

令和3年度

UAVレーザを活用した人工林の林分内容解析手法等

検討委託事業

報告書

令和4年3月

林野庁

## 目次

1 事業概要	1
(ア) 背景及び目的	1
① 事業名	1
② 事業目的	1
③ 事業の成果	1
(イ) 事業工期・工程表	2
(ウ) 法令遵守・安全管理	2
(エ) 実施体制	3
2 UAVレーザ計測及び人工林の林分内容解析等	4
(ア) 既存の手法や技術・知見の収集と分析	4
(イ) 多種多様な林況・地形の調査地を対象としたUAVレーザ計測	6
① 使用機器（レーザ、GNSS/IMU、カメラ、UAV）及びUAVレーザ計測仕様	6
② 計測地区とその特性及び計測実績	9
(ウ) レーザ計測で取得した3次元点群データを用いた林分内容解析	13
(エ) 林分内容解析結果の精度検証	20
① 現地調査方法	20
② 現地計測結果と解析結果の照合方法	25
③ 精度検証結果	27
(オ) UAVレーザによる林分内容解析推奨仕様	33
3 立木の位置情報等から任意に設定した区域の再現手法の検討・検証	36
(ア) 区域の再現方法の検討	36
(イ) 区域の再現可能性の検証	37
4 UAV計測により得られる情報等の活用	40
(ア) 立木位置情報及び樹高の活用	40
(イ) 地形情報の活用	42
(ウ) オルソ画像	44
(エ) GISによる管理	45
5 検討委員会の設置・運営	46
(ア) 委員会の構成	46
6 まとめ	47

# 1 事業概要

## (ア) 背景及び目的

### ① 事業名

令和3年度UAVレーザを活用した人工林の林分内容解析手法等検討委託事業

### ② 事業目的

国有林野事業においては、利用期に達した人工林を伐採し、将来的に均衡のとれた齢級構成に誘導するとともに、国産材の安定的・効率的な供給体制の構築に貢献するため、国有林材の供給量を増加させていくこととしている。このような中、限られたマンパワーに対応しつつ、リモートセンシング技術等を活用して立木調査を効率的かつ適切に実施していくことが求められている。

「令和元年度リモートセンシング技術を活用した収穫調査の効率化手法検討委託事業」において、UAVレーザで計測した樹冠形状等から立木本数や胸高直径を推定したところ、一定の精度で林分材積を把握することができ、立木調査の効率化の可能性が示された。一方、樹冠形状等から間接的に立木を検出する方法では、林分の上層を覆う樹冠の下部に隠れる林木（以下「被圧木」という。）を把握することができず、林況や地形の違いによって林分の立木本数や平均胸高直径の推定精度が低下してしまうことが示唆された。また、実際に収穫調査業務においてUAVレーザで計測したデータを活用するためには、UAVレーザで広範囲に計測した個々の立木データを現地の調査区域と結びつけて抽出するための効率的な手法の更なる検討が求められる。本事業は、上空からのUAVレーザで、被圧木も含め、より直接的に個々の立木を計測する新たな技術について、国有林野のフィールドを活用して検証を行うとともに、UAVレーザ計測で得られる様々な地物データを用いた調査区域の現地での再現手法の検討・検証等を行うものである。

### ③ 事業の成果

間伐前計測、搬出材積見積もり等を目的とした国有林野事業における収穫調査として、今回実施したUAVレーザ測量が有効であることが以下の内容から確認できた。

- 1) 今回の計測調査対象森林においては、被圧木を含む平均99%以上の立木の幹が確認でき、同94%以上の直径計測・確認することができた。
- 2) 胸高直径については、従来の人が輪尺を用いて単木毎に測定する方法の値と比較して、顕著な差異は認められないことが確認できた。
- 3) 総材積については、開空度4%以上のスギ及びヒノキまたは複数の樹種が混交する率が少ない林分において、±15%以内の精度が期待できる。
- 4) 林内の地形については、微地形等の詳細なデータを取得することができた。

併せて、UAVレーザによる計測の仕様を明らかにすることができた。

さらに、得られたデータについては、以下の活用方法も考えられる。

- ・地図上の任意のエリア内の立木の総材積、収量比数、相対幹距比を把握することで、当該エリアに係る施業計画を立てられる
  - ・地位の推定や崩壊危険箇所等の推定の可能性がある
  - ・路網設計の効率化が図られ、路網開設時には林業ICT建機の自動施工用データを提供できる
- なお、広大な森林で一定の精度を確保しながら効率的かつ安全に配慮した計測をするためには、以下の要素が重要となる。
- ・積載量（ペイロード）：複雑な地形に追従するための飛行能力を維持するために、積載するセンサー類に対して余裕を持ったペイロードが必要。
  - ・耐風性：森林の吹上や吹きおろしに耐性のある機体（可変ピッチ等）
  - ・滞空時間：広かつ離着陸位置が限られる環境では、必要な計測時間に対して余裕を持った滞空時間が必要

(イ) 事業工期・工程表

事業項目	計画	実績	2021年7月	2021年8月	2021年9月	2021年10月	2021年11月	2021年12月	2022年1月	2022年2月	2022年3月	備考
計画準備												
(1) 事業の実施												
ア.既存成果のレビュー												
イ.UAVレーザ計測												
ウ.林分内容解析												
エ.精度検証												
オ.微地形解析												
カ.林分内容解析仕様の整理												
(2) 検討委員会の設置・運営												
ア.検討委員会の設置												
イ.検討委員会の運営												第1回：令和3年9月1日 第2回：令和4年1月20日
(3) 報告書の作成												
ア.取りまとめ・報告書作成												納期：令和4年3月3日

(ウ) 法令遵守・安全管理

本事業を行う上で、関連法規を順守すること及び作業安全を徹底することを、一貫して実施した。内容は以下のとおり。

〔航空法 132 条その他法律の順守〕

- ・全エリアにおいて国交省への申請（FISS 申請、DIPS 要否確認等）を実施(図 1-1)

〔日本産業用無人航空機工業会（JUAV）規程の順守〕

- ・機材の定期点検実施確認 UAV 定期点検有効期限の確認（2022 年 3 月）
- ・運行前後の点検実施 無人ヘリ点検シート(図 1-2)

〔災害防止及び発生時に関する対策〕

- ・運行計画書による作業計画と確認を実施

遠軽町生田原 国有林 FISS ドローン情報基盤システム（飛行情報共有機能）

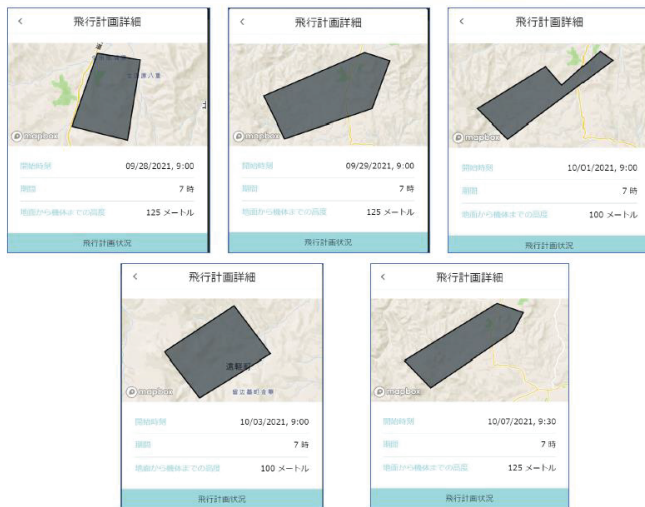


図 1-1.FISS 申請サンプル

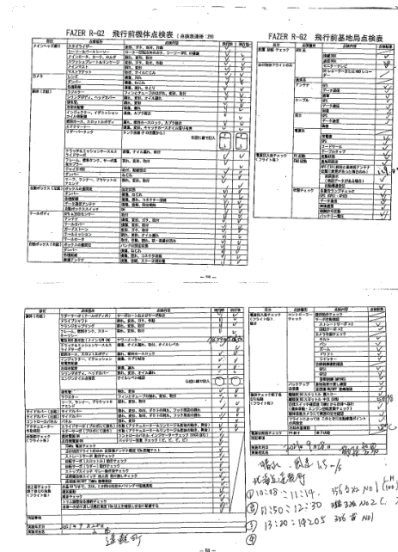


図 1-2.無人ヘリ点検シートサンプル

## (エ) 実施体制

### 事業実施者

ヤマハ発動機株式会社 ソリューション事業本部 UMS 事業推進部 森林計測部

- 事業管理責任者  
加藤 薫 (ソリューション事業本部 UMS 事業推進部 森林計測部 部長)
- 主任技術者(総括、精度検証、仕様の整理)  
矢嶋 準 (ソリューション事業本部 UMS 事業推進部 森林計測部 ソリューション開発グループ 主務)
- 担当技術者(UAVレーザ計測)  
梅林 岩男(ソリューション事業本部 UMS 事業推進部 森林計測部 計測サービスグループ 上級工師)
- 担当技術者(林分内容解析)  
ザン ペイイ(ソリューション事業本部 UMS 事業推進部 森林計測部 ソリューション開発グループ 担当)
- 担当技術者(微地形解析)  
原田 丈也(ソリューション事業本部 UMS 事業推進部 森林計測部 ソリューション開発グループ 主管)
- 担当技術者(林分内容解析結果の精度検証)  
矢嶋 準 (前掲)