



ドローンの林業への活用: 植栽木と雑草木の競合判定

(国研)森林研究・整備機構 森林総合研究所 関西支所

中尾 勝洋



ドローンから草木のせめぎ合いを観る

1. なぜドローン?: 背景
2. どうやって観る?: 方法について
3. 何が観える?: 可能性と課題



基本、草の圧勝です。



C1



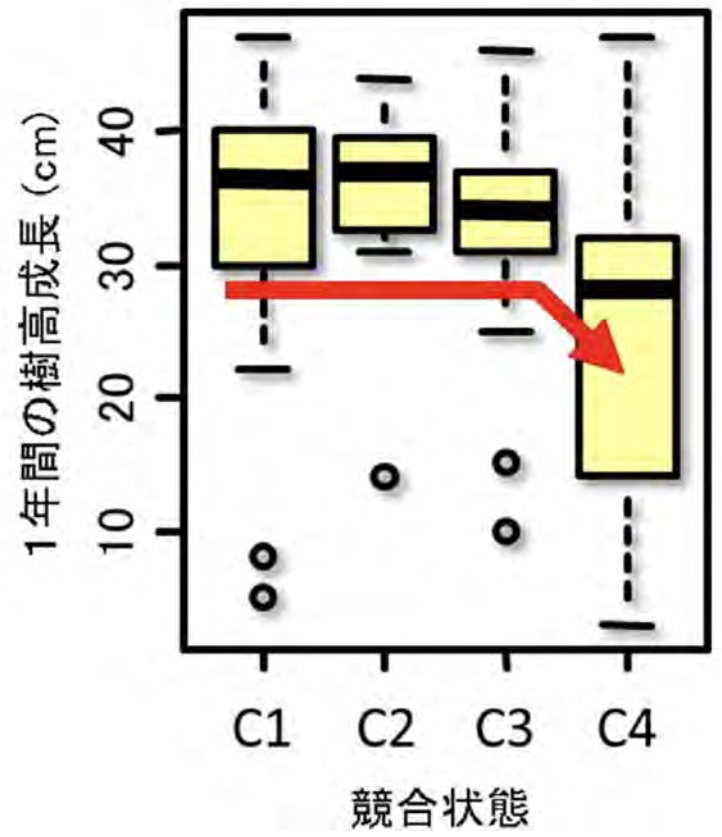
C2



C3



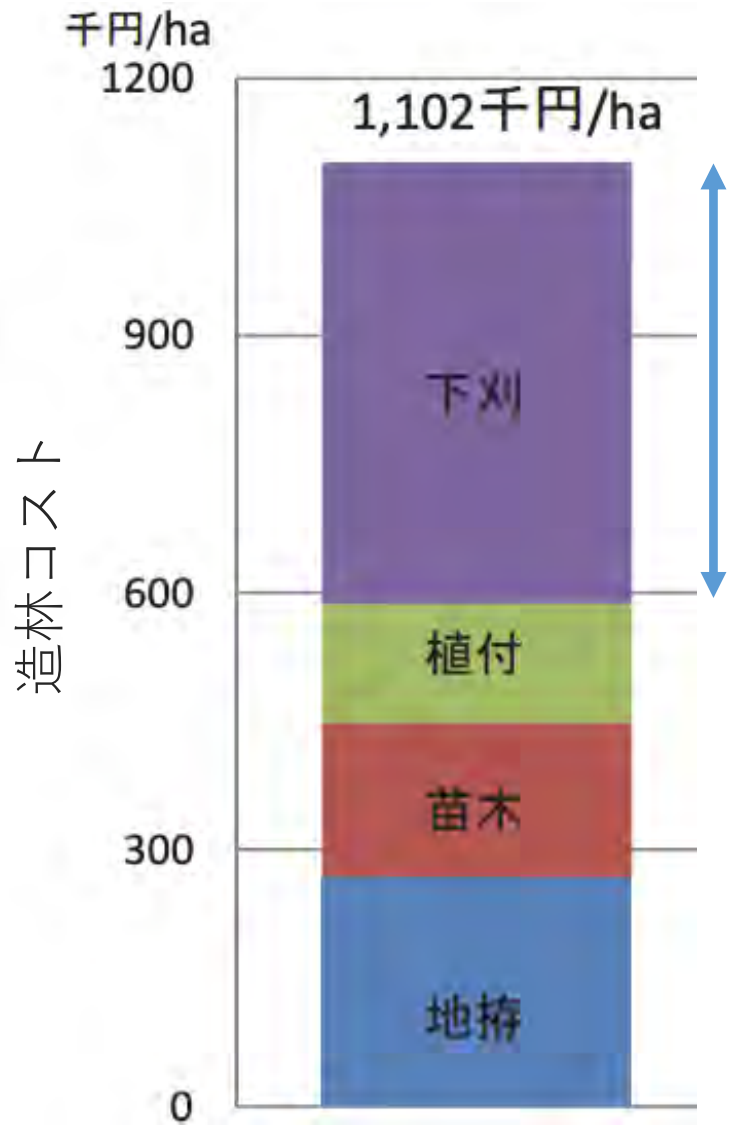
C4



梢端部が覆われると樹高成長は低下



造林・育林にかかる費用



下刈りのコストが多くを占める

下刈り省力化

林野庁 (2018) 平成30年版森林・林業白書より



低コスト化の工夫

- **作業の生産性の向上**
機械化・冬下刈り
- **面積の削減**
坪刈り・筋刈り
- **効果の代替**
除草剤・マルチング・林地肥培
早生品種・大苗
- **回数削減**



自走型除草機



提供 佐賀県林業試験場



繁茂は場所で異なる



斜面上部

斜面下部



藪漕ぎはしたくない！

面的に判断したい！

→ ドローンの活用

4年生スギ人工林
茨城県城里町



下刈り実施



なぜドローン？

○手軽さ

→扱いやすい、コスト



○機動性の高さ

→意図したように動かせる



造林地での活用

- ・ 測量（面積・林内路網・地形・除地）
- ・ 苗木の運搬
- ・ 除草剤
- ・ 下刈りの判断
- ・ 下刈り完了の検査



ドローンの進歩



鳥型ドローン

読売新聞web版(2022/1/6)



林内ドローン

上面



森林総研研究成果報告HP2021/10/6

撮影から判定の流れ



撮影

下刈り前(夏季:7月)と下刈り後(冬季:11月)に毎年2回撮影



画像合成*

Metashape

*画像合成とは、探索的に見つけ出した画像間の同一地点に基づいて、複数画像を統合する方法

3Dデータ
(DSM/DTM)



オルソ画像



画像処理および統計モデルによる競合状態の判定

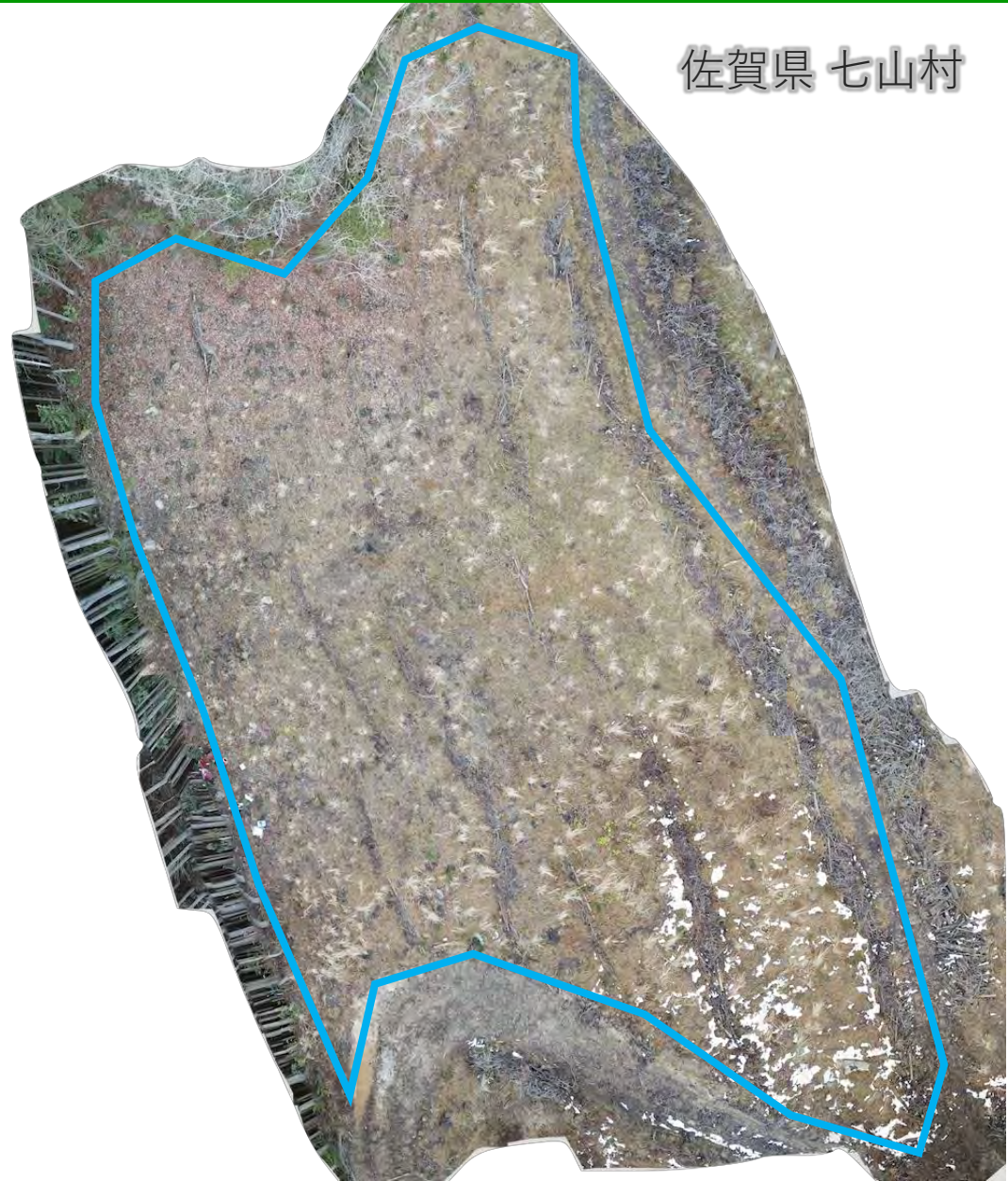


面積・地形の計測

オルソ画像

佐賀県 七山村

GIS上で面積測定

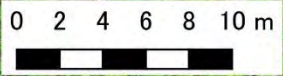




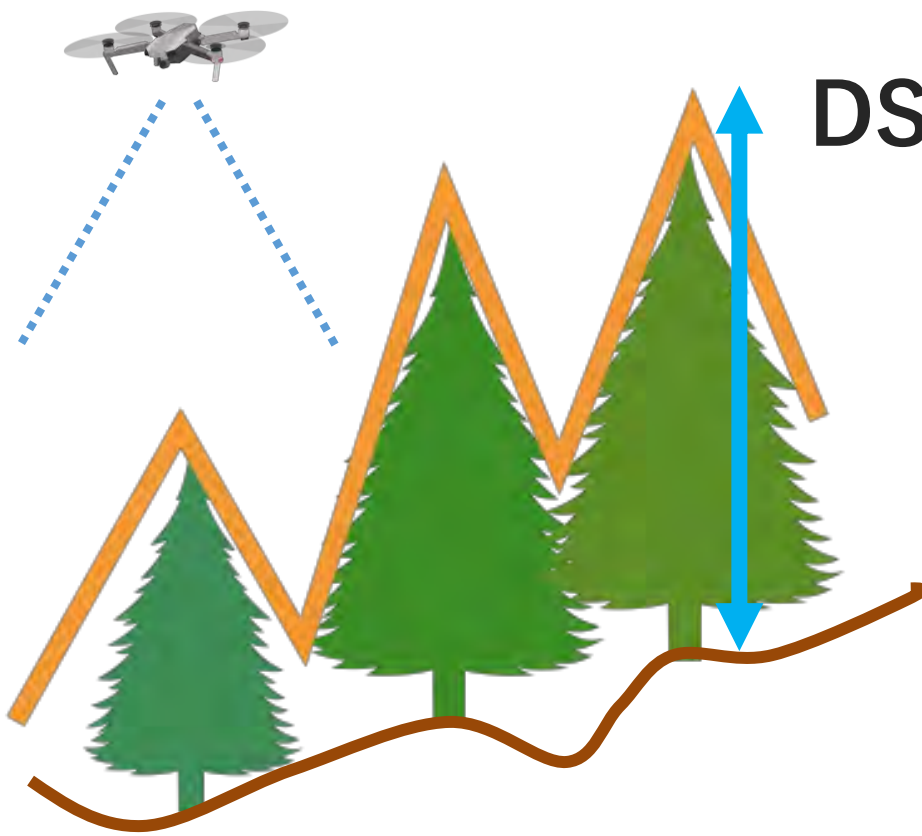
面積・地形の計測

オルソ画像

除地面積の測定



除地



DSM (Digital Surface Model)
数値表層モデル

DTM (Digital Terrain Model)
数値地形モデル

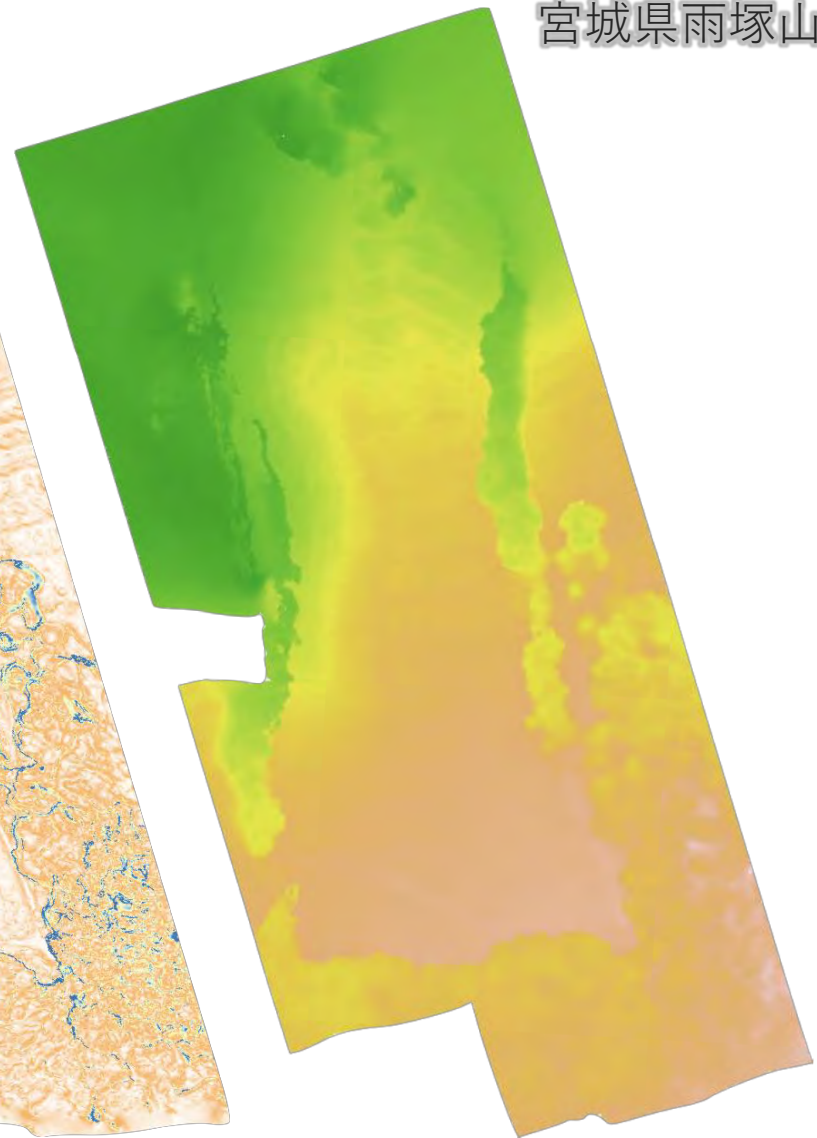
$DSM - DTM = \mathbf{DCHM}$ (Digital Canopy Height Model)
数値樹冠高モデル



オルソ画像



DSM (Digital Surface Model)
数値表層モデル



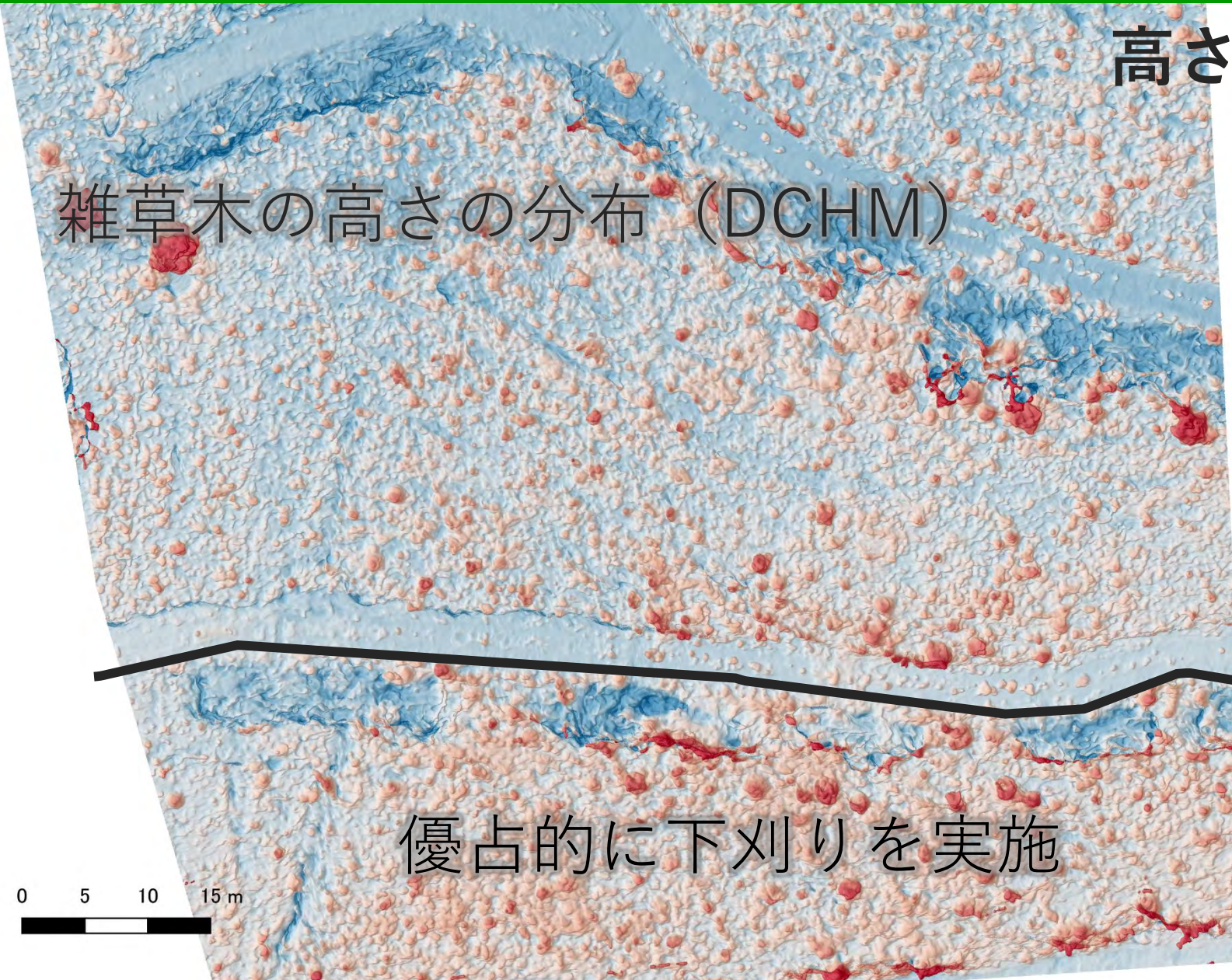
DTM (Digital Terrain Model)
数値地形モデル



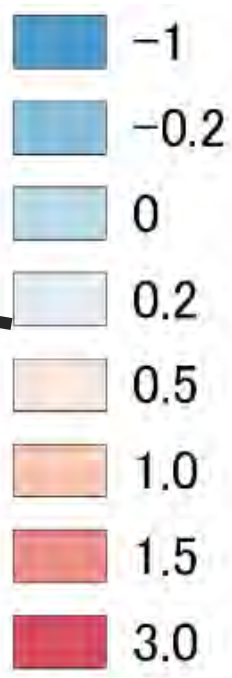
雑草木量の把握

高さの推定

雑草木の高さの分布 (DCHM)



雑草木
の高さ
(m)



優占的に下刈りを実施



苗木位置の抽出

Methods: 撮影/画像処理/解析



step2
トレーニング画像: 約1000枚

step1
撮影



Step3
深層学習: Keras

畳み込みニューラルネットワーク



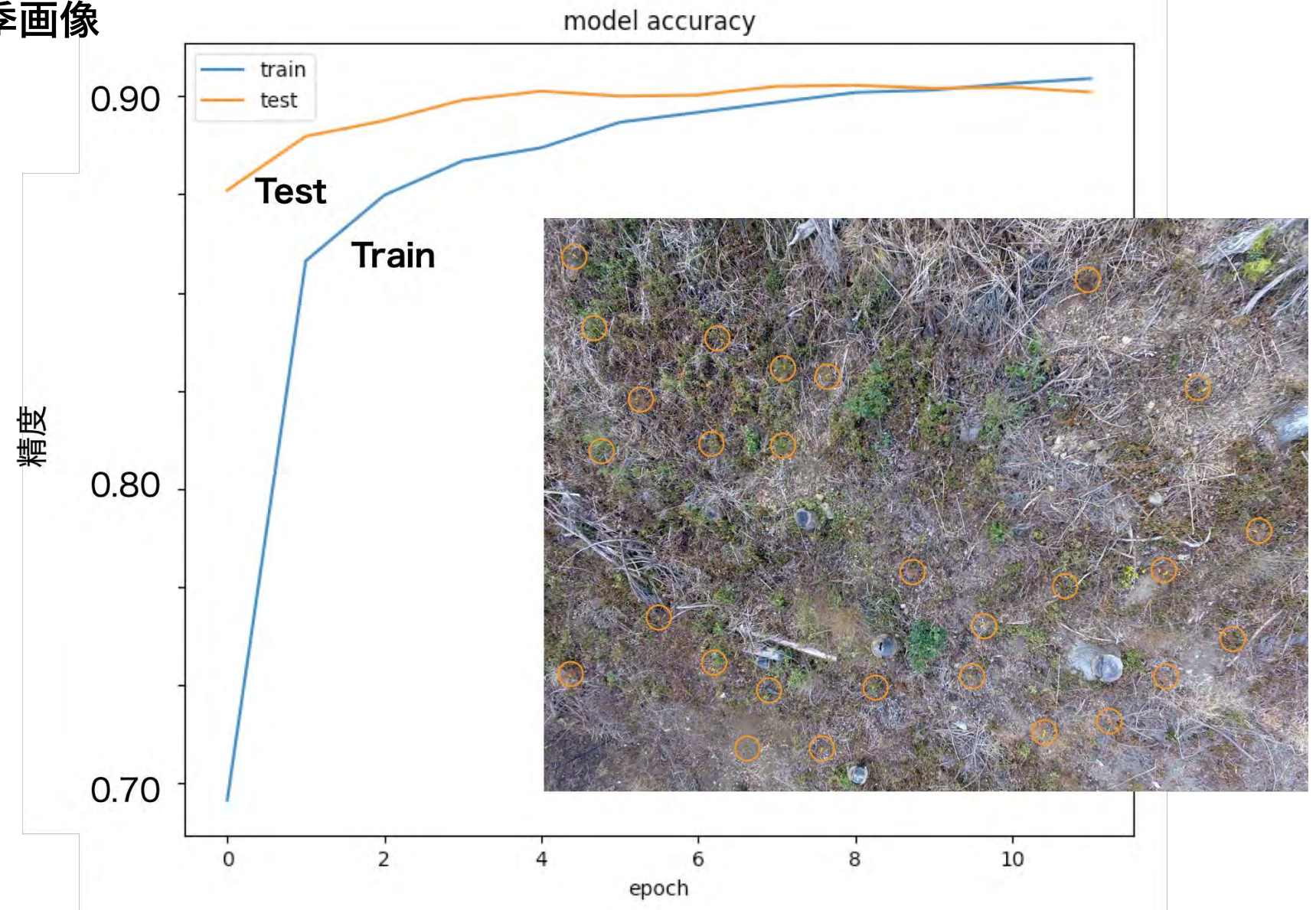
画像分類/精度検証





苗木抽出の精度

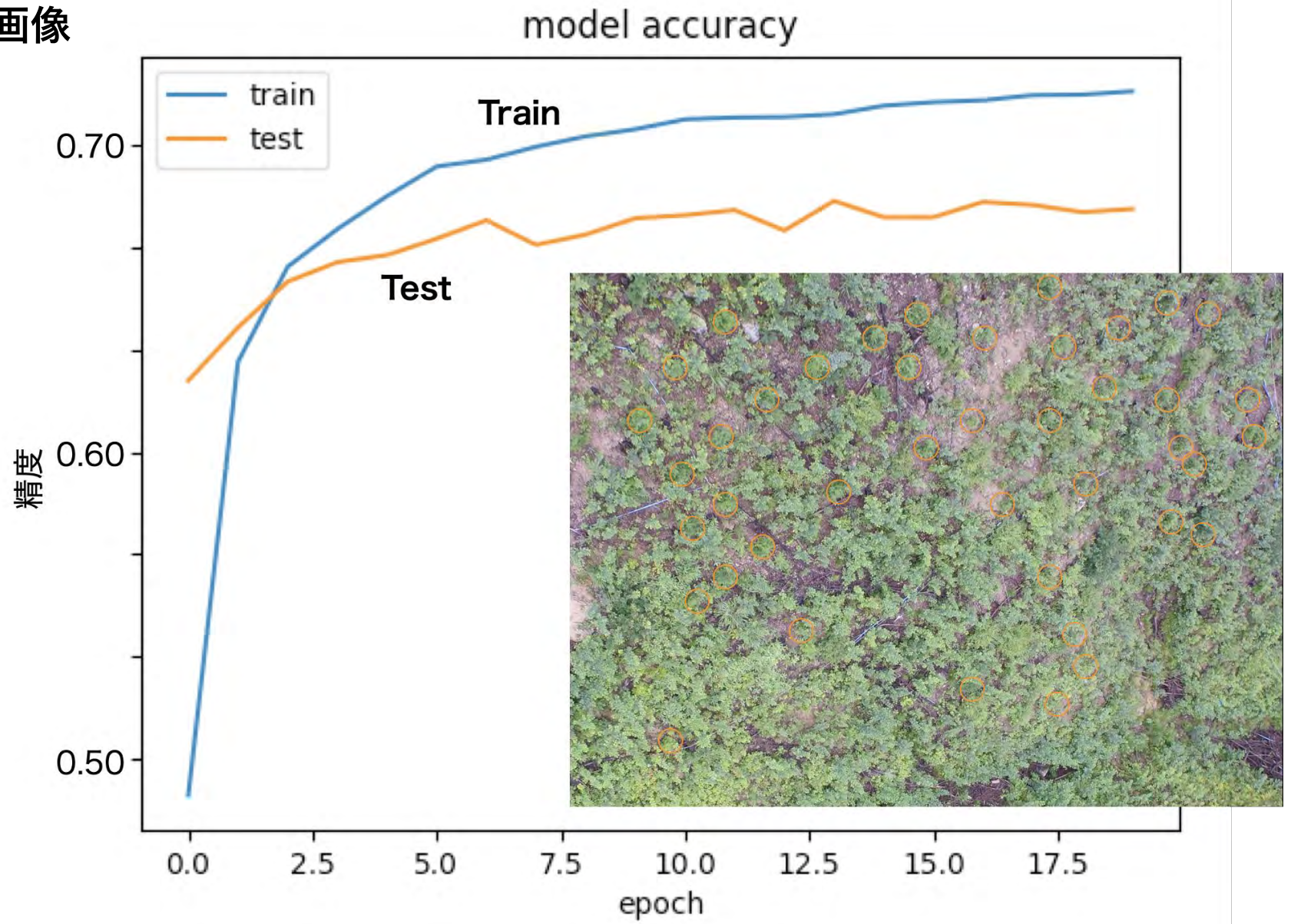
冬季画像





苗木位置の抽出

夏季画像



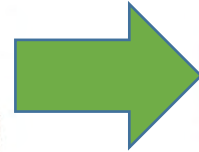
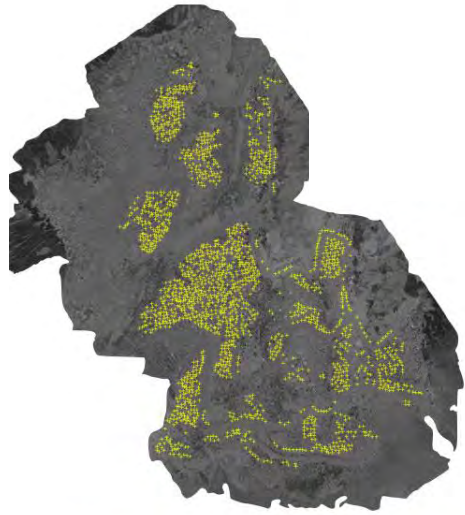


苗木位置の抽出

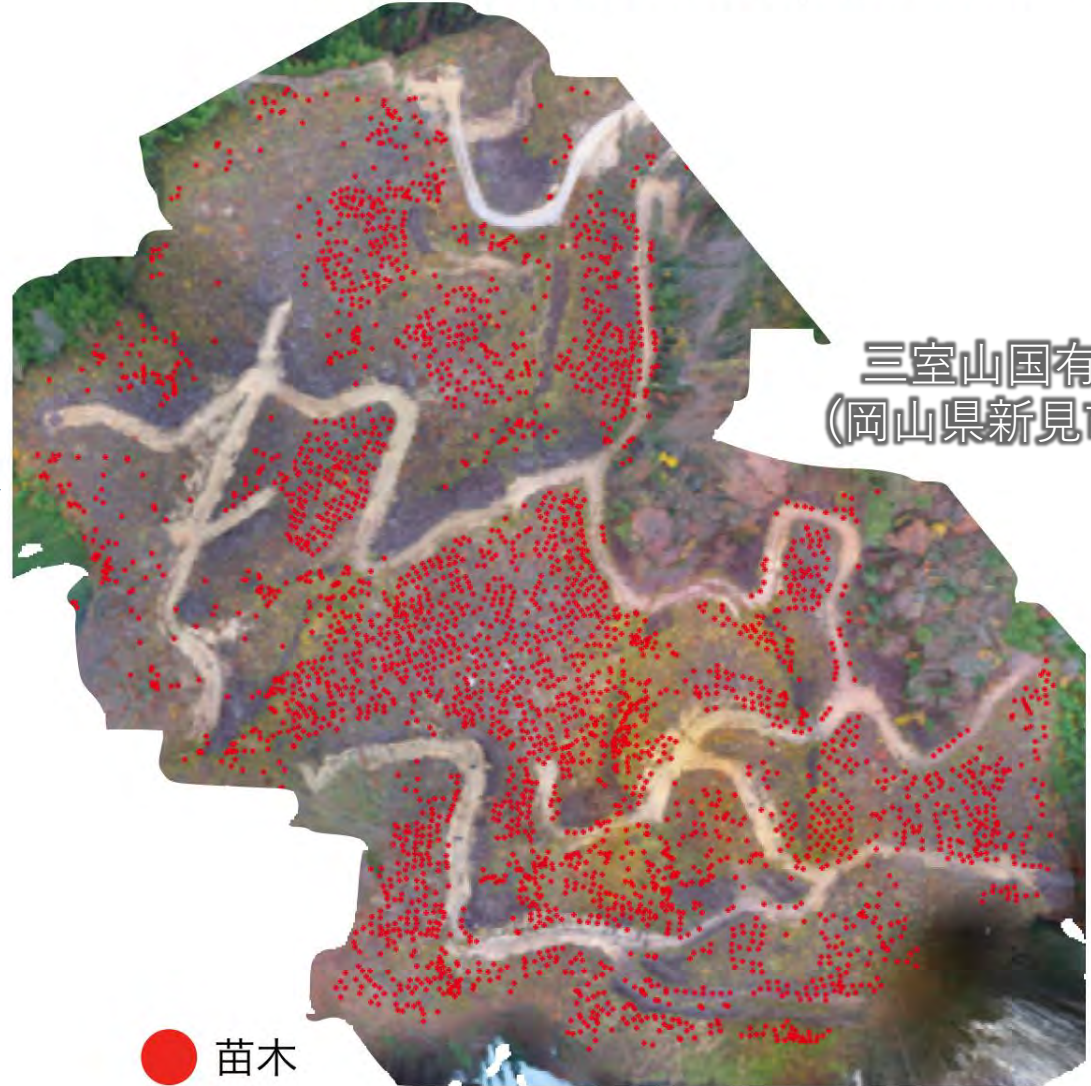
検出精度は95%

植栽本数: 約3,250本(調査対象 719本)

UAV推定苗木数: 3,282本(調査対象741本)

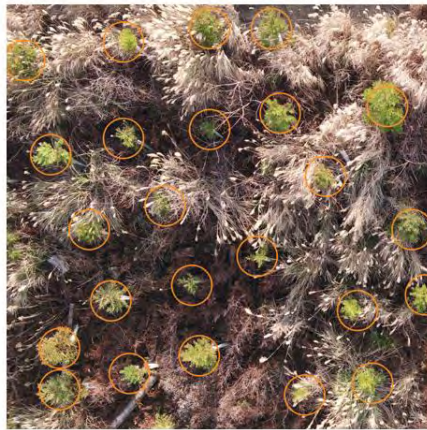


AI



三室山国有林
(岡山県新見市)

● 苗木



Methods

畳み込みニューラルネットワークによる機械学習

*Python + R



競合状態の把握



円内の植生被覆率
を苗木ごとに集計

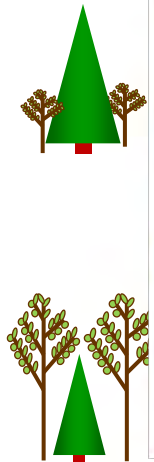
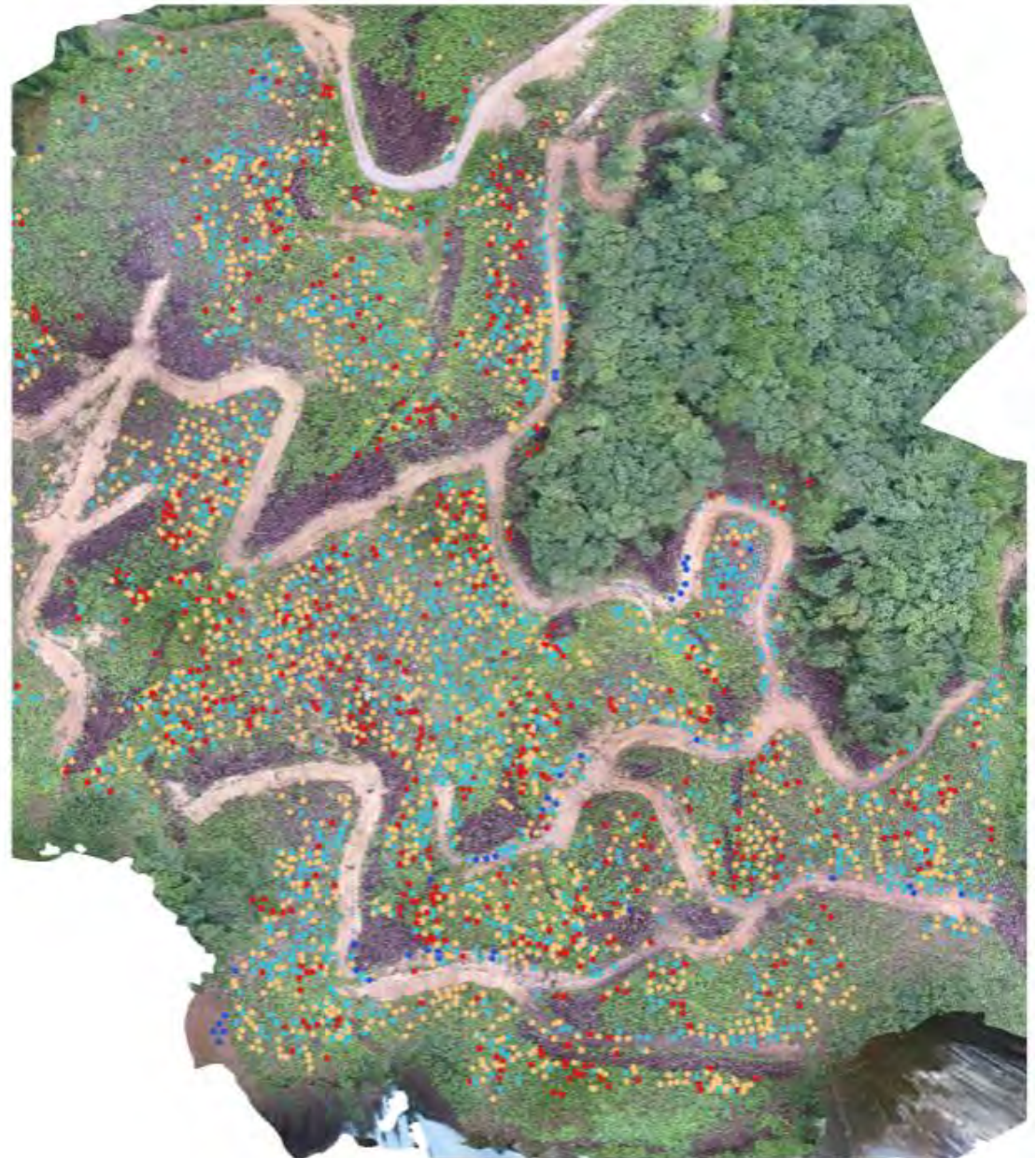
約1m

苗木位置と色情報等から
競合状態を自動判定



競合状態の把握

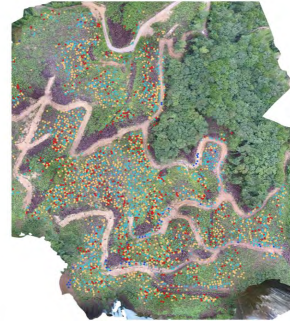
三室山国有林
(岡山県新見市)





競争状態の把握

三室山国有林
(岡山県新見市)



- U1: 0-25%
- U3: 25-50%
- U3: 50-75%
- U4: 75-100%

山川ら(2013)に基づく競争指標

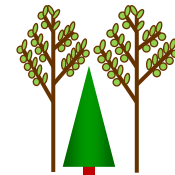
評価によるコンソーシアム

	C1	C2	C3	C4
U1	23	14	0	0
U2	287	281	2	0
U3	0	23	60	2
U4	0	0	4	23
正答率	7.40%	88.40%	90.90%	92%

競争弱



競争強

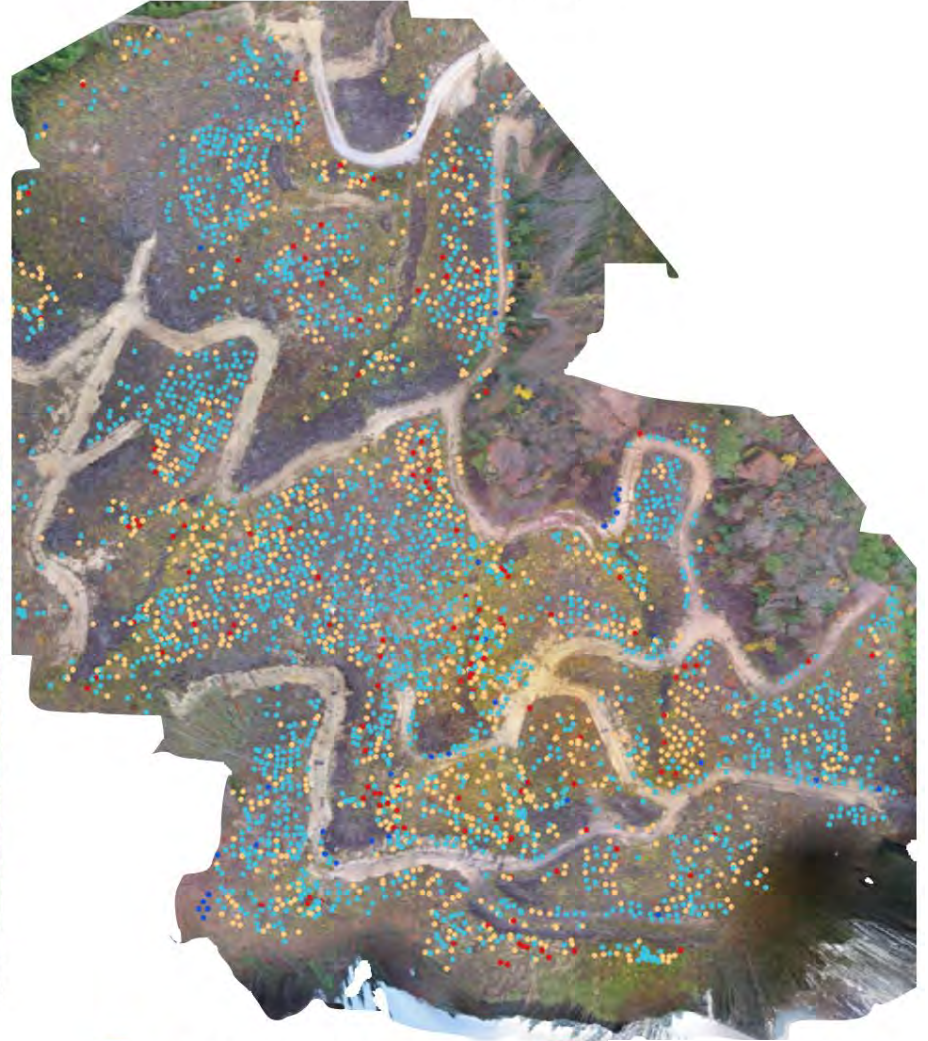
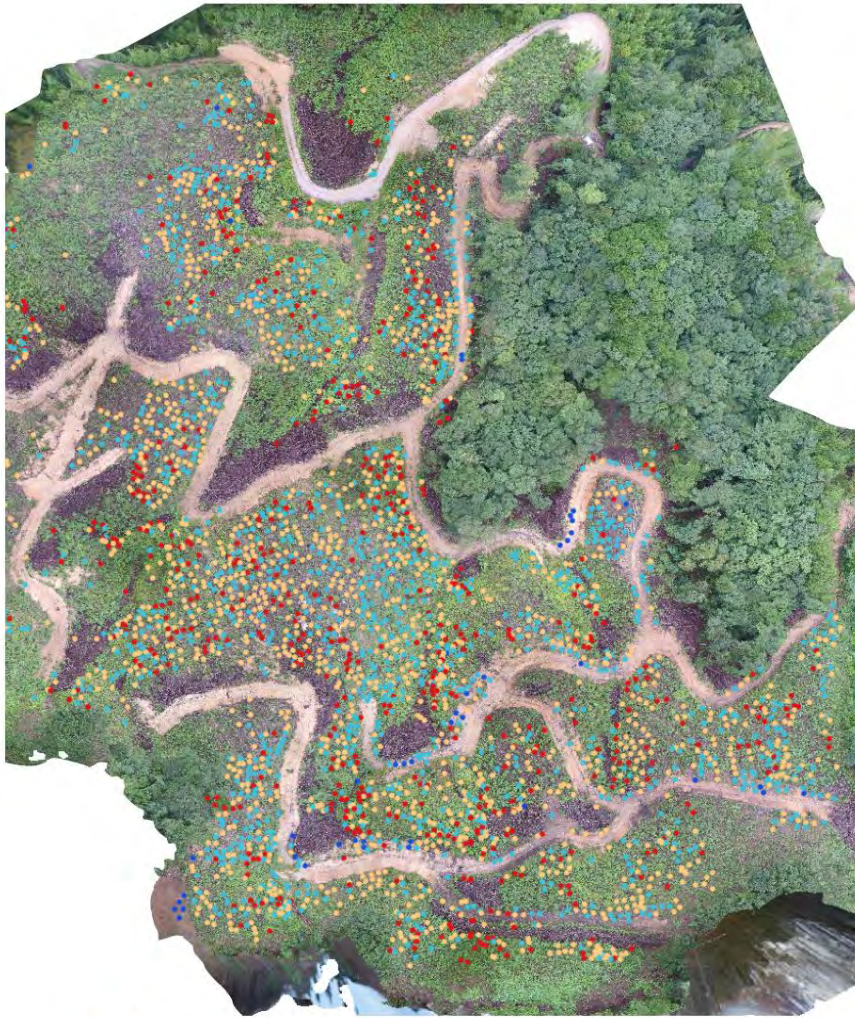




競合状態の把握

下刈り前(7月)

下刈り後(11月)



● 競合弱



● 競合強



競合状態の把握

- 下刈り条件の異なる場所、他サイトへ同手法を適用
→雑草が繁茂しているが、背丈が低い場所で精度が下がる

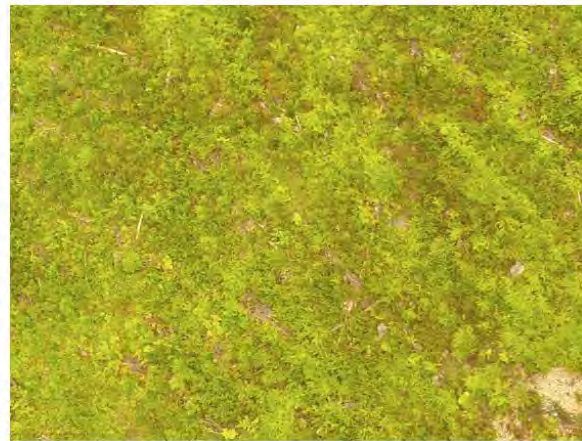
三室_試験区1

	C1	C2	C3	C4
U1	21	6	0	0
U2	1	11	2	1
U3	0	3	21	4
U4	0	1	3	22
正当率	95.5%	52.4%	80.8%	81.5%



三光_試験区1

	C1	C2	C3	C4
U1	24	8	6	0
U2	10	5	8	3
U3	3	11	12	8
U4	0	1	1	13
正当率	64.9%	20.0%	44.4%	54.2%



背丈の低い雑草(シダ)が繁茂

三光_試験区2

	C1	C2	C3	C4
U1	6	7	9	5
U2	12	4	11	1
U3	8	11	10	9
U4	3	9	9	14
正当率	20.7%	12.9%	25.6%	48.3%



ササが一面に繁茂



まとめ

- 植栽地の状況を面的に把握が可能
- 雑草木・樹高も把握できそう
(但し、撮影時期や高度に留意)
- 撮影高度の問題… 50mが限度
- 伐採直後に一度撮影することが重要
- 部分的な下刈りは現実的にあり得るか？
- 導入コストの問題…



ドローンの活用

撮影の タイミング

伐採・地拵
の直後

- 面積・林内路網・除地の測量
- 地形（DTM）の把握

植栽後

- 苗木位置の把握

下刈りの
直前

- 雑草木の量・競合状態の把握
- ➡ 下刈り要否の判断

下刈りの
直後

- 植栽木の樹高・雑草木の把握
- ➡ 補助金の申請・検査