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～

水田 孝信　スパークス・アセット・マネジメント株式会社

小杉 信太郎　三菱UFJモルガン・スタンレー証券株式会社

楠本 拓矢
松本 渉　野村證券株式会社

和泉 潔　東京大学大学院工学系研究科

この資料は以下のサイトで閲覧、ダウンロードできます:

http://www.slideshare.net/mizutata/dark2016

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，三菱UFJモルガン・スタンレー証券株式会社および野村證券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．野村證券株式会社エグゼキューション・サービス部より実務上の観点から多くの有益な助言をいただきました．ここに感謝の意を表します．本研究の一部は，JST，CRESTおよびJSPS科研費15H02745の助成を受けたものです．

今日のおはなし

（1）はじめに：ダーク・プールとは？

（2）人工市場シミュレーションモデル

（3）シミュレーション結果

（4）数式モデルによる議論

（5）まとめ

今日のおはなし

（1）はじめに：ダーク・プールとは？

（2）人工市場シミュレーションモデル

（3）シミュレーション結果

（4）数式モデルによる議論

（5）まとめ

ダーク･プールとは？

ダーク･プール

- 注文を公開せず、他の市場での取引価格を使って取引する市場
- 欧米のみならず日本でも普及し始めている
- マーケット･インパクトを低減したい大口売買を行う投資家にニーズ

マーケット･インパクトを与える注文が減るため
市場が安定化？ [Johnson 10]

⇕

価格決定を行わない市場であるため、
市場の価格発見機能が低下し**市場非効率化？**
[Ye 12]

欧州：MiFID Ⅱ： ダーク･プールへの売買代金キャップ規制
（8％ルール）が導入 [Bowley 14]

ダーク・プールに必要な議論

これまでの議論：ダーク・プールは「あり」か「なし」かの二者択一
→ どれくらいが適切か？という議論が必要

ダーク・プールがこれ以上普及したらどうなるか？
→ まだ一度も起きていないこと：実証研究ではできない
価格形成に関してダーク・プールの効果だけを取り出す
→ さまざまな要因が複雑：実証研究では困難

人工市場シミュレーション

人工市場を用いた先行研究： [水田ら 15]
市場効率化・非効率化のメカニズム解明に至っていない

本研究：[水田ら 15]のモデルを用いて
市場効率化・非効率化のメカニズム解明を目指す

今日のおはなし

（1）はじめに：ダーク・プールとは？

（2）人工市場シミュレーションモデル

（3）シミュレーション結果

（4）数式モデルによる議論

（5）まとめ

エージェント（投資家モデル）モデル

[Chiarella 02]

- **リット市場（ザラバ）　⇒ 現実的な市場メカニズムの実装**
- **エージェントモデルは簡素　⇒ 恣意的な結果を避けるため**

1000体のheterogeneousなエージェント

予想リターン

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

ファンダメンタル　テクニカル　ノイズ

$w_{i,j}$

戦略ウエイト
↑ エージェントごとに異なる

＋ マイクロ・ストラクチャーの再現も必要 **[水田ら 15]**

約定件数やキャンセル率、１日の騰落率の標準偏差
板の形状、など短期のマイクロストラクチャーの性質

ダーク・プールの選択はアルゴリズムが自動で行っている

ダーク・プール・モデル

リット
（ザラバ）

売り	価格	買い
84	101	
176	100	
	99	2
	98	77

ダーク
プール

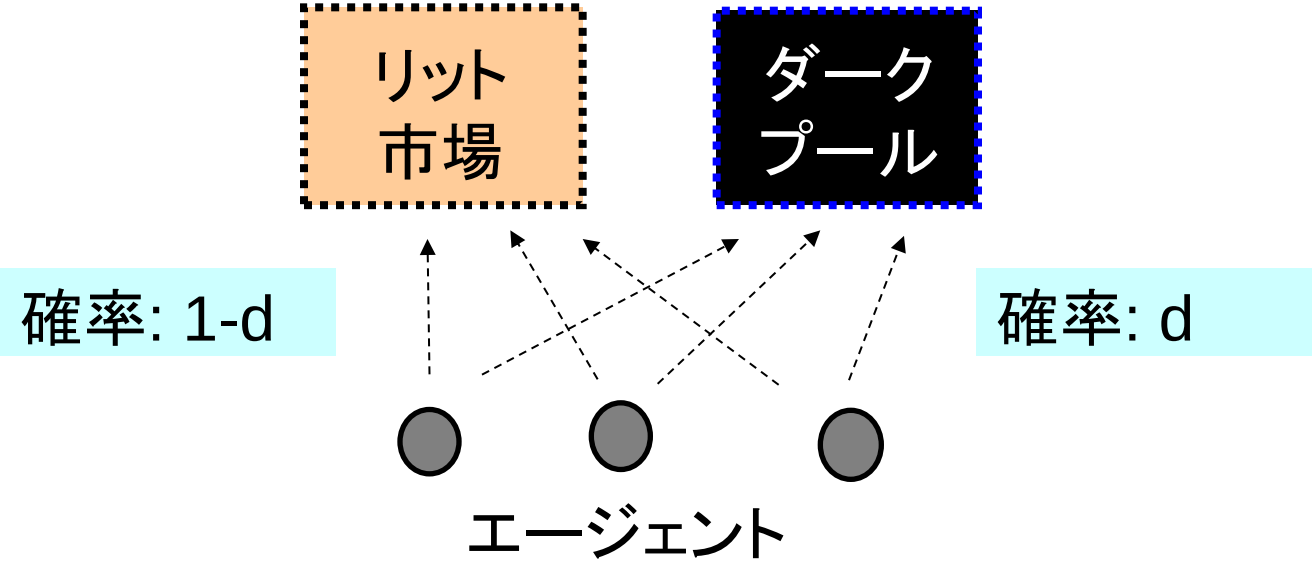
売り	買い
	175

仲値: (100+99)/2=99.5
で取引

<u>リット（ザラバ）</u>: 売買の別、価格、株数、を指定 ⇒ ザラバ

<u>ダーク・プール</u>: 売買の別、株数、のみ指定
⇒ 取引価格=仲値：リット市場の最良買い（売り）価格の平均
売り買いのどちらかのみに注文が残る

市場の選択方法：SOR（Smart Order Routing）なしの場合



確率dでダーク・プールへ注文を出す

確実によりよい価格で取引できる場合を見逃す

現実的でない

指値注文と成行注文について (本研究での定義)

リットへの注文は必ず価格を指定

売り

リット
（ザラバ）

買い

	売り	価格	買い	
指値	84	101		成行
	176	100		
成行		99	2	指値
		98	77	

対当する売り注文あり
即座に注文成立

対当する売り注文なし
即座には注文成立せず

注文価格を指定した結果、
対当する注文があれば成行、なければ指値

市場の選択方法：SORありの場合 (本研究での定義)

リット
（ザラバ）

売り	価格	買い
84	101	
176	100	
	99	2
	98	77

ダーク
プール

売り	買い
	175

99.5円

指値
成行でダーク・プールに対当する注文が無い

確率dでダーク・プールへ注文を出す

成行でダーク・プールに対当する注文がある

必ずダーク・プールへ注文を出す

まずダーク・プールに注文して取引が成立しなければ
リットへ注文するということは、実務上よく行われている

リットへの成行注文（価格影響がある注文）がより減少

注文の配分例

リット
（ザラバ）

売り	価格	買い
84	101	
176	100	
	99	2
	98	77

ダーク
プール

売り	買い
	175

99.5円

(1) 99円の売り：ダーク・プールへ
(2) 100円の売り：確率dでダーク・プールへ
(3) 100円の買い：確率dでダーク・プールへ
(4) 99円の買い：確率dでダーク・プールへ

(1)によって、価格への影響がある注文が
ダーク・プールへ吸収される

今日のおはなし

（1）はじめに：ダーク・プールとは？

（2）人工市場シミュレーションモデル

（3）シミュレーション結果

（4）数式モデルによる議論

（5）まとめ

市場非効率性

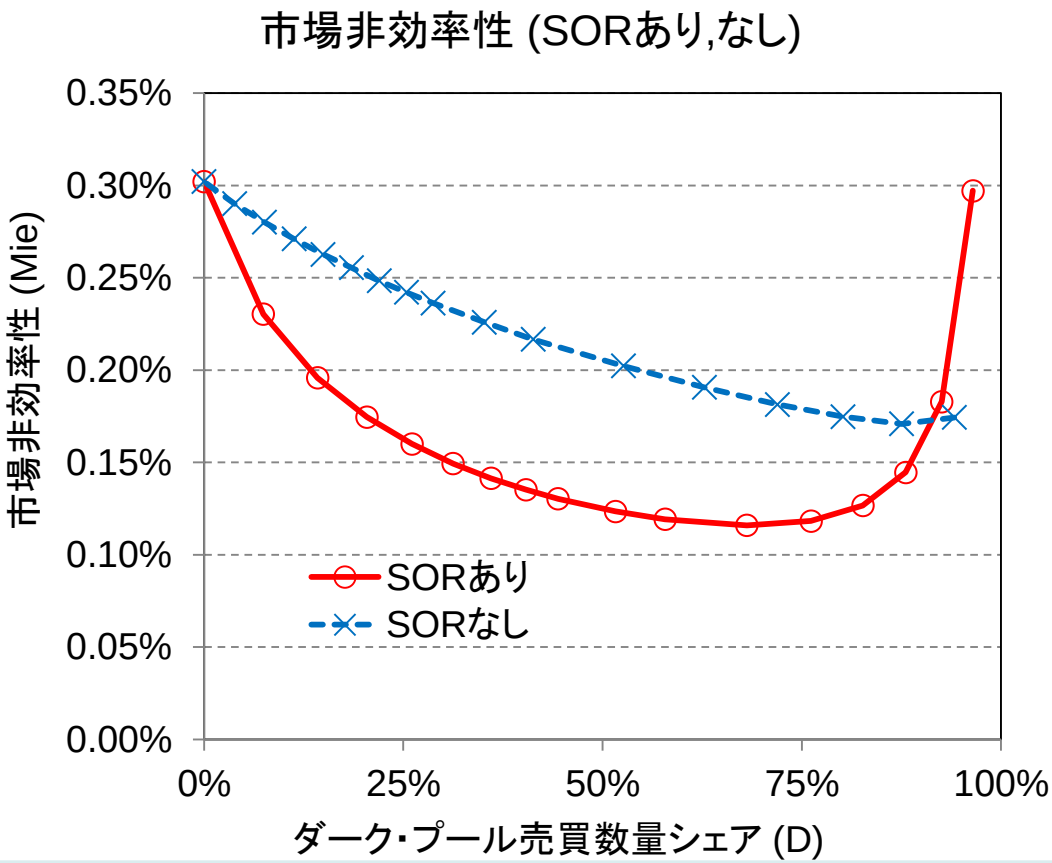
$$\text{市場非効率性} = \frac{|\text{市場価格} - \text{ファンダメンタル価格}|\text{の平均}}{\text{ファンダメンタル価格}}$$

市場が完全に効率的なら、取引価格は常に
ファンダメンタル価格になるはずである

実際にファンダメンタル価格からの乖離で定義
↑　実際の市場では用いることができない手法
　　人を用いた実験市場研究でしばしば用いられている

推定ではない理想的な市場（非）効率性の定義が可能

市場非効率性



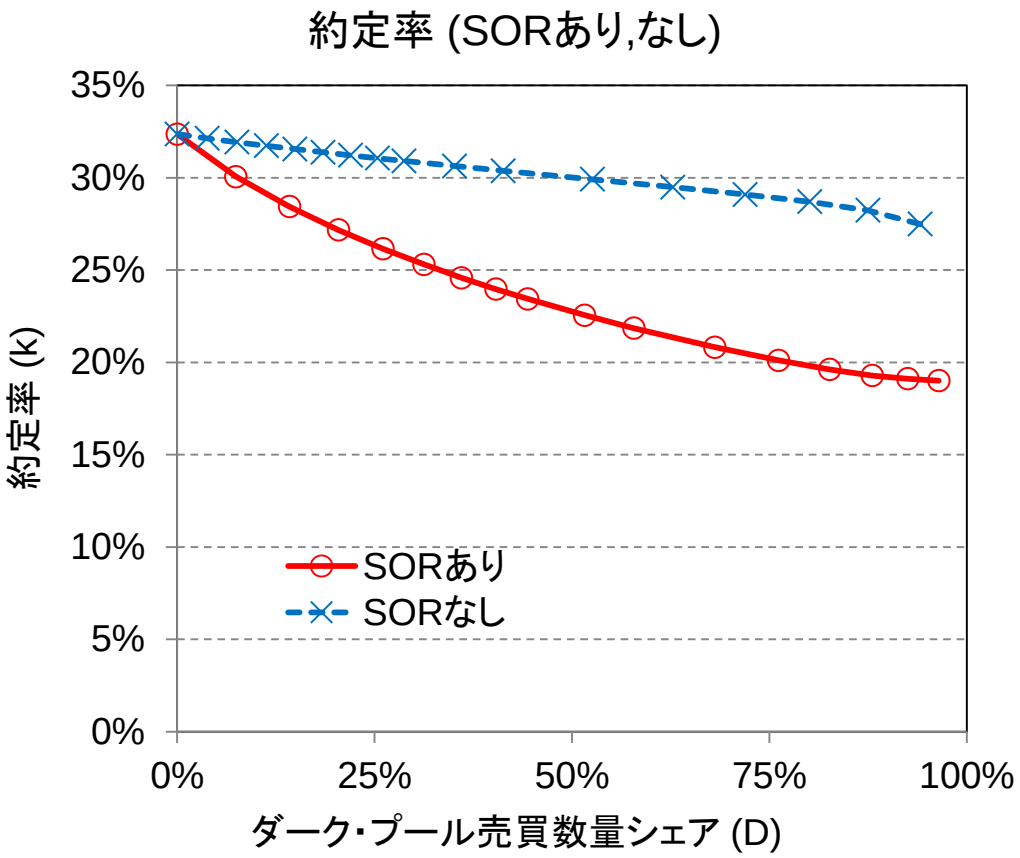
まったく使われていない ← ダーク･プール → ものすごく使われている

横軸：D（ダーク･プール売買数量シェア）

SORあり

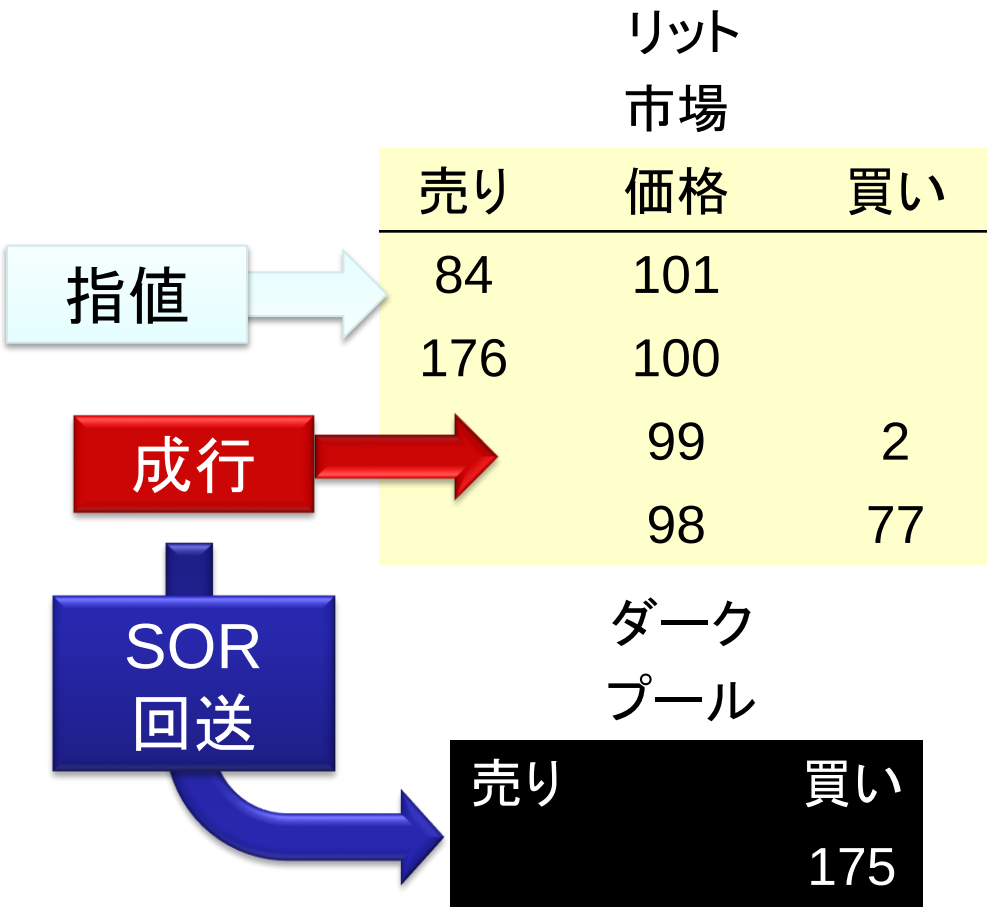
D<70%：市場効率化
D>70%：急激に市場非効率化

約定率（取引成立率）



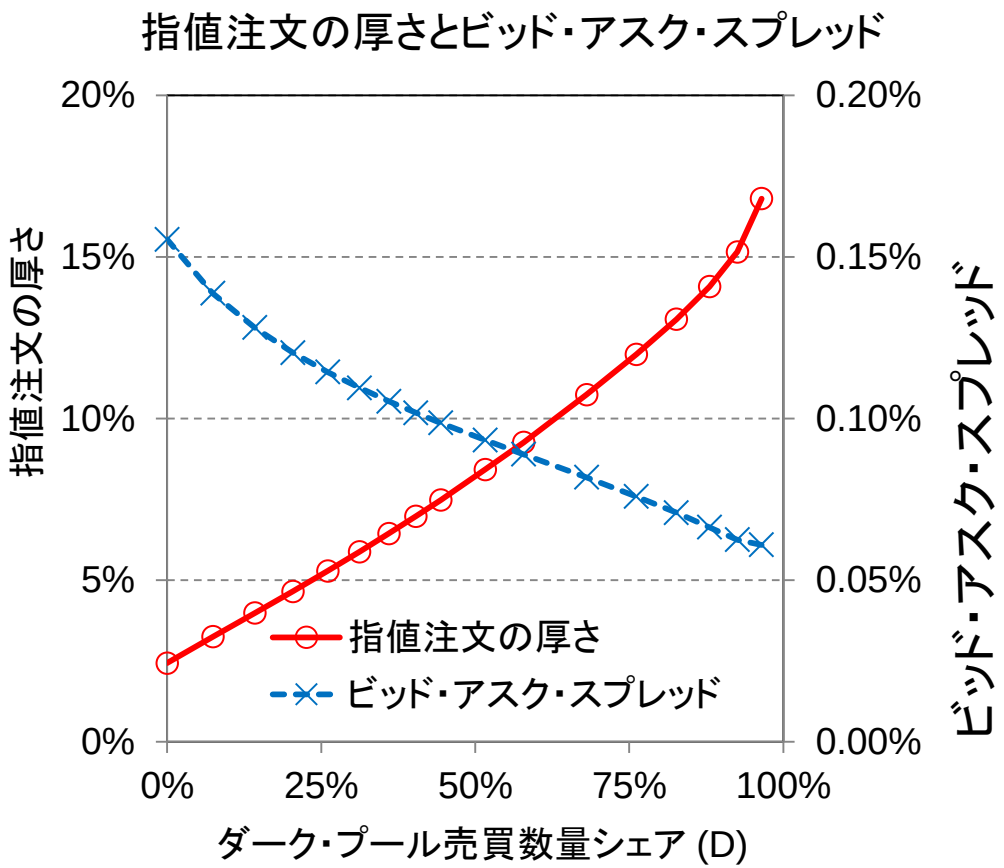
SORにより約定率はより減少

SOR の回送による約定率減少のメカニズム



約定（取引成立）をもたらす成行注文のみ回送される

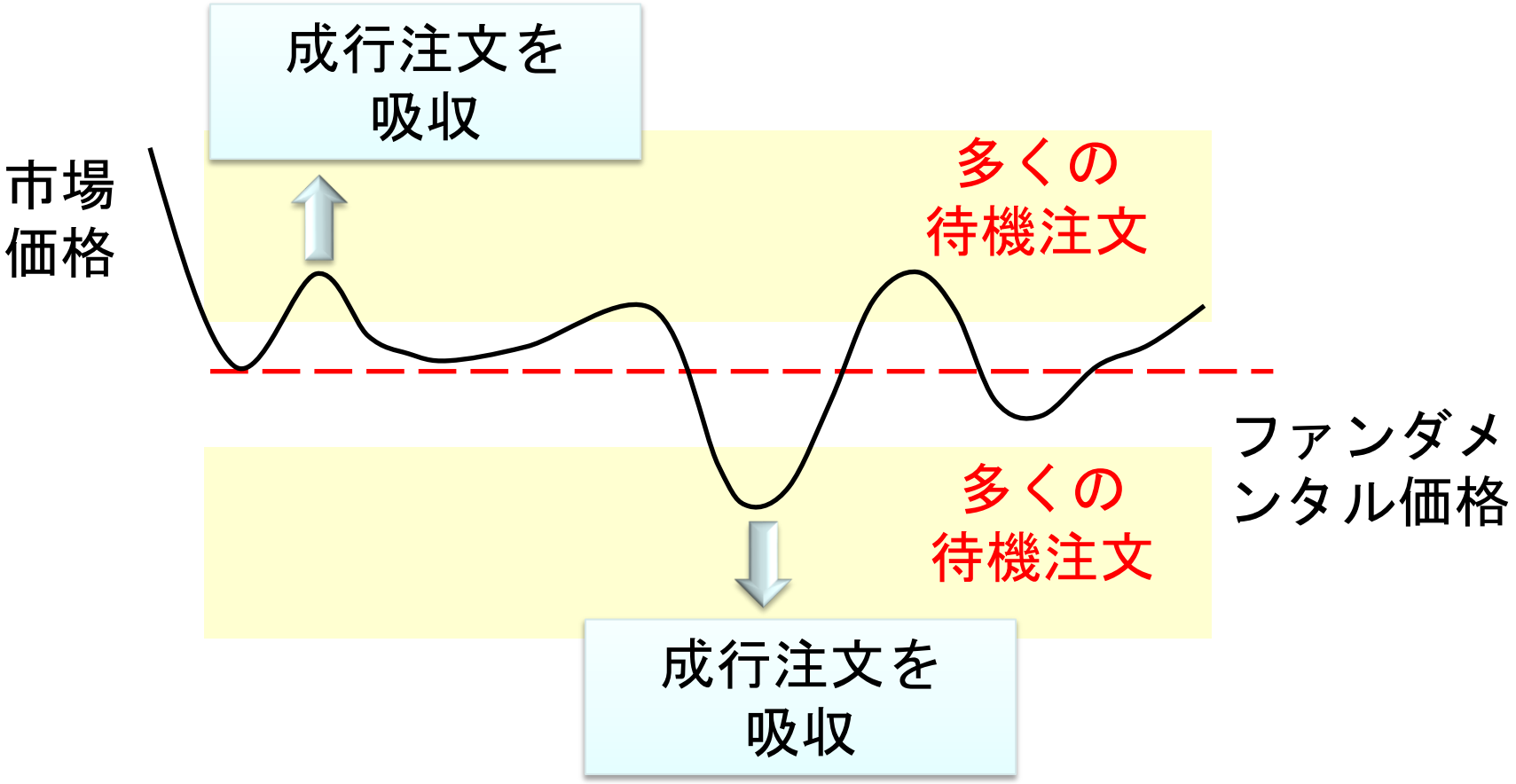
指値注文の厚さとビッド・アスク・スプレッド



指値注文の厚さ：取引価格から-0.1%低い価格までに待機中の指値注文の数量
ビッド・アスク・スプレッド：（最低売り価格－最高買い価格）/市場価格

約定率減少により指値注文が相対的に増える
⇒ 厚い板を形成 ⇒ ビッド・アスク・スプレッドの減少

厚い板が市場を効率化



厚い板がファンダメンタル価格から離れる成行注文を吸収

市場効率化のメカニズム

SORによる成行注文の回送

↓

指値注文が相対的に増加

↓

板が厚くなる

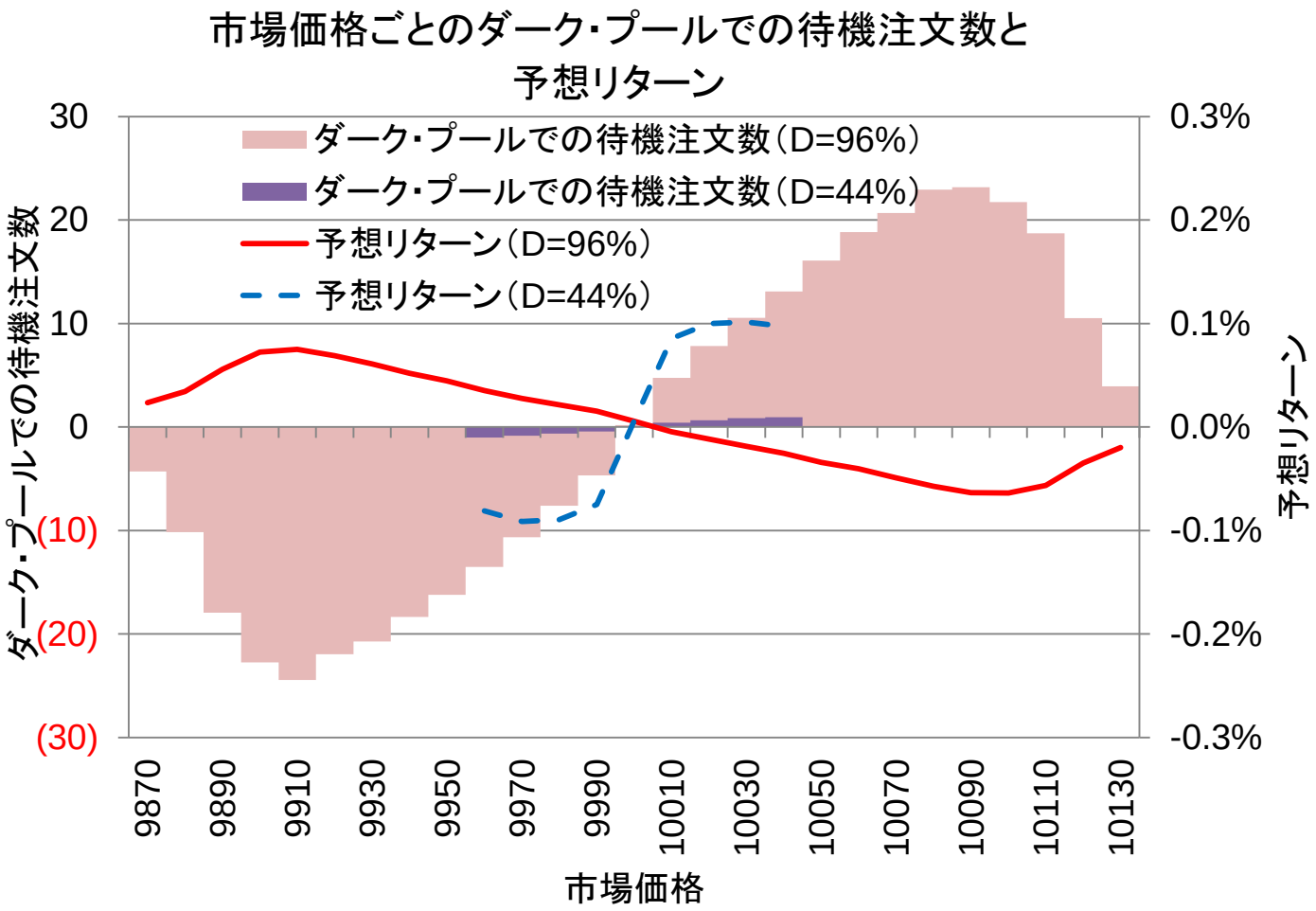
↓

ファンダメンタル価格から離れる成行注文を吸収

↓

市場が効率化

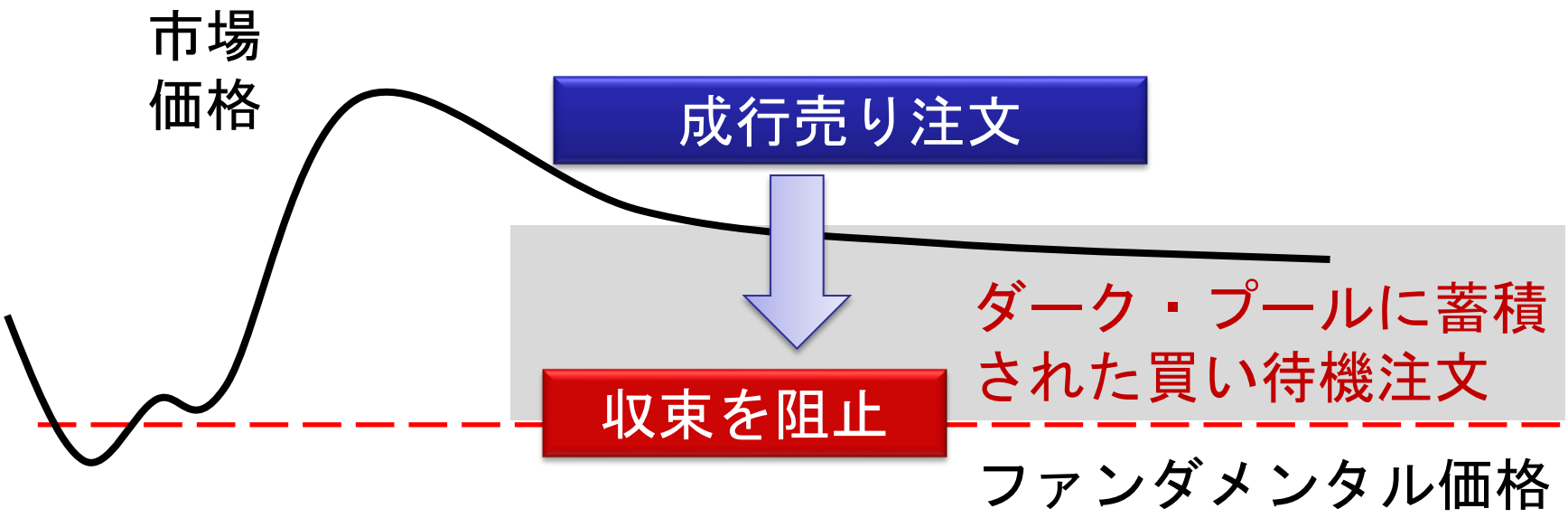
市場価格ごとのダーク･プールでの待機注文数と予想リターン



D=96%

ファンダメンタル価格への収束を妨げる待機注文がダーク･プールにたまっている

市場非効率化のメカニズム



ダーク･プールに蓄積された買い待機注文が
ファンダメンタル価格への収束を阻止

市場非効率化のメカニズム

ダーク･プールにあまりにも多くの注文が来る

↓

SORで回送される成行注文以上に
ダーク･プールに注文が蓄積

↓

ダーク･プールの板が厚くなる

↓

ファンダメンタル価格へ収束する成行注文を吸収

↓

市場が非効率化

今日のおはなし

（1）はじめに：ダーク・プールとは？

（2）人工市場シミュレーションモデル

（3）シミュレーション結果

（4）数式モデルによる議論

（5）まとめ

数式モデル

a: 買い注文数量/全注文数量
k: 成行注文確率、 d: ダーク･プール注文確率

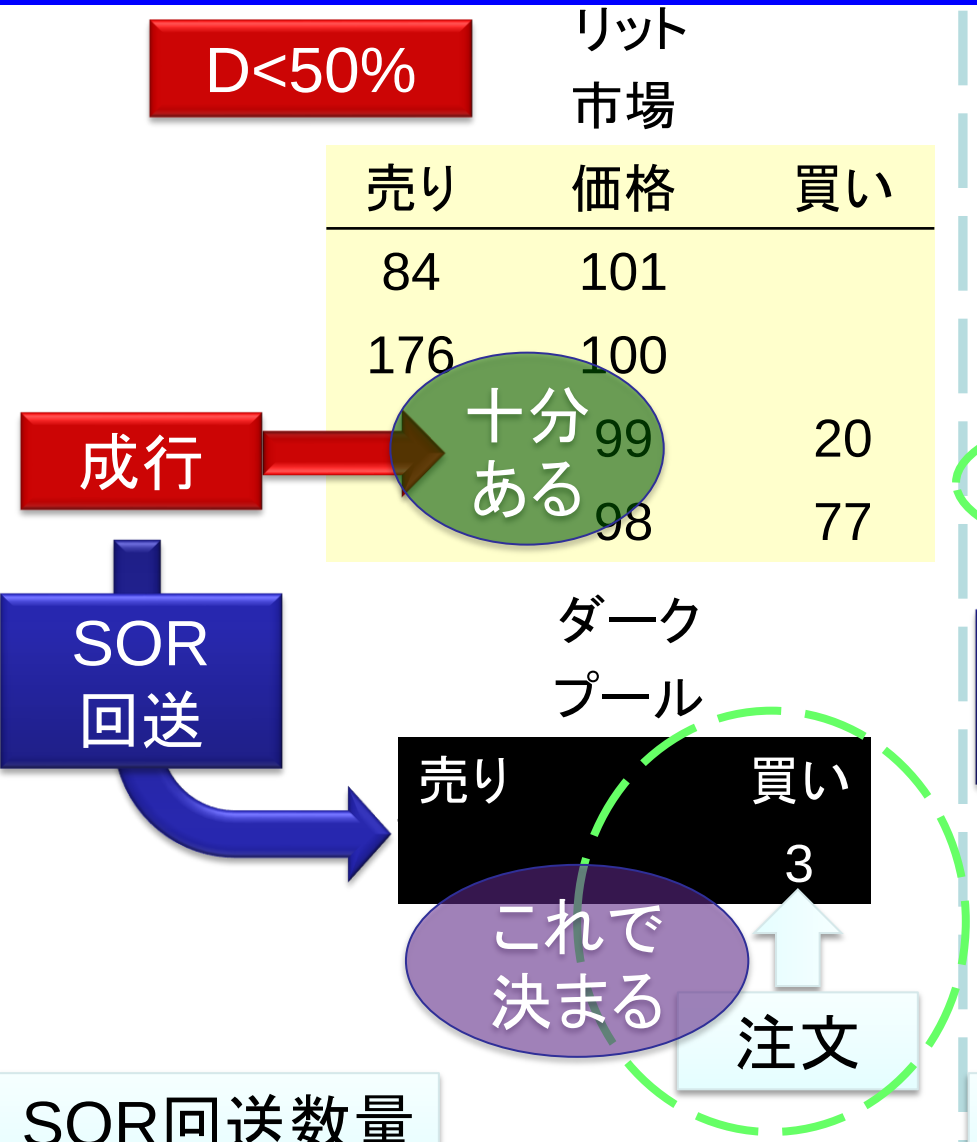
		リット市場(1-d)	ダーク･プール(d)
買い(a)	成行(k)	ak(1-d)	ad/2
	指値(1-k)	a(1-k)(1-d)	ad/2
売り(1-a)	成行(k)	(1-a)k(1-d)	(1-a)d/2
	指値(1-k)	(1-a)(1-k)(1-d)	(1-a)d/2

この表を用いて以下の議論を行う

（1）SORによる約定率の変化：SOR回送数量が何で決まるか？

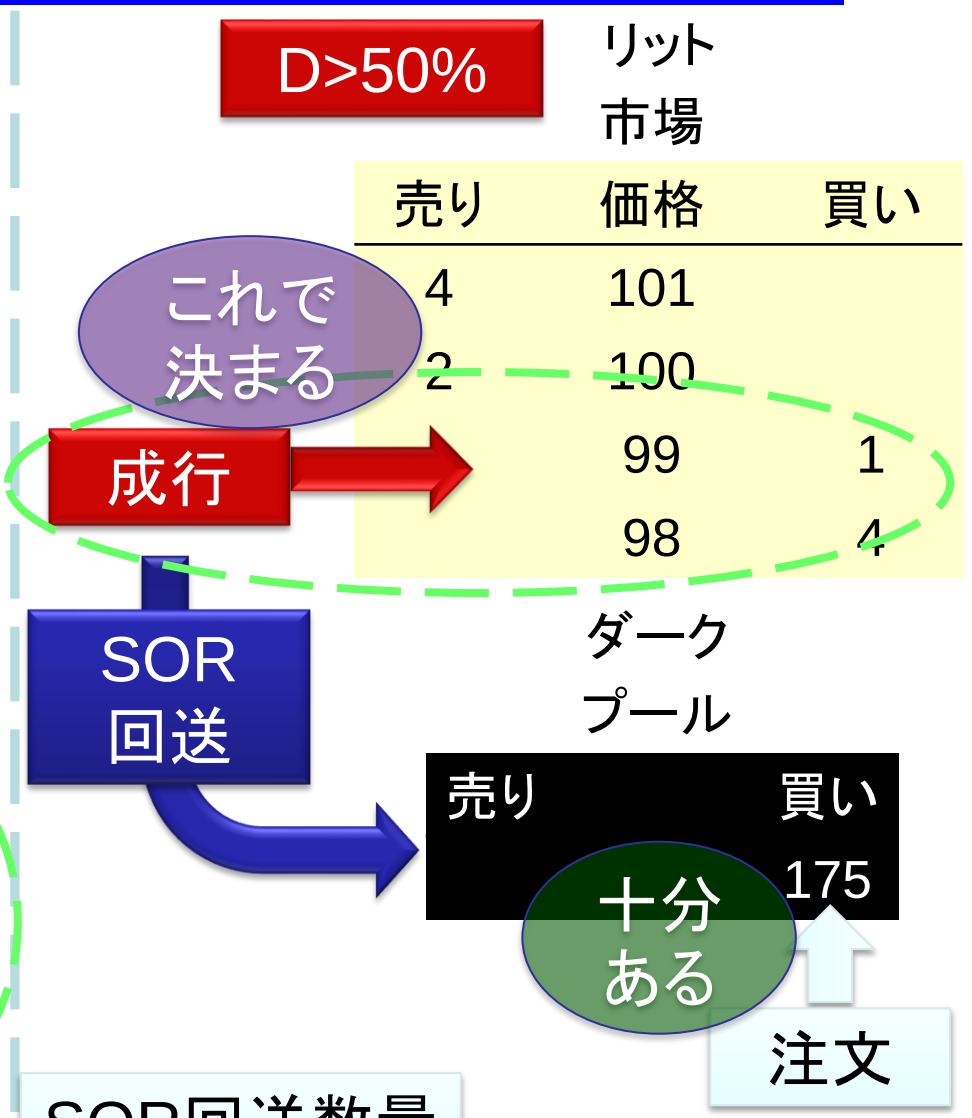
（2）SORで回送される成行注文数より
ダーク･プールの待機注文の方が多くなるaの水準

（1）SORによる約定率の変化：SOR回送数量が何で決まるか？



SOR回送数量

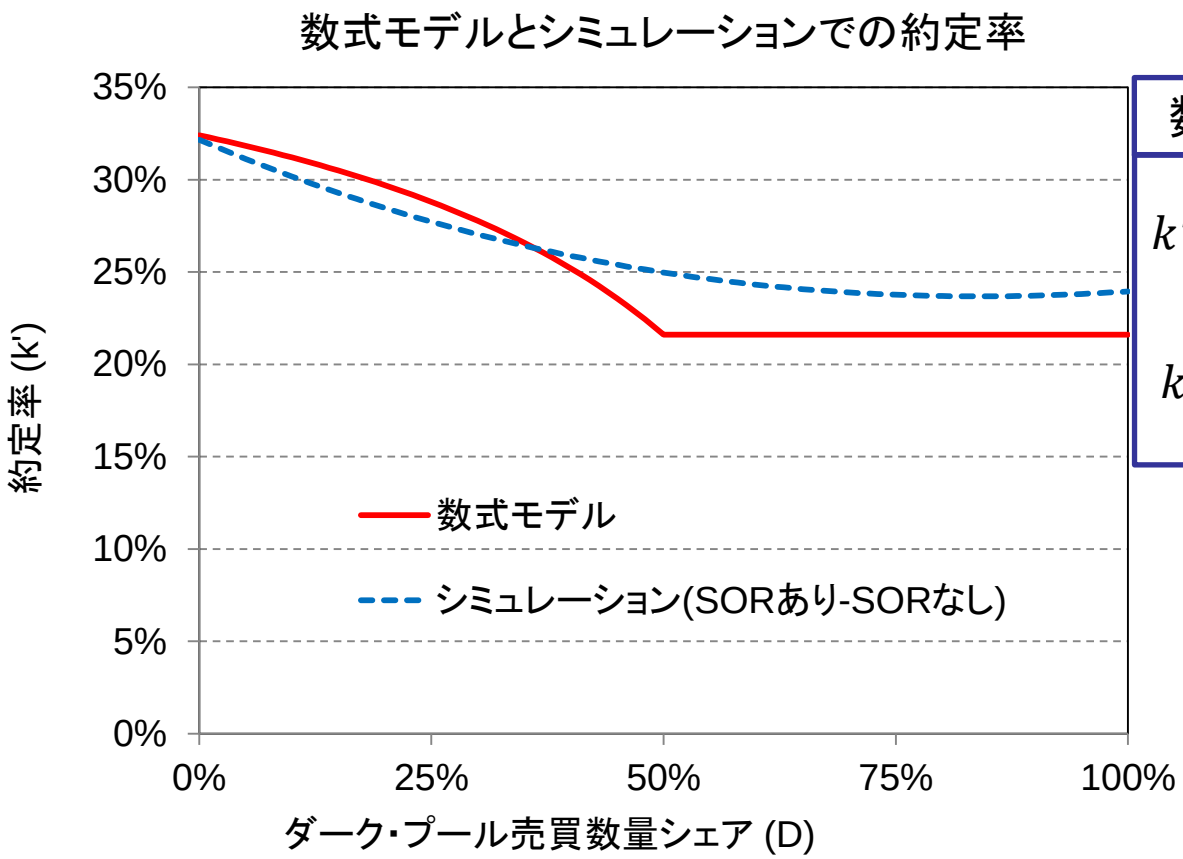
ダーク･プールの注文量で決まる
⇒ D増加→SOR回送増加



SOR回送数量

リット市場成行数量で決まる
⇒ D増加→SOR回送増加しない

数式モデルとシミュレーションでの約定率



数式モデル

$$k' = \left(1 - \frac{1}{3(1-D)}\right)k \quad (D < 50\%)$$

$$k' = \frac{2}{3}k \quad (D > 50\%)$$

数式モデル：約定率低下はSORの効果のみ
→　比較のため：シミュレーション：SORあり－SORなし

傾向は似ている

D=50%が閾値

リット市場よりダーク･プールの方が使われだすと市場効率化しない

（2）SORで回送される成行注文数より ダーク･プールの待機注文の方が多くなるaの水準

リット市場

売り	価格	買い
84	101	
176	100	
	99	2
	98	77

売り成行

すべてSOR回送

ダークプール

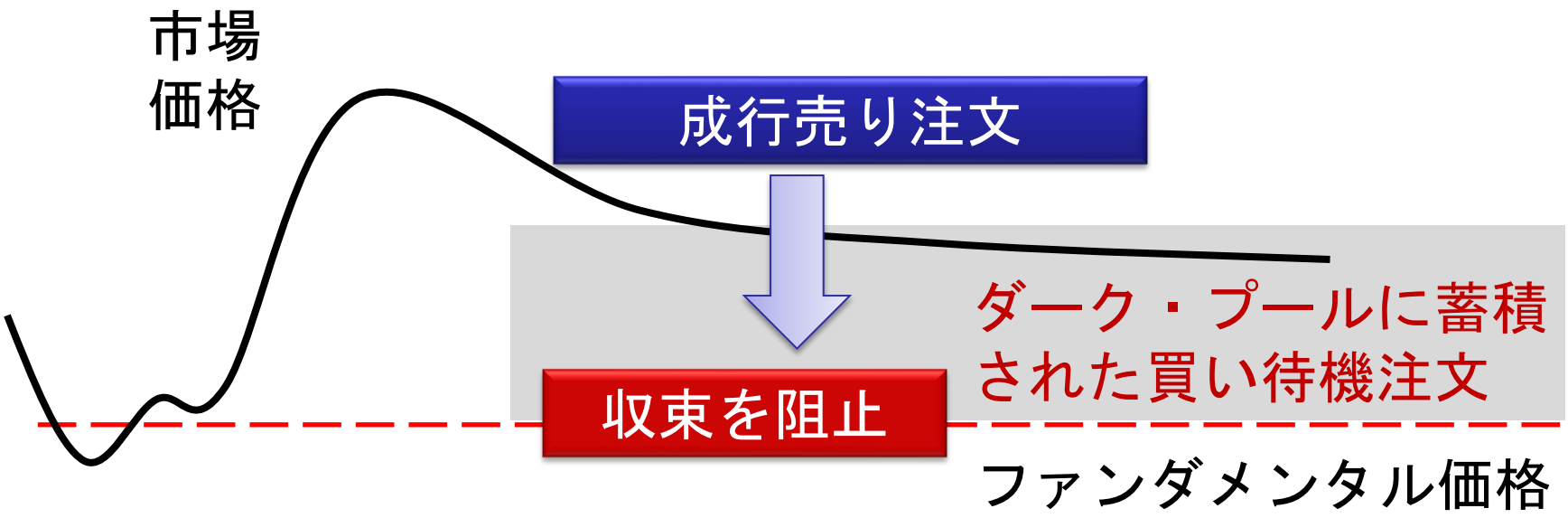
売り	買い
	175

売りより多い買い注文

どれだけ多いとSOR回送量を上回る？

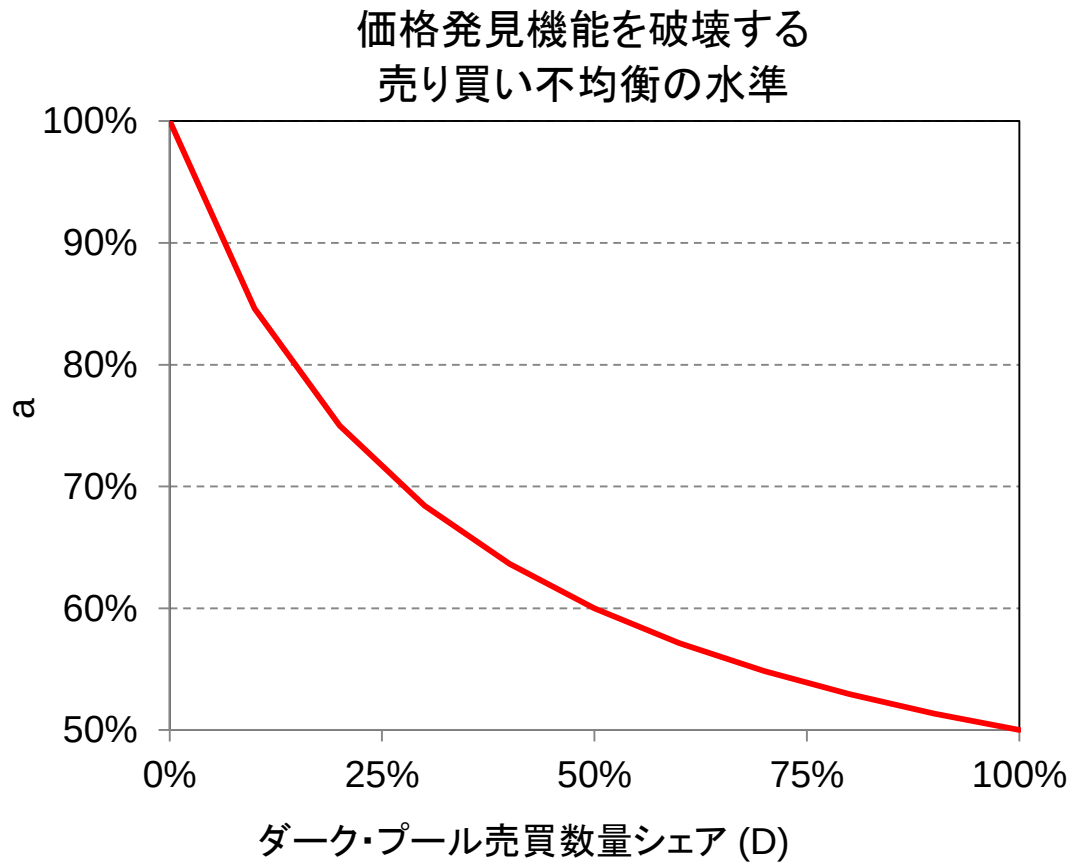
すべての売り成行注文がSORで回送されても、ダーク･プールへの買い注文が多くなるa(買い注文数量/全注文数量)の水準
⇒ ファンダメンタル価格へ収束するのを妨げ続ける

市場非効率化のメカニズム（再掲）



ダーク･プールに蓄積された買い待機注文が
ファンダメンタル価格への収束を阻止

価格発見機能を破壊する売り買い不均衡の水準



数式モデル

$$a = \frac{1 + D}{1 + 3D}$$

約定率などに
依存しない！

縦軸a: 買いの全注文に対する割合

ダーク･プールが使われすぎると少しの需給の不均衡により、
価格発見ができなくなる

今日のおはなし

（1）はじめに：ダーク・プールとは？

（2）人工市場シミュレーションモデル

（3）シミュレーション結果

（4）数式モデルによる議論

（5）まとめ

まとめ

ダーク・プールが市場効率性に与える影響のメカニズムを提示した

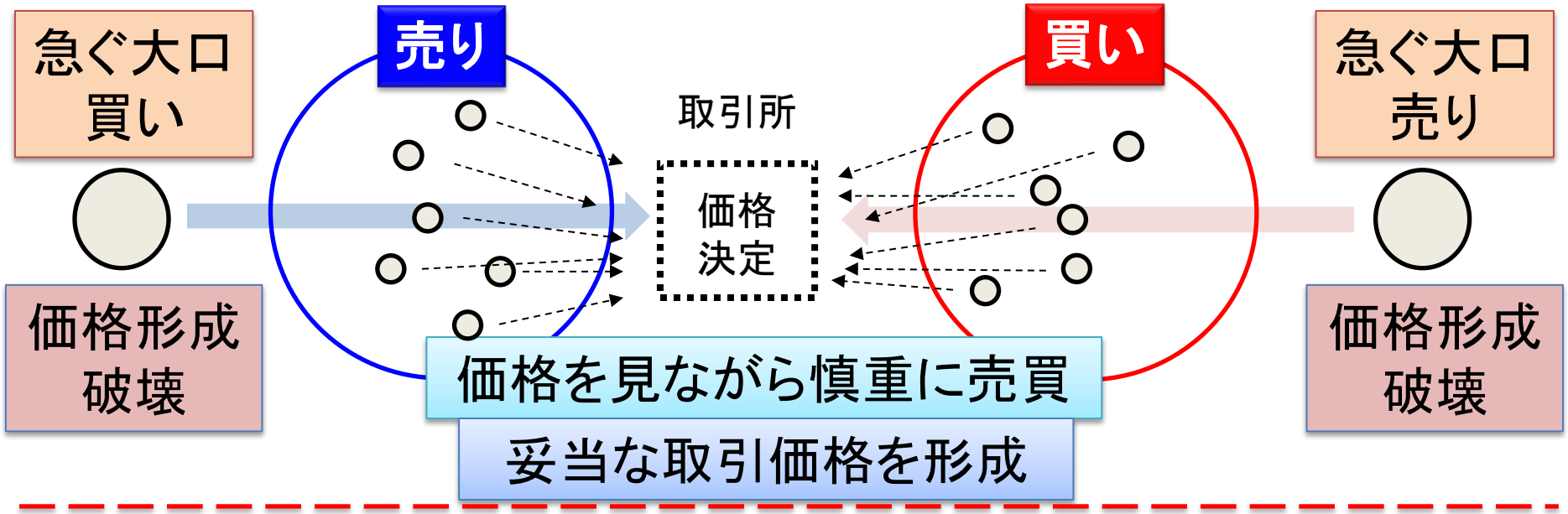
ダーク・プールの取引量が増えるとSORの回送により約定率低下
⇒ 指値が多くなる ⇒ 板が厚くなる ⇒ 市場の効率化
☆ただし、リット市場よりダーク・プールの方が取引が多いと
この効果はなくなり市場は効率化しない

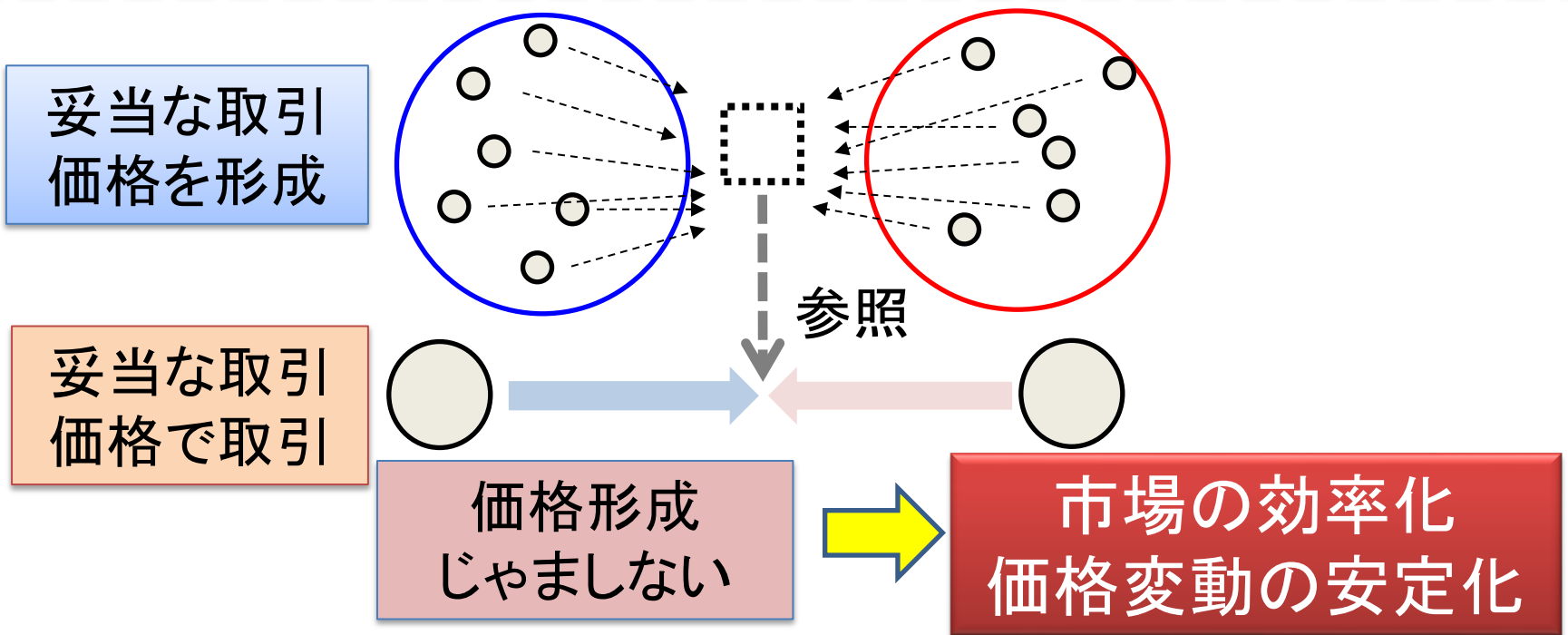
ダーク・プールの取引量が増えすぎるとわずかな需給の不均衡で
価格発見機能が破壊される

一般に、

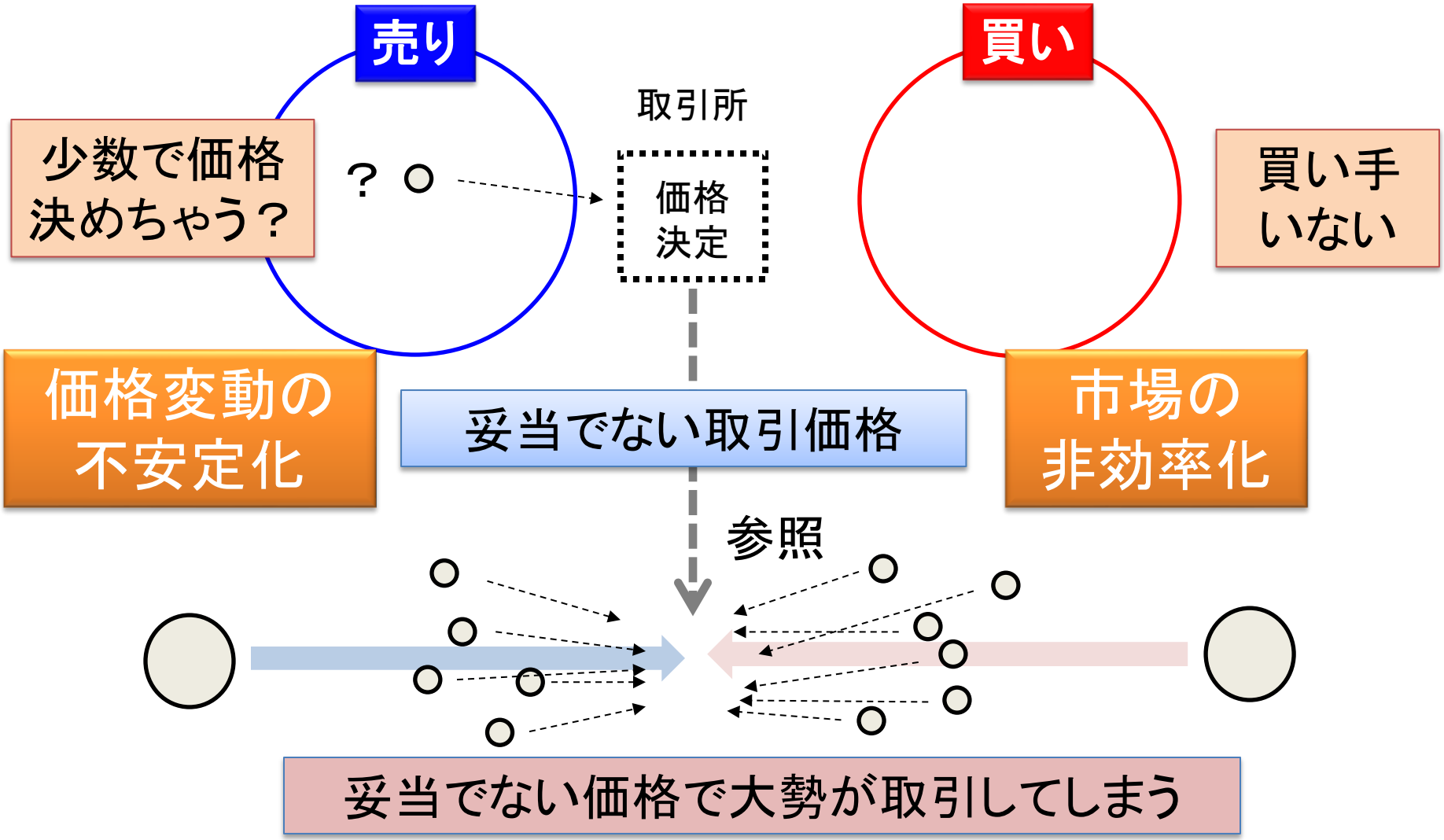
価格を決める市場（リット市場）より
価格を決めない市場（ダーク・プール）の方が
取引量が多くなると問題
（市場非効率化、価格発見機能の破壊）

取引を急ぐ大口投資家が価格決定しないところで取引するメリット





みんなが価格決定しないところで取引しだすと、大きなデメリット



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

ご清聴ありがとうございました

この資料は以下のサイトで閲覧、ダウンロードできます:

http://www.slideshare.net/mizutata/dark2016

参考文献

この資料は以下のサイトで閲覧、ダウンロードできます:

http://www.slideshare.net/mizutata/dark2016

参考文献 (人工市場モデル)

[水田ら 15] 水田 孝信, 小杉 信太郎, 楠本 拓矢, 松本 渉, 和泉 潔 : 人工市場シミュレーションを用いたダーク・プールによる市場効率化の分析, 第14回金融情報学研究会, Vol. 14, (2015)
http://sigfin.org/SIG-FIN-014-02/

[Mizuta et. al. 15] Mizuta, T., Kosugi, S., Kusumoto, T., Matsumoto, W., Izumi, K.: 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

[Mizuta 16] Mizuta, T.: A Review of Recent Artificial Market Simulation Studies for Financial Market Regulations And/Or Rules, SSRN Working Paper Series (2016)
http://ssrn.com/abstract=2710495

[Chiarella 02] Chiarella, C. and Iori, G.: A simulation analysis of the microstructure of double auction markets, Quantitative Finance, Vol. 2, No. 5, pp. 346–353 (2002)

参考文献 (ダーク･プールに関する議論）

[Johnson 10] Johnson, B.: *Algorithmic Trading & DMA: An introduction to direct access trading strategies*, 4Myeloma Press (2010)

[Ye 12] Ye, M.: Price manipulation, price discovery and transaction costs in the crossing network, *Price Discovery and Transaction Costs in the Crossing Network (March 14, 2012)* (2012)

[Bowley 14] Bowley, A.: Agreement of MiFID II Reforms, Instinet incorporated, http://instinet.com/docs/msr/2014/Agreement_of_MiFID_II_Reforms-Quick_Analysis.pdf (2014)