

疑似ランダム信号を印加した戻り光半導体レーザー系のカオス発振 Chaotic Oscillation of Laser Diode with Optical Feedback and Pseudorandom Signal

早大理工¹, 東理大理工² ○海老澤 賢史^{1,2}, 前田 譲治², 小松 進一¹

Waseda Univ.¹, Tokyo Univ. of Science² ○Satoshi Ebisawa^{1,2}, Joji Maeda², Shinichi Komatsu¹

E-mail: ebisawa@opt.phys.waseda.ac.jp

1. はじめに

外部共振器で戻り光を加えた半導体レーザー (laser diode, LD) はカオス発振することが知られ, 広帯域なスペクトルを利用し光カオス秘匿通信などへの応用が期待されている^{1,2}。光カオス秘匿通信は計算量複雑性によらない物理現象に基づく物理暗号であり, 送受信器 LD のカオス同期現象³ が用いる手法などがあるが, ここでは 2 種類のカオス発振 LD の軌道不安定性を利用したデジタル通信手法⁴ に注目する。この手法においてメッセージを作成するためにはカオス系の軌道不安定性を簡易に制御することが望まれるが, 本研究では送受信器 LD の駆動電流に異なる疑似ランダム信号を印加することでこれを達成可能であることを数値シミュレーションにより示す。

2. 疑似ランダム信号印加戻り光 LD 系

外部共振器を持ち戻り光によりカオス発振しうる送信器 LD と, 送信器より一方向に光注入される受信器 LD からなる系を考える。この LD 送受信器の動的特性はレート方程式を用いて記述することができ³, 数値シミュレーションにはルンゲ-クッタ法を用いる。ここで, 駆動電流 $J = J_{th}(1 + p + m(t))$ とし, 疑似ランダム信号 $m(t)$ を送受信器 LD の駆動電流にそれぞれ加える。なお, $m(t)$ は平均が p , 標準偏差 σ なる正規分布にしたがう。本研究では軌道不安定性を定量化するために, 受信器 LD で得た出力を 10 ps 間隔で 100ns サンプルし軌道拡大率を計算する⁴。図 1 は送受信器 LD の印加信号の標準偏差 σ_t と σ_r に対する受信器の軌道拡大率 λ を示す。 σ_t と σ_r の増加に伴い λ は緩やかに増加していく。送受信器 LD のパラメーター間に

誤差が生じることで受信器 LD の周波数帯域が拡大され, それに伴い疑似軌道拡大率 λ も増大する。

3. まとめ

外部共振器を持つ送信器 LD と, 送信器 LD から一方向に光注入される受信器 LD からなるカオス系を考え, 各 LD の駆動電流に疑似ランダム信号を印加することで軌道不安定性を変化させ, 軌道拡大率の値が送受信器 LD に印加する疑似ランダム信号の組み合わせに依存することを示した。また, カオス系の周波数帯域や量子化ビット数との関係についても報告する。

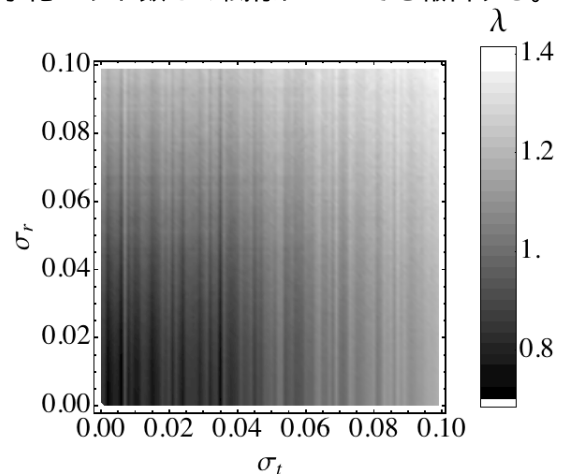


図 1: 送受信器の印加疑似ランダム信号パラメーターに対する受信器の軌道拡大率

[1] R. J. Jones, P. Rees, P. S. Spencer, and K. A. Shore: J. Opt. Soc. Am. B **18** (2001) 166.

[2] J. Liu, H. Chen, and S. Tang: IEEE J. Quantum Electron. **38** (2002) 1184.

[3] J. Otsubo: IEEE J. Quantum Electron. **38** (2002) 1141.

[4] S. Ebisawa and S. Komatsu: Appl. Opt. **46** (2007) 4386.