

農業・生態系保全のための 関東域高解像度土地利用土地被覆図の開発

筑波大学 生物資源学類 4年
流域管理研究室
伊藤 駿

平山颯太*¹, 今村功一*², 平出尚義*², 大串文美*², 佐竹峻*², 奈佐原(西田) 顕郎*³
*¹ JAXA, *² RESTEC, *³ 筑波大学

- **土地利用・土地被覆図** (land-use land-cover map: **LULC map**)

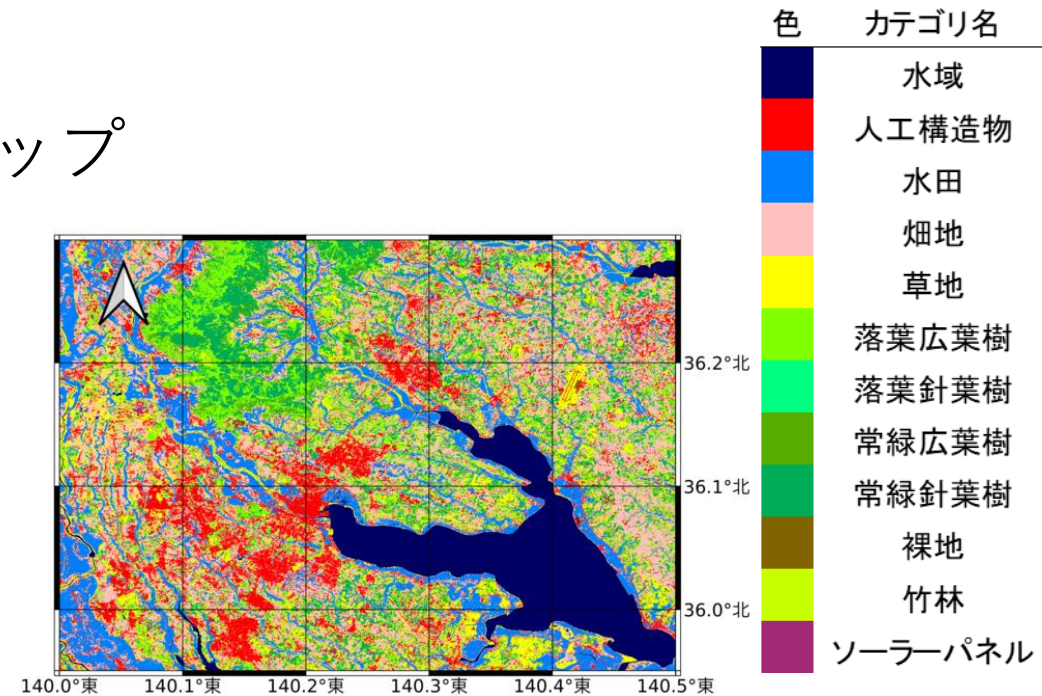
➡ 人々が地表面をどのように利用しているか (land-use)、
地表面が何に覆われているか (land-cover) をもとに、
地表面を複数のカテゴリで分類した地図のこと。

- JAXAは、数年おきに高解像度日本域LULCマップ
(**HRLULC-Japan**) を作成・公開。

└ High-Resolution

- 最新のver.21.11では、12カテゴリで
全体精度 (OA) が88.85%。

- 本研究では、**カテゴリ数の増加**による
HRLULC-Japanの詳細化を目指す。



JAXAのHRLULC-Japan ver21.11 (つくば周辺)

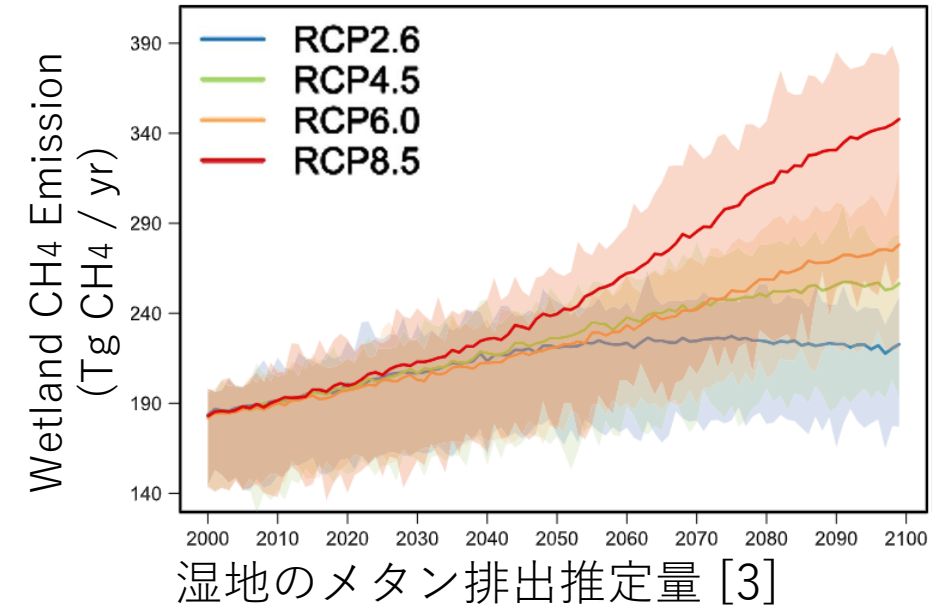
新規カテゴリ

- **湿地**
 - 温室効果ガス排出源 → 気候変動対策
 - エコトーン → 高い生物多様性
- **農業用温室**

CO₂ 発生装置やヒートポンプによる生育増進
→ 気候変動対策
- **落葉木本畑地**

ex) 落葉性の果樹園（リンゴ、ナシ、栗、etc.）
- **常緑木本畑地**

ex) 常緑の果樹園（ミカン、ビワ、etc.）、茶畑



- 対象域

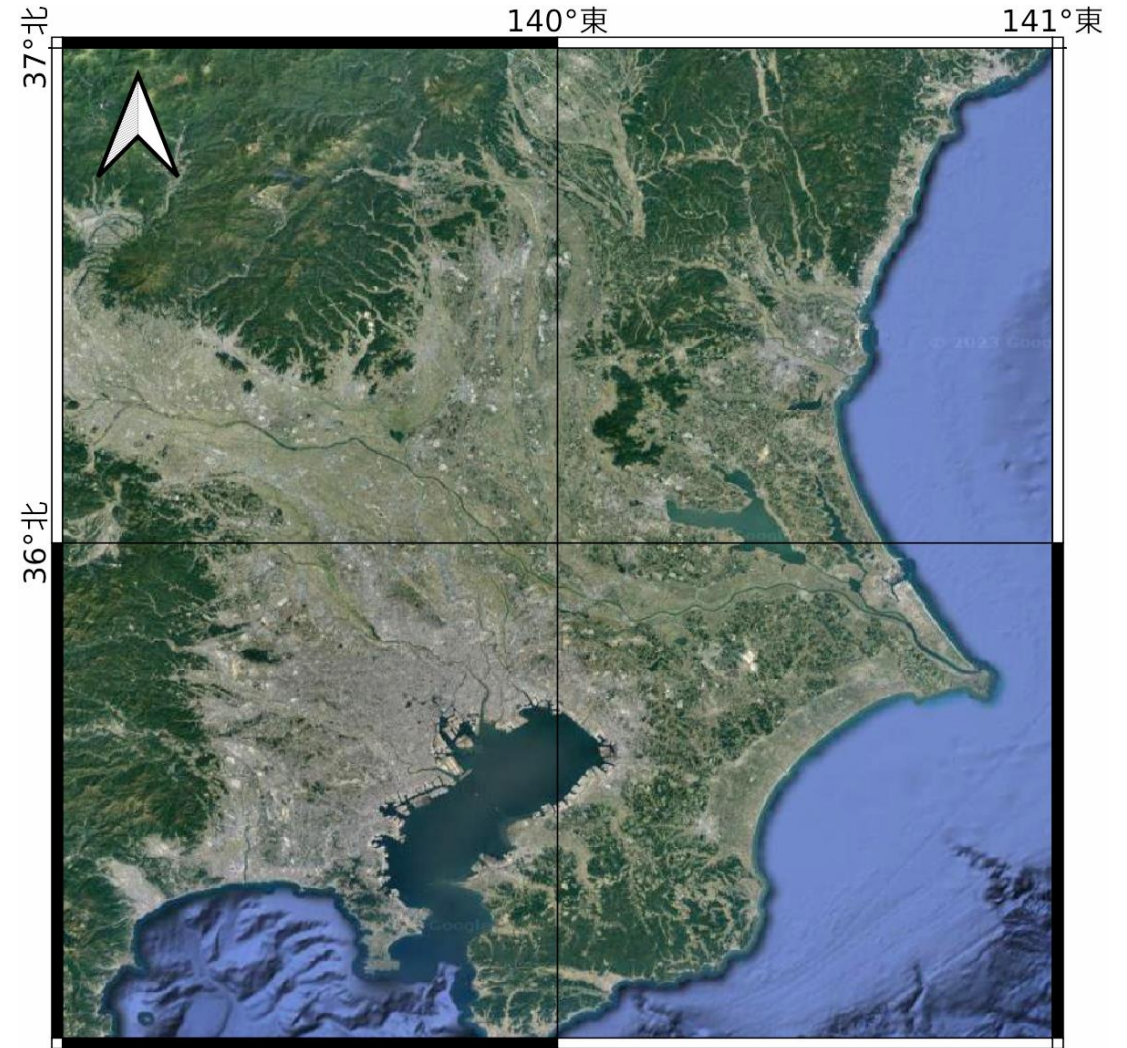
- 正確なLULC マップ作成には、対象域での十分な知識が要求される。



- 対象域は関東地方。
- 北緯35度~37度、東経139度~141度の矩形領域。

- 対象期間

- 2022/06/01 ~ 2023/05/31 の1年間。



対象域

方法: 入力データの整備

No.	データ	バンドと空間分解能	時期
1	Sentinel-2 (Level-2A)	10m (B2, B3, B4, B8) 20m (B5, B6, B7, B8A, B11, B12) NDVI, GRVI, NDWI1, NDWI2, GSI	S1: 2022/06/01-2022/07/31 S2: 2022/08/01-2022/09/30 S3: 2022/10/01-2022/11/30 S4: 2022/12/01-2023/01/31 S5: 2023/02/01-2023/03/31 S6: 2023/04/01-2023/05/31
2	Sentinel-1 GRD	10m (VH, VV)	
3	ALOS-2/PALSAR-2	3m (HH, HV, VV, 偏波間相関, パウリ分解2成分, エントロピー, テクスチャ, 山口分解4成分), 6m (HH, 入射角)	通年変化がないと仮定し、 すべての時期で共通の値を使用。
4	AW3D	5m (DSM, 傾斜)	
5	Open Street Map	10m (道路までの距離)	
6	筆ポリゴン	10m (農林水産省, 農地区画データ)	
7	緯度, 経度	10m (Setinel-2を参照)	

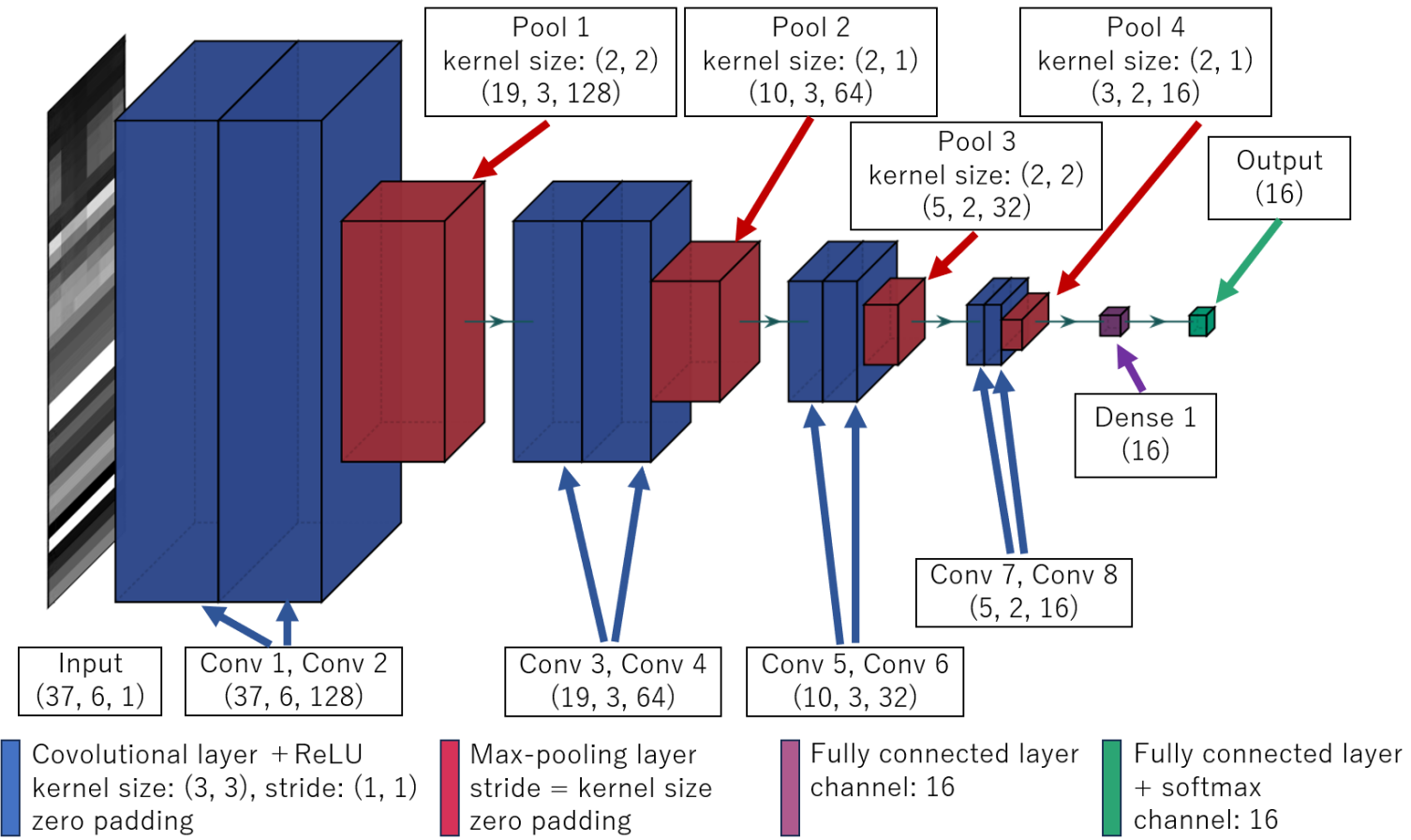
方法: 分類アルゴリズム

- JAXAが作成した教師ありCNN分類アルゴリズム「**SACCLASS2**」を使用。
 - └ 畳み込みニューラルネットワーク
(Convolutional Neural Network)
- 空間方向（緯度・経度方向）ではなく、**特徴量・時間軸方向で畳み込む。**

- 空間方向の畳み込みは、空間分解能の低下の原因なので避ける。



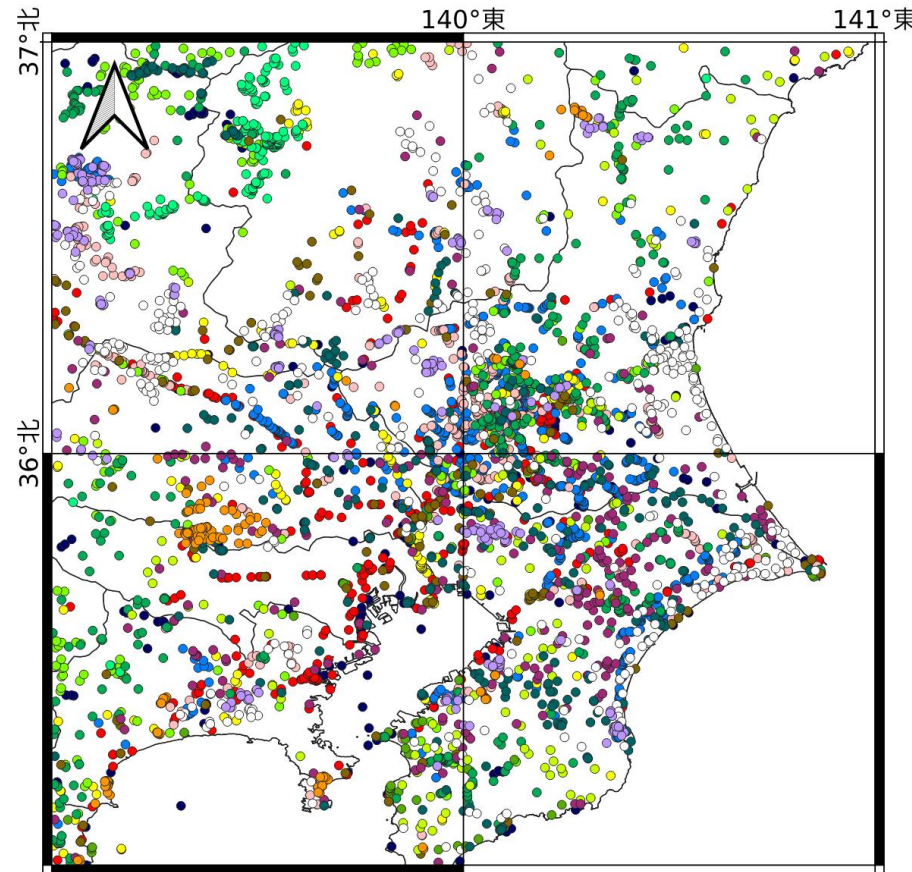
- **高い空間分解能を保持しつつLULCマップを作成。**



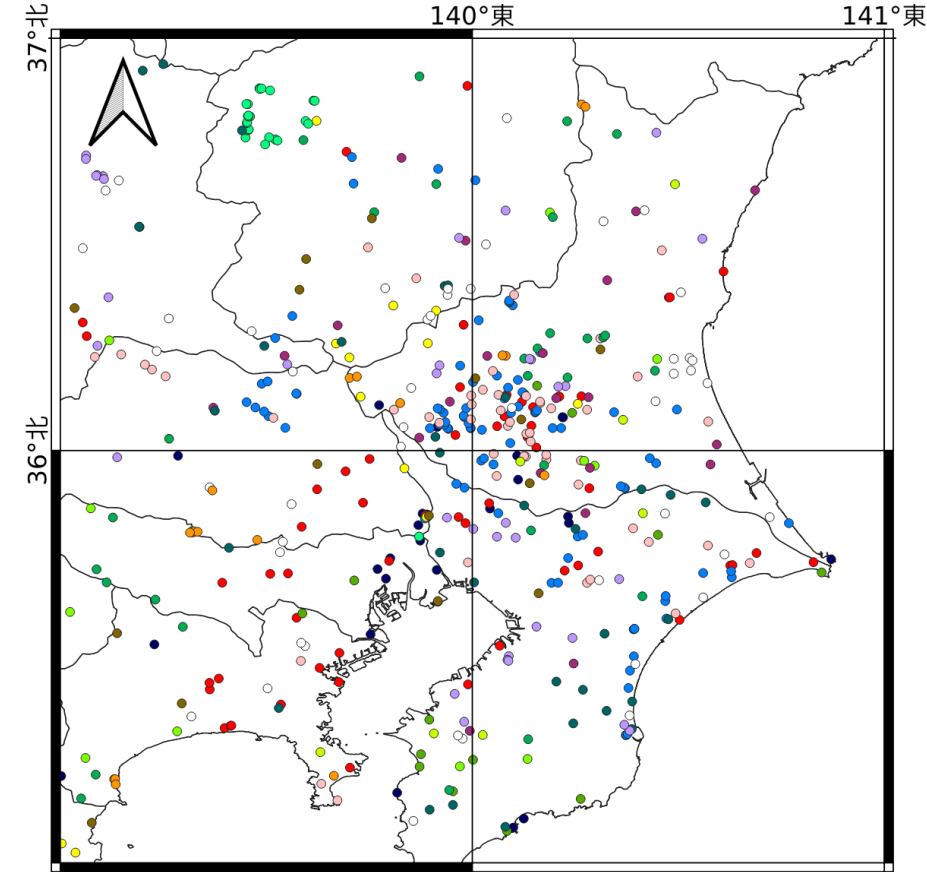
方法: 教師点および検証点の収集

教師検証点数

ID	色	カテゴリ名	教師点数	検証点数
1	■	水域	254	26
2	■	人工構造物	446	58
3	■	水田	968	89
4	■	畑地	405	52
5	■	草地	182	12
6	■	落葉広葉樹	262	11
7	■	落葉針葉樹	177	28
8	■	常緑広葉樹	65	13
9	■	常緑針葉樹	434	29
10	■	裸地	147	16
11	■	竹林	114	7
12	■	ソーラーパネル	261	21
13	■	湿地	335	33
14	■	農業用温室	419	47
15	■	落葉木本畑地	311	35
16	■	常緑木本畑地	162	19
Total			4,942	496



教師点の分布



検証点の分布

教師点が計4942点、検証点が計496点

結果: 混同行列による精度評価

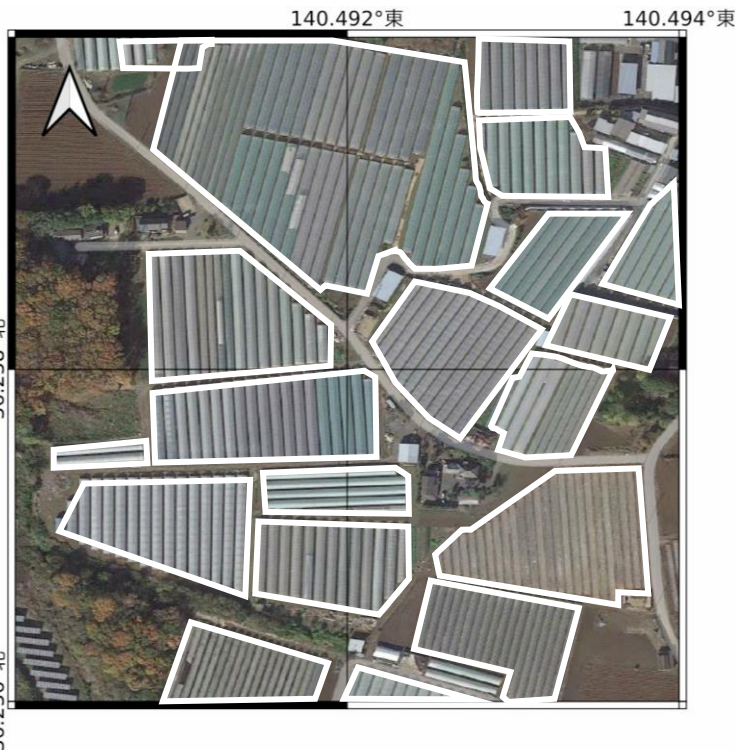
		実際のカテゴリ																使用者精度 [%]
		水域	人工構造物	水田	畑地	草地	落葉広葉樹	落葉針葉樹	常緑広葉樹	常緑針葉樹	裸地	竹林	ソーラーパネル	湿地	農業用温室	落葉木本畑地	常緑木本畑地	
分類結果	水域	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	人工構造物	0	56	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	1	0	0	90.3 ± 7.4
	水田	0	0	89	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	96.7 ± 3.6
	畑地	0	0	0	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	95.7 ± 5.9
	草地	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	83.3 ± 29.8
	落葉広葉樹	0	0	0	0	0	11	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	68.8 ± 22.7
	落葉針葉樹	0	0	0	0	0	0	23	3	1	0	0	0	0	0	0	0	85.2 ± 13.4
	常緑広葉樹	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	常緑針葉樹	0	0	0	0	0	0	0	3	28	0	0	0	0	0	0	0	90.3 ± 10.4
	裸地	0	2	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	84.6 ± 19.6
	竹林	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	100
	ソーラーパネル	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0	100
	湿地	0	0	0	1	7	0	0	0	0	0	1	0	31	0	1	0	75.6 ± 13.1
	農業用温室	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	0	0	91.5 ± 8.0
	落葉木本畑地	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	33	0	91.7 ± 9.0
	常緑木本畑地	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	19	90.5 ± 12.6
作成者精度 [%]		100	96.6 ± 4.7	100	84.6 ± 9.8	41.7 ± 27.9	100	82.1 ± 14.2	56.3 ± 24.3	96.6 ± 6.6	68.8 ± 22.7	71.4 ± 33.5	100	93.9 ± 8.1	91.5 ± 8.0	94.3 ± 7.7	100	OA: 91.5 ± 2.4

全体精度 (OA): 91.5 ± 2.4%

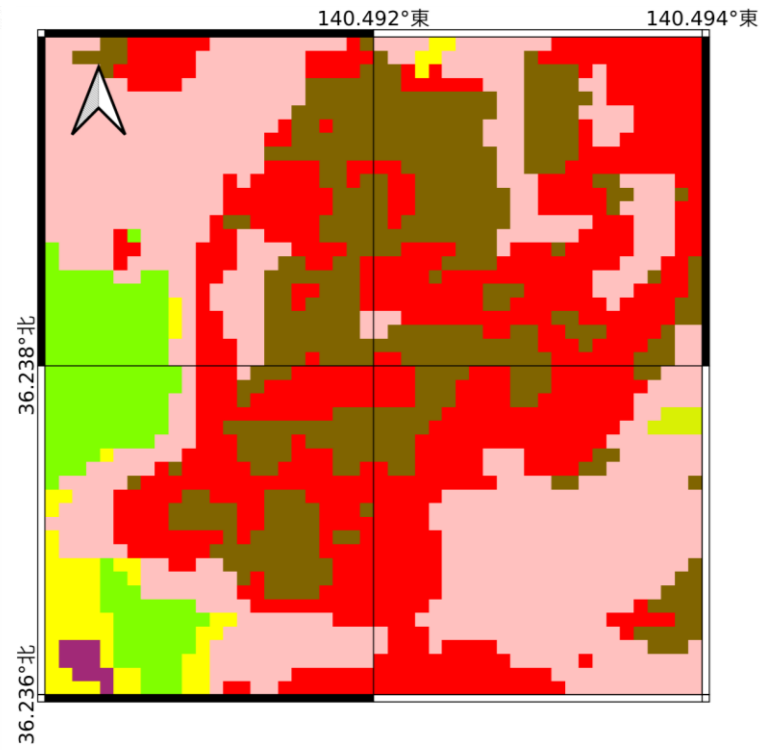
結果: 農業用温室の例 (茨城県鉾田)

- JAXAのLULCマップでは
人工構造物や**裸地**として分類されていた**農業用温室**。

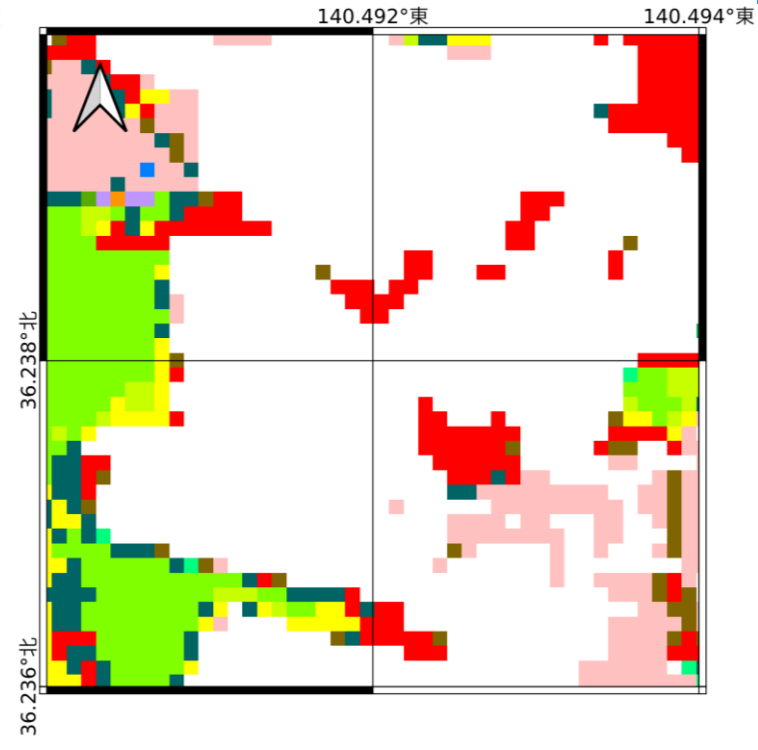
Google Satellite



JAXAの日本域LULCマップ



本研究の成果物

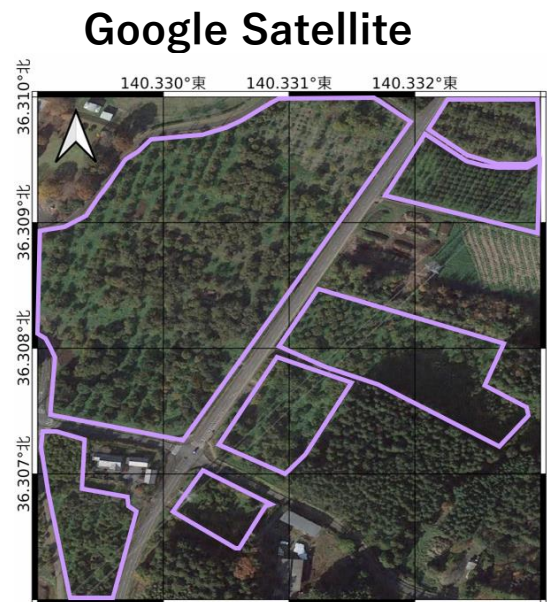


色	カテゴリ名
Dark Blue	水域
Red	人工構造物
Blue	水田
Pink	畑地
Yellow	草地
Light Green	落葉広葉樹
Green	落葉針葉樹
Dark Green	常緑広葉樹
Teal	常緑針葉樹
Brown	裸地
Light Yellow	竹林
Purple	ソーラーパネル
Dark Teal	湿地
Purple	農業用温室
Light Purple	落葉木本畑地
Orange	常緑木本畑地

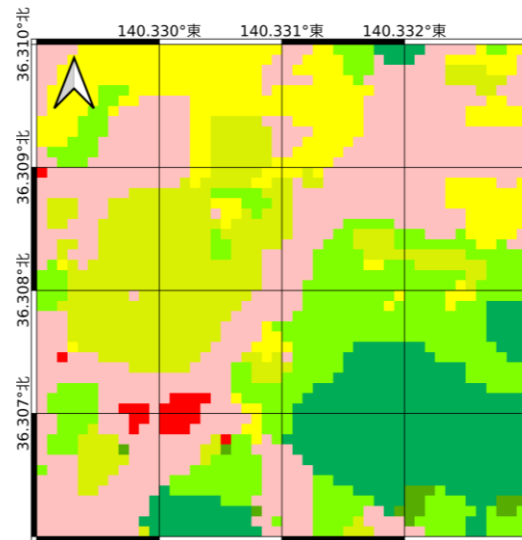
結果: 落葉木本畑地の例

- 栗園やリンゴ園が、**落葉広葉樹**や**竹林**から**落葉木本畑地**に！

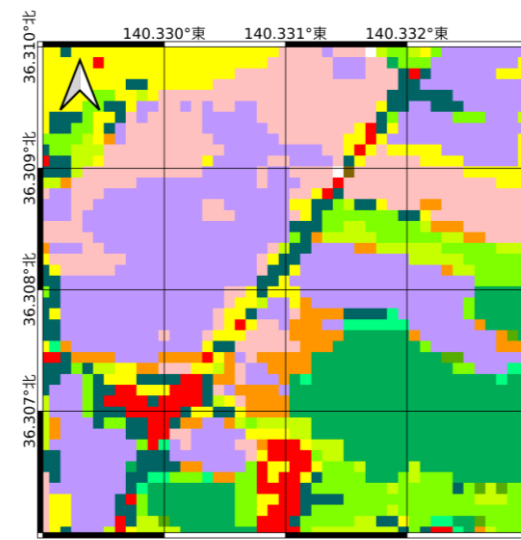
栗園
(茨城県笠間)



JAXAの日本域LULCマップ

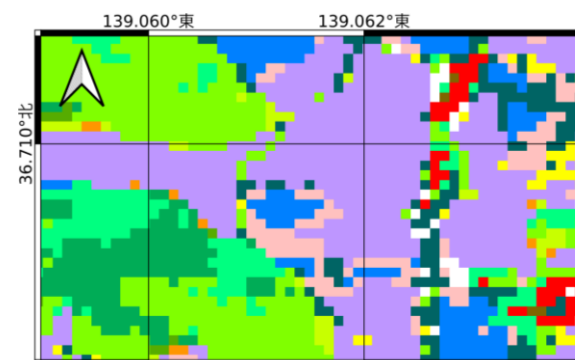
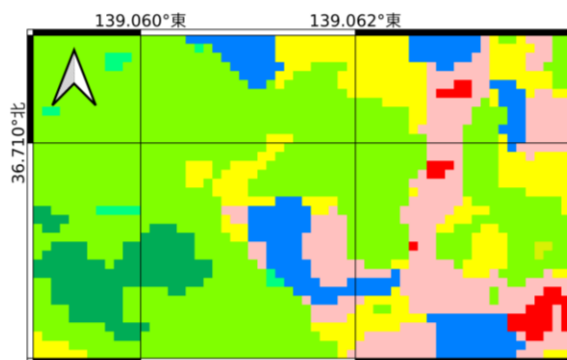


本研究の成果物



色	カテゴリ名
水色	水域
赤色	人工構造物
青色	水田
桃色	畑地
黄色	草地
黄緑色	落葉広葉樹
緑色	落葉針葉樹
濃緑色	常緑広葉樹
濃緑色	常緑針葉樹
茶色	裸地
黄緑色	竹林
紫褐色	ソーラーパネル
濃青色	湿地
濃青色	農業用温室
紫色	落葉木本畑地
オレンジ色	常緑木本畑地

リンゴ園
(群馬県沼田)



結果: 常緑木本畑地の例

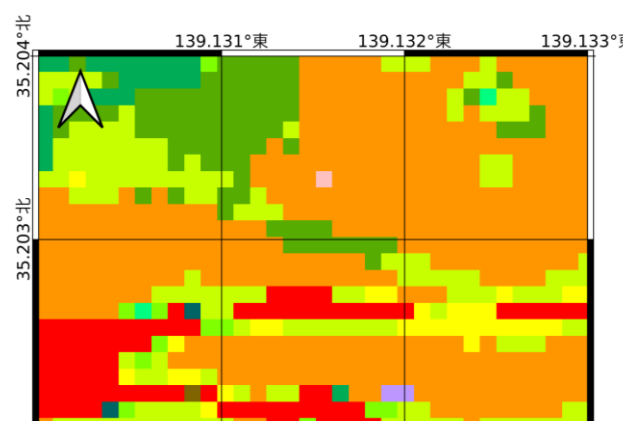
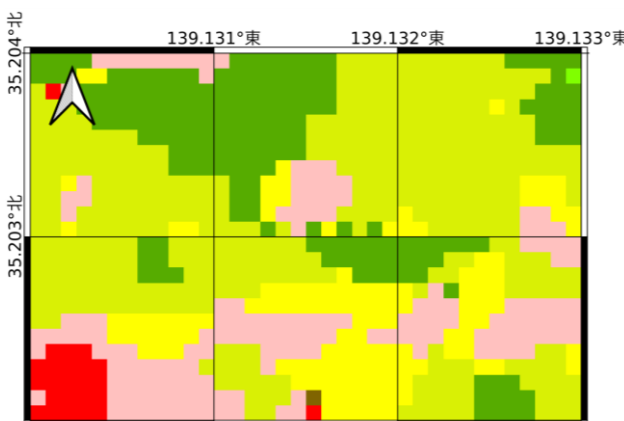
- ミカン園や茶園が、**常緑広葉樹**や**竹林**から**常緑木本畑地**に！

Google Satellite

JAXAの日本域LULCマップ

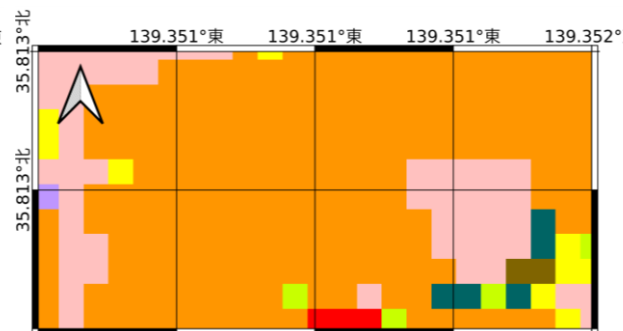
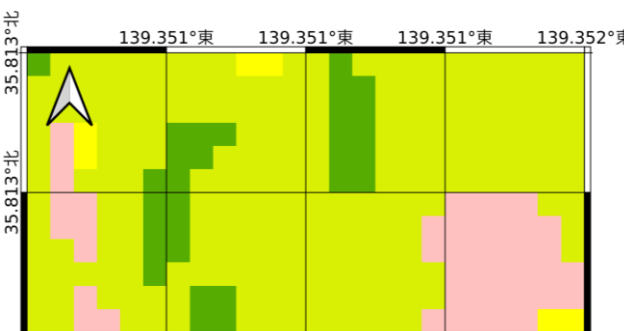
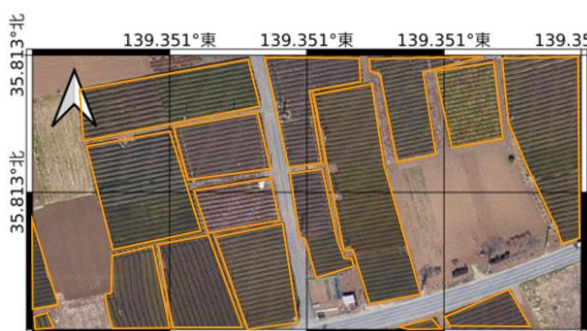
本研究の成果物

ミカン園
(神奈川県小田原)

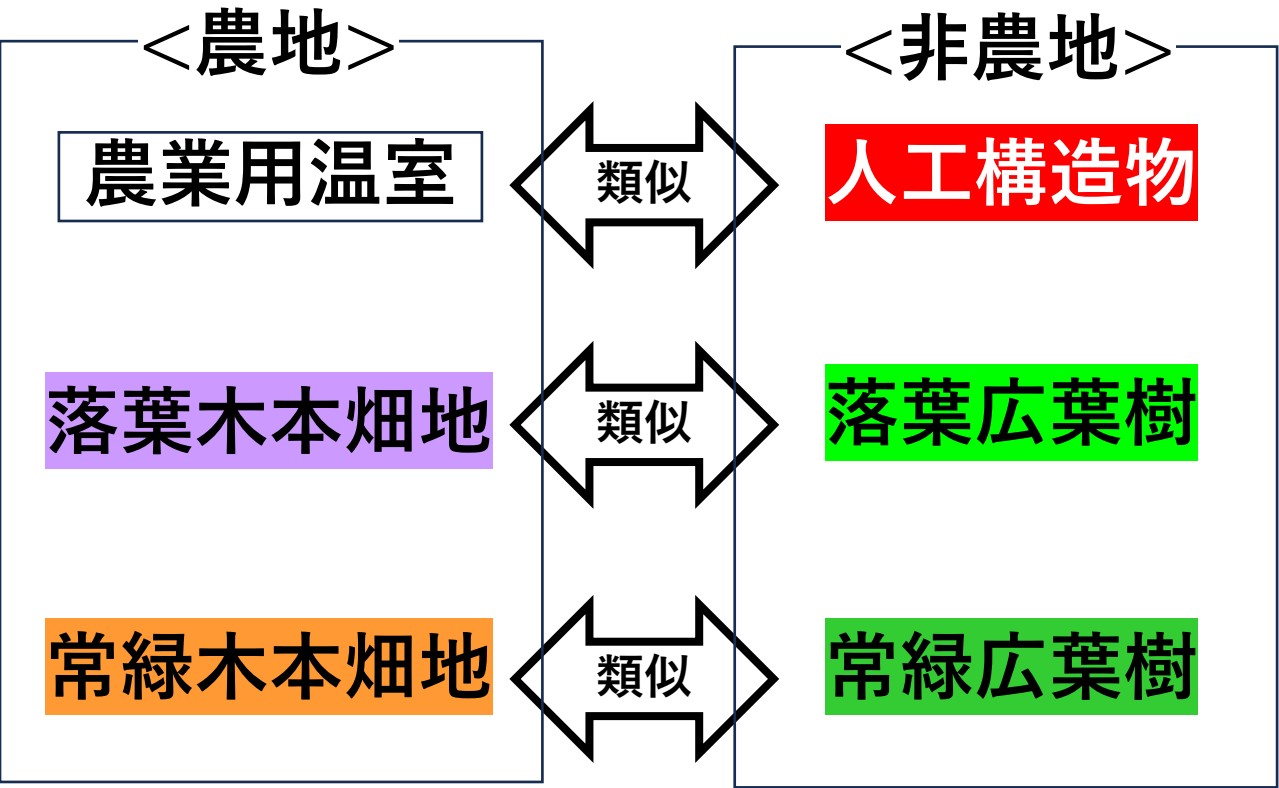


色	カテゴリ名
Dark Blue	水域
Red	人工構造物
Blue	水田
Pink	畑地
Yellow	草地
Light Green	落葉広葉樹
Dark Green	落葉針葉樹
Medium Green	常緑広葉樹
Dark Green	常緑針葉樹
Brown	裸地
Light Green	竹林
Purple	ソーラーパネル
Dark Green	湿地
Light Green	農業用温室
Pink	落葉木本畑地
Orange	常緑木本畑地

茶園
(埼玉県入間)



考察: 筆ポリゴンの有効性



- 筆ポリゴンにより、農地か否かを容易に判別できたと推測される。

筆ポリゴン内に含まれる教師検証点数

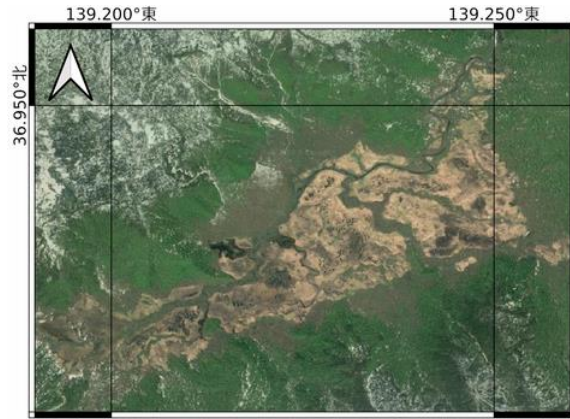
	教師点	検証点	教師検証点
水域	0.000000	0.000000	0.000000
人工構造物	0.000000	0.000000	0.000000
水田	100.000000	100.000000	100.000000
畑地	99.753086	100.000000	99.781182
草地	13.736264	0.000000	12.886598
落葉広葉樹	1.145038	0.000000	1.098901
落葉針葉樹	0.564972	3.571429	0.975610
常緑広葉樹	1.538462	7.692308	2.564103
常緑針葉樹	0.230415	0.000000	0.215983
裸地	0.000000	0.000000	0.000000
竹林	0.877193	14.285714	1.652893
ソーラーパネル	0.383142	0.000000	0.354610
湿地	18.507463	21.212121	18.750000
農業用温室	97.613365	97.872340	97.639485
落葉木本畑地	98.392283	100.000000	98.554913
常緑木本畑地	98.148148	100.000000	98.342541

結果: 湿地の例

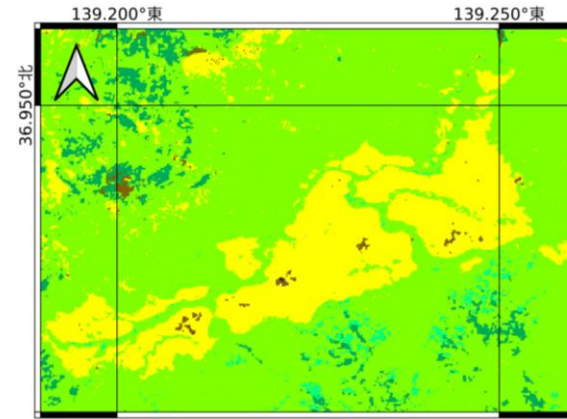
- 尾瀬ヶ原や渡良瀬遊水地は、**草地**から**湿地**に！

尾瀬ヶ原

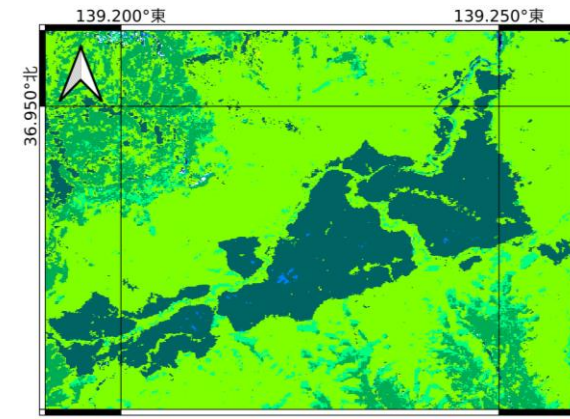
Google Satellite



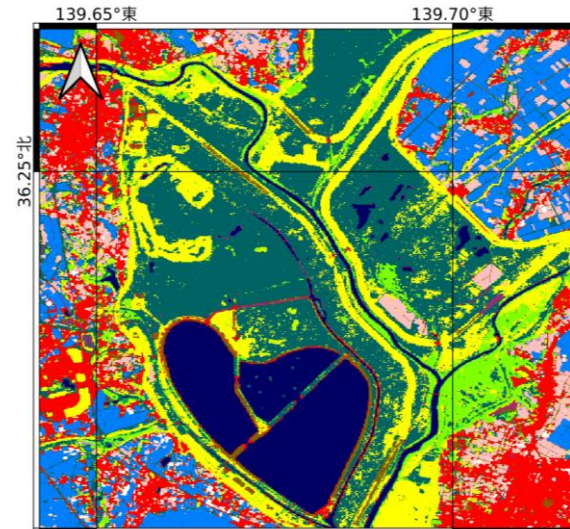
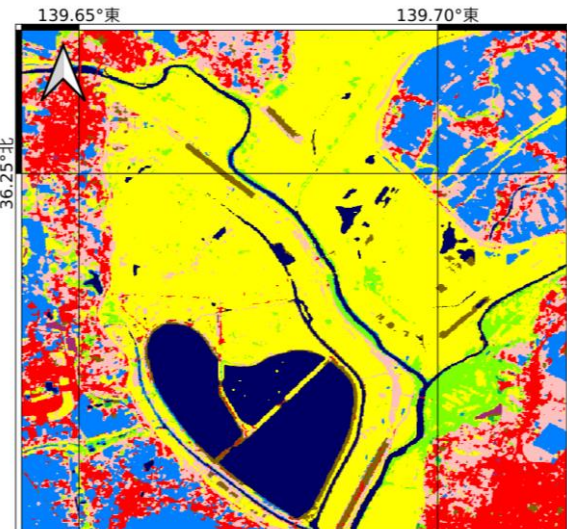
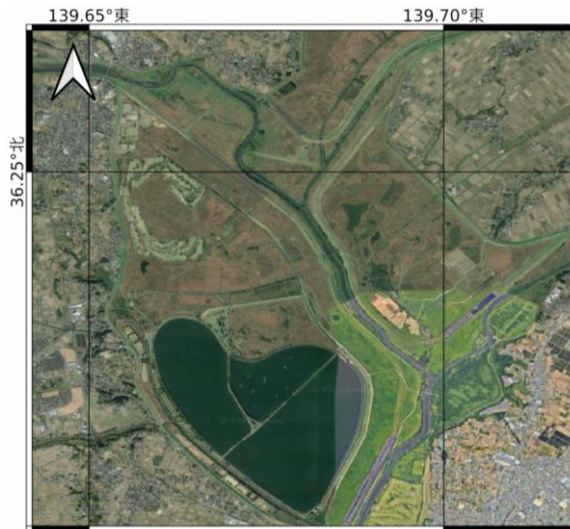
JAXAの日本域LULCマップ



本研究の成果物



渡良瀬遊水地



色	カテゴリ名
Dark Blue	水域
Red	人工構造物
Blue	水田
Pink	畑地
Yellow	草地
Light Green	落葉広葉樹
Green	落葉針葉樹
Dark Green	常緑広葉樹
Teal	常緑針葉樹
Brown	裸地
Light Yellow	竹林
Purple	ソーラーパネル
Dark Teal	湿地
Light Green	農業用温室
Light Purple	落葉木本畑地
Orange	常緑木本畑地

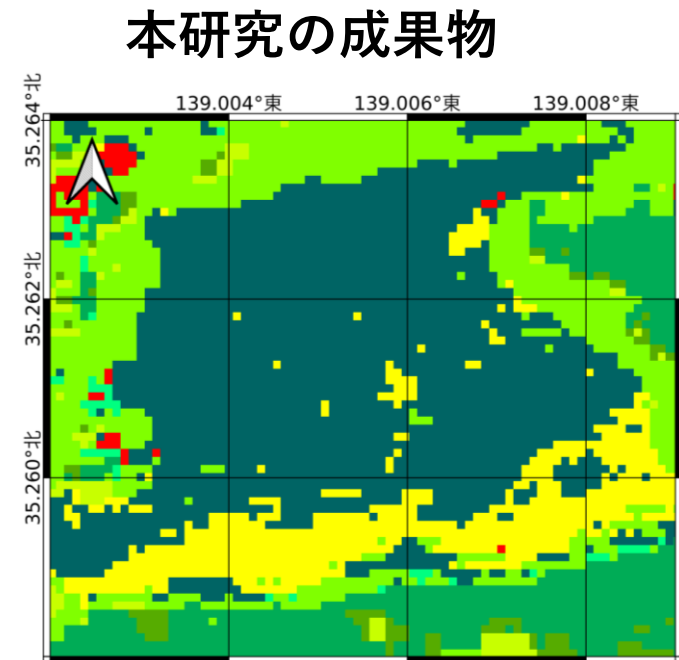
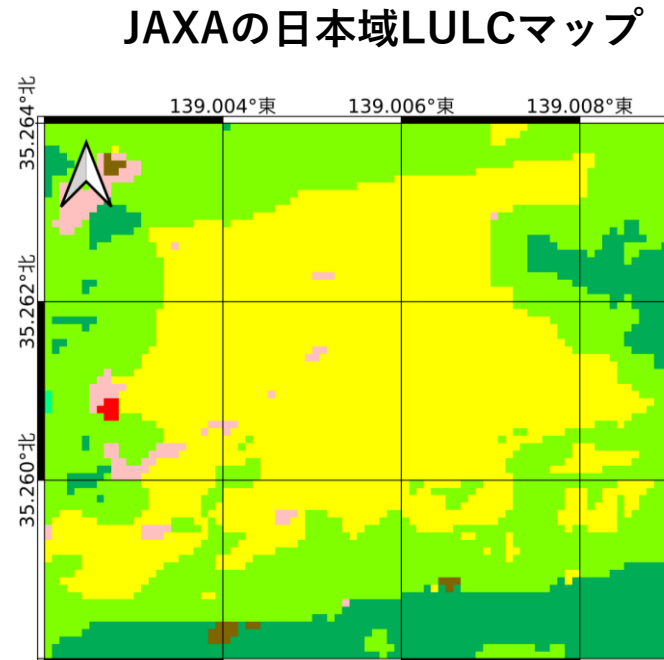
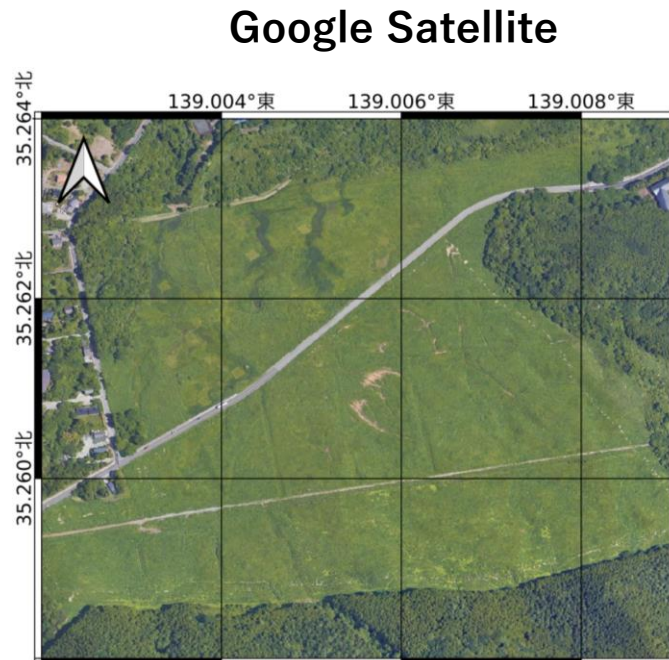
考察: 湿地の過分類傾向

		実際のカテゴリ																使用者精度 [%]
		水域	人工構造物	水田	畑地	草地	落葉広葉樹	落葉針葉樹	常緑広葉樹	常緑針葉樹	裸地	竹林	ソーラーパネル	湿地	農業用温室	落葉木本畑地	常緑木本畑地	
分類結果	水域	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	人工構造物	0	56	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	1	0	0	90.3 ± 7.4
	水田	0	0	89	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	96.7 ± 3.6
	畑地	0	0	0	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	95.7 ± 5.9
	草地	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	83.3 ± 29.8
	落葉広葉樹	0	0	0	0	0	11	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	68.8 ± 22.7
	落葉針葉樹	0	0	0	0	0	0	23	3	1	0	0	0	0	0	0	0	85.2 ± 13.4
	常緑広葉樹	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	常緑針葉樹	0	0	0	0	0	0	0	3	28	0	0	0	0	0	0	0	90.3 ± 10.4
	裸地	0	2	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	84.6 ± 19.6
	竹林	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	100
	ソーラーパネル	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0	100
	湿地	0	0	0	1	7	0	0	0	0	0	1	0	31	0	1	0	75.6 ± 13.1
	農業用温室	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	0	0	91.5 ± 8.0
	落葉木本畑地	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	33	0	91.7 ± 9.0
	常緑木本畑地	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	19	90.5 ± 12.6
作成者精度 [%]		100	96.6 ± 4.7	100	84.6 ± 9.8	41.7 ± 27.9	100	82.1 ± 14.2	56.3 ± 24.3	96.6 ± 6.6	68.8 ± 22.7	71.4 ± 33.5	100	93.9 ± 8.1	91.5 ± 8.0	94.3 ± 7.7	100	OA: 91.5 ± 2.4

湿地でない
ところを
湿地に
分類する
傾向あり。

湿地の過分類傾向（神奈川県仙石原）

- 神奈川県の仙石原ススキ草原
- ススキが広がる斜面であり、湿地になりえない。
- **草地**に分類されるべきだが、**湿地**に分類されてしまっている！



色	カテゴリ名
■	水域
■	人工構造物
■	水田
■	畑地
■	草地
■	落葉広葉樹
■	落葉針葉樹
■	常緑広葉樹
■	常緑針葉樹
■	裸地
■	竹林
■	ソーラーパネル
■	湿地
■	農業用温室
■	落葉木本畑地
■	常緑木本畑地

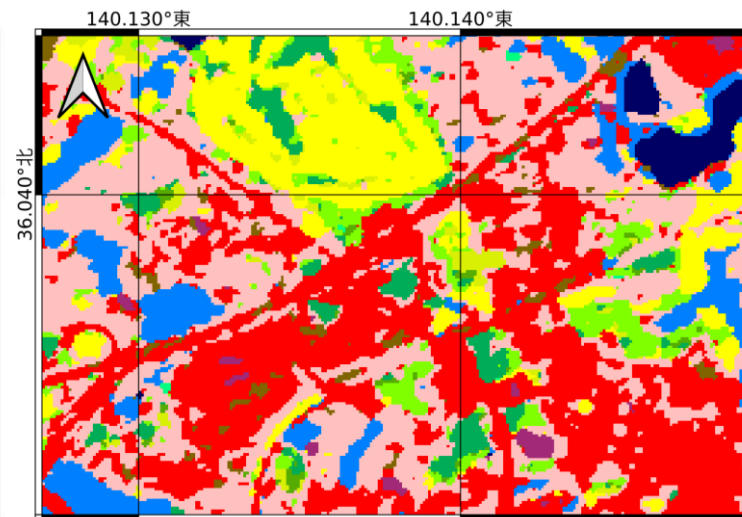
湿地の過分類傾向（茨城県つくば市）

- 都市での**湿地**ノイズ。
- 都市域に**湿地**はこれほど多くない。
- **草地**に分類されるべきだが、**湿地**に分類されてしまっている！
- 後処理で対処するにはノイズが多すぎる。

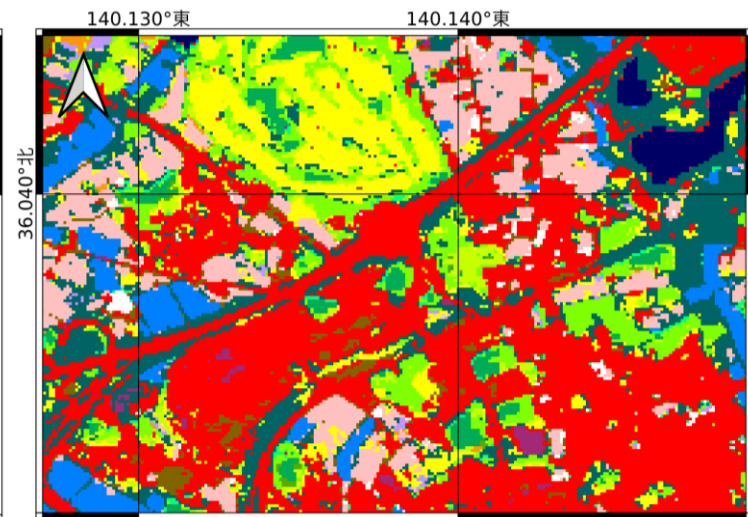
Google Satellite



JAXAの日本域LULCマップ



本研究の成果物



色	カテゴリ名
■	水域
■	人工構造物
■	水田
■	畑地
■	草地
■	落葉広葉樹
■	落葉針葉樹
■	常緑広葉樹
■	常緑針葉樹
■	裸地
■	竹林
■	ソーラーパネル
■	湿地
■	農業用温室
■	落葉木本畑地
■	常緑木本畑地

- 湿地の過分類解決に向けて
 - 新規特徴量の模索
ex) 土壌水分量
- さらなるカテゴリ数の増加
 - 単作と二期作・二毛作の区別
 - 森林カテゴリの細分化（樹種）
- HRLULC-Japanの次期バージョンに新規カテゴリが追加される予定。
さらなるグレードアップに貢献したい。

1. 平山颯太・田殿武雄・大木真人・水上陽誠・奈佐原(西田)顕郎, 2022. JAXA高解像度土地利用土地被覆図日本域21.11版 (HRLULC-Japan v21.11) の作成, 日本リモートセンシング学会誌, 42(3), pp. 199-216.
2. 泉澤遥・平山颯太・水上陽誠・奈佐原(西田)顕郎, 2023. 統合的ローカライゼーションによる沖縄島域高解像度土地利用土地被覆図の作成, 日本リモートセンシング学会誌, 43(2), pp. 73-85.
3. Zhen Zhang・Niklaus E Zimmermann・Andrea Stenke・Xin Li・Elke L Hodson・Gaofeng Zhu・Chunlin Huang・Benjamin Poulter, 2017. Emerging role of wetland methane emissions in driving 21st century climate change, Proceedings of National Academy of Sciences of the United States of America, 114(36), pp9647-9652.