

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	複雑ネットワークの生成過程における不安定性の解明とその応用
Title(English)	
著者(和文)	後藤隼人
Author(English)	Hayato Goto
出典(和文)	学位:博士(理学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10692号, 授与年月日:2017年11月30日, 学位の種別:課程博士, 審査員:高安 美佐子,寺野 隆雄,樺島 祥介,小野 功,青西 亨
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10692号, Conferred date:2017/11/30, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

(論文博士)

論 文 要 旨 (和文2000字程度)

報告番号	乙 第 号	氏 名	後藤 隼人
<p>本論文は、「複雑ネットワークの生成過程における不安定性の解明とその応用」と題し、序章から結論まで全6章から構成されている。</p> <p>第1章「序章」では、まず複雑ネットワークを生成するモデルに着目した既存研究を概観する。このとき、様々な自然現象や社会現象に存在することが知られているベキ分布が生成されるメカニズムを解明した研究を顧みることによって、複雑ネットワークを生成するモデルに関する既存研究の理解を深める。次に、企業データ研究に応用された複雑ネットワーク研究を概観する。そして、以上の研究背景を踏まえ、本研究の目的と論文の構成について述べる。</p> <p>第2章「大規模企業データとその性質」では、1994年から2015年の22年分の時系列情報をもつ日本の大規模企業データを様々な視点から統計的に解析し、企業間取引ネットワークの生成過程を理解する上で重要な性質を示す。具体的には、ベキ則に従う年間売上高と取引先社数の分布の時系列変化を観測し、その不平等性の高まりを示す。また、複雑ネットワークのスケールフリー性を再現する際の重要なルールの一つである、ノードの新規参入時の優先的接続確率を、創業企業のデータを用いて解析し、その時間依存性を検証する。さらに、先行研究において最も良く企業間取引ネットワークの統計的性質を再現する複雑ネットワークの生成モデルにおいて考慮されているノードの素過程である、新規参入・消滅・凝集をそれぞれ創業・倒産・合併と見なし、この発生比率の時系列変化を観測する。</p> <p>第3章「企業合併の統計解析とそのシミュレーション」では、企業間取引ネットワークにおける凝集過程を、企業合併データを統計解析することで明らかにする。まず日本の企業合併に着目し、4万件を超える実データから企業合併の統計的性質を解明する。そして、Smoluchowskiの不可逆な凝集方程式に着想を得ながら、企業の系における合併確率を実証的に推定する。このとき、合併前後の企業群の規模を比較することで、企業の系において質量保存則が成り立つことを同時に示す。次に、企業間取引ネットワークの統計的性質を再現する先行研究の複雑ネットワークの生成モデルを、合併確率を用いて改定する。そして、第2章で示した企業データの解析結果から推定したモデルパラメータを用いたシミュレーションを行い、生成されたネットワークと実際の企業間取引ネットワークの統計的性質を比較することで、推定した合併確率および改定したモデルの妥当性を示す。さらに、合併確率のパラメータの時間依存性が企業の系に与えた影響を把握するために、複数の合併確率のパラメータを想定して改定モデルのシミュレーションを行い、ネットワークの生成過程を観測する。このとき、ほとんど全てのリンクと接続するノード(ゲルノード)が系に出現したり削除されたりするような不安定性が、パラメータサイズに依存して出現することを数値的に示す。</p> <p>第4章「複雑ネットワークの生成過程における不安定性の解明」では、ノードの生成・消滅・凝集の素過程を踏まえた複雑ネットワークの生成過程における不安定領域を、ゾルーゲル転移現象に着目して解析し、動的な相図を作成する。そしてこの不安定領域の、ノードの生成および凝集過程における優先的選択の強さへの依存性を明らかにする。具体的には、改定モデルにおける次数kの確率密度の時間発展を考慮したマスター方程式を立て、系がゲル化する転移点を解析基準としてこれを解くことで、系のゲル化条件を解析的に求める。そして、系のゲル化条件を決定するパラメータとして導出された、ノードの新規参入時の優先的接続指数λと凝集確率のパラメータα、βについて、膨大な組み合わせのパラメータセットを用いてシミュレーションを行うことにより、導出された解析解の妥当性を示す。同時に、企業の系を想定したシミュレーションを行うことにより、大規模企業データの統計解析により推定された各モデルパラメータの時間変化が企業の系の不安定性にもたらした影響について議論する。</p> <p>第5章「企業連鎖倒産現象への応用」では、本研究で改定した複雑ネットワークの生成モデルに対して、企業の系に発生する他問</p>			

題への応用可能性を検証するため、企業連鎖倒産に着目した統計解析を行う。まず、2006年から2015年に発生した約50,000件の企業連鎖倒産データを解析する。具体的には、最初の倒産から連鎖して倒産した企業群を連鎖糖鎖クラスターと定義し、このサイズ分布の時系列変化を観測する。そして、連鎖倒産確率を実証的に推定し、改定モデルに組み込み、シミュレーションを行う。このとき、実際の連鎖倒産クラスターサイズ分布と同様の分布がシミュレーションにより再現できるかどうかを検証することで、推定した連鎖倒産確率の妥当性と改定モデルの応用可能性を示す。さらに、連鎖倒産確率のパラメータの時系列変化を解析することで、連鎖倒産の視点からみた企業の系の頑健性の時系列変化を示すとともに、分岐過程の平均場理論を用いて企業の系の臨界性を連鎖倒産の視点から議論する。

第6章「結論」では、本論文をまとめるとともに、今後の展望を述べる。

備考：論文要旨は、和文2000字と英文300語を1部ずつ提出するか、もしくは英文800語を1部提出してください。

Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

(論文博士)

論 文 要 旨 (英 文) (300語程度)

(Summary)

報告番号	乙 第 号	氏 名	後藤 隼人
<p>The thesis is composed of six chapters.</p> <p>In the first chapter, we take a general view of the studies of evolving complex network and its application to firm ecosystem. We explain the aims of this study and the structure of this thesis.</p> <p>In the second chapter, we introduce time-series firm data used in this study. The analyses for 20 years from the viewpoint of the metabolism of scale-free network evolution are shown as characteristics of Japanese inter-firm networks.</p> <p>In the third chapter, we derive empirical laws by applying methods and concepts of aggregation dynamics of aerosol physics. The merger probability is formulated by firm interaction between the pair of firms; it is proportional to the product of α-th power of the size of the acquiring firm and β-th power of that of their targets. On the basis of this, we develop the model of evolving complex network undergoing annihilation, creation, and coagulation of nodes and simulate this for evaluating the instability of generation processes of Japanese inter-firm networks by Monte Carlo method.</p> <p>In the fourth chapter, we develop master equation of the model and solve this analytically and numerically. The dynamical phase diagram of the complex network is found to exhibit two regimes controlled by the combined effect of preferential attachment for initiator and target nodes during coagulation and for link assignment to new nodes. The first regime exhibits smooth dynamics and power law degree distributions. In the second regime, giant degree nodes and gaps in the degree distribution are formed intermittently.</p> <p>In the fifth chapter, we derive a stochastic function of risk propagation empirically from comprehensive data of chain-reaction bankruptcy events in Japan and apply it to the model we developed in the third chapter. The same as the merger case, the probability of chain-reaction bankruptcy is formulated by firm interaction between the pair of firms.</p> <p>In the sixth chapter, we summarize the study and discuss the future work.</p>			

備考：論文要旨は、和文2000字と英文300語を1部ずつ提出するか、もしくは英文800語を1部提出してください。

Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).