

両面太陽電池実証試験、ふく射伝熱解析、小型両面太陽電池基礎試験の中間まとめ

①最大発電効率を得るには

両面太陽電池では裏面に一定割合の日射が入らないと、高い発電効率は得られない。最大発電効率（カタログデータではおよそ 20%）が得られるのは、表面に 1 kW/m^2 の日射が入射して、裏面にはこの 3 割程度以上の入射 (0.33 kW/m^2) があつた場合である。したがって両面太陽電池の特徴の 1 つは、最大発電効率で運転するためには、その設置形態は限定されることがあげられる。

解析の結果では、両面太陽電池はほぼ水平状態の角度で、反射材を置いた地面から 1m 前後の高さに設置すると最大発電効率を得られる（図 3-1 と 3-2）。この場合に地面に敷く反射材は、少なくとも反射率 0.8（鏡面反射成分は無し）以上のシートなどである。地面や牧草地では反射率が小さく、裏面に入射する日射量が少ないことから、両面太陽電池の最大発電効率は得ることはできない（図 4-1、4-2）。ただし両面太陽電池は、裏面での受光量が全くなくても最大で 16% 程度の発電効率を得られる（カタログデータ）。

②積雪地への対応

最大発電効率を得るための両面太陽電池は、設置角度が水平に近いことからそのままでは積雪地域に設置できない。例えば窓ガラスのある室内に設置するなど、別に積雪対策を要する。一方、通常の片面太陽電池と同様に、両面太陽電池の傾斜角を大きくとって落雪を促す場合には、最大発電効率は得られず効率は低下する。この理由は、両面太陽電池の傾斜角を大きくとると裏面に入射する日射量が少なくなり、①で述べたように、高い発電効率を得るために必要な裏面での受光割合が達成できないためである。

③地面に設置する反射材として、ホタテの貝殻を用いる場合

ホタテの貝殻の反射率は、きれいなものではおよそ 0.7~0.8 程度であるが汚れにより低下する。過去の研究事例（山岸、他 7 名、ホタテ貝殻による路面標示用塗料の耐滑走性の改良、北海道立工業試験場報告 No.306、pp. 55-60、2007 年）からも、ホタテの貝殻の、反射率の経時劣化について指摘されている。また、貝殻が大きいと反射光に指向性が生じるので、均一な拡散光を得るためには細かく砕くことが必要である。

④反射材と裏面受光量の関係

反射シート、雪、ホタテの貝殻の何れの反射材も日射の反射率は高いが、それらから離れると反射光は大きく減衰する。解析の結果、反射材と受光面（両面太陽電池の裏面）との距離 1.5m では直達光のおよそ 25% を受光できるが、2~2.5m 離れると両面太陽電池の裏面に入射する日射はわずかである。この結果、両面太陽電池で傾斜角を大きくとるような設置方法は不利である（図 1-1、図 2-1）。

⑤その他

積雪などで表面に日射が入射しなくても、裏面に日射が入ることで発電することができる。したがって、表面が雪で覆われても、拡散光の入射により発電することができる。この状態での発電は、一般的な片面太陽電池を地面側に向けた場合と同様である。

○数値解析の結果

・両面太陽電池の条件

最大出力およそ 3 kW、サイズ 1 m 幅×5 m 長×4 セット、地面からの高さ 1.5m（南側の端部）

・環境条件

無風、8 月 15 日 12 時、25°C、北見市（緯度 43'47"）

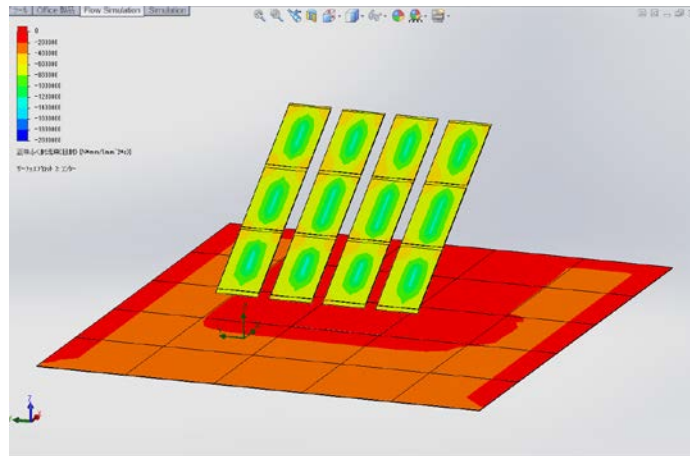


図 1-1 平行に並べた 3 kW 両面太陽電池の日射エネルギー（正味ふく射エネルギー、青色に近いほど日射のエネルギーが大きい） ※手前側が南、傾斜角 35 度、地面の反射率 0.8（拡散光、雪、ホタテ貝殻を想定）太陽電池と同じ日射が入るのに地面（雪・貝殻）が赤いのは、地面から反射する日射が多いことを示します。

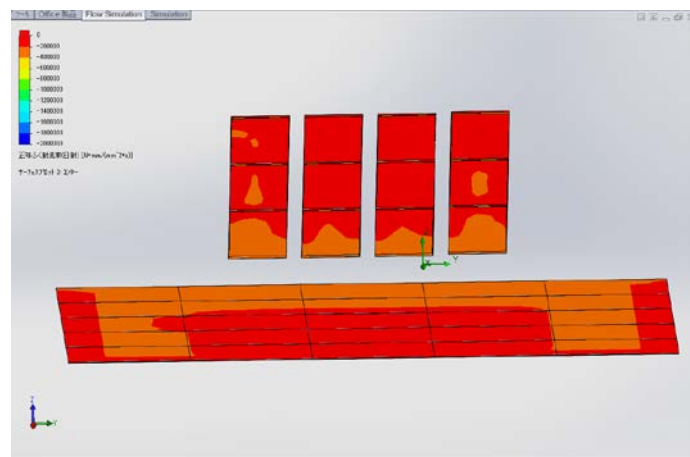


図 1-2 図 1-1 に示した太陽電池の裏面の解析結果

※雪の反射率（=0.8）でも、この状態では太陽電池の裏面に入射する日射は少ないことがわかります。

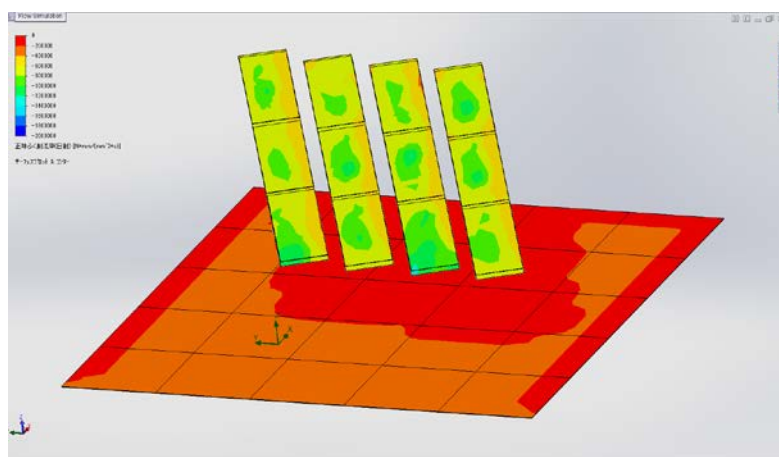


図 2-1 回転角を与えて平行に並べた両面太陽電池の日射エネルギー（現在、北見工大の前に設置されている両面太陽電池を模擬しています。）

※手前が南、傾斜角 35 度、回転角 25 度、地面の反射率 0.8（拡散光、雪、ホタテ貝殻を想定）

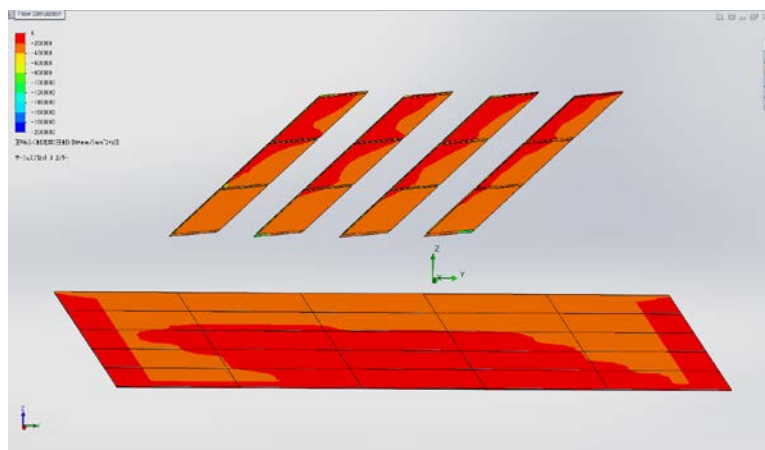


図 2-2 図 2-1 に示した太陽電池の裏面の解析結果（手前は北側）

※図 1-2 より改善されていますが、裏面に到達する日射はやはり少ないことがわかります。

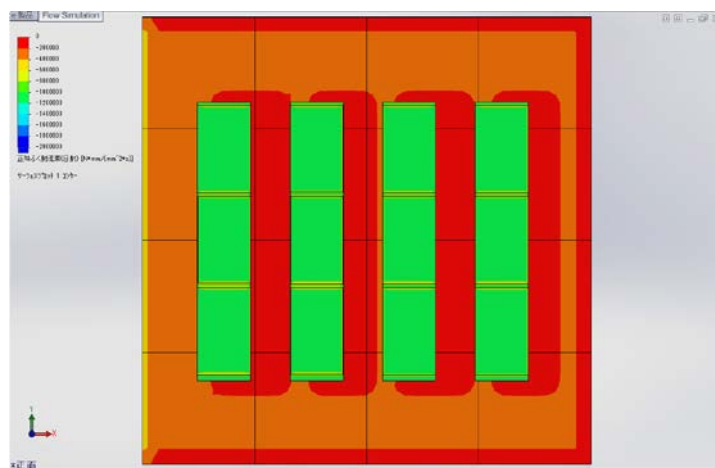


図 3-1 地面（反射シート）から 80cm の高さに、両面太陽電池を水平に設置した結果

※左側が南、傾斜角 0 度、地面の反射率 0.8（拡散光）

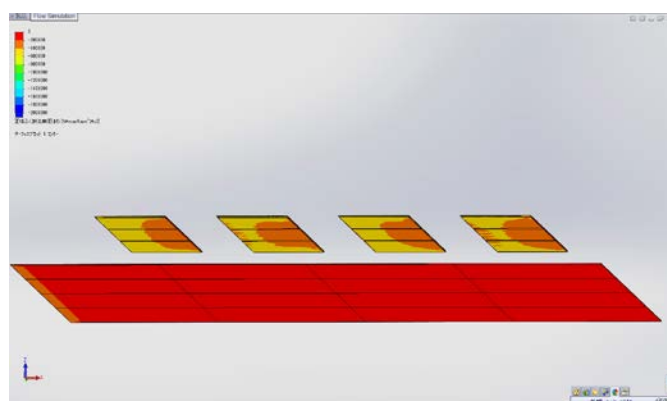


図 3-2 図 3-1 に示した太陽電池の裏面の解析結果（図の左側が南）

※これですと、表面に入射する日射の 3 割くらいは、裏面に入射させることができそうです。したがって、両面太陽電池の最大発電効率を達成することが可能となります。

水平に設置した太陽電池の表面での受光量は、図 1 および図 2 で示した傾斜角 35 度よりも多くなります。そのため、最大発電量と最大発電効率を得るには、図 3-1 の設置方法がよいと考えられます。

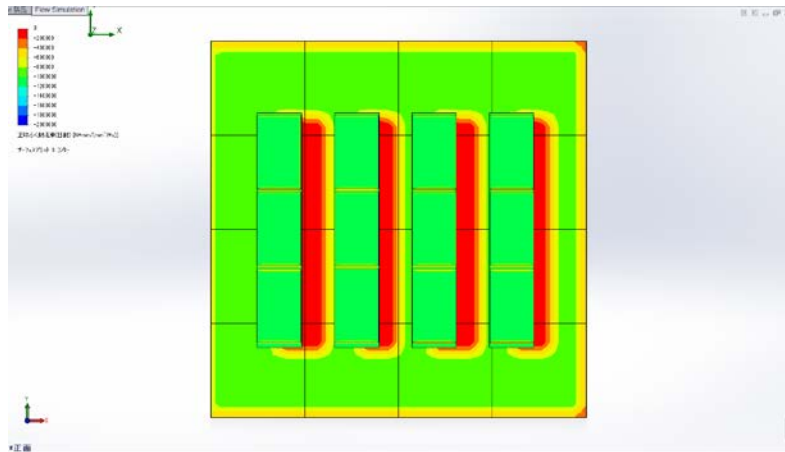


図 4-1 地面（牧草地など）から 80cm の高さに、両面太陽電池を水平に設置した結果
 ※左側が南、傾斜角 0 度、地面の反射率 0.1（拡散光）

牧草地や地面では日射の反射が少ないために、大きなエネルギーが反射されずに吸収されます。

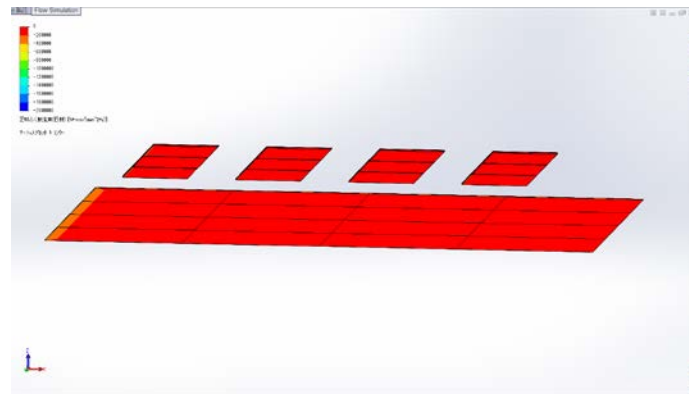


図 4-2 図 4-1 に示した太陽電池の裏面の解析結果（図の左側が南）

※牧草地や地面では、裏面に入射する日射が少ないため、高い発電効率は期待できません。