

第Ⅱ部 第4章

グローバル投資における新興市場の役割

－Expected Shortfall によるポートフォリオ構築の試み－

2003. 11. 1

上海センターシンポジウム

乾 孝治

(京都大学経済学研究科)

inui@econ.kyoto-u.ac.jp

目次

1. はじめに
2. グローバル株式市場の過去分析
3. ES による最適化モデル
4. シミュレーション結果
5. 新興市場の役割と期待
6. 結論

1. はじめに

Markowitz (1959)は、投資家の効用関数が二次関数で表現できるか、投資対象資産の収益率分布が正規分布に従う場合に、収益率分布の期待値ベクトルと分散・共分散行列により定式化した二次計画問題の解として最適ポートフォリオが与えられるという、Mean-Variance 法 (MV 法) を提案した。当初この方法は、計算負荷が大きいため小規模な問題への適用に限られていたが、近年のコンピュータの性能向上により、問題規模の大小を問わず広く利用されるようになった。しかし、多くの実証研究が指摘するように、資産収益率の経験分布は正規分布よりも裾野が厚い分布（いわゆる「ファットテール」）である可能性が高く、正規分布を前提とするリスク尺度は適切でないといった指摘がある。実際にグローバル投資などにおいては、先進諸国に比較していわゆるエマージング市場とよばれる新興国のボラティリティは大きく、ファットテールの傾向が強い。新興国市場は先進諸国市場との連動性が低く高いリスク分散効果が期待できるが、MV 法では最適な配分比率を正確に求められない可能性がある。

こうした批判に対して、分布の裾野部分に注目した新しいリスク尺度として

Value-at-Risk (VaR) や Expected Shortfall (ES) などが提案されている。特に ES は、Artzner et. al. (1999) が示したリスク尺度として満たすべき性質を満足するコヒアレントリスク尺度であり、また、Rocafeller and Uryasev(2001) が示したように、ポートフォリオの最適化計算においても望ましい性質を備えている。

そこで本研究では、グローバル株式投資を例に、ファットテール性を示す資産を含む最適ポートフォリオを、従来の MV 法と Mean-ES 法 (MES 法) により構築し、両者の違いを比較検討しながらアジア地域の新興市場がグローバル投資において果たす役割について考えることとしたい。

2. グローバル株式市場の過去分析

(1) データ

投資についての分析に用いたデータは以下の通りである。本研究においてはグローバル株式市場データとして、個別の株式データを用いる代わりに、市場インデックスデータを利用した。つまり、各国毎のポートフォリオはインデックスポートフォリオとして構築されると仮定した。投資対象国の内訳については図表 1 に示した。

・ 株式指数

- MSCI (モルガンスタンレーの株価指数) の米ドルベース、ヘッジ無し
 - ・ 米国からグローバル投資を想定
- 投資対象国：
 - ・ ヨーロッパ、北アメリカ、オセアニア、アジアの代表国を 17 カ国
 - ・ 振興市場はアジアに限定
- 期間：1988/1～2003/9、月次 (189 ヶ月)

(2) 各国収益率の基本的性質

各国収益率の当該期間における平均、標準偏差、歪度、尖度を求め図表 1 に示した。新興市場の多くは尖度 (図中 KRT) が大きく、強いファットテール性を示していることが確認できる。また、図表 2 には標準偏差－平均値平面で各国をプロットしたが、新興国の多くは高い標準偏差を示しているものの同時に高いリターンを示しており、いわゆるハイリスク－ハイリターンの傾向があることが確認できる。

図表 3 には、先進 10 国内、新興 7 国内および先進 10 国と新興 7 国のすべての組み合わせについての相関係数の平均値を求め、その時系列推移を示した。これを見ると先進市場グループ内の相関係数は増加傾向にある一方で、先進市場と新興市場間の相関係数は増加に歯止めがかかっていることがわかる。

さらに図表 4 には、1988 年から 2002 年までの期間を 5 年ごとに 3 分割し、収益率変動性の類似構造 (毎期の収益率ベクトルが張る空間における各国間のユークリッド距離) が

安定しているかどうかを確認するために行ったクラスター分析結果を示した。例えば、93～97年と98～02年の構造を比較すると、「韓国、台湾、インドネシア (KO,TL,IN)」の結合位置が大きく動くなど、必ずしも類似性の順序が一致しない部分もあるが、「ヨーロッパ、オセアニア、北米、日本」というグループと「日本以外の東南アジア」という分類構造は比較的安定しているように見える。ただし、97年から98、99年にかけては、アジア通貨危機とその回復局面が含まれているため、アジア諸国の連動性が相対的に高く見えている可能性もある点には注意しなければならない。

以上の分析をまとめると次のとおりである。

- ・ 新興市場のファットテール性が確認された
- ・ 先進市場と新興市場の相関係数は相対的に小さく、両者を組み合わせることで高い分散効果が期待できる
- ・ 各国市場間の類似性構造の安定性については判断が難しいため、ヒストリカルデータ分析から求めた統計量を将来予測として用いることには若干の疑問が残る

3. ESによる最適化モデル

ESは、「ある $(1-\alpha)$ パーセンタイル点 ($VaR_{(1-\alpha)}$) を超えて発生する損失の期待値」として、次式で定義される。

$$ES_{(1-\alpha)} = E[-X | -X \geq VaR_{(1-\alpha)}(X)] = -\frac{1}{\alpha} \int_0^\alpha F_X^{-1}(p) dp$$

Artzner et. al. (1999)によれば、ESは、リスク指標として望ましい性質を満たすいわゆるコヒーレント・リスク測度である。また、Rockafellar and Uryasev (2000)はESをリスク指標としたM-ES法による目的関数が凸関数になることを証明し、最適問題としての性質の良さを根拠を与えた。したがってMES法によれば、ファットテールを適切に評価した最適ポートを計算できるので、ファットテール性を示す新興市場の最適な組み入れ比率を、より信頼性の高い数値として求めることができると考えられる。

そこで本研究では、ポートフォリオ構築シミュレーションのために、次のような2つの最適化問題を考え、目標リターン (TR_i) が同じポートフォリオをそれぞれ10個求めて比較する。

- ・ MV法

$$\begin{array}{ll} \text{Min} & V(W'X) \\ \text{subject to} & W'X = TR_i, i=1, \dots, 10, \\ & 1'W = 1 \end{array}$$

・ MES 法

$$\begin{aligned} \text{Min} \quad & E[-W'X \mid -W'X > \text{VaR95\%}(W'X)] \\ \text{subject to} \quad & W'X = \text{TR}_i, i=1, \dots, 10, \\ & 1'W = 1 \end{aligned}$$

ここで X は各国の収益率のシナリオであるが、ここではヒストリカルリターンをそのまま使用する。ただし、前節で示したとおり、ヒストリカルリターンを将来予測として用いることについては問題があるため、実務等での利用においては別途慎重な対応を検討する必要がある。

4. シミュレーション結果

図表 5 にそれぞれの方法で求めた効率的フロンティアを示した。ただし、横軸は従来通り標準偏差を用いたものと、新たに ES を用いたものでプロットした。MV 法および MES 法は、それぞれ分散（標準偏差）および ES で測ったリスクを最小にするようにポートフォリオを構築するため、MES 法で求めた効率的フロンティアを標準偏差で再評価すると、MV 法で求めた効率的フロンティアよりも劣位になることが確認できる。逆に MV 法で求めた効率的フロンティアについても ES で再評価すると、MES 法で求めた効率的フロンティアよりも劣位に評価されている。

図表 6 にはそれぞれの最適ポートフォリオについて、先進国および新興国の組み入れ比率、ポートフォリオのリターン、標準偏差、ES、歪度、尖度を示した。それぞれのポートフォリオには、リターン水準（0.65 から 1.4 までの区間で等間隔）に応じて 1 から 10 までの番号が振られている。MV 法では新興国がリターンの低いポートフォリオにおいても組み込まれているが、MES 法では 1、2 のポートフォリオでは組み入れがゼロであり、全体的に見ても低い MES 法のポートフォリオにおける新興国の組み入れ比率が低くなっている。

高次のモーメントに注目すると、いずれもポートフォリオにおいてもリターンが増加するとともに歪度が増加するが、MES 法が MV 法よりも若干大きめの値を示している。さらに歪度は、#1～#4 においてはマイナスで #6 以降で双方ともプラスに転じている。一方尖度は、ポートフォリオ #1～#4 では MES 法の方が小さいが、5 以降になると MES 法の方が大きくなる。これらの観察結果から、ポートフォリオのリターンの増加とともに、収益率分布が徐々に右側への歪みを強めていく、すなわち左側（ダウンサイド）への歪みが減少する傾向があり、その傾向は MES 法の方が強い、という結論を導くことができる。図表 7 に MV 法および MES 法で求めた各ポートフォリオの収益率分布を示したが、上の指摘と矛盾しないものと思われる。

図表 8 にそれぞれの構成比率を示したが、MES 法は MV 法に比べて少ない構成銘柄数になる傾向が伺える。また、特にリターンの小さい（リスクの小さい）ポートフォリオにおいてその傾向は顕著となる。

5. 新興市場の役割と期待

ポートフォリオの構築方法によらず、新興国はミドルリスクからハイリスクのポートフォリオにおいて高い占率を示している。すなわち新興国はグローバル投資において収益増進とリスク分散において重要な役割を果たしていることが確認できた。

一方、収益率分布のファットテール性をうまく勘案してポートフォリオを構築できるMES法においては、新興国を含めたグローバル株式ポートフォリオのリスクコントロールが従来以上に精緻に行われることが予想された通り、MES法はテール部分のリスクをより小さくしたポートフォリオを構築する傾向が観測された。同時に、ファットテール性の強い新興国への投資比率を、従来のMV法よりも抑制する結果となった。

この結果が新興国への投資抑制が必ずしも合理的であるという結論を意味する訳ではない。なぜならば、これは、同じ目標リターンのポートフォリオを、MV法とMES法で構築した結果であり、同じ効用が得られるポートフォリオにおける比較ではないからである。新たに効用を定義して議論することは容易ではないが、仮にESのようなリスク指標が投資家の効用を的確に表現できるとすれば、新興国投資のリスク管理がより精緻に行うことが可能となるので、結果として、投資を促進する効果が期待できると言えるだろう。また、さらに新興市場に投資を呼び込むためには、市場の信頼性を高めると同時に、値幅制限やサーキットブレーカー等のテクニカルな施策により、収益率分布のテールリスクを減らすことを目指すことが重要といった示唆も得られよう。

6. 結論

本論文では、MV法に代わり収益率分布のファットテール性を捉えることができるMES法について、アジアの新興国市場を含めたグローバル株式投資を例に、実証分析を行った。その結果、MES法はMV法に比べてよりテールリスクの小さいポートフォリオを構築できること、新興市場はテールリスクが大きいと、リスク指標としてESを選択した場合、新興市場の組み入れ比率が抑制されること、MES法はMV法に比べてポートフォリオを構成する銘柄数が少ない経験分布が離散的であるため、最適ポートフォリオも連続的にならない、などの結論が導かれた。

[参考文献]

Artzner, P., F. Delbaen, J.M. Eber and D. Heath (1999), "Coherent measures of risk," *Mathematical Finance*, 9, 203-228.

Markowitz, H., 1959, *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments*, John Wiley, New York.

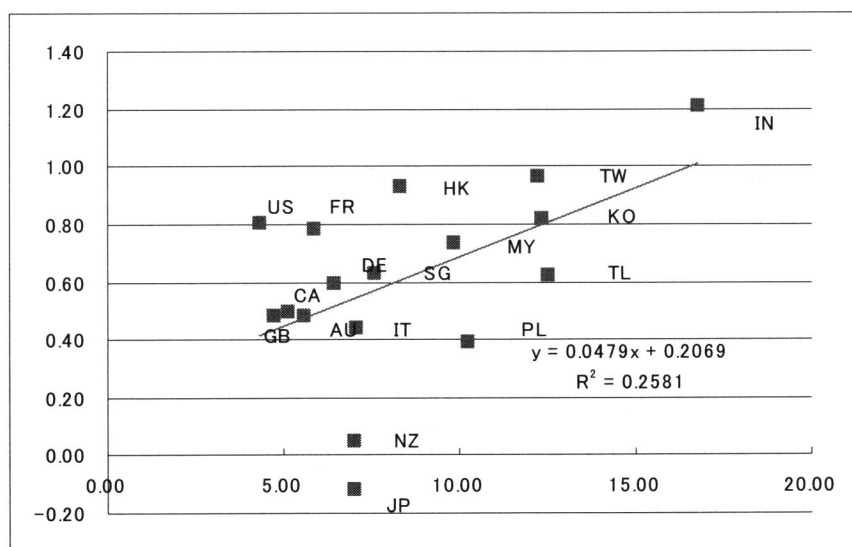
Rockafellar, R.T. and S. Uryasev (2000), "Optimization of conditional Value-at-Risk," *Journal of Risk*, 2, 21-41.

図表1 投資対象国と各国収益率の基本統計量

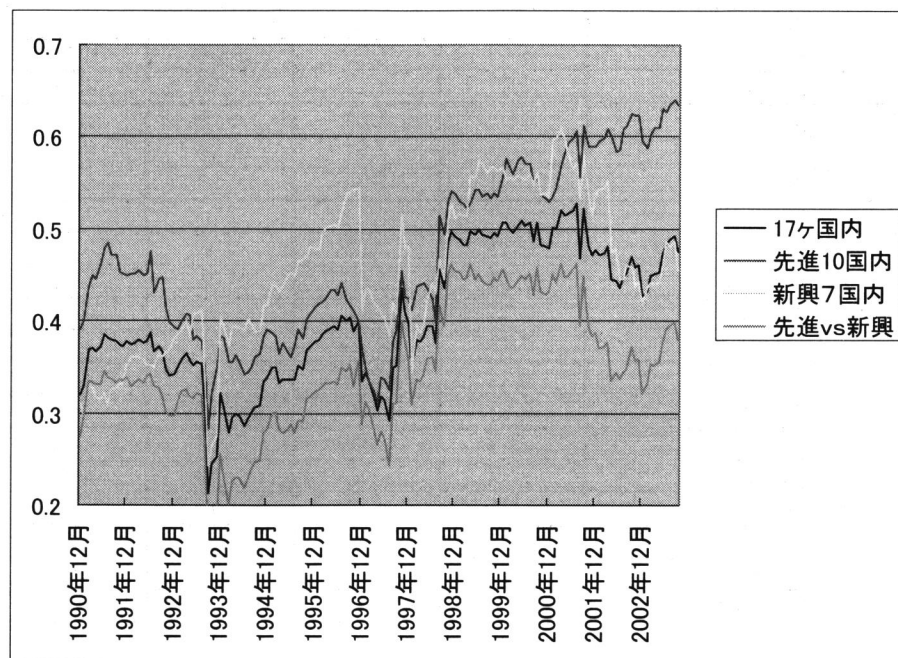
CTRY	Country name	Region	1988/1～2003/9			
			AVE	STD	SKW	KRT
DE	GERMANY	Europe	0.60	6.43	-0.52	4.64
FR	FRANCE	Europe	0.78	5.84	-0.06	3.54
GB	UNITED KINGDOM	Europe	0.49	4.71	0.23	3.14
IT	ITALY	Europe	0.44	7.03	0.23	3.11
CA	CANADA	North America	0.50	5.14	-0.58	4.71
US	USA	North America	0.81	4.29	-0.42	3.36
AU	AUSTRALIA	Oceania	0.49	5.55	0.04	3.24
NZ	NEW ZEALAND	Oceania	0.05	6.98	0.26	4.15
HK	HONG KONG	North Asia	0.93	8.29	0.30	4.74
JP	JAPAN	North Asia	-0.12	6.96	0.40	3.51
KO	KOREA	North Asia	0.82	12.30	1.26	8.54
TL	THAILAND	North Asia	0.62	12.50	0.25	4.36
TW	TAIWAN	North Asia	0.97	12.22	0.49	3.93
IN	INDONESIA	South Asia	1.21	16.79	1.90	11.76
MY	MALAYSIA	South Asia	0.74	9.85	0.60	7.31
PL	PHILIPPINES	South Asia	0.40	10.22	0.57	5.08
SG	SINGAPORE	South Asia	0.63	7.58	0.00	4.76

(注) AVE:平均、STD:標準偏差、SKW:歪度、KRT:尖度

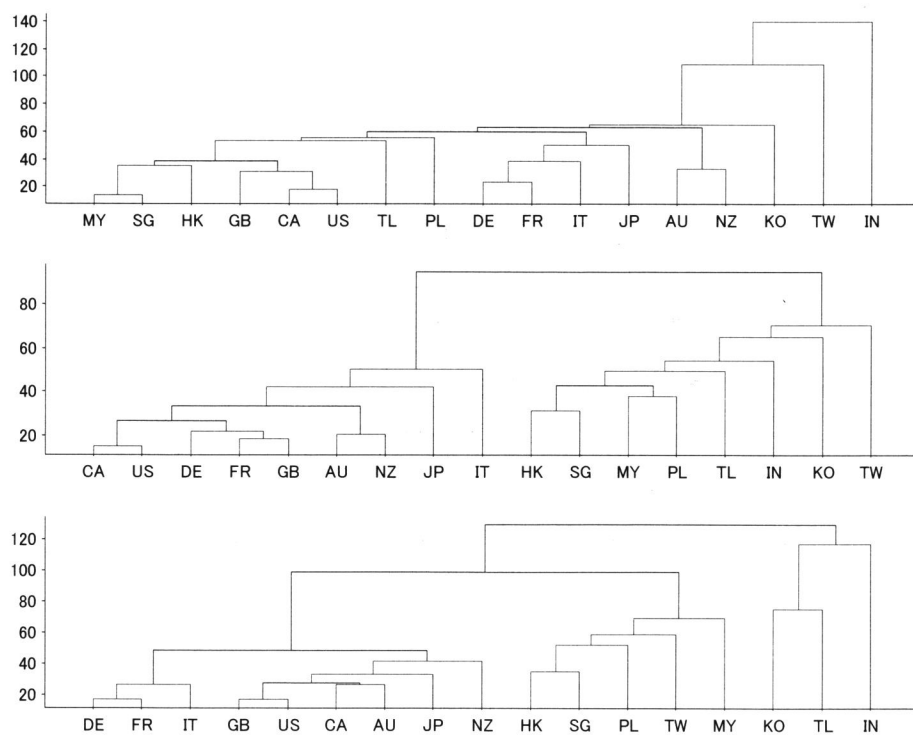
図表2 リスクリターンプロット



図表3 相関係数の推移（36ヶ月）

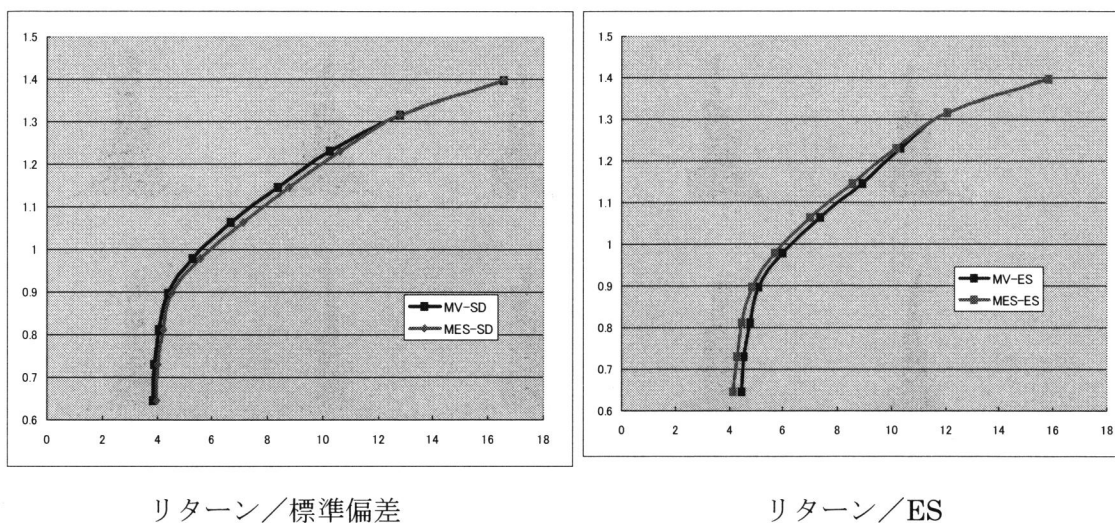


図表4 クラスタ分析（ユークリッド距離、ウォード法）



上：88年～92年、中：93年～97年、下：98年～02年

図表5 M-V法とM-ES法による効率的フロンティア



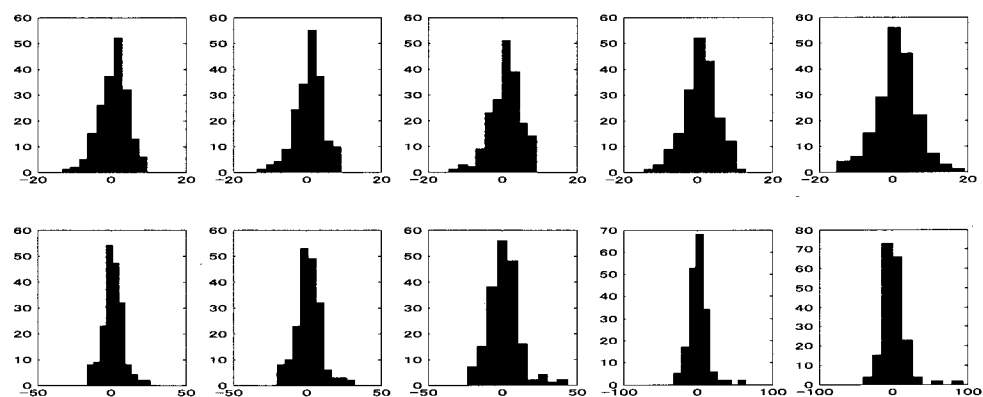
図表6-1 MV方による最適ポートフォリオ

	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10
先進国	98.1%	96.2%	94.2%	86.6%	71.1%	55.4%	39.6%	17.0%		
新興国	1.9%	3.8%	5.8%	13.4%	28.9%	44.6%	60.4%	83.0%	100.0%	100.0%
リターン	0.65	0.73	0.81	0.90	0.98	1.06	1.15	1.23	1.31	1.40
標準偏差	3.86	3.90	4.04	4.38	5.30	6.70	8.35	10.25	12.80	16.56
ES	4.45	4.54	4.79	5.12	5.98	7.33	8.91	10.32	12.05	15.84
歪度	-0.40	-0.46	-0.56	-0.47	-0.10	0.23	0.43	0.74	1.31	1.86
尖度	3.47	3.54	3.66	3.58	3.73	4.24	4.58	5.31	8.13	11.75

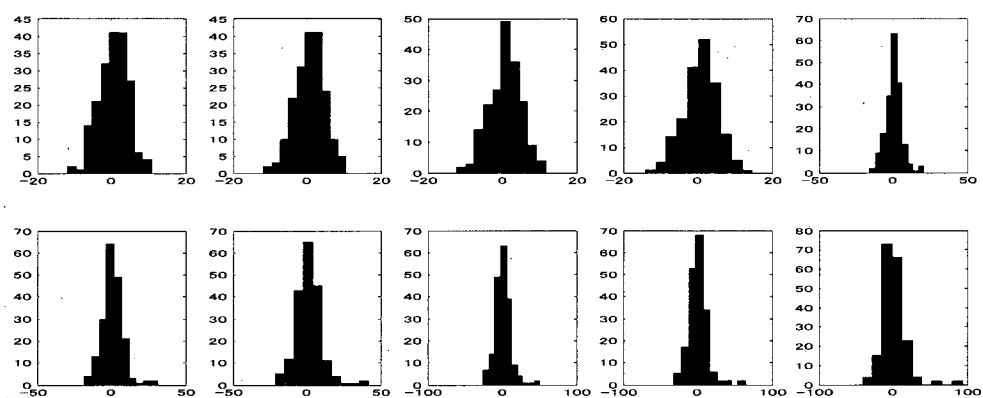
図表6-2 MES方による最適ポートフォリオ

	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10
先進国	100.0%	100.0%	98.4%	93.6%	77.0%	51.0%	33.3%	13.8%		
新興国			1.6%	6.4%	23.0%	49.0%	66.7%	86.2%	100.0%	100.0%
リターン	0.65	0.73	0.81	0.90	0.98	1.06	1.15	1.23	1.31	1.40
標準偏差	3.98	4.01	4.23	4.49	5.57	7.11	8.77	10.61	12.80	16.56
ES	4.16	4.28	4.46	4.85	5.72	6.98	8.57	10.18	12.05	15.84
歪度	-0.16	-0.27	-0.28	-0.32	0.30	0.80	0.97	1.05	1.31	1.86
尖度	3.03	3.09	3.07	3.21	4.64	6.19	6.61	6.73	8.13	11.75

図表 7-1 MV 法によるポートフォリオの収益率分布（上段左から 1, 2,...）



図表 7-2 MES 法によるポートフォリオの収益率分布（上段左から 1, 2,...）



図表 8-1 MV 法による最適ポートフォリオ構成比率

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DE										
FR			7.7%	7.8%						
GB	17.7%	14.4%	1.0%							
IT	6.8%	6.6%	1.9%							
CA										
US	50.3%	59.3%	71.5%	74.4%	58.3%	34.0%	9.9%			
AU	12.6%	15.4%	12.1%							
NZ	3.9%									
HK				4.4%	12.9%	21.4%	29.7%	17.0%		
JP	6.8%	0.5%								
KO										
TL										
TW	1.2%	2.3%	3.7%	7.4%	14.3%	21.1%	27.9%	34.7%	28.4%	
IN			1.5%	5.9%	14.6%	23.5%	32.5%	48.2%	71.6%	100.0%
MY	0.7%	1.5%	0.6%							
PL										
SG										

図表 8-2 MES 法による最適ポートフォリオ構成比率

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DE										
FR										
GB	40.9%	26.5%	17.8%							
IT										
CA										
US	36.7%	53.4%	66.7%	80.6%	66.1%	50.1%	33.3%	13.8%		
AU	22.5%	13.2%								
NZ										
HK		7.0%	13.8%	13.0%	10.9%	0.9%				
JP										
KO						2.4%				
TL										
TW					2.0%	12.6%	21.8%	30.4%	28.4%	
IN			1.6%	6.4%	21.1%	33.9%	45.0%	55.8%	71.6%	100.0%
MY										
PL										
SG										