



# 金融の役割と情報化の進展

## —市場の高速化と課題—

応  
般

水田 孝信 スパークス・アセット・マネジメント (株) / 東京大学

### 金融の役割と機能

#### ■ お金と金融

人類は古代人のときより、高度な役割分担により、ほかの生物を凌駕してきた。魚を捕るのが得意なものは魚を捕り、木の実を集めるのが得意なものは木の実を集め、物々交換を行うことにより得意なことに集中し役割分担した。時には、魚がまったく捕れず、木の実をもらって飢えをしのいだであろう。そのときは、事後になって魚を差し出し物々交換を成立させた。木の実をもらった借りを示すために、物体自体には価値が無いが仮想的に価値があると皆で約束した物と木の実をいったん交換し、その物を返してもらい際に魚を渡すということが行われたであろう。これがお金である。お金が仲介することにより、多くの種類の物やサービスの交換がスムーズになり、高度な役割分担を支えた。さらに時間を越えた価値の交換、過去に役割分担で活躍した人が未来に役割分担で活躍するだろう人に、活躍が実現する前に価値を渡すことを可能とした。

図-1には3人の登場人物がいる。Aさんは昔大活躍し皆に価値を提供したためお金をいっぱい持っている。Bさんは新しく漁業を始めたいと考えていて、体力もやる気もありいっぱい魚を取ってきそうだが、道具もお金も無い。この2人を結びつけばAさんのお金は、Bさんの漁業開始による皆への貢献により有効活用されることになる。Cさんはこれに気づき、AさんにBさんへお金を託してみないかと提案する。Cさんはまさにお金を融通する

両者を見つけて引き合わせるという金融業者である。つまり金融とは、すぐにお金が必要な人と、しばらくは使わない人を結び、お金の融通を仲介することである。Cさんのような専門的に仲介を行っている人のおかげで、AさんもBさんもお互いを探す労力が少なくて済む、つまり低いコストでかつ短い時間でお金を融通しあう相手を見つけられる。これが金融の機能の1つ、流動性である。Aさんは当然、お金をある程度の期間融通する見返りを要求する。融通したお金の少し上乗せして返してほしいと頼むか、捕れた魚で得たお金の一部をくれるよう頼むだろう。前者が融資や債券の購入に相当し、後者が株式などを通じた投資に相当する。このとき、Cさんが間に入ってどれくらいの金額を上乗せすべきか、どれくらいの割合のお金を渡すべきか決定する。これが金融の2つ目の機能である価格発見である。

現代の金融は非常に複雑になっているが、本質的な部分は図-1のような構造になっている。金融はお金を融通することにより各産業を支え人類が協力しあうための大事なインフラ・手段であり、決して金融単体で価値を生み出したり、金融それ自体が目的になったりするものではない。そう、Cさん1人では価値を生まないが、AさんBさんにとって大事な黒子である。

#### ■ 株式と株式市場

本節では、現代の代表的な金融の舞台の1つである株式市場について説明する。図-2では株式市場について簡単に示した。現代ではしばらくお金を



使わない人（図-1ではAさんに相当）として、長期にわたってお金を積み立て引退後に支払う年金基金などがあるが、本稿では詳しくは述べない。ここでは彼らを総称して投資家と呼ぶことにする。まず図-2の上の1次市場を見てみよう。1次市場とは企業が資金を新たに調達するときに投資家が企業に資金を提供する市場であり図-1で説明した市場と似ている。投資家は持っているお金を有効活用してもらうためにすぐにお金が必要な人（図-1ではBさんに相当）を探す。代表的なのが企業だ。企業は資金調達したお金で設備投資や人材採用を行った後、社会の役に立つ事業を展開しお金を回収するため、常に出費が先になる。投資家は有望な企業を探し、企業は投資をしてくれる投資家を探すわけであるが、それを仲介するのが証券会社（図-1ではCさんに相当）

である。証券会社は投資家と企業を双方に紹介することで流動性を供給し、また、株式をいくらで発行するかを決めることで価格発見を行う。株式とは事業資金の出資をさまざまな人から受けるために発行するもので、出資金に応じて割り当てる。事業で得た利益は出資額に応じて分け前として投資家に配られる（配当と呼ぶ）が、株式を発行すればこの作業は株式を持っている量に比例して配ればよく、分かりやすくなる。株式をすべて手に入ればその企業の全出資者となり、すべての配当を独占できること

から、株式の総合計の金額（時価総額と呼ぶ）は企業の価格そのものである。

さて投資家が、この企業が存続している間ずっと株式を持ち続けたいと思うことは希である。投資家にもお金を使う時期がきてほかの投資家に株式を転売したいときがくるであろう。もし、転売が容易でなさそうなら、1次市場で企業から株式を購入するのを躊躇するであろうし、非常に安い価格でしか株式を買おうとしないであろう。そうすると企業が事業資金を得るのが困難となり、金融の機能が停滞し

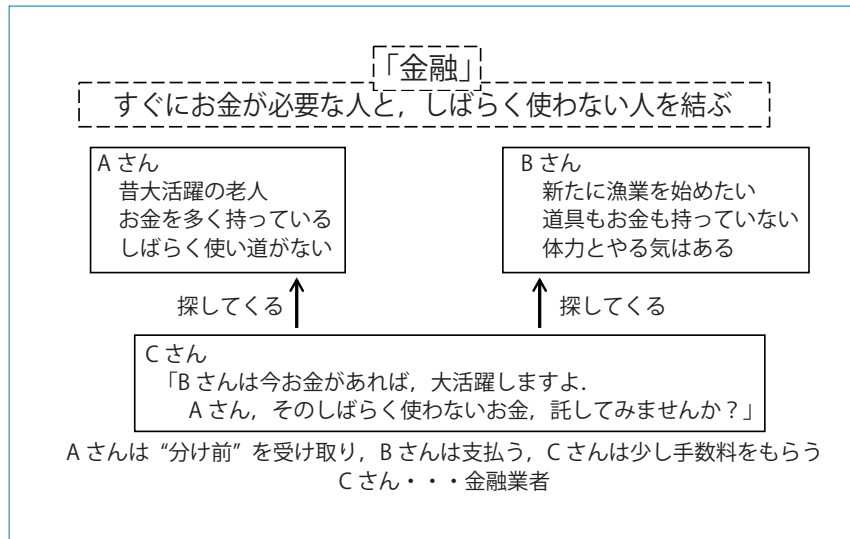


図-1 金融の役割

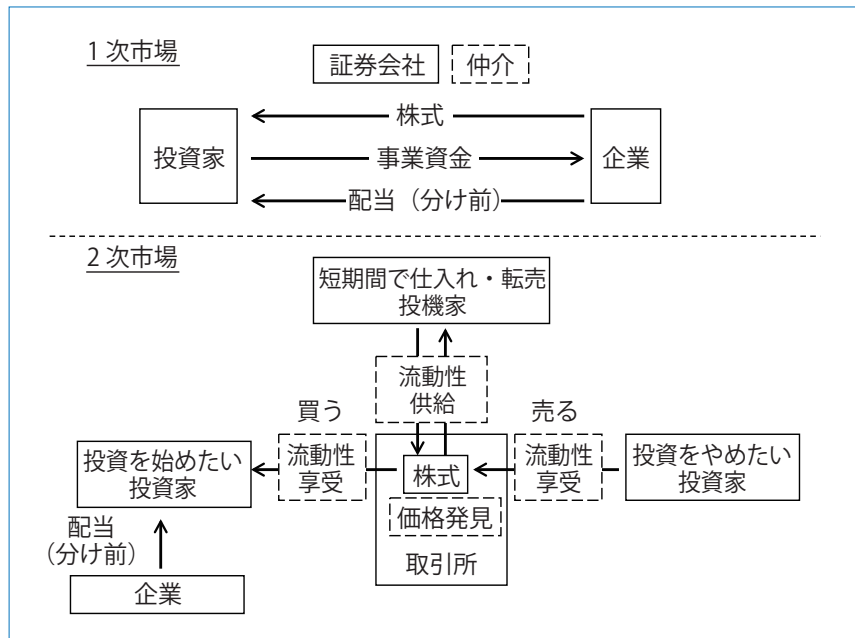


図-2 株式市場における金融の機能

てしまう。つまり、投資家同士の転売市場（これを2次市場と呼ぶ）が高い流動性を提供して低コストでいつでも転売できることは、1次市場で企業が必要な事業資金を得るのに非常に重要なのである。

さて次に、2次市場をみてみよう。図-2の下に示したように投資家同士の株式の転売は取引所で行われる。取引所で株式を取り引きできるようにすることを上場と呼ぶため、2次市場は上場市場とも呼ばれる。取引所を介して投資家同士がいくらで売買したいか注文という形で表現することによって価格発見が実現され、投資家が大勢参加することにより転売しやすくなり流動性が提供される（2次市場の流動性は重要な研究領域でありよく研究されている<sup>1)</sup>）。2次市場においては価格発見も流動性供給も、取引所を介してはいるが、投資家同士で行う。ほとんどの2次市場では転売だけを目的に短期間で株式を仕入れ転売する人がある。本稿ではこういう人を投機家と呼ぶことにする（投資家と投機家の定義はさまざまであるが以後本稿ではこの定義で使う）。投機家が高頻度に売買することにより、投資家はいつでも転売したり、いつでも投資を始めたりできる。しかも、投機家の競争が激しければ激しいほど低いコストでの転売が可能となる。これはたとえば中古品の買い取り価格と販売価格の差が、中古品取り扱い業者間の競争が激しければ激しいほど小さくなり、低いコストで調達・転売ができるようになることと似ている。このように投機家は流動性を供給し、投資家はその流動性を享受している。

本特集ではこの2次市場の投機家が行っていることの情報技術に焦点を当てた記事が多い。時々、株式を短期間で売買をしてお金を稼ぐことはギャンブルみたいなもので社会の役にまったく立っていないと言う人がいるが、ここまで少し長めに説明したように、そんなことは決してない。彼らは、たとえ彼ら自身は金儲けのことしか考えていなかったとしても、2次市場で流動性機能を供給し株式の転売の低コスト化に貢献し、それが1次市場への投資家の参加の容易さをもたらし、さまざまな企業が生まれることにつながっている。彼らがいなければ、企業の

資金調達はもっと困難となり、人類がここまでさまざまな事業を生み出すことは決してできなかったであろうといっても言いすぎではない。そのため、投機家の行うことがらについて学術的に研究することは非常に社会の役に立つことであり、学術的価値が高いことを強調したい。

## 市場の高速化と低コスト化

### ■ 取引所の競争と高速化

ここでは金融市場が高速化した背景を述べたい。前章で述べたように投機家同士の競争が流動性をもたらしている。一方で欧米では2000年ごろから取引所同士の競争が始まった<sup>2)</sup>。日本でも数年前から取引所間の競争が始まっている。取引所は投機家に使ってもらえるように投機家にとってメリットのある取り引きの場を提供しないと競争に勝てない。競争に必要なのは取引手数料の低下や、システムの安定性、注文の出しやすさなどさまざまであるが、最も重要とされるのが高速化である。高速化とは、1つの取り引きが完了する時間が短くなることであり、短い時間に何度も注文を出せるようになることである。投機家は何度も取り引きでき利益を上げられるチャンスを増やすことができるなど、高速化による恩恵は多彩であるが、最も単純な説明をここでは試みたい。図-3はある投機家が取引所Cである株式を99円で調達した状態を示している。取引所A、Bではこの株を100円で買うという注文を出している人がいて、その注文をこの投機家が取れば1円利益がでる。この投機家は少しでも早くこの株を手放してこの利益を確定したいであろう。その理由は、もちろん次の取り引きに移れるというものもあるが、もたもたしていると100円の買い注文がなくなってしまうかもしれないからである。そのため、投機家はより高速に注文が完了する取引所Aへ注文を出すこととなり、取引所Bには注文を出さない。このように高速な取引所のほうが、注文が集まりやすくなるため、取引所は高速化を推し進めた。かつては1つの注文が完了するまでの時間は、数秒かかっていたものが、現在では数ミリ秒の競争となって



きている。取引所が競争し、より流動性供給機能が高い取引所が生まれることにより、社会全体としても金融機能が高まっている。

■ 発注の機械化

数ミリ秒の時間で価格が変動するとなると、もはや人間が手作業で注文を入れることは困難となる。そのため投機家だけでなく長期の投資家も発注の機械化を行っている。図-4はどのような自動売買が行われているかの例を示した。たとえば、長期の投資家がある企業の株式を大量に買いたい場合、証券会社を介して取引所に発注する。このとき、大量に買いたいという情報が投機家にばれてしまうと、高く売りつけられる可能性があるため、なるべく手の内がばれないように少しずつ買い集めたいと考えるだろう。そこで、少しずつ買い集めることを投資家に代わって証券会社が行うことがある。取引所が高速化しているため、手作業ではなく機械で少しずつ注文を入れることが行われる（これは狭い意味で、アルゴリズムトレードと呼ばれる<sup>3)</sup>）。しかし、単純に一定株数を定期的に注文してしまうと、大量に買いたいという手の内がばれてしまうかもしれない。そこで、人工知能などを駆使した高度な情報技術を用いて、単純ではない注文を自動的に生成することとなる。この注文は高速に高頻度に行われるため、この投資家の手の内を読んで利益を上げようとする投機家も機械による高速な自動売買が必要となる（これも含めて広い意味でのアルゴリズムトレードと呼ばれる）。自動化された取引同士が戦って自分の有利な価格で取引引きをしようとしているから、相手の取引戦略がどのようなものなのか

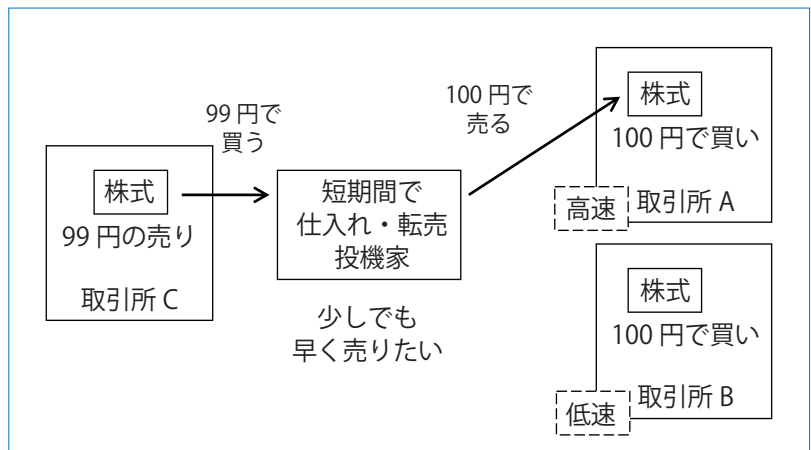


図-3 取引所間競争での取引処理速度の重要性

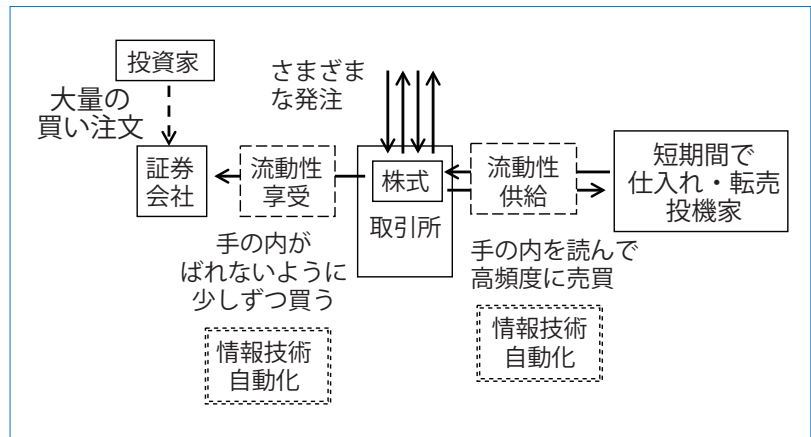


図-4 高度に自動化される取引注文

を自動的に判断して、自らの取引戦略を変えていくようなことも行われているであろう。これらの戦いは数秒と経たないうちに起こっている一瞬の出来事であるため、人間が状況を見ながら戦略変更を行うなど到底不可能である。相手の投資戦略やその戦略変更、市場全体の環境変化などに自律的に対応できる自動化が必要であり、まさに人工知能などの高度な情報技術が必要な分野となっている。

取引所の高速化は今後ますます進展し、取引引きの機械化はさらに進んでいくであろう。高速化により、これまで人間が行ってきたことを人間がやり続けるのはますます難しくなっていく。価格の変動を感知して取引引きをするだけでなく、速報のニュースを読んで素早く取引引きするといったことも機械が行うことが増えていくであろう。世の中にあるビッグデータを用いてさまざまな取引引きが自動化さ

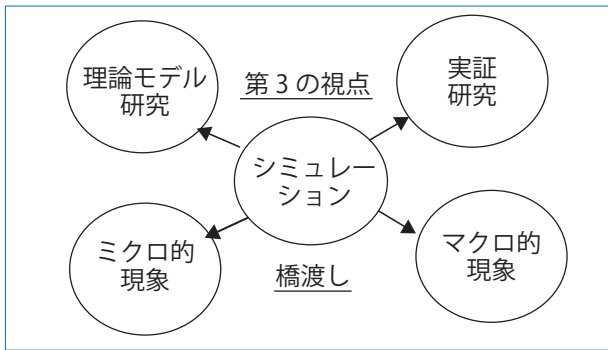


図-5 規制の議論におけるシミュレーション研究の重要性

れていくことは、もう避けられない流れとなっている。

### 今後の技術開発・研究と課題

この最後の章では、今後どのような技術開発・研究が行われるべきか筆者の意見を述べたい。また、取引引きの情報化・高速化による課題とその解決においてはシミュレーション研究が重要であることを最後に述べたい。

今後の技術開発・研究としては、なんとんでも自動取引の分野であろう（本特集では2.システムトレードによる自動取引、3.アルゴリズム・トレードの現状と今後の展開、8.金融テキストマイニング研究の紹介、9.進化計算の金融工学への応用がこれに当たる）。テキスト情報やWeb上などにあるビックデータの活用が進むだろう。人間が手にしてきたあらゆる情報が、自動取引の分野で使われることになる。当然、そのようなビックデータを高速に取り出すこと自体も重要なテーマとなる（本特集6.FPGAによる金融業務アクセラレーション）。データが発生してから非常に短い時間で発注まで済ませなければならないからである。さらに、取引戦略自体も当然高度化していくであろう。特に、自律的に相対する自動取引の戦略変更や突如訪れる市場全体の混乱などの大きな環境変化に対応することが重要なテーマとなろう。

もちろん、取引所自体の高性能化も重要なテーマとなる（本特集4.株式売買システム“arrowhead”を取り巻く市場環境の変化について、5.High

Frequency Trading, ビッグデータ分析を支えるIT, 6.FPGAによる金融業務アクセラレーション)。ますます進展する高速化競争を勝ち抜くためにはこれまでにない技術が必要となる。それはソフトウェア上の技術に限らずハードウェアにも及ぶだろう。取引所は高速性だけでなく、安定性も重要であることは言うまでもない。しかし、時間優先の原則（発注時刻の早い注文が優先される）などのため並列化が難しく、高速性・安定性の確保は容易ではない。このような困難な課題に取り組んでいく中で、金融発の新しい発明品が生まれてくるであろう。

最後に、取引引きの情報化・高速化によってますます複雑系をなしてきた金融市場の課題とその解決策に関して述べたい。

もちろん取引引きが高速化したことにより流動性の向上や取引コストの低下など社会にとって良いことが多い一方で、短時間での価格の急変が多くなるなど、価格発見機能がむしろ低下しているような事象も見受けられる。たとえば、2010年5月の米国株式市場で起きたフラッシュクラッシュ<sup>4)</sup>では、流動性を供給しているはずの投機家のうちマーケットメイカーとよばれる戦略<sup>5)</sup>をとっている投機家がむしろ流動性を奪うような取引引きを行っていたという報告もある。

このように、金融のシステム・制度および規制を設計した時点では想定されなかったような事象が発生し始めている。金融の制度や規制をどのようにすべきかは、社会にとって非常に重要な議論となる。

この議論はこれまで理論モデル研究や実証研究を中心に行われてきた。しかし、取引引きが高度化することにより金融市場は複雑系をなしてきており、制度や規制を設定したときに、どこにどのような影響を与えるのか、これらの手法だけではあらかじめ予測するのは難しくなっている。このような問題に対してはシミュレーションが有効である。

図-5に示すようにシミュレーションは、投機家の振る舞いといったミクロ的現象と価格の推移といったマクロ的現象をつなぐことができ、理論モデル研究や実証研究では議論できなかった視点を提供でき

る。複雑系をなしている社会において制度・規制を論じる際にシミュレーションは有効な手段であり、金融以外の分野ではすでに多くの成果を挙げている<sup>6)</sup>。そして、本特集7.シミュレーションによる市場の売買制度設計のように金融でもシミュレーションによる制度や規制の議論が行われ始めた。しかし筆者は、このようなシミュレーション研究はその社会的重要性の高さにもかかわらず、まだまだ研究者が少ないと考えており、もっと多くの情報系研究者に参加してほしいと考えている。

参考文献

- 1) 太田 亘, 宇野 淳, 竹原 均: 株式市場の流動性と投資家行動—マーケット・マイクロストラクチャー理論と実証, 中央経済社 (2011).
- 2) 井上 武: 米国株式市場間競争のもう1つの側面, 資本市場クォーターリー冬号 (2007), <http://www.nicmr.com/nicmr/report/repo/2007/2007win11.pdf>
- 3) 野村総合研究所: 資産運用会社のトレーディング 2009, 金融ITフォーカス7月号 (2009), <http://www.nri.co.jp/opinion/>

[kinyu\\_itf/2009/pdf/itf200907sp.pdf](http://kinyu_itf/2009/pdf/itf200907sp.pdf)

- 4) Kirilenko, A., Kyle, A., Samadi, M. and Tuzun, T. : The Flash Crash, The Impact of High Frequency Trading on an Electronic Market, Working Paper (2011), <http://ssrn.com/abstract=1686004>
- 5) Nevmyvaka, Y., Sycara, K. and Seppi, D. J. : Electronic Market Making : Initial Investigation, the Proceedings of Third International Workshop on Computational Intelligence in Economics and Finance (2003).
- 6) 出口 弘, 木嶋恭一: エージェントベースの社会システム科学宣言—地球社会のリベラルアーツをめざして, 勁草書房 (2009).

(2012年5月7日受付)

水田 孝信 | [mizutata@gmail.com](mailto:mizutata@gmail.com)

2004年東京大学大学院理学系研究科博士課程中退。同年スパークス・アセット・マネジメント(株)入社。2010年より運用調査本部ファンドマネージャ。中小企業診断士, 日本証券アナリスト協会検定会員。

本稿の内容は著者が所属する組織を代表するものではなく、すべては個人的な見解である。

