

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	エージェント・ベース・モデリングを用いた組織多様性がもたらすトレーディングへの影響の研究
Title(English)	Effects of organizational diversity on trading performance utilizing Agent-Based Modeling
著者(和文)	藤平 武文, 北澤 正樹, 高橋 聡, 吉川 厚
Authors(English)	Takefumi FUJIHIRA, Masaki KITAZAWA, Satoshi TAKAHASHI, Atsushi YOSHIKAWA
出典(和文)	国際P2M学会研究発表大会予稿集, p. 82-89
Citation(English)	Proceedings of International Association of P2M, p. 82-89
発行日/Pub. date	2021, 10
DOI	http://dx.doi.org/10.20702/iappmproc.2021.Autumn.0_82

エージェント・ベース・モデリングを用いた組織多様性がもたらすトレーディングへの影響の研究

Effects of organizational diversity on trading performance utilizing Agent-Based Modeling

藤平 武文 Takefumi FUJIHIRA[†]
北澤 正樹 Masaki KITAZAWA^{†, ††}
高橋 聡 Satoshi TAKAHASHI^{†††}
吉川 厚 Atsushi YOSHIKAWA[†]

金融機関のトレーディングチームは、様々な経験や知識を持ったトレーダーが構成員となり、それぞれの相場観に従ってトレーディングを行う。チームはリーダーにより束ねられるが、リーダーも自身の相場観を持ち、構成員の判断に介入を行う。トレーディングチームは当初多様性のある集団だが、リーダーの介入により画一的なチームとなることも、多様性を維持したチームとなることもありうると考えられる。本研究では、リーダーの行動がトレーディングチームのパフォーマンスに及ぼす影響を明らかにすることを目的に、リーダーの介入が組織特性に及ぼす影響について、エージェント・ベース・モデリング (ABM) の手法を念頭に、投資実態をトレーディングチームリーダーに対して行ったインタビューの結果を報告する。

キーワード：トレーディング、意思決定、人工市場、エージェント・ベース・モデリング

The trading team of a financial institution consists of traders with various experiences and knowledge, and they trade according to their market views. A leader leads the team, and intervenes in the members' decision with his/her own views on the market. Although the trading team is initially diverse, it can become a uniform or a diverse team depending on the leader's intervention. This study will utilize Agent-Based Modeling (ABM) techniques to model the effects of leader intervention on organizational characteristics to clarify the impact of leader behavior on trading team performance. This study will report the results of interviews conducted with trading team leaders on the actual investment situation, keeping in mind Agent-Based Modeling (ABM) techniques, to clarify the impact of leader behavior on trading team performance and organizational characteristics.

Keywords : Trading, Decision-making, Artificial Market, Agent-Based Modeling

1. はじめに

トレーディング業務における取引判断は、個人の知見やスキルに裏打ちされた相場観に基づく高度な意思決定である^[10]。従来、トレーディングは個人投資家を対象に研究が行われており、個人投資家の投資行動タイプを中心に研究されてきた。しかし、機関投資家、すなわち企業におけるトレーディング業務は、トレーディング業務の非開示性により十分に研究されてきていない。機関投資業務は、トレーダーというある意味の個人投資家の集合体では

† 立教大学 人工知能科学研究科
†† 北澤技研
††† 関東学院大学

あるが、法人としての意思があるような投資を行う側面もある。収益や損失が企業に帰属し、また取引に課せられる規制は企業に対するものである為、投資評価はトレーダー個人に属することはなく、組織単位で行われる。個人の意思決定による投資行為であっても、集団になるとリスクを分散させ収益を安定化することが期待されることが、人工市場と呼ばれるABMに基づくシミュレーションを通じ、チーム単位でのトレーディングが収益の安定性をもたらすことを明らかにした先行研究^[2]でも示されている。

人工市場とは、計算機上に人の手によって人工的に作り出された架空の市場のことである^[1]。人工市場の参加者は、エージェントと呼ばれる計算機プログラムで表現された仮想的ディーラー（トレーダー）であり、これらエージェントの売買行動を、現実の金融市場を反映した価格決定メカニズムに投入することで、仮想的な市場価格が決定される^[1]。Itoら^[2]では、この人工市場を株価予測に活用し、単一の価格予測モデルよりも、価格予測モデルをそれぞれ持つ複数のエージェントを組織単位でまとめ、個人の結果の総和をとる方が、収益の安定性を高めることを報告し、この手法を **Company-Trader Method** と呼んだ。この手法はトレーディング業務の実際の運営をよく表しているが、個人の意思決定の総和であり、機関投資家という組織体としての意思決定も含む研究ではない。トレーディンググループ内では、リスクマネジメントや組織としての相場観反映等のため、チームリーダーによる介入が行われ、結果として組織としての意思決定がなされる。

機関投資家におけるトレーディングチームは、その発足時点における人員構成は人事異動により決められるものであり、そのため多様な相場観を持つトレーダーの集合体と考えることができる。しかしその多様性は、投資リターンを達成するために、直接的・間接的な影響を受け、徐々にある範囲の中での多様性になっていく。また、そのプロセスはある意味での強い制約であるリスクを回避するトレーダーの学習にもなっている。

しかしながら、各トレーダーは他の業務領域においてはとれない「反対売買」が可能であったり、トレーダー一人ひとりが独自に行動することが可能である点において、ある範囲というのが必ずしも狭い範囲ではない。しかも、リスク回避というかなり強い制約と、目標利益達成という短期中期長期の折り重なる目標の中では、それらは組織的行動として考えられる。このような状況においての組織行動として、トレーディングチームのマネジメントを研究の対象としたものは管見の限り見当たらない。

本研究では、トレーディングチームにおける組織的行動と各トレーダーの個人的行動をモデル化することを目標に、まず、機関投資家のトレーディンググループ内で起きていることを分析する。特に、リーダーの行動に着目し、集団的暗黙的意思決定の行動をインタビューを通じ明らかにし、P2Mの枠組みを用いて整理することで、トレーディング業務はどのようなモデルになるのか、その構成を明らかにする。

2. 研究対象

本研究では金融機関におけるトレーディング業務を研究対象とする。トレーディングとは商取引や貿易、通商などを一般的には指すが、本研究においては自社の資金を使って株式、債券、為替などの取引を行い、リターンを追求する業務¹⁾をいう。リターンの追求とは単純に取引商品の価格変動を捉え、売買を通じて利鞘を稼ぐことや、顧客との取引を見越して有利な価格で仕入れたり、有利な価格で転売したりすることも含まれる。本邦においてこのようなトレーディングを業務として行っている企業は、銀行のほか、証券会社や投資顧問会社、商社や大手事業法人等多岐にわたり、それぞれトレーディングの対象とする金融商品も異なるが、ここでは筆者の1人が勤務する銀行における、外国為替を取引対象とするものを指すこととする。

銀行におけるトレーディング業務は、細分化された取引対象金融商品ごとにチーム単位で行われる。チームにはリーダーが存在し、リーダーの運営によって、チームの特徴があると考えられる。

P2Mの視点からトレーディング業務を俯瞰すると、3Sモデルを用いて表2-1のようにとらえることができる。

表2-1 3Sモデルにおけるトレーディング業務

スキームモデル	システムモデル	サービスモデル
取扱商品の選定		取引の実行
リスク許容度の設定	取引戦略の策定	介入の実行
トレーダーのミッション設定	利害関係者との情報共有	取引戦略見直しの検討
マネジメント方針の決定		

トレーダーに与えられた大きな裁量も、介入を通じた簡略化した組織としての意思決定も、時々刻々と変化する市場や顧客と対峙する業務特性による時間的な制約に起因するものと考えられる。環境は常に変動しており、これはイノベーションプログラムのマネジメントで重要とされるのと同様に、個々のトレーダーの自由な発想は尊重しながら、緩やかに方向性をつけるマネジメントが求められる。

3. 先行研究

本章では投資意思決定、ABM、人工市場に関する先行研究について詳しく述べる。

3.1. 投資意思決定

投資意思の決定については、投資対象の資産クラスごとにその要因について研究がなされている。株式については、Grinblattらがフィンランドの株式市場データを用い様々な属性の投資家の行動について分析を行っており、過去のリターンや価格のパターン、税効果などが

売買行動に影響を及ぼしていることを明らかにしている^[10]。また国債については宮川らが日本国債市場における機関投資家の売買行動について分析し、都銀・地銀に金利低下（価格上昇）局面で売却の頻度が上昇する一方、金利上昇局面では売買頻度の上昇が見られないことを報告している^[11]。しかし、いずれも市場で観測されたデータを基にした統計的な分析であり、意思決定に至る組織内部のプロセスについての研究はなされていない。為替については中村らが、本邦外銀にて行われた人工市場における模擬トレードを題材に研究を行い、複数取引経路が存在するケースにおける組織行動についての報告を行っている^[9]が、組織の構成や人工市場自体が非常に簡素化されたものであり現実社会における投資意思決定を分析したものではない。山下らは、金融教育の観点から、ビジネスゲームを通じ個人投資家の投資意思決定の傾向について分析を行っており、投資への習熟が進むとリスク管理への意識が高まることを示唆している^[8]が、個人投資家を対象とした分析にとどまり機関投資家の意思決定についての考察はなされていない。

3.2. ABM について

ABM とは、「エージェント」と呼ぶ内部状態と意思決定能力とを備えた複数の主体を用いたボトムアップなモデル化とコンピュータシミュレーションを特徴とするモデル化手法であり、社会・経済・組織といった人間を主体として含むような複雑適応系の分析に用いられる^[3]。ABM を用いた効用と組織多様性の関係についての先行研究として Takahashi ら^[4]があり、部分的な多様性は均一的な組織よりも環境変化に際して組織効用をより高めることが明らかにされている。

3.3. 人工市場について

人工市場とは、計算機上に ABM を用いて人の手により作り出された架空の市場のことである。人工市場を構成する参加者は、エージェントと呼ばれる、計算機プログラムによって表現された仮想的なディーラーである。このようなエージェントは、各々があるルールに従って取引や学習、意思決定といった行動を行う。人工市場内には、このようなエージェントが多数存在しており、それらは経済的な交換、投資、学習、相互作用などを行う。また人工市場の別の特徴として、エージェント間の取引の積み重ねからどのように金融価格が決定されるかという価格決定メカニズムが挙げられる。価格決定メカニズムとは、ミクロなエージェント間の相互作用が、どのように金融価格といったマクロ変数を決定するのかという仕組みのことである。つまり価格決定メカニズムとは、ミクロなルールとマクロな現象をつなぐメカニズムである^[1]。

人工市場を利用した研究の目的としては、主に現実の市場現象の分析や、現場の支援ツールの構築、既存の経済理論の検証の三つがあるとされており^[1]、近年においては金融規制の金融市場に与える影響の検証^[5]や、組織戦略が取引収益にもたらす影響の検討^[2]などにも活用がなされている。

4. 方法

現役のトレーダーへのインタビューを通じて、組織的行動の統制をどのように行っているのか、調査を行う。インタビューは半構造化インタビューとし、リーダーによるチームの多様性への影響や、収益への影響、成長への影響などについて聴取する。

4.1. インタビュー

リーダーによる組織的行動の統制の事例とそのチームに及ぼす影響、教育効果について明らかにすることを目的とした。対象者はリーダークラスの現役トレーダー3名である。手法は非構造化インタビューである。

インタビューの対象となったトレーダーの属性は表5-1の通りである。

表5-1 インタビュー対象者の属性

	回答者①	回答者②	回答者③
トレーダーとしての経験年数	12年	15年	約8年
うち、リーダーの経験年数	2年半	2年	3年

インタビュー結果については表5-2の通りとなった。なおインタビューはすべてICレコーダーに録音し、研究協力者は氏名を名乗らず個人情報特定できない状態とした。インタビューは2021年9月に、対話形式で実施した。インタビューに要した時間は一人あたり約45分であった。

表5-2 インタビュー結果

No	質問	回答者①	回答者②	回答者③
リーダーとなる以前の経験について				
1	リーダーによるコントロールの経験	直接的にはなし	直接的にはなし	暗黙の指示によるコントロール
2	コントロールについてのコミュニケーション	ルールに基づくビュー・ポジションの報告のみ	ルールに基づくビュー・ポジションの報告のみ	上司との会話を通じ、期待される行動を刷り込み
3	リーダーによる直接的な介入の経験	なし	なし	あり
4	直接的な介入の内容	なし	なし	直接的な指示ではなく、雰囲気を読み自ら行動を変化させる
5	リーダーによる間接的な介入の経験	あり	あり	あり
6	間接的な介入の内容	チームのビューを表現するため、リーダーが自らポジションを取る	リスクが過大な時に逆取引を行う	ポジションコントロールという形で恒常的になされていた
7	介入が自身の成長に影響を及ぼしたと思うか	トレーダーとしての成長とは直接的な影響は認識せず	思わない。想定シナリオのレポート等、教育による影響はあった	思わない。先輩や上司からの指導による成長はあった
8	介入が他の成長に影響を及ぼしたと思うか	不詳	与えたと思う	直接的な介入が、行動を変化させた例を見たことがある
リーダーとなった後の自身の行動について				
9	自分はどのようなチームのコントロールをしているか	自由にさせ、事後に指導、フォローアップを行う	コントロールはせず、姿勢についての指導のみ行う	必ず守る約束事のみ事前に取り決め

4.2. 結果の整理

インタビューでは、システムモデルとして利潤の追求と適切なリスクマネジメント、関連法規の遵守については、明らかすぎて報告が無かったものの、ルールに基づくポジションビューの説明が明確にあり、かつ、リーダーのポジション取りが組織的な行動の一つの目安に

なっていることがチームに共有されていることがわかった。また、スキームモデルとして、収益の追求・リスク回避としての想定シナリオ設定や、ポジションという構想がチームに共有されていて、かつ、事後の指導などでその構想と実現形態とのギャップを埋める解釈の是正が行われていることが分かった。

このように、直接的な形でのリーダーの介入の存在は確認できなかった一方、暗黙の内にリーダーが自発的に売買を行ったり、ビューの共有といったコミュニケーションを通じた緩やかな形で統制がとられ、組織的意思決定が行われていることが確認できた。また、同様のコミュニケーションは日常的に同僚との間でも行われており、組織としての意思の醸成や、学習効果ももたらしめていることが明らかとなった。

これは、イノベーションプログラムのスキームモデルからシステムモデルにかけて、個々の研究者の自由な発想を尊重しながら、社会変革の方向へゆるやかに導くマネジメントが必要とした山本の報告^[6]や、アジャイル開発における「柔らかなマネジメント」の重要性を報告した研究^[7]と一致し、トレーディング戦略策定と R&D プログラムにおける P2M との親和性が明らかになったのと同時に、既存業務モデルにおいては今回認識した緩やかな形での組織統制の仕組みが不足していることがわかった。

5. 今後の課題

本研究では、組織的行動を伴う機関投資家の投資チームの業務実態を半構造化インタビューを用いて明らかにすることを行った。この結果、ルールと暗黙的な縛り、そして、その暗黙的な縛りを正しく解釈するための指導がチームに行われており、これが個人投資の集合体として扱えない投資チームの特徴である事が見いだせた。今後、組織的意思決定のプロセスについて、これらを考慮してモデル化を行う。そこで、モデルを搭載する基盤として、株価変動によりランダムな売買選択を複数のエージェントが行うコンピュータプログラムを構築する。その上で、得られた知見を基に ABM により作成したモデルを順次プログラムに搭載し、シミュレーションを行うことによりリーダーの介入による組織変質とその収益・学習への効果を明らかにすることを目指す。

参考文献

- [1] 和泉 潔「人工市場」、森北出版、2003
- [2] Katsuya Ito, Kentaro Minami, Kentaro Imajo, and Kei Nakagawa: “Trader-Company Method: A Metaheuristic for Interpretable Stock Price Prediction”, Proceedings of the 20th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems, London, England, 2021
- [3] 寺野 隆雄「エージェント・ベース・モデリング：その楽しさと難しさ」、計測と制御、Vol. 43、No. 12、pp. 927-931、2004
- [4] Satoshi Takahashi, Tomomi Kobayashi, Masaaki Kunigami, Takashi Yamada, Gaku Yamamoto, Atsushi Yoshikawa, and Takao Terano: “Relations between Partial

Diversity and Organizational Performance in an Organization”, *SICE Journal of Control, Measurement, and System Integration*, Vol. 6, No. 2, pp. 147-156, 2013

- [5] 八木 勲、水田 孝信、和泉 潔「人工市場を利用した空売り規制が与える株式市場への影響分析」、*人工知能*, Vol. 26, No. 1, pp. 208-216, 2011
- [6] 山本 秀男「イノベーションプログラムのマネジメントに関する考察」、*国際 P2M 学会誌* Vol.8 No.2, pp. 123-133, 2014
- [7] 山本 秀男「P2M 理論の拡張に関する考察 ～実践的設計論の導入～」、*国際 P2M 学会誌* Vol.13 No.2, pp.26-45, 2019
- [8] 山下泰央、高橋大志、寺野隆雄「ビジネスゲームによるファイナンスへの接近—金融資産への投資の意思決定の学習」、*コンピュータソフトウェア*, Vol.25, No.4, pp.35-40, 2008
- [9] 中村茂雄、和泉潔、植田一博「為替ディーラーの意思決定の分析」*情報処理学会研究会報告*、知能と複雑系, ICS-123, No.1, pp37-42, 2001
- [10] Mark Grinblatt, Matti Keloharju: What makes investors trade?, *Journal of Finance*, Vol. 56, No.2, pp.589-616, 2001
- [11] 宮川大介、渡邊修士「日本国債トレーディング行動の決定要因：投資家タイプ別売買データを用いた分析」*証券経済研究*, Vol.93, pp.70-101, 2016