

可飽和吸収体を用いたマルチソリトン生成に関する数値解析

Numerical analysis on the multi-soliton generation with a saturable absorber

慶大理工¹, 理研² ○中島 綾太¹, 藤井 瞬^{1,2}, 今村 陸¹, 長島 圭吾¹, 田邊 孝純¹

Keio Univ.¹, RIKEN², °Ayata Nakashima¹, Shun Fujii^{1,2}, Riku Imamura¹,

Keigo Nagashima¹, and Takasumi Tanabe¹

E-mail: takasumi@elec.keio.ac.jp

微小光共振器は微小領域に光を閉じ込める素子であり、物質と光の相互作用を高めることができる。このような微小光共振器に連続光を入射し短波長側から長波長側に波長を掃引することにより散逸性カーソリトンと呼ばれるモード同期パルスが発生することが知られている[1]。これは周波数域で等間隔に並んだ縦モードの位相が揃っていることを意味しており、通信をはじめとする様々な分野で応用されている。しかし発生するソリトンの数には不確実性があり、カオス状態を経由するために、同じ計算条件であっても1つも形成されない場合もある。そこで本研究では可飽和吸収体を付与することでこの問題の解決を目指した。

計算モデルには右辺第一項から共振器の損失、可飽和吸収体の損失、ポンプデチューニング、分散、非線形光学効果、外部入力光を考慮した Lugiato-Lefever equation (LLE)を使用する[2]。

$$T_r \frac{\partial E(t, \tau)}{\partial t} = \left(-\frac{\alpha_{\text{tot}}}{2} - q(t, \tau) - i\delta_0 - \frac{iL\beta_2}{2} \frac{\partial^2}{\partial \tau^2} + iL\gamma|E|^2 \right) E + \sqrt{\theta} E_{\text{in}}$$

また、代表的なシリカ共振器のパラメータである、 $Q=10^8$, $\beta_2=-17.7 \text{ ps}^2/\text{km}$, $\text{FSR}=110 \text{ GHz}$ を仮定した。同一のパラメータで100回ずつシミュレーションを行い、その結果を重ね合わせた図を Fig. 1 (a,b), その時のソリトンの波形を Fig. 1(c,d)に示す。ランダム性により最終的なソリトンの数 N にばらつきがあるものの、可飽和吸収体を付与した場合の方が付与しない場合よりも平均して多くのソリトンが最終的に形成されることが分かった。つまりこれは可飽和吸収体によってソリトンの数を増やすことが可能であることを意味しており、光コムの高パワー化や安定化にも応用できると考えられる。

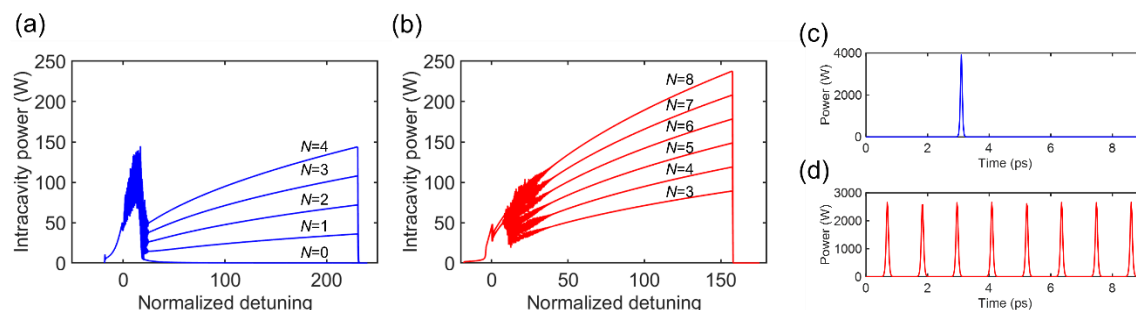


Fig.1 (a,b) Simulated intracavity power with (a) and without (b) the saturable absorption. The calculations were performed 100 times. N is the obtained soliton number. (c,d) Simulated temporal waveforms of 1 soliton (c) and 8 solitons (d).

[1] T. Herr, *et al*, "Temporal solitons in optical microresonators," Nat. Photonics **8**, 145–152 (2014).

[2] Z. Xiao, *et al*, "Deterministic single-soliton generation in a graphene-FP microresonator," Opt. Express **28**, 14933-14947 (2020).