

UAV(ドローン)による森林計測 のご紹介

平成29年2月7日
アジア航測株式会社



ASIA AIR SURVEY CO.,LTD.

内容

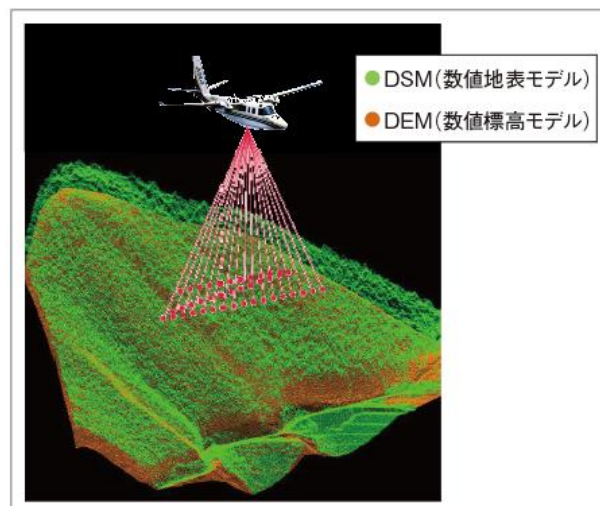
1. アジア航測の森林事業のご紹介
2. UAVの概要
3. 写真測量による森林計測事例
4. レーザ測量による森林計測事例
5. まとめと今後の展望

アジア航測のマルチプラットフォームセンシング



アジア航測の森林事業

- 航空レーザを使った森林資源解析と森林計画
- リモセンによる森林災害などに関する調査・研究
- 開発途上国へのREDD+など森林関連支援活動

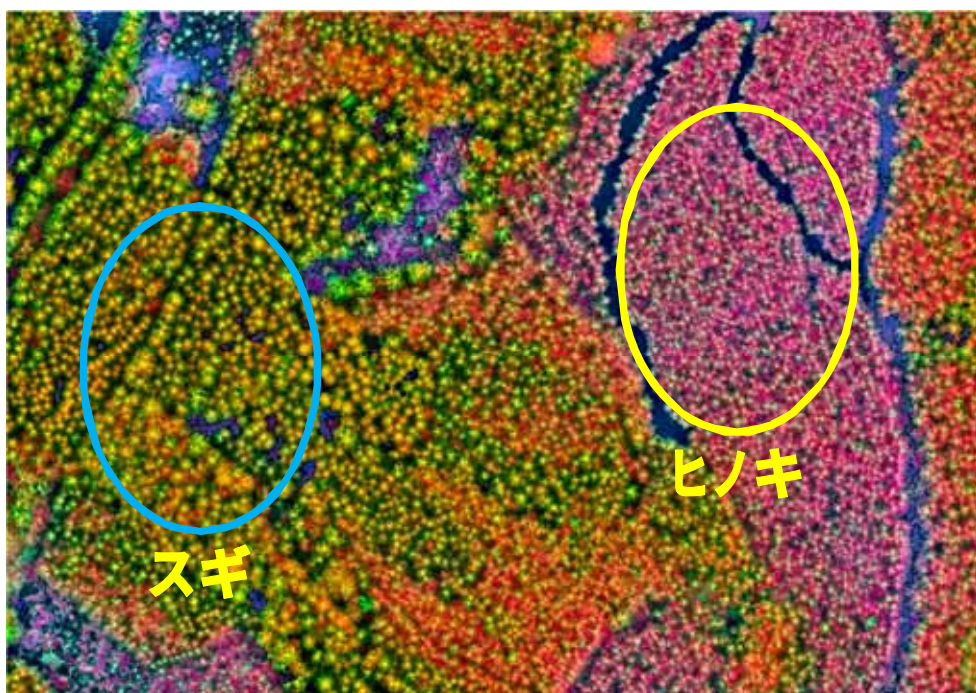


森林レーザ解析で得られる情報

- 林相区分図
- 樹高 (小班単位、単木レベル)
- 立木密度
- 収量比数、相対幹距比
- 胸高直径 (樹冠面積からの推定)
- 材積 (小班単位、単木レベル)
- 樹冠長率、林分垂直構造

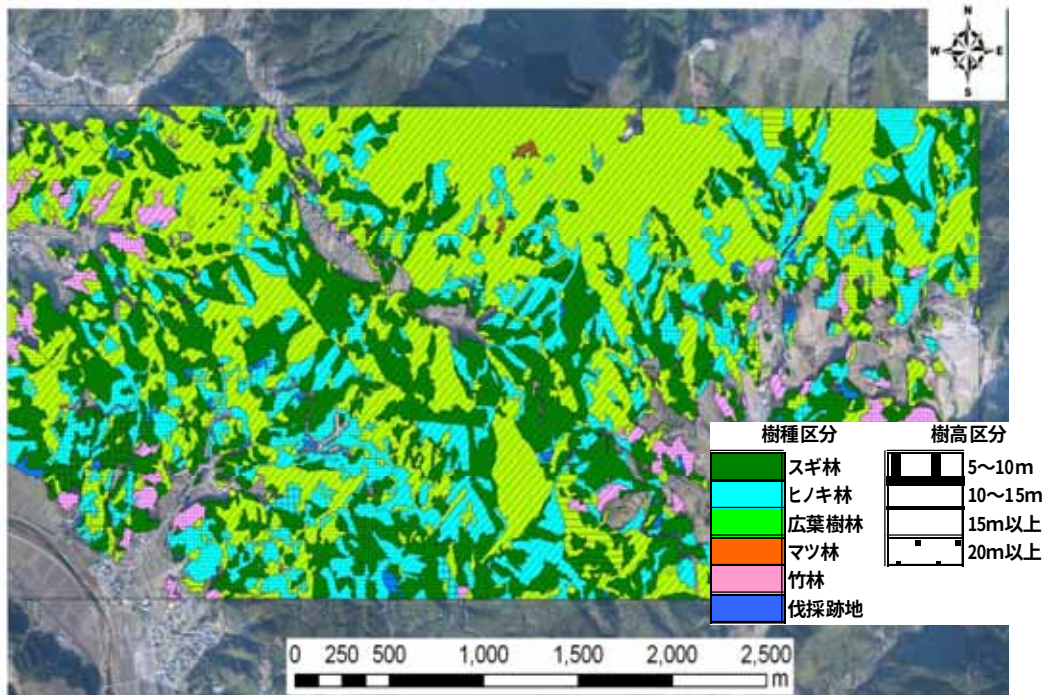
5

レーザ林相図

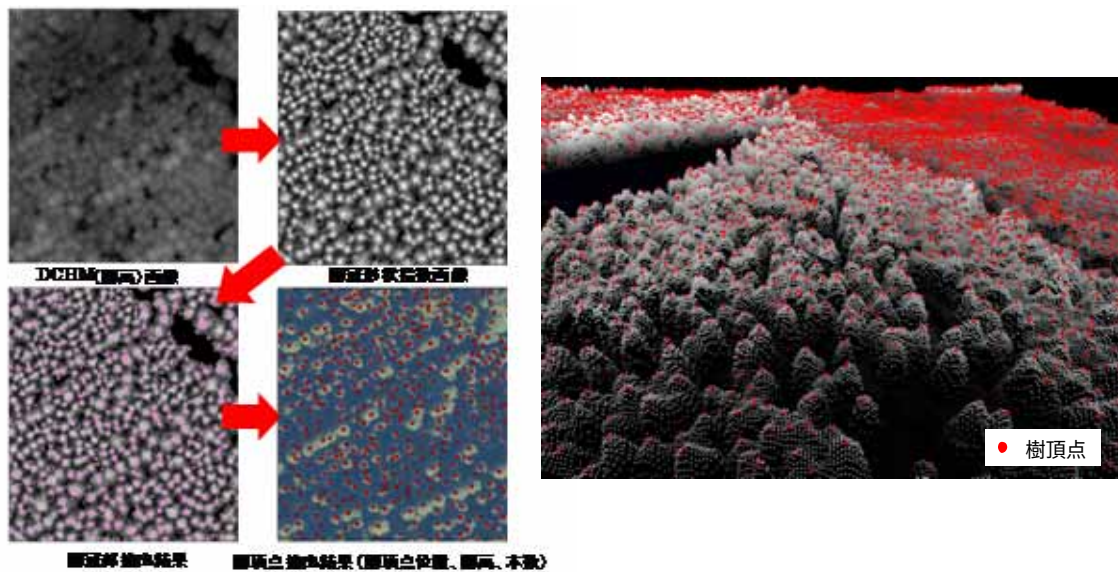


6

林相区分図

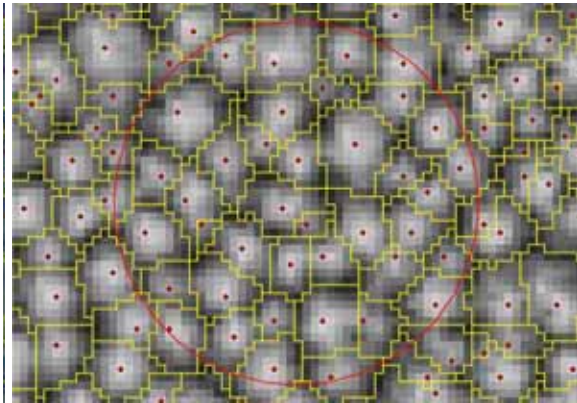
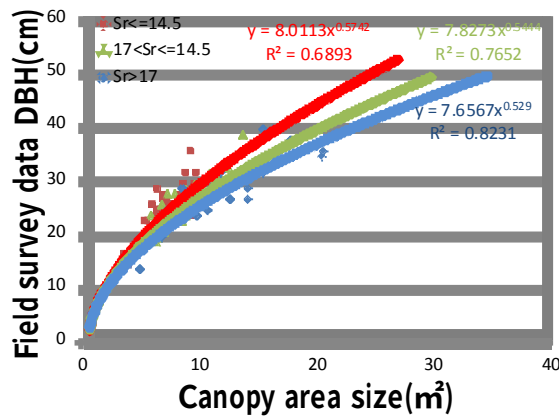


樹木頂点抽出技術



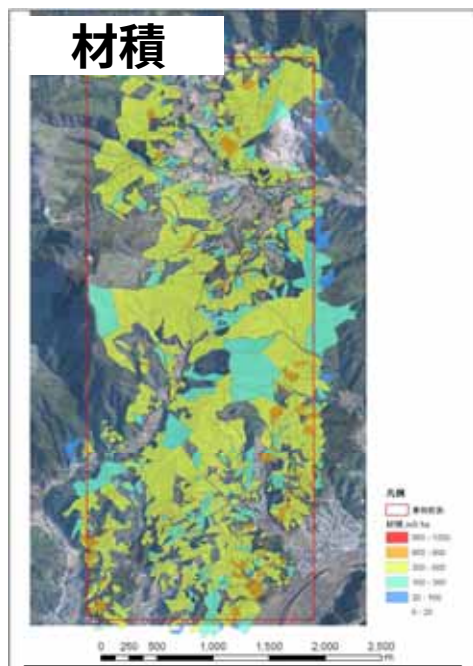
樹冠径から直径を推定する

- 樹冠径の抽出＞直径回帰式＞材積推定

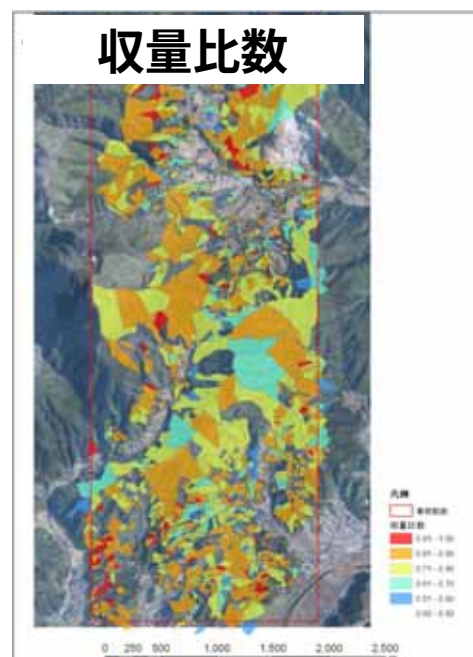


9

材積推定と要間伐林分の把握



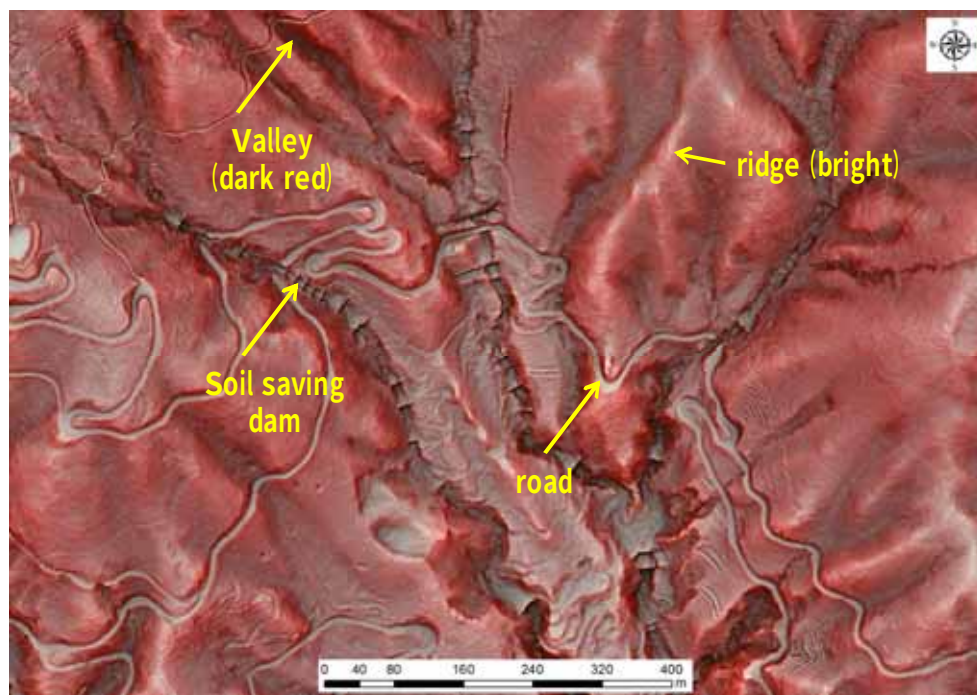
We can understand the volume in this basin and polygon base.



We can easily find where we must thin.

10

赤色立体地図(AAS original technique)



11

航空レーザによる森林資源把握の全体像

①直接計測が可能な林分物理量

- ・ 樹高 (単木単位)
- ・ 本数 (樹頂点抽出)
- ・ 樹冠径 (単木単位)
- ・ 林相 (レーザ林相図)
- ・ (地盤高データ)

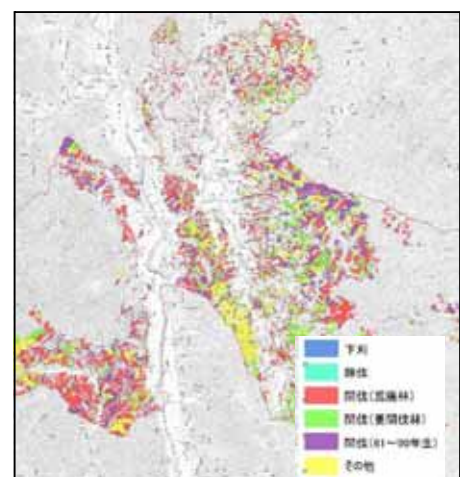


②間接計測が可能な林分物理量

- ・ 直径 (樹冠径との推定式から)
- ・ 材積 (樹高と直径の材積式から)

③活用可能な森林管理のための因子

- ・ 立木密度
- ・ 相対幹距比



要整備森林分布図

12

2. UAVの概要 -機体-



eBee (senseFly)

<動力>
ガソリン
または
電池

タイプ

固定翼

回転翼

シングルローター

マルチローター



YANMAR

4ローター
6ローター
8ローター



S900 DJI

2. UAVの概要 -センサー-

カメラ

レーザスキャナ



Cannon EOS -1D



RIDOH GR



Riegl VUX-1



Velodyne VLP-16

高機能・重量

2. UAVの概要 – 国土管理関連の応用分野例 –

■ 環境分野

- 野生生物調査、森林調査

■ 防災分野

- 災害状況把握 (土砂災害、水害、火山災害、雪崩)
- 砂防堰堤の堆砂測量

■ 農業分野

- 生育状況把握 (精密農業)
- 農薬散布

■ 建設分野

- i-Construction
- 施設点検

3. 写真測量による森林計測事例 (ミャンマー)

■ ミャンマーの現状

国土面積が広い、道路事情が悪い

＞ 森林調査、管理が大変

■ 目的

安価で効率的な森林観測技術の検討

■ 方法

(1) 空中写真撮影、森林調査の実施

(2) 写真から3次元モデルを作成

(3) UAV利用可能性の検討

(4) 精度評価

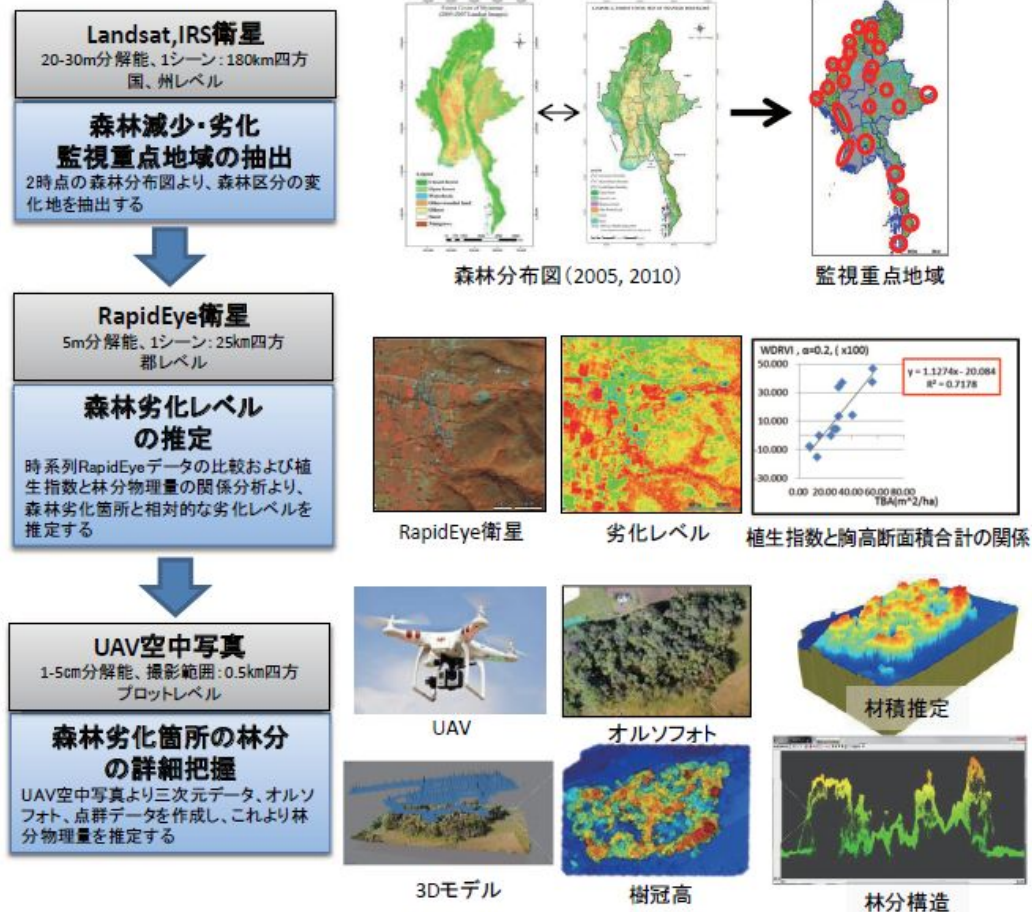
■ 使用機体、ソフト

機体: Phantom2V+, Phantom3 (DJI)

ソフト: Photoscan, TNT/Mips



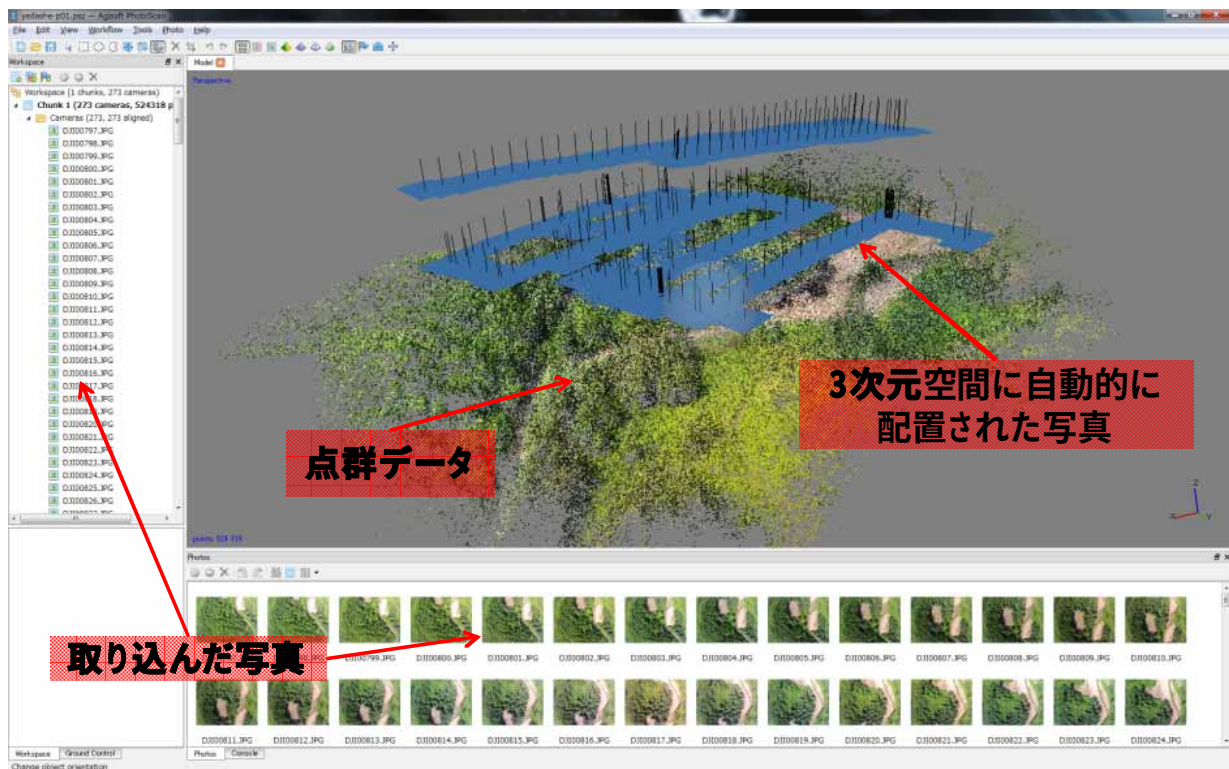
調査対象地



(1)林分状況の把握 斜め写真により、広域を俯瞰できる

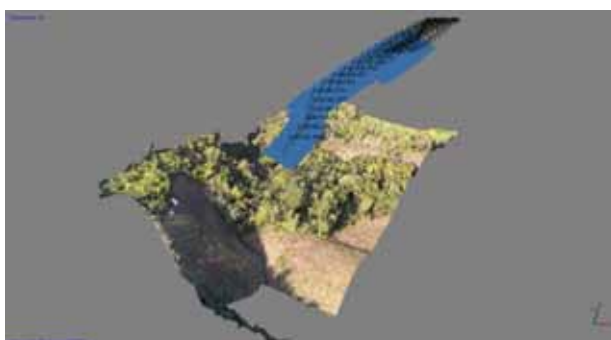


3次元復元ソフト (Structure from Motion)



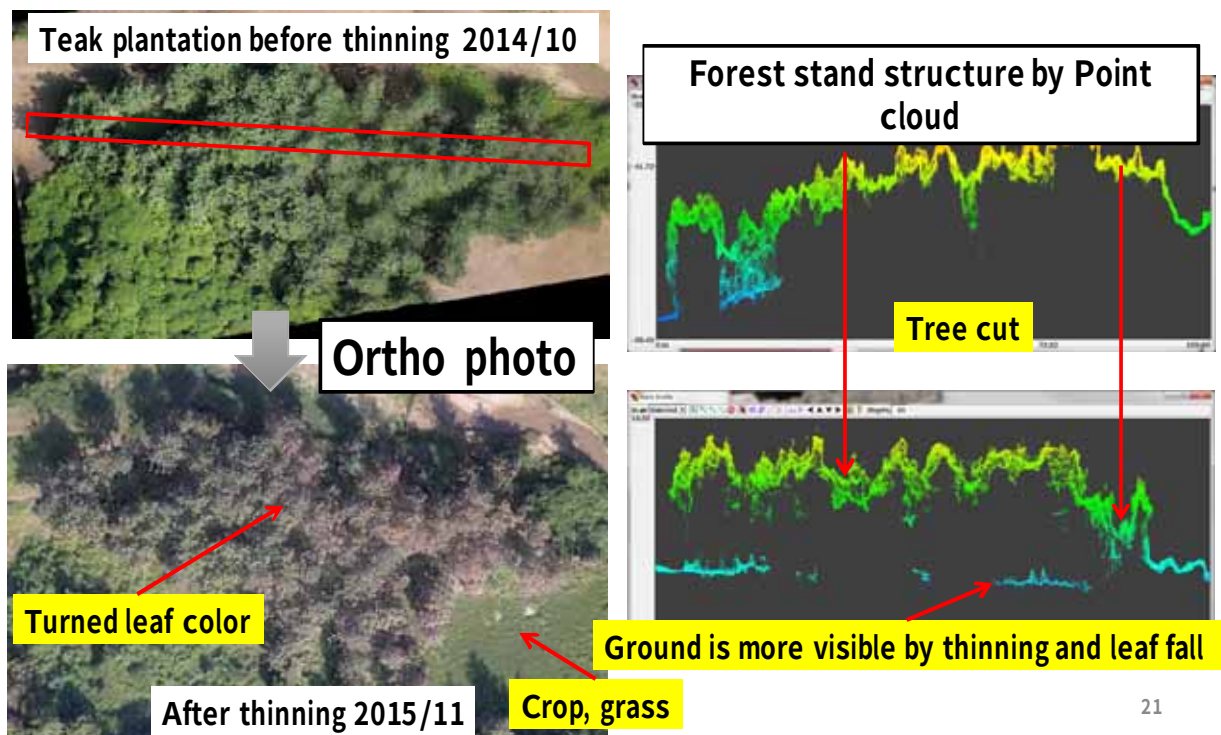
19

(1) 林分状況の把握 不可視エリアの把握が可能



20

(1)林分状況の把握 機動性が高いため、経年モニタリングが可能



21

(1)林分状況の把握 解像度が高いため、林相判読に有効

UAVオルソフォト



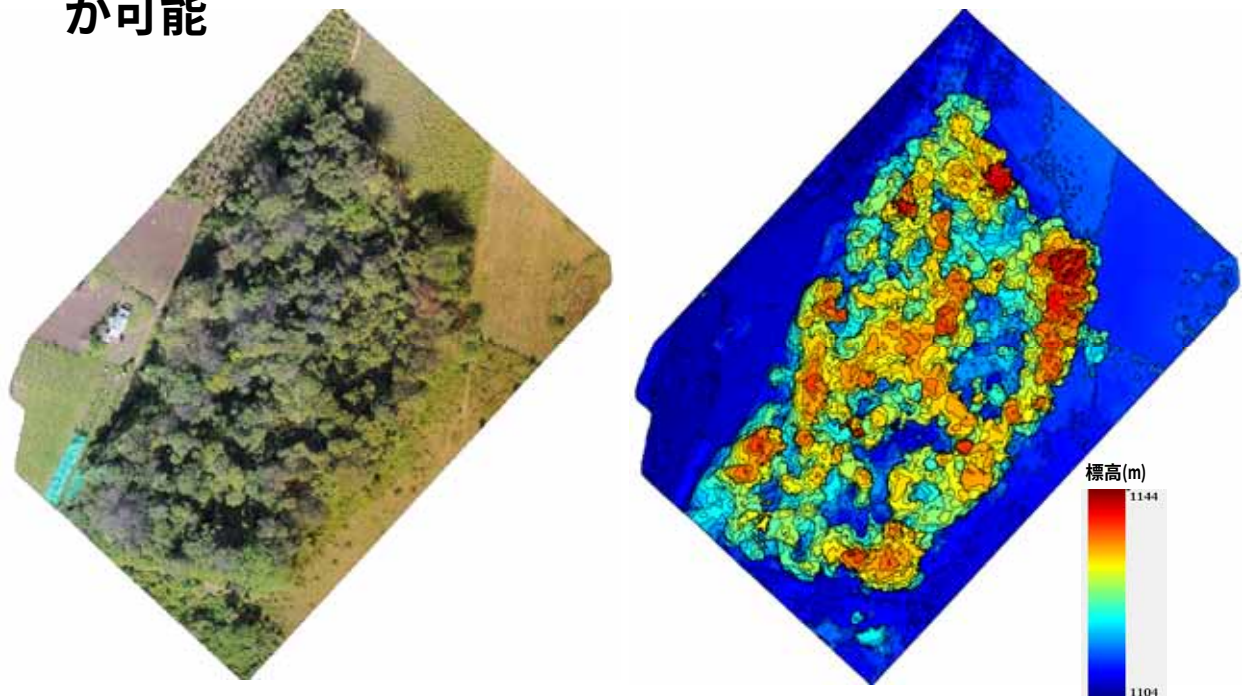
UAV Ortho Photo 分解能: 4.6cm
Google earth 分解能: ?
RapidEye 分解能: 5m



22

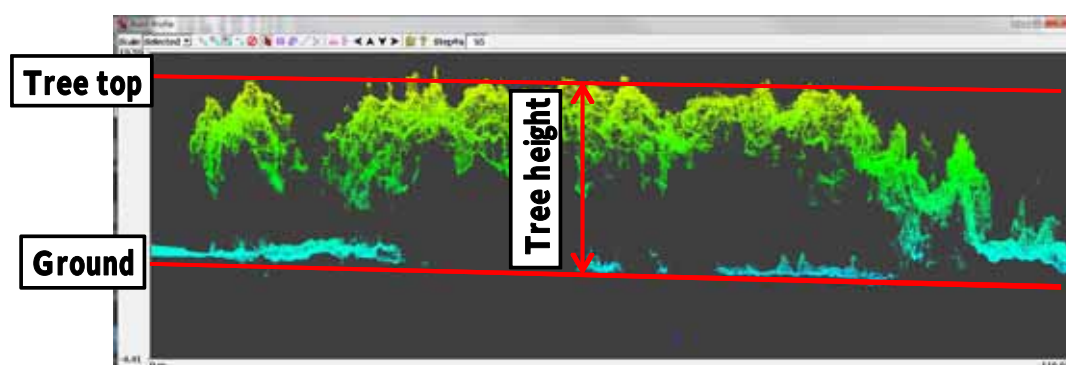
(1)林分状況の把握

DSMから作成した樹冠高より、林間ギャップの把握が可能

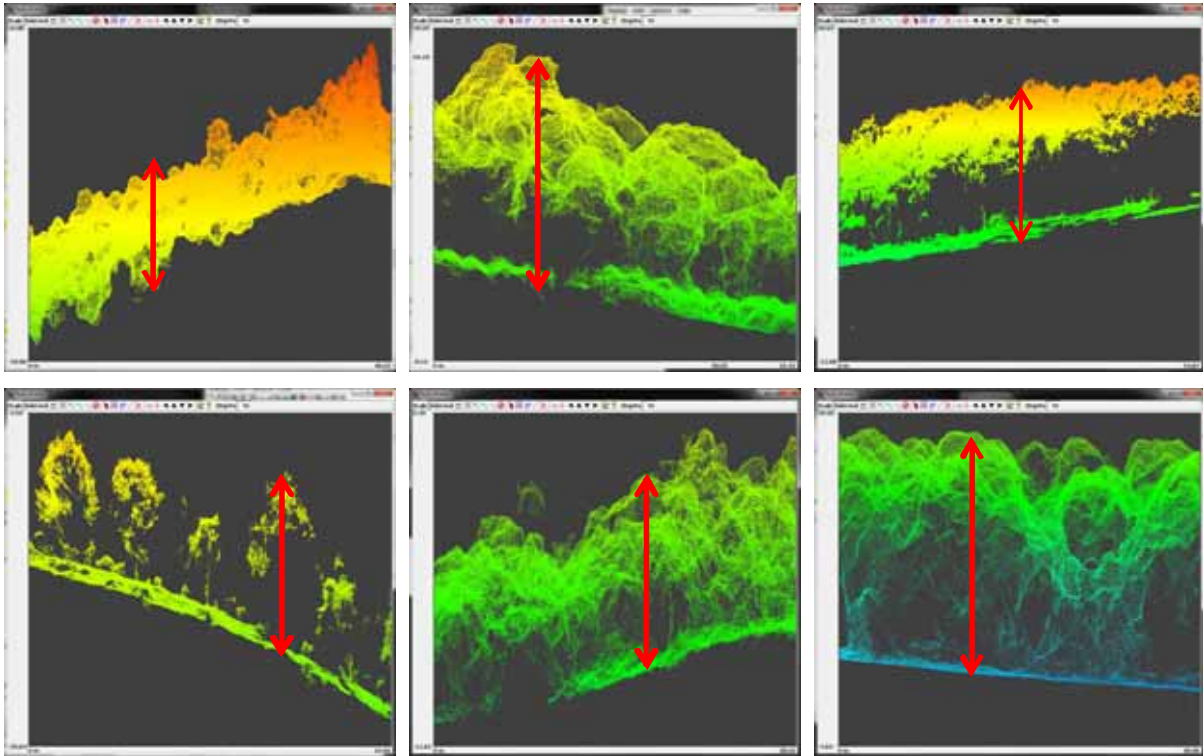


(2)樹高計測

点群データにより樹高計測が可能



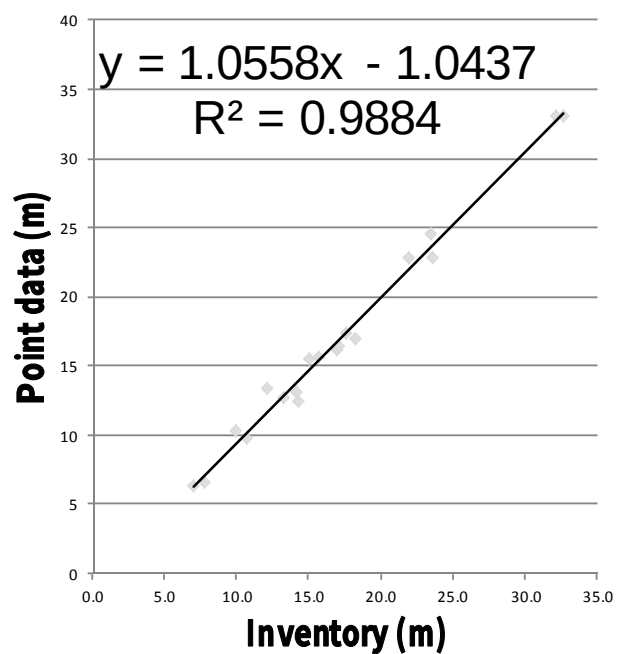
点群データによる林分断面の例



25

樹高計測精度

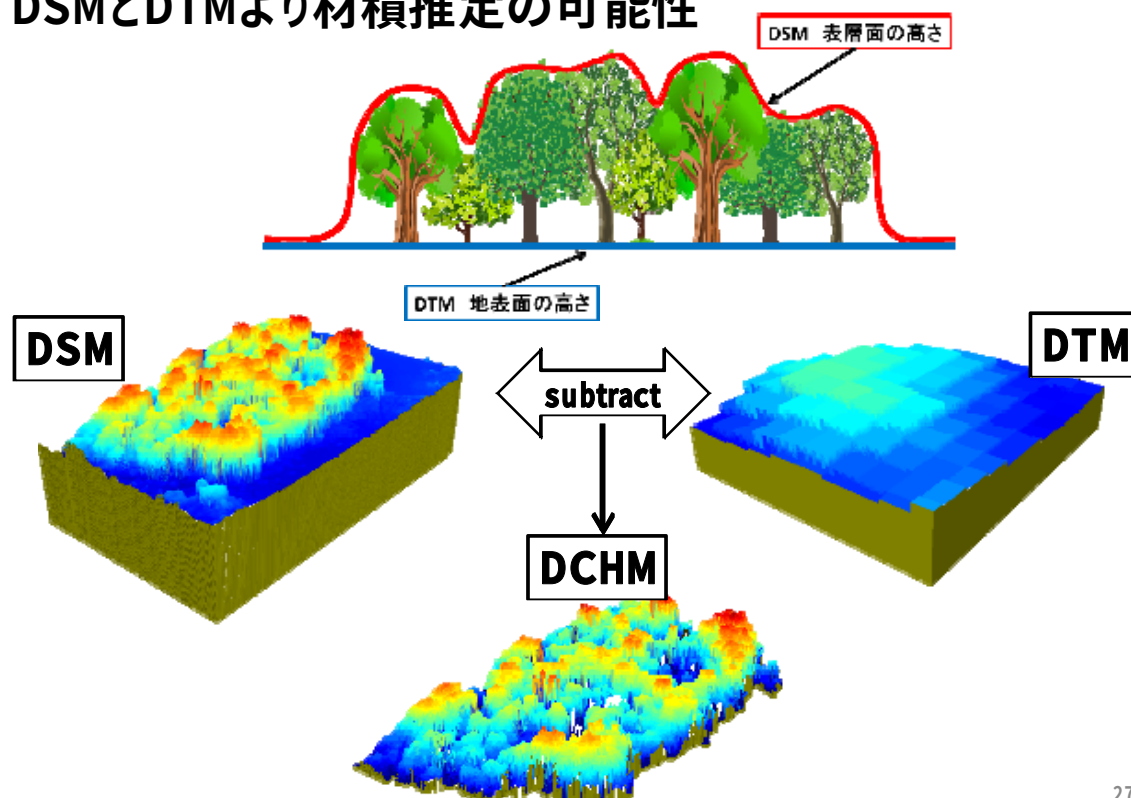
No	Forest type	Tree height (m)	
		Inventory	Point data
1	Open forest	6.4	7.0
2	Closed forest	6.7	7.7
3	Closed forest	10.4	9.9
4	Closed forest	9.9	10.7
5	Pine forest	13.5	12.1
6	Pine forest	12.8	13.2
7	Closed forest	13.2	14.1
8	Closed forest	12.6	14.3
9	Teak plantation	15.6	15.0
10	Teak plantation	15.7	15.6
11	Closed forest	16.3	16.9
12	Pine forest	16.5	17.1
13	Pine forest	17.5	17.6
14	Pine forest	17.1	18.2
15	Closed forest	22.9	21.9
16	Closed forest	24.7	23.4
17	Closed forest	22.9	23.5
18	Closed forest	33.2	32.1
19	Closed forest	32.2	32.6
R ² 0.9884		RMSE	0.889



26

(3)材積推定

DSMとDTMより材積推定の可能性



27

3. レーザ測量による森林計測事例

UAV用レーザスキャナ代表例

精度区分	高精度	中精度
メーカー型式	RIEGL VUX-1	Velodyne VLP-16
イメージ		
測定距離	約900m	約100m
パルスレート	500KHz	300KHz
重量	3.6 kg	0.83 kg
価格	約2500万円	約120万円
取得パルス	First／中間／LAST	STRONG／LAST
開発時の用途	航空レーザ測量と同等	MMS

28

高精度レーザスキャナの事例



ルーチェサーチ(株)様UAV + Riegl社製VUX-1レーザ

対象地区概観



GoogleEarthより(2014/11/4撮影)

レーザ点群断面図例



レーザ林相図



レーザ林相図

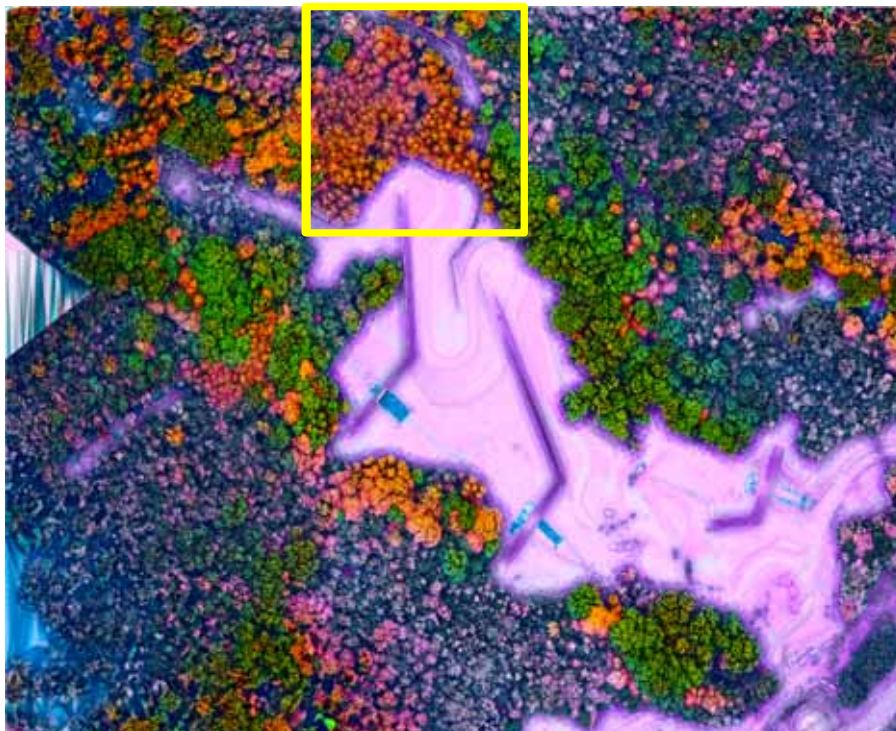


針葉樹

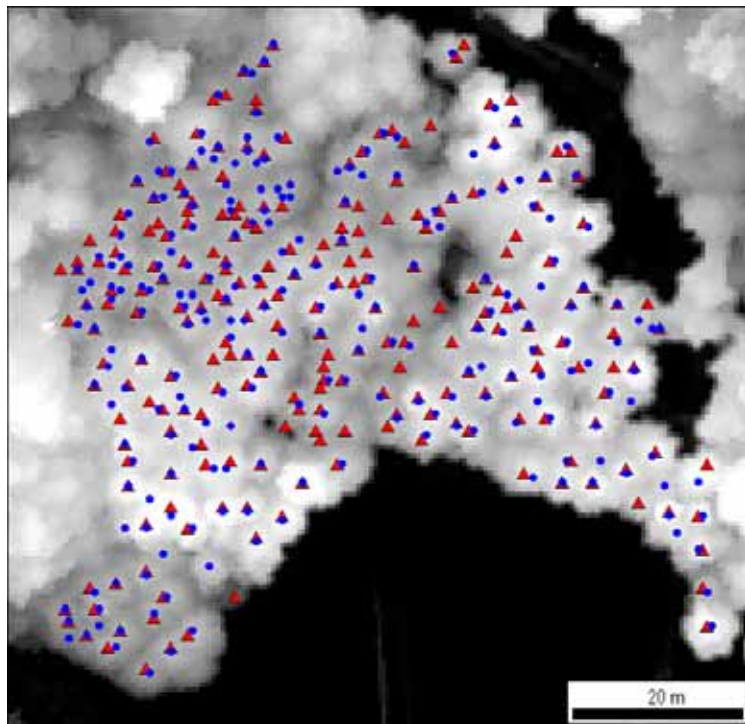
広葉樹

針葉樹と広葉樹が色調
の違いで明瞭にわかる

樹頂点抽出



樹頂点抽出結果



●：有人機（ヘリ）による
計測結果→233本

▲：UAVによる計測結果
→236本
→ほぼ一致

中精度レーザスキャナの事例

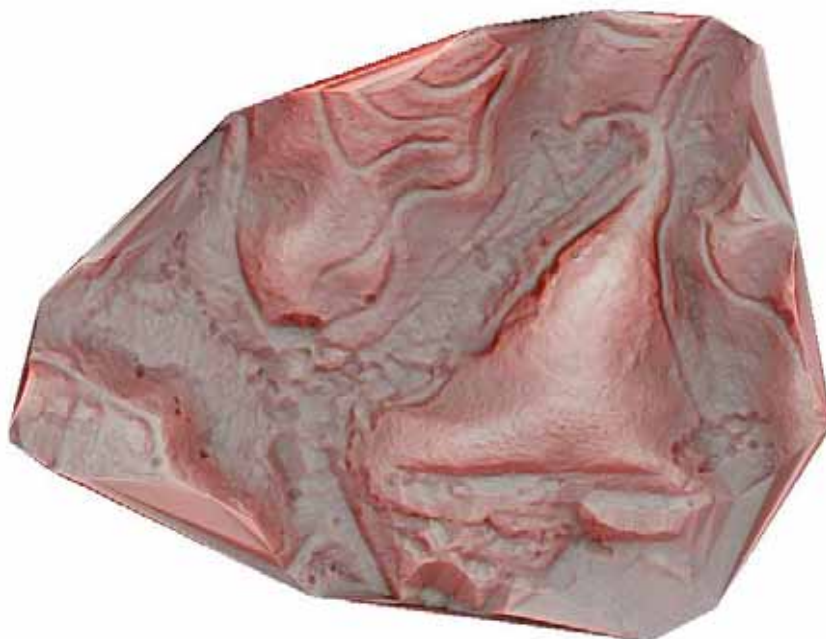


アジア航測(株) UAV + Velodyne VLP-16レーザ

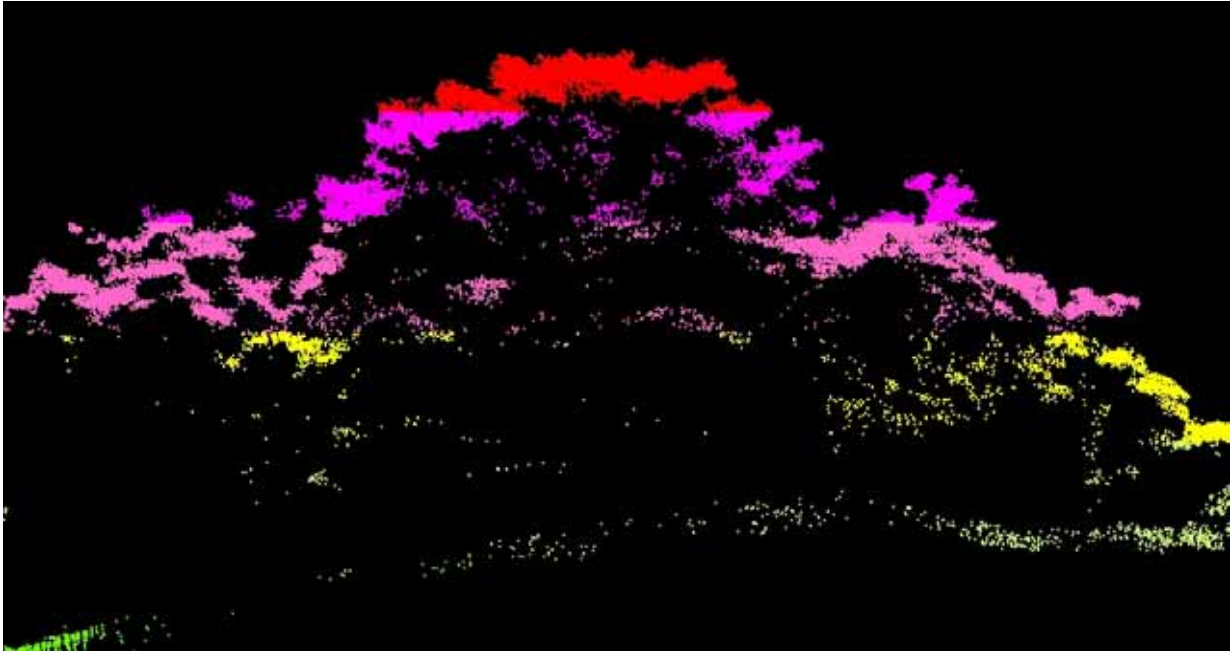
フィルタリング前 (造成地)



フィルタリング後 (造成地)



森林部分の断面図例



高精度スキャナには及ばないが、樹木や地面の状況を低コストで把握可能

まとめと今後の展望

- **写真測量法**：機体やセンサ（カメラ）は比較的安価。しかしデータ処理（SfM）に時間がかかる上、密な森林では地面が正確に計測できず、樹高計測精度が低下する場合がある。
- **レーザ測量法**：高精度機材は密な森林でもハイスペックなデータ取得が可能だが機体やセンサが高価。中精度機材は比較的安価だがデータ精度・密度が課題。
- いずれもマルチコプター式UAVは1フライトの飛行時間が20分程度と短く、計測可能面積や作業効率、コストが課題。
- 今後は機材の小型化、高性能化、低価格化が進み、より手軽にハイスペックなデータ取得が可能となる。
- 近く固定翼UAV搭載レーザ機器が製品化される予定であり、計測可能面積や計測精度、作業効率が大幅に改善する可能性あり。ただし、航空法の制約に留意する必要がある。

まとめと今後の展望

- UAVによる計測は下記の利点があることから、労働者が減少している林業界での今後の活用が期待される。
 - ・地上調査に比べて立ち入りや地形による制約が少ない。
 - ・機動的な実施が可能である。
 - ・面的（数ha～数十ha）に効率的な計測が可能である。
- 具体的な活用分野として、例えば下記が見込まれる。
 - ・収穫調査
 - ・伐採跡地の検査
 - ・新植地の測量
 - ・病虫害・風倒木等森林被害調査