

準リアルタイム森林施業モニタリングのための 高頻度観測衛星データを用いた全自動伐採検出アルゴリズムの開発



○林悠介¹、村田裕樹²、井筒憲司³、木下紗綺³ (¹正会員、³非正会員 (株)エフバイオス、²正会員 東京大学)

◆はじめに

- 林業現場において、客観的かつ面的な施業進捗情報をリアルタイムに把握することは日々の作業方針の決定や施業計画の見直しを行う上で重要。
- PlanetScopeは、150機以上の小型衛星で形成された衛星コンステレーションであり、リアルタイムモニタリングに近い形で活用が期待できる。
- PlanetScopeデータから計算された植生指数の差分解析と二値化手法を組み合わせ、準リアルタイムに伐採進捗状況を確認可能な手法を開発する。

◆まとめと今後の展望

- アンサンブル法において、伐採地検出のAccuracyで約95%、F値で約89%という結果を得た。
- アンサンブル法では、伐採面積の時系列推移において、現地データとの傾き約0.99、決定係数約0.98を得た。
- 今後は他の伐採地にも適用し、ロバスト性についての評価を進めたい。
- 次世代衛星群Pelican (分解能30cm・最大12回/日) 等を活用して、伐採以外の作業工程を含めたより詳細なリアルタイムモニタリングを実現したい。

◆使用データと解析方法

対象地

- 茨城県久慈郡大子町の社有林の一部(赤枠内、伐採面積: 約7.5ha)とその周辺(Fig.1範囲)。スギ林、ヒノキ林で構成されており、2022年7月~2023年1月30日で皆伐を実施。

PlanetScope

- 大気補正済み地表反射率 (空間分解能3.0m)
- 伐採後: 34データ
2022/7/1~2023/6/17
- 伐採前: 18データ
2021/7/17~2022/6/15

施業進捗データ

- 伐採完了or未完了を現地記録したデータ(20mグリッド)

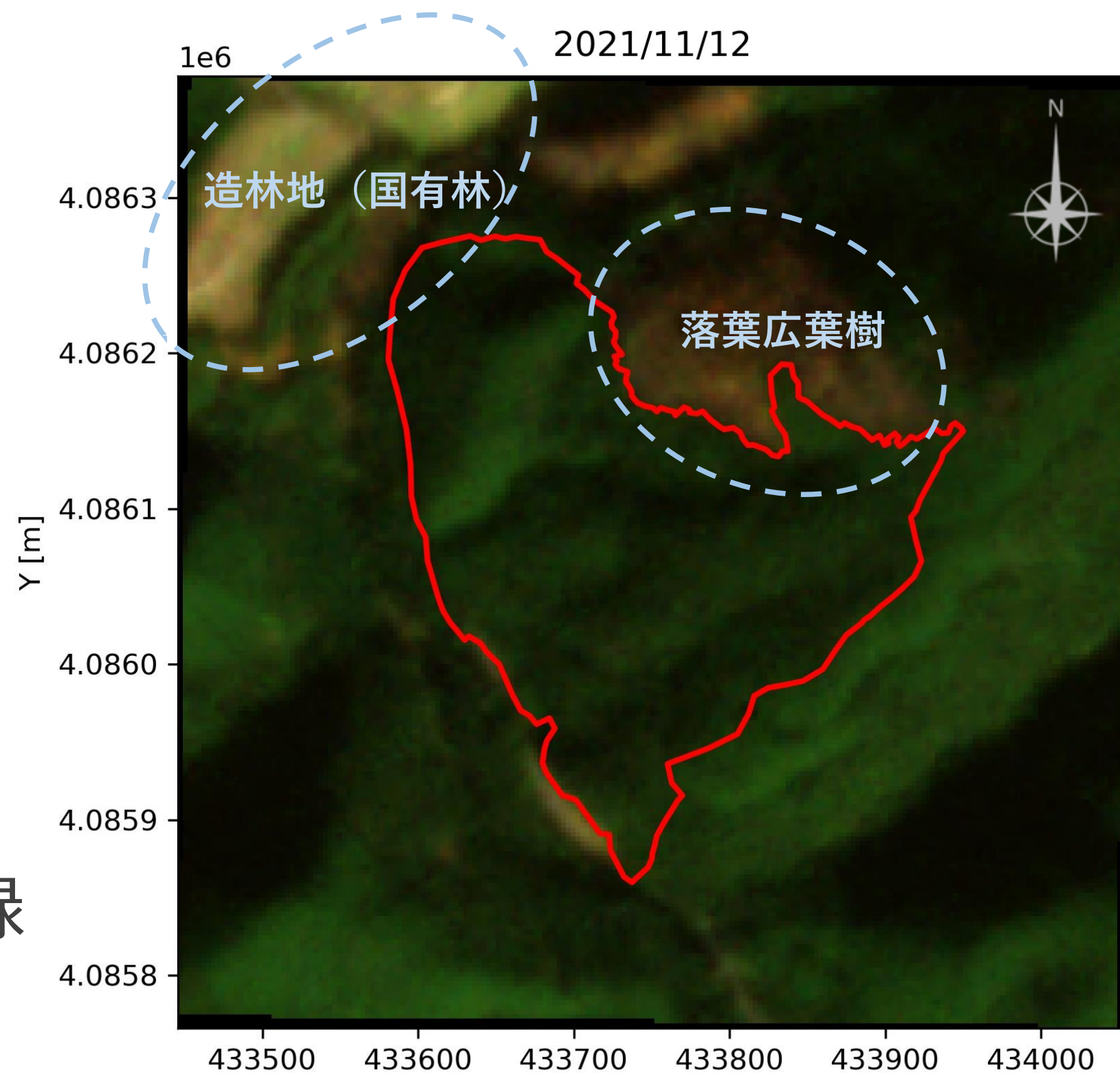


Fig.1 対象地

解析方法

- 以下の3つの二値化手法と4つのデータパターンを用いて Fig.2に示す方法で伐採地検出を実施。

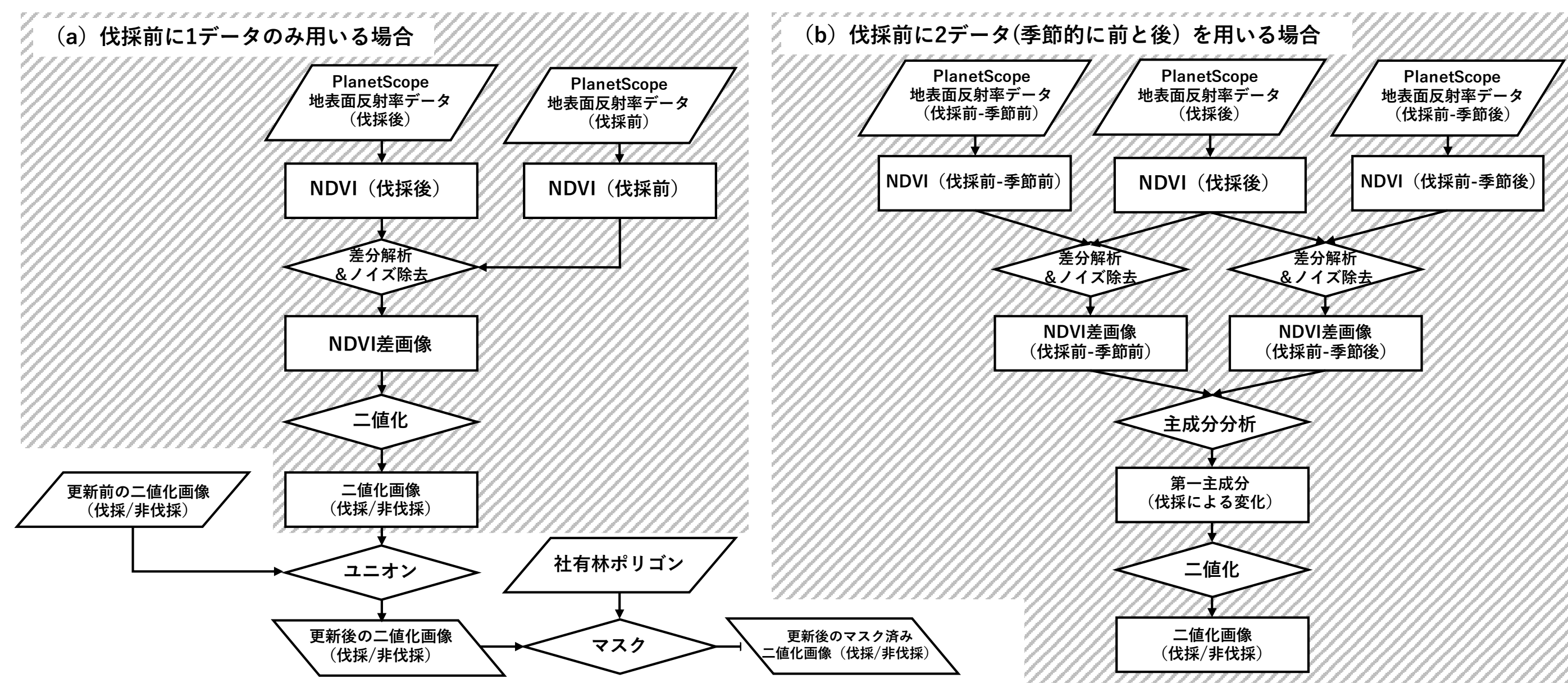
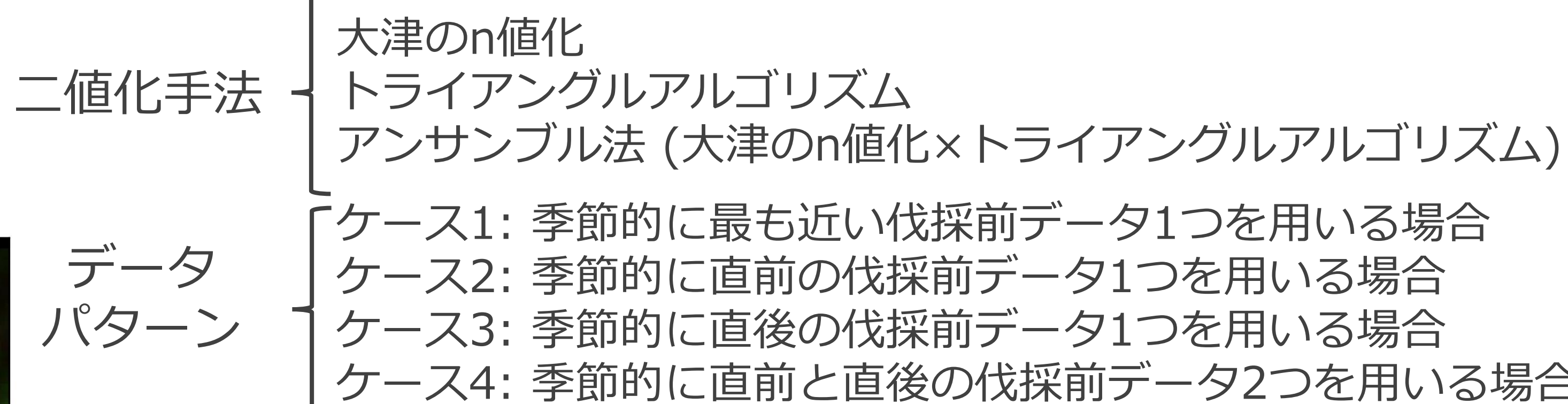


Fig.2 解析フロー

◆結果と考察

- (Fig.3) 左上部の紫色の領域では、伐倒木の残留により、NDVI減少幅が小さかったことで、検出遅れたがと推察する。⇒大津のn値化よりアンサンブル法が影響小さい。
- (Fig.4) 施業進捗データ伐採面積とアンサンブル法によるPlanetScope伐採面積が終始沿って推移した。⇒大津のn値化は過小推定傾向。⇒トライアングルアルゴリズムは過大推定傾向。⇒アンサンブル法は2手法の閾値の平均のため傾向を中和。
- (Table.1) アンサンブル法が最も一致度が高い結果となった。

- (Table.2) ケース4において、Accuracy約95%、F値約89%で最高検出精度であった。⇒その他のケースでは、画像中の領域で発生する伐採以外のNDVIを減少させるイベントに敏感。
- (Fig.5) ケース2とケース3で、画像左上部の植林地を伐採地として検出。夏場の下刈りに反応。
- (Fig.5) ケース2では、伐採地の上に存在する落葉広葉樹の黄葉・落葉に反応。
- (Fig.5) ケース4では上述の誤検出が軽減。

Table.1 単回帰モデルと精度評価指標 (y: PlanetScope伐採面積、x: 施業進捗データ伐採面積)

	大津のn値化	トライアングルアルゴリズム	アンサンブル法
単回帰モデル	$y = 0.9151x$	$y = 1.0798x$	$y = 0.9917x$
決定係数R ²	0.986	0.909	0.978
MAE(m ²)	3959.8	5758.9	2113.4
RMSE(m ²)	4558.8	6438.3	2544.2

Table.2 2023/6/17時点で検出された伐採地を用いて算出した精度評価指標

	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4
Accuracy	0.904	0.924	0.912	0.948
Recall(伐採地)	0.953	0.953	0.951	0.951
Precision(伐採地)	0.698	0.750	0.719	0.827
F値(伐採地)	0.806	0.839	0.819	0.885

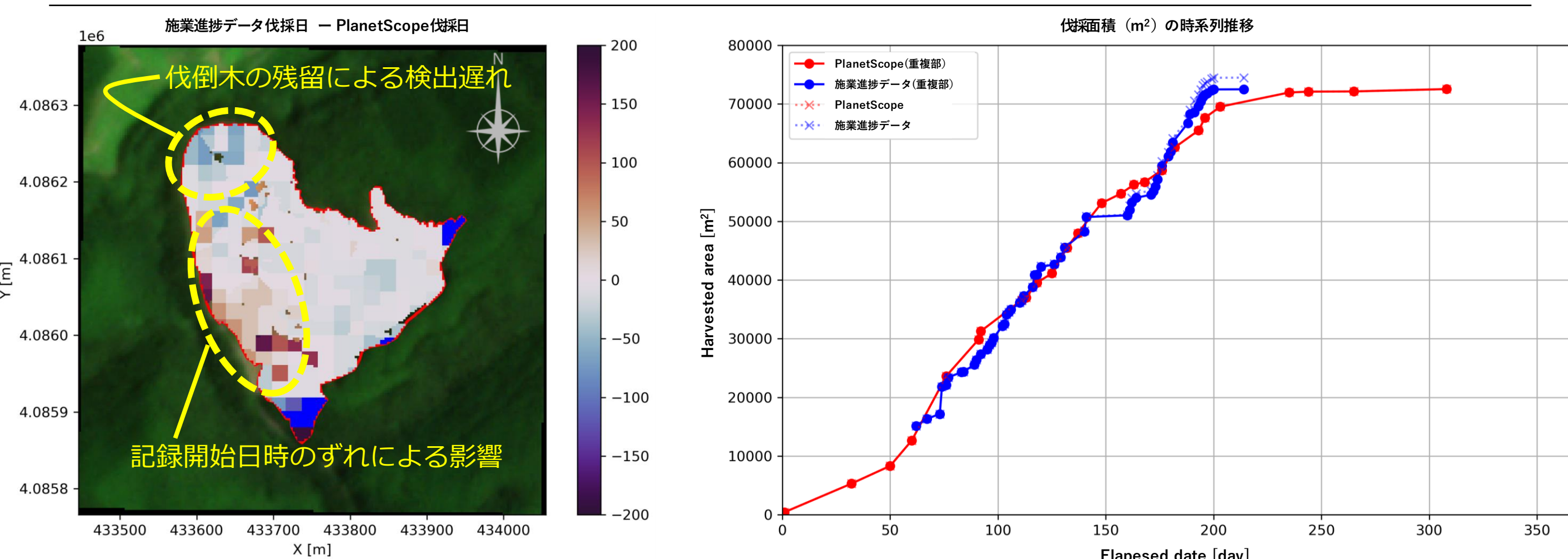


Fig.3 施業進捗データとPlanetScopeの伐採日の差 (アンサンブル法、ケース4)

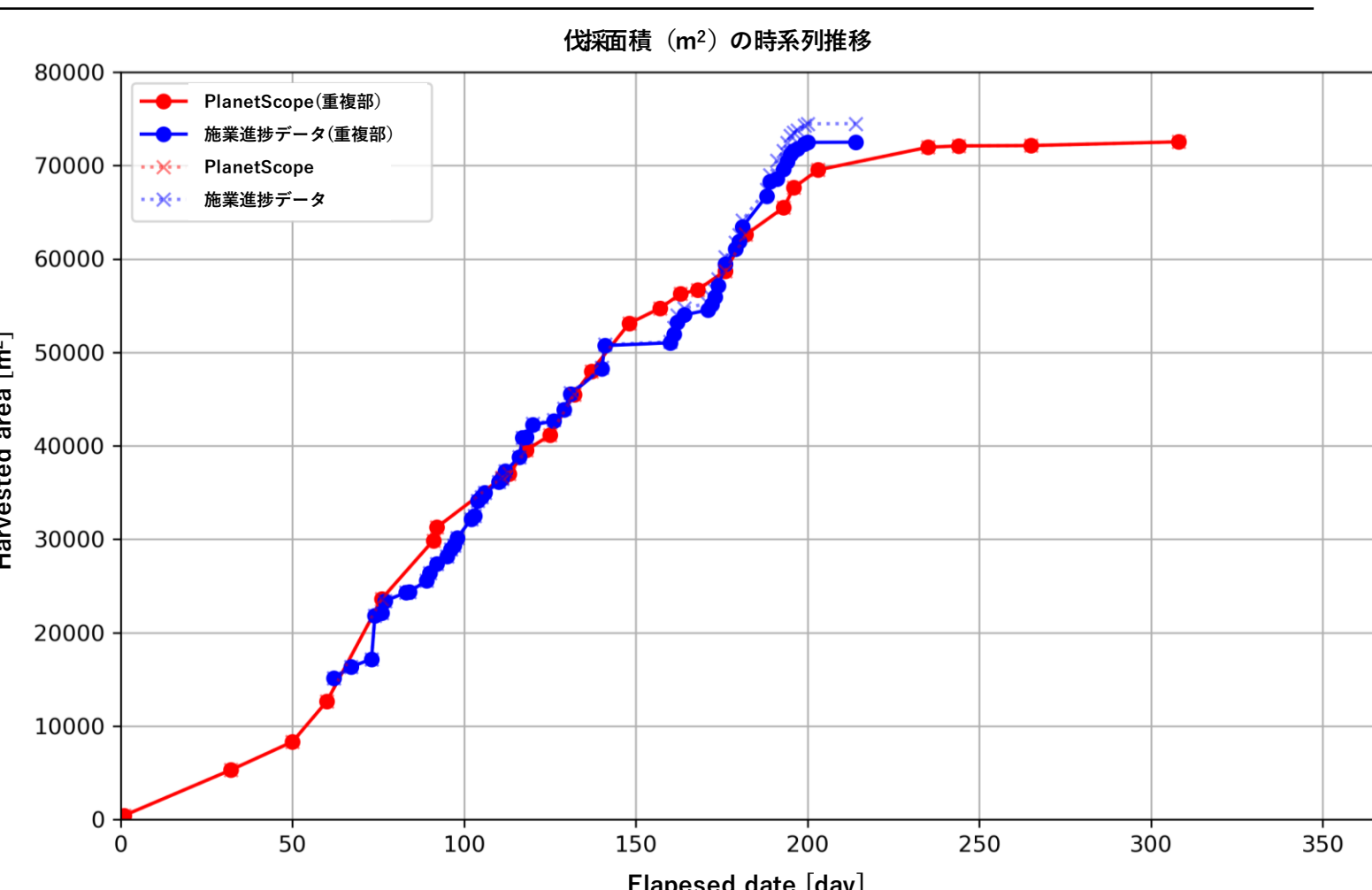


Fig.4 伐採面積の時系列推移 (アンサンブル法、ケース4)

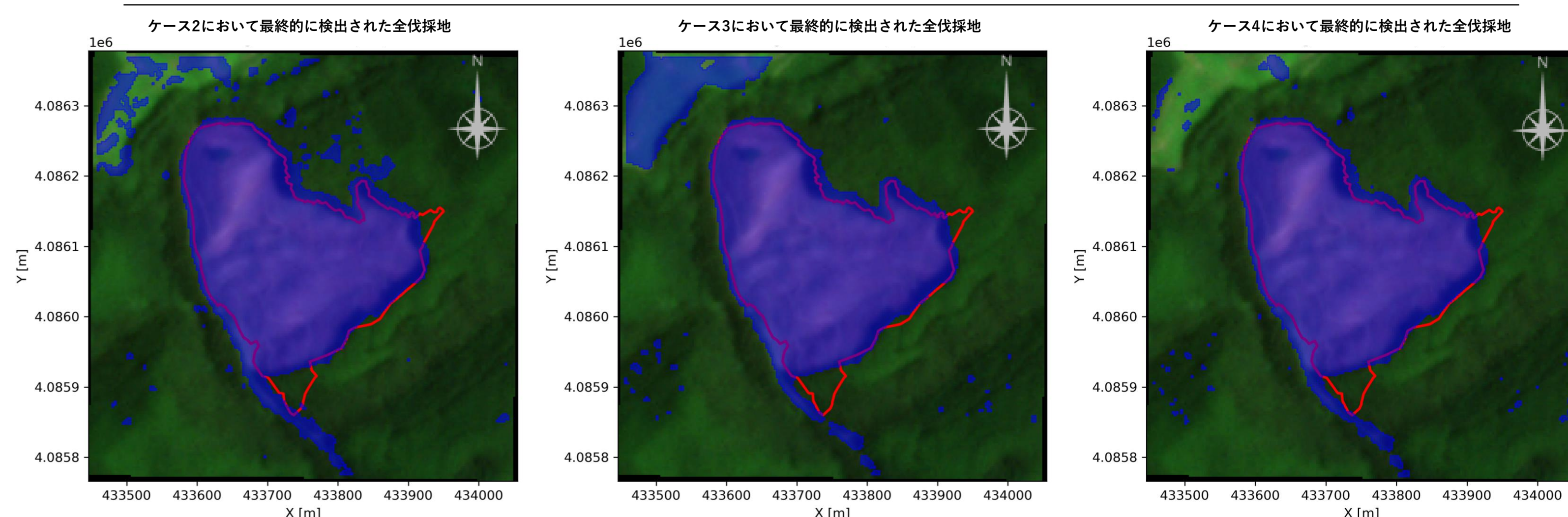


Fig.5 2023/6/17時点で検出された伐採地 (アンサンブル法、左からケース2、ケース3、ケース4) ※青色部が検出された伐採地

参考文献

- Planet Team: Planet Application Program Interface: In Space for Life on Earth., San Francisco, CA., 2022.
- 村田裕樹ら: 港湾における超小型衛星コンステレーション撮像頻度の評価, 日本リモートセンシング学会第74回学術講演会, 2023.