



めちたどりの振り子時計が同期している現象を発見したのです。これは同期に向かって他のものがエネルギー的に引き込まれていくという、同期にまつわるダイナミクスです。

初期値に対してどのような同期をするかを見ると、カオスになる場合は非常に初期値に対して鋭敏なんです。そしてある初期値に対しては同期するが、別の初期値に対しては同期しない。それを初期値の地図に描くとフラクタルな構造になるのです。その構造が細部に置いても繰り返され自己相似性を持つ。

そのフラクタル構造は何に由来するか。それは微分方程式の持つ位相構造、大域的構造に由来しているのです。つまり初期値と、そこからどこに向かっていくかという結末との関係図を表すとフラクタルな境界が出てくるのです。

「大域的」に対する言葉は「局所的」「ローカル」です。一般の線形現象の多くは局所的であり、そこからはすれ非線形性が強く現れる領域に対する力学は大域的な力学といいます。今工学で求められ



る環境変化に対しても構造が安定なシステムの設計論は、こういう大域的な力学構造の理解からうまれるはず。また外乱に対して構造安定という性質は重要です。

### カオスの必要条件が墨流しのアトラクタ

■ カオスは60年代に「発見」されるのですが、上田先生やローレンツでなければ見つからなかったのでしょうか？

最初にカオス的なものを予想したのは、19世紀後半から20世紀初頭に活躍した大数学者アンリ・ポアンカレです。そして60年代に発見されますが、それは計測技術、計算技術、そして数学的なテクニックによって可能になりました。上田先生、ローレンツが発見しましたが、いずれだれかが発見したに違いありません。アインシュタインという天才が生まれなくても、相対性理論はやはり発見されたであろうと言われます。それと同じことで、量子力学もカオスもそうです。

ただ相対性理論、量子力学は順調に発展しましたが、カオスは難物です。まだ現象論にとどまっ

ているかという、必要条件から追うのです。スペクトルが連続であるとか、ストロボ的に変化を見たときに墨流しの図のようなアトラクタになるとか。こういう現象把握の工夫です。

高次元で起こっている現象をそのまま把握できないので、ストロボを点滅したときに見える点を二次元にプロットしたときに得られる図がストレンジアトラクタです。これらの条件を満たしていればカオスと判断するのです。他に様々な必要条件があります。

### カオスや同期が使われている工学分野

■ 工学的にカオスは利用できるものなのでしょうか。以前に「カオス通信」「究極のカオス暗号」が喧伝されたことがあります。

カオスが発見されたのは60年代、70年代にどういう条件で生じるかを調べ、80年代後半になると、カオスを使えないか、ということで実用化例が出てきます。たとえばカオスエアコン、カオス電子レンジ。失礼ながら稚拙な使い方です。水が出るノズルの口を二重振り子に取り付けると水流はカオス的に

引原研究室

