

# CW 発振が不安定な共振器条件において実現される カーレンズモード同期機構の数値解析

## Numerical analysis of Kerr-lens mode-locking at the stability limit of CW lasing

東大理<sup>1</sup>, 東大工<sup>2</sup> °夏 沛宇<sup>1</sup>, 吉岡 孝高<sup>2</sup>, 五神 真<sup>1</sup>

Graduate School of Science, University of Tokyo<sup>1</sup>, Graduate School of Engineering, University of Tokyo<sup>2</sup>, °Peiyu Xia<sup>1</sup>, Kosuke Yoshioka<sup>2</sup>, Makoto Kuwata-Gonokami<sup>1</sup>

E-mail: [xia@gono.phys.s.u-tokyo.ac.jp](mailto:xia@gono.phys.s.u-tokyo.ac.jp)

モード同期チタンサファイアレーザーを始めとするカーレンズモード同期レーザーの開発において、設計した共振器に対して光パルスのビーム伝搬解析を行うことは、モード同期発振の実現に向けた重要な指針となる。しかし GHz 繰り返しモード同期レーザーの代表的な設計であるリング型の共振器では、CW 発振が不安定になる共振器条件でカーレンズモード同期発振が成功しやすいという実験事実[1]が確認されている一方、解析的な議論がまだされていない。本研究ではビーム伝搬解析を通じてこのような特殊なカーレンズモード同期機構の定量的な理解を試みた。

ビーム伝搬を解析するためには ABCD 行列法を利用する。ただし光パルスのビーム伝搬を解析するためにはレーザー媒質中での自己集束伝搬を考慮した光線行列（カーレンズ行列）を用意する必要がある。典型的にはカーレンズ行列に対して近似的にレンズ行列や二乗屈折率媒質の光線行列を適用する手法が挙げられるが、この手法は光パルスのピーク強度が大きくなるほど近似の精度が悪くなるため、ピーク強度に対する摂動の範囲でしか解析的な議論ができないことが多い。

そこで本研究では自己集束伝搬を臨界パワー ( $P_c = 3.72\lambda^2 / (8\pi n_0 n_2)$ ) 近くまで高精度に記述可能な、変数入りカーレンズ行列[2]をビーム伝搬解析に用いた（多くのモード同期チタンサファイアレーザーの共振器内の光パルスのピーク強度は 1 MW 近傍である一方、 $P_c$  は 1.8 MW である）。リング型の共振器に対するビーム伝搬解析を行った結果を図 1 に示す。特定の箇所に結晶がある場合に限って、CW 発振が不安定な領域でもパルス発振が安定になる解があることが分かった。本講演では解析の方法と結果に関して詳細に報告する。

[1] A. Bartels *et al.*, Opt. Lett. **27**, 1839(2002).

[2] V. Magni *et al.*, Opt. Commun. **96**, 348(1993).

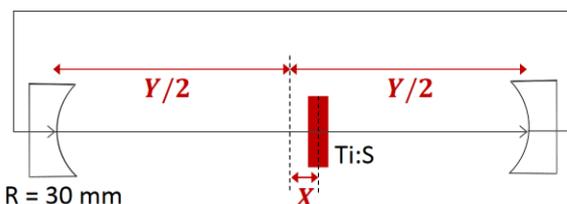


図 1: 解析に用いたリング型共振器の模式図 (X: 結晶の相対位置、Y: 凹面ミラー間距離) と、各 X, Y において解析した結晶中での最小スポットサイズのカラーマップ [ $\mu\text{m}$ ]。点線は CW 発振安定領域の境界線を示す。

