

太陽電池モジュールの信頼性評価技術 ～新規信頼性試験方法の開発～

土井卓也

太陽電池モジュール信頼性評価連携研究体

信頼性評価技術(NEDO, コンソ, 補正)

1. 発電量・信頼性評価技術の開発(NEDO): H22.7~H24.2

太陽エネルギー研究技術開発/太陽光発電システム次世代高性能技術の開発/発電量評価技術等の開発・信頼性及び寿命評価技術の開発

新しい試験
→ 実運転時不具合を再現

- ①逆バイアス/電圧電流サイクル
- ②加重・抜重
- ③高圧/圧力サイクル

2. 第Ⅱ期モジュールコンソーシアム(コンソ): H23.4~H25.3

第Ⅱ期高信頼性太陽電池モジュール開発・評価コンソーシアム

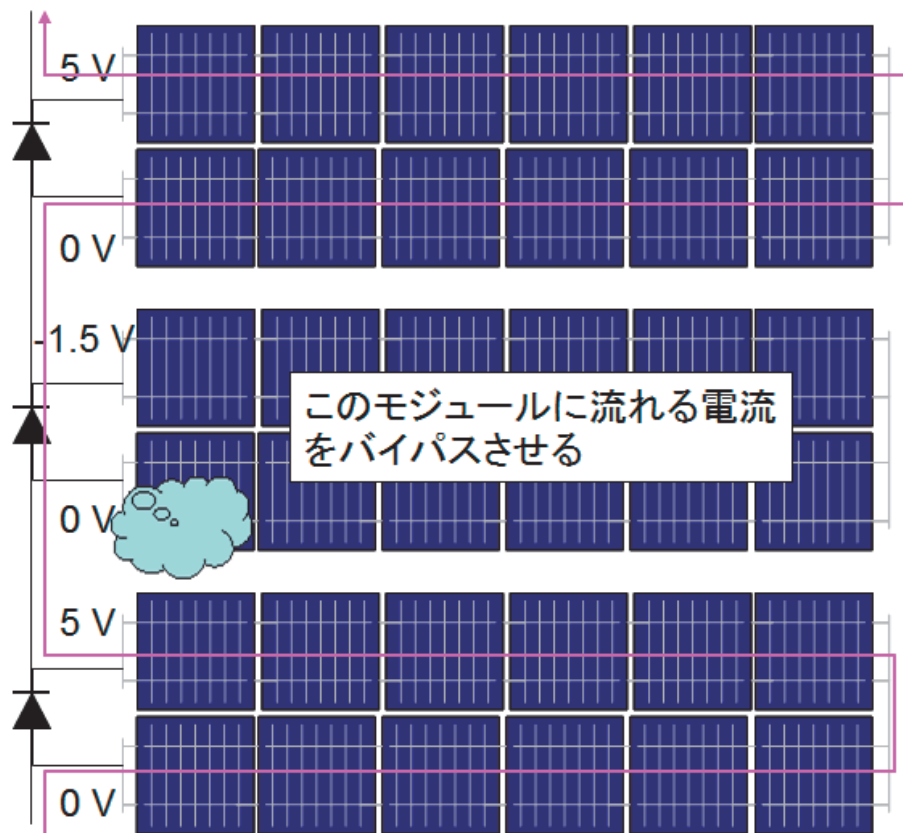
1. ~3. の中間

3. 太陽光発電基準認証事業(補正): H22.3~H23.3

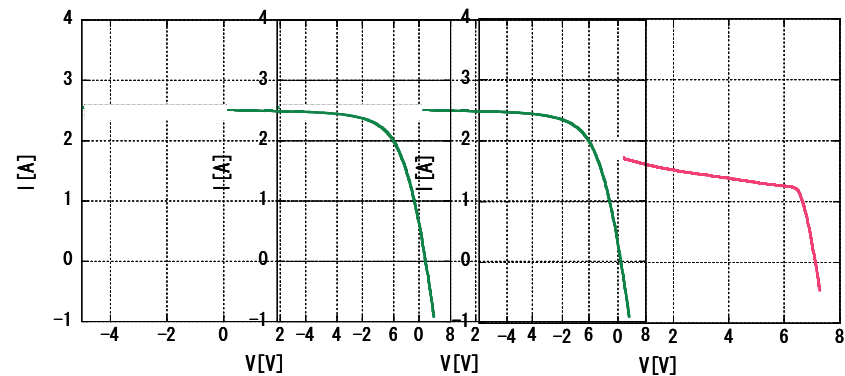
平成22年度アジア基準認証推進事業補助金(太陽光発電における信頼性・品質試験方法に関する国際標準化)

既存認証試験の高度化
→ 高負荷, 短時間

1. ①, 動機

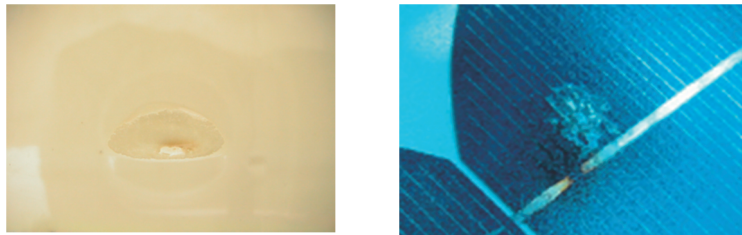


逆バイアス状態となったセルまたはモジュールに流れる電流をバイパスさせ、発熱を防ぐために、バイパスダイオードは、各太陽電池モジュール毎に並列に設置される。

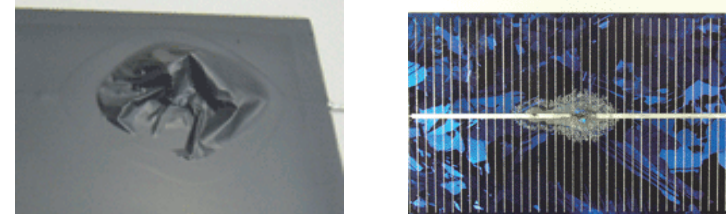


1. ①, 電流電圧サイクル試験

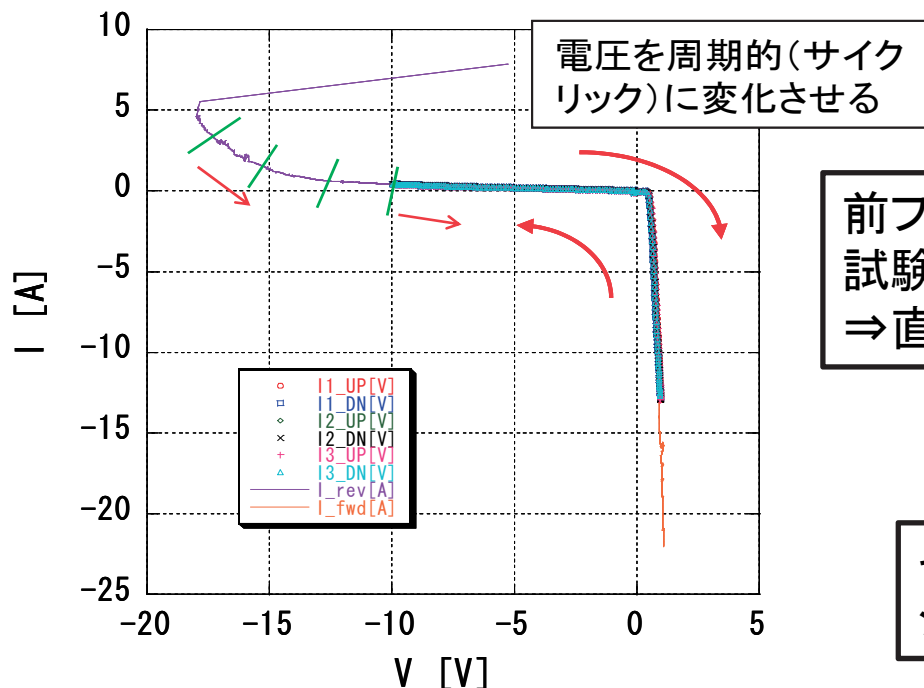
セル直列数が多い場合やバイパスダイオード劣化後を想定



バックシートのふくらみ／焦げと気泡(屋外観察)



単セルでの逆バイアス破壊試験の結果
⇒不具合辞令との類似性

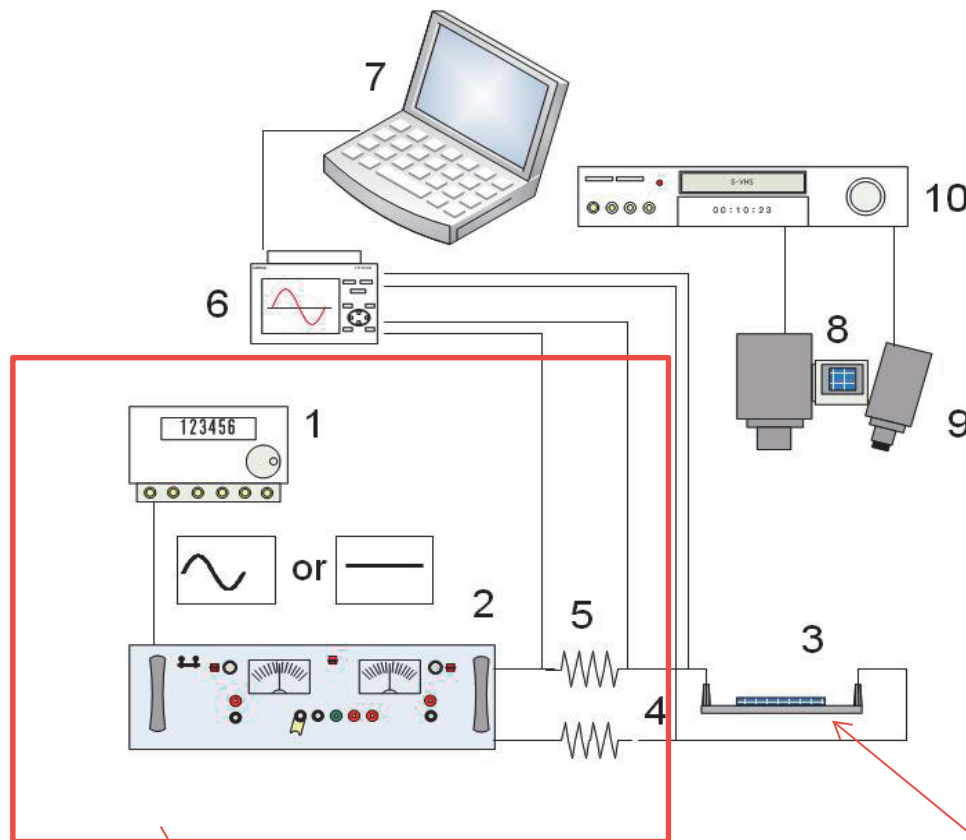


前フェーズ(H18~H21)にて、単セルモジュールにて本試験方法の有効性を確認。
⇒直列抵抗を増加させる加速試験として有効

SPIEにて発表予定

そこで、本フェーズではこれを4セル~6セルモジュールに適用できるように拡張

1. ①, 試験装置

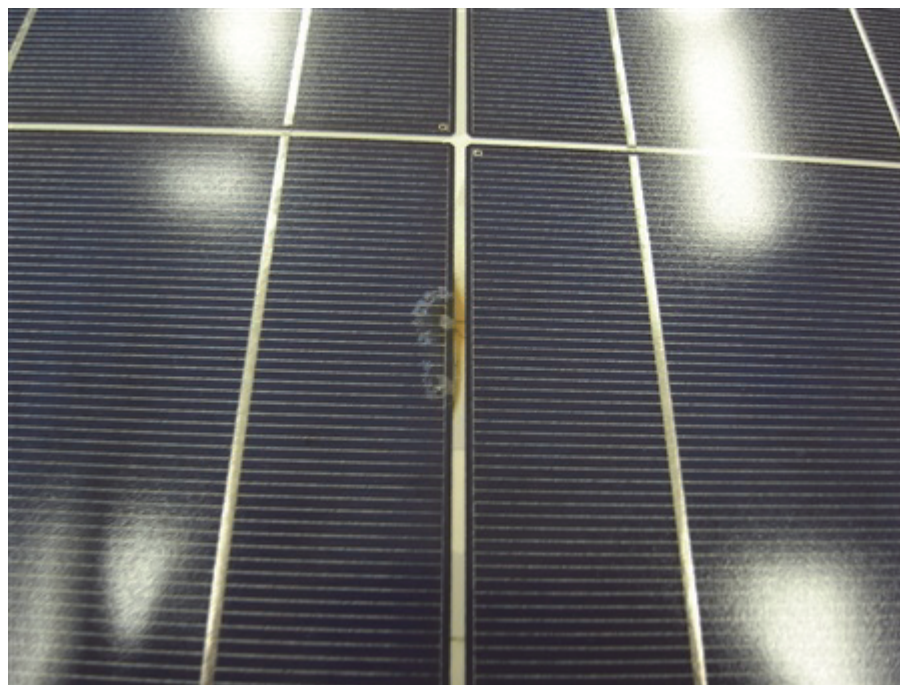


- 1: DC or wave voltage source
- 2: Bipolar power supply
- 3: PV cell and sample stage
- 4: Resistance
- 5: Data logger
- 6: PC
- 7: IR thermographic camera
- 8: Visible Ray camera
- 9: Videocassette recorder

ここを単セル⇒4～6セルモジュールへ

4セル～6セルモジュールに適用できるように、電源、制御回路などの仕様を検討・確定し、導入した。

1. ①, 予備試験の結果

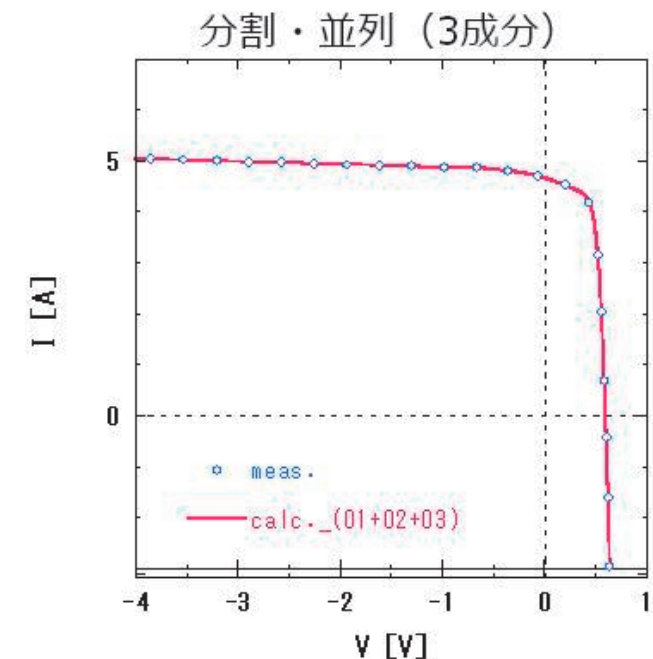
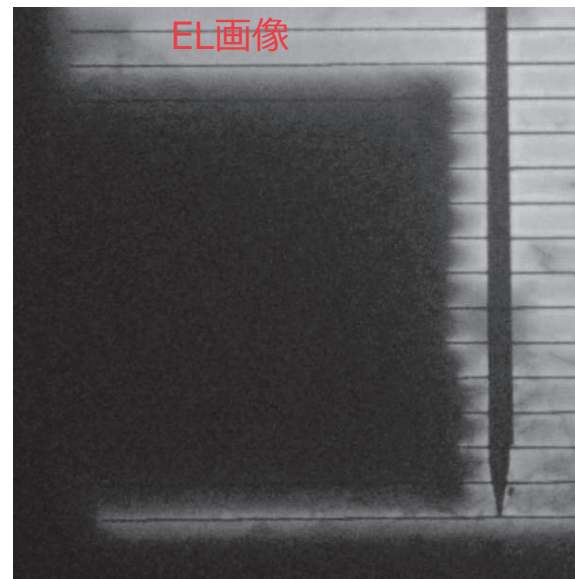
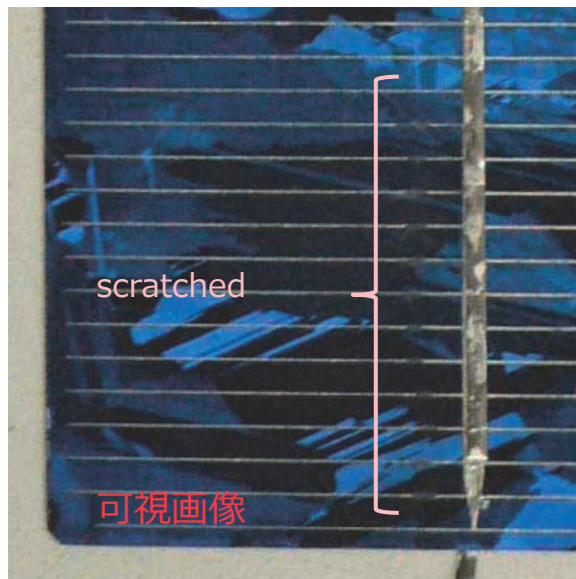


予備試験(逆バイアス低電圧連続印加試験, $-59\text{V}\sim-61\text{V}$, 2.5A , 約5時間)

予備試験として, 逆バイアス低電圧連続印加試験を行った結果, 4セル・モジュール中央部に焦げの発生を確認できた

1. ①, 不具合評価のための要素技術

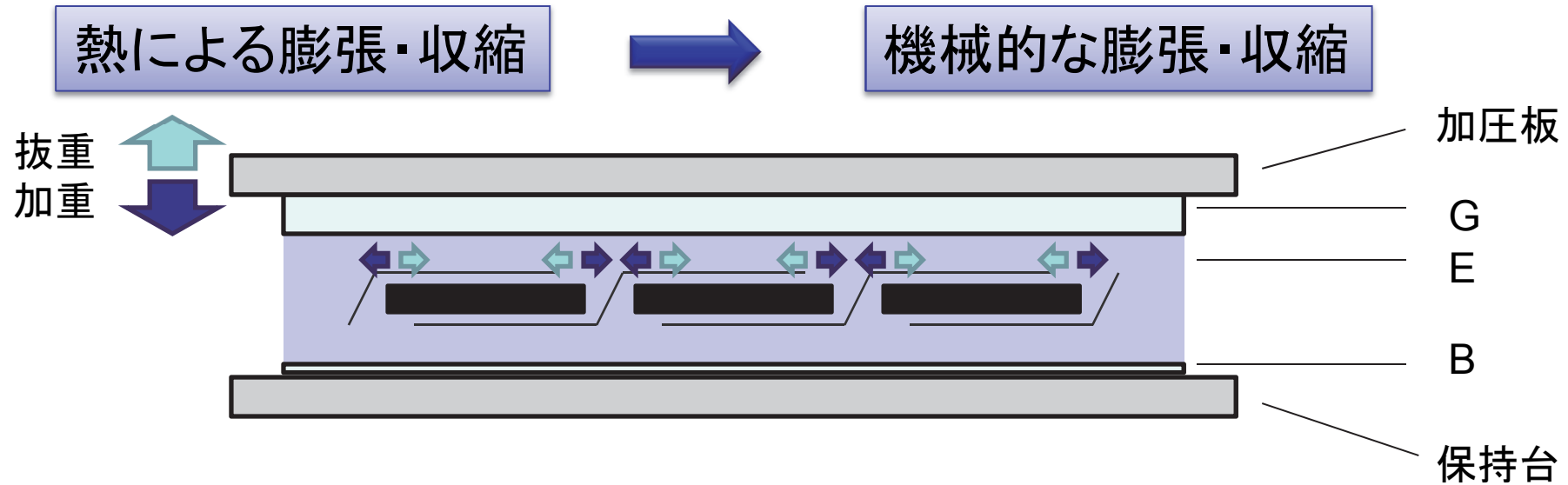
☆劣化したモジュール内の劣化部位と原因を特定するために、単セルでフィンガー電極断線を模擬したサンプルの作成, EL画像による観察を行い, セル内をいくつかの部位に分割する等価回路モデルによるIVカーブの再構築でうまく説明できることが分かった。



・EL観察画像と劣化部位のフィンガー電極抵抗率測定を行った結果, EL観察で暗部になる領域において, 抵抗率が数百~千倍程度に増加した電極も確認されが, EL画像の輝度と抵抗率の明確な相関は得られておらず, 更なる検討が必要である。

JSES2010発表済

1. ②, 加重・抜重試験



(EVAが柔らかくなる温度条件下で)
 繰り返し、加重・抜重により、各界面に
 剪断応力を発生させる

- ・セルーインターコネクタ
- ・セルーEVA
- ・EVAーBS
- ・EVAーガラス

界面でのはがれ、デラミ

新規加速試験法として、加重・抜重方式の試験
 を行うために、治具の作成。試験を3セルモ
 ジュールにて実施。

1. ③, 高圧／圧力サイクル



高圧－大気圧を繰り返すことで、空気や水分の出入りを促進できる可能性有り。
あるいは、高圧DHを行うことでより早い水分の侵入を計れる可能性有り。

85°C, 85%

5気圧－1気圧サイクル試験
5気圧DH試験

「超広範囲プレッシャークッカー」

協力: 株式会社協真エンジニアリング

1. ①～③, まとめ

- ・電流電圧サイクル試験を4セルモジュールに適用できるように、電源、制御回路などの仕様を確定し導入した。予備試験として、逆バイアス電圧連続印加試験を行った結果、4セル・モジュール中央部に焦げの発生を確認。
- ・また、劣化したモジュール内の劣化部位と原因を特定するために、単セルのフィンガー電極断線を模擬したサンプルの作成、EL画像による観察を行い、セル内をいくつかの部位に分割する等価回路モデルによるIVカーブの再構築でうまく説明できることが分かった。
- ・EL観察画像と劣化部位のフィンガー電極抵抗率測定を行った結果、EL観察で暗部になる領域において、抵抗率が数百～千倍程度に増加した電極も確認されが、EL画像の輝度と抵抗率の明確な相関は得られておらず、更なる検討が必要である。
- ・加重・抜重方式の予備試験を3セルモジュールにて行い、50万回のサイクル試験を完了した。Rs増加に伴う劣化が見られた。
- ・高圧雰囲気下のDH試験、圧力サイクル試験に着手した。

2. コンソ II

コアテーマ1: 長期暴露モジュールの詳細調査(阪本先生)

コアテーマ2: テストモジュールによる劣化因子の明確化(増田体長)

コアテーマ3: 新規信頼性試験法の開発(土井)

- ・ 主要な劣化因子を複合化させた加速試験法や高加速試験による試験時間の短縮等, 新規信頼性試験法の開発
- ・ 新規信頼性試験装置の開発
- ・ 開発成果の規格・標準への反映

- ・ 劣化モードと不具合症状の把握, 劣化メカニズム推定
- ・ 既存規格試験: 因子と症状の関連づけ, 各種因子の抽出
- ・ 試験法開発優先順位付け(RPN評価)
- ・ 市販品を購入して試験, 最終的にはフルサイズ
- ・ 試験装置開発: 要求事項, 開発要素

3. 補正

趣旨：既存のPVモジュールの認証規格では，国産良品モジュールと海外製粗悪モジュールを区別できない

→

税金を投入して導入したモジュールが 10年後に不良品の山になり，製造会社が存続していないと更に税金を投入して不良品を回収しないといけなくなる。このような事態を避けたい。

International PV Module QA Forum

http://unit.aist.go.jp/rcpvt/ci/update/2011/qaforum_index.html

謝辞

本発表で紹介した成果の一部は、独立行政法人
新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）
の支援のもとに得られたものであり、関係各位へ
感謝する。