

論文審査の結果の要旨

学位申請者 岡本 和也

本論文は、「集光型太陽光発電システムの包括的設計解析および試験検証」と題し、5章より構成されている。

第1章「緒論」では、集光型太陽光発電(Concentrator Photovoltaics: CPV)に関する従来研究の概要を示すとともに、本研究の目的と範囲を述べている。

第2章「散乱光活用型 CPV システムの包括的設計解析」では、直達光を高効率且つ小面積の太陽電池セルに集め、散乱光を低コストの太陽電池セルで捕集する散乱光活用型 CPV のコンセプト（以下、CPV+と表現する）を新たに提案し、発電量増加割合の理論予測を示した。また、セルモジュールレベルの設計から発電プラント全体の発電量の定量化を目的として、光学解析、熱解析、電気解析、追尾誤差解析、影解析等を含む包括的設計手法を確立し、本手法を CPV+に適用した結果を述べている。適切な配置により従来の固定非集光型太陽電池システムに比べ約2倍の発電量が得られることを示した。

第3章「CPV+システムの試験検証」では、CPV+モジュールを試作し、試験検証を行った結果、散乱光を活用できない従来 CPV モジュールに対する発電量の増加割合が、理論予測と良く一致することを示した。また、CPV+モジュールでは、散乱比 0.30~0.55 の条件で散乱光から得られる発電量のピークが得られた。この散乱比は世界の大多数の都市における日射条件に適合していることを示した。

第4章「各種 CPV システムの設計解析および試験検証」では、従来 CPV における各種の技術課題の解決に向けたアプローチを行い、3つの知見を得た。まず、負の屈折率材料を集光レンズに適用することでモジュール厚さを約半分、許容角を 1.8 倍にでき、レンズ材料の屈折率の波長分散による光学的効率の低下も抑制できることを示した。次いで、カルーセル方式追尾架台と Off-Axis ミラー集光器を組み合わせ、屋上面などに設置しやすい装置全高の低い新規 CPV システムの開発に成功した。さらに、大量生産技術として確立している LED パッケージング技術を適用でき、且つ高性能な集光系の設計を行い、自由曲面を有する集光レンズの具体的な仕様を明らかにした。

第5章「結論」では、本研究で得られた知見を総括している。

よって、本論文は工学上及び工業上貢献するところが大きく、博士（工学）の学位論文として十分な価値を有するものと認める。

審査委員主査 山田 昇 印