

## 第4回「金融資本市場のあり方に関する産官学フォーラム」議事概要

※未定稿であり、今後、修正される可能性もあります。

### ◎議題「金融取引における AI 活用の論点と課題」

#### ◎開催日時・場所

2019年2月22日（金）午後17時～19時45分

東京大学本郷キャンパス国際学術総合研究棟4階SMBCアカデミアホール

#### ◎出席者（50音順）

有吉尚哉	西村あさひ法律事務所弁護士
今泉宣親	金融庁総合政策局総合政策課政策管理官
岩澤誠一郎	名古屋商科大学経済学部教授
大崎貞和	東京大学客員教授（野村総合研究所）
岡田克彦	関西学院大学経営戦略研究科教授（報告者） （株式会社Magne-Max Capital Management CEO）
小野傑	東京大学客員教授（西村あさひ法律事務所）
鹿島みかり	日本銀行金融研究所制度基盤研究課長（報告者）
関口健太	日本銀行金融研究所
金澤浩志	中央総合法律事務所弁護士
神作裕之	東京大学大学院法学政治学研究科教授
黒田真一	みずほ証券 市場情報戦略部上級研究員（報告者）
小出篤	学習院大学法学部法学科教授
幸田博人	京都大学経営管理大学院特別教授
後藤元	東京大学大学院法学政治学研究科准教授
近藤真史	東京証券取引所総合企画部フィンテック推進室調査役 （川井執行役員代理出席）
保田隆明	神戸大学大学院経営学研究科准教授
堀天子	森・濱田松本法律事務所弁護士
森本紀行	HCアセットマネジメント代表取締役社長
安田洋祐	大阪大学経済学部准教授
湯山智教	東京大学公共政策大学院特任教授（司会）

#### ◎議事次第

1. 全体挨拶（神作裕之 東京大学法学政治学研究科教授）
2. 趣旨説明（大崎貞和 東京大学客員教授、野村総合研究所）
3. 基調報告  
(1) 金融取引における AI 活用の状況

(報告者：黒田真一 みずほ証券 市場情報戦略部 上級研究員)

(2)BIG DATA と AI で一体何を探すべきか？

(報告者：岡田克彦 関西学院大学経営戦略研究科教授、株式会社 Magne-Max Capital Management CEO)

(3) 投資判断におけるアルゴリズム・AI の利用と法的責任

(報告者：鹿島みかり 日本銀行金融研究所制度基盤研究課長)

4. 上記報告を受けたディスカッション

5. 総括 (小野傑 東京大学客員教授、西村あさひ法律事務所)

司会 湯山智教 東京大学公共政策大学院特任教授

## ◎議事概要

※以下、発言録内においては敬称略。

1. 全体挨拶 (神作裕之 東京大学法学政治学研究科教授)

○神作

本日は、お忙しいところ、第4回金融資本市場のあり方に関する産官学フォーラムにご参加いただき、まことにありがとうございます。

いつも申し上げていることですが、この産官学フォーラムは、東京大学の公共政策大学院に開設されております「資本市場と公共政策」という、みずほ証券からご出損いただいた寄附講座の活動の一環でございます。この寄附講座は、例年、金融庁から客員教授または客員准教授を派遣していただいております。現在は湯山先生が特任教授として、本寄附講座を運営していただいております。また、本日この企画をご考案、実行いただいております大崎先生と小野先生のお二人の客員教授の先生方にも本寄附講座の運営に深くかかわっていただいております。

このように、大学が中心ではありますが、研究だけではなくて、産官学という言葉にあらわされておりますように、実務界と官庁、特に監督当局である金融庁の方々との議論の中から何か新しいものを見出していければと考え、産官学フォーラムを設置致しました。この後、本日のテーマの趣旨については大崎先生からご説明がありますけれども、どうか活発なご議論をいただきますよう、よろしく願いいたします。どうもありがとうございました。

2. 趣旨説明 (大崎貞和 東京大学客員教授、野村総合研究所)

○大崎 ご指名でございますので、私から、きょうのフォーラムの狙いということについて少しだけコメントさせていただきたいと思います。

私自身は、AI というものについては全くのど素人でございます、コンピ

ュータでプログラムをまともにつくったこともない人間でして、正直よくわからないのでございますが、ただ、今、何しろA Iとか、きょうも目次にも出てまいらぬと思うんですけれども、ビッグデータとかいう言葉は一種のはやり言葉になっておりまして、これで世の中が激変するんだとか、機械が人間に取ってかわるんだとかということを使う人もいれば、他方で、いや、これは別に大したことではなくて、ちょっとした事務の効率化みたいな話にとどまるものなんだと言う人もいて、正直、私なんかはどのように物事を捉えていいのか全くわからないわけでございます。そこで、きょうは、この分野に精通した皆様いろいろなことを論じていただきたいと思います。と思っています。

もちろん、それぞれの方からそれぞれの観点でお話をいただくということでございますが、ポイントになりそうなことを並べてみたのが、配付しております論点というものでございまして、まずは金融取引に絞って、A Iの活用ということでどんなことができ、どんな問題がありそうなのか。順不同でございまして、私どもは日本の議論をしようということですが、国際的にはどんな検討がなされているのか、どんな議論があるのかとか、あるいはきょうのフォーラムは、産官学という、いろいろな立場の方が参加するとともに、学問というところでもありますけれども、いわゆる分析の切り込み方と言うと、法律面から議論する人と経済的な側面から議論する人、両方に入っておりますので、そのそれぞれの知見を集めて検討できればと思っております。例えば法的なというふうに傾いたことで申しますと、情報の保護をどう考えるのかとか、責任の分担、つまり、実際にA Iのシステムをつくる人とそれを動かしてサービスを提供する人とか、そういういろいろなことがかかわってまいりますね。それから、監督とか規制の適用という点でどんな問題があるのかを議論すればいいのかな、こんなことを書いておるわけでございます。

私は1986年に大学を卒業したのですが、そのころは、今回の前の前かもしれないのですが、A Iブームの真ただ中でございまして、私が入った野村総合研究所もコンサルティングの分野でA Iコンサルティング室というのをつくったりしたのですが、その後、結局、その部屋はいつの間にかなくなって消え果てて、また最近になってA Iが専門ですという人がいっぱい出てきているという状態なので、そういう意味で、今起きていることがどのぐらいの持続可能性を持つのか、あるいは社会を本質的に変えていくようなものなのかということも、ぜひ教えていただけるとありがたいと思う次第でございます。

私からは以上でございます。

### 3. 基調報告

#### (1) 金融取引におけるAI活用の状況

(報告者：黒田真一 みずほ証券 市場情報戦略部 上級研究員)

○黒田 みずほ証券の黒田と申します。私自身、この会には市場情報戦略部の研究員として参加させていただいておりますけれども、社内ではデジタルイノベーション室というところも兼務しております、このデジタルイノベーション室は、社内のFinTechとか、デジタルイノベーションとか、いろんな言葉で言われておりますが、そういったことの企画、取りまとめ的なことを行っております。今回は、テーマ内容に即したということもあるのですけれども、デジタルイノベーション室ということで説明に入りたいと思います。

本日のテーマですけれども、金融取引とAIということで、先ほど大崎さんからはいろんなご紹介をいただきましたが、私といたしましては、実務的な観点から、事務局の方が配付されました想定される論点にも少し触れつつ、当社の取り組み事例も交えながら、後の皆さんのディスカッションの材料を提供できればと思っております。

まず最初に、1ページ目ですけれども、導入部分として、「証券ビジネスと最近のIT活用」ということで、最近の証券ビジネスにおけますITソリューションがさまざまな分野で広がっていることを列挙しております。ここ数年は、FinTechという言葉もありますように、金融業界ではこのようなソリューションに積極的に取り組んでおりまして、POC段階から足元では一部実装段階へというふうになっているかと思えます。

これをご覧いただきますと、真ん中のところに手法ということで書いていますが、AIあるいはAI以外のことも含めて、開発・プログラミングもいろんなパターンによって、場合によっては組み合わせたり、一番右側にありますように、マーケティングとか、市況予測とか、さまざまな証券会社のビジネス課題に対してのソリューションが提供されております。証券会社といたしましては、これらのソリューションにどのように取り組んでいくかということで、社会がAI活用で大きく変わる中、さらなる対応の必要性に迫られている状況でございます。

次のページは、金融取引とAIということで、厳密にはAI以外のもの、例えばRPAというのはあまりAIとは言わないのですけれども、そういったことを除いて整理しております。こういうときの整理の切り口はいろいろあるのですけれども、今回は証券ビジネスの業務とAIが活用される局面ということで整理しております。そのうち主なものを例示しております。例えば、リテールビジネスにおきましては、マーケティングとか問い合わせ対応、こういった販売勧誘あるいは顧客コミュニケーションと言われるところの業務に対して、プロファイリングとかスコアリング、あるいは音声認識やテキスト化によるコールセンター支援が行われております。

このように、全体を見ていただきますと、証券ビジネスの幅広い分野でAIが活用されておりました、既に多くの業者で、一部分ですけれども、実装も行われている状況にあります。

2 ページの中で、後ほど個別に説明するものとしたしまして、一番上に書いてございますマーケティング、その2つ下のコンプライアンス、リスク管理、あわせてRegTechということで説明いたします。その下のリサーチ、取引サポートや市況予測について、次ページ以降、個別に説明したいと思います。この説明をする中では、それぞれ活用されるAIの特徴が多少なりともありますので、そのあたりも踏まえながら説明を差し上げたいと思います。

3 ページに参ります。市況予測につきましては、主にディープラーニングにより作成されたモデルを用いまして、短期間後の市況、例えば株価とか為替レートとか指数を予測するものであります。利用するデータは、市況データに加え、オルタナティブデータと言われるように、気象データとか、そういったものも使われております。市況の予測ではディープラーニングを主に使いますので、人では捉えられない特徴が見出される可能性はあるのですけれども、一方で、よく言われますように、理由がよくわからないブラックボックスという問題と、短期以外の予測にはなかなか難しいという難点があります。

この市況予測につきましては、いろんなところで使われておりまして、3 ページの下をご覧くださいますと、マーケットでの主な活用局面としては、個人投資家にも使われたり、あるいは金融機関におけるリスク管理の高度化でも使われております。また、市況予測の分野では、証券会社よりもバイサイドと言われる機関投資家のほうで活用が進んでおりまして、その活用も、銘柄選定をはじめとして、発注業務とかレポート読み込みとか、そういったものが機関投資家ごと、あるいは商品ごとかもしれませんけれども、さまざまなプロセスで用いられると聞いておりますが、これは後ほど多分岡田先生からご説明があるのではないかとともに思います。

市況予測に対する当社の事例を少し紹介させていただきます。証券会社としては、比較的早くディープラーニングを使った株価予測に取り組んでおりまして、2017年9月にお客様への提供を開始しております。

予測の方法ですけれども、左下のイメージ図をご覧くださいただければと思うんですが、ある時点、例えばこういったところで株価が下落すると予測しますと、下落しますので買い注文ですと発注を少し遅らせたり、そういったリアルタイムでの予測に使われております。

この発注の際のお客様への提供の仕方ですけれども、AIアルゴを使うのかどうかを事前に機関投資家のお客様選択していただくという方法をとっております。つまり、お客様が事前に、通常の発注方法を使うか、あるいはAIアルゴを使うかを選択していただいて、お客様の選択に沿って、AIアルゴなのか通常の受注なのかということで、当社としては取引執行をさせていただいております。

実際のパフォーマンスですけれども、基本的にはVWAPのパフォーマンスが改善しておりまして、弊社といたしましては、右下に書いてありますよう

に、北京大学との業務提携によりインプットデータに係る計画や対象銘柄の拡大などに取り組んでいます。また、精度、パフォーマンスの改善については、論点のところでは継続的に勝ち続けるかとかと書いてございますけれども、弊社といたしましては、毎月勝ち続けることはできませんが、その確率を少しでも安定的に上げられないかということで日々取り組んでいる次第です。

続きまして、個人向けマーケティングの分野に入ります。個人向けマーケティングは、他の業種でもマーケティングということによく使われておりまして、皆さんもウェブとか、あるいは小売とか、そういったところで受け手として商品のセールスとかに使われるということが多いかと思います。

このマーケティングのところは、先ほどの市況予測でのディープラーニングとは異なりまして、市販のツールがよく使われておりますが、この市販のツールは、私のように数学の専門的知識がなくても一応は使えるようになっているということが特徴であります。ただ、ツールにデータを投入すればいいというわけではなくて、DWH（データウェアハウス）からデータマートをつくるのですけれども、その準備段階でかなり時間がかかりますし、そのスキルはそれなりに必要になっています。

実際の使われ方としては、左側に書いていますように、証券ビジネスにおきましては、営業員やコールセンターのサポートという場合もありますし、人を介さずにメール配信するということも可能になっております。ちなみに、弊社におきましては、営業員サポートとかコールセンターのサポートという形で活用しております。

マーケティングの分野におきましては、汎用的なツールを使うということで、先ほどのページのディープラーニングよりも簡略化はできるのですけれども、このツールを活用した場合でもステップごとにチェックしていく。施策の立案をいたしまして、データマートを作成する。そこからモデル作成して、テストをして、実施・検証する。このようにステップごとにチェックして、全体としてPDCAを回すということが、証券会社としては適合性原則とか、そういった観点からも非常に重要だと考えております。そのあたりは次ページの当社の事例をもとに少し紹介したいと思います。

これは当社のリテール顧客へのマーケティングの事例になりますけれども、当社では、177万人の個人顧客に対して、基礎的なデータとしては大体50項目、これをさらに細分することによりまして200項目以上のデータをもとに、機械学習ツールを用いてお客様へのアプローチリストなどを作成しております。

きょう紹介する事例としては、コールセンターからの効果的な架電対象者、ここでは具体的には資金導入していただけるお客様へのアプローチリストを作成していこうという事案で、お客様をスコアリングして、上位の何%のお客様に対して架電していこうということになります。

まず、右側の精度確認のチャートをご覧くださいと思います。ランダムにアプローチした場合、X軸、右軸で100%のお客さんに当たることによって、ようやく100%の正解データにたどり着くということになります。一方、検証用、これはスコアの降順に並べたものになるのですが、最初からランダムを上回って推移しておりまして、この上積み分がランダムに対してまさっており、30%へ架電した時点で、正解データの63%を獲得しているということがわかります。したがって、これはある程度の効果的なモデルが作成できているのではないかと推測されます。

さらに細分化といいますか、詳細を見るためには、右下にあります変数の貢献度を見ることもできます。これはモデル作成における変数の貢献度を個別に確認することができるもので、この施策で申し上げますと、預かり資産とかセグメントとか年代とか、そういったものが個別の要因として効いてきていることが確認できます。さらに、預かり資産の内訳として、こういった預かり資産が効いているかとか、そういったこともツールやデータによっては可能で、我々ではこういったことも検証しながら進めております。

このように、機械学習ツールを使うことによって可視化することが可能ですので、弊社といたしましては、このようなステップを踏むことと、全体の施策評価を終了後に行うということの効果検証をはかっている、こういうふうに進めております。

続きまして、リサーチレポートのほうに入りたいと思います。足元ですけれども、最近のアナリスト業務は、M i F I D IIの影響もあり、伝統的なリサーチ業務はやや苦境に立たされている面がありまして、従来の財務データとか産業・経済データを分析するということでは、なかなか機関投資家のお客様に付加価値のあるレポートを提供しづらい状況になりつつあります。

このような状況もありますので、セルサイドであります証券会社といたしましては、3つほどの対応がとられております。リサーチレポート作成の自動化、レポート作成の高度化、翻訳、そういったものにもA Iが使われたりしております。

まず、レポート作成の自動化ですけれども、ある会社が提供するサービスの例ですが、これは東証から決算短信を自動で取得して、その会社のエンジンに読み込ませてレポートを自動作成し、証券会社にメールまたはウェブで提供し、証券会社を一旦経由し投資家のお客様に対して提供していくということになっております。

このサービスによりまして、A Iを使って人が減るかというよりも、セルサイドといたしましては、決算の発表の繁忙期の負荷が低減されるというメリットを感じて、このようなレポート作成の自動化を使っているという面があるかと思います。その空いた余力をもちいまして、いわゆるディープレポートと言われるように、ストーリー性ある中長期予測・構造分析をしたレポート作

成に注力していったって有用な情報を提供する、このような方向性になってきております。

ここにあります②の高度化の例として、弊社のアナリストレポートをもちいまして少し説明したいと思います。次の8ページと、別添でおつけいたしましたエコノミストレポートもあわせてご覧ください。

弊社の債券リサーチは、アナリストランキングでも1位になったりするなど、機関投資家のお客様に評価されておりました。これまでも常に情報レポートにいかにか付加価値をつけていくかということで取り組んでまいりました。その中で、AI活用ということと言いますと、昨年よりテキストマイニングということに取り組んでまいりました。2018年、昨年6月には骨太方針をテキストマイニングいたしまして、全体の方向性がネガティブなのかポジティブなのかということを経年比較しております。

その次に、中央銀行（日銀）の政策動向の可視化ということも行いまして、日銀政策委員の発言の特徴分析と決定会合での発言者の推定も行っております。ウェブサイトでも公表されております日銀の9人の審議委員の講演テキストを集めてまいりまして、発言者の特徴をつかむという分析をしております。これがレポートの図表1で、レポートで言いますと2ページになります。図表1をご覧くださいますと、その上のコメントにも少しあるのですが、各委員がそれぞれ特徴的に多く用いている単語の指数は高くなる一方で、共通して用いている単語の指数は低くなるように調整されております。

図表1をご覧くださいますと、レポートのコメントにもありますように、リフレ派で知られる原田審議委員は「QQE」という発言の重要度が高いということで、日銀審議委員9人の講演テキストから、委員の方の発言の特徴がある程度把握できるということがわかるかと思っております。

また、別添レポートでは、3ページの図表2のほうでは各委員の方同士の距離感をはかっておりまして、図表3によりまして全体と個人との類似度を比較しております。図表3では、若田部委員と原田委員は全体との比較から言いますと乖離しておりまして、ここでも図表1と似たような結果になっており、日銀審議委員9人の講演テキストを読み込むことにより特徴がつかめるということがわかりました。

ある程度こういうことができることがわかりましたので、では予測をしようと考えて行ったのが、次の決定会合での発言者の予測になります。これは日銀審議委員9人の講演テキストを読み込んで分類器を作成いたしまして、決定会合での「主な意見」は意見のみが出てきて、発言者は誰かというのがわかりにくいのですが、その分類器を使って「主な意見」の発言者を推定したのが図表5になります。一部、本編にも載せているのですが、例えば、図表5の9個目に載っている原田さんのところですが、「金融緩和で労働需給を逼迫させることが成長に結びつく」とか、こういったことの特徴をつか

んで、これは原田さんだと分類器は予想したということになっております。また、基本的な見解を述べた意見は、全体的な発言が多い黒田総裁と予想されております。

弊社といたしましては、このようなテキスト分析を行いましたけれども、これにとどまらず、債券リサーチの分野では、今後の方向性として、世の中に存在するさまざまなテキストを学習させて、大学などとの提携も視野に入れまして、景気の上昇を判断するインデックスとか、こういったものに取り組んでいって情報に付加価値をつけていきたいと考えています。

次がRegTechの分野になります。RegTechと言われる分野は、コンプライアンス関連とリスク管理があるかと思うんですけれども、RegTechの分野におきましては、教師用データ（正解）、具体的には不正事例の少なさとか、コンプライアンスではメールとか、そういったテキスト情報の多さがありますので、難易度が高いと言われております。適用分野といたしましては、コンプライアンスでは売買審査や社内不正の検知、KYC/AMLとか、そういったことに使われております。

この分野の特徴といたしましては、業者が個別にデータを取得するよりも業界全体で使ったほうがいいのか、あるいは規制対応目的もありまして業界としても取り組みもなされてきております。具体的には、証券コンソーシアムとか、取引所によりまして新技術を活用して非競争領域は共通化していこうという動きも出ております。証券コンソーシアムでは、国内証券会社を中心に30社ほどが参加して取り組んでいるところです。

RegTechにつきましても弊社の取り組みを紹介したいと思います。弊社におきましても、リテール（営業員）のお客様との取引の状況をチェックしているのですが、これを全て社員がモニタリングするというのはなかなか難しいものですから、テキスト化してAI活用できないかということで2年ほど前から取り組みました。

やり方といたしましては、右側に書いてございますように、まずお客様との電話の音声データをテキスト化いたします。ここでAIを使いまして、確認すべき部分、どういったことを確認すればいいのかということのを要約するエンジンをつくりまして要約させております。

この効果によりまして、対象業務の業務時間が2～3割減ったということで、それなりに効果は出てきているのですが、これで従業員が減るかということ、そういうことではなくて、今、弊社のモニタリングでは一部しかできていない、サンプルベースでの抽出にとどまっておりますので、もう少し対象を広げられないかとか、右下に書いてありますけれども、検知対象をもう少し拡大できないかとか、そういったところを広げていこうと考えております。

事例ですけれども、11ページですが、左側が今申し上げたお客様との会話の全文を表示しております。右側にそれを要約したものを載せておりまして、こ

これは劣後債での販売局面ですけれども、お客様に対して、弊社がちゃんと書類の到着を確認したかとか、そういったことを確認することが右側の要約画面を見ながらできるということで、効率化が図れることになっております。

最後のページになりますけれども、「金融・証券市場におけるAI活用の進展と将来的な課題」ということで、私見といたしまして整理いたしました。業者といたしましては、最初のページとややかぶる部分はあるのですが、AIに限らず、デジタルイノベーション、あるいはデジタルイノベーションと言ったりもしますが、そういったことについての取り組みは必須な状況になってきております。ただ、そのための課題も少し列挙しておりますけれども、弊社のような伝統的な総合証券会社を念頭にいたしますと、業務面では、コスト、人材の課題もありまして、思い切った抜本的な見直しはやりにくいなどの課題はあります。また、証券ビジネスへの影響につきましては、AIがまだ浸透の過程にあるということで、私の知る範囲では、実務への影響はそんなには見えておりませんが、今後の本格的な浸透を見据えると、今後の検討テーマになる可能性はあると思います。

その中で、左下に書きましたマーケット・投資家関連のところでも申し上げますと、多様なデータがリアルあるいはニアリアルで取得できるようになっていることから、それがボラティリティの低下につながるという話があることも承知しておりますけれども、実際にそうなるのかということとは、金融システムとの関係では、AIの本格化からまだ数年ぐらいの話ですので議論があるかなと思います。また、既にパッシブ化ということが進展しておりますけれども、これもAIの浸透との関係で、今後さらに進んでいくのかとかということがあるかと思っております。

また、データとか技術の進展で言いますと、データの集積がこれからどのように影響するのか。個人向けでは、マーケティングとか、先ほども例が出ましたけれども、個人情報観点で議論があるかなと思います。技術の進展は少し予想しにくいことはありますけれども、書いていないことと言うと、ブロックチェーンがあげられます。

あと規制・海外関連では、個人情報に関連する話とか、GDPRあるいはAI法みたいな議論もあるというふうには聞いております。

最後に、金融自体も1つの産業ではあるのですが、その産業の黒子としての役割は金融にあるわけで、AIの進展は我が国の産業の競争力とか社会全体への影響が大きいと予想されますので、そのような観点で広く目を配っていく必要があると感じているところです。

私の説明としては以上です。

## (2)BIG DATA と AI で一体何を探すべきか？

(報告者：岡田克彦 関西学院大学経営戦略研究科教授、株式会社 Magne-Max

○岡田 関西学院大学の岡田と申します。よろしくお願いいたします。

きょうは「BIG DATAとAIでマーケットは何を探すべきか？」というテーマで話をさせていただくのですが、Magne-Max Capital Managementって皆さんほとんどご存じないと思いますので、少し会社の紹介をさせていただきます。一言でいうなら、この会社はERATOという国の研究プロジェクトから生まれた企業です。ERATOとは、国が特定分野の先端的研究者を指名し、大規模な研究予算をつけることで知られる大型の国家研究プロジェクトです。これまでノーベル賞受賞者の多くもこの研究費をとっています。医学や化学、物理が中心で、アルゴリズム研究の領域で初の指名を受けたのが、当時、北海道大学おられた湊教授です。与えられた研究予算は5年間で14億円という巨額なものでした。湊教授は、これを受けて東京と大阪と北海道本部の3拠点をつくられ、それぞれ、津田教授（東京大学）鷲尾教授（大阪大学）が拠点長として研究をリードしていました。大阪拠点の中心はアルゴリズムの応用研究で、計算機科学の研究者に加えて、社会科学の研究者も参加しており、私もファイナンスの研究者として参画していました。異分野の研究者があつまり議論しながら、自然言語処理や機械学習アルゴリズムの研究者と共同で研究を進めるうちに、やがてファイナンスへの応用可能性のポテンシャルに気が付きはじめます。そこで私達は、これは会社をつくってやった方がいいだろうということになり、Magne-Max Capital Managementを創業したのです。現在も、うちの会社の構成メンバーの多くは、ERATO湊研究プロジェクト時代の研究員や研究所の教授、大学教員が中心です。

創業は2011年ですから、時間が経過するに従ってだんだんビッグデータとかAIブームが参りまして、多くの金融機関が弊社のアプローチに興味を持ち始めます。そうこうするうちに、2014年にはある信託銀行さんのテストファンドで試験運用を開始するようになりました。2015年には、ビッグデータで価値を生み出したいと考えていたYahoo!Japanと資本提携します。その後2016年にはYahoo!Japan系列の資産運用会社とともに公募投資信託をはじめます。また2017年から私募投信ビジネスも開始しました。公募投信事業については運用額は現在300億円に達しています。

さて、本題に入りましょう。最近は多くのAI活用形ファンドが市場にでてきておりますので、それらのファンドがどのような考え方でAIを活用しているかを紐解きながら、私の考えるAI活用のあるべき方向性について共有させていただこうと思います。

資金集めで最も成功したのが、GSのAI brainfundではないでしょうか。AIブームとGoldman Sachsのネームバリューというところもあるのでしょうか。そのファンドの資料を収集して吟味してみましたが、外からは実態がよくわか

らない。雰囲気としては、『これまで収集不可能だったいろんな情報を使って分析し、優秀なファンドマネージャーが判断します』というあいまいな書き方です。全部コンピュータで判断するのではなくて、人が最終的には選ぶ。その補助としてAIを使うということらしいです。

アセマネOneさんのディープAIも人気のAIファンドです。こちらはもう少し詳しく書かれていまして、財務諸表解析、株価、ニュースのビッグデータを解析すると。それでテキストマイニングもやります、自然言語処理によるニュース解析を行いセンチメント分析もやりますと。そういうものを運用チームが——こちら人間だと思っただけですけども——見て、ここがよくわからないのですが、ディープラーニングによる銘柄のスコアリングをして、機械がつくってきたポートフォリオを人間の判断で修正して最終的に投資しますというアプローチのようです。

もう1つ、三菱UFJ投信の通称日本株AIも話題のファンドでした。このファンドは絶対収益追求型ですので、マーケットのリスクは極力取らずに、先物でヘッジしながら運用する投信です。この投信の戦略は、高配当に投資する現物株のポートフォリオを先物でヘッジするのですが、そのヘッジのタイミングをAIに判断させようというものです。

具体的にどうAIを活用して判断させているのか。いろいろ資料を見ていくと、膨大な量のニュースをテキストマイニングし、記事のセンチメントをスコアリングする。そのスコアと先物の相場の過去の関連性を学習させてモデルを作っているのかもしれない。

三菱UFJ投信の日本株AIについては、資料に過去のシミュレーション結果が掲載されています。非常にすばらしいシミュレーション上のパフォーマンスが出ています。非常に安定的に上昇しているんですね。これだったら本当に安心して買えるので、誰もが良いと思うでしょう。マーケットニュートラル型でこれだけ右肩上がりに上がっていくのであれば、素晴らしいと思います。ただ、現実にはバックテストの結果通りにはいかない。別にこれはこのファンドに限ったことではありません。多くのファンドについて、良い過去のシミュレーション結果と、期待に添えない現実の運用成績という結果になるのです。この点について、一体どういう問題が起きているのだろうかということをおもってみたいと思います。

まず1つ、私は問題設定に問題があるのではないかなと思います。モデルをつくる際に、説明変数と目的変数の間にそもそも普遍的な関係が存在するのだろうかということ。両者の間に普遍的な関係性がないとすれば、どんなにすばらしいデータを使ってもうまくいかないだろうと思われそうです。

もう1つは、問題の解き方にも原因があるのではないかなと思います。機械学習のアプローチは、関係性を理論から導かず多くのデータから導きます。データが十分に用意できないばあい、学習するデータにフィットしすぎた関数

が導かれることとなります。これは『過学習』というよくある問題で、正しいモデルとはかけ離れたモデルが作られる原因となります。

最初の問題設定についてですが、株価の転換点予測などは、ナイーブにやろうとするとよろしくないですね。株価の時系列が概ねランダムウォークということを考えますと、そもそもナイーブな予測問題は解けるはずがない。いくらビッグデータをつかったとしても、データと株価系列における普遍的な関係は存在していないのではないかなと思うわけです。

別な言い方をすれば、ランダムにコイン投げして、表だったら100円の得、裏だったら100円の損というのを1000回くらいの試行回数でやってみると、その内に株価みたいなチャートをしているものが出てきます。そのチャートの先行きを、ビッグデータで学習して当てようとしているので、不毛な作業だということですよ。

次に問題の解き方についてですが、先ほど過学習に陥っているのではないかと申しあげましたけれども、汎化誤差——汎化誤差というのは、過去のデータで学習してモデルをつくって、それで未来を当てにいくわけですがけれども、未来のデータに当てたときの誤差を汎化誤差と呼んでいます—が本当に小さいのだろうかということですよ。

この図では、緑の関数が神様のみが知っている関数です。こうした関数を推定したいのですが、どういう方法論があるのでしょうか。最も単純には線形関数を仮定して直線を引くこともできます。でもこんなモデルであればunder fitだと言われるわけです。全然フィットしていない。

では、非常に多次元の変数を使って全部当たるようなモデルをつくったとしたらどうでしょう。結局、これは過去データにおいては非常にフィットするのだけど、未来にはフィットしないということで、これは過学習(over fit)という典型的に誤った学習に陥るケースです。現実にはこの問題は多く起こっています。モデルを売り込む側としては、いい資料をつくらうと思えますので、いい資料をつくるために、過去このモデルでやっていたらこれだけもうかりましたよというものをつくりたい。でも、それは結果として真の関数を推定できていないこととなります。真の関数を推定するのは実は大変難しいことなのです。なぜなら、過学習に陥っているかどうかは、未来にならないとわからないからです。

これは最近多くの分野で問題視されはじめています。いろんな分野で機械学習が応用されるようになって、科学雑誌サイエンスの刊行元になっている American Association for the Advancement of Science の今年2月の会合でも、ライス大学の統計学者が機械学習応用について警鐘を鳴らしています。機械学習を使った科学的な発見はよくよく注意しなければならないと。この先生は、機械学習を使ってがんの予測ができるみたいなものをこの講演で批判されていたらしいのですけれども、機械がちゃんと学習できているかどうかを検定

するような統計的な方法が今後開発されるべきだというのが主張のようです。幾らうまくフィットするからといって、それを新しい科学の発見だと飛びついてしまうのはいかなものかというのが、その学者の意見ですが、これと同じことが金融の世界でも起こっているのではないかなと思います。

私は問題意識を明確にすべきだと考えています。1つは、ファイナンスの問題を扱うので、（うちの会社でファイナンスの専門は私だけで、あとはみんなAIの専門家なので、最初はここを何回も何回もしつこく言ったのですけれども、）とにかくいいモデルをつくるよりも絶対に間違っていない特徴量を選び出そうということです。普遍的な関係が証明されている特徴量を使おうということです。その特徴量は既にファイナンス系のいろんな学者が一生懸命見つけてくれているわけです。先ほども岩澤先生と話題にのぼりましたが、AFA（米国ファイナンス学会）の発表論文には非常に丁寧な検証をした論文が数多くある。よくここまで徹底的にロバストネスチェックして調べるよねと。そういう緻密な研究者が世界中で金融市場の特徴量を検証してくれているという現実があります。問題設定としては、そこに着眼すべきではないかなと思うわけです。

機械学習は、あくまでもそういったたくさんのマーケットの特徴量を学習させるために用いるということです。これまで明らかになった特徴量をすべて説明変数につかうと、データの数に対して次元数が多すぎますので、スパース回帰などの正則化を入れた機械学習的アプローチが有効だと思います。

何を探すべきかという点に関しては、ここは単純にクロスセクションの期待リターンを決める特徴量で、最適ポートフォリオを探すということになるかと思います。この時に用いるクロスセクションの特徴量は、少なくとも有名論文誌に掲載されているものであれば長期の検証を経ていますので、それを使うのが良いのではないかと思います。いろんな人が有名論文誌にたくさん報告していますから、それらを全部使ってあげたらいいと思います。

もう1つは、今まで研究者が探し当てていない特徴量も探し当てるということも重要だと思うんです。これは運用にとっては非常に重要なポイントです。どうして重要かというのは後で申し上げます。

クロスセクションの特徴量にはどんなものがあるか。有名なところだけ挙げてみました。まず、会計発生高による期待リターン、これは非常に有名ですね。会計発生高というのは、最終利益の中でも現金収入に裏打ちされていない部分を指します。経営者が報告する最終利益に投資家は着目しますが、実はもっと重要なのは中身です。ただ、市場の投資家は最終利益のみで株価を決めてしまう傾向があるので、会計発生高が高い時に過大評価され、後に会計発生高が将来反転する段階で過大評価分が修正される傾向にあります。したがって、会計発生高が大きい企業群よりも小さい企業群の方が割安ということになります。これは一つのクロスセクションの特徴量ですね。

これ以外にも、デフォルト確率とか、投資家の注目度とか、コーポレートガバナンスとか、Idiosyncratic volatilityとか、特徴量はたくさんありますから、その全てを勘案してもいいと思いますね。

ファイナンス研究者の間では、近年の研究成果が多いのは良いが、今は特徴量が報告され過ぎて、『特徴量動物園(factor zoo)』状態だと、シカゴ大学のコックラン教授が皮肉を言っています。ファイナンスの研究者は、この特徴量を何とか整理するようなアプローチが必要だみたいなことを言っていたのですが、その後もどんどん増えているわけです。ここにあらわれている200以上のファクターは、全て長期間の検証を経て、トップジャーナルに載っているものだけです。我々研究者の世界では、掲載するのにとんでもない労力が必要な論文雑誌と認められているところに報告されている特徴量ですから、まず嘘ではないわけです。特徴量とリターンの中に何らかの普遍的な関係がありますので、それに依拠してやるべきだと考えています。

次に研究と実務応用のジレンマについてお話します。マーケットのメカニズムが明らかにされて、多くの実証研究で特徴量が明らかにされればされるほど、その特徴量を活用しようとする投資家が現れます。誰でも超過リターンを得たいわけですから蓋然性の高いポートフォリオを組もうとするのは当然ですね。でも、皆がそれをやるために、その特徴量があまりリターンを生まなくなるとい現象がおきます。だから、論文に出た段階で、基本的には論文が言っているほどはいい結果が生まれません。

これに関してはいろんな研究があるのですけれども、Lewellenさんという人がやったのは、それなりに有名な特徴量12個が、特に2007年ぐらいから急速に効果がなくなってきたんですね。ここの値が1ということは、今までどおり特徴量でやっていたら論文が言っていたようにもうかりますよという意味です。それがどんどんさがってきている。もっとも激しいのは、2008年の金融危機時には、ある特徴量が大型株のユニバースでは反転してしまっている。つまり、論文がもうかるよと言ったからやったら、実は逆のことが起こっちゃったみたいになっているんです。

では、どのタイミングで特徴量はおかしくなり始めるのか？この間に答えるのがMcLeanとPontiffという人が2014年に公刊した論文の結果です。彼らは特徴量の中でも有名どころの特徴量を82個集めてきて、それがいつ発表されたかとかというのを詳しく見てみたのです。

まずは論文の中の検証期間が最後から論文が公刊されるまで数年あります。例えば2010年ぐらいまでの検証ですごく効果がある特徴量が見つかったとしましょう。そして、論文が書かれたのが2015年、公刊が2017年だとしましょう。この場合、2010年から2015年の間にも公刊前ですが10%程度効果は減少します。さらに論文が公刊されると大きく35%も下がるのです。検証期間外の5年間では10%下がって、公刊後さらに35%下がるということですから、全部で半

分以下ぐらいになっちゃう。論文の示唆通り運用し、重みを機械学習させて最適化してもやはり効果は衰えてしまう。どうしてでしょうか？ おそらく多くのヘッジファンドがそういう発表をよく見ているわけですから、そんなに効果があるのだったらやってみようということで、それに依拠したポートフォリオを構築するようになり、そこで超過リターンは失われてしまうということになるのではないのでしょうか。超過リターンは減衰するだけでなく、その発生パターンが他の特徴量と似てくるといことがあります。他の特徴量との共分散があがってしまうのです。

投資家は、例えば、この特徴量を信じてポートフォリオを組成したら平均で市場平均を5%アウトパフォームしますよと言われてたら、じゃ、やろうかなと思うかもしれません。しかし問題は、「平均で」ですから今年かどうかわからないわけです。運用者としては毎年毎年超過リターンを出さなければならないという職責があるわけですから、いくら30年平均で年5%超過リターンが出来ますよと言われても、ある年はマイナスになったりするわけです。それでは困る。そこで、複数の特徴量を使ってモデルをつくって運用すると、そのたくさんの特徴量がそれぞれ出すアルファの時系列の共分散が小さければ小さいほどいい。ある特徴量がだめなときに別の特徴量が助けてくれるみたいな構造になっているとありがたいわけです。しかし、残念ながら、論文が公刊されるとみんな似てくるわけです。公刊論文から特徴量をつくったとしても、それはあまり貢献してくれないわけですね。

ここにお示ししたのは、私達の実験運用の結果の一部です。ここでは、基本的にはこれまで公刊されている論文から特徴量を考え、若干の区分わけを細かくすることによって約2万個の特徴量を作成しています。その後で正則化を用いた回帰で変数選択しながら最適化ポートフォリオを作成し、運用したわけです。ここに示しているのはそうしたモデルに依拠して運用した結果の $\alpha$ 値です。本来であれば、2万個の特徴量をみながら最適化しているわけですから、安定的な $\alpha$ が出てほしいわけですが、現実には日々かなり変動しているのがおわかりになるでしょう。この変動をなくしたい。これをなくすためにはどうすればいいかということ、既存の特徴量との共分散の低い特徴量を見つけてくれば良いわけです。その共分散の低い特徴量はどこにあるかということ、論文に発表されたら共分散は高くなってしまいますから、自分たちで新しく見つけてこないといけないわけですね。

ビッグデータとAIで何を探すべきか。まずは当初のAIファンドがうたっていた時系列株価の未来を探るのではないと言えるでしょう。時系列予測も、イベントを中心としたものであれば、うまくいくかもしれませんが、ビッグデータで中長期の株価予測はかなりハードルの高いタスクなのではないでしょうか。

個人的には、『どこにAIを使っていけばいいのか』という問いについて

は、やはりファイナンス研究の知見をベースにその背後にある意味を考え、それを目的としてビッグデータを活用するべきではないかと思います。多くの研究者が今まで汗を流していろいろ調べてくれているわけですから、その知見に基づいて、同様の概念を別のデータで表現し、それを特徴量として使うというのがいいのではないかなと思います。

最後の一番重要なところは、特徴量を自分たちで探してくる事です。先ほどの一例でも挙げましたが、会計発生高というのはスローンというスタンフォード大学の会計学者が1996年に論文文化して、すごく注目を浴びたわけですが、このような強力な特徴量を自分たちで探して、できれば公刊しないことですね。学者としては業績のために公刊したい部分もありますが、あまり公開せずにできるだけそれをモデルに組み込んでいく。そういうことで継続的なアルファが狙えるのではないかと考えます。

AIの活用は第二ステージに入ろうとしていると思われます。ナイーブにビッグデータを使ったら金融市場の予測ができるのではないかというのは、甘い見通しだったことが明らかになってきたからです。金融市場が何によって突き動かされているのかを緻密に考えながらAIを活用することが求められるステージになってきていると思います。

以上でございます。

### (3) 投資判断におけるアルゴリズム・AIの利用と法的責任

(報告者：鹿島みかり 日本銀行金融研究所制度基盤研究課長)

○鹿島 日本銀行の鹿島です。本日は貴重な機会をいただきまして、どうもありがとうございます。私のほうからは、日本銀行金融研究所で昨年開催いたしましたアルゴリズム・AIの利用を巡る法律問題研究会における議論の概要を紹介させていただきたいと思ひます。

日本銀行金融研究所では、金融市場の健全な発展という観点から、法的不確実性を除去することが極めて重要との問題意識を持っていて、そういう観点から、日ごろよりさまざまな角度から金融に関連する法制度の研究を行っております。そうした研究の1つとして、このテーマ、「投資判断におけるアルゴリズム・AIの利用と法的責任」を取り上げたということでございます。

まずはこちらの研究会を立ち上げた問題意識ですけれども、ディープラーニングなどのAI技術への注目が一般的に高まっているということがございます。近年、金融分野一般でも、先ほど黒田先生からお話がありましたけれども、ディープラーニングなどのAI技術への注目が高まっておりまして、融資判断におけるAIスコアリングや、車の運転記録を収集して、それをもとに保険料を算出するテレマティクス保険などのビジネスが日本でも見られるようになってきています。

こういう状況を受けまして、F S B（金融安定理事会）のほうでも2017年にA Iに関する報告書を出しておりまして、こうした技術の利用が金融システムの効率化をもたらす可能性がある一方で、説明可能性あるいは監査可能性の欠如のリスクがあり得る。そういった説明可能性あるいは監査可能性の欠如が、金融システムの安定にも影響を及ぼし得るのではないかといった問題意識を提示しております。そういう意味では、金融市場の安定も含めて、ミクロのみならずマクロ経済への影響がありうるということに対しての一定の問題提起をしています。その中で、法的課題の検討についても必要であるといった言及がなされているということがございます。

また、投資判断の局面でも、いわゆる高速取引とか、近年広がりつつあるロボアドバイザーによるサービスの提供でこうした技術が利用されておりまして、今後より身近になる可能性があるということが言えるかと思えます。このため、投資判断にA Iが利用される場合に、法的にどのような課題が生じるかということ整理しておくことが、法定安定性や健全な市場の発展の観点から喫緊の課題であると考えて、このテーマを取り上げたということがございます。

こうした問題意識から、昨年3月にアルゴリズム・A Iの利用を巡る法律問題研究会を立ち上げました。研究会の座長は学習院大学の神田先生にお願いしまして、このほか、本日いらっしゃる神作先生、有吉先生をはじめ、著名な民商法・刑事法学者の方々や、実務に詳しい弁護士の先生にもご参加いただきました。研究会の議論の概要を取りまとめた報告書は、昨年9月に日銀のホームページで公表しております。

ご参考までですけれども、過去に法律問題研究会はいろいろなテーマを取り上げておりまして、一番上にありますのが本日ご紹介する投資判断におけるアルゴリズム・A Iの利用と法的責任でございますけれども、その1つ前ではブロックチェーン、分散台帳技術を証券決済制度で用いる場合の法律問題を取り上げております。ご覧いただきますとおわかりになりますように、その2つ前には振替証券と電子記録債権の導入を踏まえた法解釈論の再検討を取り上げておりまして、金融のデジタル化やFinTechをめぐる法制度上の問題を取り上げることが最近は多くなっているという特徴がございます。

中身に入らせていただきまして、検討の視点ですけれども、さまざまなA Iの種類や利用方法がある中で、この研究会では、特に法的論点が生じやすいであろうと思われる2つの局面を念頭に置いて検討しました。1つ目の特徴が、A Iを利用して自動で取引を行って、個々の投資判断の時点では人間の判断が介在しないということがございます。そういう意味では、最後まで自動で取引が行われるということ想定しています。

もう1つの特徴として、判断根拠を人間が理解することが困難であるという特徴を念頭に置いております。特に、人間の脳神経回路をまねたディープラー

ニングの技術を利用するような場合には、判断根拠が非常に複雑になるために、どういう理由に基づいて判断されるのかということ人間が理解できなくなる可能性がある。いわゆる判断のブラックボックス化が生じる可能性がある」と指摘されておりますので、そういった特徴のあるものとして法律問題の検討を行ったということでございます。

こういう前提を置いた背景としましては、そのようなものであれば、検討すべき新しい法的問題が発生するのではないかという問題意識がありました。先ほど岡田先生からは、特徴量もなるべくファイナンスで既に蓄積された知見に基づくもののほうがいいパフォーマンスが出るというお話があったので、そういう観点からすると、人間が全く理解できないようなものをそのまま用いていくのはどうなのかというご議論はあるかと思っておりますので、ぜひ、のちほどご意見をお伺いできればと思います。

あらかじめ主な検討項目とその分析結果を概観したのが4番になります。左側に挙げておりますのが、いわゆる民事の責任関係になります。例えば、投資運用業者がAIを利用して投資判断を行って、それによって顧客に損失が生じた場合に、業者は顧客に対してどのような責任を負うのかが問題となります。また、顧客の損失が発生した場合に、そのAIを開発したベンダーがいれば、そのベンダーの責任も問題となり得るということでございます。

これに対しまして、右側に挙げておりますのが不公正取引、AIを利用した場合に、相場操縦あるいはインサイダー取引規制に該当するものとして処罰することができるかどうかという法律問題でございます。

結論を先取りしますと、左側の投資運用業者やシステムベンダーの民事的な責任につきましては、既存の法解釈の枠組みで処理可能であるのに対しまして、右側の不公正取引の規制違反につきましては、AIを利用した場合に、人間が投資判断を行う場合と比べて、立法的解決がないと同様の責任を問うのは難しいのではないかとといったことを整理しています。

まずは民事上の責任のうちの投資運用業者と顧客の関係に着目した論点を取り上げたのが5番でございます。場面設定ですけれども、図の上のほうにありますように、顧客が投資運用業者に運用を一任した場面で、その運用によって損失が生じた場合を考えております。このとき、損失が生じたことに納得がいかない顧客は、投資運用業者に対して損害賠償請求をすることが考えられます。そうしたときの主張として2つ考えられます。1つは投資運用業者からリスクなどについて十分な説明がなかったということで、説明義務違反を迫ります。もう1つが、投資運用業者が十分な注意を払った運用を行わなかったということで、投資運用業者の善管注意義務を迫ります。この2つが考えられます。

また、図の下側で整理しているのがシステムベンダーの責任ですけれども、顧客に損失が発生して損害賠償請求を受けた投資運用業者が、こうした損失が

発生したのはA Iに問題があったからだ、A Iを開発したシステムベンダーに責任を追究することが考えられます。

以下では、それぞれの場面において、ディープラーニングのように、A Iの投資判断の根拠が人間からわからない場合に、投資運用業者の説明義務、あるいは善管注意義務、システムベンダーの責任をいかに解すべきか検討していきたいと思います。

まず、投資運用業者の説明義務違反から見ていきたいと思います。一旦A Iから離れて、投資運用業者の説明義務一般について簡単に触れますと、投資運用業者は顧客に対して契約の概要とか投資のリスクなどを説明する義務を負っていきまして、その説明は顧客の属性に照らして、その顧客が理解できるような形で行う必要があるということになります。こうした説明を欠いている場合には、業者が損害賠償の責任を負う可能性がある、説明義務の一般論でございます。

報告書では、特に法的論点として検討しているのは、ディープラーニングのように判断がブラックボックス化するものでございますので、投資判断基準が人間が理解できないようなA Iを利用する場合に、顧客に対する説明義務の観点から問題が生じないかということでございます。この点、A Iを利用する場合であっても、人間が投資判断をする場合であっても、同じレベルの説明が必要になるというのが出発点になるかと思えます。

まず、法律上説明が必要な事項としては、投資対象のリスクとか運用の基本方針、例えば、一定の投資対象について、運用資産ごとのリスク・リターン、あるいは相関係数に基づいて分散投資を行うといったものですが、こうしたものの説明が必要となります。どういう方針のもとでA Iを利用するのかといった説明がまずは必要になるということが始まりになります。

他方で、人間が投資判断を行う場合であっても、具体的にどのような情報の種類を、どのように重みづけして考慮するかといった説明は求められていません。このため、A Iを利用する場合であっても、どの要素がどのような重みづけで評価されるのかといった説明までは求められず、その意味では、判断根拠がブラックボックス化されている場合においても、直ちにそれが説明義務違反となるとまでは言えないのではないかと考えております。

ただ、右側にありますように、A I利用に伴う固有の問題も考えられるのではないかと思います。例えば、A Iに対する過度な期待がある人もいるかもしれませんので、それが万能であるかのように顧客が誤解するなどの懸念があるような場合には、顧客の誤解を正すための説明、例えばA Iの限界について説明するとか、前提条件の説明を十分に行うといったことをしなければ、説明義務違反を問われる可能性があるということになるかと思えます。

次に、善管注意義務の問題を検討します。善管注意義務につきましては、投資運用業者は注意を払って運用する義務がありまして、例えば市場の情勢に関

する情報収集や分析を怠った、約定に反する運用を行ったといった場合には問題となり得ます。その際には、投資判断のプロセスのみならず、投資戦略全体の合理性も考慮要素となります。報告書では、これまでも申し上げているように、ディープラーニングのように判断過程がブラックボックス化するAIを利用する場合を想定しておりますので、そういった場合に、どのような枠組みで善管注意義務違反の有無を判断すべきかということを検討しました。

この点、投資判断基準が人間に理解できるような場合には、投資判断基準の合理性に着目して善管注意義務を判断できるわけですが、判断過程がブラックボックス化している場合には、AIが設定した投資判断基準の理解あるいは説明が困難であるということもあり得るかと思えます。そうした場合には、投資判断基準が合理的かどうかということ自体の判断が困難になるわけです。そうした場合にどのように善管注意義務違反を判断するかですが、報告書では、そういった場合には、当該AIを用いて投資判断をすることの合理性を評価すべきではないかと整理しています。

具体的には、例えば学習用データの範囲としてどういったものが入っているのか、データの加工プロセスがどういったものだったのか、テスト用データを用いた検証を行ったかどうか、こういったプロセスにも着目して、さまざまな事情を考慮した上で、そのアルゴリズム・AIを用いて投資判断をすることが合理的だったのかどうかを判断することになると整理しております。

ただ、実際には、AIを利用することが合理的だったのかどうか自体の判断も容易ではないと考えられます。ですので、投資運用業者が確実に責任を回避したいと思う場合には、当該AIの性質について投資家に説明して、それを踏まえた責任について、あらかじめ合意しておく必要があると整理しております。以上が投資運用業者の責任をめぐる議論の紹介です。

続きまして、システムベンダーの責任に移りたいと思います。まず一般論として、システム開発におけるベンダーの責任は、当事者の合意したとおりのシステムが構築されていればシステムベンダーに責任はなく、合意したとおりのシステムとなっていなければシステムベンダーは責任を負うということになります。そうだとすると、当事者がどのような合意をしたか次第で責任が決まることとなりますけれども、法適用上、AIの場合に問題となるのは、データの学習によって投資判断基準が形成されて、その基準が人間に理解困難な場合を考えますと、そもそも合意されたシステムが何であったのかが不明確になりやすいという点が挙げられます。

例えば、人間には不合理に思える判断がされた場合に、システムベンダーは、それもそもそも想定範囲内であったと考えていたのに対し、投資運用業者は、そうした判断は回避されるであろうという期待を持っていたということが考えられます。そういった当事者間の認識の齟齬がAIの場合には発生しやすいと言えるのではないかと考えています。

それでも、最終的にはどこまでの合意があったかを裁判所としては認定する必要があります。その場合、専門的な知識を有するシステムベンダー側が、そのA Iの特徴や限界を説明しておくことが望ましく、そうした説明を欠いている場合には、より専門性を有するシステムベンダーの責任が認められやすくなると整理しております。

その意味で、機械学習などのA Iを利用する場合には、一般的なシステムに比べて、システムベンダーの説明責任がより重要になるということが言えるのではないかと考えられます。以上が損失発生時の責任の問題でございます。

後半では、不公正取引に関連する問題を取り上げております。まずは相場操縦規制の問題です。ここでは相場操縦規制の概要を整理しておりますけれども、ここにある2つの要件、具体的には、相場を変動させる可能性のある売買取引等を行ったこと、2つ目が作為的相場形成により投資者を取引に誘い込む目的があったこと、この2つの要件を満たす場合には、刑事罰や課徴金が科（課）されるということになります。

①の変動取引は、あらゆる取引が相場を変動させる可能性のある取引と言え、具体的な取引を絞り込むことができないので、誘引目的が相場操縦規制の範囲を確定する上での重要な働きをしています。

ここでは、A I利用時に現行法を適用した場合の問題点を指摘しております。まず、上の図ですけれども、ある企業がA Iを利用して自分のために投資運用を行っている状況を想定しております。この場合に、この取引主体が自然の需給に反する相場をつかって、他人を誤解させて売買に誘い込もうという誘引目的を持ってA Iをつくり、それに基づいて実際に取引をする。こういった場合には、当然相場操縦規制違反を問えることになります。もともと誘引目的を持ってシステムを構築しているということでございます。

これに対して、下の図のように、誘引目的なくA Iをつくったのですけれども、A Iが取引の実行過程で学習をして、学習の結果として自然の需給に反する相場を作出する取引を行ってしまうといったことが考えられます。この場合にも、市場の公正は害されるわけですが、先ほどの要件を当てはめると、誘引目的がないということになりますので、規制対象とならないこととなります。それは問題ではないかということが問題意識でございます。

こうした状況に対応可能な現行法の規定として、金融商品取引業者あるいは高速取引行為者に対しては、相場操縦行為を防止するための売買管理義務が課されています。A Iによる相場操縦的行為があれば、先ほどの相場操縦としては処罰できなくても、売買管理義務に違反したものとして業務改善命令などにより対応することは可能です。ただ、この場合には、刑事罰や課徴金は科（課）されずに、エンフォースメント手段はあくまでも業務改善命令などの行政処分で、限定的であるといった問題があります。

もう1つの問題としては、このような売買管理義務は、一般事業法人あるいは

は個人には適用されませんので、そうした主体に対しては全く対応できないという問題がございます。

そこで、研究会では、立法的解決の可能性と課題を検討いたしました。報告書では、市場取引を行う者一般に対して、A Iが相場操縦行為を行わないような売買管理義務を義務づけて、違反者に対して刑事罰や課徴金を科（課）すといった立法的対応も検討してもよいのではないかと提案しております。

ただ、このような対応にも課題はございます。従来であれば、規制される相場操縦の範囲は、冒頭申し上げたように誘引目的の有無によって画していたわけですが、この立法論では、誘引目的はないけれども、禁止されるべきだという取引を、客観的な要件によって特定する必要があるということになります。相場を変動させる取引全てを規制するわけにはいきませんので、立法化に当たっては客観的要件をいかに表現するかという課題が残るとしております。以上が相場操縦規制に関する問題です。

続きまして、インサイダー規制の問題でございます。図の設例をもとに説明いたしますと、上場会社の甲がありまして、甲の役員等、これは役員でも従業員でもよいのですが、Aがいるとします。Aは、甲に関する重要事実、例えば、甲が新製品の開発に成功したといった情報を知ってしまった後は、その重要事実が公表されるまで甲の株式等を売買してはならないということになります。これがインサイダー取引規制の基本になります。

そして、それだけではなくて、規制対象とされるのは、甲の役員等だけでなく、甲の役員等であるAから重要事実の伝達を受けた人、この図のBも甲の株式等を売買してはいけないということになります。また、Bと同じ法人乙に勤める役員等Cも、職務上Bから重要事実の伝達を受けたような場合には規制対象となります。

これをもとに、A Iを利用して取引を行う場合に生じる問題を具体的な場面を想定して検討します。具体例として、図の法人乙で働くCが、A Iを利用して自動で法人乙のポートフォリオを管理していたとします。こちらの社内データベースを用いて、アルゴリズム・A Iにデータを与えて取引をしているという状況です。取引責任者Cは重要事実を知らされていないという想定を置いています。

他方で、役員等Bは重要事実を社内データベースに保存して、それがアルゴリズム・A Iに与えられておりますので、取引責任者Cは重要事実を知らないけれども、アルゴリズム・A Iはその重要事実を与えられているという状況を想定しています。そういった状況のもとで投資判断がされてしまった場合に、これがインサイダー取引規制違反になるのかどうかということを検討しています。

まず、取引責任者Cの責任ですけれども、重要事実を知って取引を行ったという要件を満たしませんので、C自身は規制違反とはならないというのが現行

法の帰結になります。

では、法人乙を対象として規制違反を問えないかというのが次の問題です。違反の制裁としては刑事罰と課徴金があるわけですが、このうち刑事罰は一般に個人に対して科されるものでございますので、原則として法人乙に刑事罰を科すことはできません。これに対して課徴金は、一般論としては法人が重要事実を知って取引をしてはいけないというルールに違反すれば法人に課することができるわけですが、これまでの解釈では、法人が重要事実を知って取引をした場合とは、結局、法人の役員等が重要事実を知って取引をした場合と解されてきたかと思えます。この考え方によりますと、取引責任者Cが重要事実を知っているということが、法人が重要事実を知っているという前提になりますので、こちらのケースですと、取引責任者Cが重要事実を知らない以上、法人乙も課徴金を課されないということになります。

ただ、従来の解釈論は、AIが取引を行う場面を考慮に入れていなかったわけでございますので、この事例のように、AIに重要事実が与えられるような仕組みを法人乙が構築していたケースでは、法人乙が重要事実を知って取引をしたと評価するというように解釈を広げる余地があるかについて研究会で議論しましたが、これを認めることについて慎重な検討が必要ではないかという見解が示されました。もしこのような場合に法人乙をインサイダー取引規制違反と評価できないと考えるのであれば、相場操縦のときと同じように、別の枠組みで対応する必要があるということになります。

例えば、金融商品取引業者や高速取引行為者に対しては、現行法においてインサイダー情報に基づく不公正取引を防止するための体制整備義務が課されておりますので、インサイダー取引規制違反には該当しないとしても、体制整備義務違反があるという形で業務改善命令を出すことは現行法でもできます。しかし、相場操縦の場合と同様に、これに対しては刑事罰や課徴金が科（課）されないというエンフォースメント手段が限定されるといった問題がありますほか、金融商品取引業者以外の一般事業法人あるいは個人がAIを利用して取引を行った場合には、何らの規制も存在しないという問題がございます。

そうしたことを踏まえますと、これも相場操縦の場合と同様に、市場取引を行う者一般にAIの構築や管理の義務を課し、その規制違反に対して刑事罰や課徴金を定めることも検討してもよいのではないかというのが報告書が提案しているところでございます。以上がインサイダー取引規制に関する論点のご紹介です。

全体を総括しますと、まず左側の投資運用業者やシステムベンダーの民事責任が問題となる場面においては、説明義務や善管注意義務、合意どおりのAIを提供する義務を果たしたかどうかの問題となったわけですが、これらについては客観的に必要なことを説明したかどうか、あるいは十分なAIのテストや検証を行ったかどうかといった形で判断することができ、既存の法解釈

の枠組みで処理が可能だと考えることができます。

他方で、右側の相場操縦規制やインサイダー取引規制などの不公正取引については、誘引目的や未公表重要事実を知って取引をしたといった主観的要件を満たしていることが規制違反を問うために必要になりますので、A Iを利用する場合には、この主観的要件が満たされていないとして、A Iが投資判断をする場合と人間が投資判断をする場合で帰結が異なるということになり得ます。このため、こうした場面に関して、報告書では、現行法の解釈にとどまらず、立法的解決のあり方も提示しています。以上が投資判断におけるアルゴリズム・A Iの利用をめぐる法律問題に関する議論の紹介です。

最後に、本報告書のインプリケーションに触れて結びとさせていただければと思います。投資運用業者やシステムベンダーの民事責任が問題となる局面との関係では、報告書は、金融機関の説明義務に係る考え方や、契約における対顧客、対ベンダーでの責任関係の明確化の重要性に触れておりまして、そういった観点から、金融機関のリスク管理面で留意すべき点を提示しています。

また、不公正取引等の関係では、A I利用時には、本来規制されるべき取引が、現行法では十分に規制されないのではないかといった問題意識のもとで整理しておりまして、そういった場合には市場の公正性や適正な価格形成に影響し得る可能性を指摘して、それでよいのかという問題提起をしているところでございます。

私からは以上でございませう。

#### 4. 上記報告を受けたディスカッション

○湯山 有難うございました。A Iにつきましても、最初の経済的な問題、リターンに関する問題、それから法的な問題まで、幅広くかかわり合いがある問題かと思うんですけれども、もし何かございましたらご自由にご発言いただければと思います。

○安田 お三方から僕も普段あまり聞いたことのない、A Iが実際にどのような金融取引で実用化され始めているかというお話を伺えて、非常に勉強になりました。僕自身、経済学者で、ファイナンスが専門というわけではないのですが、ここにいらっしゃる方の中で言うと、割とおたく向けのファイナンス理論もかじってはいるので、その辺から少し話をしていきたいと思ひます。

まず、A Iが実際に取引を行うようになって、劇的に金融市場全体で変わるかというところが一番気をつけなければいけない点だと思うんですけれども、個人的には、そんなに大きくは変わらないだろうと。なぜ変わらないかというのを考える上で、恐らく2013年のノーベル経済学賞が参考になるのではないかと。この年のノーベル経済学賞は、ファイナンスがテーマに与えられていて、効率市場仮説、皆さんお聞きになったことがあると思うんですけれども、それ

を提唱したユージン・ファーマという、かなり市場が合理的だというスタンスの方と、一方で、そうではないんだ、投資家はかなり非合理だという、行動ファイナンスのパイオニアの一人とも言われているロバート・シラーさんで、一見すると相反するような2人が——もうお一方、シカゴ大の先生がいらっしゃるのですが、共同でノーベル賞を受賞した、結構おもしろい回だった。

経済学界の外の人からは、立場の違う人が受賞していて、ああ、やっぱり経済学はだめな学問だと、よく言われるのですが、お二人がもらったことには意味があって、それはどういうことかということ、きょうの2人目の岡田さんの中で、伝統的なファイナンス理論とか、そのときの標準理論で株価予測なり資産市場の予測を試みるのだけれども、アノマリー、今までではあまり説明できないようなファクターはしばしば見つかる。見つかるのだけれど、それをコンスタントに見つけて、もうけ続けられるかということ、そうでもないという話なんですね。

ファーマの効率市場仮説は、ウィークとセミストロングとストロングフォームと3つバージョンがあるのですけれども、ウィークフォームというのは、価格情報、過去の株式市場の動向とかだけを見てコンスタントにもうけられるか、アブノーマルなリターンを上げられるか。上げられませんよというのがウィークフォームですね。

セミストロングは、価格だけではなくて公開情報、きょう1人目の黒田さんから、いろんな公開情報のテキストマイニングとかをやりながら株価形成を予想したりというお話がありましたけれども、公開されている情報だったら何を持ってきてもコンスタントにもうけることはできない。これはセミストロング型です。

ストロング、一番厳しいというか、ある意味、一番理想的な効率市場というのは、未公開情報であってももうけることはできない。インサイダー情報を持っていて、もうけようとするんだけど、直ちに、自分が取引に参加することによって、そのインサイダー情報は間接的に市場に流れてしまって、やっぱりシステムティックにもうけることはできないというような3つのバージョンの効率市場仮説を提案しています。

きょうの岡田さんのお話を伺うと、非常に洗練された手法で、一生懸命株価予測とかをしようとするのだけれども、見つかったアノマリーは早晩なくなっていく。重要なのは、今、AIを使おうが使うまいが、実際に金融取引で利益を上げようとしている経済主体からすると、持てる最先端の理論や機械を使ってもうけようとする。そういった活動が進んだときに、実際に価格の乱高下がおさまって、基本的には、高いときに売って安いときに買おうということ、最先端のテクノロジーをもってやろうとする事業者が増えるだけなので、それによって、ある意味、株式市場が平準化するのであれば、こういった技術の浸透はむしろ歓迎すべきことだと思います。

ただ、ちょっと心配なのは、アルゴリズムトレード、A Iに行く一步前の機械に運用をある程度任せて、一定程度値段が下がったときに、その資産を一斉に売るみたいなプログラムを多くの運用会社が採用していると、マーケットの幅はむしろ振幅が激しくなるのではないかという事象も指摘されていて、つまり、A Iに限らず、今までとは少し投資のスタイルが変わったときに、市場全体のボラティリティみたいなのが抑えられる方向に行くのか、むしろそれが増幅してしまうのか。増幅されてしまう危険性があるのであれば、法律をはじめとしたルールで、それをある程度事前に避けられる道をたどっておくほうがいいとは思いますが、そうでないのであれば、原則的にそんなに目くじらを立てる話ではないのかなというのが雑感です。

早めに帰ってしまうので全部伝えておくと、お三方目の鹿島さんの話で、A Iが運用することによって、誰に責任があるのかということの法的な確定の仕方を変えるべきではないかと。少しわからなかった点として、ヘッジファンドなんかは人間が運用していても、はっきり言って委託者が理解できているのかわからないような運用は多分しているはずで、例えば、あまり頻繁にポートフォリオの入れ替えを行わないようなパッシブ型の運用でいくと、そもそもどういう理屈でこのポートフォリオを組んだのかというところはA Iが提案したもので理解できなかったとしても、それを実際にお金を預けている人に見せて、「これでいいですか」と言って、「いい」と言ってくれば、そこでもはやA Iの責任を問う必要もないような気もするんですね。なので、機械が出した答えであっても人が出した答えであっても、理屈のところまで投資家が完全に理解できなくても、「私はこのポートフォリオでいいです」と一旦言質をとってしまえば、特に機械だから追加的な責任みたいなものを考える必要はないのかなと。

一方で、かなりアクティブに運用していて、細かくポートフォリオを変えていく。その際に、どういう基準で変えていくのかというのを、多分人であればある程度説明できると思うんですけども、そこがA Iになると説明できない。そういう場合に、例えば、一定の基準を超える形でポートフォリオ変更を行ったときに、それを変えるかどうか投資家に実際に了解をとるような仕組みをあらかじめ導入しておく。その了解がとれば、A Iであろうが、投資家本人がオーケーと言っているのだから、特にそれを制限する必要はないと思うんですけども、大きくポートフォリオ組み替えを行うときに、何らかの形で報告義務といいますか、そういったものを入れておけば、A Iが運用して中身が理解できなくても問題にしない、そのような従来とは少し違った形の枠組みを考えてもいいのかなと。

最後になりますけれども、誘引目的で、ある意味、市場を操作するようなものを認定するのは、A Iの場合、難しだろうと。この点に関して僕もちょっと懸念している点は、最近、イタリアか何かの研究だったと思うんですけど

も、アマゾンのプラットフォーム上で独立のA Iにある商品の価格設定をさせる。そのときに、お互いに直接コミュニケーションをとっていないのだけど、談合が起きた。価格をつり上げたと思うんですね。使われているアルゴリズムは比較的単純な強化学習モデルだと聞いていますけれども、要は相談せずに、ある意味、同調行動をとってA Iが価格をつり上げた。

これはあくまでもマーケットプレイスで起きたような話なので、金融市場に持ってこられるかわからないですけれども、先ほどお伝えしたように、価格の乱高下を抑える、高いときに売って安いときに買うみたいな行動を独立してとってくれるならいいのですが、お互いに同調行動をとって値段をつり上げて、ある種のバブルみたいなのを発生させるとか、その逆、アルゴリズムトレードで既に起きた値下げがガーンと起きてしまう、そういった振幅を増やしてしまうような懸念があるのであれば、アルゴリズム自体に誘引目的がなかったとしても、人間とはちょっと違う形で何らかの措置というか、法的な枠組みを議論してもいいのかなという気がしました。

済みません、いろんなコメントで、盛りだくさんというか、散漫でしたけれども、以上です。

○鹿島 2点目と3点目の指摘、どうもありがとうございます。2点目について、結局、大幅にポートフォリオを変えるような場合においては、何かしら顧客に説明するようなプロセスが必要なのではないかということだったかと思うんですけれども……。

○安田 説明できなかつたとしても、変えたポートフォリオに対して、あなたはこれでいいかどうかという同意みたいなものを確認すれば、ロジックは説明できなくても、それはいいのではないかということです。

○鹿島 そういった議論は研究会の中でも多少ありまして、神作先生からもご指摘いただいたところでございます。報告書の中でも、投資一任のような場合においては、契約締結後も一任業者がフィデューシャリーとしての義務を負っておりますので、そういった場合には、当該投資一任における運用が顧客に継続的に適合したものであるかどうかを確認していく義務があるのではないかという議論をしていて、そういう観点からは、仮にA Iが学習の結果として、ポートフォリオを大幅に変えたほうがいい、これがもうかるんだと判断したとしても、それが適合するのかどうかを確認する義務は継続的にかかっているということなのではないかと。そうだとすると、投資一任業者は、もしA Iに任せっ放しだと適合性から外れるようなことになってしまうのであれば、何らかの対応をとることが求められ得るということなのかなと理解したのですが……。

○神作 きょう日銀の鹿島さんからご報告があった前提は、単に証券会社が株

の売買を仲介するという場合ではなくて、まさにフィデューシャリーとして法的な義務を負っている者が実際に投資判断をするというケースで、専ら話の中心は取引を始める入り口のところの説明義務が主として問題となっていると思いますけれども、ポートフォリオの入れ替えのような場合には、むしろ特に適合性の原則としてのフィデューシャリー・デューティが問題となるのではないかということで、今、安田先生からご質問があったような点は研究会でも論じられたところだと思います。しかし、それも結論としては、今の適合性原則とか、今のフィデューシャリーの考え方を変える必要は全然なくて、それを適用すればいい。その意味では、ここも解釈論で十分対応可能なのではないかという結論だったかと思います。

○神作 本日の鹿島さんからご報告の前提は、単に証券会社が問屋として株の売買を仲介するという場合ではなくて、まさにフィデューシャリーとして法的な義務を負っている者が顧客のために投資判断をするというケースです。専ら話の中心は取引を始める入り口のところの説明義務が問題になっていますけれども、ポートフォリオの入替えるような場合も含めて、投資運用業者の顧客のために運用する場合には、説明義務だけではなくむしろ適合性の原則としてのフィデューシャリー・デューティが問題となるのではないかということで、今、安田先生からご質問があったような点は金融研究所の研究会でも論じられました。結論としては、現在の適合性原則とか、フィデューシャリーの考え方をAIだからといって変える必要は全然なく、それを適用すればいい。言葉を代えていうと、人が投資運用する場合と同様に扱えば足り、その意味では、ここも解釈論で十分対応可能であるという意見が支配的であったと思います。

○小出 今の点で、安田先生からお話があったことと、神作先生、鹿島さんからの応答について思ったんですけれども、安田先生がおっしゃっておられたことは、結果的に何を選んだかみたいな基準は説明できない可能性があり、また、それを理解することもできない可能性もあるのだから、出てきた結果について同意を得ればいいのではないかと。そして事後的な部分についても、もしポートフォリオを組み替えるのであれば、結果のほうについて同意を改めて求める形で対応できるのではないかと、そういったご提案でしたよね。他方で、鹿島さん、あるいは神作先生からのご回答は、適合性の文脈で言うておられて、適合性の場合には、「これが出てきました。これでいいですか」では多分だめだと思うんですよね。それが適合しているかどうかということまで含めて判断しなくてはいけなくて、その場合は、「出てきました。理由はわかりませんが、これです」、「同意しました」では適合性原則がクリアされたとは言えないような気がするんですが、そうだとすると、今、安田先生がおっしゃったことと、そのご回答というのは、聞いていて若干位相が違う部分があるのではないかと

いう気がしたんです。

○神作 安田さんにお伺いしたいのですが、個別のポートフォリオを提示して同意をとろうとしたときに、「同意しない」と言ったらどのようなことになるのでしょうか。

○安田 そこで契約が終わるのではないですかね。

○神作 ということですよ。そうすると、契約終了事由になるかという話で、それは法的にまたハードルがあると思うんですね。研究会のほうでは、契約を終了させるということはあまり念頭に置いていなくて、むしろ適合性の問題として、業者の行為義務のレベルで対応する。その背景には、適合性の原則違反になる場合というのは、そう簡単には認められず、特に裁判例では、ある金融商品を販売することによってその人の生活が脅かされるとか、それこそ年金生活者の全財産がなくなるとか、実は相当厳しい要件のもとで適合性の原則が民事上は適用されて、そのような判例法理を前提に話しをしております。逆に言うと、同意をとろうとして、じゃ、同意しなかったときに解除になるかということまでは研究会は前提としていなかったのではないかと思うのです。つまり、ここでの同意は、事実上強制された形式的なものになる可能性が高いということです。

○安田 ちょっと付言すると、同意をとるといった場合も多分いろんなやり方があって、原則はポートフォリオの組み替えとかがあっても投資家のほうから何も申し立てをしなければ継続という、続けることがデフォルトで、やめるときだけ伝えるという場合もあれば、一々続けることに同意をとらないとだめと、いろんなやり方はあると思うんですね。ポイントは、大きく投資判断を変えるときに——大きくの定義をしないといけないんですけども、運用している人に周知するというのが本質で、人が運用しようが機械が運用しようが、細かい理屈なんていうのは、プリンシパルはどだい理解できない。エージェントが何をやっているかフルには理解できない。そこは機械でもA Iでもあまり変わらないのではないかという発想だったんです。

○後藤 多分安田さんと法律学者側には、何となく食い違いがあるように思いますが、安田さんのおっしゃることは非常によく理解できます。

人間がやっている場合でも、例えば、よくおばあちゃんに株を「これはどうですか」と言って、最後は、何を言われてもわからないから、「あなたが言うものだったら信じるから、それでいいよ」と言って買ったりするわけですね。

それが株ではなくて、もっとよくわからない金融商品かもしれない。そのときに、その金融商品のリスクが、例えば、あり得ないぐらい高いオプションの利用をさせるとか、それは幾ら何でも売ってはいかんでしようというのが適合性の原則だと思います。極論をすれば、説明をせずに、「私を信じてください」と言って、「信じる」と言ったことで責任を全部押しつけていいのかという問題です。他方で、例えば年金基金がファンドマネジャーに資金を出すというときには、トラックレコードを見て、これだったら信じられるから、これぐらい任せてみようかというときには、結果として、だめだったらしようがないから変えればいいのかという話だと思うんですね。

同じ話は多分ここにも当てはまるはずで、年金基金側はどれだけの実績を出している投資戦略のAIなのかというのでそれを判断するし、そのときは多分問題は起きないはずで、おそらく熟練のファンドマネジャーも勘でしか説明できない部分はあるはずで、ただ、「私は結果を出しています」と言ったら任せてもらえるというのと同じ話だということですが、信じてくださいという前提として、これだけの実績があるんですとか、こういう理論が一応あるんですということは説明しなければいけないはずだということだと思うので、どちらかというところ、私は心情的には安田さんに近いんです。

ただ、機関投資家に話しに行くのだったら多分それでいいのしょうけれども、個人に対して、「こういうAIなんですけれども、買ってくれませんか」と言ったときに、AIは絶対当たると思っている人がいるかもしれないとすると、それはよくわからない複雑な金融商品をだまくらかして売っているのに非常に近づいてくるのではないか。そうすると、そもそもAIという言葉でだまくらかして売るのは適合性原則違反と言われる可能性もあるということだと思うんですね。そこの同意をすることができるような人なのか、それとも信じ込ませて売ってはいけない相手なのかということだと思うんです。

○安田 おっしゃっている懸念事項はわかりました。それを踏まえて、実務的な話をすると、例えば、高齢者で金融の知識があまりない人がAIトレードを契約するかといったら、それは非常にレアなイベントではないかとは思いますが、だからといって法律でカバーしなくていいと言うつもりはないんですけれども。

○後藤 それはよくわかるんですが、わけのわからない金融商品を買うなんてレアではないかと思うけれども、世の中にいっぱいいるという……。

○安田 AIを使って個別化されてハイリスクなものを売りつけるほうが、ロボアドバイザーとかを考えたときに、多分はるかにコストがかかる。何でそんなことをするんだと。そこが気になるんです。

○後藤 多分着目するところが法律学者と経済学者で違うという話で、レアケースであっても、ひどいことが起きるのには対処しなければいけないというのが法律家だとすると、現にそういうことをやる人は今まで……。

○大崎 私が今の議論でよくわからないのは、ぜひ岡田先生に伺いたいんですけども、そもそも、A Iだから判断根拠がブラックボックスになると考えるのって正しいんですかね。

○岡田 私たちのやっていることから想像しますと、たくさんのファクターがあって、どうしてそれが選ばれたのかということについてはわからないんです。小型株にベットするというファンドマネジャーがいる。例えば、小型でやりますということであれば、小型株というクロスセクションのプリディクターに依存して、小型株がよかったからパフォーマンスがいいですよという説明ができるんですね。でも、例えば2万も3万もファクターを用意して、その中からA Iが選んできたファクターに依存してポートフォリオをつくったときに、どの時点でどういうファクターにベットしていたかというのは非常にわかりにくい。

○大崎 それはわかるんですけども、それは要するにA Iが選んだからという説明ではいけないんですかね。例えば、「私はこのファクターに着目しました」と、あるファンドマネジャー、人間が言うのと、A Iが2万種類の中から選んでくると、本質的な違いって何なのだろうということ、つまり、先ほど来問題になっているのは、ブラックボックスだから責任が重くなるのではないかという話ですよ。でも、それを言ったら、「あなたは小型株に着目しろと言ったけれども、そもそも、それは一体どういう根拠で言ったんだ」と言われたら、人間のファンドマネジャーも、私は、今のマーケット環境においては小型株のほうが大型株よりパフォーマンスがよいと、こういうデータに基づいて思ったんですよというのは、2万のファクター分析をした結果、A Iで出てきましたということ、特に大きな飛躍のある判断の違いのような気がしないんです。

○後藤 誤解がないように言っておきますと、私はブラックボックスだから上がるということ言うつもりは全くなくて、神様がこう言っているんですよというふうな売り方をしたら、神様を信じている人は買っちゃうかもしれないけれども、普通の人には怪しいと思いますよね。ただ、A Iがやったというのが、現状において、神様が言ったと受け取る人がいるかもしれないというところが一番問題なのではないんですかね。

○大崎 そこは何となくわかるんですけども、そうすると、素人をだますような話と年金運用みたいなプロ対プロの間における責任の話と……。

○後藤 分けたほうが多分いいでしょう。本来、適合性原則というのは、相手によって売っていいものと売り方を考えましょうというものですので、それを分けるための仕組みだったのではないですかね。

○大崎 だから、まさに私は、どっちかという、安田先生がおっしゃったように、そういう素人をだまからかすような話だと、AIの問題ってそんなに考えなくてもいいのではないかという気がしてくるんですね。つまり、AIと称して、AIを使わずに人をだますというのはあると思うんですけども、本当にAIを使ったサービスをだまされるような人に対して提供するというのはコストが無駄なのではないか、高くついちゃうのではないかと。

○保田 論点が全然変わっちゃうかもしれないんですけども、岡田先生にお伺いしたいのは、今回、ファクターがいろいろありますという中のイベントドリブンみたいなものがどれぐらいあれかなと思っていまして、アノマリーではない、例えば増配しそうな銘柄とか、自社株買いしそうな銘柄の事前予測を高めることが多分可能だと思うんですが、それを先に仕込みにいって、実際増配があったから株価が上がってもうかりますみたいなものもあると思うんですね。さっきの鹿島さんのプレゼンテーションを聞いていても、実はAIでの投資は、まともにやるのではなくて、悪意を持ってやっていったほうが圧倒的にもうかるなど。つまり、マッチポンプみたいな形で、先にAIで仕込んで、かつての何とかファンドみたいな感じで、大量に自分で買って、勝手に上げて、勝手に売り抜いてみたいなのがむしろ簡単にできたりするのかなと思ったんですけども、そのあたりのイベントドリブンのものとの兼ね合いでいくと、どう理解すればいいかなというのを教えていただきたいんです。

○岡田 それはイベントが予測できればということだと思うんですけども、基本的にはイベントって予測不可能ですよ。インサイダー情報がない限り。ですから、そういう意味では、それで価格操作するということは不可能だと思いますね。

○保田 でも、例えば増配しそうとか、自社株買いしそうとか、ライクリーフッドの話になってくるのだと思うんですけども、それについては、我々が過去の統計処理で予測し得ることとあまり変わらないんですかね。

○岡田 例えば、証券アナリストが格上げしそうかどうか、ある証券アナリストのレポートを過去についてずっと解析してみますと、格上げするタイミングのワーディングの使い方を学習させることはできるんですね。それによって証券アナリストの格上げを予測して、事前に仕込んであげるということは可能だと思います。

○後藤 この話と関係するかわからないんですけども、1つお伺いしたいのは、結局、AIというのは何なんですかね。大量のビッグデータを分析するときに、いろいろ自分でやりながら何となく分析していってくれるというイメージだと、統計処理をたくさんやって何か見つけ出されたら、それを使うというのだとすると、大崎先生がおっしゃるように、ファンドマネージャーが1つのファクターに注目したというのとそんなに変わらないような気もするんですけども、常によくわからないアルゴリズムで、きょうはこれですとか、きょうはこれが勝つとかと選び出してくれるというのだとすると、何かが違うような気がしなくもないんですが、そもそもAIが何をしているのか、私には全くわからないので。

○大崎 それは私も気になっていて、だから、鹿島さんの話でも、AI・アルゴリズムと並列して話をされたんですけども、AIだと本質的に違うというのはどこなのだろうと。これはむしろ岡田先生に伺ったほうがいいですかね。要するに、普通にアルゴリズムと言われるものを走らすのと、AIというのは何が違うんですか。

○岡田 別に何も違わないと思うんですけども、基本的には関数型をデータから探しましょうというアプローチですね。データドリブンなアプローチが機械学習で、機械学習によるさまざまな方法論を総合してAIと言っているというだけですので。データドリブンか、あるいは例えば仮説をつくって線形で回帰します。これは関数型を最初から決めているわけですね。それにデータを当てはめて、ああ、やっぱりこの関係がありますねという話と非常に近い。ただ、データで関数を推定するというだけですね。ですので、本当にそれは正しい推定——それをAIで学習と呼ぶんですけども、推定のかわりに学習と呼んでいるだけですが、正しいものが学習できるかどうかというのはわからない。

○安田 僕はちょっと違う印象を持っていて、データドリブンではない仮説は、基本的に僕はほとんどないと思うんです。AIを使おうがどうしようが。古典的な回帰分析もそうですけれども、それはデータを使うんですが、一番大きい違いだと僕が認識しているのは、そもそも、例えば回帰分析なんかだと、

説明変数を何にするかというのは分析者が選びますよね。かつ、それを線形の回帰式にするのか、2次の項を入れるのかとか、もっと非線形にするのかというの、基本的には分析者が選びます。AIの中でもディープラーニングと言われているものは、どういう関数型にフィットさせるのかとか、どういう説明変数を持ってくるかというのは、とりあえずデータをポンと投げ込むと、人間にはよくわからないロジックなんだけど、絶妙なのを探してくるんですよ。

なので、実際にマーケティングで活用されている例で言うと、消費者行動の、例えば契約してから何日目にこの行動をした消費者にはこの広告が刺さるとか、普通に人がデータを見ていても全く思いつかないような、その相関関係とかを見つけてくる。どういう理屈でこのファクターが効くというのを見出してきたかはなかなかわからない。そういう意味でブラックボックスですけども、何らかの関係性を人よりも早くというか、深く見つけてこられるというところが大きく違う。その部分のロジックが、旧来の統計モデルまで人が作り込むのではなくて、そのモデル自体、ある意味、ふわっとどこかから湧いて出てきたものがブラックボックスと呼ばれるゆえんだというのが僕の認識です。

○後藤 今のお話のブラックボックスというのは、ものすごく大量の計算をこなしたら何か1個見つかりましたということではないんですか。

○安田 まず、計算は、何か予測するにしても、後で説明するにしても、何らかの数理モデルを立てるんですよ。その数理モデルの構造を最初から人が与えるのか、その構造自体も機械が勝手に見つけ出すのかが、我々研究者から見るとブラックボックスかどうかという違いで……。

○後藤 その数理モデルは、片っ端から全部試していったというのだと計算の話かなと思ったんですが、そういうわけではないんですか。

○安田 旧来はそれができなかったんですね。コンピューショナルにまずできない。だけど、昔から知られているニューラルネットワークの多階層の解き方みたいなのをやるとできるようになっちゃったというのが最近で、アイデア自体はものすごく古いらしいんですよ。ただ、コンピューショナルのパワーが一気に強くなったので、昔はこんなものを使っても何もおもしろいことが出なかったのが、突然おもしろいことが掘れるようになってきた。

○大崎 ただ、それでも、要するに、手作業でこのモデルを走らせてみました、うまくいかないで次のモデルを走らせてみましたというのを瞬時にできるというだけだとすると、本質的な違いではないような気がするんですけど

も、そこはどうかのですかね。つまり、人間でも時間さえ与えられれば、3000種類のモデルをとりあえず当てはめてみるということは、できないことはないですよ。実際には、もちろん面倒くさいからやらない。

○安田 人が試す場合は、無限には挑戦できないので、これは筋がいいだろう、悪いだろうというのを一応考えて立てますよね。

○大崎 もちろんそうですけれども、その筋がいい、悪いというのを考えないで、ナンバー1からナンバー1000までのモデルを順番にやっていくということも、人間でもできなくはないですよ。

○安田 問題は、1000個ではなくて、それが何兆個とか、そういうレベルになってくるので、物理的にできないんですよ。

○保田 先生がおっしゃっているのは、トイレットペーパーとビールと一緒に売られていますとか、そんな話ですよ。

○安田 そういうものを事前に何も知識なく人が把握しようと思っても、それは無理なんですけれども、ビッグデータとディープラーニングでできるようになってきているということですね。

○後藤 何かよくわからないけれども、人間でも急にひらめくということはあるわけで、それをやってくれている。何でひらめいたかわからないけれども、こうだった。たまたま計算してみたら当たったという……。

○安田 正確に言うと、何でひらめいたか、AIのほうはわかっているのかもしれないですけども、我々はそれが理解できないというだけです。

○後藤 我々からはわからない。ただ、出てきたものがうまくいったら誰も文句は多分言わないわけですよ。

○安田 そうなんです。なので、さっきの保田さんの例で言うと、ビールとトイレットペーパー、何でこれが影響し合っているのかよくわからないんだけど、それを信じられる、そこに関して同意できるのであれば、AIの提案だろうが、変わった理論を提唱する研究者の提案だろうが、何も問題はないのではないかと。

○後藤 そうだとすると、よくわからないひらめきで、いいものを見つけてく

れる蓋然性が高いので、今回はA Iが何かファクターを見つけて、それでやってみましたと。当たる可能性が高いけれども、たまたま外れることもひよっとしたらあるかもしれないけれど、そのリスクをわかった上でみんなやっているなら、多分この投資の話は本来あまり問題にならないのだけれども、絶対当たると思っていると何でだよという話が出てきてしまって、ただ、それはブラックボックスなので、ひよっとしたら外れることもあるかもしれないけれども、どれぐらいの確率でそうなのかは説明できないということですかね。

○安田 有名な運用会社であれば絶対にもうかると信じたけれども、失敗するのと本質的に同じだと思うんです。

○後藤 一緒ということですね。そうすると、そんなに本質的な話ではなくて、A Iがどういうものをちゃんと伝えれば、それで、あとは先ほどおっしゃられた同意をとればいいではないかという話だと私は思うんですね。

○今泉 今の議論で若干気になるのは、A Iというのは、最初に黒田さんからお話があったみたいに、使われる局面によって大分違うと思うんですね。

私が1つ知っている例だと、うちの役所でFinTechの実証実験をバックアップする「FinTech実証実験ハブ」というのがあって、その中で、黒田さんの資料に出てきたコンプラの話に非常に近い事例がありました。何をやっているかという、通常、金融機関ではコンプラ担当者が営業職員の電話応接をチェックして、これはリスクが高い取引ですよねというのを見つけて、事後的に調査するということを実務上はやっていらっしゃる。

実務上電話応接のチェックは全部できないので、サンプル抽出してやっているのですが、A Iを使って何をやったかという、いわゆる教師あり型というタイプのA Iなのですが、A Iに対して、これはプロが見てアウトですという事例を全部渡して、それをテキストマイニングさせる。そうすると、まさにブラックボックスの部分になるのは、どういうキーワードが、どういう頻度で、どういう使われ方をしているとアウトですというのは、恐らく人間の経験知の世界ではあるのですが、それはロジカルには説明できないわけですよ。例えば、何とかという言葉がこうあったとか、何々の後に何とかというキーワードが出てきたとか。ただ、ディープラーニングすることによって、出てくるのは、マルかバツかではなくて、スコアなんですよ。例えば、これは95点です、これは10点ですと言って、100点に近いほうが仮にアウトだとすれば、95点のはより危ないから良く調べたほうが良いという重みづけに使うわけです。つまり、ランダムに抽出するかわりに、テキストマイニングした結果のうち、例えば70点以上だけ見ましよう。そうすると、今までよりもクオリティも上がるし、時間もかからないし、精度も上がる、そういう使われ方をして

いるという話を聞いていたんですね。

それでいくと、さっきのトイレットペーパーとビールみたいな話も確かにあるのだと思うんですけども、それは恐らく大前提としては誰かがデータを与えているわけで、その時に、トレーディングなら、勝てばよくて、負ければだめと、勝つという教師がいるわけです。世の中で使われている多くのAIの使われ方というのは、恐らく教師データがあって、重みづけの世界で、100%のものではなくて、よりベターなものが選択されていくと。

なので、AIに基づく投資も、ありとあらゆるものの中でそれが最も合理的で効率的だったかどうかはわからないけれども、比較的勝ちましたよねというのは出るのだと思うんですね。逆に言うと、失敗した事例というのは、損をしたとかしなかったではなくて、本当はもうちょっとバックテストिंगとかをしていると、よりいい成果が上げられたにもかかわらず、上げられなかったということなのだと思うのです。そうすると、短期的なトレーディングのことはよくわからないんですけども、先ほどお話にあった一任取引とかだと、ポートフォリオをこう変えましょうといった資産運用の話であれば、世の中全体のマーケットの変動もある中で、AIに基づく投資が成功だったか失敗したかどうかすら、判断すること自体がほぼ難しい。そこがブラックボックスなのではないかなと私は理解したんです。

○森本 実務の立場から言えば、まさに今泉さんが言われたようなことだと思いますよ。大崎さんが1986年の風景を言われたけれども、そのころ私らは、ありとあらゆる新しいことをやったのだけど、当時の厳しい規制環境下とかインフラが未熟な中で、一番簡単にできたのが例えば通貨だったのね。一番古典的なトレードは、ダッチギルダー・ロングのジャーマンマルク・ショートですよ。どうしてそういうことをするかというと、統計的にはもちろんいいですよ。ただ、それだけでやるわけが絶対ないわけです。なぜなら、これって両国間の経済の一体性と資本取引との関係で、金利差をゼロにしておくとかオランダから大量にドイツへ資本流出してしまうだろうということが想定されるという理屈上の背景があって、同じようなことはカナダドルとドルでもやって、そのような論理的な背景がある。

だから、何が言いたいかということ、そういう説明がつかない限り、統計だけでやる人はいないし、ある意味、それがフィデューシャリー・デューティだし、先ほど来の法律上の問題も、説明のロジックを変えたらやばいだろうとは思いますが、説明がつかないことはやらないのが1つと、極めてテクニカルにリスク管理しなければいけないでしょう。そうすると、リスクを特定しなければいけないんですよ。そういう論理でやっていた場合、その論理が崩れるような政治経済情勢は何かというのを特定しておかないと運用しないでしょう。

それが実は統計的な過去のパターンを狂わすファクターなんです。それがどう狂わすかはわからないですよ。でも、それが生じた瞬間に、できることはリターンを上げるのではなくて、即座に運用をやめることですね。この運用をやめることが実はフィデューシャリー・デューティの果たし方なんですね。だから、プロの取引で、そこでモデルを変更したりすると、プロの世界では追放されちゃうんですね。そういうディシプリンが働かないような運用会社は、実は生き残っていないんですよ。

こういうことをやる中で、当然外部のリソースも使ったんだけど、三十何年も昔だけど、1人、外人でドクターがいたんですよ。お医者さん。実は、堀ちえみ問題なんだけど、彼の問題意識というのは、症状を全部正確にインプットすれば、病因が統計的に蓋然性の高いものから順番に出てくるだろうという問題意識なんです。まさに今泉さんが言われたとおり。そうすると、堀ちえみの症状を全部入れたら、舌がんが一番上に来たかもしれないんですね。今の医学の知見であれば。だから、早くわかったわけです。

私のおやじは膵臓がんで死んだのですけれども、死ぬまで整形外科へ通ってましたよ。腰が痛いから。だけど、腰が痛いということから、今だったら即座に内臓疾患へ行くわけですよ。今だったら一番近い膵臓から当たるはずなんですね。それが実はAIとして一番期待されている分野でしょう。金融なんぞよりもはるかに。そういうことだと思いますよ。

だから、こんなことを言っているのかあれなんだけど、僕らがやるものだと、超面倒くさい資産運用が一番わかりやすいんです。超面倒くさいから、それだけ、ある意味、科学的にやれば計算が大変だという意味なんですよ。けれども、例えば、バンク・レギュレーション・キャピタルというのがあって、バンクが資本不足になれば必ず資本を調達しなければいけないんですが、資本を調達する、アセットを売る、アセットに対して保証契約をとるという3大手法があるわけですね。一般的には、株価が低いですから、ファイナンスはしないですよ。オルタナティブファイナンスをするわけだけど、一般的にはアセットライトも難しいですよ。ドイチェバンクじゃないですけども。そうすると、オルタナティブファイナンスしたときの資本コストを精緻に計算するんです。ほかの手法よりも必ず低くないとやらないから。ところが、これって会計制約だとか、ありとあらゆる複雑なファクターをはらむわけですね。のみならず、精緻にやってもレギュレーション変更リスクってすごくでかいんですね。レギュレーターはそういうものをすぐふさぐの。それから、会計基準もすぐ変わるんですね。それがトゥルーセールで認められなかったり、例えば、こういうふうに保証契約をとればリスクウエートはパーだったものが30%に上がる。そうすると、70%資本開放されるんですね。

そのようなことを精緻にやってやるときに、僕らはそういうものってすごくジャッジメンタルにやるしかないんですよ。ジャッジメンタルでやってなぜい

いかというと、フィードバックプロセスだからですよ。1対1でアンダーライトするから、全く密室で決めるんですね。お客様の条件が動くから、さまざまなものを提案して、お客さんが気づいていないものを発見させて、双方合意したところでやるから絶対に問題が起きないですよ。だから、こんなものはリテールで最初から不可能に決まっているんですね。そういうプロセスで、双方の権利を正確にプロテクトしてやるから、これは条件が狂ったらアンワインドしますよね。そのような約定をする。今、資産運用って超高度なんですよ。そういう中の判断が、すごいジャッジメンタルがあることについては僕も相当限界を感じていて、はるかに高度な科学的な推計をしたほうがいいと思うんですね。

AIって、僕の理解によれば、過去を外挿することなんてAIではないわけですよ。当時、僕らが三十何年前にやりたかったことというのは、無数にランダムに未来を生起して、その未来事象に対して現状との間でどういう変化が起きるかということを推計して、一番フィットがいいものをシナリオとして優先的に取り上げてやる。これは当時のコンピュータ技術ではできません。今、スピードが100倍、1000倍になって、単価が劇的に下がったので、そういうことができるようになったんですね。でも、恐らく判断は、蓋然性の序列をつけて、1個1個ジャッジメンタルにたたいて、特に僕らはインスティテューショナルビジネスですから、相対で決めて、納得できるところでやるのだと思うんですね。ただ、今やっているようなことに比べれば、すごく精度は上がるなと思うんです。

僕が東芝のインデューズが出た瞬間に思ったことは、2兆円メザニンを7%でぶち込むかという、その瞬間的な感覚ですよ。その瞬間的な感覚って高度なAIなんですよ。それを検証してみたいわけですね。無数にあったファイナンスの方法論で、僕はいまだにそれが一番いいと思っているんですけども、そのほうが彼らは全然オルタナティブなファイナンスをやって、同じソリューションに達する。答えは絶対一緒です。アセット売却によって出しても同じです。ただ、それって東芝の社長さんも、あるいはバンクの人が全員も、同じような計算、同じような情報に基づいて、同じような高度なレベルでやったかということ、やっていないですよ。やっていたら全員のために幸せだったなということは思うわけですね。発行体にとっても東芝の株主にとっても銀行にとっても。そのようなことで、技術自体は一切変わらないと思いますけれども、判断の精緻さは劇的に上昇するのではないかなと思いますね。それが私の実務としてのすごい期待なんですよ。

○近藤 最近なぜAIが話題になっているかという話で、重複もあるかもしれないですが、私も申し上げさせていただきたいことが幾つかあるんです。もともと私は大学時代も機械学習とかをやっていたことがあって、最近のディープ

ラーニングがそれまでの機械学習とどう違うのかというのは、今までも出ましたけれども、過去データを投入してパラメータを推定するという意味では今までの機械学習と同じですが、例えば、古典的な機械学習のデシジョンツリーであれば、3日間、上がった、上がった、上がったで、次に下がったら、次は上がるだろうみたいな、結果的に機械が推定したデシジョンロジックが人間にも読み取れる形で出てくるんですけども、ディープラーニングの場合は、どの変数がどのように効いて、結果的に「売れ」とか「買え」と言っているのかがわからないというのがあります。

そこがブラックボックスと言われている理由で、すごくわかりやすい例は画像認識ですけども、ディープラーニングが画像認識で流行る前は、例えば写真みたいな画像があっても、まずフィーチャーエクストラクションといって、画像の中の特徴物のある程度特定してベクトルをつくるというのをやります。例えば、車輪みたいなオブジェクトが1つのベクトルとしてあって、車輪が4個あれば自動車だとか、2つだからバイクだみたいな、そういう認識を機械に判断させようということが一般的なアプローチだったんですけども、ディープラーニングが出てくると、ピクセルデータをそのまま突っ込んで、これは猫ですみたいなのがわかるようになった。どこに注目してディープラーニングのネットワークが猫か猫でないかを判断しているかがわからないというのがあります。なので、そこは説明責任というか、解釈性が非常に低くなっているというのは言えると思います。

デシジョンツリーみたいなアルゴリズムであれば、学習させた後にどういう動きをするプログラムなのかがわかるので、これは悪いことをするだろうから使わないほうがいいよねみたいなこともある程度できたと思うんですけども、つくった人にもどういうときにどういう挙動をするかがわからないから、鹿島さんがおっしゃったような相場操縦みたいな問題が起き得るよねということだと思います。

J P Xのほうでは、法令的にはもう少し手当てをしたほうが良い問題もあるかもしれないのですけれども、少なくとも悪いアルゴはだめだという方針で取り組んでいます。ヘッジファンドとかH F TがつくったA Iベースのアルゴで、悪いことをするという意図性を持ってプログラムを組んだかどうにかかわらず、そういう挙動をとっているアルゴリズムが市場にいれば、それは是正をしていただくように指導していくという対応をとっています。証券会社さんを通じて審査みたいなものも使って、そういうトレーディングは、法的にはグレーだったり、エンフォース力がないとしても、是正していただくような方向で対応をしていってはいます。

想定される論点で事前にいただいた内容にもあったのですけれども、継続的に勝っていけるのかみたいなところで、恐らくものすごく短期の1秒間とか10秒間、1分後のマーケットの動きを予測するというものはある程度可能だと思

います。時間軸が短くなればなるほど、純粹にマーケットで得られる情報だけである程度未来が予測できるようになると思うんですが、長くなればなるほど完全に開いた系になってしまって、世の中の森羅万象がマーケットに影響を及ぼしていくので、データドリブンでパフォーマンスを上げていくというのは難しいと思うんですね。

私の最近聞いた事例ですけれども、とあるヘッジファンドでは、株価の予測とか銘柄選定にAIを使うのではなくて、投資委員会における人間同士の意思決定みたいな、その場での人間の発言内容とか声の調子とか、そういうものをAIにチェックさせて、人間が一貫性のある決定ができているのかというところをAIに活用している。それはあるなという感じがすごくしました。なので、そういった形でAIが使われていくこともあるのではないかなと思います。

○大崎 今のお話で、非常におもしろいなと思ったんですけども、AIによって生成された悪いアルゴが走っている場合に、是正をお願いするとおっしゃったんだけど、AIだったら是正のしようがないのではないかなと思ったんです。

○近藤 そうですね。なので、それを走らせている機関投資家、HFTなのかヘッジファンドなのかに、あなたのアルゴはこういう動きをしていますけれども、こういう動きは相場操縦に該当するので、止めてくださいねと言っていく。

○大崎 だから、その場合はゼロ・1ですよ。つまり、ここを直せばいい動きをするだろうというのは、さっきから出ていますけれども、理由がわからなくてそういうポジションをとっているわけですから、そうすると、そのシステムを改良しても何も起きないですよ。

○近藤 そのアルゴ自体を止めてもらうしかないと思いますし、基本的には、マーケットで実際に使う前に十分なバックテストをやってから使ってくださいね、みたいなところも含めてお願いしている。

○金澤 私も、オーディタビリティとか、あるいはインタープレタビリティ（説明可能性）というところでいくと、今のような話は、今後、AIが高度化していった金融取引が行われていく中で、何が作用して、そういった形で事象として発生しているのかというのを捉えて、そこを是正していく機能を監督当局はどのように高めていくのかというのは、すごく問題になり得るかなと思うんです。先ほどの話だと、AIが行っていることをAIで監視させるという仕

組みもあり得るのかなと思うんですけれども、そういう意味で、起こっている事象を的確にモニタリングしていくレベルがどんどん難しくなっていく。そうした中で、どういうことが起こっていくのかはわからないんですが、当局としては安定性を求めていかないといけないとして、そういう技術に対しての感度の高さを監督当局としてどのように高めていかれるのかというのは、すごく気になったところです。

○幸田 いろいろお話を聞いていて幾つか感想めいたことを申し上げます。1つは、AIが万能なのかどうかについては、多数の方が万能ではないとの認識を持ち限界について理解はされてきていると思います。先ほどの今泉さんの話とか森本さんの話のように、プライオリティとか点数をつけていくものをどううまく役に立てていくかということと言うと、コンプライアンスの話とか投資委員会みたいな話は、サポートしていくということで、すごく意味合いが出てくるので、そういう1つの使い方がAIのジャンルに出てきているというのは前向きに見ていいのではないかと思います。

一方で、AIだからという表面的な言葉だけで誤解したり、だまされたりする人は多分相当いるので、これはこれで、詐欺なのかどうかはありますけれども、そういうものを含めて、AI万能説が素人に浸透し過ぎているところを是正していくみたいなことも同時に必要だという面があります。

私もみずほ証券でAIとかビッグデータとかFinTechのいろんなプロジェクトをやっていたので、さっきの黒田さんとか運用の方々の話を聞いていてちょっと思ったんですけれども、特に金融機関の場合は、今後、AIでかなり仕事が代替されていくような部分は相当多いと思います。今、金融業界は、どちらかというところ、ある種のワークシェアリングみたいなものも含めて構成されているところは、FinTechも含めて、AIがもっと全面的に使われることによって、現在、ある種の雇用が確保されている業務構造みたいなものが相当変わってくる可能性があると思います。きょうの議論は、どちらかというところ金融取引という断面で議論されている部分がすごく多いですけれども、それよりもっとベースの部分も含めて、ビッグデータの解析みたいなこととかとリンクしながら、例えば、今、証券会社の対面での業務、要するに一人一人が持っているノウハウでやっているベテラン業務みたいなものが、割り切ればAIをベースにしたものに代替されていくということが相当出てくる可能性があると思います。そうすると、結局、雇用への影響も大きいとか金融のビジネスモデルがかなり変わる可能性はあるので、きょう皆さんのいろんな話を聞きながら、そういうところを見据えておく必要はあると思いました。

○有吉 皆様のいろいろなお話を伺っていて、ブラックボックス化というのが何を意味するのかということ、すなわち、大崎さんが繰り返しおっしゃられて

いる人間とAIとで何が違うのかを、特に責任や規制のあり方を考えていく中ではちゃんと整理しないとイケないような気がしました。1つ決定的に人間と違うのだろうと私が思っているのは、投資運用の場面であれば、なぜそういう投資をしたのかとか、RegTechで使うのであれば、なぜその点を重視したのかということについて、人間の場合は文系的に理由を回答してくれるわけですが、AIは回答してくれないということだと思っております。人間の回答は、時には神様のお告げに従ったという途方もない回答のこともあるかもしれないですし、こういう統計からこの数字を計算していった結果、こういう回答をしたと説明することもあり、多様なものがあるとは思いますが、AIは、そもそもそのような説明をしてはくれないのだと理解しています。

一方で、ここは私がわかっていないので、近藤さんなのか、どなたかに教えていただきたいのですが、ディープラーニングというか、機械学習により、何でその算式を用いたのかはわからないものの、どのような算式を用いたかということ自体は後から検証することはできるという理解でよろしいんですかね。それすらできないことがある、すなわち、算式すらブラックボックスなのか、それとも、なぜその算式をとったのかということだけがブラックボックスなのか、そこがよくわからなかったのです。

○近藤 ディープラーニングでも、ノードの数が何個あって、何層にするかみたいなのは決めるのですが、結果、パラメータの数が何億個とか、そういうオーダーになってしまって、それも最初の入力から多変量解析の多項式が何百個も並んでいるようなことを何層も繰り返して、その全てのノード間のエッジ毎に係数が1つ1つパラメータとしてあり、初期値をランダムで与えて、収束するまで計算を繰り返すみたいな形のことをやっているのです、1個1個の係数を見ても、全体としてどういう動きをしているのかを解釈するのは難しいというのがあります。

○有吉 誤解していたら申し訳ありませんが、理論的には必ず計算式を検証できるのだけど、物理的というか実際には不可能な場合があるぐらい複雑になっているということですかね。

○近藤 イメージ的にはそうですね。当然、計算機の中でソースコードとして組み込まれているので、存在していることは間違いない。四次元ポケットみたいになっていることはないのですが、それを読み説く、解釈するというのは相当困難です。

○有吉 そうすると、神様のお告げというのと近いような状況になってしまっているのかもしれないのですが、ブラックボックス化といったときには、計

算式が分からないということと同時に、その計算式を用いた理由を叙述的に説明してもらえないところを、後で人間なのか、また別のAIなのか分からないですけれども、それを読み解かなければならないところが、人が判断するものと決定的に違うところなのだろうと思いました。

その点はリスク管理の観点から考慮しなければならないと思います。つまり、前提条件というか、環境が変わったときに、計算式が引き続きそのままいいのか、いけないのかということが、何でそれを選択したのかということがわかっていれば、状況が変わったもとでも同じように成り立つであろう、あるいは類似する形で成り立つであろうと判断ができるところ、そもそも何でそういう選択肢をとったのかがわからないと、環境が変わったときに、そのままいいのか、変えなければいけないのか、およそ判断がつかないことになってしまいます。ここが決定的に違うような気がしまして、そういった意味で、人が頭で考えて判断をして運用したり、リスクチェックをしたりという場面と、AIに任せて、その説明が受けられない中で運用なりリスクチェックをしていくという状況とで違ってきて、それが例えば投資運用の場面では、責任のあり方とか説明の仕方も変わってくるのかなという感覚を持ちました。

○近藤 余談になっちゃうかもしれないんですけども、実はAIの研究者の間では、今回のAIブームが今度こそ本物だと言っている理由が、ついにブラックボックスのまま結果を出せるようになったからで、大崎さんがおっしゃるとおり、人間と変わらないんです。1980年代の第二次AIブームのデシジョンツリーみたいなアルゴリズムは、同じようにデータで学習させるんですけども、出てきた結果が、風が吹けば桶屋がもうかるみたいな、人間がプログラミングしてつくるようなソースコードになるので、そこが今回との決定的な違いで、松本さんが事前にメールでくださったように、ブラックボックスなんですけれども、一方でAI自体は人格がなくて責任がとれないということで、責任は人間がとるみたいなのところが恐らく今回の一番の違いですね。

○堀 1点だけ。AIはいろいろなところで使われて、AIの使い道はあると思うんですけども、勧誘とか推奨の場面でAIが使われている場面と、金融商品そのものの仕組みだとかリスクに影響するような部分にAIが使われている場合を区別して議論したほうがいいのではないかなと思っています。

例えば、「あなたにはこれがお勧めです」と言ったとしても、なぜそれがお勧めなのかみたいなことを証券会社は話す必要はなくて、きちんとその人が判断できるだけの情報がもらえれば、それはAIがお勧めしたのと人がお勧めしたのと変わらないと思うんですね。

一方で、適合性でも、どちらかという説明義務かもしれませんが、金融商品たる中身、仕組みやリスクにAIの何かの特性が影響し得るのであれ

ば、そこはきちんと説明すべきですし、最大リスクはどのぐらいなのかを説明すべきだという話になってくるのではないかと思います。AIの利用といったときに、どのような場面での論点なのかということが気になりました。

○森本 AIは説明できないことはないと思いますよ。だって、説明をしろと言えば説明すると思いますよ。その説明と実体とはどういう関係があるかなんていうことは一切関係がないので、耳ざわりがいい説明方法を選択せしめればよくて、実際世の中で株式市場の評論なんかを見ていて、トータリーナンセンスですよ。マクロの変動とか、ニュースの発表とかと株価の説明をしていますけれども、何の意味もないですね。ただのでたらめなおしゃべりですよ。金融のレベルなんてあんなものであれば、AIがやったことについて、AIをもっと賢くして、おまえ、上手な説明を考えろよと言ったら、べらべら上手な説明をしますよ。

次に、そのときそのときで説明にロジックがないだろうと言われて、そうしたら、もっと学習しちゃって、一貫性のある説明をしますよね。次に、説明できなくなったら、多分運用をやめますよね。だから、最後は説明できないことをやるばかりはないということに帰着するわけでしょう。だって、責任は説明にかかっているだけで、結果にかかっているから。僕はそれだけのことだと思いますよ。僕らの世界で説明できないことをやっているやつはいないですよ。どんなでたらめな説明でも。もっと言えば、説明は耳ざわりがいいかどうかでほとんど通用しているんですよ。それは野村証券の株価の予想、あんなのを見たらわかるとおりで、100%意味がないおしゃべりですよ。社会ってそういうものだと思うので、何か文句はあるかと言えば、何も文句はない。

もう1つだけ。ヘッジファンドの戦略にスタティスカル・アープってあるんですよ。多分僕らの世界でやる人はいないと思いますよ。ハイネットワークかファミリーオフィス以外はやっていないと思いますよ。多くの場合、解約できないようになってるんです。レポートもないんですね。それから、僕らは説明できないことはやらないという考え方から言えば、業界でやる人は99.9%いないですよ。リターンでお金は絶対動かないですよ。だから、AIで成功しようと思えば、AIは説明するツールにしたほうが圧倒的にビジネスとしてはいいですね。結果を出すツールとしては役に立たない。なぜなら、結果を生んだとしてもお金は入らないと思いますよ。自分の強い実務の実感として。

○湯山 途中、AIって何なのかという議論を後藤先生とかもおっしゃっていたと思いますけれども、司会の立場であれですが、AIが言ったから投資するのと、例えばバフェットが言ったから投資するのと、森本さんが言ったから投資するのと、何が違うのかなというのは確かに疑問としてあるなと何となく思いました。あと、岩澤先生、何かコメントとかございませんか。

○岩澤 きょうの議論を聞いていて、皆さんのおっしゃったことには、ほとんど違和感はないですね。きょう大崎さんの最初の問題提起は、AIによって本質的に物事が変わるのかというお話だったんですけれども、幸いにして、きょうの皆さんの議論のおかげで、何も変わらないんだなということがわかりました。その理由は何かという、AIによってでも何でもいいんですけれども、私は関心があるのは、経済学者なので、法規制が云々かんぬんというよりは、マーケットがうまくファンクションするかという問題ですが、マーケットがうまくファンクションしなくなるタイプは幾つかあるんですけれども、その重要なことの1つは、安田先生がちょっと触れたんですが、みんなが同じ行動をとるようになるということなんですね。例えば株価が暴落するというのは、なぜ暴落するかというと、みんな売って、買う人がいないからですよ。その意味では、マーケットが同じ行動をとる人ばかりになるというのはとても怖いことなんですけれども、AIがすごくはやって、AIというのは多分にサイエンティフィックなエクストラネーションの結果なのだから、みんな同じようになるわけですよ。AIファンドがものすごく巨大になって、それがフローリッシュするようになったら、これはマーケットにとって非常に脅威だなと思ったんですけれども、きょうの説明を聞く限り、わからないのがポイントだというのでしよう。森本さんじゃないんですけれども、ブラックボックスがポイントだということにける人はいないですよ。上手に説明できたら、それはかけるようになりますよ。だけど、ブラックボックスがポイントだと言っているファンドにけるばかりはいない。そんなやつは絶対いない。だから、それが1兆円ファンドになることは絶対ない。したがって、その限りにおいて、それは全くマーケットの脅威ではないです。そういう感想を持ちました。

○近藤 実際、他人のお金を預かって運用するファンドで、本当にブラックボックスのAIで長期的に運用するのは難しいと思います。自己勘定で、顧客に対する説明責任がなくて、毎日毎日チューニングしてパラメータを変えながらやれるファンドでないといけないと思います。

##### 5. 総括（小野傑 東京大学客員教授、西村あさひ法律事務所）

○湯山 お時間もそろそろですので、小野先生、なかなか難しいような気がするんですけれども、総括をお願いします。

○小野 まとめという役割を仰せつかったものですから、まとめにならないようなまとめを所感も含めていたしますと、大崎さんからマーケットが激変してAIに取ってかわるのか、それとも事務の効率化ということなのかという問題

提起がありました。本日のご報告はそれぞれ印象的であったのですが、最初に黒田さんから、証券業務において、事務の効率という言葉だけで全てが尽きるとは思いませんが、AIが想像した以上のスピードで人の仕事に取ってかわり、その分、まさに本当の意味での働き方改革とも言える人がより知的なことに特化できるということで、AIが現実において人や社会に役立っていることが理解できました。また岡田さんからは、ビッグデータとAIという観点から極めて専門的な報告があり、これをまとめる力もありませんけれども印象的だったのは、特徴量という話でせつかく探し出しても公表されると、いずれ必ず1つに収斂する。多少の時間軸があるのでその過程において、利益を得る。これこそ経済的な合理性なのかなと思いましたけれども、法律家として普段聞くことがないお話でした。

鹿島さんは、これは法律の話なので、その分親しみを覚えた分析をお伺いしました。最後の相場操縦とインサイダー取引に関する論点で、AIと主観をどう捉えるかという問題提起をいただきました。AIに主観はない以上どう規制上の対応をするべきかと思っていたところ、次に東証の近藤さんが、主観を飛び越えて、相場操縦的な高速取引、HFTに対しては指導をするという話がありました。やはり法律論というのは法的責任を問うわけですからある意味非常に人間的であり、AIを前にして超えられない一線があるところ、市場を監督する東証の立場としては、その主観を飛び越えて、何と相場操縦的な——相場操縦という言葉自体が、ある意味では悪性を意味していますから表現として適切ではありませんが、相場に対してふさわしくない影響を与えるものに対して、何らかの指導をされているという話でした。ある種の予定調和はとれているんだなと思いつつも、そこにおける判断軸或いは法的責任論としてはどう考えるのだろうか、つい法律的な発想を持ってしまいました。

一方において、先ほど岩澤さんよりAIは心配ないんだという話があり、そのように思うかたわら、今の東証における1日の取引で外人取引が多くを占め、では外人取引って何ですかというと、それは高速取引かつ恐らく大宗を占め、一応相場操縦的なのは何らかの対応はされているという話ですけれども、年初における相場下落は、機械学習、AI、HFTが、別に悪意でやったわけではなくて、相場が手薄のときにやった行動ですが、市場に対する影響は当然あったわけです。よく議論されているのは、5月の10連休のころ、東証は閉まっていますけれども、先物市場とかで一方向に相場が動いていくかもしれない。為替の市場でAIが利用されていたらどう反応するのか。市場とはそういうものであると達観することもできますし、AIですからそこには悪意とかはないですが、一方、ヒトが仕掛ければ非難されるかもしれない。ですから、また鹿島さんの議論に戻って、規制という言葉が適切なかわからないけれども、一応、規制において、悪意とか悪性がないAIをどう規律するか、安田さんが鋭く問題を指摘されたように簡単には解は出ない問題が残されたと思いま

す。一つの考え方は、今日展開・発展しているA I、ディープラーニングによる機械学習は、決して1980年代、1990年代に議論されたようなものとしてではなくて、人間と同じというレベルでもはや捉える必要はなく、例えとしてふさわしくはありませんが、ヒトが走るのと車が走るのとは規制は全く別物と考えるように、全然違う次元に立っているというように発想を切り換えることも必要と思います。

今日の議論は、議論してまとまったというよりも、A Iとして何を認識するのか、どの側面でA Iを考えるのかによって法律の規律、規制のあり方も、またマーケットの規律、規制のあり方も違ってくるところで、いろんな新しい課題を投げかけた会ではなかったかと思います。皆さん、貴重なお時間と非常に有意義なご発言、ご報告、まことにありがとうございました。

○湯山 ありがとうございました。

それでは、これで第4回の産官学フォーラムについては終わりにさせていただきます。

以上