

太陽電池モジュール信頼性評価 連携研究体の概要

平成24年5月24日

太陽光発電工学研究センター
太陽電池モジュール信頼性評価連携研究体
研究体長
増田 淳

太陽電池モジュール信頼性評価連携研究体のテーマ

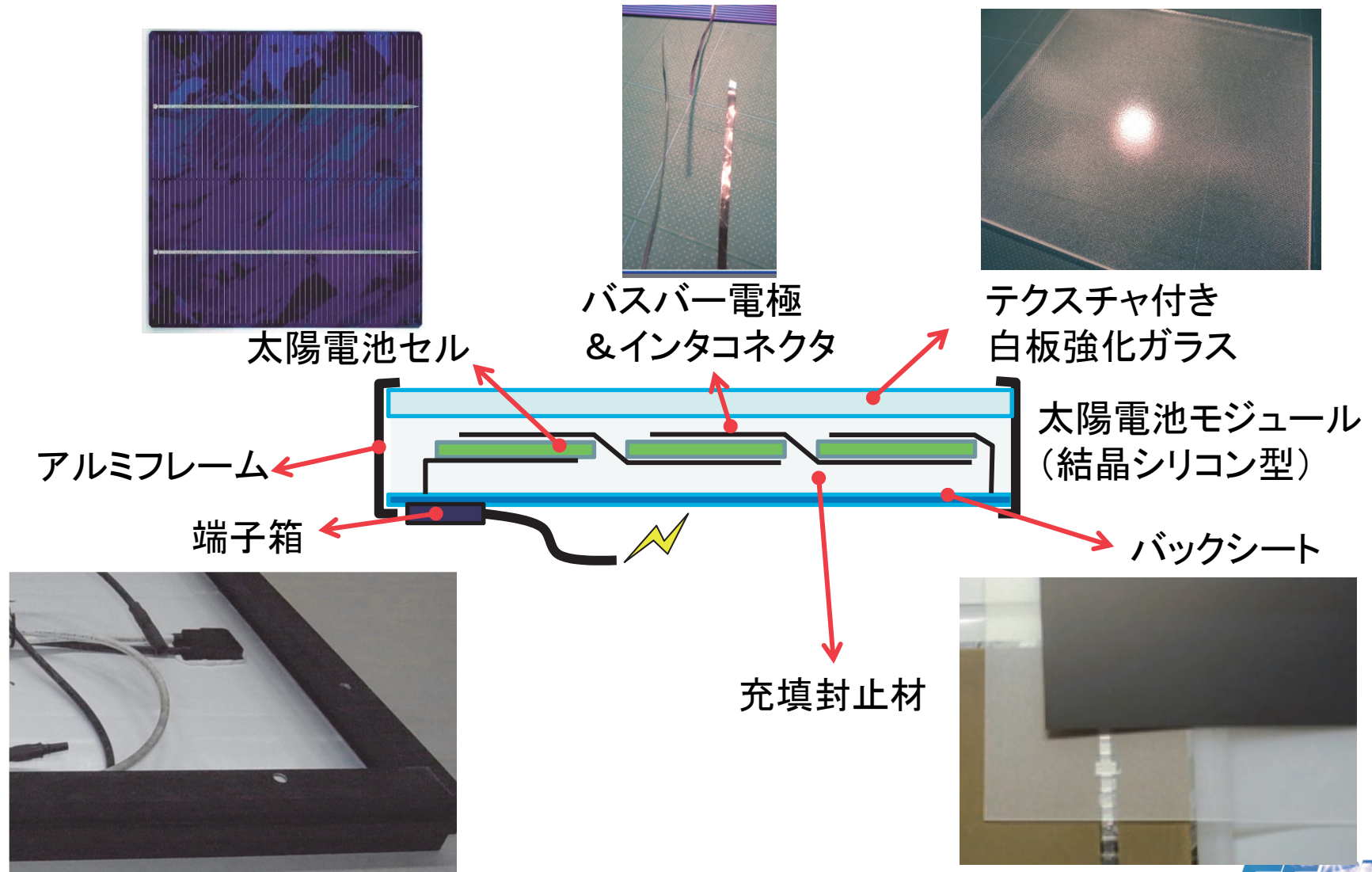
研究テーマ: 太陽電池モジュールの信頼性向上・長寿命化

- ・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
(民間企業等との共同研究)
- ・屋外での発電量評価(NEDO)
- ・新規信頼性試験法開発(NEDO)
- ・アジア基準認証推進事業(経済産業省補正予算)

人員: 連携研究体長1、主任研究員1、研究員1(つくばと兼務)、契約職員4、
派遣4、パートナー研究員1、共同研究員(産学官制度来所者)77

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

太陽電池モジュールの信頼性・寿命の支配的要因となる モジュール周辺部材の例



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
研究期間:平成23年4月1日～平成26年3月31日 (第II期)

平成23年度の
メンバー構成

コンソーシアム長:近藤道雄(太陽光発電工学研究センター長)
参加機関(計65機関、A会員とB会員の兼務は5機関)

A会員(計19機関) アルバック、石川県工業試験場、エスペック、カネカ、ダイキン工業、大日本印刷、太陽光発電技術研究組合、長州産業、帝人デュポンフィルム、デュポン、電気安全環境研究所、東京エレクトロン、東洋紡績、凸版印刷、日本電機工業会、日立化成工業、三菱電機、YOCASOL、立命館大学

B会員(計24機関) 旭化成、大倉工業、共同印刷、クラレ、信越化学工業、住友精化、ソニーケミカル&インフォメーションデバイス、TANAKAホールディングス、ダイキン工業、大日本印刷、DIC、電気化学工業、東芝三菱電機産業システム、東洋アルミニウム、東洋紡績、東レ、東レエンジニアリング、凸版印刷、日産化学工業、日東電工、日立化成工業、富士フィルム、三井・デュポンポリケミカル、リンテック

C会員(計27機関) IMV、アイテス、岩崎電気、ウシオ電機、エーディーシー、鹿児島県工業技術センター、神奈川科学技術アカデミー、北九州産業学術推進機構、九州電力、熊本県産業技術センター(くまもと有機薄膜技術高度化支援センター)、恵和、佐賀県工業技術センター、佐賀県窯業技術センター、三永電機製作所、サンビック、シーアイ化成、住友化学、積水化学工業、千住金属工業、大研化学製造販売、東京応化工業、NEOMAXマテリアル、フジクラ、堀場製作所、三井化学、三菱レイヨン、村田製作所

協力機関(計15機関、C会員との兼務は2機関)

アイテス、エヌ・ピー・シー、オリックス・レンテック、菊水電子工業、Qセルズジャパン、コベルコ科研、Saes Getters S.p.A、JFEテクノロジー、島津製作所、東レ・ダウコーニング、東レリサーチセンター、西川計測、NEOMAXマテリアル、富士電機、レーザーテック

市販サイズ太陽電池モジュール試作・評価ライン



結晶太陽電池配線装置



真空ラミネータ



端面シール・フレーム取付装置



新規低温材料対応配線装置



ソーラーシミュレータ



環境試験装置

A会員コアテーマ1

長期曝露モジュールの詳細調査

テーマリーダー: 阪本 貞夫(産業技術総合研究所)

サブリーダー: 清水 成宜(日立化成工業)、佐川 友彦(デュポン)

テーマ概要	研究開発のポイント
長期曝露を経たモジュールの破壊分析あるいは設置中モジュールの調査を通じて、モジュール不良・不具合の発生状況、発電性能の劣化状況を解析する。	<ul style="list-style-type: none"> ・長期曝露モジュールの破壊試験を通じて劣化・不良要因を部材レベルでミクロに調査分析 ・メガソーラーに設置中モジュールの不良・不具合事例の収集
一般会員	特別会員
大日本印刷株式会社 帝人デュポンフィルム株式会社 デュポン株式会社 東京エレクトロン株式会社 凸版印刷株式会社 日立化成工業株式会社	石川県工業試験場 太陽光発電技術研究組合 一般社団法人日本電機工業会 学校法人立命館

調査対象モジュール

①産総研つくばセンター
保管モジュール

曝露期間: 1990頃～2001年

JQAソーラーテクノセンター
(浜松)



六甲新エネルギー
実験センター(神戸)



②産総研四国センター ③石川県工業試験場
1986年～ 1998年～



④中古販売品

13型式合計114枚のモジュール

- ・幅広い年式、型式について包括的な劣化調査を想定
- ・高信頼化に向けた要求を探查
- ・寿命予測の基礎データを取得
- ・新たな評価手法や分析手法を開発

調査フロー

【Step1】identification

- ・ 外観観察と記録
- ・ 取外し・詳細調査モジュールの選別

【Step2】非破壊検査

- ・ I-V、EL、電流密度分布、熱画像、相関解析

【Step3】破壊分析

- ・ 外注分析
- ・ コンソーシアム内破壊分析

【Step4】劣化要因を解析

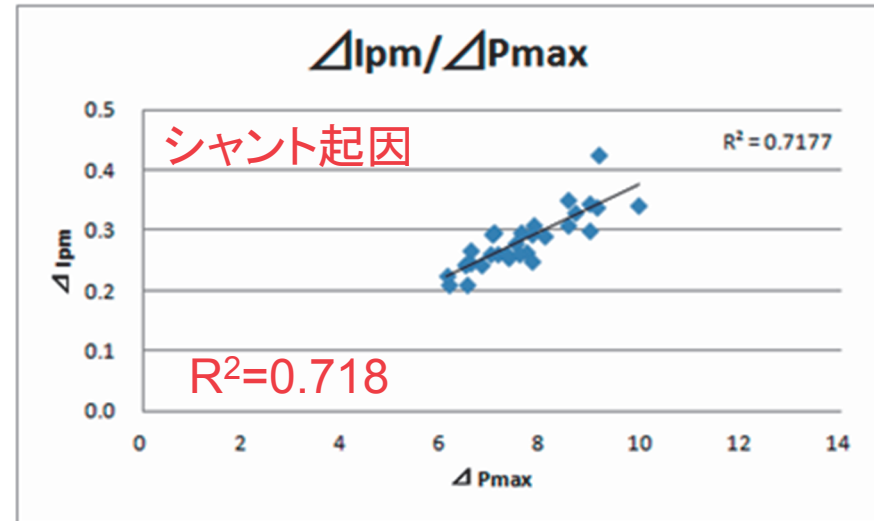
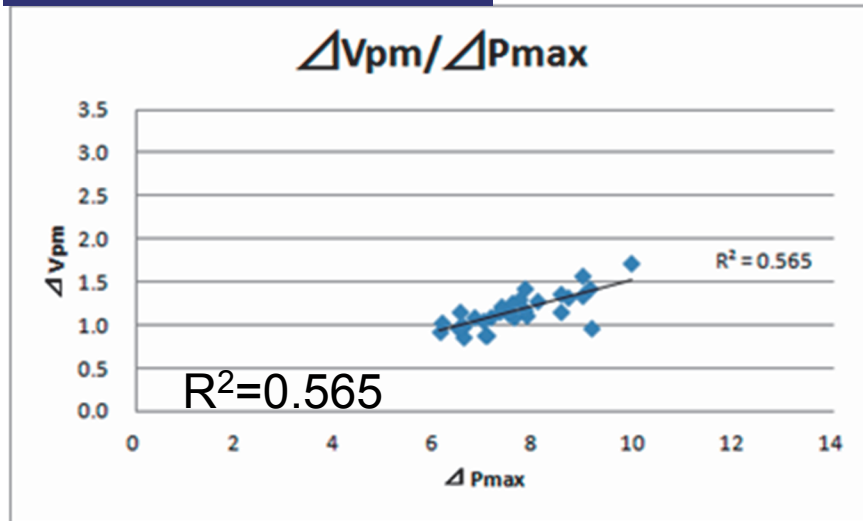


環境試験による劣化再現検証(コアテーマ3連携)
絶縁性能試験(安全性の確認)

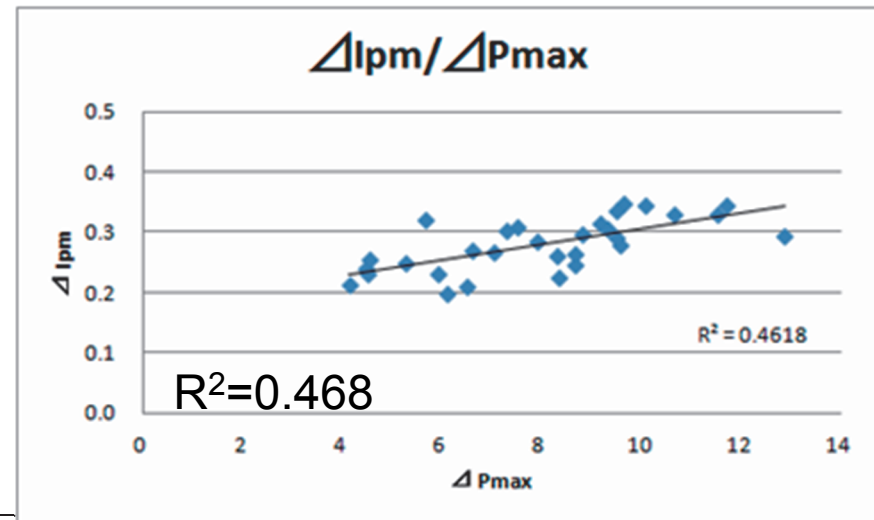
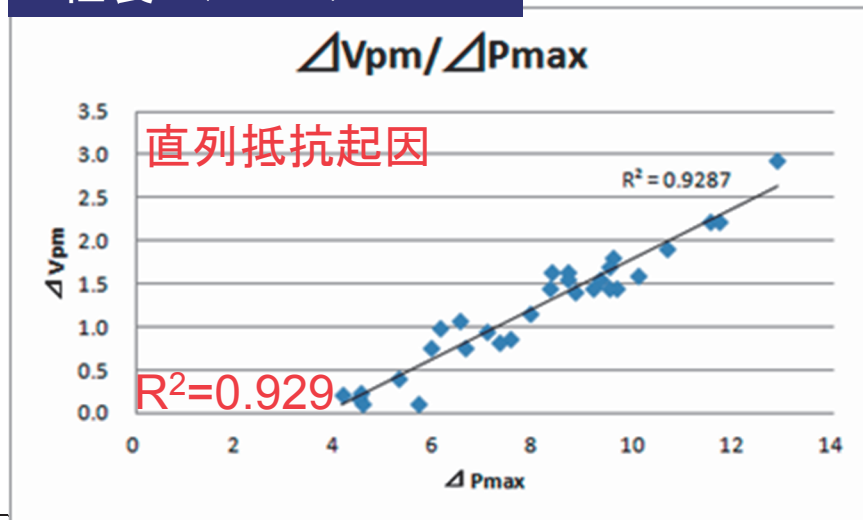
劣化因子の相関

A社製モジュール

※R²:1に近いほど相関が強い



D社製モジュール



A会員コアテーマ2

テストモジュールによる劣化因子の明確化

テーマリーダー: 増田 淳 (産業技術総合研究所)

サブリーダー: 濱本 史朗 (東洋紡績)

テーマ概要	研究開発のポイント
劣化箇所が可視化可能なモジュールや故意に劣化因子を含むテストモジュールならびにセンシング技術を開発し、モジュール性能劣化因子を明確化する。	<ul style="list-style-type: none"> 劣化箇所が可視化可能なテストモジュール、劣化因子を含むテストモジュールの開発 劣化状況を把握できるセンシング技術の開発 劣化因子の評価を通じた、モジュール部材ならびに構造に対する要求特性の明確化
一般会員	特別会員
ダイキン工業株式会社 東洋紡績株式会社 日立化成工業株式会社	太陽光発電技術研究組合 長州産業株式会社 一般社団法人日本電機工業会 YOCASOL株式会社

調査対象のモジュール劣化因子

- バックシートからの水蒸気浸入（ダイキン工業、東洋紡績）
- 配線の接合強度（日立化成工業）
- ホットスポット（長州産業）
- マイクロクラック（長州産業）
- 端子箱からの水蒸気浸入（長州産業）

A会員コアテーマ3

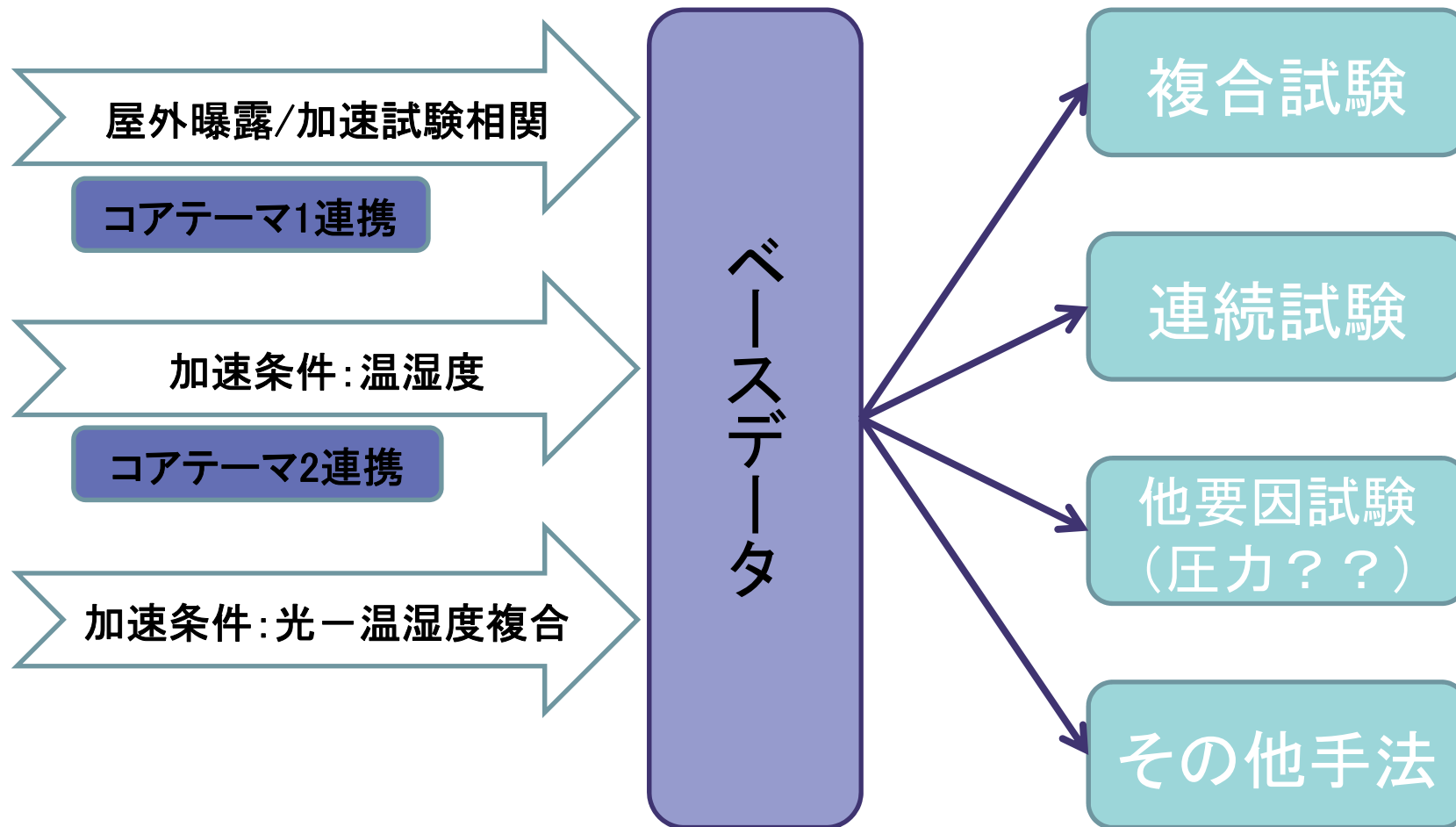
新規信頼性試験法の開発

テーマリーダー: 土井卓也(産業技術総合研究所)

サブリーダー: 尾花英一郎(エスペック)

テーマ概要	研究開発のポイント
コアテーマ1、2の成果も踏まえ、新規信頼性試験法を開発する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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
一般会員	特別会員
株式会社アルバック エスペック株式会社 デュポン株式会社 東京エレクトロン株式会社	株式会社カネカ 太陽光発電技術研究組合 長州産業株式会社 一般社団法人日本電機工業会 三菱電機株式会社 YOCASOL株式会社

結晶シリコンモジュールから研究開始、薄膜モジュールも順次開始



最新部材・技術を利用した履歴の明らかな試験による網羅的ベースデータの提供
(将来のデータ付加可能な枠組み)



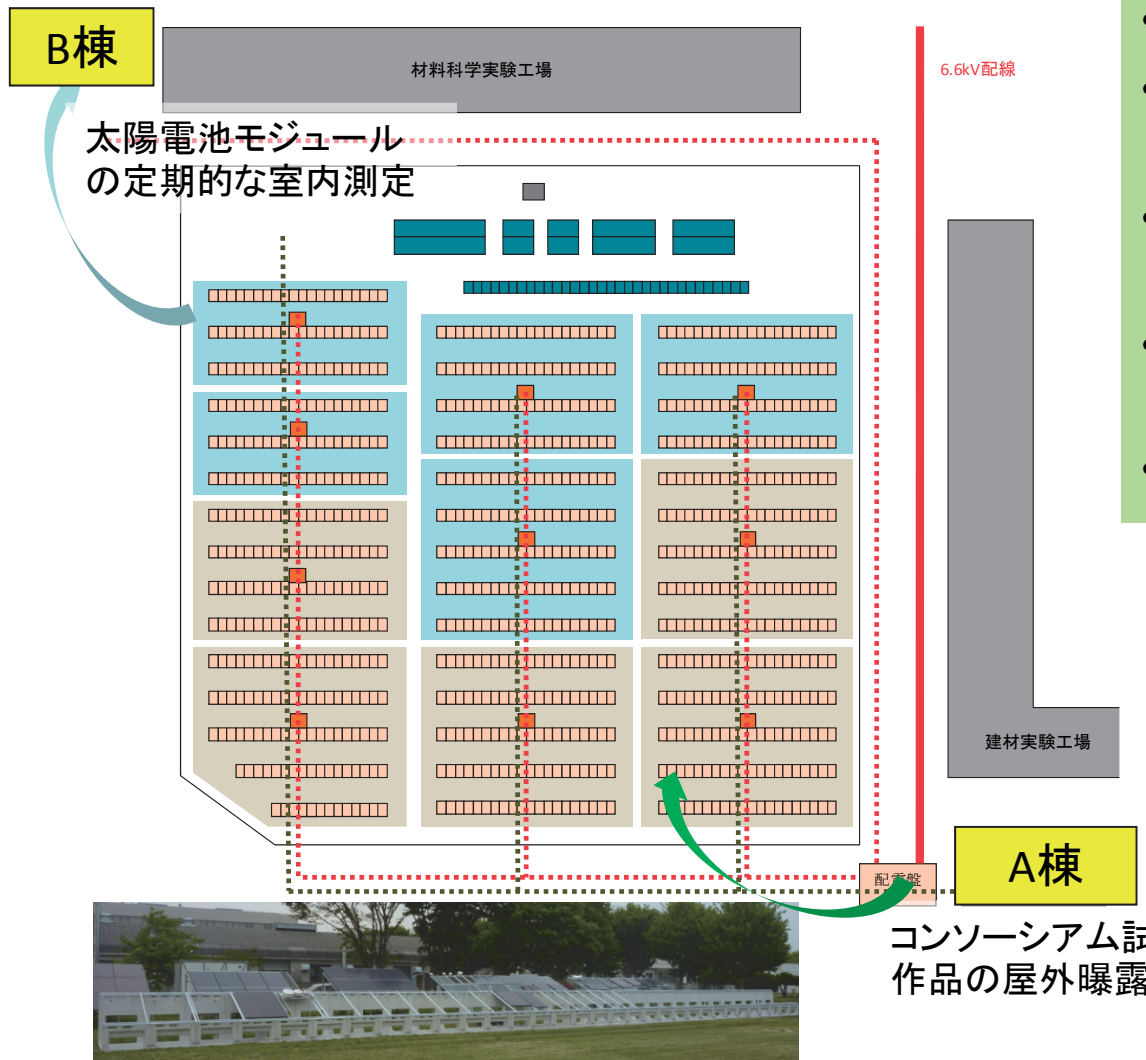
複合劣化の要因解析容易化
新規試験法提案

第II期の展望

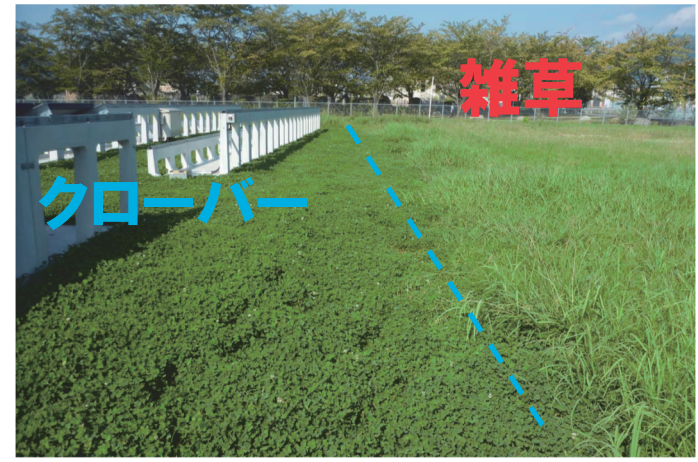
- A会員の研究では、モジュールの劣化機構を解明するとともに、その知見をもとに新規信頼性試験法を開発する。
- B会員の研究では、モジュールの信頼性向上・長寿命化、効率向上、製造コスト低減を目的に、各社が定めた目標に向けて研究を行うとともに、共通課題の解決に向け、モジュール部材の基準策定に資するデータを収集し共有する。
- A会員、B会員の成果を融合させ、太陽電池モジュールに適用可能な部材の基準を定め、新規信頼性試験法とともに、国際規格・標準への反映を目指す。
- C会員制度により、産学官における太陽光発電分野の裾野を広げ、産業基盤を強化する。

屋外での発電量評価

屋外評価拠点での研究内容



- 系統連系運転を実施
- 10分毎に各ストリングのI-Vデータを収集、気象データも収集。
- 室内に設置したソーラシミュレータで、信頼性評価も実施
- コンソーシアムで試作したモジュールも一部は設置
- 架台、防草対策も研究

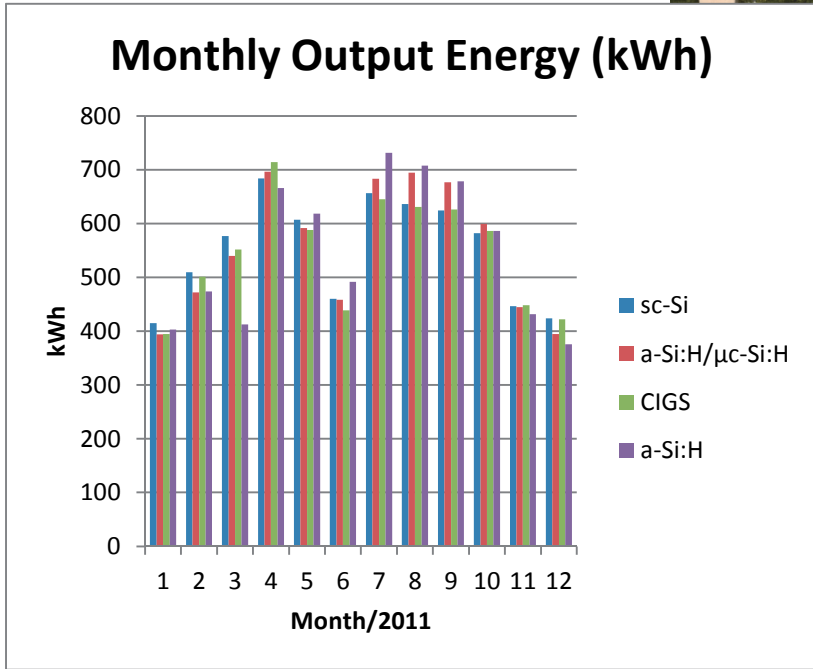


クローバーによるアレロパシー(他感作用)を用いた防草対策

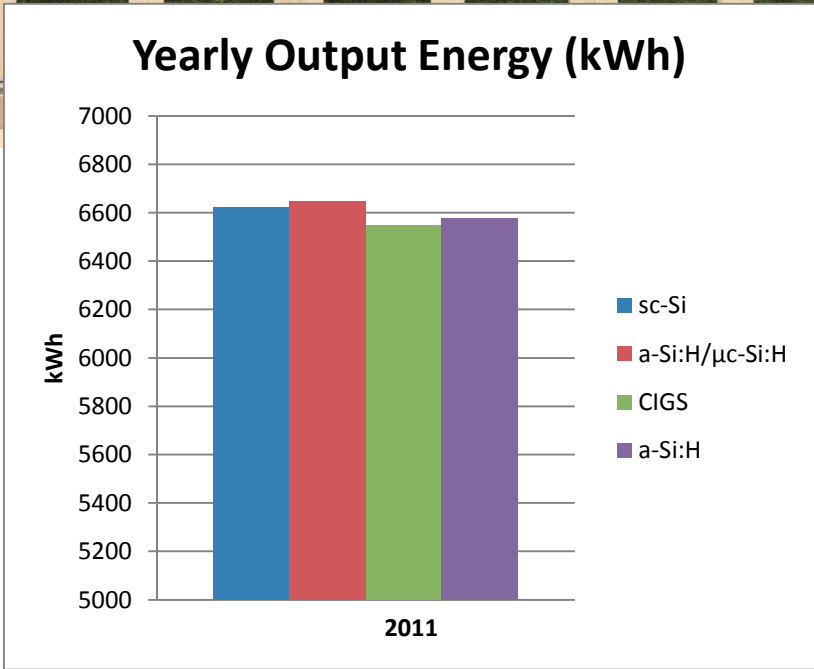
耐久性と面積コストに優れたコンクリート架台を採用

◆ 各種太陽電池の月別発電量と年間発電量

詳細は石井から報告



月間発電量の比較



年間発電量の比較

- 年間発電量は1(Wp)あたりおよそ1300(Wh) **注**: 単純なアレイの合計出力

コンソーシアム試作モジュールの屋外曝露

- コンソーシアム試作モジュールを屋外曝露架台に設置し、平成24年2月1日より、九州電力との系統連系運転を開始した。
- 内訳：結晶シリコン30台、
薄膜シリコン15台（内、ダブルガラス3台）
計約6.3kW



結晶シリコン



薄膜シリコン



薄膜シリコン
ダブルガラス

新規信頼性試験法開発

新規信頼性試験法開発の重要性

- 現在の認証試験に用いられているIEC規格に定める試験は、信頼性を十分に反映できるものではなく、信頼性の良否に関わらず同様の結果となる場合もある。
- 信頼性の高いモジュールを正當に評価できる試験法の開発が重要である。
- 試験法開発については、実用化までの段階でテーマを整理し、互いに重複せず、かつ相互の知見を有機的に活用できる体制で実施している。

IEC規格に定めた試験条件の厳格化

→繰り返し回数や時間の増加、組合せ、通電、TTF

(「平成22年度アジア基準認証推進事業費補助金(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)」にて、産業技術総合研究所、太陽光発電技術研究組合、佐賀県、電気安全環境研究所で共同実施)

屋外曝露環境に近い複合加速試験の開発

→例えば、光照射により電圧が発生し、電流が流れることで初めて現れる不具合を考慮

(「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」にて、産業技術総合研究所とA会員(コアテーマ3)で共同実施)

試験時間短縮を目的とした高加速試験の開発

→劣化モードが変わらないことが重要

(「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」にて、産業技術総合研究所とA会員(コアテーマ3)で共同実施)

新しい原理に基づく試験法の開発や有機系太陽電池に対応した試験法の開発

逆バイアス定電流試験の詳細は金から報告

→例えば加重・抜重試験、気圧サイクル試験、逆バイアス定電流試験、水蒸気透過率が 10^{-6} g/m²day台の水蒸気バリアを求められる太陽電池向けの試験法の開発

(新エネルギー・産業技術総合開発機構「太陽エネルギー技術開発／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」にて、産業技術総合研究所と太陽光発電技術研究組合で共同実施)

モジュール内水蒸気浸入経路調査方法の研究開発

詳細は宮下から報告

目的：

太陽電池モジュールの信頼性低下要因の一つである外部からの水蒸気の浸入について、浸入経路を明確にするとともに、浸入量を定量化し、モジュール周辺部材の設計へつなげる

調査方法

・水分感知材として塩化コバルト試験紙をモジュール構成部材界面に挿入したテストサンプルを作製(単セルor4セル)

- * ガラス・・・3.2t 180mm or 400mm
- * 結晶セル・・・Q-Cells 6インチセル3本バスバータイプ
- * ラミネート条件・・・真空引き5分、プレス16分 135℃
- * 封止材・・・エチレンビニルアセテート(EVA) : サンビック製Fast Cure タイプ

・大気保管(25℃、50%RH)、DH試験(85℃、85%RH)後の試験紙の変化を確認

塩化コバルト(CoCl_2) 濃青色(無水物) → 薄紅色(六水和物)

・裏面材の透湿性の影響を調べるため、水蒸気透過率の異なる裏面材(右表)を用いたテストサンプルを作製

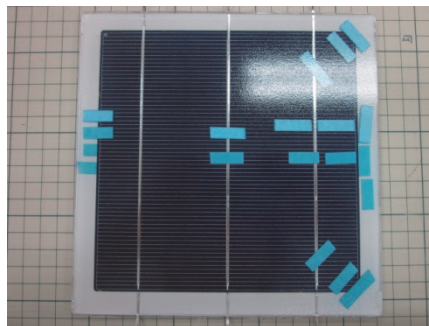
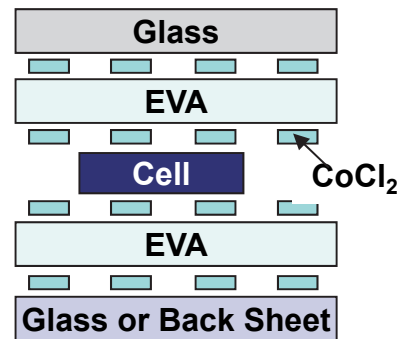


Fig.1. CoCl_2 paper included in test module.



Cross section of test module

裏面材	水蒸気透過率 [g/m ² /day]
ガラス	-
PET/Al/PET	-
TPT	2.0
SiO _x 蒸着BS	0.2
50 μm ETFE	14
75 μm FEP	1.0
50 μm PCTFE	0.1

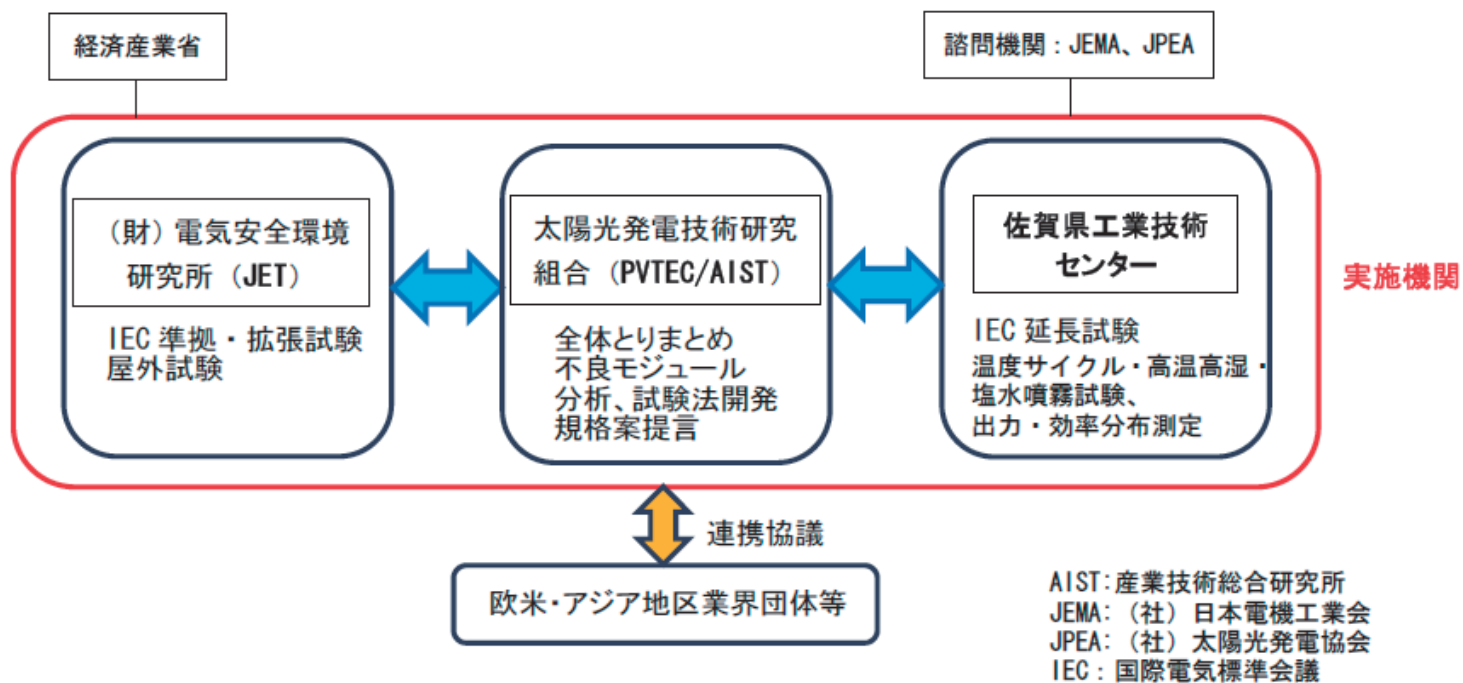
水蒸気透過率は40℃90%RHでの値

アジア基準認証推進事業

[テーマ名：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] H22 年度経済産業省補正予算
 三者共同提案：太陽光発電技術研究組合 PVTEC、(財)電気安全環境研究所 JET、佐賀県

概要：近年、太陽電池の世界市場はヨーロッパから、北米、アジアへ移行している。また、低コスト化重視の需要から中国製品が市場を席卷しており、相対的に日本製品のシェアが低下している。今後の国際競争を勝ち抜くためには早急に戦略的な標準化が必要である。そこで、本事業ではIEC（国際電気標準会議）の既存規格を改良・補完する新しい規格の提案と客観的かつ中立的で技術的に有意な認証基準を確立し、低コストに偏らない、健全で正当な国際競争を醸成する。そして、今後の市場中心として期待されるアジア、太平洋諸国との連携強化を図り、日本製品のシェアを現状の14%から2030年において30%までに高めることに寄与する。

実施体制：



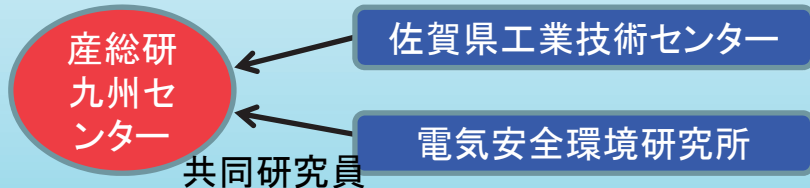
アジア基準認証推進事業

-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-

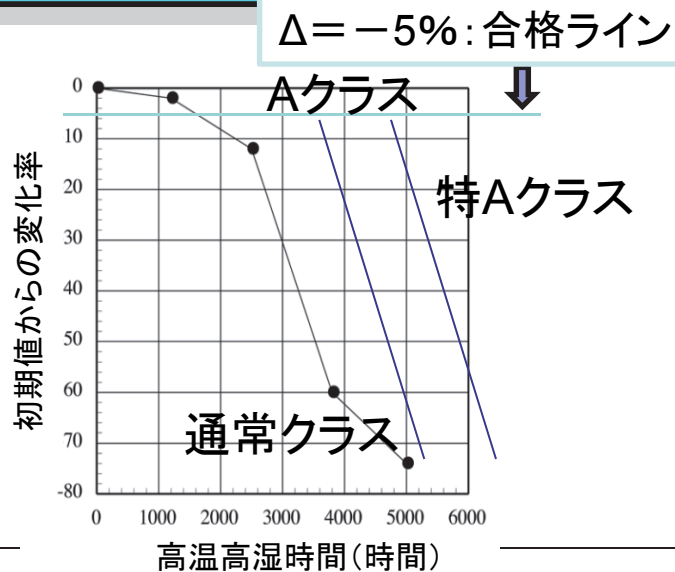
◎三者共同提案(太陽光発電技術研究組合(PVTEC)、(財)電気安全環境研究所(JET)、佐賀県)

実施場所:産総研九州センター

・産総研、佐賀県工業技術センター、JET三者による共同研究の実施
既存建屋の内部改修と試験研究実施に必要な設備の整備



- ・太陽光発電パネルの20年、30年にわたる信頼性保証に係るIEC規格試験の延長試験を実施
 - 現行のIEC規格試験の基準(高温高湿試験1000時間、温度サイクル試験200回)では、信頼性の良否に関わらず合格となり、モジュールの信頼性を正確に判定できない。
 - 信頼性の高いモジュールを正當に評価するために、試験時間あるいは試験回数を延長した試験を実施(下左図)
- ・太陽光発電パネルの設置環境を考慮した環境試験の実施(新規格の提案)
 - 塩水噴霧試験(岡山県沿岸部での屋外曝露試験との対比)、複合サイクル試験の実施
 - アンモニアガス腐食試験の実施



産総研九州センター内に導入設置した試験研究機器の例



高温高湿試験機



温度サイクル試験機



ソーラーシミュレーター

詳細は土井から報告