

Title	100kW級工場用太陽光発電システムの最適化設計とその実証に関する研究
Author(s)	室園, 幹夫
Citation	大阪大学, 1993, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/38762
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	むら 室 園 幹 夫
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 1 0 1 8 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 5 年 12 月 15 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第2項該当
学 位 論 文 名	100kW 級工場用太陽光発電システムの最適化設計とその実証に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 浜 川 圭 弘
	(副査) 教 授 蒲 生 健 次 教 授 奥 山 雅 則 助 教 授 岡 本 博 明

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、著者が1980年から1986年にかけて新エネルギー総合開発機構（NEDO：現新エネルギー・産業技術開発機構）の委託業務として実施した「100kW 級工場用太陽光発電システムの研究開発」における研究成果をまとめたもので、8章より構成されている。

第1章では、太陽電池に関する研究の歴史的背景および現在に至るまでの開発動向を概観し、本研究の目的、意義を明らかにしている。

第2章では、地球大気中および地表面における日射成分を明らかにし、その測定法についてまとめた。また、太陽電池モジュールの基本特性を実測し定量化するとともに、太陽電池アレイの基本設計概念を明らかにした。

第3章では、約2Wpのプロトタイプ標準太陽電池モジュールのI-V特性と、同時に気象データおよび日射量の測定を15分おきに行い、太陽電池出力とそれらとの相関を定量的に明確にした。また、CZシリコン単結晶太陽電池とEFGリボン結晶太陽電池の発電電力量の動作電圧依存性を定量的に明らかにするとともに、最適動作電圧の設定法を提案した。同時に、前記2種の太陽電池は同一定格出力であっても年間の発電電力量に10%以上の差があることを実証した。さらに、水平面全天日射量と法線面直達日射量のデータから任意傾斜面日射量の予測を試み、特定の傾斜面でその予測手法の精度が高いことを実証した。

第4章では、11種の傾斜角をもつ固定型アレイシステムと、方位角・傾斜角を78モードに可変できる可動型アレイシステムを用い、50Wクラスの各種実用太陽電池モジュールのI-V特性と、同時に気象データおよび日射量の測定を15分おきに行い、太陽電池出力とそれらとの相関を明確にした。また、太陽電池出力の方位角・傾斜角依存性を実測データより定量的に明確にした。特に、太陽電池の年間発電電力量を最大にする傾斜角は従来常識とされていた設置場所の緯度より約10°程度小さい値であることを初めて実証するとともに、夏期の太陽電池出力は方位角より傾斜角依存度が大きいこと、また冬季は逆に傾斜角より方位角依存度が大きいことを実証した。さらに、前記した任意傾斜面日射量の予測値を、可動型アレイシステムから得られた各種データと比較し、同予測手法が十分に実用できることを立証した。

第5章では、太陽電池の最大出力電圧を決定する主要な要因が、入射エネルギー強度と素子温度であり、さらに、入射エネルギー強度より素子温度の影響が大きいことを実証した。また、最大出力電圧の具体的追尾法を提案し最大出力電圧追尾による電力利得についても定量化した。一方、太陽電池アレイの最大日射傾斜面の追尾手法として一軸追尾、二軸追尾の得失を明らかにし、同時にそれぞれの追尾法による期待日射量を定量的に明らかにした。さらに、最大出力電圧追尾と最大日射傾斜面追尾の経済性についても考察した。

第6章では、工業用太陽光発電システムの特徴を種々の角度から明らかにし、100kW級工場用太陽光発電システムの基本設計、基本仕様を確定した。同システムは逆潮流無しの直流端常時連係システムである。また、同太陽電池アレイシステムは、年間の総発電電力量と電力需要の増大する夏期の発電電力量を増すため傾斜角を 20° とし、さらに、負荷となる初充電が開始される午前9時以降の発電電力量を増すために方位角を真南から西へ 20° とした。

第7章では、2年4ヶ月の実証研究より得られた各種データの解析を行い、100kW級工場用太陽光発電システムの動作状況を明らかにし、大規模太陽光発電システム設計のための諸課題を解決した。また、実証研究より傾斜角を 20° 、方位角を真南から西へ 20° とした独特の太陽電池アレイシステム設計の有効性を実証した。

第8章では、本研究で得られた種々の結論を各章ごとに明らかにしている。

以上、本研究では、太陽電池出力と気象データおよび日射量との相関および太陽電池出力の動作電圧依存性を明らかにするとともに、任意傾斜面日射量の予測法、最大出力電圧の追尾法、最大日射面の追尾法等についても新しい手法を提案した。そして、これらの考察をもとに、電力需要の相当分を占める産業用分野への応用の一例として、100kW級工場用太陽光発電システムを設計・建設し、実証運転を行い、大規模太陽光発電システム設計のための諸課題を解決した。

論文審査の結果の要旨

石油に代わるクリーンエネルギー開発の一環として進められてきた太陽光発電プロジェクトは、我が国のサンシャイン計画の一部門として取り上げられ、この10年間に目ざましい進歩を遂げてきた。その成果がいかに顕著であるかは、我が国の太陽電池の年間生産量がここ10年間に2桁の伸びを示し、一方、太陽電池セルのコストも一桁以上の低コスト化が達成された事実からも明らかである。そして、その応用分野も従来の民生用主体から、ソーラーエアコンやディーゼル発電代替発電機など、準電力用へと移行しつつある。しかし、電力用としての利用にはインバータや系統連けい機器の低コスト化など研究課題が残されており、大規模システムへの各種の研究が推進されている。本研究はこうした大規模発電の流れの試行実験として、自動車用蓄電池充電用として、100kW級工場用太陽光発電システムの最適化設計とその実証に関する一連の研究成果をまとめたものである。

本論文では、まず、システム設置場所における気象データならびに日射量の測定を年間を通じて15分毎に実測し、またこの場所にCZシリコン太陽電池とEFGリボン結晶太陽電池を設置してその出力を実測することにより、これらの相関関係を定量的に明確にした。さらに水平面全天日射量と法線面直達日射量のデータをもとに、任意の傾斜面における日射量を予測する手法を開発し、実験結果との比較から、この予測手法の精度が高いことを実証した。

次いで、太陽電池パネルの設置法の最適化に関連して、固定型および可動型システムを用いた系統的実測テストを行い、太陽電池出力の方位角・傾斜角依存性を定量化することによって、太陽電池の年間発電量を最大にする傾斜角は従来常識とされていた設置場所の緯度より約10度程小さい値であることを明らかにした。さらに、一軸および二軸追尾の最大日射傾斜面追尾方式、ならびに最大出力電圧追尾などの太陽電池動作方式についても、日射量、太陽電池温度などの動作環境を考慮した最適設置条件ならびに出力予測法について、実験的・理論的検討を行い、各追尾方式の得失や経済性についても考察を行った。

これらの基礎実験の結果に基づいて、100kW級工場用太陽光発電システムの基本設計、基本仕様を決定し、これを建設し設置するとともに2年4ヶ月にわたる実証テストを行った。こうした一連のデータを解析し、年間の総発電

電力量と電力需要の増大する夏期の発電電力量を増すための傾斜角として従来の理論推定の緯度（35度）相当値ではなく、20度が年間積分発電量の最大値を与えること、また蓄電池生産工場の充電負荷が開始される午前9時以降の発電量を増加させるためには、真南から西へ20度の方位角が最適となる等々、といった独特の太陽電池アレイシステム設計の有効性を見だし、最適化条件を明らかにした。

以上の研究成果は、太陽光発電の本格的実用化に向けたシステムの最適化設計を確立したもので、大規模光発電システムをめぐる実用化技術に先駆的な貢献をすところ多大で、博士(工学) 学位論文として価値あるものと認める。