KEO DISCUSSION PAPER

CALAMVS GLADIO FORTIOR

KEIO ECONOMIC OBSERVATORY

SANGYO KENKYUJO

KEIO UNIVERSITY

MITA MINATO-KU
TOKYO JAPAN

わが国商品先物市場における
海外相場との裁定関係の検証

熊谷善彰
新井　啓
岩田暁一
新井益洋

2000年12月15日
No.59.

わが国商品先物市場における海外市場との裁定関係の検証*

2000年12月15日

熊谷善彰
新井啓
岩田暁一
新井益洋

1 序論

日本の商品先物市場で成立する価格が、海外の商品先物価格と実際にどの程度関係しているのかを分析することがこの稿の目的である。大豆、トウモロコシ、コーヒー、粗糖、ゴム、ガソリン、灯油など、わが国の商品先物市場の上場商品の大多数は、輸入商品またはその加工品である。その場合、輸入商品の先物相場は当該商品の輸出国における先物相場および為替レートと密接な関係があることは当然としても、よく言われるように日本の相場は（円換算した）海外の写真相場なのだろうか。あるいは、日本市場の参加者達は将来の現物価格に対する各自の予想と為替リスクの下で独自の先物価格を形成しているだろうか。

複数の市場の価格間に密接な関係をもたらすものは裁定取引である。一つの商品が２つの市場で取引されている場合、価格間に差異があれば裁定取引によって二つの市場の価格は同一となるであろう。しかしそれには、各市場の商品の質、取引単位、受け渡し条件、通貨などの同一性が前提となる。さらに２つの市場が遠隔地にある場合には市場間の単位当り輸送コストの範囲で価格が異なるかも知れない。

Low, Muthuswamy and Webb(1999) は、砂糖と大豆の先物価格について MIFE(Manila International Futures Exchange) と東京穀物商品取引所（TGE, Tokyo Grain Exchange）との間の裁定関係を分析した。MIFE と TGE はどちらも板寄せ法による値付けを採用しており、かつ殆ど同じ時間帯に取引が行われている。彼らは、MIFE の先物価格を TGE の先物価格と為替レートで説明する回帰式を測定し、両取引所の裁定関係を示唆する有意な回帰係数推定値がえられなかったことか

*この論文は、慶應義塾大学産業研究所「不確実性下の経済行動」研究プロジェクトの研究結果として 2000 年 9 月 29 日に慶應義塾大学産業研究所で開催された KEO セミナーにおいて報告した内容を中心にまとめたものである。今回の分析では、とりわけ東京穀物商品取引所企画部調査役笹屋緑郎氏のご貢献が大きい。笹屋氏はトウモロコシ取引の実際について丁寧に教えて頂き、かつ大量の C&F プレミアム・データのインプット作業をして頂いた。また、社団法人東京穀物市況調査会シニア・エコノミスト山内盛弘氏、東穀企画部国際課の広瀬仁美さんからデータ収集につきご援助頂いた。また、KEO セミナーならびに 2000 年 3 月 17 日に開催された全国商品取引所連合会の取引所問題研究会の報告では、出席者から有益なコメントとご教示を頂いたことを感謝する。

ら、MIFE と TGE の間には裁定関係はなかったと結論している。MIFE の取引は薄く市場流動性が小さいことから、TGE との裁定取引があまり行われなかったと考えられる。しかし、市場流動性の高い TGE とシカゴの取引所間では裁定取引が行われているかも知れない。

そこでこの稿では、TGE の商品について海外の取引所と裁定が働いているかどうかを検証してみる。我々は分析対象商品として、第 3 節に述べる規準に従って、トウモロコシ（コーン）を選んだ。

以下、第 2 節では Low et al.(1999) の測定結果を紹介し、第 3 節ではトウモロコシ先物における日米間の裁定関係を検証する。第 4 節では運送費用（C&F プレミアム）を考慮した場合を分析し、第 5 節で結論を述べる。

2 MIFE と TGE の裁定関係

Low, Muthuswamy and Webb(1999) は、TGE と MIFE の間の裁定関係を分析した。異なる国の二つの取引所に同じ商品の先物契約が存在するときに、受渡し供用品の品質、取引時間、受渡場所、取引方法、通貨の調整を行ったときに、一方の取引所の先物価格が、もう一方の先物取引所の価格よりも高ければ、高いほうの取引所で売り契約を行い、値段の低い取引所で買い契約を行えば、裁定利益を得ることができる。したがって、二つの取引所の同じ商品の先物価格は、そのような裁定取引の結果として、同一になるであろうと考えられる。このような伝統的な無裁定理論に基づき、彼らは TGE の先物価格と MIFE の先物価格の間に成立する裁定の関係として

$$F_t^T = F_t^M W_t^{JP} H_t. \tag{1}$$

を提案した。ただし、F_t^T は t 時点の TGE の先物価格、F_t^M は t 時点の MIFE の先物価格、W_t^{JP} は t 時点の先物為替レート (円/ペソ)、H_t は t 時点の輸送費とその他を含む項目である。上の式の両辺の対数をとると、

$$f_t^T = f_t^M + w_t^{JP} + h_t \tag{2}$$

ただし、$f_t^T = \ln F_t^T$、$f_t^M = \ln F_t^M$、$h_t = \ln H_t$ である。輸送費用 H_t は短期的に一定として、差分をとると

$$\Delta f_t^T = \Delta f_t^M + \Delta w_t^{JP} \tag{3}$$

となり、輸送費用の対数値 h_t を消去することができる。したがって、MIFE と TGE の裁定関係を調べるためには、以下の回帰式を測定すればよいことになる。

$$\Delta f_t^T = \alpha + \beta_1 \Delta f_t^M + \beta_2 \Delta w_t^{JP} + \varepsilon_t \tag{4}$$

Low et al.(1999) は、大豆と砂糖を分析対象としている。観測期間は、1992 年 10 月から 1994 年 3 月までの 6 限月である。(4) 式を測定した場合に検定すべき仮説は、$\alpha = 0$ および $\beta_1 = \beta_2 = 1$ となる。測定した結果は、次のようになったと報告されている。ただし、括弧内は標準誤差である。

砂糖については、

$$\Delta f_t^T = -0.00011 + 0.4208\Delta f_t^M + 0.5132\Delta w_t^{JP} \tag{5}$$
$$(0.00043) \quad (0.2142) \quad (0.3857)$$

大豆については、

$$\Delta f_t^T = -0.00013 + 0.2522\Delta f_t^M + 0.4786\Delta w_t^{JP} \tag{6}$$
$$(0.00027) \quad (0.1861) \quad (0.0723)$$

これらの結果をみると、$\alpha = 0$ は棄却されないが、少なくとも $\beta_1 = \beta_2 = 1$ とはいえない。したがって MIFE と TGE の先物価格間には裁定関係はなかったと結論している。

さらに、Low et al. (1999) は長期で成立する関係として MIFE の先物価格と TGE の先物価格間の裁定の存在を分析している。両者の間には見かけ上、高い決定係数を持つ回帰関係があるが、「見せかけの相関」によってもたらされた結果であるかもしれない。決定係数は高いが、ダービン・ワトソン比が低い場合に、「見せかけの相関」の問題が生じている可能性がある。そこで、回帰分析で用いる先物価格の時系列データが非定常であるのかを調べるために、彼らは Augmented Dickey-Fuller の単位根検定を行っている。その結果、TGE、MIFE の大豆、砂糖の両価格に単位根が存在し、1 次の和分変数 I(1) であったと報告している。

このように両取引所の先物価格の時系列データに単位根が存在していても、その一次結合によって、非定常性が失われる場合がある。Low et al.(1999) は、

$$F_t^M = \alpha + \beta \cdot F_t^T + \varepsilon_t \tag{7}$$

という一次結合を提示しているが、この場合、回帰の残差項 ε_t が単位根を持たず、定常であれば、両先物価格は共和分の関係にあるといわれる。裁定が働いていれば、異なる取引所の同一商品の先物価格は、共和分の関係にあるはずであり、両取引所の先物価格に単位根が存在する場合でも、裁定が働いているのかどうかを検証することが可能である。そこで、彼らは次のような、誤差項に基づいた共和分検定を行っている。

$$\Delta\hat{\varepsilon}_t = \theta \cdot \hat{\varepsilon}_{t-1} + \sum_{j=1}^{p} \chi_j \cdot \hat{\varepsilon}_{t-j} + v_t \tag{8}$$

この場合は、$\theta = 0$ が帰無仮説となるが、砂糖、大豆の各 6 限月すべてにおいて、有意水準 10% でこの帰無仮説を棄却することはできなかったと報告し、TGE と MIFE の価格は、共和分の関係にはないと結論している。共和分の関係にない、つまり裁定が働いていない理由として、輸送費用に確率的なトレンドが存在すること、値洗い制度の差異を裁定関係の式に取り入れていなかったことを挙げ、MIFE と TGE の先物価格の裁定関係は、それらのことを考慮して修正されるべきであると述べている。しかしながら、彼らはこの修正された式を輸送費用のデータを用いて検証しているわけではなく、輸送費用が非定常であるかを検討しているわけでもない。

3 トウモロコシ先物における検証

先ず、TGEの商品について分析対象の選択を行った。米国産大豆はTGEが偶数、CBOTが奇数限月である。TGEの粗糖とCSCEの砂糖間に共通な奇数限月があるが商品が異なる。2種類のコーヒーは上場後間もないのでデータ不足である。そして結局、コーン（トウモロコシ）を選んだ。その理由は、表1に示すように、トウモロコシでは3, 5, 7, 9の4奇数限月が海外取引所であるCBOTと共通で、かつ商品もほぼ同じであり、また、観測期間も十分とれるからである。ただ、納会日がCBOTでは受渡し月の最終営業日の7日前になっているのに、TGEでは受渡し月の前月の15日である点が大いに異なる。最後に、TGEの標準品は黄トウモロコシNo.3であるのに対し、CBOTではNo.2である。CBOTでのNo.3トウモロコシの格付けはNo.2より1.5セント/ブッシェル下回る。しかし、TGEではNo.2はNo.3と同格とされている。また、シカゴで取引される標準品の品質は、東京で取引されるものに比較してばらつきが大きい。このようなことから、TGEとCBOTの標準品の差異は無視してよいであろう。

表 1: **トウモロコシ先物のTGEとCBOTの取引条件**

	TGE	CBOT
取引単位	100,000kg	5,000ブッシェル
限月	6限月 (12ヶ月以内の奇数月)	12,3,5,7,9月
呼値	1000kg(39.368ブッシェル)	1ブッシェル
呼値の単位	10円	1/4セント
納会日	受渡日の属する月の前月15日	受渡月の最終営業日の7日前
受渡期間	受渡月の1日から末日まで	受渡月の第1営業日から最終営業日まで
標準品	米国産黄トウモロコシ USDA規格No.3	No.2 Yellow at par
受渡し	バラ積み本船渡し (C.I.F.)	
受渡場所	鹿島、千葉、川崎及び横浜の 各港の本所の定める埠頭	

分析対象は日次の終値で、観測期間は1996年から1999年までの3,5,7,9月限、計16限月の全体をカバーする期間とする。図1に東京、図2にシカゴの、両市場のトウモロコシ先物価格の期近ものをつなげた価格の推移を示した。縦軸の単位は図1では(円/トン)、図2では(セント/ブッシェル)である。

この期間のトウモロコシの価格動向は、アジア等の食肉需要拡大により、96年に史上最高値をつけ、在庫率も5%と史上最低を記録した。その後、アジア地域の金融危機とそれに伴う需要減退、および生産の拡大で需給は緩和した。1ブッシェルあたりの現物価格は98年に2ドル割れし、米国政府の農家への保証水準である180セント台で下げ止まった。全世界の生産に対する各生産地のシェアは、98/99年度では、米国41.5、中国20.8、中南米11.0（%）である。ここ数年、ブラジル、アルゼンチンの生産高が急拡大している。米国産トウモロコシの主産地は中西部コーンベルトである。作付けは4月に行われ、収穫は9、10月である。夏場受粉時期の天候が生産高を左右する。

次のように記号を定める。

F_t : TGE トウモロコシ先物終値 (円/トン)　(図 1 の実現値)

F_t^* : CBOT トウモロコシ先物終値 (セント/ブッシェル)　(図 2 の CBOT)

W_t : 先物為替レート (円/ドル)

H_t': 輸送費用 (トウモロコシ価格に対する比率)、$H_t = 1 + H_t'$

S_t : 直物円レート終値 (円/ドル)

t^* : TGE の納会日

g_t : 外国為替直先スプレッド (年率)

本稿では、先物為替レートを $W_t = S_t e^{g_t(t^*-t)/365}$ で計算する。直先スプレッド g_t は、$t^* - t < 2$ ヶ月のときは1ヶ月物を、$t^* - t \geq 2$ ヶ月 のときは3ヶ月物を使用する。計算された先物為替レートは図 3 に示した。

以上の記号を使うと、日米の市場にいわゆる裁定が成立しているならば、

$$F_t = F_t^* W_t H_t \tag{9}$$

が成立するはずである。両辺の対数をとって、

$$f_t = f_t^* + w_t + h_t \tag{10}$$

ただし $f_t = \ln F_t$、$f_t^* = \ln F_t^*$、$h_t = \ln H_t$ である、から回帰式

$$f_t = \alpha + \beta f_t^* + \gamma w_t + u_t \tag{11}$$

を検証する。h_t は一定値 α であると仮定する。この回帰式において、仮説 : $\beta = \gamma = 1$ を検定する。表 2 に回帰の測定結果を限月別に示した。

1996 年 3 月限から 1999 年 9 月限までの 16 限月をプールしたデータによる測定結果は以下の通りである

$$\begin{aligned} f_t = 0.926300 + 0.818369 f_t^* + 0.872530 w_t, \qquad & n = 3809, \overline{R}^2 = 0.767276 \\ (0.078735) \quad (0.007870) \quad (0.007885) \qquad & \mathrm{DW} = 0.069057 \end{aligned} \tag{12}$$

以上の結果では係数が 1 に近い限月も見受けられる。しかし、DW は 0 に近く、見かけ上の回帰の恐れがある[1] 。回帰分析において、被説明変数と説明変数が 1 次の和分変数 $I(1)$ である、つまり、両者にトレンドが入っていると、見かけ上の回帰が観測されることがある。

まず TGE と CBOT の各先物価格と先物為替レートの変動の和分の次数を推定するために、F, F^*, W の対数値 f, f^*, w について Augmented Dickey-Fuller の単位根検定を行う。表 2 の最後の欄には単位根が存在するという帰無仮説が棄却された変数を示した。この結果は表 8 にも、次節で導入される変数の場合と併せて掲載している。これらの結果から、ほとんどの限月で f, f^*, w は $I(1)$ であることが否定できなかった。しかし、(9) 式で被説明変数と説明変数が $I(1)$ であっても、攪乱項が $I(0)$

[1] $\mathrm{DW} \equiv \sum_{t=2}^{n}(\hat{u}_t - \hat{u}_{t-1})^2 / \sum_{t=2}^{n} \hat{u}_t^2 \approx 2(1-r)$
ただし、r は 1 階の系列相関係数 ($r = \sum_{t=2}^{n} \hat{u}_t \hat{u}_{t-1} / \sum_{t-1}^{n} \hat{u}_t^2$)。したがって攪乱項に強い正の自己相関がありうる。

であれば被説明変数と説明変数は共和分の関係にあるという。そのときには見かけ上の回帰の心配はない。

そこで、差分をとった回帰式、

$$\Delta f_t = \alpha + \beta \Delta f_t^* + \gamma \Delta w_t \tag{13}$$

を分析する。表3に差分をとった場合の回帰の測定結果を示した。ほとんどの限月で $\beta = \gamma = 1$ という仮説は棄却された。また、表8に見られるように、共和分検定によって共和分関係の存在の可能性が示されたのは2限月だけである。

1996年3月限から1999年9月限までの16限月をプールしたデータによる測定結果は以下のようになった。

$$\begin{aligned} \Delta f_t = -0.000143 + 0.212808\Delta f_t^* + 0.412091 w_t, \qquad & n = 3793, \overline{R}^2 = 0.105203 \\ (0.000239) \quad (0.018456) \quad (0.022707) \qquad & \mathrm{DW} = 2.04307 \end{aligned} \tag{14}$$

この結果、$\beta = \gamma = 1$ という仮説は棄却された。

4 輸送費用の考慮

ここまでは、輸送費用を価格の一定割合 H_t' であると仮定してきた。しかし、実際には輸送費用は容積あたりで計算されている。米国のトウモロコシのエレベータがあるガルフから日本の港までの運送費用はC&Fプレミアムと呼ばれている。他に必要な費用としては金利、銀行手数料、欠損リスク料、荷役料、陸上運賃などの輸入諸掛かりがある。トウモロコシの場合は買い方の負担なのでここでは考慮しない。

C&Fプレミアムは、毎日、積期毎の価格が公表されている[2]。このなかで積期が満期に最も近い価格を使う。たとえば、3月限であれば、東穀では2月15日前後に納会日を迎える。米国にある荷を日本に輸送するには、1ヶ月半あれば十分であるから[3]、2月中旬に船積みすれば、3月中の受け渡しに間に合う。そこで、C&Fプレミアムは積期が2月のデータを使用する。ところが、満期までの期間が長いとき、2月積期の価格がまだついていないことがある。そのときは、なるべく2月に近い積期のデータを使用する。このような基準で選択された系列の中で、図1に示した期近系列に対応する部分を図4に示した。また、図2ではシカゴのドル建て価格とC&Fプレミアムを加算したものを示した。このようにトウモロコシでは価格と比較して輸送費が無視できない大きさである。

C_t: C&Fプレミアム (セント/ブッシェル)

J_t: TGEの先物理論価格 (円/トン)

$Q_t = F_t^* + C_t$

とおく。1メトリックトン=39.368ブッシェルを用いてトン換算し、為替レートは（円/ドル）表示であることからセントをドル表示にすると、

$$J_t = 0.39368 Q_t W_t \tag{15}$$

[2]C&Fプレミアムは時事通信社「貿易日日新聞・飼料版」より東京穀物取引所の笹屋氏が採集したデータを用いる。
[3]ニューオーリンズ－日本間はパナマ運河経由の高速船で30日から35日を要する。

となる。

そこで、

$$F_t = 0.39368 Q_t W_t \tag{16}$$

の成立を検証する。両辺の対数をとって、

$$f_t = \alpha + \beta q_t + \gamma w_t \qquad \text{ただし、} q_t = \ln Q_t \tag{17}$$

を測定する。表4に各限月について全16限月の結果を示した。表6には、年度毎にそれぞれ3,5,7,9限月、あるいは限月毎に96年から99年までプールしたデータについての結果を示した。

前節と同様に、対数値 f, q, w について Augmented Dickey-Fuller 単位根検定を行った結果、ほとんどの限月で f, q, w は非定常であることが確認された。結果は、表4及び表8を参照されたい。

そこで、差分をとった回帰式

$$\Delta f_t = \alpha + \beta \Delta q_t + \gamma \Delta w_t \tag{18}$$

についても同様に計算する。表5には各限月について差分をとった場合の回帰の結果を、表7には年度毎・限月毎および16限月全体をにプールしたデータの場合を示した。表2と4から分かるとおり、輸送費用を上乗せした q の係数は、f^* の係数とあまり違わない。また、前節と同様に $\beta = \gamma = 1$ という仮説は棄却された。表8に示した通り、共和分関係も存在しない。

日本と米国の時差を考えると、米国の市場の価格が日本の市場に影響を与える場合、米国の前日の価格と日本の当日の価格を用いるべきである。そこで、米国の価格を前日の価格にして、同様の分析を試みた。表9及び表10にそれぞれ原系列と差分の結果を記した。結論はやはり変わらないものの、特に差分の場合に係数が当日のシカゴ価格を用いる場合に比べて明らかに大きくなり、米国の前日の価格が日本の当日の価格に影響を及ぼしていることが確認された。以上の結果、いずれの場合も「理論価格 J_t ＝実際値 F_t」という意味の裁定関係は成立していない。

ここで、理論価格と実際値を比較すると、「理論価格 J_t ＞実際値 F_t」となる期間の方が長いことが分かった。図1には期近系列について理論値と実現値を示した。

このような状態が続くのは輸送費用が存在することにより、実物の輸送による裁定が一方向にしか働かないからである。「理論価格 J_t ＜実際値 F_t」の場合には以下のような裁定の機会が存在する。東京で先物を売り、シカゴで同量の先物を買うという取引によって、$F_t - J_t$ の利益を得ることが確定する。満期後に現物を米国から輸送して日本で引き渡す。現実には、受け渡し日の属する月の前月15日頃に、米国で現物を買い、日本向けに船積みする。当限月に入ると、米国における先物買い玉が売り方勝手渡しで受け渡されるので、これを売る。受け渡しの日付は売り方が決定するので、現物を買ってから売るまでの期間は半月から1ヶ月前後となる。この期間の現物価格の値動きによって損益が多少変化する。日本における先物売り玉に対しては、当限月末に米国から到着した現物を引き渡す。しかし、逆の「理論価格 J_t ＞実際値 F_t」となる場合にはこのような実物の輸送による裁定が働かない。

5 結論

以上のトウモロコシに関する分析をまとめると次のようである。

1）差分をとった回帰式の測定による裁定関係存在の仮説は棄却された。

2）C＆Fプレミアムを考慮した差分をとった回帰式の測定によっても裁定関係が存在するとはいえなかった。

3） 殆どの期間で、C＆Fプレミアムを考慮した理論裁定価格は常に東穀の実際価格を上回っていた。

以上の分析結果から、TGE と CBOT のトウモロコシの先物価格間には完全な裁定関係は存在しないようである。東京とシカゴのトウモロコシ価格においては、両市場が距離的に隔たっており、価格の安価な商品であるため、価格に対する輸送費用の比率は大きい。そのため、資産市場や貴金属市場と異なり、裁定によって決まる両市場の価格の関係は緩やかなものとなる。

輸送費用が存在するため、「東京で売り、シカゴで買う」という一方向の裁定のみが行われる。そのため、シカゴトウモロコシから輸送費用を考慮して求めた東京の理論価格が実際値を上回る状態は裁定によっては解消しない。東穀の実際価格が理論価格を下回るということは、（仕入れ価格＋輸送費）より安く売ることになり明らかに損失を蒙るにもかかわらず、何故商社はトウモロコシを輸入しているのであろうか。

笹屋緑郎（2000）は、消費地の価格が生産地の価格を下回ることは、現物価格と先物価格の下げのタイムラグを巧みに利用した逆鞘拡大取引、すなわち「気預け売り取引」と呼ばれる売りヘッジ取引から説明できるという。すなわち、豊作気味のときの端境期には先物価格は安値を付けているが、穀物商人は産地でそれより高く現物を買い付けるとともに先物市場で売りヘッジする。収穫時期になって先物価格は豊作人気で更に下がるが消費地には未だ現物の入荷が少ないため現物価格はそれほど下がっていない。そこでその時点で先物を買い戻すとともに、仕入れ価格より安く現物を売却する。その結果穀物商人は現物の損失を上回る先物の売買益をえることができる。

値下がりの時期には、確かに「気預け売り取引」によって逆鞘現象を説明できるが、図１に見られるように、逆鞘は値上がりの時期にも生じている。

商社などが大量に買い付ける場合、ある程度ディスカウントした価格で買い付けているのではないだろうか。もしそうであれば、トウモロコシの輸入は採算が合うであろう。

参考文献

[1] Green, W. H.[2000] *Econometric Analysis*, fourth edition, Prentice Hall International

[2] 岩田暁一 [2000]「商品先物相場における日米間の裁定の存在」、『商品取引所論体系 11』、全国商品取引所連合会、（近刊）

[3] Low, A. H. W. , J. Muthuswamy and R. I. Webb[1999] "Arbitrage, Cointegration, and the Joint Dynamics of Prices across Discrete Commodity Futures Auctions," *The Journal of Futures Markets*,19,799-815.

[4] 日本ユニコム企画調査部編、霜田昭治・木原大輔・加藤洋治監修 [1996]『早わかり商品先物取引』、東洋経済新報社

表 2: **計測結果** ($f = \alpha + \beta f^* + \gamma w$)

限月	α	β	γ	$\overline{R}^2$	DW	n	単位根
96.3	2.5105	0.7902	0.5769	0.9391	0.9391	241	
	(0.1184)	(0.0396)	(0.0444)				
96.5	1.9057	1.2326	0.1467	0.9715	0.3353	241	
	(0.0868)	(0.0342)	(0.0421)				
96.7	2.1042	0.8059	0.6453	0.9182	0.1373	241	f[**]
	(0.1924)	(0.0373)	(0.0712)				
96.9	−1.5282	1.6742	0.6281	0.8527	0.1385	242	f^*[*]
	(0.5020)	(0.1750)	(0.0682)				
97.3	3.9848	0.8763	0.1596	0.7164	0.0987	238	
	(0.7605)	(0.0500)	(0.1117)				
97.5	4.9169	0.8045	0.0463	0.6483	0.0869	238	
	(0.2898)	(0.0391)	(0.0283)				
97.7	−0.8425	1.0659	0.9475	0.8377	0.2052	238	
	(0.3694)	(0.0305)	(0.0506)				
97.9	0.8949	0.9208	0.7588	0.7687	0.3166	237	
	(0.3397)	(0.0345)	(0.0490)				
98.3	0.5271	0.8740	0.8845	0.8853	0.4486	236	
	(0.2148)	(0.0359)	(0.0380)				
98.5	0.6086	0.7932	0.9601	0.8784	0.3370	238	
	(0.2327)	(0.0368)	(0.0308)				
98.7	1.5261	0.8826	0.6586	0.8278	0.3169	236	
	(0.2490)	(0.0380)	(0.0281)				
98.9	4.9206	0.4908	0.4191	0.4536	0.2603	236	
	(0.3806)	(0.0354)	(0.0416)				
99.3	1.7628	0.7358	0.7802	0.9571	0.3117	237	
	(0.1104)	(0.0143)	(0.0197)				
99.5	2.4299	0.7206	0.6594	0.9249	0.2163	237	
	(0.1323)	(0.0246)	(0.0253)				
99.7	2.1740	0.8162	0.6018	0.8469	0.1509	237	f^*[*]
	(0.2071)	(0.0402)	(0.0340)				
99.9	1.1244	0.9426	0.6791	0.8095	0.4358	236	
	(0.2676)	(0.0336)	(0.0343)				

(注)　括弧内は標準誤差である。「単位根」の欄には単位根が存在するという帰無仮説が棄却された変数名を挙げた。なお、その場合の棄却率は *：10%、**：5% として [　] 内に示した。

表 3: **計測結果 (対数値の差分)**$(\Delta f = \alpha + \beta \Delta f^* + \gamma \Delta w)$

限月	α	β	γ	$\overline{R}^2$	DW	n
96.3	0.00135	0.2066	0.2326	0.0926	1.8944	240
	(0.00077)	(0.0783)	(0.0511)			
96.5	0.00165	0.2292	0.3891	0.1031	1.9017	240
	(0.00085)	(0.0758)	(0.0860)			
96.7	0.00167	0.2674	0.1159	0.0409	1.5502	240
	(0.00113)	(0.0835)	(0.0802)			
96.9	0.00051	0.2318	0.2483	0.0374	1.6763	241
	(0.00129)	(0.1508)	(0.0867)			
97.3	−0.00064	0.2332	0.3915	0.0460	2.0764	237
	(0.00109)	(0.0753)	(0.2089)			
97.5	−0.00055	0.2434	0.0076	0.0425	2.1758	237
	(0.00108)	(0.0744)	(0.0051)			
97.7	−0.00098	0.2698	0.5651	0.0991	2.2268	237
	0.00099	0.0768	0.1442)			
97.9	−0.00083	0.1031	0.7908	0.1124	2.1630	236
	(0.00111)	(0.0631)	(0.1479)			
98.3	−0.00006	0.2588	0.6474	0.1446	2.2343	235
	(0.00103)	(0.0740)	(0.1191)			
98.5	−0.00008	0.2455	0.5746	0.1515	2.1790	237
	(0.00093)	(0.0703)	(0.1013)			
98.7	0.00041	0.2030	0.3991	0.0856	2.0688	235
	(0.00094)	(0.0736)	(0.0956)			
98.9	−0.00058	0.2001	0.2989	0.0575	2.1962	235
	(0.00087)	(0.0690)	(0.0916)			
99.3	−0.00078	0.1510	0.5209	0.2927	2.1919	236
	(0.00063)	(0.0511)	(0.0535)			
99.5	−0.00055	0.1813	0.5699	0.3067	2.2809	236
	(0.00066)	(0.0542)	(0.0565)			
99.7	−0.00098	0.1894	0.5675	0.2828	2.0671	236
	(0.00070)	(0.0595)	(0.0601)			
99.9	−0.00109	0.2104	0.5875	0.1620	1.5087	235
	(0.00099)	(0.0711)	(0.0903)			

(注)　括弧内は標準誤差である。

表 4: **計測結果** ($f = \alpha + \beta q + \gamma w$)

限月	α	β	γ	$\bar{R}^2$	DW	n	単位根
96.3	1.5164	0.6361	0.6986	0.9090	0.1242	241	
	(0.2072)	(0.0467)	(0.0523)				
96.5	−1.0001	1.2432	0.2041	0.9508	0.2210	241	
	(0.1854)	(0.0487)	(0.0566)				
96.7	−0.3029	0.9504	0.5560	0.9288	0.1787	241	f[**]
	(0.1820)	(0.0397)	(0.0681)				
96.9	−2.8106	0.6017	1.7099	0.8595	0.1740	242	q[*]
	(0.4157)	(0.0600)	(0.1601)				
97.3	−2.2858	1.0155	0.8845	0.7819	0.1793	238	
	(0.8897)	(0.0469)	(0.1200)				
97.5	−3.2432	1.0133	1.0930	0.8300	0.2000	238	
	(0.5201)	(0.0313)	(0.0674)				
97.7	−3.2300	0.9278	1.2297	0.8446	0.2169	238	
	(0.4186)	(0.0259)	(0.0545)				
97.9	−1.9050	0.8767	1.2297	0.8281	0.4420	237	
	(0.3555)	(0.0272)	(0.0536)				
98.3	−2.1255	0.7292	1.3087	0.8303	0.3332	236	
	(0.3862)	(0.0405)	(0.0431)				
98.5	−1.2551	0.5943	1.3386	0.8587	0.3123	238	
	(0.3400)	(0.0310)	(0.0355)				
98.7	−2.2447	0.8472	1.1401	0.8471	0.4263	236	
	(0.3649)	(0.0336)	(0.0321)				
98.9	1.5302	0.5610	0.8151	0.4802	0.3141	236	
	(0.5864)	(0.0384)	(0.0638)				
99.3	1.1902	0.6656	0.7191	0.9695	0.4647	237	
	(0.0981)	(0.0108)	(0.0168)				
99.5	1.9706	0.6150	0.6348	0.9433	0.3101	237	
	(0.1218)	(0.0177)	(0.0238)				
99.7	1.5453	0.7045	0.5840	0.8663	0.1922	237	
	(0.2107)	(0.0313)	(0.0319)				
99.9	−0.8867	0.9246	0.7587	0.8117	0.4536	236	
	(0.3256)	(0.0328)	(0.0347)				

(注)　括弧内は標準誤差である。「単位根」の欄には単位根が存在するという帰無仮説が棄却された変数名を挙げた。なお、その場合の棄却率は *：10%、**：5% として[　]内に示した。

表 5: 計測結果 (対数値の差分)($\Delta f = \alpha + \beta\Delta q + \gamma\Delta w$)

限月	α	β	γ	$\overline{R}^2$	DW	n
96.3	0.00126	0.1302	0.2345	0.0807	1.8816	240
	(0.00078)	(0.0775)	(0.0514)			
96.5	0.00173	0.1915	0.3908	0.0979	1.8699	240
	(0.00085)	(0.0689)	(0.0862)			
96.7	0.00184	0.2164	0.1143	0.0328	1.5274	240
	(0.00113)	(0.0755)	(0.0805)			
96.9	0.00067	0.1260	0.2586	0.0299	1.6240	241
	(0.00129)	(0.0502)	(0.1509)			
97.3	−0.00053	0.1742	0.4000	0.0399	2.0522	237
	(0.00109)	(0.0614)	(0.2096)			
97.5	−0.00092	0.2048	0.5404	0.0596	2.2122	237
	(0.00108)	(0.0668)	(0.2008)			
97.7	−0.00090	0.2405	0.5626	0.0968	2.2073	237
	(0.00100)	(0.0703)	(0.1444)			
97.9	−0.00080	0.1018	0.7896	0.1139	2.1641	236
	(0.00111)	(0.0578)	(0.1478)			
98.3	0.00003	0.1925	0.6308	0.1292	2.1980	235
	(0.00104)	(0.0684)	(0.1203)			
98.5	−0.00006	0.1932	0.5703	0.1381	2.1516	237
	(0.00094)	(0.0667)	(0.1021)			
98.7	0.00050	0.1778	0.3941	0.0824	2.0524	235
	(0.00095)	(0.0683)	(0.0957)			
98.9	−0.00049	0.1764	0.2981	0.0506	2.1706	235
	(0.00087)	(0.0683)	(0.0922)			
99.3	−0.00083	0.1074	0.5208	0.2842	2.1605	236
	(0.00063)	(0.0443)	(0.0539)			
99.5	−0.00063	0.1103	0.5665	0.2907	2.2054	236
	(0.00067)	(0.0464)	(0.0574)			
99.7	−0.00105	0.1036	0.5644	0.2647	1.9694	236
	(0.00071)	(0.0509)	(0.0610)			
99.9	−0.00107	0.2090	0.5930	0.1665	1.7055	235
	(0.00098)	(0.0964)	(0.0902)			

(注)　括弧内は標準誤差である。

表 6: **計測結果** ($f = \alpha + \beta q + \gamma w$)

限月	α	β	γ	$\overline{R}^2$	DW	n
96.3-9	−0.2678	0.8347	0.7526	0.9023	0.1262	965
	(0.1080)	(0.0243)	(0.0356)			
97.3-9	−2.4060	0.9338	1.0470	0.8318	0.2295	951
	(0.2502)	(0.0143)	(0.0338)			
98.3-9	−1.1038	0.6818	1.1686	0.7625	0.2595	946
	(0.2073)	(0.0165)	(0.0214)			
99.3-9	1.4105	0.6831	0.6464	0.9210	0.3028	947
	(0.0774)	(0.0102)	(0.0129)			
3 月限 (96-9)	0.5338	0.7388	0.7405	0.8759	0.1349	952
	(0.1179)	(0.0134)	(0.0134)			
5 月限 (96-9)	0.4436	0.7370	0.7624	0.8844	0.1246	954
	(0.1198)	(0.0086)	(0.0146)			
7 月限 (96-9)	0.3096	0.7489	0.7700	0.9114	0.1448	952
	(0.1187)	(0.0076)	(0.0159)			
9 月限 (96-9)	−0.7265	0.8211	0.8802	0.9207	0.2306	951
	(0.1434)	(0.0081)	(0.0203)			
96-99.(3-9)	0.2162	0.7565	0.7801	0.8925	0.1439	3809
	(0.0626)	(0.0043)	(0.0080)			

(注)　括弧内は標準誤差である。

表 7: **計測結果 (対数値の差分)**($\Delta f = \alpha + \beta \Delta q + \gamma \Delta w$)

限月	α	β	γ	$\overline{R}^2$	DW	n
96.3-9	0.00131	0.2430	0.2264	0.0592	1.7116	961
	(0.00051)	(0.0472)	(0.0376)			
97.3-9	−0.00092	0.1954	0.6105	0.0802	2.1755	947
	(0.00053)	(0.0355)	(0.0842)			
98.3-9	−0.00013	0.2351	0.4716	0.1141	2.1917	942
	(0.00047)	(0.0358)	(0.0506)			
99.3-9	−0.00085	0.1842	0.5610	0.2478	1.9921	943
	(0.00038)	(0.0300)	(0.0327)			
3 月限 (96-9)	−0.00003	0.2222	0.3952	0.1154	2.1260	948
	(0.00045)	(0.0353)	(0.0416)			
5 月限 (96-9)	−0.00003	0.2293	0.5261	0.1445	2.1453	950
	(0.00044)	(0.0343)	(0.0475)			
7 月限 (96-9)	0.00009	0.1820	0.3813	0.0902	1.9559	947
	(0.00050)	(0.0353)	(0.0451)			
9 月限 (96-9)	−0.00055	0.1653	0.4029	0.0791	1.9371	947
	(0.00054)	(0.0398)	(0.0486)			
96-99.(3-9)	−0.00014	0.2128	0.4121	0.1052	2.0435	3793
	(0.00024)	(0.0185)	(0.0227)			

(注)　括弧内は標準誤差である。

表 8: **単位根・共和分検定**

限月	単位根検定			共和分検定	
	f	q	w	f,q,w	$f,q(-1),w$
96.3		*/	/*		
96.5					
96.7	**/**				
96.9		**/*	**/*		
97.3					
97.5					
97.7					
97.9				**	*
98.3					
98.5			/*		
98.7					
98.9					
99.3				*	
99.5				*	*
99.7		/*			
99.9		**/			

(注)　「単位根」の欄には単位根が存在するという帰無仮説が棄却された（単位根ではない）系列について、その有意水準を　*：10%、**：5%として表示した。「共和分」の欄には共和分ベクトルが単位根を持つという帰無仮説が棄却された（共和分である）系列について、同様に有意水準を「拡張 Dickey-Fuller 検定/拡張多重対称検定」の順で表示した。

表 9: **計測結果** ($f = \alpha + \beta q(-1) + \gamma w$)

限月	α	β	γ	$\overline{R}^2$	DW	n
96.3	1.4671	0.6508	0.6844	0.9120	0.1057	236
	(0.2063)	(0.0470)	(0.0523)			
96.5	−1.1690	1.2839	0.1714	0.9533	0.1582	240
	(0.1842)	(0.0483)	(0.0557)			
96.7	−0.3477	0.9450	0.5754	0.9297	0.1170	240
	(0.1822)	(0.0393)	(0.0678)			
96.9	−2.6325	0.6393	1.6072	0.8649	0.1510	241
	(0.4099)	(0.0588)	(0.1578)			
97.3	−2.1291	1.0095	0.8607	0.7789	0.1246	237
	(0.8943)	(0.0472)	(0.1206)			
97.5	−3.3165	1.0114	1.1113	0.8265	0.1440	237
	(0.5269)	(0.0316)	(0.0683)			
97.7	−3.2879	0.9270	1.2428	0.8396	0.1718	237
	(0.4271)	(0.0264)	(0.0555)			
97.9	−1.9232	0.8638	1.0601	0.8289	0.3867	236
	(0.3538)	(0.0270)	(0.0451)			
98.3	−2.3451	0.7642	1.2990	0.8495	0.2866	235
	(0.3642)	(0.0386)	(0.0406)			
98.5	−1.3154	0.6058	1.3328	0.8671	0.2575	237
	(0.3286)	(0.0302)	(0.0343)			
98.7	−2.4721	0.8757	1.1421	0.8699	0.3737	235
	(0.3360)	(0.0311)	(0.0295)			
98.9	1.6201	0.5601	0.7977	0.4846	0.2614	235
	(0.5810)	(0.0382)	(0.0629)			
99.3	1.2252	0.6703	0.7045	0.9742	0.3767	236
	(0.0898)	(0.0100)	(0.0156)			
99.5	1.9921	0.6226	0.6185	0.9495	0.2321	236
	(0.1144)	(0.0169)	(0.0211)			
99.7	1.5142	0.7226	0.5627	0.8746	0.1559	236
	(0.2034)	(0.0305)	(0.0311)			
99.9	−0.9193	0.9429	0.7374	0.8379	0.3824	235
	(0.2995)	(0.0301)	(0.0324)			

(注)　括弧内は標準誤差である。

表 10: **計測結果 (対数値の差分)**($\Delta f = \alpha + \beta\Delta q(-1) + \gamma\Delta w$)

限月	α	β	γ	$\overline{R}^2$	DW	n
96.3	0.00067	0.5427	0.1846	0.2611	1.8845	235
	(0.00070)	(0.0701)	(0.0463)			
96.5	0.00114	0.5022	0.3275	0.2697	1.8913	239
	(0.00076)	(0.0625)	(0.0785)			
96.7	0.00101	0.6468	0.0722	0.2878	1.6491	239
	(0.00097)	(0.0661)	(0.0693)			
96.9	0.00048	0.2818	0.2447	0.1325	1.6398	240
	(0.00123)	(0.0476)	(0.1431)			
97.3	−0.00025	0.4068	0.3262	0.1879	2.1357	236
	(0.00100)	(0.0564)	(0.1922)			
97.5	−0.00067	0.4214	0.6053	0.1855	2.3523	236
	(0.00100)	(0.0619)	(0.1859)			
97.7	−0.00072	0.3989	0.6130	0.1762	2.2800	236
	(0.00096)	(0.0674)	(0.1388)			
97.9	−0.00057	0.2006	0.7901	0.1514	2.2337	235
	(0.00108)	(0.0565)	(0.1443)			
98.3	0.00021	0.4446	0.6333	0.2573	2.2884	234
	(0.00096)	(0.0633)	(0.1113)			
98.5	0.00027	0.4465	0.5881	0.2719	2.2818	236
	(0.00086)	(0.0612)	(0.0937)			
98.7	0.00067	0.4825	0.3871	0.2528	2.1341	234
	(0.00086)	(0.0618)	(0.0865)			
98.9	−0.00010	0.4377	0.2517	0.1997	2.2393	234
	(0.00080)	(0.0612)	(0.0826)			
99.3	−0.00061	0.3013	0.5214	0.4079	2.2436	235
	(0.00057)	(0.0404)	(0.0489)			
99.5	−0.00037	0.3222	0.5666	0.4221	2.2411	235
	(0.00061)	(0.0417)	(0.0513)			
99.7	−0.00098	0.2781	0.5816	0.3595	2.0295	235
	(0.00067)	(0.0473)	(0.0571)			
99.9	−0.00095	0.4670	0.5776	0.3136	1.8438	234
	(0.00090)	(0.0595)	(0.0814)			

(注)　括弧内は標準誤差である。

[5] 笹屋緑郎 [2000]「商品先物取引と平準化作用」、『ＴＡＦ調査会会報』第 17 号、社団法人東京穀物市況調査会、20 － 21

図1: 理論価格と実現値(期近系列)

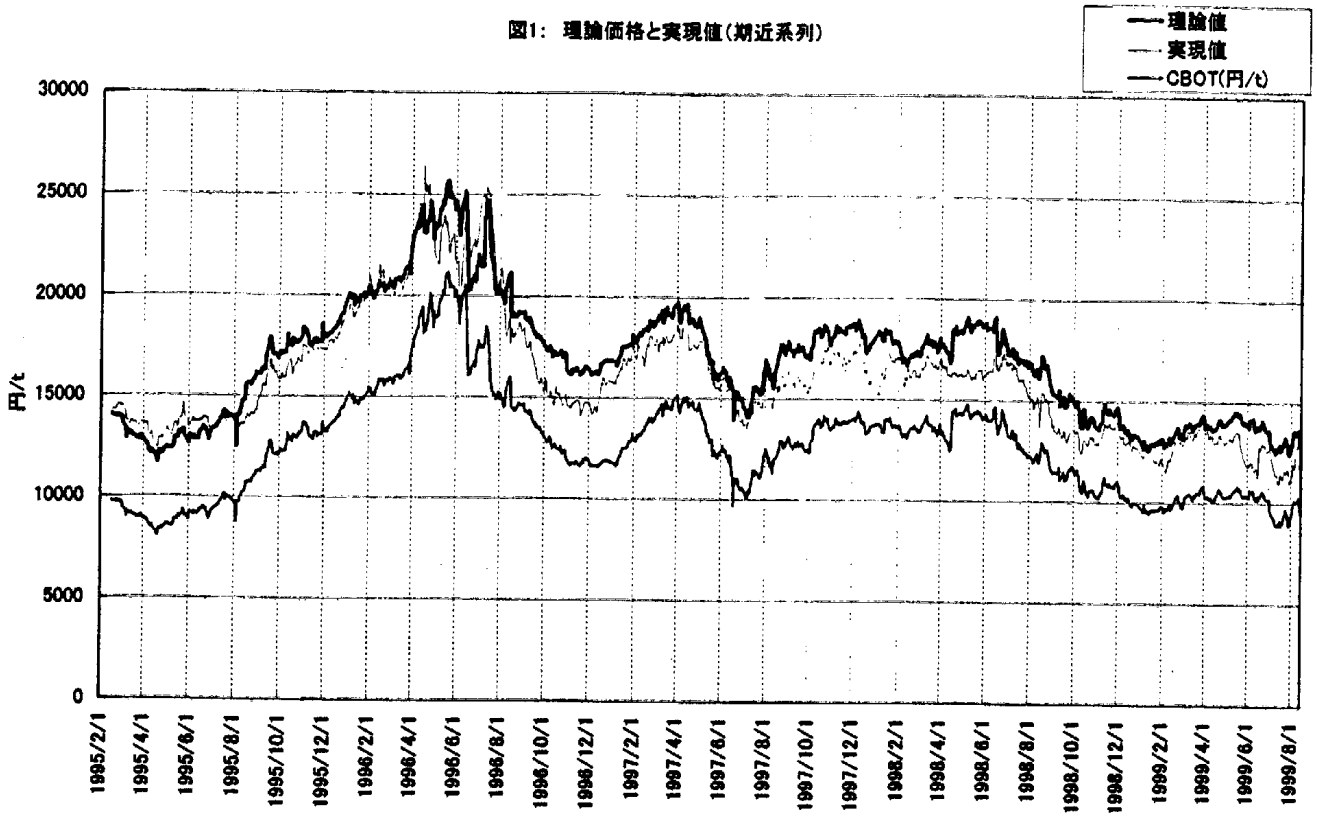

図2: CBOT価格とC&Fプレミアム

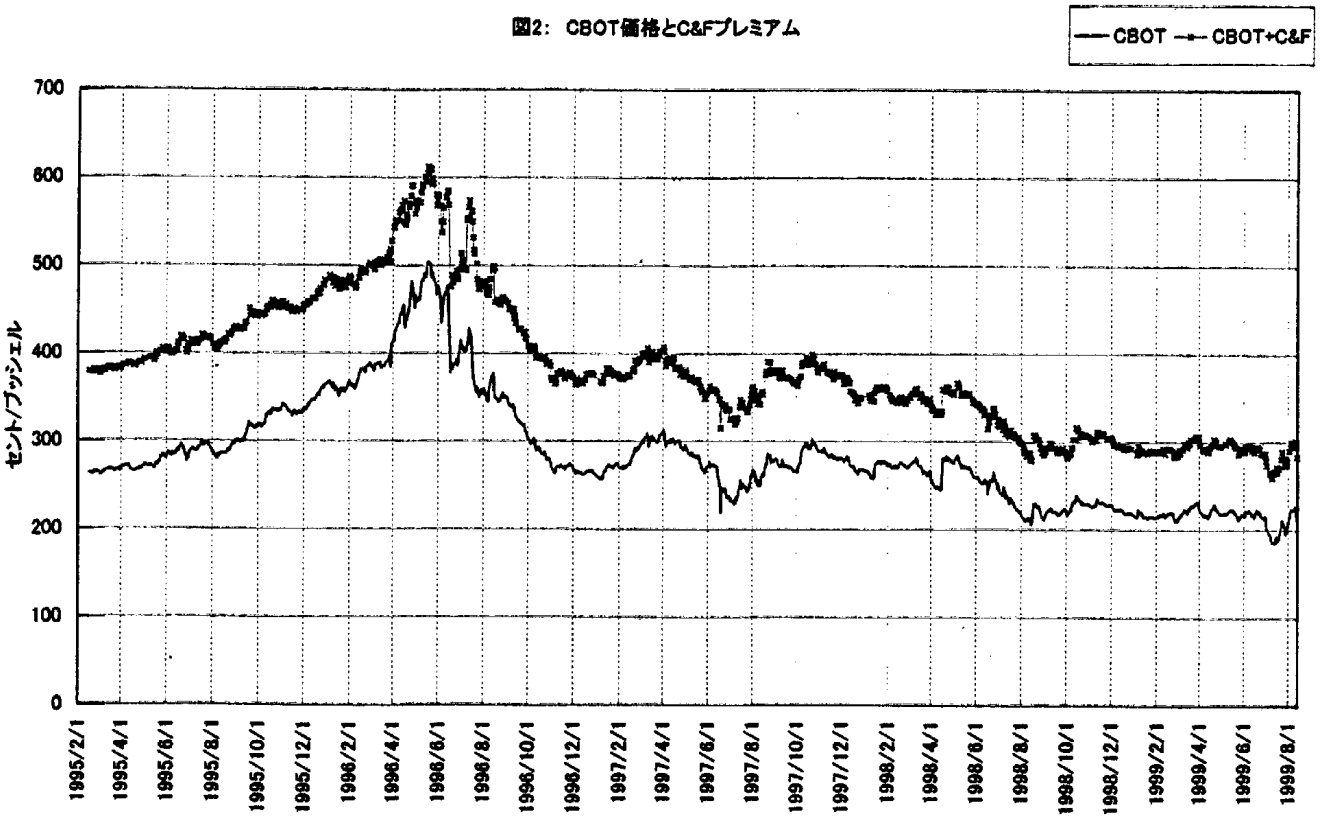

図3:先物為替レート

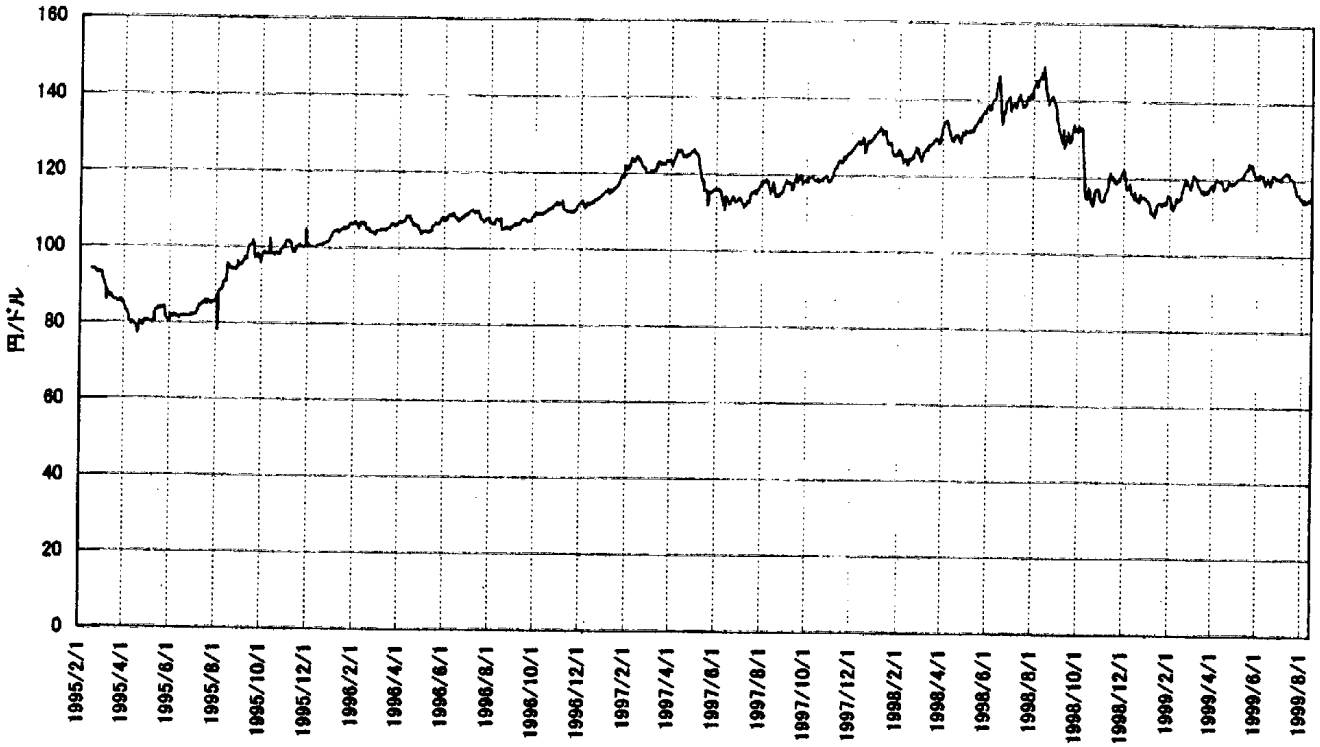
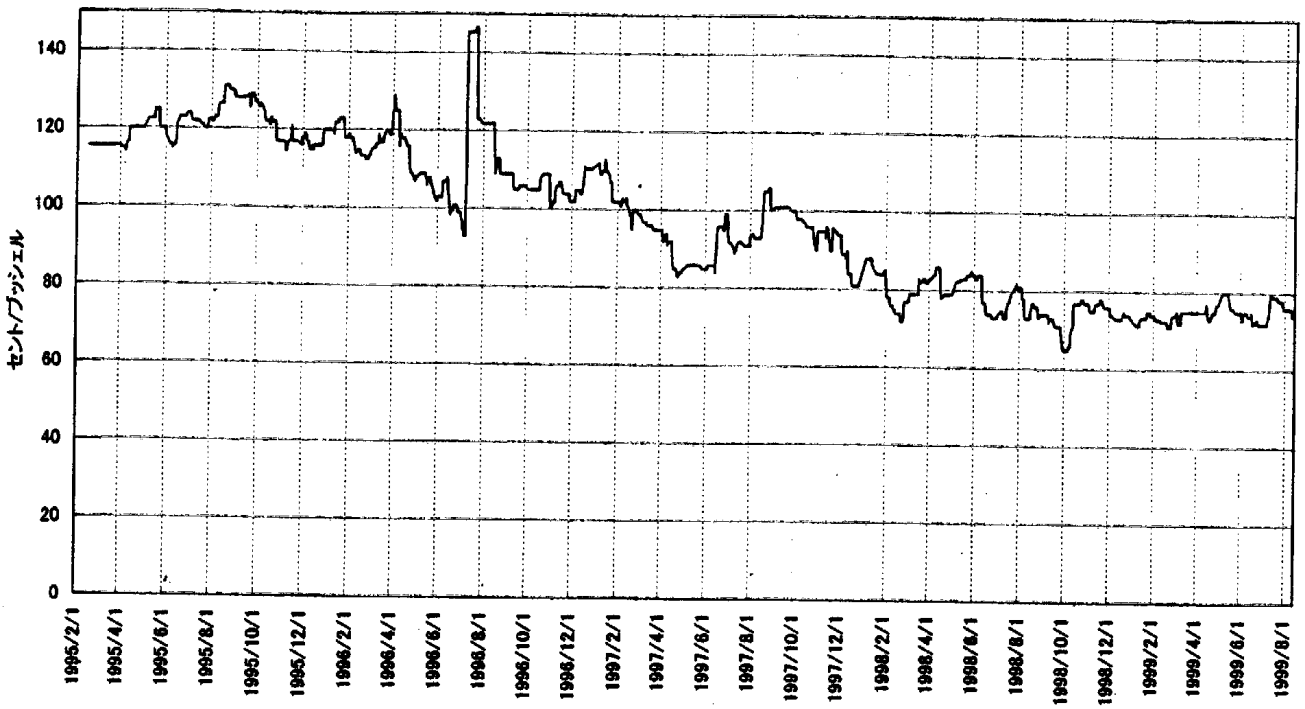
図4: C&Fプレミアム