

株価情報を活用した、 企業間ネットワークの構築方法について

An estimation of firms' commercial networks based on historical stock price

金子拓也¹ 久門正人²

Takuya KANEKO¹ and Masato HISAKADO²

¹ 国際基督教大学

¹International Christian University

²フィンテック・ラボ

²Fintech Lab.

Abstract: In this paper, we introduce new approach to estimate firms' commercial networks based on their historical stock price. Recently commercial networks are keenly researched to expand the accuracy of risk management especially in estimating negative impacts from business counter parties. The standard approach to obtain networks is firstly we collect all firms' financial reports as of same timing with the corporation of all financial institutions, secondly extract business transactions by carefully checking details of their balance sheets, and thirdly unite each firms without any discrepancy. It would take enormous time and efforts. We utilize historical stock price to escape from having these difficulties. We introduce our approach with overiewing simple model guidance and explaining a few samples of numerical experiments.

はじめに

本稿では、企業間のネットワークを構築する新しい方法（本手法は、特許第 5953416 号[1]として登録されている）を紹介する。企業間のネットワークは既に、信用リスク管理の高度化を目的として金融機関に提供するサービスが開始されている他、企業が他企業から受ける倒産リスクの増加量を示す追加的倒産リスクの研究（例えば[2]）にも活用されている。

企業間のネットワークの構築は主に、定期的に企業が公表する決算情報から、取引関係をつなぎ合わせることで作られている。このように財務データに基づくネットワークを以降で紹介するものと区別するために、Fact based Network (FbN) と呼ぶことにする。実際に FbN を構築するには、①すべての市中銀行の協力のもと、同一決算期の全企業の決算書データを漏れなく入手する必要がある。②入手したデータから取引関係を抽出して、企業同士を矛盾なく結合する必要がある。③企業間商取引の増減、新規取

引の発生や既存取引の消滅といった動的なネットワークを表現できない。などの問題点がある。

こういった諸問題の解決法としてここで紹介する手法では、企業の株価情報を活用することで、ネットワーク構築の作業負荷を低減しつつ、動的なネットワークの構築を実現する。これは株価情報を、為替や金利、商品価格などといった市場環境と、個別企業の財務状況とその変化、商取引上の企業同士のつながりとその変化を、投資家が適時適切に織り込んだ結果であると前提を置いたことで可能となっている。本手法のように株価情報を利用して作られるネットワークのことを、Stock price based Network (SbN) と呼ぶことにする。SbN と FbN は類似したネットワークとなることが予想されるが、SbN は単に企業間の商取引上のつながりを表現することを目的としたものではなく、企業間の倒産リスクの伝播の可能性の大きさに着目したネットワークとなっている。つまり SbN は、連続的な企業間取引の抽出を目指したものとはなっていないことに注意する。

¹ 連絡先：国際基督教大学 教養学部
〒181-8585 東京都三鷹市大沢 3-10-2
E-mail: tkaneko@icu.ac.jp

以降では、モデルの概要について簡単に説明したあと、いくつかの数値実験の結果を示し、モデルの有効性などについて考察していく。

モデル

本稿で紹介する手法では、マートン・モデル[3]を利用して、個別企業の PD や条件付デフォルト確率（他企業が倒産したという条件下での PD）を計算し、連鎖倒産可能性がもっとも高いことを意味する条件付きデフォルト確率（以降では簡単に PD）が最大のものとのつながりを図示していく。以降、マートン・モデルにおける PD、条件付き PD の順で説明する。

準備：将来のある時点 T における企業 $i \in \{1, \dots, N\}$ の総資産額を A_T^i 、負債総額を D_i とすると、総資産額が負債総額を下回る（ $A_T^i < D_i$ ）と、デフォルトと定義する。一般に、総資産額は、対数正規分布に従うものとされ、ドリフトやボラティリティといったパラメータは、過去の株価などから推定される。総資産額（ A_T^i ）を基準化して得られる標準正規分布に従う確率変数 ξ_i と、同様に基準化したデフォルトしきい値 d_i を使って、デフォルト確率 $\mathbf{P}(A_T^i < D_i) = \mathbf{P}(\xi_i < d_i) = \mathbf{N}(d_i)$ を計算するとき、 d_i は次の数式で示されるものである。ただし $\mathbf{N}(A) = \int_{-\infty}^A \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}x^2} dx$

$$d_i = \frac{\ln(D_i/A_T^i) - (\mu_i - 1/2 \sigma_i^2)T}{\sigma_i \sqrt{T}} \quad (1)$$

この量は、デフォルト距離とも呼ばれている。

条件付き PD

条件付き PD とは、他企業 $j \in \{1, \dots, N\}, j \neq i$ がデフォルトに陥った場合における企業 i のデフォルト確率を計算したものであり、次の数式で示される。

$$\mathbf{P}(A_T^i < D_i | A_T^j < D_j) = \mathbf{P}(\xi_i < d_i | \xi_j < d_j) \quad (2)$$

実際の計算では、条件付き PD を $\mathbf{N}(N-1)$ 回計算することとなるが、数式(2)の分子を例えば、

$$\int_{-\infty}^{d_i} \int_{-\infty}^{d_j} \varphi(\xi_i, \xi_j, \rho) d\xi_i d\xi_j \approx \sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^n \varphi(d_i - \delta_i \times k, d_j - \delta_j \times l, \rho) \times \delta_i \delta_j \quad (3)$$

（ φ は、 ρ を相関とする二変量標準正規密度関数）などとして近似的に計算すると、計算時間や誤差の問題が生じ得るため、本稿ではこれを回避すべく、

$$\mathbf{P}(A_T^i < D_i | A_T^j = D_j) = \mathbf{P}(\xi_i < d_i | \xi_j = d_j) \quad (4)$$

とする。これは条件企業の総資産額が負債総額と等しい場合であり、数式にて演算が可能である。また、

ある相関係数における条件付き PD の演算とも同値。

数値実験

本手法によるネットワークの構築事例を紹介する。円の大小は、個別企業ごとの PD の大小を示す。矢印は該当企業にもっとも影響を与え得る企業とのつながりを示しており、流入する矢印は1本になるのでネットワークはツリーを形成する。図1と図2は、BREXIT 投票時のネットワークの構築事例である。

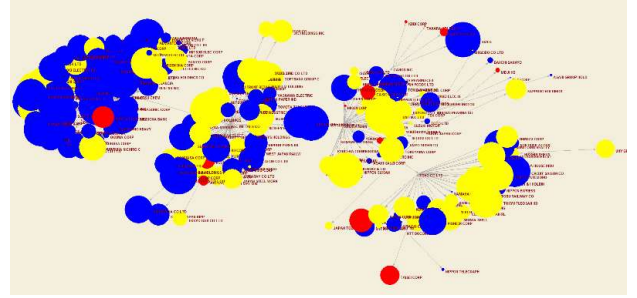


図1：日経 225 銘柄でのネットワーク（2016年6月23日）青は前日比 PD が 10%以上改善，赤は 10%以上悪化，黄はそれ以外となる企業を示している。

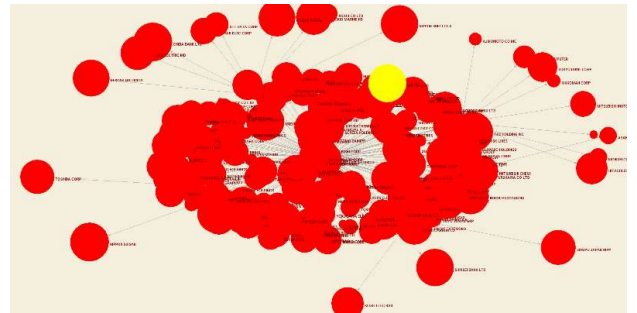


図2：日経 225 銘柄でのネットワーク（2016年6月24日）国民投票により英国の EU 離脱が判明した結果を受けて、図1で分散していた企業が中央に集中し、PD が悪化している様子が赤色から伺える。

上記以外からも、市場の変化を反映した結果が得られ、多くの企業に影響を与えるハブ企業やネットワークから退出する企業であるアウトライヤー企業などを考察することで、信用リスク管理や投資ポートフォリオ管理へ応用可能性が高いことが示された。

参考文献

- [1] 特許第 5953416 号（出願番号：特願 2015-215281）発明の名称：財務リスク管理装置、財務リスク管理プログラム及び記憶媒体 久門正人 金子拓也
- [2] Kaneko, T. and Hisakado, M., *An Additional Default Probability based on random networks*, W. P. (2016)
- [3] Merton, Robert. C., “On the Pricing of Corporate Debt: The Risk Structure of Interest Rates,” *The Journal of Finance*, Vol. 29 No. 2 (1974), 449-470.