

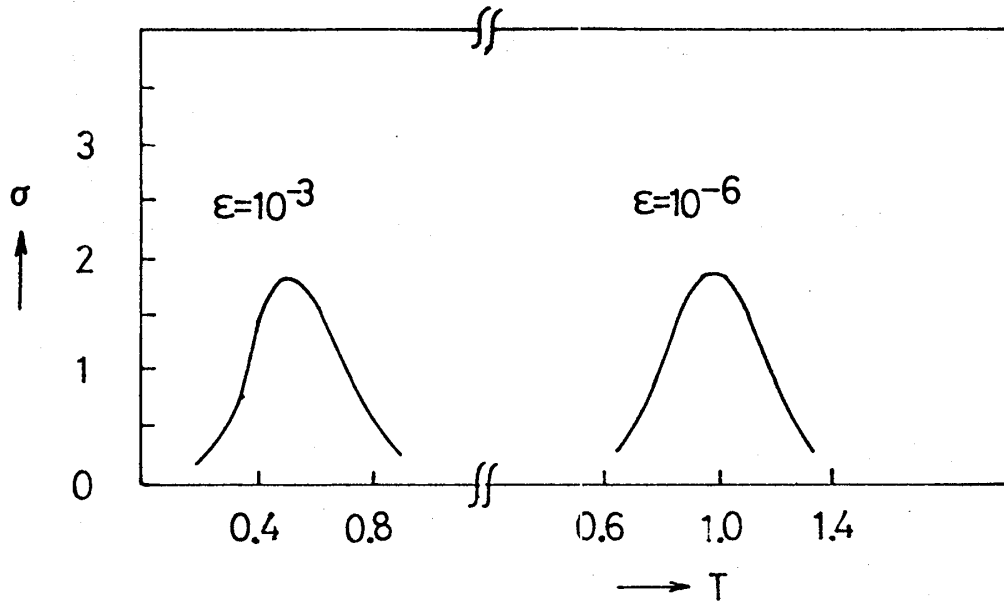


Fig. 2. Time evolution of the variance

Scaling Theory of Laser Radiation in the Transient Unstable Region

東大・理 有 光 敏 彦
鈴木 増 雄

前回の「非線型…」の研究会¹⁾で、レーザー系²⁾へのスケーリング理論³⁾の応用を話したが、今回は、さらに Arecchi と Degiorgio の実験結果⁴⁾との比較も含めて、まとめという形で報告する。また、実験結果との比較を通して、スケーリング理論の有効性を、物理系で、はじめて証明したという意味で、今後のスケーリング理論の発展の上にも、大きな足跡となると思われるので、今回、まとめて報告することにしたのである。

ポンピングをしないレーザー系では、熱的なゆらぎによる光子が存在する。臨界ポンピング強度より十分弱いポンピングでは、その数は、ゼロと考えてよい。時刻 $t = 0$ で、急に、臨界ポンピング強度より十分強いポンピングをレーザー系に加えた場合に、定常発振状態に系がおちつくまでの、過渡的な時間発展を議論する。半古典的レーザーモデ

ルに対する Risken の Fokker-Planck eq.²⁾ にスケーリング理論を用い、分布関数、光子数、光子数のゆらぎ、さらに Entropy Production Rate を解析的に求めたが、その結果は、すでに、前回報告¹⁾ しているので、ここには書かずに、スケーリングの結果と、実験を比較する上でのポイントだけを記すことにする。くわしくは Ref. 5) を参照されたい。

スケーリング理論³⁾ が有効な、不安定点及びその近傍の動力学で、最も特徴的なことは、ゆらぎがその時間発展の途中でひじょうに鋭いピークを持つことである。つまり実験で、このピークの時間を正確に決められるということである。このピークの時間を用いると、スケーリング理論では、時間の初期領域とスケーリング領域の境目の時刻 t_1 をその理論のわく組の中で決められる。しかも光子数及びそのゆらぎの時間発展を大局的な時間領域で説明できるのである。(図 1, 2)

Arecchi et al. の実験⁴⁾ との比較を図 1, 2 に示すが、彼らの 3 つのポンピングの強度により、ポンピングパラメータ a は、次のように区別してある。(ただし、 a はポンピング強度に比例した無次元量。くわしくは、Ref. 4) 及び 5) 。)

(a): $a = 22.0$, (b): $a = 28.9$, (c): $a = 40.0$ 。

参考文献

- 1) 有光敏彦, 物性研究 29 (1978) F62.
- 2) H. Risken, in "Progress in Optics", vol. VIII, E. Wolf, ed., (North-Holland 1970), and references therein.
- 3) M. Suzuki, Prog. Theor. Phys. 57 (1977) 380, and references therein.
M. Suzuki, in Ōji seminar (1978. July, Kyoto).
- 4) F. T. Arecchi and V. Degiorgio, Phys. Rev. A3 (1971) 1108.
- 5) T. Arimitsu and M. Suzuki, Physica (1978) in press.

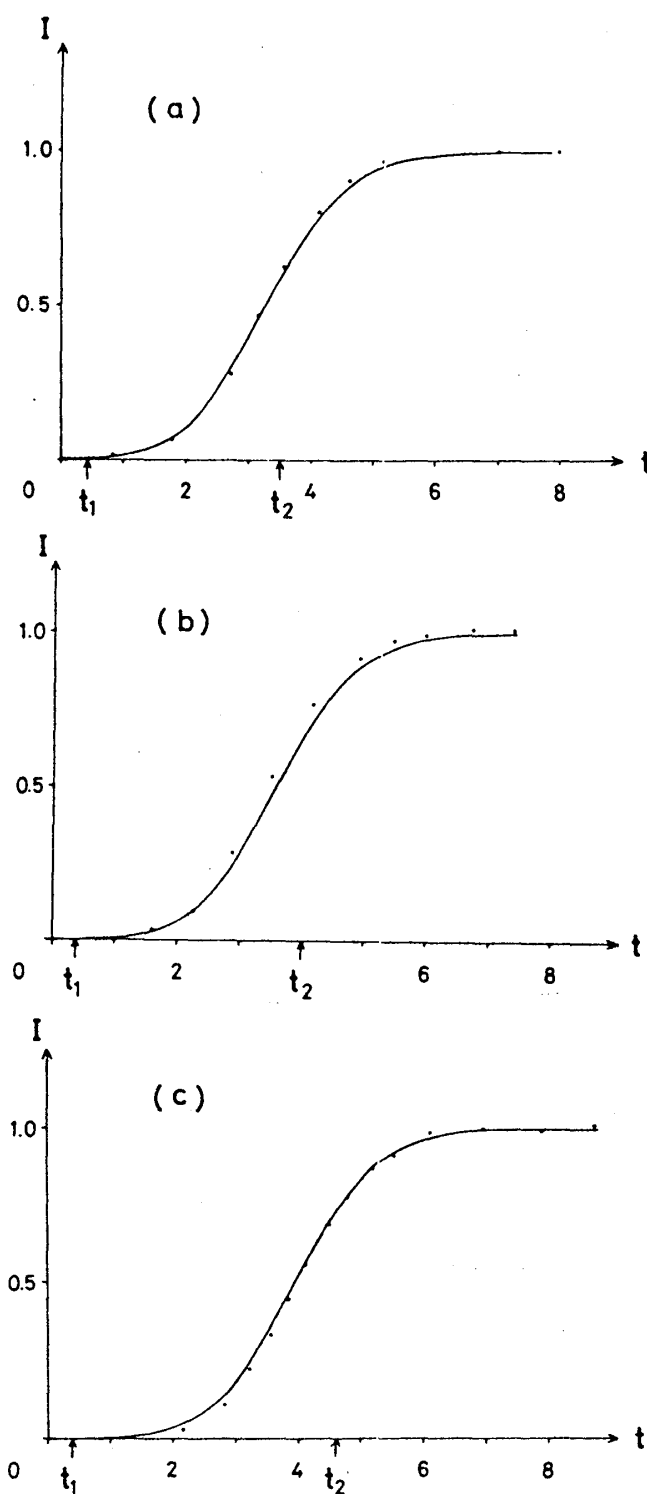
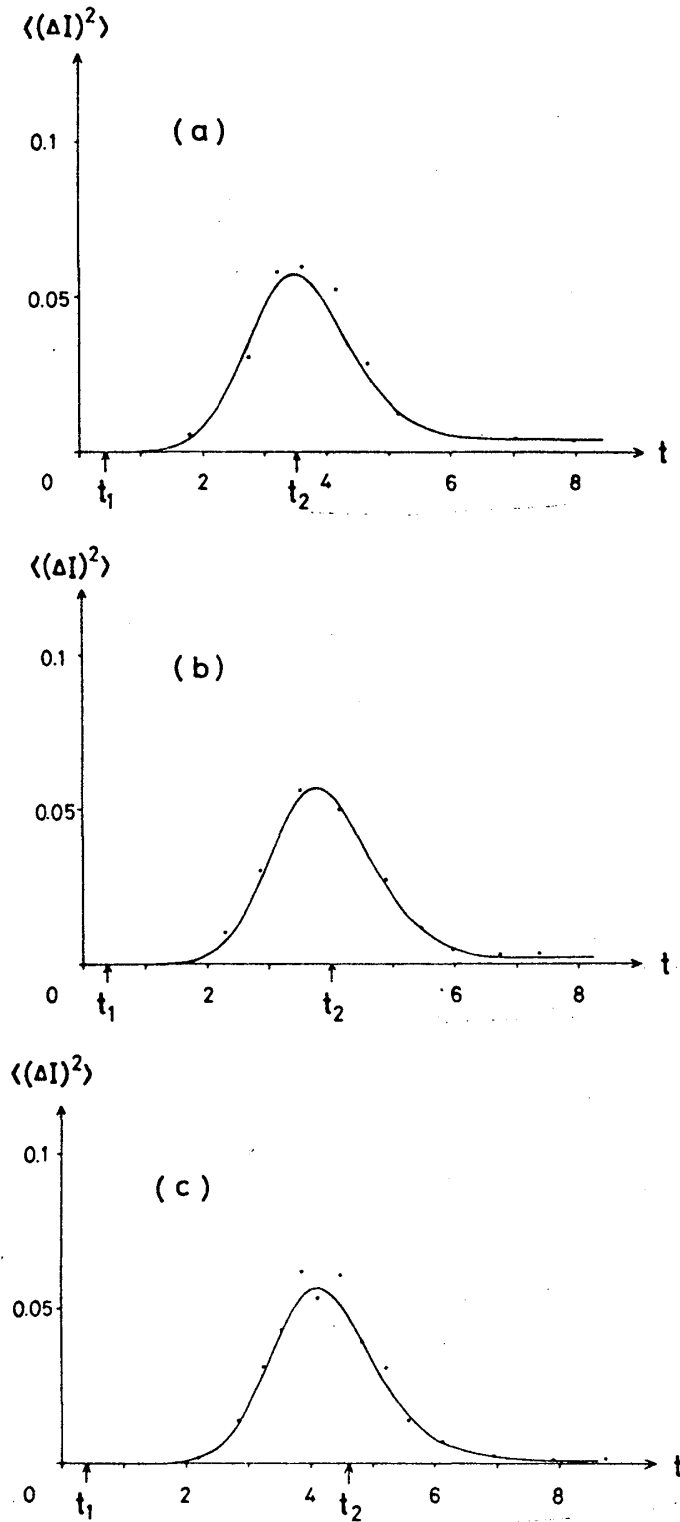


図 1.

Evolution of the intensity for the three cases (a)–(c). Solid lines represent the scaling results and the dots represent the experimental results obtained by Arecchi et al.⁴⁾. Experimental parameters, q , β and d , are given in table I. The scaled times, t_1 and t_2 , for each experimental case are given as follows; (a) $t_1 = 0.427$, $t_2 = 3.5$, (b) $t_1 = 0.380$, $t_2 = 4.0$ and (c) $t_1 = 0.400$, $t_2 = 4.6$.

Scaling Theory of Laser Radiation in the Transient Unstable Region



2.

Evolution of the intensity fluctuation for the three cases (a)–(c). Solid lines represent the scaling results and the dots represent the experimental results obtained by Arecchi et al.⁴. Parameters are the same as those in fig. 1.