

隠れ株主の数理モデル化と様々な経済安全保障問題の見える化

水野 貴之[†] 土井 翔平[‡] 栗崎 周平^{*} 藤本 祥二[#] 石川 温[#]

国立情報学研究所[†] 北海道大学公共政策大学院[‡] 早稲田大学政治経済学術院^{*} 金沢学院大学経済情報学部[#]

要旨

ネットワーク上の投票ゲームでのプレイヤーの投票力の分布を測る手法として、シャープレイ＝シュービック投票力指数を複雑ネットワークに拡張した Network Power Index (NPI) がある。この NPI を約4億株主で構成されるグローバル株所有ネットワークに適用することで、投資による株主と企業との間接的な支配関係を定量化する。そして、株所有ネットワークに、役員ネットワーク、サプライチェーン、不動産所有者ネットワーク等を、企業情報を鍵として、自然言語処理 BERT を応用した Entity Matching Ditto を用いて結合することで、様々な経済活動に潜む外国政府の影響に関する経済安全保障リスクを可視化する。

はじめに

現在の経済安全保障は、米国陣営（主に民主主義国家）と、米国以外の陣営（中国、ロシア、ベネズエラなど主に専制主義国家）との政治的な対立が、経済活動を舞台におこなわれ、対立相手へ技術や資金などが流出しないことや、経済力や経済システムを用いた攻撃、例えば、対立相手からの企業買収や輸出規制などから自国を守ることである。

本稿では、株式投資であるグローバル株所有ネットワークを中心に、経済安全保障を議論していく。このネットワークに、グローバル・サプライチェーンや、企業関係者の情報、土地所有の情報を紐づけることで、米国陣営の企業の調達経路上の企業や、米国陣営の実業家、米国陣営の土地の所有者の背後に潜む、株式の間接的な議決権を通じた最終的な意思決定者としての、米国以外の陣営の政府と、その意思決定を媒介する重要なフロント企業を見つけ出す。

Mathematical modeling of hidden shareholders and visualization of various economic security issues

[†]T. Mizuno · National Institute of Informatics

[‡]S. Doi · Hokkaido University

^{*}S. Kurizaki · Waseda University

[#]S. Fujimoto and A. Ishikawa · Kanazawa Gakuin University

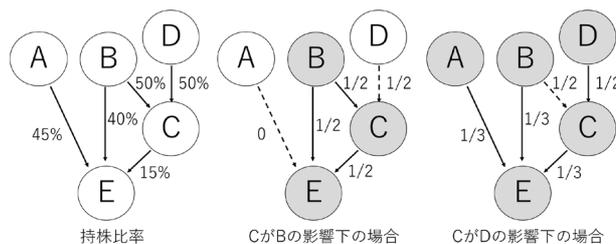


図1 影響力（意思決定）の流れ

これらのタスクを実施するためには、（1）株所有ネットワークにおける影響力（意思決定）の流れの数理モデル化と、（2）企業情報を持つ複数のデータベース間の結合、（3）（1）と（2）を利用して経済への外国政府の影響の見える化が必要である。

影響力（意思決定）の流れの数理モデル

1954年、ロイド・シャープレイとマーティン・シュービックは、株主総会のような異なる票数を持つ投票者による投票ゲームにおいて、各投票者の影響力を、各投票者が独立に投票すると仮定した場合のキャスティングボートを握る（投票結果を確定する投票者になる）確率で定義することを提案した[1]。当時は、それで良かったが、今日のネットワーク化された社会では、ある企業の複数の株主が株式会社であり、それらの企業の株式を共通する最終株主が保有する状況がありえる。そうすると、これらの株式会社の投票は独立ではなく、この最終株主の意思決定の影響を共に受ける。従って、このような背後関係を考慮して影響力を定義する必要がでてきた。それを定義したのが Network Power Index (NPI) である[2]。

図1(左)のような株所有構造を考える。このとき、図1(中)のように、中間株主Cが最終株主Bの意思決定に従う場合（確率1/2）、企業Eの筆頭株主Aは意思決定に関わることができない。一方、図1(右)のように、中間株主Cが最終株主Dの意思決定に従う場合（確率1-1/2）、筆頭株主Aがキャスティングボートを握る確率は1/3であり、企業Eの意思決定の1/3を握る。

中間株主 C は、最終株主 B と D の企業 E に対する意思決定を媒介する。中間株主 C が最終株主 B に従う場合（確率 1/2）には、最終株主 B が握る企業 E に対する意思決定のうち中間株主 C を経由する分だけを媒介する。最終株主 B が単独で企業 E に対する意思決定をするためには、B が持つ 40%と C が持つ 15%の両方が必要である。つまり、この経由のキャスティングボートへの寄与は、B の E に対する意思決定のうちの 1/2 である。一方、中間株主 C が最終株主 D に従う場合（確率 1-1/2）を考える。こちらは単純に、中間株主 C は最終株主 D が握る企業 E に対する意思決定の全てを媒介する。つまり、まとめると、中間株主 C は企業 E に対する、最終株主 B の意思決定の半分と最終株主 D の意思決定の全てを媒介する。我々は、中間株主が、最終株主が持つ影響力 NPI を媒介する流量を Network Power Flow (NPF) と呼ぶ[3].

企業情報に関するデータベースの結合

一般的に、企業情報に関するデータベースは情報の分類ごとに作られている。従って、株所有関係と、サプライチェーン（取引関係）、企業関係者、所有する不動産など、それぞれの情報は異なるデータベースに収録されており、それらを繋ぐ一般的な共通コードは存在しない。従って、複数のデータベースを横断して、例えば、安全保障上の重要な土地を持つ企業が、外国政府の影響下にないかを調査するためには、企業情報を鍵にして、複数のデータベースを名寄せする必要がある。しかしながら、「Seven Eleven」を「7-11」と表現するなど、文字の一致率だけでは、十分な精度が得られない。これは、企業名だけではなく住所の名称で名寄せする場合でも同じである。

我々は、全世界に存在する上場企業の約 10 万社の情報を収録した複数のデータベースにおける、企業名や住所の表現を、自然言語処理 BERT を応用した Entity Matching の 1 つである Ditto [4]に学習させた。この Ditto を用いて、同じく全世界に存在する未上場企業の約 4 億社に対して、複数のデータベースの名寄せをおこなった。

上場企業の約 10 万社の内、2 万社をテストデータとして、一致と不一致を半分ずつ用意し、ランダムに分類すると正解率や F 値が 0.5 となるように設定した。文字の一致率を用いる一般的な手法であるレーベンシュタイン距離で、分類をおこなうと正解率や F 値が 0.7 となった。一方、Ditto を用いた分類では正解率や F 値が 0.98 と高い精度で、名寄せができることが明らか

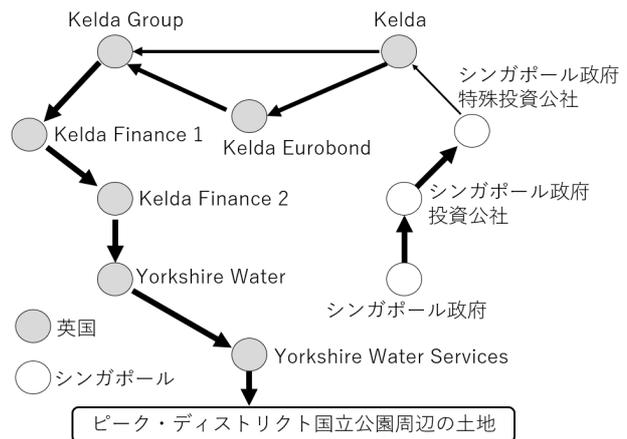


図 2 外国政府の影響下にある企業の不動産

かとなった。この精度は、日本人の協力者による人力での分類での正解率や F 値の 0.9 を大幅に超えた値である。これは、一般的に日本人が、ロシア語特有の企業の省略名称などについての知識を持ちえないためである。

経済への外国政府の影響の見える化

図 2 は、英国の国立公園周辺の土地（水源）を所有する英国企業と、その企業に対して株所有ネットワークを介して強い影響を与えることが可能な外国政府と、その外国政府の影響力を媒介する中間株主を表している。この事例では、Yorkshire Water に対するシンガポール政府の影響力 NPI は 1/3 である。このように、土地の所有者が地場の企業だとしても、その企業が外国政府の影響下にある場合が存在する。このような隠れた影響は、サプライチェーンや企業関係者でも同じく存在する。発表では、これらの事例も検出可能なことを、合わせて報告する。

参考文献

- [1] Shapley, L. S. and Shubik, M.: A method for evaluating the distribution of power in a committee system, American political science review, Vol. 48, No. 3, pp. 787–792 (1954)
- [2] Mizuno, T., Doi, S., and Kurizaki, S.: The power of corporate control in the global ownership network, PLoS ONE, Vol. 15, No. 8, p. e0237862 (2020)
- [3] Mizuno, T., Doi, S., and Kurizaki, S.: The Flow of Corporate Control in the Global Ownership Network, Complex Networks 2022. Palermo, Italy. (2022)
- [4] Li, Y., Li, J., Suhara, Y., Doan, A., and Tan, W. C.: Deep entity matching with pre-trained language models, Proceedings of the VLDB Endowment, Vol. 14, Issue 1, pp. 50-60 (2020)