

古くて新しい？ GISとリモートセンシングを利用した 農地利用の把握

農林水産政策研究所
國井大輔



農林水産政策研究所とは？

- 2001年に4月に農林水産関係で唯一の**国の政策研究機関**として，農業総合研究所を改組して設立
- 農業経済，社会学などの**社会科学的アプローチ**を中心として研究を行う
- **行政部局と連携**し，新たな政策の展開方向に機動的かつ的確に対応した政策研究を進める

1946年11月



農業総合研究所*設立
(東京都港区麻布)

(*1949年より，農業総合研究所と漢字の変更)

1959年11月



新庁舎設立・移転
(東京都北区西ヶ原)

2001年4月

農林水産政策研究所
に改組

2008年11月



霞が関合同庁舎4号館
へ移転
(東京都霞が関)

発表の内容

1. GISとリモートセンシング (RS)の農業利用について
 - GISやRSは1980年代～1990年代から農業に利用
 - 研究利用は進んでおり, 農業経営にも取り入れられている
 - 行政利用としては, まだ途上
2. 小麦のブロックローテーションを対象にした分析事例
 - 無償の衛星画像と無償の圃場区画情報
 - Arc GIS Proを使ってどのように操作するのかを紹介
 - 比較的簡単に精度のよい分析ができる

データや分析ソフト, パソコン環境などが大幅に進化
様々な業務にGISを取り入れるチャンス?!

GISやリモートセンシングと農業

石田(1995)によると,

- 1980年代に欧米を中心に急速に発展したGISは, 1990年代に日本でも本格的に導入
- 農業・農村にかかわることとしては, 資源評価, 主題図作成, 計画の基礎資料などがメイン
- 衛星画像データとGISを併用することで, 農業生産への広域的な利用が可能

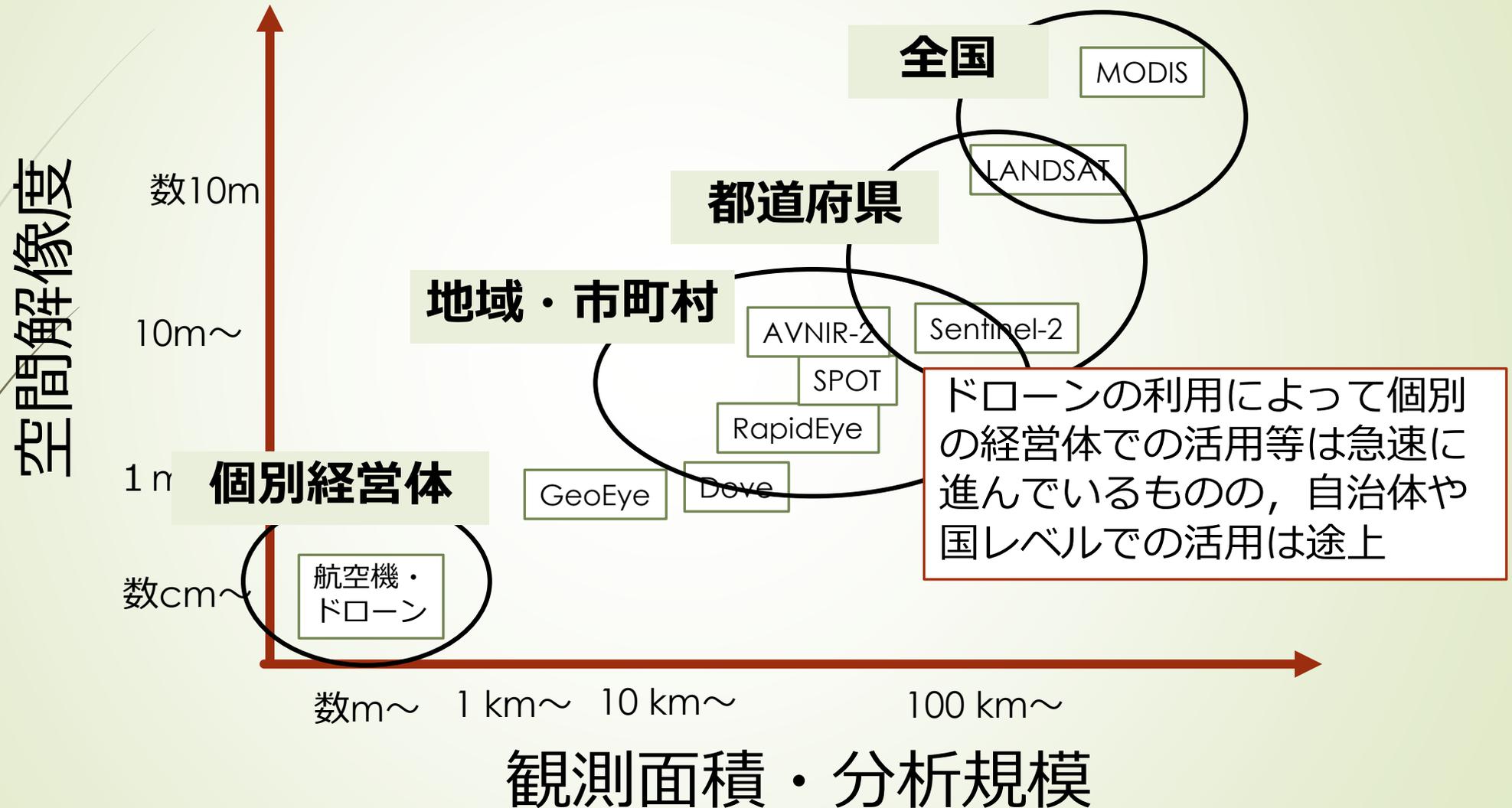
齋藤ほか(2017)や石塚(2019)によると,

- 日本におけるリモートセンシングは, 1970年代から始まる
- 特に, 地上分解能30mのLandsat/TMのデータを活用した研究が行われる
- センサー性能の向上, ドローンの登場により, 圃場内の詳細な計測から経営サポート等に活用

近年では, 政府の統計データが地図データとして入手可能
農林水産省でも様々に対応しているところ



リモートセンシングの農業利用



今だからこそ有効活用ができるか？

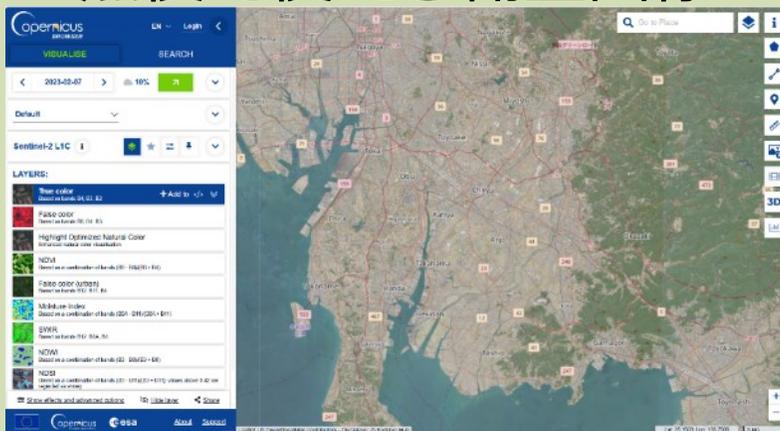
農林水産省の新たな基本計画

食料自給力の確保

→ 農地の確保, 生産コスト低減,
農地の大区画化, スマート農
業の推進

- 効率的な農地の活用
→ 詳細な利用状況の把握が重要
- 行政における限られた予算
- 担当者の定期的な異動
→ 安価かつ簡便な手法

無償で使える衛星画像



<https://browser.dataspace.copernicus.eu/>

無償で使える全国一律の圃場区画情報



<https://open.fude.maff.go.jp/>

GISやリモートセンシング活用に向けての動き

GISやリモートセンシングの活用について、マニュアルや手引き等の情報は数多くある。

なかなかすそ野が広まっていない印象



事例を通じて、有効性を紹介

令和2年度衛星画像解析による現地確認作業の
効率化手法の開発・調査業務 別添資料

中山間地域等直接支払制度における
衛星画像を用いた現地調査実施マニュアル

令和4年度改訂版

令和5年1月

一般財団法人リモート・センシング技術センター

使ってみませんか
地域農業を見て・知って・活かすDB
～農林業センサスを中心とした総合データベース～

活かすDBとは

活かすDBは、農林業センサス調査結果、他府省統計調査結果（国勢調査等）、行政情報（農業基盤情報、多面的機能支払等）などの各種データを全国約15万の農業集落単位に組み替えて編成したデータベースです。地域農業の現状をグラフや地図で見える化することや、国勢調査や行政情報と組み合わせることで分析することが出来ます。

活かすDBでできること 地域農業に関するデータをグラフや地図で見える化！

【活用事例】 行政情報データを合成した事例

【活用事例】 複数データを合成した事例

①多目的用途農家の増加
②集落集積の取組
③農林業センサス（65歳未満の基幹的農業従事者数）
上記①～③のデータを重ね合わせることで、地域農業活性化に向けた施策推進を強化すべき農業集落を特定化することが可能

①たい肥供給（牛、豚、鶏）
②農林業センサス（最先目的の飼料用穀の作付面積）
上記①～③のデータを重ね合わせることで、たい肥供給と飼料用穀の作付の状況が見える化。飼料用穀の採択が可能

(事例) 小麦の作付け状況の広域的な把握

- 国産の麦・大豆は、**堅調な需要**がある一方で、作柄が天候の影響を受けやすく、供給量や品質が安定せず、**需要の大部分を輸入で賄っている**。
- 近年の不安定な国際的社会情勢の影響により、輸入依存度の高い**麦・大豆の安定供給は喫緊の課題**。
- 農林水産省では、麦・大豆の国産化プランを策定するなど、**国内生産の拡大を推進**。
- **作付けの団地化、ブロックローテーション**、営農技術の導入等を推進。



小麦の栽培について、収穫適期や収量予測に関する技術的な研究は進んでいるものの、**団地化やブロックローテーションに関する営農形態や生産性等に関する研究は遅れている**。
行政の限られた予算の中で実態把握・分析を行うためには、**簡便で安価な手法**が利用できることも重要である。

簡便かつ安価な手法によって、
小麦作付状況をどの程度把握できるのか？

筆ポリゴンとSentinel-2の画像を利用して秋まき小麦の作付け状況を分析

The screenshot displays the ArcGIS Pro interface. The main map area shows a satellite image of a field with yellow polygons overlaid, representing the wheat planting areas. The interface includes various toolbars and a content pane on the left. The content pane shows the following layers:

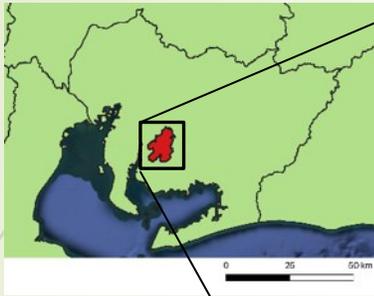
- 安城NDVI_Stat
- 23212安城市 (2021公開)_5...
- 0
- 1
- <その他の値すべて>
- 23212安城市 (2021公開...
- 安城市
- NDVI_Aichi_210410.tif
- 値
- 0.903747
- 0.472648
- Aichi_210410sub.tif
- RGB
- 赤: Band_4
- 緑: Band_1
- 青: Band_2
- Aichi_210410.tif
- RGB
- 赤: Band_4
- 緑: Band_3
- 青: Band_2
- 地形図 (World Topograp...
- 衛星写真図 (World Hiltch

Arc GIS Pro

Sentinel-2

筆ポリゴン

調査地（愛知県安城市）



明治用水の豊かな水にはぐくまれ「日本デンマーク」と呼ばれるほど農業先進都市として発展。名古屋市から30km, 近隣には工業地帯が多く, 急速に都市化が進んでいる。

調査地（愛知県安城市）

● 生産の振興

政策方針において、ブロックローテーションによる団地化を促進し、計画的な生産と水田の高度利用を推進。



組合を組織し、2年3作体制で米・麦・大豆を生産。連担化して作付けし、生産性の向上を図る。

1年を通しての作業分散を行い、経営リスクの分散を図る。



第3次安城市

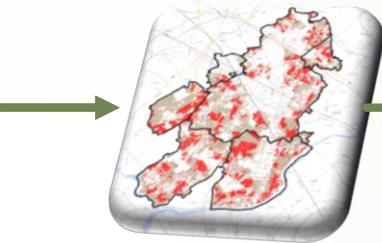
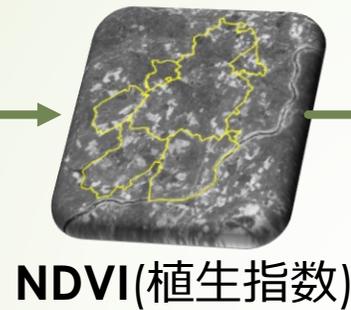
食料・農業・交流基本計画

令和5年度（2023年度）～令和9年度（2027年度）



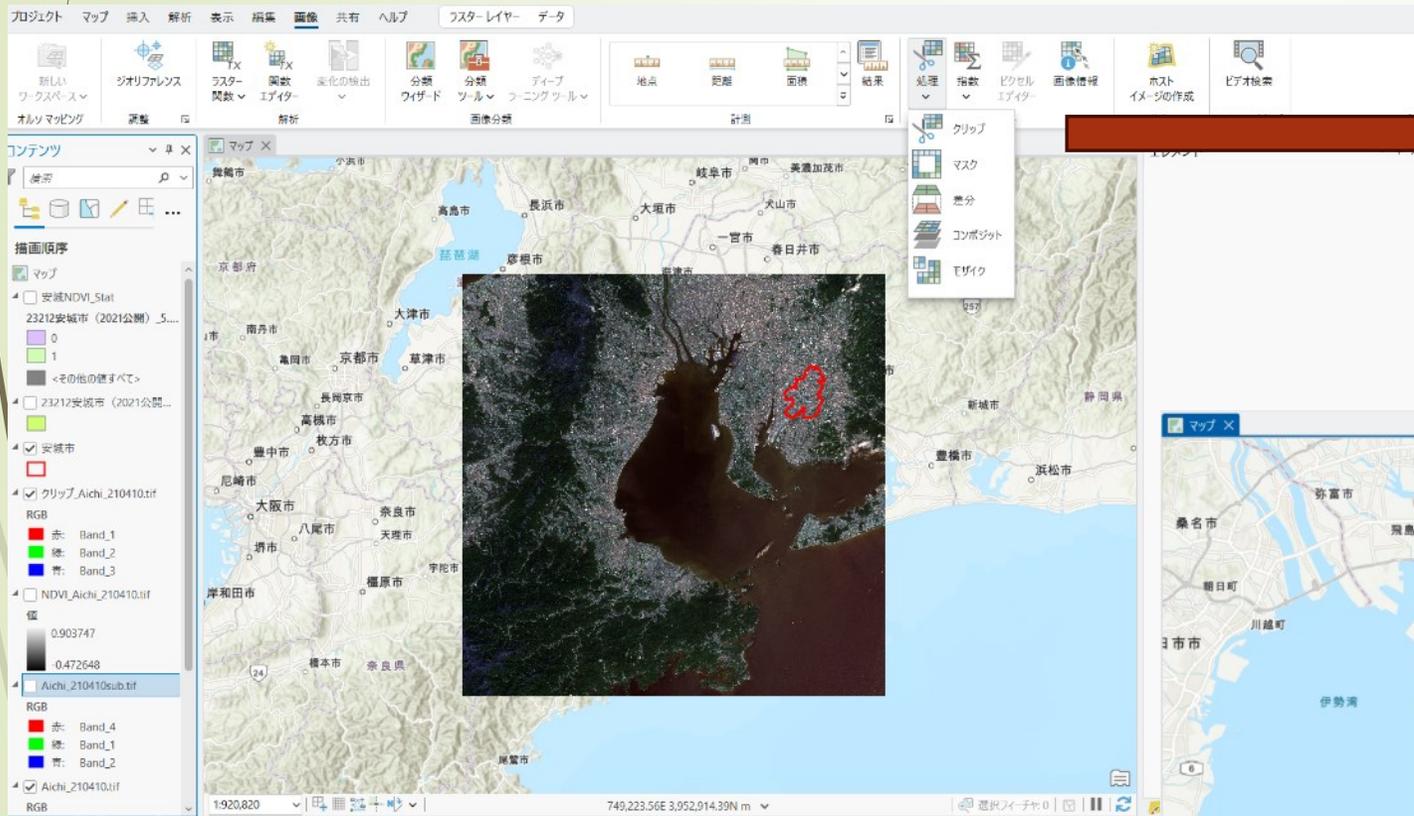
安城市

方法（小麦栽培圃場抽出）

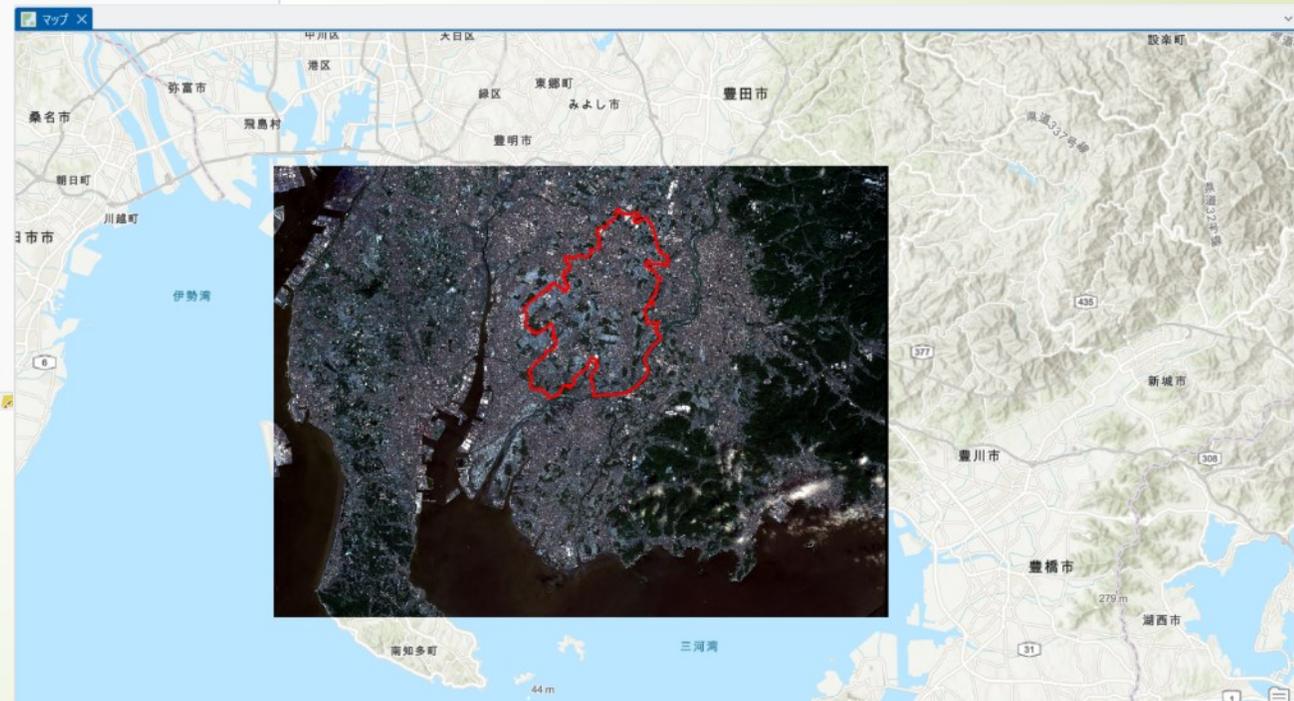


一部集落における
分析結果の
精度検証

Arc GIS Proを使った分析



Sentinel-2 の画像を、対象地域
に合わせて切り取る



Sentinel-2

可視光, 近赤外域の解像度 → 10m
 観測幅 → 290km
 回帰日数 → 10日

植生指数 (NDVI) の計算

Arc GIS Proでは、デフォルトで指数算出のプログラムが入っている。

The screenshot displays the ArcGIS Pro interface. The 'Index' tool is selected in the ribbon, and a dropdown menu is open, showing a list of indices. The 'NDVI' option is circled in red. The background map shows a satellite image of a forested area in Aichi Prefecture, Japan, with a red outline indicating the area of interest.

Index List:

- 植生と土壌
 - NDVI
 - 緑 NDVI
 - レッドエッジ NDVI
 - SAVI
 - TSAVI
 - MSAVI
 - PVI
 - VARI
 - SR
 - レッドエッジ SR
 - MTVI2
 - RTVcore
 - CI - レッドエッジ
- 水域
 - NDSI
 - MNDWI
 - NDMI
- 地質
 - 酸化鉄比
 - 鉄含有鉱物比
 - 粘土鉱物比
- 地形
 - NDBI
 - NBR
 - BAI

$$\text{NDVI} = \frac{\text{近赤外} - \text{赤}}{\text{近赤外} + \text{赤}}$$

植生指数 (NDVI) の計算



「ゾーン統計をテーブルに出力」により 筆ポリゴンの中のNDVI値を計算

16

プロジェクト マップ 挿入 解析 表示 編集 画像 共有 ヘルプ

フィーチャレイヤー ラベリング データ

ModelBuilder Python オンライン ツール ジオプロセシング

環境

ペアワイズ パツファー (Pair...) エリア内での集... 空間結合 (Spatial Join) ツール

フィーチャ 解析 ラスター 解析

データ エンジニアリング 探索の 3D 解析 近隣探索 適合性 モデラ シミュレーション 地球統計 ウィザード ネットワーク解析 ビジネス解析 可視 解析

Data Interop ラスター 関数 ラスター 関数 エディター

コンテンツ

検索

描画順序

マップ

23212安城市 (2021公開) _5

安城市

NDVI_Aichi_210410.tif

値

0.903747

-0.472648

Aichi_210410sub.tif

RGB

赤: Band_4

緑: Band_1

青: Band_2

Aichi_210410.tif

RGB

赤: Band_4

緑: Band_2

青: Band_3

地形図 (World Topographic...)

陰影起伏図 (World Hillshade)

スタンドアロン テーブル

ZonalSt_23212安城1

ジオプロセシング

ゾーン統計をテーブルに出力 (Zonal Statistics As Table)

パラメーター 環境

入力ラスター、またはフィーチャ ゾーンデータ

23212安城市 (2021公開) _5

ゾーン フィールド

id

入力値ラスター

NDVI_Aichi_210410.tif

出力テーブル

ZonalSt_23212安城2

計算時に NoData を除外

統計の種類

平均

円周統計の計算

多次元として処理

出力結合レイヤー

安城NDVI_Stat

実行

筆ポリゴン

NDVIラスター

平均値、中央値
等を計算できる。
→今回は平均値
を採用

出力結合レイヤー
を保存することで、
筆ポリゴンにデー
タが結合されたポ
リゴンがアウト
プットされる

全筆ポリゴンのNDVIの平均値を計算

MEANフィールドを右クリックし、「統計の探索」をクリック。

フィールド名	エリアス	フィールドタイプ	Null	チャートのプレビュー	最小	最大	平均	標準偏差	中央値	個数	個別値	最頻値
ZonalSt_23212安城1.MEA	MEAN	Double	535 (2.03%)		0.006165	0.782667	0.317118	0.183591	0.248184	25,841 (98.0%)	25.838	

MEANフィールド全体の平均値 (0.317118) を使って各ポリゴンの植生の有無を決定する。

フィールド演算を使って、 平均値以上を小麦栽培圃場として抽出

フィールド演算 (Calculate Field)

このツールは、入力テーブルを変更します

入力テーブル
安城NDVI_Stat

フィールド名 (既存または新規)
VEGE

フィールドタイプ
Short (16 ビット整数)

式の種類
Arcade

式

フィールド ヘルパー

VEGEダミ
OBJECTID
id
ZONE_CODE
COUNT
AREA
MEAN

値の挿入
* / + - =

VEGE =
When(\$feature['ZonaSt_23212安城2.MEAN'] >= 0.317118,1,0)

コンテンツ

検索

描画順序

マップ

安城NDVI_Stat

23212安城市 (2021公開)_5...

0
1
<その他の値すべて>

23212安城市 (2021公開...

安城市

NDVI_Aichi_210410.tif

値
0.903747
-0.472648

Aichi_210410sub.tif

RGB

赤: Band_4
緑: Band_1
青: Band_2

Aichi_210410.tif

緑: Band_2
青: Band_3

地形図 (World Topograp...

マップ

1:16,588

689,682.16E 3,870,235.33N m

安城NDVI_Stat

フィールド: 選択セット:

OBJECTID	id	ZONE_CODE	COL
47	2307-110124-005977	47	
48	2307-110125-006312	48	
49	2307-110128-005929	49	
50	2307-110131-006281	50	
51	2307-110132-006344	51	
52	2307-110137-005879	52	
53	2307-110140-005988	53	
54	2307-110144-006139	54	
55	2307-110145-005975	55	

シンボル - 安城NDVI_Stat

プライマリ シンボル

個別値

フィールド 1 23212安城市 (2021公開) ...

フィールドの追加

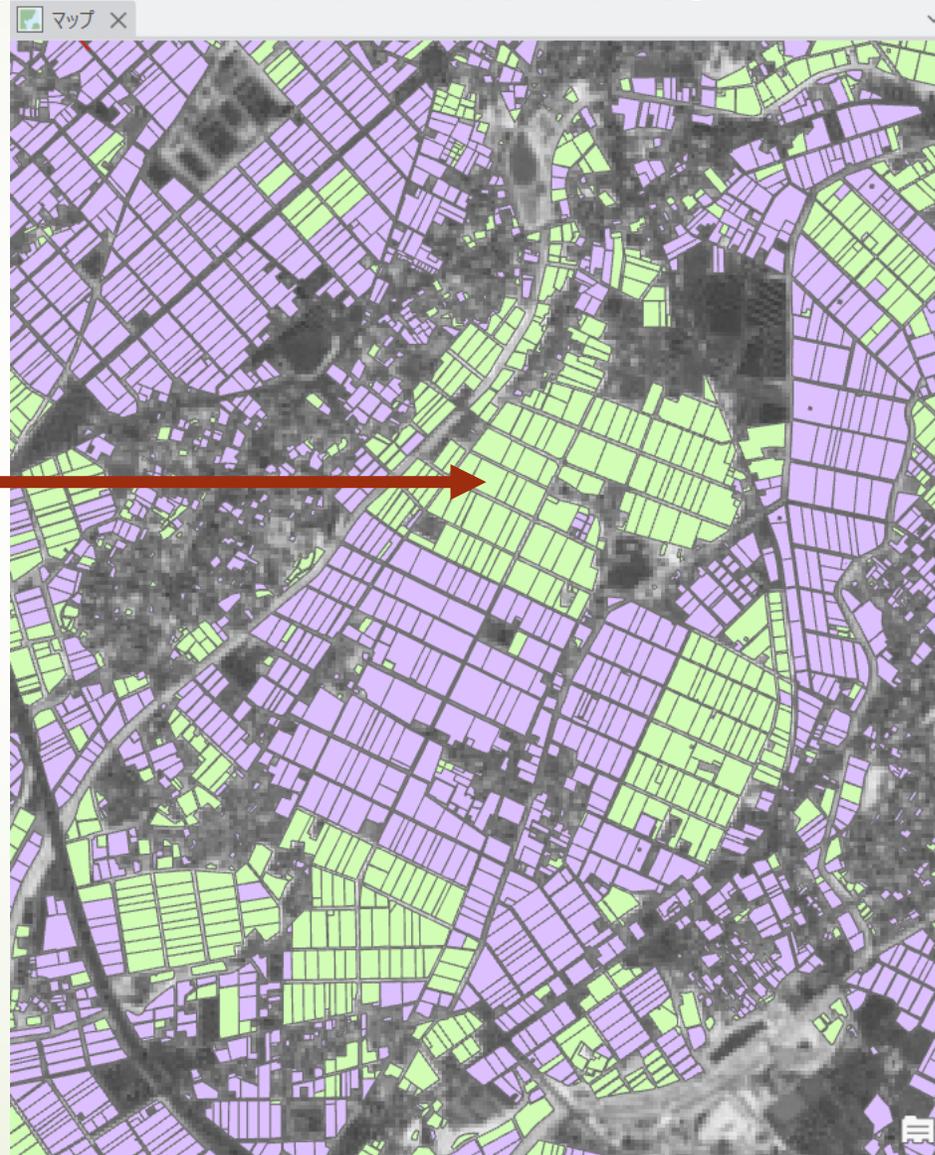
配色

クラス 縮尺

シンボル	値	ラベル
0	0	0
1	1	1
<その他の値すべて>	<その他の値すべて>	<その他の値すべて>

When(\$feature['MEAN'] >= 平均値, 1, 0)

分析結果の様子（1 = 小麦栽培圃場）



シンボル - 安城NDVI_Stat

プライマリ シンボル

個別値

フィールド 1 23212安城市 (2021公開) _... [X]

フィールドの追加

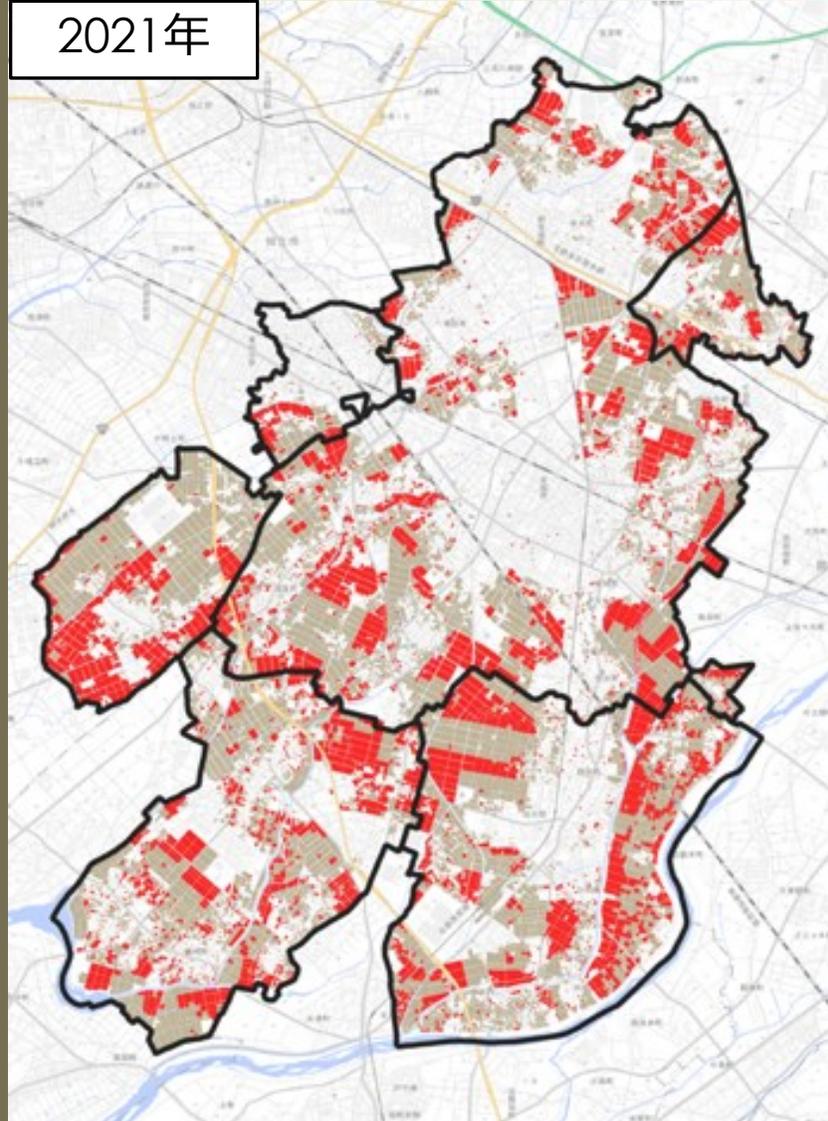
配色

クラス 縮尺

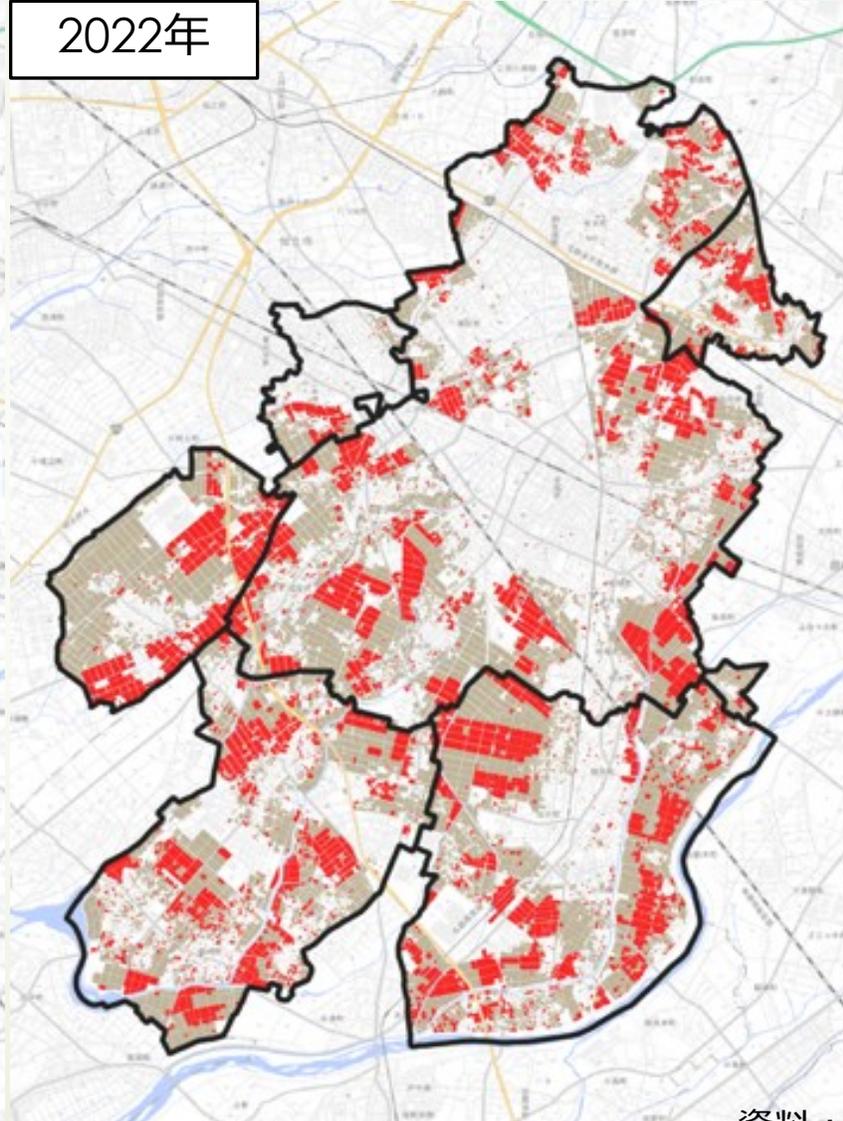
シンボル	値	ラベル
<input checked="" type="checkbox"/>	0	0
<input checked="" type="checkbox"/>	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<その他の値すべて>	<その他の値>

結果（作付状況）：赤色が小麦作付け圃場

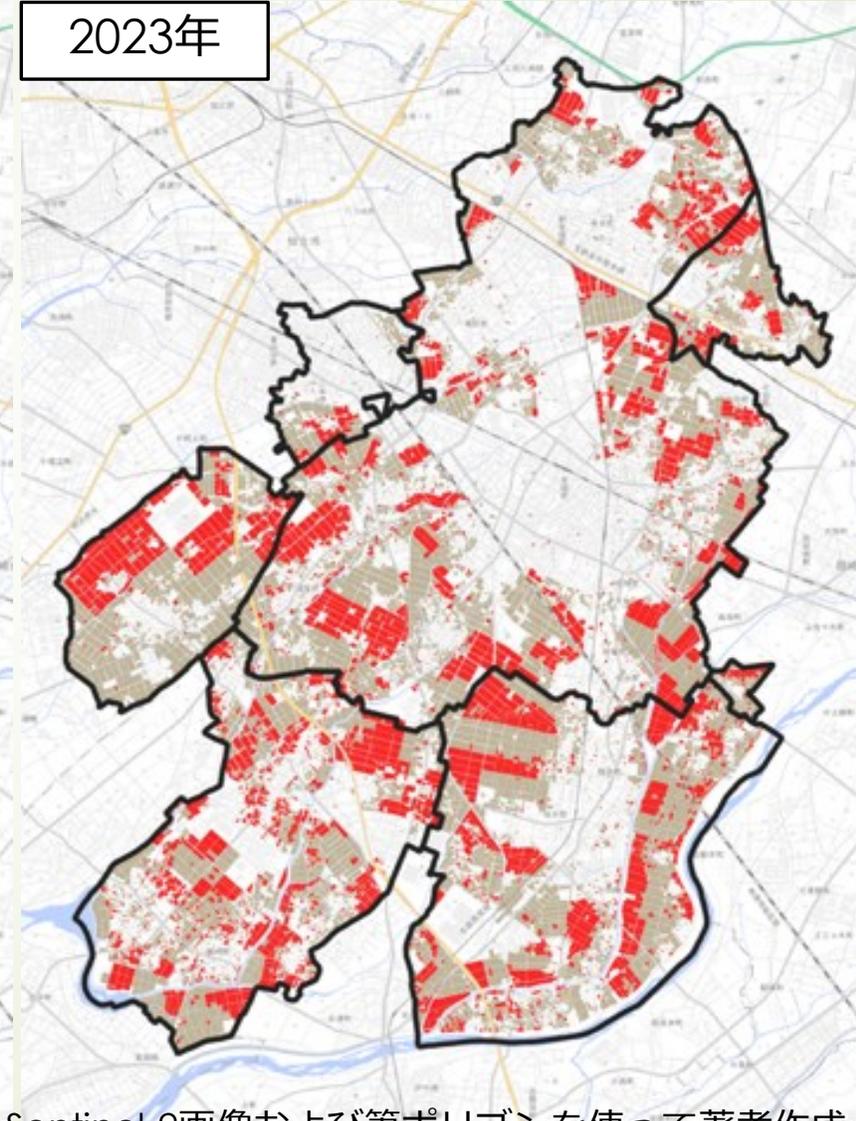
2021年



2022年



2023年



結果（作付状況）

	21年栽培面積 (ha)		22年栽培面積 (ha)		23年栽培面積 (ha)		圃場面積 (ha)	圃場枚数
		圃場数		圃場数		圃場数		
合計	1,226	8,466	1,196	8,158	1,196	8,318	3,688	26,377

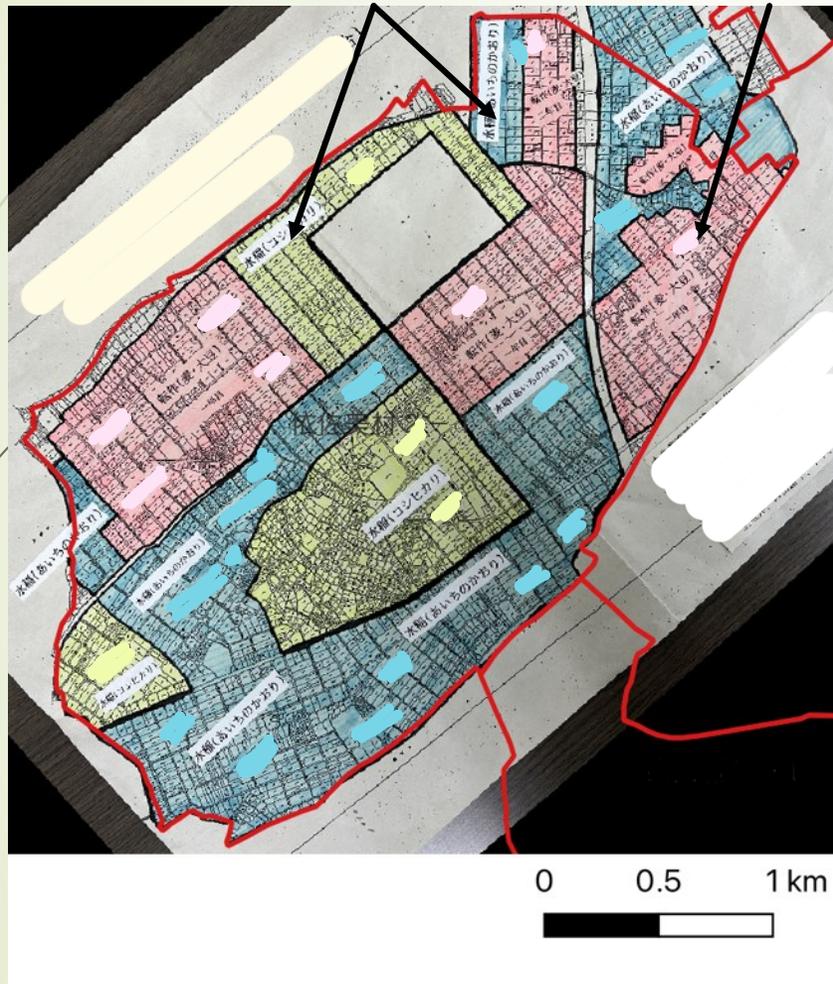
- 毎年**32~33%**の圃場で秋まき小麦が栽培されていると推定
- 安城市へのヒアリング調査結果とも合致

結果（精度検証）

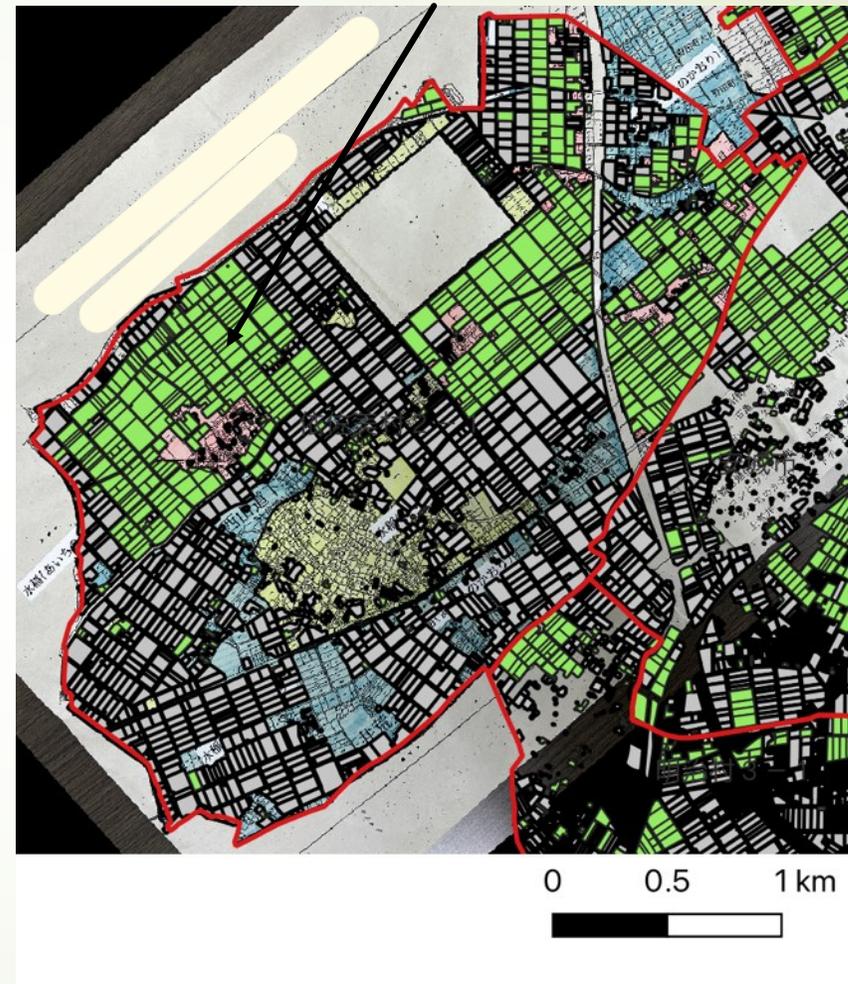
水稻作付け地域

小麦作付け地域

分析結果（小麦作付け圃場）



農地利用計画地図



分析結果

黄緑：小麦作付け圃場，
灰色：それ以外

結果（精度検証）

秋まき小麦作付け精度分析結果

	一致率（％） （筆ポリゴン数）	一致率（％） （面積）
2021	91.1	96.4
2022	91.8	96.6
2023	88.8	94.7

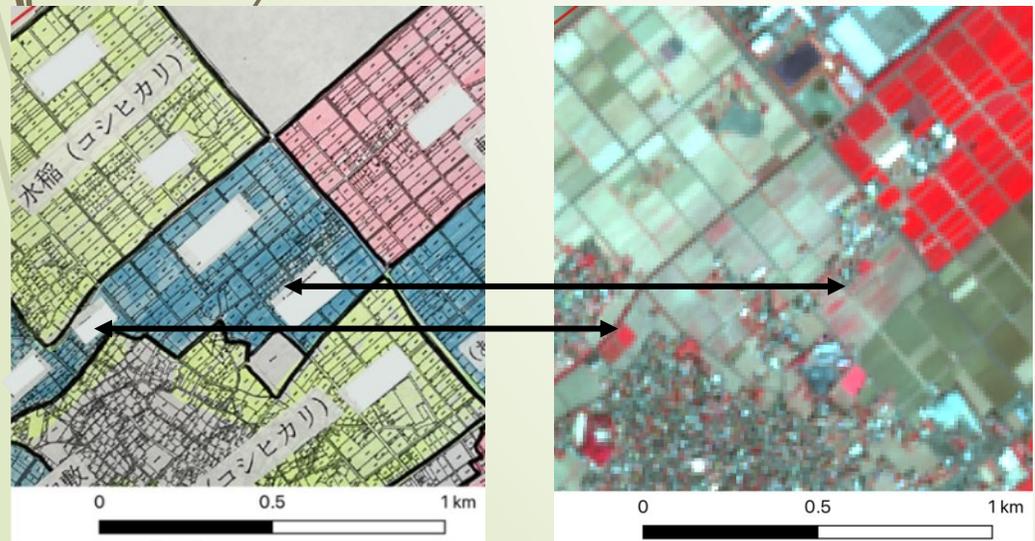
- 利用計画を「正」として、どれだけ分析結果が一致していたか
- 筆ポリゴン数・面積ともに、おおよそ90%の精度
- 特に面積あたりの精度が高くなった。
→小さな圃場で誤分類の可能性。

結果 (精度検証)



転作 →
非転作

個人農家が営農し、転作をしていない可能性。
利用計画よりも分析結果の方が正しい。



非転作 →
転作

雑草の影響の可能性。
前年度に転作を行っている場所に多い傾向。



おわりに

(事例) 簡便かつ安価な手法によって作付状況をどの程度把握できるか？

- 筆ポリゴンとSentinel-2データを利用し, 90%程度の精度で把握。

筆ポリゴン → 全国一律で整備

人工衛星画像 → 全国のデータ入手可能



- 全国的に均質のデータを無料で入手
- 広く知られている一般的な手法の組み合わせ
- 個人のPCで比較的簡単なステップにより分析



データ, ソフト, PCの性能ともに大きく進化!
様々な業務へGIS活用のチャンスが訪れている?!

ご清聴ありがとうございました！

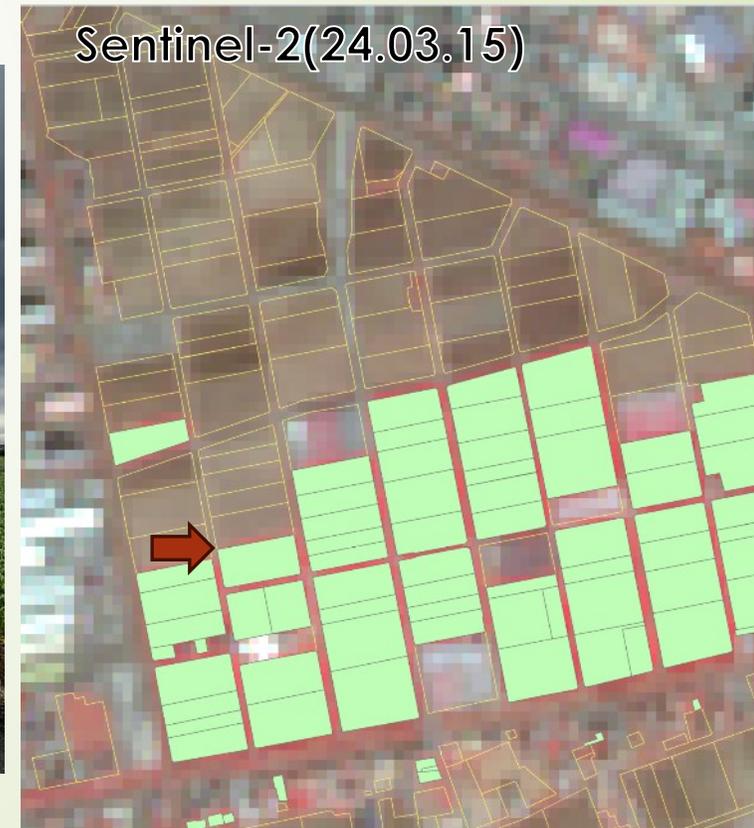
Sentinel-2(24.03.15)



現地写真(24.03.26)



Sentinel-2(24.03.15)



文献

井上吉雄（2017）高解像度光学衛星センサによる植物・土壌情報計測とスマート農業への応用，日本リモートセンシング学会誌，37(3)，213-223.

石田憲治（1995）農業・農村におけるGISの現状と利用の可能性，農土誌，63（8），829-834.

石塚直樹（2019）スマート農業の目としてのリモートセンシング技術，農研機構研究報告，第1号，61-66.

齋藤元也，石塚直樹，坂本利弘（2017）日本における農業リモートセンシング研究の軌跡，日本リモートセンシング学会誌，37(3)，193-203.