

Title	上海銀行間取引金利の安定性に関する研究 エージェント・ベース・シミュレーションを用いた中央銀行の金融政策支援に向けて
Author(s)	楊, 洋
Citation	
Issue Date	2014-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/11970">http://hdl.handle.net/10119/11970</a>
Rights	
Description	Supervisor:橋本敬, 知識科学研究科, 修士

修 士 論 文

上海銀行間取引金利の安定性に関する研究  
—エージェント・ベース・シミュレーションを用いた  
中央銀行の金融政策支援に向けて—

北陸先端科学技術大学院大学  
知識科学研究科 知識科学専攻

楊 洋

2014年3月

修 士 論 文

上海銀行間取引金利の安定性に関する研究  
—エージェント・ベース・シミュレーションを用いた  
中央銀行の金融政策支援に向けて—

指導教員 橋本 敬 教授

北陸先端科学技術大学院大学  
知識科学研究科 知識科学専攻

1250046 楊 洋

審査委員 橋本 敬 教授 (主査)

中森 義輝 教授

内平 直志 教授

HUYNH, Nam Van 准教授

2014年2月

# 目 次

第1章	はじめに.....	1
1.1	本研究の背景.....	1
1.2	本研究の目的.....	3
1.3	本研究の方法.....	3
1.4	本論文の構成.....	4
第2章	基本的説明と関連研究.....	5
2.1	SHIBOR と LIBOR.....	5
2.1.1	SHIBOR とは.....	5
2.1.2	LIBOR とは.....	5
2.1.3	SHIBOR と LIBOR の比較.....	5
2.2	RTGS システムの仕組み.....	7
2.2.1	RTGS システムとは.....	7
2.2.2	RTGS システムにおける流動性と構成要素.....	9
2.2.3	支払指図の処理.....	10
2.2.4	流動性不足の概念.....	10
2.2.5	振替待ち行列の概念.....	10
2.2.6	RTGS システムにおけるシステムミック・リスク.....	10
2.3	RTGS システムの関連研究.....	11
2.4	金融政策.....	12
2.4.1	公開市場操作.....	12
2.4.2	預金準備率操作.....	13
2.4.3	中央銀行貸出と再割引.....	13
第3章	流動性・金利モデル.....	14
3.1	流動性・金利モデルの構築背景.....	14
3.2	モデルの仕組み.....	15

3.2.1	モデルの全体図	15
3.2.2	支払請求	16
3.2.3	階層構造	18
3.3	中央銀行エージェント	19
3.3.1	公開市場操作	20
3.3.2	預金準備率操作	22
3.3.3	中央銀行貸出と再割引	24
3.4	大銀行エージェント	25
3.4.1	支払請求を出す・受け取る	26
3.4.2	受け取った支払請求を決済・延期する	27
3.4.3	緊急支払請求を出す・受け取る	27
3.4.4	オファー・レートを決定する	28
3.5	小銀行エージェント	29
3.5.1	支払請求を出す・受け取る	30
3.5.2	受け取った支払請求を決済・延期する	31
3.5.3	緊急支払請求を出す・受け取る	31
3.5.4	倒産する	32
第4章	シミュレーション結果	33
4.1	パラメータ設定	33
4.2	SHIBORの移動ボラティリティ	34
4.3	シミュレーションの流れ	35
4.4	中央銀行の政策効果	38
4.5	シミュレーションの結果	40
4.5.1	公開市場操作	40
4.5.2	預金準備率操作	47
第5章	考察	53
5.1	公開市場操作の結果から	53
5.2	預金準備率操作の結果から	54
5.3	政策提言	56
5.3.1	金融政策の中間目標の変更の提案	56
5.3.2	銀行の破綻処理制度と預金保険制度の提案	57
5.3.3	今後の中国の金融政策について	58

5.4 今後の課題 .....	58
第6章 結論 .....	60
6.1 まとめ .....	60
6.2 結論 .....	61
6.3 課題 .....	61
謝 辞 .....	62
参 考 文 献 .....	63

# 目 次

図 1.1	LIBOR と SHIBOR の翌日物（左），一週間物（右）の比較図 .....	2
図 2.1	RTGS システムの仕組み .....	9
図 3.1	モデルの全体図 .....	15
図 3.2	支払請求の仕組み .....	17
図 3.3	モデルの階層構造 .....	18
図 3.4	中央銀行エージェントの行動 .....	20
図 3.5	モデルにおける公開市場操作の仕組み .....	21
図 3.6	モデルにおける公開市場操作の効果 .....	22
図 3.7	モデルにおける預金準備率操作の仕組み .....	23
図 3.8	モデルにおける預金準備率操作の効果 .....	24
図 3.9	中央銀行貸出の仕組み .....	25
図 3.10	大銀行エージェントの行動 .....	26
図 3.11	モデルにおける SHIBOR の変動 .....	29
図 3.12	小銀行エージェントの行動 .....	30
図 4.1	移動ボラティリティの変動 .....	35
図 4.2	シミュレーションの流れ .....	37
図 4.3	中央銀行の金融政策による SHIBOR の移動ボラティリティの変化 .....	40
図 4.4	公開市場操作一回で提供・回収する流動性の量の変更による移動ボラティリティ の平均値の変化 .....	41
図 4.5	公開市場操作が提供・回収する流動性の量の変更による大銀行の平均流動性の平 均値の変化 .....	42
図 4.6	公開市場操作が提供・回収する流動性の量の変更による中央銀行が提供した総流 動性の平均値の変化 .....	43
図 4.7	公開市場操作が提供・回収する流動性の量の変更による中央銀行貸出が提供した 総流動性の平均値の変化 .....	44
図 4.8	公開市場操作が提供・回収する流動性の量の変更による公開市場操作が提供した	

総流動性の平均値の変化.....	44
図 4.9 公開市場操作が提供・回収する流動性の量の変更による SHIBOR の平均値の変化 .....	45
図 4.10 点イ（一回の公開市場操作が提供・回収する流動性：450 百万元）における，16 個の大銀行の流動性予期（左），SHIBOR（中）と移動ボラティリティ（右）の変化 .....	46
図 4.11 小銀行エージェントが出す支払請求の金額（縦軸）と公開市場操作一回で提供・ 回収する流動性の量（横軸）の変更による移動ボラティリティの平均値の変化 .....	47
図 4.12 預金準備率操作を実施する基準の上限（縦軸）と預金準備率の変動範囲の上限（横 軸）の変更による移動ボラティリティの平均値の変化.....	48
図 4.13 点ア（左），点イ（中），点ウ（右）の預金準備率の変動.....	49
図 4.14 点イ（操作する基準の上限 29 回，預金準備率の上限 45%）での預金準備率の変 動に伴う，16 個の大銀行の残高，流動性の平均と移動ボラティリティの変化.....	50
図 4.15 預金準備率操作のパラメータの変更による平均残高の平均値の変化.....	51
図 4.16 預金準備率操作のパラメータの変更による平均流動性の平均値の変化.....	52
図 4.17 預金準備率操作のパラメータの変更による SHIBOR の平均値の変化 .....	52
図 5.1 預金準備率の変動と SHIBOR の変動.....	56



# 表 目 次

表 2-1 SHIBOR と LIBOR の比較.....	6
表 2-2 大口資金決済システムの種類 .....	8

# 第 1 章 はじめに

本章では、まず研究の背景として、中国の金融システムの沿革を簡単に述べ、それから、中国の基準金利としての上海銀行間取引金利の導入背景と存在する問題について説明する。その問題を明らかにするため、本研究の目的を提示する。そして、本研究を行う方法、およびなぜこの研究方法を選ぶのかという理由とそのメリットを説明する。

## 1.1 本研究の背景

中華人民共和国が成立してから、1970年代の後半までの金融機関は中央銀行である中国人民銀行、為替専門銀行の中国銀行そして農村信用協同組合だけであった。随 (2000) は改革開放までの銀行経営は貸付計画という極端な形の「窓口規制」の下で行われ、銀行の自主運営の余地がほとんどなく、銀行経営に携わる者から効率的に資金を運営し、有望な投資プロジェクトを開拓するインセンティブが全く望めないと述べている。1970年代後半、中国政府は市場メカニズムを否定すれば、経済の発展は持続できないことを段々認識してきた。それにより、商業銀行業務に相当する預金業務、貸出業務を中国人民銀行から分離することから金融改革が始まった。画期的な改革として、1998年の商業銀行に対する窓口規制の撤廃を機に、金融政策は直接的なコントロールから間接コントロールへ舵を切っていた (神宮, 2007)。

2007年、中国の金融業界は全面对外開放の段階に突入した。経済の急発展や企業のグローバル経営により、対外金融サービスのニーズが刺激され、金融機関の海外進出が促されている (巴, 2008)。一方、夏 (2011) は、国内金融の一層の改革がなければ、金融の対外開放に困難を来し、その全体的な戦略の方向として国内金融の十分な市場化を進めるべきであると述べている。Wang (2001) は金融市場の自由化の最も重要な基準は金利の自由化であると指摘した。金利自由化の要は中央銀行が直接基準金利を調整すること (見える手) ではなく、金融市場によりそれを決めるメカニズム (見えざる手) を改善すること

であった。なお、金利自由化の前に中国の現状に沿って、適した基準金利を作ることは急務であった。

中国の金融改革の指導方針は、市場のメカニズムを十分に発揮し金融機関の金利を決める能力を向上することと同時に、経済の安定した迅速な成長を保ちながら中央銀行のマクロコントロール能力を強めることである（Jiang ら, 2012）。この方針に従い、2007年に中国の基準金利として中国の短期金融市場の銀行間金利である上海銀行間取引金利（Shanghai Interbank Offered Rate, SHIBOR）が導入された。中国の金融市場における16の大手銀行は自身の流動性ポジションや運営目標などを参照しつつ、オファー・レートを決めて中央銀行に申告する。申告銀行は自身の期待利得を最大化するように最適な金利戦略を選択し、申告した金利が市場の資金に対する需要を反映している。しかし、SHIBORは市場の流動性状況を反映することだけでなく、中央銀行の金融政策の操作目標の役割を担う。近年、このように、間接的な金融調節の目標として、無担保コール翌日物金利は各国の中央銀行に注目されているようになった（Mishkin, 2004）。特に、マクロコントロール能力を重視している中国では、中央銀行の金融政策はSHIBORに大きな影響を与えることが想像に難くない。

基準金利が他の金融商品の価格設定に信頼性の高い基準とされるには安定性が必須（Liu ら, 2011）であるが、先進国の基準金利制度（英国のLIBOR等）と比べて、SHIBORは導入されて以来、翌日物と一週間物の不安定性が異常に高いという問題がある（Tan ら, 2012）（図1.1）。不安定の原因として、Li ら（2008）は、SHIBORのGARCHモデルを用いて、集中的に株式公開（IPO）することは銀行の大量の流動性を凍結するため、SHIBORの安定性に影響を与えること、および中央銀行による預金準備率の操作がSHIBORの安定性に強く影響していることを指摘した。

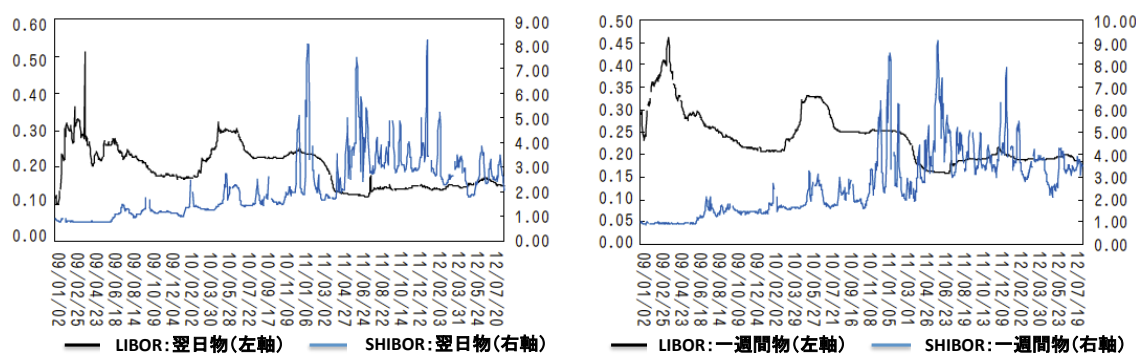


図 1.1 LIBOR と SHIBOR の翌日物（左）、一週間物（右）の比較図（(Xie ら, 2012) より引用）

## 1.2 本研究の目的

前述のとおり、まだ完全な金利自由化が実現できていなかった中国では、中央銀行が金融政策を実施することを通じ、中国の基準金利であるの SHIBOR の安定性に強く影響を与えていることがわかった。したがって、本研究では、中国の銀行間取引市場を抽象化しモデルを構築し、中央銀行の金融政策が SHIBOR の安定性に及ぼす影響を分析し明らかにする。さらに、SHIBOR の安定性を維持するための政策提言を行うことも目的とする。

## 1.3 本研究の方法

本研究では金融政策が SHIBOR の安定性に対する影響を分析する方法として、エージェント・ベース・シミュレーション (Agent-Based Simulations, ABS) を用いる。ABS とは相互に影響を及ぼしあう、必ずしも合理的とは限らない多様な意思決定基準を持つ多数のエージェントからなるシステムを捉える手法である (出口, 2004)。Arciero ら (2009) は、マイクロレベルで、ABS の機能が優れて、短期金融市場における商業銀行と中央銀行の行動がうまくシミュレートすることができるかと指摘した。和泉 (2003) により、人工市場研究を通じ、金融市場でのマイクロな行為とマクロな現象の結びつきを発見できることがわかった。つまり、現実に観測・実験が困難な問題に対して、人工市場を用いたシミュレーション実験・観察によりそのメカニズムを解明することができる。本研究は、ABS の枠組みである人工市場をシミュレータとして実装し、シミュレーション実験を通じ、中央銀行の金融政策の有効性を考察するものである。

Jiang ら (2012) は実データを用いて SHIBOR の応用可能性などを分析する研究を行った。しかし、金利の問題に対して、従来の統計的手法やファイナンス理論では銀行の振る舞いを考えることができないため、市場活動の結果として生まれたマクロ指標がどのように形成されたかという問いに答えることが難しい。そして、小林 (2006) は実際の市場では、制度の影響を受けた市場参加者の振る舞いの積み重なりによって、マイクロレベル現象が引き起こされるので、市場制度の問題を考えるときには、マイクロの部分から考えなくてはならないと述べている。また、制度設計にまで踏み込んだ議論をするためには、ある程度

現実の複雑な市場制度を適切にモデル化しなくては十分な説明力が伴わない。このような問題を検討する方法として、近年用いられている ABS が非常に有効な方法だと言える。

## 1.4 本論文の構成

本論文は全 6 章で構成される。2 章では、本研究に関連する金融政策や周辺研究の説明をすると共に銀行間取引金利を理解する上で必要な知識を示す。3 章では、人工市場に実装する流動性・金利モデルを、現実の制度との差異を示しながら提案する。また、シミュレーションで使用するエージェントの行動も紹介する。4 章では、人工市場シミュレーションによって得られたシミュレーションの結果を示す。その際には、SHIBOR、SHIBOR の移動ボラティリティ、銀行の残高、銀行の流動性の 4 点に注目して分析を行う。5 章では、金融政策の実施に対する SHIBOR の安定性の変化を考察した上で、SHIBOR の安定性を維持するための政策提言を行う。そして今後の課題を提示する。6 章では、本研究のまとめを行った上で、結論、および課題を述べる。

## 第 2 章 基本的説明と関連研究

銀行間取引金利研究の理論的背景を理解するために、関連する研究分野を説明する。次に、提案するモデルを理解するために、RTGS システムと中央銀行の金融政策について制度面から解説する。

### 2.1 SHIBOR と LIBOR

#### 2.1.1 SHIBOR とは

SHIBOR は日本語では「上海銀行間取引金利」とも呼ばれ、中国の上海市場（短期金融市場）の銀行間金利のことをいう。中国の 16 の銀行が提示する無担保コール・レートの平均値であり、様々な金融商品の価格設定に参照される重要な経済指標である。これには、翌日物、1 週間物、2 週間物、1 カ月物、3 カ月物、6 カ月物、9 カ月物、1 年物の各取引がある。

#### 2.1.2 LIBOR とは

LIBOR (London Inter-Bank Offered Rate) とは、イギリスのロンドン市場での資金取引の銀行間平均貸し手金利のことをいう。一般的には、指定された複数の有力銀行から申告されたレートを英国銀行協会 (British Bankers' Association : BBA) が集計し毎営業日発表している。通貨別 (USD, EUR, JPY など) や期間別 (翌日, 1 週間, 1 カ月, 3 カ月, 6 カ月, 1 年) に表示され、金融機関の資金調達コストの目安となると共に、国際金融取引の基準値としても利用されている。

#### 2.1.3 SHIBOR と LIBOR の比較

表 2.1 に、SHIBOR と LIBOR について計算方法、通貨と期間の種類、運用状況、申告銀行、金融環境、導入背景、利点の 7 つの面から、二つの基準金利

の比較を行った。

表 2-1 SHIBOR と LIBOR の比較

	LIBOR	SHIBOR
名称	ロンドン銀行間取引金利	上海銀行間取引金利
定義	イギリスのロンドン市場での資金取引の銀行間平均貸し手金利のことをいう。	中国の上海市場（短期金融市場）の銀行間平均貸し手金利のことをいう。
計算方法	LIBORは英国銀行協会(BBA)により、一日に一回公表される。BBAは指定16行に「対銀行貸出レート」をヒアリングし、上下4行の数字を除いた中8行の平均値を毎営業日のロンドン時間午前11時に発表する。	SHIBORは全国銀行間取引センターにより、一日に一回公表される。全国銀行間取引センターは指定18行に各取引日提供のオファー販売価格を収集し、上下4行の数字を除いた中10行の平均値を毎営業日の午前11時30分に発表する。
通貨と期間の種類	LIBORは、通貨別（USD、GBP、EUR、JPY、CHF）や期間別（翌日、1週間、1カ月、3カ月、6カ月、1年）に表示され、金融機関の資金調達コストの目安となると共に、国際金融取引の基準値としても利用されている。	SHIBORは中国国内に流通される人民元の金利であり、翌日物、1週間物、2週間物、1カ月物、3カ月物、6カ月物、9カ月物、1年物の各取引があり、中国の金融市場における金融商品の指標となっている。
運用状況	金融機関がユーロ市場で資金調達をする際の基準金利として用いられており、特に3カ月物と6カ月物は短期金利の指標として注目度が高い。	翌日物が取引の大半を占めている。中国政府が金融引締策（緩和策）を実施すると、その効果はSHIBORを通じて、市場全体に波及することになる。
申告銀行	世界的に有名な大手銀行、これらの申告銀行は世界の金融市場の流動性状況を十分に反映することができる。	中国トップの国有銀行、株式銀行、シティー商業銀行、外資銀行によって構成される申告銀行団、市場取引の90%以上を占めている。
金融環境	LIBORは成熟した基準金利である。完全にオープンした金融市場において、市場外部の情報がLIBORに迅速、直接的な影響を与える。	SHIBORは依然として未熟な基準金利である。閉鎖的金融市場において、中国の貨幣市場の流動性状況しか反映しない。
導入背景	LIBORは十分に発達した金融市場を持っている先進欧米諸国に生まれた。金利市場が成熟であり、金融派生商品市場も活躍し、LIBORは急速かつ、広範に普及した。	SHIBORは、中国の金融市場が未発達で、預貸金利、為替レートが市場によって決めるのではない背景で生まれ、各種金融商品の基準金利としての条件がまだ整っていない。
利点	1. 安定性が高い、期間構造がより合理的である。 2. 金融市場が発達したため、各種金融資産の価格（レート）が互いに裏付けることができる。	1. 中央銀行の有力な規制により、SHIBORの規範的な運営が保障される。 2. 中央銀行は取引情報で申告銀行の提示した金利の正確さを有効に検証できる。 3. 迅速に発展している中国の銀行間取引市場がSHIBORの取引基盤を強化する。

SHIBOR と LIBOR の異同は以下の通りである。

● 共通点

1. 二つの基準金利とも指定された権威のある機構で公表される。基準金利は貨幣市場ないし国の金融市場にとって重要な金融指標であり、監督管理の機構が権威であり、公正でなくてはならない。

2. 二つの基準金利とも銀行間取引金利を使っている。SHIBOR は中国の銀行間取引市場で、中国の金融市場の流動性状況を反映している。一方、LIBOR のほうは、より大きな銀行間取引市場で、世界中の金融市場の流動性状況を反映している。そして、銀行間取引金利は無担保コール金利のため、他の有担保型の金利と比べると、担保物の不確実性を金利に与える影響がなく、より単純

に市場の資金に対する需要を反映する。

3. 実際の取引金利ではなく、申告金利を採用する。これはリスクプレミアムや顧客との関係などの要因からの影響を避けて、資金供需と将来的な流動性に対する判断によって決定する。

4. SHIBOR は LIBOR と同じく、3 カ月未満の金利は取引量が大きいいため、各銀行の申告金利は 3 カ月以上の金利より、標準偏差が小さい。

- 相違点

1. SHIBOR と LIBOR はそれぞれ導入された際の背景が異なる。LIBOR は 20 世紀後半に、金融市場が発達している欧米諸国で導入された。これらの国々は金融市場が成熟しており、金融派生商品の取引が活発となっていたため、LIBOR はすぐさま価格体系の目安になり幅広く運用されてきた。SHIBOR は中国の金融市場が発達していなく、金利、為替レートが完全に市場によって決定しない環境下に導入された。基準金利として位置付けされたが、すべての金融商品のプライシングに運用される条件はまだ十分ではないのである。

2. 発達した金融市場では、各種の金利が互いに裏付けることができるため、LIBOR の正確性が高い。SHIBOR の正確さは中央銀行の規制により確保される。そして、SHIBOR には申告銀行に対する淘汰制度がある。申告した金利が正確な SHIBOR から大きく外れる銀行は SHIBOR 申告銀行としての資格を候補銀行に譲る。

## 2.2 RTGS システムの仕組み

### 2.2.1 RTGS システムとは

現在、経済活動は銀行間決済システムの信頼性と効率性に深く依存している。その原因は、大口決済における適切なリスク管理に対するニーズが高まっているからである。

銀行間決済システムは、銀行自身もしくはその顧客が発生させる銀行間における資金移動を行うための仕組みである。特に、決済方法によってネット決済システムとグロス決済システムとに分けられる。そして、決済時点（とその頻度）によって分類することもできる。それは、時点決済システムと即時決済システムである（表 2.2）（Bank for International Settlements, 1997）。これら



4つの決済システムを以下に説明する。

- ネット決済システム：システムに参加する銀行のネット・ポジションは、ある時点までにその銀行が受付けた支払指図の金額の合計からその銀行が発出した支払指図の金額の合計を差引いたものとして算出される。
- グロス決済システム：支払額と受取額を差引くことなく、資金の決済が取引毎に実行される。
- 時点決済システム：ファイナルな決済が事前に特定された1回ないしはそれ以上の時点に実行される。
- 即時決済システム：ファイナルな決済を営業日中、連続的に行える。

表 2-2 大口資金決済システムの種類（Bank for International Settlements, 1997）より引用）

決済の特徴	グロス	ネット
時点	時点グロス決済	時点ネット決済 (DNS)
即時 (連続的)	即時グロス決済 (RTGS)	(該当なし) *

現在、銀行間の大口の資金取引は、一般的に RTGS システムによって行われている。「RTGS」とは、英文 Real Time Gross Settlement、日本語に訳せば「即時グロス決済」、中央銀行における金融機関間の口座振替の手法の一つである。「RTGS」では振替の指図が中央銀行に持込まれ次第、一つ一つ直ちに実行される（日本銀行，2014）。本研究において RTGS システムとは、資金決済に関する支払指図の処理とファイナルな決済が連続して（すなわち即時に）行われるグロス決済システムと定義される（図 2.1）。

RTGS システムは、日中連続的に個々の資金振替のファイナルな決済を実現できるため、銀行間決済過程における決済リスクやシステムック・リスクを削減する強力なメカニズムを提供し得る（Bank for International Settlements, 1997）。90年代の後半から、即時決済システムが先進国の金融システムに導入された。中国は、2005年に導入された RTGS システムによって決済方法を大きく変え、先進的な仕組みに生まれ変わった。

しかし、即時決済システムは決済不履行や銀行の倒産などの事件にショックを受けた後、システムック・リスクが高くなる (Arciero and Biancotti, 2009). 金融市場の安定性を維持するため、監督当局 (中央銀行) は危機が発生する原因、RTGS システムのどの部分が最も影響されるのか、などの研究を推進している.

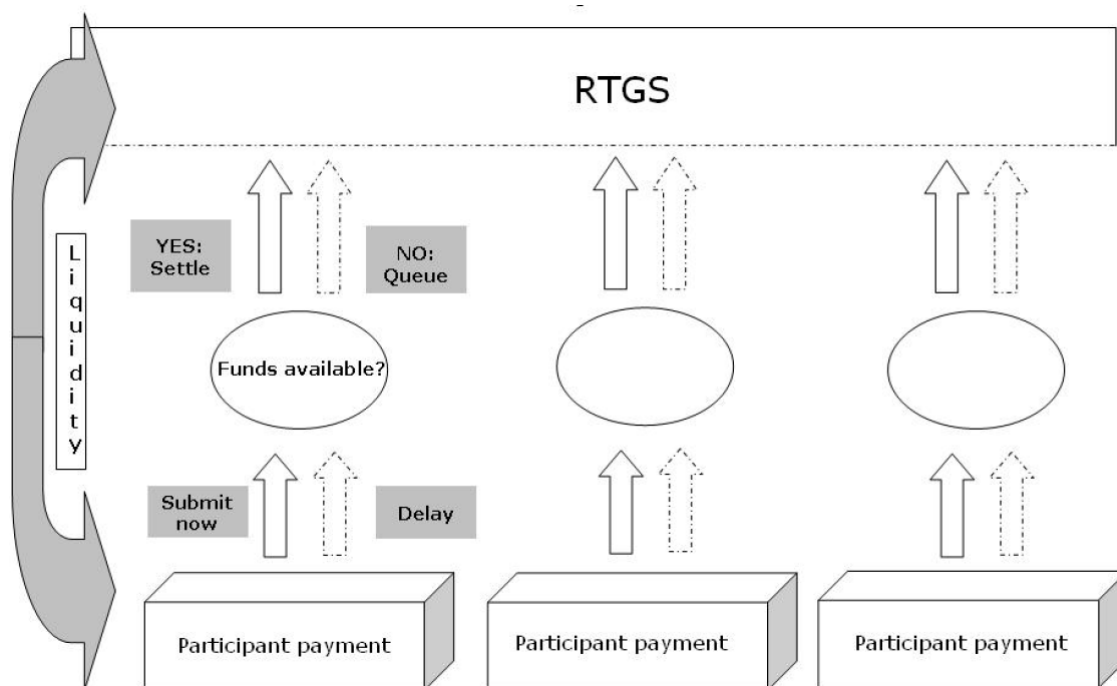


図 2.1 RTGS システムの仕組み ((Arciero ら, 2009) より引用)

## 2.2.2 RTGS システムにおける流動性と構成要素

システムの観点からみると、日中流動性の概念は、システムが銀行間の支払指図の全てないし大半をタイムリーに処理できる資金の「量」に関する。一般に、RTGS システムの各参加者にとって利用可能な資金源には以下の4つがある (Bank for International Settlements, 1997).

- 中央銀行預金残高
- 他行からの振替入金
- 中央銀行信用
- 金融市場を通じた他行からの借入

### 2.2.3 支払指図の処理

RTGS システムは実際の運営面の設計にはかなりの違いがある。特に、仕向銀行が中央銀行口座に十分な資金を保有していない場合の支払指図の処理方法には、大きな差がある。こうした状況における1つの支払指図の処理方法は、システムが支払指図を拒絶し仕向銀行に返送することである。拒絶された支払指図は、後刻仕向銀行が十分な資金を確保した時にシステムに再入力される。その時まで仕向銀行が自行システム内に支払指図を保留・管理することもあれば、支払指図が拒絶されずに、RTGS システムのコンピュータ内に一時的に保留される（システム内 queue あるいは中央型 queue）こともある。この場合、保留された支払指図は、システムと参加行間で予め定められたルールに従って、十分な資金が利用可能となった時にリリースされ決済される（Bank for International Settlements, 1997）。

### 2.2.4 流動性不足の概念

ネット日中流動性がマイナスの場合、銀行は、queue に保留された支払指図の一部ないし全てが決済できないという点で、流動性不足の状態とみなされる（Bank for International Settlements, 1997）。

### 2.2.5 振替待ち行列の概念

振替待ち行列とは、仕向限度額の超過を回避したり、より一般的には流動性を管理するため、支払指図が仕向銀行やシステムによって、一定の順序により保留される仕組みを指す。RTGS システムにおける queue の発生は、仕向銀行が中央銀行口座に十分な資金を有していない場合が最も一般的である（Bank for International Settlements, 1997）。

### 2.2.6 RTGS システムにおけるシステミック・リスク

中央銀行は決済システムのオーバーサイトを行う主体としてシステミック・リスクについて特に関心を持っている。これは、参加者の1人が期日に決済を履行できなかった場合に、他の参加者も期日に決済を履行できなくなる事態を

引起こすリスクである。このような決済不能は、さらに幅広い金融面の混乱を引き起こし、極端なケースでは決済システムの安定性だけでなく実体経済までも脅かすことになりかねない。銀行間決済システムは、ネットワークとしての性格を有するが故に、システムミックな混乱を伝播する潜在的な主要経路となる (Bank for International Settlements, 1997)。

## 2.3 RTGS システムの関連研究

Soramaki ら (2008) は RTGS システムのマルチエージェント・ピリオドモデルを構築し、システムの中における流動性の均衡水準の研究を行っている。RTGS システムにおいて、銀行は遅延リスクを避けて決済を順調に実行できるため、一定量の流動性を持たなければならない。しかしながら、大量の流動性を持っていると、流動性コストが高くなる。すなわち、銀行は遅延リスクと流動性コストのジレンマに陥るになる。彼らの研究から、支払請求を延期するという銀行の行動と流動性の関係を明らかにした。シミュレーションの結果から、システムの中における支払の総額が変わらず、銀行の数が低くなると、一つの銀行が持っている支払の数が相対的に高くなる。よって、流動性の効率が高くなり、RTGS システムにおける流動性は集中効果があるとわかった。銀行間の取引によって、流動性循環が RTGS システムの中に起きて、少しの流動性でも膨大な決済のフローを維持することができる。したがって、中央銀行の RTGS システムに対する有効的な管理 (例えば、支払を集中して、一日の特定の時間帯にしか取引を許さない) を実施すれば、システム全体の流動性コストを減らし、RTGS システムのシステムミック・リスクを下げることもできると考えられる。

Arciero ら (2009) は RTGS システムの探索的なエージェントベースモデルを構築し、それを用いて行ったシミュレーション実験により、銀行間取引に生じる決済遅延や銀行の倒産などの事件が RTGS システムにどのような影響を及ぼすのかを研究している。彼らの研究では、流動性の提供者として機能する中央銀行とイタリアの銀行間取引市場を抽象化し、実際のイタリアの銀行間取引データを用いて関数フィッティングを行い、RTGS システム・モデルを構築した。このモデルにおいて、イタリアのすべての銀行が種類別に 5 個の銀行群に

分けられた。これらの銀行群は単純なルールセットに基づいて互いに支払請求を出すエージェントとして表現される。銀行群は支払請求を決済したり、遅延したりすることによって流動性がモデルの中に移転されている。シミュレーション実験では、1 個の銀行群を倒産させて、RTGS システムにおける他の銀行群ないしシステム全体の振る舞いを考察し、三つの相が観察された。しかし、彼らの研究では、中央銀行の振る舞いが RTGS システムに対する影響を扱っていない。この先行研究から、

## 2.4 金融政策

### 2.4.1 公開市場操作

公開市場操作（Open Market Operation）とは、公開市場で国債を購入または売却する中央銀行の活動であり、中央銀行の主要な金融政策手段として実施している。公開市場操作の通常の目的は短期金利と経済のベースマネーの供給を操作し、間接的に流動性を拡張したり、縮小したりして、総マネーサプライをコントロールすることである。政策の目標として、インフレ、金利、あるいは為替相場などは公開市場操作にかなり影響されている。

中央銀行が銀行に国債などを売却することは売りオペレーションという。代金が商業銀行から中央銀行に支払われ、通貨量が減る。一方、中央銀行が商業銀行から国債などを購入することは買いオペレーションという。代金が中央銀行から銀行に支払われ、通貨量が増える。公開市場操作が銀行を操作対象として実施するので、銀行間取引金利に直接な影響を与える。なお、売りオペレーションは基準金利の上昇効果をもたらす、逆に買いオペレーションは基準金利の下降効果をもたらす。

Mishkin（2004）は公開市場操作の利点を以下のように述べている：

1. 公開市場操作は中央銀行が積極的に実施しており、取引の規模を完全にコントロールすることができる。
2. 公開市場操作は柔軟性を持ち、精度が高い。どの程度の操作でも実現できる。
3. 公開市場操作はヘッジすることができる。もし操作の誤りが発生した場合、中央銀行がすぐにヘッジして、誤差を補正する。

4. 公開市場操作は即時に実行され、政策の遅延がほとんどない。

### 2.4.2 預金準備率操作

準備預金制度 (Reserve Requirement) とは、金融機関が保有する預金には一定割合以上の金額を中央銀行の当座預金に預け入れなければならない義務制度である。中央銀行が預金準備率を操作することを通じて、銀行の流動性をコントロールできる。中央銀行が預金準備率を上げると、基準金利も上昇し、逆に預金準備率を下げれば、基準金利も下降する傾向がある。

Mishkin (2004) は準備預金制度の利点と欠点を以下に述べている：

準備預金制度は平等にすべての銀行に影響を与える。かつ、マネーサプライに強力な効果がある。しかし、準備預金制度の効果が強いという点は、デメリットももたらす。それは、金利とマネーサプライの小幅な調整ができない、さらに、流動性の少ない銀行に悪い影響も与える。

### 2.4.3 中央銀行貸出と再割引

中央銀行貸出 (Discount Loan) は、中央銀行は商業銀行の信用に基づき、無担保で資金を貸付することをいう。再割引 (Rediscount) とは、中央銀行は商業銀行からすでに割引した手形を購入することを通じ、商業銀行に資金を提供する金融政策の手段をいう。

中央銀行貸出と再割引は基準金利に対する影響は弱いですが、銀行の流動性、マネーサプライに影響を与えることだけでなく、さらに、金融危機の防止にも役に立つ。Mishkin (2004) は中央銀行貸出と再割引の欠点を以下に述べている：中央銀行貸出と再割引の決定を銀行によってやるので、中央銀行は完全にコントロールすることができない。

## 第3章 流動性・金利モデル

前章では、基準金利としての上海銀行間取引金利とロンドン銀行間取引金利を比較することを通じて両者の異同点を説明した。そして、モデルの設計を理解するために、RTGS システムと中央銀行の金融政策のいくつかの概念を説明した。本研究では、RTGS システムに基づき、銀行間取引市場のモデルを構築して、中央銀行の金融政策が SHIBOR の安定性に与える影響を考察する。しかし、先行研究の RTGS システム・モデルでは一般的な流動性の均衡モデル、あるいはイタリアの銀行間取引市場をベースとして、中国の銀行間取引市場の特徴が取り入れられていない。したがって、本章では、RTGS システム・モデルに導入した中国の銀行間市場の構造の流動性・金利モデルについて説明する。また、シミュレーションで使用するエージェントの行動も紹介する。

### 3.1 流動性・金利モデルの構築背景

2.3 節で述べた RTGS システムに関する二つの先行研究では、RTGS システムを基とし、銀行間取引市場のエージェントベースモデルを構築し、シミュレーション実験により、銀行間取引市場における流動性の動きを分析した。本研究では、中国の金融市場の特徴を導入した RTGS システムのエージェントベースモデルをシミュレータとし、流動性を軸に、中国の銀行間取引市場の振る舞いは解明することができると考えられる。Mishkin (2004) は金融市場の流動性の変動と金利の変動に強い相関性があると指摘した。銀行間取引市場における銀行は市場が流動性に対する需要に応じ、しかも、中央銀行の金融政策を受けて、自分なりのオファー・レートを決める。そして、各銀行のオファー・レートを基とする中央銀行に報告した金利は SHIBOR になる。したがって、本研究では RTGS システムをベースとし、流動性・金利モデルを構築する。

## 3.2 モデルの仕組み

### 3.2.1 モデルの全体図

本研究では Arciero ら (2009) のモデルを採用し、中央銀行の金融政策による上海銀行間市場金利の安定性を考察するため、そこに中国の金融市場の特徴を抽象化して導入する。特に銀行間市場における最も重要なプレイヤーとしての銀行の振る舞いに着目する。図 3.1 は本研究のモデルにおける市場参加者である銀行とその間の関係を表したものである。

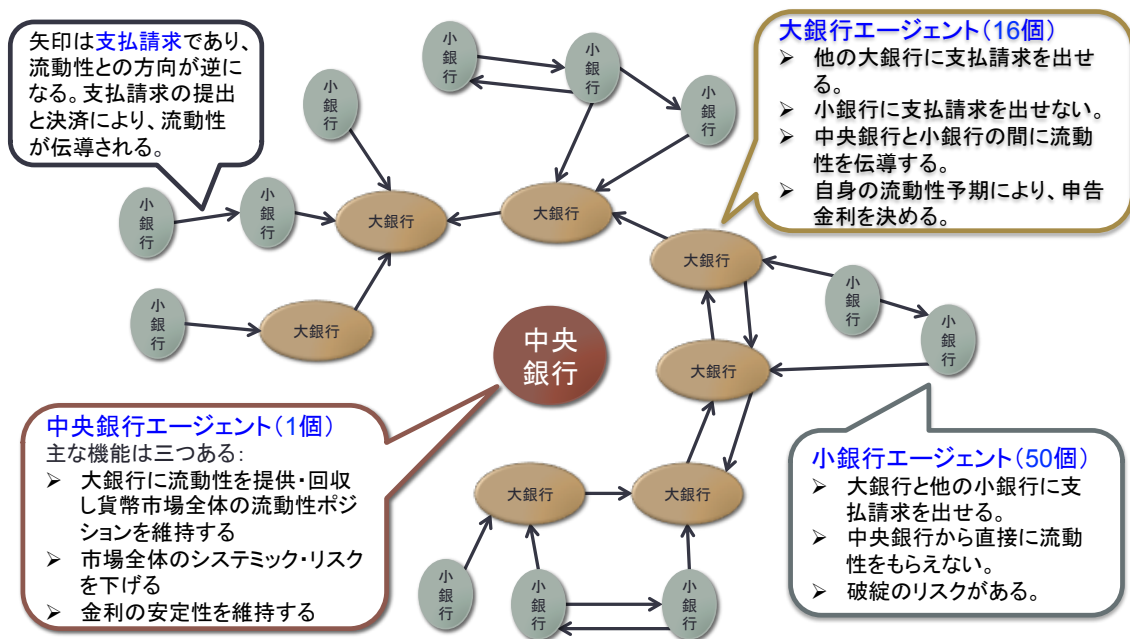


図 3.1 モデルの全体図

中国は計画経済から市場指向型の経済への改革を続けてきているが、金融システムはまだ市場化の程度が低い。それゆえ、他の先進国と比べ、中国の中央銀行は金融システム全体に対する影響が強い。したがって、中央銀行を本モデルの中に一つのエージェントとして設置した。その主な機能は、大銀行エージェントに流動性を提供・回収し市場全体の流動性ポジションを維持すること、市場全体のシステミック・リスクを下げること、および、金利の安定性を維持することである。

中国の金融市場において圧倒的なシェアを占めている国有商業銀行といくつ



かの大手中業銀行は、金融市場における単純な参加者ではなく、政府の政策に協力し達成を助ける役割も担う。これらの金融機関は政府の支配下に置かれているため、実質的に財務部の出先機関になっているとも言われている。SHIBORを申告する16の銀行は、中国の金融市場の現状にある程度反応できるため、中央銀行の金融政策を実施する主なターゲットとなっている。しかも、これらの金融機関は金融政策の伝導者として、中央銀行が提供する流動性を市場に効率的に配分している。これらの16の銀行は、金融市場全体の流動性に対する需要に応じて、オファー・レートを提示する。以上の事実を鑑みて、本研究のモデルでは16個の大銀行エージェントを設定した。これらのエージェントは、中央銀行エージェントの政策に反応し、独自のオファー・レートを決めて申告する。

中国の基本的な経済制度は公有制を主体とし、さまざまな所有形態の経済が共同で発展するという。しかし現実には、国有銀行が融資業務を独占しており、私営経済の中小企業はなかなか融資できないのが現状である。そのため、これらの企業は民間の高金利の貸金業者から資金を工面するしかない。これらの民間の金融機関は、いわゆる「影の銀行」である。中国人民銀行は2005年、温州の金融事情に関する申告書をまとめた。「金融資産は約3000億元。国有銀行の手が届かない産業社会の毛細血管にヤミの資金が流れ、一定の役割を果たしている」と評価した。しかし、右肩上がりの時はリスクを度外視した投資は利益をもたらすが、成長が減速するとずさんな投融資の末路である不良債権が表面化する。影の金融システムが崩壊すると、それは表のシステムまで揺るがすことになる。本研究のモデルにおいて、これらの民間金融機関を50個の小銀行エージェントとして設置した。モデルの中で、小銀行エージェントは流動性の最終的な消費者であり、大銀行エージェントから得た流動性と中央銀行エージェントが大銀行エージェントに提供した流動性がバランスを維持しているように設定する。

### 3.2.2 支払請求

RTGSシステムにおける資金決済の過程には2つの主要な要素がある。1つは、支払人の銀行と受取人の銀行間における情報の移転である。資金決済は、受取人への資金振替を依頼する支払指図の伝達により起動される。2つ目の要素は決済である。決済とは、支払人の銀行から受取人の銀行へ資金が実際に移

動することである。決済による資金の移動の結果、支払人の銀行が受取人の銀行に対して支払義務を履行したことになる（Bank for International Settlements, 1997）。

金融機関は銀行間取引市場で互いにお金のやり取りをしている。実際の取引は様々な形式があるが、本研究のモデルにおいては、取引行動を抽象化し、支払請求を出したり受け取ったりすること、支払請求を決済したり遅延したりすることで取引を表現する。これらの行動によって、流動性がモデルの中で移転される。

具体的には、個々の銀行エージェントは二つの支払請求リストを持つ。図 3.2 のように、ラウンド  $t$  において、銀行エージェント  $B$  はラウンド  $t-1$  でのオファー・レートが低い 8 個の銀行エージェントの中から 1 個の銀行エージェントをランダムに選び、その銀行エージェント（ここでは銀行エージェント  $A$  とする）に支払請求を出す。そして、銀行エージェント  $B$  は自分の「出した支払請求リスト」に支払請求の情報を保存する。銀行エージェント  $A$  は支払請求を受け取ると、自分の「受け取った支払請求リスト」に支払請求の情報を保存する。支払請求には締め切りがある。本研究は銀行間取引の短期金利に着目するので、締め切りを 4 ラウンド以内に設定した。銀行エージェントは支払請求を出す時、支払請求を決済する締め切りを 1 から 4 ラウンドの内でランダムに決める。さらに、大銀行エージェントはこの二つのリストより、将来の流動性予期を推測することができる。

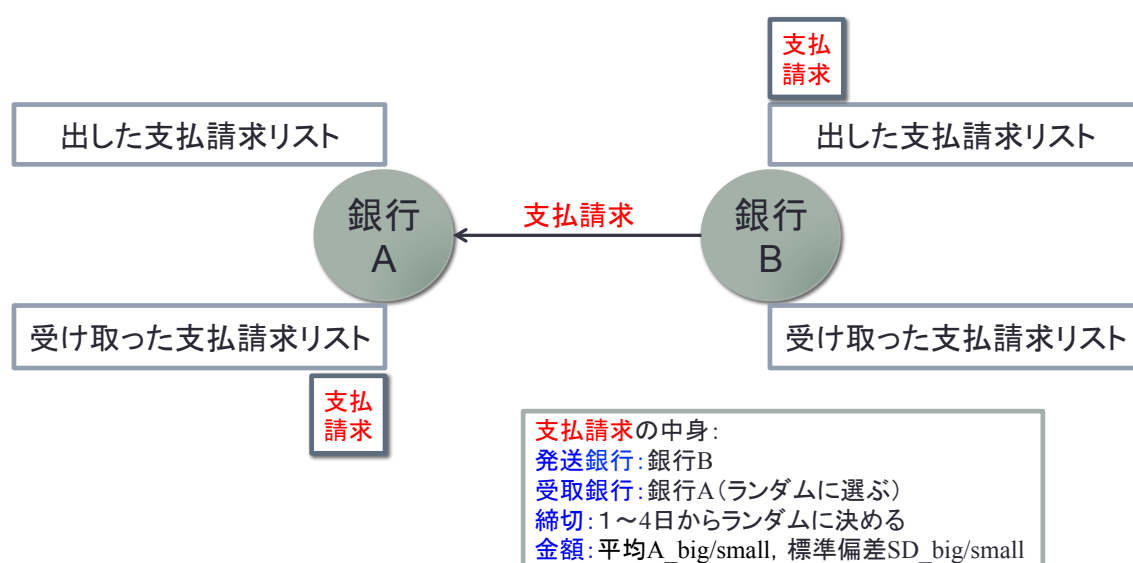


図 3.2 支払請求の仕組み

### 3.2.3 階層構造

Arciero ら (2009) のモデルでは、5 個の銀行群は同じ機能を持っているが、本研究のモデルでは三種類の銀行エージェントは流動性のレベルにより階層構造をなす (図 3.3)。前述のとおり、中国は計画経済から市場指向型の経済への改革を続けてきているが、他の先進国と比べて金融システム全体に対する中央銀行の影響が強い。本モデルでも、中央銀行エージェントを階層構造のトップに位置づけて流動性の提供者とし、マネーサプライのコントロールを通じてシステムック・リスクを下げ、基準金利を安定化させる役割を担わせる。国有商業銀行といくつかの大手商業銀行は、中央銀行の金融政策の協力者の役割を担っているため、中央銀行はそれらの銀行を通じて市場に流動性を効率的に配分している。ゆえに、大銀行エージェントは、中央銀行エージェントと小銀行エージェント間の流動性を媒介する存在として位置づける。影の銀行である小銀行エージェントは、流動性の最終の消費者として、大銀行エージェントから得た流動性と中央銀行エージェントが大銀行エージェントに提供した流動性のバランスを維持する役割を担う。

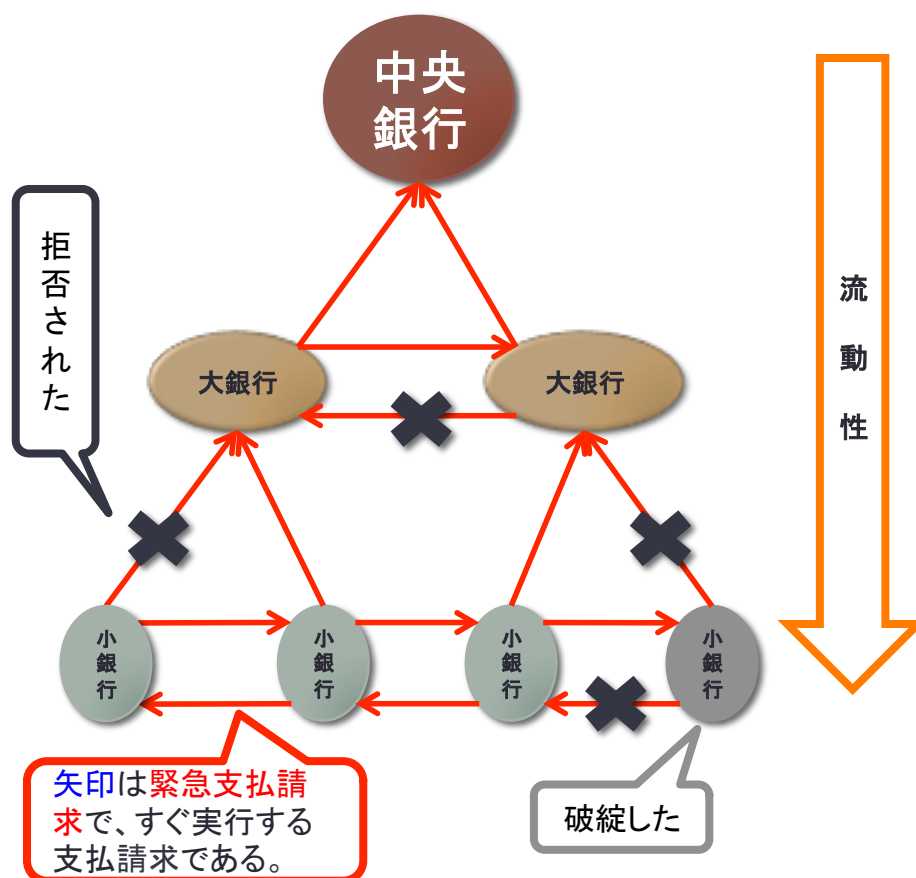


図 3.3 モデルの階層構造

モデルでは、大銀行エージェントが支払請求を決済する際に流動性が足りない場合、他の大銀行エージェントに緊急支払請求を出す。もし緊急支払請求が5回以上拒否されたら、大銀行エージェントは中央銀行エージェントに緊急支払請求を出す。このモデルでは緊急支払い請求に対しては中央銀行エージェントから必ず流動性をもらえらるとする。小銀行エージェントが支払請求を決済するとき流動性が足りない場合は、他の小銀行エージェントあるいは大銀行エージェントに緊急支払請求を出す。もしこの緊急支払請求が2回以上拒否されると、小銀行エージェントは破綻する。

### 3.3 中央銀行エージェント

中国の中央銀行である中国人民銀行が行う金融調節の手段は主に、預金準備率操作、中央銀行貸出・再割引、金利政策、窓口指導（あるいは道徳的説得）、公開市場操作、補完貸付制度の6つである。

金利政策は中央銀行による金融機関の法定貸出・預金金利の決定が中心である。本研究は銀行間市場をベースとしてモデルを構築するため、金利政策を扱わない。窓口指導とは中央銀行が商業銀行を一同に集めて会議を開くことで両者の意思疎通を図ることであり、これも本研究では扱わない。また、補完貸付制度は2013年に導入され、本研究では扱わない。

したがって、本研究では公開市場操作、預金準備率、中央銀行貸出・再割引の3つの政策を中心に考察する。

モデルにおける中央銀行エージェントの行動は以下の3つである（図3.4）：

1. 拒否回数を統計し預金準備率操作を実施する（図3.4、赤色の行動）。
2. 各大銀行エージェントの流動性予期を大銀行エージェント全体の平均流動性予期と比較し公開市場操作を実施する（図3.4、緑色の行動）。
3. 倒産小銀行エージェントの数を統計しすべての大銀行エージェントに再割引で流動性を提供する。大銀行エージェントの緊急支払請求を受け、中央銀行貸出を実施する（図3.4、オレンジ色の行動）。

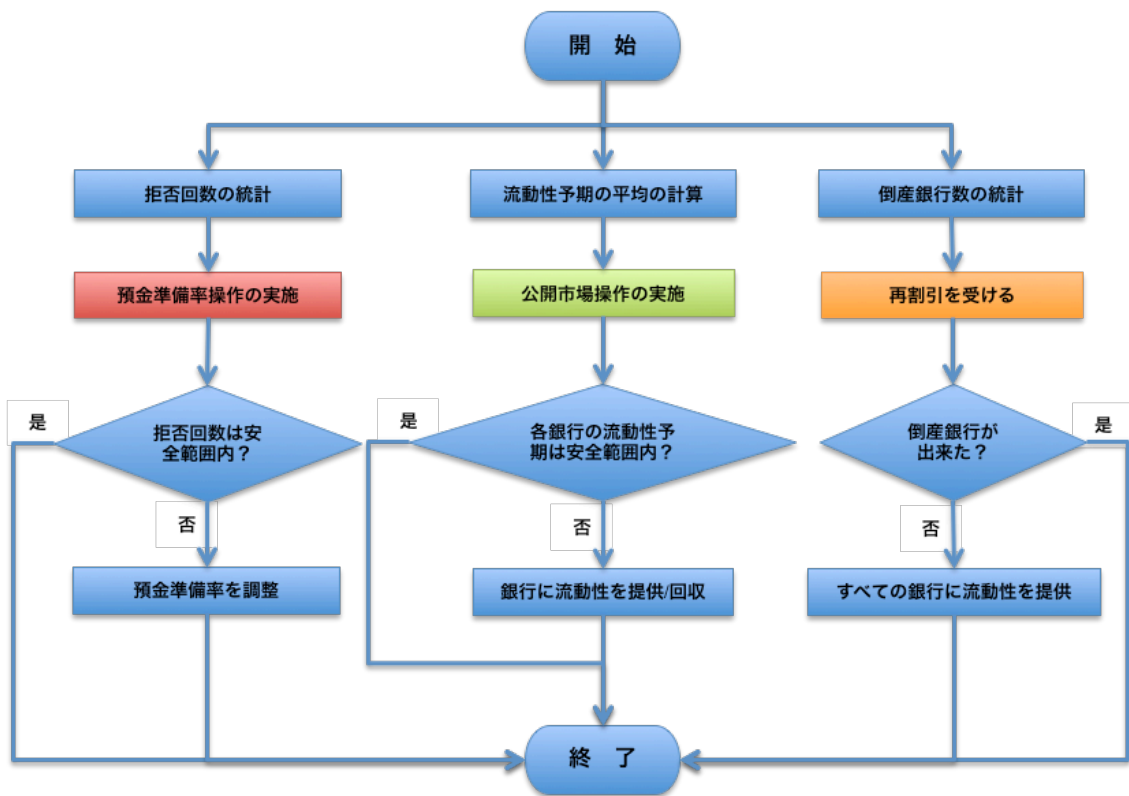


図 3.4 中央銀行エージェントの行動

### 3.3.1 公開市場操作

1996年に中国の中央銀行は国債を用いた公開市場操作を実施し始め、1998年にプライマリーディーラー制度が作られ市場への資金供給に使用された。プライマリーディーラーは中央銀行と直接取引ができる、豊富な資金力を持ち、中国政府が公認する中国の金融市場における有力な金融機関である。本研究のモデルはこれを大銀行エージェントとして設定している。中国の中央銀行はこれらのプライマリーディーラーと取引することで、市場に流動性を提供したり回収したりしている。

モデルにおける中央銀行エージェントは大銀行エージェントの流動性状況により、流動性を提供・回収して金利の安定性維持を図る。具体的にいうと、各ラウンドの始まりに中央銀行エージェントは各大銀行エージェントの流動性予期を全大銀行エージェントの平均値と比べ、ある大銀行エージェントの流動性予期が平均値よりある程度高ければ、その大銀行エージェントから流動性を回収する(式(3.1), 図 3.5)。逆に低ければ、その大銀行エージェントに流動性を

提供する。この幅を±OMOStandardBound とする。

$$\text{公開市場操作判定} \begin{cases} \text{bank}_i \text{から流動性回収,} & \text{流動性予期}(\text{bank}_i) > \text{平均値} + \text{OMOStandardBound} \\ \text{bank}_i \text{に流動性提供,} & \text{流動性予期}(\text{bank}_i) < \text{平均値} - \text{OMOStandardBound} \end{cases} \quad (3.1)$$

一つの大銀行エージェントには公開市場操作を1ラウンドで最大一回しか実施しない。一回の公開市場操作で提供・回収する流動性の量を OMOQuantity とする。

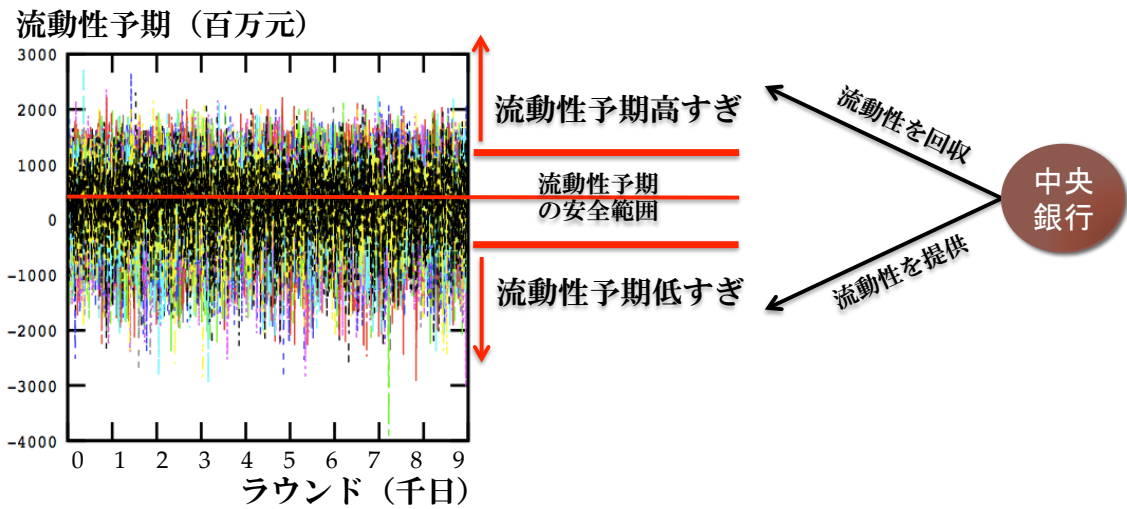


図 3.5 モデルにおける公開市場操作の仕組み

モデルにおける公開市場操作の効果は図 3.6 のようになる：

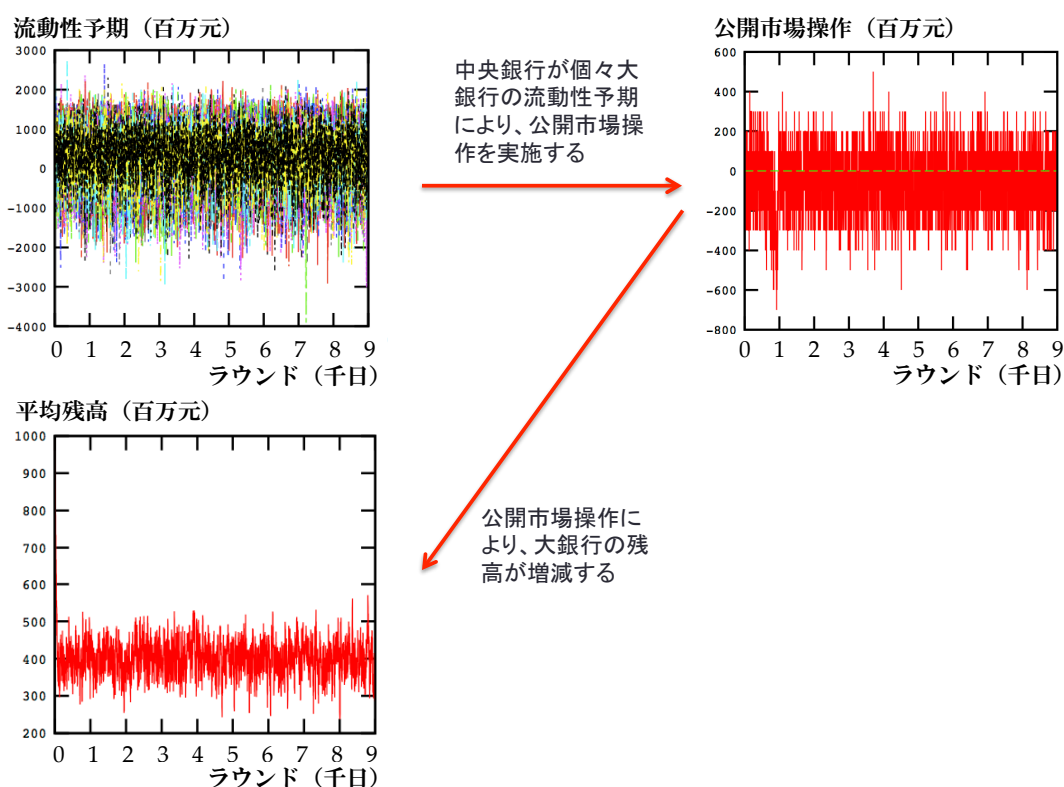


図 3.6 モデルにおける公開市場操作の効果

### 3.3.2 預金準備率操作

1998年、商業銀行に対する窓口規制の撤廃と引き換えに、預金準備率操作が金融調整手段として使用されることになった。Mishkin (2004) は、準備預金制度は平等にすべての銀行に影響を与え、かつマネーサプライに強力な効果があるが、流動性の少ない銀行に悪い影響を与えるというデメリットもあるとしている。中央銀行は様々な金融指標（例えば、違約の状況、株価）から市場の流動性ポジションを判断し預金準備率操作を実施する。

本研究のモデルにおいて、大銀行エージェントを小銀行エージェントが出した緊急支払請求が拒否された回数を市場の流動性判断の指標として採用する。具体的には、銀行エージェントが受け取った支払請求を決済するとき、もし流動性が足りない場合は他の銀行エージェントに緊急支払請求を出す。緊急支払請求を受け取った銀行エージェントは、もし自身の流動性も足りなければ、その緊急支払請求を拒否する。したがって、拒否回数が多いほど市場の流動性ポジションが低く、逆に、拒否回数が少ない程市場の流動性ポジションが高いと

言える。中央銀行エージェントは、1 ラウンド中における緊急支払請求の回数が上下限[  $DRRAStandardLowerLimit$ ,  $DRRAStandardUpperLimit$  ]を越えている場合に、預金準備率を上げ下げする操作を通じて市場の流動性をコントロールする (式(3.2), 図 3.7)。その操作幅は 1 ポイントとする。

$$\text{預金準備率操作判定} \begin{cases} \text{預金準備率を 1 ポイント上げる,} & \text{拒否回数} < DRRAStandardLowerLimit \\ \text{預金準備率を 1 ポイント下げる,} & \text{拒否回数} > DRRAStandardUpperLimit \end{cases} \quad (3.2)$$

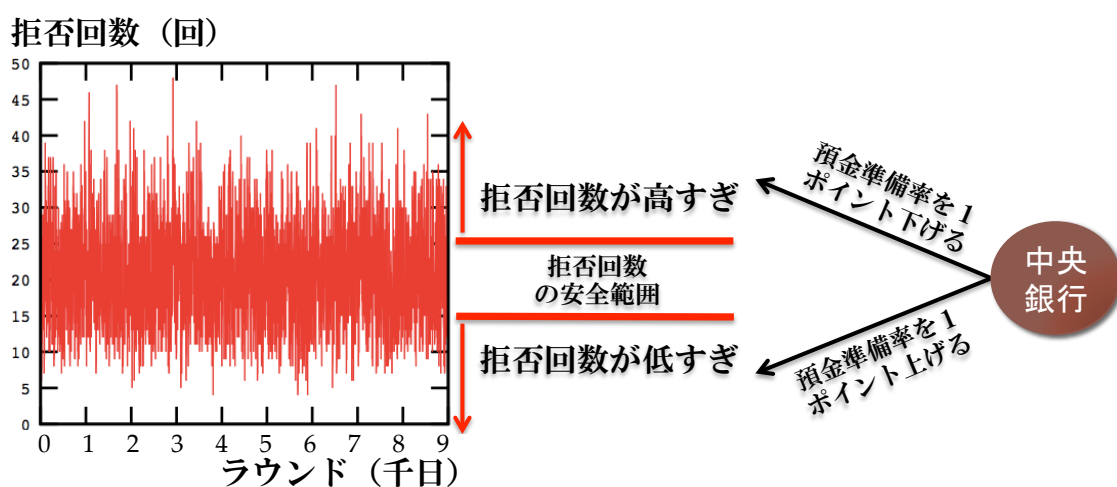


図 3.7 モデルにおける預金準備率操作の仕組み

モデルにおける預金準備率操作の効果は図 3.8 のようになる：



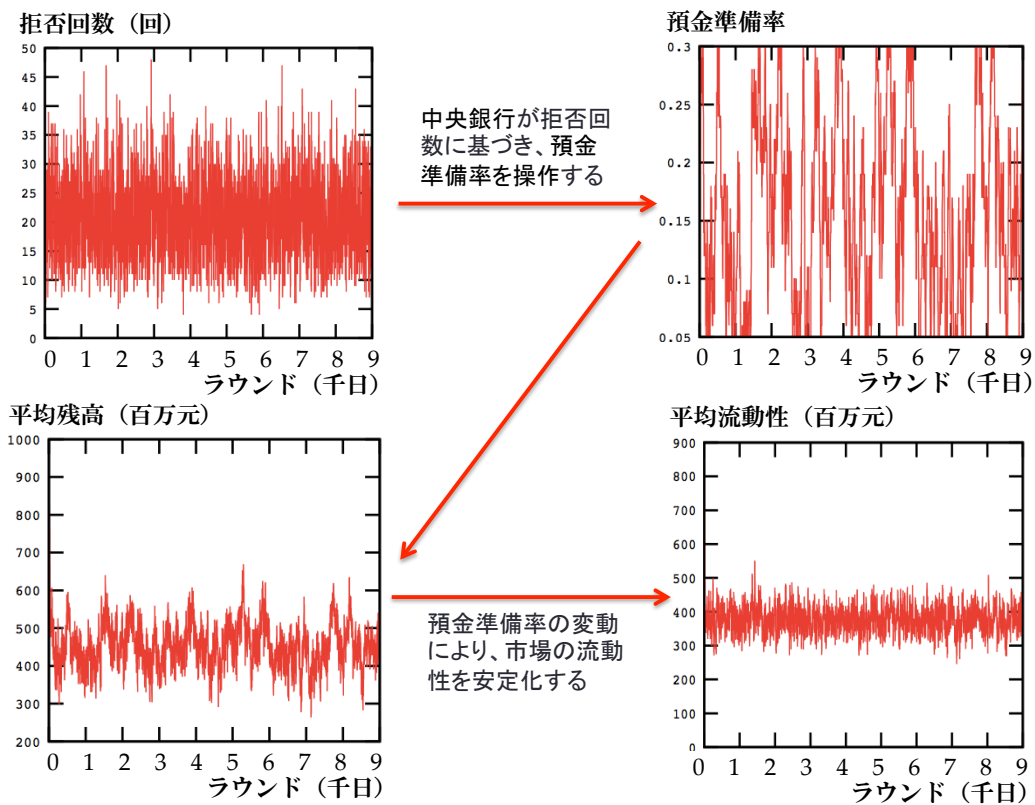


図 3.8 モデルにおける預金準備率操作の効果

### 3.3.3 中央銀行貸出と再割引

中央銀行貸出は 1984 年に始まり、中央銀行の一級支店が本店の計画に基づき商業銀行に融資していた。神宮（2007）によると、中国の中央銀行貸出は金融機関への資金供給、特に、危機管理の色彩の強いものになっており、日々の金融調節手段ではなくなっている。本研究のモデルでは、大銀行エージェントによる緊急支払請求が 5 回以上拒否されると中央銀行エージェントに緊急支払請求を提出することでこの政策を実装した。中央銀行エージェントは大銀行エージェントからの緊急支払請求を受け取ると、大銀行エージェントに直接流動性を提供し、それによって大銀行エージェントの残高が増える（図 3.9）。

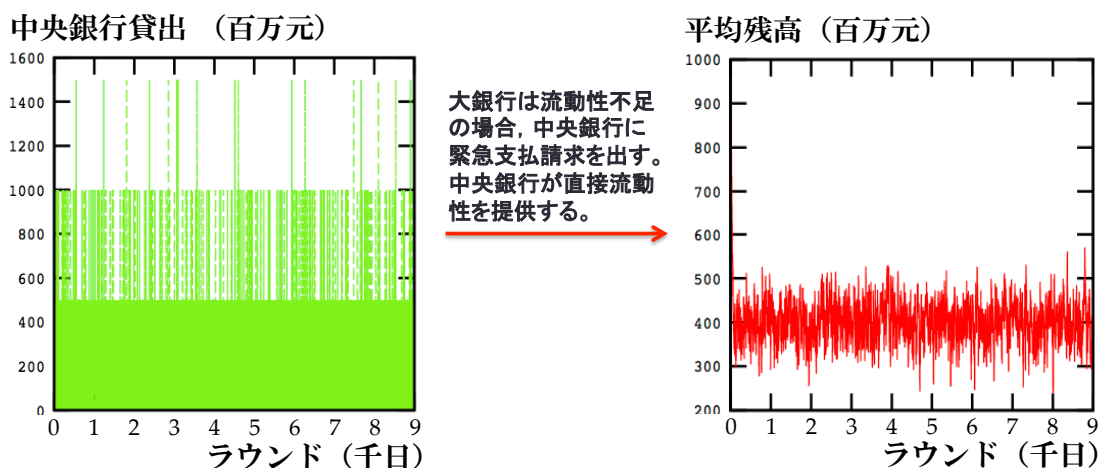


図 3.9 中央銀行貸出の仕組み

再割引は、小銀行エージェントの破綻が起きた場合に、中央銀行エージェントが再割引を受けることを通じて、すべての大銀行エージェントに大量の流動性を提供すると設定した。しかし、今回は市場が均衡状態における中央銀行の政策効果を考察するため、銀行破綻の状況は今後の課題として置いている。

### 3.4 大銀行エージェント

モデルにおける大銀行エージェントの行動は以下の4つである (図 3.10)。

1. 大銀行エージェント同士で支払請求を出す・受け取る (図 3.10, 赤色の行動)。
2. 自身の流動性ポジションによって、他の大銀行エージェントあるいは小銀行エージェントから受け取った支払請求を実行する・延期する (図 3.10, 緑色の行動)。
3. 他の大銀行エージェントに緊急支払請求を出す・受け取る, 中央銀行エージェントに緊急支払請求を出す (図 3.10, オレンジ色の行動)。
4. オファー・レートを決める (図 3.10, 紫色の行動)。

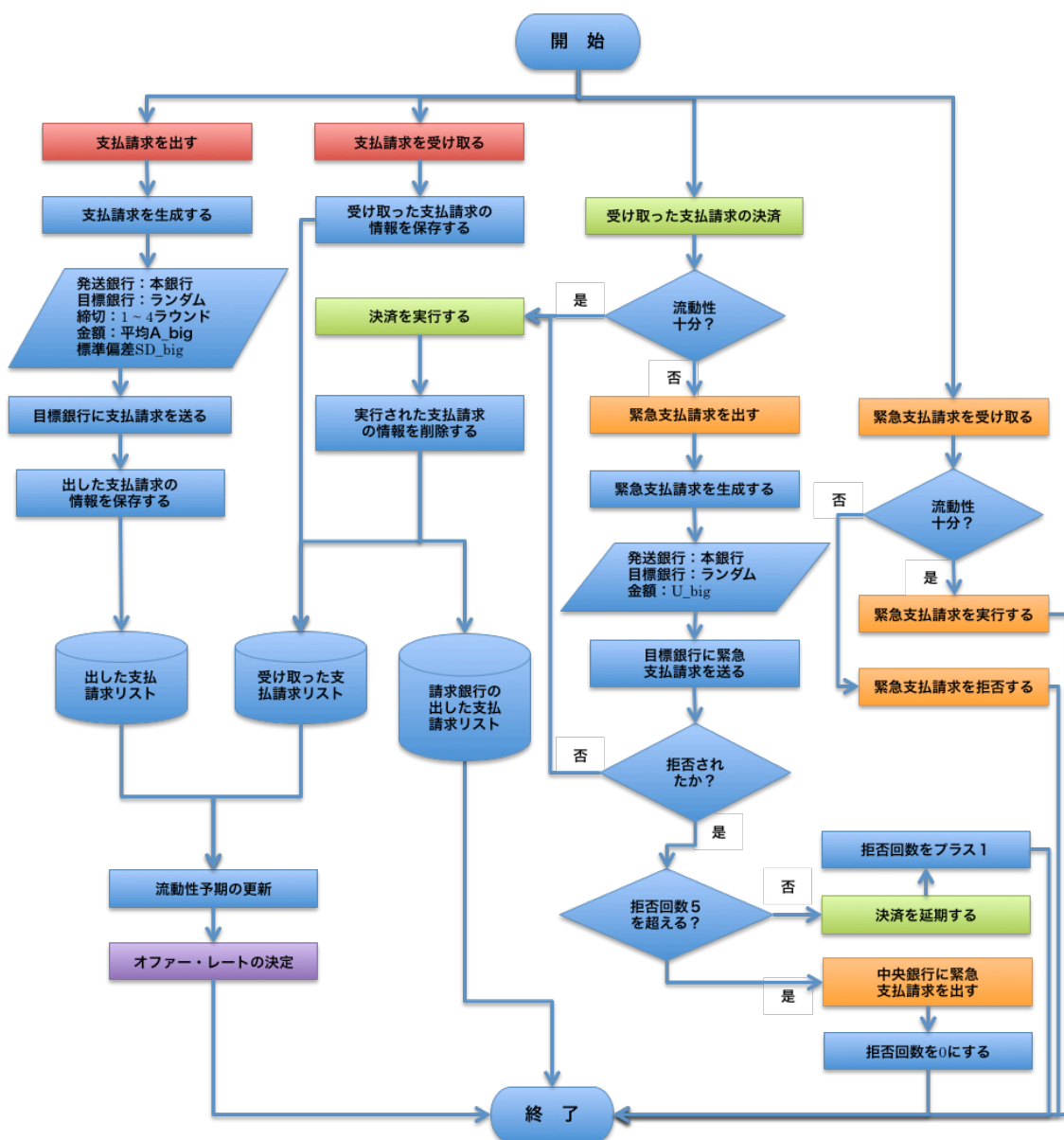


図 3.10 大銀行エージェントの行動

### 3.4.1 支払請求を出す・受け取る

各ラウンドで、大銀行エージェントはオファー・レートの低い他の大銀行エージェント 8 行の内 1 行をランダムに選んで、確率  $P_{big}$  で支払請求を出す (図 3.10, 赤色の行動). 支払請求の金額は平均  $A_{big}$ , 標準偏差  $SD_{big}$  の正規分布に従う. また、大銀行エージェントは 1 ラウンドで最大一回の支払請求を出せる. その後、この支払請求の情報 [ 發送銀行 (本大銀行エージェント), 目標

銀行 (他の大銀行エージェント), 締め切り (1~4 ラウンド), 金額 (平均  $A_{big}$ , 標準偏差  $SD_{big}$ )」を「出した支払請求リスト」に保存する。

各ラウンドで, 他の大・小銀行エージェントからの支払請求を受け取る (図 3.10, 赤色の行動). 支払請求の情報 [發送銀行 (大・小銀行エージェント), 目標銀行 (本大銀行エージェント), 締め切り (1~4 ラウンド), 金額 (平均  $A_{big}$ , 標準偏差  $SD_{big}$  あるいは平均  $A_{small}$ , 標準偏差  $SD_{small}$ )] を「受け取った支払請求リスト」に保存する。

### 3.4.2 受け取った支払請求を決済・延期する

各ラウンドで, 大銀行エージェントは受け取った支払請求の決済を実行するかどうかを自身の流動性状況による決定する. 受け取った支払請求が締め切りになったら, その支払請求の金額を流動性と比較して, 流動性が十分の場合に, 支払請求の決済を実行する (図 3.10, 緑色の行動). その後, この支払請求を「受け取った支払請求リスト」から削除する。

流動性が足りない場合に, 他の大銀行エージェントに緊急支払請求を出す. 緊急支払請求が受け取られたら, もらった流動性で受け取った支払請求の決済を実行する. 緊急支払請求を拒否されれば, 受け取った支払請求の決済を延期する (図 3.10, 緑色の行動).

### 3.4.3 緊急支払請求を出す・受け取る

大銀行エージェントは受け取った支払請求の決済を実行する際, 流動性が足りない場合に, 他の大銀行エージェントに金額が  $U_{big}$  である緊急支払請求を出す (図 3.10, オレンジ色の行動). もしこの緊急支払請求が受け取られたら, もらった流動性で受け取った支払請求の決済を実行する. そして, 緊急支払請求の拒否された回数を 0 に更新する. もし緊急支払請求が拒否されたら, 受け取った支払請求の決済を延期する. そして, 緊急支払請求の拒否された回数を 1 プラスする. 拒否回数が 5 回よりも多ければ, 中央銀行に金額が  $U_{big}$  である緊急支払請求を出す (中央銀行は必ず緊急支払請求を受け取る). それから, 緊急支払請求の拒否された回数を 0 に更新する。

緊急支払請求が届いたら, 自身の流動性が請求金額より大きい場合, 緊急支

払請求を受け取る (図 3.10, オレンジ色の行動). 逆に, 拒否する.

#### 3.4.4 オファー・レートを決める

大銀行エージェントは支払請求の出し入れにより, 流動性が将来的にどの程度必要かを予期しオファー・レートを決める (図 3.10, 紫色の行動). 将来的に受け取る流動性が多ければ流動性予期が高くなり, オファー・レートを下げる. 一方, 他の大銀行エージェントに支払をすることが多い場合は流動性予期がマイナスになっており, オファー・レートが高くなる.

さらに, オファー・レート( $\text{offeredRate}$ )を決めるには前日の SHIBOR を参照する仕組みがある. 具体的にいうと, 大銀行エージェントが  $\text{round}_t$  の最後に二つの支払請求リストにより流動性予期( $\text{expectedLiquidity}$ )を計算する. それから, 本研究のモデルにおいて, 流動性予期( $\text{expectedLiquidity}$ )による算出したレートと  $\text{round}_{t-1}$  の SHIBOR にそれぞれ 0.5 の重みを付けて, 二つのレートを合わせて,  $\text{round}_t$  のオファー・レート( $\text{offeredRate}$ )ができた (式(3)).

$$\begin{aligned} \text{offeredRate}(\text{round}_t) &= (-a \times \text{expectedLiquidity}(\text{round}_t) + b) \times 0.5 \\ &+ \text{SHIBOR}(\text{round}_{t-1}) \times 0.5 \end{aligned} \tag{3.3}$$

ここで,  $a$  と  $b$  は流動性予期をオファー・レートのスケールに合わせるための線形変換のパラメータである. このパラメータを変えることで異なるオファー・レートの決め方を表すことができる. しかし, 本研究では, 簡単のため一つの組み合わせに固定している. 実際の SHIBOR の計算方法と同じように, 各ラウンドで 16 個の大銀行が申告したオファー・レートの最大値と最小値を各 2 個省き, 残りの 12 個の平均値を SHIBOR とした.

図 3.11 でモデルにおける SHIBOR の振る舞いは時系列を表している.

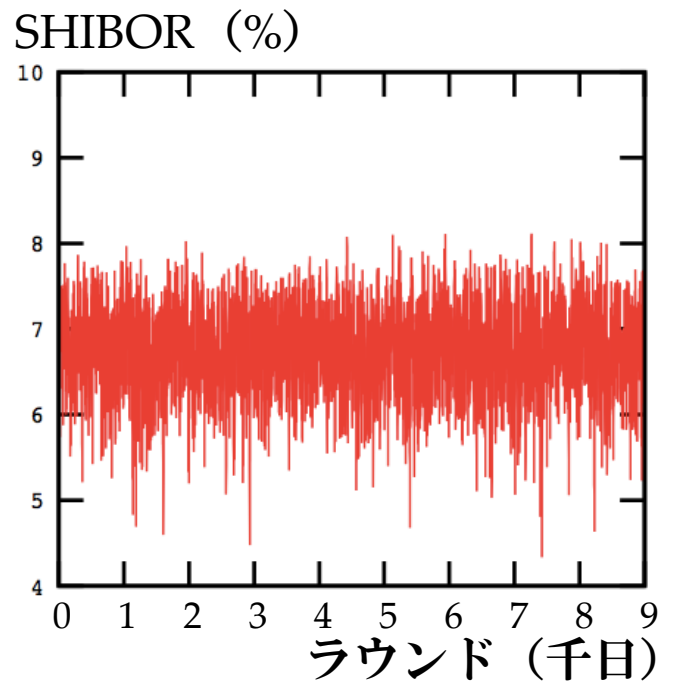


図 3.11 モデルにおける SHIBOR の変動

### 3.5 小銀行エージェント

モデルにおける小銀行エージェントの行動は以下の4つである (図 3.12).

1. 他の小銀行エージェントあるいは大銀行エージェントに支払請求を出す, 他の小銀行エージェントから支払請求を受け取る (図 3.12, 赤色の行動).
2. 自身の流動性ポジションによって, 他の小銀行エージェントから受け取った支払請求を実行する・延期する (図 3.12, 緑色の行動).
3. 大銀行エージェントあるいは他の小銀行エージェントに緊急支払請求を出す・受け取る (図 3.12, オレンジ色の行動).
4. 緊急支払請求が5回以上拒否されたら, 倒産する (図 3.12, 紫色の行動).

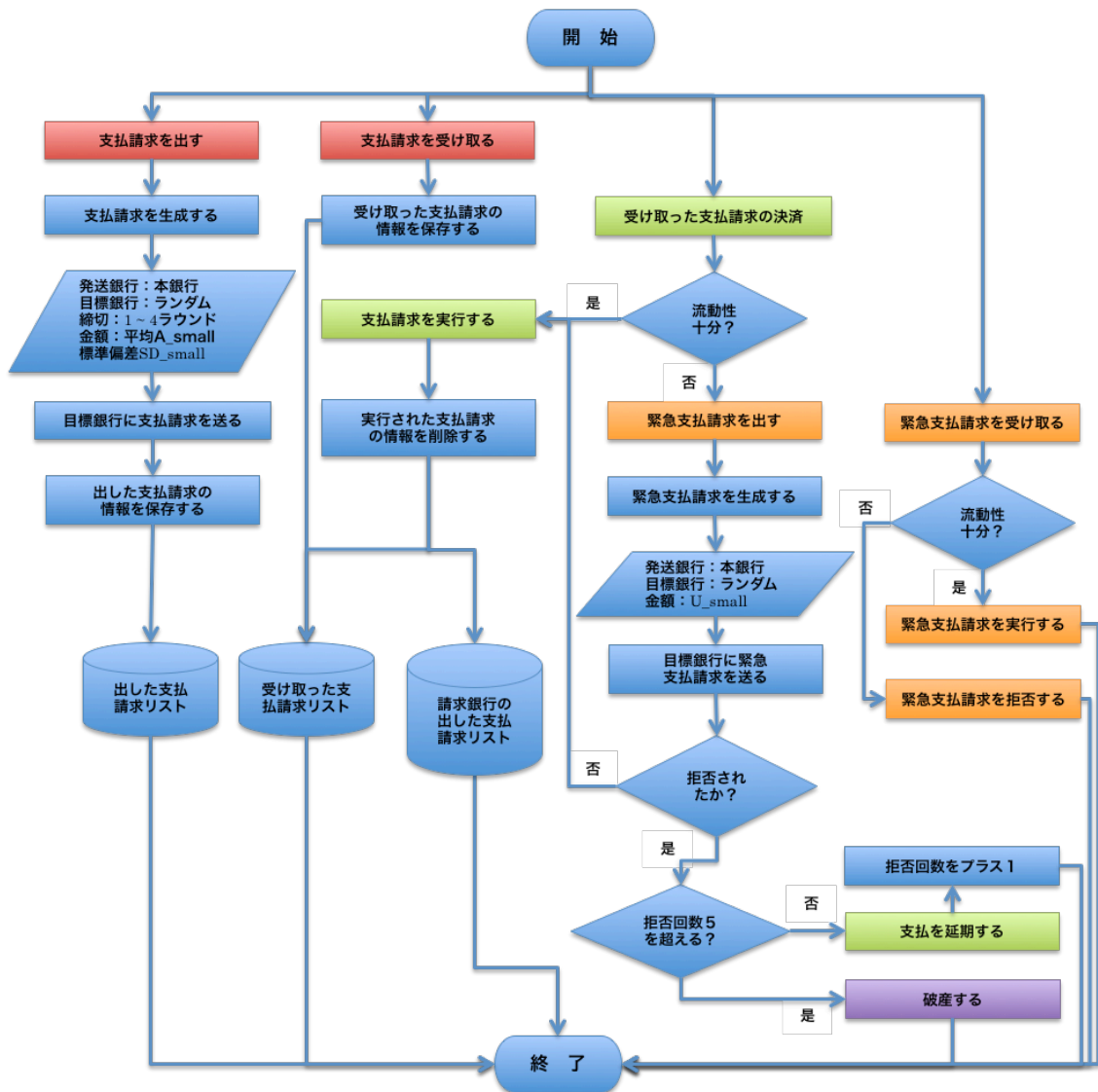


図 3.12 小銀行エージェントの行動

### 3.5.1 支払請求を出す・受け取る

各ラウンドで、小銀行エージェントはオファー・レートの高い大銀行エージェント 8 行の内 1 行あるいは他の小銀行エージェントの内 1 行をランダムに選んで、確率  $P_{small}$  で支払請求を出す (図 3.12, 赤色の行動)。支払請求の金額は平均  $A_{small}$ 、標準偏差  $SD_{small}$  の正規分布に従う。また、小銀行エージェントは 1 ラウンドで最大一回の支払請求を出せる。その後、この支払請求の情報 [ 發送銀行 (本小銀行エージェント), 目標銀行 (大銀行エージェントある

いは他の小銀行エージェント), 締め切り (1~4 ラウンド), 金額 (平均  $A_{small}$ , 標準偏差  $SD_{small}$ )」を「出した支払請求リスト」に保存する。

各ラウンドで, 他の小銀行エージェントからの支払請求を受け取る (図 3.12, 赤色の行動). 支払請求の情報 [發送銀行 (小銀行エージェント), 目標銀行 (本小銀行エージェント), 締め切り (1~4 ラウンド), 金額 (平均  $A_{small}$ , 標準偏差  $SD_{small}$ )] を「受け取った支払請求リスト」に保存する。

### 3.5.2 受け取った支払請求を決済・延期する

各ラウンドで, 小銀行エージェントは受け取った支払請求の決済を実行するかどうかを自身の流動性状況による決定する. 受け取った支払請求が締め切りになったら, その支払請求の金額を流動性と比較して, 流動性が十分の場合に, 支払請求の決済を実行する (図 3.12, 緑色の行動). その後, この支払請求を「受け取った支払請求リスト」から削除する。

流動性が足りない場合に, 他の小銀行エージェントあるいは大銀行エージェントに緊急支払請求を出す. 緊急支払請求が受け取られたら, もらった流動性で受け取った支払請求の決済を実行する. 緊急支払請求を拒否されれば, 受け取った支払請求の決済を延期する (図 3.12, 緑色の行動).

### 3.5.3 緊急支払請求を出す・受け取る

小銀行エージェントは受け取った支払請求の決済を実行する際, 流動性が足りない場合に, 他の小銀行エージェントあるいは大銀行エージェントに金額が  $U_{small}$  である緊急支払請求を出す (図 3.12, オレンジ色の行動). もしこの緊急支払請求が受け取られたら, もらった流動性で受け取った支払請求の決済を実行する. そして, 緊急支払請求の拒否された回数を **0** に更新する. もし緊急支払請求が拒否されたら, 受け取った支払請求の決済を延期する. そして, 緊急支払請求の拒否された回数を **1** プラスする. 拒否回数が **2** 回よりも多ければ, 小銀行エージェントが倒産する。

緊急支払請求が届いたら, 自身の流動性が請求金額より大きい場合, 緊急支払請求を受け取る (図 3.12, オレンジ色の行動). 逆に, その場合は拒否する。



#### 3.5.4 倒産する

緊急支払請求の拒否された回数が 2 より大きくなると、小銀行エージェントが倒産する（図 3.12, 紫色の行動）。それから、他の銀行の「出した支払請求リスト」と受け取った支払請求リスト」の中に、この小銀行エージェントと関係ある支払請求の情報を削除する。

## 第4章 シミュレーション結果

本章では、前章で述べた中国の銀行間取引市場の特徴をベースとして構築した流動性・金利モデルを用い、中央銀行の金融政策を実施する程度（公開市場操作一回で操作する流動性の量）とタイミング（預金準備率操作を実施する基準）を主要なパラメータとして、政策がSHIBORの安定性に与える影響を分析する。その際には、SHIBOR、SHIBORの移動ボラティリティ、銀行の残高、銀行の流動性の4点に注目して分析を行う。

### 4.1 パラメータ設定

中央銀行の金融政策の効果を考察するためには、まず構築したモデルの振る舞いが現実の金融市場をある程度類似してしなくてはならない。本研究のモデルでは、大・小銀行エージェントのパラメータによって市場の振る舞いが変わる。本研究では、金融政策を実施しない場合における以下の指標の変動範囲を勘案して、大・小銀行エージェントのパラメータを決めた。

- SHIBORの変動範囲：4~8ポイント
- SHIBORの移動ボラティリティの変動範囲（後述）：0.028~0.03
- 大・小銀行エージェント全体の緊急支払請求の拒否回数の変動範囲：5回~35回
- 大銀行エージェントの流動性の変動範囲：300百万元~600百万元

具体的には、以下のシミュレーション実験で共通する大・小銀行エージェントのパラメータは次の通りである：

大銀行エージェント：

- 支払請求を出す確率  $P_{big} = 0.5$
- 支払請求金額は平均  $A_{big} = 300$  百万元、標準偏差  $SD_{big} = 30$  百万

元の正規分布に従う

- 緊急支払請求金額  $U\_big = 500$  百万元
- オファー・レートを決める式の  $a = 0.0045$ ,  $b = 11$
- 残高の初期値は平均 1000 百万元, 標準偏差 100 百万元の正規分布に従う

小銀行エージェント :

- 支払請求を出す確率  $P\_small = 0.5$
- 支払請求金額は平均  $A\_small = 30$  百万元, 標準偏差  $SD\_small = 3$  百万元の正規分布に従う
- 緊急支払請求の金額  $U\_small = 50$  百万元
- 残高の初期値は平均 100 百万元, 標準偏差が 10 百万元の正規分布に従う

## 4.2 SHIBOR の移動ボラティリティ

一般に, 金融市場における金利の変動性を測る指標として, ボラティリティが用いられる. ボラティリティは価格の安定性を表したものであり, 計算の方法は複数ある. 過去の株価, 金利などのデータから計算するボラティリティはヒストリカル・ボラティリティ ( $v_x$ ) と呼ばれ, 次のように定義される.

$$v_x = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - m_x)^2} \quad (4.1)$$

$$x_i = \log \frac{S_i}{S_{i-1}} \quad i = 1, \dots, N \quad (4.2)$$

$$m_x = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \quad (4.3)$$

ここで,  $x_i$  は SHIBOR の対数変化率,  $S_i$  は  $round_i$  の SHIBOR の値,  $S_{i-1}$  は  $round_{i-1}$  の SHIBOR の値,  $m_x$  は SHIBOR の対数変化率の標本平均,  $N$  はサン

プル数である。

本研究では、SHIBOR の時系列から計算されるヒストリカル・ボラティリティの変動を表した移動ボラティリティ(Moving Volatility)で SHIBOR の安定性を考察する。  $round_i$  の移動ボラティリティはそのラウンドを含めて、過去の  $N$  のラウンドのストリカル・ボラティリティである。本稿では  $N$  を 1000 に設定した。

図 4.1 でモデルにおける SHIBOR の移動ボラティリティは時系列を表している。

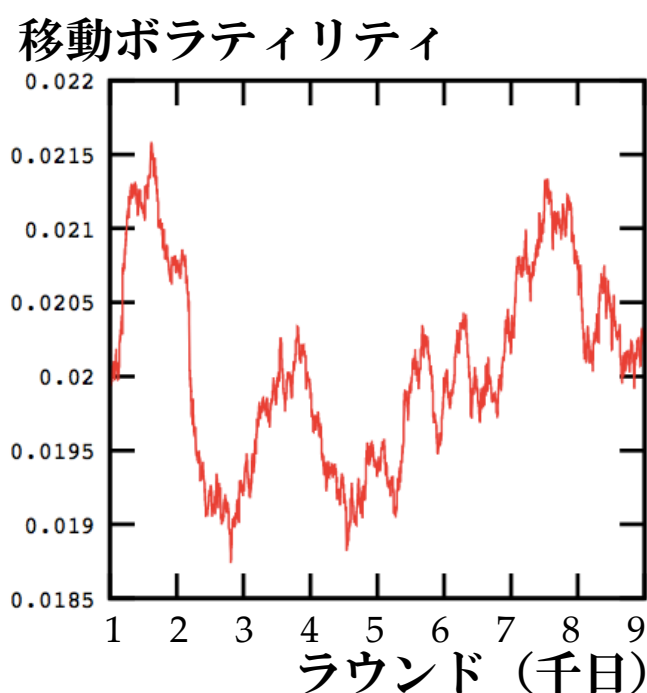


図 4.1 移動ボラティリティの変動

### 4.3 シミュレーションの流れ

シミュレーションの流れは図 4.2 のようになった：

1. 中央銀行エージェント，大銀行エージェント，小銀行エージェントの初期化
2. 中央銀行エージェントは前ラウンドの大・小銀行エージェント全体の拒否回数を統計し預金準備率操作を実施する。

3. 中央銀行エージェントは各大銀行エージェントの流動性予期を全部の大銀行エージェントの流動性予期の平均と比較し公開市場操作を実施する.
4. 中央銀行エージェントは前ラウンドの小銀行エージェントの倒産状況を統計する. もし小銀行の倒産が起きたら, 大銀行エージェントの再割引を受ける.
5. 各大・小銀行エージェントは支払請求を出す.
6. 各大・小銀行エージェントは受け取った支払請求を決済する.
7. 各大銀行エージェントは自身の流動性予期を更新し, オファー・レートを決める.
8. シミュレーションのデータを統計する.
9. 2~8の行動が  $M$  回で循環する.
10. シミュレーションが終了する.

ここで  $M$  はシミュレーションの 1 ラウンドが循環する回数である.

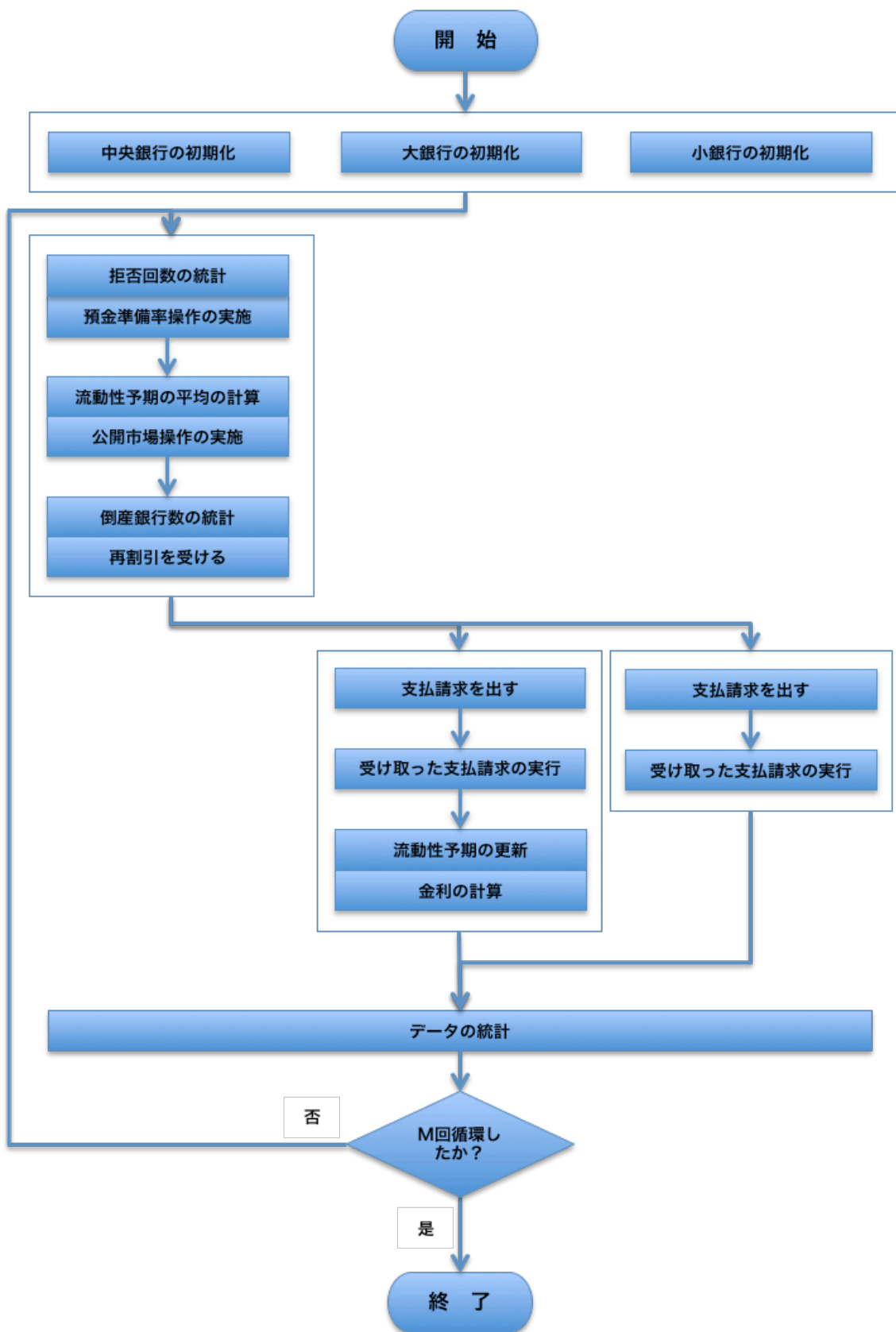


図 4.2 シミュレーションの流れ

## 4.4 中央銀行の政策効果

本研究では中央銀行の金融政策である公開市場操作と預金準備率操作が SHIBOR の安定性にどのような影響を与えるのかを調べる。

公開市場操作のパラメータは二つある。その一つは、公開市場操作を実施する基準 (OMOStandardBound)。中央銀行エージェントはこのパラメータによって大銀行エージェントに公開市場操作を実施するかどうかを決める。具体的にいうと、各ラウンドの始まりに中央銀行エージェントは各大銀行エージェントの流動性予期を全大銀行エージェントの平均値と比べ、ある大銀行エージェントの流動性予期が平均値よりある程度高ければ、その大銀行エージェントから流動性を回収する。逆に低ければ、その大銀行エージェントに流動性を提供する。この幅を  $\pm$ OMOStandardBound とする。もう一つのパラメータは一回の公開市場操作で、中央銀行が提供・回収する流動性の量 (OMOQuantity) である。

預金準備率操作のパラメータは5つある。

- 公開市場操作を実施する基準の上限 (DRRAStandardUpperLimit), 中央銀行は市場の拒否回数に基づき、預金準備率を操作する。もし拒否回数が実施する基準の上限より高ければ、預金準備率を下げる。
- 公開市場操作を実施する基準の下限 (DRRAStandardLowerLimit), もし拒否回数が実施する基準の下限より低ければ、預金準備率を上げる。
- 預金準備率の変動範囲の上限 (DRRARangeUpperLimit)
- 預金準備率の変動範囲の下限 (DRRARangeLowerLimit)
- 一回の預金準備率操作で調整比率 (DRRAQuantity), 中央銀行エージェントはこの比率を刻みとして預金準備率を調整する。

公開市場操作と預金準備率操作の効果を直観的に見るために、前述の政策のパラメータを固定し、「政策なし」、「公開市場操作のみ」、「預金準備率操作のみ」、「政策二つ」の4つの状況で、SHIBOR の安定性に対する影響の効果を調べる。その後、これらのパラメータを変更して、金融政策が SHIBOR の安定性に対する影響を考察する。固定した中央銀行のパラメータは以下の通りである。

1. 公開市場操作：

- 公開市場操作を実施する基準 (OMOStandardBound)：500 百万元
- 一回の公開市場操作で提供・回収する流動性の量 (OMOQuantity)：350 百万元

2. 預金準備率操作：

- 実施する基準の上限 (DRRAStandardUpperLimit)：25 回
- 実施する基準の下限 (DRRAStandardLowerLimit)：15 回
- 預金準備率の変動範囲の上限 (DRRARangeUpperLimit)：50%
- 預金準備率の変動範囲の下限 (DRRARangeLowerLimit)：5%
- 一回の預金準備率操作で調整比率 (DRRAQuantity)：1 ポイント

図 4.3 は中央銀行の金融政策による、SHIBOR の移動ボラティリティの状況の違いがあり、上から順に、「政策なし」、「預金準備金率操作だけ」、「公開市場操作だけ」、「政策二つ」で、移動ボラティリティの時系列図である。1 個のデータは、同じパラメータで 10 回のシミュレーションをしたデータの平均である。

この図から見ると、公開市場操作は SHIBOR の安定性に重要な役に立つ。預金準備金率操作は SHIBOR の安定性に役に立つが、効果が公開市場操作より低い。二つの政策を合わせて実施すると、SHIBOR は最も安定な状態になることがわかる。



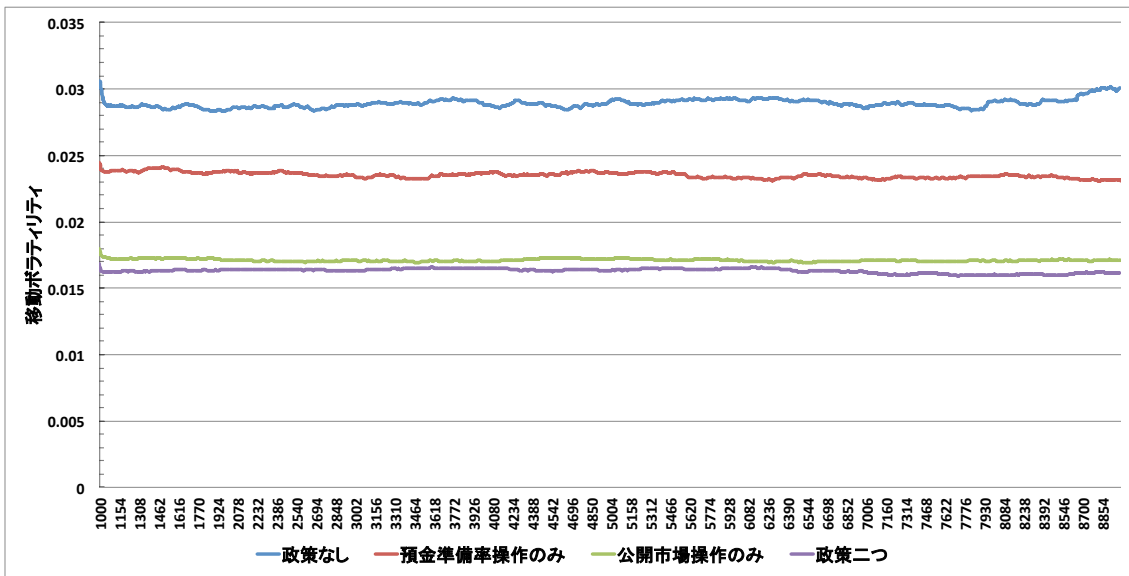


図 4.3 中央銀行の金融政策による SHIBOR の移動ボラティリティの変化: 10 サンプルの平均

## 4.5 シミュレーションの結果

本研究では、SHIBOR に対する変動率の評価を移動ボラティリティの時系列の平均値とし、銀行間取引市場における SHIBOR の安定性を見る指標とする。移動ボラティリティの平均値が低いほどそれに対応する SHIBOR の安定性が高いことを意味する。以下では、中央銀行エージェントの金融政策である公開市場操作と預金準備率操作のパラメータの変更によって、政策の効果（SHIBOR の安定性に対する影響）を調べる。

### 4.5.1 公開市場操作

公開市場操作が SHIBOR の安定性にどのような効果を持つかを見るため、一回の公開市場操作で提供・回収する流動性の量 (OMOQuantity) に対する移動ボラティリティの変化を見る (図 4.4)。図 4.4 では 2000~9000 ラウンドの移動ボラティリティの平均を 10 個のサンプルで平均したものとその標準誤差を示している。公開市場操作の額が 350 百万元までは、操作額の上昇に応じて移動ボラティリティの平均値が下がり、350 百万元あたりで SHIBOR が最も安定に

なった。公開市場操作の額がこのあたりを超えると、移動ボラティリティが段々高くなり、450 百万元のところで SHIBOR が最も不安定な状況に陥った。しかも、そこでの移動ボラティリティの標準誤差、すなわちサンプルごとのばらつきもかなり大きい。この点ではシステムの臨界点になっていると考えられる。操作額をさらに増やすと、移動ボラティリティの平均値がゼロになる。この振る舞いの原因について、三つの区間（図 4.4 の A, B, C）に分けて説明する。

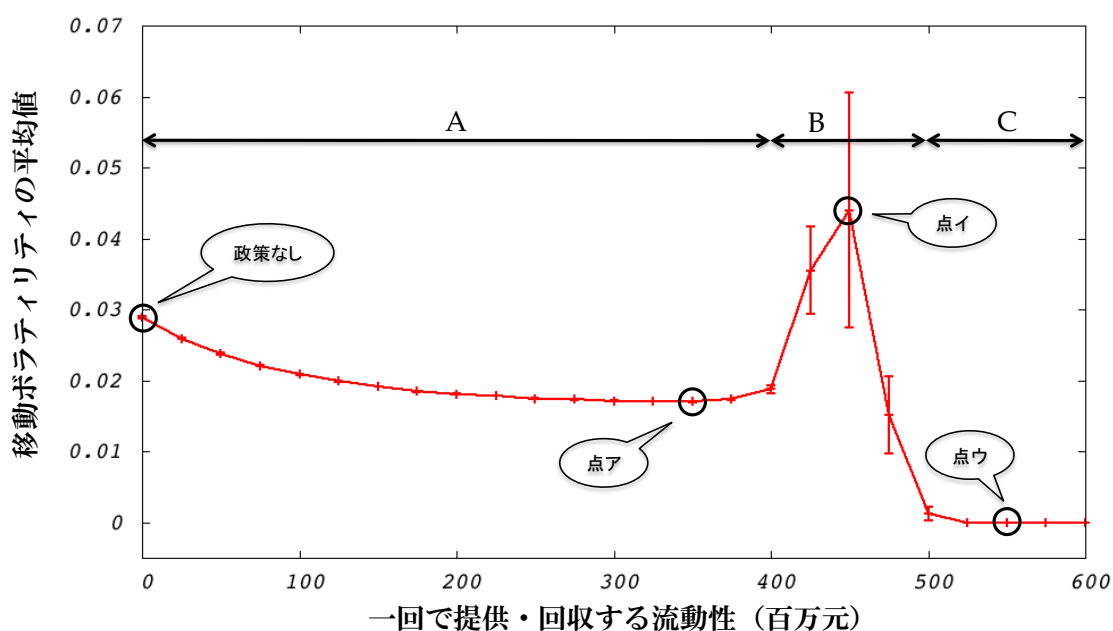


図 4.4 公開市場操作一回で提供・回収する流動性の量の変更による移動ボラティリティの平均値の変化:各点は移動ボラティリティの時系列データの 2000~9000 ラウンドの平均値の 10 サンプルの平均, および, 標準誤差.

区間 A (公開市場操作の額 = 0 百万元~400 百万元) : 小銀行エージェントは大銀行エージェントに支払請求を出し, 大銀行エージェントも互いに支払請求を出し入れしている。この流動性の移動により, 大銀行エージェントの流動性予期の 16 行での分散が大きくなる傾向があるが, 大・小銀行エージェントはオファー・レートの高い大銀行エージェント 8 行に支払請求を出すこと, および, 流動性が足りない大銀行エージェントは緊急支払請求で中央銀行エージェントから流動性が供給されることから, 銀行間の流動性予期の分散はある範囲にとどまる。中央銀行エージェントは公開市場操作を実施することを通じ, 流動

性予期が高い大銀行エージェントから流動性を回収し、流動性予期が低い大銀行エージェントに流動性を提供して、16 行の流動性予期の分散をさらに下げて、SHIBOR を安定化させようとする。このパラメータ領域では、中央銀行エージェントが二つの金融政策により大銀行エージェントに提供した流動性と、小銀行エージェントが大銀行エージェントに要求した流動性はバランスが取れている。このように市場がバランスの取れた状態では、公開市場操作額を大きくすると移動ボラティリティが下がるように、公開市場操作は SHIBOR の安定化に効果がある。

区間 C (公開市場操作の額 = 500 百万元~600 百万元) : この額で公開市場操作を実施すれば、前述の市場のバランスが直ちに崩れた。なぜなら、小銀行エージェントが大銀行エージェントに要求する流動性の大きさに対して、大銀行エージェントが公開市場操作で得る流動性が多すぎるからである (図 4.5)。

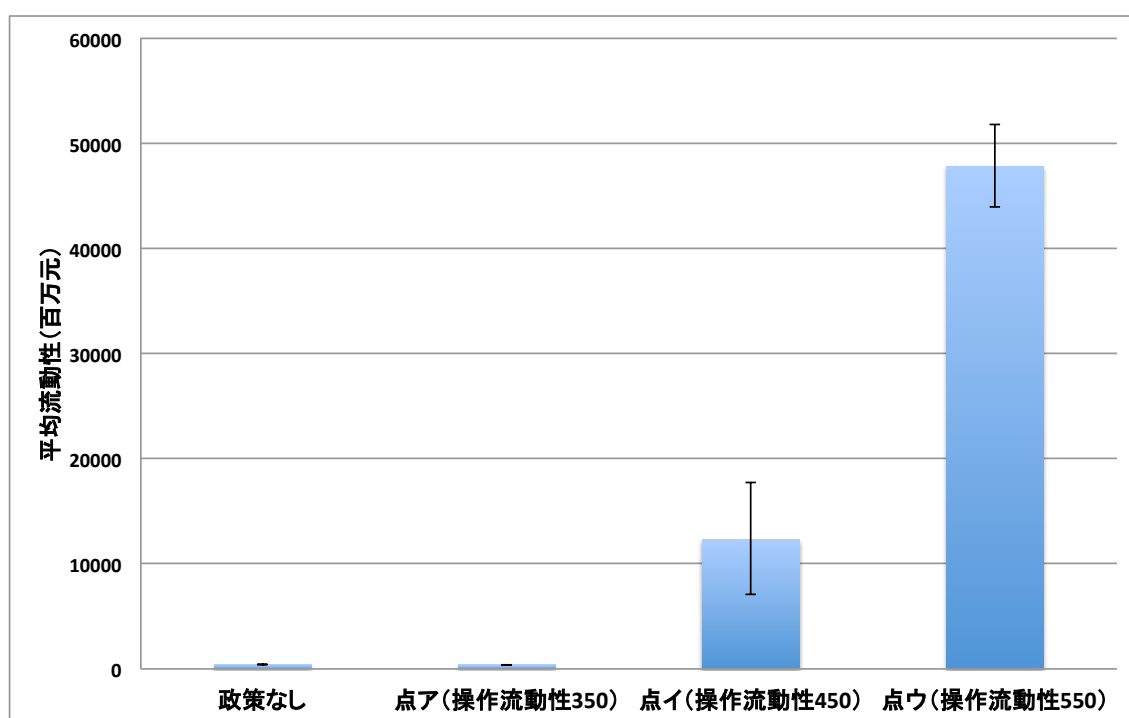


図 4.5 公開市場操作が提供・回収する流動性の量の変更による大銀行の平均流動性の平均値の変化：時系列データ 0~9000 ラウンドの平均値，サンプル 10 個。

これを具体的に見るために、図 4.4 の各区間の典型的な点における総流動性の平均を図 4.6 に示す。ここで総流動性とは、中央銀行貸出 (図 4.7) と公開市場

操作（図 4.8）で提供・回収した流動性の総和のことであり，図 4.6 ではその全時間・全大銀行エージェントでの平均を，10 サンプルで平均した値を示している。

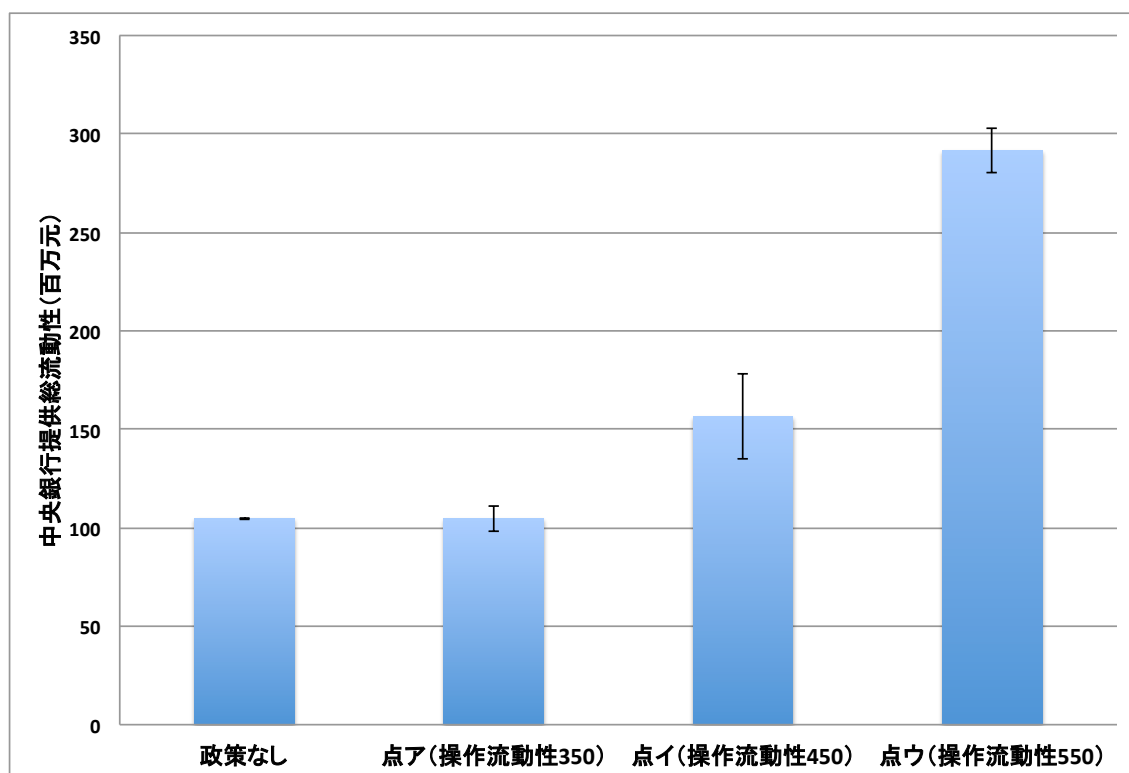


図 4.6 公開市場操作が提供・回収する流動性の量の変更による中央銀行が提供した総流動性の平均値の変化：中央銀行貸出と公開市場操作で提供した流動性の総和の時系列データ 0～9000 ラウンドの平均値，サンプル 10 個。

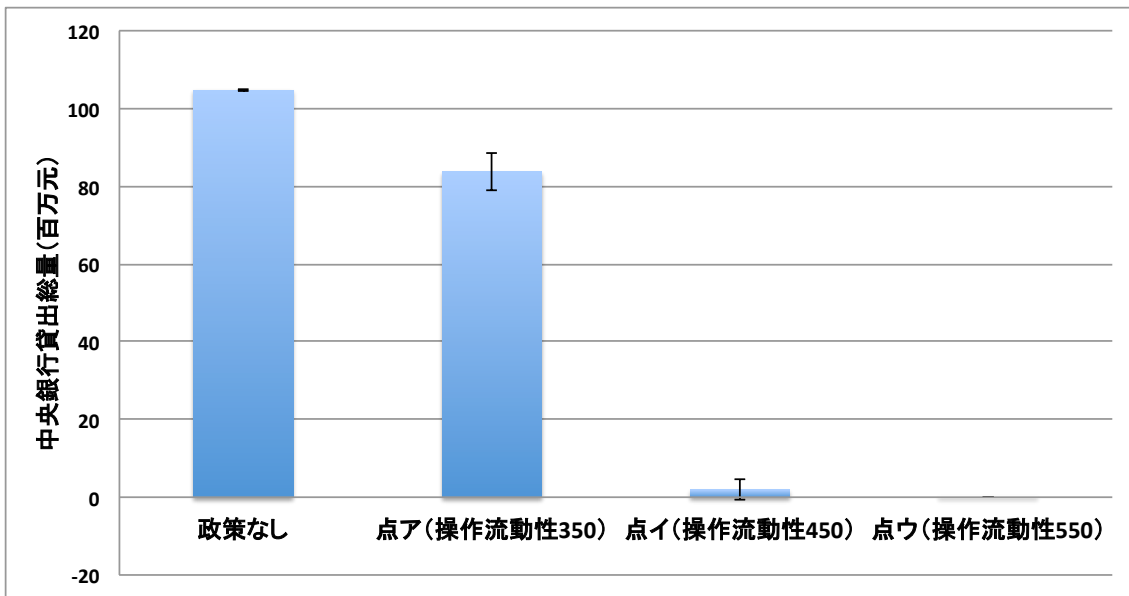


図 4.7 公開市場操作が提供・回収する流動性の量の変更による中央銀行貸出が提供した総流動性の平均値の変化：時系列データ 0～9000 ラウンドの平均値，サンプル 10 個．

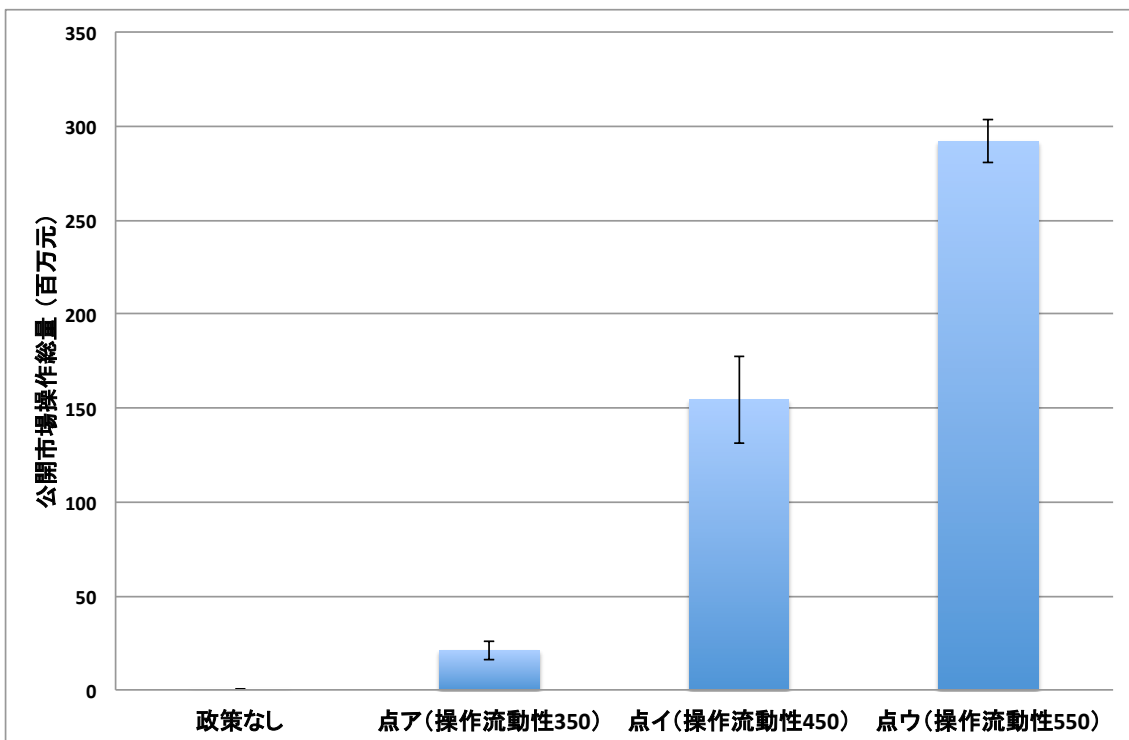


図 4.8 公開市場操作が提供・回収する流動性の量の変更による公開市場操作が提供した総流動性の平均値の変化：時系列データ 0～9000 ラウンドの平均値，サンプル 10 個．

オファー・レートは流動性予期に基づいて決定するため（式(3.3)），大銀行エージェントが持つ流動性が過剰になるとオファー・レートが下がり，結果として SHIBOR は最低レベルで留まり続ける（図 4.9）．したがって，移動ボラティリティもゼロになる．

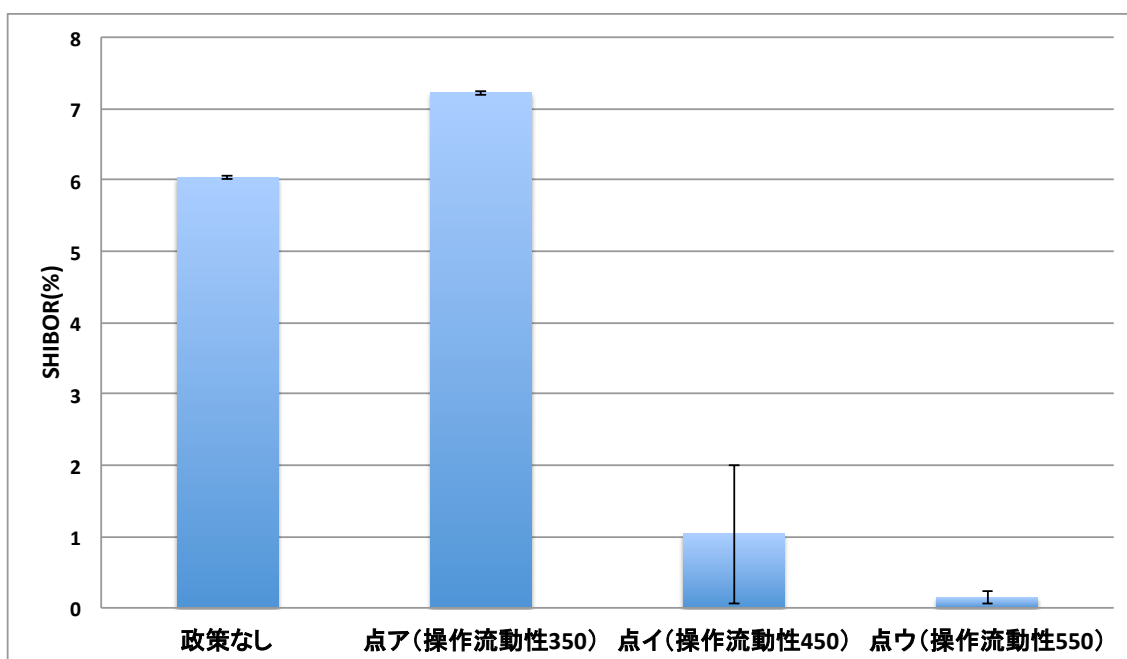


図 4.9 公開市場操作が提供・回収する流動性の量の変更による SHIBOR の平均値の変化：時系列データ 0~9000 ラウンドの平均値，サンプル 10 個．

区間 B(公開市場操作の額 = 400 百万元~500 百万元)：これまでの説明より，区間 A は SHIBOR が安定している領域，区間 C は SHIBOR が 0 に落ちてしまう領域である．区間 B はこの二つの領域の間にある．この区間では，大銀行エージェントが公開市場操作で供給される流動性と小銀行エージェントが要求する流動性は微妙なバランスになっており，SHIBOR は不安定な振る舞いを示し，暴落したり回復したりする（図 4.10 中）．したがって，移動ボラティリティが急激に上昇することがある（図 4.10 右）．最終的には，大銀行エージェントの流動性予期は上層に転じ（図 4.10 左），SHIBOR は 0 に落ちる．この，SHIBOR が 0 になるまでの期間の長さは同じパラメータでもサンプルによって異なり（図 4.10 の上下の比較），非常に長くなる場合がある．

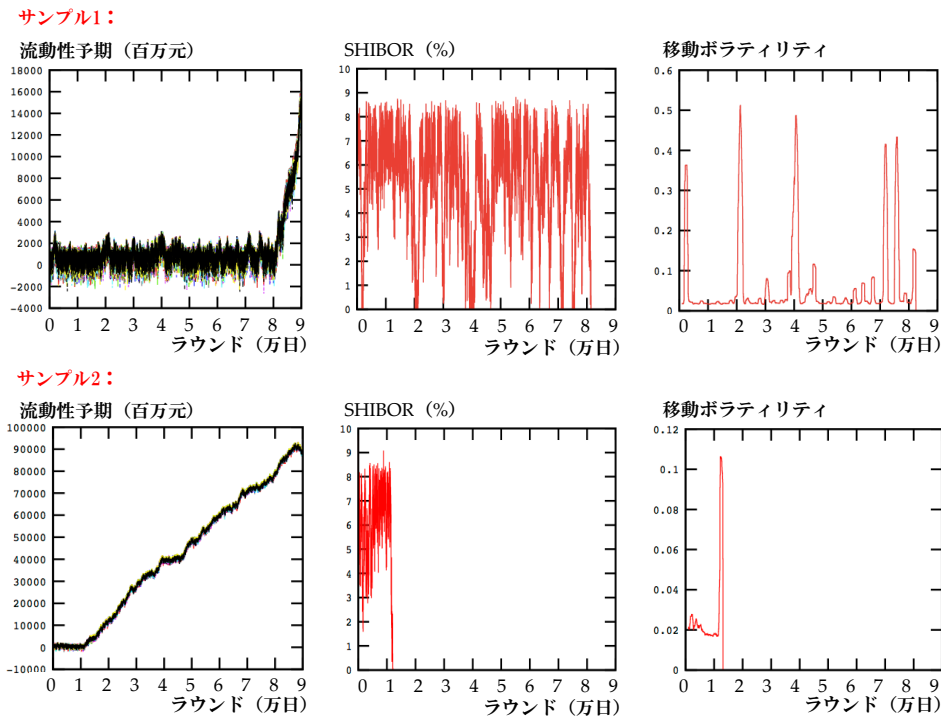


図 4.10 点イ（一回の公開市場操作が提供・回収する流動性：450 百万元）における，16 個の大銀行の流動性予期（左），SHIBOR（中）と移動ボラティリティ（右）の変化：パラメータは同じで初期値が異なる 2 つのサンプル．

この区間は A の SHIBOR 安定相と C の SHIBOR 暴落相の間の相転移点にあたり，システムが臨界状態になっていると考えられる．また，相転移点がどこにあるかは小銀行エージェントの支払請求の金額によって変わる（図 4.11）．図 4.11 で示したように，小銀行エージェントの支払請求の金額の増加（0 百万元～100 百万元）に伴い，相転移点の位置は段々提供・回収する流動性の高い方へ移動している．これは前述の，中央銀行エージェントが公開市場操作で供給する流動性と小銀行エージェントが要求する流動性のバランスが重要であることを示すものである．小銀行エージェントが要求する流動性が多ければ多いほど，そのバランスが崩れにくくなった．つまり，小銀行エージェントからより多くの流動性が要求されるため，大銀行エージェントに過剰の流動性が積み上がらない．

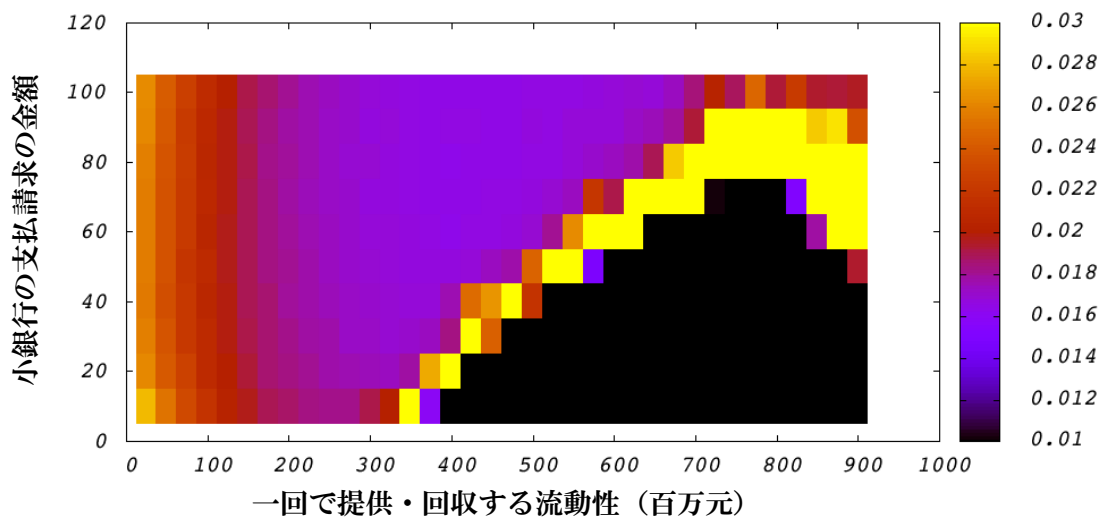


図 4.11 小銀行エージェントが出す支払請求の金額（縦軸）と公開市場操作一回で提供・回収する流動性の量（横軸）の変更による移動ボラティリティの平均値の変化：各点は移動ボラティリティの時系列データ 2000～9000 ラウンドの平均値，サンプル 10 個。

#### 4.5.2 預金準備率操作

中国の中央銀行は 0.5 ポイント刻みで預金準備率を調整する。本研究のモデルでは、一回での調整比率 (DRRAQuantity) を 1 ポイントに固定する。また、預金準備率操作が SHIBOR の安定性にどのような効果を持つかを見るため、預金準備率操作を実施する基準（拒否回数による）の下限 (DRRAStandardLowerLimit) と預金準備率の変動範囲の下限 (DRRARangeLowerLimit) を固定し、パラメータとして、預金準備率操作を実施する基準の上限 (DRRAStandardUpperLimit) と預金準備率の変動範囲の上限 (DRRARangeUpperLimit) を操作してその際の移動ボラティリティの変化を見る。図 4.12 に、各パラメータの組み合わせについて、2000～9000 ラウンドの移動ボラティリティの平均を 10 個のサンプルで平均したものを示した。結果から、預金準備率操作を実施する基準の上限と預金準備率の変動範囲の上限の増加に伴い、移動ボラティリティの平均値が低下することがわかった（図 4.12 の点ウの付近が移動ボラティリティが最も低い）。



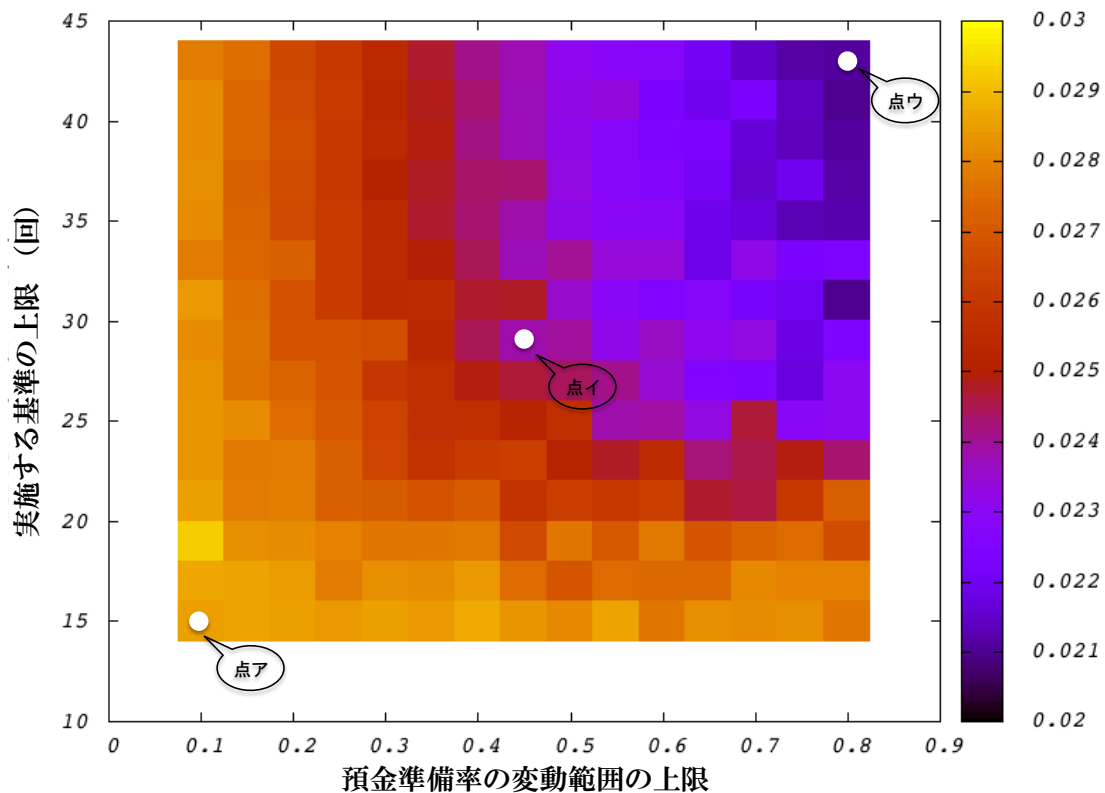


図 4.12 預金準備率操作を実施する基準の上限（縦軸）と預金準備率の変動範囲の上限（横軸）の変更による移動ボラティリティの平均値の変化：各点は移動ボラティリティの時系列データ 2000～9000 ラウンドの平均値，サンプル 10 個．

この振る舞いについて，点ア（操作する基準の上限 15 回，預金準備率の上限 10%），イ（操作する基準の上限 29 回，預金準備率の上限 45%），ウ（操作する基準の上限 43 回，預金準備率の上限 80%）を例にとって説明する．預金準備率操作を実施する基準の上限が高ければ高いほど，中央銀行エージェントが預金準備率を下げる操作が少なくなり，図 4.13 に示したように，預金準備率が上限の近くに張り付いてしまう．

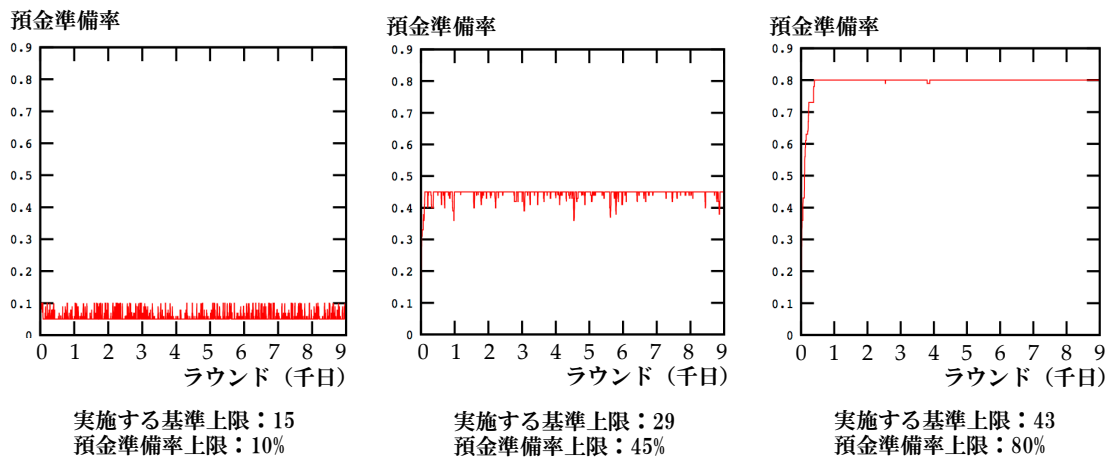


図 4.13 点ア (左), 点イ (中), 点ウ (右) の預金準備率の変動

その結果、銀行は大量の残高を持っている (図 4.14 右上) のに、取引可能な資金、言い換えると、流動性がほとんどなくなった (図 4.14 左下)。ゆえに、SHIBOR の移動ボラティリティも低いレベルで変動しているようになった (図 4.14 右下。縦軸の範囲に注意)。しかし、市場の流動性ポジションがかなり低いため、小銀行の破綻も生じる。

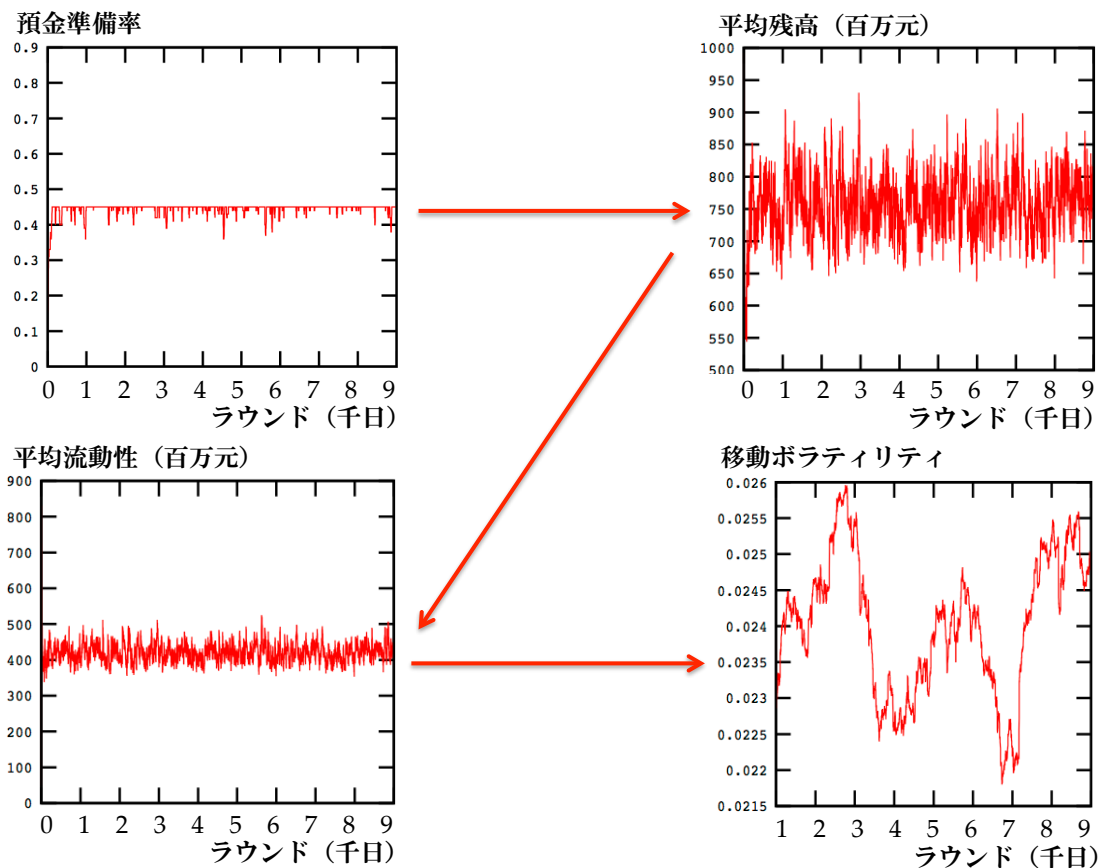


図 4.14 点イ（操作する基準の上限 29 回，預金準備率の上限 45%）での預金準備率の変動に伴う，16 個の大銀行の残高，流動性の平均と移動ボラティリティの変化。

図 4.15, 図 4.16, 図 4.17 にそれぞれ大銀行の平均残高, 大銀行の平均流動性, SHIBOR を示した. これらの図が示しているように, 預金準備率の上限が増えると, 銀行エージェントの流動性が段々少なくなった. しかし, 銀行エージェントは受け取った支払請求を決済できるように, ある程度の流動性を持たないといけない. そのため, 他の銀行エージェントから得られた資金を保存している. その結果, 個々の銀行エージェントが持っている残高が段々高くなる (図 4.15) が, 市場に流されている流動性はそれほど変わらない (図 4.16). 結果として, 市場にある流動性が少なくなったため SHIBOR も上昇する一方である (図 4.17).

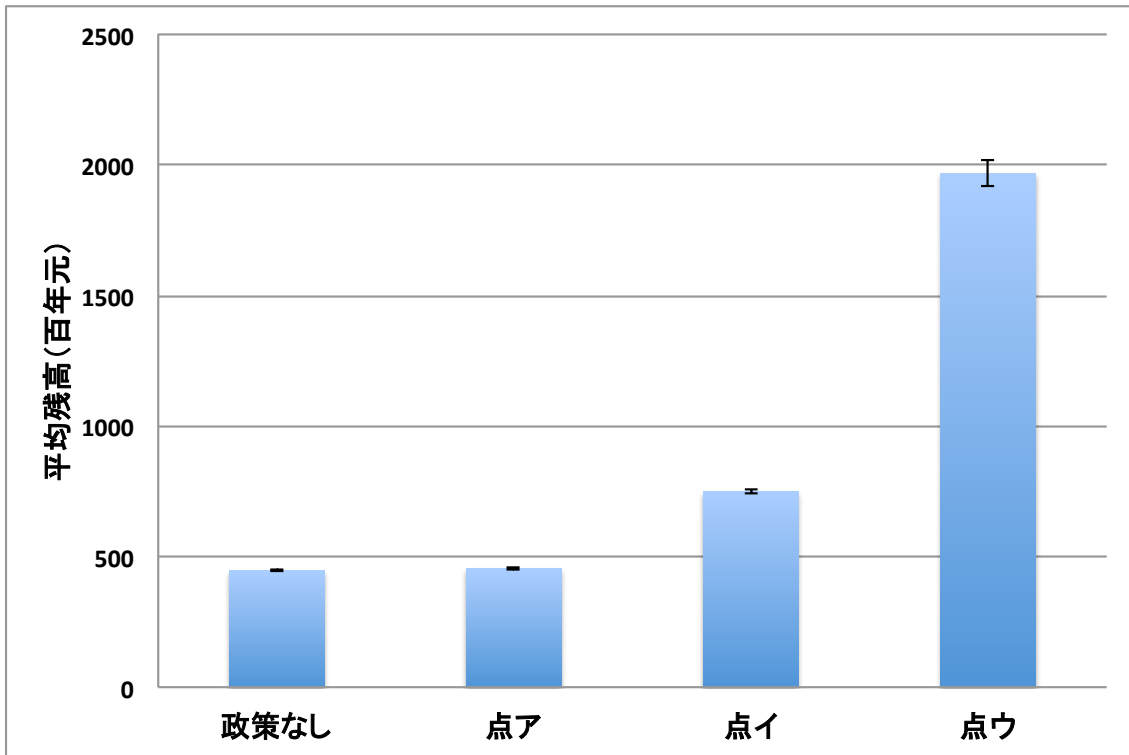


図 4.15 預金準備率操作のパラメータの変更による平均残高の平均値の変化：大銀行の平均残高の時系列データ 0～9000 ラウンドの平均値，サンプル 10 個。

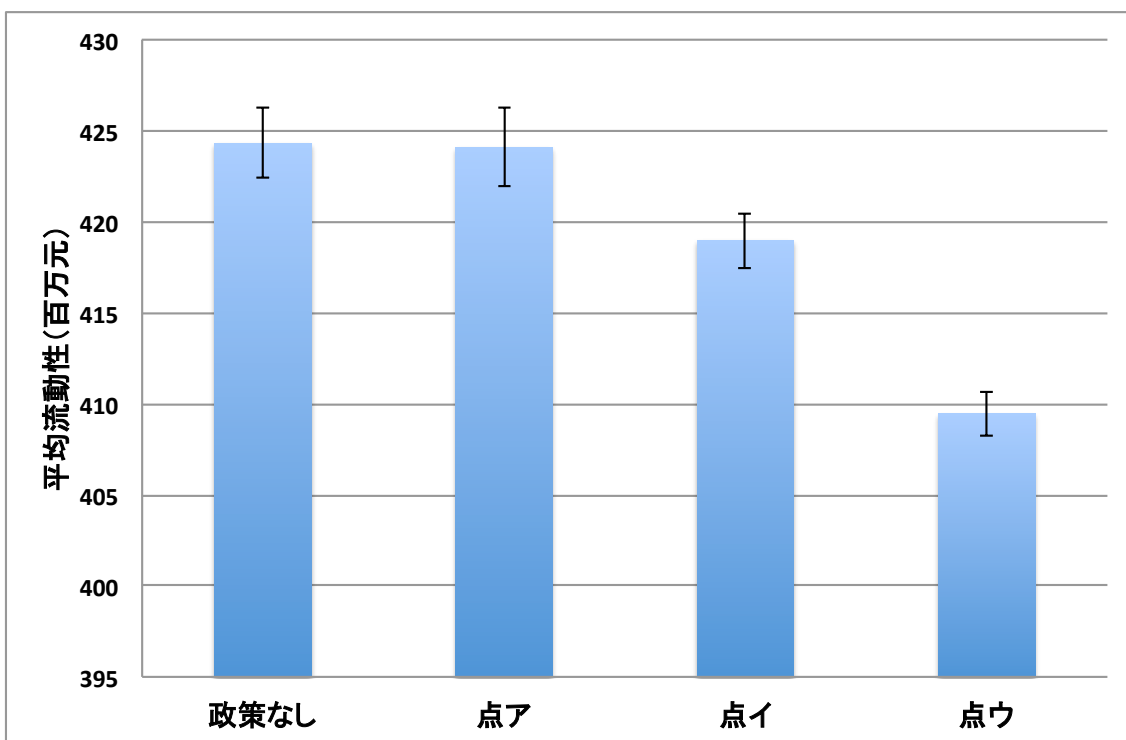


図 4.16 預金準備率操作のパラメータの変更による平均流動性の平均値の変化：大銀行の平均流動性の時系列データ 0~9000 ラウンドの平均値，サンプル 10 個。

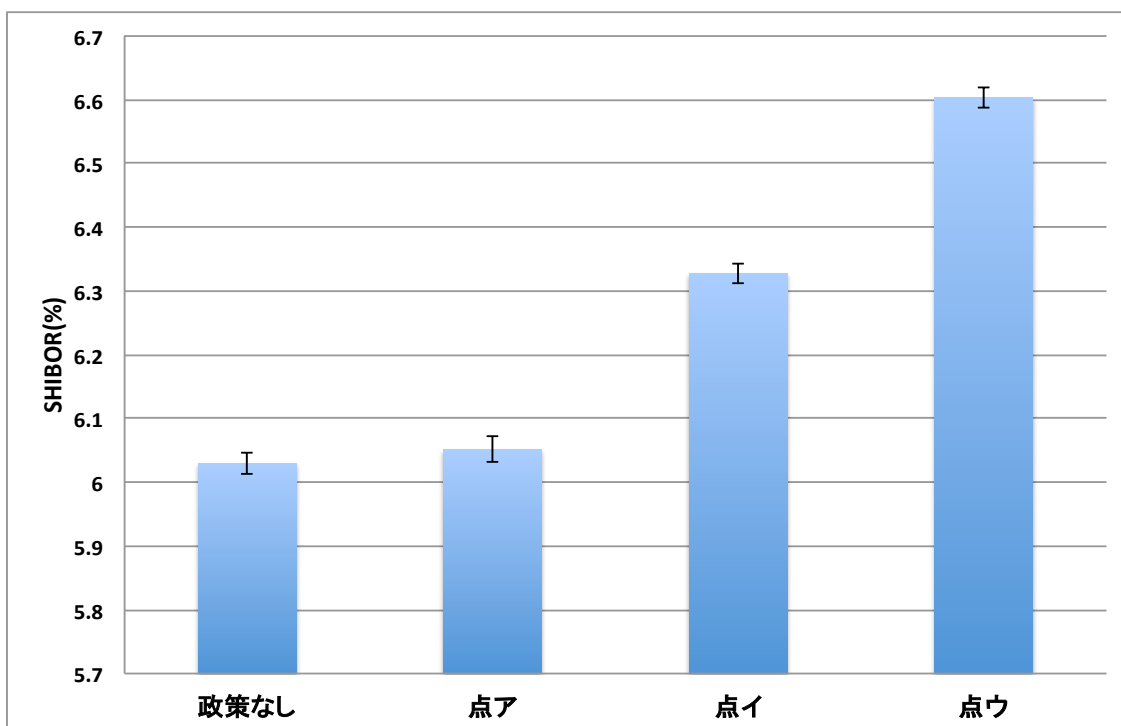


図 4.17 預金準備率操作のパラメータの変更による SHIBOR の平均値の変化：SHIBOR の時系列データ 0~9000 ラウンドの平均値，サンプル 10 個。

## 第5章 考察

本研究で行ったシミュレーション結果からは、中央銀行の金融政策である公開市場操作と預金準備率操作を実施する基準を変更することが、SHIBORの安定性に強く影響することが示唆された。本章では、前章で示したシミュレーション結果から得られた知見を基にして、現実の銀行間取引金利や金融政策との比較を行い、そして制度改善のあり方について提示する。

### 5.1 公開市場操作の結果から

一回の公開市場操作で提供・回収する流動性を変更する分析では、SHIBORが安定する領域（図4.4の区間A）では提供・回収する流動性のある程度まで増やすと、SHIBORの移動ボラティリティの平均値が減少し、SHIBORを安定化させることができる。すなわち、この領域は公開市場操作という金融政策の効果がある。しかし、操作する流動性をもっと大きくすると、中央銀行エージェントのマネーサプライと市場の流動性に対する需要のバランスが取れなくなり、システムが不安定な状況に陥る（図4.4の区間B）。シミュレーションでは、市場における流動性が多すぎるとSHIBORが暴落するが、システムは臨界状態にあり暴落するタイミングを予測することは不可能である。

このシミュレーション実験の結果に基づき、以下のような結論が導かれる。公開市場操作は、銀行に提供・回収する流動性が大きすぎない場合（小銀行が要求する流動性とのバランスによる）は、貨幣市場の安定性に影響を与えるが、大きすぎるとSHIBORは暴落する。そして、その間にシステムは不安定な臨界状態になる相転移点がある。各区間の大きさ、どのあたりに相転移点があるかは、大小銀行エージェントのパラメータに依存するが、安定相と暴落相があること、および、その間に相転移点があることは確かだろう。

公開市場操作を実施する際、単なる金融機関の流動性状況にだけ注目するのではなく、市場全体の流動性に対する需要を考察しないとならない。Mishkin（2004）が公開市場操作の利点が「柔軟性を持つ」、「ヘッジできる」、「政策の

遅延がほとんどない」と述べたが、これは短期的な視点である。本研究のようにシミュレーションを用いて長期・大量のシミュレーションをすることで、相転移の存在がわかってくる。したがって、長期的に、金融市場の規模により、政策を制定・検討しないとならない。急速に発展している中国にとって、公開市場操作を実施する長期計画を立てるのは十分な重要性があると思われる。特に、中国が流動性過剰（夏ら，2007）の背景のもとに、このような政策の制定・実施には特別な意義を持っている。

## 5.2 預金準備率操作の結果から

預金準備率操作のシミュレーション実験では、預金準備率操作を実施する基準（拒否回数による）の上限が高いほど、中央銀行が預金準備率を下げる操作が少なくなり、預金準備率の上限を上げれば、預金準備率がほとんど高位で変動しているようになった。その結果、移動ボラティリティの平均値が低くなり、つまり SHIBOR が安定になった。この結果からみると、預金準備率操作で SHIBOR を安定化させる条件は二つあると言える。一つは、預金準備率が高いほど SHIBOR が安定する。もう一つは、預金準備率を頻繁に変動させないほうが安定性にいい効果がある。

条件1、高い預金準備率では、銀行エージェントは大量な残高を持っているのにも関わらず、取引可能な資金（流動性）がほとんどなく、流動性の変動幅も狭くなる。その結果、SHIBOR の変動も安定になった。しかしながら、SHIBOR が高位に留まって、市場の流動性ポジションがかなり低いため、小銀行エージェントの破綻もできた。Mishkin（2004）は、準備預金制度はマネーサプライに強力な効果があるが、効果が強いからこそ金利とマネーサプライの小幅な調整ができず、さらに、流動性の少ない銀行に悪い影響も与えると指摘している。本研究では、このデメリットが再現されていると言える。

本来、準備預金制度は中央銀行が預金準備率を上下させることにより、金融機関のコスト負担の増減を通じてその貸出態度等に影響を与える金融政策手段であるが、金融市場の安定性が低い発展途上国において、常にマネーサプライをコントロールする手段として実施されている。インフレを防止するため、高い預金準備率を設定した結果、金利の高騰をもたらし、金融市場の活性が抑制

され、経済の発展も大きな痛手を被った。しかしながら、準備預金制度はこのようなデメリットを持ち合わせているが、現在の中国の流動性過剰の背景に特別な意義を持っている。なぜなら、効果的にマネーサプライをコントロールできる準備預金制度は投資・輸出主導型の経済成長を実現する中国にとって、政策上に極めて重要な手段からである。しかし、預金準備率をどのレベルに設定することで、インフレのコントロールと経済の活性化のバランスを取るのかは、政策の実施当局にとって重要な課題となる。

条件2, Mishkin (2004) の指摘した通り、準備預金制度はマネーサプライに強力な効果がある。つまり、預金準備率操作は金利の変動に大きく影響を与える。頻繁に預金準備率を操作すれば市場の流動性ポジションが急激に変動して、その結果、金融市場全体も不安定な状況に陥り、SHIBORの不安定性も高くなった。このシミュレーション実験の結果から、預金準備率を頻繁に調整することはSHIBORの安定性に悪い影響を与えると言える。預金準備率操作は金融政策の手段として標準的なものであるが、近年、実際には預金準備率の変更が金融政策で用いられることは少なくなっている（日本銀行は1991年10月に預金準備率を変更して以来、現在まで預金準備率の変更を行っていない）。中国では、SHIBOR導入の2007年から現在まで、預金準備率の操作を30回以上実施した。図5.1に示したように、預金準備率を頻繁に操作していた時期、SHIBORも急激に変動していた。したがって、金融市場の安定を維持するために、預金準備率の調整を慎重に検討しないと考えると考えられる。



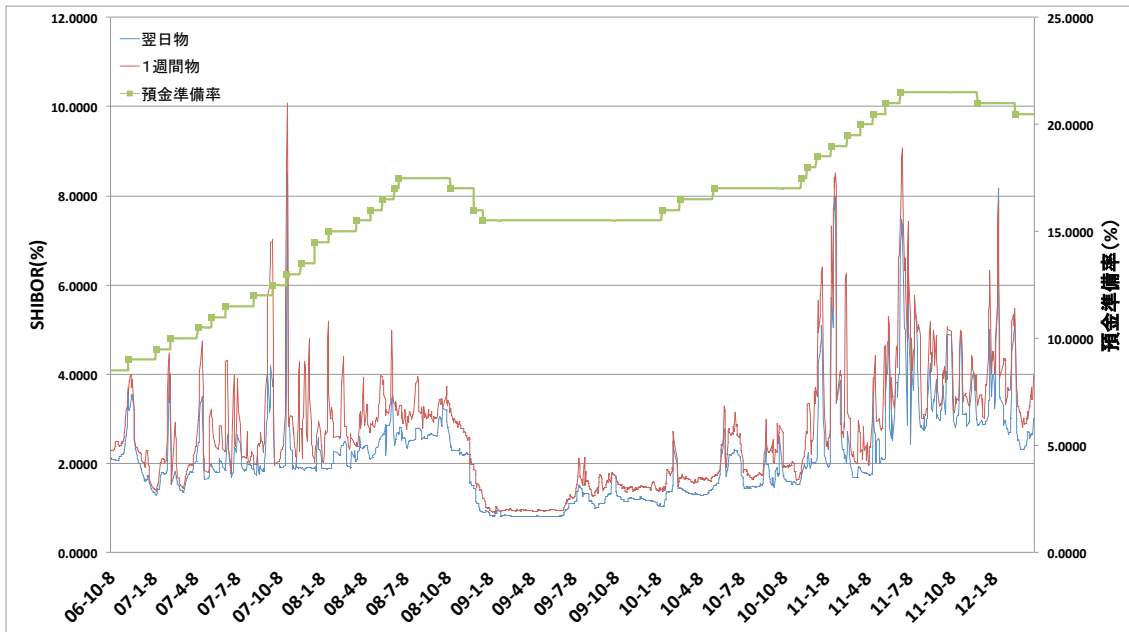


図 5.1 預金準備率の変動と SHIBOR の変動：横軸：日付，左縦軸：SHIBOR，右縦軸：預金準備率。（上海銀行間取引金利ホームページ，2014）より引用

## 5.3 政策提言

シミュレーション結果の考察から、「金融政策の中間目標の変更」と「銀行の破綻処理制度と預金保険制度」という政策を提言する。

### 5.3.1 金融政策の中間目標の変更の提案

公開市場操作と預金準備率操作のシミュレーション結果を比較すると（図 4.3），公開市場操作は SHIBOR の安定性に預金準備率操作より良い効果があることがわかった。公開市場操作で大銀行エージェントに提供・回収する流動性の量が大きすぎる場合（小銀行エージェントが要求する流動性とのバランスによる），SHIBOR が暴落する状況に陥らせる可能性があるが（図 4.9），公開市場操作は「柔軟性を持つ」，「ヘッジできる」，「政策の遅延がほとんどない」などのメリットを持っているため（Mishkin, 2004），政策の誤りを直ちに修正することができる。一方，預金準備率操作は SHIBOR の安定性に効果があるが，それと引き換えに金融市場の効率性を犠牲にしてしまう（図 4.15，図 4.16）。し

かも、頻繁に預金準備率を調整すると、金融市場が極めて不安定な状況に陥る（前節にて記述，図 5.1）。なぜなら、二つの政策は政策操作の目標が根本的に異なるものがあるからである。公開市場操作は数少ない銀行（SHIBOR の報告銀行）に対して実施する政策であり，操作目標は SHIBOR である。少量の流動性の提供・回収で，SHIBOR を安定させる目的を成し遂げる。一方，預金準備率操作は金融市場全体に対して実施する政策であり，操作目標はマネーサプライである。SHIBOR を安定させることにもなり得るが，大きなコストをもたらす。したがって，預金準備率のような流動性に対する政策手段の代わりに，基準金利，為替レートなどの金利に対する規制の政策手段を主要な金融政策として実施すべきだと考えられる。

中国の金融市場において，金利に対する規制を完全に開放にできた後，市場の資金の需要と供給は金利によって決定するようになる。よって，現在の中国金融政策の中間目標をマネーサプライから基準金利へ変更しなくてはならない。なぜなら，金融政策の中間目標がマネーサプライであれば，政策の実施は大きな流動性変動により金融市場に不安定をもたらし，インフレ・デフレのリスクも高くなる。中間目標が基準金利であれば，中央銀行の政策が市場を直接的にコントロールするのではなく，間接的に誘導するように市場のメカニズムを十分に利用した方が経済の発展に適切だと考えられる。

### 5.3.2 銀行の破綻処理制度と預金保険制度の提案

本研究の流動性・金利モデルにおいて，中央銀行エージェントが預金準備率操作を実施するかどうかは市場全体の緊急支払請求が拒否された回数によって決められる（図 3.7）。シミュレーション結果から，預金準備率をあまり頻繁に調整しないほうが SHIBOR の安定性に寄与することがわかった（図 4.12）。緊急支払請求の拒否回数は金融市場の違約状況を表している。中央銀行は金融市場において違約が多発する時点で，預金準備率操作を通じ市場に介入する。しかし，預金準備率を調整することは金融市場の効率性を低下させるという大きなコストをもたらした。モデルに預金準備率操作をこのように設定する理由は，中国現在の金融制度には，本当の意味での銀行破綻処理制度がないからである。実際に銀行が破綻した場合，社会の不安を避けるために破綻した銀行を他の金融機関に委託する制度がある。金利市場化を推進するに伴い，市場の参加者も

市場のメカニズムに従わなければいけない。すると、必ずある部分の銀行は経営上のミス等で破綻に直面する。この場合、破綻の制度がなければ、中央銀行はこれらの「問題銀行」を救うためにもともと実施すべきでない政策を行い、金融市場に構造的な問題をもたらす恐れがあると考えられる。したがって、銀行の破綻処理制度を作ることが必要と考えられる。同時に、銀行の破綻が引き起こした社会の不安を避けるために、預金保険制度も必要不可欠だと思われる。これは銀行が預金保険料を預金保険機構に支払い、万が一銀行が破綻した場合に、一定額の預金等を保護するための保険制度である。後は、預金準備率操作という政策の再考は政策実施当局の課題となる。

### 5.3.3 今後の中国の金融政策について

具体的な政策ではないが、中国の金融発展上の諸問題に応じた新しい金融政策の必要性を論じる。5.1節で述べた通り、公開市場操作で大銀行エージェントに提供・回収する流動性を大きくすると、中央銀行エージェントのマネーサプライと市場の流動性に対する需要のバランスが取れなくなり、システムが不安定な状況に陥る（図 4.4 の区間 B）。この状況は本研究で構築した中国の金融市場の特徴を導入した流動性・金利モデルに現れた問題であるが、中国における特有な構造を持っている金融市場にもこのような問題があることを示唆すると考えられる。Mishkin（2004）は、公開市場操作のメリットを述べているが、そのデメリットについて言及していない。中国における金利市場化の改革を推進するに際しては、様々な中国の特有な問題が出てくる。これらの問題を解決するには、他の先進国の経験を「コピー」することではなく、中国なりの問題解決の方法を作らなくてはならないと考えられる。本研究で構築した中国の金融市場の特徴を導入した流動性・金利モデルは中央銀行の政策支援に有力なツールだろう。

## 5.4 今後の課題

政策提言の第二と第三に述べたように、金融改革を推進するに際しては、様々な中国の特有な問題が出ており、これらの問題を解決するには、中国なりの問

題解決の方法が作られなくてはならない。そして、現有政策の再考も今後の課題になると考えられる。さらに、本研究ではまだ考察していない問題点がいくつか残っている。したがって、今後の課題を以下の3点で述べる。

1) 政策を改善する。現在、中国の中央銀行がよく実施している公開市場操作と預金準備率操作において、その実施手法には問題点がある。預金準備率操作では、シミュレーション実験の結果と現実のデータが示したように、頻繁に預金準備率を調整することは、SHIBORの不安定をもたらす。今後の課題としては、頻繁に預金準備率を調整することではなく、一回で大きな比率（例えば2%~5%）で調整すると、SHIBORの安定性にどのような影響を与えるのかを考察する。公開市場操作において、中央銀行エージェントは各大銀行エージェントの流動性予期を平均値と比較するのではなく、ある固定の基準（例えば、大銀行エージェントの流動性が500百万元より少ないと、中央銀行エージェントが公開市場操作で大銀行エージェントに流動性を提供する）で、公開市場操作を実施するかどうかを決めて、このような仕組みでSHIBORの安定性にどのような影響を与えるのかを考察する。

2) 新しい政策を作る。前節も述べた通り、中国特有の問題を解決するには、他の先進国の経験を「コピー」することではなく、中国なりの問題解決の方法を考えないといけない。例えば、近年、金融制度の不備欠陥に、中国の金融市場における実体経済の成長を支えてきた民間金融機関は極めて高いリスクに位置づけられた。経済の成長が減速すると、不良債権の問題が表面化する結果、影の金融システムは崩壊する恐れがある。中国の経済危機をもたらすこのような問題に対して、中央銀行はこれらの民間の金融機関に短期の緊急資金を提供する政策を作れば良いと考えられる。モデルの設計には、小銀行エージェントでも中央銀行エージェントに緊急支払請求を出せると設定して、SHIBORの安定性にどのような影響をもたらすのかを考察する。

3) 本研究の流動性・金利モデルでは、小銀行エージェントの倒産に対して、再割引の政策を設置していたが、この政策の効果をまだ考察していないため、この点についても今後の課題とする。

## 第 6 章 結論

本章では、各章での議論をまとめた後、これまでのシミュレーション結果とその考察から導かれたる本研究の結論を述べる。そして最後に、本研究で成すことができなかつた部分を今後の課題として示す。

### 6.1 まとめ

本研究では、RTGSシステムをベースにして、中国の銀行間取引市場のシミュレーション・モデルを構築した。そして、シミュレーション実験により、中央銀行の金融政策が中国の基準金利である上海銀行間取引金利（SHIBOR）の安定性に対する影響を分析した。

第 2 章では、銀行間取引金利研究の理論的背景を理解するために、関連する研究分野を説明した。次に、モデルを理解するために、RTGS システムと中央銀行の金融政策について制度面から解説した。

第 3 章では、RTGS システム・モデルに中国銀行間市場の構造を導入した流動性・金利モデルについて説明した。また、シミュレーションで使用するエージェントの行動も紹介した。

第 4 章では、中国の銀行間取引市場の特徴をベースとして、流動性・金利モデルを用い、中央銀行の金融政策を実施する程度とタイミングを主要なパラメータとして、政策が SHIBOR の安定性に与える影響を分析した。その際には、ボラティリティ、残高、流動性、SHIBOR の 4 点に注目して分析を行った。

第 5 章では、シミュレーション結果から得られた知見を基にして、現実の銀行間取引金利や金融政策との比較を行い、そして制度改善のあり方について説明した。

第 6 章では、各章での議論をまとめた後、シミュレーション結果とその考察から導かれたる本研究の結論を述べる。そして最後に、本研究で成すことができなかつた部分を今後の課題として示す。

## 6.2 結論

シミュレーション実験の結果を考察した上で、以下の二点を得られた。

1. 公開市場操作は、一回の公開市場操作で大銀行に提供した流動性があまり大きくない範囲では、その増加に伴いSHIBORの安定性も増加する。しかし、中央銀行が供給する流動性が市場全体の流動性需要よりも多ければ、SHIBORの暴落をもたらし、インフレの恐れも出てくる。それらの相の間では市場が極めて不安定な臨界状態になる。したがって、公開市場操作の実施には市場全体が流動性に対する需要を検討しないと行けない。

2. 預金準備率操作はある程度高く保ち、あまり頻繁に調整しないほうがSHIBORの安定性に寄与する。

政策の提言について、本研究は以下の二点を主張する。

1. 金融政策の中間目標を変更すべきである。
2. 銀行の破綻処理制度と預金保険制度を作る。

## 6.3 課題

本研究の結果から、政策の実施方法によってSHIBORの安定性に対する影響が違ふことがわかった。そのため、政策の実施手法を提案することが今後の研究方向として考えられる。これについて、前章で三つの点から述べた。

1. 政策を改善する。中国の中央銀行がよく実施している公開市場操作と預金準備率操作で、その実施する手法は問題点がある。これらの政策の実施する手法を改善する。

2. 新しい政策を作る。中国特有の問題を解決するには、他の先進国の経験を「コピー」することではなく、中国なりの問題解決の方法を考えないと行けない。本研究の流動性・金利モデルを用い、新しい政策を作る。

3. 小銀行エージェントの倒産に対して、再割引の政策の効果を考察する。

## 謝 辞

本研究を行なうにあたり、指導教員である橋本敬教授に心から感謝申し上げます。研究の方向や論文の執筆における様々なご指導だけではなく、科学的な考え方を教えていただきました。また、研究以外にも御親身な御助言を力強い励ましをいただきました。

論文審査におきましては、中間審査および最終審査の審査委員である中森義輝教授、内平直志教授、HUYNH, Nam Van 准教授から研究に関する様々な御助言を頂き、感謝申し上げます。

副テーマをご指導頂いた梅本勝博教授に感謝申し上げます。副テーマの完成に多くのご指摘・アドバイスを頂きました。

橋本研究室の皆さんには日頃の研生活に大変お世話になり、心から感謝申し上げます。特に、助教の小林重人先生には、些細な質問に対していつも丁寧な回答をくださいました。また、論文の執筆に様々な有益なご助言とご指導を頂き、感謝申し上げます。李冠宏さんには、慣れないプログラム開発の部分で非常に多くの時間を割いて指導していただきまして、心よりお礼申し上げます。鳥居拓馬さん、山田広明さんにも、技術のご指導をいただき、感謝申し上げます。金野武司特任助教、真隅暁さん、田村香織さん、辻野正訓さん、覃詩翔さんには、力強い励ましをいただきまして、感謝申し上げます。同期の馬思維さん、下川剛生さん、張芸凡さん、楊碩さんとは、互いに励まし合って研究を進めることができました。

最後になりましたが、私生活の面で両親をはじめとする家族には、精神的・経済的に研生活を支えていただきました。

以上の皆様に、心より厚く御礼申し上げます。

## 参 考 文 献

- Arciero, L., Biancotti, C., D'Aurizio, L., and Impenna, C. (2009) "Exploring agent-based methods for the analysis of payment systems: A crisis model for StarLogo TNG", *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, Vol. 12, No. 1, pp. 2.
- Bank for International Settlements (1997) "Real-Time Gross Settlement Systems", Committee on Payment and Settlement Systems, Publication No. 22.
- Jiang Xian-ling, Su Ri-na and Sun Qian (2012) "A Study of the Feasibility of Shibor as the Benchmark of Chinese Interest Rate"(in Chinese), *Finance Forum*, Vol. 9, No. 006.
- Li Hai-tao, Wang Xin and Fang Zhao-ben (2008) "Factors analysis on Shibor overnight offer interest rate based on skewed-t distribution"(in Chinese), *Systems Engineering*, Vol. 26, No. 9, pp. 13.
- Liu Xiang-yun and Qiu Le-ping (2011) "Have SHIBOR become the benchmark interest rate of China's monetary market?"(in Chinese), *Financial Management Theory and Practice*, No. 001, pp. 24-27.
- Mishkin, F. (2004) *The Economics of Money, Banking, and Financial Markets (Seventh Edition)*: Pearson Addison Wesley, Upper Saddle River: NJ.
- Soramaki, K. and Galbiati, M. (2008) "An agent-based model of payment systems, In: H. Leinonen(Ed.)", *Simulation Analyses and Stress Testing of Payment Networks*: Bank of Finland, Helsinki, pp. 316-340.
- Tan Zheng-da and Hu Hai-ou (2012) "Analysis of jumping behavior of Shibor with an interest model"(in Chinese), *Operations Research and Management Science*, Vol. 21, No. 2, pp. 133-139.
- Wang Guo-song (2001) "Interest Rate Control and Market-oriented Interest Rate in China"(in Chinese), *Economic Research Journal*, Vol. 6, pp. 13-20.
- Xie Ting and Wang Jing-wen (2012) "Libor Manipulation and China Interest Rate Mechanism"(in Chinese), *Financial Market Research*, Vol. 5, No. 17,



pp. 142.

- 巴曙松 (2008) 「2007 年の中国金融改革の回顧と今後の展望」, 『中国資本市場研究』, 第 2 巻, 第 1 号, 15-27 頁.
- 出口弘 (2004) 「エージェントベースモデリングによる問題解決-エージェントベース社会システム科学としての ABM」, 『オペレーションズ・リサーチ』, 第 49 巻, 第 12 号, 161-167 頁.
- 和泉潔 (2003) 『人工市場 (相互作用科学シリーズ)』, 森北出版.
- 神宮健 (2007) 「中国の金融調整の現状と課題」, 『中国資本市場研究』, 第 1 巻, 第 3 号, 9-20 頁.
- 小林 (2006) 「人工市場によるサーキットブレーカー制度的考察」, 北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科修士論文 (未公刊)
- 随清遠 (2000) 「1950-1990 年代の中国金融」, 『近現代アジア比較数量経済分析』, 法政大学比較経済研究所, 第 3 巻, 9 頁.
- 夏斌 (2011) 「2020 年までの中国の金融戦略への提案」, 『中国資本市場研究』, 第 5 巻, 第 2 号, 30-52 頁.
- 夏斌・陳道富 (2007) 「中国の過剰流動性に関する報告」, 『中国資本市場研究』, 第 1 巻, 第 3 号, 24-45 頁.
- 日本銀行. “RTGS (即時グロス決済) とは何ですか?”. 日本銀行を知る・楽しむ. <http://www.boj.or.jp/announcements/education/oshiete/kess/i14.htm/>. (参照 2014-02-06)
- 上海銀行間取引金利. “Shanghai Interbank Offered Rate”. Data Service. [http://www.shibor.org/shibor/web/DataService\\_e.jsp](http://www.shibor.org/shibor/web/DataService_e.jsp). (参照 2014-02-06)