

特集にあたって

已波 弘佳 (関西学院大学)

現実世界にはネットワーク（グラフ）でモデル化できるものが多々ある。実際、インターネットのノード接続関係、WWWのハイパーリンクでつながれたページ全体の接続関係、論文の被引用関係、人間関係、企業間取引関係、生物の神経回路網、生体内のたんぱく質相互作用、食物連鎖、言語における単語間の関係など、情報科学・社会科学・経済学・生命科学など幅広い分野において、グラフ構造を見いだすことができる。

グラフに関する研究は、グラフ理論をはじめ、離散数学や情報科学の分野で精力的に行われてきた。しかし、その流れとは別のところで、ここ最近特に注目されてきている。それは、現実のネットワークが持つ意外な性質が見いだされたことが一つのきっかけである。

現実の大きなネットワークが持つ性質として、まず**次数分布がべき乗則に従う**ことが挙げられる。これは、点の次数（つながっている辺の数）の度数分布がべき乗則に従う、つまり、次数 k である確率 $p(k)$ が $p(k) \propto k^{-\gamma}$ （ γ は正の定数）となっていることを指す。分布を特徴付ける平均的な尺度（スケール）が存在しないことから、**スケールフリー**とも呼ばれる。

他にも、**スモールワールド**という、グラフの点数の多さに比べて平均点間距離が小さいという性質など、様々なものがある。

このような特徴的な性質を持つネットワークは**複雑ネットワーク**と総称され、1998年ごろから研究が急速に進んできた。増田直紀氏には、複雑ネットワークの研究の全体像と最近の研究動向について解説していただいた。

通信ネットワークにおいても、複雑ネットワークの研究と互いに触発しあいながら新たな展開が生まれてきている。複雑ネットワークの特徴の一つである「べき乗則」という観点から眺めてみると、インターネットの構造や、通信トラヒックのあちらこちらにべき乗則が見いだされる。インターネットのトポロジーの性質やその生成モデル、また通信トラヒックの特徴に関する新たな知見について、田村瞳氏、内田真人氏らに紹

介していただいた。

現実の社会構造をより深く理解するために、実際の社会の構成要素からなる**社会ネットワーク**を分析する研究分野がある。複雑ネットワーク研究のブレイクにともない、社会ネットワーク分析の重要性も再認識されてきた。社会ネットワーク分析においては、汎用的なモデルとその分析に関心のある複雑ネットワークの研究とは異なり、個別の対象ごとに、それに応じた詳細なモデル化と分析を行う。そのため、グラフという基本的なツールは同じくするものの、複雑ネットワーク研究とは異なるアプローチをとっている。金光淳氏には、この社会ネットワーク分析について紹介していただき、具体的な適用例として、ブランドに関するマーケティング・ネットワークについて解説していただいた。

ネットワークに関する研究において重要性が高まっているのが、**コミュニティ**という概念である。コミュニティには様々な定義があるが、グラフにおける「密な」部分構造を指すことが多い。密につながる集団は、同じ属性や傾向を持つ集団であることが多いため、マーケティングなど実用面からも注目を集めている。湯田聡夫氏には、与えられたグラフからコミュニティを抽出するための様々な方法について紹介していただいた。

近年、増田直紀氏によるものも含めて複雑ネットワークに関する解説書がいくつか出版され、ビジネスや社会学に関心があるような層の興味も新たに引き付けている。ネットワーク・グラフの重要性が世間一般にもさらに広く認知されてきたといえよう。一方、新たに開拓されたこの研究領域に参入している研究者はまだ少ないため、魅力的な手付かずの問題が多数見られる。現実の諸問題を数理的に解析するというORには特に相性の良い研究領域と思われる。本特集の話題は、ネットワークに関する最近の話題をすべて網羅しているわけではないが、これをきっかけに新たな研究の創出、展開につながれば幸いである。