

国際金融ネットワークからみた世界的な金融危機

金融市場局 今久保 圭

Bank of Japan Review

2009年7月

サブプライム住宅ローン問題を契機とした金融混乱が世界的な金融危機へと発展していく過程で、2002年頃からの信用拡張期に世界中に行き渡った資金の流れは急激に逆回転し、その負の影響は急速かつ広範囲に広がっていった。こうした現象を招いた要因の1つとして、金融取引のグローバル化の進展による、国際金融ネットワークの緊密化を指摘することができる。本稿では、国際決済銀行の「国際資金取引統計」を用いて、この間の国際金融市場の構造特性を検証した。その結果から、欧州の銀行部門がハブとしての機能を高めることで、国際資金取引の効率性に一段と寄与し、ネットワーク全体の頑健性を高めていたことが確認された。一方で、同部門がショックの直撃を受けた場合、各地に張り巡らされた取引経路を通じて、システム的な影響を瞬時に及ぼしやすくなるという意味で、ネットワークの脆弱性を高めていたことも示された。こうしたネットワークの二面性に対して、この間に各国中央銀行が協調して構築したドル資金の供給体制は、ハブの機能維持を通じて、ネットワーク全体を安定させるための措置として効果的であったと考えられる。

はじめに

現在、世界が直面している金融危機は、2002年頃から2007年夏にかけて進展した、世界的な信用拡張（credit boom）が巻き戻される過程で発生したものである。こうした信用循環には、金融分野における技術革新や規制緩和、市場参加者の投資行動やマクロ経済環境の変化のほか、それに伴う国際資金取引の拡大など、様々な要因が影響していた。国際資金取引が拡大する過程では、①実体経済の成長以上に信用拡張が進展し、世界的な金融不均衡の拡大に繋がったほか、国際資金取引を仲介する金融機関が短期資金調達に傾倒した結果、②その業容拡大につれて流動性リスクが拡大し、さらには、③国際金融ネットワークが緊密化した¹。これらの変化はいずれも、今回の金融危機の影響を増幅する方向で作用したと考えられる。特に、金融取引のグローバル化の進展に伴う、国際金融ネットワークの緊密化は、世界各地の結び付きを強めることで、2007年夏までは、経済成長の恩恵を世界中に行き渡らせる役割を担って

いたが、資金の流れが一度逆回転を始めてからは、むしろ、世界各国に負の影響を急速かつ広範囲に広める役割を果たした。

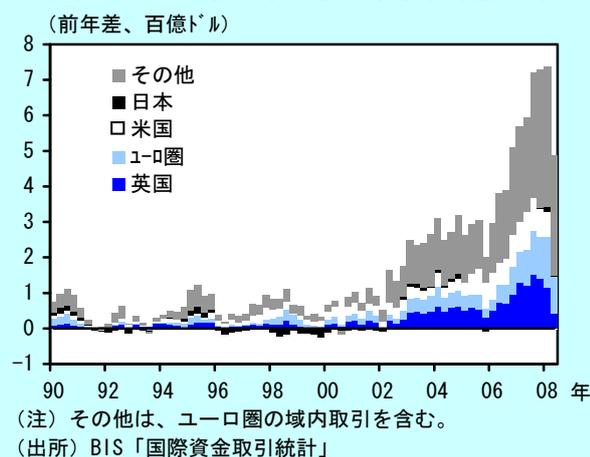
このように国際金融市場が突然変容し、不安定化した背景の1つとして、取引関係が地域間で一様ではなく、特定の地域間に集中していることが考えられる。以下では、国際決済銀行（BIS）の「国際資金取引統計」²に基づく、国際金融取引のネットワークとしての構造特性（資金取引による地域間の繋がり方）の検証や簡単なシミュレーションを通じて、国際金融ネットワークの中核で発生したショックが地域間をどのように連鎖していったか考察する。

国際金融ネットワークの姿

2007年夏までの間、新興国や資源国などの途上国は、持続的な経済成長を背景に貯蓄超過幅を拡大させた。その資金は、欧米の銀行部門を経由して、証券投資や貸出の形で、経常収支の赤字国である米・英国などに流れ込んだほか、新興国株投

資の形で、途上国へ還流もした。こうした投資活動を維持・拡大するために、欧州を拠点に活動する銀行が中心になって、銀行間市場で資金調達を活発化させたことから、国際的に活動する銀行の対外債権残高のうち、2002年以降の増加分の約半分は、欧州（英国・ユーロ圏）向け債権によって占められていた（図表1）。

【図表1】銀行部門の地域別対外債権残高



このように活発化した国際金融市場における資金の流れを、国際金融ネットワークとして捉え、幾つかの基本統計量を用いて定量化する³。ネットワークは、構成主体を表す「ノード (node)」と、これを結ぶ「リンク (link)」、およびノードやリンクのもつ情報からなり、ノード間の繋がり方を表す。本稿で扱う国際金融ネットワークの場合、所在地域ごとの銀行・非銀行部門がノード⁴、部門間の国際資金取引がリンク、取引額がノードやリンクの数量情報に相当する。

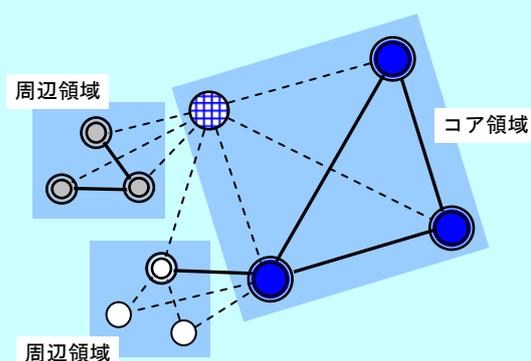
二重構造的性

国際金融ネットワークを構成する地域・部門間の関係（繋がり方）は、リンク次数とクラスター係数の分布から読み取ることができる。「リンク次数」は、ある地域の取引数——何地域の銀行・非銀行部門と取引しているか——であり、取引先の多様性を表す⁵。一方、「クラスター係数」は、ある地域が直接取引する各地の銀行・非銀行部門から構成される部分ネットワーク（近接領域 (1-neighborhood)）におけるリンク数の実績と、とり得る最大のリンク数との比率であり、近接領域においてどれだけ多くの取引関係が成立しているかというリンク密度を表す。同係数は、比率が高いほどリンク密度が高く、近接領域内がクラ

スター化（群集化）していることを意味する。

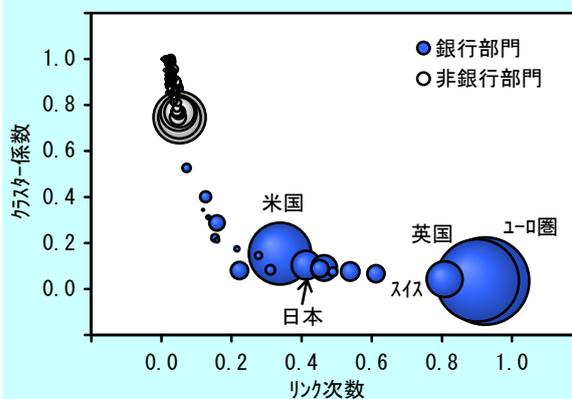
図表2の例（丸印がノード、線分がリンクを表す）では、格子柄のノードから出ている7本の破線がそのリンク次数を表す。また、格子柄のノードの近接領域は、当該ノードの相手先である二重丸の7個のノードから構成されており、同領域内のリンク数（実線の本数）が6本、とり得る最大のリンク数が ${}_7C_2=21$ 本であるから、そのクラスター係数は $6/21 (=2/7)$ となる。

【図表2】二重構造的性（イメージ図）



(注) 丸印がノード、線分がリンクを表す。二重丸のノードは、格子柄のノードの近接領域の構成要素。

【図表3】二重構造的性



(注) 2008年6月末時点。円の面積は取引額を表す。リンク次数は0から1の間に分布するように基準化している。
(出所) BIS「国際資金取引統計」

リンク次数を横軸に、クラスター係数を縦軸にとった散布図が図表3である。図中の左上方に位置する地域には、投資先である米欧など各地の非銀行部門や、投資資金の供給源である途上国の銀行部門が含まれている。これらの地域は、リンク次数が著しく低く、特定の地域とのみ取引しているが、その近接領域はクラスター化しており（クラスター係数は0.7~1.0）、領域内のリンク密度が高い。これに対して、図中の下方に位置する、日米欧といった先進国の銀行部門は、リンク次数が

相対的に高く、多くの地域と取引しているが、その近接領域内のリンク密度は極めて低い（クラスター係数はほぼゼロ）。

これら2変数の関係から、国際金融ネットワークは、地域・部門間の取引関係が無作為に成立しているのではなく、中核ネットワーク（コア領域）と、それを取り囲むように位置する周辺領域群という二重構造になっていることが推察される。イメージ図（図表2）のように、①コア領域（図表3の下方に位置する、欧州など先進国の銀行部門の集合）では、全ての地域が互いに取引関係を有する完全ネットワーク（分散型ネットワークの典型）に近い形状になっている一方、②周辺領域群（図表3の左上に位置する非銀行部門や途上国の銀行部門の集合）はクラスター化しており、領域内の地域は、少数の近接地域と緊密な取引関係を有している。また、③コア領域は、直接的な取引関係をもたない周辺領域間の資金取引を仲介する役割を果たしている。

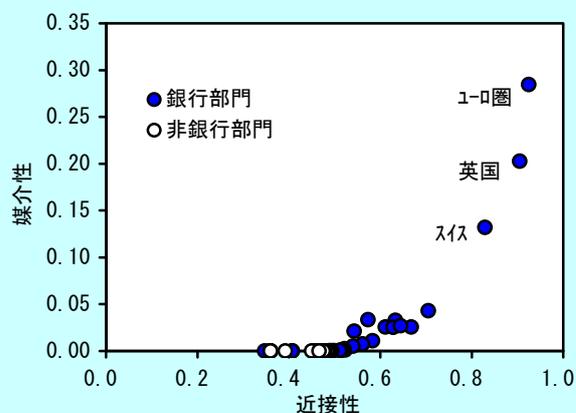
スモール・ワールド性

コア領域内には、他の地域まで少ないステップで資金を移動させることができ、かつ、他の2地域間の取引を仲介する役割を担う、「ハブ（hub）」と呼ばれる拠点が存在する。例えば、図表2は、ノード数に対してリンク数の少ない疎（sparse）なネットワークであるにもかかわらず、コア領域内のハブ（格子柄のノード）を介することで、灰色のノードから、直接的な取引関係のない白色の二重丸のノードまで、僅か2ステップ（2本のリンクを辿ること）で到達することができる。このように、ハブを経由してショートカットすることにより、ネットワークの端から端まで少ないステップで移動できることを、スモール・ワールド性という。

コア領域におけるハブの特徴をみるために、近接性を横軸に、媒介性を縦軸にとった散布図が図表4である。「近接性（closeness）」は、ある地域から目的地に到達するまでの平均最短経路（通過する最少のリンク数）の逆数であり、これが高い地域ほど、少ないステップで資金を各地に移動できることを表す。また、「媒介性（betweenness）」は、ある地域について、他の2地域間の全ての最短経路が当該地域を通過する頻度を測ったもの

であり、これが高い地域ほど、他地域間の取引を仲介する役割が大きいことを表す。散布図をみると、非銀行部門の媒介性はほぼゼロであり、大半の銀行部門の媒介性も低位にある一方、欧州金融センター（ユーロ圏、英国、スイスの銀行部門）は、媒介性と近接性の双方とも突出して高く、典型的なハブとして機能していることが分かる。国際金融ネットワーク上では、自らの取引関係を駆使して各地にショートカットを張り巡らせている、ごく少数のハブを経由することで、1ないし2ステップで資金を各地に移動することができ、スモール・ワールド性が実現している。

【図表4】近接性と媒介性



(注) 2008年6月末時点。
(出所) BIS「国際資金取引統計」

国際金融ネットワークの二面性

頑健性と脆弱性

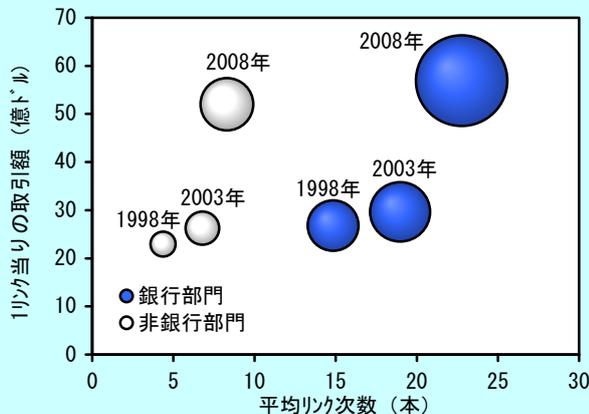
国際金融市場は、その構造特性のために、ショックに対する「頑健性（robustness）と脆弱性（fragility）」という二面性を内包している。二重構造性とスモール・ワールド性を兼ね備えたネットワークでは、取引関係を無作為に切断するようなショックが繰り返され、相当数のリンクが断絶しても、ネットワークは全体として頑健であり、その他の取引には大きく影響しないことが知られている⁶。これは、ショートカットを作り出すハブの取引が継続していれば、ショックが繰り返されても、ネットワーク上の2地域間の最短経路はある程度短いままに保たれ、コア領域内のノード（特にハブ）からのリンクが緩衝装置となってショックを吸収・分散することで、ネットワーク全体の安定が維持されるからである。一方、ショートカットとなるリンクに対して集中的に

発生するようなショックには、どのような形状のネットワークも脆弱なものだが、ごく少数の巨大なハブを介することで効率的な資金取引を実現している国際金融ネットワークでは、その影響がより顕著に現れ、全世界的に資金取引が停滞するおそれがある。特に、取引仲介の中枢を担うハブのリンクの幾つかが切断されると、それまで緩衝装置として働いていたコア領域がショックの拡散装置として作用することで、ネットワークの隅々まで瞬時に影響が伝播するという、システム的な問題に発展し得る。

国際金融ネットワークの緊密化

1998年から2008年までの10年間で、国際資金取引が拡大する過程では、地域間の取引関係が一段と複雑化し、ネットワークの緊密化が進んだ。地域ごとのリンク次数がほぼ倍増し、取引関係が多様化しただけでなく、1リンク当りの取引額も急増したことで、1つ1つの取引関係がより強固なものとなり、相互に取引先に対する影響力を強めていった(図表5)。

【図表5】 国際金融ネットワークの緊密化

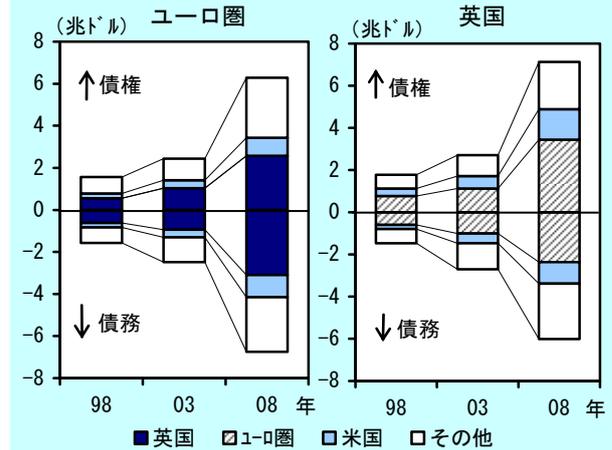


(注) 各年とも6月末時点。円の面積は平均取引額を表す。
(出所) BIS「国際資金取引統計」

こうした国際金融ネットワークの緊密化は、一様に進んでいた訳ではなく、銀行部門においてより顕著であった(緊密化の度合いについてはBox1を参照)。銀行部門の中でも、ハブである欧州金融センターは、国際金融市場で従来から高いプレゼンスを有していたが、産油国やアジア新興国などの資金取引を拡大する中で、より多くの地域との結び付きを強めた。世界各地から集められた資金は、欧州金融センターを経由して、証券化市場の発展などを背景に投資先としての魅力を増

した米国や、資源産業を中心とした成長著しい新興国に再配分されていった。その過程で、欧州金融センターは、対外債権・債務の両建てで各地と資金取引を拡大させたが、その中でもユーロ圏と英国の銀行部門の間では、双方向で資金取引が活発になったことから、両地域間の結び付きは、他地域と比べて特に強固なものとなった(図表6)。

【図表6】 ハブ同士の繋がり



(注) 各年とも6月末時点。
(出所) BIS「国際資金取引統計」

ネットワークの観点からシステム的な影響力を検討する際には、ネットワーク上のどの地点までショックが及ぶかという「到達可能性(reachability)」と、どの地点を経由してショックが連鎖するかという「仲介性(intermediary)」が論点となる。前者はリンク次数や近接性、後者は媒介性で測ることができるが、欧州金融センターは、何れの面からみても、システム的な影響力を強める方向にあったといえる。

今回の金融危機に至る過程で、サブプライム問題が引き金となって証券化市場が混乱し、途上国が投資資金を引き揚げ始めたことは、銀行間市場からのドル建て短期資金調達に依存していた欧州の銀行部門に流動性ショック(需給逼迫をもたらすショック)として直撃した⁷。デレバレッジによってショック自体が増幅されただけではなく、ハブである欧州金融センターを中心にネットワークの緊密化が一段と進展していたことで、こうしたショックに対して、国際金融市場はより脆弱になっていた。特に、最大級のハブであるユーロ圏と英国の銀行部門が相互依存度を高めていたことから、両地域間でピンポン・ラリーのようにショックが連鎖し、ショックを吸収するど

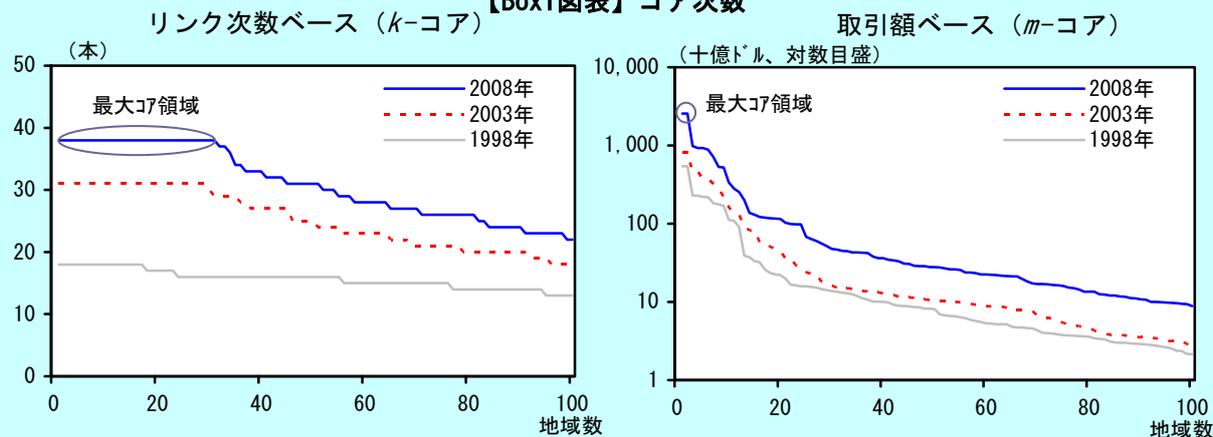
【Box1】 コア領域の緊密化

国際金融ネットワークの緊密化は、本文中でも指摘したとおり、一様に進んだ訳ではなく、コア領域を構成する先進国の銀行部門を中心にしたものであった。そのため、従来からリンク密度の高かったコア領域は、1998年からの10年間で、その密度を一段と高めた。このBoxでは、コア領域の緊密さを表すコア次数を算出することで、コア領域を中心としたネットワークの緊密化の度合いを測った。

コア領域は、リンク次数をベースにした k -コアと、取引額をベースにした m -コアの2つの概念によって表すことができる。 k -コアに属するノードは、同領域内のノードに対して少なくとも k 本のリンクをもち、 m -コアに属するノードは、同領域内にそれぞれ m ドル以上の取引額をもつ。 k および m をコア次数と呼び、これらの次数が高いコア領域ほど、緊密であることを意味する。

コア次数を縦軸にとった分布をみると（Box1 図表）、国際金融ネットワークのコア次数の最大値は、この10年間で、リンク次数ベースの k が18本から38本、取引額ベースの m が0.5兆ドルから2.6兆ドルへとそれぞれ増加している。特に、リンク次数ベースについては、最大コア領域（最大コア次数をとる地域からなる部分ネットワーク）を構成する地域数が10年間で倍増した。また、コア領域の緊密化の進展により、コア領域は、領域内のノードが互いに取引関係を有する完全ネットワークに近付いていった。こうした一連の変化は、コア領域の周辺領域に対する仲介機能を高め、コア領域内でのショックの吸収・分散余地を増大することで、ネットワーク全体の頑健性を高めたが、同時に、ショックが発生した際に、システミックな影響を引き起こす可能性をもつ地域を増やしたことで、ネットワークの脆弱性も高めていた。

【Box1図表】 コア次数



(注) 2008年6月末時点。コア次数の高い先から順に100地域を表示。
(出所) BIS「国際資金取引統計」

ころか、むしろ増幅する形で、その影響は世界各地に広がった。

今回経験した、銀行間市場の流動性が突然枯渇するという不連続な変化は、国際金融ネットワークが有する頑健性と脆弱性という二面性に起因する側面が大きかったものと考えられる（他の国際取引ネットワークとの比較については Box2 を参照）。

流動性ショック・シミュレーション

以上のような国際金融市場の構造特性とその変化は、ショックの伝播について、重要なインプ

リケーションをもっている。二重構造性とスモール・ワールド性により、同じ大きさのショックであっても、ショックの震源地次第で、その波及・吸収過程が異なり得る。例えば、①周辺領域で生じたショックは、リンクを有するハブが緩衝材となる形で吸収され、②コア領域で生じたショックも、コア領域内での資金再配分によって吸収されていく。しかし、③ハブで発生したショックは、コア領域、周辺領域を含むネットワーク全体に瞬時に広がるおそれがある。

本稿では、2つのシナリオに沿ってシミュレーションを実施することで、先進国の銀行部門の資

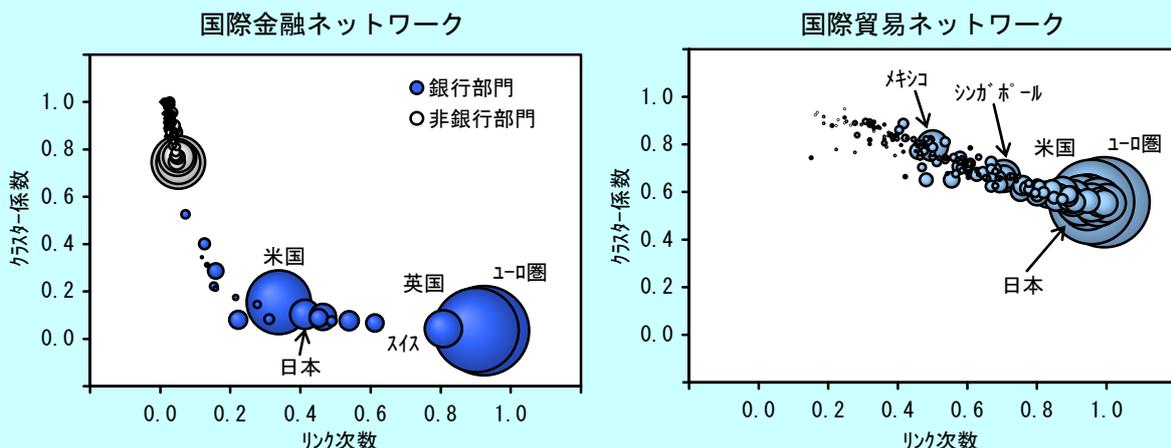
【Box2】 国際貿易ネットワークとの比較

国際金融ネットワークは、同じく国際取引ネットワークである国際貿易ネットワークと比較することで、その構造特性がより明確となる。

Box2 図表は、リンク次数とクラスター係数からみた、2008年6月末時点の両ネットワークに関する散布図である（左図は図表3の再掲）。国際金融ネットワークには、国際貿易ネットワークと比べて、リンク次数の高いノード数が少なく、クラスター係数の低いノードが多いことを、特徴点として挙げることができる⁸。また、分布の形状についても、国際貿易ネットワークは同一直線上に分布しているが、国際金融ネットワークからは反比例の関係が読み取れる。国際貿易ネットワークに関するこれらの統計量は、リンク次数の高い地域（米国、ユーロ圏、中国、日本など）を中心に、複数の貿易圏が並存していることを示唆しているが、国際貿易ネットワークには、国際金融ネットワーク上の欧州金融センターのように絶対的なハブが存在しないため、地域間の距離を表す最短経路（目的地に到達するまでに経由する最少のリンク数）は国際金融ネットワークに比べて幾分長めとなっている。

こうした違いにより、国際貿易ネットワークでは、ショックが発生しても、その影響は広範囲に広がらず、クラスター化した貿易圏に止まりやすい一方、国際金融ネットワークでは、頑健性と脆弱性という二面性のために、ハブが機能不全に陥ると、直ちに全域に影響が広がることになる。

【Box2図表】 ネットワーク構造の比較



(注) 2008年6月末時点。円の面積は取引額を表す。リンク次数は0から1の間に分布するように基準化している。
(出所) BIS「国際資金取引統計」、IMF「国際貿易統計動向」

金調達が困難化するという流動性ショックが、国際金融ネットワーク上を波及していく様子を観察する。

標準シナリオ

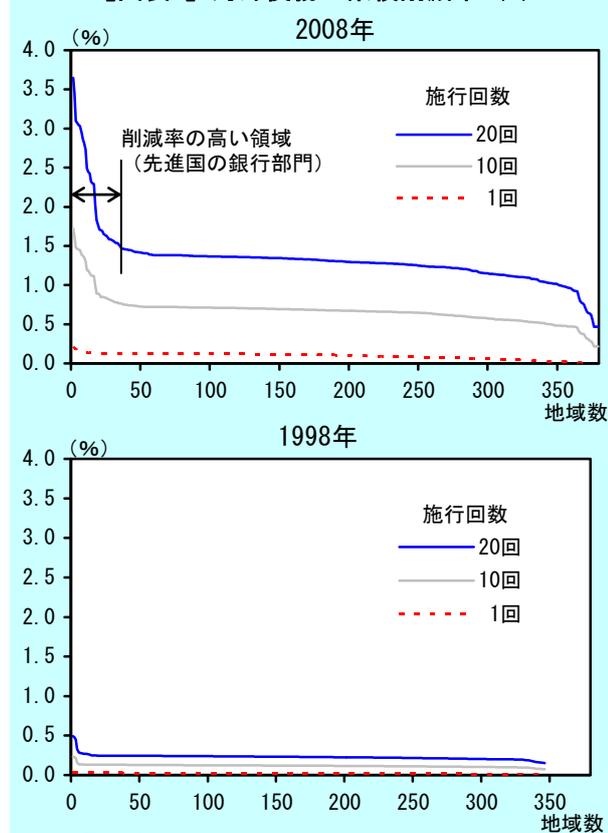
最初に、標準シナリオとして、流動性ショックが波及した先が、その分だけ資金運用を手仕舞うケースを考える。具体的なシナリオは次のとおりである。①2002年頃からの信用拡張期において、重要な資金供給源であった途上国（ここでは、簡略化のため、ロシアの銀行部門を想定）が、外生的な流動性ショックとして、取引先である先進国の銀行部門に対する貸出を一律10%削減する。②当該先進国の銀行部門はそれぞれ、借入が不足し

た分だけ、自身の貸出を削減する。その際、削減額は、自身の貸出の地域別構成比に応じて按分する。③次にショックが波及した先も、同様に、借入が不足した分だけ、地域別構成比に応じて貸出を削減する。④③の処理を複数回（最大20回）繰り返す。

図表7は、1998年と2008年の6月末時点の対外債権・債務残高をもとに、標準シナリオに沿ってシミュレーションを実施した結果であり、施行回数ごとに、各地域の対外債務残高の累積削減率（当初残高に対する累積債務削減額の比率）を表している。流動性ショックの発生源としたロシアが、この10年間で対外債権残高を約20倍に拡大するなど、国際金融市場でのプレゼンスを高めて

いたことから、2008年実績に基づく削減率（繰返し処理を20回実施した時点）の地域間の単純平均は、1998年のものに比べて5倍強に膨らんだ。

【図表7】 対外債務の累積削減率（1）



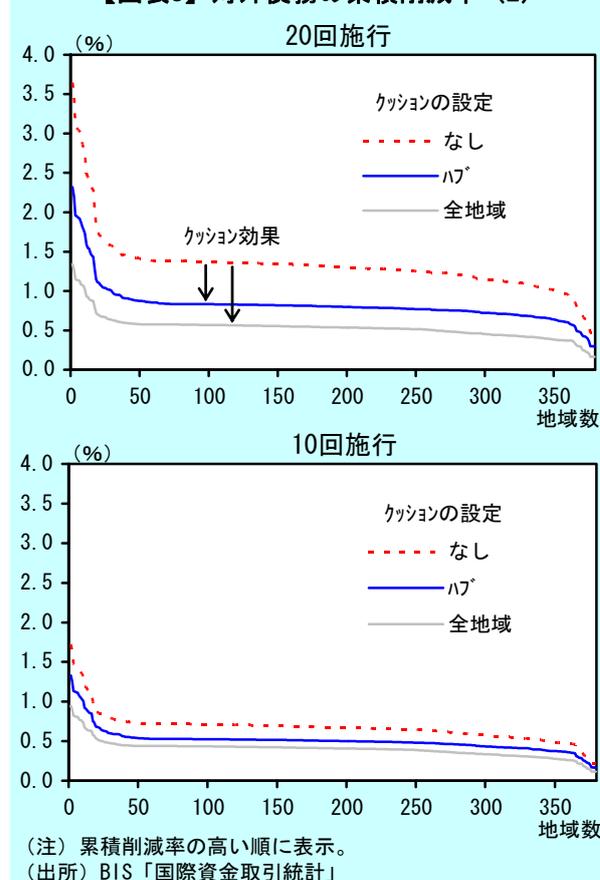
また、各年の分布の形状から、当初はほぼ一律の軽微な影響に止まるが、施行回数を重ねるにつれ、コア領域内のハブまたはそれに準じる地域にショックが集中的に累積していく、という共通のパターンを読み取ることができる。一方、相違点として、2008年時の結果は、1998年時に比べて、コア領域を構成する先進国の銀行部門にショックが累積する傾向が顕著になっていることを指摘できる。また、削減率が相対的に高い地域の数（分布の左端）も、この10年間で5先から20先程度まで拡大している。こうした違いは、コア領域を中心としたネットワークの緊密化が進んだことにより、コア領域内におけるショックの連鎖経路数が増加し、1本1本の連鎖経路が太くなったことで、大きなショックが連鎖しやすくなったことに起因するものと考えられる。

応用シナリオ

次に、応用シナリオとして、2008年の対外債

権・債務残高を対象に、ショックが波及する都度、市場参加者間におけるコミットメントラインの追加設定や中央銀行からの資金供給など何らかの手段によって、資金不足額の一部を別途調達する余地をもつケースを考える。具体的には、借入が削減される度に、その10%に相当する外生的な資金調達余地（クッション）を、①最大規模のハブであるユーロ圏と英国の銀行部門のみに与える場合、②全地域に与える場合、③何れの地域にも与えない場合（標準シナリオに相当）、の3通りを想定する。

【図表8】 対外債務の累積削減率（2）

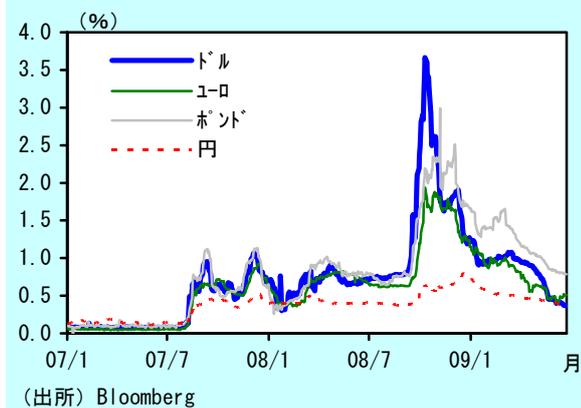


シミュレーションの結果からは、クッションを世界全域に設定した場合だけではなく、ハブのみに限定した場合でも、削減率の分布は標準シナリオに対して下方にシフトしており、対外債務残高の累積削減率の抑制効果（クッション効果）は、特定地域だけではなく世界全域に及ぶことが分かる（図表8）。ハブのみにクッションを設定した場合の効果の大きさは、全域に設定した場合の平均7割程度（繰返し処理を20回実施した時点）に及んでいる。このように限定的なクッションであっても、その効果が効率的に全域に及ぶのは、

ユーロ圏と英国の銀行部門がもつ、到達可能性と仲介性の高さによるものと考えられる。この結果は、これらの地域に早期に資金を供給し、そのハブとしての機能を部分的にでも維持することによって、全域に資金を供給するよりも低コストで、国際金融市場全体に及ぶ混乱をかなりの程度抑制できることを示唆している⁹。

2008年10月、ドル資金市場全般の流動性の急激な収縮に対応するため、米連邦準備制度と各国中央銀行との通貨スワップ協定の下、イングランド銀行、欧州中央銀行、スイス国民銀行、日本銀行の中央銀行4行によって固定金利・金額無制限方式のドル資金供給が開始された。同措置の導入を1つの契機として、各通貨の無担保資金調達のリスクプレミアムを表す Libor-OIS スプレッド¹⁰は、リーマン・ブラザーズ破綻以降の拡大傾向が一転し、各国政府による銀行債務保証の効果も相俟って、急速に縮小した(図表9)。主要国の中央銀行が構築した、ドル建ての調達ポジションを拡大させていたハブにドル資金を直接供給する体制は、国際金融市場の構造特性を踏まえた措置といえ、クッション効果によって、流動性ショックの連鎖を効果的に遮断したものと評価できる。

【図表9】 Libor-OISスプレッド (3か月物)



なお、本稿で実施したシミュレーションは、地域別・部門別のバランスシートの規模を、流動性ショックの連鎖の度に削減していくという単純なものである。しかし、現実にはショックが波及した際には、不確実性に晒された市場参加者が予備的な資金需要を強め、資金を抱え込んだほか、銀行部門のバランスシート制約が実体経済に悪影響を及ぼすという経路を通じて、実体経済と金融部門間の負の相乗作用も働いた。したがって、現実には生じたショックの連鎖は、シミュレーション

の結果よりも大規模であり、短期間のうちに広範囲に及ぶものであったと考えられる。

おわりに

世界的な金融危機の契機となった米国の住宅金融投資は、過去数年に亘る信用拡張の間、組成・販売型 (originate and distribute) の金融仲介システムの下でリスク分散が進み、欧州の銀行部門が仲介する形で、そのファイナンスが行われてきた。このような投資行動の変化は、金融システムの安定を高める方向で作用していたが、一度ショックが顕現すると、重層的な市場構造と情報の非対称性に起因するリスクの複雑さや所在の分かりにくさから、ショックをより広範囲に波及させる結果となった。また、デレバレッジなど市場参加者の投資行動によって、その影響は瞬時に証券化市場のみならずクレジット市場全体や株式市場などにも及び、市場流動性と資金流動性の相乗的な収縮を引き起こした。

こうしたショックの波及過程でもたらされた資金仲介機能の低下は、国際金融ネットワークが緊密化し、ハブに対するショックをより連鎖させやすい構造になっていたことから、世界中に広がることになった。特に、欧州金融センターを中心に、流動性リスクをとりながら、対外債権・債務の両建てで資金ポジションを拡大していたことで、ハブを中心にネットワーク全体としての結び付きが強まっていた。こうした状況の下で、ショックがハブを直撃したことが、市場流動性を収縮させ、今回の世界的な金融危機に発展する一因になったと考えられる。

グローバル化につれて緊密化が進んだ国際金融ネットワークの下では、個別金融機関レベルの資金ポジション管理の工夫や、各国中央銀行レベルの自国通貨建て資金供給の枠組みはもちろんのこと、混乱時には、連鎖的な影響を遮断するために、各国中央銀行の国際的な協調の下、ハブに対して集中的に資金を供給する体制にも有効性が認められた。今後、副次的な影響も含め、こうした施策の効果を検証していくことは、金融市場のダイナミクスを理解し、金融市場の安定を図るうえで重要といえる。

¹ 金融不均衡の蓄積と混乱発生のメカニズムについては、日本銀行[2008]「金融市場レポート」(2008年7月号)を参照。

² 同統計は、40の報告国に所在する銀行の対外債権・債務残高(所在地ベース)を取りまとめたものである。本稿では、このうち、各時点における地域別、銀行・非銀行部門別の対外債権・債務残高の行列情報を用いた。統計の制約上、非報告国間の取引は補足できないため、分析結果は幅をもって解釈する必要がある。

³ ネットワークを定量化する手法は、グラフ理論の応用分野であるネットワーク理論の考え方に依拠している。ネットワーク理論の金融ネットワークへの最近の応用例には、Haldane [2009] "Rethinking the financial network." speech delivered at the Financial Student Association.がある。

⁴ 銀行部門と非銀行部門は、同じ地域に属するものであっても、分析上、独立した経済主体(ノード)として扱う。ただし、同じ地域の銀行部門と非銀行部門との取引は、特に断りのない限り、域内取引とみなす。

⁵ 対外債権・債務は有向情報であるため、対外債務が入次数(in-degree)、対外債権が出次数(out-degree)となる。本稿では、リンク次数は入次数を指す。

⁶ Watts [2002] "A simple model of global cascades on random networks." Proceedings of the National Academy of Sciences 99, no. 9.を参照。

⁷ この間の、先進国の銀行部門と途上国との間のドル資金の流れについては、日本銀行[2009]「金融市場レポート」(2009年1月号)を参照。

⁸ 日本のコール市場からも、国際金融ネットワークと同様の構造特性が観察される。詳細は今久保・副島[2008]「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『金融研究』第27巻別冊第2号を参照。

⁹ 一国の銀行間市場の事例ではあるが、9.11のテロ攻撃で米国市場が混乱に陥った際、市場の中核をなすプライマリーディーラーに集中的に資金を供給したことが、資金決済システムの維持に奏功したことが報告されている。詳細はLacker [2004] "Payment system disruptions and the Federal Reserve following September 11, 2001." Journal of Monetary Economics 51, no. 5.を参照。

¹⁰ Liborは、無担保の銀行間貸出金利であり、政策金利の見通しに、クレジットリスクや流動性リスクに対するプレミアムを上乗せした水準に決まる。OISは、期間中の翌日物金利と固定金利を交換する金利スワップであり、そのレートは、政策金利の見通しのみ反映する。したがって、両者のスプレッドは、銀行間取引におけるクレジットリスクと流動性リスクに対するプレミアムを表す。

日銀レビュー・シリーズは、最近の金融経済の話題を、金融経済に関心を有する幅広い読者層を対象として、平易かつ簡潔に解説するために、日本銀行が編集・発行しているものです。ただし、レポートで示された意見は執筆者に属し、必ずしも日本銀行の見解を示すものではありません。内容に関するご質問等に関しましては、執筆者までお寄せ下さい。なお、日銀レビュー・シリーズおよび日本銀行ワーキングペーパーシリーズは、<http://www.boj.or.jp> で入手できます。