

# 森林施業における ICT 等先端技術

## 8-1 森林施業における ICT 等先端技術の役割

### Point !

森林の経営管理の集積・集約化を図るだけでなく木材需要側との連携が不可欠

林業の成長産業化を実現するためには、木材の供給側である森林所有者から森林施業の委託を受ける森林組合や素材生産業者等の林業経営者による、森林の経営管理の集積・集約化を図るだけでなく、木材の需要側である木材加工業者等との連携を図ることが不可欠です。

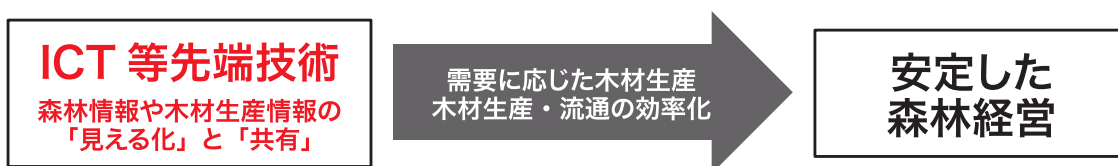
このため、木材 SCM（サプライチェーン・マネジメント：原材料を調達・加工し消費者に届けるまでの一連の流れ）を構築することによる、木材需給マッチングの円滑化や木材需要の活性化とそれに伴う木材トレーサビリティ（木材がどこでどのように作られたものなのか追跡可能な状態にすること）の確保への取り組みが進められています。



### Point !

作業計画等の効率化・高度化の促進と利益率が高く効率的な木材生産が求められる

木材需給のマッチング等を進めていくために、木材の供給側において、ICT（情報通信技術）等先端技術を活用した、森林情報や木材生産情報の「共有」や「見える化」といった「スマート林業」の実現に向けた様々な取り組みが進められています。このようにして得られた、森林や木材生産の情報を木材需要に関する情報と関連付けることができれば、森林施業の効率化・省力化や需要に応じた木材生産が可能となり、木材生産・流通が効率化し、安定した森林経営に繋がります。このため、今後の現場技能者には、ICT 等先端技術を有効活用し、作業計画等の効率化・高度化を促進するとともに、利益率の高い効率的な木材生産を行うことが求められます。



## 8-2 主な ICT 等先端技術導入の取り組み

### (1) 森林情報等の「共有」

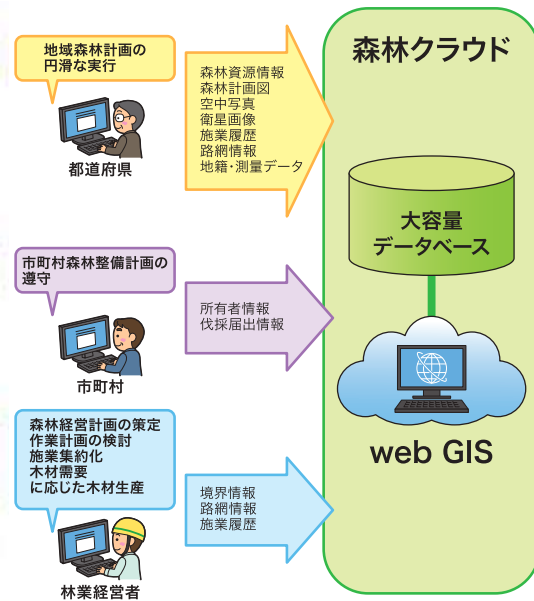
#### Point !

森林クラウドにより、情報システム運用にかかる経費の縮減や森林情報等の精度を向上

施業の集約化や路網整備を進めていくためには、地域の森林に関する蓄積量、地形情報、境界情報、所有者情報等の森林情報を把握することが重要です。

現在は、森林情報を整備・管理するために森林 GIS の導入が進められており、森林 GIS に搭載されている情報については、継続的に更新し、精度を高めていくことが求められています。また、施業の集約化を進めていくためには、異なる組織に所属する関係者同士が森林情報を共有できる仕組みが必要です。

このため、森林クラウド（クラウド：個々にデータを管理するのではなく、様々な情報を一か所に集約・管理し、インターネット等を経由してデータやシステムを活用できるようにする技術）による森林情報の共有と webGIS による利活用の取組みが行われています。森林クラウドの導入により、情報システムの運用に要する経費の縮減、森林資源等のデータの精度向上が期待されます。



#### Point !

最新の森林情報を活用して作業計画や施業集約化等を効率化

境界調査の結果やレーザ計測等で把握した地域の森林の蓄積量といった森林情報、間伐や皆伐のほか路網の整備状況といった施業履歴等を、森林クラウドにより共有し、様々な森林情報と現場の位置情報を結びつけることで、森林情報の更新の効率化と精度の向上が見込まれるほか、地域森林計画の円滑な実行や市町村森林整備計画の遵守が期待できます。

さらに、森林組合や素材生産業者等の林業経営者が最新の森林情報を利用することができるようになれば、森林経営計画や路網・架線計画の策定、施業集約化、需要に応じた木材生産への活用等が期待できます。

## (2) 森林情報等の「見える化」

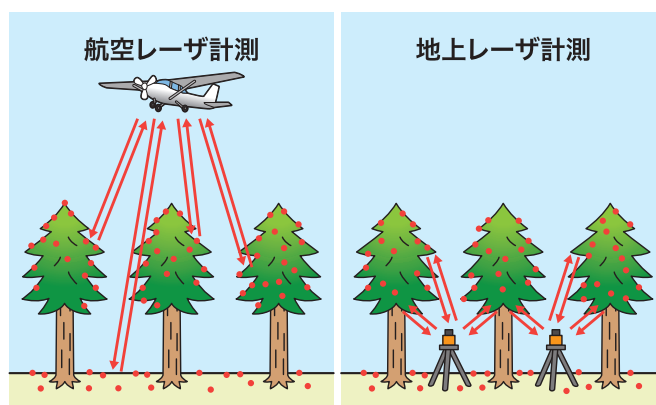
### ア レーザ計測の活用

#### Point !

デジタル化された詳細な地形情報や立木の樹高・本数・位置情報等の森林情報を取得

地域の森林における蓄積量や地形情報は現地調査や地形図等により取得していましたが、レーザ計測により、デジタル化された詳細な森林情報を取得することが可能となります。

レーザ計測は、航空レーザ計測と地上レーザ計測に分類され、どちらもセンサーからレーザを照射し、反射して戻ってくるまでの時間を計測して距離を測定するものです。



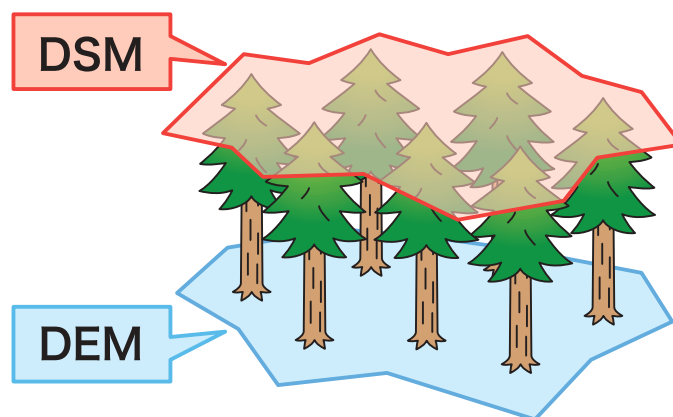
### (ア) 航空レーザ計測

#### Point !

レーザ計測の結果から DSM (数値表層モデル) 及び DEM (数値標高モデル) を取得

航空レーザ計測では、空中写真を撮影しながら、航空機やドローン等に搭載されたセンサーからレーザを照射します。レーザは、建物や樹木等で反射するため、地物の位置と高さを計測することができます。

このレーザ計測結果を、フィルタリング処理することで、樹木や建物等の高さを含んだ DSM (数値表層モデル) と地盤の高さを示す DEM (数値標高モデル) を取得することができます。



**Point !**

## レーザ計測結果を解析して単木単位で森林資源情報を「見える化」

レーザ計測で得られた情報を解析することで様々な情報を得ることができます。

例えば、DSM と DEM の差を取ることで樹高を、DSM を解析することで立木位置や本数、直径を推定することができるため、森林の蓄積量を把握することが可能です。また、ここで得られる DEM は、地形図では反映されないような微少な地形を示すことが可能です。

**ドローンによる森林資源情報の把握**

森林施業の現場において、ドローンは主に空中写真の撮影に活用されており、踏査に時間がかかる奥地林の状況や森林施業の実施状況、台風による被害状況等の森林の状況をリアルタイムに確認するために使われています。

ドローンで取得した写真等の情報は、オルソフォトを作成することで撮影した画像を GIS の背景等として活用できるほか、DSM を取得することができます。この DSM を活用することで、撮影した時点での立木位置や本数、直径、樹高、蓄積量等の森林資源情報を把握することができます。



## (イ) 地上レーザ計測

### Point !

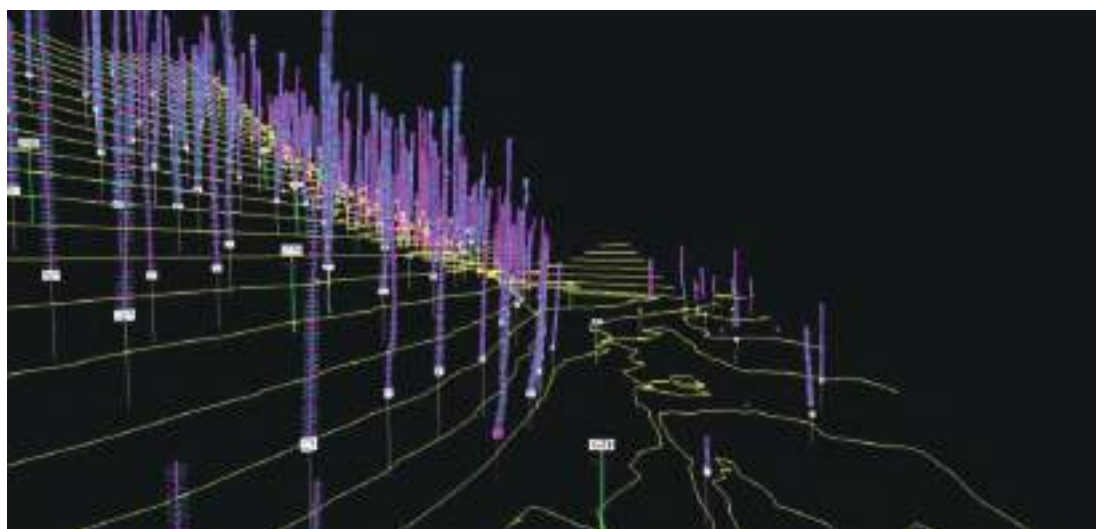
航空レーザよりも詳細な森林情報を取得し、選木や需要に応じた木材生産に活用

地上レーザ計測では、林内に設置したセンサーからレーザを照射することにより、立木の樹高や直径のほか樹幹の形状や立木位置を正確に計測することができ、曲がりを含めた丸太の生産予測が行えるようになります。

また、地面からの反射を取得することでDEMも計測することができるため、航空レーザよりも多くの森林情報を取得することができます。さらに、短時間で計測が可能であることから、森林調査の効率化にも繋がります。



このほか、地上レーザ計測で取得したデータから、単木単位で様々な森林情報を把握できるため、選木作業の効率化や需要に応じた木材生産の検討にも活用が期待できます。





## イ 森林 GIS 等の活用

**Point !**

木材の生産計画を「見える化」し、需要に応じた生産管理を実現

森林 GIS は、位置情報等を有した既存の森林簿や森林基本図、空中写真、ICT 等先端技術により取得した様々な森林情報をデジタル化して一元管理することができるシステムです。ICT 等先端技術で取得した、「どこに、何が、どのくらい」あるかという最新の森林情報を森林 GIS で管理し、「どこで、何を、どのくらい」生産できるかという木材の生産計画を「見える化」することで需要に応じた生産管理が可能となります。

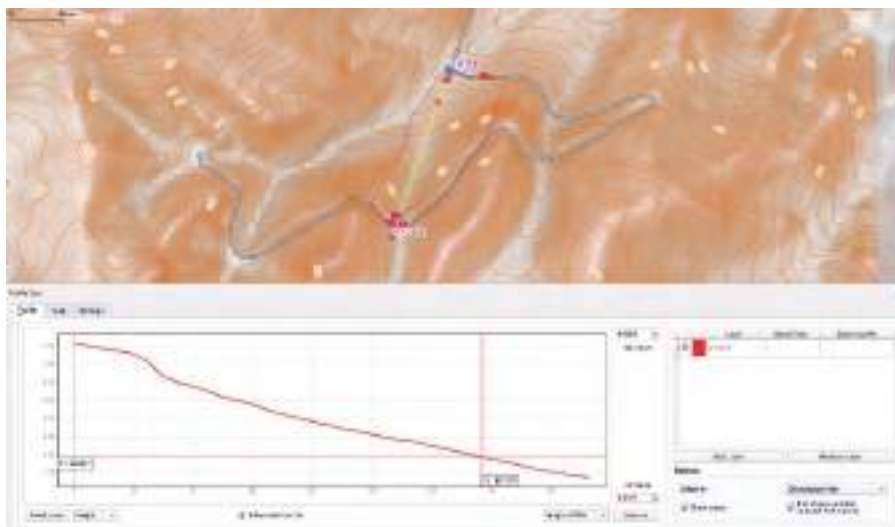
**Point !**

勘や経験等で作成されていた路網・架線計画を「見える化」

森林 GIS を用いて、レーザ計測によって得られた高精度な DEM から、現地の状況を再現した等高線や傾斜区分図、微地形表現図等を作成し、既存の空中写真や災害履歴といった情報と組み合わせて表示することで路網適地の抽出に活用できます。また、DEM を基本として、無理のない勾配での路線案をシミュレーションすることも可能です。路網計画の結果から作設延長や路網密度等を算出することもできます。

架線集材では、架線架設予定場所の縦断図を作成して架線計画に活用することができます。また、検討した架線の配置について、支間距離や方位角を算出することもできます。

このように、これまで紙の地形図を用いて現場技能者の勘や経験等によって作成されていた路網計画や架線計画を「見える化」することで、机上計画の高度化と効率的な現地踏査の実施が可能となり作業計画の効率化が期待できます。



※基盤地図情報（国土地理院）を加工して作成

## Point !

### タブレット端末等を活用して現地踏査を効率化

森林 GIS 等を用いて検討した路網や架線の机上計画の結果を、現地踏査により現場に落とし込みます。

このとき、タブレット端末等を活用することで、机上計画の情報を見ながら現在位置を把握することが可能です。

また、搭載されている GPS やカメラ等を活用することで、現地踏査の軌跡や写真撮影場所、メモ等を位置情報と共に取得できます。

なお取得した情報をその日のうちに事務所に送り、森林 GIS で確認することができる体制を構築することで、現地踏査を効率化することができます。



## ウ 電子輪尺等の活用

## Point !

### 野帳やパソコンへの入力作業の省略等により森林調査を効率化

レーザ計測以外にも電子輪尺による森林調査の効率化への取組が行われています。電子輪尺を活用することで、計測結果がデータとして蓄積されるため、野帳への記入作業が省略され、従来 2~3 名で行っていた毎木調査を 1 名で実施できるようになるほか、雨天時での調査も可能になります。また、パソコンへの入力作業も省略されるため、入力ミスを防ぐこともできます。



このほか、丸太の検知作業を効率化するため、野帳のデジタル化や音声入力による検収作業のペーパーレス化、はい積された丸太の写真画像を用いた画像認識による木口の自動測定といった取組が行われています。

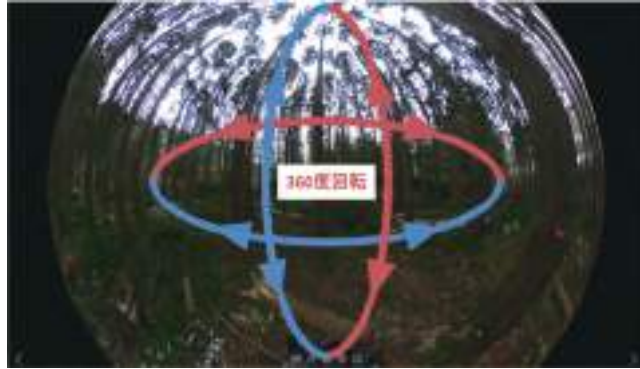
## エ 全天球パノラマ写真の活用

## Point !

森林の現況や施業状況の把握だけでなく、蓄積量の推定にも利用可能

全天球パノラマ写真とは、周囲 360 度を一度に撮影した写真画像や動画のことです。

撮影した写真や動画をタブレット等で表示し、視点を上下前後左右に動かすことが可能です。また、VR ゴーグル等を用いることで、林内にいるような感覚で森林内の状況を確認することができるため、森林所有者に対して所有山林の状況や施業実施状況等を報告するための資料として活用が期待されています。



このほかに、全天球パノラマ写真を使った簡易林内計測ツールを用いることで、森林の蓄積量を把握することが可能です。

## 簡易林内計測ツール

簡易林内計測ツールは、林野庁補助事業（平成 29 年度森林情報高度利活用技術開発事業のうち森林クラウド実証システム開発事業）により開発されたもので、羅森盤 Web サイト（<http://rashinban-mori.com/pc/download/>）からダウンロードできます。

このツールは、全天球パノラマ写真を利用したビッターリッヒ法により、胸高断面積の合計及び林分材積を推定するものです。また、従来のビッターリッヒ法では、記録内容がカウント本数のみと限定的であったのに対し、どの立木をどのようにカウントしたかが画像情報として記録されることから、客観性が高く、計測の再検証も可能です。





## オ デジタル空中写真の活用

### Point !

#### リモートセンシングによる解析を行うことで森林情報を取得

空中写真は、航空機に搭載したカメラで上空から地表を撮影したものであり、定期的に撮影されており、現地の状況を忠実に記録しています。このため、過去の森林の状況を確認することができます。また、リモートセンシング（離れた対象物に触れることなく対象物の種類や性質を調べる技術）による解析を行うことで、林相や立木の樹高・本数等の森林情報を取得することができます。

これまでは、熟練技能者が立体視しながら、地形や樹種判別、樹高の計測といった写真判読等を行っていましたが、現在は、パソコンの画面上で立体視しながら写真判読を実施できるソフトが開発されており、同時に複数人が同一画面を立体視することも可能です。また、中心投影である空中写真を正射投影へ変換したオルソ画像の作成も容易になったため、GISの背景として活用することができます。

### Point !

#### 過去に撮影された空中写真を活用して境界の明確化を効率化

施業の集約化等の効率的な森林施業を実施するために必要な境界の明確化を効率化するため、空中写真等を活用した取組が行われています。

例えば、様々な情報から得た境界推定の根拠を基に、現在は境界木が無く、林相による境界が不明瞭な場合でも、過去に撮影した空中写真を立体視することで、造林直後の状況や現在無くなってしまった境界木、崩壊による地形の変化等を確認しながら、境界を推定することができます。

このようにして推定した境界情報を、GPS機能を持ったタブレット端末等に入れ、現地で「地形図」や「過去の写真」、「現在の写真」を切り替えながら踏査を行うことで、境界明確化の効率化が期待できます。



## カ ハーベスタを活用した採材の効率化

## Point !

ハーベスタの機能を使いこなし、需要に応じた採材と造材作業の効率化を実現

木材生産で多くの利益を生み出すためには、1本の造材木が最も高く販売できるように採材することが求められます。このため、ハーベスタの測尺機能を用いた、採材を効率化するシステムがあります。

このシステムに木材市場の取引価格等の木材需要に関する情報を入力することで、ハーベスタで掴んだ集材木の、最も付加価値の高い採材プランを得ることができます。そのためには、高い測尺精度が必要となるため、造材した丸太の直径や長さを電子輪尺等で計測し校正することが必要です。

このようなシステムを用いることで、オペレータが、樹種や曲りを目視で判断し、提示されたプランを選択するだけで最適な採材が可能となります。また、オペレータが価格表等を気にする必要がなくなり、作業負担が軽減されることから造材工程が効率化できます。このほかに、オペレータの育成にかかる時間の短縮も期待できます。



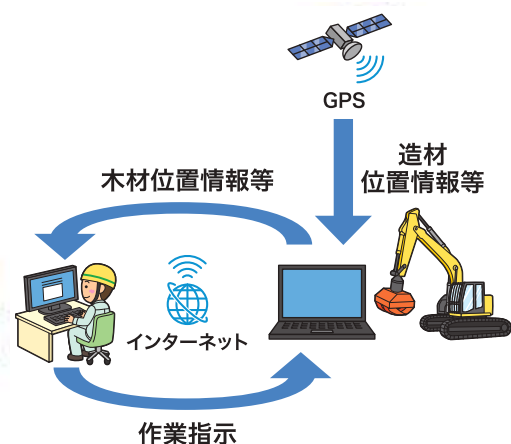
## キ 情報の共有による木材生産の効率化

## Point !

現場と事務所が木材生産情報を共有することで木材生産を効率化

ハーベスタで記録される丸太の直径・材長・本数等の情報と GPS の位置情報とを組み合わせることで、「いつ・どこで・何を・どのくらい」生産されたかという木材生産情報やハーベスタの作業状況を「見える化」することができます。

現場と事務所がリアルタイムに木材生産情報を共有することで、作業の進捗状況や木材需要に応じた適切な作業指示が可能となります。



## ク 木材輸送の効率化

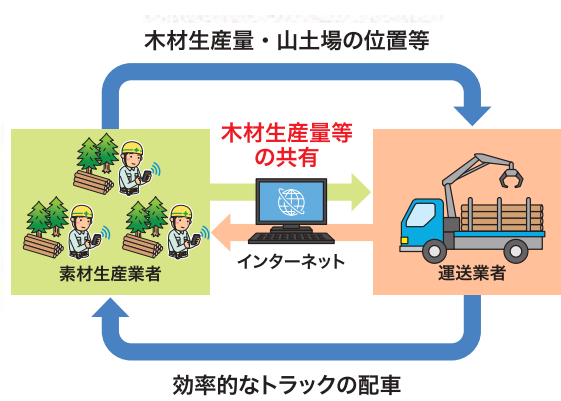
### Point !

複数現場の木材生産量等の情報を一元管理し共有することで木材輸送を効率化

山土場にはい積してある丸太等をストックヤード等へトラックで輸送する際に、生産と輸送の連携を高める取組が行われています。

例えば、近隣の素材生産業者等と協同して木材の直送体制を構築した場合、複数現場の木材出材量や山土場の位置等の情報を一元管理し、木材輸送業者と共有することにより、運材のための大型トラックの配車を効率化することができます。

また、どこの現場から運ばれてくるか把握できるため、トレーサビリティの確保にも繋がります。このほか、ストックヤードにトラックスケールを設置すれば、木材の積載量が自動的に算出され、リアルタイムに生産量を把握することができます。



## ケ 作業日報の管理の効率化

### Point !

リアルタイムに作業の進捗状況を確認することで生産性を向上

作業の進捗状況や生産性、機械の稼働時間等を把握するためには、作業日報による生産管理が必要です。このため、様々な現場で作業を行う現場技能者の日報を一元管理できるシステムが開発されています。

このシステムを活用することで、日報の入力や集計にかかる作業が効率化されるだけでなく、進捗状況をリアルタイムに確認できるため、作業の遅れ等にも迅速に対応することができます。また、作業の進捗状況や機械経費、ヒヤリハット等の安全作業に関する情報を現場技能者と共有することで、木材生産のコスト意識や安全作業への意識の向上にも繋がります。



