

 研究室紹介 

UDC 621.375.826 : 681.7.069.24

黒 田 研 究 室

われわれの研究室はレーザーを中心に活動しており、レーザー装置の開発とその光学分野への応用が主要なテーマである。レーザーが発明されてすでに四半世紀が過ぎ、新種レーザーの誕生はめったに見られず、既存のレーザーから新しい価値を引き出すという研究が大勢を占めるようになってきている。いきおい、種々の応用や実用化・極限化に研究の力点が置かれている。われわれもレーザーを直接的に光学に応用したアクティブ光学系に興味と期待を抱いている。これは従来の光学系の中にレーザーを持ち込み能動素子として働かせようという試みであり、これまでの受動的な光学系には見られない面白い特徴が現れてくる。また、これとは別に光学におけるカオスの問題にも興味を持っている。なお、室員は黒田和男助教授と志村努助手の2名だが研究は小倉研究室と共同で行われている。

1. 金属蒸気レーザー

レーザー装置の開発に関しては、現在は、銅、および金蒸気レーザーやストロンチウムレーザーなどの金属蒸気レーザーが主となっている。銅と金蒸気レーザーは中性原子の遷移を利用した自己終端型のパルスレーザーである。一方、ストロンチウムレーザーは2価のイオンが電子と再結合する際に過渡的に生じる負温度状態を利用したパルスレーザーである。これらのレーザーは、可視域に発振線を持ち、ゲインが高く、出力も大きく、そして、繰り返しが高速であることが特徴である。さらに、上記3レーザーの発振波長は、青、緑、赤とちょうど色の3原色を構成しているので、カラー再生にも都合がよい。以上の性質を利用して、次に述べるアクティブ光学系の増幅素子に用いている。

このほかにも色素レーザーやアレキサンドライトレーザーなどの波長可変レーザーにも興味を持っている。

2. アクティブ光学系

アクティブ光学系とは、レーザーに代表されるコヒーレントな増幅素子を含む光学系のことである。これまで

の光学系はレンズやプリズムなど受動素子で構成されていたが、そこに能動素子を登場させるわけである。このことの重要性は、電気回路に対比させるとわかりやすいだろう。大体、増幅器のない電気回路など考えることもできない。ところが、光学の分野で従来からある増幅素子はイメージインテンシファイヤなど電気を仲介させたものであり、増幅によって光の位相情報が完全に失われてしまう。これに反して、レーザーはコヒーレントな増幅器であるから、強度の情報だけでなく、位相情報も忠実に伝えることができる。すなわち、光を波動のまま増幅できるのである。

アクティブ光学系の最初の応用は高輝度な投影装置を作ることであり、投影顕微鏡や液晶テレビの投影装置を試作した。この系の最も興味深いところは、受動的な結像系において成り立つ輝度不変則を能動素子の導入によって打ち破ることができることにある。これにより受動的な系では不可能な高倍率で高輝度の像が得られるようになる。

次の段階として、光情報処理への応用を考えている。たとえば、高ゲインのレーザーとフィードバック光学系を組み合わせると、光領域で演算増幅器を実現することが可能であろう。

3. 光学におけるカオス

レーザーや上に述べたアクティブ光学系は強い非線形性を持っている。非線形系の一般的な振る舞いの一つにカオスがある。これは内在する不安定性が原因となって、系がランダム運動を始める現象である。光学の分野においてもカオスがいろいろ見つかっている。われわれは音響光学素子を用いた非線形なフィードバック系を作り、カオスやそこに至る過程で生じた多様な分岐を観測することができた。これは単純な系でありながら非常に複雑な振る舞いを示す格好の例になっている。今後はレーザー系で生じる不安定性とカオスの関係を調べていきたい。これが実験カオス学とでもいうものに発展させられれば面白いと思っている。(黒田和男記)