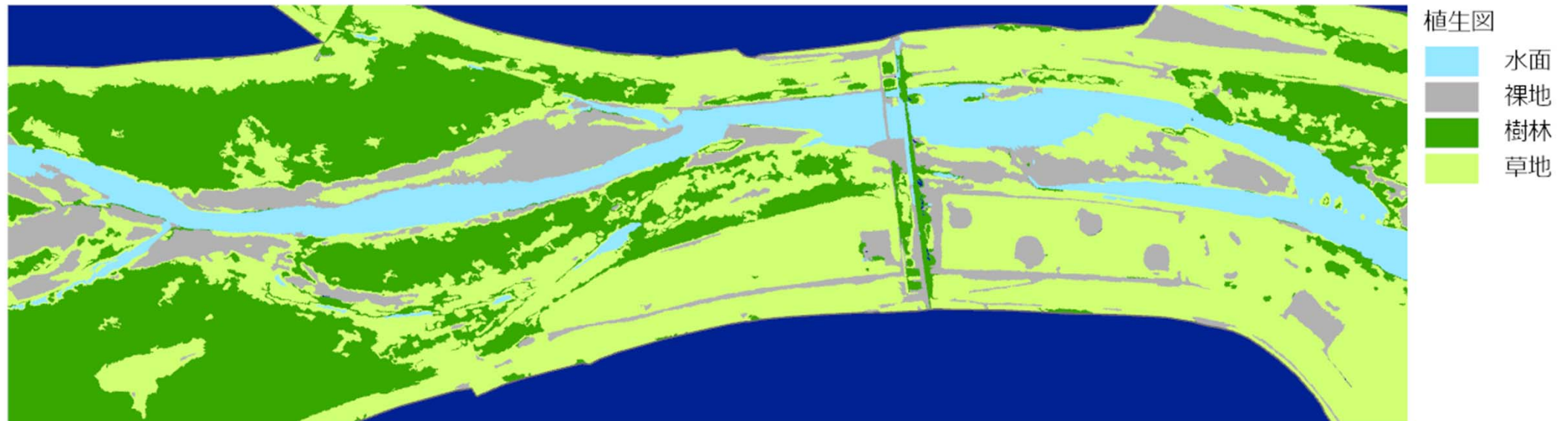


# 高解像度人工衛星画像及びLPデータを用いた 河川域植生図作成手法の開発



宮脇成生、野村大祐、木下長則（株式会社 建設環境研究所）

鈴木研二、鈴置由起洋（日本スペースイメージング株式会社）

池内幸司（一般財団法人 河川情報センター 河川情報研究所長）

## 目的

- 植生図は、河川における環境管理、樹林管理等において重要な基礎情報である。
- 全国109水系の直轄管理区間の植生図は、主に河川水辺の国勢調査において作成されている。
- 近年、河川でも衛星画像に機械学習を適用して植生を分類する研究が報告されている。
- 本研究は、**高解像度人工衛星画像**および「**比高**」に加えて、「**植生高**」のデータを用いて、**植生分類の精度を向上**させることを目的とする。

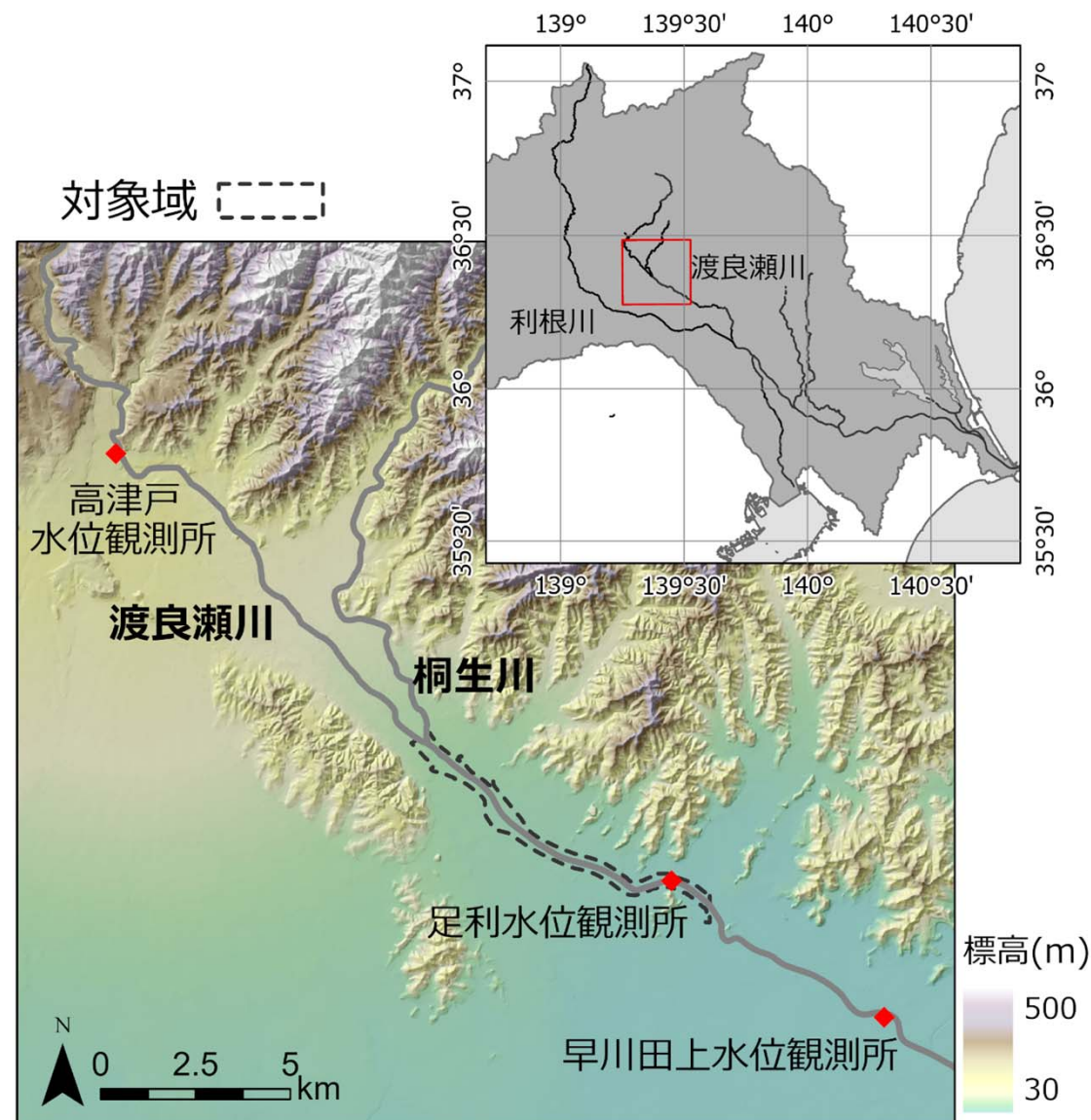
### 本研究の試み

	植生分類モデルで使用する特徴量		
	高解像度人工衛星画像	比高	植生高
既往研究	●	●	—
本研究	●	●	●

## 方法

### 対象範囲

- 渡良瀬川（利根川合流点からの距離34～44km）の河川区域
- この区間内の工事实施箇所、耕作地、グラウンド・公園等の利用地、人工構造物は対象から除外



### 対象区間

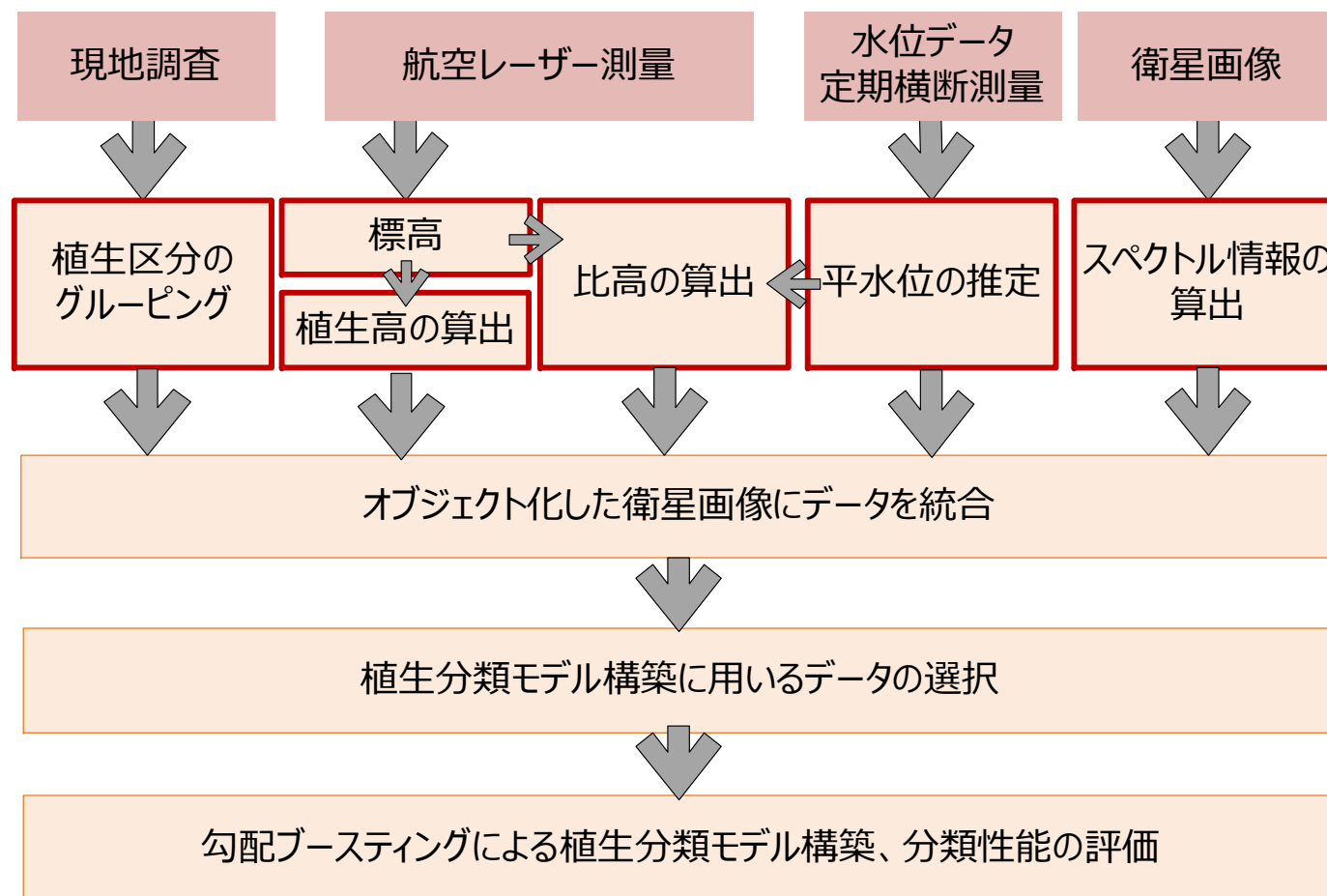
河川環境データベース

<http://www.nilim.go.jp/lab/fbg/ksnkankyo/>より作成.

## 方法

### 解析の流れ

- 「衛星画像」からスペクトル情報の算出
- 「水位データ」「定期横断測量」から平水位の推定
- 「航空レーザー測量（LPデータ）」から標高、植生高、比高（平水位の値も使用）の算出
- 「現地調査」から植生区分のグルーピング
- オブジェクト化したデータにこれらのデータを統合
- 勾配ブースティング決定木による植生分類モデルの構築、分類性能の評価



### 解析の流れ

## 方法

スペクトル情報の算出：  
衛星画像から得られる属性情報

- 人工衛星WorldView-2  
(Maxar Technologies社)
- 地上解像度 0.5m
- 4バンド (Blue, Green, Red, NIR) の地表面反射率を算出
- 地表面反射率に基づきオブジェクト化
- オブジェクト毎に、各バンドの中央値、標準偏差、Brightness、BI、NDVI、GNDVI、EVIを算出

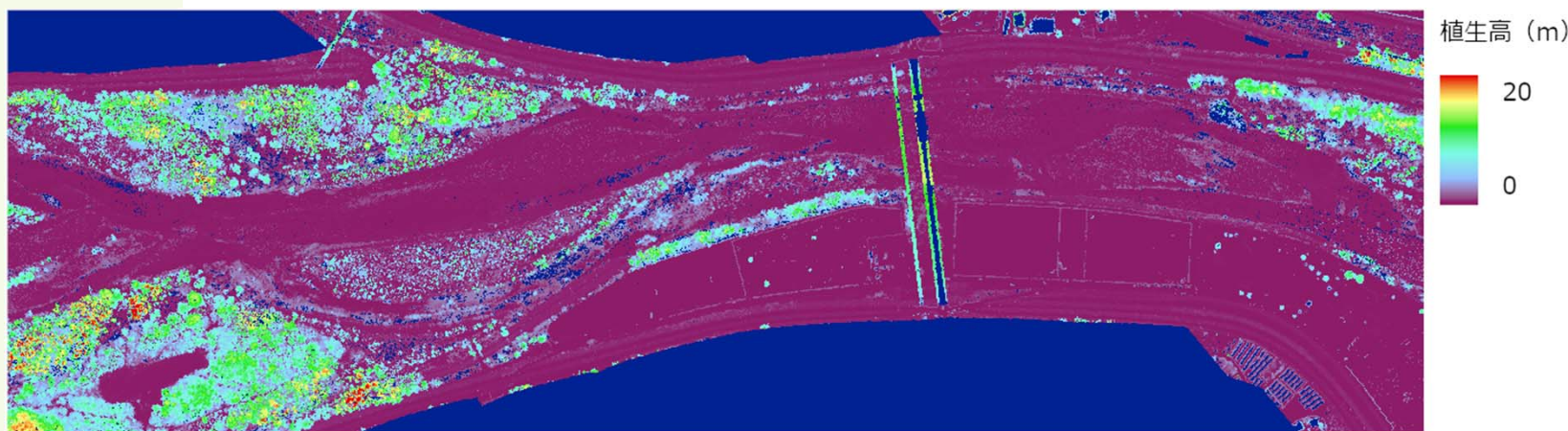
植生高の算出：

- LPデータより作成
- 2mメッシュで作成
- 植生高 = DSM - DEM



衛星画像

WorldView-2©2020 Maxar Technologies.



植生高

渡良瀬川河川事務所提供のLPデータより作成.

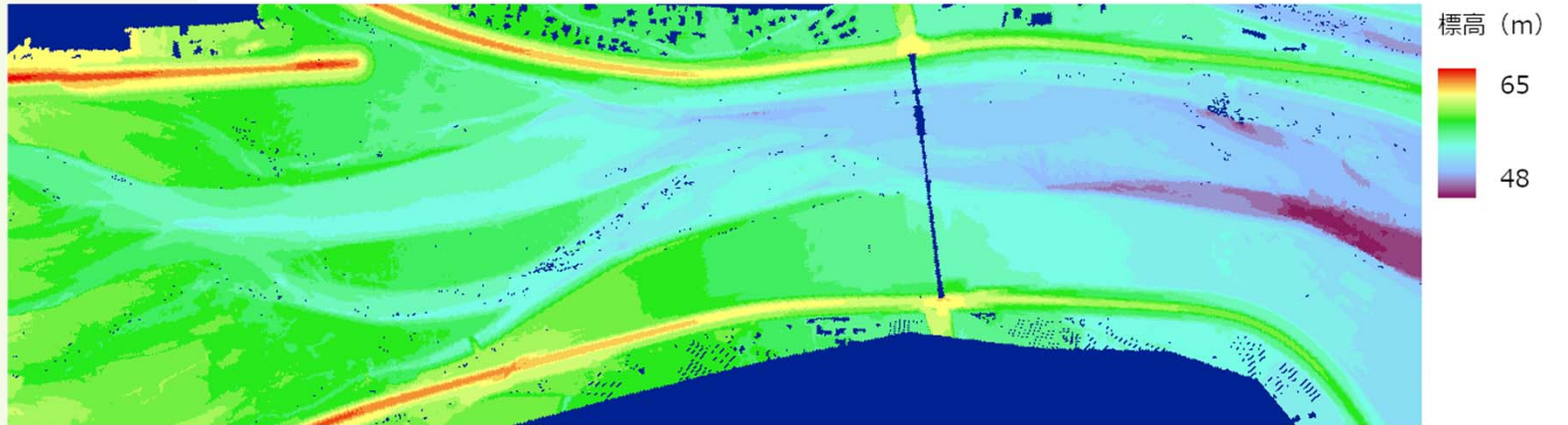
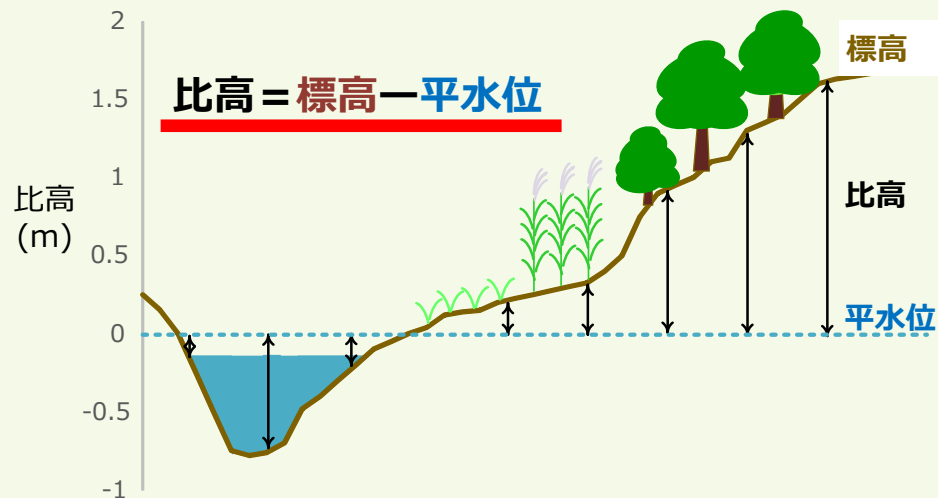
## 方法

### 平水位の推定：

- 距離標毎の平水位を、宮脇ほか(2018)の平常時水位の方法により推定
- 距離標の平水位をNatural Neighbor法で平面上で補間

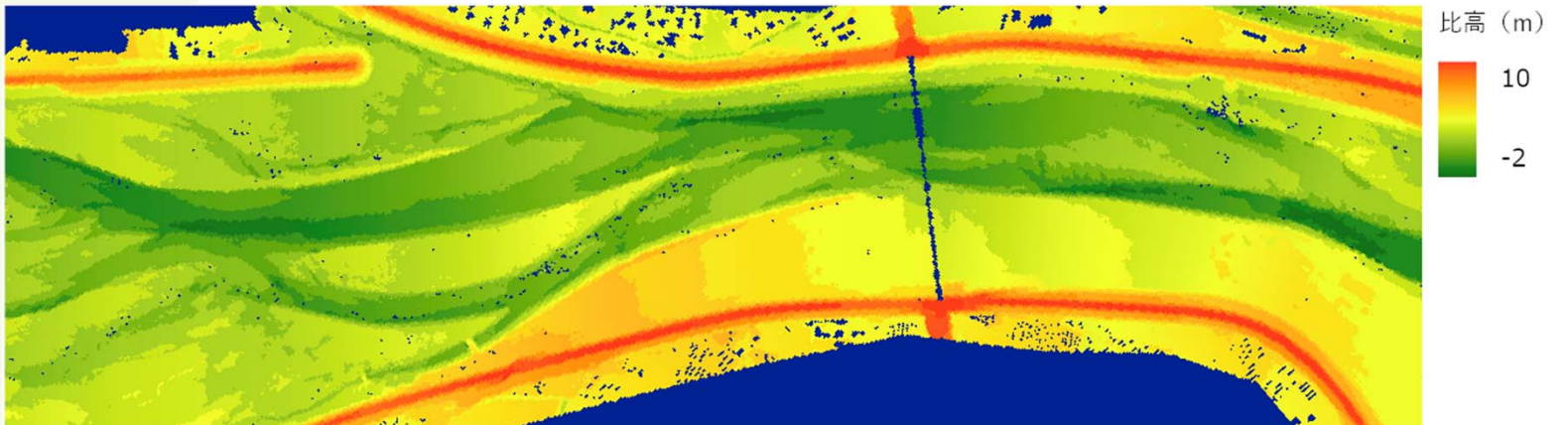
### 比高の推定：

- 比高 = 標高 - 平水位



標高

渡良瀬川河川事務所提供のLPデータより作成.



比高

出典：宮脇成生, 永山滋也, 加藤康充, 伊藤英恵, 萱場祐一：観測所水位データから平常時水位の縦断形を推定する～庄内川を事例として～, 応用生態工学, 21, 53-60, 2018

## 方法

### データの統合

- オブジェクト化した衛星画像に、特徴量データを統合

### 植生分類モデルに使用する特徴量の選択

- 特徴量間の相関分析を行い、相関の高い組み合わせについては、一方の特徴量のみを解析に使用

### 整理した特徴量

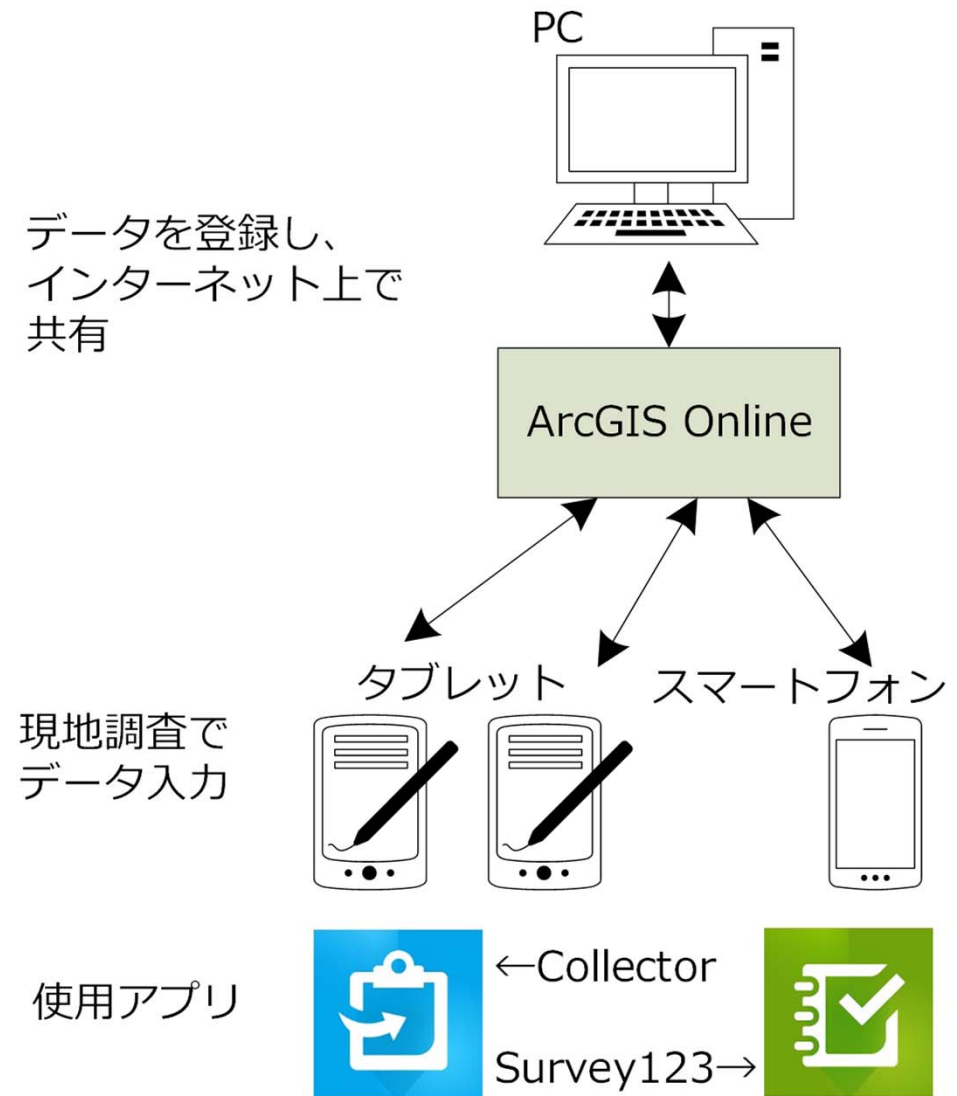
「採用」で「○」の特徴量を植生分類モデルで使用した。

特徴量	採用	定義
Blue		各バンド (Blue, Green, Red, NIR) の地表面反射率の中央値 Green
Green		
Red	○	
NIR	○	
Blue_sd		各バンド (Blue, Green, Red, NIR) の地表面反射率の標準偏差
Green_sd		
Red_sd	○	
NIR_sd	○	
Brightness	○	1/4 (Red+Green+Blue+NIR)
BI	○	$\sqrt{(((\text{Red} \times \text{Red}) / (\text{Green} + \text{Green})) \div 2)}$
NDVI	○	$(\text{NIR} - \text{Red}) / (\text{NIR} + \text{Red})$
GNDVI		$(\text{NIR} - \text{Green}) / (\text{NIR} + \text{Green})$
EVI		$2.5(\text{NIR} - \text{Green}) / (1 + \text{NIR} + 6\text{Red} + 7.5\text{Blue})$
標高	○	LPデータ等から作成した指標である標高, 平水位, 比高, 植生高の中央値
平水位		
比高	○	
植生高	○	

## 方法

### 現地調査：植生の主構成種を記録

- 現地調査結果を、植生分類モデルの「教師データ」として使用
- 現地調査では、タブレットでデータを入力（位置情報も記録）
- リアルタイムで調査情報を共有（調査者－集計担当者）
- 調査者が、衛星画像を確認して調査地点を設定し、**主構成種（優占種）を記録**（1m方形区）



### 現地調査のシステム構成



## 方法

### 植生分類モデル

- 作成したモデル：4モデル
  - 植生区分：4分類、7分類
  - 植生高：あり、なし
- 使用手法：**勾配ブースティング決定木 (GBDT)**
- 層化抽出による3分割交差検証を実施
- データ数不均一のため、SMOTEを適用

### モデルの分類性能評価

- 以下の指標で評価（値が1に近いほど高い分類性能であることを示す）
  - 全体精度 (0 - 1)
  - F1 score (0 - 1)
  - macro F1 score (0 - 1)
  - Kappa (0 - 1)

### 植生区分と調査地点数

植生区分		地点数
4分類	7分類	
草地	イネ科高茎草地	155
	その他の草地	327
樹林	ヤナギ類群落	32
	ハリエンジュ群落	95
	その他の樹林	96
裸地		109
水面		117
<b>合計</b>		<b>931</b>

### 作成した植生分類モデル

No.	植生区分	植生高
1	4分類	植生高なし
2		植生高あり
3	7分類	植生高なし
4		植生高あり

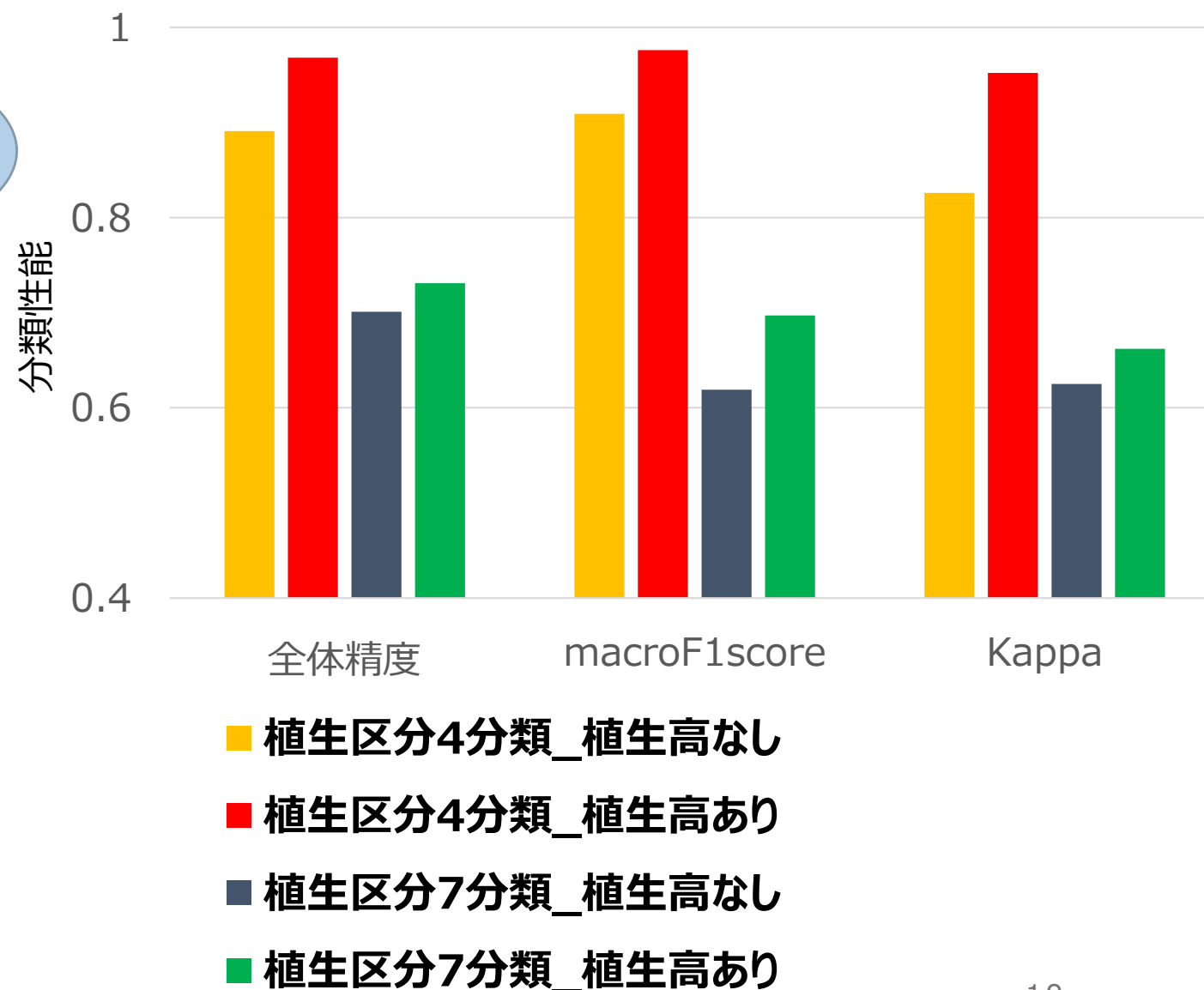
## 結果・考察

各モデルの分類性能の比較

- 植生高あり > 植生高なし
- 4分類 > 7分類
- 植生区分4分類 + 植生高ありのモデルでは、macroF1scoreが0.976を上回る高い分類性能を示した。

「植生高」  
が有効

## 植生分類モデルの分類性能評価



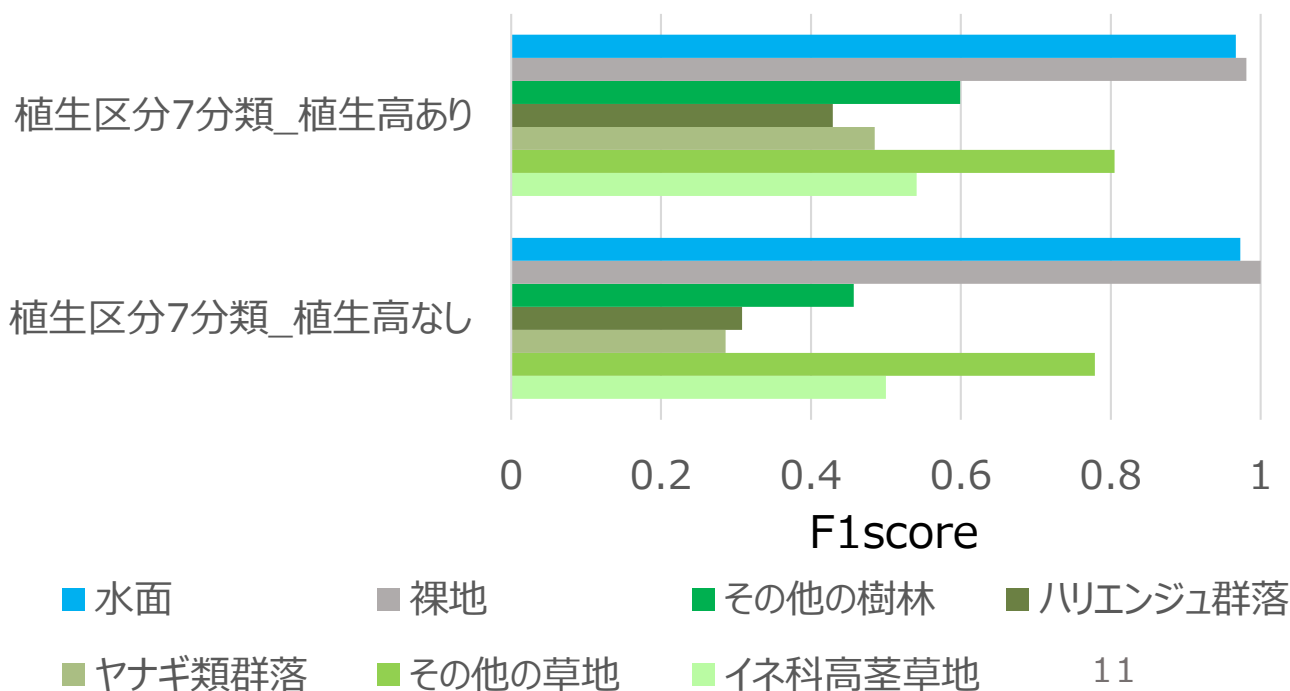
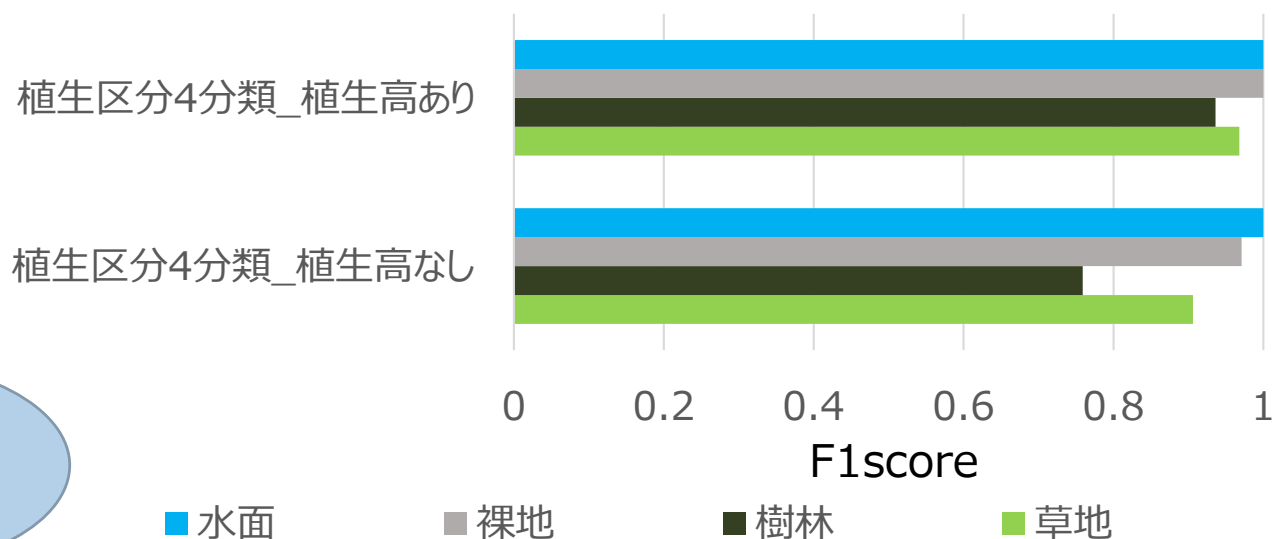
## 結果・考察

### 各モデルの植生区分毎の分類性能

- 「植生区分4分類」のモデルでは、いずれの区分も「植生高あり」のモデルのF1scoreが高い値
- 水面、裸地の分類性能はいずれのモデルもF1scoreが0.96以上
- 「植生区分7分類」のモデルでは、特に樹林の3区分のF1scoreが低い値

「植生高」  
が有効

### 植生区分毎の分類性能評価：4分類（上）、7分類（下）

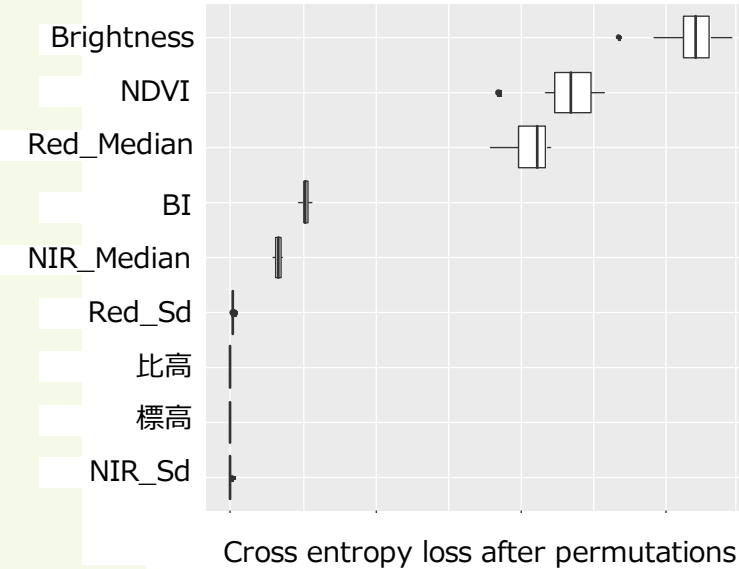


## 結果・考察

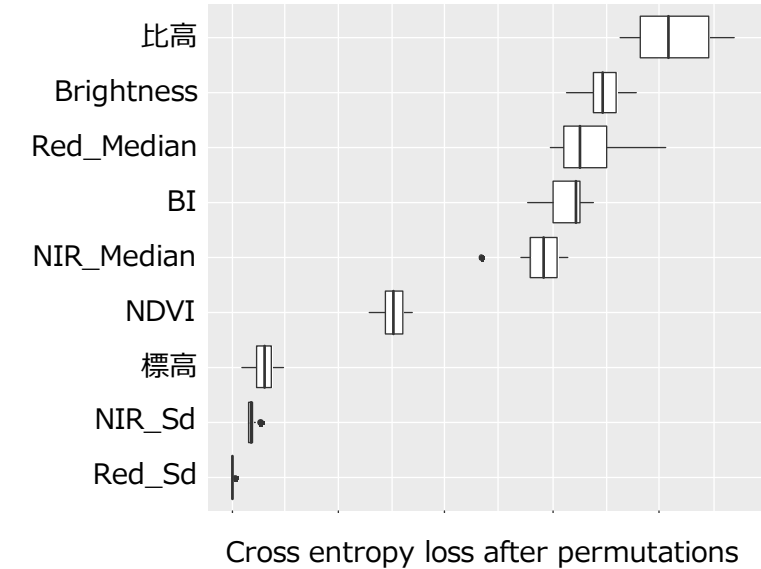
### モデルにおける特徴量の重要性

- 全モデル共通
  - NDVI、Brightness、Red、BI**の重要性が高い
- 植生高ありのモデル
  - 植生高**が最も重要
- 植生分類4区分のモデル
  - Red\_Sd、NIR\_Sd、標高、比高**の重要性が低い
- 植生分類7区分のモデル
  - Red\_Sd、NIR\_Sd、標高**の重要性が低い
  - 比高**は4区分モデルよりも重要性が高い

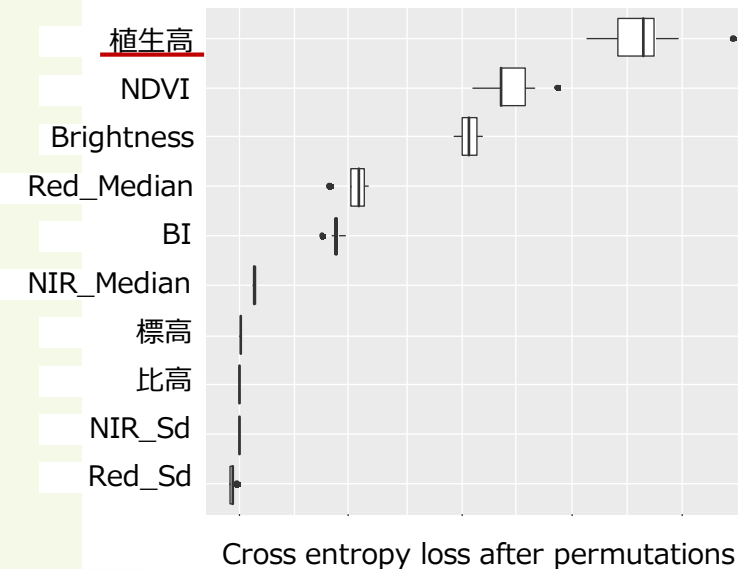
a) 植生区分4分類\_植生高なし



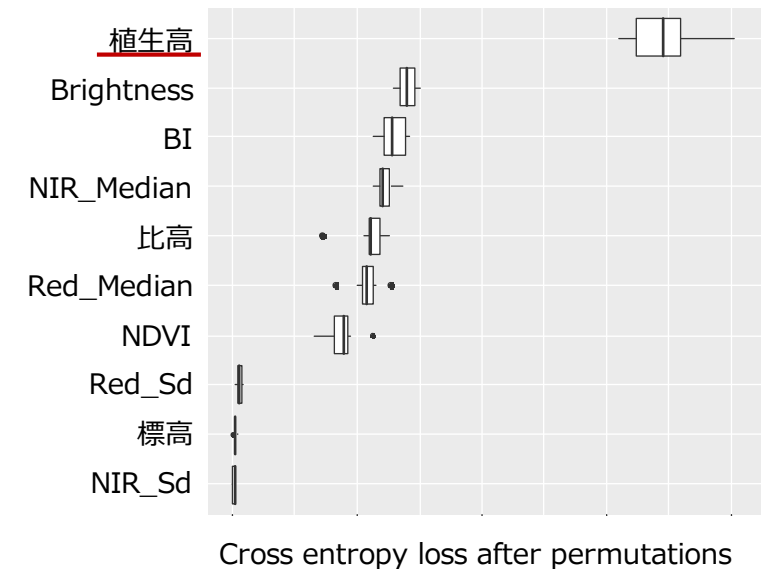
c) 植生区分7分類\_植生高なし



b) 植生区分4分類\_植生高あり



d) 植生区分7分類\_植生高あり



### 植生分類モデルに用いた特徴量の相対的な重要性

グラフ横軸“cross entropy loss after permutations”が大きいほど特徴量の重要性が高いことを示す

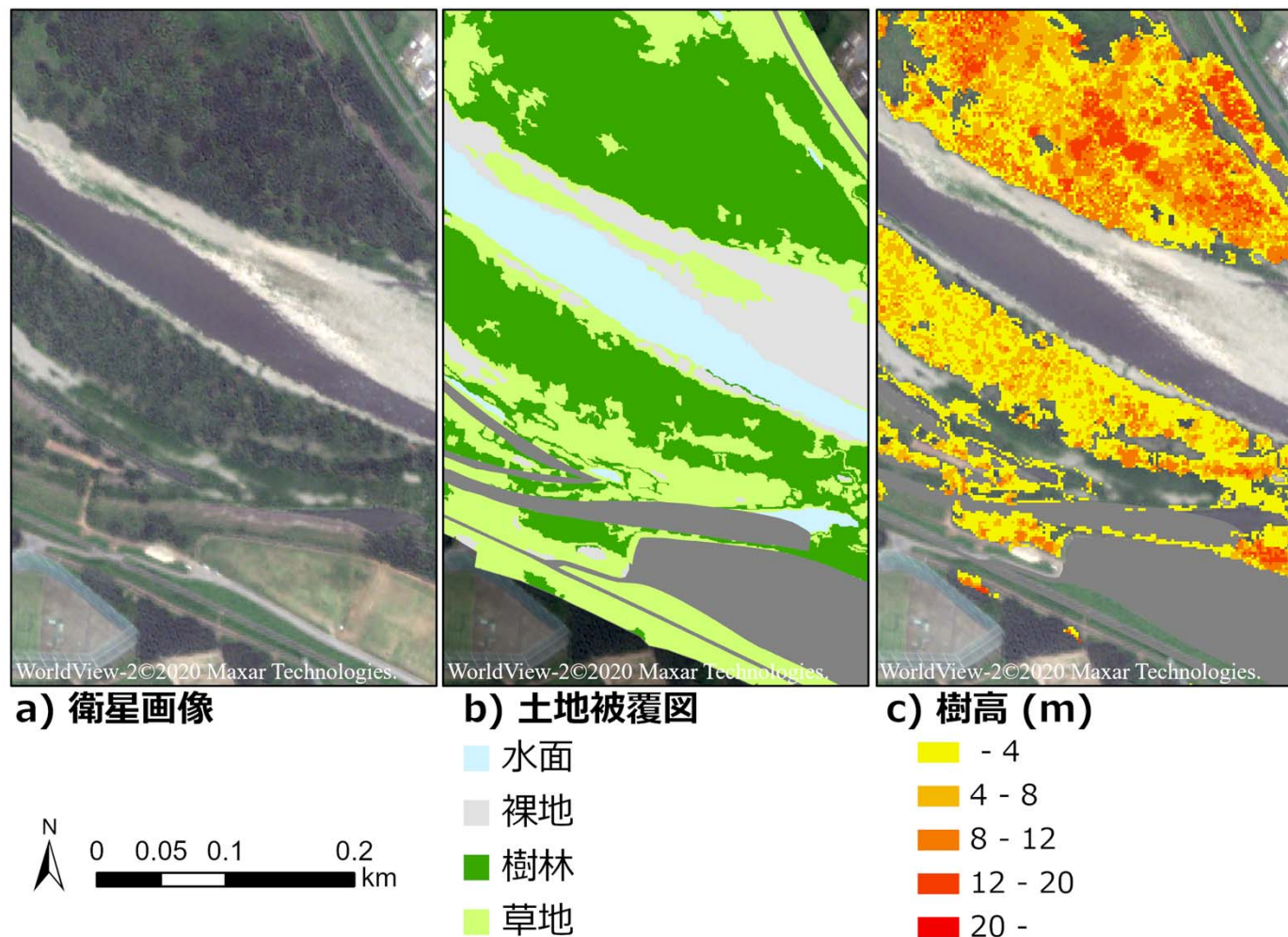
## 結論

### 分類性能の向上

- 「**植生高**」は植生分類モデルの分類精度向上に大きく寄与
- 「**植生高**」を加えることで、4分類モデルでは、全体精度は、**0.90** → **0.98** に向上

### 本手法の適用範囲

- 樹林として判別した箇所に、植生高をオーバーレイすれば、樹高に基づく管理の優先順位の検討にも利用できるなど、樹林管理への利用を目的とする場合の有効な資料となるだろう。



衛星画像と植生図および樹高分布図

## 謝辞

本研究で用いた航空レーザー測量成果，定期横断測量成果は，国土交通省関東地方整備局より提供いただきました。

ここに記して御礼申し上げます。



ありがとうございました

株式会社 建設環境研究所

宮脇 成生

[miyawaki@kensetsukankyo.co.jp](mailto:miyawaki@kensetsukankyo.co.jp)

