

金先物市場の流動性と効率性
－夜間立会時間延長の効果－
岩壺健太郎

November 2013
Discussion Paper No.1311

GRADUATE SCHOOL OF ECONOMICS
KOBE UNIVERSITY

ROKKO, KOBE, JAPAN

1. はじめに

近年、証券・商品の取引所では、取引の高速化に対応するために売買システムを増強することや取引時間を延長・拡大することが重要な課題となっている。たとえば、東京証券取引所は 2010 年 4 月に高速性・信頼性・拡張性を兼ね備えた証券売買システム（アローヘッド）を稼働し、2011 年 11 月には午前立会の取引時間を 30 分延長した。これに先駆け、東京工業品取引所（当時）は 2009 年 5 月に NASDAQ OMX の取引・清算パッケージソフトを用いた売買システムの稼働を開始し、それに伴って、日中立会が 9 時～15 時 30 分、夜間立会が 17 時～23 時と取引時間の大幅な拡大を行った（ゴム市場の夜間立会は 17 時～19 時で変更はない）。さらに、2010 年 9 月には夜間立会を 17 時～翌日の 4 時に延長した（ゴム市場は変更なし）。¹

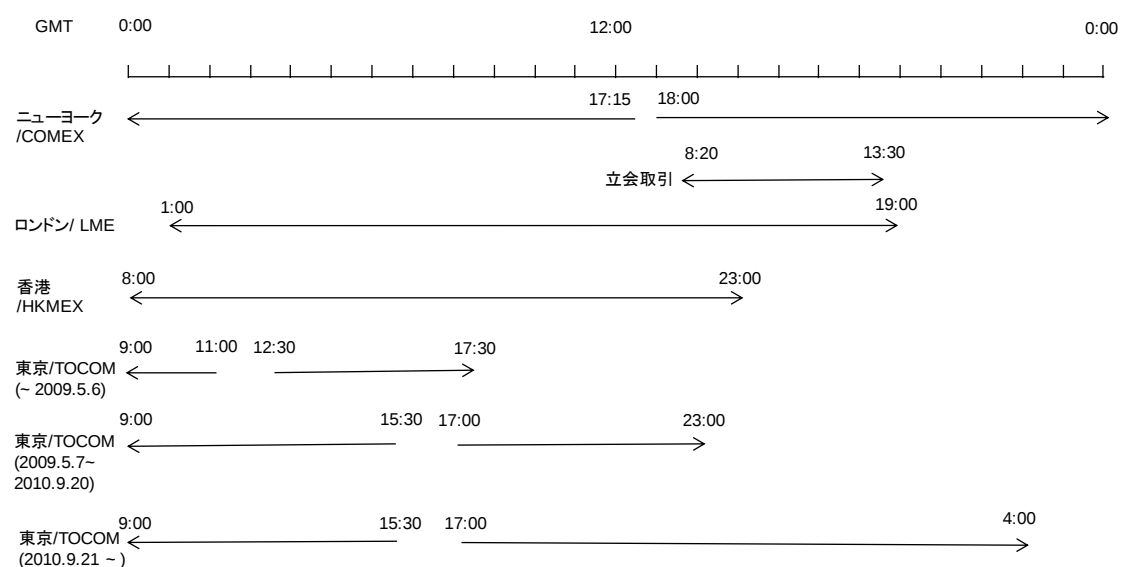
このような取引所の制度・システムの変更にはどのような効果があったのだろうか。証券市場での売買システムの変更や高頻度取引の出現によって市場構造（マーケット・マイクロストラクチャー）がどう変化したのかに関してはこれまでに多くの研究が存在するが、取引時間の延長・拡大の効果についてはあまり研究されていない。そこで、本章では、2010 年に東京工業品取引所（当時）が行った夜間立会の取引時間延長が市場の流動性や価格の情報効率性に与えた影響を分析し、取引時間延長の効果を評価する。

取引時間の延長・拡大は国際的な潮流となっている。たとえば、世界の金先物市場の中で最も取引量の多いニューヨーク COMEX では、立会取引が行われる日中の取引量が多いものの、電子取引がほぼ 24 時間可能となっている。ま

¹ 夜間立会の終了時間を午前 4 時に設定したのは、ニューヨークの原油のフロア取引の終了時間に合わせている。

た、非鉄金属の取引量の多いロンドン LME は金属の世界最大の消費国である中国での利用者拡大を狙って、2006 年に上海取引所の取引開始よりも 1 時間早い午前 1 時（ロンドン時間）から取引を開始できるように取引時間を拡大した（図 1）。商品取引所間での競合が激化するなかで、夜間取引の機会がなかった東京工業品取引所（当時）に取引時間の拡大を求める声があったのは容易に想像できよう。

図 1 世界の商品市場の取引時間



(注)GMT 以外は各地の現地時間。

(出所)各商品取引所の HP より筆者作成。

では、夜間立会の取引時間を延長・拡大する目的は何なのか。東京工業品取引所（当時）は夜間立会の取引時間延長の目的を次のように表明している（東京商品取引所 HP）。同取引所で扱う上場商品は国際商品であり、市場が開いてない夜間でも海外市場で取引がある間に価格が変動することから、夜間立会の取引時間を拡大することで、取引機会が増加し、市場参加者の利便性が向上する。特に 23 時以降は、①ニューヨーク市場の取引時間と重なり裁定取引などを行う取引が多くみられること、②金の取引高増加の要因と考えられる為替レートの変動が起こりやすいこと、③インターネットを使った個人投資家が為替証拠金（FX）や差金決済取引（CFD）などを比較活発に行うことなどから、

市場参加者の利便性向上に寄与すると見込んでいる²。

これに対し、夜間立会の取引時間の延長を懸念する声もある。①夜間取引を実施する場合の流動性の確保ができるのか、②それに伴い価格形成に問題が生じるのではないかと、③人員・システムのコストが見合わないのではないかと、④投資家の多くが夜間取引に参加しないならば、市場参加者の利便性向上という目的は達成されないのではないかと、などである。

夜間取引が延長される以前、投資家等がニューヨークでの夜間取引を行っていたことを勘案すると、東京市場において夜間取引が可能になったからといって取引機会が格段に増すとは言えないかもしれない。ニューヨーク市場はドル建て、東京市場は円建てというように取引通貨の違いがあるとはいえ、今日、為替取引は低コストで行えるのでどちらの通貨の取引が有利であるという訳でもない。

結局のところ、夜間立会の取引時間の延長の評価は、それによって市場流動性が向上したのか、また価格の情報効率性が改善したのか、という点にかかっている。そこで、本章では金先物市場を分析対象として、2010年に行った夜間立会の取引時間延長の効果を測定する。具体的には、取引時間延長の前後半年の①取引高、②市場の流動性、③価格発見、④価格の情報効率性の変化を測定し、取引時間延長の効果を評価する。

分析対象としては東京商品取引所で最も取引高が多い金先物を選んだ。2011年の総取引高に占める金の取引高は50.8%で、2007年7月に取引が開始された金ミニと合わせると61.3%を占める³。以下の分析では金の標準取引のみを対象とする。また、2009年、2010年と2回、取引時間の拡大が行われているが、2009年のときには取引システムの変更も同時に行われており、取引時間延長の純粋な効果を検証できないため2010年のみを分析対象とする。

² 東京工業品取引所は当時、15時30分～17時までの立会休止時間帯についても、シンガポール及びロンドン市場との接続の観点から取引時間の延長を検討したが、ETFや投資信託の基準価格を公表する上で、日中立会の終了時刻は15時30分を超えることができないことに加え、委託に係る証拠金を他の3商品取引所（当時）とプール計算により算出していること等の制約条件があることから、立会休止時間帯の取引時間延長を行わなかった（東京商品取引所HP）。

³ 金ミニは取引単位を標準取引の10分の1である100グラムとした金の商品先物商品である。

日本のコモディティ市場を分析対象としたマイクロストラクチャーの研究はそれほど多くない。研究の多くは価格変動の統計的特性を分析したものや外国市場との連動性を調べたものであるが⁴、本研究に近い問題意識を有している研究として、金先物市場の日中の価格形成と取引パターンを分析した芹田・濱田・荒木・坂本(2005)がある。芹田・濱田・荒木・坂本(2005)は、日次の4時点（前場・後場それぞれの始値・終値）の価格形成において、過剰反応や過小反応、ノイズが含まれているかを分析し、日中の時間帯ごとで取引パターン（取引高・ボラティリティ・実現スプレッド）が異なるかを検証している。本研究との共通点は日中の時間帯ごとの取引高や流動性指標などを計測し、日中の取引パターンを分析しているところであるが、夜間立会の取引時間延長というイベントを利用して、これらの指標の変化を調べている点や効率性の推計方法などが異なっている。また、本研究の分析期間は芹田・濱田・荒木・坂本(2005)の分析期間に比べて新しく、取引時間が大幅に拡大していること、値幅制限が撤廃されてサーキットブレーカー制が導入されたこと、売買システムが高速化されたことなど、市場構造（マーケット・ストラクチャー）が大きく変わっていることも相違点である。

2. 金先物市場のマイクロストラクチャー⁵

本節では東京商品取引所の金先物市場の特性を説明する（表1）。商品先物の各銘柄は限月と呼ばれる。各限月の取引期間は取引初日の新甫初会日から取引最終日の納会日までで、これを「一代」という。金先物市場における一代は1年間で、偶数月に新しい限月の取引が始まり、納会日の翌日には新しい限月の取引が開始される。つまり、たえず6限月の取引が行われている。

⁴東京商品取引所のデータを用いた研究として、Xu and Fung(2005), Kang, Kang, and Webb(2010), 飯島・加藤・徳永(2000), 羽森・羽森(2000), 森保(2008), 程島・森本(2008), 芹田・濱田・荒木・坂本(2005), 坂本・芹田・濱田(2006), 芹田・坂本・山岡(2008)などがある。

⁵この節の記述は芹田・濱田・荒木・坂本(2005)を参考にした。ただし、2009年のシステム変更に伴い、取引に関する制度が大幅に変更されている点を反映している。

表 1 東京商品取引所の金取引要綱

取引の種類	現物先物取引
標準品	純度99.99%以上の金地金
売買仕法	システム売買による個別競争売買(複数約定)
限月	新甫発会日の属する月の翌月から換算した12か月以内の各偶数限月
当月限納会日	受渡日から換算して4営業日前に当たる日(日中立会まで)
新甫発会日	当限月納会日の翌営業日(日中立会から)
受渡日時	毎偶数月末日の正午まで(12月の受渡日は28日の正午まで。受渡日が休業日又は大納会に当たるときは順次繰り上げ)
受渡供用品	標準品と同等であって、取引所が指定する商標等の刻印のあるもの。受渡品の供用量目の増減はなし。
受渡場所	取引所の指定倉庫(東京都所在の営業倉庫)
受渡方法	渡方は受渡品にかかわる取引所指定倉庫発行の倉荷証券を、受方は受渡値段による受渡代金をそれぞれ当社に提出して行う。
立会時間	日中立会:午前9時～午後3時30分 夜間立会:午後5時～翌日午前4時
取引単位	1キログラム(1枚)
受渡単位	1キログラム(1枚)
呼値とその値段	1キログラム当たり1円刻み
サーキット・ブレーカー幅	夜間立会開始時に前計算区域の帳入値段(新甫発会日の場合は隣接限月の帳入値段)を基に設定
証拠金	(株)日本商品清算機構が価格変動を基準に証拠金額計算の基礎となる値(変数)を決定し、その値を基にした額

(出典) 東京商品取引所 資料より筆者作成。

東京商品取引所のすべての先物商品は、注文の発注から約定まで電子的に処理されるシステム売買で行われる。売買方式は注文駆動型(オーダードリブン)方式であり、マーケットメーカーは存在しない。

金先物価格は1グラム当たりで表示され、最小更新幅は1円である。取引単位は1枚当たり1キログラムである。

立会は日中と夜間に分かれ、2013年現在の日中立会は9時～15時30分、夜間立会は17時～翌日4時となっている。

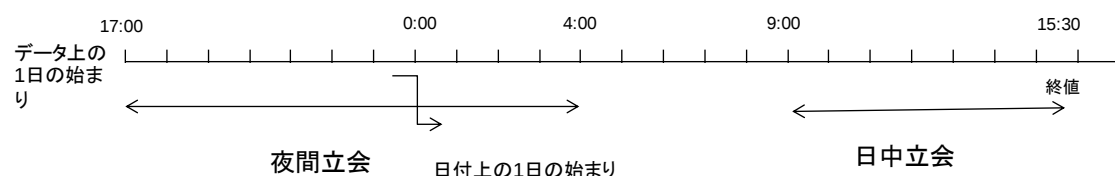
立会の売買方法として板合せ仕法とザラバ仕法が併用されている。日中立会、夜間立会ともに立会開始時(寄り付き)は板合わせ仕法によって取引の約定が行われるが、寄り付き後はザラバ仕法によって行われる。「寄板合せ」では注文

が取引開始前の 30 分間にプールされ、約定枚数が最大になる価格で取引開始時に一斉に約定される。寄板合せ後は、「価格優先・時間優先」の原則に基づいて連続的に付け合せが行われる「ザラバ」に移行する。立会終了時（引け）での板合せは行っていない。

3. データ

本研究で使用するデータは金先物市場のすべての約定が記録されたものであり、約定の日時、限月、約定価格、約定数量が記載されている。サンプル期間は、夜間立会の取引時間が延長された 2010 年 9 月 21 日を挟んで前後半年間ずつ、計 1 年間である。前半は 2010 年 3 月 23 日～9 月 21 日、後半は 2010 年 9 月 22 日～2011 年 3 月 23 日である。データの 1 日は夜間立会開始の 17 時からスタートし、翌営業日の 15 時 30 分に終了する（図 2）。取引時間が延長された 2010 年 9 月 21 日の夜間立会はデータの上では 9 月 22 日に入るため、その日は後半の開始日になっている。

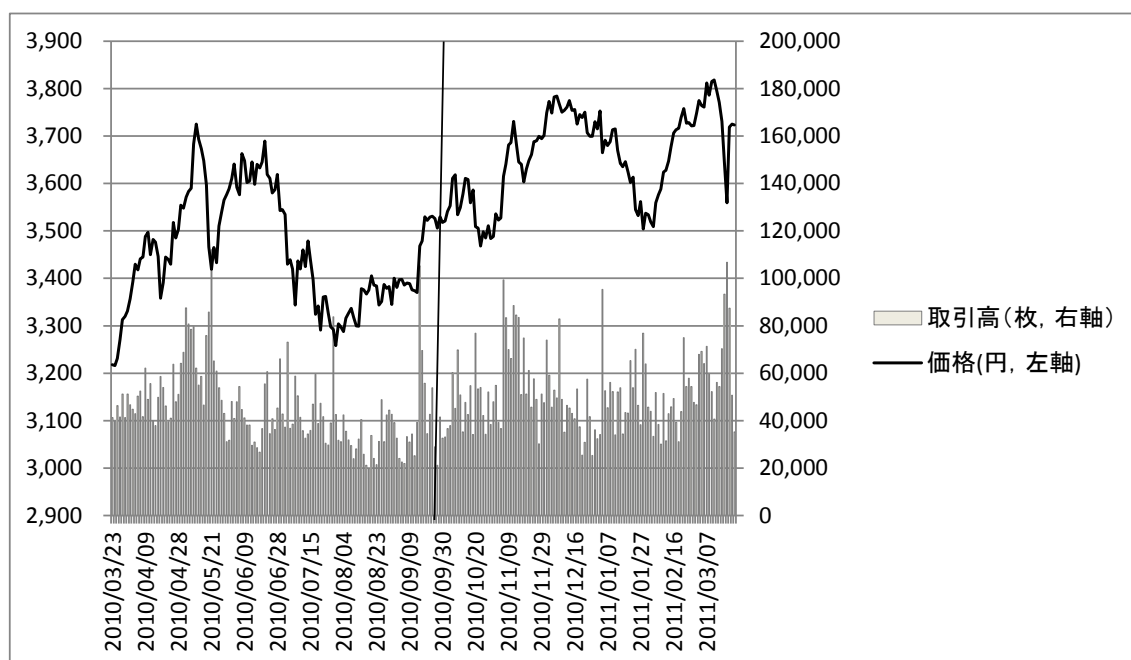
図 2 データにおける 1 日間



（出典） 東京商品取引所 資料より筆者作成。

図 3 には、サンプル期間の金先物価格（6 番限）と取引高（全番限）を図示した。夜間立会の取引時間延長以後、半年間のサンプル期間よりも長くすれば金先物価格が一方向に上昇する過程に入るため、十分なサンプル期間をとることも考慮して、このようなサンプル期間を設定した。

図 3 サンプル期間中の金先物価格と取引高の推移



(注) 先物価格は 6 番限の日次価格データの終値 (円/g)。

取引高は全番限の取引高の合計 (1 枚 = 1kg)。

グラフ中の縦線が夜間立会時間延長の日を表している。

一般的に、納会日までの期間が最も遠い期先物で取引が多く、納会日までの期間が短くなると取引高が減少する。言い換えると、各限月は取引が盛んな期先の時期を経て、徐々に取引が少なくなり、最終的に取引が最も少ない期近の時期をもって取引最終日に至る。つまり、各限月の流動性は一代の取引期間内（金先物では 1 年間）に大きく変化する。そこで、本研究では限月ごとの分析は行わずに、取引高が同程度の限月を組み合わせ「番限（ばんぎり）」と呼ばれる新しい系列を作成する⁶。

番限とは、サンプル期間中の先物を限月の古い順に並べた時、各日において取引された先物について、それぞれの納会日の近い先物から昇順で番号を振り、同一の番号のものを毎日つなぎ合わせて作成した系列である。このため、1 番限は常に期近限月でつながれた系列となり、反対に、6 番限は期先限月でつな

⁶ 番限の作成方法については、芹田・濱田・荒木・坂本(2005)、芹田・坂本・山岡(2008)と同様の方法を採用している。

がれた系列となる．表 2 はサンプル期間における一代ごとの先物と番限との関係を図示したものである．

このように，同一番限には限月が異なる系列が含まれているが，納会日までの近さの順位が同一であることから売買頻度は比較的安定的になり，番限間の比較が可能になる．

表 2 限月と番限の対応

		2010/3/23 ～	2010/4/27 ～	2010/6/28 ～	2010/8/27 ～	2010/10/27 ～	2010/12/24 ～	2011/2/24 ～
		2010/4/26	2010/6/25	2010/8/26	2010/10/26	2010/12/22	2011/2/23	2011/3/23
限月	2010年4月	1						
	2010年6月	2	1					
	2010年8月	3	2	1				
	2010年10月	4	3	2	1			
	2010年12月	5	4	3	2	1		
	2011年2月	6	5	4	3	2	1	
	2011年4月		6	5	4	3	2	1
	2011年6月			6	5	4	3	2
	2011年8月				6	5	4	3
	2011年10月					6	5	4
	2011年12月						6	5
	2012年2月							6

（出所）芹田・濱田・荒木・坂本(2005)を参考にして筆者が作成．

4. 分析

本節では，夜間立会の取引時間の延長の前後で金先物の取引高，流動性，価格発見がどのように変化したのかを分析する．その際，1 番限～6 番限の 6 系列に違いはあるのかに注目する．最後に，夜間立会の取引時間の延長によって日中立会時間の価格効率性が改善したかを検証する．

4.1 取引高

まず，夜間立会の取引時間延長の前後で取引高が増えたのかを調べる．表 3 の上段では 1 時間当たりの取引高（枚数）の期中平均，下段では 1 日の取引高に占める 1 時間当たりの取引高の比率（期中平均）を表にまとめている．さらに，上段と下段のそれぞれにおいて，夜間立会の取引時間延長を挟んだ前半と後半が比較されている．

次に、上段の右端に書かれた 1 日平均取引高（枚数）を前半と後半で比較してみると、1 番限や 5 番限、6 番限ではあまり変化がないものの、2 番限では 3.81 倍、3 番限では 3.78 倍、4 番限では 2.03 倍と夜間立会の取引時間延長後の取引高が大幅に増加している。

[illegible]

9

図 4 取引高比率（時間平均）

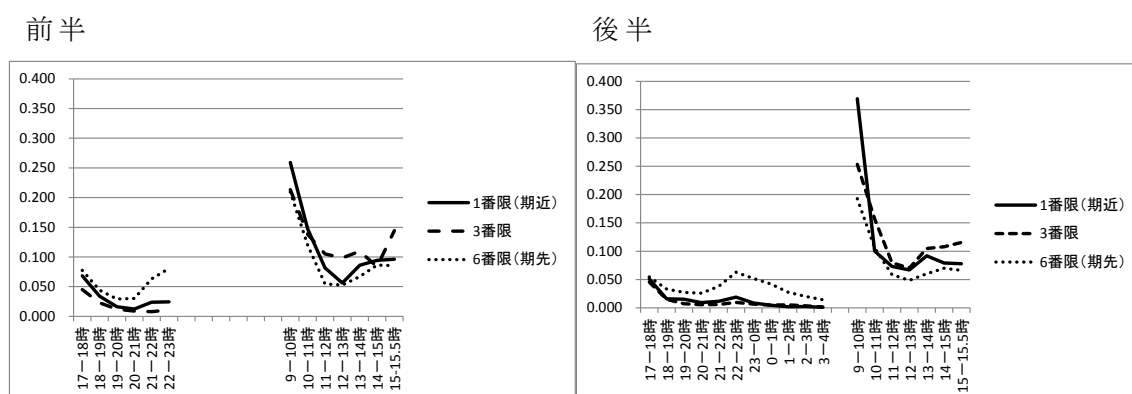


表 4 取引高比率（時間帯平均）

前半	17－23時		9－ 15時30分
1番限(期近)	0.179		0.821
2番限	0.121		0.879
3番限	0.107		0.893
4番限	0.125		0.875
5番限	0.172		0.828
6番限(期先)	0.324		0.676
後半	17－23時	23－4時	9－ 15時30分
1番限(期近)	0.122	0.019	0.859
2番限	0.070	0.012	0.918
3番限	0.089	0.022	0.889
4番限	0.109	0.031	0.861
5番限	0.164	0.072	0.764
6番限(期先)	0.242	0.156	0.602

図 4 の前半と後半と比較すると、前半では夜間立会（17～23 時）、日中立会（9～15 時 30 分）を問わず、取引開始時において取引高が高くなり、その後低下し、取引終了時には再び高くなる傾向が見られる。一方、後半になると夜間立会（17～4 時）の取引終了時にかけて取引高が低下していく傾向に変わっている。前半において見られる夜間取引終了間際の 23 時付近で取引高が増える傾向は後半でも引き続き見られる。これは欧米発のニュースによって取引が増加しているというより、その時刻に取引を終了する市場参加者が多いとみるべきであろう。前半が欧米の夏時間、後半が標準時間なので、前者が原因ならば取引高比率が高まる時間が日本時間では 1 時間ずれるはずだからである。

次に、後半では 9～10 時において 1 番限（期近）の比率が増加していることや 13～15 時にかけて 2 番限が増加していることが窺える．しかし、表 4 のように時間帯ごと取引高比率を比較してみると、日中立会において取引高比率が増加したのは 1, 2 番限だけであり、3～6 番限では減少している．夜間立会の 17～23 時の時間帯では、すべての番限で取引高比率が低下しており、その結果、夜間立会の取引時間が延長された時間帯（23～4 時）に取引がシフトしている．その中でも特に 6 番限は夜間立会の取引時間が延長された時間帯での取引が多いことが窺える．

4.2 流動性

夜間立会の取引時間延長によって市場の流動性がどのように変化したのかについては、Amihud(2002)が提案した低流動性指標(illiquidity)を用いる．

第 d 営業日における i 番限の $t-1$ 時～ t 時の時間当たりの価格変化率を $r_{i,t,d}$ 、同時期の取引高を $V_{i,t,d}$ とすると、低流動性指標(illiquidity measure) $ILLIQ_{i,t}$ は(1)式で表される．なお、 $D_{i,t}$ はサンプル期間の日数である．

$$ILLIQ_{i,t} = \frac{1}{D_{i,t}} \sum_{d=1}^{D_{i,t}} \frac{|r_{i,t,d}|}{V_{i,t,d}} \quad (1)$$

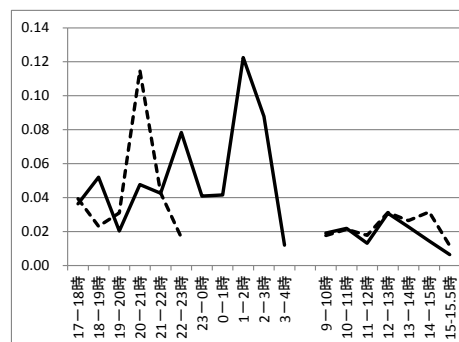
Amihud(2002)の低流動性指標とは、取引高 1 単位当たりの価格変化率の絶対値の期間平均値である．流動性が低い番限や時間帯ならば、取引高が低くても大きな価格変化が生じ、低流動性指標は大きな値をとる．すなわち、取引が金先物価格に与えるプライス・インパクトを反映した指標となっている．

ただし、取引の活発でない番限では約定が全く成立しない時間帯があり、低流動性指標の分母がゼロとなるために、計算できなくなってしまう問題が発生する．このような取引が少ない番限こそ、低流動性の問題が存在することを考慮すると別の指標も必要であろう．そこで、無取引比率(Liu(2006))とゼロリターン比率(Lesmond, et al. (1999))を各番限、毎時間ごとに計算する．無取引比率とはある時間帯において取引がなかった日数のサンプル期間に占める比率である．一方、ゼロリターン比率とは 1 時間当たりのリターンがゼロの日数のサンプル期間比率である．これは流動性が高くプライス・インパクトがないために価格が変動しない場合とは逆に、流動性が低く取引コストがかかるときファ

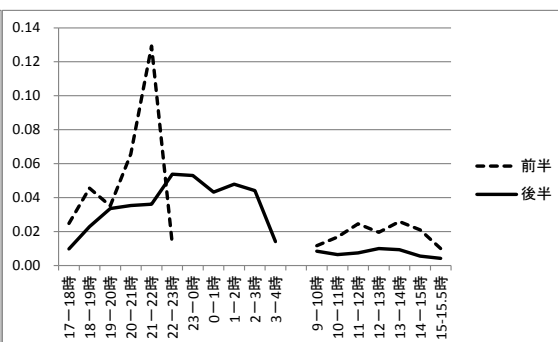
ンダメンタル価値が大きく変動しない限り取引をする人が現れないため、ゼロリターンとなる現象を捉えている（太田・竹原・宇野（2011））。

図 5 低流動性指標

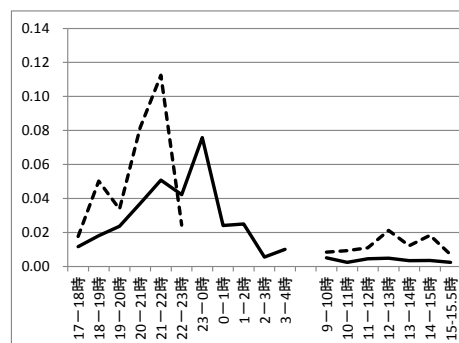
1 番限



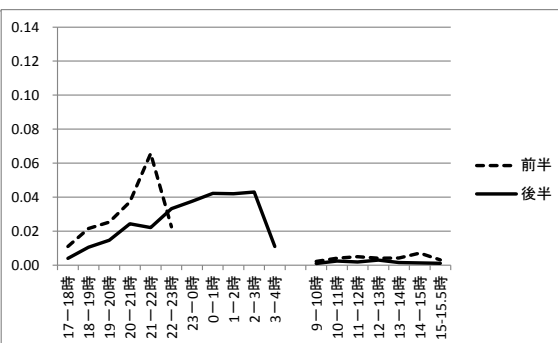
2 番限



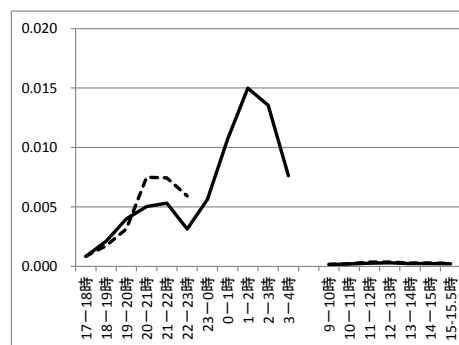
3 番限



4 番限



5 番限



6 番限

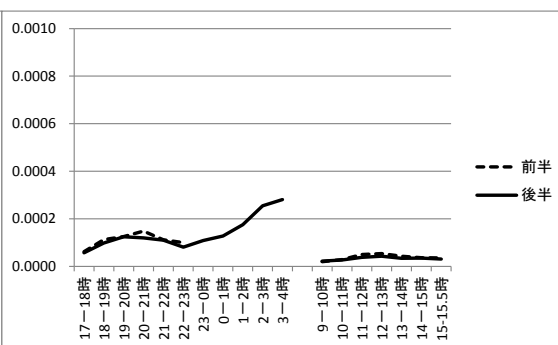


図 6 無取引比率

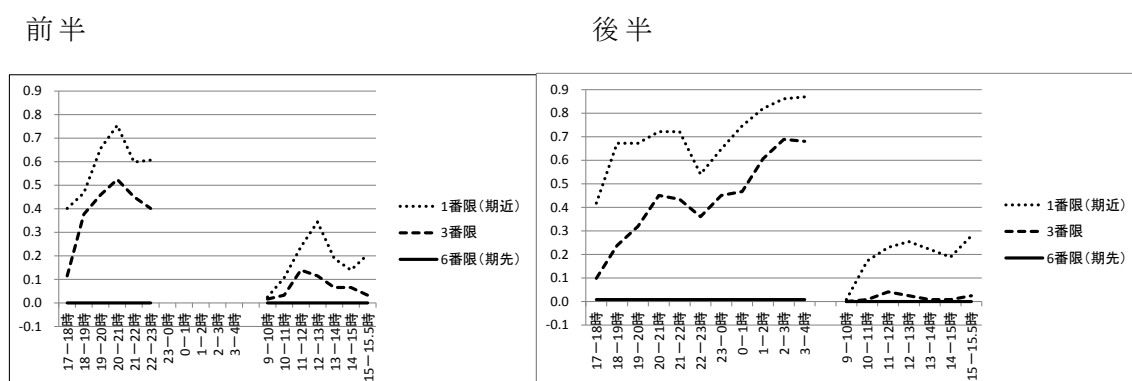


図 7 ゼロリターン比率

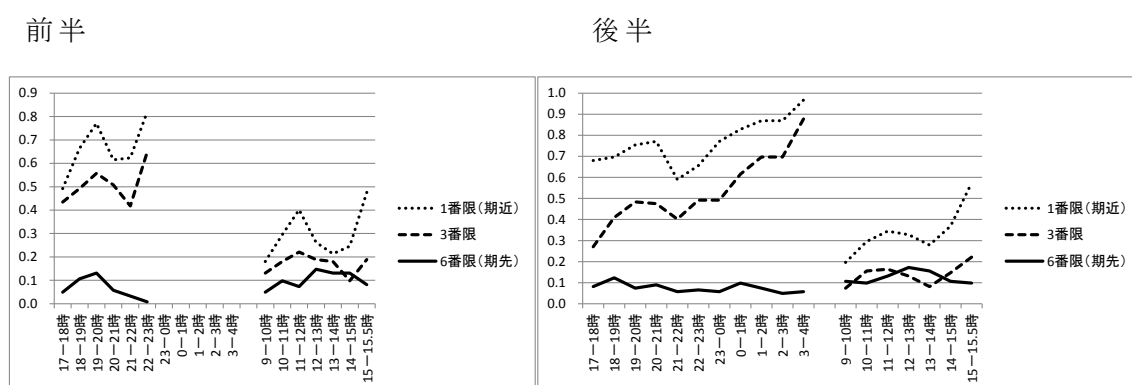


図 5 には低流動性指標，図 6 には無取引比率，図 7 にはゼロリターン比率の前半と後半の比較が表されている．図 5 によると，後半の低流動性指標は，前半と比較可能な時間帯ではいずれも前半よりも低く，後半において流動性が高まっていることが分かる．もともと流動性の高い 5，6 番限の日中立会を除いて，すべての時間帯で流動性が改善していることは夜間立会の取引時間が延長されたことが日中立会や夜間立会の 17～23 時の時間帯にも影響していることを示している．なお，夜間立会の取引時間が延長された時間帯での低流動性指標は他の時間帯よりも高く，1 日のうちで最も流動性が低い時間帯となっている．これはこの時間帯の取引高が低いことと整合的である．

また，後半の流動性改善度合いが高いのは 2 番限，3 番限である．このことは，2 番限・3 番限で取引高が大幅に増加したことと関連している．

図 6 の無取引比率や図 7 のゼロリターン比率をみても，後半の流動性改善効

果が確かめられる．1 番限や 5, 6 番限には顕著な違いは見られないが，2, 3, 4 番限の流動性が改善している．夜間立会の取引時間が延長されたことによる取引高の増加によって流動性は改善しているといえよう．

4.3 価格発見

価格発見とは新しい情報が価格に反映されていく過程を表しており，ここでは，Barclay and Warner (1993)が最初に使用した WPC (Weighted Price Contribution) という指標を用いて価格発見を分析する．

WPC とは日中のいつの時間帯に価格が変化するかを調べるのに適した指標であり，仮に終値が平均的にみてファンダメンタル価値に等しいならば，1 日のうちでどの時点で価格発見が行われているのかを計測することができる．

第 d 営業日における i 番限の $t-1$ 時～ t 時の時間当たりの価格変化率を $r_{i,t,d}$ ，その日の日次価格変化率を $r_{i,d}$ ，サンプル期間の日数を $D_{i,t}$ とすると， $WPC_{i,t}$ は (2) 式で表される．

$$WPC_{i,t} = \sum_{d=1}^{D_{i,t}} \left(\frac{|r_{i,d}|}{\sum_{d=1}^{D_{i,t}} |r_{i,d}|} \frac{r_{i,t,d}}{r_{i,d}} \right) \quad (2)$$

つまり，WPC は日次価格変化率に対するある時間帯の価格変化率の比率の加重平均となっている．加重の仕方は絶対値でみて，価格変動が大きい日にウェイトを大きくしている．

図 8 には 1 時間ごとの WPC をグラフに，図 9 では時間帯ごとの WPC を表にまとめている．前半では，夜間立会の取引終了時から日中立会の取引開始時までの取引中断時での WPC が大きかった．ニューヨーク市場での価格変化を踏まえて取引される東京の日中立会の取引開始時に多くの情報が価格に反映されるからである．一番大きい 1 番限（期近）で 53% ほど，一番小さい 6 番限（期先）で 37% ほどの価格変動は夜間立会の取引終了時から日中立会の取引開始時までの取引中断時において起こっていた．

後半では夜間の取引中断時が短縮され，4～9 時の WPC は 29%（1 番限）～17%（6 番限）と大幅に縮小した．しかし，これでは比べている時間の間隔が異なるので比較するのは不適切であろう．

前半と比較可能な 23～9 時の時間帯で後半の WPC を計測すると，1 番限を

除いて WPC が増加しており、特に 4, 5, 6 番限の WPC の増加が顕著である。夜間の取引中断時の WPC が小さかった 4, 5, 6 番限ははともに 23～9 時の時間帯での WPC が 54%ほどに増加しており、反対に、日中立会（9-15 時 30 分）の時間帯で WPC が大幅に低下している。夜間立会の取引時間の延長によって価格形成における夜間の重要性が高まっていることが窺える。

図 8 WPC（時間平均）

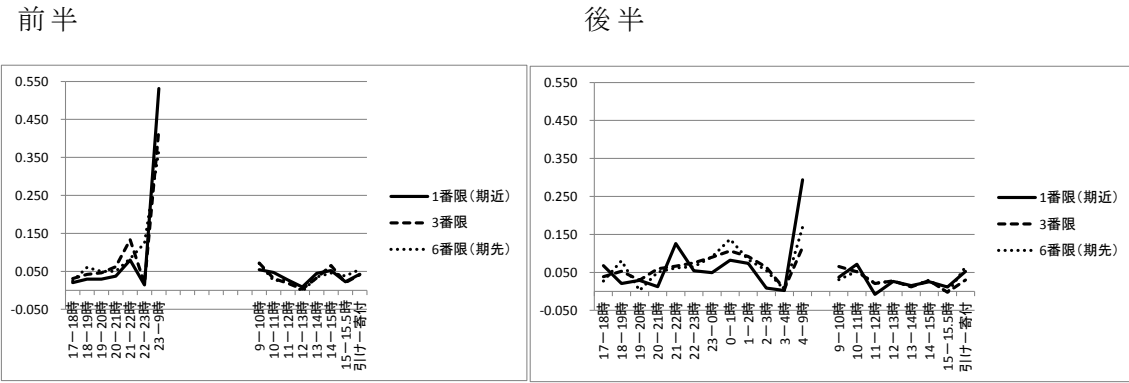


表 5 WPC（時間帯平均）

前半	17 - 23時	23 - 9時			9 - 15時 30分	15時30分 - 17時
1番限(期近)	0.211	0.531			0.258	0.043
2番限	0.232	0.511			0.256	0.063
3番限	0.333	0.423			0.244	0.041
4番限	0.341	0.423			0.237	0.066
5番限	0.392	0.364			0.244	0.055
6番限(期先)	0.393	0.369			0.239	0.055
後半	17 - 23時	23-9時	(23-4時)	(4 - 9時)	9 - 15時 30分	15時30分 - 17時
1番限(期近)	0.311	0.510	0.216	0.294	0.179	0.053
2番限	0.236	0.543	0.414	0.128	0.221	0.011
3番限	0.322	0.474	0.358	0.116	0.203	0.030
4番限	0.311	0.548	0.377	0.171	0.141	0.031
5番限	0.277	0.543	0.377	0.165	0.180	0.054
6番限(期先)	0.287	0.541	0.372	0.169	0.171	0.065

4.4 効率性

最後に、夜間立会の取引時間延長が価格効率性に与えた影響を分析する。こ

ここでは、Biais, Hillion, and Spatt (1999)によって提案された“unbiasedness regressions”という回帰分析の手法を使用する。Biais, Hillion, and Spatt (1999)はこの方法によって、証券価格にファンダメンタル価値に関する情報とノイズのどちらが反映されているのかを検証した。

具体的には、最終的に明らかになるファンダメンタル価値を v ，時点 0 でのファンダメンタル価値の推定値を $E(v|I_0)$ ，時点 t ($t > 0$)での価格を P_t として， $v - E(v|I_0) = \alpha_t + \beta_t(P_t - E(v|I_0)) + e$ (3)

という回帰式を推計する。

もし、時点 0 から時点 t までの間にファンダメンタル価値に関する情報が価格に反映されていない場合、つまり価格にノイズが反映されているならば、 $P_t = E(v|I_0) + \varepsilon_t$ なので、 $\beta_t = 0$ となる。反対に、時点 0 から時点 t までの間にファンダメンタル価値に関する情報がすべて価格に反映されている場合 ($P_t = v$)，時点 t の価格が効率的となり、 $\beta_t = 1$ が成立する。検定は時点 t での価格が効率的であることを帰無仮説として、 $\beta_t = 1$ を棄却することができるかを検定する。

Biais, Hillion, and Spatt (1999)は取引日 T の終値 $P_{c,T}$ をファンダメンタル価値 v とみなし、取引日 $T-1$ の終値 $P_{c,T-1}$ を時点 0 でのファンダメンタル価値の推定値 ($E(v|I_0)$)とみなすことで、

$$\frac{P_{c,T} - P_{c,T-1}}{P_{c,T-1}} = \alpha_t + \beta_t \frac{P_t - P_{c,T-1}}{P_{c,T-1}} + \varepsilon_t \quad (4)$$

という回帰式の推計を行っている。このとき、

$$\beta_t = 1 + \frac{\text{Cov}(P_{c,T} - P_t, P_t - P_{c,T-1})}{\text{Var}(P_t - P_{c,T-1})}$$

となる。 $\beta_t = 1$ のケースは、 $\text{Cov}(P_{c,T} - P_t, P_t - P_{c,T-1}) = 0$ であり、取引日 $T-1$ の終値 $P_{c,T-1}$ から取引日 T の時点 t までの価格情報をもって、取引日 T の終値 $P_{c,T}$ 価格を予想できないこと、つまり、時点 t の価格に情報がすべて反映されていることを意味している。このことをもって、時点 t の価格が効率的であるとみなす。

もし、 $\text{Cov}(P_{c,T} - P_t, P_t - P_{c,T-1}) < 0$ であるなら $\beta_t < 1$ であり、この場合には効率的な価格に比べて過剰反応が起こっている可能性があり、逆に、

$Cov(P_{c,T} - P_t, P_t - P_{c,T-1}) > 0$ のときは $\beta_t > 1$ であり，この場合には効率的な価格に比べて過小反応が起こっている可能性がある．

以下では，日中立会の終値（15 時 30 分の価格）が平均的にファンダメンタル価値と等しいとみなし，日中立会の始値（9 時の時点の価格）から 1 時間ごとの価格の情報効率性を検証する⁷．

表 6 効率性検定

		9時		10時		11時		12時		13時		14時		15時	
1 番限(期近)	前半	1.08	*	1.12	***	1.09	***	1.07	***	1.05	**	1.02		1.03	***
	後半	0.93		0.98		1.00		1.00		0.98		0.99		1.00	
	差(後半-前半)	-0.16	**	-0.14	***	-0.09	**	-0.07	*	-0.07	**	-0.03		-0.02	*
2 番限	前半	1.10	**	1.13	***	1.12	***	1.09	***	1.09	***	1.05	**	1.03	***
	後半	1.00		1.04		1.00		1.01		0.99		0.98		0.99	
	差(後半-前半)	-0.10		-0.09	*	-0.12	**	-0.08	**	-0.10	**	-0.06	**	-0.04	***
3 番限	前半	1.08	**	1.11	***	1.11	***	1.08	***	1.08	***	1.05	**	1.03	***
	後半	1.00		1.03		0.99		0.99		0.97		0.98		0.98	
	差(後半-前半)	-0.08		-0.08	*	-0.11	***	-0.09	**	-0.11	***	-0.07	**	-0.05	***
4 番限	前半	1.10	**	1.12	***	1.11	**	1.09	***	1.09	***	1.06	***	1.05	***
	後半	0.95		1.03		1.00		0.99		0.97		0.98		0.98	
	差(後半-前半)	-0.15	**	-0.09	*	-0.11	***	-0.10	***	-0.12	***	-0.08	**	-0.07	***
5 番限	前半	1.08	*	1.11	***	1.10	***	1.09	***	1.09	***	1.05	**	1.04	***
	後半	1.02		1.03		1.00		1.00		0.98		0.98		0.98	
	差(後半-前半)	-0.06		-0.08		-0.10	**	-0.09	**	-0.11	***	-0.07	**	-0.06	***
6 番限(期先)	前半	1.09	**	1.11	***	1.10	***	1.08	***	1.09	***	1.05	**	1.04	***
	後半	1.00		1.03		1.00		0.99		0.97		0.98		0.98	
	差(後半-前半)	-0.08		-0.08		-0.10	**	-0.09	**	-0.11	***	-0.07	**	-0.06	***
(注)「係数(前半，後半)=1」という帰無仮説、および「係数の差=0」という帰無仮説を検定し、棄却される場合には*，**，***を付ける。*，**，***はそれぞれ10%，5%，1%で棄却されることを指す。															

表 6 には日中立会の 1 時間ごとの各時点の効率性の検定結果を示している．前半と後半の単回帰の係数がそれぞれ 1 となる，つまり各時点の価格が効率的であることを帰無仮説として検定している．差（後半－前半）は前半と後半の単回帰の係数の差が 0 かどうかを検定している．

表 6 に示された効率性の検定結果は明らかである．前半はどの時点の価格も効率的ではなかったが，後半になると効率的になっている．また，前半と後半の係数の差は有意であることが多く，夜間取引延長による価格の効率性の改善が見られる．

⁷日中立会の終値が平均的にファンダメンタル価値と等しいことは，非常に重要な仮定である．そこで，別途，Stoll and Whaley (1990)の分散比検定を行い，終値が効率的な価格であることを確認した．

前半において、係数が 1 よりも大きな値をとることが多いことは効率的な価格に比べて過小反応が起こっている可能性を示している。

さらに、効率性の改善は流動性の上昇が見られた 2, 3 番限のみならず、すべての限月で見られる。つまり、流動性の上昇が見られない番限でも、流動性の向上が顕著な番限と連動する形で効率性の改善が見られることが示された。

5. おわりに

本章では、東京工業品取引所（当時）が 2010 年に行った夜間立会の取引時間の延長が①取引高、②市場流動性、③価格発見、④価格効率性に与えた影響を分析した。

夜間取引の延長によって 1 日の平均取引高が上昇するのは 2～4 番限であり、1 番限（期近）や 5～6 番限（期先）では取引高の変化があまり見られなかった。ただし、5～6 番限は延長された夜間取引の時間帯での取引が高まる一方で他の時間帯の取引が低下しており、1 日の取引パターンの変化が生じている。

低流動性指標や無取引比率、ゼロリターン比率で計測した流動性の向上が最も顕著に見られたのは、1～4 番限であった。それらの番限では、夜間立会のみならず日中立会でも流動性の向上が見られることが興味深い発見である。

価格発見の指標からみると、夜間取引延長の時間帯および夜間の取引中断の時間帯の価格寄与率は 2～6 番限で上昇しており、価格形成において夜間の重要性が高まっている。

さらに、日中立会における価格の効率性はすべての番限で改善されていることが明らかになった。流動性の上昇が見られない番限も含めてすべての番限で効率性が改善されているのは、番限間で価格が連動していることが原因と考えられる。

上記の結果を踏まえると、夜間立会の取引時間の延長には市場の流動性と価格の効率性にプラスの効果があったといえよう。ただし、本研究では最も取引高が大きく、国際的に同質なコモディティである金先物を分析対象としており、他のコモディティも同様の結論に至るのか、他の市場を分析することが今後の課題といえよう。

参考文献

- 太田亘・竹原均・宇野淳（2011）『株式市場の流動性と投資家行動－マーケット・マイクロストラクチャー理論と実証』中央経済社.
- 飯島慶雄・加藤英明・徳永俊史(2000)「金先物価格の時系列分析：日米比較」先物取引研究（日本商品先物振興会），第4巻，第2号.
- 坂本智幸・芹田敏夫・濱田隆道(2006)「取引メカニズムが異なる市場間競争が価格」市場構造研究所ワーキングペーパー No.06-1.
- 芹田敏夫・坂本智幸・山岡博士(2008)「ガソリン先物市場の日中の価格形成と流動性：取引データに基づく実証研究」先物取引研究（日本商品先物振興会），第11巻，第1号，pp.33-59.
- 芹田敏夫・濱田隆道・荒木浩介・坂本智幸(2005)「金先物市場の日中の価格形成と流動性：取引データに基づく実証研究」市場構造研究所ワーキングペーパー No.05-1.
- 羽森茂之・羽森直子(2000)「商品先物市場における収益率の時系列特性：ボラティリティの日米比較」先物取引研究（日本商品先物振興会），第4巻，第2号.
- 程島次郎・森本孝之(2008)「ガソリン，灯油，原油の3つの商品先物の高頻度データによる時系列相関分析」研究助成金対象論文集（日本商品先物振興会），No.101.
- 森保洋(2008)「金先物市場のマイクロストラクチャーティック・データを利用した実証研究」先物取引研究（日本商品先物振興会），第11巻，第1号，pp.151-168.
- Amihud, Y. (2002), “Illiquidity and stock returns: cross-section and time-series effects”, *Journal of Financial Markets*, 5(1), 31-56.
- Biais, B., Hillion, P. and Spatt, C. (1999), “Price discovery and learning during the preopening period in the Paris Bourse”, *Journal of Political Economy*, 107, pp.1218-1248.
- Barclay, M. and Warner, J. (1993), “Stealth trading and volatility: which trades move prices?”, *Journal of Financial Economics*, 34, 281-305.

- Kang, J., Kang, S. H. and Webb, R. I. (2010) , “Does trading volume matter to price discovery?”, Working paper.
- Lesmond, D. A., Ogden, J. P., Trzcinka, C. A. (1999), “A new estimate of transaction costs”, *Review of Financial Studies*, 12(5), 1113-1141.
- Liu, W. M. (2006), “A liquidity-augmented capital asset pricing model”, *Journal of Financial Economics*, 82(3), 631-671.
- Stoll, H. R. and Whaley, R. E. (1990), “Stock Market Structure and Volatility”, *Review of Financial Studies*, 3, 37-71.
- Xu, Xiaoqing, Fung, Hung-Gay (2005), “Cross-market linkages between U.S. and Japanese precious metals futures trading”, *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 15, 107-124.