

JPXワーキング・ペーパー【要約版】
Vol. 27, 2019年2月25日

株式とETFの裁定取引にかかるコストと流動性の関係
—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

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>

(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

(1) はじめに

(2) 人工市場モデル

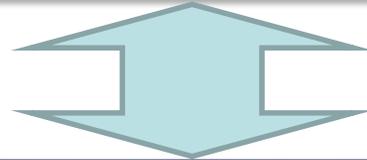
(3) シミュレーション結果

(4) まとめ

ETF(Exchange Traded Funds, 上場投資信託)

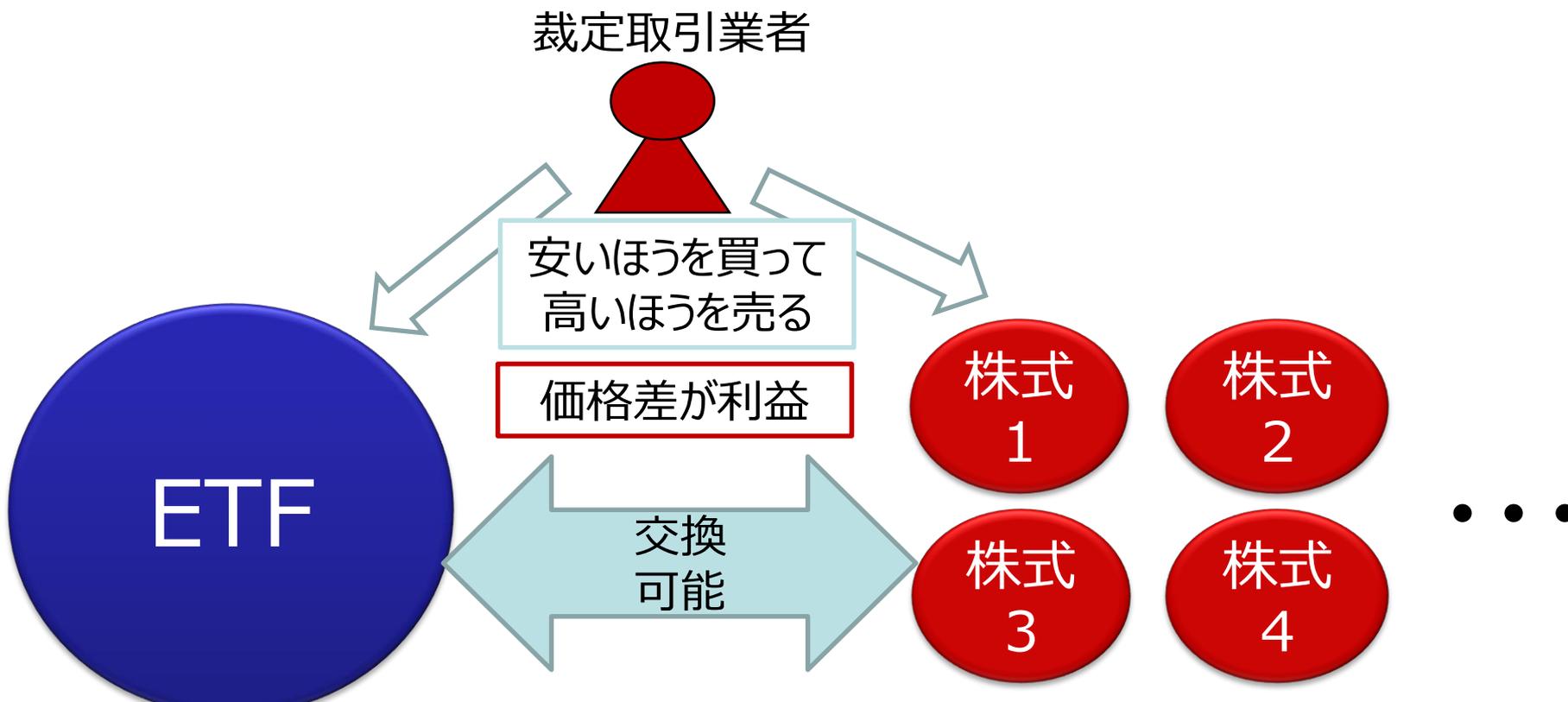
- ✓ 多くの株式や債券などに分散投資された投資信託（ファンド）
- ✓ 証券取引所で取引できる

手軽な分散投資を提供する商品として、投資家に広く普及



一部のETFは注文量や取引量が少なく取引したいときに適切な価格で取引しづらい（流動性が低い）状況があった

ETFと株式の交換、裁定取引

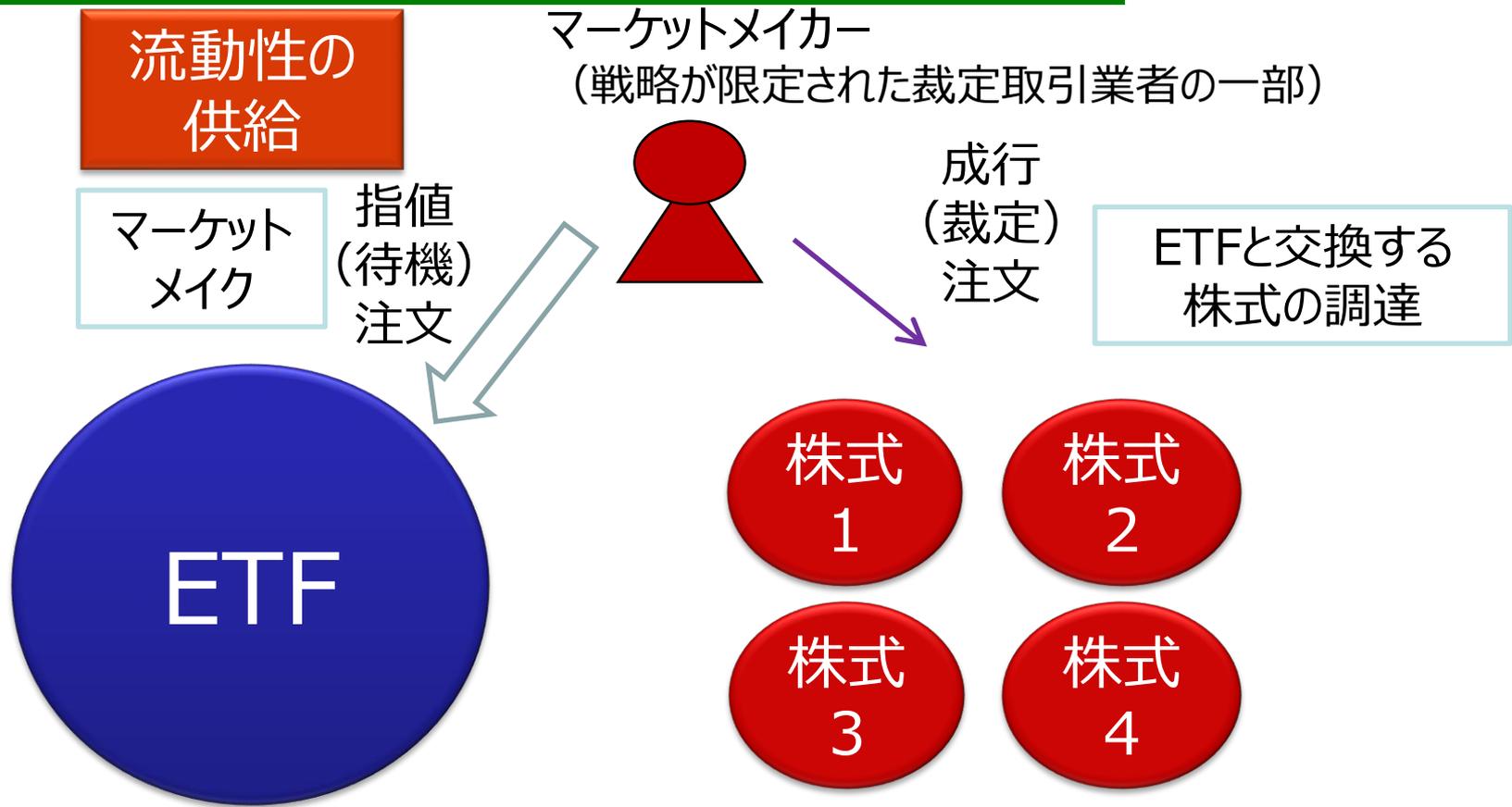


ETFは組み入れている株式をすべて集めたものと交換可能

ETFと組み入れ株式に価格差があるときに、安いほうを買い、交換を行い、高いほうを売って、価格差を利益とすることができる。

ETFへの注文が増え、ETFの流動性を向上させる

マーケットメイカーと手数料優遇策



東京証券取引所は流動性が低いETFの流動性を高めるため、ETFに注文を常にだしておき（マーケットメイク）、利益の機会があれば裁定取引を行う専門業者（マーケットメイカー）には取引手数料を引き下げるなどの制度を2018年に導入した [東証 17].

裁定取引にかかるコストによってETFや株式の流動性がどのように変化するか、そのメカニズムはどのようなものなのかといったことは分かっていない。

実証研究の困難

- ✓ 裁定取引にかかるコストによってETFや株式の流動性がどのように変化するか、そのメカニズムはどのようなものなのかといった、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
- ✓ まだ導入したことがない手数料体系を調べたり、その変更の純粋な効果やメカニズムを議論したりするのは困難



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 13]の人工市場モデルをベースに、2つの株式とそれら合計と同じ価値のある1つのETFという3つの証券に拡張し、これらの証券間の裁定取引を行うエージェントを実装したモデルを構築

株式とETFの裁定取引にかかるコストが流動性に与える影響を分析

(1) はじめに

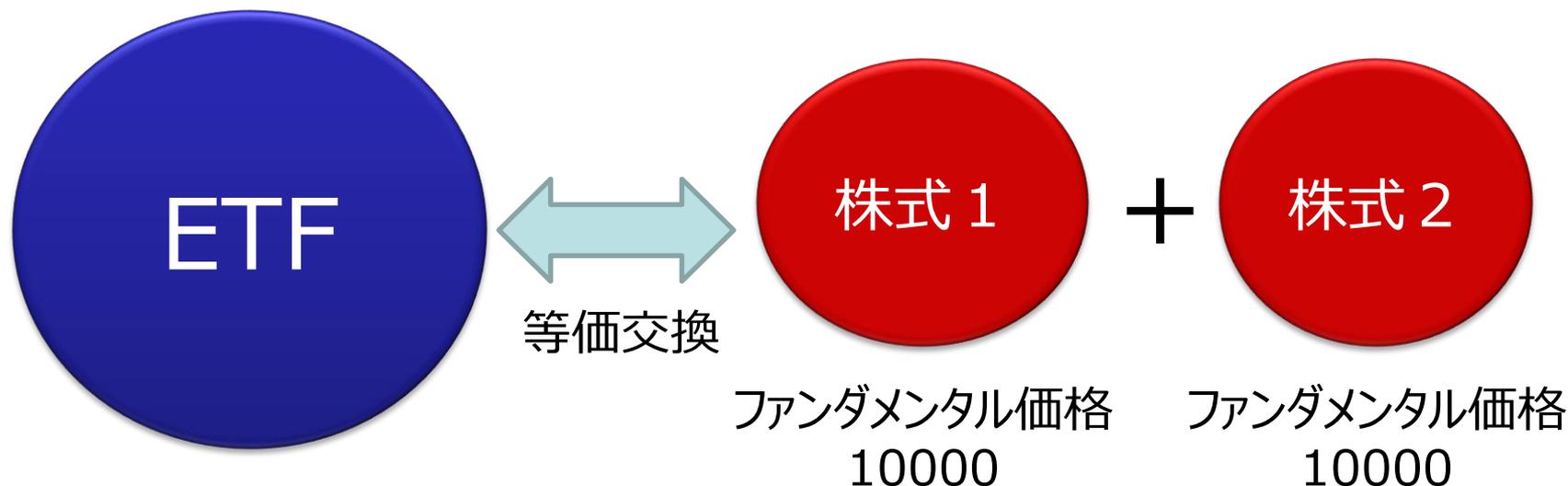
(2) 人工市場モデル

(3) シミュレーション結果

(4) まとめ

$$\text{ETF}(1 \text{ 株}) = \text{株式 1}(1 \text{ 株}) + \text{株式 2}(1 \text{ 株})$$

で交換できる

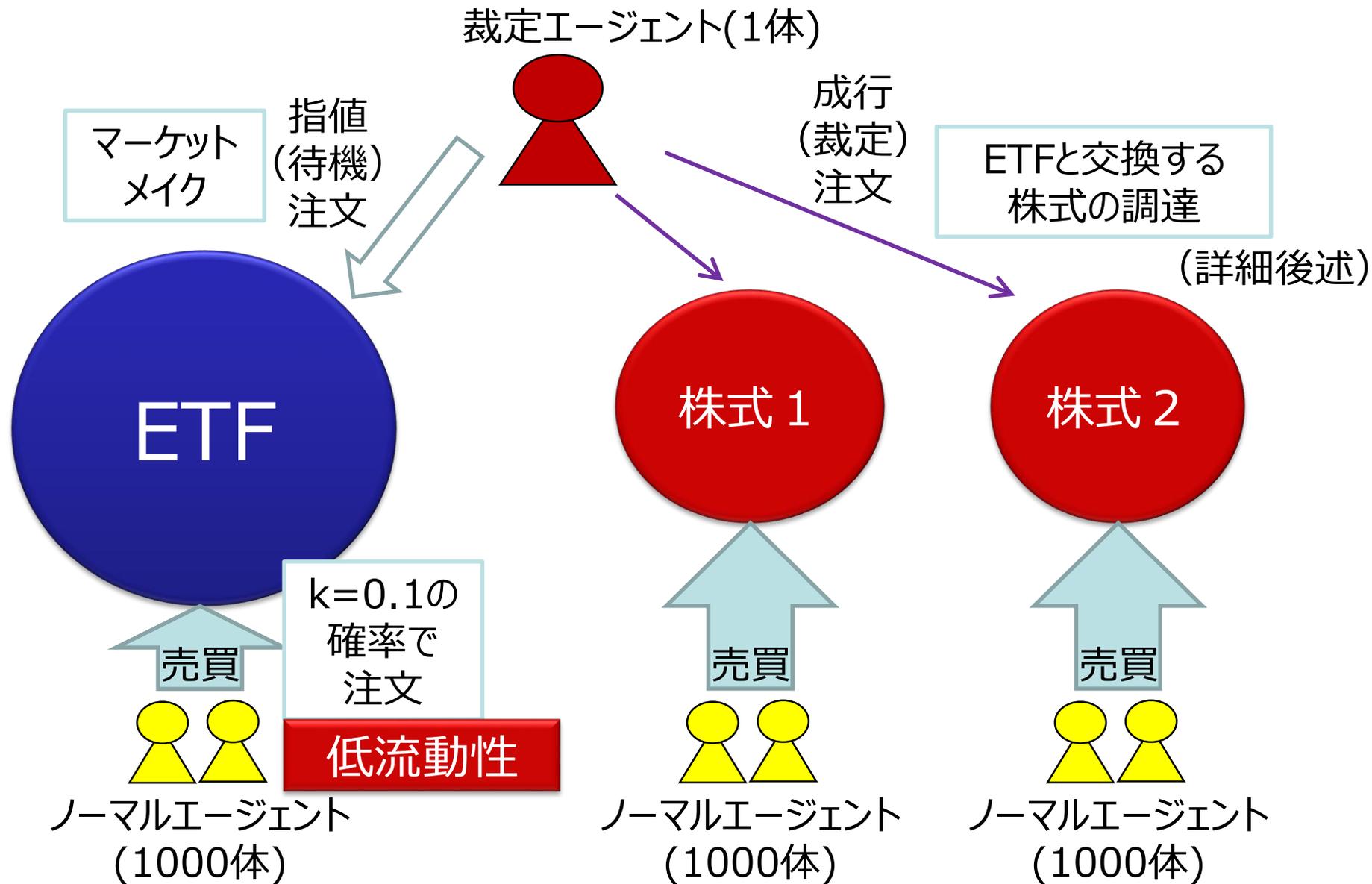


ファンダメンタル価格
20000

注文の量
=各株式の 1/10

(各時刻でエージェントが注文をだす確率が10%)

ノーマルエージェントと裁定エージェント



ETF, 株式 1・2 それぞれに別々の1000体ずつのノーマルエージェントが売買する

ノーマルエージェント

j : エージェント番号
(各株式・ETFに1000体ずつ)
 t : 時刻(ティック時刻)

過去リターン

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

テクニカル

予想リターン

$$r_{e,j}^t = \frac{1}{\sum_i w_{i,j}} \left(w_{1,j} \log \frac{P_f}{P^t} + w_{2,j} r_{h,j}^t + w_{3,j} \varepsilon_j^t \right)$$

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

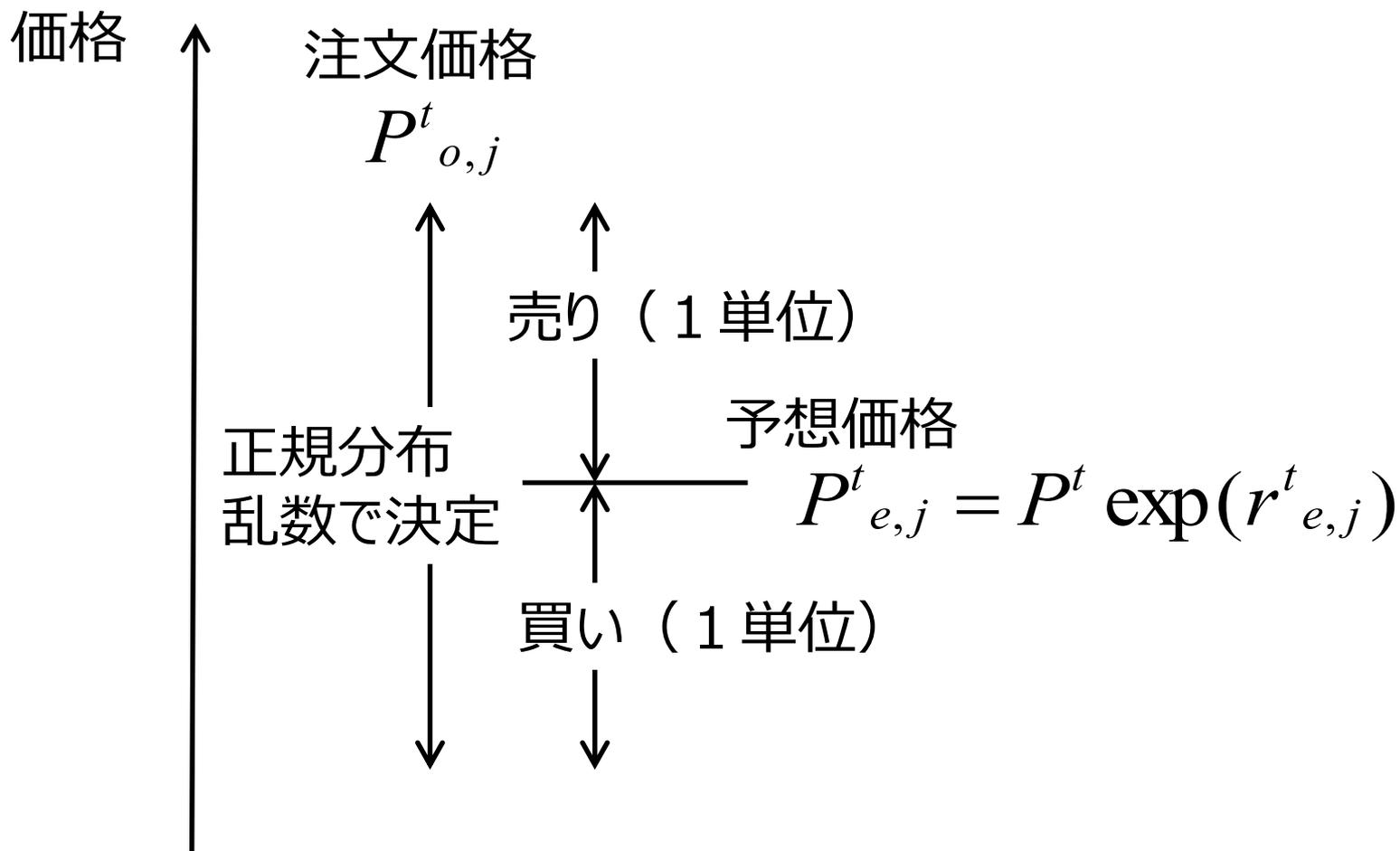
ノイズ

ε_j^t
正規乱数
平均0
 $\sigma=3\%$

予想価格

$$P_{e,j}^t = P^t \exp(r_{e,j}^t)$$

売り買いの決定：注文価格の散らばせ方



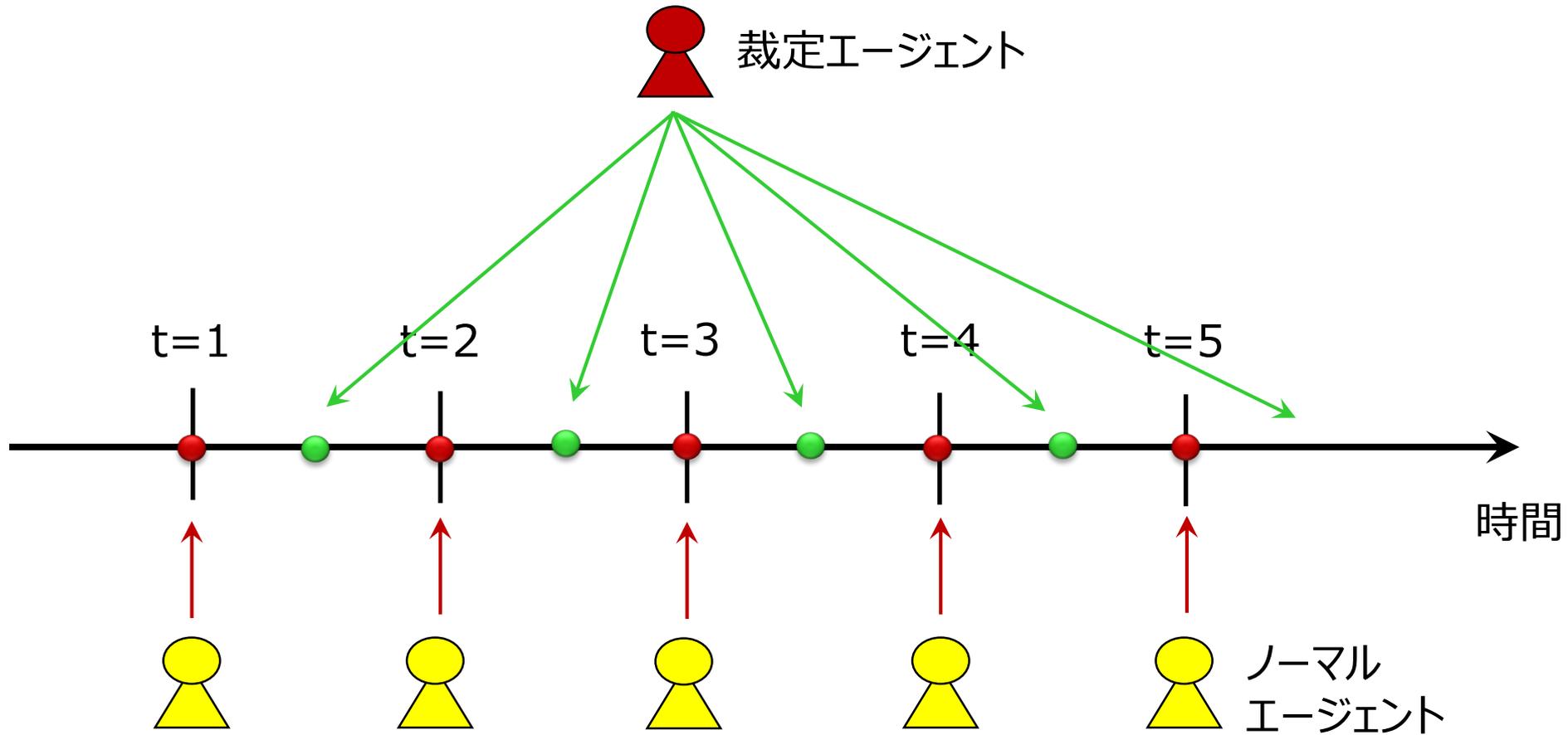
実際のザラバの注文状況を再現するため

⇒多くの待機している注文（指値注文）が存在

↑ 高い価格で多くの売り注文、安い価格で多くの買い注文

裁定エージェント (1/3)

注文の頻度



裁定エージェントは、新規注文、キャンセル、変更をいつでもできる

裁定エージェント (3/3)

$$\text{ETF}(1 \text{ 株}) = \text{株式 1}(1 \text{ 株}) + \text{株式 2}(1 \text{ 株})$$

ETF			株式 1			株式 2		
売り	価格	買い	売り	価格	買い	売り	価格	買い
7	20300		30	10400		50	10400	
10	20200		44	10300		70	10300	
	20100		70	10200		90	10200	
	20000		134	10100		116	10100	
→	19900	1	→	<u>10000</u>	120	→	<u>10000</u>	154
	19800	10		9900	88		9900	60
	19700	6		9800	52		9800	55
	19600	4		9700	25		9700	31

指値注文が約定（取引成立）したら
瞬時に株式 1、株式 2 に成行売り注文（1 株ずつ）を出す
そして、可能なら指値注文を瞬時にまた出す

19900円で買ったものが10000円×2で売れる
↑手に入れたETF1株を株式 1 株ずつに交換

* ノーマルエージェントは 1 株ずつしか注文をださないため、
裁定エージェントは 1 株の指値注文で十分である

(1) はじめに

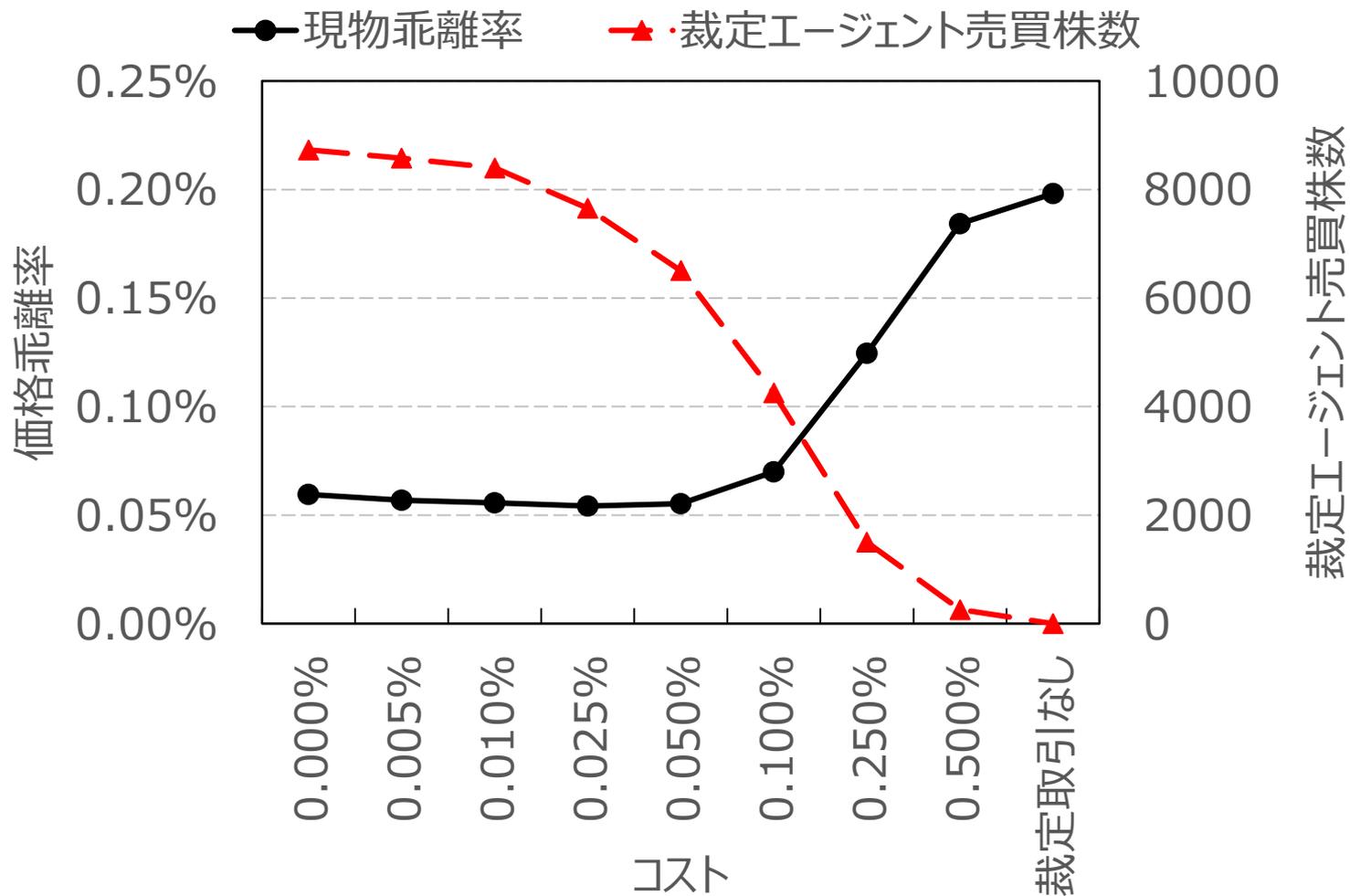
(2) 人工市場モデル

(3) シミュレーション結果

(4) まとめ

価格乖離率と裁定エージェント売買株数

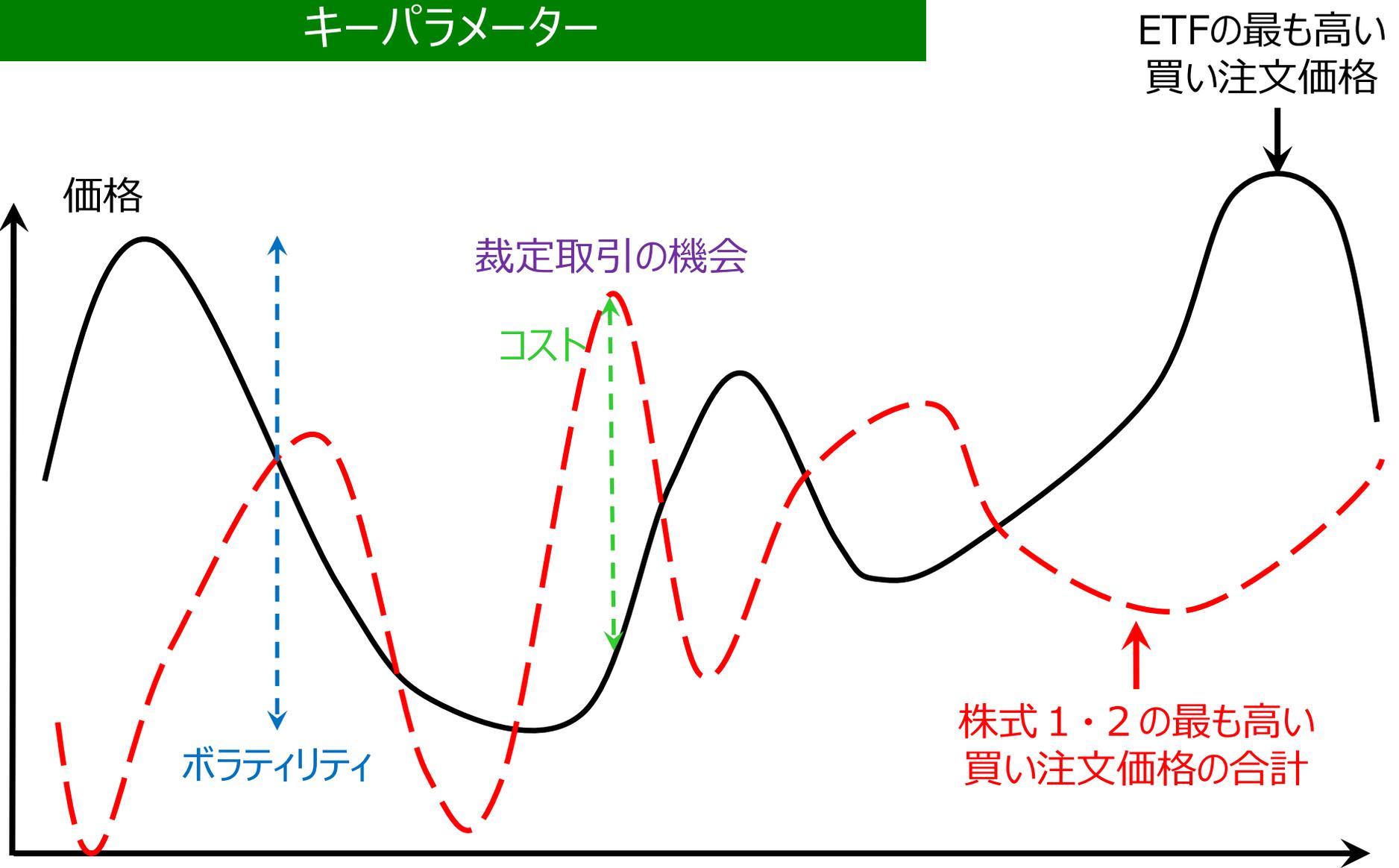
$$\text{価格乖離率} = \text{ETFの仲値} / \text{株式1・2の仲値合計} - 1$$



コスト0.1%あたりが閾値：これ以上下げても効果薄い

閾値は短期ボラティリティに近い値

キーパラメーター



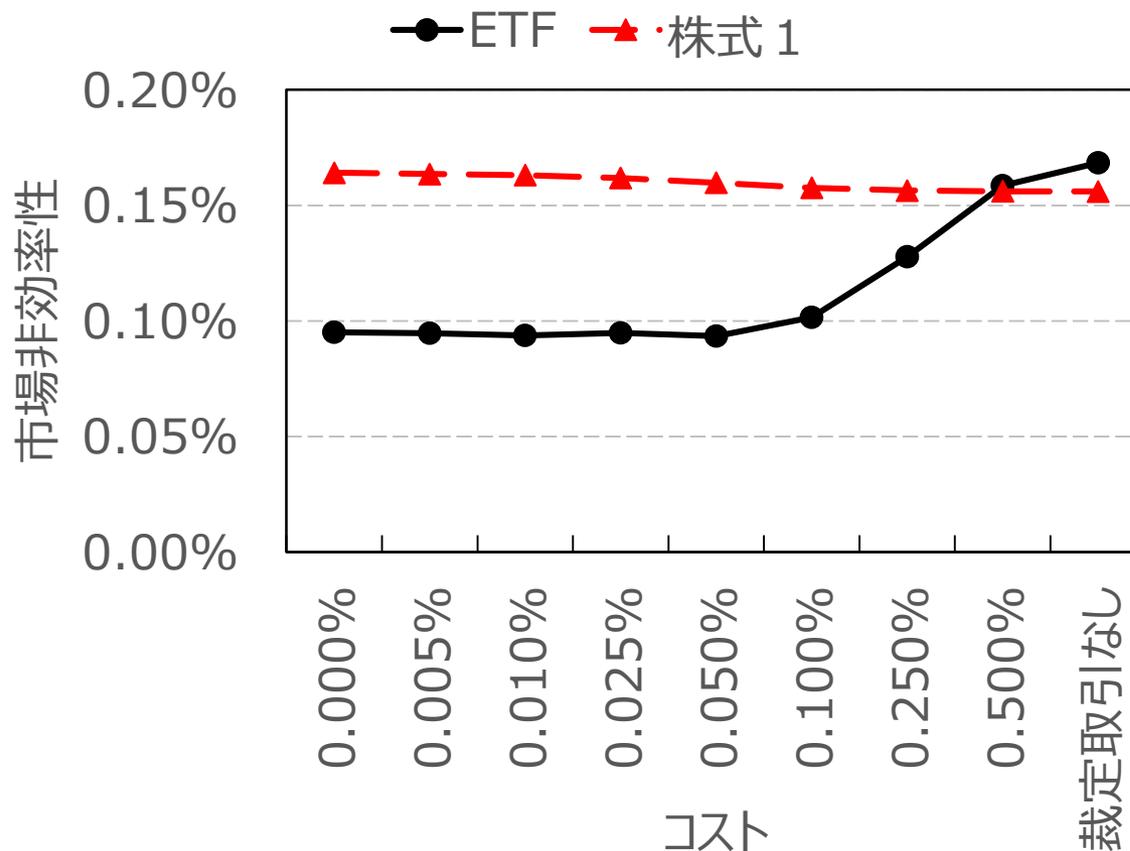
短期のボラティリティが必要なコスト幅を発生させている

必要条件

短期ボラティリティ > コスト

市場非効率性

$$\text{市場非効率性} = \text{仲値/ファンダメンタル価格} - 1$$

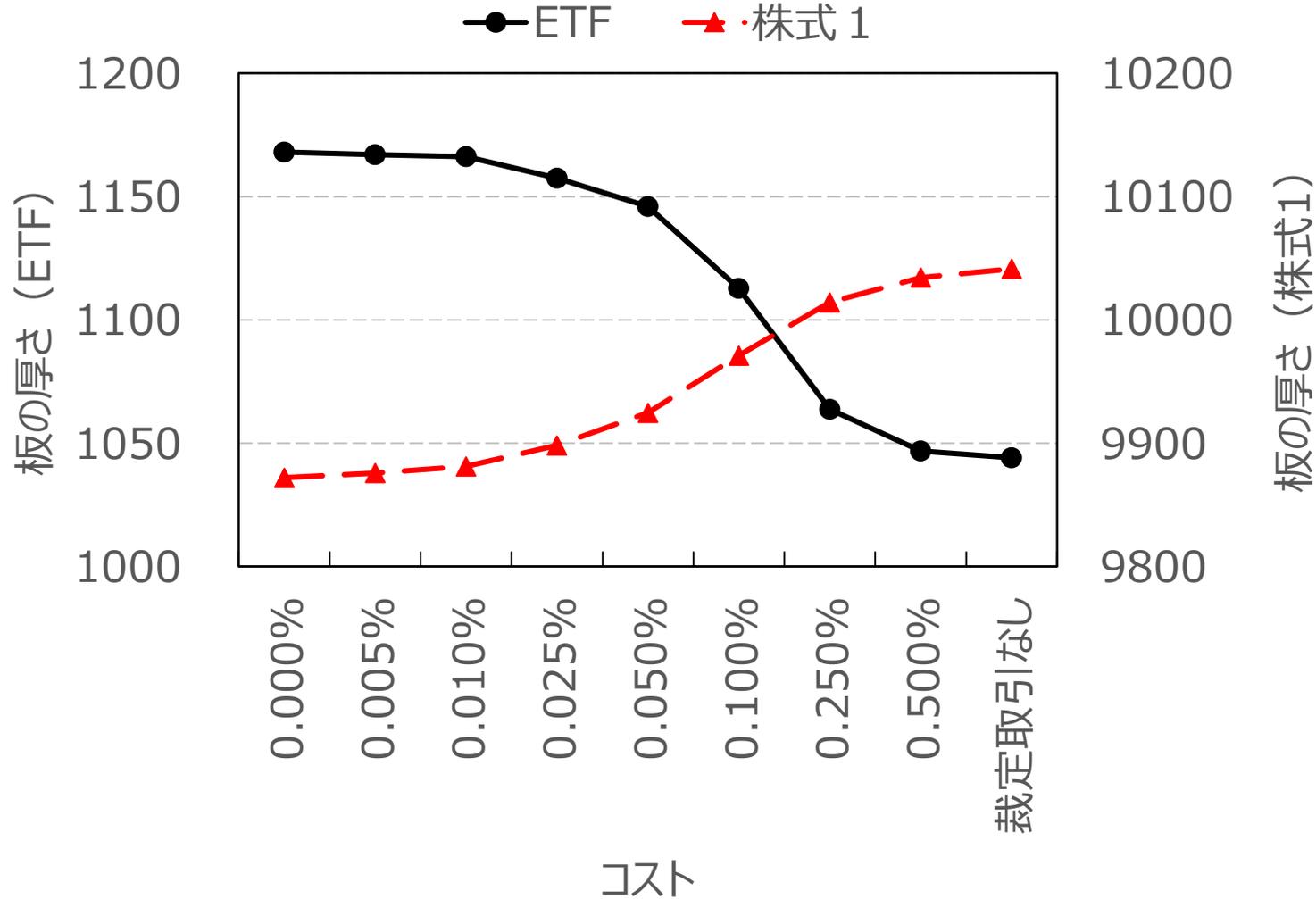


ETF市場は効率化、株式 1 は非効率になっていない

株式 1 の効率性を犠牲にしてETFを効率的にしているわけではない

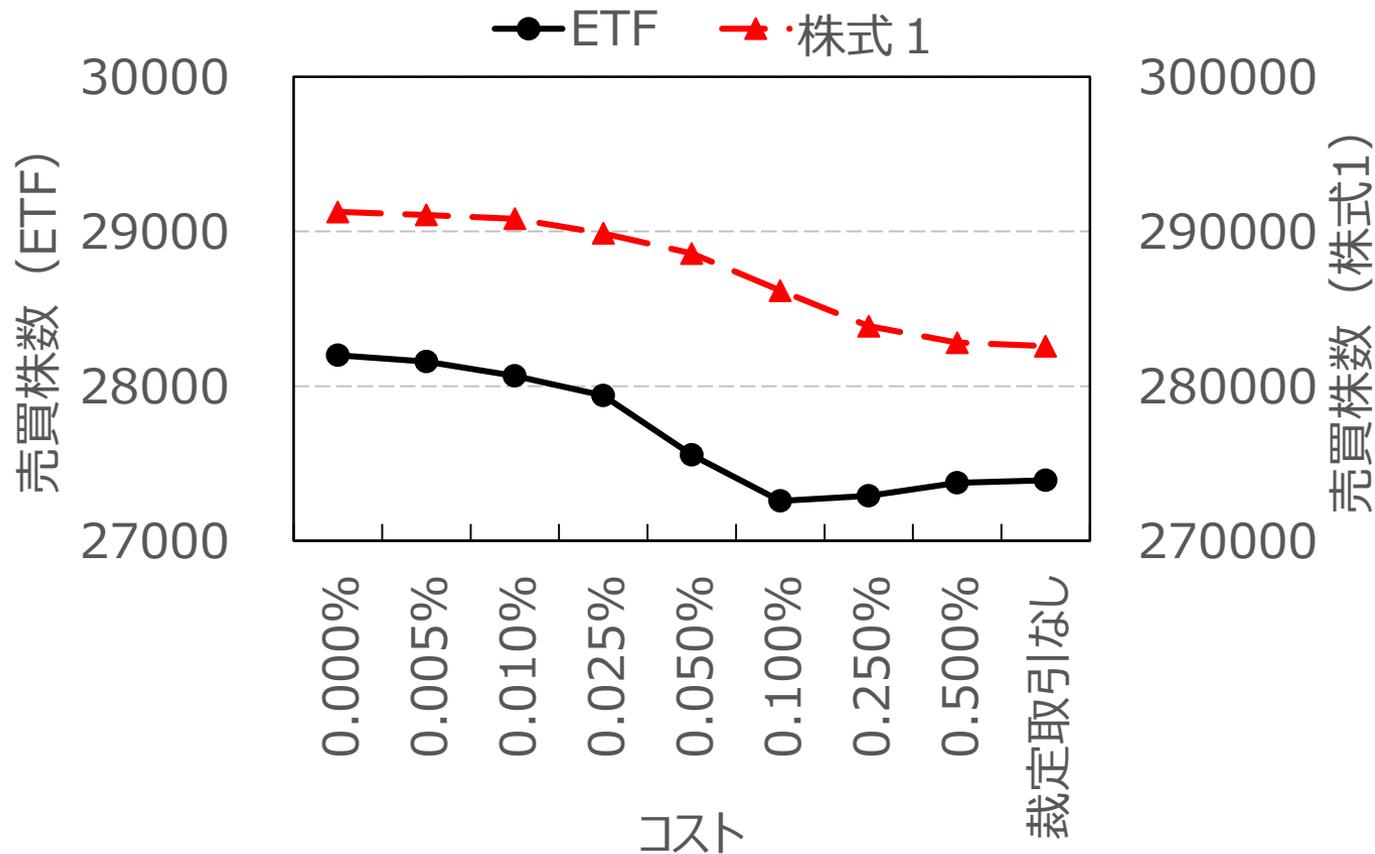
板の厚さ

仲値±0.1%に待機している指値注文の合計



ETFはコストが下がると板が厚くなる、株式 1 は逆の傾向

売買株数



ETF, 株式 1 とともにコストが低くなると売買が増えている

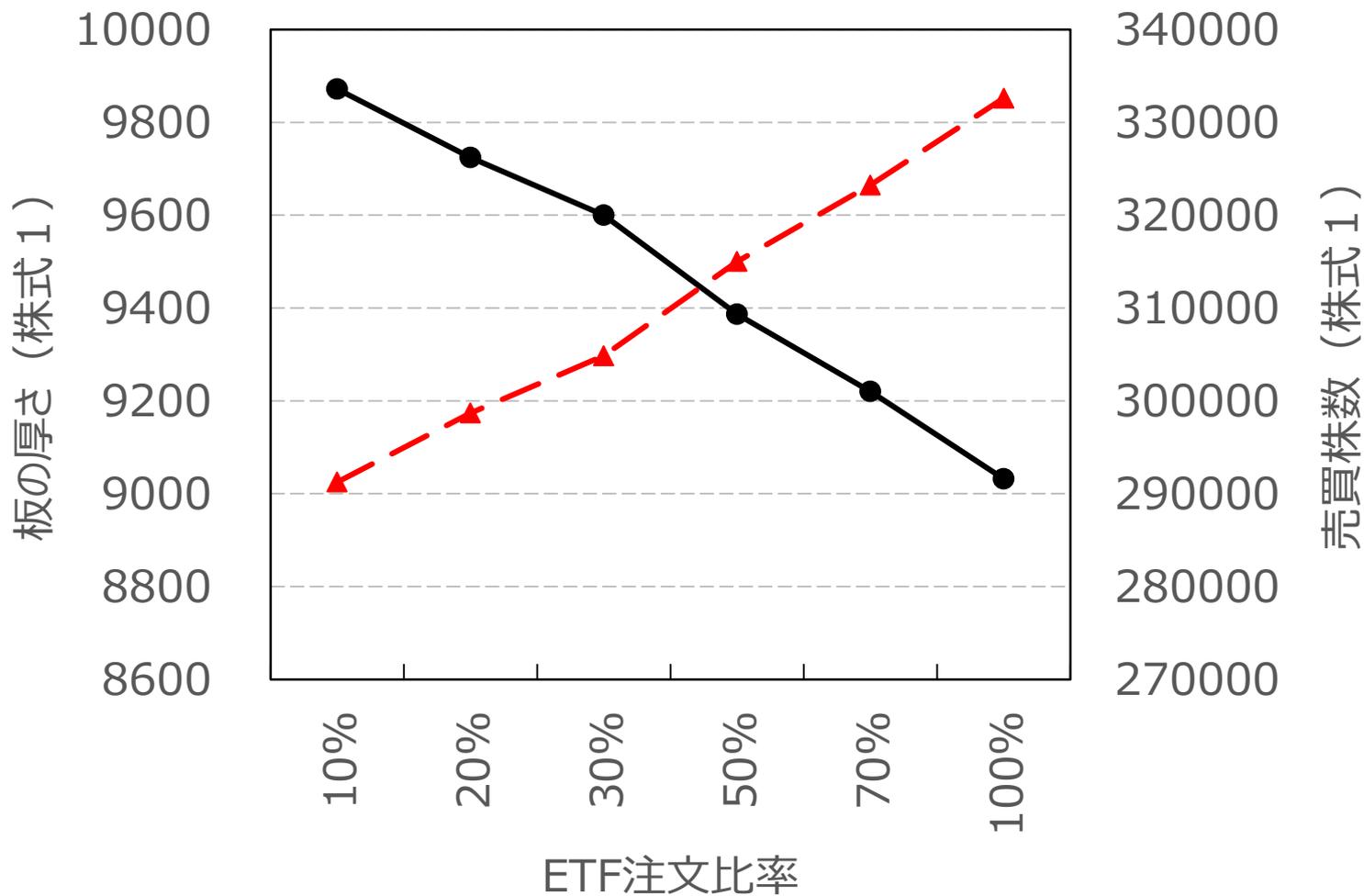
コストの減少により株式 1 の板の厚さが減少し売買が増えていることは,

株式 1 の待機注文が裁定取引と対当していると考えれば整合的

ETF注文比率を増やした場合（コスト=0）

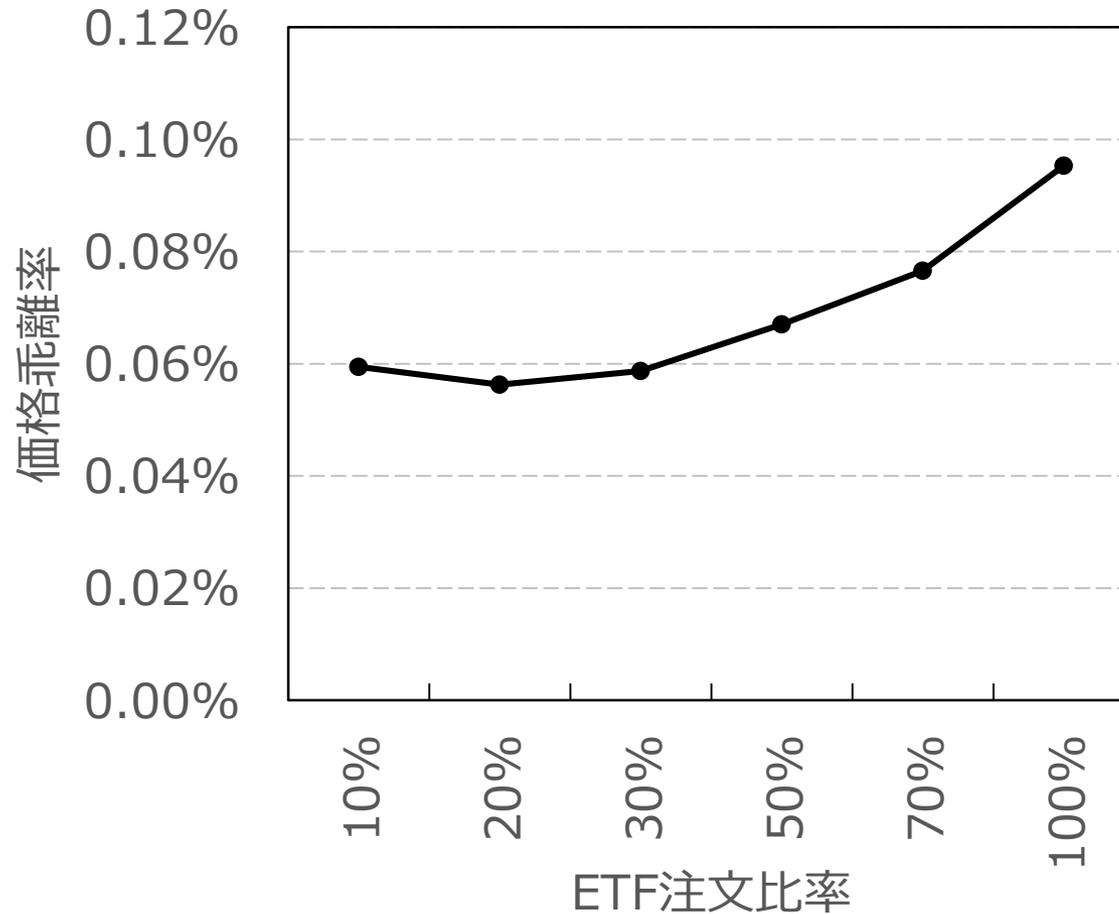
これまで10%に固定していた

● 板の厚さ ▲ 売買株数



ETF注文比率の上昇：株式1：板の厚さ減少， 売買株数増加

価格乖離率



ETFへの注文量が増えるほど価格乖離率が上昇

より多くの裁定取引が行われるようになっても、
価格乖離率はETFへの注文が低いときほどには改善しない

(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

まとめと今後の課題

- ✓ [水田 13]の人工市場モデルをベースに、2つの株式とそれら合計と同じ価値のある1つのETFという3つの証券に拡張し、これらの証券間の裁定取引を行うエージェントを実装したモデルを構築した。そして、株式とETFの裁定取引にかかるコストによって流動性がどのように変化するかを調べた。
- ✓ その結果、ボラティリティよりコストが小さければ裁定の機会が訪れやすく、裁定エージェントの売買が増え、ETFと株式の価格の乖離が小さくなることが分かった。
- ✓ また板の厚さを見ると、ETFはコストが下がると板が厚くなっており、株式は逆の傾向となることが分かった。また、ETF、株式ともにコストが低くなると売買が増えていることも示した。コストの減少により株式の板の厚さが減少し売買が増えていることは、株式の待機注文が裁定取引と対当していると考えれば整合的である。
- ✓ ただし実際には、売買の量が増えればより多くの量を注文する市場参加者もいる。この効果を取り入れれば株式においてもコストが下がると注文量が増え、板の厚さも厚くなる可能性もあり、今後の課題である。
- ✓ また、ETFへの注文量が増えた場合も調べた。ETFへの注文量が増えると、より多くの裁定取引が行われるようになるが、価格乖離率はETFへの注文量が少ないときほど改善しないことが分かった。
- ✓ これは、ETFへの注文量が株式のそれに近づいて来ると、本研究で仮定したような裁定取引では、両者の価格の乖離を小さくするのは難しくなり、別の方法が必要となることを示唆していると考えられる。

参考文献

-- ETFのマーケットメイク制度 --

- [東証17] 東証マネ部！ : ETF が買いやすくなる「マーケットメイク」とは？, 東証マネ部！
<https://money-bu-jpx.com/news/article006961/>

-- 参照した人工市場モデル --

- [水田 13] 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, No. 2, 日本取引所グループ
<https://www.jpx.co.jp/corporate/research-study/working-paper/index.html>