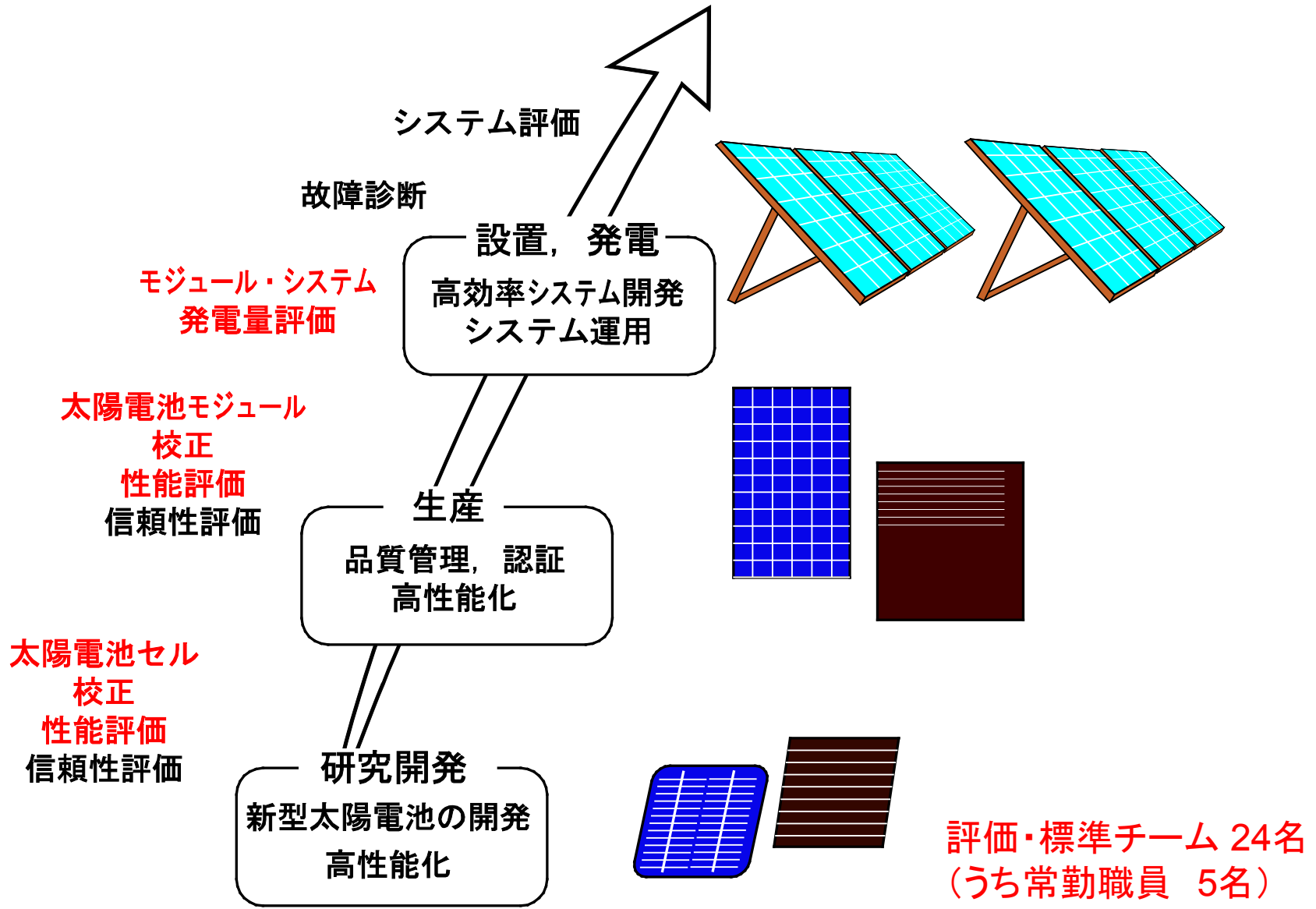


太陽電池評価・標準技術の 研究開発

Development of Calibration, Standards and Testing Technologies

評価・標準チーム 菱川善博



研究項目

●太陽電池性能評価技術の開発(菱川, 津野, 11名)

研究・開発・生産段階における各種太陽電池の最も基本的で重要な特性である, 最大出力や光電変換効率等の性能を正確に評価する技術を開発し, 高精度な測定を実施する。

●基準太陽電池校正技術の開発(猪狩, 7名)

太陽電池の品質保証・性能表示値の信頼性を支える基盤技術である, 基準太陽電池セル校正技術, 基準太陽電池モジュール校正技術を開発する。

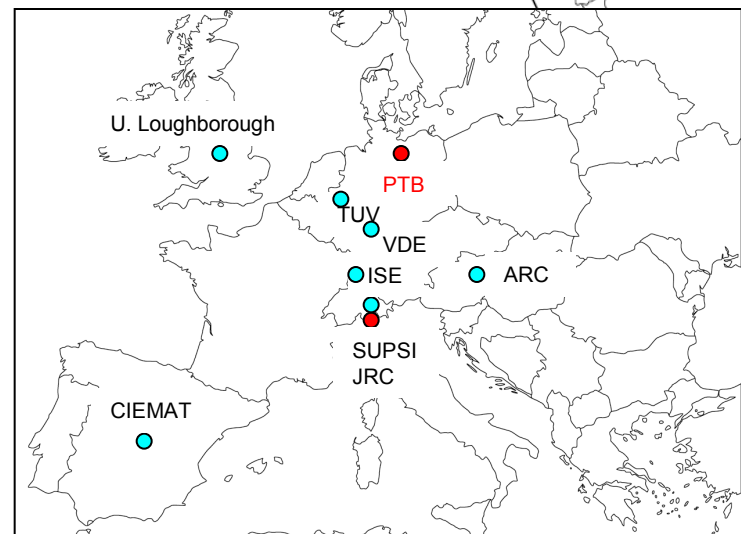
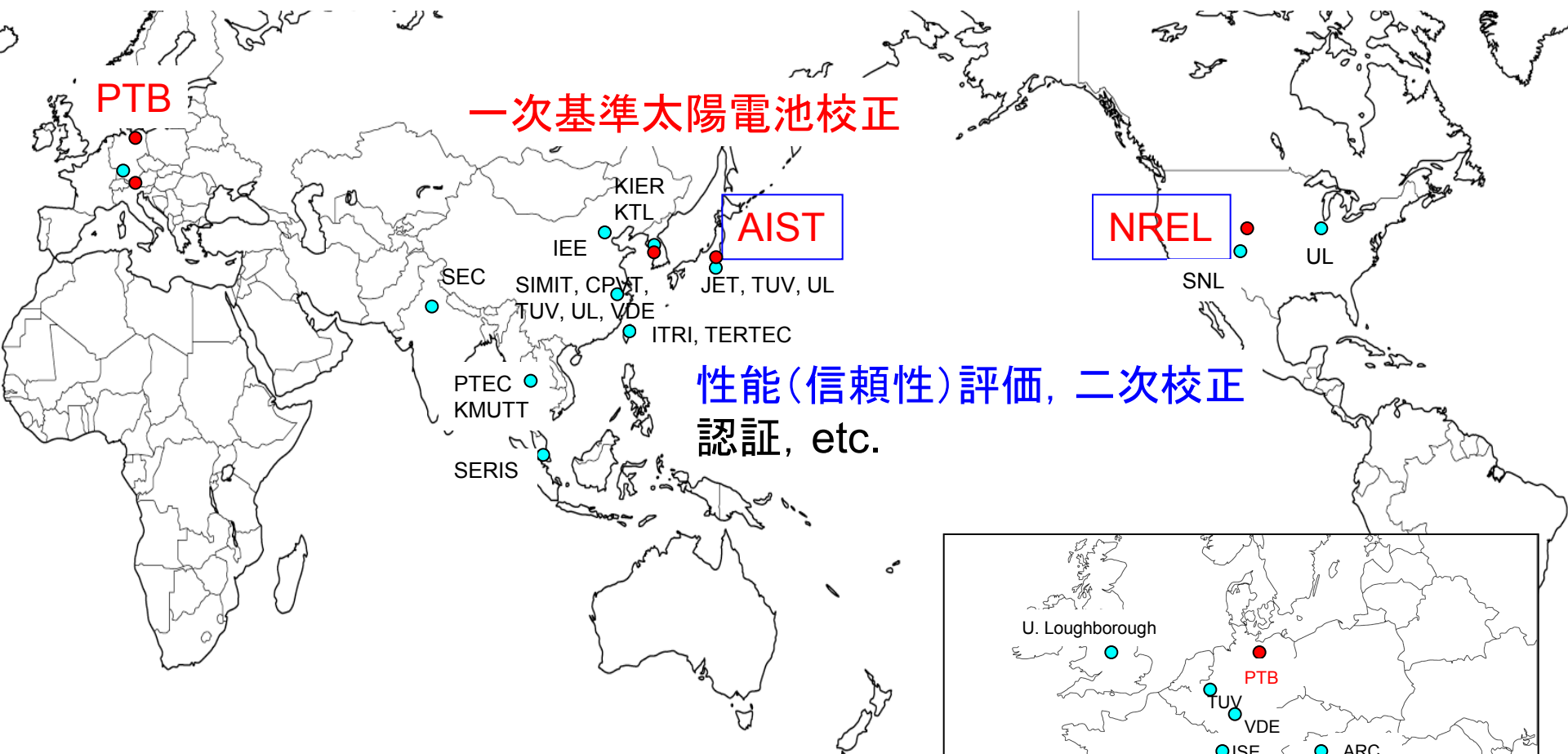
●発電量評価技術の開発(大谷, 石井, 5名)

様々な種類の太陽電池の、異なる気候の下での発電量を正確に評価する技術(kw定格, kwh定格評価技術)の開発



●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し, PV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。

世界の主要太陽電池評価研究所・認証機関



年次展開

	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29
基準太陽電池校正技術					技術移転, 標準化		
		基準太陽電池モジュール校正技術					
		基準太陽電池セル校正技術高度化		WRR factor 0.5%		実用化	
		精密WRR絶対放射計, 絶対分光感度法による不確かさ低減 基準太陽電池校正国際比較(アジア, WPVS)					
太陽電池性能評価技術		一次基準太陽電池セル校正実施, 供給					
		各種新型太陽電池性能評価技術開発(結晶Si, 薄膜, 多接合, 有機, 集光型etc.) 各種太陽電池国際比較測定(アジア, 欧米) 温度, 照度, 光照射, アニール効果を考慮した実効性能評価技術				実施, 技術移転, 標準化	
		屋外高精度性能評価技術, 高精度パワ一定格評価技術 1%				実用化	
発電量評価技術							
		エネルギー一定格評価技術開発, 実施					
		国内, 海外の様々な気象条件設置条件における発電量評価 データ収集期間短縮, 精度5%以内			各種太陽電池,	地域モード発電量データベース, 実用化	
		集光型太陽電池発電量評価技術開発, 標準化				標準化	

●メンバー

常勤職員:菱川善博, 猪狩真一, 大谷謙仁*, 津野裕紀, 石井徹之(5名)

契約職員:18名(ポスドク1名含む), 派遣職員:4名

*兼任

●主な参画プロジェクト

- (1)NEDO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)
- (2)NEDO革新的太陽光発電技術研究開発/高効率集光型太陽電池セル、モジュール及びシステムの開発(日EU共同開発)

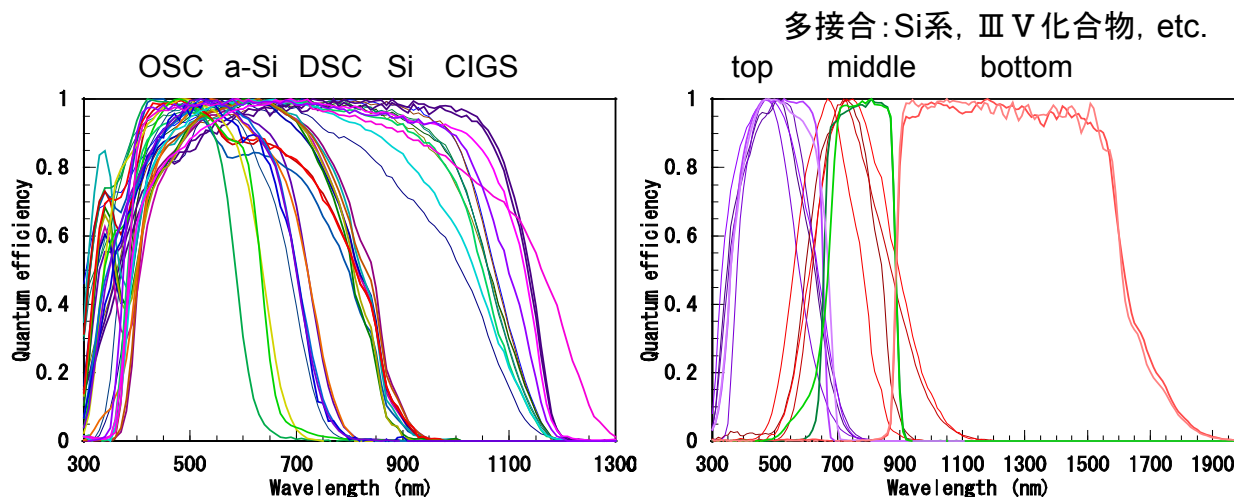
●主な外部貢献, 外部協力

- (1)技術研修(海外PV研究・試験機関):NSTDA, PTEC, ITRI, SIMIT 等
- (2)JIS, IEC規格 (日本電機工業会 太陽光発電セル・モジュール分科会)
- (3)基準太陽電池セルの校正:産総研依頼試験制度

●民間企業との共同研究:26件(H22~23)

- (1)国内PVメーカー4社, PV測定装置メーカー8社との太陽電池測定コンソ
- (2)個別太陽電池評価技術, 測定装置開発, 等

各種新型太陽電池性能評価技術



新型太陽電池の性能評価には、従来にない高度な技術が要求される(高効率, 多接合, 新材料, 等)

各種太陽電池の分光感度スペクトル

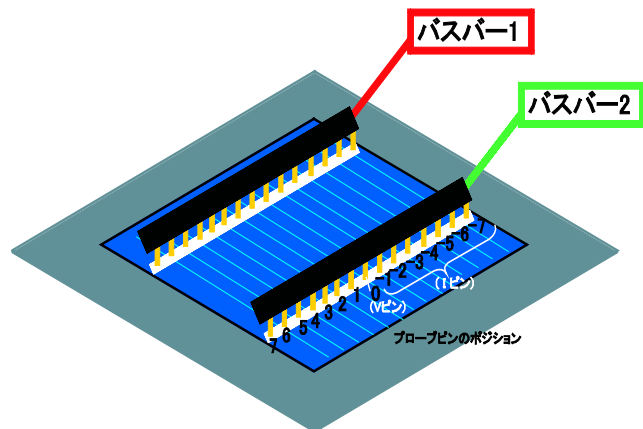
各種新型太陽電池評価技術の開発・検証・実施

評価技術標準化に貢献 (IEC, JIS)

温度照度補正 IEC 60891

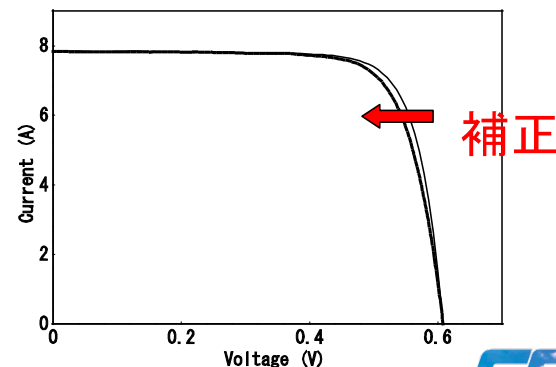
分光感度測定 JIS, IEC0904-8

多接合 JIS, IEC60904-12、等

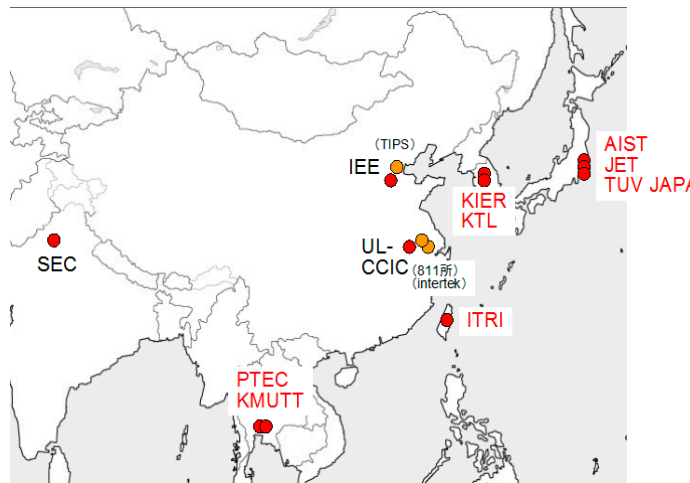


結晶Siベアセル測定の標準化を目指し
国際比較測定 (AIST, NREL, ISE)

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



太陽電池性能評価技術



モジュール国際比較測定、技術協力



- 開発技術の実用化：
- ・モジュール分光感度測定装置,
 - ・新型高速IVテスト
 - ・JETとの連携

屋外高精度性能評価技術

国内での比較測定の例（測定コンソーシアム）



(PV Cells and Modules Manufacturers)

Kaneka corporation, Kyocera Corporation, Mitsubishi Electric Corp., Mitsubishi Heavy Industries, Ltd., Sanyo Electric Co., Ltd.
(c-Si, thin-film Si, Multijunction, etc..)



(PV Measurement Equipment Manufacturers)

Bunkoukeiki Co., Ltd. (Spectral Response)
Eko Instruments Co., Ltd. (IV Tester)
Iwasaki Electric Co., Ltd. (Solar Simulator, IV Tester)
Kyoshin Electric Co., Ltd. (Sample Stages, IV Tester, etc.)
Kyowa Co., Ltd. (IV Tester, etc.)
Opto Research Corporation (Spectroradiometer)
Soma Optics, Ltd. (Spectroradiometers, Spectral Response)
Wacom Electric Co., Ltd. (Solar Simulator/IV Tester)

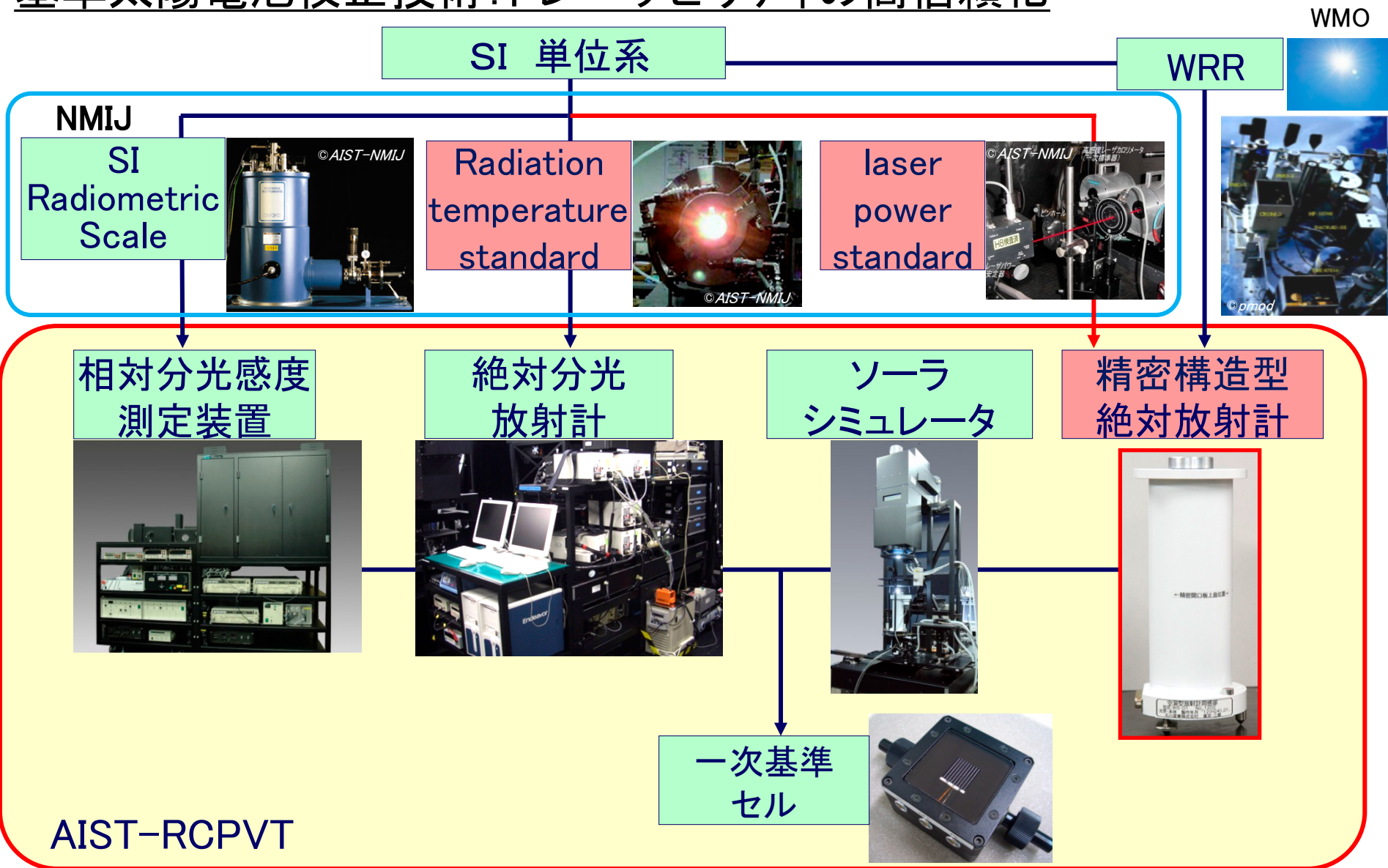
分光計器



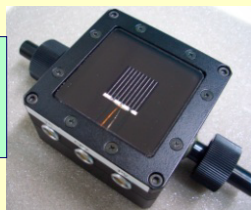
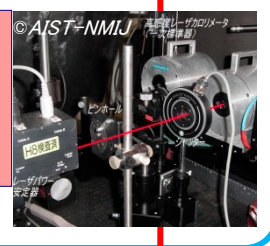
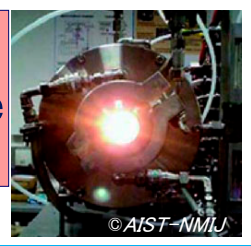
超高近似ソーラシミュレータ(WHSS)の分光スペクトル



基準太陽電池校正技術:トレーサビリティの高信頼化



WMO



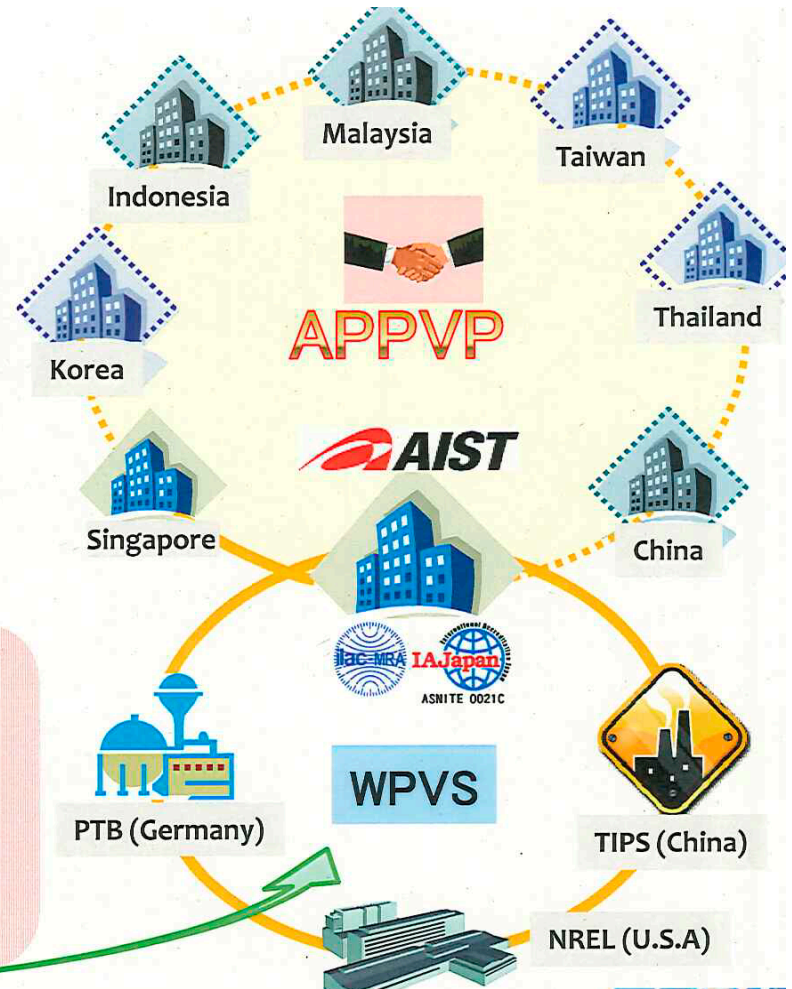
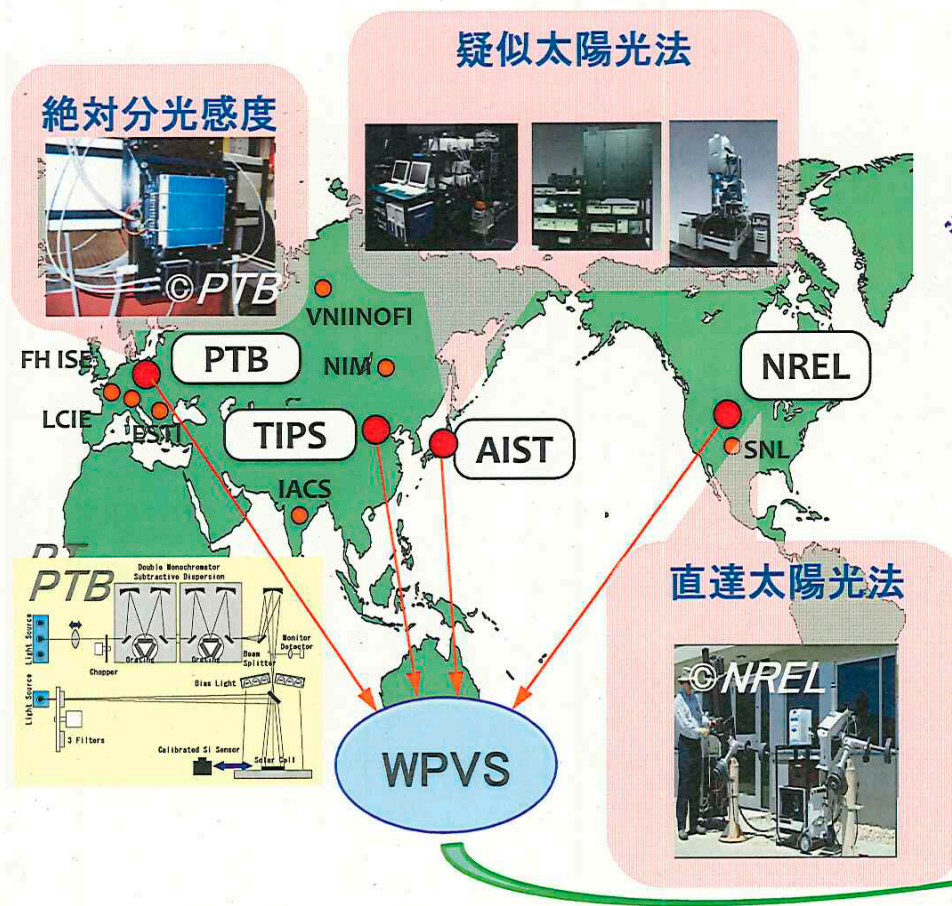
世界レベルでの太陽電池標準の同等性は、日本、米国、ドイツ、中国の四機関の一次校正值の平均値：

World PV Scale (WPVS)

・我が国の校正方法の世界標準化
・アジア太平洋での標準の同等性を世界に繋げる

AIST PT005 (実施中)

一次校正方法は四機関で異なり、競争関係にある



◆ 発電量評価技術の開発

$$P_{STC} = P(u = 1 \text{ kW/m}^2, v = 25 \text{ }^\circ\text{C}, w = \text{AM1.5G})$$

- 現在は、標準試験条件(1000 [W/m²], 25 [° C], AM1.5G Spectrum)における**定格出力(W)**によって性能評価されることが一般的
- しかし、より実用的な**発電量(Wh)**による性能評価手法の開発が期待
- **室内測定出力(W)**から規定された気象条件(日射強度, 気温, 日射スペクトル等)から**モード発電量(Wh)**を算出する技術の開発 (IEC61853)

発電量定格技術 (Wh) : E

$$E = \int_{t=t_0}^{t=t_n} P(u(t), v(t), w(t), x(t), y(t)) dt$$



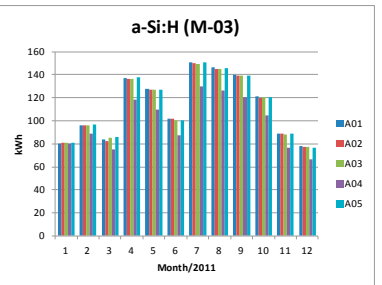
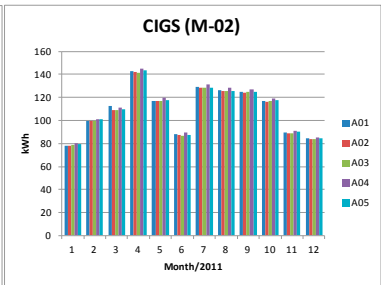
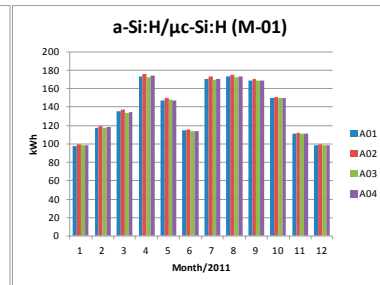
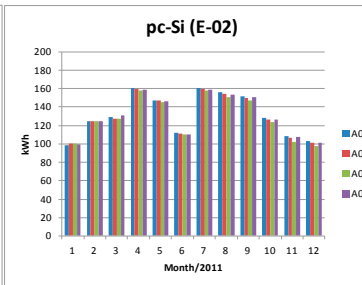
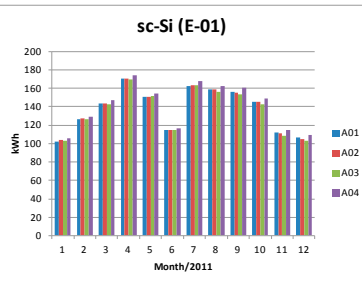
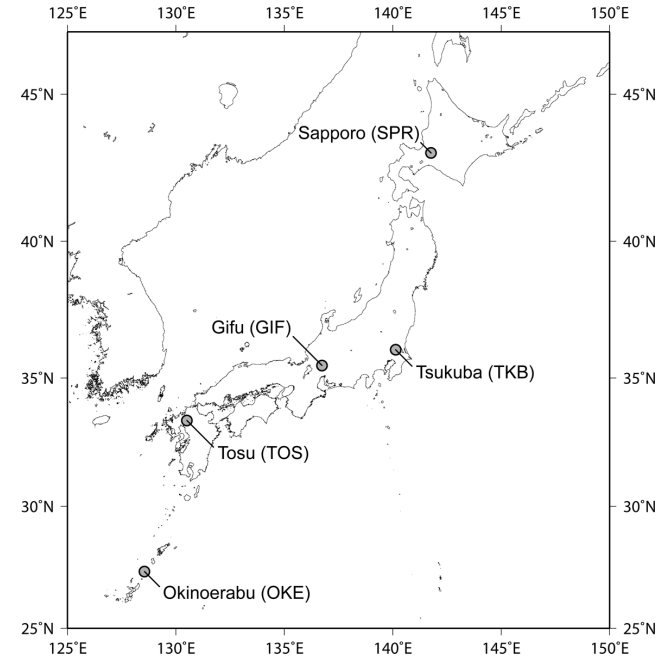
出力評価技術 (W) : P

日射量: $u(t)$
 モジュール温度: $v(t)$
 日射スペクトル: $w(t)$
 熱アニール効果: $x(t)$
 光照射効果: $y(t)$

気候モードの定義

$u(t) = [u(t_0), u(t_1), u(t_2), \dots, u(t_n)]$
 $v(t) = [v(t_0), v(t_1), v(t_2), \dots, v(t_n)]$
 $w(t) = [w(t_0), w(t_1), w(t_2), \dots, w(t_n)]$
 $x(t) = [x(t_0), x(t_1), x(t_2), \dots, x(t_n)]$
 $y(t) = [y(t_0), y(t_1), y(t_2), \dots, y(t_n)]$

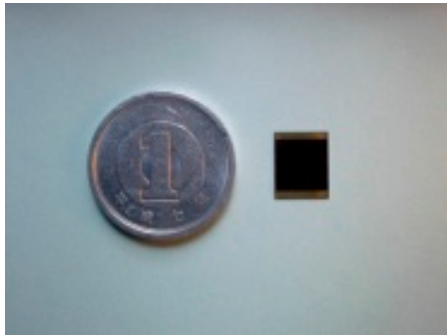
◆ 発電量評価技術の開発



- 太陽電池モジュールの室内測定初期出力(W)と屋外発電量(Wh)の関係を日本国内5日射気候区で調査
- 気候モードを定義しモード発電量による発電量定格技術を開発

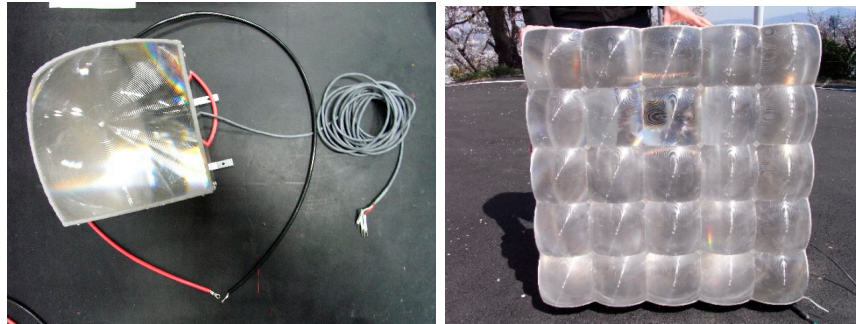
集光型多接合太陽電池評価技術

CPV Cell



- Single / Multi-junction materials
- IV performance under high concentration light

CPV mono-Module & Module



- Performance at CSTC and CSOC
- Angular dependence
- Alignment

CPV System



- performance at CSOC
- Alignment
- Shading
- Inverter

集光型太陽電池(CPV)の市場形成に伴い、早期に国際標準の整備が求められており、十数件の規格が議論・審議されている。(IEC TC82 WG7)

CPV Module and Assembly Performance Testing

IEC 62670-1: Standard Conditions (CDV)

IEC 62670-2: Energy Performance Ratio (CDV in early 2013)

IEC 62670-3: Power Rating methods (Draft)

Tracker Technical specification (IEC62817 CDV)

集光型多接合太陽電池評価技術

集光型太陽電池(セル、モジュール)の高精度評価技術開発

日EU(独Fraunhofer ISE等)および日米(NREL)との共同開発

(CPVセル、モジュール国際ラウンドロビン試験、研究者交流実施)

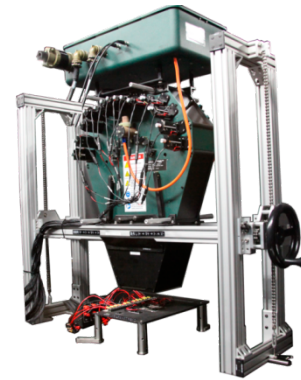


集光型太陽電池セル・ミニモジュール 性能評価技術

・1sunでの高精度評価技術を生かしてCPV性能評価技術を開発。(照度調整・分光スペクトル・均一性・平行度・パルス時間、IV高速測定、温度効果等)

。日欧比較日米比較測定の実施

→ISE,NRELとの整合性を検証。更に高精度化



CPVセル評価用SS

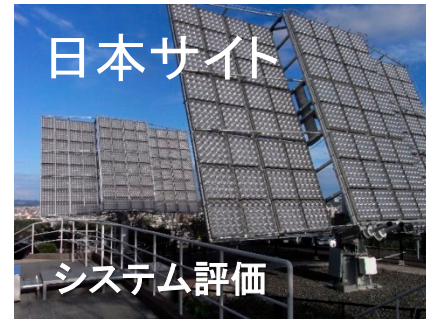


CPVミニモジュール評価用SS

集光型太陽電池モジュール、システム評価技術

・国際的に整合性のある評価手法を確立、その標準化等を進めることで、高効率太陽電池の普及促進を目指す。

・日米サイトの発電量比較解析による、高精度評価のための課題抽出改善



日本サイト

システム評価



米国サイト

システム評価