

建築物側面の太陽光発電ポテンシャルの研究 —地域規模かつ1時間単位での分析—

環境エネルギー工学専攻 環境工学コース
下田研究室 正野 景大

1. はじめに

気候変動は人類にとって喫緊の課題であり、持続可能な社会を形成するためには多岐にわたる対策の実施が不可欠である。建築部門においては、重要な対策の一つとして太陽光発電の導入が推進されている。現在主に普及しているのは屋根上に設置するものであるが、近年、建材一体型太陽光発電（BIPV：Building-integrated photovoltaics）の建築物側面への設置（図1）が注目を集めている。BIPVとは壁材や窓などの建材と太陽光発電モジュールが一体化したものであり、その利用により建築物の意匠に合わせつつ壁面や窓面においても太陽光エネルギーを利用した発電を行うことが可能となる。また、建築ストックにおける発電量を大幅に増加させ、気候変動の緩和に貢献することが期待されている。



図1：BIPVの建築側面設置ⁱ

BIPVの建築側面での利用については、複数の先行研究が発電ポテンシャルの推計・分析を行っており、種々の知見が提供されている。しかし、大規模（市や地域以上）の導入について短い時間間隔（e.g. 1時間）での発電ポテンシャルの分析は未だ行われていない。そこで、本研究は建築物側面に設置されたBIPVの発電ポテンシャルを地域規模かつ1時間単位で推計し、分析から気候変動の緩和に貢献する新たな知見を提供することを目指した。本研究は学術誌Solar Energyから発表されたⁱⁱ。

2. 手法

まず、建築物側面にBIPVが設置された場合の発電ポテンシャルを地域規模かつ1時間単位で推計可能なモデルを開発した（図2）。これを東京都の業務施設（GISデータ）に

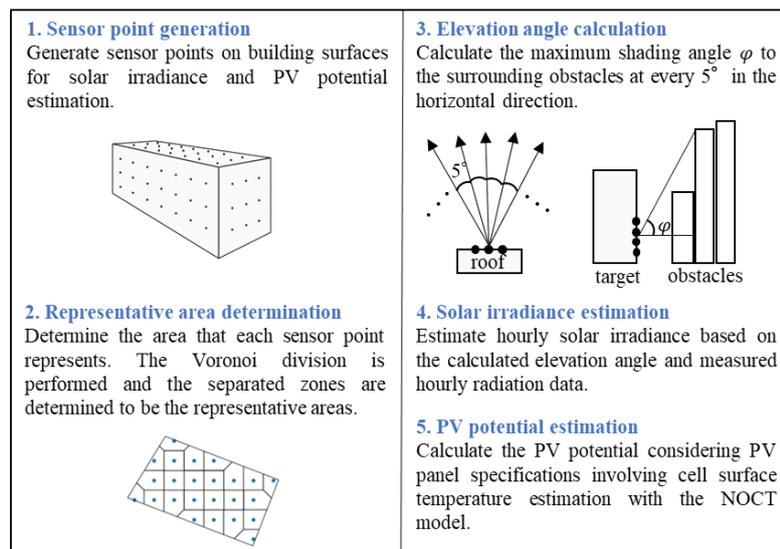


図2：開発した発電ポテンシャル推計モデル

ⁱ Bot, Karol, Laura Aelenei, Hélder Gonçalves, Maria da Glória Gomes, Carlos Santos Silva, "Performance Assessment of a Building-Integrated Photovoltaic Thermal System in a Mediterranean Climate—An Experimental Analysis Approach" Energies, 2021, 14 (8), 2191, <https://doi.org/10.3390/en14082191>.

ⁱⁱ Keita Shono, Yohei Yamaguchi, Usama Perwez, Tao Ma, Yanjun Dai, Yoshiyuki Shimoda, "Large-scale building-integrated photovoltaics installation on building façades: Hourly resolution analysis using commercial building stock in Tokyo, Japan" Solar Energy, Volume 253, 2023, Pages 137-153, ISSN 0038-092X, <https://doi.org/10.1016/j.solener.2023.02.025>.

適用し、発電ポテンシャルの推計を行った。その後、推計結果を年間及び一時間当たりの地域規模の発電ポテンシャルとして集計し、エネルギー需要を考慮した分析を行った。分析においては、経年でのエネルギー需要の削減や電化の進展、太陽光発電導入の経済性を考慮した。ここで、経済性の考慮は年間日射量閾値（閾値以上の年間日射量を持つ箇所を経済的な導入が可能だと考える）の設定により行った。

3. 結果と考察

年間発電ポテンシャルとエネルギー需要との比較（図3）より、東京都の業務施設の2050年における年間電力需要のうち15%~48%が太陽光発電によって満たされることが示された。需要満足の程度は建築物側面の発電ポテンシャルをどの程度活用するかにより大きく依存しており、気候変動の緩和により大きく貢献するためにはある程度の経済的コストを受け入れる必要があると分かった。一時間単位の結果（図4）からは、建築物側面への太陽光発電導入において高い経済性を追求する場合、発電量の時間変動を従来からほとんど変化させないことが分かった。

これは、一般に建築側面設置のBIPVに期待される発電量の平準化の効果が得られないことを意味する。また、ロードカーブに関する分析から、設備利用率の低下と調整力の必要性の増加という、BIPVの大規模導入が電力システムに与える悪影響が明らかとなった。

4. 結論

本研究は、東京都の業務施設を対象として、建築物側面に設置されたBIPVの発電ポテンシャルを地域規模かつ一時間単位で推計し、エネルギー需要との比較をはじめとする分析を行った。本研究で得られた知見は、自治体以上の規模でのBIPV活用の検討において大きく貢献すると期待される。

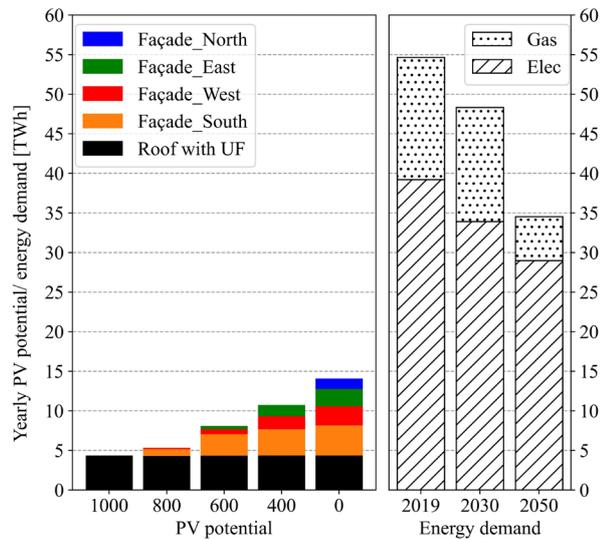


図3：各年間日射量閾値に対する年間発電ポテンシャルと年間エネルギー需要

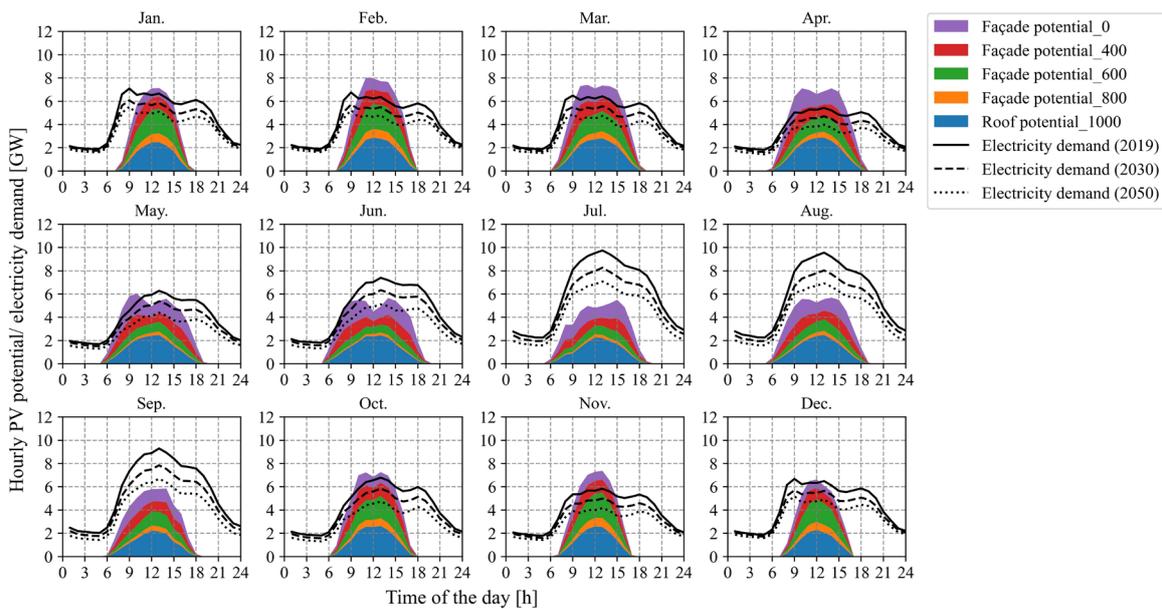


図4：各月の晴天日について平均した一時間単位の発電ポテンシャルと電力需要