

太陽光パネルの汚損による発電特性の劣化

Reduction of Electricity Generation of Solar Panels due to Surface Stains

バンクスジョナサン正己

指導教員 米盛弘信

サレジオ工業高等専門学校 専攻科 生産システム工学専攻 産業応用研究室

キーワード：PV モジュール, 表面汚損, 発電特性

1. 緒言

近年、太陽光パネル（以下、PV モジュール）の用途は拡大しており、世界中の住宅や公共施設への接置が進められている。さらに、日本のみならず世界中で SDGs（Sustainable Development Goals）の運動が高まっており、二酸化炭素の排出量削減が各先進国で推進されている。例として、イギリス政府は 2050 年までに、自動車や発電所などが排出する二酸化炭素と植物の光合成などによって吸収される二酸化炭素の量を同じにするという“Net Zero”という目標を掲げている[1]。日本政府も同様にカーボンニュートラル（二酸化炭素の排出と吸収の量を同じにする）の動きを推進しているため、発電時に二酸化炭素を排出しない太陽光発電がさらに普及することが予想される。しかし、屋外に設置される PV モジュールは黄砂などによって表面が汚損し、太陽光を効率よく受光できなくなる。文献[2]では、人為的に PV モジュールを汚損させ、発電特性について評価を行っている。評価報告によると、複数枚汚損されるよりも一部だけ汚損されている方が、発電電力が低下したことが確認されている。

そこで本研究では、同一住宅の屋根に長期間設置（約 10 年）されて自然に暴露されたことによって汚損した複数枚の同型の PV モジュールの表面にハロゲン灯の光を照射したときの P - V 特性を測定することで、発電特性の劣化を評価する。

2. 実験方法

図 1 は、ハロゲン灯の光を照射したときの特性測定の様子である。本実験では、新興製作所製ハロゲン灯“CHL-500A-1”を光源とし、長期間自然暴露された PV モジュールの P - V 特性を暗室内において測定することで劣化具合を調査する。まず汚損された PV モジュールを 20 枚用意し、各パネルに番号を付けた。そして、各 PV モジュールの P - V 特性をサテック社製 I - V チェッカー“PROVA1011A”で測定する。このときの PV モジュールはハロゲン灯に対して垂直に設置しており、PV モジュールとハロゲン灯の距離は 50cm 離れた。表 1 は実験に供した PV モジュールの定格である。

図 2 は実験に供した PV モジュールにおける汚損部分の一例である。同箇所は、傾斜部に設置された PV モジュールの下端部に該当することから、降雨によって汚れが蓄積されている状態である。



図 1 ハロゲン灯を使用した P - V 特性の測定

表 1 PV モジュールの定格

Maximum Output [W]	60
Open Circuit Voltage [V]	9.8
Short-Circuit Current [A]	8.28

3. 実験結果

図 3 に、PV モジュール 20 枚の P - V 特性を示す。図 3 より、最も劣化が少なかった PV11 の発電特性は $7.7V$ - $3.2W$ であったことに対し、最も劣化していた PV17 の発電特性は $7.9V$ - $2W$ であり、発電電力に $1.2W$ ほどの差が生じていたことがわかる。また、PV17 の発電電力は次に低い PV12 ($7.7V$ - $2.5W$) と比較しても $1W$ 程度低く、他の数値より明らかに発電特性が低いため、何某かの不具合が発生していると思われる。PV17 を除く PV モジュールの最大出力を見比べると、最大発電電力 $2.5W$ から $3.3W$ までばらつきが見られる。また、電圧が高くなるとともに発電電力が増加し、ばらつきも大きくなる。PV18 の P - V 特性を見ると、電圧 $2V$ から $4V$ までの間の出力電力が突出して高く、他の PV モジュールよりも P - V 特性が平たいことがわかる。これもパネルの劣化によって電圧が低下したことが原因だと考えられる。その他、 P - V 特性が $2.5W$ 以上 $2.6W$ 以下に分布している PV モジュールが PV1,6,8,12,15,18 の 6 台、 $2.8W$ 以上 $3.2W$ 以下に分布している PV2,3,4,5,7,10,11,13,14,16,17,19,20 の 13 台であった。すなわち、同じ住宅の屋根に同一期間設置された同一型番の PV モジュールでも劣化度合いが異なる結果を得た。

4. 考察

図 3 より、1 つだけ発電特性の劣化が著しい PV モジュールを除けば、最大発電電力が $2.5W$ 以上 $2.6W$ に分布している 6 枚の PV モジュール：PV1,6,8,12,15,18 と $2.8W$ 以上 $3.2W$ に分布している 13 枚の PV2,3,4,5,7,10,11,13,14,16,17,19,20 と大別できる。同条件で実験を行ったことを踏まえると、汚損以外にも部分的な劣化などが生じていると考えられる。また、 P - V 特性の劣化が著しかった PV モジュールは特に劣化が大きいと考えられる。これらの劣化原因は、風圧等が考えられ、今後劣化原因の調査を行う。なお、各 PV モジュールの最大発電電力が定格の最大出力の 20 分の 1 ほどしか得られていないのは、汚損や劣化に加えてハロゲン灯の日射量が定格基準値の $1000W/m^2$ になっていないことが最大の原因である。

5. 結言

本稿では、同一住宅の屋根に約 10 年間設置された PV モジュールを用いてハロゲン灯を光源とした P - V 特性の測定を行い、特性の差異を報告した。その結果、屋外環境下に同じ期間暴露された同一汚損状況下の同型の PV モジュールが同じ日射量の光を同じ距離から受光しても P - V 特性に大きな差異が生じたことが明らかになった。

今後の展望として、PV レジスタンスチェッカを用いて劣化していると思われる PV モジュールの内部抵抗を測定し、劣化や破損の有無を検査したい。また、PV モジュールの汚れを拭き取り、本実験と同条件で P - V 特性の測定を行うことで、本実験の結果と比較したい。

参考文献

- [1] UK Government: “Net Zero Strategy: Build Back Greener”
<https://www.gov.uk/government/publications/net-zero-strategy> (2023 年 10 月 23 日参照)
- [2] 小林伸一，飯野智紀，小林宏典，山田一允，谷内利明：“小型太陽電池モジュールの汚れによる出力減少の軽減”，電気学会論文誌 B，pp.1137-1140 (2006)

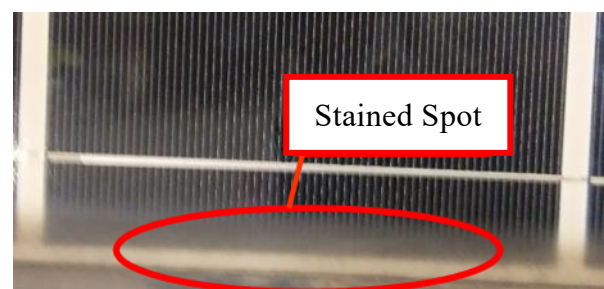


図 2 実験に供した PV モジュールの汚損部分

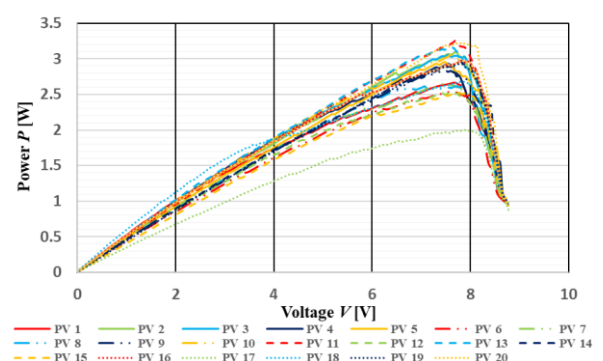


図 3 P - V 特性の測定結果