

世界の気象条件を考慮した各種太陽光パネルの発電パフォーマンス評価

Output performance analysis of several solar panels considering meteorological conditions over the world

○鈴木宏一^{*1)}、福原大祐¹⁾、吉川直樹¹⁾、天野耕二¹⁾

Koichi Suzuki, Daisuke Fukuhara, Naoki Yoshikawa, Koji Amano

1) 立命館大学

* rv0019ss@ed.ritsumei.ac.jp

1. はじめに

近年、世界規模での太陽光発電の導入に伴い、シリコン系太陽光パネルが急速に普及しているが、今後、化合物系太陽光パネルの普及も見込まれている。太陽光パネルごとに、気象条件やパネル特性の違いから発電量が異なるため、パネルごとの地域特性によるパフォーマンスの違いを明らかにする必要がある。本研究では、世界約 2,000 地点の気象データをもとに GIS (地理情報システム) 上で、パネルごとの発電量を推計する。加えて、EPT (エネルギーペイバックタイム) を推計し、各パネルの優位性について考察を行う。

2. 方法

2.1 発電量の推計

本研究で対象とする太陽光パネルとして、単結晶シリコン、多結晶シリコン、薄膜シリコン、および CIS 系太陽光パネルを選定した (以下、太陽光パネルを省略)。システム規模は住宅用 4kW を想定する。対象地域として、世界中 (南極大陸を除く) への各太陽光パネルの設置を考え、緯度や気候帯の違いによるパネル間のパフォーマンス比較を行う。

世界約 2,000 地点の気温、水平日射量、風速 (以下、気象データとする) を計算ソフト SAM¹⁾ から取得し、これら気象データを緯度・経度から GIS 上に点データとしてプロットした。取得した地点データを図 1 に示す。次に、点データを面データに内挿した結果の例を図 2 に示す。



図 1 GIS 上の点データ



図 2 GIS 上の面データ

得られた気象データと、2009 年 NEDO 報告書²⁾に記載された太陽光パネルのパラメータから、下記に示した JIS C 8907³⁾ 発電量推定式(1)を用いて発電量を推計する。

$$E_{pm} = K \times P_{AS} \times H_{AM} \div G_s \quad \cdots(1)$$

ここで、Epm: 月間システム発電電力量(kWh/Month)、K: 月別総合設計係数、P_{AS}: 標準太陽電池アレイ出力(kW) H_{AM}: 月積算傾斜面日射量(kWh/m²)、G_s: 標準試験条件における日射強度(kW/m²)である。

2.2 各太陽光パネルの EPT 算出

2009 年 NEDO 報告書²⁾に記載された各太陽光パネルのパラメータに基づいて、ライフサイクルエネルギーを下記(2)式から算出する。

ライフサイクルエネルギー消費量(MJ) = EPT(年)

× 年間発電エネルギー量(MJ/年) …(2)

得られたライフサイクルエネルギーおよび 2.1 で推計された世界各地の発電量から EPT の算出を行う。

3. 結果

GIS 上で計算された、各太陽光パネルの EPT 統計値を表 1 に示す。各 EPT を同一の範囲内で色分けした EPT マップを図 3 に示す。GIS 上でマッピングした気候区分を表 2、図 4 に示す。加えて、緯度 30 度刻みの月別平均発電量と気候区分ごとの月別平均発電量を示した図を図 5、図 6 にそれぞれ示す。なお、各太陽光パネルの月別平均発電量の推移は類似していたため、代表として単結晶シリコンのグラフを示した。

表 1 各太陽光パネルにおける EPT 統計値

太陽光パネル 種類	最大値 (年)	最小値 (年)	平均値 (年)
単結晶シリコン	38.98	1.69	2.61
多結晶シリコン	28.16	1.24	1.91
薄膜シリコン	23.34	0.96	1.51
CIS系	18.51	0.78	1.22



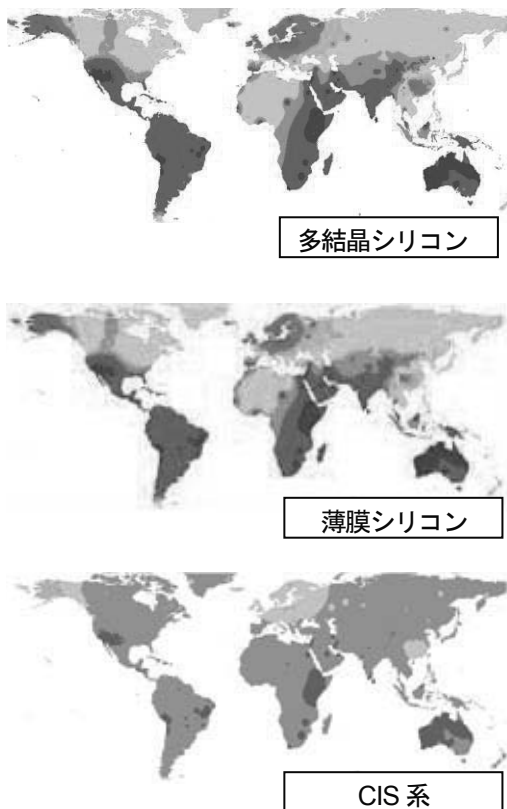


図3 各太陽光パネルのEPTマップ

表2 気候区分分類

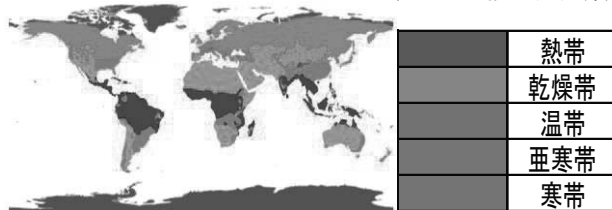


図4 気候区分マップ

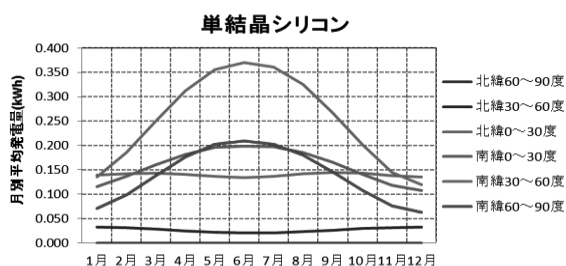


図5 緯度ごとの月別平均発電量

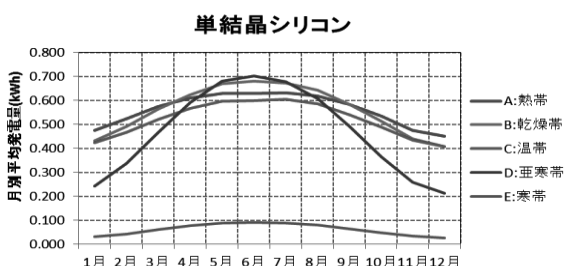


図6 気候帯ごとの月別平均発電量

4. 考察

図3より南半球において類似したEPTの分布傾向がみられる。一方、北半球ではヨーロッパ地域、アジア地域、アフリカ北部、北アメリカ、において分布傾向にばらつきがみられ、気候帯の違いによりパネルの温度上昇に影響が出たと考えられる。単結晶、多結晶、薄膜シリコンでは北半球の低・中緯度地域でEPTが小さく、高緯度地域でEPTが大きくなる傾向がみられた。一方、CIS系は緯度の違いによるEPTの顕著な差はみられなかった。表1から、EPTの最大、最小、平均いずれの値においてもCIS系が最も小さい値を示している。薄膜シリコンはCIS系と比較して最大出力温度係数が小さいが、EPTはCIS系のほうが小さいことから、EPTの値は製造時のライフサイクルエネルギーに依存していると考えられる。図4とEPTマップの比較から、熱帯・亜熱帯気候においてEPTが小さいことがわかるが、ヨーロッパ地域と北アメリカにおけるEPTの差と、気候帯の違いによる顕著な相関は見られなかった。図5から北半球と比較して南半球では発電量が大きいことがわかる。特に、南緯30～60度では夏季の発電量が顕著に大きく、他の緯度の同時期発電量のおよそ1.5倍～2.0倍以上の値を示した。図6から、どの気候帯においても夏季の発電量が大きく、冬季の発電量が小さいことがわかる。亜寒帯では夏季に最も大きい発電量を示している。これは、最大温度出力係数の影響により、パネル温度が低い条件下では発電効率の低下が小さくなるためであると考えられる。熱帯と乾燥帯では4月、9月の中間期に発電量の大きさが逆転していることがわかる。

5. 今後の展望

気候帯による発電量の変化が、パネルのどのパラメータの変化により生じるものか明らかにしていく。発電量ではパネル間の顕著な差を確認することが困難であったため、面積一定条件下などの条件の変化や、コストの観点からの比較も随時行っていく。

参考文献

- 1) NREL(National Renewable Energy Laboratory) : System Advisor Model(SAM)
<<https://sam.nrel.gov/content/downloads>>, (参照 2014-10-02)
- 2) 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 研究委員会: “「太陽光発電システム共通基盤技術研究開発」事後評価報告書”, (2010)
- 3) “JIS C 8907 太陽光発電システムの発電電力量推定方法”, 日本工業標準調査会, (オンライン), 入手先 <<http://kikakurui.com/c8/C8907-2005-01.html>>, (参照 2014-10-02)