

## Mantegna 法に基づく各国株価データの業種同類度分析

ブイ・スアン・フォン† 榊原 源基† 上野 雄史† 斉藤 和巳†

† 静岡県立大学経営情報イノベーション研究科

## 1 はじめに

株価変動は銘柄ごとに独立したものではなく、相互に関連していると考えられている。近年ではネットワークモデルを基準として、株価の相関関係が研究されている [1], [2]。その一例として、Mantegna [1] は、市場で取り引きされる株式銘柄を階層的に分類する方法を実験し、それを通じて、既存の方法では見つけだすことが出来なかった経済的な相関関係を示した。具体的には、ニューヨーク証券取引所の 1989 年 7 月から 1995 年 10 月の期間での S&P500 及びダウ工業株 30 種平均に用いられる企業の株価 (Standard & Poor's 500 Stock Index) を用いた実験により、同一業種の企業ペアでの株価変動の類似性とともに、類似度には階層性が見られることも示した。各企業の株価は多様な社会影響を受けることで複雑に変動するが、業務内容が近いような企業群については、類似した変動を示す。

我々は、Mantegna 法 [1] を用い、日本の証券取引所における各株価データによる分析を行った。ここでは、企業をノードとし、企業間の繋がりはリンクとしての最小全域木\*により可視化した。与えられた最小全域木から同一業種の企業どうしの株価が多様に変動するが、それらが繋がり、個々の木の部分に固まることを示した。また、同一業種内での企業の株価変動類似性については、業種毎にそれぞれの最小全域木による、ネットワークとし、基本統計量に着目し、それらの特徴を検討した [4]。この手法では、提案手法により業種の特徴的な構造が検出可能であることを示した。

一方、経済規模や市場の構成が異なる各国での業種ごとの企業同士が繋がる同類性の比較に関する研究はさほどさかんに行われていない。そこで Mantegna 法に基づき、国ごとの企業の繋がりを示す最小全域木からネットワーク上における同類度定量的に評価するため、Newman が提案した同類度の計算法 [3] を採用し、それらを比較することにより、各国の市場の特徴を検

討する手法を提案する。本研究では、アメリカ・日本・イギリス・フランス・カナダ・オーストラリア・香港・シンガポールの市場における企業の時価総額及び取引高を基準として、それぞれ上位 100 銘柄の株価データを利用し実験した。どちらの条件を基準としても同類度の高いアメリカ・日本・イギリスのグループ、同類度が 0 に近い香港・シンガポールのグループ、そしてこれら 2 つの中間に位置する。フランス・カナダ・オーストラリアのグループという 3 つに分類されることが明らかになった。

## 2 提案手法

まず、国ごと最小全域木を構築する。与えられた最小全域木上に、業種数を  $N$  とし、 $i, j = 1, \dots, N$  からなる、業種  $i$  の企業と業種  $j$  の企業の繋がり (リンク) 数を  $E_{ij}$  とする。最小全域木上の同一業種の企業間のリンク数を表すのは、全て  $E_{ij}(i, j = 1, \dots, N)$  の集合される行列  $E$  である。この行列は Mixing Matrix と呼ばれる。

各国の Mixing Matrix に基づき同類度 ( $Q$ ) を計算する。具体的には、与えられた Mixing Matrix  $E$  により、 $j$  業種のリンク集合に  $i$  業種と  $j$  業種とのリンク数の確率  $P(i|j)$  は以下の式 (2) で定義できる。

$$P(i|j) = \frac{E_{ij}}{\sum_{j=1}^N E_{ij}} \quad (1)$$

この確率に基づいて、同類度 ( $Q$ ) を以下の式のように定義する。

$$Q = \frac{\sum_{i=1}^N P(i|i) - 1}{N - 1} \quad (2)$$

式 (1)(2) における  $N$  は業種数を示す。

最後に、得られた同類度 ( $Q$ ) の高い順に国ごとの順序を整理する。

## 3 実験結果

本研究では、日本・アメリカ・イギリス・フランス・カナダ・オーストラリア・香港 (中国)・シンガポールの重要な証券取引所に上場する株価データを用いた。それらの株価データから、2005 年 1 月から 2010 年 12 月の 5 年における時価総額上位トップ 100 銘柄と平均出来高上位トップ 100 銘柄を計算し、それらをサンプルとした。

Analyzing sector assortativity of stock market data using several countries based on Mantegna's method

†Bui Xuan PHONG †Genki SAKAKIBARA †Takefumi UENO †Kazumi SAITO

†Graduate School of Management and Information of Innovation, University of Shizuoka

\*最小全域木 (MST: Minimum Spanning Tree): グラフにおいて、サイクルがなく全ての頂点を含む部分グラフを全域木と言い、重み付き連結グラフの全域木の中で辺の重みの合計が最小のものを最小全域木と呼ばれる

時価総額を基準としたアメリカの最小全域木を図1に、シンガポールの最小全域木を図2に示す。なお、業種ごとのかたまりを視覚的に理解しやすくするため、同一業種に属するノードは同一の色で示している。図1を見ると、同一業種が近くに配置され、それぞれがかたまりを作っている。一方図2では同一業種のかたまりも見られるものの、アメリカに比較して、統一性は見られない。

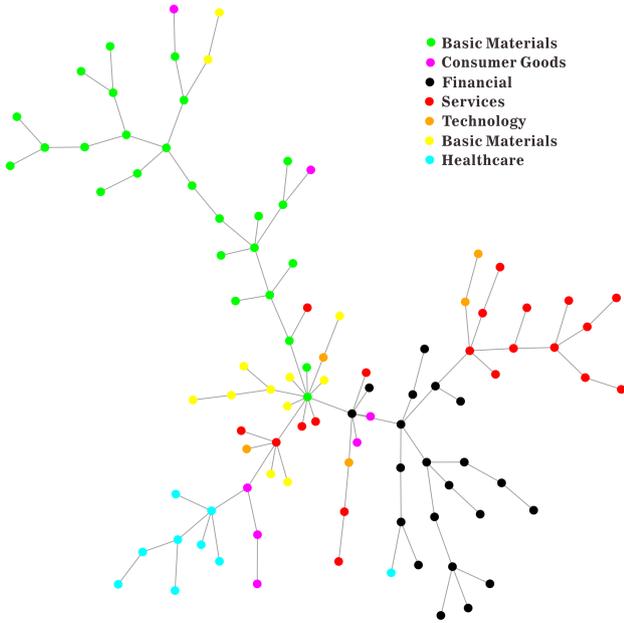


図1: アメリカの最小全域木

また表1及び表2は、構築された各国のMSTにおける、同類度(Q)の順位を示している。表1・表2により、①同類度が、0.4以上と比較的高いアメリカ・日本・イギリスによるグループ、②同類度が0.1以下で0に近い香港・シンガポールのグループ、そして③同類度が0.1以上0.4未満と中間に位置する。カナダ・フランス・オーストラリアのグループという3つのグループに分類することができる。

こうした結果は各国の経済規模や市場構成の違いから生じるものであると考えられる。

順	国名	同類度
1	アメリカ	0.57
2	日本	0.52
3	イギリス	0.43
4	カナダ	0.26
5	フランス	0.23
6	オーストラリア	0.11
7	香港	0.07
8	シンガポール	0.02

表1: 時価総額最の基準により同類度

順	国名	同類度
1	日本	0.46
2	イギリス	0.44
3	アメリカ	0.42
4	カナダ	0.18
5	フランス	0.16
6	オーストラリア	0.15
7	香港	0.03
8	シンガポール	0.03

表2: 取引高の基準により同類度

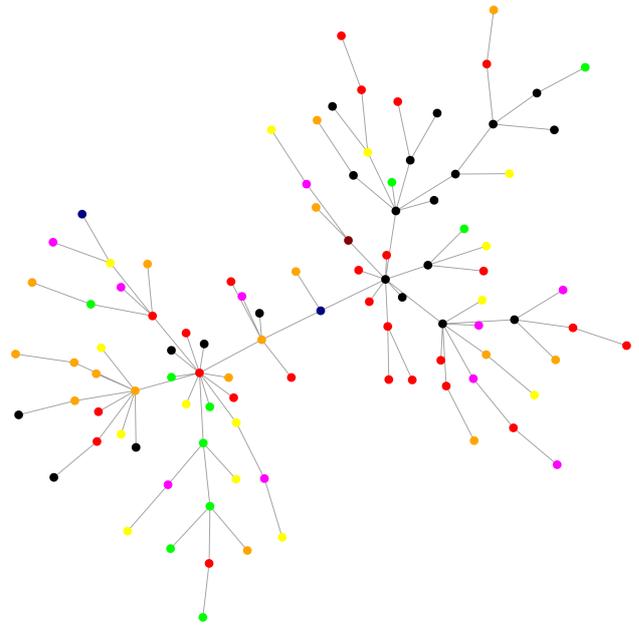


図2: シンガポールの最小全域木

#### 4 おわりに

本稿では、市場の異なる各国において、同一業種の企業同士が繋がる同類度を検討するため、Mantegna法に基づいて最小全域木を構築し、同一業種の企業同士の繋がる同類度を定量化することで、検討を可能とする手法を提案した。この手法を用いた実験より、同類度の高いグループ、低いグループ、中間のグループという3つのグループに分類した。こうした結果が得られる背景には、各国の経済規模や市場構成の違いがあるものと考えられる。

しかしながら、本研究の結果の妥当性を検証するために、今回の実験結果の背景を詳細に分析することが必要であろう。また、他のネットワークによる分析や他国の株価データによる実験も今後の課題とする。

#### 参考文献

- [1] Mantegna, R.N.(1999), Hierarchical structure in financial markets, Euro. Phys. J. B Vol.11, pp.193-197.
- [2] Bonanno, G., Lillo, F., and Mantegna, R.N.(2001) High-frequency cross-correlation in a set of stocks, Quantit.Finan., Vol.1, pp.96-104.
- [3] M.E.J.Newman (2003), The structure and function of complex networks, SIAM Review 45, pp.167-256.
- [4] ブイ・スアン・フォン, 榊原 源基, 上野 雄史, 斉藤 和巳 (2012), 「株価変動のネットワーク分析」NetECO 9.