

自然界のパターンを視る

理学部 応用解析学講座 三村 昌泰

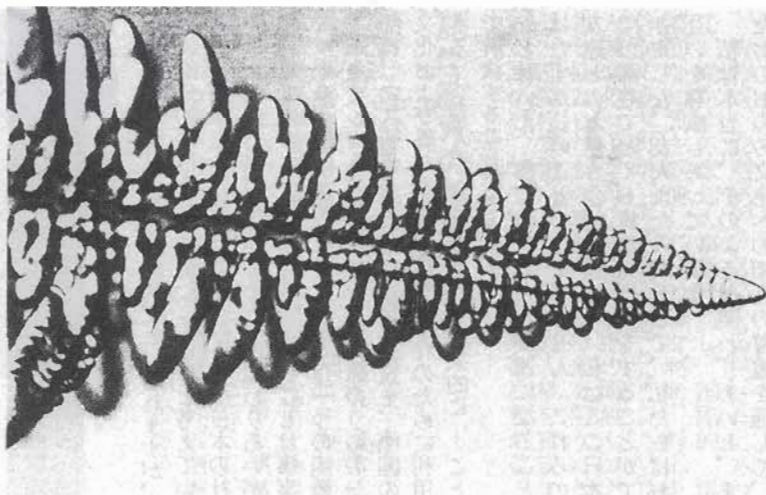
自然が醸し出すさまざまな形、模様が日常の生活の中で観察される。例えば、ミツバチの巢の規則正しい六角形構造、あるいは雪の結晶形、金平糖等の不思議な形、一方、トラ、ヒョウ、キリン等の動物の表皮に表れている美しい縞模様や斑模様、また海底にいるヒトデやウニの奇妙な形、等々がある。これらは、私達が目にするほんの一部の現象ではあるが、どうしてこのような形や模様が作られたのであろうか。

パターンを眺める

自然界に現れる形、模様（以後、これらをパターンと呼ぼう）の理解はこれまで自然科学の分野において進められており、数学からはそれ程近づいてはいなかった。しかしながら最近、数学のみならず、物理学、化学、生物学等の諸分野の研究はそれぞれ独自の世界だけでの発展に留まらず、新しい学際的研究が生まれ、お互いの交流がますます密になってきたのである。このような状況の中で、自然界に現れるパターンを理解したいという願

望は我々の数学の世界においても生まれてきたのである。

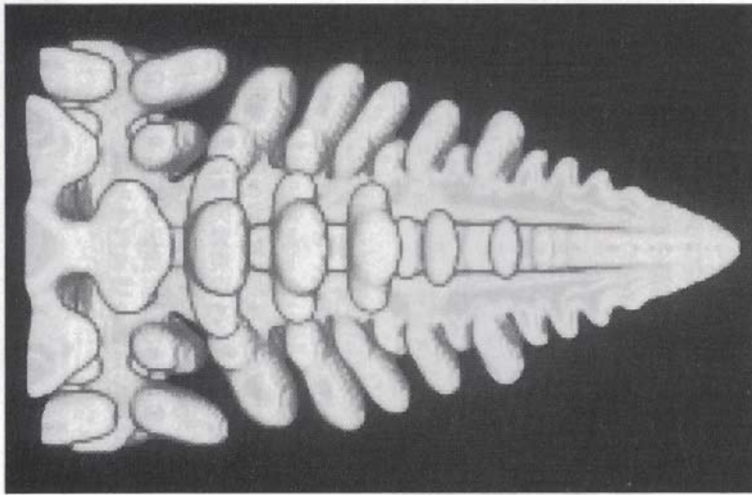
形の変化がはつきりと見られるものに、冷凍庫の中で作られる氷がある。氷ができ上がるまで、氷と水というまったく異なる相が共存しており、それらの境界（界面という）によって、氷の形状がわかる。あるいは、怪しく揺れ動くローソクの炎もパターンの一種である。燃焼は燃えている状態と燃えていない状態の二つに分けられるが、氷と水のように異なる相ではなく、同じ状態であるが温度の非常に高い所と低い所で区別され、温度が急激に変化する位置（内部層という）によって炎の形状がわかるのである。日常生活では見られないが、興味深いパターンに凝固温度以



図一 スクシンノニトリルの樹枝状結晶成長。凝固は左から右へと進んでいる。

下までゆっくりと冷やしていった（過冷却）液体に現れる結晶成長がある（図一）。この

場合、同じ凝固現象でありながら氷とは異なり、樹枝形状をとりながら、凝固が進む。その不思議さ、見事さは今もって多くの謎を含んでいる。



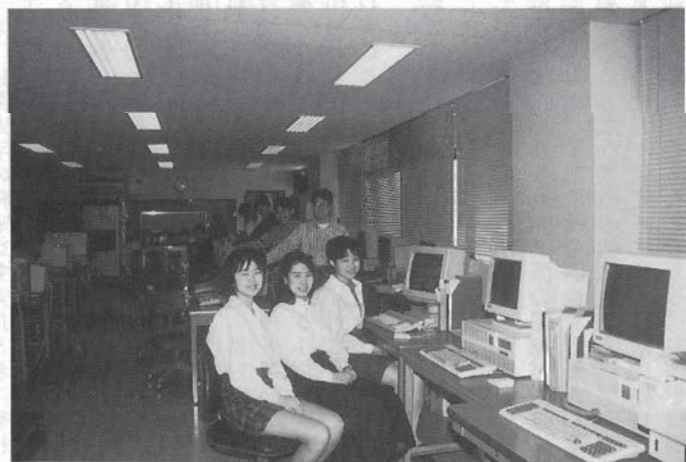
図二 微分方程式モデルのコンピュータシミュレーションによる三次元樹枝状結晶成長

新しい科学的方法論

このような界面あるいは層の動きの研究はその変化の余りにも、複雑、多様であることからこれまで数学側からの研究対象としてはとりあげられてこなかった。しかしながら、現象の科学的理解が深められることから、モデリングの信頼性が高められたこと、そして一方では急速に発展したコンピュータを相補的に用いた解析手法が開発され、さらに、得られた結果の画像処理能力が進んだことから、我々が予想することができないような新しい発見 (Computational discovery) が可能となってきたのである。その一例が図二が示すコンピュータの中で見ることができ、樹枝状結晶成長である。

このように、自然界に現れる諸現象を数理的に理解するために、モデリング、解析、コンピュータシミュレーション、画像処理等を相補的、複合的に用いる手法は科学計算 (Scientific computing) と呼ばれ、数学、計算機科学と他分野との融合の中から生まれた新しい方法論であり、数理科学における一つの理論的支柱になっている。

我々の教室の自慢になるのだから、F40と呼ばれるミニスーパーコンピュータを計算サーバとし、それに数値シミュレーション、



グラフィックワークステーション、編集サブシステムが繋がったシミュレーション視覚化システムが計算機室に設置されている。恐らく、国立大学の数学教室の中でこれだけの設備を有するのは広島大学だけであると自負している。我々の研究室はこのような恵まれた環境条件のなかで、計算科学的方法論の構築を教育、研究において更に進めていきたいと考えている。