

## PV モジュールの適切な設置条件の検討

電気電子情報工学専攻  
電力システム工学研究

MA23008 阿部 寛史  
指導教員 藤田 吾郎

## 1. はじめに

温暖化対策が世界的な課題である中、日本は2050年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにするカーボンニュートラルを目指している<sup>[1]</sup>。これを踏まえグリーン成長戦略が策定され、エネルギー分野では再生可能エネルギーが重要視され、とりわけ太陽光発電（以降PVとする）は、2012年のFIT制度の開始以降、導入量が増大し2022年度までの10年間で911万kWから7394万kWまで増加している<sup>[2]</sup>。しかし、高層建築物が高密度で立ち並ぶ大都市圏では、設置面積不足や周辺建物の影による発電不良が発生し、降雪地域では積雪による発電不良などの事例が発生する。

本研究は、発電量推定を行うことでPV容量に合わせたPCS容量を推定発電量に基づいたPCS容量を検討することで経済面を主としたPVシステムの最適な設置条件を明らかにすることが目的である。そのため、任意の方位角・傾斜角での発電量推定システムを開発し、多様な角度や地域での発電量推定および推定結果から最適な過積載率の提案を行い、角度や地域差による最適な設置方法について検討した。

## 2. 発電量推定システム設計

### 2.1 推定システムの開発

PVセルの等価回路のシングルダイオードモデルより式(1)で表される出力電流*i*と出力電圧*v*の関係式を用いて発電量推定で使用するP-Vカーブを取得した。

$$i = I_{ph} - I_o \left( \exp \left( \frac{q(v+iR_s)}{n_s A k T} \right) - 1 \right) - \frac{v+iR_s}{R_{sh}} \quad (1)$$

式(1)に含まれる各パラメータにおいて参考文献[3]を基にした繰り返し計算により式(1)内パラメータ推定、参考文献[4]を基にした日射量・セル温度を変数としたパラメータを式(1)に代入し、任意の電圧*v*における電流*i*を出力することでI-Vカーブ、P-Vカーブを導出した。

以下に代表として日射量を変数とした場合のP-Vカーブを図2として以下に示す。この結果から最大電力点での電力値を取得し発電量推定を行う。

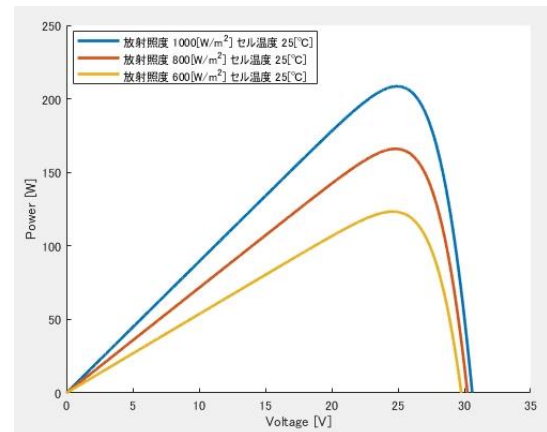


図2 推定 P-V カーブ（日射量変化）

### 2.2 METPV-20 による日射量取得

日射量については NEDO により公開されている日射量データベース METPV-20 を用いた。これは、日本全国年間の日射量を取得でき、さらに PV パネルの角度を自由に設定しての日射量が取得可能で角度パラメータを新たに設定する必要がない利点があるためである。

### 3. 方位角・傾斜角ごとの発電量比較

図3・4に示すように方位角と傾斜角を変更し、比較を行った。本節では東京での月ごとの発電量を推定した。代表して傾斜角 60° の発電量を図5に示す。また、この発電量は月ごとの平均1日発電電力量を表している。

図5より、各条件での詳細な推定発電量を示し、これにより方位角・傾斜角に自由度を持たせた設計容量と異なる予測発電量の推定が可能になった。

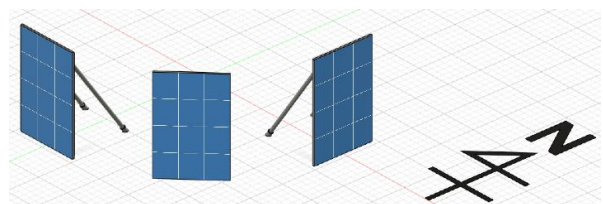


図3 方位角の変更（南基準：左から0°→45°→90°）

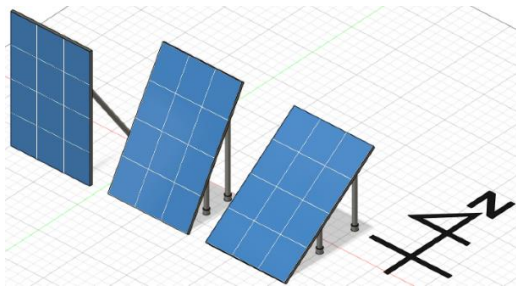


図4 傾斜角の変更（左から90°→60°→30°）

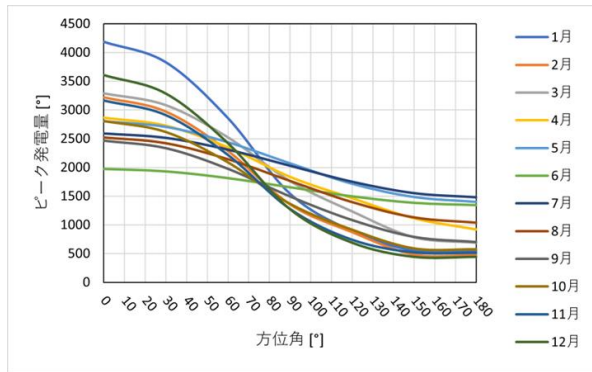


図5 月・方位角ごとの発電量推移（傾斜角60°）

#### 4. 地域別壁面設置発電量比較

壁面設置に限定し、地域別の発電量の特性比較を行った。選定地域は札幌、金沢、高松、福岡の4か所である。今回は代表して札幌のみを図6として以下に示す。図内の発電量は東西南北の壁面設置4種と比較用の南向き30°設置1種の合計5種の1枚当たり月ごとの平均1日発電量である。図6より、札幌地域では冬季屋上の通常設置より南向き壁面設置のほうが発電量が低いなど他地域では見られない特徴がみられた。また、前節でも同様だが条件によってはPVパネル容量に合わせてPCS容量を設定することによる容量余剰が発生してしまう。そこでPCS容量を下げる方向で過積載率を上げ、容量余剰の少ない過積載率を検討した。代表として図6をもとに過積載率を変化していく際の発電量推移を図7に示す。

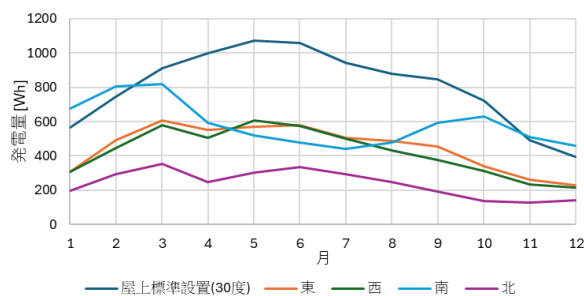


図6 発電量の月ごとの推移（札幌）

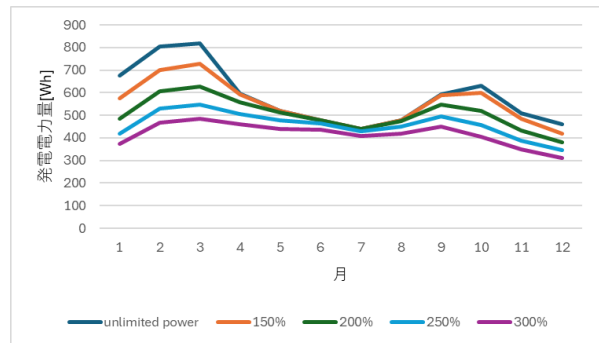


図7 各過積載率の月毎の発電量推移（札幌南向き90°）

#### 5. まとめと今後の展望

本研究では、方位角・傾斜角に自由度を持たせた発電量推定の自動化および、それをを用いた多様な設置条件での発電量の差異を示したとともに、推定発電量から最適な過積載率も検討可能であることを示した。このことから新規PV設置時、理想的でないPV設置となる場合でも容量余剰の少ないPVシステム設置の一助となるとともに、既存PVシステムに新たに異方面に追加設置する際にも使用可能であることを示した。

今後は、より詳細な建物モデルを設定しPVパネルを追加壁面設置した際などの推定効果の検討や、より大規模設置時での発電量推定等を行っていききたい。

##### 参考文献

- [1]経済産業省「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」  
<https://www.meti.go.jp/press/2021/06/20210618005/20210618005-4.pdf>
- [2] 経済産業省資源エネルギー庁「令和5年度エネルギーに関する年次報告（エネルギー白書2024）第2部エネルギー動向 第1章国内エネルギー動向 第3節一次エネルギーの動向」  
<https://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2024/html/2-1-3.html>
- [3]金成雄太, 植田 謙:「参照基準 I-V カーブの実用化に向けた 統合型ソフトウェアの開発」令和5年電気学会全国大会, pp21~22, (2023)
- [4]Dezso Sera, Remus Teodorescu, and Pedro Rodriguez : "PV panel model based on datasheet values", 2007 IEEE International Symposium on Industrial Electronics, (2007)

##### 研究業績

- (1) 阿部寛史, 荒井駿平, 藤田吾郎, 田上敬祐, :「方位角及び傾斜角の異なるPVパネルを使用した過積載状態における最適な発電量予測の検討」令和5年電気学会電力・エネルギー部門大会(2023)
- (2) 田上敬祐, 藤田吾郎, 阿部寛史, 荒井駿平, 小宮健人「多様な配置条件におけるPVシステムの発電量推定および効果的な過積載率の検討」電気設備学会論文誌(投稿中)