

2018年10月20日

第21回 人工知能学会 金融情報学研究会 (SIG-FIN)

<http://sigfin.org/021-01/>

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--

水田 孝信

スパークス・アセット・マネジメント株式会社

本資料は、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。

こちらのスライドは以下からダウンロードできます

[http://mizutakanobu.com/20181020.pdf](http://mizutatakanobu.com/20181020.pdf)

(1) はじめに

(2) 人工市場モデル

(3) シミュレーション結果

(4) まとめ

こちらのスライドは以下からダウンロードできます

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

(1) はじめに

(2) 人工市場モデル

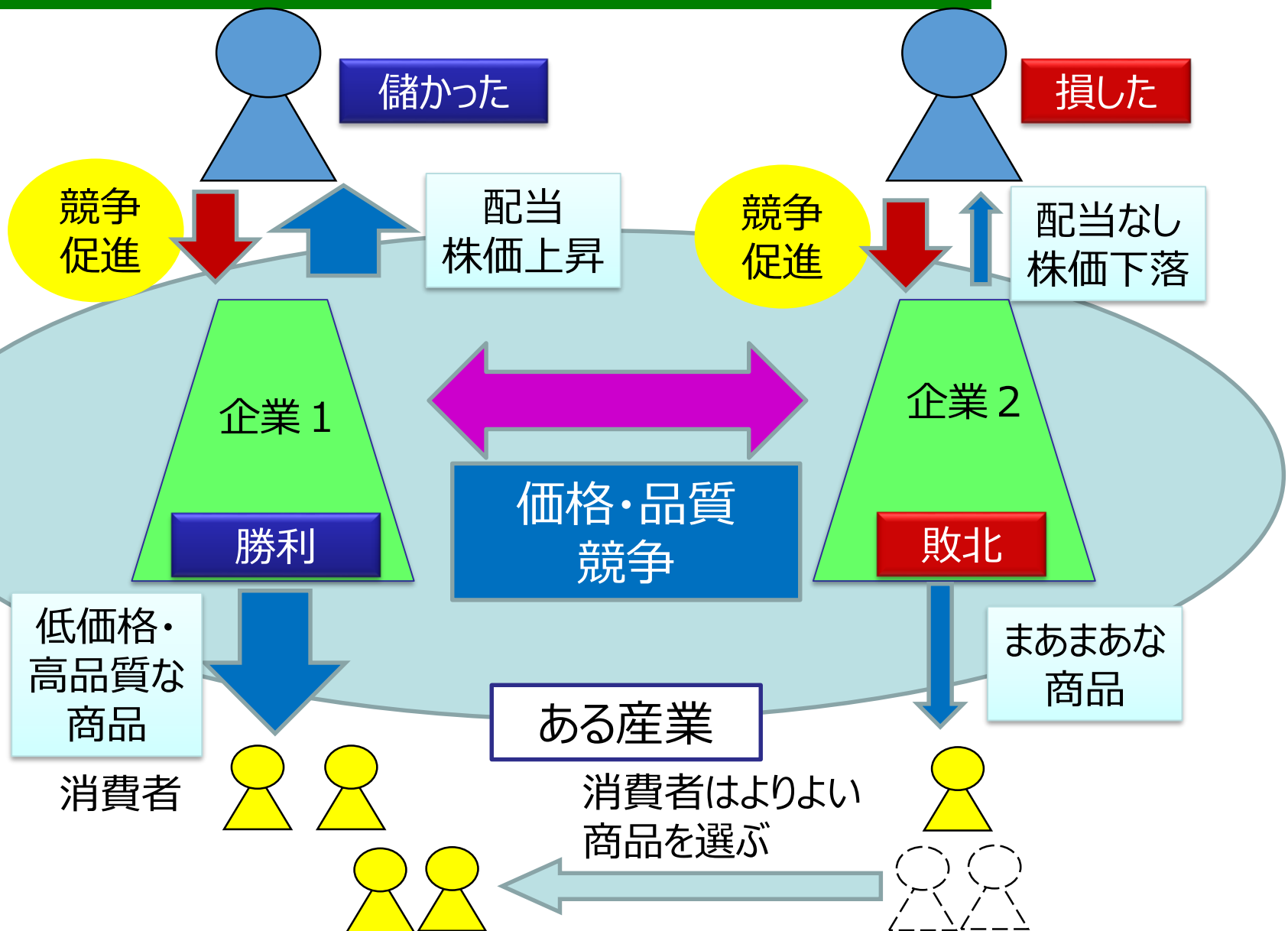
(3) シミュレーション結果

(4) まとめ

こちらのスライドは以下からダウンロードできます

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

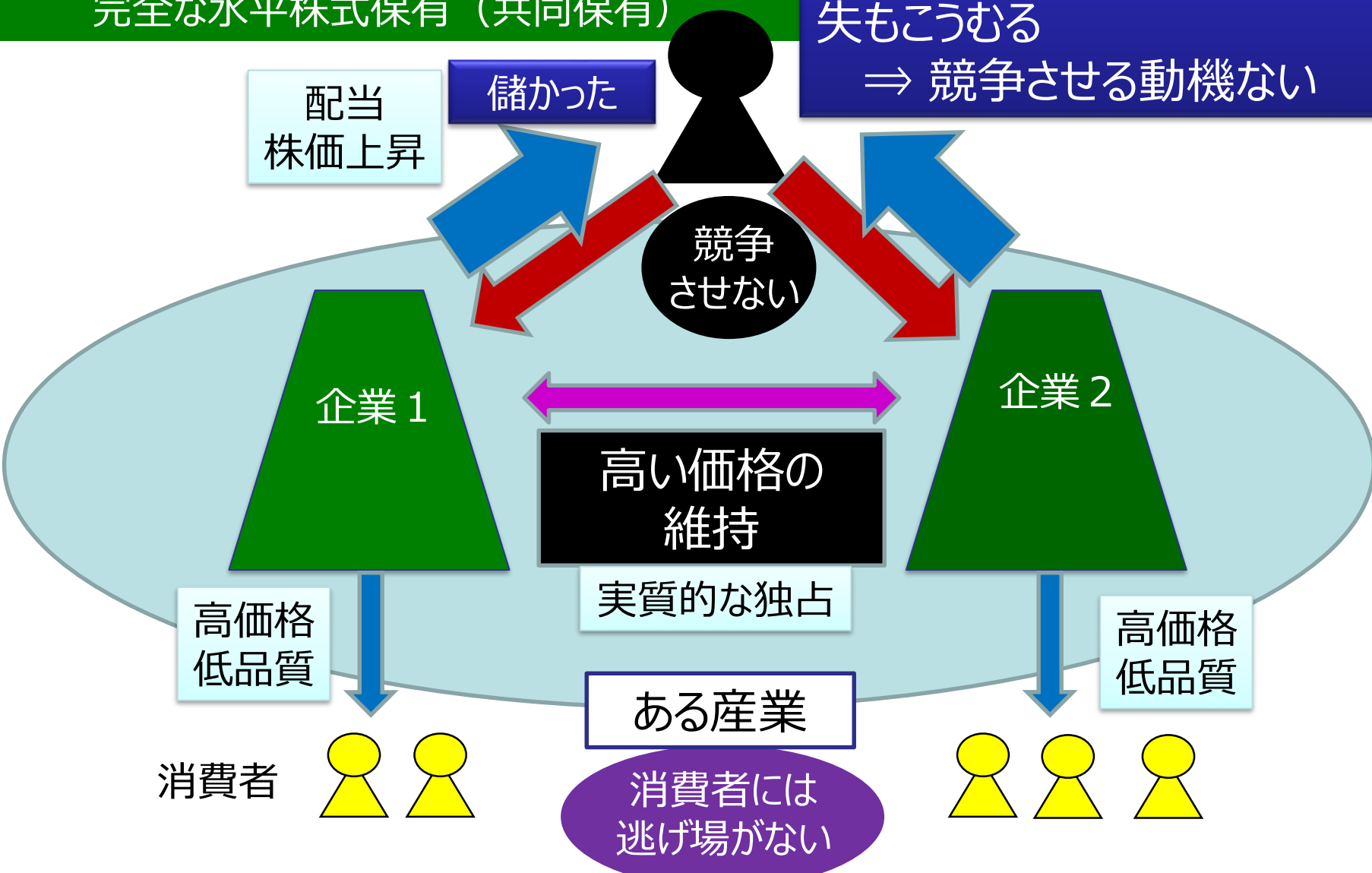
別の人が保有する独立した企業間の競争



独立した企業間：価格・品質競争 ⇒ 消費者に恩恵

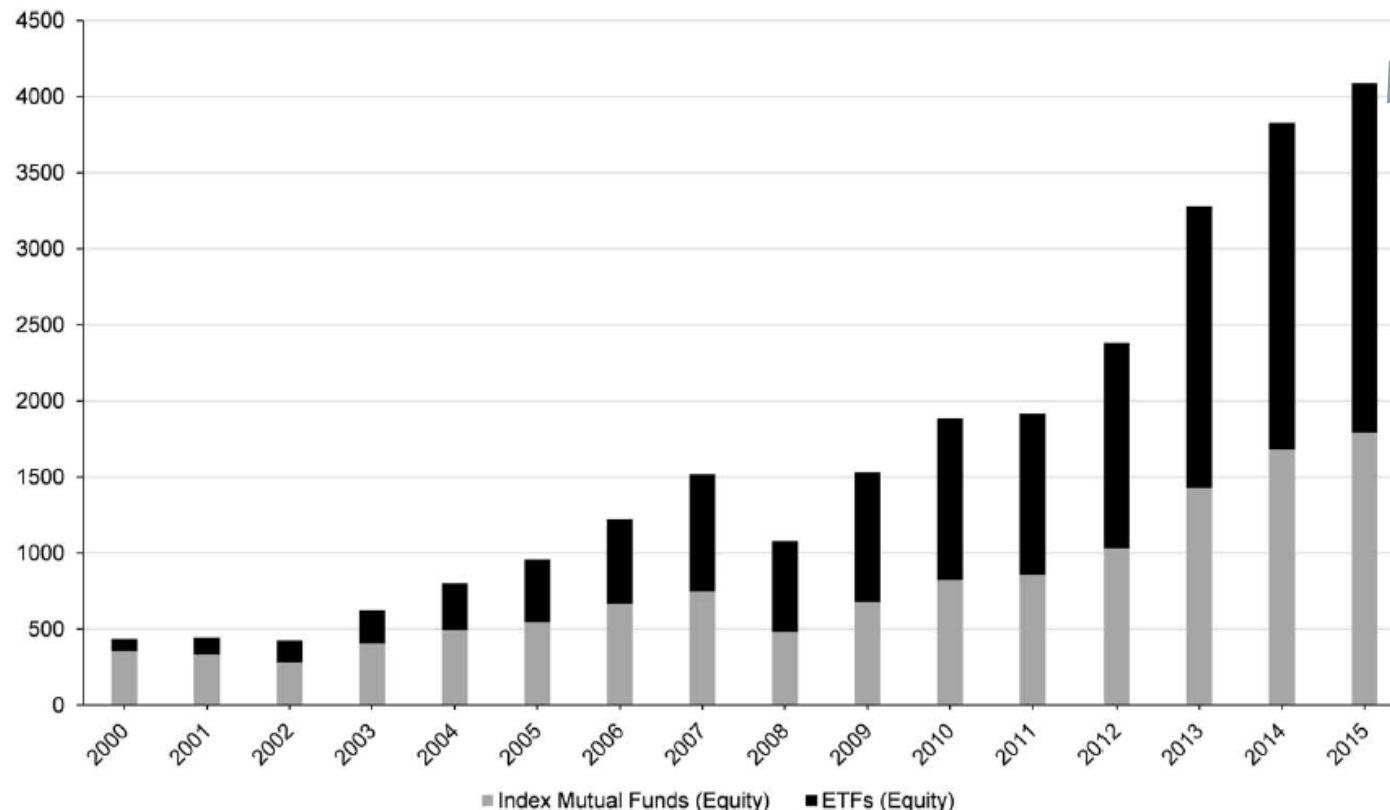
同じ人が競合企業を保有
完全な水平株式保有（共同保有）

競争させても必ず敗北側の損失もこうむる
⇒ 競争させる動機ない



明確に独占禁止法に違反（談合、カルテル） ← 消費者に損失のため
株主が分散している上場企業では起こらない現象と考えられてきた

日経平均株価やTOPIXなどの指数と同じ値動きをするファンド
指数に組み入れているすべての企業を保有←水平株式保有



米国だけで
約400兆円

Figure 1: Assets under management by equity passive index funds 2000–2015, bn U.S.\$.
Source: Investment Company Institute Fact Book; BlackRock Global ETP Landscape Report Dec. 2015.

BIG 3 : パッシブファンドを運用する上位 3 社 : 寡占状態

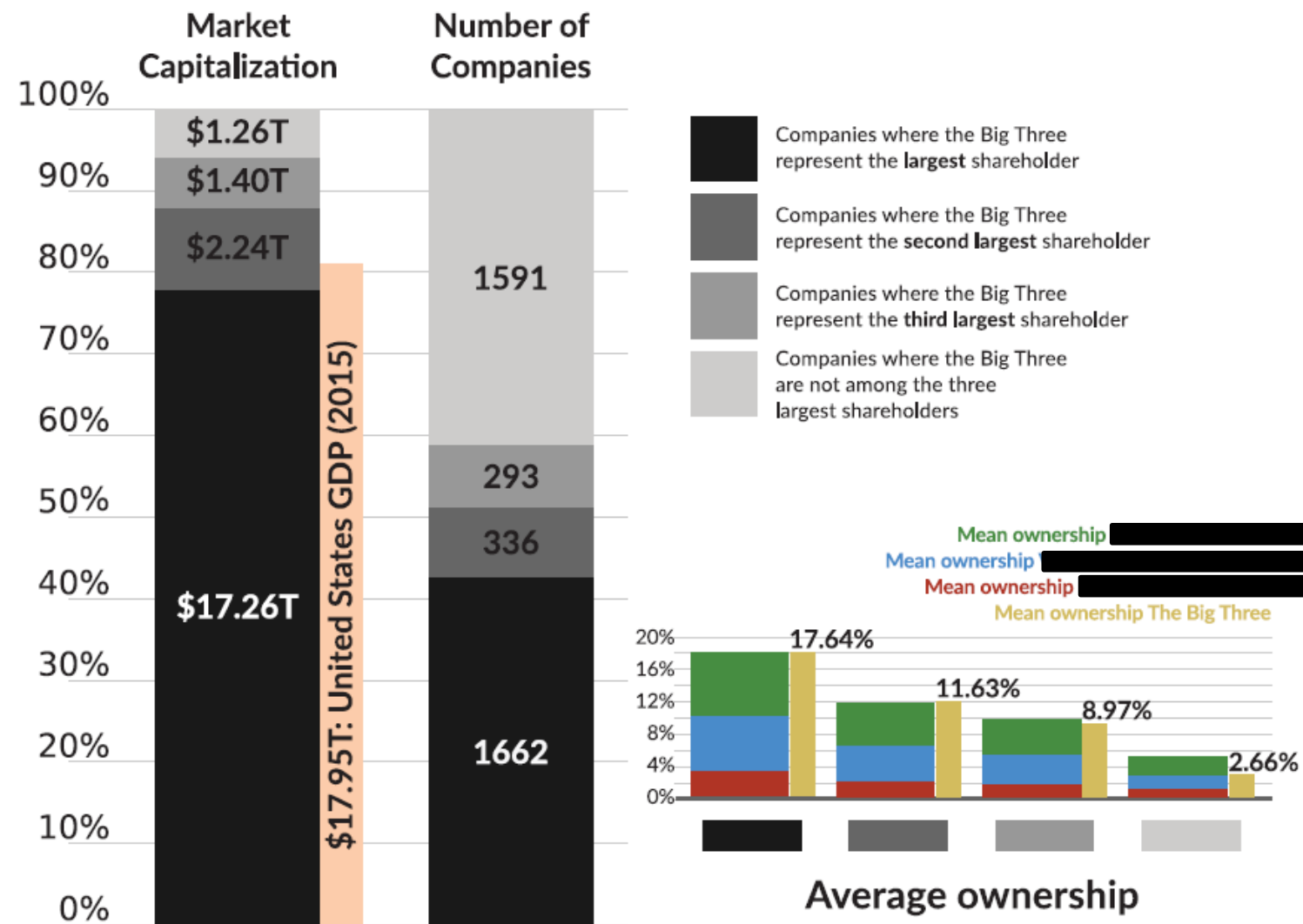


Figure 2: Statistics about the ownership of the Big Three in listed U.S. companies.
Source: Authors calculations based on Orbis.

1 業界につき 1 企業のみに
保有を制限すべき？ [Elhauge 16]

人材獲得競争をおさえ
低賃金が維持？
所得格差の拡大？
[Elhauge 16]

[Piketty 13]
の説に疑問？

非公式ミーティングの場多い
競争回避の圧力？ [Fichtner 17]
忖度せざるを得ない？ [Elhauge 16]

企業 1

企業 2

航空運賃が3%~7%ほど
高くなっている？ [Azar 14]

米国航空業界

消費者

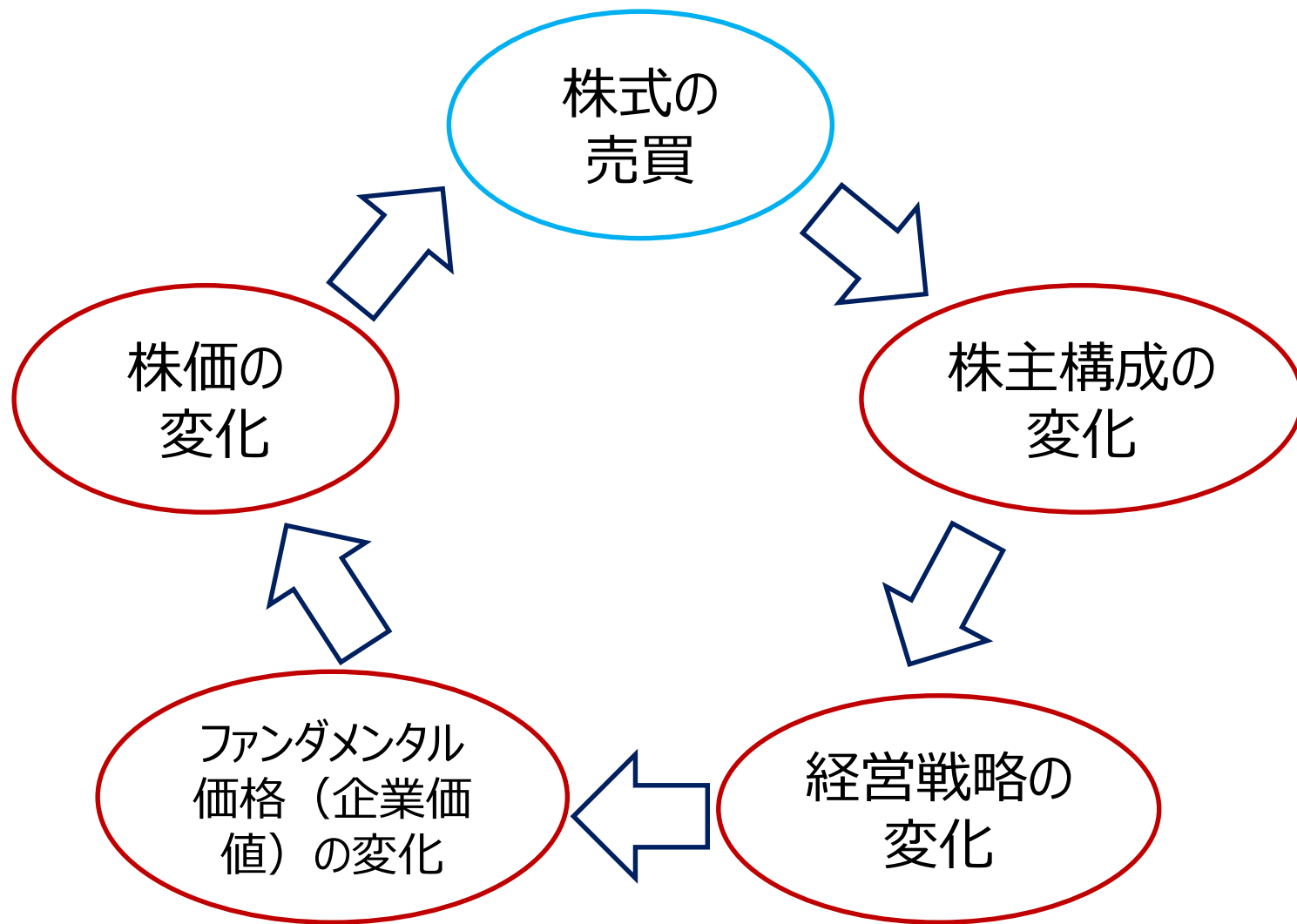
賃金上がらず物価のみ
上昇？ [Elhauge 16]

すでに反トラスト法(日本でいう独占禁止法)に違反？ [Elhauge 16]

反論も多く、まだ確定的なことは何も分かっていない

このあたりのレビューとして[水田 18a,b] <https://www.sparx.co.jp/report/special/>

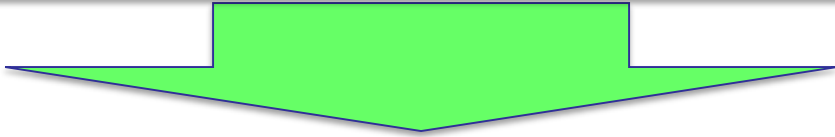
非常に複雑なメカニズム：ポジティブフィードバック



実証研究の困難

実証研究の困難

- ✓ どのように特定種類の投資家が企業の経営戦略や市場価格に影響を与えるかといった、ミクロ・マクロ相互作用を含むメカニズムを分析できない
- ✓ 現在よりもさらにパッシブファンドが増加した場合の事例はないため実証研究は不可能



人工市場モデルによるシミュレーション

そこで本研究では、

[水田 17, Mizuta 17, Mizuta 18]の人工市場モデルを2銘柄に拡張
水平株式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追加

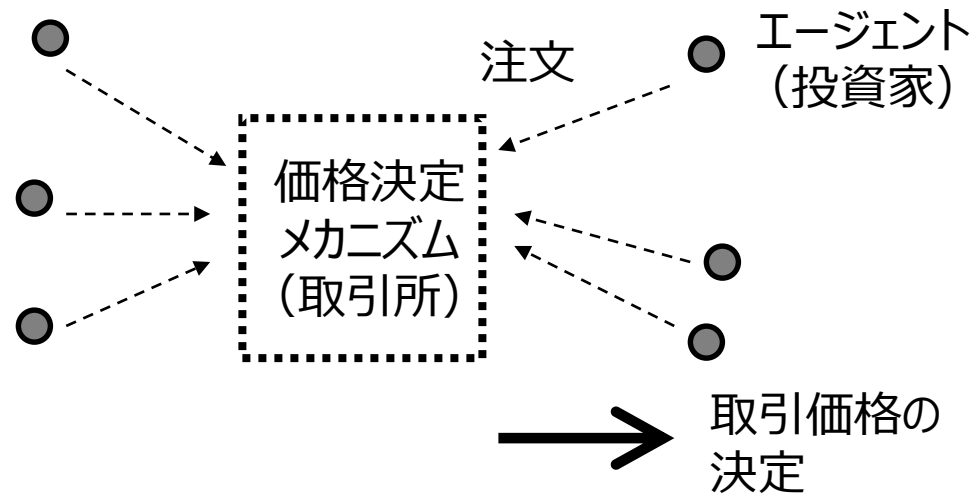
パッシブファンドの増加が企業間競争と市場価格へ与える影響を分析

計算機上に人工的に作られた架空の市場

エージェント（架空の投資家）

+

価格決定メカニズム（架空の取引所）



実データが全く必要ない完全なコンピュータシミュレーション

- ✓ どのように特定種類の投資家が企業の経営戦略や市場価格に影響を与えるかといった、ミクロ・マクロ相互作用を含むメカニズムを分析できる
- ✓ これまでに実現したことがない投資家分布も議論できる
- ✓ その純粋な影響を抽出できる

金融市場の規制・ルール変更の議論に貢献

呼値の刻みの縮小（適正化）、空売り価格規制（アップティック規制）、適切な値幅制限の制限時間や値幅、ダーク・プールの適正な普及率、バッチオークションの副作用、H F T が市場間競争に与える影響、証券取引所システムの適切な速さ、レバレッジドETFの影響、信用分散規制の影響、自己資本規制やVaRの効果、銀行の連鎖倒産、クラッシュの伝播・それをおさえる制度・規制
売買の少ないアクティブ運用が市場を効率化するかどうか

- 水田孝信（2018）経済物理学金融 ビッグデータと人工知能III 人工市場による市場制度の設計
東京大学公共政策大学院講義資料
[http://mizutakanobu.com/20180623.pdf](http://mizutatakanobu.com/20180623.pdf)
- 水田孝信（2017）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，東京大大学大学院工学系研究科
<http://hdl.handle.net/2261/59875>
- Mizuta (2016) A Brief Review of Recent Artificial Market Simulation (Agent-Based Model) Studies for Financial Market Regulations And/Or Rules, SSRN Working Paper Series
<http://ssrn.com/abstract=2710495>
- 古田一雄 編著（2017），レジリエンス工学入門「想定外」に備えるために，日科技連出版社，和泉潔，川久保佐記，米納弘渡，第6章「強靱な金融システム」
<http://www.juse-p.co.jp/cgi-bin/html.pl5?i=ISBN978-4-8171-9624-8>
- 和泉潔，斎藤正也，山田健太（2017），マルチエージェントのためのデータ解析，コロナ社，
<http://www.coronasha.co.jp/np/isbn/9784339028126/>
- 東証公式のページ「東証マネ部！」インタビュー記事(2018)
「よりよい金融市場を構築するための技術「架空の市場」が、金融市場の安定に貢献する」
<http://money-bu-jpx.com/news/article008322/>

NATUREやSCIENCEに、人工市場に期待をかける記事

Farmer and Foley (2009) The economy needs agent-based modelling, Nature, 460, 685-686, Aug 2009 <http://www.nature.com/nature/journal/v460/n7256/full/460685a.html>

オバマ大統領の経済チームが作成した洗練された経済・金融（数理）モデルはリーマンショックを理解するのに役に立っただろうか、いや役に立っていない。今まさに、エージェント・ベースド・モデル（人工市場モデル）が必要だ

Battiston et al. (2016) Complexity theory and financial regulation-Economic policy needs interdisciplinary network analysis and behavioral modeling-, Science 19 Feb 2016, Vol. 351, Issue 6275, pp. 818-819. <http://science.sciencemag.org/content/351/6275/818>

銀行間ネットワークやエージェント・ベースド・モデル（人工市場モデル）の研究を複雑系モデルとして紹介。金融の応用研究の分野では、複雑系モデルを使った研究は、まだ初期段階だがとても期待される分野。エージェント・ベースド・モデルは、金融の複雑系に潜む正のフィードバック現象を弱くし金融システムの安定化させるような、政策や規制はどのようなものかの知見を得られる。世界の金融システム全体をリアルタイムに監視する技術へつなげたいと、抱負。

これまでの経済学ではリーマンショックを分析・対応できなかったという批判
→ 人工市場（エージェント・ベースド・モデル）ならできることある・期待



日本取引所グループ

東京証券取引所
大阪取引所
日本取引所自主規制法人
日本証券クリアリング機構

J P Xワーキングペーパー

東京証券取引所の親会社、日本取引所グループ（J P X）は市場を巡る様々な環境変化や法制度等に関する調査・研究を行いワーキングペーパーを公表

23本中6本が人工市場を用いた研究。

呼び値の刻み、H F Tの影響、取引所の高速化、バッチオークション、自己資本規制やVaRの影響など

<http://www.jpx.co.jp/corporate/research-study/working-paper/>

日本銀行職員のワーキング・ペーパー

Toshiyuki Sakiyama and Tetsuya Yamada Market Liquidity and Systemic Risk in Government Bond Markets: A Network Analysis and Agent-Based Model Approach

<http://www.imes.boj.or.jp/research/abstracts/english/16-E-13.html>

(日本語要約版) https://www.boj.or.jp/research/wps_rev/lab/lab16j09.htm/

国債市場のデータ分析と銀行ネットワークシミュレーションを比較

EUが資金を出す金融政策研究プロジェクト

Integrated Macro-Financial Modelling for Robust Policy Design Work Package 7: Bridging agent-based and dynamic-stochastic-general-equilibrium modelling approaches for building policy-focused macro financial models <http://www.macfinrobods.eu/research/workpackages/WP7/wp7.html>

当然のようにエージェント・ベースド・モデルの研究が含まれる。マクロ経済を分析するにDSGEモデルでは不十分で、複雑系をそのまま扱えるエージェント・ベースド・モデルをDSGEモデルと比較可能な感じで導入しようっていう感じの研究

(1) はじめに

(2) 人工市場モデル

(3) シミュレーション結果

(4) まとめ

こちらのスライドは以下からダウンロードできます

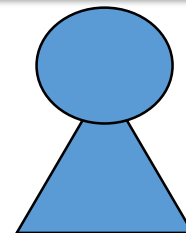
<http://mizutatakanobu.com/20181020.pdf>

[水田 17, Mizuta 17, Mizuta 18]のモデル

企業が本源的にもっている価値（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投資家のモデル化に成功

これを満たす範囲内でなるべくシンプルなモデルを構築

複雑すぎると評価不能、要因の分解ができなくなる、
ありえる要因とありえる結果の知識獲得が目的、細部までの再現が目的でない



実際の金融市場において企業に競争を促す投資家の売買の特徴と同じ



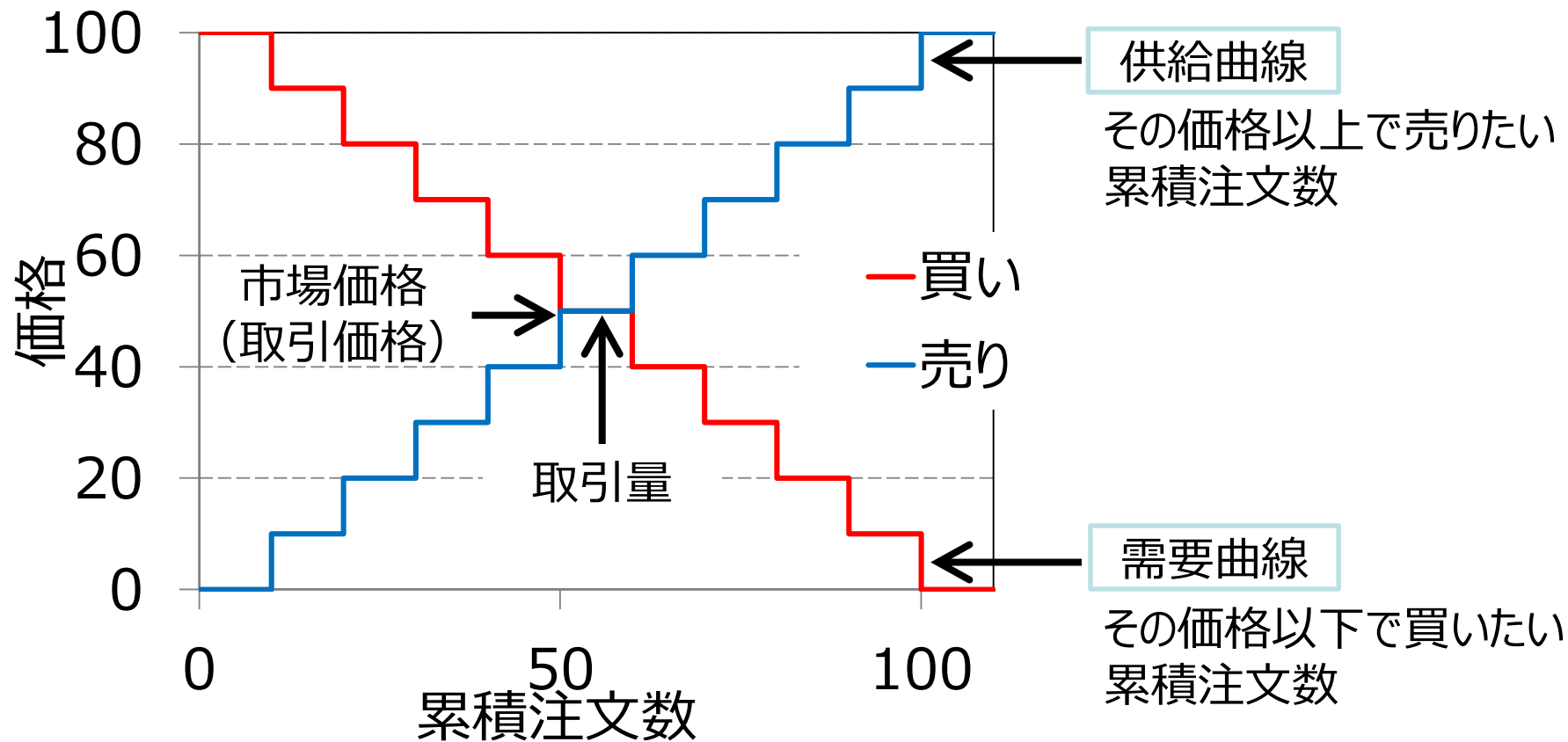
本研究

この人工市場モデルを2銘柄に拡張
水平株式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追加

価格決定メカニズム（取引所）のモデル化

板寄せ

エージェントは価格を決定する ← リターンが需給比例する方式は使えない
ザラバでの注文の規制や短期売買の効果調べるわけでない



ある特定の時刻になると売買注文は集計され，需要・供給曲線の
交わる点で市場価格と取引量を決定する

エージェント

初期保有資産

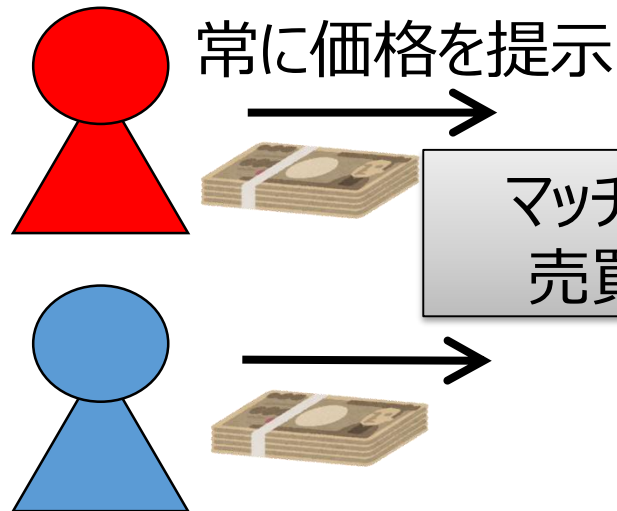
1株 or 10,000円
(半々のエージェント)
(初期株価=10,000円)

売買の決定

1株保有：売り
保有なし：買い
⇒ 2株以上保有、空売り、は発生しない

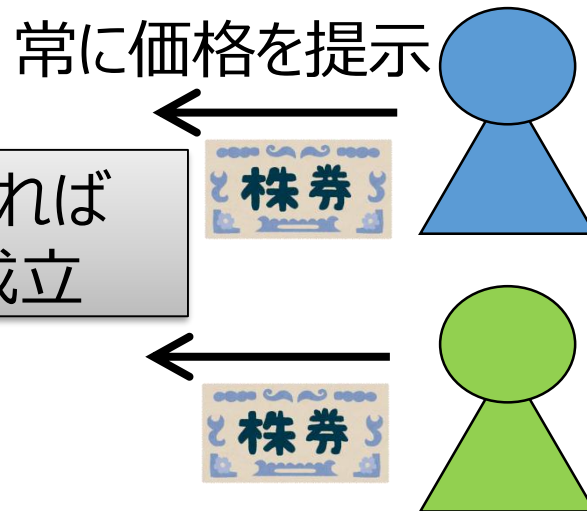
買い方

現金をもつ



売り方

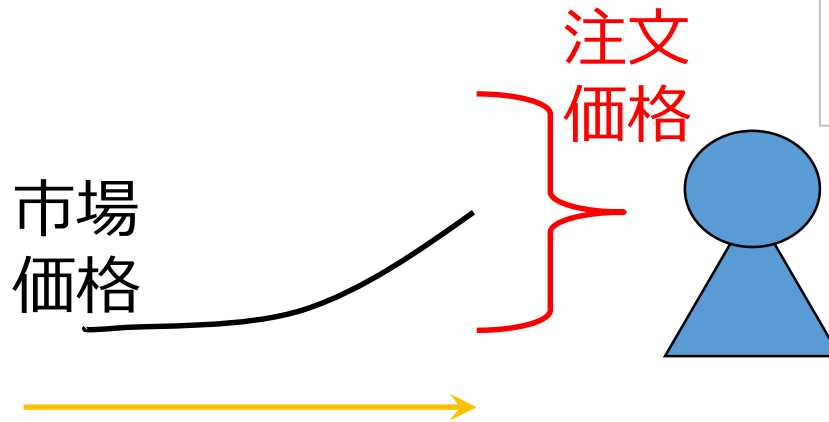
株をもつ



エージェントの特徴を表現するのに、
売買価格の決定方法の差異だけに焦点をあてられる

$$P_o = P_t \exp(\eta \sigma_{t,j})$$

P_o : 注文価格
 P_t : 市場価格
 η : 係数(=50%)
 $\sigma_{t,j}$: 正規分布乱数
 t : 時刻の変数
 j : エージェントの変数

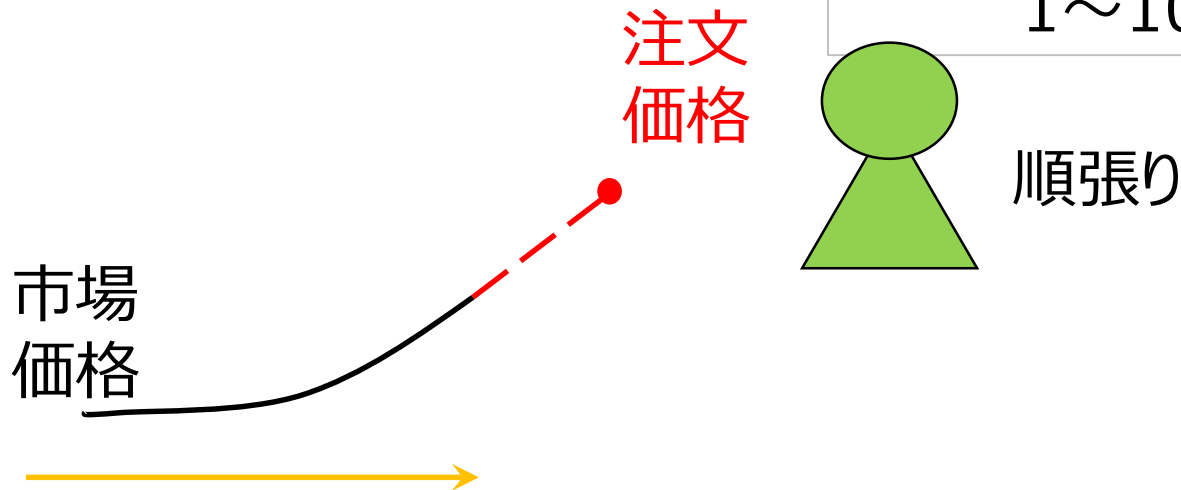


直近の市場価格を平均とした正規分布乱数で注文価格を決める

現実の一般的な金融市場と同様の流動性を得るのに必要

$$P_o = P_t \frac{P_t}{P_{t-tm_j}}$$

tm_j : 参照期間
1～100の一樣乱数



過去の市場価格を参照して順張り

現実の一般的な金融市場の統計的性質を再現するのに必要

$$P_o = P_f \exp[d\sigma_j \pm m_s(\mu_j + 1)]$$

$P_f = 10,000$: ファンダメンタル価格

$d\sigma_j$: 予想価格へのずれ

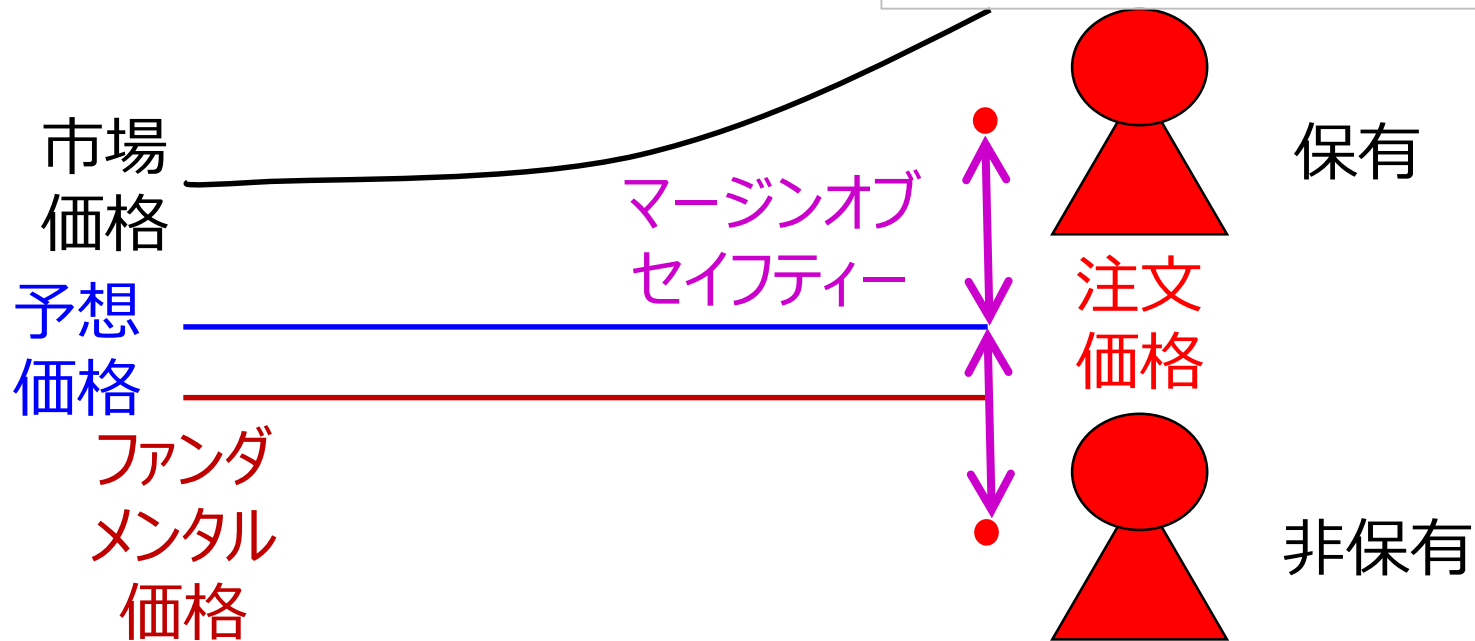
$d = 5\%$, σ_j : 正規分布乱数

$m_s\mu_j$: マージンオブセイフティー

$m_s = 2\%$

μ_j : 0~1の一様乱数

$\pm$: 保有時"+", 非保有時"-"



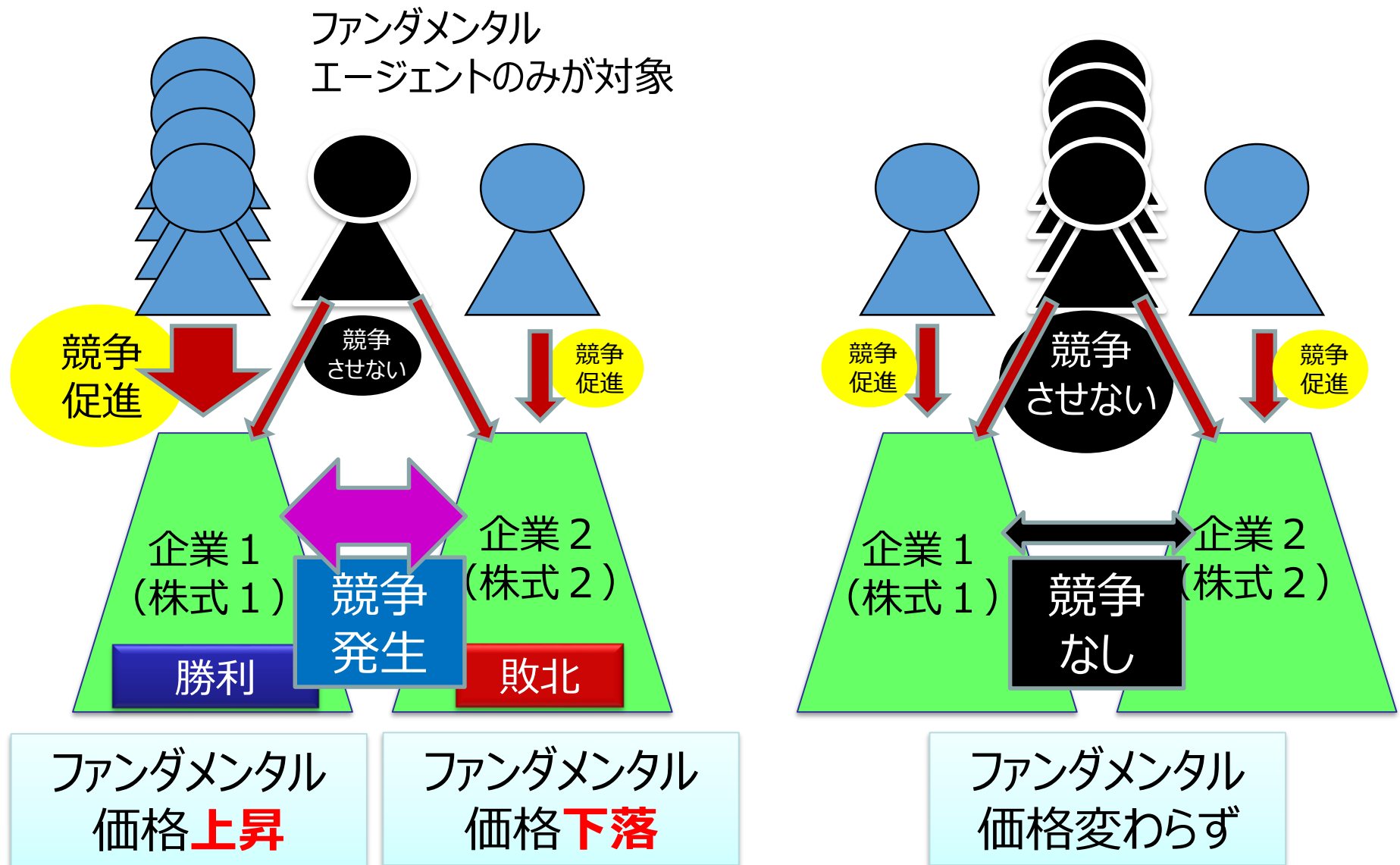
ファンダメンタル価格より十分安いときに買い、十分高いときに売る

市場価格とは一切関係なく注文価格を決める

競争の発生：とても強い仮定

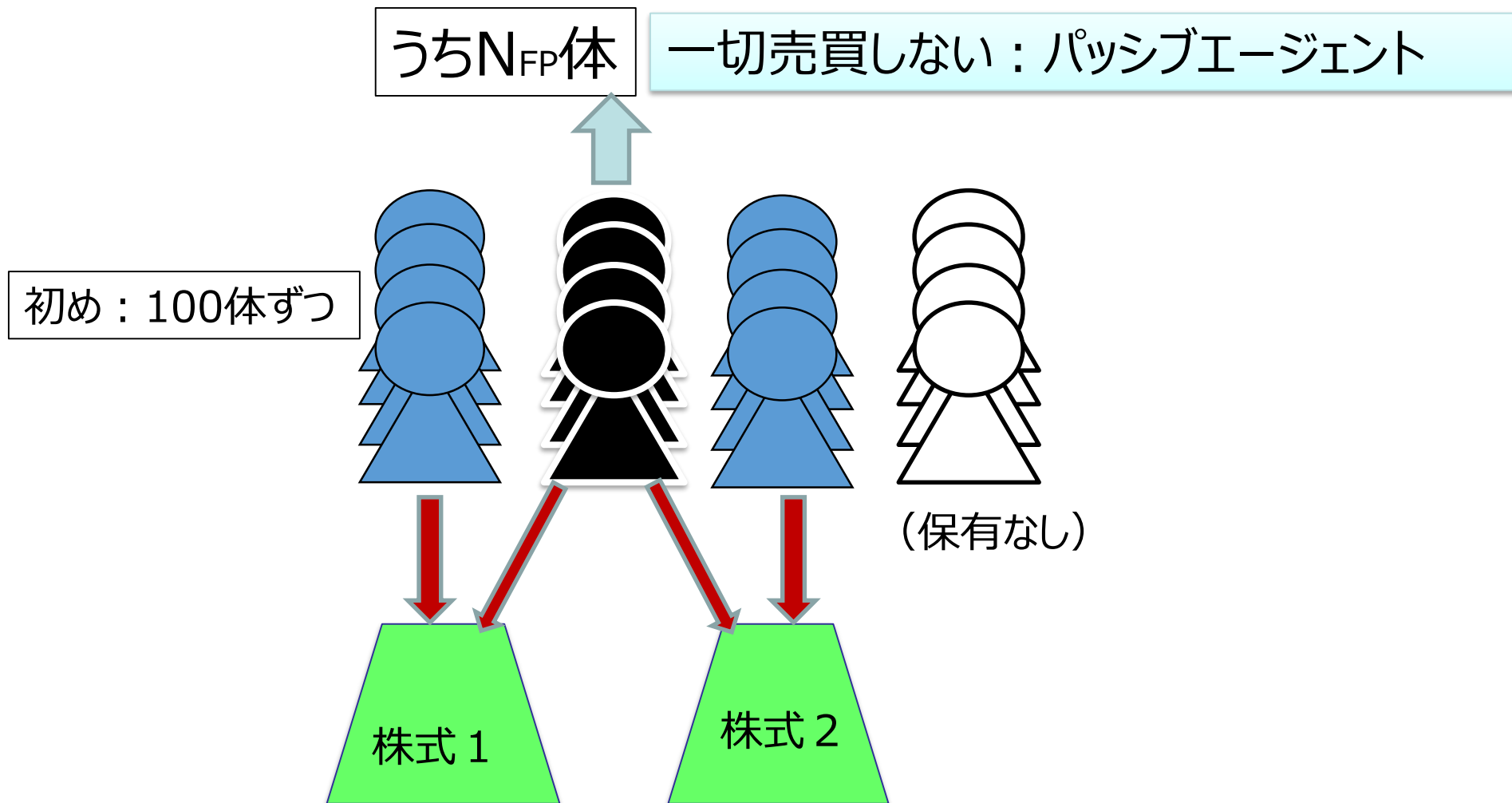
← 実証研究で意見が分かれている

100期ごとに過去100期の株主構成によって競争の発生を判断



幅は2500

パッシブエージェント



水平株式保有を常に維持するパッシブファンドが
どのくらいいると競争が阻害されるか調べる

(1) はじめに

(2) 人工市場モデル

(3) シミュレーション結果

(4) まとめ

こちらのスライドは以下からダウンロードできます

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

スタイライズドファクト

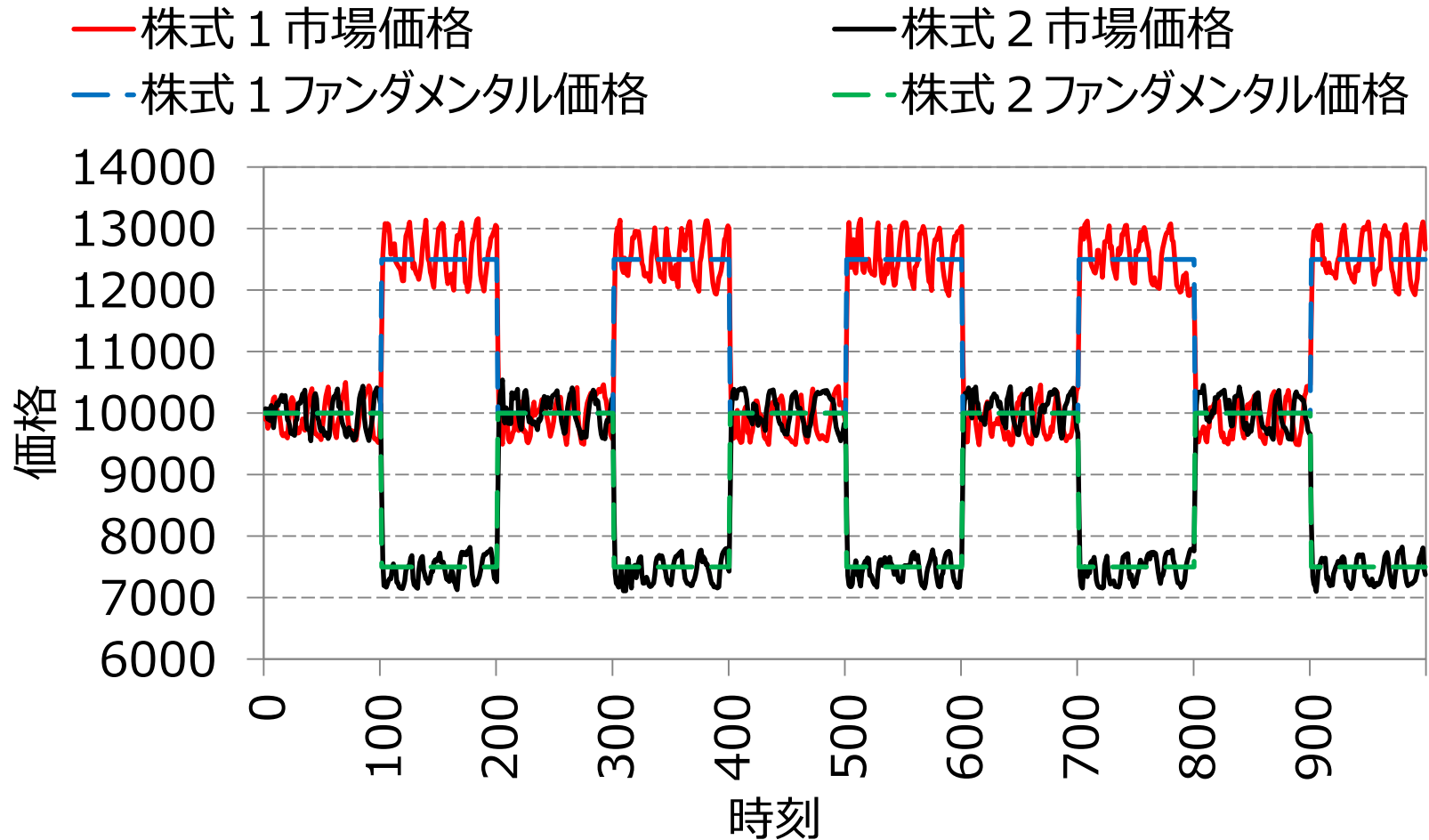
$N_{FP}=100$ のとき

リターンの標準偏差	1.25%
リターンの尖度 (ファットテール)	1.29
二乗リターンの自己相関 (ボラティリティクラスタリング)	
ラグ	
1	0.22
2	0.03
3	-0.09

現実の一般的な金融市場の統計的性質を再現している

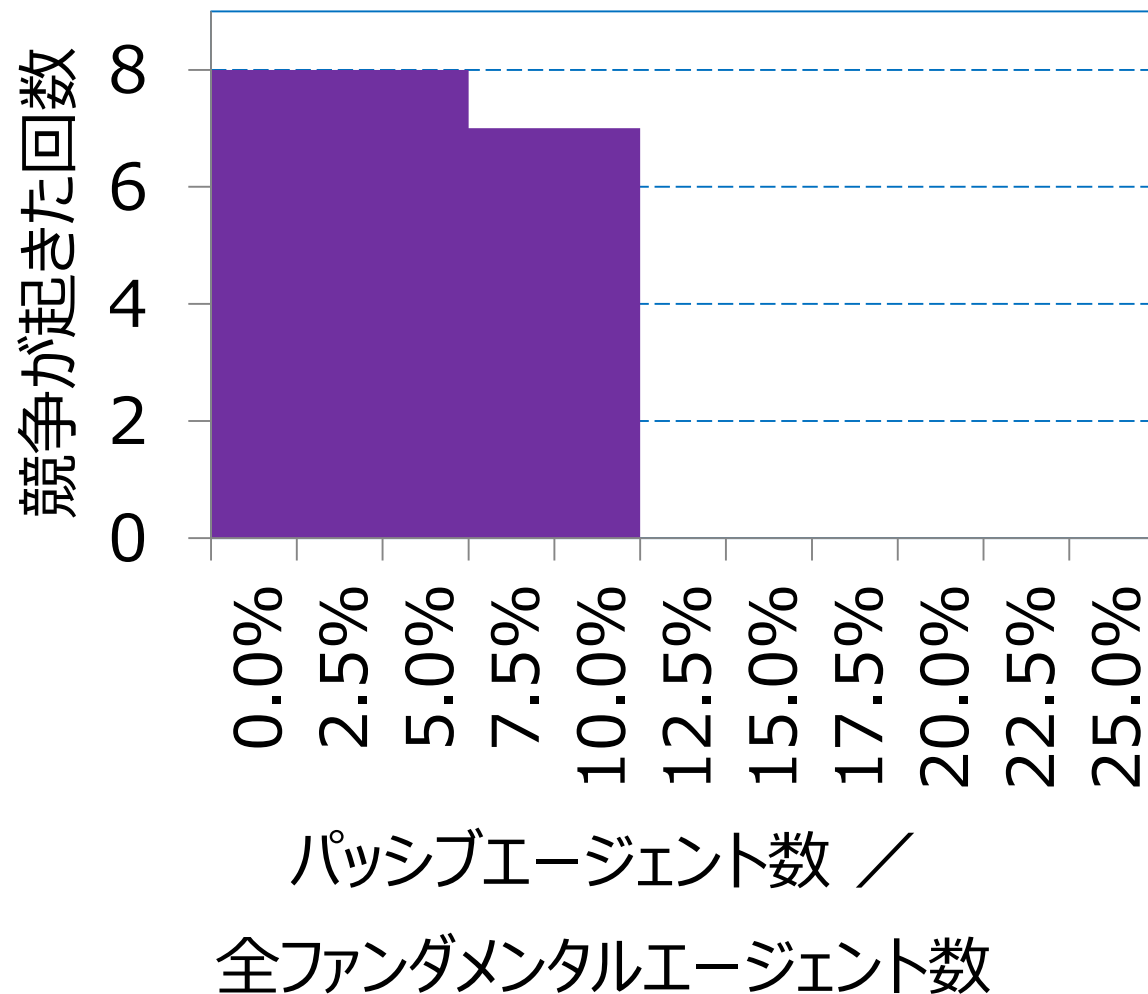
市場価格とファンダメンタル価格の時系列

パッシブエージェントがない ($N_{FP}=0$) 場合



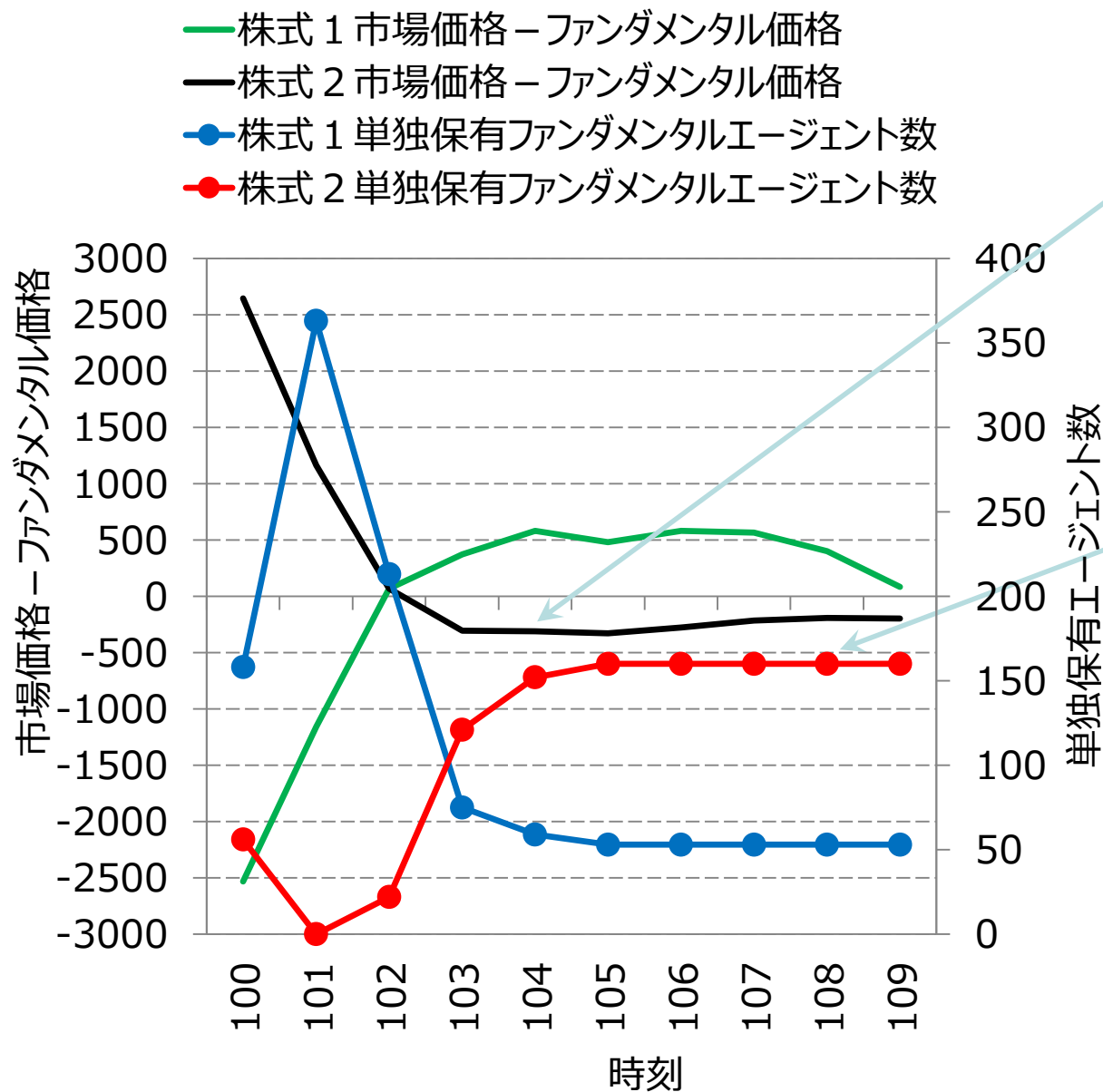
競争が頻繁に起きている、2つの企業は交互に競争に勝つ
⇒ 企業間競争のバランスをとるメカニズムが存在する可能性

競争が起きた回数



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

ファンダメンタル価格：株式 1 上昇、株式 2 下落



株式 2 : 103～ :
オーバーシュート
↑ 下落したファンダメンタル価格よりもさらに下落

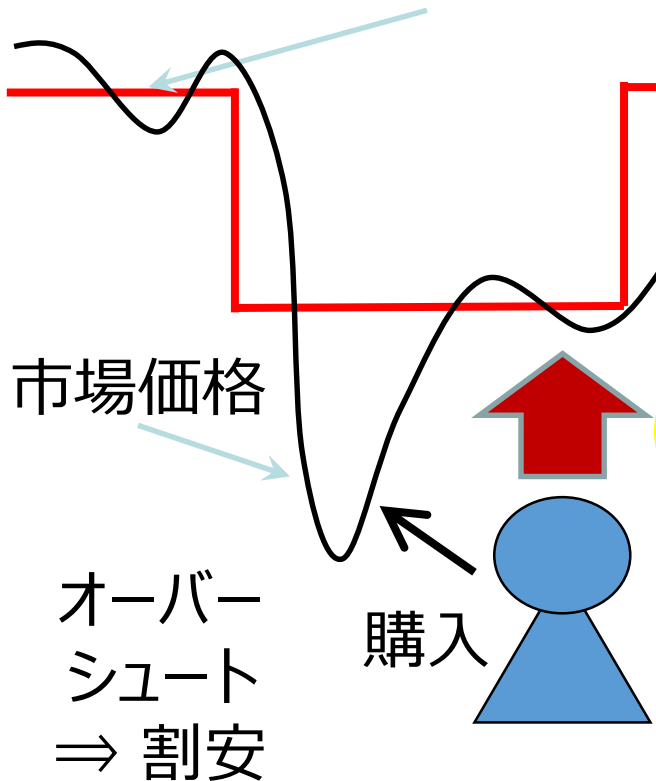
株式 2 : 割安 : 買い
単独株主の増加

オーバーシュート⇒競争を促す投資家、競争に負けた企業を買う

企業間競争のバランスをとるメカニズム

敗北

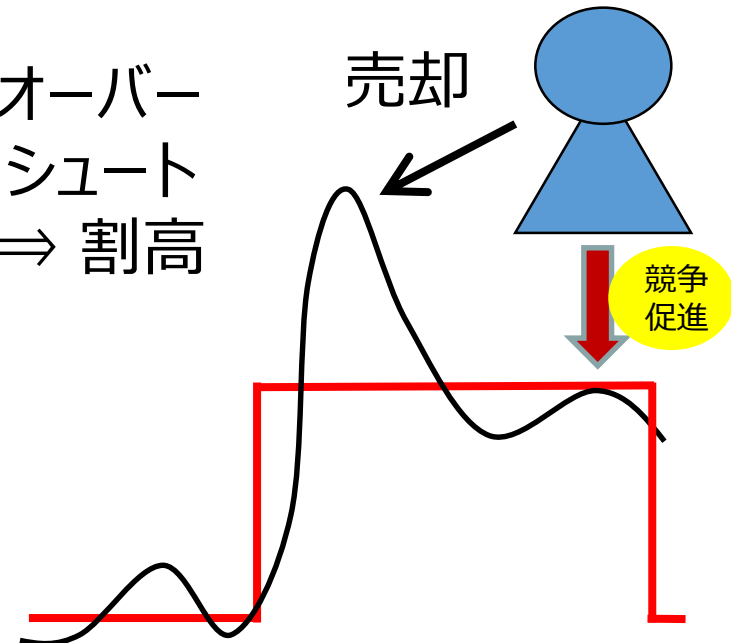
ファンダメンタル
価格



勝利

オーバー
シュート
⇒ 割高

売却



ファンダメンタル投資家が果たす重要な社会的機能

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

(1) はじめに

(2) 人工市場モデル

(3) シミュレーション結果

(4) まとめ

こちらのスライドは以下からダウンロードできます

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

- ✓ 本研究では, [水田 17, Mizuta 17, Mizuta 18]が構築した人工市場モデルを2銘柄に拡張し, 水平株式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.

こちらのスライドは以下からダウンロードできます

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

参考文献

-- 実証分析のレビュー --

- [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>

-- 実証分析 --

- [Azar 14] Azar, S. M. C., Jose and Tecu, I.: Anti-Competitive Effects of Common Ownership, SSRN Working Paper Series (2014), <https://ssrn.com/abstract=2427345>
- [Elhauge 16] Elhauge, E.: Horizontal Shareholding, Harvard Law Review, Vol. 129, No. 5, p. 1267 (2016), <https://harvardlawreview.org/?p=4185>
- [Fichtner 17] Fichtner, J., Heemskerk, E. M., and GarciaBernardo, 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>
- [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>

参考文献

-- 関連研究 --

- [水田 17] 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, (2017), https://doi.org/10.11517/pjsai.JSAI2018.0_2J101
- [Mizuta 18] 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 (BESC), (2018, in press), <http://besc-conf.org/2018/>

-- 拡張元の人工市場モデル --

- [水田 17] 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 17] 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), <http://ieeexplore.ieee.org/document/8280798/>
- [Mizuta 18] 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>

参考文献

-- 人工市場のレビュー --

- 水田孝信（2018）金融レジリエンス情報学 人工市場を用いた金融市場の制度・規制の設計
東京大学大学院工学系研究科講義資料
<http://mizutatakanobu.com/20180405.pdf>
- 水田孝信（2017）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，東京大大学大学院工学系研究科
<http://hdl.handle.net/2261/59875>
- Mizuta (2016) A Brief Review of Recent Artificial Market Simulation Studies for Financial Market Regulations And/Or Rules, SSRN Working Paper Series <http://ssrn.com/abstract=2710495>
- 古田一雄 編著（2017），レジリエンス工学入門「想定外」に備えるために，日科技連出版社，和泉潔，川久保佐記，米納弘渡，第6章「強靱な金融システム」
<http://www.juse-p.co.jp/cgi-bin/html.pl5?i=ISBN978-4-8171-9624-8>
- 和泉潔，斎藤正也，山田健太（2017），マルチエージェントのためのデータ解析，コロナ社，
<http://www.coronasha.co.jp/np/isbn/9784339028126/>
- 東証公式のページ「東証マネ部！」インタビュー記事(2018)
「よりよい金融市場を構築するための技術「架空の市場」が、金融市場の安定に貢献する」
<http://money-bu-jpx.com/news/article008322/>

参考資料

こちらのスライドは以下からダウンロードできます

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

シミュレーションモデルの役割

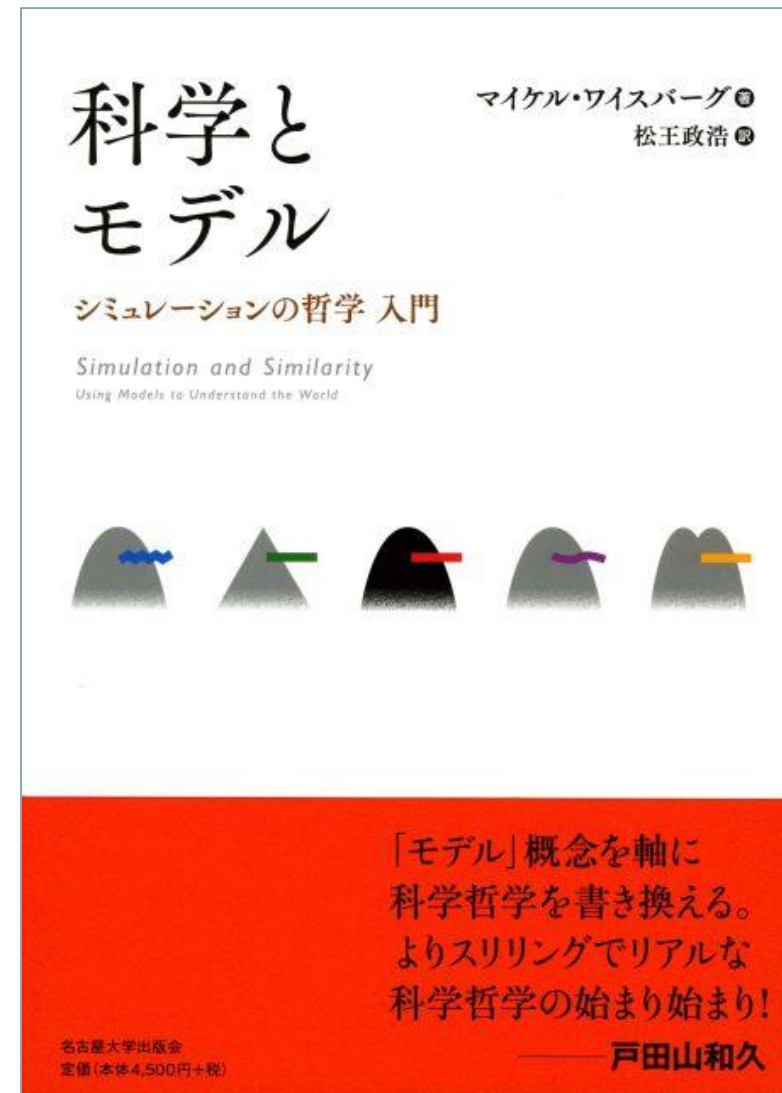
右の本は、“モデル”に関わっている
すべての人に読んでほしいと思う。

そもそも“モデル”とは何なのか
どういう役割があるのかを考察

この理解が不足しているため、
不毛な議論が陥ることがしばしば

特に経済学の世界で、
「シミュレーションモデルと
数理モデルの役割の違い」
に関する理解の欠如が顕著

シミュレーションモデルがどう役に
立つのかほとんど理解されてない



科学とモデル シミュレーションの哲学 入門, 2017年
<http://www.unp.or.jp/ISBN/ISBN978-4-8158-0872-3.html>

* 冒頭の扉の文

しばらくするとこの膨大な地図でもまだ不完全だと考えられ、地図学院は帝国と同じ大きさで、一点一点が正確に照応し合う帝国地図を作り上げた。西部の砂漠では、ぼろぼろになって獣や乞物の仮のねぐらと化した地図の断片がいまでも見つかることがある

J.L.ボルヘス「汚辱の世界史」

* モデリングとは、モデルの構築や分析を通じて、現実世界を間接的に研究する手法のことである

* 多くの例からわかるように、モデリングは必ずしも現実世界の完全な表現を目指しているわけではない。（中略）。むしろ彼らが力を入れていたのは、背景システムのどんな特徴が、自らの探求に対して特に重要となるのかを突き止めることだった。

* 細胞の教科書モデルは実際の細胞に比べて抽象的であり、同時に理想かもされていると指摘する。抽象的だというのは、それがいかなる特定の種類の細胞とも違うからである。標準モデルは、すべての真核細胞が共有する性質をもったモデルである。このことと関連するが、理想化されているというのは、それが汎化される事でモデルのある部分が現実の細胞に対して歪められているからである。

モデルの役割

投資家
Aさん

投資家
Bさん

投資家
Cさん

注目している現象に対して、
本質的な性質（行動・手続き）のみ継承

注目している現象が違えば、
本質的な性質も異なり
モデルも異なる

投資家
モデル

投資家を理解するための
世界に一人もない投資家

例：ファッションモデル：服を理解
モデルルーム：部屋を理解

本質的な性質（行動・手続き）が、注目している現象に対して、
どのような役割を果たし、どのようにマクロに影響を与えているか理解する

投資家Aさん、Bさん、、、の再現が目的ではない、
投資家の本質を理解することが目的

注目している現象ごとに良いモデルは異なる

* ある現象を説明するために数値計算（シミュレーション）モデルが持ち出されるとき、たいていは、遷移規則やアルゴリズムが説明項として用いられる。シェリングは、小さな心の傾向を反映した小さな意思決定が集まると、大規模な人種分離の人口統計につながることを指摘し、人種分離に関する説明を行った。そこではモデル状態の時系列やモデルの最終的な平衡状態などは、いずれも説明力を持っていない。説明には、アルゴリズムそのものが必要なのである。

アルゴリズム：自分と同じ人種が隣にいる割合が30%から100%の間ならばこれを気にかけず、30%未満になると不満になる

19 第2章 三つの種類のモデル

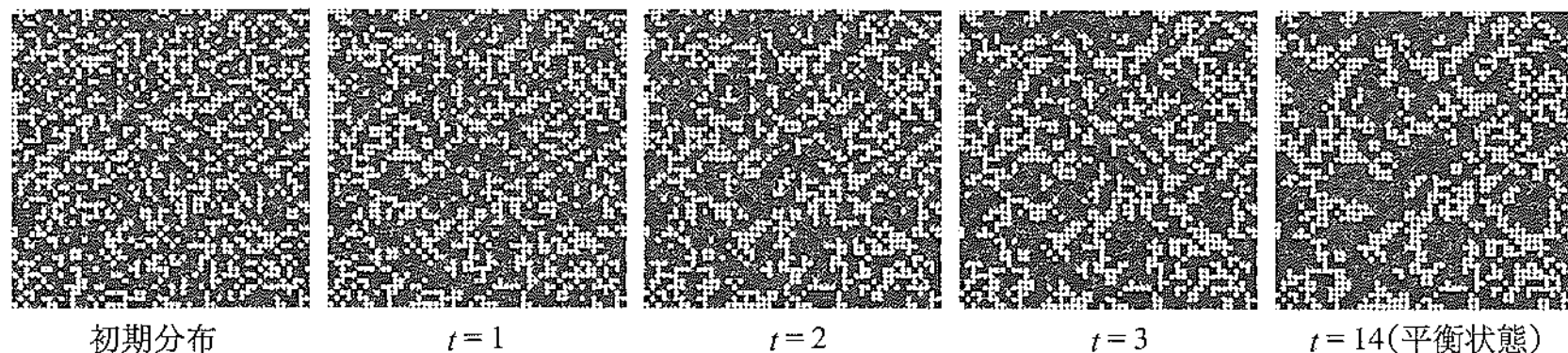


図 2.2 シェリングの人種分離モデルの例。51 × 51 の格子上に 2000 の行為者が配置されたもの。各行為者は、ムーア近傍の 30 % が同じ色、形であることを好む。行為者の初期の分布はランダムで、14 の時間ステップ後にモデルは平衡状態となった

シミュレーションモデルの役割

ミクロプロセス：投資行動、取引所ルール
マクロ現象：価格形成
の関係が知りたい

