

# レバレッジと金融危機

## Leverage and financial crisis

前野 義晴

Yoshiharu Maeno, Ph.D.

日本電気株式会社  
NEC Corporation

**Abstract:** An asset network systemic risk (ANWSER) model is presented to investigate the impact of how shadow banks are intermingled in a financial system on the severity of financial contagion. Particularly, the focus of this study is the impact of the following three representative topologies of an interbank loan network between shadow banks and regulated banks. (1) Random mixing network: shadow banks and regulated banks are intermingled randomly. (2) Asset-correlated mixing network: banks having bigger assets are a regulated bank and other banks are shadow banks. (3) Layered mixing network: banks in a shadow bank layer are connected to banks in a regulated bank layer with some interbank loans.

### 1 はじめに

金融システムの特徴的な構造が金融危機の際に起こりうる銀行の連鎖倒産の激しさに与える影響を理解することは、金融危機を回避するための銀行の資本に対する規制やその他の金融規制を改革する議論にとって本質的である。近年、銀行から銀行への財務的ストレスの伝播を再現して、銀行の連鎖倒産の激しさを予測するためのコンピュータ・シミュレーション・モデルが開発されている。これらのモデルでは、銀行が投資先として保有する外部資産の価値の毀損が財務的ストレスの原因となるし、他の銀行への銀行間貸出のデフォルトも財務的ストレスの原因となる。

平常時と異なり、金融危機時には、両方の財務的ストレスが絡み合って、複合的な財務的ストレスが銀行から銀行へ伝播する。銀行は、いくつもの外部資産を保有している。市場に大きな変動があると、合計した外部資産の価値が毀損することがある。外部資産のポートフォリオが適切でなければ、毀損が大きな損失となり銀行は財務的ストレスを被る。財務的ストレスから経営危機が表面化した銀行は、銀行間借入の債務不履行を起こすかもしれない。この債務を負う銀行への銀行間貸出のデフォルトが発生すると、銀行間貸出を実施した債権を持つ銀行もまた資金の回収ができずに損失を出して、財務的ストレスを被る。もし、銀行の資本バッファが外部資産の毀損と銀行間貸出のデフォルトが原因となる損失の合計を吸収できるほど大きくなければ、その銀行

は倒産にいたる。銀行の倒産は、銀行間貸出のデフォルトを引き起こし、さらなる財務的ストレスを生み出す。これが、銀行の連鎖倒産のメカニズムである。

2000年以降、シャドーバンキングは伝統的な商業銀行に匹敵するほどにまで急激な成長を遂げた。シャドーバンクは、ヘッジファンド、マネーマーケットファンド、投資銀行といった銀行規制が適用されない金融仲介業者である。国際的なバーゼル規制で規定された自己資本比率要件は適用されず、金融監督当局の監視の対象外でもある。シャドーバンクは、流動性資産をあまり保有しないにもかかわらずオフバランスシートでの巨額の資金調達を行い、レバレッジを利かせたビジネスを行っている。損失吸収力が小さく脆弱なシャドーバンクが、2008年の世界金融危機の大きな原因のひとつとされている。

本研究では、asset network systemic risk model (ANWSER)を拡張し、規制を受けないシャドーバンクと規制を受ける銀行とのつながりが銀行の連鎖倒産規模に与える影響を調べる。特に、つながりがランダムの場合、資産規模と相関がある場合、層構造がある場合について、影響を調べる。

### 2 モデル

規制を受ける銀行の自己資本比率を $\gamma$ 、規制を受けないシャドーバンクの自己資本比率を $\gamma' < \gamma$ とする。このような2種類の銀行が混在するよう拡張したアセットネットワーク・システムリスク・モデル(ANWSER)の銀行間ネットワークと投資ポー

トフォリオのモデルについて説明する。このモデルは、モンテ・カルロ法を用いたコンピュータ・シミュレーション・モデルである。

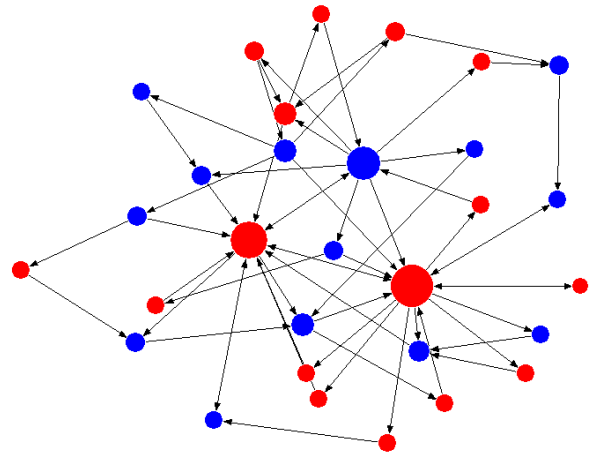
銀行が受ける最初の財務的ストレスは、市場における外部資産の価格の下落である。債務を負う銀行の倒産によって銀行間貸出のデフォルトが発生すると、これが貸し出した銀行の損失となり次の財務的ストレスが発生する。銀行間貸出を通して、銀行間ネットワークの中で債務を負う銀行から債権を持つ銀行へ財務的ストレスが伝播していく。

銀行のバランスシートには、資産の部、負債・純資産の部がある。銀行間ネットワークは、銀行を頂点、貸出の関係を辺とする有向グラフである。銀行間貸出比率を総資産額に対する銀行間貸出額の比率と定義する。自己資本比率を総資産額に対する自己資本額の比率と定義する。自己資本比率は、コア・ティア1比率、レバレッジ比率に等しい。負債・純資産には、銀行間借入額と預金額も含まれる。銀行間ネットワークの密度は、平均的な貸出先の銀行数（頂点の次数）の比率である。集中度合いは、資産規模で上位1%に入る銀行の銀行間貸出額のシェアである。

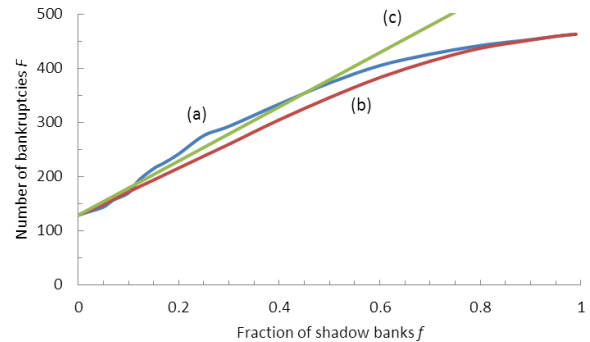
疑似乱数を使って倒産件数を調べる金融システムのサンプル群を生成する。ひとつのサンプルには、規制を受ける銀行と規制を受けないシャドールバンクのつながりを含む銀行間ネットワークのトポロジ、投資ポートフォリオ、市場での外部資産の価格が含まれる。

### 3 実験結果

つながりがランダムの場合、規制を受ける銀行と規制を受けないシャドールバンクは銀行ネットワークの中にランダムに配置される。図1は、30銀行でのランダムな場合の例である。図2は、500銀行でのシャドールバンク比率の関数としての連鎖倒産件数である。銀行間貸出比率0.3、自己資本比率 $\gamma=0.08$ 、 $\gamma'=0.04$ 、銀行間ネットワークの密度0.05、集中度合い0.25、投資ポートフォリオはランダムとする。資産規模と相関がある場合、層構造がある場合について、影響を調べる。シャドールバンク比率が10%から50%の範囲で、シャドールバンクから規制を受ける銀行への連鎖の波及が見られる。シャドールバンクの悪い影響を表している。

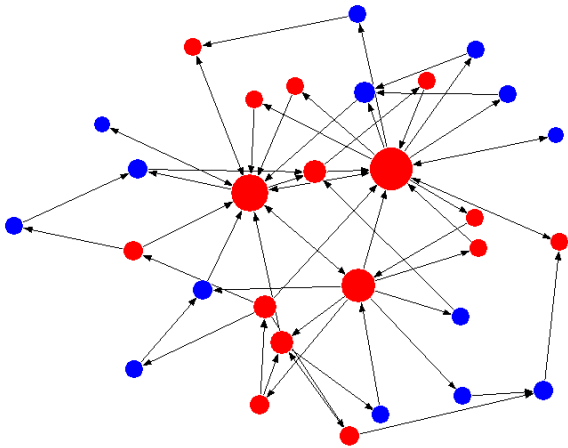


**Fig. 1** Example topology of a random mixing network when  $N_r = N_s = 0.5N, N = 30$ . Blue nodes are shadow banks. Red nodes are regulated banks.

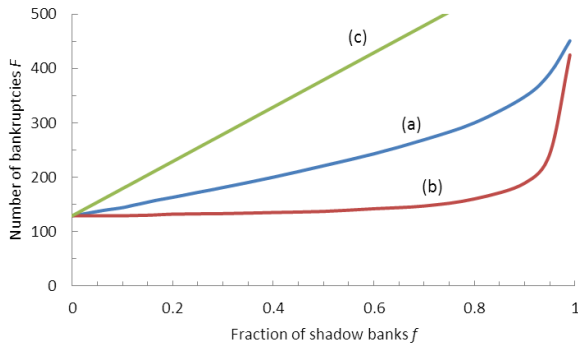


**Fig. 2** Number of bank bankruptcies as a function of the fraction of shadow banks. (a) Random mixing network, (b) hypothetical network where the all banks have the average equity capital ratio ( $\bar{\gamma} = \sum c_n / \sum a_n$ ) uniformly, and (c)  $F(f) = F(0) + fN$ .

つながりに資産規模と相関がある場合、資産額の大きな銀行は規制を受ける銀行であり、資産額の小さな銀行は規制を受けないシャドールバンクとなって、銀行ネットワークの中に配置される。図3は、30銀行での資産規模と相関がある場合の例である。図4は、500銀行でのシャドールバンク比率の関数としての連鎖倒産件数である。自己資本比率が異なる銀行が混在すると、自己資本比率が均一な金融システムに比べて、連鎖倒産件数が増加する。

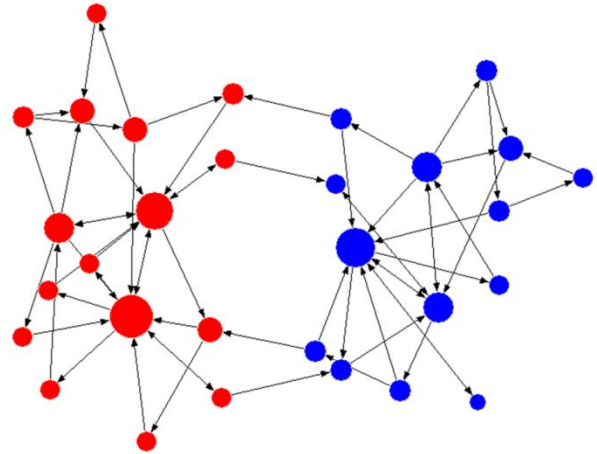


**Fig. 3** Example topology of an asset-correlated mixing network when  $N_r = N_s = 0.5N, N = 30$ . Blue nodes are shadow banks. Red nodes are regulated banks.

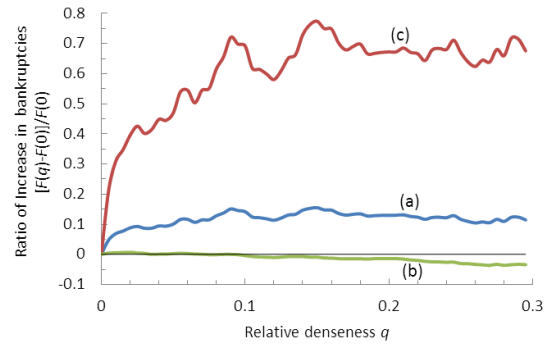


**Fig. 4** Number of bank bankruptcies as a function of the fraction of shadow banks. (a) Asset-correlated mixing network, (b) hypothetical network where every bank has the average equity capital ratio ( $\bar{\gamma} = \Sigma c_n / \Sigma a_n$ ) uniformly, and (c)  $F(f) = F(0) + fN$ .

つながりに層構造がある場合、規制を受ける銀行がひとつの層となり、規制を受けないシャドバンクがもうひとつの層となる。層間に一定数のつながりを持って、銀行ネットワークの中に配置される。図3は、30銀行での層構造がある場合の例である。図4は、500銀行での層内のつながりに対する層間のつながりの割合の関数としての連鎖倒産件数である。層間のつながりの割合が小さくても、連鎖倒産件数が増加する。層構造は、シャドバンクの悪い影響を遮断することにならない。



**Fig. 5** Example topology of a layered mixing network when  $N_r = N_s = 0.5N, N = 30$ . Blue nodes belong to the shadow bank layer. Red nodes belong to the regulated bank layer.



**Fig. 6** Ratio of the increase in the number of bank bankruptcies  $R(q) = [F(q) - F(0)]/F(0)$  as a function of  $q$ . The relative denseness  $q$  is the inter-layer denseness relative to the intra-layer denseness in the layered mixing network. (a) Entire financial system, (b) banks in the shadow bank layer, and (c) banks in the regulated bank layer.

## 4 まとめ

- つながりがランダムの場合、シャドバンク比率が10%から50%の範囲で、シャドバンクから規制を受ける銀行への連鎖の波及が見られる。
- つながりに資産規模と相関がある場合、自己資本比率が異なる銀行が混在すると、自己資本比率が均一な金融システムに比べて、連鎖倒産件数が増加する。
- つながりに層構造がある場合、層間のつながり

りの割合が小さくても、連鎖倒産件数が増加し、層構造がシャドバンクの悪い影響を遮断することにならない。

## 謝辞

西口健二 日本総合研究所 理事, 谷村英俊 新日本有限責任監査法人 シニアプリンシパル, 松島和宏 国際社会経済研究所 主席研究員, 森永聡 日本電気株式会社 研究部長, 小林照義 神戸大学准教授, 生天目章 防衛大学校教授, 有賀裕二 中央大学教授から有益なご助言を賜りました。

## 参考文献

- [ 1 ] Y. Maeno, K. Nishiguchi, S. Morinaga, H. Matsushima, Impact of credit default swaps on financial contagion, presented at IEEE Symposium on Computational Intelligence for Financial Engineering & Economics, London (2014).
- [ 2 ] V. V. Acharyaa, H. Khandwala, T. S. Oncud, The growth of a shadow banking system in emerging markets: Evidence from India, *Journal of International Money and Finance* vol.39, pp.207-230 (2013).
- [ 3 ] S. Battiston, G. Caldarelli, C.-P. Georg, R. May, J. Stiglitz, Complex derivatives, *Nature Physics* vol.9, pp.123-125 (2013).
- [ 4 ] E. Bengtsson, Shadow banking and financial stability: European money market funds in the global financial crisis, *Journal of International Money and Finance* vol.32, pp.579-594 (2013).
- [ 5 ] N. Gennaioli, A. Shleifer, R. W. Vishny, A model of shadow banking, *The Journal of Finance* vol.68, pp.1331-1363 (2013).
- [ 6 ] D. Helbing, Globally networked risks and how to respond, *Nature* vol.497, pp.51-59 (2013).
- [ 7 ] D. Karim, I. Liadze, R. Barrell, E. P. Davis, Off-balance sheet exposures and banking crises in OECD countries, *Journal of Financial Stability* vol.9, pp.673-681 (2013).
- [ 8 ] Y. Maeno, K. Nishiguchi, S. Morinaga, H. Matsushima, Optimal interbank network and investment portfolio for a robust financial system, presented at Network Approaches for Interbank Markets, Castellon (2013).
- [ 9 ] Y. Maeno, K. Nishiguchi, S. Morinaga, H. Matsushima, Optimal portfolio for a robust financial system, presented at IEEE Symposium on Computational Intelligence for Financial Engineering & Economics, Singapore (2013).
- [ 1 0 ] A. Namatame, H. A. Q. Tran, Enhancing the resilience of networked agents thorough risk sharing, *Advances in Complex Systems* vol.16, 1350006 (2013).
- [ 1 1 ] Y. Maeno, S. Morinaga, H. Matsushima, K. Amagai, Transmission of distress in a interbank network, presented at the 4th World Congress on Social Simulation, Taipei (2012).
- [ 1 2 ] N. Beale, D. G. Rand, H. Battey, K. Crosson, R. M. May, M. A. Nowak, Individual versus systemic risk and the Regulator's Dilemma, *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* vol.108, pp.12647-12652 (2011).
- [ 1 3 ] A. G. Haldane, R. M. May, Systemic risk in banking ecosystems, *Nature* vol.469, pp.351-355 (2011).
- [ 1 4 ] D. Duffie, The failure mechanics of dealer banks, *Journal of Economic Perspectives* vol.24, pp.51-72 (2010).
- [ 1 5 ] G. B. Gorton, A. Metrick, Regulating the shadow banking system, *Brookings Papers on Economic Activity* vol.41, pp.261-312 (2010).
- [ 1 6 ] E. Nier, J. Yang, T. Yorulmazer, A. Alentorn, Network models and financial stability, *Journal of Economic Dynamics and Control* vol.31, pp.2033-2060 (2007).