

研究報告書 太陽光発電の発電効率に関する解析

① 太陽パネル表裏面へのミスト噴霧

2012/1/8

大阪市立大学 工学部 環境都市工学科
地域環境計画研究室

1 はじめに

太陽光発電システムは、太陽の日射エネルギーを利用したクリーンなエネルギーとして普及が進んでいる一方、さらなる発電効率の上昇が望まれている。そこで、本研究では、太陽光発電の発電効率について以下の実測 1、2 を行う。

- ・実測 1 太陽光パネル表面にミスト噴霧した際の、セル温度と発電効率の関係について
- ・実測 2 太陽光パネル裏面にミスト噴霧した際の、セル温度と発電効率の関係について

太陽光パネルは、セル温度の上昇とともに発電効率が低下するという特性を持つ。日射量の多い夏季に発電効率が低下するのを防ぐ方法として、パネルの表面、裏面へのミスト噴霧を挙げる。ミスト噴霧によるセル温度低下効果により、発電効率上昇が期待できる。実測 1、2 では、太陽光モジュールの表面、裏面にミストを噴霧し、その際のセル温度と発電効率の関係により、ミスト噴霧の効果を解析する。

2 実測概要

2.1 実測期間・場所

2011 年 8 月 31 日に、フジプレアム株式会社 播磨テクノポリス光都工場/研究所にて実測を行った。

2.2 実測設備

フジプレアム株式会社 播磨テクノポリス光都工場/研究所の駐車場に、太陽光発電モジュールを傾斜角 30 度、真南向きで 3 台並べて設置した(以下モジュール A、B、C)。太陽光発電モジュールは、156mm 四方のセル 54 枚で構成されており、最大出力は 195W である。それぞれのモジュールのセルには熱電対を対角線上(左下部、中央部、右上部)に 3 か所ずつ取り付けしており、モジュール A、モジュール B の左下部には日射計を、モジュール C にはモジュール表面に親水性のある光触媒を塗布している。

表 1 太陽光発電モジュール設置概要

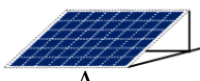
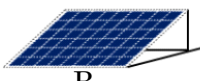
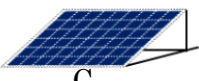
	モジュールA	モジュールB	モジュールC
傾斜角	30度		
モジュール表面方位角	真南向き		
熱電対取付位置	左下部・中央部・右上部		
日射計取付位置	左下部	左下部	—
その他	—	—	光触媒塗布
概要図	西←  A  B  C →東		



図 1 太陽光発電モジュール設置状況

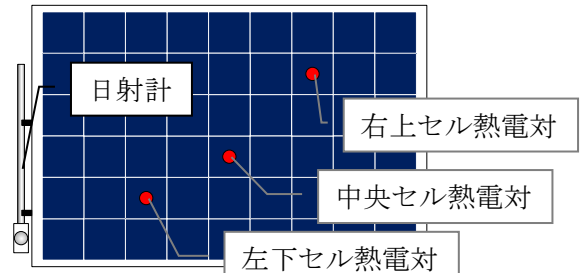


図 2 熱電対・日射計取り付け位置

2.3 実測方法

2.3.1 実測方法 1 太陽光パネル表面にミスト噴霧した際の、セル温度と発電効率の関係について

太陽光モジュール表面にミスト噴霧を行った際の、セル温度と発電効率の関係を解析する。また、ミスト噴霧後の状況も確認する。モジュール C の表面にミストを噴霧し、モジュール A を比較対象用として用いる。

表 2 実測 1 測定条件

測定項目	測定機器	測定間隔
セル温度	熱電対	10秒間隔
発電量	IVトレーサー	—
ミスト噴霧量	電子天秤	—
モジュール表面温度	サーモカメラ	—
モジュール面日射量	日射計	10秒間隔

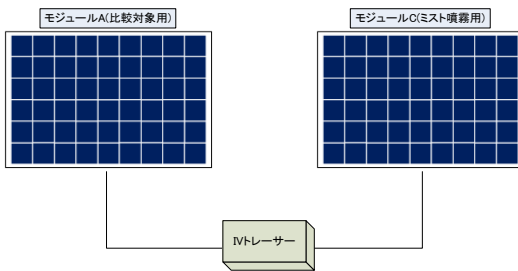


図 3 実測 1 概要図



図 4 表面ミスト噴霧の様子

2.3.2 実測方法 2 太陽光パネル裏面にミスト噴霧した際の、セル温度と発電効率の関係について

太陽光モジュール裏面にミスト噴霧を行った際の、セル温度と発電効率の関係を解析する。また、ミスト噴霧後の状況も確認する。モジュール B の裏面にミストを噴霧し、モジュール A を比較対象用として用いる。

表 3 実測 2 測定条件

測定項目	測定機器	測定間隔
セル温度	熱電対	10秒間隔
発電量	IVトレーサー	—
ミスト噴霧量	電子天秤	—
モジュール表面温度	サーモカメラ	—
モジュール面日射量	日射計	10秒間隔

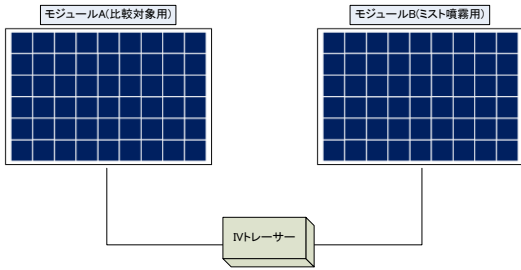


図 5 実測 2 概要図



図 6 裏面ミスト噴霧の様子

3 太陽光パネル表面にミスト噴霧した際の、セル温度と発電効率の関係について

3.1 ミスト噴霧によるセル温度低下効果

表面ミスト噴霧により、左下セルは 15.9K、中央セルは 10.8K、右上セルは 4.8K の温度低下がみられた。左下セルの温度低下が最も大きいのは、ミストを地面付近から上方に噴霧したためと考えられる。

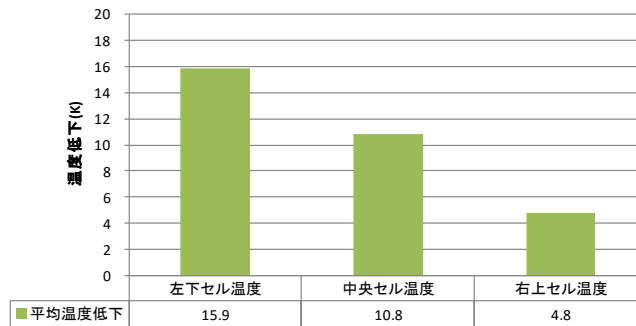


図 7 ミスト噴霧によるセル 3 点の温度低下

3.2 セル温度と発電効率の関係

ミスト噴霧中では、10.5K の温度低下により 1.73P の発電効率上昇がみられた。また、ミスト噴霧後では、9.65K → 9.21K → 8.30K の温度低下により 1.91P → 1.74P → 1.50P の発電効率上昇がみられた。

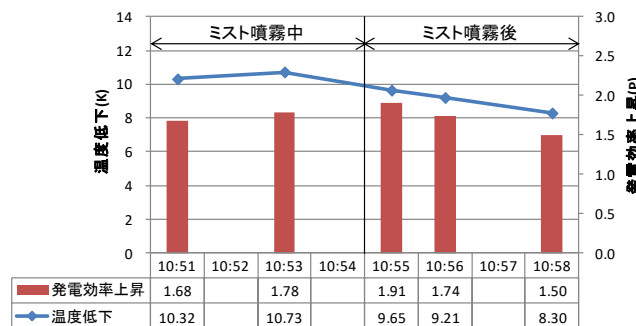


図 8 セル温度低下と発電効率上昇

ミスト噴霧中では 1K あたり 0.165P の発電効率上昇がみられ、ミスト噴霧後では 1K あたり 0.189P の発電効率上昇がみられた。ミスト噴霧中では、日射がミストによって遮られたためと考えられる。

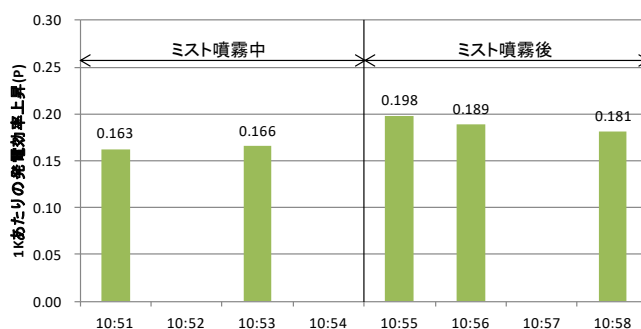


図 9 セル温度低下 1K あたりの発電効率上昇

4 太陽光パネル裏面にミスト噴霧した際の、セル温度と発電効率の関係について

4.1 ミスト噴霧によるセル温度低下効果

裏面ミスト噴霧により、左下セルは 10.6K、中央セルは 17.8K、右上セルは 9.1K の温度低下がみられた。中央セルの温度低下が最も大きいのは、ミストをモジュール中央付近へ噴霧したためと考えられる。

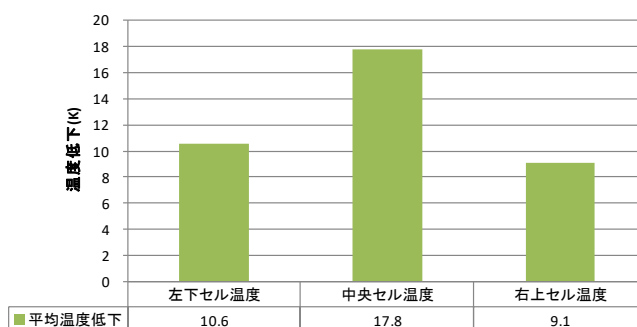


図 10 ミスト噴霧によるセル 3 点の温度低下

4.2 セル温度と発電効率の関係

ミスト噴霧中では、12.5K の温度低下により 1.18P の発電効率上昇がみられた。また、ミスト噴霧後では、13.79K → 11.45K → 10.03K の温度低下により 1.31P → 1.06P → 0.96P の発電効率上昇がみられた。

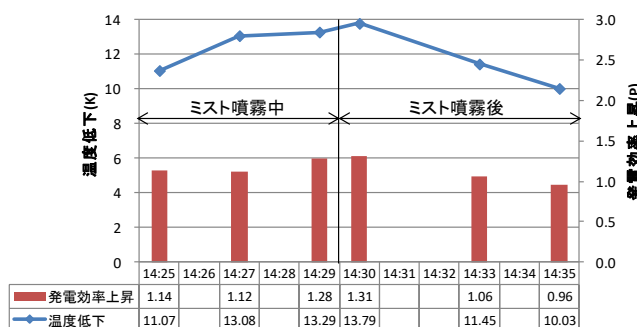


図 11 セル温度低下と発電効率上昇

ミスト噴霧中では1Kあたり0.095Pの発電効率上昇がみられ、ミスト噴霧後では1Kあたり0.094Pの発電効率上昇がみられた。

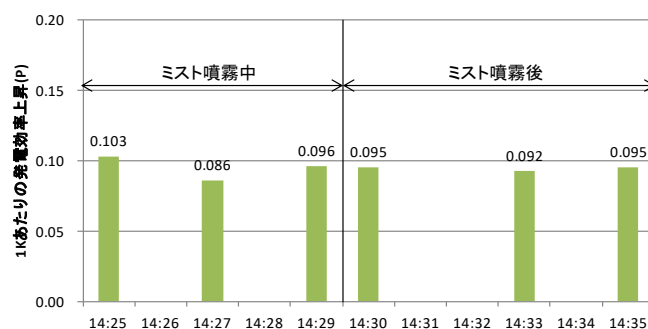


図 12 セル温度低下 1K あたりの発電効率上昇

5 表面ミスト噴霧と裏面ミスト噴霧の比較

- 裏面ミスト噴霧の方が、表面ミスト噴霧より温度低下が 2~3K 大きいことがわかった。表面ミスト噴霧の場合、その効果は、ガラス→EVA を通過してたどり着くのに対し、裏面ミスト噴霧の場合、バックシート→EVA を通過してたどり着くため、熱伝達率の大きいバックシートを通過した方がセルに温度低下効果を与えやすいと考えられる。
- 表面ミスト噴霧の方が、裏面ミスト噴霧より発電効率上昇が 0.58P 大きいことがわかった。
- 表面ミスト噴霧の方が、裏面ミスト噴霧より 1K あたりの発電効率上昇が 0.082P 大きいことがわかった。表面ミスト噴霧の場合、ミストを地面付近から上方に噴霧し、風に乗ってモジュール全体にいきわたったのに対し、裏面ミスト噴霧の場合、ミストをモジュール中央付近へ噴霧し、モジュール全体にいきわたらなかったためであると考えられる。このため、裏面ミスト噴霧ではセル温度に高い部分もみられ、発電効率が表面ミスト噴霧ほど上昇しない結果となった。
- ミスト噴霧による温度低下効果に関しては、裏面ミスト噴霧の方が効果があることがわかったが、発電効率に関しては、モジュールの温度分布に噴霧量、ノズルの設置場所が大きく関係するため、一概に表面ミスト噴霧の方が効果があるとはいえない。

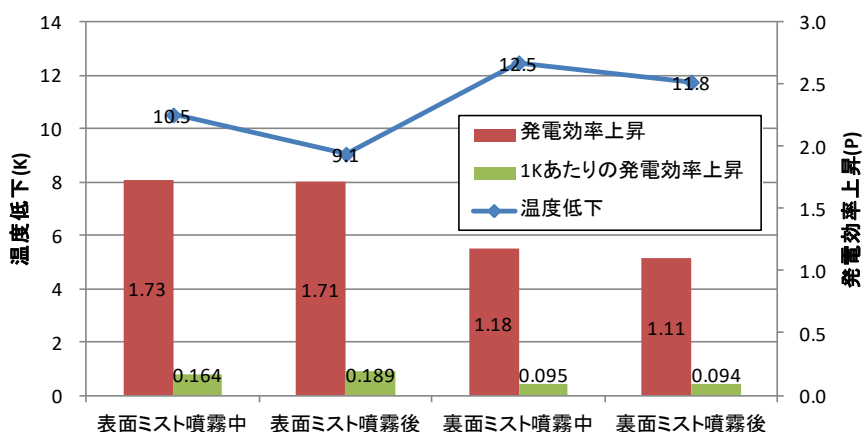


図 13 表面ミスト噴霧と裏面ミスト噴霧の温度低下・発電効率上昇

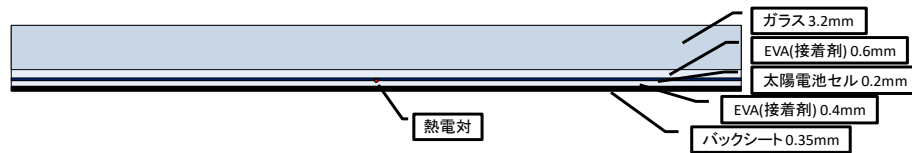


図 14 太陽光発電モジュール断面図

6 今後の展望

- ・ 太陽光パネル表面、裏面にミストを噴霧する際、ミストがモジュール全体にいきわたるように、ノズルの設置場所を考える必要がある。
- ・ 太陽光パネル表面にミストを噴霧する場合は、日射がミストによって遮られるため、水をパネル上部から均一に流す方法が考えられる。
- ・ 太陽光パネル裏面にミストを噴霧する場合は、裏面にダクトを設置してミストが風によって吹き飛ばされないようにしたり、光触媒を塗布してミストがモジュール全体にいきわたるようにしたりするなどの工夫が考えられる。
- ・ 表面ミスト噴霧と裏面ミスト噴霧を比較した際、裏面ミスト噴霧の方がセル温度低下効果を与えやすく、裏面ミスト噴霧においてミストがモジュール全体にいきわたるような工夫を施すことによって、発電効率上昇により高い効果を得ることができると考えられる。

式の定義

$$\text{発電効率(\%)} = \frac{\text{発電量(W)}}{\text{モジュール面日射量(W/m}^2\text{)} \times \text{モジュール面積(m}^2\text{)}} \times 100$$

式 1