

揺らぎと偏りから読み解く潜在構造

前野 義晴*

Yoshiharu Maeno

Abstract: 成長しながら伝播し拡散する特色を持つ多様な社会・物理現象を論じる．理論と観測から，このような現象を支配する隠れたメカニズムを理解する新たな方法を述べる．

2009年にメキシコから世界じゅうに広がった新型インフルエンザは記憶に新しい．日本でも多くの感染者が出て，社会問題にもなっている．2010年に入っても，危機が去ったとは言えない状況にある．2003年には，重症急性呼吸器症候群（SARS）のウイルスが，瞬く間に中国から世界じゅうに広がった．このような感染症の大流行は有史以来数多くあり，不幸にして100万人規模の死者が出た例さえある．現代の感染症の大流行は，さらに危険なものだ．というのは，各大陸の多くの都市に張り巡らされたグローバルな航空機のネットワークを介して，数日の内にウイルスが世界じゅうに広まってしまふのだ．潜伏期間の長いウイルスであれば，ホストの人間が発症する前に，ホストと共に感染の発生していない地域へ移動してしまう可能性が高まる．地球の裏側からでも飛んでくるグローバル時代のウイルスは，我々の日常生活を脅かす，特に身近なリスクと言えよう．疫学では，感染症が発生した地域から隣接する地域への拡散をシミュレーションで再現して，拡散を封じ込めるために有効な対処法を研究し各国当局の対応に役立てている．

一般に，このようなシミュレーションでは，地域間の人の移動量や地域内での人と人との接触頻度についての統計的な知見が重要な役割を果たす．しかし，人の移動量や人と人との接触頻度についての実測値や統計的な知見が存在するとは限らない．たとえ存在していても，精度の不充分さや最新の実情との乖離が懸念されることが多い．そのため，往々にして，シミュレーションでは再現できない，遠隔地への思わぬ飛び火が起こったりする．例えば，2004年に発表されたハフナゲルの研究は，世界の主要都市間の旅客機ネットワークの輸送量にもとづくシミュレーションによって，SARSの感染拡大をおおむね再現できることを示した．しかし，香港で感染者が急増し始めた2003年2月19日から90日後の5月20日

の予測値を見ると，実際の値からかなりはずれている場合がある．シミュレーションでのカナダの感染者数（の累積値）の期待値は42人・最大値は107人と予測されたが，実際の感染者は140人で，10日後の5月30日には188人に達している．逆に，日本の感染者数の期待値は60人・最小値は27人と予測されたが，実際に感染者は発生しなかった．オランダやバングラディッシュでも感染の発生が予測されたが，実際に感染者は発生しなかった．シミュレーションの予測は，大きく誤る場合がある．つまり，地域間の人の移動量や地域内での人と人との接触頻度を既知とはできない場合があることを頭に入れておく必要がある．むしろ，これらを推定する問題を避けて通れないということだ．

地域をノード，人の移動をリンクとして問題を抽象化した上で一般化すると，ネットワークのリンクに沿ってノードからノードへ伝播しながら成長する現象について，ノードで観測されたデータから，直接的に観測できないネットワークのトポロジや伝播，拡散，成長に係わるパラメータの大きさを推定する問題となる．数学的に，不均一な空間での反応拡散過程という視点で見ると，理論的にも興味深い問題である．ウイルスの拡散に留まらず，人・モノ・金・情報の流れを理解するには，その背後にある未知のネットワークの解明が重要な鍵となる．地球上の物理的な空間だけでなく，サイバースペースでの情報の流れを理解する際にも有用であろう．

参考文献

- [1] Y. Maeno: Profiling of a network behind an infectious disease outbreak, *e-print* <http://arxiv.org/abs/0905.3582>.
- [2] Y. Maeno: Node discovery in meta-population network behind infectious disease outbreak, *e-print* <http://arxiv.org/abs/1006.2322>.

*Yoshiharu Maeno, Ph.D. is a founder management consultant and scientist at Social Desing Group, and a principal researcher at NEC Corporation. E-mail maeno.yoshiharu@socialdesinggroup.com.