

資料編

報告会資料

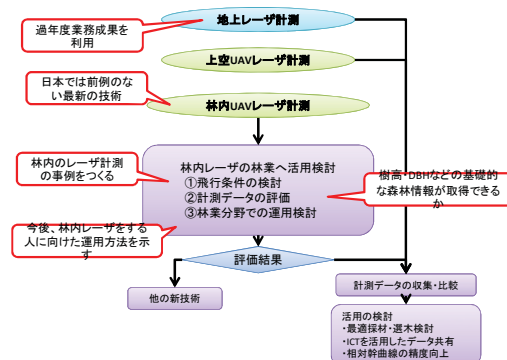
令和元年度 森林資源情報技術実証事業（国有林） 事業報告

2020年2月26日
アジア航測株式会社

事業の概要

林業成長産業化地域の国有林において、
効率的な資源管理や木材生産に必要なICT
を活用した森林資源情報の整備技術等を実証し、
その成果について地域内の関係者と共有すること
を目的とする

事業の概要



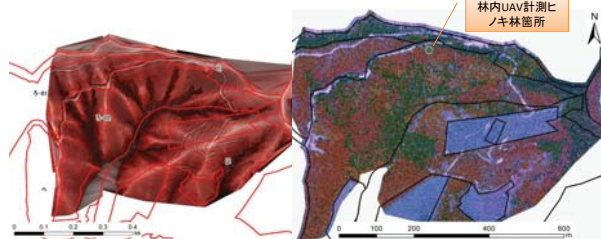
なぜ林内UAV計測なのか

- 地上レーザを活用した計測により単木での樹幹形状の計測や3次元化による可視化での森林資源情報の把握ができるようになった
→一方で人が林内に入って調査を行うことは従来のまま、また、計測できる面積も限られる
- 非GPS環境下でもUAV飛行が可能な技術が出てきた
→林内でのUAV飛行も可能に
→人が林内に入らずともより効率的に単木での森林資源情報を把握できないか
- どんな森林ならできるのか？精度や効率性はどうか？
→林内UAVレーザ計測の可能性を検証したい

事業地概要箇所

林小班	面積1	面積2	面積3	面積4	面積5	面積6	面積7
い	スギ	50	スギ	50	-	-	44.13
ろ-01	ヒノキ	62	スギ	62	-	-	13.14
ろ-02	ヒノキ	62	スギ	62	-	-	12.81
へ	スギ	22	ヒノキ	22	-	-	5.15
ほ	ヒノキ	62	スギ	62	地底裏面	62	38.14
と	アカマツ	104	地底裏面	104	-	-	5.82

場所：和歌山県日高川町
西ノ河国有林 50林班ろ-02



林内UAV計測に
ノキ林箇所

林内飛行UAVの実現可能性（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



レーザのスキャン角が±15° ため、急傾斜
での運用に注意が必要

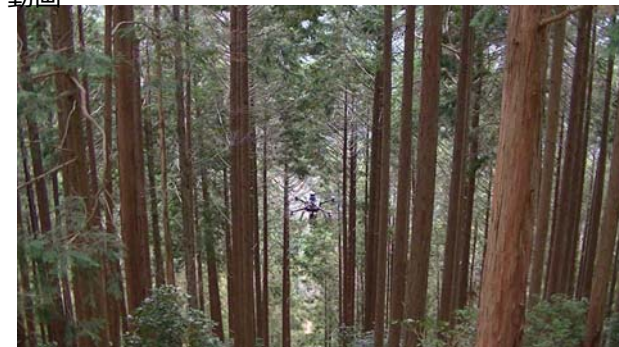
項目	数値など
飛行速度	1~2m/sec
対地高度	完全な平地想定では2m~15m
レーザ機	VLP-16 (Velodyne Lidar社)
レーザ発射周波数	300KHz
レーザスキャン角(水平)	360°
（垂直）	30° (±15°)
レーザスキャン速度	毎秒5~20回転
計測距離	0.5~100m
レーザ波長	903nm
自律飛行感知距離	3~4m
飛行時間	15~20分

SLAM計測について

- もともとは施設内の設備点検用に開発された UAVを森林計測へ転用
- レーザSLAM（Simultaneous Localization And Mapping）により障害物を回避
- 非GPS環境下で計測
- 3次元点群もとに自律飛行が可能

計測状況

- 動画



取得データ

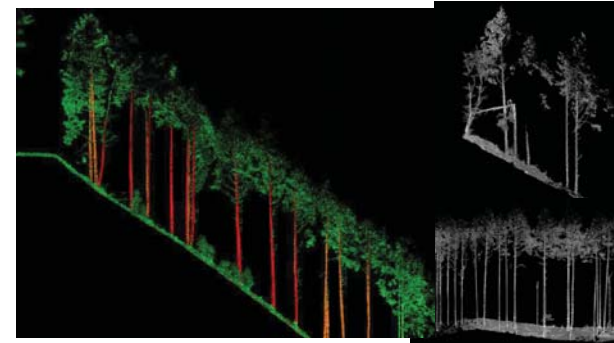
「いいものつくろう」



計測と同時に点群の取得状況を確認できる

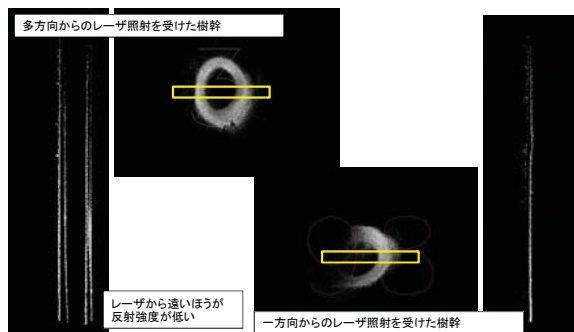
取得データ

「いいものつくろう」



取得データ

「いいものつくろう」



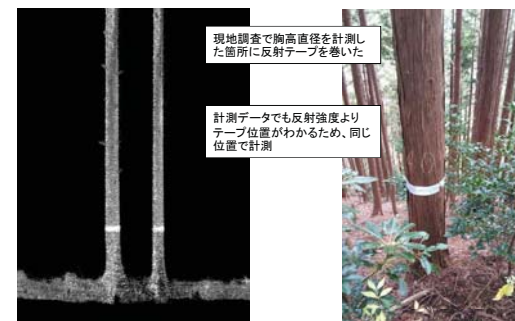
多方向からのレーザー照射を受けた樹幹

レーザーから遠いほうが
反射強度が低い

一方向からのレーザー照射を受けた樹幹

データの計測

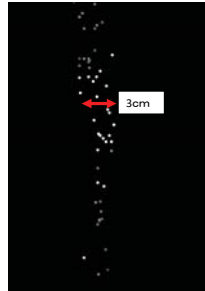
「いいものつくろう」



現地調査で胸高直径を計測した箇所に反射テープを巻いた

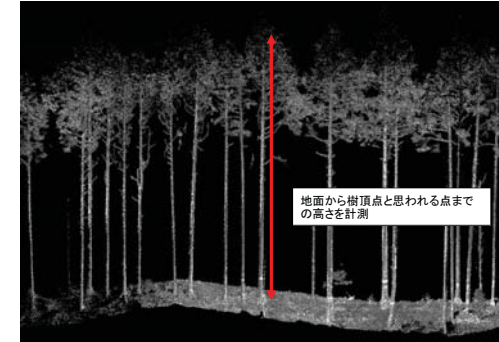
計測データでも反射強度よりテープ位置がわかるため、同じ位置で計測

胸高直径の計測



センサの測定精度が±3cmあることを踏まえると、レーザSLAMは高精度に行われている
⇒精度に合わせてレーザを選択する。
VUX-1ならば±1cm

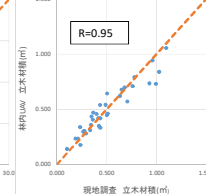
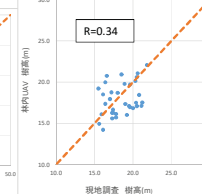
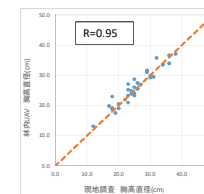
樹高の計測



地面から樹頂点と思われる点までの高さを計測

現地比較結果

	林内UAV	現地調査	RMSE
合計本数	34本	34本	—
平均樹高	17.9m	18.5m	2.23m
平均DBH	26.1cm	25.5cm	1.90cm
合計材積	16.948m ³	17.281m ³	0.089m ³



上空UAVレーザ計測データとの比較



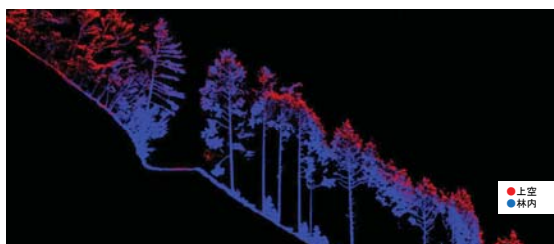
林内UAVレーザにより樹幹の形状が詳細に取得できている

上空UAVレーザ計測データとの比較



上空UAVレーザでは樹幹形状の取得は困難

上空UAVレーザ計測データとの比較



林内UAVレーザは樹冠上部のデータ取得に課題があり、1～2m程度低く計測される可能性がある。

林内飛行UAVの実現可能性

課題

- UAVを運ぶ林道の整備が必要
- 計測前に現地の状況を確認する必要があった
- 飛行面積の効率化（45分/0.05ha）
- 800本/haの林分であれば計測可能？
- 現状15度以上の斜面での自律飛行ができない
- 相対座標での計測データとなる
- センサの精度により計測精度が決まる

林内飛行UAVの実現可能性

期待

- 地上レーザは人が持ち運ぶ必要があったが、急斜面など人が行きにくい場所で計測可能
- 垂直方向のレーザスキャン角が ± 15 度で樹頂付近までとれているためスキャン角変更による改善を期待できる。また、計測可能傾斜角も改善できる。
- 事前に飛行ルートを設定することで自動飛行し、調査時間を省力化したり、施業前後の比較が容易に可能となる。

今後の事業展開

- 機材やセンサの小型化やセンサの広角化により運用範囲が広がる可能性がある。
- また、カメラを用いたVisual SLAMも開発が進んでいることから、低価格化する可能性もある。
- 林内UAVは急傾斜地の作業安全性に貢献する他、ササや下層植生が繁茂している箇所での可能性など適用範囲を検討していくことが重要。
- 樹幹の形状を計測できることから、従来の手法よりも正確な材積が算出できる可能性がある。また、立木材積による推定でなく直接素材生産量を計測できる可能性がある。