

## 三次元熱輻射閉じ込め系を用いた 太陽熱光起電力発電システムの高効率化

### High-efficiency solar-thermophotovoltaic power generation systems using three-dimensional thermal radiation confinement geometry

東北大院工<sup>1</sup>, °清水信<sup>1</sup>, 古橋知也<sup>1</sup>, 金野夏奈<sup>1</sup>, 小桧山朝華<sup>1</sup>, 湯上浩雄<sup>1</sup>

Tohoku Univ.<sup>1</sup>, °M. Shimizu<sup>1</sup>, T. Furuhashi<sup>1</sup>, K. Konno<sup>1</sup>, A. Kohiyama<sup>1</sup>, H. Yugami<sup>1</sup>

E-mail: [makoto.shimizu.a3@tohoku.ac.jp](mailto:makoto.shimizu.a3@tohoku.ac.jp)

太陽熱光起電力 (Solar-TPV) 発電システムとは、太陽光によって一体型である太陽光吸収材料 (アブソーバ) と感度波長において選択的に熱放射する波長選択エミッタを加熱し、エミッタからの熱ふく射を光電変換セルに入射させて発電するものであり、太陽電池の感度波長域に合わせた波長選択熱ふく射によって高効率な発電が期待できる。この発電システムにおけるシステム効率 (太陽光→電力) は近年大きく向上しており 10% に近づきつつある。大きな要因として平板型アブソーバ・エミッタを用いた低入力密度で高作動温度を可能にする系の実現と、高作動温度に耐えうる波長選択エミッタの耐熱性向上が挙げられる。我々も平板型アブソーバ・エミッタを用いて発電効率 5.1% を実証しているが [1]、システム全体を俯瞰した研究によってさらなる高効率化が可能であると考えている。また、近年、裏面反射型セルに関する研究の進展によって感度波長域外で平均 95% を超える反射率を有するセルが報告されており、感度波長域外の熱輻射をエミッタへ戻して利用するフォトンリサイクリングが注目されている。本発表ではこれまでに我々が報告したキューブ型アブソーバ・エミッタ [2] に基づく三次元熱輻射閉じ込め系を用いることによる、太陽光からセル感度波長に整合した熱輻射への高効率なスペクトル変換およびフォトンリサイクリングによる熱利用高効率化が解析的に明らかになったので報告する。

三次元熱輻射閉じ込め系の概念図を Fig.1 に示す。キューブ型エミッタがセルで囲われる構造をしている。上部はアブソーバ部分のみが開口しており、エミッタから放出された熱輻射は筐体内に閉じ込められ、セルに吸収される以外はエミッタへ再帰する。この閉じ込め効果およびアブソーバよりエミッタ面積を大きくし、エミッタからの放射比率を大きくする効果によってシステム効率の向上が可能となる。この系を用いた場合のシステム効率解析結果を Fig. 2 に示す。従来の平板型よりも高い効率が実現できることが明らかとなった。また感度波長域での反射率を向上させることで 20% 近いシステム効率が得られることが明らかとなった。

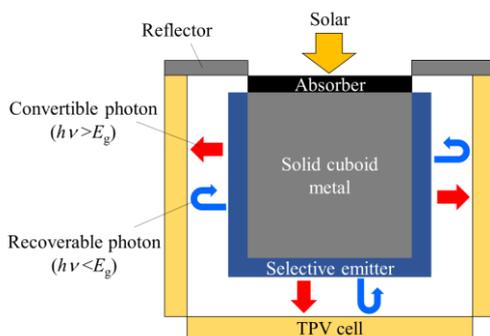


Fig. 1 Schematic illustration of the three-dimensional thermal radiation confinement system

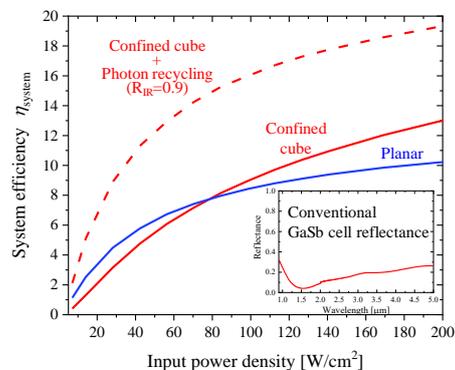


Fig. 2 Analysis result of system efficiency with various geometries

(参考文献)

[1]小桧山朝華 他, 第 65 回応物春季講演会 19a-C301-4. [2] A. Kohiyama et al., Opt. Express, 28, 38567 (2020)