

経済における複雑系ネットワーク

相馬亘 (ATR 人間情報), 藤原義久 (ATR 人間情報), 青山秀明 (京大理)

物理学者によるネットワークに対する研究により, 現実のネットワークがスモールワールドネットワークやスケールフリーネットワークによって理解できる事が明らかにされつつある。だが, その研究は, WWW やインターネットなどに代表される情報通信の分野や, 生物の代謝ネットワークやタンパク質のネットワークといったバイオ関連の分野を中心にしてなされいて, 人間が作りだした最大のネットワークである経済ネットワークに対しては, 殆んど研究されていない。そこで我々は, 経済におけるネットワークの性質を, 統計物理学の立場から理解する事を目的としている。

ネットワークを考える場合, まず最初に, ネットワークの境界に対する問題を考える必要がある。これは, 何の, どのような関係性に着目するのかを明らかにする事である。この問題に対して我々は, 各々の企業が他企業の株を所有することによって形成される株所有ネットワークを研究対象として選ぶ。このネットワークを考える理由は, 比較的精密なデータが公表されている点と, 企業間取引に市場原理が働かない日本の経済システムの特徴を表現するものと期待されるからである。

我々は, 2002年3月末と9月末における大株主データを用いて解析を行った。このデータには, 各企業に対して最大上位30位までの株主とその所有株数が記載されている。そして, このデータから抽出されるネットワークを無向グラフとして表し, それに対応する隣接行列を, 0と1から構成される重み付けされていない隣接行列として表現した。この行列は, i 社が j 社の株を所有している場合, 行列の ij 成分と ji 成分を1とし, そうでない場合は0としているため, 対称行列になっている。例えば, 2002年3月末の場合は, 図1(左)で与えられる。この図では, 値が1の行列要素のみを書いている。

我々は, この隣接行列の固有値と固有ベクトルを求め, ランダム行列理論の結果と比較した。そして, 固有値分布に対する結果の一つとして図1(右)を得た。この図中のヒストグラムが2002年3月末の株所有ネットワークの固有値分布を表し, 半円がランダム行列理論の結果を表して, 分布の形が大きく異なることが確認できる。そして, 株所有ネットワークの固有値分布は, (1)左右対称である, (2)ゼロ固有値を多く持つ, (3)裾野の広い分布(冪分布)である, という特徴も持っている。また, 固有ベクトルについても解析を行うことによって, 固有ベクトルと企業集団の関係についても説明を行った。

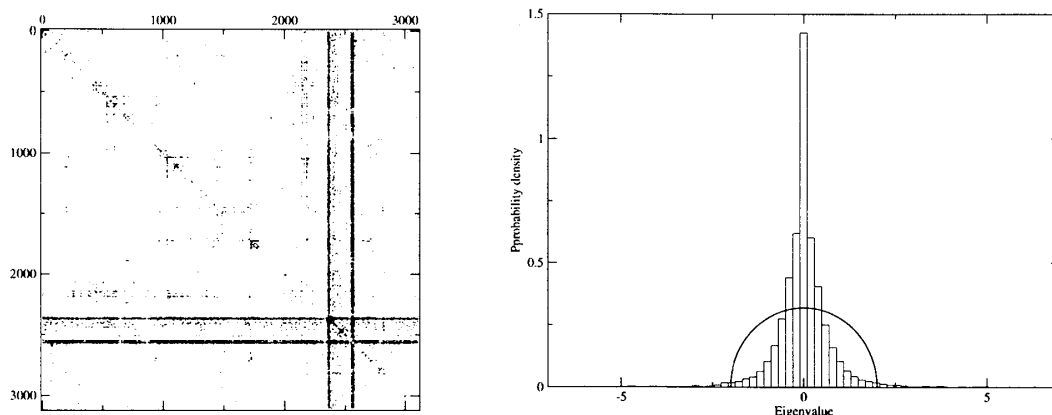


図 1: 2002年3月末の株所有ネットワークの隣接行列(左)と, その固有値分布(右)。