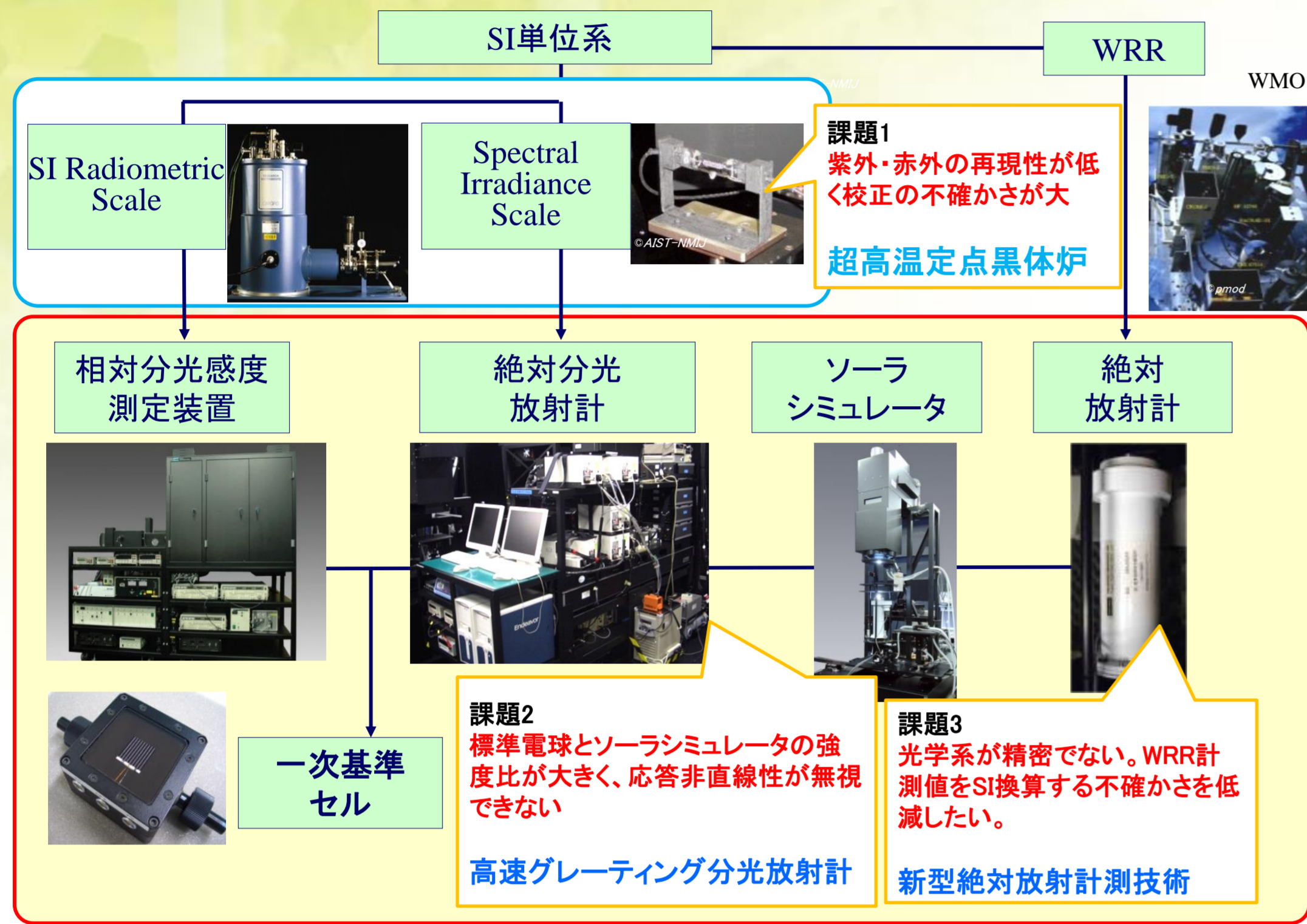


# 基準太陽電池校正技術をベースとする 各種トレーサビリティ技術開発

猪狩 真一、渡邊 良一、小久保 順一、周 泓、武田 俊輔、高瀬 滝男  
産業技術総合研究所再生可能エネルギー研究センター 太陽光評価・標準チーム

## 研究背景・目的

基準太陽電池校正の不確かさを改善するための技術開発展開



## 課題1：分光放射照度標準の不確かさ抑制(超高温定点黒体炉の測光標準利用) 標準電球から黒体セルへのトレーサビリティのチェンジ

温度プラトー発生時の温度分布

分光放射標準電球

放射シールドΦ13 放射シールドΦ8

つぼ開口Φ3

放射温度計

積分球

光ファイバ

伝送光学系

超高温定点黒体炉

分光放射照度標準としての利用  
金属炭化物-炭素(WC-C)の包晶点  
3000 Kの温度定点時の放射を活用

坩堝前面の放射シールドからの副次的な放射を排除する技術を開発。

挿入パッフル光学系

炉内にパッフル光学系を挿入して測定。  
内部低反射処理・アパーチャー構成を最適化

プランクの黒体放射理論による計算値と相対値が一致する放射が利用可能

## 課題への取り組み

### 課題2：積分球光源法とLED重量法の併用によるディテクタのリニアリティ評価

高速型グレーティング分光放射計(分光器6台搭載)

分光器	ディテクタ
UV (250-390 nm)	光電子増倍管
VIS1 (391-570 nm)	Siフォトダイオード A型
VIS2 (571-750 nm)	Siフォトダイオード B型
NIR (751-960 nm)	Siフォトダイオード B型
IR1 (961-1580 nm)	InGaAs PINフォトダイオード A型
IR2 (1580-2500 nm)	InGaAs PINフォトダイオード B型

積分球光源法と重量法を併用した評価装置

PMT ソーラシミュレータ測定時の応答非直線性が高い

LED中心波長373nm

LED中心波長373nm

対策

ソーラシミュレータ測定時の光電子増倍管(250nm~390nm)の検出電流値のリニアリティ比は+7%程度に達し、誤差としては+14%となる

抵抗型デバイス回路をアクティブ型に改造して再評価した結果、応答非直線性誤差を+0.1%未満に抑制。分光放射計に実装して特性改善確認済。

### 課題2：複数光源切り替え型照度可変光源によるリニアリティ評価

Lamp 1 0.2sun Lamp 2 0.4sun Lamp 3 0.6sun Lamp 4 1.2sun

キセノンランプ

シャッターユニット

ファイバーユニット

4分岐ファイバからバンドルファイバへ

4分岐ファイバからバンドルファイバへ

米国:15/S97656(特許査定)  
日本:特開2017-224461  
中国:CN 107526129 A(公開)

レンズ光学系

減光フィルタ

照射光

図1 光源の基本構成

- 有効照射面積：20mm×20mm
- 分光分布：AM1.5G近似
- 面内不均一性：±2%以下
- JIS C 8912, JIS C 8933 クラスA

図2 照度設定と重量による照度の線形性

シャッター制御により複数光源の切り替えを瞬時にし、0.025 SUN~1.2 SUNの範囲で照度可変。重量の正確性は、線形性が検証されたコブレンツ型のサーモパイルで検証済。

図3 照射面内不均一性(±2%以下)

ランプの出射光をファイバーユニットで均一化し、更にレンズ光学系で平行光線にする。

## 成果

- 不確かさを0.72%から0.5%台に低減し、最高校正能力を向上
- 超高温定点黒体炉を標準光源として利用するための技術開発
- ディテクタの応答直線性の評価技術とその解消手法の開発

測光標準	拡張不確かさ
標準電球	2.15%
標準電球とWRR	0.72%
超高温黒体炉とWRR	0.51%~0.53%

課題1と課題2の解決により、表1の3を大幅に改善し、拡張不確かさを従来の0.72%から0.5%台に大幅に低減

合成標準不確かさ = 標準不確かさの二乗和の平方根

$$\sqrt{(0.20)^2 + (0.47)^2 + (0.07)^2}$$

拡張不確かさ = 合成標準不確かさ × 包含係数

包含係数K=2 で信頼区間95% で推定された誤差となる

## 課題3：不確かさ抑制の為の新たな絶対放射計測技術開発

- 現行手順ではWRRとの比較校正値をSI単位系に換算する不確かさ要因が加わる
- 受光部の構造が複雑で再現性・再生産性が低く、世界的にも入手が困難
- SI単位系で直接自己校正可能な新たな絶対放射計測技術を開発中

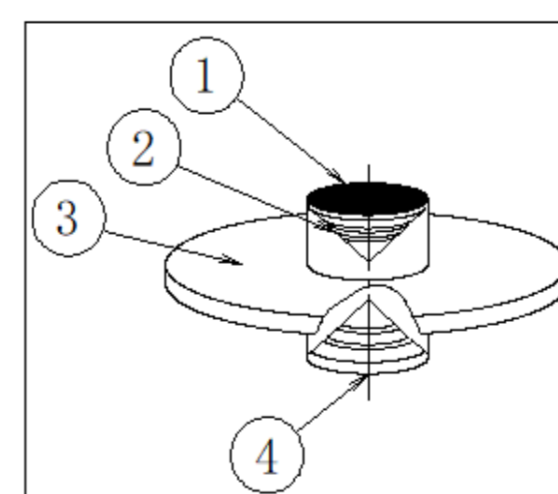


図4 従来型絶対放射計の代表的な受光部構造

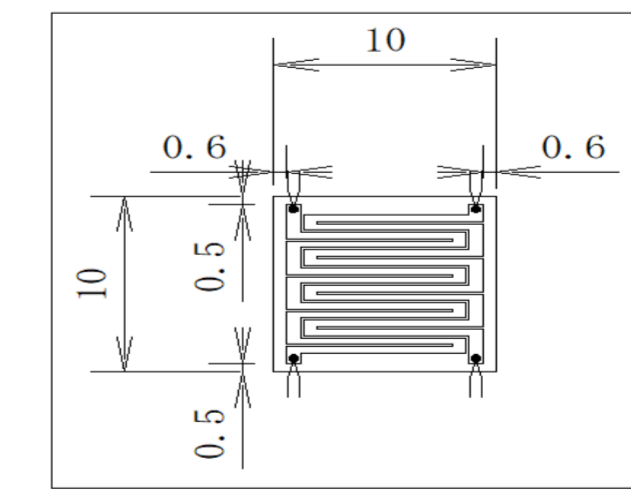


図5 開発中の受光部一例(平板構造)

- 受光部は薄い銀板で円錐形=加工困難
- ①の裏面に白金線巻き付け=加工困難
- ヒートシンク
- 黒体参照用の受光部

セラミック基板上に白金薄膜パターンを形成  
詳細設計完了、試作・評価中

## アピールポイント

- 高平行度・高均一・高安定な照射が可能な疑似太陽光(ソーラシミュレータ)が利用できます。
- センサ単体、分光放射計や気象観測装置の高精度なリニアリティ評価が可能です。
- 250nm~2,500nmの分光放射照度の高精度測定が短時間で可能です。分光応答度の高精度測定も可能です。
- 国内外で22の特許を権利化している他、関連するノウハウを蓄積しています。
- 技術コンサルティングの豊富な経験を持つISO/IEC17025認定ラボです。

## 謝辞

本研究は、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)から受託して実施したものであり、関係各位に感謝する。