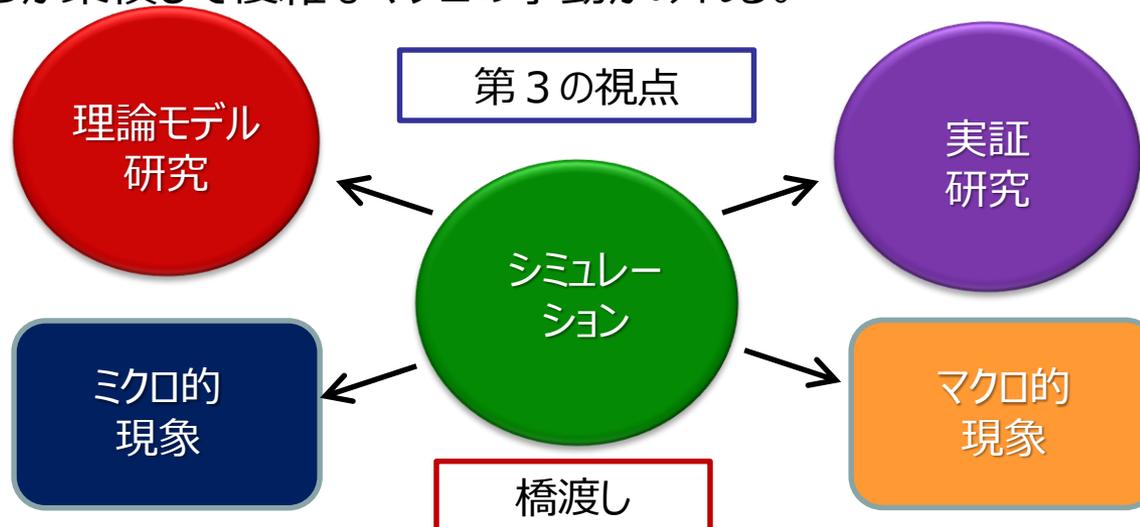


人工市場シミュレーションを用いた金融市場の規制やルールの議論

スパークス・アセット・マネジメント株式会社 水田孝信

さまざまな分野で活躍するマルチ・エージェント・シミュレーション

コンピュータの中に仮想の社会を構築。ミクロなエージェント（人間）を多数投入。エージェントは比較的シンプルなモデルで互いに相互作用する。それらが集積して複雑なマクロの挙動がみれる。



- 複雑系である社会において、制度・規制の変更が与える副作用や想定外の効果をコロンブスのたまご的に発見
- 理論や実証で調べるべきテーマの発見、メカニズムの知識発見
- 既存の手法を補完する手法として他分野では定着

自動車道の整備が交通渋滞へ与える影響分析、テロや火災・伝染病が発生した場合の避難の方法、など

(例) 新型コロナウイルスではNHKでも取り上げられる

<https://www3.nhk.or.jp/news/html/20200220/k10012294081000.html>

(例) 岡山市の路面電車：役所のあり方検討会でも使用
http://www.city.okayama.jp/toshi/gairokoutsuu/gairokoutsuu_00206.html

(例) キューバ危機時のホワイトハウスでの会議

https://jww.iss.u-tokyo.ac.jp/publications/books/2012/hoshiro_2012_03.html

シミュレーションモデルにはできて数理モデルにはできないこと：シリングモデルを例に

学生(#)と教授(@)が参加する立食パーティー

ミクロ動機とマクロ行動, 2016年
<http://www.keisoshobo.co.jp/book/b251669.html>

#	#	@	#	@		
#	#	@	@	#	@	
#	@		#	@	#	
@	#	@	#	@	#	@
@	@	@	#	@	@	@
#		#	#	#		@
#	@	#	@	#	@	
@		@		#		

- ルール：
- 自分の周り（8マス）自分の同類が1/3より多ければよい
 - 他方に囲まれた場合どこかに移動
- 繰り返していくと、...

#	#	@	#	#			
#	#	#	@	@	@	#	#
#	#	@	@			@	#
#	@		@		@	@	@
@	@	@	#	@	@	@	
	@	#	#	#	@	@	@
		#	#	#	#		
@	@						#

分離されてしまう

修正ルール：

#: 要求同類の人数 1 人増

@: 1 人減、繰り返していくと、...

#	#	#	#	@		@
#	#	#	#	@	@	@
#	#	#	#			@
	@	#	@	@	@	@
@	@	@	#	@	@	@
		#	#	@		
	@	#	#	#	@	
@		@	#	#	#	

「自分があまりにも少数派になりたくない」だけで分離が起きる。積極的に「嫌い」なわけじゃない

この理由が分かることがシミュレーションの目的
現実の会場の最終配置を予測することは目的でない

配膳テーブルの位置とか、個々人の食べる量の違いとか、准教授は？とか、現実にこんな会場ないとか、こんな単純な人いないとか、「この調査目的において」はどうでもよい。むしろ「理由の理解」には邪魔になるだけ。

#の場所が狭くなる

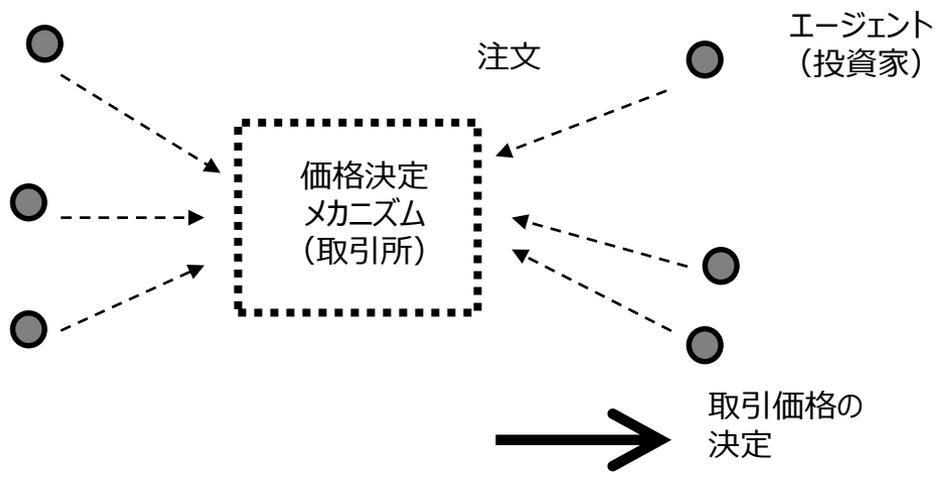
「知りたいこと」に応じてモデルを簡略化・複雑化することが大事

(このモデル、コインを使って手作業でも試せてその方が理解が深まるので是非と。) 2

人工市場モデルを用いたシミュレーションとは？

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）



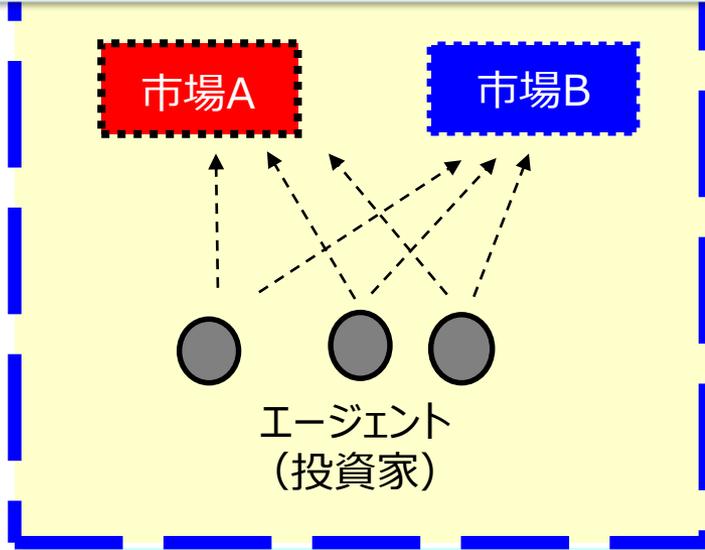
実データが全く必要ない完全な
コンピュータシミュレーション

これまでに導入されたことがない金融市場の規制・
制度も議論できる
その純粋な影響を抽出できる

（後述）ティック・サイズの研究

価格の刻み（ティック・サイズ）のみ異なる市場 A、B で
どのように出来高シェアが移り変わるかを分析

市場 A : 初期の取引量シェア 90%、ティック・サイズ大きい
市場 B : 初期の取引量シェア 10%、ティック・サイズ小さい



成行注文（即座に成立する注文） :
有利な価格で
売買できる市場を選択

指値注文（即座には成立しない注文） :
各市場の過去の取引量シェアに
比例して配分

NATUREやSCIENCEに、人工市場に期待をかける記事

標準的な経済学を否定し、人工市場を絶賛

Farmer and Foley (2009), Nature <https://www.nature.com/articles/460685a>

Battiston et al. (2016), Science <https://science.sciencemag.org/content/351/6275/818>

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）ならできるとある・期待

金融危機は人工市場でしか扱えない！
という勢いだが、ちょっと言いすぎ

リチャード・ブックスター
投資銀行や大手ヘッジファンドでリスク管理の責任者を務めたのち、米国財務省を経て、現在はカリフォルニア大学で教鞭をとっている。『市場リスク——暴落は必然か』の著者。

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>



差し迫った課題を議論しなければならない実務家に浸透

規制当局（金融庁）、中央銀行（日本銀行）、証券取引所（東証、JPX）



JPX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）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

32本中、実に9本が人工市場を用いた研究(2019年末現在)

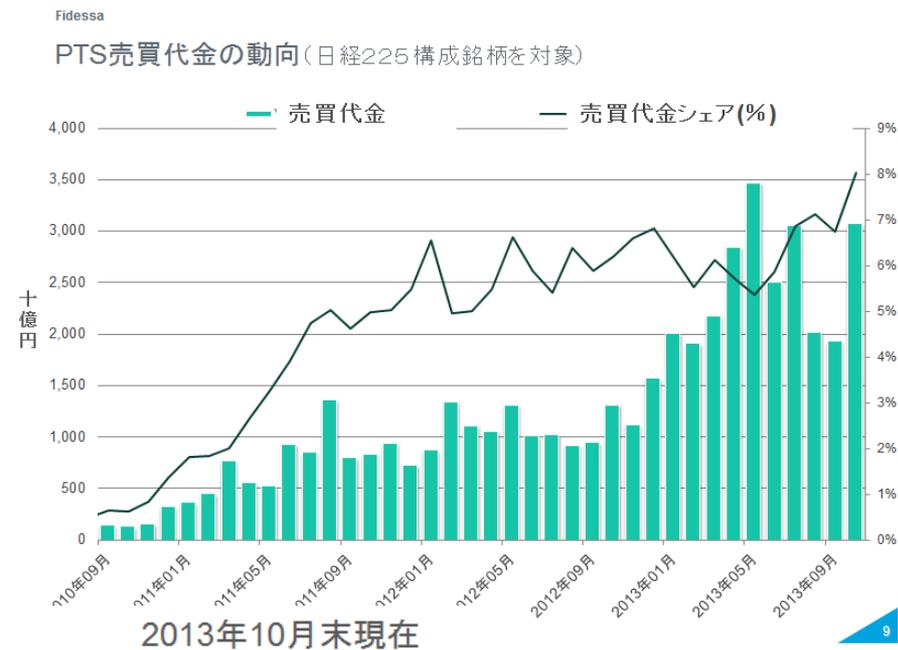
呼び値の刻み、HFTの影響、取引所の高速化、バッチオークション、自己資本規制やVaRの影響など

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

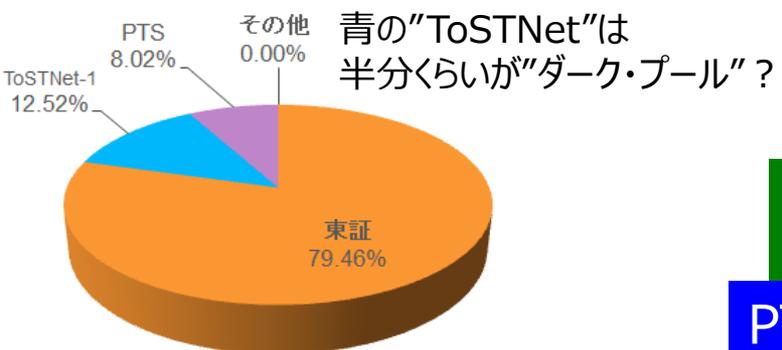
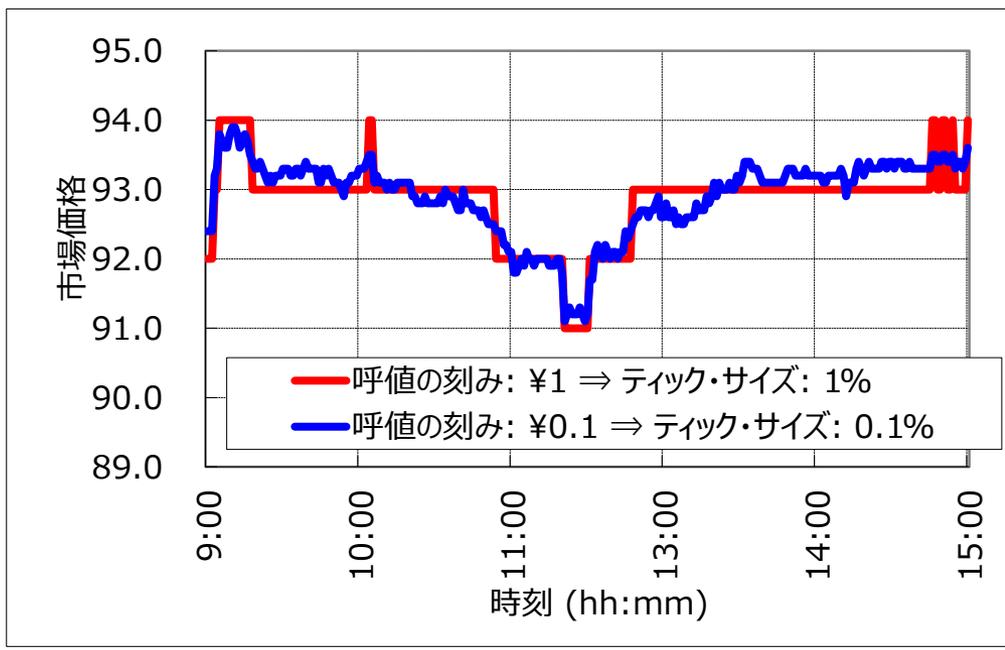
伝統的取引所と私設取引所 (PTS) の競争

証券会社などが独自運営する私設取引所 (PTS)
 ジャパンネクスト証券 (SBI系)、Chi-X Japan (独立系)
 → 東証の経営にとっても無視できない売買代金シェア
 ↑ 東証もPTSも売買代金に比例した手数料が主な売上

<https://www.fidessa.com/jp/newsletter/issue009/issue009>



同じ株式の、2つの取引市場での株価の動き

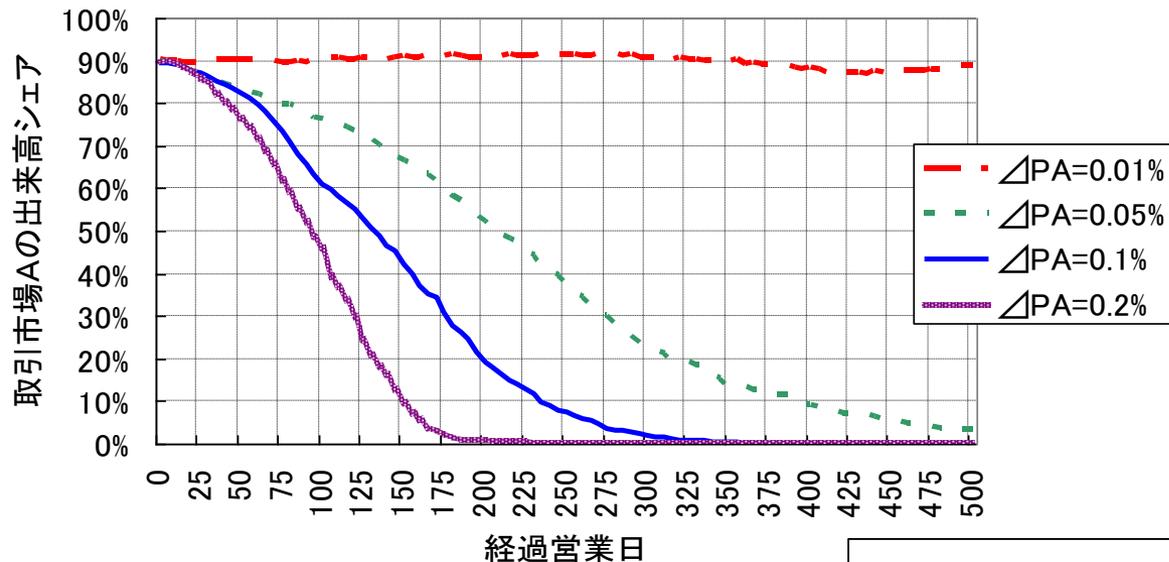


ティック・サイズが大きすぎると騰落率が比較的大きい
 ⇒ 投資家が困る ⇒ 他の取引市場で取引 ⇒ 取引量シェアが移る

PTSとの競争は“ティック・サイズ”が重要な要素の1つ

ティックサイズが大きい同士の戦い

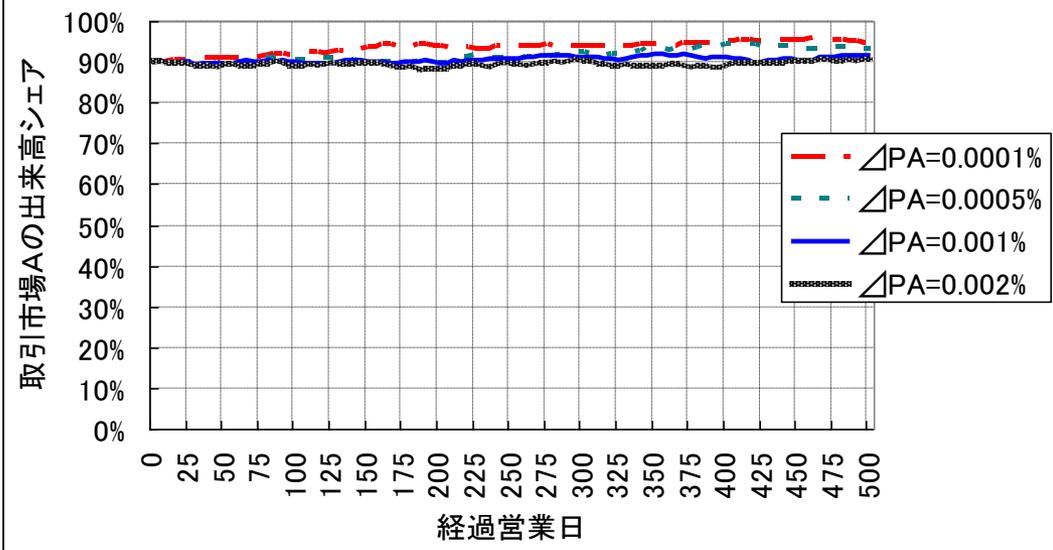
取引市場Aの出来高シェア推移
 $t_{AB}=5$ 日, $\Delta PB=0.01\%$ の場合



ティックサイズの絶対水準が小さいと、ティックサイズに大きな差があってもシェアを奪えない

ティックサイズの差が大きいほどシェアが早く移り変わる
 横軸は2年間 ⇔ 米国で起きた時間スケールに近い

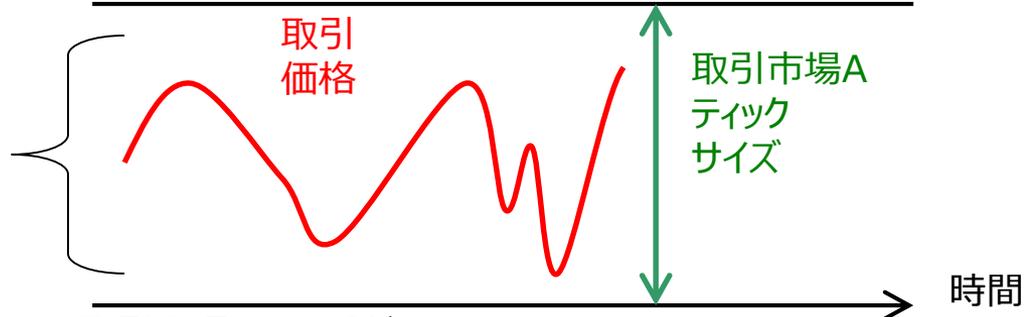
取引市場Aの出来高シェア推移
 $t_{AB}=5$ 日, $\Delta PB=0.0001\%$ の場合



ティックサイズが小さい同士の戦い

$$\bar{\sigma}_t < \Delta P_A$$

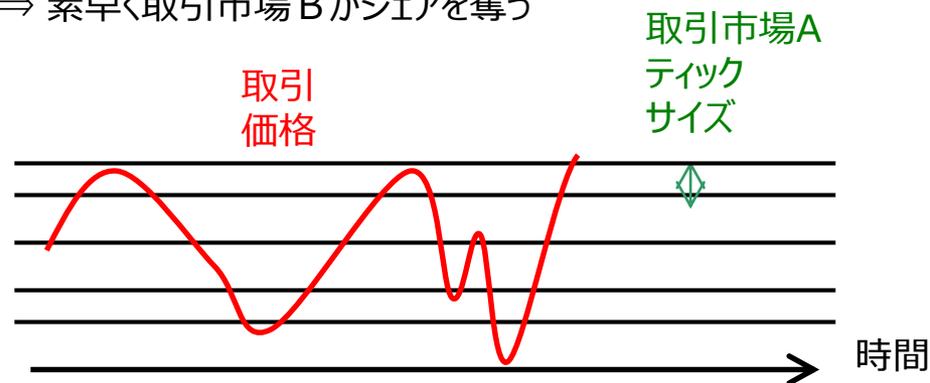
取引市場A
で取引でき
ない領域



取引市場Aの出番がない
→ 取引市場Bの高い約定率
⇒ 素早く取引市場Bがシェアを奪う

$$\bar{\sigma}_t > \Delta P_A$$

取引市場B
の必要性
が薄い



⇒ シェアが動かない

現実の金融市場制度への示唆

- ティック・サイズが大きいままだとPTSに売買代金シェアを奪われる、その期間は2年程度
- あまりにも小さいティック・サイズの競争は意味がない可能性
- ティック・サイズが大きすぎると価格の変動幅が大きくなる可能性
↑ **取引所の制度で価格の変動幅に影響を与えるべきでない**
- 大きすぎる、小さすぎる、の具体的な水準（数値）を示唆

参考文献



東証公式のページ「東証マネ部！」インタビュー記事
今回の話を一般向けに

<https://money-bu-jpx.com/news/article008322/>

東京大学工学系研究科 金融レジリエンス情報学 講義資料
今回の話のフルバージョン

<https://mizutatakanobu.com/2020r.pdf>

発売予定の本

(マルチエージェントシリーズ B-6

マルチエージェントによる金融市場のシミュレーション,
コロナ社, 2020 予定? (私も著者の一人)

その他の資料



高頻度取引や資産運用業界についてのレポート

<https://www.sparx.co.jp/report/special/>

金融業界における人工知能

<https://mizutatakanobu.com/20200114.pdf>

証券アナリストジャーナル 2019年5月号,
「人工市場シミュレーションを用いた金融市場の規制やルールの議論」

https://www.saa.or.jp/learning/journal/each_title/2019/05.html

(上記英語版) An agent-based model for
designing a financial market that works
well, arXiv, 2019

<https://arxiv.org/abs/1906.06000>

<https://ssrn.com/abstract=3403461>



連絡先 [mizutata\[at\]gmail.com](mailto:mizutata[at]gmail.com)

@takanobu_mizuta (twitter)

<https://mizutatakanobu.com>

このポスターはダウンロードできます → <https://mizutatakanobu.com/2020032829.pdf>

本発表資料はスパークス・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。