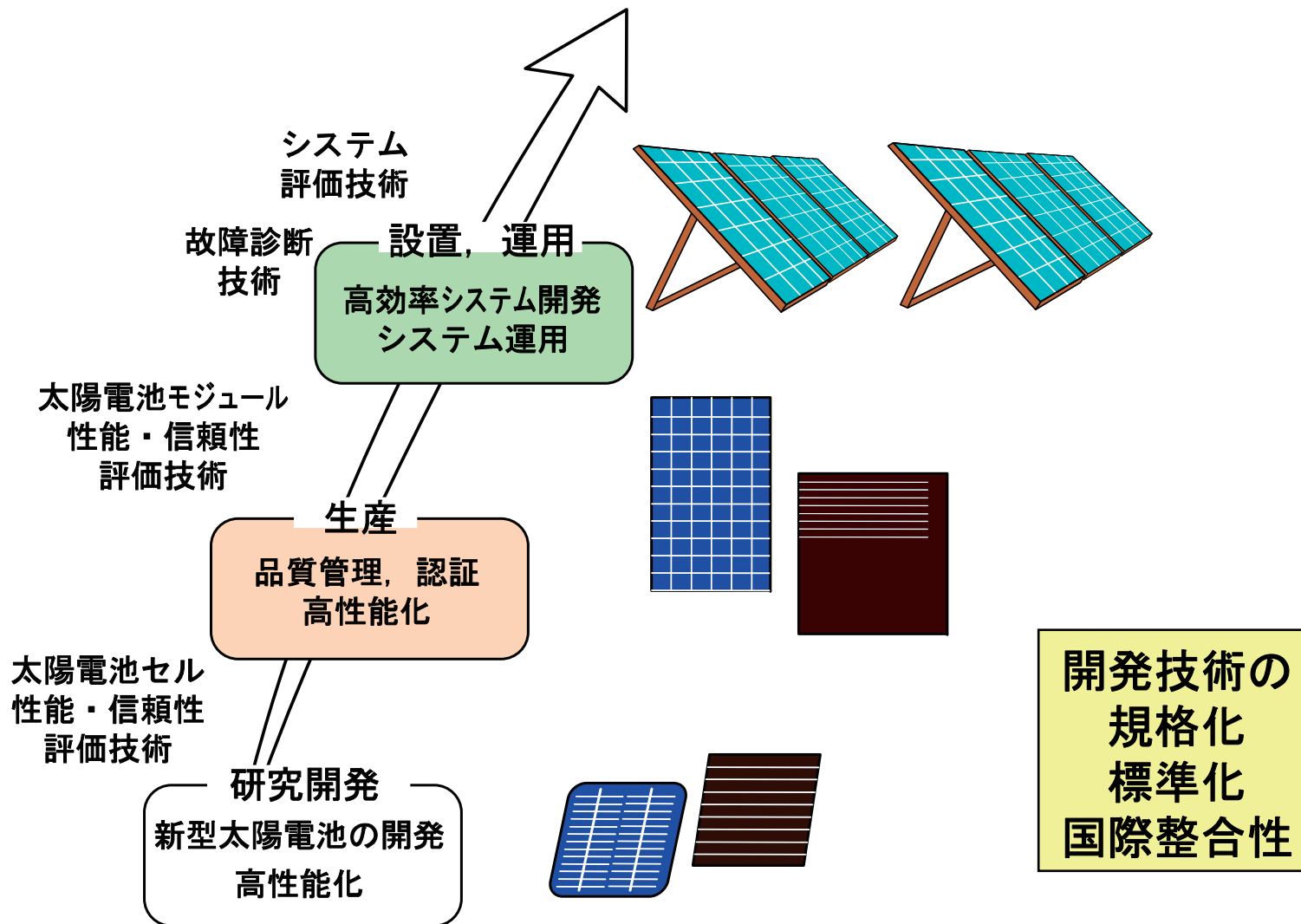


評価・システムチームの概要

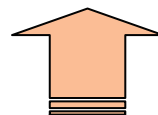
菱川 善博



太陽電池評価技術・システム技術の役割

研究の目的

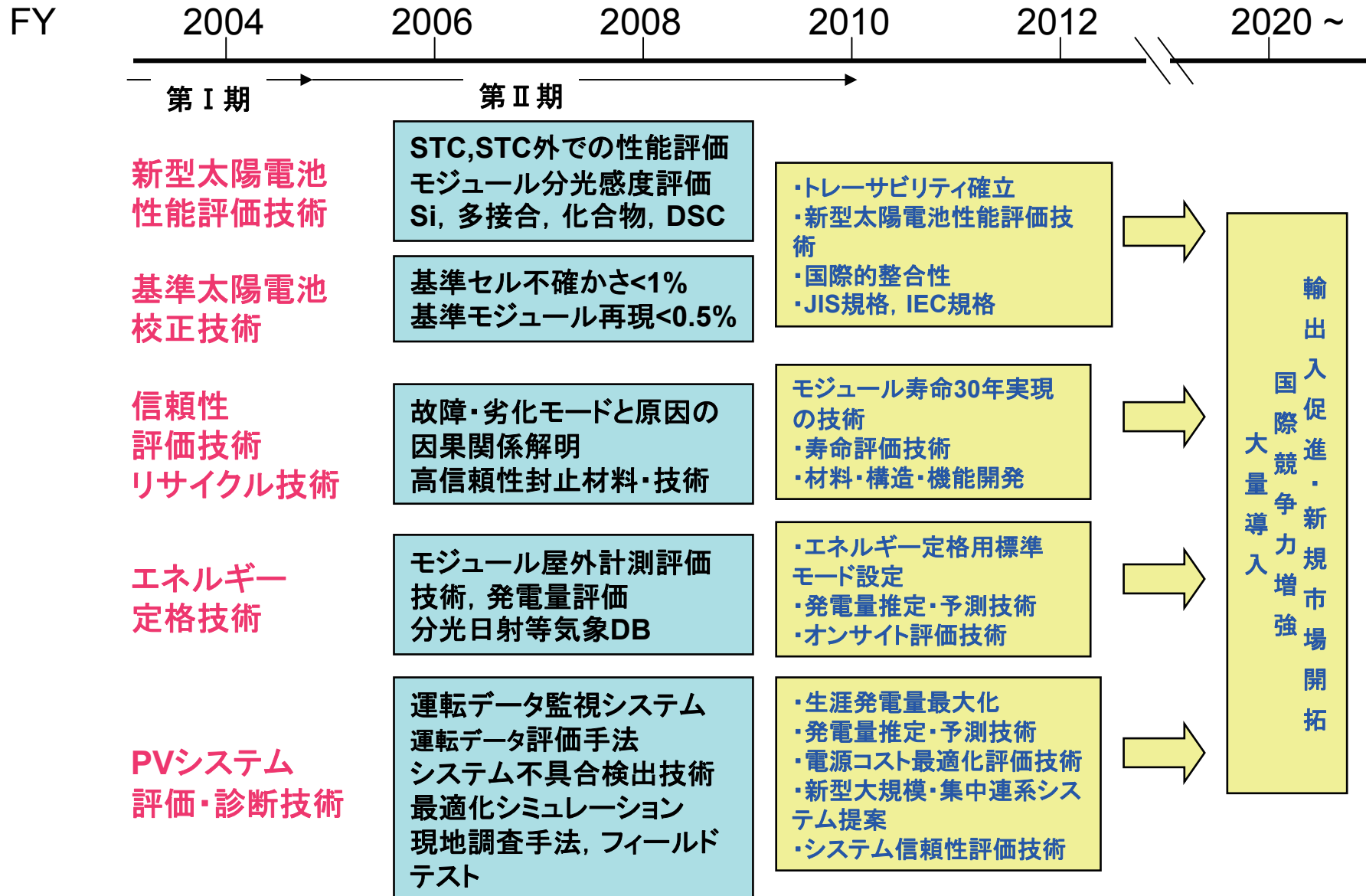
2030年100GW級のPV導入に不可欠な共通の基盤となる技術を確立する。



**太陽電池性能評価技術・信頼性評価技術開発
PVシステム評価技術・診断技術開発**

**太陽電池システムの大量導入，国際競争力強化，
輸出入促進，新規市場開拓に重要な貢献を行う。**

評価・システム技術ロードマップ

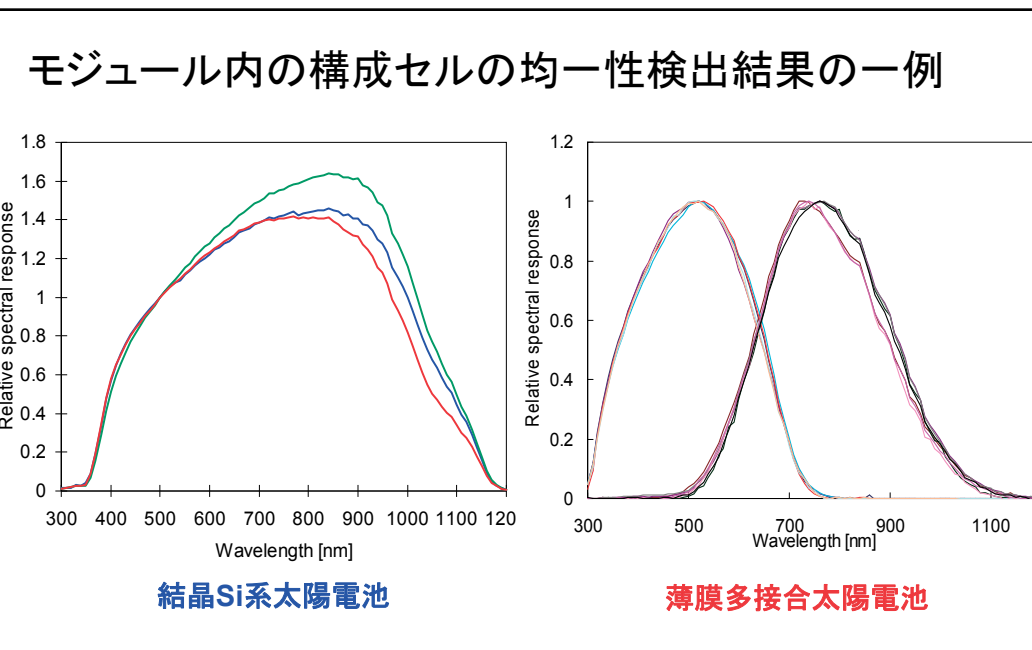
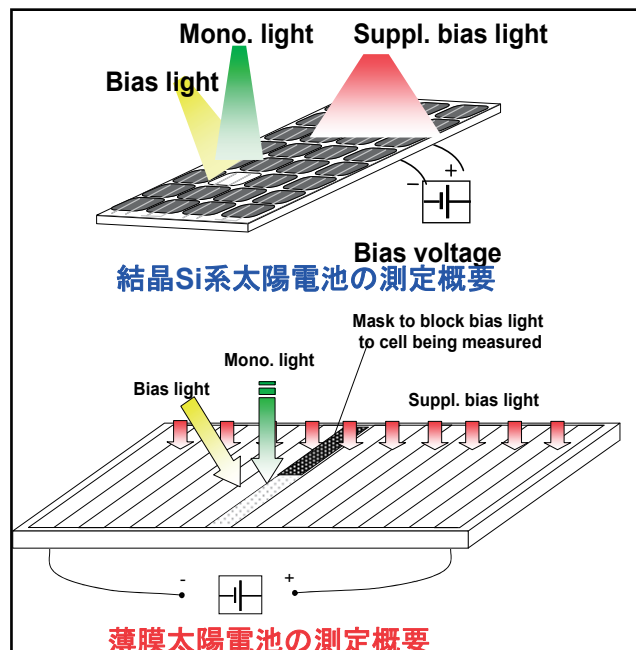


(モジュール分光感度測定技術の開発)

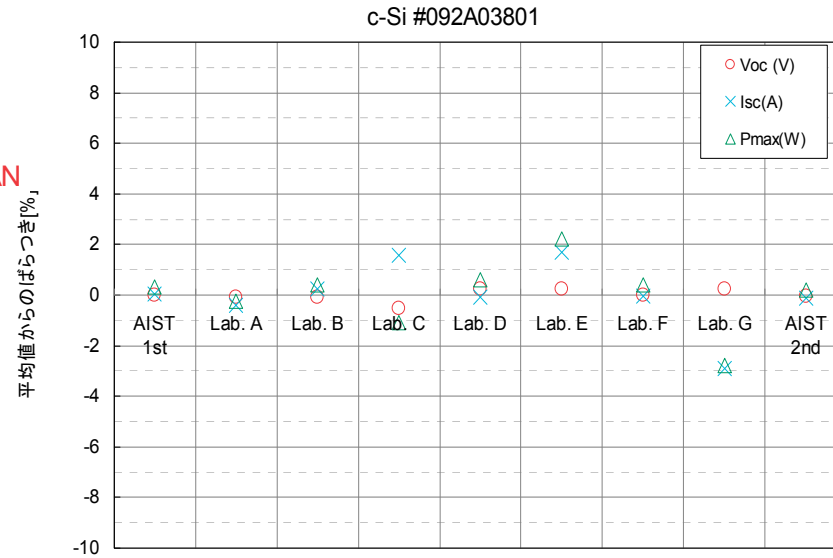
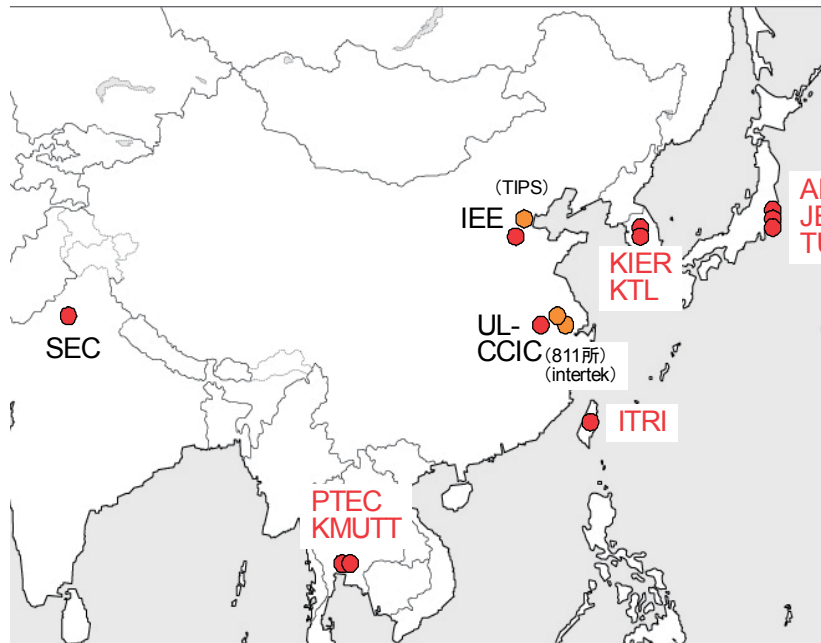


開発したモジュール分光感度測定装置

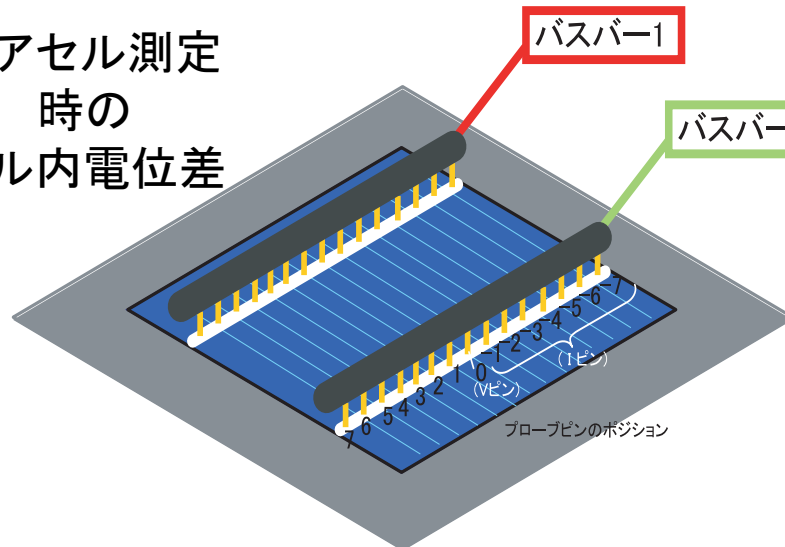
- モジュール分光感度測定技術および測定装置を開発
- 単色光: グレーティング方式、5cm × 5cm
- バイアス光 (白色、カラー) 5cm × 5cm
- 結晶Si, 薄膜、薄膜多接合に加えてCIGS、色素増感太陽電池モジュールに対しても同様の手法で測定できることを確認
- 部分的に測定するため、モジュール内の構成セルの均一性の検出が可能



モジュール国際比較測定(21年度)

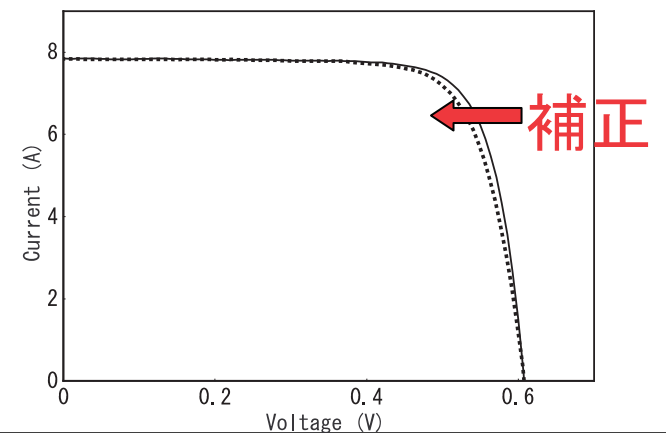


ベアセル測定時のセル内電位差



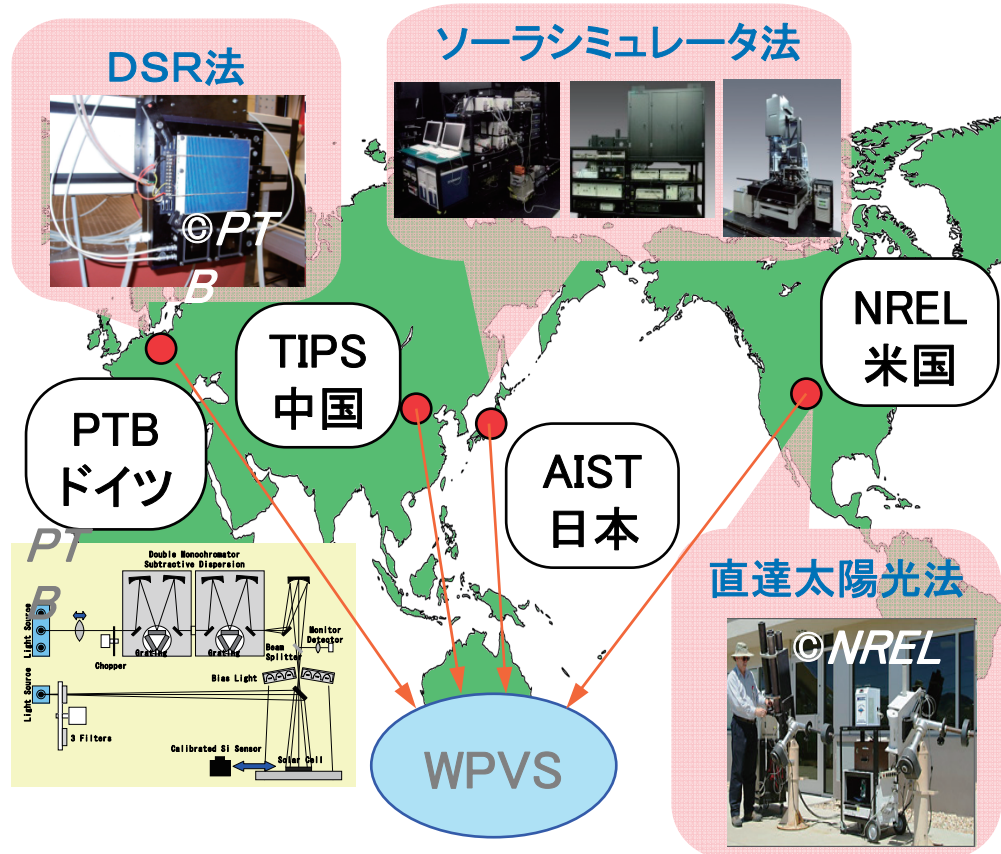
(各種新型太陽電池評価技術)

電流に比例したシフト~直列抵抗と同様の数式で補正可能



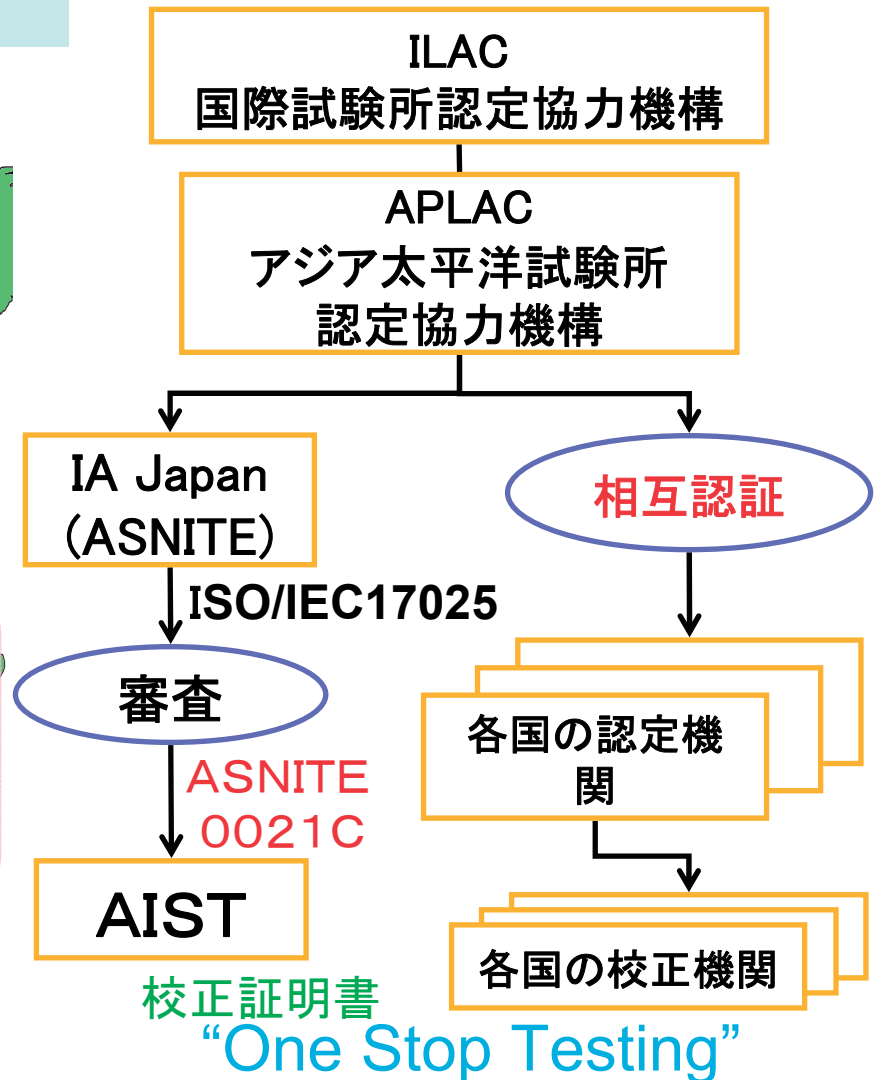
基準太陽電池校正技術

Calibration performance of AIST RCPV: WPVS Qualified Lab



4機関の平均値が
“Key Comparison Value”

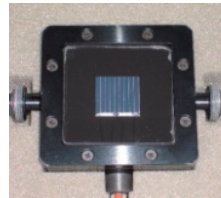
試験・校正機関の 国際相互認証 (MRA)



基準太陽電池校正技術

基準太陽電池:

放射照度を基準太陽光と同等に設定するための原器



JIS C 8910/IEC 60904-2

一次基準セル

不確かさ(k=2), 0.72%

ASNITE0021C

(2008年5月16日付で認定)

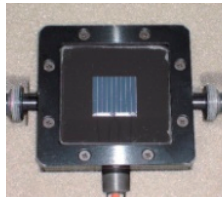


ASNITE 0021C



ASNITE 0021C

ASNITE0021C
(2010年3月8日付
で認定)

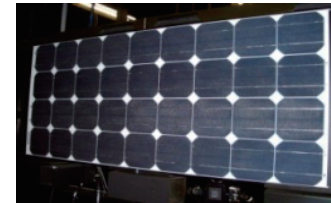


JIS C8911/8931/8941

二次基準セル

不確かさ(k=2),
0.90%

Isc,FFばらつき \pm 2%

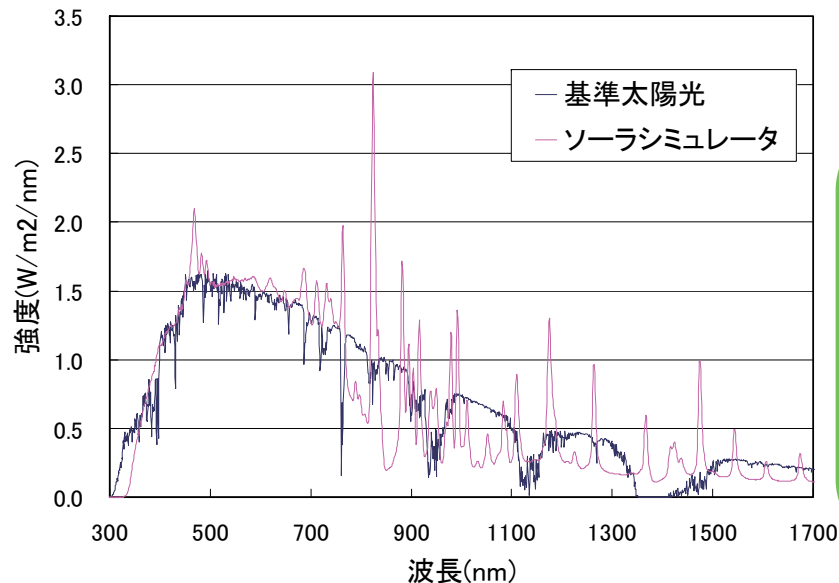


二次基準モジュール

不確かさ(k=2), 1.7%

JIS C8921 / IEC 60904-2 未認定

新開発



二次基準モジュール法の導入メリット

- ・製品同様の大きさと構造が実現できる
- ・選別は必要だが、製作上の困難性は無い
- ・過大評価と過小評価の割合が適切

基準太陽電池校正技術

一次基準セル屋内校正技術を確立

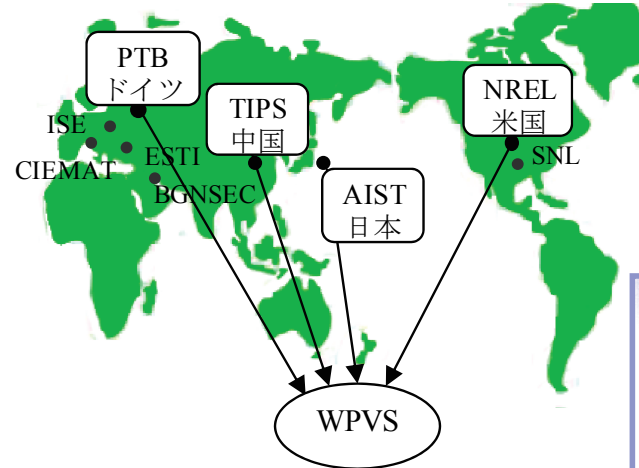


- World's First**
- ・平行度： $< \pm 1.2^\circ$: 全角 (従来技術では $> 3^\circ$: 全角)
 - ・視野角： 5°
 - ・WRR絶対放射計で放射照度を校正可能
 - ・特願2006-273550
 - ・米国特願12/513301

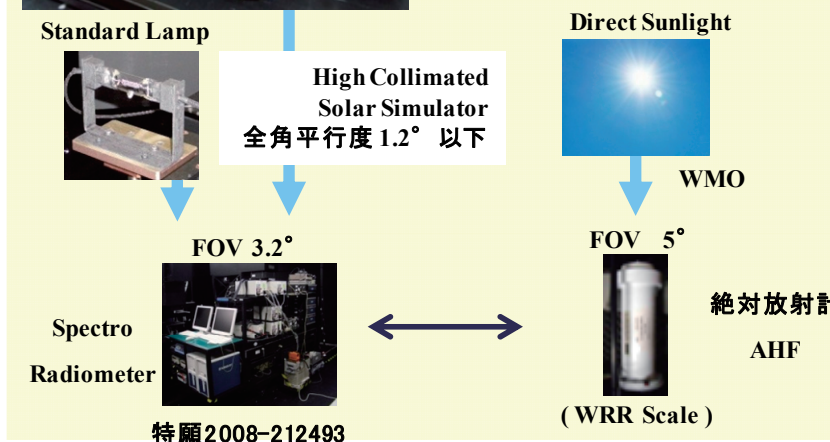
ISO/IEC17025 Accredited
And WPVS qualified Lab.



ラボ認定と国際比較校正で国際同等性を先導



ラボ認定証
Certificate from NITE



| 1 WRR による絶対放射照度測定(絶対値) | | U 9.5 (%) | 評価方法 |
|------------------------|--|-----------|------|
| 1.1 | WRRとSI放射スケールとの比較 | 0.08 | B |
| 1.2 | 絶対放射計の再現性 (WMO及びAISTでの測定データ) | 0.16 | A |
| 1.3 | 絶対放射計受光面とセルとの面積の違い (放射照度の面分布の影響) | 0.10 | A+B |
| 1.4 | 絶対放射計とセルとの測定時間の違い (照度変動の影響) | 0.05 | A |
| 1.5 | 受光面の水平度の不確かさ (受光面積の影響) | * | |
| 1.6 | 受光面の高さの不確かさ (光線平行度の影響) | 0.13 | A+B |
| 1.7 | 絶対放射計受光面又はセル受光面と光源との多重反射による再入射光量の違いを補正したときの補正量の不確かさ (多重反射の影響)。 | * | |
| 2 I_{sc} 測定(絶対値) | | | |
| 2.1 | 提出用校正値を算出する6個の校正値の平均値の実験標準偏差 (分布による) | 0.04 | A |
| 2.2 | 電流(電圧計)の不確かさ | * | |
| 2.3 | 標準抵抗器の不確かさ | * | |
| 2.4 | 電流(電圧計)の経年変化校正期間内での経年変化 | * | |
| 2.5 | 電流(電圧計)の分解能の校正値に対する比率 | * | |
| 2.6 | 標準抵抗器の温度係数及び経年変化の影響 | * | |
| 2.7 | セル温度の変動の I_{sc} への寄与分 | 0.05 | A+B |
| 2.8 | 電圧計の不確かさの I_{sc} への寄与分 | * | |
| 3 | 3.3.1 スペクトルミスマッチ補正係数 k_1 の不確かさ | 0.25 | A+B |
| 合成不確かさ | | 0.358 | |
| 拡張不確かさ ($k=2$) | | 0.72 | |

ソーラシミュレータ法の不確かさ見積もり

太陽電池モジュールの長期信頼性評価技術

Long term reliability evaluation of PV modules

背景と目的

Background & Target

課題 一般的な家電製品と比べ、モジュールの寿命は長く、試料としての寸法が大きいため、特別な寿命評価手法を開発する必要がある。

For the specificity of the PV module, we have to develop the special lifetime evaluation tech

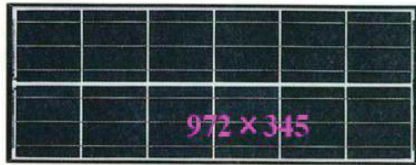
手法 (a)等価ミニモジュールにより試験体数量を確保した上での複合加速試験と精密測定技術。
(b)既知の因子(光、熱)以外の加速条件の探索。

目標 30年超のモジュール寿命を評価する試験方法を開発する

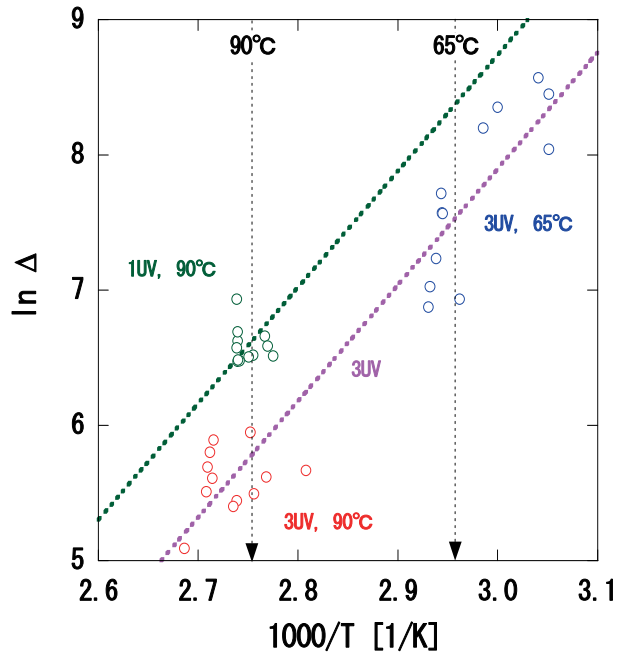
New test method which evaluates PV module life in 30yrs over should be developed.

信頼性評価技術

モジュールA



972×345



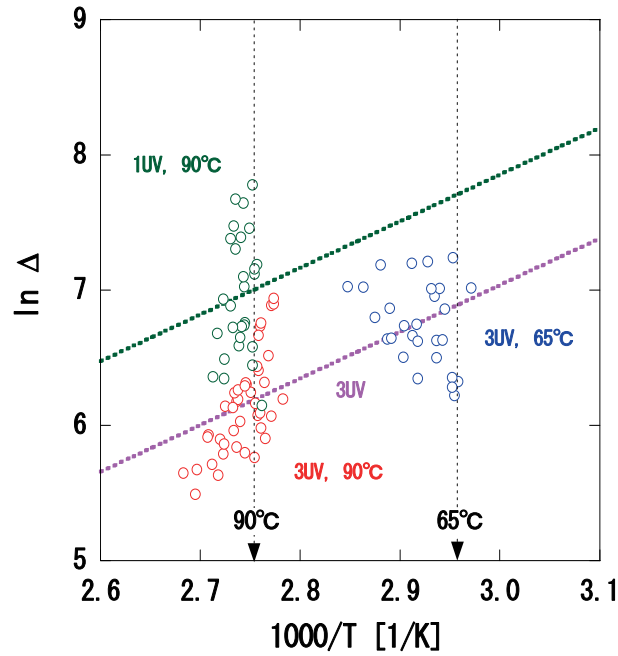
活性化エネルギー $E_a = 0.75 \pm 0.05 \text{ eV}$

照度に関する因子 $n = 0.75 \pm 0.15$

モジュールB



1180×355



活性化エネルギー $E_a = 0.30 \pm 0.05 \text{ eV}$

照度に関する因子 $n = 0.75 \pm 0.15$

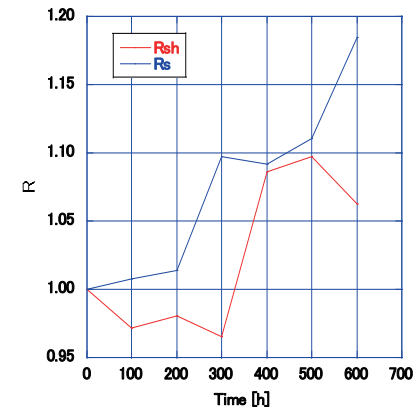
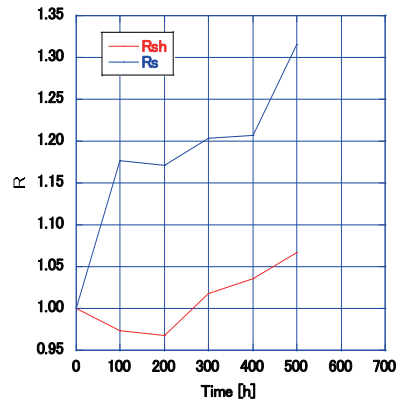
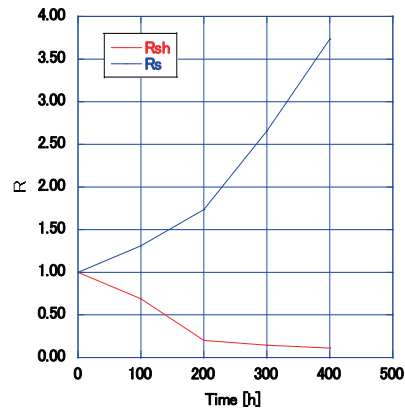
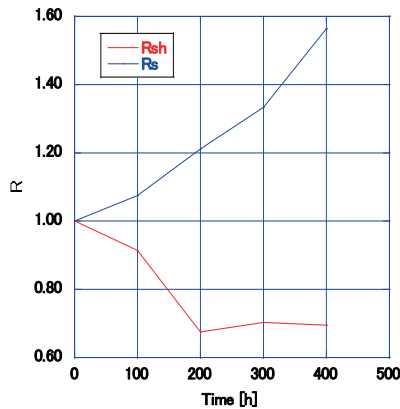
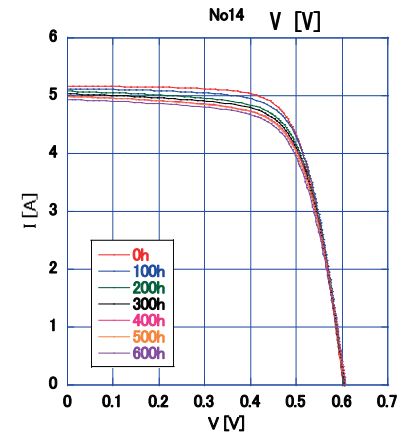
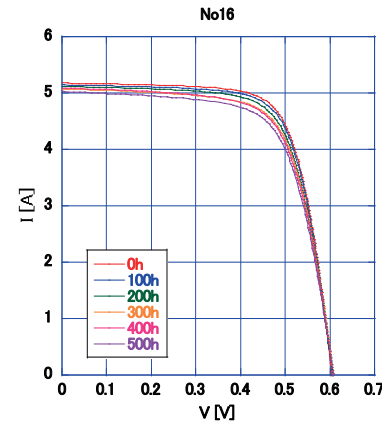
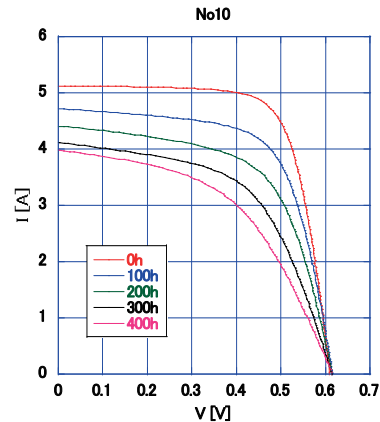
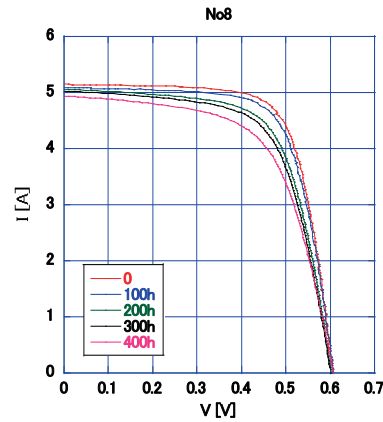
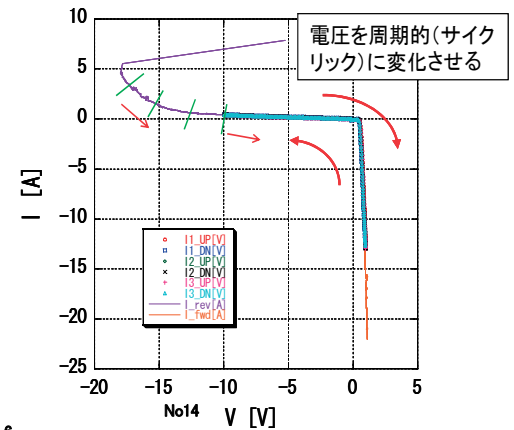


加速劣化試験: 光照射・高温連続, 高温時光照射・温度サイクル試験を実施



モジュールの種類(メーカー)により, 各劣化因子の値には大きな違いがあることが明らかになった。

セルーインターコネクタ間へストレスを与える劣化試験の結果、直列抵抗増加に有効な加速試験方法と示唆される結果が得られた。



I-Vカーブと特性値変化より、主要因は直列抵抗の増大

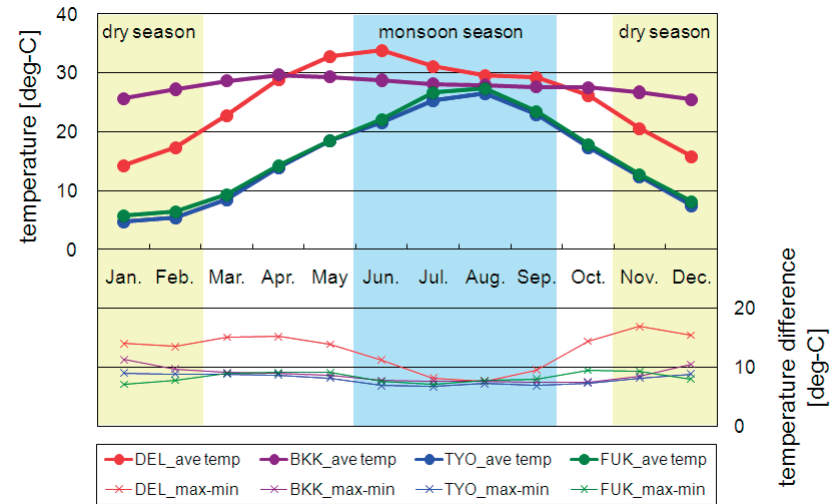
太陽電池屋外測定試験の国際比較研究

Intercomparisons of outdoor performance measurements of PV modules

- 高温気候(タイ)と高温・高温度差気候(インド), および温暖気候(日本)で複数種類の太陽電池の屋外曝露比較試験を行い, 太陽電池の長期信頼性(性能変化, 劣化)を評価する.
- 現地で精密気象観測を行い, 前記環境に適した太陽電池デバイスの開発指針を検討する.



高温地域の環境に適し信頼性のより高い太陽電池の製作に有益な知見が得られ, 日本および当該国の太陽電池産業の発展に寄与する.

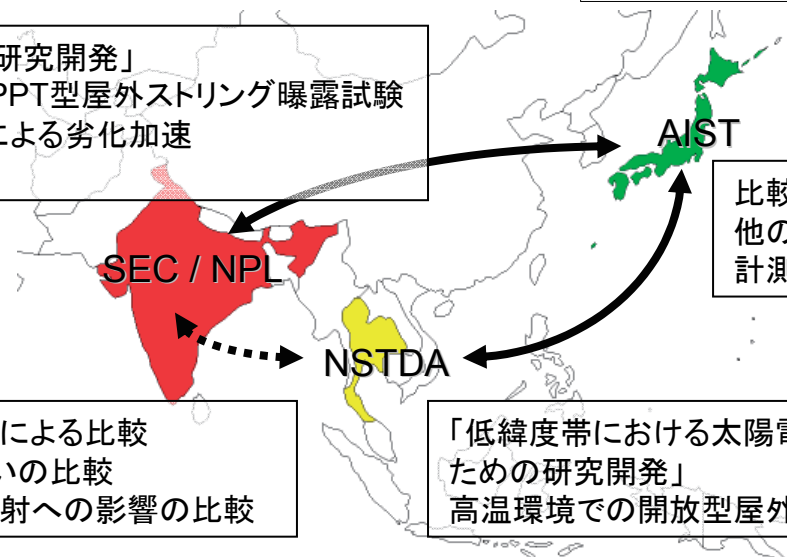


「太陽電池寿命評価技術の研究開発」
 高温温度サイクル下でのMPPT型屋外ストリング曝露試験
 →温度サイクル・通電状態による劣化加速
 →故障モードの早期発現

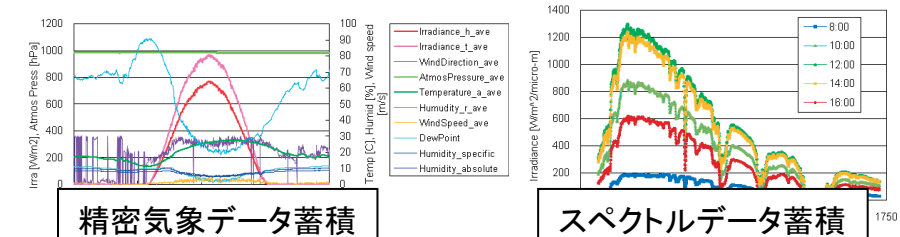
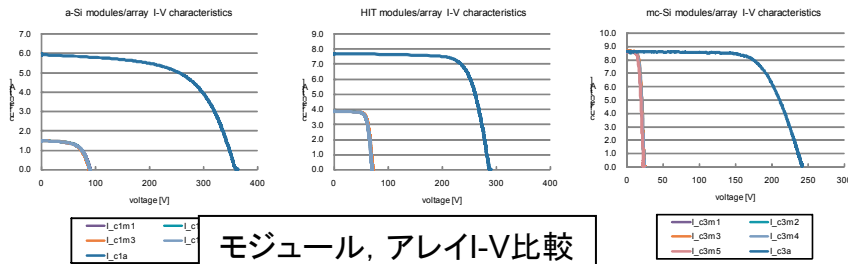
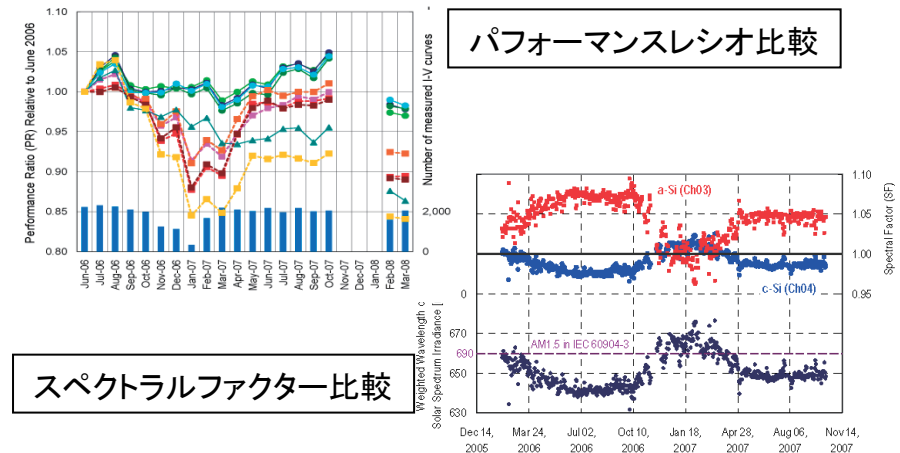
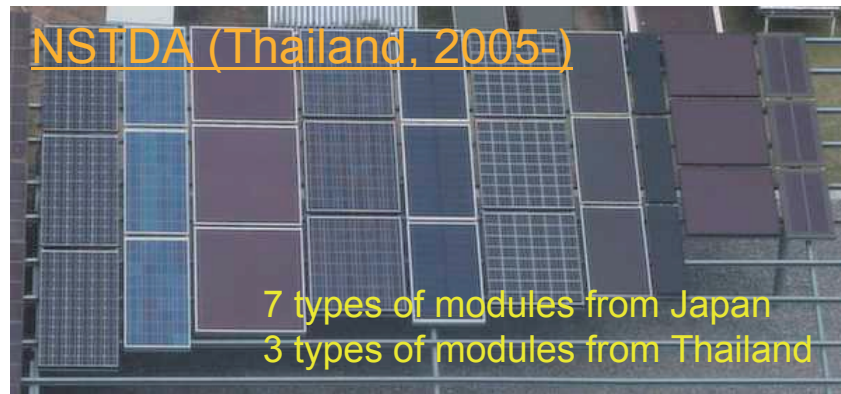
比較基準:
 他の先進国と同様の日射, 温度環境
 計測機器の開発, 改良拠点

太陽電池運転状態による比較
 温度サイクルの違いの比較
 水蒸気量の分光日射への影響の比較

「低緯度帯における太陽電池評価の標準化のための研究開発」
 高温環境での開放型屋外モジュール曝露試験



屋外曝露試験サイトでの計測データ



発電量評価技術の研究開発 Energy Rating of PV Modules

Purposes

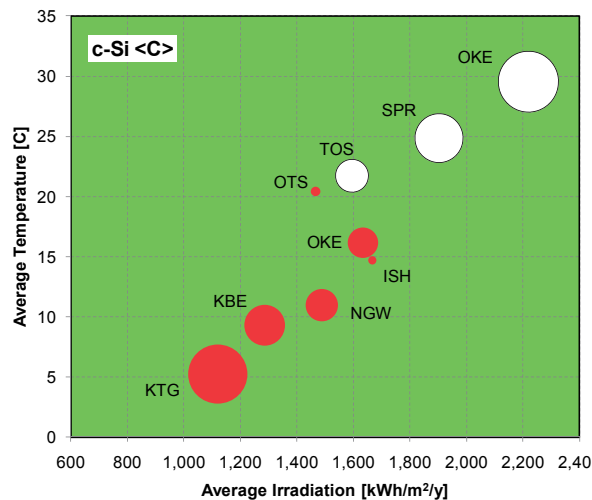
- 多様化する太陽電池技術に対し、STCを補完する評価体系として、発電量定格方式を推進
- 各種太陽電池の「発電量」による競争を促す物差し
- 「適材適所」による発電量の最大化を可視化
- 発電量定格方式の標準化 (IEC 61853)

Monitoring & Verification

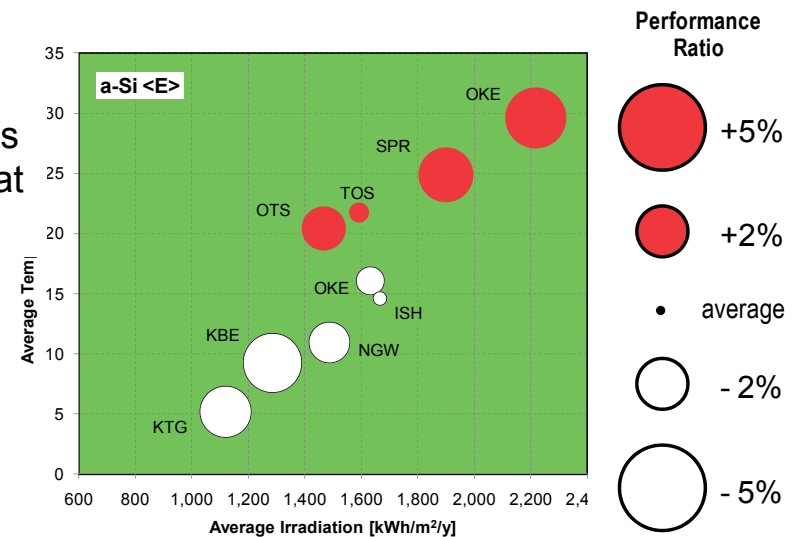
- Round-Robin Outdoor Measurements of PV modules at 10 sites (1st Stage) and 7 sites (2nd Stage) *planned



Monitoring Results

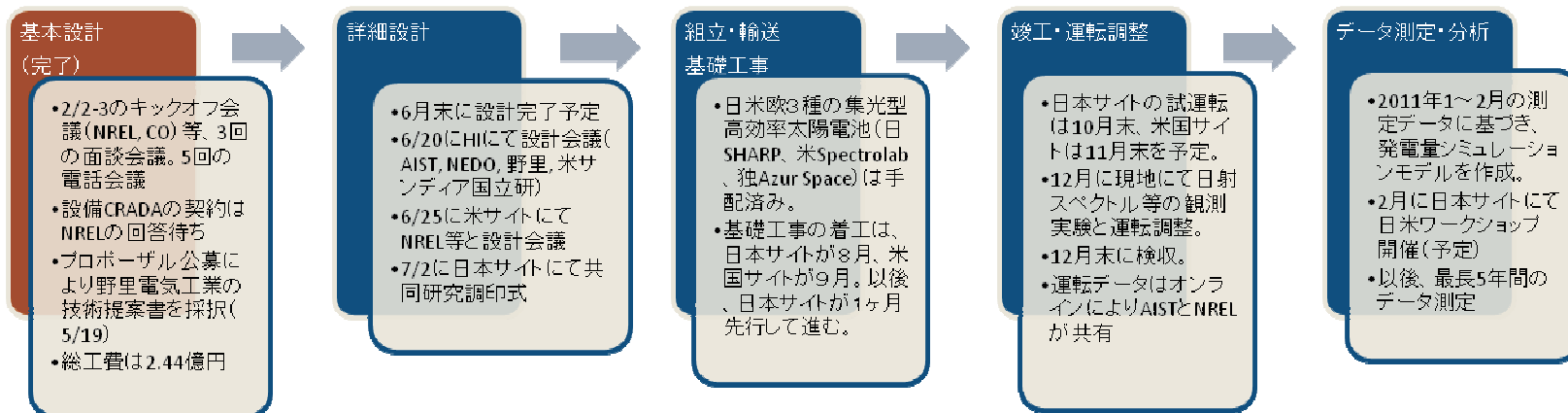
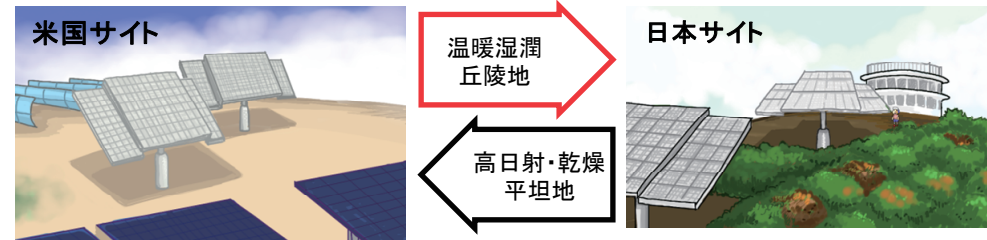
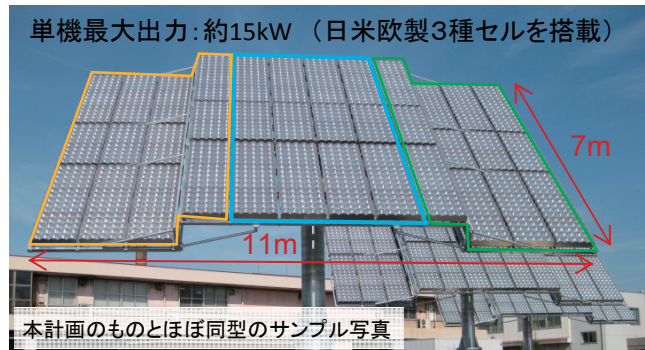
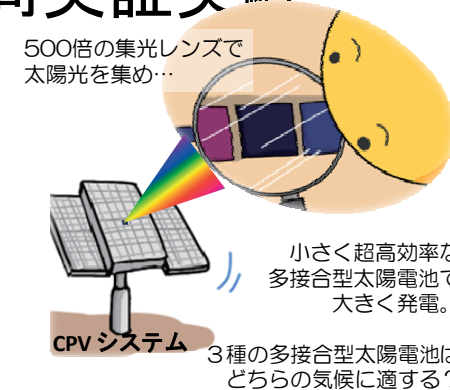


Performance differences
Between c-Si and a-Si at
Round-Robin test sites

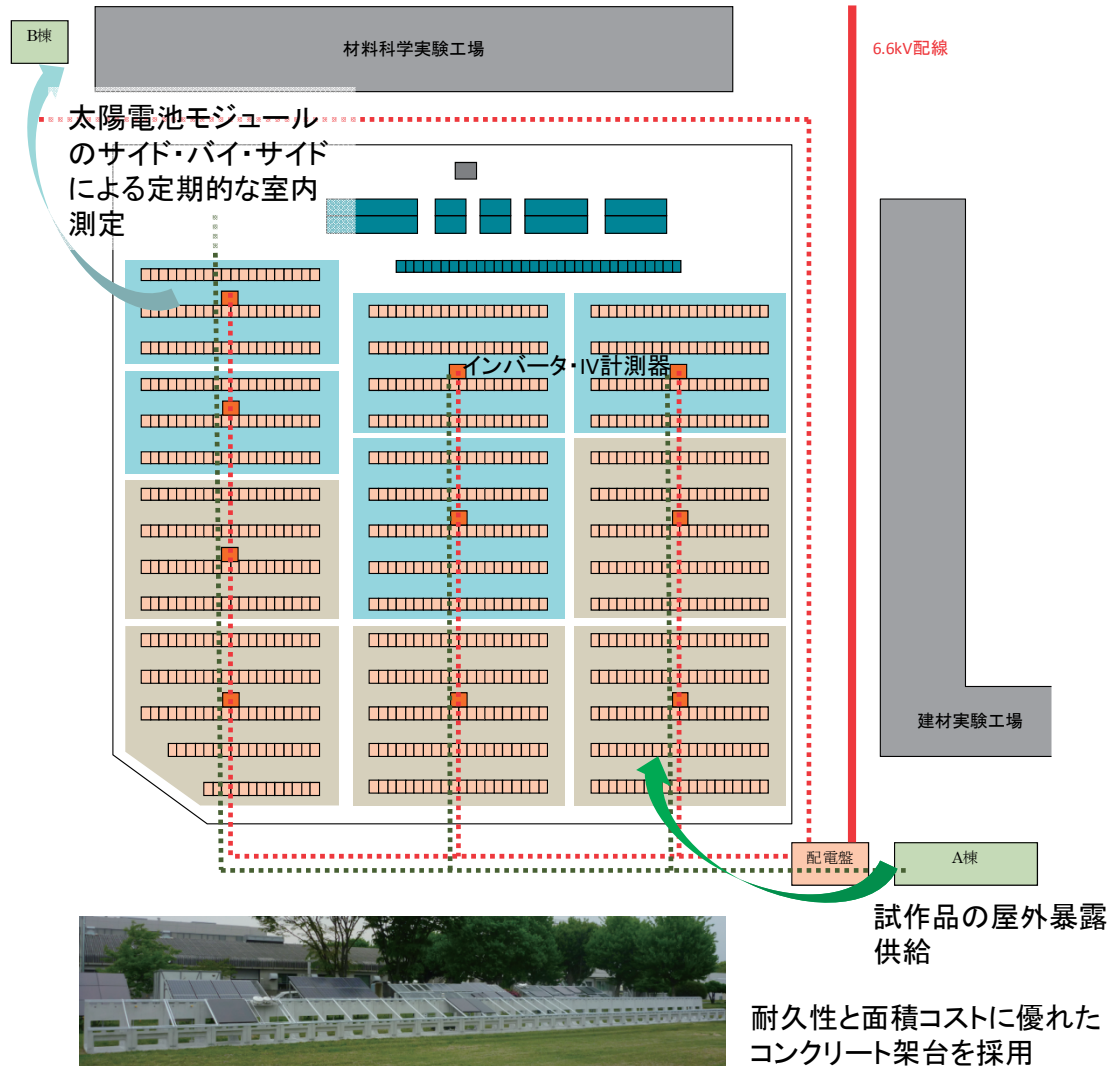


集光型太陽光発電システムの日米共同実証実験

- ・日米で共同し、同一の集光型太陽光発電システムを設置して、発電性能の同時検証(比較)を行う。カウンターパートは、国立再生可能エネルギー研究所(NREL)とサンディア国立研究所。
- ・システムで使用する集光型高効率太陽電池は、日米欧3カ国で製造された3種の多接合型太陽電池を搭載し、実証結果から発電量を予測可能な高精度評価技術を開発する。
- ・日本で集光型太陽光発電システムを国内の丘陵地(岡山市京山)に設置するのは初めて。米国では、コロラド州オーロラに設置。
- ・両サイトには、単機最大出力が約15kWの集光型太陽光発電システムを2基ずつ系統連系。



九州センター 太陽電池モジュール信頼性評価施設



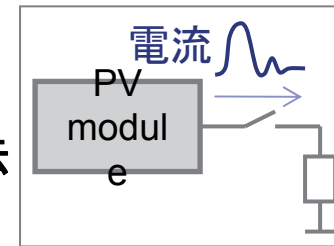
- 薄膜系太陽電池モジュールを中心に、太陽電池モジュールの長期信頼性を評価する施設
- 九電工による着工開始。9月竣工予定
- 太陽電池モジュールは、実使用条件に近づけるために、通常は系統連系運転。間欠的にI-V特性計測装置に自動切り替えし、データ測定。
- 室内ソーラシミュレータで定期的に測定し、相互比較することで、性能変化の傾向を確認
- 当初は、5種の太陽電池モジュールの測定から開始。以後、各社の最新技術、及びA棟から供給される試作モジュールを逐次投入する。

PVモジュールのリアクタンス特性評価

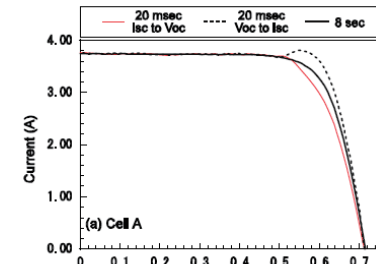
Evaluation of Reactance Characteristics for PV modules

PVモジュールのリアクタンスは、突入電流やI-V特性計測エラーの原因となる。

高速過渡応答からリアクタンス特性を算出する手法を確立し、さらに、その特性を用いた等価回路モデルによって過渡現象を再現した。

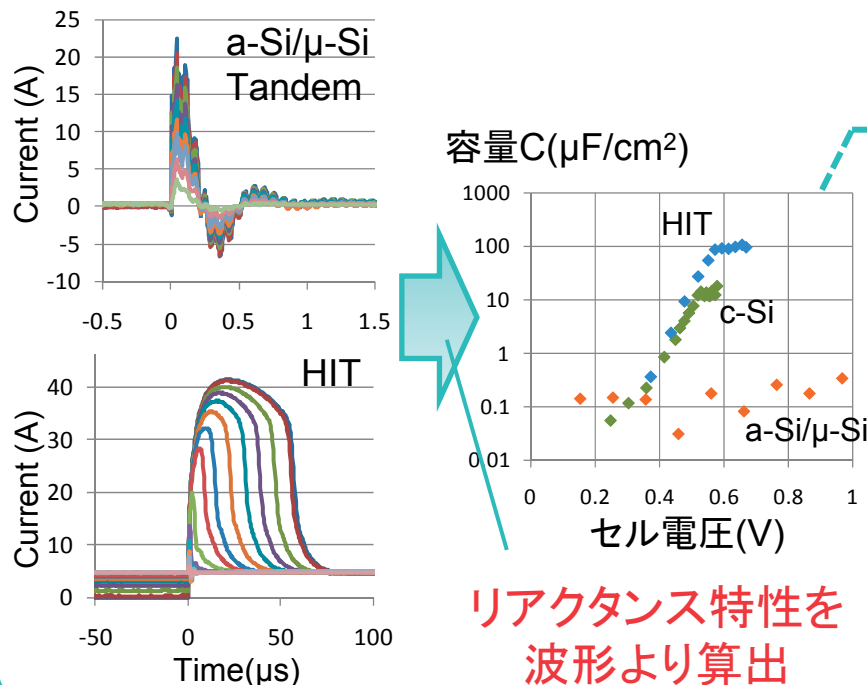


突入電流



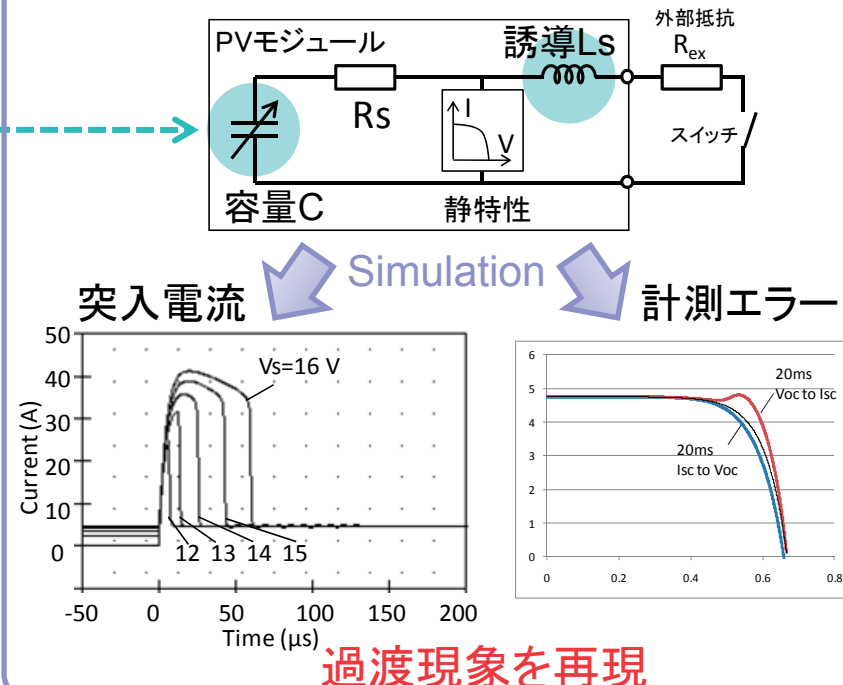
I-V特性計測エラー

・高速 (<math><1\mu\text{s}</math>) 過渡応答測定



リアクタンス特性を
波形より算出

・等価回路モデル



過渡現象を再現

太陽光発電の大量導入時における発電量予測技術の開発 Output energy forecasting for photovoltaic systems

- PVの大量導入時において、電力系統全体で、需要電力量を発電電力量を上回る可能性が高い。
- 翌日の発電量を予測することが重要となる。

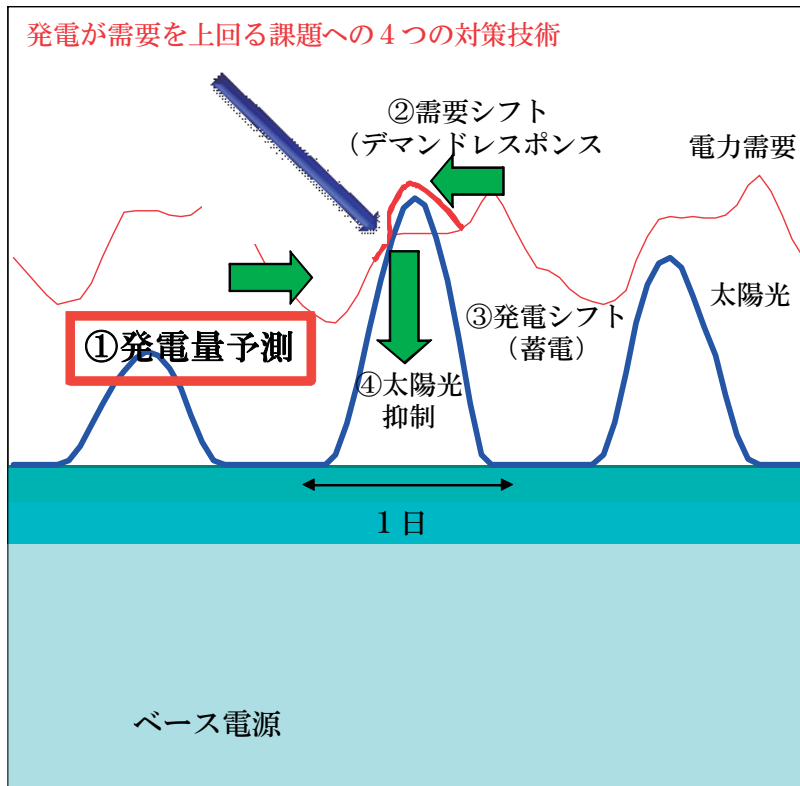


Fig. important technologies to energy management with large amounts of PV systems in energy systems

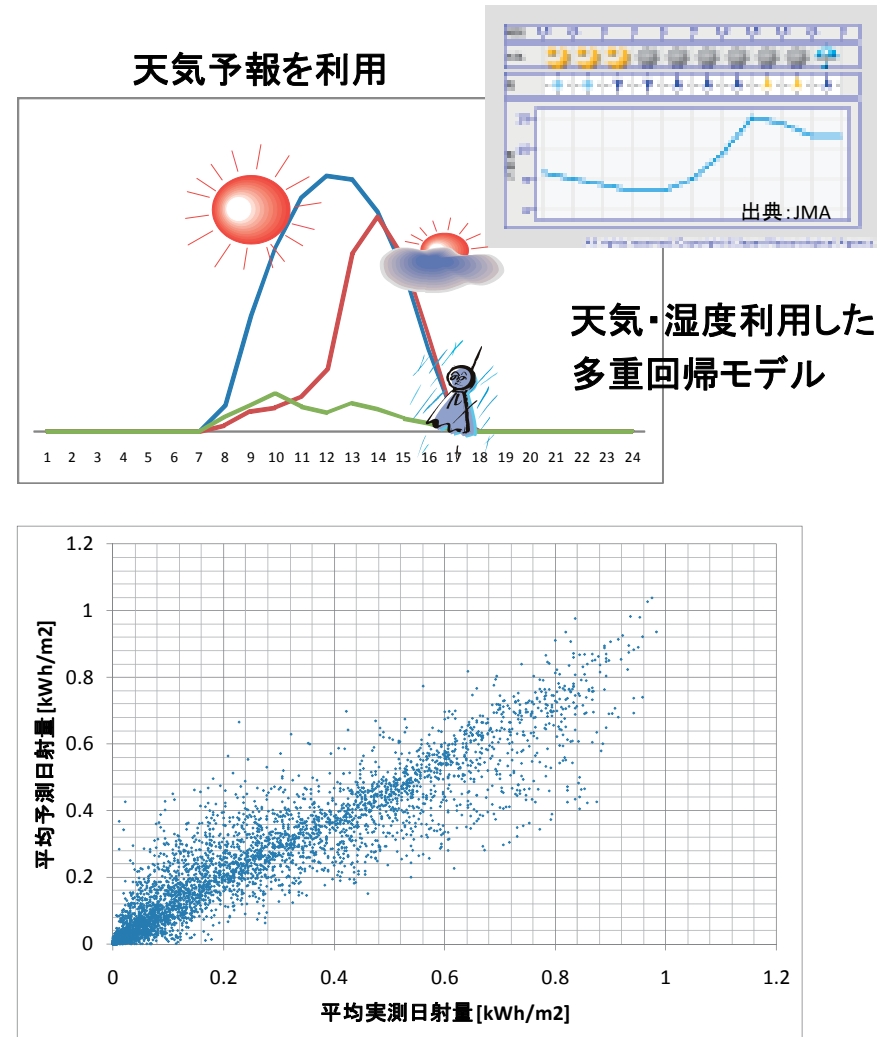


Fig. an example of forecasting results using weather forecasting information

・広域エリアによる発電量予測誤差の低減効果
Smoothing effect on forecasting error in large area

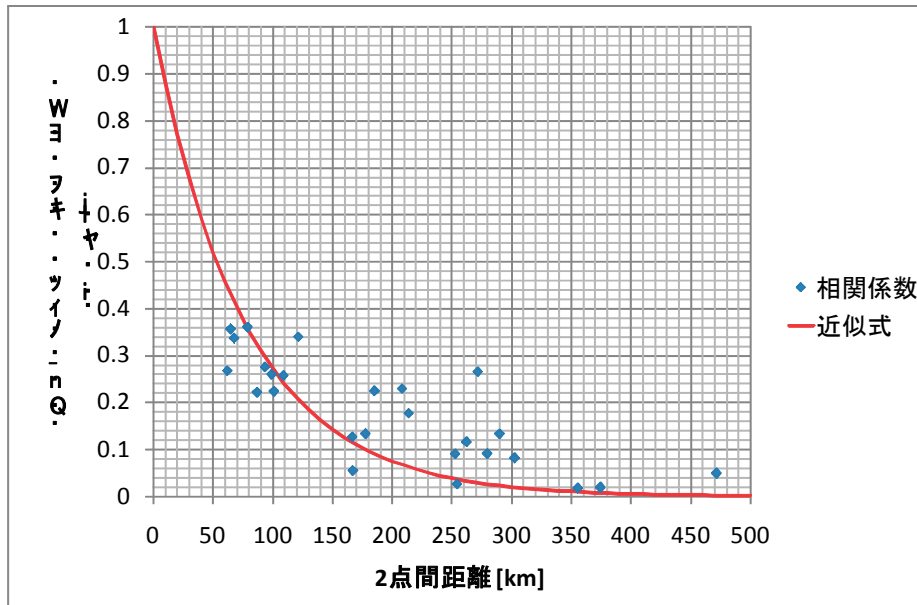
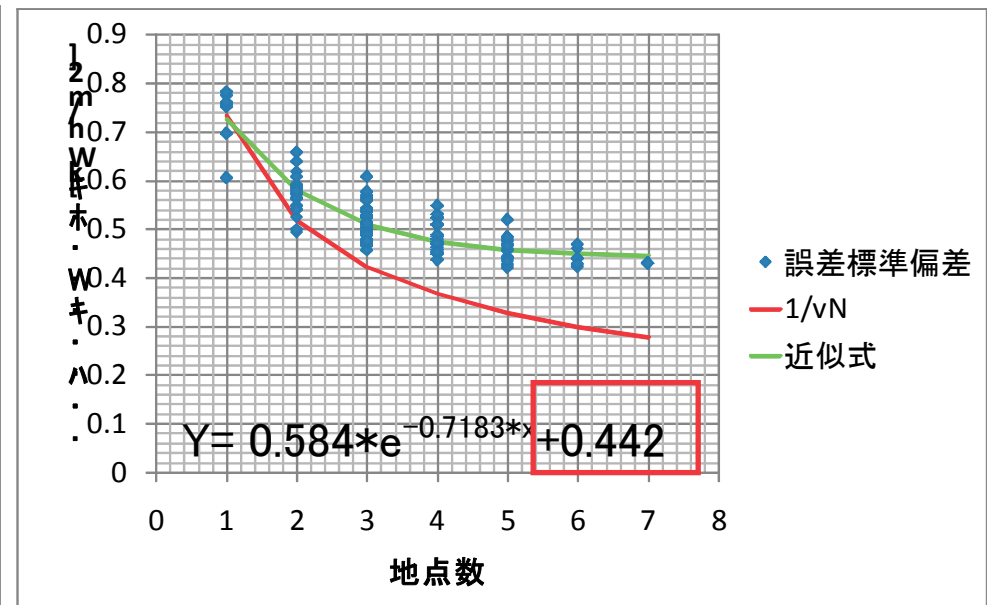


Fig. correlation coefficient of forecasting error with distance between two points



東京周辺気象庁(天気予報+全天日射あり)全組み合わせ

Fig. Total forecasting error in a large area

- ・広域エリアにおいて、予測誤差の低減効果がある。
- ・2点間における予測誤差はエリア拡大による無相関性を持つ。
(中心極限定理に従う可能性が高い)

今後の展開

1. 太陽電池性能評価技術

STC, STC以外における新型太陽電池評価技術(モジュール)
基準太陽電池セル・モジュールのトレーサビリティ確立・高度化

2. 太陽電池信頼性評価技術

モジュール寿命30年実現のための技術開発。
屋外の劣化症状モードとメカニズム・加速試験法解明

3. PVシステム技術

エネルギー定格用標準モード設定。
発電量推定, 予測技術 オンサイト評価技術。
運転データ監視・システム不具合検出技術。信頼性評価技術。

4. 規格化, 標準化

研究成果を基に国内・国際規格への提案。