

# 人工市場研究の最近の動向

スパークス・アセット・マネジメント株式会社  
運用調査本部 ファンドマネージャー 兼 上席研究員  
水田孝信



mizutata[at]gmail.com  
@takanobu\_mizuta (twitter)  
<https://mizutatakanobu.com>



[このポスターはこちら](https://mizutatakanobu.com/2024JAFEE.pdf)

<https://mizutatakanobu.com/2024JAFEE.pdf>

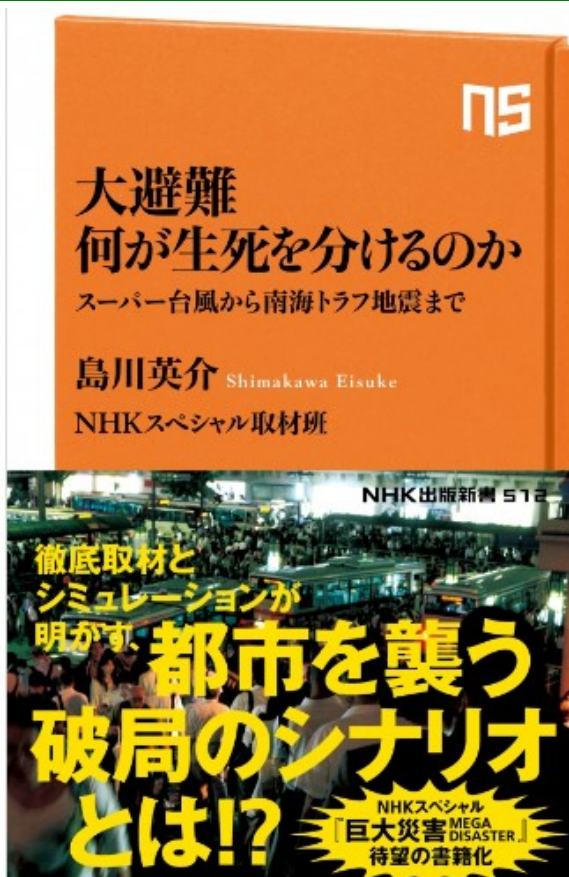
お配りしているレポート <https://mizutatakanobu.com/2024SBI.pdf>

3末ごろこちらに掲載予定 <https://sbiferi.co.jp/review/>

このポスターの詳細版(講義資料) <https://mizutatakanobu.com/2024r.pdf>

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。

# 他の分野ではすでに活躍しているエージェント・ベースド・モデル (1例として)



第2章に住民たちとシミュレーションを使った議論の推移などが書かれています

<https://www.nhk-book.co.jp/detail/000000885122017.html>

シミュレーションのプロセスを見ることにより  
議論が深まり、新たな助かる方法を生み出す

予測精度を追求するのではなく、  
プロセスを見せて議論を提供する

<https://news.yahoo.co.jp/articles/07955a2e9dbae92849c8c43b9f1b56e0bd10c529>

(論文) <http://id.nii.ac.jp/1001/00101155/>



高知県黒潮町は予想される南海トラフの地震で最も高い津波が想定されている (34.4m) これが発表された2012年当時、多くのメディアが殺到 当時の住民のアンケートからシミュレーションした結果、多くの人があたらないことが分かった しか、ある交差点で地震発生から10分経っていなければ山へ、経ていればタワーに逃げると多くの人があたることが分かった → 住民はあきらめなくなった 山に行く途中の道が危険であるという発見 (今では避難タワーが増えたようなのもっと良い避難計画になっていると思います)

# 人工市場への期待！！：既存の経済学は金融危機を取り扱えなかった！

金融市場は数式だけできれいに表されるような単純なシステムではない  
バタフライ効果：蝶が羽ばたくという小さい動きがどのような影響を与えるかを正確に述べることは難しく、  
台風を生み出すことさえ完全には否定できない

人工市場(エージェント・ベースド・モデルによる金融市場のコンピュータ・シミュレーション)  
に大きな期待！！：複雑系システムを複雑なまま取り扱える

NATUREやSCIENCEに、人工市場に期待をかける記事

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

Farmer and Foley (2009), Nature <https://www.nature.com/articles/460685a>  
Battiston et al. (2016), Science <https://science.sciencemag.org/content/351/6275/818>

標準的な経済学を否定し、  
人工市場を絶賛

ECB総裁講演でも取り上げられる

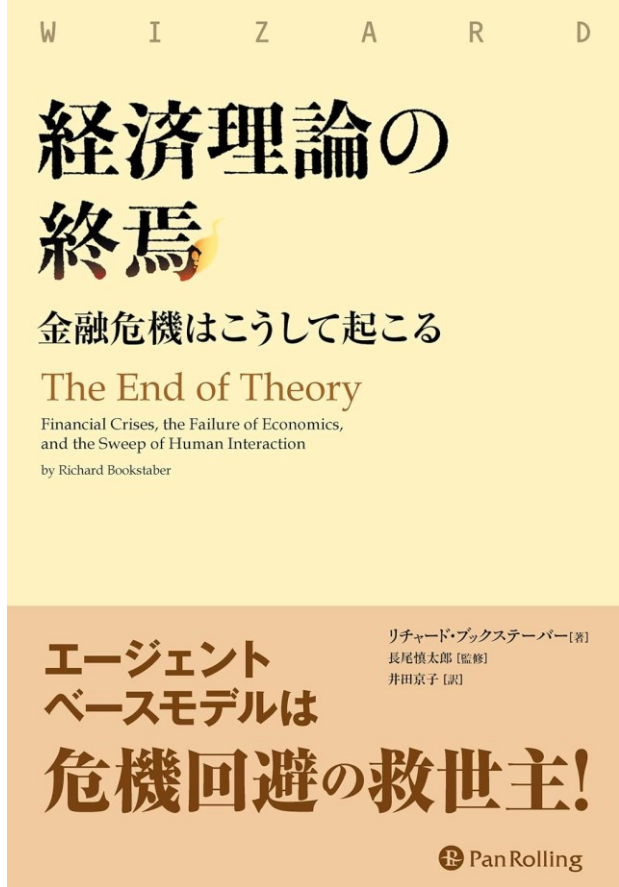
<https://www.ecb.europa.eu/press/key/date/2010/html/sp101118.en.html>



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(JPX)が発行  
**41本中、実に12本が人工市場を用いた研究(2023年末現在)**  
<https://www.jpx.co.jp/corporate/research-study/working-paper/index.html>

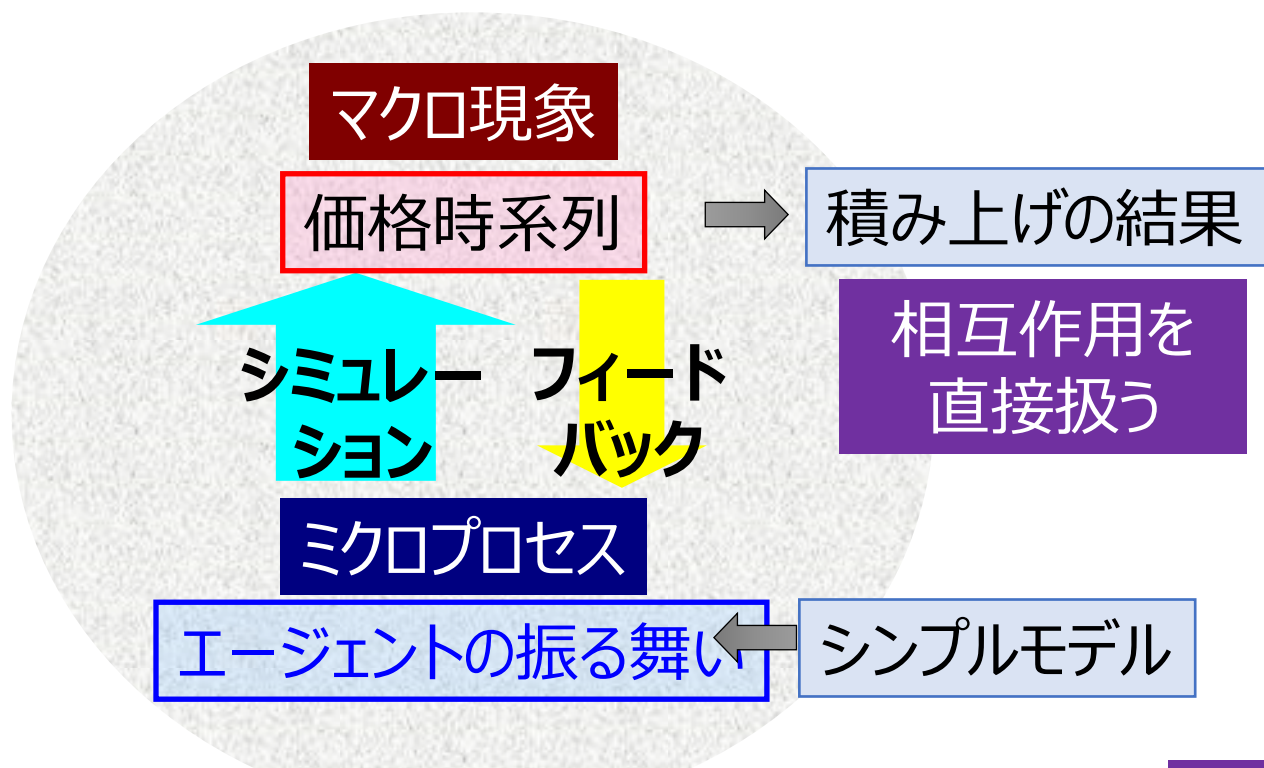


経済理論の終焉 金融危機はこうして起こる, 2019/1  
<https://www.panrolling.com/books/wb/wb273.html>

# 複雑系を扱える強み

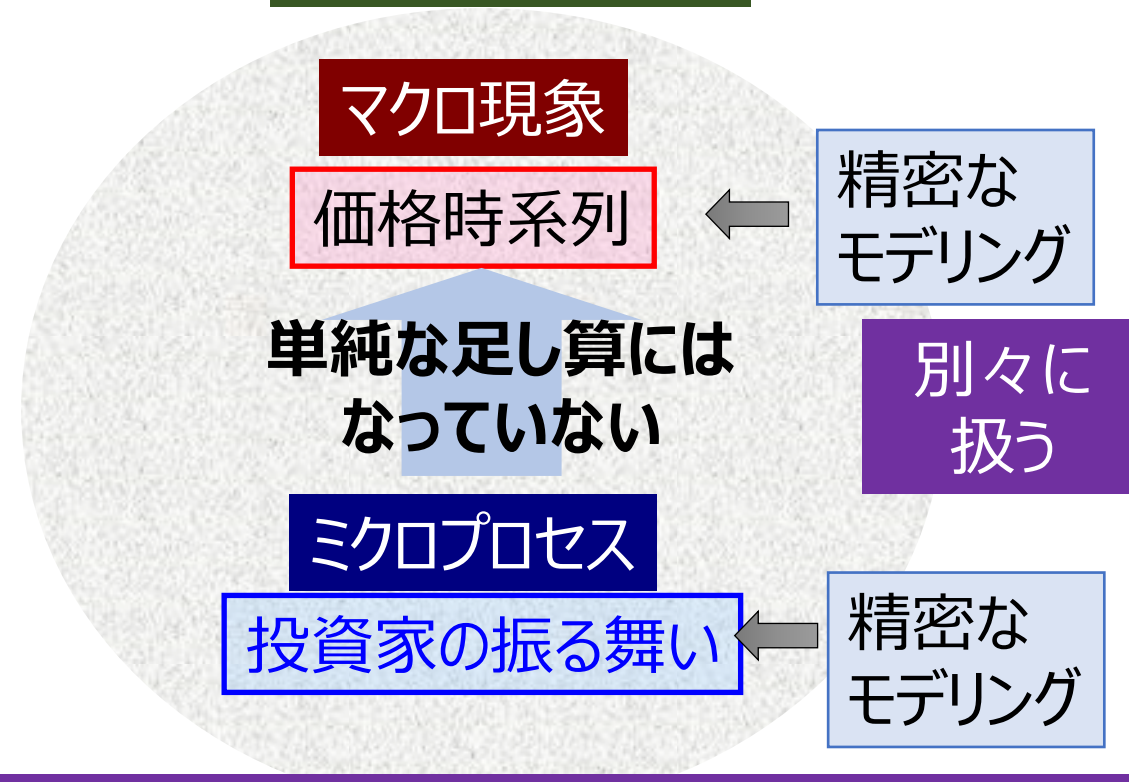
金融市場は非常に複雑系のため、マイクロプロセス(投資家の行動)の単純な足し算がマクロ現象(価格時系列)にならない

## 人工市場



相互作用を扱える！  
相互作用を分析できる！

## 数理モデル 実証研究



マクロとミクロの相互作用があるため、マクロ現象とマイクロプロセスをそれぞれ調べても複雑系を理解できない。

複雑な社会現象の原理的な理解を目指す Abstract Model (Gilber 2008)

KISS (Keep It Simple Stupid) の原理 (Axelrod, 1997)

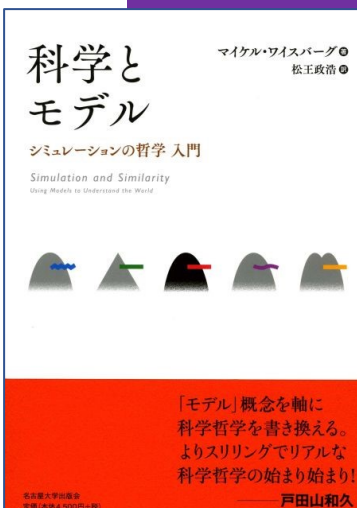
<https://doi.org/10.4135/9781412983259>

→ シンプルなモデル、だが、メカニズムの理解、知識獲得

← 精密な現実再現だけがモデルの目的は出ない

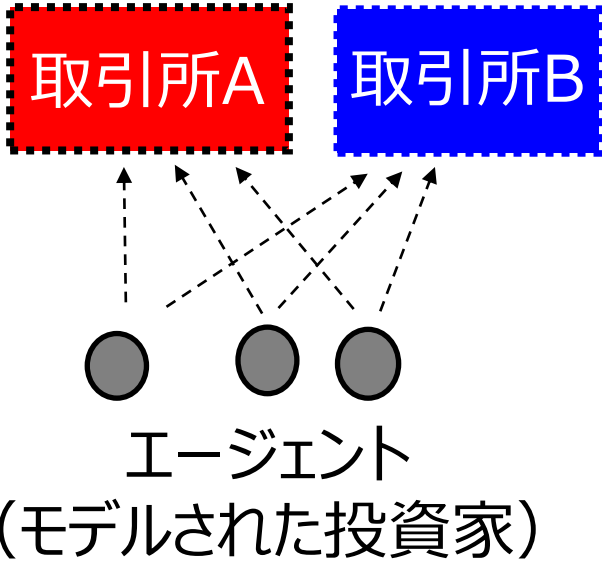
科学とモデル シミュレーションの哲学 入門, 2017年

<https://www.unp.or.jp/ISBN/ISBN978-4-8158-0872-3.html>



# 呼値という制度変更の効果を実験市場でシミュレーション

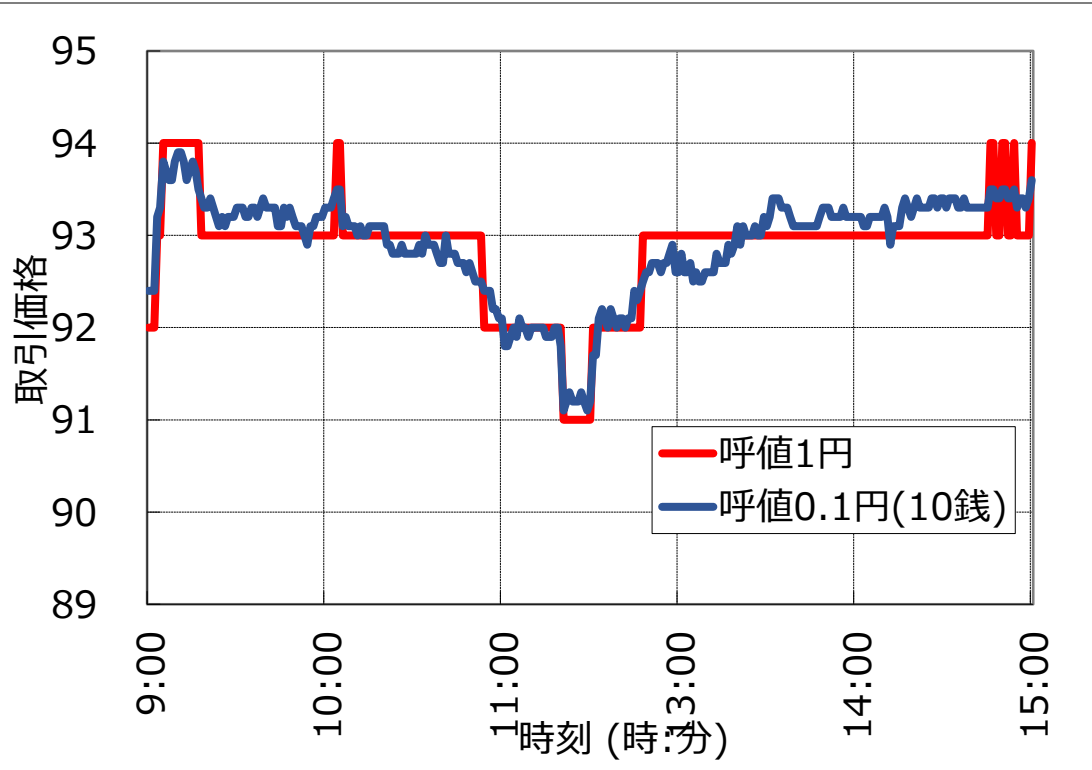
計算機上に人工的に作られた架空の市場



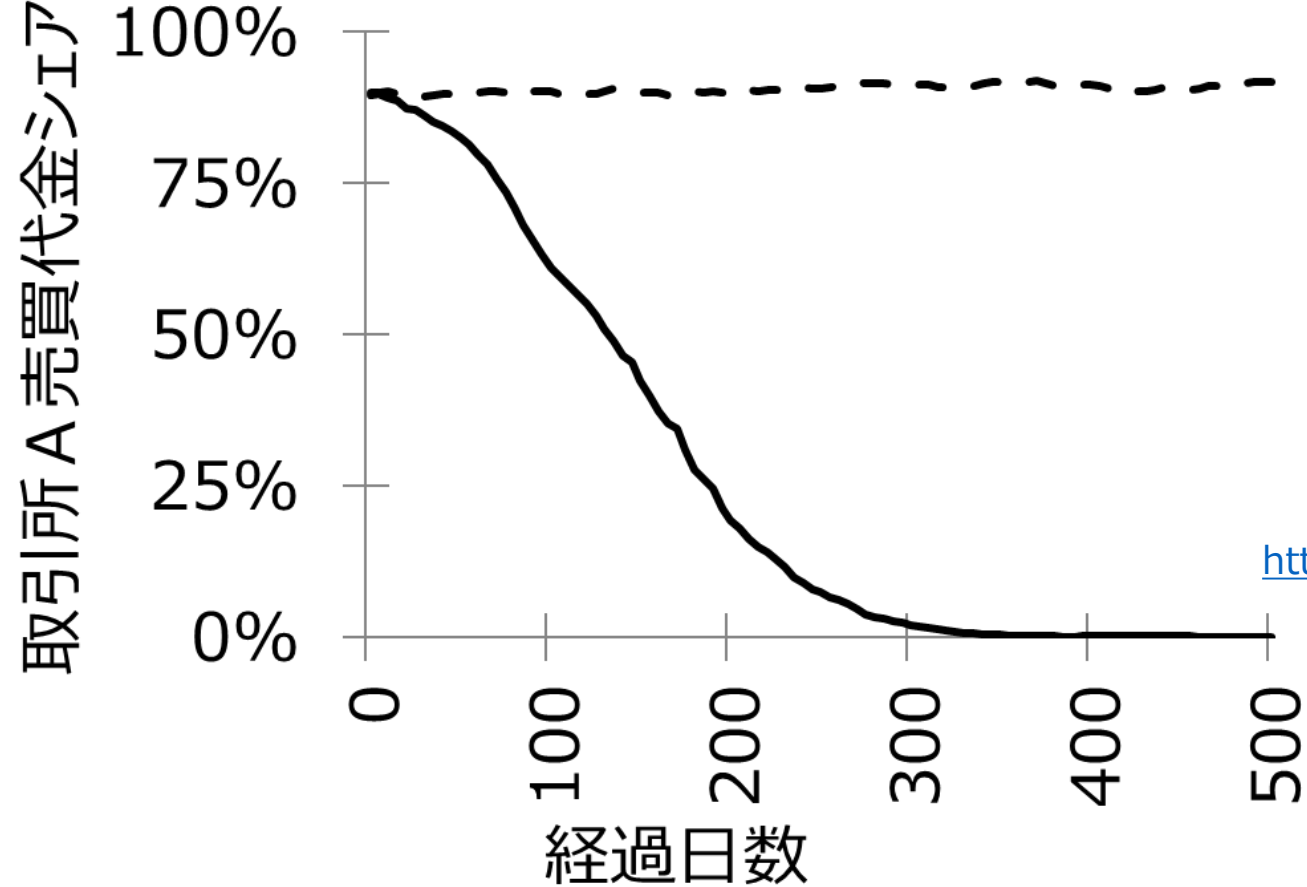
取引所A : 初期売買代金シェア 90%、呼値大きい  
 取引所B : 初期売買代金シェア 10%、呼値小さい

呼値に差があるとシェアが移り変わる  
 横軸は2年間 ⇔ 米国で起きた時間スケール  
 ただし、呼値の絶対水準が小さいと、呼値に差があってもシェアを奪えない  
**取引所の制度設計に参考にされた(JPX WP v.2)**

<https://www.jpx.co.jp/corporate/research-study/working-paper/index.html>

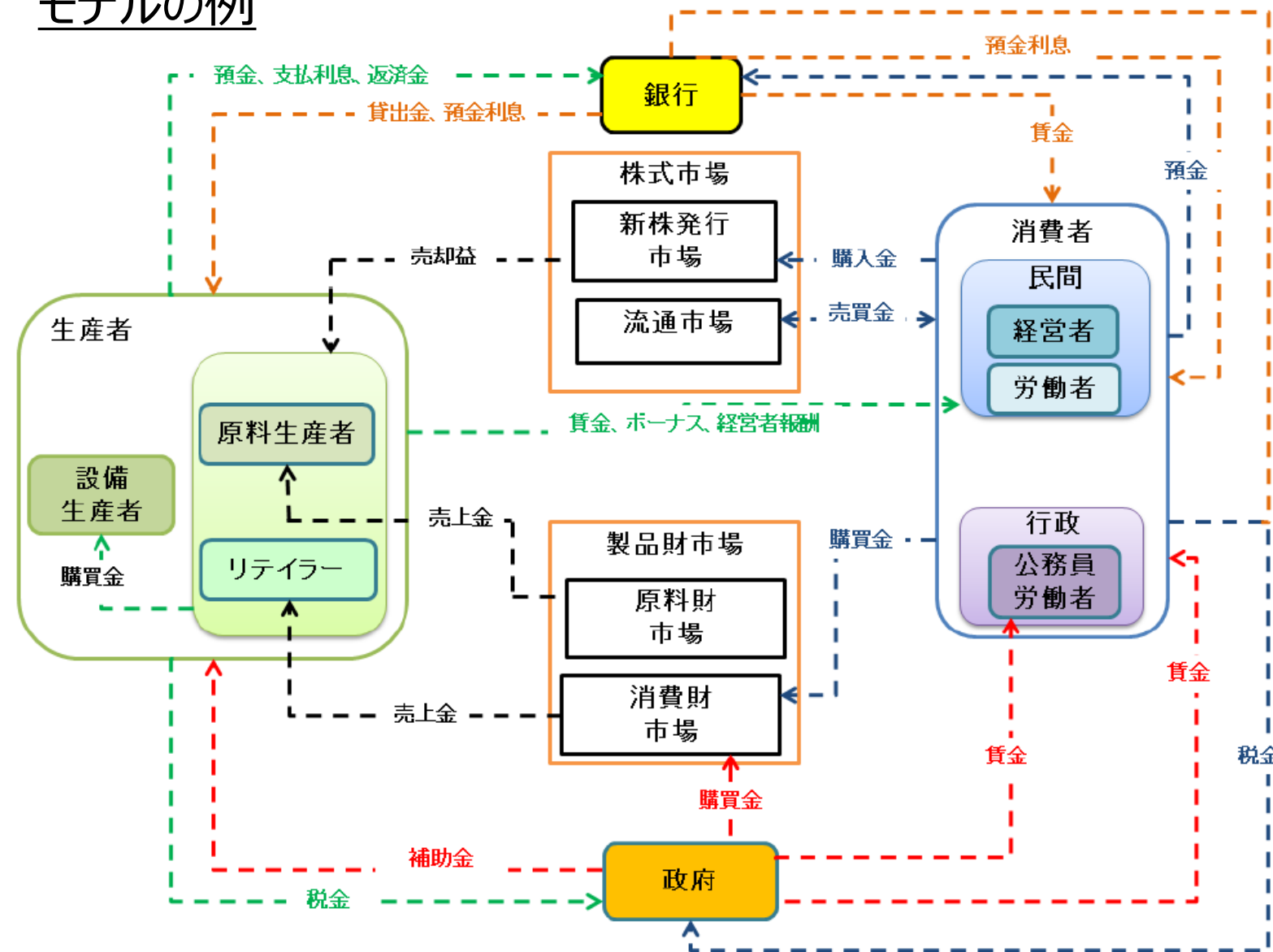


—  $\Delta PA = 0.1\%$ ,  $\Delta PB = 0.01\%$   
 - -  $\Delta PA = 0.001\%$ ,  $\Delta PB = 0.0001\%$



# 社会経済全体をモデル化した人工市場、人工社会

## モデルの例



財政政策や金融政策、金融危機のメカニズムなどを議論するため、社会経済全体をモデル化した人工市場、人工社会、マクロ経済シミュレーターとも

例えば、この研究は、政府や企業、銀行などの各経済主体の財務諸表の動きを簿記の仕訳から実装

これらの研究の発展により、金融政策がシミュレーション結果を参考にしながら決められたり、国政選挙では各政党が財政政策のシミュレーション結果を出し合って論争をしたりする日は近いかもしれない

高島幸成、"ABMによるマクロ経済基本挙動再現の為のモデル構造に関する研究"、博士論文、千葉工業大学大学院社会システム科学研究科、2013  
<http://id.nii.ac.jp/1196/00000044/>

Kosei Takashima, Isao Yagi, "Model Building and Description Using the Agent-based Computational Economics Framework for Accounting", Journal of Information Processing, Elsevier, 2024,  
<https://doi.org/10.2197/ipsjip.32.10>

Ogibayashi, "Model Structure of Agent-Based Artificial Economic System Responsible for Reproducing Fundamental Economic Behavior of Goods Market", Springer Nature, 2022,  
[https://doi.org/10.1007/978-981-19-0937-5\\_4](https://doi.org/10.1007/978-981-19-0937-5_4)

まだまだ研究者が少ない

前述までの金融市場だけのモデルに比べ需要はさらに大きいものの、困難も大きいモデルの規模が大きくなり、実務家が試したいことを試せるようになるまでの道のりが、さらに長い

# 自動取引の実験場：注文生成AIを人工市場に投入

World Agent : データの学習を行い現実的な注文データを生成  
 Experimental Agent : 実験したい投資戦略をのせる  
 この2体だけ : Experimentalがどのような成績になるか実験する

アルゴリズム取引の戦略評価に使おうとしている  
 短い時間スケール(秒以下)なら注文状況(板の状況)に再現性ある  
 ↑ 人間の手で行えないので機械化されている時間スケール

まだまだ実用化までは遠い感じも進歩は早い

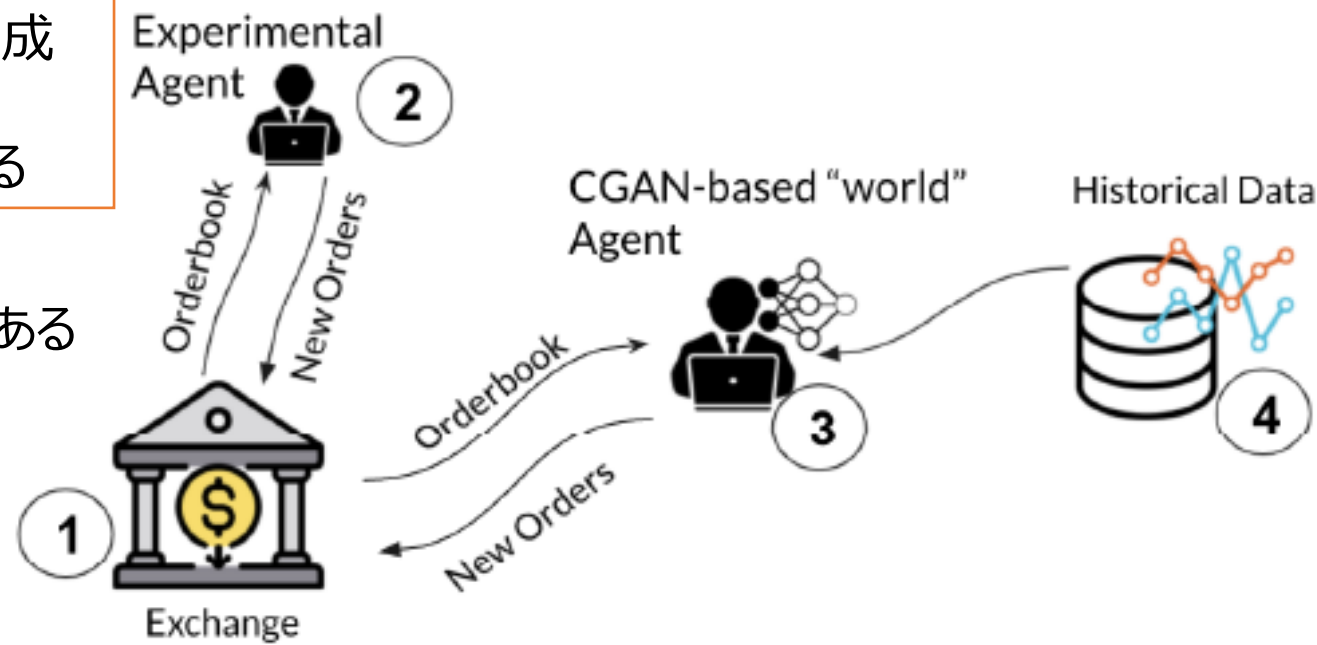
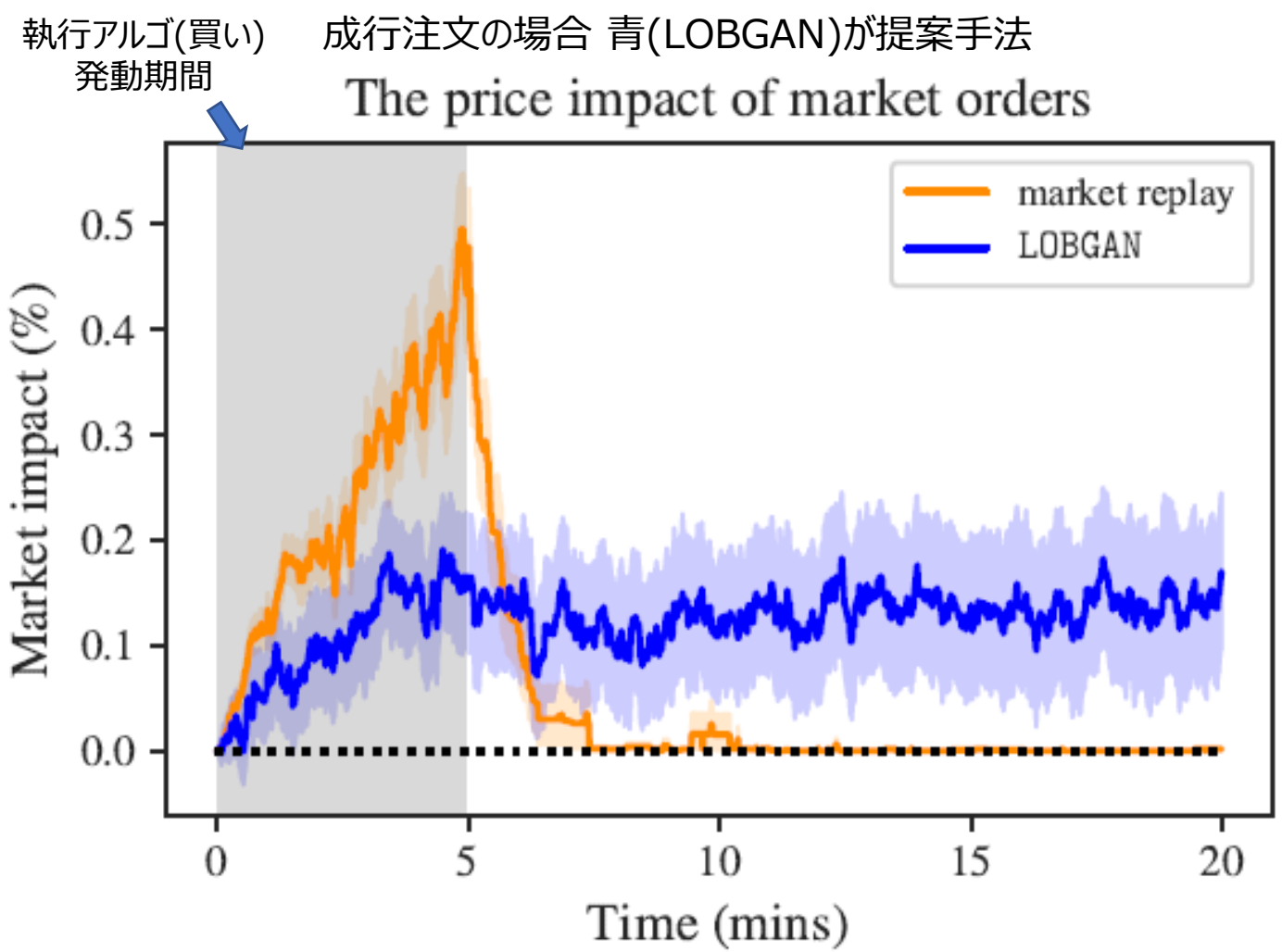


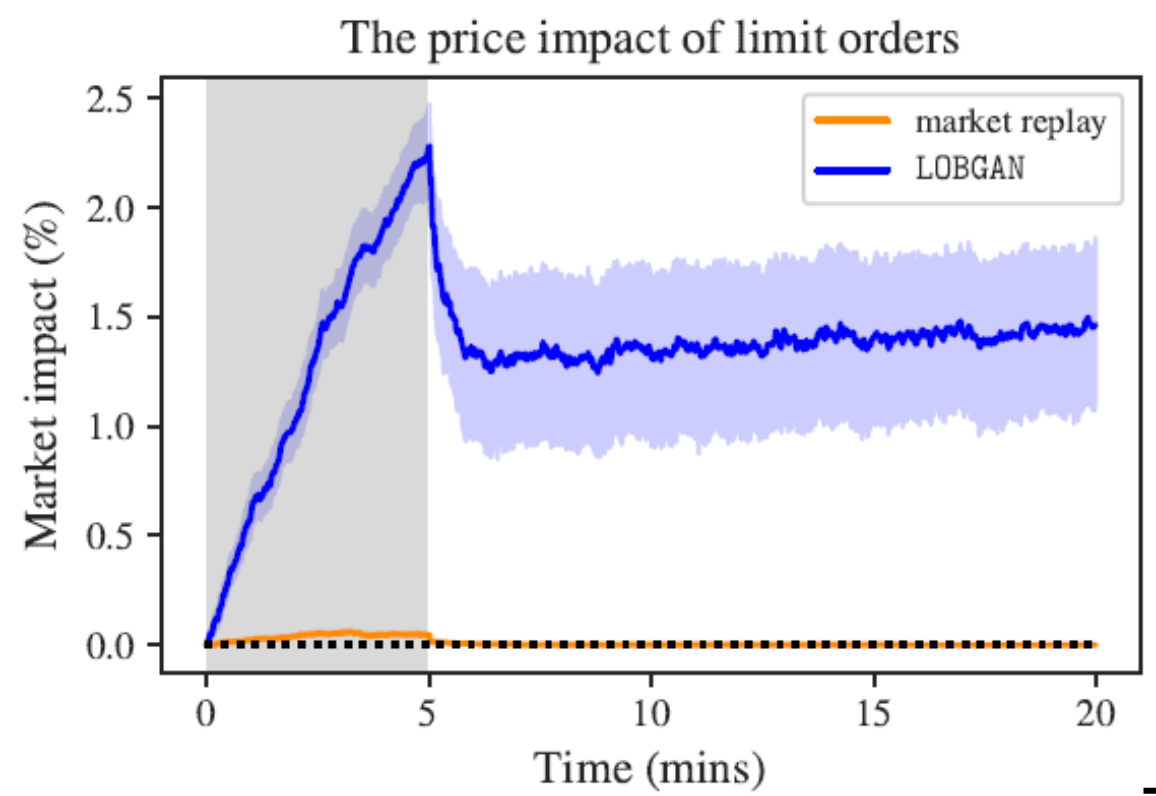
Figure 2: CGAN-Based Simulation Framework.

Coletta 2021 <https://doi.org/10.1145/3490354.3494411>



Coletta 2023 <https://doi.org/10.1145/3604237.3626854>

指値注文の場合



# 最後に：大きな期待がある一方、研究者が少ない、この分野

## 一体、何が難しいのか？

### 金融・経済分野の他手法の研究者からの理解を得られにくい

- ・ 経済学やファイナンスの人たちの中には、シミュレーションというだけで受け入れない人がいるのは事実
- ・ 経済学ではかつて、ゲーム理論ですら受け入れるのに相当な時間がかかったらしく、同分野の文化的な側面もあるかもしれない

### 金融・経済分野以外のエージェントシミュレーションの研究者たちからも理解を得られにくい傾向

- ・ 投資家は常に他の投資家を出し抜こうと考えており、モデル化に使える安定した行動パターンがない  
例えば、自動車エージェントの安全運転のような、こうすればみんなハッピーになるという行動様式が存在しない
- ・ そのため、モデルを複雑にしても追加で分かることはほとんどなく、きわめて包括的でシンプルな行動だけを含んだエージェントモデルにならざるを得ない。
- ・ そのようなモデルでも重要なメカニズムの知見が得られるのであるが、金融・経済分野以外のエージェントシミュレーション研究者たちからは、モデルは単純すぎるように見え、予測もできないことに物足りなさを感じるようだ。

### どこの学会に属したらいいかわからない：よりどころがない

- ・ 金融市場の制度設計の場合は当局や取引所関係者から多くの研究ニーズが寄せられていて、数少ない理解者となっている ← 私はここ
- ・ ごく短い時間スケール(秒以下)の再現性を利用した分野は最近開拓されてきており、学術的にも実務的にも興味を持たれ始めている
- ・ 金融・財政政策を分析する人工市場は、実務家が求めている結果を出すまでにモデル自体の議論をまだ多くする必要のある段階であり、道のりが長すぎてよりどころがない

少しずつ地道な普及活動をするしかない