

Title	Field measurement and simulation of the semi-transparent photovoltaic panel for the evaluation of building energy saving potential
Author(s)	黄, 佩華
Citation	大阪大学, 2007, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/48461
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	黄佩華
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 21226 号
学位授与年月日	平成 19 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科環境工学専攻
学位論文名	Field measurement and simulation of the semi-transparent photovoltaic panel for the evaluation of building energy saving potential (光透過型太陽電池の省エネルギー性評価のための実測と建物のシミュレーションに関する研究)
論文審査委員	(主査) 教授 水野 稔 (副査) 教授 相良 和伸 助教授 宇埜 正美 助教授 下田 吉之

論文内容の要旨

In this research, the energy saving potential of semi-transparent in building application is examined. First, field measurement was carried out to investigate the power generation, thermal and optical characteristics of three different types of semi-transparent PV. Through the field measurement, important parameters pertaining to the panels were established, which include the power generation temperature coefficients, modified over heat transfer coefficient for semi-transparent PV panels, heat balance and optical parameters. With the established parameters, simulation models that were capable to reproduce the power generation, thermal and optical behavior of the panels were developed. The accuracy of these simulation models was confirmed through validation with field measurement data. Next, the thermal and power generation models were incorporated into building energy simulation models for total energy saving analysis. Two building applications were studied, which is the residential top light and underground shopping mall atrium application in different climate regions in Japan. In the residential top light application, total energy saving in the range of 1–9% from Kagoshima to Sapporo was achieved with proper optimization measures to improve the thermal performance of the semi-transparent PV panels. The main energy saving was resulted from the reduction in heating energy demand with the effective use of radiation penetration from semi-transparent PV top lights for space heating. For the underground shopping mall atrium application, maximum energy saving of 28–54% percent was demonstrated in the cold, moderate and hot region. In the underground shopping mall study, the main saving was realized through the reduction in lighting energy consumption through daylighting from the atrium. In both cases, semi-transparent PV facilitates effective use of radiation penetration for daylighting, space heating and as a power source that could not be realized by conventional building materials.

論文審査の結果の要旨

今後の太陽光発電システムの普及拡大のためには、太陽電池セルの効率向上・価格低減と併せ、その利用用途の拡大も重要である。本論文は、太陽電池を窓などガラス面に組み込む光透過型太陽電池パネルの住宅等への適用可能性を検討したもので、主な成果は以下の通りである。

- (1) 多結晶セル+単板ガラス、多結晶セル+複層ガラス、アモルファスセル+単板ガラスの3種の光透過型太陽電池パネルの発電量、可視光透過量、温度分布を同時に計測する装置を開発し、年間にわたるこれらの特性を建物屋上に設置した同装置により明らかにしている。この際、通常測定誤差が大きくなるガラス面上の温度測定についても新しい手法を提案し、精度を検証している。
- (2) 上記の測定結果を基に、光透過型太陽電池パネルの発電量、可視光透過量、伝熱量をシミュレーションするためのモデル開発と使用するパラメータの同定をおこなっている。伝熱量の計算においては3次元的な温度分布が形成される多結晶セル周囲の伝熱の1次元モデル化の検討、相当外気温度指標を用いた更なる簡略化の可能性についての検討をおこない実用化している。
- (3) 開発したモデルを、汎用的な建物エネルギーシミュレーションモデル **EnergyPlus** に組み込み、光透過型太陽電池を住宅の吹き抜け空間の屋根面に天窗として設置した場合の年間の発電量、冷暖房負荷、自然採光による照明エネルギー削減量を計算し、気象条件の異なる我が国の5都市に適用して総合的な省エネルギー効果を定量化している。その結果、大阪の標準ケースでは、天窗に通常のガラスを用いる場合に比べれば数%の省エネルギー効果が見られるものの、従来良く用いられている屋根一体型太陽電池に対しては、ガラス面からの冬期の熱損失や夏期の日射熱所得のため省エネルギーとはならないことを明らかにした上で、断熱ブラインドを適切に設置・運用することで屋根一体型太陽電池と比べても省エネルギーになる場合が生じること、我が国で一般に生じているように周囲の建物の建て詰まりにより南向き窓からの日射が十分確保されない場合には、天窗からの日射による照明エネルギー削減が大きくなることにより、光透過型太陽電池住宅の省エネルギー性が高くなることを示している。
- (4) 地下街に設けたアトリウムの屋根部に光透過型太陽電池を設置した場合についてもシミュレーションによる省エネルギー性を検討しており、この場合にも通常のガラスを用いた場合に対して日射遮蔽による冷房負荷削減効果等により省エネルギーとなることを示している。

以上のように、本論文は建材一体型太陽電池の一種である光透過型太陽電池パネルを住宅等の建築空間に応用して省エネルギー効果を得るための基礎的知見を提供しており、省エネルギー社会の推進および環境工学の進展に寄与するところが大きい。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。