

複数光源切り替えによる分光放射計の非直線応答性の評価

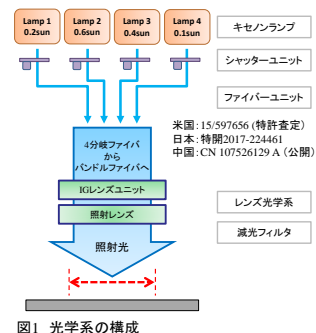
小久保 順一、猪狩 真一
産業技術総合研究所 太陽光発電研究センター 評価・標準チーム

研究背景・目的

- 装置性能の改善と校正手順の高度化により、基準太陽電池デバイス校正の支配的な不確かさ要因をスペクトルミスマッチ補正係数(MMF)に絞り込めた。
- MMFの不確かさは、分光放射計校正用光源の不確かさと、校正用光源とソーラシミュレータの強度差が大きいことによる分光放射計の非直線応答性が主要因である。
- 分光放射計に内蔵するディテクタ単体での非直線応答性は、積分球光源法と重量法の組み合わせで実施している。
- 本研究の目的は、高均一でスペクトル形状の変化しない複数光源切り替え型の照度可変光源により、分光放射計としての非直線応答性を精密に評価することである。

複数光源切り替え型照度可変光源の開発

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



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。

光強度に対する線形性が検証されたコブレンツ型のサーモパイルで線形性を検証。

ランプの射出光をファイバーユニットで均一化し、レンズ光学系でソーラシミュレータと同程度の平行光線にしている。

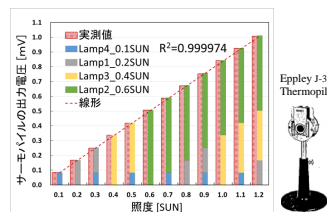


図2 照射の線形性の検証結果

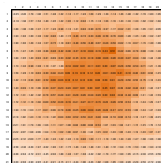


図3 20 mm × 20 mm 照射面内不均一性 (±2%以下)

光源の最適運転条件の探索

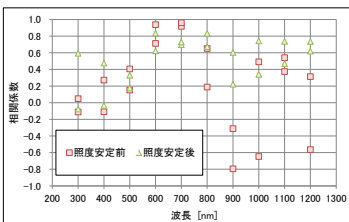


図4 各測定波長の放射照度の変動と積算放射照度の変動の相関の例 (0.6 SUN)

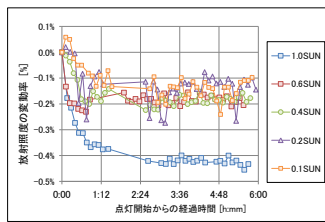


図5 点灯開始からの経過時間と放射照度の変動率

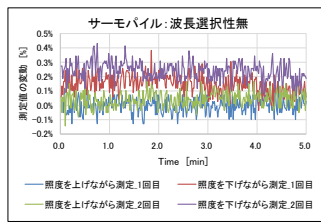
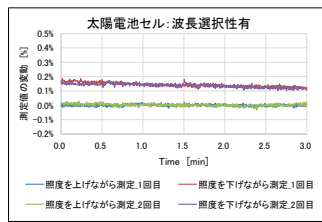


図6 照度を上げていく場合と下げていく場合の測定値の変動 (例: 1.0SUNの測定結果)



- ランプの点灯条件により、放射照度が安定するまでの挙動が異なる。
- 2時間30分前後を境に、積算放射照度と各測定波長の放射照度の相関性が変わり、安定後は殆どの波長で相関係数が正となる。
- 以上から、分光放射照度を安定化するには、2時間30分程度のウォームアップが必要である。

- 照度を上げる(加算)運転と照度を下げる(減算)で測定値の変動が二群に別れる。
- サーモパイルでの測定では平行移動のように見えるが、太陽電池セルでは減算の方で勾配があり、分光放射照度が若干変化している可能性を示している。照度を下げる方が光学系への熱負荷が高い。

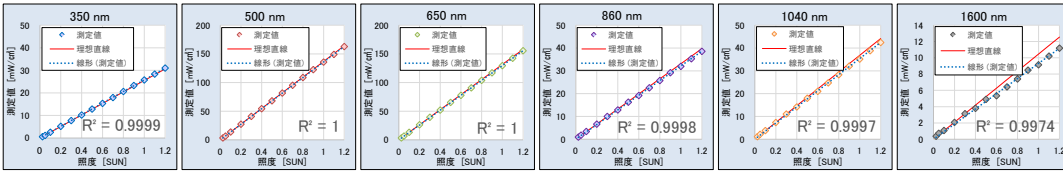
分光放射計の非直線応答性評価

表1 分光放射計の内蔵するディテクタ

高速型グレーティング分光放射計	
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
VIS2 (571-750 nm)	Siフォトダイオード
MIR (751-960 nm)	Siフォトダイオード
IR1 (961-1580 nm)	InGaAs PINフォトダイオード
IR2 (1580-2500 nm)	InGaAs PINフォトダイオード

MSR-7000N	
分光器	ディテクタ
UV,VIS (280-630 nm)	光電子増倍管
VIS,NIR (631-1000 nm)	Siフォトダイオード
IR (1001-2500 nm)	硫化鉛(PbS)

● 高速型グレーティング分光放射計



● 分光放射計 (MSR-7000N)

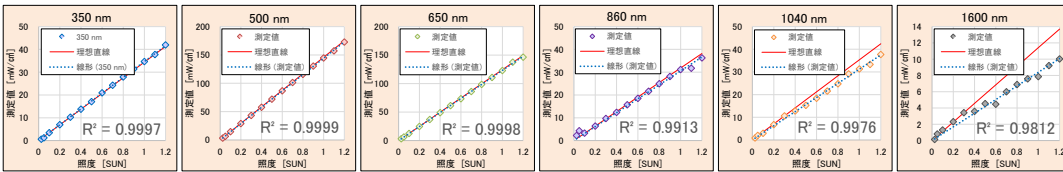


図7 分光放射計の非直線応答性の評価

- 代表的な波長における決定係数と理想直線からの乖離の両方が、高速型グレーティング分光放射計で改善されている。

結論

- 複数光源切り替えによる照度可変光源の最適運転条件を確認した。
- 分光放射照度が安定化するには2時間30分程度のウォームアップが必要である。
- 光源の過渡特性は、伝送光学系であるバンドルファイバの分光透過率の温度変化である。
- この問題はバンドルファイバの材質の見直しと日本特許:5424316 (共同) "光ファイバ伝送系" の適用で改善可能である。
- 複数光源切り替えによる照度可変光源の使用により、分光放射計の間の応答非直線性の差が精密に評価できる。
- その結果、開発した高速型グレーティング分光放射計における非直線応答性が改善されていることが確認できた。

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。