

安全性・信頼性確保技術開発 (高安全PVモジュール、高安全PVシステムの技術基準案の策定)

団体名：太陽光発電技術研究組合 (再委託先：日本大学)

A. リスク検知 (故障診断技術開発)

- 1)特に重要な6種類の故障診断技術を抽出しその技術基準案を策定した
- 2)バイパスダイオード (BPD) 故障診断技術などの診断技術を開発した

B. リスク低減 (太陽電池モジュールの火災安全設計技術の開発)

- 1)強制アーク発生法の開発により、モジュール発火を初めて再現できた
- 2)モジュール発火リスクの評価法を新規開発するとともにモジュール発火リスク低減策を提言した

■ 事業の目的・目標

太陽光発電の長期安定稼働が求められる中、特に安全面の強化が不可欠である。本事業では、リスク検知 (PVシステム故障診断技術) とリスク低減 (PVモジュール火災安全設計技術) の両面から技術開発を進めた。中でもモジュール火災安全については、消費者庁からリスク低減の必要性を指摘されたものの、元々発生確率が低いモジュール発火を再現できていない状況であったため、火災メカニズム解明などを通してリスク低減策の提言につなげた。システム診断、モジュール火災安全の両者とも検討結果を技術基準案にまとめることにより、顧客 (PV発電事業者) の信頼獲得、PV安全技術の普及拡大に貢献することを目標とした。

■ 2024年の主な成果

A. リスク検知 (故障診断技術開発)

A-1) 故障診断技術のマッピングなどを行い、特に重要な6種類の故障診断技術を抽出し、その技術基準案を策定した。

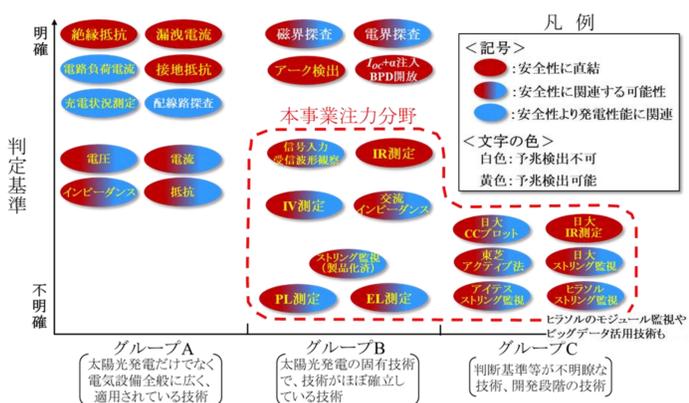


図1. 各種PVシステム故障診断技術のマッピング

表1. 抽出した重要6技術及び策定した技術基準案

技術項目	定量的基準案
夜間 V_f 測定 (遠隔監視可能) 【バイパス回路の開放、短絡故障検出】	$V_f (I_{sc}) \leq V_f (I_{sc}) \times (n-1)$
夜間バイパス回路抵抗 (BPR) 測定 (遠隔監視可能)	・開放故障: BPRの抵抗が測定できない。 ・高抵抗化: $V_f (I_{sc}) > V_f (I_{sc}) \times n$ または I_{sc} 以上の電流が流れない
電圧印加+IR画像測定 (日大再委託) 【バイパス回路の開放故障位置を検出 (雲の映り込みなし)】	・クラスタ温度変化の二値化画像 ・開放故障: 閾値以上の割合 > 40% ・正常: 閾値以下の割合 ≤ 10%
ストリング電流監視 (遠隔監視可能) 【線間短絡などのストリング不良検出】 (日大再委託)	・異常: $\Delta I > 2\%$ (但し、2秒以内に2%を下回り、その後、連続して2%を下回る場合は正常と判断)
インピーダンス測定 (遠隔監視可能)	・ストリング単位 (Si系太陽電池) ・インピーダンス: 正常値より (直列共振周波数時の値が) 50Ω 以上高い
アーク検出	・アーク発生後、2.5秒以内に消弧するか、もしくは、アーク発生後アークエネルギーが750J以下で消弧

A-2)バイパスダイオード (BPD) 故障診断技術 (故障箇所特定技術) などの診断技術を開発した

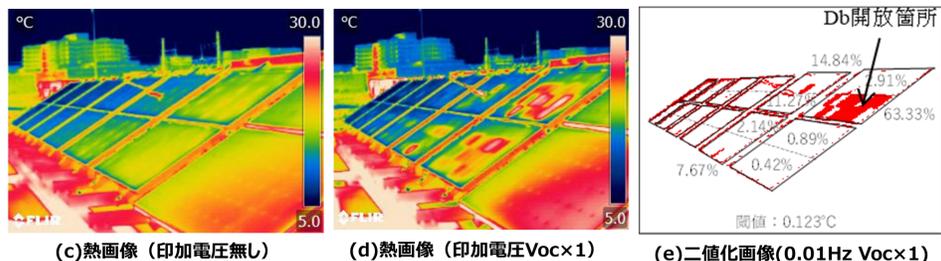
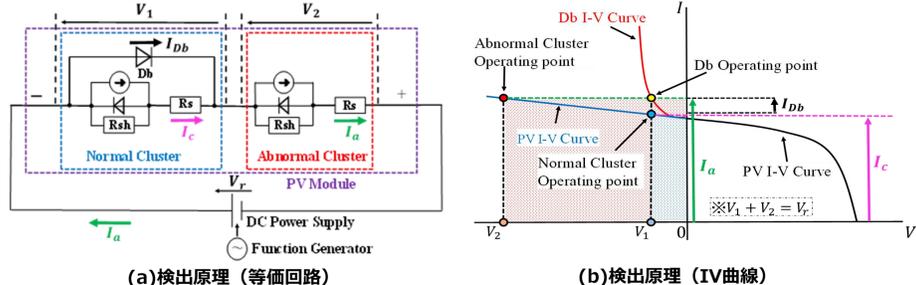
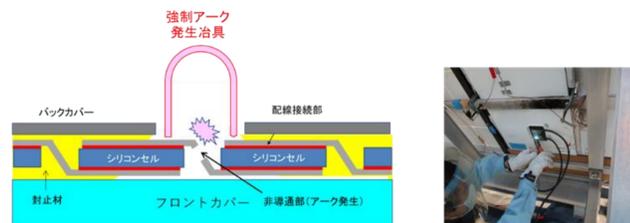


図2. 開発したバイパスダイオード故障箇所検出技術

ストリングに外部から周期性のある電圧を印加し、熱画像から場所を特定

B. リスク低減 (太陽電池モジュールの火災安全設計技術の開発)

B-1)強制アーク発生法の開発により、モジュール発火を初めて再現できた



- ① サンプルモジュールを電源+負荷に接続する。
- ② 欠陥部 (切断部) に治具をあて、強制的にアーク発生させる。
⇒ 単発アーク発生 (継続しないアーク)
- ③ さらに同様の操作を継続する。
⇒ アーク継続に至る。

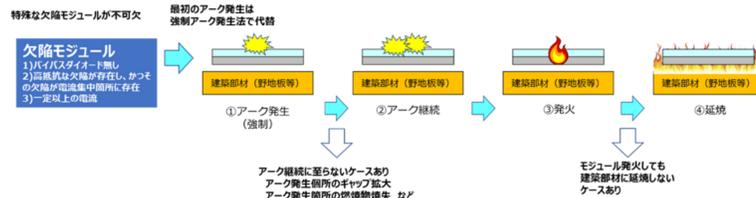


図3. 開発した強制アーク発生法の概要図 (上図) 同法によりアーク継続させ (下図)、モジュール発火を再現できた

B-2)モジュール発火リスクの評価法を新規開発するとともにモジュール発火リスク低減策を提言した

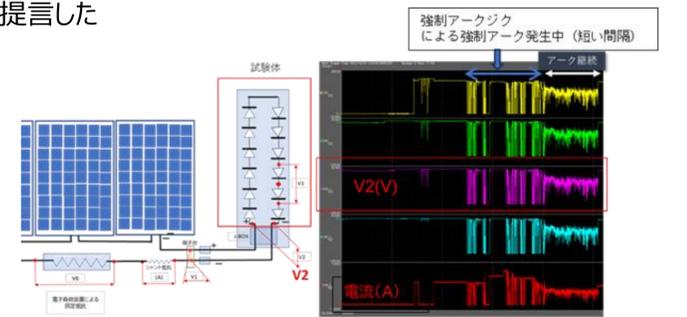


図4. 開発したモジュール発火リスク評価法における電流、電圧計測例

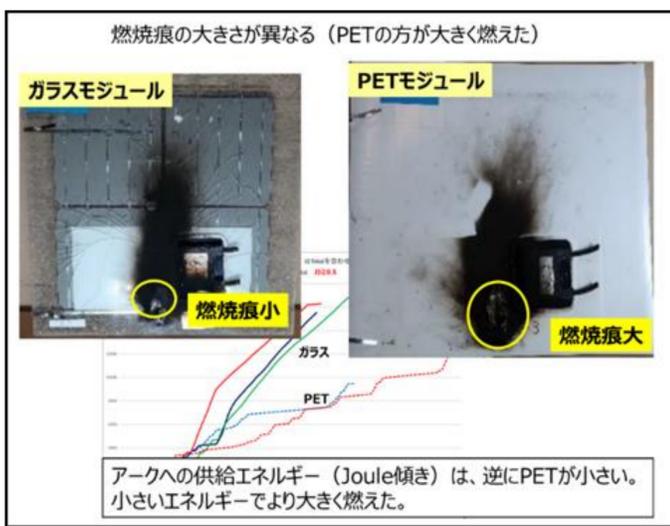


図5.モジュール発火試験例 (裏面ガラスモジュールの方が発火リスクが小さい)

■ 課題と今後の取組

モジュール火災安全技術開発では、より簡素なリスク評価技術開発ならびに新型モジュールを含む各種モジュールのリスク評価が必要であり、今後取り組んでいく。

■ 実用化・事業化の見通し

新規開発したシステム診断技術は、1~3年での事業化を目指して引き続き開発中である。モジュール発火リスク評価等、新型モジュールにも幅広く応用、提言するとともにガイドラインとしてまとめる予定である。