

為替リスクと証券投資リスクの「乗法」効果： 国際分散投資における意味

森平 爽一郎

1. はじめに

海外の証券市場への投資を行なっている場合には、単に最終結果としての円で表示された総合収益率のリターンとリスクについて考えるのではなく、そうした結果をもたらした、外国証券と為替（通貨）投資収益率の両方について、リターンとリスクの問題を考える必要がある。

しかし、国際分散投資における総合収益率は、外国証券と為替への収益率の「積」として表わされることに注意しなければならない。これに対し、伝統的なポートフォリオ理論は、主として、ポートフォリオの収益率が、個々の証券の投資収益率の（加重）平均として表わされる場合の理論として発展してきた。したがって、国際分散投資の研究においても、こうした考え方や手法を適用するために、為替と証券投資収益率の「積」の項の存在を無視し、近似的に、総合収益率が、為替と海外証券の収益率の和として表わされる場合のみを考えてきた。

本稿では、国際分散投資において、この為替と証券との間の「乗法的」リスクとリターンの意味を、国内と一つの外国証券への投資を行なっているきわめて簡単な場合について考え、この問題が理論的にも、また実際的な観点からも、非常に重要であることを示すことにしよう（注1）。

2. 国際分散投資におけるリターンとリスク

2.1 投資収益率の定義

近代的なポートフォリオ理論では、投資の成果を、金額でなく、投資金額（コスト）に対し、どのくらいの成果（リターン）をあげることができたかを示す、「投資収益率（Rate of Return on Investment）」によって示

もりだいら そういちろう 福島大学 経済学部 経営学科

〒960-12 福島市松川町浅川

すことが普通である。しかし、外国証券への投資を行なっている場合には、この投資収益率の計算にあたって、為替レートの影響を考慮する必要がある。

いま、 \tilde{P}_t 、 P_{t-1} を、それぞれ t 期と $t-1$ 期における外国の株価指数、たとえば、S & P 500 指数としよう。また、 \tilde{X}_t 、 X_{t-1} を t 、 $t-1$ 期の円/ドル・レートとしよう。いま現在時点を $t-1$ 期であるとする、次期(t 期)の株価指数(\tilde{P}_t)および為替レート(\tilde{X}_t)は、 $t-1$ 期からみて不確定にしか知られていない。したがってこの場合の投資収益率は、一期間における米国株価指数に投資した場合の正味の収益を円建てで評価したもの、すなわち($\tilde{X}_t \cdot \tilde{P}_t - X_{t-1} \cdot P_{t-1}$)を、それに要した投資額($X_{t-1} \cdot P_{t-1}$)でわったものとして定義されよう。つまり \tilde{r}_t を円建ての総合投資収益率とすると、これは、

$$\begin{aligned}\tilde{r}_t &= \frac{\tilde{X}_t \tilde{P}_t - X_{t-1} P_{t-1}}{X_{t-1} P_{t-1}} \\ &= \left(\frac{\tilde{X}_t}{X_{t-1}} \right) \left(\frac{\tilde{P}_t}{P_{t-1}} \right) - 1\end{aligned}$$

と示される。 $\tilde{e}_t \equiv \tilde{X}_t / X_{t-1} - 1$ を、米ドルへの投資から得られる「正味の通貨投資収益率」とし、 $\tilde{R}_t \equiv \tilde{P}_t / P_{t-1} - 1$ を米国株式への投資から得られる「正味の株式投資収益率」と定義すると、上式はさらに、

$$\begin{aligned}(1) \quad \tilde{r}_t &= (1 + \tilde{e}_t)(1 + \tilde{R}_t) - 1 \\ &= \tilde{e}_t + \tilde{R}_t + \tilde{e}_t \cdot \tilde{R}_t\end{aligned}$$

と表わすことができる。この(1)式は、米国株価指数への投資した場合の正味の投資収益率を円建てで評価した場合、それが、米ドル通貨の投資収益率と、米国株式の投資収益率の「積」として表現されることを示している。

ここで注意しなければならないのは、国際分散投資における多くの理論的、実証的研究では、 \tilde{e}_t 、 \tilde{R}_t が、多くの場合、小数点以下の数字であるあることをもって、その積、 $\tilde{e}_t \cdot \tilde{R}_t \approx 0$ とみなしている点である（注2）。確かに、過去の為替レートおよび証券投資の収益率データを用いて、 $\tilde{e}_t \cdot \tilde{R}_t$ の「平均」を計算すると、それは、ほぼゼロである事例が見うけられる。しかし、これは、「事後的」

な「平均値」であり、投資家の立場からみて重要となる「事前 (Ex-ante)」な観点から見て、ある特定の将来時点 (t 期) の $\bar{e}_t \cdot \bar{R}_t$ の値がゼロであることを意味しない。とくに、80年代以降における為替・証券市場の変動性(ボラティリティー)の高まりと、機関投資家間での運用成果をめぐる収益率競争の増大といった環境の下では、こうした近似式を用いることは問題であろう。以下にこの点より詳細に検討することにしよう。

2.2 一国への外国証券投資が行なわれる場合のリスクとリターン

2.2.1 リターンの計算

式(1)の両辺の期待値をとり、2つの確率変数 X と Y の積の期待値の公式 ($E[XY] = E[X]E[Y] + \text{Cov}(X, Y)$) と、相関係数 (ρ) の定義式とを考慮することによって、円建てでの外国証券への投資収益率の期待値は、次のようになる。

$$(2) \quad E[\bar{r}_t] = E[\bar{e}_t] + E[\bar{R}_t] + E[\bar{e}_t]E[\bar{R}_t] + \text{Cov}(e_t, R_t) \\ = E[\bar{e}_t] + E[\bar{R}_t] + E[\bar{e}_t]E[\bar{R}_t] + \rho \cdot \sigma_e \cdot \sigma_R$$

ただし、ここで σ_e, σ_R は、それぞれ、通貨と証券への投資収益率の標準偏差である。これから次のような興味あるいくつかの事実を指摘することができる。

まず第1に、これまでの多くの理論・実証研究で仮定されたように、もし $\bar{e}_t \cdot \bar{R}_t \approx 0$ と仮定することは、(2)式の右辺の第3、4項を無視することを意味する。確かに、 e_t, R_t の平均的な値は、小数点以下の値をとることが多いため、その積である右辺第3項は、 $E[\bar{e}_t], E[\bar{R}_t]$ に比べて無視できるかもしれない。しかし、右辺第4項の $\text{Cov}(e_t, R_t)$ あるいは、 $\rho \sigma_e \sigma_R$ を無視することは必ずしも正しくない。

第2に、右辺の第4項は、為替と証券への投資に伴う「リスク」の指標である共分散、あるいは分散と相関係数とからなっていることに注目しなければならない。この点は、これらの項を含む(2)式が証券投資の「期待」リターンを示す式であることを考えると一見矛盾した結果を示すように思われる。しかし円建ての投資成果は為替 (e_t) と米国証券への投資 (R_t) の積として示されたことを思い起こせば、この点は、容易に理解できよう。つまり、2つの確率変数、 \bar{e}_t と \bar{R}_t のそれぞれのボラティリティー (σ_e, σ_R) が大きければ大きいほど、 \bar{e}_t と \bar{R}_t が大きな値をとる可能性が高く、その積が、「非常に」大きな値をとるであろう。さらに、この2つの確率変数の間

の相関の度合い (ρ) が +1 に近ければ近いほど、言いかえるならば、通貨と証券の投資収益率が、互いに同じ方向に動く度合いが高いほど、 \bar{e}_t と \bar{R}_t の積の値が大きな値をとる可能性が高くなる。この点は、投資の「期待リターン」を計算する場合に反映されなければならないであろう。上の(2)式は単にこうした直観的な事実を示したに過ぎない。したがって、一般的に投資決定におけるリスクの指標である、ボラティリティー(標準偏差)や、相関係数が右辺に表われることは、なんらおかしいものではない。

言いかえるならば、為替と証券市場との間の連動性が高く、あるには、それぞれの市場で収益率の乱高下の度合いが大きい時に $\bar{e}_t \cdot \bar{R}_t \approx 0$ と仮定し、期待リターンを計算すると、相関係数 (ρ) が正(負)の場合には、過少(大)評価をおかす危険がある。

第3に、もし $E[e_t] = 0 = E[R_t]$ となる特別な場合の意味を考えてみよう。もし $\bar{e}_t \cdot \bar{R}_t \approx 0$ を仮定した近似式を用いると、外国証券投資の期待収益率は、この場合、 $E[r_t] = 0$ となる。これに対しそのリスク(分散)は、必ず非負であることから、危険回避型の投資家にとっては、外国証券へ投資する意味がなくなる。これに対し、もし $\bar{e}_t \cdot \bar{R}_t \neq 0$ としたより正確な場合には、通貨と外国証券への「期待」投資収益率がともにゼロであっても、その間の収益率の相関係数が正である限り、投資の可能性が存在する。この点は通常の二資産ポートフォリオの決定では生じない問題である。

2.2.2 リスクの評価

式(2)の両辺の分散をとることにより、米国証券への投資を円建てで評価したときのリスク(分散)を計算することができる。その結果は、

$$(3) \quad V(\bar{r}_t) = (1 + E[\bar{e}_t])^2 V(R_t) + (1 + E[\bar{R}_t])^2 V(e_t) \\ + 2(1 + E[\bar{e}_t])(1 + E[\bar{R}_t]) \rho \sigma_e \sigma_e \\ + (1 + \rho^2) V(R_t) V(e_t)$$

と示される(注3)。もし $\bar{R}_t \cdot \bar{e}_t \approx 0$ と仮定すると、上式は、

$$(3)' \quad V(r_t) = V(R_t) + V(e_t) + 2\rho \sigma_r \sigma_e$$

となり、2つの結果の間で大きな差が生じよう。この2つの結果が近似的にせよ一致するのは、通貨と外国証券の期待収益率がほぼゼロに近く、かつ、それらのボラティリティー ($V(R), V(e)$) が比較的小さい値をとるきわめて特殊な場合に限られる。特にこの場合、期待収益率のリスクの計算にはたす役割が重要である。もし $E[\bar{e}_t] \geq 0, E[\bar{R}_t] > 0$ であるような状態、すなわち、通貨と、証券への期待投資収益率がともに正である市場において

表 1 外貨建て預金の年あたり期待リターンとリスク(ドル建て表示) 1975—1981(パーセント)

国名	平均値		標準偏差		相関係数	期待リターン			リスク(分散)		
	為替	金利	為替	金利		簡便式	厳密式	誤差率	簡便式	厳密式	誤差率
オーストラリア	-1.01	9.37	2.92	3.91	-0.54	8.36	8.20	1.91	0.11	0.12	-3.07
ベルギー	7.31	6.6	3.15	4.32	0.28	13.91	14.43	-3.61	0.36	0.42	-12.77
ブラジル	-25.82	39.53	6.78	14.13	-0.91	13.71	2.63	420.98	0.71	0.21	246.47
カナダ	0.65	9.08	1.8	4.74	-0.35	9.73	9.76	-0.30	0.20	0.20	-1.65
デンマーク	5.01	13.14	3.07	5.66	0.19	18.15	18.84	-3.67	0.48	0.55	-13.03
フランス	4.13	8.86	2.91	6.45	-0.28	12.99	13.30	-2.36	0.40	0.43	-8.57
西ドイツ	9.01	5.75	3.86	2.88	0.42	14.76	15.32	-3.69	0.33	0.37	-12.78
イスラエル	-16.26	29.31	5.08	9.01	-0.84	13.05	7.90	65.20	0.30	0.17	75.26
イタリア	-6.22	14.2	3.11	8.74	-0.71	7.98	6.90	15.59	0.47	0.39	23.06
日本	6.99	5.43	4.82	2.07	-0.20	12.42	12.78	-2.81	0.24	0.26	-10.33
オランダ	7.11	5.27	3.45	1.92	-0.47	12.38	12.72	-2.70	0.09	0.10	-10.01
ノルウェー	4.27	9.91	3.1	4.44	-0.23	14.18	14.57	-2.69	0.23	0.26	-10.90
南アフリカ	-0.75	6.09	4.1	3.19	0.01	5.34	5.30	0.84	0.27	0.29	-6.80
スウェーデン	2.38	8.55	3	5.11	0.66	10.93	11.23	-2.71	0.55	0.60	-8.51
スイス	10.46	3.88	4.22	1.76	0.31	14.34	14.77	-2.90	0.26	0.28	-9.81
イギリス	-3.71	11.09	5.36	6.55	-0.78	7.38	6.69	10.24	0.17	0.17	0.10
平均	0.22	11.63	3.80	5.31	-0.22	11.85	10.96	33.89	0.32	0.30	28.32
標準偏差	9.64	9.53	1.23	2.22	0.49	3.32	4.38	104.42	0.17	0.15	60.68

注1) Mantell (1984) Table 1 のデータをもとにして再計算

注2) 誤差率の平均、標準偏差は、絶対値をもとに計算

注3) 「簡便式」とは、為替収益率と金利との積の項を無視したものを指す

楽観的な見通しが支配的な場合には、相関係数の値にかかわらず (3) > (3)' が必ず成立する。つまり、こうした場合に近似式を用いることは、外国証券投資からのリスクを過少に見積ることになる。他方、これ以外の場合には、 $E[\tilde{e}_i]$ と $E[R_i]$ のマイナスの値の度合いと相関係数(ρ)の大きさに依存し、近似誤差の度合いは異なってくる。

2.3 実証結果(注4)

ここでは、表1に示されるように、16カ国のそれぞれの国の“Money Market (預金市場)”に1975—81年の間に投資した場合、ドル建て、すなわち米国の投資家からみて、その年あたりのリターンとリスクを $\tilde{e}_i \cdot \tilde{R}_i$ の項の存在を無視した簡便式と、そうでない厳密な式のもとについて計算した場合を比較することにする。

まず一見してわかるように、ブラジルとイスラエルの2国に投資したときの期待リターンとリスクの計算にあたって、この2つの方法の間で大幅な違いがみられる。簡便式を用いた場合、期待リターンとリスクをとともに過大に見つめている。これは、これまでの議論からも明らかのように、為替金利の期待値や、分散の値が

比較的大きく、かつ相関係数が高いことによるものであり、この2カ国がともにこの間に“ハイパー・インフレーション”を経験しているためである。

第2に、この2カ国およびイギリス、イタリアなどを除くと、期待リターンの計算において簡便式を用いた場合、誤差率は、2~3パーセントと低いものの、常に過少評価がなされていることがわかる。

第3に、簡便式を用いると、リスクの見積りの誤差の程度が期待リターンのそれよりも、イギリスを除く多くの場合に、高くなる傾向がみられる。つまり、この点は簡便式を用いると、リスクについて楽観的な見通しをたてやすいことを意味している。

要約するならば、以上の理論と実証結果は、為替と証券投資収益率(金利)の「乗法」効果を無視することが、最適な国際分散投資の決定にあたって、重大な誤りをもたらす可能性があることを示している(注5)。

3. 国際分散投資における効率的フロンティア

効率的フロンティアとは、ポートフォリオの一定のリ

リスク（期待リターン）に対し，最大の期待リターン（最小のリスク）を与えるような点の軌跡を指し，投資決定の出発点となるものである。

下つきの添字 $p, 0, 1$ をそれぞれ，ポートフォリオ，本国（日本），外国（アメリカ）を示すものとしよう。このようにすると，日本の株式（債券）指数と，アメリカのそれへに $(1-x_1)$ と x_1 の比率で投資した場合の円で評価されたポートフォリオの投資収益率は，次のように示される。

$$(4) \quad \bar{r}_{pt} = (1-x_1)\bar{r}_{0t} + x_1\bar{r}_{1t}$$

本国（日本）の証券への投資に為替リスクが存在しないことに注意して，(4)に(1)式を代入して整理すると

$$(4) \quad \bar{r}_{pt} = \bar{R}_{0t} + x_1(\bar{r}_{1t} - \bar{R}_{0t}) \\ = \bar{R}_{0t} + x_1[\bar{R}_{1t} - \bar{R}_{0t} + e_{1t} + R_{1t}e_{1t}]$$

となる。ここで両辺の期待値と分散を計算することにより，次の(5)，(6)式を得る。

$$(5) \quad E[r_{pt}] = E[R_{0t}] + x_1\{E[R_{1t} - R_{0t}] + E[e_{1t}] \\ + E[R_{1t}]E[e_{1t}] + \text{Cov}(R_{1t}, e_{1t})\}$$

$$(6) \quad V(r_{pt}) = V(R_{0t}) + x_1^2\{V(R_{1t}) + V(R_{0t}) \\ - 2\text{Cov}(r_{1t}, R_{0t})\} + 2x_1\{\text{Cov}(r_{1t}, R_{0t}) \\ - V(R_{0t})\}$$

ここで， $V(r_{1t})$ は(3)式を用いて計算することができ，国内証券へ投資したときの収益率と，円建て表示の外国証券への投資したときの収益率の共分散， $\text{Cov}(r_{1t}, R_{0t}) = \text{Cov}(e_{1t}R_{1t}, R_{0t})$ は，

$$(7) \quad \text{Cov}(e_{1t}R_{1t}, R_{0t}) = E[e_{1t}]\text{Cov}(R_{1t}, R_{0t}) \\ + [R_{1t}]\text{Cov}(e_{1t}, R_{0t})$$

と書き直される。

したがって式(5)，(6)および(3)，(7)とで示される本国（日本）と外国（アメリカ）の2国間にわたる国際分散投資がなされた場合のリスクとリターンの間の関係，つまり効率的フロンティアは，空売りが許されないとすれば， x_1 を0から1までパラメトリックに変化させることによって得られたリスク ($V(r_{pt})$)と，期待リターン ($E[r_{pt}]$)を平面上にプロットすることによって得られる。具体的には，図1のような結果を得ることができよう。これは，一見すると為替リスクのない通常の二資産からなるポートフォリオ問題を解くことから得られる効率的フロンティアと同じように思える。しかし，上の(5)，(6)，(3)，(7)をよく検討することによって2つの事例の間では，いちじるしい違いがあることがわかる。

第1の点は，当然のとどであるが，通貨投資からのリターンとリスクを示すパラメータ，たとえば $E[e_{1t}]$ ，

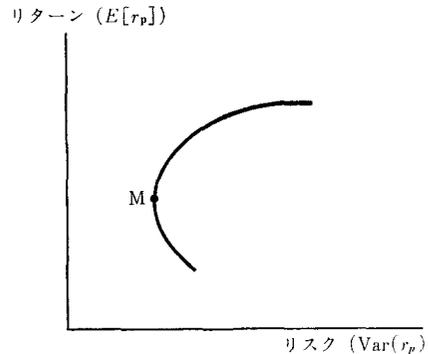


図1 効率的フロンティア

$V(e_{1t})$ が重要な役割を示しているとともに，それと証券投資との間の関連を示す， $\text{Cov}(e_{1t}, R_{1t})$ ， $\text{Cov}(e_{1t}, R_{0t})$ なども，ポートフォリオのリスクとリターンに影響を与えていることである。

第2の点は，より重要なことであるが，ポートフォリオのリターンの計算において，為替と証券投資の「リスク」を示す $\text{Cov}(e_{1t}, R_{1t})$ が考慮されている。他方，ポートフォリオの「リスク」はまた，通貨投資の「期待」リターン ($E[e_{1t}]$)，証券投資の「期待」リターン ($E[R_{0t}]$ ， $E[R_{1t}]$)によっても影響をこうむる。こうした点は，国内証券への分散投資，あるいは為替と証券投資の「乗法効果 ($e_{1t} \cdot R_{1t}$)」を無視した場合には生じ得なかった問題である。しかも，これら「期待」リターンと「リスク」を示すパラメータは，非線形の形でポートフォリオの期待リターンとリスクに影響を与えている。この間の具体的な関係は図2に示されている。

したがって，国際分散投資の決定にあたって，そのリスクとリターンは，為替と証券投資の「交互作用」効果を十分に考慮して計算されるべきである。また，この場合，為替や個々の証券のリターン（リスク）が，直ちにポートフォリオのリターン（リスク）を意味するのではないことに注意すべきであろう。

Jorion (1985) は，国際分散投資における効率的フロンティアが時系列的にみて不安定であることを，本国通貨建て投資収益率の分散・共分散の統計的な推定誤差 (Estimation Risk) の問題であるとし，この解決方法をベイジアン的な方法に求めている。しかし，この問題は，むしろ，上で述べたような理由に帰着されるべきであろう。たとえば，外国証券への投資収益率 ($E[R_{1t}]$) が変化することによって，ポートフォリオの期待リターン ($E[r_{pt}]$) が変化するとともに，またポートフォリオ

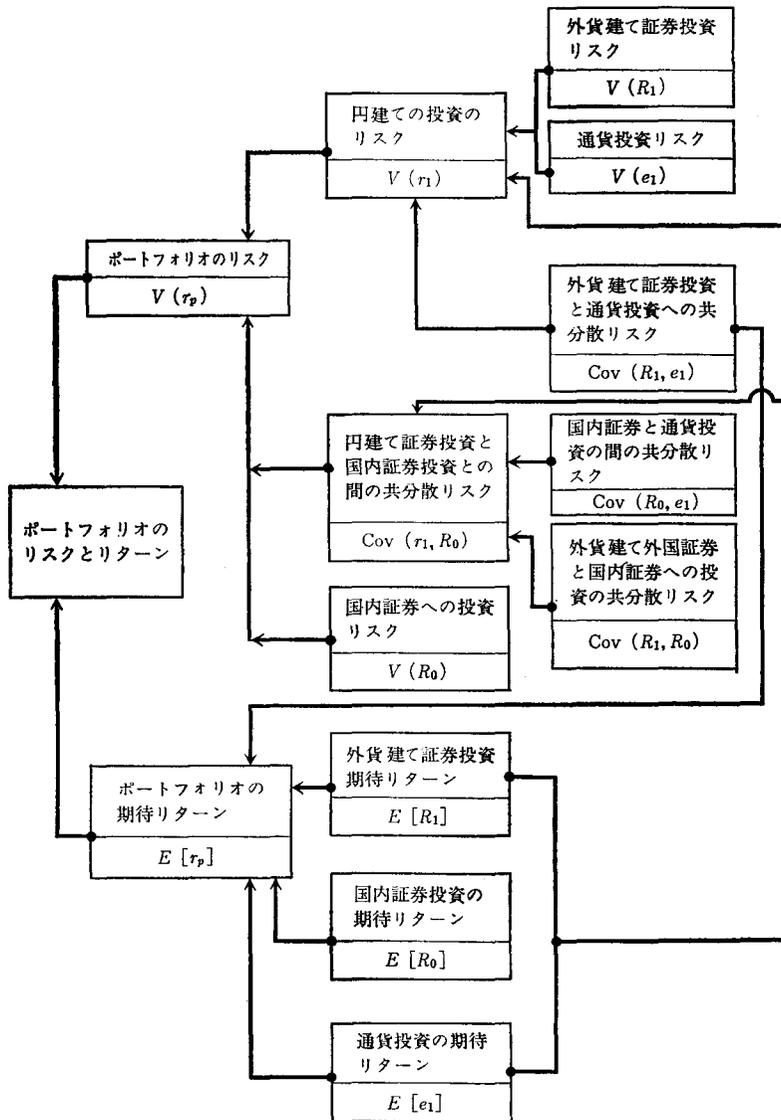


図 2 国内証券および外国証券への国際分散投資を行なっている場合のリスク（分散）とリターンの構造

のリスク ($V(r_{pt})$) も変化する。また、為替と外国証券投資の間の共分散「リスク」の増加は、ポートフォリオの「期待リターン」を増加させるとともに、その「リスク」をも増加させる。こうした2つの複雑な組合せが Jorion が指摘したような効率的フロンティアの複雑なシフト、

リターン ($E[r_p]$)

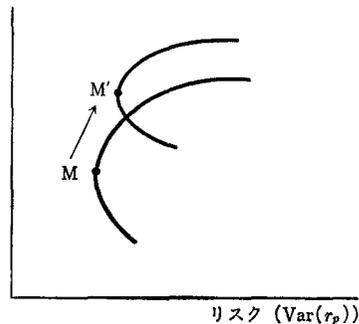


図 3 為替、証券投資に関する期待値、分散、共分散の変化が効率的フロンティアに与える影響（効率的フロンティアの“ねじれ”）

すなわち図3で示されるような変化をひき起こすものと考えることができる。

4. おわりに

以上、本稿では、国際分散投資決定にあたり、自国(たとえば、円貨)建ての総合投資収益率のリスクとリターンの計算において、通貨(為替)と外国証券投資収益率間の「乗法(積)」効果を無視することの危険性を簡単な理論モデルと実証結果にもとづき明らかにした。

こうした問題は、国際分散投資のあらゆる問題に共通して重要となる。たとえば、森平(1988a)は、いわゆる一国内の資本市場を対象にした市場(ベータ、シングル・インデックス)モデルを国際的に拡張した場合、この為替と証券投資の「乗法リスク」が持つ意味について論じた。同様な問題は、森平(1988b)で示されているように、海外における現物証券市場に投資を行なっている投資家による、先物を利用したリスク・ヘッジ比率の決定にあたって重要となる。

いずれにせよ、1960—70年代における安定的な通貨と証券市場の時代が終りをつけ、80—90年代の変動性(ボラティリティー)の高い時代、世界経済の連動性が高くなりつつある時代をむかえつつあるときにあたり、この問題をより深く検討する必要があるように思われる。

(注1) この為替と外国証券への収益率の「乗法」効果が持つもう1つの意味は、これら2つの確率変数のそれぞれが正規分布をしても、その積である総合収益率は、正規分布しないという問題である。つまり、伝統的なポートフォリオ理論の根底を成す「平均=分散」アプローチが国際分散投資では、必ずしも適切でない。しかし、この問題は、本稿の範囲を越えた問題であり、ここでは論じないこととする。

(注2) この代表的なものとしては、たとえば、Levy and Sarnat(1970), Eun and Resnick(1988)を参照。

(注3) 2つの確率変数の積の分散についてはBohrnstedt and Goldberger(1969)を参照のこと。

(注4) ここで用いられたデータはMantel(1984)が

使用したものである。

(注5) 国際分散投資の決定にあたっては、ここで考慮した、期待値、分散ばかりでなく、共分散効果を考えにいれる必要がある。 $i, j(i \neq j)$ 2カ国間の総合収益率の共分散、 $Cov(r_i, r_j) = Cov(e_i R_i, e_j R_j)$ の効果を考えにいれたポートフォリオ問題については、Moridaira(1990)を参照のこと。

参考文献

- [1] Bohrnstedt G. W., and Goldberger A. S., (1969), "On the exact Covariance of Product of Random Variables," *Journal of American Statistical Association Review*, 64(4), 1439-42.
- [2] Eun C.S., and Resnick B.G., (1988) "Exchange Rate Uncertainty, Forward Contracts, and International Portfolio Selection," *Journal of Finance*, XIII(1), (March, 1988), 197-215.
- [3] Jorion P.(1985), "International Portfolio Diversification with Estimation Risk," *Journal of Business*, 58(3), (July, 1985), 259-78.
- [4] Levy H. and Sarnat M., (1970). "International Diversification of Investment Portfolios," *American Economic Review*, 60, (September, 1970), 668-75.
- [5] Mantel e. H., (1984), "How to Measure Expected Returns on Foreign Investments," *Journal of Business*, (July, 1984), 259-78.
- [6] Moridaira S., (1990) "International Diversification and Exact Covariance Estimation," *Working paper*, Fukushima University.
- [7] 森平爽一郎(1989b)「国際マーケット・モデル：自国通貨建てベータの外貨建て株式と為替ベータへの分解」MTECジャーナル, 1(1), 23-37.
- [8] 森平爽一郎(1989a)「海外先物取引の理論：為替レート不確実性の下におけるヘッジ比率」, 商学論集(福島大学), 57(1), 61-82.

× × × × ×