

京コンピュータを用いた大規模な経済ネットワーク解析とその可能性

藤原 義久

兵庫県立大学 大学院シミュレーション学研究科

[アブストラクト]

マクロな経済現象を生み出すミクロかつ大規模なデータが蓄積されて利用可能になっている。中でも広く観測される「少数の巨人と多数の小人」「ゆらぎが全体に大きな変動をもたらす」といった異質性 (heterogeneity) と相互作用 (network) について、ビッグデータに基づく経済物理学 (econophysics) の発見が新しい知見をもたらしつつある。

実際、日本には世界でも類を見ないレベルの大規模な経済データが蓄積されている。中でも企業間の生産ネットワークは付加価値を生む巨大な取引関係であり、GDP とそのゆらぎを決定し、需要と供給のショックやストレスの伝播の舞台となるから、実体経済のマクロなふるまいを決める最も重要な経済ネットワークである。

本講演では、国内約百万社からなる生産ネットワークの実データに基づいて、一部で生じたストレスがシステム全体にどのように伝搬するかをシミュレーションするための計算 (DebtRank) に京コンピュータを利用しているプロジェクトを紹介する。

[キーワード]

経済ネットワーク, 複雑ネットワーク, 複雑系, シミュレーション

1. はじめに

日本経済は数百万の企業、数千万の家計から構成されており、すべての経済主体の振る舞いを単に列挙して記述することは意味をなさない。特定の企業や個人ではなく、マクロな振る舞いを理解することがマクロ経済の主体たる関心である。19 世紀後半に成立した現代経済学は、均衡の概念に代表されるように、古典力学を意識しながらその体系を形成してきたが、マクロ経済のダイナミクスの理解には統計物理学の考え方や研究手法が極めて自然である。このような新しいアプローチは経済物理学 (econophysics) とよばれる (文献 (1)-(4))。

当初、株価や為替などの金融市場に関する研究が大いに進展したが、最近、実体経済に関しても新しい知見が得られつつある。その背後にあるのが実体経済に関する経済ビッグデータである。実際、付加価値を生み出す企業に関するデータが百万社を超えるレベルで長期間にわたって蓄積されている。特に、付加価値の連鎖が企業間でどのように形成されているのか、**ノード**を企業、**リンク**を付加価値の生成を表す生産の流れとする巨大な**グラフ**、**ネットワーク**のデータが利用可能になってきている。付加価値の正味の総和が GDP であるから、それを決定する関係性が実データとして利用できることを意味している。

付加価値の連鎖を表す経済ネットワーク上で、システムの一部に生じたストレスや需要の変化を表すショックが全体にどのように波及するのか、は重要な問題である。その計算はいわゆるネットワーク指標の計算であり、金融機関の脆弱性を銀行間ネットワークに応用した先駆的な研究で提案された DebtRank とよばれる指標がその代表的なものである (文献 (5)(6))。このためには、グラフ探索のアルゴリズムである幅優先探索を応用して計算することができる。しかし、各ノードを始点としてすべてのノードの指標を求めるには幅優先探索をノード数分だけ実行する必要がある、さらに初期条件を変えて多数のシナリオ下で実行するためには、膨大な計算時間がかかる。

本講演では、多数のコアを有する京スパコンを利用してこの計算時間を短縮する事例を見ながら、社会科学によく出現する社会経済現象の相互作用のモデル構築に応用することを紹介したい。

2. 経済ネットワークと生産ネットワーク上でのストレス伝播の計算

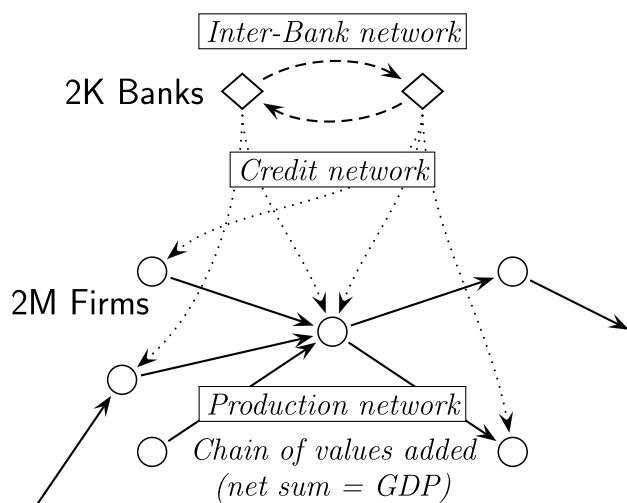


図 1: 経済ネットワークの概観. 数百の金融機関と約百万の企業からなる. 実体経済のエンジンは, 企業が財やサービスの生産により付加価値を付与する一連の連鎖, すなわち生産ネットワークである. 企業間, 企業・金融機関間, 金融機関間の関係性は信用 (credit-debtor) の関係であるから, それらのリンクはシステムの一部で生じたショックが波及する経路となる.

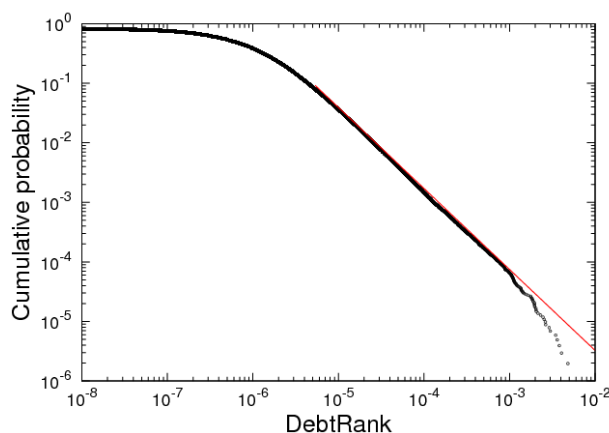


図 2: 2012 年の生産ネットワークの最大連結成分に含まれる約百万の企業すべてについての DebtRank(個々の企業のストレスがシステム全体にどの程度のストレスをもたらすかのモデル計算による指標)の累積分布. べき分布にしたがう(直線はガイドラインで, 次数分布とほぼ同じべき指数). アルゴリズムはグラフの幅優先探索を変形したもの. 京コンピュータ約 1000 ノード時間による計算結果.

謝辞

京コンピュータの利用は, 理化学研究所計算科学研究機構の庄司文由氏, 寺井優晃氏, 南一生氏との共同研究による. また, 独立行政法人経済産業研究所 (RIETI) より提供された東京商工リサーチの「TSR 企業情報及び TSR 企業関連情報」のデータを利用している. 本研究は JSPS 科研費 25282094 の助成を受けている.

[参考文献]

- (1) 高安 秀樹『経済物理学の発見』(光文社, 2004)
- (2) 青山 秀明, 家富 洋, 池田 裕一, 相馬 亘, 藤原 義久, 『パレート・ファームズ — 企業の興亡とつながりの科学』(日本経済評論社, 2007)
- (3) 青山 秀明, 家富 洋, 池田 裕一, 相馬 亘, 藤原 義久, 『経済物理学』(共立出版, 2008)
- (4) H. Aoyama, Y. Fujiwara, Y. Ikeda, H. Iyetomi, and W. Souma, “Econophysics and Companies: Statistical Life and Death in Complex Business Networks” (Cambridge University Press, 2010)
- (5) S. Battiston et al., “DebtRank: too central to fail? Financial networks, the FED and systemic risk”, Scientific Reports (2012) vol. 2, article 541
- (6) H. Aoyama, S. Battiston, Y. Fujiwara, “DebtRank Analysis of Japanese Credit Network”, RIETI Discussion Paper (2013) 13-E-087