

(様式 4)

別紙 2

論文審査の結果の要旨

学位申請者 佐藤 大輔

本論文は「光学 - 熱解析に基づく次世代太陽電池モジュールの設計」と題し、以下の 6 章により構成される。

第 1 章「緒言」では、本研究の背景として、太陽電池 (Photovoltaics: PV) モジュールの利用形態の多様化と技術課題、次世代 PV モジュールの必要性に関して述べている。

第 2 章「日射の定義と CPV モジュールの性能評価指標」では、PV モジュールおよび集光型太陽電池 (Concentrator Photovoltaics: CPV) モジュールの性能を議論する上で必要な日射の定義および性能評価指標に関して述べている。

第 3 章「省スペース向け高倍率部分集光モジュールの設計」では、設置スペースが限られる用途に適する部分集光モジュールの光学 - 熱設計解析、試作モジュールを用いた性能評価実験について述べている。試作モジュールは従来 PV モジュールよりもサンベルト地域で 1.7 倍、非サンベルト地域でも 1.5 倍高い年間発電量が得られることが屋外実験により示され、単位モジュール面積当たりの発電量を大幅に向上できることを明らかにしている。また、太陽追尾誤差に対するロバスト性に優れることも示している。

第 4 章「車載向け非追尾・低倍率部分集光モジュールの設計」では、車載用部分集光モジュールの光学設計解析、試作モジュールを用いた性能評価実験について述べている。自動車ルーフ面における年間日射の入射角分布を考慮して集光レンズの設計を行い、年間日射量の 46.6%, 36.4% (合計 80%) を 3 接合太陽電池セルおよび Si 太陽電池セルにそれぞれ集光できることを明らかにしている。また、試作モジュールが年間モジュール変換効率 27.3% を達成できる可能性に加えて、自動車ルーフの曲面が発電量に及ぼす影響は従来 PV モジュールを曲面に適用した場合と同程度であることを確認している。

第 5 章「宇宙太陽発電システム用発電一体パネルの熱設計」では、発電一体パネルの基本構造のモデリング、軌道周回中の温度日変化および熱変形をシミュレーションした結果について述べている。シミュレーションにより、送電アンテナ面の変形量は許容値に対して十分余裕があるものの温度プロファイルの改善が必要であることを明らかにしている。改善策として太陽電池面に波長選択コーティング (Spectrally Selective Coating: SSC) を付与する熱制御方法に着目し、多層膜 SSC の光学設計を行った結果、SSC の付与により温度プロファイル全体を高温側へシフトしつつ温度振幅を低減できることを明らかにしている。以上のように次世代太陽電池モジュールの設計手法および指針を提示できた。

第 6 章「結言」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