

スマート林業の現場実装に向けた石川県の取り組み

矢田 豊（石川県農林総合研究センター 林業試験場 主任研究員）

Ishikawa Prefecture's Efforts Toward Field Implementation of Smart Forestry

Yutaka Yada

Chief researcher, Ishikawa Agriculture and Forestry Research Center Forestry Experiment Station

【要旨】 石川県は、収穫期に達している森林資源の適正な活用や林業従事者の高齢化や減少、気候変動による森林災害の多発・激甚化などの課題を解決するため、スマート林業の取り組みを進めている。その一環として、UAV や AI などの技術を活用した森林調査業務の効率化を図っている。

具体的には、UAV による森林調査の研修・指導、AI による森林境界明確化支援、UAV フォトグラメトリによる森林資源量推定、全天球カメラによる森林資源特性値推定のような取り組みが行われている。

これらの取り組みにより、森林調査業務の省力化・効率化を図り、林業現場の担い手不足の解消や、森林資源の適正な活用に貢献することを目指している。

また、UAV フォトグラメトリの成果物等には、個人情報やプライバシー情報が含まれる可能性があることから、その取扱いには十分留意する必要がある。

【キーワード】 スマート林業 UAV 全天球カメラ Web アプリ AI

【Abstract】 Ishikawa Prefecture is promoting smart forestry initiatives to resolve issues such as the aging and decreasing number of forestry workers and the increasing frequency and severity of forest disasters due to climate change. As part of this effort, we are working to improve the efficiency of forest survey operations using technologies such as UAV and AI.

Specifically, initiatives include training and guidance on forest surveys using UAVs, support for clarifying forest boundaries using AI, estimation of forest resource amounts using UAV photogrammetry, and estimation of forest resource characteristic values using spherical cameras.

Through these efforts, we aim to save labor and improve efficiency in forest survey operations, alleviate the shortage of forestry workers, and contribute to the appropriate use of forest resources.

Additionally, UAV photogrammetry products may contain personal information and privacy information, so care must be taken when handling them.

【Keywords】 smart forestry UAV spherical camera Web app AI

1. はじめに

我が国の人工林面積の半数に相当する 510 万 ha は収穫期に達しており、その適正な活用が求められている一方、林業従事者の高齢化や減少が進んでお

り、林業現場の担い手不足が深刻化している。また、近年の気候変動の影響により、山地災害の多発・激甚化も進んでおり、林業や森林管理のための調査業務の効率化・迅速化が、強く求められている（林野庁 2023）。

このような中、石川県農林総合研究センター林業

試験場は、上記課題の解決を目指す「スマート林業」の取り組みの一環として、いくつかの関係機関と連携し、林業分野での調査業務の効率化を進めるための、WWWブラウザを介して利用するアプリケーションソフトウェア（以下、Web アプリ）の開発等を進めているところである（矢田ほか 2021）。

上記 Web アプリは、森林画像の分析・見積書類作成等の業務をリモート環境で実施可能とすることを目指している。本取り組みにおける、立場が異なる複数のアクターが連携しつつ、スマート機器等を利用して取得した情報を、AI 等の新たなしくみも活用しつつリモート環境にて分析するアプローチは、近年の市民科学のアプローチにも共通する要素が多いものと考えられる。

以上のことから本稿では、石川県において取り組んできた上記の取り組み内容を、市民科学との共通点を念頭に置きつつご紹介したい。本稿が、市民科学を対象とした知財研究の参考になれば幸いである。

2. UAV の森林調査業務への活用

現在、森林調査用途におけるリモートセンシング技術としては、有人航空機によるレーザ計測（以下、航空レーザ測量）が広く行われているほか、最近では小型無人機（ドローン、以下 UAV）により連続撮影した画像から写真地図画像（以下、UAV オルソ画像）や 3D データを作成する技術（以下、UAV フォトグラメトリ）と、それらを活用して森林資源量を推定する技術が、普及しつつある。航空レーザ測量の成果についてはオープンデータ化の動きが進みつつあり、静岡県では 2017 年から、また今年度から栃木県、兵庫県、高知県の森林の 3 次元データや資源量情報が公開されており、広い分野での活用が期待されている（林野庁計画課 2023）。一方、UAV フォトグラメトリに基づく森林調査については、航空測量の専門知識や高価な設備を持たない林業事業者等においても導入・運用が可能な技術であることが大きな魅力であり、上記航空レーザ測量成果のオープンデータとともに、今後市民科学においても活用されていくものと考えられる。

UAV フォトグラメトリ調査は、①飛行計画の作成 ②空撮の実施 ③成果の加工 の 3 工程により実施される。石川県では、2018 年から上記工程（特に①および②）を実務で使える UAV 操縦技術者の養成を目的とした研修事業を行ってきた。㈱小松製作所（以下、コマツ）および関係会社、いしかわスマート林業推進協議会と連携して検討を重ね、UAV 森林調査に特化した研修を実施している。研修は 1 年を 1 期とし、現在は座学および実技研修を 4 日間、また実際の事業予定地等における実地研修を 4 日間、合計 8 日間の研修を実施している（図 1）。なお、この研修の修了者を対象としたフォローアップ研修も実施しており、林業事業者が主体となって、森林ならではの運用上の留意点を十分理解したうえで、UAV 森林調査を実施できるようにするための支援体制をとっている（矢田 2022）。

なお、UAV 運用に関する規制緩和等の動きは目まぐるしく、最近では機上カメラの活用等により飛行範囲の監視等を行う補助者の配置等が不要になる「レベル 3.5」の新設についての発表があった（国土交通省航空局 2023）。このことで、森林地帯における UAV 調査業務の大幅な効率化も期待されるところだが、毎年何回か発表されるこのような各種規制の変更に対応しつつ、人材育成等の取り組みを適切に進めていく必要がある。

3. 森林調査業務の省力化に向けた AI 等高度情報処理技術の活用

森林における収穫作業を行う上での大前提となる「森林境界明確化」（林野庁森林利用課 2023）業務の重要な手がかりのひとつとして、森林を構成する樹種の境界（以下、樹種界）がある。この樹種界を得るために、従来のオルソ画像よりはるかに解像度が高い UAV オルソ画像が有効であると考えられるが、その判読作業には専門的知識や経験、そして相応の作業時間が必要となる。そこで、AI（深層学習）による判読工程等を組み込んだ森林境界明確化支援等を行う Web アプリ（WoodRepo、図 2）を開発するため、金沢工業大学や金沢市のソフトウェア開発企業である㈱エイブルコンピュータ、石川県森林組

図1 林内作業道を利用したドローン運用の研修

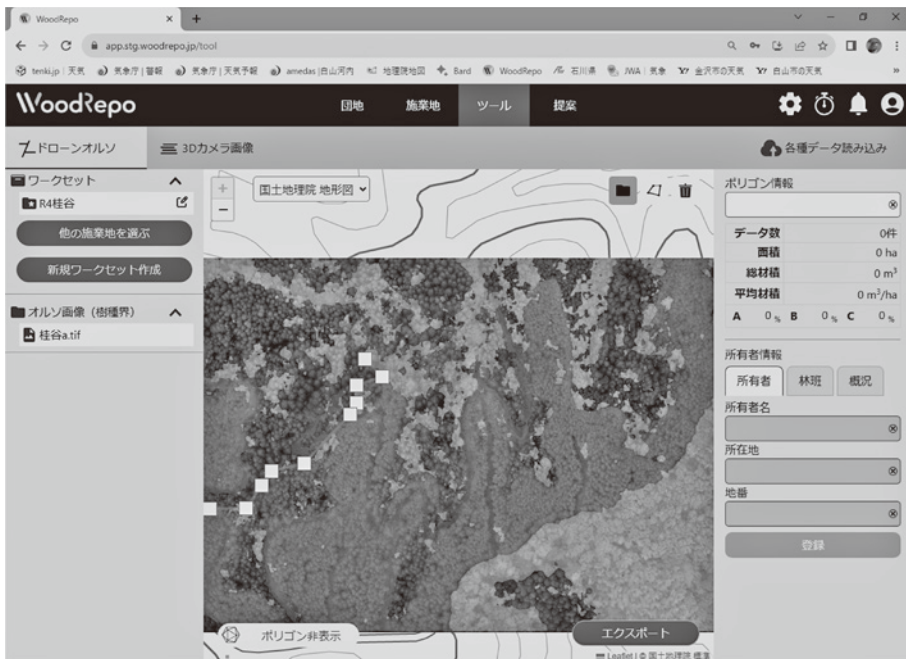


合連合会を構成員とするコンソーシアムによる取り組みを行っている（矢田ほか 2021）。

また、UAV フォトグラメトリの成果を用いた森林資源情報を得るためのシステム開発についてはコマツと共同で取り組み、Web アプリ（Forest Scope, 矢田 2022）をリリースしているが、上空からの取得情報では、肝心の収穫物（樹幹）を直接計測することができないことから、用途や販売価格を予測す

るために必要不可欠となる樹幹の通直性等の評価は、別途林内にて行う必要があった。そこで、全天球カメラ（360°カメラ）を用いた地上からの森林資源調査の手法についても、上記コンソーシアムの枠組みにより、研究開発を行っている。具体的には、林内全天球画像から立木の等級区分・樹高・材積・胸高直径などの森林資源の特性値（以下、森林資源特性値）を推定する AI の開発等を行っている。全

図2 森林調査支援 Web アプリ～WoodRepo



天球画像を林内にて約 30 m 間隔で撮影し、その画像を AI にて処理することで、その森林の資源価値を推定する機能と、その情報をもとにした事業実施内容や収支見積の検討・提案に必要な機能を、前述の Web アプリ（WoodRepo）に実装することを目指している。

全天球カメラは、一般向け普及機種の場合 5 万円以下で購入でき、調査法も上述のとおり非常にシンプルであるため、森林調査の経験がほとんどない初心者でも森林資源特性値の調査が可能になると考えられるほか、森林資源特性値の把握のみならず、林内の光環境や下層植生量、地表の状態など、森林の環境保全機能の指標として有効な各種情報を得ることも可能であると考えられる。また、その林内全天球画像の取得にも UAV を活用することで、更なる省力化を目指した検討も進めている（図3）。

今回紹介したような Web アプリは、インターネットに接続できればどこでも使えるため、コロナ禍で普及したテレワークにも対応できるシステムである。AI などの高度な情報処理技術を活用することで、業務を実施できる場所の選択肢が広がり、労働力確保の呼び水にもなると考えられる一方、（航空

図3 全天球カメラを取り付けて林内を飛行する小型 UAV（メーカー非純正のカメラ装着等を行う場合、機体登録情報の変更手続きが必要）



レーザ測量の成果等も含む）広義の AI により処理された結果については、その精度や特性に配慮した取り扱いを心掛ける必要があり、使用者が AI リテラシー（高谷 2021）を身に着けることが重要であると考えている。

4. 関連分野のガイドライン

「地理空間情報の活用における個人情報の取扱いに関するガイドライン」(内閣官房地理空間情報活用推進室 2023) には、行政機関等が取得・管理する空中写真や点群データ等を含む地理空間情報について、個人情報保護の観点から、その取扱いに関する留意点が定められている。行政機関以外の者が森林等において UAV フォトグラメトリの成果物を取得・活用する場合にも、その成果物の解像度が非常に高く、また AI 等の活用により更なる高付加価値化が想定されることも踏まえ、また個人情報のみならずプライバシー保護の観点等からも、その取扱いには十分注意する必要があると考える。また、スマート農業の普及に向けた「農業分野における AI・データに関する契約ガイドライン」(農林水産省輸出・国際局知的財産課 2020) においては、「農業者が安心してデータを提供できる環境を整備し、農業分野におけるビッグデータや AI の利活用を促進する」ための契約の考え方等がとりまとめられている。スマート林業の普及・発展のためにも、同様な観点から、森林所有者に対する権利侵害を防ぎつつ、ビッグデータの活用を推進するための指針が必要かも知れない。

【謝辞】 本報告の機会・ご助言をいただいた東京大学大学院農学生命科学研究科の香坂玲博士、またこれまでの

調査・研究の実施にご理解・ご協力いただいたコマツ栗津工場三谷典夫主幹をはじめとするコマツおよび関係会社の関係各位、調査させていただいた森林の所有者・管理者および県・市町ご担当各位、これまでの研究にご協力・ご助言をいただいた「知」の集積と活用場^⑧ スマート林業研究開発プラットフォーム関係各位をはじめとする研究者および行政機関の皆様、本誌面をお借りして、厚く御礼申し上げます。

本稿にてご紹介した取り組みは、林野庁のスマート林業実践対策事業、生物系特定産業技術研究支援センターのイノベーション創出強化研究推進事業(JPJ007097)等の支援を得て実施したものである。なお、本稿の推敲には、Google Bard および Google SGE を使用した。

参考文献

- 国土交通省航空局 (2023) 「無人航空機に係る取組の方向性について」 2023 年 11 月 (https://www8.cao.go.jp/kisei-kaikaku/kisei/meeting/wg/2310_02startup/231117/startup06.pdf, 2023 年 11 月 30 日 最終閲覧)
- 高谷将宏 (2021) 「計量テキスト分析を用いた AI リテラシーの定義化」『尚絅学院大学紀要』第 82 巻, pp.11-23.
- 内閣官房地理空間情報活用推進室 (2023) 「地理空間情報の活用における個人情報の取扱いに関するガイドライン」(<https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/sokuitiri/r050615/honbun01.pdf>, 2023 年 11 月 30 日 最終閲覧)
- 農林水産省輸出・国際局知的財産課 (2020) 「農業分野における AI・データに関する契約ガイドライン」(<https://www.maff.go.jp/j/kanbo/tizai/brand/keiyaku.html>, 2023 年 11 月 30 日 最終閲覧)
- 矢田豊 (2022) 「石川県における UAV 森林調査の取組と展望」『森林技術』960 号, pp. 8-11.
- 矢田豊・林航希・喜多泉月・鴨井伸哉・九後佑樹・村上良平・木村一也・山路佳奈・松井康浩・長田茂美 (2021) 「深層学習による森林画像の分析とその活用—UAV オルソ画像と林内全天球画像を対象とした森林資源情報等の推定—」『中部森林研究』第 69 号, pp. 53-56.
- 林野庁 (2023) 『令和 5 年版森林・林業白書』林野庁.
- 林野庁計画課 (2023) 「航空レーザ測量に基づく高精度な森林資源情報等の公開について」(https://front.geospatial.jp/mm_202310_1/, 2023 年 11 月 30 日 最終閲覧)
- 林野庁森林利用課 (2023) 「森林境界の明確化」(https://www.rinya.maff.go.jp/j/sin_riyou/koufukin/attach/pdf/index-41.pdf, 2023 年 11 月 30 日 最終閲覧)