



第1回 資源リサイクルEXPO

NEDOの 「太陽光発電リサイクル技術開発プロジェクト」 について

平成31年 2月27日

新エネルギー部

主任研究員 山田 宏之

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

本日の内容



1. NEDOについて
2. 太陽光発電概況
 - (1) 世界の状況
 - (2) 日本の状況
3. 「太陽光発電開発戦略 NEDO PV Challenges」とNEDOの取り組み
4. 太陽光発電リサイクル技術開発プロジェクト
 - (1) 排出量予測
 - (2) 低コストリサイクル技術の開発
 - (3) 低コストリユース技術の開発
5. まとめ

本日の内容

1. NEDOについて

2. 太陽光発電概況

- (1) 世界の状況
- (2) 日本の状況

3. 「太陽光発電開発戦略 NEDO PV Challenges」とNEDOの取り組み

4. 太陽光発電リサイクル技術開発プロジェクト

- (1) 排出量予測
- (2) 低コストリサイクル技術の開発
- (3) 低コストリユース技術の開発

5. まとめ

NEDOについて

NEDOとは

- NEDOは、「エネルギー・地球環境問題の解決」や「産業技術力の強化」実現に向けた技術開発の推進を通じて、経済産業行政の一翼を担う、国立研究開発法人です。
- 自ら研究者を雇うのではなく、技術開発マネジメント機関として、産学官が有する技術力、研究力を最適に組み合わせ、リスクが高い革新的な技術開発、実証を推進してイノベーションを社会実装することで、社会課題の解決や市場創出を目指します。

NEDOのミッション

【 エネルギー・
地球環境問題の解決 】

【 産業技術力の強化 】

NEDOの役割

NEDOの技術開発マネジメントでは、プロジェクトの企画・立案から、実施者の公募等により産学官の強みを結集した体制構築を行い、プロジェクトの運営にあたっては適宜、開発目標を見直しつつ、研究開発成果の最大化を図ります。



2018.6.2 再生可能エネルギー推進協会講演会

5

NEDOのあゆみ

1970年代に世界を襲った二度のオイルショック。エネルギーの多様化が求められる中、新エネルギー・省エネルギー技術開発の先導役として、1980年にNEDOが誕生しました。のちに産業技術に関する研究開発業務が追加され、今日に至るまでNEDOは、技術開発マネジメント機関として、エネルギー・環境技術、産業技術の開発・実証を推進し、イノベーション創出を後押ししています。

- 1980 ● 「新エネルギー総合開発機構」設立
- 1988 ● 産業技術研究開発業務を追加し、「新エネルギー・産業技術総合開発機構」に改称
- 1996 ● 石炭鉱害事業団と統合、石炭鉱害賠償等業務の追加
- 2003 ● 「独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構」設立
- 2006 ● 京都メカニズムクレジット取得事業を追加
- 2007 ● 石炭鉱害復旧経過業務終了
- 2012 ● 石炭・地熱業務をJOGMECに移管
- 2014 ● 技術戦略研究センター設置
- 2015 ● 「国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構」に改称
- 2016 ● 京都メカニズムクレジット取得事業終了



1988年
新エネルギー総合開発機構として、石炭鉱害復旧業務及び実証業務を開始



2015年
独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構に改称

6

予算

予算 **1596**億円

(2018年度当初予算)

技術シーズの発掘から中長期的プロジェクトの推進、実用化開発の支援まで、一貫した技術開発マネジメントにより、日本の技術力強化・エネルギー問題の解決を目指します。

※主な事業を掲載しているため、予算総額と内訳の合計は一致しません。

エネルギーシステム分野 529億円

【技術内容】

- 系統対策技術
- 蓄電池等のエネルギー貯蔵技術
- 水素の製造から貯蔵・輸送利用に関する技術
- 再生可能エネルギー技術 等

省エネルギー・環境分野 448億円

【技術内容】

- 未利用熱エネルギーの活用技術
- 高効率石炭火力発電技術開発
- フロン対策技術
- 国際実証、JCM 等
- 環境調和型製鉄技術
- 二酸化炭素貯留に関する技術
- 資源選別・金属精錬技術等の3R技術

産業技術分野 489億円

【技術内容】

- ロボット・AI技術
- IoT・電子・情報技術
- ものづくり技術
- 材料・ナノテクノロジー
- バイオテクノロジー 等

新産業創出・シーズ発掘等分野 59億円

【技術内容】

- 研究開発型ベンチャーの育成
- オープンイノベーションの推進 等



本日の内容

1. NEDOについて

2. 太陽光発電概況

(1) 世界の状況

(2) 日本の状況

3. 「太陽光発電開発戦略 NEDO PV Challenges」とNEDOの取り組み

4. 太陽光発電リサイクル技術開発プロジェクト

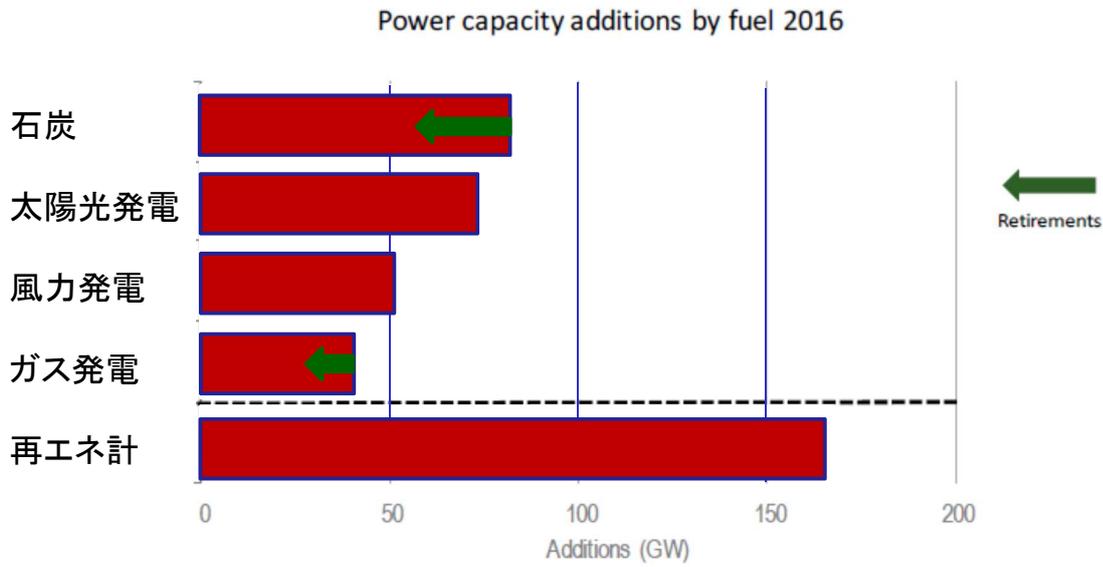
(1) 排出量予測

(2) 低コストリサイクル技術の開発

(3) 低コストリユース技術の開発

5. まとめ

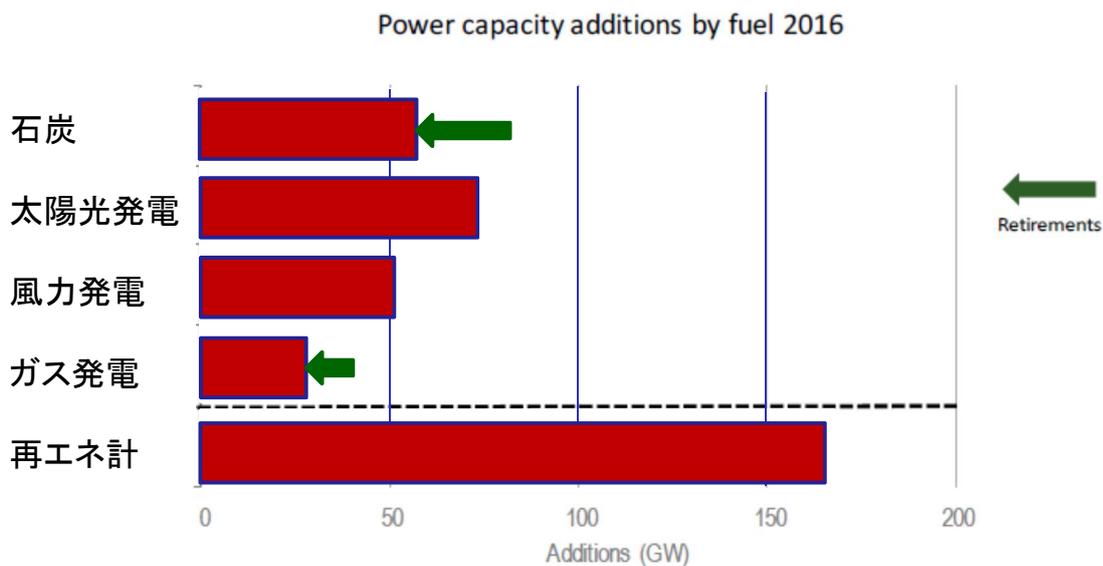
世界における太陽光発電の位置付け
 (1) もっとも導入量の多い発電設備



Renewables breaking an all-time record accounting for two thirds of global net capacity additions;
 For the first time solar PV becoming the global leader in net capacity growth

IEA Renewables2017 Launch Presentation から、NEDO作成

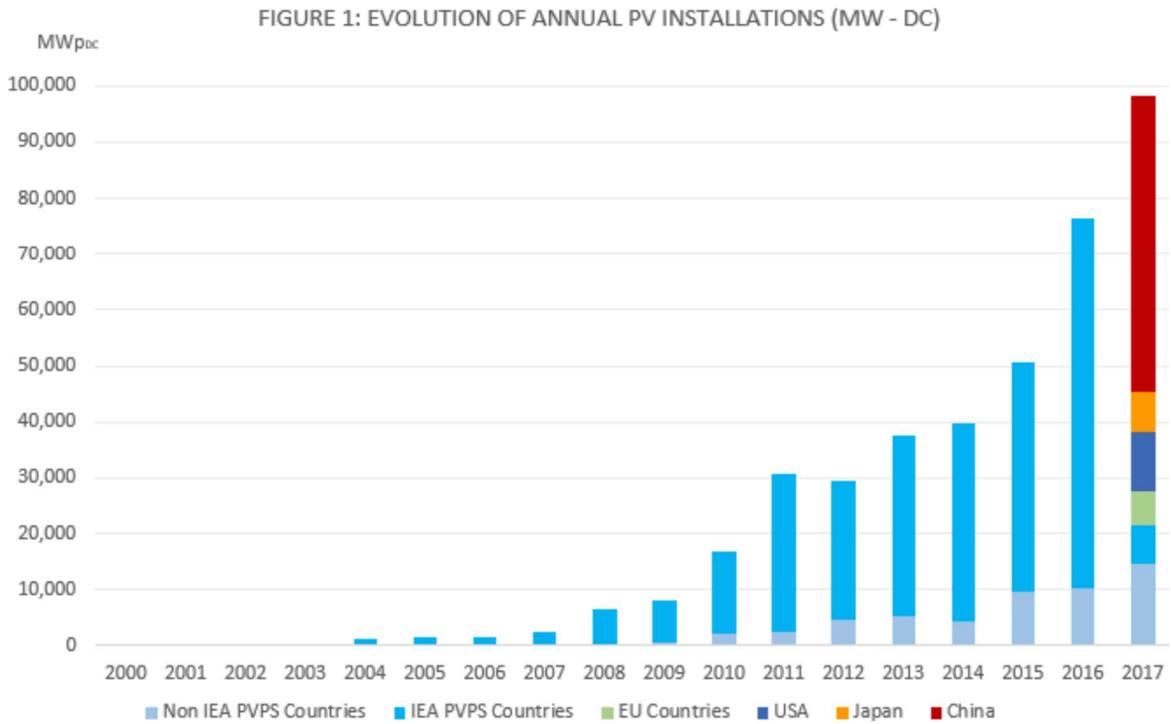
世界における太陽光発電の位置付け
 (1) もっとも導入量の多い発電設備



Renewables breaking an all-time record accounting for two thirds of global net capacity additions;
 For the first time solar PV becoming the global leader in net capacity growth

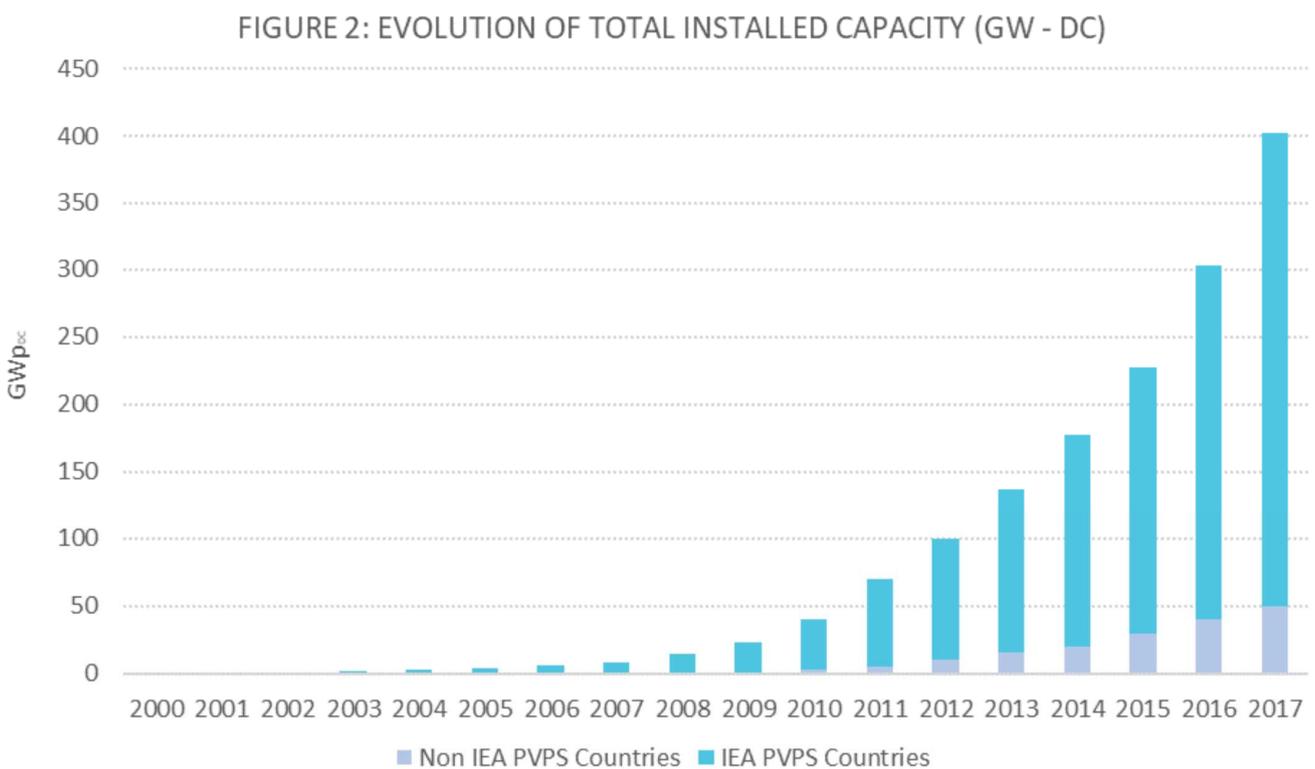
IEA Renewables2017 Launch Presentation から、NEDO作成

世界の年間導入量の推移



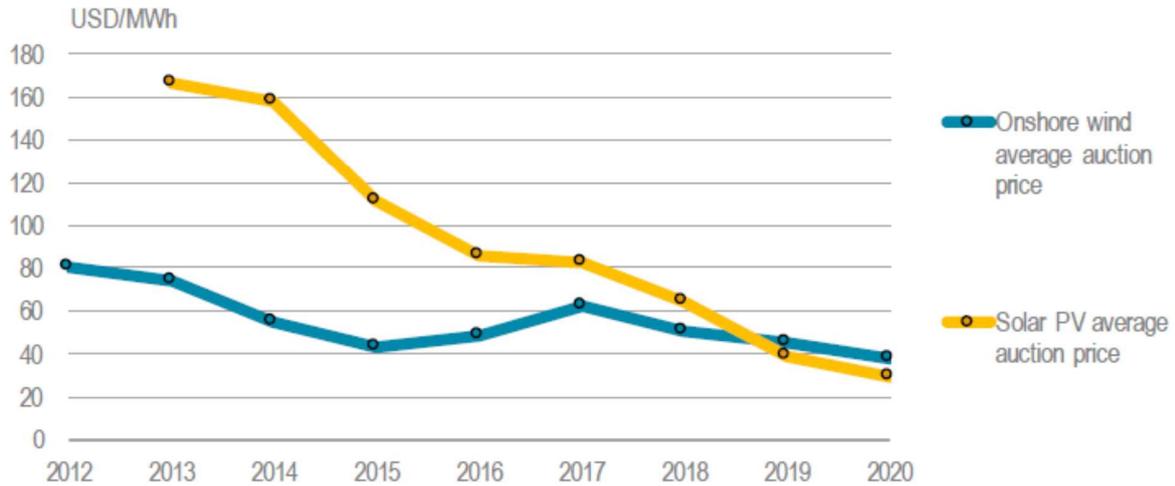
IEA PVPS Snapshot2018

世界の累積導入量



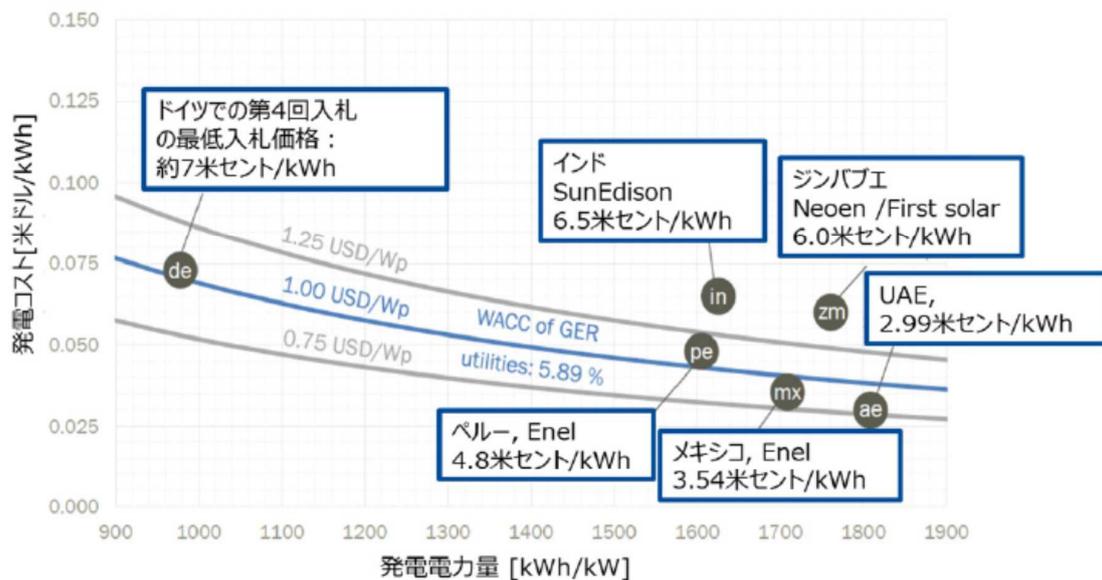
世界における太陽光発電の位置付け (2) もっとも安い発電コスト(ただし変動電源)

Announced wind and solar PV average auction prices by commissioning date



Price discovery through competitive auctions effectively reduces costs along the entire value chain;
Auctions with long-term contracts will drive almost half of new capacity growth over 2017-22

海外の入札結果事例



出典：Chris Welner. “Emerging PV Markets A Methodology to Assess PV Market Growth till 2050”
より資源エネルギー庁作成。

本日の内容

1. NEDOについて
2. 太陽光発電概況
 - (1) 世界の状況
 - (2) 日本の状況
3. 「太陽光発電開発戦略 NEDO PV Challenges」とNEDOの取り組み
4. 太陽光発電リサイクル技術開発プロジェクト
 - (1) 排出量予測
 - (2) 低コストリサイクル技術の開発
 - (3) 低コストリユース技術の開発
5. まとめ

固定価格買取制度による再生可能エネルギー導入量

(単位: GW)

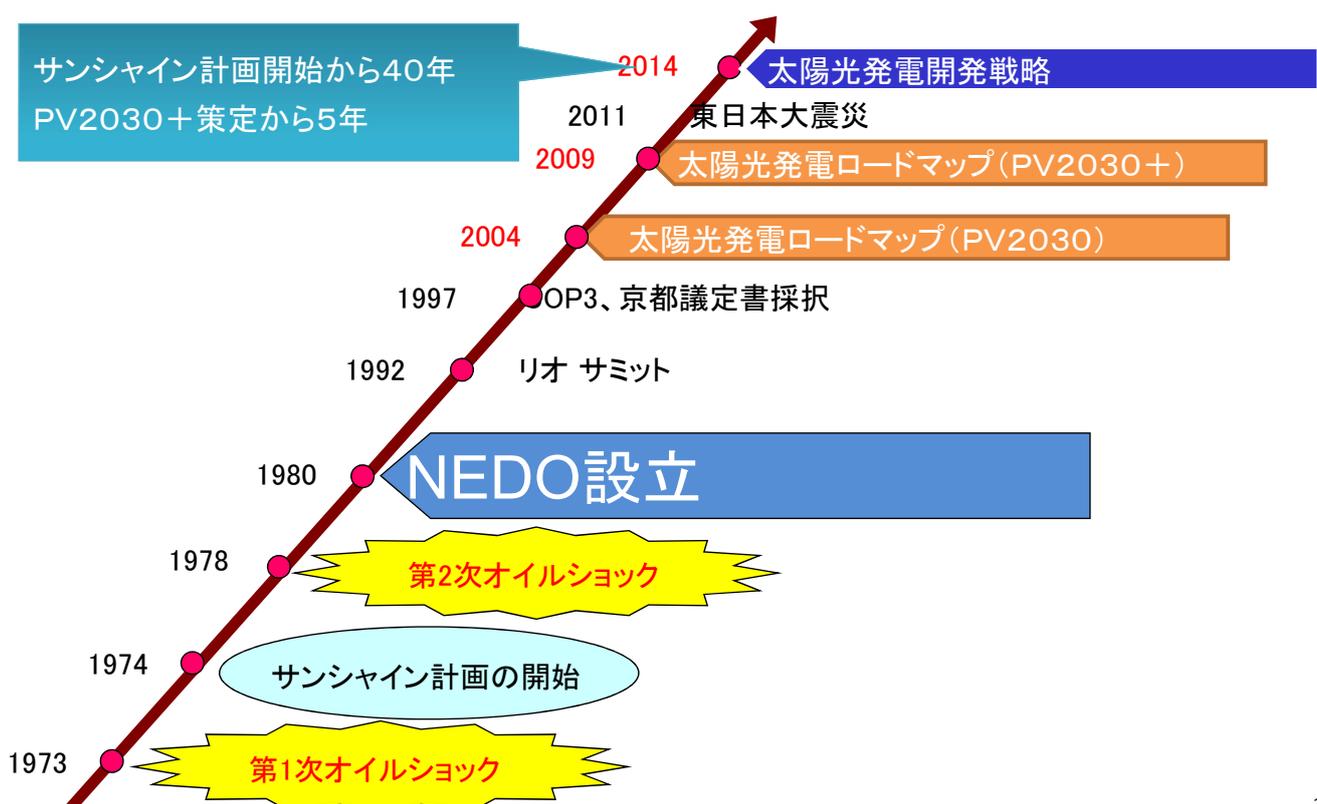
	固定価格買取制度 導入前 (2012年6月まで)		制度導入75ヶ月後 (2018年9月末まで)	
太陽光	5.6		47.08 (+41.48)	
	住宅 4.7	非住宅 0.9	住宅 10.38 (+ 5.68)	非住宅 36.70 (+ 35.80)
風力	2.6		3.67 (+1.07)	
中小水力	9.6		9.94 (+0.34)	
バイオマス	2.3		3.67 (+1.37)	
地熱	0.5		0.52 (+0.02)	
合計	20.6		64.89 (+44.29)	

発電設備容量(AC)。累積ベース。固定価格買取制度導入前の導入量はNEDO推定値。
 ()内は制度導入後の増加分。(出典:経済産業省資料) 端数処理の関係で計算が合わない箇所がある。

本日の内容

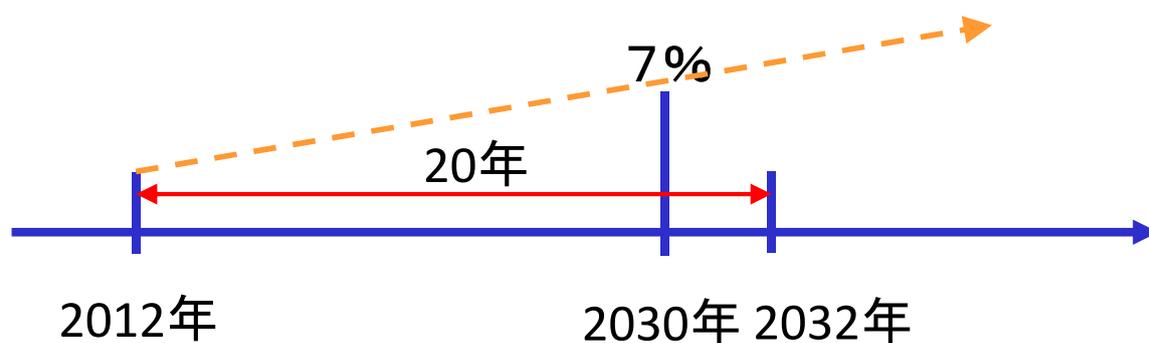
1. NEDOについて
2. 太陽光発電概況
 - (1) 世界の状況
 - (2) 日本の状況
3. 「太陽光発電開発戦略 NEDO PV Challenges」とNEDOの取り組み
4. 太陽光発電リサイクル技術開発プロジェクト
 - (1) 排出量予測
 - (2) 低コストリサイクル技術の開発
 - (3) 低コストリユース技術の開発
5. まとめ

NEDOと太陽光発電技術開発の歴史



2030年以後を見据えて

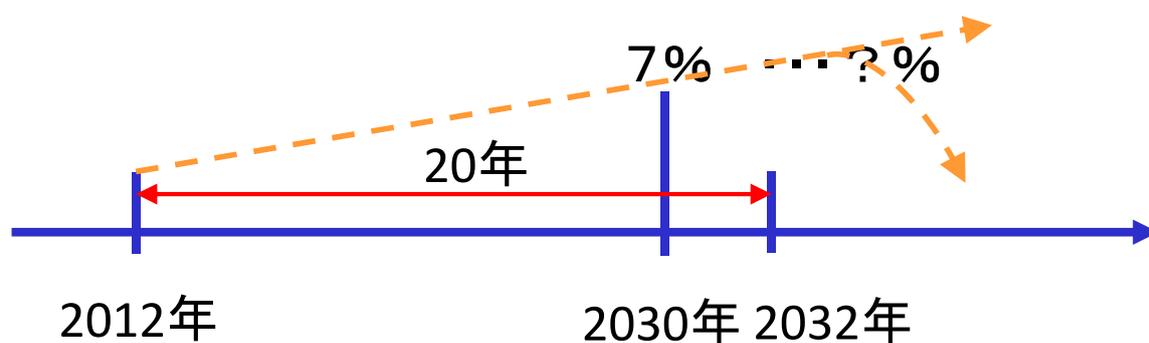
固定価格買取制度 2012年7月開始
買取期間(20kW以上) 20年



19

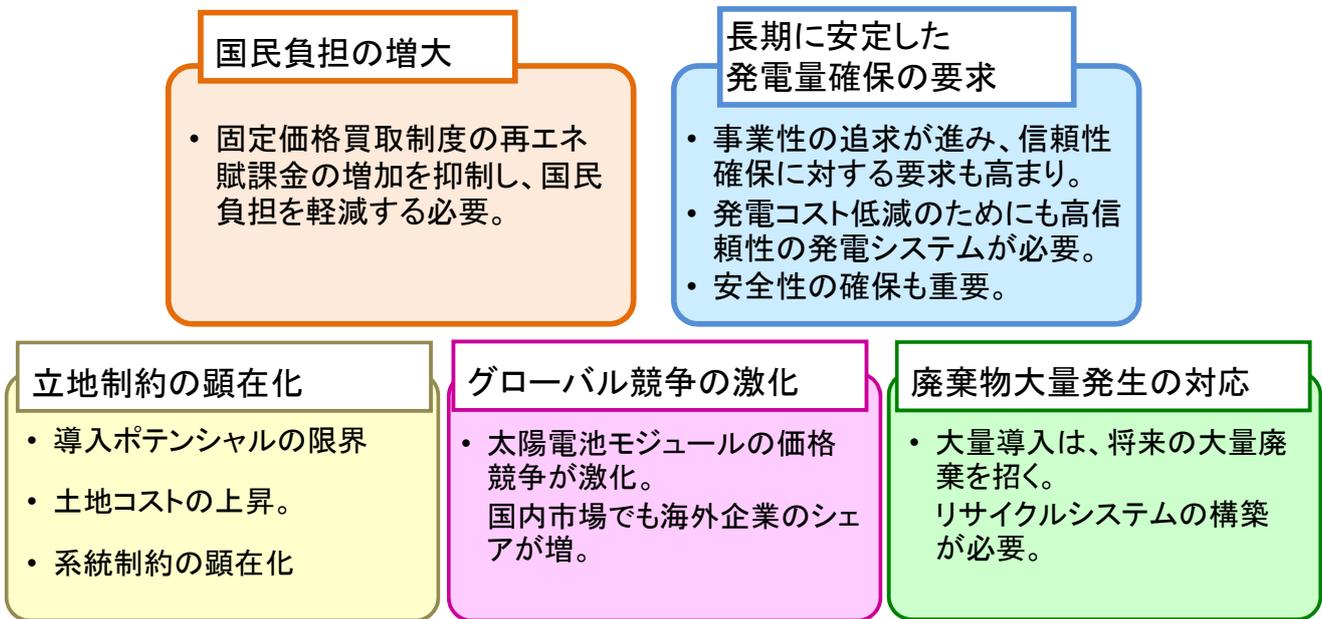
2030年以後を見据えて

固定価格買取制度 2012年7月開始
買取期間(20kW以上) 20年

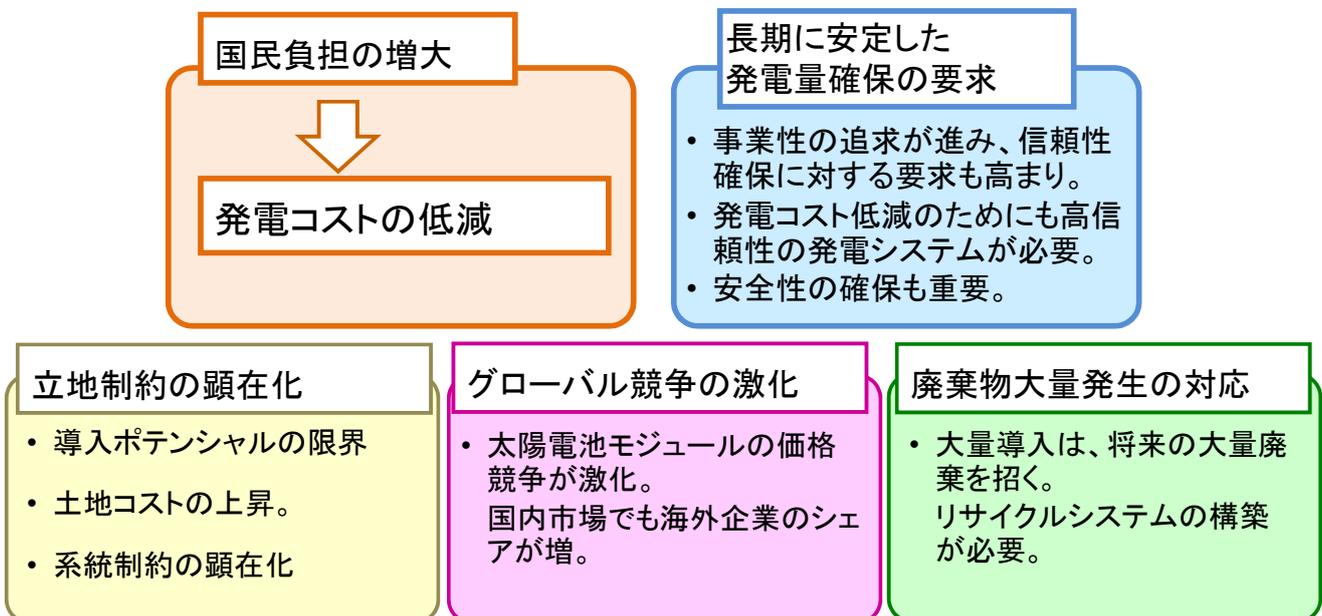


20

太陽光発電大量導入社会における5つの課題



太陽光発電大量導入社会における5つの課題



太陽電池の技術開発成果

(1) 結晶シリコン太陽電池とCIS太陽電池



NEDO開発成果の例

News Release

結晶シリコン太陽電池モジュールで世界最高変換効率24.37%を達成
—発電コスト目標達成に向けて大きく前進—

2016年10月27日

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
株式会社力ネカ

NEDOプロジェクトにおいて、株式会社力ネカは、結晶シリコン太陽電池モジュールで、世界最高となる変換効率24.37%を達成しました。世界でも普及している結晶シリコン太陽電池モジュールにおいて高い変換効率を実現したことは、NEDOプロジェクト目標の達成に向けて大きく前進するものです。



世界最高変換効率24.37%を達成した結晶シリコン太陽電池モジュール

News Release

結晶シリコン太陽電池で世界最高変換効率26.33%
—世界初、実用サイズで達成—

2016年9月14日

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
株式会社力ネカ

NEDOのプロジェクトで、株式会社力ネカは、最も普及している結晶シリコン太陽電池のセル変換効率で、世界最高となる26.33%を実用サイズ(180cm²)で達成しました。この世界初の成果は、結晶シリコン太陽電池の技術開発を先導するものであり、太陽電池の高効率化による発電コストの大幅に低減に大きく寄与するものです。



図1. 結晶シリコン太陽電池(ヘテロ接合・バックコンタクト型)

NEDO開発成果の例

News Release

CIS系薄膜太陽電池セルで世界最高変換効率22.9%を達成
—発電コスト目標(2020年14円/kWh、2030年7円/kWh)の達成へ前進—

2017年12月20日

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
ソーラーフロンティア株式会社

NEDOとソーラーフロンティア(株)は、CIS系薄膜太陽電池セル(約1cm²)で、世界最高変換効率22.9%を達成しました。今回の成果は、CIS光吸収層の改良や光吸収層表面処理の改善などの技術により達成されたもので、2017年1月に同社が同セルサイズで達成した世界最高記録21.7%をアップデート更新し、NEDOが掲げる発電コスト目標(2020年に14円/kWh、2030年に7円/kWh)の達成に向けて大きく前進するものです。

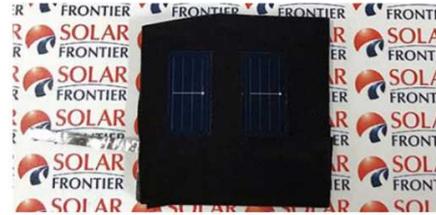


図2. 世界最高変換効率22.9%を達成したCIS系薄膜太陽電池セル(約1cm²)

太陽電池の技術開発成果

(2) 化合物多接合太陽電池とペロブスカイト太陽電池



News Release

太陽電池モジュールで世界最高変換効率31.17%を達成
—軽量・フレキシブルも実現—

2016年5月19日

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
理事長 古川一夫

NEDOのプロジェクトの一環で、シャープ(株)は、太陽電池モジュールとして世界最高の変換効率31.17%を化合物多接合型太陽電池で達成しました。今回の成果は、これまでの世界記録24.1%をはるかに超えるものです。試作されたモジュールは、実用化に向けて十分な約31cm角の大きさを実現しました。さらに軽量かつフレキシブルな特徴を兼ね備えており、発電コスト削減だけでなく、高効率化と軽量化が求められる自動車等への展開も期待できます。NEDOは、発電コスト7円/kWh達成と併せ、自動車搭載等の高付加価値技術の開発も進めます。



図 世界最高変換効率31.17%を達成した化合物3接合太陽電池モジュール

News Release

ペロブスカイト太陽電池で変換効率18%超を達成
—標準面積(1cm²)のセルで世界初—

2016年3月28日

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
理事長 古川一夫

NEDOと国立研究開発法人 物質・材料研究機構(NIMS)は、ペロブスカイト太陽電池の標準面積(1cm²)のセルで、世界で初めて18%を超えるエネルギー変換効率を達成しました。

1. 概要

環境・エネルギー問題の解決のために、太陽光エネルギーを利用する太陽電池が注目され、現在シリコン系太陽電池が実用化されています。生産量の拡大により製造コストは大幅に低下してきましたが、火力などの従来発電方法と比べると発電コストはまだ高く、そのため低コストで製造可能な高効率太陽電池が求められています。

ペロブスカイト太陽電池⁽¹⁾(図1)は、廉価な材料で構成されており、塗布という簡単な方法で大量生産が可能であることから、製造コストを大幅に下げられる可能性があります。そこでNEDOは太陽光発電開発戦略で掲げる発電コスト目標(1円/kWh)を実現する太陽電池として「高性能・高信頼性太陽光発電の発電コスト低減技術開発」プロジェクトを推進しています。近年、この塗布プロセスで製造可能なペロブスカイト太陽電池の開発は世界中で活発に行われており、20%を超えるエネルギー変換効率⁽²⁾(セル面積0.1cm²程度)が報告された例もあります。しかし、面積の小さいセルでは、測定誤差が大きく、他の太陽電池との性能比較ができません。

こうした中、NEDOとNIMSは、ペロブスカイト層の高品質化や太陽電池構造の高性能化の最適化を行い、この度、1cm角のセルにおいて世界で初めてエネルギー変換効率18.2%を達成しました。

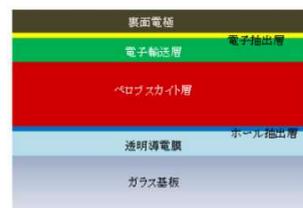
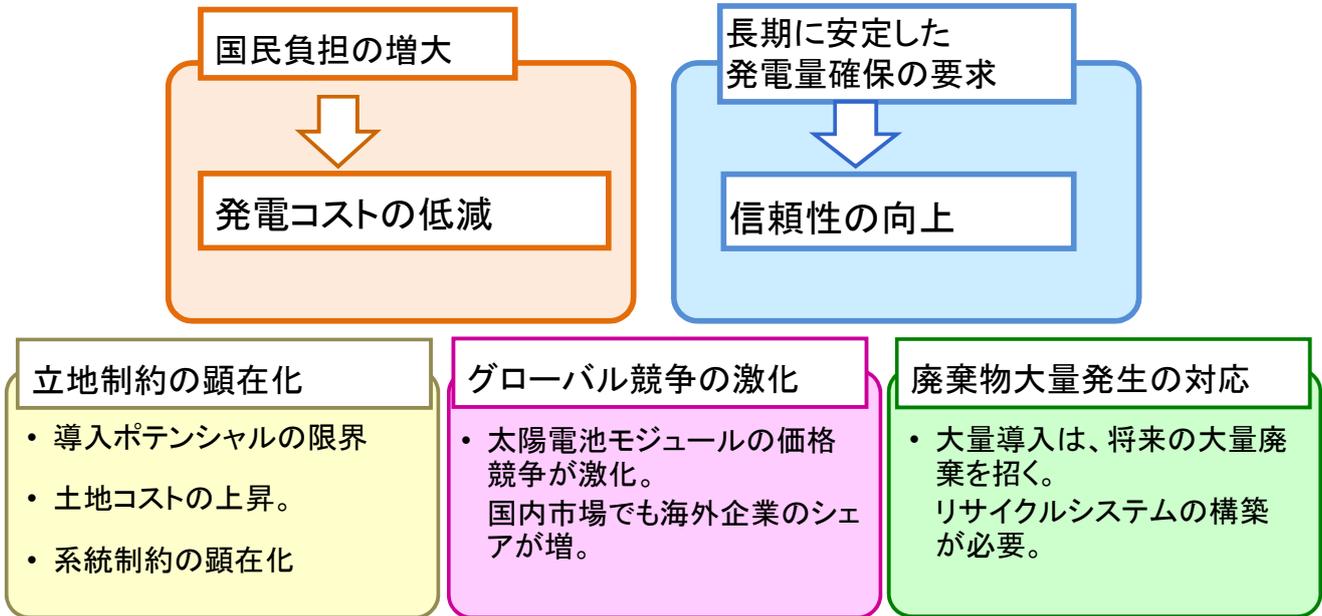


図1. ペロブスカイト太陽電池の構造

太陽光発電大量導入社会における5つの課題



太陽光発電システムの安全確保の取組を始める背景

平成27年、自然災害に伴い、パネル飛散、架台倒壊、設備水没など、安全に影響を与える重大事故が発生した。

太陽光発電システムの安全性に注目が集まった

6月(群馬県)突風被害
設備出力400kW



8月(九州)台風被害
設備出力1,990kW



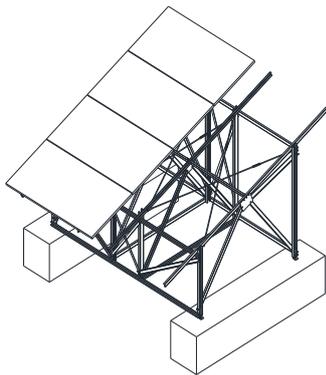
9月(鬼怒川)洪水被害
設備出力800kW



地上設置型太陽光発電システムの構造設計例

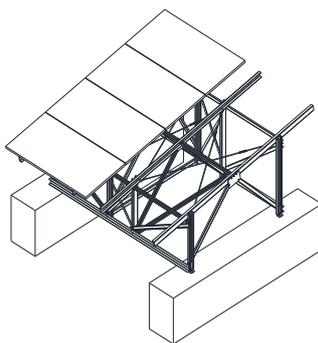
① 一般仕様

アレイ傾斜角度： 20°
 モジュール下端高さ：
 GL+1100mm
 地表面粗度区分： Ⅲ
 基準風速： 34m/s以下
 垂直積雪量： 50cm以下



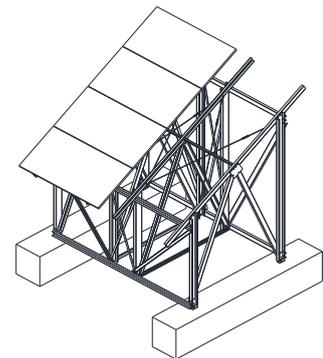
② 強風仕様

アレイ傾斜角度： 10°
 モジュール下端高さ：
 GL+1100mm
 地表面粗度区分： Ⅱ
 基準風速： 40m/s以下
 垂直積雪量： 30cm以下



③ 多雪仕様

アレイ傾斜角度： 30°
 モジュール下端高さ：
 GL+1900mm
 地表面粗度区分： Ⅲ
 基準風速： 30m/s以下
 垂直積雪量： 180cm以下



信頼性向上(安全確保)への取り組み

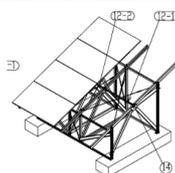
耐風圧試験

NEDOと太陽光発電協会、奥地建産(株)は、構造安全性の高い太陽光発電システムの実現に向けて、奥地建産(株)本社工場に世界最大規模の水平型動風圧試験装置を導入し、耐風圧性能の実証試験を開始しました。

この実証試験で得られた知見を基に、安全性と経済性を高めた地上設置型太陽光発電システムの設計ガイドラインの策定を目指します。



上左：水平型動風圧試験装置
 上右：加圧ファン
 下右：地上設置型太陽光発電システムの構造設計例(抜粋)



水没試験

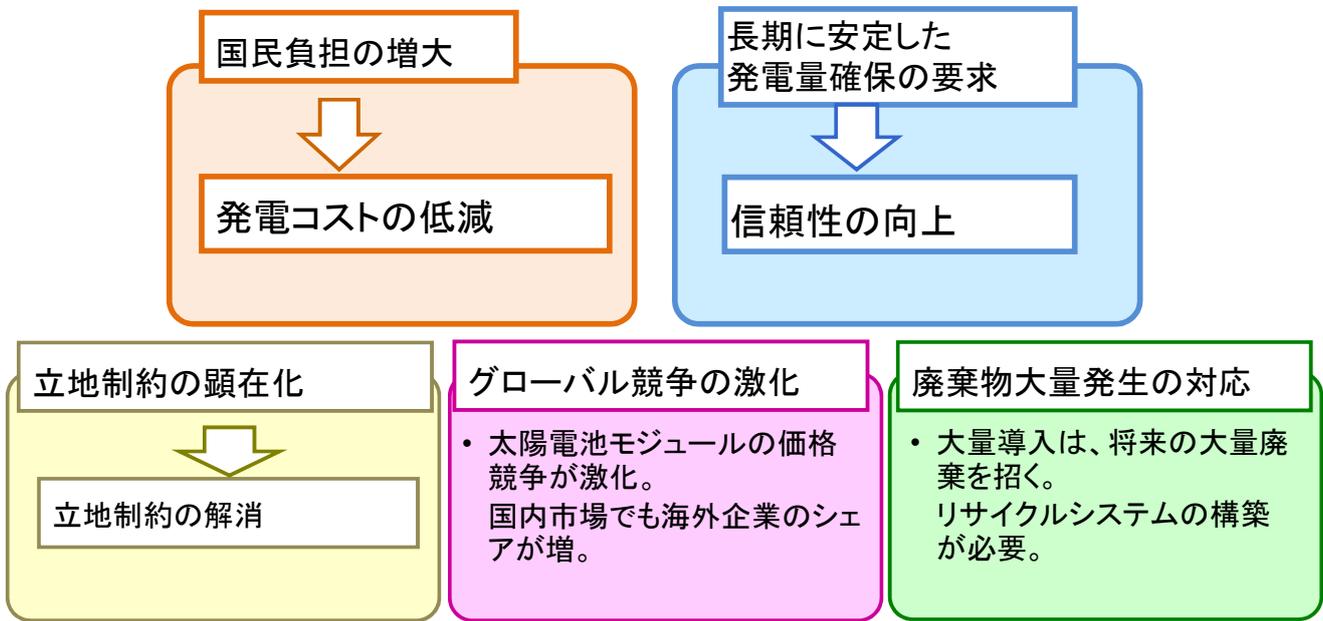
NEDOと(一社)太陽光発電協会、奥地建産(株)は、水害時における太陽光発電システムの感電リスク等を把握するための太陽光発電システムの水没実験を行いました。

本実験から得られた知見をもとに、太陽光発電システムの水害時における点検・撤去の安全性の確保、点検用の装備や対策の指針の策定を目指します。



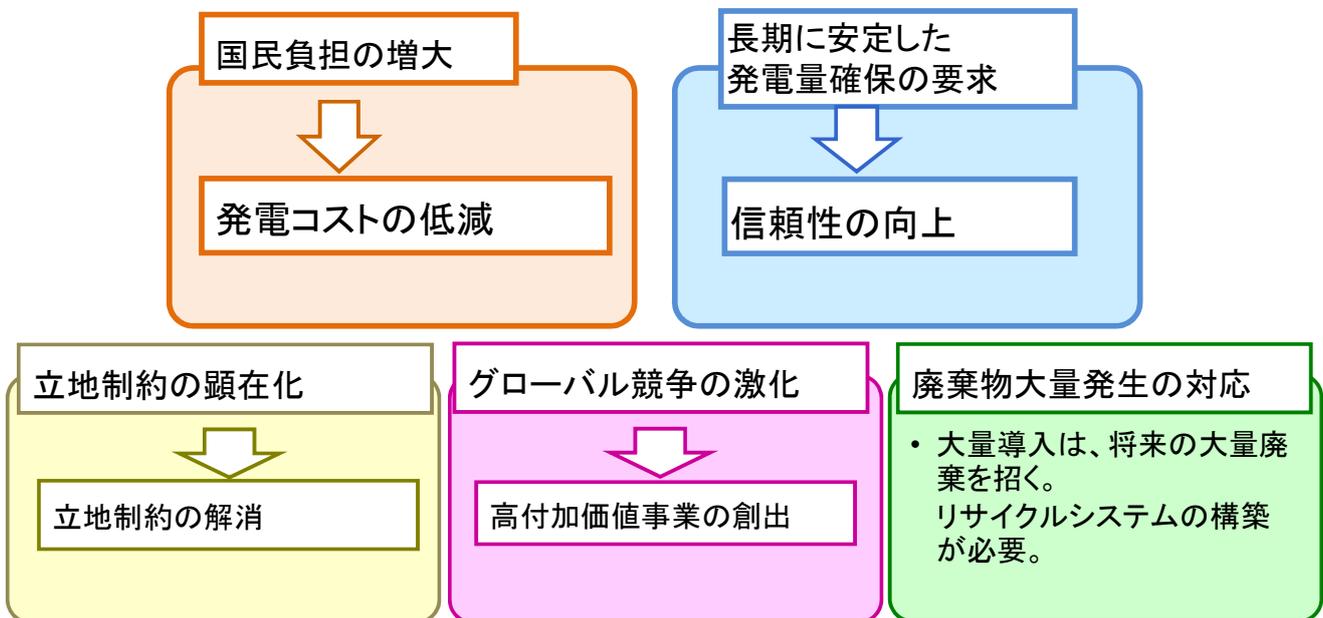
「太陽光発電開発戦略」の課題認識

太陽光発電大量導入社会における5つの課題



「太陽光発電開発戦略」の課題認識

太陽光発電大量導入社会における5つの課題



水田での設置例 (風対策としてダンパー機能付)



ビニルハウス施工例 (空調用途(自家消費向け))



6

差別化技術の開発事例

News Release

高効率熱電ハイブリッド太陽電池モジュールの実証試験を開始

—日本最大規模の実証試験システムを掛川市の大東温泉シートピアに設置—

2016年11月24日
国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
日清紡メカトロニクス株式会社

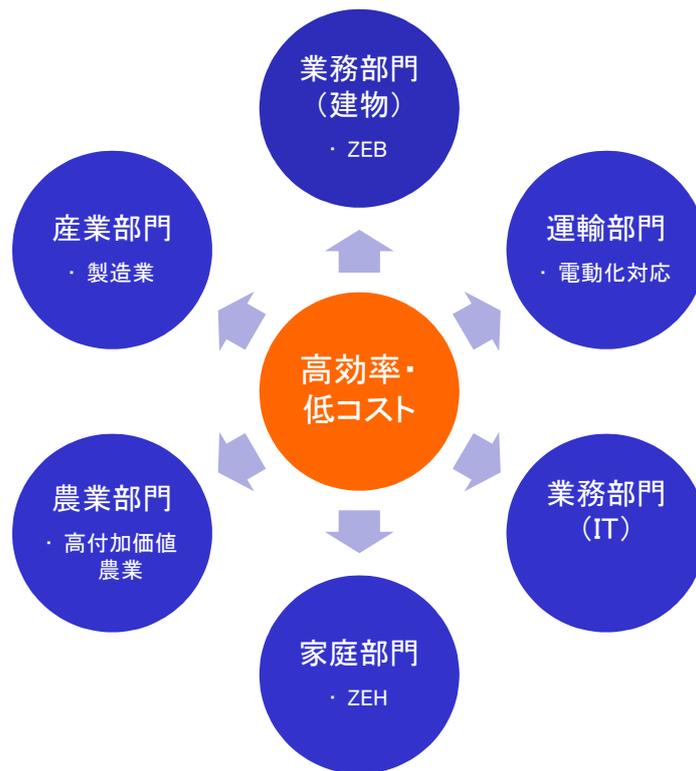
NEDOプロジェクトにおいて、日清紡メカトロニクス(株)は、発電効率と集熱効率の総和が78.0%(発電効率15.5%、集熱効率62.5%)の性能を発揮する高効率熱電ハイブリッド太陽電池モジュールを開発し、静岡県掛川市の大東温泉シートピアで実証試験を開始しました。

実証試験は、開発したモジュールを140枚組み込んだ日本最大規模の試験システムを用いて来年2月まで行い、性能および信頼性の検証を進め、実用化を目指します。



大東温泉シートピアに設置したハイブリッドモジュール試験システム

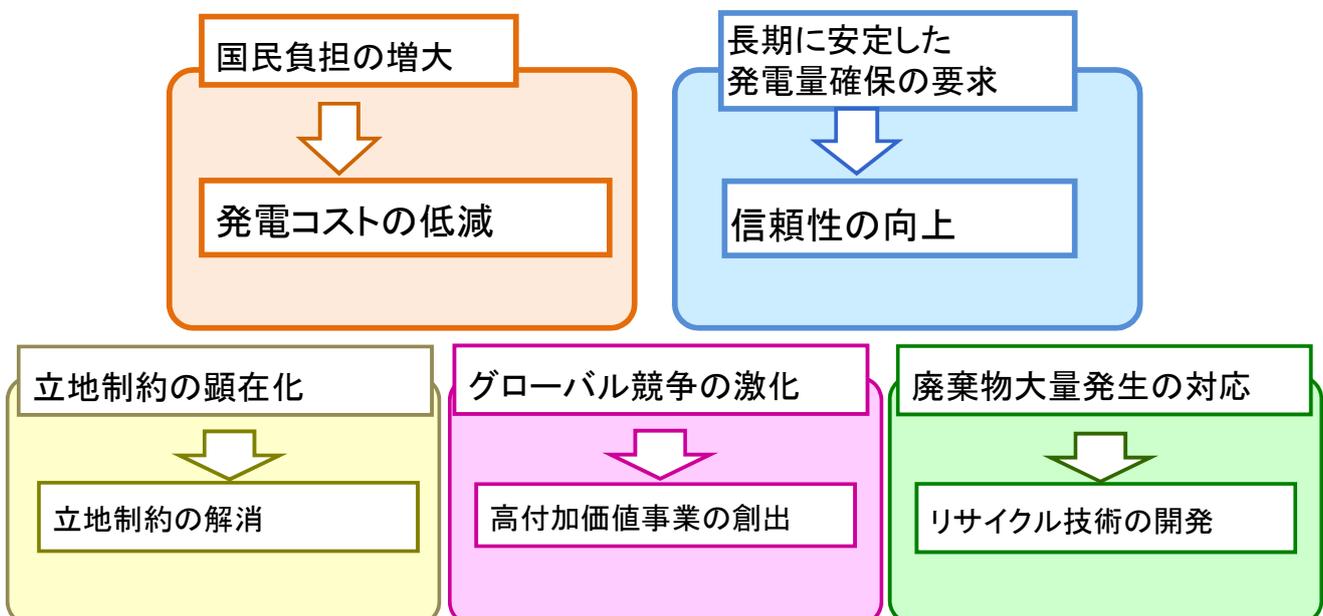
異分野展開の可能性



33

「太陽光発電開発戦略」の課題認識

太陽光発電大量導入社会における5つの課題



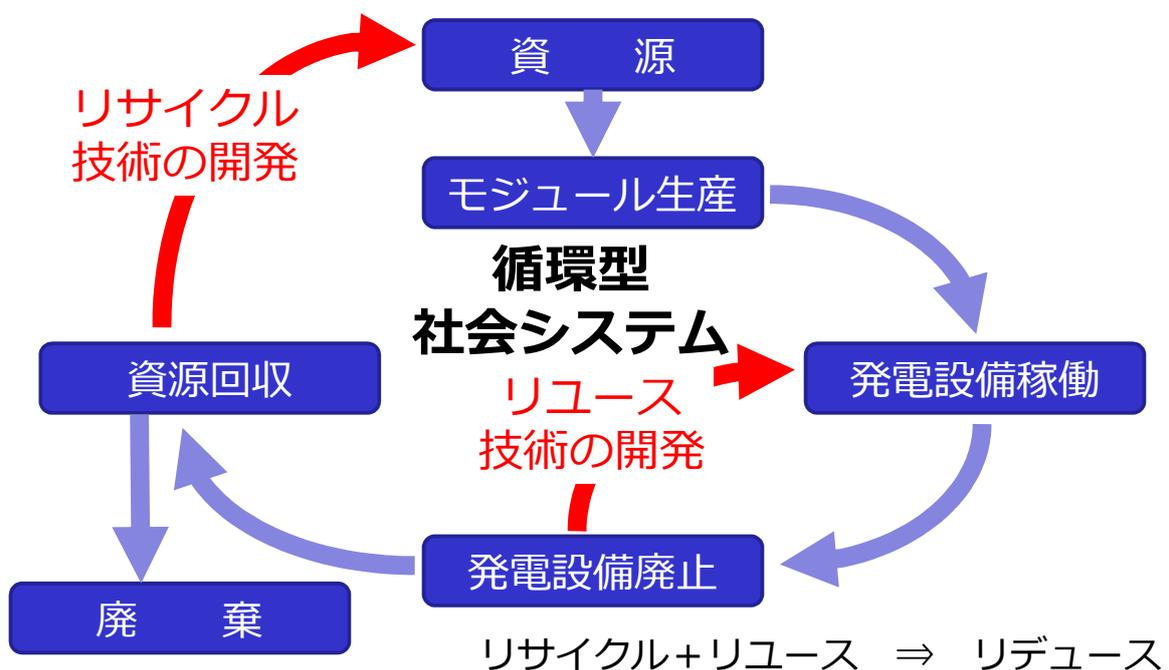
34

本日の内容

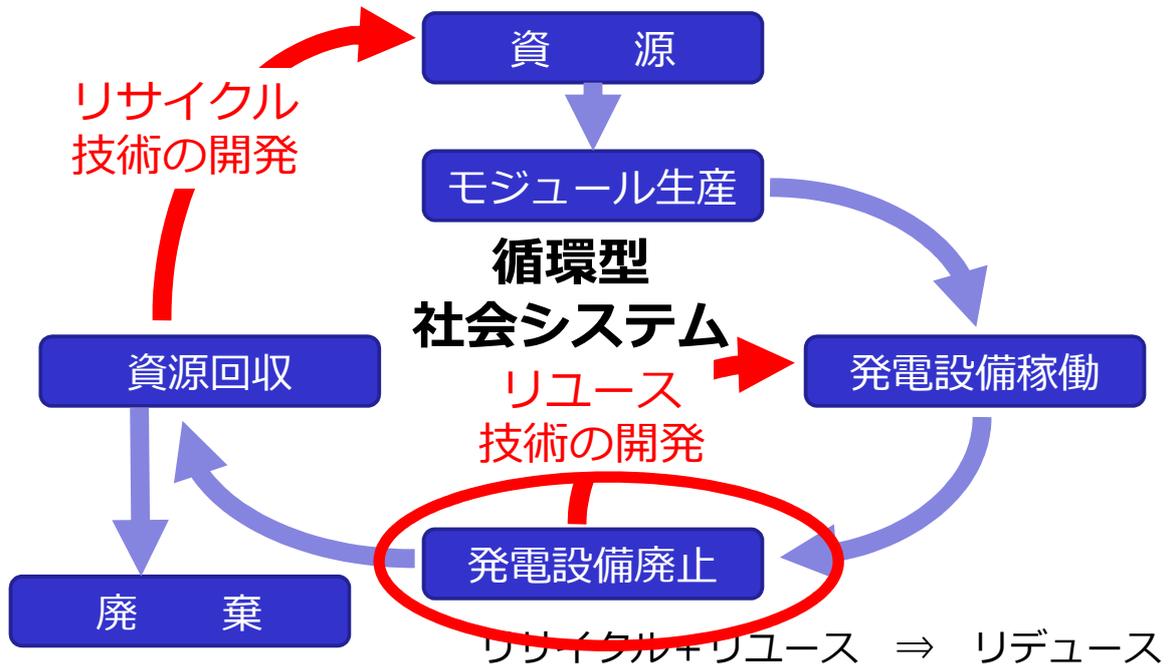
1. NEDOについて
2. 太陽光発電概況
 - (1)世界の状況
 - (2)日本の状況
3. 「太陽光発電開発戦略 NEDO PV Challenges」とNEDOの取り組み
4. 太陽光発電リサイクル技術開発プロジェクト
 - (1)排出量予測
 - (2)低コストリサイクル技術の開発
 - (3)低コストリユース技術の開発
5. まとめ

循環型社会システムの構築

- 循環型社会システム構築によりPV発電の社会定着をはかる



- 循環型社会システム構築によりPV発電の社会定着をはかる

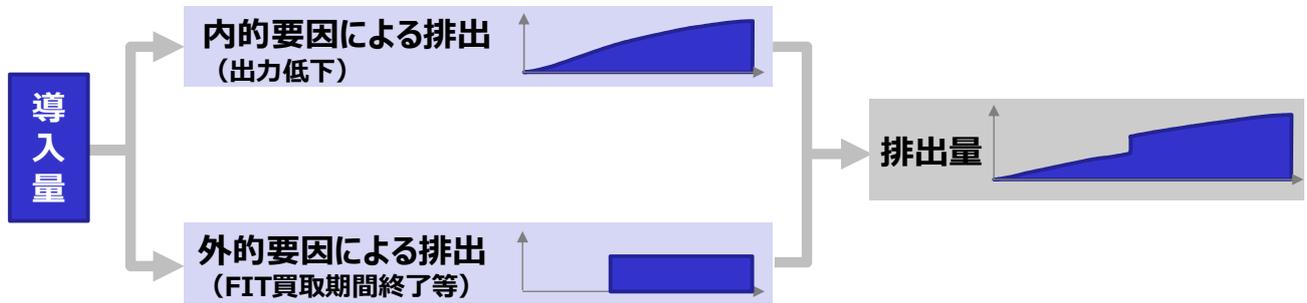


NEDO使用済み排出量推計(1)目的

- NEDOでは、「太陽光発電リサイクル技術開発プロジェクト」の一環として、太陽電池モジュールの排出量推計を実施。
 - 目的は、「大量排出時代のピーク(時期、量)の予測」。
- 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。

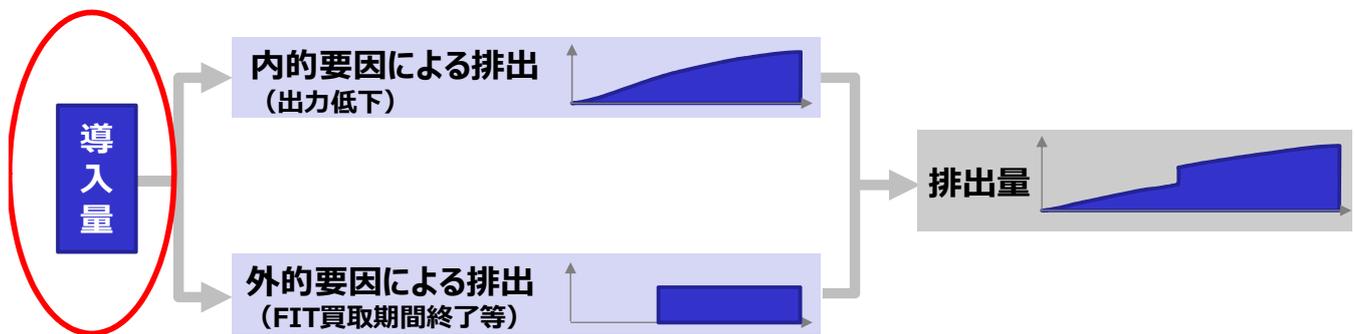
NEDO使用済み排出量推計(2)推計の考え方

①基本的考え方



NEDO使用済み排出量推計(2)推計の考え方

①基本的考え方



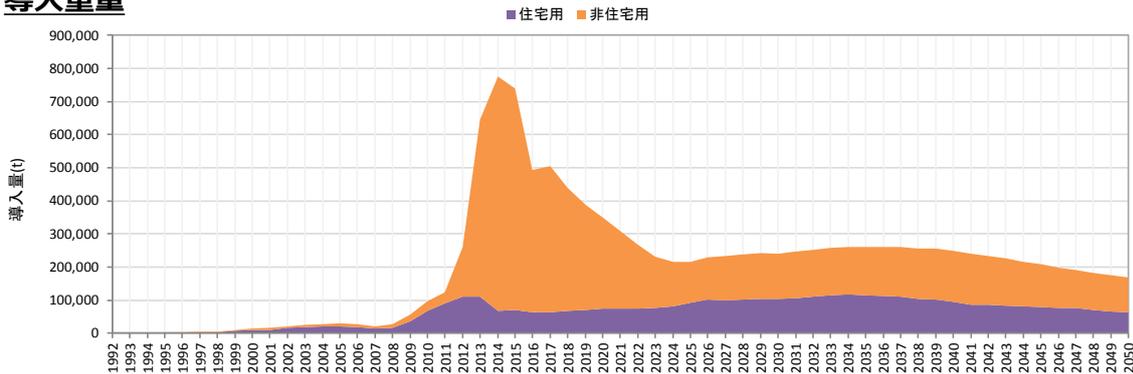
NEDO使用済み排出量推計(2) 推計の考え方

② 導入量



- 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。
 - ~2016年(実績値)
 - IEA PVPS INSTALLED PV CAPACITY より日本全体の導入量を設定。
 - 2017年~(予測値)
 - 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

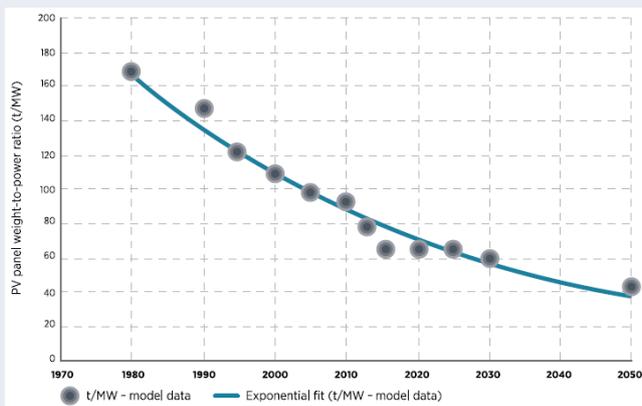


(参考) 出力重量比率の時系列変化



- ◆ IRENALレポートでは、実データ及び予測データを指数近似することで回帰式を算出している。IRENALレポートで使用したデータの入手は困難であったことから、今回の推計では、IRENA(2016)がレポート中で示している出力重量比率のグラフを読み取り、それをモデルに使用した。
- ◆ IRENALレポートの再現結果から回帰式を国内大手太陽電池メーカー製パネルの出力重量比率と比較した結果、おおむね値が一致したことから、本モデルでの利用は妥当と考えられる。

IRENALレポートにおける出力重量比率の設定方法



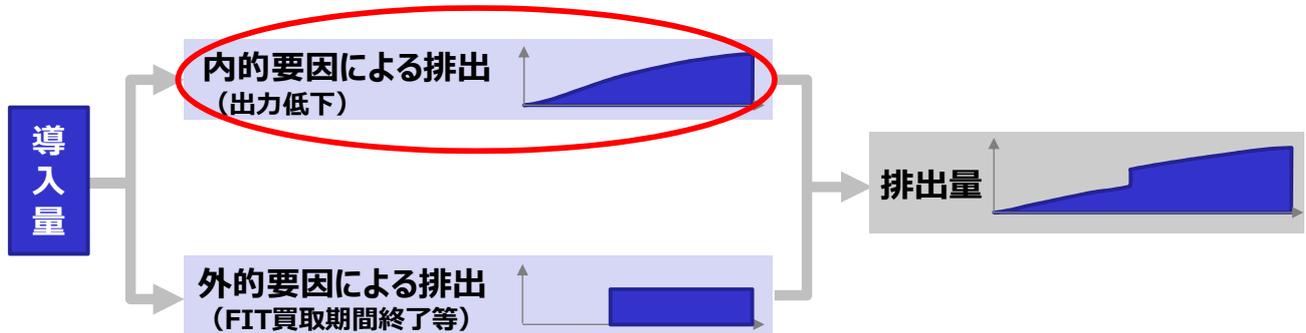
太陽光パネルの出力重量比率

- IRENALレポートでは、各種文献から得られたパネル出力重量比率をプロットし、これらに対して指数近似により回帰式を算出している(左図)。
- 2013年以前のプロット：
 - 各メーカーが販売したパネルの情報を格納したデータベース(Photon Database⇒現在利用不可)を用いて計算。
 - 各年について、販売されたパネルのうち大手太陽電池メーカーの製品を代表値として使用。
- 2014年以降のプロット：
 - ITRPV(2014)*により算出された予測値をベースとし、各種文献を参照することによって比率が算出された。

(参照)IRENA, IEA-PVPS (2016) "End-of-life management: solar photovoltaic panels"

* ITRPV (International Technology Roadmap for Photovoltaic)

① 基本的考え方



NEDO使用済み排出量推計(2) 推計の考え方

③ 内的要因による排出

- 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。

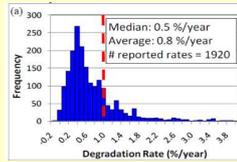
③内的要因による排出

「内的要因(出力低下)による排出」の推計方法

出力低下率

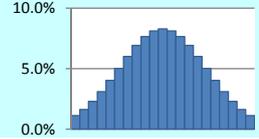
モジュール種に依らず、文献値と同様の分布をとる。

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)

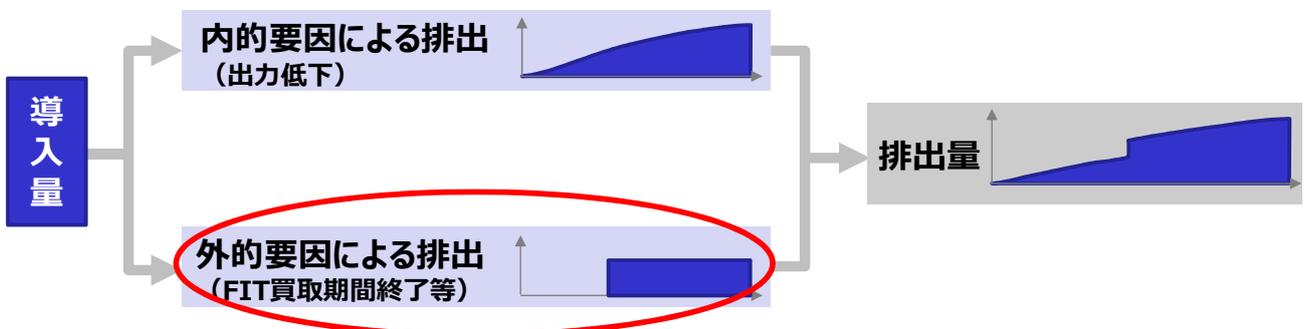
SD=0.05の正規分布をとる。
排出判断値の平均は分類ごとに設定。



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		

①基本的考え方



NEDO使用済み排出量推計(2) 推計の考え方

④外的要因による排出



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場合を想定。

- ✓ **住宅用** :住宅の建て替え時にはモジュールが排出されると想定。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。**
- ✓ **非住宅用** :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が生じると仮定するが、シナリオ別に排出割合を仮定。**

(参考) 住宅寿命分布



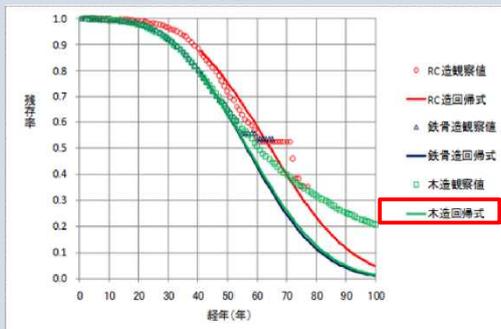
- 住宅寿命として、2011年における日本の平均寿命推計結果(鎌谷、2012)を用いた分布を利用

内的要因による排出

- 出力低下に伴う排出

外的要因による排出⇒住宅寿命

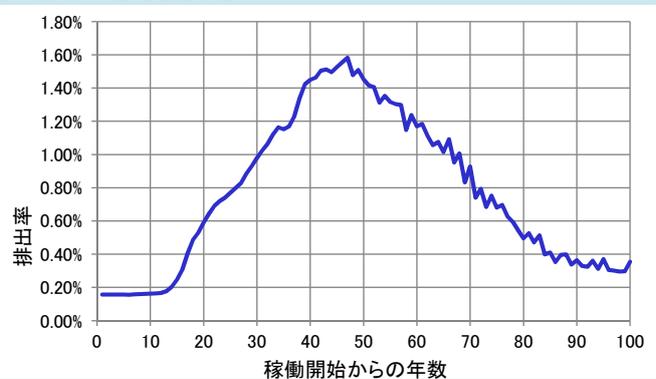
2011年調査による構造別残存率曲線



- 平均寿命：58年
- 20年で4.7%、30年で9.0%、50年で35.9%、80年で83.7%、100年で99.7%排出

(鎌谷、2012)

住宅用の各年排出率



NEDO使用済み排出量推計(2)推計の考え方

④外的要因による排出



- 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(安定的に買電されなくなる、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。

※ 平成29年度新エネルギー等の導入促進のための基礎調査(太陽光発電に係る保守点検の普及動向等に関する調査)(2018年2月)に基づく

NEDO使用済み排出量推計(2)推計の考え方

④外的要因による排出



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。

早期排出

長期使用

※ 平成29年度新エネルギー等の導入促進のための基礎調査(太陽光発電に係る保守点検の普及動向等に関する調査)(2018年2月)に基づく

NEDO使用済み排出量推計(2)推計の考え方

⑤排出量推定結果



- 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。

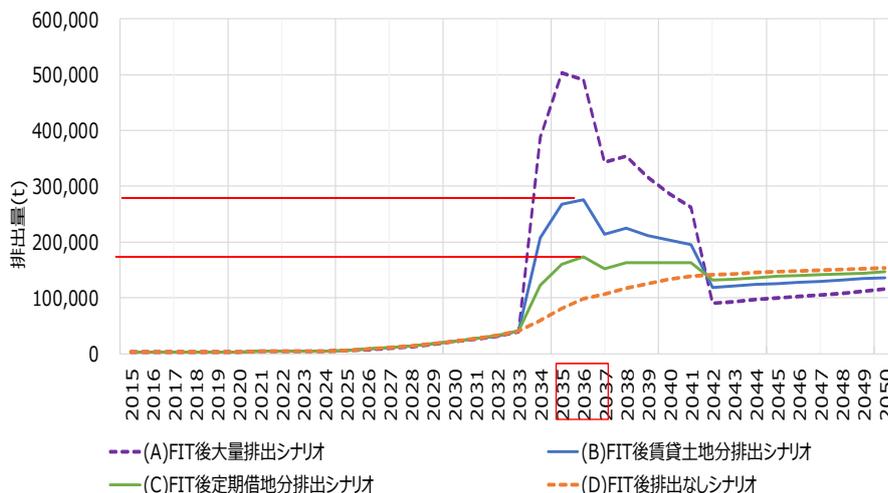
NEDO使用済み排出量推計(2)推計の考え方

⑤排出量推定結果



- 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)	平成27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2.2万トン	0.2%
2036	約17～28万トン	1.6～2.7%

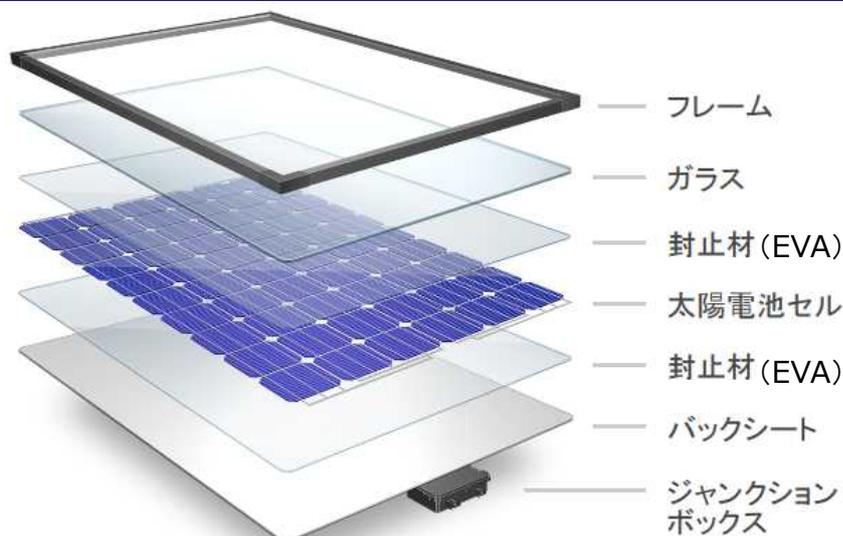
本日の内容

1. NEDOについて
2. 太陽光発電概況
 - (1) 世界の状況
 - (2) 日本の状況
3. 「太陽光発電開発戦略 NEDO PV Challenges」とNEDOの取り組み
- 4. 太陽光発電リサイクル技術開発プロジェクト**
 - (1) 排出量予測
 - (2) 低コストリサイクル技術の開発**
 - (3) 低コストリユース技術の開発
5. まとめ

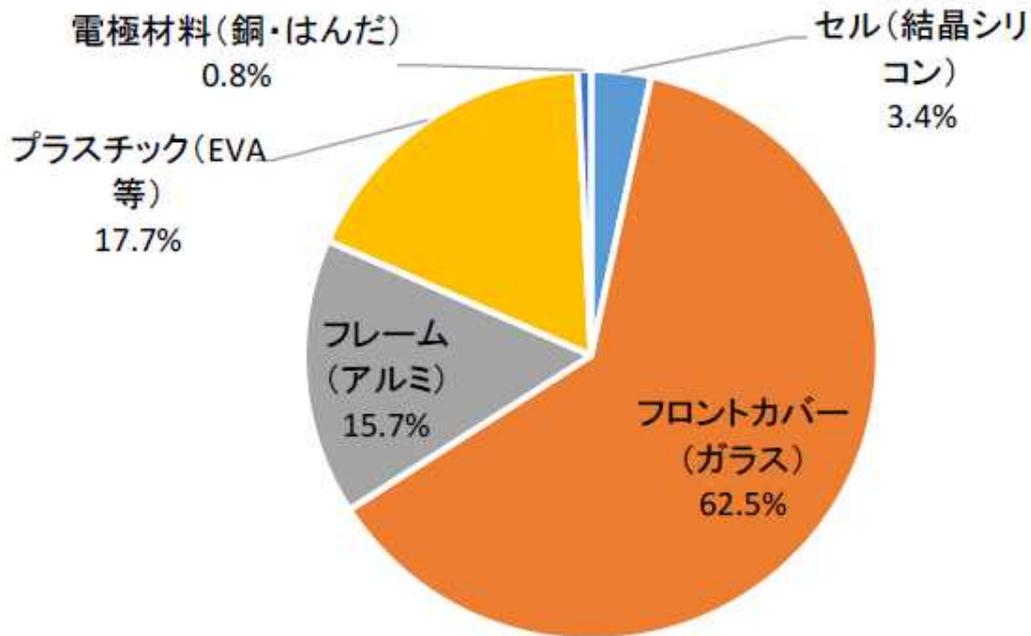
太陽電池モジュールの構造

☆モジュール種/メーカー毎に大きく異なる解体特性（汎用処理の困難さ）

- | | | |
|---------------|---|-----------------|
| ・ 接着強度（温度依存性） | ： | アルミ枠/端子箱/バックシート |
| ・ 端子箱設置方法 | ： | 設置位置/個数/形状 |
| ・ 経年変化 | ： | 経年劣化/材料の変質 |



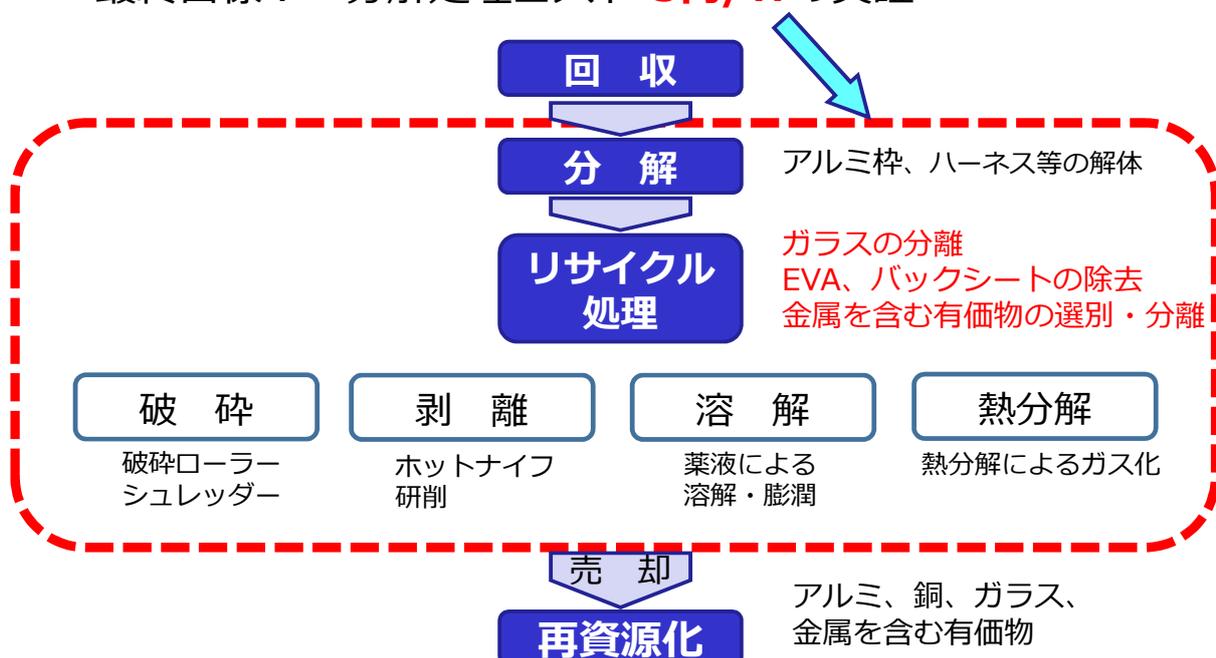
太陽電池モジュールの重量構成比



出典：NEDO「太陽光発電システムのライフサイクル評価に関する調査研究」(2009)

低コストリサイクル技術の開発

- 目的： 太陽電池モジュールの低コスト分解処理技術実証
- 最終目標： 分解処理コスト **5円/W**の実証



結晶シリコン太陽電池モジュールのリサイクル技術実証



概要：ローラー式剥離機による、カバーガラスの剥離及び剥離後回収物を「ガラス再資源化原料」と「銀回収原料」に選別するプロセスを開発。
設備能力である60秒/枚でパネルを処理する連続運転を実施し、実用プラントとしての評価を行い分解処理コスト2.9円/W以下を確認する。

共同研究先：三菱マテリアル株式会社

期間：平成27年9月～平成31年2月（4年間）

開発のポイント：

- ① 回転する剥離ピン付ローラーにより、シートからガラスを剥離
- ② ガラスに混入したバスバー電極等の異物を色彩選別機で除去
- ③ 蛍光X線分析装置により、自動でカバーガラスのヒ素含有を検出しラインから排出

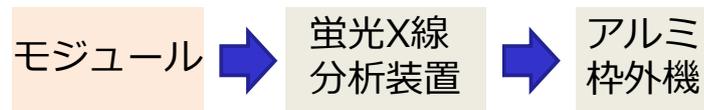
■ 処理プロセス



結晶シリコン太陽電池モジュールのリサイクル技術実証



■ 処理プロセス



■ 実証プラントの全景



ホットナイフ分離法によるガラスと金属の完全リサイクル技術開発

概要： ホットナイフによりガラスの板状回収を実現する低コストリサイクル技術を開発。ガラスをより高価な再生資源として回収するために、可能な限り不純物を取り除くことが必須条件となっており、ガラスを粉砕せずに板状のまま処理することを目指す。分解処理コスト3円/W以下(4.8MW/年の処理プラントにて)を実証する。

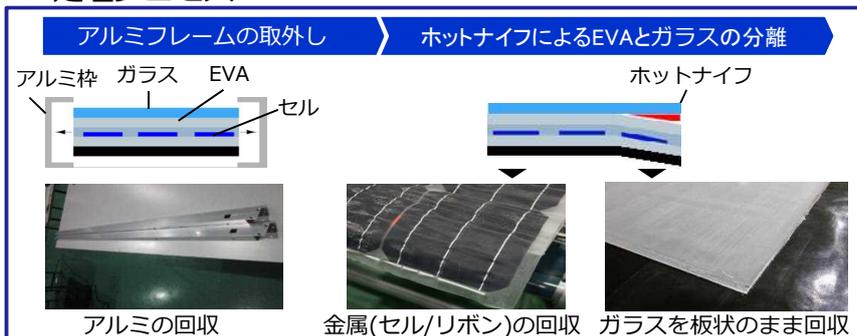
共同研究先：株式会社 浜田／株式会社 エヌ・ピー・シー

期間： 平成27年9月～平成31年2月（4年間）

開発のポイント：

- ① 困難とされてきたガラスを割らないアルミフレーム除去工程の自動化を達成
- ② ホットナイフを用いてガラスを割らずにEVA/セル層から分離（特許出願済）
- ③ モジュール1枚当たり50秒の高速処理を達成

■ 処理プロセス

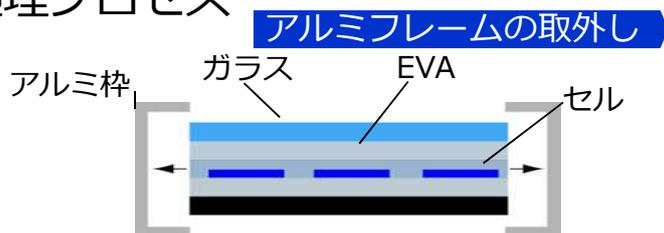


EVA/ガラス分離装置

■ EVA/ガラス分離装置

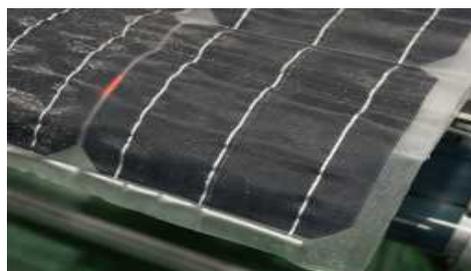


■ 処理プロセス



アルミの回収

ホットナイフによるEVAとガラスの分離



金属(セル/リボン)の回収



ガラスを板状のまま回収

合わせガラス型太陽電池の低コスト分解処理技術実証

概要：「合わせガラス型太陽電池モジュール」においては、従来の検討手法では分解が困難であったため、新たに効率的かつ低コストなリサイクル処理技術を確立する。パネルセパレータでEVAを引き剥がして基板ガラスからカバーガラスを分離。基板ガラス上の有価物(CIGS化合物等)は薬液によりEVAを剥離し、回収する技術を開発。分解処理コストが、40円/kg (5円/W)以下を達成するプロセスを策定する。

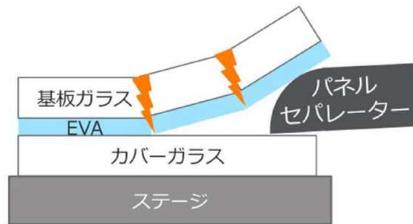
共同研究先：ソーラーフロンティア株式会社

期間：平成27年9月～平成31年2月（4年間）

開発のポイント：

- ① パネルセパレータプロセスの開発により、パネル全面でEVAを剥離することが可能
- ② CIS膜上の基板ガラスEVAは、リフトオフプロセスによって剥離する技術を開発
- ③ リフトオフした薬液を有価物として回収する技術を開発

■ パネルセパレータプロセス



開発中の技術
(EVAをガラス面から引き剥がし)

プロセスパラメータ

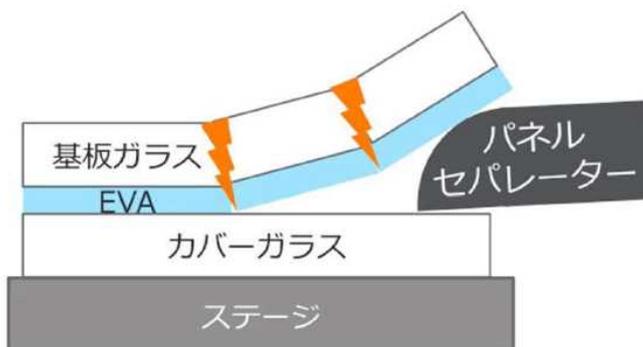
- ① パネルセパレータ形状
- ② EVA温度
- ③ 搬送速度

条件最適化

EVAを引き剥がすことで、パネル全面で剥離が可能

合わせガラス型太陽電池の低コスト分解処理技術実証

■ パネルセパレータプロセス



開発中の技術
(EVAをガラス面から引き剥がし)



PVシステム低コスト汎用リサイクル処理手法に関する研究開発

概要：「結晶系」及び「薄膜系」太陽電池（PV）モジュールをリサイクル処理可能な燃焼式汎用処理システムを開発。

実用化に向けた処理システム全体の長期信頼性・安定性及び経済性の実証を行う。

分解処理コスト目標：5円/W以下（年間200MW処理時）

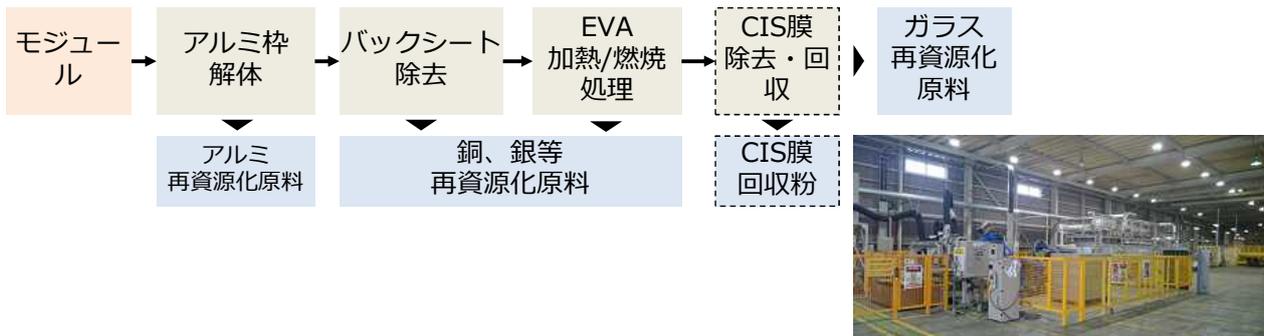
共同研究先：株式会社新菱

期間：平成27年9月～平成30年2月（3年間）

開発のポイント：

- ① 結晶Si、CIS、薄膜Siの各種モジュールが処理可能
- ② ガラスを割らない処理手法で、回収有価物を板ガラスへ再生可能
- ③ 燃焼方式によるEVA燃焼熱をサーマルリサイクルとして有効利用し、燃料費90%削減可能

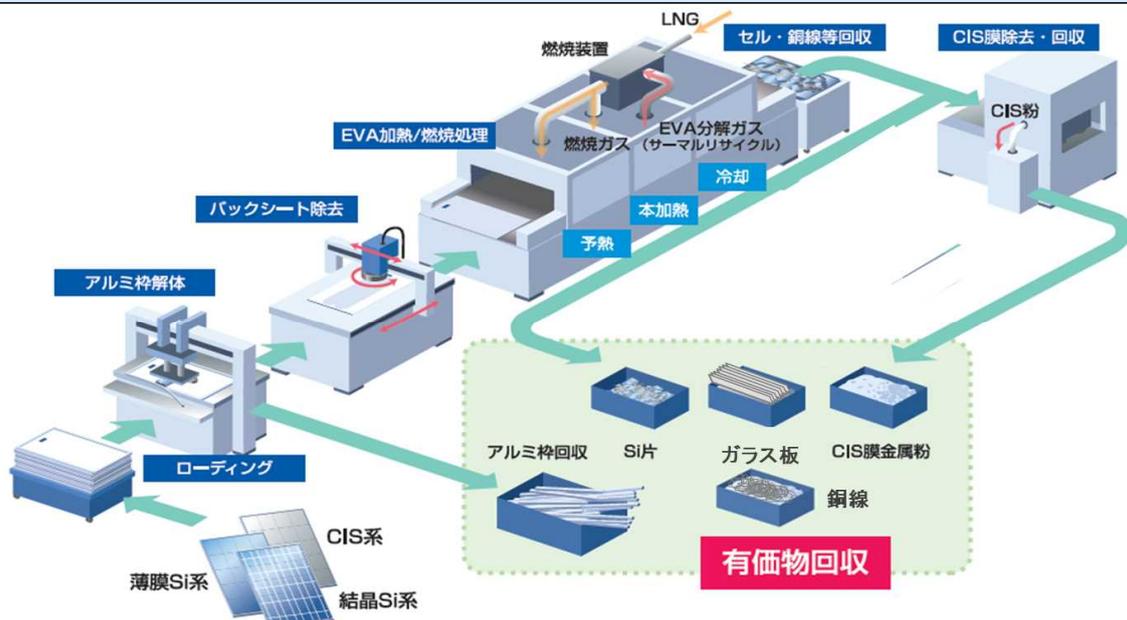
■ 処理プロセス



PVシステム低コスト汎用リサイクル処理手法に関する研究開発

■ 処理フロー（実証ライン）

主要プロセス装置である①アルミ枠解体装置、②バックシート除去装置、③EVA熱処理装置、④CIS膜除去装置を、システム制御装置によりPVモジュールの移動に同期して作動させる。

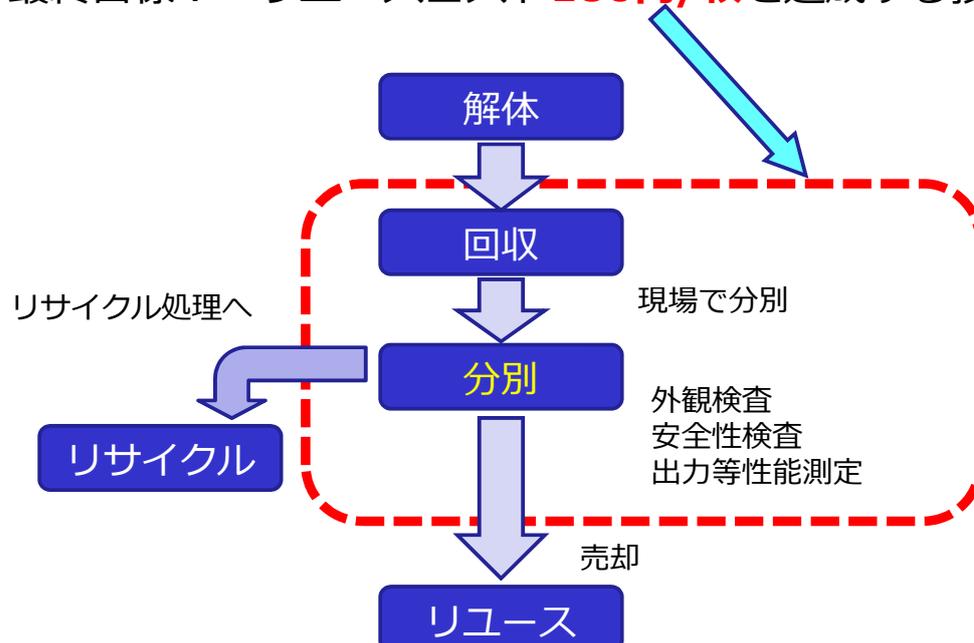


本日の内容

1. NEDOについて
2. 太陽光発電概況
 - (1) 世界の状況
 - (2) 日本の状況
3. 「太陽光発電開発戦略 NEDO PV Challenges」とNEDOの取り組み
4. 太陽光発電リサイクル技術開発プロジェクト
 - (1) 排出量予測
 - (2) 低コストリサイクル技術の開発
 - (3) 低コストリユース技術の開発
5. まとめ

低コストリユース技術の開発

- 目的： 太陽電池モジュールの低コストリユース技術開発
- 最終目標： リユースコスト **180円/枚** を達成する技術の開発



低コストリユース技術の開発

概要： 使用済モジュールを現場で短時間、高精度で分別する技術を開発。
現場の環境条件下での分別実現のため、簡便な電気安全性判定技術、出力測定値のSTC変換技術等を開発。それらを移動式PVラボに組み込むことで、運搬・梱包コストの低減、分別処理時間の短縮を目指す。

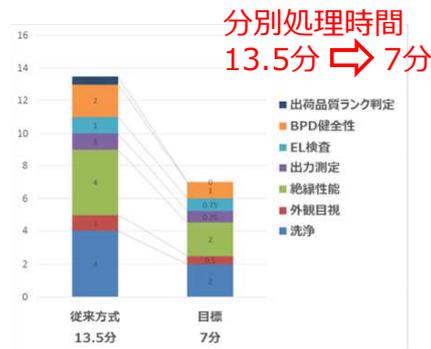
研究委託先： 太陽光発電技術研究組合(PVTEC)

期間： 平成28年6月～平成31年2月 (3年間)

開発のポイント：

- ① 簡便な電気安全性判定技術の開発(湿潤絶縁抵抗の測定方法を確立)
- ② 迅速な分別判断ツールの開発(モジュール温度係数のデータベース化、外観検査等)
- ③ 分別判定の自動化など、現場での作業時間短縮技術の開発

■ 検査プロセス



移動式PVラボ

低コストリユース技術の開発

■ 検査プロセス



移動式PVラボ



BPD短絡故障品 (EL画像)

本日の内容

1. NEDOについて
2. 太陽光発電概況
 - (1) 世界の状況
 - (2) 日本の状況
3. 「太陽光発電開発戦略 NEDO PV Challenges」とNEDOの取り組み
4. 太陽光発電リサイクル技術開発プロジェクト
 - (1) 排出量予測
 - (2) 低コストリサイクル技術の開発
 - (3) 低コストリユース技術の開発
5. まとめ

今後の技術開発の方向性

1. 処理コストの削減

1. 処理コストの削減

2. 回収率向上と回収材の用途開拓



1. 処理コストの削減
2. 回収率向上と回収材の用途開拓
3. 低コスト・非破壊の撤去・回収技術の開発

まとめ

1. 太陽光発電の大量導入社会の実現は目前。
発電コストの低減をはじめ、**大量導入社会を支える課題を着実に解決していくことが必要**。それが確実なものとなれば、太陽光発電の導入ポテンシャルは、発電分野にとどまらない。
2. 一方で、**太陽光発電の拡大は、使用済み設備の処理対策と両輪で進めるべき**。
太陽電池モジュールは、長時間の使用を前提に強固に作られており、リサイクル時に分解が困難でコストがかかる。**低コスト、高効率な分解を実現するためには、技術開発が不可欠**。
3. NEDOは太陽光発電技術の開発を通じて、大量導入社会を支え、そのさらなる拡大によって「エネルギー・地球環境問題の解決」に貢献します。



ご清聴ありがとうございました。

NEDO 新エネルギー部 太陽光発電グループ
山田宏之

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構
