

1.4 業務内容

本業務の業務フローを図 1-1に示す。

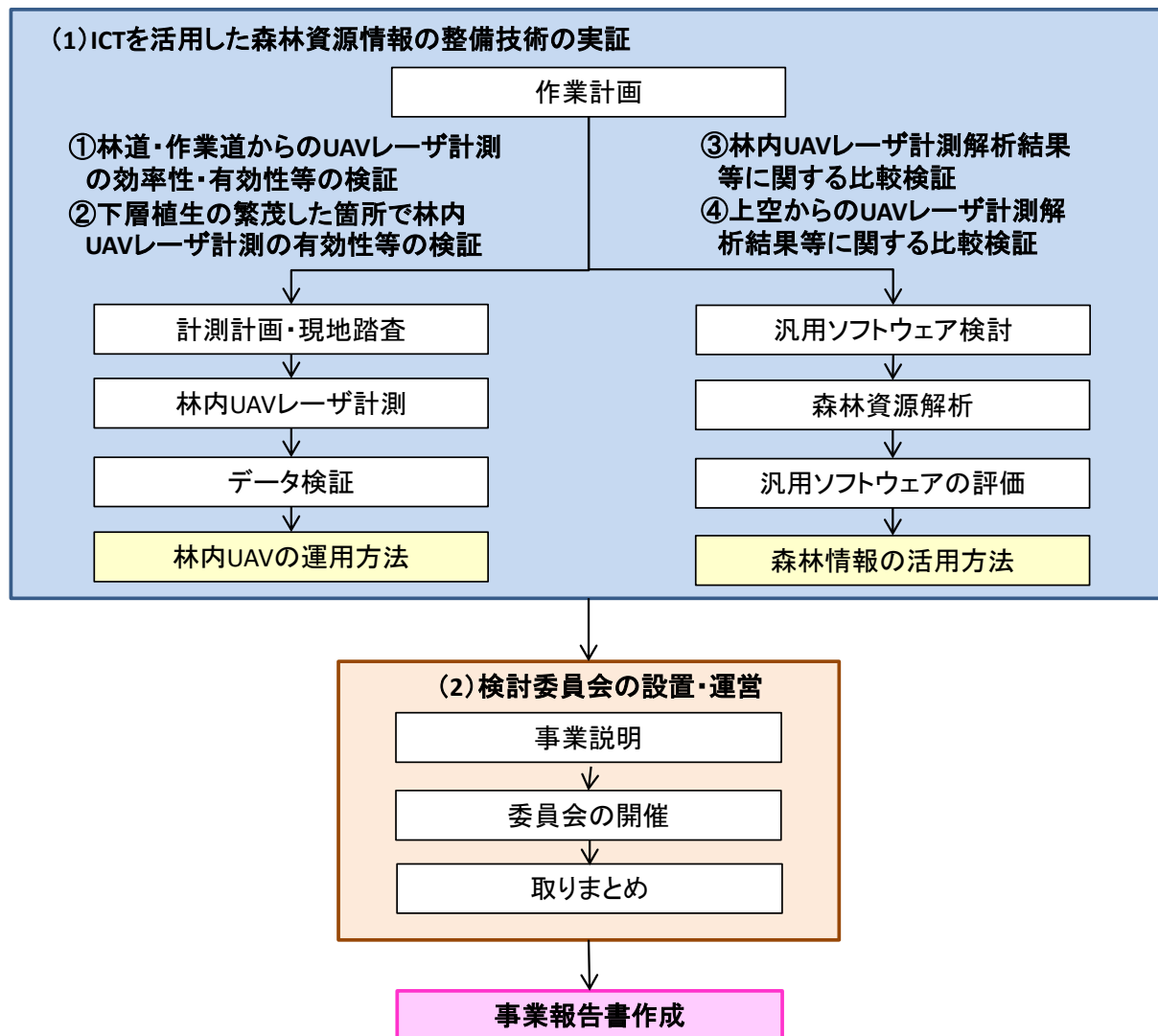


図 1-1 業務フロー

1.5 業務範囲

和歌山県日高川町西ノ河国有林を本業務の調査対象とした。業務範囲を図 1-2 に示す。

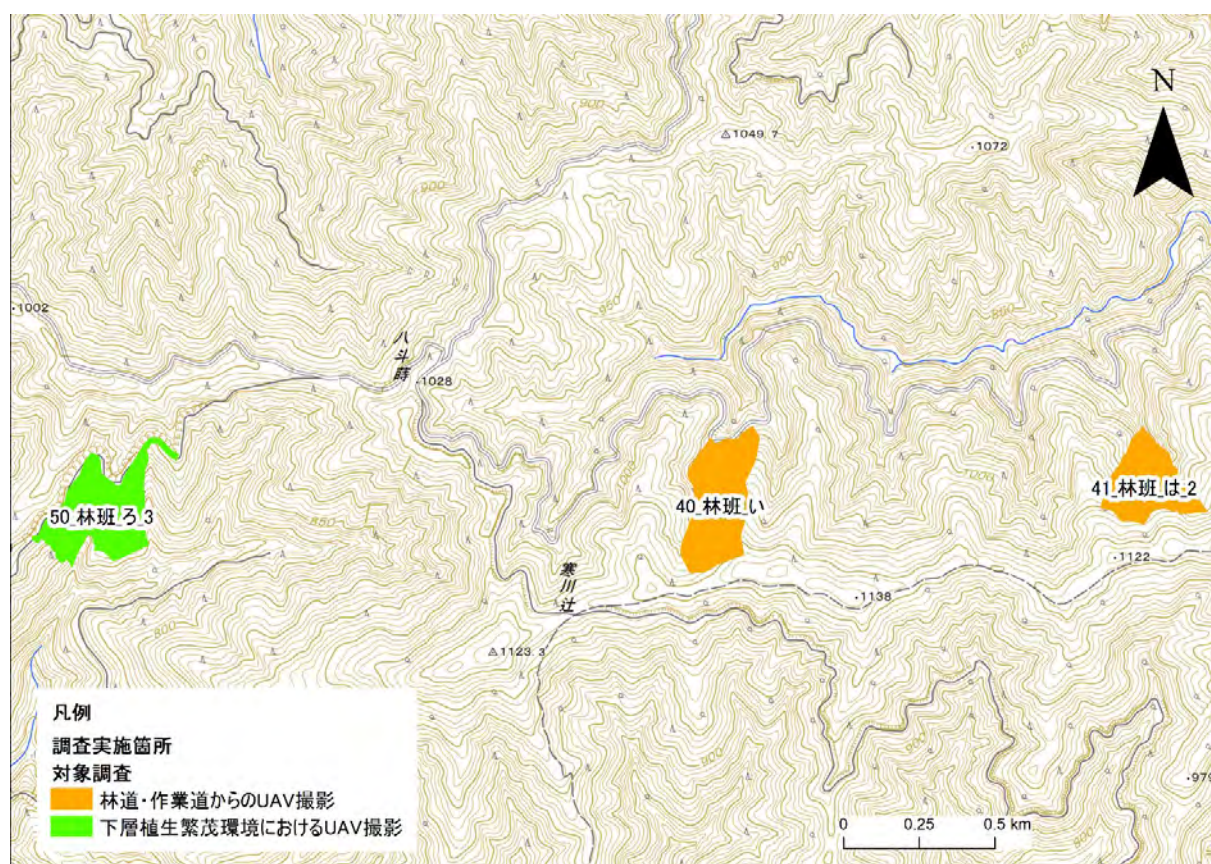


図 1-2 業務対象範囲
(上：全体図、下：拡大図)

表 1-1 業務範囲周辺林小班情報（森林調査簿）

林班	小班	樹種 1	林齢 1	樹種 2	林齢 2	樹種 3	林齢 3	面積
40	い	スギ	49	ヒノキ	49	—	—	7.84
41	は-02	ヒノキ	43	スギ	43	—	—	5.64
50	ろ-03	ヒノキ	63	スギ	63	—	—	7.85

1.6 成果品

本業務の成果品は以下の通りである。

- ① 業務報告書
- ② ハードディスク
 - i 林道・作業道からの UAV レーザ計測の効率性・有効性等の検証
計測データ (Las 形式)
赤色立体地図 (Tiff 形式)
 - ii 下層植生の繁茂した箇所での林内 UAV レーザ計測の有効性等の検証
計測データ (Las 形式)
赤色立体地図 (Tiff 形式)
 - iii 林内 UAV レーザ計測解析結果等に関する比較検証 (昨年度成果活用)
森林資源情報 (CSV 形式)
 - iv 上空からの UAV レーザ計測解析結果等に関する比較検証 (昨年度成果活用)
森林資源情報 (Shape 形式)
- ③ 委員会資料

2. ICT を活用した森林資源情報の整備技術の実証

2.1 実証概要

本事業においては、最新の ICT を活用した精度の高い森林資源情報を把握する技術実証として、UAV レーザ計測による森林資源情報の取得を行い、地上レーザスキャナ等他の手法と比較し、計測の効率性・精度等の検証を行った。

近年、森林資源情報を得るために現地調査に代わり、リモートセンシング技術の利用が盛んになっており、現地調査の省力化や森林資源情報をデジタル化した効率的な森林管理などの、林業経営における変革期となっている。そのため、新たな技術による森林資源情報整備の実証を行い、用途に応じたりリモートセンシング技術の利用を広く普及する必要がある。

本事業で実施した UAV レーザ計測については、「高精度な森林情報の整備・活用のためリモートセンシング技術やその利用方法等に関する手引き（平成 30 年、林野庁）※1」によれば、森林資源量、路網等の森林情報を取得するリモートセンシング技術は取得できるデータの広さとその利用用途により大きく基盤データと補完データの 2 つに分類することができるとされており、UAV レーザは補完データに分類される（図 2-1）。補完データは、基盤データが数千 ha をカバーする情報であるのに対して、局所的かつ高精度なデータである。また、使用するセンサにより光学センサとレーザセンサの 2 種類に分けられる。使用するセンサでは取得できるデータの違いを示す。

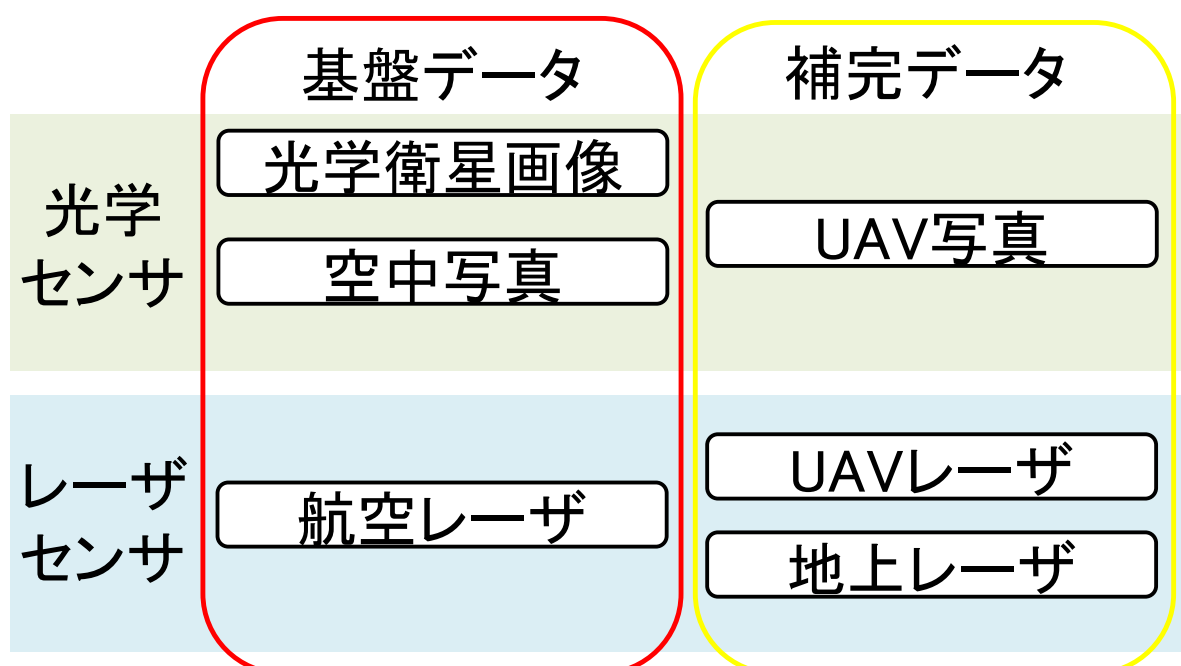


図 2-1 森林計測でのリモートセンシング技術の分類（※1 より引用）

センサを搭載する機器（プラットフォーム）には、衛星、固定翼や回転翼といった航空機、UAV といった上空から計測を行うもの、車両や三脚等の地上から計測を行うものがある。一般的には、高高度から計測を行うことで、広範囲のデータを取得でき、低高度の場合にはデータ取得範囲は小面積になるが、より高精度なデータが取得可能である（図 2-2）。UAV による計測は、計測面

積こそ航空機に比べれば小さくなるが、地上レーザのような細かいデータ密度での計測が可能となる。

基盤データである、空中写真や航空レーザ計測では、広範囲を計測するために航空機を用い、主に測量業者が計測・処理・解析を実施している。一方で、補完データである、写真や地上レーザ計測は、基盤データの更新、高精度化のために、不特定多数が関わる。そのため、計測、及び解析をできるだけ簡易に行える必要がある。リモートセンシングの技術を適正に利用できるように地上レーザ計測や UAV レーザ計測により森林資源整備技術の実証を行った。

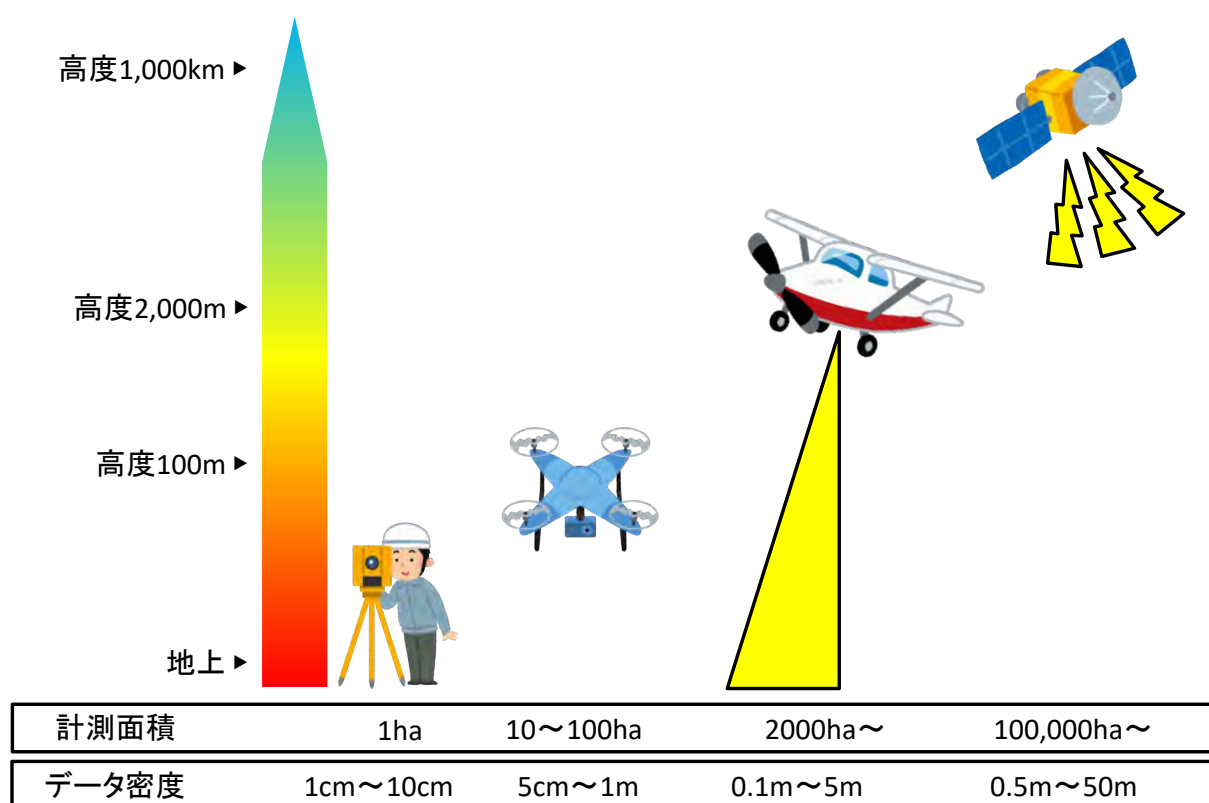


図 2-2 プラットフォームの比較（※1 より引用）

なお、平成 29・30 年度の森林資源情報整備技術実証事業においては、2 種類の地上レーザ（一脚式、背負子式）による森林資源情報取得の実証を行った。単木ごと樹幹形状の計測、3D モデルによる資源情報の可視化といった利点を確認された一方、1 回当たりの計測可能な面積や現地の下層植生が計測精度に与える影響といった点で課題が見られた。また、人が林内に入り、準備作業や計測作業を行うといった点では従来の調査から変わらないものであり、その点については、さらなる効率化が求められるところである。

令和元年度の森林資源情報整備技術実証事業においては、非 GNSS 環境下でも UAV 飛行が可能な技術を用いて、UAV レーザ計測による林内飛行の実現ができた。しかし、現在の技術は森林や地形の状況により計測可能な箇所が限定されることがわかった。

そのため、本年度は計測の実例を増やし、計測した点群の所得状況を確認しながら、UAV レーザ計測による森林資源情報の取得についての効率性や精度等、その可能性についての検証を行った。

本業務の実施にあたり、業務の目的及び趣旨を十分に理解したうえで、適切な工程計画・使用機器・技術者の配置などを立案し、関係機関への手続きなどを行った。

また、調査計画について検討会委員に意見聴取を行った。（検討会委員については、第3章に示す。）

2.2 林道・作業道からの UAV レーザ計測の効率性・有効性等の検証

林道・作業道からの UAV レーザ計測の効率性・有効性を検証するため、2 箇所の計測箇所を設定し、林分の樹高を超えない高さでの計測を含む飛行により、林道・作業道の両側の林分についてレーザ計測を行った。

2.2.1 事前調査

森林調査簿の路網密度により、異なる路網密度の 2 箇所を選定した。事前調査により選定した箇所で計測が可能であること、効率的な計測のため飛行ルートを検討した。

事前調査により以下の項目について確認した。

- ・調査地までのアクセス
- ・林道・作業道の路面の状況
- ・視通
- ・樹木間隔

調査地までのアクセスでは車両が通行できること確認した。UAV による計測実施時には、UAV とレーザ計測機器、PC など関連する機材の運搬が必要である。そのため、バンタイプのような大きさの車両が通行できる林道が必要である。

林道・作業道の路面の状況では障害物がないこと、崩壊している危険な箇所がないことを確認した。UAV に追従して操縦者が移動する可能性を考慮したためであり、実際の飛行時には UAV の 2～3m 後方を追従し、歩行した。

視通については林道上からの見通しを確認した。林道・作業道では下層植生や立木はないため、一定の視通はあると考えられたが、カーブや高低差により、UAV が目視外とならないことを確認した。

樹木間隔は林内 UAV が通れるように 3～4m 以上離れており、飛行コースを確保できることを確認した。



図 2-3 現地調査写真

事前調査の結果、2 箇所の現地が問題なく飛行できることを確認した。

5 万分の 1 地質図幅 動木（地質調査総合センター）によれば地質は砂岩・頁岩となっており、林道・作業道上に大小の浮石、浮岩があり、UAV を注視したままでの飛行には注意が必要であった。そのため、操縦者と補助者を 1 名つけて飛行させることとした。

41 林班では風倒木の処理が行われており、残材が作業道上にあった。事前調査時には通行できたが、UAV を飛行時に残材が増えていた場合には通行できなくなるため、事業者へ連絡をとり、事業が終了していることを確認した。

2.2.2 計測計画

計測諸元より、計測効率や計測範囲を考慮し、計測計画を立案した。飛行ルート、飛行高度、レーザスキャン角について検討を行った。

(1) 計測緒元

UAV の計測に使用した機材等の諸元を表 2-1 に示す。施設内の設備点検用に開発された UAV を森林計測へ転用したものであり、SLAM と呼ばれる移動体の自己位置推定と周囲の状況を地図化する手法により障害物を回避する機能を有している。また、周囲の状況を地図化していくため、非 GNSS 環境下での計測を行うことができ、GNSS が入りにくい林内での計測に適している。

表 2-1 計測諸元

機材種類	名称
UAV	SPIDER-ST（ルーチェサーチ株式会社）
レーザスキャナ	Velodyne VLP-16

項目	諸元
飛行速度	1～2m/sec
対地高度	完全な平地想定では 2m～15m
レーザ機器	VLP-16（Velodyne Lidar 社）
レーザ発射頻度	300kHz
レーザスキャン角（水平）	360°
（垂直）	30°（±15°）
レーザスキャン頻度	毎秒 5～20 回転
計測距離	0.5～100m
レーザ波長	903nm
自律飛行感知距離	3～4m
飛行時間	15～20 分



図 2-4 使用した機器