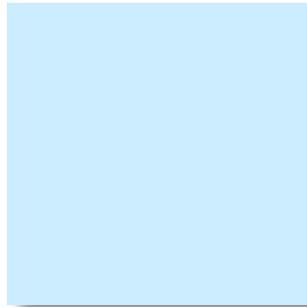


令和元年度スマート林業構築普及展開事業事例集

スマート林業の実践事例！



令和2(2020)年3月
林野庁



はじめに

我が国の森林・林業については、戦後造成された人工林の多くが本格的な利用期を迎えており、この豊富な森林資源を「伐って、使って、植える」という形で循環利用し、先人たちが守ってきた豊かな森林を次世代へ継承していくことが大きな課題となっております。

こうした課題への対応として、森林経営管理制度と森林環境税の創設により、目下、林業の成長産業化と森林資源の適切な管理を実現することを目指しているところです。

林業の成長産業化に向けては、「森林施業の効率化」や「需要に応じた高度な木材生産」等を可能とするため、近年発展目覚ましい ICT 等の先端技術を活用した「スマート林業」の推進が不可欠です。

令和元(2019)年6月に閣議決定された「成長戦略フォローアップ」においては、スマート林業等の林業イノベーションを推進することとしており、同年11月の未来投資会議関係会合においては、森林組合制度における連携手法の多様化に向けた検討を進めることと合わせて、2028年までに「スマート林業※をほぼ全ての意欲と能力のある林業経営者に定着させる」という目標設定もなされたところです。

スマート林業の実現に向けては、林野庁補助事業（スマート林業実践対策）により、現在全国7地域で ICT 等の先端技術を現場レベルで活用する実践的な取組が進められています。

これらの取組を通じて、新技術の効果を技術面・経済面から分析・整理し、ICT 導入効果を「見える化」していくこととしております。その際、どのような経営体において、どのような ICT 導入が経営的に適当であるのかについても提示しつつ、スマート林業技術体系を構築していくことを目指しています。

本事例集は、スマート林業を広く普及させることを目的に作成され、スマート林業実践対策での取組状況や、林業に応用可能な先端技術等を紹介するものです。

この事例集を通じて、林業に携わる関係者の皆様方が、「スマート林業」を実現していく際の参考としていただくとともに、目標とするスマート林業の姿を業界一丸となって構築していければ幸いです。

令和2(2020)年3月

林野庁計画課

※ デジタル管理・ICT による林業、安全で高効率な自動化機械による林業、低コスト造林や収穫サイクルが短い林業。

目次

1 章 スマート林業とは？	1
2 章 スマート林業実践対策の取組事例	3
1. 石川県 いしかわスマート林業推進協議会	4
2. 長野県 スマート林業タスクフォース NAGANO	6
3. 愛知県 原木安定供給に向けた木材生産・流通協議会	8
4. 山口県 やまぐちスマート林業実践対策地域協議会	10
5. 熊本県 球磨地区中央林業活性化協議会	12
6. 福島県 いわき市持続可能な森林・林業推進会議	14
7. 和歌山県 紀中地域林業躍進プロジェクト推進協議会	16
3 章 スマート林業を支える技術	18
1. LPWA を活用した林業安全管理システム	18
2. 長距離無線システムを用いた獣害対策	18
3. 苗木生産用種子の選別（コンテナ苗のコスト削減）	19
4. 林業用苗木運搬ドローン	19
5. ドローンを活用した森林整備事業（補助金）の申請・検査	20
6. 持続可能な「造林」の実現	20
7. フォワードによる集材作業の自動化	21
8. 原木の品質判定が可能な高度木材生産機械（ハーベスタ）	21
9. 林業労働災害VR体験シミュレーター	22
10. 木材 SCM 支援システムの構築	22

このマークは、製品名（販売元）：税別価格 を示しています。
製品についてのお問い合わせは販売元へお願い致します。

【参考】林野庁ホームページ「スマート林業の推進」

林野庁 スマート林業 

https://www.rinya.maff.go.jp/j/keikaku/smartforest/smart_forestry.html

1章 スマート林業とは？

林業は、急峻かつ広大な森林を対象とし、造林から育成まで長い年月がかかり、重量がある立木を収穫するという特徴を持った産業です。今後、国内の労働人口は減少することが予測されている中で、林業においても ICT 技術を活用し、1人当たりの生産性を向上させると共に、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ます。

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
- 経営の効率性・採算性向上
- 担い手の確保・育成
- 需給マッチングの円滑化



林業の現場における課題や要望に対し、解決を図るための技術として下表が考えられます。事例番号欄には、本書に掲載された事例の番号を記しています。

(ピンクは2章、青は3章です。灰色は平成30(2018)年度事例集の掲載事例です。)

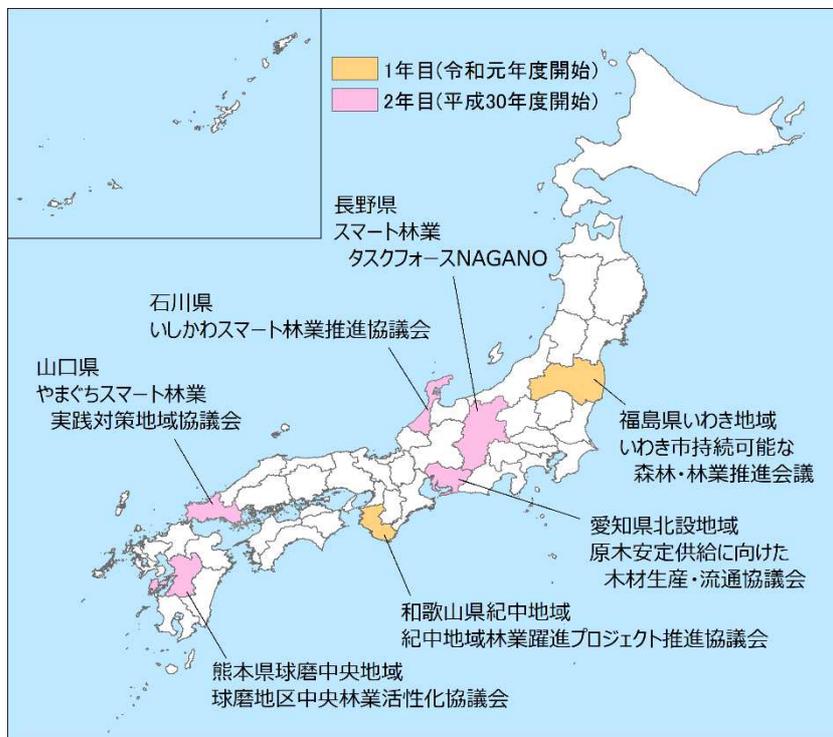
項目	作業	課題や要望	技術	事例番号
計画	境界管理 資源管理 施業提案	林地境界の明確化を図りたい	レーザ計測技術、ドローン測量、空中写真立体視、	1 H30
		容易に地形や森林資源量を把握したい	クラウドGISを用いたデータ管理 採材シミュレーション	1 2 3 4 5 7 H30
		所有者に対する施業提案を効率化したい	タブレット端末やスマートフォンを用いた計測・労働管理・提案	1 3 4 6 H30
素材生産・販売	路網整備	効率的に安全な路網の計画を行いたい	レーザ計測技術、路網設計・支援ソフト	4 7 H30
	伐採 造材 集材・運材	遠隔操作などにより安全に伐採したい	AR などによるハーベスタ遠隔操作システム	
		最適な採材を行い搬出材の価値を高めたい	StanForD をもちいたシステム、最適採材に対応したハーベスタヘッド	1 4 5 8 H30
		搬出材の利益率を高めたい	ドローンによる架線架設時のリードロープの運搬	H30
	検知	山土場から川中までの運材コストを下げたい	自動走行技術（農業トラクター、自動隊列走行技術）	7 H30
		搬出材の検知を効率化したい	タブレット端末やスマートフォンを用いた計測	2 5 H30
	生産性管理	作業者の労働状況や生産性の管理を行いたい	タブレット端末やスマートフォンを用いた計測・労働管理・提案	4 7 H30
		素材生産現場の進捗管理を行いたい	ドローンによる測量	H30
	販売・流通	トラックの配車を自動化したい	自動配車システム	6
		認証材等を正確に流通させたい	QRコードを利用したシステム	6 H30
需要に応じた供給を行いたい		需給マッチング、サプライチェーンマネジメントのシステム化	1 2 3 4 5 6 7 10	
造林・保育	早生樹、エリートツリーの育種 育苗	効率よく育種を進めたい	DNA 調査による成長予測、作業の自動化	
		苗の生産コストを下げたい	スマート農業(精密農業)におけるセンサーの利用とデータ通信	3 H30
	地拵え	地拵え作業の軽労化を図りたい	身体的強度を軽減するアシストスーツ（農業、林業）	H30
	造林	苗木運搬軽労化、獣害対策の効率化を図りたい	ドローンによる運搬、ICT 捕獲わな	2 4 5 6
	下刈り・枝打ち	下刈り作業の軽労化・自動化を図りたい	自動走行技術（農業トラクター、自動隊列走行技術）	H30
施業地管理	検査対応のペーパーレス化・効率化を図りたい	ドローン測量、クラウドGISを用いたデータ管理	H30	
安全管理		作業の安全性を向上したい	LPWA 通信による緊急連絡システム、災害体験シミュレーター	1 9

2章 スマート林業実践対策の取組事例

平成 30(2018)年度より全国 5 地域協議会で取組が開始され、令和元(2019)年度より新規 2 地域協議会が加わり、現在計 7 地域でスマート林業実践対策が進められています。

各地域では下表の 4 つのテーマに沿って、各技術の実証に取り組んでいます。

本章では、各地域の 3 年間の全体事業計画及び目標と今年度の成果概要を紹介します。



テーマ	林業作業	技術	石川	長野	愛知	山口	熊本	福島	和歌山
森林情報の高度化・共有化	境界明確化	準天頂衛星による位置精度向上						○	
		空中写真立体画像境界候補図	○						
	資源量管理	ドローン森林資源量調査	○	○		○	○		○
		全天球写真	○						
		航空レーザ計測データ(既存)		○			○		
		航空レーザ計測データ(新規)			○		○		
地上レーザ			○	○	○				
その他(情報基盤)	森林クラウド	○				○	○	○	
施業集約化の効率化・省力化	施業計画・提案	経済林ゾーニング					○		
		施業提案システム(タブレット・GIS)	○		○	○	○		○
		素材生産計画・森林管理 GIS		○					
	伐採・造材	ハーベスタ検知機能	○			○	○		
	集材・運材	位置把握による集材・配車の効率化						○	
検知	木材検収システム		○	○	○	○		○	
経営の効率性・採算性向上	路網整備	路網設計・支援ソフト			○	○	○		
	生産性管理	日報管理システム(タブレット、スマホアプリ)			○	○			
	機械全般	林業機械の工程管理				○			
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	○	○	○	○	○	○	

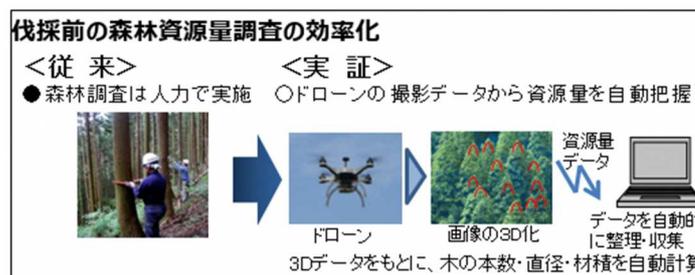
1. 石川県 いしかわスマート林業推進協議会

● 目標・実施概要

石川県では、ICT等の先端技術を林業に取り入れるため、コマツと石川県森林組合連合会の3者で協定を締結し、これまで森林資源量調査におけるドローンの活用や、伐木造材時に丸太の材積等を自動計測するIoTハーベスタの活用等の検証を進めてきた。

今後は、さらにこれらの取組を基盤として、以下の実現を目指す。

- 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
- 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



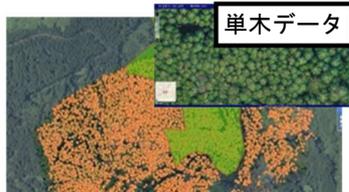
テーマ	実施概要	目標
施業集約化の効率化・省力化	空中写真の立体画像から境界候補図を作成	境界明確化・施業提案に係るコスト3割縮減 (83→61千円/ha) 作業期間2割縮減 (3.0→2.3人・日/ha)
	ドローンによる森林資源量調査を行い、信頼性の高い施業提案を実施	
需給マッチングの円滑化	IoTハーベスタによる造材情報と需要者側の情報を一元管理するマッチング支援プラットフォームの構築	直送化により市場での積み替え経費350千円/haを縮減 (1,700→1,000円/m ³)
	IoTハーベスタの情報はコマツクラウド(建設分野で実用のプラットフォームLANDLOG)に蓄積	製材工場における原木の直送化を将来的に2倍に拡大 (12,000→26,000m ³)

● 協議会の構成

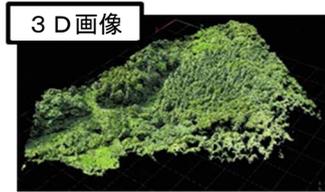
石川県(森林管理課、農林総合研究センター林業試験場)、輪島市、志賀町、白山市、小松市、県森林組合連合会、能登森林組合、中能登森林組合、金沢森林組合、かが森林組合、(株)中野、(株)白峰産業、(株)シモアラ、林ベニヤ産業(株)、コマツ粟津工場

● **ピックアップ 施業提案の効率化**

ドローン撮影による空中写真は、(株)ランドログが運営するランドログサーバ上に保存され、ランドログアプリ(Forest Scope)により解析することができる。これらの解析データや林内 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。



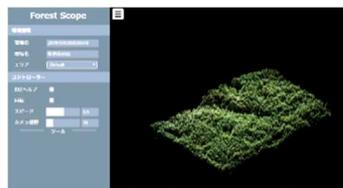
ドローン写真から単木ごとの樹高、材積データ等を出力可能



知りたい位置を知りたい角度から閲覧可



タブレットを用いた所有者への施業提案



タブレット画面 (3D画像、施業提案書)

項目	内容	単位	数量	単価	金額	備注
林分面積	2,206.654	㎡			1,526,000	
林分体積	846,200	㎥			385,500	
立木蓄積	406,424	㎥				
立木蓄積率	3,509.078	㎥/ha				
林分蓄積	294,726	㎥				
林分蓄積率	2,513.689	㎥/ha				
林分蓄積率	3,377.290	㎥/ha			4,094,000	
林分蓄積	784,800	㎥				
林分蓄積率	3,602.090	㎥/ha				
林分蓄積率	106,944	㎥/ha				
林分蓄積率	2,119.024	㎥/ha				
林分蓄積率	5,893.828	㎥/ha			5,967,000	
林分蓄積率					274,872	

実証した6地区のうち4地区で2割から3割の作業労務削減効果を確認できた。軽減率が少なかった2地区では、スギ以外の樹種が多く混在したことにより、オルソ画像上での確認・修正作業が発生した。

高齢で現地に行けない所有者にも、森林の現状を分かりやすく示すことができます。

事業体	実証地区	面積	従来手法 (人日/ha)	本手法 (人日/ha)	軽減率 (%)
能登森林組合	珠洲市	約 5ha	1.2	0.8	▲29%
(株)中野	穴水町	約 6ha	1.4	1.4	0%
中能登森林組合	志賀町	約 1ha	9.7	7.1	▲27%
金沢森林組合	津幡町	約 2ha	5.8	4.0	▲30%
(株)白峰産業	白山市	約 1ha	4.1	3.3	▲20%
かが森林組合	小松市	約 2ha	1.32	1.28	▲3%

ドローンセット Explorer 1, Edge Box (コマツ) : 12,000 円/月 (原則 6ヶ月以上)
注) Forest Scope による森林の見える化 ((株)オプティム) の費用、保険料等が別途必要

● **問合せ先**

石川県 農林水産部森林管理課 TEL: 076-225-1642

2. 長野県 スマート林業タスクフォース NAGANO

● 目標・実施概要

長野県では、これまで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 を使用した先進的な技術開発に取り組んできた。平成 25(2013)～26(2014)年に航空レーザ計測を実施し、高精度地形データが県内全域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では、効率化に有効な ICT 技術の活用が低位であり、安定的な木材供給体制の構築を目指す。



効果

- ①航空レーザー・ドローンを活用した詳細な測量により、**森林管理・調査労務を低減**
- ②詳細な森林データをGISシステムに取り込み、**高度な木材生産計画を策定**
- ③スマートフォンアプリによる**ペーパーレス検収で省力化**
- ④需給マッチングシステムによる情報共有で**運送コストを低減、機動的にマッチング**

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2割程度増加
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を12林業事業体等に支援 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	原木供給時の手数料を700円/m ³ 縮減、木材検収・管理に係る労務作業の工数を2割程度縮減
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 事業体におけるドローン活用による森林資源情報把握	県内半分の市町村がR2年度までに森林資源量解析を開始する。ドローンを用いて森林調査費用の2割縮減。

● 協議会の構成

区分	構成員
市町村	川上村、佐久穂町、上田市、伊那市、飯田市、根羽村、木曽町、木祖村、王滝村、松本市、塩尻市、安曇野市、山形村、朝日村、生坂村、麻績村、筑北村、大町市、白馬村、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、南佐久中部森林組合、南佐久北部森林組合、佐久森林組合、信州上小森林組合、上伊那森林組合、平沢林産(有)、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、大北森林組合、長野森林組合、宮澤木材産業(株)、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
大 学	国立大学法人信州大学農学部
県	長野県林務部
企業(特別会員)	アジア航測(株)、(株)ジッタ、富士通エフ・アイ・ピー(株)、精密林業計測(株)

● **ピックアップ 需給マッチングの円滑化**

長野県で実証する需給マッチングは、スマホアプリの木材検収システムにて木材を検収し、木材生産量等を把握・共有できる仕組み（クラウド等）である。



検知に要する作業労務が1現場あたり17時間縮減（85%労務縮減）となった。

木材検収システム導入前	木材検収システム導入後	縮減効果
<ul style="list-style-type: none"> ・1現場あたり月6回程度職員が木材検収作業を支援（10時間/月） ・現場からのアナログデータ打直し（2時間/日⇒10時間/月） 	<ul style="list-style-type: none"> ・木材検収作業は全て作業班（職員支援なし） ・デジタルデータ送信によりデータ整理時間短縮（30分/日⇒3時間/月） 	20時間/月人 ↓ 3時間/月人 ※1現場当り
所有者毎に仕分し、出荷先別に材を置く作業を実施していたため、所有者が多いと広い作業スペースが必要。	フォワーダ積込時に所有者別検知を終了。土場は出荷先別に仕分けするだけでよかった	仕分作業の効率化

スマホアプリ「木材検収システム」（(株)ジッタ）

：新規 約 84,000 円/年・台（年間ライセンス+初期設定経費）

：継続 約 30,000 円/年・台（継続年間ライセンス）

アンドロイドスマホ 約 30,000 円/台

運送会社からも「使用に慣れれば楽で良い。」「これが無いと困る。」という声がありました。

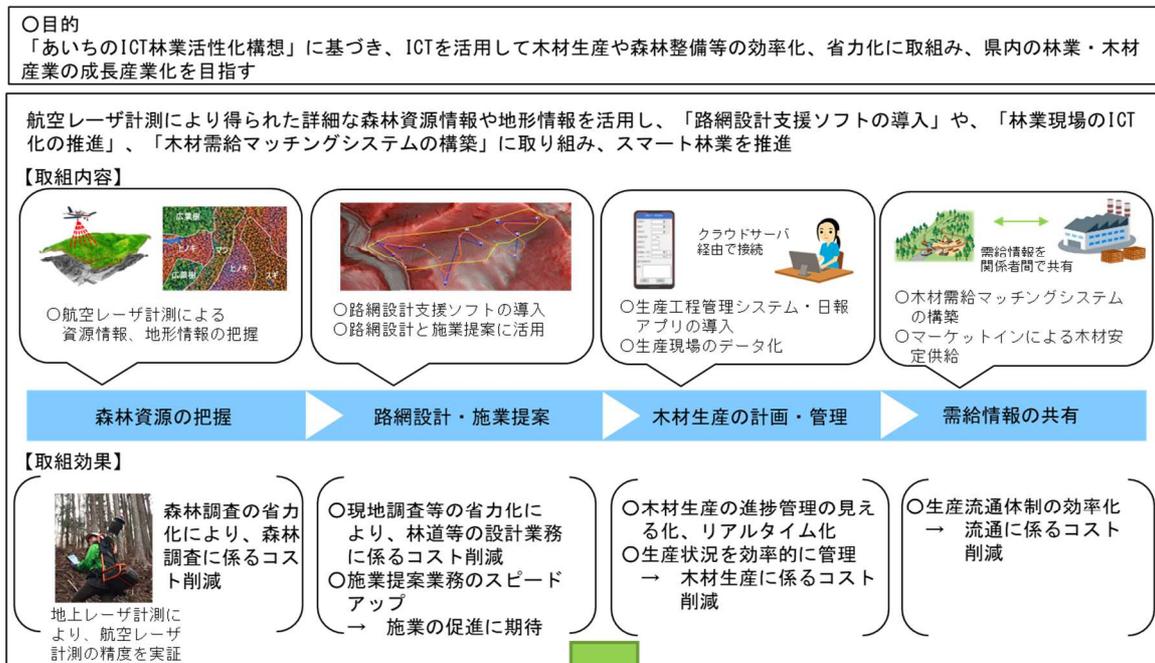
● **問合せ先**

長野県 林務部信州の木活用課 TEL: 026-235-7267

3. 愛知県 原木安定供給に向けた木材生産・流通協議会

● 目標・実施概要

県内の大型製材工場への安定供給を図るため、航空レーザ計測による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し、マーケットインによる木材サプライチェーンの構築を目指す。



林業現場での実証を進め、スマート林業の実現へ

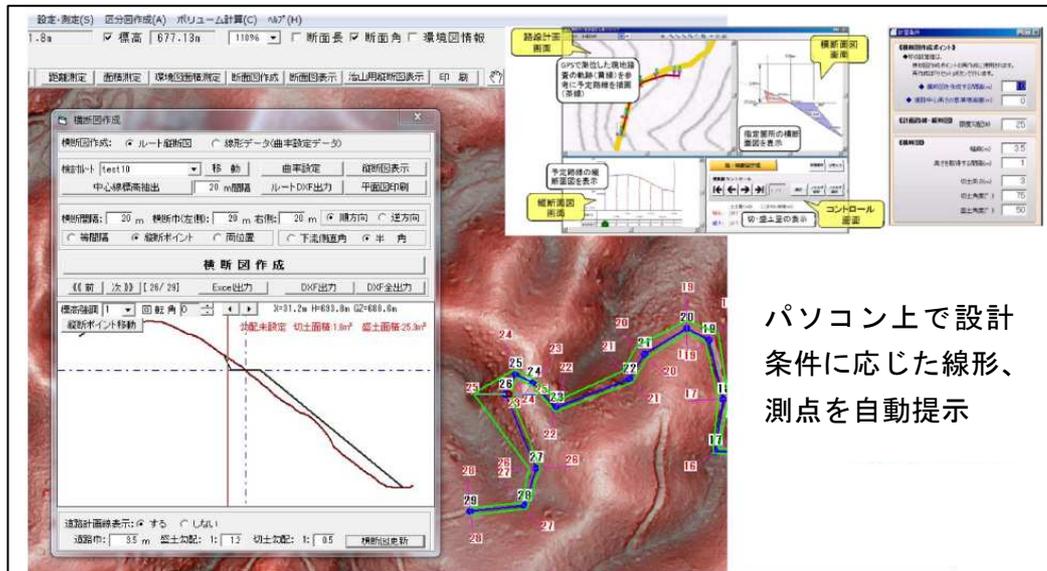
テーマ	実施概要	目標
施業集約化の効率化・省力化	航空レーザ等の高精細情報等を利用した施業集約化	森林経営計画の作成（事業3年間で約4,800ha）
	路網設計ソフトの導入による路網構築の効率化	路網設計コストの削減（3,760千円/年）
経営の効率性・採算性向上	ICT林業活性化構想骨子を基にした具体的な実行計画の作成	木材生産コストの削減（45,000円/ha）
	ICT化による現場作業の効率化・省力化	
需給マッチングの円滑化	木材需給情報を共有するシステムの構築	流通コストの1割程度削減
	需給情報をやり取りするプラットフォームの立ち上げによる川上・川中のマッチング	木材生産量の増加（R2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	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	

● 協議会の構成

愛知県（林務課、森林保全課、新城設楽農林水産事務所林業振興課）、設楽町、東栄町、豊根村、県森林組合連合会

● **ピックアップ 路網設計支援ソフト・日報管理の導入**

航空レーザ計測による地形データを活用する路網設計支援ソフトを導入することで、木材資源の分布状況や地形などを勘案した効果的な路網配置（林道、林業専用道及び作業道）のシミュレーションを行い、路網整備の効率化を図った。路網設計支援ソフトはアジア航測(株)製を改良（設計に係るガイド・アシスト機能、潰れ地図の作成機能）して使用した。



日報アプリと生産工程管理システム（(株)woodinfo製）を組み合わせ使用した。豊根森林組合の主伐現場において、従来、紙やエクセルの日報を使用していた現場作業員（4名）がスマホアプリにより日報を入力し、組合事務所で管理を行った。

利用者からは「生産性やコストを『見える化』しコスト意識を向上、共有できた。」という声がありました。



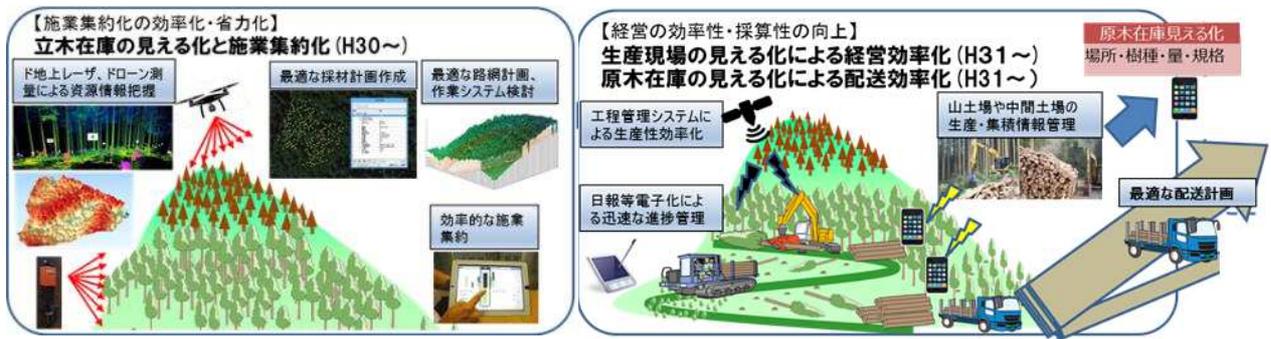
● **問合せ先**

愛知県 農林水産部森林基盤局林務課 TEL: 052-954-6443

4. 山口県 やまぐちスマート林業実践対策地域協議会

● 目標・実施概要

県内で製材工場の設備拡大があり、また新たなバイオマス発電所が稼働するため、川上側には確実な木材の供給が求められている。また、これまでの「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）」などスマート林業の基礎作りの成果を踏まえ、さらなる森林施業の効率化・省力化を図り、需要に応じた木材供給量の拡大を目指す。



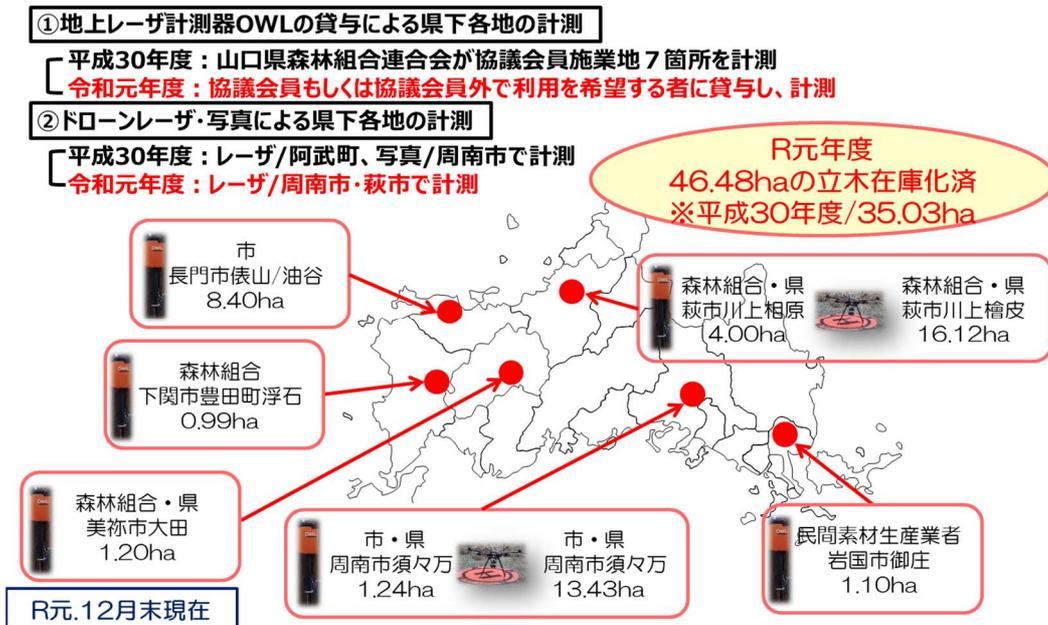
テーマ	実施概要	目標
施業集約化の効率化・省力化	地上レーザ計測の高精度な資源情報や地形情報及び採材計画・路網計画作成支援システムを用いて、「立木在庫の見える化」を実施	・6.4万 m ³ の立木在庫情報の見える化 ・施業集約、路網設計にかかる人件費を3割削減
	施業提案手法の確立、路網計画作成支援システムによる施業集約を効率化	【採材計画作成支援システム】 【路網計画作成支援システム】 ・施業集約により事業地を年間160ha確保
	ドローン計測による写真情報から単木資源データ解析を行い、「立木在庫の見える化」を実施	・6.4万 m ³ の立木在庫情報の見える化
経営効率・採算性向上	タブレ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

● 協議会の構成

山口県（森林企画課、森林整備課、農林総合技術センター林業研究室、農林水産事務所）、山口市、周南市、萩市、阿武町、山口中央森林組合、山口阿東森林組合、周南森林組合、阿武萩森林組合、県森林組合連合会、大林産業(株)、(有)吉岡土建、(有)野原工業

● **ピックアップ 立木在庫の見える化**

地上レーザ計測やドローンによる写真計測・レーザ計測から得られる高精度な資源情報や地形情報に基づき、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。地上レーザ計測機 OWL を、協議会員外でも利用を希望する者に貸与し、「年間貸与スケジュール」に基づいて事業者自身で計測を行った。OWL を実際に事業者が操作し、調査人役削減効果と高精度情報の実感を持ってもらうことも目的とした。



区分 (haあたり換算)	地上レーザ (OWL)		毎木調査
	除伐なし	除伐 (3名) あり	
作業時間 (時) <効率>	5.6 <359%>	7.4 <272%>	20.1 <100%>
作業延べ人数 (人) <効率>	1.4 <538%>	2.8 <272%>	7.5 <100%>
人件費 (円)	16,800	33,600	90,000
削減費 (円) <削減率>	73,200 <81%>	56,400 <63%>	

除伐強度と計測精度の関連を調査した。



計測するユーザーや結果を使用する用途により、除伐を含む作業効率と求める計測結果の精度も異なります。

● **問合せ先**

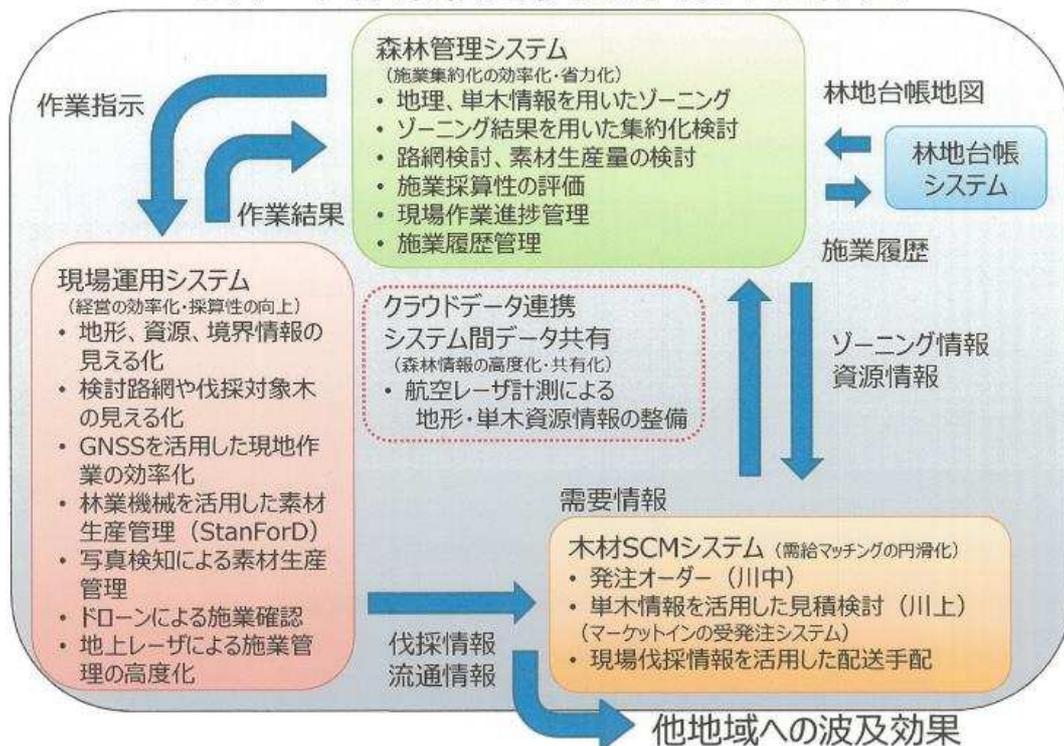
山口県 農林水産部森林企画課 TEL: 083-933-3464

5. 熊本県 球磨地区中央林業活性化協議会

● 目標・実施概要

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す。

スマート林業構築実践事業の全体図



テーマ	実施概要	目標
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	施業集約化範囲の機械の稼働率を向上
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 活用素材情報による配送手配への活用	
需給マッチングの円滑化	地上レーザ計測による施業管理	人吉球磨ヒノキ需要拡大 木材 SCM の確立による 1,000~2,000 円/m ³ のコストダウン
	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	
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 ³ 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	

● 協議会の構成

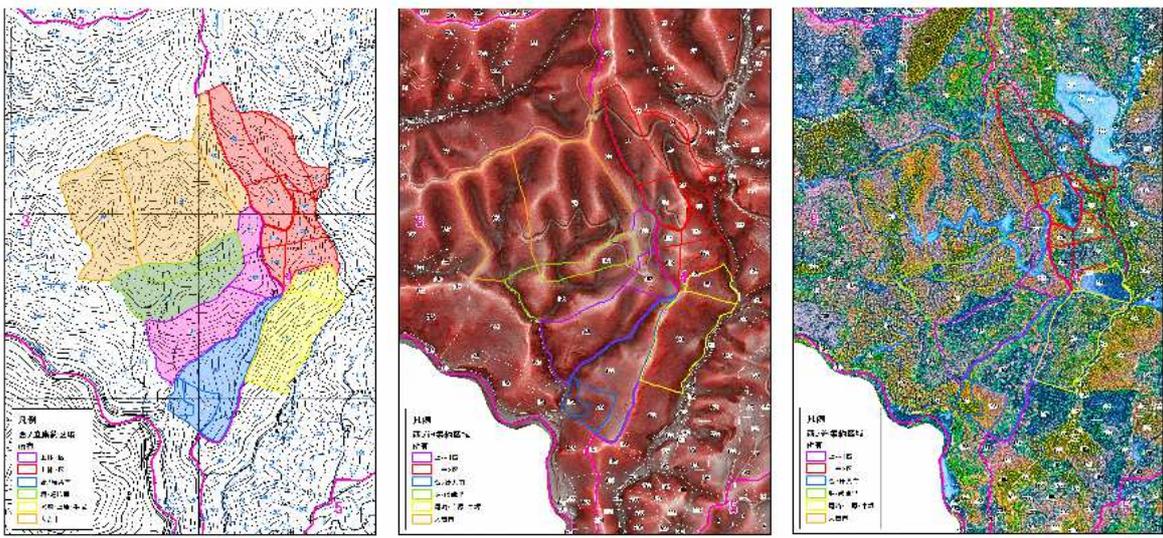
熊本県（球磨地域振興局）、人吉市、錦町、あさぎり町、山江村、くま中央森林組合、(有)足達林業、(有)石松樹苗園、(株)くまもと製材、(株)人吉素材流通センター、肥後木材(株)、鹿児島大学

● ピックアップ 航空レーザ計測データの活用

航空レーザ計測データを用いて森林経営計画を作成した。森林簿と比較すると、樹種別面積、除地（岩石地等）面積について航空レーザ計測では実態に近い計画を作成することができた。

航空レーザ計測データを用いた施業集約化説明会を会議室において実施した。参加者にとって現場の状況が正確に認識可能であるため、共有林内の意見集約や意識改革に役立つとともに、個別に対応する際の作業道開設等への理解を求めやすい利点もある。

説明会参加者からは「現場に行かなくても現場状況が分かりやすかった。」「現在の技術に驚いた。」等の意見がありました。



4.45ha の主伐地の毎木調査結果と航空レーザ計測データから算出した材積予想及び森林簿からの材積との比較を行った。航空レーザによる材積予想は誤差 10%以内となり、実用可能であると判断できた。今回は主伐地に谷が少なく、また立木に比較的曲がりや二股が少ない好条件の現場であったことも、誤差が少なかった要因と言え、様々な条件での精度を再確認する必要がある。

主伐面積	立木材積(m ³)			実際の 出荷材積(m ³)
	毎木調査	レーザ計測	森林簿	
4.45ha	1,650 <100%>	1,800 <109%>	2,300 <139%>	1,146m ³

● 問合せ先

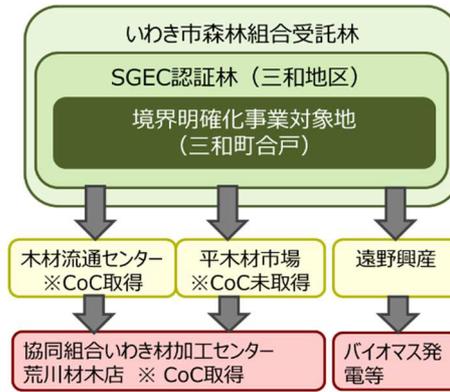
熊本県人吉市 経済部農林整備課 TEL: 0966-22-2111

6. 福島県 いわき市持続可能な森林・林業推進会議

● 目標・実施概要

いわき市森林組合は、集約化と共に SGEC 森林認証を取得した 6,793ha の管理を受託しており、併せて境界明確化も進めている。一方で、認証林から生産される 5,000m³ の素材のうち、CoC 認証取得済みの流通経路を通る材は 3,000m³ に限られている。認証林からの材をすべて認証材にしたいという川上の課題と、効率的な集材・運材の必要性や認証材の安定供給など川中・川下の課題への対応も合わせてスマート林業の実現に取り組む。

また市域と森林組合管轄域、県振興局管轄域が同一であり、連携しやすい。



- 【川上の課題】
- ・ 認証林（集約化）を拡大し、計画的に施業したい。
 - ・ 認証林から伐採搬出した材をすべて認証材として扱いたい。
 - ・ 現場に行かないと資源の状況がわからない。
- 【川中の課題】
- ・ 積み替え・手数料等のコストを削減したい。
 - ・ 効率的に集材・運搬したい。
- 【川下の課題】
- ・ 年間を通じて安定的に材の供給を得たい。
 - ・ 必要な長さ・径級の材をそろえたい。
 - ・ 認証材の認知度を高めたい。



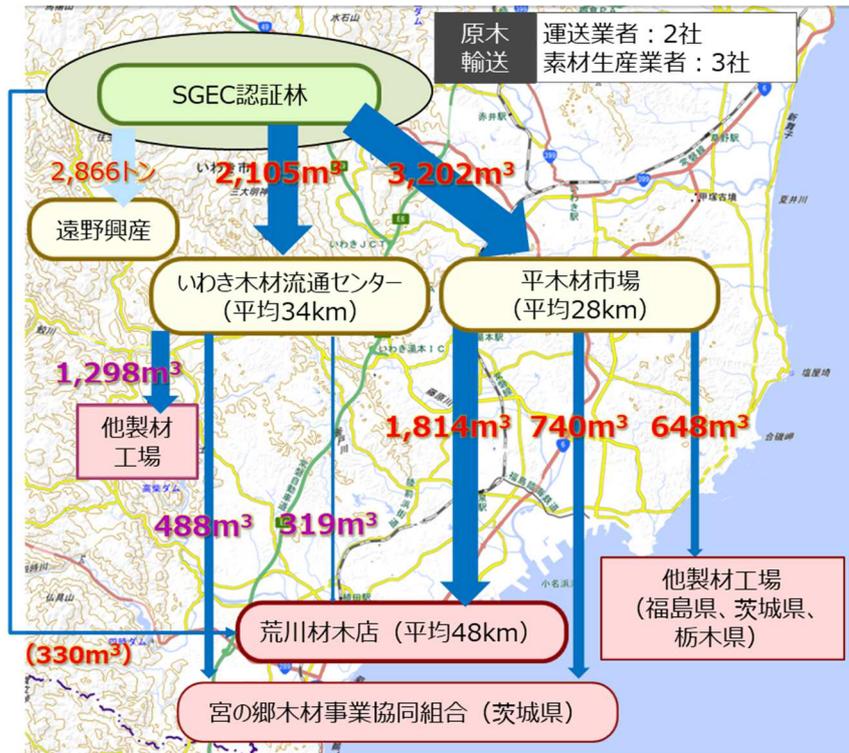
テーマ	実施概要	目標
森林情報の高度化・共有化	<ul style="list-style-type: none"> ・ みちびき対応受信機による情報収集 ・ タブレット等による伐採・搬出情報収集 ・ 車載機・タグ等による情報収集 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 森林認証材の取扱量を、年間 5,000m³ に拡大する (H30 年度は 3,000m³)
経営の効率性・採算性向上	<ul style="list-style-type: none"> ・ 森林認証 SCM の検討・基盤構築 ・ 伐採搬出情報の把握 ・ 輸送から加工までの情報把握 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 伐採搬出から輸送におけるコストを 1 割削減する(情報共有・運送時のコスト削減)

● 協議会の構成

いわき市森林組合、いわき市、いわき市内団共長連絡協議会、素材生産者（(有)平子商店ほか）、(株)平木材市場、福島県森林組合連合会いわき木材流通センター、福島県勿来地区木材製材協同組合（(株)荒川材木店ほか）、磐城木材協同組合、福島県木材青壮年協会、いわき木材工業団地協同組合、いわきプレカット協同組合、協同組合いわき材加工センター、遠野興産(株)、福島県いわき農林事務所

● ピックアップ 輸送コストの削減

今後の流通コスト削減の実現に向け、認証材の流通・輸送の現状を調査した。対象地区の認証材の4割近くが荒川材木店に流通（木質バイオマスは遠野興産に流通）している。



※ 数値は、いわき市森林組合が令和元(2019)年1月から同年12月までに販売した認証材の数量。
 ※ いわき木材流通センターの内訳は、平成30(2018)年の実績割合から推計。

従来（木材市場経由）と直送との経費等を比較した。直送では、山土場での柱材径級仕分けの手間・直送運賃・直送事務費が掛かるが、従来方式での市場までの運賃・市場からの運賃・市場配列料と比較しても経費を削減することができた。平均販売額は、市場は全量受け入れの価格、直送では山土場で径級を仕分けた柱材の価格となっているが、直送先の全量受け入れも選木機があるため可能な状況である。

今後はこの実証結果をもとに、ビジネスモデルを構築し、地域版森林クラウドの機能も拡張し、併せて活用していくこととする。

直送先からは「輸送経費の削減分は森林所有者の利益や再造林経費として還元することも検討したい。」という声もありました。

項目	従来方式（木材市場経由）	直送方式
費目	市場までの運賃、市場からの運賃、市場配列料、市場手数料	仕分け料（山土場）、市場手数料、直送運賃、直送事務費
平均経費計	4,370 円/m ³	3,184 円/m ³
平均販売額（木材規格）	10,000 円/m ³ （全て込み）	12,000 円/m ³ （柱材上）

※ 直送方式の販売額は、山土場で径級を仕分けしたことによる。

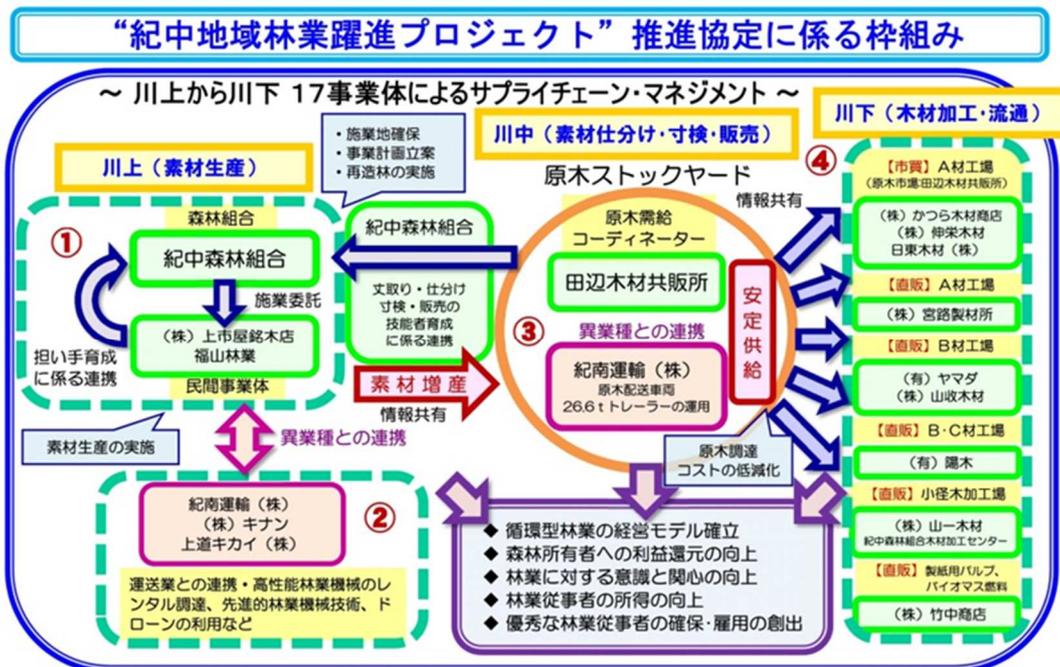
● 問合せ先

いわき市森林組合 TEL: 0246-23-1599

7. 和歌山県 紀中地域林業躍進プロジェクト推進協議会

● 目標・実施概要

紀中地域林業躍進プロジェクトは、平成 29(2017)年に素材生産における異業種連携を目的として発足し、川上（素材生産者）から川下（製材事業者）まで連携した素材生産・流通・加工に取り組んでいる。スマート林業では、さらなる施業候補地選定の促進と素材増産に向け、①立木調査に基づく素材生産予測、②木材需要ニーズに即応した素材供給体制の構築、③森林所有者への素材販売の利益見込み等の提示による伐採意欲向上を目標に、新 4K 林業(ケガをせず、効率的に、カッコ良く、稼ぐ)を目指す。



テーマ	実施概要	目標（数値）
施業集約化の効率化・省力化	ドローンレーザ測量及び航空レーザ測量を元に境界の明確化・計画策定 森林施業カルテの整備 林地・森林基本情報システムの整備 森林 GIS システムの整備	年間施業提案量を面積比で 30%程度拡大 (210ha/年→273ha/年) 素材生産、木材流通に至るトータルコストを 20%程度削減 (10,600 円/m ³ →8,480 円/m ³)
経営の効率性・採算性向上	路網設計・車両系施業支援システム整備 架線系施業システムの整備 日報管理システムの整備	路網延長 (9,085m/年→11,810m/年) 検知技能者 1 名、林業就労者 2 名の育成
需給マッチングの円滑化	ランバーサプライ支援機能の整備 原木需給情報のデータベース化 直販土場における検知技能者の育成 林業就労者（素材生産）の育成	原木の検収・配送・供給に至る実務の効率化 (30%程度の向上)
森林情報の高度化・共有化	ドローンレーザ測量及び航空レーザ測量による資源量把握 森林 GIS システムの整備 木材 SCM システムの整備	地域材の供給・利用量の増加 7,840m ³ →24,300m ³

● 協議会の構成

印南町、日高川町、和歌山県日高振興局、和歌山県森林組合連合会、紀中森林組合、西牟婁森林組合、(株)上市屋銘木店、(株)福山林業、(株)奥平林業、(有)原見林業、(有)ヤマダ、(有)陽木、(株)竹中商店、(株)宮路製材所、(株)かつら木材商店、(株)きのくに林産加工、(株)伸栄木材、日東木材(株)、(株)山収木材、(株)山一木材、(一社)わかやま森林と緑の公社、紀南運輸(株)、(株)キナン和歌山営業所、上道キカイ(株)

● ピックアップ 森林施業カルテ作成

ドローンレーザ計測及び林地・森林基本情報システム構築によって、森林施業カルテ作成の90%が自動算出となり、提案時の工数20%減少と、提案量の増加が見込まれる。

情報・数量	従来手法	新規手法(システム)
所有者情報	台帳情報を書類から収集	台帳管理システムにて一元化管理
対象面積	現地にて測量	森林GISシステムにて計測
素材生産量	対象地毎にプロット調査 施業地あたり:3~6人日	森林資源解析結果より算出 施業地あたり:5~10分
森林作業道開設距離	机上計画+現地測量により路網設計 施業地あたり:5~10人日	レーザ計測結果より机上にて高精度で算出可能。 施業地あたり:1~2人日
獣害防止柵設置延長	現地にて測量 施業地あたり:3人日	机上にて斜距離を計測。 施業地あたり:5~10分

森林施業提案書

〇〇〇〇種

和歌山県 〇〇郡 〇〇町 〇〇字 〇〇〇 番地内 における森林施業について、
提案いたします。

提案内容 (森林基本情報、計測、計測結果、提案書、台帳管理システム構築)
提案地 〇〇郡 〇〇町 〇〇字 〇〇〇 番地内 面積 3.16 ha

項目	数量	単位	備考
計測面積	1,247.0	㎡	9,327.000
計測面積(林)	1,022.0	㎡	7,766.000
計測面積(非林)	225.0	㎡	1,561.000
計測面積(計)	1,247.0	㎡	9,327.000
計測面積(林)	1,022.0	㎡	7,766.000
計測面積(非林)	225.0	㎡	1,561.000
計測面積(計)	1,247.0	㎡	9,327.000

計測面積(林) 1,022.0 ㎡ (7,766.000)

計測面積(非林) 225.0 ㎡ (1,561.000)

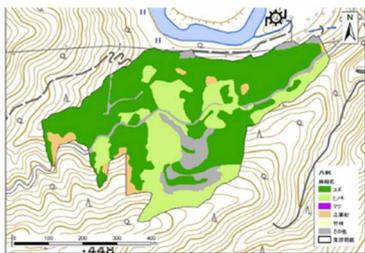
計測面積(計) 1,247.0 ㎡ (9,327.000)

計測面積(林) 1,022.0 ㎡ (7,766.000)

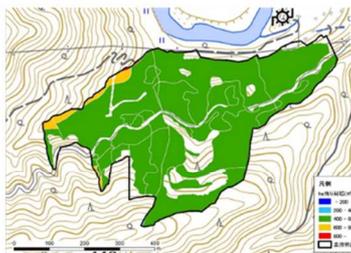
計測面積(非林) 225.0 ㎡ (1,561.000)

計測面積(計) 1,247.0 ㎡ (9,327.000)

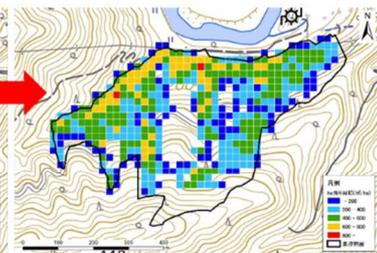
林相区分図



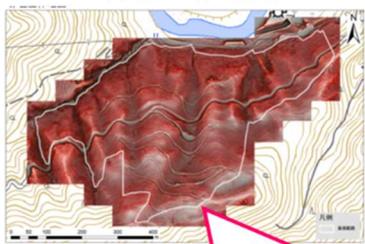
ha当たり材積分布図 (小班・林相集計)



スギha当たり材積分布図 (20mメッシュ解析)

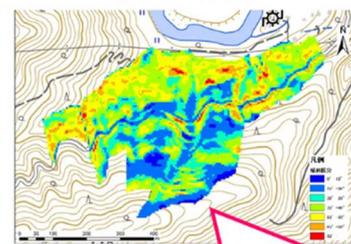


赤色立体地図



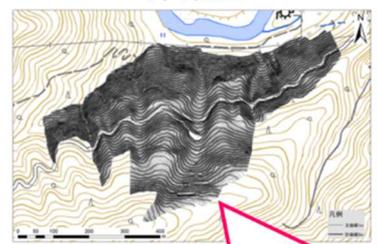
詳細な地形や既設路網が判読可能。

傾斜区分図



急峻な地形が多いため、細かく分類した傾斜区分図を作成した。

等高線図



従来の等高線図よりも細かく取得・表現(1m単位)。

● 問合せ先

日高川町 林業振興課 TEL:0738-56-0324

3章 スマート林業を支える技術

1. LPWA を活用した林業安全管理システム

● 技術概要

林業は携帯電話ネットワーク通信圏外での単独作業が多く、労働災害が発生しても事故の発見が遅れること、救急の要請に時間を要することがある。

「キツキハンマー」は、ヘルメットに装着する子機と親機からなり、子機を装着した作業員が、斜面転落や伐倒木



にぶつかるなど強い衝撃を受けた場合に、LPWA（本装置では無線免許が不要な LoRaWAN 規格を採用）を利用して自動的に親機及び他の子機に緊急通報を行う。チェンソー使用などの騒音環境下でも感知できるよう、子機が発生する音と振動（キツキのようにヘルメットを叩くことが装置名の由来）の両方で通知する。

キツキハンマー（プラムシステム(有)）
：価格は要問合せ

● 効果

実証の結果、親機－子機間が約 700m 程度であれば LPWA による通信は概ね良好であり、林内の作業員間の通信には有効であると考えられる。異常事態を素早く他の作業員が認知することが可能となり、発見の遅れに起因する被害の重篤化を防ぐことができる。

2. 長距離無線システムを用いた獣害対策

● 技術概要

捕獲罠の見回り負担軽減するため、罠にイノシシやシカがかかったことを自動で通知する IoT システムの導入が各地で進んでいるが、森林域では通信システムの確保が必要である。



。「オリワナシステム」は独自通信規格（陸上移動無線局）を利用した捕獲通知システムである。

出力が 250mW 迄と強く、届け出免許で利用可能な独自通信規格（陸上移動無線局）を用いており、LPWA では届かないような山深い場所、谷筋など地形的に条件の厳しい山間部での通信も可能としている。

オリワナシステム ((株)フォレストシー (里山通信))
：親機 149,800 円/台 子機 44,800 円/台 他通信費等

● 効果

全国で 65 地域以上、約 1,500 機の子機と通信インフラによって、罠（特にくり罠）の見回り負担軽減に貢献している。捕獲通知の錯誤捕獲対策として「携帯圏外から QVGA 程度の低解像度写真を送る」カメラ（ジオカム/GeoCam）なども合わせて利用可能としている。

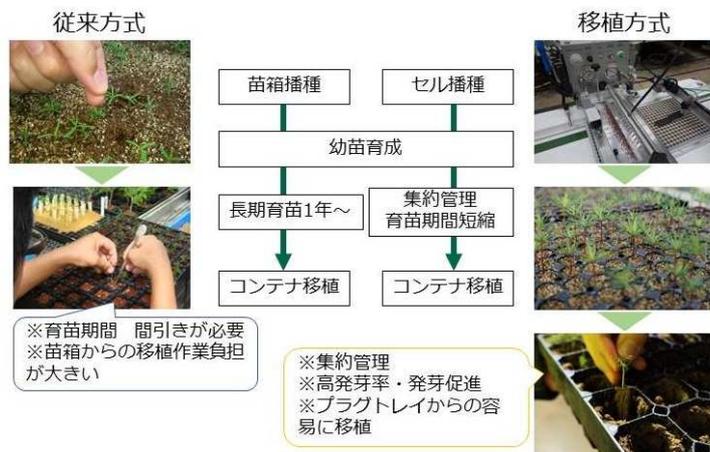
3. 苗木生産用種子の選別（コンテナ苗のコスト削減）

● 技術概要

スギやヒノキ、カラマツの種子は、風選、水選といった従来の選種法では充実種子を区別することが難しい。近赤外分光法により、充実種子を精度良く判別する技術を開発し、適切に管理された（休眠や劣化をしていない）種子であれば90%以上の発芽率となる種子を判別することが可能となった。この手法を製品化した充実種子選別装置は、ハロゲン光源を照射し、近赤外分光器により充実種子または不稔粒の判定を行う。処理速度は1秒間に3粒から4粒である。

● 効果

コンテナ苗生産は、一般的には、苗畑で一年間育てた一年生幼苗を育苗容器に移植する方法で行われている（従来方式）。これまで発芽率の低さのために実施できなかったが、今回の選別技術の開発により、コンテナ苗を育成する容器に直接一粒を播種する育苗方法（一粒直接播種）や、農業でよく利用されている多孔のプラグトレイに一粒播種し、発芽した毛苗をキャビティに移植するという方法（小型プラグ苗移植）（移植方式）を、より効率的に行うことができる。



4. 林業用苗木運搬ドローン

● 技術概要

造林現場は、苗木運搬や斜面での作業等があり、非常に重労働である。加えて育林従事者の減少と高齢化が進んでいる。そこで、住友林業(株)と(株)マゼックスが共同で林業用苗木運搬ドローンを開発し、林業における造林の省力化・効率化の実現を目指している。



森飛 -morito- ((株)マゼックス) : 2,680,000 円

● 効果

ドローン運搬は1人で操作可能。1時間で500本程度のコンテナ苗の運搬（1フライト8kg）ができる。苗木の昇降はウィンチによって上下作業を行い、苗木の離脱は専用フックによって自動で外すことができる。また、運搬ルートを記憶させ自動飛行モードを備えているため、操作面もより省力化が可能。

約20,000本の運搬を人力運搬とドローン運搬で比較実証した結果、ドローン運搬の場合、約8倍の運搬能力があることが示された。

運搬方法	運搬時間(分)	運搬重量(kg)	運搬重量(kg/時間)
人力運搬	78.0	13.5	10.4
苗木運搬ドローン	5.0	7.5	90.0

5. ドローンを活用した森林整備事業（補助金）の申請・検査

● 技術概要

林野庁では、森林整備事業(民有林)の申請・検査にドローン等の活用を進めていくこととし、実施要領や検査内規例等の改正を進めている。初期導入費用、人材育成などの課題もあるが、補助金関係事務の効率化に加え、オルソ画像等のデータを活用した森林資源管理や森林施業の高度化などにつながっていく可能性がある。



● 効果

大分県と大分県森林組合連合会は、平成 30(2018)年度にドローンで撮影した画像による施行地の面積測定や施行状況の把握を試行した上で、ドローンの導入を進めている。これまでの試行においては、1人当たり年間 34 日分の検査時間の短縮が可能との試算もなされている。

1カ所あたり検査時間の短縮時間	5.78ha（施行面積が拡大するほど時間短縮効果は増大） 徒歩による踏査 80 分 - ドローン撮影作業 58 分 = 約 30 分
年間短縮時間	2,028 箇所（平成 29(2017)年度検査面積 1ha 以上）×30 分 = 1,014 時間 1,014 時間÷5 時間= 203 日
年間労務縮減見込	203 日÷県現場担当 6 人= 34 日/人 ⇒ 短縮時間の有効活用

そのほかの効果として、検査員の経験に依存しない客観的な検査の実現や、申請データの施業履歴としての蓄積・活用、森林所有者・国民への説明責任の向上につながっていくことが期待される。

6. 持続可能な「造林」の実現

● 技術概要

林業人材と異分野人材のオープンイノベーションによる課題解決型事業共創プログラム“Sustainable Forest Action”で優秀賞を受賞した「森も視守る“まもり”」は、森林情報を、森林所有者が見やすく、デジタルで確認できるアプリである。個人の森林所有者が、適切な森林管理や相続・売買について、アプリ上で専門家に相談できるようになる。



トップページ

所有林一覧

所有林詳細ページ

森も視守る“まもり”（住友商事(株)、(株)DATAFLUCT）：西粟倉村にて実証中

● 効果

本アプリは、自ら継続的に森林を管理しようとする森林所有者にとって、重要なツールになると考えられる。また、今後、森林経営管理制度を用いて森林管理を市町村に任せるとい森林所有者も増えていくことが見込まれるが、本アプリは、これらの方々が森林の管理状況を確認するためのツールとしても活用できるものと考えられる。

“Sustainable Forest Action” 造林分野の課題解決に向けた事業アイデアを有する林業人材と異分野人材の参加者を募集し、双方の人材から成るチームを編成して、約 2 ヶ月間の課題解決型事業開発プログラム（アクセラレーションプログラム）により事業アイデアを形にする新しい取組。

7. フォワーダによる集材作業の自動化

● 技術概要

林道などの基幹路網が十分に整備されず、フォワーダの集材距離が長くなってしまふ現場では、フォワーダによる集材工程が伐出作業のボトルネックとなっている。フォワーダを無人で運転させることによって、フォワーダ専属の作業員を削減し、作業班の構成人数を減らしつつ素材生産量を保つことにより、労働生産性の向上が望める。



試作機は自動荷おろし機構（荷台を傾けて盤台に下ろす）、自動走行機構（電磁誘導方式、走行ルートに誘導用の電線敷設が必要）、走行速度調整機構（作業員の運転した速度をコンピュータが記憶）を備えている。QRコードにより、自動走行開始位置、停止位置、スイッチバックの分岐点、などを認識する。

● 効果

作業道の脇に短幹材が点在している状況で試験を実施した。約 1.8ha の間伐作業地、土場までの集材距離は 661m から 915m、計 46 回の自動走行による集材作業を行った結果、集材した材積は計 122.3m³ であった。フォワーダへの材の積込、先山から土場までの無人運転による実走行、土場での無人荷おろし作業、土場から先山までの無人運転による空走行の 1 サイクルに要した時間は約 38 分となった。

8. 原木の品質判定が可能な高度木材生産機械（ハーベスタ）

● 技術概要

北欧等のようにハーベスタの採材データを活用できれば、原木検知の経費が削減できる。造材材積の把握により、伐採作業の進捗管理、効率的な原木の配送が可能となる。強度の高い原木を選別販売すること



で、最大 10% 価格が上昇した事例も見られる。そこで、ICT やロボット技術を活用した原木の品質（曲がり、強度、密度）を総合判定する次世代ハーベスタを開発している。

ハーベスタには直材判定サブシステム（3D レーザ等により原木の形状を測定し、曲がり自動判定する）、音速評価システムと密度推定システム（原木の強度を把握し仕分けするため、木材内部の音の伝播速度を基に強度を判定する）を統合した品質判定総合システムを搭載した。

● 効果

実用化を目指して開発中であり、開発した技術により保証された品質の原木を安定供給することで、原木・製品価格の安定化や収益性の向上、原木のトレーサビリティの確保、サプライチェーンの確立を果たし、林業・林産業の振興、木造建築物の増加を期待している。

9. 林業労働災害VR体験シミュレーター

● 技術概要

林業労働災害の発生状況は他産業と比べ非常に多く、特に立木伐木時の発生が50%を占める。災害未然防止のための教育が行われているがテキスト等による座学が多い中、「林業労働災害VR体験シミュレーター」を開発した。



● 効果

全国の林業経営体の林業労働安全大会や講習会、都道府県森林・林業センターなどの教育機関の学習、並びに林業大学校、農業高校森林科学科など多くの林業関係機関研修教材として利用されている。VRによる仮想空間で災害事例を「体験・体感」でき、鮮明に記憶に残すことができる。そのため伐木及びチェーンソー取り扱い中の災害の未然防止が期待される。



林業労働災害VR体験シミュレーター ((株)森林環境リアライズ)

: システム利用料を使用日に応じ請求

10. 木材SCM支援システムの構築

● 技術概要

林野庁補助事業「生産流通構造改革促進事業のうち効率的なサプライチェーンの構築支援」事業では、都道府県をベースとしたSCM推進フォーラムの構築・支援、並びに事業者間の情報交換・需給マッチングを可能とする木材SCM支援システム「もりんく」の構築を行っている。「もりんく」の主要用途は事業者間での情報共有であり、「登録・マッチング」「コミュニケーション」「アプリケーション管理」の機能を有する。登録情報を元に必要なデータを必要な範囲で共有することができる。

組織内	組織間（「もりんく」の活用）	不特定多数
クローズドデータの共有	特定グループ内（事業者間）でのデータ共有	オープンデータの共有



機能概要



「もりんく」画面例

● 効果

令和2(2020)年4月以降運用開始予定。全国の既存・新規の木材サプライチェーンのメンバーへ導入・活用を促進していく方針である。川上から川下の生産・流通・加工分野においてスムーズな情報共有を行うことで、需要側のニーズに応えた生産と在庫最適化の実現を目指す。

令和元年度スマート林業構築普及展開事業事例集
令和 2(2020)年 3 月
林野庁

【作成】共同企業体

(代表) 一般社団法人 日本森林技術協会

〒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

〒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)

【お問合せ】林野庁計画課

〒100-8952 東京都千代田霞が関 1 - 2 - 1

TEL: 03-6744-2300