L-66

太陽電池モジュール上の部分影のモデル化
- 影中の場所の違いによる日射強度の比較 -
Modeling of partial shadow on PV module
Comparison of solar radiation intensity due to difference of position in shadow

○高橋憲司[1]，　比留間一彦[2]，　西川省吾[3]
*Kenji Takahashi[1], Kazuhiko Hiruma[2], Shogo Nishikawa[3]

Abstract: If we install PV module on the building, it is common installed on roof or rooftop with good solar radiation conditions. But there is outdoor unit of air conditioning attached on the roof, it sometimes takes a shadow in depending on the season and time of day. The output reduction due to shadow is a risk of the impact for the accurate output measurement in the solar radiation intensity estimation. We think shadow that can be on PV module is different thereby area, density, shape. In this study, our purpose in to estimate output of solar cells in the case of complex shadows. In this paper, we shows a comparison result of estimated value and the measured value of the solar radiation intensity with shadow and without shadow as the first stage.

１．はじめに

太陽電池を建物に設置する場合，日射条件の良い屋根や屋上に設置することが一般だが，屋根や屋上には空調設備の室外機等，物が設置されることが多く，季節や時間帯によってこれらの影が太陽電池の一部にかかることがあり得る．

日射強度推定において影による出力低下は正確な出力予測を行うのに影響を及ぼす恐れがあり，太陽電池上に出来る影の面積，濃さ，形状などによりその影響も異なると考えられる．

本研究では，複雑な形状の影がかかる場合の太陽電池の出力予測を精度良く行うことを目的とする．

本稿では，第一段階として水平面において影の掛っている部分とそうでない部分の日射強度の測定値と推定値の比較結果を示す．

２．水平面における日射強度の推定式の導出[1]

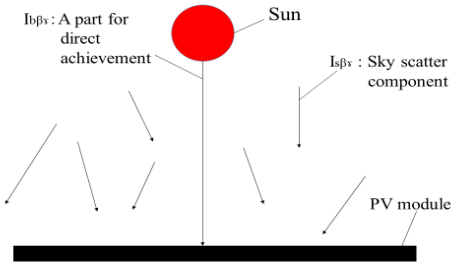

Figure 1. Component of solar radiation in the horizontal plane

Figure 1 のように，水平面の日射は直達成分 $I_{s\beta\gamma}$，天空散乱成分 $I_{s\beta\gamma}$ の 2 つの成分からなり，影の部分に達する日射成分は天空散乱成分のみとなる．

影の中の日射強度を推定する際，水平面における全天日射強度を直達成分と散乱成分を分離する必要がある．これを直散分離という．

水平面の全天日射強度は直達日射強度と散乱日射強度からなっている．つまり，日射強度を I，水平面の直達成分を I_b，水平面の散乱成分を I_d とする時，

$$I = I_b + I_d$$

で表される．

直散分離の導出として以下のように表せる．なお，以下の式で I は水平面日射強度，I_0 は大気外水平面日射強度である．

1)　$I/I_0 \leq 0.22$ の時

$$I_d/I = 1.0 - 0.09(I/I_0)$$

2)　$0.22 < (I_d/I) \leq 0.80$ の時

$$I_d/I = 0.9511 - 0.1604(I/I_0) + 4.338(I/I_0)^2 - 16.638(I/I_0)^3 + 12.336(I/I_0)^4$$

3)　$I/I_0 > 0.80$ の時

$$I_d/I = 0.165$$

３．推定値と測定値の日射強度の比較

測定は 2015 年 8 月 6 日，9 月 11 日の 2 日間，日本大学理工学部駿河台校舎 4 号館屋上（東経 139.77°北緯 35.70°）にて測定を行った．晴天時の 11 時 30 分から 16 時まで 5 分刻みで行った．影の長さと日射強度を測定するため，長さ 79.3cm，直径 4.9cm の円柱状の試料を用いた．日射強度は，影の根本(0%)，影の真ん中(50%)，影の先端(100%)，影のない所の 4 点を測定した．(Figure 2 参照)

１：日大理工・学部・電気　２：日大理工・院・電気　３：日大理工・教員・電気

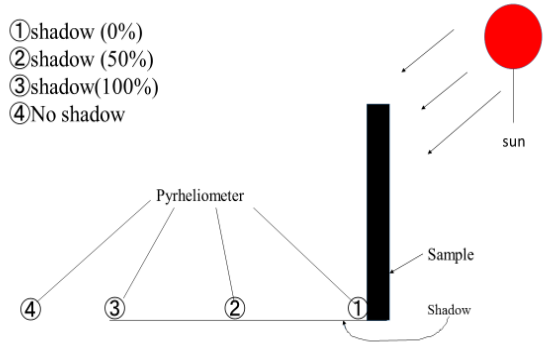

Figure 2. Installation position of pyranometer

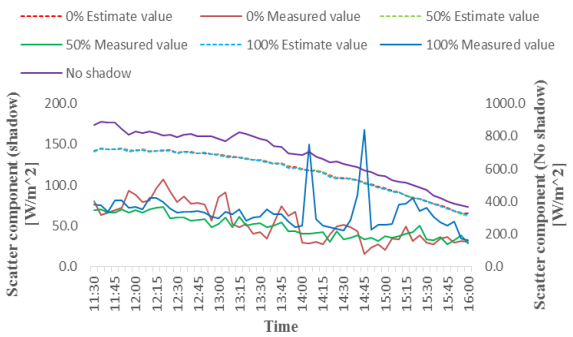

Figure 3. Comparison of the amount of solar irradiance estimated value and measured value(2015/8/6)

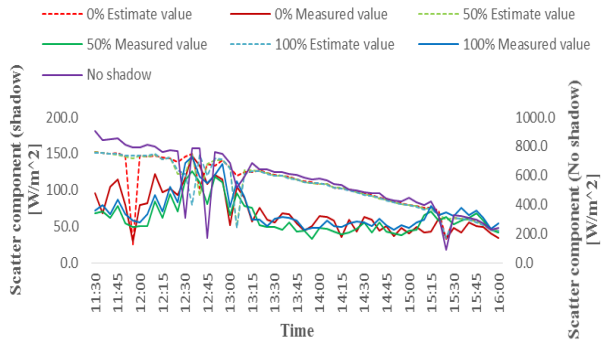

Figure 4. Comparison of the amount of solar irradiance estimated value and measured value(2015/9/11)

Figure 3，Figure 4 は，8 月 6 日と 9 月 11 日の散乱成分の推定値と測定値を比較したグラフとなっている．これらのグラフより日射強度の値が，8 月の場合約 60W/m^2，9 月の場合約 40W/m^2 と推定値の方が大きいことが分かる．この原因として今回，影の中の日射強度を推定をする際水平面での全天日射強度を用いた．その際測定した場所が周囲に高層ビルが立ち並ぶ校舎の屋上であった為，直達成分，天空散乱成分の他にビルからの反射成分を推定の際に加味して進めなかったことで影がない部分の推定値の方が日射強度が大きくなったと考えられる．影の中でも反射成分は影響を受けると考えられるが結果より影のない部分の方が影響が強いと考えられる．また，測定値の値にブレが多い理由として，実験中太陽に雲がかかってしまうことがありその影響で日射強度が変化してしまったことが考えられる．

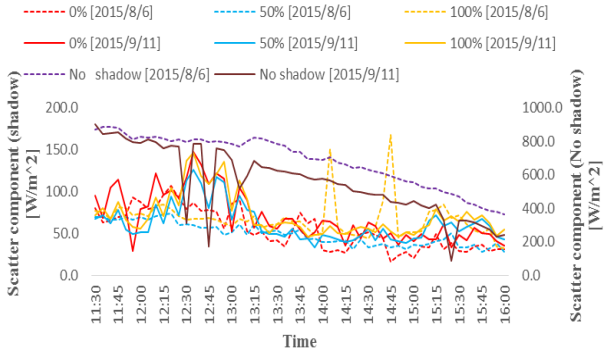

Figure 5. Comparison of the measured value

また、二日間の測定値を比較したら Figure 5 のようになった．影の中の日射強度は，日によっても大きく変化している様子はない．しかし，影の外の日射強度に注目して見た際どちらも 13:00 頃までは日射強度にこれといった差はないが，13:00 を過ぎてから 9 月 11 日の日射強度は下がるスピードが速くなっていることがわかる．影の中の日射強度は 8 月，9 月ではあまり変わらないが影のない場所で変化がみられるということから散乱成分は大きな変化があまり見られず，一方の直達成分は月によって日射強度の変化があるというように考えられる．

4．まとめ

今回の実験より，影の場所による日射強度の変化はあまり見られなかった．また，影による日射量の変化については現状では少ないと思われる．しかし散乱成分以外にもビルからの反射成分が考慮できていなかった為，今後はその点も考慮する必要がある．

また，8 月，9 月で比較したことによってによって散乱成分の変化は大きく見られないが，直達成分は変化がみられた．

今後各月による成分の変化がどれくらいあるのか，また影も濃さや，試料が違った場合それぞれの日射強度はどのように変化するのかについても検討していきたいと考えている．

5．参考文献

[1] 日本太陽エネルギー学会：「新 太陽エネルギーハンドブック」，pp.1-30，2001