

積雪地域における多機能型太陽光発電システムの開発に関する研究

北海道工業大学大学院 建築工学専攻

齋藤 勇太

1. はじめに

近年、太陽光発電システムは、新エネルギーの重要な一角を担う技術として、徐々に普及してきており今後の普及拡大が期待されている。しかしながら、都道府県別の普及状況を見ると、積雪地域への普及が遅れておりその原因は、積雪による発電障害がその一部であることが既存の研究から明らかとなっている¹⁾。

本研究では、積雪地域において降積雪の影響を最小限にし、発電量の高い設置角度および設置箇所の検討を行うため、通年において屋外試験体を設置しモジュール上の自然積雪状況および発電量の観測を行った。

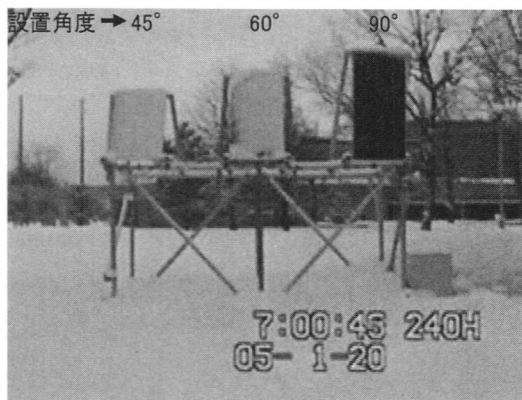


写真1 ビデオ観測状況 (2005/1/20)

2. 研究方法

太陽光発電モジュールの自然積雪状況および発電量の確認を行うため、写真1に示すモジュール設置角度を45°、60°および90°とした屋外試験体を設置し連続観測を行った。さらに、タイムラプスビデオを用いて2秒1コマで撮影した。発電量の確認には、抵抗・シャント抵抗を用いて5分間隔で計測した。観測期間中の積雪深は、試験体近傍に超音波積雪深計を設置し計測した。また、主要な気象観測も行った。観測期間は、2005年1月14日～11月30日で行った。

3. 観測結果

3.1 太陽光発電モジュールの積雪状況

自然積雪状況の一例を写真1に示す。写真のように、太陽光発電モジュール設置角度45°および60°で積雪していることがわかる。この積雪は、1月20日午前0時から午前7時までに降雪したものである。この間の降雪量は、約16cmであるが、設置角度60°は一時的に滑雪し降雪により再び積雪している。

1月20日における発電量の推移を図1に示す。図には、ビデオ観測結果から発電モジュール上の積雪状態を遮蔽率として合わせて記載した。図のように、設置角度60°は10時から11時の間にかけて一時的に遮蔽率が減少し、その後の降雪により再び増加している。この間の外気温は、マイナスで推移しているため、モジュール上の積雪重量の増加による滑雪と考える。しかし、設置角度45°および60°で12時から14時にかけて遮蔽率の減少がみられるが、これらは、既往の研究と同様に外気温が0℃付近に推移したために、モジュール上の凍着状態が解除され滑雪したと考える²⁾。なお、設置角度90°において積雪はなかった。さらに、これらの状況は、冬期間すべてにおいてみられ設置角度90°には積雪しないことが明らかとなった。

3.2 冬期太陽光発電モジュールの発電量状況

前述のように、設置角度 45° および 60° では、モジュール上の積雪による影響のため発電量が増加していない。この間の設置角度 90° のモジュールは時間の経過とともに発電量が増加している。また、図に示すように設置角度 60° は、一時的にモジュール上積雪が滑雪し遮蔽率が減少したため、発電量が増加している。しかし、その後再び降雪し遮蔽率が増加したため発電量が減少している。なお、12 時以降外気温上昇に伴いモジュール上積雪の滑雪が進み遮蔽率が減少し発電量が増加してきているものの、設置角度 90° の日発電量には達していない。これらの状況は、冬期間すべてにおいてみられ、さらに、晴天時においても設置角度 45° および 60° の発電量は設置角度 90° に達していないことが明らかとなった。以上のことから、モジュール上における積雪が発電量に大きく影響を及ぼすといえる。また、設置角度 90° では、雪面による反射光が作用し、発電量を増加させていることも考えられる。

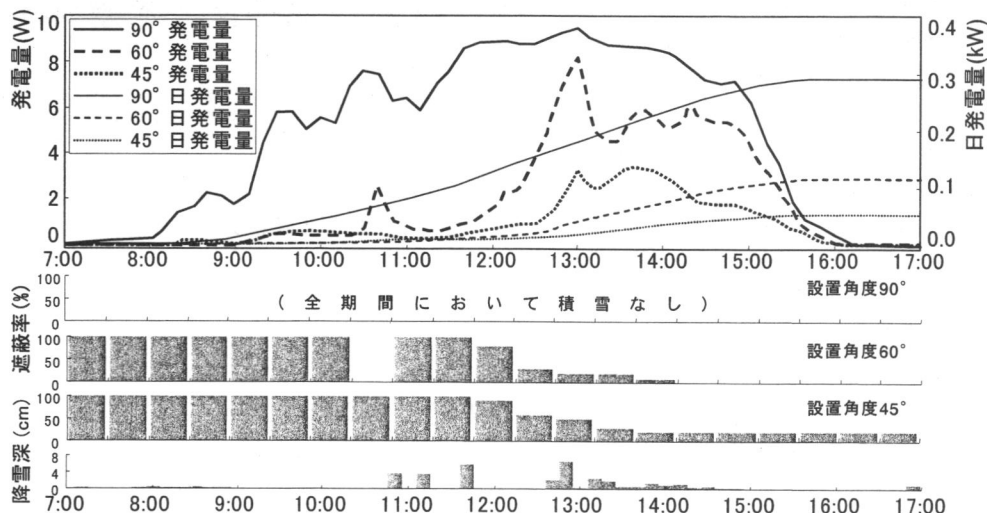


図1 2005年1月20日における太陽光発電モジュールの発電量

3.3 90° 日発電量に対する 45° , 60° の関係

冬期、夏期における設置角度 90° の日発電量に対する 45° および 60° の関係を図2に示す。図のように、冬期においてはモジュール上の積雪による影響のため設置角度 45° および 60° は設置角度 90° の日発電量に達しておらず、設置角度 90° に対する日発電量比をみると約3割減となることことが明らかとなった。夏期においては太陽高度が冬期に比べ高い位置に推移し、モジュール上の遮蔽がないため設置角度 45° および 60° の日発電量は設置角度 90°

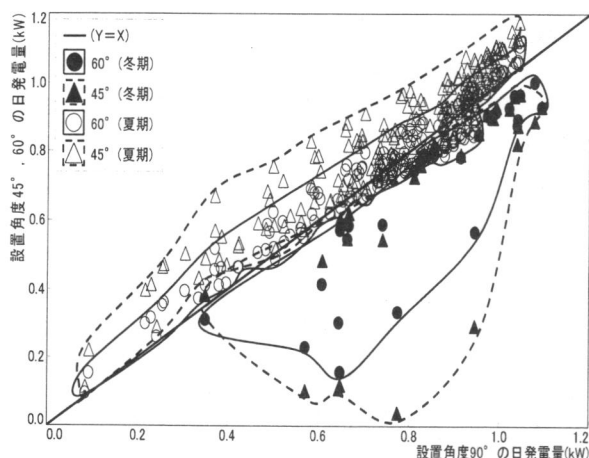


図2 90° 日発電量に対する 45° , 60° の関係

の日発電量を上回っており、設置角度 90° に対する日発電量比をみると約 1 割増となる。なお、9 月以降徐々に太陽高度が低くなるため設置角度 90° の日発電量に達しない場合があった。以上のことから、通年における発電効率は、設置角度 90° に対する設置角度 45° および 60° の発電量比は約 0.3 割減となることが明らかとなった。

4. まとめ

2005 年におけるモジュール上積雪および発電量の観測結果をみると、設置角度 45° および 60° にのみ積雪が確認された。発電量は、設置角度 90° に対し冬期では約 3 割減、夏期では約 1 割増であった。さらに、通年では設置角度 90° に対し約 0.3 割減となりほとんど変わらない結果となった。

図 3 に設置角度の違いによる通年の発電効率に関する模式図を示す。図のように、冬期では設置角度

45° および 60° の発電量が約 3 割減となる部分が、設置角度を

90° とすることで改善される。また、設置角度を 90° とすることで夏期に約 1 割減となるものの、通年平均的な発電量を得ることが可能になる。

このことから、積雪地域における太陽光発電モジュールの設置角度を 90° に近づけることで、積雪による発電量の減少を補うことが可能であり、積雪地域における太陽光発電システムの有効利用が可能になると考える。

以上のことから今後の検討課題をとして以下の点を挙げる。

- ① 冬期における雪面からの反射光が発電へ影響しているのかの確認
- ② モジュール表面特性の違いによる積雪状態および発電状況の確認
- ③ 設置地域の違いによる積雪状態および発電状況の確認

【参考文献】

- 1) 細川和彦他 2 名：積雪地域における多機能型太陽光発電システムの開発に関する研究（その 1），日本雪工学会誌 Vol. 21 No. 4, pp. 35-36, 2005. 7
- 2) 細川和彦他 3 名：屋根材一体型太陽電池屋根の滑雪促進に関する研究，寒地技術論文・報告集 Vol. 20, pp. 559-563, 2004. 10

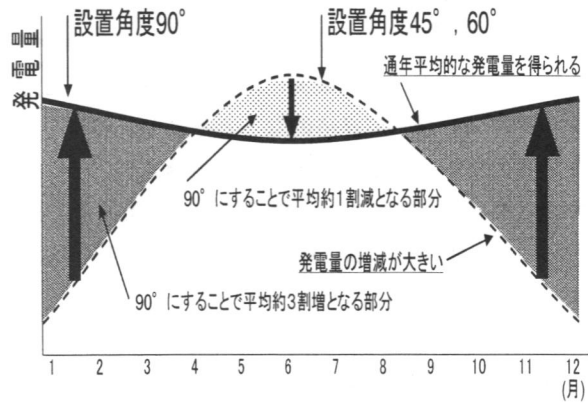


図 3 通年の発電効率に関する模式図