

# 人工知能を活用した航空写真上の ソーラーパネル自動検出について ～償却資産の検出から課税への課題～

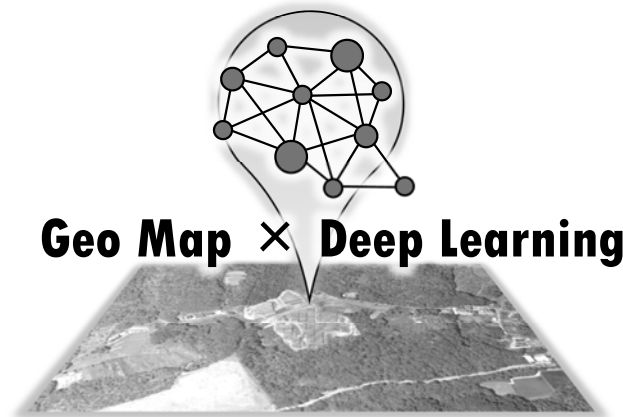


岐阜県恵那市税務課  
資産税係長 堀 卓也 氏  
主査 大島 聡 氏



# 人工知能を活用した航空写真上のソーラーパネル自動検出について

～償却資産の検出から課税への課題～



岐阜県 恵那市 税務課資産税係

1

## 恵那市の紹介

人口	50,567人
世帯数	19,736世帯
面積	504.24km <sup>2</sup>



恵那市は名古屋市の中心部からおよそ60キロメートル、岐阜県南東部に位置し、愛知県と長野県に隣接した、山紫水明の豊かな自然に恵まれた地域です。東には恵那山、南には焼山、北には笠置山に囲まれ、また山あいには木曾川や阿木川、矢作川などが流れ、四季折々の姿を楽しむことができます。大正13年に木曾川をせき止めて造られた大井ダムと恵那峡周辺は、県立自然公園に指定されています。その他、阿木川ダムや矢作ダム、小里川ダムなどのダムもあり、ダムが多い市として知られています。

歴史的観光資源としては、中心市街地を横断する中山道大井宿、南部には800年の歴史を持つ女城主の城下町の岩村、レトロな雰囲気漂う日本大正村がある明智があります。これらは、第三セクター運営されている全長25.1キロメートルの明知鉄道によって結ばれています。

平成16年10月、旧恵那市と恵那郡の5つの町村（岩村町、山岡町、明智町、串原村、上矢作町）が新設合併し、新恵那市として誕生しました。

2

## 恵那市の償却資産課税の取り組み

### (1) 未申告者への掘り起こし

- ・法人市民税申告情報との照合 (H25～)
- ・保健所の食品衛生許可台帳及び環境営業リストとの照合 (H27～)
- ・市指名願提出事業者リストとの照合 (H28)
- ・固定資産課税台帳登録のアパート所有者リストとの照合 (H28)
- ・中部経済産業局の50kw以上の太陽光発電設備を所有者リストとの照合 (H28)

### (2) 過少申告者の掘り起こし

- ・法人市民税申告情報との照合 (H25～)
- ・過年度取得資産申告に対する訂正申告依頼

3

## 恵那市の償却資産課税の取り組み結果

平成28年度 掘り起こしによる翌年度課税実績

区分	依頼	課税件数	税額
法人市民税／新規法人	57	25	7,383,200
食品／環境	42	5	961,400
指名願	62	2	216,800
アパート	141	26	1,723,800
太陽光発電	110	97	19,444,700
合計	412	155	29,729,900

この他に上記の過年度申告による課税 (延滞金含む) = 32,316,100円 (6割が太陽光発電)

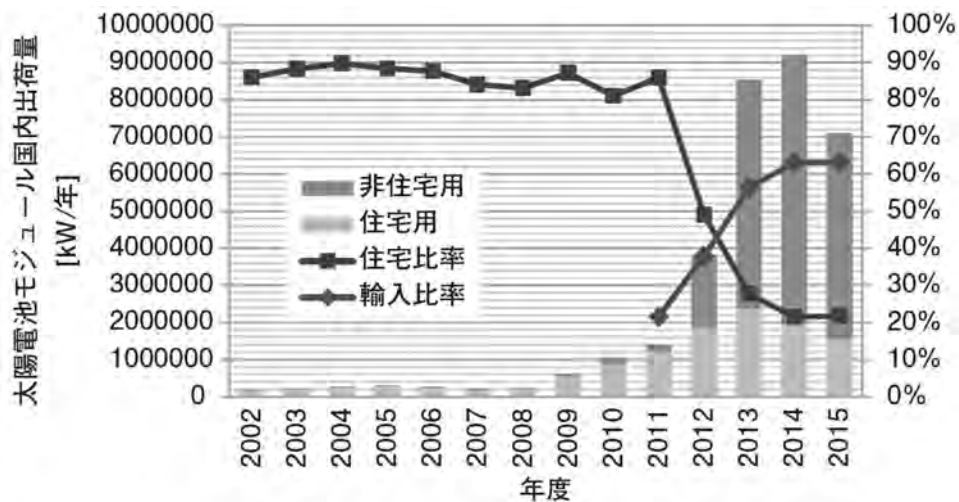


太陽光発電設備に対する償却資産未申告者対策の強化が必要

4

## 2012年FIT開始 ～住宅から事業用へ～

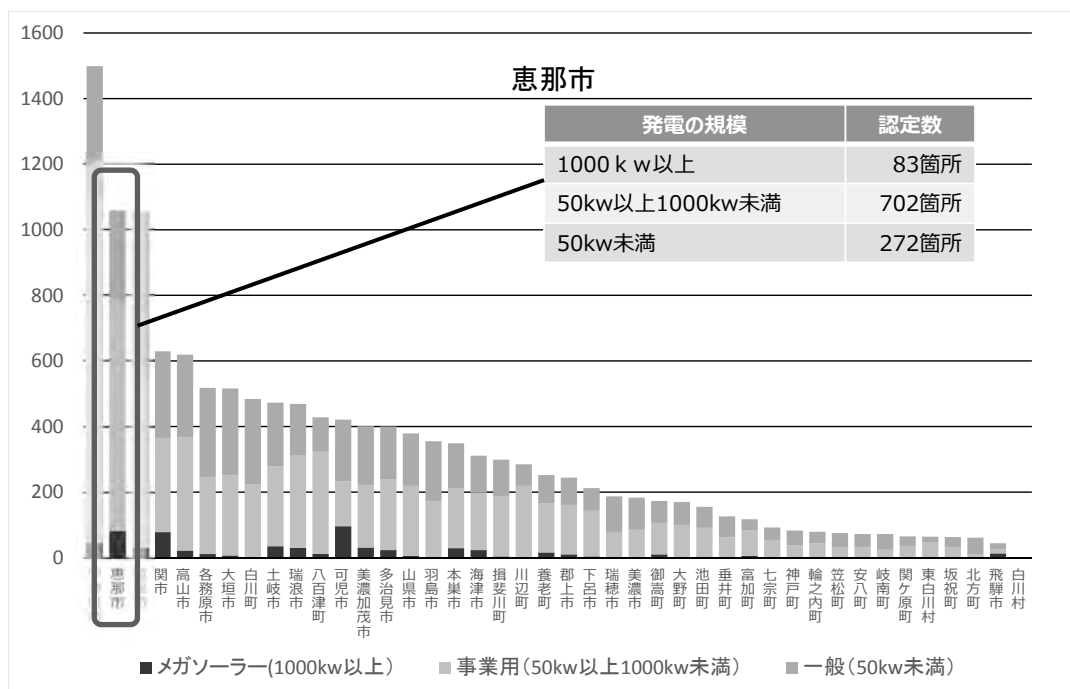
2012（平成24）年に固定価格買取制度（FIT）が開始され、太陽光発電事業への参入が容易になりました。また、再生可能エネルギー発電設備に係る課税標準の特例措置の延長されるなど、急激に太陽光発電施設が増加しました。



太陽光発電モジュールの国内出荷量（出所：太陽光発電協会データよりISEP作成）

5

## 岐阜県の太陽光発電施設認定数（2018.1月）



6

## 恵那市をとりまく環境

- 岐阜県は1キロワットあたりの平均年間発電量による実績では第10位となっており、発電効率が良い地域と言えます。
- その中でも恵那市は岐阜県下23観測所中、日照時間の長さは6位、降水量の少なさは2位と好条件。
- 平成30年地価公示で岐阜県平均価格46,800円に対し、恵那市27,200円と比較的安価。

以上のことから、恵那市においては太陽光発電施設が急激な増加となっていると考えられます。

7

## 太陽光発電施設の把握方法

開発申請及び協議（情報提供：都市住宅課）

農地転用申請（情報提供：農業委員会）

登記の異動をきっかけとした現地調査

中部経済産業局への情報照会（発電量50kw以上）

→FIT法改正により20kw以上の申請がホームページで閲覧可能に！

航空写真上調査（市GIS、地目現場調査システム）



タブレットによるgoogle mapに地番  
図データをオーバーレイしたクラウドシ  
ステム。

労力が膨大な上、全て確認できていないかもしれない

8

# 人工知能による判読

太陽光パネルを機械的に把握することはできないか・・・

## 人工知能を活用して抽出漏れを少しでも減らそう！



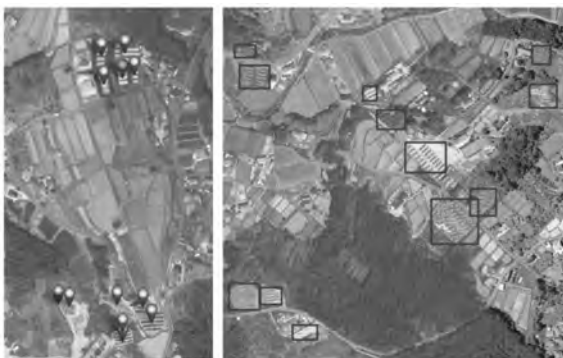
共同研究者：株式会社オービタルネット  
小林 裕治 氏  
(株式会社カナエジオマチックス)

物体検出アルゴリズムYOLOv3  
ディープラーニング・フレームワークDarknet

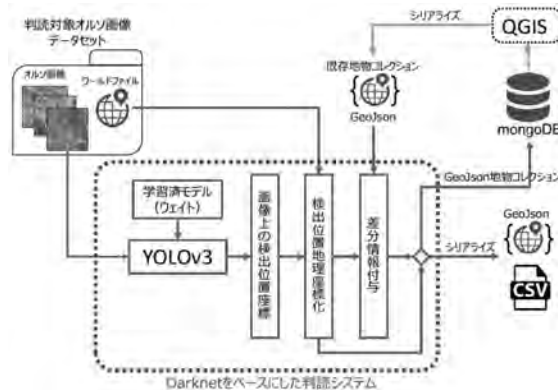
ここ数年、ディープラーニングを活用したObject Detection（画像から検出した物体領域のクラス分類）の技術的進화가著しい。とりわけリアルタイム物体検出に関しては、YOLO（Joseph Redmonら2015）、SSD（Wei Liuら2016）などのアルゴリズムが提唱されており、年々検出速度と精度の向上が図られている。リアルタイム物体検出は、クラス分類の前工程において映物体候補の短径領域を検出するため、数値化された短径領域と分類結果を組み合わせることによって、次のアクションへのトリガーとして、広く応用できる技術である。

そこでYOLOを応用して、大量の航空写真画像から対象地物を即時検出するシステムを構築し、固定資産（償却資産）実態把握業務への適用（太陽光パネルの抽出）について検討した。

# 人工知能による判読 読み込み～結果抽出



約504km<sup>2</sup>をわずか数分で読み込み完了



検出した航空写真の位置情報から、所在地番を割り出しリスト(csvファイル)を作成

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	lon	lat	x	y	kind	prob	date	chiku	tiban
2	127.4265	35.46735	23583.66	-59062.5	megasolar	0.968889	20180808	1	大井町字香町田
3	127.427	35.46738	23624.46	-59058.9	megasolar	0.999818	20180808	1	大井町字香町田
4	127.4272	35.4677	23642.06	-59023.5	megasolar	0.994402	20180808	1	大井町字香町田
5	127.4272	35.468	23641.66	-58990.9	megasolar	0.999595	20180808	1	大井町字香町田
6	127.428	35.47036	23535.08	-58729.1	megasolar	0.999977	20180808	1	大井町字香町田
7	127.4159	35.47788	22620.88	-57896.9	megasolar	0.810988	20180808	1	大井町字奥戸2
8	127.4165	35.4787	22672.68	-58027.8	megasolar	0.999408	20180808	1	大井町字奥戸2
9	127.4168	35.47454	22703.46	-58267.7	megasolar	0.99976	20180808	1	大井町字奥戸2
10	127.4061	35.4758	21226.06	-59129.9	megasolar	0.999911	20180808	1	大井町字奥戸2
11	127.4071	35.47471	21818.26	-59250.3	megasolar	0.999946	20180808	1	大井町字奥戸2
12	127.4068	35.47447	21793.66	-59277.3	megasolar	0.998881	20180808	1	大井町字奥戸2
13	127.4023	35.47427	21380.46	-59300.3	megasolar	0.998442	20180808	1	大井町字奥戸2
14	127.4064	35.47539	21759.06	-58175.5	megasolar	0.89885	20180808	1	大井町字奥戸2
15	127.4065	35.47489	21764.86	-58216.7	megasolar	0.998828	20180808	1	大井町字奥戸2
16	127.4071	35.47419	21816.66	-58309.9	megasolar	0.89859	20180808	1	大井町字下間瀬
17	127.4078	35.47482	21866.46	-58261.1	megasolar	0.89932	20180808	1	大井町字下間瀬
18	127.4089	35.47529	21974.46	-58185.9	megasolar	0.89762	20180808	1	大井町字下間瀬



## 人工知能による判読 誤判読例、判読精度の向上

誤検出の例：ビニールハウス、ゴミ、畑、墓、工場の屋根、水面のハレーションなど



ビニールハウス

畑

工場の屋根

学習を繰り返し、判読精度が向上

1次学習	検出471件	誤判読148件	太陽光323件	正解率69%
2次学習	検出409件	誤判読104件	太陽光305件	正解率74%
3次学習	検出347件	誤判読22件	太陽光325件	正解率94%※

(3次学習結果 = 平成30年8月末時点)

※ニューラル・ネットワークモデルをYOLOv2→YOLOv3に刷新

11

## 人工知能による判読 新規発見



人工知能を導入したことで、発見できなかった太陽光パネルの新規発見に繋がりました。

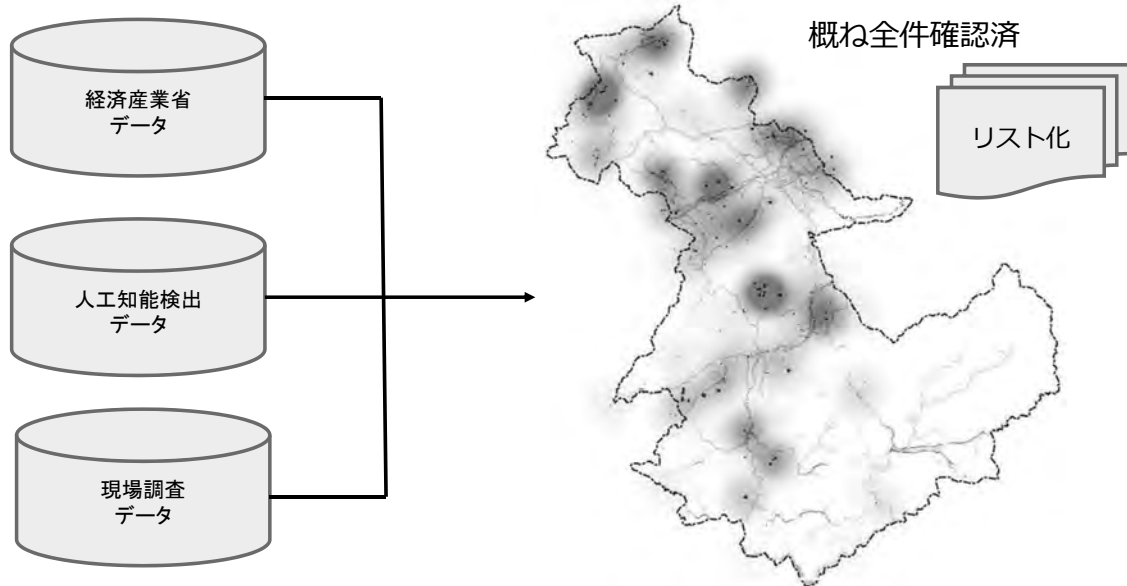
10kW～20kWの設備は外部からの情報が無く、普段確認することが少ないエリアでは見落としがちです。

今回の判読により、約2%の課税客体の発掘に繋がりました。

12



## 人工知能による判読 図と表でデータベース化



13

## 人工知能による判読 図上管理方法



- 償却資産非該当 (10Kw未満)
- 償却資産申告無 (要調査)
- 償却資産申告有

■ パネルの所有者が明確の場合は本人へ、パネルの所有者が不明な場合は土地所有者に償却資産申告の依頼をおこなう。

14

## 人工知能による判読 今後の展開

Mask\_R-CNNという最新の物体検出技術を活用して、物体検出と地物のセグメンテーションを即時に行い、地物形状のトレース、Polygon化を行う機能を実装しました。地物の教師データ作成、モデル構築はこれからですが、ソーラーパネルの形状と面積把握を含めた自動判読も進めていきます。

### • 一般画像



Mask-RCNNによる物体検出・セグメンテーション

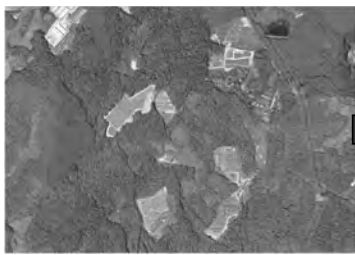


物体の(Multi)Polygon化  
GeoJson形式への整形



物体の(Multi)Polygon化  
GeoJson形式への整形 (背景あり)

### • 航空写真の場合



入力画像 (オルソフォト)



ソーラーパネルの(Multi)Polygon化  
GeoJson形式への整形



ソーラーパネルの(Multi)Polygon化  
GeoJson形式への整形 (背景あり)

15

## まとめ (今後の展望)

人工知能による判読システムは、目視判読と同様に検出精度での課題は残りますが、ソーラーパネルの検出と地理空間データ化の工程が即時完了するため、人間の作業工数を大幅に削減することが可能となります。航空写真による調査を行っていない場合、航空写真を撮影したタイミングなどで人工知能による判読を行うと効果が高い。また、一度、人工知能による判読・地理情報化を行えば、新たな航空写真を用いて判読し、抽出機能で増減分をあぶりだすことが可能です。

現在は、まだ検出漏れが多いことから学習用データのパターンを増やすなどして再現率をさらに高め、実業務に耐えうるものになりたい。

次の展開として、今回実装した差分抽出機能を実際の異動判読業務に活用し家屋の滅失漏れの確認、さらに通信鉄塔やガラス温室など、同時に検出する地物を増やしながらかつて償却資産全般の業務改善に取り組んでいきたい。

太陽光発電は、クリーンエネルギーとして良いイメージがある反面、大規模な開発に伴う自然環境破壊、ごみ問題、無届開発、償却資産課税などの問題が如実になっています。ソーラーパネルの所在、所有者の実態把握は行政として必要なことです。今回その課題を税務課が解決につなげることとなりました。

16