

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。

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。

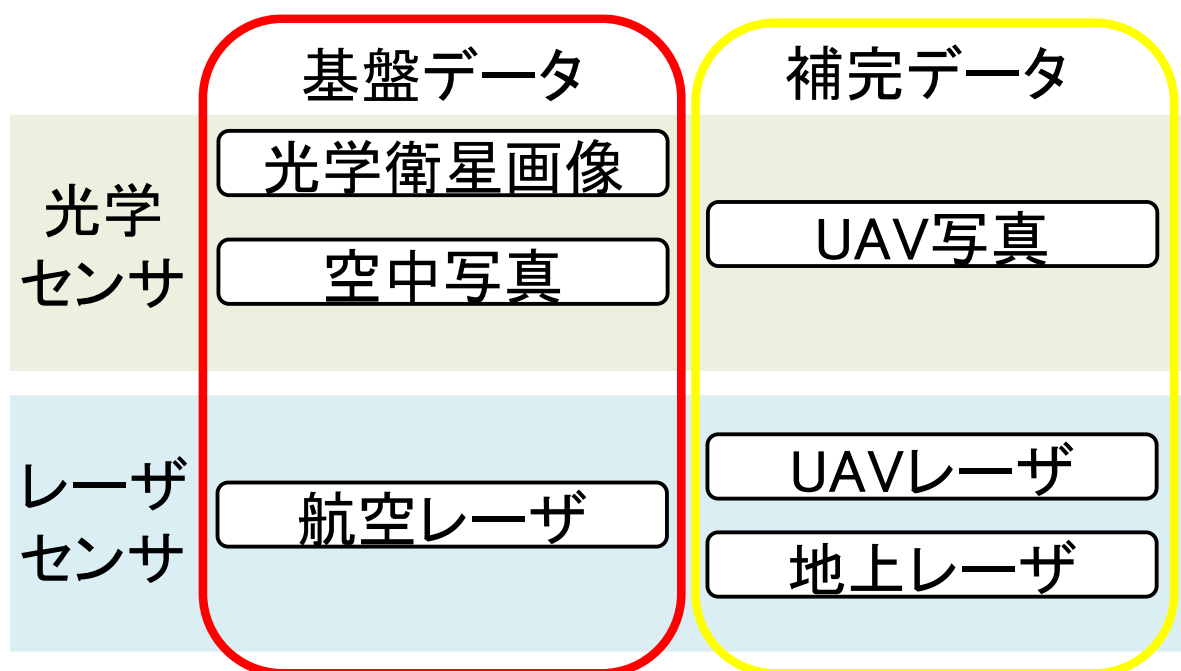


図 2-1 森林計測でのリモートセンシング技術の分類（※1 より引用）

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、高度が高いところから計測を行うことで、広範囲のデータを取得でき、高度が低い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。

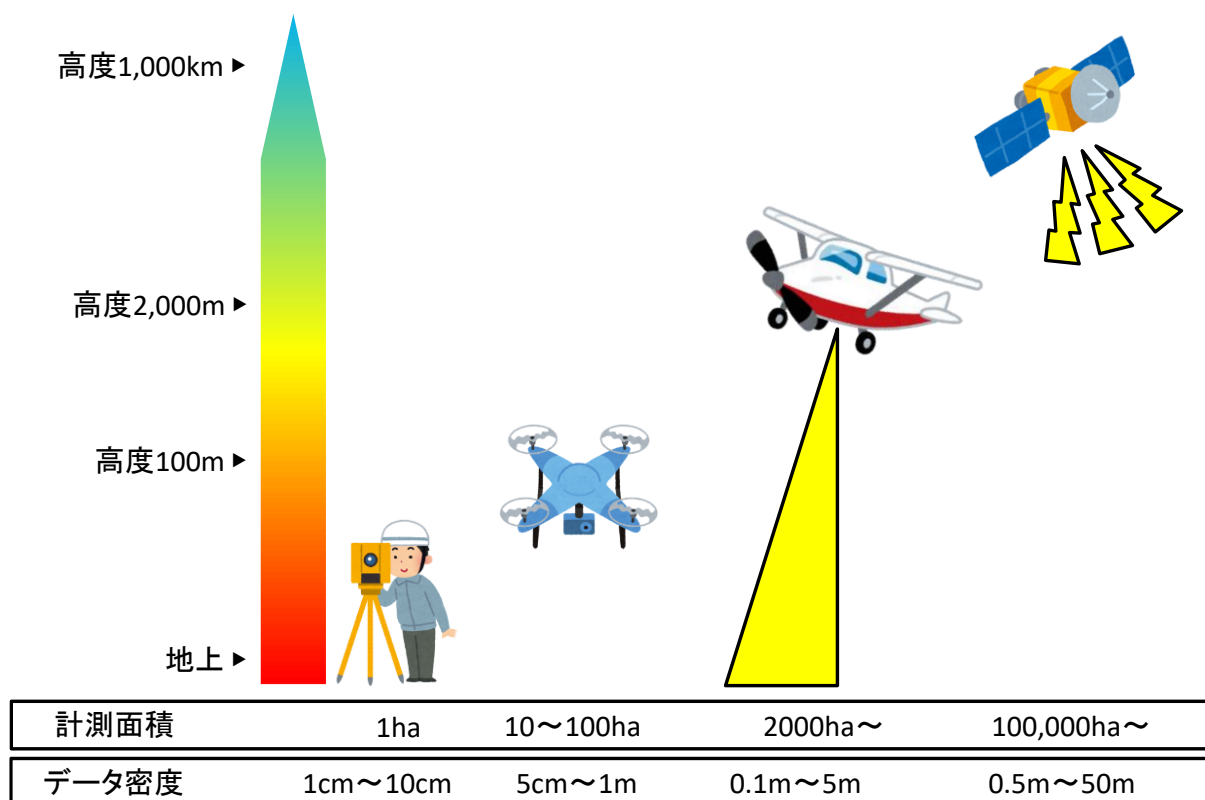


図 2-2 プラットフォームの比較（※1 より引用）

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が確認された一方、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。

そうした中で、近年の UAV 技術の発展により、非 GNSS 環境下でも UAV 飛行が可能な技術が出てきたところであり、上記の課題も踏まえつつ、そうした最新の技術を活用した、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。

2.2 計画準備

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い、計画に問題がないことを確認した。(検討会委員については、第4章に示す。)

2.3 上空からの UAV レーザ計測の効率性・有効性等の検証

上空からの UAV レーザ計測（以下、上空 UAV）の効率性・有効性を検証するため、針葉樹人工林、広葉樹天然林、針葉樹人工林（広葉樹混交）のそれぞれの林相が含まれるように計測箇所を設定し、その上空を飛行させ UAV レーザに関する森林情報解析、功程調査を行った。

2.3.1 事前調査

1.5 の調査対象のうち、50 ろ-02 林小班のヒノキを「針葉樹人工林」、50 と林小班の広葉樹を「広葉樹人工林」、50 と林小班のアカマツに広葉樹が混交した箇所及び 50 ろ-02 林小班のヒノキに広葉樹が混交した箇所を「針葉樹人工林（広葉樹混交）」としてそれぞれ調査プロットに設定した。各プロットの林内写真を図 2-4 に示す。



図 2-3 業務対象範囲



ヒノキ



広葉樹



針広混交林（アカマツ）

図 2-4 現地写真

UAV レーザ計測との比較を行うため、各プロット内（0.01～0.04ha）の毎木調査を行った。プロット位置の設定は、調査候補地点の小班内でプロット内の林相ができる限り単一樹種となるようにした。また、プロット境界が林道や他樹種と隣接せず、広葉樹の高木やギャップのない箇所を選定した。プロットの設置に当たって、中心点を設定したのち、中心から水平距離で 8.0m～11.3m の地点の 8 方位に超音波式樹高測定器（VertexIV、Haglof 社 スウェーデン）を用いて目印を設置し、目印の範囲内にある樹木（胸高直径 6cm 以上の樹木を対象：森林施業で立木の密度管理に使用される林分密度管理図の最低胸高直径が 6cm のため）を測定した。

測定は「森林測定 林業技士養成研修テキスト（日本森林技術協会 2004）」の毎木調査の方法に準じて行った。樹高は、超音波式樹高測定器を用いて m 単位で、胸高直径は樹木の山側の地表から高さ 1.2m 位置の直径を直径巻尺により cm 単位でそれぞれ計測した。

樹冠未到達木は樹冠上層部に達していない樹木を記録した。これは航空レーザ計測データから解析できるのは上層木のみであることから、解析で抽出できていない樹木の実態を把握するためである。

毎木調査及び ha 当たりに換算した結果を表 2-1 に示す。

表 2-1 現地調査結果一覧表

調査番号	樹種	平均 胸高 直径 (cm)	平均 樹高 (m)	プロット面積当たり			プロット 面積 (㎡)	ha当たり		
				上層木本数 (本)	全木本数 (本)	合計材積 (㎡)		ha上層木 本数(本/ha)	ha全木本数 (本/ha)	ha合計材積 (㎡/ha)
WH01	ヒノキ	28.0	19.4	21	34	13.7	265	792	1283	517
WL01	広葉樹	25.4	14.4	15	78	5.9	400	375	1950	148
WA01	針広混交林 (アカマツ)	34.7	16.9	15	45	13.0	400	375	1125	324
WKK01	針広混交林 (ヒノキ)	30.0	16.1	6	25	2.0	100	600	2500	205

2.3.2 上空からの UAV レーザ計測

(1) 計測諸元

上空からの UAV レーザ計測に使用した機材及び諸元を表 2-2、図 2-5 に示す。計測密度が 100 点/m²となるように計測諸元を決めている。設定した業務範囲は高低差が大きく、標高が低いところでは、計測密度が保てない可能性があったため、飛行高度とレーザ発射頻度をかえたコースを設定し、十分な計測ができるようにした。(図 2-6)

表 2-2 計測諸元（上空 UAV）

機材種類	名 称
UAV	SPIDER-LX8（ルーチェサーチ株式会社）
レーザスキャナ	Riegl VUX-1UAV

項目	諸元
飛行速度	4～5m/sec
対地高度	140m
レーザ発射頻度	200～400kHz
レーザスキャン角	330°
レーザスキャン頻度	毎秒 43 回転
サイドラップ率	50%
計測密度	100 点/m ²

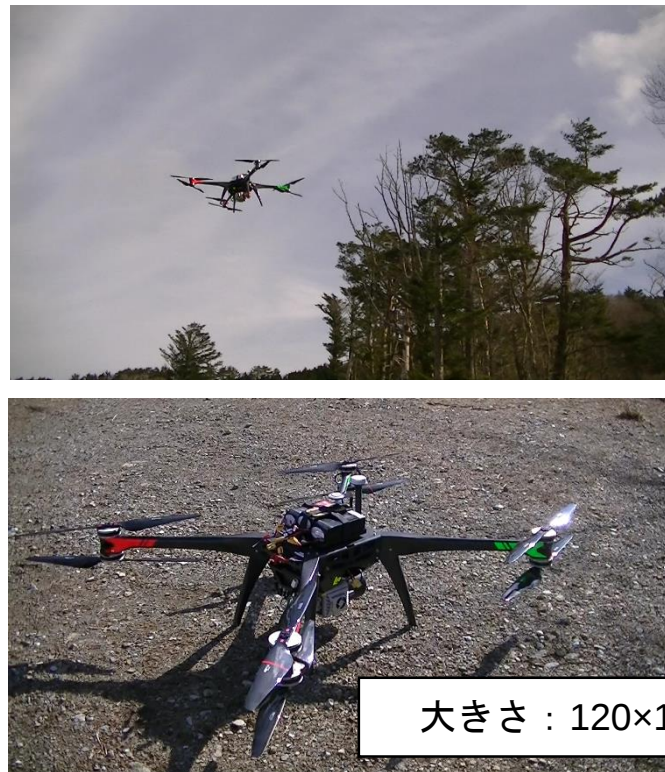


図 2-5 使用した機体

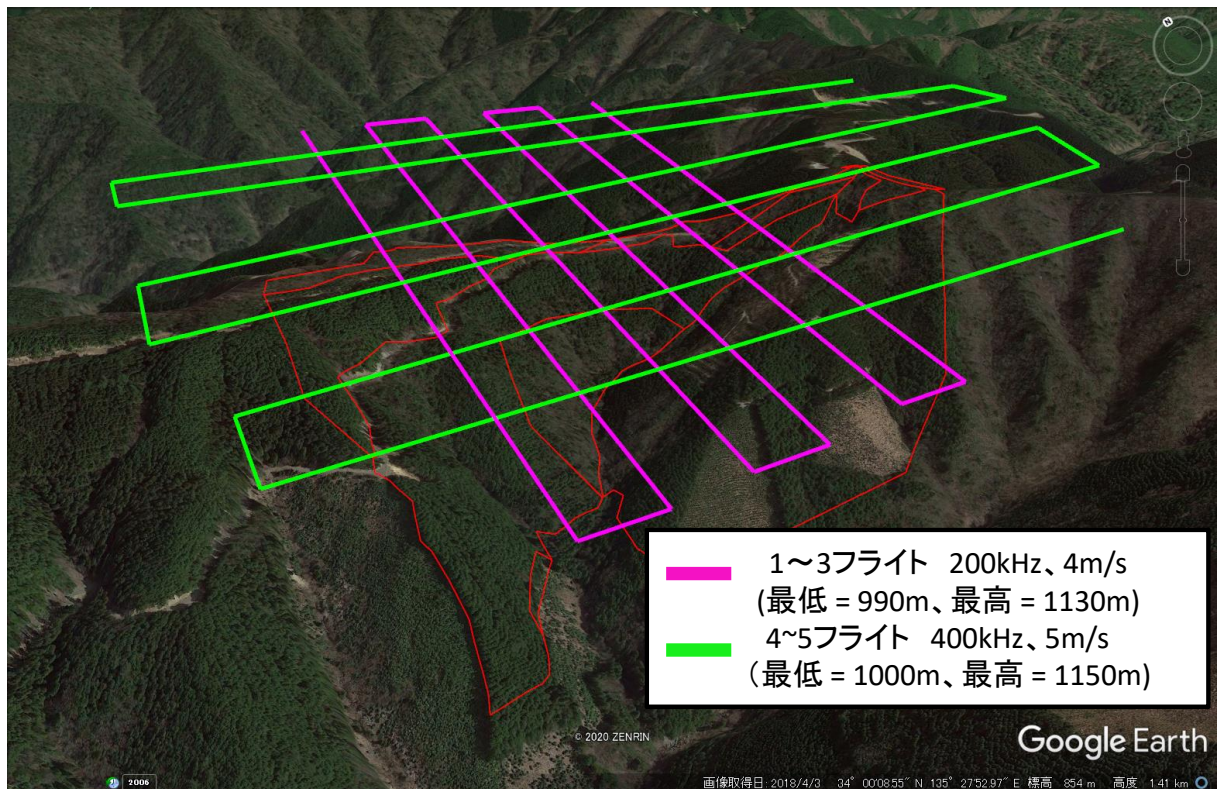


図 2-6 飛行コース図