

篠原 晋 教授

博士(理学)

Susumu Shinohara

✉ susumu.shinohara@komatsu-u.ac.jp

研究 Keyword

非線形ダイナミクス、カオス、微小共振器、レーザー

プロフィール

1999年 早稲田大学大学院理工学研究科 物理学及応用物理学専攻 博士後期課程修了
1999年 早稲田大学 理工学部 応用物理学科 助手
2002年 立命館大学 理工学部 物理科学科 助手
2003年 国際電気通信基礎技術研究所 研究員
2009年 マックスプランク複雑系物理研究所 ゲストサイエンティスト
2012年 NTTコミュニケーション科学基礎研究所 リサーチスペシャリスト
2016年 早稲田大学理工学術院 客員教授
2019年 テレコグニクス 上級研究員
2022年 公立小松大学 生産システム科学部 生産システム科学科 教授

研究分野

非線形科学 / 数理物理・物性基礎 / 光工学

所属学協会

日本物理学会

専門分野・研究分野

非線形科学

非線形性に起因する多様なダイナミクスを、理論・実験の両面から研究するのが非線形科学です。普遍的な数理的メカニズムに焦点を当てることが多く、分野横断的な性格を持ちます。カオスは、非線形ダイナミクスの代表例です。決定論的な時間発展ルールに従いながら、確率的現象と見紛うほど乱雑に変化する挙動のことを(決定論的)カオスと言います。カオスの発生は、時間発展ルールが完全分かったとしても、遠い未来の予測は難しいという、予測の原理的困難さをもたらします。また、一見デタラメに見える現象のなかには、決定論で説明できるものがあることを示唆します。私はこれまで、光デバイスにおけるカオスに着目して研究してきました。

研究内容

カオス理論の2次元微小共振器研究への応用

半導体レーザー等で用いられる光の共振器は、従来、1次元の構造でしたが、微細加工技術を用いて、2次元的な共振器が作製されるようになりました。典型的な形状は、円盤型です。このような2次元共振器は、光を強く閉じ込めることが可能なほか、多様な空間パターンのモードを持つことから、新たな物理現象の発見や、新規光デバイスの実現を目指して研究が行われています。

2次元共振器では、形状を非対称にすると、一般に、光線軌道がカオス的挙動を示します(図(a))。波動的な共振器モードの強度パターン(図(b))や、実験で観測される光の放射パターン(図(c))には、光線カオスが刻印されています。すなわち、図(b)に示した例では、共振器の左右の端から、上下($\pm 90^\circ$)方向に強い放射が見られますが、その機構は、図(a)に示した光線カオスのダイナミクスによって説明出来ます。

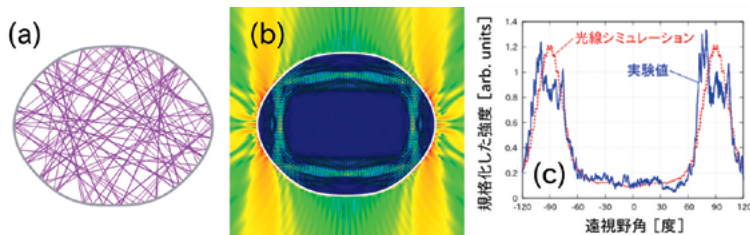


図. (a) 2次元共振器内の光線軌道(光線カオス)。(b) 共振器モードの光強度分布(数値計算)。共振器外ではlog表示にして放射を強調している。(c) 放射の遠視野パターン。光線シミュレーションの結果は、実際の素子の観測データの特徴を良く再現する。

カオス理論を光デバイス研究に
応用

シーズ・地域連携テーマ例

- 非線形現象の解析
- 光共振器モードの解析

論文

- "Nonlinear laser dynamics of a non-orthogonal chiral pair", M. Matogawa et al., Applied Physics Letters, Vol.123, 231104 (6 pages), 2023年12月.
- "Universal single-mode lasing in fully chaotic billiard lasers", M. You et al., Entropy, Vol.24, 1648 (17 pages), 2022年11月.
- "Self-adjustment of a nonlinear lasing mode to a pumped area in a two-dimensional microcavity", Y. Kawashima, S. Shinohara, S. Sunada, and T. Harayama, Photonics Research, Vol.5, B47-B53, 2017年11月.
- "Single-mode lasing theory of fully-chaotic two-dimensional microcavity lasers under continuous-wave operation with large pumping power", T. Harayama, S. Sunada, and S. Shinohara, Photonics Research, Vol.5, B39-B46, 2017年11月.
- "Chaotic laser based physical random bit streaming system with a computer application interface", S. Shinohara, K. Arai, P. Davis, S. Sunada, and T. Harayama, Optics Express, Vol.25, 6461-6474, 2017年3月.
- "Long-path formation in a deformed microdisk laser", S. Shinohara, T. Fukushima, S. Sunada, T. Harayama, and K. Arai, Physical Review A, Vol.94, 013831 (7 pages), 2016年7月.
- "Signature of wave chaos in emission spectra of microcavity lasers", S. Sunada, S. Shinohara, T. Fukushima and T. Harayama, Physical Review Letters, Vol.116, 203903 (5 pages), 2016年5月.

講演・口頭発表等

- "Chaotic laser based physical random bit generation: system implementation and device miniaturization", S. Shinohara, DGIST Workshop on Asymmetric Microcavities, 2017年8月.
- "Compact chaotic laser with a two-dimensional external cavity for delayed optical feedback", S. Shinohara, The 4th International Workshop on Microcavities and Their Applications, 2015年12月.
- "Sub-mm sized chaotic laser device with a two-dimensional external cavity", S. Shinohara, International Workshop on Ray & Wave Mechanics in 2D Microcavity and Related Systems, 2015年7月.