

重複上場銘柄における価格変動に関する分析

石井 響*

I はじめに

重複上場は銀行借り入れに頼らず外貨建てで資金調達を行うことができるため、グローバルな事業戦略の一環で海外進出の足掛かりとして利用されてきた。しかしながら、証券市場のグローバル化に伴い、日本の株式市場に占める海外投資家の存在感は増しており、国境を超えて重複上場する意義は薄れつつある。本稿ではそうした経緯を踏まえ、東京証券取引所とニューヨーク証券取引所の両方に上場する日本企業の日次株価を比較することで、日米両取引所間での価格形成の効率性の変化について考察する。

日本企業が株式を米国で流通させる場合、米国預託証券（American Depositary Receipt, ADR）として流通させることになる。これは米国の投資家がドル建てで投資できるスキームであり、日本企業で ADR が発行されているものの多くは店頭取引で、これには原株式の裏付けのない Un-sponsored の ADR が含まれている。一方で、原株式の裏付けがある Sponsored の ADR を発行し上場や資金調達を行うには、米国会計基準を満たし SOX 法の要求する厳正なガバナンス規制に対応する必要がある。ニューヨーク証券取引所は時価総額世界1位であると同時に上場審査基準も世界一厳しいと言われており、重複上場はこのような上場コストに見合う収益を上げられる大企業だけに許された特権であるため、分析の対象は日本を代表する企業が中心となる。

こうした企業の東京証券取引所とニューヨーク証券取引所における日次株価に対し分析を行った結果、近年の両取引所における価格形成の効率性は 2000 年代初頭に比べ改善されており、このような変化をもたらした原因は東京証券取引所における価格形成であることが分かった。

本稿では、これら分析の手法及び結果の詳細について、以下の構成で報告する。まず、II で分析の対象とした銘柄について確認し、III で分析の準備を行う。その後の IV では一物一価の法則に基づいて東京証券取引所での価格とニューヨーク証券取引所での価格に長期的な均衡関係が成立するかどうかを検証し、V において取引所間の価格の乖離率に注目し、時代とともにどのような変化をしてきたかを分析する。そして、VI では分析の結果を考察し効率性の変化を説明する仮説を提唱する。VII ではまとめと今後の課題について述べる。

II 分析対象の確認

まず、分析対象を確認する。分析対象期間は 2000 年 7 月 3 日から 2019 年 10 月 1 日までとし、

* 京都大学経済学部 4 回生

対象銘柄は期間中に東京証券取引所及びニューヨーク証券取引所（以下、両取引所）に上場または上場廃止となったものを含む以下の16銘柄である¹⁾。

表1 対象銘柄

銘柄	分析期間
LINE	2016/7/15 ~ 2019/10/1
日本電産	2002/3/11 ~ 2016/5/2
ソニー	2000/7/3 ~ 2019/10/1
アドバンテスト	2001/9/17 ~ 2016/4/22
京セラ	2000/7/3 ~ 2018/6/26
トヨタ自動車	2000/7/3 ~ 2019/10/1
ホンダ	2000/7/3 ~ 2019/10/1
キャノン	2000/9/14 ~ 2019/10/1
MUFG	2001/4/2 ~ 2019/10/1
三井住友FG	2010/11/1 ~ 2019/10/1
みずほFG	2006/11/8 ~ 2019/10/1
オリックス	2000/7/3 ~ 2019/10/1
野村HD	2001/12/17 ~ 2019/10/1
日本電信電話	2000/7/3 ~ 2017/4/3
NTTドコモ	2002/3/1 ~ 2018/4/13
コナミHD	2002/9/30 ~ 2015/4/24

(注1) 東京証券取引所における証券コード順とした。

各銘柄の東京証券取引所における価格データは日経 NEEDS-FinancialQUEST から、ニューヨーク証券取引所における価格データは QuoteMedia 社が提供するデータベースから、ニューヨーク外国為替市場におけるドル円為替レートは連邦準備制度理事会（FRB）が提供するデータベースから取得し、分析に用いるデータ頻度は日次とした。なお、分析対象期間は上述のとおりであるが、銘柄ごとに上場時期および上場廃止時期が異なるので実際の分析期間はそれぞれ異なる。そのため、為替レートについては銘柄ごとの分析期間と一致するよう期間の調整を行った。

また、両取引所の営業日は異なるため、どちらかの市場が休場日となっている取引日が存在するが、分析対象が日本企業の株式でありメインの流通市場は東京証券取引所であることから、本稿では東京証券取引所の営業日を基準として用いることとした。そのうえで、東京証券取引所は営業しているがニューヨーク証券取引所が休場日であることから生じる欠測値に対しては、当該取引所の前営業日の価格で欠測値を補完する Last Observation Carried Forward (LOCF) 法を用いることとした。実際のデータ補完の手順は以下である。

1. 欠測値込みのデータセットを作成する。
2. ニューヨーク証券取引所が休場日であることから生じた欠測値に対して LOCF 法を適用する。
3. 東京証券取引所での営業日を基準にリストワイズ除去を行う。

1) 2013年に大阪証券取引所と東京証券取引所が市場統合するまで主に大阪証券取引所で取引されていた銘柄を含む。

以上の手順をまとめたものが以下の図1である。

1. データセットの作成			2. 欠測値の補完		
営業日	TSE	NYSE	営業日	TSE	NYSE
1日目	100	102	1日目	100	102
2日目	105	---	2日目	105	102
3日目	---	105	3日目	---	105
4日目	---	106	4日目	---	106
5日目	110	---	5日目	110	106
6日目	105	100	6日目	105	100
7日目	95	98	7日目	95	98

3. リストワイズ除去			4. データ補完の完了		
営業日	TSE	NYSE	営業日	TSE	NYSE
1日目	100	102	1日目	100	102
2日目	105	102	2日目	105	102
3日目	---	105	5日目	110	106
4日目	---	106	6日目	105	100
5日目	110	106	7日目	95	98
6日目	105	100			
7日目	95	98			

図1 データセットの作成方法

図1のTSE, NYSEはそれぞれ東京証券取引所とニューヨーク証券取引所を示し、表中の数字は架空の株式の価格を時系列に並べたものである。まず、欠測値を含んだデータセットを作成すると、第3営業日と第4営業日は東京証券取引所が休場日となっており、第2営業日と第5営業日はニューヨーク証券取引所が休場日であることが分かる(図1-1)。次に第2営業日と第5営業日については直前の営業日である第1営業日と第4営業日の価格を代入し、その後東京証券取引所の営業日に基づいてリストワイズ除去を行う(図1-2, 3)。もしここで、先に東京証券取引所の営業日に基づいてリストワイズ除去を行ってから代入を行うと、第2営業日と第5営業日の価格は第1営業日の価格である102となる。結果として東京証券取引所が休場している間に米国市場では価格が上昇したという情報が失われるため、第5営業日に東京証券取引所での価格が一方的に上昇したと誤解してしまう可能性がある。しかしながら、先に欠測値に対して代入を行ってからリストワイズ除去を行えば、米国市場で価格が上昇した情報が失われることなくデータセットに反映される(図1-4)。すなわち、LOCF法で欠測値に対し代入を行ってからリストワイズ除去を行えば、東京証券取引所の営業日を基準としながらも単純なリストワイズ除去では失われてしまう情報を分析に組み入れられる。また、上述の方法以外に単純なリストワイズ除去によるものや単純なLOCF法によるデータ欠損処理も試みたが、どの方法によるものでも後述の分析結果には差が生じなかったことから、本稿ではすべての銘柄に対し上述のLOCF法とリストワイズ除去を組み合わせた方法でデータセットを構築した。

Ⅲ 分析の準備

本稿では取引所間の価格の乖離率 z_t を以下のように定式化した。

$$z_t = \log TSE_t - (\log NYSE_t + \log FX_t) \quad (1)$$

ここで、 $\log TSE_t$, $\log NYSE_t$, $\log FX_t$ はそれぞれ東京証券取引所における対数価格、ニューヨーク証券取引所における対数価格、ドル円為替レートにおける対数レートを表す。さて、長期的な一物一価が成立するならば価格の乖離率 z_t は定常過程となるが、一般に $\log TSE_t$, $\log NYSE_t$, $\log FX_t$ は単位根過程であることが多いため、 z_t が定常過程となるには、 $\log TSE_t$, $\log NYSE_t$, $\log FX_t$ に共和分ベクトル $(1, -1, -1)$ の共和分関係が存在することが必要である。もし、 $\log TSE_t$, $\log NYSE_t$, $\log FX_t$ に単位根過程が含まれており、これらに共和分関係が存在しない場合、 z_t は非定常過程となるため本稿の目的であるスプレッドに対する分析も困難になる。そのため、次章では長期的な一物一価が成立するかを検証するために各データに対し単位根検定を行った後、共和分検定により変数間に共和分関係があるかを確認する。

また、両取引所における取引時間は異なるのでどの時点のスプレッドを計測するか検討する必要があるが、本稿では2種類のスプレッドを計測し比較することとした。

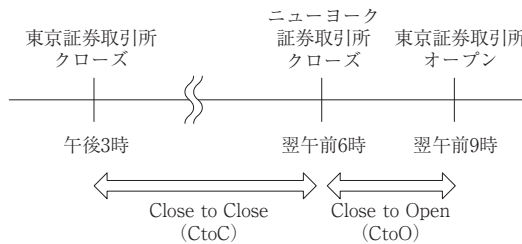


図2 両取引所における取引時間

図2は両取引所の取引時間を図式化したもので、東京証券取引所における取引時間は午前9時から午後3時であるが、ニューヨーク証券取引所における取引時間は日本時間で午後11時30分から翌午前6時までである。また、東京証券取引所においては昼休みが存在し前場と後場に分かれているが、ニューヨーク証券取引所にはこうした区切りは存在せず一場制となっている。本稿ではこうした取引時間の差異を考慮し、東京証券取引所の終値と同営業日のニューヨーク証券取引所の終値の組み合わせ（図2の Close to Close, CtoC）と、ニューヨーク証券取引所における終値と翌営業日の東京証券取引所における始値の組み合わせ（図2の Close to Open, CtoO）を用いて2種類のスプレッドを計測し、これらのスプレッドを CtoC, CtoO と表記して分析を進めることとした。また、本稿が分析の対象とする銘柄は東京証券取引所をメインの流通市場としているため、出来高に差がある。例えばソニーのニューヨーク証券取引所における出来高は東京証券取引所における出来高のおよそ1/7程度である。そのため、スプレッドの組み合わせに関して、東京証券取引所については始値と終値を用いるのに対しニューヨーク証券取引所については始値では十分に効率的な価格形成が行われない可能性があり、本稿ではこの日米の出来高の非対称性を考慮して、ニューヨーク証券取引所に関しては一貫して終値を用いることとした。

Ⅳ 単位根検定と共和分検定

続いて長期的な一物一価の法則が成立するか検証するために単位根検定と共和分検定を行う。本稿ではデータが単位根過程であるかを検定する方法として次のトレンド付きモデルを用いて拡張 Dicky-Fuller (ADF) 検定を行った。

$$\Delta y_t = \alpha + \beta t + \pi y_{t-1} + \sum_{j=1}^{p-1} \delta_j \Delta y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (2)$$

ここで Δy_t は原系列との 1 階差分であり、 $p-1$ はラグの次数である。このとき、帰無仮説 $H_0: \pi=0$ 、対立仮説 $H_1: \pi < 1$ を仮説検定する。帰無仮説は過程が単位根であることなので、帰無仮説が棄却されれば過程は定常であるといえる。もし、 $\log TSE_t, \log NYSE_t, \log FX_t$ がすべて定常である銘柄が存在すれば、その銘柄の z_t は必ず定常となるが、もしそうでなければ共和分関係があるかを検定し、その共和分ベクトルが実際に $(1, -1, -1)$ であるかどうかを確認する必要がある。

表2 ADF 検定の結果

銘柄	系列	logTSE (Open)		logTSE (Close)		logNYSE		logFX	
		統計量	ラグ	統計量	ラグ	統計量	ラグ	統計量	ラグ
LINE	原系列	-2.726	0	-2.734	0	-2.791	0	-3.662*	4
	差分系列	-27.985**	0	-27.822**	0	-18.332**	0	-12.413**	3
日本電産	原系列	-1.979	9	-2.029	3	-2.396	3	-2.396	1
	差分系列	-21.222**	8	-37.458**	2	-16.792**	2	-60.285**	0
ソニー	原系列	-1.535	11	-1.516	13	-1.741	13	-1.575	1
	差分系列	-19.416**	10	-18.226**	12	-40.587**	12	-70.25**	0
アドバンテスト	原系列	-2.541	0	-2.485	0	-2.628	0	-1.125	1
	差分系列	-17.345**	11	-59.324**	0	-61.302**	0	-61.352**	0
京セラ	原系列	-3.741*	2	-3.657*	4	-4.727**	4	-1.480	1
	差分系列	-50.121**	1	-35.109**	3	-50.015**	3	-67.85**	0
トヨタ自動車	原系列	-2.090	7	-2.138	5	-2.519	5	-1.575	1
	差分系列	-28.043**	6	-32.835**	4	-21.837**	4	-70.25**	0
ホンダ	原系列	-3.277	11	-3.353	6	-2.629	6	-1.575	1
	差分系列	-21.792**	10	-24.039**	9	-13.541**	9	-70.25**	0
キヤノン	原系列	-2.450	9	-2.531	17	-2.013	17	-1.562	1
	差分系列	-25.785**	8	-17.156**	16	-19.532**	16	-69.814**	0
MUFG	原系列	-2.051	9	-2.097	7	-2.444	7	-1.608	1
	差分系列	-23.941**	8	-26.606**	6	-23.658**	6	-68.649**	0
三井住友 FG	原系列	-1.927	6	-1.900	3	-2.470	3	-1.070	0
	差分系列	-18.623**	5	-26.494**	2	-17.844**	2	-45.83**	0
みずほ FG	原系列	-2.302	5	-2.291	13	-2.492	13	-1.879	5
	差分系列	-26.934**	4	-16.38**	12	-12.342**	12	-26.767**	4
オリックス	原系列	-1.888	7	-1.949	22	-2.179	22	-1.575	1
	差分系列	-27.097**	6	-14.795**	21	-13.718**	21	-70.25**	0
野村 HD	原系列	-1.955	0	-1.935	3	-2.528	3	-1.887	1
	差分系列	-65.988**	0	-37.923**	2	-13.958**	2	-30.839**	4
日本電信電話	原系列	-2.861	7	-2.888	6	-4.415**	6	-1.378	1
	差分系列	-27.097**	6	-29.635**	5	-28.474**	5	-65.617**	0
NTT ドコモ	原系列	-2.305	10	-2.395	10	-2.930	10	-1.725	1
	差分系列	-22.521**	9	-21.747**	10	-22.011**	10	-64.226**	0
コナミ HD	原系列	-2.764	2	-2.840	1	-3.287	1	-0.473	1
	差分系列	-41.280**	1	-57.005**	0	-56.682**	0	-57.073**	0

(注1) *と**は帰無仮説がそれぞれ5%, 1%有意水準で棄却されることを表す。

(注2) ラグ次数はAIC情報量規準により決定した。

表2は各データの原系列とその差分系列にADF検定を行った結果である。まず原系列に注目すると、LINE、京セラ、日本電信電話以外の銘柄については各データの原系列が非定常で、差分系列が定常であることが確認できる。つまりLINE、京セラ、日本電信電話以外の各データは単位根過程に従うことになる。一方でLINEにおけるlogFX、京セラにおけるlogTSE、logNYSE、および日本電信電話におけるlogNYSEの原系列は帰無仮説が5%有意水準で棄却されているが、1%

有意水準で帰無仮説を棄却できるものは京セラ及び日本電信電話における $\log NYSE$ だけである。

以上から、各銘柄の $\log TSE_t, \log NYSE_t, \log FX_t$ には単位根過程が含まれているため、変数間に共和分関係が存在しなければ z_t は定常過程とならず、長期的な一物一価は成立しない。そこで各銘柄のスプレッド CtoC、CtoO に対して Johansen の最大固有値検定を行い、「共和分ランクが多くとも 0」という帰無仮説が「共和分関係が 1 つ」という対立仮説に対して 5% 有意水準で棄却されることを確認した。これにより各銘柄は少なくとも 1 つの共和分関係を持つことになる。

続いて、これらの結果を踏まえて共和分検定を行う。長期的な一物一価が成立するには、 $\log TSE_t, \log NYSE_t, \log FX_t$ に共和分ベクトル $(1, -1, -1)$ の共和分関係が必要であるので、実際に (1) 式に基づいて z_t を計算し z_t が定常過程となれば変数間には共和分関係が存在するといえる。すなわち、取引所間の価格の乖離率 z_t に対し ADF 検定を行うことで共和分検定を行うことができる。また、スプレッドには東京証券取引所の終値と同営業日のニューヨーク証券取引所の終値の組み合わせである CtoC と、ニューヨーク証券取引所における終値と翌営業日の東京証券取引所における始値の組み合わせ CtoO があったため、共和分検定においてもそれにならって z_t を算出する。

表 3 共和分検定の結果

Close to Close				Close to Open			
銘柄	統計量	ラグ	標本平均	銘柄	統計量	ラグ	標本平均
LINE	-17.129**	1	0.001	LINE	-6.518**	21	0.001
日本電産	-9.930**	18	-0.002	日本電産	-12.444**	16	-0.002
ソニー	-15.908**	13	0.000	ソニー	-11.078**	24	0.000
アドバンテスト	-25.812**	3	-0.001	アドバンテスト	-16.549**	11	-0.001
京セラ	-30.348**	3	-0.001	京セラ	-48.310**	1	-0.001
トヨタ自動車	-14.347**	14	-0.001	トヨタ自動車	-19.174**	9	-0.001
ホンダ	-14.571**	14	-0.001	ホンダ	-20.168**	9	-0.001
キャノン	-18.609**	9	0.000	キャノン	-21.439**	9	0.000
MUFG	-8.545**	24	0.000	MUFG	-9.518**	25	0.000
三井住友 FG	-5.793**	17	-0.001	三井住友 FG	-5.444**	25	-0.001
みずほ FG	-7.880**	19	0.001	みずほ FG	-7.880**	16	0.001
オリックス	-10.519**	25	-0.002	オリックス	-11.211**	25	-0.002
野村 HD	-8.809**	24	0.001	野村 HD	-10.11**	22	0.001
日本電信電話	-10.990**	18	-0.001	日本電信電話	-17.317**	9	-0.001
NTT ドコモ	-11.734**	18	-0.002	NTT ドコモ	-62.486**	0	-0.002
コナミ HD	-8.134**	19	-0.002	コナミ HD	-9.960**	21	-0.002

(注 1) *と**は帰無仮説がそれぞれ 5%, 1% 有意水準で棄却されることを表す。

(注 2) ラグ次数は AIC 情報量規準により決定した。

表 3 は各スプレッドに基づいて算出した z_t に対して行った ADF 検定の結果である。統計量に注目すると、すべての銘柄において定常性が確認できるため、 $\log TSE_t, \log NYSE_t, \log FX_t$ には共和分ベクトル $(1, -1, -1)$ の共和分関係が存在し、長期的な一物一価が成立することが実証された。また、 z_t に対し、以下のドリフト付きモデルで ADF 検定を行ったところ、表 3 中のすべての銘柄で定常性が確認できた。

$$\Delta y_t = \alpha + \pi y_{t-1} + \sum_{j=1}^{k-1} \delta_j \Delta y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (3)$$

このとき、定常過程である z_t の期待値は時間に依存せず一定であり、その推定値は標本平均に等しいことが知られている。そこで、表3の標本平均の値を確認すると-0.002から0.001までと小さな値を取っていることが分かる。このことから両取引所間の乖離率は平均的にはほぼ0で、日米重複上場銘柄には長期的な一物一価が成立している結論づけることができる。

V 効率性の分析

IVでは、特定の銘柄に関しては一物一価の法則が成立することを確認した。これは、両取引所に重複上場している株式が同じ価値を持つものとして認識され、裁定取引によって効率的な価格形成が行われていることを意味している。Vではこれを踏まえ、両取引所における価格の効率性がどのように変化してきたかを分析する。

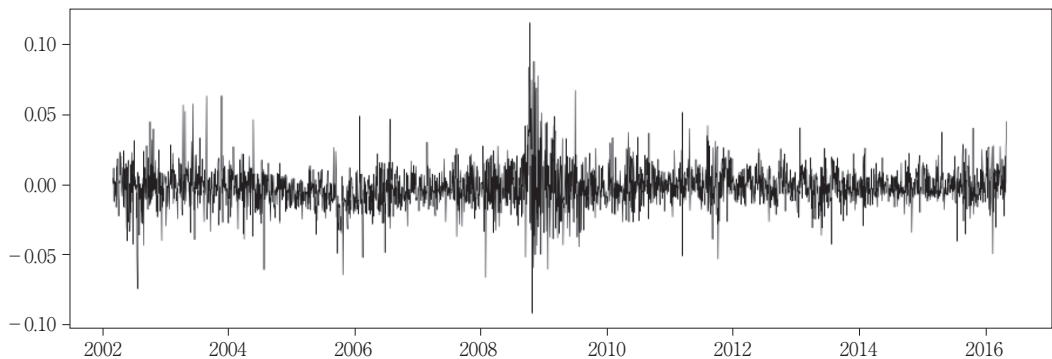


図3 日本電産におけるスプレッド CtoC

図3はIVで一物一価が認められた日本電産におけるスプレッド CtoC をグラフにプロットしたもので、 x 軸を中心に時折大きく乖離しながら揺れ動いている様子が分かる。ただ、一言に揺れ動くといってもその動きのダイナミクスは分析期間を通じて一定ではない。そこで、本稿ではこのような期間によるスプレッドの振る舞いの違いを分析するために、内閣府経済社会総合研究所より公表されている景気基準日付を参考に、以下のように分析期間を3つに分割して各スプレッドのボラティリティを計測した。

表4 景気基準日付による分析期間の分割

循環	基準日付 (山)	期	分析期間
第13循環	2000年11月	1期	2000/11/1 ~ 2008/1/31
第14循環	2008年2月	2期	2008/2/1 ~ 2012/2/29
第15循環	2012年3月	3期	2012/3/1 ~ 2019/10/1

期間の分割にあたっては景気基準日付の景気の山と山を結んで1つの期間とした。また、現在公表されている景気基準日付は第15循環までであり、第15循環の景気の谷以降、景気の山はついていない旨が同研究所より公表されているため、第3期については景気の山から現在分析可能な期間までとした。また、IVで確認した通りスプレッドの期待値はほぼ0で、これは時間によらず一定で

あるから、各時点のスプレッドが平均からどれくらい散らばっているかを表す標準偏差は両取引所における価格形成がどれだけ効率的であるかの指標となる。以上を踏まえ、実際にスプレッドのボラティリティを計測した結果が次の表5である。

表5 各スプレッドのボラティリティ

銘柄	基準	1期	2期	3期
LINE	CtoC	---	---	1.570
	CtoO	---	---	1.069*
日本電産	CtoC	1.272*	1.727	1.011
	CtoO	1.489	1.442*	1.050
ソニー	CtoC	1.432	1.933	1.555
	CtoO	1.047*	1.555*	0.935*
アドバンテスト	CtoC	1.537*	1.815	1.393
	CtoO	1.710	1.661*	1.241*
京セラ	CtoC	1.302	1.523	1.042
	CtoO	1.283	1.394*	0.886*
トヨタ自動車	CtoC	1.038	1.717	0.960
	CtoO	1.057	1.277*	0.736*
ホンダ	CtoC	1.129*	1.742	1.087
	CtoO	1.294	1.528*	0.861*
キヤノン	CtoC	1.182	1.656	0.986
	CtoO	1.150	1.391*	0.721*
MUFG	CtoC	1.422	1.912	1.169
	CtoO	1.426	1.496*	0.936*
三井住友FG	CtoC	---	1.310	1.207
	CtoO	---	1.023*	0.986*
みずほFG	CtoC	1.356	2.087	1.174
	CtoO	1.284	1.881*	1.017*
オリックス	CtoC	1.142*	2.188	1.085
	CtoO	1.727	1.923*	1.054
野村HD	CtoC	1.238	2.115	1.365
	CtoO	1.266	1.74*	1.057*
日本電信電話	CtoC	1.135*	1.194	0.831
	CtoO	1.286	1.198	0.836
NTTドコモ	CtoC	1.060*	1.166	0.759
	CtoO	1.160	1.056*	0.748
コナミHD	CtoC	1.325*	1.493*	0.925*
	CtoO	1.754	1.694	1.125

(注1) 表中の数字は見やすくするためすべて100倍してある。

(注2) *は同銘柄・同期間のCtoC, CtoOを標本とするF検定の結果, 5%有意水準で小さいと判定されたことを表す。

まず、表を概観すると、第2期は、多くの銘柄でスプレッドのボラティリティが他の期間に比べ大きくなっている。第2期は期間中にリーマン・ショックを含んでいることから平常時に裁定取引が機能している銘柄であっても裁定取引が実行困難な状況が存在したと考えられる。そこで、第2期の影響を取り除くために、第1期と第3期の各スプレッドのボラティリティに対しF検定を行ったところ、全銘柄のスプレッド CtoC、CtoO において有意差が確認された。これをもとに第1期と第3期ボラティリティの大小関係を表にまとめたものが以下の表6である。

表6 ボラティリティに有意差が認められた銘柄数

スプレッド	第1期のほうが小さい	第3期のほうが小さい	合計
CtoC	2	12	14
CtoO	0	14	14

(注1) LINE および三井住友 FG を除く 14 銘柄で集計した。

表中の数字は銘柄数を表し、第1期において日米重複上場していない LINE および三井住友 FG を除く最大 14 銘柄で集計を行った。これを見ると各スプレッドにおいてほとんどの銘柄で第3期のほうがボラティリティが小さくなっていることが分かる。特に CtoO においてはすべての銘柄で第3期のほうがボラティリティは小さいという結果になった。

次に、表5中の*に注目する。*は同銘柄・同一期間の2つのスプレッドを標本として行ったF検定の結果、5%有意水準で小さいと判定されたことを表しており、例として日本電産の第1期における CtoC と CtoO を比較すると、CtoC が 1.272 で CtoO が 1.489 であり、第1期においては CtoC のボラティリティのほうが有意に小さいということである。同様にして各銘柄・各期間におけるスプレッドの大小関係を確認すると、第1期では CtoC のボラティリティのほうが CtoO のボラティリティより小さい銘柄が多く、第2期・第3期においては CtoO のボラティリティのほうが CtoC のボラティリティより小さい銘柄が多くなっていることが分かる。これをもとに第1期と第3期ボラティリティの大小関係を表にまとめたものが以下の表7である。

表7 期間ごとのボラティリティの有意差

スプレッド	第1期	第2期	第3期
CtoC のほうが小さい	7	1	1
CtoO のほうが小さい	1	13	11
有意差がない	6	1	4
合計	14	15	16

(注1) 第1期は LINE および三井住友 FG を除く 14 銘柄、第2期は LINE を除く 15 銘柄で集計した。

表中の数字は銘柄数を表しており、第1期においては CtoC のほうがボラティリティが小さい銘柄が多かったものの第2期・第3期においては CtoO のほうがボラティリティの小さな銘柄が多くなっていることが分かる。また、第1期においては CtoC と CtoO の間に有意差がみられない銘柄が半数近くあることも確認できる。このことから、CtoC と CtoO のボラティリティの大小関係は

期間とともに逆転していることが分かる。

これらの情報をより視覚的に把握するために表5中のボラティリティをスプレッドごとにグラフにプロットしたものが以下の図4および図5である。

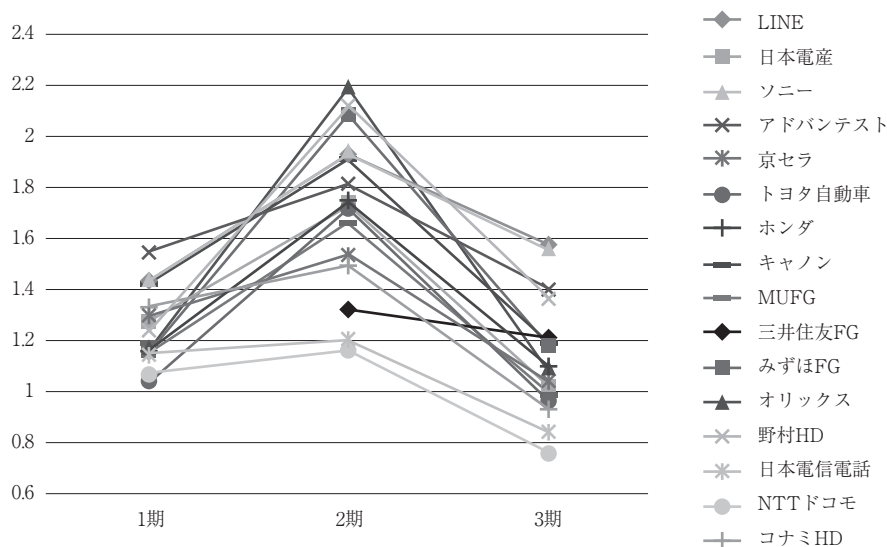


図4 CtoCのボラティリティの推移

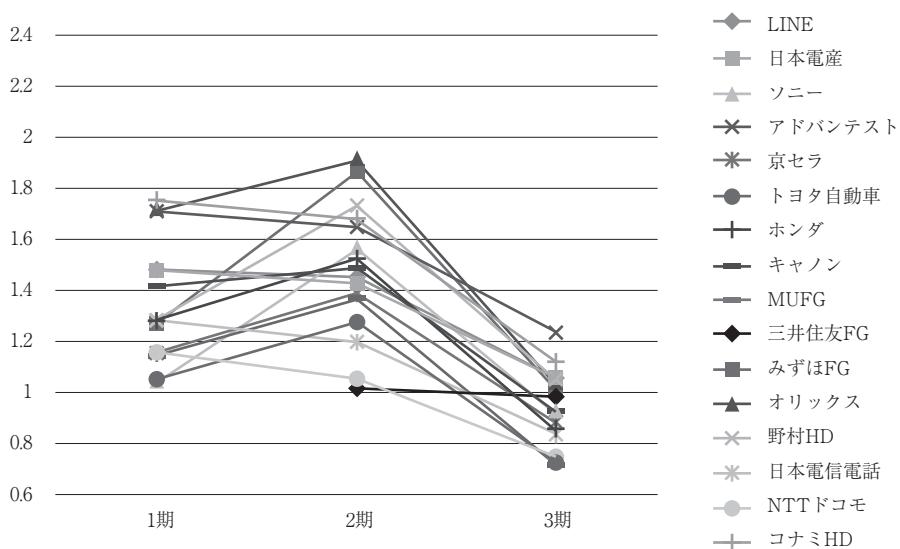


図5 CtoOのボラティリティの推移

各スプレッドのボラティリティは第1期から第3期にかけて減少傾向にあるが、第3期においてCtoCは銘柄ごとにスプレッドのボラティリティがばらついているような印象を受ける。一方でCtoOは全体の傾向としてボラティリティの減少が認められる。また、第1期から第3期にかけてCtoCとCtoOのボラティリティの大小関係が逆転していることも確認できる。

Ⅵ 結果の考察

Vではスプレッド CtoC および CtoO のボラティリティは期間とともに減少傾向にあり、スプレッド CtoC とスプレッド CtoO のボラティリティの大小関係は期間とともに逆転していることを確認した。ここではこれらの分析の結果を考察し、このような変化がもたらされた背景を推測する。

まず、スプレッドのボラティリティが期間とともに減少傾向にあることの意味を考察する。分析対象銘柄のメイン流通市場は東京証券取引所であったため、スプレッド CtoC と CtoO のボラティリティは東京証券取引所における終値と翌始値のスプレッド（図2の Close to Close と Close to Open を合わせた期間のスプレッド）のボラティリティに影響を受けると考えられる。そこで東京証券取引所における終値と翌始値のスプレッド（以下、T-CtoO）のボラティリティを計測したところ以下のようなようになった。

表8 T-CtoO ボラティリティ

銘柄	1期	2期	3期
LINE	---	---	1.643
日本電産	1.412	1.946	1.347*
ソニー	1.603*	2.189	1.698
アドバンテスト	1.89	2.345	1.657*
トヨタ自動車	1.194*	1.865	1.125
ホンダ	1.500	2.265	1.303*
キャノン	1.425	2.131	1.058*
MUFG	1.546	2.107	1.336*
三井住友FG	---	1.268	1.259
みずほFG	1.745	2.278	1.037*
オリックス	1.735	2.592	1.493*
野村HD	1.612	2.31	1.492*
日本電信電話	1.391	1.392	1.057*
NTTドコモ	1.379	1.121	0.947*
コナミHD	1.420	2.030	1.271*

(注1) 表中の数字は見やすくするためすべて100倍してある。

(注2) *は同銘柄の第1期、第3期を標本とするF検定の結果、5%有意水準で小さいと判定されたことを表す。

表から確認できるようにソニーとトヨタ自動車を除く銘柄で東京証券取引所における終値と翌始値のスプレッド（以下、T-CtoO）は1期よりも第3期のほうが小さくなっており、スプレッド CtoC と CtoO もこの影響を受けていることが予想される（図6）。

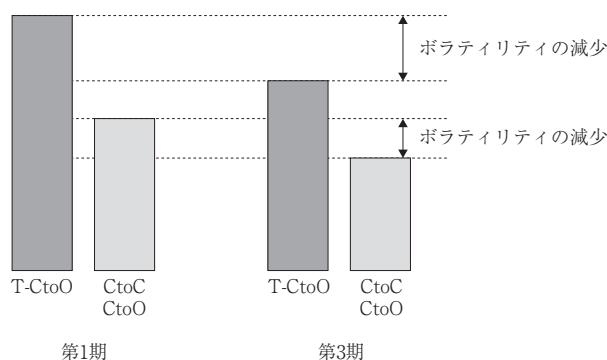


図6 ボラティリティの関係のイメージ

続いて、この影響を取り除くために、どれだけボラティリティが減少したかを計測し、T-CtoOの減少幅とCtoCとCtoOの減少幅をそれぞれ比較した結果は以下のようになった。

表9 T-CtoOと比較したボラティリティの減少幅

CtoCのほうが減少幅が大きい	4
CtoOのほうが減少幅が大きい	12

(注1) LINE および三井住友FGを除く、全14銘柄で集計した。

表中の数字は銘柄数を表し、第1期において日米重複上場していないLINE および三井住友FGを除く最大14銘柄で集計を行った。表から分かるようにCtoCに関してはT-CtoOより大きくボラティリティが減少している銘柄は4つしかないが、CtoOに関してはほとんどの銘柄でT-CtoOより大きくボラティリティが減少していることが分かる。つまり、T-CtoOのボラティリティが減少したことの影響を取り除けば、スプレッドCtoCのボラティリティは減少しているとは言えないが、スプレッドCtoOのボラティリティは減少していることになる。

また、この結果はスプレッドCtoCとスプレッドCtoOのボラティリティの大小関係が期間とともに逆転していることとも整合する。すなわち、全体の傾向としては、ニューヨーク取引所の終値は期間を通じて同営業日の東京証券取引所の終値から一定の距離を保っているためCtoCのボラティリティは変化していないが、翌営業日の東京証券取引所の始値とはより一致するようになってきたためCtoOのボラティリティは減少し、結果的に大小関係が逆転したということである。

このことは何を意味するのだろうか。Ⅲで確認した通り、時間的距離で言えばニューヨーク証券取引所の終値は翌営業日の東京証券取引所の始値のほうが近いので、市場が効率的であるならばCtoOのボラティリティは期間にかかわらずCtoCのボラティリティよりも小さくなるはずである。しかし、2000年代前半においてはCtoCのボラティリティのほうがCtoOのそれよりも小さく、この事実は無視されてきたようである。つまり、2000年代前半においては価格形成には非効率性が存在したが、こうした非効率性は2010年代になって改善されてきたということになる。また、CtoCのボラティリティは変化していないが、CtoOのボラティリティは減少していることを鑑みれば、こうした非効率性の改善は東京証券取引所における始値の価格形成に何らかの変化が起きた

ためであると考えられる。

筆者はこうした価格形成の変化が起こった背景として、国際的な株式市場の連動性の変化と、期待形成の行われ方が影響しているのではないかと考えた。

内閣府政策統括官室〔2011〕によれば、金融市場の国際連動性はリーマン・ショックによって弱まることが予想されていたが、その後も高水準にあることが明らかになっている。また、ニューヨーク証券取引所に上場されている日本企業の株式を取引するのは主に海外投資家であることを考慮に入れて、東京証券取引所より公表されている投資部門別売買状況を確認すると、第1期は海外投資家の売買代金シェアが低下した期間であり、第2期・第3期は増加した期間であることが分かる。このことから、第2期・第3期は従来よりも日米株式市場の結びつきが強くなった期間であり、両市場で出来高が増加したことも相まって非効率性の改善が起こったと考えられる。

一方でこうした非効率性の存在は効率的市場仮説が成立していなかったことを示唆している。効率的市場仮説とはFama〔1970〕によって提唱された理論で、投資家は現在利用可能なすべての情報を用いて効率的に取引を行っているため、市場に出回っている情報は即座に株価に織り込まれているとするものである。もしFama〔1970〕の言うように投資家が合理的期待を持って取引しているのであれば、2000年代前半に非効率性は存在しえない。すなわち、投資家は合理的期待とは異なる期待形成を行っていたことが考えられる。そこで以下のような例を考えてみよう。いま、市場が効率的であるならば、ニューヨーク証券取引所の終値は翌営業日の東京証券取引所の始値と整合的な値となるはずである。このことを知っている東京証券取引所の取引参加者は、前日のニューヨーク証券取引所の終値を参考に取引に臨むと考えられる。つまり、両取引所での価格形成が合理的期待形成に基づいていると仮定したにもかかわらず、自身は適応的な期待形成を行うことになる。実際に筆者が2018年夏に複数の国内証券のトレーダーに聞いた話でも、社内時価の算出に前日の米国市場の動向を利用するという趣旨のものがあり、こうした適応的な期待形成を行う取引参加者は一定数存在すると考えられる。

以上をまとめると、第1期においては日米株式市場の結びつきはそれほど強くなく価格には非効率性が存在していたが、リーマン・ショックを経て第3期になると日米株式市場の結びつきはより強いものとなり適応的期待を持って取引に臨む市場参加者が米国市場での価格形成を意識するようになったため、その行動姿勢の変化が価格に反映されるようになったという可能性が考えられる。

Ⅶ まとめと今後の課題

本稿では東京証券取引所とニューヨーク証券取引所の両方に上場する日本企業の日次株価を比較することで、価格形成の効率性の変化について考察をおこなった。その結果、長期的な一物一価は全銘柄で成立するが、その効率性には期間によって違いがあり、これは主に東京証券取引所の始値が前日のニューヨーク証券取引所の終値をどのように織り込むかで説明されることも確認した。また、個別銘柄において、東京証券取引所での価格形成が米国市場の影響を意識するようになった理由は定かではないが、株式市場全体の動向として投資家の多国籍化と、期待形成のもたらす役割で説明できることを確認した。

今後の課題としては、海外投資家動向が株式市場に与える影響を定量的に分析し、実際に投資家がどのような期待形成を行っているかを分析することが挙げられる。特に、期待形成のメカニズム

については実際の投資行動を大きく変化させる要因であるので、実務家へのサーベイとマーケット動向の観察を中心に研究を続けたい。

参考文献

- 沖本竜義 [2010] 『経済・ファイナンスデータの計量時系列分析』朝倉書店。
- 高橋将宜・渡辺美智子 [2017] 「欠測データ処理—Rによる単一代入法と多重代入法—」共立出版。
- 田中孝文 [2008] 「Rによる時系列分析入門」シーエーピー出版。
- 内閣府 [2019] 「景気基準日付」(<https://www.esri.cao.go.jp/jp/stat/di/150724hiduke.html>, 2019年11月20日アクセス)
- 内閣府経済社会総合研究所 [2017] 「15 循環の景気の谷以降の状況について (概要)」(<https://www.esri.cao.go.jp/jp/stat/di/170615date.pdf>, 2019年11月20日アクセス)
- 内閣府政策統括官室 [2011] 「日本経済 2011-2012」(https://www5.cao.go.jp/keizai3/2011/1221nk/n11_3/n11_3_1.html, 2019年11月20日アクセス)
- 日本取引所グループ [2015] 「内国株の売買制度」(<https://www.jpx.co.jp/equities/trading/domestic/06.html>, 2019年10月24日アクセス)
- Fama E. F. [1970] “Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work,” in *The Journal of Finance*, Vol. 25, No. 2, pp. 383-417.
- Federal Reserve Board [2019] “Foreign Exchange Rates - H.10,” (<https://www.federalreserve.gov/releases/h10/Hist/>, 2019年10月24日アクセス)