

やまぐちスマート林業技術導入の手引き

令和 4 年 8 月

やまぐちスマート林業実装加速化協議会

<目次>

I	背景・目的	
1	現状と課題	1
2	策定の目的	1
3	推進体制	1
II	スマート林業とは	2
III	各技術フロー図	3
IV	各技術紹介	
1-1	航空レーザー計測	4
1-2	UAVレーザー計測	6
1-3	ドローン写真計測	7
1-4	地上レーザー計測	9
1-5	GNSS測量	10
1-6	生産計画・施業提案書作成支援ソフト	11
1-7	路網設計支援ソフト	12
2-1	最適採材ハーベスタ	13
2-2	木材検収システム	14
2-3	日報管理システム	15
2-4	資材運搬ドローン	16
3	その他	17
4	機器等の導入に係る補助制度の概要	18
	<用語解説>	19
I	背景・目的	

1 現状と課題

本県の人工林資源は、木材として利用可能な 10 齢級以上(46 年生以上)の森林が約 6 割を占めており、これまでの間伐等を主体とした森林整備に加え、製材、合板、森林バイオマスなどの多様な木材需要に応えるため、主伐－再造林による森林資源の循環利用にも取り組んでいくことが必要となっています。

また、地球温暖化防止対策としての森林吸収量の確保のためにも、主伐－再造林による森林の若返りが重要となっています。

一方で、間伐や主伐－再造林を進めていく上において、施業の効率化・低コスト化による採算性の向上や林業従事者の確保が大きな課題となっています。

これらの課題に対応していくためには、従来から行ってきた森林施業の方法を見直すことや、近年開発が進んでいるスマート林業技術の導入を進めて、施業の効率化・省力化と採算性の向上を図っていくことが重要です。

2 策定の目的

本県では、森林施業の効率化や木材の安定供給体制の構築のため、平成 30 年度から令和 2 年度の 3 ヶ年でスマート林業技術の実証に取り組みました。

この取組では、森林資源の把握の効率化や高精度化のための各種レーザ計測技術の実証や、木材生産の効率化のための ICT（情報通信技術）対応型の高性能林業機械や日報管理システムの実証、原木サプライチェーンマネジメントシステムの構築など、様々な技術や製品の実証を行い、性能や導入効果等を確認しました。

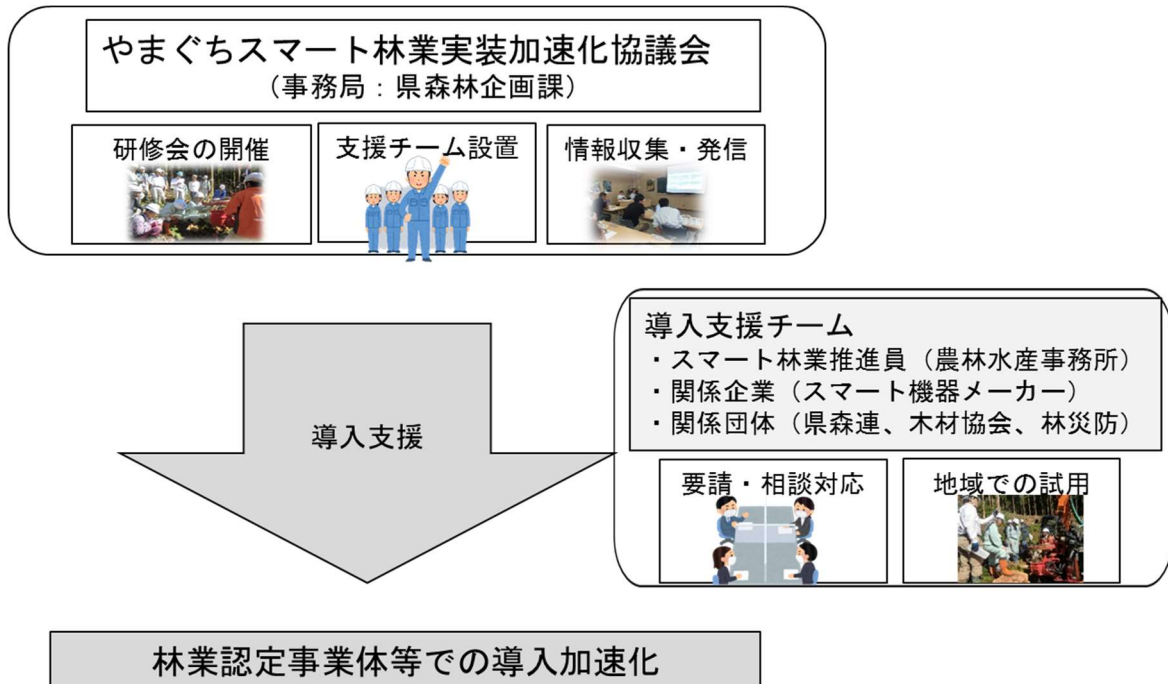
また、令和 3 年度からは、林業事業者が、森林資源の把握から、主伐、再造林までの各作業段階において、スマート林業技術を実際の現場にワンパッケージで導入・試用して、操作技術の習得や導入効果の検証に取り組んでいます。

今後は、これまでの取組成果を踏まえ、林業事業者へのスマート林業技術の本格的な導入（実装）を進めていくことが重要であることから、県でこれまでに実証した各種スマート林業技術を紹介する手引きを策定することとしました。

3 推進体制

スマート林業技術の林業事業者への導入推進に当たっては、令和 2 年度に県の出先機関（農林水産事務所）に配置した「スマート林業推進員」を中心に、「導入支援チーム」を各地域に設置して、林業事業者からの機器選定等の相談対応や導入後のフォローアップなど、この手引きの活用もしながら、推進していくこととします。

(参考)



II スマート林業とは

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のことです。

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を活用し、1人当たりの生産性を向上させるとともに、労働安全の確保、雇用形態の安定化などによる担い手の確保・育成が重要になっています。

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ともに、林業を魅力ある職場とし、担い手の確保・育成を進める。

(「スマート林業実践マニュアル（準備編）」(令和3年3月 林野庁) より引用)

Ⅲ 各技術のフロー

森林資源量調査

計測規模	計測方法
1,000ha～	航空レーザ計測
10～1,000ha	UAV レーザ計測（ヘリ）
～10ha	UAV レーザ計測（ドローン）、地上レーザ計測 ドローン写真計測



施業計画・施業の集約化

生産計画・施業提案書作成ソフト、路網設計支援ソフト



伐採・素材生産の効率化

最適採材ハーベスタ、木材検収システム、日報管理システム



再造林・造林補助事業

ドローン写真計測、GNSS 測量、資材運搬ドローン

IV 各技術について

1-1 航空レーザ計測 【計画段階】

(1) 技術概要

有人航空機（セスナ、ヘリコプター）に搭載した GNSS^{*}、IMU^{*}により機体の位置と姿勢を測定し、レーザ計測機器により地表面の三次元計測を行う技術。森林資源や地形の解析手法、解析結果を活用するシステムは航測会社によって違うため、解析精度や活用システムが委託先の選択肢となっている。

○ 計測

- ・各航空機の飛行性能により、飛行の高度、速度、範囲が変わり、セスナは高高度から広範囲を、ヘリコプターは中高度から中範囲を計測
- ・スキャン密度は1点/m²以上で、航測会社が持つレーザ計測機器の性能によるが、森林資源解析を行う場合は、4点/m²以上で計測

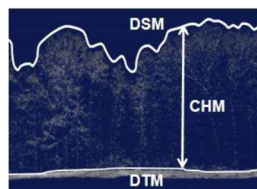
○ 解析

- ・レーザによる測距結果を統合し、建物や植生の地物を含んだ DSM^{*}を作成
- ・DSM から建物や植生との地物を排除した DEM^{*}を作成し、地形解析
- ・レーザや同時に撮影される写真情報などから林相区分を作成
- ・立木本数は DSM などから樹頂点を解析し、樹高は DEM と DSM の差から算出
- ・胸高直径は樹冠や高さから推定し、材積を立木幹材積式により計算

<計測・解析の原理>



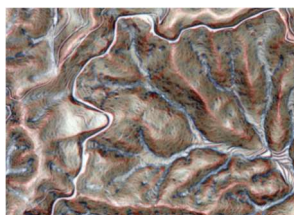
GNSSで位置精度、IMUで飛行速度や機体の傾きを計測しながら、レーザセンサからパルスを森林に照射して戻ってくるまでの時間を計測することで、物体の高さや位置を計測する。



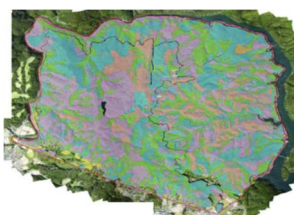
計測されたデータから、表層モデル (DSM)、地形モデル (DEM)、樹冠高モデル (CHM) を作成する。

- ・地形データ、CS立体図^{*}、傾斜区分図、等高線図、微地形図、単木データ（樹頂点、樹高、胸高直径、材積、樹種）、オルソ画像等を作成

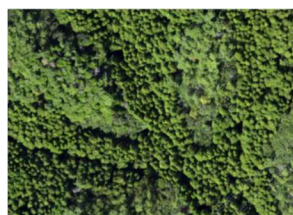
(注) 計測・解析の標準化を図るため、国において「森林資源データ解析・管理標準仕様書」を策定中（仕様書案 ver. 1.2 が「森林 GIS フォーラム」のホームページで公開中（発行：日本森林技術協会，日本林野測量協会））



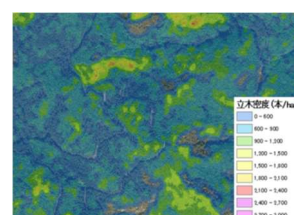
CS 立体図^{*}



林相区分図



オルソ画像



立木密度区分図

(2) 実施事例

○ 委託

実施年度	実施場所	面積	航空機	委託先
H27	美祢市	約 3,000ha	セスナ	アジア航測株式会社
R 元	長門市	約 1,000ha	セスナ	アジア航測株式会社
R2	周南市	約 1,000ha	ヘリ	株式会社パスコ

(3) 計測・解析の費用

1 ha 当たり約 4,620 円（4 点/m²以上で 10,000ha 行う場合の標準的な費用）

（注）計測面積が増えるほど単価が安くなり、計測面積が少ないほど単価が高くなる。

(4) 効果

- ・ 取得データの解析により既存の森林簿や林地台帳にない森林現況・地形状況等を単木単位で詳細に把握
- ・ 解析結果の複合的・多面的利用により、森林資源量・林地生産力・林地境界・要整備森林箇所等を明確化
- ・ 計測結果から「林業経営に適している森林」「適していない森林」（林業経営適地）の客観的な判別及び、意向調査対象森林の優先順位付け等、森林経営管理制度の運用を支援
- ・ 伐採可能森林と現状の路網整備状況を重ね合わせて、搬出の可否を確認、推定材積や地形を考慮した新規路網の開設の検討が実現
- ・ 無人航空機計測と比較し、一度に大面積の計測が可能

(5) 課題

- ・ 上層木に被圧された下層木の解析・抽出は、困難
- ・ 単木の形質（曲がり、病虫害）は、解析不可
- ・ 樹頂点から立木を解析するため、立木の本数精度は 8 割程度といわれ、立木密度が高く樹頂点があはつきりしない林分では、立木の本数精度は低下
- ・ 胸高直径や材積は樹高や樹冠から換算するため、現地調査の箇所数や調査林分の多様さが精度向上のポイント
- ・ 航測会社により、提供される解析データ活用のシステムが違うため、活用方法も含めたうえで契約先を選択

(1) 技術概要

UAV（無人航空機）に搭載したレーザ計測装置 LiDAR*により地表面の三次元計測を行う技術で、有人航空機と比較し低い高度から局所を計測できる。

UAV にはマルチコプター（ドローン）、固定翼（飛行機）、回転翼（ヘリコプター）があり、有人機と比較し、対地高度が低くかつ低速度で飛行できるため、スキャン密度を高め精密な情報を得られる。

計測・解析手法は、前述の有人航空機レーザ計測と同様である。

(2) 実施事例

○ 委託

実施年度	実施場所	面積	UAV	委託先
H30	阿武町	11.58ha	ドローン	精密林業計測株式会社
R 元	萩市	16.12ha	ドローン	精密林業計測株式会社
R 元	周南市	13.43ha	ドローン	精密林業計測株式会社
R2	萩市	約 50ha	ヘリ	ヤマハ発動機株式会社
R2	山口市	約 150ha	ヘリ	ヤマハ発動機株式会社



(3) 導入費用

(ヘリ)：1 ha 当たり約 3 万円（計測、解析作業込み）

(ドローン)：1 ha 当たり約 17 万円（計測、解析作業込み）

(4) 効果

(共通)

- ・有人航空機のレーザ計測と比較し安価なため、事業者単位での契約が可能

(ヘリ)

- ・低空飛行で斜めにレーザ光を照射することで幹に直接レーザ光を当てることができるため、より正確な立木本数や胸高直径の把握が可能
- ・ガソリンエンジンで飛行を行うため、無人航空機の中でも長時間の飛行（連続航行 100 分）が可能であり、1 フライトで 50 ha 以上の計測が可能

(ドローン)

- ・ヘリと比較し機体が小さいため、発着箇所の選定がヘリより容易
- ・ドローン計測を行う業者が複数あり、業者の選定が可能

(5) 課題

(共通)

- ・有人航空機レーザ計測と比較し、ha 当たりの費用が高価

(ヘリ)

- ・ドローンに比べ機体が大きいため、発着箇所の選定が困難

(ドローン)

- ・一度に計測できる範囲が小規模（～10ha）



ドローン



無人ヘリコプター

1-3 ドローン写真計測 【計画段階】

(1) 技術概要

ドローン搭載のカメラで垂直写真撮影を自動航行で行い、オーバーラップ撮影した複数の写真からオルソモザイク画像や 3D モデルを作成する技術で、解析結果から面積や距離の計測、立木本数や材積算出などの森林資源解析ができる。

計測・解析は専門業者へ委託していたが、ドローンの普及や市販ソフトの開発により、事業体も計測・解析ができるようになった。

○ 計測

- ・ドローンの自動航行アプリを活用し、あらかじめ飛行ルート、撮影方法を設定
- ・複数の写真から三次元形成を行うため、写真の重なりを示すオーバーラップ率の設定が重要

○ 解析

- ・ SfM^{*}ソフトで、写真間のマッチングを行い、生成された点群データに基づいて 3D モデル、DSM、オルソ画像を作成
- ・作成されたオルソモザイク画像を活用し、GIS（地理情報システム）等で距離や面積を測量
- ・作成された 3D モデルや DCSM を活用し、専用ソフトで樹頂点（立木本数）を抽出、DEM との差分で樹高を算出し、材積を推定

(2) 実施事例

○ 計測・解析を委託

実施年度	実施場所	面積	委託先
H30	周南市	11.02ha	精密林業計測株式会社

○ 計測を直営、解析を委託

実施年度	実施場所	面積	委託先
R3	萩市	1.03ha	株式会社スカイマティクス
R3	岩国市	1.02ha	FOREST MEDIA WORKS 株式会社

○ 計測・解析を直営

- ・ やまぐちスマート林業実践対策協議会が、ドローン(Mavic2)、SfM ソフト (Metashape)、森林三次元森林管理システム (AssistZ) を導入
- ・ 4 森林組合と 1 事業者がドローン測量機器一式を導入 (令和 3 年度末)



(3) 導入費用

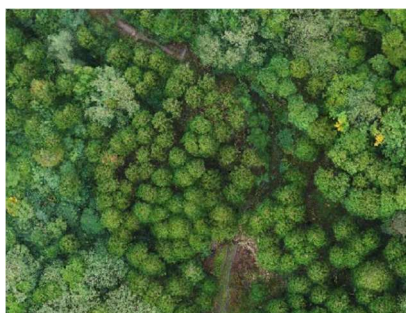
- ・ 委託：1 ha 当たり約 7 万円 (計測、解析作業込み)
5 ha 未満約 6 万円 (解析作業のみ)
- ・ 購入：ドローン一式 (約 45 万円)、解析用パソコン・ソフト一式 (約 100 万円)

(4) 効果

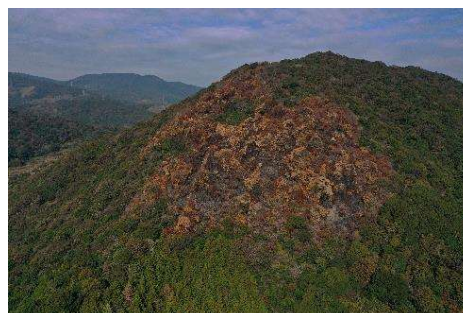
- ・ 現地測量業務の省力化
- ・ 従来の森林管理業務が効率化
- ・ 土砂崩れ等の災害現場において、現状確認や発生要因の解明にも活用可能
- ・ 森林整備事業 (造林補助事業等) の面積測量への活用
- ・ 座標データを森林 GIS で管理することで、図面作成の省力化や繰り返しの利用が可能

(5) 課題

- ・ レーザ計測と比較し、立木本数の精度は低い
- ・ 樹高や材積を推定するには、別途 DEM を用意
- ・ 事業者が自力で活用する場合、ドローンの操作と解析ソフトの扱いに長けた人材が必要



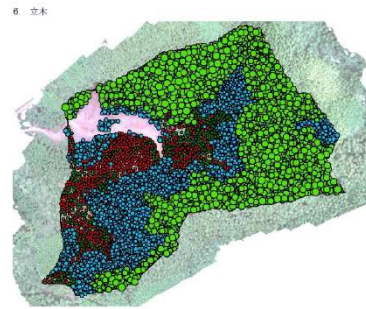
オルソ画像



林野火災現場の被災状況調査



造林地の面積測量



樹種
 ● スギ
 ● ヒノキ
 ● アカマツ
 ● 広葉樹

林相区分図

1-4 地上レーザ計測 【計画段階】

(1) 技術概要

森林内でレーザを照射し、得られた三次元データを解析することで立木の樹高、胸高直径、位置、形状等を解析する技術で、一定時間林内で測定する設置型と、林内を歩行しながら測定する歩行型の二つのタイプがある。

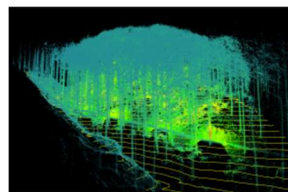
本県で導入事例のある設置型の森林 3 次元計測システム OWL（株式会社アドイン研究所）について紹介する。



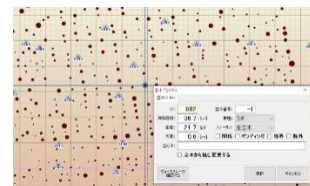
OWL 本体



計測



3次元表示



立木配置図

○ 計測

- ・ 一脚装着型の計測機器。計測点ごとに停止して計測
- ・ 本体重量約 3 kg、満充電で約 200 回（2 ha 程度）の計測が可能
- ・ レーザの到達距離は 30m、10m 間隔で計測
- ・ 1 計測点あたりの計測時間は 45 秒（秒間約 4 万点のレーザを照射）

○ 解析

- ・ 専用解析ソフト OWL Manager で、高精度な立木情報（樹高、胸高直径、材積、矢高等）や立木位置図、地形情報を解析
- ・ OWL 連携の施業提案ソフト、路網設計ソフト等との応用が可能
- ・ 樹高補正機能により、樹高精度が向上
- ・ 林業事業者での効果的な活用のため、採材計画策定支援システムと施業提案書作成システムをアドイン研究所と山口県が共同開発

(2) 実施事例

- ・ 山口県森林組合連合会による県下複数箇所における人役削減効果の検証
- ・ 山口県職員先導により、各農林水産事務所管内における OWL 連携施業提案書作成

ソフトの試行 等

- ・ 令和3年度にはやまぐちスマート林業実装チャレンジ事業や事業者への貸与等により県下複数箇所の森林調査に活用

(3) 導入費用

- ・ 本体及び基本の解析ソフト (OWLManager) : 一式約400万円

(4) 効果

- ・ 森林調査の人的費用削減効果
- ・ 森林資源データの多様化と高精度化

(5) 課題

- ・ 計測時に除伐を行わなければ、解析精度は低下

1-5 GNSS測量 【計画段階】

(1) 技術概要

人工衛星を使用した測位技術で、衛星の位置と観測点までの距離から位置座標を計算する。1台のアンテナで受信する単独測位や、基準局と観測点との誤差修正を行うRTK測位などの方法がある。

(2) 実施事例

- ・ 令和3年度に山口県主催で各種GNSS受信機の精度検証会を開催

機種	製造・販売
Geode	株式会社ジツタ
SP20	株式会社竹谷商事
QZNEO	株式会社コア
QZPOZ	株式会社コア



- ・ やまぐちスマート林業実装チャレンジ事業により、GNSS計測器 (SP20 (株竹谷商事)) とレーザー距離計 (TruPulse 360R (Laser Technology社)) を併用して県下4か所で活用

(3) 導入費用 (やまぐちスマート林業実践対策地域協議会が導入した機器)

- ・ GNSS受信機、端末、アプリケーションソフト一式 約40万円～約140万円 (標準的な費用)

(4) 効果

- ・ 1名での測量が可能となり、現地測量業務が省力化 (ただし、レーザー距離計併用の場合は2名必要だが、大幅な人役削減効果あり)
- ・ 座標データを森林GISで管理することで図面作成の省力化や、繰り返しの利用が可能
- ・ 森林整備事業 (造林補助事業等) の面積測量への活用

(5) 課題

- ・ 森林内では谷地形や樹木により衛星からの電波の受信が困難
- ・ 森林整備事業での許容誤差は、任意の測点で座標値が 3 m 以内となること

1-6 生産計画・施業提案書作成支援ソフト 【計画段階】

(1) 技術概要

レーザ解析結果を活用し、立木の胸高直径と樹高、細り率を使い、立木一本単位で生産される原木の長さ、径級を予測し、末口二乗法による材積計算で、生産計画や施業提案書を簡易に作成するシステム。

地上レーザ解析データを使用する場合は、樹木の細りや曲りデータを活用するため、等級予測も可能となった。

(2) 実施事例

- ・ やまぐちスマート林業実践対策により、株式会社アドイン研究所と地上レーザ計測 OWL の「採材計画策定支援システム (R1)」と「施業提案作成システム (R2)」を開発し、R3 やまぐちスマート林業実装チャレンジ事業により県下 5 か所で活用
- ・ 航空レーザ結果を活用するシステム PASSCO TerraViewer の「施業シミュレーション」で、採材予測に R3 やまぐちスマート林業実装チャレンジ事業により県下 1 か所で活用

(3) 導入費用 (やまぐちスマート林業実践対策地域協議会が導入した機器)

- ・ 採材計画策定支援システム 30 万円、施業提案作成システム 20 万円 (セット価格 40 万円 (R2) OWL)
- ・ 各システムが入った解析用パソコンは農林総合技術センターで貸出
- ・ PASSCO TerraViewer (航空レーザ計測成果に含まれる)

(4) 効果

- ・ 生産計画立案、施業提案書作成の省力化、高精度化
- ・ 採材計画策定支援システムにより、立木単位で原木 (長さ、径級、等級) を予測することで、市場ニーズにマッチした材積予測が可能
- ・ 施業提案書作成システムにより、10 分程度で施業提案書の作成が可能

(5) 課題

- ・ 予測精度は、解析結果精度に影響
- ・ 作業システムや林況に考慮した、歩留による調整が必要
- ・ 現状のシステムでは、原木の曲り (等級) の解析精度が課題

(2) 実施事例

- ・ やまぐちスマート林業実践対策地域協議会が平成 30 年度に導入し、林業専用道や森林作業道の線形の検討を実証
- ・ 1 市及び 1 森林組合が令和 2 年度に導入し、森林作業道の線形の検討に活用

(3) 導入費用

- ・ ソフトウェア：65 万円、データ整備費：5 万円（1 市町村範囲）
- ・ セットアップ費用：出張費用実費

(4) 効果

- ・ 路網線形案策定は知識と経験則が必要であったが実務経験が少ない人材でも路網開設の検討が可能
- ・ 事前検討により、見当外れの箇所を踏査するなどのミスを防ぎ、線形策定を効率化

(5) 課題

- ・ 利用には国土地理院 HP やレーザ計測による DEM 及び既設路網の shp データが必要
- ・ レーザ計測の DEM がなく、国土地理院の 5 m または 10m の DEM を使用する場合は、精度が低下
- ・ 縦断勾配等、開設基準に係る設定が全体に適用されるため、柔軟な設計が困難
- ・ 実際に線形を決定する際は、岩石や湧水等の状況を等、現地踏査で確認し、必要に応じて手動でルートを変更

2-1 最適採材ハーベスタ 【生産段階】

(1) 技術概要

ハーベスタやプロセッサは測尺機能により、造材時に直径や長さなどのデータを計測している。これらの情報を活用することで、現場の作業管理や木材サプライチェーンの最適化が可能となる

本県で導入事例のある iLogger Value Bucking（Waratah 社）について紹介する。

（システム概要）

- ・ 市場価格、優先する径級・材長を入力し、需要者側のニーズに合わせ自動採材
- ・ 造材結果から細りを予測し、採材プランを自動更新
- ・ 立木一本単位の採材結果（材長、径級、等級）を csv 形式で出力可能

(2) 実施事例

- ・ 令和元年度に美祢市で実証
- ・ 1 事業体が令和 3 年度に導入し、素材生産に活用

(3) 導入費用

- ・ 約 5,400 万円（定価・0.45m³ ハーベスタ等含む）

(4) 効果

- ・ 原木生産量を自動把握し、現場の作業管理や生産性分析、原木運搬などに活用

(5) 課題

- ・ 曲り判断はオペレータの目視判断のため、熟練が必要
- ・ ヨーロッパでは、web でタイムリーに情報を共有できるが、日本では作業後にデータを USB で取り出す必要
- ・ 材積計算が欧州仕様のため、Excel 等で 2 cm 括約の末口二乗法による再計算が必要



2-2 木材検収システム 【生産段階】

(1) 技術概要

原木の数量や径級などの情報をデジタルデータとして記録・集計・分析・保存するアプリで、撮影した写真を画像解析する方法と、実測値をタップや音声で入力する方法がある。

ここでは、本県で実証事例のある株式会社ジツタの木材検収システムについて紹介する。

(システム概要)

- ・ スマートフォン・タブレットを使用し、山土場や市場、運搬機械の荷台にて写真撮影、AI の画像認識により単木を解析
- ・ 基準径級を入力することで、本数・材積を解析、帳票作成
- ・ 実測の場合は、タップ・音声で入力

(2) 実施事例

- ・ 令和 3 年度に長門市で実証

(3) 導入費用

- ・ 約 16 万円（端末、ソフトウェア一式）

(4) 効果

- ・ 現場で原木生産量を自動把握し、現場の作業管理や生産性分析、原木運搬などに活用

(5) 課題

- ・ 撮影時に末口面を揃える必要



2-3 日報管理システム 【生産段階】

(1) 技術概要

スマートフォンやタブレットにより、日報報告や毎日の作業の進捗状況のデータ管理を可能にするシステム・アプリのこと。

本県で導入事例のある日報管理システム「森林経營業務管理システム」(株式会社ジェイズブラザーズ) について紹介する。

(システム概要)

- ・ 林産業のデジタル変革を目標に、素材生産業、森林組合向けの生産計画、施業・作業計画と実績を管理するシステム
- ・ 従来手書きで作成、集計していた日報をタブレット、スマートフォンで簡易に入力しクラウドで事務所と共有
- ・ 事業地ごとの作業進捗や事業収支を集計し、グラフ化も可能
- ・ タイムカード機能を実装し、直行直帰の作業開始・終了を事務所で把握、CSV出力で給与システムとの連携も可能であり、プランナーの人工削減効果は0.5～1人日/週(森林組合実証時)
- ・ 本システムの利用にはアプリケーションの導入は不要であり、インターネット環境があればPC、タブレット、スマートフォンから簡易に利用可能
- ・ オプションとしてKY(危険予知)管理機能、ハーベスタ等林業機械からの生産データ取込機能(StanForD 2010 準拠)等、



システム画面

(2) 実施事例

やまぐちスマート林業実践対策地域協議会が平成30年度に県内の3事業体において、日報管理や現場管理業務で試用した。

(3) 導入費用

- ・ 月額4万円(サーバー利用料、保守費用等含めると年間約300万円)

(4) 効果

- ・ 山土場の出材状況、写真等を現場とリアルタイムで情報共有
- ・ 管理者が現場に出向くこと無く作業員別、林業機械毎の効率的な管理が可能
- ・ 業務・経営の総合的管理を支援

(5) 課題

- ・ 現場の工程管理や生産管理、日報管理などの業務の見える化に有効なシステムであるが、日報管理のみの利用だと割高
- ・ 平成30年度の実証で活用したシステムは複数事業体の共同利用を前提としているため、事業体が単体で導入する分には経費が高額

2-4 資材運搬ドローン 【生産段階】

(1) 技術概要

大型のドローンにより、林業資器材を運搬する技術。49kgまで運搬可能なドローンも開発されているが、現在のところ実用化しているものは25kgまで。

(2) 実施事例

○ 委託

実施年度	実施場所	運搬物	ドローン機種	最大積載量	委託先
R2	岩国市	ポット苗	マトリス 600	8kg	和宏産業株式会社
R3	山口市	架線器具	Motte	25kg	正和商事株式会社
R3	下関市	シカ防護柵	Motte	25kg	正和商事株式会社

(3) 導入費用

委託費約40万円（オペレータ2名 1日終日作業）

(4) 効果

- ・ ドローン運搬は従来の人力運搬に対し、苗木約56%、架線器具約74%、シカ防護柵約77%の人力削減効果
- ・ 重労働である資材の運搬（荷上げ）から解放され、本体作業（植栽、架設等）に専念できるため、労働生産性の向上及び労働強度が軽減

(5) 課題

- ・ 共同利用、助成制度創設など事業体における導入費用の抑制
- ・ 斜面に設置できる仮設ドローンポートの開発（架設器具は撤収作業が必要）



造林用苗木の運搬



シカ防護資材の運搬

3 その他最新技術の情報

当手引きでは、これまで県で実証した技術を紹介していますが、このほかのスマート林業技術の情報は、下記のwebサイトで公開されています。

- ・ 農林水産省のウェブサイトの「つながる林業技術サイト（林業）」
https://www.maff.go.jp/j/kanbo/needs/tsunagi_forest.html
- ・ (一社)日本森林技術協会のウェブサイトの「スマート林業構築普及展開事業」
http://www.jafta.or.jp/contents/jigyo_consulting/11_list_detail.html
- ・ (一社)日本森林技術協会のウェブサイトの林野庁補助事業 令和3年度 林業成長産業化総合対策補助金等 ICT生産管理推進対策のうち
「レーザ計測による森林資源データの解析・管理の標準化事業」
「ICT生産管理システムの標準化事業」
http://www.jafta.or.jp/contents/jigyo_consulting/20_list_detail.html
- ・ 林野庁のウェブサイトの森林づくりの新たな技術
ドローンを活用した苗木等運搬マニュアル
<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kanbatu/houkokusho/houkoku.html>

4 機器等の導入に係る補助制度の概要（令和4年4月1日現在）

○山口県スマート林業導入支援事業（所管：山口県森林企画課）

- ・対象機器

林業の生産性、労働安全衛生の向上に資する機器、ソフトウェア、システム等

- ・事業主体

林業作業を受託している林業経営体、育苗・特用林産を営む経営体

森林所有者、地域住民、自伐林家、林業用種苗及び特用林産物の生産者等を含んだ地域の実情に応じた3者以上の者で組織する団体

- ・補助率

2/3以内または1/2以内

○山口県森林づくり事業（所管：山口県森林企画課）

森林資源デジタル管理推進対策

- ・対象機器

レーザ計測、路網設計支援ソフト

- ・事業主体

市町、林業経営体等

- ・補助率

定額

ICT技術活用促進事業

- ・対象機器

施業提案ソフト、木材検収ソフト、日報管理ソフト

- ・事業主体

市町、選定経営体、森林組合、国立大学法人等

- ・補助率

定額（1/2以内）

○やまぐちスマート林業実装チャレンジ事業（所管：山口県森林整備課）

- ・対象機器

森林資源の把握や木材の生産、再造林等の各作業工程におけるスマート林業技術・装備のレンタル

- ・事業主体

意欲と能力のある林業経営者

- ・補助率

1/2以内

○林業労働環境デジタル化推進事業（所管：山口県森林企画課）

・対象機器

LPWA 機器、ウェアラブル端末、アシストスーツ

・事業主体

県内に事業所を持つ林業（造林、育林・育苗、原木生産）を営む民間事業者又は協同組合組織

・補助率

1/2 以内

<用語解説>

GNSS	Global Navigation Satellite System	人工衛星によって地上の現在位置を決定する衛星測位システムの総称
IMU	Inertial Measurement Unit	3 軸方向の加速度と角速度を検出する装置慣性計測装置
DSM	Digital Surface Model	数値表層モデル、植生や建築物、橋などを含めた地球の表面を表現したデジタルデータ
DEM	Digital Elevation Model	数値標高モデル、植生や建物などを除いた平面位置及び標高値を用いた三次元座標をデジタルデータ
CHM	Canopy Height Model	DEM と DSM の差で林分表面の高さを表現したデジタルデータ
CS 立体図	—	CS 立体図は、長野県林業総合センターが開発した DEM から計算された斜面の曲率（Curvature）や傾斜（Slope）などの組合せによる地形の表現方法
LiDAR	Light Detection and Ranging	光による検知と測距の略称で、近赤外光や可視光、紫外線を使って対象物に光を照射し、その反射光を光センサでとらえ距離を測定するリモートセンシング
SfM	Structure from Motion	移動するカメラで撮られた複数の写真から、対照の 3 次元形状を生成する技術

参考文献

レーザ計測による森林資源データの解析・管理の標準化報告書 令和 3 年 3 月 共同事業者 一般社団法人日本森林技術協会 一般社団法人日本林野測量協会