

メガソーラ発電システムの最適設置条件

名城大学 理工学部 電気電子工学科 教授 山中 三四郎

Professor Sanshiro Yamanaka
Department of Electrical and Electronic Engineering,
Faculty of Science and Technology, Meijo University



はじめに

低炭素社会を目指し、鳩山前首相は2020年までに1990年比で25%の温室効果ガスを削減するという中期目標を掲げた。目標達成の一環として、日本政府は2020年までに太陽電池を28GW、2030年までに53GWの導入を目指している。太陽光発電はこれまで、一般住宅用を中心として普及が進められていた。しかし、多量の導入を目指す場合、非住宅用の普及も重要となる。非住宅分野に関しては、ヨーロッパを中心に、メガソーラ発電の実用化が進んでいる。日本においてもメガソーラ発電の普及が加速しており、電力会社10社は2020年までに全国約30地点で約14万kWのメガソーラ発電所を建設する計画を発表した。また、リニアモーターカーの実験線の跡地を利用したメガソーラ発電所が稼働している。今後もメガソーラ発電所の建設は拡大する見込みである。

一方、太陽電池に関する研究も活発に続けられており、発電効率の改善、低価格化に貢献している。しかし、太陽電池のコストが低下するにつれて、より多くの利益を上げるための発電量の最適化の要望が高まってくる。また、当初、太陽光発電は20年間の寿命で、可動部分がなくメンテナンスフリーであるといわれていた。ところが、太陽光発電システムの普及が進むにつれて、不具合による出力低下が報告されるようになってきた。今後、本格的な普及を控えて、保守点検、診断技術の開発が急務の課題になっている。しかし、太陽電池の実用化が始まってからまだ10数年と日が浅く、最適化の手法や診断技術の開発は始まったばかりである。

筆者の研究室では、1996年から15年間にわたって、太陽電池パネルの劣化機構の解明、評価手法の開発、メガソーラ発電の最適化、住宅用太陽光発電システムの診断技術の開発に携わってきた。今回はその一端として、メガソーラ発電の最適設置条件の評価結果について紹介する。

シミュレーション

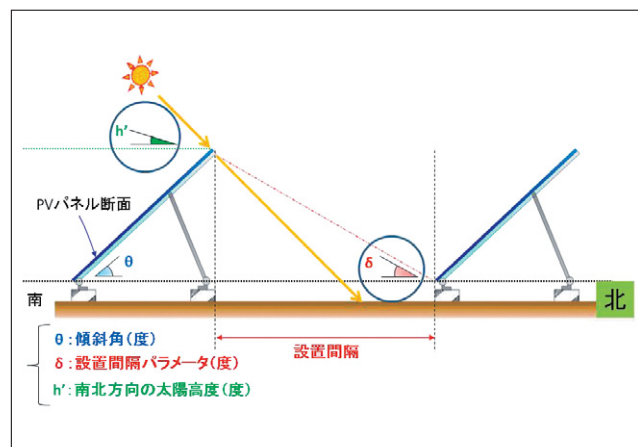
メガソーラ発電は多くの太陽電池パネルを設置するため広大な土地が必要になる。太陽電池の配置は南北方向に何列にもわたって設置することになる。このとき、太

陽電池の間隔が狭いと、北側のパネルには南側のパネルの影がかかり、発電量が低下する。また、陰のかかり方は太陽高度に依存するので、季節ごとにその影響が異なる。一方、間隔を十分に取ると北側のパネルに影はかからなくなるが、間隔が広くなりすぎ、土地が有効利用できなくなる。本研究の目的はメガソーラ発電システムを対象にし、年間を通じた最適設置条件を求めることである。

今回シミュレーションを行うメガソーラ発電システムは第1図に示すように、東西に長く伸びた太陽電池パネル群を南北方向に並べた構成とする。パネルの傾斜角を θ 、パネルの長さをパラメータ δ で表す。このパラメータ δ はパネルとパネルの間の設置間隔を決めるパラメータでもあるので、以後設置間隔パラメータと呼ぶことにする。たとえば、設置間隔パラメータ δ を30度に設定した場合においては、南北方向の太陽高度 h' が30度より高ければ、後方のPVパネルには影がかからない。一方、低い場合は、後方のPVパネルの一部に影がかかり発電電力量が低下することになる。

また、シミュレーションを一般化するために土地の規格化を行う。パネルの幅を1mとし、南側のパネルの先端から北側のパネルの先端までを1mとする。すなわち、1m²の土地に設置したパネルを使って発電量及び得られる利益を評価する。

メガソーラ発電システムの最適設置条件を評価するための指標が必要である。指標としてはいくつか考えられるが、今回は利益を指標とする。すなわち、利益が最大となる設置条件を評価する。



第1図 PVパネルの傾斜角 θ と設置間隔パラメータ δ

利益の算出式は(1)式で表される。

$$\text{利益} = P \times E - \{(1 + D + a) \times C \div n\} \times G \times Y \cdots (1)$$

上式中、Pは1kWhあたりの売電料金、Eは1[m²]の土地に設置したPVパネルの年間発電電力量[kWh/m²]、Dは資本回収係数、aは修繕・保守費率、Cは設備コスト[万円/kW/20年]、nは耐用年数(今回は耐用年数を20年とした。)、Gは単位面積当たりの公称出力[kW/m²]、YはPVパネルの面積[m²]である。今回は資本回収係数Dおよび修繕・保守費率aを0とした。また、人件費、用地借用費、そして固定資産税等は考慮していない。本報告において売電料金は重要なパラメータとなる。余剰電力買い取り制度では、2011年度から買い取り料金は42円/kWhとなる。また、風力発電の買い取り料金はkWh当たり10円程度である。売電料金の設定によって、得られる利益は大きく変わる。今回は風力発電の売電料金にRPS価値を考慮して15[円/kWh]とする。

最適設置条件

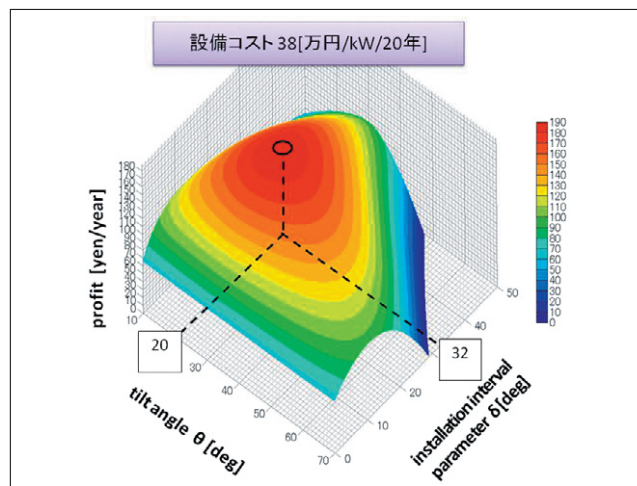
第2図は1kW当たりの設備コストが38[万円/kW/20年]の場合について、傾斜角 θ と設置間隔パラメータ δ に対する年間利益の関係を示す。この場合、最適設置条件は、 θ が20度、 δ が32度であることが分かる。

上記の利益は設備コストに大きく依存する。現在、住宅用太陽光発電システムの設備コストはおよそ60万円台である。将来、技術開発が進むとこの設備コストが大きく低下することが予想される。これはメガソーラ発電においても同様である。

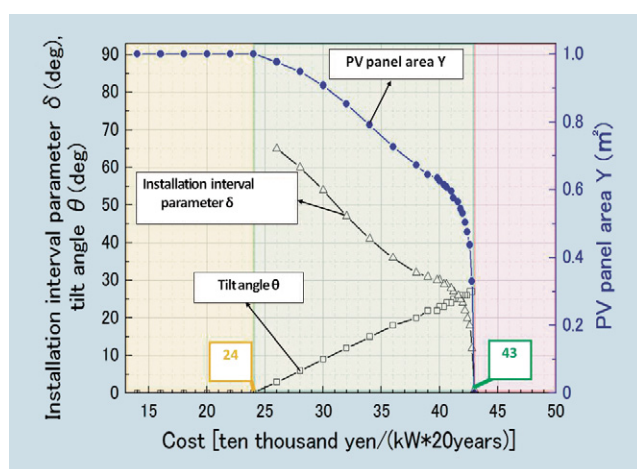
この方法を用いて設備コストに対して最大利益が得られる傾斜角 θ 、設置間隔パラメータ δ 、並びにPVパネル面積Yの関係を第3図に示す。設備コストは14万円/kWから50万円/kWまで変えた。設備コストが24[万円/kW/20年]以下では傾斜角0度するとき、利益が最大になる。つまりPVパネルを水平に設置することによって利益が最大になる。一方、設備コストが24[万円/kW/20年]以上の場合、設備コストと共に、傾斜角 θ が増加する。また、設備コストが43[万円/kW/20年]以上の場合、売電料金15円では利益が得られないことが分かる。

次に、設置間隔パラメータについて考える。設備コストが24[万円/kW/20年]以下の場合、 θ の最適条件は0度となるので、設置間隔パラメータ δ の値に関わらずPVパネル面積は1[m²]となる。そのため、 δ の値は不定となる。設備コストが24[万円/kW/20年]以上の場合、 δ は設備コストの増加とともに約65度から徐々に低下する。

これまで、PVパネルを南北方向に複数列配置する際の最適設置間隔は、一般的に「設置間隔をPVパネルの高さの2倍」とされてきた。今回報告した方法で最適化をはかる



第2図 設備コスト38[万円/kW/20年]の場合、傾斜角 θ と設置間隔パラメータ δ に対する年間利益の関係



第3図 設備コストに対する利益が最大となる傾斜角 θ 、設置間隔パラメータ δ 、PVパネル面積Yの変化

と、設備コストによっても変わるが、設置間隔をPVパネルの高さの2倍にした時と比べて、最大7.5%程度利益が増加することがわかった。

あとがき

今後、太陽光発電システムの普及が急激に普及すると、その経済性が重要視されるようになってくる。本報告でも述べたように、太陽電池パネルの設置条件を最適化するだけで、条件によっては利益が7%程度ますことが判明した。これ以外にも、太陽光発電システムの最適化を徹底することにより利益が増加する余地のあることが予想される。今後、設備コストに見合った最適化の検討が欠かせない。

山中 三四郎(やまなか さんしろう)氏 略歴

昭和56年3月 三重大学大学院工学研究科電気工学専攻
修士課程修了
昭和56年4月 名城大学理工学部電気工学科 助手
昭和63年4月 名城大学理工学部電気電子工学科 講師
平成12年4月 名城大学理工学部電気電子工学科 助教授
平成17年4月 名城大学理工学部電気電子工学科 教授