

# デュアルセンサ型日射計の開発

井上 佳則<sup>\*</sup>, 黒川 浩助 (東京農工大学)  
三宅 行美, 中村 幸三, 加藤 正 (英弘精機株式会社)

## Development of a dual sensor type pyranometer

Yoshinori Inoue, Kosuke Kurokawa (Tokyo University of Agriculture and technology)

Yukiharu Miyake, Kouzou Nakamura, Tadashi Kato (EKO Instruments TradingCo.,Ltd.)

### 1. 背景・目的

太陽光発電システムの発電量などを正確に得るためには、日射量を正確に計測しなければならない。現在、一般に普及している精密日射計はセンサに熱電対を用いているため高価であり、多様化が進むシステム個別に必要な数の精密日射計を設置するのはコスト的に困難である。そこで、シリコンセンサ型簡易型日射計を代用する方法があるが、シリコンの分光感度には波長選択性があるため、正確な日射量が把握出来ているとは言えない。従って、安価で高精度の日射計が求められている。

本研究では安価で、安定かつ高精度の新型日射計を開発することを目的としている。本研究室では、以前にシリコンダイオードにカットオフ・フィルタを用いた二素子式の日射計を提案した。本研究では、このフィルタを装着したセンサをシリコン(Si)と比較的長波長域に分光感度のピークがあるインジウム・ガリウム・ヒ素(InGaAs)を追加し、二種類のデバイスとしたデュアルセンサ型日射計を提案する。本稿では、基礎研究としてシリコンセンサの問題点について報告する。

### 2. 研究手法

まず、本研究にて提案するデュアルセンサ型日射計に搭載されているセンサは2種類の半導体センサが用いられている。それぞれの半導体センサが分光感度を持つ波長域はSiが300~1100nm, InGaAsが980~1800nmである。

また、図1は分光放射照度分布と用いられている二つの素子の相対分光感度を示したものである。従来のシリコンセンサ型簡易日射計では日射スペクトルの一部しか計測が出来ないことが分かる。

そして、実際にそれぞれのセンサ出力がどの程度かを予測するために、多目的分光放射計を用いて分光放射照度

を計測した。次に、基準太陽光スペクトルとの誤差を以下に示す式(1)を用いて算出する。また、計測した分光放射照度と各センサの相対分光感度から各センサの出力を予測するため式(2)を用いた。

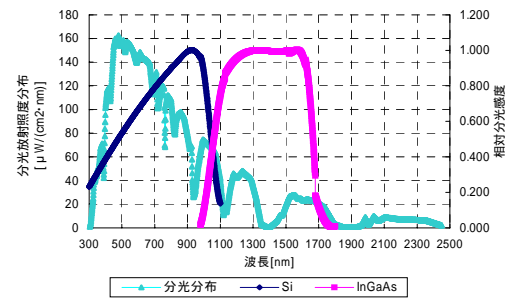


図1 分光放射照度分布と各素子相対分光感度

$$I_{\lambda} - I_{\lambda \text{ ref.}} \quad \dots (1)$$

$$E = K \times I_{\lambda} \quad \dots (2)$$

上式において、 $I$ を補正した分光放射照度、 $I_{\text{ref.}}$ を基準太陽光スペクトル、 $E$ を出力、 $K$ を相対分光感度とする。

### 3. 結果と考察

上記の式(1),(2)を用い天候による太陽光スペクトルの傾向とデュアルセンサ型日射計に搭載されている二つのセンサ出力を予測した。ここで、日射強度が天候により異なるため、基準太陽光スペクトルと同様の条件に補正し比較をした。基準太陽光は放射強度が $1 \text{ kWm}^{-2}$ であるから基準とした。図2は、補正した分光放射照度と基準太陽光スペクトルとの誤差を式(1)から算出し、その分布を示したものである。また、図3はそれぞれの天候時の分光放射照度分布を、基準太陽光スペクトルを水準として補正し、表示したものである。また、式(2)から予測した各センサ出力を表1に示す。

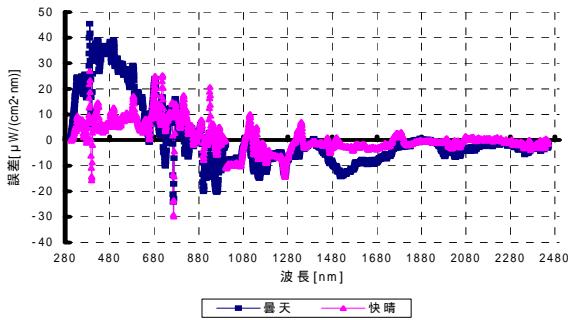


図 2 天候別誤差分布

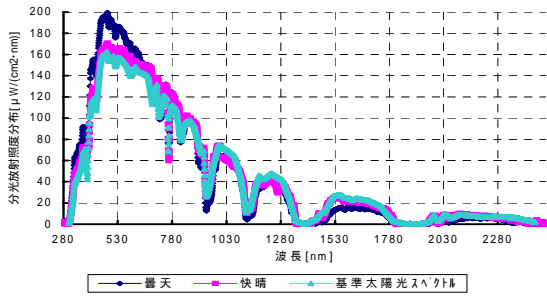


図 3 天候別分光放射照度分布

表 1 センサ出力予測結果

	Si	InGaAs
快晴日	0.563	0.140
曇天日	0.575	0.114
基準太陽光スペクトル	0.538	0.156

これらの結果から、曇天日には Si センサの感度が存在する短波長域の誤差が大きくなり、逆に InGaAs センサの感度が存在する長波長領域の誤差が小さくなっていることが分かる。一方、快晴日は基準太陽光スペクトルとほぼ同じ形状であることが分かる。従って、シリコンセンサの感度定数を基準太陽光スペクトルで決定した場合には、長波長域の分光分布の変動は考慮されずないために日射強度は大きく見積もられることが予想される。

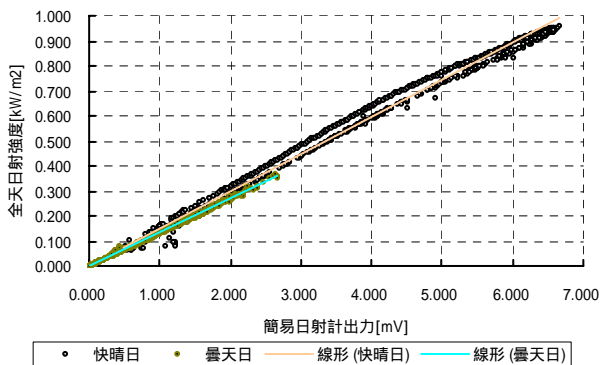


図 3 天候別相関図

次に、実測データを検討した。図 3 は全天日射強度と簡易日射計出力の天候別相関図である。図より快晴日では

明らかに線形性が認められないが、曇天日では線形性が認められる。シリコンセンサで直線回帰をする限りは、感度定数の変更によってある程度の誤差の改善は期待される。しかしながら、これらのデータの平均を通るような感度定数の値付けでは、これ以上の物理的改善に限界があることが分かる。従って、長波長域と短波長域の特性を独立で把握することにより、精密日射計に近い特性を得ることが出来ると考えられる。

#### 4. まとめ

本稿では、日射スペクトルのうち短波長域に分光感度のあるシリコンセンサと長波長域にピークのあるインジウム・ガリウム・ヒ素センサを持つ、デュアルセンサ型日射計を提案し、基礎研究としてシリコンセンサ型簡易日射計の問題点を示した。また、快晴日と曇天日では分光放射照度分布に異なる傾向があることを基準太陽光スペクトルとの誤差を用いて確認した。さらに、実測データを用いて分光放射照度から予測した結果との比較・検討を行った。実測データからは、シリコンセンサのみの直線回帰に限界があることを確認した。そこで、Si と InGaAs の二素子を搭載したデュアルセンサ型日射計の開発を目指す。

#### 参考文献

- 1) 「太陽エネルギー利用ハンドブック」太陽エネルギー利用ハンドブック編集委員会編、日本太陽エネルギー学会、p.1-10,2000.11
- 2) 「太陽エネルギー利用のための分光日射量の測定と整理(第2報、ランク分けした分光日射スペクトルの規格化による整理)」馬場、金山、遠藤、金澤、日本機化学会論文集(B編)63巻 605号(1997-1)、299~305