

# UAV搭載型航空レーザ計測による 森林情報更新

森林・農業ソリューション技術部 こんどう 近藤 たいしゅう 大将・大野 おおの 勝正 かつまさ

## はじめに

我が国の国土の2/3を占める森林は本格的な利用期を迎えており、森林資源を有効活用するとともに計画的な森林経営の推進が求められています。その実現には地域の特性に合わせた経営計画の策定が重要となり、計画の精度を高めるためにも森林資源の正確な把握が必須となります。これまでアジア航測では、航空写真や航空レーザを活用した広域の森林資源情報の解析により、森林計

画を支援してきました。広域の森林資源情報を整備した次の段階として、その情報の更新手法が課題となっています。

本報告では、レーザを搭載した最新のUAVを使用することで、間伐施業を実施した林分の森林資源情報を更新した事例を紹介いたします。

## UAVレーザ計測の概要

本事例ではUAVに搭載したレーザ機器を用いて森林を計測しました。使用したUAVの仕様を表1に示します。対象は岡山県西栗倉村に所在する間伐を実施中の森林(13.1ha)です。対象林分は間伐前に航空レーザ計測を実施し、間伐前の森林資源の把握を行っています。



図1 レーザ搭載UAV

表1 レーザ搭載UAV仕様

項目	細別	仕様
機体諸元	機体名称	SPIDER-eX
	機体総重量	24.5kg (レーザ・ジンバル・バッテリーを含む)
	機体寸法	110cm(W)×110cm(D)×70cm(H)
	最大積載重量	59.0kg
	動力	8個モーター バッテリー (リチウムポリマー電池)
	最大飛行時間	15分 (1フライト)
飛行条件	気象条件	地上風速10m/s以下
	飛行範囲	半径100m以内 (機影の視認必要)
	飛行高度	150m未満 (航空法 最低高度 非市街地)
	離着陸場所	必要ヤード目安 5.0m×5.0m
計測機能	搭載レーザ	RIEGL VUX-1
		測定レート : 500,000 測定/秒
		スキャンレート : 200 スキャン/秒 最長測定距離 : 920 m
	飛行計画	パソコンの地図上で計測ポイント、計測ルート設定可能
	計測操作	手動飛行及び自律飛行にて計測可能
安全機能	緊急時自動帰還機能付き	

## レーザ林相図の作成

森林を経営する上で、樹種・樹高・立木密度・材積などの基礎的な情報は重要です。

まず、オリジナルデータからDCSM (樹冠表層高モデル) とDEM (数値標高モデル) の差分であるDCHM (樹冠高モデル) を作成しました。つぎに、作成したDCHMとレーザ計測の反射強度を基にレーザ林相図 (弊社特許5592855号) を作成しました (図2)。

本事例ではレーザ林相図作成にUAVの点群データを使用した場合においても、航空レーザと同品質以上のレーザ林相図が作成できることを実証しました。また、航空レーザと比較して取得点密度が高いため、樹冠形状がよ

り鮮明なレーザ林相図を作成することができました。林相を判読するうえで樹冠形状は重要な判断材料となるため、より高精度な林相判読が期待できます。

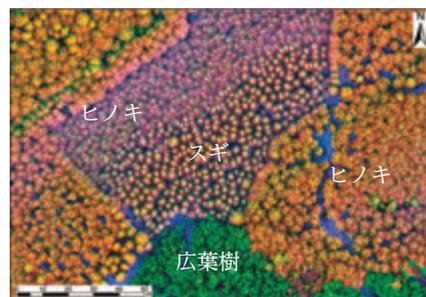


図2 レーザ林相図

## 樹頂点解析と森林情報の整備

林相判読によりスギ、ヒノキに分類された林分については、DCHMを基に樹頂点抽出解析（特許 4279894 号）を実施しました。樹頂点解析からは、単木毎の立木位置・樹高・胸高直径が取得できます。さらに得られた樹高・胸高直径から単木単位の材積を算出することも可能です。

本事例にて、UAV レーザ解析の精度は航空レーザ解析

と遜色ない数値であると実証できました。抽出した樹頂点は小班・林相単位で集計し、立木密度、ha あたり材積や混み具合の資源情報として算出しました。さらに、森林管理に使われている森林 GIS で利用できる情報を作成しました。

## 森林資源情報の更新と間伐施業評価

間伐の実施状況を正確に把握することは、適切な森林経営を進めるうえで重要です。間伐前と間伐後の DCHM の差分を取ることで、間伐を実施した箇所を抽出しました。さらに間伐実施箇所における施業前後の森林情報の変化を抽出しました。どの立木を間伐したか明瞭にすることで、詳細な間伐状況の把握が可能となりました（図 3）。また、間伐前後における小班・林相単位の森林情報から立木密度や材積の分布図を作成することで、間伐前後の違いを視覚的に表現しました（図 4）。このように間伐後の森林情報を正確に把握することで、森林資源情報の更新、施業履歴の管理が可能となります。また、間伐前後の状況を比較し施業の偏りや計画との違いを明らかにすることで、今後の経営計画の効率化や高度化に役立てることができます。

本事例から、UAV レーザ解析により森林現況の変化が抽出可能であることが明らかになりました。森林が変化する要因は間伐のような能動的な変化以外に松枯れ、災害による森林被害などさまざまな可能性が考えられます。しかし、上記のような有事においても安全上の理由や作業効率の面から現地踏査による更新には限界があります。

これら一つ一つの森林変化を航空レーザ計測によって更新することは即応性の低さ、コストの面から難しく、その代用として UAV レーザの活用が考えられます。近年 UAV レーザシステムにも廃価なものが登場し始め、今後益々普及していくと考えられます。UAV 計測の持つ即応性の高さ、現地調査の簡略化、森林情報の視覚化

といった特色を活かした、効率的な森林モニタリングへの活用が期待できます。

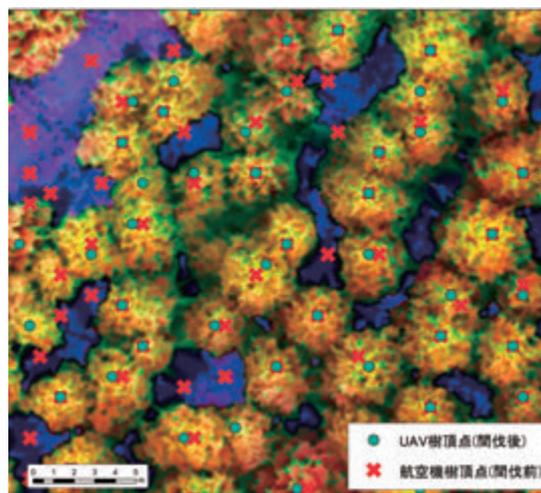


図3 間伐前後の樹頂点

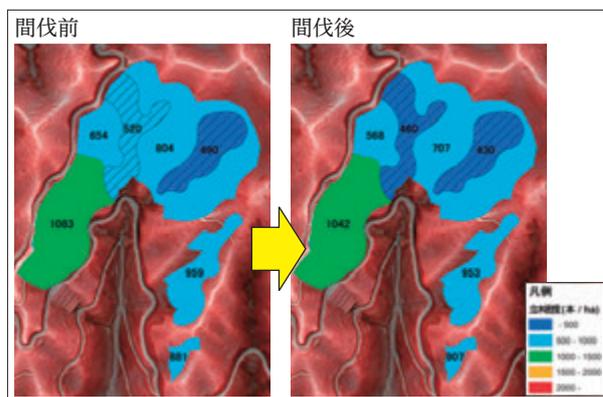


図4 立木密度分布図の変化（斜線部はスギ林）

※図中の数値は立木密度を示す。ただし、間伐途中の値が含まれる

## おわりに

本業務を通じて UAV レーザ解析により航空レーザ解析と同水準の森林資源情報を得られること、森林現況の変化が抽出可能であることが明らかになりました。

アジア航測では、航空機・UAV など様々なリモートセンシング機器を用いた最新の森林資源解析技術により森林経営を支援し、日本の森林の発展に貢献していきます。

本内容は岡山県西粟倉村役場より受託した「森林の維持管理を目的としたドローンによる計測活用調査業務」にて検討しました。本成果とりまとめにつきましては、西粟倉村並びに関係者のみなさまからご協力を賜り、厚く御礼申し上げます。