

わが国先物市場における価格決定：期間を 拡大しての再計測*

釜 江 廣 志

§1 はじめに

利子率の期間構造についての諸仮説，とりわけ純粹期待仮説の分析を行なう場合には，利子率の期待値を用いなければならないが，そのデータは一般的に観察不可能である．期待値を用いる他の多くのケースと同様に，純粹期待仮説をテストする場合には，さらに利子率の期待形成についての仮説を設けた上で，これら両仮説を組み合わせ得られる結合仮説を検定することが多い．しかし，結合仮説が否定される場合，不適切であるのはそれを構成する2仮説のどちらか一方のみであるのか，あるいは両方であるのかの判断はにわかには下し難く，やはり個別の仮説それ自体を単独でテストする必要がある．2仮説のうちの純粹期待仮説を検定することが最終的な目的であるが，それに先立ち，わが国長期国債の所有期間利回りの期待形成が不偏性の条件を満足してなされているか否かを直接的に検定することが，当面試みられる．

ところで，期待形成に関する直接的なテストを行うには，一般には観察可能でない期待値のデータを何らかの工夫により得なければならない．それにはいくつかの方法が考えられよう．第1はサーベイ・データを利用する方法であるが，わが国の債券市場に関する適切なデータは存在しないと思われる．第2は Juttner 他 (1985) のように，将来価格の予測機能を持つ先物市場のデータを利用する方法である．ただし，Juttner 他は先物の利子率が現物のその期待値に等しいか否かの検証は行わず，ア・プリオリに等しいとして

いる。そこで本稿では、上記の最終目的の準備として、わが国債券先物市場において価格がどのように決まっているかが分析される。本稿の結果に基づく次の段階の分析は別稿でなされる。

さて、将来において現物の売却を予定している現物の保有者(供給者)は、先物市場で先物を買って、即ち売りヘッジをかけることによって、現物の値下がりリスクを避けようとする行動をとる。他方、将来において現物を購入しようとする需要者は、現物の値上がりリスクを避けるため、買いヘッジを行なう。ヘッジャーの売りヘッジが買いヘッジよりも多い場合、積極的にリスクを負担して利益を得ようとする行動をとる市場参加者である投機家は買いに回るが、その際、現在の先物価格が将来の現物価格の期待値よりも低くないと、つまり、投機家があえてリスクを負担して先物投資をするに足りるだけのプレミアムが存在しないと、投機家は先物取引を行なおうとしない。このように、現在の先物価格が将来の現物価格の期待値を下回り、プレミアムが存在する現象は、Hicks(1939)などにおいて「正常の逆翰」と呼ばれる。逆に、ヘッジャーの買いヘッジが売りヘッジよりも多い場合、投機家は先物を買って、その際、現在の先物価格が将来の現物価格の期待値よりも高くなければならない。このように、現在の先物価格が将来の現物価格の期待値を上回り、プレミアムが存在する現象は「順翰」と呼ばれる。これらの現象が存在するか否か、特に米国の商品先物市場において正常の逆翰が認められるかどうかについては、主としてCAPMの枠組みを用いて多くの実証研究がなされているが、その結果は一様ではない¹⁾。

ところでCAPMによる場合、全ての資産から成る市場ポートフォリオをいかに特定するかが問題であり、かつ先物はネットの供給額がゼロであることから市場ポートフォリオに含めることは適当ではなく²⁾、困難が生じる。しかし、APT(裁定価格理論)はあらかじめ特定された市場ポートフォリオを用いる必要はなく、APTに依る場合、上記の困難を免れ得る。例えば、Ehrhardt他(1987)はAPTの枠組みを用いて1972年から1980年までの米国の農産物の商品先物を対象にテストを行い、これらの先物の価格は予想現

物価格に等しいとの結論を得ている。

本稿の目的は、国債先物市場発足後の1985年12月から90年6月までの期間のわが国の長期国債などの先物市場における価格形成について、APTの枠組みを用いて分析し、先物投資に正常の逆輸や順輸が存在するかどうかのテストを行なうことである。第2節では、APTの枠組みを用いる場合、先物への投資からリスク・プレミアムが得られるか否かのテストが、どのようになされるかが説明される。第3節に示される長期国債と商品（金と輸入大豆）の各先物データを用いて、第4節で因子分析などにより計量的なテストが行なわれる。因子分析などを行なうには、ある程度の数の変量が必要であるので、国債とともにわが国先物市場でデータがアベイラブルであるもののうち、金と米国産大豆が用いられる。金は金融商品的な性格を有し、金利に敏感に変動すると見られ、また、大豆はわが国商品取引所で最も取引が活発な商品であり、そのうち米国産のその取引が多いためである³⁾。計測の結果から、分析対象期内では正常の逆輸と順輸は存在しないことが示される。このことは、現在の先物価格が将来の現物価格の期待値に等しいことを意味する⁴⁾。

§2 先物の価格形成のテスト

Roll and Ross (1980) によるAPTの定式化は次のとおりである。期 t の第 i 資産の収益率 R_{it} は

$$(1) \quad R_{it} = E_t(R_{it}) + B_{i1}D_{1t} + \cdots + B_{ik}D_{kt} + \varepsilon_{it}$$

と表わされると仮定される。ここに E_t は期待のオペレータ、 D_{ht} ($h=1, \dots, k$) は全資産の収益率に共通な第 h 因子で平均がゼロ、 B_{ih} は R_{it} の因子 h に対する反応度を示す因子負荷量、 ε_{it} は攪乱項で平均がゼロである。APTの関係は

$$(2) \quad E_t(R_{it}) = F_{0t} + B_{i1}F_{1t} + \cdots + B_{ik}F_{kt}$$

として表わされる。ここに F_{0t}, \dots, F_{kt} はウェイトで、 F_{0t} は全ての h について反応度 B_{ih} が0であるような資産の収益率である。 F_{ht} ($h=1, \dots, k$) は

因子 h に関する危険のみを持つポートフォリオのリスク・プレミアムを表わす。式 (1) に (2) を代入して

$$(3) \quad R_{it} = F_{0t} + B_{i1}F_{1t} + \cdots + B_{ik}F_{kt} + u_{it}$$

が得られる。ここに

$$(4) \quad u_{it} = B_{i1}D_{1t} + \cdots + B_{ik}D_{kt} + \varepsilon_{it}$$

は $D_{1t}, \dots, D_{kt}, \varepsilon_{it}$ により生じる攪乱項で、平均はゼロである。

計測は先物のデータを対象に APT のフレームワークを用いて行なわれる。式 (3) の左辺の R_{it} として先物の収益率 R_{it}^f が用いられる。式 (3) のクロス・セクション回帰により求められる F_{1t}, F_{2t}, \dots の推定値 $\hat{F}_{1t}, \hat{F}_{2t}, \dots$ が

$$(5) \quad \hat{F}_{ht} = 0, \quad h = 1, \dots, k$$

である時、先物への投資から得られるプレミアムはゼロになり、正常の逆輸と順輸は存在しない。

式 (5) で示される帰無仮説の検定は次のようになされる⁵⁾。この帰無仮説に対する検定統計量

$$\chi^2 = T(\bar{\lambda} - \mu_0)' \Phi^{-1}(\bar{\lambda} - \mu_0)$$

は漸近的に自由度 k の χ^2 分布をする。これと $\mu_0 = 0$ とを用いると χ^2 検定により帰無仮説のテストができる。ここに、 T は観察値の数であり、

$$\bar{\lambda} = \sum_t \hat{\lambda}_t / T,$$

$$\hat{\lambda}_t = (\hat{F}_{1t}, \hat{F}_{2t}, \dots, \hat{F}_{kt})',$$

$$\Phi = \sum_t (\hat{\lambda}_t - \bar{\lambda})(\hat{\lambda}_t - \bar{\lambda})' / T$$

である。

§3 データ

計測に用いられる先物は、いずれも東京市場における10年物長期国債と金と米国産大豆である。これら3先物の市場において投資家は同様な価格形成を行うと仮定される。データは週次のそれ(毎週金曜日の終値)が採られ

る。東証の国債先物は1985年10月に取引が開始されたが、同年12月第2週以降においては、3か月に渡って同一の2限月のデータがアベイラブルである⁶⁾。データの採集期間は1985年10月から90年6月までである。受渡し決済日は3, 6, 9, 12月の各20日(休業日の場合、順次繰り下げ)で、取引最終日はその9営業日前であり、各月の10日前後であるから、各年3, 6, 9, 12月の中旬からの約3か月間、国債先物の2限月のデータが連続して採集できる。これに対し、金は2か月以内の奇数月と12か月以内の偶数月の7限月、大豆は12か月以内の偶数月の6限月であるが、取引最終日はともに各限月の25日前後であり⁷⁾、従って3か月に渡ってデータがアベイラブルであるのはともに5限月である。例えば12月からの約3か月では、翌年2月、4月、6月、8月、10月限月のデータが採集できる。これらの12個の変量(variable)が用いられる。

これらの変量のデータがアベイラブルな期間、即ち、

- ① 85年12月第2週～86年2月第3週 (11週)
- ② 86年3月第1週～同年6月第1週 (14週)
- ③ 86年5月第5週～同年8月第4週 (13週)
- ④ 86年9月第1週～同年12月第1週 (14週)
- ⑤ 86年11月第4週～87年2月第3週 (13週)
- ⑥ 87年3月第2週～同年6月第1週 (13週)
- ⑦ 87年6月第2週～同年8月第3週 (11週)
- ⑧ 87年9月第2週～同年12月第1週 (13週)
- ⑨ 87年12月第2週～88年2月第3週 (11週)
- ⑩ 88年3月第1週～同年6月第1週 (14週)
- ⑪ 88年6月第2週～同年8月第3週 (11週)
- ⑫ 88年9月第1週～同年12月第1週 (14週)
- ⑬ 88年12月第2週～89年2月第3週 (11週)
- ⑭ 89年3月第1週～同年6月第1週 (14週)
- ⑮ 89年6月第1週～同年8月第4週 (13週)

- ⑯ 89年9月第2週～同年12月第1週(13週)
- ⑰ 89年12月第1週～90年2月第3週(12週)
- ⑱ 90年3月第1週～同年6月第1週(14週)

の18部分期間が計測期間とされる。なお、観察値の数をなるべく多くするために、これらの期間の一部は重複して計測対象とされるが、異なる部分期間に対応する各先物の限月の組合せは異なる。また、12週以下しかない部分期間については、12変量のデータが採集可能でありかつ取引最終日以前である日のうちで最も早い日と最も遅い日⁹⁾が含まれて観察値がそれぞれ13個とされ、計240個(週)の観察値が計測の対象とされる。

次に、先物投資から得られる収益率が計算される。ところで先物取引には証拠金が必要である⁹⁾。これには先物価格に依存しない当初証拠金(国債先物に対して)もしくは本証拠金プラス定時増し・臨時増しの証拠金(商品先物に対して)と、価格変動が大きい時に必要とされる追加証拠金(両先物に対して)がある¹⁰⁾。収益率の計算にはこれら全てを考慮に入れなければならないが、追加証拠金は価格変化に応じて変動し、また商品先物の定時増しと臨時増しもしばしば変更されるので、計算は煩雑である。変動の特に激しい追加証拠金を投資額から除いて収益率を計算するのも一法であるが、価格が元に戻っても清算するまで追加証拠金は回収できないから、これも投資額に含めるべきであり、この方法も不満足である。そこで以下では第1次接近として、証拠金率は100%であり¹¹⁾、かつ証拠金は先物の契約締結日(t)に差入れられ受渡し決済日(U)に回収される、つまり、投資期間は($U-t$)日である、と仮定した上で、先物の収益率 R_t^f が先物価格の契約締結日から決済日までの変化率として次のように計算される。

$$(6) \quad R_t^f = \frac{P_s^f - P_t^f}{P_t^f} \times \frac{365}{U-t} .$$

ここに P_s^f 、 P_t^f はそれぞれ取引最終日が日 S である先物の日 S と日 $t(t \leq S)$ における価格である。日 S 以降は取引がなされず、決済は日 S の価格で行われる。なお、収益率を年当たり表示にするために投資期間の日数(U

- *t*) が考慮される。

§ 4 計測とその結果

計測の第1段階では式(1)の因子分析が行われ、因子負荷量 B_{i1}, \dots, B_{ik} の推定値が求められる。因子負荷量は前記の約3か月毎の部分期間を季節別にまとめた4季内においてそれぞれ一定であると仮定され¹²⁾、計測は季節別に行われる。季節別のサンプルの構成は表1の通りであり、データの詳細は表2-1から2-4に示されている。

表1 季節別サンプル構成

季節	部分期間	サンプル数
1 (冬)	①⑤⑨⑬⑰	65
2 (春)	②⑥⑩⑭⑱	69
3 (夏)	③⑦⑪⑮	52
4 (秋)	④⑧⑫⑯	54

因子数の決定に際して¹³⁾、次の基準、すなわち

(a) 相関係数行列の固有値を1以上にする因子の数、

(b) 因子の累積寄与率を一定値(80%)以上にする因子数、

をそれぞれ用いる方法がとられる¹⁴⁾。結果は、(a) (b)ともに、季節1, 2で最適な因子数が4, 季節3, 4で3である。これらの結果と、式(3)のクロス・セクション回帰でサンプルが12個であり、自由度を確保するにはその式の説明変数である因子負荷量の数が少ない方が望ましいこと、さらに式(5)についての下記のような χ^2 テストが全期間を一括して行われるため、全ての季節において因子数が同じである方が望ましいことから、因子数は3とされる。因子負荷量の推定には主成分法が用いられる。因子の回転はなされない。

計測の第2段階では、第1段階で得られた因子負荷量の推定値を説明変数として、観察日(週)毎に式(3)のクロス・セクション回帰がなされ、 F_{0t}, \dots, F_{3t} の推定値が求められる。

第1段階の計測結果は表3-1から3-4までに、第2段階のそれは表4に

示される。まず、式(3)の定数項 F_{0t} の平均は -4.916 、その t 値は -2.39 であるので、定数項は 0 と有意に異なる。次に、(3) の係数推定値について χ^2 テストを行なうと、 $\chi^2=7.083$ が得られる。これは有意水準 5%、自由度 3 の χ^2 分布の臨界値である 7.815 よりも小さいので、式(5)の仮説は棄却されず、 F_{1t} 、 F_{2t} 、 F_{3t} の推定値はともに 0、つまり、先物投資のリスク・プレミアムはゼロである。これらの結果から、本稿の計測対象の期間内では正常の逆輸と順輸は存在しないと言えよう。

表 2-1 季節 1 (冬: 65 サンプル) の先物の収益率データ

先物	限月	平均	標準偏差
国債	3	-0.88138	23.008
	6	4.0958	11.455
金	2	-26.838	47.032
	4	-14.846	22.052
	6	-11.886	18.325
	8	-8.9145	10.960
	10	-10.311	14.470
大豆	2	-64.292	96.744
	4	-5.5217	83.436
	6	8.7922	76.013
	8	-13.537	24.637
	10	-8.6531	15.030

表 2 の注: 分析対象期間内のデータを、季節別に、即ち、限月毎に、一括して平均などを求めた。単位は%である。季節別のサンプル構成は表 1 参照。

表 2-2 季節 2 (春: 69 サンプル) のデータ

先物	限月	平均	標準偏差
国債	6	3.3957	11.063
	9	-9.1558	12.558
金	6	-5.8749	27.568
	8	-3.2106	10.128
	10	-7.1307	22.019
	12	-5.0709	18.007
	2	-8.5117	17.460
大豆	6	16.734	166.23
	8	-28.745	25.167

10	-15.301	30.616
12	-12.457	13.165
2	-16.485	14.334

表 2-3 季節 3 (夏: 52 サンプル) のデータ

先物	限月	平均	標準偏差
国債	9	-11.584	19.527
	12	3.9846	9.3539
金	8	-7.0985	38.627
	10	.97577	35.231
	12	-4.6615	27.942
	2	-6.0983	24.482
	4	-4.1263	18.603
大豆	8	6.7517	186.53
	10	4.2137	77.909
	12	-7.6190	29.645
	2	-10.356	23.676
	4	-5.1173	32.033

表 2-4 季節 4 (秋: 54 サンプル) のデータ

先物	限月	平均	標準偏差
国債	12	11.512	15.273
	3	1.0878	17.364
金	12	-6.9128	41.085
	2	-14.428	29.194
	4	-8.5631	17.637
	6	-7.8991	8.6197
	8	-6.8219	7.4418
大豆	12	5.6413	40.211
	2	-4.9094	21.179
	4	19.079	39.959
	6	23.219	48.052
	8	-8.7630	13.110

表 3-1 季節 1 の因子負荷量の推定値

先物	限月	B_1	B_2	B_3
国債	3	-.2922092	.7959046	-.2404613
	6	.1867121	.6858937	-.3614368
金	2	.4379483	-.5558337	-.3742407

	4	.9587163	-.1737327	-.1590280
	6	.8657907	.3423532	-.0119091
	8	.9326235	.2898181	-.0600718
	10	.3647132	.6274341	-.6386097

大豆	2	-.3347670	-.2451512	-.0136416
	4	.5269636	-.7089517	.1929746
	6	.2699225	.2446834	.9169010
	8	.6375908	.2774303	.6637622
	10	-.3297912	.7048324	.4976888

表3の説明：季節別に因子分析を行なって、式(1)を計測した結果である。因子数は3、因子負荷量の推定には主成分法が用いられ、因子の回転はなされない。

表3-2 季節2の因子負荷量の推定値

先物	限月	B_1	B_2	B_3
国債	6	.0156402	.1983170	-.2082741
	9	.4445549	-.6520219	.3491442

金	6	.8872268	.2281005	.0632380
	8	.8102382	.3056294	-.0236269
	10	.7844490	-.3563839	-.1696502
	12	.8072410	-.5577807	-.1109745
	2	.7539186	-.5700253	-.0877980

大豆	6	.0088749	.6200651	.7127060
	8	.4942169	.8211335	.1586737
	10	.4837449	-.3324700	.5826787
	12	.4066828	.8339152	-.1937852
	2	.7739634	.5254770	-.2427309

表3-3 季節3の因子負荷量の推定値

先物	限月	B_1	B_2	B_3
国債	9	.3653150	.8138324	-.1444572
	12	-.5464667	.4708578	.1809899

金	8	.3770201	.5374281	.5021521
	10	.8218757	.0165508	.4335972
	12	.9548019	.2450079	-.1173305
	2	.9099323	.2657955	-.2753136
	4	.9139090	.3663822	-.1144305

大豆	8	.0254756	-.6996836	.3842160
	10	.6551856	.1296730	.6184580
	12	.6554880	-.6926140	.1550399

2	.7066184	-.6697649	-.1442386
4	.8464421	-.2442194	-.4035504

表3-4 季節4の因子負荷量の推定値

先物	限月	B_1	B_2	B_3
国債	12	-.6727551	-.3346108	-.1845597
	3	-.8349039	-.0730040	.2575230
金	12	.9383179	.1343464	.0120929
	2	.9565897	.1480767	-.1895836
	4	.9812705	.0120311	.0355496
	6	.7324288	-.3109158	.5848676
	8	.8936407	-0.966458	.3761250
大豆	12	-.0832342	.6486528	.6595622
	2	.4459103	.8387679	-.2217810
	4	.8230773	.3761865	-.3722438
	6	-.6291012	.7446252	-.0562089
	8	-.5762068	.7162313	.1973444

表4 APTの計測結果

観察値	F_0	F_1	F_2	F_3
1	-16.53	-25.53	30.42	-33.31
2	-27.16	-11.84	37.96	-39.22
3	-36.49	-7.42	46.69	-38.15
4	-41.18	-3.82	51.37	-36.29
5	-44.80	-2.55	56.67	-35.79
6	-58.53	2.85	77.20	-33.97
7	-69.16	-2.42	92.29	-20.77
8	-81.05	11.91	108.89	-25.34
9	-63.84	-2.04	88.90	-27.37
10	-55.74	3.14	79.64	-42.69
11	-2.00	-38.66	16.96	-72.41
12	15.08	-83.38	5.92	-61.84
13	32.36	-116.56	-8.47	-62.47
14	-3.45	12.53	6.83	-3.61
15	-1.50	8.41	3.46	-2.24
16	-8.51	14.54	12.54	-4.09
17	-10.06	14.59	14.60	-0.46
18	1.00	10.39	4.79	3.49
19	0.16	8.40	6.85	6.35
20	-5.81	14.77	13.02	4.72

21	-15.62	25.19	23.90	5.17
22	-13.92	31.01	20.83	0.36
23	-29.31	52.41	37.09	3.12
24	-30.94	59.84	37.66	2.89
25	-35.08	79.12	39.46	-2.13
26	-63.65	121.82	66.92	4.93
27	-0.37	-17.62	24.90	76.09
28	-4.00	-13.34	29.23	74.36
29	1.20	-11.73	24.54	76.83
30	-7.35	-3.65	32.64	73.04
31	0.48	-4.24	25.96	79.12
32	-21.06	4.35	51.02	79.89
33	-16.80	4.10	45.36	86.88
34	-39.61	30.40	69.86	90.04
35	-28.88	24.86	59.63	95.10
36	-31.16	41.40	58.68	91.24
37	-49.46	61.66	82.13	96.34
38	-127.54	150.99	168.51	114.82
39	-22.36	8.46	64.80	97.95
40	-20.17	13.73	16.47	-1.54
41	-19.25	13.54	15.16	-2.13
42	-18.23	13.92	15.35	-4.87
43	-31.83	24.55	29.39	-5.52
44	-42.84	35.64	41.19	-7.06
45	-51.81	49.02	51.80	-10.60
46	-53.08	52.14	51.69	-8.60
47	-51.39	46.91	51.23	-2.02
48	-50.12	45.64	49.40	3.52
49	-69.38	77.26	68.04	0.03
50	-83.07	96.75	81.50	6.80
51	-78.08	132.61	58.50	-18.09
52	-16.43	22.83	4.57	-17.75
53	9.93	-8.00	-56.17	7.82
54	12.05	-9.50	-60.26	7.43
55	9.10	-6.77	-59.03	5.20
56	8.24	-6.01	-58.36	5.69
57	17.52	-7.11	-73.21	1.57
58	19.23	-9.76	-76.09	3.47
59	8.63	-9.61	-58.73	6.21
60	17.19	-15.93	-66.93	3.49

61	9.68	-4.94	-64.90	6.40
62	11.52	-8.15	-69.24	9.58
63	3.76	3.67	-63.12	8.86
64	0.27	20.43	-64.97	-1.87
65	-26.74	55.04	-43.84	9.87
66	-11.46	-2.87	-39.32	-40.04
67	-12.49	-0.68	-38.40	-36.41
68	-13.36	-0.16	-38.02	-35.75
69	-19.61	5.82	-41.60	-43.15
70	-16.46	7.67	-42.65	-40.85
71	-13.55	2.37	-44.70	-42.64
72	-19.60	12.56	-46.05	-44.23
73	-17.94	18.32	-37.18	-17.35
74	-26.35	28.92	-43.92	-30.76
75	-33.62	51.70	-44.18	-30.97
76	-15.45	27.79	-42.65	-23.58
77	-16.39	22.90	-44.42	-22.05
78	2.03	-13.19	-64.85	-81.85
79	-7.65	13.19	-63.59	-84.16
80	14.75	-21.29	11.74	-21.93
81	9.99	-9.70	14.35	-18.55
82	11.98	-12.09	15.51	-19.62
83	10.36	-10.10	15.04	-21.29
84	2.32	-1.82	13.56	-23.17
85	5.30	-11.05	15.72	-20.09
86	1.33	-10.25	18.22	-16.47
87	-12.12	9.06	12.47	-31.42
88	-27.36	27.84	12.53	-29.17
89	-37.04	28.13	-5.76	-65.81
90	-23.15	4.07	-6.56	-76.77
91	-35.75	29.59	1.37	-63.69
92	-37.59	27.09	-15.95	-119.50
93	24.81	-36.74	35.82	99.48
94	32.24	-48.77	41.53	111.55
95	32.10	-51.59	39.37	111.68
96	36.28	-57.06	42.76	121.54
97	32.18	-56.79	40.85	120.05
98	29.69	-50.69	39.90	123.62
99	34.61	-57.64	44.67	138.90
100	53.61	-80.93	61.10	186.88

101	42.67	-71.47	47.94	156.36
102	48.63	-77.19	51.55	169.63
103	58.37	-94.26	49.12	170.27
104	69.71	-116.87	50.39	191.08
105	81.26	-130.06	63.32	243.99
106	105.91	-181.99	69.84	294.77
107	-7.96	18.82	-18.26	-30.06
108	-7.66	11.89	-20.60	-36.20
109	-8.96	11.69	-24.68	-46.17
110	-8.03	9.92	-22.24	-39.44
111	-9.16	16.02	-20.27	-32.78
112	-8.46	16.16	-18.72	-28.36
113	-9.17	12.96	-21.83	-36.41
114	-10.96	19.20	-22.13	-34.01
115	-13.69	24.58	-23.84	-40.43
116	-16.14	27.71	-28.67	-53.58
117	-13.10	20.45	-29.72	-57.51
118	-13.95	29.37	-24.37	-48.72
119	-4.34	18.53	-18.22	-38.06
120	-3.96	23.26	-4.74	-7.05
121	4.16	-45.70	-2.50	-18.91
122	2.74	-45.77	-5.51	-22.85
123	5.38	-51.17	-6.08	-24.01
124	4.20	-51.84	-6.42	-24.85
125	4.09	-46.19	-6.65	-26.45
126	2.24	-47.16	-9.46	-34.97
127	2.32	-52.50	-15.58	-48.27
128	2.09	-53.22	-14.71	-48.14
129	-2.95	-52.12	-28.16	-80.28
130	1.20	-58.30	-27.21	-76.28
131	-11.17	-33.97	-20.43	-65.65
132	-7.17	-36.56	-12.47	-49.07
133	-18.23	-16.63	-8.56	-39.02
134	1.74	-44.23	4.76	-4.50
135	-21.50	26.53	38.07	27.88
136	-21.79	32.59	40.53	38.85
137	-15.84	30.49	27.63	48.66
138	-22.66	38.00	41.79	43.78
139	-20.95	40.52	34.35	53.64
140	-8.17	44.13	17.96	86.04

141	-9.31	47.94	17.45	86.98
142	-22.45	63.13	42.92	94.36
143	-19.36	61.14	41.09	105.32
144	-22.22	68.50	42.30	117.11
145	12.57	43.96	-7.52	160.33
146	44.73	-5.59	-83.46	131.16
147	-89.26	140.99	84.27	57.41
148	-22.69	5.67	-4.69	-1.93
149	-25.41	5.27	-2.36	-5.85
150	-24.58	4.19	0.99	-3.70
151	-15.36	-0.45	-6.50	1.00
152	-14.33	-3.97	-11.04	0.09
153	-6.62	-14.93	-18.99	-9.14
154	-2.94	-21.26	-29.87	-16.50
155	-1.11	-24.27	-33.78	-14.54
156	-7.37	-24.35	-29.41	-37.55
157	38.85	-72.76	-95.49	-29.16
158	64.34	-101.14	-123.76	-30.55
159	150.30	-173.94	-222.85	99.03
160	186.61	-223.44	-278.82	93.22
161	-22.31	-10.47	31.19	-8.87
162	-21.47	-10.06	31.96	-8.00
163	-30.73	-5.33	49.36	-20.72
164	-39.50	-1.70	63.92	-43.22
165	-50.15	1.39	84.18	-63.86
166	-47.37	2.14	80.00	-58.88
167	-33.03	-9.43	61.62	-48.66
168	11.14	-41.13	-9.25	9.27
169	34.31	-58.83	-40.43	38.82
170	14.91	-47.56	-11.82	21.27
171	-4.27	-32.58	29.04	-5.55
172	-61.49	21.15	89.73	-51.01
173	46.68	-94.84	-53.34	-3.22
174	6.13	8.32	4.40	-33.24
175	6.30	3.78	-0.99	-43.33
176	-2.62	9.01	15.44	-53.21
177	0.88	11.26	11.47	-44.06
178	-1.43	6.86	13.37	-59.56
179	-7.15	10.85	16.50	-62.86
180	-0.86	11.83	9.30	-49.93

181	-0.38	12.88	6.58	-58.97
182	8.81	13.06	-10.36	-49.85
183	19.25	10.11	-24.83	-29.90
184	21.06	8.78	-25.88	-23.89
185	8.81	11.65	-21.53	-60.77
186	1.18	23.50	-11.66	-60.39
187	1.21	-4.06	0.90	-3.40
188	3.04	-7.03	-2.95	-5.09
189	2.59	-5.15	3.36	-0.94
190	0.27	-10.86	12.34	3.16
191	1.54	-12.42	5.97	-12.55
192	1.45	-12.76	8.95	-4.43
193	7.57	-11.06	-3.46	-16.18
194	5.13	-14.30	-8.67	-14.27
195	3.66	-12.69	-30.65	-28.50
196	2.51	-15.43	-29.50	-32.79
197	4.20	-14.46	-21.75	-25.81
198	8.18	-7.18	-29.28	-28.12
199	7.74	-0.32	-9.80	1.76
200	0.05	2.24	27.79	56.30
201	7.06	-35.59	28.01	-4.76
202	7.20	-36.46	29.49	-3.34
203	10.17	-41.84	26.94	-5.28
204	12.03	-45.24	4.50	-18.96
205	13.68	-48.25	5.11	-17.93
206	13.82	-48.96	4.00	-17.98
207	5.64	-48.63	16.86	-8.33
208	0.87	-36.04	54.04	19.46
209	-1.21	-23.33	74.04	34.43
210	-0.12	-34.36	58.92	36.64
211	-3.37	-33.16	41.30	17.21
212	-7.32	-38.79	40.78	18.85
213	-10.65	-45.88	49.40	34.79
214	-3.48	-22.66	-43.21	-15.39
215	-4.71	-19.10	-45.16	-13.18
216	-4.45	-17.00	-41.51	-9.92
217	-0.18	-13.98	-29.46	-2.65
218	0.76	-13.32	-24.10	-0.20
219	-1.27	-14.46	-30.77	-2.35
220	-0.84	-8.82	-19.66	5.11

221	-2.78	-7.22	-29.39	-5.73
222	-4.44	-2.93	-12.25	14.26
223	-6.80	-7.31	-25.45	6.83
224	-7.79	-2.78	-16.39	11.16
225	-4.76	-1.90	15.10	44.17
226	-3.98	-2.80	1.15	34.91
227	-9.02	-0.65	10.86	44.26
228	9.37	20.56	4.15	-42.63
229	10.31	21.86	13.19	-38.93
230	8.85	23.13	11.49	-39.39
231	11.83	29.34	30.63	-29.69
232	12.93	28.50	27.91	-31.43
233	12.39	28.09	29.25	-32.60
234	11.85	31.73	25.66	-33.93
235	11.65	28.90	18.77	-44.51
236	11.30	27.47	15.49	-49.41
237	10.35	23.12	1.83	-70.30
238	5.78	21.94	-4.28	-74.63
239	-1.32	12.13	-5.32	-79.08
240	1.23	14.71	-4.28	-94.02

表4の説明：式(3)を観察値(週)毎にクロス・セクション回帰した結果である。説明変数は、表3で得られた因子負荷量の推定値である。

§5 結論と残された問題

本稿では、わが国の国債と金、輸入大豆の先物価格が分析され、先物投資から得られるリスク・プレミアムはゼロであって、正常の逆輸と順輸は存在しないこと、つまりそれらの現在の先物価格が将来の先物の割引期待価格と等しいことが導かれた。

残された問題は次の通りである。国債先物市場は発足してそれほど時間が経過していないため、計測に用い得るサンプル数は十分あるとは言い難い。また、分析対象にされた先物3資産の間でどの程度資産選択がなされているかについては、データが得られないため不明であるが、一括して対象とすることには問題が残るかもしれない。今後、証券・金融関係の先物市場のデータが蓄積されれば、それらも対象に含めた上で分析されるべきであろう。さ

らに、証拠金率についての取扱もより現実に即した工夫が必要であろう。これらは将来の検討課題である。

* 本稿は、拙稿(1989)での分析を、計測対象期間を拡大し、かつ計測方法を改善して修正したものである。本稿は日本証券奨学財団の助成を受けた研究の成果の一部である。記して感謝申し上げる。

- 1) それらの展望として Stein (1986) 参照。
- 2) Baxter 他 (1985) 参照。
- 3) 日本経済新聞社 (1988) 参照。なお、これら以外にわが国では株式先物の取引が87年6月から行われているが、データの数は多くない。また、先物為替も存在するが、これは先渡取引 (forward) であって先物取引 (futures) ではないので分析対象とされない。この点はさらに検討の余地がある。
- 4) このことは、先物価格がマーチンゲール過程に従う、先物市場が効率的 (または合理的) である、なども表現される (Duffie (1989) p.181 参照)。
- 5) Gultekin and Rogalski (1985) 参照。
- 6) 5限月の先物が取引引きされることになっているが、実際にはほとんどの日において2限月分の取引引きしかなされていない。
- 7) 受渡し日は、金が各限月の最終営業日、大豆は各限月の最終営業日の前日であり、ともに12月のみ24日である (休業日と半休業日の場合は、順次繰り下げ)。取引最終日は両先物とも受渡し日の2営業日前である。
- 8) 順に、85年12月9日、86.2.24、87.6.10、8.25、12.8、88.2.24、6.8、8.25、12.8、89.2.22、90.2.22 である。
- 9) 証拠金の取扱について Black (1976)、Telser (1981) 参照。
- 10) 原・荒井 (1986) p.291-2、木原 (1985) p.242-5、日本経済新聞社 (1988) p.33-34 参照。
- 11) Bodie and Rosansky (1980) も同様の仮定を設けている。なお、証拠金はその一部を収益を生む有価証券で代用できるから、実質的な証拠金率は名目的な証拠金率より低いとする考え方があり、証拠金率が100%であるとの仮定にも問題は残存する。ただし、証拠金率が3先物について同一で $m\%$ であると仮定する場合には、先物の収益率が一律に $100/m$ 倍になるだけで、因子負荷量は変化がなく、以下の分析結果は m の値には依存しない。
- 12) 先物市場に季節的要因、例えば市場の参加者である金融期間などの資金

繰り返しの季節的繁閑や農産物の収穫が影響を与えることを考慮して、このような方法が採られる。

- 13) 因子数が k であるとの帰無仮説を統計的に検定する χ^2 テスト (Gultekin and Rogalski (1985) p. 49 参照) も考えられるが、「このテストの検出力は必ずしも強くない」(浅野 (1971) p. 73) ので、以下ではなされない。なお、部分期間 1 から 7 を対象としたテストでは、過半数の部分期間において χ^2 テストの自由度を正にするような因子数の範囲内では 5% 有意水準を満たすものが存在せず、最適な因子数が決められなかった (釜江 (1989) 注 10 参照)。
- 14) これらについて、奥野他 (1971) p. 349, 市川・大橋 (1987) p. 210 参照。

参考文献

- 浅野長一郎 (1971) 『因子分析法通論』。
- Baxter, J., T. Conine and M. Tamarkin (1985) "On Commodity Market Risk Premiums," *Journal of Futures Markets*, Feb.
- Black, F. (1976) "The Pricing of Commodity Contracts," *Journal of Financial Economics*, Jan.-Mar.
- Bodie, Z. and V. Rosansky (1980) "Risk and Return in Commodity Futures" *Financial Analyst Journal*, May-June.
- Duffie, D. (1989) *Futures Markets*.
- Ehrhardt, M., J. Jordan and R. Walkling (1987) "An Application of Arbitrage Pricing Theory to Futures Markets," *Journal of Futures Markets*, Feb.
- Gultekin, N. B. and R. Rogalski (1985) "Government Bond Returns, Measurement of Interest Rate Risk, and the Arbitrage Pricing Theory," *Journal of Finance*, Mar.
- 原信・荒井勇 (1986) 『先物取引』。
- Hicks, J. R. (1939) *Value and Capital*. (安井琢磨・熊谷尚夫訳『価値と資本』1951年)
- 市川伸一・大橋靖雄 (1987) 『SASによるデータ解析入門』。
- Juttner, D. J., R. Tuckwell and B. Luedecke (1985), "Are Expectations of Short-Term Interest Rates Rational?" *Australian Economic Papers*, Dec.
- 釜江廣志 (1989) 「わが国先物市場における価格形成」『ファイナンス研究』第 10 号, 6 月。

木原大輔 (1985) 『商品取引所と先物取引』.

日本経済新聞社 (1988) 『商品取引所のはなし』.

奥野忠一・久米均・芳賀敏郎・吉沢正 (1971) 『多変量解析法』.

Roll, R. and S. Ross (1980) "An Empirical Investigation of the Arbitrage Pricing Theory," *Journal of Finance*, Dec.

Stein, J. (1986) *The Economics of Futures Markets*.

Telser, L. (1981) "Margins and Futures Contracts," *Journal of Futures Markets*, Summer.

(一橋大学教授)