



奈良井国有林での収穫調査の ICTドローン活用

林野庁 中部森林管理局
中信森林管理署 岩塚 伸人

中部森林管理局の概要



中部森林管理局は、富山県、長野県、岐阜県、愛知県の4県にまたがる国有林を管理しています。国有林の管轄面積は65万6千haにおよび、太平洋側の海岸縁から「日本の屋根」と言われる日本アルプスの山岳地帯まで分布し、その多くは地形が急峻な脊梁山脈や河川の源流域に分布しています。

中信森林管理署の概要

中信森林管理署は長野県の中西部に位置し、4市1町8村からなる「中信地方」と呼ばれる区域に10万2千haの国有林を管轄しています。

国有林の流域森林面積に占める割合43%で、そのほとんどが日本の屋根といわれる北アルプス地域(93%)に存在し、我が国を代表する優れた山岳景観地となっており、特に第1回「山の日」のイベントが開催された上高地を管理しています。







背景 1

航空レーザやUAV(ドローン)による上空からの効率的森林資源把握への期待

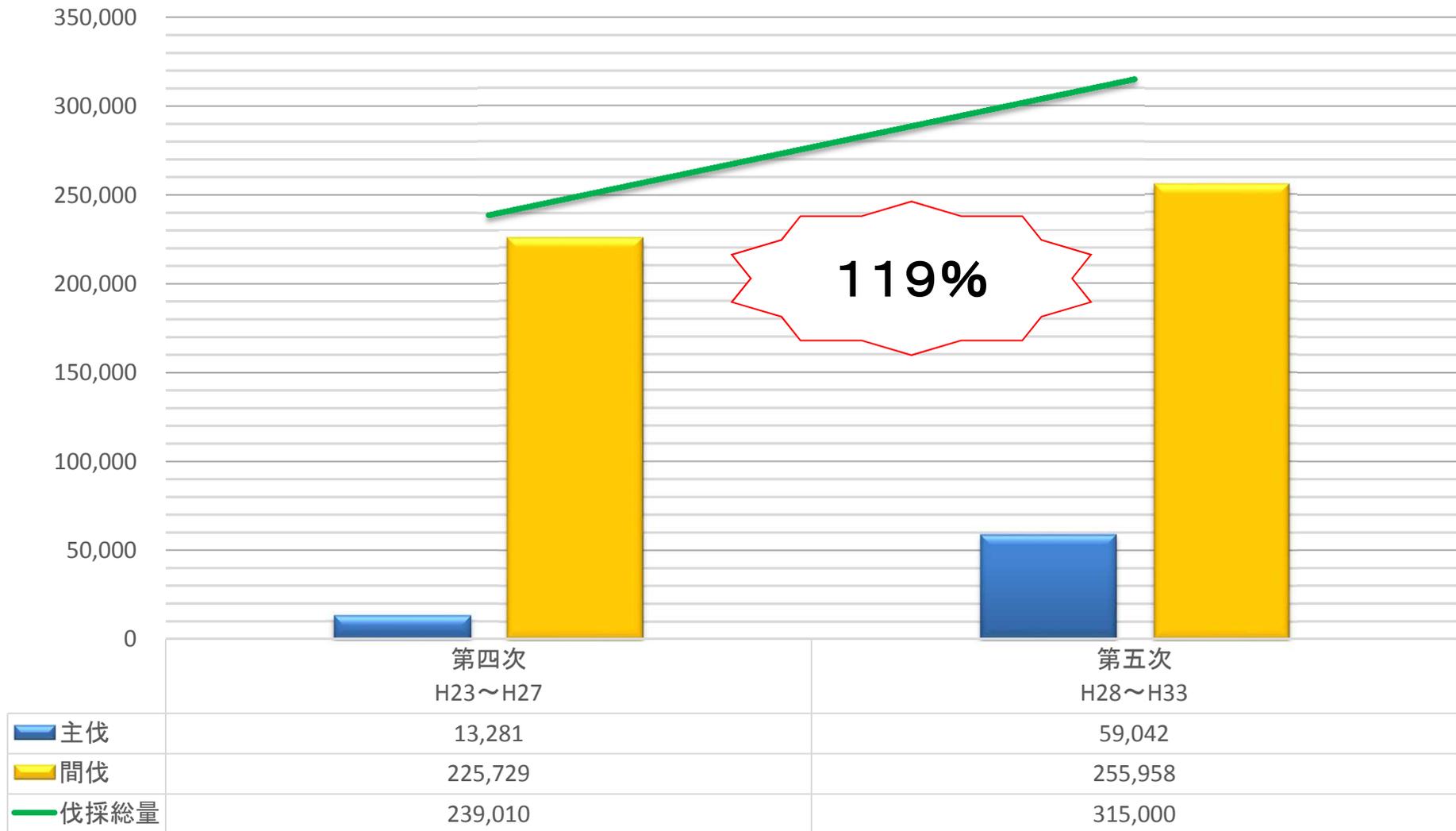


背景 2

利用可能な森林資源の増加にともなう伐採総量の増加



伐採総量の増加



※臨時伐採量は主伐に含まれる。

■主伐 ■間伐 —伐採総量

(単位:m3)

背景 3

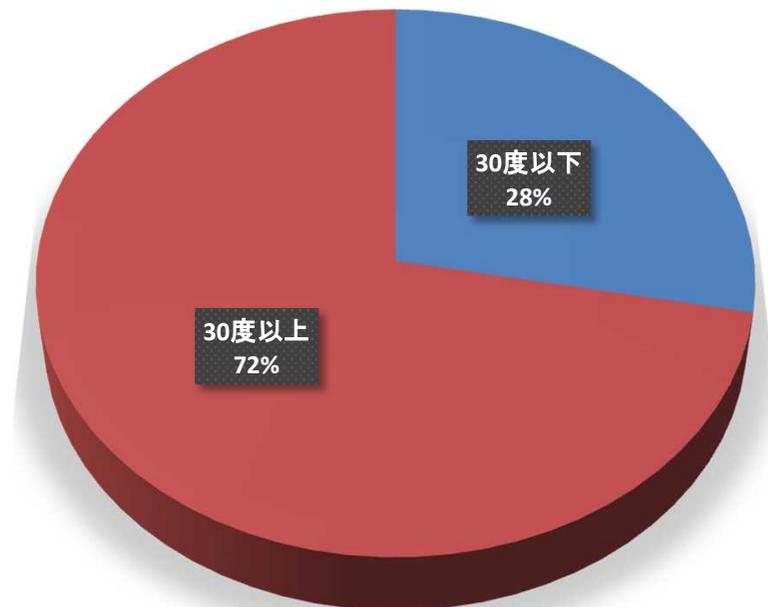
急傾斜地及び笹の密度が高い場所での収穫調査
業務の効率の向上及び省力化の検討



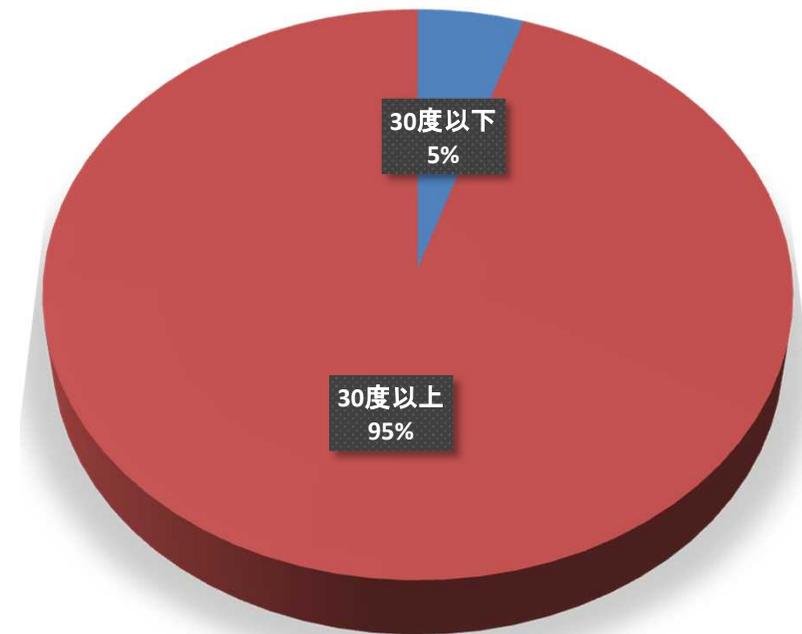
傾斜地(30度以上)の森林の割合

全体の**90%**が30度以上の急傾斜地

人工林



天然林



急傾斜地での収穫調査状況



笹の密度が高い箇所での収穫調査状況



背景 4

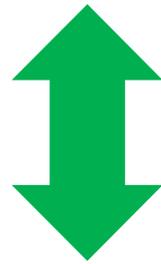
中信森林管理署が管理するドローンの活用方法の検討

マルチコプター700



ドローンの有効活用

(中信森林管理署)



ドローンレーザの調査箇所を検討

(信州大学山岳科学研究所)

背景 5

信州大学との連携・協力に関する協定の締結



協定の締結

- 1 中部森林管理局と信州大学との連携と協力に関する協定
中部森林管理局 信州大学農学部
- 2 林野庁中信森林管理署と国立大学法人信州大学先鋭領域融合研究群
山岳科学研究所との連携・協力に関する協定
中信森林管理署 信州大学山岳科学研究所
- 3 レーザセンシング情報を使用した継続的なスマート精密林業の開発に関する覚書
信州大学 アジア航測株式会社 北信州森林組合 中信森林管理署
長野県 長野県森林組合連合会
- 4 森林・林業及び木材利用に関する研究・技術開発等における連携と協力に関する協定
中信森林管理局 信州大学農学部 森林総合研究所

背景 6

革新的技術開発・緊急展開事業において「レーザーセンシング情報を使用した持続的なスマート精密林業の開発」が採択

革新的技術開発・緊急展開事業
(地域戦略プロ)キックオフシンポジウム
レーザーセンシング情報を使用した持続的なスマート精密林業の開発

入場無料
事前申込必要

12月8日(木)
13:30-16:30
会場:松本市 信州大学旭会館
3階大会議室
定員:100名

【プログラム】
挨拶
信州大学長 濱田 州博
国立研究開発法人農研機構
生研支援センター所長 平野 統三
革新的技術開発事業 林業分野体系PO
森林総合研究所理事(研究担当) 田中 浩

プロジェクトの概要
山岳科学研究所 教授 加藤 正人

スマート精密林業コンソーシアム 地域プロ「長野モデル」の開発

- ① 航空レーザー解析による単木森林管理
アジア航測株式会社 社長 小川 紀一朗
- ② 精密林業による作業省力化
北信州森林組合 業務課長 堀澤 正彦
- ③ 国有林における精密林業への期待
中信森林管理署 署長 中野 亨
- ④ 長野県民有林における精密林業への期待
長野県庁林務部 林務技監兼信州の木活用課長 山崎 明

世界の研究最前線 欧州の森林レーザーセンシング
信州大学客員教授(フィンランド最先端レーザー研究所) Xinlian Liang

閉会の挨拶
山岳科学研究所 所長 泉山 茂之

【お問い合わせ・申し込み先】
〒390-8621
長野県松本市旭 3-1-1
国立大学法人 信州大学
LSキックオフシンポジウム事務局
電話 0265-77-1504
E-mail
lksymposium@gmail.com

【懇親会・上記申し込み】
17:30-20:00
ソレリユ 4500円
事前申し込み制

主催 信州大学、信州大学先鋭領域融合研究群山岳科学研究所 協力 コマツ(株式会社小松製作所)
共催 長野県、中部森林管理局、長野県森林組合連合会、アジア航測株式会社

目的

平成28年度

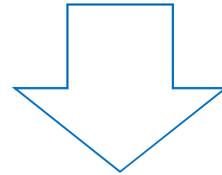
ドローンレーザ計測の精度の検証

→毎木調査との比較

平成29年度

ドローンレーザ計測による定性間伐の選木の検証

→現地調査による間伐木の比較



- ①ドローンレーザ計測による収穫調査業務の効率化及び省力化
- ②「レーザセンシング情報を使用した持続的なスマート精密林業の開発

奈良井国有林



塩尻市の空中写真

調査地

森林環境保全整備事業(市場化テスト)

事業期間(3年間)

自 平成28年9月13日

至 平成31年1月25日

面積 128.57ha

資材量 15,315m³

調査地

平成29年度 奈良井国有林1542い林小班

平成30年度 奈良井国有林1537い林小班



使用機材・ソフトウェア

使用機材

- UAV(enroute社)
- レーザスキャナ (YellowScan)
- 地上レーザ (FARO Laser Scanner Focus3D X 130)
(※平成29年度のみ使用)

ソフトウェア

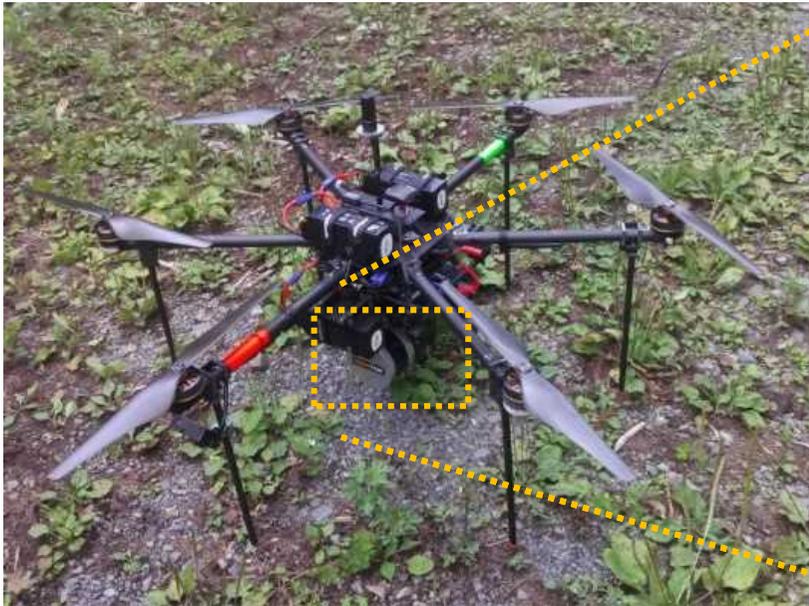
平成28年度

- ArcGIS10.4.0
- ENVI LiDAR5.3
- MATLAB
- PhotoScan

平成29年度

- ArcGIS10.4.1
- ENVI LiDAR5.3
- MATLAB
- SCENE 5.2
- Digital Forest

使用機材



UAV(enRoute社)



レーザスキャナ(YellowScan社)

協力:株式会社Ace-1社

使用機材(地上レーザー)

地上レーザー(TLS; Terrestrial Laser Scanner)

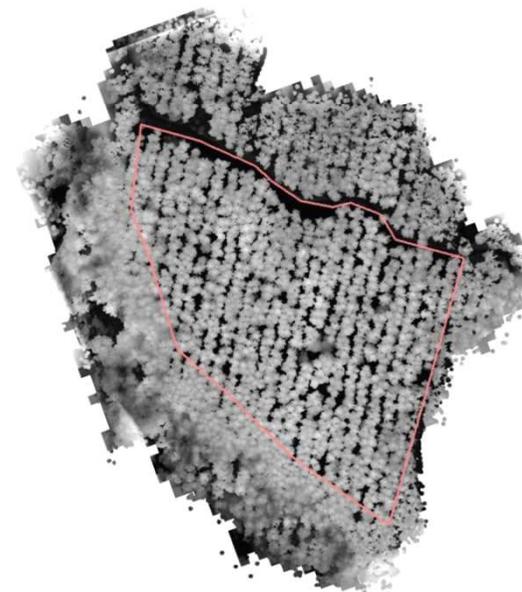
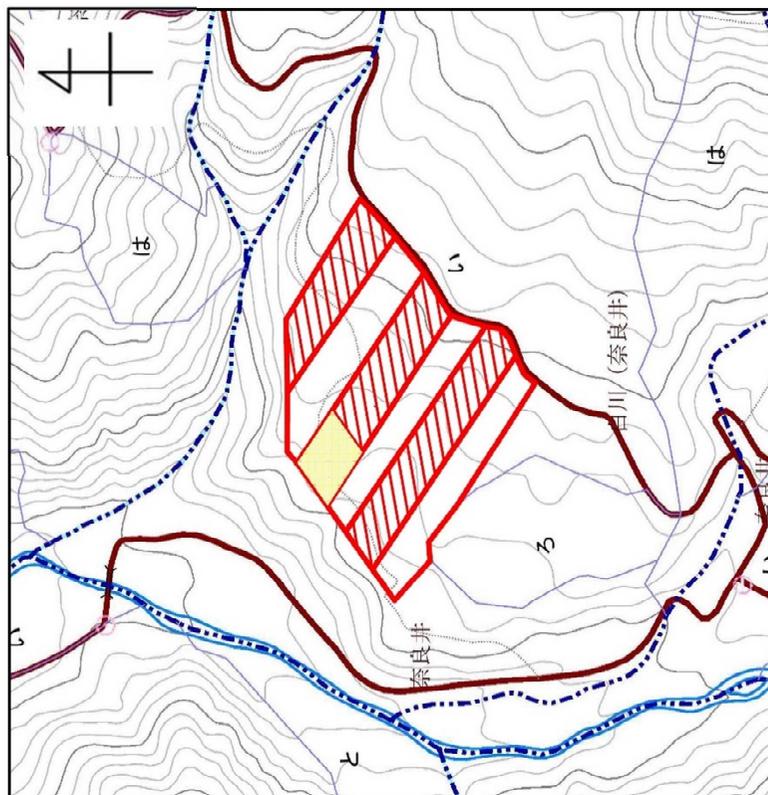
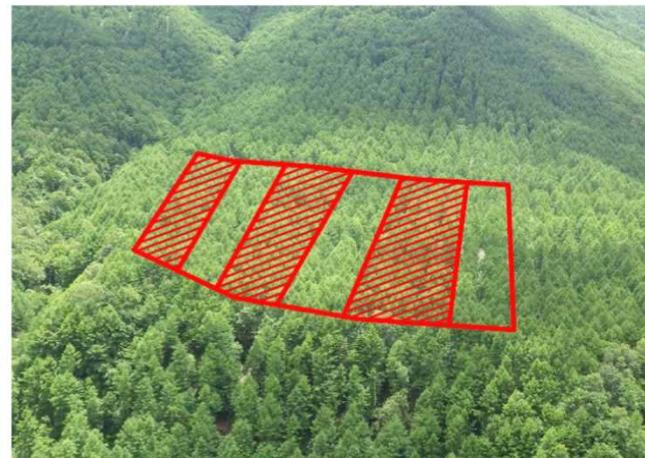
- レーザ光を地表から全方位に照射して、物体や地面の反射光の到達時間と方向を記録する機器
- 得られたレーザー点群データをソフトウェアにより3Dの単木情報(立木位置、DBH、細り)を抽出できる



FARO Laser Scanner Focus3D X 130

調査地(平成28年度)

奈良井国有林1542い林小班
樹種 人工林カラマツ
林令 63年生
伐採方法 帯状皆伐(誘導伐)
伐採面積 4.44haのうち2.37ha



現地調査 プロットサイズ: 30m × 70m(伐採面積の10%)



収穫前の現地調査

【調査項目と方法】

- 立木位置
- 樹種: カラマツ、広葉樹(少)
- DBH: 直径割巻尺
- 樹高(標準木)



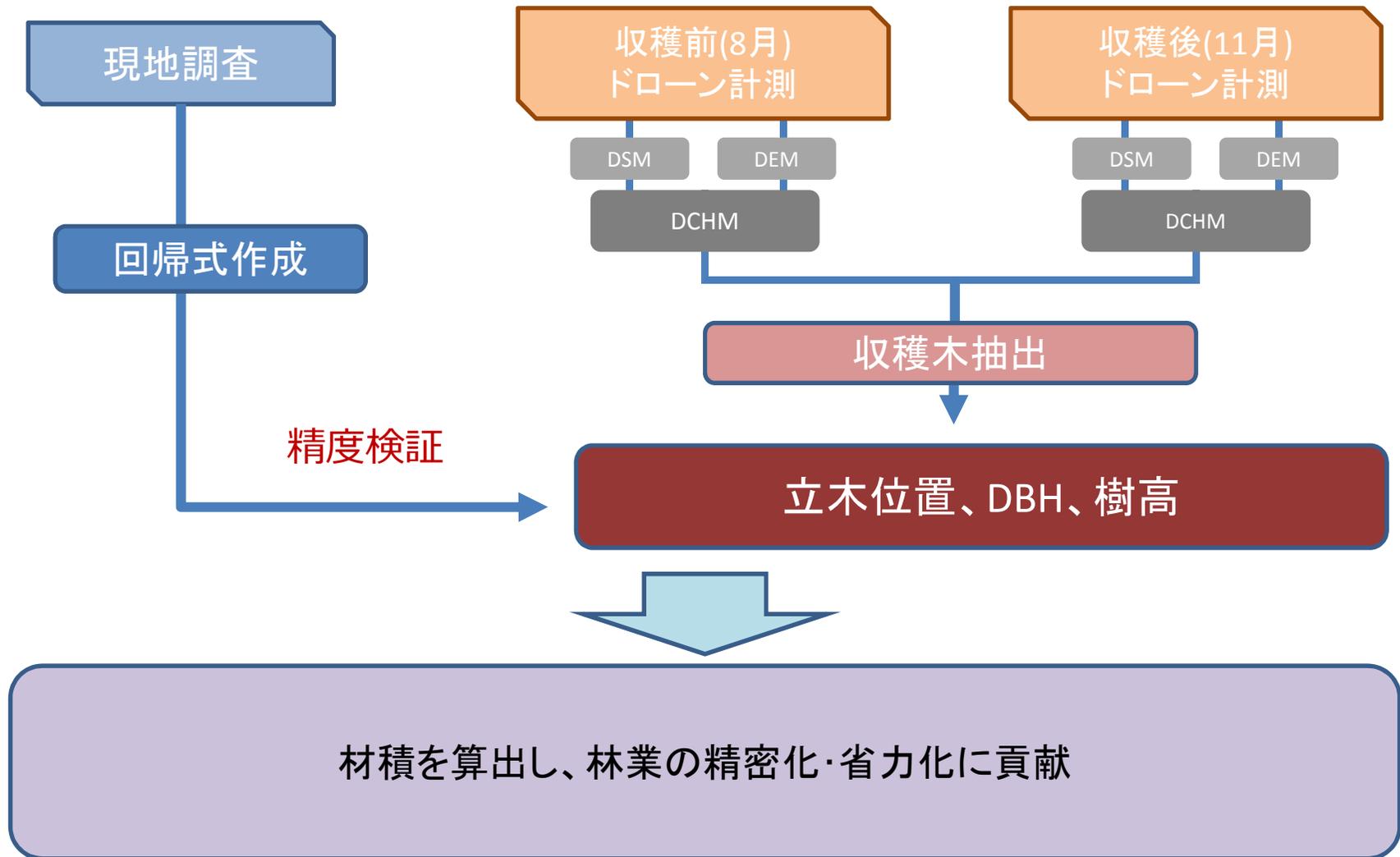
伐倒後の現地調査

【調査項目と方法】

- 樹高: 伐倒したものをメジャーで実測

調査の流れ

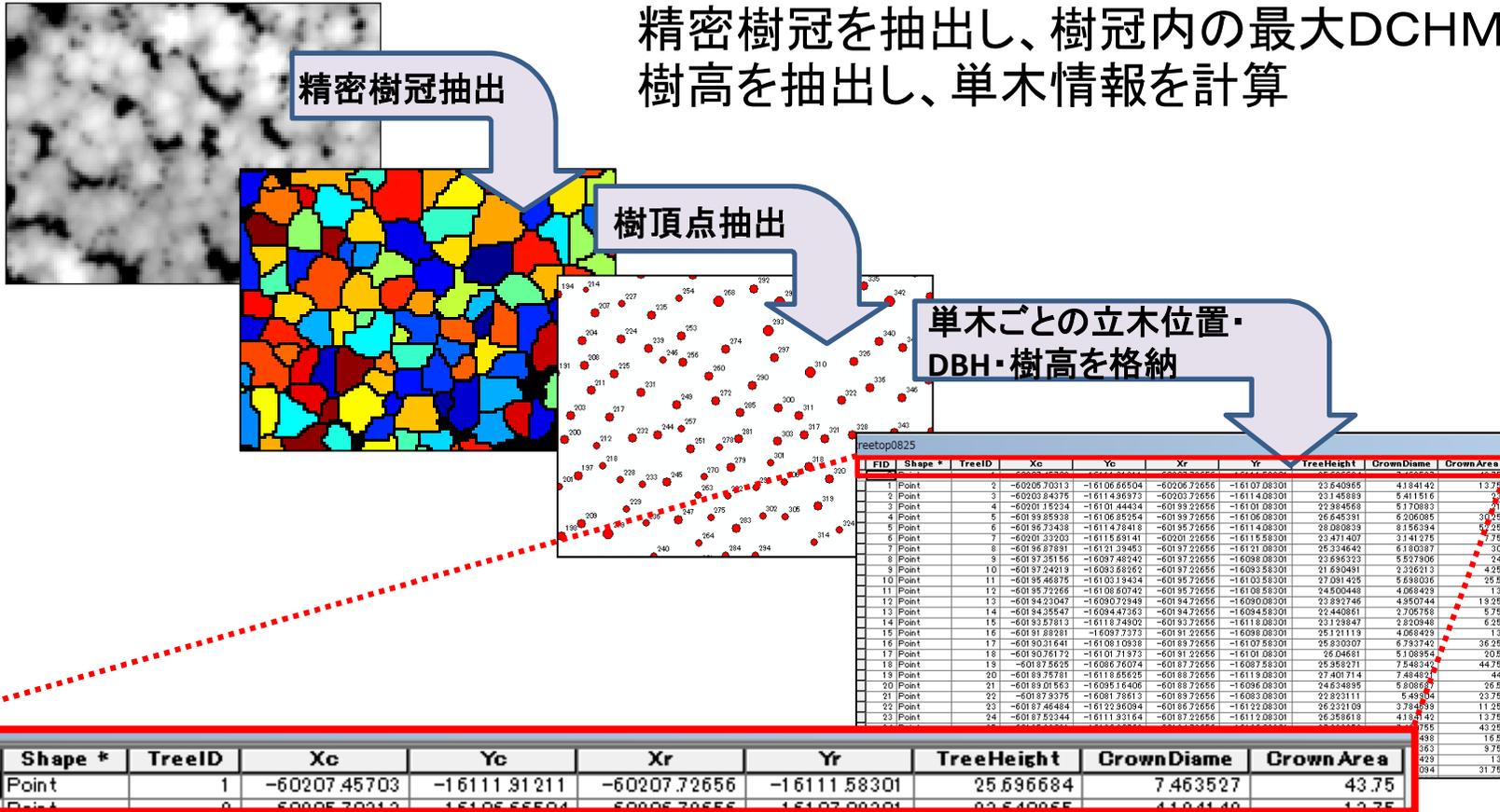
DSM(標高+樹木)
DEM(標高)
DCHM(樹木)
DBH(径級)



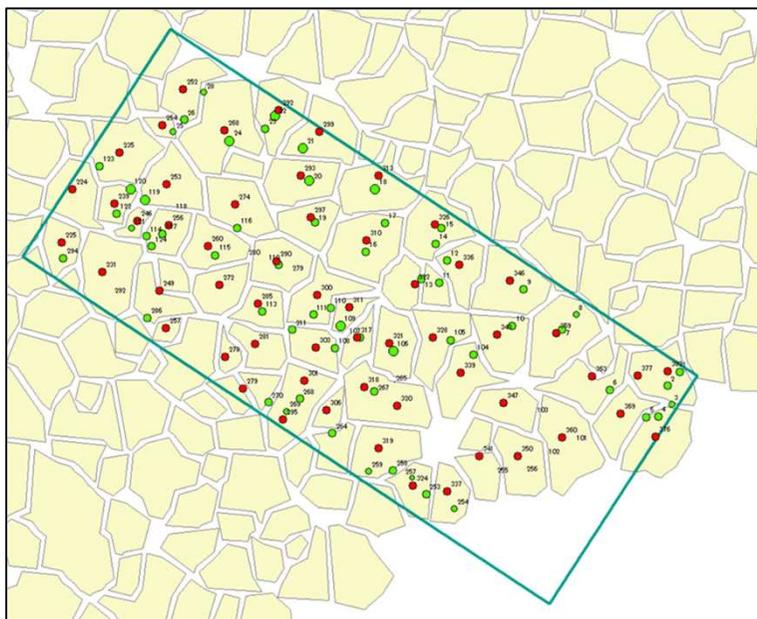
精密樹冠・樹高抽出・材積計算

ITD法 (Individual Tree Detection)

精密樹冠を抽出し、樹冠内の最大DCHMから樹高を抽出し、単木情報を計算



立木位置と本数



精密樹冠上に2種の立木位置を表示

- ...毎木調査立木
- ...ドローン検出立木

プロット: 30m × 70m
現地調査: 70本
ドローン検出立木: 57本

ドローン単木検出率: **81%**

- 上層木と中層木、孤立木をすべて検出
- 未検出木(19%)は被圧木と集団内中層木



DBH・樹高・材積

		現地調査	UAV
DBH(cm)	平均	33.4	33.6
	最小	10.2	25.5
	最大	54.5	45.0
樹高(m)	平均	25.5	25.5
	最小	16.1	20.0
	最大	30.4	31.6
材積(m ³)	平均	1.2	1.1
	最小	0.1	0.5
	最大	2.7	2.3
DBHの誤差	平均	-0.369	
	最小	-19.599	
	最大	15.877	
樹高の誤差	平均	-0.004	
	最小	-5.598	
	最大	6.716	

プロット (30m×70m) の比較結果

① DBH : 0.2mm

② 樹高 : 一致 ドローンが高精度

③ 林分材積

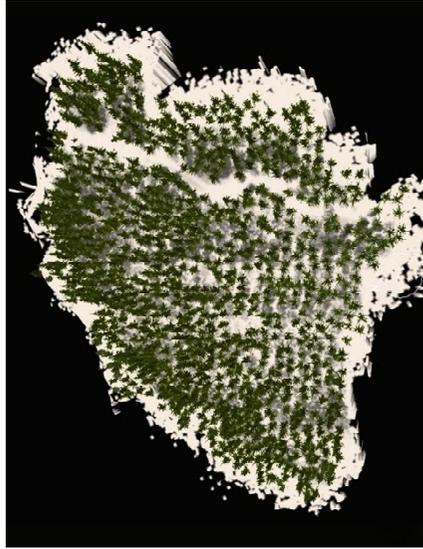
・現地調査 : 82.3m³ (392m³/ha)

・ドローン : 73.5m³ (350m³/ha)

ドローン材積検出率 89%

伐採前後の比較

伐採前



伐採後



3Dモデル

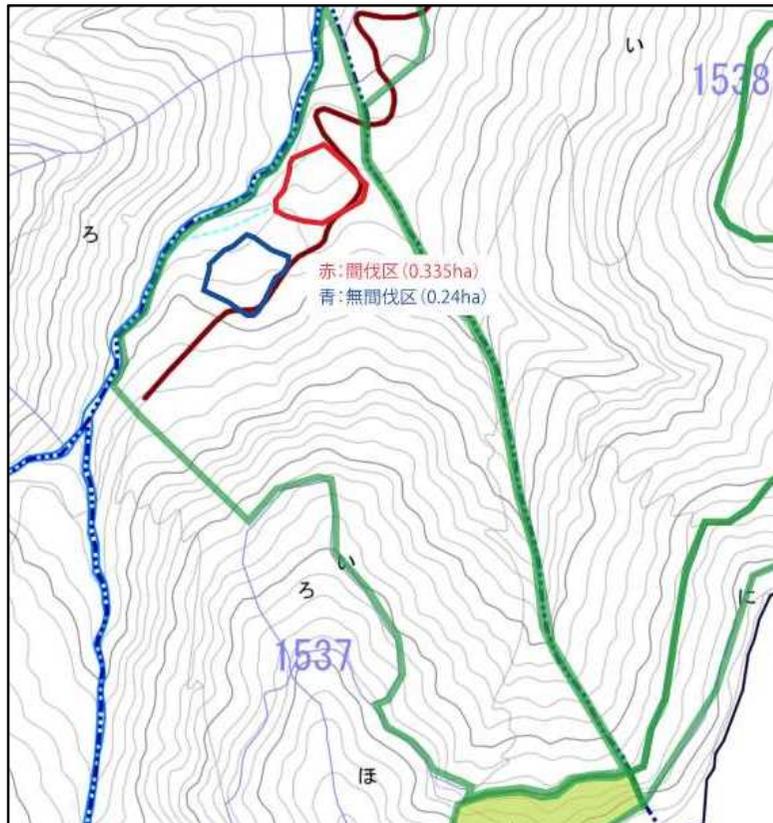


現地写真



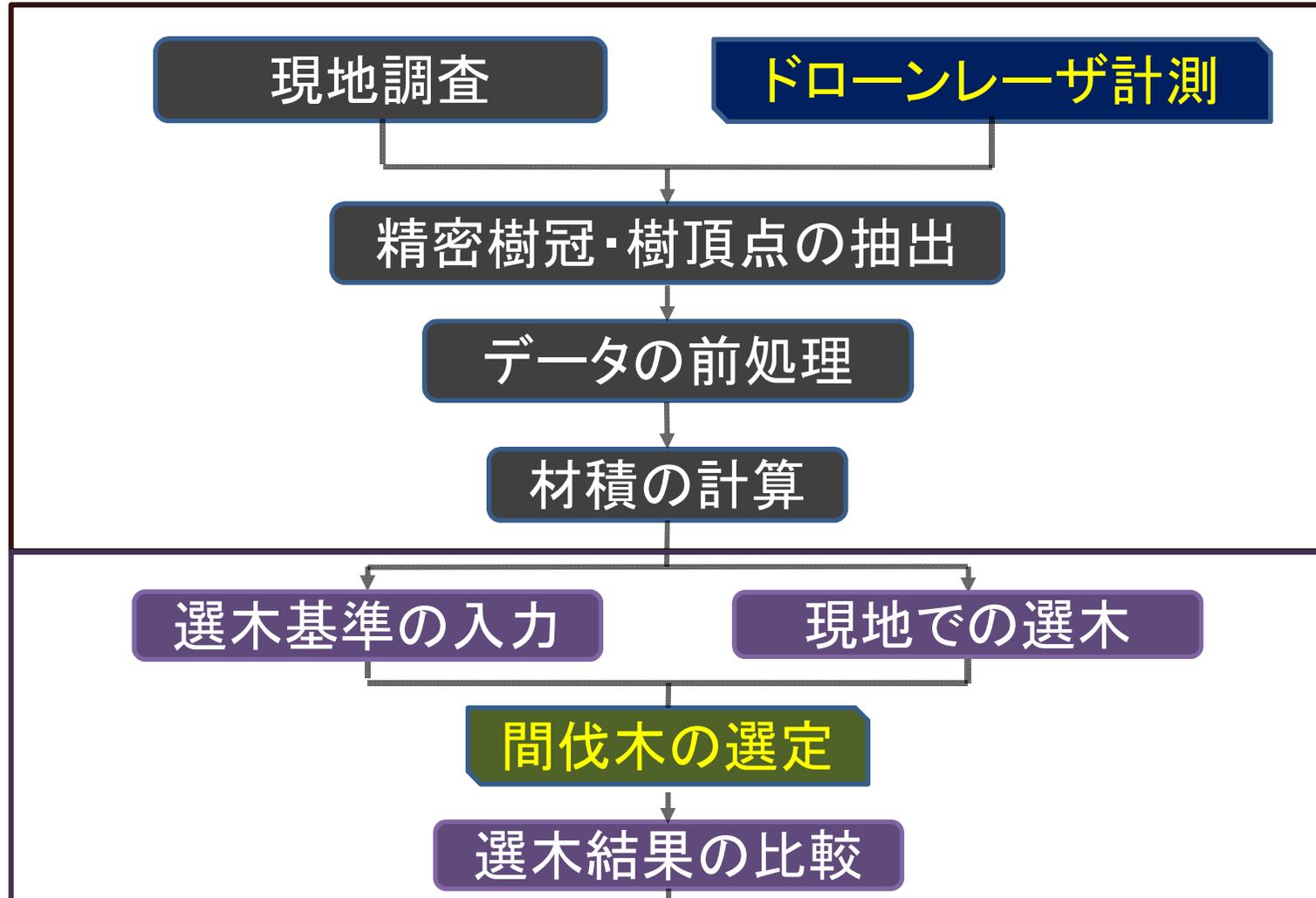
調査地(平成29年度)

奈良井国有林1537い林小班
樹種 人工林カラマツ
林令 51年生
伐採方法 保育間伐(列状間伐)
伐採面積 14.72ha



調査の流れ

精密な森林資源把握



定性間伐

間伐後ドローンレーザ計測

間伐木の確認・検査業務への応用

間伐の精度検証

全体

	現地調査	ドローン レーザ計測	検出率	DBH誤差
材積	117.9 m ³	112.7 m ³	96 %	
間伐区 本数	286 本	206 本	72 %	
平均DBH	22.6 cm	24.3 cm		1.7 cm

上層木(被圧木を除いた場合)

	現地調査	ドローン レーザ計測	検出率	DBH誤差
材積	110.1 m ³	112.7 m ³	102 %	
間伐区 本数	238 本	206 本	87 %	
平均DBH	24 cm	24.3 cm		0.3 cm

立木位置図

ドローンレーザ計測



現地調査



選木基準

被圧木を考えない場合

- 1 材積35%
- 2 本数40%
- 3 樹木の間隔距離
(立木密度)
- 4 傾斜度(急斜面避ける)
- 5 頻度分布

被圧木を考えた場合

- 1 材積25%
- 2 本数20%
- 3 樹木の間隔距離
(立木密度)
- 4 傾斜度(急斜面避ける)
- 5 頻度分布

選木結果

ドローンレーザー計測(選木プログラム)による間伐

	伐採区	間伐木	間伐率
材積	117.9 m ³	37.54 m ³	31.8 %
本数	286 本	129 本	45.1 %

※判別できない被圧木等はすべて間伐対象とする。

現地調査による間伐

	伐採区	間伐木	間伐率
材積	117.9 m ³	32.18 m ³	27.3 %
本数	286 本	92 本	32.2 %





間伐結果

間伐前



間伐後



ドローンレーザ計測による 収穫調査等への実用化について

- ① 森林調査簿等の基礎データの整備
- ② 収穫調査への活用
 - ◆ 急傾斜や笹の密度が高い場所で収穫調査が容易
 - ◆ 計測データ及び選木プログラムによる伐採木の選木が可能
- ③ 樹幹解析画像(3D)の活用
 - ◆ 伐採後のイメージを表示することができる
 - ◆ 伐採方法に制約を受ける森林の検討ができる
 - ◆ 針広混交林化を図る林分における伐採木の検討ができる
 - ◆ 集材方法の検討ができる
- ④ 林道、治山の設計への支援
 - ◆ 横断面や微地形の把握による設計の支援
 - ◆ 災害及び緊急時における対応及びデータの収集

おわりに

2年間の調査研究により

- ドローンレーザ計測による森林資源把握及び間伐木の選定の可能性を確認
- 森林林業分野において、航空レーザ、UAV搭載レーザを目的や規模に合わせて活用することにより様々な効果が期待
- 信州大学と連携し、フィールド提供等を通してICT技術による森林林業への推進
- 関係機関と連携し、新たな林業モデルの構築
- 国有林材を安定的に供給していくためには、森林資源量をしっかりと把握することが必要

ご静聴有り難うございました。