

# システム生物学と圏論

春名 太一

神戸大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻  
JST さきがけ

本発表では、圏論を用いた考察を通じて、(i)ネットワークの新しい解析方法、(ii)ネットワークモチーフに関する新しい仮説、を議論する。有向グラフとして表現されるネットワークは構造のない頂点とその間の矢印からなる。しかし、遺伝子転写制御のネットワークやニューロンのネットワークなどでは、頂点においては情報処理が行われていると考えられる。そこで、情報処理のような頂点における機能を含めた形の表現を考えよう。ここでは抽象化して、頂点における機能も有向グラフで表現する。その際、元のネットワークの矢印に対応した有向グラフも用意する。これは頂点の機能間の関係の仕方を表現する。圏論における Grothendieck の構成を用いることで、元のネットワークを機能のネットワークへと変換することができる。この変換は有向グラフの圏からそれ自身への函手となり、右随伴を持つ。この函手を  $L$ 、その右随伴を  $R$  と書く。 $R$  は機能を忘れる変換である。今回、様々な現実のネットワークを機能のネットワークへと変換し、ランダムなネットワークと比較して調べた結果、ある特徴的な構造が現実のネットワークにはあることが分かった。さらに、機能を埋め込んで忘れるという操作で不変な構造、つまり  $RL(G)=G$  を満たす有向グラフの条件を求めることができる。この条件を利用して、bi-fan と呼ばれるネットワークモチーフに関する新しい仮説を提示したい。bi-fan は様々なネットワークに普遍的に見つかるモチーフであり、他のモチーフに比べて相対的に高い頻度で存在するとされている。通常ネットワークモチーフはその構造も機能も局所的にしか考察されていない。しかし、今回のデータ解析の結果と、 $RL$  で不変な構造に関する結果を合わせると、bi-fan に関してはネットワーク全体の特性との関係からその普遍性を説明できる可能性があることを議論したい。