

**平成 30 年度スマート林業構築  
普及展開事業  
報告書**

**平成 31 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 .....	1
1.3. 事業実施項目 .....	3
2章. 地域協議会への指導・助言 .....	4
2.1. 実施概要 .....	4
2.1.1. 実施方針 .....	4
2.1.2. 実施結果 .....	5
2.2. 石川県 いしかわスマート林業推進協議会 .....	7
2.2.1. 地域協議会の取組概要 .....	7
(1) 取組目標 .....	7
(2) 地域協議会の構成 .....	8
(3) 取組概要 .....	8
2.2.2. 専門知識の提供及び指導・助言 .....	13
2.3. 長野県 スマート林業タスクフォース NAGANO .....	14
2.3.1. 地域協議会の取組概要 .....	14
(1) 取組目標 .....	14
(2) 地域協議会の構成 .....	15
(3) 取組概要 .....	16
2.3.2. 専門知識の提供及び指導・助言 .....	20
2.4. 愛知県 原木安定供給に向けた木材生産・流通協議会 .....	22
2.4.1. 地域協議会の取組概要 .....	22
(1) 取組目標 .....	22
(2) 地域協議会の構成 .....	24
(3) 取組概要 .....	24
2.4.2. 専門知識の提供及び指導・助言 .....	28
2.5. 山口県 やまぐちスマート林業実践対策協議会 .....	30
2.5.1. 地域協議会の取組概要 .....	30
(1) 取組目標 .....	30
(2) 地域協議会の構成 .....	31
(3) 取組概要 .....	31
2.5.2. 専門知識の提供及び指導・助言 .....	36
2.6. 熊本県 球磨地区中央林業活性化協議会 .....	38
2.6.1. 地域協議会の取組概要 .....	38
(1) 取組目標 .....	38

(2)	地域協議会の構成	39
(3)	取組概要	40
2.6.2.	専門知識の提供及び指導・助言	42
3章.	取組成果の普及展開	43
3.1.	実施概要	43
3.2.	ICT等の先端技術の活用可能性調査	43
3.2.1.	調査方法	43
3.2.2.	農業分野	43
(1)	トラクター等の農業機械の自動走行(実用段階)	43
(2)	精密農業による多収量・高品質な農作物生産(実用段階)	44
(3)	農業用アシストスーツによる軽労化(実用段階)	46
(4)	データプラットフォーム(WAGRI)(実証段階)	47
3.2.3.	建築土木分野	49
(1)	i-Construction(実用段階)	49
3.2.4.	流通分野	55
(1)	自動配車計画システム(実用段階)	55
(2)	トラック隊列走行による無人化(実証段階)	56
3.2.5.	情報分野	57
(1)	WLPA通信(実用段階)	57
3.3.	全国の先進事例	59
3.3.1.	調査方法	59
3.3.2.	先進事例	59
(1)	北信州森林組合の取組	59
(2)	岡山県真庭市における取組	63
(3)	地上レーザの利用	66
(4)	クラウド技術の活用による森林情報管理	69
3.4.	海外の先進事例	72
3.4.1.	調査の目的	72
3.4.2.	調査方法	72
3.4.3.	文献調査	72
(1)	調査対象	72
(2)	調査結果	73
3.4.4.	先進事例調査	74
(1)	オーストリア	74
(2)	ラトビア	77
(3)	ニュージーランド	80
(4)	日本林業への応用可能性	83
3.5.	説明会の開催	85
3.5.1.	開催概要	85
3.5.2.	参加者へのアンケート	86
4章.	スマート林業の普及に向けて	91
4.1.	スマート林業とは	91
4.1.1.	スマート林業が目指すべき方向性	91

4.1.2. スマート林業の普及・実現における主な課題 .....	92
4.2. 今後の指導助言の方向性 .....	94
4.2.1. 共通課題 .....	94
4.2.2. 森林情報の高度化・共有化 .....	94
(1) 現在の取組における主な課題 .....	94
(2) 対策 .....	94
4.2.3. 施業集約化の効率化・省力化 .....	95
(1) 現在の取組における主な課題 .....	95
(2) 対策 .....	95
4.2.4. 経営の効率性・採算性向上 .....	95
(1) 現在の取組における主な課題 .....	95
(2) 対策 .....	96
4.2.5. 需給マッチングの円滑化 .....	96
(1) 実践対策における木材サプライチェーンの概要一覧 .....	97
(2) 木材 SCM システムの基本機能と需給マッチング .....	99
(3) 需給マッチングの区分（素材ベース） .....	99
(4) 需給マッチングにおける ICT 活用の課題 .....	101



# 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、近年目覚ましい発展を遂げている地域空間情報や 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体に施業を集約化し、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）を受託して「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。

## 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する。事業実施体制を図 1.1 に示す。技術委員会の指導助言を得ながら、共同企業体からスマート林業実践対策地域協議会（以下「地域協議会」という）に指導・助言を行う。

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、委員名簿を表 1.1 に示す。第1回技術委員会は、平成 30 年 8 月 9 日、第2回技術委員会は、平成 31 年 2 月 4 日に開催した。技術委員会の様子を図 1.2 に示す。

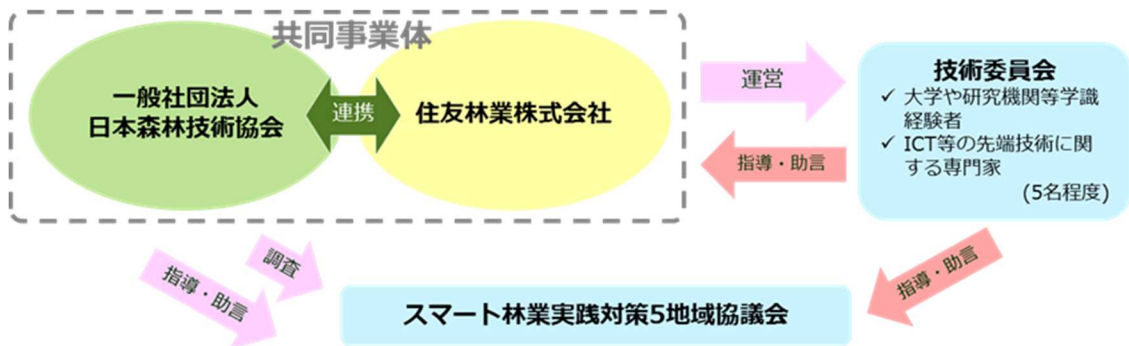


図 1.1 事業実施体制

表 1.1 検討委員一覧

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 総務部長
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



図 1.2 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目次について表 1.2 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し、取組事例集の作成及び説明会開催により、全国へ普及する。

表 1.2 事業実施項目の概要

実施項目	実施概要	目次等
(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	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。	第2章
(2) 取組成果の普及展開		
①取組事例集の作成		取組事例集
ア ICT 等の先端技術の活用可能性調査	林業・木材産業分野において活用可能性のある ICT 等先端技術について、他分野も含め情報収集を行う。	3.2
イ 先進事例の収集	ICT 等の先端技術を活用し、森林施業の効率化・省力化等の取組を実際に行っている事例、海外の先進事例について整理する。	取組事例集 3.3 3.4
ウ スマート林業実践対策により地域協議会が実施した実践的取組や国有林において先端技術を一体的に活用した木材生産の実証の取組結果の整理	地域協議会が実施した実践的取組や国有林における先端技術活用の実証結果について、その成果や課題、普及展開に向けたポイントを整理する。	取組事例集 第2章 第4章
②説明会の開催	「スマート林業」を全国に普及展開するため説明会を開催する。	3.5

## 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

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・助言としては、表 2.1 に示す通り、各地域協議会を3回以上訪問（うち1回は本事業の技術委員を同行し、技術委員から直接指導・助言）するとともに、本事業の委員会（全2回）において技術委員から指摘された事項について各地域協議会に報告した。

表 2.1 指導助言の基本的な時期及び概要

時期	方法	指導・助言の概要
6月～7月	訪問	事業開始当初において必要な事項について指導・助言
10月	メール	第1回委員会（8月9日）の報告
11月～12月	訪問（技術委員同行）	実証現場を訪問し、技術委員から直接指導・助言
2月	メール	第2回委員会（2月4日）の報告
3月	訪問	今年度の実施内容の確認、今後に向けた指導・助言

指導・助言を実施するにあたり、各地域協議会の全体事業計画書を基に表 2.2 の通り実証技術を整理した。この結果、「需給マッチング関連（SCM）システム」については全地域協議会が実証を行うとしていることがわかり、指導・助言における重点項目とした。

表 2.2 地域協議会における実証技術

テーマ	林業作業	技術	石川県	長野県	愛知県	山口県	熊本県
森林情報の高度化・共有化	資源量把握	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（既存）		○			○
		航空レーザ計測データ（新規）			○		○
		地上レーザ				○	○
	情報基盤	森林クラウド	○			○	
施業集約化の効率化・省力化	境界明確化	空中写真立体画像境界候補図	○				
	施業集約化	施業提案システム（タブレット）	○			○	○
	計画策定	経済林ゾーニング					○
		素材生産計画・森林管理 GIS		○			
経営の効率性・採算性向上	路網整備	路網設計・支援ソフト			○	○	○
	素材生産	日報管理システム（タブレット）				○	
		林業機械の工程管理				○	
		ハーベスタ検知機能	○			○	○
		木材検収システム		○		○	○
		林業機械 PC への位置表示				○	
需給マッチング円滑化	需給マッチング	需給マッチング関連（SCM）システム	○	○	○	○	○
			重	点	項	目	

## 2.1.2. 実施結果

各地域協議会への訪問及び指導・助言実績は表 2.3 の通りである。

表 2.3 各地域協議会への訪問訪問及び指導・助言実績

地域	時期			
石川県	6月28、29日	<u>11月15、16日（中澤委員）</u>	12月12日	3月6日
長野県	7月30日	<u>11月15、16（高橋委員）</u>	3月7日	
愛知県	7月20日 3月14日	8月10日	9月13日	9月20日 <u>12月26日（鹿又委員）</u>
山口県	7月24日	<u>12月12、13日（高橋委員）</u>	2月19日	
熊本県	7月31日	<u>12月14日（露木委員）</u>	3月14日	

※ 下線は技術委員と同行

各地域協議会に共通の指導・助言の内容としては表 2.4 の通りであり、委員同行の現地実証などにおいては、地域の状況に応じた指導・助言を行った。実践対策においても本普及展開事業においても、取組成果の定量的な評価が求められていることから、初回訪問では実証試験の計画段階から定量評価の方法及び目標値を計画しておく必要があることを示した。また、重点項目とした木材需給マッチングに関連して各地域協議会が対象とする木材サプライチェーンの範囲について調査した。この結果は表 2.5 の通りである（分析については「4.2.5 需給マッチングの円滑化」参照）。

また、各地域における導入システム等の一覧を表 2.6 に示す。

表 2.4 各地域協議会に共通の指導・助言内容

タイミング	指導・助言内容
初回訪問	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 本普及展開事業への協力依頼</li> <li>➤ 取組結果を定量的に評価するための調査（作業時間の記録、アンケート調査等）の必要性</li> <li>➤ 定量的な目標値の設定の必要性</li> <li>➤ 対象とする木材サプライチェーンの範囲について</li> </ul>
第1回委員会報告	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 建設・土木では労働者の給与等労働環境の向上も目標としている。林業でも重要な観点である。</li> <li>➤ ハーベスタ検知機能について想定される課題</li> <li>➤ 航空レーザ、ドローンによる資源量把握について想定される課題</li> <li>➤ 需給マッチングの意義、考え方</li> </ul>
第2回委員会報告	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 定量的な目標値の設定の必要性</li> <li>➤ 現場の必要性に対応した技術の導入</li> <li>➤ 個別技術の検証ではなく、スマート林業としての取組</li> </ul>
最終訪問	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 今年度の実施内容の確認</li> <li>➤ 今後に向けた指導・助言</li> </ul>

表 2.5 実践対策における木材サプライチェーンの対象範囲一覧

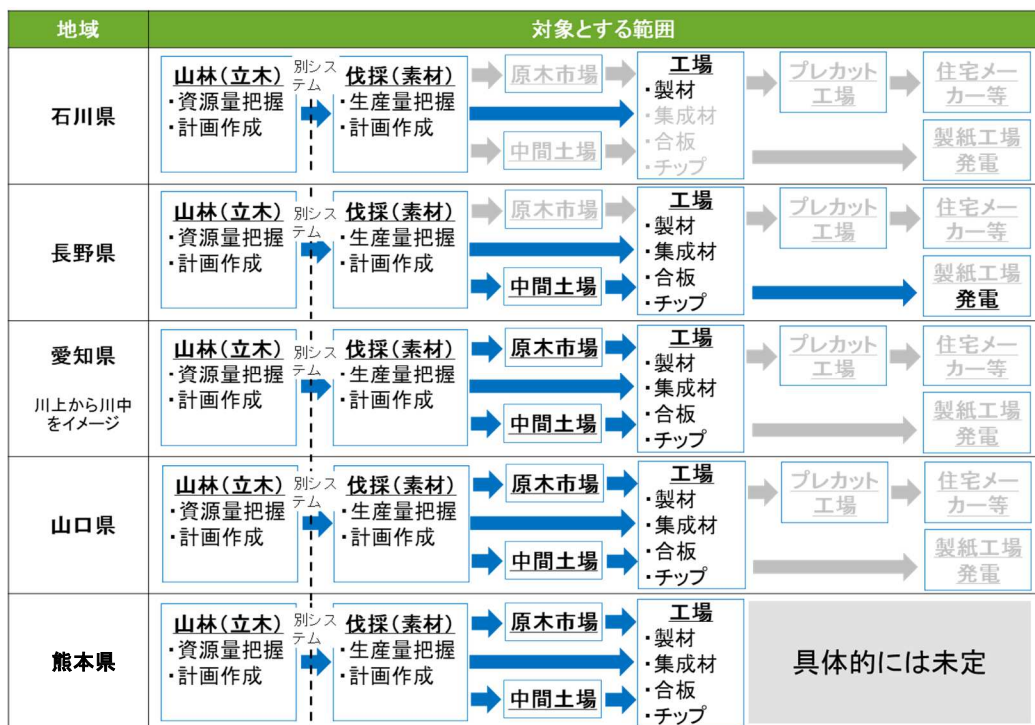


表 2.6 各地域における導入システム

テーマ	林業作業	技術	導入システム
森林情報の高度化・共有化	資源量把握	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」 長野県: 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)
		航空レーザ計測データ(解析)	長野県、愛知県、熊本県: 委託(アジア航測株式会社)
		地上レーザ	山口県: レーザスキャナー「OWL」(株式会社アドイン研究所)
施業集約化の効率化・省力化	境界明確化	空中写真立体画像境界候補図	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)
	施業集約化	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ケーション「SPIRIT OF FORESTER」(株式会社インフォファーム)
	計画策定	素材生産計画・森林管理GIS	熊本県: タブレット上でのGIS「Forest Track」(アジア航測株式会社)
経営の効率性・採算性向上	路網整備	路網設計・支援ソフト	山口県: 「Forest Road Designer」(住友林業株式会社)
	素材生産	ハーベスタ検知機能 木材検収システム	石川県、長野県: コマツIoTハーベスタ 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) 熊本県: スマートフォンはい積み計測「iFOVEA」(アジア航測株式会社)
需給マッチング円滑化	需給マッチング	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)のシステムに機能追加 長野県: C材用システムの改良(富士通エフ・アイ・ピー株式会社)

## 2.2. 石川県 いしかわスマート林業推進協議会

いしかわスマート林業推進協議会の取り組みについて、同協議会のスマート林業実践対策全体事業計画書（平成30年4月）、平成30年度スマート林業構築普及展開事業報告会発表資料（平成31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。

### 2.2.1. 地域協議会の取組概要

#### (1) 取組目標

石川県では、これまでも図2.1に示す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、県と株式会社小松製作所（以下「コマツ」という）、石川県森林組合連合会の3社で協定を締結し、ICT等の先端技術を林業に取り入れる取り組みを行ってきている。これらの取り組みがスマート林業の基盤となっており、さらに発展させることを目標としている。

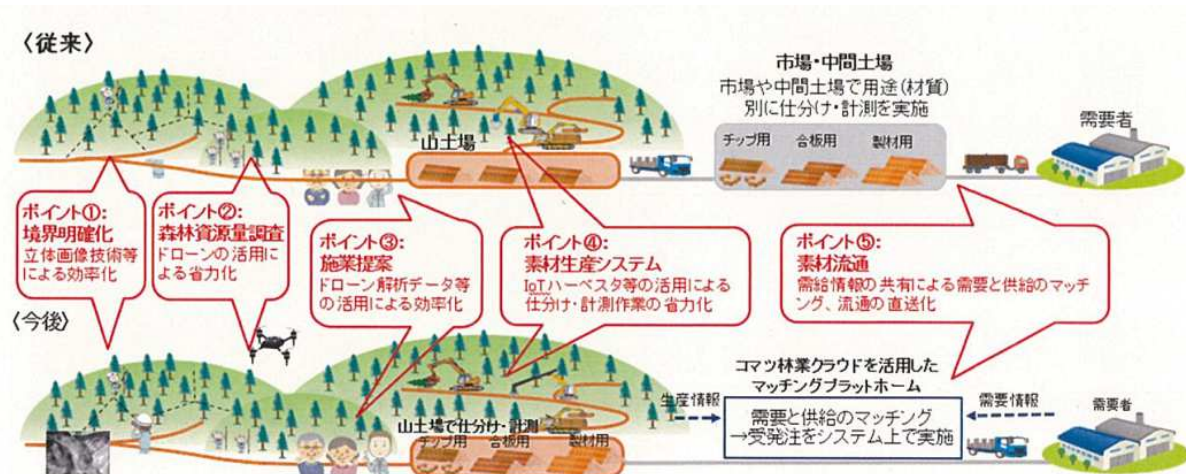


図 2.1 スマート林業の構築に向けたポイント

いしかわスマート林業推進協議会は、コマツ等と連携し、クラウド技術等のICTの活用により、最新の森林資源情報や需給情報等をわかりやすく「見える化」し、市町や森林所有者、生産者、需要者がそれぞれ必要となる情報を共有しながら、以下の2つの目標の達成を目指している。実施概要及び数値目標は表2.7の通りである。

- 1 森林境界の確定や施業提案の効率化による施業実施に向けた森林所有者の合意形成の加速化（施業集約化の効率化・省力化）
- 2 生産者と需要者が連携した木材需給のマッチングと、木材流通の効率化による地域材利用の拡大（需給マッチングの円滑化）

表 2.7 実施概要及び数値目標

テーマ	実施概要	目標(数値)
施業集約化の効率化・省力化	空中写真の立体画像から境界候補図を作成	境界明確化・施業提案に係る コスト 3 割縮減(83→61 千円/ha) 作業期間 2 割縮減 (3.0→2.3 人・日/ha)
	ドローンによる森林資源量調査を行い、信頼性の高い施業提案を実施	
需給マッチングの円滑化	IoT ハーベスタによる造材情報と需要者側の情報を一元管理するマッチング支援プラットフォームの構築	直送化により流通コストを 4 割縮減 (1,700→1,000 円/m <sup>3</sup> ) 製材工場における原木の直送化を将来的に 2 倍に拡大 (12,000→26,000m <sup>3</sup> )
	IoT ハーベスタの情報はコマツクラウド(建設分野で実用のプラットフォーム LANDLOG)に蓄積。	

## (2) 地域協議会の構成

いしかわスマート林業推進協議会は、図 2.2 に示す通り県(行政、研究機関)と 4 市町、県森連、4 森林組合、2 林業事業体、製材工場により構成されている。実証は施業集約化促進ワーキンググループ(WG)、需給マッチングワーキンググループ(WG)に分かれて効率的に進められている。

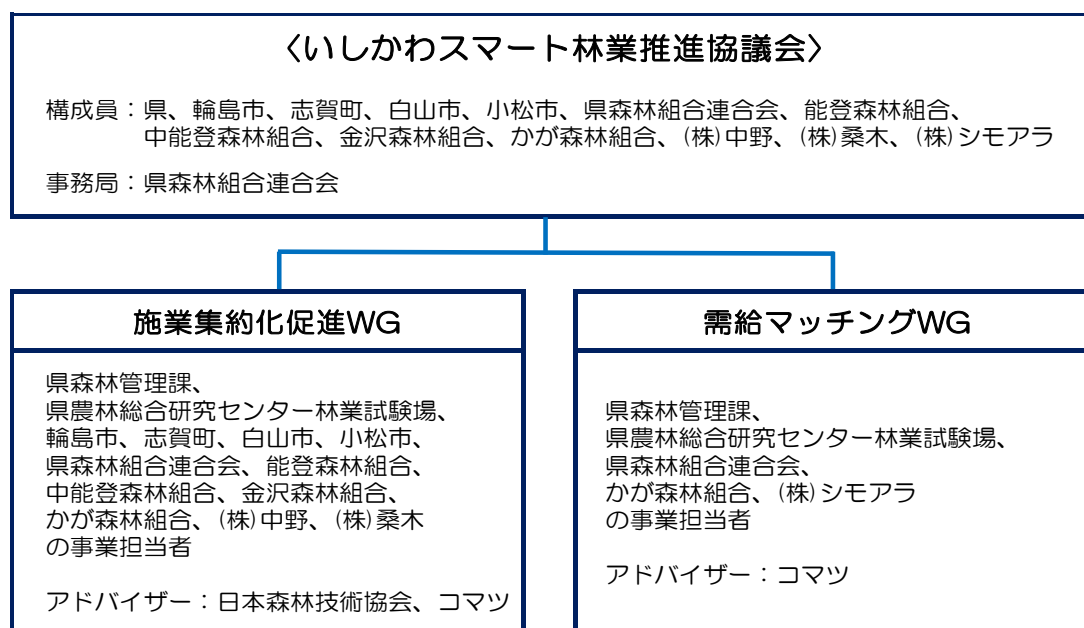


図 2.2 いしかわスマート林業推進協議会の構成

## (3) 取組概要

### 1) 境界明確化の促進

境界明確化の促進においては、図 2.3 に示す通り 3D 画像(立体視)技術を活用し、近年や過去の空中写真から机上で森林境界の推定を行い、現地立会いを省力化しながら境界確定をスムーズに進める体制を構築することを目標としている。立体視は、一般社団法人

日本森林技術協会、株式会社パスコが開発した立体視ソフトウェア「もりったい」を使用する。



図 2.3 境界明確化の促進

今年度は3地区の3森林組合・林業事業者が実証を行った。空中写真から作成した立体視画像データを活用して、精通者の協力のもとで境界候補図を作成し、森林所有者と机上で境界確認を実施した。現地立会は必要となったが、情報の整理が進み、境界明確化の効率化に効果を確認した。なお、1地区では今回の境界候補図を、所有者の合意により境界として採用することができる見込みである。

実証には、従来から現地立会による境界明確化を積極的に進めてきた森林組合と、境界明確化の経験が少ない森林組合、地縁を活かし戸別訪問により境界明確化を行ってきた事業者が参加した。

境界明確化の経験がある森林組合については、本手法の導入により従来手法より作業日数が約17%削減でき(表2.8)、目標にあげた作業期間2割削減に近い効率化を図ることができた。人件費及びハード、ソフト、データ変換の費用を考慮した場合は、10%の費用削減を見込むことができた(表2.9)。目標にあげたコスト3割削減には至らないものの、手法の習熟を高めるとともに、住民説明会後の対応の効率化を進めることで目標達成の可能性もあると考えられる。

境界明確化の経験が少ない森林組合では、所有界が複雑な地域での実証となったこともあり、対象域すべての境界について候補図を作成することはできなかった。

今後も引き続き、地区数・事業者数を増やしながら現地実証を進め、立体視ソフトウェア「もりったい」の習熟度を上げながら運用体制の確立を図る。

表 2.8 作業日数の削減効果検証（小松市）

工程	従来手法			本手法		
	人	日	人日	人	日	人日
公図からの素図作成（共通）	1	6	6	1	6	6
立会い準備、同意書取得（従来）	1	10	10			0
現地下見（従来）	2	6	12			0
現地立会い（全員）（従来）	4	2	8			0
個別立会い（従来）	2	15	30			0
境界候補図作成（新）			0	2	3.5	7
住民説明会開催準備（新）			0	1	2	2
住民説明会（新）			0	2	2	4
住民説明会不参加者対応（新）			0	2	10	20
現地下見、立会い（希望者）（新）			0	2	8	16
計			66			55
haあたり総人工			0.7			0.6
本手法の削減率(%)						-16.7

表 2.9 コスト削減効果検証（小松市）

	従来手法	本手法
かが森林組合 haあたり人工（人日）	0.7	0.6
300ha人工（人日）	210	180
28,000（円/人日）	5,880,000	5,040,000
データ・ハード・ソフト1年分（円）		205,980
合計金額（円）	5,880,000	5,245,980
本手法の削減率(%)		-10.8

## 2) 施業提案の効率化

ドローン撮影による空中写真は、コマツや NTT ドコモ等が出資する株式会社ランドログのオープンプラットフォーム「LANDLOG」（以下「コマツ林業クラウド」という）上で解析し、データを同クラウドに蓄積することができる。これらのドローン解析データや林内 360° を撮影できる全天球写真データ等を活用し、「森林の見える化」により効率的で信頼性の高い施業提案を実現する体制を構築することを目標としている。



知りたい位置を知りたい角度から閲覧可能

タブレット端末で提案を提示

図 2.4 「森林の見える化」による施業提案の流れ

今年度は、タブレット端末を活用して森林の状況を机上で示しながら施業提案を実施す



る施業提案支援システムのプロトタイプを構築し、4地区において森林所有者への提案を実施した。森林組合職員や森林所有者から「森林の状況がよく分かる」と高い評価を得た一方、「現地踏査のGPS軌跡データの取り込み・表示ができれば更に便利」等の要望もあった。

同時に、森林組合・林業事業体の職員へのドローン技術者育成プログラム(あすなる塾)も実施しており、構築したシステムの活用に向けた人材育成にも取り組んでいる。講師は県林業試験場、県森連が担い、今年度の受講生は森林組合、県森林事務所(事業体のフォローのため)から10人が参加した。

今後は、今年度の現地実証の結果を踏まえて、システムの改良を進めるとともに、引き続き地区数・事業体数を増やしながらか現地実証を進め、運用体制の確立を図る。

### 3) 需給マッチングの円滑化

コマツ林業クラウドに蓄積されるIoTハーベスタで生産された丸太の造材情報等とともに、林業事業体の生産計画、製材工場等の需要情報を一元管理するマッチング支援システムを構築し、流通の直送化を促進する体制を構築することを目標としている。

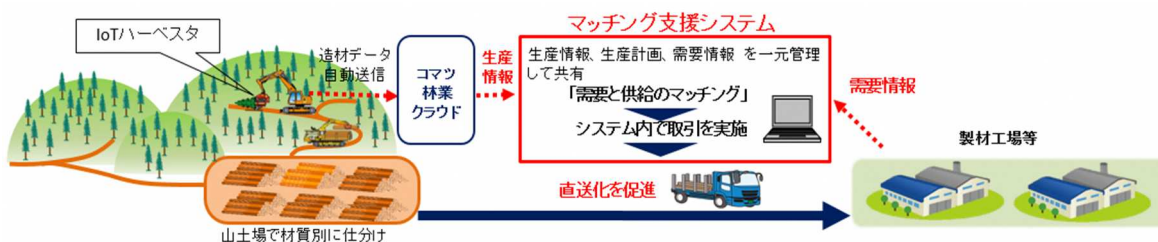


図 2.5 システムのイメージ

今年度は、スマート林業構築コンソーシアム(代表機関:東京大学)の木材SCMシステムをベースに、機能の追加や改良を行い、本県仕様のマッチング支援システムのプロトタイプを構築した。

#### 【システムの基本機能】

- ・ 林業事業体の生産者の1年間の生産計画(生産現場の位置情報、生産時期、材質別生産量見込み)を林業事業体とネットワークセンターとなる県森連で共有する機能
- ・ 需要者の四半期単位での発注情報を需要者と県森連で共有する機能
- ・ 生産計画と需要情報から、県森連がコーディネーターとなって各需要と供給現場のマッチングを行える機能
- ・ 生産現場の位置情報や、丸太のはい積状況写真などを管理、共有できる機能
- ・ 各生産現場の進捗状況を現場班長がタブレットに入力して把握できるとともに、林業事業体と県森連で情報共有する機能
- ・ 作業者の日報管理から、各生産現場の生産性まで、詳細に解析できる機能 など

#### 【システムに付加する主な機能】

- ・ コマツIoTハーベスタからの出力した丸太の樹種・材質別の材積、本数、寸法等のデー

タを取り込み、生産実績として管理する機能

- ・ 各森林組合における中間土場の集積、検収状況をそれぞれの森林組合で入力するとともに、ネットワークセンターとなる県森連で情報の元管理を可能とする機能
- ・ 各施業地の生産量の把握を、生産(フォワーダー台数) [現場]、生産検知済み(手検知) [土場、中間土場]、輸送手配済、納品済みの4段階で把握できる機能
- ・ 直送化に係る木材運送管理機能
- ・ 検知野帳から、納品書伝票を印刷する機能 など



図 2.6 マッチング支援システム画面(抜粋)

当該システムでは、いつ（データ管理における更新周期）、どこに（山土場、中間土場、市場）、どれだけの材があるかをリアルタイムで管理するための機能の充実を目指している。本システムでは、生産現場でのフォワーダ台数による生産量把握とともに、コマツ IoT ハーベスタからの出力データをシステムに取り込むことで、リアルタイム管理の実現を目指す。



図 2.7 WGによる現地検討会の実施状況

今後は、一連の工程を通じた現地実証を行うことでノウハウの蓄積を図るとともに、実証の結果を踏まえてシステムの更なる改良等を進め、運用体制の確立を図る。

## 2.2.2. 専門知識の提供及び指導・助言

協議会には表 2.10 の日程で訪問し、表 2.11 に示す指導・助言を行った。

表 2.10 いしかわスマート林業推進協議会訪問日程

年月日	打合せ概要	参加委員
2018年6月28日	初回ヒアリング	—
2018年6月29日	ワーキンググループ（オブザーバー参加）	—
2018年11月16日午前	ワーキンググループ（オブザーバー参加）	中澤委員
2018年11月16日午後	現地検討会	中澤委員
2018年12月11日	打ち合わせ	—
2019年3月6日	打ち合わせ	—

表 2.11 いしかわスマート林業推進協議会への主な指導・助言のポイント

テーマ	指導・助言のポイント
全体を通して	<ul style="list-style-type: none"> <li>すでに導入されている森林クラウドに加え、さらにコマツ林業クラウドも活用することとなり、双方の連携が重要である。</li> </ul>
施業集約化の効率化・省力化	<ul style="list-style-type: none"> <li>施業提案アプリでは手入力の項目も多く、自動で入力できる仕組みも必要</li> </ul>
需給マッチングの円滑化	<ul style="list-style-type: none"> <li>ハーベスタ造材中に A 材を細かく分けるということが現実的かということについて検討するべき。</li> <li>素材生産量のリアルタイム把握と川下への共有が主となっている。把握した素材生産量はトラック手配、生産性把握などにも活用可能性がある。</li> </ul>

石川県ではすでに森林クラウドを導入しているが、さらにコマツ林業クラウドも活用することとなり、双方の連携が重要であると考えられる一方、森林クラウドには所有者情報等の個人情報があることから連携にも配慮が必要である。森林クラウドでは空中写真の立体視を活用して作成した境界候補図を管理し、コマツ林業クラウドではドローン撮影による 3D モデルと材積推定データ、IoT ハーベスタで玉切りした材積を管理している。

タブレットの施業提案アプリでは、境界候補図と資源量データを利用して施業提案を作成することとなり両クラウドのデータを利用できることが実証されている。

施業提案アプリでは手入力の項目も多く、クラウドで管理されているデータから可能な限り自動で入力できる仕組みも必要であると考えられた。

需給マッチングのシステムについては、主に A 材を取扱う製材工場側では常に必要な材が不足している状況であるため、素材生産量の見える化という意味合いが強い。日単位で把握されるハーベスタの生産量からトラック手配、事業者の生産性把握などにも活用できる可能性がある。

## 2.3. 長野県 スマート林業タスクフォース NAGANO

スマート林業タスクフォース NAGANO の取り組みについて、同協議会のスマート林業実践対策全体事業計画書（平成 30 年 4 月）、平成 30 年度スマート林業構築普及展開事業報告会発表資料（平成 31 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。

### 2.3.1. 地域協議会の取組概要

#### (1) 取組目標

長野県では、これまでも信州大学や北信州森林組合を中心とした産官学のグループにおいて ICT を使用した全国でも先進的な技術開発を行ってきている。さらに平成 25～26 年に航空レーザ計測を実施し、高精度地形データが全県で揃っているという状況にある。

一方、大多数の林業事業体は効率化に有効な ICT 技術の活用が遅れており、全国有数の豊富な森林資源を活かしきれず、旺盛な需要動向に転じたマーケットへの安定的な木材供給体制整備が不足しているという課題を抱えている。

スマート林業タスクフォース NAGANO では、信州大学が開発した汎用性の高いドローンを利用した単木計測技術と間伐適正木の自動選木技術等を活用して、正確な森林情報を把握するとともに、県内の主たる林業事業体に丸太のストック状況を把握・集計する検収システム等を導入し、経営の効率化と生産性の向上を図るものである。

需給マッチングと流通を円滑化するシステムを開発し、競争力の高い林業県としての体制整備を図る。

さらにこれらの成果の県内への普及に留まらず、「長野モデル」として全国に示す。

取り組みの全体像を図 2.8 に、実施概要及び数値目標を表 2.12 に示す。

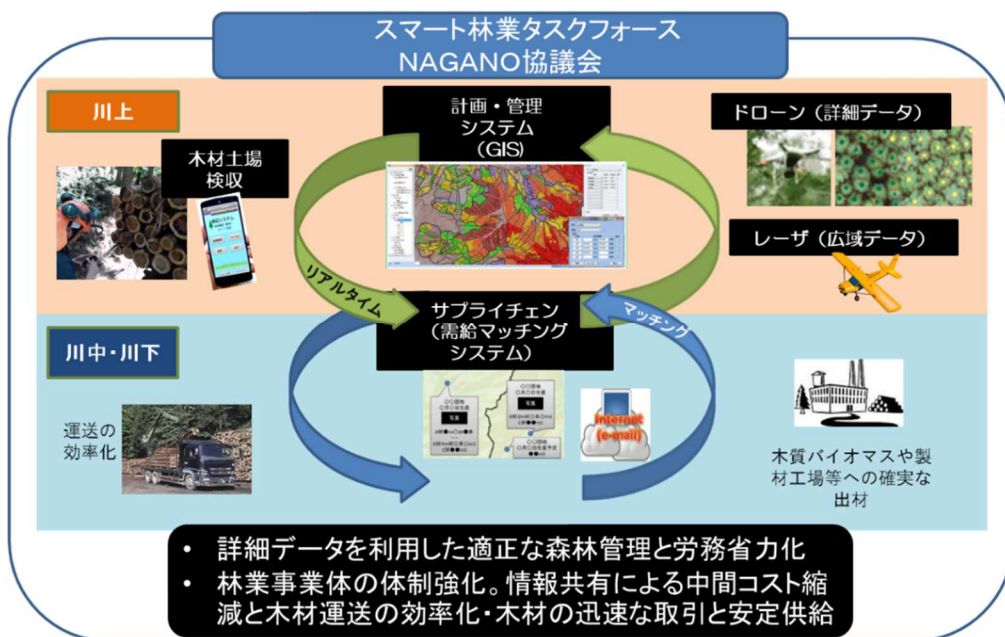


図 2.8 取り組みの全体像

表 2.12 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	信州大学、アジア航測(株)等が簡易版を開発する「素材生産計画・森林管理のGISシステム」導入支援	森林調査・計画立案の工数を1割程度縮減 林業事業体の木材生産量をH32年に600千m <sup>3</sup> (H28年498千m <sup>3</sup> )
需給マッチングの円滑化	スマートフォンの既存木材検収システム(末口の計測、断面への記入は従来通り)を12林業事業体等に支援。	原木供給時の手数料を700円/m <sup>3</sup> 縮減 輸送コストの縮減
	木材検収システムの土場情報を利用した需給マッチングシステムの構築(既存C材用システムにA・B材を追加)。	
森林情報の高度化・共有化	既存航空レーザ計測データの森林資源量解析を市町村単位で行い、生産計画に活用する。	県内半分の市町村が2020年度までに森林資源量解析を開始する。 ドローンを用いた効率的な森林調査手法により調査費用の2割縮減。
	事業体におけるドローン活用による森林資源情報把握。	

(2) 地域協議会の構成

スマート林業タスクフォース NAGANO は、表 2.13 に示す通り県と 23 市町村、15 林業事業体、大学、3 林業団体により構成されている。システム開発等を担う 4 企業は特別会員となっている。

表 2.13 スマート林業タスクフォース NAGANO の構成

区分	構成員
大 学	国立大学法人信州大学農学部
市 町 村	川上村、上田市、伊那市、飯田市、根羽村、木曽町、木祖村、大滝村、松本市、塩尻市、安曇野市、山形村、朝日村、生坂村、麻績村、築北村、大町市、信濃町、中野市、飯山市、木島平村、山ノ内町、栄村
森林林業団体	南佐久南部森林組合、信州上小森林組合、上伊那森林組合、飯伊森林組合、根羽村森林組合、木曽森林組合、松本広域森林組合、企業組合山仕事創造舎、長野森林組合、宮澤木材産業株式会社、北信州森林組合、栄村森林組合、北信木材生産センター協同組合、長野森林資源利用事業協同組合、長野県森林組合連合会、長野県木材協同組合連合会
県	長野県林務部
企 業 (特別会員)	アジア航測株式会社、株式会社ジツタ、富士通エフ・アイ・ピー株式会社、精密林業計測株式会社

### (3) 取組概要

#### 1) 森林情報の高度化・共有化

長野県では、県が計測した既存の航空レーザ計測データを用いた詳細な森林情報の解析のほか、汎用性の高いドローンを使用した森林情報解析を組み合わせ活用する。航空レーザ解析は費用が高額なため、全県の継続的なデータ取得は難しいが、ドローンを用いることで簡易に詳細なデータを得ることができることから、航空レーザ解析をドローンで補完しながら継続的な森林情報の高度化を図る。

航空レーザ計測データを用いた詳細な森林情報の解析については、既存のレーザ計測データを用い新たに3地区(500ha/地区)の森林資源データを解析した。詳細な樹種分類図(図2.9)を利用した境界明確化や正確な材積(図2.10)を用いた施業対象地の選定などを行った。

このような航空レーザ計測データの解析による精度の高い情報を新たな森林管理の基礎データとすることで、森林管理の高度化を図る。例えば、図2.10のように正確な材積を用いて選定した施業候補地に対し、数年先まで人員・機械配置等を計画するなど、戦略的な事業管理が可能となる

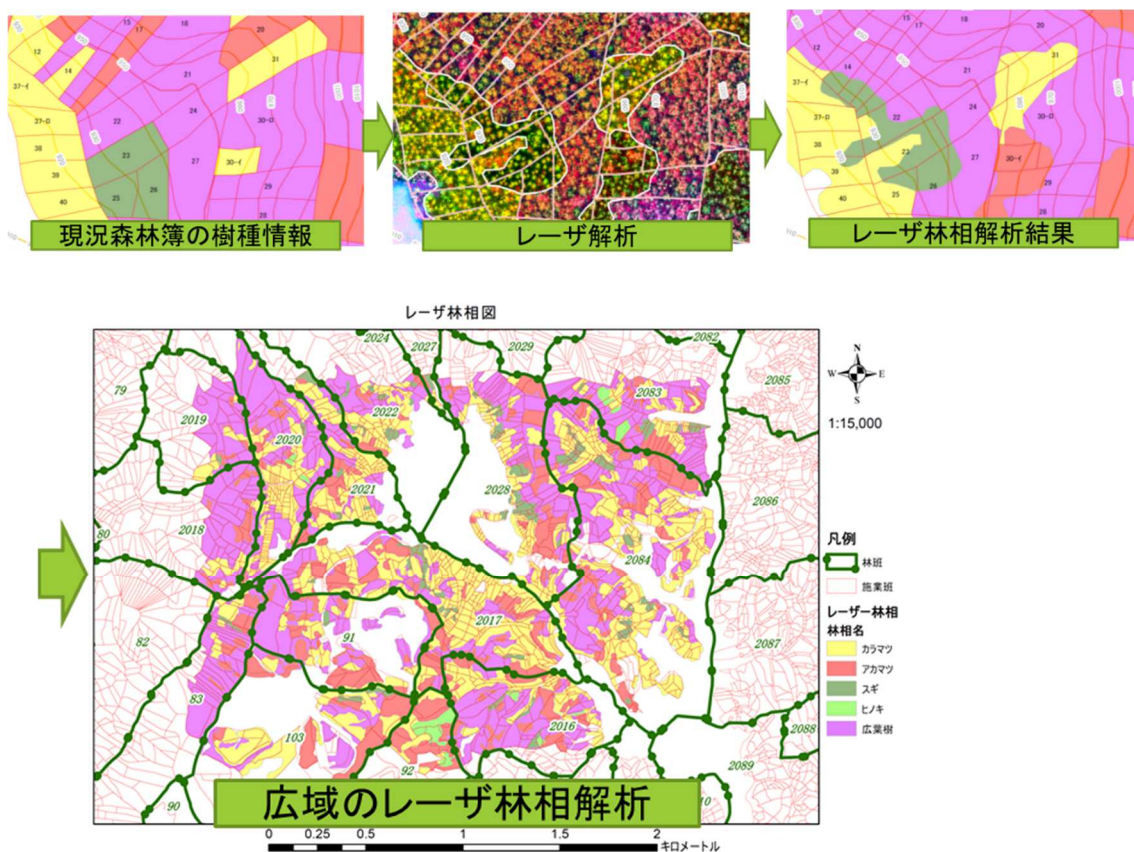


図 2.9 レーザ解析による詳細な樹種界

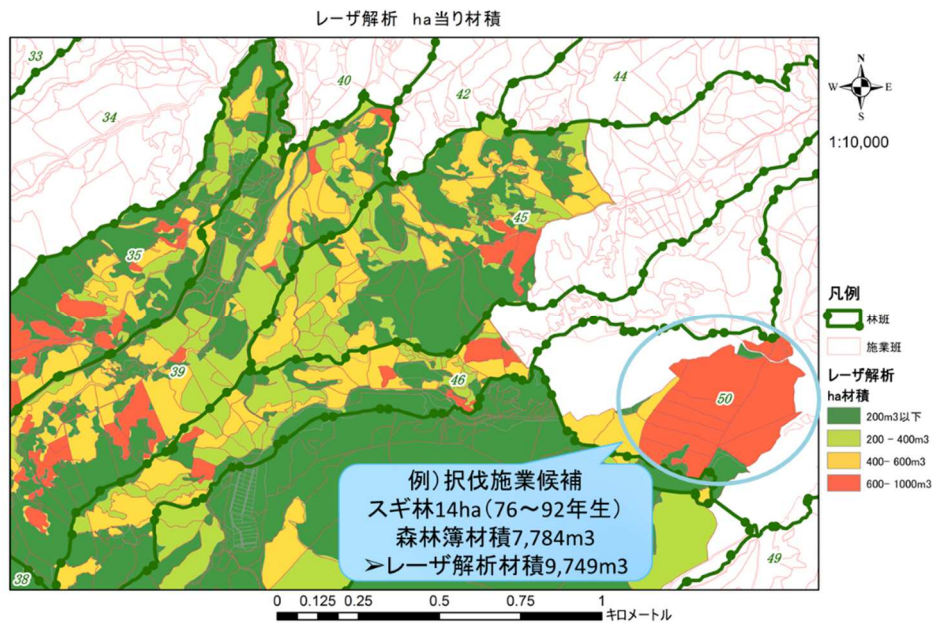


図 2.10 レーザ解析による ha 当り材積

ドローンを使用した森林情報解析では、9 地区（計 92ha）について解析を実施し、単木ごとの樹種、樹高、胸高直径、位置を求めることができた。

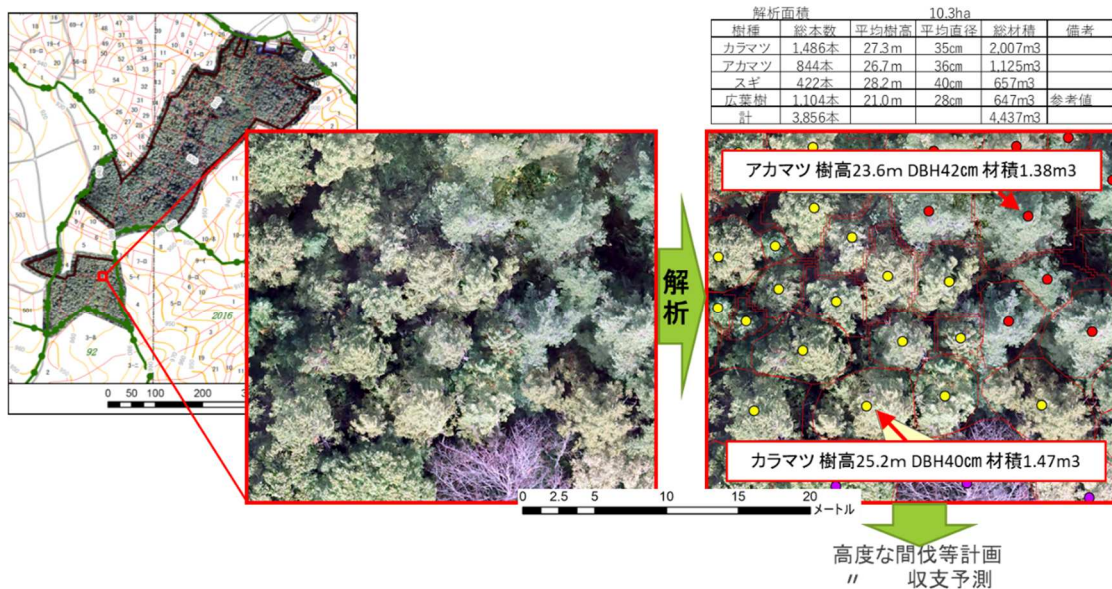


図 2.11 ドローン画像による森林情報解析

図 2.12 に示す、過年度に行った精度検証結果に基づき効果の算定を行い、表 2.14、表 2.15 費用削減効果、工期削減効果があることが確認できた。

方式	調査 総本数	調査 平均樹高	調査 平均DBH	調査 総幹材積
森林簿	—	—	—	2,850m <sup>3</sup>
毎木調査	2,624本	21.8m	28.8cm	1,906m <sup>3</sup>
ドローン調査	2,635本	22.8m	30.5cm	2,196m <sup>3</sup>

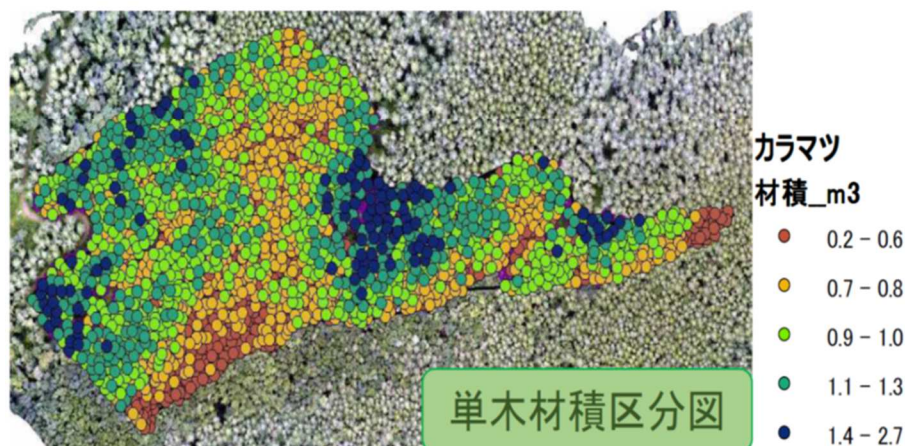


図 2.12 平成 29 年度精度検証 (約 6.5ha カラマツ林)

表 2.14 費用削減効果の算定 (図 2.12 に示す 6.5ha を対象)

効果	毎木調査	ドローン調査・解析
費用	約 110 万円 (県設計積算)	約 70 万円 (10ha までの委託費用：ドローン撮影、オルソ化、解析)
削減効果	—	約 40 万円縮減

※ 委託先は、信州大学認定ベンチャー企業「精密林業計測株式会社」

※ ドローン撮影、オルソ化を自己負担した場合の委託費用は約 40 万円。

表 2.15 工期短縮効果の算定 (図 2.12 に示す 6.5ha を対象)

効果	毎木調査	ドローン調査・解析
調査必要日数	32 人・日	6 人・日程度
削減効果	—	26 人・日短縮

なお、航空レーザ・ドローン解析データを照合したところ、次の通り、航空レーザ解析には課題があることが確認された。課題の解決については、次年度以降に実証・検証を行う。

【航空レーザ解析の課題】

① 混交林における樹種判定

航空レーザの樹種判読精度は本来は高い。ただし広域を対象とする解析におい



て樹種判定は10m×10m程度で優占する樹種を「主要樹種」として判読し、画的に同一樹種としている。このことにより、混交化が進む地域では樹種判読精度が下がる傾向がみられた。

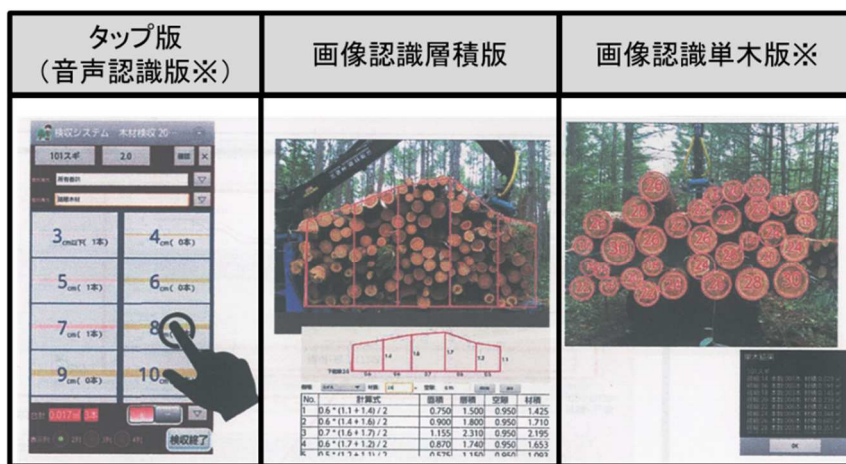
② 推定値である胸高直径及び材積の地域別傾向

胸高直径は、樹冠面積と樹高による回帰式により推測している。樹冠面積と樹高に伴う胸高直径は地域により傾向が異なるため、例えば長野県の豪雪地帯のデータを準用した場合、胸高直径等の精度が下がることが判明した。

2) 需給マッチングの円滑化

作業土場における丸太のストック状況を把握・集計し、インターネット上の地図にリアルタイムで掲載共有するため、木材検収システム（株式会社ジツタ）（図 2.13）の導入を図る。木材検収システムはスマートフォンで木材検収データを作成、結果の csv ファイルと写真、位置情報をメール送信できるツールである。タップ版は従来紙野帳に記載していた検尺結果をスマートフォンにタップ入力し、デジタル化するものである。画像認識は、はい積みの写真を撮影し、材積を自動認識する機能である。今年度は、木材検収システムについて林業事業体に概要を説明し、意見収集を行った。次年度はバイオマス材等への効率的な木材検収・データ共有を図るため、画像認識層積版を導入する。

スマホアプリ  
木材検収システム



※ テスト中

図 2.13 導入予定の木材検収システムのイメージ

また、木材検収システムで収集したデータ（供給側の出材情報、出荷地情報）をインターネット上でリアルタイムに共有し、トラック配送や需給マッチングに活用するためのサプライチェーンシステムを開発する。今年度は、インターネットによるリアルタイム共有システム（木材ダッシュボード）の長野県北部地域でのモデル開発を行い、北信州森林組合のデータが長野県森林組合連合会が管理する HP 上でリアルタイムに確認できるようになった（ログインが必要）。

今後は、木材検収システムの導入を進めるとともに、2020年の県内大型バイオマス工場

稼働を踏まえ、木材ダッシュボードの中信地区での開発を目指す。

### 3) 経営の効率性・採算性向上

当該項目については、来年度以降の実施計画としているため、今年度の取り組みはない。

今後、信州大学等が開発する「素材生産計画・森林管理の GIS システム」を林業事業体に導入していく。

## 2.3.2. 専門知識の提供及び指導・助言

協議会には表 2.16 の日程で訪問し、表 2.17 に示す指導・助言を行った。

表 2.16 スマート林業タスクフォース NAGANO 協議会訪問日程

年月日	打合せ概要	参加委員
2018年7月30日	初回ヒアリング	—
2018年11月15日	現地検討会 県内の先進的な研究事例をスマート林業協議会メンバーでも共有する取り組み。	—
2018年11月16日	中間検討会 県内の先進的な研究事例をスマート林業協議会メンバーでも共有する取り組み。	高橋委員
2018年11月16日午後	協議会勉強会 スマート林業協議会として木材検収システム及びインターネット木材生産量把握システムに関する情報共有及び意見交換を行う。	高橋委員
2019年3月7日	打合せ	—

表 2.17 スマート林業タスクフォース NAGANO 協議会への主な指導・助言のポイント

テーマ	指導・助言のポイント
全体を通して	<ul style="list-style-type: none"> <li>事業年度ごとの実証について定量的な評価が必要なため、実証を計画する際に評価方法をよく検討するように。</li> </ul>
需給マッチングの円滑化	<ul style="list-style-type: none"> <li>年間計画は航空レーザやドローンの情報を活用することで十分だと思われるが、3カ月計画など具体的な需要側とのマッチング（径級、樹種）への対応も検討が必要ではないか。</li> <li>伐採指示（ワークオーダー）は複数の指示に対応できることが望ましい。</li> <li>ハーベスタでの伐採後の流れ（フォワーダ、山土場でのハーベスタ造材情報の継承・管理）をイメージ図等で示す必要があるのではないか。</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 革新的技術開発事業により、資源量把握から伐採までという川上側におけるデータ取得、データの流れをよく実証されているので、実践対策では木材検収システムなどの川中への対応に取り組むという方向性は適切である。材種が比較的単純な地域（北信州森林組合）での実証を積んだうえで、県内の普及においては多様な需要への対応が必要な地域を選ぶと、実際的な実証ができる。</li> <li>・ IoTハーベスタは大型機械となり、導入可能な林地に限られるという課題がある。小型機械への機能搭載の必要性など、先進的に取り組んでいる長野県から問題提起がなされるとよいのではないかと感じる。</li> </ul>
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

北信州森林組合ではIoTハーベスタを使った先進的な取り組みがなされているが、当該地域では合板工場への直送で2m又は4mという単純な採材であり、需要側との細かいマッチングが必要とされない状況にある。長野県内では様々な需給状況があることから、今後、県内の他地域に普及していく際、3カ月程度の需給マッチングについて実証が必要となってくる。

現地検討会に参加した県内林業事業者からは、実証への期待の声が聞かれ、県内への普及に関しても実現性が高いと感じられた。

## 2.4. 愛知県 原木安定供給に向けた木材生産・流通協議会

原木安定供給に向けた木材生産・流通協議会の取り組みについて、同協議会のスマート林業実践対策全体事業計画書（平成 30 年 4 月）、平成 30 年度スマート林業構築普及展開事業報告会発表資料（平成 31 年 2 月）、あいちの ICT 林業活性化構想（平成 31 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。

### 2.4.1. 地域協議会の取組概要

#### （1） 取組目標

愛知県では、名古屋市をはじめとした大消費地と、三河山間地域の森林が近接しているという地理的な利点があるが、木材価格の低迷に伴い森林所有者への還元額が減少し、森林所有者の木材生産意欲が低下している。また、県産木材は、原木・製材品の多くが県外に流出しており、県産木材の入手がしづらい状況となっている。

そのような状況の中で、愛知県の豊田市において平成 30 年 8 月に大型製材工場が稼働しており ICT を活用した林業のスマート化を目指すこととなった。

愛知県では、新城市にも大型製材工場があり、北設楽郡（設楽町、東栄町、豊根村）はこの 2 か所に木材を供給することが可能なだけでなく、古くから林業が盛んで、優良材の生産が可能な地域である。そのため、航空レーザ計測により得た、詳細な森林情報を活用し、路網設計の効率化も図りながら、計画的な木材生産を進め、木材の生産情報と製材工場等の需要情報を ICT を活用してマッチングを進め、マーケットインによる木材のサプライチェーンの構築を目指して行くことを目指している。

具体的には、原木安定供給に向けた木材生産・流通協議会において、航空レーザ計測により詳細な森林資源情報や地形情報を取得し、これらの情報等を基に、

①施業集約化の促進、

②路網設計ソフトを活用した路網設計の効率化、

③タブレット端末を活用した作業現場との情報共有による現場作業の効率化

を図るとともに、川上と川下の需給情報のマッチングに向けたプラットフォームを立ち上げることにより、「林業のスマート化」を実現し、県全体に波及させることを目標に掲げている。

取り組みの全体像を図 2.14 に、実施概要及び数値目標を表 2.18 に示す。

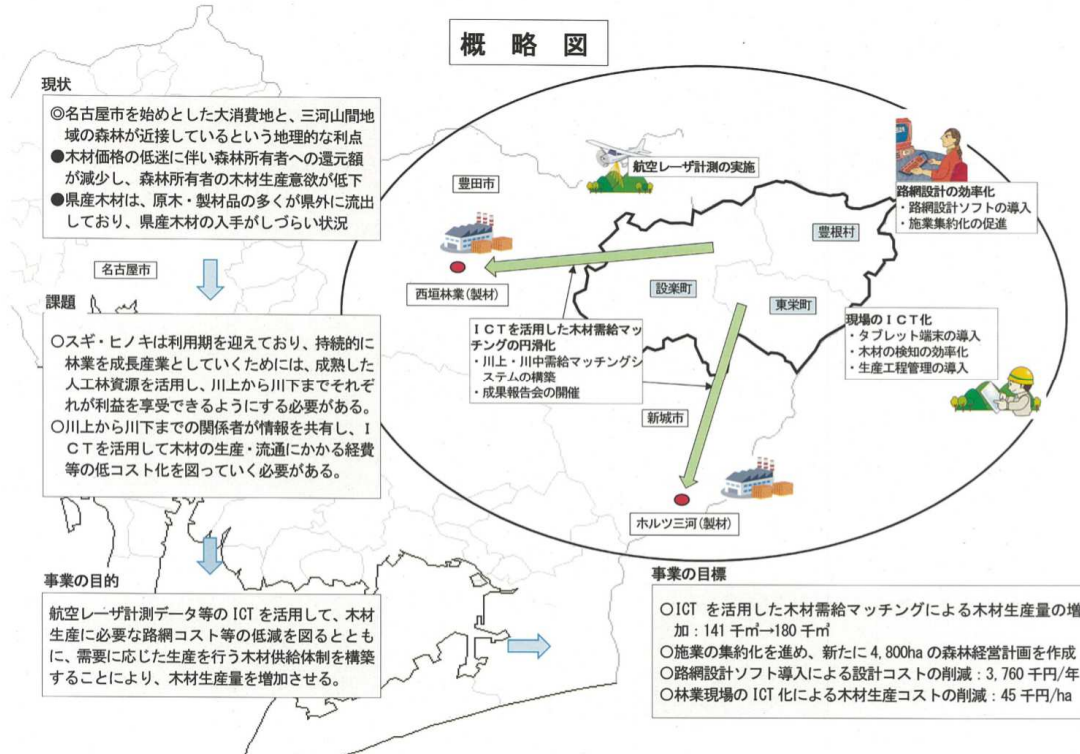


図 2.14 取り組みの全体像

表 2.18 実施概要及び数値目標

テーマ	実施概要	目標（数値）
施業集約化の効率化・省力化	航空レーザ等の高精細情報等を利用した施業集約化	森林経営計画の作成（事業3年間で約4,800ha）
	路網設計ソフトの導入による路網構築の効率化	路網設計コストの削減（3,760千円/年）
経営の効率性・採算性向上	ICT 林業活性化構想骨子を基にした具体的な実行計画の作成	木材生産コストの削減（45,000 円/ha）
	ICT 化による現場作業の効率化・省力化	
需給マッチングの円滑化	木材需給情報を共有するシステムの構築	流通コストの1割程度削減
	需給情報をやり取りするプラットフォームの立ち上げによる川上・川中のマッチング	木材生産量の増加（H32に180千 $m^3$ ）
森林情報の高度化・共有化	航空レーザ計測の実施（H30：約4,300ha、H31：約3,400ha、H32：約5,300ha）	需給マッチング、施業集約化地区の選定、路網整備計画の策定への活用
	詳細な資源情報及び地形情報の活用	

## (2) 地域協議会の構成

原木安定供給に向けた木材生産・流通協議会は、表 2.19 に示す通り北設楽郡 3 町村（設楽町、東栄町、豊根村）、愛知県（林務課、森林保全課、出先事務所）、県森連により構成されている。また、オブザーバーとして、北設楽郡内の 3 森林組合（設楽森林組合、東栄町森林組合、豊根村森林組合）が参加している。

表 2.19 原木安定供給に向けた木材生産・流通協議会

区分	所属	職名
県	愛知県農林水産部農林基盤局 林務課	課長
	愛知県農林水産部農林基盤局 森林保全課	課長
	愛知県新城設楽農林水産事務所 林業振興課	課長
市町村	設楽町産業課	課長
	東栄町経済課	課長
	豊根村農林土木課	課長
森林組合	愛知県森林組合連合会	専務理事

## (3) 取組概要

原木安定供給に向けた木材生産・流通協議会では、以下（表 2.20）に示すスケジュールに沿って取り組みを進めていく計画を立てている。

平成 30 年度においては、特に、路網設計ソフト導入の検討、「あいちの ICT 林業活性化構想」作成、航空レーザ計測による地形及び森林資源解析の 3 つについて、外部コンサルタント等とともに検討を進めている。

表 2.20 原木安定供給に向けた木材生産・流通協議会スケジュール

取組テーマ	取組事項及び概要	平成 30 年度	平成 31 年度	平成 32 年度
施業集約化の効率化・省力化	ICT を活用した施業集約化の推進 ・ 路網設計ソフトの仕様改良と施業集約化の推進	・ 路網設計ソフト導入に向けた仕様の検討 ・ 施業集約化の推進	・ 路網設計ソフトの導入 ・ 計測データを活用した施業地集約化実証	・ 路網設計ソフト改良 ・ 計測データを活用した施業地集約化実証
経営の効率性・採算性の向上	ICT を活用した林業活性化の推進 ・ 既存の「ICT 林業活性化構想骨子」を基に、具体的な実行計画の作成と木材生産現場の ICT 化の推進	・ 「あいちの ICT 林業活性化構想」の作成	・ 林業現場の ICT 化の推進	・ 林業現場の ICT 化の推進
需給マッチングの円滑化	ICT を活用した木材需給マッチングの円滑化 ・ ICT を活用した川上・川中の需給マッチングシステムの構築		・ 需給情報共有に向けた仕様等の検討	・ 需給情報共有に向けた試行
森林情報の高度化・共有化	航空レーザ計測 ・ 航空レーザ計測の実施	・ 航空レーザ計測の実施	・ 航空レーザ計測の実施	・ 航空レーザ計測の実施

### 1) 経営の効率性・採算性の向上

林業のスマート化に向けた関係者の行動指針及び具体的な行動計画となる「あいちのICT林業活性化構想」の作成を行っている。

愛知県において作成していた「活性化構想の骨子」を基に、学識経験者や林業・木材産業関係者、ICTに関係する民間事業者を構成員とする委員会を立ち上げ、県内外の林業関係者等へのヒアリングも実施しながら、愛知県のICT化の基本構想として取りまとめている。

5年目までを中期計画、6年目から10年目までを長期計画と位置付け、図 2.15 に示すように商用・実証・開発レベルの評価を行い、県や森林所有者、素材生産業者等の各プレーヤーが具体的に何を目指して行くのかについて目標を設定している。行動計画は①森林情報整備、②木材生産流通体制、③間伐事業地の選定、④林内路網の設計・整備、⑤治山事業における防災対策について作成している。スマート林業実践対策においては、①～④を実証し、①で整備した航空レーザ計測による地形情報を⑤で活用する。



図 2.15 目標時期の設定の考え方

### 2) 森林情報の高度化・共有化、施業集約化の効率化・省力化

今年度作成した行動計画①森林情報整備、③間伐事業地の選定、④林内路網の設計・整備に基づき、今後実証を行う。航空レーザ計測技術を活用することで、非常に詳細な森林資源情報(図 2.16)と地形情報の入手が可能となるため、例えば、路網整備の基本設計をする際に、崩壊危険性が高い地点を避けるなど、現地に行かなくてもある程度の現地情報が把握可能となることから、路網設計の効率化につなげることができる。

平成 30 年度は航空レーザ計測及び、地形情報を活用する路網設計ソフトの導入に向けたソフトの仕様検討を行った。



図 2.16 レーザ林相図

森林情報整備について県内の林業関係事業者にアンケートを実施した結果、表 2.21 の通り一部の森林組合は、既に UAV、地上レーザ、GIS・データベース の活用に取り組んでおり、県内において、森林情報整備の ICT 化が進みつつある状況になっていることが分かった。一方で、航空レーザについては、県が推進する航空レーザ測量が期待されている。

表 2.21 森林情報整備に対する県内の林業関係事業者の意見

期待すること	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ UAV による広範囲の林相情報の収集（森林組合）</li> <li>・ UAV（林内飛行）による地上レーザでの立木情報の収集（森林組合）</li> <li>・ 造材作業等、材積管理の活用に期待している。（森林組合）</li> <li>・ 森林整備における県・市等からの発注・委託を受けての測量・調査業務の効率化及び高速化を図る上で有効と思われる。（森林組合）</li> <li>・ 現在行われているスポット調査と比較してより高精度なデータ提供につながるものと期待している。（森林組合）</li> <li>・ 航空レーザによる詳細な地形図、広範囲での森林資源量の把握・林相情報のデータを活用したい。（森林組合）</li> <li>・ 得られたデータを GIS で運用できるようにしてほしい。（森林組合）</li> <li>・ 地上レーザで立木の詳細情報を得ると同時に測量に応用したい。（森林組合）</li> <li>・ 立木の情報収集に活用したい。（木材流通業者）</li> </ul>
--------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



取り組めること	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ UAV を所有しているので、情報の収集に活用したい。(森林組合)</li> <li>・ 当組合では資金が足りないので、個別で取り組むことは不可能だが、県及び市町村とともに取り組む予定である。(森林組合)</li> <li>・ 地上レーザによる現地調査の高精度化に取り組む。(森林組合)</li> <li>・ GIS、DB を用いた施業管理と事業地確保に取り組む。(森林組合)</li> <li>・ GNSS によるコンパス測量に変わる GPS 測量を検討する。(森林組合)</li> <li>・ 既にクラウド GIS を活用している。これは資源情報が更新されにくい状況のため、ドローン等による情報取得を自動化することでより活用しやすいものになるのではと考えている。(森林組合)</li> </ul>
すでに取り組んでいること	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ UAV を使用した植林地の見回りに取り組んでいる。(森林組合)</li> <li>・ 地上レーザを用いて森林状況の定量把握に取り組んでいる。(森林組合)</li> <li>・ 地上レーザについて、導入はしていないが、立木調査の効率化を目的に、デモンストレーションに参加する等、技術情報を研究している。(木材加工業者)</li> </ul>
将来的に実施可能と思われるもの	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ UAV を使用した造林事業地の施業前後の写真撮影が実施可能である。(森林組合)</li> <li>・ 愛知県の進める航空レーザ測量のデータを活用して、山林調査業務に取り組む予定である。(森林組合)</li> <li>・ 森林情報を GIS・DB で管理・運用し、間伐事業へつなげる。(森林組合)</li> <li>・ 森林情報を得るための地上レーザと GPS を有効活用する。(森林組合)</li> </ul>

### 3) 需給マッチングの円滑化

今年度作成した行動計画②木材生産流通体制に基づき、今後実証を行う。航空レーザ計測データ等の ICT を活用して、需要に応じた生産を行う木材供給体制を構築することにより、木材生産量を増加させる。タブレット端末の導入により、木材検知の効率化と生産工程管理を行い、現場の ICT 化を推進する。今年度は、来年度以降の実証計画を作成した。

#### 【実証計画】

需要側と供給側に必要な情報・提供可能な情報の検証項目

- ・ 川中の木材需要情報の事前収集（樹種、径級、長さ、数量、納入時期）
- ・ 川上の木材生産情報の提供（需要に対するマッチング度合いの検証）

検討項目

- ・ 参加者（全県、モデル地域、川上・川中・川下 等）
- ・ 情報の収集項目（所有者、素材生産業者、質（ABC 区分、曲がり、腐れ）、サイズ、量、受け渡し場所、時期、価格 等）
- ・ 情報公開の範囲の設定（所有者情報等）
- ・ マッチングシステムの担い手
- ・ 与信機能を担う事業者 等

## 2.4.2. 専門知識の提供及び指導・助言

協議会には表 2.22 の日程で訪問し、表 2.23 に示す指導・助言を行った。

表 2.22 原木安定供給に向けた木材生産・流通協議会等への訪問日程

年月日	打合せ概要	参加委員
2018年7月20日	電話ヒアリング	—
2018年8月10日	初回ヒアリング	—
2018年9月13日	第一回協議会	—
2018年9月20日	あいちのICT林業活性化構想第一回検討委員会	—
2018年12月26日	第二回協議会	鹿又委員
2019年3月14日	打合せ	—

表 2.23 原木安定供給に向けた木材生産・流通協議会等への主な指導・助言のポイント

区分	指導・助言のポイント
ICT化の方向性について	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 事務作業をどこまで効率化するか視点が必要である。</li> <li>・ 路網設計ソフトの導入によってどこまでコストが下げられるのか等の観点が必要ではないか。</li> <li>・ 目標値をもっと詰めて考えた方が良いと思われる。</li> <li>・ 森林組合の普段の業務を見て、どこに注目するかを検討した方が良い。</li> <li>・ どういうシステムを入れるかよりも、どのようなデータを作るのかに注目した方がよい。</li> <li>・ 現場の負担にならないような取り組みを進めていかないといけない。行政、現場双方がWin-Winになる方向性を考えないといけない。</li> <li>・ スマート林業を進める上でボトルネックとなるのはやはり通信環境や所有者、境界情報等である。この部分をどうするか検討する必要があるだろう。</li> <li>・ 流通等の範囲（供給先等）が小さければ、必ずしもICT化する必要はない。ただし、規模が大きくなれば必要になってくる。そこも想定しながら検討していくべきだろう。</li> </ul>
データの利用方法について	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ データをどのように更新していくのかが今後大きな課題となってくるだろう。レーザの場合、地表面の情報は利用しつづけられるだろうが、上部は立木の成長や施業によって変化してしまう。効果的だと考えているのは、航空写真やドローン写真等で資源量を更新していく手法である。手法自体は確立している。</li> <li>・ AIは航空写真の樹種判別や丸太の検知等には利用され始めているが、それ以外の部分にはまだ導入が進んでいない。AIを利用するには、学習させるビッグデータが必要となる。データの量と質が重要となるため、そのような点も</li> </ul>

	<p>検討した方が良いだろう。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ レーザはどのように成長を考えるのかがまだ決まっていない。レーザは取得した瞬間から劣化が始まるため、何かしらの方法を考えておかないと、データを何度も取得しなければいけなくなる。ある程度写真が蓄積（オーバーレイ）した段階で更新する、といった考え方もあるだろう。</li> <li>・ スギであればレーザの方が現場よりも良いが、ヒノキは難しい。今後の計測方法についても考えた方が良いだろう</li> </ul>
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

今年度の実施内容としては、計画策定に係る調査及び航空レーザ計測を主としているため、外部への委託業務が大勢を占めているが、来年度から開始される実証においては委託事業の結果を踏まえて地域協議会が主体的に取り組む必要がある。補助事業終了後も成果が継続して地域で活用されるためには、林業事業体が積極的に ICT 技術に取り組むことが必要である。現在、協議会は県、町村、森林組合連合会のみから構成されているが、林業事業体や木材需要者である製材工場等の参加も促す必要があると考えられる。

## 2.5. 山口県 やまぐちスマート林業実践対策協議会

やまぐちスマート林業実践対策協議会の取り組みについて、同協議会のスマート林業実践対策全体事業計画書（平成 30 年 4 月）、平成 30 年度スマート林業構築普及展開事業報告会発表資料（平成 31 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。

### 2.5.1. 地域協議会の取組概要

#### (1) 取組目標

やまぐちスマート林業実践対策地域協議会は、山口県内で製材工場の設備拡大や新たなバイオマス発電所が稼働するため、川上側が確実な木材の供給を求められている課題に対応することとしている。また、これまで山口県で取り組んでいた「需給マッチング円滑化に向けた原木 SCM クラウドシステム基本設計」や「施業集約化に資するツール開発（森林資源情報収集・活用支援システム）」などのスマート林業の基礎作りの成果を踏まえ①地上レーザ・ドローンを活用した森林資源情報の把握、採材支援システムの開発、②施業提案、計画作成、作業工程・日報管理等をタブレットアプリ等の新たな ICT 導入を行うことにより森林施業の効率化・省力化を図り、需要に応じた木材供給量の拡大を図ることを目指している。実施概要及び数値目標は表 2.24 の通りである。

表 2.24 実施概要及び数値目標

テーマ	実施概要	目標(数値)
施業集約化の効率化・省力化	地上レーザ計測の高精度な資源情報や地形情報及び採材計画・路網計画作成支援システムを用いて、「立木在庫の見える化」を実施。	・6.4 万 m <sup>3</sup> の立木在庫情報の見える化 ・施業集約、路網設計にかかる人件費を 3 割削減
	施業提案手法の確立、路網計画作成支援システムによる施業集約を効率化。	【採材計画策定支援システム】 ・施業集約により事業地を年間 160ha 確保
		【路網計画作成支援システム】 ・施業集約により事業地を年間 160ha 確保
	ドローン計測による写真情報から単木資源データ解析を行い、「立木在庫の見える化」を実施。	・6.4 万 m <sup>3</sup> の立木在庫情報の見える化
経営効率・採算性向上	タブレット等の日報管理システム、現場作業データの集計・分析を行い、事業地単位での進捗管理業務を省力化。	・素材生産性を 50%向上
	日報管理システム、作業工程管理システムにより「生産現場の見える化」、「生産コストの適正化」等を実施。	・素材生産性を 50%向上
	山土場検収システムやハーベスタの検知機能システムにより原木在庫の見える化を実施。	・配送コストを 45%削減

## (2) 地域協議会の構成

やまぐちスマート林業実践対策地域協議会は、図 2.17 に示す通り県（行政、研究機関）と 4 市町村、森林組合連合会、4 森林組合、3 林業事業者により構成されている。H30 年度は、山口県北部木材センターの集荷範囲の県北部地域を対象としており、H31 年度以降に、全県へ段階的に展開しつつ、メンバーを拡大する予定である。

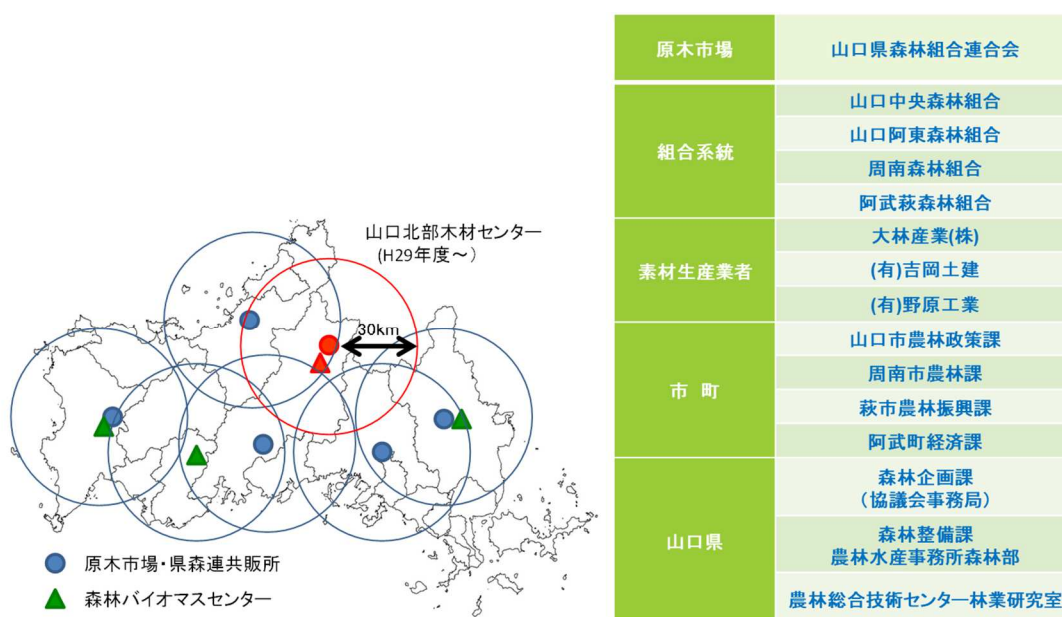


図 2.17 やまぐちスマート林業実践対策協議会の構成

## (3) 取組概要

### 1) 立木在庫の見える化と施業集約（施業集約化の効率化・省力化）

地上レーザ計測やドローンによる写真計測・レーザ計測を行うことにより、従来の人による調査よりも省力化しながら高精度な資源情報や地形情報を得ることができる。これらのデータを採材計画・路網計画作成支援システムを用いて解析・収支計算等を行うことにより「立木在庫の見える化」を実現することを目標としている。

また採材計画・路網計画作成支援システムを用いることにより、「立木在庫の見える化」と同時に、事業者が精度の高い収支計画を作成することができる。事業者は、作成した収支計画を、タブレット等を活用した施業提案システムを用いて森林所有者への施業提案・施業計画作成支援に活用し、施業集約の効率化を行う。



図 2.18 立木在庫の見える化と施業集約化のイメージ

### 1 地上レーザ、ドローンによる計測

協議会員の事業地を下記の機器によりそれぞれ計測を行った。

- ・地上レーザ「OWL」 7箇所、約 11.2ha
- ・ドローンによる写真計測 1箇所、約 11.6ha
- ・ドローンによるレーザ計測 1箇所、約 11.0ha

計測箇所は、伐採後、計測したデータと出材材積を比較することにより、それぞれの計測機器について精度検証を行う。また、OWLについては、伐採前の現地調査についても、OWLを用いることにより効率化が実現しているかどうか、農林技術センター林業技術部により検証を行った。

人力による毎木調査と比較した場合（表 2.25）、OWLの作業効率は2.7倍であった。また、立木密度が高いほど作業効率が高くなることも分かった。

毎木調査の人件費削減効果（表 2.26）は63%であり、今後施業集約や路網設計にかかる人件費を検証し、施業前にかかる人件費30%削減を目指す。

表 2.25 作業効率について人力と地上レーザの比較

作業効率(ha当たり換算)1,200本/haの場合		
区分	作業時間(時)	作業効率(%)
毎木調査(人力)	20.1	100
地上レーザ(OWL)	7.4	272

表 2.26 人件費削減について人力と地上レーザの比較

人件費削減効果(ha当たり換算)1,200本/haの場合			
区分	人件費(円)	削減費(円)	削減率(%)
毎木調査(人力)	90,000		
地上レーザ(OWL)	33,600	56,400	63%



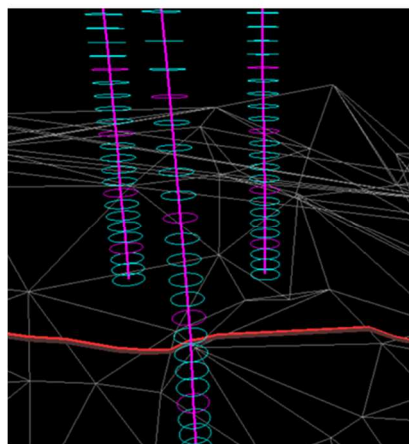
図 2.19 地上レーザ「OWL」での計測実施状況

## 2 採材計画策定支援ソフト

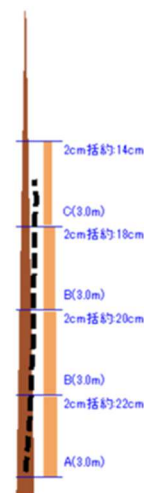
今年度は、地上レーザ「OWL」の開発・販売を行っている㈱アドイン研究所と地上レーザ計測により取得したデータと連携した採材計画作成支援システムを開発することにより、簡易に収支予測を実施できるシステムを構築した。

当該システムでは、OWLで取得できるそれぞれの高さでの直径、矢高などのデータから末口の直径やA材（直）、B材（小曲）、C材（曲がり）などを判断することができる。また、それぞれの最新の市場価格を入力することで立木1本1本の材積や販売金額を予測できる。これにより、「立木在庫の見える化」から「立木資産の見える化」が可能となった。

今後は、精度検証を行い、システムの改良を進めるとともに、施業集約の効率化を進めていく。



OWLの単木単位の「細り」、「曲り」表現



計算後の単木毎の採材表現

図 2.20 システムのイメージ

表 2.27 ソフトでの計算例 径級・等級ごとの一覧

長さ	等級	直		小曲		曲	
	末口径(cm)	本数	材積	本数	材積	本数	材積
3m	14~15	411	24.17	15	0.88	0	0.00
	16~17	261	20.04	177	13.59	8	0.61
	18~19	151	14.68	115	11.18	13	1.26
	20~21	123	14.76	73	8.76	7	0.84
	22~23	85	12.34	55	7.99	3	0.44
	24~25	55	9.50	28	4.84	0	0.00
	26~27	32	6.49	17	3.45	2	0.41

表 2.28 ソフトでの計算例 採材シミュレーション毎の計算結果一覧

樹種	等級	価格優先		長さ優先		長さ確定	
		材積(m <sup>3</sup> )	合計(円)	材積(m <sup>3</sup> )	合計(円)	材積(m <sup>3</sup> )	合計(円)
スギ	直	167.12	2,095,000	171.66	2,148,957	154.77	1,943,685
	小曲	112.15	1,274,635	94.99	1,083,590	86.19	997,664
	曲	30.96	261,779	25.61	194,257	21.66	157,537
	バイオ	67.66	345,067	86.72	442,280	109.36	557,713
	全合計	377.89	3,976,481	378.98	3,869,084	371.97	3,656,599

### 3 路網設計支援ソフトについて

今年度は、住友林業株式会社が販売している路網設計支援ソフト「Forest Road Designer」を導入した。

当該システムは、地上レーザ「OWL」で計測した精密な地形データや国土地理院が発行している5mの地形データを解析することにより、縦断勾配や幅員などの設計条件を満たす線形案を自動で作成することができる。作成した線形案をSHPデータやKMLデータとして出力することもできるため、GPS等に搭載して現地踏査を行うことも可能となっている。また、作成した線形案は、路線長や作設にかかるコストも算出することができる。

今後は、路網設計支援ソフトで作成した線形案の実証結果等を踏まえて、システムの改良等の要望を検討していく。

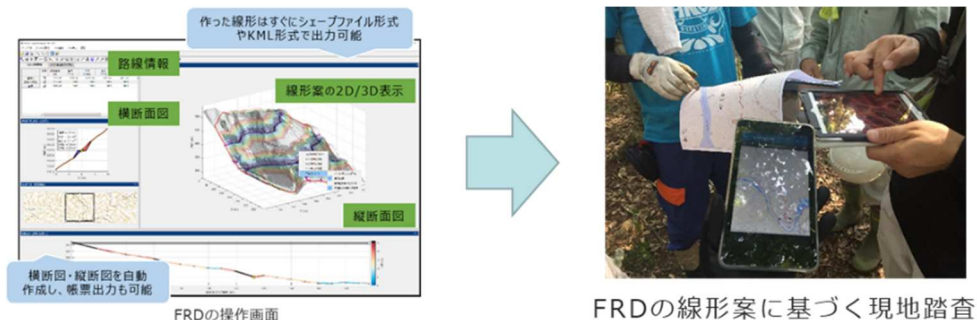


図 2.21 路網設計支援ソフトのイメージ



#### 4 タブレット端末による森林情報の位置確認、施業提案システムの活用、事業単位での進捗管理

今年度は、平成27年度に山口県で導入した提案営業支援アプリケーション「SPIRIT OF FORESTER」を用いて採材計画策定支援システムや路網設計支援ソフト等により計算した施業にかかる収支を森林所有者へ施業提案することとしている。

また、山口県で整備しているやまぐち森林資源情報システムもタブレット上で稼働させることにより、山林現場で閲覧・活用することとしている。

今後は、一連の工程を通じた現地実証を行うことでシステムの改良、それぞれのシステム間のデータ連携（互換性の確保）を進めることで、運用体制の確立を図る。

#### 2) 生産現場の見える化・原木在庫の見える化による経営効率化（経営の効率性・採算性の向上）

日報管理システム・作業工程管理システムを開発・導入することにより、進捗管理の業務を省力化、それぞれの作業者の工程や現場ごとの人工数を分析することができるようになることから、「生産現場の見える化」、「生産コストの適正化」等の実施を目指すとしている。

今年度は、それぞれのシステムについて、来年度に導入または開発を行うためにシステムの選定、システム内容の検討を行った。今後、事業体が活用しやすいよう事業体の特性に適したシステムを導入し経営効率化を図る。



図 2.22 生産現場の見える化による経営効率化のイメージ

## 2.5.2. 専門知識の提供及び指導・助言

協議会には表 2.29 の日程で訪問し、表 2.30 に示す指導・助言を行った。

表 2.29 やまぐちスマート林業実践対策協議会訪問日程

年月日	打合せ概要	参加委員
2018年7月25日	協議会（オブザーバー参加）	—
2018年7月25日	初回ヒアリング	—
2018年12月12日	事務局との意見交換会	高橋委員
2018年12月13日	山口県森連に向けて高橋委員より講演	高橋委員
2019年02月19日	打ち合わせ	—

表 2.30 やまぐちスマート林業実践対策地域協議会への主な指導・助言のポイント

テーマ	指導・助言のポイント
全体を通して	<ul style="list-style-type: none"> <li>様々なシステムを導入しているため、事業者が使用しやすいようにデータの互換性を意識することが重要である。</li> </ul>
施業集約化の効率化・省力化	<ul style="list-style-type: none"> <li>地上レーザ「OWL」は、全県展開するためには、プランナーの人件費等の削減と導入コストの費用対効果を検証することが必要。</li> <li>採材計画策定支援システムについて、現場で採材しやすいようなシステムになると良いのではないか。</li> </ul>
経営効率・採算性向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>日報管理システムについて、クラウドで共有できるということを利用して新たな価値観を見出すことが大事なのではないか。</li> </ul>

山口県では、本事業にて、地上レーザ「OWL」、採材計画策定支援システム、路網設計支援ソフトなど様々な会社のシステムを開発、導入する計画がある。事業者が使いやすいシステムにするには、それぞれのシステムで使用するデータの互換性の確保が必要である。今年度の実施目標であった「立木在庫の見える化と施業集約化」については、それぞれで取得したデータが施業提案システムまで活用できることが実証された。

地上レーザ「OWL」については、精密なデータが取得できるが、通常の人による調査に比べて時間を要する可能性がある。また、機器導入コストも勘案しなければならない。山口県全体に普及させるためには、プランナーの施業提案を行うコストの削減や立木購入価格の上昇などの費用対効果を検証する必要がある。

採材計画策定支援システムは、材長優先や販売金額優先など複数のパターンで計算できるようになっており、事業者の意向に沿った形で採材をシミュレーションできる。

日報管理システムについて、施業管理や現場での人工数をクラウドで複数の人間が閲覧できるということが大きな導入メリットである。また、従業員の給料計算等に使えるシステムになると、事業者が有効活用できる可能性が高まる。単なるシステム導入のみにとどまらず、実効性の高い作業計画を立案し（Plan）、計画を意識した施業を行い（Do）、出力

された結果を分析して作業のボトルネックを把握（Check）したうえで、生産性向上のための対応策を講じて（Action）、次の現場に活かす（Plan・Do）、という PDCA サイクルまでを含めた実証が必要である。

## 2.6. 熊本県 球磨地区中央林業活性化協議会

球磨地区中央林業活性化協議会の取り組みについて、同協議会のスマート林業実践対策全体事業計画書（平成 30 年 4 月）、平成 30 年度スマート林業構築普及展開事業報告会発表資料（平成 31 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。

### 2.6.1. 地域協議会の取組概要

#### (1) 取組目標

球磨地区中央林業活性化協議会が事業を行う地域（人吉市、錦町、あさぎり町、山江村）では、担い手の減少や高齢化、木材価格の低迷等による林業経営意欲の減退等により、保育・間伐等の適正な施業及び管理が行われていない森林や、伐採後に植栽が行われない森林の増加が懸念される状況にある。

球磨地区中央林業活性化協議会では、高精度森林情報をクラウドで整備し、様々なシステムと連携し施業集約計画の効率化、現場進捗管理、需給のマッチングの効率化等を図ることで、生産・流通段階の作業の効率化を目指している。

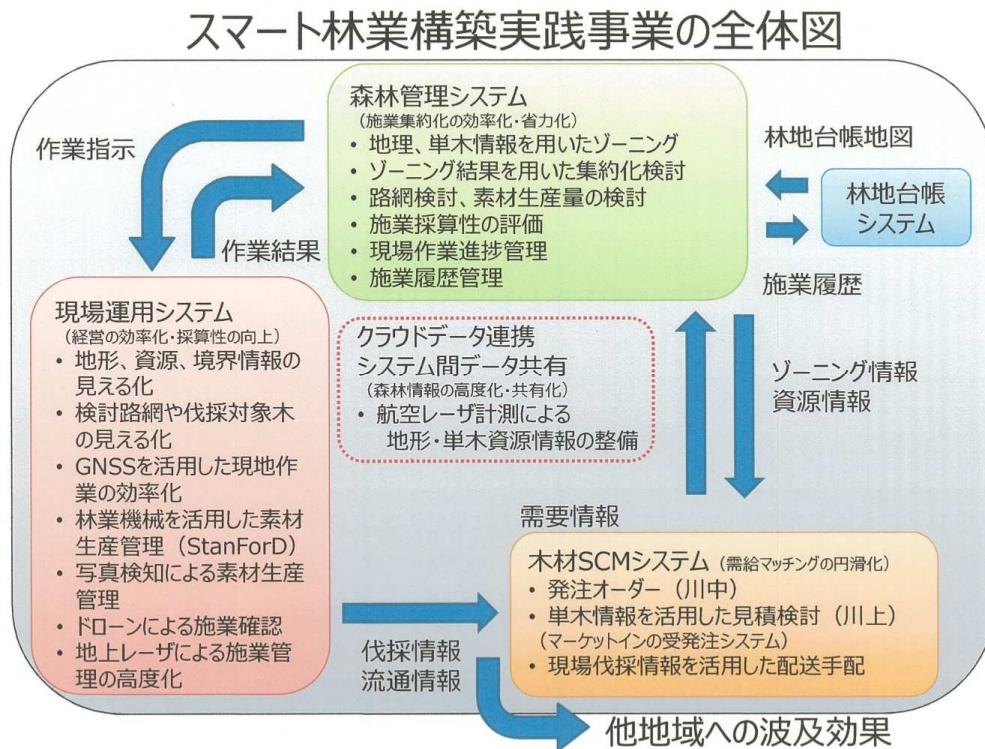


図 2.23 球磨地区中央林業活性化協議会の全体図

表 2.31 球磨地区中央林業活性化協議会の実施概要及び数値目標

テーマ	実施概要	目標（数値）
施業集約化の効率化・省力化	航空レーザ解析結果を利用したゾーニングにより経済林を施業集約化検討地区として抽出	施業集約化範囲を対象に機械の稼働率を向上させる
経営の効率性・採算性向上	タブレット端末利用による作業工程記録の見える化	現地作業の効率化による人件費削減（40%）
	丸太写真検知アプリによる素材流通情報の取得	
	StanForD を活用した素材情報による配送手配への活用	
	地上レーザ計測による施業管理	
需給マッチングの円滑化	単木情報を用いた素材生産見積もり計算機能を活用したマーケットイン型の素材生産の検討	人吉球磨ヒノキの需要拡大 木材 SCM の確立による 1,000～2,000 円/m <sup>3</sup> のコストダウン
森林情報の高度化・共有化	航空レーザ計測の実施（未取得エリア）	1,000～2,000 円/m <sup>3</sup> のコストダウン
	ドローン・地上レーザ等の森林クラウドへの登載	

## （２） 地域協議会の構成

球磨地区中央林業活性化協議会は、表 2.32 に示す通り、県、市町村、民間の事業者等、大学の 12 者により構成されている。また、オブザーバーとして、熊本南部森林管理署（国有林）が参加している。

表 2.32 球磨地区中央林業活性化協議会の構成

区分	所属	職名
県	熊本県南広域本部 球磨地域振興局	農林部長
市町村	人吉市	市長
	錦町	町長
	あさぎり町	町長
	山江村	村長
林業事業者・原木市場・製材工場等	くま中央森林組合	代表理事組合長
	有限会社足達林業	代表取締役
	有限会社石松樹苗園	代表取締役社長
	株式会社くまもと製材	総括部長
	株式会社人吉素材流通センター	専務取締役
	肥後木材株式会社	人吉支店長
大学	鹿児島大学	農学部農林環境科学科 教授

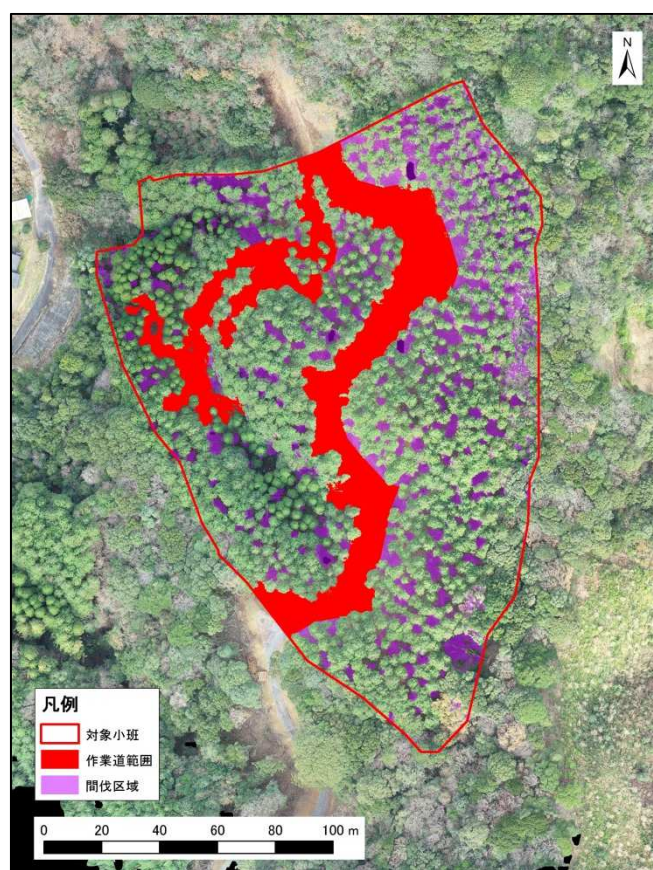
### (3) 取組概要

球磨地区中央林業活性化協議会では、平成 30 年度においては、特に、施業集約化の効率化・省力化、丸太写真検知アプリによる実証、タブレット端末の活用、航空レーザ計測の実施・データの活用についての検討を進めている。

#### 1) 施業集約化の効率化・省力化

集約化 110ha (全体計画) のうち、レーザ解析が終了した人吉市分 20ha について、解析結果を基にした事業先行計画を立て、ゾーニングを実施し、集約化候補区域 (10ha) を選定している。また、候補区域に対して意向調査を行い、間伐事業を実施している。(計画：2 団 20ha、実施：1 団地 14.63ha)

間伐前の航空レーザ解析結果と間伐後のドローン写真解析結果の比較により間伐率を求めたところ、実際の間伐率 (30%) に対し、31.0%という結果を算出できた。



	間伐前本数 (航空レーザ)	間伐後本数 (ドローン写真)	間伐率
	立木本数(本)	立木本数(本)	
スギ	240	190	20.8%
ヒノキ	1551	1,045	32.6%
計	1,791	1,235	31.0%

図 2.24 間伐区域と間伐率

## 2) 経営の効率性・採算性向上

タブレット・スマートフォンに丸太写真検知アプリ「iFOVEA」(アジア航測株式会社)を実装し、錦町の実際の土場において試用している。

また、航空レーザ解析結果等を搭載したタブレット 8 台を各事業者等に配布し、航空レーザ解析結果等を現場確認しながら作業を行っている。使用ソフトは「Forest Track」(アジア航測株式会社)である。

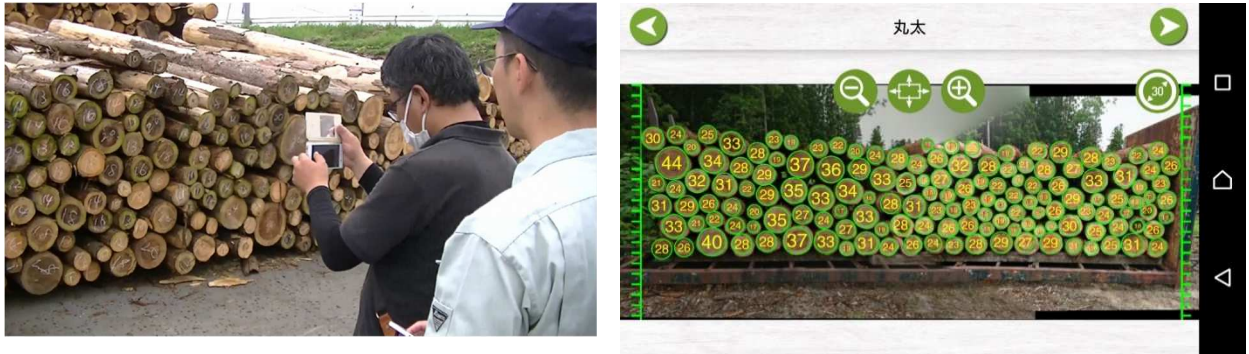


図 2.25 丸太写真検知アプリ「iFOVEA」

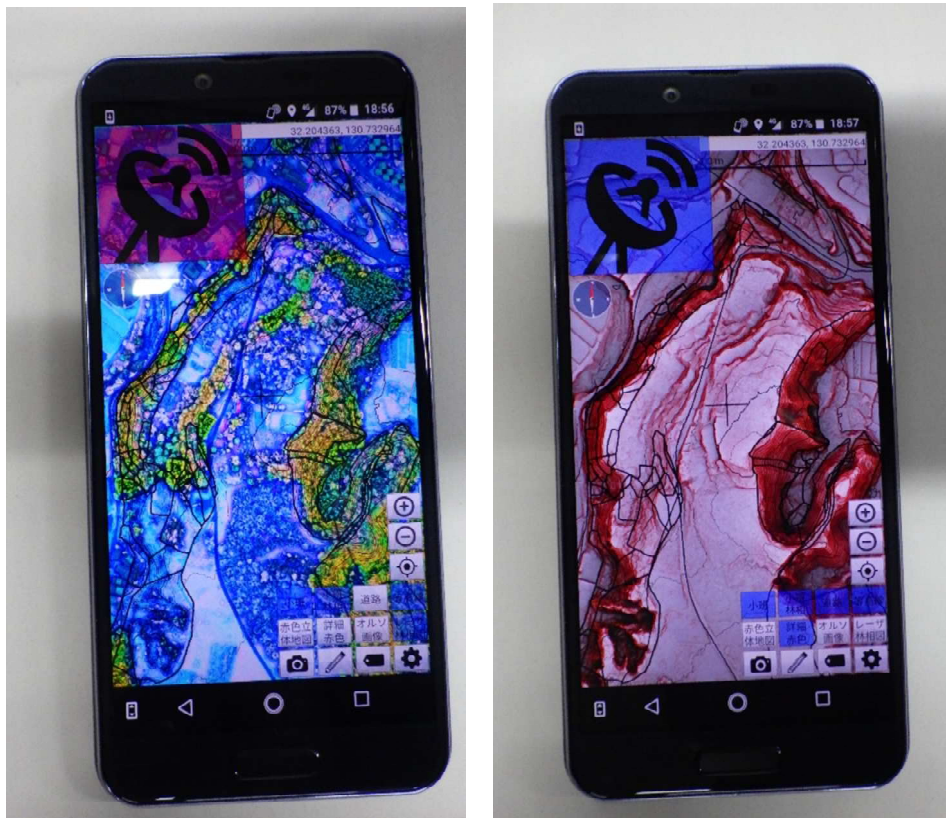


図 2.26 「Forest Track」でのレーザ解析結果の表示

### 3) 森林情報の高度化・共有化

計測済みの航空レーザデータを利用し、解析データ活用のための研修を2回実施している。



図 2.27 研修の様子

#### 2.6.2. 専門知識の提供及び指導・助言

協議会には表 2.33 の日程で訪問し、表 2.34 に示す指導・助言を行った。

表 2.33 球磨地区中央林業活性化協議会訪問日程

年月日	打合せ概要	参加委員
2018年7月31日	初回ヒアリング	—
2018年12月14日	第2回ヒアリング／現地視察	露木委員
2019年3月14日	打合せ	—

表 2.34 球磨地区中央林業活性化協議会への主な指導・助言のポイント

テーマ	指導・助言のポイント
全体を通して	<ul style="list-style-type: none"> <li>事業年度ごとの実証について定量的な評価が必要なため、実証を計画する際に評価方法をよく検討するように。</li> </ul>
ICT化の方向性について	<ul style="list-style-type: none"> <li>AIやIoT機器の導入のためには、元となるビッグデータが必要となる。今の内に、選木や伐倒技術をデータ化する取り組みを行った方が良いだろう。</li> </ul>
データの利用方法について	<ul style="list-style-type: none"> <li>林業事業者が施業（間伐）を行う際には、現場で粗密度等を判断している。航空レーザでは、森林簿では分からない小班内の粗密度等のばらつきが把握できるため、森林クラウド等で共有することで施業前に机上検討できるようになるだろう。</li> <li>地上レーザの単木の位置情報等は、将来、自動運転のIoT機械が入る際には重要となるだろう。</li> </ul>



## 3章. 取組成果の普及展開

### 3.1. 実施概要

取組成果の普及展開のため、他分野も含めた ICT 先端技術の活用事例、林業における ICT 活用の全国及び海外の先進事例を調査し、別途事例集を作成するとともに、説明会を開催した。

### 3.2. ICT 等の先端技術の活用可能性調査

#### 3.2.1. 調査方法

将来的に林業分野に活用することを視野に、他の分野における ICT 等の先端技術の活用事例を文献調査もしくは現地調査により調査した。それぞれの技術について、技術開発段階、実証段階、実用段階の別を示すとともに、林業への活用可能性を示した。

対象とした分野と選定理由については表 3.1 の通りである。

表 3.1 調査対象分野と選定理由

分野	選定理由
農業	林業の苗木生産に近い環境であり、参考となる。
建築土木	林業における路網作設などの土工、伐採時に使用する重機等に共通点があり、参考となる。
流通分野	林業におけるトラック配送の参考となる。
情報通信	通信基盤が整備されていない森林域でも利用可能な通信技術として参考となる。

#### 3.2.2. 農業分野

##### (1) トラクター等の農業機械の自動走行(実用段階)

##### 1) 技術概要

表 3.2 トラクター等の農業機械の自動走行概要

技術概要	耕うん整地を無人機で、施肥播種を有人機で行う有人－無人協調作業を実施
実施主体	北海道大学、ヤンマー等(北海道岩見沢市)
参考文献、出典等	株式会社クボタ HP( <a href="http://www.kubota.co.jp/">http://www.kubota.co.jp/</a> ) スマート農業の実現に向けた取り組みについて、未来投資会議 構造改革徹底推進会合 農林水産省提出資料
問合せ先等	株式会社クボタ HP( <a href="http://www.kubota.co.jp/">http://www.kubota.co.jp/</a> )

## 2) 当該分野における活用効果等

1人で複数台(最大5台)のトラクターを操作可能(マルチロボット)であり、オペレーターの人件費を削減可能である。限られた作付期間の中で一人あたりの作業可能な面積が拡大し、大規模化が可能である。株式会社クボタより国内で初の無人自動運転トラクター(アグリロボトラクタ SL60A)が販売されている。

## 3) 林業分野での利活用の可能性

運搬車両の自動走行は、作業人工を減らすことが可能であるため林業分野でも望まれる技術である。フォワーダの遠隔操作並びに自動走行機能の実証試験が行われており<sup>1</sup>、快適性及び安全性について高い評価が得られた。

一方、SL60Aに使用されている方式と同様のRTK(Real Time Kinematic)測位を行っているにもかかわらず、林内であるため、自動走行に必要なGNSS計測精度を確保することが難しいことが明らかになっている。フォワーダを走行させる作業道は、斜面上の等高線に添わせて作ることが多く、一度の操作ミスで転落し大事故を引き起こすことから、路線を外れずに確実に自動走行させる技術の開発が望まれる。

有人-無人協調作業(随伴型)のシステムについては、フォワーダにおいて、まだ実証試験等が行われていないが、1サイクルで土場に運搬可能な材が増えることで、生産性が増加する可能性がある。前述の遠隔操作かつ自動走行システムと比較して、見える範囲に自動走行機があることから転落に対する安全性は増すと考えられ、実用化が期待される。

## (2) 精密農業による多収量・高品質な農作物生産(実用段階)

### 1) 技術概要

表 3.3 精密農業による多収量・高品質な農作物生産概要

技術概要	農地の気候や土壌、農作物の状態をきめ細かく観察・管理することで生産性と品質の向上をはかる農業管理手法
実施主体	株式会社OPTiM、株式会社セラク等をはじめ多数
参考文献、出典等	株式会社OPTiM HP( <a href="https://www.optim.co.jp/agriculture">https://www.optim.co.jp/agriculture</a> )
問合せ先等	株式会社OPTiM HP( <a href="https://www.optim.co.jp/agriculture">https://www.optim.co.jp/agriculture</a> )

精密農業を実現するサービスは、各社により異なるが、ここでは、株式会社OPTiMが行っているサービスについて概説する。株式会社OPTiMは、AI・IoTのソリューションを複合的に提案することで、精密農業を実現している(表 3.4)。

<sup>1</sup> 毛綱ら(2016) 遠隔操作機能と自動走行機能によるフォワーダの操作支援技術の開発  
森林総合研究所研究報告 Vol.15, No.4 (No.440) 91 - 102

表 3.4 株式会社 OPTiM が提供する精密農業サービス

サービス	概要
圃場情報管理サービス	ドローン画像やマルチスペクトルカメラを用いた生育分析。ディープラーニング技術を用いた病害虫発見システム。
ハウス情報管理サービス	ハウス内に設置されたセンサーの解析とスマートフォンで連続撮影した位置情報を含む画像データの解析によるトマトの収量予測。
ロボティクスサービス	分析用画像収集を目的とした固定翼型並びにマルチコプター型ドローン、陸上走行型ロボットの提供
農作業記録・GAP 取得サービス	自動音声入力により、簡単に農作業記録を実践。GAP 取得に必要な農作業情報をスマートフォンやタブレット、パソコンどこからでも共有・確認が可能。
OPTiM スマート農業で栽培された野菜	IoTにより生育過程がトレースされた安心・安全な野菜における栽培履歴に応じたコンテンツの提供。
ブロックチェーンを活用したトレーサビリティプラットフォーム	最新の技術であるブロックチェーンを活用し、各履歴を分散型 DB で共有管理することで、「オープン」、「高効率」、「高信頼」なサプライチェーンを実現。

## 2) 当該分野における活用効果

既存の農業と比較し、生産性、使用農薬の低減、トレーサビリティ等様々な面における製品(栽培作物)の質の向上が可能である。また、株式会社 OPTiM では、これらのシステムを用いて栽培された野菜を、直接買い取り販売することで、農業従事者の収益性を担保するということにも取り組んでいる。

## 3) 林業分野での利活用の可能性

ドローン等のロボティクスサービスは既に林業においても利用が始まっているように大いに活用の可能性がある。圃場情報管理サービスで利用されているディープラーニング技術を用いた画像解析は、空中写真を用いた樹種分類等に利用できる可能性が高い。資源量調査については、既に専用ソフトウェア Forest Scope<sup>2</sup>の提供が開始されている。このソフトウェアは、ドローン画像から樹高、本数、位置座標、面積計測、立木材積推定が可能である。また、農作業記録・GAP 取得支援サービスは、歩掛野帳の作成や作業者の育成等に利用可能性がある。

既に林業分野へ取り入れられている技術も多くあり、センサー等による精密な計

<sup>2</sup> <https://www.optim.co.jp/news-detail/38379>, 株式会社 OPTiM プレスリリース

測に基づく栽培環境の管理は、林業においても育苗、特にコンテナ苗生産には活用可能である。住友林業株式会社のコンテナ苗生産には、ハウス内の温湿度、土壌水分等の環境モニタリングシステムである株式会社セラクの「みどりクラウド」が導入されている。一方、植栽後の長期の育林期間中における必要性は低い可能性がある。

また、トレーサビリティやサプライチェーンの構築は林業においても重要な項目ではあるが、表 3.4 に示すサービスでは、栽培過程の記録によるものが主であり、林業においては異なるシステムを考案する必要があるだろう。

### (3) 農業用アシストスーツによる軽労化(実用段階)

#### 1) 技術概要

表 3.5 農業用アシストスーツによる軽労化概要

技術概要	重量物の持ち上げ、運搬、傾斜地歩行、階段昇降、中腰作業等の軽労化
実施主体	株式会社クボタ(WIN-1)、共同事業体(和歌山大学システム工学部、和歌山県工業技術センター, WAS-LiBERo®)等多数
参考文献、出典等	クボタ 電腦スクエア HP( <a href="https://www.jnouki.kubota.co.jp/">https://www.jnouki.kubota.co.jp/</a> )
問合せ先等	クボタ 電腦スクエア HP( <a href="https://www.jnouki.kubota.co.jp/">https://www.jnouki.kubota.co.jp/</a> )

#### 2) 当該分野における活用効果

農業を行う際に必須作業となる重量物の持ち上げ、運搬、傾斜地歩行、階段昇降、中腰作業等の軽労化が見込まれる。既に、株式会社クボタ(WIN-1)から販売されており、メーカー希望小売価格 1,144,800 円(税込)である。

#### 3) 林業分野での利活用の可能性

林業分野においては、住友林業株式会社、(国研) 森林研究・整備機構 森林総合研究所、株式会社 ATOUN、国立大学法人 奈良先端科学技術大学院大学がコンソーシアムを構成し、重量物を背負った状態における急な斜面の昇り降りをサポートする林業用アシストスーツの研究開発を進めている。林業の現場は多種多様な地形や路面状況のため、農業、物流、介護などの分野に比べ、複雑な動きに対応する必要があり、実用化に向け、解決すべき課題は多い。当該コンソーシアムの開発した最新の試作機では、筋肉負担を最大 17% 軽減することが確認されており、造林作業の労働負担を 20% 軽減できる実用機の開発を最終目標としている。

現代の林業においても、いくつかの作業種では労働負担が大きい状況が続いており、その一つは、地拵作業である。車両系システムが使用可能な施業地では、一貫作業システムにより、グラップル等による地拵を行い軽労化の取り組みが進んでいるが、架線系システムを使用している施業地では、現状どおりの作業工程となっている。林業アシストスーツは、このような労働負担の軽減に大きな効果が得られるものと考えられ、実用

化が期待される。



図 3.1 林業用アシストスーツ（試作機）の歩行試験

#### (4) データプラットフォーム(WAGRI) (実証段階)

##### 1) 技術概要

表 3.6 データプラットフォーム(WAGRI)概要

技術概要	農業従事者が環境等の様々なデータを用いて生産性の工場や経営の改善に挑戦できる環境づくりとしての「農業データ連携基盤」の構築。
実施主体	農業データ連携基盤協議会
参考文献、 出典等	WAGRI パンフレット 農業データ連携基盤協議会 HP( <a href="http://wagri.net">http://wagri.net</a> )
問合せ先等	農業データ連携基盤協議会 HP( <a href="http://wagri.net">http://wagri.net</a> )

##### 2) 当該分野における活用効果

農業全体を支援するためのデータプラットフォームを構築することで、農業に関わるデータを集約・蓄積し、それぞれのデータの連携、共有、提供が可能となる。本取組は、2018年9月13日時点で、241の海外・国内 ICT ベンダー、農機メーカー、農研機構、官公庁、農業従事者が参画して行われている。各データのフローについて、図 3.2 に示す。

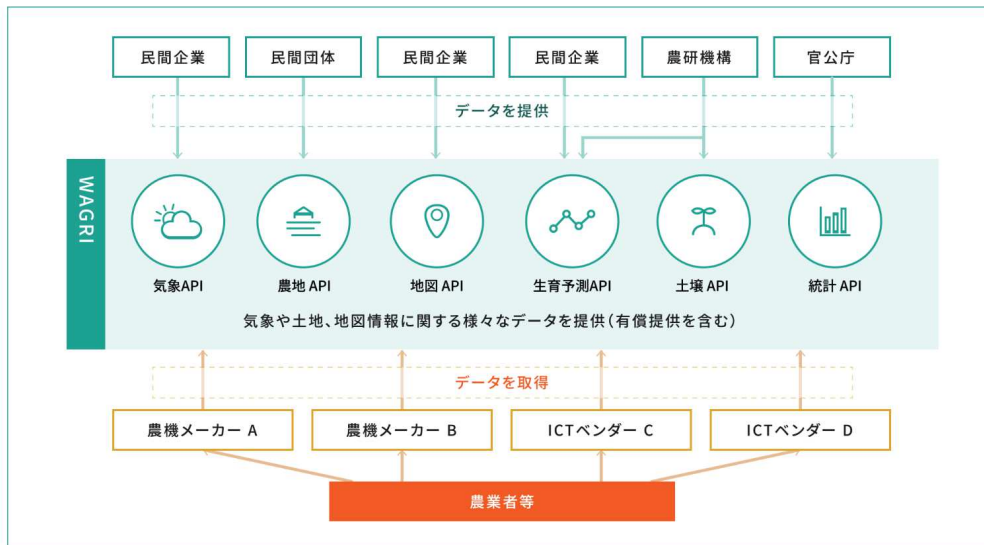


図 3.2 WAGRI における参画団体らにおけるデータフロー

### 3) 林業分野での利活用の可能性

本システムは農業を前提に作られており、単年度の収穫に必要な気象データ等を共有するシステムとなっている。林業分野で必要となるデータを対象に、同様のシステムを構築することも想定される。

林業分野における情報プラットフォームとしては、森林資源情報等のクラウドシステムが普及しているが、需給マッチングの円滑化を実現するためには、地域や川上～川下といった流通経路を越えて情報を共有するプラットフォームが必要とされている。既に海外(スウェーデン)では素材生産における生産管理者と林業機械間で StanForD 規格 (**Standard for Forest machine Data communication** : スウェーデン等北欧を中心に広く普及している生産管理者と現場的林業機械との間でやり取りする情報の記述形式を定めたデータ規格)<sup>3</sup>のデータを共有しているという事例がある。今後、日本でも採用する場合は、宗岡ら(2017)<sup>4</sup>によると、川上から川下まで、データフォーマット形式を使用するための体制を整備することが重要であるとされている。今後、このような体制を整備することができれば、林業生産性を増大させる事が可能であると考えられる。

StanForD と同様の素材生産におけるデータフォーマット形式の導入を想定した場合、機密性を保った上で、安心して情報を提供可能であり、かつ生産性・利益率が上がるシステムを構築する必要がある。

また、今後、AI の解析を活用していくためには解析の基となるビッグデータの収集が必要であることから、林業においても全国的なデータ集約化の検討が必要と考えられる。

<sup>3</sup> 中澤昌彦, 加藤英雄, 白井教男(2018). オーストラリアにおける ICT を利用した原木生産・流通事例木材工業, **73**(7), 277-280

<sup>4</sup> 宗岡 寛子, 上村 巧, 松村 ゆかり, 田中 亘, 白井 教男 (2017) 森林利用学会誌, vol.32, 2, スウェーデンの林業・木材産業における情報活用を支える StanForD

### 3.2.3. 建築土木分野

#### (1) i-Construction(実用段階)

##### 1) 技術概要

表 3.7 i-Construction 概要

概要	<p><u>調査・測量から設計・施工・維持管理までのあらゆるプロセスでICT等</u>を活用して建設現場の生産性向上を図り、<u>もって魅力ある建設現場を目指す</u>建築土木分野の取り組み。全ての建設生産プロセスでICTや3次元データ等を活用することで、<u>2025年までに建設現場の生産性2割向上</u>を目指す。</p> <p>i-Constructionでは、①<b>ICT技術の全面的な活用</b>（調査・設計から施工・検査、維持管理・更新までの全てのプロセスにおけるICT技術の導入）、②<b>全体最適の導入</b>（コンクリート工の規格の標準化による生産性の向上、生産工程・維持管理を含めたプロセス全体の最適化を図ることによるサプライチェーンの効率化）、③<b>施工時期の平準化</b>（年間を通じた工事件数の平準化）を3本の柱とし、プロセス全体の情報化の最適化を目指す。</p>
推進主体	<p>i-Construction 推進コンソーシアム※</p> <p>※多分野の産官学が連携し、IoT・人工知能（AI）などの革新的な技術の現場導入や、3次元データの活用などを進めることで、生産性が高く魅力的な新しい建設現場を創出することを目的として2017年に設立。（国土交通省が事務局として運営を支援）</p>
調査対象、参考文献、出典等	<p><b>ヒアリング調査対象</b></p> <p>株式会社熊谷組 (<a href="https://www.kumagaigumi.co.jp/">https://www.kumagaigumi.co.jp/</a>)</p> <p>一般社団法人 日本建設機械施工協会 (<a href="https://jcmanet.or.jp/">https://jcmanet.or.jp/</a>)</p> <p><b>参考 URL</b></p> <p>“i-Construction”. 国土交通省.  <a href="http://www.mlit.go.jp/tec/i-construction/index.html">http://www.mlit.go.jp/tec/i-construction/index.html</a>, (参照 2018-10-01)</p>
問合せ先等	<p>国土交通省大臣官房技術調査課</p> <p>i-Construction 推進コンソーシアム事務局</p> <p>E-mail : i-Con_consortium@mlit.go.jp</p>

##### 2) 当該分野における活用効果

i-Constructionの普及状況を示す指標として、公共工事におけるICT活用工事の公告数と実施状況を表3.8に示す。平成28年度は、国土交通省の直轄工事として、1,625件のICT土工対象工事が発注され、うち584件が実施された。また、平成29年度は、前年度から4割増の815件が実施されている。更に、平成28年度に実施されたICT施工の工種

は土工のみであったのに対し、平成 29 年度は、舗装工・浚渫工といった異なる工種にも ICT 施工の取り組みが拡大している。

また、都道府県・政令市においても、ICT 土工の取り組みが広がっており、平成 28 年度は約 80 件であった ICT 土工の実施件数が、H29 年度は約 300 件に増加している。

表 3.8 公共工事における ICT 施工対象工事の公告件数と ICT 実施件数<sup>5</sup>

ICT施工実施状況		単位:件		
工種	平成28年度		平成29年度	
	公告件数	うちICT実施	公告件数	うち、ICT実施
土工	1,625	584	1,952	815
舗装工	—	—	201	79
浚渫工	—	—	28	24

都道府県・政令市におけるICT土工実施状況		単位:件		
	平成28年度		平成29年度	
	ICT実施件数		公告件数	うち、ICT実施
土工	約80		約870	約300

i-Construction が急速に普及した要因の一つとして、国土交通省が計画的に各工種に関する ICT 施工の技術や積算基準類等の通知を整備し、ICT 施工を指定した発注や、入札時の総合評価への加点等を行うことで、各民間事業者の取り組みを牽引してきたことが挙げられる。また、ICT 施工による生産性向上の成果を見える化した事例集の作成や、施工業者・発注者の両者に対して i-Construction に関する研修を実施するなど（図 3.3）、i-Construction の普及展開に向けた知見の蓄積や人材育成、業界全体のモチベーションの醸成を図っていることも大きな推進力の一つとなっている。

	H 2 8 年度	H 2 9 年度 (予定含む)
	回数 <sup>※</sup>	回数 <sup>※</sup>
施工業者向け	281	約300
発注者向け	363	約250
合計	468	約400

※施工業者向けと発注者向けの重複箇所あり

図 3.3 i-Construction に関する研修の実施回数<sup>5</sup>

<sup>5</sup> 2019年2月13日 スマート林業構築普及展開事業報告会 建設生産プロセスにおける ICT の全面的な活用～i-Construction の取り組みの展開について～ 発表資料



また、ICT 施工の活用による生産性向上効果の一例として、ICT 土工（図 3.4）の実施によって、起工測量から完成検査までの土工にかかる一連の延べ作業時間を、従来型の施工に対して平均で 31.2%削減出来ることが示されている（図 3.5）。

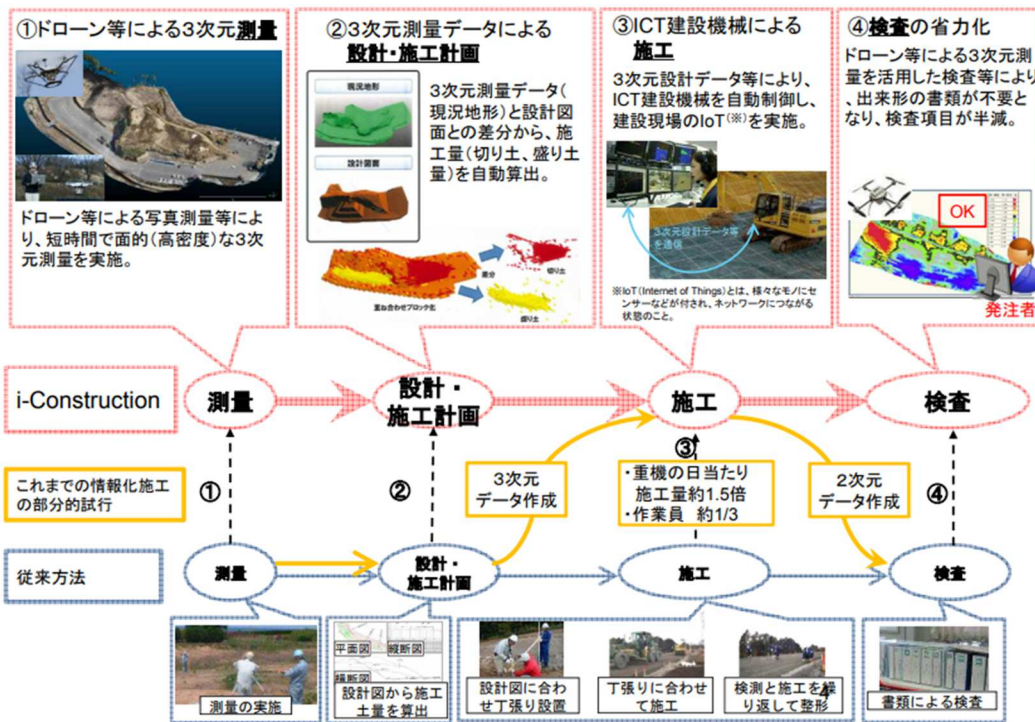


図 3.4 i-Construction における ICT 土工の例

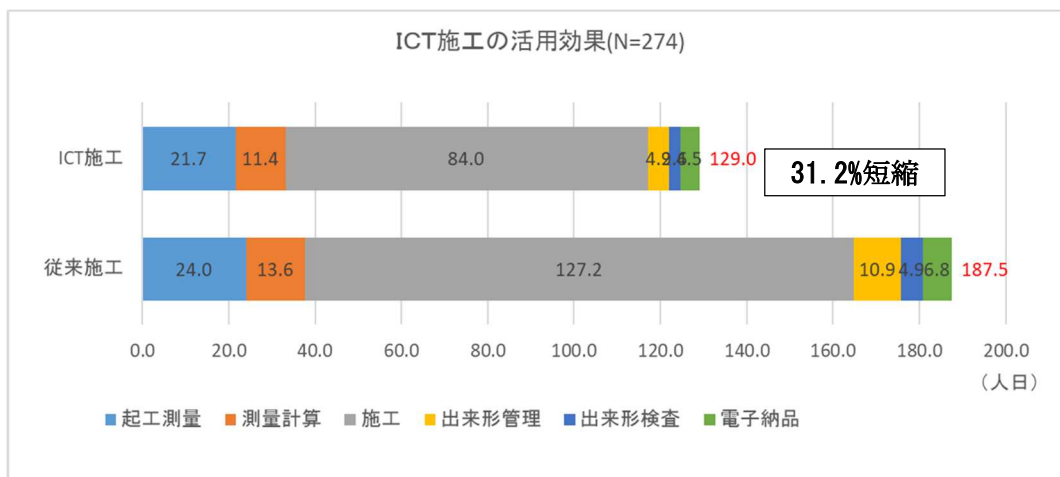


図 3.5 ICT 土工の活用効果（時間短縮）

### 3) 課題

ヒアリング調査の結果を元に、i-Construction の課題を以下に整理した。

まず、i-Construction においてこれまで取り組まれてきた施工事例の多くは、大手の建

設総合業者等による大規模工事が中心であり、ICT活用の効果が顕在化しやすいという特長があった。一方で、全国の建築・土木業者の9割以上は中小企業や個人事業者によるものであり、そのうち半数以上は地方に分散し、地域密着型の経営を行っている。これらの事業者は、ドローン測量やCIM等の最先端の技術や情報を入手しづらだけでなく、たとえ情報が入ってきても、新規技術に投資する資金的余裕がないのが現状である。実際に中小企業からの声として、i-Constructionの推進によって、メリットがあるのはICT機器の販売・リース事業者であり、取り組みが自社の技術やノウハウに結びついていないとの意見が寄せられている。

また、技術面での課題としては、i-Constructionでは設計から維持管理の全てのプロセスにおける「ICT技術の全面導入」を謳っているが、現在取り組みが進んでいるのはICT施工の部分に限定されており、より必要性が高いと考えられる橋梁・トンネルの検査や維持管理等の工程へのICT導入には、まだ業界全体として踏み込めていないのが現状である。

これらの課題を受けて、i-Construction推進コンソーシアム(図3.6)では2018年度より、中小規模の工事や中小企業を対象とした、人材育成やi-Constructionの導入支援等を開始している。また今後は、ICT施工以外の分野においても、実証事業等を積極的に実施するなど、ICT技術導入を推進していくことが期待される。これらの成果が、今後建築・土木業界全体でi-Constructionを普及展開していく上での重要な試金石の一つになると考えられる。

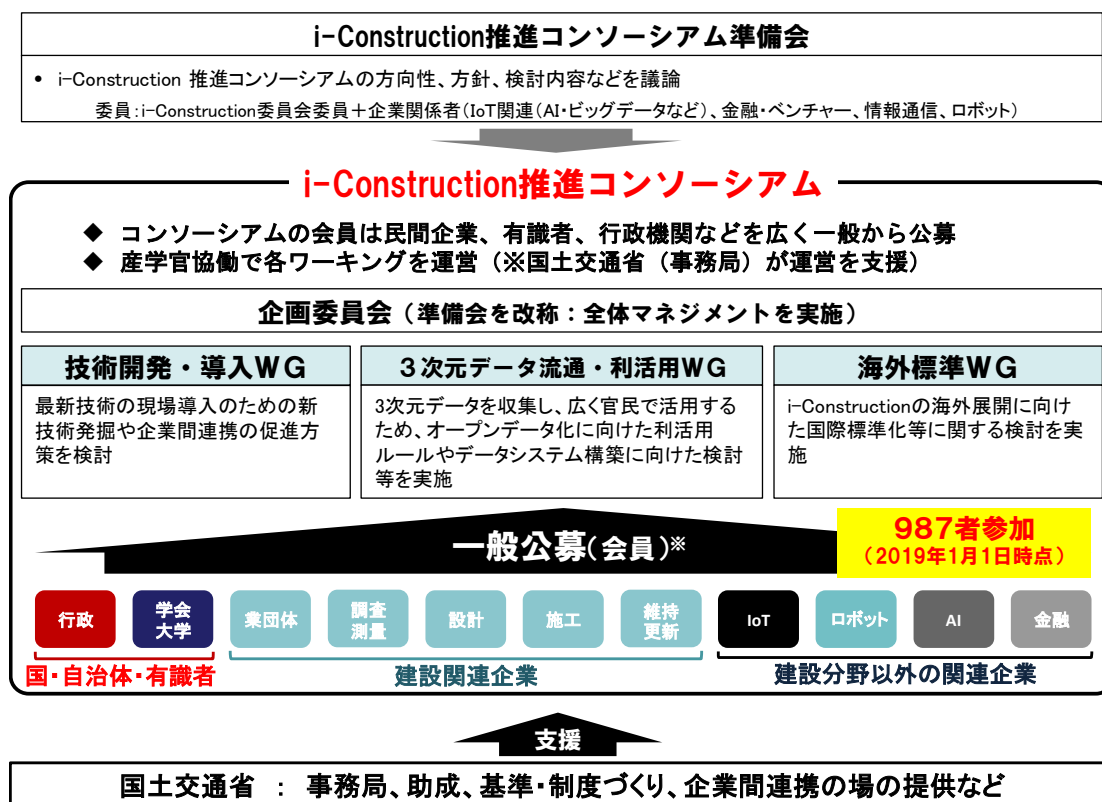


図 3.6 i-Construction 推進コンソーシアムの概要<sup>5</sup>

#### 4) 林業分野での利活用の可能性

i-Construction 推進の背景にある、「人手不足・3Kからの脱却」といった建築・土木業界全体が抱える課題や、「新3Kの魅力のある現場の実現」といった目標は、林業業界と非常に親和性が高く、今後スマート林業の目指す姿や、その実現に向けたロードマップを示す上で参考となる貴重な先行事例といえる。

また、i-Construction において、特に林業業界への活用可能性が高いと考えられる個別技術の一つが、「UAV（ドローン）の全面的活用」である。現在、建築・土木業界では、UAVの活用が非常に進んでおり、特に、高性能カメラを搭載したドローン等で写真測量をし、3次元の地形モデルを作成して、現場把握から詳細設計、出来高管理、施工後の検査まで一貫して行うことで、大規模造成工事の煩雑な測量作業を大幅に省力化することに成功している。事例として、株式会社熊谷組が実施した静岡県内の工業団地の造成工事では、UAV測量の導入により、従来の航空写真を使用した測量業務と比較して、約2週間の業務時間の短縮が実現している。また同社では、工事の進捗確認や点検時の撮影にもUAVを積極的に活用しており、現場の見える化による生産性・労働安全の向上を図っている。

現在、林業分野においても、資源量調査や資材運搬等の分野においてUAVの活用や実証が進められているが、今後、特に、各種補助事業の検査へのUAVの活用が期待されている。先進的な取り組みとしては、大分県では、平成30年10月から造林申請及び県確認検査へドローンを活用しており、業務の省力化の効果を明らかにするとともに、今後、検査を実施出来る人員の育成や機材の確保、間伐・作業道の検査への活用に向けた基準やマニュアルの検討を行うこととしている。

今後、このような取り組みを全国に推進していくためには、各種検査基準や要項・積算基準の改訂等を進め、林業現場に即した安価で高性能なUAVの民間の技術開発や現場導入を後押しするような、官民両輪での推進体制の構築が重要であると考えられる。

i-Constructionの3本の取り組みの柱のうち、①ICTの全面的な活用において取り組まれている個別技術の一部には、林内におけるGNSSの精度の低さや山間部の通信環境の脆弱さなど、林業分野へ全面的に適用することが難しいものも存在する。

例えば、株式会社熊谷組では、運転手の労働負担の低減や省人化による生産性の向上を目的に、不整地運搬車（クローラキャリア）の自動走行技術を開発しており（図3.7）、森林総合研究所と共同で林業用フォワーダの自動走行技術の研究開発を行っているが、間伐作業地など、作業道の幅員に影響を与える制御誤差の修正に必要なGNSSの測定精度が期待出来ない場所では、自動走行にとらわれず、並列走行や追従走行など、別視点からの技術開発を進めていく必要があることが指摘されている。

一方で、本事業の成果報告会においても指摘されたように、i-Constructionで成果を挙げている主な取り組みは、GNSSの測定精度や通信環境に依存しない技術を基盤としたものがほとんどであり、今後、本分野で先行して進められている取り組みの多くが、森林・林業分野における諸課題の解決の糸口となる可能性が高いと考えられる。



図 3.7 クローラキャリアの自動走行（左）と操作室における教示運転（右）  
（於：熊谷組筑波技術研究所）

### 3.2.4. 流通分野

#### (1) 自動配車計画システム（実用段階）

##### 1) 技術概要

表 3.9 自動配車計画システム

技術概要	神奈川県 <small>の</small> 三浦市農業協同組合とサイボウズ株式会社が提携し、業務アプリ開発プラットフォーム「kintone」を使用して自動で配車計画を作成するシステム（三浦市農協配車システム（仮））を作成した。
実施主体	三浦市農協・サイボウズなど
参考文献、出典等	サイボウズプレスリリース（ <a href="https://topics.cybozu.co.jp/news/2018/02/14-4733.html">https://topics.cybozu.co.jp/news/2018/02/14-4733.html</a> ） WEDGE Infinity:「出荷作業 8 時間を 1 秒に」三浦市農協で起きた驚異の進化（ <a href="http://wedge.ismedia.jp/articles/-/12062">http://wedge.ismedia.jp/articles/-/12062</a> ）
問合せ先等	サイボウズホームページより問い合わせ （ <a href="https://cybozu.co.jp/products/consulting/">https://cybozu.co.jp/products/consulting/</a> ）

##### 2) 当該分野における活用効果

物資の運搬において、トラックの効率的な配車は運送コスト面で重要である。しかし、配車計画には様々な情報を統合して作成する必要があるため、従来は計画作成に長時間を要していた。そこで、IT 技術を活用し配車計画を効率的に作成するサービスが複数分野で普及してきている。ここでは、具体事例として、神奈川県の三浦市農協とサイボウズが共同で開発したシステムを取り上げる。

- ✓ 従来は、農家から出荷される出荷物の量を把握し、どの市場にどれだけの量をどの運送会社で運ぶか計画する作業を人力で 8 時間程度かけて作成していた。システム化により、わずか 1 秒で計画が作成され、必要なトラック台数も削減された。
- ✓ システム導入におけるコストは不明（サイボウズ社で開発）。
- ✓ 今後は、ビッグデータの蓄積によって更に効率化を図る計画とされている。

##### 3) 林業分野での利活用の可能性

林業分野においてもトラックの効率的な配車計画は重要となる。今回調査した限りではまだ導入例はないようだが、利活用の可能性は十分あると思われる。

林業分野においては木材輸送について配車計画を作成することとなるが、山から中間市場、市場、各種工場（製材所、木質バイオマス発電所など）と木材の経由地が複数存在するため、配車計画がより複雑となることが懸念される。また、材の種類（A 材～D 材）によって運送先が異なる場合があるため、材の仕分け過程を考慮に入れる必要がある。

(2) トラック隊列走行による無人化（実証段階）

1) 技術概要

表 3.10 トラック隊列走行による無人化

技術概要	国内トラックメーカー4社の開発した CACC（協調型車間距離維持支援システム）によってトラックの車間距離の維持や加減速の調整を行う。この技術によりトラック複数台で隊列走行を行うことで、後続車は無人で走行することが可能となる。
実施主体	国土交通省・経済産業省
参考文献、出典等	国土交通省 報道発表 ( <a href="http://www.mlit.go.jp/report/press/jidosha07_hh_000286.html">http://www.mlit.go.jp/report/press/jidosha07_hh_000286.html</a> ) 東洋経済 ONLINE ( <a href="https://toyokeizai.net/articles/-/206128">https://toyokeizai.net/articles/-/206128</a> )
問合せ先等	国土交通省 事務局 TEL：0120-130-833（お問い合わせ時間：8：00～16：00）

2) 当該分野における活用効果

2022年の高速道路での後続無人隊列走行の実現（商業化）を目指し、国土交通省・経済産業省が2017年・2018年に高速道路での実証実験を実施している。

将来の実現イメージ

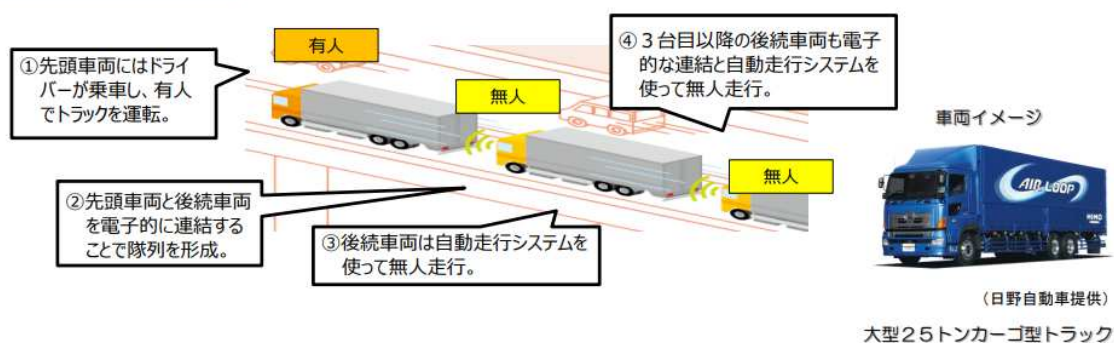


図 3.8 トラック隊列走行のイメージ（国土交通省資料）

- ✓ 活用の効果としては、トラック運転手の人手不足の解消・輸送コスト削減がまず挙げられる。また、車間距離を詰めて走行することにより空気抵抗が減り、燃費改善やCO<sub>2</sub>排出削減につながる。さらに、人的ミスによる事故の危険性が減少することが見込まれる。
- ✓ 実証段階のためコストは不明。
- ✓ ハンドル操作はまだ自動化ができていない。また、一般道での走行は実証されていない。

### 3) 林業分野での利活用の可能性

林業分野でも輸送コストの削減が望まれており、こうした技術に対する需要はあると見込まれる。ただし、現状では高速道路上での走行実験にとどまっている。

木材運搬に特化したサービスとして、スウェーデンの企業である Einride 社が 2018 年 7 月 14 日に無人木材運搬車「T-log」を発表している。AI によって自動運転を可能としている。2020 年の実用化を目指し実証試験中である（cnet Japan 記事：<https://japan.cnet.com/article/35122641/>）。

林業分野で利活用するには、少なくとも一般道、理想的には林道も含めた自動走行の実現が望まれる。

## 3.2.5. 情報分野

### (1) WLPWA 通信（実用段階）

#### 1) 技術概要

表 3.11 技術のタイトル概要

技術概要	低消費電力（一度の給電で 5～10 年は無給電で稼働）、長距離通信（10km を上回る通信が可能）、低通信速度（数 kbps から数百 kbps 程度）、低通信料金（月額数十円～数百円程度/1 回線あたり）を特徴とする通信技術。IoT に最適な無線技術として産業用途で幅広い活用が期待できる
実施主体	
参考文献、出典等	平成 29 年版情報通信白書（ <a href="http://www.soumu.go.jp/">http://www.soumu.go.jp/</a> ） 急速に普及が進む LPWA で広がる IoT ビジネス（三井物産戦略研究所）
問合せ先等	公開可能な場合

#### 2) 当該分野における活用効果

近年、IoT デバイスや関連アプリケーションは爆発的に増加しているが、それぞれ様々な用途や通信特性を有している。通信分野においては、超高速、多数接続、超低遅延の特徴を持つ 5G が適した技術である一方、モニタリングなどが想定される産業用途では、必要とされる通信容量は小さいものの大量接続や長期間使えるような低消費電力性などが重視される（図 3.9）。LPWA は通信容量は小さいものの、省電力で長距離通信を実現できる無線技術であり、既に水道利用の自動検針や食品用冷蔵庫の温度管理で実証や実用化が行われている。将来的に、物流・資産管理やスマートメーターのような産業用途が大きく成長すると見込まれ、さらにインフラ保守やセキュリティ分野においても普及が見込まれている。

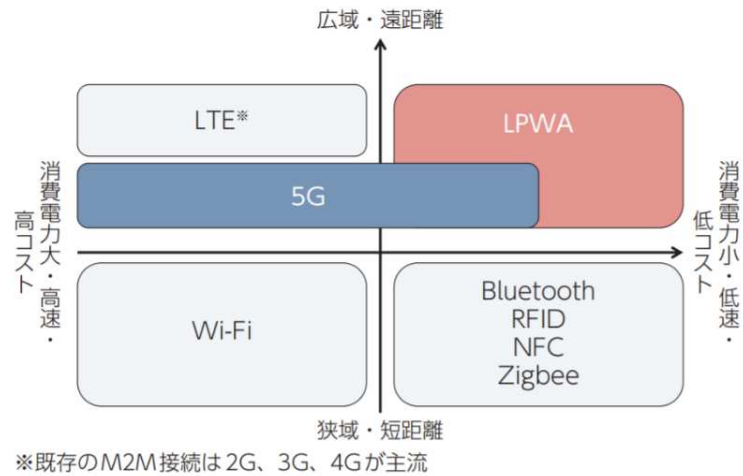


図 3.9 各通信方式の位置付け（平成 29 年版 情報通信白書）

### 3) 林業分野での利活用の可能性

林業従事者は携帯電話ネットワーク圏外エリアで作業することが多く、万が一事故が発生した場合、近くに作業者がいないため事故の発生に気付かない、救急を要請するために時間が係るなどの課題があるが、LPWAを用いた緊急連絡システムを構築することにより、これらの課題が解決することが期待できる。

実証実験等を通じ、山林現場の作業仲間あるいは山林現場と携帯電話ネットワークエリア間において、LPWAを用いた緊急連絡システムを確立する必要がある。また、双方向通信などの実現により、よりきめ細かい緊急連絡システムとすることができる。



### 3.3. 全国の先進事例

#### 3.3.1. 調査方法

国内の森林・林業分野における先進事例について、有識者への聞き取り調査等により収集した。地域的な取り組みとしては、単一の技術の利用にとどまらず、様々な技術を組み合わせ、データを共有する仕組みを構築している長野県北信州森林組合、岡山県真庭市を取り上げる。

技術的な先進事例としては、地上レーザ、森林クラウドを取り上げる。

#### 3.3.2. 先進事例

##### (1) 北信州森林組合の取組

##### 1) 技術概要

表 3.12 北信州森林組合の取組技術概要

技術概要	航空レーザ計測による森林資源解析データを活用した森林管理
実施主体	北信州森林組合
参考文献、 出典等	北信州森林組合ホームページ 未来投資会議構造改革徹底推進会合資料
問合せ先等	北信州森林組合

##### 2) 地域概況

北信州森林組合は、航空レーザ計測など ICT 技術を積極的に活用していることで近年注目されている森林組合である。表 3.13 に組織概要を示す通り、平成 13 年に六つの市町村森林組合が合併して発足し、管内民有林面積は 3 万 7 千 ha である。

木材生産量は表 3.14 のとおりであり、平成 13 年から 17 年の 5 年間では木材生産量が約 9 倍と急速な伸びを示している。平成 24 年から 28 年の 5 年間では平均木材生産量は約 17,000m<sup>3</sup> となっている。高性能林業機械については表 3.15 に示すように積極的な導入を進めているが、北信州森林組合の特徴は、林業機械等のハード面ではなく、境界明確化やデータ管理といったソフト面に力を入れていることにある。

表 3.13 北信州森林組合の組織概要

設立	平成 13 年 12 月 1 日
組合員数	5,755 名 (平成 28 年 2 月末)
出資金額	92,235 千円 (平成 28 年 2 月末)
事務職員数	職員 16 人 施業技術員 4 人 補助員等 5 人 (平成 29 年 4 月 1 日現在)
技能職員数	通年雇用 31 人 (平成 29 年 4 月 1 日現在)
加入市町村	飯山市、中野市、木島平村、 野沢温泉村、山ノ内町
管内民有林面積	3 万 7 千 ha

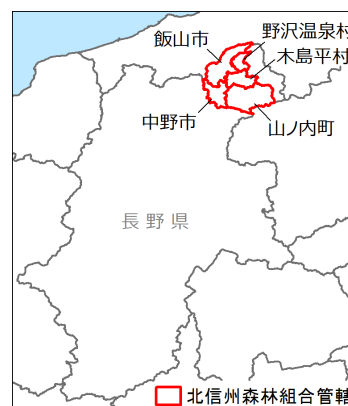


表 3.14 北信州森林組合木材生産量(m<sup>3</sup>)

年度	受託林産	買取林産	国有林生産請負	合計
H13	404	7	0	411
H15	1,678	1,037	0	2,715
H17	3,216	580	0	3,796
H19	4,890	1,132	399	6,421
H21	5,398	0	0	5,398
H23	9,036	0	4,569	13,605
H24	9,294	0	3,388	12,682
H25	16,516	398	1,810	18,724
H26	12,967	470	1,680	15,117
H27	16,569	0	4,211	20,780
H28	15,819	0	1,711	17,530

※ 北信州森林組合ホームページより <http://www.jforest-kitashinshu.or.jp>

表 3.15 北信州森林組合の高性能林業機械

年度	導入高性能林業機械
H16	スイングヤーダ
H17	プロセッサ・スイングヤーダ
H18	プロセッサ
H21	フォワーダ
H23	フォワーダ
H24	フォワーダ、スイングヤーダ、プロセッサ
H25	フォワーダ、スイングヤーダ
H26	フォワーダ、スイングヤーダ、ハーベスタ

※ 北信州森林組合ホームページより <http://www.jforest-kitashinshu.or.jp>

### 3) 活用効果

ICT 技術の活用等で注目されている北信州森林組合であるが、当初より地道な境界明確化作業を進めデータ化していたことで、現在では、様々な ICT 技術と組み合わせることができている。航空レーザ計測による高精度な森林資源量データを入手しても、実際の所有者と対応した境界データを GIS 上で組み合わせることができなければ施業提案にも施業計画にも利用することはできないため、まずは、境界情報のデータ化が必要である。

北信州森林組合では平成 20 年度に森林 GIS を導入し、図 3.10 に示す形で管内 6 千 ha の実測境界情報、所有者情報を GIS データとして管理している。このデータと図 3.11 に示すような航空レーザ計測やドローン等の ICT 技術で取得した様々なデータとを GIS 上で組み合わせて実務に利用している。



図 3.10 GIS 上での所有情報管理

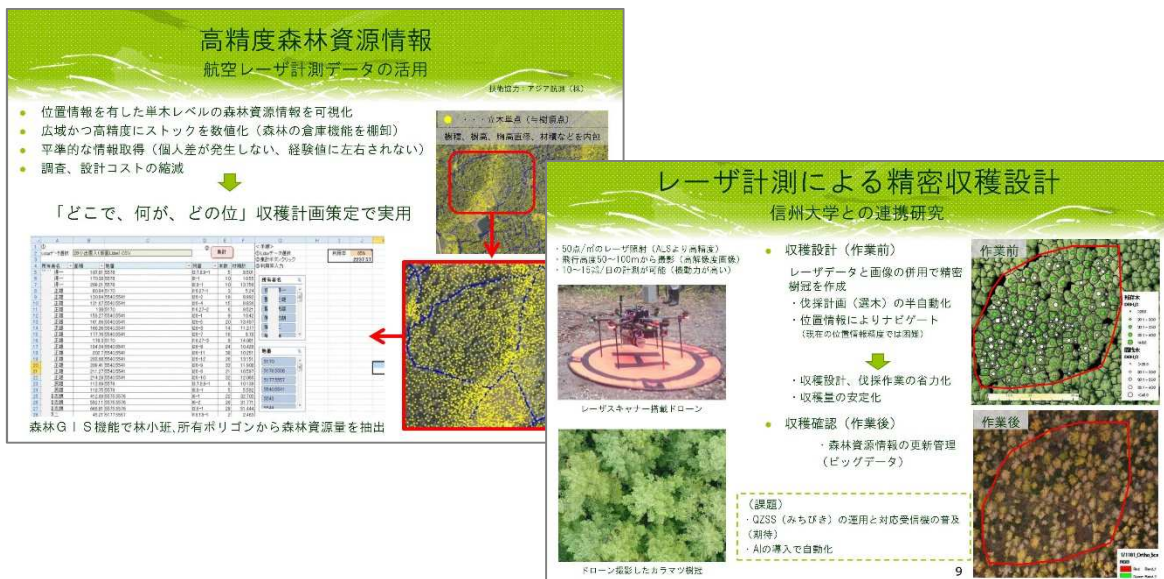


図 3.11 ICT 技術との組み合わせ

さらに今後は図 3.12 のように、製材工場等からの発注情報や IoT ハーベスターからの生産量なども統合的に森林クラウド上で管理するシステムを目指している。



※ 未来投資会議構造改革徹底推進会合「地域経済・インフラ」会合第9回配布資料  
北信州森林組合 堀澤正彦

図 3.12 北信州森林組合が今後目指すシステム

北信州森林組合の特徴は、地道な集約化作業の成果と多彩なデータをGISで組合わせて実践的に活用しているという点にある。施業計画、収支予測において実態に近い値を利用することが可能となっており、所有者への利益還元に努めている。

ICT技術の積極的な活用は、若手職員の定着、採用にも効果を発揮している。全国的な先進事例として取り上げられる機会が多いことも職員のモチベーションアップにつながっていると考えられる。また、大学等との共同研究にも参加しており、更なる先端技術の活用を実現している。

スマート林業実践対策においては、北信州森林組合の取り組みを長野県内の他の林業事業体に普及させることが取り組み内容の一つとなっている。

#### 4) 他地域で参考とする場合の留意点

他地域が北信州森林組合の事例を参考に取組む際は、航空レーザ計測による基盤データ整備が必要である。データの活用に至るまでには、あわせて地道な境界明確化の推進が重要である。

また、先進技術に興味を持ち、ソフト操作の習熟やデータ活用などに積極的に取り組む職員の存在も必要である。

(2) 岡山県真庭市における取組

1) 技術概要

表 3.16 技術のタイトル概要

技術概要	木材トレーサビリティシステムの導入による地域材安定供給
実施主体	木質資源安定供給支援システム（真庭市）
参考文献、 出典等	「里山資本主義」真庭の挑戦（真庭市長 大田昇） 木質資源安定供給システム（木質資源安定供給協議会 細川徳美）
問合せ先等	木質資源安定供給協議会（mail : <a href="mailto:mokushitsu@mx36.tiki.ne.jp">mokushitsu@mx36.tiki.ne.jp</a> ）

2) 地域概況

岡山県真庭市は、「美作ヒノキ」の生産で有名な古くからの林業地であり、下表に示すとおり、現在でも林業・木材加工業が活発に営まれている地域である。

表 3.17 真庭市の森林・林業・木材産業の概要

<森林>	
森林面積	65,852ha（東京都約 23 区分） （私有 45,640ha、市有 12,125ha、 国・県有頭 8,087ha）
人工林率	59%（ヒノキ 7 割・スギ 2 割）
齢級構成	8～12 齢級（40～60 年生）が多い
地籍調査進捗率	95%（全国 52%、岡山県 85%）
<林業・木材産業>	
林業事業体	約 20 社（従事者は約 240 名、平均 年齢 40 歳代）
素材生産量	約 13 万 m <sup>3</sup> /年（県内生産量の 1/3）
森林整備	年平均 800ha の保育作業を実施 うち間伐（搬出）は 600ha/年
林道整備	234 路線・総延長は 347km
原木市場	3 市場・取扱量：約 14 万 m <sup>3</sup> /年（岡 山県原木生産量の 1/3）
製材所	約 30 社・原木仕入量：約 20 万 m <sup>3</sup> / 年・製材品出荷量：約 12 万 m <sup>3</sup> /年
製品市場	1 市場



また 2015 年より真庭バイオマス発電所（発電能力 10,000Kw）が稼働し、これまで活用されてこなかった林地未利用材や製材端材・樹皮が燃料として有効活用され、森林所有者や製材所等へ利益還元が行われている。

さらに 2016 年国内初の CLT 専用工場が完成し、市内外の様々な公共建築物等に対して、国産 CLT を供給している。

### 3) 活用効果

上述した真庭バイオマス発電所（以下、発電所）は、148,000t/年の木質バイオマス燃料を使用する計画であった（現在は、発電効率の向上により 109,000t/年）。一方、それまで一部の製紙用チップを除き、いわゆる C 材・D 材は素材生産時に林内に残され、利用されていない状況であった。そのため、木質バイオマス燃料の安定共有を目指すために、地域の森林所有者・林業事業者・原木市場・製材所・チップ工場等が参加した「木質資源安定供給協議会」（以下、協議会）が設立され、関係者連携・情報共有を積極的に実施している。

この協議会の主要な役割として、固定価格買取制度（以下、FIT 制度）に関する証明事務と、森林所有者に対する未利用材代金 500 円/t を含めた燃料代精算事務が存在する。

これらの事務処理の効率化のために導入されたのが、「木質資源安定供給システム（真庭システム）」である。このシステムは、FIT 制度で必要とされる木質バイオマス燃料の由来証明のために、QR コードが印刷されたカードを運送トラックに持たせ、出荷地・チップ工場・バイオマス発電所を繋ぐ形で、構築・運用されている。（下図 3.13 参照）

このシステムの導入により、煩雑な FIT 制度における燃料由来証明事務が軽減されるとともに、森林所有者への未利用材代金還元額が、林業事業者やチップ工場ではなく、協議会作成の資料によって算出されるため、確実な山元への利益還元が実現している。

また木質バイオマス燃料の集荷範囲拡大のための真庭市外ユーザへのシステム利用促進や、製材用材への対象範囲拡大を目指した森林認証材の出荷地証明への利用も、協議会が主導する形で開始されている。

これらの経済的効果としては、木質バイオマス由来証明事務軽減について、142 円/m<sup>3</sup> の効果額が実証されている。（下表 3.18 参照）

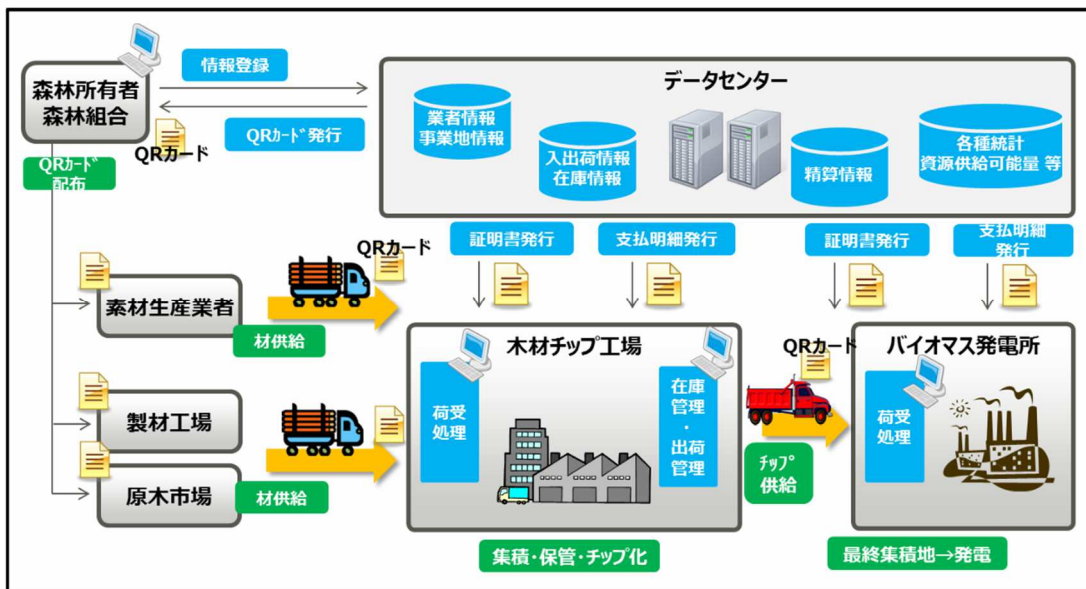


図 3.13 「木質資源安定供給システム（真庭システム）」

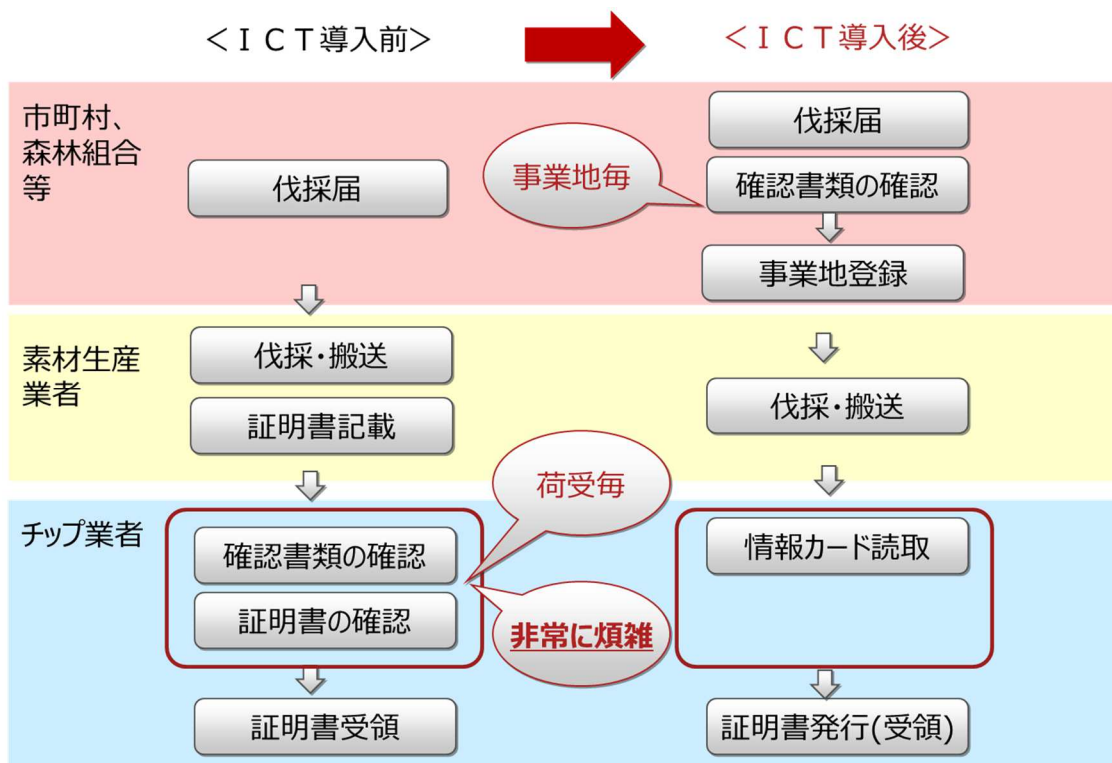


図 3.14 FIT 制度による木質バイオマス燃料由来証明事務の内容

表 3.18 システム導入による各種証明事務の原価削減金額（実証成果）

実証期間中（2018年4月～9月）の荷受回数及び原価削減金額

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)
	荷受回数 (回)	1回あたりの 事務削減 時間数 (分)	事務削減 時間数 (h)	事務削減 時間数 (日)	原価削減金額 (円)	流通量 (m3)	1m3あたりの原価 削減金額 (円/m3)
			(a) × (b)/60	(c)/8h	(d) × 20,081円		(e)/(f)
木質バイオマス	7283	19	2,306	288.3	5,789,059	40,793	142
合法木材	2118	18	635	79.4	1,594,933	13,123	122
森林認証材	3311	27	1,490	186.2	3,739,961	18,016	208
その他認証材・ ブランド材	—	—	—	—	—	—	—

#### 4) 他地域で参考とする場合の留意点

「木質資源安定供給システム（真庭システム）」は、FIT 制度や森林認証制度に則って設計されており、素材の出荷地証明機能については、他地域・他ユーザーにおいても普遍的

に活用できるものである。また Web を活用したクラウド型のシステムであるため、インターネットに接続できる環境であれば、一定性能を有するどのパソコンでも利用可能である。

さらに森林所有者や林業事業体が作成する出材計画（供給計画）と製材所・チップ工場・バイオマス発電所等の需要計画を管理・マッチングする機能や、各流通段階での在庫管理機能が追加されており、木材サプライチェーン・マネジメントシステムとしても導入可能である。

一方、当該システムを他地域において普及利用する際の留意点としては、以下の点が挙げられる。

※システムの利用対象材の明確化

全ての材種（A材～D材）を対象とすると、サプライチェーン自体の利害関係の調整が困難となり、導入されたシステムが使われないことが懸念される。

真庭地区においても、まず利害対立の可能性が低い木質バイオマス燃料用材から開始し、森林認証材に拡大することで、システムを浸透させることに成功しており、他地域においても川上から川下に至る関係者が連携し易い対象から、システムの利用対象を限定することが効果的と思われる。

※システム運用主体の選定

当該システムの円滑な運用とユーザーの拡大を行うためには、最適な運用主体を選定（・設立）することが重要である。運用主体の候補としては、森林組合や流通事業者、また木質バイオマス発電所等の需要者が候補として挙げられるが、システム導入によるメリット（利益）を川上から川下まで適正に配分するためには、多くの関係者が参画すること、第三者的な役割も果たせることを目的とした、協議会形式によるシステム運用を選択肢の一つとして検討することも必要である。

(3) 地上レーザの利用

1) 技術概要

表 3.19 地上レーザ技術の概要

技術概要	地上レーザ機器は人間が携行し、機器に搭載されているセンサから照射されるレーザ光線により、森林内の立木を効率的に計測できる。取得できる情報は、胸高直径や樹高、立木材積等の既存の森林調査で求められる情報に加え、立木位置図や樹幹形状、詳細な地形情報を得る事も可能である。
実施主体	地上レーザ機器 FARO や 3DWalker の販売、及び解析ソフト Digital Forest の開発・販売を行う株式会社 woodinfo (図 3.16)。 地上レーザ機器 OWL の開発・販売、解析ソフト OWL Manager の開発・販売を行う(株)会社アドイン研究所。(図 3.17)
参考文献、出典等	「地上レーザ計測による森林資源情報の把握について」(平成 30 年度 森林資源情報整備技術実証事業(国有林)成果概要版),平成 31 年 2 月,林野庁 「高精度な森林情報の整備・活用のためのリモートセンシング技術やその利用



	方法等に関する手引き」,平成 30 年 3 月,林野庁 「平成 29 年度 森林資源情報整備技術実証事業 (国有林)」,平成 30 年 3 月,林野庁
問合せ先等	株式会社 woodinfo HP( <a href="http://maple96.wixsite.com/woodinfo">http://maple96.wixsite.com/woodinfo</a> ) 株式会社アドイン研究所 HP( <a href="https://www.owl-sys.com/">https://www.owl-sys.com/</a> )

## 2) 当該分野における活用効果

地上レーザ計測は、レーザを照射し、反射した地点の 3 次元空間座標を得るというレーザ計測技術の 1 つである。レーザ計測技術は、観測装置を搭載する機器 (以下、プラットフォームと言う) の違いにより、図 3.15 の通り観測できる対象や事象が異なる。

地上レーザ計測は、人間がレーザ機器を持ち歩きながら計測範囲を移動する事で情報を取得する。機器に搭載されているセンサからレーザ光線が照射され、非接触で森林内の立木を計測する事が出来る。地上レーザ計測で取得可能な情報は、胸高直径や樹高、立木材積等の既存の森林調査で求められる情報に加え、立木位置図や地形情報等も得る事が可能である。表 3.20 の通り、他のリモートセンシング技術と比較すると、地上レーザ計測の特徴は、上空から判読できない単木ごとの曲がりや細り等の樹幹形状を計測できる事である。

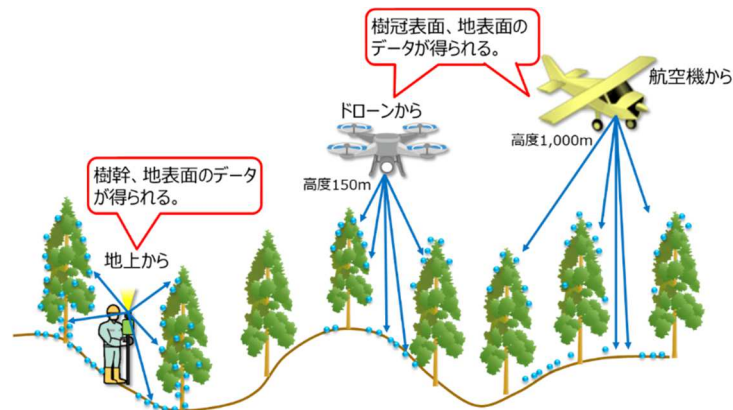


図 3.15 様々なレーザ計測技術

表 3.20 リモートセンシング技術により取得できる情報

プラットフォーム	航空機		ドローン		地上
イメージ					
撮影高度	概ね2,000~5,000m		対地高度150m以下		地上
取得可能なデータ	空中写真立体視	航空レーザ	ドローン写真	ドローンレーザ	地上レーザ
森林資源量	100ha以内	2,000ha以上	100ha以内	100ha以内	標準地~10ha以内
単木情報	材積	○	○	○	○
	樹高	○	○	○	○
	直径	-	○	-	○
	立木位置図	○	○	○	○
	樹幹形状	-	-	-	○
地形情報	-	○	-	○	○

地上レーザ計測の活用効果として、以下の2点が挙げられる。1点目は、上空から計測できない樹幹形状を計測できるため、立木ごとの品等区分や採材シミュレーションが可能になり、立木での在庫管理に活用できる可能性があること。2点目は、各立木を視覚的に表現できるため、山主への施業提案や、発注側と受注側の意思疎通に効果を発揮することである。

### 3) コスト

株式会社 woodinfo が販売する 3DWalker 及び Digital Forest を図 3.16 に、株式会社アドイン研究所が販売する OWL 及び OWL Manaher を図 3.17 に示す。

機器本体の販売価格は、3DWalker は 4,860,00 円 (税込)、OWL は 4,104,000 円 (税込) である。また解析に必要な Digital Forest は 1,620,000 円 (税込)、OWL Manager は上記機器価格に含まれる。



図 3.16 3DWalker 及び Digital Forest

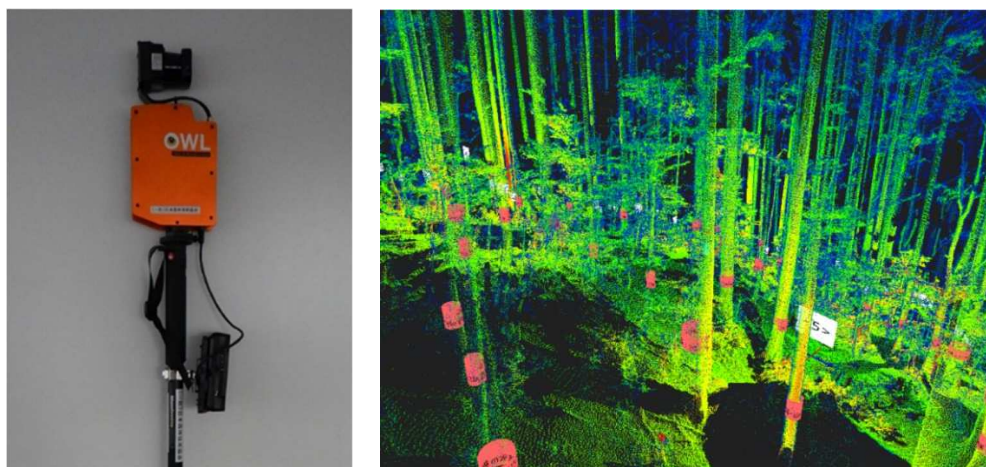


図 3.17 OWL 及び OWL manager

#### 4) 課題

現地調査における課題として大きく2点が挙げられる。

1 点目は、下層植生が繁茂している林床などの障害物が多く存在する場合、正確な計測結果を得られないことである。レーザ光線は物体を透過して対象物を計測する事はできないため、対象物の手前にある物体にレーザ光線が遮断されてしまい計測する事はできない。

2 点目は、不整形な立木や胸高直径が小さな立木、斜立している立木が多く生育する林相は、自動的に解析できない場合がある。そのため従来の森林調査手法と比較して立木本数が過小になる傾向がある。

#### (4) クラウド技術の活用による森林情報管理

##### 1) 技術概要

表 3.21 技術のタイトル概要

技術概要	森林管理に利用する森林情報（森林簿・森林計画図・空中写真、航空レーザ測量成果等）をクラウドサーバーで管理し、WebGIS を通して複数の主体で同時利用する技術。
実施主体	都道府県、市町村団体
参考文献、出典等	森林クラウド実証システム開発事業報告書（H25～H29） 森林技術（第 918 号）
問合せ先等	一般社団法人日本森林技術協会 TEL: 03-3261-5281（代表）

##### 2) 当該分野における活用効果

2016 年に林地台帳制度が創設されたことで、都道府県と市町村の間で森林に関する情報を相互にやり取りする必要性が高まっている。また、ICT 機器とセンサ技術の発達により、地域独自で高精度な森林情報を取得することができるようになってきている。

現在、都道府県や市町村、林業事業者等で、大容量データの一元管理と複数主体間での情報共有を行う手段として、クラウド技術を活用した森林情報の管理・活用基盤である森林クラウドの導入が進んでいる。森林クラウドは Web サービスのため専用のパソコンが不要であり、複数のユーザーが同時に利用できる特徴がある。

そのため、都道府県や市町村の複数の林務関連部局で利用されており、特に森林計画制度の運用において森林簿・森林計画図、空中写真等の共有や、伐採届等の届出情報の確認時間の短縮に顕著な効果が見られる。

##### 3) コスト

森林クラウドを提供している事業者によるが、森林クラウドで利用する GIS のライセンスや、クラウドサーバーの容量、機能のカスタマイズの有無等によってコストが変化する。

#### 4) 課題

森林クラウドは従来のデスクトップ型の森林 GIS と異なり、Web ベースで構築されるものであることから、インターネット等のインフラ環境の整備が必要となる。特に、行政が導入する森林クラウドのユーザーに林業事業者等の民間団体も参加する場合には、情報セキュリティの観点から、行政内のネットワーク（LGWAN）との切り分けが必要となる。

また、データの更新や共有範囲といった運用ルールの作成、個人情報の取扱い等といった運用面について、あらかじめ関係者間で調整を行う必要がある。

#### (5) 国有林における造材時データ及び日報管理システムの活用

##### 1) 技術概要

表 3.22 国有林の取組技術概要

技術概要	造材時データ及び日報管理システムの活用
実施主体	林野庁国有林野部経営企画課・業務課
参考文献、出典等	平成 30 年度スマート林業構築普及展開事業(国有林における ICT 活用)報告書
問合せ先等	林野庁国有林野部経営企画課

##### 2) 当該分野における活用効果

経営の効率性や採算性の向上を図る目的で開発されている日報管理システム（スマートフォン等から作業時間、機械稼働時間等を作業員個人が入力し、造林素材生産事業の進捗や労務管理を行うシステム）や造材時データ（データロガー付プロセッサにより得られる丸太の直径、長さ等のデータ）を用い、生産性の把握や需要者との情報共有へ活用するための実証事業が行われた。日報管理システムは ForestMobile(販売:株式会社アクティオ)、データロガー付プロセッサはプロセッサヘッド:イワフジ GP-35B、データロガー:イワフジ GP-8 を使用した。

日報管理システムの利用により、以下の効果が確認された。

- ・ 「確実な情報共有」作業員相互で互いの仕事内容や生産性を把握できた。
- ・ 「現場別損益の把握」日々の作業員の入力情報に加え、人件費や機械損料等のデータを入力することで、現場別のコストがリアルタイムに把握できた。

造材時データは、最終土場の自動選別機における計測（検知データ）精度とほぼ一致していることが確認できた。日々の造材時データ、チェーンソー伐倒本数、フォワーダ運搬回数などに基づき、図 3.18 のグラフを作成し、リアルタイムの生産性情報や森林作業工程間の在庫情報を把握することができた。これにより人員配置などの作業準備、納期予定情報の木材需要者への提供などに活用できる。

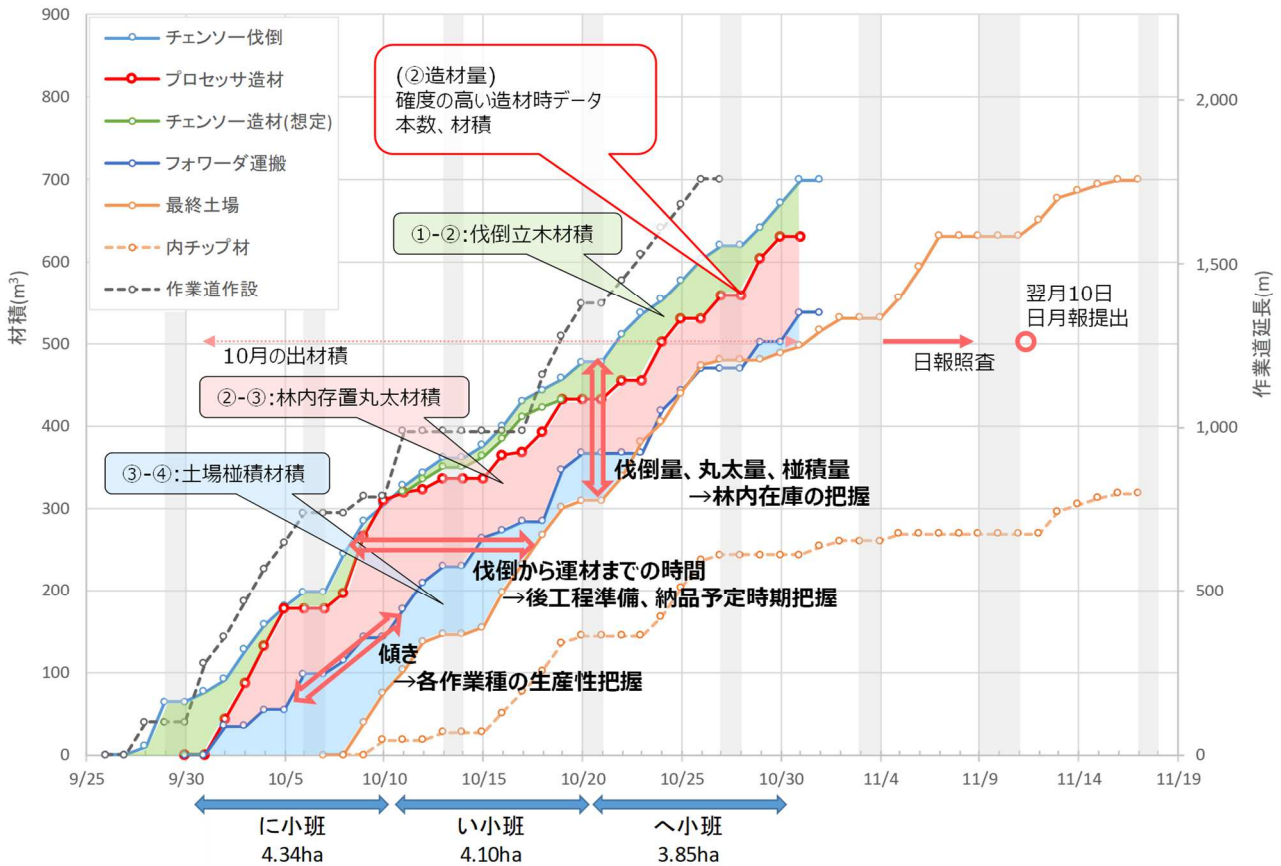


図 3.18 造材時データを活用した作業累積グラフ

### 3) コスト

日報管理システム ForestMobile (販売：株式会社アクティオ)

初期登録費用：50,000 円 (税別) サーバー使用料：5,000 円/月 (税別)

データロガー付プロセッサ イワフジ GP-35B (データロガー：イワフジ GP-8 を標準装備) ベースマシン含むフルセット価格 約 2,200 万円

### 4) 課題

日報管理システム、造材時データ等で把握した生産性などは、PDCA サイクルに基づき、現場作業員も含めて次の現場の生産性向上に利用していくことが重要である。日報管理システムの導入により PDCA を回すことができるようになったが、現行のシステムにはダイレクトに生産性の分析ができる機能が備わっていないことや、すべて手作業で入力する必要があるため現場作業員の負担が大きいなどの課題がある。このため、データロガー付プロセッサの造材時データを日報管理システムが自動的に取得するなど、生産性把握に必要なデータ入力の自動化を視野に入れた日報管理システムの開発・発展が期待される。

造材時データとして、位置情報や品等 (グレーディング) 情報を持つことで、更なる活用可能性が広がると考えられる。造材時データは、海外では素材生産事業体への支払額算出のために用いられており、データ形式も StanForD2010 で規定されている。日本においても精度確保のためのキャリブレーション、その精度を保証する与信機関の整備等が実現すれば、造材時データを検知データとして活用する可能性がある。

## 3.4. 海外の先進事例

### 3.4.1. 調査の目的

地理空間情報や ICT 等の先端技術を活用し、林業従事者にとって安全で働きやすい労働環境の醸成、効率的な森林施業や需要に応じた安定供給を実現する取り組みを行っている海外林業の事例を調査し、今後、意欲と能力のある林業経営体等が「スマート林業」の実現に取り組む際に参考となるような先進事例の収集を行う。

### 3.4.2. 調査方法


まず、海外林業に関する文献調査により、諸外国の森林・林業の特徴を整理し、先進事例調査を実施する具体的な地域・国を選定した。次に、実際に現地を訪問した技術者による報告や、各地域の林業経営体の実務者を対象とした聞き取り調査結果をもとに、各国で実際に業務の中で用いられている技術やシステムを分野別に整理した。最後に、各国が導入している技術のうち、特に着目すべきものについて、日本林業における活用可能性の検討を行った。

### 3.4.3. 文献調査

#### (1) 調査対象

文献調査を実施した書籍の概要を表 3.23 に示す。文献の選定に当たっては、(1)出版年度が過去 10 年以内であること、(2)各国の森林・林業の現状を、技術的かつ社会的な観点から体系的に整理していること、(3)各国で導入されている技術及び森林管理・経営のあり方について日本林業への活用可能性に関する示唆を含むこと、を条件とした。

表 3.23 文献調査対象とした書籍の概要

文献名	世界の林業 欧米諸国の私有林経営
著者名	(監修) 白石則彦 (編) 一般社団法人 日本林業経営者協会
発行年	2010 年
出版社	株式会社 日本林業調査会
概要	<p>日本における望ましい森林管理・経営のモデルを検討するに当たり、諸外国の森林管理・経営の状況を調査し、日本林業との比較・検討を行うことを基本方針として取りまとめたもの。研究対象としては、林業が持続的経営を行う産業として成立しているヨーロッパ、北米・オセアニア諸国の私有林管理に重点を置き、森林管理の現状や、森林に期待される役割や施策等の情報を体系的に収集・分析している。</p> 
対象国	<p>【ヨーロッパ】イギリス・ドイツ・フランス・オーストリア・スウェーデン・フィンランド・ノルウェー</p> <p>【北米・オセアニア】アメリカ・カナダ・オーストラリア・ニュージーランド</p>

## (2) 調査結果

文献調査の結果から、林業が持続的な産業として成立している(1)ヨーロッパ、(2)北米・オセアニア地域の2地域から、①オーストリア、②ラトビア、③ニュージーランドの3カ国を調査対象国として選出した。

①オーストリアは、日本と類似した地形条件や森林所有規模の条件を有するにも関わらず、林道整備と機械化により高い生産性を実現しており(表 3.24 参照)、予てより日本林業のモデルとして注目されてきた。一方で、②ラトビアは、他の欧米諸国と比較して、森林・林業の先進国としての知名度は高くないが、国土に占める森林面積の割合は EU 加盟国の中で4位と高く、また、世界最先端の電子国家として知られるエストニアの隣国でもあり、現在 Fintech や UAV、e コマース(電子商取引)等の各分野で急成長を遂げており、林業分野への ICT の導入が急速に進んでいる国の一つである。

また、③ニュージーランドは、森林所有者のうち、所有山林面積が 1,000ha 超の所有者層の割合が7割以上を占めており、森林所有形態は日本と大きく異なるものの、日本の約5分の1の面積の人工林から、日本を上回る量の丸太を生産しており、高い生産性と環境に配慮した施業を両立している林業先進国の一つとして知られている。また同国において、1990年代より進められたパートナーシップ造林の仕組みや、林地投資を促すための各施策、木材利用の視点からの施業技術体系の見直しや苗木の品種改良を進めてきた歴史は、今後施業の集約化や、経済合理性を追求した森林経営に国全体で取り組んでいく日本林業への示唆を多分に含んでいると考えられる。

表 3.24 各国の森林・林業統計データ

地域	国	森林面積 <sup>6</sup> (千 ha)	森林率 (%)	人工林率 <sup>6</sup> (%)	丸太生産量 <sup>7</sup> (千 m <sup>3</sup> )	ha 当たり 生産量 (m <sup>3</sup> /ha)
ヨーロッパ	フィンランド	22,218	73.1	30.5	62,291	2.8
	スウェーデン	28,073	68.4	48.9	74,200	2.6
	オーストリア	3,869	46.9	43.7	16,763	4.3
	ラトビア	3,356	54	18.2	12,651	3.8
	ドイツ	11,419	32.8	46.4	52,194	4.6
北米・オセアニア	カナダ	347,069	38.2	4.5	162,640	0.5
	オーストラリア	124,751	16.2	1.6	34,134	0.3
	ニュージーランド	10,152	38.6	20.6	28,663	2.8
アジア	インドネシア	91,010	53	5.4	120,250	1.3
	中国	208,321	22.1	37.9	333,695	1.6
	日本	24,958	68.5	41.1	21,325	0.9

<sup>6</sup> 林野庁 平成 29 年度版 森林・林業白書

<sup>7</sup> 林野庁編 森林・林業統計要覧 主要国の丸太生産量 (2018)

### 3.4.4. 先進事例調査

#### (1) オーストリア

##### 1) オーストリアの森林・林業の概要

オーストリアの森林面積は約 387 万 ha で、森林蓄積量は約 12 億 m<sup>3</sup>、ha 当りの蓄積量は 300m<sup>3</sup>/ha と充実している。これは、厳しい自然条件等により ha 当りの蓄積量に乏しい北欧諸国と比較して多くなっており、急傾斜が多く、森林施業の難易度は高いが、植物の生育において恵まれた気候下にある日本と類似している。また、オーストリアではこれまで林道整備が積極的に進められており、収穫用の森林区域の路網密度は約 45m/ha(日本の約 3 倍)となっている。

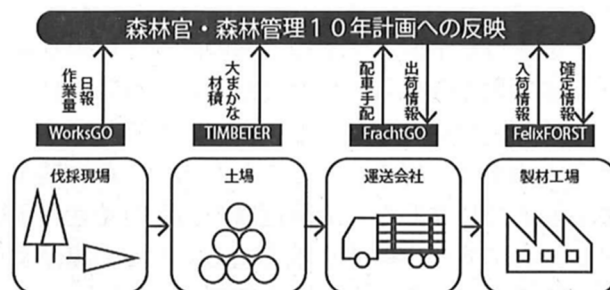
また、オーストリアでは製材技術の革新により、世界に先駆けて製材工場の大規模化が進んだことで知られており、現在では、原木消費量が年間 50 万 m<sup>3</sup> を超える規模の大型製材工場が各地に存在している。また、こうした工場で生産された製材は、人口が少なく内需に乏しい同国以外の市場に向けて盛んに輸出されており、製材の輸出量は 2016 年には世界第 7 位の 544 万 m<sup>3</sup> となっている<sup>8</sup>。

##### 2) 調査方法

2018 年 9 月にオシアッハ森林研究所（オーストリア・ケルンテン州）において実施された「日本人森林技術関係者向け特別講座」における「スマート林業のデジタルソリューション」の受講報告<sup>9</sup>に基づき、同国における ICT の活用状況に関する整理を行った。

##### 3) 調査結果

オシアッハ森林研究所における上記講座では、森林・林業分野の SaaS 企業である Felix systems 社が提供・販売する「FelixTOOLS」を活用した木材流通のデジタル化に関する講義が行われた。（「FelixTOOLS」は、Windows で稼動する「FelixFORST」という管理コンソールと、一連のスマートフォン用のアプリケーション(以下、アプリ)から構成される。）



<sup>8</sup> 平成 30 年度版 森林・林業白書

<sup>9</sup> 水上知之(2019).「日本人森林技術関係者向け特別講座」第 2 シリーズを受講して(後編) 三重の林業, 408, 12-13.



講義では、電子化が進むオーストリア林業の現状について説明があった後、「需給バランスを考慮した林業の実現」という、原木流通における ICT 活用の目的と意義について説明があった。

同講義において紹介された各ツールの活用方法を分野別に整理した結果を表 3.25 にまとめた。また、講義において ICT の活用に関する説明が特になかった分野については、併せてオーストリア国内における取組状況を整理した。

表 3.25 分野別調査結果 (①オーストリア)

分野		技術・システム	活用方法・取組状況
森林情報の高 度化・共有化	資源量 把握	—	航空写真：3年に1回国が撮影し、更新している。
	情報基盤	—	森林の所有者名、面積、住所、登記簿番号、地図、路網密度、境界石の場所はオープンデータとして誰でも閲覧が可能。(システムは、州政府が管理している。)
施業集約化の効率化 ・省力化	境界 明確化	—	1700年代に境界は確定済。境界には境界石がある。相続の際に土地を分割するケースはほとんどないため、境界不明確になるケースは無い。
	施業集約化	—	オーストリア全土で55,000人の山主が加入している林業組合連合会(WV)という組織が、小規模森林所有者の原木をまとめて仕入れたり、森林所有者からの依頼を受けて、素材生産業者への請負や運材業者のコーディネータとしての役割を果たしている。
	計画策定	—	FelixTOOLSの各アプリから得られるデータは、現場の森林官にフィードバックされ、10年を計画期間とする森林管理計画の作成に使用される。
経営の効率性・採算性向上	現場管理・素材生産	Felix WorksGO	現場作業の情報収集用アプリで、作業量(材積)や日報を入力する。素材生産業者の作業員が使用する。作業員は、アプリ上の発注書(必要な樹種、規格、規格の許容範囲、納期、写真等)に基づき、素材生産を実施し、その後、製材所への輸送情報(量、規格等)もアプリ上で共有する。 ※現在、スマートフォンではなく、アイウェアに作業員向けのガイダンス情報を表示できるようなシステムを開発中。業務の進捗状況は、作業員の入力した情報を基に、素材生産業者の事務所で一元的に管理される。
		Felix TIMBETER	山土場で積積された木材にスマートフォンをかざし、木口を撮影することで、材の本数・材積・直径を自動で計算し、材積の大体の目安を把握する木材検知アプリ。測定にはインターネット接続を必要としない。(データはインターネット経由でクラウド上にアップロードされる) 場所・日時・樹種・数量が各画像に保存され、木材の品質や

			<p>欠点等の情報も入力することが可能。 また、クラウド上で容易にデータをフィルタリングして分析することや、excel ファイルとして出力が可能。</p>
需給マッチングの円滑化	運材・配送	Felix FrachtGO	<p>配車と受諾、ナビゲーション、送状作成を行うアプリで、運送ドライバーが使用する。使用手順としては、①運送ドライバーがアプリ上で集荷をスタートさせると、現在地から集荷場所までの最適ルートが提示される。②その情報を基に運送ドライバーが山土場で集荷を行い、アプリ上に集荷情報を入力する。(その情報は製材所でも共有される。)③運送ドライバーは、アプリ上で指定された製材所に集荷した木材を輸送する。</p> <p>※同講座で受講者が視察を行ったハスラッハ・ノリカ・ティンバー社の大規模製材工場(原木処理量：3,600~4,000m3/日)では、1,200人の運送ドライバーのうち、500人が同アプリを利用している。(一方で、残りの700人はアプリを利用していないため、紙媒体の発注書等を利用している。)</p>

(一：講義において ICT の活用について特に言及されなかった分野)



図 3.20 FelixTIMBETER のイメージ<sup>10</sup>と操作画面<sup>9</sup>

<sup>10</sup> “Felix SYSTEMS”, <https://www.felixsystems.at/>

## (2) ラトビア

### 1) 調査対象の概要

ラトビアにおける先進事例調査対象として、ラトビア国有林管理公社（以下、LVM）を選定した。LVM の概要を表 3.26 に示す。

表 3.26 調査対象の概要（②ラトビア）

対象	Latvijas Valsts Meži (ラトビア国有林管理公社)
所在地	ラトビア共和国 リガ市
管理森林面積	1,640,000ha（国内全森林面積の 49%）
年間売上	約 370 億円
組織概要	ラトビア農林水産省傘下の国営企業。ラトビア国有林の持続的かつ安定した運営と収益の最大化による、国の助成に頼らない森林資源管理を目的として、1999 年に設立された。 同社は、北欧におけるイノベーションに基づく林業の最適化と効率化による最大収益化のリーダーであり、最先端の ICT 技術を活用した森林管理を導入している。

### 2) 調査方法

2018 年 10 月に、本事業の概要資料と調査票を LVM の担当者に直接メールで送付し、調査の趣旨について理解を得た上で、回答を得た。また、2019 年 2 月には、来日した同担当者に直接ヒアリングを行い、10 月に実施した書面調査の補足調査を行った。

### 3) 調査結果

LVM が用いている技術やシステムを分野別に整理した結果を表 3.27 に示す。

LVM は、自社開発した森林 GIS「LVM GEO プラットフォーム」に、森林管理に係るあらゆる業務(地権の管理・資源量の把握・現場管理・請負業者への支払い・物流等)を一元化し、効率化を実現している。また、近年同システムは、森林資源の多様性の維持や 100 年後の資源量予測、日照予測、バイオマス資源の安定供給に関する予測等にも活用範囲が広がっており、現在ヨーロッパを中心に、複数の企業で導入が進められている。

表 3.27 分野別調査結果（ラトビア国有林管理公社）

分野	技術・システム	活用方法	
森林情報の高度化・共有化	(ドローン)	(災害箇所の把握や、各現場の施業の品質管理のために活用している。森林資源量把握には使用していない。)	
	航空レーザ計測	国内には混交林が多く、気候や地形条件によっても林況が大きく変化するため、国内全域でサンプル調査を実施した上で、航空レーザ計測をし、結果は ArcGIS(ESRI 社)で解析している。	
	LVM GEO Mobile	LVM GEO Platform のモバイルアプリ。オフラインにも対応しており、各種林分調査に使用している。(Android・iOS 対応)	
	(地上レーザ計測)	(データ取得が非効率であり、結果も正確でないため、ラトビア国内では資源量把握には使用していない。)	
	AI	現在、衛星画像等のリモートセンシングデータの自動解析による林況データ取得に関する実証プロジェクトを複数実施中。	
経営の効率性・採算性向上	情報基盤	LVM GEO Platform	データベースには、500 以上のレイヤ（環境保護・路網・伐採計画・地籍・造林・土場の在庫情報・運送計画・運搬状況・整地車の所在地等）と 300 のテーブルを含まれる。また、すべての林分データが最長でも 20 年に 1 度は更新される。
	現場管理	LVM GEO Platform	各土場の桧別材種・数量をシステム上で把握し、原木のフローを一日単位で管理している。各現場の作業進捗状況や、各林業機械の GPS 情報をトラックすることで、現場管理の省力化を実現している。 また、各請負業者は、システム上で毎日勤務実績を入力する契約を結んでおり、作業員の日報も一日単位で管理されている。 ※現在日報管理アプリを現在開発中(2019 年始めに発表予定。)
	路網整備	LVM GEO Platform	システム上で路網データの更新(通行出来ない路線の反映・属性データの変更)・路網計画の作成を実施している。(管理項目例：路面状況・幅員・通行可能速度・メンテナンス状況等) なお、新規路網開設時は、路網開設によって利用可能となる資源量に基づき、最もコストが安くなる道をシステム上で計算する。
素材生産	LVM GEO Platform	<p><b>【伐採計画】</b> 各伐採地の搬出の容易性(林種・土壌・立地等)をシステム上で算出し、その情報と林業機械の使用状況を勘案して、毎月伐採計画を作成する。なお、フォワードの最適な運搬ルート計算には、詳細な DEM を使用している。</p> <p><b>【伐採】</b> ハーベスタの stanforD 規格の各データ(.prd, .ktr, .drf,.atp.)を解析し、請負業者への支払いや生産性分析に使用している。(例：*.prd：支払いの計算用 *.drf：生産性分析用)</p> <p><b>【搬出】</b> 搬出用トラックの動きはすべて GPS で管理されており、約 150 台の搬出用トラックが、システム上で最適な作業や運搬ルートの指示</p>	

		<p>を自動で受けて動いている。(資材運搬車も同様)</p> <p><b>【検収】</b>  現場代理人が土場の在庫状況の責任者であり、フォワーダ・搬出用トラックの両方から数量データを受け取り、もし数字が異なっていたらシステム上の数量を修正している。  また、検収は公認業者が実施しており、各顧客は、正確な検収機械を保有している。  ※トラックの運転手が積荷の写真を取り、検収業者に送ると、web上で積荷の検収ができるモバイルのアプリを開発済。</p>
需給マッチングの円滑化	需給マッチング	<p>Remsoft (Remsoft 社)</p> <p>ソフト上で最も効率的な生産計画を作成し、毎年大規模需要者に対して、木材の価格や需要先の立地に基づき、競売を実施している。(基本的に立木販売が中心で、現場では顧客の指定する採材しか行わない。)</p> <p>運用時には、常にシステムで林内と土場の数量を確認しながら、現場別に契約した数量の材が確実に出荷されるようにしている。</p>
	LVM GEO Platform	<p>生産から運搬までの全てのサプライチェーンのプロセスをシステムがサポートしている。  (例：立木の在庫情報が更新されると、出材・運材計画も最適化され更新される)</p> <p>各顧客は、LVM Geo Platform の地図情報にアクセスすることで、自分の材が今どのような状況にあるのか常にモニタリング出来る。現在、供給の安定化・平準化のために、より正確な立木の在庫情報の把握を進めており、各伐採地を調査し、およそ1年先までの正確な出材量・出材種の情報を把握している。</p> <p>なお、LVM の管理する山林はすべて PEFC もしくは FSC 認証を取得しており、本システムを利用する企業は、両認証スキームの要求事項にあわせてデータベースをアレンジすることで、すべての材の出荷地を証明することが可能。)</p>

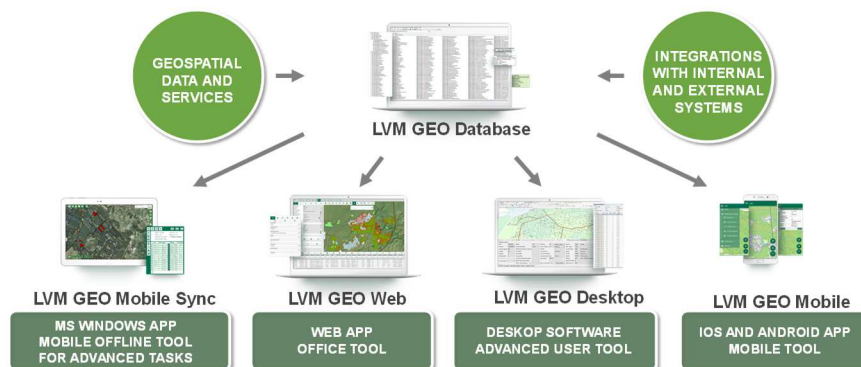


図 3.21 LVM GEO Platform のイメージ図<sup>11</sup>

<sup>11</sup> 書面調査において LVM より受領した資料から抜粋

### (3) ニュージーランド

#### 1) 調査対象の概要

ニュージーランドにおける先進事例調査対象として、Tasman Pine Forests Ltd. (以下、TPF 社) を選定した。TPF 社の概要を表 3.28、図 3.22 に示す。

表 3.28 調査対象の概要 (③ニュージーランド)

対象	Tasman Pine Forests Ltd.
所在地	ニュージーランド Tasman 郡
資本金	NZD150 百万
管理森林面積	36,200ha (人工林面積 27,148ha)
従業員数	13 名(2018 年 8 月末現在)
組織概要	<p>ニュージーランドネルソン・タスマン地区に取得する山林資産の経営のため、2016 年 4 月に設立された比較的新しい企業である。同年 6 月より施業を開始している。</p> <p>植栽樹種はラジアータ・パインが主であり、おおよそ 25~29 年生で収穫を行っている。同社では、1 班 4~8 人の作業チームが同時に 8 班動いており、班毎に保有機械が異なり、作業の特徴も異なる。</p>



図 3.22 TPF 社の位置及び所有山林の様子

#### 2) 調査方法

2018 年 9 月に、本事業の概要資料と調査票を TPF 社の担当者に直接メールで送付し、調査の趣旨について理解を得た上で、回答を得た。

### 3) 調査結果

TPF 社が用いている技術やシステムを分野別に整理した結果を表 3.29 に示す。TPF 社で導入されているソフトウェアは、Interpine 社(ニュージーランド)の Yield Table Generator・STICKS、Trimble 社(米国)の CENGEA・WSX、ESRI 社(米国)の ArcGIS、Remsoft 社(カナダ)の Woodstock など、多岐に渡る。同社では、2016 年の設立当時、少人数の人員体制で迅速に施業を開始する必要があったため、将来的な作業効率化も視野に入れ、各種ソフトウェアの導入を行った。

TPF 社の山林経営における ICT 活用の特徴は、上記のような異なるソフトウェアを活用しながらも、資源量把握から計画・伐採、生産、輸送、納品をつなげるサプライチェーンが、StanForD 規格(Standard for Forest machine Data communication：スウェーデン等北欧を中心に広く普及している生産管理者と現場の林業機械との間でやり取りする情報の記述形式を定めたデータ規格)<sup>12</sup>の標準化されたデータを核として構築されている点である。

設立当初 TPF 社では、伐採結果を手作業で報告していた。しかし、伐採情報を効率的に収集・活用するためには、StanForD 言語の活用が有効であると考え、検討の結果、StanForD ソフトウェアの中でも、マーケット状況に基づいて伐採計画を検討し、伐採結果を分析するツールである STICKS(Interpine 社)の導入に至った。現在 STICKS は、TPF 社の請負事業体 4 社・8 班すべてで使用されている。

また、TPF 社では、原木販売先 5~6 社への月間の納入予定を踏まえ、生産すべき径級・材長・節数・品質・納入先情報等の入った班毎の 1 週間の造材指示ファイル(.apt 形式)を請負事業者毎に毎週送付しており、各班は一日単位の造材実績を TPF 社に報告している(.hpr 形式)。なお、納材の進捗管理については、トラック業者が WSX(Trimble Forestry 社)に入力するトラック台数や発送伝票データを、担当者が週 1 回確認し、STICKS や WSX のデータを元に生産(Production)・販売(Sales)・流通(Wood flow)チームで協議の上、翌週の採材を決定し、生産チームが apt ファイルを修正することで、採材変更を行っている。また、週の半ばに緊急で需要の変更が生じた場合も、速やかに造材の変更指示(.apt ファイル)を送付して対応している。

同社では、今後の課題として、ラジアータ・パインの成長モデルを STICKS に反映することで、蓄積の予測精度を向上することを目指している。

表 3.29 分野別調査結果 (TPF 社)

分野		技術・システム	システムの概要・活用方法
森林情報の高	把握資源量	(ドローン)	皆伐後に伐採跡地を撮影し、現地確認と合わせて植林面積を確定している。
		航空写真	数年に一度自社で全域を更新している。また、災害発生時に Spot 的に撮影している。

<sup>12</sup> 中澤昌彦, 加藤英雄, 白井教男(2018). オーストラリアにおける ICT を利用した原木生産・流通事例木材工業, **73**(7), 277-280

		(航空レーザ計測)	オープンデータの 50cm 等高線を業務に利用しているが、資源量把握には利用しなていない。 (資源量の把握のために、14-16 年生・20 年生・収穫 2 年前に標準地調査を実施している。)	
		YT Gen (Yield Table Generator)	林齢・森林調査から把握した本数・直径・樹高データを用いて、立木材積を自動計算している。	
	情報基盤	CENGEA LRM (Land Resource Manager)	管理単位(林小班)ごとの現況や施業履歴等の情報を管理するデータベース。各種コストの試算や、成長・出材量の予測が出来る。 TPF 社では GIS の担当者が、随時 LRM のデータを修正している。	
		ArcGIS	LRM のデータとリンクしており、毎週同期される。リモートデスクトップ接続で、所員全員が閲覧可能である。	
	経営の効率性・採算性向上	計画作成	Wood stock	YT Gen からの出力データを元に、等級毎の想定出材量や損益等の長期計画を作成している。
			Allocation Optimizer	Wood stock の追加モジュール。採材・販売価格・輸送距離・コストを伐採箇所毎に設定可能で、より精度の高い長期計画の作成が出来る。
管理現場		ArcGIS online	現場では、ArcGIS のデータをスマートフォンで閲覧している。(GNSS は GARMIN を使用。)	
生産素材		STICKS	プロセッサからの造材報告(*.hpr 形式)の解析により、生産数量、生産性を把握している(m <sup>3</sup> ベース)。	
育林造林		特になし	苗木は手で植栽している。下刈は実施していない。(除草剤を空中散布)	
需給マッチングの円滑化	需給マッチング	STICKS	原木販売先への月間の納入予定を踏まえ、班毎の 1 週間の造材指示ファイル(*.apt 形式)を請負事業者毎に毎週送付している。緊急に需要に変更が生じた場合は、週の半ばで造材の変更指示(*.apt 形式)を送付することもある。	
	運材・配送	WSX (Trimble Forestry 社)	トラック業者の配車担当者に、伐区の位置と造材量データ及び顧客毎の納材予定量データを渡し、WSX を使用して、トラック 20 台分全体の最適な輸送計画を策定している。各トラックには GPS が取り付けられており、積荷の有無も把握できるため、各トラックの運送状況が一目で把握できる。また、発送伝票情報も WSX に入力されるため、納材数量管理にも活用している。	
		C3	輸出材の港湾在庫数量管理・船積みの進捗状況の把握等、マーチャリング及びステベドア情報を把握するアプリ。	





図 3.23 STICKS による生産性分析イメージ<sup>13</sup>

#### (4) 日本林業への応用可能性

(1) から (3) の調査結果を、実践対策における 4 つの目標別に整理し、日本林業への応用可能性を以下にまとめた。

##### 1) 森林情報の高度化・共有化

調査を実施した国・経営体における森林資源量の把握方法は、ドローンや航空レーザ計測、航空写真といった、既に日本でも実用化されている技術が中心であった。また、情報基盤整備については、クラウド化やオープンデータ化といった、現在日本が国や都道府県を中心に推進している森林情報の共有化の方向性と類似している。

一方で、各国・経営体に共通しているのは、これらの「森林情報の高度化・共有化」の目的が、3)、4) に示す「経営の効率性・採算性向上」・「需給マッチングの円滑化」である点である。例えば、オーストリアやラトビアの事例では、木材供給の安定化・平準化を実現するために、より正確な在庫情報を把握し、供給計画を作成する技術やシステムの導入・改良が進められている。

現在日本では、行政がそれぞれの森林計画を立案するために、「森林情報の高度化・効率化」が進められているが、今後は林業事業者が「木材需要者の求める川上の情報」を作成するという視点から、森林情報の整備方針を検討するとともに、整備した森林情報の活用方法や共有範囲を定めていく必要がある。

<sup>13</sup> “STICKS” Interpine Group Ltd. <https://interpine.nz/sticks-at-harvesttech2017> (参照 2019-2-01)

## 2) 施業集約化の高度化・省力化

施業集約化プロセスの課題の一つである「境界明確化作業」については、ニュージーランドは大規模所有形態が多く、また、オーストリア・ラトビアでは既に国内全域で作業が終了しているため、本調査では、日本に応用可能な技術は確認されなかった。一方で、ICTの活用事例ではないが、山林所有規模が日本と近いオーストリアでは、州単位で設置される林業組合連合会(WV)という組織が、森林所有者からの依頼を受け、素材生産業者への請負や原木の合同仕入れ、運材業者のコーディネートの役割を果たしており、木材生産における小規模森林所有形態のデメリットを上手く解消している。

## 3) 経営の効率性・採算性向上

本調査では、林業が産業として成立している地域を対象としたため、「経営の効率性・採算性向上」については、各国・経営体で最先端の取り組みが進められていた。特に、StanForDに準拠したハーベスタの造材報告ファイルを活用した、生産性向上のためのPDCAサイクルの自動化や、造材指示ファイルを活用した価値最適採材(バリューバックング)の取り組みは、日本林業への応用可能性を多分に含んでいる。一方で、日本でも各海外の先進事例と同様に、StanForD規格のハーベスタデータの活用を進めていくためには、日本林業に適合したアプリケーションソフトの開発が必要である。

なお、事例集には、本分野における海外の先進事例として、ニュージーランドのTPF社における、「StanforD規格のハーベスタデータを核とした造材の最適化」の取り組みを取り上げる。

## 4) 需給マッチングの円滑化

需給マッチングの円滑化には、4.2.5に示す通り、①森林情報の整備、②伐採計画作成、③リアルタイムのマッチング、が自動でつながる木材サプライチェーンマネジメントシステムを構築することが理想である。その先進事例として、森林情報から伐採・運搬までの、サプライチェーンの全プロセスをサポートするLVM(ラトビア)のシステムは、日本林業への応用可能性が高い。

同システムでは、現地調査や航空レーザ計測成果等を元に、立木の在庫情報を更新すると、出材・運材計画も自動で更新され、川上で整備した高度な森林情報が、川中・川下の情報とリアルタイムで紐付き、共有される(①森林情報の整備)。また、最新の資源情報に基づき、システムが最も効率的な伐採計画を作成し、木材需要者は年に一度、計画に基づき、立木を購入する(②伐採計画作成)。また、運用時には、常にシステム上で林内と土場の数量を確認しながら、現場別に契約した数量の材が確実に出荷されるように安定供給を実現している(③リアルタイムのマッチング)。

今後日本では、4.2.5で示すICT活用上の課題も踏まえ、川上から川下までを一貫してサポートする木材サプライマネジメントシステムの開発・検討を進めていくことが求められる。

### 3.5. 説明会の開催

#### 3.5.1. 開催概要

「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、林業事業者等を対象とした説明会を開催した。開催概要を以下に示す。

スマート林業実践対策地域協議会による事例紹介を行うとともに、今後のスマート林業の参考とすることを目的として他分野の事例紹介、パネルディスカッションを含めたプログラムとした。

各発表者の発表資料は、日本森林技術協会 HP に後日掲載した。

表 3.30 説明会の開催概要

タイトル	スマート林業を目指して！	
日時	2019年2月13日（水） 13:30～16:30	
会場	主婦会館プラザエフ 9階スズラン（東京都千代田区六番町15）	
参加者数	約160名	
プログラム	内容	講演者等
	林野庁挨拶	林野庁森林整備部計画課
	開会挨拶・概要紹介	一般社団法人日本森林技術協会
	他分野における先端技術の事例紹介	
	建築・土木分野の事例 （i-Construction）	国土技術政策総合研究所 社会資本マネジメント研究センター 社会資本施工高度化研究室長 森川博邦 氏
	農業分野の事例 （スマート農業）	株式会社セラク みどりクラウド事業部 兼 データサイエンス事業部 事業部長 持田宏平 氏
	スマート林業実践対策地域協議会による事例紹介	
	石川県	石川県 農林水産部 森林管理課 向瀬信太郎 氏
	長野県	長野県 林務部 信州の木活用課 長澤幸一 氏
	愛知県	愛知県 農林水産部 農林基盤局 林務課 村田典之 氏
	山口県	山口県 農林水産部 森林企画課 吉富亮太 氏
	熊本県	熊本県人吉市 経済部 農林整備課 大淵修 氏
	パネルディスカッション	
	国土技術政策総合研究所 社会資本マネジメント研究センター 社会資本施工高度化研究室長 森川博邦 氏	
	株式会社セラク みどりクラウド事業部 兼 データサイエンス事業部 事業部長 持田宏平 氏	
	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 鹿又秀聡 氏	
	群馬県森林組合連合会 総務部長 高橋伸幸 氏	
	東京大学大学院 農学生命科学研究科 教授 露木聡 氏	
	一般社団法人日本森林技術協会 大萱直花（モデレーター）	
	閉会挨拶	住友林業株式会社



図 3.24 説明会の様子

### 3.5.2. 参加者へのアンケート

説明会の参加者に対してアンケートを実施した。質問項目は表 3.31 のとおりである。結果を図 3.25～図 3.31 に示す。

表 3.31 アンケート質問項目

問 1	回答者について ・所属組織 ・既にスマート林業・林業成長産業化等に向けた地域協議会に参加しているか
問 2	どのプログラムに期待をして参加したか
問 3	各プログラムについてどの程度満足したか
問 4	スマート林業を構成する分野のうち、特に興味がある又は今後取り組んでいきたい分野は何か
問 5	スマート林業を構築するための取り組みを所属組織や地域で実施する際、どのような課題があると思うか
問 6	今後、スマート林業を構築していく上で、全国的にどのような支援策があると良いと思うか
問 7	今後、このような説明会を開く上で、どのようなプログラムがあると良いと思うか

参加者の所属を見ると、都道府県担当者や市町村担当者、民間企業からの参加が多かった（図 3.25）。また、参加者のうちの4割が、既にスマート林業や成長産業化に向けた地域協議会に参加しているという回答であった。

特に、スマート林業実践対策地域協議会における事例紹介に期待して参加した人が多かったようだ（図 3.26）。

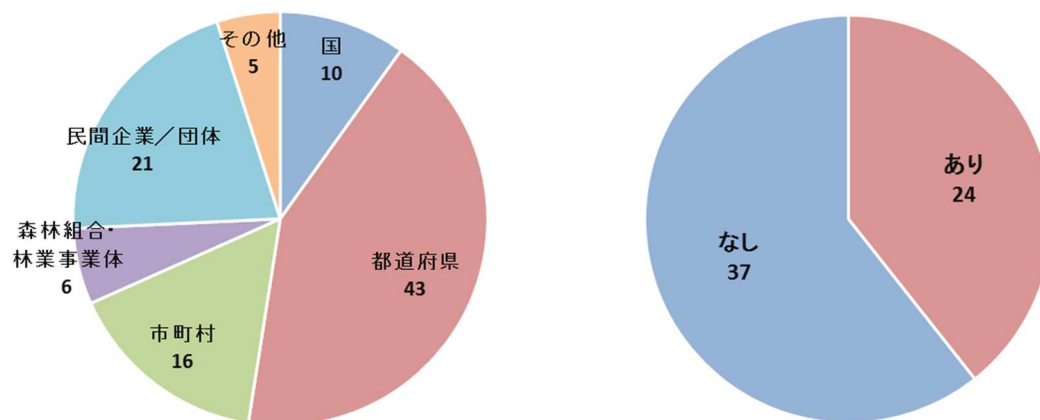


図 3.25 問1の結果（左：所属組織の回答割合（回答数101）、右：地域協議会への参加割合（回答数61））

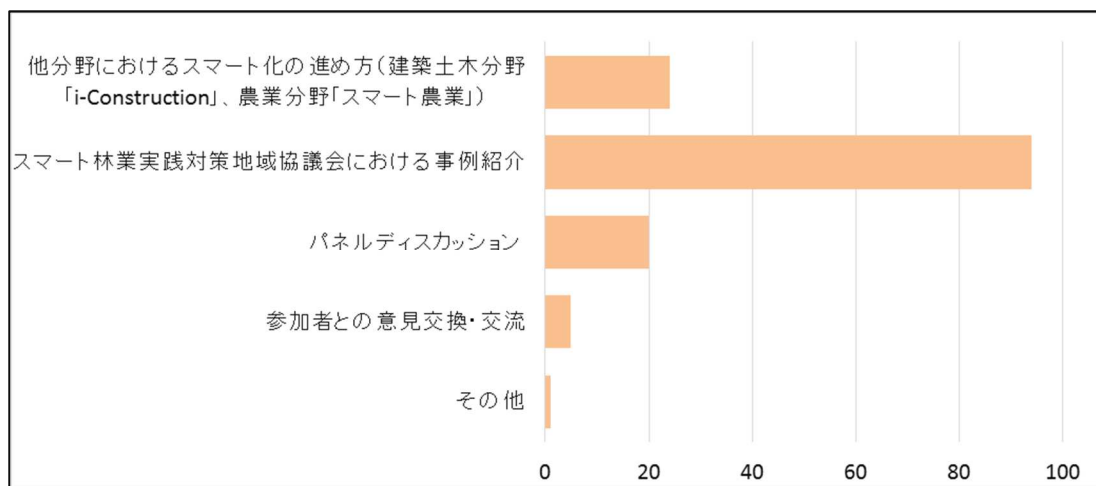


図 3.26 問2の結果（どのプログラムに期待して参加したか）

報告会の内容に対する満足度は高く、全てのプログラムについて、7割以上の参加者が「とても満足した」又は「満足した」と回答した（図 3.27）。特に、スマート林業実践対策地域協議会における事例紹介に対する満足度が最も高く、他地域等にとって参考となる内容であったと考えられる。

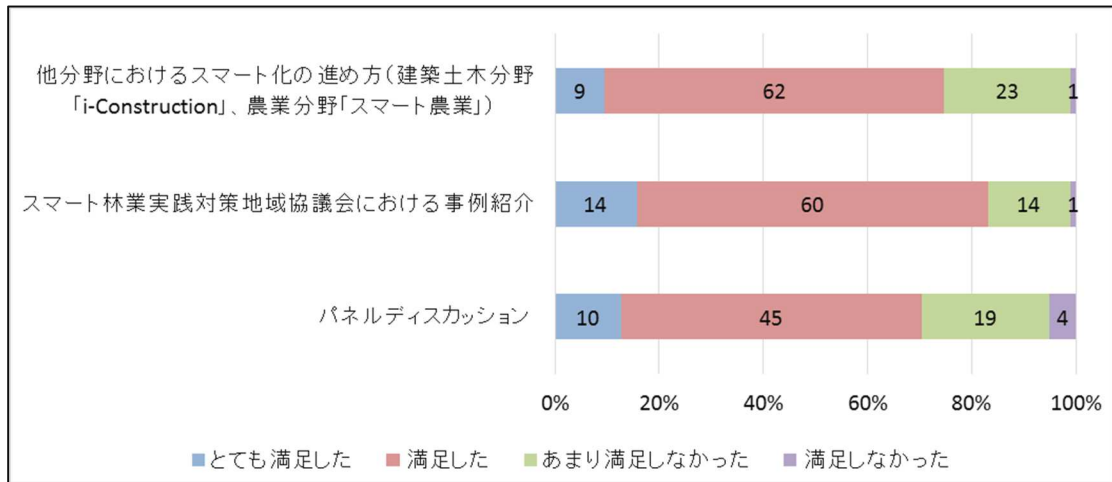


図 3.27 問 3 の結果 (各プログラムについてどの程度満足したか)

また、スマート林業を構成する分野のうち、特に興味がある又は今後取り組んでいきたい分野は何かという質問に対しては、「森林情報の高度化・共有化（ドローンやレーザーによる森林資源量調査、森林クラウドによる情報共有など）」が最も多く、次いで「需給マッチング円滑化（需給マッチングシステムの整備、運材・配車システムの整備など）」が多かった（図 3.28）。

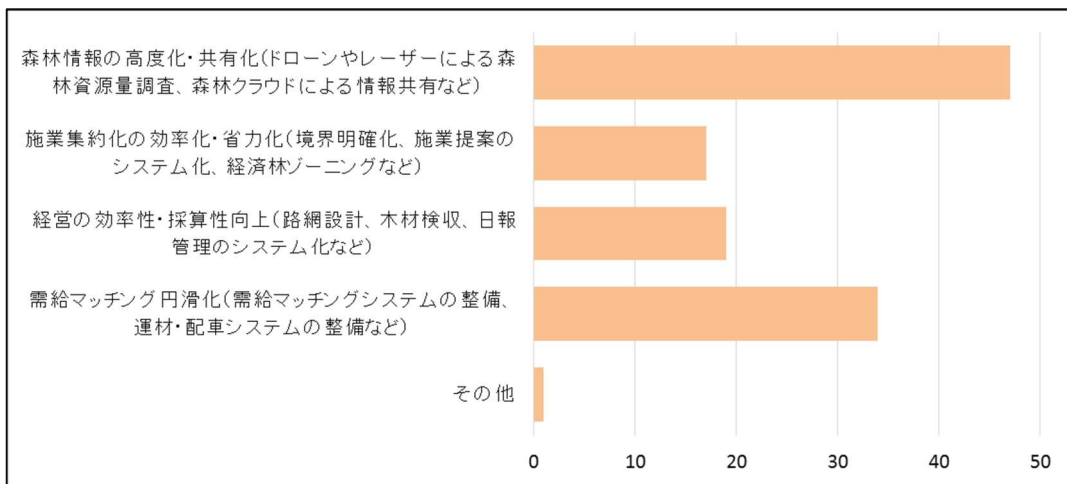


図 3.28 問 4 の結果 (興味がある又は今後取り組んでいきたい分野)

スマート林業を構築するための取り組みを所属組織や地域で実施する際、どのような課題があると思うか、という質問に対しては、様々な項目が選択されていたが、特に「人材育成」や、「関係者の連携体制の構築」、「関係者の ICT 化への参加意欲向上」等、「ひと」に関する課題を重要視する回答が多かった（図 3.29）。

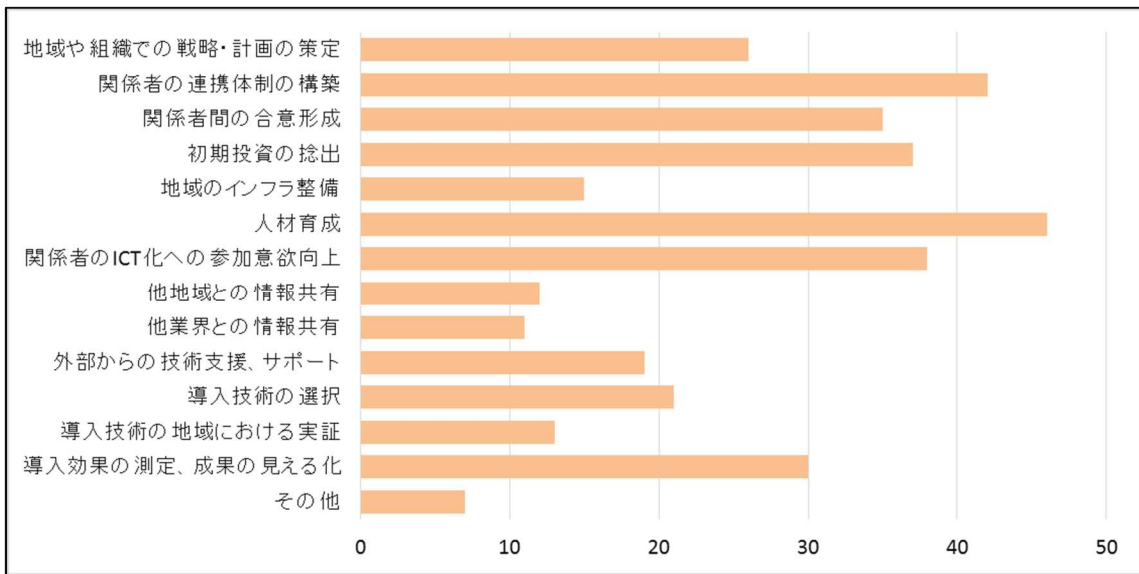


図 3.29 問 5 の結果(スマート林業の取り組みを実施する際にどのような課題があると思うか)

今後スマート林業を構築していく上で、全国的にどのような支援策があると良いと思うかという質問に対しては、「スマート林業の全国的な推進体制の構築」や、「助成金・優遇制度」、「人材育成対策」といった支援を希望する回答が多かった (図 3.30)。

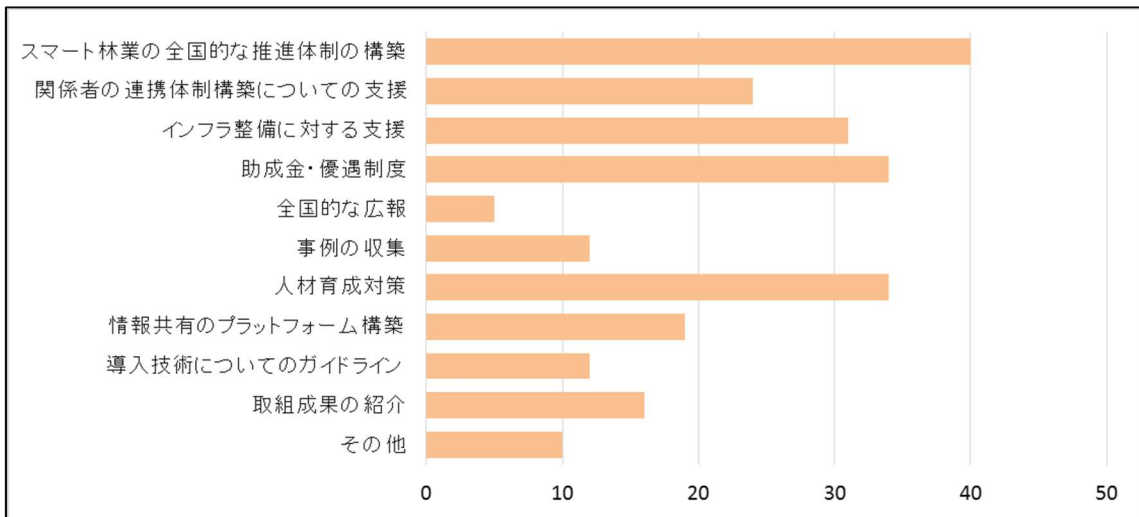


図 3.30 問 6 の結果 (スマート林業を構築していく上で、全国的にどのような支援策があると思うか)

今後このような説明会を開く上で、どのようなプログラムがあると良いと思うかという質問に対しては、「スマート林業実践対策地域協議会における事例紹介」という回答が最も多かった (図 3.31)。問 2 (どのプログラムに期待をして参加したか) の回答からも分かる通り、実践対策地域協議会の事例紹介を期待する参加者が多い。また、今回の説明会で

は実施しなかったが、「企業からの情報提供」を希望する回答も多かった。

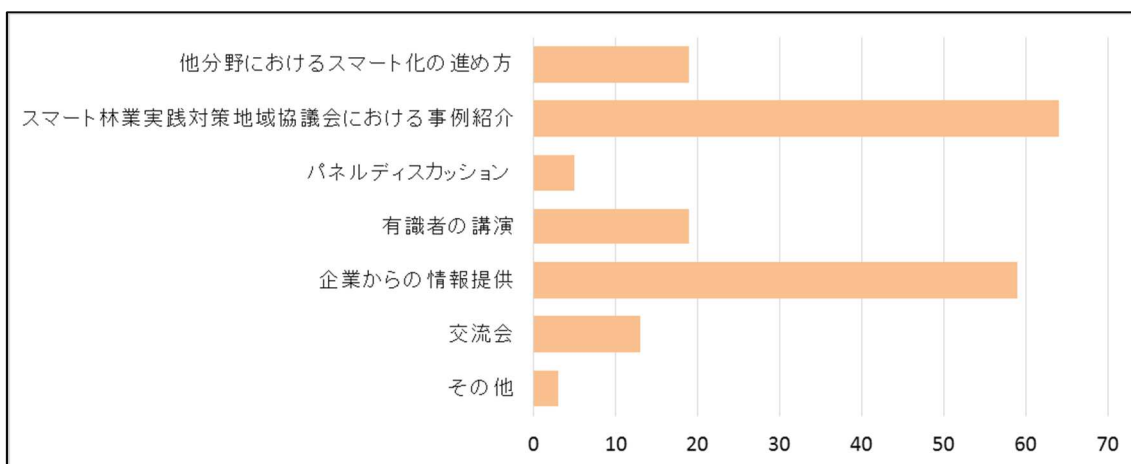


図 3.31 問7の結果（今後このような説明会を開く上で、どのようなプログラムがあると良いと思うか）



## 4章. スマート林業の普及に向けて

### 4.1. スマート林業とは

#### 4.1.1. スマート林業が目指すべき方向性

本事業は、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とする「スマート林業」の構築普及展開を目的としている。また、実践対策における目標としては以下の4点が挙げられている。

- 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、他分野の取り組みの調査や、林業分野での取り組みの分析により、スマート林業が目指すべき方向性について検討を行い、目指すべき方向性として以下のように考えた。

#### 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共に、**林業を魅力ある職場**とし、**担い手の確保・育成**を進める。

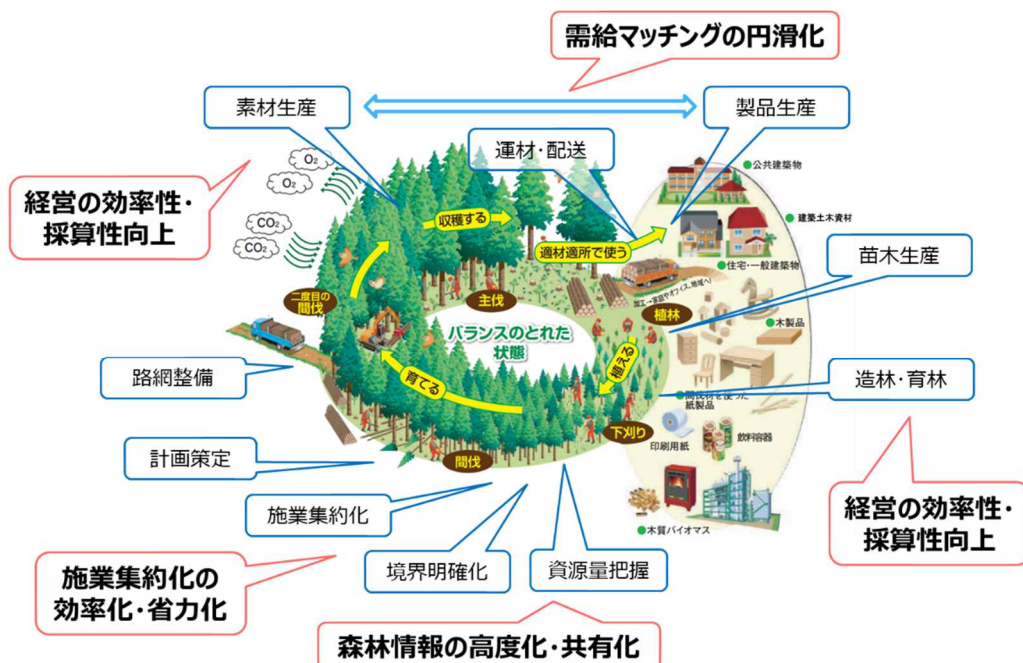
#### 【目標】

- 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

また、スマート林業が本来対象とする範囲は、図 4.1 に示す林業の循環すべて、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わたる。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、実践対策では上記4点に絞って目標としている。

スマート林業への取り組み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国として深刻な課題となっていることが挙げられる。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共に、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。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挙げられている。他分野と競合しての林業における担い手確保を考えると、ICT 技術の活用による生産性向上、コスト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）に赤枠部を追記

図 4.1 スマート林業の対象範囲イメージ

#### 4.1.2. スマート林業の普及・実現における主な課題

前述のようなスマート林業や、実践対策での取組成果を今後、全国に広く普及するにあたり、現状と課題を表 4.1 のように整理した。

表 4.1 スマート林業の普及・実現における主な課題と対策

主な課題・現状	対策
<p>目標の明確化が必要。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>スマート林業のイメージが曖昧。</li> </ul>	<p>スマート林業に関する共通認識を業界全体に普及させる。</p> <p>例：本事業での説明会開催などの取り組み。</p> <p>業界全体で目指す目標値を設定する。</p> <p>例：i-Construction「2025年までに建設現場の生産性2割向上を目指す。」</p> <p>例：全国で直送率〇割増、就業者数〇人増など</p>
<p>川上～川下（計画、施業、流通）が連携した取り組みが必要。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>連携を意識しつつも、データの共有・流通は実現できていない場合が多い。</li> </ul>	<p>地域林業全体の活性化を目指して、行政、事業体ともに異なる分野間での情報共有を行う。</p> <p>例：ドローン画像を資源量把握（計画）のみならず、造林検査（施業）、伐採計画と需要のマッチング（流通）にも活用する。</p>
<p>ICT を利活用できる人材育成・運営体制の構築が必要。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>高齢化により、ICT 導入が困難な場合もある。</li> <li>様々なツールを使いこなすことが負担となる可能性がある。</li> </ul>	<p>ICT を高度に使いこなす人材・指導できる人材の育成を行うとともに、人材が定着するための環境を整える。</p> <p>例：国、県の研修所、大学、専門学校等において、ICT 等の新技術の活用の意義、活用方法等の教育を行う。</p> <p>例：ICT 技術を使いこなせる人材が事業体ごとには少数であるため、事業体間での情報共有のための機会を創出する。</p>
<p>林業従事者が ICT 化への参加意欲を持つことが必要。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>行政主導から、事業体による協議会の運営が実現できなければ、補助事業の終了により取り組みが消滅する可能性がある。</li> <li>技術の導入に初期費用、人材教育などのコストがかかる。</li> </ul>	<p>コスト削減のみではなく、従事者へのメリットを示し、事業体の参加意欲を醸成する。</p> <p>例：i-Construction「『きつい、危険、きたない』から『給与が高い、休暇が取れる、希望が持てる』を目指す」</p> <p>例：最大のコスト増・リスクとなっている労働災害の防止に ICT 技術（接近アラートなど）を導入する。</p> <p>ICT 化によるコスト削減効果は長期的な取り組みの結果であり、初期費用等の負担に対する補助等を検討する。</p> <p>例：航空レーザ計測までは行政、データの活用は各事業体で取り組む。</p>
<p>通信等のインフラ整備が必要。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>AI、ロボット等、大量の情報処理をクラウド上行う技術は導入できない。</li> <li>林内での単木レベルでの到達は困難。</li> </ul>	<p>必要な情報量を検討し、目的に応じて LPWA 通信を活用する。</p> <p>自動走行等の技術導入には GNSS 位置精度の確保が必要である。</p> <p>例：通信回線が整備されるとネットワーク型 RTK-GPS で仮想基準点を利用でき、位置精度も向上する。</p>

## 4.2. 今後の指導助言の方向性

技術委員会の審議及び今年度の各実践対策地域の取組結果を踏まえ、今後の指導助言の方向性を以下に示す。

### 4.2.1. 共通課題

全体の傾向として、「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」という各テーマごとの取り組みは進められているものの、テーマ間でのデータ共有や連携には至っていないことが多い。テーマごとに担当部署・担当者が異なる場合もあり、今後は全体でのデータ連携を意識して取り組むことが必要である。現場の林業事業者にとっては、例えばドローン操縦とタブレット施業提案システムと需給マッチングシステムをそれぞれ使いこなすという状況も発生し得る。それぞれのシステムで取得したデータがどのようにつながり、生産性の向上や収益増に結び付くかを示し、取り組みへの参加意欲を醸成する必要がある。

### 4.2.2. 森林情報の高度化・共有化

#### (1) 現在の取組における主な課題

航空レーザ計測や地上レーザ計測、ドローンの活用等、高精度情報を取得するための取り組みは全ての地域で行われているが、取得したデータをどのように利用していくかというプロダクトアウトのアプローチが多く、目指す姿と費用対効果の両面から最適な技術や利用手法を検討する体制になっているケースが少ない。

高精度な森林情報は、森林資源を効率的に施業（省力化）し、有利に売買するため等の手段の一つとして効果的と考えられるが、そのような大容量データを分析し、現場で利用するための仕組みが不十分である。

取得された高精度森林情報を川中～川下側でどのように利用するか、またどのような項目・内容が必要なのか、最適なフォーマットや共有手段等の運用面での検討が不十分である。

#### (2) 対策

地域で最終的に目指す方向性と、必要となる情報（項目・精度）を改めて明確化するとともに、費用対効果や技術的な観点から実証すべき取り組みの優先順位を決めることが必要である。

川上側だけでなく、インターネット環境等のインフラ面がある程度確保できる領域での情報の高度化や共有化の可能性についても検討する必要がある。

取得した情報の将来的な運用方法（データの更新方法やシステム運用方法等）や費用負担について検討する必要がある。

#### 4.2.3. 施業集約化の効率化・省力化

##### (1) 現在の取組における主な課題

資源量把握が先行している地域も多いが、境界明確化・施業集約化と並行して進める必要がある。

森林経営管理制度を想定し、市町村が集約化を主導することを想定した取り組み（経済林のゾーニング、意向調査実施の優先順位など）も必要となる。

##### (2) 対策

資源量把握から計画、需給マッチングまでのデータ連携を実証する必要がある。

例：資源量把握 → 経済林のゾーニング → 施業集約化対象地域＝意向調査対象の抽出及び優先順位の設定 → 集積計画と需給マッチングの連携

市町村職員でも簡易に取り扱えるツール化が必要となる。

#### 4.2.4. 経営の効率性・採算性向上

##### (1) 現在の取組における主な課題

日報管理システムやハーベスタ検知機能等による経営の効率性・採算性向上に取り組まれているが、システム導入のみにとどまらず、実効性の高い作業計画を立案し（Plan）、計画を意識した施業を行い（Do）、出力された結果を分析して作業のボトルネックを把握（Check）したうえで、生産性向上のための対応策を講じて（Action）、次の現場に活かす（Plan・Do）、PDCA サイクルを含めた実証が必要である。

現状では、日報管理システムはデータはデジタルで取得できるものの、入力はスマートフォン等での手入力になっており、入力作業が困難な場合もある。

木材検収やプロセッサ検知等の情報については、どこまで詳細なデータが必要か検討する必要がある。目的に対し、必要なデータ精度を事前に定めておき、費用対効果も考慮しつつ、データの精度向上に努める必要がある。

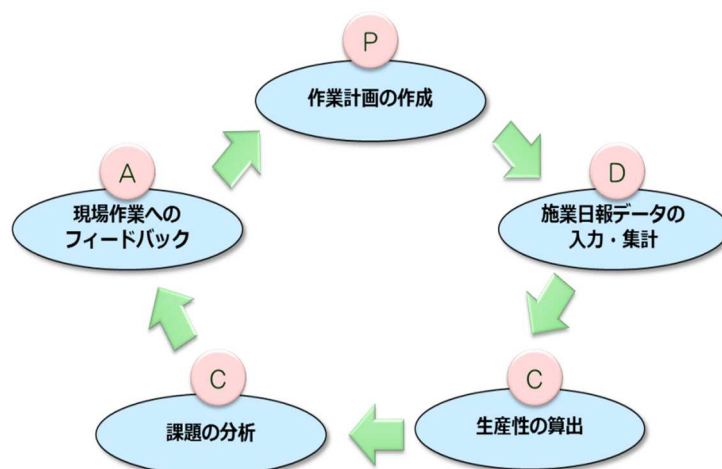


図 4.2 日報管理システムによる PDCA サイクルの例

## (2) 対策

PDCA サイクルを含めた実証を行い、導入する森林所有者・林業事業者・木材需要者の生産性向上・経営改善に対する意欲を醸成する必要がある。

また、入力作業については、紙と鉛筆がタブレットになっただけでは真に効率化されたとは言いがたい。可能な限り自動化するシステム、例えば日報管理では、身に着けたセンサーにより機械使用時間を自動で記録するなどの仕組みが必要である。

### 4.2.5. 需給マッチングの円滑化

需給マッチングの円滑化については、すべての実践対策地域が実証項目として取り組むとしていることから、本事業では重点項目として検討を行ってきた。来年度以降、実践対策地域における需給マッチングの実証が本格化することから、以下の方向性に基づき、指導助言を行うこととする。

国産材、特に並材については、素材の需要先への販売価格が国際価格である $m^3$ 当たり10,000円前後に収斂しており、国際競争力を保持しつつ、森林所有者へも還元する利益を確保するためには、川上から川下に至るまでの素材生産、木材流通、木材加工、木材利用に至るまでの様々な工程において、コストダウンを図る必要がある。一方、それぞれの過程においてのコストダウン余地も残されているところではあるが、併せて、各工程間の無駄を省き、川上から川下までの全体的な適合によるトータルコストダウンを図ることも重要である。例えば、各工程において検収を行っているが、最終工程の検収のみとすればコストダウンになる。

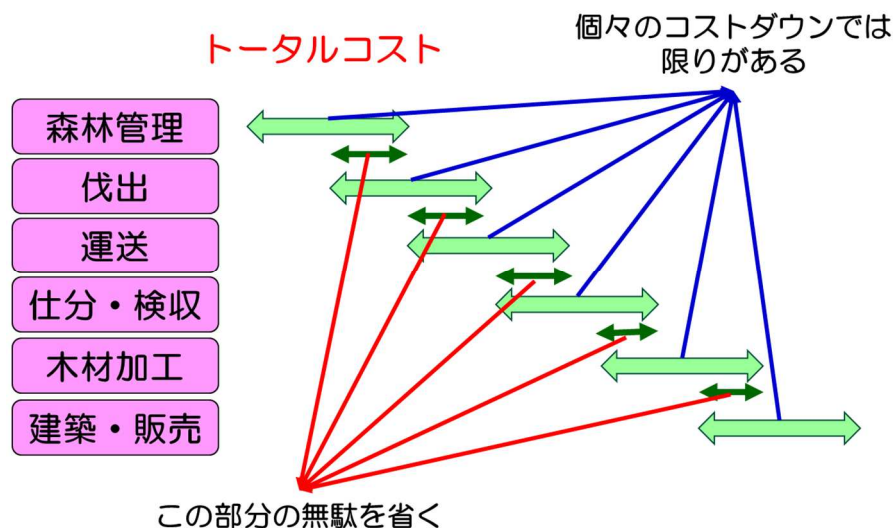


図 4.3 トータルコストダウンを図るための工程別のコストダウン

国産材におけるこれら工程間の無駄を省くためには、特に各工程の生産過不足防止・適正在庫維持が必要であり、これらは供給側と需要側の調整、いわゆる「需給マッチング」を効率的に行うことが必要である。

一方、国産材の流通における需給マッチングは、未だ電話や FAX、メール等の旧来型、個別型の情報共有手段で行われることが多く、上記の目的を満たす手段としては、特に情報共有の効率化・応用性という面で不十分であることが多い。そのため昨今、需給マッチングにより高度な ICT を利活用する取り組みが複数の地域で検討・開始されているが、未だ構想段階または実証段階にとどまる事例が多いと思われる。

#### (1) 実践対策における木材サプライチェーンの概要一覧

国産材における ICT を用いた需給マッチングを実現するためには、対象となる木材サプライチェーン（以下、木材 SC）の対象範囲を限定し、必要なデータや機能を明確にしてから木材サプライチェーンマネジメントシステム（以下、木材 SCM システム）の構築を行わなければならない。

本事業の指導・助言、成果普及の対象となる各地域協議会では、それぞれ実施項目の一つとして需給マッチングを掲げているが、その概要と木材 SC の対象範囲は下記表 4.2、表 4.3 の通りである。

各協議会において構築する木材 SCM システムは、その取扱う数量は様々であるが、

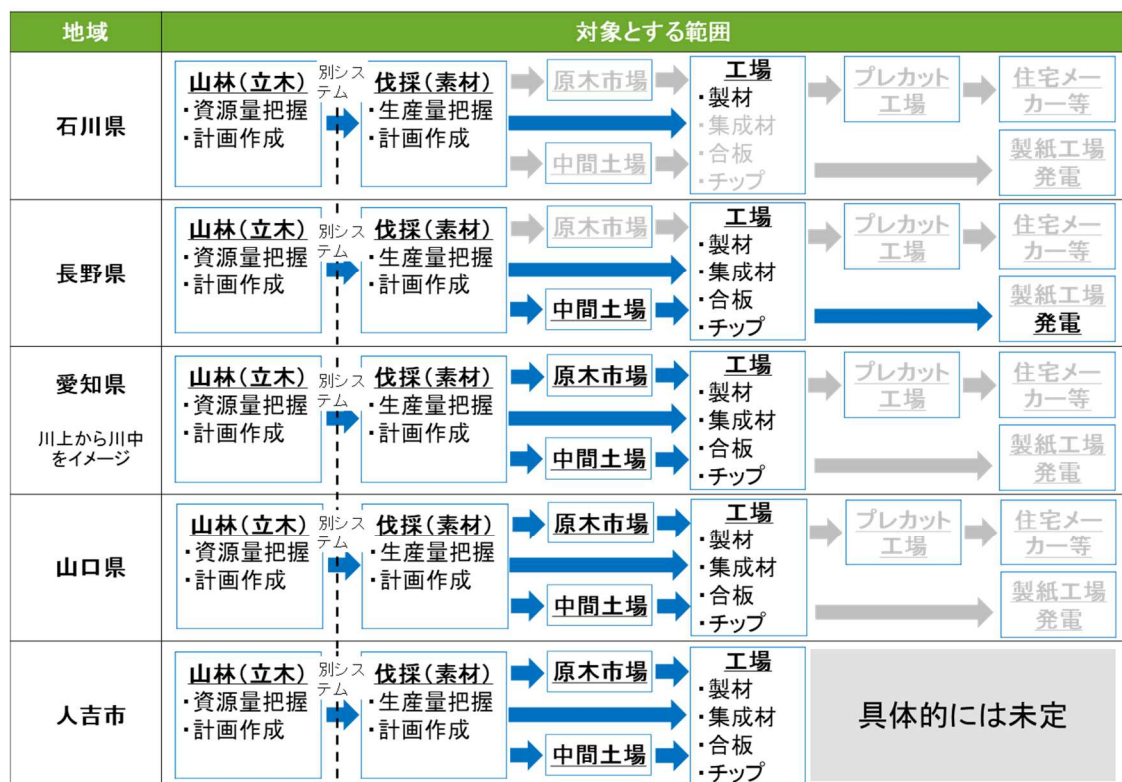
- ※ 対象範囲が、素材（原木）を消費するところまでであること
- ※ 運営主体が、県森連や原木市場等、流通事業者であること
- ※ 取扱い材の対象が、地域材全体であること
- ※ 入力データとして、IoT に対応したハーベスタから得られるデータや木材検収システムを活用すること

等の特徴を概ね有しており、これらの共通点を踏まえて、不足している項目や内容を認識しつつ、改めて今後の指導・助言を行う必要がある。

表 4.2 実践対策における木材 SCM システムの概要一覧

地域	運営主体	機能	取扱い材の対象	取扱い材の数量(m <sup>3</sup> /年)	その他	入力データ(例) 素材⇒加工
石川県	県森連	<ul style="list-style-type: none"> <li>情報共有(供給計画・需要計画のマッチング)</li> <li>協定単価での取引(セリ無し)</li> </ul>	A材を中心に地域材すべて	20,000	これから仕様を検討。	IoTハーベスタの計量データ
長野県	県森連 県木連	<ul style="list-style-type: none"> <li>A・B材及びC材の情報共有</li> <li>C材のトレーザビリティ</li> <li>C材の配送管理</li> <li>C材の取引業務、与信管理</li> </ul>	地域材すべて(地域差あり)	500,000(目標)	既存のC材用システムを改良しA・B材にも対応。	土場での木材検収システム
愛知県	未定 (県外郭団体等の第三者機関を想定)	<ul style="list-style-type: none"> <li>情報共有(供給計画・需要計画のマッチング)</li> </ul>	未定(地域から出る材全てを想定)	180,000(H32の県全体の生産目標)	-	航空レーザ計測データ(川上-川中)
山口県	県森連	<ul style="list-style-type: none"> <li>情報共有(供給計画・需要計画のマッチング)</li> <li>トレーサビリティの確保</li> <li>配送管理、在庫管理</li> <li>取引業務、与信管理</li> </ul>	地域材全て	304,000(H32の県全体の生産目標)	システムは、既存のものをカスタマイズ予定	IoTハーベスタの計量データ/土場での木材検収システム
人吉市	原木市場	<ul style="list-style-type: none"> <li>情報共有(供給計画・需要計画のマッチング)</li> </ul>	地域材全て	未定	川下情報の集積 山土場からの直送も検討	IoTハーベスタの計量データ/土場での木材検収システム

表 4.3 実践対策における木材 SCM システムの対象範囲一覧 (再掲)





## (2) 木材 SCM システムの基本機能と需給マッチング

ここで木材 SCM システムの基本機能を下図 4.4 に示す。

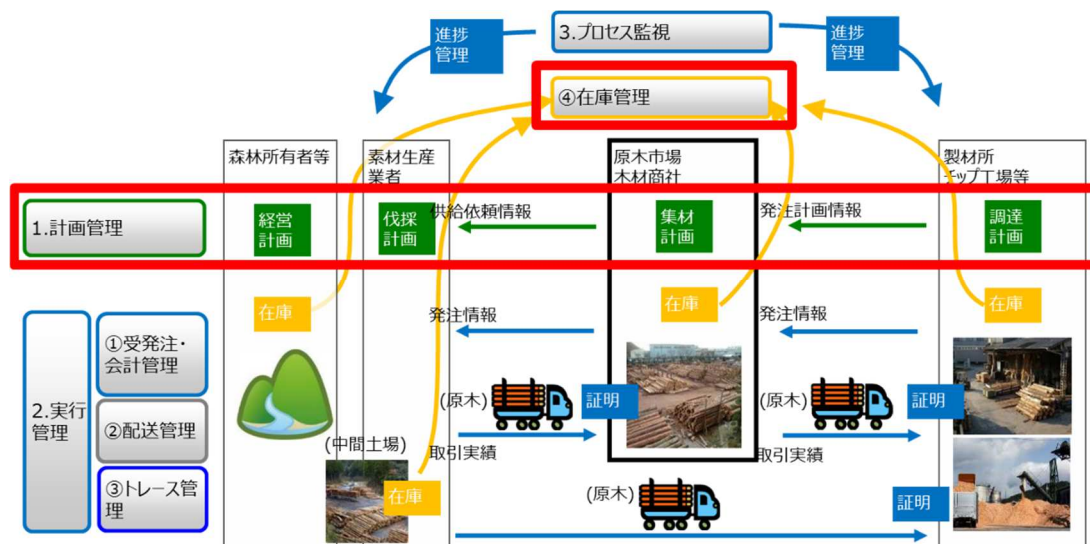


図 4.4 木材 SCM システムの基本機能

この様に木材 SCM システムは様々な機能を有するが、需給マッチングに関する機能は、「計画管理機能」と「在庫管理機能」である。このことを認識した上で、各協議会が構築する木材 SCM システムについて、その属する地域の森林・林業・木材産業の特徴も踏まえつつ、指導・助言する必要がある。

## (3) 需給マッチングの区分（素材ベース）

木材における素材ベースの需給マッチングは、そのタイミングと作成するアウトプットによって、3つの段階に区分される。

1つ目は、半年から一年単位で実施される中期的なマッチングであり、森林管理分野において、素材加工分野で作成する仕入計画・生産計画を前提に、森林資源情報や GIS を用いて、伐採箇所（伐区）選定を行う。

2つ目は、四半期から半年単位で実施される短期的なマッチングであり、森林管理分野では月別（または週別）の伐採計画を作成。素材加工分野が作成する同期間での仕入計画・生産計画と突き合わせて、必要な調整を行う。

3つ目は、リアルタイムで実施するマッチングであり、日単位で素材生産分野が作成する樹材種別の生産情報・在庫情報と素材加工分野の需要情報を、狭義の木材 SCM システムを用いてマッチングさせ、最適採材や在庫の最適化を図る。

これら3つのマッチングは、必要するデータ種類やシステム機能は異なるが、川上側が川下側の多様な需要に応えるため、また川上側が生産した素材を無駄なくカスケード利用するためには、複数の伐区と複数の需要先（工場）を束ねて、木材 SC を構築することが必須である。

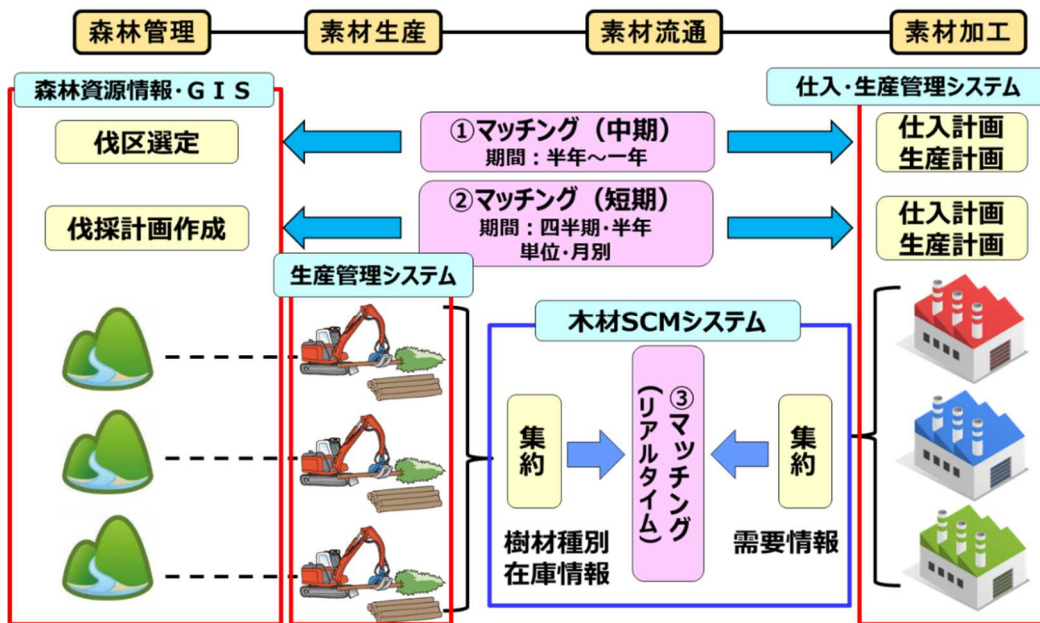


図 4.5 需給マッチングの区分

これらの需給マッチングにおいて ICT の有効活用を目指すためには、「森林資源情報の整備」・「伐採計画作成」・「リアルタイムマッチング」の3つの要素を、構築する木材 SCM システムに具備しなければならない。

これらの要素に着目して、各協議会の需給マッチングに対する取組項目を整理すると、表 4.4 の通りである。森林資源情報整備・リアルタイムマッチングはほぼ全ての協議会が掲げているが、伐採計画作成については不十分な状況であるため、それにかかるデータやシステムの整備について、今後助言・指導を深める必要があるといえる。

表 4.4 各協議会が実施する需給マッチングの取組項目

地域	資源量把握を 需給マッチングに活用		
	森林資源情報整備	伐採計画作成	リアルタイム マッチング
石川県	ドローン	導入システム上での 生産計画	ハーベスタ計量
長野県	ドローン、航空レーザ(既存)	GIS導入により計画作成	ハーベスタ計量
愛知県	航空レーザ	伐採計画も必要	
山口県	地上レーザ、ドローン	採材シミュレーション	
人吉市	航空レーザ(既存) ドローン、地上レーザ	伐採計画も必要	

#### (4) 需給マッチングにおける ICT 活用の課題

ICT を活用した国産材の需給マッチングに関する、各協議会への今後の指導・助言については、下記の課題を踏まえた上で実施する。

##### 1) 全体

ICT を活用した需給マッチングを実現するためには、①森林情報の整備、②伐採計画作成、③リアルタイムのマッチング、の全てが自動で有機的につながる木材 SCM システムを構築することが理想である。

一方、システム構築当初から広範囲に生産・流通・加工される全ての材について、上記要素を備えたシステムの構築を目指す、運用が上手くいかない可能性も高い。そのためこれらの要素は備えつつ、対象とする地域や材種（アイテム）を絞り込んだ上で木材 SCM システムを構築し、徐々にその範囲を拡大することが現実的である。

またそれぞれの要素について、行政と民間の役割分担を明確にしなければならない。具体的には下表 4.5 に示す役割分担となるが、一義的には、森林資源情報の整備以外は民間がビジネスベースで運用し、行政はその支援に回ることが望ましい。ただし需給マッチングを円滑に行うためには、民間側が木材 SC の主体をどの事業体が担うということも重要となる。

表 4.5 需給マッチングにおける行政と民間の役割分担

地域	森林資源情報整備	伐採計画作成	リアルタイム マッチング	全体調整 (サプライチェーンの運営)
行政	広域:主体 伐区単位:支援	支援	支援	支援 (主体となる場合もある)
民間	広域:活用 伐区単位:主体	主体	主体	主体

##### 2) 森林資源情報の整備

中期的な需給マッチングに必要な森林資源情報の整備主体については、広域は都道府県・市町村が、伐区単位では林業事業体が担うこととなる。ここにおける課題は、広域に整備されるデータが、行政主導で整備されるため、林業事業体が必要とするデータ・システムと乖離しないかということである。

また情報の整備方法としては、広域は空中写真撮影や航空レーザ計測が、伐区単位では従来型の現地調査や地上 3D レーザ計測が挙げられるが、それぞれ費用対効果を見据えて整備方法を選択する必要があるとともに、データの粒度、具体的にはデータの最小単位を単木にするか、それとも林分単位にするか等を検討しなければならない。

##### 3) 伐採計画の作成

短期的な需給マッチングに必要な伐採計画の作成については、端的に表現すると、大手

の製材工場や合板工場、バイオマス発電所等が実施している「需給調整会議」をシステム化することである。ただし、関係者が少数であったり、取扱数量が少量であれば、費用対効果上、ICT化の必要は薄くなることに留意が必要である。

また実際に伐採計画を作成するシステムについては、市販の表計算ソフト等で十分であるが、作成するために基礎情報としての森林資源情報とそれを活用するGISが、また作成された伐採計画を共有化するWebシステム等が必要となる。

さらに計画の実効性を高めるためには、供給側・需要側双方ともPDCAを廻し、精度を高めることができる運用体制の構築も重要となるが、その一助として、平成26年度から平成30年度に掛けて実施された林野庁補助事業「森林クラウドシステム標準化事業」の成果である「森林クラウドシステム標準仕様」において、計画作成に資する「出材情報データベース」の定義が存在するので、是非とも参考として頂きたい。

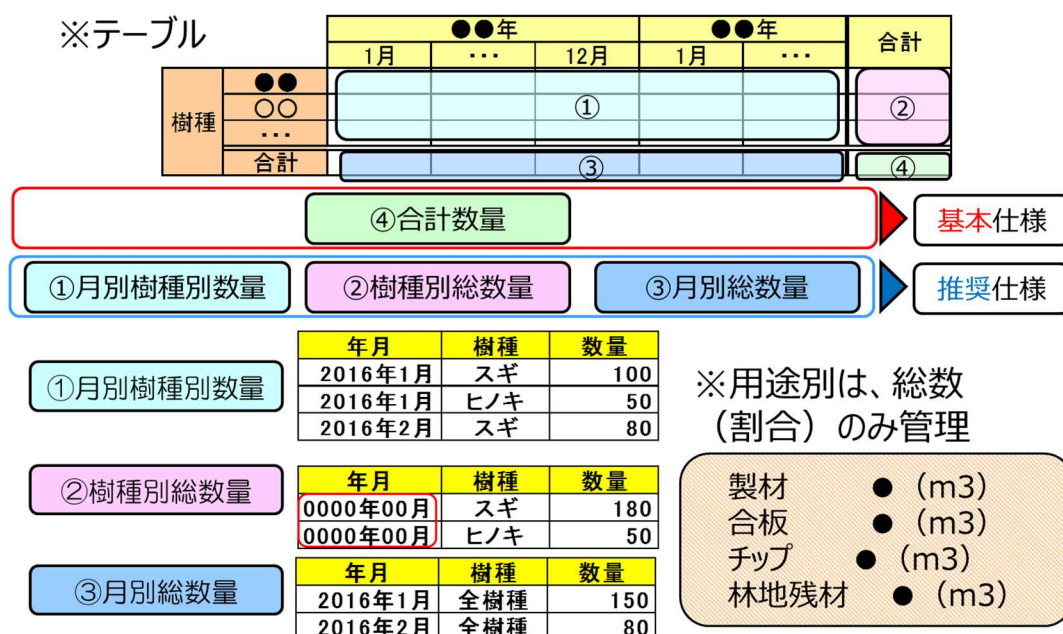


図 4.6 森林クラウドシステム標準仕様のうち出材情報データベースの概要

#### 4) リアルタイムのマッチング

素材生産現場と素材需要者を連携させるリアルタイムの需給マッチングについては、造材数量が把握・蓄積・出力可能なハーベスタ（またはプロセッサ）のデータ活用や、木材検収システムの利活用が各地で検討されているが、最大の留意点は、木材SCMシステムに必要な数量把握と、最適採材は別個に考える必要があるということである。

まず数量把握については、原木の検収回数を減らすことが共通のテーマであるが、山土場直送・中間土場利用・原木市場経由等、物流・商流の違いによってその把握内容が異なること、また在庫管理・取引情報・生産性把握等、目的の違いによって、必要な数量把握レベル（精度レベル）が異なることに、留意が必要である。

また最適採材は、木材SCの在庫最適化、森林所有者や林業事業者の収益最大化におい

て必要な取り組みであるが、需要側が求める材種が単純化されている場合（例：2m・4mのみ）、その必要性は低くなる。

また山土場の規模が限られる伐採現場は、採材パターンや極の種類を増やすと生産性の低下を招く懸念があるが、造材対象木の細りを把握して2番玉以降の末口を考慮し採材を行うことは、川上側の収益最大化にとっては有効である。この有効性を高めるためには、今後造材機械による造材対象木の品等（直曲）判断の自動化が、追加課題として挙げられている。

最後に、海外の事例を鑑みると、市況ではなく需要に応じた最適採材の有効性が立証されているが、それは素材の需要側が、最終製品需要を見据えた最適な材長を細かく設定し、それぞれの材種に適正な購入単価を設定することにより実現しており、日本でも同様の、川上から川中・川下一体となった取り組みが求められる。



平成 30 年度スマート林業構築普及展開事業報告書

平成 31 年 3 月

共同企業体

(代表) 一般社団法人 日本森林技術協会 担当 大萱直花

〒102-0085 東京都千代田区六番町 7 番地

TEL : 03-3261-5281 (代表)

住友林業株式会社 担当 岡田広行

〒100-8270 東京都千代田区大手町一丁目 3 番 2 号

TEL : 03-3214-2220 (代表)