

複雑ネットワーク科学 の拡がり

小特集



◆ ネットワーク科学が目指すもの

◆ 故障と攻撃の両方に強いつながり方とは？
—ネットワークの機能不全と構造最適化—

◆ 地域通貨の流通ネットワーク分析
経済活性化とコミュニティ構築のための制度設計に向けて

◆ 企業組織ネットワークの解析
—戦略的な組織構造と個人間のコミュニケーションの役割—

【column】

研究現場の生の声(その①)

ネットワーク構造から見た学術研究トピックの
分析と学際研究の可能性発見

研究現場の生の声(その②)

特許引用ネットワーク分析：
企業競争力源泉としての知的財産権の強化に向けて

【パネル討論】

ネットワーク科学の今後

【review】

これから学ぶ方々への書籍紹介

◆ 編集にあたって

林 幸雄

(北陸先端科学技術大学院大学)

ネットワークとは、ノードをリンクでつなげた構成物で、碁盤目の都市幹線網や会社組織の指揮系統を表す木構造などが思い浮かぶものと思われる。この場合、ノードは交差点や役職付の人を、リンクは道路や仕事上のつながりをそれぞれ表す。また、インターネットや生物のネットワークの場合では、ノードやリンクはルータや導電ケーブルに、あるいは、遺伝子や化学反応の連鎖などに置き換わる。しかも、どれも複雑そうなことは容易に想像できる。

ところが、それらはまったく異なる構成要素や機能を持つにもかかわらず、インターネットをはじめ、生物の遺伝子やエネルギー代謝系のネットワーク、社会的な知

人関係など、現実の多くのネットワークには驚くほど共通するつながり構造が存在する。そのトポロジカルな特徴が発見されてから、異なる対象に潜むネットワークの自己組織化や情報フローのダイナミクスに関する共通原理の解明に向けて、複雑ネットワーク科学と呼ばれる学際横断的な研究分野が世界的に活発になった。特に、大規模なネットワークにもかかわらずお互いのノード間は少ないステップ数で結び付いているというスモールワールド性と、ノードが持つリンク数(度数と呼ばれる)は非常に偏っていて極端に度数の大きいハブがごく少数だが存在するというスケールフリー性が明らかになってから、つながりを保持してネットワークとして機能できる限界の故障耐性や、ウイルス感染爆発の閾値などについて、これまでの知見を大きく覆してしまった。言い換えれば、私たちの身近に存在する多くのネットワークは、規則的な格子や一様ランダムな結合に基づく従来のモデルとはまったく異なるつながり構造を持ち、その現実的な構造を考えると、誰も予想すらしなかった結果を招くことが、

数年前に初めて分かったのである。その影響は情報通信のみならず、経済社会や自律的なコミュニティ形成など、広い範囲に及び、人々のネットワークキングの社会的意義をさらに大きくしつつある。

こうした潮流を比較的早くから感知して設立された、本会フロンティア研究領域の「ネットワーク生態学研究グループ」では、夏と年度末の年2回の研究集会を開催し、盛況さを維持している。来年度で5年目を迎えることもあり、この分野のさらなる発展を考える契機として、情報社会や通信技術にかかわるいくつかの最前線の成果と、この複雑ネットワーク科学と呼ばれる分野の今後の展望について紹介する。

本小特集の構成は以下のようになっている。

ネットワーク科学が目指すもの

最先端の話題から解説記事：3編

コラム：研究現場の生の声(その1と2)

パネル討論：ネットワーク科学の今後

これから学ぶ方々への書籍紹介

導入的な概説として、編者による「**ネットワーク科学が目指すもの**」では、複雑ネットワーク科学という新しい分野の誕生から最近の動向までを手短かに紹介している。特に、ネットワークのつながり方と役割や機能に対応する「形態」と「生態」の密接な関連性、ユビキタス社会に向けた研究の意義、本小特集の以下の記事の位置づけなどをまとめている。

ところで、メディア報道を賑わすコンピュータシステムや鉄道網などの大規模な機能停止を出すまでもなく、故障や攻撃に強い最適なネットワークの設計法は、情報通信や輸送などに関する複雑な社会インフラにとってますます重要となってきている。また、つながりを介して情報や物資がどのように流通するのかを明らかにして、社会生活や経済を活性化できることが望ましい。さらに、そうした活動はIT技術の進歩によって、私たちのコミュニケーションパターンを変容させ、企業における組織構造すらダイナミックに変えようとしている。そこで、最先端の理論や分析事例の解説として以下のように、ネットワークの結合耐性、ネットワーク経済活動、企業組織のあり方、をネットワーク科学の立場から論じる。

谷澤俊弘氏(高知高専)の「**故障と攻撃の両方に強いつながり方とは?**」では、インターネットや電力網など、現実の多くのネットワークは不慮の故障には非常に強く、連結性を保持できる一方、テロなどによる重点箇所への悪意のある攻撃にはきわめて弱く、わずか数%の攻撃でバラバラになってしまうことを分かりやすく解説している。特に、著者と米国の物理学者の共同研究で最近明

らかにされた、故障と攻撃の両方に強いネットワークの設計法について紹介している。

西部 忠氏(北海道大学)の「**地域通貨の流通ネットワーク分析**」では、経済活性化とコミュニティ構築に、地域通貨がどのような役割を果たしているのかについて、その流通ネットワークの可視化や中心人物の分析などから議論している。また、そうしたネットワーク分析を利用して、地域の特性に適した通貨をいかに制度設計するかについても触れている。

水田秀行氏(IBM 東京基礎研究所)の「**企業組織ネットワークの解析**」では、企業組織におけるネットワークに存在する、戦略的な組織構造と個人間のコミュニケーションの2種類において、それらが具体的にどのようなネットワークとなっているかを分析した事例を紹介している。また、エージェントベース・シミュレーションから、そうした構造が比較的単純な振る舞い規則から自己組織化され得ることを示唆している。

「**コラム：研究現場の生の声**」では、今年度のネットワーク生態学研究学会サマースクールでポスター優勝賞を受賞した学術界の若手研究者：内田 誠氏(東京大学)と、ビジネス界の中堅研究者：岡本 洋氏(富士ゼロックス)から、それぞれ以下の観点で、理論的な取り組みだけでは得られない生々しい結果を手短かに紹介している。

(その1) ネットワーク科学における代表的な手法を用いて、可視化することで分析結果の意味づけから新たな知見が得られたもの。

(その2) 新たな考えに基づく連想記憶を用いて、特許検索の現場や知的所有権の企業価値という要請を踏まえた上で、実際問題に適用したもの。

「**パネル討論：ネットワーク科学の今後**」では、ネットワーク科学に関連する社会学や情報工学などのさまざまな分野において国内外で活躍中の方々をパネラとして、研究集会参加者を交えて白熱した議論をまとめた。これまでのネットワーク科学がさまざまな分野に与えた意義ある成果を踏まえた上で、さらに何に取り組むべきか、何が本質的に重要か、それらに向けてのアイデアや活動の方向性など、各自の立場や互いに関連する領域の観点などから、討論形式で紹介している。

「**これから学ぶ方々への書籍紹介**」では、複雑ネットワーク科学という新分野を知るための参考となるよう、国内外で活躍中の研究者による各書籍の著者自身が語る「ここが特徴!」コメントを、一般読者向けの科学啓蒙的な入門書、主に分析ツールに関する解説書、より進んだ内容を学ぶための専門書に整理して紹介している。

最後に、お忙しい中を本小特集の執筆、閲読、編集にご尽力いただいた方々に深謝いたします。

(平成19年12月12日)