

**令和 4 年度スマート林業構築
普及展開事業
報告書**

令和 5 (2023) 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
2.2. 実施結果	8
2.2.1. 発表資料作成に関する指導・助言	8
2.2.2. 現地実証における指導・助言	10
3 章. 地域毎の実践的取組	17
3.1. 全体概要	17
3.2. スマート林業の導入効果	22
3.2.1. 定量評価の考え方	22
3.2.2. 定量評価の結果	25
3.2.3. 定性評価	27
3.3. 北海道：スマート林業 EZO モデル構築協議会	28
3.3.1. 地域協議会の取組概要	28
3.3.2. 今年度成果	31
3.3.3. 今後の展開について	38
3.4. 埼玉県：西川地域スマート林業協議会	39
3.4.1. 地域協議会の取組概要	39
3.4.2. 事業全体の成果等	41
3.4.3. 今後の展開について	46
3.5. 宮崎県：宮崎県合法木材流通促進協議会	47
3.5.1. 地域協議会の取組概要	47
3.5.2. 今年度成果	49
3.5.3. 今後の展開について	55
4 章. 取組成果の普及展開	57
4.1. 最終報告会の開催	57
4.2. スマート林業実践マニュアルの作成	66
5 章. スマート林業実践対策の最終結果のとりまとめ	67
5.1. 終了地域の現状とりまとめ	67
5.1.1. 終了地域のヒアリング結果	67
5.1.2. 終了地域を含む意見交換結果	69

5.2. 残された課題	71
5.2.1. スマート林業技術の急速な進歩	71
5.2.2. 人材育成の重要性	71
5.2.3. 技術を活かす制度側の対応遅れ	72
5.2.4. 需給マッチングシステムの実現の難しさ	72
5.2.5. 安全対策、林内通信の技術導入の遅れ	73
5.3. ロードマップ	74
6 章. 各地域協議会の成果報告等	75

1章. 事業概要

1.1. 事業の背景及び目的

戦後造成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安定供給体制を構築し、国産材の競争力を強化していくためには、近年目覚ま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ことが必要である。

この取組を効果的に進めるため、スマート林業構築推進事業のうちスマート林業実践対策（以下「実践対策」という）では、「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、その取組成果等を取りまとめ、全国への普及展開を行うことを目的とする。

スマート林業が目指す目標のうち、実践対策における目標としては以下の 4 点があげられる。

- 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

なお、他分野におけるスマート技術活用の取組の調査や、林業分野における取組の分析により、本事業に関わらずスマート林業全般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 | ➤ 労働災害のない安全で快適な職場づくり |
| ➤ 施業集約化の効率化・省力化 | ➤ 担い手の確保・育成 |
| ➤ 経営の効率性・採算性向上 | |
| ➤ 需給マッチングの円滑化 | |

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、すなわち造林・育林、運材・配送、製品生産までの広範にわたり、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 でも、労働環境の向上も目標の一つとしてあげられているところである。このような他分野との競合についても考慮しつつ、林業における担い手の確保を進めていくことを考えると、ICT 技術の活用による生産性の向上、コストの削減が、最終的に従事者にとってのメリットとして還元されることも重要である。

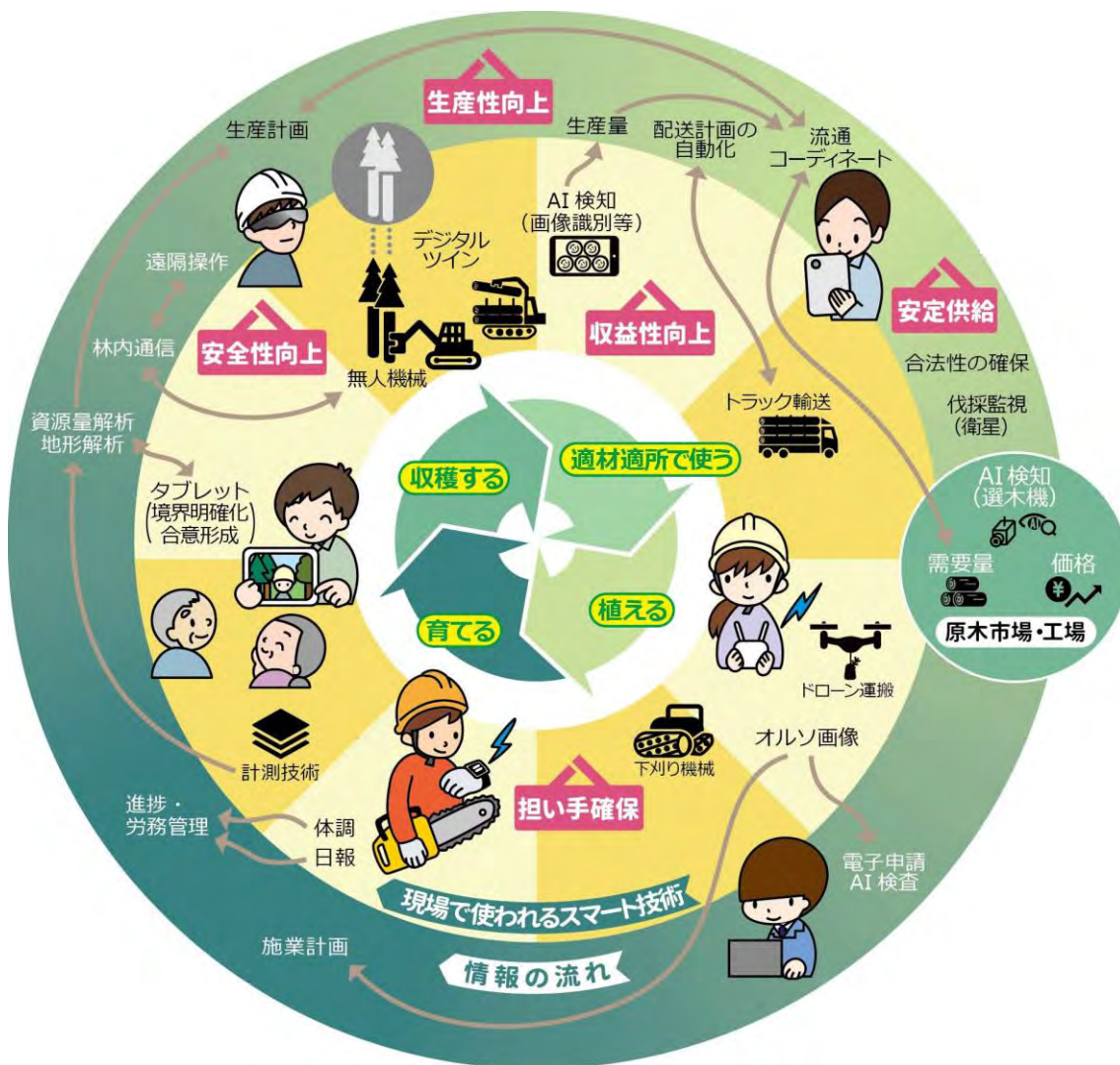


図 1-1 スマート林業の対象範囲イメージ

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。

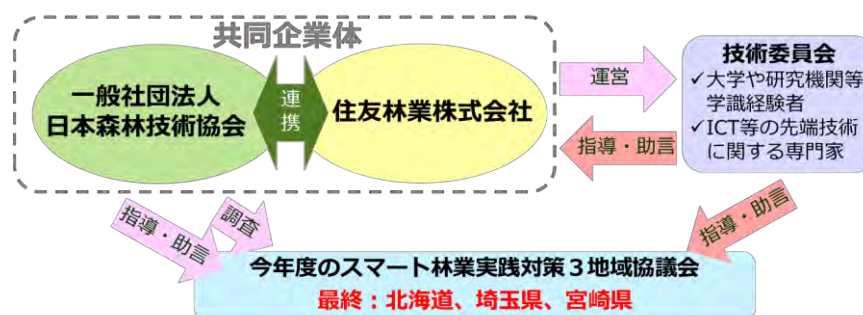


図 1-2 事業実施体制

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、最終成果をまとめるマニュアル作成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
高橋 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 4(2022)年 7 月 7 日	最終とりまとめの方向性 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 4(2022)年 11 月 4 日	最終とりまとめの検討 (マニュアル作成含む)	なし (希望者 WEB 傍聴)
第 3 回 技術委員会	令和 5(2023)年 1 月 23 日	最終とりまとめ (案) 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

仕様書が定める事業実施項目に対応する本報告書の該当記載箇所について表 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んだ。

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等の作成 ア 地域毎の実践的取組等の結果の整理	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 3 章 報告書 4 章 報告書 6 章
イ スマート林業実践対策の最終結果のとりまとめ	平成 30 年度～令和 4 年度にかけて各地域協議会が実施した実践的取組の取組結果や、各地域が実証したスマート技術の導入効果等について改めて調査・分析し、最終結果のとりまとめを行う。	報告書 5 章
③最終報告会の開催	過年度及び本年度の成果を含む最終結果とりまとめ等を基に、「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最終報告会を開催する。	報告書 4 章 報告書 6 章

2章. 地域協議会への指導・助言

2.1. 実施概要

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、今年度実証を継続した 3 地域協議会（北海道・埼玉県・宮崎県）（図 2-1）を対象に指導・助言を行った。

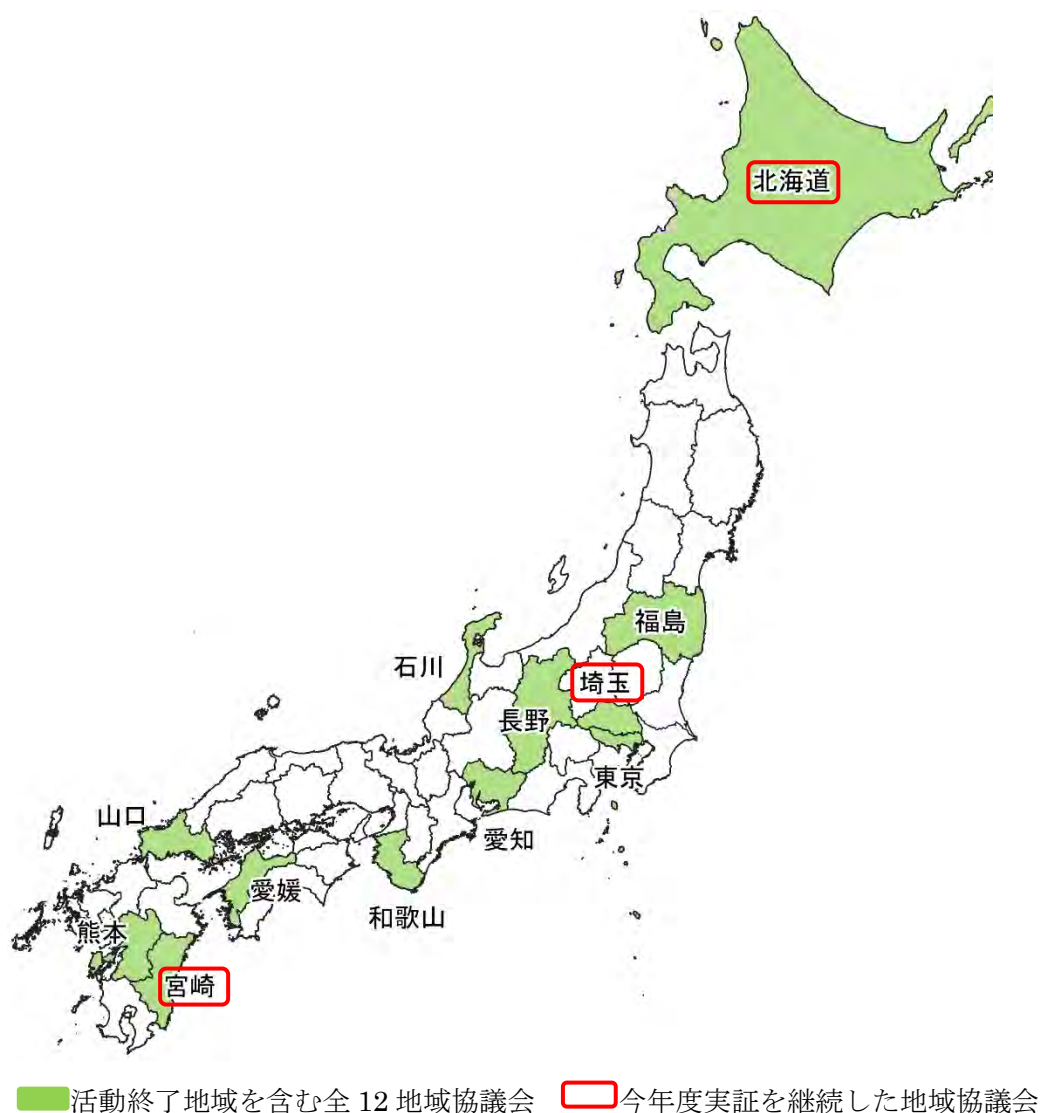


図 2-1 地域協議会位置図

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からの報告、現地視察、随時の連絡に基づいて実施した。なお、技術委員会での地域協議会報告には、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。地域協議会の報告資料については、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指導・助言を受けることとした。

また、今年度実証を継続した 3 地域協議会の現地実証等に技術委員を派遣し、現地でも指導・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 4 (2022)年	6～7 月	第 1 回技術委員会報告資料の作成	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。
	7 月 7 日	第 1 回技術委員会において地域協議会から報告	地域協議会から報告を受け、技術委員から直接指導・助言を行った。
	9～10 月	技術委員会報告資料の再修正	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。
	10～12 月	現地実証への技術委員派遣	技術委員及び事務局からの指導・助言を行った。
	12 月 21 日	地域協議会 Web 交流会	過年度に活動を終了した地域を含む 11 地域協議会により、地域が抱える課題等について意見交換と情報共有を行った。
令和 5 (2023)年	1 月	第 3 回技術委員会報告資料及び最終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。
	1 月 23 日	第 3 回技術委員会において地域協議会から報告	地域協議会が発表し、技術委員から直接指導・助言を行った。
	2 月 9 日	最終報告会	本年の活動する 3 地域の協議会及び過年度に活動を終了した 2 地域（長野・山口）が発表を行った。
	2 月 13 日	最終報告会の発表データを公開	上記発表データを公開した。

2.2. 実施結果

2.2.1. 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報告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。各地域協議会には、委員会前に資料を事前提出させ、必要に応じて修正の指導・助言を行った。

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

表 2-2 第 1 回技術委員会の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 4(2022)年度の事業内容、目標（<u>全体計画のどの部分かを示すこと。</u>） - 長期的な目標だけでなく、<u>令和 4(2022)年度時点の目標値</u>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、<u>目標値の算定根拠</u>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<u>技術的な根拠</u>を提示すること。 - 目標に対する実績値の<u>計測方法を明確に</u>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、<u>労働災害防止、職場環境改善の観点にも留意</u>すること。 - 目標が<u>達成できない場合は、その原因を分析し、対応策を検討</u>すること。
	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
北海道	- いろいろな木材検知システムがある中で、最終的に本数さえきちんと合えばよいとするなど、多様なレベル感で活用を検討されているようなので、成果を期待している。 - 資源解析で得たデータをビッグデータ化し、素材生産データとの連携や活用がうまく行くとよい。 - 径級について、ICT ハーベスタで取得した詳細な連続数と取引の慣例である末口径の 2cm 括約の整合が必要であると思うが、新しい技術に合わせて商取引を変えていくことが重要ではないか。数値の誤差ではなく、計測方法の変化に応じた取引価格を検討すればいいだけだと思う。 - 新しい林業のやり方、システムを変えていくというところで期待している。
埼玉県	最終報告会は、この地域でしかやっていない Web 入札のところを中心に分かりやすく表現すればいいのではないかと。これをうまく成功させるためにどういう技術があって、どういうものを導入したかによってどれだけ取扱数量が増えたとか、実際に価格が上がったとか、そういったところで数値がどう改善できたかということを示してもらえればよい。

地域	技術委員からの指導・助言
	- ドローン、mapry、OWL、3DWalker、それぞれの良さや適用する場面、逆に欠点が見らくなるのは非常にいいことだとも思うが、どういう形で使い分けを判断したのか、それぞれの機器の比較・検証を考察してもらいたい。 - 西川地域は優良材が有名であり、優良材の供給向けに導入する技術を絞り、取組の差別化を図ることもよいのではないかな。 - 今後優良材を持続的に供給していくとしても、どここの森林は残し、どこは残さないで伐ってもいいのか、いわゆるゾーニングのところは非常に大事なところだと思う。循環型森林に向けて、長伐期の適地と標準伐期の区域を差別化し、標準伐期の区域は並材生産に少しずつ移行していくといった判断も必要ではないかな。
宮崎県	- LPWA に関しては各地域の関心が高い。特に対象エリアの全域で通信が入るように、機器設置の工夫について、実証結果から他地域にも情報共有できるとよいのではないかな。 - 合法性確認をアプリ化しても、なりすましや偽物が紛れ込むことも考えられ、予防策として、アプリ情報をたどれば行政機関が保有する伐採届までさかのぼれるといった情報の連続性を確保することも1つの方法ではないかなと思う。 - 宮崎は、無断伐採の問題もあって木材流通のトレーサビリティについて全国から関心を持たれていると思う。全国へ普及することに期待している。 - 宮崎県には木材産業振興担当に協力してもらっているが、伐採届や森林クラウドを担当する森林計画分野とも連携し、地域課題を解決するボトムアップ型でいろいろとチャレンジするとよい。 - デジタル化時代に対応して、行政機関や商取引におけるいろいろな申請や手続の在り方を設計していくことが必要ではないかな。 - トレーサビリティについては、民間がサプライチェーンの中で行うトレーサビリティと行政制度のトレーサビリティは、使う技術や考え方違うと思うので別途議論が必要ではないかな。

表 2-4 第 3 回技術委員会の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	- 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。
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
北海道	- ICT ハーベスタで、フィンランドの技術者から直接指導を受けたというところは良い。日本での導入も進むのではないかと期待している。 - hpr ファイルという形式を Excel 形式に変換して使ったということだが、もとの hpr ファイルにはより多くの情報が含まれているので、我が国でも、このファイル形式のままデータを利用できるような仕組み、システムができるようになれば、川上、川中の新たなニーズに対して、早急に対応できるようになっていくのではないかと考えられる。 - stm ファイルと呼ばれる単木ごとの細り表のデータが今は全然活用されていないので、北海道の取組により今後は活用が広まることを期待している。北海道で標準的な細り表を作成できれば、今後林業の発展につながるのではないかと。 - 航空レーザ計測データの計測年の違いを成長モデルで補完しているとのことだが、その方法も詳しく示してほしい。 - 川上、川中、川下というのは、商売ベースになっていくといろいろな利害関係の衝突もあると思うが、スマート林業を進める上で、川上、川中、川下が一体となっていくときの難しさがあるのではないかと。 - ICT ハーベスタの受け入れについて意向調査のアンケートをきちんと取られているところに感心した。
埼玉県	- 測量技術の使い分けについて、それぞれの技術の比較や結果、結論といったプロセスも報告して欲しい。 - 様々な技術を取り入れ検証した経験は、これからスマート林業に取り組もうとする事業者や都道府県等の普及指導員等の参考となるので、検証結果をうまくまとめてもらいたい。
宮崎県	- 民間でクラウドをつくって情報を管理するという 1 つのいい事例ができたのではないと思う。 - ヴィジョンペーパーまで作る方針ということで他県からも注目されると思う。 - LPWA は、通信が実際につながる、つながらないという検証も重要だが、そのうち、通信エリアを机上計算できる解析ソフトウェアがサービス化すると思うので、そういったものも併用しながら検証するという構造になるだろう。 - 宮崎県森連の細島センターと中国木材日向工場の間で、毎年 50 から 60 万 m³ の丸太を動かす作業が大変だからこそ、ICT 化の恩恵が大きいと思うので、引き続き取り組んでいただきたい。 - 合法性確認のアプリは、宮崎県森連、あるいはそれに関わる素材生産事業者等が中心になって現在活用されていると思うが、宮崎県全体あるいは全国的にもこういった合法性確認のアプリを運用していかないと、地域全体として合法性を担保できないのではないかと。その先駆けとしての試験運用していることは評価できる。 - デジタル人材育成について、四国の林業アカデミーでは、受講生にはいろいろな科目を教えているが、受講生以外の方でも関心があったら聴講しても良いという仕組みづくりがあった。宮崎でもそういった仕組みがあるといい成果が出るのかと思う。

2.2.2. 現地実証における指導・助言

新型コロナウイルス感染症対策を行いながら、技術委員が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・助言の実施概要

地域 協議会	月日	参加 委員	概要
北海道	令和 4(2022)年 11 月 17～18 日	中澤	ICT ハーベスタ・ハーベスタ検知材受入の進捗確認、意見交換など
埼玉県	令和 4(2022)年 12 月 8 日	鹿又	バルーン型通信システムによる林内通信実証の実証確認、その他実証進捗確認、意見交換など
宮崎県	令和 4(2022)年 10 月 31 日 ～11 月 1 日	高橋	原木管理クラウド及び LPWA 等の実証進捗確認及び意見交換、中国木材日向工場等との意見交換など

(1) 北海道：スマート林業 EZO モデル構築協議会

北海道の地域協議会である「スマート林業 EZO モデル構築協議会」に対しては、表 2-7、図 2-2 に示すとおり、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 北海道における現地指導・意見交換の実施概要

年月日	打合せ概要	協議会等	事務局等	技術委員
令和 4 (2022)年 11 月 17 日	今年度事業の取組み状況 報告・意見交換（旭川 市）	林業事業体：1 機械メーカー・商社：13 研究機関：4	林野庁：4 住 林：2	中澤委員
11 月 18 日	ICT ハーベスタ・ハーベ スタ検知材受入の進捗確 認・意見交換（下川町）	道庁：4 市町村：8 システム事業者：5 その他：3 合 計：38		



▲現地視察の様子（下川町有林）



▲現地視察の様子（下川町有林）



▲現地視察の様子（山本組木材）



▲意見交換の様子（下川町役場）

図 2-2 北海道における指導・助言の様子

1 日目の地域協議会は旭川市の上川総合振興局で行われ、今年度の取組状況の報告と意見交換が行われた。2 日目の現地視察は、下川町の下川町有林における素材生産現場及び山本組木材株式会社にて行われた。下川町有林では、ICT ハーベスタ活用にかかる実証の進捗確認・意見交換、山本組木材株式会社ではハーベスタ検知材の受入実証の進捗確認・意見交換が行われた。

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 北海道地域協議会に対する指導・助言のポイント

実証項目	指導・助言のポイント
全般	- ICT ハーベスタのデータ活用を中心としたサプライチェーンの構築のために、利害関係者が合意形成するための条件整理・基礎的な検証に真摯に取り組まれてきたと思う。ICT 生産管理として先進的な取組みとなっている。 - 次年度からは、SCM システムによる生産管理の見える化に取り組むとのことで、様々な財源を活用し、息の長い組織を目指して、協議会活動を進めて欲しい。
森林資源解析	計測精度の比較については、今回はサンプル数も限られているので、このデータのみでは差がある・ないということまでは言及できないように思う。ただし、一般論として、十分に許容できる誤差の範囲ではないか。
ICT ハーベスタ	- デジタル化しても、一定の誤差は必ず生じる。その誤差をどう説明・取り扱っていくかが難しい。誤差があることを前提にどう現場に落とし込んでいくかが、課題になってくると思う。 - 基礎的なデータの積み重ねがある程度できたのではないかなと思う。これを基にして、受入側の製材所にどう説明し、納得してもらうかが重要となる。 - 誤差は一般的には、正規分布すると言われている。真値に対して、プラス・マイナス両方に誤差が生じているはずだが、受入側はマイナスの部分しか見てくれない、といった課題もある。 - 携帯電波が入る場所限定にはなるが、ICT ハーベスタに搭載するコンピューターについて、リモートデスクトップのような形で遠隔サポートしてもらえるのは、作業側からするとありがたいと思う。
ハーベスタ検知材の受入	- 写真検知の場合、カメラの画角の問題があり、撮影対象となる桤からある程度距離を保って撮影する必要がある。また、末口側を揃えて桤積みする必要があった。桤同士の間隔が近い場合や土場のスペースが限られている現場、末口・元口混在で桤積みされる場合には、近距離から LiDAR 計測できる mapry の方が有利になるのではないかな。 - 製材工場側が原木投入量を把握する挽き立て日報では、径級別ではなく、小丸太・中丸太・大丸太くらいの大まかな種別で管理している。ICT ハーベスタによってある程度の径級別にカラーマーキングされていれば、木口に径級の記載が無くても、工場側での在庫管理・生産管理上は十分となるかもしれない。 - 協議会で検討中のサプライチェーン見える化システムは、原木出荷時の伝票を手打ちしてデータ作成を行うものが想定されているが、せっかく ICT ハーベスタのデータがあるので、連携できるよう検討してもらいたい。

(2) 埼玉県：西川地域スマート林業協議会

埼玉県の地域協議会「西川地域スマート林業協議会」に対しては、表 2-9、図 2-3 に示すとおり、鹿又委員、林野庁及び事務局から指導・助言を行った。日帰りで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 2-9 埼玉県における現地指導・助言の実施概要

年月日	打合せ概要	協議会等	事務局等	技術委員
令和 4 (2022)年 12 月 6 日	林内通信実証の現地視察及び各実証の進捗確認・意見交換（飯能市）	製材事業体：1 林業事業体：2 秩父広域森林組合：1 地球のしごと大学：1 NTT コミュニケーションズ：6 県 庁：2 市役所：1 大林組：2 合 計：16	林野庁：3 住 林：1 日林協：2	鹿又委員



▲現地視察の様子（林内通信実証）



▲現地視察の様子（林内通信実証）



▲意見交換の様子（吾野原木センター会議室）



▲意見交換の様子（吾野原木センター会議室）

図 2-3 埼玉県における指導・助言の様子

午前には地域協議会のメンバーが所有する山林において、バルーン型通信システムによる林内通信実証の現地視察が行われた。

午後は吾野原木センター会議室にて、林内通信、WEB 入札システム、地上レーザ等に係る実証の進捗確認及び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 埼玉県地域協議会に対する指導・助言のポイント

実証項目	指導・助言のポイント
全般	● 実証結果から、埼玉では現場実装に結び付かなかった技術であっても他地域への普及展開の参考になるので、報告してほしい。 ● 導入するスマート技術の選定は、現場のニーズ（必要な事・困っている事・悩んでいる事など）の把握が重要である。
林内通信 （バルーン型通信システム）	● 携帯電波の通信圏内でないと使えない、風が強い場所ではバルーンを上げにくいなど、活用できる条件が限定的ではないか。 ● このような技術を活用する上でも、通信範囲が可視化（見える化）されるとよいのではないか。 ● wi-fi 接続できる範囲がバルーンから半径 50m 程度であり、作業員と併せバルーンについても常に移動が必要となるのであれば、測桿など高い所に設置できる機材で代用してもよいのではないか。 ● 他産業での活用事例、現場のニーズをもとに、必要なスペックなどの要望・提案を報告にまとめてはどうか。 ● 林内通信のインフラを整備するという観点からすると、現場ごとに wi-fi を導入し、狭い範囲で個別通信手段を確保するという末梢部分だけでは、森林全体における通信インフラの整備の根本的な解決にはならないのではないか。まずは、基地局など基幹部分を整備するのが先。例えば、既存の鉄塔敷を活用してエリアカバーを増やすなどはできないか。
WEB 入札システム	● 県外の買方への配送サポートなどもあるとよいのではないか。伐採箇所や出荷者の情報も買方側に分かるようにするとよいのではないか。 ● 市場側と買方側のメリット・デメリット・ニーズなどをそれぞれ実証結果にまとめていただきたい。
mapry	● 使用者によって誤差が大きいことへの対応として、標準的な測定方法をマニュアル等の形でまとめてはどうか。
地上レーザ （3DW・OWL）	● 県の航空レーザのデータが使えるようになれば、地上レーザに代わる部分もあるのではないか。また、優良材適地のゾーニングなどにも航空レーザのデータは活用できるのではないか。 ● 普段から立木売買や施業提案などをしていれば別だが、単なる間伐向けの調査だけで地上レーザを使うのはコストが見合わないのではないか。西川地域のような優良材地域の場合は、将来木の選木に活用する方がよいのではないか。 ● 神社仏閣などの注文に対応するため、優良材の立木データベースを整備する目的で地上レーザを活用することは有効であり、関係者がそのデータベースを閲覧できるようにする工夫する必要があるのではないか。 ● 優良材の WEB 入札システムがもし出来るのであれば、優良材の立木データベースと連携するとよいのではないか。またそうなれば、施業管理としても使えるのではないか。 ● 優良材に限らずサプライチェーンマネジメントでは、森林所有者、素材生産者、製材者などが同じ情報を共有することが大切ではないか。

（3） 宮崎県：宮崎県合法木材流通促進協議会

宮崎県の地域協議会「宮崎県合法木材流通促進協議会」に対しては、表 2-11、図 2-4 に示すとおり、高橋委員、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・助言の実施概要

年月日	打合せ概要	協議会等	事務局等	技術委員
令和 4 (2022)年 10 月 31 日	県森連本部の現地視察及び 宮崎県・県森連・LPWA 実 証等の進捗確認・意見交換 (宮崎市)	県森連本部：10 県森連細島センター：2 中国木材日向工場：2 GIS アプリ委託先：2 県庁：4 合 計：20	林野庁：2 住 林：2 日林協：2	高橋委員
11 月 1 日	県森連細島センター、中国 木材日向工場の現地視察及 び GIS アプリ実証等の進捗 確認・意見交換（日向市）			



▲現地視察の様子（県森連本部）



▲現地視察の様子（細島センターの土場）



▲意見交換の様子（県森連本部）



▲意見交換の様子（中国木材日向工場）

図 2-4 宮崎県における指導・助言の様子

1 日目の現地視察は宮崎市の宮崎県森連本部で行われ、宮崎県や県森連における林業・木材産業に係る取組、LPWA 機器の GNSS 機能を活用した伐採区域の把握・作業員の安全管理等に係る実証の進捗確認及び意見交換が行われた。

2 日目の現地視察は日向市の県森連細島センターと中国木材日向工場で行われ、丸太原木の受入状況を視察し、GIS アプリによる伐採木材のトレーサビリティ管理・ストックヤード管理等に係る実証進捗の確認及び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 宮崎県地域協議会に対する指導・助言のポイント

実証項目	指導・助言のポイント
全般	● 木材流通の合法性確認が全体のテーマとなっているため、わかりやすい取組である。 ● 適合通知書や伐採届の添付書類の多寡は、各市町村で区々とのことだが、県単位で統一化を図ればデジタル化・スマート化がより進むのではないか。 ● 林業事業体だけでなく、行政も含めて GIS を使いこなせる人材の育成が進むと、データで連携され、事務の効率化、合法性の確認がスムーズになるのではないか。 ● 次年度以降、県単事業を活用するなどし、協議会運営やシステム開発を進め、今後の進展にも期待する。
LPWA	● 中継機設置のマニュアル整備とその課題整理はよい取組である。設置事例を増やしなが、マニュアル等のブラッシュアップを続けるとよいのではないか。 ● 他地域の取組の把握やメーカーとの連携により、よりよい活用方法を検討し続けるとよいのではないか。 ● 林業だけの活用では費用対効果に限界があるため、農業も含めた鳥獣被害対策や自然災害対策などの他分野と連携し、通信網を活用することも必要ではないか。
GIS アプリ	● 製材のコード管理は進んでいるが、原木もコード管理ができるようになるとデジタル化・スマート化がより進むのではないか。 ● スtockヤード管理アプリは、これまでアナログ（紙と電話）で行っていた作業をデジタル化できることにより、槿の位置や等級・径級などの情報もアプリ・パソコンの画面上でわかるようになるので、原木の入荷元（県森連細島センター）・出荷先（中国木材日向工場）ともに効率化できるのではないか。 ● 受入側（中国木材日向工場）の原木の在庫状況が荷主（林業事業体等）にも共有できるようになると、採材の切替えや出荷のタイミングなどにも活用できてよいのではないか。また、荷主（林業事業体等）が丸太原木の運送を外部委託している場合も多いので、運送業界とも情報共有できるようになるとよいのではないか。 ● 現状、手検知となっている尺上丸太の検収もデジタル化すること、県森連が荷主（林業事業体等）との精算や買方（製材工場等）への請求に使用している共販システムとも連携できれば、より効率化できるのではないか。

3章. 地域毎の実践的取組

3.1. 全体概要

令和 4(2022)年度実証を行った地域協議会は図 3-1 のうち、北海道、埼玉県及び宮崎県の 3 地域である。令和 2(2020)年度に事業を開始し、令和 4(2022)年度で 3 年目、実践対策としての活動は終了となる。

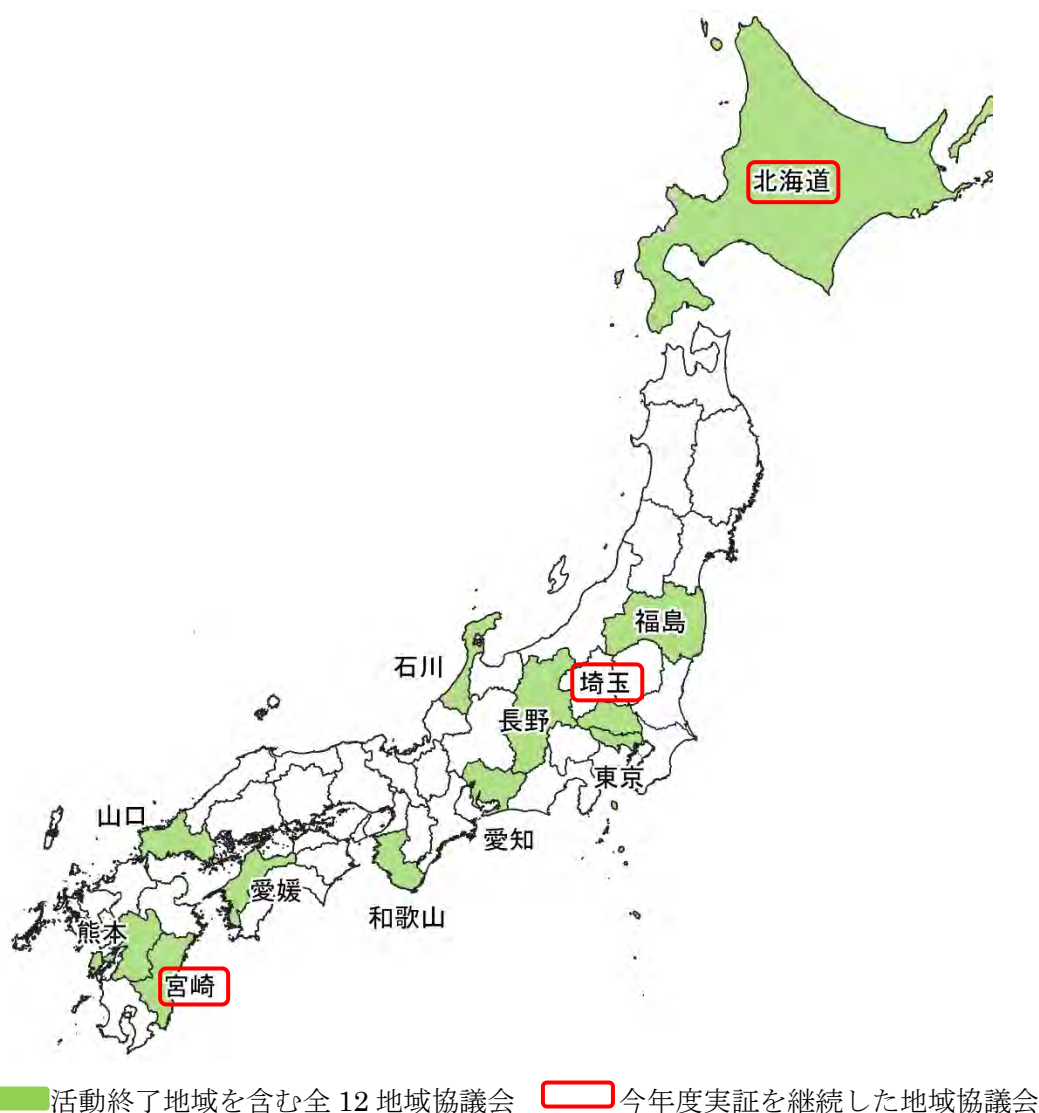


図 3-1 地域協議会位置図（再掲）

実践対策では、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た。全 12 地域の協議会が実証した技術をテーマごと、林業の作業ごとに、表 3-1 のとおり整理した。

表 3-1 地域協議会において実証した技術

テーマ	林業作業	技術	件数	北海道	福島	埼玉	東京	石川	長野	愛知	和歌山	山口	愛媛	熊本	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		●			●			○		○	○	
	林内通信	LPWA、バルーン係留 WIFI	2			○									○
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	10	○		○	○		●	●	○	○	○	○	○
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、スマートフォンアプリ)	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 地域以上の技術、 実施する地域が 1 地域だけの技術

※ ○ : 地域協議会が実証した技術

※ ● : 実証した技術農地、当該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

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 3-2 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 3-2 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、埼玉県: OWL (株式会社アドイン研究所) 愛知県、埼玉県: 3DWalker (株式会社 woodinfo) 埼玉県: mapry (株式会社マプリイ)
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)
林内通信	宮崎県: LPWA 通信「GEO-WAVE」「GeoChat」(株式会社フォレストシー) 埼玉県: バルーン係留 WIFI 通信(NTT コミュニケーションズ株式会社)
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「GEO-WAVE」「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)

技術	導入システム
	宮崎県:手検収アプリ「ArcGIS Survey123」(ESRI ジャパン株式会社)
	北海道:mapry(株式会社マプリイ)
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)
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:トラック追跡アプリ・荷受伝票アプリ・合法伐採確認シートアプリ「ArcGIS Earth」「ArcGIS Survey123」、権情報管理「ArcGIS Experience Builder」、原木管理クラウドシステム「ArcGIS Online」(ESRI ジャパン株式会社)

各地域で実証された技術の定量的な成果をまとめると表 3-3、表 3-4 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 3-3 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%	東京都
	〃 所有者現地確認 労務削減 50%	
	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)	—	—

表 3-4 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/m ³	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/m ³	北海道
	ICT ハーベスタ CTL (短幹集材) 作業システム 生産コスト削減 478 円/m ³ (検知カラーマーキング+バリューバックিং等)	北海道
	ICT ハーベスタ採材支援 収益向上 119 円/m ³ (資源調査比較)	北海道
	ICT ハーベスタ採材支援 収益向上 875 円/m ³ (熟練者比較)	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/m ³	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/m ³ (音声入力検知システム) 経費削減 22 円/m ³	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/m ³	愛媛県
路網整備	—	—
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	—	—
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/m ³	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/m ³	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/m ³	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/m ³	愛媛県
	Web 入札システムによる市場業務 労務削減 33%	埼玉県
	原木管理クラウドによる合法性確認 労務削減 86%	宮崎県
	〃 荷受業務 労務削減 20%	
	〃 桤管理業務 労務削減 20%	
その他	—	—

※赤字は令和 4 年度の成果、それ以外は、過年度の成果である。

3.2. スマート林業の導入効果

昨年度までに引き続き、「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。スマート林業を普及するためには、事業者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勘案する必要があり、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、素材生産に対するスマート技術の導入効果額（収益向上、コスト削減）とスマート技術導入に掛かる費用の差分から算出した定量的評価に加え、金額換算が困難な内容を定性的に評価した。

3.2.1. 定量評価の考え方

本事業では、大多数の地域協議会が取り組み、費用算定が容易な分野である素材生産を対象として定量的効果を算定した。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として算定した。

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コスト削減効果の他に、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付加価値向上が期待され、その結果として（協定）販売価格の向上が見込まれる。

費用として算入し得る項目には、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）と、運用に必要な年間経費（ランニングコスト）があり、本試算では、この 2 つに着目した。なお、行政によるインフラ整備として捉えるべき事項（表 3-5）、例えば、航空レーザ計測による森林資源量の把握などは費用として含めないこととした。

効果額算定の考え方を表 3-6 にまとめ、算出表を表 3-7 に示す。

表 3-5 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（適合通知書）	・ 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 3-6 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。現時点ではなく、協議会終了後、約 3 年後を想定して設定。
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	・ 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と仮定する（量の効果）。 ・ スマート林業を導入することで、販売機会が増大し、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と仮定する（質の効果）。 ・ 少量取引の実証では、販売価格向上の効果が得られにくいため、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 3-7 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	分母 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	分母 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			

3.2.2. 定量評価の結果

今年度、実証を行った 3 つの地域協議会（北海道、埼玉県、宮崎県）において導入効果を算定した。販売価格向上に関する内容は、各協議会とも実証成果が限られる状況にあり、便宜上、想定し得る平均的な効果額として、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試算した結果を表 3-8 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、30 円～1,300 円/m³ 程度の効果額となった。

表 3-8 地域協議会ごとのスマート林業の導入効果額

項目		北海道	埼玉県 (測量技術)	埼玉県 (WEB 入札)	宮崎県
対象とした 導入技術		▶森林資源解析用ドローン・ソフト ▶木材検収スマートフォンアプリ ▶レーザースマートフォンのアプリ ▶ICT ハーベスタ	▶森林資源解析用ドローン・ソフト ▶地上レーザ計測機器・ソフト ▶施業収支提案ソフト ▶作業道設計支援ソフト	▶WEB 入札システム	▶原木管理クラウドシステム
数量	モデル地区の 施業数量	2,410m ³	2,202m ³	—m ³	500,000m ³
	協議会全体の 取扱数量	61,000m ³	12,000m ³	8,095m ³	500,000m ³
効果 (+)	費用削減	1,258 円/m ³	190 円/m ³	1 円/m ³	85 円/m ³
	販売価格 向上※	200 円/m ³	200 円/m ³	200 円/m ³	200 円/m ³
	効果額計	1,458 円/m ³	390 円/m ³	201 円/m ³	285 円/m ³
費用 (-)	システム投 資額計	117 円/m ³	149 円/m ³	169 円/m ³	9 円/m ³
	システム 運用経費計	—円/m ³	22 円/m ³	—円/m ³	2 円/m ³
	費用計	117 円/m ³	171 円/m ³	169 円/m ³	11 円/m ³
導入効果額		1,341 円/m ³	219 円/m ³	32 円/m ³	274 円/m ³

※ 販売価格向上：本報告では一律 200 円/m³と想定。

北海道は、費用削減効果のうち CTL 作業システムの導入を前提とした作業工程の削減による効果が 478 円/m³ と大きく、今後関係者間における ICT ハーベスタによる検知機能の受け入れが課題となる。

埼玉県の測量技術においては、4 つのスマート技術（ドローン・OWL・OWL シミュレーション・mapry）を組み合わせた効果となっており、各技術の特質を踏まえた上で、円滑な相互連携を図ることが課題となる。また WEB 入札システムについては、原木の販売単価の向上が導入効果の主となることが想定されるため、遠方の原木購入者の参画を促す等、WEB 入札システムを活かす営業活動が成功の鍵になると思われる。

宮崎県は、協議会が取り扱う対象数量を宮崎県森林組合連合会細島センターの原木集荷量 500,000m³として試算しているため、単位数量当りの導入コストが少額となっており、効果が出やすい状況となっている。他の地域と同様に、販売単価が 200 円/m³ 向上することを前提に試算しているが、宮崎県の実証内容は、合法木材の流通に限定されているところであり、実際に 200 円/m³ の向上額に近づけるためには、トレーサビリティの確保による付加価値向上を追求する必要がある。いずれにしても、あくまで試算値であることに留意する必要がある。

なお、これまで本事業における各協議会の導入効果算定の根拠となる協議会全体の年間取扱数量は、協議会が終了してから約 3 年後の想定数量としていたが、別途費用対効果が均衡する取扱数量を把握しておくことも、各協議会が目標取扱数量を認識して活動するという意味で重要となる。各協議会の導入費用と効果が均衡する取扱数量の算定結果を表 3-9 に示す。

表 3-9 各協議会の導入費用と効果が均衡する年間取扱数量の算定結果

項目		北海道	埼玉県 (測量技術)	埼玉県 (WEB 入札)	宮崎県
数量	モデル地区 の施業数量	2,410m ³	2,202m ³	—m ³	500,000m ³
	協議会全体 の取扱数量	4,870m ³	5,251m ³	6,800m ³	18,947m ³
効果 (+)	費用削減	1,258 円/m ³	190 円/m ³	1 円/m ³	85 円/m ³
	販売価格向上 ※	200 円/m ³	200 円/m ³	200 円/m ³	200 円/m ³
	効果額計	1,458 円/m ³	390 円/m ³	201 円/m ³	285 円/m ³
費用 (-)	システム投資 額計	1,458 円/m ³	342 円/m ³	201 円/m ³	243 円/m ³
	システム 運用経費計	— 円/m ³	48 円/m ³	— 円/m ³	42 円/m ³
	費用計	1,458 円/m ³	390 円/m ³	201 円/m ³	285 円/m ³
導入効果額		0 円/m ³	0 円/m ³	0 円/m ³	0 円/m ³

※ 販売価格向上:本報告では一律 200 円/m³と想定。

結果、協議会や使用技術によって約 5,000～19,000m³/年とバラツキがあるものの、当面、各協議会が目指す取扱数量としては妥当な規模であり、この目標数値に向かって活動を継続・拡大することが期待される。

3.2.3. 定性評価

上記の各地域協議会の取組から把握した導入技術による定性的な効果を表 3-10 に示す。

表 3-10 地域協議会ごとのスマート林業導入に係る定性評価

協議会	分類	項目	内容
北海道	資源把握・解析	レーザ航測と UAV の組合せ	- 林分の経年変化への対応 - 安価で簡易な地盤高の把握
		造材データの資源情報へのフィードバック	造材時の取得データから、資源情報の更なる高度化の可能性
	素材生産（全般）	円滑な ICT 生産管理	- ICT 生産による新たな取引形態に関する条件や課題の整理 - 利害関係者間で円滑な合意形成に向けた課題の把握 - データの分析による継続的な経営改善経験年数が浅い現場作業員に対する育成期間での補助機能
	素材生産（伐採・造材）	ICT ハーベスタの各種機能の活用	- ICT ハーベスタの計測精度等を確認 - 運用に向けた基本的な設定方法を把握 - 現場作業員の労務軽減
	素材生産（検知：集材・出荷）	ICT-HV データ、検知システムの活用（検知省略）	- 検知作業の省力化による労務軽減 - 巻立作業の簡易化
	素材生産（検知：受入）	ICT による生産量・在庫量の管理	従来と異なる生産管理、在庫管理の可能性
宮崎県	原木流通	伐採範囲情報・合法性確認作業記録のデジタル化	伐採の予定範囲や合法性の確認作業の効率化
		原木のトレーサビリティ確保	原木の経路情報のデジタル化により、流通原木のトレーサビリティを確保
		原木の荷渡・荷受業務のデジタル化	原木の荷渡・荷受業務のデジタル化による、原木市場・製材工場と出荷者間の即時データリンクの実現
		原木市場システムと GIS クラウドとの接続	アプリを介した原木市場システムと GIS システムの接続による、出荷先と原木市場の連携
		原木市場と製材工場間の在庫管理業務のデジタル化	- GIS クラウドと連携したタブレットアプリにより原木在庫（桧）データを、原木市場と製材工場間で共有 - ストックヤード管理業務の効率化と、原木のトレーサビリティ・データの製材工場との共有が実現
		合法性確認作業の効率化	- 流通原木の出所や、伐採届や伐採業者による合法性確認作業等を参照することで、その合法性をデジタル上で確認できる仕組みを確立 - LPWA の GPS ログ機能を活用し、合法性確認作業に必要な伐採作業ログを副産物として取得
	労働安全	労働安全対策の高度化	LPWA 技術を使用した林内デジタル通信環境により迅速かつ発災地点の特定可能な SOS 発信が実現
	システム運用	原木流通クラウドビジョンの策定	原木管理クラウドの基本構想を策定し、本事業の成果の普及・実装について、川上・川下の事業者や業界、さらには官民の垣根を超えた合意形成を実現

3.3. 北海道：スマート林業 EZO モデル構築協議会

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 4 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 5(2023)年 1 月）、令和 4 年度スマート林業構築普及展開事業最終報告会発表資料（令和 5(2023)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

3.3.1. 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、道産木材の利用拡大に取り組んでいる。川上では、森林経営計画の認定率の高さや高性能林業機械の保有台数の多さなどが相まって、計画的な伐採に向けた基盤整備が進められており、今後も伐採量の増加が見込まれている。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、本州と異なり原木市場を通さず素材生産者から木材加工業者等まで直接流通する直送方式が主流となっ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の利用拡大に向けては、経験豊富な労働者の減少が見込まれる中、森林資源情報を高い精度で把握し、需給に応じた受注生産型の素材生産、流通の効率化に資する採材・運材などの実現に必要となる、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、実践対策では、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活動に取り組んだ。

取組の概要及びその目標を表 3-11、図 3-2 に示す。

表 3-11 取組の概要及びその数値目標

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 m ³ から、令和 18(2036)年度 600 万 m ³ 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利用できるよう、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。	素材生産・原木流通過程に提供するための立木在庫データを精度の高い森林情報から作成
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%（-800 円/m ³ ）削減
需給マッチングの円滑化	1～2 年目の取組を踏まえて、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、直送方式の北海道において複数地域で ICT 生産管理を実証し、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。	1m ³ 当たりの木材販売額の 15%（+1,000 円/m ³ ）向上

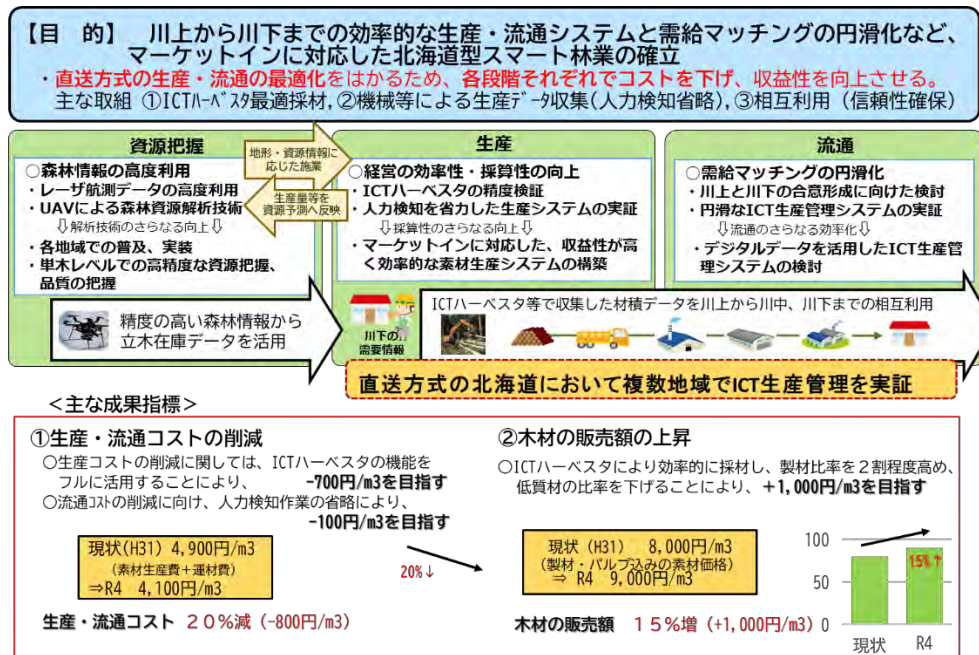


図 3-2 取組全体のイメージ

(2) 地域協議会の構成

北海道の地域協議会である「スマート林業 EZO モデル構築協議会」は、図 3-3 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）から構成され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 3 市町（下川町、厚真町及び芦別市）が参画していることにより、本事業による成果を道内他地域へ普及しやすい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、建機メーカーやデータ解析事業者が参画しており、事業遂行上、強力な体制が構築されている。

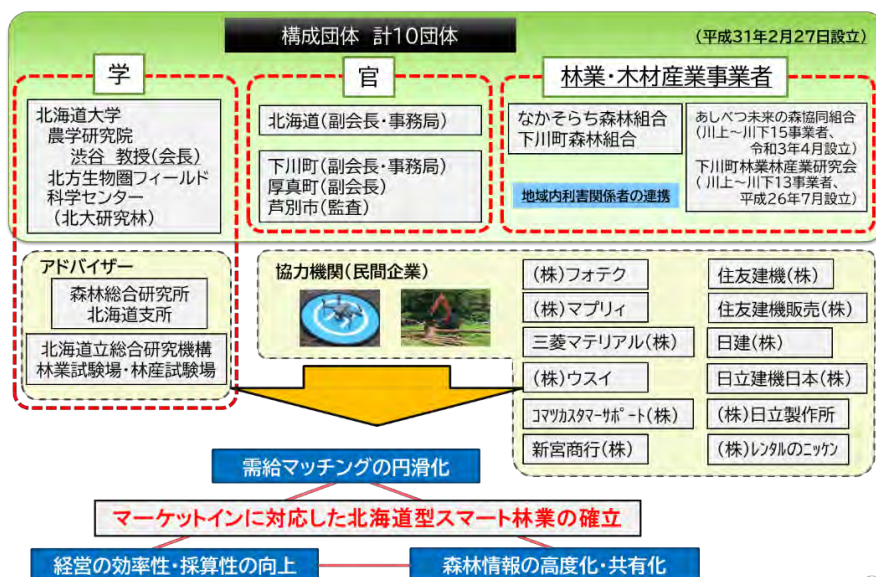


図 3-3 スマート林業 EZO モデル構築協議会の構成

3.3.2. 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 生産管理を導入するため、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、「単木レベルでの高精度な資源把握・品質評価」を実施した。

調査方法は以下の通り。

- ※ 同一林分のトドマツ（5 本）を、3 種の計測方法（人力計測、航空レーザ、UAV）により、胸高直径（以下、DBH）・樹高・材積の測定や推定を行い、平均値を比較
- ※ ICT ハーベスタによる伐採、立木データの計測
- ※ 「ICT-HV（ハーベスタ）データによる細り」と「胸高直径・樹高をもとにした細り（北海道が調製した細り表を使用）」を比較

下川町での調査の結果、UAVにより得られたデータは、林分全体では高い精度が得られることを確認できた（図 3-4）。一方、単木単位では誤差が見られたため、基データとなる地盤高・樹高をしっかりと把握することが重要であることが示された。ただし、サンプル数が少ないため、誤差の確からしさについて統計的に言及することはできない。

	毎木調査	航空レーザ のみ (成長想定)	UAV【AI解析】 (+航空レーザ)	
計測年	2020年	2012年 (毎年成長)	UAV計測:2020年	
立木本数	211本	211本	188本	89.1%
平均樹高	20.7m	20.7m	20.6m	99.5%
平均DBH	28.2cm	28.2cm	29.8cm	105.7%
林分材積	140m3	140m3	142m3	101.2%

図 3-4 計測精度の比較

また伐倒木から実測した細りと、「北海道カラマツ細り表」に基づく細りの予測、ICT ハーベスタから得た細りを比較したところ、細り表よりも、ICT ハーベスタの方が実測値に近いことが確認された（図 3-5）。このことにより、従来の人力調査では正確に把握できなかった立木の細りが、将来的には ICT ハーベスタのデータを蓄積し、活用することで、地域別、林分別に精度の高い出材・採材予測を行える可能性がある。

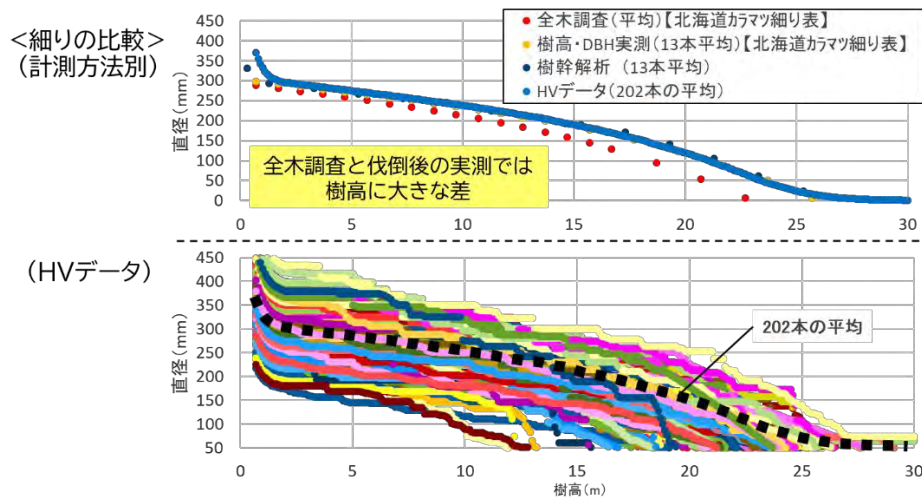


図 3-5 「ICT-HV データによる細り」と「細り表をもとにした細り」の比較

(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 の基本設定の把握」・「ICT-HV をフル活用した作業システムの実証」・「合意形成を図りながらの円滑な ICT 生産管理の検証」について継続実施するとともに、新たに「簡易な HV 検知材の受入・管理システムの実証」を実施した。

「ICT-HV の基本設定の把握」については、Web 会議システムを活用して、フィンランドの技術者（ケスラー・ポンセなど）と意見交換するとともに、ケスラー社（とテクノオン社）には来日してもらい、実証現場での検討会とオペレータに対する直接指導を実施した（図 3-6）。



図 3-6 海外メーカー技術者との意見交換・検討会の実施

その結果、カラーマーキングの手法や樹皮の補正率、生産データの出力内容や生産指示ファイルの内容等について、各メーカーの対応内容や違いを把握することができ、今後

様々なメーカーの機械が導入されることが予想されるなかにおいて、あらかじめ作業システムの最適化や出力データの活用について、その基礎情報や設定方法を整理し把握することができた（図 3-7）。



図 3-7 ICT ハーベスタの設定におけるメーカーによる差異の確認

「ICT-HV をフル活用した作業システムの実証」については、ICT ハーベスタの機能であるバリューバックキングやカラーマーキング機能などを最大限活かし、生産性の向上や最適採材による収益性向上の検証を行った。また検知作業について、検知方法別の精度と費用について、比較検証を行った。

厚真町での実証の結果、従来型の作業システムと比べて、ICT ハーベスタを活用した CTL 作業システムは 478 円/m³のコスト削減効果があることが確認された。これは ICT ハーベスタのカラーマーキング機能を活用することにより、グラップルによる仕分け作業が省略できることが要因である（図 3-8）。

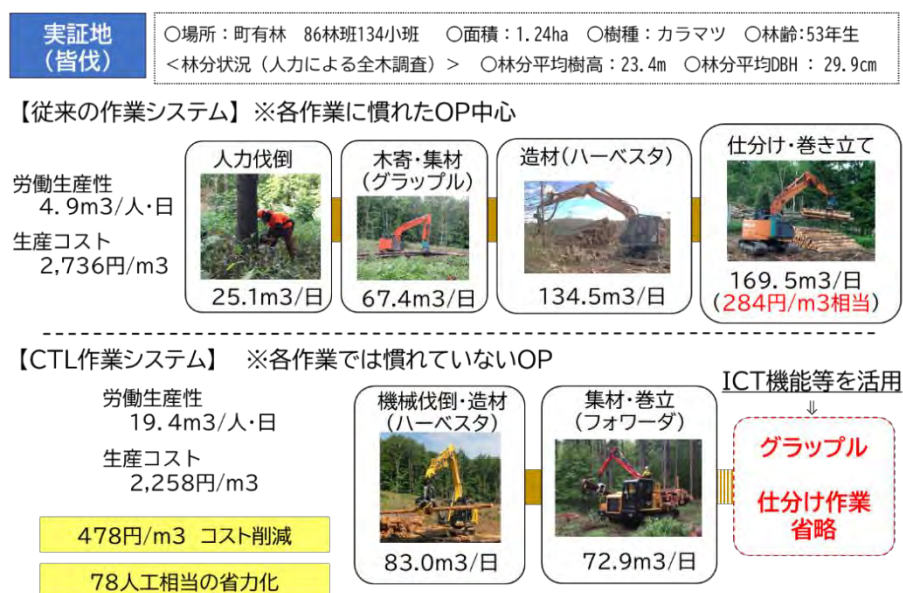


図 3-8 作業システムの違いによる生産性の比較

また同一林分の立木について、熟練したオペレータが経験に基づき、通常通り自身で曲がりを判断し、径級も自身で予測しながら採材するパターンと、経験の浅いオペレータが曲がりを判断しつつ ICT ハーベスタのバリューバック機能を活用して採材するパターンについて比較実証を行った結果、ICT ハーベスタを活用した後者について、平均販売単価が 875 円/m³ 高くなるという結果となった（図 3-9）。これは、単価の高い 3.1m 材を積極的に採材したことに基づくが、実証に協力した事業体に確認すると、3.1m 材は北海道外の需要先に販売する材であり、それらの情報が前者には周知されていなかった可能性があるとのことであり、両者の平均販売単価は、単純には比較できないところも含まれてしまっている。ただし、ICT ハーベスタに造材指示ファイルを取り込むことによって、オペレータへの採材指示が明確化されるとともに、径級予測が相まって、販売単価の高い採材を積極的に採ることができるようになるなどの効果は一定程度あるものと言える。

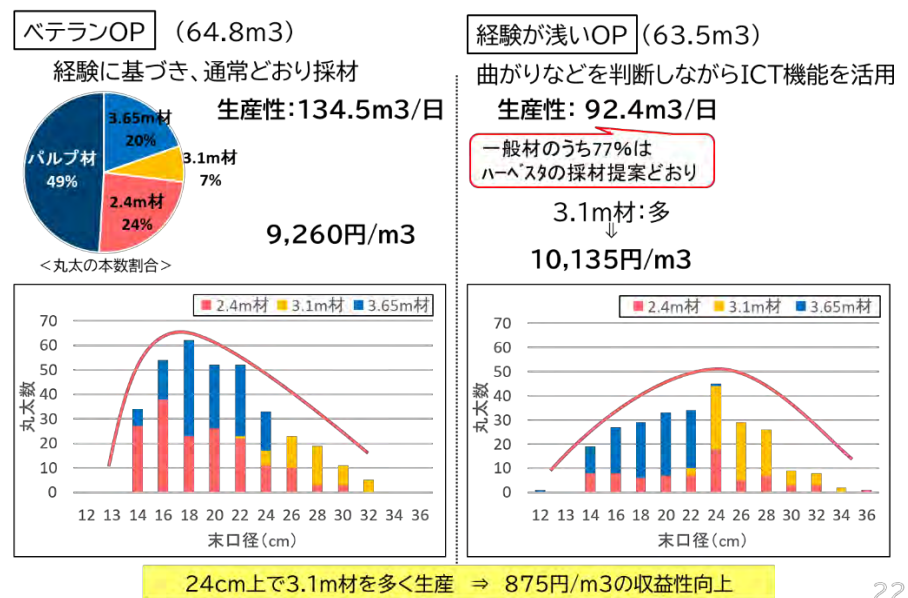


図 3-9 ICT ハーベスタの有無による収益性の比較

また人力による検知作業について、検知アプリ（mapry）や写真検知アプリとの比較を実施した。

その結果、アプリによる検知は計測精度についてまだ課題が残るものの、原木の本数については高精度の計測が可能であることが確認された。ICT ハーベスタで検知した本数データの信頼性を担保するために、補助的に土場での桟やトラックの荷台に積載された原木の本数を、検知アプリで簡易に計測することで、川下の理解を得やすくなる効果も得られる可能性がある（図 3-10）。

<はい積をまとめて計測(大ロット)>

	人力検知	mapry
計測本数	808本(5はい)	604本(3はい)
1回当たりの材積	18.5m ³ /回	41.2m ³ /回
作業時間 (100本当たり)	10分36秒	2分2秒
費用 (人件費+コスト)	55円/m ³	21円/m ³



山土場での
人力検知



mapry計測

<個別のはい積を計測(小ロット)>

	人力検知	写真検知
計測本数	655本(11車)	103本(4タケ)
1回当たりの材積	6.6m ³ /回	7.6m ³ /回
作業時間 (100本当たり)	10分41秒 (22分53秒)	23分18秒
費用 (人件費+コスト)	55円/m ³ 〔待機時間含む〕 122円/m ³ 〕	52円/m ³



仕分け作業時に
人力検知

トラック1タケ毎での撮影
(1タケ:約5分程度)



写真検知

信頼性を担保するため、丸太本数の確認においてICT機器により省力化・コスト削減は可能

23

図 3-10 検知方法別の比較検証

「簡易な HV 検知材の受入・管理システムの実証」については、ICT ハーベスタによって検知されたデータを原木の取引情報として活用することが可能かどうかの検証として、ICT ハーベスタによる検知結果と自動選木機による検知結果との精度比較を行った。また ICT ハーベスタによる検知では、カラーマーキングである程度の径級分けができたとしても、寸面に細やかな径級の記載をすることができないため、自動選別機を保有しない中小規模の製材工場においては、生産量把握・土場在庫管理に支障が出ることが想定される。そこで、手検知や自動選別機に代わる簡易な土場在庫管理システムの導入実証を行った。

まず、ICT ハーベスタによる検知結果と自動選木機による検知結果を比較したところ、自動選別機による検知では数量が若干少なくなる傾向が見られた(図 3-11、図 3-12)。



図 3-11 ICT ハーベスタ計測データと自動選木機データの比較

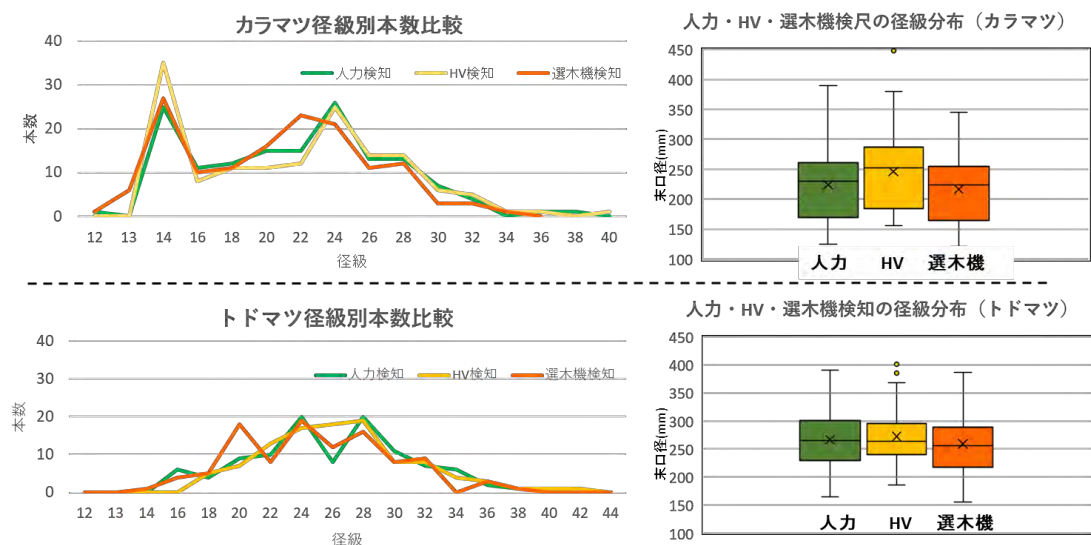


図 3-12 ICT ハーベスタ計測データと自動選木機データの比較結果

これは、ICT ハーベスタによる計測が伐採直後に実施されるのに対し、自動選木機は伐採から約 1 か月後に検知が実施されたことにより、木口周辺の樹皮が剥がれてしまい、ICT ハーベスタで調整した樹皮率以上に径級の減衰が生じてしまったことが一因と推察される。

自動選別機を保有しない工場における ICT ハーベスタ検知材受入れに対する簡易な土場在庫管理システムの実証については、LiDAR 計測機器である mapry を用いて、原木の形状を把握する方法により検証した。その結果、LiDAR では、原木の元口径や末口径は実測よりも過大に、材長は過少に計測される傾向が確認された（図 3-13）。LiDAR の照射角度等の調整や設置位置（計測対象までの距離）の検討、データのノイズ除去（精度向上）方法の最適化などが課題として挙げられる。

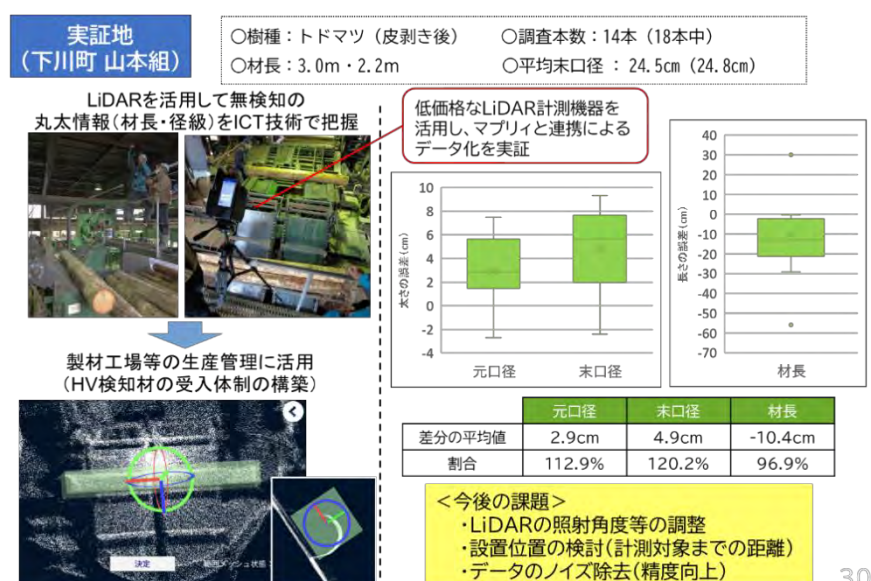


図 3-13 ICT ハーベスタ検知材に対する簡易な土場在庫管理システムの検証

「合意形成を図りながらの円滑な ICT 生産管理の検証」については、ICT ハーベスタに対する造材指示データ（apt ファイル）と ICT ハーベスタから出力される生産報告データ（hpr ファイル）を核とした原木のサプライチェーン管理を行うべく、円滑な ICT 生産管理についての将来像を、地域協議会において整理した（図 3-14）。

今後の課題としては、商取引に関わるデータを扱うため、データ管理者の設定や内容に応じたデータ閲覧権限について参加者間の合意形成を図ることや、参加者が必要とするデータ内容への対応が挙げられる。また将来的には、ICT ハーベスタによって得られたデータをビッグデータ化して森林経営や資源管理に活用することも期待される。

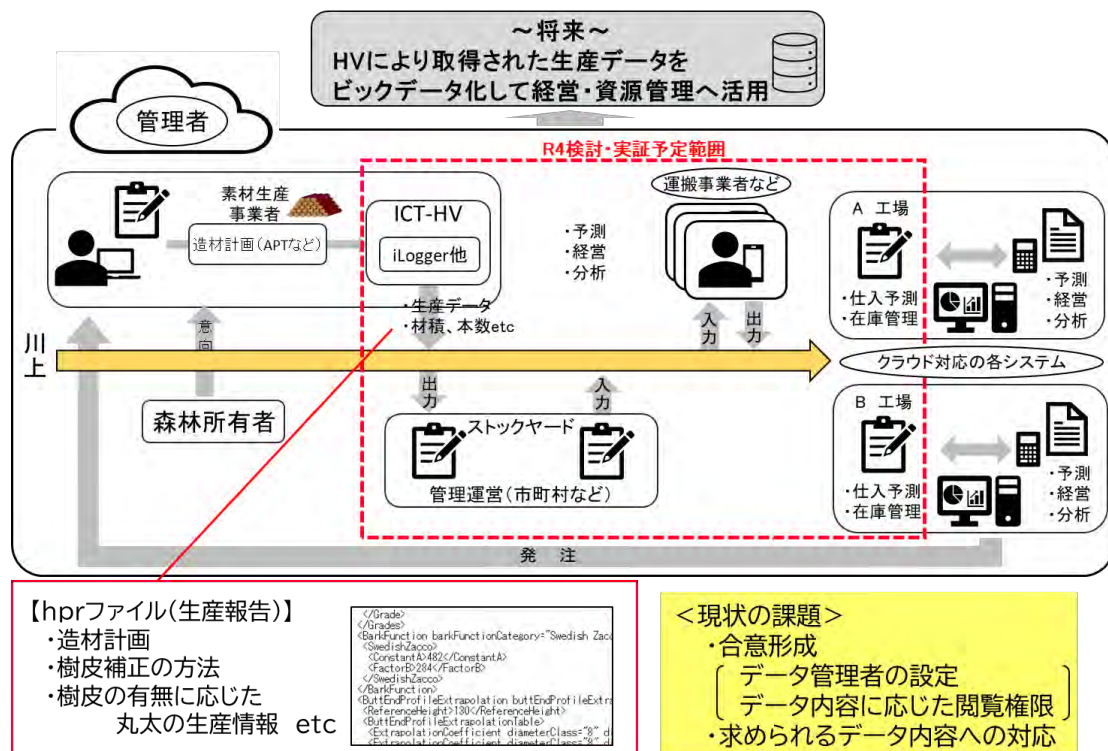


図 3-14 円滑な ICT 生産管理による原木サプライチェーンの将来像

3.3.3. 今後の展開について

今後の展開については、表 3-12 のとおりである。道内・道外への成果の普及に向けて、地域協議会の成果をオンラインで配信するとともに、道内各地域で実演会等を開催する予定としている。また普及に向けた課題としては、スマート技術を活用する利害関係者間での円滑な合意形成が挙げられる。

表 3-12 協議会の継続について

協議会の継続主体	継続に向けて検討中
都道府県の単独事業等による支援の有無	検討中 (道予算による成果の普及など)
利用したシステムの販売、維持管理など	なし
新たに取り組みたい事柄	大きな流通内での ICT 生産管理、造林・保育
協議会の継続に向けた課題	運営費、組織体制の構築、人材育成

3.4. 埼玉県：西川地域スマート林業協議会

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）、令和 4 年度森林・林業・木材産業グリーン成長総合対策補助金等（スマート林業実践対策）交付申請書（令和 4(2022)年 4 月）、令和 4 年度スマート林業構築普及展開事業第 1 回技術委員会発表資料（令和 4(2022)年 7 月）、令和 4 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 5(2023)年 1 月）、令和 4 年度スマート林業構築普及展開事業最終報告会発表資料（令和 5(2023)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。

3.4.1. 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)年度の素材生産量は 6,200m³である。素材生産が可能な森林が森林全体の 3 分の 1 と仮定しても、そこにおける年間の成長量は 12,766m³と試算され、森林の成長量に見合う素材生産や原木販売が実施されていない現状にある。また、同地域は、特 A 材とも呼ぶべき高価格で取引される優良材を軸とした良材林業に偏重している側面があり、BC 材の多くが残置されており、森林資源のポテンシャルが十分に活用されていない。それに伴って、林家の生産意欲の減退、森林の高齢級化、林業・木材産業の事業継承などが課題となっている。

そこで当地の林業・木材産業のサプライチェーンを強化する実効性のある事業モデルとして「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を設立し、その下でスマート林業の推進を図ることとした。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の良材林業地を活かせるシステムを実装し、実践対策の終了後も外注に頼らず、自前で森林の計測・解析・シミュレーションをできる体制の構築、地元の学校と連携したスマート林業技術を使いこなす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。

取組の概要及びその目標を表 3-13、図 3-15 に示す。

表 3-13 取組の概要及びその目標

テーマ	実施概要	目標（数値）
全体	自前で森林の計測・解析・シミュレーションを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（ドローン） ②樹幹品等（地上レーザ） ③木材生産可能森林 ④境界確定 ⑤シミュレーション（作業道設計）	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境界確定を 16%省力化 ⑤作業道設計を 50%省力化

テーマ	実施概要	目標（数値）
	⑥シミュレーション（施業収支提案） ⑦間伐前後の検査 ⑧検知 ⑨広葉樹の除外 ⑩所有者説明 ⑪原木市場の効率化 ⑫担い手育成 ⑬異業種の技術・ノウハウの転用	⑥施業収支提案を 16%省力化 ⑦間伐前後の検査を 56%削減 ⑧検知から WEB 市場までの一連情報連係作業を 15%省力化 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 ⑬バルーン通信実証：上空ルーターで 1.2Mbps 以上
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

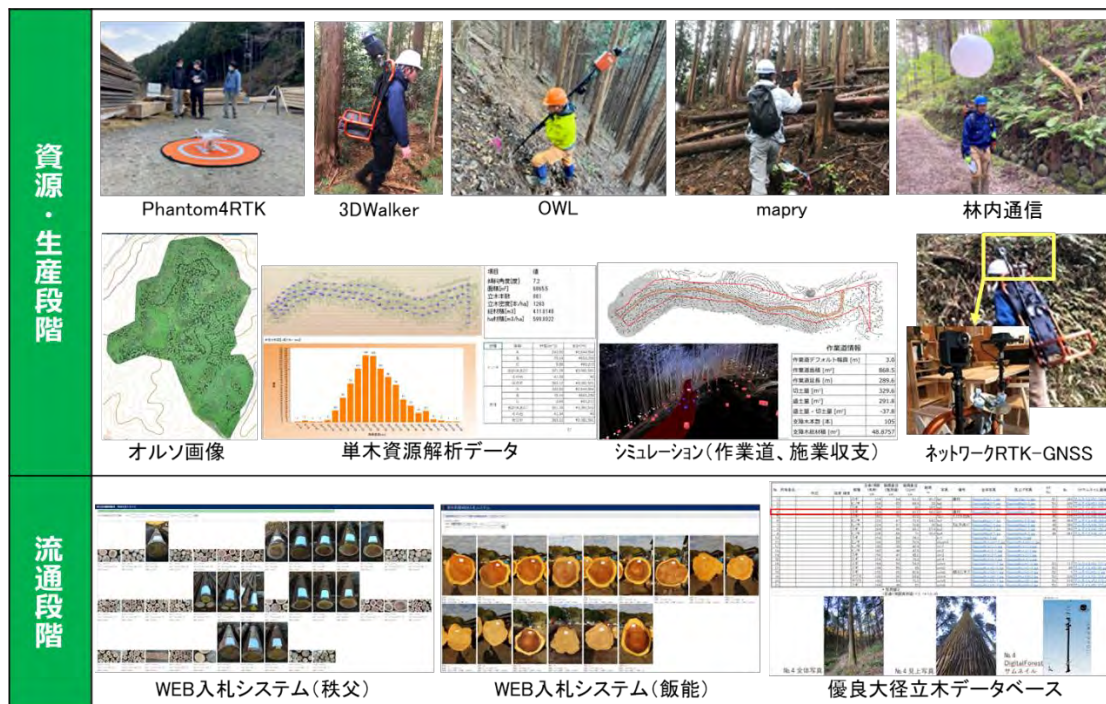


図 3-15 取組全体のイメージ

(2) 地域協議会の構成

埼玉県の地域協議会である「西川地域スマート林業協議会」は、図 3-16 に示すとおり、民間主体の運営組織について、専門家、県、市、町がサポートする体制のもと、具体的取組は 3 つの部会に分かれ検討を進めている。

当地域協議会の特徴としては、良材需要の創出のため立ち上がった地元有志が母体にあること、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の構築を目的としてスーパーゼネコンである(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。

民間主体の運営組織を専門家、県、市、町で強力にサポート

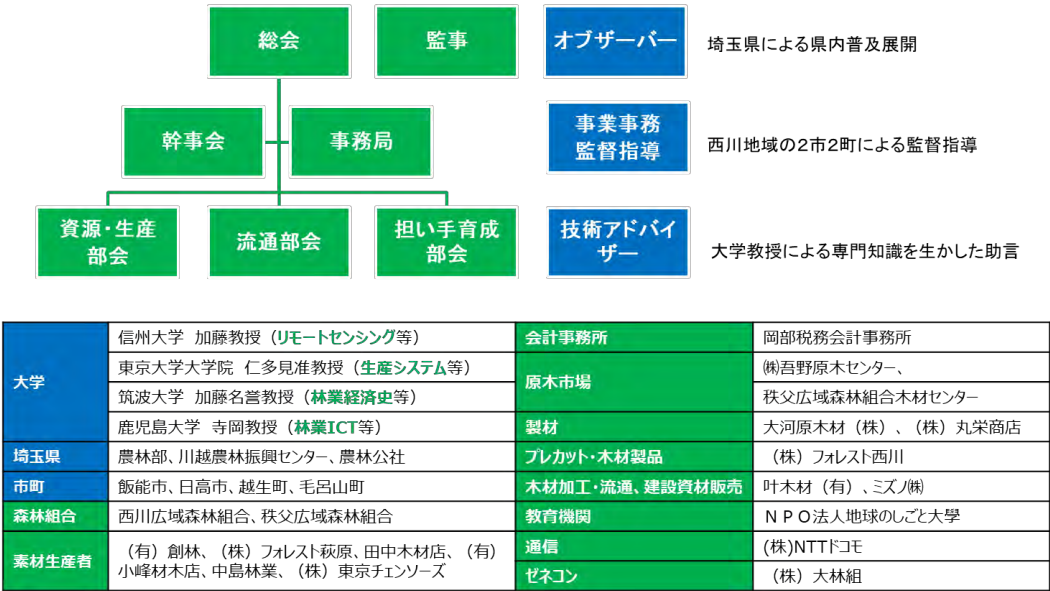


表.協議会員一覧 ※会員団体31団体、職員47名（20220401時点）

図 3-16 西川地域スマート林業協議会の構成

3.4.2. 事業全体の成果等

(1) 事業の全体目標

取組全体の目標「行政・森林組合、素材生産、原木市場、製材、教育機関にコア技能者を2～4名育成」については、表 3-14、表 3-15 に示すとおり、その候補者として、それぞれ2～4名以上を確保したが、コア技能者に相応しい技術レベルへの向上が課題として残った。

表 3-14 取組全体の目標

実施概要	目標（数値）	結果（数値）
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、教育機関にコア技能者を2～4名育成	候補者は2～4名以上の人数をそれぞれ確保したが、コア技能者に相応しい技術レベル向上が課題

表 3-15 技能者育成の成果

実施項目	目標技能者数(技能者候補数)					
	行政・森林組合	素材生産者	原木市場	製材	教育機関	異業種
1. 森林資源管理の効率化						
1.1.資源量(ドローン)	2(1)	4(2)				0(1)
1.2.樹幹品等(地上レーザ)	2(9)	4(5)				0(1)
1.3.木材生産可能森林	2					
2. 素材生産の効率化						
2.1.境界確定	2(2)	2(5)				0(1)
2.2.路網設計、施業収支提案	2(2)	2(2)				0(1)
2.3.間伐前後の検査	2(1)	2(2)				0(1)
2.4.検知	2(4)	4(5)				
2.5.広葉樹の除外	2(0)	0(2)				0(1)
2.6.所有者説明	2(2)	2(2)				0(1)
3. 原木市場の効率化	0(5)	2(2)	2(2)	2(1)		0(1)
4. 地元学校と連携した担い手育成	0(1)				2(1)	
5. 異業種の技術・ノウハウの転用		2(3)				0(3)

凡例:
 1. (技能者候補数)
 下記①と②の合計数
 ①アンケート回答(「協力したい」及び
 「協力したいが技能に自信が無い」)
 ②コア技能者数

(2) 経営の効率性・採算性向上

経営の効率性・採算性向上では、表 3-16 に示すとおり、主に資源量、樹幹品等のデータベース化、木材生産可能森林の把握の省力化、境界確定、路網設計、施業収支提案の省力化、間伐の完了検査、広葉樹の除外、所有者説明、原木市場の省力化などがあり、これらに対しスマート林業技術を導入し、従来手法との比較等を行った。

表 3-16 経営の効率性・採算性向上に係る実証一覧

実施概要	目標(数値)	結果(数値)
①資源量(ドローン)	毎木調査を 64%省力化	80%省力化(従来:推計 76 人(現調、資料作成)→15.5 人(現調、空撮、回帰式、解析、資料作成))
②樹幹品等(地上レーザ)	毎木調査を 60%省力化	52%省力化(従来:推計 2.5 人日/ha(現地計測、資料作成)→1.2 人日/ha(計測、解析、資料作成))
③木材生産可能森林	ドローン計測を 30ha 以上の森林に対して実施	ドローン計測を 30ha 以上の森林に対して実施
④境界確定	境界確定を 16%省力化	mapry による境界確定の実施結果は未報告。バルーン通信実証による境界確認のリモート化は⑬を参照
⑤シミュレーション(作業道設計)	作業道設計を 50%省力化	今後コア技能者にて解析予定であるが委託先に操作方法の説明をうけながら、コア技能者がシミュレーションした実働時間を踏まえると目標を達成できる見込み
⑥シミュレーション(施業収支提案)	施業収支提案を 16%省力化	同上

実施概要	目標（数値）	結果（数値）
⑦間伐前後の検査	間伐前後の検査を 56%削減	mapry による完了検査手法案を成果として得た
⑧検知	検知から WEB 市場までの一連情報連係作業を 15%省力化	当地では画像検知の経済性を見出せないため中止とした
⑨広葉樹の除外	広葉樹除外を 20%省力化	10%省力化（従来：3 人(除地確定)→2.69 人(空撮、解析、マーキング)）
⑩所有者説明	従来手法より理解容易との回答率 70%	森林所有者 1 名を対象に所有者説明とアンケートを実施
⑪原木市場の効率化	市場運営事務を 15%省力化	33%省力化（従来：280 分(入札+選木機)→185 分(WEB 入札+選木機)）
⑫担い手育成	R4 年度スマート林業講座の総受講者数 15 名	受講申込者数 16 名
⑬異業種の技術・ノウハウの転用	バルーン通信実証：上空ルーターで 1.2Mbps 以上	下り 3Mbps 程度 上り 0.45Mbps

実証項目が多岐にわたるが、ここでは、他の地域協議会における取組が少なかった⑪原木市場の効率化について特記する。

本実証は、原木市場の既存システムを WEB 入札機能のある新システムへ切替えることにより、市場の運営事務のうち図 3-17 に示す工程（□青枠箇所）の省力化を図るものである（ただし、完全な WEB への切り替えは難しく、FAX も併用する形で実証している）。

その結果、表 3-17 に示すとおり、1 回の市売りにつき、従来は 280 分要していたものを、185 分に時間を短縮し、市場の運営事務を 33%省力することができた。

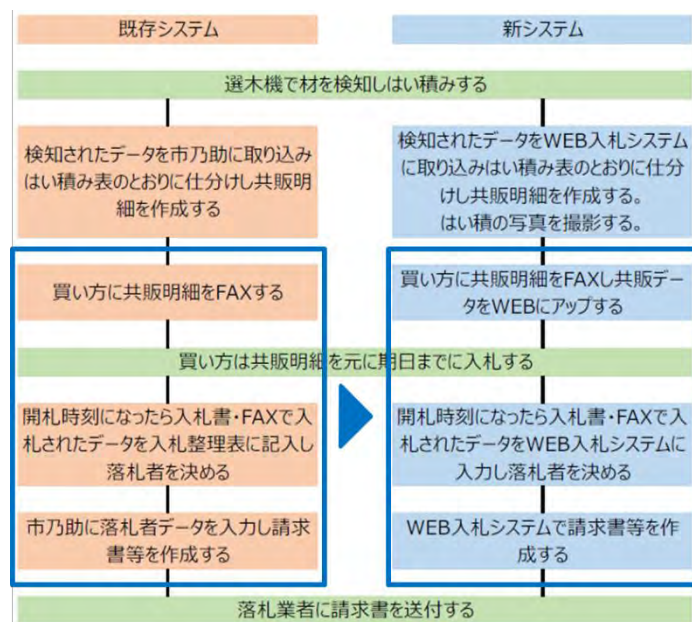


図 3-17 WEB 入札システムの新旧システム作業フロー

表 3-17 WEB 入札システムの導入効果

工程	従来システム：入札＋選木機	新システム：WEB入札＋選木機
①入荷・荷下し		従来と同じ
②検知	選木機（投入、選別設定、選木）	従来と同じ
③はい積み作成	選木材の移動	従来と同じ
④はい積み伝票と公告書の作成	選木機データをシステムへ挿入して作成 データ作成90分（公告書作成は5分程度）	選木機データをWEB入札へ挿入して作成 データ作成60分（うち公告書作成は5分未満）、はい積みの写真撮影45分
⑤公告	市：FAX送付 FAX送信5分 買い方：FAX受信	市：公告 FAX送信5分 ※従来手法参加者用FAX 買い方：閲覧
⑥入札	買い方：FAX送信、市：FAXをPC入力 FAX代筆60分 ※秋父では買い方の8割がFAXで入札を実施	市：入札代理入力 FAX入力15分 ※従来手法参加者分 買い方：入札
⑦開札	市：2名（整理表記入30分確認15分）、FAX送信5分 市：買い方の照会対応 買い方：FAX受信	市：開札処理15分確認10分（※）、FAX送信5分 ※開札処理は一瞬だが、不落はい調整に時間を要している 買い方：閲覧、照会
⑧精算伝票作成	従来システムで作成 伝票作成30分	WEB入札システムで作成 伝票作成30分
⑨請求・支払		従来と同じ
⑩販売材管理		従来と同じ
⑪出荷・積み込み		従来と同じ
人工合計	合計280分	合計185分
目標：市場運営事務を15%省力化 ※比較対象（④＋⑤＋⑥＋⑦＋⑧）／（④＋⑤＋⑥＋⑦＋⑧）		市場運営事務を33%省力化



図 3-18 WEB 入札システムの実証様子

(3) 需給マッチングの円滑化

需給マッチングの円滑化では、表 3-18 に示すとおり、樹幹品等のデータベース化、原木市場の業務効率化などについて、スマート林業技術の導入前後で比較を行った。

表 3-18 需給マッチングの円滑化に係る実証一覧

実施概要	目標（数値）	結果（数値）
1)樹幹品等	前年度比で増加	優良立木データベース掲載 21 本のうち 1 本が成約したが、一般公開をしていないこともあり、データベースに起因した成約ではない
2)原木市場の効率化	前年度比で増加	WEB 取扱数量：前年比 1,579m ³ 増加、新規や遠隔地とのマッチング数：前年度比 1 社増加

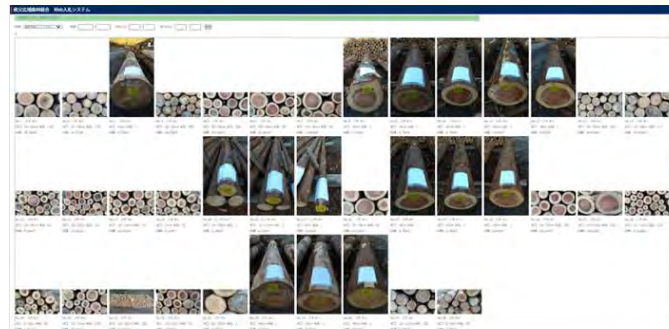
このうち、ここでは、2)原木市場の効率化について特記する。

本実証は、原木市場の既存システムを WEB 入札機能のある新システムへ切替えることにより、入札資格のない新規・遠隔地の買い手にもはい積み写真を共有することが可能となり、新たな引き合いを創出するなど、需給マッチングを向上させつつ、落札相場の向上も狙った取組である。

その結果、新規や遠隔地とのマッチング数は前年度比 1 社増加となった。



はい積み写真撮影



WEB入札画面(市日2022.12.27)

図 3-19 Web 入札システムの様子

(4) 森林情報の高度化・共有化

森林情報の高度化・共有化では、表 3-19 に示すとおり、ドローンや地上レーザ等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。

表 3-19 森林情報の高度化・共有化に係る実証一覧

実施概要	目標（数値）	結果（数値）
①森林情報の更新・共有	100%実施	100%実施（ドローン、3DW、OWL は、協議会 PC・サーバーにて協議会メンバーで利用。mapry、森林境界データは、専用クラウド上で、林業事業体、森林組合、県、市等がデータを共有。県航空レーザ測量データは、R5 年度以降に県森林クラウドにて市町村へ供用予定）
②施業履歴の記録	100%実施	100%実施（ドローン、3DW、OWL、作業道設計は協議会 PC・サーバーにて協議会メンバーで利用。mapry は専用クラウド上で、林業事業体、森林組合、県、市等がデータを共有）

3.4.3. 今後の展開について

今後の展開については、表 3-20 のとおりである。また、市有林経営を対象に、「新しい林業」による循環型森林経営モデルを構築し、西川地域全体にモデルの普及展開を図るとともに、スマート林業入門講座を常設化し、飯能市と移住就労支援も連携しつつ、地域内外のスマート林業担い手確保や技能者育成を図ることとしている。

表 3-20 協議会の継続について

協議会の継続主体	・ 協議会の今後について R5 年度総会で協議予定
都道府県の単独事業等による支援の有無	・ (県単) 毎木調査・作業道作設へ ICT 活用、丸太自動認識システムの活用に対する補助金。R4 予算 8,035 千円、補助率 1/2 (R5 年度も継続要望) ・ (飯能市単) 機器 (mapry) の継続・発展的実証に関する補助金を協議中。金額規模は数十万円、期間は 1 年間を想定
利用したシステムの販売、維持管理など	・ WEB 入札システムは、秩父広域森林組合木材センターが、現在のシステムを R4 年度末に切り替えて費用負担して実運用する予定 ・ その他の様々なシステムは、協議会が継続して維持管理予定。運用費用は利用者がその都度受益者負担で分担する予定
新たに取り組みたい事柄	・ 3 年間のノウハウを活かした循環型森林経営モデル構築
協議会の継続に向けた課題	・ 循環型森林経営事業を担える組織体制への改組

3.5. 宮崎県：宮崎県合法木材流通促進協議会

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 4 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 5(2023)年 1 月）、令和 4 年度スマート林業構築普及展開事業最終報告会発表資料（令和 5(2023)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。

3.5.1. 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 31 年連続で日本一、また、いわゆるウッドショックも背景に、令和 3(2021)年の林業産出額が日本一となるなど、林業・木材産業が活発な地域である。サプライチェーンの各段階において、作業システム自体は効率化を図る取組が進む一方、素材生産と流通段階いずれについても、データ管理という側面ではアナログが多くを占めており、伐採地の位置情報の確認を含め情報の確認に手間がかかっている。そこで、諸外国の林業・木材産業や他産業のように「デジタルによるサプライチェーンマネジメント」が必要であると考え、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 3-21 に示す目標を掲げ、取組を実施してきた。

表 3-21 取組の概要及びその目標

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	事業体 30 者程度を対象に、GIS/GNSS の基礎育成
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流通コストの 5% 削減
	川中、川下側を対象とした人材育成プログラム	県森連 8 か所の原木市場を対象に、原木管理システムへの理解

※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

実導入に向けたポイント
・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

図：合法性確認に必要な情報

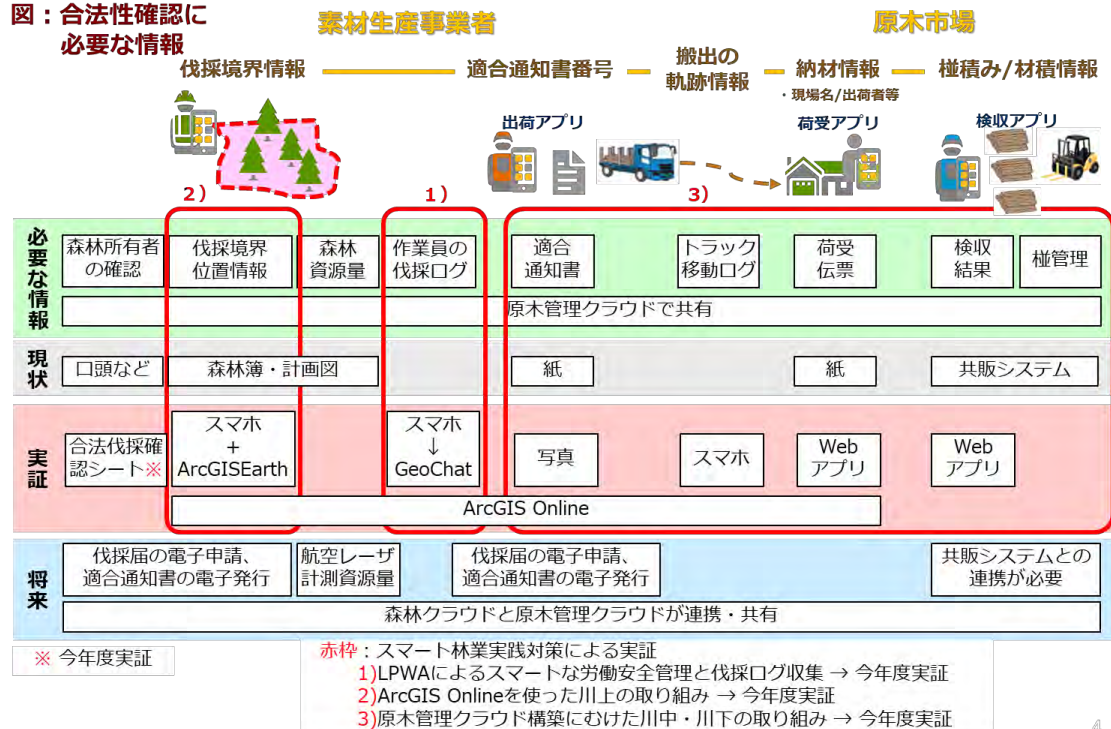


図 3-20 取組全体のイメージ

(2) 地域協議会の構成

宮崎県の地域協議会である「宮崎県合法木材流通促進協議会」は、図 3-21 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 つの地域部会を構成し、取組を進めている。

当地域協議会の特徴として、県の中央組織だけでなく、地域の有力プレーヤーが参画していることがあげられる。例えば、県森連の原木市場は年間約 88 万 m^3 の取扱量があり、そのうち約 50～60 万 m^3 を占める細島木材流通センターやその出荷元である素材生産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、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いる。

表 3-22 今年度実証結果のうち技術分野

テーマ	経営の効率性・採算性向上／需給マッチングの円滑化				
【大目標】	流通木材の伐採地点から市場・製材工場までのデータリンクの確立 (トレーサビリティの確保)→合法性確認業務のデジタル化				
実証技術	「ArcGIS Online」上での流通原木情報のデータ化と共有				
【中目標】	伐採範囲の デジタル化	流通経路の デジタル化	荷受・荷渡間のデータリンク		
			荷受	桝管理	合法性確認
実証技術	LPWA 通信 (労働安全含む)	—			
	ArcGIS Online アプリ				
実証成果	ArcGIS Online 上で合法性確認に必要な流通原木のデータリンクの確立 →コスト削減によって合法性確認業務の実施可能性の向上				
	労働安全 × デジタル化の親 和性	トラック経路デー タの有用性	デジタル化による業務効率化(見込み)		
			▲5 円/㎡ (20%低減)	▲20 円/㎡ (20%低減)	▲60 円/㎡ (86%低減)
			2 人工 →1.6 人工	10 人工 →8 人工	外回り含む 7 人工 →室内 1 人工

表 3-23 今年度実証結果のうち人材育成分野

テーマ	実施概要	目標(数値)	結果(数値)
経営の効率性・ 採算性向上	川上側を対象とした人材 育成プログラム	事業者 30 者程度を対象 に、GIS/GNSS の基礎育 成	事業者等 22 者:37 名(前 年度含め延べ 52 者:100 名)に対して GIS/GNSS の 基礎研修を実施
需給マッチング の円滑化	川中、川下側を対象とした 人材育成プログラム	県森連 8 か所の原木市場 を対象に、原木管理システ ムへの理解	県森連 8 か所の原木市場 の所長に対して、原木管理 システム(原木管理クラウ ド)の説明会及び意見交換 会を実施

合法性の確認・証明に重要な位置情報の取得を円滑に進めるため、認定林業事業者、ひなたのチカラ林業経営者（宮崎県版意欲と能力のある林業経営者）など川上側を対象にした、GPS/GIS の基礎習得に関する人材育成プログラムを実施した。講師は委託先の ESRI ジャパン社が担当した。誰でも簡単にできるようにするため、フリーソフトである「ArcGIS Earth」を使いつつ、必要な機材はパソコン、モバイル(スマートフォンまたはタブレット)のみとした。アンケート結果では、受講者の 7～8 割が「よくわかった」と回答した一方、1～2 割が「よくわからなかった」と回答したため、個人のデジタルリテラシーに合わせた段階的な研修カリキュラムを今後検討していく予定である。

川中、川下側を対象とした人材育成プログラムでは、県森連 8 か所の原木市場の所長を対象に、県森連細島センターを中心に実証していた原木管理クラウドについて説明会及び

意見交換会を実施した。主な意見として、「合法性確認だけでなく、県森連共販システムとの連携により取引情報も「見える化」できると良いと思う」などがあった。また後日、県森連の本部及び細島センター等を対象に、委託先の ESRI ジャパン社からの原木管理クラウドの管理運用に係る引継研修会も実施した。



図 3-23 人材育成の様子（上段：川上側(対面)、下段：川中・川下側(WEB)）

なお、個別技術等の今年度成果については、次のとおりである。

(1) 市場業務のデジタル化

前年度の取組を踏まえ、原木市場から製材工場等に合法性証明を効率よく受け渡すため、製材工場とのデータリンクを検討することが必要であるという課題があった。また、県森連細島センターでは、隣接する中国木材日向工場との間で年間 50～60 万 m^3 の原木の取扱いがあり、「桎」情報の共有をデジタル化し、効率化を図ることが課題となっている。

加えて、県森連細島センターは、出荷者に対し販売結果（精算書）を Fax で送っていたりと、共販業務のなかにおいても、デジタルによる効率化が求められているところである。

そこで、上記の課題を、ArcGIS Online をベースにしたクラウド（原木管理クラウド）を導入することにより解決を図った。その結果を表 3-24 に示す。

表 3-24 市場業務のデジタル化に係る実証結果

実証内容 (使用したアプリ等)	実証結果
桧情報管理アプリの実証 (ArcGIS Experience Builder)	- 県森連細島センターと中国木材日向工場では、これまで別々に「桧」を管理していたが、本アプリと GNSS 位置情報で「桧」ポケット番号を自動入力する仕組みを構築 - これにより、「桧」管理業務がほぼ代替（デジタル化）でき、業務効率も向上 - GNSS の精度不足で誤入力する例がみられたが、市場内に RTK 環境を整備する等で改善することが考えられる
原木データ分析アプリ（共販システムと ArcGIS Online とのデータリンク）の実証 (ArcGIS Online)	- 共販システムの販売実績データ（csv）を ArcGIS Online 側に用意した本アプリに移行し、市場側と出荷者側でデジタル共有する仕組みを構築 - これにより、出荷者が市（決済月日）単位、現場単位、桧単位などさまざまな単位で自在に集計表を作成し、出荷実績（m³ 数、長さ、曲がり、樹種等）を確認でき、市場、出荷者双方の負担が軽減 - 一方で、共販システムは現在オンプレミスのため、クラウド化することで更なる効率化が見込まれる
ロギングアプリ（伐採範囲とトラック追跡）の実証 (ArcGIS Earth、ArcGIS Survey123)	- 本アプリにより、スマートフォン内蔵の GNSS を活用して、伐採範囲とトラック運搬のロギングを構築 - 林内では、スマートフォン内蔵の GNSS に精度の限界はあるが、本アプリはトラブル回避のための伐採範囲や配送ルートに見える化や目的のため、事業者が「自らの身を守る」意識向上に寄与



図 3-24 使用した ArcGIS アプリのイメージ

(2) LPWA による GNSS 作業ログの取得と安全対策

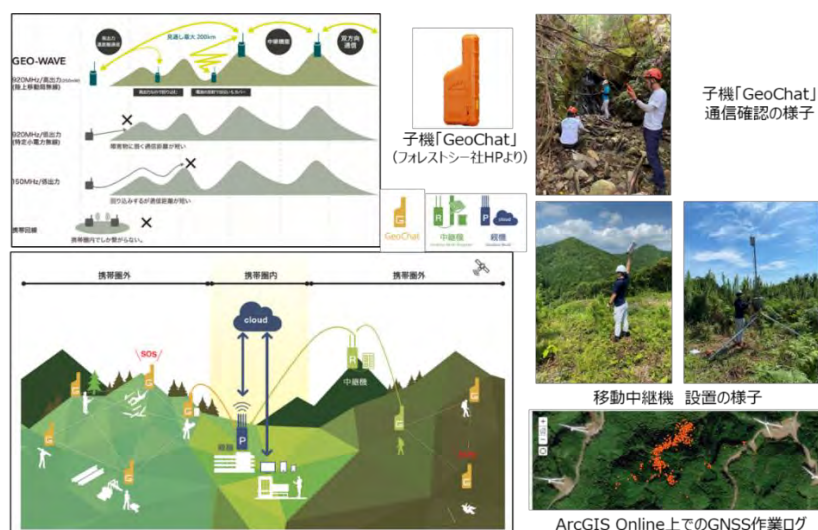
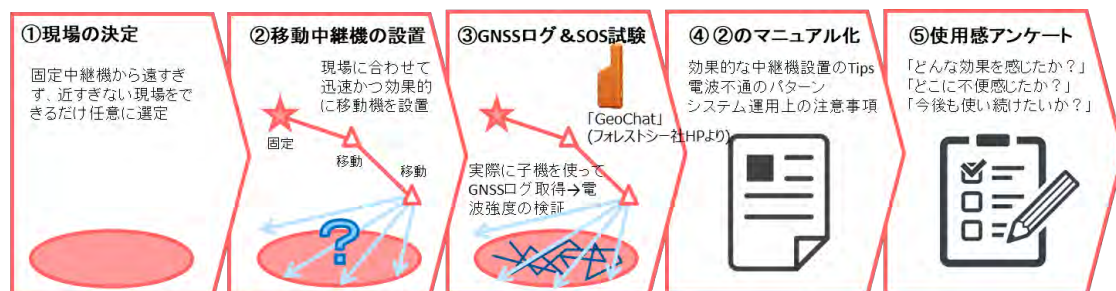
伐採範囲を明確にすることで合法性を補足することを目的とし、過年度は、伐倒作業員にスマートフォンを携帯させ、スマートフォン内蔵の GNSS から作業ログを取得する実証を行ったものの、作業時の衝撃による端末の破損やバッテリーの消耗などにおいて不安があった。

そこで、今年度は、GNSS 作業ログの取得ができ、堅牢でバッテリーも長持ちし、かつ通信圏外でも通信が可能となる通信端末として、LPWA システムを導入し、実証を行った。この LPWA 端末は、4G 等の通信が圏外であっても通信することが可能であり、労働安全

対策にも貢献するものである。この取組結果を表 3-25 に示すが、LPWA 通信を安定させるための中継器設置・運用が課題として残りつつも、労働安全対策を講じながら GNSS ログを取得するというアイデアと当初の目的は十分に実証された。

表 3-25 LPWA による GNSS 作業ログの取得と安全対策に係る実証結果

実証内容 (使用したアプリ等)	実証結果
LPWA による GNSS 作業ログの取得と安全対策に係る実証結果 (LPWA システム「GEO-WAVE」、子機「GeoChat」)	- 電波は高所→低所に送らないと通信が安定せず、現場が移動するごとに開放的な高所確保が必要 - 経験を重ねるごとに 12 人日→3 人日/現場と効率化（→マニュアル化）したが、通常業務の範囲外 - 尾根・谷部や植生が密生している場所では、電波が届かず、さらに補助的な中継器の措置が必要 - SOS では現場発は連絡事項のフォーム化で改善したが、事務所発のチャットは現場とのタイムラグが大きい - 子機「GeoChat」は、本体だけでも SOS を発信できるが、内容伝達にはスマートフォンが必要。ただ、作業班員は破損の不安からスマートフォンを持ちたがらないため、スマートフォンは班長や重機オペレータの携帯で対応 - 設置・運用に手間がかかるが、安全性確保はコストには代えがたい。そのため、行政等による林内通信のインフラ整備が進むことを期待



(図) フォレストシー社 HP及びパンフレットより

図 3-25 LPWA による GNSS 作業ログの取得と安全対策のイメージ及び様子

なお、本実証で作成した LPWA 中継機設置マニュアルより抜粋した内容を図 3-26 に示す。

- D 中継機設置場所の必須条件**
- a. 主要中継機の方向が完全に見通しが通っていること
(見通し線の確保)
 - b. 中継機間の直線距離が10km以内であること
 - c. 中継機の上空が完全に開けており、周辺180° に立木含む遮蔽物がないこと(フレネルゾーン内の遮蔽物を極力減らす)
 - d. 最終中継機は現場対岸かつ1km以内に設置すること

図 3-26 LPWA 中継機設置マニュアルより抜粋

(3) 合法伐採確認シートアプリの試験運用

宮崎県では、原木市場等に原木を出荷する場合は、伐採届に係る適合通知書の提出が必要となっているが、紙の適合通知書の添付では、市場側で記載情報を十分に活かしかれていない現状がある。

また、上記で実証した内容を県下全域に普及するには時間がかかるため、現状できることとして、事業者が伐採搬出のプロセス情報をデジタル化し、市場サイドと共有するアプリの構築・試験運用を行った。

そこで、事業者自らがトラブルから身を守るためにも「やっておいて当たり前のこと」ができるように、県内の優良事業者の確認プロセスをもとにチェックリスト化して作成した「合法伐採確認シート」をアプリ化 (ArcGIS Survey123、ArcGIS Earth) することにより、適合通知書、位置情報、確認プロセスの記録を手軽にデジタル化できるようにした。



図 3-27 合法伐採確認シートアプリのイメージ及びアクセス先

(4) 原木管理クラウドのヴィジョン策定

実践対策に取り組んだ3カ年では、原木管理クラウドを実装するには到らなかったが、ArcGIS Online を使った実証を経て、目指すべき原木管理クラウドのイメージがみえてき

たため、実務担当者レベルで「ヴィジョンワーキンググループ」（以下「WG」という）を設置し、地域協議会に対して『原木管理クラウド・ヴィジョンペーパー（案）』を答申として提出した。その記載項目を表 3-26 に示す。

この WG では、特に 3 年間の成果をふまえて誤伐・盗伐材の混入を防ぐための「原木管理クラウド」のシステム要件と、具体的な設計図（トレーサビリティ確保のためのデータ仕様）、クラウドサービスの提供主体と費用負担のあり方等について議論を行った。

表 3-26 原木管理クラウド・ヴィジョンペーパー（案）の記載項目

章立て	記載項目
第 1 章 はじめに	1-1 本答申の背景と目的 1-2 ヴィジョン WG の活動 1-3 本答申の構成
第 2 章 原木管理クラウドの必要性	2-1 原木管理クラウドの定義 2-2 宮崎県産材への疑惑の目 2-3 原木市売り市場はなぜ合法性証明が困難か 2-4 現実解としての性善説＞性悪説 2-5 デジタルで不可能を可能に
第 3 章 基本コンセプト	3-1 基盤技術としてのクラウド GIS 3-2 DD 有志による県産材ブランディング 3-3 「全員参加」をめざす志向性 3-4 非独占的で分権的なシステム 3-5 標準仕様・第三者性・情報の秘匿 3-6 スマート林業への発展可能性 3-7 インターフェースの身体性 3-8 小括
第 4 章 原木管理クラウドの基本設計	4-1 将来を見据えた全体設計 4-2 データ化の対象範囲 4-3 データの単位 4-4 システムの利用環境 4-5 スマート林業機能 4-6 耐戦略性 —特に中間土場の問題—
第 5 章 社会的運用と実装化プロセス	5-1 運用体制 5-2 合意形成 5-3 費用負担 5-4 実装化プロセス
第 6 章 おわりに	おわりに

3.5.3. 今後の展開について

今後の展開については、表 3-27 のとおりである。県内への普及展開については、ヴィジョンに関する継続的な議論・合意形成、新たな費用負担への理解醸成と、公的支援の判断が必要と考えられる。

また、本事業の成果については、県森連・県素連・県木連に登録する合法木材供給事業者（約 840 者）及び県内の行政機関（県支庁/振興局、市町村）等を対象として、成果報告会の録画配信をする予定である。

表 3-27 協議会の継続について

協議会の継続主体	継続の方向で検討中
都道府県の単独事業等による支援の有無	県単で原木流通データ管理事業等を検討中
利用したシステムの販売、維持管理など	・ LPWA システム（GEO-WAVE、GeoChat 等） ＝年間維持費 100 万円程 ・ 原木管理クラウド（ArcGIS Online、ArcGIS Earth、ArcGIS Survey123、ArcGIS Experience Builder 等） ＝年間維持費 30 万円程
新たに取り組みたい事柄	既存の県森連「共販システム（オンプレミス）」のクラウド化
協議会の継続に向けた課題	業界内（森林所有者、素材生産者、原木受入者など）の利害調整→合意形成（業界横断）

4章. 取組成果の普及展開

「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最終報告会を開催した。

最終報告会の開催方法については、新型コロナウイルス対策のため、また多くの方に参加してもらうため、出演者及び関係者のみ配信会場に集めて、Web による Live 配信とした。

また、「過年度作成したスマート林業実践マニュアル（準備編・導入編）及び 5 章スマート林業実践対策の最終結果のとりまとめ等をマニュアル化した「スマート林業実践マニュアル 総集編（準備～導入～継続）」を作成した。

4.1. 最終報告会の開催

「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最終報告会を開催した。開催概要を表 4-1 及び図 4-1 に示す。

最終報告会では、今後のスマート林業の参考とすることを目的として、本事業技術委員会委員(座長)である鹿又秀聡氏（国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所）による基調講演「スマート林業の現状と課題」、今年度も継続してスマート林業実践対策に取り組んだ 3 地域の協議会による成果報告、過年度に活動を終了した 2 地域（長野県・山口県）による現状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るか」をテーマにしたパネルディスカッションを行った。

なお、Live 配信した発表の動画（YouTube）と資料（PDF）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 4-1 最終報告会の開催概要

タイトル	林野庁委託事業 令和4年度スマート林業構築普及展開事業 成果報告会
日時	令和5(2023)年2月9日(木) 13時30分～16時00分
形式	WebによるLive配信(出演者及び関係者のみ会場に集合)
参加者	Web500名、配信会場38名
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 ・林野庁森林備部計画課 松本 純治 首席森林計画官 ●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「スマート林業の現状と課題」 ・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) ●最終3地域協議会による成果報告 ・北海道地域(スマート林業EZOモデル構築協議会) ・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) ●終了2地域による現状報告 ・長野地域(長野県森林組合連合会) ・山口地域(山口県農林総合技術センター林業技術部) ●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 ・進行: 鹿又 秀聡氏 ・司会: 事務局 ●話題提供 ・林野庁森林整備部研究指導課技術開発推進室 増田 義昭 室長 ●閉会挨拶 ・林野庁森林整備部計画課 河野 孝典 課長補佐
発表資料	6章参照



▲配信会場



▲基調講演



▲パネルディスカッション



▲YouTube 再生リスト

図 4-1 報告会の様子

表 4-2 パネルディスカッション概要

スマート技術の導入・運用のための協議会運営について	▼合意形成について ・ウッドショックによりサプライチェーンを構築し、安定供給することの重要性を再確認した。需要側と供給側の双方が Win-Win になる関係づくりが必要。 ・ICT ハーベスタや mapry などを使った検収でも、人力による検収でも、それぞれに誤差は発生するもの。商取引の合意形成では、そうした誤差の情報開示や理解が必要。 ・総論賛成、各論反対がよく起きるので、使いやすく実用性の高いスマート技術を導入することが大切。 ▼人材育成について ・地道にデジタル技術を伝えていくことが大事。 ・デジタル人材育成では、林業事業体のコア技能者と県の出先職員をペアで実施して、双方が協力し合って習得していくようにしている。 ・スマート機器の貸出と指導を行っている。まずはスマート機器に触ってもらうことが大事。 ・スマート機器を導入した地域の事業体同士で意見交換しながら、また切磋琢磨しながらデジタル技術の習得を向上させていくことが大事。 ・デジタルデータの取得には、取得者の負担にならないように、自動・半自動で出来るようにすることが必要。（長野県） ・データ取得者とデータ活用者それぞれの育成が必要。 ・地上レーザ OWL の AR ナビゲーションシステムは、スマートグラスで森林資源情報を見ることができるので、データの測定・解析だけでなく、施業提案までできる人材育成を行っている。 ・GIS を Word、Excel 並みに使えるデジタル人材育成が必要。
スマート林業による林業の未来像について	▼どう変わったかについて ・スマート技術の導入により、地域で意欲のあるキーマンが見えてきたことがよかった。 ・今までの林業に閉塞感を持っていた人には、明るい未来を感じた、という精神面にもプラス効果があつてよかった。 ・人材育成を継続的に実施できる研修テキストができ、導入方法も確立できたことがよかった。 ・自分たちで考え設計したことを、専門家のサポートにより、カスタマイズして作り上げることができたことがよかった。 ・スマートフォンやタブレットで出来る技術は普及しやすくてよかった。 ▼残った課題について ・需要側と供給側のデータを繋ぎ合わせるプラットフォームができるとよい。 ・森林資源調査と施業現場とのデータがリンクできるとよい。例えば、OWL と ICT ハーベスタで採材方法を一本化するなど。 ・林内通信が確立できれば、スマートグラスをかけた林内の作業員と室内の森林所有者とを通信で結び、境界の確認や調査結果の確認、立木価値の確認などができるようになる。WEB 会議システムを使えば、森林所有者は一ヶ所に集まらなくてもできるようになる。 ・今までは個々に判断していた基準が、デジタル化が進むことで、第三者によるデータ管理者が必要になってくる。スウェーデンでは、民間出資により第三者のデータ管理者を配置している。 ・合法性の確認や認証材のトレーサビリティ管理にも第三者のデータ管理者が必要。 ・デジタルデータをスマート機器に設定する職人も必要なので、異分野からそうした人材の確保もできるとよい。

	・森林・林業分野で新しい仕事が増えてくれば、異分野からの人材も確保しやすくなる。 ・新しいスマート技術がドンドン出てくるのはよいが、メーカー側はユーザーが使いやすい製品・サービスの開発に尽力してほしい。 ・新しい試みに熱意がある人材がいるかどうか、普及展開のカギになると思う。 ・デジタル人材育成は、行政の支援がカギになると思う。
その他 (質疑応答等)	・木材の質を見極める力には経験が必要だが、技術の進歩により地上レーザでもわかるようになるという。また、立木の購入希望者に対し、採材方法も含めた提案ができるようになるという。 ・林務担当者が少人数であり、一般職で異動も多い市町村がスマート技術から置き去りにならないよう、県の出先機関からの継続的なフォローが必要。 ・地域の方々には、デジタルリテラシーに差があることが多いが、自分でフィルターをかけずに、門戸を広くして、興味のあるような様々な人たちに声をかけるようにしている。

なお、報告会で行った視聴者アンケートの結果は、次のとおりであった。各セッションとも満足度は高く、好評であったことが伺える結果となった。

所属先は図 4-2 のとおり、行政機関が最も多く約 4 割、研究機関、森林組合・林業事業者、業界団体がそれぞれ約 1 割、その他が約 2 割であった。

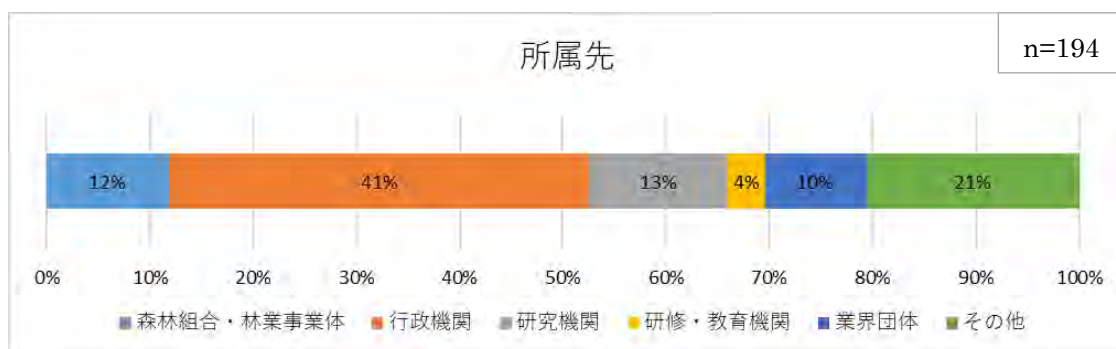


図 4-2 所属先について

基調講演は図 4-3 のとおり、5:良い～0:悪いの 6 段階評価であったが、5 と 4 で全体の 8 割を超えており、好評であったことが伺える結果となった。基調講演に関する主なコメントは表 4-3 のとおりであった。

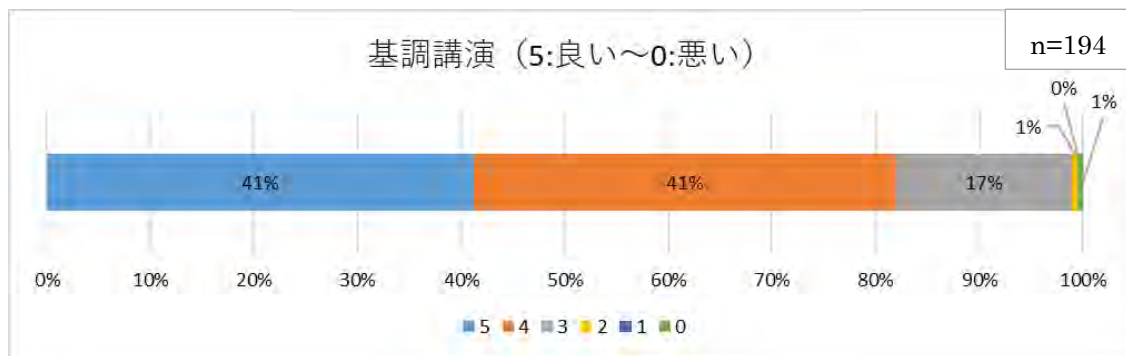


図 4-3 基調講演について

表 4-3 基調講演に関する主なコメント

基調講演について	- それぞれの取り組みが非常に分かりやすく、端的にポイントを説明してもらえた。スマート林業へのそれぞれの取り組みや今後継続していくうえで必要な考え方や課題を理解することができた。 - 将来に向けた課題、特に行政側のスマート化や地域特性に合わせたニーズ等、まさに常々感じていた内容であった。このようなオープンな場で発信することで、より良い方向に進んでいくことを期待している。 - 活動報告のまとめが先に聞けたため、その後の発表のポイントがわかりやすかった。 - 基調講演内容は事実を俯瞰した内容であり、問題の本質を見える化できたと思う。 - 県でスマート林業技術を担当しているが、日ごろの業務で感じているモヤモヤを言語化しており、共感できる内容であった。 - 進んだ部分、そうではない部分など率直に聞けてとても分かりやすかった。 - 現在進められている各種技術の有用性についてのコメントは大変勉強になり、また、スマート林業を進める意義や目的を再確認できた。 - スマート林業の現状（開始から5年）について細部の問題点等について知る機会となった。 - 私見としての部分も多かったと思うが、個々の取組に対する端的な評価が聞けたのがよかった。
スマート林業について	- 今後のスマート林業が向かう先について、スマートグラスなど具体的なイメージを持ちやすかった。スマート林業化で低コスト化を実現したとしても、『山主だけでなく素材生産業者にも還元していく形をとらないといけない』ことは常日頃から思っていた。林業の慢性的な人手不足という、根本について話があったことに共感した。 - 林業へのスマート技術の導入を推進していくうえで、真っ先に課題となるのが、事業体への実績に基づく効果の説明である。「とりあえずやってみよう」より「効果が保証されるならやります」のといった姿勢の事業体が多いため、現在の状況を踏まえ、将来展望が望める内容は興味深かった。 - スマート技術の導入のため、地域のニーズ把握と、易しいインターフェースが重要とつくづく感じている。
林業政策や林業行政について	- 施策の目的について、森林所有者への還元ではなく、林業従事者の待遇向上に重点を置くという話はそのとおりと思った。 - 都道府県の取組が、先行都道府県の後追いというのは、耳が痛かった。しかし、評価がはっきりしない技術をいろいろと試しているのも、致し方ないと思っていてもいいところ。後追いかもしれないが、先行技術を自分の地域にいかにより上手く活用できるかの方が大切だと思う。

5地域からの活動報告は図4-4のとおり、5:良い～0:悪いの6段階評価であったが、5と4で全体の8割を占めており、好評であったことが伺える結果となった。パネルディスカッションも図4-5のとおり、5と4で全体の7割を占めており、好評であったと言える。

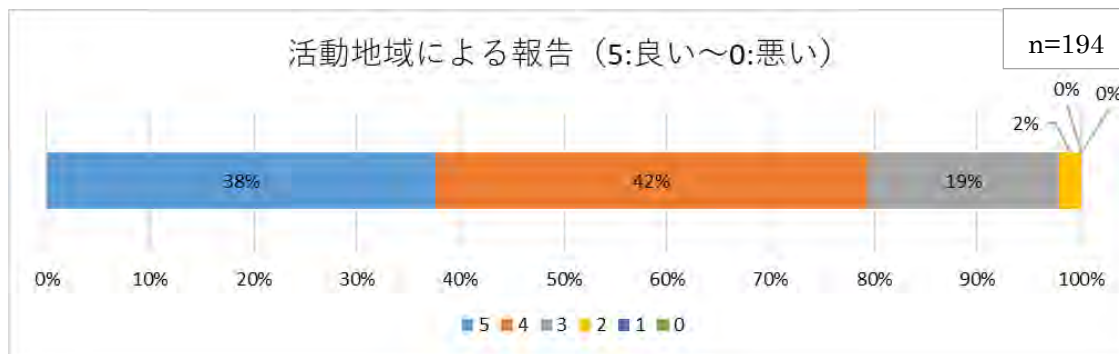


図4-4 地域による活動報告について

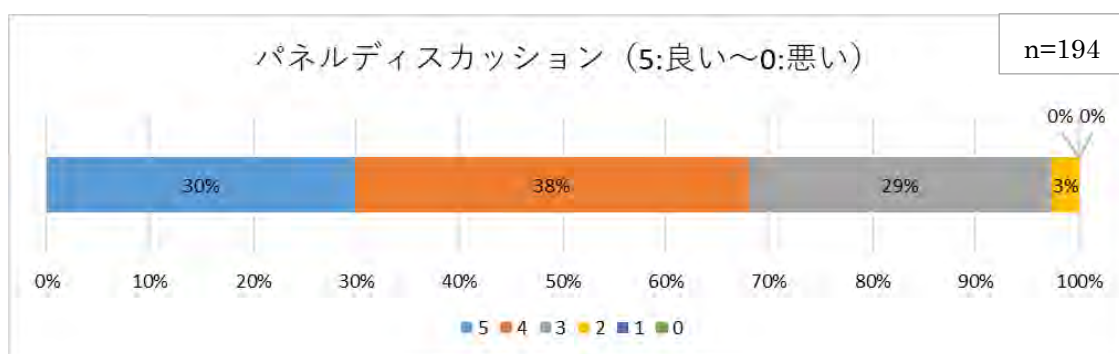


図4-5 パネルディスカッションについて

なお、地域による活動報告及びパネルディスカッションに関する主なコメントは表4-4のとおりであった。

表4-4 5地域からの活動報告及びパネルディスカッションに関する主なコメント

地域による活動報告及びパネルディスカッションについて	●それぞれの地域で課題は違うということを認識し、まずは自分の地域における課題を明確にし、それに対して産学官や異業種の企業との連携を通じて課題解決をしていくことが大切であると感じた。 ●我々が実践している活動とも被るところがあり大変参考になった。 ●すべての地域に於いて活動内容に独自性が有って良かった。 ●導入に際しての具体的な課題を話していた点が良い。実際に導入してみないと見えない問題が、ある程度見えてきた。 ●取組の成果がすばらしく、さらに残された課題についての認識や質問への受け答えも、活動に真摯に取り組んでこられたからこそ出てくるものと感銘を受けた。 ●それぞれの地域での問題点とそれに対する取組、また、新たな技術の導入の難しさなど今後の林業を考える上で参考になった。 ●形式的でなく、それぞれの地域の声が聞けた。
----------------------------	--

	- 長野県の林業 DX の図が良かった。ぼんやり自分でイメージしていたものがわかりやすい形になっていた。 - 現場リーダーの方々による事例の情報共有の場はありがたい。 - 各地域の取組内容を受けて、今後どのようにスマート林業を導入していくか参考となった。 - 報告の時間が少し短く感じた。また、地域からの報告やパネルディスカッションの際に聴講者からの質問をもう少し紹介してほしかった。 - 会場等からの質問に答える時間が足りなかったように思う。ここが長くなればより深い理解につながると思う。 - 報告はとても参考になる内容であったが、パワーポイントの画面の情報が多すぎる方が多く、どの部分の話をしているのかわからないところがあった。 - 報告内容が若干テクニカルで難解なところがあった。 - 同じ目標に向いているはずなのに、各県が独自に進めて成果報告しているように思う。パネルディスカッションについても同様。全て同じ条件で進められないのは分かるが、各県の試みをとりとまとめ、日本の林業としての方向性を示してほしかった。総括が欲しかった。 3年にわたる活動内容をこの時間枠で説明いただくのはかなり無理があると感じた。パネルディスカッションは、司会の方が上手く話を振っていたので、よい話が聞けたと思う。
地域の具体的な課題について	- 各地域の課題や取組みが様々あった中、「人材育成」「情報同士の繋がり」など、共通する課題が見えてきたことから、全国一律に対策を行うことも効果的なのではと感じた。また、鹿又先生からあったとおり、発表者の熱意や信念に心を打たれた。核となる人物の存在は重要。 - 今回報告された各地域とも進んだ取組を展開されており、特にキーマンとなる人材や組織の重要性を改めて感じさせられた。 - 多数の先進技術や事例をどうやって取り込むかではなく、地域のニーズや課題に何をどう活かせるかを考えることが先であることが、よくわかった。
スマート技術について	- 長野県森林組合連合会の取組事例(基地局の設置等)のようなものが、当県に於いても行われることを期待したい。 - 全体的に林業だけでなく木材関連産業との木材情報のデータ共有の話が多かったが、本県ではなかなかそこの話をするまでに至っておらず、ドローンなどによる森林調査の方法の検討などに留まっている。スマート林業は幅広く、次々最新機器が出てくるためついていくのが大変。 - 将来的には先駆的な取組を全国に広げられるような仕組みづくりにも期待したい。 - 最後の締めで、コメンテーターが「立木状態でカタログ化できたらいい」と言われたが、需給のマッチングに必要な成果だと思う。期待したい。 - ICT ハーベスタ、mapry、木材の需給マッチングといった、現在、話題になっている取組について具体的な事例を知ることができて非常に勉強になった。 - デジタルと人間、人と人をどう繋げ、デジタルデータをどのように活かしていくことに苦労されており参考となった。
林業政策や林業行政について	人事異動で短期間で担当者が変わってしまう行政が推進していくのは困難なことが多いと感じる。

その他、自由記入（スマート林業に今後期待すること等）は表 4-5 のとおりであった。

表 4-5 その他、自由記入（スマート林業に今後期待すること等）の主なコメント

スマート林業の普及について	- 生産性向上や安全作業、業務の効率化などメリットも多いと思うが、ただやみくもにすべてを活用するのではなく、地域の課題に対して必要な技術の活用あるいは開発を地域ぐるみで行うことが大切であると思う。林業にかかわらず地域を盛り上げるための熱意のある人たちとチームを組み、地域活性化の一助として林業普及に努めていきたいと思う。 - とにかく機能を盛り込むのではなく必要最小限から始めるなど簡易かつ簡素になってほしい。行政の担当者や林業従事者でもスマート化についていける人といけない人が二極化していると感じるので、たくさんの人が簡単に操作・活用できるようになることを期待している。 - 事業体や協議会の課題解決や効率化等に向けて、スマート林業を始めとした解決手法の導入をコンサルティングすることに対しての支援があってもいいのではないかと感じる。行政主導では難しい。 - 林業は産業であるため、儲かることが大事。消費者に木材をいかに効率的に供給していくかが重要な項目であると考え、今日の説明にもあったが、生産、流通、加工、消費などの立場から、必要とされる役割を整理し、機能的に動ける体制・システムが必要かと感じる。人と技術の両方が必要だが、今はまだまだ過渡期と感じるので、関係人口を増やしていくことができれば、飛躍的にスマート化が進むのでは。 - 各地で様々な取組が行われていて参考になった。ただし、内容が広範囲にわたっているため、何から取り組めばよいのかがわかりにくい。優先順位を付けて、林業関係者が足並みをそろえられる体制ができると、着実な進歩につながるのではないかと感じた。 - 若い林業労働力の確保につながる技術になっていくことを期待。報告会でも説明があったが、異業種からの参入や、力仕事は苦手だが、機械の操作は得意といった人材が就業先と考えてくれたら嬉しい。 - 少ない経費で手軽に出来る取組事例が増えると良いと感じた。 - 今回のような先進的な取組事例が広く共有され、全国各地で活発な意見交換につながることを期待している。 - 本日の報告、ディスカッションでもあったが、技術が進んでいく中で、それを使える人をどう増やしていくか。普及啓発が課題だと感じた。 - 話題提供にもあったが、レーザー計測をしようとしても、その費用対効果の結びつきが理解してもらえず、単純に効果に対し費用が多額。また、導入を検討しても、あれば便利とは思うがという反応がほとんどで、取り組むためのスタート位置につくことが困難。人材不足、特に若手不足が深刻化する中で、林業に新たな人材が流入するきっかけとなるのがスマート林業の推進と感じる。ICT に拒否感がある事業体の経営者や森林組合の幹部でも、人材不足は大きな悩みなので、追い風になるのではないかと感じる。行政サイドとしても、一次的な事業ではなく、継続的に事業展開し続けてほしい。 - スマート林業の導入には時間とお金がかかるので、継続的な支援体制の確保を期待。人材育成の必要性、商習慣の意識改革について、改めて重要性を認識した。 - 山口県などのように、スマート林業の研修実施や補助金の活用などについて全国展開してほしい。 - 各実証で、ある技術が実際に大きく利益に貢献するという成果をわかりやすく伝えられれば、利益追求が目的の民間業者は必ず導入すると思う。今日の報告会ではやってみて、使ってみて何がどれだけよかったか、改善できたのかがわかりにくいと思った。 - 今後の活動が、技術の適用報告よりも、林業従事者への貢献が成果報告の中心となる事を期待する。
----------------------	---

スマート林業の技術について	- 丸太が中々売れない中で、スマート林業の強みを発揮した事例があるのか知りたい。結局、林業事業体の経営安定は生産した丸太を販売することが継続的に安定するかが最重要課題であり、販売が滞ることが一番頭を悩ませる問題である。 - 喫緊の課題として、スマート林業による下刈りの省力化を期待している事業者が大変多い。今後主伐再生林により下刈りの事業量は増えていくと思うので、下刈りの機械化に関しても最新情報等あれば情報提供してほしい。 - 林業労働安全対策に係る先進技術の開発が必要であると考えている。 - 林業の安全が確保され、作業の軽労化に繋がることを期待している。 - 情報更新が早いので、林野庁ホームページでのこのような更新の取組の掲載がありがたい。 - 法令遵守やこれまでの商習慣が変えられるチャンスが訪れていると感じた。 - 木材の伐採、販売の面でスマート林業が大きく進んでいると感じた。造林関係でも、AR 技術を使った地帯区域の表示や苗木の植栽位置の表示、機械化が進むことを期待している。 - スマート林業の推進に当たり、効率化を優先すべき一般材の流通と、より高い付加価値の実現を優先すべき銘木等の高級材の流通とは、分けて考えた方がいいのではないかと考えている。そして、そのうち前者は、国内林業を含む木材サプライチェーンの強化を考える上で不可欠な取り組みだと思う。先端的な取り組みも大切だが、StanForD でできる程度のことが浸透することが先決であり、それだけで日本の林業・木材流通は変わると思っている。 - 山地で未整備のデジタル通信網を国レベルで早急に整備する計画を策定すべきではないか。 - ソフトウェアの開発が難しいと感じている。成功事例のソフトが自由に使えるなど対策が必要。 - 再生林が大きな課題ととらえ、調査研究を推し進める予定で、スマート林業に大きな期待を寄せている。 - 山側の収入増に貢献する林業であってほしい。
スマート林業と地域について	- コスト面の問題は大きい。地域の事業体が共同で使えるような仕組みがあれば、利用できるかも知れない。 - 現状でも森林所有者の所有界特定が非常に困難となっている。伐採届の所有者確認がこれまでより厳しくなるため、スマート林業により、林業事業者などが所有者確認をしやすくするための情報整備が伐採・造林地の確保にとって急務ではないかと考えている。 - 地域の実情に応じて課題解決に向けて、将来の林業の発展に取り組んでもらいたい。
スマート林業と行政について	- デジタル化の成果を、多少問題があっても、行政が積極的に活用していくことを希望する。 - 実現できそうなところで、スマート林業技術により伐採届や補助金申請等の林業関係書類がオンラインで簡単にやり取りできるようになることを期待。 - 行政や事業者の間で情報をやり取りするフォーマットを整えていただくのが重要に思う。エクセル入出力やファックスはなるべく早く Web 入出力に切り替えていただけると各種データ処理の自動化も進みやすい。

4.2. 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、過年度作成したスマート林業実践マニュアル（準備編・導入編）及び 5 章スマート林業実践対策の最終結果のとりまとめ等をマニュアル化した「スマート林業実践マニュアル 総集編（準備～導入～継続）」を作成した（表 4-6）。また、マニュアルの内容を踏まえて、WEB 配信用の研修動画を制作した。

スマート林業実践マニュアルの作成に当たっては、各地域協議会の取組状況等を把握するとともに、マニュアルの記載内容等について各地域協議会と必要な調整を行うなど地域協議会と連携して行った。林業事業者等が 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体等が「スマート林業」の実現に取り組む際に参考となるよう努めた。

表 4-6 マニュアルの作成概要

タイトル	令和 4 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 総集編（準備～導入～継続）
目次	準備編 1. スマート林業とは 2. 人材育成の工夫 3. 様々な視点からの取組 ● 林業事業者における ICT 技術 ● 行政による基盤整備 ● 川上から川下まで地域全体での合意形成 導入編 4. 導入に向けた手順 5. 目的をはっきりさせよう 6. 費用対効果の分析 7. 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 継続編 8. 継続的な取組のポイント 9. 継続的な取組事例 10. 終わりに 
発行概要	令和 5(2023)年 3 月、林野庁、2,400 部（紙媒体、A4、全 40 ページ）

5章. スマート林業実践対策の最終結果のとりまとめ

これまでに地域協議会が実施した実践対策の取組結果や、各地域が実証したスマート技術の導入効果等について改めて調査・分析し、最終結果のとりまとめを行った。また、とりまとめに当たっては、令和 3(2021)年度までに事業が完了した地域にもヒアリング等によりフォローアップを行った。

成果面については、スマート林業実践マニュアルにとりまとめ、ここでは残された課題を整理する。

さらに、5 年間の成果を踏まえ、今後どのようにスマート林業を進めていくかをロードマップとしてとりまとめることとする。

5.1. 終了地域の現状とりまとめ

スマート林業実践対策に最初に取り組んだ地域協議会は、実践対策終了から 2 年が経過している。終了地域における継続的な取組及びその後の課題を把握し、他地域の参考にすることを目的として、終了地域の現状を取りまとめた。

個別に各地域協議会へのヒアリングを実施するとともに、終了地域と今年度活動継続中の地域協議会を含めた WEB 交流会を実施した。

5.1.1. 終了地域のヒアリング結果

実践対策が過年度に終了した 8 地域協議会の担当者等にヒアリングをし、現在の取組内容の確認を行った（表 5-1、詳細は巻末資料参照）。その結果、導入した機器等の管理は行政が支援しつつ民間に移行する傾向にあり、商取引に関するシステムは県森連・森林組合（共販所・原木市場）などの意欲が高い場合は、そちらに管理が移行されている傾向にあった。また、人材育成については、行政の役割が大きいことがわかった。

表 5-1 終了地域のヒアリング結果まとめ

運営 について	<u>青字下線</u> ＝行政支援、 <u>緑字下線</u> ＝民間移行
	●協議会組織 【山口】林業事業体の上部組織に、協議会を再編。 ●事務局機能 【長野】県担当者の異動があるが、<u>県の担当者が継続的</u>に対応。 【愛知】県から<u>県森連への移行検討</u>。 【山口】県は全庁的にデジタル化を進めており、<u>県で継続的</u>に対応。 【熊本】<u>市</u>は異動があるが、<u>森林組合</u>はまだ異動なく継続的に対応。 【和歌山】県担当者の異動があるが、<u>補助事業時と同様</u>の実施主体・メンバーで対応。 ●予算・費用負担 【石川】森林環境譲与税の<u>県配分等</u>。 <u>各種補助(国費)等</u>を活用して必要な機器やソフト導入も検討。

	【長野】県単費：スマ林技術導入経費の 1/2(上限 100 万円)補助。 システム維持管理は県森連へ移管。 【愛知】日報アプリのサーバ管理費は、事業体負担を想定。 【山口】地方創生推進交付金。 【熊本】運営費は、市町村及び森林組合が負担。 【福島】運営費は、林業活性化センター及び森林組合が負担。 【和歌山】運営費は、2 町で負担（折半）。 【愛媛】運営費の予算なし。会議や検討会などは他の会議と併せて実施。
商取引 について	【石川】県森連(需給コーディネーター)が需給情報の把握とマッチングを行う。 県内は需要過多のため県産材生産量を伸ばすことが必要。 【長野】県森連(北信木材センター)で在庫及び配車管理の効率化を実現。今後は他のセンターを核とした構築も検討して行く予定。 【山口】県森連の呼びかけで、各共販所の出荷者・大口の需要者のデータ入力をしており、需給の過不足表まで出来ており、よりシステマチックな手法を検討予定。 【愛媛】森林組合では、注文材を含む価格の高い採材指導を取組中。 原木市場では、荷受けを円滑にするため、搬出年間計画の届出を提出した事業体を優先的に受け入れる仕組みを検討中。 地域商社では、ウッドショックによる外材供給の混乱により国産材を利用したい中小工務店（プレカットからの情報）からの依頼で、愛媛県産材の住宅建設の検討を行っており、強度性能が担保された JAS 材の販売をするため JAS 取得製材工場とマッチングし新たな商流を検討中。
人材育成 について	【石川】ドローン・ICT ハーベスタ等のスマ林人材育成研修を実施。 講師は前者が県林試・県森連、後者がコマツ・県森連。 【長野】協議会事業で検証した技術を簡便化し、事業体職員自らが解析し、その成果を関係者で共有できるように、研修制度の充実に取組中。 【山口】事業体向けスマート機器によるデジタル人材育成研修を開始。 県出先 6 機関に各 2 名推進員を配置し、事業体の実装支援。 【熊本】システム提供者による操作研修会を開催。 【和歌山】川上側の民間事業体で、GIS 上でポリゴン編集までできる人材、山主の検索や作業道の検討ができる人材、GIS を閲覧できる人材、それぞれ 1 名にすることに取組中。 川上側の民間事業体には、個別訪問し、研修を実施中。 県庁職員にも研修に参加してもらい、サポート役を担う予定。 講師はシステム事業者に研修事業として発注。
その他	【石川】少花粉スギ苗やエリートツリーの大量生産体制の検討。 航空レーザ測量により、詳細な地形情報や既存路網の正確な位置等の情報を活用し、路網の最適ルートの決定等を検討。 【長野】県内の取組事例とりまとめ、評価、広報活動を行っていく予定。 造林補助金事務等においてドローンや高精度 GNSS による測量成果の活用を図るなど、関連事業との連携。 【山口】デジタルデータを森林簿や林地台帳に反映させることを検討。 GIS の再構築と森林クラウドへの移行を検討。 研究機関ではドローンによる実播に取り組んでいく予定。 【熊本】J クレジットシステム構築への活用を検討。 【福島】J クレジット等による新たな収入源を検討。 地域版森林クラウドと県森林クラウドとの棲み分け(連携せず)。 【和歌山】県の森林クラウドシステムシステムに、協議会導入のシステム(森林施業カルテシステムと架線系施業支援システム)の機能が組み込まれ、来年度以降全県に普及する予定。

5.1.2. 終了地域を含む意見交換結果

実践対策が過年度に終了した 8 地域協議会と、今年度も活動を継続している 3 地域の協議会計 11 地域協議会（以下、協議会）を対象に、地域が抱える課題等に関する意見交換の場として、WEB 交流会を実施した。

意見交換の結果は表 5-2 のとおりである。

表 5-2 WEB 交流会における意見交換の結果

実践対策終了後の協議会運営について	●実践対策では、協議会に林業事業体や市町村が直接参加し、様々な技術に触れることができた。実践対策終了後、個別の林業事業体ではなく、県森連等の上部組織が協議会に参加することとし、組織的に普及を進める体制を目指している。 ●協議会が都道府県主体の場合、森林環境譲与税等を使って費用を捻出している。<u>市町村主体、林業事業体主体の協議会は自ら費用負担</u>しており、成果をあげる必要がある。
人材育成における課題について	●林業事業体でスマート林業技術を身につけるにしても、<u>人員不足</u>で新しいことに取り組む余裕がない。プランナーも世代交代が必要な状況である。<u>新規就業者</u>を増やすことも必要。 →高校生向けの林業出前講座でドローンやハーベスタのシミュレーターの体験をしてもらっている。 →スマート林業の目的のなかには、少ない人員でも生産性を上げること、カッコよさも含めて新規就業者を確保することもある。 ●都道府県等行政側、林業事業体に指導する側の体制づくりも必要。各出先機関に必ずしもスマート林業を使いこなせる人材の配置ができていない。林業試験場のドローン講師も人数が少なく、講師の育成が必要。 →各出先機関にスマート林業推進員を配置し、林業事業体への普及を行っている。 →研修会には林業事業体のほか、林業普及指導員も参加している。来年度以降、市町村職員の参加も予定している。 ●新しいことに取り組む余裕を作り出す人員配置等は、林業事業体の<u>幹部クラスへの意識付け</u>が必要。 →研修会、シンポジウム等に林業事業体の幹部クラスの参加を促している。 →社長がスマート林業をやれと送り出してくれているから取り組めているが、周りの林業事業体には余裕はない。
スマート林業に取り組む動機付けについて	●林業事業体としては、現地に行かなくてもドローンで測量ができる、高齢所有者に概況を説明できる等<u>省力化につながるメリットを実感</u>している。 ●消極的な林業事業体を後押しするための<u>行政側の仕組みづくりの工夫</u>が必要ではないか。 →研修修了者は入札参加資格が得られる、ドローンオルソ画像で補助金申請した場合は補助率が上がる等の工夫はあるか。
実践対策を通じての木材流通の課題について	●サプライチェーンの取組を行う以前に、まず<u>関係者同士の信頼関係・合意形成</u>が出来ていないといけない。従来の商習慣と異なる仕組みを作ろうとすると、様々な壁にぶつかるため、関係性が出来ていないと乗り越えることができない。 ●システム等を導入したからといって、神器のように万能なわけではない。利害関係が複雑に絡む中で、当初想定していた形を実現できないことも多い。 ●新しい技術を導入した際、ある程度<u>試行錯誤の期間は掛かってしまったが、関係者の理解を得るうえで、それも必要なプロセスであった。</u> ●サプライチェーンの範囲の難しさを痛感した。製材工場は、より川下のハウスメーカー・工務店から短納期（1 週間程度）で発注を受けるため、<u>素材生</u>

	産現場から出材情報が共有されたとしても間に合わない。そのため、1 か月程度先を見越して商品の在庫を確保していた。 ●合法性の確認を目的として原木市場・製材所への流れを掴み、<u>トレーサビリティの確保に取り組んだが、業界全体への普及は課題</u>である。 ●これまでは素材生産業者が売り先を探す形だったが、需要があるところへ販売する形を目指した。具体的には、供給側・需要側で需給情報を共有してマッチングするもの。しかし、<u>ほとんどの材が大規模製材工場へ流れている現状</u>がある。県内の素材生産量も多くない。 ●需要側のキャパシティが小さく、土場の空き状況の影響を受ける。
協議会が流通を主導する難しさについて	●実践対策では、協議会・行政が流通を主導したが、<u>実際に流通を担うプレーヤー（都道府県森連・木材商社等）には、まだ使ってもらい見込みは立っていない</u>。これから地道に取組みを進め、徐々に浸透させていきたい。 ●一般材については、サプライチェーンが原木市場で一旦途切れており、川下の需要情報が川上に伝わっていない。素材生産業者は、（末口二乗法のため）3m 材に切る方と材積が少しでも増えるので、とりあえず 3m 材で採材してしまうことが多い。 ●注文材については、需要情報が川上に伝わって生産されるようになっている。ただし、注文材については量が限られているため、わざわざ費用をかけてシステムを構築するまでもない、費用対効果が得られないという話になってしまうため、取扱量も含めて考えておく必要がある。 ●需給マッチングを検討したが、具体的な取組みには至らなかった。私有林が多く、あまり踏み込むことができなかった。原木の素材生産量は多いため、安定供給は見込める。<u>需給マッチングは無理にジャストインタイムではなく、在庫の活用</u>でもよいと思う。 ●需給マッチングシステムを導入しているが、企業の情報をさらけ出すので、難しさを感じている。踏み込みすぎない方がよいではないか。 ●製材所の求めるところにまだ至っていない。原木市場を排除することはせずに、原木市場からの川下の情報も活用する。
森林所有者への還元について	●最初の出発点は、森林所有者への還元額を増やすことだったが、<u>どのくらい森林所有者へ還元額が増えたのか、効果検証することができなかった</u>。 ●新しい技術の導入によって、コストが削減できたからといって、それがそのまま森林所有者への還元に繋げることは難しい。その技術が当たり前になっていったときに、いずれ還元額として現れてくるのではないかな。 ●新しい技術が普及することによって、従来の方法に固執していた人たちも<u>徐々にメリットを感じられるようになっていくはず</u>。それを信念として進んでいった先に、<u>思いもよらないようなメリットを享受できる世界</u>があるのではないかと考えている。
マッチングシステムについて	●素材生産業者は足元を見られたくないで、情報をオープンにしてくれない。<u>運用主体は県森連へ委託</u>しているが、県森連が自己負担で運用することは、現状難しいと考えている。 ●<u>現在運用の中心となっている組織が、実際のプレーヤーと一致していない</u>。 ●<u>守秘情報取り扱いのルール</u>は、しっかり運用する必要がある。既存のアナログのやり方では、マンパワーと多額の費用が掛かるので、そこがシステム導入のモチベーションになる。 ●需要・供給どちら側もモチベーションは高くない。<u>マッチングしなくても材がある程度集まっているため、マッチングシステムがそこまで求められていない</u>。

5.2. 残された課題

5.2.1. スマート林業技術の急速な進歩

スマート林業実践対策は、5 年間実施してきたが、その間に個別技術の急速な進歩がみられた。森林計測の技術については、実践対策初年度は航空レーザ計測の活用を取り上げた地域協議会が多かったが、その後の 5 年間で地上レーザ計測やドローンオルソ、ドローンレーザが普及し、特に最後の 2 年は iPhone や iPad という日用品を用いたレーザ計測を行うアプリまでも利用されるまでになった。

技術の進歩は望ましいことであるが、技術を実務に落とし込む段階には至っていない。

5.2.2. 人材育成の重要性

人材育成の重要性については、本事業の初年度から指摘し、スマート林業実践マニュアルにも記載し、周知してきたところ。このため、林業事業体への普及・研修は多くの協議会で力を入れて実施されてきた。このような中で、研修に参加した林業事業体の職員がスマート林業技術を導入しようとしたとき、事業体の経営者が技術導入の必要性を理解していないという課題が顕在化してきた。また、当初から心配されていたように、コア技能者に業務が集中し、通常業務が加わり過大な負荷となり、貴重なデジタル人材が退職してしまう、という事態も生じている。そのため、経営者が業務を適切に配分したり、コア技能者が他の職員へ技術を普及する支援などにも取り組む必要があり、経営者向けの研修等も求められる。

また、林業事業体だけではなく、行政側の技術力向上も求められるようになってきたが、組織だって技術習得する研修等が行われている事例も少ない。都道府県においては、林業普及指導員が林業事業体へのスマート林業導入支援の役割を担っていると言えるが、行政においても人材不足により様々な業務の合間に普及指導を行っているということが実情である。スマート林業の普及指導の位置づけを明確にしつつ、行政職員向けの研修についても実施していく必要がある。

なお、今年度の成果である「スマート林業実践マニュアル 総集編」において以下の図 5-1 を掲載したうえで、役割別の人材育成の必要性を述べている。

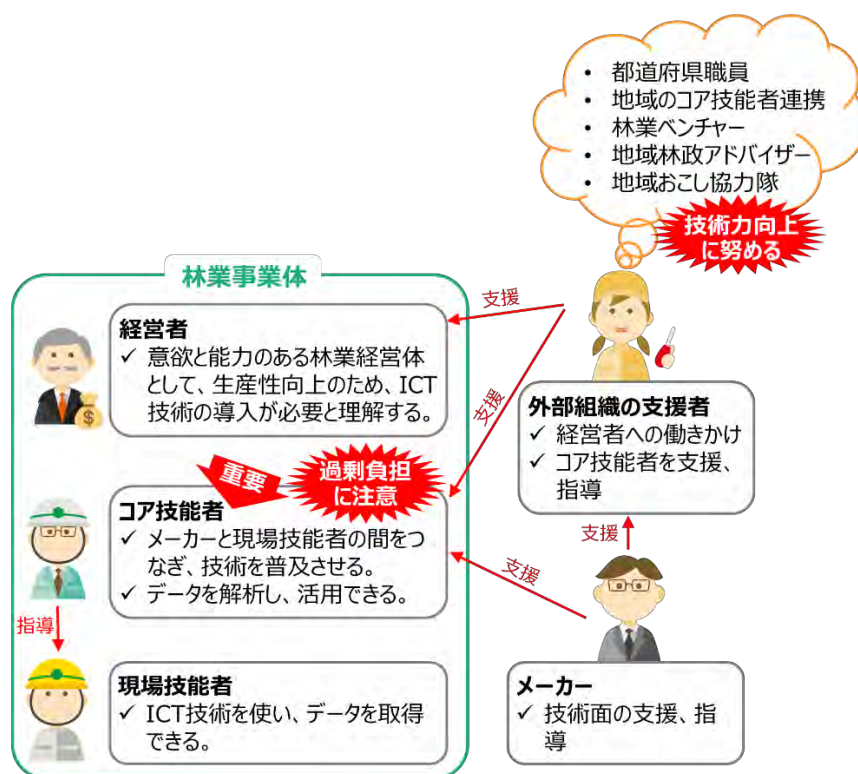


図 5-1 スマート林業に携わる関係者の役割と人材育成

5.2.3. 技術を活かす制度側の対応遅れ

前述したように技術の進歩が早い中で、行政の制度側の対応が追いつかない状況が見られ、省力化のために技術を導入したにもかかわらず、制度上の理由で従来作業が省略できず、新技術が追加労力になってしまう場合がある。

今後は、最新技術の成果をデータとして活用できるように、電子申請（ペーパーレス）の仕組みが必要となる。電子申請の仕組みは、申請作業を効率化するだけでなく、申請されたデータを共有することで森林管理の適正化を進めることにもなる。補助金申請に関わる造林施行地の測量結果を GIS データとして申請すれば、施業履歴として取り込むことができ、森林簿の更新についても適正化、省力化が可能になると見込まれる。

また、電子申請の導入においては、開発コスト等を考えると都道府県個別の導入ではなく、データ等を標準化したうえで取り組むことが望ましい。

5.2.4. 需給マッチングシステムの実現の難しさ

スマート林業実践対策では、原木の需要先との情報共有を行う需給マッチングシステムがテーマの一つとなっており、システムを構築した協議会もある。しかしながら、「5.1 終了地域の現状とりまとめ」で示したように、参加者が増えない、川下の需給情報が伝わってこない、など、課題が多いことが分かっている。ここでの対応策は、システム改良などの技術面ではなく、合意形成や信頼関係の構築であると言える。

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

システムの一部（需給調整）となるが、木材サプライチェーンが確立している中でのシステム導入は、従来の商習慣を変えるということでもあり、関係者の合意形成が必要となってくる。短期的には結果が出にくいですが、実践対策に取り組むこと自体が合意形成のステップとなったという協議会もあった。

また、行政主導の協議会において需給マッチングに取り組んだ場合は、補助事業終了後に県森連など実際の商取引の当事者に移行する必要があるが、当事者側にシステムの必要性の認識が不足していると移行できない場合がある。

5.2.5. 安全対策、林内通信の技術導入の遅れ

本事業の初年度から重要性を言及してきている安全対策、林内通信については、実践対策で取り上げた地域協議会は少ないという結果であった。また、取り上げた技術についても現場適用の段階では課題が多いという状況である。この分野については、今後の進展が期待される。

5.3. ロードマップ

5 年間の実践対策及び本事業の成果を踏まえ、今後のスマート林業のロードマップを作成し、「スマート林業実践マニュアル 総集編」に掲載した。

スマート林業の実現に向けては、3 段階のステップがあると考えられ、現在は多くの地域で 1st ステップ「アナログからデジタルへ」に取り組みつつ、2nd ステップ「デジタル技術のフル活用」に向けて人材育成などを進めている段階と言える。

1st ステップ「アナログからデジタルへ」とは、紙図面を GIS データに変える、森林資源を航空レーザで計測する、などが含まれる。2nd ステップ「デジタル技術のフル活用」は、デジタルデータによる電子申請や、異なるシステム間でデジタル情報を流通させるなど、実際の業務への活用を実現していく段階である。

3rd ステップ「産業構造の変革」は、いわゆる DX（デジタルトランスフォーメーション）を想定したものであり、1st、2nd の段階を踏むことで徐々に達成されていくものと考えられる。

地域によって進捗の度合いは異なるものの、2028 年までにほぼすべての意欲と能力のある林業経営者が 2nd ステップ「デジタル技術のフル活用」に到達することが目下の目標となっている。

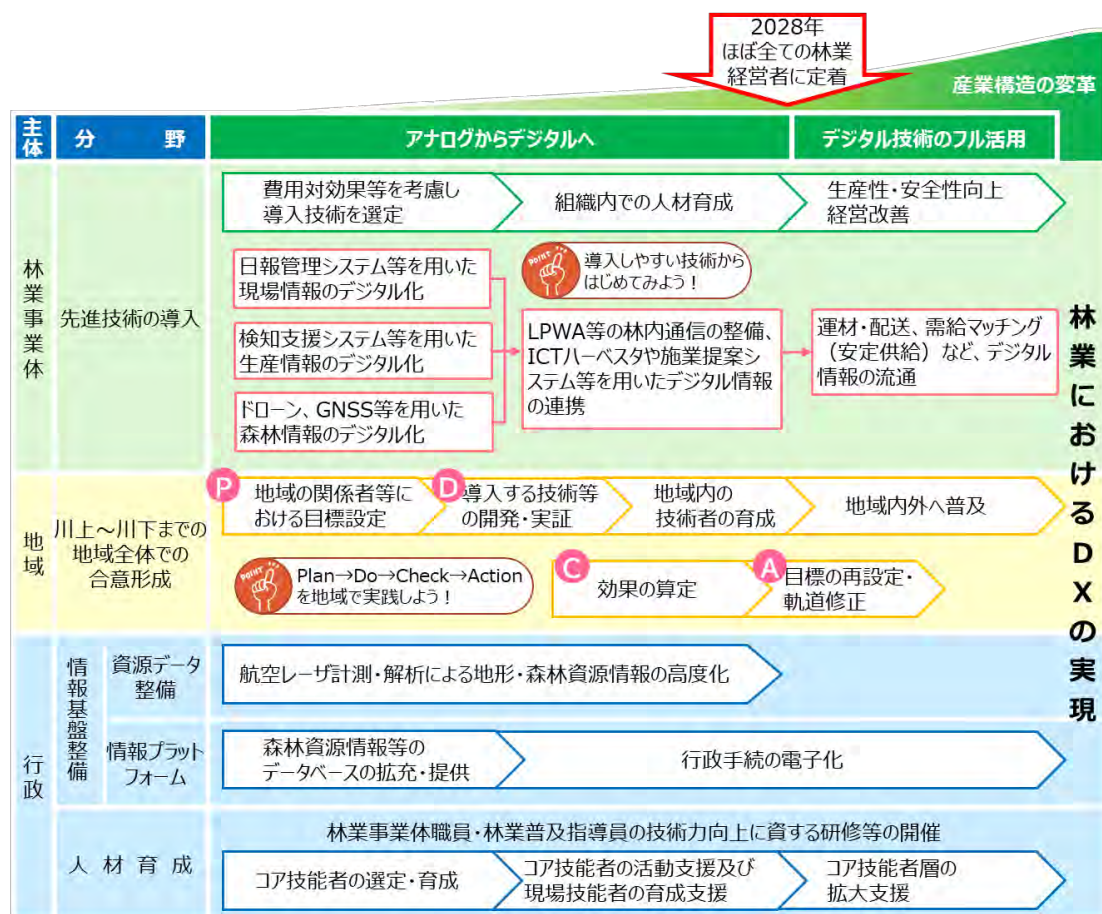


図 5-2 スマート林業のロードマップ