

完全カオスビリヤード系におけるリアプノフ指数の形状依存性および 完全カオス共振器レーザの発振特性について

Shape dependence of the Lyapunov exponent in fully chaotic billiard systems and
lasing characteristics of fully chaotic cavity lasers

早大先進理工, 金沢大理工^A, NTT CS 研^B

○外崎 真広, 砂田 哲^A, 篠原 晋^B, 原山 卓久

Dept. of Applied physics, Waseda Univ.,

^AFaculty of Mechanical Engineering, Kanazawa Univ.,

^BNTT Communication Science Labs., NTT Corp.

M. Tonosaki, ^AS. Sunada, ^BS. Shinohara, T. Harayama

E-mail: bv-apple@suou.waseda.jp

D 型及びスタジアム型ビリヤード (図 1 参照) における光線軌道ダイナミクスは完全カオスであることが厳密に証明されている[1]。これらのビリヤードでは形状パラメタ値を変えることにより、カオスの強さが変化するが、その形状依存性は詳しく解析されていない。そこで本研究では、カオスの強さを特徴付けるリアプノフ指数の形状パラメタ依存性を系統的に調べ、カオスの強さが最大となるパラメタ値を数値的に決定した。

完全カオス共振器をレーザ発振に用いたマイクロキャビティレーザの実験では、単一モード発振が特徴的現象として観測されている[2]。この現象は、完全カオス性のために固有モード波動関数が共振器一面に広がり、殆ど全てのモードが互いに相互作用しあう結果と考えられる[3]。単一モード発振が完全カオス共振器に普遍的な現象かどうか検証するには、マイクロキャビティにおけるレーザ発振の数値シミュレーション (Maxwell-Bloch モデル[4]) が有効である。本研究では、カオスの強さが最大付近にある D 型ビリヤード形状に注目して数値シミュレーションを行い、単一モード発振が再現されることを確認した (図 2 参照)。

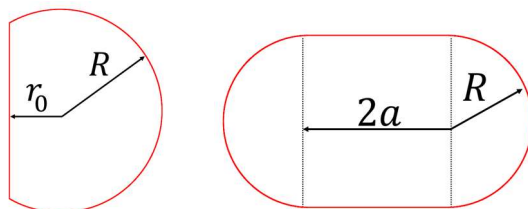


図 1 D 型及びスタジアム型ビリヤードの形状
($R > r_0 > 0$, $a > 0$ は形状パラメタ)

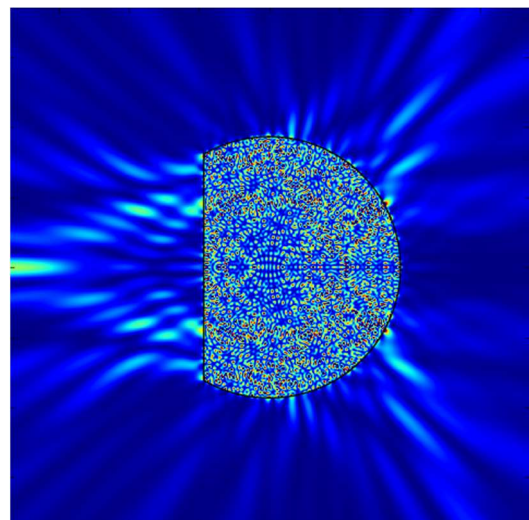


図 2 D 型共振器レーザの数値シミュレーションで得られた単一モード発振定常状態の空間パターン (時間平均)

- [1] L. A. Bunimovich, Commun. Math. Phys. 65, 295-312, 1979.
- [2] S. Sunada et al., Phys. Rev. Lett. 116, 203903, 2016.
- [3] T. Harayama et al., in preparation.
- [4] T. Harayama et al., Phys. Rev. A. 72, 013803, 2005.