

BOOK REVIEW

複雑な世界, 単純な法則 - ネットワーク科学の最前線

マーク・ブキャナン著, 阪本芳久訳

草思社 ISBN 4-7942-1385 2005年発行

評者: 立山義祐 (東京大学)

皆さんは、巨大で複雑なシステムに立ち向かう羽目に陥ったことはないだろうか？ 人のネットワーク、生化学反応ネットワーク、航空路ネットワーク、生態系食物連鎖ネットワーク、ウェブリンク等々、実在するシステムは、要素数が膨大で且つ要素間の関係が複雑に入り組んでいる。しかもそれらを、ただ単にノード数、リンク数が大きいだけのシステムだと思っていると、説明が容易ではない現象が存在する。例えば、脳細胞の巨大ネットワークが作り出す唯一の意識、統制なしに作り上げられたインターネットが持つ生来の安定性、自然が突然描き出す奇抜な幾何学模様等々がそれである。また、旧来の手法だけでは全く歯が立たないばかりか、間違った解を得る危険すらある。オットセイやクジラを減らせば魚は増えるのか？ エイズ流行防止策として啓蒙活動は有効なのか？ 投資活動を促進する政策には貧富の差を縮める働きがあると言えるのだろうか？

原著が2002年5月に出版された本書では、これらの問題に取り組むネットワーク科学、特にスモールワールドネットワークについて述べられている。

友人をたどれば、世界60億人のどの人とも、たった6人目で到達できるという説がある。巨大ネットワークの直径は実は意外に小さいかもしれない。しかし、我々の友好関係は身近では明らかにクラスター化しているし、他でもそうであることが容易に想像できる。このように、実際のネットワークは、規則的なネットワークとランダムネットワークの中間的な外見を持ちながら、性質は両者の良い所を両方備えている。1998年6月号のネイチャーに掲載された3ページのレターの中で、ワッツとストロガッツは、このスモールワールドネットワークの存在を示した。また、この証明で使われた平和主義的ネットワークには成長という過程が含まれていなかったが、アルバートとバラバシはこれを考慮し、多数のリンクを持つ少数のノード(ハブ)が存在する貴族主義的ネットワーク(スケールフリーネットワーク)となりうるモ

デルを提案し、これもまたスモールワールドネットワークであることを示した。これらのネットワークは、いくつかの性質が既に知られている。例えば、感染症の突発的大流行や昔からある商品が突然大ブレイクするなど、単純な規則のように思える要素が集まって思いもよらない動きをすることがある。これらはティッピングポイントという概念で説明されている。要素の性質に違いがあったとしても、ティッピングポイントは消失しないし、ポイント付近の性質も変化しないことがわかっている。

このように、巨大で複雑なシステムも、いくつかの単純な規範で計量すれば、その性質の一部を容易に知ることができる。隔たり次数(最短パス長)、クラスター化指数、ノード数-リンク数分布などで分析すれば、既知のネットワークのうち、どのタイプに近いかがわかる。ハブあるいはコネクターの探索、ティッピングポイントの存在の可能性、ネットワークの安定性等の分析が可能となる。ネットワーク科学は、秩序と混沌の間にある我々の現実世界を解き明かす重要な道標の一つになるだろう。

本書は訳本ではあるが、原著にあたる必要性を全く感じさせない。筆者のマーク・ブキャナンは、物理学の博士号を持ち、雑誌ネイチャー等の編集も手がけた科学ライターである。本書では興味深い話題を豊富に取り上げ、数式を一切使わず、読み物として読み易く仕上げている。参考文献も適度に挙げられていて子細の追跡も容易である。

残念なことに、取り上げられている話題のうち、ネットワーク科学抜きでも解が自明な話、ネットワーク科学との関連が不明な話、問題提起だけで終わっている話がある。ただ、本書の後半部に散見されるこれらの問題点も、実は読者を調査・熟考に駆り立て、ネットワーク科学の深淵に引き込む策略かと邪推したくなるくらい読者を魅了するのに成功していると言えよう。また、本書の導入部では説得にも成功している。これから巨大ネットワークに立ち向かわねばならない方々にとって本書は良い取掛りとなり得るだろう。

