

流動性リスク管理による 銀行ネットワーク安定化のシミュレーション分析

Simulation Analysis of Bank Network Stabilization by Liquidity Risk Management

曾根泰平¹ 和泉潔² 坂地泰紀² 松島裕康² 島田尚²

Taihei Sone¹, Kiyoshi Izumi², Hiroki Sakaji², Hiroyasu Matsushima², and Takashi Shimada²

¹ 東京大学大学院工学系研究科技術経営戦略学専攻

¹Department of Technology Management for Innovation,
School of Engineering, The University of Tokyo

² 東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻

² Department of System Innovation, School of Engineering, The University of Tokyo

Abstract: The financial authorities around the world have been trying to prevent the occurrence of the financial crisis and to reduce the impact by creating a common framework for finance. In response to the Lehman shock that occurred in 2008, many financial institutions were forced to fail due to lack of liquidity, and from the reflection that not only the capital adequacy ratio regulation but also the liquidity ratio regulation is necessary, Basel III regulation consisting of the capital adequacy ratio regulation and liquidity ratio regulation was formulated in 2010. However, some problems are pointed out in the liquidity ratio regulation established under the Basel III regulation. Liquidity ratio regulation formulated under the Basel III regulation is trying to encourage banks to prepare for the financial crisis accompanying liquidity shock by ensuring adequate liquidity but this will lower the bank's asset management yield and it is feared that it may be a factor that puts pressure on management and, on the contrary, makes the financial system unstable. Therefore, in this research, we evaluate the influence of the liquidity ratio regulation on the Basel III regulation on the stability of the financial system by simulation. There are Liquidity Coverage Ratio (LCR) regulation and Net Stable Funding Ratio (NSFR) regulation in the liquidity ratio regulation on the Basel III regulation. In this research, we will examine the merits and demerits of the impact of the LCR regulation and the NSFR regulation, which is the liquidity ratio regulation of Basel III regulation, on the financial system.

1. はじめに

世界では金融に関する共通の枠組みを作ることで、金融危機の発生を予防したり影響の軽減を図ったりしてきた。2008年に起きたリーマン・ショックでは多くの金融機関が流動性の不足による破綻に追い込まれたことを受け、自己資本比率規制だけでなく流動性比率規制も必要だという反省から、自己資本比率規制と流動性比率規制から成るバーゼル III 規制が2010年に策定された[1][2]。

バーゼル III 規制における流動性比率規制は、主に金融システムにおけるシステムック・リスクの抑制を目的としている。システムック・リスクとは、個別の金融機関の支払不能等や、特定の市場または決済システム等の機能不全が、他の金融機関、他の

市場、または金融システム全体に波及するリスクのことをいう[3]。

ただし、バーゼル III 規制で策定された流動性比率規制にはいくつかの問題点が指摘されている。そのうちの一つである流動性カバレッジ比率(LCR)規制では、規制対象の銀行に対して、ストレス下の30日間における正味の資金流出に耐えられるだけの高品質な流動資産を保持するように求めている[4]。高品質な流動資産には例えば現金等が該当するが、従来個人や法人への貸付に回していた資金を手許に残しておく必要があるとなると、銀行の資産運用利回りが低下して経営を圧迫する可能性がある。また、同じくバーゼル III 規制で策定された流動性比率規制の一つである安定調達比率(NSFR)規制は、銀行の運用資金と調達資金の残存期間を一致させ、

資金の流入のタイミングを合わせることで流動性不足の発生を防ごうとするものである。しかし、元来銀行は預金者か

ら集めた短期かつ低金利で調達した資金を個人や法人に対して長期かつ高金利で貸し付けることで利益を得るビジネスモデルを採っており、銀行のビジネスに逆行しかねない安定調達比率(NSFR)規制は銀行の経営を圧迫するのではないかと危惧されている[5]。また、これらのバーゼル III 規制における流動性比率規制は現状では国際統一基準行のみを対象としているが、わが国では競争の公平性の観点から将来的には国内の全銀行に適用することも検討されている。すると、財務基盤が安定していて経営体力のある都市銀行や主要地方銀行は当該規制による経営環境の悪化に耐えられるだろうが、資金調達能力や収益機会に乏しい弱小地方銀行は途端に窮地に追い込まれるのではないかと懸念がある。よって、バーゼル III 規制における流動性比率規制の導入が銀行の存続を脅かし、却って金融システムを不安定化させてしまうということも十分に考えられるため、その影響に関しては慎重な議論が必要だとされている。

そこで、本研究ではバーゼル III 規制における流動性比率規制の金融システムの安定性に与える影響についての評価を、シミュレーションを用いて行う。

2. モデル

2.1. 概要

本モデルは、Fig. 1 に示すように、銀行間ネットワーク、企業群、証券市場の3つの要素から構成される。それぞれの銀行が相互に貸借関係を結んで銀行間ネットワークを形成しており、さらにそれぞれの銀行は企業への融資や証券市場での投資を行っているという状況を想定している。

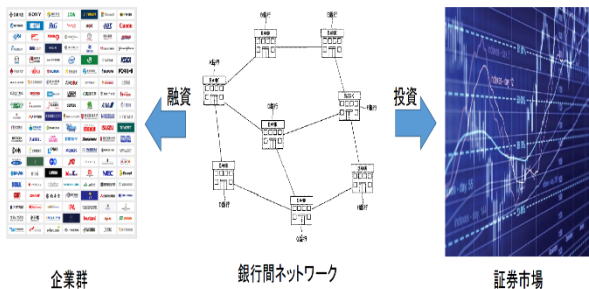


Fig. 1 モデルの概要 (出典：参考文献[6][7][8])

2.2. 銀行

2.2.1. 銀行間ネットワーク

先行研究[9][10]によれば、我が国の銀行間ネットワークは scale-free network を形成している。そこで、銀行間ネットワークの形状として random network と scale-free network の2つを仮定する。ここで、random network は現実の銀行間ネットワーク構造に近い scale-free network との比較対象として導入している。

2.2.2. 銀行のバランスシート

本モデルでは、銀行を100行用意し、銀行*i*に対してFig. 2に示すようなバランスシートを与えている。資産の部は、有価証券 s_i 、銀行間貸出 l_i 、企業融資 e_i 、現金Gap i から成る。負債の部は、預金 d_i 、銀行間借入 b_i 、自己資本 c_i から成る。

さらに、銀行*i*のバランスシートは毎ステップで以下のように変化していく。

- ① 預金 d_i の変動。
- ② 有価証券価格の変動に伴う有価証券 s_i の変動。
- ③ 銀行間貸借に伴う銀行間貸出 l_i と銀行間借入 b_i の変動。
- ④ 企業への融資に伴う企業融資 e_i の変動。
- ⑤ ①～④の結果を受けての現金Gap i と自己資本 c_i の変動。

現金Gap i と自己資本 c_i のいずれかが負に転じた場合、銀行*i*は破綻する。

	資産の部	負債の部
総資産 a_i	有価証券 s_i	預金 d_i
	銀行間貸出 l_i	銀行間借入 b_i
	企業融資 e_i	自己資本 c_i
	現金Gap i	

Fig. 2 銀行*i*のバランスシート

2.2.3. 銀行間貸借

Fig. 3 に示すように、銀行間貸借では資金に余剰のある銀行が資金の不足している銀行に対して資金を貸し出し、その対価として利息を受け取る。資金に余剰のある銀行は、バーゼル III 規制を逸脱しない範囲で他行に資金を貸し出すことができる。逆に、資金の不足している銀行は、バーゼル III 規制を満

たすことができるまで資金を借り入れようとする。

なお、銀行間貸借における金利は、先行研究[11]を参考にして式(1)で計算される。

$$r_{i,j} = r_0 + \left(\alpha \left(\frac{L_j(t)}{d_j(t)} \right)^{-\alpha} + \alpha \left(\frac{B_i(t)}{c_i(t)} \right)^{\alpha} \right) \log_{T+1}(t_d + 1) \quad (1)$$

ここで、 $r_{i,j}$ は銀行iの銀行jからの銀行間借入金利である。 r_0 は中央銀行金利で、0.0%である。そして、 $L_j(t)$ は時刻tにおける銀行jの余剰資産であり、バーゼル III 規制の充足度合いから逆算して算出される。 $d_j(t)$ は時刻tにおける銀行jの預金である。 $B_i(t)$ は時刻tにおける銀行iの負債であり、 $c_i(t)$ は時刻tにおける銀行iの自己資本である。また、 α はリスク感応度を示し、 $\alpha = 0.0050$ とする。そして、Tは銀行間貸借の満期の最大値であり、コール市場が1年以内の資金貸借の市場であることから、1年を250日営業日と捉えて $T = 250$ とした。 t_d は銀行間貸借の満期を示し、 $1 \leq t_d \leq 250$ である。

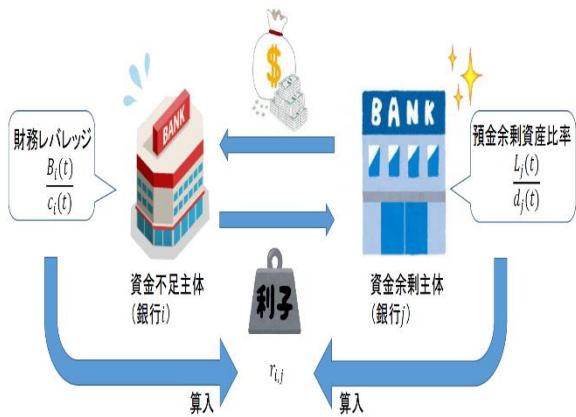


Fig. 3 銀行間貸借のイメージ

2.2.4. 銀行の破綻処理

銀行は、自己資本 c_i と現金 Gap_i のいずれかが負になった場合に破綻する。銀行iが破綻した場合、銀行iに資金を貸し出していた銀行jは貸出債権の焦げ付きを被り、銀行iへの貸出額と同額だけ自己資本が毀損する。また、破綻した銀行iの資産を整理するため、銀行iへ貸付を行っていた銀行jは、銀行iの銀行借入に対する自身の貸出額の比率に応じて銀行iの資産を継承する。同様に、銀行iの預金も引き継ぐ。

2.2.5. バーゼルIII規制

バーゼル III 規制は自己資本比率規制と流動性比率規制から成る。まず、自己資本比率規制では、リスク資産に対する自己資本の比率が一定値以上になるように求めている。次に、流動性比率規制の一つ

である流動性カバレッジ比率 (LCR) 規制では、30日間の正味資金流出額に対する高品質な流動資産 (現金や有価証券等) が一定値以上になるように求めている。最後に、流動性比率規制のもう一つの規制である安定調達比率 (NSFR) 規制では、運用資金に対する調達資金が一定値以上になるように求めている。なお、このとき運用資金と調達資金は、それぞれ残存期間別に重み付けがなされた上で算出されている。本モデルでは、参考文献[12][13][14]をもとに、バーゼル III 規制におけるこれらの規制を表現した。

2.3. 企業

2.3.1. 銀行企業間ネットワーク

参考文献[15]によると、大手行ほど取引先企業数も多いことが分かっている。そこで、本モデルでもシミュレーション開始時点では資産規模の大きい銀行ほど多くの取引先企業を有するように銀行企業間ネットワークを生成している。なお、シミュレーション開始後は、それぞれの企業と銀行の行動に応じて銀行企業間ネットワークは逐次変化していく。

2.3.2. 企業のバランスシート

本モデルでは、企業を100社用意し、企業i'に対してFig. 4に示すようなバランスシートを与えている。資産の部は、資産 a_i から成り、幾何ブラウン運動に従って変動する。負債の部は、銀行間借入 b_i 、自己資本 c_i から成る。

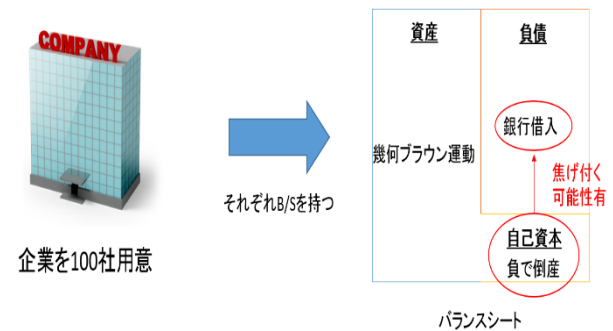


Fig. 4 企業i'のバランスシート

2.3.3. 銀行による企業への融資

それぞれの企業の資産は幾何ブラウン運動(式(2))に従い、それに従って企業の資金需要(式(3))も決定される。

$$dA_t = \mu A_t dt + \sigma_1 A_t dW_{t,1} \quad (2)$$

ただし、 μ 、 σ_1 はそれぞれ企業の資産価値伸び率のドリフト、ボラティリティであり、 A_t は時刻tにおける企業

の資産である。また、 $W_{t,i}$ は標準ブラウン運動である。ここでは、先行研究[16]に倣い $\mu = 0.05$, $\sigma_1 = 0.10$ とした。

$$\Delta E_t = b\Delta t + D_+\Delta A_t l_{\Delta A_t \geq 0} + D_-\Delta A_t l_{\Delta A_t < 0} + \sigma_2 \sqrt{\Delta t} \varepsilon_{t,2} \quad (3)$$

ここで、 $l_{\Delta A_t \geq 0}$ は $\Delta A_t \geq 0$ が真であるとき 1 をとり、それ以外のときは 0 をとる。同様に、 $l_{\Delta A_t < 0}$ も $\Delta A_t < 0$ が真であるとき 1 をとり、それ以外のときは 0 をとる。これにより、式(3)では直近の企業価値の変化に対し、企業価値上昇時は $D_+\Delta A_t$ 、企業価値減少時は $D_-\Delta A_t$ の資金需要が生じると想定している。ただし、企業価値の変動がない($\Delta A_t=0$)の場合でも、負債が趨勢的に増加・減少することもあり得るため、時間トレンド項 $b\Delta t$ を含む。また、確率項 $\sigma_2 \sqrt{\Delta t} \varepsilon_{t,2}$ により資金需要 ΔE_t を確率過程として表現している。ここで、 σ_2 は資金需要の不確実性を表すボラティリティで、 $\sigma_2 = 0.07$ であり、 $\varepsilon_{t,2}$ は標準正規分布に従う確率変数である[16]。また、 $b = 2.0$, $D_+ = 1.0$, $D_- = 0.0$ である[16]。さらに、 $\Delta t = 0.004$ である[17]。

2.3.4. 企業の破綻処理

企業は、自己資本 c_i が負になった場合に破綻する。ある企業が破綻した場合、当該企業に資金を貸し出していた銀行は貸出債権の焦げ付きを被り、当該企業への貸出額と同額だけ自己資本が毀損する。

2.4. 有価証券

2.4.1. 銀行による有価証券への投資

本モデルでは、100銘柄の有価証券が証券市場で取引されているものとする。なお、証券市場の参加者は銀行のみである。有価証券投資では、まず各銀行が有価証券を買うのか売するのかの意思決定を行い (Fig. 5 参照¹⁾)、次に売買注文を出す銘柄を決め、すべての銀行の注文を集計して約定処理を行う。そして、これらの一連の銀行による有価証券取引の結果を受けて、各有価証券銘柄の価格が変動する。

なお、売買銘柄の決定は式(4)に基づき、有価証券価格の変動は式(5)に基づく。

$$EU_{i,k} = \bar{r}_k - \frac{1}{2} \lambda_i \sigma_k^2 \quad (4)$$

ここで、 $EU_{i,k}$ は銀行*i*にとっての有価証券*k*の評価値を、 \bar{r}_k と σ_k はそれぞれ過去*m*日間の有価証券*k*の平均リターンと標準偏差を、 λ_i は銀行*i*のリスク回避度を示す。

¹ ここで、過去*m*日間の全有価証券銘柄のリターンの平均と標準偏差をそれぞれ r_{exp} , σ_m , 銀行*i*のリスク回避度を λ_i とする

$$P_{k,t} = P_{k,t-1} + r_f P_{k,t-1} \Delta t + \sigma P_{k,t-1} \tilde{\varepsilon} \sqrt{\Delta t} \quad (5)$$

ここで、 $P_{k,t}$ は時刻*t*における有価証券*k*の価格を、 r_f はリスクフリーレートを、 σ はボラティリティを示し、 $r_f = 0.02$, $\sigma = 0.25$, $\Delta t = 0.004$ である[17]。また、 $\tilde{\varepsilon} \sim N\left(\frac{\text{buyOrder}_k(t) - \text{sellOrder}_k(t)}{\text{totalStock}_k(t)}, 1\right)$ であり、 $\text{buyOrder}_k(t)$ は時刻*t*における有価証券*k*に対する買い注文量を、 $\text{sellOrder}_k(t)$ は時刻*t*における有価証券*k*に対する売り注文量を、 $\text{totalStock}_k(t)$ は時刻*t*における有価証券*k*の発行済株式数を示す。

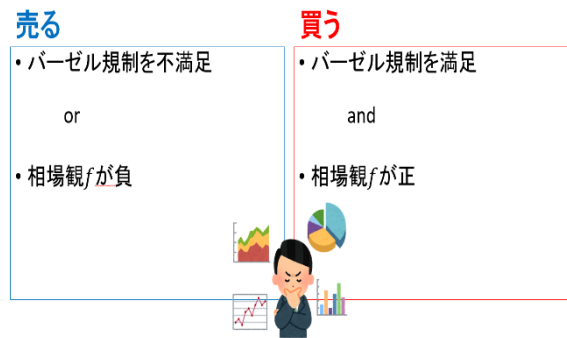


Fig. 5 有価証券投資における意思決定の基準

3. 金融システムの安定性に対するバーゼルⅢ規制における流動性比率規制の影響についてのシミュレーション

3.1. 共通設定

シミュレーション中の1ステップの流れは、Fig. 6に示す通りである。各ステップにおいて、①～⑦の処理を繰り返す。本研究では1試行125ステップのシミュレーションをパラメータセットごとに30試行行う。これは、1年間を250日営業日と捉え、銀行勘定の予算・決算期間である半年を想定した設定である[17]。

と、相場観*f*は以下の通り表される；

$$f = r_{exp} - \sin(\lambda_i) + \sigma_m$$

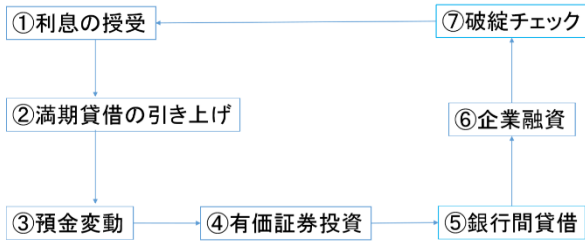


Fig. 6 シミュレーション中の1ステップの流れ

3.2. モデルの妥当性検証

モデルの妥当性検証では、預金変動における流動性ショックの大きさ ϕ と銀行破綻数の関係を取り上げた。妥当なモデルであれば、流動性ショックの大きさ ϕ が大きくなるほど銀行破綻数も大きくなるはずである。Fig. 7を見ると、確かに流動性ショックの大きさ ϕ が大きくなるほど銀行破綻数も大きくなっており、想定していた通りに妥当な結果が得られた。ここで、自己資本要因破綻とは自己資本 c_i が負になることによる破綻であり、流動性要因破綻とは現金 Gap_i が負になることによる破綻である。そして、総破綻はそれらの和である。

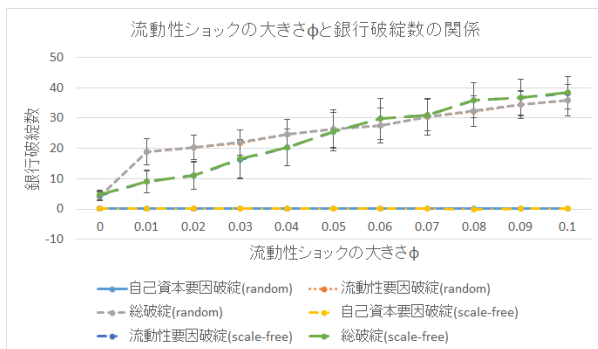


Fig. 7 流動性ショックの大きさ ϕ と銀行破綻数の関係

3.3. 流動性カバレッジ比率（LCR）規制の

感度分析

random network と scale-free network のそれぞれにおいて、LCR 規制の規制範囲と規制水準を変化させたときの銀行の総破綻数の変化を Fig. 8～Fig. 11 に示す。Fig. 8 では、LCR 規制の規制範囲を変化させても総破綻数はあまり変化していない。これは、銀行間貸借関係を有していない孤立した銀行の多い random network では、LCR 規制の規制範囲を変化させても銀行間貸借行動にあまり変化がないためである。Fig. 9～Fig. 11 では、LCR 規制の規制範囲や規

制水準を引き上げると、総破綻数が増加している。これは、LCR 規制の規制範囲や規制水準を引き上げることで、金融システムにおける流動性供給に対して流動性需要が増加したことによる。

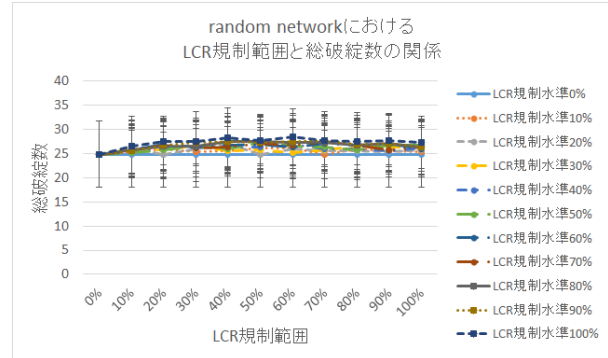


Fig. 8 random network における LCR 規制範囲と総破綻数の関係

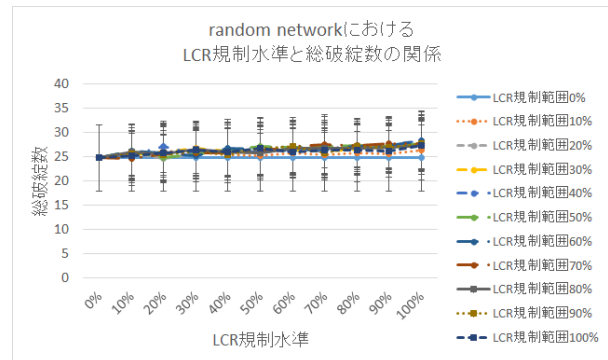


Fig. 9 random network における LCR 規制水準と総破綻数の関係

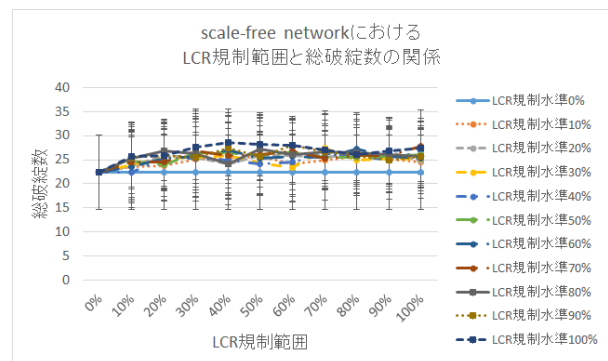


Fig. 10 scale-free network における LCR 規制範囲と総破綻数の関係

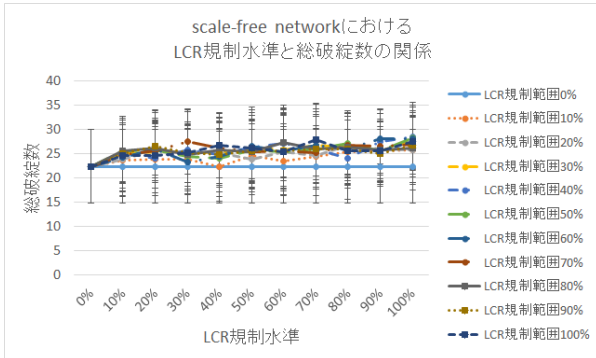


Fig. 11 scale-free network における LCR 規制水準と総破綻数の関係

3.4. 安定調達比率（NSFR）規制の感度分析

random network と scale-free network のそれぞれにおいて、NSFR 規制の規制範囲と規制水準を変化させたときの銀行の総破綻数の変化を Fig. 12～Fig. 15 に示す。Fig. 12 では、NSFR 規制の規制範囲を変化させても総破綻数はあまり変化していない。これは、銀行間貸借関係を有していない孤立した銀行の多い random network では、NSFR 規制の規制範囲を変化させても銀行間貸借行動にあまり変化がないためである。Fig. 13 では、NSFR 規制の規制水準を引き上げると、総破綻数が増加している。これは、NSFR 規制の規制水準の引き上げにより、流動性需給が逼迫したり、資金調達コストが高くなりすぎたことに起因する。Fig. 14 と Fig. 15 を見ると、scale-free network では NSFR 規制の規制範囲と規制水準がともに高いと、総破綻数が抑制されていることが分かる。これは NSFR 規制の規制範囲と規制水準の引き上げにより、多くの銀行が長期資金を調達することで流動性ショックに対する頑健性が増したからである。ただし、NSFR 規制の規制範囲と規制水準の引き上げにより、資金調達コスト増加による銀行破綻も一部で起きている。

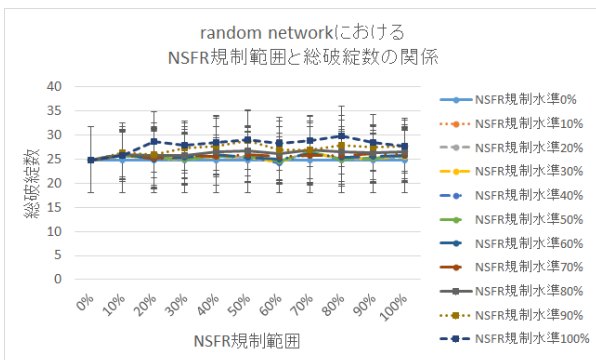


Fig. 12 random network における NSFR 規制範囲と総破綻数の関係

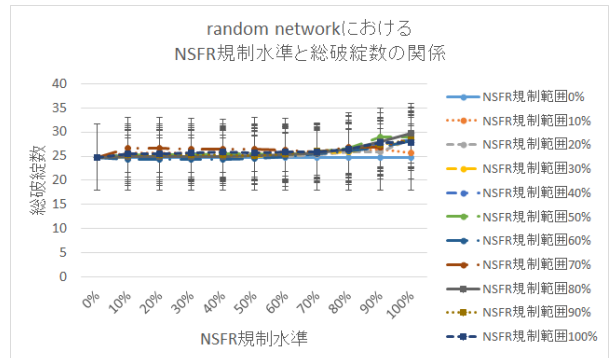


Fig. 13 random network における NSFR 規制水準と総破綻数の関係

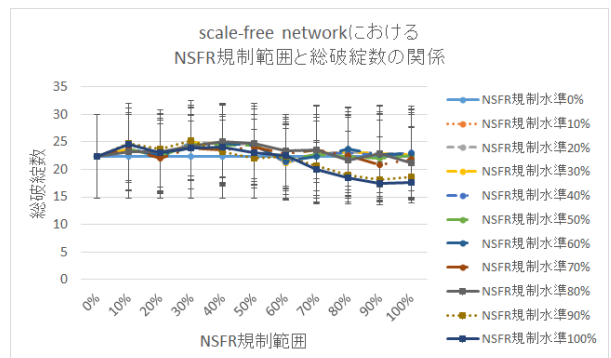


Fig. 14 scale-free network における NSFR 規制範囲と総破綻数の関係

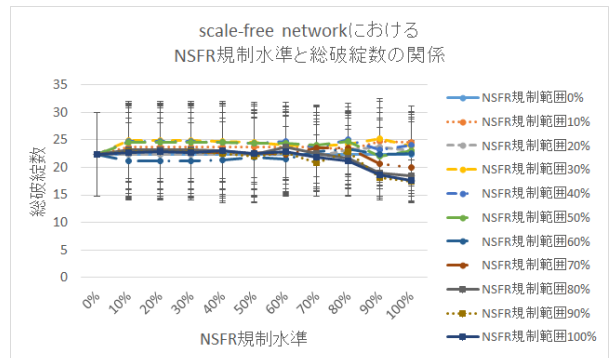


Fig. 15 scale-free network における NSFR 規制水準と総破綻数の関係

4. おわりに

まず、LCR 規制の規制範囲と規制水準を引き上げることによる金融システム安定化効果についてまとめる。本研究では、scale-free network で LCR の規制範囲と規制水準を引き上げると銀行破綻数が増加することが分かった。よって、LCR 規制の規制範囲と規制水準の引き上げは、金融システムの資金融通機能を制約するばかりで、単独では流動性ショックに

対する金融システムの頑健性を高める効果はなく、却って金融システムを不安定化させる恐れがあると言える。

次に、NSFR 規制の規制範囲と規制水準を引き上げることによる金融システム安定化効果についてまとめる。本研究では、scale-free network で NSFR 規制の規制範囲と規制水準を引き上げると銀行破綻数が減少することが分かった。よって、現実の金融システムでも NSFR 規制の規制範囲と規制水準を引き上げると、金融システムを安定化させる効果が得られると考えられる。ただし、NSFR 規制の規制範囲と規制水準の引き上げにより一部の銀行に起こった自己資本要因破綻の重要性や影響の評価については議論の余地がある。

本研究の今後の課題として、モデルの改良とシミュレーション結果のさらなる検証が挙げられる。

まず、モデルの改良の可能性について述べる。先行研究[10], [18]によると、現実の銀行間ネットワークには scale-free 性だけでなく small-world 性も認められるようである。よって、本研究で行ったシミュレーションを small-world network にも適用することが改良点の一つとして挙げられる。また、LCR 規制や NSFR 規制で積み上げた資金は、金融危機時には取り崩して使用することが許されているため、その影響を考慮したシミュレーションも行う余地がある。さらに、金融危機時には政府・中央銀行による銀行救済措置も取られる他、LCR や NSFR 規制には政府・中央銀行による銀行救済コストの低減効果も期待されているため、その点も追究の余地がある。

謝辞

本研究は、筆者が東京大学大学院工学系研究科技術経営戦略学専攻修士課程在籍中に和泉・坂地研究室にて行った研究をまとめたものです。本研究を行うにあたり御世話になった方々に、この場を借りて御礼を申し上げます。主査の和泉潔教授には、本研究に関して終始御指導御鞭撻を頂きました。副査の古田一雄教授には、本稿を御精読頂き有用なコメントを頂きました。島田研究室の島田尚准教授、和泉・坂地研究室の坂地泰紀特任講師、松島裕康特任助教授には、研究室内のゼミや勉強会にて貴重な御意見を頂きました。和泉・坂地研究室の山本由香秘書には、研究室の運営や環境の改善・維持を通して研究活動を支えて頂きました。和泉・坂地研究室に在籍する濱脇諒君と松浦出君には、本稿を度々校閲して頂きました。その他の和泉・坂地研究室に在籍する皆様とも、数多くの有益な議論をさせて頂き、また、研究外においても交流を深められたことで、楽しく充実し

た研究生生活を送ることができました。皆様の御陰で本研究を完遂することができましたことを心より感謝いたします。最後に、いつも筆者を支えて頂いた家族・友人に深謝の意を表します。

参考文献

- [1] SMBC 日興証券ホームページ, URL:<https://www.smbcnikko.co.jp/terms/japan/ha/J0710.html>(参照日:2019年1月4日)
- [2] 鈴木利光: パーゼル III の初歩第 16 回「安定調達比率とは?」, URL:https://www.dir.co.jp/report/research/introduction/financial/basel3/20150210_009423.pdf(参照日:2019年1月4日), (2015)
- [3] システムック・リスクとは何ですか?, URL:<https://www.boj.or.jp/announcements/education/oshiete/kess/i06.htm/>(参照日:2019年1月7日)
- [4] 花井ゆき子: パーゼル III 対応型の台頭で注目されるハイブリッド証券, URL:https://www.alliancebernstein.co.jp/files/uploads/Context_20140526.pdf(参照日:2018年9月14日), (2014)
- [5] 金融庁/日本銀行: 安定調達比率(NSFR)市中協議文書, 流動性カバレッジ比率(LCR)への追加事項の概要, URL:<https://www.fsa.go.jp/inter/bis/20140115-1/03.pdf>(参照日:2019年1月7日), (2014)
- [6] 知財ポータルサイト IPForce, URL:<https://ipforce.jp/patent-jp-B9-6243488>(参照日:2018年9月27日)
- [7] web 製作会社ティファナ, URL:<https://www.tifana.com/company/client.html>(参照日:2018年9月27日)
- [8] coconala, URL:<https://coconala.com/services/248219>(参照日:2018年9月27日)
- [9] 稲岡創, 二宮拓人, 谷口健, 清水季子, 高安秀樹: 金融機関の資金取引ネットワーク, 日本銀行金融市場局ワーキングペーパーシリーズ, Vol.2003-J, No.2, pp.1-28, (2003)
- [10] 今久保圭, 副島豊: コール市場の資金取引ネットワーク, 日本銀行金融研究所ディスカッションペーパー, Vol.2008-J, No.16, pp.47-100, (2008)
- [11] Minghui Zhang., Jianmin He., and Shouwei Li.: Interbank lending, network structure and default risk contagion, Physica A, Vol.493, No.2018, pp.203-209, (2018)
- [12] 金融庁/日本銀行: 安定調達比率(Net Stable Funding Ratio: NSFR) 最終規則の概要, URL:https://www.boj.or.jp/announcements/release_2014/data/rel141105a1.pdf(参照日:2018年9月14日),

(2015)

- [13] みずほ総合研究所: 国際的な金融規制改革の動向 (13 訂版), URL:<https://www.mizuho-ri.co.jp/publication/research/pdf/urgency/report180723.pdf> (参照日: 2018 年 9 月 14 日), (2018)
- [14] 木利光: 流動性カバレッジ比率(LCR)の告示案, URL:https://www.dir.co.jp/report/research/law-research/regulation/20140911_008934.pdf(参照日: 2018 年 9 月 14 日), (2014)
- [15] 東京商工リサーチホームページ, URL:http://www.tsr-net.co.jp/news/analysis/20170804_01.html (参照日: 2018 年 10 月 3 日).
- [16] 藤原茂章: エクスポーシジャーの変動を考慮した信用リスク評価:コミットメントラインの応用, 日本銀行金融研究所ディスカッションペーパー, Vol.2007-J, No.29, pp.113-138, (2007)
- [17] 菊地剛正, 國上真章, 山田隆志, 高橋大志, 寺野隆雄: エージェントシミュレーションを用いた金融規制が金融機関の連動的な破綻に与える影響の分析, 人工知能学会論文誌, Vol.31, No.6, pp.1-11, (2016)
- [18] Co-Pierre Georg.: The effect of the interbank network structure on contagion and common shocks, *Journal of Banking & Finance*, Vol.37, No.7, pp.2216-2228, (2013)