## J-REIT 向けシンジケートローン市場のネットワーク分析

## 日本大学商学部教授 菅 野 正 泰

## 一 目 次 一

- 1 はじめに
- 2 文献レビュー
  - 2.1 シンジケートローン市場
  - 2.2 REIT 市場
  - 2.3 金融ネットワークとレジリエンス
- 3 ネットワーク分析
  - 3.1 シンジケートローン市場ネットワーク における役割とデータ
  - 3.2 ネットワーク分析の方法論と結果
    - 3.2.1 信用エクスポージャーベース・ア

## 1 はじめに

過去10年間、シンジケートローンは、主にわが国の不動産投資信託(J-REIT)向けー融資手段として成長してきた。J-REIT は東京証券取引所に上場され、投資法人として設立された会社型クローズドエンド型ファンド<sup>(1)</sup>である。J-REIT は、米国やその他の国のREIT と比較して、当期純利益の90%超を分配するなど一定の条件を満たせば、法人税免除となる仕組みのため、収益がほぼそのまま分配金として配分され、内部留保を積み上げることができない。よって、資産運用業務や財務健全性維持のために外部資金調達に頼らなければならないという特徴がある。外部資金調達は、3つのタイプ、すなわち、(a)投資

プローチ

- 3.2.2 ユークリッド距離ベース・アプローチ
- 3.2.3 次数中心性
- 3.2.4 近接中心性
- 3.2.5 固有ベクトル中心性
- 3.2.6 HITSハブ中心性
- 3.2.7 媒介中心性
- 4 結 論

証券の発行、(b)金融機関借入、および(c)投資法人債の発行に分類することができる。外部資金調達の主な目的は、(a)の場合は公募増資、(b)と(c)の場合は物件(または不動産信託受益権)の追加取得と債務返済である(Kanno, 2020)。

(a)に関して、現在、J-REIT 市場は米国に次いで世界第2位である。2001年9月の初上場以降、J-REIT の数は徐々に増加し、J-REIT 市場は2007年まで大幅に拡大した。しかしながら、2007年~2008年の世界金融危機や、2011年の東日本大震災のおかげで、J-REIT 市場は景気後退に直面し、停滞局面を迎えた。この間、J-REIT はシステミックリスクの顕在化につながった可能性があり、Kanno (2020) は、世界金融危機の影響がJ-REIT 市場に波及したことを強調した。

これに対して、(b)に関して、J-REIT 投資

法人は、その貸付人金融機関(銀行および保険会社)にとって信用リスクのソースであり、また、市場におけるシステミックリスクの潜在的なソースである。特に、2014年末の時点で、シンジケートローンの借入を行ったJ-REIT 投資法人全社の総負債合計金額に占める当該法人全社のシンジケートローン残高の割合は24%を超えた(著者の計算;データソース:Refinitiv Loan Pricing Corporation (LPC) および Datastream) (2)。

また、信用リスクの増嵩要因の一つとして、1999年の「特定融資枠契約に関する法律」(特定融資枠契約法)の施行を主なきっかけとして、企業向けシンジケートローン市場が拡大してきた点が挙げられる。当該法律は、融資枠(コミットメントライン)手数料は、利息制限法と出資法の「みなし利息支払い」には該当しないという条項を含む。2001年に特定融資枠契約法は改正され、この条項は投資法人にも適用された。

シンジケートローンの学術研究にフォーカスすると、既存研究では、シンジケートの構成 (Lim et al., 2014)、エージェンシー問題 (Dennis and Mullineaux, 2000)、およびローンスプレッド (Delis et al., 2021) が主な研究テーマである。一方、リスクの伝播は、未着手のテーマといってもよく、シンジケートローン・ネットワークのネットワーク構造を分析する必要がある。しかしながら、シンジケートローン市場のネットワーク構造についてはほとんど知られておらず (Champagne, 2014)、さらに、著者の知る限り、REIT のシンジケートローン・ネットワークに関する研究はこれまで発表されていない。

したがって、この研究は、J-REIT のシンジケートローン・ネットワークに潜在するリスクの管理に関する新しい洞察を提供することを目的とし、2013年度から2020年度までのJ-REIT 向けシンジケートローンの市場における相互連関性と信用リスクを評価する。

まず、本研究は、J-REIT のシンジケート

ローン市場のネットワーク構造を、次数中心 性、近接中心性、固有ベクトル中心性、ハ イパーリンク誘導トピック検索(HITS)ハ ブ中心性、および媒介中心性など各種ネッ トワーク中心性指標を利用して調査する (Jackson, 2010; Kanno, 2015, 2019, 2020). このネットワーク分析は、Refinitiv LPCの DealScan データベースで提供される J-REIT 投資法人向けシンジケートローンの契約残高 のデータセットを使用する。このデータセッ トは I-REIT 投資法人向けローン取引の全て をカバーしている。さらに、ローン(すなわ ちディール) 間のユークリッド距離に基づく 相互連関性に焦点を当てた補完的なネットワ ーク分析を行う。この分析では、ユークリッ ド距離を用いたローン間の類似度の考え方に 基づいて相互連関性を調べる。

2節は、シンジケートローンと REIT 市場における感染リスク関連の分析と、各種金融ネットワークの相互連関性とレジリエンスに関連する文献をレビューする。 3節は、シンジケートローン・ネットワーク分析を行う。 4節は結論を述べる。

## 2 文献レビュー

本節では、シンジケートローン市場、REIT 市場、および金融ネットワークとレジリエン スに関する文献をレビューする。

## 2.1 シンジケートローン市場

ここ数十年でシンジケートローン市場に関する多くの研究が発表されたが、当該市場のネットワークまたはリスク感染に関連する研究に焦点を当てる。

Godlewski et al. (2012) によると、フランスのシンジケートローン市場は、いわゆるスモールワールドのネットワークであり、高いローカル密度と貸付人間の社会的距離が短いことを特徴としており、貸付人の経験と評判がローンスプレッドの削減に重要な役割を果

たすという。Champagne (2014) は、シンジケートローンの貸付人の国際ネットワークの記述的分析を行い、貸付人のネットワークが近接性とクラスタリングによって特徴付けられるスモールワールドの構造を有することを示した。Godlewski et al. (2012) およびChampagne (2014) の研究から、多くのシンジケートローン・ネットワークが、スモールワールドの特徴を有することがわかる。

Wu et al. (2013) は、潜在的な貸付人間の 相互作用が、シンジケートローン市場におけ る情報カスケードを介して、契約条件にどの ように影響するかを調査した。彼らの経験的 テストは、モデルの予測と貸出条件に対す るカスケード効果の存在を確認した。Gatev and Strahan (2009) は、シンジケートロー ンのリスクを信用リスク、市場リスク、およ び流動性リスクに分解し、これらのリスクが シンジケート構造をどのように形成するかを テストした。最近、Hassan et al. (2021) は、 COVID-19パンデミック時のグローバル・シ ンジケートローンの価格設定を調査し、貸付 人の COVID-19に由来するエクスポージャー によるボラティリティの増加に対応して、ロ ーンスプレッドが上昇したことを発見した。

## 2.2 REIT 市場

複数の研究は、世界金融危機時のクロスマーケットにおける不動産の感染を通じて、REIT 市場の相互連関性を調査している。Liow and Huang (2018) は、スタンダード・アンド・プアーズ (S&P) の毎週の REIT インデックスと株式市場インデックスを通じて、ボラティリティ連関性のダイナミクスを評価した。Chang and Chen (2014) は、2007年~2009年世界金融危機時に、世界のREIT リターンが連鎖したエビデンスを発見した。Kanno (2020) は、2008年度から2017年度のJ-REIT 市場と金融機関貸出市場を調査することで、J-REIT の財務変数とそのスポンサーが REIT 投資法人の信用リスクに大

きな影響を与えることを発見した。

## 2.3 金融ネットワークとレジリエンス

システミックリスクや信用リスクなど金融リスクの管理におけるネットワーク理論の適用に関する文献をレビューする。分析しやすい金融ネットワークの例は、バイラテラルな(双方向的)エクスポージャーを特徴とするインターバンク市場ネットワークであり、当該ネットワークでは、一般に双方の銀行は貸付人かつ借入人となる。ここで、金融ネットワークの研究は2つのアプローチを採用している。

1つ目のアプローチは、ショックに対する金融ネットワーク構造の反応を観察することにより、感染経路の強さとネットワークのレジリエンスを評価する。ショックの導入により、「取引相手のデフォルト」などの特定の伝播メカニズムを想定する。Alves et al. (2013) は、このアプローチを「動的ネットワーク分析」と呼んでいる。Elsinger et al. (2006)、Cocco et al. (2009)、およびHaldane and May (2011) は、ネットワーク分析で感染の影響を分析した。

2番目のアプローチは、トポロジー指標を使用してネットワーク構造を記述する。多くの場合、これら指標をネットワーク理論に基づくモデルグラフに関連付ける。このアプローチは、ネットワーク内の衝撃伝播メカニズムを想定せず、「静的ネットワーク分析」と呼ばれる(Alves et al., 2013)。このアプローチの例には、さまざまな研究が含まれる(Eisenberg and Noe, 2001; Boss et al., 2004; Champagne, 2014; Kanno, 2019, 2020; Deng et al., 2021; Baumöhl et al., 2022)。

## 3 ネットワーク分析

本節では、J-REIT シンジケートローン市場のネットワーク構造分析について説明する。この分析は、貸出市場における信用エク

スポージャー簿価に基づく。

# 3.1 シンジケートローン市場ネットワーク における役割とデータ

シンジケートローン市場の参加者はさまざ まである。市場には多くの重要な役割が存在 するが、ブックランナーの役割は任意である。 ブックランナーとは、シンジケーションプロ セスを調整するために借入人によって指定さ れる1ないし複数の金融機関を指す。ブック ランナーは、資金調達のストラクチャリング、 取引の設計と実施も担当する。マンデート・ リードアレンジャー (MLA) は、資金調達 業務に貢献する金額があるため、ブックラ ンナーに次いで2番目に重要な役割である。 MLA の役割は、取引のストラクチャリング を主導する銀行に与えられる。運営資金の調 達に寄与する銀行は、その財務的貢献に応じ て、それぞれリードマネージャー、リードア レンジャー、アレンジャー、および参加者の 役割を重要度の高い順に割り当てられる。

加えて、エージェントは借入人と貸付人を 中継する役割として機能し、双方に対して契 約上の義務を負う。ただし、日本ローン債権 市場協会が作成したコミットメントライン契 約書およびタームローン契約書の各雛形の第 25.1条によれば、エージェントは、契約の各 条項で指定されている以外の義務については 責任を負わないものとされている。さらに、 エージェントは、契約中は貸付人による義務 の不履行について責任を負わない。エージェ ントは貸付人の代理を務めるものとし、別段 の定めがない限り、借入人の代理を務めるこ とはない(日本ローン債権市場協会, 2019a, 2019b)。さらに、インターバンク市場とは異 なり、借入人間の与信関係はなく、貿易信用 市場とは異なり、REIT 間の与信関係もない。 そこで、信用リスク管理については、まず ローン (ディール) における貸出関係に着目 する。ネットワーク分析は、J-REIT のシン ジケートローン市場における貸出関係の相互 連関性を調べるための非常に効果的なアプローチである。これは、「エッジ」によって接続された「ノード」の集合を使用する複雑な契約ネットワークである。REITシンジケートローン・ネットワークでは、ノードはREIT投資法人または金融機関を表し、エッジはREITと金融機関の間の貸出関係を表す。

シンジケートローンのデータは、Refinitiv LPC の DealScan から取得される。このデー タベースは、現在利用可能な I-REIT 投資法 人への金融機関融資の全記録を提供する。ま た、シンジケートローンに関する金融機関(銀 行・保険会社)の役割も提供する。貸付人情 報(親会社名、社名、ID、主要な役割、追 加の役割);コミットメント、シェア(%);取 引情報 (ID、金額、有効日、通貨); トラン シェ情報(ID、種類、有効日、満期日、金額、 通貨);借入人情報(ID、名前、ティッカー、 国、主要な業界団体、SIC コード、スポンサ ー、保証人);シンジケートグループ情報(リ ードアレンジャー、ブックランナー、アレン ジャー、エージェント、リードマネージャ ー、貸付人);信用格付け情報(ムーディーズ、 S&P); ベース/参照レート、およびマージン (bps)。データベースには、「ディール金額」 と「トランシェ金額」が蓄積されている。た だし、貸出先別の貸出額は含まれていないた め、トランシェ額を貸出先数で除して算出さ れる。

表1からわかるように、データセットに含まれる投資法人の借入金全体に占めるシンジケートローンのシェアは2014年にピークを迎え、その後も9%を超える高いシェアを維持している。表2は、REIT向けシンジケートローンの用途を示す。主な目的は不動産ローンおよび一般目的/リファイナンスであり、副次的な目的は企業買収である。表3は、シンジケートローン・ネットワークの統計を示す。貸付人の数は、2020年の世界的なCOVID-19危機の直前に着実に増加してい

る。この期間のディール当たりの貸付人の数 は、6.655~15.328の範囲である。ディール 当たりのトランシェ数は1.512~2.311であ る。したがって、シンジケートローン全体に 占める REIT 関連の案件の割合は3.1~4.4% である。

さらに、財務データは、上場金融機関(銀 行および損害保険会社) については、eol デ ータベースから取得され、また、非上場金融 機関(一部の銀行と損害保険会社、およびほ とんどの生命保険会社)については、各社の 決算書から取得される。

表 1 J-REIT の総負債に対するシンジケートローン負債の比率

年度	シンジケートローン (億円)	REIT の負債総額 (億円)	シンジケートローン のシェア
2013	617	3,343	0.185
2014	1,007	3,858	0.261
2015	940	4,269	0.220
2016	906	4,787	0.189
2017	696	5,207	0.134
2018	960	5,730	0.168
2019	751	6,106	0.123
2020	594	6,424	0.092

表 2 REIT 向けシンジケートローンの用途(2013年度から2020年度までの累計)

用 途	トランシェ数	ディール数
買 収	14	6
一般的用途	182	102
一般目的/リファイナンス	374	217
設備投資	16	5
不動産ローン	461	223
運転資本	29	20
合 計	1,076	573

表3 シンジケートローン・ネットワークの統計

年度	貸付人数	ディール数	トランシェ数	全業界のシンジケート ローンディール数	ディール当たりの 貸付人数	ディール当たりの トランシェ数	REIT シェア
2013	386	58	88	1,874	6.655	1.517	0.031
2014	645	86	130	1,966	7.500	1.512	0.044
2015	718	89	143	2,018	8.067	1.607	0.044
2016	900	74	142	2,018	12.162	1.919	0.037
2017	935	61	141	2,025	15.328	2.311	0.030
2018	908	69	149	1,906	13.159	2.159	0.036
2019	911	74	170	1,790	12.311	2.297	0.041
2020	705	65	131	1,885	10.846	2.015	0.034

注:REITシェアは、REIT業界全体の案件数の全業界に対する割合。

## 3.2 ネットワーク分析の方法論と結果

信用エクスポージャーベースのアプローチを基本的な方法論として導入し、ユークリッド距離アプローチを補完的な方法論として導入する。

# 3.2.1 信用エクスポージャーベース・アプローチ

まず、信用エクスポージャーベースのアプローチについて説明する。このアプローチは、投資法人を借入人とし、金融機関を貸付人とする貸出関係に基づく。この貸出関係は、信用エクスポージャーによって表される(図1(a))。

この研究では、以下に定義する信用エクスポージャー行列を使用して、2013年度から2020年度までのネットワーク指標とエンティティごとの中心性指標を計算する。ネットワークサイズは、ローンネットワークのリンクの総数を示し、2013年度の249までの範囲にある。また、2013年度から2019年度までのリンク総数の平均は197.9、標準偏差は45.7である(表4参照)。

Xを信用エクスポージャー行列とすると、

行列Xは貸出関係を表し、

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & \cdots & x_{nn} \end{bmatrix} \tag{1}$$

となる。ここで、 $x_{ij}$ は投資法人 $_i$ の融資金融機関 $_j$ に負う、任意の時点におけるエクスポージャー残高を示す。行 $_i$ 全体の合計は、シンジケートローンの借入債務の合計エクスポージャー残高を与える。列 $_j$ の合計は、シンジケートローン資産の合計エクスポージャー残高を与える。したがって、行列 $_X$ は非対称である。

分析には、シンジケートローンのエクスポージャー行列の貸出関係に関するデータが必要であるため、本研究では、付録1の表9に記載されているエンティティごとの詳細を利用する。ここで、4つの代表的なネットワーク中心性指標として、次数中心性、近接中心性、固有ベクトル中心性、およびHITSハブ中心性を選択する<sup>(3)</sup>。各中心性指標による分析の詳細は、3.2.3節~3.2.6節で後述する。なお、2013年度から2020年度までの各中心性指標の平均と標準偏差を表4に示す。

表 4	ネットワー	クのサイズと中心	・性指標の記述統計量
25 7	ヤノドノ	7 V 7 1 M C T 6	

	平 均	標準偏差
ネットワークサイズ (E)	197.9	45.7
次数中心性(E)	3.2958	4.9623
近接中心性(E)	0.2156	0.4076
固有ベクトル中心性 (E)	0.0718	0.1824
HITS ハブ中心性(E)	0.0392	0.0823
媒介中心性 (D)	8.9061	14.4543

注:対象期間は2013年度から2020年度。次数中心性、近接中心性、固有ベクトル中心性、およびハイパーリンク誘導トピック検索(HITS)ハブ中心性は、エッジが信用エクスポージャーのローンネットワークに対する数値であり、一方、媒介中心性は、エッジがユークリッド距離指標のネットワークに対する数値である。カッコ内のEとDは、それぞれ、エッジが信用エクスポージャーとユークリッド距離指標であることを示す。

#### (a) ディール1 ディール3 トランシェ1-1 (トランシェ2-1 トランシェ3-1 トランシェ1-2 (Le<sub>1</sub>) (Le2 (Le<sub>3</sub>) (Le<sub>4</sub> (Le<sub>5</sub>) (Le<sub>6</sub> (Le (Le<sub>8</sub>) (Le<sub>9</sub>)←貸付人 (b) ·(Le<sub>1</sub>) Le<sub>2</sub>) Le<sub>5</sub> Le Lea Le<sub>7</sub> Le<sub>4</sub>

## 図1 シンジケートローン・ネットワークの概念図

注: $Le_1 \sim Le_9$ は貸付人、ディール $1 \sim$  ディール $1 \sim$  ディール3はシンジケートローンである。ディール1は、2つのトランシェから構成され、一方、ディール2とディール3は、それぞれ1つのトランシェで構成される。グレー色の貸付人1、貸付人5、および貸付人8はブックランナーを兼務し、白色の貸付人は、その他の参加者である。つまり、トランシェ 1-1のブックランナーは貸付人1と貸付人5、トランシェ 1-2のブックランナーは貸付人5、トランシェ 1-10ブックランナーは10 と10 と11 と12 と13 と13 と14 に対している。ブックランナーは、貸付人の役割に加えて、エージェント、14 にはアレンジャーのポストを兼務することがある。

パネル(a): REIT1~REIT3と貸付人1~貸付人9に対応するディール1~ディール3の2モードネットワークを表す。 すべての実線矢印は、借入人から貸付人(銀行または保険会社)に向き、貸出関係を示す。(a)のエッジの ウェイトは信用エクスポージャーとして設定される。

パネル(b): 2モードネットワークの貸付人集合への1モード射影を表す。1モード射影とは、2モードネットワーク 内の1つのタイプのみのエンティティ(ここでは、貸付人)を表現して接続することで、ネットワークの 表現を凝縮したものである。3つの楕円は、パネル(a)のディール1からディール3にそれぞれ対応する。す べての点線矢印は、貸付人ペア間のユークリッド距離に基づく相互連関性を示す。パネル(b)のエッジのウェイトは、ディール間の相互連関性として設定される。

## 3.2.2 ユークリッド距離ベース・アプローチ

シンジケートローン・ネットワークにおいて、どの REIT ペアまたは貸付人ペアの間にも貸出関係は存在しないが、ユークリッド距離に基づいて、貸付人間の相互連関性を調べる。図 1(b)で 2 モードネットワークに射影する方法を示している $^{(4)}$ 。

したがって、信用リスクを評価する際に、より相関性のある決定をもたらす可能性がある類似度の考え方に基づいて相互連関性を探る。類似度は、ユークリッド距離に基づいて測定される。Cai et al. (2018) は、特定の借入人セクターへのエクスポージャーに基づい

て、2銀行間のユークリッド距離を測定した。また、Cai et al. (2018) に従い、Gupta et al. (2021) は、ローン(ディール)間のユークリッド距離を導入した。 2つのローン間の距離が小さいほど、その 2つのローンは類似していることになる。

本研究では、ユークリッド距離を総資産に対する総ローンエクスポージャーの割合として構築し、金融機関別の信用リスクエクスポージャーの尺度を作成する。総資産に対する貸出比率が高い機関は、地方銀行(59.3%)と日本政策投資銀行(DBJ)(78.7%)で、貸出比率が低い銀行は大手銀行(46.5%)、農林中央金庫や信用中央金庫などその他の銀

行(20.6%)と保険会社(8.4%)である(データソース: eol データベース)。

t年度末の総資産に対する貸付人の貸出残高の割合を $w_{l,t} \in [0,1]$ とする。時点tでの金融機関ペア $(l_1,l_2)$ 間の標準化ユークリッド距離 $w_{l_1,l_2,t}$ は、1次元ユークリッド空間上で計算され、

$$w_{l_1,l_2,t} = \frac{\left| w_{l_1,t} - w_{l_2,t} \right|}{\sqrt{2}} \tag{2}$$

と表される。ここで、式(2)の対称性により、 $w_{l,l_0l_0t} = w_{l_0l_0l_0t}$ が成立する。

時点t = FY2013, ..., FY2020で、 $K_t$ 社の金融機関と $L_t$ 件のローンを有する経済を想定し、式(2)で定義されるように、サイズ $K_t$ と( $l_1$ ,  $l_2$ )ー番目の要素が $w_{l_1,l_2}$ tである対称行列が存在すると仮定する。さらに、サイズ $L_t$ の対称行列の(i,j)ー番目の要素が $w_{i,j,t}^L$ である対称行列を構築する。これは、時点tでのローンiとローンj間の相互連関性を測定する。次に、ローンiとローンjを共有するすべての金融機関の集合を $\mathcal{K}_{i,j,t}$ と置くと、その類似度 $w_{i,j,t}^L$ は、

$$w_{i,j,t}^{L} = \frac{1}{\#(\mathcal{K}_{i,j,t})} \sum_{(l_{1},l_{2}) \in \mathcal{K}_{i,i,t}} \frac{1}{w_{l_{1},l_{2},t}}, i \neq j$$
(3)

と定義される。ここで#( $\mathcal{K}_{i,j,t}$ )は、集合 $\mathcal{K}_{i,j,t}$ で形成される貸付人金融機関ペアの数である。 $w^L_{i,j,t}$ はローン(またはディール)間の相互連関性を表す。相互連関性がない場合はゼロであり、相互連関性が強い場合は正の値が大きくなる $^{(5)}$ 。したがって、式 $^{(1)}$ の行列は、式 $^{(3)}$ で表される要素を有する。

ユークリッド距離アプローチに基づく、式(3)で表される要素を含む行列を使用した代表的な分析結果は3.2.7節で後述する。

### 3.2.3 次数中心性

ノードの次数は、ネットワーク内の相互 連関性の代理変数である。有向グラフでは、 ノードに入ってくるエッジの数を入次数 (indegree)、ノードから出て行くエッジの数を 出次数 (out-degree) と呼び、入次数と出次 数の合計を次数 (degree) と呼ぶ。

シンジケートローン・ネットワークにおける有向グラフは、あるエンティティ(ノード) 集合の負債は全て、借入人投資法人から貸付人金融機関に対するものであることを表す。 したがって、個々の金融機関は、一投資法人 との貸借関係に関して、入次数1、出次数ゼロであるのに対し、一方、個々の投資法人は、一金融機関との貸借関係に関して、出次数1、入次数ゼロとなる。

加えて、REITペアおよび金融機関ペア間の貸借関係はないので、投資法人の次数には、他の投資法人との貸借関係の数は含まれず、また、金融機関の次数には他の金融機関との貸借関係の数は含まれない。

図2は、2017年度末から2020年度末までの次数4以上に限定した有向グラフに関する4つのパネルを含む。矢印は、債務者としての投資法人から債権者としての金融機関に向く。各グラフでは、ノードのサイズは次数に比例し、エッジのサイズはシンジケートローンのエクスポージャーに比例する。グラフを見ると、2017年度末から2020年度末にかけて、一部の大手銀行(6)および大手地方銀行が、イオンリート、サムティ・レジデンシャル、MCUBS MidCity など、一部の主要投資法人向け信用リスクエクスポージャーをかなり持っていたことがわかる。

表5は、各社の次数によって測定される次数中心性に基づき、上位20社のランキングを示す。2013年度末から2020年度末までの上位20位以内に7~9銀行がランクインしている。この期間、上位の銀行は、日本のシンジケートローン・リーグテーブルでも上位にランク付けされ、図2で参照されている5大銀行グループが含まれている。その中でも、MUFJ FG、みずほ FG、および SMFG のメガバンク3社は、日本のシンジケートローン市場でブックランナーと MLA を独占してい

る。

## 3.2.4 近接中心性

近接中心性は、あるエンティティから他のエンティティまでの平均距離を測定する。  $d_{ij}$ が $_i$ から $_j$ までの測地線路の長さであると仮定する。これは、エッジの数が当該経路に沿って最小であることを示唆する。ネットワーク内のすべてのエンティティに対して平均化された、 $_i$ から $_j$ までの測地線距離は、

$$C_i = \frac{1}{n-1} \sum_{j \neq i} d_{ij} \tag{4}$$

となる。ここで、d(i,j)は、エンティティiとj間の最短経路上にあるエンティティの数である。したがって、 $d_{ij} \ge 1$ である(Jackson, 2010, p.39)。

この中心性指標は、他のエンティティから 平均してわずかに短い測地線距離だけ離れて いるノードに対して小さい値をとる。そのよ うなエンティティは、他のエンティティの情 報に、よりアクセスできるかもしれないし、 他のエンティティに、より直接的な影響を与 える可能性がある。

図3は、2013年度末から2020年度末までのデータポイント(ネットワークサイズ、近接中心性)の散布図と、最小二乗法による対数近似曲線を示す。

この指標には次の問題がある。指標の値は、最大から最小まで、やや狭い動的範囲に留まる傾向がある。ほとんどのネットワークのノード間の測地線距離 $d_{ij}$ は小さくなる傾向があり、典型的な距離はネットワーク全体のサイズに対して対数的にしか増加しない。したがって、この指標の動的範囲は小さい(Newman, 2010, p.182)。図3はこの問題を示すが、一方、近接中心性は、相互連関性を表す主要な中心性指標の1つであるといえる。

## 3.2.5 固有ベクトル中心性

固有ベクトル中心性は、次数中心性の自然

な拡張である。次数中心性は、あるエンティティのあらゆるネットワーク上の隣接エンティティに対して1つの中心性の点を与える。ただし、すべての隣接エンティティが同等というわけではない。多くの場合、エンティティのネットワーク上の重要性は、他の重要なエンティティと連結することにより増加する(Newman, 2010)。

他の中心性指標に対する固有ベクトル中心性指標の利点は、ターゲットエンティティにリンクされたエンティティの数(次数中心性)だけでなく、それらの隣接エンティティの中心性も捕捉することである。したがって、中心性スコアが他のエンティティよりも高い多くのエンティティと連結されるほど、あるエンティティの固有ベクトル中心性スコアは一層高くなる。

ネットワークgに関連付けられた固有ベクトル中心性を $C^e(g)$ とする。エンティティの中心性は、隣接するエンティティの中心性スコアの合計、すなわち、 $\lambda C_i^e(g) = \sum_j g_{ij} C_j^e(g)$ に比例する。これを行列で表現すると、

$$\lambda C^e(g) = gC^e(g) \tag{5}$$

となる。ここで、 $\lambda$ は比例係数である。したがって、式(5)から、 $C^e(g)$ はgの固有ベクトルであり、 $\lambda$ は対応する固有値である。 $C^e(g)$ の中心性は非負の値を持つ指標であるので、最大の固有値に関連付けられた固有ベクトルを使用する(Jackson, 2010)。図 4 は、この期間の固有ベクトル中心性の平均がネットワークのサイズとともに徐々に増大していることを示す。

## 3.2.6 HITS ハブ中心性

HITS ハブ中心性に関して、HITS はハブとオーソリティで構成される。Kleinberg (1999, 2000) によって開発された HITS は、グラフ内の重要なノードを識別するのに役立つリンク分析アルゴリズムである。これは、(1)ハブスコアと(2)オーソリティスコアの2つ

のスコアで構成される。あるノードのオーソ リティスコアは、当該ノードが保有する貴重 な情報量の尺度である。あるノードのハブス コアは、当該ノードが指す、非常に有益なノ ードあるいは権威あるノードの数を示す。

したがって、あるノードのオーソリティスコアが高いということは、当該ノードが多くのハブスコアの高いノードからリンクを受け、ネットワーク内で有用な情報のノードとして機能していることを示す。一方、あるノードのハブスコアが高いということは、当該ノードが多くのオーソリティスコアの高いノードを指していることを示す。

そのため、投資法人から貸付人(銀行や保険会社)への返済に関して、HITS オーソリティ中心性は、ローンネットワークにおける借入人としての投資法人の信用リスクを測定するのに適さない。一方、HITS ハブ中心性は、出次数に基づくハブスコアに関する借入人の信用リスクを考慮する指標である。よって、最も高いハブ中心性を有する投資法人が、ネットワークの中心的役割を果たす。

表6は、HITSハブ中心性によって測定された、相互連関性に基づく上位10エンティティのランキングを示す。上位10位までのエンティティは、その特性からすべて投資法人である。

## 3.2.7 媒介中心性

媒介中心性は、ユークリッド距離ベース・アプローチの枠組みで、貸付人金融機関(銀行または保険会社)の類似度を測定する。媒介中心性は、信用エクスポージャーをエッジとする有向ネットワークでは定義されない。媒介中心性により、グラフの離れた領域を連結する上で影響力の高い REIT を見つけることができる。これらの REIT は、グラフの離れた箇所を繋ぐブリッジの機能を担うため、グラフを横断するときに経路距離を短縮する上で重要な役割を果たす(Cherven, 2015)。

高い媒介中心性を有するディールは、ユー

クリッド距離ネットワークを介した情報の拡散に影響を与える可能性がある。  $\frac{bc-\min(bc)}{\max(bc)-\min(bc)}$ として定義される正規化された媒介中心性が1に近い場合、ディールAは他の2つのディールBとCを接続する最短経路のほとんどに沿ったブリッジとして機能する。一方、媒介中心性が0に近い場合、ディールAはディールBやCよりも重要度が低い(Kanno, 2015, 2019)。ネットワークにおけるディールiの媒介中心性は、

$$B(b_i) = \sum_{j < k: i \notin \{k, j\}} \frac{g_{j,k}(b_i)}{g_{j,k}} \tag{6}$$

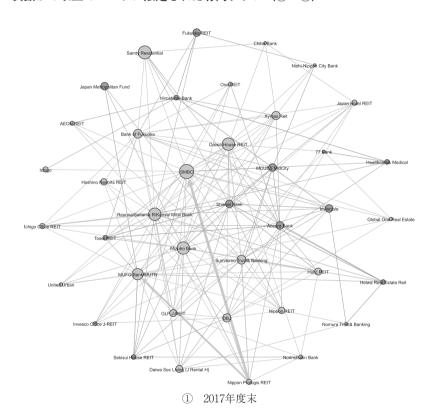
となる。ここで、 $g_{j,k}$ はディールjとkの間の最短経路数、および $g_{j,k}(b_i)$ はディールiがブリッジとして機能する場合のディールjとkの間の最短経路数である。

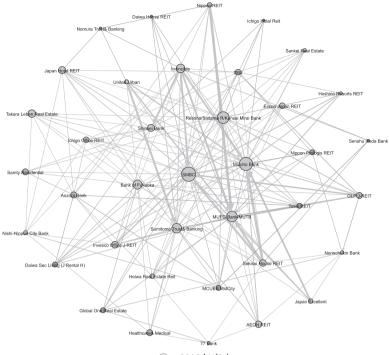
表 4 は、2013年度末から2020年度末までのユークリッド距離に基づく媒介中心性の平均と標準偏差を示す。図 5 は、2020年度末時点における、ディールと式(3)の $w_{i,j,t}^L$ として計算されるエッジを有する無向グラフを示す。このグラフは、見やすさの観点から、次数を25以上に制約した。

ディール (45、33、19) は、媒介中心性の 観点から上位3位にランクされたディールで ある。ディール45は2つのトランシェで構成 され、媒介中心性が最も高く、ディール額は 123億円である。ブックランナーは2つのト ランシェとも2社(三菱 UFJ 銀行、三井住 友銀行)が務める。2つのトランシェで、三 菱 UFJ 銀行は、MLA とマンデーティド・ア レンジャーを兼務し、一方、三井住友銀行は、 MLA とマンデーティド・アレンジャーに加 え、エージェントを兼務する。各トランシェ には12行あるいは11行が貸付人として参加す る。最終的に、このディールには、式(2)で表 されるユークリッド距離に基づく金融機関の 類似度が高い地方銀行5行とDBJ、りそな 銀行、新生銀行を含む14行が参加した。した がって、J-REIT のシンジケートローン市場 における信用リスク管理の観点から、このデ ィールが中心的な役割を果たしていることは 明らかである。別の見方をすれば、ブックラ ンナーや MLA の役割を担う大手銀行が他の

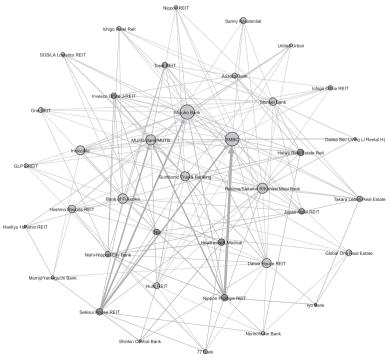
ディールに参加し、地方銀行等をシンジケー トメンバーとして招いているため、2020年度 の I-REIT 向けディールの中で、このディー ルの媒介中心性が最も高いことになる。

図 2 各パネルは2017年度末から2020年度末までのシンジケートローン・ネットワーク、 次数が4以上のノードに限定された有向グラフ(①~④)





② 2018年度末



③ 2019年度末

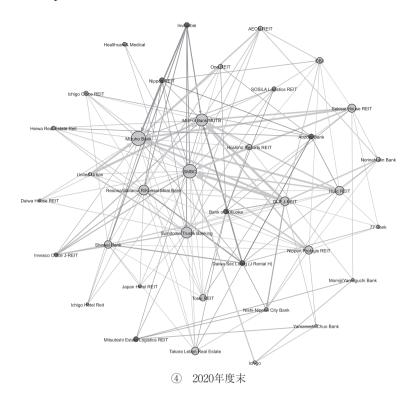


図3 2013年度末から2020年度末までのシンジケートローン・ネットワークのネットワークサイズと 比較した近接中心性の散布図と最小二乗法による対数近似曲線

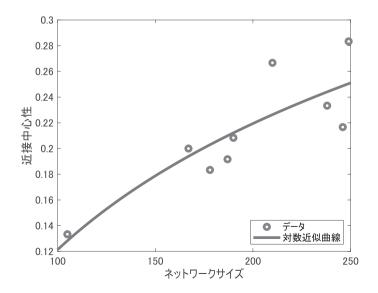


図 4 2013年度末から2020年度末までのシンジケートローン・ネットワークのネットワークサイズと 比較した固有ベクトル中心性

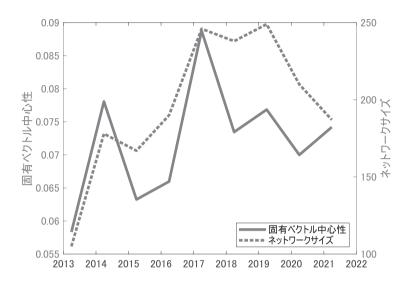
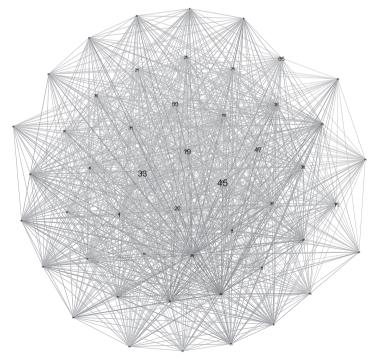


図 5 2020年度末のシンジケートローン・ネットワークにおいて、次数25以上のノードに限定した 無向グラフ、ユークリッド距離ベース・アプローチ



注: ノードとエッジは、それぞれ、式(6)で定義されたディールと類似度に対応する。 さらに、ノードのサイズは、その媒介中心性に比例する。

表 5 次数中心性による上位ランキング20社

ランク	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度
1	三井住友銀行(15)	三井住友銀行(19)	三井住友銀行(22)	三井住友銀行(24)
2	平和不動産リート(13)	三寿(L) (19) 三菱(JF) 銀行/三菱(JF) 信託銀行(18)	三寿任及銀行(22) 三菱UFJ銀行/三菱UFJ信託銀行(20)	りそな銀行(19)
3	三菱UFJ銀行/三菱UFJ信託銀行(13)	りそな銀行(18)	みずほ銀行(17)	イオンリート(16)
4	- 2 0 F J 銀 H / - 2 0 F J 同 記録 H (13)	みずほ銀行(17)	りそな銀行(16)	三菱 UF J 銀行/三菱 UF J 信託銀行(16)
5	ジャパン・ホテル・リート(11)	住友信託銀行(16)	住友信託銀行(14)	みずほ銀行(16)
6	りそな銀行(10)	ジャパン・ホテル・リート(14)	ジャパン・ホテル・リート(13)	福岡銀行(15)
7	住友信託銀行(9)	大和証券リビング(日本賃貸住宅)(13)	サムティ・レジデンシャル(12)	インベスコ・オフィス・ジェイリート(14)
8	みずほ銀行(9)	GLP 投資法人(12)	GLP 投資法人(11)	サムティ・レジデンシャル(13)
9	DBJ(9)	イオンリート(12)	日本プロロジスリート(10)	GLP 投資法人(12)
	日本プロロジスリート(8)	グローバルワン不動産(12)	ジャパンリアルエステイト(10)	GLF 投資伝入(12) ヘルスケア&メディカル(12)
10				
	大和証券リビング(日本賃貸住宅)(8)	平和不動産リート(12)	いちごオフィスリート(10)	新生銀行(12)
12	One リート(7)	ヘルスケア&メディカル(11)	新生銀行(10)	大和ハウスリート(11)
13	GLP 投資法人(6)	DBJ(11)	星野リゾート・リート(9)	住友信託銀行(11)
14	日本ロジスティクスファンド(6)	日本プロロジスリート(10)	日本リート(9)	DBJ(11)
15	ヒューリックリート(5)	ヒューリックリート(10)	平和不動産リート(9)	日本プロロジスリート(10)
16	ユナイテッド・アーバン(5)	農林中央金庫(9)	福岡銀行(9)	星野リゾート・リート(10)
17	インヴィンシブル(5)	福岡銀行(9)	積水ハウスリート(7)	トーセイ・リート(9)
18	福岡リート(5)	大和ハウスリート(8)	トーセイ・リート(7)	いちごオフィスリート(8)
19	大和ハウスリート(5)	あおぞら銀行(8)	インヴィンシブル(7)	大和証券リビング(日本賃貸住宅)(8)
20	新生銀行(5)	One リート(7)	福岡リート(7)	あおぞら銀行(8)
				<u> </u>
ランク	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度
			2019年度 みずほ銀行(27)	2020年度 みずほ銀行(25)
ランク	2017年度	2018年度		
ランク 1	2017年度 三井住友銀行(23)	2018年度 三井住友銀行(27)	みずほ銀行(27)	みずほ銀行(25)
ランク 1 2	2017年度 三井住友銀行(23) サムティ・レジデンシャル(21)	2018年度 三井住友銀行(27) みずほ銀行(25)	みずほ銀行(27) 三井住友銀行(26)	みずほ銀行(25) 三井住友銀行(24)
ランク 1 2 3	2017年度 三井住友銀行(23) サムティ・レジデンシャル(21) 大和ハウスリート(20)	2018年度 三井住友銀行(27) みずほ銀行(25) りそな銀行(22)	みずほ銀行(27) 三井住友銀行(26) 三菱UFJ銀行/三菱UFJ信託銀行(19)	みずほ銀行 (25) 三井住友銀行 (24) 三菱 UFJ 銀行/三菱 UFJ 信託銀行 (21)
ランク 1 2 3 4	2017年度 三井住友銀行(23) サムティ・レジデンシャル(21) 大和ハウスリート(20) りそな銀行(20)	2018年度 三井住友銀行(27) みずほ銀行(25) りそな銀行(22) 三菱UFJ銀行/三菱UFJ信託銀行(20)	みずほ銀行(27) 三井住友銀行(26) 三菱UFJ銀行/三菱UFJ信託銀行(19) りそな銀行(19)	みずほ銀行(25) 三井住友銀行(24) 三菱UFJ銀行/三菱UFJ信託銀行(21) 住友信託銀行(19)
ランク 1 2 3 4 5	2017年度 三井住友銀行(23) サムティ・レジデンシャル(21) 大和ハウスリート(20) りそな銀行(20) みずほ銀行(20)	2018年度 三井住友銀行(27) みずほ銀行(25) りそな銀行(22) 三菱UFJ銀行/三菱UFJ信託銀行(20) 住友信託銀行(18)	みずほ銀行(27) 三井住友銀行(26) 三菱UFJ銀行/三菱UFJ信託銀行(19) りそな銀行(19) 福岡銀行(18)	みずほ銀行(25) 三井住友銀行(24) 三菱UFJ銀行/三菱UFJ信託銀行(21) 住友信託銀行(19) りそな銀行(17)
ランク 1 2 3 4 5 6	2017年度	2018年度     三井住友銀行(27)     みずは銀行(25)     りそな銀行(22)     三菱UFJ銀行/三菱UFJ信託銀行(20)     住友信託銀行(18)     福岡銀行(17)	みずほ銀行(27) 三井住友銀行(26) 三菱UFJ銀行/三菱UFJ信託銀行(19) りそな銀行(19) 福岡銀行(18) インヴィンシブル(17)	みずほ銀行(25) 三井住友銀行(24) 三菱UFJ銀行/三菱UFJ信託銀行(21) 住友信託銀行(19) りそな銀行(17) GLP 投資法人(15)
ランク 1 2 3 4 5 6 7	2017年度     三井住友銀行(23) サムティ・レジデンシャル(21) 大和ハウスリート(20) りそな銀行(20) みずは銀行(20) 三菱UFJ銀行/三菱UFJ信託銀行(18) 住友信託銀行(14)	2018年度	みずほ銀行(27)  三井住友銀行(26)  三菱UFJ銀行/三菱UFJ信託銀行(19)  りそな銀行(19)  福岡銀行(18)  インヴィンシブル(17)  大和ハウスリート(17)	みずほ銀行(25) 三井住友銀行(24) 三菱UFJ銀行/三菱UFJ信託銀行(21) 住友信託銀行(19) りそな銀行(17) GLP 投資法人(15) ヒューリックリート(15)
ランク       1       2       3       4       5       6       7       8	2017年度	2018年度     三井住友銀行(27)     みずほ銀行(25)     りそな銀行(22)     三菱UFJ銀行/三菱UFJ信託銀行(20)     住友信託銀行(18)     福岡銀行(17)     インヴィンシブル(16)     タカラレーベン不動産(14)	みずは銀行(27)  三井住友銀行(26)  三菱UFJ銀行/三菱UFJ信託銀行(19)  りそな銀行(19)  福岡銀行(18)  インヴィンシブル(17)  大和ハウスリート(17)  住友信託銀行(17)	みずは銀行(25) 三井住友銀行(24) 三菱UFJ銀行/三菱UFJ信託銀行(21) 住友信託銀行(19) りそな銀行(17) GLP 投資法人(15) ヒューリックリート(15) 日本プロロジスリート(14)
ランク       1       2       3       4       5       6       7       8       9	2017年度	2018年度     三井住友銀行(27)     みずは銀行(25)     りそな銀行(22)     三菱UFJ銀行/三菱UFJ信託銀行(20)     住友信託銀行(18)     福岡銀行(17)     インヴィンシブル(16)     タカラレーベン不動産(14)     ジャパン・ホテル・リート(13)	みずほ銀行(27)	みずほ銀行(25)
ランク       1       2       3       4       5       6       7       8       9       10	2017年度	2018年度	みずほ銀行(27) 三井住友銀行(26) 三菱UFJ銀行/三菱UFJ信託銀行(19) りそな銀行(19) 福岡銀行(18) インヴィンシブル(17) 大和ハウスリート(17) 住友信託銀行(17) 星野リゾート・リート(14) 新生銀行(14)	みずほ銀行(25) 三井住友銀行(24) 三菱UFJ銀行/三菱UFJ信託銀行(21) 住友信託銀行(19) りそな銀行(17) GLP投資法人(15) ヒューリックリート(15) 日本プロロジスリート(14) 積水ハウスリート(14) タカラレーベン不動産(13)
ランク       1       2       3       4       5       6       7       8       9       10       11	2017年度	2018年度	みずは銀行(27)  三井住友銀行(26)  三菱UFJ銀行/三菱UFJ信託銀行(19)  りそな銀行(19)  福岡銀行(18)  インヴィンシブル(17)  大和ハウスリート(17)  住友信託銀行(17)  星野リゾート・リート(14)  新生銀行(14)  日本プロロジスリート(12)	みずは銀行(25) 三井住友銀行(24) 三菱UFJ銀行/三菱UFJ信託銀行(21) 住友信託銀行(19) りそな銀行(17) GLP 投資法人(15) ヒューリックリート(15) 日本プロロジスリート(14) 積水ハウスリート(14) タカラレーベン不動産(13) 新生銀行(13)
ランク       1       2       3       4       5       6       7       8       9       10       11       12	2017年度     三井住友銀行(23) サムティ・レジデンシャル(21) 大和ハウスリート(20) りそな銀行(20) みずは銀行(20) 三菱UFJ銀行/三菱UFJ信託銀行(18) 住友信託銀行(14) 福岡銀行(14) ザイマックス・リート(13) DBJ(13) MCUBS MidCity(12) 日本都市ファンド(12)	2018年度     三井住友銀行(27)     みずは銀行(25)     りそな銀行(22)     三菱UFJ銀行/三菱UFJ信託銀行(20)     住友信託銀行(18)     福岡銀行(17)     インヴィンシブル(16)     タカラレーベン不動産(14)     ジャパン・ホテル・リート(13)     新生銀行(13)     イオンリート(12)	みずほ銀行(27)	みずほ銀行(25) 三井住友銀行(24) 三菱UFJ銀行/三菱UFJ信託銀行(21) 住友信託銀行(19) りそな銀行(17) GLP投資法人(15) ヒューリックリート(15) 日本プロロジスリート(14) 積水ハウスリート(14) タカラレーベン不動産(13) 新生銀行(13) トーセイ・リート(11)
ランク       1       2       3       4       5       6       7       8       9       10       11       12       13	2017年度     三井住友銀行(23) サムティ・レジデンシャル(21) 大和ハウスリート(20) りそな銀行(20) みずは銀行(20) 三菱UFJ銀行/三菱UFJ信託銀行(18) 住友信託銀行(14) 福岡銀行(14) ザイマックス・リート(13) DBJ(13) MCUBS MidCity(12) 日本都市ファンド(12) インヴィンシブル(12)	2018年度     三井住友銀行(27)     みずは銀行(25)     りそな銀行(22)     三菱UFJ銀行/三菱UFJ信託銀行(20)     住友信託銀行(18)     福岡銀行(17)     インヴィンシブル(16)     タカラレーベン不動産(14)     ジャパン・ホテル・リート(13)     新生銀行(13)     イオンリート(12)     インベスコ・オフィス・ジェイリート(12)     積水ハウスリート(12)	みずほ銀行(27)	みずほ銀行(25) 三井住友銀行(24) 三菱UFJ銀行/三菱UFJ信託銀行(21) 住友信託銀行(19) りそな銀行(17) GLP投資法人(15) ヒューリックリート(15) 日本プロロジスリート(14) 積水ハウスリート(14) タカラレーベン不動産(13) 新生銀行(13) トーセイ・リート(11) DBJ(10)
ランク       1       2       3       4       5       6       7       8       9       10       11       12       13       14	2017年度	2018年度	みずほ銀行(27)	みずは銀行(25)
ランク       1       2       3       4       5       6       7       8       9       10       11       12       13       14       15	2017年度	2018年度	みずほ銀行(27)	みずは銀行(25)
ランク 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16	2017年度     三井住友銀行(23) サムティ・レジデンシャル(21) 大和ハウスリート(20) りそな銀行(20) みずほ銀行(20) 三菱UFJ銀行/三菱UFJ信託銀行(18) 住友信託銀行(14) 福岡銀行(14) ザイマックス・リート(13) DBJ(13) MCUBS MidCity(12) 日本都市ファンド(12) インヴィンシブル(12) 福岡リート(12) 新生銀行(12) あおぞら銀行(12)	2018年度     三井住友銀行(27)     みずは銀行(25)     りそな銀行(22)     三菱UFJ銀行/三菱UFJ信託銀行(20)     住友信託銀行(18)     福岡銀行(17)     インヴィンシブル(16)     タカラレーベン不動産(14)     ジャパン・ホテル・リート(13)     新生銀行(13)     イオンリート(12)     インベスコ・オフィス・ジェイリート(12)     積水ハウスリート(12)     GLP 投資法人(11)     ヘルスケア&メディカル(11)     サムティ・レジデンシャル(11)	みずほ銀行(27)	みずほ銀行(25)
ランク       1       2       3       4       5       6       7       8       9       10       11       12       13       14       15       16       17	2017年度     三井住友銀行(23) サムティ・レジデンシャル(21) 大和ハウスリート(20) りそな銀行(20) みずは銀行(20) 三菱UFJ銀行/三菱UFJ信託銀行(18) 住友信託銀行(14) 相岡銀行(14) ザイマックス・リート(13) DBJ(13) MCUBS MidCity(12) 日本都市ファンド(12) インヴィンシブル(12) 福岡リート(12) 新生銀行(12) あおぞら銀行(12) GLP 投資法人(11)	2018年度	みずほ銀行(27)	みずほ銀行(25)
ランク       1       2       3       4       5       6       7       8       9       10       11       12       13       14       15       16       17       18	2017年度	2018年度	みずほ銀行(27)	みずほ銀行(25)

注:括弧内の数値は、次数中心性を示す。

ランク	2013年	2014年	2015年	2016年
1	平和不動産リート(0.41)	GLP 投資法人(0.31)	ジャパン・ホテル・リート(0.32)	インベスコ・オフィス・ジェイリート(0.31)
2	イオンリート(0.34)	平和不動産リート(0.3)	GLP 投資法人(0.29)	GLP 投資法人(0.3)
3	日本プロロジスリート(0.33)	ジャパン・ホテル・リート(0.28)	日本リート(0.28)	イオンリート(0.28)
4	ジャパン・ホテル・リート(0.32)	イオンリート(0.27)	平和不動産リート(0.27)	大和ハウスリート(0.28)
5	GLP 投資法人(0.27)	ヒューリックリート(0.27)	日本プロロジスリート(0.26)	トーセイ・リート(0.26)
6	大和証券リビング(日本賃貸住宅)(0.25)	日本プロロジスリート(0.26)	いちごオフィスリート(0.26)	日本プロロジスリート(0.25)
7	ヒューリックリート(0.25)	大和ハウスリート(0.24)	トーセイ・リート(0.25)	いちごオフィスリート(0.24)
8	ユナイテッド・アーバン(0.24)	積水ハウスリート(0.23)	インヴィンシブル(0.24)	大和証券リビング(日本賃貸住宅)(0.23)
9	大和ハウスリート(0.24)	大和証券リビング(日本賃貸住宅)(0.23)	積水ハウスリート(0.23)	ヒューリックリート(0.21)
10	One リート(0.22)	トーセイ・リート(0.22)	ユナイテッド・アーバン(0.21)	日本リート(0.2)
ランク	2017年	2018年	2019年	2020年
ランク 1	2017年 大和ハウスリート(0.32)	2018年 インヴィンシブル(0.28)	2019年 大和ハウスリート(0.31)	2020年 GLP 投資法人(0.3)
1	大和ハウスリート(0.32)	インヴィンシブル(0.28)	大和ハウスリート(0.31)	GLP 投資法人(0.3)
1 2	大和ハウスリート(0.32) GLP 投資法人(0.26)	インヴィンシブル(0.28) インベスコ・オフィス・ジェイリート(0.26)	大和ハウスリート(0.31) インヴィンシブル(0.27)	GLP 投資法人(0.3) ヒューリックリート(0.3)
1 2 3	大和ハウスリート(0.32) GLP 投資法人(0.26) ヒューリックリート(0.26)	インヴィンシブル(0.28) インベスコ・オフィス・ジェイリート(0.26) ジャパン・ホテル・リート(0.24)	大和ハウスリート(0.31) インヴィンシブル(0.27) インペスコ・オフィス・ジェイリート(0.26)	GLP 投資法人(0.3) ヒューリックリート(0.3) 日本プロロジスリート(0.3)
1 2 3 4	大和ハウスリート(0.32) GLP 投資法人(0.26) ヒューリックリート(0.26) 大和証券リビング(日本賃貸住宅)(0.26)	インヴィンシブル(0.28) インベスコ・オフィス・ジェイリート(0.26) ジャパン・ホテル・リート(0.24) GLP 投資法人(0.24)	大和ハウスリート(0.31) インヴィンシブル(0.27) インベスコ・オフィス・ジェイリート(0.26) 日本プロロジスリート(0.25)	GLP 投資法人(0.3) ヒューリックリート(0.3) 日本プロロジスリート(0.3) 積水ハウスリート(0.26)
1 2 3 4 5	大和ハウスリート(0.32) GLP 投資法人(0.26) ヒューリックリート(0.26) 大和証券リビング(日本賃貸住宅)(0.26) 日本リート(0.24)	インヴィンシブル(0.28) インベスコ・オフィス・ジェイリート(0.26) ジャパン・ホテル・リート(0.24) GLP 投資法人(0.24) 積水ハウスリート(0.23)	大和ハウスリート(0.31) インヴィンシブル(0.27) インペスコ・オフィス・ジェイリート(0.26) 日本プロロジスリート(0.25) 平和不動産リート(0.25)	GLP 投資法人(0.3) ヒューリックリート(0.3) 日本プロロジスリート(0.3) 積水ハウスリート(0.26) トーセイ・リート(0.25)
1 2 3 4 5 6	大和ハウスリート(0.32) GLP 投資法人(0.26) ヒューリックリート(0.26) 大和証券リビング(日本賃貸住宅)(0.26) 日本リート(0.24) ザイマックス・リート(0.24)	インヴィンシブル(0.28) インペスコ・オフィス・ジェイリート(0.26) ジャパン・ホテル・リート(0.24) GLP 投資法人(0.24) 積水ハウスリート(0.23) トーセイ・リート(0.23)	大和ハウスリート(0.31) インヴィンシブル(0.27) インベスコ・オフィス・ジェイリート(0.26) 日本プロロジスリート(0.25) 平和不動産リート(0.25) 積水ハウスリート(0.24)	GLP 投資法人(0.3) ヒューリックリート(0.3) 日本プロロジスリート(0.3) 積水ハウスリート(0.26) トーセイ・リート(0.25) 日本リート(0.24)
1 2 3 4 5 6 7	大和ハウスリート(0.32) GLP 投資法人(0.26) ヒューリックリート(0.26) 大和証券リビング(日本賃貸住宅)(0.26) 日本リート(0.24) ザイマックス・リート(0.24) インヴィンシブル(0.23)	インヴィンシブル(0.28) インベスコ・オフィス・ジェイリート(0.26) ジャパン・ホテル・リート(0.24) GLP 投資法人(0.24) 積水ハウスリート(0.23) トーセイ・リート(0.23) いちごオフィスリート(0.23)	大和ハウスリート(0.31) インヴィンシブル(0.27) インベスコ・オフィス・ジェイリート(0.26) 日本プロロジスリート(0.25) 平和不動産リート(0.25) 積水ハウスリート(0.24) トーセイ・リート(0.24)	GLP 投資法人(0.3) ヒューリックリート(0.3) 日本プロロジスリート(0.3) 積水ハウスリート(0.26) トーセイ・リート(0.25) 日本リート(0.24) タカラレーベン不動産(0.23)

表 6 HITS ハブ中心性による上位ランキング10社

注:括弧内の数値は、HITS ハブ中心性を示す。

## 4 結 論

本研究は、J-REITシンジケートローン・ネットワークのネットワーク構造を分析し、相互連関性とリスク評価のための実効的フレームワークを提案することにより、文献に貢献する。

J-REIT シンジケートローン市場のネットワーク構造を主要な中心性指標を使用して分析する。まず、信用リスクエクスポージャーをエッジとするネットワークについて、4つの中心性指標を使い分析する。このネットワークは2モードネットワークなので、ローンの返済と返済不履行によるデフォルトは、借入人投資法人から貸付人金融機関向けに限定される。したがって、投資法人と同様、主要銀行や大手地方銀行は、次数中心性の観点で、

ネットワーク上の重要な役割を果たす。また、HITSハブ中心性の観点で、ハブ中心性が最も高いJ-REITがネットワーク内の重要な役割を果たす。次数中心性とHITSハブ中心性は、2モードネットワークを含む任意のネットワークに適用可能である。

次に、2モードネットワークでは、媒介中心性はゼロとなるため、補完的にユークリッド距離に基づくネットワーク分析を行う。このアプローチでは、金融機関間の類似度に基づく相互連関性が高い多くの金融機関が特定のディールに参加する。当該金融機関は、媒介中心性の観点で、ネットワークで重要な役割を果たすことが主要な発見事項である。

最後に、J-REIT シンジケートローン・ネットワークにおける相互連関性の観点から、本研究のリスク分析は、投資法人や金融機関など関連企業がリスク認知をするための警告

として有用である。また、今後の研究として、 本研究で開発した分析アプローチを、インタ ーバンク市場などのバイラテラル・ネットワ

- ークや、REIT 市場以外の2モードネットワ ークに適用する研究が挙げられる。
- 付録 1 J-REIT シンジケーションローン市場参加者リスト

分析対象の投資法人と金融機関は表9の通りである。

表 9 投資法人・貸付機関一覧

ID	証券/銀行 コード	銀行名	ID	証券/銀行	銀行/保険会社名	ID	証券 コード	投資法人名
1	0191	北九州銀行	42	8377	北陸銀行	82	2337	いちご
2	0322	新銀行東京	43	8379	広島銀行	83	2971	エスコンジャパンリート
3	0414	ピーティー秋田銀行	44	8382	中国銀行	84	2972	サンケイリアルエステート
4	0538	静岡中央銀行	45	8384	東京スター銀行	85	2979	SOSiLA 物流リート
5	1303	朝日信用金庫	46	8385	伊予銀行	86	3227	MCUBS MidCity
6	2010	信用組合連合会	47	8390	鹿児島銀行	87	3249	産業ファンド
7	3000	農林中央金庫	48	8391	親和銀行	88	3269	アドバンスレジデンス
8	7167	足利銀行・常陽銀行	49	8392	大分銀行	89	3281	GLP
9	7173	きらぼし銀行	50	8393	宮崎銀行	90	3283	日本プロロジスリート
10	7186	東日本銀行	51	8394	肥後銀行	91	3287	星野リゾート・リート
11	7189	長崎銀行	52	8395	佐賀銀行	92	3290	One リート
12	7322	三十三銀行	53	8396	十八銀行	93	3292	イオンリート
13	7327	第四北越銀行	54	8411	みずほ銀行	94	3295	ヒューリックリート
14	8267	イオン銀行	55	8416	高知銀行	95	3296	日本リート
15	8303	新生銀行	56	8418	もみじ銀行・山口銀行	96	3298	インベスコ・オフィス・ジェイリート
16	8304	あおぞら銀行	57	8421	信金中央金庫	97	3309	積水ハウスリート
17	8306	三菱 UFJ 銀行/三菱 UFJ 信託銀行	58	8527	愛知銀行	98	3451	トーセイ・リート
18	8308	りそな銀行/埼玉りそな銀行/関西みらい銀行	59	8529	第三銀行	99	3455	ヘルスケア&メディカル
19	8309	住友信託銀行	60	8530	中京銀行	100	3459	サムティ・レジデンシャル
20	8316	三井住友銀行	61	8543	みなと銀行	101	3463	いちごホテルリート
21	8326	福岡銀行	62	8544	京葉銀行	102	3481	三菱地所物流リート
22	8327	西日本シティ銀行	63	8545	関西アーバン銀行	103	3488	ザイマックス・リート
23	8331	千葉銀行	64	8550	栃木銀行	104	3491	GA technologies
24	8332	横浜銀行	65	8553	熊本銀行	105	3492	タカラレーベン不動産
25	8334	群馬銀行	66	8563	大東銀行	106	8952	ジャパンリアルエステイト
26	8337	千葉興業銀行	67	8591	オリックス	107	8953	日本都市ファンド
27	8341	七十七銀行	68	8600	香川銀行	108	8958	グローバルワン不動産
28	8343	秋田銀行	69	8604	野村信託銀行	109	8960	ユナイテッド・アーバン
29	8346	東邦銀行	70	8630	損保ジャパン	110	8963	インヴィンシブル
30	8353	北海道銀行	71	8710	シティバンク	111	8966	平和不動産リート
31	8355	静岡銀行	72	8714	池田泉州銀行	112	8967	日本ロジスティクスファンド
32	8356	十六銀行	73	8725	三井住友海上	113	8968	福岡リート
33	8359	八十二銀行	74	8750	第一生命	114	8972	ケネディクス・オフィス
34	8360	山梨中央銀行	75	8766	東京海上日動火災保険	115	8975	いちごオフィスリート
35	8362	福井銀行	76	8795	太陽生命	116	8977	阪急阪神リート
36	8365	富山銀行	77	9820	日本生命	117	8984	大和ハウスリート
37	8367	南都銀行	78	9834	富国共済	118	8985	ジャパン・ホテル・リート
38	8368	百五銀行	79	9837	明治安田生命	119	8986	大和証券リビング(JレンタルH)
39	8369	京都銀行	80	9839	住友生命	120	8987	ジャパンエクセレント
40	8370	紀陽銀行	81	9930	日本政策投資銀行			
41	8374	三重銀行						

## 【参考文献】

- (1) 日本ローン債権市場協会, 2019a. 「コミットメントライン契約書 (JSLA2019年版)」.
- (2) 日本ローン債権市場協会, 2019b. 「タームローン契約書 (JSLA 2019年版)」.
- (3) Alves, I., Ferrari, S., Franchini, P., Heam, J.-C., Jurca, P., Langfield, S., Laviola, S., Liedorp, F., Sanchez, A., Tavolaro, S., Vuillemey, G., 2013. The structure and resilience of the European interbank market. Occasional Paper Series, European Systemic Risk Board. 3 (September).
- (4) Baumöhl, E., Bouri, E., Hoang, T.H.V., Shahzad, S.J.H., Výrost, T., 2022. Measuring systemic risk in the global banking sector: A cross-quantilogram network approach. Economic Modelling. 109, 105775.
- (5) Boss, M., Elsinger, H., Summer, M., Thurner, S., 2004. An empirical analysis of the network structure of the Austrian interbank market. Financial Stability Report, Oesterreichische Nationalbank: 77-87.
- (6) Cai, J., Eidam, F., Saunders, A., Steffen, S., 2018. Syndication, interconnectedness, and systemic risk. Journal of Financial Stability. 34, 105–120.
- (7) Champagne, C., 2014. The international syndicated loan market network: An "unholy trinity" Global Finance Journal. 25, 148–168.
- (8) Chang, G.-D., Chen, C.-S., 2014. Evidence of contagion in global REITs investment. International Review of Economics and Finance. 31, 148–158.
- (9) Cherven, K., 2015. Mastering Gephi network visualization. Packt Publishing, Barmingham.
- (10) Cocco, J., Gomes, F., Martins, N.,

- 2009. Lending relationships in the interbank market. Journal of Financial Intermediation. 18 (1), 24-48.
- (11) Delis, M.D., Iosifidi, M., Mylonidis, N., 2021. Industry heterogeneity in the risk-taking channel. Economic Modelling. 104, 105621.
- (12) Deng, Y., Zhang, Z., Zhu, L., 2021. A model-based index for systemic risk contribution measurement in financial networks. Economic Modelling. 95, 35–48.
- (13) Dennis, S.A., Mullineaux, D.J., 2000. Syndicated Loans. Journal of Financial Intermediation. 9 (4), 404–426.
- (14) Eisenberg, L., Noe, T., 2001. Systemic risk in financial systems. Management Science. 47, 236–49.
- (15) Elsinger, H., Lehar, A., Summer, M., 2006. Using market information for banking systems. International Journal Central Banking. 27, 137–165.
- (16) Gatev, E., Strahan, P.E., 2009. Liquidity risk and syndicates structure. Journal of Financial Economics. 93, 490–504.
- (17) Godlewski, C., Sanditov, B., Burger-Helmchen, T., 2012. Bank lending networks, experience, reputation, and borrowing costs: Empirical evidence from the French syndicated lending market. Journal of Business Finance & Accounting. 39, 113–140.
- (18) Gupta, A., Kokas, S., Michaelides, A., 2021. Credit market spillovers in a financial network. Available at SSRN: http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3063886.
- (19) Haldane, A.G., May, R.M., 2011. Systemic risk in banking ecosystems. Nature. 469, 351-355.
- (20) Hasan, H., Politsidis, P.N., Sharma, Z., 2021. Global syndicated lending during the COVID-19 pandemic. Journal of Banking

- and Finance. 133, 106121.
- (21) Jackson, M.O., 2010. Social and Economic Networks. Princeton University Press, New Jersey.
- (22) Kanno, M., 2015. Assessing systemic risk using interbank exposures in the global banking system. Journal of Financial Stability. 20, 105-130.
- (23) Kanno, M., 2019. Network structures and credit risk in the cross-shareholdings among listed Japanese companies. Japan and the World Economy, 49, 17–31.
- (24) 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.
- (25) Kanno, M., 2022. Exploring risks in syndicated loan networks: Evidence from real estate investment trusts. Economic Modelling. 115, 105953.
- (26) Kleinberg, J.M., 1999. Authoritative sources in a hyperlinked environment. Journal of the ACM. 46 (5), 604–632.
- (27) Kleinberg, J.M., 2000. Navigation in a small world. Nature. 406 (6798), 845.
- (28) Lim, J., Minton, B.A., Weisbach, M.S., 2014. Syndicated loan spreads and the composition of the syndicate. Journal of Financial Economics. 111 (1), 45–69.
- (29) Liow, K.H., Huang, Y., 2018. The dynamics of volatility connectedness in international real estate investment trusts. Journal of International Financial Markets, Institutions and Money. 55, 195–210.
- (30) Newman, M.E.J., 2010. Networks. Oxford University Press, Oxford.
- (31) Refinitiv, 2021. REFINITIV LPC's APAC Monthly Loan Market Statistics Oct 2021.

(32) Wu, W.-S., Chang, H.-H., Suardi, S., Chang, Y., 2013. The cascade effect on lending conditions: Evidence from the syndicated loan market. Journal of Business Finance & Accounting. 40 (9) & (10), 1247–1275.

## 【注】

- (\*) 本論文は、信託研究奨励金および科学研究費 [日本学術振興会・基盤研究(C) 20K 01754] の支援を受けて出版された英語論文 Kanno (2022) のうち、信託研究奨励金受給対象テーマに関連する箇所を日本語で再編成したものである。ここに謝してお礼したい。
- (1) 投資信託及び投資法人に関する法律(投資信託法)では、契約型と会社型(投資法人)の2種類の投資ビークルが認められている。これまで J-REIT はすべて投資法人として組成されてきた。
- (2) シンジケートローン市場における世界の融資額は、2021年10月末までに4兆1,300億米ドルを記録した(Refinitiv, 2021)。日本では、企業向けシンジケートローンの総額は1997年に14億8,000万ドルに達したが、2006年のストラクチャリング額は2,000億ドルに増加した。これらの数字は、シンジケートローンがさまざまな規模の企業に普及していることを示している。
- (3) 信用エクスポージャーベース・アプローチによると、負債は、借入人投資法人が貸付人金融機関に負うものに限定されるため、媒介中心性はゼロと計算される。そのため、媒介中心性は、3.2.2節のユークリッド距離ベース・アプローチによって正の値として評価される。
- (4) 図1(a)は、金融機関のシンジケートローン (すなわちディール) への参加を示す。 社会ネットワーク分析では、このようなネットワークは2種類のノードを持つ2モードネットワークであり、アクター (俳優)

は参加するイベントに連結される。本研究では、金融機関は俳優に対応し、シンジケートディールはイベントに対応し、その連結は金融機関を参加するディールと結び付ける。図1(a)に示すように、2モードネットワークでの連結は、Le(5,6,8)など、複数のシンジケート団に参加する貸付人によって実現される。

(5) 例えば、図1では、ディール1内の貸付人集合は $\{l_1, l_2, l_3, l_4, l_5, l_6\}$ 、ディール2内の貸付人集合は $\{l_5, l_6, l_7, l_8\}$ である。したがって、 $\mathcal{K}_{1,2} = \{l_5, l_6\}$ 、# $(\mathcal{K}_{1,2}) = 1$ である。もし、

 $w_{l_5} = 0.7$ 、 $w_{l_6} = 0.5$  なら、 $w_{l_5,l_6} = 0.14142$ 。 したがって、 $w_{l,2}^L = \frac{1}{1} \times \frac{1}{0.14142} = 7.0710$  となる。

(6) 三菱 UFJ フィナンシャル・グループ (MUFJ FG; 子会社:三菱 UFJ 銀行、三菱 UFJ 信託銀行)、みずほフィナンシャルグループ (みずほ FG; 子会社:みずほ銀行)、三井住友フィナンシャルグループ (SMFG; 子会社:三井住友銀行)、りそな銀行、および住友信託銀行の5大銀行グループが、J-REIT に対する信用エクスポージャーが大きい。

(かんの・まさやす)