

山口県におけるスマート林業の取組

令和5年2月9日

山口県農林総合技術センター

専門研究員 山田隆信

山口県におけるスマート林業の取組

山口県では、平成27年度からスマート林業技術の普及に向け、事業を展開

平成27～29年度
やまぐちスマート林業推進事業

平成30～令和2年度
スマート林業実践対策

令和2～4年度
ドローンによる低コスト再造林推進事業

令和3～4年度
やまぐちスマート林業実装チャレンジ事業
林業労働環境デジタル化推進事業

令和4年度～
森林デジタル人材育成研修
航空レーザ計測・森林資源解析

新技術の研修・検証

事業者向けの開発・改良

導入促進

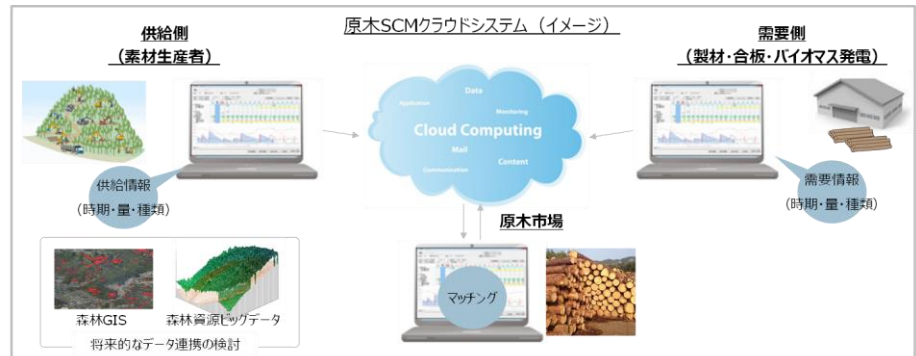
実装・フォロー

H27～29年度 やまぐちスマート林業推進事業

- 森林資源情報の高度化・共有化のため、航空レーザ測量、地上レーザ測量の実証と研修会の実施
 - 航空レーザ計測(約3,000ha)
 - 地上レーザ計測機器2社による実証・研修会実施
- タブレットアプリ「やまぐち森林資源情報収集・活用支援システム」の開発
 - 平成20年度からインターネットで公開している森林資源情報をベースに、タブレットのGPS機能を活用し、施業集約検討等ができるアプリ
- 需給マッチング円滑化のため原木SCM(サプライチェーンマネジメント)クラウドシステム基本設計の作成・提案



タブレット



※1 サプライチェーンマネジメント (原材料調達から流通までを一元的に管理する仕組み)
 ※2 既にあるサービス (機能) を活用し、システムとして利用する

平成30～令和2年 スマート林業実践対策

平成29年度までの取り組み成果・課題を踏まえ、スマート林業技術実践対策へ応募

■ 平成29年度以前の取組

- 森林資源情報の高度化や共有化(航空レーザ・地上レーザ計測等の有効性の検証)
- 施業集約化のためのツール開発(森林資源情報収集・活用支援システムの導入)
- 需給マッチングの円滑化に向けた原木SCMクラウドシステムの構築に向けた構想の検討

■ 取組の背景

- 大型製材工場やバイオマス発電の増設等、拡大する需要に対し、供給体制の構築が急務
- 森林組合等の林業事業者が把握、活用している立木情報や伐採情報はアナログ情報のため、精度や迅速性に欠ける
- 地形データを活用した最適な作業システムの検討が構築されていない

■ 「スマート林業実践対策」の目的と目標

様々なスマート林業技術の実践により、効果を検証し、導入を促進することで森林施業の効率化・省力化を図り、需要に応じた木材供給量の拡大を図る。

(事業目標)

県産木材供給量を現在の24万m³から30.4万m³へ増産

スマート林業実践対策 取組概要・体制

■ 事業名

林業イノベーション推進総合対策革新的林業実践対策

スマート林業実践対策

■ 実施主体:

やまぐちスマート林業実践対策地域協議会（事務局:山口県）

■ 事業期間:平成30～令和2年度

■ 3年目から、県出先機関にスマート林業推進員を各2名配置し、全県展開

※スマート林業推進員とは

・スマート林業関連機器に関する研修を受講し、その知識を管内の事業体等に伝えることで、各地域のスマート林業の普及を担う人材(県林業技術職員)

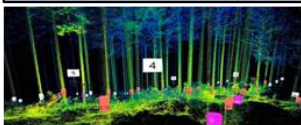
やまぐちスマート林業実践対策地域協議会構成	
原木市場	山口県森林組合連合会
組合系統	山口県中央森林組合
	周南森林組合
	阿武萩森林組合
素材生産業者	大林産業(株)
	(有)吉岡土建
	(有)野原工業
市 町	山口市農林政策課
	周南市農林課
	萩市林政課
	阿武町農林水産課
山口県	森林企画課 (協議会事務局)
	森林整備課 農林水産事務所森林部
	農林総合技術センター林業研究室

スマート林業実践対策 取組フロー

【施業集約化の効率化・省力化】

立木在庫の見える化と施業集約化

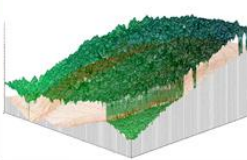
ドローン、地上レーザ測量による資源情報把握



最適な採材計画作成



最適な路網計画、作業システム検討



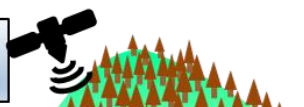
効率的な施業集約



【経営の効率性・採算性の向上】

生産現場の見える化による経営効率化 原木在庫の見える化による配送効率化

工程管理システムによる生産性効率化



日報等電子化による迅速な進捗管理



山土場や中間土場の生産・集積情報管理



原木在庫見える化
場所・樹種・量・規格



最適な配送計画



本事業の取組成果を活用し、
需給マッチングを円滑化！

立木在庫見える化

位置・樹種・量・規格・
伐採時期



供給者

需要見える化

需要計画
樹種・量・規格・価格

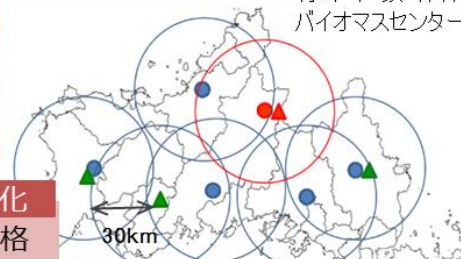


需要者

需給見える化



原木市場、森林
バイオマスセンター



製材工場
合板工場



バイオマス発電所

【事業目標】

県産木材供給量：年間6.4万m3増量

スマート林業実践対策 導入技術概要

区分	対象作業	導入技術	概要	
立木 在庫・ 施業 集約	森林資源量調査 団地規模	ドローンレーザ解析	<ul style="list-style-type: none"> ・団地単位の計測・解析を委託 ・写真解析と比較し、高精度な解析結果が提供可能 	
		ドローン写真解析	<ul style="list-style-type: none"> ・団地単位の計測・解析を委託→導入 	
	森林資源量調査 事業地規模	地上レーザ解析 OWL	<ul style="list-style-type: none"> ・県森連が計測・解析（R元以下は事業体へ貸出有） ・各事業体はOWL Managerで、解析結果を活用 	
		施業方法検討 (システム導入)	採材計画策定支援 システム(開発)	<ul style="list-style-type: none"> ・OWL解析情報と市況情報から、最適な採材計画を作成 ・出荷予定量と収入を予測
			施業提案作成支援 システム(開発)	<ul style="list-style-type: none"> ・OWL解析情報から、出荷予測・収支予測を含めた施業提案書を作成
	集約化の効率化 (タブレット配付)	路網計画作成支援 システム	<ul style="list-style-type: none"> ・地形データから最適な路網線形を作成 ・事業地や団地での施業方法検討を支援 	
		森林資源情報・活用 支援システム	<ul style="list-style-type: none"> ・現地で、やまぐち森林資源情報システムの閲覧と活用 	
生産 現場・ 原木 在庫	作業日報	システム幹材積表	<ul style="list-style-type: none"> ・現地で、胸高直径と樹高の入力による材積把握 	
		日報管理システム	<ul style="list-style-type: none"> ・作業日報の電子化 ・迅速な進捗状況、生産性等把握を支援 	
	作業工程管理システム	<ul style="list-style-type: none"> ・IOT技術による林業機械の稼働状況把握 ・生産性等事業地の進捗状況把握支援 		
現地検収	ハーベスタ検知機能	<ul style="list-style-type: none"> ・ハーベスタの検知機能による生産量把握 		
需給	需給調整	既導入システム改良	<ul style="list-style-type: none"> ・立木情報、原木情報を集約し、需給マッチング 	

スマート林業実践対策 主な事業成果1

■ 無人航空機(UAV)・地上レーザ計測機による立木在庫の見える化

(1) UAVによる上空からの計測(委託)

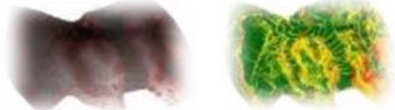
○ドローン計測について

・無人航空機(ドローン)から地上にレーザを照射(写真を撮影)し、データを解析することで、樹冠情報と高さ情報や地形データを入手。



解析により入手できるデータ

- ・等高線図
- ・CS立体図
- ・DEMデータ 等



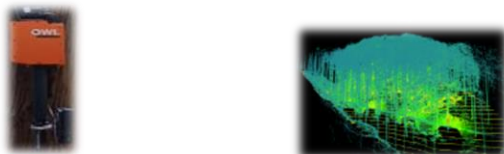
※UAV計測実証地:位置図



(2) 地上レーザ計測器OWL

○地上レーザ計測器OWLについて

・地上からレーザを照射することで径級や樹高・曲り等の精密なデータを入手することができる計測器。



年度	計測方法	箇所数	計測面積	合計
H30	ドローンレーザ/写真	2箇所	22.60ha	35.03ha
	OWL	7箇所	12.43ha	
R1	ドローンレーザ	2箇所	29.55ha	46.48ha
	OWL	6箇所	16.93ha	
R2	ヘリレーザ	2箇所	200ha	226.13ha
	OWL	16箇所	26.13ha	

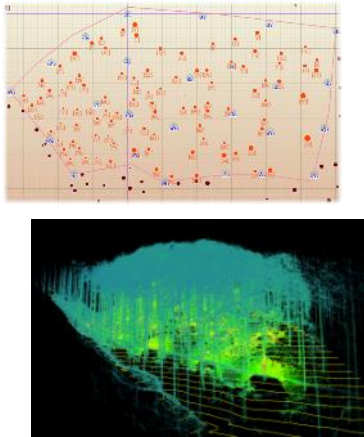
3年間で308haの森林資源量を把握

スマート林業実践対策 主な事業成果2

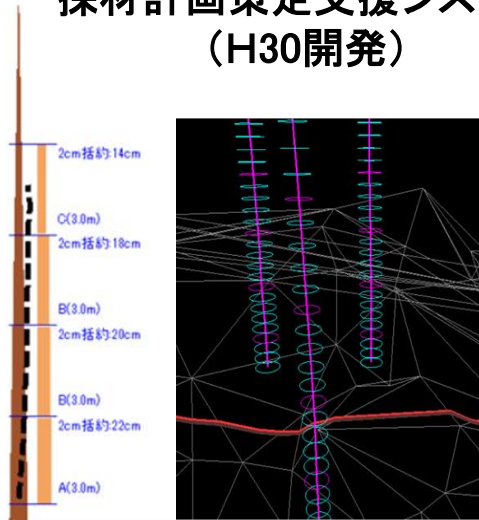
ソフトの共同開発による施業集約の効率化

地上レーザ計測OWLデータ活用システムをアドイン研究所と共同開発し、林業事業者が自ら計測・解析・活用する仕組みに一本化

OWLの計測データ



採材計画策定支援システム (H30開発)



施業作成支援システム (R2開発)

森林施業提案書 (参考例)

所在地	山口市〇〇町		
樹種	スギ	材齢	60 年止
平均直径	28 cm	平均樹高	24 m
施業内容	選出間伐	再造林密度	0.70 ha
素材生産量	200 m ³	価格	2000
		送料	金額 / 台車

収入		支出	
収入	10,100 円	再造林	672,000 円
ア 木材販売収入		1年目	98,000 円
素材生産量	194 m ³	2年目	98,000 円
A材	100 m ³	3年目	98,000 円
B材	60 m ³	4年目	98,000 円
C材	30 m ³	5年目	0 円
バイオ材	3.5 m ³	6年目	0 円
		計	392,000 円
ウ 収入合計(ア+イ)	3,019,400 円	イ 雑収入	0 円
		合計	1,064,000 円

支出		再造林・下刈	
支出	4,300 円	再造林	733,000 円
選出費	1,500 円	1年目	127,000 円
燃料手取料	5 %	2年目	127,000 円
1区1区料	800 円	3年目	127,000 円
中継距離料	0.5 %	4年目	127,000 円
その他経費	無視計算	5年目	0 円
		6年目	0 円
		計	598,000 円
イ 収入合計(ア+イ)	2,834,848 円	受取手数料	124,000 円
		合計	1,365,000 円

(1) - (2) = 約80,000円 ... ご注意見込額

細り、曲がりデータをもとに、市況表から最適な採材計画(※1)を立て、木材販売収入を計算

採材計画をもとに、収支がわかる施業提案書を作成

県出先事務所に配置したスマート林業推進員により、OWLによる森林調査・施業提案を実施

1 OWLによる計測



2 施業提案書の作成

3 森林所有者への施業提案



施業集約化省力化・高精度化

スマート林業実践対策 事業成果3

■ 森林経営業務管理システム(日報管理システム)の導入



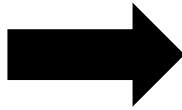
毎日の作業記録から、施業の実績や収支等を把握し生産現場の見える化を行うシステム。

研修会による周知

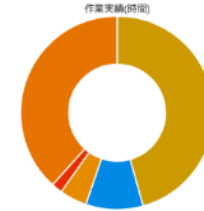
希望する事業者へ操作指導



要望調査



計3事業者で
試行導入



■ 検知機能付きハーベスタ及び現場RTK情報を活用した作業システムによる実証

○ハーベスタ(iLogger Value Bucking)による生産量把握

○現場RTK情報を活用した作業システムの改善実証



ハーベスタ

受信機

■ 原木SCMシステムによる需給マッチングの円滑化

山口県原木SCMシステムを活用し、需要と供給のマッチングの円滑化を目指す

アップロードした供給情報は、会員名・担当者を除き、全ての方が閲覧可能

■ 検索情報【登録画面】 ※打込画面/供給者が自由にアップロード可能 ※必須項目で緑

会員名: C/C素材 担当者: C/C所属

出林時期 (必須) < 年 > 月 ~ < 年 > 月

出林予定林種 (必須) < 林種 > 出林地: 西尾、西尾、山口、稲葉の選別林

出林予定材種 (必須) < 材種 > 出林地: セノネ、マツ、広葉樹、その他 (詳細情報欄を参照)

林齢 (必須) < 林齢 > 発生 ~ < 林齢 > 発生 ※20年未満か50年未満での1年以内

出林地 (必須) < 出林地 > 出林地 ※「市」まで指定する場合は指定

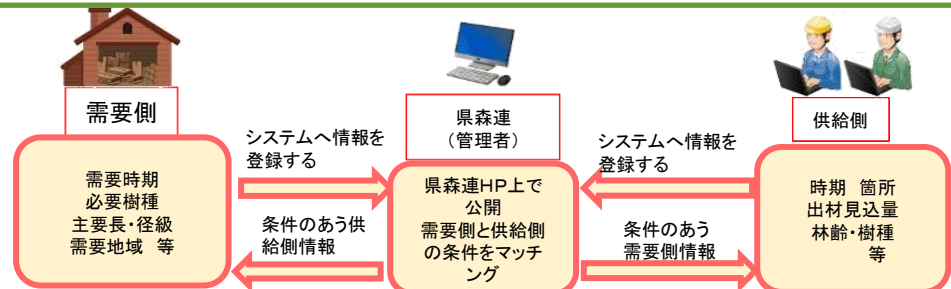
出林予定量 (必須) < 材種 > m3 < 材種 > m3 < 材種 > m3 < 材種 > m3

出林地 (必須) < 出林地 > m3 < 出林地 > m3 < 出林地 > m3 < 出林地 > m3

主要情報 (任意) < 主要情報 > 詳細情報、画像4年以内の撮影

スマート林業推進情報 (任意) < 詳細情報 > Rdxfl, excel (xlsx), word等アップロード

掲載時期 (必須) < 年 > 月 < 日 > ~ < 年 > 月 < 日 >



スマート林業実践対策 課題と対応

【スマート林業を導入するにあたっての課題】

1. どのようなスマート林業技術があるのか知らない
 - 最新技術が日々更新されている
 - 自分たちの業務にどのようにメリットがあるのかわからない
 - スマート林業技術は操作が複雑で抵抗がある
2. スマート林業技術の導入コストが高い
 - 導入・維持コストが安価なものは導入

【対応】

1. 研修会、実証によるメリットの周知
 - 研修会・見学会開催による最新の知見の周知
 - 実証試験による業務へのメリット検証・システム改善
 - スマート林業推進員による普及・導入支援
2. スマート林業機器貸与、導入支援
 - 協議会導入機器を事業体に貸与して活用
(現在は協議会から県に譲渡、県が事業体に貸与)
 - 国庫事業を活用した導入補助

実践対策で導入した機器・システム

- ・ 地上レーザ計測器 (OWL) 2台
- ・ 路網設計支援システム
- ・ OWL データ解析・施業提案用 PC
- ・ FRD 活用 PC
- ・ 森林資源情報収集・活用タブレット 10台
- ・ マルチ GNSS 受信機
- ・ ドローン一式
- ・ ドローン解析用 PC

令和3年度からは、これまでの実践・実証成果を踏まえ、林業事業体等へのスマート林業技術の**現場実装（導入）を推進**

スマート林業の実装に向けた取組 新たな協議会設立

■ やまぐちスマート林業実装加速化協議会の設立 (R3～)

□ スマート林業技術等の現場実装を加速化させる協議会を令和3年7月に設立

□ 協議会の委員: 5名

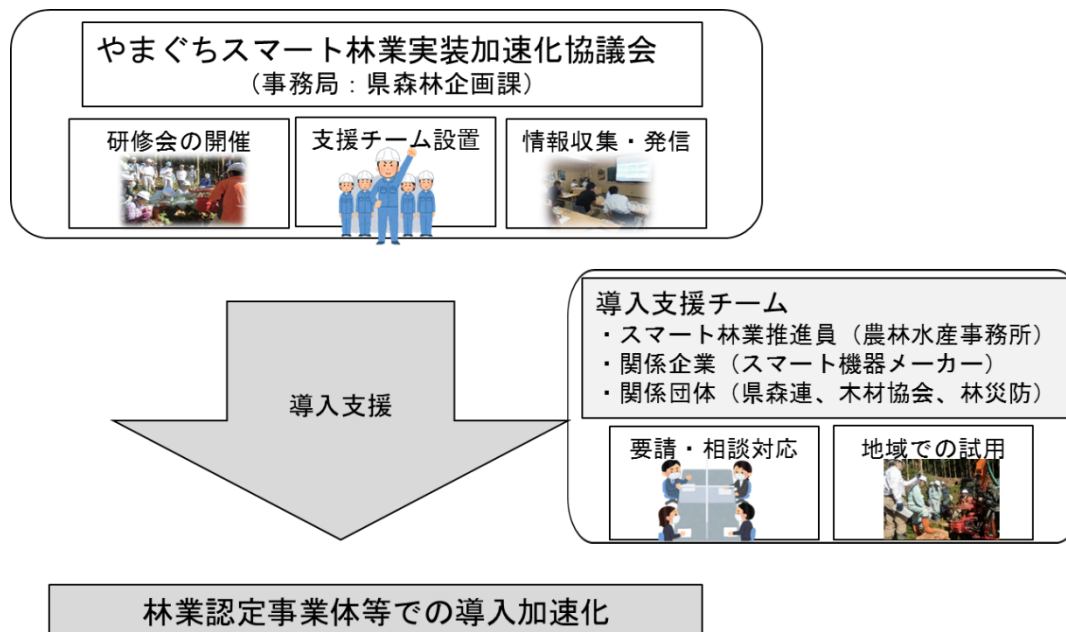
(学識経験者、関係団体(県森連、木材協会、林災防)、国(山口森林管理事務所))

■ 主な事業内容

□ 導入に向けた研修会の開催(2回開催)

□ 導入支援チームによる技術相談対応等

□ 導入の手引きの作成・発行、最新知見・先進事例の情報収集・発信



■ ドローンによる低コスト再造林推進事業（R2～4）

【事業概要】

▽無人航空機（ドローン）及び画像解析ソフトの導入

▽低コスト再造林の実施及びドローン測量の実践


【実施主体】 林業事業体等

【補助率】 定額

- ・無人航空機等の導入 698千円／件
- ・低コスト再造林実施 746千円／ha

【実施内容】

- ・ドローン測量機器一式を導入するとともに、低コスト再造林を実施
- ・再造林施工地の測量を導入したドローン測量機器で実施
- ・効果を検証するため、従来型の測量方法との比較検証を実施

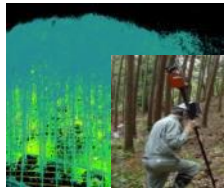
- 
- 5森林組合、2事業体がドローン測量機器を導入
 - ドローン測量による造林補助申請OK

スマート林業の実装に向けた取組 R3～

■ やまぐちスマート林業実装チャレンジ事業 (R3～4)

- 林業事業者による先進技術をパッケージ化した現場実装の取組を支援実践に必要な先進技術・装備の導入支援
- 事業実施後の実装に向けた指導助言操作技能に係る専門指導者の派遣
- 各実践現場での事業評価➤現場実装に向けた技術課題の改善提案

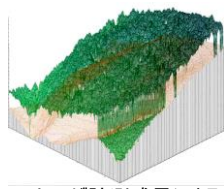
森林調査から伐採・再造林までをパッケージした実践



地上レーザによる
森林3次元計測



ドローンによる
施工管理・測量



レーザ計測成果による
路網計画作成



日報管理システムによる
工程管理と改善



ドローンによる苗木等
の資材運搬



大型高性能林業機械
による主伐や地拵



防草シート等による
下刈の省略



原木SCMの活用、
中間土場での仕分け

■ 林業労働環境デジタル化推進事業 (R3～4)

- 新たなデジタル技術等を活用したスマート林業技術の導入支援や周知啓発を一体的に実施し、安全性・生産性の向上や労働負荷の大幅な軽減を図る。

労働安全対策



◆LPWAによる
林内通信網の整備



◆ウェアラブル端末によ
る体調の可視化

軽労化対策



◆アシストツールに
よる労働負荷軽減

スマート林業の実装に向けた取組 R4～

■ 航空レーザ計測・森林資源解析の実施

□ 県と市町の共同による航空レーザ計測と森林資源解析を実施し、森林GIS上で共有

■ 森林デジタル人材育成研修

□ 林業事業体において、スマート林業技術を用いて業務のマネジメントができる「コア技能者」を育成

□ 林業事業体の研修生と管轄する県のスマート林業推進員がペアとなって研修を受講

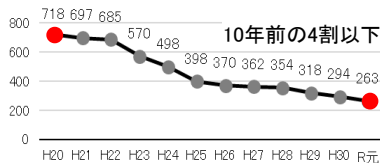
現状

○ 森林計画制度や森林経営管理制度に基づく適切な森林管理を中長期に行っていくためには、森林の現況調査や施業予定地の所有者、境界の特定と測量が必要

○ 現状では、森林の現況調査、境界の特定、測量等の森林管理業務は、人カ・アナログで行っている状況

○ 林業従事者が減少する中、県内の林業事業体では、地上レーザ計測やドローン等による森林資源情報のデジタル化の取組が進んでいる。

◆ 森林組合における雇用人数の推移



◆ 現場で活用が進んでいるスマート機器



地上レーザ計測



ドローン測量

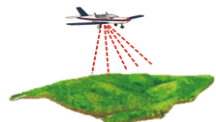


GNSS測量

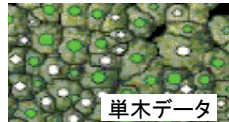
航空レーザ計測・解析の実施

広域的な森林資源情報を整備するため、県と市町が共同により、航空レーザ計測と森林資源解析を実施し、ビッグデータを整備

○ 航空レーザ計測・森林資源解析

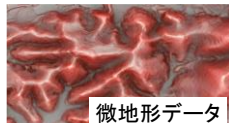


航空機からレーザを照射して森林データを取得

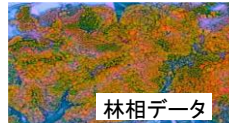


単木データ

立木1本毎の樹高や直径を算定



取得した地表データを基に微地形図を作成



林相データ

データをAI解析して、樹種別の林相図を作成

ビッグデータの蓄積



森林GIS

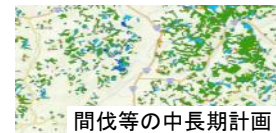
森林資源データ

- ・森林簿
- ・森林計画図
- ・林地台帳
- ・各種計測データなど

森林デジタル人材育成研修

専門的かつ体系的な研修の実施により、航空レーザ計測やICT機器で取得したデータを高度利用できるデジタル人材を育成

○ 資源データの高度利用の事例



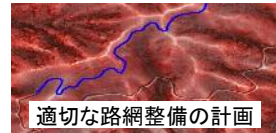
間伐等の中長期計画

単木データで森林の混み具合を解析して、緊急度に応じた年度別の間伐計画を作成



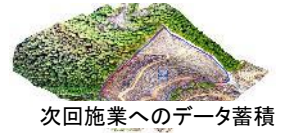
施業予定地の境界明確化

微地形や単木データで境界の候補となる地点を特定して、境界候補図を作成



適切な路網整備の計画

微地形と林相データで安全かつ効率的なルートを選定して、木材搬出用の路網の計画を作成



次回施業へのデータ蓄積

GNSS測量データと施業情報を利用して施業履歴データを作成

蓄積されたビッグデータの高度利用

森林管理業務の効率化による計画的な森林整備の促進