

基準太陽電池校正技術

Recent Advance in calibration of reference PV devices at AIST

品質・性能表示値の
信頼性を支える根幹技術

評価システムチーム: 猪狩真一
Sanekazu IGARI

研究内容 Theme

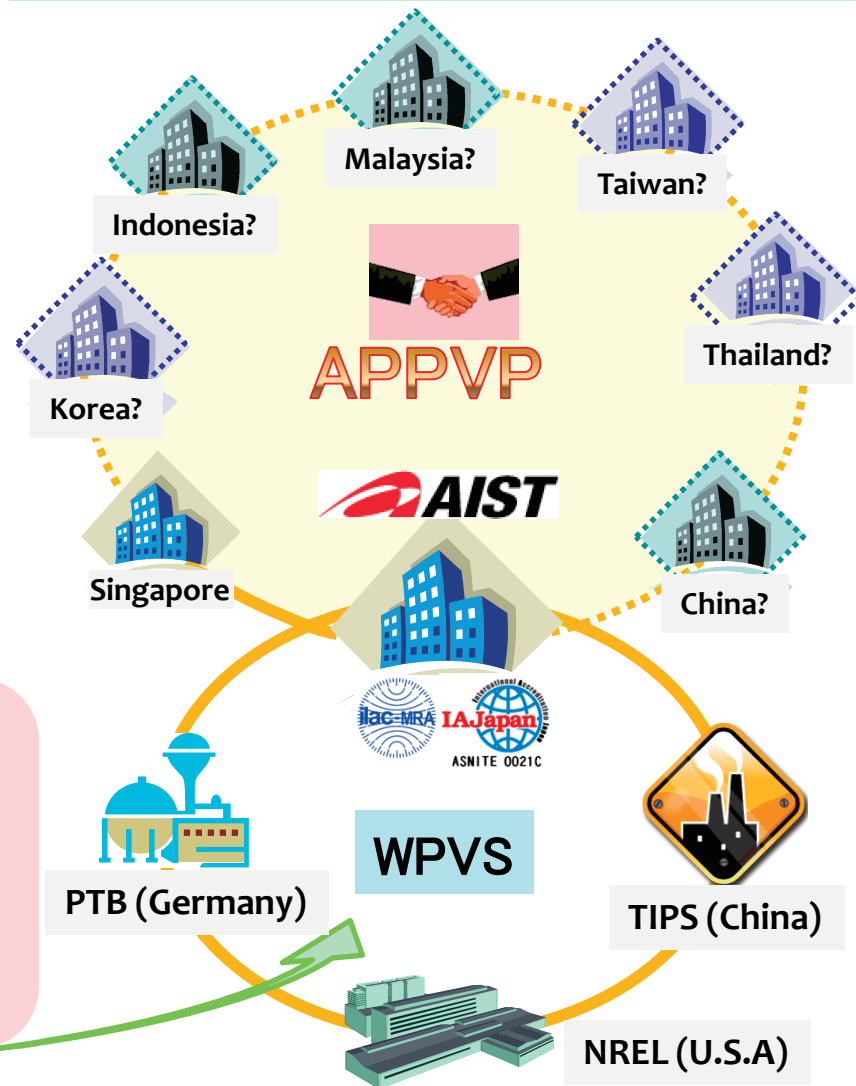
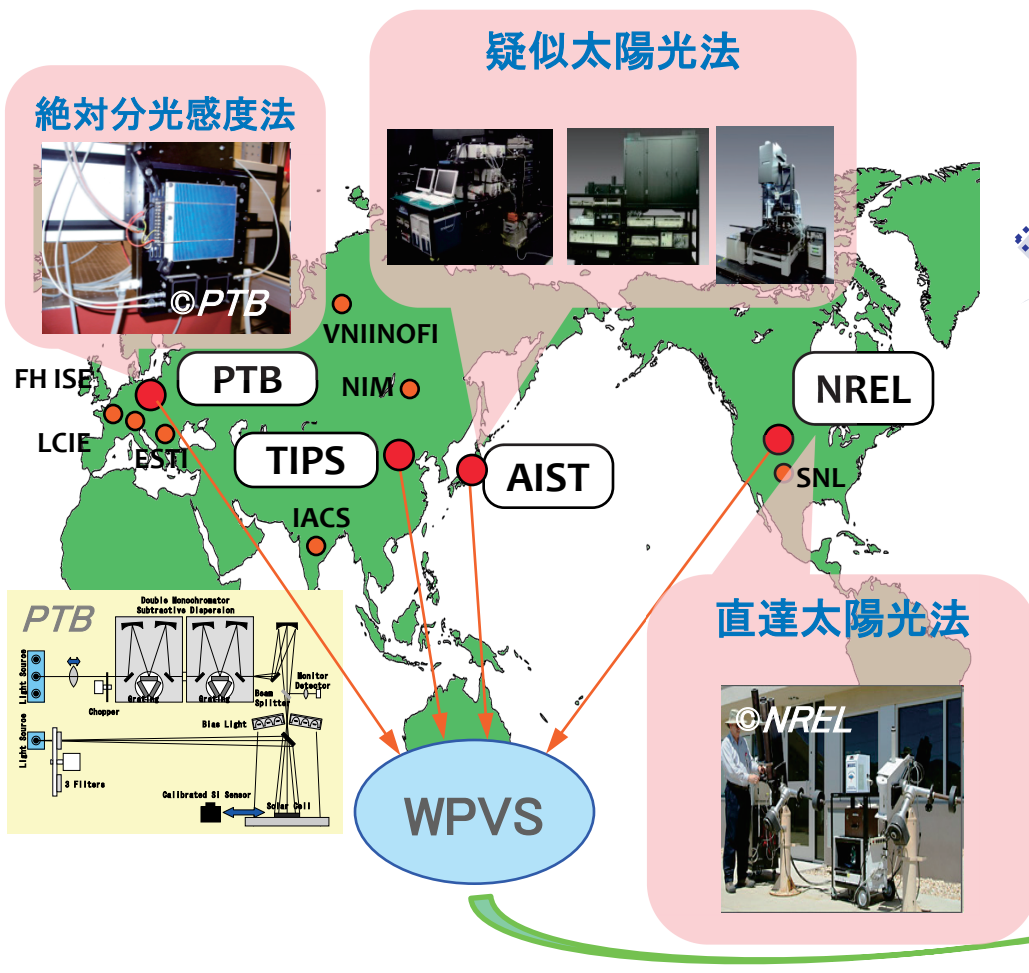
- 国際同等性の維持・普及
～各国との技能比較とアジア協力
- 基準太陽電池校正技術①
～基準モジュール法の開発と導入に向けて
- 基準太陽電池校正技術②
～多重反射の影響とその抑制方法
- 共同研究
～産業用評価装置の開発

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)

一次校正方法は四機関で異なり、競争関係にある

- ・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
(仮称) Asia Pacific PV Program



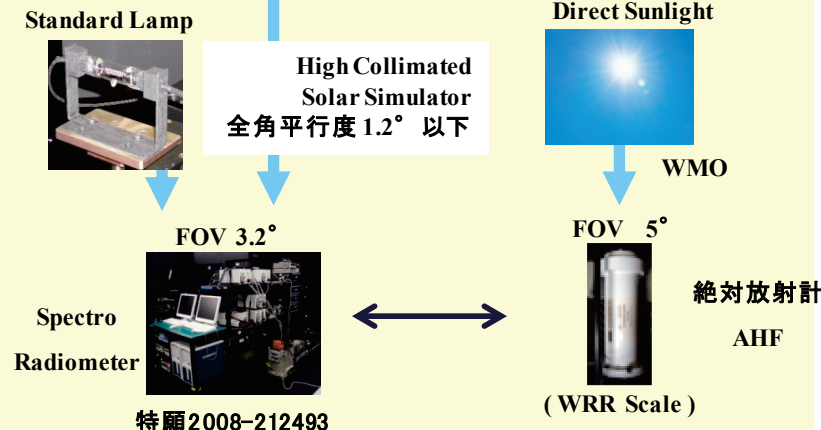
基準太陽電池校正技術①

一次基準セル屋内校正技術を確立

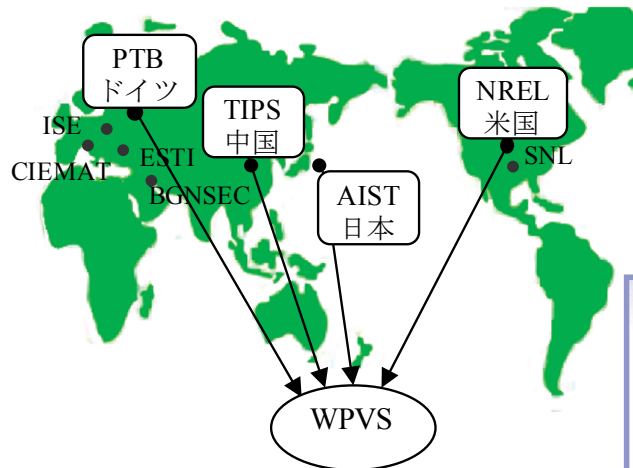


- World's First**
- ・平行度： $< \pm 1.2^\circ$: 全角 (従来技術では $> 3^\circ$: 全角)
 - ・視野角： 5°
 - ・WRR絶対放射計で放射照度を校正可能
 - ・特願2006-273550
 - ・米国特願12/513301

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



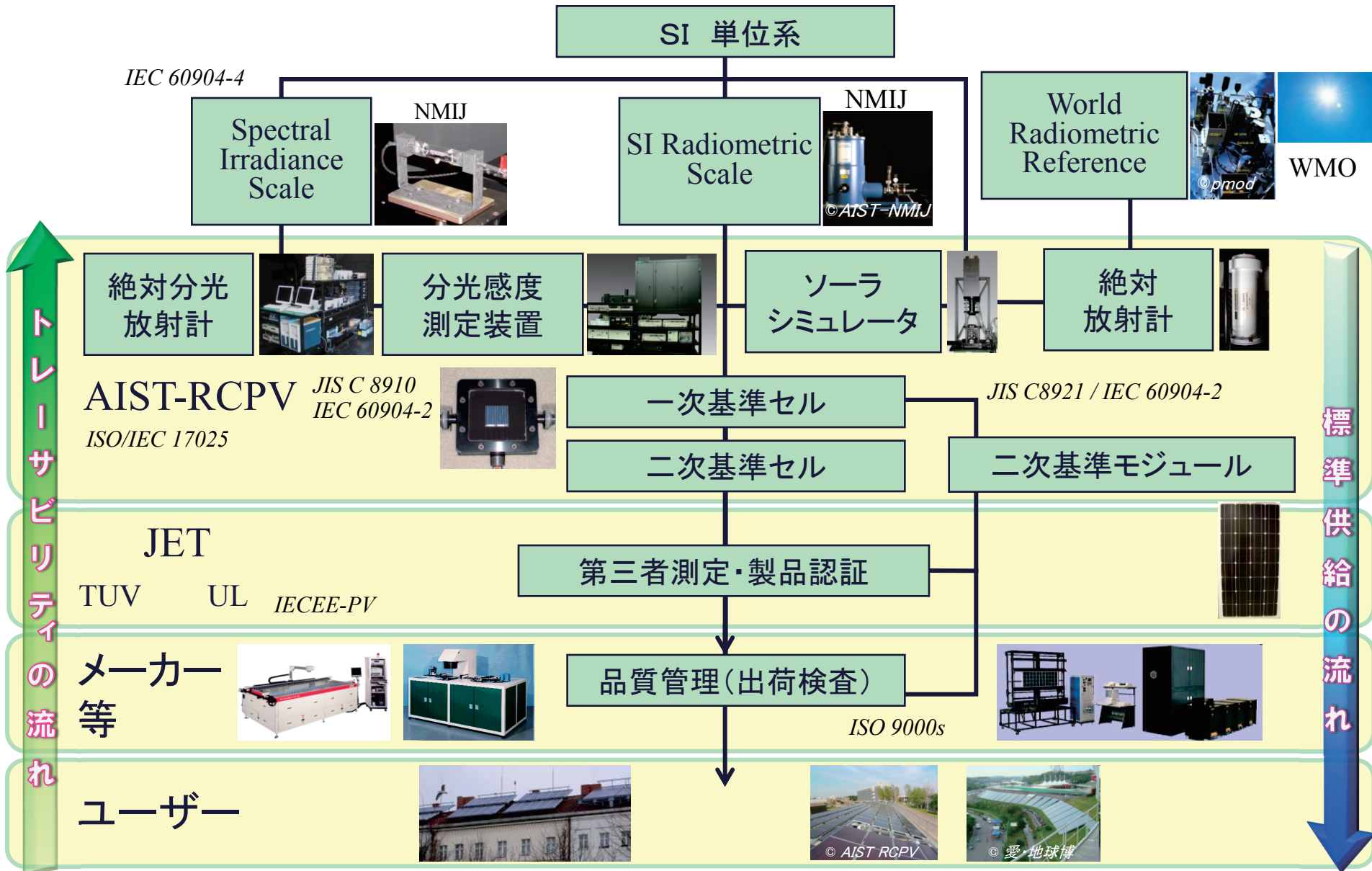
ラボ認定証
Certificate from NITE



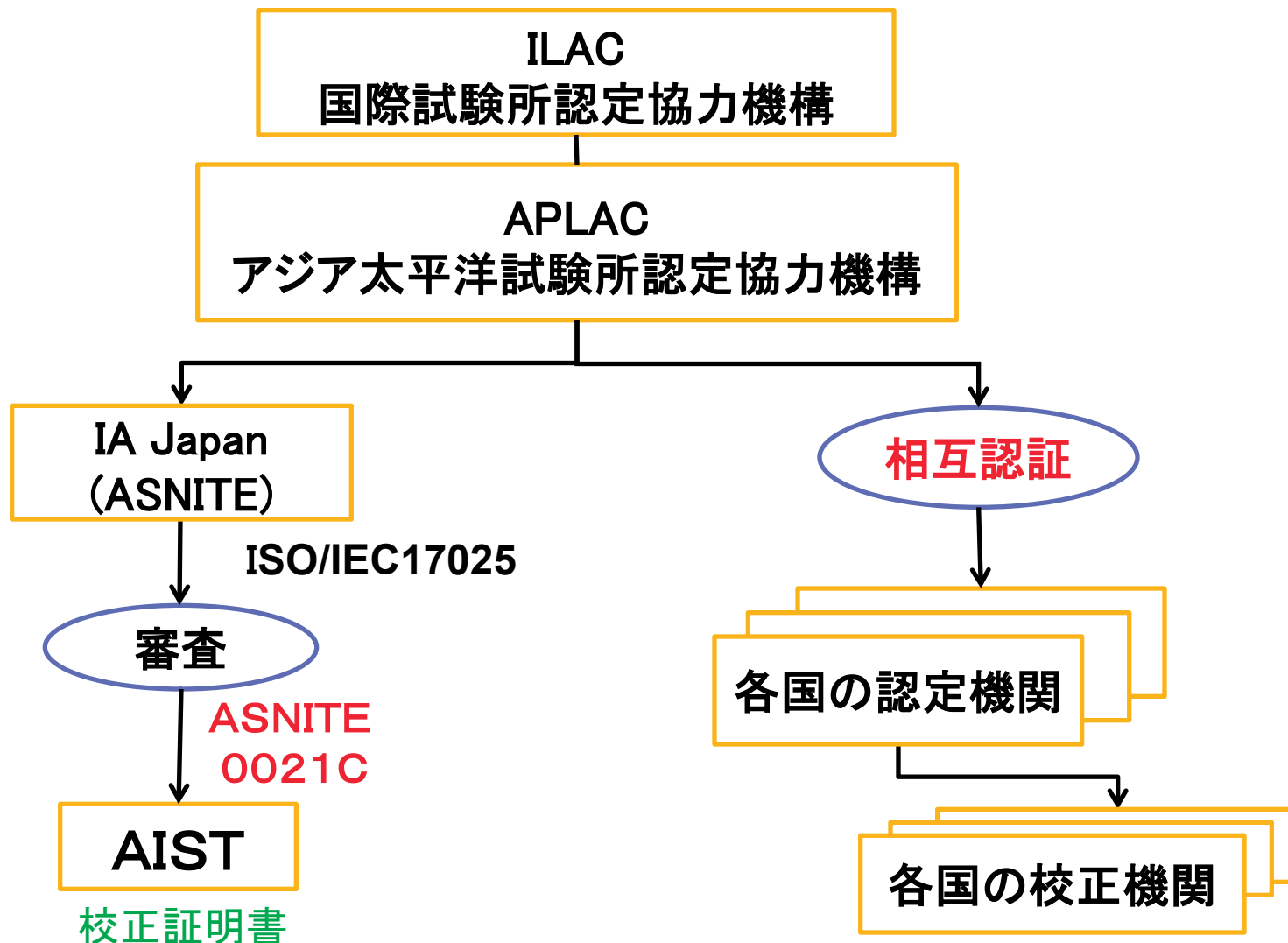
| 1 WRR による絶対放射照度測定(絶対値) | | U 9.5 (%) | 評価方法 |
|------------------------|--|-----------|------|
| 1.1 | WRRとSI放射スケールとの比較 | 0.08 | B |
| 1.2 | 絶対放射計の再現性 (WMO及びAISTでの測定データ) | 0.16 | A |
| 1.3 | 絶対放射計受光面とセルとの面積の違い (放射照度の面分布の影響) | 0.10 | A+B |
| 1.4 | 絶対放射計とセルとの測定時間の違い (照度変動の影響) | 0.05 | A |
| 1.5 | 受光面の水平度の不確かさ (受光面傾斜の影響) | * | |
| 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 | 温度計の不確かさの 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_m 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り

日本の太陽電池のトレーサビリティ **Traceability in JAPAN**



試験・校正機関の国際相互認証プログラム

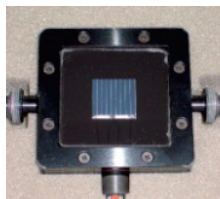


“One Stop Testing”

基準太陽電池校正技術①

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

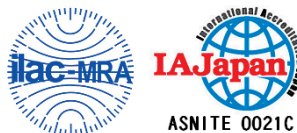
ASNITE0021C

(2008年5月16日付で認定)

不確かさ(k=2), 0.72%

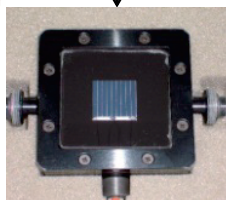


ASNITE 0021C



ASNITE 0021C

ASNITE0021C
(2010年3月8日付で認定)

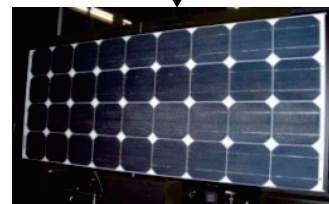


JIS C8911/8931/8941

二次基準セル

不確かさ(k=2),
0.90%

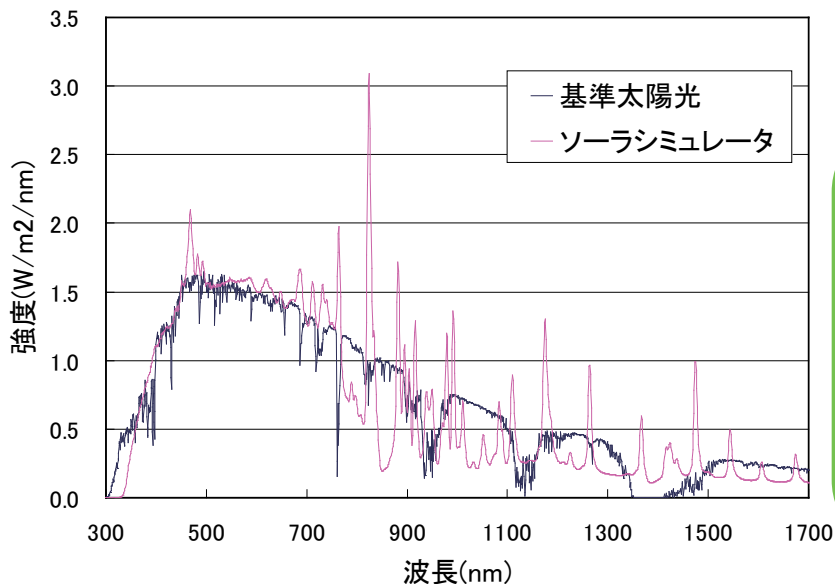
$I_{sc,FF}$ ばらつき $\pm 2\%$



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

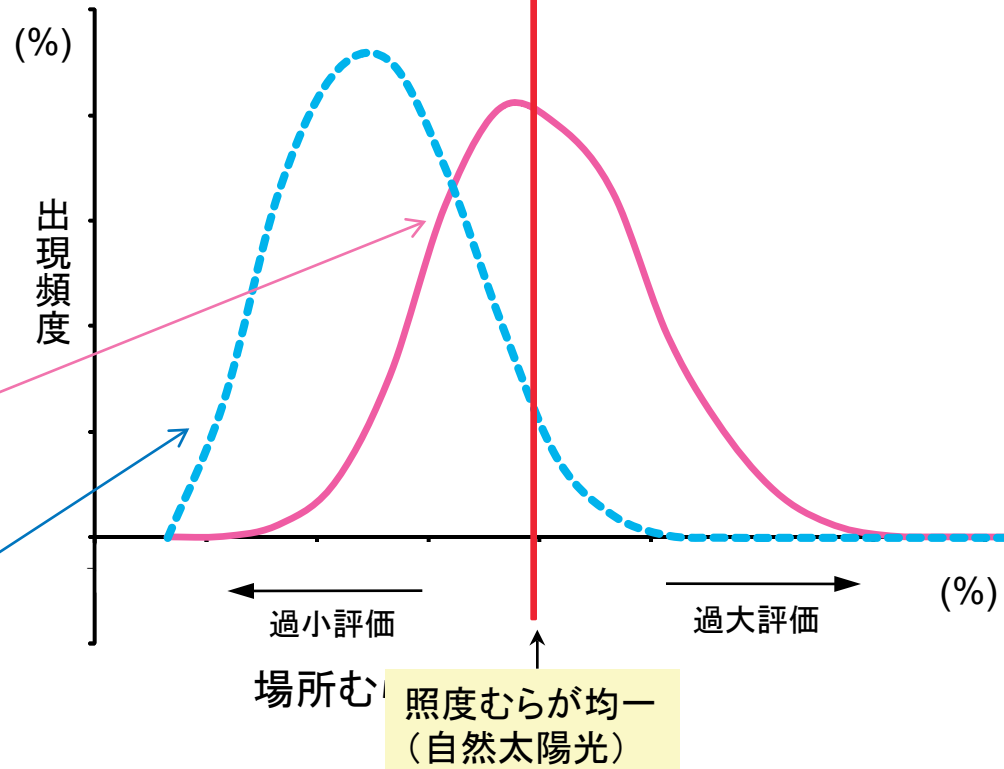
- ・製品と同じ大きさと構造で実現できる
- ・選別は必要だが、製作上の困難性は無い
- ・過大評価と過小評価の割合が適切

基準モジュールを利用する利点

過大評価と過小評価の比率が同程度

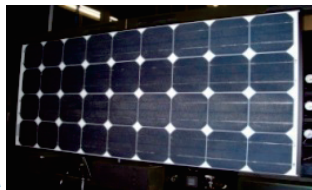
参考データ(JIS C 60904-2から抜粋)

| モジュール性能 | | 二次基準 太陽電池 モジュール | 基準セル 法 (平均 照度が 基準照 度) |
|---------|---------|-----------------------|-----------------------------------|
| 分 布 | +3%を超える | 0.09 | 0.00 |
| | +2%~+3% | 2.04 | 0.00 |
| | +1%~+2% | 12.39 | 0.16 |
| | ±1% | 71.91 | 27.75 |
| | -1%~-2% | 12.60 | 43.98 |
| | -2%~-3% | 0.97 | 28.11 |



現状の基準モジュール

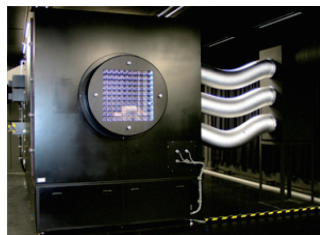
被測定モジュール
サンプルモジュール



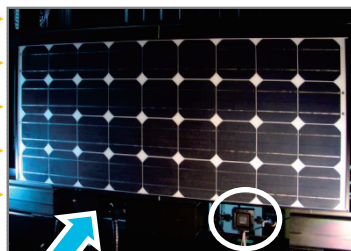
一次基準セルとの同時測定で校正した二次基準モジュールを用いて照度調整を行い、被測定モジュールの測定を行う。



二次基準モジュール

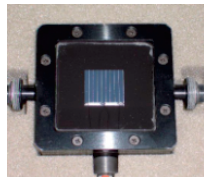


AM1.5G
100mW/cm²



光学的特性が同等ではない

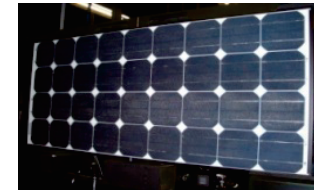
一次基準セルとの
比較校正



一次基準セル

基準モジュール法の向上(研究予定)

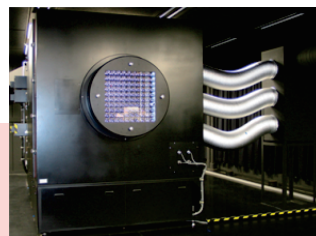
二次基準モジュール



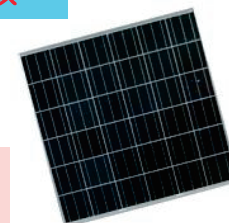
一次校正した基準モジュールを用いて、ソーラシミュレータの照度調整を行い、被測定モジュールの測定を行う。

比較 ↑ 校正

光学的特性と完全一致



AM1.5G
100mW/cm²



スペクトル測定



一次基準モジュール
(マルチセルパッケージ)

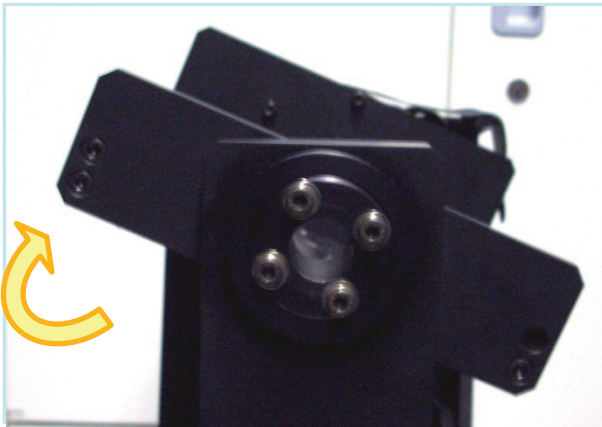
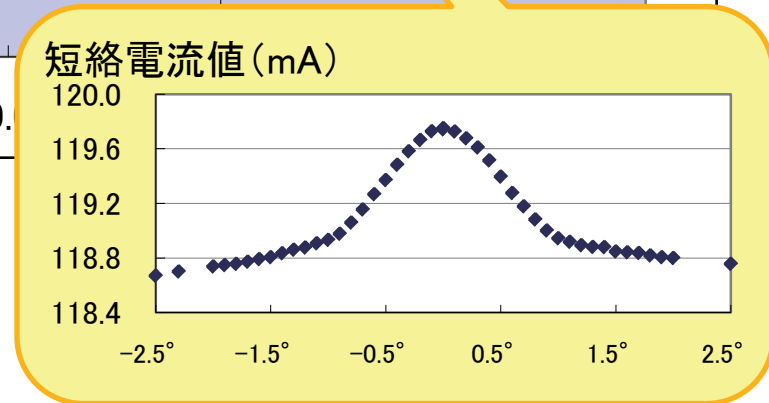
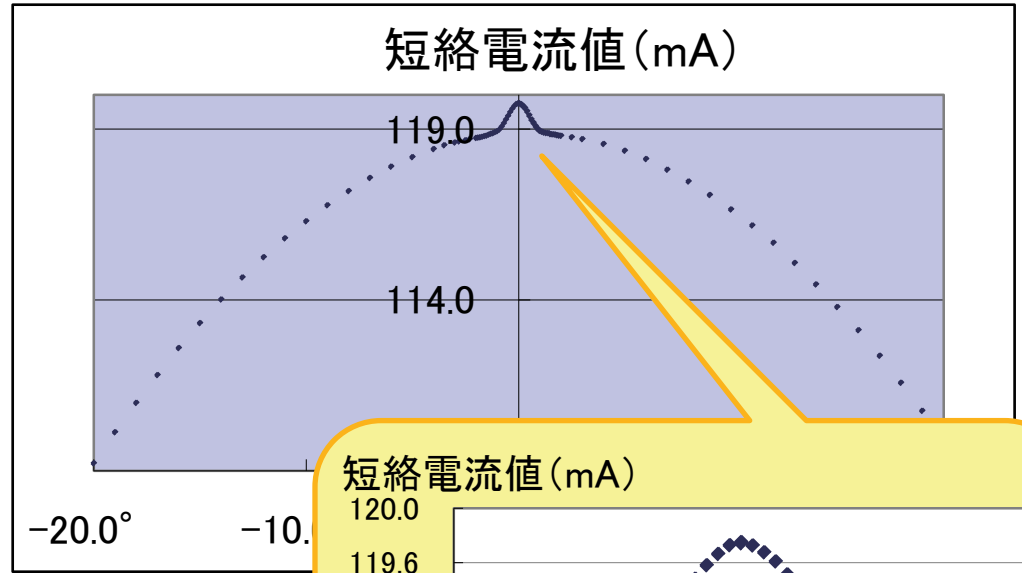
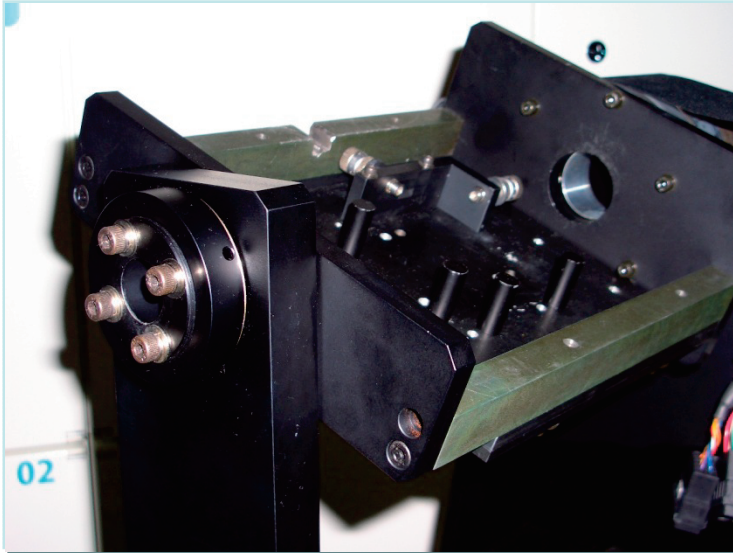
分光感度測定



ウェハーサイズの相対
分光感度測定を可能とする技術開発

基準太陽電池校正技術②: 基準太陽電池セルの光入射角特性評価

・評価装置

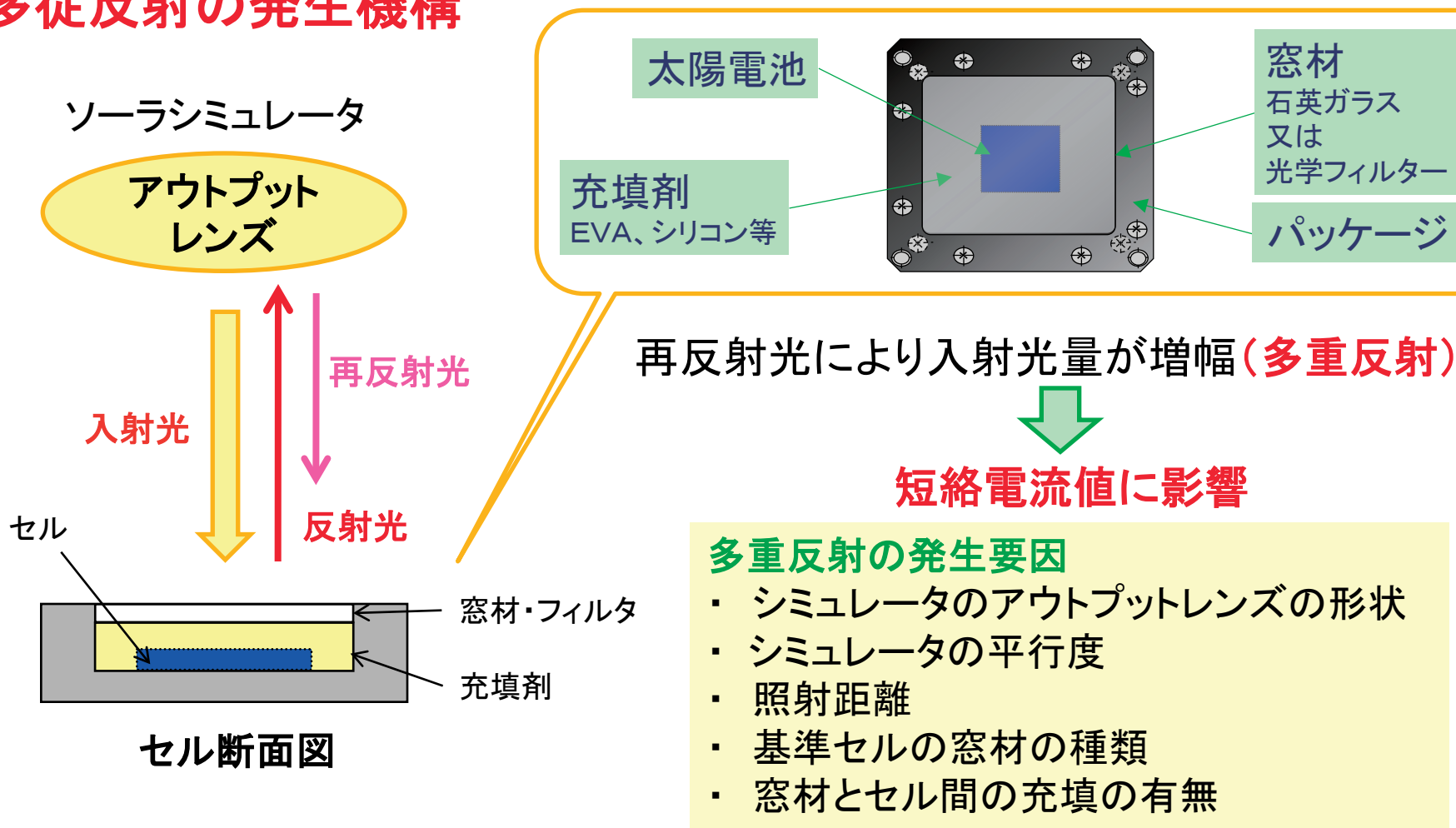


±0.1°
単位で角度
調整可能

- ・±2° 程度の範囲で余弦特性からのずれ (凸状) が発生。
- ・ソーラシミュレータ間の短絡電流の差が大きいほど、ずれも大。

基準太陽電池校正技術②: 基準太陽電池セルの光入射角特性評価

・多従反射の発生機構



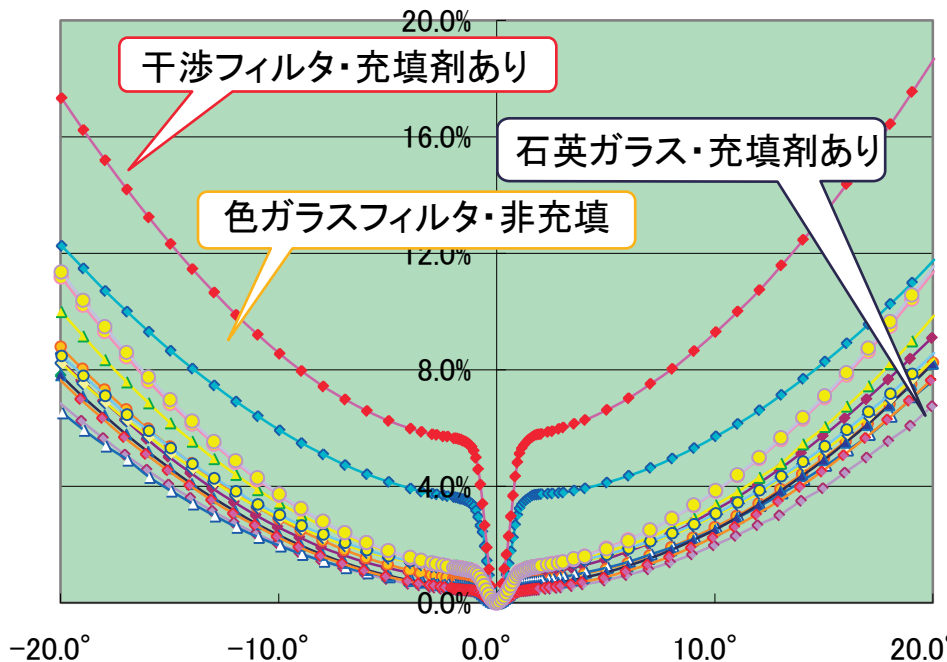
反射の要因を追及し、誤差となる要因を可能な限り、排除する必要がある

基準太陽電池校正技術②: 基準太陽電池セルの光入射角特性評価

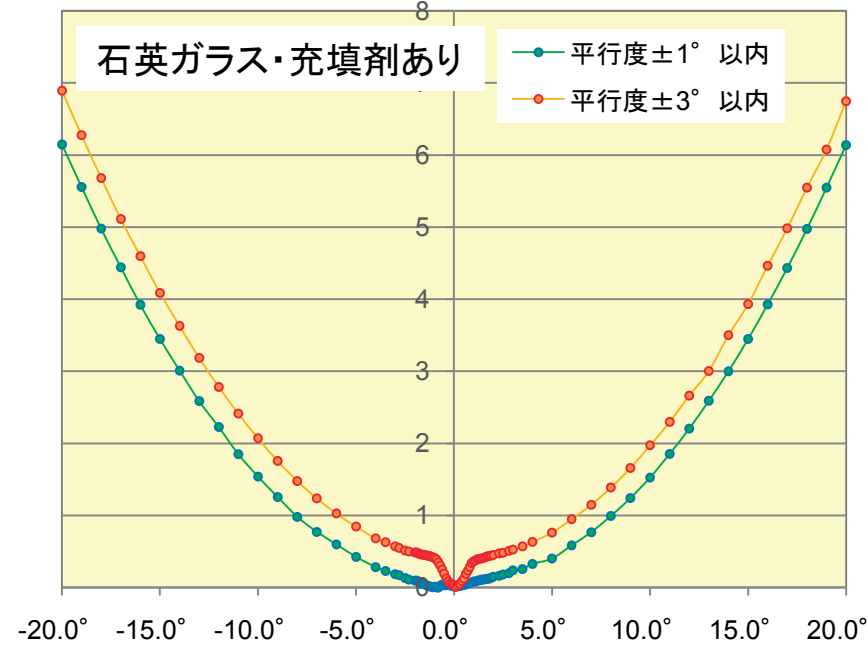
・セルの窓材・構造依存性

・ソーラシミュレータ依存性

短絡電流の変化率(%)



短絡電流値の変化率(%)



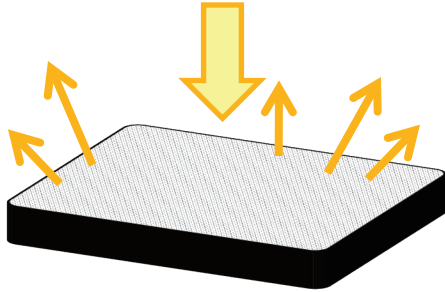
多重反射と入射角特性は、窓材や構造の違いにより、著しく影響を受ける

ソーラシミュレータの平行度、アウトプットレンズの形状により、同構造でも影響の度合いは異なる。

基準太陽電池校正技術②: 多重反射の抑制方法の一例

窓材による多重反射の抑制

ソーラシミュレータからの照射光



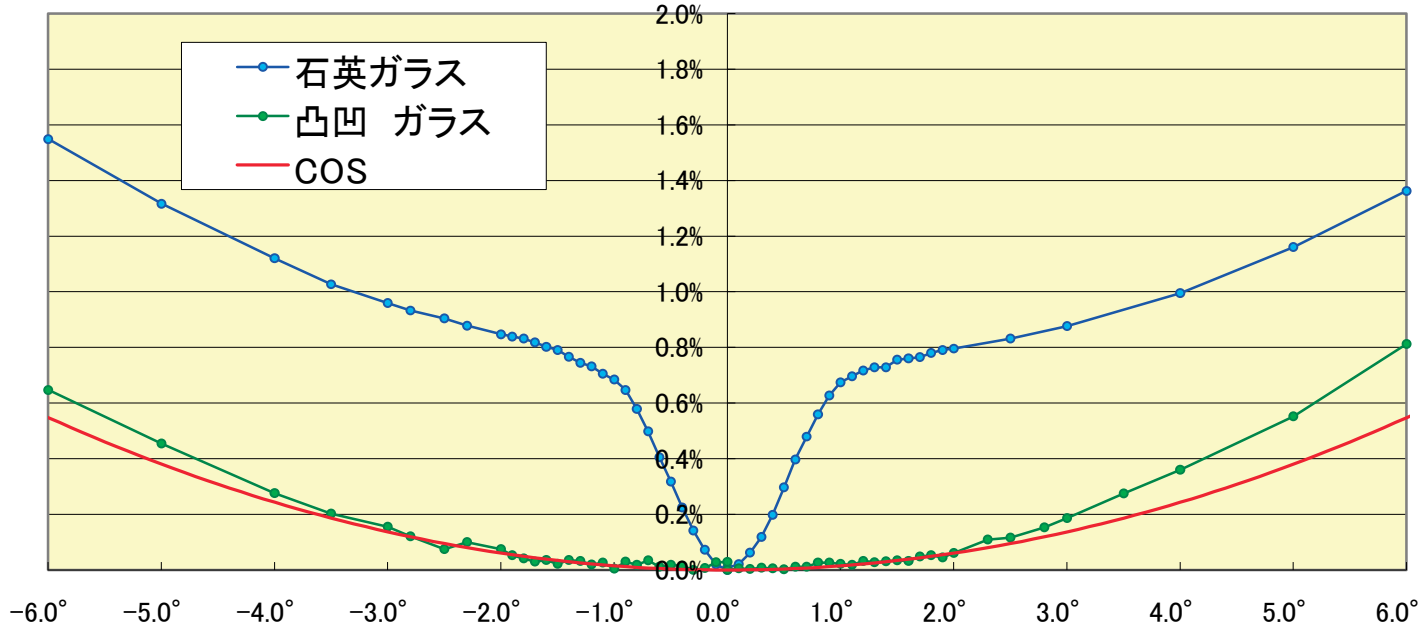
Low iron patterned solar glassの採用

表面もしくは両面に凹凸をつけた梨地模様の型板ガラスを最表面の窓材として採用する

照射面の立体構造により, 光を散乱

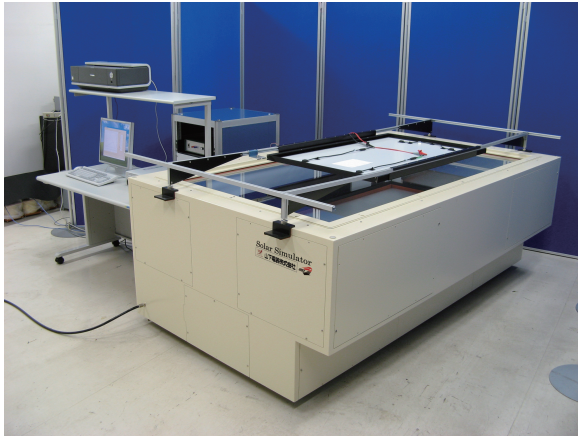
戻り光を抑制

短絡電流の変化率



共同研究等の成果：製品化の実施例

ライン用ソーラシミュレータ 2社共同開発

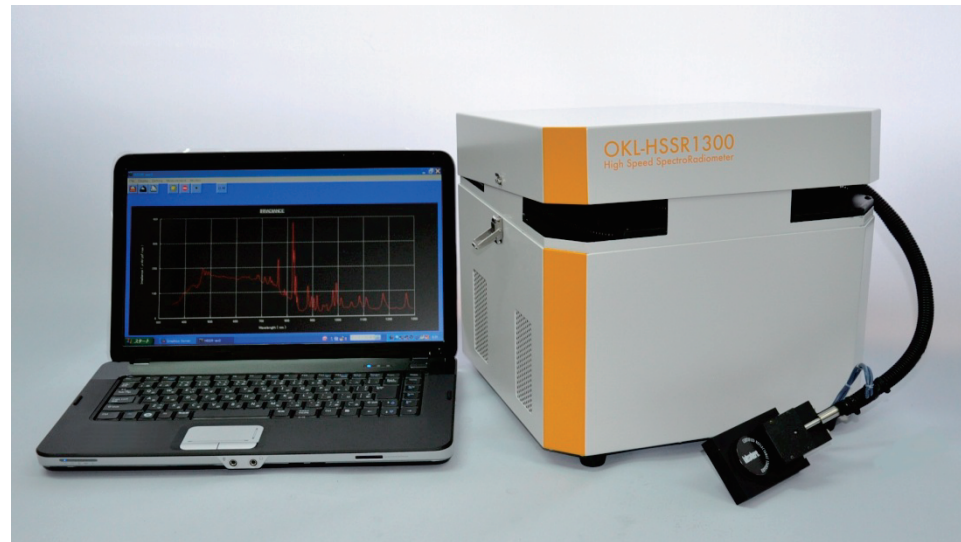


分光感度測定装置



2社共同開発

高速・高精度分光放射計



5社共同開発

むすび

1. 太陽電池標準の国際同等性の維持・普及。
2. 世界の太陽光発電をリードするに相応しい、国際競争力のあるトレーサビリティ体系の構築・維持・発展を図る。
3. 基準太陽電池の強固な供給体制を確立し、不確かさを低減する技術開発を促進する。
4. 国際規格・国内規格へ適合した産業用評価装置の技術開発を行う。