

人工市場シミュレーションを用いた 金融規制・制度の研究の動向

水田孝信 (スパークス・アセット・マネジメント株式会社)
和泉潔 (東京大学大学院工学系研究科)

金融市場

うまく設計されたときのみ、うまく機能する

市場の設計をうまく行う = 難しいけど社会発展に非常に重要

実証研究の困難さ

導入したことがない規制・制度変更を議論
→ 実証データが全くない
価格形成に関して規制・制度変更の効果だけを取り出す
→ 実際の市場ではさまざまな要因が複雑

当局や取引市場が規制・制度を策定するときの議論
→ 仮説検証型の分析に基づかない定性的な議論のみ
導入した後に副作用を発見し導入したものを
廃止するといったことが繰り返される場合も

人工市場シミュレーション

1

人工市場モデルを用いたシミュレーション

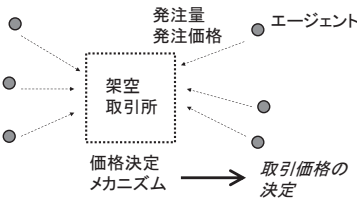
計算機上に人工的に作られた架空の市場
マルチエージェントシステム + 価格決定メカニズム

エージェント(投資家)

計算機プログラムで表現された仮想的な取引参加者集団
↑ 同一の戦略を持つ集団で1エージェントとする
各々の売買ルールに従い発注量と発注価格を決定

価格決定メカニズム(架空取引市場)

各エージェントが出した発注量と発注価格を集めて取引を成立



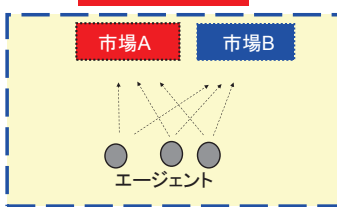
3

呼値の縮小

水田孝信, 早川聡, 和泉潔, 吉村忍, 「人工市場シミュレーションを用いた取引市場間におけるティックサイズと取引量の関係性分析」
JFXワーキングペーパー, Vol. 2, 日本取引所グループ, 2013



人工市場のモデル



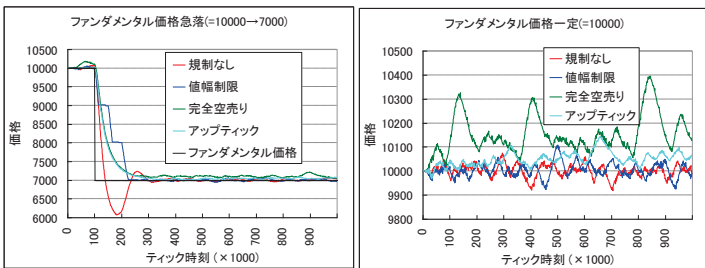
市場A: 初期の取引量シェア大、呼値 ΔP_A が大きい
市場B: 初期の取引量シェア小、呼値 ΔP_B が小さい

ΔP_A と ΔP_B がどのような関係のときに取引量シェアが移り変わるのか?

5

空売り価格規制

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 論文誌C, Vol. 133, No.9, pp.1694-1700, 2013



完全空売り: 空売りを一切認めない
アップティック: 空売り価格規制 = 直近の取引価格以下で空売りの注文ができない規制

空売り価格規制: 価格下落時にオーバーシュートを防ぐ
しかし、常に割高で取引 ⇒ バブルを誘発するという副作用がある可能性

値幅制限: 価格下落時にオーバーシュートを防ぐ
かつ、副作用なし ← 値幅制限が機能する値幅・制限時間も議論

7

人工市場

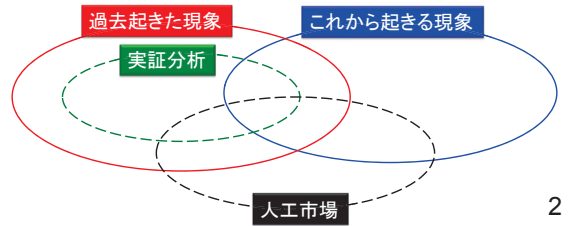
調査対象に応じたモデルに必要な要素の特定
規制・制度のパラメータ感応度を分析
実際に議論されている規制・制度を分析・設計

規制・制度の議論に実務的に使える
知識の獲得を目指す

過去の特定事象の再現は目的でない

実際の議論で参考にされることを目指す

コロブスの
たまご的な
気づき



2

エージェントモデル

j: エージェント番号
(1000体, 順番に注文)
t: 時刻(ティック時刻)

過去リターン

$$r^t_{h,j} = \log P^t / P^{t-\tau_j}$$

テクニカル

$$\text{予想リターン } r^t_{e,j} = \frac{1}{\sum_i w_{i,j}} \left(w_{1,j} \log \frac{P_f}{P^t} + w_{2,j} r^t_{h,j} + w_{3,j} \varepsilon^t_j \right)$$

エージェントの
パラメータ

$w_{i,j}$ τ_j
一様乱数で決定
途中で変わらない
 $w_{i,j}$ i=1,3: 0~1
i=2: 0~10
 τ_j 0~10000

ファンダメンタル

P_f ファンダメンタル価格
10000 = 定数
 P^t 現在の取引価格

ノイズ

ε^t_j
正規乱数
平均0
 $\sigma=3\%$

$$\text{予想価格 } P^t_{e,j} = P^t \exp(r^t_{e,j})$$

4

取引市場間シェアが
移り変わらない条件

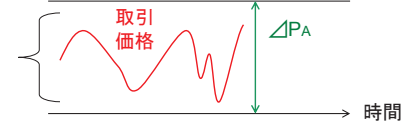
$$\Delta P_B > \Delta P_A \quad \text{or} \quad \bar{\sigma}_i > \Delta P_A$$

$$\bar{\sigma}_i = 0.05\%$$

ボラティリティ

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

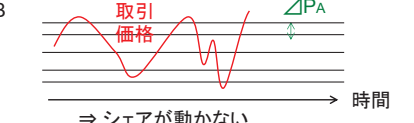
取引市場A
で取引でき
ない領域



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

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

取引市場B
の必要
性が
薄い



⇒ シェアが動かない

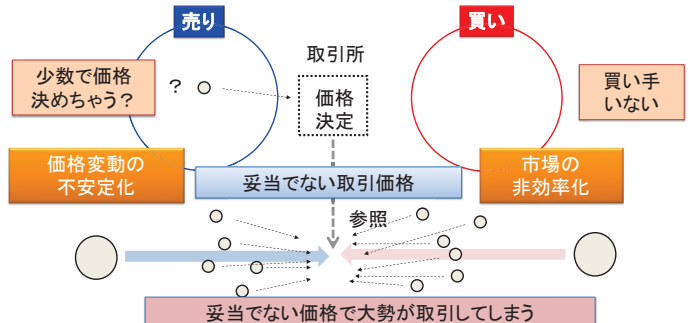
呼値が大きすぎると価格の変動幅が大きくなる可能性を指摘

6

ダークプール

水田孝信, 小杉俊太郎, 橋本拓矢, 松本洋, 和泉潔, 「ダークプールが市場流動性と価格発見メカニズムに与える影響 ~人工市場モデルと数式モデルを用いたメカニズムの分析~」, 第16回 人工知能学会 金融情報学研究会, 2016

注文を公開せずに注文をつき合わせる取引市場
欧州では各銘柄のダークプールの売買代金を全体の8%に制限する規制



半分以上の取引が価格決定に関わって無いと不安定・非効率化

欧州の8%制限は厳しすぎる可能性

8

＝ 関連する主な論文 ＝

－ 呼値 －

(1) 水田孝信, 早川聡, 和泉潔, 吉村忍, 「人工市場シミュレーションを用いた取引市場間におけるティックサイズと取引量の関係性分析」, JPX ワーキング・ペーパー, Vol. 2, 日本取引所グループ, 2013.

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

→(英訳版) Mizuta, T., Hayakawa, S., Izumi, K., Yoshimura, S., “Investigation of Relationship between Tick Size and Trading Volume of Markets using Artificial Market Simulations”, JPX Working Paper, Vol. 2, Japan Exchange Group, 2013.

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

－ 空売り価格規制 －

(2) Mizuta, T., Kosugi, S., Kusumoto, T., Matsumoto, T., Izumi, K., Yagi, I., Yoshimura, S., “Effects of Price Regulations and Dark Pools on Financial Market Stability: An Investigation by Multi-Agent Simulations”, Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management, 2015. <http://dx.doi.org/10.1002/isaf.1374>

(3) 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 論文誌 C, Vol. 133, No.9, pp.1694-1700, 2013. <http://doi.org/10.1541/ieejieiss.133.1694>

→(英訳版) Mizuta, T., Izumi, K., Yagi, I., Yoshimura, S., “Investigation of Price Variation Limits, Short Selling Regulation, and Uptick Rules and Their Optimal Design by Artificial Market Simulations”, Electronics and Communications in Japan, Vol.98, Issue 7, pp.13-21, July, 2015. <http://dx.doi.org/10.1002/ecj.11684>

－ ダークプール －

(4) Mizuta, T., Kosugi, S., Kusumoto, T., Matsumoto, W., Izumi, K., Yoshimura, S., “Do Dark Pools Stabilize Markets and Reduce Market Impacts? — Investigations using Multi-Agent Simulations —”, IEEE, Computational Intelligence for Financial Engineering and Economics (CIFER), 2014. <http://dx.doi.org/10.1109/CIFER.2014.6924056>

↑ [受賞] 3rd place award for the 2014 CIFER Best Paper

(5) Mizuta, T., Kosugi, S., Kusumoto, T., Matsumoto, T., Izumi, “Effects of Dark Pools on Financial Markets’ Efficiency and Price-Discovery Function: An Investigation by Multi-Agent Simulations”, **Evolutionary and Institutional Economics Review**, Vol. 12, Issue 2, pp. 375-394, 2015. <http://dx.doi.org/10.1007/s40844-015-0020-3>

(6) 水田孝信, 小杉信太郎, 楠本拓矢, 松本渉, 和泉潔, 「ダーク・プールが市場効率性と価格発見メカニズムに与える影響 ～人工市場モデルと数式モデルを用いたメカニズムの分析～」, 第16回 人工知能学会 金融情報学研究会, 3/28, 2016.

<http://sigfin.org/第16回研究会/>

－ (おまけ) －

(7) 水田孝信 博士論文, 「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」, 2014.

<http://www.geocities.jp/mizutata/jphd.htm>

(8) 水田孝信, 「金融ビッグデータと人工知能技術 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 集中講義「経済物理学」 第7回 (2016/8/5), 2016. <http://www.slideshare.net/mizutata/20160805>

(9) 水田孝信, 「ARCH モデルのミクロ的基礎付けの試み」, SSRN Working Paper Series, 2016.

<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2710516>

(10) Mizuta, T: A Review of Recent Artificial Market Simulation Studies for Financial Market Regulations And/Or Rules, SSRN Working Paper Series, 2016. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2710495>

連絡先: 水田孝信 mizutata@gmail.com

<http://www.geocities.jp/mizutata/>

この資料はこちらで取得できます: <http://www.slideshare.net/mizutata/2016032602>