



新しい
経済法則

企業の取引網の特性を解明 大手と中小の分布は物理法則に従う

企業間の取引データの分布が、約100年前に発見された物理法則と類似していることが分かってきた。

たかやす
高安 美佐子
(東京工業大学准教授)

日 本国内には100万を超える企業があり、それぞれが独自の活動をしている。企業間のお金の動きは、企業の決算や工業統計、国内総生産(GDP)などの形でとらえられてきたが、個々の企業間の取引

は複雑かつ膨大なため、定性的・定量的な評価に限界があった。しかし、ビッグデータと数理統計を活用することにより、企業間の取引の特性を正確に把握できるようになった。一つの企業をノード(点)で表し、

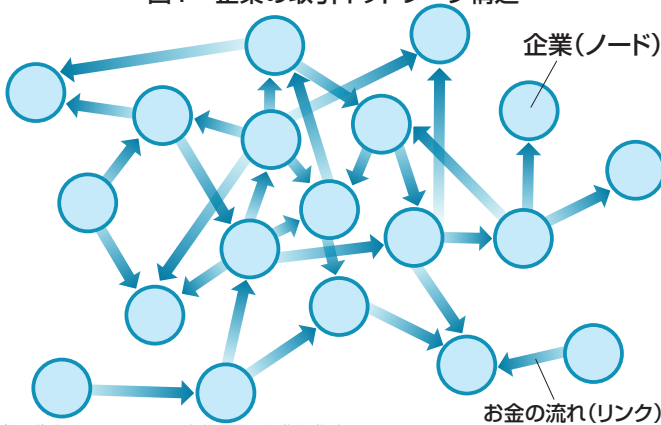
可能となった。変数の数が100万个あるような複雑な連立方程式を解くような膨大な計算をスーパーコンピューターなどを使ってすることで答えを得られるようになってきた。

惑星誕生と同じ性質

企業間の取引ネットワークの重要な数理的な特性は、ノードから出るリンク数、すなわち、取引相手の数の分布が「ベキ分布」(詳細は26頁を参照)に従う性質である。小さな企業では取引相手は1社か2社しかないケースも多いが、数千社と取引しているような巨大企業もある。

例えば、取引相手数が10社以上ある企業はおよそ10社に1社、100社以上の企業は数百社に1社、1000社以上ある企業はおよそ1万社に1社の割合で存在する。データを見ると、その出現頻度は取引相手数が増えるにつれ減少しており、

図1 企業の取引ネットワーク構造



(出所)帝国データバンクの資料を基に編集部作成

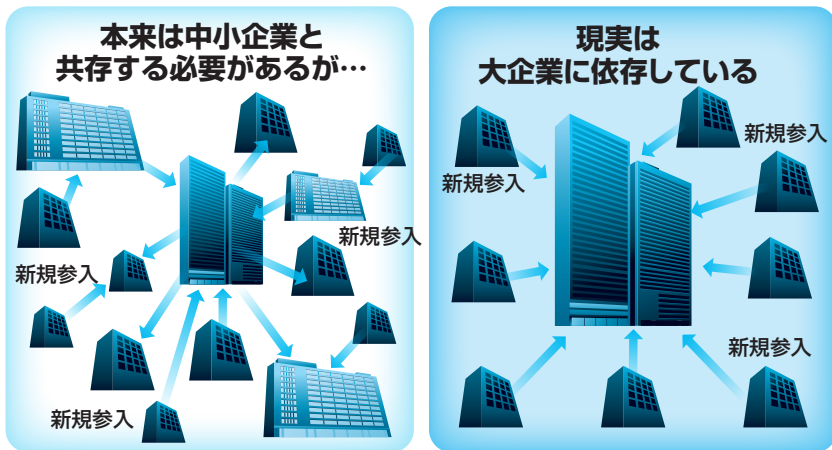
お金の流れる方向をリンク(線分)で示すことで日本中の企業の活動を約100万个のノードがリンクでつながったネットワーク構造で表現できる(図1)。企業群の取引関係によって定義される複雑なネットワークの構造をデータに基づいてコンピュータの中に構築し、その特性を解明する研究が急速に進んだ結果、物理法則と同様の法則性の存在を確認できた。

この研究は、100万もの企業の取引関係を網羅的に調査する必要があり、帝国データバンク社などが集積した約100年の企業データを活用することで

ネットワーク構造における大企業と中小企業の分布がベキ分布に従っていることが確認される。企業のネットワーク構造がどのように形成されてベキ分布を維持しているのか、そのメカニズムも次第に明らかになってきた。企業のネットワーク構造は固定されているわけではなく、倒産や新規参入、あるいは合併などによって、絶えず変化しているが、それでも、ベキ分布などの基本的な特性は保たれている。コンピューターの中で、ネットワークのノードの生成と消滅、合併などを考慮した数理モデルを使って条件を変えながらシミュレーションを繰り返すことで、現実起こっていることを推測できる。その結果、ノードの生成と消滅、合併が自動的にバランスを取ることによって、ベキ分布が実現していることが明らかになった。小さな企業はほぼ一定の割合で新たに生まれており、合併などを繰り返して成長していくので、例えば、大企業が倒産しても、しばらくするとそれに代わるような企業が現れ、分布としては同じような状態が続くことになる。実は、これらの効果によってベキ分布が実現するメカニズムは、物理現象では100年ほど前から知られていた。それは、大気中を漂う微粒子であるエアロゾルが、衝突によつ



図2 大企業にお金が集まりやすい構造になっている



(出所) 筆者作成

て凝集する効果と新たな微粒子が注
入される効果のバランスによって、
大きさの分布が一般にベキ分布に従
うという現象である。二つのエアロ
ゾルは衝突するとくっついて合体
し、一つの大きなエアロゾルになる
性質がある。宇宙のちりも同様に衝
突すると一つになる性質があり、そ
のような衝突と合体が無数に繰り返
されて原始太陽系から惑星が誕生し
たという説もある。
エアロゾルの現象と大企業と中小

企業の分布を数理的に記述するとほ
んど同じ方程式が導かれるのだ。

災害被害の精緻な算出可

企業間の取引関係はかなり網羅的
に調査されているが、実際に流れて
いる金額に関してはまだ十分ではな
い。私たちが全取引関係の断片的な
データを解析すると、取引相手の多
い大企業ほどお金が集まりやすい法
則性が見えてきた(図2)。

ある企業が複数の企業か
らモノを購入している状
況において、各社にお金を
平等に分配しているような
ケースはほとんどなく、む
しろ、偏りの大きいケース
が大多数であった。例えば、
ある中堅企業は支払総額の
80%が1社に集中し、2番
目に取引の多い企業が15%
を占め、残りの3社が5%
を分け合っていた。
取引先企業のさまざまな
財務的特性との関係を調べ
てみた結果、最もよく現象
を説明できるのは、相手先
企業の売上額の0・4乗と
いうような半端な値のベキ
乗に比例した分配をしてい
るというモデルだった。相
手先の各企業の売り上げを

0・4乗した量の和を分母とし、ある
一つの企業の売り上げの0・4乗を
分子とした値が、分配の比率になる。

各企業の支払総額と売り上げの関
係も詳しく調べてみると、比例関係
ではなく、やはり半端なベキ乗で近
似される。支払額は、売り上げの0・
9乗程度であり、支払額を基準に考
えれば、売り上げは比例以上に増加
していることになる。つまり、大き
な企業ほど支払額に対して売り上げ
が効率よく増えているのである。こ
のことは、大企業ほど構造的に内部
留保が増えやすいことを示してお
り、今後の政策策定の上で重要な判
断材料になるだろう。

そして、これらのお金の流れの法
則性を企業のネットワーク構造と組
み合わせると、物質科学とは異なり、
厳密な法則ではないので粗い近似と
いう段階ではあるが、日本中の企業
のお金の流れを推定できる。
いち早く応用されたのは、201
5年から内閣官房と経済産業省が提
供している地域経済分析システム
「REAS(リーサス)」である。
この中では、任意に指定した地域に
対して、どの地域からどの程度のお
金が流入・流出しているかを推定で
きるが、実際にはここで紹介したよ
うな考え方に基づいて企業レベルで
のお金の流れを推定し、それを地域
に集約することで計算している。

この手法は、大規模な災害が発生
した場合における経済的な損失を計
算することにも応用されている。地
震や津波や洪水などで、ある地域の
企業活動が停止した時、それが日本
中にもどのような影響を及ぼすかを推
定することができる。シミュレーシ
ョンによって明らかになってきたの
は、直接的な被災が局所的であって
も、被災企業の取引先は日本中に分
布しており、その影響はあつという
間に広がることである。

これまでは被害規模を算出する
際、直接被災した企業の売上高など
で判断していたが、今回の研究手法
を使えば、より実態に沿った被害を
把握できる。例えば、東日本大震災
の際、直接被災した企業の損失は約
1・6兆円だったが、この手法に基
づいて取引相手が被災してしまふこ
とで売り上げが減少してしまうこと
なども加えると、約4倍となる約6・
5兆円となった。これは4月に起き
た熊本地震の被害把握にも活用でき
るだろう。
企業に関するビッグデータに基づ
く科学的な研究は、まだ蓄積データ
のほんの一部しか解析できていな
い。膨大なデータを分析して抽出し
た法則を満たすような数理モデルに
よってシミュレーションを行う研究
手法は、ビジネスの現場や政策策定
にも役立つようになるだろう。