OUKA
Osaka University Knowledge Archive

Title	Methods for Planning PV System Installation in an Urban Energy System under Constraints of PV Output Power Variation
Author(s)	Kaewniyompanit, Songpakit
Citation	大阪大学, 2009, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/49560
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

【66】

氏名	KAEWNIYOMPANIT SONGPAKIT（ケオニヨムパニト ソンパキト）
博士の専攻分野の名称	博士（工学）
学位記番号	第 ２２９５７ 号
学位授与年月日	平成21年３月24日
学位授与の要件	学位規則第４条第１項該当 工学研究科電気電子情報工学専攻
学位論文名	Methods for Planning PV System Installation in an Urban Energy System under Constraints of PV Output Power Variation （出力変動制約下における太陽光発電設備の都市エネルギーシステムへの導入計画手法に関する研究）
論文審査委員	（主査） 教授 舟木 剛 （副査） 教授 伊瀬 敏史　教授 谷野 哲三　教授 白神 宏之 准教授 杉原 英治

論文内容の要旨

本論文は，都市部における環境低負荷型エネルギーシステムの一つとして太陽光発電設備（以下，PV）に着目し，PVの出力変動が，配電系統における電圧変動や運転予備力といった系統運用上の制約に与える影響を考慮した上で，都市部においてPVシステムの大規模導入を計画するための方法論を開発することを目的としている。

第1章においては，まず都市部におけるエネルギーシステム計画の背景と現状について述べ，さらにPVが大規模かつ集中的に導入される状況においては系統側に悪影響が発生することを述べ，本研究の位置付けと目的を明確にした。

第2章では，PVシステムの構成要素に着目しPVアレイ，インバータについて説明するとともに，出力変動を緩和する設備として電力貯蔵設備についても述べた。さらに，太陽光発電の導入形態として系統連系型と自立型の特徴について述べた。

第3章では，都市部のある特定地域において，PV以外の様々なエネルギーシステム代替案も考慮した上で，評価指標として経済性，CO_2排出量を用いた多目的最適化に基づく都市エネルギーシステムの計画モデルを述べた。

第4章では，PVシステムの出力変動をモデル化するため，水平面全天日射量の実測データに基づき太陽光発電の出力変動が正規分布に近似できることを示した上で，各時間帯における標準偏差がPVの出力変動を表す指標になることを示した。さらに，バッテリーの充放電による標準偏差の減少効果を評価した。

第5章では，バッテリー無しPVとバッテリー付きPVを同時に考慮した上で，PV出力変動を制約条件とした都市エネルギーシステム計画の方法論を開発した。CO_2排出削減の目標を設定し，全体のシステム年間コストを最小化することにより，各エネルギーシステム代替案の導入率を決定した。PVの出力変動制約を厳しくすることによって，高コストではあるがバッテリー付きPVがバッテリー無しPVの代わりに増加すること等を定量的に明らかにした。

第6章では，PVの出力変動が配電系統における電圧変動に与える影響を評価するため，3章で述べた計画モデルに対して放射状配電系統の潮流計算モデルを考慮し，PVシステムの最大導入可能量を評価するための方法論を開発した。モデル系統に対する数値計算では，配電系統における種々のパラメータが，PVの最大導入可能量に与える影響の分析として，配電用変電所における送り出し電圧，PVシステムにおけるバッテリー併設等が最大導入可能量へ与える影響を評価した。

第7章では，6章で開発したPV最大導入可能量の評価モデルに基づき，ある特定の母線に対してPV導入量をあらかじめ指定することによる最大導入可能量の減少効果を評価した。これにより，例えば配電線の末端母線のようなPVを導入し難い母線において，早くからPVを導入することにより他母線へのPV導入機会をどの程度抑制するかを定量的に明らかにした。この情報は，母線毎のPV導入インセンティブを検討する上で有益な情報となりうる。

第8章では，本研究で得られた知見を総括し，本論文の結論を述べた。

論文審査の結果の要旨

本論文は，都市部における環境低負荷型エネルギーシステムの一つとして太陽光発電設備（以下，PV）に着目し，PVの出力変動が，配電系統における電圧変動や運転予備力といった系統運用上の制約に与える影響を考慮した上で，都市部においてPVシステムの大規模導入を計画するための方法論を開発することを目的としている。

第1章においては，都市部におけるエネルギーシステム計画の背景と現状および，PVが大規模かつ集中的に導入される状況においては系統側に悪影響が発生することを述べ，本研究の位置付けと目的を明確にしている。

第2章では，PVシステムの構成要素に着目しPVアレイ，インバータについて説明し，出力変動を緩和する電力貯蔵設備について述べている。さらに，太陽光発電の導入形態として系統連系型と自立型の特徴について述べている。

第3章では，都市部のある特定地域において，PV以外の様々なエネルギーシステム代替案も考慮した上で，評価指標として経済性，CO_2排出量を用いた多目的最適化に基づく都市エネルギーシステムの計画モデルを述べている。

第4章では，PVシステムの出力変動をモデル化するため，水平面全天日射量の実測データに基づき太陽光発電の出力変動が正規分布に近似できることを示した上で，各時間帯における標準偏差がPVの出力変動を表す指標になることを示している。さらに，バッテリーの充放電による標準偏差の減少効果を評価している。

第5章では，バッテリー無しPVとバッテリー付きPVを同時に考慮した上で，PV出力変動を制約条件とした都市エネルギーシステム計画の方法論を開発している。CO_2排出削減の目標を設定し，全体のシステム年間コストを最小化することにより，各エネルギーシステム代替案の導入率を決定している。PVの出力変動制約を厳しくすることによって，高コストではあるがバッテリー付きPVがバッテリー無しPVに代わり増加すること等を定量的に明らかにしている。

第6章では，PVの出力変動が配電系統における電圧変動に与える影響を評価するため，3章で述べた計画モデルに対して放射状配電系統の潮流計算方法を基にして，PVシステムの最大導入可能量を評価するための方法論を開発している。モデル系統に対する数値計算では，配電系統における種々のパラメータが，PVの最大導入可能量に与える影響の分析として，配電用変電所における送り出し電圧，PVシステムにおけるバッテリー併設等が最大導入可能量へ与える影響を評価している。

第7章では，第6章で開発したPV最大導入可能量の評価モデルに基づき，ある特定の母線に対してPV導入量をあらかじめ指定することによる最大導入可能量の減少効果を評価している。これにより，例えば配電線の末端母線のようなPVを導入し難い母線において，早くからPVを導入することが他母線へのPV導入機会をどの程度抑制するかを定量的に明らかにしている。この情報は，母線毎のPV導入インセンティブを検討する上で有益な情報となりうる。

第8章では，本研究で得られた知見を総括し，本論文の結論を述べている。

以上のように、本論文は自然エネルギー発電の導入促進と最大導入量の評価を示したものであり、各種のデータに基づく解析を交えて詳細な検討が行われており、この分野の技術の発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。