

太陽光発電リサイクル技術開発プロジェクト  
/太陽光発電リサイクル動向調査/太陽光発電  
リサイクルに関する国内動向調査、分布  
調査及び排出量予測

(株)三菱総合研究所  
2019年10月17日

問い合わせ先  
株式会社三菱総合研究所  
E-mail:ukai@mri.co.jp  
TEL:090-3817-3778

# 事業概要

## 1. 期間

開始 : 2014年8月

終了 : 2019年2月

## 2. 最終目標

- 国内における太陽光発電システムの適正処分に関する技術動向、政策動向、実施事例などを継続的に調査し、最新の動向を把握。
- 太陽光発電システムの導入分布推計および排出量予測手法については必要に応じて見直しを行い、推計・予測の更新を適宜行う。

## 3. 成果・進捗概要

- 国内における太陽光発電システムの適正処分に関する技術動向、政策動向、実施事例などを継続的に把握するとともに、リサイクル技術の開発動向を俯瞰的に整理した「開発戦略マップ」を作成。
- 国内における太陽光発電システムの導入量データを整備し、初期状態、出力低下率、排出判断に至る出力低下率をパラメータとする排出量推計モデルの有効性を確認。同モデルを用いて、複数シナリオの排出量について推計を実施。

# (1)国内の技術動向、政策動向、実施事例の定点観測

## 1)国内の技術動向、政策動向、実施事例の定点観測 ～技術動向～

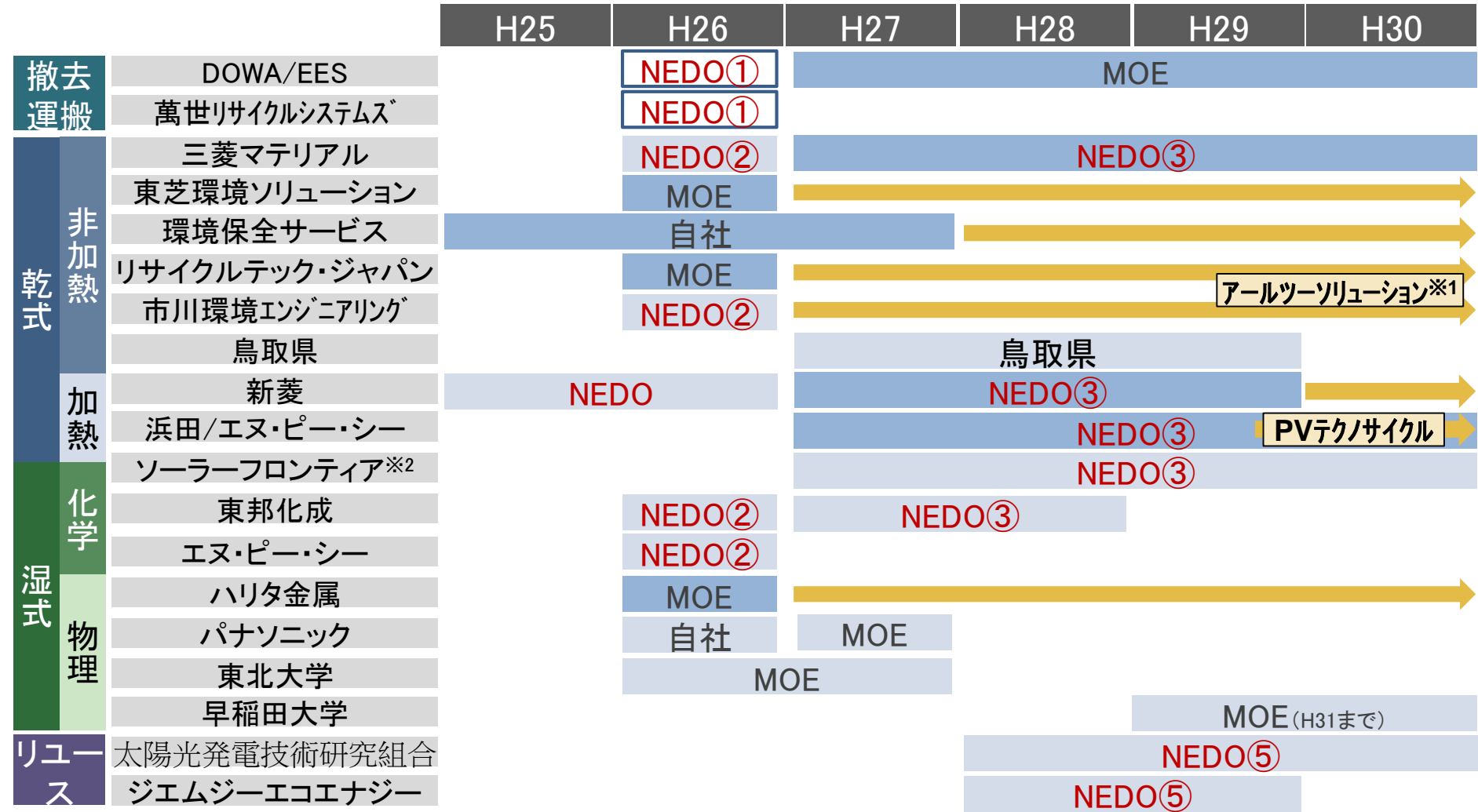
- 国内技術動向調査を踏まえてリサイクル関係技術の開発戦略の策定に活用することを目的とした開発戦略マップを検討。
- 当初は技術の比較を行うことを目指していたが、既に事業化している技術や今後事業化を目指す技術への影響を考慮し、技術間の比較ではなく、研究開発のフェーズや技術の特徴を分かりやすく示すことを主目的とすることとした。

開発戦略マップ	検討した整理の軸
①技術開発動向・実施状況	<ul style="list-style-type: none"><li>● 研究・事業化フェーズ</li><li>● 技術区分</li></ul>
②技術の特徴	<ul style="list-style-type: none"><li>● 対象パネル</li><li>● ガラスリサイクル性</li></ul>

# (1)国内の技術動向、政策動向、実施事例の定点観測

## ①技術開発動向・実施状況を示すマップ

□ : 調査      □ : ラボスケール実証  
■ : 実証      ➡ : 事業化



※1 市川環境エンジニアリング、ネクストエナジー・アンド・リソース、リサイクルテック・ジャパン、近畿工業の4社出資による株式会社

※2 CISパネルに特化した技術

NEDO: 広域対象のPVシステム汎用リサイクル処理方法に関する研究開発

NEDO①: 研究開発項目[1]「低コスト撤去・回収・分別技術調査」      NEDO②: 研究開発項目[2]「低コスト分解処理技術FS(開発)」

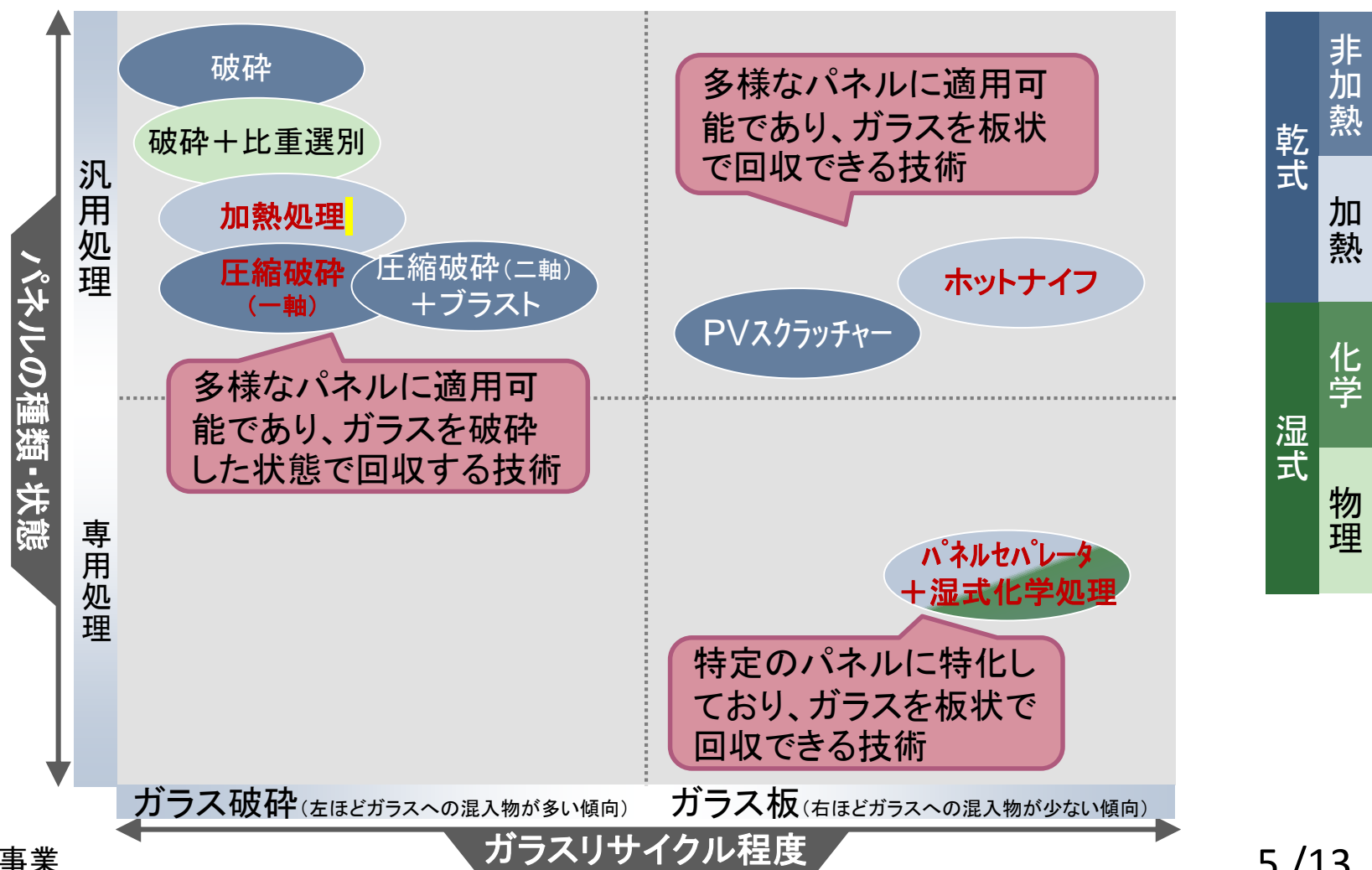
NEDO③: 研究開発項目[3]「低コスト分解処理技術実証」      NEDO⑤: 研究開発項目[5]「使用済み太陽電池モジュールの低コストリユース技術の開発」

MOE: 環境省予算による研究開発・実証、鳥取県: 鳥取県予算による研究開発・実証、自社: 自社による研究開発・実証

# (1)国内の技術動向、政策動向、実施事例の定点観測

## ②技術の特徴を示すマップ

- パネルの種類・状態、ガラスリサイクルの程度に応じて、各技術の特徴を整理
- 想定される排出実態に即してバランスよく技術開発がなされているかを確認



## (2) 太陽光発電システムの分布調査と、その分布に基づいた排出量予測

### 2) 太陽光発電システムの分布調査と、その分布に基づいた排出量予測

- 本推計は、リユース・リサイクル技術の開発に向けた参考とするため、モジュール種別・地域別・用途別(住宅／非住宅用)等の細かい分類でのモデル構築を目指して実施している。
- 太陽電池モジュールは、社会システムの動向等によって排出量が大きく左右されると考えられること、排出状況等の情報が不足していること等から、現時点では正確な排出量推計を行うことは困難である。
- このため本検討では、まずは議論の基準となるケースを設定するため、以下に示すとおりあらかじめ排出量推計の目的を明確化し、その目的に即した上で可能な限り納得性の高い推計となるような推計方法(モデルの基本構造やパラメータの設定)の確立に向け検討を行った。

#### 本排出量推計の目的

1

大量排出時代のピーク（時期、量）を予測する

2

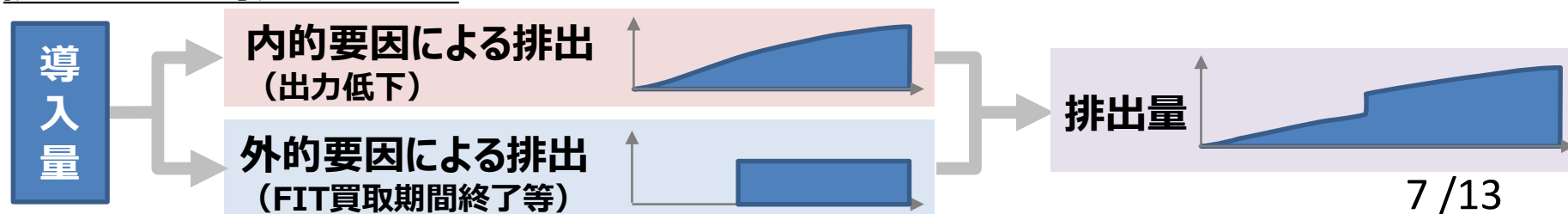
現状の再資源化能力を上回る排出がなされるようになる時期を予測する

※ 災害による廃棄等、予測不可能な突発的排出については予測の対象外とする

## (2) 太陽光発電システムの分布調査と、その分布に基づいた排出量予測

- 排出量推計の基本的な考え方として、設定した導入量(次頁)に沿い、設置区分別に内的要因(出力低下)と外的要因(FIT買取期間終了等)の2種類の要因により排出が発生すると仮定した。この他、市場戻り率として0.3%を設定した。
  - 内的要因として、出力低下等のモジュール起因の理由により排出される量を推定し、ある値より出力が低下したモジュールは排出されると仮定した。
  - 外的要因として、太陽光発電システムの性能以外の要因で排出が判断される主な場合を想定した。住宅用と非住宅用で要因が異なると考え、以下のように推定した。
    - ✓ 住宅用では、住宅の建て替え時にはモジュールが排出されると考え、木造建築の寿命分布(鎌谷、2012)に従って排出されると仮定した。なお、余剰買取制度やFIT買取期間終了に起因する排出は想定していない。
    - ✓ 非住宅用では、FIT期間中に導入されたモジュールについては、導入から20年後に固定価格買取の終了に伴う排出(「FIT買取期間終了後即排出」)が生じると仮定した。排出されるモジュールの割合(「FIT買取期間終了後即排出割合」)は、シナリオ別に設定した。FIT制度開始前に導入されたモジュールについては、全て2012年に移行認定を受けたと仮定した。
- モデルへの組み込みが難しいことから、災害に伴う排出は想定していない。
- FIT制度は2020年に終了すると仮定した。

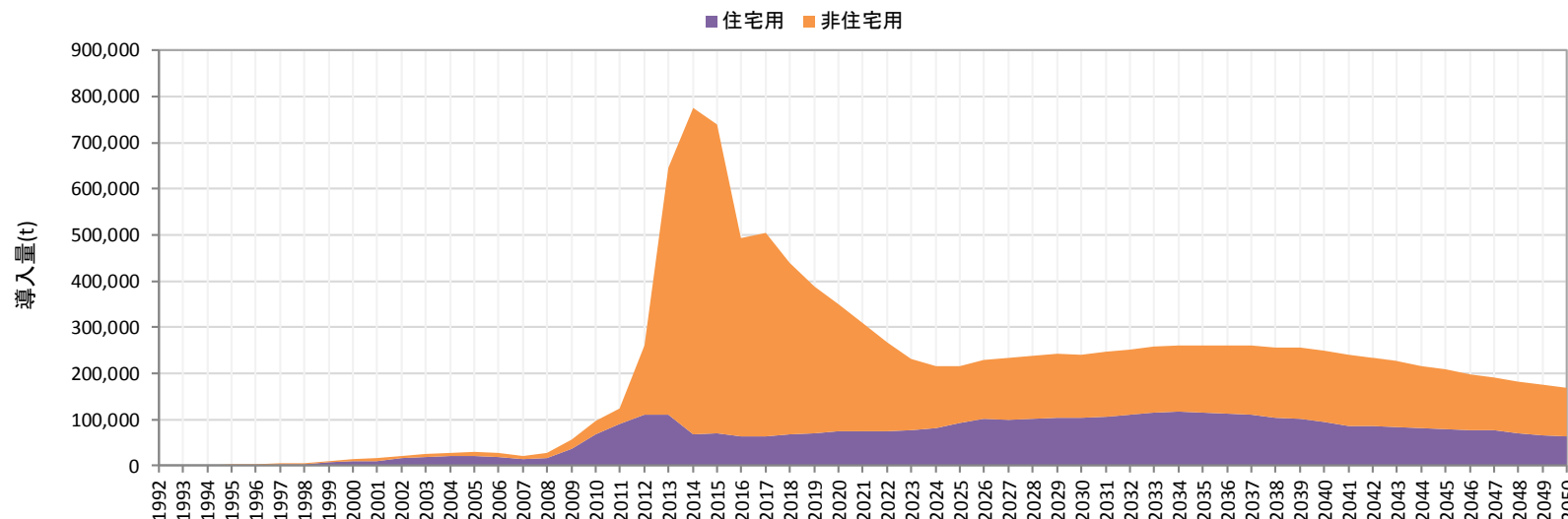
### 排出量推計の考え方 イメージ



## (2) 太陽光発電システムの分布調査と、その分布に基づいた排出量予測

- 導入量は導入量実績及び導入量予測により、全国における導入容量を仮定。また、導入年により出力重量比率が異なると設定し、導入重量に変換した。
  - 実績値については、IEA PVPS INSTALLED PV CAPACITY より日本全体の導入量を設定。
    - FIT開始前は、住宅用の導入量はNEF補助金、JPEC補助金での補助量と仮定し、差し引くことで非住宅用の導入量を設定。
    - FIT開始後は、10kW未満が住宅用、10kW以上が非住宅用の導入量と仮定。
  - 導入量予測については、JPEA「JPEA PV OUTLOOK～ 太陽光発電2050年の黎明～」(2017年6月)による推計値のうち、リプレースを除いた量を導入量として組み入れ。
  - 出力重量比率は、IRENA(2016)と同様のものを使用。導入年次ごとの出力重量比の実績値及び理論値をプロットし、指数近似による回帰式を算出。
    - 1990年で約140t/MW、2050年で約40t/MW

### 導入重量 (2016年までが実績値、2017年以降が推計値)





## (2) 太陽光発電システムの分布調査と、その分布に基づいた排出量予測

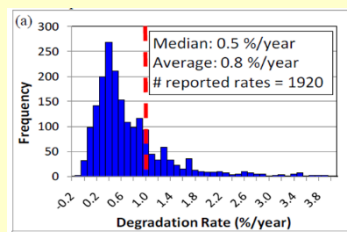
- 内的要因による排出では、出力は文献値と同様の分布で設定した出力低下率に従って低下し、初期容量比で正規分布で設定したある一定の値を下回ると排出されると仮定した。
- 排出の判断に際しては収支構造(売電収入、ランニングコスト、撤去・処分等の費用)が大きく関わると考えられる。そのため、収支構造が大きく異なる以下の3分類で排出判断値を設定した。
  - (a)住宅用:ランニングコストが低く、逆に撤去・排出時の費用負担がかかることから、相対的に排出される出力は低いと考えられるため、排出判断値の平均を0.5と設定。
  - (b)FIT買取期間中:比較的高い価格で売電可能であり、撤去・リプレースするインセンティブが低いことから、排出される出力は買取期間終了後より相対的に低くなるとして、平均0.5と設定。
  - (c)FIT買取期間終了後:買取価格が安定しないことから、(b)より排出される出力が高くなると考えられるため、平均0.8と設定。FIT制度終了後(2021年度以降)に導入されたものもここに分類。

### 「内的要因(出力低下)による排出」の推計方法

#### 出力低下率

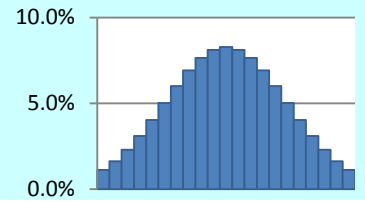
モジュール種に依らず、文献値と同様の分布をとる。

現在利用している分布の出典:  
Jordan and Kurtz (2012)



#### 排出する判断がなされる出力(排出判断値)

SD=0.05の正規分布をとる。  
排出判断値の平均は分類ごとに設定。



### 排出出力の分類(数値は排出判断値の平均)

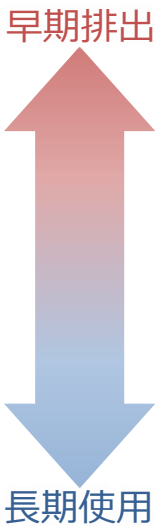
		FIT買取期間中	FIT買取期間終了後
住宅用		(a) 0.5	
非住宅	50kW未満	(b) 0.5	(c) 0.8
	50kW以上		

## (2) 太陽光発電システムの分布調査と、その分布に基づいた排出量予測

- 排出量のピークは、FIT買取期間終了後に即排出される割合によって大きく変動する。その判断は土地の所有形態によって影響を受けるとの仮説のもと、4つの排出シナリオを作成し予測を行った。
- FIT買取期間終了後のビジネス成立が難しく(安定的に売電されなくなる、メンテナンスコストが高騰する等)、FITをきっかけで導入した事業者の多くがFIT買取期間終了後に即排出を行う状況になると、(A)や(B)に近い排出量になると考えられる。
- 一方で、FIT買取期間終了後も比較的ビジネスが成立し、FIT買取期間終了をきっかけにした排出があまりなされない場合には、(C)や(D)に近い排出量になると考えられる。

### 排出シナリオの設定

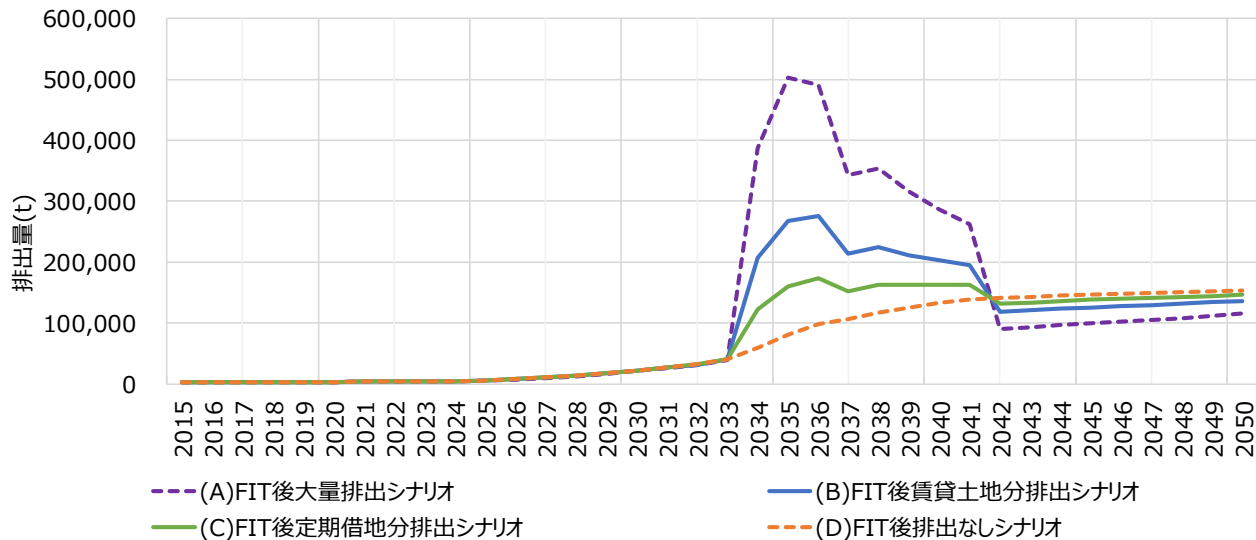
シナリオ	FIT買取期間終了後即排出割合※			シナリオの詳細
	定期借地	賃貸の土地 (定期借地以外)	自社保有地	
(A)FIT後大量排出	100%	100%	50%	賃貸の土地の全てと、自社保有地のうち半分はFIT買取期間後に即排出される。
(B)FIT後賃貸土地分排出	100%	100%	0%	賃貸の土地は全てFIT買取期間後に即排出されるが、自社保有地であれば、排出されない。
(C)FIT後定期借地分排出	100%	0%	0%	定期借地で借りている土地に設置されている場合は、FIT買取期間終了後に即排出される。その他は排出されない。
(D)FIT後排出なし	0%	0%	0%	土地の所有形態にかかわらず、FIT買取期間終了をきっかけにした排出はされない。



## (2) 太陽光発電システムの分布調査と、その分布に基づいた排出量予測

- 4つのシナリオそれぞれに従い、排出量を推計した結果を以下に示す。
  - 排出量のピークは、FIT制度開始当初に導入された太陽光発電システムがFIT買取期間終了を迎える2034～6年頃である。その量はFIT買取期間終了後即排出割合に大きく左右され、(B),(C)シナリオでは2036年に約17～28万トンが排出される。
  - その後、本モデルにおいてFIT買取期間が全て終了する2042年頃までにピークは落ち着くと考えられる。
- 今後FIT買取期間終了後に事業者が行う判断について予測可能性が高まることで、シナリオの蓋然性が高まり、予測精度が上がってくると考えられる。
- なお、本推計は議論の基準となるケースを設定するものであり、データの限界から、災害排出量は含めない等の様々な仮定をもとにしている。このため、必ずしも事業性の判断に足るものではないことに留意する必要がある。

### 排出量推計結果



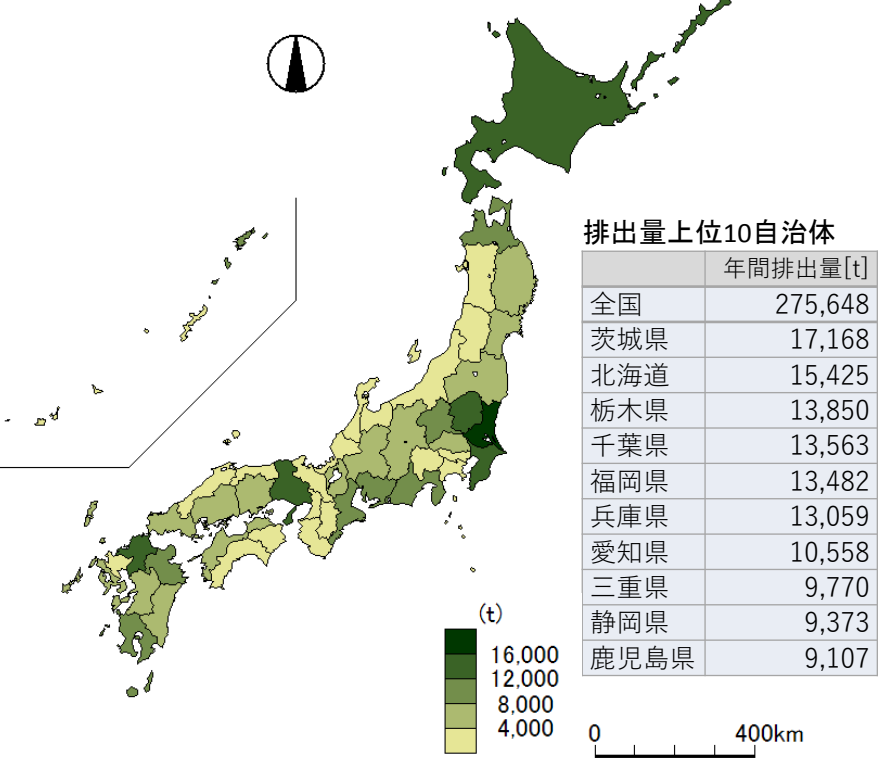
	排出見込量 (B)、(C)	2015年度の産 業廃棄物の最 終処分量に占 める割合
2020	約0.3万トン	0.03%
2025	約0.6万トン	0.06%
2030	約2.2トン	0.2%
2036	約17～28万トン	1.6～2.7%

## (2) 太陽光発電システムの分布調査と、その分布に基づいた排出量予測

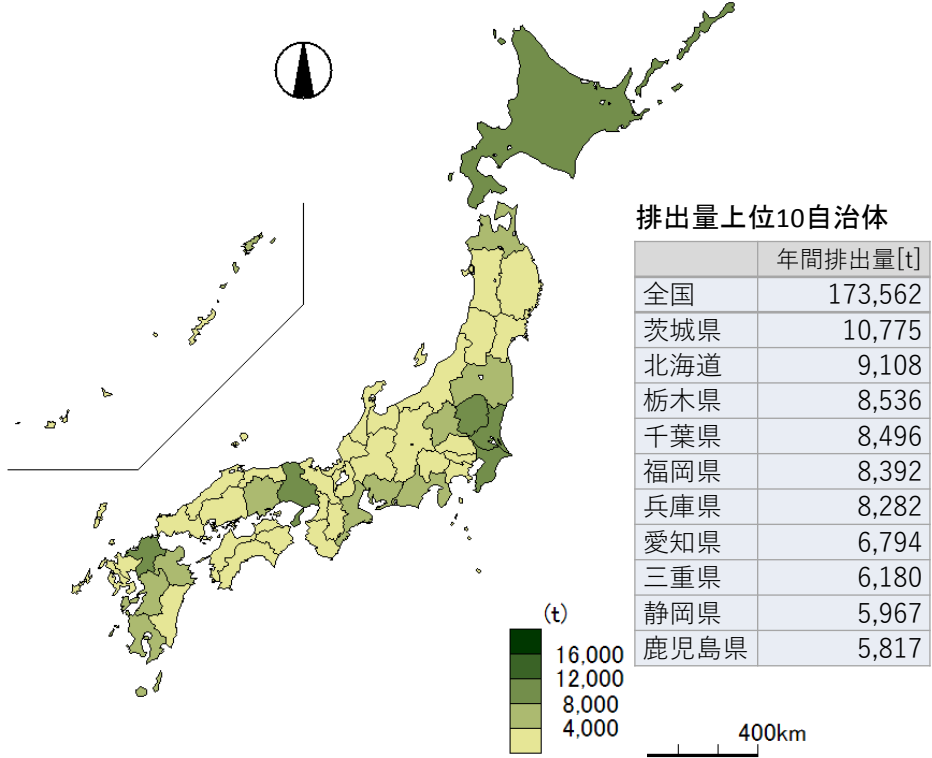
- (B),(C)シナリオで排出量がピークを迎える2036年における都道府県ごとの排出量を以下に示す。いずれのシナリオでも都道府県によって排出量は大きく異なり、10倍以上の差がみられる。
- なお、本推計においては、FIT及び各種補助金の都道府県別導入量データ、メガソーラーの立地データ等を用いて都道府県別排出量を推計している。

### 2036年(排出ピーク)における都道府県別排出量

B) FIT後賃貸土地分排出シナリオ



C) FIT後定期借地分排出シナリオ



## (1) 国内の技術動向、政策動向、実施事例の定点観測

- リサイクルの技術・政策・事例の最新動向について、俯瞰的に整理した結果をNEDO 技術開発機構及びその関係者と共有。
- リサイクル関係技術の開発戦略の策定に活用することを目的とした開発戦略マップを公表。

## (2) 太陽光発電システムの分布調査と、その分布に基づいた排出量予測

- 排出量予測の目的として、①大量排出時代のピーク(時期、量)の推計、②現状の再資源化能力を上回る排出時期の推計を想定し、分析を実施。
- 複数のシナリオに基づく推計結果を提示することで、推計がどの程度の幅を持つかを提示。結果は、総合資源エネルギー調査会電気・ガス事業分科会再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会資料(2018年11月)で公表。
- 2019年度は、NEDO「太陽光発電システム長期安定電源化基盤技術開発」内において、本モデルをベースに排出量推計における課題について検討を実施。