（これからの研究、岡　宏枝）

今後の研究は，まず「これまでの研究成果のまとめ」で述べた位相的計算理論を進展させるものである。大別して 3 つの対象を考えている。

(A) 遺伝子制御ネットワーク結合力学系 (B)switching system (C) 非線形現象から生ずる時系列などのデータ

(A) 生命科学に現れる遺伝子制御ネットワーク結合力学系は，常微分方程式にいくつかの条件を課した多くの要素からなる大自由度力学系であり，そのダイナミクスを詳細に理解することは大変難しい．Fiedler, 望月らの研究から，制御ネットワークの結合力学系に対して，その極大コンパクト不変集合は，ある特別なノードに注目すれば良いことがわかっている。

申請者は, Fiedler と望月らにより研究されたある遺伝子制御ネットワークについて, 時系列データからも, feedback vertex set という観測写像と用いて, その極大コンパクト不変集合のモース分解を, 任意の与えられた精度で得ることができることを示している (図.1)．彼らの遺伝子制御ネットワークの理論を同型の遺伝子制御ネットワークの結合系の同期現象の場合に精密化し，さらに力学系の位相的計算理論を用いて，記号論的モデルを構築する．

(B) switching network とは, 生命科学に現れるネットワーク結合力学系に対し, そのなめらかな結合関数をステップ関数で置き換えたものをいう．このクラスは Leon Glass らによって提案されたものである．switching network とその特異摂動ネットワーク力学系については，その特長を活かした CM graph の簡便な計算法を改良することで, 位相的計算理論の枠組みを使い，switching network の特殊性を踏まえた大域的ダイナミクスのより効率的な記述方法を考える。2 要素について，相空間におけるステップ型結合関数の不連続線の近傍の局所的な構造を分類することで，比較的容易に CM graph の一般的な分類が実行でき，そのモース分解が switching system の非線型性をなめらかな関数に摂動したネットワーク結合力学系にも持続することを証明することに成功しており，さらに高次元に適用できる一般化を行う．このためには、 単に 2 要素の場合より更に switching system の高次元に拡張できる一般的な性質を見極める必要があるが、今あるアイデアをより精査する作業がまず必要である。

(C) ここでは，方程式が与えられていず，非線形現象から生ずる時系列などのデータに適用することを試みる．力学系の時系列解析とは, 未知の力学系によって駆動されていると推測される非線型現象の実験や観測などから得られる時系列データを用いて, 元の未知の力学系の情報を取り出すことを指す．このような力学系の時系列解析は, 1970 年代に Ruelle の発想に始まり, Takens([1]), Sauer ら ([2]) により改良された．Takens 等の従来の時系列データによるアトラクタの埋め込みの方法と異なり, 位相的計算理論の枠組みを使い CM graph を得ることで、時系列データから不安定なダイナミクスを含む大域的構造の情報を得ることが出来き，これは応用上，重要であると思われる．

また、この結果に基いて, 実験などで得られたデータに適用可能な一般的で精度の高い時系列解析の定式化を考えていく．パーシステント・ホモロジーを用いて画像の時系列データから重要となる不変集合のデータとパラメータ依存性を収集する効率的な方法を提示する．

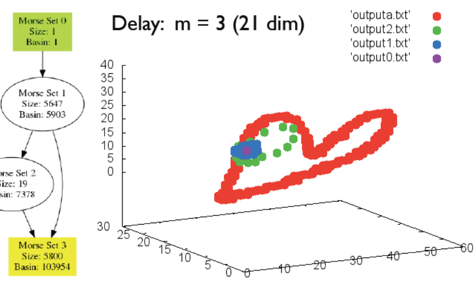

図 1: cmgraph の出力例

参考文献

[1] Takens, Detecting strange attractors in turbulence, Lecture Notes Math., No. 898, 1981, pp. 366-381,　Springer.

[2] T.Sauer, J.Yorke, M.Casdagli, Embedology, J. Stat. Phys. 65 (1991), 579-616.