

令和2年度

航空レーザー計測を活用した  
収穫調査実証等委託事業

報告書

令和3年3月

林野庁



## 目 次

1. 業務概要 .....	6
1.1 業務目的.....	6
1.2 履行期間.....	6
1.3 業務内容.....	6
1.4 業務対象位置 .....	1-2
1.5 業務内容.....	1-3
1.6 成果品一覧.....	1-4
2. 検討委員会の設置・運営 .....	2-1
2.1 検討委員の選定.....	2-1
2.2 検討委員会の開催と検討事項.....	2-2
3. 森林資源解析 .....	3-1
3.1 森林資源情報データの作成.....	3-2
3.1.1 樹冠高データの作成.....	3-2
3.1.2 針葉樹（ヒノキ・カラマツ）の解析方法 .....	3-5
3.1.3 現地調査結果及び精度検証・回帰分析結果 .....	3-6
3.1.4 現地調査地点 .....	3-6
3.1.5 現地調査方法.....	3-8
3.1.6 現地調査期間.....	3-12
3.1.7 現地調査結果.....	3-12
3.1.8 現地調査比較結果及び回帰分析結果 .....	3-14
4. 航空レーザ計測データを活用した収穫調査.....	4-28
4.1 収穫調査の実施.....	4-28
4.2 従来手法による収穫調査の実施 .....	4-29
4.2.1 従来法の収穫調査手法 .....	4-29
4.2.2 従来法の収穫調査結果 .....	4-30
4.3 航空レーザ手法による収穫調査の実施と精度比較.....	4-33
4.3.1 樹高と胸高直径の成長補正 .....	4-33
4.3.2 被圧木の補正 .....	4-39

4.4 搬出系統図の作成 .....	4-42
4.4.1 微地形表現図の作成 .....	4-42
4.4.2 路網現況データの作成 .....	4-44
4.4.3 傾斜区分図の作成 .....	4-46
4.4.4 搬出系統図の作成 .....	4-48
4.5 収穫調査復命書等の作成 .....	4-49
4.5.1 航空レーザによる収穫調査復命書等の作成 .....	4-49
5. 収穫調査復命書等のとりまとめ方法及び検査方法の検討 .....	5-50
5.1 収穫調査復命書等のとりまとめ項目 .....	5-50
5.1.1 関係機関ごとのとりまとめフロー .....	5-50
5.1.2 航空レーザ計測による手法でとりまとめ可能な資料について .....	5-51
5.2 収穫調査復命書等の審査項目 .....	5-52
5.2.1 審査項目と審査の視点 .....	5-52
6. 最適な作業システムの検討に向けた航空レーザの活用 .....	6-53
6.1 作業システムの区分 .....	6-53
6.1.1 区分の方法 .....	6-53
6.1.2 作業システム区分結果の現地状況 .....	6-55
6.2 採材シミュレーションによる出材量予測 .....	6-57
7. 総合考察 .....	7-60
7.1 航空レーザ計測を活用した収穫調査 .....	7-60
7.2 収穫調査復命書のとりまとめ方法及び審査方法の検討 .....	7-60
7.3 最適な作業システムの検討に向けた航空レーザの活用 .....	7-61
8. 事業範囲内の森林資源全体解析 .....	8-62
8.1 林相区分図の作成 .....	8-62
8.1.1 林相識別図の作成 .....	8-63
8.1.2 林相判読 .....	8-67
8.1.3 林相判読結果（林相区分図） .....	8-70
8.1.4 森林資源解析の結果 .....	8-72
8.2 GIS 情報の整備 .....	8-93
8.2.1 単木情報の整備 .....	8-93
8.2.2 GIS データ取りまとめ .....	8-94

## 資料編

- 資料 1 検討委員会議事要旨
- 資料 2 毎木調査集計表
- 資料 3 立木材積計算書
- 資料 4 調査野帳
- 資料 5 搬出系統図および位置図

# 1. 業務概要

## 1.1 業務目的

国有林野事業では、森林の多面的機能を持続に発揮させるため、林分の状況や立地条件などに応じて必要な間伐を実施し、適切かつ効率的な施業を推進している。このような中、限られたマンパワーに対応しつつ、収穫調査を効率的かつ適切に実施していくことが重要な課題となっている。

「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、航空機によるレーザ計測技術を立木の調査に活用することで、調査の効率化を図りつつ、一定の精度で単木及び林分材積を推定できる可能性が示された。

本事業は、令和元年度事業で検証した航空レーザによる収穫調査手法を実際に国有林野事業に導入して製品生産箇所の調査結果報告書を作成するとともに、国有林野事業における航空レーザ計測技術の活用について追加の検討を行った。

## 1.2 履行期間

自) 令和2年10月1日

至) 令和3年3月4日

## 1.3 業務内容

- (1) 検討委員会の設置・運営
  - ① 検討委員会の設置・運営
  - ② 議事録の作成
- (2) 航空レーザ計測データを活用した収穫調査
  - ① 森林資源解析
  - ② 収穫調査
  - ③ 調査結果報告書の作成
- (3) 収穫調査復命書や調査結果報告書の検査方法の検討
  - ① データ作成精度および検査基準の検討
  - ② データ作成および検査のマニュアル作成
- (4) 最適な作業システムの検討に向けた航空レーザの活用
  - ① 作業システムの評価および検討
  - ② 採材シミュレーションによる出材量予測
- (5) 取りまとめ
  - ① 事業報告書の作成

## 1.4 業務対象位置

事業対象区域は、以下に示す木曾森林管理署管内の針葉樹人工林を対象とする。対象範囲を図 1-1 に示す。対象区域のうち、4,438ha を対象に本事業を実施した。なお、林相区分図作成および森林資源全体解析は小班全体を対象に実施した。

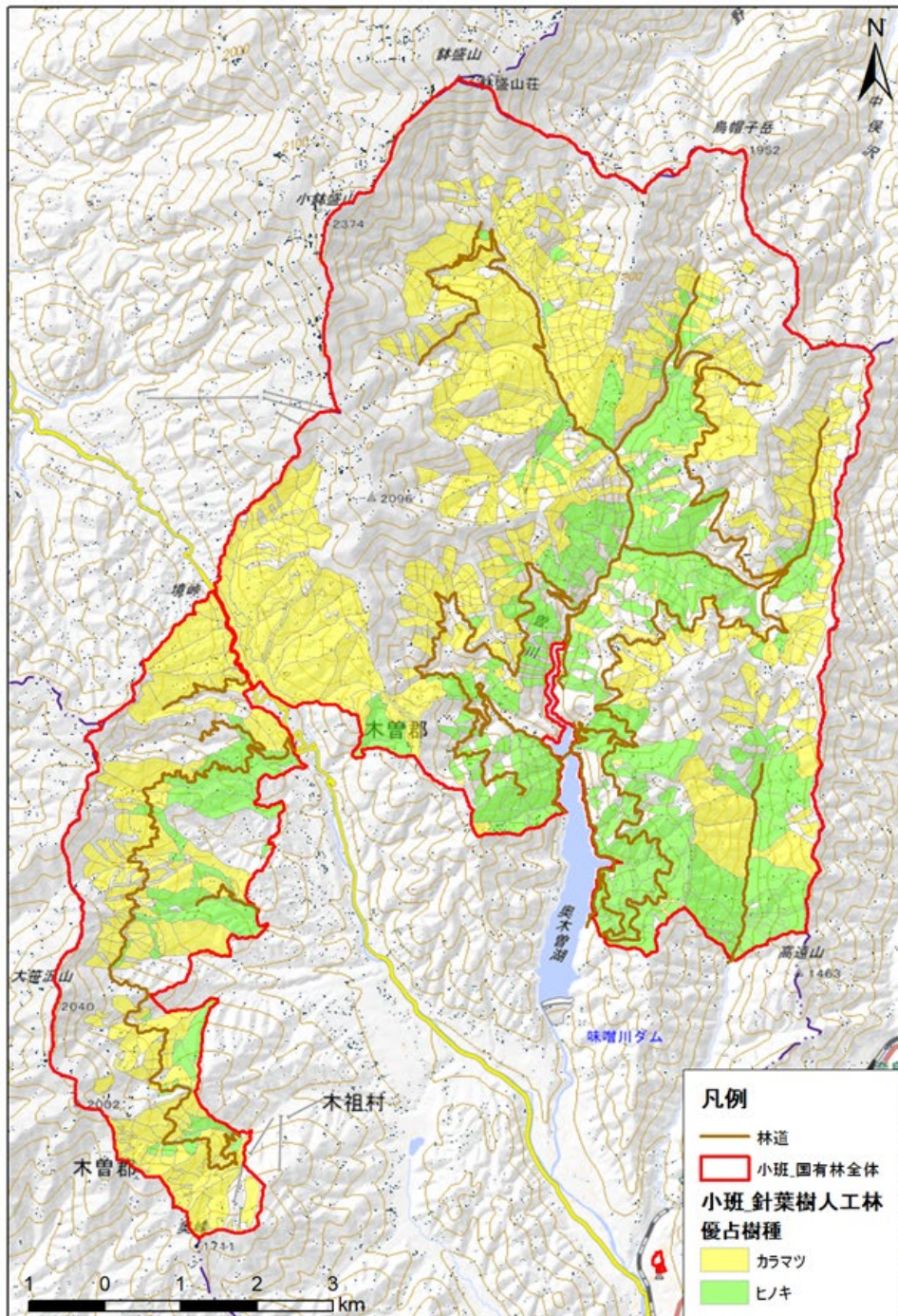


図 1-1 業務対象区域 位置図

## 1.5 業務内容

本業務の内容は、以下のとおりである。業務フローを図 1-2に示す。

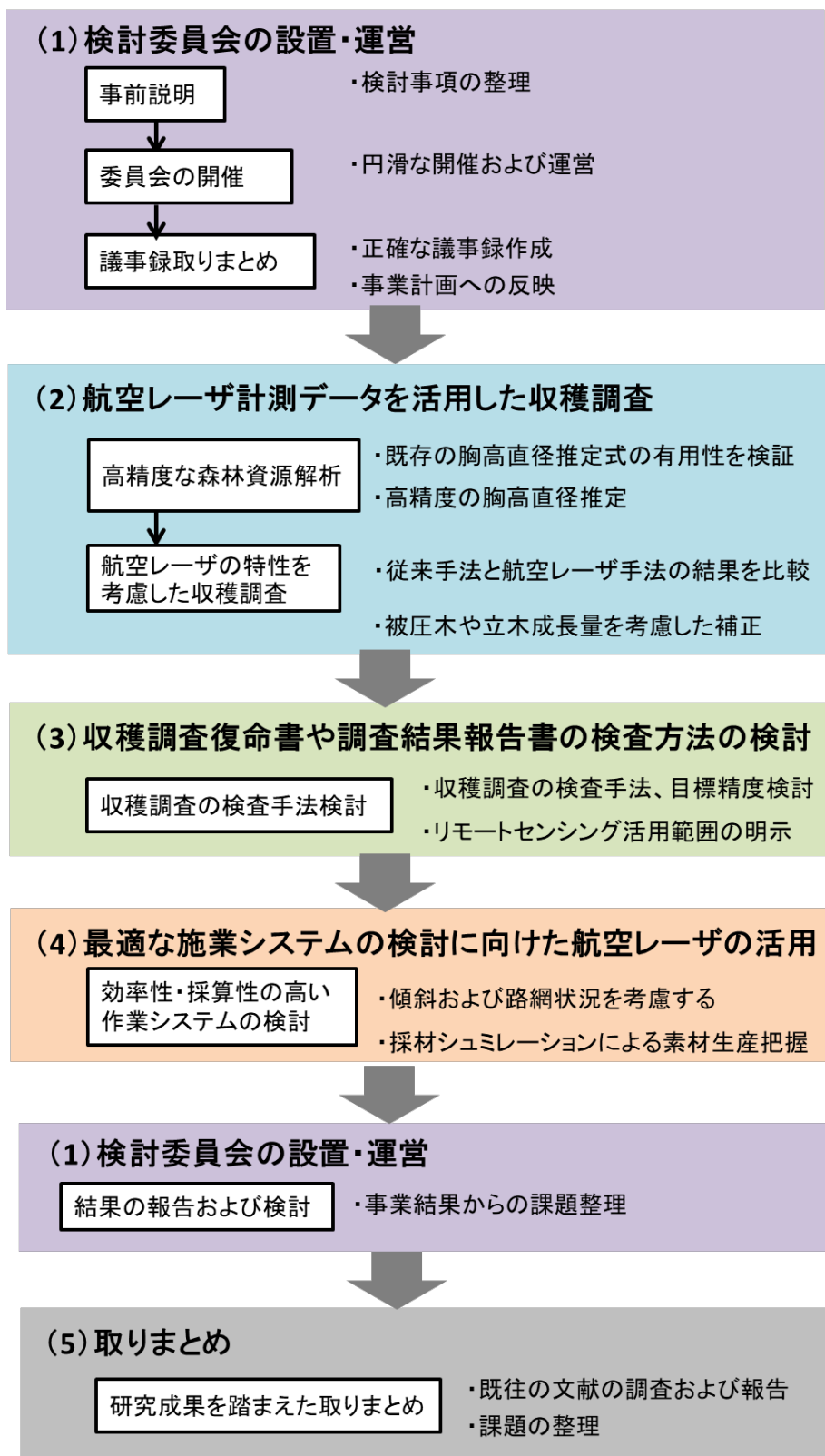


図 1-2 業務フロー



## 1.6 成果品一覧

- (1) 検討委員会
  - ① 検討委員会議事録 (Word、PDF 形式)
- (2) 森林資源量解析
  - ① 樹種区分図データ (shape 形式)
  - ② 単木資源情報データ (shape 形式)
  - ③ 小班林相資源情報データ (shape 形式)
  - ④ 小班資源情報データ (shape 形式)
  - ⑤ 森林資源情報一覧(Excel、PDF 形式)
  - ⑥ 収穫調査結果 (Word、PDF 形式)
- (3) 収穫調査復命書等の検査方法の検討
  - ① 提出成果様式一覧 (Word、PDF 形式)
  - ② 復命書作成マニュアル (Word、PDF 形式)
  - ③ データ取り扱いマニュアル (Word、PDF 形式)
- (4) 最適な作業システムの検討に向けた航空レーザの活用
  - ① 収益性評価区分図 (shape、PDF 形式)
  - ② 採材シミュレーション結果一覧 (Excel、PDF 形式)
- (5) 事業報告書 (Word、PDF 形式)
- (6) 打合せ記録簿 (Word、PDF 形式)

## 2. 検討委員会の設置・運営

### 2.1 検討委員の選定

委員は、本事業の適切な運営に向けた技術的指導及び助言を行うことができる、森林経営及びリモートセンシング技術等に関する学識経験者等がバランスよく含まれるように配慮し、4名を選定した。検討委員会委員を表 2.1 に示す。検討委員会では森林経営や森林リモートセンシングについて検討することから、森林経営や森林計画、森林リモートセンシングやリモートセンシング技術の活用について研究・実績のある有識者へ委嘱した。

表 2.1 本事業の検討委員

氏名	所属	専門分野	最近の研究成果
かとうまさひと 加藤 正人	信州大学 先鋭領域研究融合群 山岳科学研究所 教授	森林計画学・森林計測学・森林科学・レーザーセンシング・森林リモートセンシング・森林GIS	加藤正人, 張桂安他 (2018) ドローンと航空レーザを組み合わせた間伐前と間伐後の森林資源調査. 日本森林学会大会発表データベース, 129 (0) , 76, 2018
にしぞのともひろ 西園 朋広	国立研究開発法人 森林総合研究所 森林管理研究領域 チーム長(資源動態担当)	ICT 技術 (リモートセンシング技術による資源解析)	細田和男, 西園朋広他 (2016) 小型のデジタルステレオカメラによる胸高直径や樹間距離の測定精度. 関東森林研究 67 155-156 2016年3月
かのまたひでさと 鹿又 秀聡	国立研究開発法人 森林総合研究所 林業システム研究室	ICT 技術 (GIS による林業システム)	鹿又秀聡 (2017), 森林 GIS のクラウド化に関する現状と展望 林業経済, Vol. 70, No. 7, p. 11-27.
まつおかまさゆき 松岡 真如	高知大学 教育研究部 自然科学系農学部門 准教授	ICT 技術 (UAV、GNSS を活用した森林調査)	宮本和樹, 松岡真如 他 (2015) 四国地方の高齢級ヒノキ・カラマツ人工林における個体間競争が植栽木の成長に及ぼす影響 日本森林学会誌 97(4) 171-181 2015年

## 2.2 検討委員会の開催と検討事項

検討委員会は表 2.2 に示す日程と検討事項で 2 回開催した。月に開催し、委員からの意見を聴取し、技術的指導及び助言を受け、事業の方向性を定めた。また、令和 3 年 2 月に委員会を開催し、調査状況やとりまとめ状況等について、委員からの意見を聴取し、事業報告書に反映した。なお、検討内容は資料編に検討委員会議事録要旨として取りまとめた。

表 2.2 検討委員会の開催日程と検討事項

日程	検討事項
令和 2 年 11 月 27 日	(1) 森林資源解析の手法に関する検討 ①胸高直径推定回帰式の作成手法について ②現地調査の実施 ③求められる精度について (2) 収穫調査の手法に関する検討 ①調査対象地について ②収穫調査の手法について ③被圧木および立木成長量に関する補正について (3) 第 2 回検討委員会の検討予定事項
令和 3 年 2 月 12 日	(1) 森林資源解析の精度について ①レーザ解析の精度検証結果 ②成長量の補正 (2) 収穫調査の結果について ①調査対象地の資源情報 ②被圧木の本数及び材積の補正について (3) 復命書の取りまとめ方法及び検査手法について (4) 最適な作業システムの検討に向けた航空レーザの活用について