

# 金融サービスをめぐるA I活用の経緯

## — A I技術の現状を踏まえて —

笠井 彰吾

(財政金融委員会調査室)

### 《要旨》

現在、多くの業界でA Iの導入が進められている。金融業においては、いわゆるフィンテックの進展の中で、市場取引における予測や戦略の設計、融資判断や保険金支払査定、不正取引の検知など、幅広くA Iが活用されている。

ディープラーニングを始めとする機械学習をキーテクノロジーとする現状のA I技術をめぐる研究は、第三次A Iブームと呼ばれ活況を呈している。A Iはこの間、ウェブの発展による膨大なデータの蓄積やコンピュータの処理能力の向上により、画像認識や自然言語処理などの分野で大幅な進歩を遂げた。しかし、これらのA Iは、あらゆる問題に対応する「汎用A I」ではなく、特定の機能のみを持つ「特化型A I」である。

A Iを用いた金融サービスについては、融資や投資運用におけるA Iの判断を人間が理解できないという、いわゆるブラックボックス化などの問題が指摘できよう。一方で、金融仲介機能の向上や経済の活性化の観点から、新たな金融サービスを生み出すイノベーションは不可欠であるため、利用者保護とのバランスを図る必要がある。また、あらゆる業務でA Iによる代替が進むわけではないため、人間には現時点のA Iが得意とする業務を見極めて活用しつつ、新たな知識やスキルを獲得していくことが求められる。

## 1. はじめに

近年、仮想通貨やモバイル決済といったフィンテック (FinTech)<sup>1</sup>と呼ばれる多様な金融サービスが登場し、利用者利便の向上に寄与している。フィンテックには、A I

※ 人工知能分野における用語の定義・分類については研究者により考えが異なっているため留意する必要がある。

<sup>1</sup> 金融 (Finance) と技術 (Technology) を掛け合わせた造語であり、金融とITの融合を指すとされる。近年、特に海外を中心に、ITベンチャー企業が、伝統的な金融機関が提供していない金融サービスを提供する動きが活発化している。

(Artificial Intelligence、人工知能)を用いたサービスも含まれており、ロボットによる投資運用やスコアリングに基づく融資判断など、既に様々なサービスが開発されている。

しかし、金融業<sup>2</sup>を始め様々な分野でAIの活用が広がる一方で、「フィンテック=AI」、「AI=ディープラーニング」といった誤解や、漠然とAIを万能又は脅威と捉える考え方も見られる。本稿では、金融業に関わるAIを中心に、AIそのものを含めた現状を概観し、その技術的な側面や課題について若干の考察を加えたい。

## 2. 金融サービスにおける主なAI技術

AIとは、自然知能と同等の結果を得るために自然知能を模したものである。「人工知能」という言葉が使われ始めたのは1956年のダートマス会議以降とされるが、明確な定義はいまだなされていない<sup>3</sup>。

AIをめぐる研究の始まりは、最初のコンピュータであるENIAC<sup>4</sup>の登場と時期を同じくしており、その後の研究には、大きく分けて第一次(1950年代後半～1960年代)、第二次(1980年代)、第三次(2000年代以降)の3つのブームがあるとされている。本章では、金融サービスに関わる第二次AIブーム以降のAI技術を中心に概説する。

### (1) エキスパートシステム

第一次AIブームの後に登場したエキスパートシステムは、専門分野の知識を基に推論を行うものであり、人間が設定した「もしAならBする」といったいわゆるIf-Thenルール<sup>5</sup>に基づき出力を行う。これにより、血液感染症の診断と処方すべき抗生物質の推定を行うMycin<sup>6</sup>などが開発された。第二次AIブームでは、こうした知識に基づくAIの研究が進められ、専門家の判断を自動化し効率化を図るなどの観点から、医療や金融など様々な分野での実用が目指された。

しかし、現実の複雑な問題に対応するためには膨大なパターンを演算しなければならない上、そうしたデータについての入力や専門家へのヒアリングを全て行うことには限界がある<sup>7</sup>。また、エキスパートシステムによる判断に誤りがあった場合、責任の所在が不明確であるほか、あいまいなルールや知識を定量的に表現する難しさなどの問題<sup>8</sup>も指摘された

---

<sup>2</sup> 本稿では、資金の貸借に関するサービスを提供する銀行等に限らず、金融仲介やその促進に従事する証券会社や保険業などを含めた広義の金融業を意味する。

<sup>3</sup> 例えば、「人間のような知能を、コンピュータを使って実現することを目指した技術あるいは研究分野」といった定義付けがある。(人工知能学会監修『人工知能とは』(近代科学社、2016年))

<sup>4</sup> 1946年に完成された世界初のコンピュータと言われる電子計算機を指す。Electronic Numerical Integrator And Calculatorの略称である。

<sup>5</sup> 前提や条件に従って出力を行うルールを指す。

<sup>6</sup> 症状などに関する、「はい」又は「いいえ」で回答できる幾つかの質問から、細菌を推定し適切な処方薬を提示するシステムである。

<sup>7</sup> 第一次AIブームでは、探索と推論といういわゆる「場合分け」を行う手法によって、明確なルールに基づく特定の問題を解決することができるようになった。しかし、第二次AIブームと同様に、膨大なパターンから成る複雑な問題は演算し尽くせないことが次第に分かり、ブームが失速した経緯がある。このように、現実の複雑な問題を演算し尽くせないことはフレーム問題と呼ばれている。

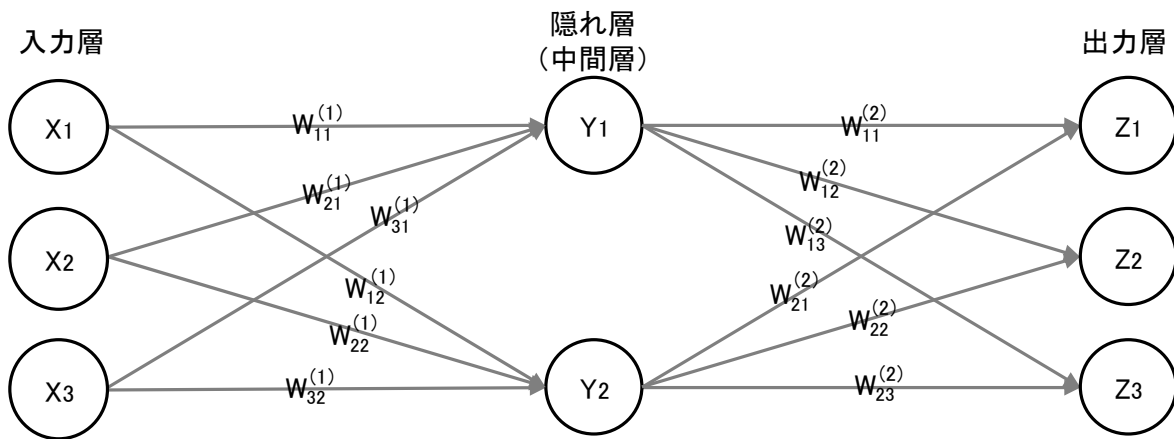
<sup>8</sup> AIによる現実世界の概念の獲得については、AIが用いる文字列や言葉といった記号が、現実世界に存在する対象と一致するかという、いわゆるシンボルグラウンディング問題(記号接地問題)がある。例えば、

ため、エキスパートシステムを中心とした第二次A Iブームは下火となった。

## (2) ディープラーニング

1990年代以降、ウェブの進展等により大量のデータ（いわゆるビッグデータ）を活用できるようになったことや、コンピュータの処理速度が大幅に向上したことから、A I自らが知識を獲得する機械学習と呼ばれる技術の研究が進んだ。第三次A Iブームで登場したディープラーニングは、多階層から成るニューラルネットワーク<sup>9</sup>（Neural Network、以下「NN」という。）を用いた機械学習の一つである。大まかに言えば、入力したデータから自動的に特徴を抽出するイメージの技術である。（図表1）

図表1 ニューラルネットワークのイメージ



(注)Wは重み付けを表し、例えば、 $X_1$ から $Y_1$ には $X_1 \times W_{11}^{(1)}$ の結果が入力される。最終的に求める出力が得られるようWの値によって調節を行う。

(出所) 筆者作成

第二次A Iブームまでは、過学習<sup>10</sup>などの課題から、隠れ層を増やしても出力の精度を上げるのは容易でないと考えられていた。バックプロパゲーション<sup>11</sup>によっても、NN全体を通して重み付け<sup>12</sup>を調整するため、層が多くなればなるほど重み付けの変化が小さくなり、学習効果が弱まる問題があった（勾配消失問題）。

「リンゴ」について「赤い」「甘い」「丸い」といった定義を持つA Iにとっては、青リンゴを「リンゴ」として理解することはできず、「リンゴ」という現実世界のシンボルを完全に把握することは難しい。

<sup>9</sup> NNは、脳の神経細胞（ニューロン）をモデルに作られたA Iである。第一次A Iブームで入出力の2層から成るNNであるパーセプトロンが登場し、その後の研究では、出力の精度をより高めるため、入力層から出力層に向かう間に隠れ層が多数存在する多階層のNNが開発された。

<sup>10</sup> 学習モデルが複雑になればなるほど、学習モデル以外の未知のデータに対する予測能力が下がることを意味する。

<sup>11</sup> 第二次A Iブームで提唱された手法で、あるべき出力がなされなかった場合に、出力層から入力層に向かって各ニューロン間の重み付けを微調整していくものである。

<sup>12</sup> 脳内では多数のニューロンが複雑に接続されており、同じ条件で興奮することが多いニューロンの結合は強化され、そうでない場合は弱化されると言われている（ヘップ則）。NNでは、この法則を数理的なモデルとして利用し、結合の強弱を重み付けによって調整する。

一方、ディープラーニングでは、オートエンコーダ<sup>13</sup>という学習法を利用し、各層で段階的に学習することでこうした課題を克服した。具体的には、出力層に向かう各層において、データを圧縮しつつも1層前の出力データと同様のデータを再現できるよう、自動的に特徴を学習する。ディープラーニングは、特に画像や自然言語といったパターン認識の分野に長じており、囲碁や将棋をプレイするAIにおいても大きな成果を挙げている。

### (3) データマイニング

データマイニングは、機械学習によって大量のデータから知識を抽出する技術であり、ディープラーニングと同様に、ビッグデータの蓄積などを受けて活用が進められている。様々な情報がコンピュータ上に蓄積され、データマイニングを実施しやすい環境が整っていることから、直観的には分からない特徴や未知のルールが発見が期待されている。

データマイニングは、マーケティングに関する分析、メールやメッセージの自動分類などに実用されているだけでなく、データマイニングにより得られたデータを基にディープラーニングが行われるなど、AI技術の加速度的な発展に貢献する可能性も秘めている。

### (4) 統計的自然言語処理

第一次AIブーム以来、言語をコンピュータ上で扱う一連の技術である自然言語処理の研究が進められ、翻訳や対話システムなどへの応用が進められてきた。第三次AIブームの少し前からビッグデータを用いた統計的自然言語処理の分野が発展し、大量のテキストデータから翻訳やタスク判定を行う技術が向上した。

例えば、統計的自然言語処理による対話システムを搭載したロボット<sup>14</sup>が、窓口での受付やフロア案内などに活用されている。ディープラーニングによって音声認識の性能は向上しており、タスク指向型対話システムは実用化が進んでいる。こうした対話システムでは、音声をテキストデータに変換しそのテキストデータに対するタスク判定に従って、発話生成やタスクを実行するといった手法が採られている。一方、雑談などを目的とする非タスク指向型は、対話内容の予測や対話の成否の判定が難しく、タスク指向型に比べて応用が進んでいないのが現状である。

### (5) 認知アーキテクチャ

第三次AIブームでは、機械学習をキーテクノロジーとして、十分なデータのある個別領域において性能の高いAI技術が開発されており、いわば人間の認知機能の各パーツに相当する技術の性能が高まってきていると言える。一方、AIに関する研究が始まった当初から、人間の認知機能の全体を統合的に理論化、実装するための認知アーキテクチャに関する研究も進められている。この研究においては、認知機能の各パーツの配置や組合せを通じて多様な認知機能をモデル化する試みがなされている。

<sup>13</sup> 自己符号化器とも呼ばれる、圧縮された少ない情報量で元のデータを再現する手法を指す。

<sup>14</sup> ホテルや飲食店に配置される人型ロボットだけでなく、対話システムを搭載し、音声のみで操作可能なスマートスピーカーと連携するロボット家電なども近年普及しつつある。

我が国でもそうした動きの一つとして、脳に学んで認知アーキテクチャを設計しようという「全脳アーキテクチャ」が注目されている。全脳アーキテクチャには、獲得済みの知識を組み合わせ、データが不十分な未知の状況などにも対応できることが期待されている。さらに、全脳アーキテクチャを基に、経験を通じて多様な問題解決機能を獲得することで、人間のような応用力を持つ「汎用AI」の開発が目指されている。

### 3. 金融業における主なAI利用の変遷

金融業では、AIが活用される以前から、いわゆる金融工学<sup>15</sup>に代表される数学的なモデルを用いる試みがなされてきた。例えば、市場におけるデリバティブ商品の価格の正当性を算出する価格モデルの開発が活発に行われており、同モデルの研究者であるマイロン・ショールズとロバート・マートンがノーベル経済学賞を受けるなどの実績を挙げている。しかし、そうした価格モデルであっても、必ずしも損失を避けられるわけではなく、より優れた成績を求めて金融工学やAIの技術は刻々と変化を続けてきた。本章では、そうした投資運用を始めとした、金融業におけるAI利用の変遷を概観する。

#### (1) 市場予測・取引戦略

##### ア エキスパートシステムを用いた市場予測・取引戦略

第二次AIブームの1980年代に、エキスパートシステムを用いたアルゴリズム取引<sup>16</sup>を行う企業が登場し始めた。アルゴリズム取引が発端とされるブラックマンデー（4.（2）参照）が発生したのもこの時期である。

1990年頃には、価格の変動パターンなど大量の市場データの分析による超短期の市場予測に基づき、取引の執行まで自動的に行うアルゴリズム取引が登場した。多くの企業がエキスパートシステムを利用したアルゴリズム取引を行ったが、ほとんどの企業は利益を上げることはできなかつたとされる。その後も、こうしたアルゴリズム取引の課題である取引ルールの多さやあいまいさを克服するため、ファジー推論<sup>17</sup>の導入などにより精度の向上が図られた。しかし、金融機関を始め様々な分野で、正確な知識表現の難しさなどから、第二次AIブームの収束とともにエキスパートシステムの活用も減少したと見られる。また、アルゴリズム取引の課題には、取引戦略自体の精度もさることながら、他のアルゴリズムに戦略を予測されてしまうことや、取引速度の向上なども挙げられる。

<sup>15</sup> 統計学、経済学、数学などの高度の数理的手法を用いた投資技術に関する学問領域を指す。（金森久雄ほか編『経済辞典』（有斐閣、2002年））

<sup>16</sup> 「注文の開始、タイミング、価格や数量、発注後の管理など注文のパラメーターについて、人手の介入をなくして（あるいは最小化して）コンピュータのアルゴリズムが自動的に決定する金融商品の取引」を指す。（金融審議会資料、平 28.5.13）

<sup>17</sup> ある要素がある集団に属しているか否かがはっきり決定される通常の集合論とは異なり、ファジー集合は、「適合度」が1（属する）か0（属さない）の中間的なものを含めて表現される関数（メンバシップ関数）により定義される。ファジー推論ではこの集合論に基づき、例えば、「x円下げたら買う」ではなく、「変化率が高く、負であれば買う」などと知識を記述することによって、多くのパターンに対する判断が可能となる。（松井隆ほか「ES/KERNEL/Wのファジィ推論機能」『日立評論』（1999年））

## イ ニューラルネットワークを用いた市場予測

ディープラーニングにおいて、画像処理を始めとするパターン認識の分野ではCNN (Convolutional Neural Network)<sup>18</sup>が用いられることが多いが、RNN (Recurrent Neural Network)<sup>19</sup>やLSTM (Long Short-Term Memory)<sup>20</sup>といった手法を活用した時系列解析の研究も進展している。系列データを基にした学習は、音声認識や自然言語処理などの分野で成果を挙げているが、時系列データを利用して株価などを予測する試みも進められている。例えば、株価や金利の推移、各国経済指標の変化など様々な時系列データを用いて、予測対象の数値に影響を与える変数を見付け出すといった研究が行われている。

また、市場においてテクニカル分析<sup>21</sup>が利用されている点に着目し、価格等の変動を画像データに変換することで、ディープラーニングが得意とするパターン認識を活用する手法も考案されている。そのほか、各国政府や中央銀行が公表した資料のテキストデータを用いたマイニングによる市場分析など様々な分析手法が研究されており、今後もNNによる市場の分析が多様化、進展することが予想される。ただし、こうした手法は時系列データを始めとする過去のデータに基づいて出力を得る手法であるため、過去に例を見ない市場の動きなどの予測は難しいという課題もある。

## ウ ニューラルネットワークを用いた取引戦略

機械学習やディープラーニングを取引戦略に取り込んだ例としては、ロボアドバイザー (ロボアド) が挙げられる。ロボアドは、取引スタイルや過去の取引データといった顧客情報について機械学習を行うことで、顧客ごとの投資性向を把握した上でそれぞれに合わせた資産運用の提案を行うサービスである。このサービスには、運用のポートフォリオのアドバイスだけでなく、ロボットが実際の運用まで行うものもある。手数料については個別に違いがあるものの、人件費がかからないことなどから、一般的に人間のアドバイザーよりも安いことが多い。また、他の投資一任・助言サービスに比べて少額の元手でサービスを受けられることから、富裕層以外を中心に、特に投資を経験したことがない者に対し、投資を始めるきっかけの一つとなることが期待されている。

そのほか、個別の取引戦略を確かめることはできないが、投資家がアルゴリズム取引の戦略モデルに機械学習などを導入している可能性もある。アルゴリズム取引に関して

---

<sup>18</sup> フィルタを用いて作った「畳み込み層 (Convolutional Layer)」を導入したNNを指す。これにより、例えば画像認識において、点ではなく領域ベースでの特徴抽出ができるほか、フィルタのサイズによって層数を調節することで計算量の節減が可能となる。

<sup>19</sup> 連続的な情報を扱うために、ある隠れ層がより手前の隠れ層で計算された情報を保持するよう拡張されたNNを指す。複数の連続した隠れ層の重み付けを調整すべくバックプロパゲーションの技術が用いられるため、情報が長く連続するほど学習が難しくなる欠点があったが、LSTM (注20) の導入により精度が向上している。

<sup>20</sup> いわゆるゲートの開閉により、情報を選択的に取り込み、保持し出力するRNNを指す。入力された情報に対して、ゲートそのものが可変的な係数となることで、系列データの影響などを調節することができる。

<sup>21</sup> 価格、出来高、信用取引の取組関係などの市場要因を分析対象とする価格予測手法を指し、証券の実体的価値に影響を及ぼす財務諸表等を分析対象とするファンダメンタル分析とは、相対する概念を意味する。価格や出来高等を図表に表したチャート (野線) 分析が代表例である。(吉原省三ほか編『金融実務大辞典』(きんざい、2000年))

は、高速、高頻度で自動取引を行うHFT（High Frequency Trading、高速取引）のシェアが近年増加しているが<sup>22</sup>、その戦略については、主に取引速度の差をいかしたマーケットメイク<sup>23</sup>やアービトラージ<sup>24</sup>が用いられていると見られる。しかし、トレンド・フォロー<sup>25</sup>やニューストレーディング<sup>26</sup>などの戦略が採られる場合もあるため、近年のコンピュータによる処理速度の向上も踏まえると、AIによる市場分析とHFTを結合した取引戦略が広がる余地はあるだろう。

## エ 人工市場

複数のエージェント（コンピュータプログラムによる仮想的な意思決定者）を配置する人工市場を用いたシミュレーションにより、実際の市場の動きを予測する試みが行われている。エージェントのモデル設定には、機械学習やエキスパートシステム、遺伝的アルゴリズム<sup>27</sup>などが応用され、複数の人間が相互に関係しながら行われる意思決定の分析を行う。

人工市場では、それぞれのエージェントが自身で収集した情報に基づくアルゴリズムによって売買行動を行い、その発注量や発注価格に従って取引価格が決定される。例えば、取引所ではこうした市場の動きを通じて、新たな制度や規制を導入した場合の市場への影響などの分析が行われている。人工市場において、現実の市場や市場参加者の多様性を忠実にモデル化することは難しいが、従来予想されなかった市場メカニズムの解明に寄与する可能性がある。

## (2) 対顧客業務

### ア 対顧客業務におけるエキスパートシステムの活用

エキスパートシステムは、株価等の予測のほか、コンサルティング業務などへの活用が進められた。例えば、顧客に運用資産の組合せを提案する投資相談や、税理士の専門的知識を取り入れた税務相談などである。

こうした知識ベースによる顧客に対するサービスは、精度に限界があったことやAIブームの進展に伴って機械学習を取り入れたサービスが登場したことから、実用例は少なくなっている。ただし、オントロジー<sup>28</sup>や自然言語処理、NN等を活用したAI「ワト

<sup>22</sup> 2016年1月時点で、アルゴリズムを用いた高速な取引のシェアが増加し、全注文のうち7割を超えている。（金融庁金融審議会資料、平28.5.13）

<sup>23</sup> 市場に売りと買いの両方の注文を出し需給調整を行うとともに、その差分で利益を得る手法を指す。

<sup>24</sup> 商品価格の市場間格差を利用した裁定取引を行うことで利益を得る手法を指す。

<sup>25</sup> 価格変化の一定のトレンドを前提に取引を行う手法を指す。

<sup>26</sup> 過去のパターンから、マクロ経済や企業業績に関するニュースを受けた価格変化を予想する手法を指す。

<sup>27</sup> 遺伝的アルゴリズムは、生物の進化をモデルとし、選択・交叉・突然変異・世代交代といった概念を用いて最適化を行う手法である。膨大な探索空間から迅速に適切な解を求めるといった状況で使用されるため、特定の分野に限らず、例えば、NNの設計に組み込むことで効率化を図るといった応用も行われている。

<sup>28</sup> オントロジー（概念の体系）の研究では、エキスパートシステムで生じたような知識表現に関する問題点を克服するために普遍性のある知識表現が目的とされ、知識を階層関係として記述することでAIがより高次の概念を扱うことが目指された。オントロジーには、人間が知識を記述していこうとするヘビーウェイト・オントロジーと、コンピュータにデータを読み込ませて自動で概念間の関係性を見付けさせようとするライトウェイト・オントロジーがある。例えば、ライトウェイト・オントロジーに基づき、自然言語処理や機械学習を応用した質問応答システムとして、IBM社製の「コグニティブ・コンピューティング・システム」と呼

ソン」が窓口業務やコールセンターにおける顧客対応に導入されるなど、知識表現を利用したAIの活用によるサービスの向上や作業の効率化、人件費の削減などの試みが継続されている。

#### イ ニューラルネットワークを用いた審査・査定業務

融資判断や保険金、給付金の支払査定などは、顧客のデータに基づき支払の可否や適切な融資額を計算するという点でAIの得意分野といえる。

融資判断においては、顧客のニーズやリスクを数値化することで融資可能額を算出しており、小規模企業や個人事業主に対しては、会計データなどを基にデフォルト確率なども分析し精度の向上を図っている。従来のモデルに比べて、より多くの項目を踏まえた審査を実施することで、これまで対応できなかったニーズに対する融資の実行に加え、新たなニーズの掘り起こしが期待される。例えば、住宅ローンの利用者に対して、ニーズに合わせた教育ローンやマイカーローンを案内するといったことが考えられる。

また、保険金支払査定へのAIの導入も進められており、診断書の判断や事故データのスコア化などに利用されている。各金融機関はこうした取組を通じて、人員の有効活用や事務的なミスによる業務効率化だけでなく、審査や査定に掛かる時間の短縮により利便性の向上を目指している。

さらに、こうした業務に用いられるデータ以外にも様々なデータを加えて分析を行えば、新たにリスク分析や顧客の掘り起こしなどに利用できるデータの特徴を発見できる可能性がある。

#### ウ 店舗等におけるRPAの取組

我が国では、生産労働人口の減少等を踏まえた生産性向上の観点から、RPA (Robotic Process Automation、ロボットによる業務の自動化) が進められている。RPAには3段階の自動化レベルがあるとされており(図表2)、定型的な業務に対応するクラス1のレベルでは様々な業界で導入が進んでいる。より高度なAIの活用が望まれるクラス2以降のレベルでも既に開発が進められている。

金融機関の業務には、個人情報や送金、決済のデータ入力といった定型的な事務処理が多く、クラス1におけるRPAの導入がいち早く推進されてきた。他方、経営においては、従業員数や店舗数が多く収益性が低い可能性が指摘される<sup>29</sup>など、業務の合理化が課題となっている。こうした課題を踏まえ、顧客それぞれの事情に応じた融資や保険等に関する審査のほか、店舗窓口での対応といった非定型業務についても、ビッグデータ等を利用した業務の自動化が進められている。

例えば、対話システムを搭載したロボットを店頭設置し、窓口の案内や商品等の紹介を行うほか、SNS等を活用したチャットボット<sup>30</sup>を通じて問合せに対応するといった金融機関が増えている。また、コールセンターなどにおける自動音声での対応や顧客

---

ばれるAI「ワトソン」がある。

<sup>29</sup> 日本銀行『金融システムレポート』(2017年10月)

<sup>30</sup> チャット(おしゃべり)とボット(「ロボット」の略称で、一定のタスクを自動処理するプログラムのこと)を合わせた造語で、音声やテキストによる自動会話システムを意味する。



が抱える問題の予測といった省力化にも活用されている。

図表2 3段階のRPA

クラス	主な業務範囲	具体的な作業範囲や利用技術
クラス1 RPA(Robotic Process Automation)	定型業務の自動化	・ 情報取得や入力作業、検証作業などの定型作業
クラス2 EPA(Enhanced Process Automation)	一部非定型業務の自動化	・ RPAとAIの技術を用いることにより非定型作業の自動化 ○ 自然言語解析、画像解析、音声解析、マシーンラーニングの技術の搭載 ○ 非構造化データの読み取りや、知識ベースの活用も可能
クラス3 CA(Cognitive Automation)	高度な自律化	・ プロセスの分析や改善、意思決定までを自ら自動化するとともに、意思決定 ○ ディープラーニングや自然言語処理

(出所) 総務省ウェブサイトを基に筆者作成

### (3) 不正検知

金融機関では、機械学習を利用して不正な送金や決済、インサイダー取引などを検出する取組を行っている。例えば、決済に関する購入品目や頻度、場所などに基づく利用者の特徴把握や、電子メールなどのやり取りなどに基づくトレーダーの行動パターンの特定などが可能となっている。

AIを用いた不正検知の取組は、金融商品取引業者だけでなく、取引所などにおいても進められている。2018年3月には、日本取引所自主規制法人と東京証券取引所が、市場での不公正取引を監視・防止するため売買審査業務へのAIの導入を決定した。日本取引所自主規制法人による売買審査では、あらかじめ定めた基準により不公正取引に該当する可能性のある取引を幅広く抽出し、その中から更に不公正取引と疑われる取引を絞り込んでいる。機械学習を利用したAIは、個別取引の審査に先立って行われる、疑念の残る取引を絞り込むための調査の一部で活用されている。審査担当者のノウハウを学習したAIと協働することで、売買審査業務が効率化され、審査担当者がより詳細な調査に取り組めることが期待されている。

図表3 AI技術と金融サービスの関わり（年表）

	主な技術の提唱・開発等	金融サービスへの応用
1950年代		
1960年代	<b>第一次AIブーム</b> (探索と推論)	
1970年代		
1980年代	<b>第二次AIブーム</b> (知識表現)	投資運用・助言、融資、市場予測など
1990年代		
2000年代	<b>第三次AIブーム</b> (機械学習)	市場予測、投資運用、不正検知など
2010年代		

(出所) 総務省資料等を基に筆者作成

#### 4. 金融機関のAI活用に係る課題

##### (1) AIによる判断の理解可能性

機械学習のうち、特に強化学習では、AIが最適と判断して採った行動について、人間が説明できないという問題が指摘されている。このようないわゆるブラックボックス化は金融業でも同様に起こり得る。

例えば、AIによる融資判断の実用化が進み、融資判断の理由がブラックボックス化した場合、金融機関が契約内容についての合理的な理由が説明できなくなる可能性がある。また、顧客への説明責任が果たせないだけでなく、当該融資に係る信用リスクの把握が難しくなれば、金融機関の財務の健全性確保に影響が出かねない。

また、投資運用でも、特に短期的な投資戦略においては他者に読まれやすい戦略は採用されにくいため、人間には理解不可能な戦略が登場し、そのような戦略に基づき投資運用・助言を行うロボアドが開発されることも考えられる。ロボアドによる運用は手数料や初期費用の安さや手軽さ、安定的な運用成績への期待などから、その運用残高は増加傾向にある<sup>31</sup>。より高い運用成績を求めて、人間の理解を超える投資判断を行うAIに対してニーズが高まる可能性も考えられ、結果的に人間がその妥当性を十分に検証できない取引が増大する懸念もある。

金融庁による監督指針では、銀行による信用リスクの把握や顧客への説明義務のほか、

<sup>31</sup> ロボアドを提供する国内大手4社の運用残高が、2018年2月末時点で約1,220億円となり、1年間で4倍以上に膨らんだ。(『日本経済新聞』電子版(2018.3.24)) 米国のリサーチ・コンサルティング会社アイテ・グループは、日本のロボアド市場の預り資産残高は、2016年の約3億ドルから、2020年には103億ドルまで拡大する可能性があるとしている。(『週刊エコノミスト』(2017.6.27))

金融商品取引業者による顧客への説明責任などが示されている。金融機関は、今後新たに開発されるAIを用いたサービスが、金融庁の求める顧客本位の業務運営（フィデューシャリーデューティー）に即しているかどうかについて注視しつつ、より良いプラクティスを積み上げていく必要があるだろう。一方で、金融庁には、金融仲介機能の向上といった利用者利便の向上や投資活動の促進による経済の活性化などに向けた、金融業におけるAI利用の後押しと利用者保護とのバランスを図った監視・監督が求められる。

## （２）市場の不安定化

市場予測や取引戦略、アルゴリズム取引には、エキスパートシステムを始めAI技術が活用されていると見られる。このうち、特にアルゴリズム取引については、取引の連鎖による一方的な値動きやシステムトラブルによる大量の誤発注などにより、市場を不安定化させる可能性が指摘されている。

例えば、1987年に米ニューヨーク証券取引所で発生した株価大暴落（ブラックマンデー）に対しては、ポートフォリオ・インシュランス<sup>32</sup>と呼ばれる戦略に基づいたアルゴリズム取引がその発端との見方がある。このアルゴリズム取引は、機械的に算出される数量の株式について、人間が手動で売買を執行するというものであり、プログラム取引とも呼ばれた。

また、2010年の米国株式市場において、わずか5分ほどでダウ平均が約6%急落し、その後2分足らずでほぼ急落前の価格に戻す出来事が起こった。この出来事は、瞬く間に起こったことから「フラッシュクラッシュ」と呼ばれている。商品先物取引委員会（CFTC）と証券取引委員会（SEC）は共同報告書<sup>33</sup>を公表し、フラッシュクラッシュはE-mini S&P 500における大口売り注文に端を発する現象であったと明らかにした。この報告書では、HFTの売買動向を見ると、フラッシュクラッシュのあった15分間では買い越しが行われており、HFTの取引が株価急落を引き起こした状況証拠はないと結論付けられているものの、一時的にHFTによる流動性供給が不安定になったことが、市場の価格変動を加速させたとの指摘もある<sup>34</sup>。

2000年代に入って市場取引におけるシェアを高めたHFTに対しては、2014年に欧州でその規制導入を含むMiFID（Markets in Financial Instrument Directive、金融商品市場指令）の改正案が承認されるなど、規制をめぐる議論が活発化した。我が国でも、HFTは一般的に市場の流動性確保に貢献しているとの意見もある一方で、市場の安定性や中長期的な企業価値形成を阻害するといった、市場に与える影響への懸念が生じていた。こうした状況を踏まえ、平成29年、HFTを行う者に対して登録制を導入する金融商品取引法改正が行われ<sup>35</sup>、平成30年4月に施行された。この改正により、HFTを行う者には、

<sup>32</sup> 例えば、相場が下がったら現物株ではなく指数先物を売り、更に下落が続けば先物を売値より安く買い戻し、その利益でポートフォリオの損失を穴埋めするといった戦略を指す。ブラックマンデーでは、発生した大量の取引を処理しきれず、取引停止措置（サーキットブレーカ）が採られ、当該戦略はほとんど機能しなかった。（『パロンズ金融用語辞典』（日経B P社、2009年））

<sup>33</sup> CFTC and SEC, “FINDINGS REGARDING THE MARKET EVENTS OF MAY 6, 2010,” 30<sup>th</sup>, SEPTEMBER, 2010

<sup>34</sup> Kirilenko, A., Kyle, A., Samadi, M., Tuzun, T., “The Flash Crash: The Impact of High Frequency Trading on an Electronic Market,” 2010

<sup>35</sup> 本改正法では、「高速取引」について、「株式等の取引を行うことについての判断をプログラムに従って自動

体制整備やリスク管理義務が課され、取引戦略の届出や取引記録の作成・保存などが求められている。

金融庁によれば、具体的には、HFTの投資判断にAIが用いられる場合、AIの設計の前提となる取引対象の金融商品や取引戦略に関する届出や、取引状況の記録を求めることで、実態把握を行うとの考えを示している<sup>36</sup>。しかし、各金融機関が運用益を得るために競ってAI開発を行うことから、最初に「汎用人工知能」が完成するのは金融業ではないかとも言われおり、また、取引戦略を形成するAIの設計は学術的な研究とは違ってオープンにされにくい。HFTを始めAIを利用したアルゴリズム取引が市場に急変をもたらさないよう、当局の実効的な監視・監督が求められる。

### （3）損失等に対する責任

第二次AIブームで問題となったように、AIを利用したサービスには、責任の所在が不明確となる可能性がある。例えば、自動運転車が事故を起こした場合、AI開発者やサービス提供者、利用者の間でどのように責任を負担すべきかについては、状況に応じて様々な議論がなされている。

AIを用いた金融サービスでも、不適切な送金や投資判断が行われるなど利用者が不利益を被るケースが起これば、新たな責任問題が生じ得る。そこで、サービスの利用者に損失などが出た場合は、まず当事者間の契約によって利用者保護を図ることが考えられる。金融事業者がAI開発から金融サービスの提供まで行う場合は、事業者と利用者間で責任分担を含めた契約を結ぶことになろう。さらに、金融事業者とAIの開発者が異なる場合は、そうした契約に加えて、金融事業者とAIの開発者の間でも利用者に対する損失分担ルールを定める必要があるだろう。

利用者保護に向けた備えとしては、ロボアドを例にとると、投資運用業や投資助言業には登録制が導入されており、財務基盤などの登録拒否要件（金融商品取引法第29条の4）が設けられている。資本金5,000万円といった財産要件は投資運用業に限られ（同法第29条の4第1項第4号イ）、金融商品取引業のうち投資助言業のみを行うものには500万円の供託義務が課せられる（同法第31条の2第1項及び第2項）。そのほか、それぞれの業務に関する知識・経験を有する担当者の配置を求める人的構成要件なども設けられている（同法第29条の4第1項第1号ホ）。ロボアドが普及する中で、こうした要件やその有無が利用者保護のために十分か、また、新規参入の障壁とならないかどうか注視する必要がある。AIを用いた金融サービスが更に普及していくなれば、ロボアドに限らず、金融サービス全体についても同様である。

一方、利用者だけでなく、第三者に対する影響についても配慮が求められる。特定の第三者が影響を受けることは考えにくいだが、例えば、市場においてAI同士の取引が活発化

---

的に行っている」こと、「コロケーションエリアからの発注など、判断に関する情報の伝達に要する時間を短縮するための方法を用いている」ことの二つの要件を満たすものと定義している。（第193回国会参議院財政金融委員会会議録第13号18頁（平29.5.16））

<sup>36</sup> 第193回国会参議院財政金融委員会会議録第13号21頁（平29.5.16）

することで、市場の不安定化や他の市場参加者への損害などに係る責任の所在が不明確になり得る。市場の安定性について、A Iによる取引戦略がどの程度のリスクとなるか、また、そのリスクに関し市場に不公平感が生じないかについては検討の余地があるだろう。

#### (4) A Iによる業務の代替

2013年にオックスフォード大学のマイケル・オズボーン准教授らが発表した論文「雇用の未来」<sup>37</sup>では、10～20年のうちにコンピュータ化によって自動化され得る業務として、融資審査や保険販売・査定、クレジットアナリスト<sup>38</sup>といった金融機関の業務が多く挙げられている。一般的な事務や受付業務なども代替可能性が高いと見られており、A Iが金融業の在り方を大きく変えることが予想される。また、同論文は、単純な機械的作業だけでなく、認知能力が必要な作業の機械化が進んでいると分析している。しかし、金融業の中でも金融アナリストはA Iによる代替可能性が低いとされており、必ずしも全ての業務においてA Iが人間より優れているわけではないことが読み取れる。

例えば、アナリストや窓口としての業務においても、雑談の中から重要な情報を探るといった能力が重要であるが、非タスク指向型対話システムの精度はいまだ限定的である。精度や責任の所在等の観点から、融資や保険金支払の実行といった最終的な意思決定をA Iに委ねることは難しいと見られる。また、企業の業績や財務状況を取りまとめてスコア化することはできても、マーケットのトレンドや経営者の能力の分析など、過去に類を見ない状況やデータの少ない分野は、現在のA Iが得意とするところではない。企業や個人の情報のスコアリングによる融資は、企業の将来性や事業性に対する目利きによる融資を促す金融庁の方針と合致しない可能性もある。

平成30年度の経済財政白書では、A IやI o Tによる定型業務の代替が進むことを踏まえ、需要の増加が見込まれる分析や対話型といった非定型業務への労働移動を迅速に行う重要性が指摘されている。今後の金融業において、人間には、従来よりも高次元の作業を代替できるようになったA Iを活用し業務を効率化しつつ、新たな知識やスキルを身につけることが求められる。

## 5. おわりに

機械学習に代表される第三次A Iブームを迎え、A Iは定型業務のみならず、非定型業務にも活躍の幅を広げており、金融に関わる業務においてもいち早く取り入れられてきた。フィンテックの進展や低金利政策、人手不足などによって金融サービスの在り方が問われる現状にあって、A Iには多大な貢献が期待されている。

一方で、フィンテックのうち、特にA Iがもたらす金融サービスの変化には、官民間わらず、その取り巻く環境や技術水準に合わせた適切な対応が求められる。A Iに関する法制

---

<sup>37</sup> Carl Benedikt Frey and Michael A. Osborne, “THE FUTURE OF EMPLOYMENT: HOW SUSCEPTIBLE ARE JOBS TO COMPUTERISATION?,” 2013

<sup>38</sup> 個人や企業の財務状況などによる信用力の評価や、そうした評価から債券の格付を行う者を指す。(『パロンズ金融用語辞典』(日経B P社、2009年))

についての議論はいまだ熟していない。また、いわゆる「強いAI」としてイメージされるような「汎用人工知能」の実現にはまだ遠く及んでおらず、「AIは何でもできる」という状況にはない。金融業においては、現状のAIにできることを正確に把握し活用するとともに、更にクリエイティブな発想を生み出すことが重要である。そうしたイノベーションを推進しつつ、利用者が安心してサービスを受けられる環境作りが必要である。

#### 【参考文献】

総務省『平成 28 年 情報通信に関する現状報告』

松尾豊『人工知能は人間を超えるか』(KADOKAWA、2015 年)

櫻井豊『人工知能が金融を支配する日』(東洋経済新報社、2016 年)

三宅陽一郎、森川幸人『絵でわかる人工知能』(SBクリエイティブ株式会社、2016 年)

植野剛「機械学習とは何か？」『証券アナリストジャーナル 2017. 8』(日本証券アナリスト協会、2017 年)

中田純一「エキスパート・システムと金融業務への応用」『技報 第 21 号』(日本ユニシス、1989 年)

原田貴巳久「人工知能の金融工学への適用」『研究技術計画 vol. 14』(研究・技術計画学会、1999 年)

(かさい しょうご)