



Title: A Numerical Study of Solar-Pumped Lasers with Multiple Compound Parabolic Concentrators with Length Extension

(複数複合放物面集光器の長さ拡張による太陽光励起レーザーの数値解析)

Authors: Ryota Yamada, Tomomasa Ohkubo, Haochen Lou, Hirozumi Munakata, Ei-ichi Matsunaga, Yuji Sato

(山田 涼太(東京工科大学 工学研究科 大学院生)、大久保 友雅(東京工科大学 工学部 教授)、
楼 湊辰(東京工科大学 工学研究科 大学院生)、宗像 宏純(東京工科大学 工学研究科 大学院生)、
松永 栄一(東京工科大学 客員研究員)、佐藤 雄二(大阪大学 接合科学研究所 准教授))

Journal: Communications in Computer and Information Science (2025)

掲載年月: 2025 年 4 月

研究概要: 本研究は、太陽光励起レーザーの変換効率向上と熱分散性の改善を目的として、複数複合放物面集光器 (MCPC) キャビティの長さ拡張効果を数値的に検討したものです。MCPC 型キャビティおよび従来のコーン型キャビティについて、キャビティおよびレーザー媒質の長さを変化させた場合の吸収効率や吸収パワー密度分布をレイトレーシング法で評価しました。その結果、MCPC 型キャビティはコーン型に比べて x-y 断面における吸収パワー密度分布の分散が約 40%低減し、熱集中を抑制できることが明らかとなりました。さらに、キャビティ長を延長してもこの均一性は維持され、変換効率の向上が期待できることが示されました。

研究背景: 地球温暖化対策として再生可能エネルギーの活用が注目される中、太陽光を直接レーザー光に変換する太陽光励起レーザーの高効率化が求められています。従来のコーン型キャビティでは、レーザー媒質中心部への熱集中や熱レンズ効果による効率低下が課題でした。本研究では、複数複合放物面集光器 (MCPC) キャビティの長さを拡張することで、変換効率と熱分散性の向上を目指しました。

研究成果: MCPC 型キャビティは、コーン型に比べて x-y 断面における吸収パワー密度分布の分散が約 40%低減し、熱集中を抑制できることが分かりました。キャビティ長を延長してもこの均一性は維持され、変換効率の向上が期待されます。一方、吸収効率自体は両キャビティで大きな差はありませんでした。

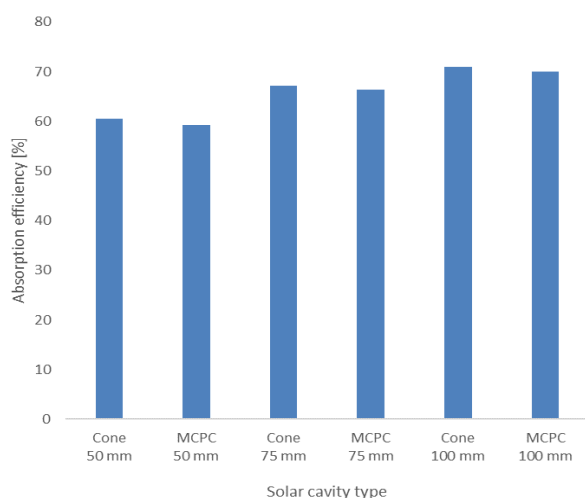


図 1 各太陽キャビティの吸収効率。長い程高効率。

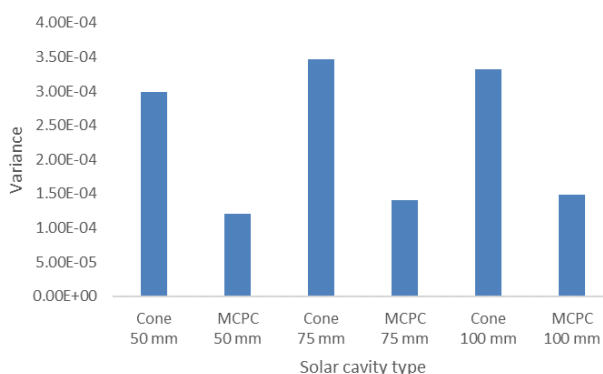


図 2 各太陽キャビティにおける x-y 断面での吸収パワー密度分布のばらつき。全体的に MCPC キャビティではばらつきが小さい。

社会への影響: 本研究成果は、太陽光励起レーザーの高効率化・高出力化に貢献し、再生可能エネルギーの新たな応用展開や持続可能社会の実現に寄与することが期待されます。

専門用語：

太陽光励起レーザー： 太陽光を直接レーザー媒質に照射し、レーザー光を発生させる技術。

太陽光キャビティ： 集光した太陽光を効率的にレーザー媒質へ導く構造。

複数複合放物面集光器（MCPC）キャビティ：

複数の放物面形状を組み合わせることで、太陽光を均一にレーザー媒質へ導く集光構造。