

JPXワーキング・ペーパー【要約版】

Vol. 29, 2019年4月1日

人工市場を用いた市場流動性に 影響を与える要因の調査

益田 裕司（神奈川工科大学大学院情報工学専攻）

水田 孝信（スパークス・アセット・マネジメント株式会社）

八木 勲（神奈川工科大学情報学部情報工学科）

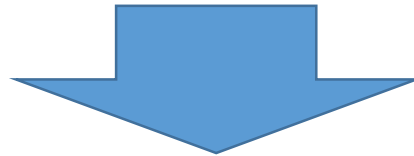
JPXワーキング・ペーパーは、株式会社日本取引所グループ及びその子会社・関連会社(以下「日本取引所グループ等」という)の役職員並びに外部研究者による調査・研究の成果を取りまとめたものであり、学会、研究機関、市場関係者他、関連する方々から幅広くコメントを頂戴することを意図しております。なお、掲載されているペーパーの内容や意見は筆者ら個人に属し、日本取引所グループ等及び筆者らが所属する組織の公式見解を示すものではありません。

JPXワーキングペーパー URL:

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

研究背景

- 金融市場の盛況を表す目安とされる流動性に関心が集まっている。
- 実証研究[1][2]では様々な知見が得られているが、何をもって流動性とするのかは調査目的で異なる。
- 計測するための指標も異なり、ある研究の知見がほかの研究の知見との整合が取れているかの判断も困難である。



実証研究で用いられている
いくつかの流動性指標の特徴とそれらの関連性を
人工市場を用いて調査した。

[1]村永 淳: 本邦株式市場の流動性に関する動学的考察 -東京証券取引所のティック・データ分析-, 日本銀行金融研究所ディスカッション・ペーパー, No.2000-J-18, 日本銀行金融研究所, 2000.

[2] Chung, K.H.: Liquidity and quote clustering in a market with multiple tick sizes, Journal of Financial Research, Vol.XXVIII, No.2, Summer, pp.177--195, 2005.

流動性の実証研究

- 村永[1]は、以下の3つの指標が取引頻度と正の相関をもつことを発見した。
 - Tightness(ビッド・アスク・スプレッド),
 - Resiliency(市場弾力性),
 - Depth(マーケット・インパクト)
- Chungら[2]は、Depthと以下の4指標の関係を明らかにした。
 - 毎月の株価の中央値
 - ボラティリティ
 - 出来高
 - 売買回転率

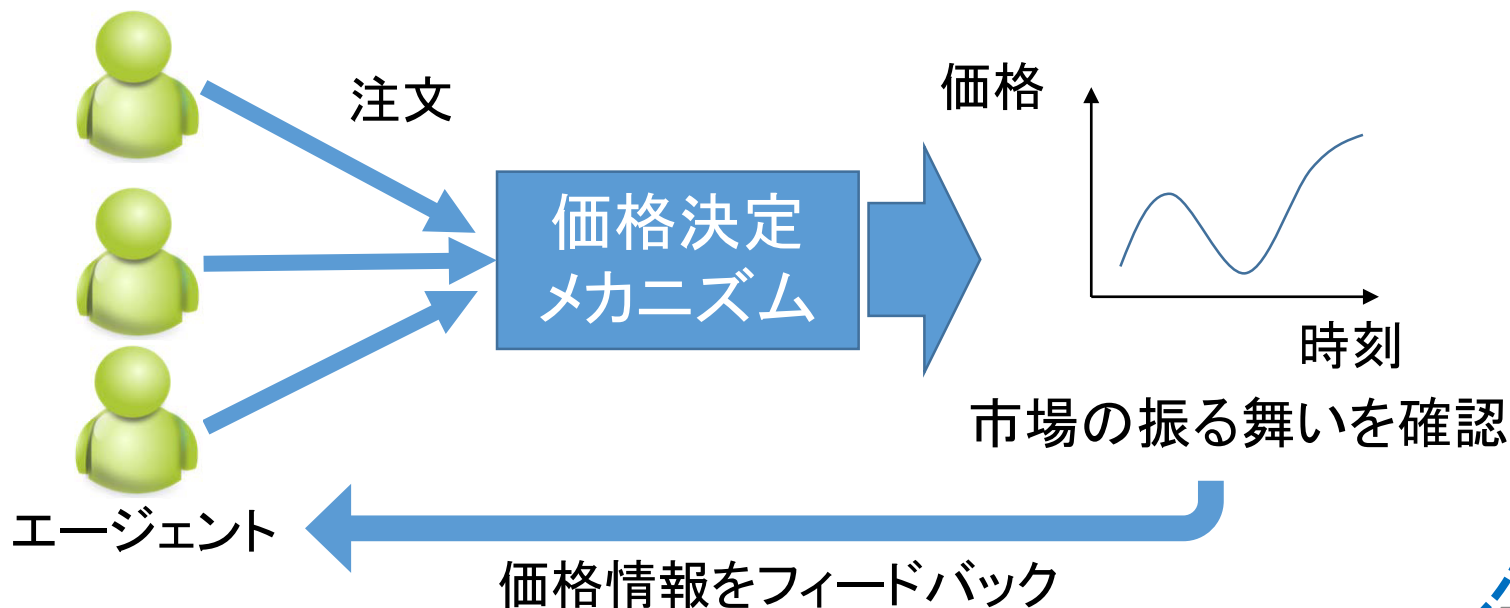
Depthと負の相関

Depthと正の相関

人工市場

計算機上で人工的に構築された架空の市場

エージェント(架空の投資家)
+
価格決定メカニズム



エージェントの価格予測戦略

ファンダメンタル
テクニカル
ノイズ

予想リターン

$$r_{e_j}^t = \frac{1}{w_{1,j}^t + w_{2,j}^t + u_j} \left(w_{1,j}^t r_{e_{1,j}}^t + w_{2,j}^t r_{e_{2,j}}^t + u_j \epsilon_j^t \right)$$

エージェントの
パラメータ

$w_{i,j}^t$: t 期のエージェントの各要素の重み
一様乱数で決定

τ_j : エージェントの投資期間
一様乱数で決定

ファンダメンタル

$r_{e_{1,j}}^t = \log(P_f / P^{t-n})$
 P_f : ファンダメンタル価格
 P^t : t 期の市場価格

ノイズ

ϵ_j^t : 正規乱数
 平均 : 0
 標準偏差 : σ_ϵ

テクニカル

過去リターン:
 $r_{e_{2,j}}^t = \log(P^{t-n} / P^{(t-n)-\tau_j})$

エージェントの予想価格と注文価格

- 予想価格 $P_{e_j}^t$:

$$P_{e_j}^t = P^{t-1} \exp(r_{e_j}^t)$$

- 注文価格 $P_{o_j}^t$:

$$P_{o_j}^t \sim N(P_{e_j}^t, (P_{\sigma}^t)^2)$$

ただし, $P_{\sigma}^t = P_{e_j}^t \cdot est$ (est :ばらつき係数)

- $P_{e_j}^t > P_{o_j}^t \rightarrow$ 1単位の買い注文
- $P_{e_j}^t < P_{o_j}^t \rightarrow$ 1単位の売り注文

人工市場のパラメータ設定

表1: 人工市場の要素と設定

人工市場の要素	設定
実験期間	1,000,000
価格決定方式	ザラ場
ファンダメンタル価格	10,000
エージェント数	1,000体
注文数	1単位時間につき1件

流動性4指標 (Volume, Tightness, Resiliency, Depth) の変化の確認

- 下表のパラメータの値を変更していく.

	パラメータ	説明
1	ΔP	ティックサイズ
2	$w_{1,max}$	投資戦略(ファンダメンタル)のウエイト
3	$w_{2,max}$	投資戦略(テクニカル)のウエイト
4	σ_ε	投資戦略(ノイズ)のばらつき
5	est	注文価格のばらつき係数 ($P_o \sim N(P_e, (P_e \cdot est)^2)$), ただし P_o : 注文価格, P_e : 予想価格)
6	t_c	注文の有効期間

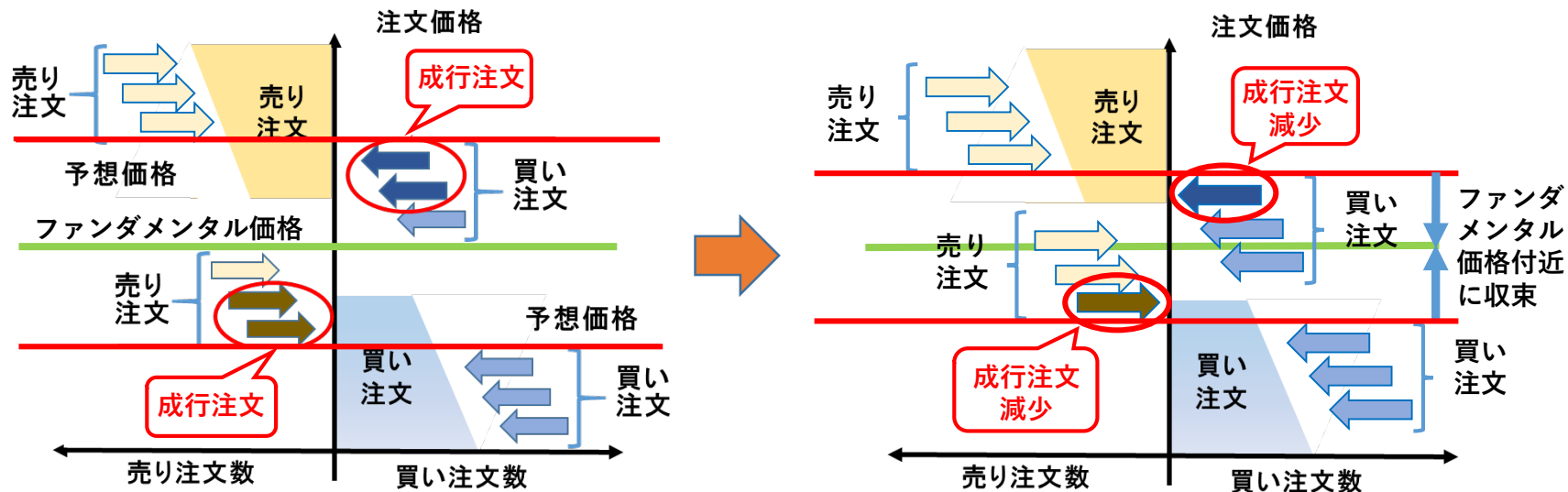
4指標とそれらの流動性の変化

表3: 各パラメータが増加したときの各指標の変化と流動性の動向
(↑: 上昇, ↓: 下降)

パラメータ	Volume	Tightness	Resiliency	Depth
ΔP	減少(↓)	増加(↓)	増加(↓)	増加(↑)
$w_{1,max}$	減少(↓)	減少(↑)	減少(↑)	増加(↑)
$w_{2,max}$	減少(↓)	減少(↑)	減少(↑)	増加(↑)
σ_ε	増加(↑)	増加(↓)	増加(↓)	減少(↓)
est	減少(↓)	増加(↓)	増加(↓)	減少(↓)
t_c	減少(↓)	増加(↓)	減少(↑)	増加(↑)

Volumeと負の相関

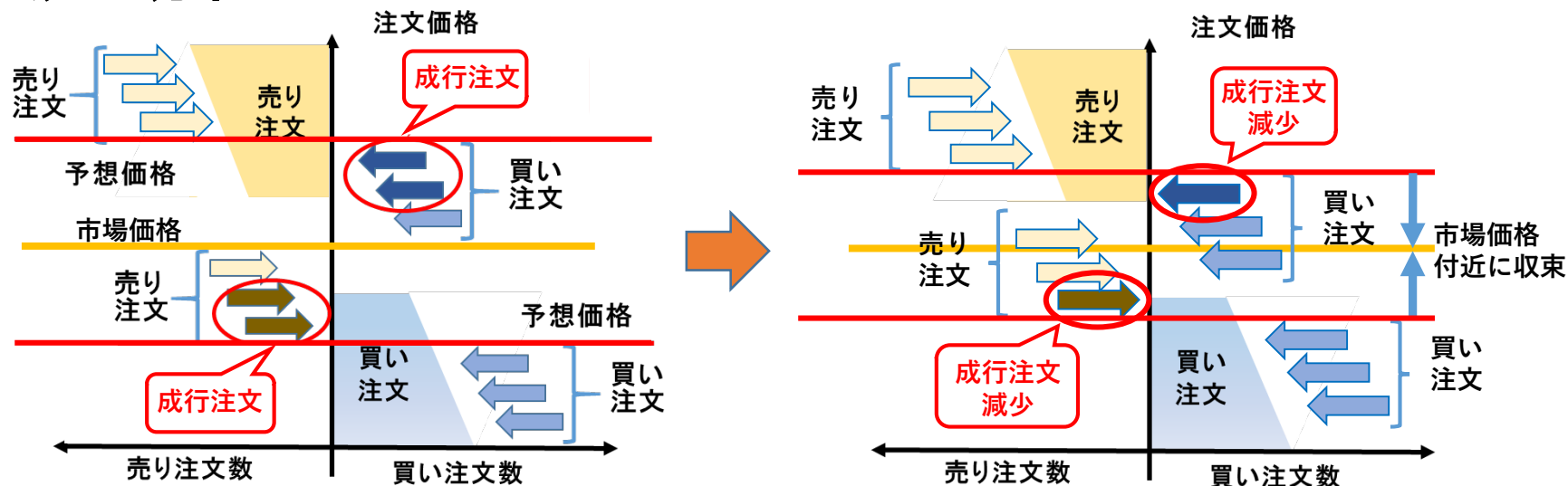
ファンダメンタル戦略の重みが増加したときの流動性のメカニズム



ファンダメンタル戦略の重み増加 → 予想価格が収束

- 成行注文が減少する。
 - > Volume が減少する. -> Volume指標の流動性は低下する.
 - > ビッドアスクスプレッドが狭まる. -> Tightness指標の流動性は上昇する.
 - > 注文板上の指値注文が増加する. -> Depth指標の流動性は上昇する.
- ビッドアスクスプレッドの縮小幅 > 出来高の低下
 - > 値幅出来高比率が低下する. -> Resiliency 指標の流動性は上昇する.

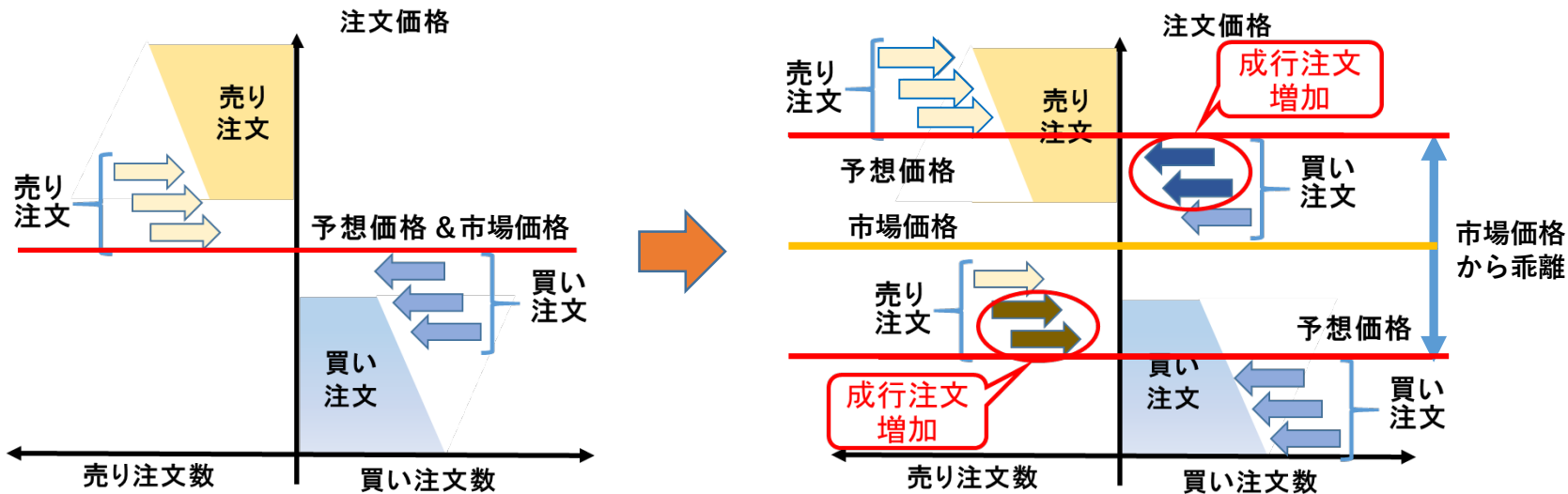
テクニカル戦略の重みが増加したときの流動性のメカニズム



テクニカル戦略の重み増加 → 予想価格が収束

- 成行注文が減少する。
 - > Volume が減少する. -> Volume指標の流動性は低下する.
 - > ビッドアスクスプレッドが狭まる. -> Tightness指標の流動性は上昇する.
 - > 注文板上の指値注文が増加する. -> Depth指標の流動性は上昇する.
- ビッドアスクスプレッドの縮小幅 > 出来高の低下
 - > 値幅出来高比率が低下する. -> Resiliency 指標の流動性は上昇する.

ノイズ戦略のばらつきが増加したときの流動性のメカニズム



ノイズ戦略のばらつき増加 → 予想価格が発散

- 成行注文が増加する。
 - > Volume が増加する。 -> Volume指標の流動性は上昇する。
 - > ビッドアスクスプレッドが広がる。 -> Tightness指標の流動性は低下する。
 - > 注文板上の指値注文が減少する。 -> Depth指標の流動性は低下する。
- ビッドアスクスプレッドの拡大幅 > 出来高の増加
 - > 値幅出来高比率が増加する。 -> Resiliency 指標の流動性は低下する。

4指標とそれらの流動性の変化

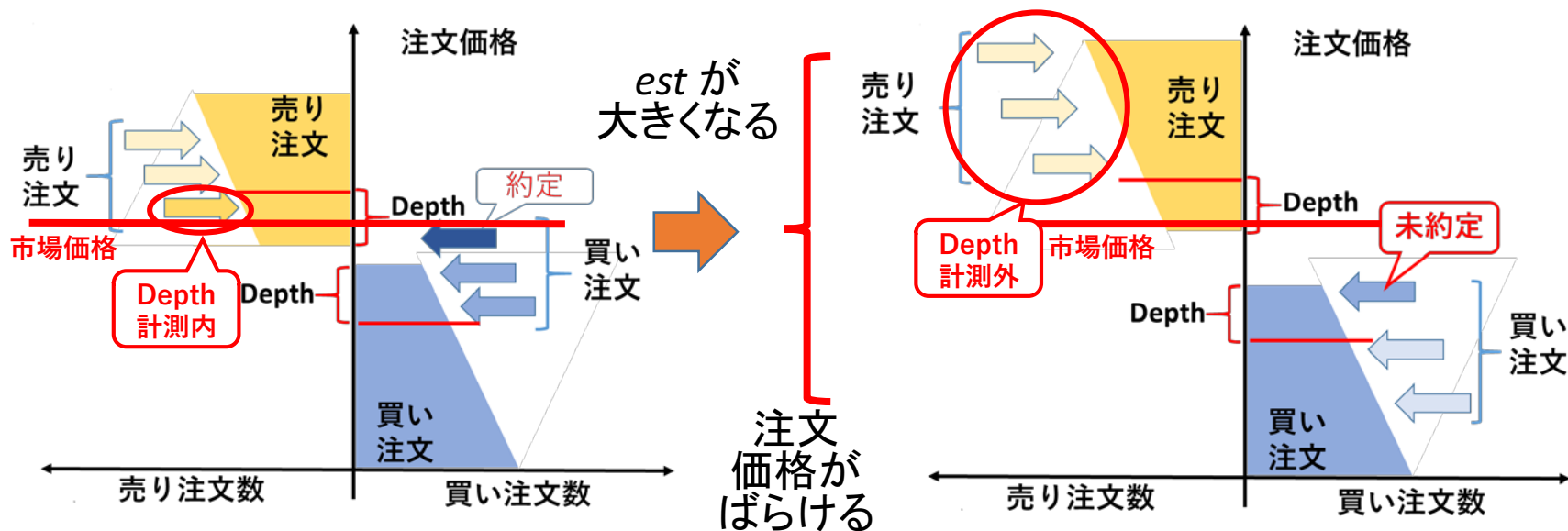
表3: 各パラメータが増加したときの各指標の変化と流動性の動向

(↑:上昇, ↓:下降)

パラメータ	Volume	Tightness	Resiliency	Depth
ΔP	減少(↓)	増加(↓)	増加(↓)	増加(↑)
$w_{1,max}$	減少(↓)	減少(↑)	減少(↑)	増加(↑)
$w_{2,max}$	減少(↓)	減少(↑)	減少(↑)	増加(↑)
σ_ε	増加(↑)	増加(↓)	増加(↓)	減少(↓)
est	減少(↓)	増加(↓)	増加(↓)	減少(↓)
t_c	減少(↓)	増加(↓)	減少(↑)	増加(↑)

Volumeと
正の相関

流動性指標の変化が異なる理由 (*est* と他のパラメータを変化させたとき)



ばらつき係数が増加 → 注文価格が発散

- 注文価格がばらける.
 - -> ビッドアスクスプレッドが広がる. -> **Tightness** は増加する.
 - -> 成行注文が減少する. -> **Volume** は減少し, **Resiliency** は増加する.
- Depthの計測範囲外の指値注文が増加する. -> **Depth** は減少する.

考察

本研究

VolumeとDepthが同じ方向に推移することは発生しにくい。

相反

実証研究

Volumeが増加することによりDepthも上昇する。

提案モデルに反映されていないメカニズムがあるかもしれない？

例えば、
Volumeによって、指値
注文の量を変化させる
行動など。

価格の復元速度に基づいた流動性の評価

- Resiliencyは値幅・出来高比率が用いられてきたが、この指標の限界が指摘されている。
 - 1日を通してみた場合に市場価格の最高値と最安値の差が小さいと値幅・出来高比率は低めとなる。
- 本来のResiliencyはランダムな価格の振れから実勢価格への収束する速度である。
- 実証研究の分野では計測できないが、人工市場であれば計測できる。

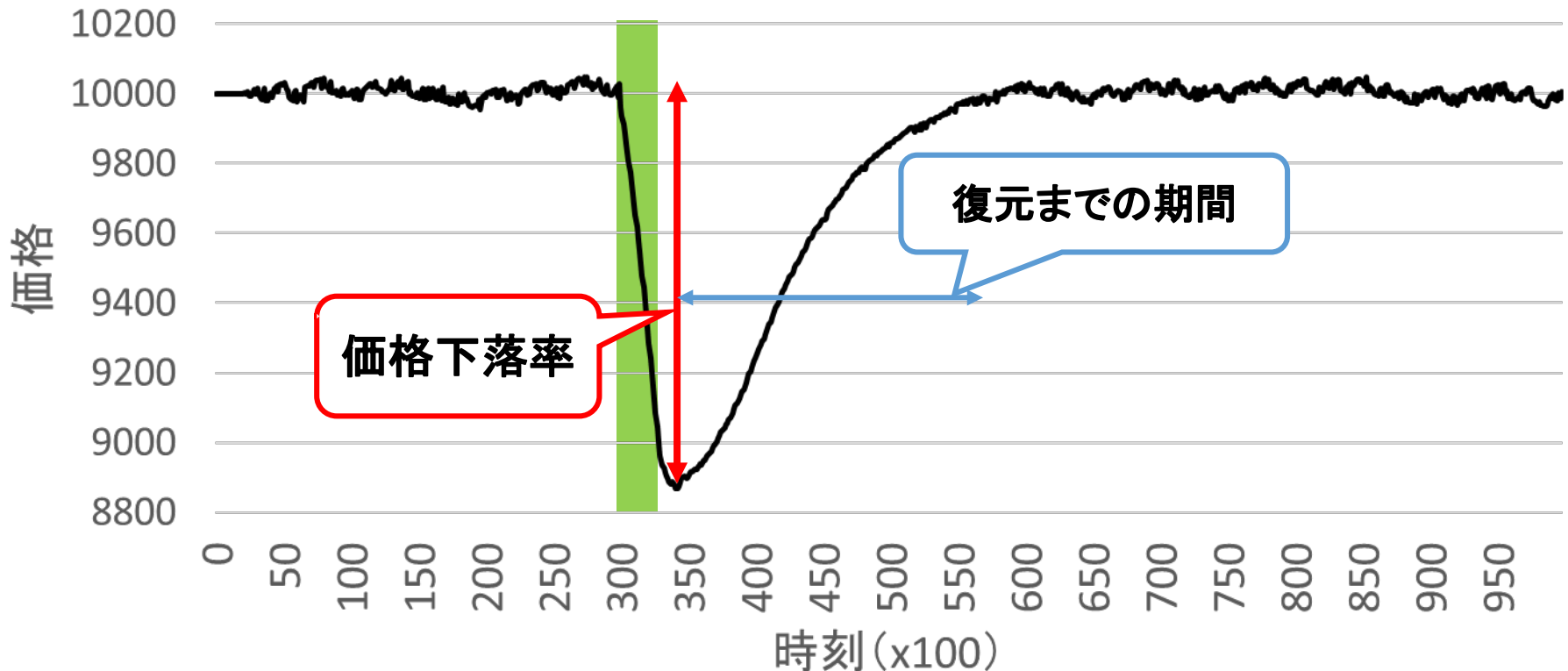
実験概要

- 誤発注によって価格が下落する人工市場のパラメータ値を変更して、**価格下落率と復元までの期間**の変化を確認する。

	パラメータ	説明
1	ΔP	ティックサイズ
2	$w_{1,max}$	投資戦略(ファンダメンタル)のウエイト
3	$w_{2,max}$	投資戦略(テクニカル)のウエイト
4	σ_ε	投資戦略(ノイズ)のばらつき
5	t_c	注文の有効期間

価格下落率と復元までの期間

誤発注時の価格推移例



300,001期から330,000期にかけてに300,00期,
確率20%で注文価格1の誤発注売り注文を出し,
価格下落率と復元までの期間を計測する.

2つの指標とその流動性の変化

表5: $w_{1,max}$ が増加したときの復元速度に基づく流動性の変化(↑:上昇, ↓:下降)

パラメータ	価格下落率	復元期間
ΔP	増加(↓)	減少(↑)
σ_ε	増加(↓)	減少(↑)
$w_{1,max}$	減少(↑)	減少(↑)
$w_{2,max}$	増加(↓)	増加(↓)
t_c	減少(↑)	増加(↓)

・予想価格をファンダメンタル価格へ収束させようとする傾向が強まる.



価格下落が抑えられるため
⇒価格下落率が小さくなる.

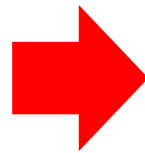
価格下落が小さいため
⇒復元までの期間が短くなる.

ファンダメンタル戦略の考察(まとめ)

- $W_{1,max}$ が大きくなるほど流動性が上昇

ファンダメンタル価格に向かう際
のリターンが大きい。

ファンダメンタル価格から離れる
際のリターンが大きい。



復元までの期間が短い
(流動性が高い)

価格下落率が大きい
(流動性が低い)

⇒ファンダメンタル投資家がもたらす効果として
Resiliencyの強化があげられる。

ファンダメンタル投資家による売買の増加は流動性
を高めることにつながるといえる。

2つの指標とその流動性の変化

表5: $w_{2,max}$ が増加したときの復元速度に基づく流動性の変化(↑:上昇, ↓:下降)

パラメータ	価格下落率	復元期間
ΔP	増加(↓)	減少(↑)
σ_ε	増加(↓)	減少(↑)
$w_{1,max}$	減少(↑)	減少(↑)
$w_{2,max}$	増加(↓)	増加(↓)
t_c	減少(↑)	増加(↓)

・予想価格はトレンドを追
随させようとする傾向が強
まる.



価格下落が進むため
⇒価格下落率が大きくなる.

価格の上昇が遅くなるため
⇒復元までの期間が長くなる.

テクニカル戦略の考察(まとめ)

- $w_{2,max}$ が大きくなるほど流動性が低下

⇒テクニカル投資家がもたらす効果としてResiliencyの弱体化があげられる.

テクニカル投資家による売買の増加は流動性を低めることにつながるといえる.

まとめ

- 実証研究で用いられている流動性指標の間にどのような関係があるかを, 人工市場内のパラメータを変更させながら調査した.
- Volume指標の流動性と, その他3指標の流動性の傾向は逆相関になることが分かった.
- 実勢価格へ収束速度に関しても, 価格下落率と復元までの期間を人工市場内のパラメータを変更させながら調査した.
- ファンダメンタル投資家がもたらす効果にResiliencyの強化があげられ, ファンダメンタル投資家による売買の増加は流動性を高めることにつながるといえる.