

水平株式保有するパッシブファンドの増加が 企業間競争と市場価格へ与える影響 —人工市場によるシミュレーション分析— Effect of Increasing of Horizontal Shareholding by Index Funds to Competitions and Market Prices — Investigation by Agent-Based Model —

水田孝信*1

Takanobu Mizuta

*1 スパークス・アセット・マネジメント株式会社

SPARX Asset Management Co., Ltd.

近年、投資ファンドがある業界のすべての企業の大株主となる“水平株式保有”(horizontal shareholding)(または“共同保有”(common ownership)ともよばれる)が、公正な企業間の競争を阻害し、産業の発展を妨げているという主張が増えてきた。特にパッシブファンドによる水平株式保有が大きな割合となっており、大きな議論となっている。本研究では、人工市場モデルを用いてパッシブファンドの増加が企業間競争と市場価格へ与える影響を分析した。その結果、パッシブファンドの割合がさほど大きくなくても、競争を阻害する可能性を示した。また、競争に勝った企業の市場価格が増加したファンダメンタル価格以上に上昇して割高となり競争を促す株主が離れて競争力を弱くする一方、競争に負けた企業の市場価格が減少したファンダメンタル価格よりさらに下落して割安となり競争を促す株主が増え競争力を強くして、企業間競争のバランスをとるメカニズムが存在する可能性があることを示した。パッシブファンドの増加はこのようなメカニズムを弱める恐れがあると考えられる。

1. はじめに

近年、投資ファンドがある業界のすべての企業の大株主となる“水平株式保有”(horizontal shareholding)(または“共同保有”(common ownership)ともよばれる)が、公正な企業間の競争を阻害し、産業の発展を妨げているという主張が増えてきた [Azar 14, Elhauge 16, Fichtner 17]*1。通常投資家は、保有している企業が競争に勝ち企業価値が上昇することが自身の利益につながるため、企業の経営者に競争を促す。一方、業界のすべての株式を保有している投資家は保有する企業が競争することによって、たとえある企業が競争に勝っても競争に負けた方の企業も必ず保有しており、その企業の価値下落によって損失もこうむるので競争を促す動機がなく、むしろ商品の販売価格を維持する方が利益になることすらある。

水平株式保有はさまざまな投資戦略のファンドで起こりえるが、日経平均株価などの指数(インデックス)と同じ収益を得られるようにインデックスを構成する銘柄と同じ銘柄を保有する“パッシブファンド”はほとんどの場合水平株式保有を行ううえ、近年急速に投資資金が増えているため、特にパッシブファンドによる水平株式保有が大きな割合となっており、大きな議論となっている [Fichtner 17]*2。

米国においてはパッシブファンドの運用会社は上位3社による連絡先: 本稿は [水田 18b, Mizuta 18d] を再構成したものです
水田 孝信, mizutata@gmail.com

<http://mizutatakanobu.com>

当日の発表スライドは以下にあります

<http://mizutatakanobu.com/20181020.pdf>

*1 これらの論文のレビューもある [水田 18a, 水田 18c].

*2 近年のパッシブファンド急増への懸念は他にもある。パッシブファンドに対して値上がり期待できる銘柄を選別しそれらに投資する“アクティブファンド”とよぶが、アクティブファンドは投資先企業に本源的に存在する価値(ファンダメンタル価値)に基づいて取引を行うため、企業価値に即した適正な価格を発見し、その価格付近に市場価格を近づける(市場を効率的にする)という、資本主義の重要な機能である投資資本の適切な配分を担っているという主張がある(優れたレビューとして [Wurgler 10])。そのため、アクティブファンドが減りパッシブファンドが増えることは、市場価格が適切

る寡占が進んでいるうえ、全上場企業の4割以上の企業の筆頭株主が実質的にパッシブファンドの運用会社で、パッシブファンドが全体の約15%を保有し、多くの企業の上位株主が重複しているという状況になっている [Fichtner 17]。このため [Azar 14] は、米国航空業界では上位株主の多くが重複しており、この水平株式保有による企業間競争の阻害の効果で航空運賃が3%から7%ほど高くなっていると見積もった。[Fichtner 17] は議決権行使の状況を分析し、パッシブファンドは株主総会のような公開の場ではなく、経営者との非公式ミーティングの場で経営者へ圧力をかけていると主張した。

[Elhauge 16] は、このような状況はすでに反トラスト法(日本でいう独占禁止法)に違反している状況である恐れがあると述べ、[Piketty 13] が主張する所得格差の拡大はパッシブファンドが企業間競争を阻害していることが原因であって*3、これ以上の所得格差の拡大を食い止めるためには、株式に投資するファンドに対して1業界につき1企業のみに保有を制限すべきと主張した。

しかしながら、水平株式保有が企業の経営戦略や市場価格にどのように影響を与えるかは非常に複雑なメカニズムが存在すると考えられるため、これらの実証分析を中心とした先行研究では結論は全くでない*4。特に図1に示すように、株式の売買が株主構成に変化を与え、それが企業の経営戦略および企業が市場価格に関わらず本源的にもつ価値(ファンダメンタル価格)を変化させ、それが株価を変化させ、それが株式の売買の判断を変えするという、ポジティブ・フィードバック過程が内在していることが分析を難しくしていると考えられる。実証研究のみではこのような、マイクロ・マクロ相互作用を含むメカニズムを分析することは困難である。また、取引参加者に占めるパッシブファンドの割合が現在ほど多かったことは過去

に形成されず資本の適切な配分機能が破壊され、社会にとって好ましくないという主張すらある [Fraser-Jenkins 16]。一方で、アクティブファンドへの批判も運用成績や手数料を中心になされている(例えば、[Bogle 14])。

*3 [Piketty 13] が主張した所得格差拡大の原因はこれとは異なる。

*4 実際、反論 [O'Brien 17, Rock 17] も多く、それらの反論に対する反論 [Elhauge 17] もある。

ないため、これ以上パッシブファンドが増えた場合の議論を実証研究だけで行うのは困難である。そもそも、どのような投資家がどのくらい存在するのかを測定すること自体容易ではない。価格形成や流動性にはさまざまな要因が複雑に関わっているため、実証分析では投資家の構成割合の変化が与える影響だけを取り出すことは困難である。

このような実社会におけるマイクロ・マクロ相互作用を含むメカニズムや、実社会でまだおきていない状況、および状況の変化の純粋な影響を議論するのにすぐれた手法として、コンピュータ上で仮想的にその状況を作り出し検証する、社会シミュレーションがある。社会シミュレーションは、例えば、自動車道の整備が交通渋滞へ与える影響分析や、テロや火災、伝染病が発生した場合の避難の方法やあるべき対策の分析などで、大きな成果をあげている^{*5}。

このような実際の金融市場におけるマイクロ・マクロ相互作用を含むメカニズムや、まだおきていない状況の変化の純粋な影響を議論するのにすぐれた手法として、コンピュータ上で仮想的にその状況を作り出し検証する、エージェントベースモデルの一種である人工市場モデルを用いたシミュレーションがある^{*6}。これまでの伝統的な経済学で使われてきた手法にはない強みがあるとして、Nature と Science に人工市場モデルに期待を寄せる論考が掲載されている [Farmer 09, Battiston 16]。そして人工市場モデルを用いたシミュレーション研究は、現実の金融市場の規制・制度変更の議論に貢献^{*7}したり、バブルや金融危機の発生メカニズムの解明に貢献したりした。

人工市場モデルは、架空の投資家であるエージェントと、架空の取引所である価格決定メカニズムから構成され、コンピュータ上で仮想的に金融市場をシミュレーションする。人工市場モデルを用いたシミュレーションでは、これまでにない投資家の分布が与える影響やまったく新しい規制の効果を議論できるうえ、その純粋な影響を抽出できる。これが人工市場シミュレーション研究の強みである。

人工市場モデルを用いてパッシブファンドを議論した研究もいくつかある。[水田 17a, Mizuta 17b, Mizuta 18e] は、パッシブファンドとは逆に値上がり期待できる銘柄を選別しそれらに投資する“アクティブファンド”は、売買の頻度が低かったとしても、まれに起きる市場が不安定になったときに比較的多く売買することにより市場の安定化・効率化に寄与していることを示し、パッシブファンドの増加は市場の不安定化・非効率化につながる恐れを指摘した。また、[高橋 11, Braun-Munzinger 16] は人工市場モデルを用いてパッシブファンドが市場価格へ与える影響を議論した。しかしながら、パッシブファンドによる水平株式保有が市場価格に与える影響を人工市場モデルを用いて議論した研究はない。

そこで本研究では、[水田 17a, Mizuta 17b, Mizuta 18e] が構築した人工市場モデルを2銘柄に拡張し、株式水平保有が経営戦略を変更させ企業間競争を阻害するモデルを加え、パッシブファンドの増加が企業間競争と市場価格へ与える影響を分析した。

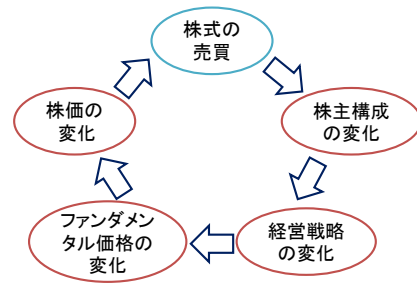


図 1: 水平株式保有におけるポジティブ・フィードバック過程

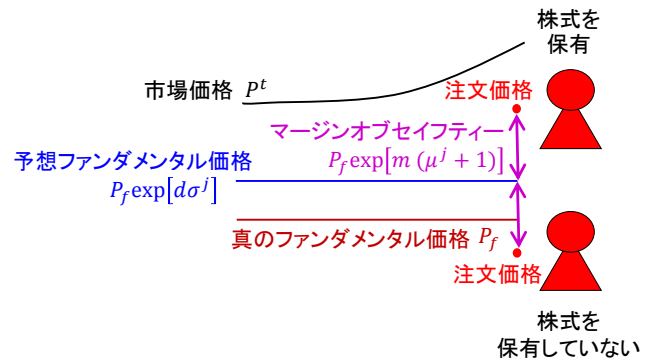


図 2: ファンダメンタルエージェントの注文価格

2. 人工市場モデル

本研究では、ファンダメンタル価格にもとづいて少ない機会にのみ売買を行う、現実市場で重要な投資家のモデル化に成功した [水田 17a, Mizuta 17b, Mizuta 18e] の人工市場モデルを2銘柄に拡張したモデルを用いる。モデル構築の基本理念は付録“モデル構築の基本理念”にて説明した。

2.1 エージェント

全エージェント数を N とする。初め、株式1と株式2の両方を1株ずつ保有、株式1のみ1株保有、株式2のみ1株保有、いずれの株式を保有しないエージェントが $N/4$ ずつ存在する。各エージェントは、1株保有している株式に対しては常に1株の売り注文を、保有していない株式に対しては常に1株の買い注文を出す。そのため、2株以上の保有、空売り（マイナスの保有株数）は発生しない。両銘柄の相互作用は後に述べる株主構成によるファンダメンタル価格の変化のみによって起き、各エージェントの注文価格の決定は各銘柄ごとに完全に行われる。

2.1.1 ファンダメンタルエージェント

ファンダメンタルエージェントは N_P 体存在する。時刻 t 、エージェント j の注文価格 $P_o^{t,j}$ は、

$$P_o^{t,j} = P_f \exp(d\sigma^j \pm m(\mu^j + 1)) \quad (1)$$

とする (図2も参照)。ここで、 d および m は定数であり、 σ^j は j ごとに異なる実数を出力する正規分布乱数、 μ^j は j ごとに異なる実数を出力する0から1までの一様乱数である。±は買い注文のときは−、売り注文のときは+をとる。

直近(時刻 $t-1$)の市場価格 P^{t-1} に依存せず、株式がもつ本源的な価値(ファンダメンタル価格 P_f)を元に注文価格

*5 例えば、[出口 09, 和泉 12] などが詳しい。

*6 優れたレビューとして、[LeBaron 06, Chen 12, 水田 14, Mizuta 16a, Todd 16, 和泉 17a, 和泉 17b] がある。

*7 人工市場モデルの金融市場の規制・制度の議論への貢献は [水田 14, Mizuta 16a, 和泉 17a] が詳しい。また、東京証券取引所の持ち株会社、日本取引所グループは人工市場モデルによる研究を“JPXワーキングペーパー”(http://www.jpex.co.jp/corporate/research-study/working-paper/)として多く公表している。

$P_o^{t,j}$ を決める。各エージェントはファンダメンタル価格 P_f を知らないが推定を試みている。そして、推定ファンダメンタル価格から十分安い価格で買おうとし、十分高い価格で売ろうとする傾向があるといわれ、この十分な価格差のことを安全マージン (Margin of Safety) とよぶ [Graham 03]。 $m(\mu^j + 1)$ は安全マージンの推定ファンダメンタル価格に対する比である。

2.1.2 テクニカルエージェント

テクニカルエージェントは N_T 体存在する。彼らは順張り戦略を採用する。時刻 t 、エージェント j の注文価格 $P_o^{t,j}$ は、

$$P_o^{t,j} = P^t (P^t / P^{t-tm^j}) \quad (2)$$

とする。現実の金融市場の価格変動を再現するためにテクニカルエージェントが必要であることが知られている*8。

2.1.3 ノイズエージェント

ノイズエージェントは N_N 体存在し、時刻 t 、エージェント j の注文価格 $P_o^{t,j}$ は、

$$P_o^{t,j} = P^t \exp(\eta \sigma^{t,j}) \quad (3)$$

とする。ここで η は定数、 $\sigma^{t,j}$ は t および j ごとに異なる実数を入力する正規分布乱数である。本研究では常に十分な量の取引が行われている株式を取り扱う。これまでに述べたエージェントだけだと注文価格が特定の価格付近に偏り売買があまり成立しないことが多く発生するので、ノイズエージェントを導入した。なお、実際の金融市場においてもこのような流動性(多くの待機している注文がもたらす売買の成立のしやすさ)を供給する市場参加者が多く存在する。

2.2 価格決定メカニズム

時刻 t のすべてのエージェントの注文価格が決定されたのち、板寄せ方式 (call auction) [東証 15] で取引を成立させ各銘柄の市場価格 P^t を決定する。すなわち、買い注文は高い注文から、売り注文は安い注文から順番につき合わせていき、売買の注文価格が同じになったところを P^t とする。

2.3 ファンダメンタル価格の変更

Δt ごとに株主構成によっては両銘柄のファンダメンタル価格が変更になる。この変更が生じることを以後、“競争が起きた”とよぶ。 t が Δt で割り切れる時刻のみ競争が起きる。 $t - \Delta t$ から t までの各時刻において、株式 1 のみを保有するファンダメンタルエージェント数 n_1 、株式 2 のみを保有するファンダメンタルエージェント数 n_2 、両方を保有するファンダメンタルエージェント数 n_b を数え、 n_1, n_2, n_b のうち n_1 が最も大きい時刻が最も多ければ株式 1 のファンダメンタル価格を δP_f 増やし、株式 2 のそれを δP_f 減らす。 n_2 が最も大きい時刻が最も多ければその逆を行う。 n_b が最も大きい時刻が最も多ければファンダメンタル価格は変更されない(競争は起きない)。

このモデルは実際の以下の現象をモデル化したものである。片方の株式のみを保有する投資家は両企業が競争し保有する企業が競争に勝ちファンダメンタル価値が上昇することが自身の利益につながる。そのため、保有しないほうの企業に競争で勝つように保有している企業に働きかける。一方、両方の株式を保有している投資家は両企業が競争することによって、たとえ競争に勝った企業のファンダメンタル価格が上昇しても、競争に負けた方の企業も必ず保有しておりファンダメンタル価値の下落によって損失もこうむるので競争を促す動機がない。このような現象が近年大きな議論になっていることは“はじめに”で述べた通りである。

*8 例えば、[Chen 12]。付録“モデルの妥当性”も参照。

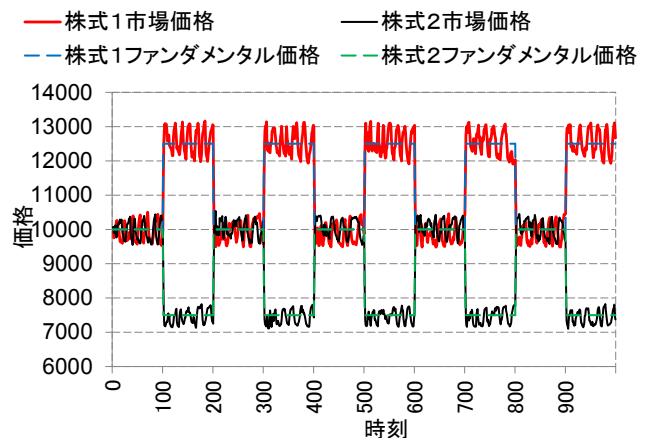


図 3: $N_{Fp} = 0$ のときの各株式の市場価格 P^t およびファンダメンタル価格 P_f の時系列

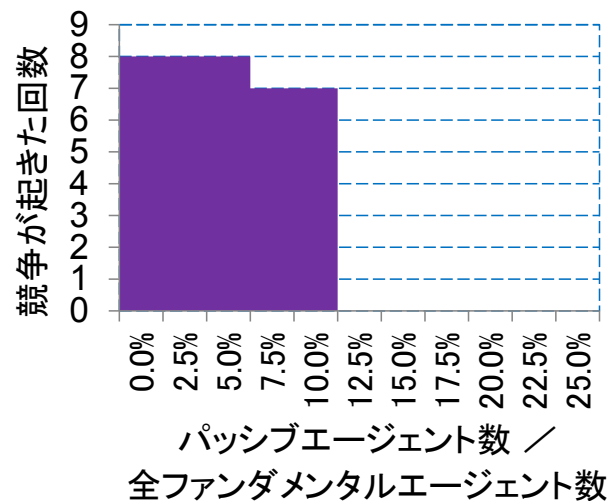


図 4: N_{Fp}/N_F ごとの競争が起きた回数

ファンダメンタルエージェントのみを対象としたのは、ファンダメンタルにもとづいた投資を行う投資家やパッシブファンド以外の投資家(投機家ともよばれる)は、企業と対話したり何かしらの経営戦略を働きかける(いわゆるエンゲージメント)を行わないことが多いことをモデル化したためである。

2.4 パッシブエージェント

ファンダメンタルエージェントの初期に両銘柄を保有している $N_F/4$ 体内、 N_{Fp} 体はまったく取引を行わない。この取引を行わないファンダメンタルエージェントをパッシブエージェントとよぶ。“はじめに”で述べたとおり、近年、良い銘柄を組み入れるための売買を全く行わないパッシブファンドが増えており、これをモデル化した。

3. シミュレーション結果

各種パラメータは、 $N_F = 400, N_T = 100, N_N = 1000, P_f = 10000, d = 0.05, m = 0.02, tm_{max} = 100, \eta = 0.5, \Delta t = 100, \delta P_f = 2500$ とした。また、 $N_{Fp} = 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 = N_F/4$ に対してシミュ

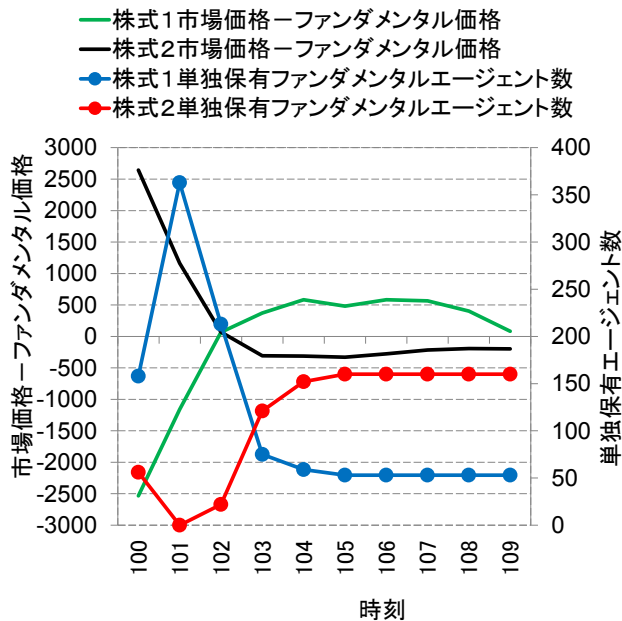


図 5: $N_{FP} = 0$ のときの各株式の市場価格とファンダメンタル価格の差 $P^t - P_f$ および単独保有ファンダメンタルエージェント数 n_1, n_2 の時系列 (時刻 $t = 100$ から 110 を拡大)

レーションを行い、各シミュレーションは $t = t_e = 1000$ まで行った。本モデルおよびこれらのパラメータの妥当性については付録“モデルの妥当性”で説明した。また、本モデルは他のモデルに比べパラメータが少なく、恣意性が入りにくいのが特徴である。

図 3 は $N_{FP} = 0$ のときの各株式の市場価格 P^t およびファンダメンタル価格 P_f の時系列である。ファンダメンタル価格の変更が頻繁に起きており、競争が頻繁に起きていることが分かる。しかも、2つの企業は交互に競争に勝っており、企業間競争のバランスをとるメカニズムが存在する可能性を示している。図 4 は N_{FP}/N_F ごとの競争が起きた回数である。 $N_{FP}/N_F > 12.5\%$ で競争が全く起きていない。パッシブファンドの割合がさほど大きくなくても、競争を阻害する可能性を示している。

図 5 は $N_{FP} = 0$ のときの各株式の市場価格とファンダメンタル価格の差 $P^t - P_f$ および単独保有ファンダメンタルエージェント数 n_1, n_2 の時系列 (時刻 $t = 100$ から 110 を拡大) である。時刻 $t = 100$ で競争が発生し、株式 1 のファンダメンタル価格が上昇し、株式 2 のそれは下落した。ファンダメンタル価格が上昇した株式 1 では市場価格がそこに収束するまで買いが入り保有数が増えている。 $t = 102$ までに新しいファンダメンタル価格へ収束しているが、それ以後はオーバーシュート^{*9}してファンダメンタルより高い市場価格となっている。そのためこの期間は、株式 1 を保有しているファンダメンタルエージェント数の方が株式 2 のそれより少なくなっている。

つまり、現実においても、競争に勝った企業の市場価格が増加したファンダメンタル価格以上に上昇して割高となり競争を促す株主が離れて競争力を弱くする一方、競争に負けた企業の市場価格が減少したファンダメンタル価格よりさらに下落して

*9 オーバーシュートが実際に多く発生していることは実証研究で知られており、そのメカニズムに関しても人工市場モデルを用いて議論されている [Yagi 12b, 八木 12a, 水田 13, Mizuta 16b].

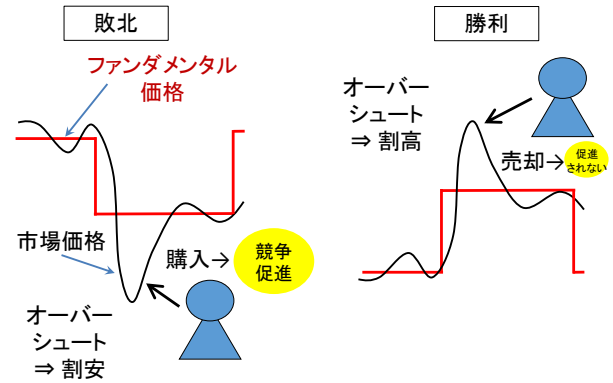


図 6: 企業間競争のバランスをとるメカニズム

割安となり競争を促す株主が増え競争力を強くして、企業間競争のバランスをとるメカニズムが存在する可能性があると考えられる。パッシブファンドの増加はこのようなメカニズムを弱める恐れがあると考えられる。

つまり、図 6 に示すように、競争に勝ちファンダメンタル価格が上昇すると一度はファンダメンタルエージェントの保有が増えるが、市場価格がオーバーシュートすることによりむしろ逆に保有が減り、競争を促す圧力はかえって少なくなる可能性を示している。逆に競争に負けた企業の方が、市場価格が下落したファンダメンタル価格よりもさらに下落して割安となり、ファンダメンタルエージェントの保有が増え、競争を促される可能性を示している。現実においても、競争に勝った企業の市場価格が増加したファンダメンタル価格以上に上昇して割高となり競争を促す株主が離れて競争力を弱くする一方、競争に負けた企業の市場価格が減少したファンダメンタル価格よりさらに下落して割安となり競争を促す株主が増え競争力を強くして、企業間競争のバランスをとるメカニズムが存在する可能性があると考えられる。パッシブファンドの増加はこのようなメカニズムを弱める恐れがあると考えられる。

4. まとめと今後の課題

本研究では、[水田 17a, Mizuta 17b, Mizuta 18e] が構築した人工市場モデルを 2 銘柄に拡張し、株式水平保有が経営戦略を変更させ企業間競争を阻害するモデルを加え、パッシブファンドの増加が企業間競争と市場価格へ与える影響を分析した。

その結果、パッシブファンドの割合がさほど大きくなくても、競争を阻害する可能性を示した。また、競争に勝った企業の市場価格が増加したファンダメンタル価格以上に上昇して割高となり競争を促す株主が離れて競争力を弱くする一方、競争に負けた企業の市場価格が減少したファンダメンタル価格よりさらに下落して割安となり競争を促す株主が増え競争力を強くして、企業間競争のバランスをとるメカニズムが存在する可能性を示した。パッシブファンドの増加はこのようなメカニズムを弱める恐れがあると考えられる。

水平株式保有が与える影響の分析は、実証研究、人工市場研究ともにまだ始まったばかりであり、詳細な議論はこれからである。本研究のモデルにおいても、パッシブファンドへの資金流入の効果など無視した過程が多くあり、今後の課題である。

人工市場シミュレーションは投資家の分布の変化の純粋な効果を見ることができるよう、実現したことがない投資家の分布での分析もすることができる。ただその効果は確実な予想では

表 1: $N_{FP} = 100 = N_F/4$ の場合の株式 1 の各種統計量

リターンの標準偏差		1.25%
リターンの尖度		1.29
	ラグ	
二乗リターンの	1	0.22
自己相関係数	2	0.03
	3	-0.09

ない。さまざまなケースでのシミュレーションを行い、これまで予想されていなかった、“あり得る”メカニズムでの現象を見つけておくことが、人工市場シミュレーションの大きな役割であり、人工市場シミュレーションの限界である。そのため、さらなる詳細な議論では、実証分析など他の手法の結果と比較検討する必要がある。

付録

モデル構築の基本理念

人工市場シミュレーションを用いれば、これまででない投資家の分布が与える影響やまったく新しい規制の効果を議論できるうえ、その純粋な影響を抽出できる。これが人工市場シミュレーション研究の強みである。そして、多くの人工市場シミュレーション研究がこれまででない投資家の分布が与える影響や、規制・制度の変更を分析してきた [LeBaron 06, Chen 12, 水田 14, Mizuta 16a, Todd 16, 和泉 17a, 和泉 17b]。

ただその効果は確実な予想ではない。さまざまなケースでのシミュレーションを行い、これまで予想されていなかった、“あり得る”メカニズムでの現象を見つけておくことが、人工市場シミュレーションの大きな役割となる。金融市場でこれから実際におこる現象を定量的にも忠実に再現することが目的ではなく、規制や制度の変更が、どのようなメカニズムで価格形成に影響を与え、どのようなことが起こり得るのかという知識獲得が目的である。これは例えば実証分析など他の手法ではできないことである。

人工市場モデルは普遍的に存在するマクロ現象を再現すべきであると考えられる。人工市場シミュレーションでは、マクロ現象である市場価格のリターンや売買数量をモデル化しない。あくまで、投資家を模した“エージェント”と取引所を模した“価格決定メカニズム”といったマイクロメカニズムをモデル化し、そのマイクロメカニズムの相互作用の積み上げとしてマクロ現象が出力される。そのため、マイクロメカニズムのモデル化は現実の市場に即したものとし、結果として出力されるマクロ現象は、現実の市場で普遍的に存在するマクロ的性質を再現されるように作る必要がある。

しかし、普遍的ではなく特定の時期や資産、地域で出現するマクロ的性質すべてを再現することは本研究の目的ではない。必要以上に多くのマクロ的性質を一つのモデルで再現しようとすると、過剰に複雑なモデルをもたらす、関連する要素が多くなりすぎて、発生メカニズムの理解を妨げてしまう。

実際、複雑な人工市場モデルに対して、モデルが複雑になるとパラメータが増えモデルの評価が困難になるという批判がある [Chen 12]。モデルが複雑すぎると関連する要素が多くなりすぎて、発生メカニズムの理解を妨げてしまう。また、パラメータが増えるほどさまざまな出力がだせるようになり、モデルを作った人が導きたい結果へ恣意的に導くためのパラメータ

設定が行われる恐れがある。シンプルでパラメータが少ないモデルほど、パラメータ調整によって特定の結果に導くことが困難であるため評価が容易となる。

以上により、本研究では、分析目的を果たせる範囲内なるべくシンプルなモデルの構築を行っている。実際の市場を完全に再現することを目的としておらず、普遍的ではなく特定の時期や資産、地域で出現するマクロ的性質すべてを再現することや、実際には存在するであろう投資家をすべて網羅することはあえて行っていない。

[Weisberg 12] が述べているように、よいシミュレーションモデルとはその研究目的によって異なる。そのため、本研究のモデルは本研究の目的にのみおいてよいモデルであり、他の研究目的においてはよいモデルではない。また [Weisberg 12] が述べているように、数理モデルと異なり、シミュレーションモデルは投資家などのミクロの行動やその行動の理由と、市場価格などのマクロ現象との相互作用のメカニズムの解明ができることが強みである。数理モデルが強みとするマクロ現象の特徴分析や予測といったことは本研究の目的とせず、メカニズムの解明に焦点をあてている。

モデルの妥当性

人工市場モデルの妥当性は実証分析で得られている fat-tail や volatility-clustering といった代表的な stylized fact が再現できるかどうかで評価される [LeBaron 06, Chen 12, 水田 14, Mizuta 16a]。ファット・テールは、市場価格のリターンの分布が正規分布ではなく裾が厚い、すなわち、尖度が正であることである。ボラティリティ・クラスタリングは市場価格のリターンの 2 乗が、大きなラグでも自己相関係数が有意に正であることである。

[Sewell 11] など多くの研究で述べられているように、金融市場は不安定であり、安定的に、どのような時期にも有意に観測されるスタイライズド・ファクトはファット・テールとボラティリティ・クラスタリングの 2 つしかない。

しかも、これらは統計量の有意に正であることだけが安定して観測され、値そのものは、時期によって異なる。ファット・テールについては、実証分析でよく観測されるリターンの分布の尖度は 1 ~ 100 程度であり、ボラティリティ・クラスタリングについては、実証分析でよく観測されるリターンの自己相関は 0 ~ 0.2 程度と、かなりばらつきがある [Sewell 11]。

本研究のように、金融市場に共通する性質を分析対象とする人工市場が再現すべきは、これらの統計量が有意に正であり、問題ない範囲に値が収まっていることであって、特定の値に近づけることは本質的ではない。

表 1 は、 $N_{FP} = 100 = N_F/4$ の場合の株式 1 の毎期のリターン $\log(P^t/P^{t-1})$ の標準偏差と尖度、リターンの 2 乗の自己相関である。リターンの尖度がプラスで、ファット・テールが再現されている。また、リターンの 2 乗の自己相関もプラスで、ボラティリティ・クラスタリングが再現されていると考えられる。

留意事項

本論文はスパークス・アセット・マネジメント株式会社の公式見解を表すものではありません。すべては個人的見解であります。

参考文献

[Azar 14] Azar, J., Schmalz, M. C., and Tecu, I.: Anti-Competitive Effects of Common Ownership, *SSRN*

- Working Paper Series* (2014),
<https://ssrn.com/abstract=2427345>
- [Battiston 16] Battiston, S., Farmer, J. D., Flache, A., Garlaschelli, D., Haldane, A. G., Heesterbeek, H., Hommes, C., Jaeger, C., May, R., and Scheffer, M.: Complexity theory and financial regulation, *Science*, Vol. 351, No. 6275, pp. 818–819 (2016),
<http://science.sciencemag.org/content/351/6275/818>
- [Bogle 14] Bogle, J. C.: The arithmetic of “all-in” investment expenses, *Financial Analysts Journal*, Vol. 70, No. 1, pp. 13–21 (2014),
<http://www.cfapubs.org/doi/pdf/10.2469/faj.v70.n1.1>
- [Braun-Munzinger 16] Braun-Munzinger, K., Liu, Z., and Turrell, A.: Staff Working Paper No. 592 An agent-based model of dynamics in corporate bond trading, *Bank of England, Staff Working Papers* (2016),
<http://www.bankofengland.co.uk/research/Pages/workingpapers/2016/swp592.aspx>
- [Chen 12] Chen, S.-H., Chang, C.-L., and Du, Y.-R.: Agent-based economic models and econometrics, *Knowledge Engineering Review*, Vol. 27, No. 2, pp. 187–219 (2012),
<http://dx.doi.org/10.1017/S0269888912000136>
- [出口 09] 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めざして, 勁草書房 (2009),
<http://www.keisoshobo.co.jp/book/b26210.html>
- [Elhauge 16] Elhauge, E.: Horizontal Shareholding, *Harvard Law Review*, Vol. 129, No. 5, p. 1267 (2016),
<https://harvardlawreview.org/?p=4185>
- [Elhauge 17] Elhauge, E.: The Growing Problem of Horizontal Shareholding, *SSRN Working Paper Series* (2017),
<http://ssrn.com/abstract=2988281>
- [Farmer 09] Farmer, J. D. and Foley, D.: The economy needs agent-based modelling, *Nature*, Vol. 460, No. 7256, pp. 685–686 (2009),
<https://www.nature.com/articles/460685a>
- [Fichtner 17] Fichtner, J., Heemskerk, E. M., and Garcia-Bernardo, J.: Hidden power of the Big Three? Passive index funds, re-concentration of corporate ownership, and new financial risk, *Business and Politics*, Vol. 19, No. 2, p. 298326 (2017),
<https://doi.org/10.1017/bap.2017.6>
- [Fraser-Jenkins 16] Fraser-Jenkins, I.: The Silent Road to Serfdom: Why Passive Investing is Worse Than Marxism, *Sanford C. Bernstein research report* (2016)
- [Graham 03] Graham, B. and Zweig, J.: *The Intelligent Investor: The Definitive Book on Value Investing*, HarperCollins (2003)
- [和泉 12] 和泉 潔, 実世界とエージェントシミュレーション協同研究委員会: 実世界とエージェントシミュレーション, 電気学会 (2012),
http://www.bookpark.ne.jp/cm/ieej/detail.asp?content_id=IEEJ-GH1262-PRT
- [和泉 17a] 和泉 潔, 川久保 佐記, 米納 弘渡: 第 5 章 強靱な金融システム, 古田 一雄 (編), レジリエンス工学入門, 日科技連出版社 (2017),
<http://www.juse-p.co.jp/cgi-bin/html.pl5?i=ISBN978-4-8171-9624-8>
- [和泉 17b] 和泉 潔: 第 6 章 可能世界ブラウザとしてのエージェントシミュレーション, マルチエージェントのためのデータ解析 (マルチエージェントシリーズ), コロナ社 (2017),
<http://www.coronasha.co.jp/np/isbn/9784339028126/>
- [LeBaron 06] LeBaron, B.: Agent-based computational finance, *Handbook of computational economics*, Vol. 2, pp. 1187–1233 (2006),
[http://dx.doi.org/10.1016/S1574-0021\(05\)02024-1](http://dx.doi.org/10.1016/S1574-0021(05)02024-1)
- [水田 13] 水田 孝信, 和泉 潔, 八木 勲, 吉村 忍: 人工市場を用いた値幅制限・空売り規制・アップティックルールの検証と最適な制度の設計, 電気学会論文誌C (電子・情報・システム部門誌), Vol. 133, No. 9, pp. 1694–1700 (2013),
<http://doi.org/10.1541/ieejieiss.133.1694>
- [水田 14] 水田 孝信: 人工市場シミュレーションを用いた金融市場の規制・制度の分析, 博士論文, 東京大大学院工学系研究科 (2014),
<http://hdl.handle.net/2261/59875>
- [Mizuta 16a] Mizuta, T.: A Brief Review of Recent Artificial Market Simulation (Agent-Based Model) Studies for Financial Market Regulations and/or Rules, *SSRN Working Paper Series* (2016),
<http://ssrn.com/abstract=2710495>
- [Mizuta 16b] Mizuta, T., Kosugi, S., Kusumoto, T., Matsumoto, W., Izumi, K., Yagi, I., and Yoshimura, S.: Effects of Price Regulations and Dark Pools on Financial Market Stability: An Investigation by Multiagent Simulations, *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, Vol. 23, No. 1-2, pp. 97–120 (2016),
<http://dx.doi.org/10.1002/isaf.1374>
- [水田 17a] 水田 孝信, 堀江 貞之: 忍耐強い (Patient) アクティブ投資は市場を効率的にするのか?—人工市場によるシミュレーション分析—, 第 19 回金融情報学研究会, Vol. 19, (2017),
<http://sigfin.org/019-01/>
- [Mizuta 17b] Mizuta, T. and Horie, S.: Why do Active Funds that Trade Infrequently Make a Market more Efficient? - Investigation using Agent-Based Model, in *Computational Intelligence for Financial Engineering Economics (CIFER), 2017 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence on* (2017),
<https://doi.org/10.1109/SSCI.2017.8280798>

- [水田 18a] 水田 孝信：パッシブファンドの新たな論点「水平株式保有」, スパークス・アセット・マネジメント (2018), <https://www.sparx.co.jp/report/special/2126.html>
- [水田 18b] 水田 孝信：水平株式保有するパッシブファンドの増加が企業間競争と市場価格へ与える影響—人工市場によるシミュレーション分析—, 第 32 回人工知能学会全国大会論文集人工知能学会 (2018), https://doi.org/10.11517/pjsai.JSAI2018.0_2J101
- [水田 18c] 水田 孝信：水平株式保有は経済発展をとめるのか?, スパークス・アセット・マネジメント (2018), <https://www.sparx.co.jp/report/special/2153.html>
- [Mizuta 18d] Mizuta, T.: Effect of Increasing Horizontal Shareholding with Index Funds on Competition and Market Prices – Investigation by Agent-Based Model –, in *2018 International Conference on Behavioral, Economic, Socio-cultural Computing (BESCom)* (2018), in press.
- [Mizuta 18e] Mizuta, T. and Horie, S.: Mechanism by which Active Funds Make Market Efficient Investigated with Agent-Based Model, *Evolutionary and Institutional Economics Review* (2018), <https://doi.org/10.1007/s40844-018-0102-0>
FULL Text: <https://rdcu.be/7mVh>
- [O'Brien 17] O'Brien, D. and Waehrer, K.: A The Competitive Effects of Common Ownership: We Know Less than We Think, *SSRN Working Paper Series* (2017), <http://ssrn.com/abstract=2922677>
- [Piketty 13] Piketty, T.: *Le Capital au XXI^e siècle*, Éditions du Seuil (2013), (邦訳: 山形浩生, 守岡桜, 森本正史: 21 世紀の資本, みすず書房 (2014))
<https://www.msz.co.jp/book/detail/07876.html>
- [Rock 17] Rock, E. and Rubinfeld, D.: Defusing the Antitrust Threat to Institutional Investor Involvement in Corporate Governance, *SSRN Working Paper Series* (2017), <http://ssrn.com/abstract=2925855>
- [Sewell 11] Sewell, M.: Characterization of financial time series, *Research Note, University College London, Department of Computer Science*, No. RN/11/01 (2011), <http://finance.martinsewell.com/stylized-facts/>
- [高橋 11] 高橋 大志：社会シミュレーションによる金融市場分析, 横幹連合コンファレンス予稿集, Vol. 2011, pp. 69–69 (2011), <http://doi.org/10.11487/oukan.2011.0.69.0>
- [Todd 16] Todd, A., Beling, P., Scherer, W., and Yang, S. Y.: Agent-based financial markets: A review of the methodology and domain, in *Computational Intelligence for Financial Engineering Economics (CIFER), 2016 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence on* (2016), <https://doi.org/10.1109/SSCI.2016.7850016>
- [東証 15] 東証：東証公式 株式サポーター 株式取引編, 東京証券取引所 (2015), <http://www.jpx.co.jp/learning/tour/books-brochures/detail/08.html>
- [Weisberg 12] Weisberg, M.: *Simulation and Similarity: Using Models to Understand the World*, Oxford Studies in the Philosophy of Science (2012), (邦訳: 松王政浩: 科学とモデル-シミュレーションの哲学 入門-, 名古屋大学出版会 (2017))
<http://www.unp.or.jp/ISBN/ISBN978-4-8158-0872-3.html>
- [Wurgler 10] Wurgler, J.: On the Economic Consequences of Index-Linked Investing, Working Paper 16376, National Bureau of Economic Research (2010), <http://www.nber.org/papers/w16376>
- [八木 12a] 八木 勲, 水田 孝信, 和泉 潔：人工市場を用いた市場暴落後における反発メカニズムの分析, 情報処理学会論文誌, Vol. 53, No. 11, pp. 2388–2398 (2012), <http://id.nii.ac.jp/1001/00087035/>
- [Yagi 12b] Yagi, I., Mizuta, T., and Izumi, K.: A study on the reversal mechanism for large stock price declines using artificial markets, in *2012 IEEE Conference on Computational Intelligence for Financial Engineering Economics (CIFER)*, pp. 1–7 (2012), <http://dx.doi.org/10.1109/CIFER.2012.6327791>