

時空間的街区特性から見た住宅用太陽光発電導入ポテンシャルの評価

小林知記・巖網林・仙石裕明

Estimating introduction potential of residential photovoltaic systems based on city block characteristics

Tomoki KOBAYASHI, Wanglin YAN and Hiroaki SENGOKU

Abstract: This study analyzed detailed solar radiation data as well as building age using GIS, and developed a method for estimating the potential for introducing solar power to a case-study area. This method can be an effective support tool for the cooperation between dynamic transformation of city blocks and regional energy planning, and it is expected to promote a more strategic solar energy use from the perspective of urban planning.

Keywords: 太陽光発電 (photovoltaic system), 街区特性 (city block characteristics), 導入ポテンシャル (potential), 都市計画 (urban planning)

1. はじめに

これまで住宅用太陽光発電は、環境意識の高い家庭により先導されてきた。一方で、街区単位での面的な太陽光発電設備の導入に現在注目が集まっており、今後の太陽光発電の導入形態は個別導入から街区での面的導入へと変化し、急速な太陽光発電の普及が期待される。

しかし、Fujisawa SST (Sustainable Smart Town) のような新たに建設された市街地に対して太陽光発電を面的に導入する事例や、群馬県太田市の「パルタウン城西の杜」などのような実証実験を目的とした面的導入事例はあるものの、既成市街地においてどのように面的な導入を推進していくかという方法に課題を残している。

そのため、既存街区群を対象として、既存の建築物の更新に合わせた段階的な導入を検討する

必要があり、戸田ら (2012) の研究では、低炭素社会を実現する街区群の設計において、既存街区群を時系列に捉えて計画的に低炭素化していく事が重要であると指摘している。横井ら (2010) は街区更新とエネルギー計画との連携の必要性を主張しており、街区類型別に有望なエネルギーシステム革新案および低炭素型の都市形態に関して、具体的な政策立案の局面での連携を支援するシステムの開発を行っている。

しかし従来の研究では、主に将来の街区更新改造に焦点が置かれており、既存の建物を対象とし、これまでの普及モデルの中に如何にして面的導入を推進出来るのかという議論には至っていない。そのため、戦略的な太陽光発電の普及を推進するためには個別の建物情報を整備し、どの年代でどのくらいの住宅が更新時期を迎えるのかを日照条件と共に空間的に捉える必要がある。

そこで本研究では、低層・中層・高層住宅が混在している既存の市街地を対象とし、空間的な日照条件 (地形条件や建物による日陰の影響) と、時間的な変化 (既存の建築物の更新に合わせた段

小林知記 〒252-0882 神奈川県藤沢市遠藤 5322

慶應義塾大学 政策・メディア研究科

Phone: 0466-49-3406

E-mail: tommy@sfc.keio.ac.jp

階的な導入可能性)を時空間特性と定義し、従来の普及パターンから各街区の時空間特性を分類する事により、建物の更新改造と地域エネルギー計画を連携させた太陽光発電普及政策の提案を行う事を目的とする。本研究により、都市計画の視点から住宅用太陽光発電の利用を戦略的、政策的に推進できるようになる事が期待できる。

2. 研究手法

本研究では、面的導入のポテンシャルを評価するため、各建物の日射量解析と築年数の推定を行い個別の建物情報を整備する。日射量解析と築年数の推定結果を空間的な特徴が比較的均一化している街区単位で平均値を算出し、時空間街区特性を分析した。さらに、現在の導入状況を基にして太陽光導入住宅の土地条件や築年数との関係性を調べた。

2.1 日射量解析方法

日射量解析における重要な問題は、日射量に関する多くの時空間的な変数が複雑に関わっている事である。例えば、天文学的な要素である季節の変化や一日の変化、気象学的な要素である雲やエアロゾルによる変化、ローカールスケールでは、地形の起伏による日陰や気温といった要素が影響を与えている (J. Hofierka, 2009)。地域気象観測システムである AMeDAS は、日本全国約 840 か所に降水量、気温、日照時間、風向・風速の 4 要素を観測しており、太陽光発電ポテンシャル評価に用いられている。しかし、日本のような地形条件が複雑な地域において、気象観測の日射量データでは地形条件による影響が十分に反映されない。Suri ら (2007) は、この問題に対して GIS を用いる事が有用であると示している。

そこで本研究では、地形データによる日射量解析に加え、新たに都市計画基礎調査の建物階数データから 3 次元の数値表層モデル (DSM) を作成し、ArcGIS の日射量解析ツールを用いた日射量解析を行う (図-1)。

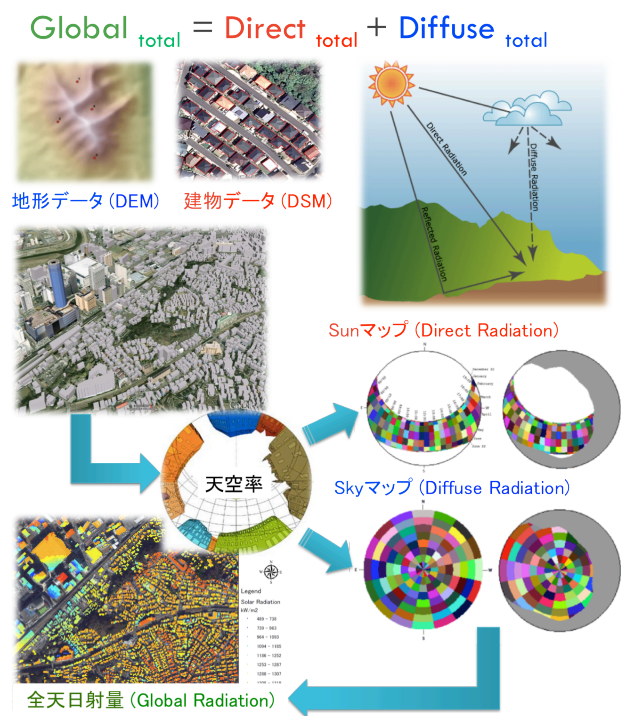


図-1 日射量解析方法

2.2 築年数推定方法

既存街区群を対象に計画的な太陽光発電の普及を進めて行く為には、時系列での既存建物の更新を捉える必要がある。築年数データは住宅・土地統計調査の中に市区町村別の集計結果が公開されているが、サンプル数が少なく建物単位では信頼性が薄い。そのため、本研究では建物同定を施す基礎データに株式会社ゼンリンが提供している住宅地図データベース Zmap-TOWNII を用いる。1995・2000・2004・2008 年の 4 年分の建物データの形状・階数・ビル名・居住者名といった建物の個別情報がそれぞれ一致していることを確認して推定する。また、住宅地図は 1990 年代から利用可能であるが、それ以前は現在提供されていない。そのため、国土地理院が発行する細密数値情報の 10m メッシュ土地利用情報 (1974, 1979, 1984, 1989, 1994 年) にある住宅に該当する土地利用データを用いる事で 1995 年以前の更なる築年数の推定を行った。

3. 結果

3.1 日射量解析・築年数推定結果

街区別に日射量解析・築年数推定結果を集計したものを図-2,3に示す。日射量の精度をNEDOが提供している日射量データベースを基に検証したところ、 $3.54\text{kWh}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ （横浜）であり日射量解析結果の最頻値とほぼ一致している。

一方、築年数に関する推定結果の検証には、株式会社アットホーム提供の中古住宅データを用いた。住宅地図による推定結果のみでは、9割程度の精度で継続と消滅した建物の一致を確認出来たが、1995年以前の細密数値情報を用いた築年数の推定には上述した建物同定を行っていないため、住宅地図のみの築年数推定結果よりは精度が落ち、全体の精度は25.6%（2218/8282棟）となった。

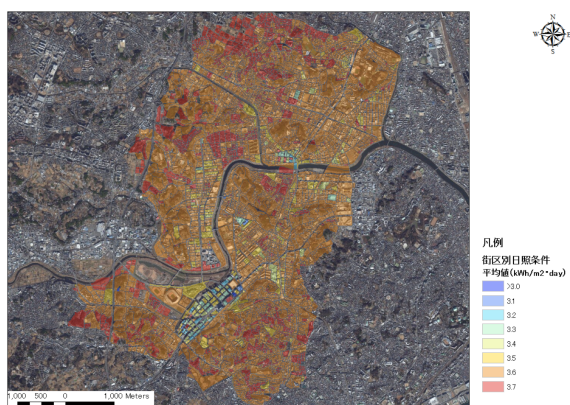


図-2 街区別日射量平均値

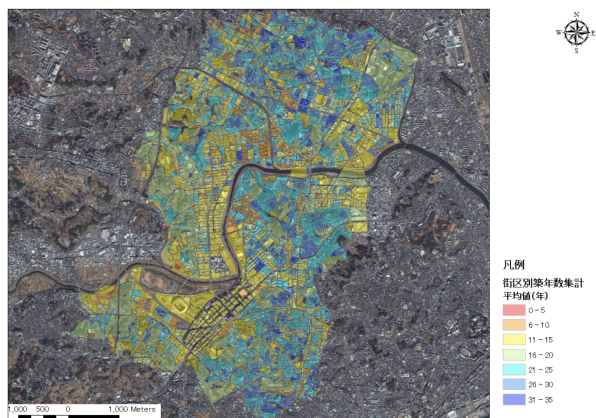


図-3 街区別築年数平均値

3.3 太陽光発電設備の導入状況との照らし合せ

Google Earthの2012年10月20日の航空写真から太陽光発電を導入している住宅を抽出し（図-4）、時空間特性との関係を分析した。

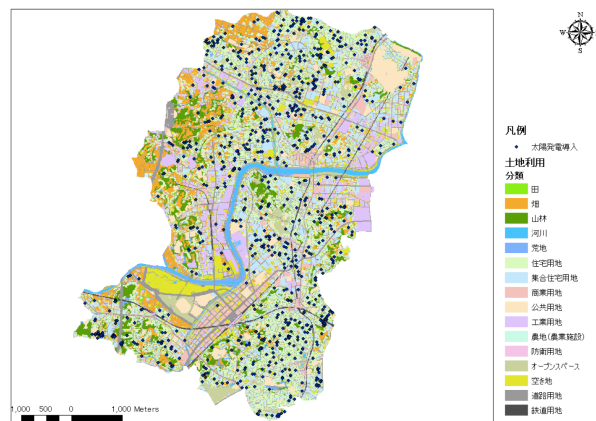


図-4 太陽光発電導入住宅の位置関係

導入住宅の築年数と建物面積の関係性を表したグラフ（図-5）を見ると、太陽光発電設備は新しい建物に多く取り付けられており、太陽光発電の寿命が20年程度である事がこの傾向を表していると考えられる。しかし、この傾向とは反対に築35年以上の建物にも多く設置されている。建物面積との関係性を見ると比較的広い住宅に住んでおり、金銭的な余裕のある地主、または貯蓄のある高齢者等の住宅である事が推測出来る。ただし築35年以上の住宅屋根の構造上の問題を詳しく調べる必要があると考えられる。

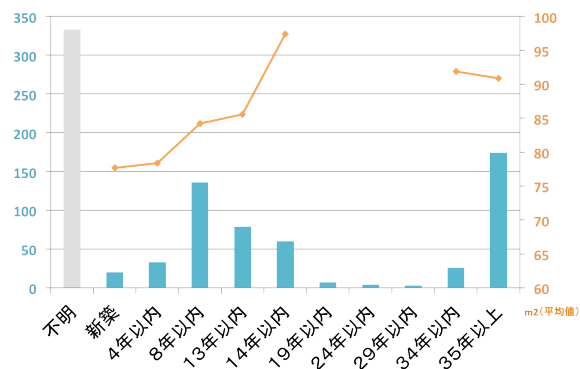


図-5 導入住宅の築年数と建物面積の関係性

4. 考察

本研究では、日射量解析と築年数データを用いて街区別に時空間特性を示し、面的な太陽光発電の普及可能性を検討した。以下に考察を示す。

1) 空間的な土地条件

太陽光発電設備の導入住宅の特徴として、低層住宅地に多く存在している (図-4)。日照条件に関しては主に鶴見川沿いの商工業用地において建物による陰の影響が強く、赤色の日照条件が良い街区は高台に位置している事が分かる (図-2)。傾斜地では日照条件のばらつきがあり、地形に応じた空間的なゾーニングが必要となる。また、高層ビル等による陰も日射量に大きく影響し、今後駅前での太陽光発電設備の導入には日照権の問題が大きく関わってくる。そのため本研究の手法により、陰の影響を定量的に評価し、都市計画の中に組み込む事が求められる。

2) 時間的な導入のタイミング

導入住宅築年数の若い建物と、築年数の古い建物に2極化しており、築年数の若い建物は新築導入や建替え後の国や市の補助金・余剰買取制度開始のタイミングでの既築導入者が多く、築年数の古い建物は敷地面積も広く地主等の高所得者と考えられる (図-5)。駅前の建物は比較的新しく更新も進んでいるが、郊外の低層住宅地には古い建物が多く (図-3)、これらの建物を如何に面的に更新し、同時に太陽光発電の導入を進めるかが鍵となる。

5. 結論と今後の課題

本研究の分析結果により、各街区の土地条件によって日射量のばらつきが存在している事を示した。また既存の太陽光発電導入住宅と築年数との間に関係性が見られ、太陽光発電の普及推進を行う上で建物築年数は重要な要素となり得る事を示した。今後の地域エネルギー計画において、各住宅の日射量データと共に、行政として築年数をオープンデータとして一般に提供し、本研究の

手法を用いて築年数のまとまり具合、戸建住宅の密集度、日照条件の均一性を基に面的導入のポテンシャルを評価し、共同発電所モデルや共同購入モデルなど各街区特性に適した戦略的な推進策の提案が求められる。

今後の課題としては、太陽光発電の導入において日照条件や築年数が各家庭の意思決定に与える影響を分析と、今回の分析では水平面日射量を解析したが、今後は屋根の向きを考慮した太陽光発電ポテンシャル評価方法の開発が挙げられる。

謝辞

本研究は東京大学空間情報科学研究センターの研究用空間データ利用を伴う共同研究 (研究番号 465) として、ZmapTownII (Shape 版) 神奈川県 データセット ((株)ゼンリン提供) のデータを利用した。また、中古住宅データの利用には、株式会社アットホームによるご提供により大規模な検証が可能となった。ここに感謝の意を示す。

参考文献

- 戸川卓哉, 森田紘圭, 後藤良太, 加藤博和, 林良嗣 (2012) : 低炭素性能評価システムを用いた街区群再編プロセスの検討, 第 20 回地球環境シンポジウム講演集, 143-148.
- 横井隆志・山本祐吾・東海明宏・盛岡通 (2010) : 低炭素都市の形成 に向けた街区更新およびエネルギー計画の統合を支援するシステム開発, 土木学会論文集 G, 66, 1, 17-34.
- Jaroslav Hofierka and Jan Kanuk, 2009. Assessment of photovoltaic potential in urban areas using open-source solar radiation tools. *Renewable Energy* 34, 2206-2214.
- Suri M, Huld TA, Dunlop ED, Hofierka J. Solar resource modeling for energy applications. In: Peckham RJ, Jordan G, editors. *Digital terrain modeling, development and applications in a policy support environment*. Berlin, Heidelberg: Springer; (2007) 259-273.