

# ファイナンス・ワークショップに おけるパネル討論 「金融危機後の金融工学の展開」の様

## 1. はじめに

日本銀行金融研究所は、2009年12月22日に「金融危機後の金融工学の展開」をテーマとした研究ワークショップを開催した。本ワークショップの主要な目的は、米国のサブプライム住宅ローン問題に端を発した金融危機の経験を踏まえ、金融工学の今後の方向性について実務家と研究者が意見交換を行うことであった。

本ワークショップ（プログラムは参考1を参照）は2つのセッションから構成され、第1セッションでは、金融危機に関連のある3つの研究が報告された（金子・中川 [2010]、杉原・小田 [2010]、新谷・山田・吉羽 [2010]）。それらの論文は、いずれも本誌本号に所収されている。第2セッションでは、倉澤資成横浜国立大学教授による座長のもとで、「金融危機後の金融工学の展開」をテーマとしたパネル討論が行われた。パネル討論では、はじめに、パネリストである大橋和彦教授（一橋大学）、亀澤宏規氏（三菱東京UFJ銀行）、薄葉真哉氏（みずほ証券）からそれぞれ導入報告が行われ、続いて、参加者により自由討議が行われた。自由討議では、金融工学の展開に関し、(1)これまでの役割、(2)金融危機の経験を踏まえた反省点、(3)今後の展望などについてさまざまな意見が呈示され、最後に座長により全体の議論が総括された。

本ワークショップには、民間金融機関等でリスク管理や金融商品開発などに携わっている実務家とファイナンス関連の研究者が約60名、日本銀行職員が約30名参加した（このうち、ラウンドテーブル参加者については参考2を参照）。

以下では、本ワークショップのプログラムのうち、開会挨拶（2節）、パネル討論におけるパネリストの導入報告（3節）、パネル討論における自由討議（4節）、座長総括（5節）について、その概要を紹介する（以下、敬称略。文責：日本銀行金融研究所）<sup>1</sup>。

本稿に示されている意見はすべて発言者ら個人に属し、その所属する組織の公式見解を示すものではない。

<sup>1</sup> パネル討論以外の議論を含む本ワークショップ全体の模様に関しては、日本銀行金融研究所 [2010] を参照。

## 2. 開会挨拶

日本銀行金融研究所長の高橋は、開会挨拶として、今次金融危機の経験を踏まえ今後の金融工学を展望するうえでの問題意識を呈示した。

金融危機の経験は、政策運営の面だけでなく、経済やファイナンスなどの研究分野にもさまざまな課題を投げかけている。中でも、ファイナンス研究の分野は金融危機との関連が深かっただけに、学術的視点と実務的視点の双方から今後の方向性を検討しておくことは意義が大きい。また、金融危機に限らず、それ以前の例えば「コナンドラム」などの現象を含め、ここ10年以上金融市場には解明すべきいくつかの問題があった。本ワークショップでは、活発な討議を通じて、そうした問題への理解を深めることを期待したい。

具体的な論点として、第1に、これまでの金融工学の発展や利用のされ方を巡る問題がある。「金融危機の責任は金融工学にある」といった意見を極論と切り捨てるのは簡単であるが、それでも、ここ2~3年の急激な市場変動やそれに先立つ極めて安定的な市場環境の経験は、金融工学を開拓する立場にも、利用する立場にも、新たな発見をもたらしたのではなかろうか。特に、最も高度なリスク管理を具備しているとされていた欧米から今回の金融危機が生じたことは極めて意外であったが、そうしたリスク管理の視点で何らかの教訓を得られるとすれば興味深い。

第2に、今次金融危機からの教訓等を踏まえて、今後の金融工学の課題と方向性をどう考えるかという問題がある。金融工学は金融の機能を高めていくうえで不可欠なツールだと確信しているが、よりよく発展させていく道筋についてはあらためて議論しておくのは有益だろう。また、金融機能の将来像を語るには、法制度、規制・監督、会計など各種の制度的側面も視野に入れる必要がある。当研究所ではそれらを含むさまざまな分野の研究を進めており、金融工学に関する議論とともに、今後の当研究所全体の研究活動にも大きな示唆を頂けることを期待している。

## 3. パネル討論：パネリストによる報告

「金融危機後の金融工学の展開」をテーマとしたパネル討論では、まず、3名のパネリストから以下のような導入報告がなされた。

## (1) 大橋報告の要旨

大橋は、今次金融危機に対する金融工学の責任として、①証券化商品の評価モデルの設計や運用においてミス・スペシフィケーションを深刻化させたことと、②市場参加者の相互作用を十分に考慮していなかったことを指摘し、今後は、①金融工学の分野を超えたモデルの修正を期待するとともに、②問題発生メカニズムの解明と、③再発防止のためのインセンティブ・メカニズムの設計が重要となると述べた。

今次金融危機に対して金融工学の責任があるとするれば、次の2点を挙げられる。第1に、証券化商品の評価において深刻なミス・スペシフィケーションを発生させる手助けをしてしまったこと、第2に、市場参加者の相互作用を十分に考慮してこなかったことである。

第1の深刻なミス・スペシフィケーションについて理解するには、今回の金融危機の主因である不良債権問題が発生した背景を振り返ることが有益である。すなわち、従来の危機時とは異なり、今回は、「本来高リスクであるはずの証券化商品を高格付けで大量に販売できる」という誤った情報が浸透していったことに特徴がある。こうした事態が起こった理由としては、証券化の過程ではオリジネータ、アレンジャー、投資家などさまざまなエージェントが関与しているため、情報を正しく伝えないことで自らの利益を最大化するというインセンティブが働くことを指摘できる。例えば、全く同じメザニンの商品に異なる名前を付けて再証券化しても、金融工学で使われる「大数の法則」が働くはずはないため、リスク分散の効果は得られない。しかし、どうしてもAAA格付けの商品を作って販売したいアレンジャーがいれば、「大数の法則が働く」と錯覚させて販売を行うかもしれない。新谷・山田・吉羽〔2010〕で報告されたような反転ガンベル・コンピュータを用いて評価すればAAA格付けで販売できない商品でも、正規コンピュータで評価することでAAA格付けとして販売していたかもしれない。こうしたミス・スペシフィケーションは、意図的にせよそうでないにせよ、広い意味でのモデル・リスクと解釈できる。こうしたモデル・リスクを黙認し、「モデル・リスクにベットしていた」ことに第1の問題があったと考えられる。

第2に、市場参加者の相互作用について考えると、今回の金融危機を深刻化させた原因として、ストレス事象が生じた際にそれまでのレバレッジ投資を一斉に巻き戻して流動化しようとしてもそれができないという事態が生じ、価格変動の拡大に拍車をかけたという点がある。誰もが似たような投資を行い、同質なリスク管理をとっていけば、当然起こりうる現象であるが、こうしたリスクは十分に考慮されていなかった。この点も広い意味のモデル・リスクと解釈できよう。流動性の問題が発生したのは、今次金融危機が初めてではなく、1997年の通貨危機や古くは1987年のブラックマンデーでも全く同様のことが繰り返してきている。そのような経験を振り返ると、こうした相互作用を定量的に把

握するモデルが開発されているべきであったのではと思う。

以上の問題点を踏まえ、金融工学の今後の方向性について3点ほど提案したい。第1に、上述した2つの問題を補完するように評価モデルを修正してはどうか。その際には、金融工学の分野以外の知見も生かされると期待している。第2に、これはもはや金融工学ではなく経済学の範囲であるが、上述した問題が、どのような環境下で発生しやすくなるかを分析すべきである。第3は、そうした発生メカニズムを踏まえ、金融工学を正しく利用するインセンティブを保つような制度設計を行うことが重要である。

## (2) 亀澤報告の要旨

亀澤は、今般の金融危機時にクレジット商品で生じた現象を取り上げ、これまでの金融工学では対処できなかった問題について、①ファンダメンタルズ、②需給、③その他要因という3つの側面から整理した。そのうえで、各側面における金融工学の課題と今後の役割を述べた。

クレジット商品のファンダメンタルズとしては、デフォルト率、回収率、期限前返済率、デフォルト相関といった要素がある。例えば、米国サブプライム住宅ローンに関してデフォルト関連データを見ると、60日超延滞率にしても期限前返済率にしても、2006年以降に組まれたローンはそれ以前のローンと比べ経過月数に伴う変化が異なる特徴を有している。また、レバレッジド・ローンのデフォルト率については、2006～07年には健全な企業財務状況を反映してデフォルト率が低く、2008年以前に実施したストレステストでは、2008年以降の急激なデフォルト率の上昇までは想定できなかった。シンセティックに組成されたABS-CDO (asset backed securities-collateralized debt obligation) やCDO スクエアードといった再証券化商品については、組成時のモラルの低さという問題もあり、今後淘汰されていく商品であると考えられるが、裏付け資産がはっきりとした証券化商品にまで影響が及んでいる点については対応を考える必要がある。

需給面に関連する重要な要素としては、流動性リスクなどがある。まず、2007年以後、証券化商品ということだけで過大な流動性リスクが生じている事例として、CLO (collateralized loan obligation) シニア債とそのプールを構成するレバレッジド・ローンの価格の関係が挙げられる。CLO シニア債はプールの上位トランシェであるため、理論的にはレバレッジド・ローンよりも価格は高くなるべきものである。しかし、証券化という包み紙で包んでいるだけで2009年春から夏にはこれらの価格の逆転現象が生じた。理論価格と比較しても、米国サブプライム住宅ローン問題が顕在化してきた2007年後半から2009年秋までは、こうしたCLO シニア債の市場価格が理論価格を大きく下回る状況が続いた。また、クレジットカードを裏付けとしたABS シニア債のスプレッドに

についても、2007年以前はLIBORのスプレッドと同程度の安定的な水準で推移していたのに対し、2008年にはスプレッドが急拡大した。その後、ターム物資産担保証券ローンファシリティ（term asset-backed-securities lending facility; TALF）による流動性供給に伴いスプレッドは落ち着く方向になったが、今なお100bpを少し下回る程度の高水準で推移している。これは、過去にスプレッドの急拡大を経験したことを踏まえてリスクプレミアムが要求されていることや、金融規制の強化に対応したデュー・デリジェンスの厳格化に伴い管理コストが上昇していることが背景となっていると考えられる。

その他の要因としては、資金流動性、証券化の仕組みといった要素がある。証券化商品の相次ぐ格下げや価格下落は、商品を運用するSIV（structured investment vehicle）が保有する資産の質が悪化したという要因よりは、金融市場における流動性の枯渇といった要因が強く影響した。証券化の仕組みという観点では、CLOシニア債については、各債務の組入れ比率などの運用ガイドライン、担保の十分性等のパフォーマンス・テストに関して、従来からしっかりとした枠組みが安全装置として設定されており、これが証券化市場の発展に確かに寄与してきた。その一方で、こうしたガイドラインやパフォーマンス・テストには金融危機のような事象までは織り込まれておらず、さらにいえば、多くのCLOで同じようなガイドラインが設定されていたことにより、市場全体に同じ影響が一斉に及ぶ結果になった。

クレジット商品市場の今後の発展に向けて、各側面についての課題をまとめると以下のとおりである。ファンダメンタルズの面では、過去のデータだけに頼らず、商品性の詳細などにも留意しながら、ストレステストの高度化を進めていくことが挙げられる。需給の面では、市場の限界を認識し、流動性リスクに見合ったディスカウント・マージンを織り込んで公正価値を算出することなどが挙げられる。その他の要因の面では、資金流動性の把握力の向上、証券化商品に組み込まれた安全装置の再検証、市場全体のリスク・テイクのキャパシティや市場間の相互連関の仕組みなどに関する研究を進めていくことが挙げられる。

また、証券化商品に限らず、より一般的な信用リスク管理の実務においてもいくつか課題がある。例えば、銀行の信用ポートフォリオの管理では、大企業向けと中堅中小企業向けで様相が異なり、大企業向けポートフォリオでは与信集中リスクや個別与信の影響に関する分析が重要である一方、中堅中小企業向けについては金子・中川〔2010〕でもモデル化されたようにポートフォリオ全体としてマクロ経済環境との連動性をみていくことが重要である。さらなる具体的な取組みや研究が求められている。

最後に、金融工学の役割を整理すると、商品開発やリスク管理を支える共通言語として今後も大きな役割を担うと考えられるが、金融工学の限界を説明する役割も同時に求められるであろう。すなわち、モデルに過度に依存した商品設計を控え、モデルに基づくリスク管理が万能であるかの誤解を解いていくこ

とが求められる。また、ファイナンス理論の世界に閉じこもらず、経営戦略的な側面にも積極的に関与し、情報発信していくことが求められる。

### (3) 薄葉報告の要旨

薄葉は、リスク管理の実務経験を通じて今般の金融危機と金融工学の役割を振り返り、金融危機で顕在化したリスク管理上の課題を解決するためには、金融工学の中心的な領域よりも、むしろ境界領域の研究あるいは境界を超えた研究の発展が望まれると議論した。

今般の金融危機は、複合的な要因からもたらされたものであり、その主因が金融工学にあるわけではない。証券化の技術は、テール・リスクを積極的にとる手段を与えた面はあるものの、悪意を持った市場取引を促すように企図されていたわけではない。むしろ、共同幻想のもとでバブル的な現象が発生した面が強いと考えられる。代表的なリスク指標であるバリュー・アット・リスク (value at risk; 以下 VaR) は “a false sense of security” (誤った安心感) を生み出したとの指摘がなされているが、それは VaR に対する過剰な期待である。そもそも VaR は通常の市場環境における最悪ケースを測るリスク指標であり、金融危機時を考慮したものではない。VaR は「将来の価格変動の性質が過去と同様である」という前提に基づくリスク指標である。

金融危機で顕在化したリスク管理上の課題や限界は、金融工学の中心的な領域というよりも、むしろ境界領域あるいは境界外の問題であったと整理できる。ストレステストでどれだけストレスをかけたらよいのかは、金融工学の理論からは示されない。また、危機的な状況が生じたとき、エクスポージャーや時価の即時的な把握が求められるが、十分なシステム・インフラが整っていないという情報技術 (information technology; 以下 IT) の領域における問題も大きかった。このほか、合成の誤謬あるいは群衆行動 (herding behavior) に起因する問題も顕在化した。例えば、担保契約を交わすモノライン<sup>2</sup>が多く破綻した背景には、担保契約を交わすがゆえに値洗いに伴う担保の差入れ要請が相次いだことがある。一方、担保契約を交わさない CDPC (credit derivative products company) という金融会社もあり、担保契約を交わさないため本来はモノラインよりリスクが大きいと考えられるが、契約の満期まで値洗いがなく、いまだに破綻していない。これは合成の誤謬と考えられる現象である。こうした現象は金融工学では説明できないと考えられ、金融工学の領域外の対応に期待せざるをえない。

こうした金融危機で顕在化した課題や限界に対して、①金融工学と IT との境界領域で対応できる事例、②金融工学を超えた複雑系等の問題として扱う可能性を示したい。

.....  
2 モノラインは、金融保証業務に特化した米国の保険会社のことである。

IT との境界領域では、グローバル化するエクスポージャーや複雑化する金融商品など大量のデータをいかに効率よく計算処理するかが求められている。一例として、スワップ取引のポートフォリオの時価評価を考えると、各スワップ取引の割引価値を足し上げるのではなく、ポートフォリオ全体のキャッシュフローに対して割引価値を求めれば、大幅に計算の効率化を図ることができる。また、モンテカルロ法による VaR の計算についても、取引ごとにすべてを時価評価すると、「取引数×シミュレーション回数」という大規模な計算を要するが、ポートフォリオ時価を数個のパラメータによる関数で近似的に表現すれば、大幅な計算の効率化を実現できる。金融工学の実務家は、理論だけでなくこうした実装上の問題に対しても積極的に関与していくことが望まれる。

金融危機で経験した合成の誤謬、群衆行動や市場流動性の枯渇といった問題は、複雑系、創発、自己組織化といった金融工学を超えた理論で捉えられる可能性があると思われる。例えば、池谷 [2009] の動画サイト<sup>3</sup>では、(1)白のマスにやってきたら、そこを黒に変えて右に進む、(2)黒のマスにやってきたら、そこを白に変えて左に進むという単純な2つのルールで、当初は無秩序な動きにみえても、ある時点から組織的な動きに変貌する創発と呼ばれる現象が生じることが動画で紹介されている。こうした理論などを用いれば、金融危機時における市場参加者の群衆行動も、比較的単純化された行動パターンとして捉えることができるかもしれない。さらに「人工市場モデル」を構築することができれば、市場参加者の間の相互作用を掘り下げて調べることも可能になろう。このように、金融工学の研究者は、領域を超えた研究にも取り組んでほしい。

#### 4. パネル討論：自由討議

導入報告に続き、自由討議では、(1)これまで金融工学が果たしてきた役割と(2)今次金融危機における反省点について議論が行われ、それらを踏まえたうえで(3)今後の研究の方向性について検討が行われた。

##### (1) 金融工学が果たした役割

金融工学がこれまで果たしてきた役割については、学術的および実務的な視点から以下のように多様な意見が呈示されたが、総じてみれば、「金融工学は、副作用を伴うにせよ、有益なリスク・コントロール手段を提供し、金融業務の分業化・効率化を促進させるなど、社会のインフラとして重要な役割を果たしてきた」といった評価でコンセンサスが得られた。

.....  
 3 URL は、[http://www.asahipress.com/brain/langton\\_regular/langton.html](http://www.asahipress.com/brain/langton_regular/langton.html)。

- 金融工学は、証券化やデリバティブ取引といったリスクのコントロールを効果的に実現する技術を生み出し、社会のインフラとして、金融システムや金融市場の土台を作ってきた。今や、現代の金融にとって不可欠である。
- 1970年代以前の金融システムは、1つの金融機関が多岐にわたる金融業務をすべて行うという点で、非効率的であった。しかし、1970年代以降、金融工学の発展とともに証券化やデリバティブ取引が金融実務に取り入れられ、金融業務の分業化、いわゆる「金融のアンバンドリング」が可能となり、金融システムの効率化が進んだ。
- ブラック＝ショールズの公式の発表よりずっと前からシカゴのオプション市場では既に価格付けがなされていた。つまり、金融工学の貢献の本質は、デリバティブ取引の価格付けにあるのではなく、市場の価格とブラック＝ショールズの公式を組み合わせるなどにより、デリバティブ取引が内包するリスクの特性（原資産価格等の変化に対しデリバティブ価格がどう振る舞うか）を明らかにした点にある。
- デリバティブ取引を通じて金融工学が社会に貢献したことは間違いなく、今次金融危機において主犯格扱いされたのは、それだけ社会に大きな影響を及ぼすインフラとして認識されたことの証左ではないか。

## (2) 金融危機を踏まえた反省点

今次金融危機に関して金融工学に責任があるとすればどのような点が挙げられるかについては、①金融工学の理論というより金融工学の使い方に問題があったという見解と、②金融工学の理論にも限界があったという見解がそれぞれ呈示された。

まず、金融工学の使い方に問題があったとする意見としては、「自己利益の追求の理由付けに金融工学が使われてしまった」、「金融工学を提供する側もモデルの前提について説明不足であった」という声が聞かれた。また、使い方を誤った背景としては、「資産価格が右肩上がりになっている局面では、同業他社が買っているのに自社だけ買わないという判断は難しい」、「金融の分業化が進んだ結果、エージェント間での情報格差が拡大し、これを悪用するインセンティブが働いた」との見方が示された。

### (自己利益の追求)

- 金融工学に基づくモデルを「正しく」使うのではなく「上手く」使うことで利益を得るというインセンティブが発生した。特に高額な報酬体系の欧米金融機関でこうした傾向が強く、例えば、複雑な証券化商品のアレンジャーは、格付機関が証券化商品の格付けに利用しているモデルを予想することにより、高い格付けが得られると同時に利益を獲得できるモデルを設計したうえで商品を販売していた。

- 金融工学のモデルには、欲しい結果に応じて数字を操作できてしまう面がある。市場価格が少し実感に合わないと感じても、モデルで説明が可能な範囲であれば、そうした価格を正当化する手助けをしてしまったのではないか。

#### (説明責任の不足)

- ここ数十年で金融工学は顕著に発展し、平易な言葉では説明できないほどまでモデルは複雑化した。その過程で、モデルの開発者は、複雑なモデルを利用する際に注意すべき点を利用者に十分に説明してこなかった。また、モデルは必ずしも開発者が予想したように使われるとは限らないため、想定外の利用に伴うリスクについても説明が必要だが、それも不十分であった。
- 金融工学のモデルは、さまざまな仮定のもとで成立しているにもかかわらず、常に万能であるかのような説明がなされることがあった。そうした説明は金融商品のセールスポイントとなることを研究者やモデルの開発者がもっと認識していれば、説明責任の果たし方が変わっていたのではないか。
- 金融工学は、金融商品の内容や価格を考えるための1つのツールであって、自然科学のように絶対的な真実を追求するツールではない。それにもかかわらず、あたかも自然現象を記述するツールであるかのような誤解を与えた面もある。

#### (投資家の群衆行動)

- 金融工学が誤った使われ方をされる背景として、金融機関の過度な競争が挙げられる。資産価格が右肩上がりになっている局面では、価格が過大評価されていると感じても、同業他社が買っているのに自社だけ買わないという判断は難しい。
- 高い収益が得られる環境下では、ハイリスク・ハイリターンという基本的なトレードオフを忘れがちになる。

#### (情報の非対称性)

- 証券化やデリバティブ取引などの手段により金融業務の分業化が進展してきたが、その副作用として、1つの業務の流れに多くの人に関与するという「エージェント関係の重層化」が進んだ。このため、エージェント間で情報の非対称性が拡大し、大橋報告で指摘されたようなインセンティブ問題、すなわちモデルを恣意的に扱うインセンティブが強まった。
- 先端的な金融取引の市場は、プロの市場であるため、買い手と売り手の双方が十分な情報を得たうえで取引を行うべきであるが、両者の情報格差、特に、売り手が買い手に情報のすべてを開示しなかったことに問題があった。例えば、証券化商品の売買では、裏付け資産に関する情報の開示が不足していたが、米国サブプライム住宅ローン問題が顕在化するまでは、売り手・買い手ともにそれを問題視する者は限られていた。

一方、「金融工学の理論にも限界があった」とする意見としては、「理論自体が未成熟であり、今後、他の研究分野の知見を取り込んで一段と発展させる必要がある」との意見のほか、「実務へ応用する際に、モデルが現実と適合しなくなるモデル・リスクを十分に認識するべきだった」との意見が聞かれた。

#### (理論面における金融工学の限界)

- 経済学の立場からは、金融工学には2つの限界があると思う。第1に、即時的な判断を重視する一方で、現時点の判断が長期的にはどのような帰結を引き起こすかという視点が欠落している。第2に、市場価格との整合性を重視する一方で、現在の価格水準が経済全体にどのような影響を及ぼし、それが個々の市場価格へどのように影響するかという、一般均衡的な考察が不足しているように感じられる。
- 金融工学は、市場参加者の合理的な行動を前提に理論が組み立てられているが、現実には市場参加者は合理的に行動するとは限らない。その対応としては、行動経済学のような要素を取り入れるべきであるが、これまで十分に勘案されてこなかった。
- 金融工学は、価格変動過程の定常性や連続性を前提としているが、実際にはそれらが成立していない可能性があり、そうした点の検証が十分に行われていなかった。

#### (実用面における限界：モデル・リスク等)

- モデルが現実を十分に表現できなくなるリスク、いわゆるモデル・リスクは、金融危機のたびに議論になるが、平時に戻ると忘れ去られ、十分に考えられてこなかった。
- 近年、急ピッチでモデルが開発されたため、互いに整合性のない理論が同時に使われている場合がある。また、理論的な裏付けが不十分であるにもかかわらず、実務に応用されたモデルがあることも否めない。例えば、VaRは、確率分布の裾の分位点として推計されるため、そもそも計測誤差が大きくなりがちであるが、こうした精度の問題は軽視されてきたように思われる。
- 過去に起きたことに強く依拠して将来発生しうることへのリスク管理が行われてきた。それを補う目的でストレステストが行われてきたが、ストレスの与え方も過去の市場価格の急落時を再現する程度のものが少なくなかった。また、ポートフォリオの変化に伴って発生するリスクにも、十分に対応できていなかった。
- いくら高度かつ精緻なモデルを開発しても必ず欠点はある、その欠点を逆手にとって利益を得ようとする投資家が出てくる。そこで、さらに精緻なモデルを構築することになるが、結局、こうしたループには際限がないという根本的な問題がある。

### (3) 今後の金融工学の展開

以上で議論された反省点を踏まえ、今後、①金融工学の使い方をどのように改善していくべきか、②金融工学の限界を踏まえどのような研究が進められるべきかといった議論が行われた。

#### (金融工学の使い方をどう改善するか)

前述のように、第1の反省点として、金融工学の限界が十分認識されず意図的かどうかにかかわらず使い方に問題があったとの意見が示されたが、限界を十分認識し説明していけば今後は同じ問題を回避できるのか、それとも競争がある限り誤った使い方を続けてしまうのかという論点が呈示された。

この論点に対しては、「競争や売り手と買い手の情報格差がある限り、恣意的な使い方はされうる」との意見でコンセンサスが得られた。その対応策については、「買い手を保護するため、新規金融商品に対する認可制などの規制を導入してはどうか」という意見もみられたが、「規制の強化ではなく、売り手のモラルハザードを抑制するインセンティブ・メカニズムの設計が重要」、「自然浄化が進む市場の設計が望ましい」といった意見が多く呈示された。

- 今次金融危機では、証券化市場というプロ同士の市場でも買い手が騙されたということが起きている。こうした意味では、機関投資家と個人とで話は異なるが、毒入餃子事件や汚染米事件とも様相が似ている。これらの対策として消費者庁が設立されたように、プロ向け金融商品についても買い手を保護する政策が必要ではないか。例えば保険業界では、新規商品に対して監督官庁の認可が必要となっているが、そうした方式を適用するのも一案ではなかろうか。
- 証券化商品の買い手と売り手の情報の非対称性を巡る問題については、約20年前から、セキュリティ・デザインと呼ばれる分野で研究がなされている<sup>4</sup>。売り手がモラルハザードを起ささないための工夫としては、証券化した際にすべての証券を投資家へ売却するのではなく、一部の証券は売り手側が保有し続けることを義務付けるという案がある。このほか、不適切な行為を企図した場合にペナルティーが課せられる仕組みも研究されている。
- 複雑な金融商品のリスクを理解していないのは買い手だけとは限らず、売り手も理解していない場合がある。こうした場合への対処方法として、全く想定されていない種類の損失が発生した際には「リコール」が発動されるような仕組みを作っておくのも一案ではないか。
- 規制の強化については、どこまでカバーすれば十分かという境界が不明確であるほか、副作用も伴う。したがって、市場への開示情報を増やすなど投資家の

4 証券化商品を巡るセキュリティ・デザインの研究と同様に、銀行ローン債権の売買市場についても、1990年代には情報の非対称性の問題が分析され、今次金融危機で取り沙汰されたのと似通った問題について研究がなされていた。例えば、Gorton and Pennacchi [1995]などを参照。

判断材料を多くする方向性が望ましい。モラルハザードを起こしている市場参加者が早めに淘汰されるような市場の設計を考えるべきであろう。

### (金融工学の限界をどう克服するか)

第2の反省点としては、金融工学にはさまざまな限界があることが指摘されたが、それを踏まえ今後の学術研究および実務の方向性としてどのようなことが考えられるかという論点が呈示された。

これに対し、まず、学術的な視点からは、人工市場モデルからの接近や、行動経済学との融合などにより金融工学の限界を克服する挑戦が重要との意見が呈示された。

- 薄葉報告で指摘されたような「人工市場モデル」は、金融工学が通用する点としない点の整理に役立つと思う。例えば、創発の動画の前半でみられたようなランダムな動きは、市場参加者が市場の価格が割安であるか割高であるか考えている段階を表しており、金融工学が通用する範囲だと解釈できる。その後、動画の後半では組織的な動きが現れるが、これは市場参加者が合理的な判断から離れ、皆が買うから自分も買うという群衆行動に変化したことを表していると解釈できる。
- 行動経済学のような投資家の行動心理を描写する理論と金融工学の融合は有望だと思う。最近の数理ファイナンスの国際学会でも、行動経済学を用いて投資家の収益に対する貪欲さが市場の価格へ影響するメカニズムを考察した報告があった<sup>5</sup>。また、投資家の心理を効用関数へ取り込んだプロスペクト理論は一定の成功を収めている。こうした研究分野から実務へ接近することにも期待したい。

これらの意見に対し、実務的な視点からは、①金融工学をさまざまな経済モデルと融合させることには限界がある、②問題が発生するたびにモデルを修正し続けるような対応は現実的でない、③恣意性が入りやすいモデルは望ましくないといった意見も聞かれた。

- どのような経済モデルにも前提はあるため、金融工学と何らかの経済モデルを融合させたとしても、予測が完全なものとなることはない。また、経済モデルで説明できるのは主に合理的な現象であり、金融危機のような現象の説明には限界があろう。
- モデルの精緻化という方向性は間違っていないが、実際には相応の時間がかかる。また、問題が起こるたびにモデルをアドホックに修正するのは現実的でない。それよりは、モデル・リスクが存在することを予め考慮し、バッファーとしてリスク量を保守的に計測するといった対応の方が現実的だ。
- モデルの利用者の立場からは、誰が使っても恣意性がなく間違いのないモデルの開発を目指してほしい。利用者が手元でアドホックにモデルを修正すること

.....  
5 Jin and Zhou [2008] を参照。

を許容すると、前述のようなインセンティブ問題が発生し、モデルが自己の利益を正当化する道具となってしまう恐れがある。

これらに関連し、実務家からは、「モデルの精緻化も重要だが、モデルで計測されたリスク指標の活用方法を一段と充実させることも重要な課題」との意見が述べられた。

- 経営者へ定期的にリスク量の報告を行う立場からすると、モデルを精緻化することはもちろん重要だが、それに加え、リスク計測結果の背後にある金融情勢等を経営者に的確かつ平易に伝えることが重要である。こうした観点では、例えば、シナリオ分析やストレステストなど、原因と結果を明らかにする分析ツールを充実させることが期待される。
- これまでは、リスクの計測方法に重点が置かれる一方、リスクの動学的な制御に関する議論は少なかった。例えば、所要自己資本の算出においては、保有期間を1年間としてリスク量を計測することが多いが、これは、金融機関の資産や負債が1年間変化しないことを前提としているともいえる。動学的な視点を取り入れることで、こうした問題を改善していくべきである。
- 今後はより長期的な視点に立ったリスク管理が求められると思う。その場合、市場はランダムに動くという従来の金融工学の発想だけでなく、景気循環の影響などを考慮する必要も出てくるだろう。また、ストレステストの観点では、少し前に起きた悪いシナリオを取り入れるだけでなく、長い歴史の中で最悪なシナリオまで取り入れたより長期的なリスク評価も重要である。

## 5. 座長総括

座長の倉澤は、パネル討論を通じて確認された論点を次のようにまとめた。

パネル討論では、「金融危機後の金融工学の展開」というテーマのもとで、学術的および実務的視点からさまざまな問題を討議することができ、有意義であった。

3名のパネリストによる報告の内容については、表現はそれぞれ異なっていたが、共通する主張や考え方も多かった。まず、金融危機を振り返った場合に金融工学に関連する問題として浮かび上がるのは、モデルやデータの正確性に限界があったということである。これを大橋報告はミス・スペシフィケーションと捉え、亀澤報告はファンダメンタルズやその他要因の評価の問題と捉え、薄葉報告は正確性に関する共同幻想の問題と捉えた。また、金融危機のような特殊な市場環境のもとでは、市場参加者の相互作用の影響が強まるため、そうしたメカニズムを分析・考慮することの重要性も共通に指摘された。

これらの報告を踏まえ、自由討議においては、金融工学によるこれまでの貢献や今後の課題についてさまざまな意見が呈示された。その中で、次の点につ

いては概ねコンセンサスが得られたと思う。まず、金融工学の位置付けについては、金融の機能を高める重要な役割を担ってきており、今やそのテクノロジーを利用しない金融実務は考えられないという次元にまでプレゼンスを高めている。一方、金融工学を商品設計やリスク評価に活用していくうえでは、専門家と一般利用者との情報の非対称性が無視できないという問題があり、これを完全に解消することは今後も不可能であろう。その場合、今後の課題としては、これらの限界や制約を所与としつつ、金融工学が的確に利用されるような枠組みをどう工夫するかが重要である。その際、金融工学の限界を過度に懸念した枠組みを考えると、逆にその機能を減殺してしまいかねない。そもそも、どのような研究分野にも強みと弱みがあり、金融工学は、経済学のように経済のメカニズムを抽出することにはさほど強みがない一方、金融市場の現実をわかりやすく描写できることには強みがある。したがって、金融のダイナミズムを損なわないような制度設計のもとで、細心の注意を払いながら、金融工学の利点を活用していくという姿が望ましいと考えられる。

参考文献

- 池谷裕二、『単純な脳、複雑な「私」』、朝日出版社、2009年
- 金子拓也・中川秀敏、「信用ポートフォリオのリスク計量：金利変化見通しと個別企業価値変動を考慮したトップダウン・アプローチ」、『金融研究』第29巻第3号、日本銀行金融研究所、2010年、19～44頁〈本号所収〉
- 新谷幸平・山田哲也・吉羽要直、「金融危機時における資産価格変動の相互依存関係：コンピュータに基づく評価」、『金融研究』第29巻第3号、日本銀行金融研究所、2010年、89～122頁〈本号所収〉
- 杉原慶彦・小田信之、「金融危機時における株式市場の期待変動：インプライド・モーメントとジャンプ拡散過程を用いた分析」、『金融研究』第29巻第3号、日本銀行金融研究所、2010年、45～88頁〈本号所収〉
- 日本銀行金融研究所、「ファイナンス・ワークショップ『金融危機後の金融工学の展開』の模様」、IMES Discussion Paper No. 2010-J-5、2010年
- Gorton, Gary B., and George G. Pennacchi, “Banks and Loan Sales Marketing Non-marketable Assets,” *Journal of Monetary Economics*, 35 (3), 1995, pp. 389–411.
- Jin, Hanqing, and Xun Yu Zhou, “Behavioral Portfolio Selection in Continuous Time,” *Mathematical Finance*, 18 (3), 2008, pp. 385–426.

## 参考 1. ファイナンス・ワークショップのプログラム（敬称略）

▼開会挨拶 高橋 亘（日本銀行金融研究所長）

▼第1セッション：研究報告

司会：小田信之（日本銀行）

論文報告1 信用ポートフォリオのリスク計量：金利変化見通しと個別企業価値変動を考慮したトップダウン・アプローチ

執筆者：金子拓也\*（日本銀行）・中川秀敏（一橋大学）

指定討論者：青沼君明（三菱東京UFJ銀行）

論文報告2 金融危機時における株式市場の期待変動：インプライド・モーメントとジャンプ拡散過程を用いた分析

執筆者：杉原慶彦\*・小田信之（日本銀行）

指定討論者：宮崎浩一（電気通信大学）

論文報告3 金融危機時における資産価格変動の相互依存関係：コンピュータに基づく評価

執筆者：新谷幸平・山田哲也・吉羽要直\*（日本銀行）

指定討論者：室町幸雄（首都大学東京）

\*が各論文の報告者

▼第2セッション：パネル討論「金融危機後の金融工学の展開」

座長：倉澤資成（横浜国立大学、日本銀行金融研究所顧問）

パネリスト報告1 報告者：大橋和彦（一橋大学）

パネリスト報告2 報告者：亀澤宏規（三菱東京UFJ銀行）

パネリスト報告3 報告者：薄葉真哉（みずほ証券）

自由討議

▼座長総括 倉澤資成（横浜国立大学、日本銀行金融研究所顧問）

## 参考 2. ラウンドテーブル参加者（敬称略）

（座長）

倉澤資成 横浜国立大学、日本銀行金融研究所顧問

（招待参加者、五十音順）

青沼君明	三菱東京 UFJ 銀行
荒川研一	りそな銀行
池尾和人	慶應義塾大学
池森俊文	みずほ第一フィナンシャルテクノロジー
一條裕彦	三菱 UFJ 証券
薄葉真哉	みずほ証券
太田智之	野村證券
大橋和彦	一橋大学
亀澤宏規	三菱東京 UFJ 銀行
楠岡成雄	東京大学
久保田幸長	みずほコーポレート銀行
小暮厚之	慶應義塾大学
住友謙一	みずほ証券
田中周二	日本大学
出水博章	三菱東京 UFJ 銀行
中川秀敏	一橋大学
真鍋裕司	三井住友銀行
三浦良造	一橋大学
宮崎浩一	電気通信大学
室町幸雄	首都大学東京
森本祐司	キャピタスコンサルティング

（日本銀行からのラウンドテーブル参加者）

高橋 亘、白塚重典、小田信之、吉羽要直、山田哲也、杉原慶彦、金子拓也

このほかの参加者を含めた全体では、招待参加者が約 60 名、日本銀行職員の参加が約 30 名であった。

