

# Web から抽出した企業間ネットワークに基づく企業価値の予測\*

金英子<sup>†</sup>  
東京大学大学院

松尾豊<sup>‡</sup>  
東京大学大学院

石塚満<sup>§</sup>  
東京大学大学院

## 1 Abstract

企業の価値を分析するには、企業の財務諸表等、各種の属性に基づいた分析のほか、企業を取り囲む関係構造を用いて分析するアプローチがある。近年、Web から社会ネットワークを自動的に抽出する研究が多く行われており、本研究では、Web から自動的に抽出した企業間関係のネットワークに基づいて企業の価値を予測する試みを行う。まず、Web 上から企業同士のさまざまな関係を抽出してネットワークを構成する。そして、中心性とランキングアルゴリズムを利用してネットワーク中のノードをランキングし、正解となるランキングの方法を学習する。それによって、企業の価値をネットワークから予測することができる。本研究を通じて、どのような企業同士の関係が企業の価値に寄与するか、どのようなネットワーク構造がランキングを上げるために有益であるかなど新しい知見を得ることが可能であると考えられる。

## 2 企業価値の分析

企業の価値を分析する方法として、企業の資本金や売上高、株価収益率など、企業の属性に基づいた研究がよく行われていた。一方近年、社会経営分野では、企業を取り囲む関係構造を用いて分析する「埋め込みアプローチ」という方法が注目されている。本研究では、企業を取り囲む関係構造（すなわち、企業間関係のネットワーク）に基づいて、企業の価値を予測する。

企業同士の間には、株所有関係、提携、役員派遣、取引など様々な関係がある。それ以外にも、地域的に連係している関係や、同じ業種に属する関係など無数にある。これらの関係や関係の組み合わせは、何らかの形で企業の価値に影響していると考えられる。また、活発に多くの企業と連係している企業がいると同時に、慎重に少数の大手企業だけと連係する企業もある。このようなネットワークのトポロジ構造も、企業の価値に影響していると考えられる。本研究では、Web から抽

出した企業間関係のネットワークに基づいて、どのような関係や関係の構造が企業の価値に影響するかを分析するし、企業の価値を予測する。

## 3 提案手法

これまで我々は、Web 上の情報から社会ネットワークを自動的に抽出する研究を行ってきた [2, 1]。本研究では、これらの研究に基づいて Web 上から企業間関係のネットワークを抽出する。そして、社会ネットワーク分析の手法を利用して企業をランキングする。提案手法は、これらの関係とネットワークの構造における指標を用いて、企業価値の学習と予測を行う。まず、学習段階では、企業価値のランキングを与えて、Web から抽出した企業間関係のネットワークに基づいて、ランキングモデルを学習する。そして、予測段階では、ランキングのモデルに基づいて、新しい企業価値のランキングを予測する。ネットワークの学習として、下記の 3 つの方法を提案する。

**単純比較法** 各ネットワークのランキングを企業価値のランキングとそれぞれ比較し、相関が高いときの関係の種類とランキング指標を調べる。

**関係の組み合わせ法** 複数の関係を重み付き線形和で組み合わせ、得られるネットワークにおけるランキングを学習する。つまり、企業の価値はそれぞれの関係によって独自に決められるのではなく、複数の関係が同時に影響するという考えで影響の具合を見つかる方法である。

**ランキングの組み合わせ法** ネットワークを組み合わせずに、それぞれの企業の各ネットワークにおけるランキングをその企業の特徴量とし、これらの特徴量を組み合わせることで企業の価値を予測する。この場合、企業のネットワークにおける関係的・構造的特徴が、企業自身の属性として働く。

## 4 評価実験

本章では、実際 Web から自動的に抽出した企業間関係のネットワークに基づいて企業の価値を予測する試

\*Company Value Prediction on Web Extracted Social Networks

<sup>†</sup>Yingzi Jin, The University of Tokyo

<sup>‡</sup>Yutaka Matsuo, The University of Tokyo

<sup>§</sup>Mitsuru Ishizuka, The University of Tokyo

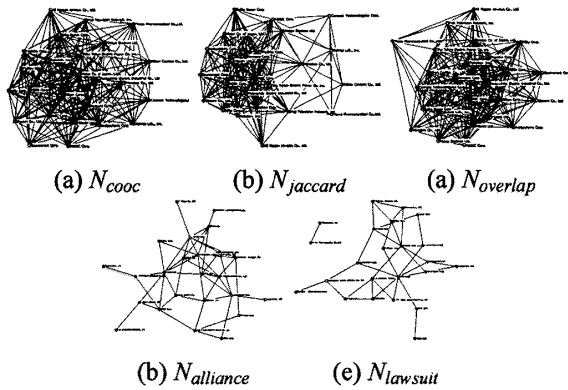


図 1: Web から抽出した企業関係ネットワーク。

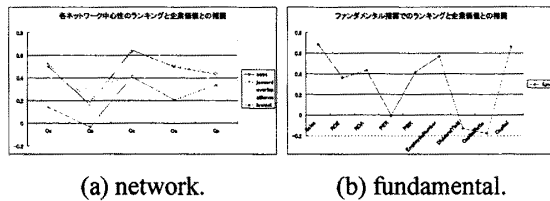


図 2: 各ネットワークのランキングと企業価値との相関。

みを行う。企業の価値を表す指標として今回は時価総額<sup>1</sup>を用いる。

まず、情報、通信、電気などの産業分野を中心に 25 社<sup>2</sup>を選び、[2] と [1] の手法を用いて Web 上から共起と実際の関係のネットワークを構成する (図 1)。共起指標としては、共起頻度、Jaccard 係数、overlap 係数を用いてネットワーク ( $N_{cooc}$ ,  $N_{jaccard}$ ,  $N_{overlap}$ ) を構築し、企業同士の提携と訴訟関係を抽出して実際の関係のネットワーク ( $N_{alliance}$ ,  $N_{lawsuit}$ ) を構成する。次に、これらの抽出されたネットワークをランキングする。社会ネットワーク分析で良く使われている次数中心性 ( $C_a$ )、媒介中心性 ( $C_b$ )、近接中心性 ( $C_c$ )、固有ベクトル中心性 ( $C_e$ ) のランキングと、グラフランキングの代表的なアルゴリズム Pagerank ( $C_p$ ) を用いる。

まず、単純比較法により企業価値を予測する。5 種類のネットワークを 5 つの方法でランキングした結果をそれぞれ、企業価値によるランキングと相関を調べる (図 2(a))。Web 共起や提携関係が訴訟関係より高い相関を表すことが分かる。また、同じ関係においても、次数中心性と近接中心性が時価総額と相関が高い。図 2(b) は各ファンダメンタル指標<sup>3</sup>におけるランキングと企業価値のランキングとの相関を示す。

次に、関係の組み合わせ法では、NetRank の手法を用いて、ランダムマルコフネットワークにおける遷移確

<sup>1</sup>時価総額は、ある企業の株価に発行済株式数をかけたものであり、企業価値を評価する際の指標である。時価総額が大きいということは、その企業の資金調達力が高いことを意味する。本手法を通して、上場されていない海外の企業や小さい企業でも、その企業が持つ関係構造から時価総額を予測することが可能である。

<sup>2</sup>[1] で使用した 60 社の企業の中から上場されている企業 25 社

<sup>3</sup>売上高、自己資本利益率 (ROE)、総資産利益率 (ROA)、株回収益率 (PER)、純資産倍率 (PBR)、従業員数、配当利回り、自己資本比率、および資本金などのファンダメンタル指標を用いる。

$\beta_{cooc}$	$\beta_{jaccard}$	$\beta_{overlap}$	$\beta_{alliance}$	$\beta_{lawsuit}$	Coef.
0.21	0.17	0.03	0.49	0.00	0.505

表 1: 各関係を  $\beta_i$  の重みで組み合わせたネットワークのランキングと企業価値との相関。

Fundamental	NetworkRank	Both
0.846	0.775	0.863

表 2: ファンダメンタル指標とネットワーク指標、および両方における企業のランキングと企業価値との相関

率をそれぞれ関係の種類ごとに設定し、企業の価値のランキングを選好順位として与えることで、関係の組み合わせの重みを学習させる。表 1 に示しているように、5 つの関係の  $\beta_i$  の重みで最大 0.505 の相関を得ることができる。これらの重みは、各関係の企業価値における影響度を表しており、提携関係や名前の共起が企業の価値に影響が大きいことが分かる。

最後に、ランキングの組み合わせ法では、各ネットワークの中心性の指標をその企業の特徴量として、3 交差検定で SVM 学習を行う。そして、企業のファンダメンタル指標を特徴量とした場合と、両方を合わせた場合の予測結果と比較する。表 2 で示しているように、関係だけを用いて企業の価値を予測することは、企業の財政状況をそのまま評価するファンダメンタル指標より劣れるが、両方を組み合わせることでより良い予測が可能であることが分かる。これは、企業のネットワークにおける関係の・構造的特徴が、企業自身の属性として働くことを示唆する。

## 5 まとめ

本稿では、Web から抽出した企業関係のネットワークに基づいて企業の価値を予測する方法を提案した。企業の価値分析に良く使われているファンダメンタル指標のほか、企業を取り囲む関係構造が企業の価値に強く影響することが分かった。今後は、業界ごとや業界を跨る企業のネットワーク、企業以外のエンティティのネットワークを用いて提案手法を適応してみる。

## 参考文献

- [1] 金英子, 松尾豊, 石塚満. Web 上の情報を用いた企業間関係の抽出. 人工知能学会論文誌, Vol. 22, No. 1, pp. 48–57, 2007.
- [2] 松尾豊, 友部博教, 橋田浩一, 石塚満. Web 上の情報からの人間関係ネットワークの抽出. 人工知能学会論文誌, Vol. 20, No. 1, 2005.