

令和 5 年 6 月 12 日現在

機関番号：32665

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K01754

研究課題名（和文）金融証券市場のネットワーク構造を考慮した信用連鎖リスクの研究

研究課題名（英文）A study on credit contagion risk considering network structures of financial markets

研究代表者

菅野 正泰（KANNO, Masayasu）

日本大学・商学部・教授

研究者番号：00551061

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：金融証券市場のネットワーク構造の解明と信用連鎖リスク分析手法の開発を行った。まず、不動産投資法人向けシンジケートローン市場分析では、ネットワークモデルとストレステスト手法を開発し、ショックに対する適切なリスク管理の重要性を示した。次に、新型コロナウイルス感染症拡大による市場・企業・ソブリンの連鎖リスクを分析し、同感染数理モデルの開発により、感染拡大と東証株価指数が逆相関にあることを示した。最後に、ESGリスク要因が企業の信用リスクに与える影響度を分析し、リスク要因の中には、必ずしも企業の信用リスク削減に貢献しないものがあることを発見した。研究成果として、査読付国際学術誌に4編掲載した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

金融証券市場は、世界金融危機の経験を踏まえ、相互連関性によりもたらされるリスクの管理を強化してきたが、今次新型コロナウイルス感染症危機により、感染症という外的要因により、市場・企業は金融ネットワークを介したリスクの増高に見舞われた。本研究は、株式市場・シンジケートローン市場等における相互連関性がもたらす信用連鎖リスクを、複雑ネットワーク理論を使い計量分析し、借入れ企業の財務的困難が貸し手金融機関の財務健全性に及ぼす影響、およびネットワークを介した他の金融機関・投資家に及ぼす影響を解明した点で学術的貢献をした。

研究成果の概要（英文）：We explored the network structures of financial markets and developed credit contagion risk analysis methodologies. First, in the analysis of the J-REIT syndicated loan market, we developed a network model and a stress test methodology and showed the importance of appropriate risk management against shocks. Next, we analyzed the contagion risk pertaining to markets, firms, and sovereigns, caused by the infection spread with the novel coronavirus disease, and by developing a mathematical model of the infection, showed that the infection spread and the Tokyo Stock Price Index are inversely correlated. Finally, we analyzed the impact on firm credit risk of ESG risk factors classified into ten categories and found that some risk factors do not necessarily contribute to firm credit risk reduction. Four papers have been published in peer-reviewed international journals.

研究分野：ファイナンス

キーワード：信用リスク 複雑ネットワーク 金融証券市場 シンジケートローン 新型コロナウイルス感染症（COVID-19） SIRDモデル 多変量DCC-GARCHモデル ESG

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

## 1. 研究開始当初の背景

世界金融危機では、RMBS(住宅ローン担保証券)やABS-CDO(RMBSなどを原資産とする債務担保証券)などサブプライム関連商品のみならず、他の証券までも流動性が枯渇し、金融証券市場は機能不全に陥った。これは、証券化商品の登場で市場型間接金融が進展し、実体経済と株式市場・信用デリバティブ市場など金融証券市場が相互関連した結果である。この相互関連性がもたらす信用連鎖リスクを、複雑ネットワーク理論を用いて計量分析する。

国際金融規制上、金融証券市場に甚大な影響を及ぼす、グローバルなシステム上重要な銀行(G-SIBs)が世界で29行(2018年11月現在)指定された。G-SIBsが危機に陥った場合、株主および債権者が損失負担する資本再構築の枠組みとして、総損失吸収力(TLAC)規制が、2019年3月末より実施されている。また、複雑なリスクを内包する信用デリバティブや証券化商品には、規制上、従来よりも重い規制が敷かれ、信用連鎖リスクに対する対策が実施されている。他方、事業会社の財務的困難は、金融証券取引ネットワークを介して他の企業や金融機関に連鎖する。とりわけシンジケートローンは、一企業の融資に複数の金融機関が参加し、複雑なネットワークを形成しており、その一部は金融機関のみならず機関投資家に転売され、ネットワークを介してリスクが伝播、そのショックが強い場合には連鎖破綻に至る。

信用連鎖リスクをもたらし相互関連性の研究は、「相関」に基づく従来のファイナンス分析では、リスク連鎖の方向やエクスポージャーの規模、あるいは金融証券の取引構造の把握が困難である。近年、欧米のファイナンス研究者を中心に複雑ネットワーク理論のファイナンス分析への応用が行われている。一方、分析未対応の市場が多く残されており、規制当局のマクロプルーデンス政策や金融機関・事業会社のリスク管理に貢献するモデルの開発も途上である。金融機関・事業会社の抱える信用リスク管理上の課題解決の手段を提供し、併せて、わが国経済および金融システムの付託にどのように応えるかが、本研究課題の核心をなす学術的「問い」として挙げられる。

## 2. 研究の目的

本研究では、こうした学術的「問い」に答えるため、以下の2点を目的とする。

- (1) 金融証券市場のネットワーク構造の解明と信用連鎖リスク分析
- (2) 連鎖デフォルト評価モデルの開発

(1) シンジケートローン等金融証券市場のネットワーク構造を解明し、借入れ企業の財務的困難が貸し手金融機関の健全性に及ぼす影響、およびネットワークを介した他の金融機関・機関投資家に及ぼす影響を解明することを目的とする。近年、シンジケートローン市場では、国内では大企業のイメージが強いが中小企業に広がり小口化が進行し、流通市場を通じて機関投資家にも保有され、市場に蓄積されるリスク量の増嵩が懸念される。また、証券市場では、従来、リスク分散の観点で資産間の相関が考慮されるが、相関係数はリスク連鎖のメカニズムを表現することができない。これに対して、本分析では、複雑ネットワーク理論により、信用リスク連鎖のメカニズムを解明可能な点で、従来のファイナンスモデル分析とは一線を画し、学術的独自性・新規性は高い。

(2) 証券の相互保有や金融取引の相互関連性がもたらす連鎖デフォルトの数理モデルを開発する。ネットワーク数理でこれまで提案されたモデルは時間進展の概念がない静的なモデルのため、デフォルト連鎖の進展が一瞬にして起こるという非現実な設定である。本研究では、時間進展する動学的モデルの開発を目的とする。このモデルは信用連鎖の研究を大きく発展させ、金融規制当局のマクロプルーデンス政策への寄与が期待される。

## 3. 研究の方法

金融証券市場の相互関連性とデフォルト連鎖モデルの開発について、複雑ネットワーク理論を援用し、計量分析する。

- (1) 金融証券市場のネットワーク構造の解明と信用連鎖リスク分析

シンジケートローンやREIT等の市場ネットワーク構造を解明し、併せて、市場の相互関連性がもたらす信用連鎖の分析を行う。殊に、シンジケートローンは、通常のローンと異なり、多くの金融機関が参加するシンジケート団を組成し、ネットワーク構造が複雑であるため、最初に取り組むべき課題とする。

シンジケートローン市場分析の視座は、市場に内在する信用リスクの計量化を行い、リスクの観点から見直すことである。具体的には、単独融資と比べたメリット・デメリットの検証、転売市場の整備による市場流動性の検証、および共通の債務者に対するローンを媒介とする信用連鎖リスクによる金融機関(銀行・保険会社)の財務健全性への影響の3点である。

なお、金融機関の信用集中リスク管理の観点では、シンジケートローンにより、特定の企業や

業種への融資の集中を回避することが可能であり、更に近年流通市場が整備されてきた。

【データ】ネットワーク構造分析のために、投資家・金融機関別の保有債権（証券・ローン）毎のエクスポージャー明細データが必要である。2015年までは、明細データが入手できない場合であっても、Upper(2011)の情報理論を応用した手法により、「投融資先別に合算された取引残高データを分解して、投融資先別エクスポージャーを推定する方法」が受け入れられていたが、2016年以降、この手法によるデータは、推定精度の観点から上位の国際ジャーナルに受け入れられなくなった。したがって、本研究では投融資先別エクスポージャーのデータ整備が必要である。調査の結果、シンジケートローンデータに関しては、Loan Pricing Cooperation (LPC) データベースから、また、証券データは、Refinitiv社のDatastreamデータベース等から入手する。

【分析方法】ネットワーク構造を調べる手段として、ネットワーク密度などネットワーク統計量の他、グラフ理論や中心性指標が挙げられる。中心性指標には、取引先（証券保有先）数を表す次数中心性や、どの企業がネットワークの要であるかを表す媒介中心性など、数多くの指標が提案されている。また、パネル分析で、信用リスクの代替変数として、債権者のデフォルト確率やローン・スプレッドなどを目的変数として、また中心性指標をコントロール変数として、信用連鎖の可能性を分析する。

#### (2)金融工学とネットワーク数理を応用した連鎖デフォルト評価モデルの開発

パーコレーション（「浸透」を意味する）という空間構造を有するが、時間の概念がない静的な確率モデルがネットワーク数理で提案されている。一瞬にして延焼してしまうイメージである。このモデルを使うと、信用連鎖が一瞬にして起こるため、いわゆる「ドミノ倒し」のような時間差効果が表現できない。そのため、ファイナンス数理手法と併せ、デフォルト連鎖が時間進展するモデルの開発を行う。

【データ】国内外の金融証券取引データとして、Bloombergを使用する。

【分析方法】グラフ理論や中心性指標により、ネットワーク構造を分析する。デフォルト連鎖リスクの計量化には、Furfine(2003)のアルゴリズムが有用である。REITや海外証券市場の分析には、下記[1][3][4]の手法が参考になる。また、取引ネットワークを連結の強さに応じて、サブネットワークに分解する方法として、[2]の最小全域木アルゴリズムが役に立つ。

[1]Kanno, M., 2015. Assessing systemic risk using interbank exposures in the global banking system. *Journal of Financial Stability*. 20, 105-130.

[2]Kanno, M., 2019. Network structures and credit risk in cross-shareholdings among listed Japanese companies. *Japan and the World Economy*. 49, 17-31.

[3]Kanno, M., 2020. Interconnectedness and systemic risk in the US CDS market. *The North American Journal of Economics and Finance*. 54, 100837.

[4]Kanno, M., 2020. Credit risk assessment in real estate investment trusts: A perspective on blockholding and lending networks. *International Review of Financial Analysis*. 71, 101556.

## 4. 研究成果

### (1) 不動産投資法人向けシンジケートローン・ネットワークのリスク連鎖分析

この研究では、日本の不動産投資信託（J-REITs）向けシンジケートローン市場という、複雑な取引構造を有し相互連関性に富む市場における信用リスクとシステムック・リスクを分析した。シンジケートローン市場関連の既存研究は、シンジケートローン市場の様々な面について調査しているが、当該市場の金融ネットワークとリスク・レジリエンス（強靭性）の視点を考慮した研究はほとんど存在しない。このギャップを埋めるために、本研究では、信用エクスポージャーあるいはユークリッド距離を使ったネットワーク分析を行い、また、Furfine(2003)のアルゴリズムを拡張して、マクロストレステストを実施した。この分析結果から、日本の主要銀行、大手地方銀行、およびJ-REITsは、次数中心性の観点で重要な役割を果たすことが判明した。加えて、ストレステストの分析結果は、2021年末時点のシンジケートローン残高をベースとすると、貸出金融機関のデフォルト連鎖を生起するJ-REITのデフォルトは存在しないと示している。総じて、この研究は、2モード・シンジケートローン・ネットワークにおいて、借入人から貸付人に対するリスク連鎖と同様に相互連関性を評価する実効的な方法論を提示する。

### (2) 日本企業における新型コロナウイルス感染症のリスク連鎖分析

新型コロナウイルス感染症(COVID-19)は、人類史上最悪のパンデミックの一つであると言われていたが、この研究では、日本企業に対する連鎖効果を評価し、2020年4月7日から2020年5月25日までの間の政府のCOVID-19対策を評価した。この研究では、COVID-19のsusceptible-infected-recovered-dead(SIRD)モデルを提案し、本邦向けCOVID-19モデルのパラメータを導出する。その後、相関ベースネットワーク分析と信用リスク分析を通して、COVID-19の日本企業への影響を分析した。主な発見事項は、TOPIX（東証株価指数）はCOVID-19感染拡大と反対方向に動き、COVID-19パラメータは、当該期間中、企業の信用リスクにインパクトを与える、ほぼ唯一のリスクファクターであることが判明した点である。最終的に、本研究で実施した

COVID-19 感染ネットワークと金融ネットワーク間の相互関連性分析は、既存のパンデミックリスク管理に貢献する。

(3) 動的条件付相関アプローチによる日本の主要産業に対する新型コロナウイルス感染症の影響度評価

この研究では、COVID-19 の感染者が日本の株式市場に与える影響を評価した。2020 年 10 月 30 日現在、国内の累計感染者数は 10 万人を超え、COVID-19 は日本の生活様式と経済の両方に大きな影響を及ぼした。最初に、業種別かつ都道府県別の合成株価指数を作成し、感染者の増加が中核都道府県の産業や企業に与える影響を分析した。次に、Engle (2002)の動的条件付相関係数型多変量 GARCH モデルを使用して、合成株価指数のリターンと新型コロナウイルス感染症感染者数の増加との間の動的条件付相関を分析した。この研究は、地域経済と COVID-19 の共存という観点から金融研究に貢献した。

(4) 新型コロナウイルス感染症危機下におけるソブリンデフォルトリスクの評価

この研究では、2020 年の COVID-19 危機下にある G7+5 諸国 (G7 とスペイン、ポルトガル、中国、オーストラリア、および南アフリカ) のソブリンデフォルトリスクを評価した。第 1 に、ソブリン CDS (クレジット・デフォルト・スワップ) スプレッドとコンスタント・マチュリティ・トレジャリーイールドからソブリンデフォルト確率 (PD) とハザード率を導出した。カナダ、中国、および南アフリカを除くすべての国で、リスク中立の PD カーブとハザード率カーブは、第 1 波の早い段階でピークに達したことが判明した。第 2 に、信用リスクプレミアムの変動を評価したところ、信用格付が Aa から Ba の範囲内の低水準で変動していることが判明した。第 3 に、危機時のパネルデータ (COVID-19 関連新規死者数、財政支出、株価指数と VIX、およびマクロ経済変数の国別日次データ) を使い、ロジスティック回帰モデルにより、ソブリンデフォルトリスクに対する COVID-19 危機の影響を評価した。このモデルは、COVID-19 による新規死者数と関連財政政策がソブリンのデフォルトリスクに大きく寄与していることを示した。第 4 に、メトリック距離に関連付けられた 2 つの相関ベースのネットワークを調査分析した。ソブリンデフォルトリスクのネットワークでは、加重次数中心性の観点で、当該ネットワークの中心にある国が、経済活動を通じて他の諸国に影響を及ぼすことが判明した。最終的に、この研究は、パンデミック下でのソブリンデフォルトリスク管理に関するファイナンス研究に貢献する。

(5) ESG パフォーマンスが企業の信用力に与える影響の分析

この研究では、企業の E (環境)・S (社会)・G (ガバナンス) に対する各種取り組み成果としての ESG パフォーマンスが、実際に企業の信用力向上に寄与するか否かについて定量分析した。この目的を達成するために、1 社 1 つに集約された ESG スコアではなく、10 のカテゴリー毎に算定されたスコア (10 のカテゴリーは次のとおり。E のカテゴリー: 排出権、イノベーション、資源利用、S のカテゴリー: コミュニティ、人権、製造物責任、従業員、G のカテゴリー: CSR 戦略、経営陣、株主) のデータを使用した。カテゴリー毎の ESG スコアが付与されている日本企業を対象としてデフォルトリスク要因を選択するために、操作変数と 2 段階最小二乗法を考慮する場合 (企業の財務リスク評価を通して、ESG 要因が「間接的に」企業のデフォルトリスクに影響を与えるケースを想定) と考慮しない場合 (ESG 要因が「直接的に」企業のデフォルトリスクに影響を与えるケースを想定) の 2 つのロジスティック回帰分析法を開発した。分析の結果、ESG パフォーマンスは、企業のデフォルトリスク予測に関して、より長期的な予測に大きく貢献することが示された。特に、ESG 関連活動は企業のデフォルトリスク削減に必ずしも寄与するわけではないということが判明した。全体として、この研究の貢献は、ESG 経営を実践する企業、貸出金融機関、および投資家などの関連主体に実効的な信用リスク分析法を提供した点にある。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 4件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Kanno Masayasu	4. 巻 58
2. 論文標題 Risk contagion of COVID-19 in Japanese firms: A network approach	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Research in International Business and Finance	6. 最初と最後の頁 101491 ~ 101491
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ribaf.2021.101491	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kanno Masayasu	4. 巻 58
2. 論文標題 Assessing the impact of COVID-19 on major industries in Japan: A dynamic conditional correlation approach	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Research in International Business and Finance	6. 最初と最後の頁 101488 ~ 101488
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ribaf.2021.101488	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kanno Masayasu	4. 巻 115
2. 論文標題 Exploring risks in syndicated loan networks: Evidence from real estate investment trusts	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Economic Modelling	6. 最初と最後の頁 105953 ~ 105953
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.econmod.2022.105953	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 菅野 正泰	4. 巻 28
2. 論文標題 新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) が金融市場に及ぼすリスクの分析	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ゆうちょ資産研究	6. 最初と最後の頁 1 ~ 30
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kanno Masayasu	4. 巻 3772135
2. 論文標題 Sovereign default risk valuation using CDS spreads: Evidence from the COVID-19 crisis	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 SSRN Electronic Journal	6. 最初と最後の頁 1~23
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2139/ssrn.3772135	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 菅野 正泰	4. 巻 2020年夏号
2. 論文標題 新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) の主要都市経済に与える影響度の合成株価指数による分析	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 季刊 個人金融	6. 最初と最後の頁 94~105
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kanno Masayasu	4. 巻 55
2. 論文標題 Does ESG performance improve firm creditworthiness?	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Finance Research Letters	6. 最初と最後の頁 103894~103894
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.frl.2023.103894	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計9件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 8件)

1. 発表者名 Kanno Masayasu
2. 発表標題 Sovereign default risk valuation using CDS spreads: Evidence from the COVID-19 crisis
3. 学会等名 2021 Virtual Conference: Frontiers in Credit Risk (Annual Event of Finance Research Letters) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kanno Masayasu
2. 発表標題 Sovereign default risk valuation using CDS spreads: Evidence from the COVID-19 crisis
3. 学会等名 International Banking and Finance Society, IFABS 2021 Oxford Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kanno Masayasu
2. 発表標題 Sovereign default risk valuation using CDS spreads: Evidence from the COVID-19 crisis
3. 学会等名 International Risk Management Conference 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kanno Masayasu
2. 発表標題 Sovereign default risk valuation using CDS spreads: Evidence from the COVID-19 crisis
3. 学会等名 Vietnam Symposium in Banking and Finance, 2021 Online Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kanno Masayasu
2. 発表標題 Risk contagion of COVID-19 on Japanese stock market: A network approach
3. 学会等名 Modern Risk Society, 2020 CIRF & CFRI Joint Conference (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 菅野 正泰
2. 発表標題 Risk contagion of COVID-19 on Japanese stock market: A network approach
3. 学会等名 日本ファイナンス学会 第2回秋季研究大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kanno Masayasu
2. 発表標題 Risk analysis of the market for syndicated loans to real estate investment trusts
3. 学会等名 Asia-Pacific Risk and Insurance Association, 26th Annual Conference (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kanno Masayasu
2. 発表標題 Exploring risks in syndicated loan networks: Evidence from real estate investment trusts
3. 学会等名 24th International Conference on Computational Statistics (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kanno Masayasu
2. 発表標題 Sovereign default risk valuation using CDS spreads: Evidence from the COVID-19 crisis
3. 学会等名 International Society for the Advancement of Financial Economics, ISAFE 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年



〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------