

■事業の目的・目標

軽量、高剛性、低環境負荷などの優れた性能を有する革新的な鉛フリーハニカム構造太陽電池モジュールを開発し、その性能と高信頼性を実証する。従来型モジュールに対して高い易分解性を有し、シリコンや金属などの資源的、エネルギー的に高効率なリサイクルプロセスが可能であることを実証する。これにより日本独自の循環型太陽電池製造産業を創成し、国際競争力を強化するとともにカーボンニュートラルを加速的に実現する。

■2024年の主な成果

1 易分解太陽電池モジュールの設計、制作と評価（東京科学大学 和田裕之）

ハニカムモジュールの強度と加速劣化試験

試験 @3600Pa	変位 (DH1000後)	変位 (TC200後)
圧縮試験	0.056	0.007
曲げ試験	0.007	0.007

概要
試作されたハニカムモジュールのDHおよびTC試験後の機械強度を測定し、IECで規定された強度の1.5倍以上の応力に対して耐える強度を有していることを確認。

今後の課題
発電効率の低下を確認。
20cm角モジュールで確認。

ハニカム材質の検討

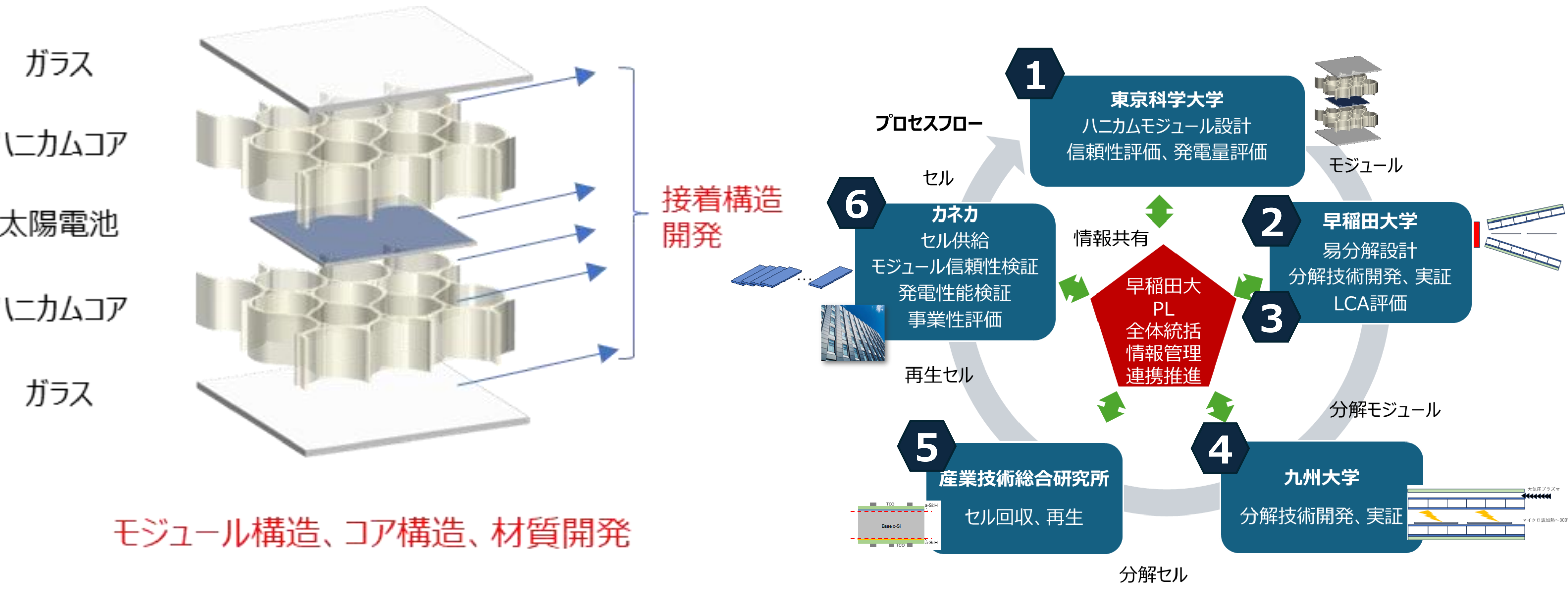
概要
紙とPETハニカムの側壁遮蔽効果を比較した。PETの透過率の向上により効率の大幅な改善がなされた。

今後の課題
年間発電量での比較を行う。

ハニカムモジュールからのセル取り出し

概要
熱プロセスを用いて損傷なくセルを回収できた。

今後の課題
時間短縮、エネルギーの節減、20cm角モジュールへの適用。



4 大気圧プラズマによる易分解太陽電池モジュールの分解後工程技術の開発(九州大学 奥村賢直)

構築した大気圧プラズマ源の概略

概要
有機物残渣のプラズマ除去法の原理検証のため、5cm角のハニカムモジュールに対し大気圧プラズマを照射可能な大気圧プラズマ源を独自に設計・構築。プラズマ照射方式、プラズマ照射法を2,3種類選定。

今後の課題
20cm角モジュールへの適用。

プラズマ照射による残渣除去の実証（一例）
12秒間の大気圧プラズマ処理前後の封止剤付き基板の様子

Before

After

概要
10分以内に太陽電池セルを割らずに残渣物を除去可能であることを基準とした。独自開発したプラズマ処理技術により、300mg/s以上という驚異的な速度での基板に付着した残渣の除去を実証。高処理能および高再現性を兼ね備えた残渣除去法の創成に成功。

今後の課題
時間短縮、20cm角モジュールへの適用。

2 易分解太陽電池モジュールの分解技術の開発・実証（早稲田大学 所千晴）

マイクロ波選択加熱によるハニカムモジュールからのセル取り出し

マイクロ波照射装置

概要
マイクロ波照射により、ハニカムモジュール内のシリコンセルのみを選択的に加熱し、周囲の封止材を熱で溶解させることにより、数100 Wの出力で、5分以内でのハニカムモジュールの解体を達成。

今後の課題
セルを破損させることなく回収するための方法の最適化
20cm角程度の大型ハニカムモジュールの解体

マイクロ波照射によるセルの温度変化

封止材の粘弾特性評価

5 易分解太陽電池モジュールから取り出した太陽電池セルの再生技術の開発と実証（産業技術総合研究所 齋均）

コンセプト

再生試験1：セル→再生Si基板

アモルファスシリコン除去検知

再生試験2：再生Si基板→セル

今後の課題
モジュールから取り出したセルの再生試験
リサイクル前の変換効率の向上

3 易分解太陽電池モジュールのLCA 評価（早稲田大学 伊坪徳宏）

本研究のプロセスと調査内容

分類	目的	プロセス	LCA収集データ	
			インプットデータ	アウトプットデータ
分解工程	モジュール分解	マイクロ波加熱	電力	ガラス、紙等の廃棄物
	封止材除去	プラズマ照射	電力、Ar、O ₂	封止材成分の燃焼によるCO ₂ 排出
ウェハ再生工程	セル各層の除去	湿式処理	HCl、HNO ₃ 等の薬品、電力	廃液
	再生セル製造	洗浄・真空成膜	電力、ガス、スパッタ材料、電極材料等	排ガス
製品製造工程	モジュール製造	ラミネート	電力、ガラス、紙、封止材	最終製品

概要
LCA解析により、ハニカムモジュールの環境負荷を包括的に把握し、改善を提案する。太陽光発電モジュールの分解に必要な要素技術のLCA評価を実施した。ラポデータを入力してカーボンフットプリントを算定し、従来法との定量的な比較を実施した。

今後の課題
将来の量産時の環境負荷をProspective LCA手法で評価する。量産化による効率改善等により、ラポベースの結果はさらなるGHG排出量の削減が見込まれる。

再生モデル(右)と新規製造(左)の比較

6 易分解太陽電池モジュールのBIPV適用への評価と要素技術開発（株式会社カネカ）

概要

開発された易分解性モジュールを、BIPV事業に活用する戦略を策定するとともに事業化に必要な要素技術、モジュール信頼性や発電性能の検証を行うため、太陽電池セルと配線接続部の非鉛化技術開発を実施した。（従来の太陽電池モジュールでは、太陽電池セルのはんだ接合部の品質維持のため、有鉛はんだが使われている。）

カネカの太陽電池モジュールで採用されているセル間接続技術、配線接続技術を応用し、シングリング太陽電池用に新規で鉛フリー構造を開発した。

ハニカム構造を内包する構造として、「複層ガラス構造」を活用した新規構造を開発し、2025年度実証する。

今後の課題
開発した非鉛化構造の信頼性試験を実施するとともに、アカデミアで開発された易分解性モジュールと組み合わせた構造を検討し、信頼性試験を実施する。
20cm角モジュールへの適用。

複層ガラス構造

■実用化・事業化の見通し

本技術が適用された製品の実用化は、まずコストマージンに余裕がある建築一体型PV（BIPV）モジュールを想定する。BIPVモジュールでは面積あたりのコスト要件が汎用太陽電池より数倍高いので、易分解性のためのコストアップを十分吸収できる可能性がある。さらに着色などの加飾や軽量性を持たせることで付加価値を高めることができる。他の展開として、技術的には軽量高剛性が求められる屋根置き、移動体、水上、営農型、メガソーラ向け大判モジュールなど、グローバルマーケットで受け入れられると考えられる。実用化に向けては易分解のためのコストアップの低減、発電性能の低下の最小化、信頼性の確保が重要であり、本プロジェクトの中でそれらの課題を解決していく予定である。また、LCA評価は本技術の価値を測る上で極めて重要であり、LCAでの目標達成によって実用化事業化の可能性はさらに高まると考えられる。

■課題と今後の取組

これまでの取り組みで小面積モジュールからのセルの取り出しに関しては目処が得られた。今後は、20cm角モジュールでの検証、およびシングリングセルの取り出しが課題であり、モジュール設計、部材の開発並びに取り出しプロセスの開発に取り組んでいく。使用部材の長期信頼性も重要であり、IEC規格に準拠した試験並びにより厳しい試験で検証を行なっていく。部材コストも重要であり、より安価な部材の可能性も探索していく。

