

# 太陽光発電工学研究センター成果報告会

## 基準太陽電池校正技術開発の現状

評価・標準チーム

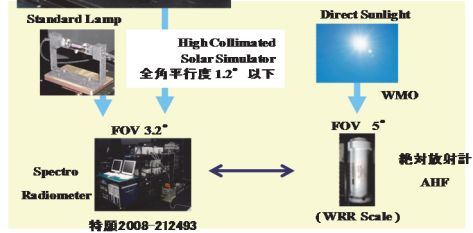
主任研究員 猪狩真一

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:  $5^\circ$
  - 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.



ラボ認定証  
Certificate from NITE



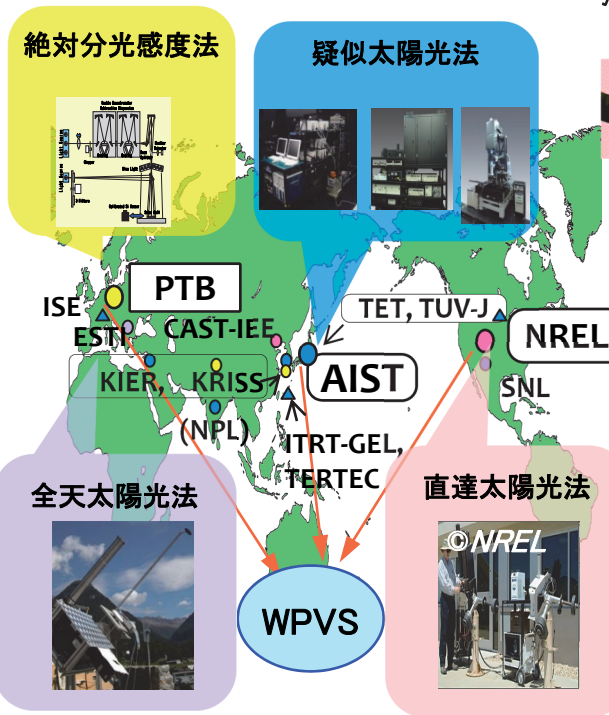
ソーラーシミュレータ法の不確かさ見積り

1. WRR による絶対放射照度測定対象		U95(96)	評価方法
1.1	WRRとS放射スケールとの比較	0.08	B
1.2	絶対放射計の照度値WMO級とAIST社の測定データ	0.16	A
1.3	絶対放射計受光面とセルとの面積の割合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	受光面の水準の不確かさ 受光面面積の影響	*	
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. J <sub>c</sub> 測定絶対値			
2.1	提出用校正値を算出す電圧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	電流量圧数の不確かさ	*	
2.3	標準抵抗値の不確かさ	*	
2.4	電流量圧数の経年変化校正期間内での経年変化	*	
2.5	電流量圧数の分解能の校正値に対する比率	*	
2.6	標準抵抗値の温度係数及び経年変化の影響	*	
2.7	セル温度の変動の への寄与分	0.05	A+B
2.8	温度計の不確かさへの寄与分	*	
3. 3.3.1. スペクトルミスマッチ補正係数の不確かさ			
合成不確かさ		0.358	
拡張不確かさ( k=2)		0.72	

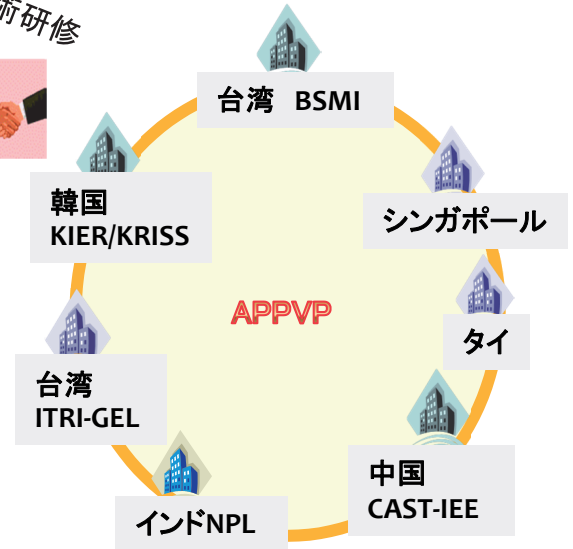
- ・世界レベルの同等性の基準
  - ・日、米、ドイツ、(中)の平均値
- World PV Scale**

普及を迎え、量的な校正能力で日本法がリード

- ・我が国の校正方法の国際的普及
  - ・アジア太平洋地域レベルの同等性の国際レベルへの連繋
- Asia Pacific PV Program**



技術研修



## 今期センターにおける「校正技術高度化」の取り組み

- 屋内校正方法の高精度・低コスト化
  - ソーラシミュレータ法の高度化(トレーサビリティの検証)
  - 新技術による絶対分光感度法の実現
- 基幹標準の比較の精緻化の為の技術開発
  - 精密構造型絶対放射計の開発(国産化)
  - 当該絶対放射計の屋外における高精度校正方法の開発
- 同等性の維持・検証への寄与
  - WPVSのホスト機関として第三回目の国際比較を主催
  - アジア地域比較を短周期で主催

## ソーラシミュレータ法(日本法)



絶対分光放射計



ソーラシミュレータ

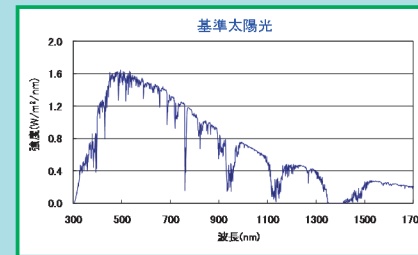
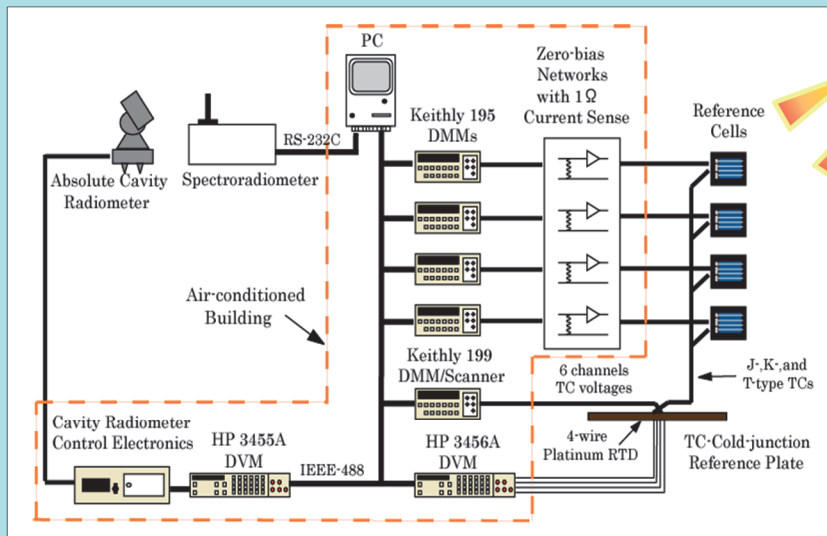


分光感度測定装置

分光放射照度分布を基準太陽光に近似させた疑似太陽光を太陽電池に照射して測定した短絡電流と分光感度特性から、計算により校正電流値を求める。

$$I_{sc}(C) = I_{sc}(m) \times \frac{\int \phi_s(\lambda) \cdot Q(\lambda) d\lambda}{\int \phi_m(\lambda) \cdot Q(\lambda) d\lambda}$$

## 直達太陽光法(米国)



- ・現在の基準太陽光は米国での計算モデルが元であるため、米国では自然太陽光でこれを得易く低コストであるが、可能な日数には限りがあるため量的対応不可。
- ・基準太陽光が大幅に改訂された場合には、この方法はそのまま適用できない。



## ソーラシミュレータ法



絶対分光放射計



ソーラシミュレータ

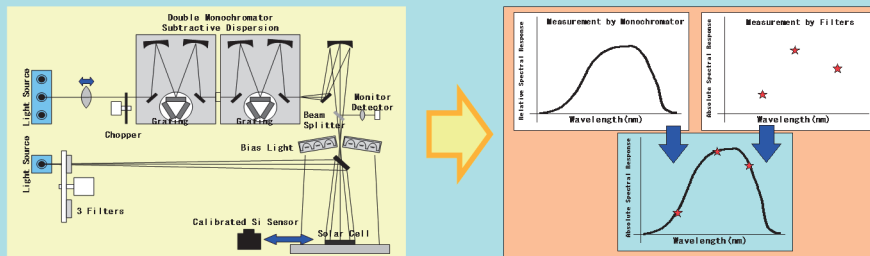


相対分光感度測定装置

分光放射照度分布を基準太陽光に近似させたソーラシミュレータで、太陽電池短絡電流を測定し、分光感度を使用して、測定値を補正して校正電流値を求める。

$$I_{sc}(C) = I_{sc}(m) \times \frac{\int \phi_s(\lambda) \cdot Q(\lambda) d\lambda}{\int \phi_m(\lambda) \cdot Q(\lambda) d\lambda}$$

## 絶対分光感度法 (PTBの従来法)



相対分光感度の連続波長データを、離散波長における絶対測定値で補正して絶対分光感度特性を求め、校正電流値を算出する。

複数の強度のバイアス光を重畳した際のデータから計算により校正値を求める為、実際は煩雑

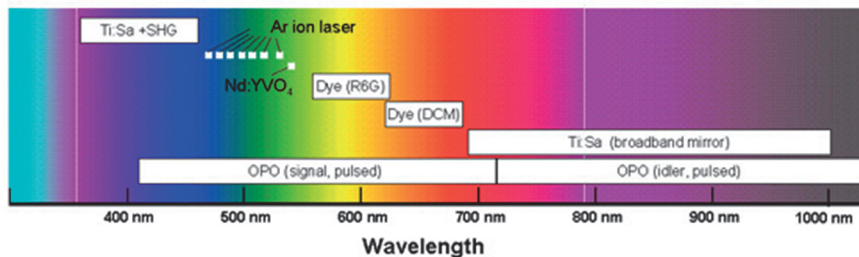
## さらに 次の問題点がある:

- 単色光の光量が弱い
- グレーティングを使うため、偏光が強い
- 空間的に一様な単色光が得られない

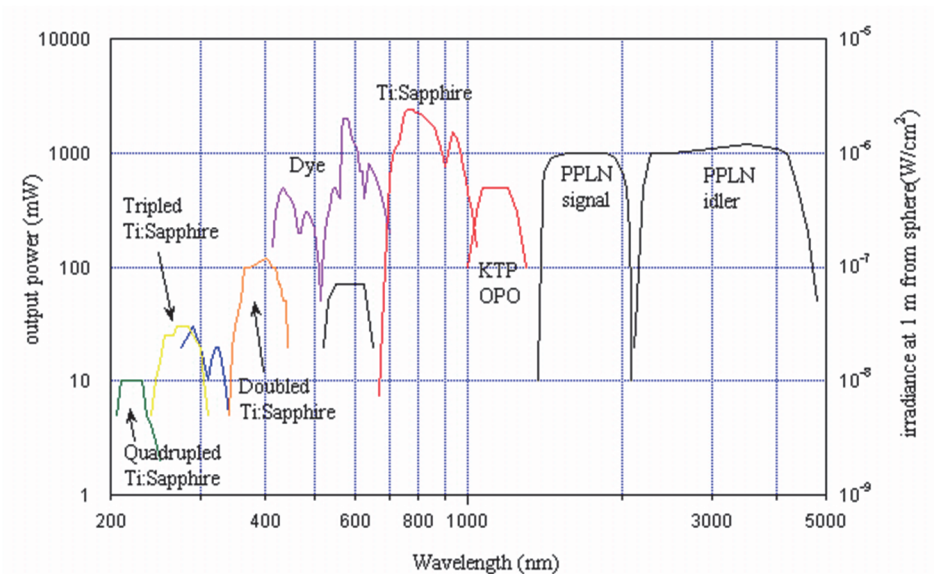
# チューナブル・レーザやLEDとデテクタによる分光放射照度・感度特性の測定方法が開発され始めている。

## Wavelength Range (being expanded continuously)

- 10 W pump laser (Verdi V10) @532 nm
- dye laser, R6G: 565 nm <  $\lambda$  < 610 nm
- dye laser, DCM: 605 nm <  $\lambda$  < 675 nm
- Ti:Sa laser and second harmonic generation: 358 nm - 462 nm and 695 nm - 958 nm
- Argon ion laser: 456 nm <  $\lambda$  < 528 nm, discrete laser lines
- OPO 20mJ: 410 nm to 709 nm (signal) and 709 nm to > 2000 nm (idler)



TULIP facility at PTB



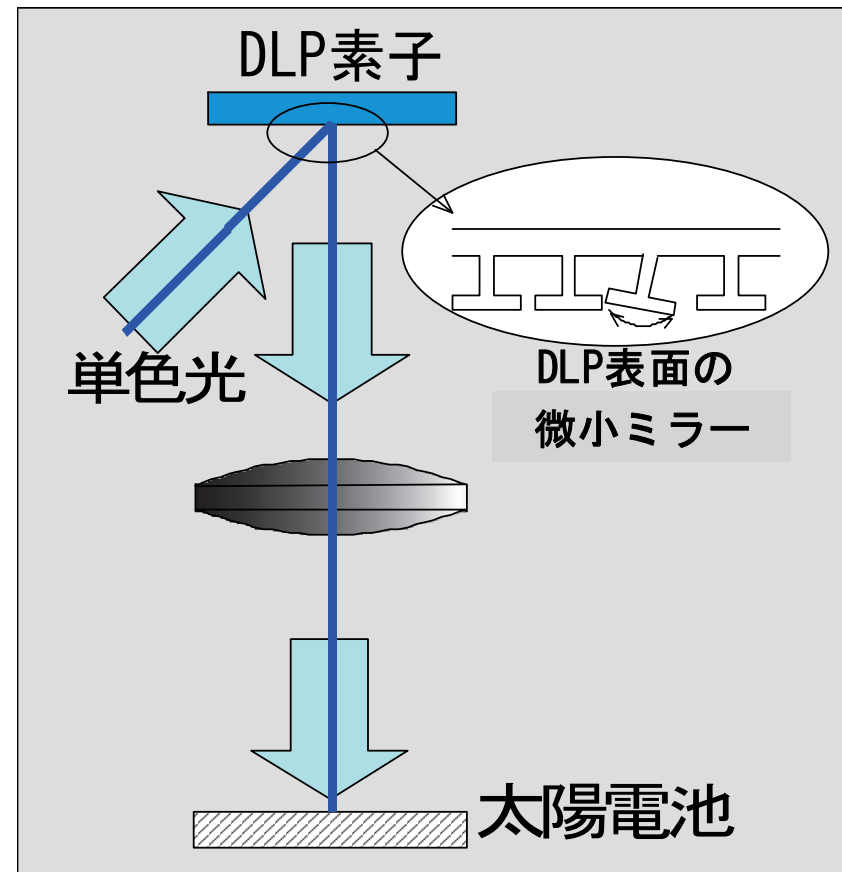
SIRCUS facility at NIST

## DMDによる照度制御

- H2ONOH-529 猪狩 : 単色光強度の均一性制御
- 特開2010-271685 猪狩 大倉 : 高均一照度が得られる照明装置及び照明方法
- US-2010-0274392-A1 : IGARI Illumination Apparatus and Method for Obtaining Illuminance with High Uniformity

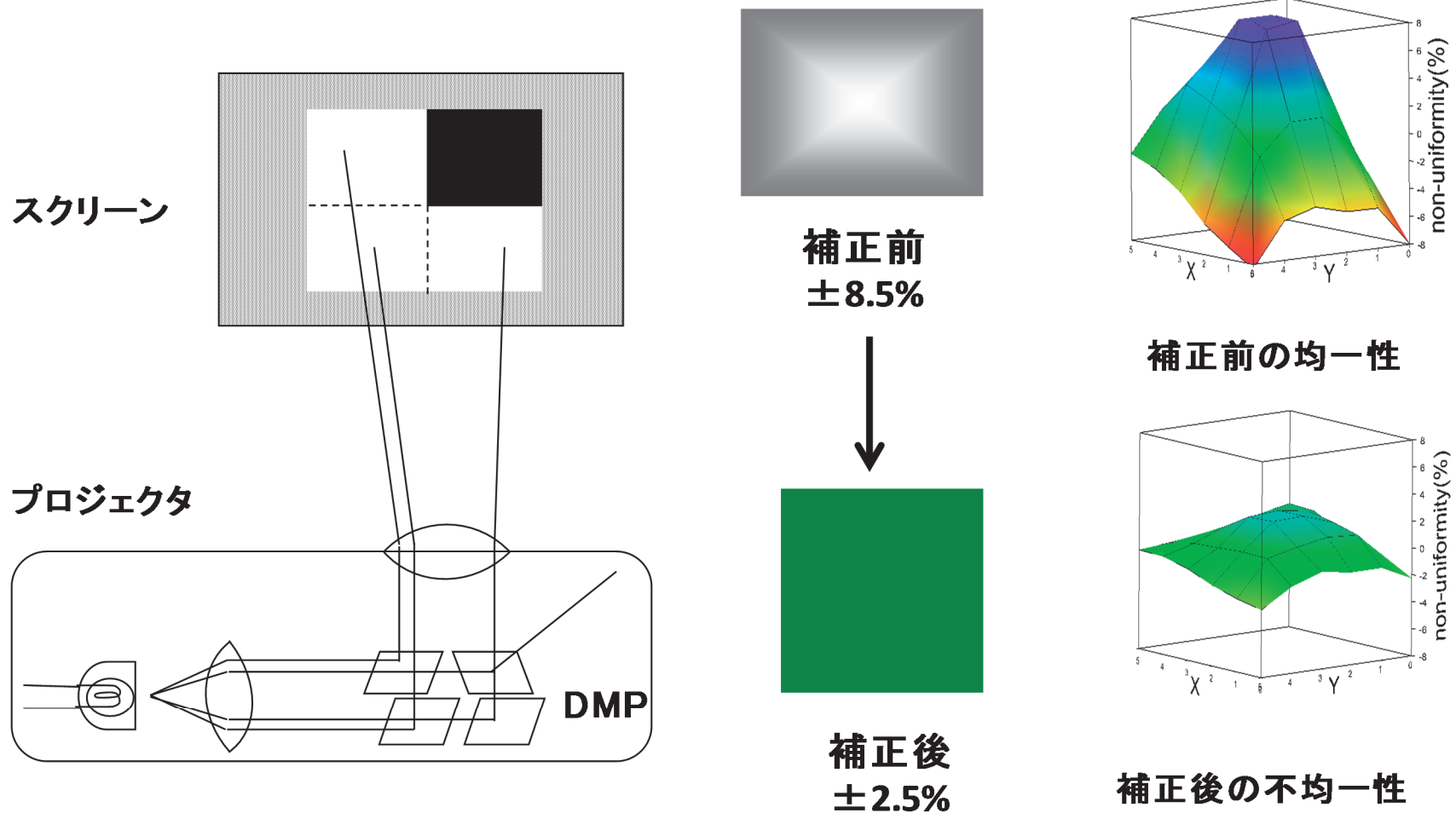
**DMD:表面に多数の制御可能なマイクロミラーがあるMEMS素子**

**照射光学系中にDMDを配置し、これを制御することで、均一度を向上可能**



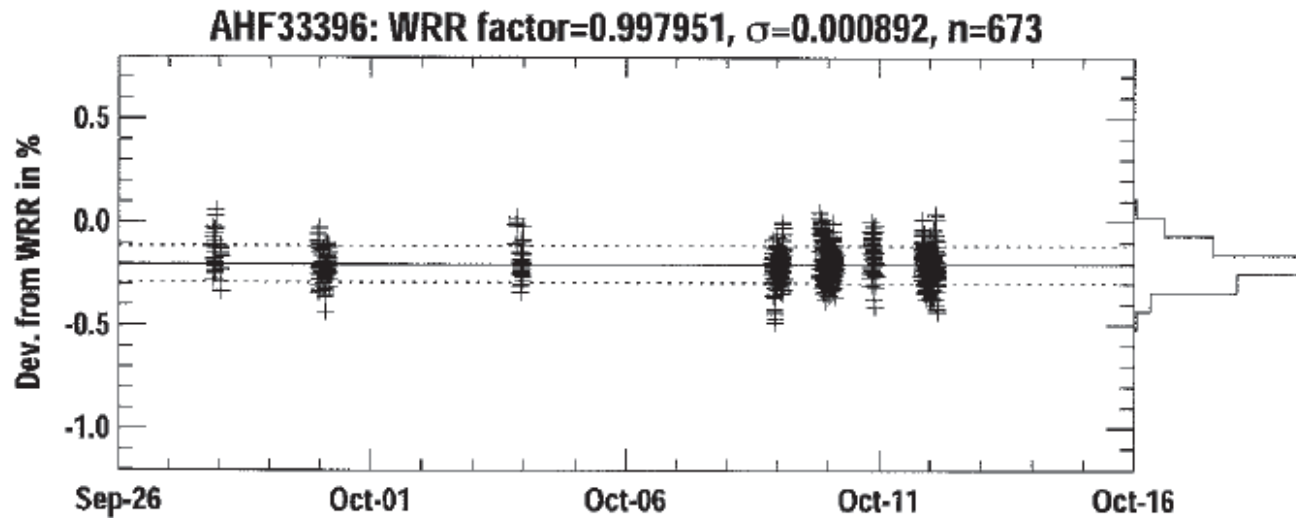
# DMDによる均一度補正の原理的な一例

影を付けたスクリーンにDMDを内蔵したプロジェクターから単色光を照射し、意図的に不均一な照射を作る。これをカメラで撮影し、照度を反転させた画像をスクリーンに照射する。再度カメラで撮影し、5×5に分割後、均一度性を測定する。

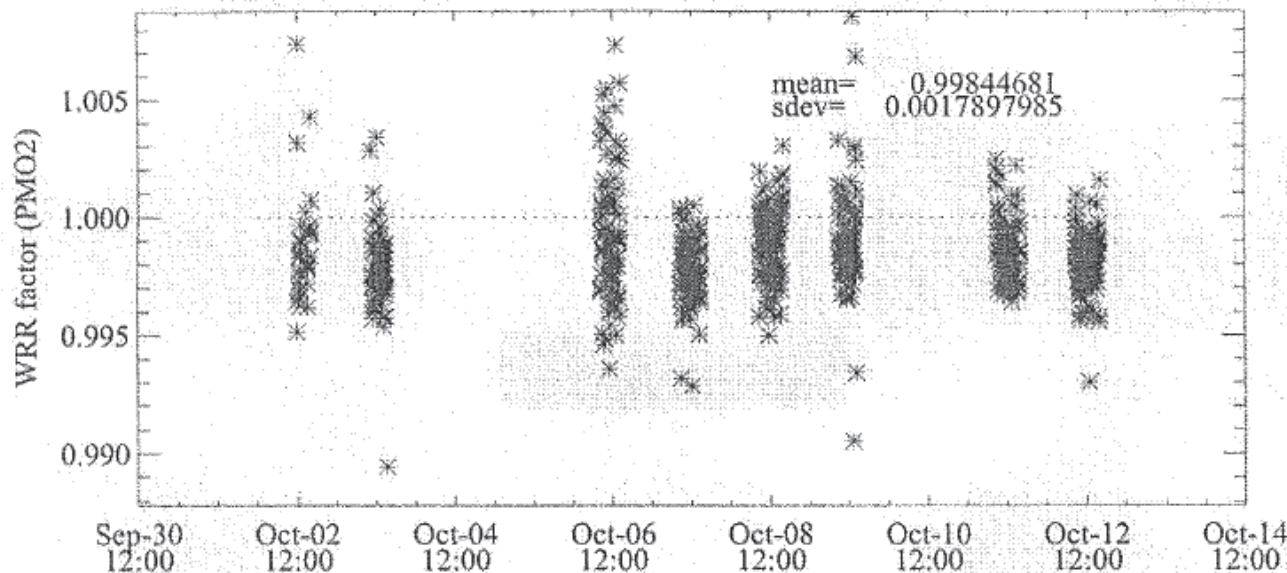


# 国際直達日射比較 (IPC) に参加: WRRトレーサビリティを維持

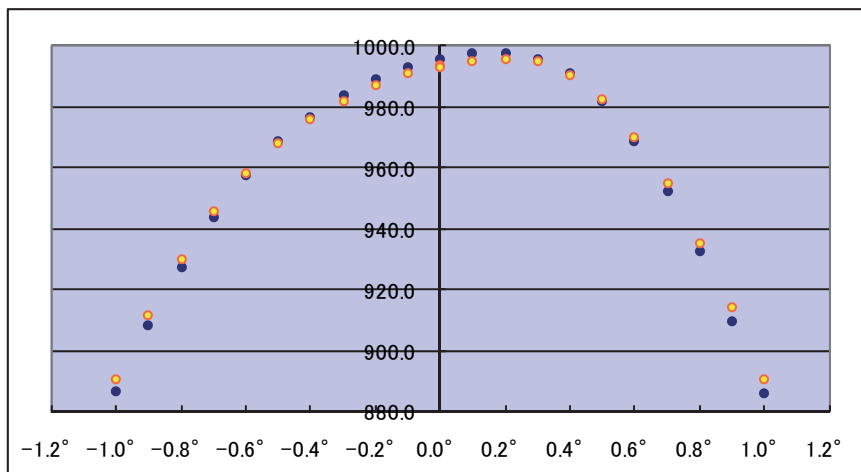
2005.10



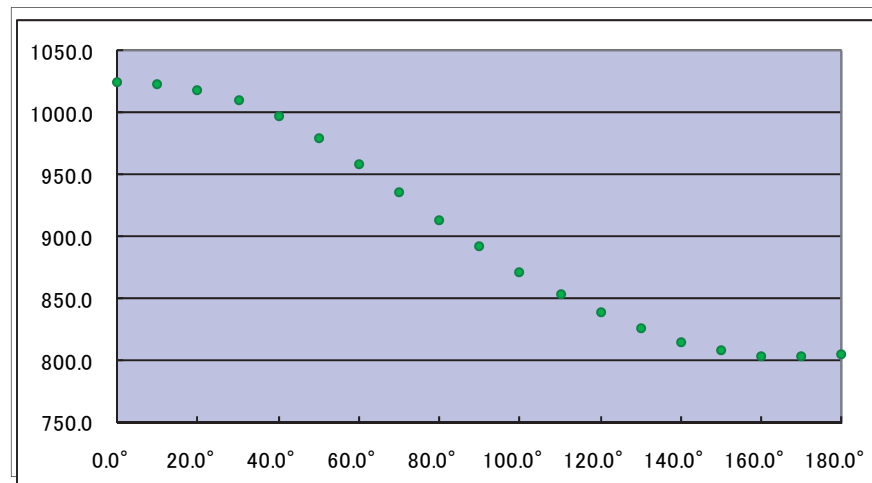
2010.10



## AHF型絶対放射計の入射角特性

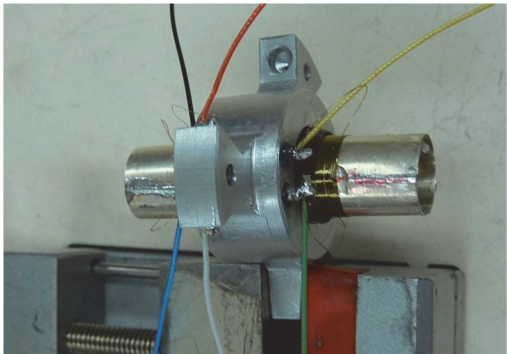
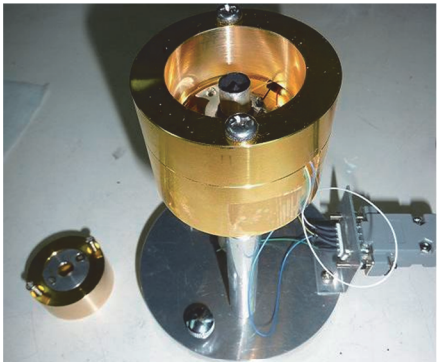
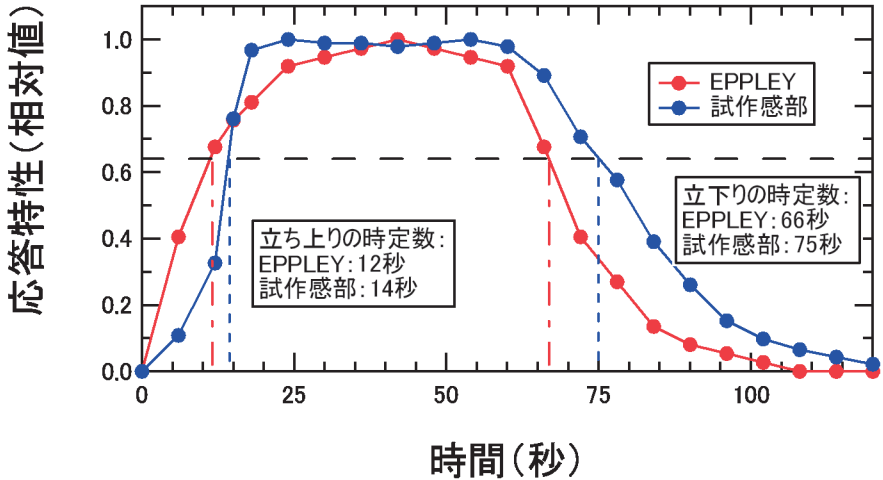


AHF型絶対放射計の開口部の中心位置を中心に、前後に傾けたときの測定値の変化



AHF型絶対放射計の開口部の中心位置を中心に、縦軸回転させたときの測定値の変化



項目・区分	空洞型感部試作器	対象計器(EPPLEY・AHF)
入射口面積	0.5cm <sup>2</sup> (直径7.92)	0.5cm <sup>2</sup> (直径7.98)
空洞	サーモパイル 円筒・巻線 60対 白・赤線 抵抗291Ω	サーモパイル 円筒・巻線 60対 白・赤線 抵抗330Ω
	ヒータ抵抗 179Ω 黒・青線 176Ω 黄・緑線	ヒータ抵抗 155Ω ヒータ抵抗 155Ω
 	 <p>立ち上りの時定数: EPPLEY: 12秒 試作感部: 14秒</p> <p>立下りの時定数: EPPLEY: 66秒 試作感部: 75秒</p>	
サーモパイル出力	920mV/1min	350mV/1min



# 産総研主導の技術開発

① 国際標準化に必要な  
管理システム・認定技術の開発



太陽電池評価装置の性能評価に係る技術開発は日本が先行、我が国のメーカー製品の競争力強化にとって有益

② 認証機関が導入可能な  
低コスト評価装置の開発



第三者評価の促進



③ アジア諸国をはじめとする  
潜在需要国への関係者への  
教習等



対人・対物リスクが少ない適正な評価の健全化