生産状況の情報共有、集材・配車の効率化、トレーサビリティ管理、需給マッチング ➢木材検収システムでの検知省力化	➢森林施業カルテシステムによる施業集約化支援 ➢原木販売管理システムによる需給マッチングの円滑化 ➢架線系施業支援システムによる架線索張設計の効率化	➢原木市場管理システムによる市場業務全般のサポート ➢受発注管理システムによる相対販売 ➢生産情報システムによる最適な伐採造材の情報の共有化 ➢直送支援システムによる検知省力化
数量	モデル地区の施業数量	551m³	421m³	890m³
	協議会全体の取扱数量	11,194m³	9,720m³	32,000m³
効果（＋）	費用削減	1,570 円/m³	419 円/m³	166 円/m³
	販売価格向上 ※	200 円/m³	200 円/m³	200 円/m³
	効果額計	1,770 円/m³	619 円/m³	366 円/m³
費用（－）	システム投資額計	765 円/m³	285 円/m³	51 円/m³
	システム運用経費計	89 円/m³	276 円/m³	19 円/m³
	費用計	854 円/m³	561 円/m³	70 円/m³
導入効果額		916 円/m³	58 円/m³	296 円/m³

販売価格向上：本報告では一律 200 円/m³ と想定。

4.2.3. 定性評価

上記の各地域協議会により把握された、導入技術による定性的な効果を表 4-9 に示す。情報共有や事務ミスの防止、労働安全衛生等の項目が挙げられている。

表 4-9　地域協議会ごとのスマート林業導入に係る定性評価

項目	分類	項目	内容
福島県	森林管理	境界明確化確認	境界明確化の成果としての境界をクラウド上で確認し、その中の地形や資源量を把握できる。
		路網	レーザ計測時点の路網の配置を確認し、路網の状況について登録・共有ができる。
		周囲測量	間伐等の周囲測量について GNSS 機器を用いて、絶対座標を持つ GIS データ化までの工数を削減し、施業履歴の蓄積や、申請等の業務にも活用できる。
和歌山県	森林管理	森林クラウドシステム	適切な森林資源の管理（把握）ができる
	労働安全衛生	架線系施業支援システム	現地調査の手間や時間が削減できる。また、索張ワイヤーの種別選定や各種安全基準値を数値化することで安全性の向上が見込まれる。
	その他	架線系施業支援システム	現地調査だけでは不確定な地形の把握や高低差等が数値及び頭上で確認できるようになるため、元柱・先柱を再選定し最適な索張設計が可能となる。また、索張状況を地形に合わせて見える化できるため、索張の失敗（高度が足りない等）を回避できる。選定を再検討する度に必要となる現地調査の人員の削減にもつながる。ワイヤーの必要量が計算できるため、過分な資材が不要となる。労働基準監督署への届け出書類の自動出力ができる。
		原木販売管理システム	トレーサビリティにつながる。データベース化することで今後の施業の参考になる。
愛媛県	原木流通	荷受入力システム	出荷者が材を搬入した際に、出荷者情報、荷受量等を入力し預かり票を印刷する。 荷受数量・整理数量を集計し管理する。記載ミスの防止。材搬入者への対応の自動化。
		野帳入力システム	椪に関する情報をタップまたは音声で入力する。該当する椪の写真を撮影し、クラウドに送信する。 省力化の他、記載・入力ミスの低減等、事務作業の支援。
		Web 入札システム	買受者が ID とパスワードでログイン。椪の内容を写真とデータで確認し入札する。 業務ミスの低減。コロナ感染防止対策。
		受注管理システム	製材所が入力した発注量に対してコーディネーター（例：原木市場）が受注量及び連絡事項等を入力。 受注数量の明文化による原木市場等のデータ整理。
		採材シミュレーションシステム	標準地調査・レーザ計測データ等からの立木情報、製材所等からの需要情報、価格を決める市況情報等を元に対象林分の採材方法をシミュレーションする。最適な伐木、造材を求め、より精度の高い収支予想を立てる。

4.3. 福島県：いわき市持続可能な森林･林業推進会議（最終地域）

いわき市持続可能な森林・林業推進会議の取組について、同会議のスマート林業実践対策全体事業計画書（平成 31(2019)年 4 月）、令和 3 年度スマート林業構築普及展開事業マッチングミーティング【林業通信編】発表資料（令和 3(2021)年 12 月）、令和 3 年度スマート林業構築普及展開事業報告会発表資料（令和 4(2022)年 2 月）等に基づき報告する。図表は上記計画書、発表資料等からの引用である。なお、詳細は 7 章参照のこと。

4.3.1. 地域協議会の取組概要

（1） 取組目標

いわき市森林組合は、集約化とともに SGEC 森林認証を取得した約 6,800ha の森林管理を受託しており、あわせて境界明確化も進めている。一方で、平成 31(2019)年に認証林から生産された 12,293m³ のうち CoC 認証取得済の流通経路を通る材は 5,285m³ に限られている。図 4-2 に示すとおり、「認証林（集約化）の拡大及び計画的な施業」等の川上の課題と、「効率的な集材・運搬」や「認証材の安定需要」等の川中・川下の課題への対応もあわせて、新たな仕組み（森林認証 SCM）を利用し直送した認証材の取引量を 1,000m³ 以上とする全体目標も達成された。

事業の内容及びスケジュールを図 4-3 に示す。

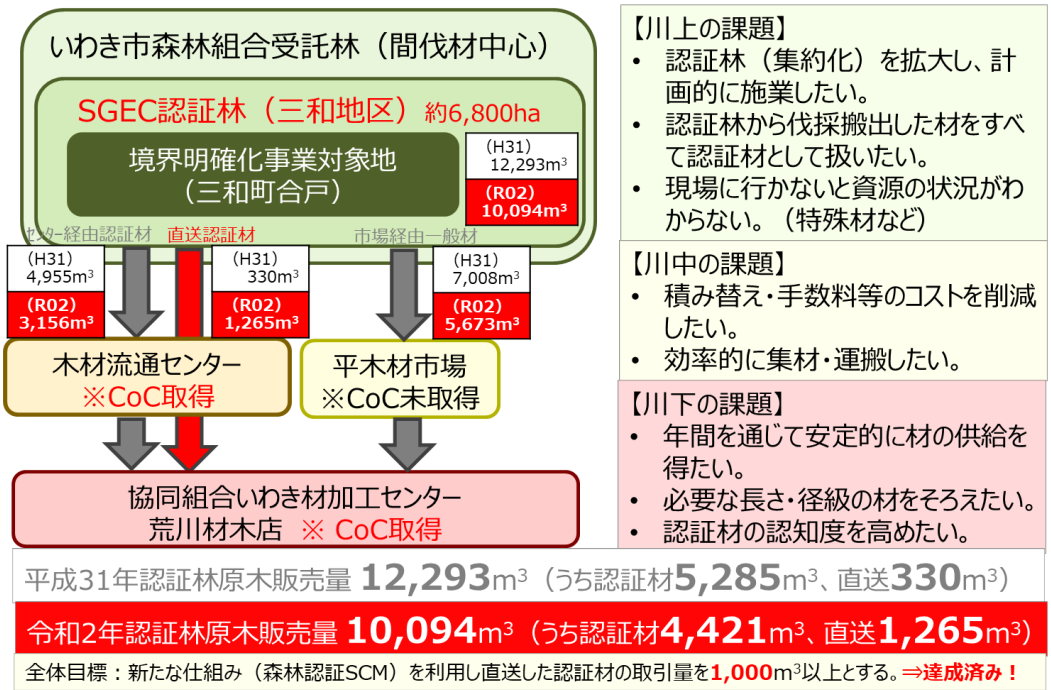


図 4-2　地域の現状と課題及び目標達成状況

図 4-3　事業の内容及びスケジュール

（2）　地域協議会の構成

いわき市持続可能な森林・林業推進会議は、図 4-4 に示すとおり、いわき市森林組合、いわき木材流通センター、木材製材協同組合（(株)荒川材木店ほか）、遠野興産(株)、(株)平木材市場などを中心に 3 つのワーキンググループを作って検討を進めている。

当地域の特徴として、市域と森林組合管轄域、県振興局管轄域が同一であり、連携しやすいことがあげられる。これまでの経緯から、川上～川中～川下での合意形成が進んでおり、課題の共有ができている状態から取組がスタートしている。

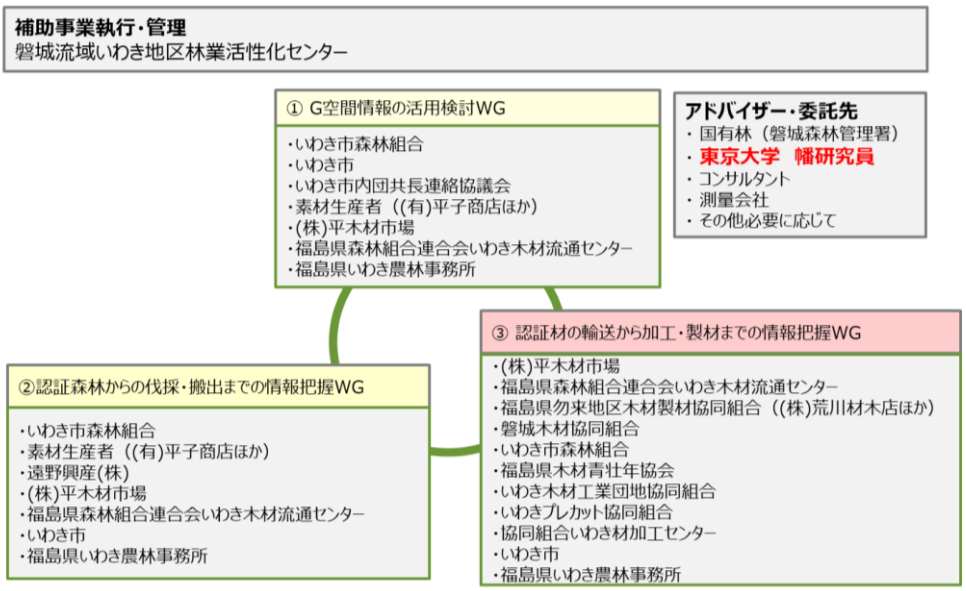


図 4-4　いわき市持続可能な森林・林業推進会議の構成

4.3.2. 今年度成果

(1)　森林情報の高度化･共有化

森林認証の取得（境界明確化、集約化）、航空レーザー計測のデータの整備など基盤の整ってきたいわき地域において、正確な位置情報の取得や情報共有の仕組みといった「G空間情報×ICT」技術を導入することにより、認証材の伐採、輸送、加工に関わるコストを削減するとともに森林所有者等への利益還元を実現することを目的としている。

このため、準天頂衛星「みちびき」を利用したGNSS測量により、境界明確化、造林補助金申請の効率化を実証した。準天頂衛星「みちびき」とは日本の衛星測位システムであり、準天頂軌道の衛星が常に日本周辺に位置しており、GPS単独より高精度で安定した衛星測位サービスを実現している。また、ビルの多い都市部や樹木の多い山間部でも、安定した測位が可能となる。

準天頂衛星が提供する測位方式には表4-10の3種類があり、森林域に適した精度の高い測位方式を確認するため、RTK測量を含めた表4-11の3機種で比較を行った。

（「3.2.1 準天頂衛星みちびき測位補強サービスの活用」p.23も参照）

表4-10　準天頂衛星「みちびき」の測位サービス

信号	サービス	略称	誤差
L1C/A	衛星測位サービス	ー	10m
L1S	サブメータ級測位補強サービス	SLAS	1m
L6	センチメータ級測位補強サービス	CLAS	数cm

表4-11　比較機種

機種（メーカー）	方式	アンテナ	機体
① QZNEO （株式会社コア）	SLAS	外部	+ アンテナ
② Chronosphere L6Ⅱ （株式会社コア）	CLAS	外部	
③ CM1 （株式会社コア）	RTK	外部	+ アンテナ

実証地は図4-5の林内、結果は図4-6のとおりである。なお、RTK測量は林内から通信できなかったため、後補正とした。本来精度が高いセンチメータ級のCLASは林内では精度が安定せず、サブメータ級のSLASが実用的と考えられた。なお、面積誤差（電子コンパスとSLASとの比較）は904m²に対し34m²（3.7%）であった。

以上より、森林内ではサブメータ級（SLAS）に対応したGNSS受信機の利用が実用的であると考えられる。

植栽密度 3000 本/ha
植被率 80-90%

図 4-5　実証地概要

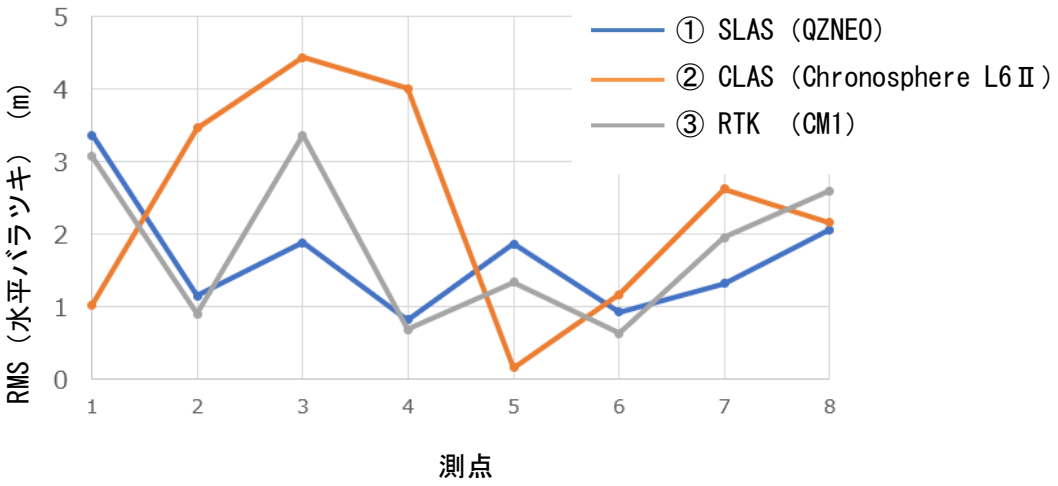


図 4-6　林内測点ごとの RMS（バラツキ）

いわき市森林組合でサブメータ級（SLAS）に対応した GNSS 受信機（Spectra Geospatial SP20）を購入し、運用したところ（図 4-5）、従来の電子コンパス測量では計画図等の地図情報との重ね合わせが手動で手間が掛かっていたが、GNSS 機器での測量結果は絶対位置座標を持ち、計画図等との重ね合わせが容易になった。人工削減効果（10ha 当たり）は、電子コンパス 7.0 人日から GNSS 6.3 人日へ 1 割減となった。GNSS を使用すると一人での測量が可能だが、安全管理上は二人が望ましい。このため、周囲測量においては GNSS をそれぞれ持った 2 人が反対方向に周囲測量をし、最後に合流するという運用方法が考えられる。準天頂衛星を受信できる GNSS 機器の活用及び位置情報の活用の詳細は図 4-7 のとおりである。

今後、造林補助金の周囲測量に活用するとともに、クラウド上に所有界、路網の通行可否、レーザ計測による森林資源量、土場情報などを集約し、運用していくこととなる。

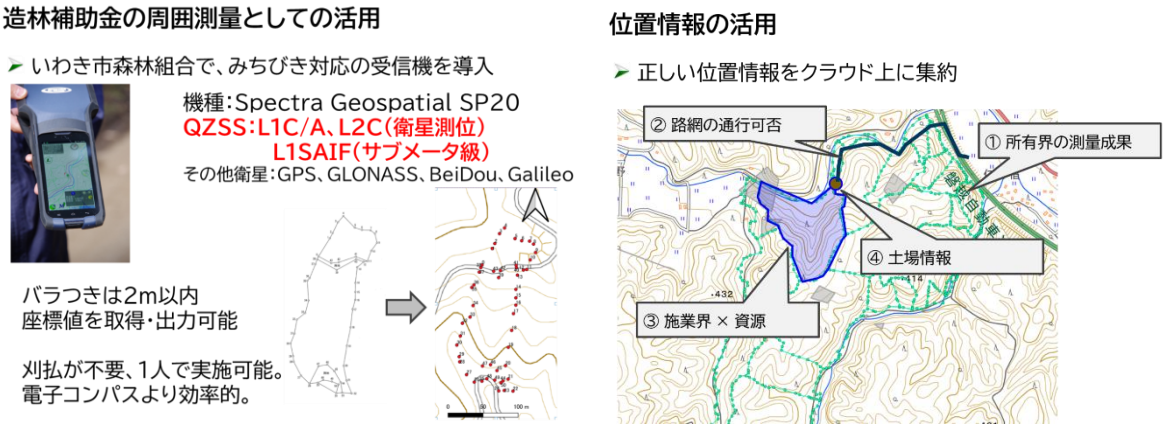


図 4-7　準天頂衛星を受信できる GNSS 機器の活用（左）及び位置情報の活用（右）

(2)　経営の効率性・採算性向上

川上から川下までの情報共有のための森林認証 SCM クラウドシステムの詳細は図 4-8、図 4-9 のとおりである。GNSS で測量した境界明確化（施業地）範囲に対し、航空レーザ計測による森林資源量も用いて伐採計画を作成する（図 4-10）。特徴としては、伐採計画に対し複数の土場を設定し、需要者と情報共有する点である（図 4-11）。また、トラック配車に必要な情報として、航空レーザ計測による地形情報から作成した路網情報が搭載され、通行可能情報の登録、共有ができるようになっている（図 4-12）。

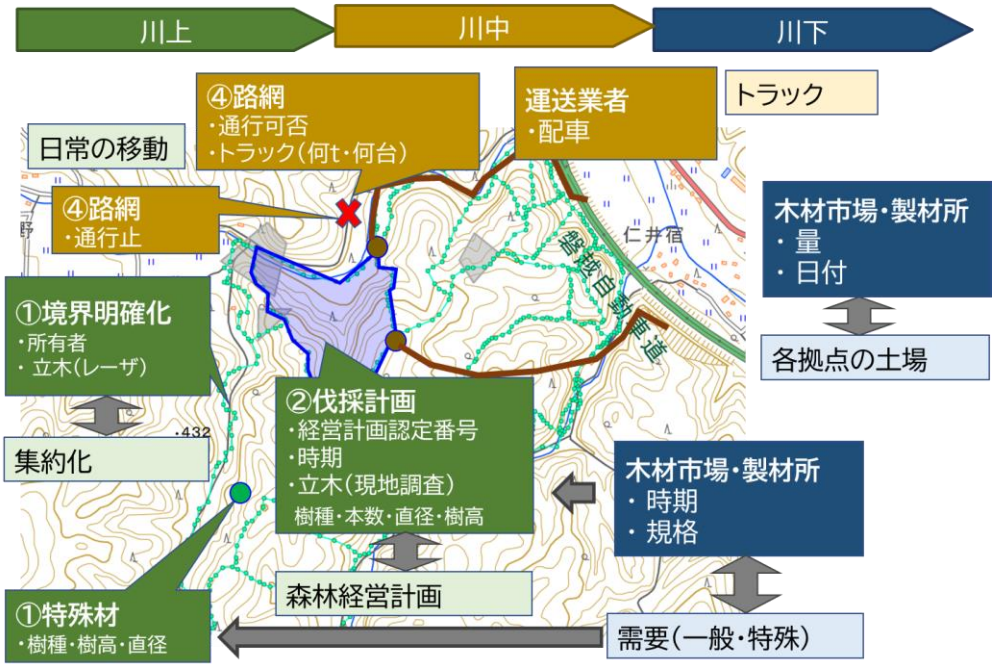


図 4-8　森林認証 SCM のイメージ（搭載情報）

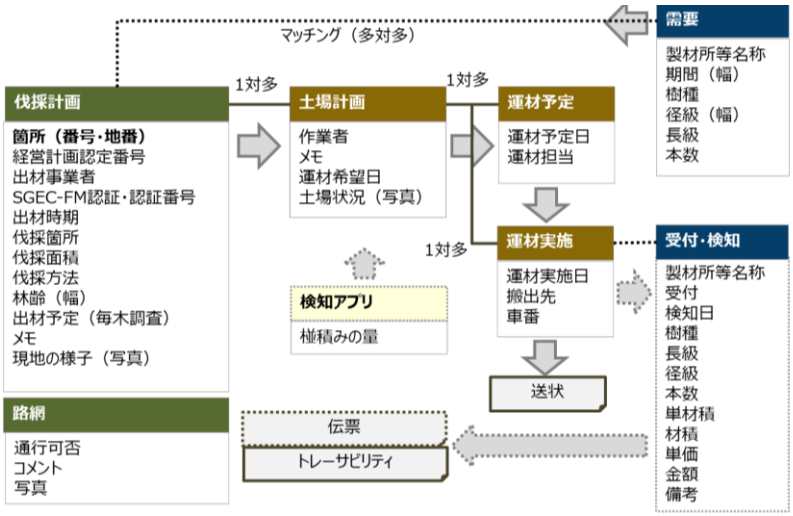


図 4-9　森林認証 SCM のイメージ（トレーサビリティ）

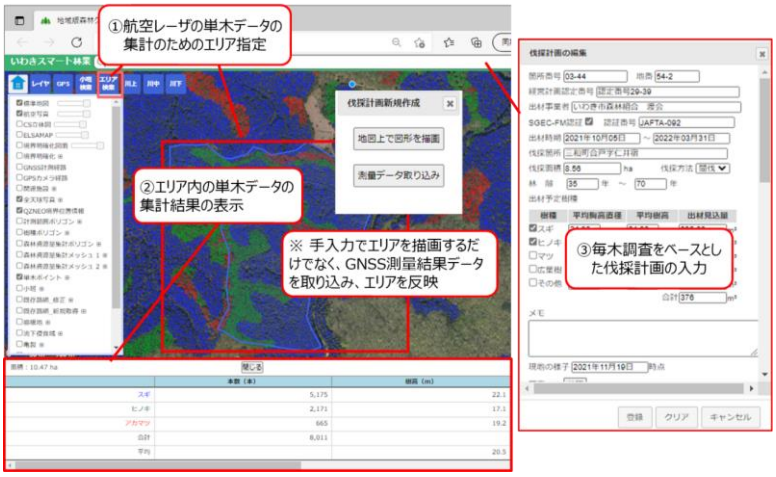


図 4-10　航空レーザ計測による森林資源量をもとにした伐採計画の作成

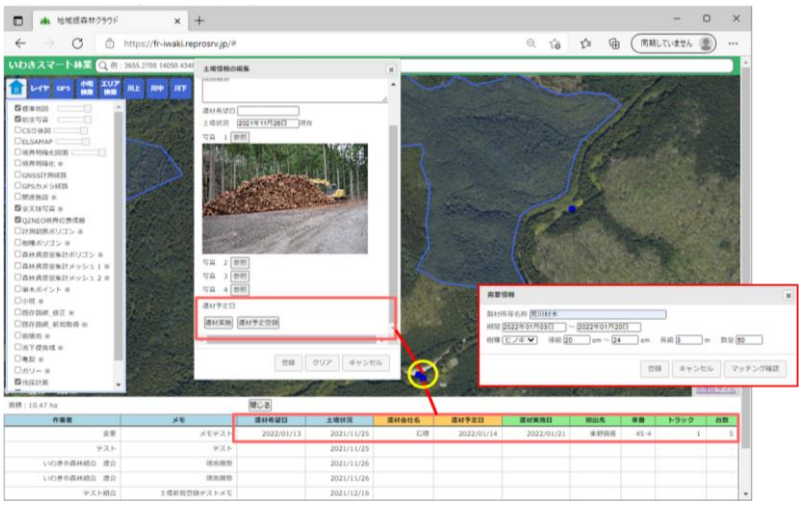


図 4-11　伐採計画に対する複数の土場情報設定

現地では、航空レーザによる路網情報が取得できた後、台風の影響により通行できない路網が発生した。また、特殊材の運搬など、トラックが通行できるかどうかは都度現地を確認する必要があった。
そこで、通行状況や通行可能なトラック、現場の状況写真を登録し、共有できる機能を搭載した。
通行状況については、路線に対するよりは箇所に対する情報となるため、ポイントで登録でき、アイコンで状況を可視化できる機能とした。

図 4-12　路網情報

(3)　スマート林業技術を導入による全体的な効果

本事業でスマート林業技術を導入したことにより、表 4-12 のとおり川上側で－720 円/m³、川中側で－850 円/m³、合計で－1,570 円/m³ のコスト削減効果があった。（ただし、システムの投資及び運用に係る費用は除く。）

また、森林管理に係る次の定性的な効果があった。

○境界明確化確認：

境界明確化の成果としての境界をクラウド上で確認し、その中の地形や資源量を把握できる。

○路網：

レーザ計測時点の路網の配置を確認し、路網の状況について登録・共有ができる。

○周囲測量：

間伐等の周囲測量について GNSS 機器を用いて、絶対座標を持つ GIS データ化までの工数を削減し、施業履歴の蓄積や、申請等の業務にも活用できる。

表 4-12　本事業でスマート林業技術を導入したことによるコスト削減効果

全体のコスト比較（円/m³あたり）赤字：コスト増、青字：コスト減

工程	項目	負担	従来方式	森林認証SCM	効果	比率
伐採	（委託）	川上				
	周囲測量	川上	181	163	－18	90%
	搬出検知	川上	156	104	－52	67%
流通	運賃	川上	1,900	2,100	+200	111%
	手数料	川上	500	400	－100	80%
	配列料	川上	750		－750	—
		計	3,487	2,767	－720	79%
	運賃	川下	1,200		－1,200	—
	市場積込	川下	400		－400	—
	選別費	川下		750	+750	—
		計	1,600	750	－850	47%
合 計			5,087	3,517	－1,570	69%

4.3.3. 今後の展開について

今後の展開については、図 4-13 及び表 4-13 のとおりである。構築したクラウドの実運用に向けて、維持管理費の確保や運用の中で必要となった改良などが課題と言える。

いわき市森林組合が中心となった協議会であるが、今後、他の林業事業体への普及を目指して、まずは川上の情報（境界・資源・伐採計画・土場）を共有していくことで、材の運送・取引の効率化につながり、需要に応えることで森林所有者にも還元される。この共有を実証地域以外の認証林にも拡大する。さらに認証林を拡大し、量を確保していくことで、認証材の需要にも応えていく体制を確立する。県内の他地域では、一部森林認証の活用が見られるものの、全県で連携するには、取引の手法の違い等、課題が多い。

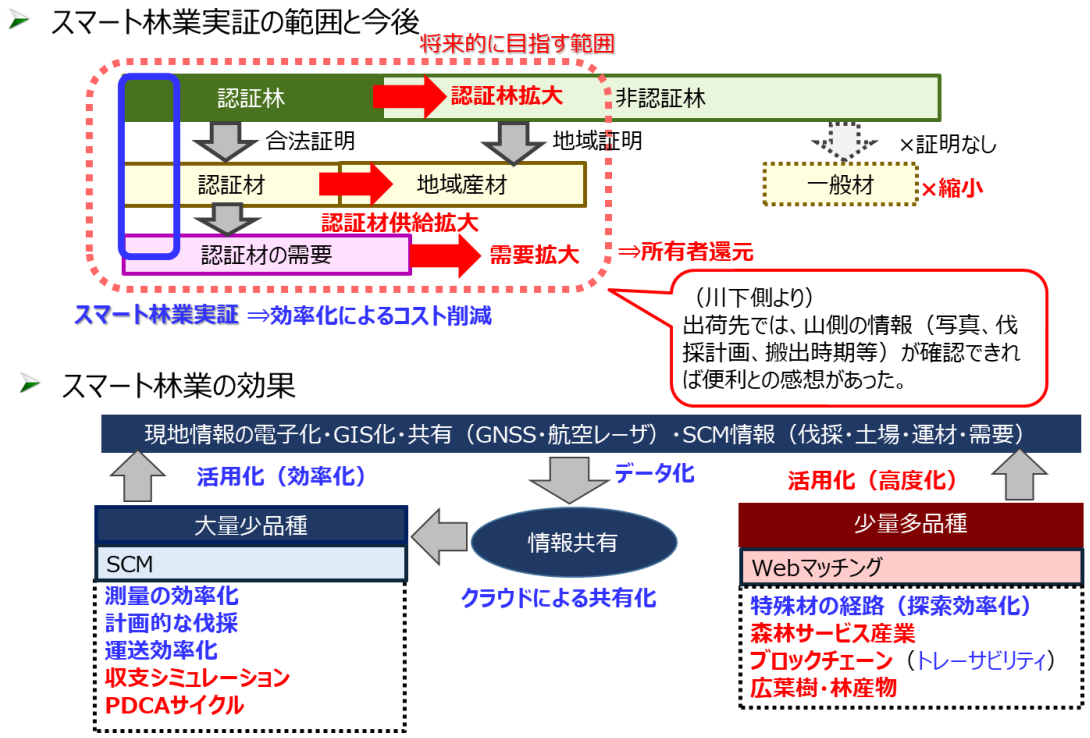


図 4-13　スマート林業実証の範囲と今後（上）　スマート林業の効果（下）

（青字：本事業、赤字：今後）

表 4-13　協議会の継続について

協議会の継続主体	いわき市持続可能な森林・林業推進会議
都道府県の単独事業等による支援の有無	●単独事業を検討中
利用したシステムの販売、維持管理など	●GNSS 機器およびソフトウェアの利用（45 万円/年） ●地域版森林クラウドの維持管理費（100 万円/年）
新たに取り組みたい事柄	●森林認証 SCM の拡大による所有者還元（収支シミュレーション・特殊材のマッチング等）
協議会の継続にけた課題	●福島県、いわき市の協力

4.4. 和歌山県：紀中地域林業躍進プロジェクト推進協議会（最終地域）

紀中地域林業躍進プロジェクト推進協議会の取組について、同会議のスマート林業実践対策全体事業計画書（平成 31(2019)年 4 月）、令和 3 年度スマート林業構築普及展開事業報告会発表資料（令和 4(2022)年 2 月）等に基づき報告する。図表は上記計画書、発表資料等からの引用である。なお、詳細は 7 章参照のこと。

4.4.1. 地域協議会の取組概要

（1） 取組目標

紀中地域の日高川町・印南町には、伐期齢(50 年生以上)に達した豊富な森林資源が存在する。具体的には、伐期齢以上のスギ・ヒノキが、それぞれ 2,524 千 m^3・1,445 千 m^3（いずれも令和元年時点）もの蓄積を有している。

平成 28(2016)年に当地域にあった 4 組合が合併し、紀中森林組合が発足した。それ以前は搬出間伐を主としており、直送販売等は小径木やパルプ用材に限られるなど、木材需給情勢を反映した販路形成が確立されていない状況にあった。同組合発足後、平成 29(2017)年に素材生産における、異業種との連携や協定締結を行った。また紀中地域林業躍進プロジェクトがスタートし、前述協定締結後、累計で約 13,600m^3 の素材が生産され、うち約 11,000m^3 が協議会員で需給されている。

一方で、川上では計画的な素材生産事業地の確保や素材生産量の増加、川中では原木の効率的な数量把握（検知）・在庫管理や配送の最適化、川下では原木の安定調達体制の確立と原木の調達・配送計画の最適化が、それぞれ課題となっており、解決策として、川上から川下まで連携したサプライチェーンの構築を目指すこととしている。

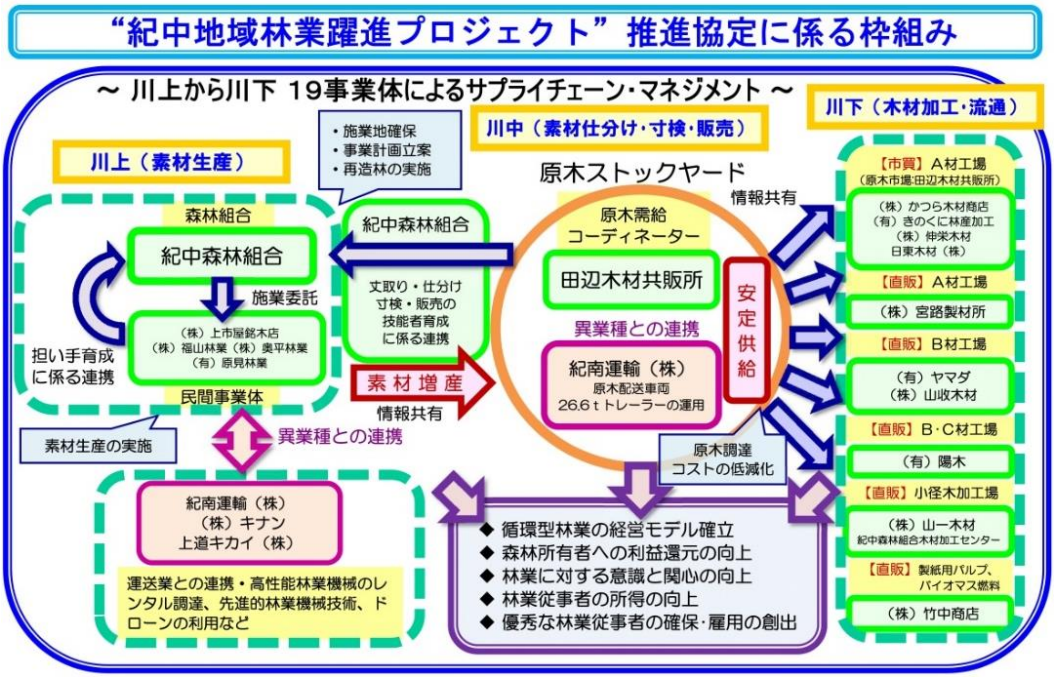


図 4-14 “紀中地域林業躍進プロジェクト”推進協定に係る枠組み

表 4-14　実施概要及び数値目標

テーマ	取組目標
サプライチェーンの構築	年間の施業提案量を面積比で 30%程度拡大し、施業提案から素材生産、木材流通に至るトータルコストを 20%程度削減
	地域材の供給・利用料の増加(7,840m3<H27>⇒24,300m3<R3>)
	直販土場における検知技能者育成（紀中森林組合 1 名<R3>）
	林業就労者（素材生産）の育成（紀中森林組合<R3>）

（2）　地域協議会の構成

紀中地域林業躍進プロジェクト推進協議会は、和歌山県・印南町・日高川町・公社と、3 団体 17 企業で構成されている。川上から川下まで 19 事業体によって、既にサプライチェーンが構築されていることが特徴と言える。

図 4-15　紀中地域林業躍進プロジェクト推進協議会の構成

紀中地域林業躍進プロジェクト推進協議会
構 成 員 名 簿

	役　職	団 体 名	所 在 地	備　考
協議会構成員	会長	印南町	日高郡印南町大字印南2570	※町長
	副会長	日高川町	日高郡日高川町大字土生160	※町長
	監事	和歌山県日高振興局 農林水産振興部	御坊市湯川町財部651	※部長
	代表監事	和歌山県森林組合連合会	和歌山市湊通り丁南4-18	※会長
	副会長	紀中森林組合	日高郡日高川町大字寒川223	※組合長
	委員	株式会社上市屋銘木店	西牟婁郡すさみ町周参見2547-3	
	〃	株式会社福山林業	西牟婁郡すさみ町周参見2841-1	
	〃	株式会社奥平林業	田辺市東山2-18-15	
	〃	有限会社原見林業	日高郡日高川町大又97	
	〃	(一社)わかやま森林と緑の公社	和歌山市和歌浦西2-1-22	
	〃	西牟婁森林組合	田辺市鮎川597-101	※組合長
	〃	有限会社ヤマダ	御坊市名田町野島3260	
	〃	有限会社陽木	御坊市名屋205	
	監事	株式会社竹中商店	御坊市塩屋町北塩屋676-51	
	委員	株式会社宮路製材所	御坊市島946-5	
	〃	株式会社かつら木材商店	西牟婁郡すさみ町周参見3719-5	
	〃	有限会社きのくに林産加工	西牟婁郡すさみ町周参見1704	
	〃	株式会社伸栄木材	西牟婁郡上富田町岡2	
	〃	日東木材株式会社	田辺市新庄町11	
	〃	株式会社山收木材	田辺市中辺路町川合1298	
	〃	株式会社山一木材	新宮市新町2-1-5	
	〃	紀南運輸株式会社	新宮市佐野3-12-18	
	〃	株式会社キナン和歌山営業所	和歌山市布引710-2	
	〃	上道キカイ株式会社	新宮市新宮8001-135	
協議会運営	委員	印南町企画産業課	日高郡印南町大字印南2570	※課長
	事務局長	日高川町林業振興課	日高郡日高川町大字川原河202	※課長
	委員	和歌山県森林･林業局 林業振興課低コスト林業班	和歌山市小松原通1-1	※班長
	〃	和歌山県日高振興局 農林水産振興部林務課	御坊市湯川町財部651	※課長
	〃	和歌山県森林組合連合会	和歌山市湊通り丁南4-18	※専務

4.4.2. 今年度成果

(1)　施業集約化の効率化･省力化

航空レーザ計測データ等を「森林施業カルテシステム」で活用することにより、森林調査・施業提案といった業務の効率化が可能となった。現地調査及び施業提案書の作成業務においては、工数の減少、必要経費の低減が確認された。また、利用材積ベースの立木評価については、スギ・ヒノキいずれの場合も、素材生産実績に対して、本システム導入前よりも導入後の方が誤差が小さい結果となった。

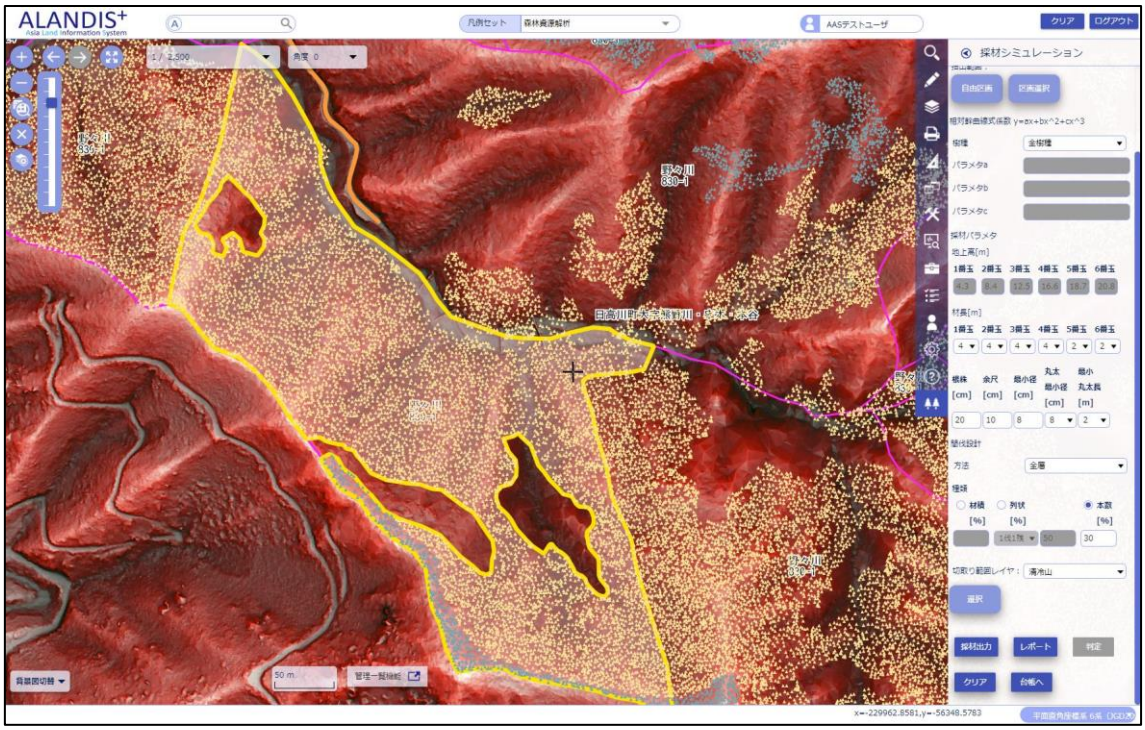


図 4-16　森林施業カルテシステム画面

表 4-15　森林施業カルテシステム実証結果

業務区分	林業ICT技術導入前	林業ICT技術導入後
森林資源情報の取得（毎木調査等）及び施業提案書作成に関する業務	**高精度森林資源情報の活用並びに森林施業カルテシステム導入前**	**高精度森林資源情報の活用並びに森林施業カルテシステム導入後**
①現地調査（毎木調査） ②施業提案書作成業務（資料整理、立木評価を含む）	※紀中森林組合職員と日高振興局林務課職員が実施 ① 輪尺及び樹高計（トゥルーパルス）計測 20m×20m（400m2/プロット）※0.04ha/箇所 工数（員数）　2.50人/ha（20.00時間） ② 立木評価資料及び施業提案書作成 工数（員数）　1.69人/ha（13.50時間） ①～②にかかる業務 工数（員数）　4.19人/ha（33.50時間） 4.19人/ha×19,300円/人・日=80,867円/ha **合計：工数（員数）4.19人/ha（33.50時間） ：必要経費80,867円/ha（税抜き）**	※アジア航測株式会社技術者と日高振興局林務課職員が実施 ① 高精度森林資源情報の取得（航空レーザ計測等） 林業支援システム（紀林プロ・森林クラウドシステム） 工数（員数）　1.44人/ha（11.50時間） ② 立木評価資料及び施業提案書作成（森林施業カルテシステム） 工数（員数）　0.63人/ha（ 5.00時間） ①～②にかかる業務 工数（員数）　2.07人/ha（16.50時間） 2.07人/ha×19,300円/人・日=39,951円/ha **合計：工数（員数）2.07人/ha（16.50時間） ：必要経費39,951円/ha（税抜き）**
③スギの立木評価精度（利用材積ベース） ※スギの素材生産実績 V=176.459m3/ha ④ヒノキの立木評価精度（利用材積ベース） ※ヒノキの素材生産実績 V=129.052m3/ha	③ スギの立木評価（利用材積ベース） 評価材積　203.388m3/ha 素材生産実績との誤差　＋15.29% ④ ヒノキの立木評価（利用材積ベース） 評価材積　118.298m3/ha 素材生産実績との誤差　－ 8.33%	③ スギの立木評価（利用材積ベース） 評価材積　172.562m3/ha 素材生産実績との誤差　－2.21% ④ ヒノキの立木評価（利用材積ベース） 評価材積　123.409m3/ha 素材生産実績との誤差　－4.37%

表 4-16　森林施業カルテシステム導入効果

項目	効果		
	導入前	導入後	差分
工数	4.19 人/ha	2.07 人/ha	2.12 人/ha の効率化
必要経費	80,867 円/ha	39,951 円/ha	40,916 円/ha の経費削減

（2）　経営の効率性･採算性向上

架線系施業支援システムの導入によって、架線索張設計案を机上で行えるようになり、経験の少ない架線技術者への技術的フォローや、技術者の育成支援に活用できるようになった。現地調査だけでは把握の難しい高低差等地形の認識が、数値及び図上で可能となるため、元柱・先柱位置の選定を改善することで、最適な索張設計案の作成が可能となるほか、高度が足りないといった索張の失敗・張り直しなどを回避できる。さらにワイヤーの必要量が計算できるため、資材の過不足も防ぐことができる。また、索張ワイヤーの種別選定や安全荷重を数値化できることによって、安全性の向上も期待できる。

図 4-17　架線系施業支援システムにより効率化される業務の例

表 4-17　架線系施業支援システム実証結果

業務区分	林業ICT技術導入前	林業ICT技術導入後
架線系（長尺架線）林産事業実施にかかる設計等に関する業務	架線系施業支援システム導入前	架線系施業支援システム導入後
①現地調査（1回目） ・施業区域と荷降ろしヤードの確認（位置情報の取得） ・主索設置位置（案）の確認（位置情報の取得） ②資料作成（予備設計）業務 ・現地調査結果の取りまとめ ・主索設置位置（案）に基づく縦断面図作成及び元柱・先柱設置位置の最適化 ・主索設置位置（案）に基づく集材可能範囲の確認及び最適化 ③現地調査（2回目） ・主索設置位置（元柱・先柱）の選定（位置情報の取得） ・集材機（ヤーダ）設置位置の選定（位置情報の取得） ・各種ガイドブロック設置位置の選定（位置情報の取得） ④本設計等業務 ・林業用集材架線（エンドレスタイラー式）の設計業務 ・林業用集材架線（エンドレスタイラー式）の索張平面図、索張縦断面図の作成 ・林業用集材架線（エンドレスタイラー式）集材計画図（ローシングブロックの引き込み範囲）の作成 ・労働基準監督署への設置届等申請書類の作成業務	※(株)福山林業林産班員が実施 ① 現地調査（1回目） 工数（員数）　15.00人/6.90ha （120.00時間） ② 資料作成（予備設計） 工数（員数）　3.00人/6.90ha （ 24.00時間） ③ 現地調査（2回目） 工数（員数）　10.75人/6.90ha （ 86.00時間） ④ 本設計等業務 工数（員数）　2.50人/6.90ha （ 20.00時間） ①～④にかかる業務 工数（員数）　31.25人/6.90ha 必要経費603,125円/6.90ha（税抜き） 合計：工数（員数）4.53人（36.24時間）/ha 必要経費87,409円/ha（税抜き）	※（株）福山林業と日高振興局林務課職員が架線系施業支援ｼｽﾃﾑを操作 ① 現地調査（1回目）※現地調査を含む 工数（員数）　2.88人/6.90ha （23.04時間） ② 資料作成（予備設計） 工数（員数）　0.63人/6.90ha （ 5.04時間） ③ 現地調査（2回目）※現地調査を含む 工数（員数）　5.75人/6.90ha （46.00時間） ④ 本設計等業務 工数（員数）　1.25人/6.90ha （10.00時間） ①～④にかかる業務 工数（員数）　10.51人/6.90ha 必要経費202,843円/6.90ha（税抜き） 合計：工数（員数）1.52人（12.18時間）/ha 必要経費29,398円/ha（税抜き）

表 4-18　架線系施業支援システム導入効果

項目	効果		
	導入前	導入後	差分
工数	4.53 人/ha	1.52 人/ha	3.01 人/ha の効率化
必要経費	87,409 円/ha	29,398 円/ha	58,011 円/ha の経費削減

(3)　需給マッチングの円滑化

原木管理販売システムの導入によって、原木販売管理にかかる検知作業の省力化及び販売事務・配送にかかる業務の効率化が可能となった。既に令和元(2019)年度に導入済みの原木検知システムと、原木販売管理システムを連携させることによって、素材生産から原木需給までの情報がリアルタイムで共有可能となった。また製材事業者は、合理的かつ効率的な原木の調達計画や配送計画を作成できる。加えて原木の生産地・森林所有者・合法木材・森林認証といった、トレーサビリティに関する情報も一元管理することができる。

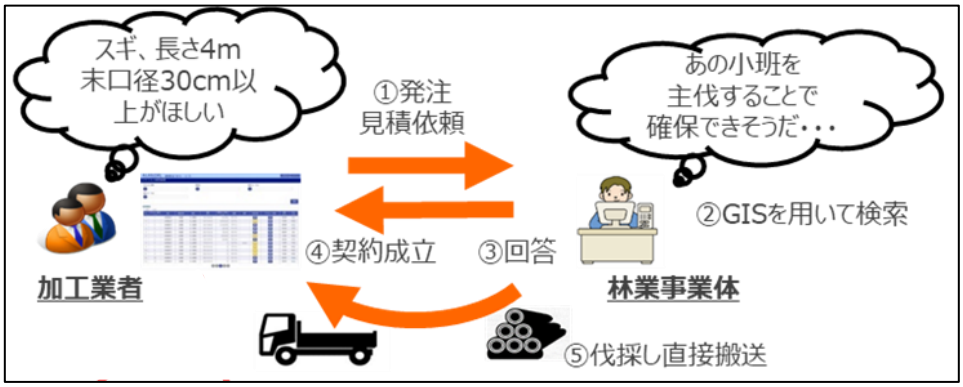
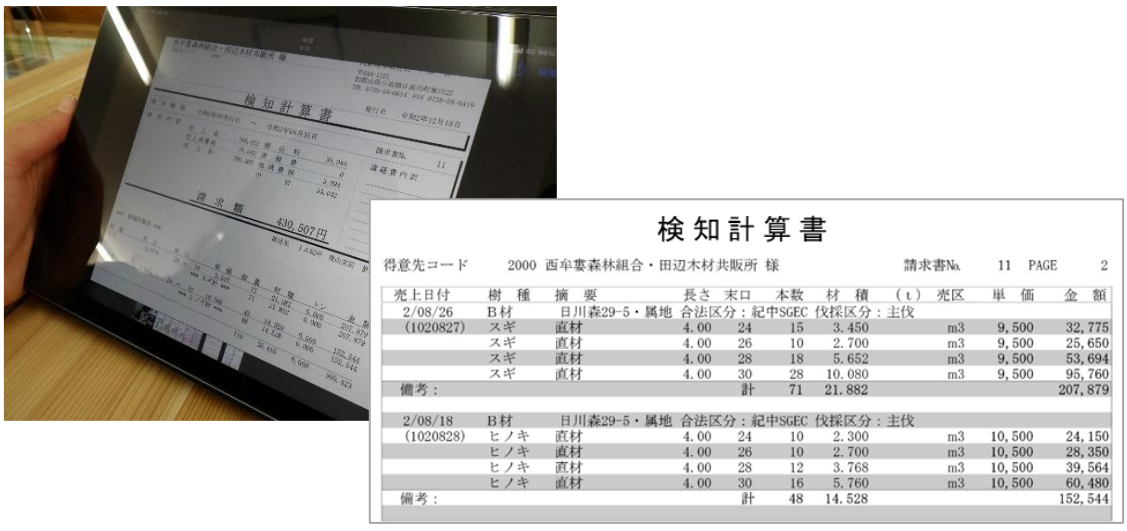


図 4-18　サプライチェーンの連携イメージ


検 知 計 算 書

得意先コード　2000 西牟婁森林組合・田辺木材共販所 様　　請求書No. 11 PAGE 2

売上日付	樹種	摘要	長さ	末口	本数	材積	(t)	売区	単価	金額
2/08/26	B材	日川森29-5・属地 合法区分：紀中SGEC 伐採区分：主伐								
(1020827)	スギ	直材	4.00	24	15	3.450		m3	9,500	32,775
	スギ	直材	4.00	26	10	2.700		m3	9,500	25,650
	スギ	直材	4.00	28	18	5.652		m3	9,500	53,694
	スギ	直材	4.00	30	28	10.080		m3	9,500	95,760
備考：				計	71	21.882				207,879
2/08/18	B材	日川森29-5・属地 合法区分：紀中SGEC 伐採区分：主伐								
(1020828)	ヒノキ	直材	4.00	24	10	2.300		m3	10,500	24,150
	ヒノキ	直材	4.00	26	10	2.700		m3	10,500	28,350
	ヒノキ	直材	4.00	28	12	3.768		m3	10,500	39,564
	ヒノキ	直材	4.00	30	16	5.760		m3	10,500	60,480
備考：				計	48	14.528				152,544

図 4-19　原木販売管理システムの利用イメージ

表 4-19　原木販売管理システム実証結果

業務区分	林業ICT技術導入前	林業ICT技術導入後
原木仕分け・寸検（検知）・販売管理に関する業務	原木仕分け・寸検（検知）・販売管理システム導入前	原木仕分け・寸検（検知）・販売管理システム導入後
①入荷材の仕分け・寸検（検知）作業 ②検知野帳データの取りまとめ作業（検知計算書作成） ③原木販売価格・得意先情報の入力 ④送り状（納品書）の作成 ⑤在庫状況の確認作業 ⑥未引き取り材リスト（在庫管理リスト）の作成 ⑦条件整備・連絡調整（配送計画等） ⑧精算書・請求書等の作成 ⑨販売実績の記録（データベース化）	＜仕分け・直販土場入荷材積が50m3＞ ①，② ※西牟婁森林組合・田辺木材共販所職員が実施 フォークリフト作業 工数（員数）0.38人/日（3.00時間） 仕分け・寸検（検知）作業 工数（員数）0.12人/日（1.00時間） 工数（員数）0.50人/日（4.00時間） ③～⑨にかかる業務 ※西牟婁森林組合・田辺木材共販所職員が実施 工数（員数）0.50人/日（4.00時間） ①～⑨にかかる業務 工数（員数）1.00人/日（8.00時間）	＜仕分け・直販土場入荷材積が50m3＞ ①，② ※①は、西牟婁森林組合・田辺木材共販所職員が実施 ②は、紀中森林組合・検知技能育成職員が実施 フォークリフト作業 工数（員数）0.38人/日（3.00時間） 仕分け・寸検（検知）作業 工数（員数）0.06人/日（0.50時間） 工数（員数）0.44人/日（3.50時間） ③～⑨にかかる時間 ※紀中森林組合・検知技能育成職員が実施 工数（員数）0.09人/日（0.75時間） ＊内訳）③10分、④10分、⑦15分、⑧10分 ⑤⑥⑨はシステム上自動処理される ①～⑨にかかる業務 工数（員数）0.53人/日（4.25時間）
	原木（A材）1,000m3に換算 （1,000m3/50m3）×1.00人/日=20.00人 合計：工数（員数）20.00人（160.00時間）/1,000m3 必要経費386,000円/1,000m3（税抜き） （386円/m3（税抜き））	原木（A材）1,000m3に換算 （1,000m3/50m3）×0.53人/日=10.60人 合計：工数（員数）10.60人（84.80時間）/1,000m3 必要経費204,580円/1,000m3（税抜き） （204円/m3（税抜き））

表 4-20　原木販売管理システム導入効果

項目	効果		
	導入前	導入後	差分
工数	20.00 人/1,000m^3	10.60 人/1,000m^3	▲9.40 人/1,000m3 の効率化
必要経費	386 円/m^3	204 円/m^3	181 円/m^3 の経費削減

(4)　スマート林業技術を導入による全体的な効果

本事業でスマート林業技術を導入したことにより、表 4-21 のようなコスト削減効果（ただし、システムの投資及び運用に係る費用は除く）、定性的な効果として表 4-22 の効果があった。

表 4-21　本事業でスマート林業技術を導入したことによるコスト削減効果

項目			採用技術（データ・システム・機器）	対象数量	導入前		導入後		差額
				m3/箇所 m3/年	総額 円	単価 円/m3	総額 円	単価 円/m3	単価 円/m3
効果	費用削減	伐採計画	森林施業カルテシステム	631	104,220	165	52,110	83	82
			架線系施業支援システム	631	118,002	187	39,687	63	124
		販売経費	iFovea ※画像検知	631	29,471	47	23,382	37	10
			きこりくん(改) ※音声入力検知	631	23,869	38	10,107	16	22
			樹乃庫(改)	631	243,566	386	129,089	205	181
	効果額計								419

表 4-22　システム導入による定性的な効果

項目	分類	項目	内容
和歌山県	森林管理	森林クラウドシステム	◎適切な森林資源の管理（把握）ができる
	労働安全衛生	架線系施業支援システム	◎現地調査の手間や時間が削減できる ◎索張ワイヤーの種別選定や各種安全基準値を数値化することで、安全性の向上が見込まれる
	その他	架線系施業支援システム	◎現地調査だけでは不確定な地形の把握や高低差等が数値　及び頭上で確認できるようになるため、元柱・先柱を再選定し最適な索張設計が可能となる ◎索張状況を地形に合わせて見える化できるため、索張の失敗（高度が足りない等）を回避できる。選定を再検討する度に必要となる現地調査の人員の削減にもつながる ◎ワイヤーの必要量が計算できるため、過分な資材が不要となる。 ◎労働基準監督署への届け出書類の自動出力ができる
	その他	原木販売管理システム	◎トレーサビリティにつながる ◎データベース化することで今後の施業の参考になる

4.4.3. 今後の展開について

今後の展開については、表 4-23 のとおりである。また、地域協議会員に意見聴取等を行い、実用（稼働）状況に合わせた改良に取り組むとともに、和歌山県森林クラウドシステム（仮称）の導入とも連携し、本事業で構築したシステムの全県的な普及に取り組む。

表 4-23　協議会の継続について

協議会の継続主体	紀中地域林業躍進プロジェクト推進協議会（継続）
都道府県の単独事業等による支援の有無	協議会の運営、事業実施について林業普及指導員が支援
利用したシステムの販売、維持管理など	・紀林プロ森林クラウドシステム　ｸﾗｳﾄﾞ利用料 1,210 千円 ・iFovea ライセンス料　177 千円 ・きこりくん（改）・樹乃庫（改）保守費用等　252 千円 ・セットアップ・更新等　1,716 千円
新たに取り組みたい事柄	・スマート林業の実践的活用促進に向けた、地域内外への普及活動（研修会等） ・現状システムでの AI 導入について継続して検討したい
協議会の継続に向けた課題	・運営主体を町役場から紀中森林組合へ移行（R6）した際の当該システム運用費用の確保及び利用料の徴収について ・素材の安定生産・安定供給体制の確立＝素材生産フィールドの確保促進

4.5. 愛媛県：愛媛県林材業振興会議（最終地域）

愛媛県林材業振興会議の取組について、同会議のスマート林業実践対策全体事業計画書（令和 2(2020)年 4 月）、令和 3 年度スマート林業構築普及展開事業報告会発表資料（令和 4(2022)年 2 月）等に基づき報告する。図表は上記計画書、発表資料等からの引用である。なお、詳細は 7 章参照のこと。

4.5.1. 地域協議会の取組概要

(1) 取組目標

愛媛県は、全国有数の林業県であり、民有林面積の 6 割を占める人工林のうち、11 齢級以上が約 7 割を占め、今後は豊富な人工林をより一層循環利用する必要がある。また、大型の CLT 工場やバイオマス発電所の稼働が開始することにより、急激に木材需要が高まってきており、愛媛県内での原木の需要量が 775 千 m3（平成 30(2018)年度）に対して、素材生産量が 523 千 m3（平成 30(2018)年度）と原木の供給量を増大させる必要がある。このため、愛媛県では、効率的な森林の管理と素材生産を目指し、ドローンや地上 3D レーザなどのデータを分析し、資源量や出材予測、施業時の収支計算を行うことができるシステム（木材増強システム）や愛媛版森林クラウドの構築などを実施してきた。

一方、原木需要者となる製材工場は、中小規模の工場が多いため、第三者による公正な価格形成が期待されることもあり、従来型の原木市場主体による原木の流通体制が発達してきたが、昨今の木材需要の高まりに応えるための、川上に製材工場等が必要とする原木情報を伝達することや、川上による工場への定時・定量出荷について課題を抱えている。

したがって、本事業では、林業事業体等による木材供給情報と原木市場や製材工場などの需要情報を見える化するために、ICT を活用した原木情報共有システムをクラウド上に構築することで、需給のミスマッチの解消や情報の共有化、林業事業体等が川下の要望に対して素早い対応をできる体制構築を目指すこととしている。

図 4-20 に取組の全体像、表 4-24 に実施概要及び数値目標を示す。

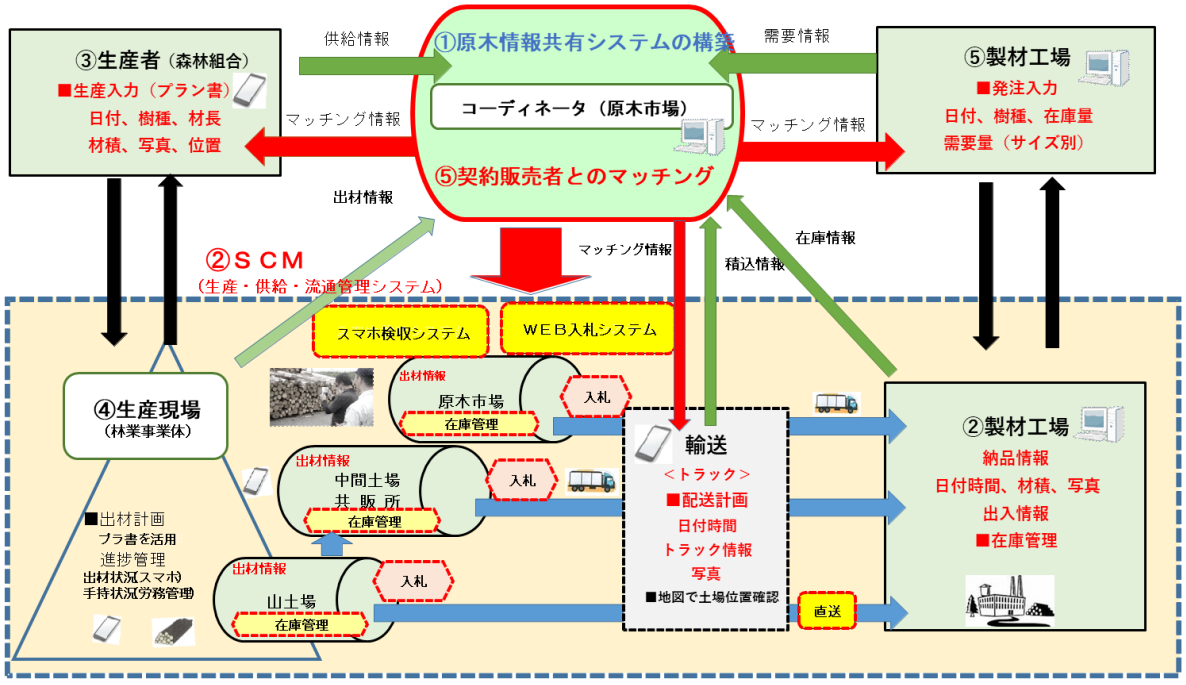


図 4-20　取り組みの全体像

表 4-24　実施概要及び数値目標

テーマ	実施概要	目標（数値）
需給マッチングの円滑化	原木情報共有システムの導入により、原木需要情報の見える化を実現し、省力化、採算性の向上を図る。	素材生産量の増産を目指す。（年間 22 万 m³（平成 31／令和元年(2019)年度）から年間 28 万 m³（令和 5(2023)年度））
	WEB 入札システムの導入による、入札参加者の増、入札事務の省力化・効率化、新たな商品価値の創出を目指す。	優良材の高付加価値化を目し、令和 5(2023)年度までに 10 製材加工場での導入。
	原木流通 SCM システムの導入により、需給マッチングの円滑化による、流通コストの削減を図る。	モデル地区でのノウハウを活かし、全県への展開を行う。

(2)　地域協議会の構成

愛媛県林材業振興会議は、表 4-25 に示す愛媛県森林組合連合会、5 森林組合、5 原木消費者などにより構成されている。また、専門部会として、愛媛県（行政、研究機関）と 3 市町村、6 林業団体、システム会社などによる委員会も設立・運営されている。

表 4-25　愛媛県林材業振興会議の構成

愛媛県林材業振興会議委員名簿　　令和２年８月１日現在

役職名	所　属	氏 名	職 名	備考
会　長	愛媛県森林組合連合会	高山　康人	代表理事会長	
副会長	（一社）愛媛県木材協会	菊池　正	会　長	
委　員	宇摩森林組合	苅田　耕一	代表理事組合長	
〃	いしづち森林組合	伊藤　康雄	代表理事組合長	
〃	松山流域森林組合	鈴木　一幸	代表理事組合長	
〃	久万広域森林組合	板﨑　鳴海	代表理事組合長	
〃	八西森林組合	河野　敏	代表理事組合長	
〃	（株）瓜守材木店	實田　貴史	代表取締役	
〃	愛媛ドライウッド（株）	小倉　暁	代表取締役	
〃	（有）成瀬製材所	成瀬　昭親	代表取締役社長	
〃	（有）露口製材所	露口　伸	代表取締役社長	
〃	大木坑木（有）宇和島出張所	二宮　政文	所　長	
〃	愛媛県森林組合連合会	井谷　渙郎	代表理事専務	学識経験者
〃	愛媛県森林土木協会	兵頭　誠亀	会　長	鬼北町長
監　事	伊予森林組合	松本　武文	代表理事組合長	
〃	宇和国産材加工協同組合	井上誠一郎	代表理事	

委員会　１６名

事務局長	愛媛県森林組合連合会 団体事務局	石橋　由幸	参与	
主　事	〃	渡部　明裕	参与	

事務局　　２名

○専門部会　　愛媛県スマート林業推進委員会　　Ｒ２．７．７設置

区分	所属	氏名	備考
県	森林局林業政策課	俊成　秀樹	座　長
県	森林局森林整備課	中屋　佳吾	
県	林業研究センター	小川　俊治	
市町	西条市林業振興課	高橋　修平	
市町	久万高原町林業戦略課	菅　隆則	
市町	西予市林業課	中城多喜恵	
林業団体	県森連	芝　芳亀	
林業団体	県木材協会	三好　誠治	
林業団体	県林研Ｇ連絡協議会	菊池俊一郎	
林業団体	県林業事業体会議	佐ヶ山幹彦	
林業団体	県木材市場連名	二宮　政文	
林業団体	県林業労働力確保支援センター	渡部　広行	
システム開発アドバイザー	県支援システム開発コンソーシアム	中村　裕幸	㈱woodinfo

専門委員会　　１３名

関係機関の担当者による　ワーキンググループ

１０名程度

4.5.2. 今年度成果

令和 2(2020)年度、令和 3(2021)年度は、久万地域でシステムの構築・実証を行い、令和 4(2022)年度以降に県下全域への展開を実施する予定となっている。

愛媛県の原木流通の主体となっている原木市場では、図 4-21 に示す流れで業務を行っている。また、原木市場での原木取引の方法は、大きく①相対取引（契約・付け売り等）と②入札取引の 2 つに分かれている。ヒアリングを行ったところ、原木市場では、相対取引の量の把握、原木の仕分と検収の効率化、入札参加者の増加による原木販売価格の向上を図りたいという意向があることがわかった。

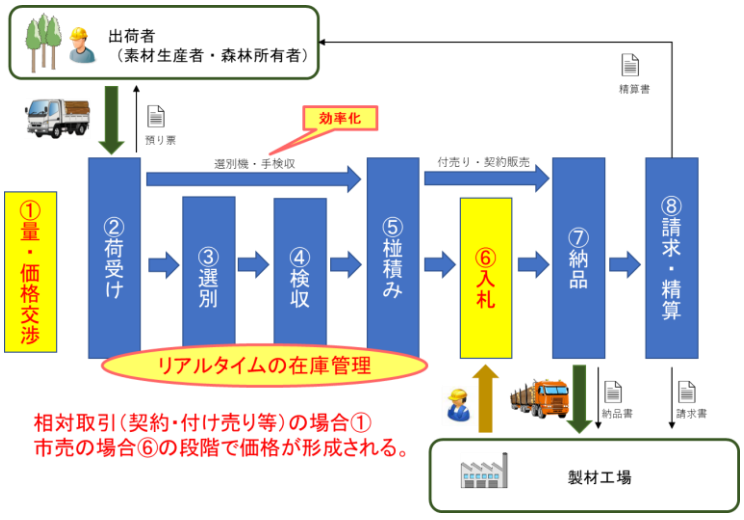


図 4-21　原木市場業務の流れ

次に、原木情報共有システムの概要を図 4-22 に示す。システムの主体として原木市場や原木コーディネーターを核としたシステムを構築することとした。新たな存在となす原木コーディネーターとしては、久万地域では、林野庁の「林業成長産業化地域創出モデル事業」において設立した地域商社、他地域では、原木市場、愛媛県森林組合連合会などを想定している。また、関係者へのヒアリングにより開発や既存システムの改修を行った。システムの主な機能について、表 4-26 に示す。

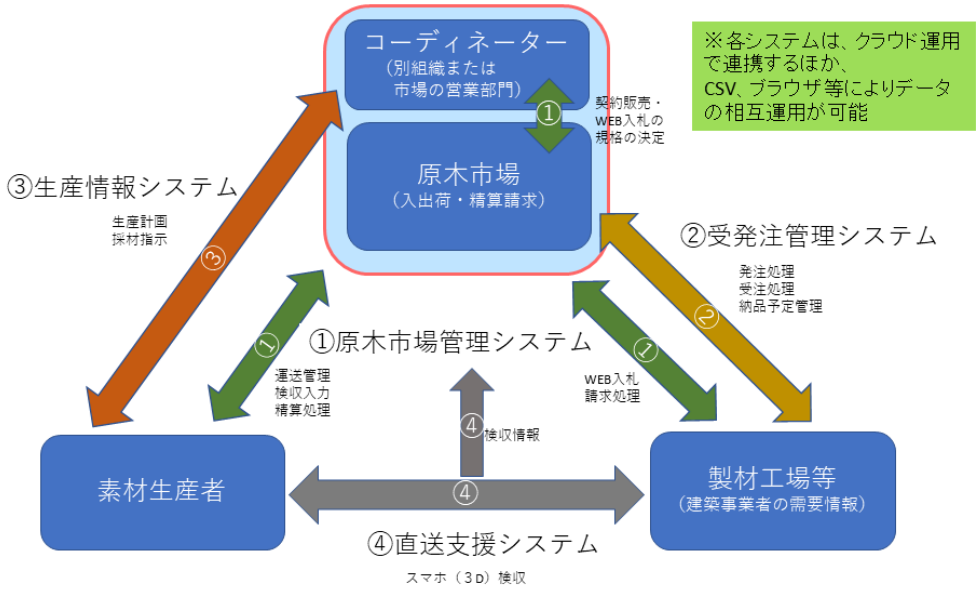


図 4-22　原木情報共有システムの概要

表 4-26　原木情報共有システムの主な機能

番号	システム	サブシステム	内　容	動作環境	開発方法
①	原木市場管理システム ※市場業務全般のサポート	荷受入力システム	出荷者が材を搬入した際に、出荷者情報、荷受量等を入力し預かり票を印刷する 荷受数量・整理数量を集計し管理する	Windows PC アプリ	新規
		野帳入力システム	椪に関する情報をタップまたは音声で入力する。該当する椪の写真を撮影し、クラウドに送信する	Android スマホアプリ	修正
		野帳管理システム	他システムからの野帳情報を取り込みWeb入札に利用するデータを作成する。新規入力やデータの修正も可能	Windows PC アプリ	修正
		Web入札システム	買受者がIDとパスワードでログイン 椪の内容を写真とデータで確認し入札する	Webアプリ	修正
		Web入札管理システム	買受者の登録、ID・パスワードの発行 Web入札の開始・終了、落札者・落札椪の確認	Windows PC アプリ	修正
②	受発注管理システム ※相対販売に利用	発注入力システム	製材所が規格を選択し、発注量、希望納期を入力	Webアプリ	新規
		受注管理システム	製材所が入力した発注量に対してコーディネーターが受注量及び連絡事項等を入力	Webアプリ	新規
③	生産情報システム ※最適な伐採造材の情報	採材シミュレーションシステム	標準地調査・レーザー計測データ等からの立木情報、製材所等からの需要情報、価格を決める市況情報等を元に対象林分の採材方法をシミュレーションする	Windows PC アプリ	新規
④	直送支援システム ※効率の良い検収	Depthカメラ検知システム	Depthカメラを用いて近距離から両木口を撮影、解析された両木口の位置関係から元末を決定し材積を求める	Windows PC アプリ	新規

（1）　施業集約化の効率化･省力化

生産情報管理システムの詳細は図 4-23 のとおりであり、素材生産者のプラン書作成を補助するシステムとなる。従来の人力によるプロット調査や航空レーザ計測、愛媛県が導入を進めているヘリレーザ等のデータを活用し、需要情報も入力することで、簡易に採材や収支のシミュレーションを行うことができるようになる。これらの機能により、プラン書作成に係る人工の省力化を目指す。

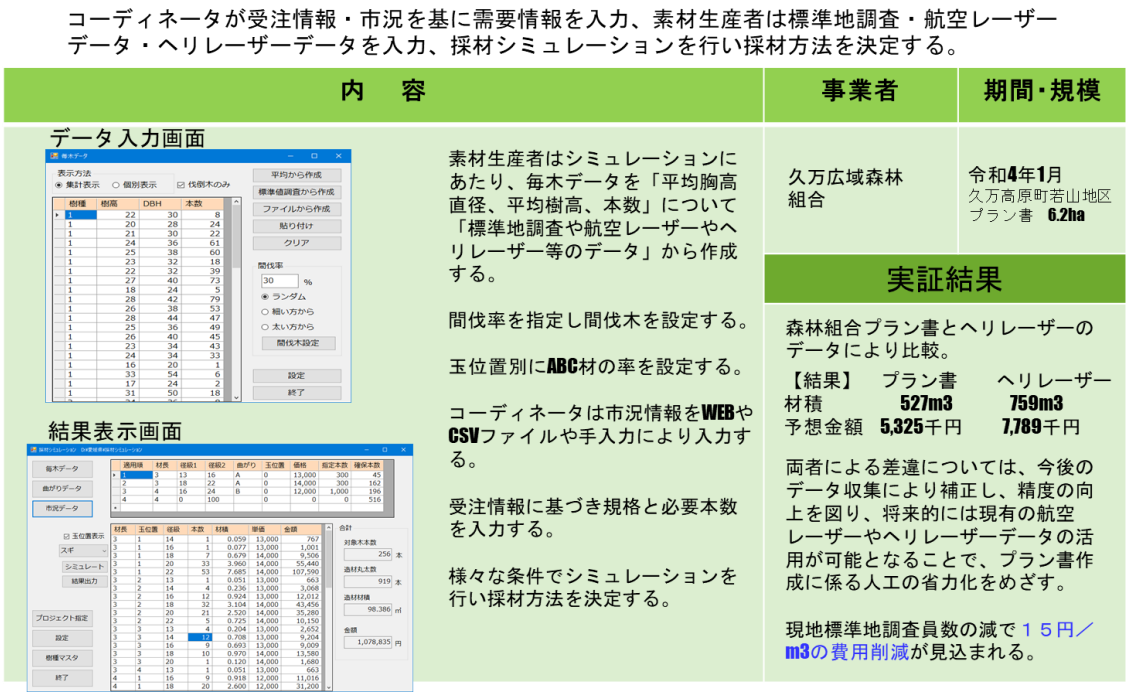


図 4-23　生産情報システムの内容と実証結果について

（2）　経営の効率性･採算性向上

原木市場にスマートフォン野帳入力システムを導入することで、検知業務の効率化を図った（図 4-24）。システムを導入すると１人で検知業務を実施できることで、検収の作業効率が向上し（表 4-27）、結果、約 9 円/m3 のコストが削減できることが確認された。

図 4-24　スマートフォン野帳入力システムについて

表 4-27　野帳入力システムの効果検証

項目	効果		
	導入前	導入後	差分
作業効率効果	756m³/人・日	1,150m³/人・日	約 1.5 倍の効率化
コスト低減効果	26.4 円/m³	17.4 円/m³	9 円/m³ のコスト削減

検収システムの課題としては、操作者が慣れていないため、誤認識や誤操作をした際の復旧に手間がかかることが挙げられた。このことは継続的にシステムを利用することで操作に慣れる必要がある。また検収方法は、各市場で様々な方法で行っているため、各市場のやり方に適合するようにカスタマイズする必要がある。

（3）　需給マッチングの円滑化

1）原木市場管理システム

原木市場管理の詳細は図 4-25 のとおりである。原木市場業務全般のサポートを行うためのシステムであり、事務手間削減のための受入処理機能、野帳入力機能、WEB 入札機能を構築した。

図 4-25　原木市場管理システムについて

WEB 入札システムは、優良材の販路の拡大、買い方の増加等による原木価格の向上、原木市場業務の効率化などを目的として、システムを構築した。

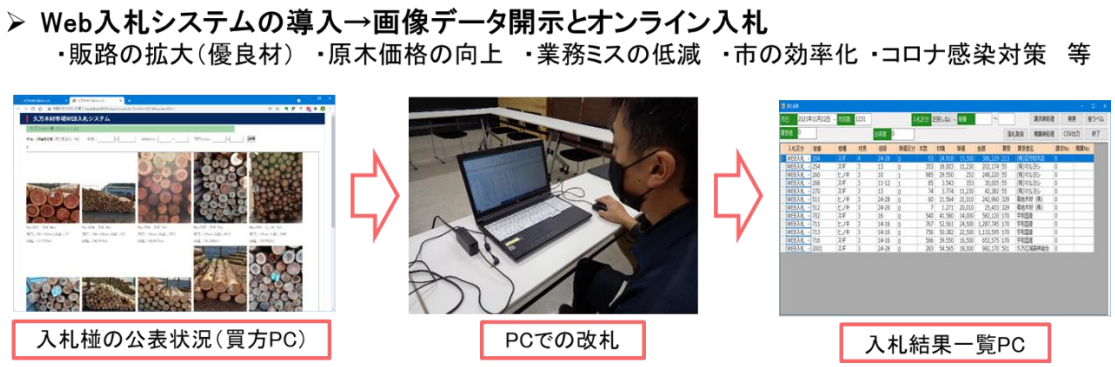


図 4-26　WEB 入札システムの画面イメージ

実証を行った市場、買い方のそれぞれの意見は、以下のとおりである。

〇市場側

・Web 専用の入札による業務量の軽減が可能。
・写真掲載で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。

〇買い方側（Web 入札 7 名）

・買い方の出張コスト削減 → 約 350 円/m^3 の減。
・システムの取り扱いも問題なし。
・落札金額と購入予定量の調整が難しい。
・web 入札のみの実施に期待する。

実証の結果、一般入札と金額の差異はみられなかった。今後の検討事項については、以下の点があげられた。

・Web 入札だけを行う椪を決めて段階的に増やしていく。
・PC やスマホに不慣れな買い方への対応。
・落札決定時間の工夫等、開札方法の検討。
・既存市場システムからの転換方法、時期。

2）受発注管理システム

受発注管理システムの詳細は、図 4-27 のとおりである。付け売り販売を WEB で行うためのシステムで原木市場と製材所をユーザーとして想定し、システムを構築した。

➢ 原木市場と製材所の間で、電話で行われている契約販売（付売り）をWEBで行う

図 4-27　受発注管理システムのイメージ

実証結果については、以下とおりである。

- システムの利用はスムーズに行うことができた。
- 原木市場及び製材所において、従来の電話連絡と比べて費用面でのメリットは小さいが、取引情報の保存、確認が可能となった。（定性的効果）
- 原木市場システムをクラウド化し、受発注システムとつながることで、原木市場及び製材所において、市場の原木在庫状況の確認等が可能になり、原木の流れが効率化する。

3）直送支援システムについて

山土場から製材所等への原木の直送を行う際に、手検知を省力化するために Depth カメラによる検知を実証した。Depth カメラは、両木口を撮影することで末口の判定が可能、椪同士の距離が近い条件でも撮影が可能な点が、利点とされている（図 4-28）。

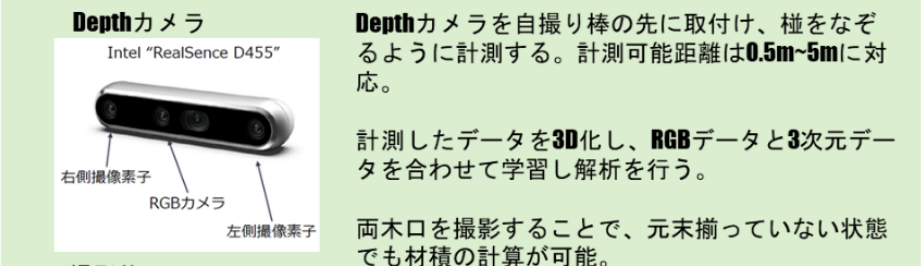


図 4-28　Depth カメラによる検知について

実証結果については、表 4-28 のとおりであり、撮影条件に精度が大きく左右され、本数も一致しない結果となった。開発されてから間もないため、委託業者による引き続きの開発継続が必要となる。

需要者側としては、検知アプリへの期待としては本数の誤差が無く、安定して従来の方法と比べて材積で±5%の誤差であれば、導入できるというヒアリング結果もあり、導入できれば約 13 円/m³ の費用削減が期待できる。

表 4-28　Depth カメラによる検知の実証結果

実証結果（手検収との比較）	
○良好な撮影条件であれば、 本数 100%(±0%)、材積 102%(+2%)	●直射日光等、条件不向きであれば 本数で－３%～＋１５%、 材積で－２６%～＋１８%　の誤差。 撮影条件によるバラツキが大きい。

(4)　スマート林業技術を導入による効果

本事業でスマート林業技術を導入したことにより、表 4-29 のとおりのコスト削減効果があった。

表 4-29　本事業でスマート林業技術を導入したことによるコスト削減効果

項目			説明	採用技術（データ・システム・機器）	対象数量	導入前		導入後		差額
					m3/箇所 m3/年	総額 円	単価 円/m3	総額 円	単価 円/m3	単価 円/m3
効果	費用削減	原木市場管理システム 荷受け入力システム	荷受数量・整理数量を集計、管理	ダッシュボード	712	1,851	3	356	1	2
					712		0		0	0
		野帳入力システム	椪に関する情報をスマホで入力	スマホ検収システム	712	18,797	26	12,389	17	9
					712		0		0	0
		web入札システム	入札に係る入札者の人件費	web入札システム	356	124,600	350	0	0	350
					356		0		0	0
		受発注管理システム	契約販売における数量の集計、管理	ダッシュボード	356		0		0	0
					356		0		0	0
		生産情報システム	現地標準地調査の削減	ダッシュボード	712	20,000	28	0	0	28
					712		0		0	0
		直送支援システム	Depthカメラ検収	Depthカメラ	178	4,699	26	2,350	13	13
					178		0		0	0
	効果額計									402

4.5.3. 今後の展開について

今後の展開については、表 4-30 のとおりである。

表 4-30　協議会の継続について

協議会の継続主体	愛媛県林材業振興会議
都道府県の単独事業等による支援の有無	愛媛県は愛媛県林材業振興会議と連携し、外的要因に左右されにくい原木流通の体制づくりを検討中
利用したシステムの販売、維持管理など	・開発したシステムは、愛媛県林材業振興会議に帰属。 久万高原町の関係団体及び導入を希望する県内の関係団体には無償で配布。 ・維持管理費は、使用者負担。 ・システム使用料は 10～20 万円/年。
新たに取り組みたい事柄	システムの県下全体への普及 ・実証試験で得られた運用成果の説明会等により、それぞれの地域や市場に応じたシステムの普及を図る。 ・カスタマイズを加えながら、利用可能なシステムから順番にシステムの利用拡大を展開し、県下全体への普及浸透を図る。 ・地域における原木のコーディネートを司る団体や原木市場の選定、運営経費の調達方法が課題となる。
協議会の継続に向けた課題	システム導入に対し、協議会（愛媛県林材業振興会議）として取り組むべき重要テーマであることについての意識付け

4.6. 北海道：スマート林業 EZO モデル構築協議会（継続地域）

スマート林業 EZO モデル構築協議会について、同協議会のスマート林業実践対策全体事業計画書（令和 2(2020)年 4 月）、令和 3 年度スマート林業構築普及展開事業第 3 回技術委員会発表資料（令和 4(2022)年 2 月）等に基づき報告する。図表は上記計画書、発表資料等からの引用である。なお、詳細は 7 章参照のこと。

4.6.1. 地域協議会の取組概要

(1) 取組目標

北海道は、全国一豊かな森林資源を有し、カラマツ・トドマツを中心とした人工林資源が本格的な利用期を迎え、今後の伐採量の増加が見込まれており、道産木材の利用拡大に取り組んでいる。川上では、森林経営計画の高い認定率や高性能林業機械の多い保有台数など、計画的な伐採に向けた基盤整備を進めている。川下では、建築材や梱包材など多様な径級・長さが求められる中、本州と異なり市場を通さず生産者から加工業者等までの距離感が近い直送方式を主流とした生産流通システムを構築している。

今後の更なる道産木材利用量の拡大に向けては、経験豊富な労働者の減少が見込まれる中、高い精度の森林資源情報、需給に応じた受注生産型の素材生産、流通の効率化に向けた採材・運材など、川上から川下まで連携したデータの共有手法が確立していないという課題がある。

それらを踏まえ、本事業では、ICT を活用した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をローカルモデルで実施するとともに、マーケットインに対応した北海道型スマート林業を確立し、その成果を道内に普及展開し、林業・木材産業の成長産業化を図ることを目的としている。

実施概要及び数値目標を表 4-31、事業の内容を図 4-29 に示す。

表 4-31　実施概要及び数値目標

テーマ	実施概要	目標（数値）
全体	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。	北海道における森林づくりに伴い産出され、利用される木材の量を 平成 30(2018)年度 462 万 m3 から、令和 18(2036)年度 600 万㎥に増加させる。
森林情報の高度化・共有化	レーザ計測実施地域では UAV と連携したレーザ航測データの高度利用を検討しながら、レーザ計測未実施地域であっても用できるよう、UAV による簡易的な資源解析手法の検証を行う。また、3D スキャン等の技術を活用して収益性に係る森林資源の品質の評価を検証する。 さらに、取得した各種データを活用して、高精度な地形情報や森林資源量及び質などを把握し、施業収益性などをシミュレートすることにより再造林の適性評価を試行する。	道内におけるレーザ航測と UAV を組み合わせた高度な森林資源把握面積を 0ha→4 万 ha に拡大
経営の効率性・採算性向上	実証対象地を芦別市のほか、協議会に参画する他市町村などに拡大し、複数機種における ICT ハーベスタの動作や精度の検証及び、各種機能を活用して計画的な素材生産や生産性の向上、標準化された基本・推奨仕様に基づく生産情報管理と複数の流通での実証を行う。	・木材生産・流通コストの 20%削減 ・ICT に対応した人材育成 0 人/年→50 人/年に増加
需給マッチングの円滑化	１年目の取組を踏まえて、海外での ICT 生産管理の実施状況などを聞き取り、北海道型の ICT 生産管理システムの確立に向けた課題や実証内容を整理する。 各地域において川上から川中までの関係者で合意形成を図りながら、流通体制に応じた木材検知を省力した ICT 生産管理システムや、それによる需給情報伝達システムを検討する。 また、当協議会がキャリブレーションの実施など測材機能の精度確認や SCM システム管理などの第 3 者機関の役割を疑似的に果たしながら、複数の流通体制において川中からの需要情報に基づき ICT ハーベスタによる素材生産や ICT 生産管理でのシームレスな素材生産報告データによる商取引の実証を行い、課題の抽出や SCM システム管理の適任者を含めた実行体制を検討する。	１m3 当たりの木材販売額の 15%向上

図 4-29　事業目的と実施目標及び数値目標

(2)　地域協議会の構成

スマート林業 EZO モデル構築協議会は、図 4-30 に示すとおり、産（林業・木材産業事業者）・官（道・市町村）・学（北海道大学）からなるバランスのとれたメンバー構成となっている。特に、地域の離れた 4 市町村が参画していることにより、本事業による成果の道内他地域への普及に適した体制が構築されている。

また、オブザーバとして、森林総合研究所や北海道立総合研究機構林業試験場、北海道森林管理局、建機メーカーやデータ解析事業者が参画する、事業遂行上、強力な体制が構築されている。

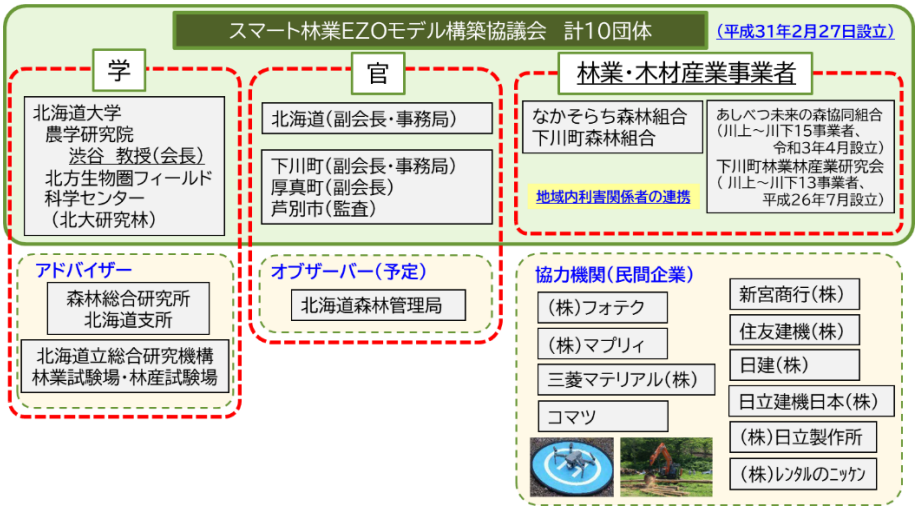


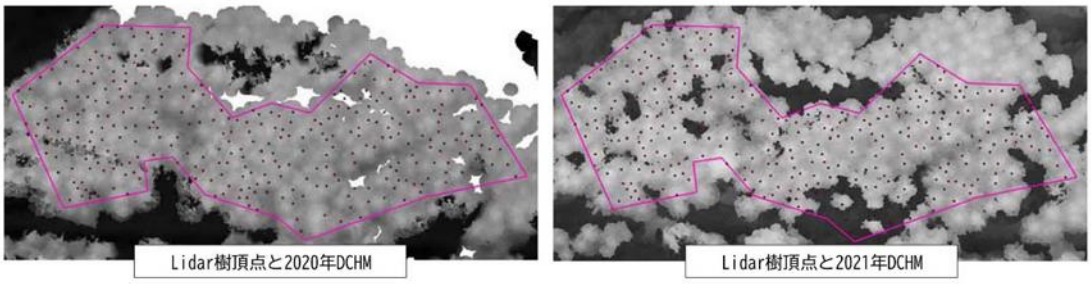
図 4-30　スマート林業 EZO モデル構築協議会の構成

4.6.2. 今年度成果

(1)　森林情報の高度化･共有化

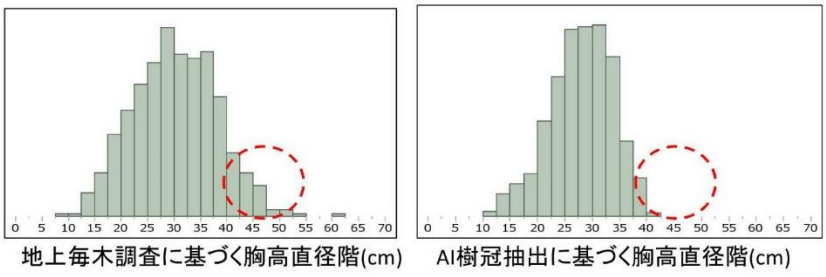
森林情報の高度化・共有化については、ICT 生産管理における伐採計画や造材指示の基となる川上の在庫情報を作成することを目的に、「材積推計システムの精度向上・普及（継続）」と、「森林資源の品質評価（新規）」の内容にて実施されている。

まず「材積推計システムの精度向上・普及」については、下川町で RTK-UAV と既存 LiDAR 計測データの比較が行われた。結果、昨年度は調査点における高さ誤差が平均▲2.6m になったの対し、今年度は＋1.25mとなった。（図 4-31）また赤平市においては、RTK-UAV による森林資源把握と AI 解析の実証が行われた。プロット調査地における毎木踏査結果と AI 樹冠抽出の胸高直径階を比較すると、直径 40cm 以上の大径木のデータについて過少に算定される傾向が確認された。（図 4-32）今後は、これらの誤差要因を確認し、ICT 生産管理における立木在庫情報としての精度向上が求められる。



点名	高さ方向の差(m)	
	2020年	2021年
A点	-2.568882	1.724278
B点	-2.266165	1.027098
C点	-2.921120	0.994939
平均	-2.585389	1.248772

図 4-31　RTK-UAV と既存 LiDAR 計測データの比較



区分	毎木調査	UAVによる樹冠推定（自動判読の活用など）	
立木本数	733本	818本	111.6%
平均樹高	26.3m	26.3m	-
平均胸高直径	30.3cm	28.1cm	92.7%
林分材積	682m3	673m3	98.7%

図 4-32　地上毎木調査結果と RTK-UAV データの AI 樹冠抽出結果の比較

また「森林資源の品質評価」においては、iPad 搭載の LiDAR を活用したアプリ「mapry」（「3.2.2 地理空間情報のアプリプラットフォーム」p.26 参照）による森林資源の把握・丸太検知の実証が行われた。結果、胸高直径、個体位置（樹木間の距離）のデータについて一定の精度を以って把握できることが確認された。曲り等の立木の質の情報については、上空からの LiDAR や UAV では計測することが困難であるため、今後とも地上調査によって把握することが必要となるが、新しい計測機器を用いた省力化が期待される。

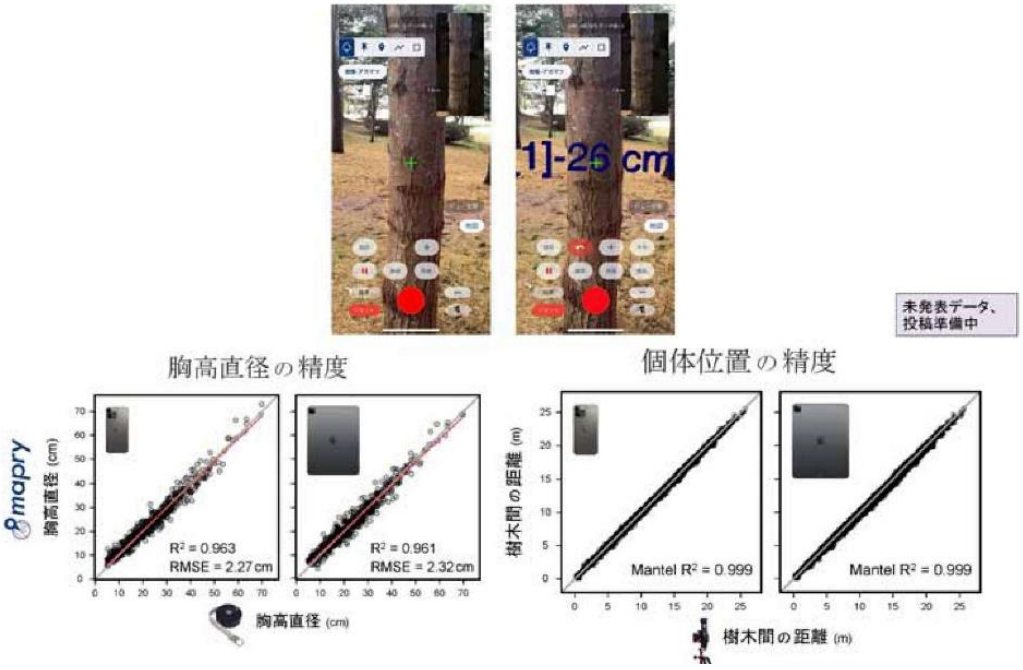


図 4-33　iPad 搭載の LiDAR を活用した「mapry」による地上調査の実証結果

(2)　経営の効率性・採算性向上・需給マッチングの円滑化

経営の効率性・採算性向上・需給マッチングの円滑化においては、「ICT-HV の実装に向けた設定の検証（継続）」・「ICT-HV の動作や精度検証（継続）」・「ICT 生産管理の検証（継続）」を実施した。

まず「ICT-HV の実装に向けた設定の検証」・「ICT-HV の動作や精度検証」においては、ICT ハーベスタによって得られた本数・径級・材積等の情報を、素材生産における進捗状況や在庫の把握、販売先への取引データとして使用するための基礎となる、樹皮厚（樹皮率）の確認、各データの精度検証を実施した。対象は、機械を人力で校正したもの（厚真町・赤平市）と、電子キャリパーで構成したもの（厚真町・下川町）の双方とした。伐採地の樹種は、両方ともカラマツである。

結果、まず樹皮厚については、人力検知による径級と樹皮厚に相関関係がみられず、平均 11.4~11.5cm となった。また校正方法や地域による違いは見られなかった。一般的には径級と樹皮厚には相関関係があり、樹皮関数により皮無し直径が ICT ハーベスタデータから推定されるとされており、さらなる検証が必要である。（図 4-34・図 4-35）

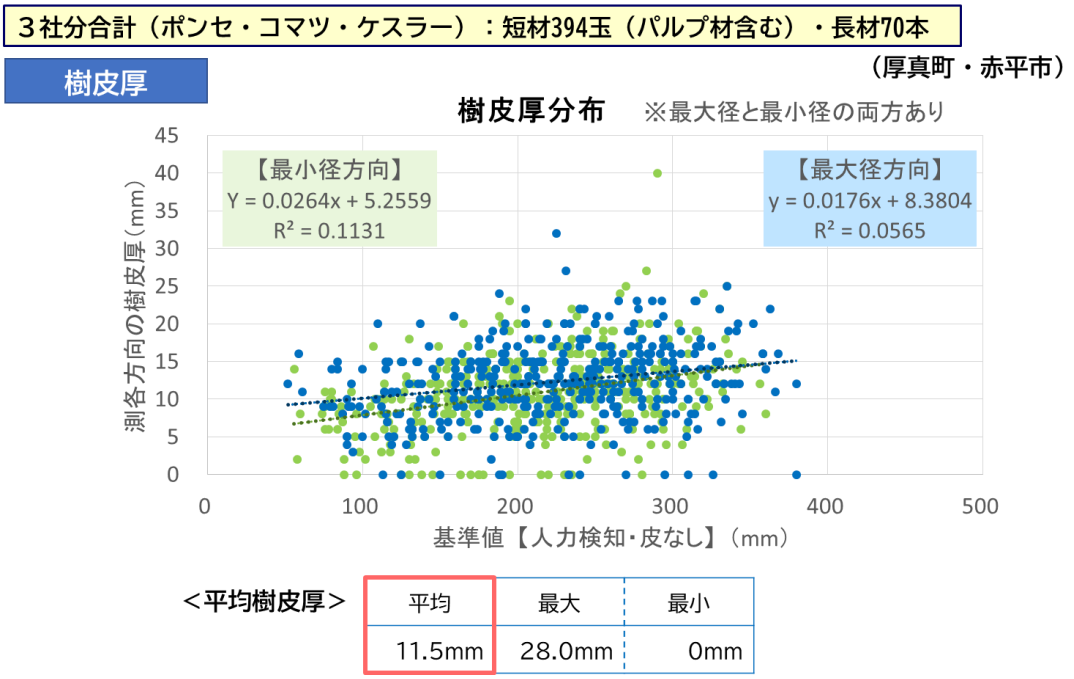


図 4-34　樹皮厚の検証（人力による校正）

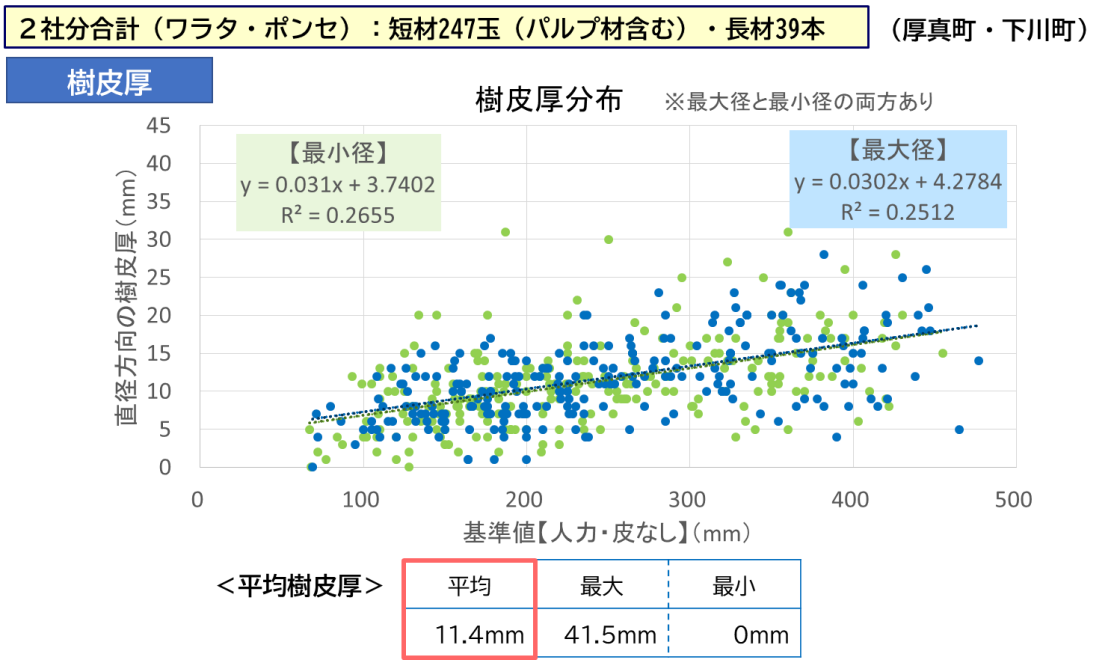


図 4-35　樹皮厚の検証（電子キャリパーによる校正）

また各データの精度については、人力検知との比較において、材長は 99.9%、径級は上記樹皮厚を考慮（▲12mm）した上で、+約 3~4%、材積は同じく、+約 5~8%の誤差となった。（図 4-36・図 4-37）

計測精度(平均)

3社分合計（ﾎﾟﾝﾍﾟ・ｺﾏﾂ・ｹｽﾗｰ）：短材394玉（ﾊﾟﾙﾌﾟ材含む）・長材70本

＜材長の精度＞

	HVデータの精度(%)
材長	99.9

＜径級の精度＞

【補正なし】	HVデータの精度(%)		
	平均	最大	最小
人力（皮なし・最小径mm）	110.4	188.6	91.1
人力（皮有り・平均mm）	101.2	167.3	77.2
2cm括約（皮なし・最小径cm）	110.7	185.7	83.3

【樹皮補正有り】−12mm	HVデータの精度(%)		
	平均	最大	最小
人力（皮なし・最小径mm）	103.9	178.1	73.3
人力（皮有り・平均mm）	95.3	158.0	62.9
2cm括約（皮なし・最小径cm）	104.3	181.8	66.7

【補正なし】	人力とHVデータの比較(%)	
材積(最小径mm)	115.4	人力:53.8m3 HV:62.0m3
材積(2cm括約)	117.6	人力:48.9m3 HV:57.5m3

【樹皮補正有り】−12mm	人力とHVデータの比較(%)	
材積(最小径mm)	104.7	人力:53.8m3 HV:56.3m3
材積(2cm括約)	106.9	人力:48.9m3 HV:52.3m3

図 4-36　材長・径級・材積の検証（人力による校正）

計測精度(平均)

2社分合計（ﾜﾗﾀ・ﾎﾟﾝﾍﾟ）：短材247玉（ﾊﾟﾙﾌﾟ材含む）・長材39本

＜材長の精度＞

	HVデータの精度(%)
材長	99.9

＜径級の精度＞

【補正なし】	HVデータの精度(%)		
	平均	最大	最小
人力（皮なし・最小径mm）	108.6	201.1	64.4
人力（皮有り・平均mm）	100.6	174.0	59.6
2cm括約（皮なし・最小径cm）	108.2	200.0	68.8

【樹皮補正有り】−11mm	HVデータの精度(%)		
	平均	最大	最小
人力（皮なし・最小径mm）	103.0	189.2	58.0
人力（皮有り・平均mm）	95.5	163.7	53.7
2cm括約（皮なし・最小径cm）	102.9	177.8	57.1

【補正なし】	人力とHVデータの比較(%)	
材積(最小径mm)	116.6	人力:45.6m3 HV:53.2m3
材積(2cm括約)	116.1	人力:42.8m3 HV:49.7m3

【樹皮補正有り】−11mm	人力とHVデータの比較(%)	
材積(最小径mm)	108.0	人力:45.6m3 HV:49.3m3
材積(2cm括約)	107.7	人力:42.8m3 HV:46.1m3

図 4-37　材長・径級・材積の検証（人力による校正）

また、2cm 括約での本数の比較を行ったところ、総本数並びに各括約級毎の本数に差異が見られた。（図 4-38）総本数については、小径木の部分の誤差が大きかったが、これは、人力検知の際に杭丸太を概数で把握した可能性があるため、ハーベスタ検知の誤差とは断定できないとのことであった。

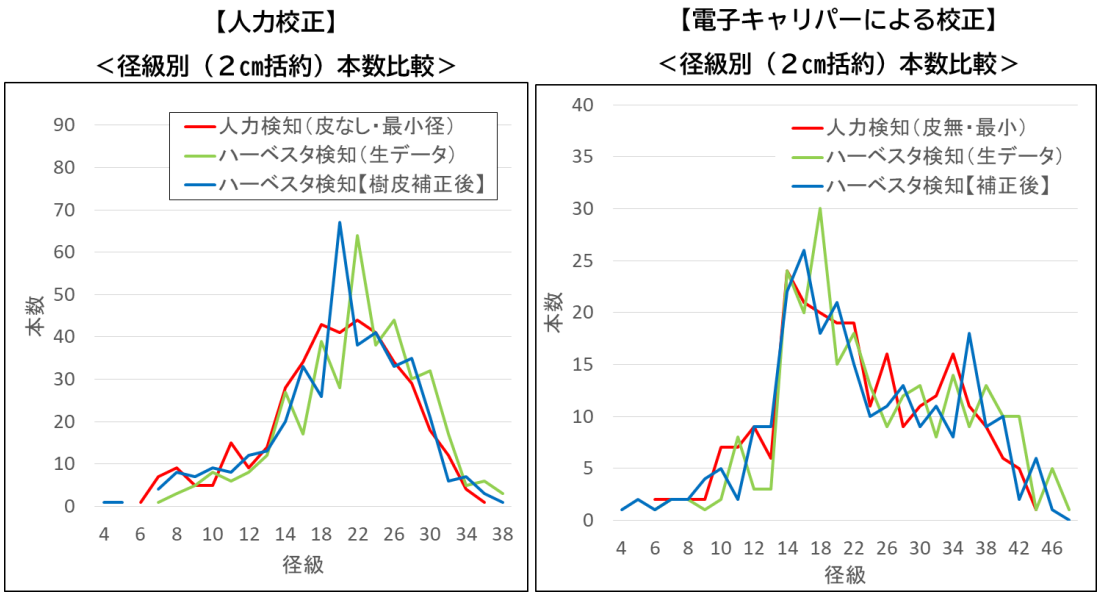


図 4-38　本数の検証

これらの結果より、径級や材積の誤差については 8%以内に収まっており、素材生産の進捗管理や在庫管理上、また販売先への取引データとして使用する際において、その誤差特性を把握し、合意形成を図っておけば、データ活用が可能であると考えられる。

一方、本数については、特に括約級ごとの本数が変わることで、取引データとして使用する際の材積誤差が大きくなること、また括約級が変われば、販売先が変わる可能性があり、取引形態そのものを見直す必要が生じる結果となった。

また「ICT-HV の動作や精度検証」においては、複数のメーカー製の ICT ハーベスタを使用する事業体や伐区において円滑に造材指示を行うための、APT ファイル（生産指示ファイル）の互換性の確認を行った。結果、複数メーカーの機種で APT ファイルの共有が可能であることは確認できたが、樹種名の表記方法等、詳細な仕様に差異が見られたこともあり、造材結果となる hpr ファイル（生産報告データ）を含めて、StanforD 日本版等の共通仕様の必要性も確認された。（図 4-39）

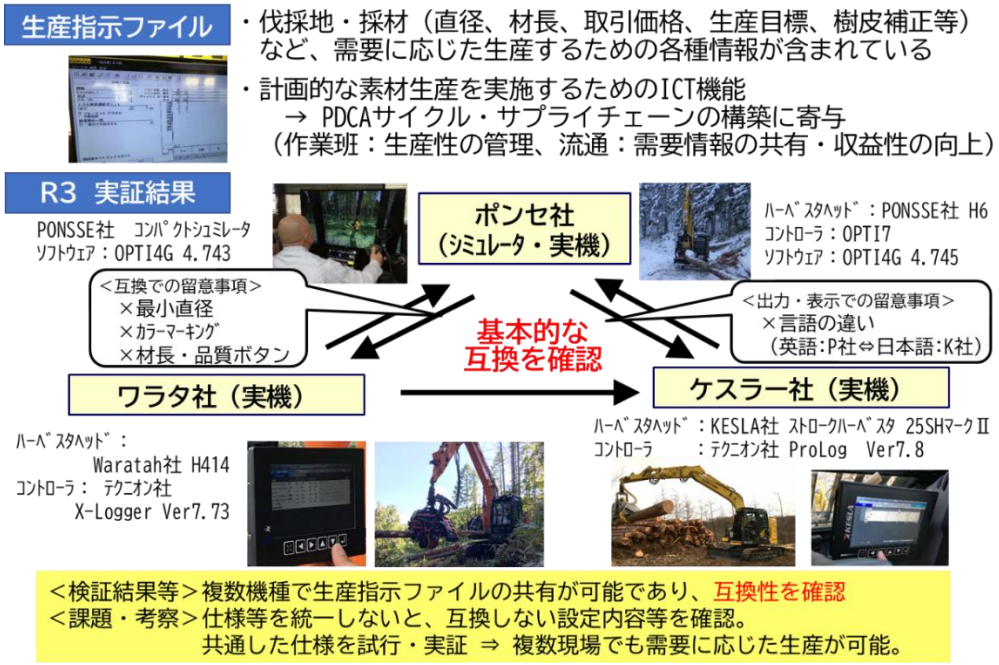


図 4-39　複数機種における生産指示ファイル(APT 形式)の実証

「ICT 生産管理の検証」としては、複数の造材現場や複数の工場等向けの流通におけるシームレスな生産管理の実証を行った。具体的には、赤平市のカラマツ素材生産現場において、7 種類の材長、9 種類の仕分という複雑な仕分条件を設定し、ICT ハーベスタによるカラーマーキングを用いて、仕分材の判別を実施した。（図 4-40）

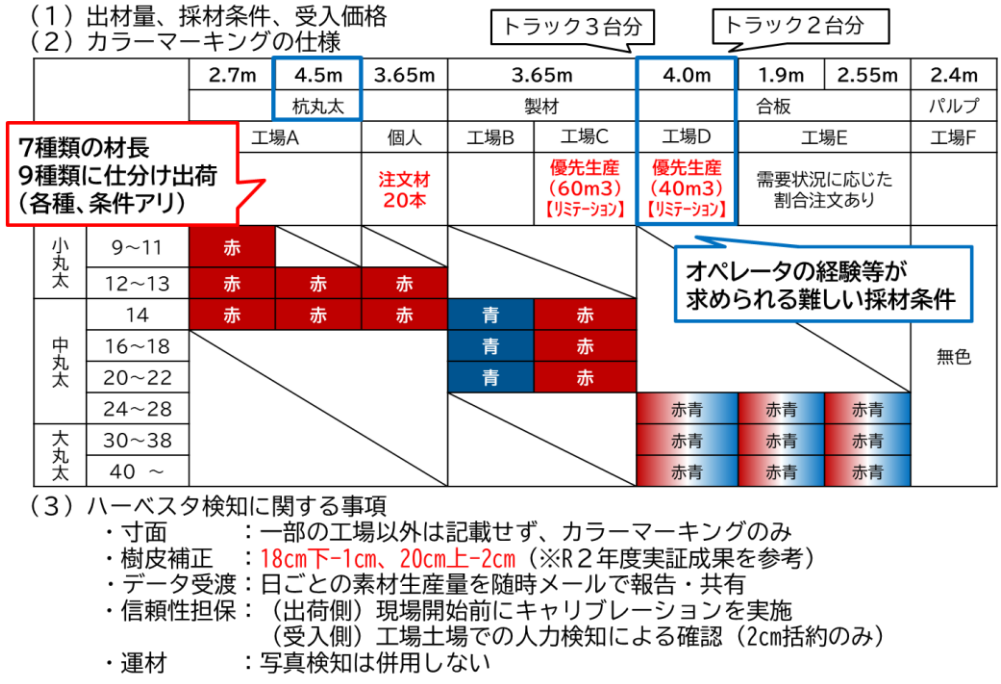


図 4-40　複数工場への木材流通における仕分内容とカラーマーキングの活用

結果としては、完全に同じ林分で様々な採材パターンを比較検証することは不可能なことから、毎木調査・UAV 等による資源調査結果に基づいた、シミュレーション結果との比較を行った。具体的には、森林資源を再現した上で、採材パターンによる違いを比較して収益性を検証し、販売単価で+119 円/m³ の向上効果が確認された。なおシミュレーションに用いた細り式は、北海道が調製した既存の式を用いているが、今後は ICT ハーベスタによる得られた細りデータを活用することで、シミュレーションのさらなる精度向上が期待される。（図 4-41）

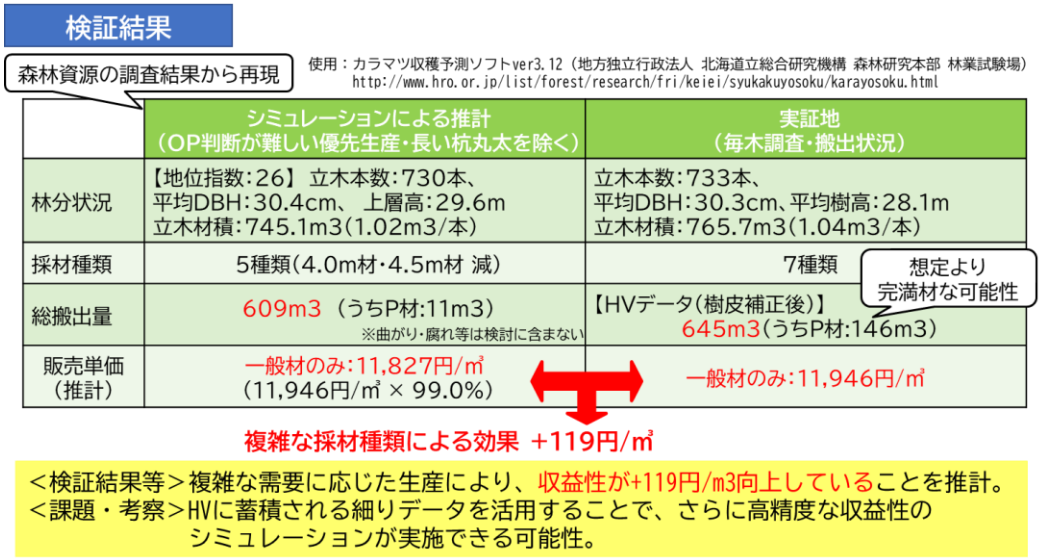


図 4-41　ICT ハーベスタによる複雑な採材の販売単価に与える効果

また実証に参画した林業事業体や工場へのヒアリングにより、以下の課題が確認された。

- カラーマーキングのみの材を受け入れると、工場土場での仕分けは可能だが、末口に径級記載（寸面）がないと、工場での生産管理・在庫管理に影響
- 新たな取引形態に向けた合意形成を進めていくため、関係者が取引条件を整理できるよう樹皮厚などの各種データを示すことが必要
- ICT ハーベスタから出力される素材生産データは、メーカーにより形式や様式等（フォーム）に違いがあり、データ集計や受渡するためには、人力での調整作業が必要となり、作業負担が大きい
- 生産指示ファイル（APT 形式等）を作成できる人材を育成し、指示内容の標準化・共通化に向けた試行が必要

(3)　実証成果

今年度の実証成果を表 4-32 に示す。

表 4-32　今年度の実証成果

	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の各機能活用	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(R2)	―	【ﾊﾞﾘｭｰﾊﾞｯｷﾝｸﾞ機能】 +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	
(R3)	分析中	【多様な採材に対応】 +119円/㎥	―	―	実証・分析中	

販売価格の向上、生産・流通コストの低減については、未だ目標に至っておらず、今後に向けて、以下の課題を解決する必要がある。

- 生産コストの削減
  - 生産コスト削減に向けて、ICT ハーベスタの各種機能の活用が有効
    ⇒併せて、作業システム全体での検討も必要（カラーマーキングによる仕分けで使用するグラップルの削減、機械伐倒等）
- 流通コストの削減
  - 流通コスト削減に向けては、以下の取組が必要
    ①生産指示ファイルの統一的な仕様に基づいた、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
    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メンバーを想定して事業を実施）等の実証が有効と推察
    ⇒ハーベスタ検知材の流通による ICT 生産管理の検討
  - ICT 生産管理の実装に向けて、樹皮補正の検討など、需要側と供給側の合意形成における基礎条件を整理できるような実証等が必要
  - 中小の製材工場等がハーベスタ検知材でも効率的に生産・在庫管理を実施できるよう、写真検知や地上レーザ技術等を活用した簡易的なシステムの検討が必要
- 木材の販売額の向上
  - ICT ハーベスタに蓄積された細りデータや森林資源の高度化の成果を活用して、作業開始前に採材パターンを高精度でシミュレーションすることができれば、さらに収益性が高まる可能性
  - ICT 生産管理で付加価値を付けた素材生産手法の検討（原木の強度等）

(4)　体制整備における工夫･課題

今後の体制整備における工夫・課題については、表 4-33 のとおりである。

表 4-33　体制整備における工夫・課題

項目	概要
協議会参加事業体等の意識	・ICT 生産管理に対して、理解が深まり意識変化 ・合意形成を重ねることで、課題が明確化
体制整備における工夫	・川中の協力事業者の増加 ・民間の協力機関の技術を活用し、更なる生産・流通・資源把握の体制構築 ・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 ・様々な地域に展開しながら、将来的な北海道全体での普及を意識
体制整備における課題	・流通業者や大規模工場・所有者など大きな商流での取り組みを通じて、業界全体での意識醸成に繋げることが必要 ・流通パターンに応じて、既存の商慣習との違いを示し、合意形成の一助となるよう各種実証データを説明・提示することが必要 ・既存の流通形態に応じた ICT の活用方法を検討（川上・川中） ・安全性・効率性を実現するため、林業事業体や林業従事者ともに ICT を活用した作業に対する「意識改革」が必要

4.7. 埼玉県：西川地域スマート林業協議会（継続地域）

西川地域スマート林業協議会の取組について、同協議会のスマート林業実践対策全体事業計画書（令和 2(2020)年 4 月）、令和 3 年度スマート林業構築普及展開事業第 3 回技術委員会発表資料（令和 4(2022)年 2 月）等に基づき報告する。図表は上記計画書、発表資料等からの引用である。なお、詳細は 7 章参照のこと。

4.7.1. 地域協議会の取組概要

(1)　取組目標

西川地域の森林面積の 7 割を占める飯能市の平成 27(2015)年度素材生産量は 6,200m^3 である。素材生産可能森林が 3 分の 1 と仮定すると、全体成長量の 3 分の 1 は 12,766m^3 となる。しかし、森林の成長量に見合う素材生産量と原木販売がないのが現状で、特 A 材とでも呼ぶべき高価格で取引きされる優良材を軸とした良材林業に偏重し、BC 材の多くが残置されており、森林ポテンシャルが未活用となっている。また、それに伴って、林家の出材意欲の減退、森林の少子高齢化、林業・木材産業は事業継承などが課題となっている。

そこで、図 4-42 に示す当地の林業・木材産業サプライチェーンを強化する実効性のある事業モデル「飯能モデル」を作成し、モデル実現に取り組む地元有志の会を母体として、民間主体の運営組織である西川地域スマート林業協議会が設立された。協議会の目標としては、西川地域の特徴である首都圏近郊良材林業地を活かせるシステムを実装し、事業終了後も外注に頼らず自前で計測・解析・シミュレーションできる体制の構築、並びに、地元の学校と連携してスマート林業技術の担い手を継続的に育成する研修体制の構築を掲げている。

実施概要及び数値目標を表 4-34、事業の内容及びスケジュールを図 4-43 に示す。

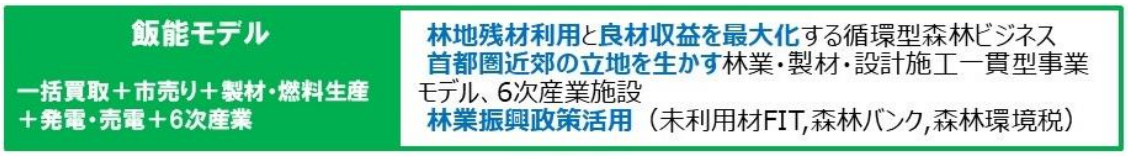


図 4-42　飯能モデル

表 4-34　実施概要及び数値目標

テーマ	実施概要	目標（数値）
全体	自前で計測・解析・シミュレーションできる体制とスマート林業技術者の継続的な育成体制の構築	行政・森林組合、素材生産、原木市場、製材、教育機関に技能者を 2～4 名育成
経営の効率性・採算性向上	①資源量【新規】 ②樹幹品等（地上レーザ） ③木材生産可能森林【新規】 ④境界確定 ⑤シミュレーション（作業道設計） ⑥シミュレーション（施業収支提案） ⑦間伐前後の検査【新規】 ⑧画像検知（合板工場直送） ⑨広葉樹の除外【新規】 ⑩所有者説明 ⑪原木市場の効率化 ⑫担い手育成【準備】 ⑬異業種の技術・ノウハウの転用（体調管理）【準備】 ⑭異業種の技術・ノウハウの転用（デジファブ）【準備】	①毎木調査を 64%省力化 ②毎木調査を 60%省力化 ③ドローン計測 30ha 以上の森林は 100%実施 ④施業境界確定を 16%省力化 ⑤作業道設計を 50%省力化 ⑥提案を 16%省力化 ⑦間伐前後の検査 56%削減 ⑧画像検知は経済性が見出せなかったため情報共有のみ実施 ⑨広葉樹除外を 20%省力化 ⑩従来手法より理解容易との回答率 70% ⑪市場運営事務を 15%省力化 ⑫R4 年度スマート林業講座の総受講者数 15 名 ⑬R4 年度実施に向けて検討中 ⑭同上
需給マッチングの円滑化	①樹幹品等 ②原木市場の効率化	①前年度比で増加 ②同上
森林情報の高度化・共有化	①森林情報の更新・共有 ②施業履歴の記録	①100%実施 ②同上

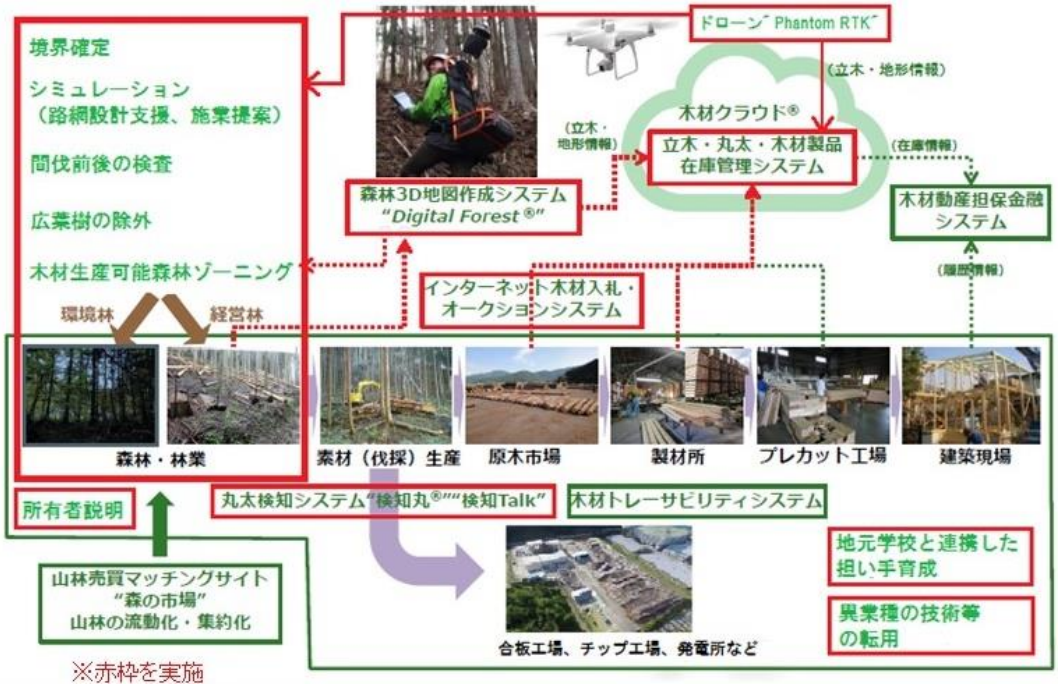
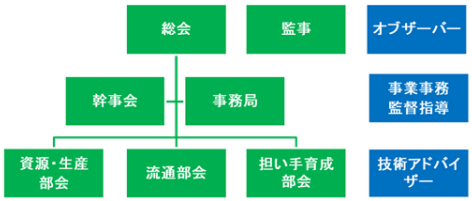


図 4-43　事業の内容

（2）　地域協議会の構成

西川地域スマート林業協議会は、図 4-44 に示すとおり、民間主体の運営組織を専門家、県、市、町で強力にサポートする体制のもと、3 つの部会を作って検討を進めている。

当地域の特徴として、首都圏近郊の良材林業地だが良材需要低迷で危機的状況があり、その打開のため立ち上がった地元有志が母体であること、また循環型森林利用という社会的課題を解決するモデルケース構築を目的としてスーパーゼネコンの(株)大林組が関わっていることがあげられる。これまでの経緯から、地域の課題及び目標のビジョン（飯能モデル）の共有ができている状態から取組がスタートしている。



大学	信州大学　加藤教授（リモートセンシング等）	会計事務所	岡部税務会計事務所
	東京大学大学院　仁多見准教授（生産システム等）	原木市場	（株）吾野原木センター、秩父広域森林組合木材センター
	筑波大学　加藤名誉教授（林業経済史等）	製材	大河原木材（株）、（株）丸栄商店
埼玉県	農林部、川越農林振興センター、農林公社	プレカット・木材製品	（株）フォレスト西川
市町	飯能市、日高市、越生町、毛呂山町	木材加工・流通	叶木材（有）
森林組合	西川広域森林組合、秩父広域森林組合	建設資材販売	ミズノ㈱
素材生産者	（有）創林、（株）フォレスト萩原、田中木材店、（有）小峰材木店、中島林業、（株）東京チェンソーズ	教育機関	NPO法人地球のしごと大學
		ゼネコン	（株）大林組

※会員団体２９団体、職員４０名（20200726時点）　凡例：R3より新規加入

図 4-44　西川地域スマート林業協議会の構成

4.7.2. 今年度成果

（1）　事業の全体目標

事業の全体目標は、表 4-35 に示すとおり、外注に頼らず自前で計測・解析・シミュレーションできる技能者育成、技能者異動時に引継ぎできるマニュアル等の整備、当事業終了後の機器・システム管理・運用主体や方法の確立、目標技能者数をあげている。

表 4-35　事業の全体目標

全体目標	成果・進捗	課題
外注に頼らず自前で計測・解析・シミュレーションできる技能者育成	・3DW、forestview、WEB 入札について技能レベルは未熟だが自律的に取り組めるようになった。 ・ドローン資格（操縦・安全運航）：4 名取得。	技能レベル向上と日常業務での活用
技能者異動時に引継ぎできるマニュアル等の整備	・新設（ドローン）、改訂（丸太検知、3DW、木ナビ、Forestview）。	マニュアル作成の分担や作業時間確保
当事業終了後の機器・システム管理・運用主体や方法の確立	・完了地域（長野、山口）から活用事例を学んだ。	日常業務での活用と運用主体確立
目標技能者数 1．森林資源の効率化 2．素材生産の効率化 3．原木市場の効率化 4．地元学校と連携した担い手育成 5．異業種の技術・ノウハウの転用	・１と２の技能者候補は確保。 ・３の市場技能者候補は確保。製材の技能者候補は未定。現時点で土場直送はないため素材生産者は想定しない。 ・４の技能者候補は確保。 ・５の林業通信技能者候補は確保。	目標達成に相応しい技能レベル向上

（2）　経営の効率性･採算性向上

経営の効率性・採算性向上は、主に資源量、樹幹品等（地上レーザ）、木材生産可能森林、境界確定、シミュレーション（路網設計）、シミュレーション（施業収支提案）、間伐前後の検査、広葉樹の除外、所有者説明、原木市場の効率化などについて、スマート林業技術と従来手法との比較を行った。このうち、資源量、木材生産可能森林、間伐前後の検査、広葉樹の除外については、令和 3(2021)年度からの新規取り組みである。

ドローンによる資源量把握と、地上レーザによる樹幹品等の把握を実施しており、それぞれの技術の目的に応じた使い分けを目指している。ドローンによる資源量把握は、表 4-36 のとおり人工の削減効果は発揮できている。ただし、外部への業務委託で実施しており、費用対効果を考えると自前で解析技術の習得を目指す必要がある。埼玉県が令和 5(2023)年度以降に森林資源解析データを公開予定なので、その森林資源解析データを主に活用して、補助的に自前での計測・解析を用いることとする。

表 4-36　ドローンによる資源量把握

工程	従来手法	新手法：R3年度実績　※委託して実施
①現地調査	見積値2.5人日/ha（※）×30ha＝75人日 ※歩掛の出典：R元年9月林野庁「スマート林業実践対策の実施状況等について」の山口県実績（以下、R1.9）	樹高、胸高直径　2人×2日　4人日 回帰式作成　　1人×半日　0.5人日　合計4.5人日
②ドローン空撮	該当なし	ルート作成　1人×半日　0.5人日 空撮　　2人×1日　2人日　合計2.5人日
③データ解析	該当なし	オルソ化ソフト設定　1人×半日　0.5人日 解析　　1人×8日　8人日　合計8.5人日
④資料作成	まとめ　1人×1日　1人日	まとめ　1人×1日　1人日
人工合計	76人日	15.5人日（従来比80%省力化）
目標：毎木調査を64%省力化 ※目標設定における比較対象（①+②+③+④）/（①+④）		（15.5）/76＝0.2　（1-0.2）×100＝80%省力化 目標達成

樹幹品等の把握では、地上レーザ（3D Walker）による省力化、高度化とともに、優良材生産における単木管理を目指している（図 4-45）。

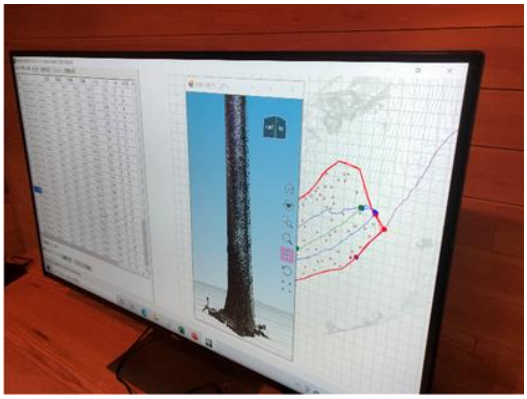


図 4-45　地上レーザ計測による単木管理

作業人工としては、表 4-37 のとおり従来手法より削減できた。当初目標では 60%の省力化を想定していたが、操作の難易度も高く、目標は達成できていない。

今年度の作業人工が増加した要因は地形の違いもあるが、主な要因は計測面積が増えたことである。パス数が増えたことで結合時にひずみが発生して解析に時間がかかった。再発防止のため、パス結合の詳しい手順とコツをマニュアルに追記した。

表 4-37　地上レーザ計測の作業人工削減効果

工程	従来手法	新手法:R2年度実績	新手法:R3年度実績
①机上調査(衛星写真、公図、計画図確認)、集約化検討、素図作成、GISデータ準備	1人×0.5日	従来手法と同じ	従来手法と同じ
②現地調査(状況確認)、予備、現地調査(施業範囲、作業道検討、施業方法、搬出量検討)	1人×1日	従来手法と同じ	従来手法と同じ
③施業範囲(外周)確定(境界木テーピング、所有者立合で施業境界確認、測量含まず)	1人×2日	従来手法と同じ	従来手法と同じ
④除地確定(広葉樹の除外、岩・崖の除外、立木本数密度が少なく施業が必要がない沢筋等の除外)	1人×1日	従来手法と同じ	従来手法と同じ
⑤施業方法確定(写真撮影)	1人×1日	従来手法と同じ	従来手法と同じ
⑥毎木調査・結果まとめ ※当地では近年立木買いがなく全数毎木調査実績がないため効果検証のためR2年度実施	毎木調査R2年度実績値の2.5ha換算 13人H÷0.86ha÷実働6H/日＝2.5人日/ha 2.5人日/ha×2.5ha＝6.25人日	該当なし	該当なし
⑦3DW計測	該当なし	R2年度実績値の2.5ha換算 2人H÷0.27ha÷実働6H/日＝1.23人日/ha 1.23人日/ha×2.5ha＝3.08人日	計測・データ処理あわせて延べ28.5H 28.5H÷8H/日＝3.56人日
⑧3DW解析	該当なし	R2年度実績値の2.5ha換算 1.45人H÷0.27ha÷実働8H/日＝0.67人日/ha 0.67人日/ha×2.5ha＝1.67人日	延べ19.5H 19.5H÷8H/日＝2.44人日
⑨市場伝票から搬出量確認	0人日	従来手法と同じ	従来手法と同じ
人工合計	13.75人日	10.75人日	13.5人日
目標:毎木調査を60%省力化 ※目標設定における比較対象(⑦＋⑧)/⑥		(3.08＋1.67)/6.25＝0.76 (1-0.70)×100＝24%省力化　目標未達	実施中　(3.56＋2.44)/6.25＝0.96 (1-0.96)×100＝4%省力化　目標未達

当地の良材林業の特長を生かすため、立て木(たてき)と呼ぶ ha あたり数本の大径優良立木に限定したデータベースを構築し（図 4-46）、在庫管理とマッチングに取り組んでいる。高額の立て木であれば、地上レーザ計測・解析に手間をかけても費用対効果が合う。遠隔地の顧客へのデータベース共有、特に 3 次元データの自由な操作閲覧方法の確立が課題である。

図 4-46　大径良材立木データベース

（3）　需給マッチングの円滑化

需給マッチングの円滑化は、樹幹品等、原木市場の効率化などについて、スマート林業技術と従来手法との比較を行った。

原木市場の効率化として、原木市場 WEB 入札システムを実証している。吾野原木センターでは令和 3(2021)年 11 月に行われた記念市をシステムへ事後掲載した（図 4-47）。記念市では受賞した優良材でも不落が発生するなど、従来の競りに課題がある。吾野原木センターは、WEB 入札による新たな需給マッチングを期待しているが、昨年度、買い方にヒアリングしたところ、競りから入札への変換が受け入れられにくいことがわかった。WEB の課題より、必要量に応じて順次競り落とせる方式から、事前に一括で入札する方式への抵抗が大きい。

そこで今年度から、従来から一括の入札を行っている秩父広域森林組合木材センターを協議会メンバーに迎え、秩父広域森林組合木材センターにおいても WEB 入札に取り組みを開始した。令和 4(2022)年 8 月からテスト運用、9 月から実運用を予定している。WEB 入札と既存手順のすり合わせや、秩父のニーズに対応した新機能追加などについて、関係者で意見交換を行った。

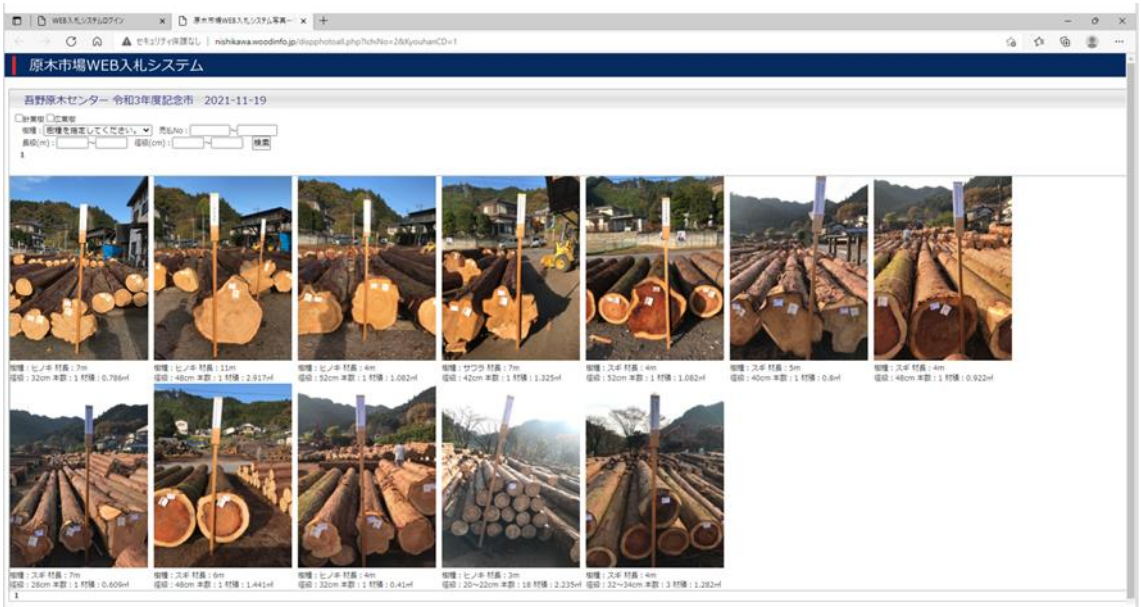


図 4-47　Web 入札システム仮運用

（4）　森林情報の高度化･共有化

森林情報の高度化・共有化は、ドローンや地上レーザで計測した森林情報の更新・共有及び施業履歴の記録を行った。

協議会 PC とサーバーにて計測データ等を共有管理している。なお、埼玉県森林情報クラウドは令和 4(2022)年 1 月から市町村へ本格供用開始する。森林組合や林業事業体への供用開始日は未定だが、利用可能となった際には計測データとの連携ができるようになることを期待している。

(5)　体制整備における工夫･課題

体制整備における工夫・課題は、表 4-38 に示すとおりであり、協議会参加事業体等の意識としては、ビジネス強化の可能性を感じる技術選別や関心程度の差が明確化してきたことなどがある。

体制整備における工夫としては、引き続き、２段階のスマート林業研修会による技能者育成、サプライチェーンの強化を既存と新規の両面で模索していることなどである。

体制整備における課題としては、スマート林業技術を日常業務の一環として活用できていないこと、WEB 入札システム実装が進んでいないことである。

当地域協議会では、全体目標として自前で計測・解析・シミュレーションできる技能者育成と、その継続的育成体制の構築を掲げており、単なる技術実証ではない取組を行っている。前掲表 4-37 でも示したように、新手法の技術習得を確認して、進捗に課題があれば要因を発見し改善している。課題は多いが関係者で対話を重ねて地道に取り組んでいる。

表 4-38　体制整備における工夫・課題

項目	概要
協議会参加事業体等の意識	●2 年目を迎えて効果検証が進み、それぞれが営む事業にとって、ビジネス強化の可能性を感じる技術選別や関心程度の差が明確化。 ●新規加入メンバーと県、市の技術職員の参画強化で、新たな視点と意欲が加わり協議会活動が活性化。
体制整備における工夫	●合意形成：協議会設立に先立ち、地域に幅広に呼びかけてスマート林業講演会開催。協議会参加希望者にて有志の会を合計 7 回開催し、設立目的、技術選定と体制整備等を丁寧に合意形成して協議会を設立。 ●効果検証：進捗管理担当新設と計測解析の人件費予算化で強化。 ●体制：新規メンバーと県、市の技術職員の参画強化で強化。 ●技能者育成の工夫：「2 段階のスマート林業研修会」。 ●サプライチェーン（以下、SC）：既存 SC 高度化と、新たな SC 構築（新たな需給マッチング、広域連携など）の両面で SC 強化を模索。
体制整備における課題	●スマート林業技術を日常業務の一環として活用できていない。 ⇒効果検証体制の強化とともに林業自体の体制強化を模索。 ⇒完了地域とのパネルディスカッションを行い、有効活用事例を学んだ。 ●WEB 入札システム実装が進んでいない。 ⇒競り型原木市場では、遠隔地との需給マッチに向けたヒアリング予定。 ⇒WEB 入札と相性が良い入札型原木市場が新規加入して推進体制強化。

4.8. 宮崎県：宮崎県合法木材流通促進協議会（継続地域）

宮崎県合法木材流通促進協議会の取組について、同協議会のスマート林業実践対策全体事業計画書（令和 2(2020)年 4 月）、令和 3 年度スマート林業構築普及展開事業第 3 回技術委員会発表資料（令和 4(2022)年 2 月）等に基づき報告する。図表は上記計画書、発表資料等からの引用である。なお、詳細は 7 章参照のこと。

4.8.1. 地域協議会の取組概要

(1) 取組目標

宮崎県は、全国に先駆けて主伐期を迎え、スギ素材生産量が 30 年連続で日本一と林業・木材生産活動が活発な地域である。そうした中、サプライチェーンの各段階では効率化の取組が進む一方、図 4-48 に示すとおり、合法性確保の視点では様々な課題がある。

そのため、全国モデルとなる SDGs 森林産業としてのサプライチェーンを構築するため表 4-39 に示す目標を掲げている。

事業の内容を、図 4-49 に示す。

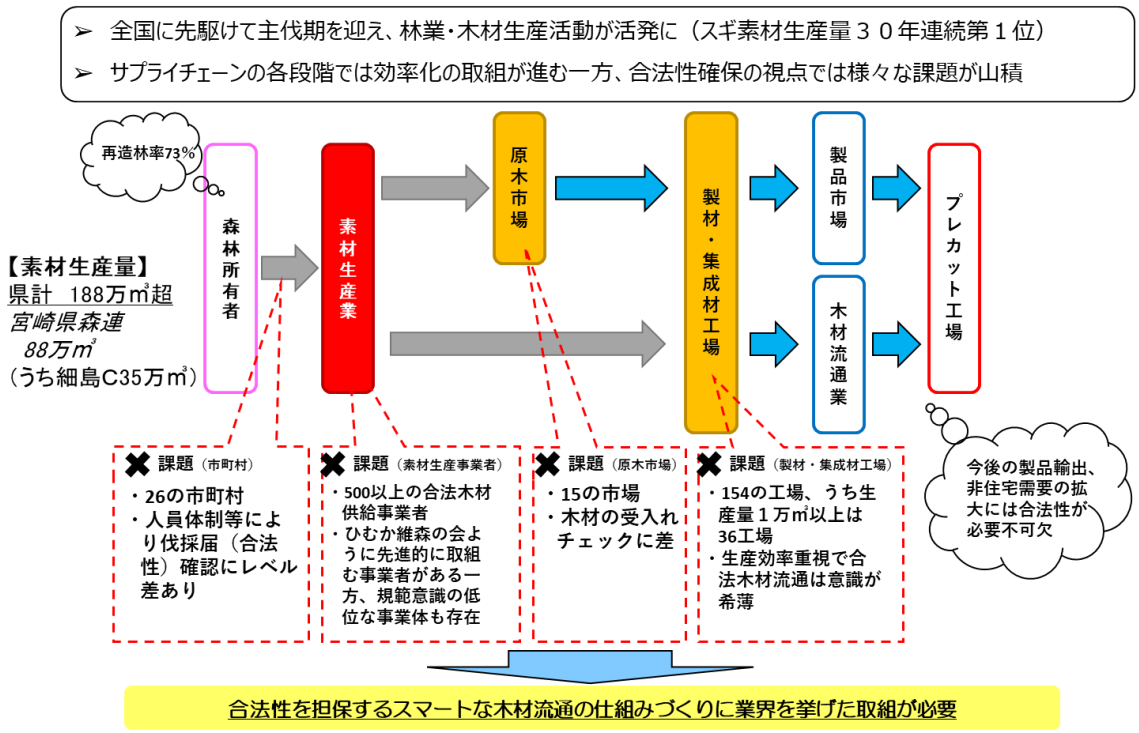


図 4-48　地域の現状と課題

表 4-39　実施概要及び数値目標

テーマ	実施概要	目標（数値）
経営の効率性・採算性向上	合法性を担保・補強する地理情報連携システム	素材生産事業者の業務において、従来の方法に比較して５％の業務効率化
	川上側を対象とした人材育成プログラム	
需給マッチングの円滑化	原木管理システム情報を活用した総合評価システム（※）及び集積情報を活用した需給マッチングシステム	原木市場等において従来の方法に比較して５％の流通コストの削減
	川中、川下側を対象とした人材育成プログラム	

※出荷側（林業事業体）の合法性や経営力について、受入側（原木市場・製材工場）が総合的に評価するシステム

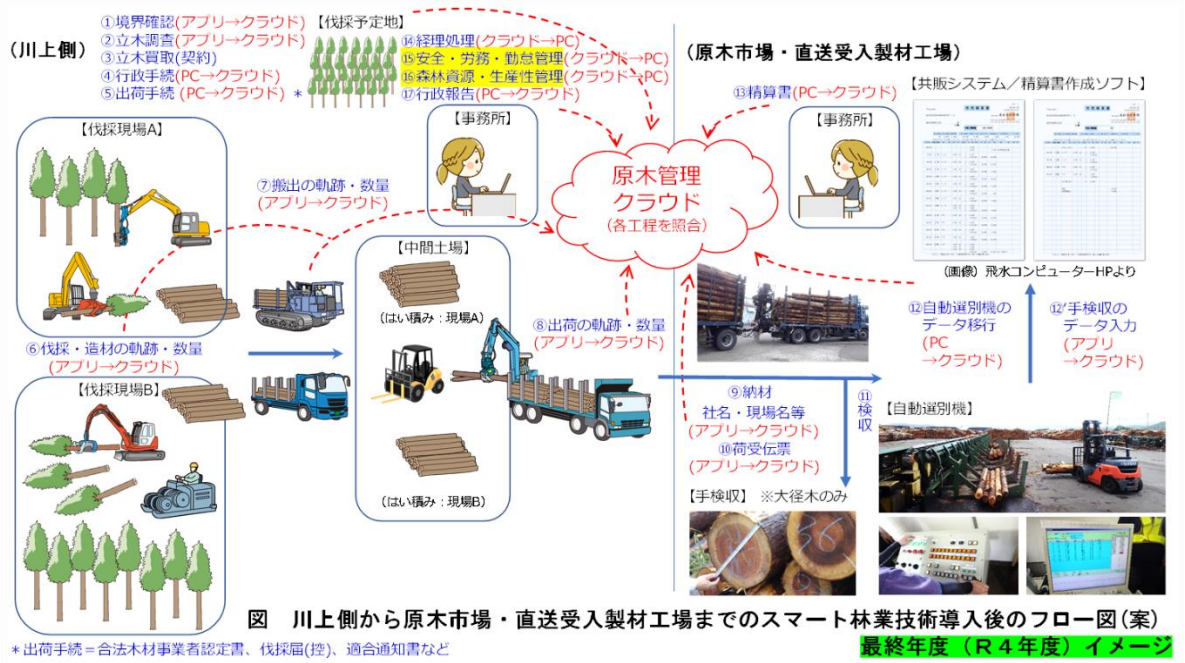


図 4-49　事業の内容（最終年度（R4 年度）のイメージ）

（2）　地域協議会の構成

宮崎県合法木材流通促進協議会は、図 4-50 に示すとおり、宮崎県庁と宮崎県森林組合連合会（県森連）を中心とする県中央組織と、2 つの地域部会を作って検討を進めている。

当地域の特徴として、県森連は原木市場として年間約 88 万 m^3 の原木取扱量があり、そのうち年間約 35 万 m^3 の原木取扱量がある細島木材流通センターやその出荷元である素材生産業事業体が県北地域協議会に、また先駆的な森林組合で知られており、年間約 8 万 m^3 の原木取扱量がある南那珂森林組合やその直送先である大型製材工場が県南地域部会にそれぞれの中心メンバーとして参画しており、県の中央組織だけでなく、地域の有力プレイヤーが具体的に関わっていることがあげられる。

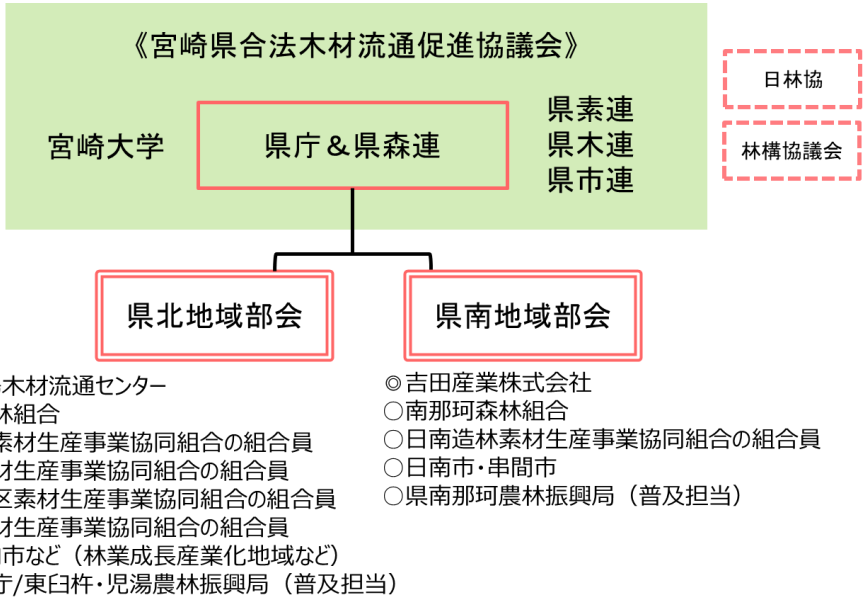


図 4-50　宮崎県合法木材流通促進協議会の構成

4.8.2. 今年度成果

（1）　合法性の観点

当該地域協議会では、前述したように合法性の確認のためにスマート林業技術を実証している。宮崎県では、すでに様々な合法性確認の取組が進められており、伐採届の提出に対し発行される適合通知書の伐出現場への掲示と出荷時の提出が義務付けられている。しかしながら、書類による確認のみでは、まじめに取り組んでいる林業事業体は書類作成の手間が増える一方、書類のみから合法性を確認することが困難な面もある。例えば、1 カ所の伐採届を基に、隣接する森林を伐採し、隣接部分は無届でもわからないという状況がある。

このような状況を解決するために必要な情報として、図 4-51 に示す各種情報が必要と考えている。これらの情報をクラウドで管理することにより、表 4-40 のように合法性確認が可能となる。

なお、合法性確認のための取組の実導入においては、必要な情報取得が日常業務として実施できること、合法性確認のほか経営上のメリットがあることが必要と考えられる。

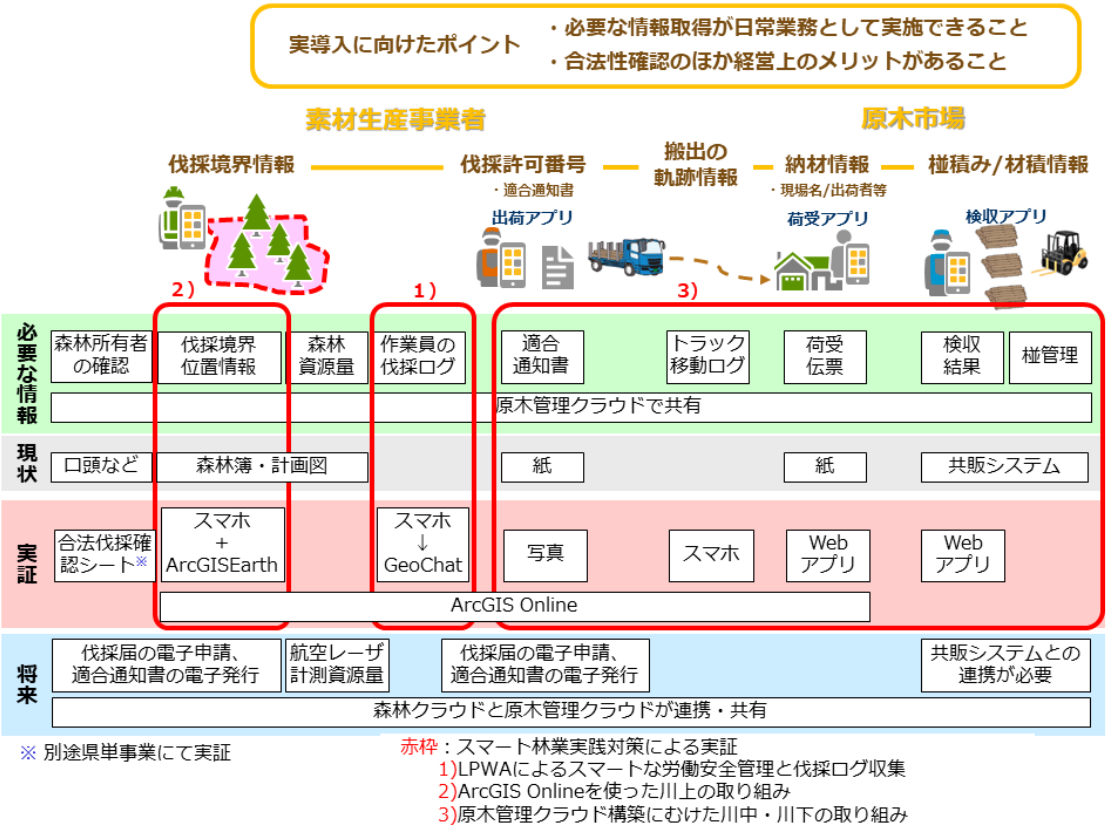


図 4-51　木材の合法性確認に必要な情報

表 4-40　目指す合法性確認の方法

無断伐採につながる課題	目指す合法性確認の方法
・ 1 カ所の伐採届を提出し、隣接地を無届で伐採する。	・ トラックログから伐採地の位置情報が適合通知書（伐採届）と合致していることを確認できる。 ・ 伐採地境界位置情報と森林資源情報から伐採総材積を推定し、同一伐採地から複数市場への納材情報の合計と比較して妥当性を確認できる。 ・ 伐採地境界位置情報と作業員の移動ログを比較し、伐採作業が境界内に収まっていることを確認できる。
・ 悪質な仲介者が森林所有者の確認を取らずに伐採届を提出し、素材生産業者が伐採する。	・ 森林所有者の確認状況も含めた情報を伐採届とともに申請する。
・ 入荷した材の適合通知書を閲覧するためには書類綴り（紙）から探し出す必要がある。	・ 原木管理クラウドから適合通知書を簡単に閲覧することができる。 ・ 原木管理クラウドから伐採地、森林所有者確認状況を簡単に閲覧することができる。
・ 適切な対応をとっている素材生産業者が合法性を担保する手立ては適合通知書（紙）のみとなっている。	・ 森林所有者や伐採作業者との境界確認作業においてスマホのログを取得することで合法性を担保できる。 ・ 伐採作業員が緊急連絡用の通信端末（GeoChat）を災害対策として持つと自動的に移動ログが取得でき合法性を担保できる。 ・ 必要な情報すべてを伐採届として電子申請することで、簡単、確実に合法性を証明することができる。

(2)　経営の効率性･採算性向上

1)LPWA によるスマートな労働安全管理と伐採ログ収集

伐採境界内に伐採作業が収まっていることを証明するために、作業員の伐採作業の移動経路位置情報を取得する。これまで表 4-41 の方法を実証したが、今年度は LPWA による携帯圏外での緊急通信「Geo Chat」を用いることとした。

表 4-41　作業員伐採ログ取得の方法

伐採ログ取得の方法	特徴・課題
ハンディ GPS	・ GIS に取り込むために PC への接続、変換等が必要。
スマートフォン（内蔵 GPS）	・ ArcGIS Online に自動で位置情報が取り込める。 ・ 作業中にスマートフォンを持ち歩くことに抵抗がある。
Geo Chat	・ 緊急連絡用として持ち歩くことで、同時に位置情報が得られる。 ・ 専用クラウドでの自動表示は可能。ArcGIS Onlie へは現状手動で登録。

LPWA による緊急通信「GeoChat」の実証概要は表 4-42 のとおりであり、日常的に利用するとともに緊急時の訓練を行った。実証の様子は図 4-52 に示す。管内で起きた死亡事故においては、事故発生から発見まで半日以上がかかった例もあり、事故発生から発見までの時間短縮は大きな効果があった。

表 4-42　緊急通信「GeoChat」実証概要

項目	概要
「GeoChat」設置状況	・ 親機を串間市内の森林組合事務所に設置。 ・ 森林組合事務所には緊急連絡受信時に知らせるパトライトを設置。 ・ 中継器 3 台を管内山頂部等（国有林内）に設置。 ・ 中継器 2 台は移動可能として利用。 ・ GeoChat 端末 15 台を作業員が所持。
作業班内での利用状況	・ グラップル等の林業機械オペレーターがスマートフォンアプリと GeoChat をリンクして詳細情報、事務所との連絡を確認。 ・ 班員は GeoChat を所持。
伐採ログデータの取得	・ 端末の位置情報を 3 分に 1 回程度の間隔で取得。 ・ 専用 Web サイトで履歴を確認可能。 ・ 他データ（伐採境界位置情報等）と重ねるため、CSV ファイル出力して ArcGIS Online に取り込み（手動）。

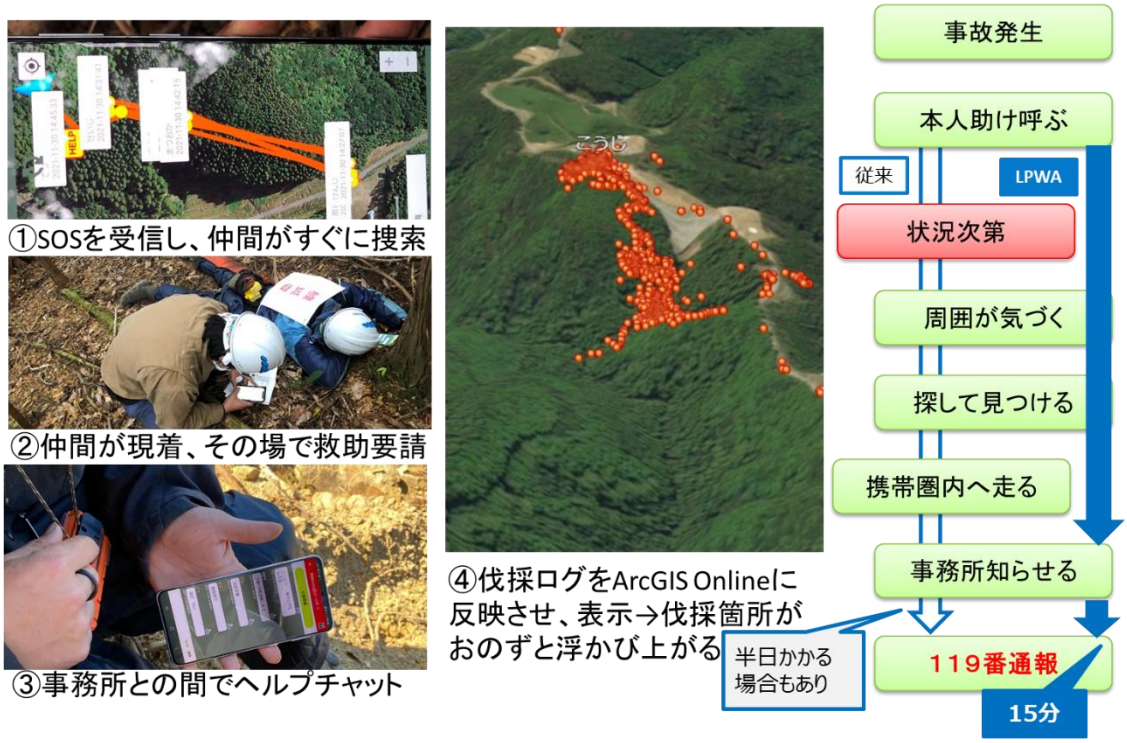


図 4-52　LPWA によるスマートな労働安全管理と伐採ログ収集の実証の様子

実証の効果は以下のとおりである。

- 10ha 皆伐地で重点実証→伐採着手から完了まで日常的に使用→十分に合法性確認に活用できること確認
- 救助訓練→SOS・ヘルプチャット・GPS 誘導機能により事故発生から 119 番までの時間が劇的短縮（発災から捜索・119 番まで 15 分）
- SOS が出せるオンリーワンの機器で、作業員の評価（安心）も上々
- ただし、やはり通信がやや不安定で、使いこなすためには現場管理者のサポートと、作業班員の性能の熟知と使い方の習熟が必要
- 「安全を金で買う」という意味での費用対効果は合格点と評価
- 伐採ログデータを「勝手に」取得→データ取得費用の低減に成功

2)ArcGIS Online を使った川上の取り組み

伐採境界内に作業員の伐採ログが収まっていることから合法性を確認するため、伐採境界の位置情報取得をできるだけ簡易に取得することを目的として実証を行った。これまでの実証により、県内の先駆的な素材生産業者においてもハンディ GPS から PC に取り込み GIS に表示する作業は難度が高いことがわかっている。このため、より簡易な手法で位置情報を取得することとし、測量レベルの精度は求めないこととした。

また、実証参加事業体以外にも ArcGIS Earth（無料 GIS アプリ）の機能についての研修会を実施した（令和 3(2021)年 11 月 15 日～17 日、5 会場、参加者合計 63 名）。

実証の様子は図 4-53、図 4-54 に示す。

表 4-43　伐採境界位置情報の取得方法

条件	・ 素材生産業者の負担追加にならないこと。 ・ 簡易な手法であること。 ・ 無断伐採でないことの証明のため、多少の誤差は許容すること。
実証方法	・ 素材生産業者が森林所有者との境界確認時や作業員の案内時に合わせて位置情報を取得する。 ・ スマートフォン（内蔵 GPS）と ArcGIS Earth（無料 GIS アプリ）を使って伐採境界ログを取得（伐採境界線上の変換点においてポイントを手動取得）。 ・ 事務所にて取得したポイントをつなぎ伐採範囲のポリゴンを作成。 ・ ArcGIS Online にてデータを共有（メール送信への共有も可）。

図 4-53　伐採境界位置情報の取得

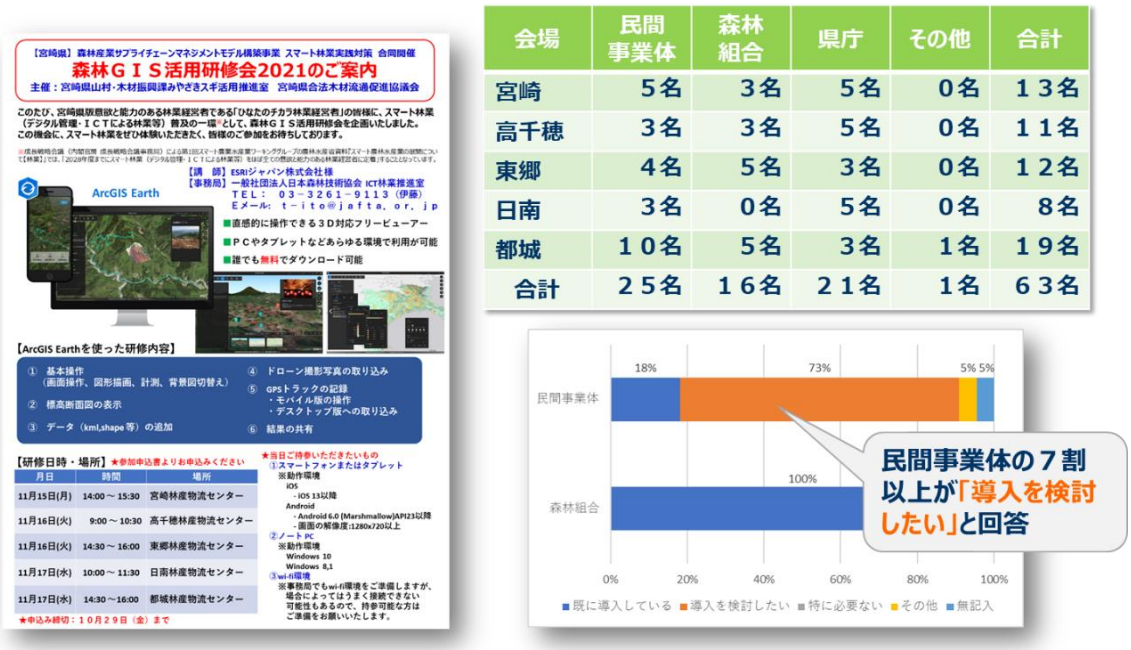


図 4-54　GIS アプリ活用研修会の概要

実証の効果は以下のとおりである。

・ArcGIS Earth（無料・オフライン可）を利用した伐採境界ログ取得とデータ化の手順が整理できた。
・伐採境界データ（ログ）を ArcGIS Online に公開し、Web アプリによる可視化を行い、宮崎県合法木材流通促進協議会や行政と共有する仕組みを構築した。
・GIS アプリ活用研修会の結果、GIS 未導入の民間事業体で 7 割以上が導入を検討したいとアンケートに回答した。

(3)　需給マッチングの円滑化

1)原木管理クラウド構築にむけた川中・川下の取り組み

原木市場においては、基本的にはトラックごとの荷受けから選木機を通して共販システムにて椪ごとに伐採地をデジタル管理している（一つの椪に複数の伐採地が含まれることも有る）。一方で、合法性の証明となる適合通知書は紙書類として管理している、選木機に通せない大径材等は手検収を行い野帳入力している、椪の管理（空いた場所、出荷可能な場所など）は手動で行っている、などの課題がある。

伐採地情報をデジタルで共有するための荷受けの電子化、原木市場内の作業効率化のための手検収及び椪管理（ストックヤード管理）の電子化を実証した。

原木管理クラウド構築にむけた川中・川下の取り組みは、表 4-44 のとおりであった。

なお、実証の様子は図 4-55 及び図 4-56 に示す。

表 4-44　原木管理クラウド構築にむけた川中・川下の取り組み

実証項目	現状	実証
荷受けの電子化	・ 適合通知書は事前に素材生産業者が原木市場に紙で提出。 ・ トラック運転手が伐採現場を原木市場受付で口頭報告。	・ トラック運転手が伐採現場に掲示された適合通知書の写真を撮影し、移動ログをスマホアプリで取得。 ・ 原木市場受付で荷受け番号と紐づけ。
	・ 原木市場受付で 4 枚複写手書き伝票作成。	・ 原木市場受付で Web アプリ（PC）入力、4 分割の防水紙に印刷。
	・ 原木市場からの精算書類は紙で発行、素材生産業者が PC へ入力して管理。	・ 荷受け時の材積（仮材積）をその場で素材生産業者へメール送信。 ・ 原木市場から精算書類を PDF ファイルで発行、素材生産業者はコピーペーストで管理。
手検収の電子化	・ 大径木は選木機を通さず、手検収結果を野帳から PC へ入力。	・ 手検収結果をタップ入力するアプリを使用。
椪管理（ストックヤード管理）の電子化	・ 毎日、椪の状況を巡回し記録。 ・ 購入者（製材工場）に電話等で連絡。	・ アプリ（タブレット）で椪の状況を記録、ArcGIS Onlie で製材工場に共有。

図 4-55　原木市場における荷受け作業のデジタル化と荷主への情報提供

図 4-56　椪管理（ストックヤード管理）の電子化

実証の効果は以下のとおりである。

・出荷・納材アプリと荷受け伝票アプリを連携し伐採現場と荷受け番号での情報の紐づけ）ができるようになった。

・荷受け時の仮材積を素材生産業者に即時メール通知ができるようになった。

・原木市場における手検収アプリ、椪管理（ストックヤード管理）アプリを作成した。

（4）　体制整備における工夫･課題

体制整備における工夫・課題は、表 4-45 に示すとおりであり、協議会参加事業体等の意識としては、LPWA に対する事業体の期待は大きいが通信のやや不安定さが継続課題、伐採業務のデジタル化効果に対してはやや懐疑的、「原木管理クラウド」はあくまでデモ版ですぐにこれで仕事しようとは思えないが、デジタル化の必要性は皆感じているので、少しずつ取り組むしかないなどであった。

体制整備における工夫としては、県内林業地域の特性をふまえて県北地域・県南地域で実証展開、県森連の細島木材流通センターから中国木材・日向工場へアプローチなどがあった。

体制整備における課題としては、県森連だけで始めても意味がない（いかに他の市場・製材工場を巻き込むか）、合法性確認というコストをどう引き受けるか（合法性のコストとリスクが不明確）、「原木管理クラウド」を誰が運営するかなどがあった。

表 4-45　体制整備における工夫・課題

項目	概要
協議会参加事業体等の意識	●LPWA に対する事業体の評価は高いが、普及の上では通信の不安定さが課題。 ●伐採業務をすべてデジタル化には懐疑的（アナログといかにハイブリッドするか）。 ●「原木管理クラウド」はあくまでデモ版で、仕事で使うためにはさらなる改善が必要。 ●デジタル化の必要性は強く感じており、できることから少しずつ取り組んでいくべき。
体制整備における工夫	●県内林業地域の特性をふまえて県北地域・県南地域で実証展開。 ●県森連の細島木材流通センターから中国木材・日向工場へアプローチ。
体制整備における課題	●協議会の試みにいかに他の市場・製材工場を巻き込むか。 ●合法性確認というコストをどうみるか（合法性のコストとリスクが不明確）。 ●「原木管理クラウド」を運営するための役割分担をどうするか。

5章.　取組成果の普及展開

5.1. 実施概要

「スマート林業」を全国に普及展開するため、都道府県や市町村、林業事業体等を対象とした事業報告会を開催した。

また、昨年度に引き続き、林業新技術に係る現場ニーズを踏まえた技術・サービスの改善や現場実装の促進を目的として、林業事業体が林業新技術を提供する林業機械メーカー、ICT ベンダー等と直接情報交換できるマッチングミーティングを開催した。

事業報告会及びマッチングミーティングの開催方法については、新型コロナウイルス対策のため WEB 配信による開催とした。

なお、当初予定していた会場を利用した Live 配信を予定していたが、林野庁担当者と協議の上、録画配信に切り換えての開催となった。

5.2. マッチングミーティングの開催

林業新技術に係る現場ニーズを踏まえた技術・サービスの改善や現場実装の促進を目的として、林業新技術を提供する林業機械メーカー、ICT ベンダー等と林業事業体が直接情報交換できるマッチングミーティングを開催した。またマッチングミーティングは、新型コロナウイルス感染症対策のため WEB 配信とした。開催概要を表 5-1 及び図 5-1 に示す。

マッチングミーティングでは、林業機械メーカー、ICT ベンダー等によるスマート林業の【Web 技術展示】を行ったほか、課題やニーズが多いテーマである【林業通信編】と【木材流通編】の２つを設け、専門家による「先進的な技術による基調講演」、スマート林業実践対策の地域協議会による「地域協議会の取組事例紹介」を行うとともに、専門家及び地域協議会による「スマート林業技術の導入と普及について（導入・普及の苦労や成功 等）」をテーマにしたパネルディスカッションを行った。

以上の発表の動画・資料及び展示資料等は、日本森林技術協会ホームページ　HOME > 事業案内 > コンサルティング業務 > スマート林業構築普及展開事業　に掲載した。
（　http://www.jafta.or.jp/contents/jigyo_consulting/11_list_detail.html　）

表 5-1　マッチングミーティングの開催概要

タイトル	林野庁委託事業 令和３年度スマート林業構築普及展開事業 マッチングミーティング
日　程	【林業通信編】　令和 3(2021)年 12 月 20 日（月）より公開 【木材流通編】　同上 【Web 技術展示】　令和 3(2021)年 12 月 6 日（月）より公開
広報先	・行政機関　・業界団体 ・学会・研究会　・専門紙・専門誌　など

開催内容	【全体共通】 ●スマート林業の概要説明 ・事務局（一般社団法人日本森林技術協会、住友林業株式会社） 【林業通信編】 ●基調講演「スマート林業の実現に向けた無線通信」 講師：原田 博司 氏 （京都大学大学院情報学研究科通信情報システム専攻教授／ 京都大学プラットフォーム卓越大学院プログラムコーディネーター／ 林野庁森林・林業に係る情報基盤整備に係る基本調査検討会委員） ●地域協議会の取組事例 ・福島地域（いわき市持続可能な森林・林業推進会議） ・埼玉地域（西川地域スマート林業協議会） ・宮崎地域（宮崎県合法木材流通促進協議会） ●パネルディスカッション「林業通信に係るスマート林業技術の導入と普及について（導入・普及の苦労や成功 等）」 ・出演：上記出演者　　・進行：事務局 【木材流通編】 ●基調講演「スマート林業でめざす県産木材流通販売改革」　※7 章参照 講師：高橋 伸幸 氏 （群馬県森林組合連合会 指導部長／ 林野庁スマート林業構築普及展開事業技術委員会委員） ●地域協議会の取組事例 ・北海道地域（スマート林業 EZO モデル構築協議会） ・和歌山地域（紀中地域林業躍進プロジェクト推進協議会） ・愛 媛 地 域（愛媛県林材業振興会議） ●パネルディスカッション「木材流通に係るスマート林業技術の導入と普及について（導入・普及の苦労や成功 等）」 ・出演：上記出演者　　・進行：事務局 【WEB 技術展示】（計 31 社） ■株式会社アドイン研究所 森林３次元計測システム OWL、施業収支計画ソフト:OWL Report、採材計画ソフト:OWLProcessor、施業収支計画（採材計画連携）ソフト:OWL Report2、作業道作設ソフト:OWL Trail Designer、治山支援ソフト：OWL Constructor 等 ■イー・バレイ株式会社 枝打ちロボット「eddy」 ■株式会社 woodinfo 森林経営管理制度支援システム、インターネット木材入札システム、林内 360°歩行“Forest View”、写真検知を超えた検知丸 AI ■宇部興産コンサルタント株式会社 森林資源情報ソリューション、森林調査報告システム“モリレポ” ■株式会社 HBA 林務トータルシステム、BPO サービス ■ESRI ジャパン株式会社 ArcGIS によるスマート林業ソリューション ■九州電力株式会社／九電ドローンサービス　九電ビジネスソリューションズ株式会社　九州林産株式会社 スマート林業を支える「森林資源の見える化サービス」

	■株式会社コア スマート林業ソリューション、森林内における GNSS 測位精度の検証、準天頂衛星みちびきを活用したドローン測量ソリューション ■株式会社ジェイズ・ブラザーズ スマート林業「サプライチェーン管理システム」、素材生産業向け「日報管理システム（森林業務支援）」、総合森林資源管理流通システム ■株式会社ジツタ 森林測量管理システム「Assist8」、GNSS 測量システム「ARUQ」、3D データで森林を可視化「AssistZ」、森林 UAV フライト計画に革新「3D Flight Planner」、AI 画像認識版「木材検収システム」 ■森林パートナーズ株式会社 ICT トレーサビリティシステムを有する「森林再生プラットフォーム」 ■SKYLOOP JAPAN（SMG コンサルタント株式会社） UAV 高精度レーザー測量による森林資源の見える化 ■株式会社澄川工作所 木材用 VR グラップルシミュレータ ■精密林業計測株式会社 ドローンレーザによる精密な森林資源計測、普及型ドローンと航空レーザによる森林資源計測の把握、ドローンによる間伐木の選木方法、ドローンによる伐採木の確認方法、松くい虫被害の広域・精密計測 ■株式会社セキド 業界用ドローンの新スタンダード「DJI Matrice 300 RTK」、航空測量用の Lidar＋RGB ソリューション「DJI Zenmuse L1」 ■東光コンピュータ・サービス株式会社 スマート作業日報「Forepo(フォレポ)」 ■株式会社 DroneWorkSystem 3 オペレーター操縦切替機能付き 物資運搬用ドローン「EAGLE40」 ■Nauto Japan 合同会社 AI 搭載通信型安全運行管理プラットフォーム ■パシフィックコンサルタンツ株式会社 森林林業 DX の実現、カーボンニュートラル推進支援サービス ■株式会社パスコ 森林ソリューション ■ビズステーション株式会社 森林測量 GNSS 2 周波 RTK 測量機「DG-PRO1RWS」 ■株式会社百森 林業専用日報サービス「Wooday」 ■株式会社フォレストシー 携帯圏外対応パーソナルチャット・SOS デバイス「GeoChat/ジオチャット」 ■株式会社 BREAKTHROUGH 丸太計数国産 AI 搭載アプリ「Log-co(ログコ)」 ■北海航測株式会社 森林情報管理システム、レーザ計測・デジタル写真計測 ■株式会社マゼックス 林業用運搬ドローン「森飛 -morito-」：林業用ウインチ運搬型、林業用 2 オペ運搬型 ■株式会社マプリィ 林業・測量・防災・農業分野における DX に向けて地理空間情報のアプリプラットフォーム「mapry（マプリィ）」 ■ヤマハ発動機株式会社 無人ヘリコプターを用いた森林計測サービス

	■山秀情報システム株式会社 　　原木検収システム「きこりくん」（音声入力対応版）、原木販売管理システム「樹乃庫（きのこ）」 ■一般財団法人リモート・センシング技術センター（RESTEC）／株式会社 NTT データ 　　森林資源量抽出サービス（3 次元データ AW3D 製品） ■株式会社 Hacobu 　　車両の動態管理サービス「MOVO Fleet（ムーボ・フリート）」
ﾊﾟﾈﾙﾃﾞｨｽｶｯｼｮﾝ 結果概要	【林業通信編】 ▼携帯電話圏外でのデータ通信について ・安全で働きやすい環境づくりのため、携帯電話圏外でのデータ通信を利用して、緊急連絡や体調管理に活用したい。 ・Wi-Fi は通信が不安定、LPWA は通信量が少ないなどの特性があるので、それぞれに合った使い分けが必要。 ・LPWA は中継機を固定式と移動式に分けて、電波を届きやすく工夫している。また、チャットとグループラインのように会話的なテキスト送受信は難しいため、限られた通信量で端的なコミュニケーションが取れるように運用方法の工夫が必要である。 ・LPWA はイニシャルコストが掛かるため、大規模林業地では導入しやすいかもしれないが、小規模林業地では行政インフラとした方が導入しやすいかもしれない。 ・末端の通信はいろいろなツールがあって良いと思うが、基幹の通信は大容量が扱えるブロードバンドの方が普及しやすいのではないか。例えば、エネルギーの送電網インフラと連携するなど。 ・ただ、業界の総意を把握するためにも、ユースケースを整理する必要がある。 ・衛星を活用した通信についても、技術的には可能だが、ユーザー数が増えないと普及は難しいのではないか。 ・いずれの技術も一般に普及させるには、1,000 万人以上のユーザー数が必要ではないかと思う。 ▼GNSS の最新状況について ・国土調査（地籍調査）が遅れている地域は、境界確定も遅れている。 ・境界明確化に使っているレーザーコンパスでは、正確な位置情報が記録されないので、PC 上で人の手によって位置情報を付けており、手間が掛かっている。 ・みちびき（準天頂衛星システム）を使用した GNSS では、精度をどこまで求めるかはあるにしろ、行政の補助申請では使用可能といわれている。ただ、精度の部分については今後の調整となる。 ・ネットワーク RTK を使用した GNSS では、境界明確化や施業履歴の管理に活用している。 ・森林簿や基本図などは位置情報が不正確なので、境界明確化や実面積把握の大きな課題となっている。 ・GNSS の更なる有効活用については、基準づくりとプラットフォームづくりが必要ではないか。それにより、教師データを収集してビッグデータ化し、AI を活用した深層学習、補正ができるようになるので。 ▼人材育成等の課題について ・単にデジタル操作ができる人だけではなく、森林の管理や計画、立案ができる人がデジタル操作できるようになる必要がある。 ・デジタル操作に詳しい人（コア技能者）と閲覧ぐらいできる人（一般技

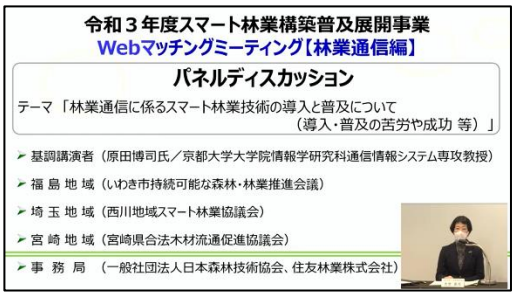
	能者）に分けて、各レベルに応じた技術の導入や普及を目指しており、その研修等に取り組んでいる。 ・位置情報を把握することにより、伐採エリアの特定や作業エリアの確認ができるようになるので、合法伐採の確認に使えると考えている。そのため、現場作業者は電源を入れるぐらいで特にデジタル操作する必要はなく、管理者は GIS 操作ができるようになることを目指しており、無料の GIS アプリケーションを活用した研修等に取り組んでいる。 ▼まとめ ・先端技術に関する情報交換・意見交換の場づくりが必要ではないか。データサイエンティストは現場を知らないし、データ数値の違和感もわからないので、現場と技術を双方が交流する場があると良い。 ・例えば「林業と通信」、「林業とビッグデータ」、「林業と深層学習」、「林業とコンピュータビジョン」など、先端技術にアンテナを張りながら、自分たちの分野と他分野を結びつける交流があると良い。 ・今後はあらゆる技術が混在する時代に入ってくる。５年後には今日のディスカッションが古い時代のことのように感じるかもしれない。 【木材流通編】 ▼川上側の森林情報やシステムと木材需要側が求める情報のミスマッチを防ぐには？ ・熟練者とそうでない者の差を減らすことだけでなく、従来の方法との違いを理解し、調整できる責任者の育成も必要と考えている。 ・ドローンによるレーザや LIDAR の森林資源情報を、取引情報や供給情報に使いたいと考えている。 ・地上レーザや ICT ハーベスタによる立木在庫、単木管理等を活用して、曲りや細りの森林資源管理のビッグデータを作りたいと考えている。 ・直送先の製材工場では、樹皮なしの最小径による径級別本数などが求められるので、ICT ハーベスタで対応できないかと考えている。樹皮の補正やミリ単位の径級は、取引情報として重要なので。 ・2cm 括約については、取引の考え方を変えないと乗り越えられないので、ICT ハーベスタの特性についての取引者同士の相互理解が必要になる。 ・2cm 括約は、既成概念に捉われない新しいルールが、双方のメリットに貢献できれば乗り換えられるのではないか。 ・はい積み毎やトラック毎の原木データと ICT ハーベスタの原木データがヒモ付いていないことが課題となっている。 ・ICT ハーベスタは自動選別機とは違い、曲りや末口の形状を判断できないため、その部分はオペレーターの判断に委ねられていることも課題。 ・将来的には、ICT ハーベスタの位置情報も活用できるようになると良い。 ・ICT ハーベスタは、取引先がひとつの場合と複数の場合で活用方法に違いがあるかもしれない。 ・航空レーザによる樹高・本数データと現地プロット調査による胸高直径データにより、高精度な森林資源量把握ができるようになっている。また、その結果を協議会メンバーが閲覧できるので、メンバーの製材工場は川上側に需要のニーズを出せ、施業地毎のデータベース作成や原木サプライチェーンの構築が可能となっている。 ・検知システムについても、施業地毎のデータベースとして今後の活用が期待される。 ・原木市場の市売りデータベースは、現在どこも活用されていないのでは

	ないか。市売り毎の単発利用や紙によるデータ保管ではなく、デジタル化とビッグデータ化による活用が必要ではないか。 ・原木コーディネーターは、原木市場の本来の機能であるが、出荷者と買方の双方に気を遣うことによりその役割を十分に果たせていないため、別途コーディネート機能の強化が必要と考えた。これにより川上側の在庫状況なども、川中・川下側に提案できるようになると考えている。 ・原木コーディネーターは、既存を活用するか、新規に立ち上げるか、商流の中に置くか、商流の外に置くか、などもあるかと思うが必ず必要な存在と考えている。 ・森林資源量だけではなく素材生産量の経験値も含めて、デジタル化により見える化できるようになると、ビッグデータにも活用できるようになるのではないか。 ▼木材 SCM システムを構築する際の、行政の役割や関係者間の合意形成 ・ICT ハーベスタによる数量測定は、従来方法とは違い、樹皮補正や径級の違いなどの理解による合意形成が必要。ICT ハーベスタにより、これまでの検知が不要になるなどのメリットが理解されれば、新しい単価設定などもできるかもしれない。一方で、これまで検知は末口に径級を書いていたが、ICT ハーベスタでは書かれないので、A 材から B 材に変更となった場合など、修正に手間が掛かるかもしれない。 ・合意形成や普及には、サプライチェーンのキーマン、メインプレイヤーが入るかどうかで決まるのではないか。 ・これまでは川中側まで材が運ばれないと生産量がわからなかったが、ICT ハーベスタを使えば生産量の把握も早くできるようになる。 ・商流や商慣行は地域毎に特徴が違うので、地域モデルで課題を示すことが、他地域の参考になると考えている。そのためにも、サプライチェーンのキーマン、メインプレイヤーを引き込むことが重要。 ・行政が商流や商慣行にどこまで関わるかという部分については、ICT の商取引活用、業者間の調整（win-win となる情報提供）、ルールや枠組みづくりなどの関わり方があると考えている。 ・森林資源量に比べて素材生産量が少ない地域では、川上側のモチベーションをどのように向上させるかが課題になっている。 ・素材生産量の確保や収益性の向上、森林所有者への還元額増加などができるようになればモチベーションの向上に繋がるのではないか。そのためにも、素材生産事業体が森林所有者や製材工場等との信頼関係を築くことが大切ではないか。特に森林所有者への還元の見える化は重要ではないか。 ・サプライチェーンの合意形成については、協議会の会議による情報共有だけでなく、協議会メンバーへの個別訪問などにより行っている。現在は県の林業普及指導員が行っているが、サプライチェーンのプレイヤー同士で主体的に合意形成ができるようになるかが今後の課題となっている。 ・システムやスマート林業の構築、事業体同士を繋ぐことなどについては、行政が主体の方がスムーズではないかと思う。価格や取引など商流については、民間同士（当事者同士）の方がスムーズに進むと思う。 ・また、他地域への普及については、県のクラウドシステムや県内の林業成長産業化地域との連携などが考えられるが、これらは行政が主体の方がスムーズではないかと思う。 ・地域内で複数の原木市場があり、これまでバラバラで取引していた地域では、規格の統一やロットの拡大などによる活性化を目指している。ただ、ウッドショックの影響により、各原木市場が活況となり、従来どお

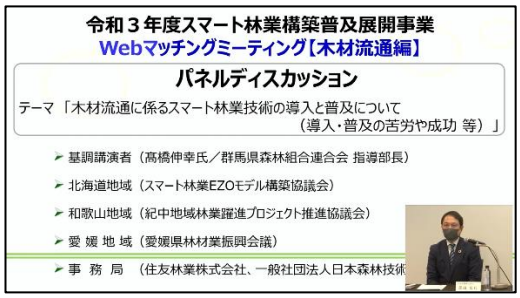
	りバラバラで取引しても儲かる、各自が単独で工夫しても儲かるようになったため、規格の統一やロットの拡大などは不要という意見が出るようになった。 ・材価を高い状況が続けば、民間も活性化されるので、諸問題は解決できるのではないかと思う。 ・材価が高い時に、将来への投資をした方が良いのではないかと思う。 ・素材生産量の増産時代に備えて、原木市場は土場容量を確認しつつ、直送なども視野に入れて、時代に合わせた対応が必要ではないか。 ・素材生産事業体は、素材生産量を増やすことが成長を実感でき、モチベーション向上に繋がるので、生産性や収益性の目標設定や到達度の把握（PDCA サイクル）などができると良い。これには、プランナーやオペレーターだけでなく、事業体の幹部も関わる必要がある。 ・行政の役割は、利害関係から独立した公正な立場として、新しいスキーム作り、フレーム作りに焦点を絞ることも必要ではないか。 ▼国産材の流通を変革するためのスマート技術とは？ ・スマート技術を導入すれば、全ての課題が解決できる訳ではないことを理解しておく必要がある。スマート技術を活用して、従来の仕組みや考え方をどう変えていくか、という視点が必要。 ・将来的なスマート技術、スマート林業のリテラシーとしては、人間は人間にしかできないことに集中し、機械に任せられるものは任せていく、という方向性も必要ではないか。 ・今回のウッドショックに限らず、良い時も悪い時も必ずやってくるので、林業の安定化を図るため、林業の循環（サイクル）の確立による安定供給と労働者不足の克服が必要ではないか。 ・今までの商慣行の良さも残しつつ、新しいことにチャレンジしていく姿勢が必要ではないか。 ・林業が中堅や若手の人たちにとって魅力ある産業にどうやってしていくかが、スマート林業にとって最も重要な点だと思う。 ・地域循環型木材サプライチェーンの確立を目指す上でも、スマート技術の推進は必要になっている。 ・国産材は現在、国際競争の中にあるので、海外と対抗できるようになる必要がある。それに向けてもスマート技術は必要になっている。地域の価値と国際的な価値との擦り合わせが必要な時期に来ている。 ・コロナ禍やウッドショックなどで地域差がなくなるような情報インフラ整備を、国政・国策で取り組んでほしい。 ・資源情報と生産情報を蓄積してビッグデータ化することにより、AI による収支予測や経営予測ができるようになると良い。 ・森林経営管理制度を活用して、立木在庫の把握や中長期的な経営安定に繋がるようになると良い。 ▼まとめ ・サプライチェーンの効率化による個別最適化も大切だが、それぞれの工程間でムダをなくすことも大切。例えば、山土場が小さい、トラックが入らないなどの物理的な問題だけでなく、社会的制約でコスト高になっている場合もある。そのため、スマート技術の導入だけでなく、関係者間の合意形成が大切。 ・スマート林業の導入により、効率化や高度化が図られ、儲かるようになることが大切。 ・原木は大きくて重たいので、他の商品のように取り回しが難しいので、そうした特性も把握しつつ、DX（変革）することが大切。

▲【林業通信編】YouTube 再生リスト

▲【木材流通編】YouTube 再生リスト



▲【林業通信編】パネルディスカッション



▲【木材流通編】パネルディスカッション

図 5-1　マッチングミーティングの様子

5.3. 報告会の開催

「スマート林業」を全国に普及展開するため、都道府県や市町村、林業事業体等を対象とした報告会を開催した。開催概要を表 5-2 及び図 5-2 に示す。

報告会では、今後のスマート林業の参考とすることを目的として、スマート林業先進地域である石川県の矢田豊氏（石川県農林総合研究センター 林業試験場 副場長）による基調講演「石川県におけるスマート林業の取り組み」、スマート林業実践対策の最終年度 3 地域協議会による成果報告を行うとともに、上記メンバーによる「スマート林業により地域の林業はどう変わったか」をテーマにしたパネルディスカッションを行った。

以上の発表の動画・資料は、日本森林技術協会ホームページ　HOME > 事業案内 > コンサルティング業務 > スマート林業構築普及展開事業　に掲載した。

（　http://www.jafta.or.jp/contents/jigyo_consulting/11_list_detail.html　）

表 5-2　事業報告会の開催概要

タイトル	林野庁委託事業 令和３年度スマート林業構築普及展開事業 報告会
日　程	令和 4(2022)年 2 月 28 日（月）より公開
広報先	・行政機関　　・業界団体 ・学会・研究会　　・専門紙・専門誌　など
開催内容	●開会挨拶 ・林野庁森林整備部計画課 関口 高士 課長 ●概要説明「スマート林業実践対策及び構築普及展開事業の概要説明」 ・事務局（一般社団法人日本森林技術協会、住友林業株式会社） ●基調講演「石川県におけるスマート林業の取り組み」　※7 章参照 ・矢田 豊 氏（石川県農林総合研究センター 林業試験場 副場長／いしかわスマート林業推進協議会／「知」の集積と活用の場 スマート林業研究開発プラットフォーム プロデューサー） ●最終年度３地域協議会による成果報告 ・福 島 地 域（いわき市持続可能な森林・林業推進会議） ・和歌山地域（紀中地域林業躍進プロジェクト推進協議会） ・愛 媛 地 域（愛媛県林材業振興会議） ●パネルディスカッション「スマート林業により地域の林業はどう変わったか」 ・上記出演者　　・司会：事務局 ・進行：鹿又 秀聡 氏（林野庁スマート林業構築普及展開事業技術委員会委員（座長）／国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所）
ﾊﾟﾈﾙﾃﾞｨｽｶｯｼｮﾝ 結果概要	▼本事業の成果の振り返り ・福島地域では、森林認証 SCM をクラウド上に構築したことにより、電話や紙伝票で行われていた取引情報、境界明確化、地形、資源量把握、路網管理、施業履歴、各種申請などをデジタル化し情報共有することができた。一方で、みちびき（準天頂衛星システム）を使用した GNSS では、電波状況や受信位置によって安定しない部分もあった。ただ、境界明確化などの行政の補助申請では使用可能といわれており、精度の部分については今後の調整となる。 ・和歌山地域では、原木市場との連携やシステム開発で民間事業体の協力が得られたこと、製材所との繋ぎ方や検知システムの検証がスムーズに行えたこと、協議会メンバー同士がお互いのメリットを共有できたことなどがあった。原木市場は B 材以下が直送になり、A 材のみ原木市場に集まるようになれば、運送料や手数料の縮減も期待できる。また、航空レーザの地形データが良く、架線系施業ではこれまでの方法より精度が高くなっている。一方で、従来どおり原木市場に持ち込んだ方が手間が掛からず効率的という意識の民間事業体もあり、原木を仕分けて、市売りと直送に分けるメリットを普及させていくことが今後の課題となっている。 ・愛媛地域では、もともと原木市場の品等は信頼されており、買方は量を知りたいだけだったので、そこの見える化・簡素化ができたのは良かった。原木市場に来られる買方は役職が高い方々が多いので、そうした方々のコスト削減にもなっている。また、そんなに本気ではなく、良いものがあれば買おうと、ちょっと様子を見で来る買方が増えると、価格の上昇も期待できる。一方で、原木市場毎の規格品等が統一できなかった。原木市場毎に独自の仕分けをするので、ロット拡大を図る上で弊害

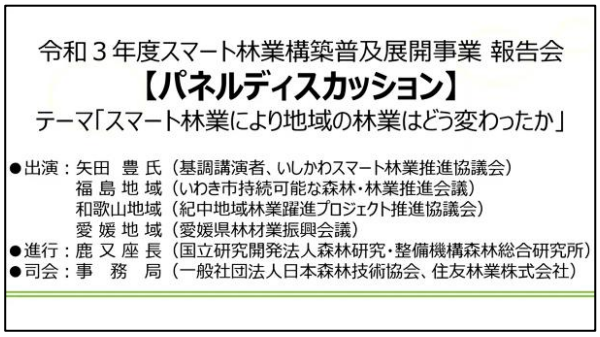
	となっており、川上側の利益阻害にもなっている。また、日々の業務の簡素化には前向きだが、従来できていたことを変えようとすると反発があり、旧態依然の打破が今後の課題となっている。そのほか、スマート技術では、原木市場の荷受システムと受発注システムの評判が良かった。荷受時の業者、車両、量、販売の管理をアナログから Excel に変えたことと、受発注時を FAX からメールに変えただけだが、最先端技術よりアナログがちょっとデジタルになり、ちょっと便利になったのが好評の理由であった。 ・スマート技術の導入は、新しいことの導入を目的とするのではなく、ムダをなくすことが大切。「アナログがちょっとデジタルになり、ちょっと便利になったのが好評」というのは、スマート林業の本質ではないか。何を導入するかより、何を効率化したいか、という視点が大切。 ・原木の WEB 入札だけでなく、WEB 販売（固定価格販売）の可能性については、大口の取引先には今でも可能だと思う。中小の取引先はなるべく安く買いたいので、出荷量の予定がわかれば可能性があるかもしれない。 ・林内の調査機器では、持ち運びしやすく、計測しやすく、値段もお手頃なものがあれば普及すると思う。 ▼スマート技術の導入・運用のための合意形成手法について ・福島地域では、材を高く売りたい川上側と安く買いたい川下側の相反する立場同士が交流する機会がなく、お互いの情報もわからなかったが、林業活性化センターを活用してサプライチェーンの利害関係者の交流・情報の共有が進むことで、腹を割って話せるようになり、地域を活性化したいという共有の目標ができることで合意形成に繋がった。 ・和歌山地域では、ウッドショックの影響でとにかく材を集めたいという要望が強く出るようになり、スマート林業で導入した技術が役立っている。原木コーディネーターの役割は、これまでは原木市場が担っていたが、川上側でも原木検知や直送安定供給の人材育成が必要と考えている。 ・愛媛地域では、利害関係がカギとなっており、利がないと協力は得られない。また、原木市場が強いので、原木市場を巻き込みながら、どうやって直送するかなど経済の流れが普及、定着のカギとなっている。森林組合が自前で素材生産、原木市場、製材工場を持っている場合は、スマート林業化、ICT 化には取り組みやすいが、利害関係者が集まるサプライチェーンでは調整役のコーディネーターが必要になる。そのため、久万高原地域では、林業成長産業化を利用して、その役割を担う会社を立ち上げた。会社であれば、行政のような人事異動もないので、持続的な調整（コーディネート）が可能となるので。 ▼スマート林業による林業の変革は可能か？ ・福島地域では、簡略化、省力化によるコスト削減効果とともに、クラウドによる一元管理、見える化で関係者間の情報共有ができるようになった。ただ、このシステムを継続させるためのランニングコストが今後の課題。 ・和歌山地域では、4K 林業（ケガをしない、効率的、カッコイイ、稼げる）を目指しており、森林所有者の収益向上や素材生産事業体の労働環境改善や安全確保などに取り組んでいる。また、森林簿の補完として、航空レーザ等による森林情報の高度化、整備が必要と考えている。 ・愛媛地域では、現在では不在村地主が多く、相続した自分の山がわからなくなっているが、例えば航空レーザ等により森林資源量の見える化が

	できたり、現地に行かなくても森林の状況がわかったり、地元の人でも知らなかった道がわかったりするようになるので、これまでのように林業の特殊な知識や経験がない人でも、林業ができるようになるのではないかと考えている。 ・各都道府県の森林クラウドは、森林簿や航空写真を見るだけでなく、もっと様々な情報をアップして、情報インフラとして整備していく必要がある。 ・スマート林業＝カッコイイというイメージを広げることにより、人材確保の呼び水にしていきたい。 ・ドローンや航空レーザ等は、地形だけでなく、地位判別なども森林簿に反映させられると良い。また、それらのデータを有効活用することで、定期的なデータ取得の好循環に繋げられると良い。 ・並材であれば、「誰でもできる林業」というには、スマート林業のキーワードになるかもしれない。 ▼全体のまとめ ・「継続は力なり」の言葉のとおり、上手くいかなかったことも含めて、継続的に取り組むことによって、力になっていくと思う。 ・合意形成を行うために、スマート技術を活用するという視点も大切。コロナ禍によりリモート会議やWEB配信が一般化したが、これらもスマート技術のひとつ。全国の人々が簡単に集まれて議論し、その結果を全国に配信する、という新しい仕組みができあがった。 ・Excelの有効活用も、既に使っている技術をレベルアップさせるという視点で大切。 ・林業の変革は、単なるデジタル化、ICT 化だけでなく、儲かる林業、再造林も含めて循環する林業になることではないか。

▲開会挨拶

▲YouTube 再生リスト

▲基調講演



▲パネルディスカッション

図 5-2　報告会の様子

5.4. スマート林業実践マニュアルの作成

「スマート林業」の実現に向け、6 章の課題と対策を導入編としてマニュアル化した（表 5-3）。

作成に当たっては、林業事業体等が ICT 等の技術の導入・運用が適切に実施されるよう技術を体系的に整理した。また、「スマート林業」に向けた取組の前後を比較して、どのような効果が現れたかを定量的に示し、成功要因及び失敗要因を分析して、取組を進めるにあたり留意すべき点、発生しやすい問題点やその解決方法を明らかにし、今後、意欲と能力のある経営者等が「スマート林業」の実現に取り組む際に参考となる実用的かつわかりやすいものとなるように工夫した。

また、本マニュアルは、各都道府県庁林務担当課スマート林業担当者向けに実施した「スマート林業実践マニュアルに係るアンケート調査」の結果を踏まえ作成した。

表 5-3　今年度マニュアルの作成概要

タイトル	令和 3 年度スマート林業構築普及展開事業 スマート林業実践マニュアル　導入編
表　紙	
概　要 （目次）	1.スマート林業とは 2.導入に向けた手順 3.目的をはっきりさせよう 4.使ってみよう ●境界明確化・測量の効率化につながる技術 ●施業提案の効率化と精度向上につながる技術 ●素材生産における数量把握の技術 5.終わりに
発行月	令和 4(2022)年 3 月
発行者	林野庁
発行部数	300 部（紙媒体、A4、全 20 ページ）

6章.　スマート林業の普及に向けた課題と対策

6.1. スマート林業における課題の抽出

スマート林業の目標として「2028 年までにスマート林業をほぼすべての意欲と能力のある林業経営者に定着」させることが令和元(2019)年 11 月に開催された未来投資会議構造改革徹底推進会合「地域経済・インフラ」会合(農林水産業)の中で掲げられている。目標達成に向けて解決すべき課題として、昨年度までのスマート林業実践対策の結果に基づき、表 6-1 が明らかとなった。

昨年度までに指摘された課題（通信環境、データ連携、人材育成、合意形成）については、昨年度作成した『スマート林業実践マニュアル　～準備編～』（以下、マニュアル『準備編』）や今年度事業のマッチングミーティングで取り上げている。分野による技術進捗の差については、遅れていた造林分野において「ドローンを活用した新たな造林技術の実証・調査」[2]により事例集やマニュアルが作成されてきた。

今年度、新たに技術面で「目的意識を持った技術導入の必要性」、運用面で「技術導入と制度の連携が不十分」の 2 点を課題として指摘する。いずれもスマート林業が実証から実用段階に入ったことから明らかになった課題であるともいえる。

表 6-1　スマート林業実践対策に係る課題と対策

課題		対策
技術面	林業現場における通信環境の改善	令和 3 年度マッチングミーティング※ 林業通信編にて森林内で活用可能な通信について紹介
	木材サプライチェーンマネジメントシステムの構築	令和 3 年度マッチングミーティング※ 木材流通編にてデータ連携の実践・導入ポイントを紹介
	目的意識を持った技術導入の必要性	今年度作成のマニュアル『導入編』で課題抽出に基づく技術導入について解説
運用面	分野による技術進捗の差の解消	造林分野の遅れは徐々に解消してきている
	人材育成・担い手確保の工夫	マニュアル『準備編』で人材育成の具体的な手法について解説
	合意形成の推進	マニュアル『準備編』で合意形成の実現方法について解説
	技術導入と制度の連携促進	電子申請の導入など現場で取得したデータを行政手続に活用しやすい環境整備が必要

※一般社団法人日本森林技術協会ホームページ　「令和 3 年度スマート林業マッチングミーティング」
http://www.jafta.or.jp/contents/information/439_list_detail.html

[2] 林野庁ホームページ森林づくりの新たな技術「造林のためのドローン活用事例集」（2021 年 3 月）、「ドローンを活用した苗木等運搬マニュアル」（2022 年 3 月）
https://www.rinya.maff.go.jp/j/kanbatu/houkokusho/houkoku.html

6.2. 課題に対する対応策

6.2.1. 林業現場における通信環境の改善

社会的には携帯電話等の通信環境は 5G という大容量時代に突入しているが、森林域ではいまだに携帯電話、3G も繋がらない場所がある。通信できないことによる弊害は多く、災害発生時の連絡など命に係わる問題ともなっており、昨年度報告書において表 6-2 の課題を提示した。

表 6-2　スマート林業の普及・実現における主な課題

携帯電話等通信ができないことによる弊害	現状の対応策
林業災害、事故発生時に救急への連絡が可能となる。	LPWA[3]などの通信技術を使い、緊急連絡を実現。
位置情報の精度が悪い（スマートフォンの GNSS、通信会社独自固定局による位置補正情報が受信できないなど）。	準天頂衛星（みちびき）を利用。
クラウドとのデータ共有ができない。	スマートフォンなどの場合、通信できる状況になった時点で自動送信する。 USB メモリーなどでデータをコピーする。
クラウドコンピューティング上での演算処理を必要とする AI[4]（Artificial Intelligence:人工知能）が利用できない。	端末側で可能な範囲の処理に限られる。

今年度マッチングミーティング【林業通信編】において、宮崎県から LPWA を活用した労働災害対策の取組、福島県からみちびき対応 GNSS について、埼玉県から Wi-Fi を活用した通信の検討が報告された。基調講演では、LPWA や Wi-Fi はローカル無線アクセスシステム（言わば末梢神経）であり、広域ブロードバンド通信システム（言わば中枢神経）の必要性と、VHF 帯自営ブロードバンドを利用する仕組みが紹介された。また、IoT 時代に生き残る無線システムとしては、PHS が 500 万台の加入数がありながらサービス終了となったことも踏まえ、1000 万台以上の導入が求められるのではないか、と示唆された。

マッチングミーティングの報告内容を踏まえ、山岳域での通信については、登山等レクリエーション、災害対策など他分野との連携が必要である。1000 万台という規模を考えると、対人のみではなく地すべり監視などセンサーでの利用による規模の拡大も検討するとともに、規模が小さくとも必要な情報基盤として行政による整備が求められる。

なお、別途委託事業「森林・林業に係る情報基盤整備に係る基本調査」[5]では VHF 帯自営ブロードバンドと Wi-Fi を組み合わせた通信実証が行われている。

[3] LPWA（Low Power Wide Area）：通信容量は小さいが、省電力で長距離通信を実現できる無線技術。
[4] クラウドコンピューティング上での演算処理を必要とする AI：ネットワークを通じて大量の学習データをクラウド環境に蓄積し、データセンターで高速演算処理を行う。
[5] 林野庁ホームページ「情報基盤整備」
https://www.rinya.maff.go.jp/j/gyoumu/gijutu/jouhoukibanseibi.html

6.2.2. 木材サプライチェーンマネジメントシステムの構築

本事業における各技術協議会共通のテーマとして、原木の需要先との情報共有を行う需給マッチングが掲げられている。需給マッチングに使用するシステムは、木材サプライチェーンマネジメント（SCM）システムの一部（需給調整）となるが、他に、川上から順番に、伐区選定・伐採計画作成・素材生産管理（伐木・造材・集材）・在庫管理（仕分・木材検知含む）・トラック運材管理等、多種多様な機能が必要となる。

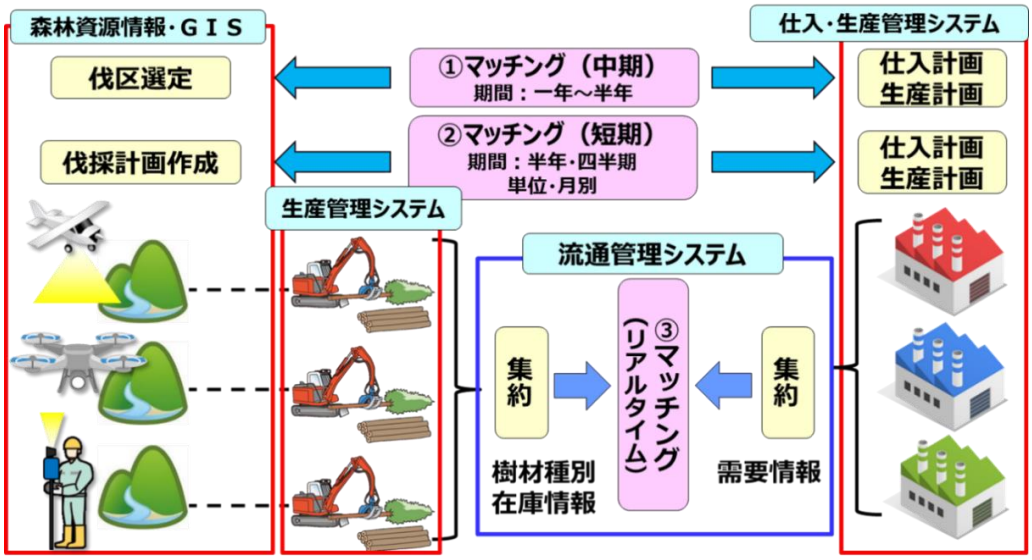


図 6-1　需給マッチングの種類と木材 SCM システムに必要な機能

また、今年度マッチングミーティング【木材流通編】において、北海道から ICT ハーベスタを活用したバリューバッキングについて、和歌県からはサプライチェーン（SC）における航空レーザ計測データの有効活用について、愛媛県から既存の SC の強化につながる原木販売管理システムについての報告があった。基調講演では、木材 SCM クラウドシステムの概要と実証から実践導入への移行における課題と現状での対応について示された。

これらの課題解決の方策としては、まず SC の関係者間、本事業では協議会メンバー間の合意形成が重要となる。この合意形成については、単なる取引数値の計測方法や精度に留まらず、ICT を活用した SCM システム構築のメリットと役割分担、費用負担について、十分に協議することが必要である。役割分担としては、行政はスマート技術に関するインフラ整備や普及に徹し、具体的な需給調整や商流の見直しについては民間に委ねるべきであるが、SCM システムを円滑に運用するには、民間側で ICT リテラシーを有する SC マネージャー（流通コーディネーター）を育成することが要件となる。

さらに、SCM システムの導入を成功させるためには、原木市場に限らず、既存の事業者を上手くメンバーに巻き込みつつ、可能な樹種や材種、可能な商流から取り組むことが有効である。これまでの本事業では、並材の大量生産・大量流通を前提とした機器やシステムが中心であったが、Web 入札システムや地上 3D レーザを活用した立木データベース構築、ICT ハーベスタによる多様な採材への対応等、優良材や A 材の販売価格向上に貢献する技術も出現しており、需要側が求める材種や品質に対応する幅広いメンバーを SCM シ

ステムに加えることで、カスケード利用を前提とした素材生産量の拡大につなげることが可能となる。

これらの内容は中長期的に取り組むべきテーマであり、事業期間が終了した地域を含め、来年度以降も支援が必要である。

6.2.3. 目的意識を持った技術導入の必要性

スマート林業が実証から実用段階に至ったことから、ドローンなど導入が進んでいる機器が増えてきた。一方で、流行に乗ってとりあえず買ってはみたものの、使いこなせずにしまいこんでいる事例も見られる。スマート林業技術は、それ自体の導入が目的なのではなく、自分たちの事業体における課題の解決手段の一つとして導入するものであり、事業体内部で課題を整理し、その対策として適切な技術を選定する手順が必要である。

そこで、今年度作成した『スマート林業実践マニュアル　～導入編～』（以下、マニュアル『導入編』）では図 6-2 に示すとおり、事業体内部でワークショップの手法を用いて課題抽出を行い、目標及び数値目標を設定したうえで必要な技術を選定するという手順を示した。

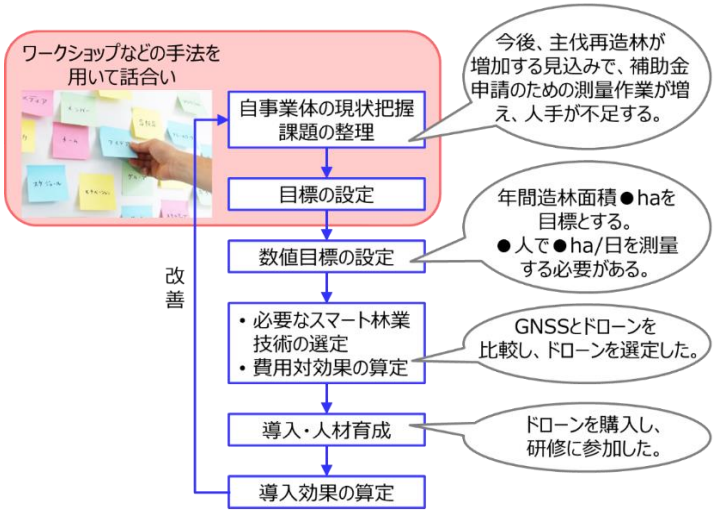


図 6-2　スマート林業技術の導入手順

数値目標の必要性としては、例えば、森林経営管理制度における意欲と能力のある林業経営者においては、生産量増加の目標又は生産性向上の目標を有することが条件の一つとなっている。設定した数値目標の達成度合いを把握するためには、日常的に数量把握を行う必要がある。マニュアル『導入編』では検知アプリ、日報アプリを用いた数量把握、生産性把握についても述べている。

なお、必要な技術を選定する際に、費用対効果を比較する必要があるが、実証レベルの技術では事例としての効果額は算定されているが、事業規模に応じた損益分岐の算定には至っていない。ドローンによる苗木運搬については、「ドローンを活用した苗木等運搬マニュアル」（林野庁、令和 4(2022)年 3 月）において事業規模に応じた損益分岐が示されている。

6.2.4. 分野による技術進捗の差の解消

スマート林業実践対策の協議会が使用している技術には、表 6-3 に示すとおり実用化され既にアプリ等が市販されている技術と、実証中の技術がある。また、実用化はされているが導入事例が少ない技術や、導入してもデータ活用が不十分であるなど最大限の効果をまだ上げていない技術などもある。技術開発が遅れており実証中の分野に力を入れるとともに、実用化された技術のより一層の有効活用と普及も重要である。

スマート林業実践対策では対象としていないが、造林・保育の分野は、通信環境が悪い、急傾斜・不整地で自動化が難しい、という悪条件でスマート林業技術の導入が遅れていたが、林野庁補助事業「造林分野への異分野の技術等の導入促進事業」（通称 SUSTAINABLE FOREST ACTION）や林野庁委託事業「ドローンを活用した新たな造林技術の実証・調査」[6]などにより取組が進められてきた。ドローン苗木運搬に関しては事例集やマニュアルが作成され、一層の普及が期待される。

表 6-3　分野ごとの技術の普及

分野	技術	普及の程度
協議会運営	·合意形成、人材育成など	必要性の認識を普及
境界明確化	·準天頂衛星、RTK による位置精度向上 ·空中写真立体画像境界候補図	実用化済
資源量管理	·ドローン森林資源量調査 ·全天球写真 ·航空レーザ計測データ ·地上レーザ	
情報基盤	·森林クラウド	
施業計画 ・提案	·経済林ゾーニング ·施業提案システム（タブレット・GIS） ·素材生産計画(架線計画含む)・森林管理 GIS	実用化済・今後の普及
伐採・造材	·ハーベスタ検知機能	機能は実用化済 データ活用は遅れ
集材・運材	·位置把握による集材・配車の効率化	実証中
検知	·木材検収システム	実用化済
路網整備	·路網設計・支援ソフト	実用化済
生産性管理	·日報管理システム(タブレット、スマホアプリ)	実用化済 データ活用は遅れ
機械全般	·林業機械の工程管理 ·林業機械 PC への位置表示	実証中
需給 マッチング	·合法性確認	遅れ
	·Web 入札	実用化済・今後の普及
	·需給マッチング関連（SCM）システム	実証中

[6] 林野庁ホームページ「森林づくりの新たな技術」造林分野への異分野の技術等の導入関係、ドローンを活用した新たな造林技術の実証・調査
https://www.rinya.maff.go.jp/j/kanbatu/houkokusho/houkoku.html

6.2.5. 人材育成･担い手確保の工夫、合意形成の推進

人材育成の重要性と合意形成の推進については、昨年度作成したマニュアル『準備編』において主要なテーマとして取り上げた。

スマート林業実践対策の中で、多くの地域協議会が人材育成の重要性について指摘しており、スマート林業技術の導入において林業事業体における人材不足がボトルネックになる可能性を心配する声もあがっている。また、技術習得に積極的な人材がいたとしても、従来業務と新しい技術の習得で過剰負担になってしまう状況も発生している。図 6-3 に、地域協議会における実例を組み合わせた人材育成の体制を示した。

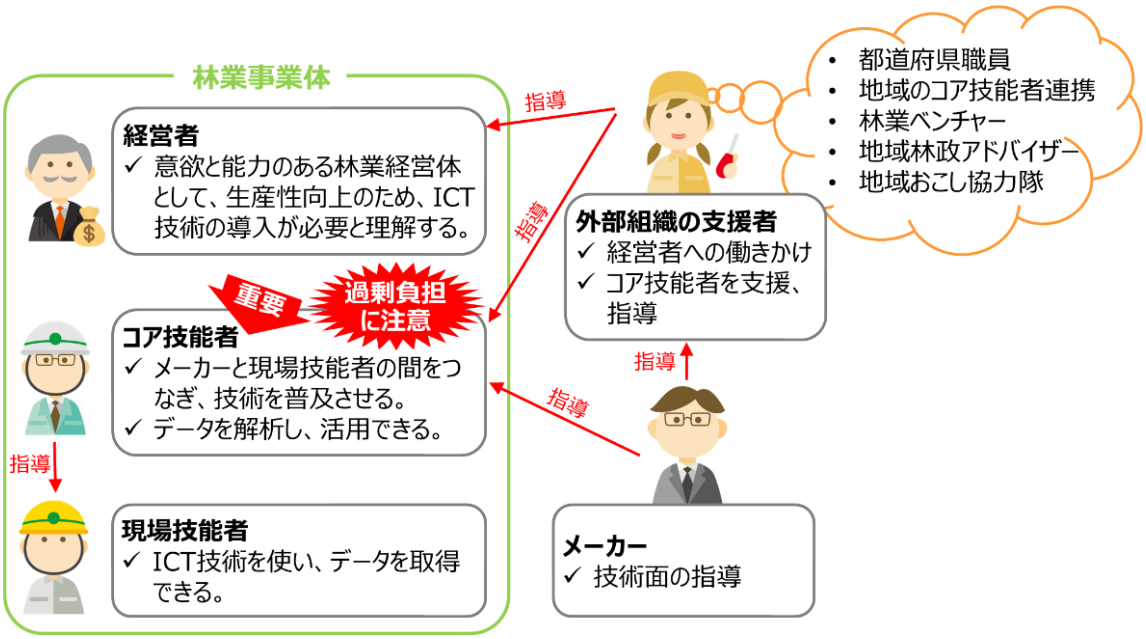


図 6-3　スマート林業の普及に必要な人材育成の体制

合意形成については、スマート林業が目標の一つにあげている木材の安定供給を実現するため、システムの導入だけでなく、林業事業体、原木市場、工場等需要先との連携が重要である。そのため、地域における合意形成の場の一つとして、協議会の設立方法、対象範囲、構成メンバーなどの事例を示した。

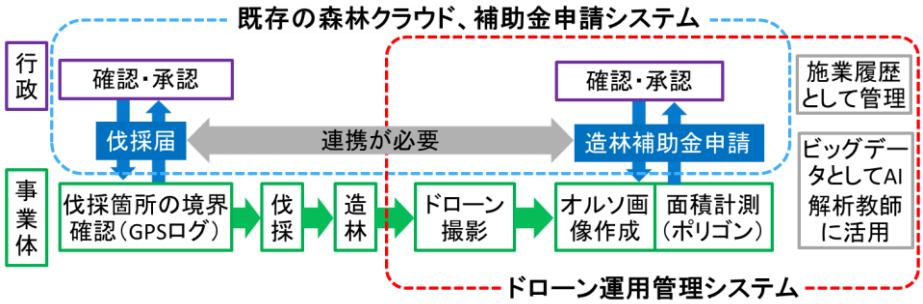
そのため、昨年度作成したマニュアル『準備編』を活用し、更なる人材育成・担い手確保の工夫、合意形成の推進が期待される。

6.2.6. 技術導入と制度の連携促進

スマート林業が実証から実用段階に至ったことから、新たな技術導入を既存の制度に合わせるため、効果を十分発揮できていない、かえって手間が増えてしまう、などの課題がある。

例えば、航空レーザ計測による森林資源量把握を行ったとしても、森林経営計画は森林簿の資源量に基づいて作成・提出しなければならない、といった事例がある。この場合、林業事業体は、森林所有者に対して航空レーザ計測による森林資源量に基づいて施業提案を行う一方で、森林経営計画は森林簿に基づき作成するという二度手間が発生する。

また、ドローン撮影オルソ画像による造林補助申請が認められているが、オルソ画像の提出は紙に印刷、DVD という事例がある。行政側でもオルソ画像として管理できれば施業履歴等の現況把握に有効となる。実現には、電子申請も有効であると考えられ、「令和３年度ドローンを活用した新たな造林技術の実証・調査事業報告書」（林野庁）ではクラウド間連携によるドローン運用管理システムのイメージを示し、ドローンの画像処理に特化したクラウドと既存の森林クラウドや補助金申請システム間でデータを共有する仕組みを検討している。



「令和３年度ドローンを活用した新たな造林技術の実証・調査事業報告書」（林野庁）より

図 6-4　ドローン運用管理システムのイメージ

宮崎県においては、無断伐採対策として伐採地の位置情報を取得し、伐採作業者の位置情報ログが伐採地内に収まっていることを確認する実証を行っている。林業事業体からは賛同を得られているものの、伐採届との統一化を望む声が上がっている。

電子申請については、伐採届と造林補助申請でデータ共有をするなど、部署横断的な取組が必要となる。また各都道府県が個別にシステム開発するのではなく、統一的な仕様で実施し、全体の開発コストを抑える必要があると考えられる。

以上のとおり、新たな技術に対応して制度の運用を見直し、効率的にデータ共有を図る必要がある。

7章.　各地域協議会の成果報告等

マッチングミーティング木材流通編（以下、木材流通編）及び報告会の基調講演資料、各地域協議会の資料を以下に掲載する。

スライド番号

木材流通編 基調講演資料「スマート林業でめざす県産木材流通販売改革」 1

【高橋 伸幸 氏（群馬県森林組合連合会 指導部長）】

報告会 基調講演資料「石川県におけるスマート林業の取り組み」 15

【矢田 豊 氏（石川県農林総合研究センター 林業試験場 副場長）】

地域協議会 資料..... 53

福島県【いわき市持続可能な森林・林業推進会議】 54

愛媛県【愛媛県林材業振興会議】 69

和歌山県【紀中地域林業躍進プロジェクト推進協議会】 87

北海道【スマート林業 EZO モデル構築協議会】 99

埼玉県【西川地域スマート林業協議会】 125

宮崎県【宮崎県合法木材流通促進協議会】 151

マッチングミーティング
木材流通編 基調講演 資料

スマート林業でめざす県産木材流通販売改革

群馬県森林組合連合会
指導部長　　髙橋伸幸

報告内容

1　ICTスマート林業　検討の経緯

2　実証事業成果の実践導入への壁

3　関係者・ユーザーへの再提案

4　ICTスマート林業導入・活用の留意点

1　ICT　スマート林業検討の経緯

（1）　スマート林業構築コンソーシアム事業への参画

●「革新的技術開発・緊急展開事業　ICTを活用した木材SCMシステムの構築」による実証共同開発事業に実践フィールド＜群馬県地域チーム＞として東京大学大学院農学生命科学研究科、(株)ドリーム・ワークス（現(株)ジェイズ・ブラザーズ）らとこれに参画した。（2016年～2018年）。

ICTを活用した木材SCMシステムの構築　　ー地域戦略ー

対象地域	群馬県、三重県、熊本県人吉市、岡山県真庭市、福岡県糸島市
現　状	・生産事業をまとめて大規模に多量の生産量を持続的に供給することが容易でない状況にある地域が多い。 ・森林の多い地域においても地域資源としての木材の利用に関心が得られない。木材の生産サイドと需要サイドがマッチングする地域林業システムがない。
問題点 課　題	・地域の森林状況が見えず、林業事業者、木材需要者の要求が森林施業に伝わらない。 ・地域実情に対応した、生産から販売までのｻﾌﾟﾗｲﾁｪｰﾝが適切に構築されていない。 ・地域の森林施業の状況、木材生産・在庫を見えるようにし、地域内、国内需要への対応を描けるようにすることが課題である。
目指す 方向性	木材需要者(製材業等)からの注文を受けて原木の採材を行う仕組みに変える。素材は無駄なく確実に購入してもらえ、木材需要者は必要となる原木を探す手間と時間、在庫コストを減らすことができる。需要側のコスト削減分を原木価格に上乗せすることで、高収益型木材生産・流通システムを構築する。
確立すべき 技術体系	・木材生産計画のための森林資源情報の整備 ・木材サプライチェーンの構築(ICT を活用した需要(注文)と供給(生産)のマッチング、在庫・調達コスト削減、最適輸送) ・木材生産情報としての林業機械稼働情報の活用
目標指標 経済的波及効果	・需給のマッチングを行うことにより、国産材の安定供給と素材生産の収益性を改善することが期待される。数値目標としては、原木価格を10%向上させることを目指す。 ・素材流通集約機能を改善し販売価格をm3当り1000円上げ、低生産流通コストを同1000円低減させることによって、地域林業の素材m3当りの収益を2000円高める。 ・各地域の素材生産量は、群馬県20万m3、三重県25万m3、熊本県90万m3、岡山県35万m3、福岡県10万m3であり、総計200万m3。見込み効果比率10%として、3年間で20万m3×2千円/m3=約4億円

●群馬県森連の課題　－県産木材販売流通機能の強化－

（1）背景・課題

●政策的にも、系統運動方針としても生産量増大する素材の販売力強化

➡生産材を森林組合系統材としてとりまとめ、大・中・小需要者それぞれのニーズに適応させ、木材を安定的に流通し続ける。

➡「木材共同販売」の強みであり協同組合の強みを活かす。

（2）課題解決手法

①前橋共販所を中心に既存・新規の系統施設（共販所、ストックヤード、山土場）を活用し、販売仕切ポイントを充実させる。

②製材工場等の需要に応じた造材（3mか4mか、スギかヒノキか、直材のみ小曲OKか？）の推進

③極めて不安定な木材価格の是正へ、協定販売（一定期間、数量価格を取り決めた取引）を増加させることで、木材価格の安定を図る。＜民有林システム販売の実践へ＞

④県森連として供給側（森林組合等）と需要側（買方）との調整マッチング機能を高める

直送協定販売シフト　　新たな木材ヤード運営　　県産材需給マッチング

（2） 実証事業でめざした成果

ICT（情報通信技術）活用による森林資源管理と木材生産・販売・流通

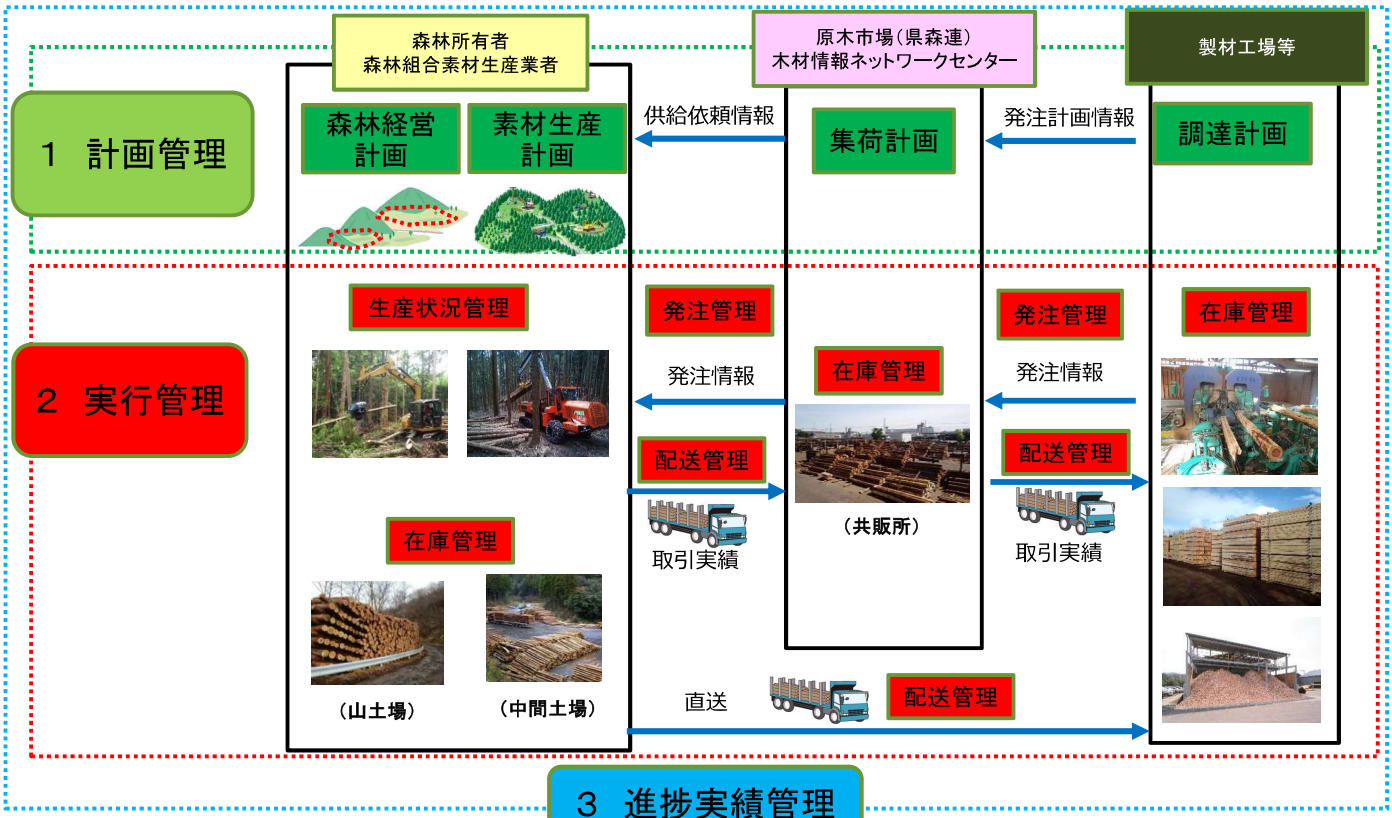
●クラウド型森林情報システムで川上の森林資源管理・森林経営計画・木材生産情報と川下の製材工場 等の木材需要情報を＜県森連　木材情報ネットワークセンター＞に集積し、木材サプライチェーン構築、即ちICT活用による需要（注文）情報と供給（生産）のマッチング、在庫・調達コスト削減、最適輸送等を目指す。 ☛ 木材SCMシステムによるスマート林業の実践へ

●システムユーザーには、ネットワークセンター（県森連）の他森林組合、製材工場等需要者、輸送業者を想定。

県森連	需要者ニーズと供給計画のマッチング、流通販売管理
森林組合	ニーズに応じた素材生産・効率的販売、素材生産原価・事業収支のリアルタイム把握
需要者	求める素材規格・数量の注文に応じた納入、確実な原料確保や余剰在庫の解消
輸送業者	より早い輸送指示、山土場在庫動態の共有による効率的な輸送ルート計画

●関係者がそれぞれに持つ木材生産・販売・流通・需要情報を集約・整理することで、課題解決のための情報が可視化（見える化）され各自の業務効率化、業務処理精度向上等に基づく木材生産・販売量の増大による収益向上を目指す。
●このために、各関係者間の情報共有による信頼関係が大きなコストダウンにつながるという意識改革を促し理解を得る。

県産木材サプライチェーンに不可欠な３つの管理
→ 計画管理・実行管理・進捗実績管理



サプライチェーン全体を管理するコーディネーター（管理者）と情報システムが不可欠

県産木材SCMクラウドシステム イメージ図（当初）

2　実証事業成果の実践導入への壁

（1）スマート林業構築コンソーシアム事業終了

●2018年度でコンソーシアム事業（実証事業）終了、成果品として「産地還元型木材SCMクラウドシステム」完成。実証事業終了後はどうするか？

●2019年度、群馬県の委託事業として実証事業を継続実施。「産地還元型木材SCMクラウドシステム」を試験活用し森林組合、製材工場、輸送会社等に実際の木材生産計画や需要情報、注文割当とこの生産報告、輸送依頼と輸送報告等の入力を実施し意見交換。普及研修会等開催。

●2020年度は県森連自費により試験活用を継続し、本格導入に向けた課題整理やクラウドシステムに付加すべき機能、ユーザーが求める機能（具体的な作業サポート）等を検討。

（2）実践導入への壁

●木材SCMシステムによる＜計画管理・実行管理・進捗実績管理＞は理想的だが、とりあえずこれがなくても業務遂行に現状支障はなく、理想を求めてかえって掛かり増しになる手間・作業でもある。

→ユーザーが実益（事務手間削減等）を享受できない

●補助事業等がなく自費のみでの導入費用を賄うことで投資効果が出るか？効率化・コストダウン目的が逆にコストアップ懸念に。ICTツール提供者には目的でもユーザーにとっては手段。

●想定する関係者（クラウドユーザー）は旧態依然で新たなシステム活用に抵抗感が？

3　関係者　ユーザーへの再提案

（1）流通販売改革推進の課題克服へ

＜課題＞

●森林組合との正確な情報共有

・造材指示とそのタイミング、タイムリーな販売価格提示と確認、直送販売流通の見える化

●増大する販売管理業務の効率化

・各森林組合や新たな木材ヤードからの検知野帳の再整理（検知野帳集計）

→買受精算書、売上請求書作成

・渋川県産材センター選別機データCSVファイルの活用

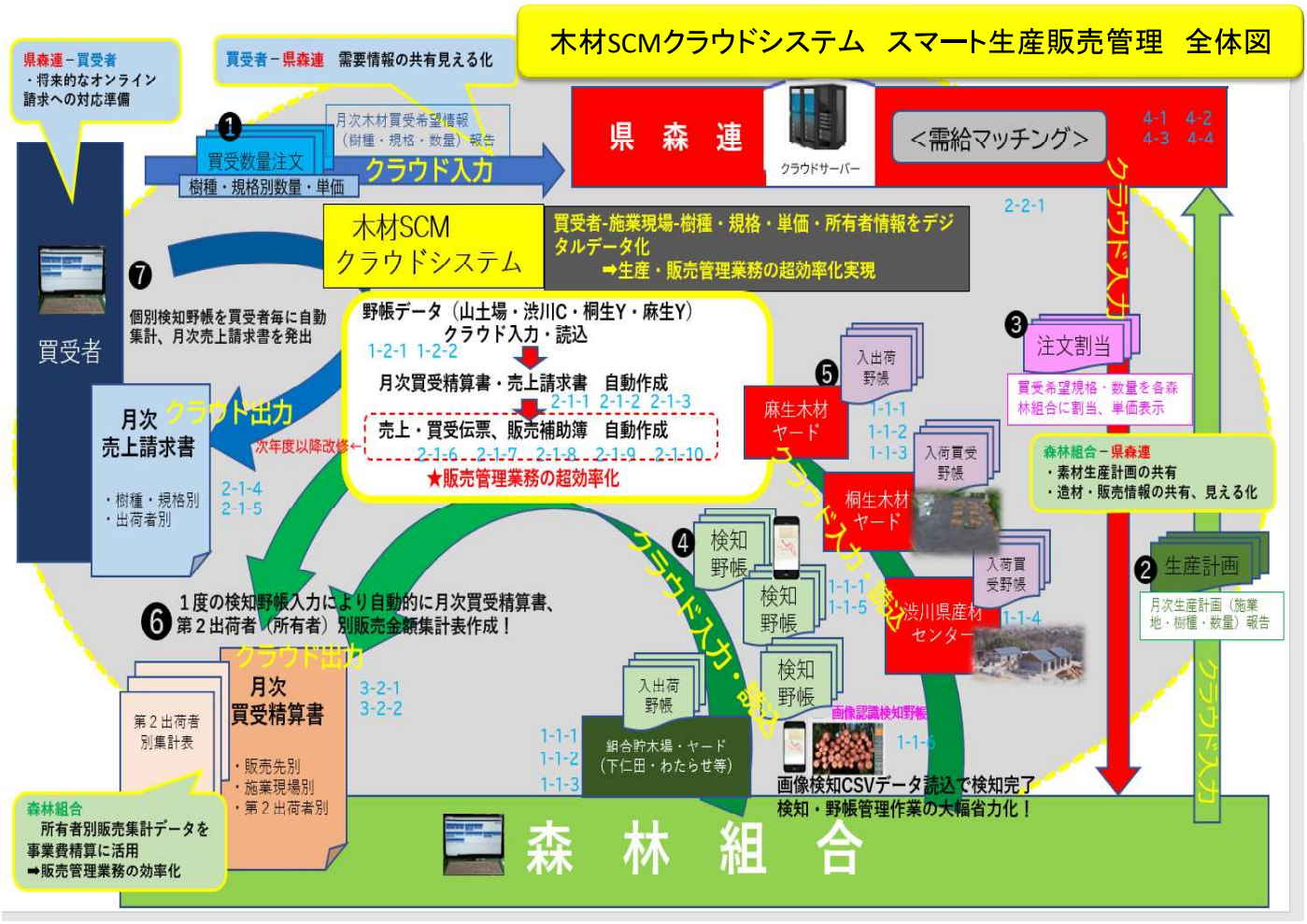
●森林組合における所有者別販売実績整理の効率化

流通販売改革により掛かり増しになった業務（事務手間）をICT活用で改善する！

（2）実践導入効果（実益）の具体的イメージを描く

●直送協定販売へのシフトで増大する山土場および新設ヤード（中間土場）の検知野帳の整理・集計と買受精算書、売上請求書作成等の販売管理業務について、木材SCMシステム導入処理による効率化・迅速化、縮減できる事務人工数をイメージした。

●ICT導入でこれまでの煩雑な事務手間からの解放と、この分の生産性向上業務へのシフト効果を実際のユーザー（事務担当）と共有する。



（3）ユーザーへの動機づけ

導入するシステムの特徴、なぜ今導入するのか？導入すると現状から何が変わるのか？どんなメリットがあるか？　簡潔に、シンプルに伝え、ユーザーの賛同を得る。

● クラウドシステムとしての木材SCMシステムの特徴

①県森連が管理するクラウドシステムに明示される注文に対し、各森林組合からログインし素材生産計画や生産実績（山土場野帳）を入力することで情報を共有できる。
②森林組合で一度入力する野帳データ（施業地・所有者・販売先・樹種・材長・径級・規格・数量）がデジタルデータとして活用され、素材買受精算書や売上請求書、施業地所有者別販売実績等が自動作成できる。

● 木材SCMシステム導入のねらい

①協定直送販売にかかる生産・販売指示内容の「見える化」、販売事業の精度向上

②各森林組合、各ヤードから送付される野帳データの再整理事務（手作業）の解消、販売管理業務の大幅軽減・効率化

③森林組合の木材売上の所有者別管理・精算事務及び直接販売業務の効率化推進

④今後の木材取扱量増大（数量・販売先・出荷者）にも管理人員を増やさず対応可能に

⑤共有クラウド内での書類確認によりペーパーレス化や精算書・請求書等のオンライン発行を助長

⑥時代の要請である林業分野におけるICT、DXの先駆的実践

4　ICTスマート林業導入・活用の留意点

（1）　ICTにより求める成果目標・目的の明確化

①ICTは技術導入が目的でなく、これにより得られる情報をいかに活用、アウトプットし業務に活かしていくかが重要。

②ICT導入により得られる成果に関し、その費用対効果が十分期待できるものか？

③コストダウン効果もさることながら、ICT技術により新たに創出される価値もある。☛業務の可視化

④木材流通販売に関しては、取扱量や規格、関係業者数等の多様化・複雑化する取引情報とその業務管理に効果が期待できる。

（2）　導入費用、運用費用をいかに捻出するか

①ICT活用の先進導入事例の多くは、先進研究開発実証事業等として国や研究機構等のモデル事業で、しかも定額で実施している例が多い。

②ICT導入費用は数百万円から数千万円にも及ぶので、すべて自己資金投資による導入は難しい。国や県、市町村（森林環境譲与税活用？）等からの補助が実質的には不可欠では？

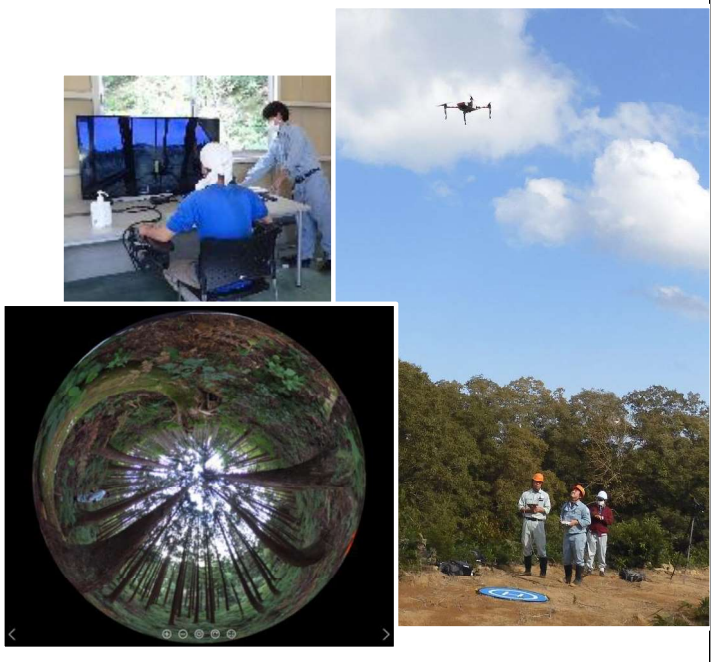
（3）　メインプレーヤーの特定と利活用者の理解と協力

①導入するICT活用の主体はどこの誰が担うかを明確にする。行政・研究機関主導型だと、ここが不明確になりがちで、実証モデル事業からスムーズな実践活用移行のネックに。

②クラウドシステム等ICT技術の利活用を想定している者（生産供給・流通販売・需要買受・輸送等）が、この効果メリットを理解して参画（協力）してくれるか。

報告会 基調講演　資料

石川県における スマート林業の 取り組み



石川県農林総合研究センター 林業試験場

いしかわスマート林業推進協議会

「知」の集積と活用の場 スマート林業研究開発プラットフォーム

矢田　豊

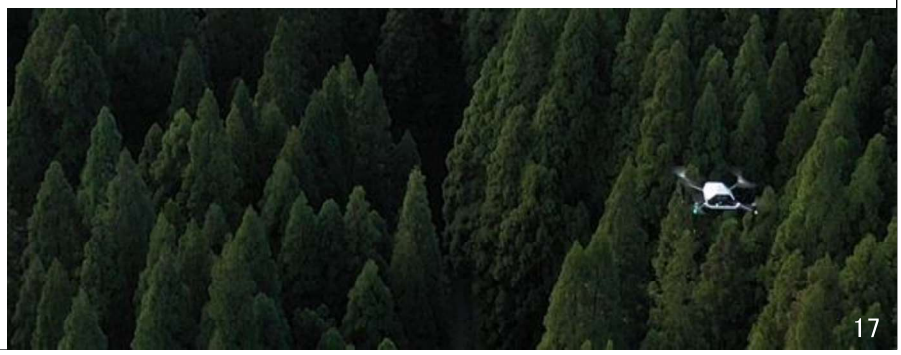
内 容

Ⅰ. スマート林業実践対策事業、「その後」

Ⅱ. 森林調査業務へのAIの活用

Ⅲ. UAV調査のための研修

Ⅳ. おわりに



Ⅰ. スマート林業実践対策事業、「その後」

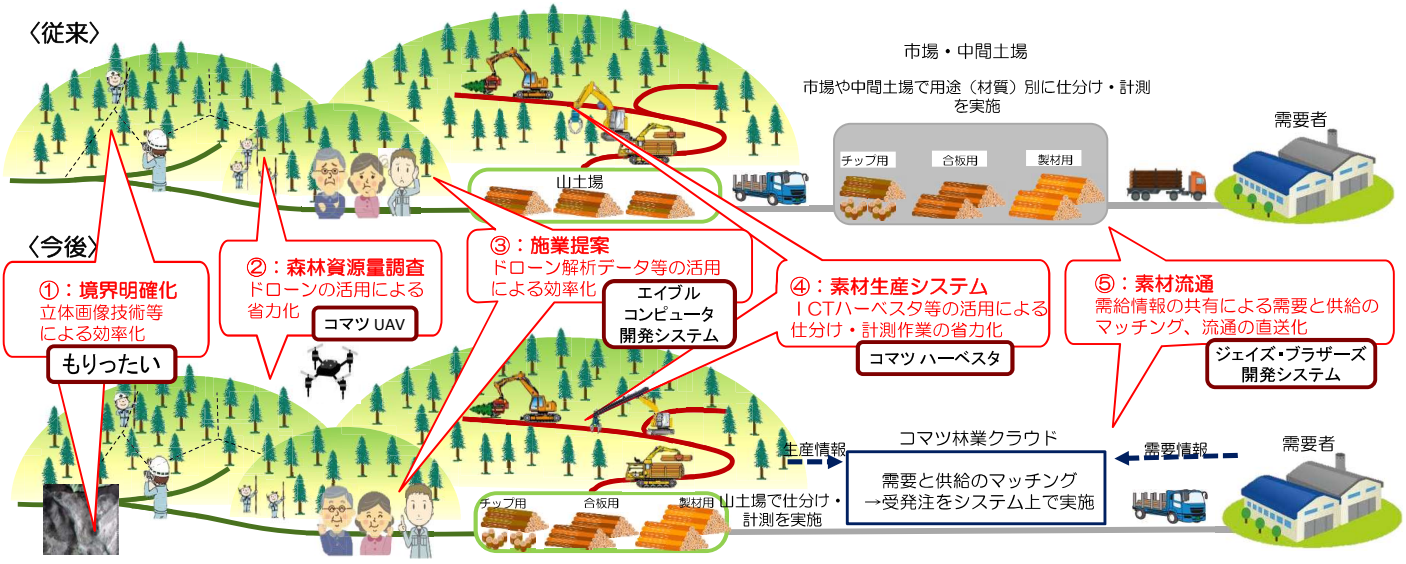
１）いしかわスマート林業推進協議会の取り組み（H30～R2）

２）同協議会、R3からの取り組み

３）スマート林業研究開発プラットフォーム等 研究支援組織

石川県版スマート林業の取り組み　（～Ｒ２）

- 人工林資源が充実する中（10齢級以上が約７割）、主伐・再造林を進めるには、林業の低コスト化をすすめ、森林所有者への還元額を増加させることが重要
- 石川県、県森連と「林業に関する包括連携協定」を締結しているコマツのICTを活用した「スマート林業」により、コストの３割削減を目指す
- ①境界明確化、②森林資源量調査、③施業提案、④素材生産システム、⑤素材流通にポイントを置き、取り組みを推進



2）いしかわスマート林業推進協議会、R3からの取り組み

石川版スマート林業の人材育成

- 実証の成果をもとに、今後は県内の林業現場での実装を目指す
- Ｒ３からは、引き続きコマツの協力を得ながら、林業の各段階の取り組みをブラッシュアップするとともに、県内全ての林業者がドローンやＩＣＴなどを自在に操れるよう、新たに「スマート林業人材」の育成を本格的に開始

※コマツの協力により、木場潟公園東園地「研修圃場」等にスマート林業の訓練機器（高性能林業機械シミュレータ、ＩＣＴハーベスタ実機、ドローン等）を配備

STEP3：あらゆる林業現場でスマート林業を実践

STEP2：林業現場での実践研修

- 林業現場でのICTハーベスタ等高性能林業機械の操作研修
- ドローンによる資源量情報を活用した伐採収益計算
- ICTを活用した伐採現場での丸太生産情報の管理

伐採収益計算

生産管理

STEP１：研修圃場でのスマート林業機器の操作研修

- ドローンやICTハーベスタ等の操作技術の習得

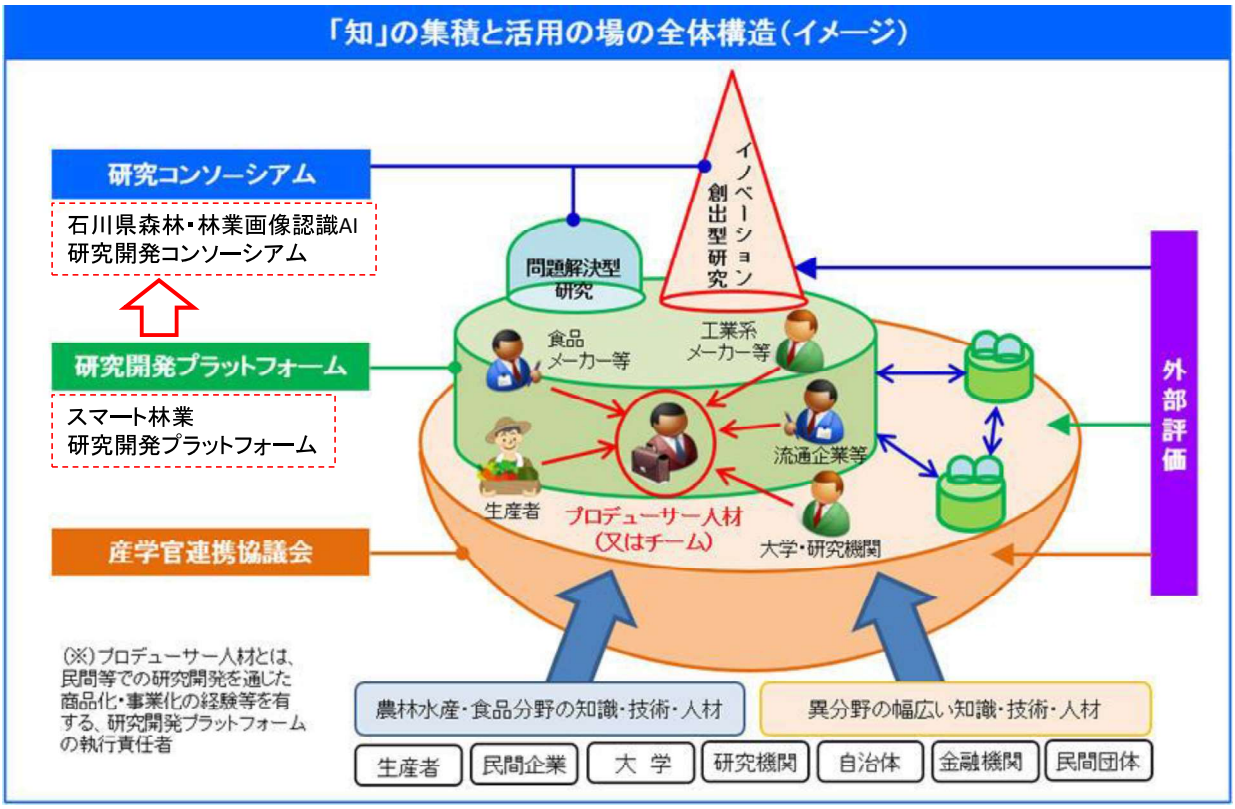
3)スマート林業研究開発プラットフォーム等 研究支援組織

石川県におけるスマート林業関連の取り組み（概要）

事業名（実施主体/委託元等）	H30　R元　R2 R3～
スマート林業実践対策 （いしかわスマート林業推進協議会/林野庁補助事業）	
AI技術を活用した森林施業集約化のための効率的調査技術の開発 （石川県森林・林業画像認識AI研究開発コンソーシアム/生研センター イノベーション創出強化研究推進事業 応用研究ステージ）	
森林画像情報にAIを活用し林業DXを現場実装するためのWebアプリの実用化 （石川県森林・林業画像認識AI研究開発コンソーシアム/生研センター イノベーション創出強化研究推進事業 開発研究ステージ）	～R5
スマート林業技術の研究・開発・普及 （石川県/～R2：内閣府地方創生推進交付金、R3～：森林環境譲与税）	
スマート林業技術を活用した能登地方型山村復興モデル事業 （石川県森林組合連合会、中能登森林組合/農林中金 森力事業）	

3)スマート林業研究開発プラットフォーム等 研究支援組織

知の集積と活用の場 産学官連携協議会 https://www.knowledge.maff.go.jp/

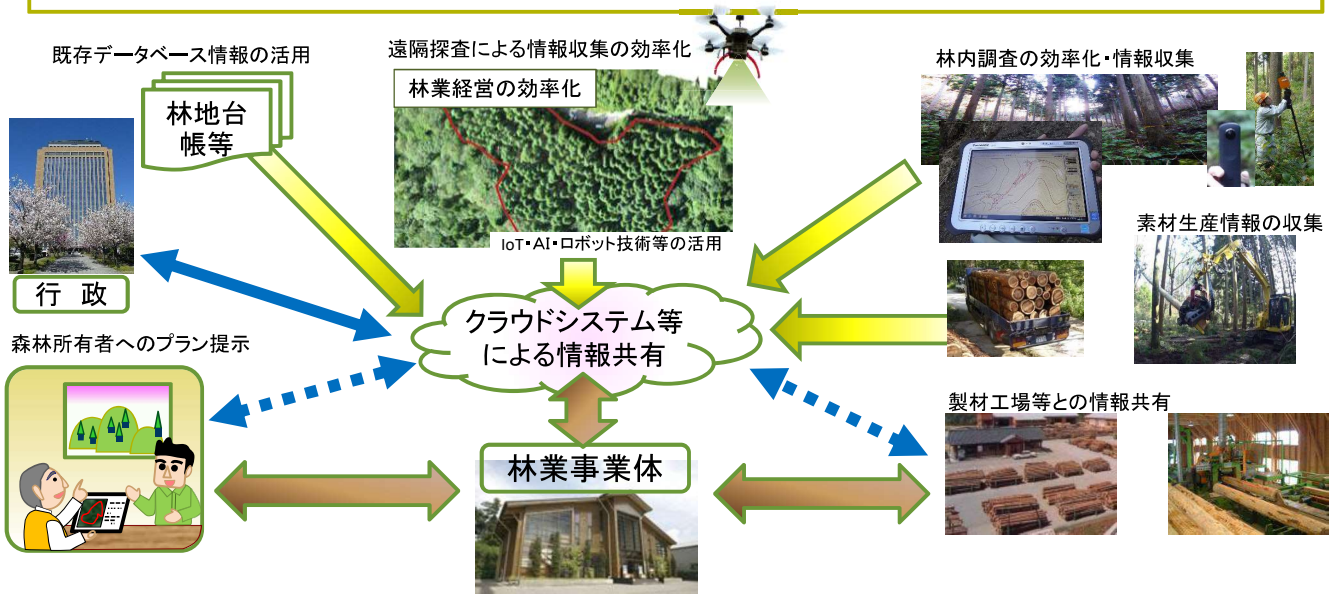


https://www.knowledge.maff.go.jp/about.html 掲載図に加筆

農林水産省「知」の集積と活用の場 産学官連携協議会
スマート林業研究開発プラットフォーム

【事 務 局】石川県農林総合研究センター　【プロデューサー】矢田　豊（yada@pref.ishikawa.lg.jp）
【参画機関】石川県、（学）金沢工業大学、石川県森林組合連合会、（株）エイブルコンピュータ、
（株）ジツタ、（株）小松製作所

林業のスマート化（DX）を実現するための研究開発を推進することにより、林業の成長産業化や地方創生に資する成果を得る。



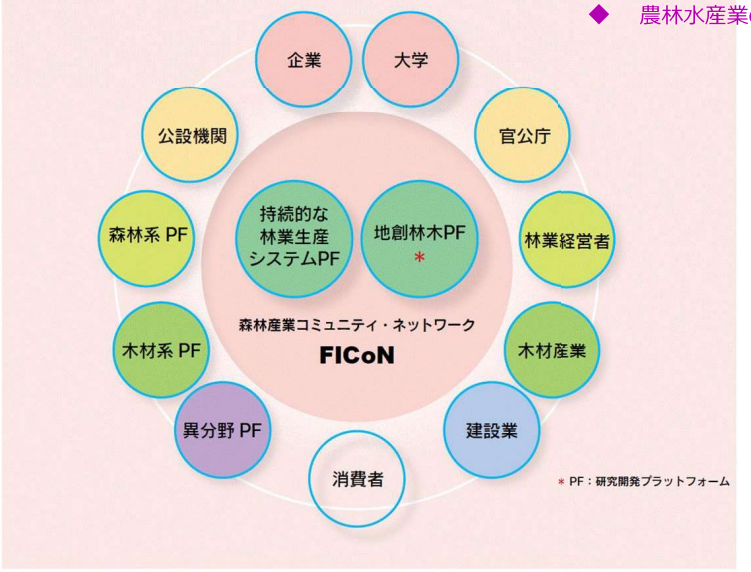
スマート林業・林業DX関連の研究開発を検討されている方は、ご連絡を！

ファシリテーター：鮫島 正浩 東京大学名誉教授
副ファシリテーター：酒井 秀夫 東京大学名誉教授
事務局：片岡 厚 森林総研研究コーディネーター

森林産業コミュニティ・ネットワーク（FICoN）

ファイコン

FICoNは、Forest Industry Community Networkの頭文字をつないだ略称です。

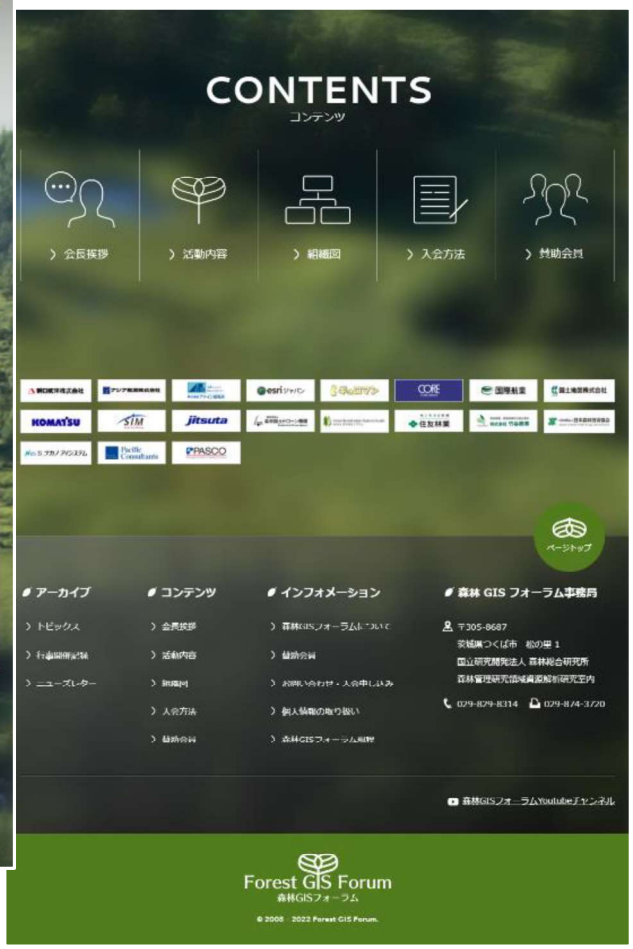


［参画プラットフォーム］

- 地域創生に資する森林資源・木材の需要拡大に向けた研究開発プラットフォーム
- 持続的な林業生産システム研究開発プラットフォーム
- **スマート林業研究開発プラットフォーム**
- 薬用系機能性樹木の栽培と利用のための研究開発プラットフォーム
- きのこ類の生理・生態の科学的基盤とそれらを応用した技術研究開発プラットフォーム
- 農林水産業のためのナノテクノロジーを用いた新素材開発・新用途開発プラットフォーム
- 中層・大規模木造建築推進のための研究開発プラットフォーム
- 木質バイオマス燃焼灰利用研究プラットフォーム
- 樹木類への生物被害に関する連携研究開発プラットフォーム
- 優良な林業用種苗の生産・普及に関するプラットフォーム
- 林内人力作業支援機械研究開発プラットフォーム
- 木質外被研究開発プラットフォーム

https://ml-wiki.sys.affrc.go.jp/ficon/

森林GISフォーラム



https://fgis.jp/

設立：1990年代

Ⅱ. 森林調査業務へのAIの活用

生物系特定産業技術研究支援センター
イノベーション創出支援研究推進事業

森林画像：スマート林業の普及 → 効率的収集が可能に

AIを適用！ → 現場実装を目指す！

1）AIの使い途

2）Webアプリ概要

3）AIの特徴

4）現場実装を見据えたAI研究開発

１）AIの使い途

目　標　・森林境界明確化の支援や資源情報を把握するための画像認識AIエンジンおよび必要機能を組み込んだ、森林組合職員等が使いやすいWebアプリの実用化

効果・貢献　・作業効率の向上による施業実施面積増加と収支改善 → 森林所有者の所得増
・施業面積増加による、森林炭素固定量の増加

スマート林業研究開発プラットフォーム
石川県森林・林業画像認識AI研究開発コンソーシアム

［1］ UAV取得データを活用した樹種判別と森林境界明確化支援技術の開発

UAV空撮画像　→　AIにより林相界の判別

森林境界の判読作業を半自動化

森林所有界の明確化作業の効率を飛躍的に向上

[２]全天球画像を活用した人工林材積・材質等推定技術の開発

低価格専用カメラや小型UAVにより撮影した
林内**全天球画像**　→　AIにより**材積やA材・B材・C材比等**を推定

森林上空からの調査情報を補完
→ 低コストかつ高精度な森林調査システムを実現

[３]コナラ等天然生林の資源量推定技術の開発

UAV空撮により作成した3Dモデル→**樹高**
対象樹種の樹冠範囲の**面積合計**
（材積等推定のためには、対象樹種の樹冠範囲の特定が必要）

→ **材積**等を推定

UAV空撮画像 天然生林内のコナラ等の識別：熟練が必要

コナラ等を自動判別可能なAIエンジンを開発

これまで、人手不足等により調査が進まなかった
天然生林内におけるコナラ等の資源量推定システムを開発

２）Webアプリ概要

イノベーション創出強化研究推進事業 [応用研究ステージ]（H30～R02）
代表機関：石川県農林総合研究センター　　研究統括：矢田　豊

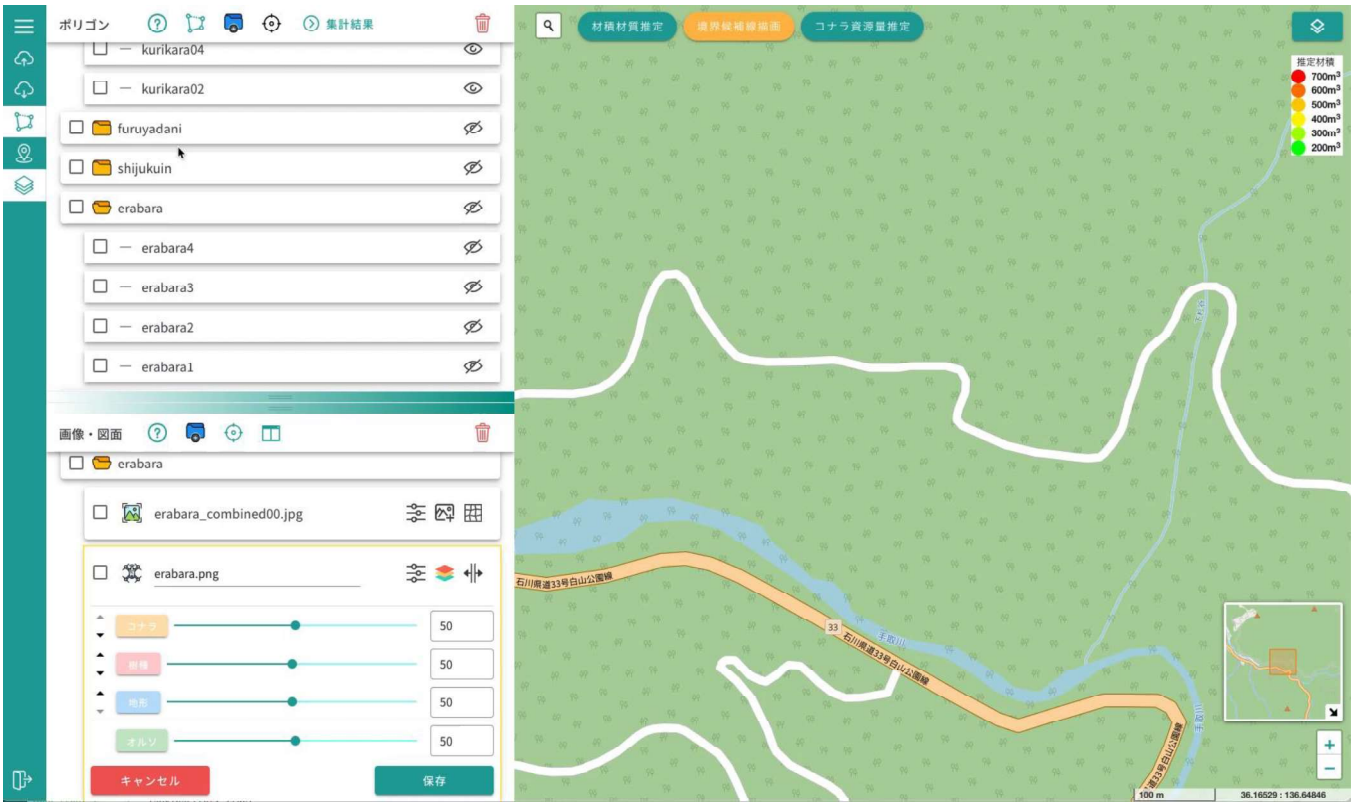
Webアプリ（試作版）を開発

イノベーション創出強化研究推進事業 [開発研究ステージ]（R03～R05）
代表機関：（学）金沢工業大学　　研究統括：松井 康浩

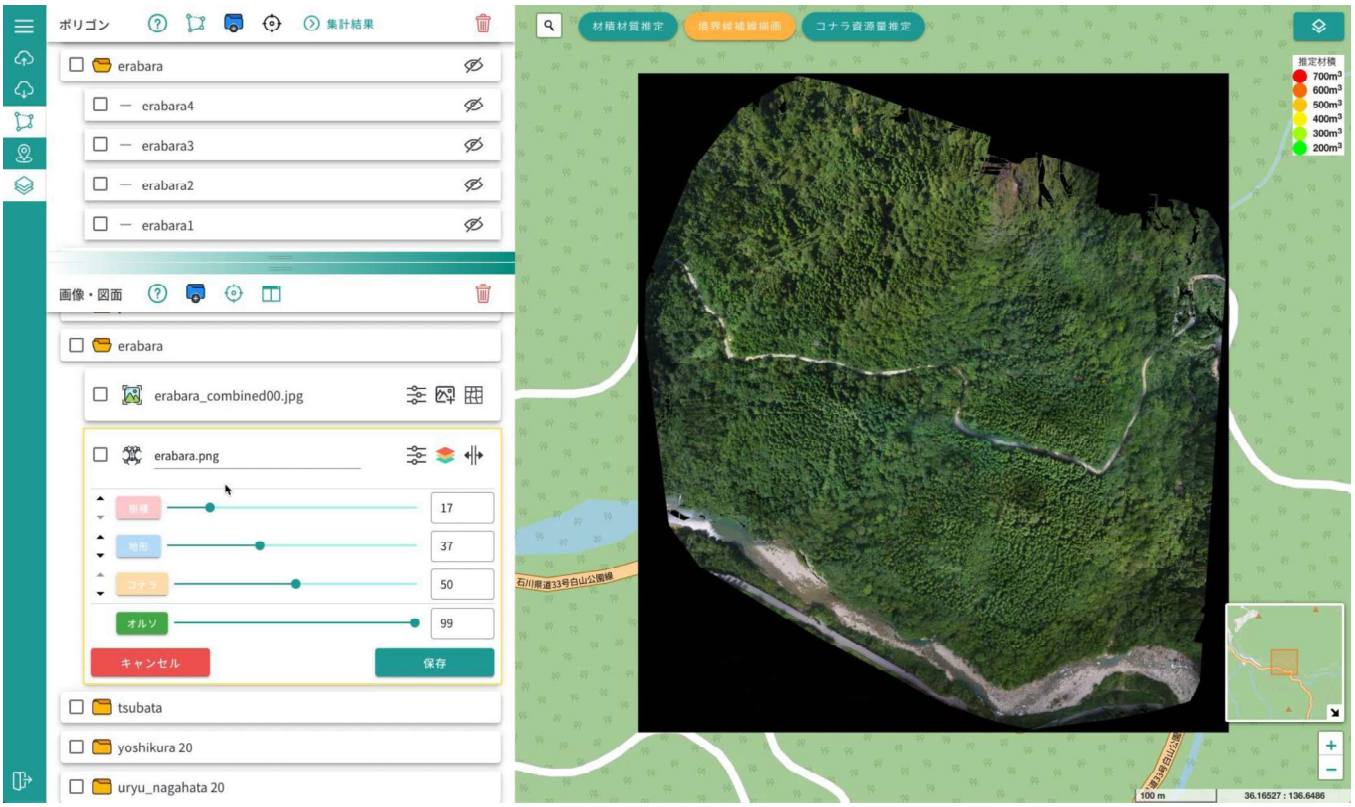
Webアプリ（製品版）を開発

試作版の画面（一部）をご紹介

林相区分・森林境界明確化支援

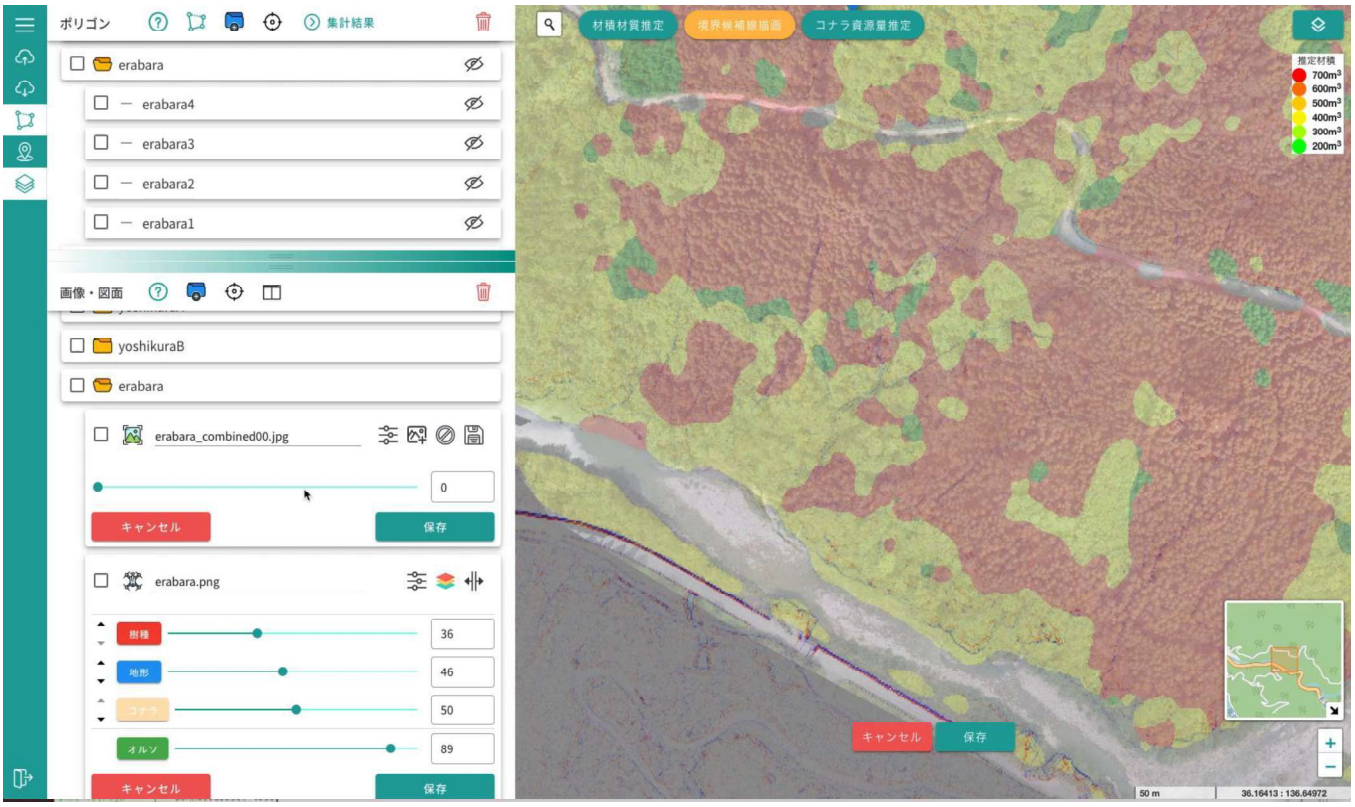


林相区分・森林境界明確化支援

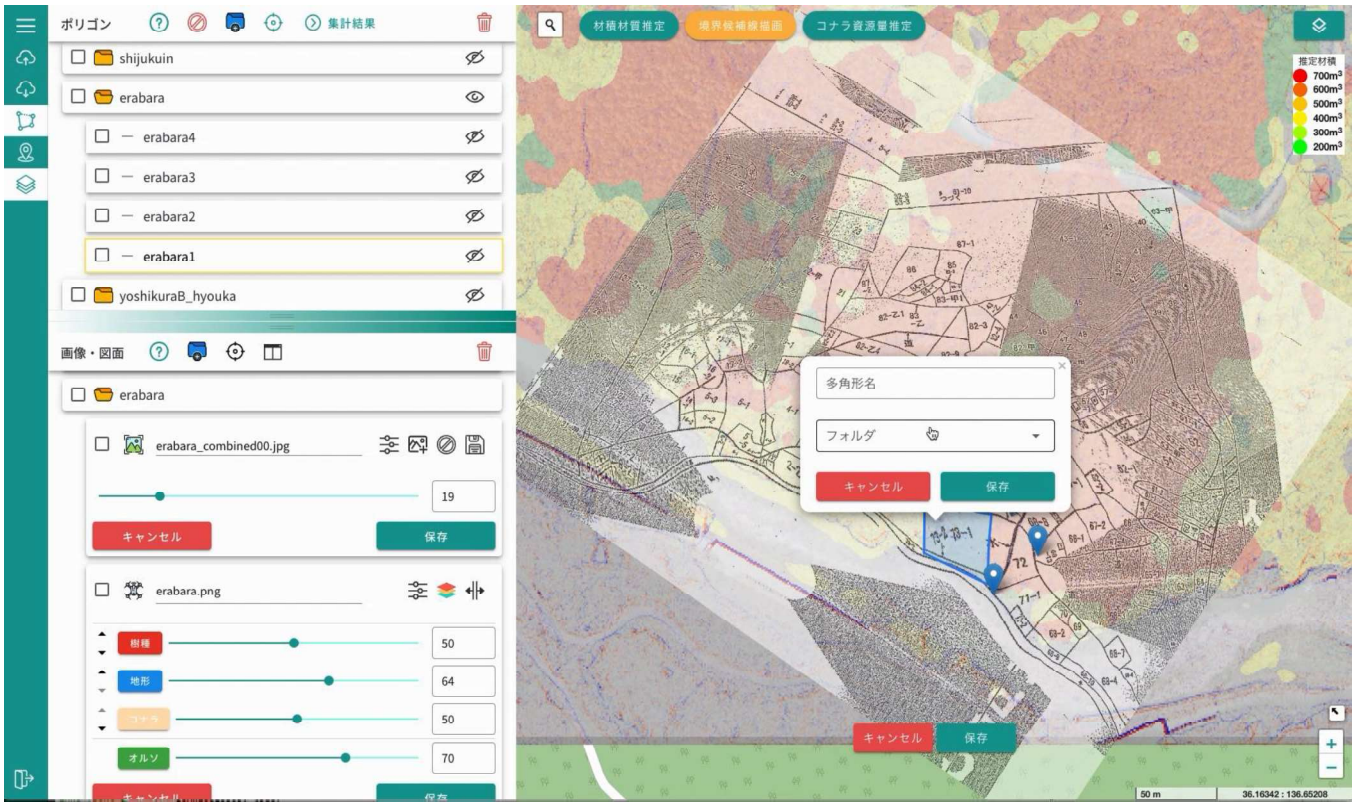


※ 国土交通省国土地理院が管理する航空レーザ測量データを使用

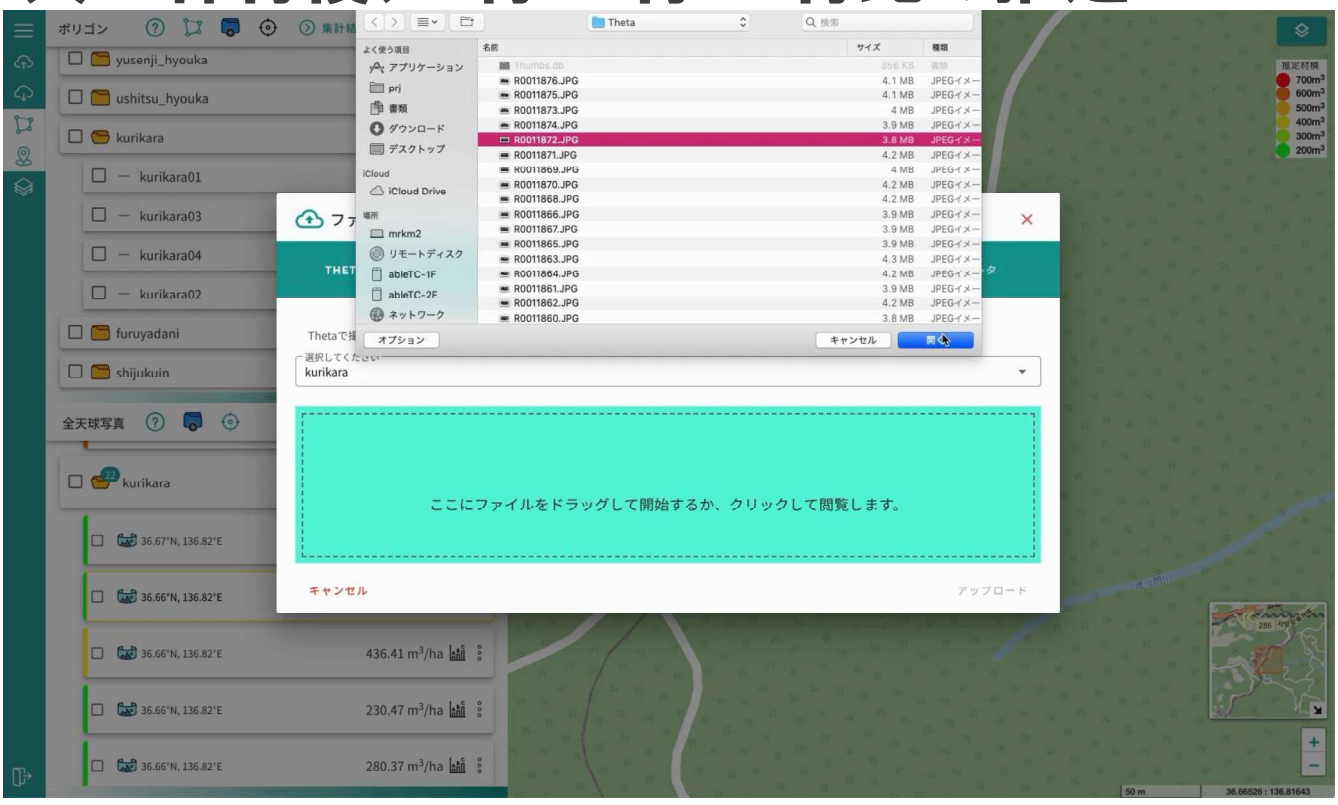
林相区分・森林境界明確化支援



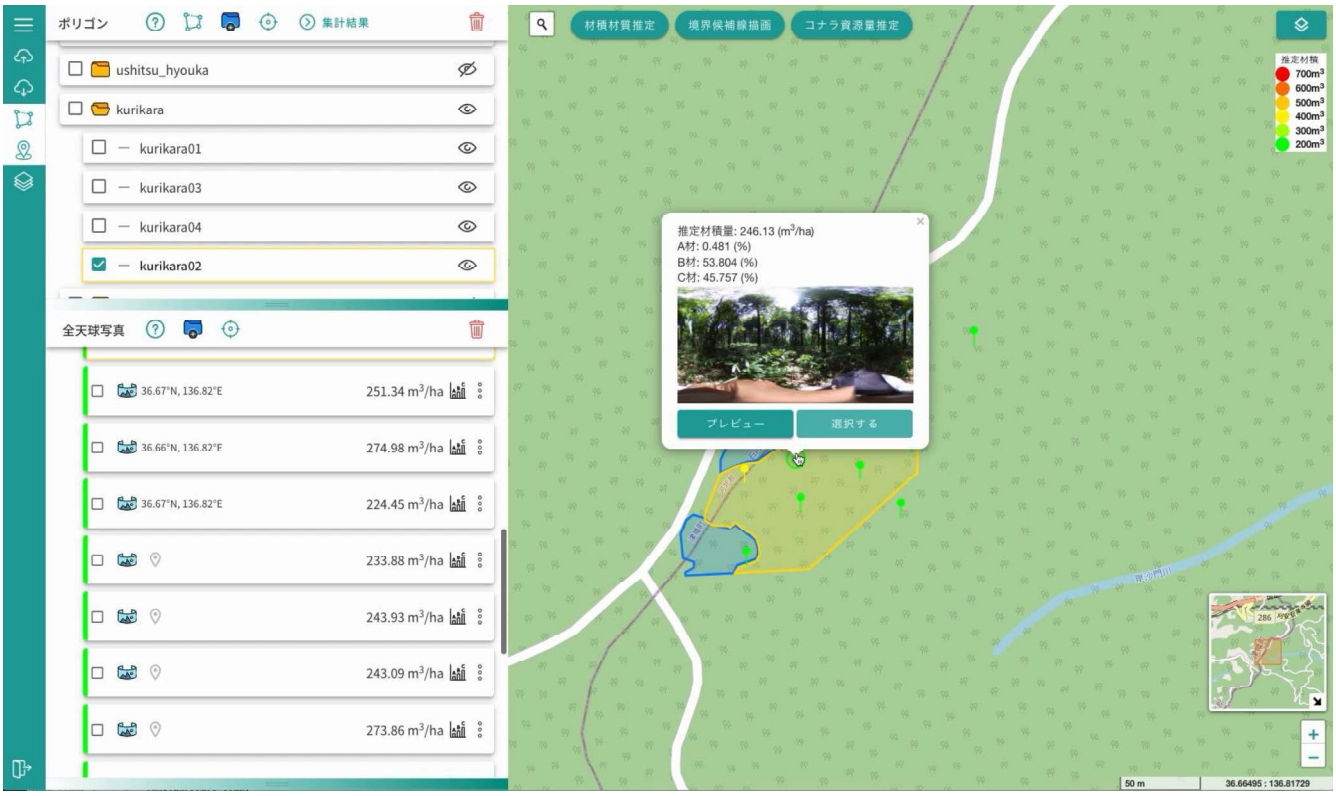
林相区分・森林境界明確化支援



人工林材積、A材・B材・C材比の推定



人工林材積、A材・B材・C材比の推定



Webアプリ → リモートワーク

- Webアプリ　≒　クラウドアプリ
- Webブラウザで使用：PCへのインストール作業等不要
- 1Mbpsの通信環境で使用可

※大容量のドローンオルソ画像：クラウド間のやり取りで処理可

リモートワーク完全対応！

「リモート林業：初級版」の1事例

「在宅林業」？
新たな雇用形態の可能性？

今年度～　実証運用開始！

- 各地での精度評価（調査実施にご協力をお願い）
- 精度に課題があった場合、ご協力をいただきながら、
  学習データを収集
  → AIエンジン・インターフェース
  等のアップグレードを実施

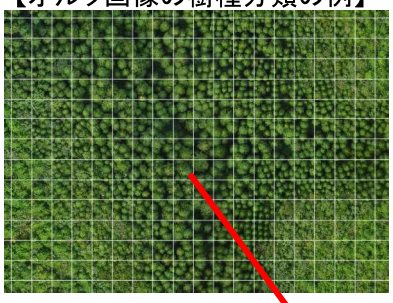
- ご希望の方は連絡願います

【連絡先】
石川県農林総合研究センター林業試験場 矢田
TEL:076-272-0673　E-mail:yada@pref.ishikawa.lg.jp

3）AIの特徴

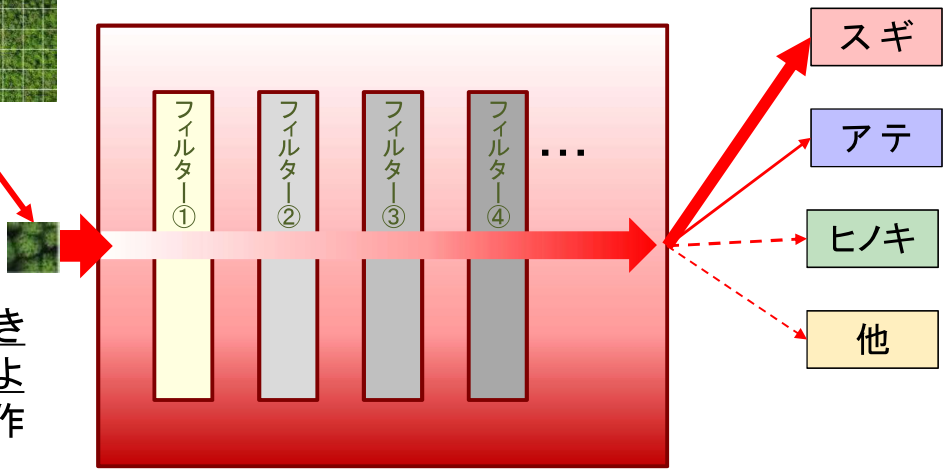
AI（深層学習）による画像分類

【オルソ画像の樹種分類の例】



・開発者は特徴量等を確定（プログラム）する必要なし
　→　判定理由を説明不能

・膨大な学習データが必要



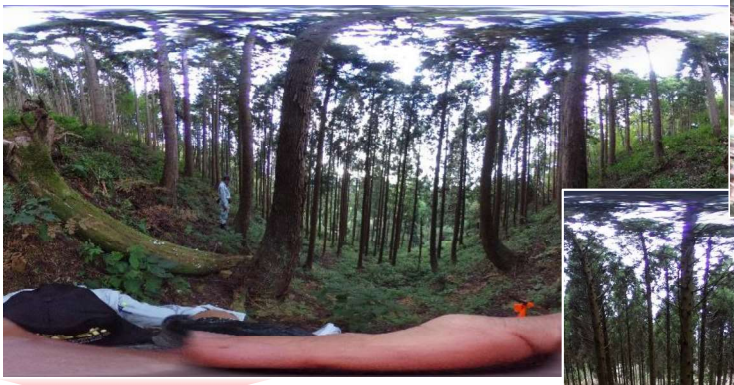
※熟練者であれば（明確には定義はできなくても）判別できるような、「違い」の分類作業等に、特に有効

AIの特徴

① （本研究の場合、）各推定要素に対し、1,000組以上の学習データセットが必要に

② 本質的でない要素は、「自動的」に無視して推定

【全天球画像による材積等推定の例】
AIの学習に使用した「手持ち撮影」画像



AIエンジン開発

「UAV撮影」画像を処理すると…

UAV林内全天球画像による材積等推定結果

		材積（m^3/ha）	原木品質の比率（%）		
			A材	B材	C材
TLS等、熟練者		694	0	46	54
手持	THETA SC（125点/0.5ha）	675 (-2.7%)	0 （0%pt）	39 （-7%pt）	60 （6%pt）
手持	THETA SC（63点/0.5ha）	668 （-6.9%）	0 （0%pt）	38 （-8%pt）	62 （8%pt）
UAV	THETA SC（80点/0.5ha）	623 （-10.3%）	0 （0%pt）	53 （7%pt）	47 （-7%pt）
UAV	OMANI（120点/0.5ha）	640 （-7.8%）	0 （0%pt）	48 （2%pt）	52 （-2%pt）

- 材積推定値の誤差は、ほぼ10%以内
- 原木品質の誤差も10%pt以内（10%単位であれば一致）

４）現場実装を見据えたAI研究開発

① 「AIエンジン」開発担当、学習データセット収集担当、アプリ開発担当、現場実装担当を分離

② 学習データセットの収集・整備を（スマート系機器等活用し）効率的に実施

③ 開発の早い段階から想定ユーザーに意見を聴きながらアプリ開発を実施

Ⅲ．ＵＡＶ調査のための研修

１） 石川県「あすなろ塾」のUAV研修

２） 研修の内容

３） 研修の留意点

１）石川県「あすなろ塾」のUAV研修

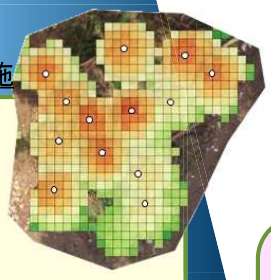
「あすなろ塾」ドローン操縦士育成（H30～）

あすなろ塾：石川県が実施する林業技術普及のための研修（総称）
対象：石川県内全森林組合、民間事業体、石川県林業普及指導員
　　H30:10人　R元:12人　R3:18人（予定）
日程：座学（3日）、実習（2日）、OJT（5日）
内容：UAVによる森林資源量調査の計画・実施

R2年度～：「目視外飛行等承認申請」等を目指した
　　OJT等フォローアップ研修も実施

２）研修の内容

講師：県林試、県森連（、金沢森組）
↑ H29にコマツレンタル(株)の講習受講
いしかわスマート林業推進協議会が実施



（基礎）
UAVの構造・飛行原理
材積測定の原理
UAV運用に関係する法令

（飛行計画）
飛行計画の理論
ソフトの使い方

（操縦訓練）
1. シミュレータ
2. 練習機
3. 実機

現場で実践研修（OJT）

技 能 修 得

２）研修の留意点

森林資源量調査等UAV研修に、特に必要な研修項目、留意点

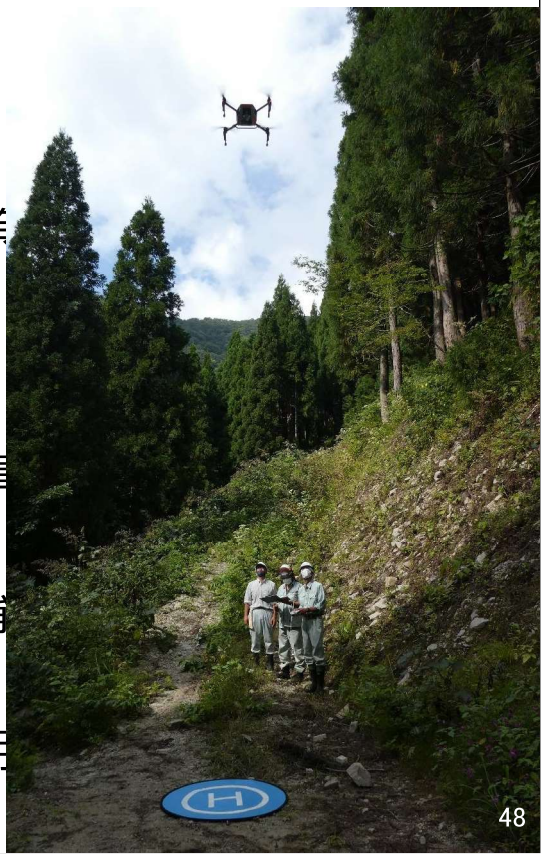
１） 山地・森林対応の飛行計画作成法
２） 森林地帯における離着陸地点確保の考え方
３） 効率的な作業遂行（天候対応他）
４） 目視飛行の順守等、法令順守・安全確保

【留意点】
５） 指導者2名の場合、研修生6名程度が理想
６） OJT（実地研修）等の充実

目視範囲を広く確保しやすい離着陸地点

１）隣接する畑地内の農道等
２）皆伐地、幼齢林等
３）土場、待避所、分岐点等
４）稜線、斜面上部の車道凸型曲線部等
５）空撮範囲の谷向の車道
６）空撮範囲に直線的に向かう車道

※必要に応じて、使用許可を取得/監視員を配置
※大型機使用の場合、遠距離飛行が可能（特に目視距離で有利）
→遠い位置の良好な離着陸地点が使用可能に



Ⅳ. おわりに

Ⅰ. スマート林業実践対策事業「その後」

- ✓ 現場実装を見据えた研究開発事業を実施
- ✓ スマート林業実践対策事業の成果を活用・発展
- ✓ スマート林業研究開発PFなど、研究支援組織

Ⅱ. 森林調査業務へのＡＩの活用

- ✓ 「森林画像」へのAIの適用事例を紹介
- ✓ AIの特性を認識しつつ、活用を検討

Ⅲ. ＵＡＶ調査のための研修

- ✓ 「協議会」が継続的に研修を実施
- ✓ 森林調査のための研修の留意事項

スマート林業技術を現場実装するために

① 行政：実需者⇔開発/提供者との連携・調整

② 採用する新技術の本質を見極める

③ 実際に現場実装可能かどうかを、常に意識

謝　辞

・本報告の機会を与えていただいた関係各位

・調査・研究の実施にご理解・ご配慮・ご協力いただいている森林所有者・管理者各位、県・市町ご担当各位、

・「知」の集積と活用の場®スマート林業研究開発プラットフォーム関係各位、

・日頃よりご指導・ご鞭撻いただいている皆様、

厚く御礼申し上げます。

今回の報告内容の一部は、農研機構生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」の支援を受けて行ったものです。

ご視聴、ありがとうございました。