

## CARF ワーキングペーパー

CARF-J-028

### アジア太平洋のヘッジファンドの選択と パフォーマンス分析

東京大学大学院経済学研究科

高橋 明彦

GCI アセット・マネジメント

袴田 武志

東京大学大学院経済学研究科

山本 匡

2006 年8 月

❁ 現在、CARF は第一生命、日本生命、野村ホールディングス、みずほフィナンシャルグループ、三井住友銀行、三菱東京 UFJ 銀行、明治安田生命（五十音順）から財政的支援をいただいております。CARF ワーキングペーパーはこの資金によって発行されています。

CARF ワーキングペーパーの多くは  
以下のサイトから無料で入手可能です。

[http://www.carf.e.u-tokyo.ac.jp/workingpaper/index\\_j.cgi](http://www.carf.e.u-tokyo.ac.jp/workingpaper/index_j.cgi)

このワーキングペーパーは、内部での討論に資するための未定稿の段階にある論文草稿です。著者の承諾無しに引用・複写することは差し控えて下さい。

# アジア太平洋のヘッジファンドの選択と パフォーマンス分析\*

高橋 明彦<sup>†</sup>, 袴田 武志<sup>‡</sup>, 山本 匡<sup>§</sup>

2006年8月8日

## 概要

本論文は在アジア及びアジア太平洋を投資対象とするヘッジファンドのポートフォリオ構築 (Fund of Funds) とパフォーマンス分析を検討する。特に、Eurekahedge database から抽出したアジア関連ヘッジファンドに関しそのリターンを調査すると共に、ヘッジファンドのポートフォリオ構成方法を論じる。さらにヘッジファンドのリターンを株価インデックスなどの市場で観測できるリスクファクターとファンドの付加価値 (alpha) に分解しパフォーマンス分析を行う。最後に、これらの分析を統合し、実際のファンド・オブ・ファンズ運用への適用を試みる。

---

\*本論文は日本ファイナンス学会 14 回大会における研究報告論文を改訂したものである。本稿の作成にあたり、大会討論者である法政大学金コングン助教授から貴重なコメントを頂戴しました。この場を借りて謝辞を申し上げます。なお、本稿で示されている内容および意見は筆者たち個人に属し、GCI アセットマネジメントの見解を示すものではない。また、ありうべき誤りはすべて筆者たち個人に属する。

<sup>†</sup>東京大学経済学研究科

<sup>‡</sup>GCI アセット・マネジメント

<sup>§</sup>東京大学経済学研究科

# Selection and Performance Analysis of Asia-Pacific Hedge Funds

Takeshi Hakamada\* , Akihiko Takahashi† , and Kyo Yamamoto‡

August 8, 2006

## Abstract

This paper studies portfolio selection and performance analysis of hedge funds whose locations or investment targets are Asian-Pacific region. Utilizing Eurekahedge database, we investigate the characteristics of the funds' returns and optimization methods to create a fund of funds. Moreover, we decompose the returns of the hedge funds into risk factors which are observable in financial markets such as stock indices. Then, we attempt to manage a fund of funds by applying those analyses.

---

\*GCI Asset Management, Inc.

†University of Tokyo

‡University of Tokyo

## 1 はじめに

アジアのヘッジファンドは、2000年から非常に良好な成長を示しており、運用資産が毎年35%も伸びている。また、アジアは世界でもトップクラスの運用機関数社の本拠地となっている。今後更にアジアのヘッジファンドは世界で非常に重要な投資機関になっていくことが予想される。

過去のヘッジファンドのリターンの実証研究によりヘッジファンドには株式、債券また投資信託などの従来の金融資産とは異なったリスクがあることが明らかになってきた。ヘッジファンドはレバレッジをかけることにより特定のリスクを大きくとっている場合や、リターンが原資産に対して非線形に反応する場合がある。我々はアジアおよびアジア太平洋を投資対象とするヘッジファンドのポートフォリオ構築という観点から、実証研究を行う。

Fung and Hsieh (1997, 1999, 2000a, 200b, 2001, 2002a, 2002b, 2004a, 2004b)の一連の実証研究によりヘッジファンドはロングオンリーの戦略ではとることのできないリスクファクターへのエクスポージャーをとっていることが明らかになり、また Agarwal and Naik (2004) は負のテイルリスクの重要性を指摘した。これらの結果からヘッジファンドのリターンが正規分布に従うとは考え難い。我々はまず、Eurekahedge database からアジア関連ヘッジファンドを抽出し、そのリターンが正規分布に従うという仮説の検定を行う。検定の結果、アジア関連ヘッジファンドのリターンも正規分布に従うとは言えないものが多く見受けられた。このことから、ヘッジファンドのリスクは標準偏差だけでは捉えきれない。ヘッジファンドのリターンの負のテイルリスクを考慮するために次の二つのリスク指標を導入する。一つ目は conditional value-at-risk (CVaR) である。信頼水準 90% の CVaR とは 10% の確率で被る損失の平均であり、Artzner et al. (1999) によって提唱されたリスク指標として望ましいと考えられる coherent という性質を満たす。(VaRはこの性質を満たさない。) 二つ目は conditional drawdown (CDD) である。ファンドのパフォーマンス評価の際には最大ドロウダウンが重要なリスク指標となる場合が多い。信頼水準 90% の CDD は過去に被ったドロウダウンのうち悪い方から 10% の平均を表す。CDD の信頼水準を十分大きく取った場合、過去の一番大きなドロウダウンのみを考慮することになるため、CDD は最大ドロウダウンを含んだリスク指標となる。

リターンの負のテイルリスクが重要となる場合、平均分散アプローチは有効ではなくなる。また、テイルリスクをコントロールしながら動学最適化を行うことも困難である。我々は CVaR, CDD を考慮に入れて近視眼的にポートフォリオの最適化を行う。ここでは、ヒストリカルデータからリターンの分布をパラメトリックに推定するのではなく、リターンのヒストリカルデータをそのままそのファンドのリターンの分布と見做して最適化を行う Rockafellar and Uryasev (2000,2002), Chekhlov et al. (2000) のアルゴリズムを利用する。これは CVaR や CDD に制約を加え、次期の期待収益率を最大化するポート

フォリオを構成するものである。このアルゴリズムは最適化問題を線形計画法で解くことができ、非常に使い易いという利点もある。平均分散アプローチを含め、手法による最適ポートフォリオの違いを考察する。また、各手法で運用した場合のパフォーマンスの違いを out-of-sample の結果で評価する。

fund of funds を運用する際には、リスクの分散が期待されるため、非常に良いパフォーマンスをしているファンドが存在する場合においても一つのファンドに集中的に配分することは投資家の要望に反する場合がある。ここではシングルファンドへの配分に資産の最大 15% という制約を加え、上と同様の作業を行い、結果の比較を行う。

ヘッジファンドのパフォーマンス分析は Fung and Hsieh (1997, 1999, 2000a, 200b, 2001, 2002a, 2002b, 2004a, 2004b) や Agarwal and Naik (2004) などによって研究されてきた。これらの研究によると、ヘッジファンドのリターンも個別株や投資信託と同様に株価インデックスなどのリスクファクターによって説明される場合が多い。ここでヘッジファンドのリターンが投資信託のそれと大きく異なるのは、ショートやレバレッジの影響に加えてオプションのように株価インデックスに対して非線形に反応する場合があるということである。理論上ではファンドのリターンはリスクファクターのリターンとそのファンドの付加価値 (alpha) に要因分解することが出来る。我々は最適化によって選択されたヘッジファンドに対し、リターンを株価インデックスなどの市場で観測できるリスクファクターのリターンを説明変数として回帰分析を行うことにより要因分解を行う。本稿でリスクファクターとして採用したのは株価インデックスとしてアジア各国の代表的な株価インデックスと S&P500、ダウ欧州株価指数、債券インデックスとしてアジア各国と USA の MSCI bond index、各国の対米ドル為替レート、そして株価インデックスのオプションである。

Agarwal and Naik(2004) では event driven や distressed debt などの戦略をとるヘッジファンドは株価インデックスに対し、オプションのペイオフのように非線形なリターンを生む傾向があることが確認された。我々はまずファンドのリターンを株価インデックス、債券インデックス、為替に要因分解し、リスクファクターに対するファンドのリターンの反応の仕方を考察し、非線形性が確認されたファンドに対して株価インデックスのオプションをリスクファクターに加えて再び要因分解を行う。fixed income や distressed debt などの戦略をとるファンドに対してはクレジットスプレッドのインデックスがリスクファクターとして期待されるが、データの取得が困難であるため、本稿においてはこれを株価インデックスで代用する。

最後にポートフォリオ最適化とパフォーマンス分析を統合して、我々の手法の実務への適用を示す。ここでは最適化によって選択されたヘッジファンドの 2005 年のエクスポージャーを動的に捉え、最適ポートフォリオのリターンをリスクファクターと個別ファンドのアルファで再現することを試みる。こ

の分析により情報の開示が乏しいヘッジファンドに対してポートフォリオの持つリスクを日々モニタリングすることができ、またそのリスクファクターが市場で取引されている場合には自身の見通しに基づいてエクスポージャーをコントロールすることが可能である。更に優れたヘッジファンドの alpha を自己勘定のポジションにうまく取り込むことができれば理想的である。本稿で検討する最適化手法やリスク分析は fund of funds 運用の際のポートフォリオ構築やリスク管理への適用が期待される。

本稿の次節以下の構成は次の通りである。まず、2 節で在アジアおよびアジア太平洋を投資対象とするヘッジファンドの正規性の検定と負のテイルリスクの調査を行い、CVaR, CDD 最適化と平均分散アプローチによる最適ポートフォリオを比較する。3 節ではヘッジファンドのリターンをリスクファクターとファンドの付加価値に要因分解することによりパフォーマンス分析を行う。さらに 2 節の最適化によって構築されたポートフォリオのリターンをリスクファクターとファンドのアルファによって再現することを試みる。最後に、4 節で本稿の結論を述べる。

## 2 アジア太平洋地域のヘッジファンドのリターンの特性とポートフォリオ最適化

Fung and Hsieh (1997, 1999, 2000a, 200b, 2001, 2002a, 2002b, 2004a, 2004b) の一連の実証研究によりヘッジファンドはロングオンリーの戦略ではとることのできないリスクファクターへのエクスポージャーをとっていることが明らかになり、また Agarwal and Naik (2004) は負のテイルリスクの重要性を指摘した。これらの結果からヘッジファンドのリターンが正規分布に従うとは考え難い。この節では、この特性がアジア太平洋地域のヘッジファンドにもあてはまるかどうかを調査し、その上で適切な最適化手法について論ずる。ただし、本節ではリターンの分布の正規性と負のテイルリスクに焦点をあて、オプション性やレバレッジの影響は 3 節で見ることにする。2.1 でヘッジファンドのリターンの正規性と負のテイルリスクについて調査し、2.2 でヘッジファンドのポートフォリオを構成するための手法を検討する。そして、2.3 で各手法で実際に運用した時のパフォーマンスを評価する。

### 2.1 アジア太平洋地域のヘッジファンドのリターンの特性

まず、Eurekahedge database から在アジアおよびアジア太平洋を投資対象とするヘッジファンドを抽出し、そのリターンに対し D'Agostino-Pearson 検定を行う。抽出したファンドは 2001 年 1 月から 2005 年 12 月までの月次のヒストリカル・データがあり、総数は全部で 108 である。表 1,2 はそれぞれ戦略、投資対象地域別のファンド数である。D'Agostino-Pearson 検定は標本の分布

の尖度と歪度から正規性を検定するものである。ヘッジファンドのリターンに対し、D'Agostino-Pearson 検定を行った結果の p-値を表 3 に示した。また比較対照としてにアジア太平洋地域の 37 の株価インデックスのリターンの p-値も示した。この p-値の表す意味は、例えば p-値が 5% であるとは、そのファンドのリターンが正規分布に従うと仮定した場合、実現したリターンが起る確率が 5% であるということである。

投資戦略	Long / Short Equities	Distressed Debt	Multi-Strategy
ファンド数	58	5	17
Relative Value	Fixed Income	Arbitrage	CTA
6	4	3	5
CTA / Managed Futures	Macro	Event Driven	Others
1	5	2	2

表 1: 戦略別ファンド数

投資対象地域	Asia incl Japan	Asia ex-Japan	Korea
ファンド数	21	15	2
Global	Emerging Markets	Japan Only	India
20	13	26	1
Greater China	Australia / New Zealand	Taiwan	
1	8	1	

表 2: 地域別ファンド数

D'Agostino-Pearson 検定 p 値	0 % ~ 5 %	5 % ~ 10 %	10 % ~ 20 %	20 % ~ 50 %	50 % ~ 100 %
ファンド数	49	5	6	29	19
D'Agostino-Pearson 検定 p 値	0 % ~ 5 %	5 % ~ 10 %	10 % ~ 20 %	20 % ~ 50 %	50 % ~ 100 %
index 数	5	0	4	5	23

表 3: ヘッジファンドと株価 index のリターンの D'Agostino-Pearson 検定 p-値

表 3 に示した通り、半数近くのヘッジファンドのリターンの p-値は 0% ~ 5% の範囲にあり、リターンが正規分布に従うとは言い難いものが多い。一方、半数以上の株価インデックスのリターンの p-値が 50% ~ 100% の範囲に

あり、株価インデックスに比べ、ヘッジファンドのリターンの従う分布が正規分布から大きく乖離していることが確認できる。

リターンが正規分布に従うとは言えない場合、標準偏差だけではリスクは捉えきれず、負のテイルリスクを考える必要がある。各ファンドの負のテイルリスクを表す指標として次の二つを考える。一つ目は conditional value-at-risk (CVaR) である。例えば、信頼水準 90% の CVaR とは 10% の確率で被る損失の平均を表す。CVaR は Artzner et al.(1999) で提唱された coherent というリスク指標として望ましい性質を持つ。一方、VaR はこの性質を満たさない。二つ目は conditional drawdown (CDD) である。ファンドのパフォーマンス評価の際には最大ドロウダウンが重要なリスク指標となる場合が多い。信頼水準 90% の CDD とは、過去に被ったドロウダウンのうち悪い方から 10% の平均を表す。CDD の信頼水準を十分大きく取った場合、過去の一番大きなドロウダウンのみを考慮することになり、CDD は最大ドロウダウンを含んだリスク指標となる。

ここで、CVaR, CDD の数学的な定義を述べる。 $R^i$  である 1 期間でのヘッジファンド  $i$  の収益率の確率変数を表すとすると、そのファンドの損失率は  $-R^i$  であり、この累積分布関数を  $\Psi_{R^i}(\zeta)$  で表す。すなわち、 $\Psi_{R^i}(\zeta) = P[-R^i \leq \zeta]$  である。CVaR の定義をする前に VaR の定義を述べておく。

定義 1 ファンド  $i$  の信頼水準  $100\alpha\%$  の VaR  $V_\alpha^i$  は

$$V_\alpha^i = \min\{\zeta | \Psi_{R^i}(\zeta) \geq \alpha\}$$

で定義される。

CVaR は次のように定義される。

定義 2 ファンド  $i$  の信頼水準  $100\alpha\%$  の CVaR  $\phi_\alpha^i$  を

$$\phi_\alpha^i = E[-R^i | -R^i \geq V_\alpha^i]$$

で定義する。ここで条件付期待値の累積分布関数  $\Psi_{R^i}^\alpha(\zeta)$  は次の通りである。

$$\Psi_{R^i}^\alpha(\zeta) = \begin{cases} 0 & \text{for } \zeta < V_\alpha^i, \\ \Psi_{R^i}(\zeta) - \alpha & \text{for } \zeta \geq V_\alpha^i. \\ \frac{\Psi_{R^i}(\zeta) - \alpha}{1 - \alpha} & \end{cases}$$

次に CDD の定義を述べる。ここで、ドロウダウンの定義は通常用いられるドロウダウンの定義と若干異なるが、ここでは後の最適化問題を線形計画に帰着させるために Chekhlov et al. (2000) の定義を用いることにする。第  $t$  期のファンド  $i$  の収益率を  $R_t^i$  とおき、 $v_\tau^i = 1 + \sum_{s=1}^{\tau} R_s^i$  とおく。つまり、 $v_\tau^i$  は複利なしでファンド  $i$  で運用した時の  $\tau$  時点での資産を表す。



定義3 ファンド  $i$  の  $t$  時点でのドロウダウン  $d_t^i$  を

$$d_t^i = \max_{0 \leq \tau \leq t} \{v_\tau^i\} - v_t^i$$

で定義する。次に信頼水準  $100\alpha\%$  の conditional drawdown (CDD) を定義する。 $\{d_1^i, \dots, d_T^i\}$  を大きい順に並べ替えたものを  $\{\hat{d}_1^i, \dots, \hat{d}_T^i\}$  とし、 $\frac{k-1}{T} < 1-\alpha \leq \frac{k}{T}$  であるとする。この時、信頼水準  $100\alpha\%$  の conditional drawdown  $D_\alpha^i$  を

$$D_\alpha^i = \frac{\sum_{t=1}^{k-1} \hat{d}_t^i}{(1-\alpha)T} + \left\{1 - \frac{k-1}{(1-\alpha)T}\right\} \hat{d}_k^i$$

で定義する。

利用したヘッジファンドの月次の平均リターン、標準偏差、CVaR, CDD (共に信頼水準 90%) を計算し、図 1-3 に横軸に各リスク指標、縦軸に平均リターンをとってプロットした。

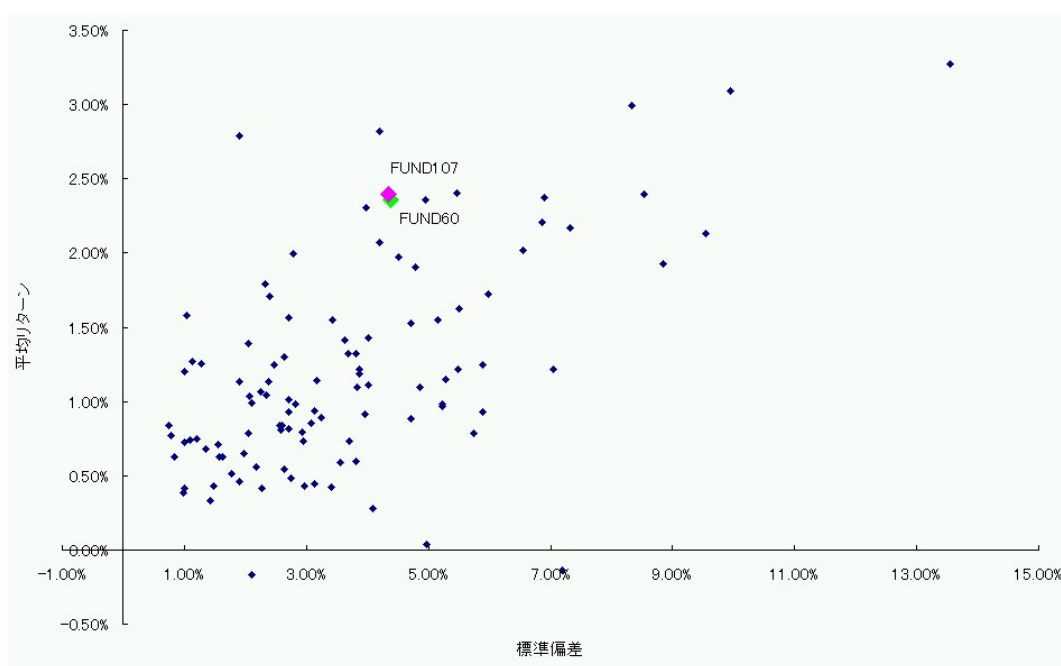


図 1: 平均-標準偏差

平均-標準偏差で評価した場合、似たパフォーマンスをしていると判断されるファンドでも CVaR, CDD が大きく異なる場合があることが確認される。例えば、FUND60 と FUND107 の月次の平均リターン、標準偏差がそれぞれ、2.36%, 4.38% と 2.40%, 4.34% である一方で、CVaR, CDD (共に信頼水準 90%) は 5.12%, 11.65% と 2.87%, 3.71% であり、FUND60 の方が負のテイルリスクが大きい。このことからヘッジファンドのリターンの場合には標準偏差だけでは負のテイルリスクを捉え切れていないことが分かる。

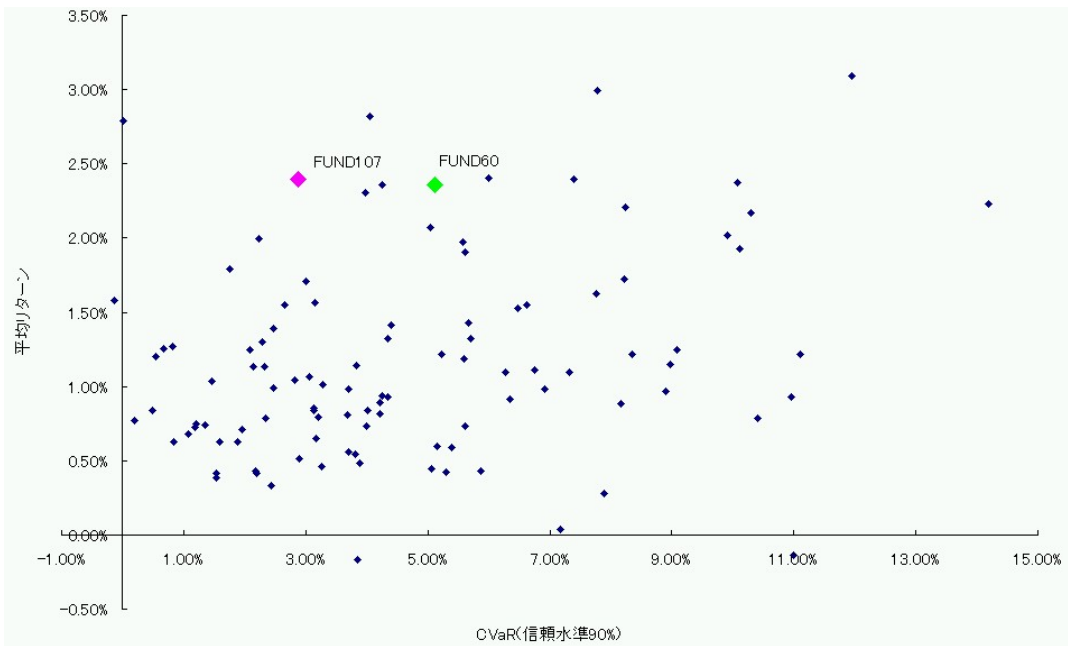


図 2: 平均-CVaR

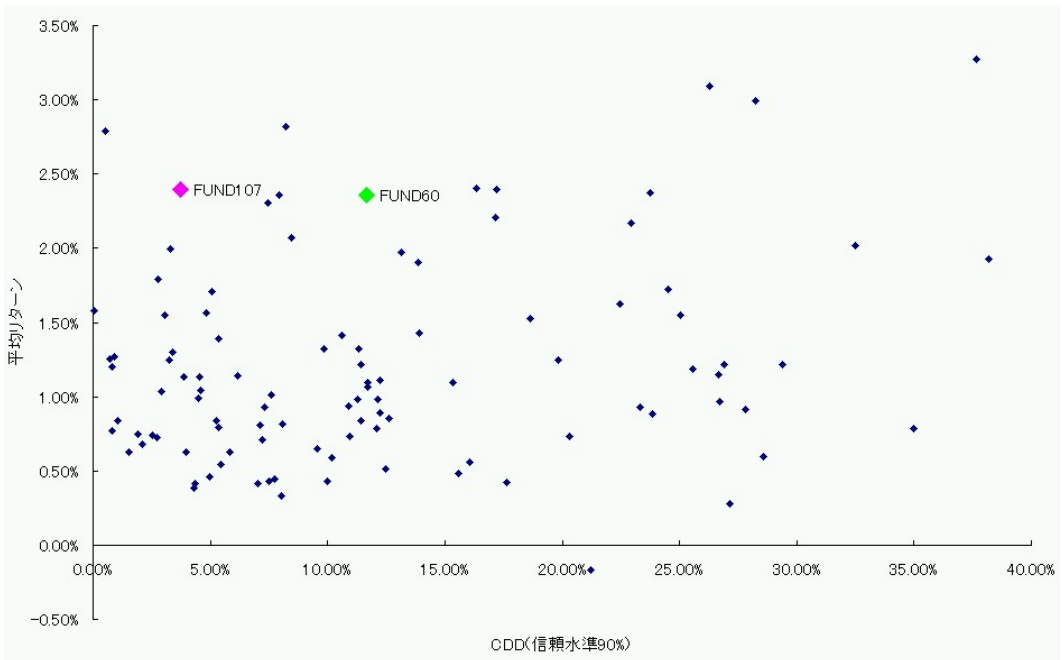


図 3: 平均-CDD

## 2.2 ヘッジファンドのポートフォリオ最適化

平均分散アプローチでは標準偏差をリスクと捉えた。これは証券のリターンが正規分布などの分布に従う場合か投資家の効用が二次効用であると仮定した場合に正当化される最適化手法である。2.1 でアジア太平洋地域のヘッジファンドのリターンは正規分布に従うとは言えず、負のテイルリスクが重要となることを確認した。この場合、平均分散アプローチは適切な最適化手法とは言い難い。以下では CVaR, CDD に焦点を当てた最適化手法を導入し、平均分散アプローチとの比較を行う。

$n$  ファンドのユニバースに一定期間投資し、リスクをある基準内に抑えながらその間の期待収益率を最大化することを考える。 $\mathbf{r} = (r_1, \dots, r_n)'$  で各ファンドのこの期間での収益率の  $R^n$ -値確率変数を表すものとする。さらに  $\Phi(\mathbf{x})$  でポートフォリオ  $\mathbf{x}$  のあるリスク指標を表す。このような設定の下で最適化問題は次のように書くことができる。

$$\max_{\mathbf{x}} E[\mathbf{r}'\mathbf{x}] \quad (1)$$

s.t.

$$0 \leq x_i \leq 1, \quad i = 1, \dots, n, \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n x_i \leq 1, \quad (3)$$

$$\Phi(\mathbf{x}) \leq \omega. \quad (4)$$

ここで  $\omega$  はリスク許容度を表す。 $\Phi(\mathbf{x})$  として我々は CVaR, CDD の 2 つを考える。これらをリスク指標と考えた場合、Rockafellar and Uryasev (2000,2002), Chekhlov et al. (2000) のアルゴリズムにより最適化問題を容易に解くことができる。この手法はリターンの過程をパラメトリックに仮定し、パラメータを推定してから問題を解くのではなく、リターンに関して全く仮定を置かずにヒストリカルリターンをそのままリターンの分布と見做して問題を解くサンプルパス・アプローチである。ここで、最適化問題を線形計画に帰着させる次の定理を述べておく。

定理 1  $\zeta$  の関数として、

$$\zeta + \frac{1}{1-\alpha} E[(-\mathbf{r}'\mathbf{x} - \zeta)_+],$$

$$\zeta + \frac{1}{1-\alpha} \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (d_t^{\mathbf{x}} - \zeta)_+$$

は有限値をとり、凸関数である。さらに、

$$\phi_{\alpha}^{\mathbf{x}} = \min_{\zeta} \left\{ \zeta + \frac{1}{1-\alpha} E[(-\mathbf{r}'\mathbf{x} - \zeta)_+] \right\},$$

$$D_\alpha^x = \min_{\zeta} \left\{ \zeta + \frac{1}{1-\alpha} \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (d_t^x - \zeta)_+ \right\}.$$

(証明は *Uryasev(2001)*.)

定理 1 により  $T$  期分のヒストリカル・データがある時、第  $t$  期のファンドの収益率のベクトルを  $\mathbf{r}_t$  と書くとリスク指標として CVaR を考えた場合の最適化問題の式 (1),(4) はそれぞれ次のように書き直すことができる。

$$\max_{\mathbf{x}} \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \mathbf{r}'_t \mathbf{x}, \quad (5)$$

$$\zeta + \frac{1}{1-\alpha} \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (-\mathbf{r}'_t \mathbf{x} - \zeta)_+ \leq \omega, \quad \zeta \in \mathbf{R}. \quad (6)$$

式 (6) は次の線形不等式に書き直せるため、CVaR 最適化問題は線形計画に帰着する。

$$\begin{aligned} \zeta + \frac{1}{1-\alpha} \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T w_t &\leq \omega, \\ -\mathbf{r}'_t \mathbf{x} - \zeta &\leq w_t, \quad t = 1, \dots, T, \\ \zeta \in \mathbf{R}, w_t &\geq 0, \quad t = 1, \dots, T. \end{aligned} \quad (7)$$

また、定理 1 により  $T$  期分のヒストリカル・データがある時、リスク指標として CDD を考えた場合の最適化問題の式 (1),(4) はそれぞれ次のように書き直すことができる。

$$\max_{\mathbf{x}} \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \mathbf{r}'_t \mathbf{x}, \quad (8)$$

$$\zeta + \frac{1}{1-\alpha} \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \left( \max_{1 \leq s \leq t} \sum_{\tau=1}^s \mathbf{r}'_\tau \mathbf{x} - \sum_{\tau=1}^t \mathbf{r}'_\tau \mathbf{x} - \zeta \right)_+ \leq \omega, \quad \zeta \in \mathbf{R}. \quad (9)$$

式 (9) は次の線形不等式に書き直せるため、最適化問題は線形計画に帰着する。

$$\begin{aligned} \zeta + \frac{1}{1-\alpha} \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T z_t &\leq \omega, \\ z_t &\geq u_t - \sum_{\tau=1}^t \mathbf{r}'_\tau \mathbf{x} - \zeta, \quad 1 \leq t \leq T, \\ z_t &\geq 0, \quad 1 \leq t \leq T, \\ u_t &\geq \sum_{\tau=1}^t \mathbf{r}'_\tau \mathbf{x}, \quad 1 \leq t \leq T, \\ u_t &\geq u_{t-1}, \quad 1 \leq t \leq T, \\ u_0 &= 0. \end{aligned} \quad (10)$$

以下では、2.1 で Eureka hedge database から抽出したヘッジファンドをユニバースとして CVaR, CDD に制約を加えてポートフォリオの最適化を行い、最適ポートフォリオの平均分散最適ポートフォリオとの違いを検証する。この際、安全資産として1ヶ月の US LIBOR をユニバースに加える。ファンドのヒストリカルデータは2001年1月から2005年12月の月次リターンであり、これを in-sample として最適ポートフォリオを求める。

まず、CVaR 最適ポートフォリオについて考察する。ここでは信頼水準を90%とし、リスク許容度は0.1%, 0.5%, 1%, 3%, 5%として最適ポートフォリオを求めた。表4に配分されたファンドとそのウェイト、各リスク指標を示した。また、図4に選択されたファンドを示した。

リスク許容度	0.10 %	0.50 %	1.00 %	3.00 %	5.00 %
FUND18	0.39 %	2.13 %	4.01 %	7.05 %	10.58 %
FUND23	2.12 %	4.76 %	11.17 %	20.12 %	28.72 %
FUND72	4.39 %	12.36 %	12.27 %	28.30 %	41.77 %
FUND98	93.10 %	80.76 %	72.55 %	44.53 %	18.94 %
期待収益率	2.81 %	2.85 %	2.88 %	2.97 %	3.05 %
標準偏差	1.89 %	2.12 %	2.58 %	4.04 %	5.60 %
CVaR(信頼水準 90 %)	0.10 %	0.50 %	1.00 %	3.00 %	5.00 %
CDD(信頼水準 90 %)	0.44 %	0.65 %	1.21 %	3.69 %	8.15 %

表4: CVaR(信頼水準90%)最適ポートフォリオ

上で述べた CVaR 最適ポートフォリオを求めるアルゴリズムは CVaR をリスク許容度に抑えながら、期待収益率を最大化するものである。この手法によるとまず期待収益率の高いファンドから選択し、残りの部分をそのファンドが損失を被る時に損失を被らないファンドで期待収益率の高いファンドに配分することになる。今回利用したヘッジファンドの中で最も期待収益率が高いのは FUND23 の 3.27% であり、リスク許容度が許す範囲で FUND23 から期待収益率の高い順に配分していく。このため、リスク許容度を小さくするにつれて、期待収益率が高く CVaR も大きい FUND18, FUND23, FUND72 への配分が少なくなる。一方、リスク許容度を小さくするにつれ、FUND98 への配分が高くなる。FUND98 の期待収益率は 2.79% と高く、信頼水準 90% の CVaR は 0.01% と非常に小さい。したがって、CVaR をリスクと見做した場合は FUND98 はほぼ無リスクのファンドとなる。リスク許容度を小さくするにつれ FUND98 の配分が増えるのは、許容度に収まらない部分を FUND98 に配分していくためである。CVaR 最適化はこの様なファンドを高い収益の期待できる安全資産と見做し、リスク許容度が許す分だけそのファンドより期待収益率が大きくてリスクなファンドに配分する、ということもできる。また、リスク許容度を小さくすると、標準偏差、CDD も小さくなっているこ

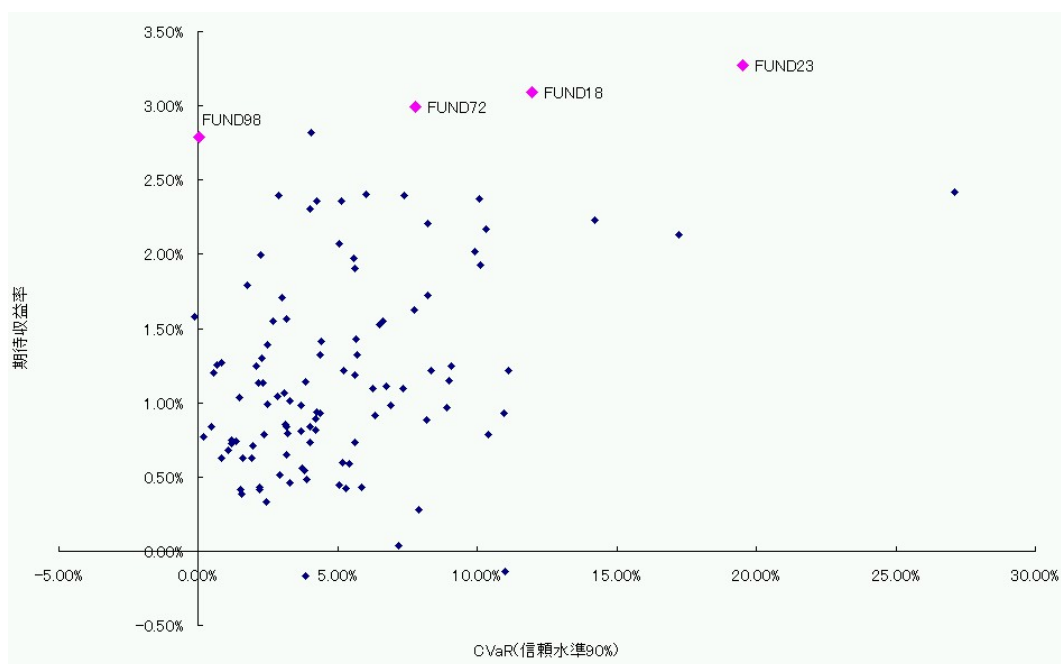


図 4: CVaR 最適化で選択されたファンド

とが確認できる。各リスク指標の定義の違いからこのようなことが常に成立するとはいえないが、今回 CVaR 最適化で選択されたファンドは CVaR が大きいファンドは標準偏差、CDD も大きく、逆に CVaR が小さいファンドは標準偏差、CDD も小さいため、CVaR リスク許容度を小さくすると他のリスク指標も小さくなる。

次に、CDD 最適ポートフォリオを求める。CVaR と同様に信頼水準を 90% とし、リスク許容度は 0.1%, 0.5%, 1%, 5%, 10% とした。表 5 に配分されたファンドとそのウェイト、各リスク指標を示した。また、図 5 に選択されたファンドを示した。

リスク許容度	0.10 %	0.50 %	1.00 %	5.00 %	10.00 %
FUND13	17.84 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %
FUND18	0.00 %	0.00 %	2.97 %	3.31 %	8.96 %
FUND23	5.01 %	3.28 %	10.94 %	27.22 %	44.26 %
FUND29	1.86 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %
FUND49	1.59 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %
FUND72	0.00 %	9.16 %	10.90 %	32.08 %	31.38 %
FUND73	11.69 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %
FUND79	2.29 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %
FUND88	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	14.00 %
FUND91	3.59 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %	0.00 %
FUND98	56.13 %	87.56 %	75.19 %	37.38 %	1.40 %
期待収益率	2.43 %	2.83 %	2.88 %	3.00 %	3.10 %
標準偏差	1.75 %	1.95 %	2.51 %	4.88 %	7.01 %
CVaR(信頼水準 90 %)	0.10 %	0.33 %	0.97 %	4.26 %	7.60 %
CDD(信頼水準 90 %)	0.10 %	0.50 %	1.00 %	5.00 %	10.00 %

表 5: CDD(信頼水準 90%) 最適ポートフォリオ

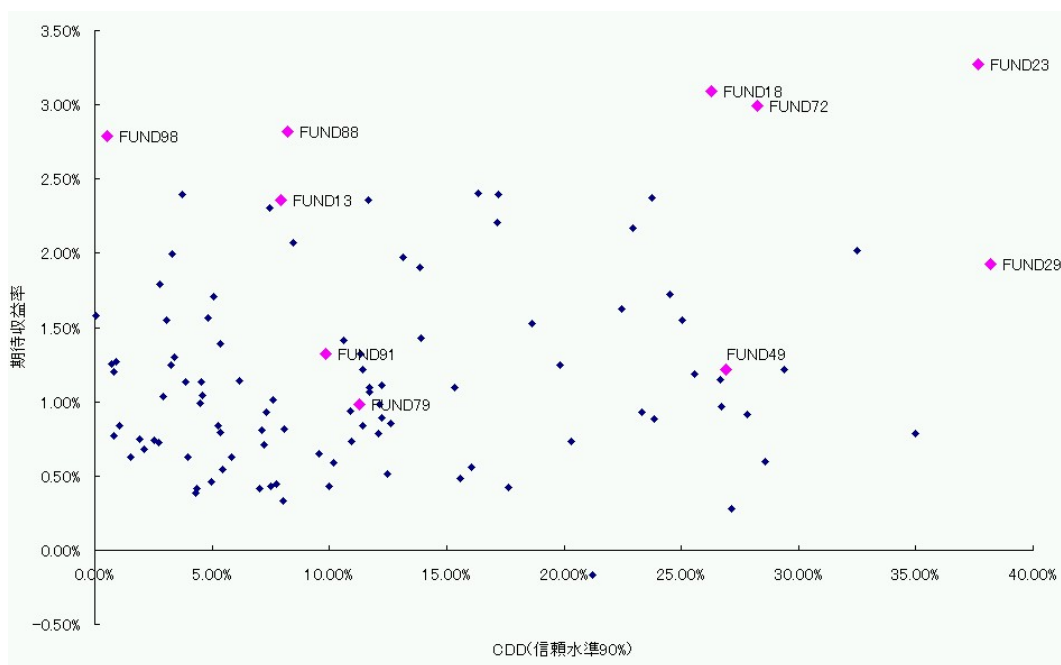


図 5: CDD 最適化で選択されたファンド

CVaR の場合と同様に CDD の場合もまず期待収益率の高いファンドから選択し、残りの部分をそのファンドがドローダウンを被る時にドローダウンを被らないファンドで期待収益率の高いファンドに配分する。したがって、CVaR の時と同様にリスク許容度に収まる間は期待収益率が高い順から配分し、その後は FUND98 に配分する。しかし、FUND98 の信頼水準 90% の CDD は 0.51% であるので、リスク許容度が 0.1% の時は FUND98 もそのリスク許容度に収まらない。したがって、FUND98 がドローダウンを被っている間にドローダウンを被らないファンドに配分することになる。ここで配分されるのは FUND98 がドローダウンを被っている時にドローダウンを被っていないファンドであり、そのファンド自体の CDD が低い訳ではないことには注意する必要がある。CDD 最適ポートフォリオの場合もリスク許容度を小さくするにつれ、他のリスク指標も小さくなる。しかし、リスク許容度 0.1% の CDD 最適ポートフォリオとリスク許容度 0.1% の CVaR 最適ポートフォリオのリスク指標を比べると、CDD 最適ポートフォリオの方が期待収益率が低く、標準偏差、CDD も小さいため、CVaR 最適ポートフォリオよりコンサーバティブなポートフォリオといえる。しかし、CDD 最適ポートフォリオの CVaR は CVaR 最適ポートフォリオと同じ 0.1% である。

これらの手法で得られたポートフォリオと平均分散最適ポートフォリオの違いを考察する。ここで、平均分散最適ポートフォリオとは月次のターゲットリターンを指定し、その期待収益率を達成するポートフォリオの中で分散が最小となるポートフォリオである。CVaR, CDD 最適ポートフォリオとの比較を行うため、リスク許容度 0.1% の CVaR, CDD 最適ポートフォリオの期待収益率 2.81%, 2.43% を達成する平均分散最適ポートフォリオを求めた。図 6-9 に CVaR, CDD 最適化によって選択されたファンドとそのウェイト、平均分散アプローチによって選択されたファンドとそのウェイトを示した。ファンド名の横の括弧内の前の数字が CVaR, CDD 最適化によるウェイト、後ろの数字が平均分散アプローチによるウェイトを表す。また、表 6 に平均分散最適ポートフォリオの各リスク指標を示した。

期待収益率	2.43 %	2.81 %
標準偏差	1.38 %	1.86 %
CVaR(信頼水準 90 %)	-0.23 %	0.21 %
CDD(信頼水準 90 %)	0.32 %	0.49 %

表 6: 平均分散最適ポートフォリオのリスク指標

リスク指標を見ると、標準偏差が CVaR, CDD 最適ポートフォリオより小さいことが確認できる。また、CVaR, CDD も非常に小さい。この原因は後に明らかにすることにして、まず CVaR 最適ポートフォリオと平均分散最適ポートフォリオの違いを考察する。CVaR 最適ポートフォリオでは FUND98



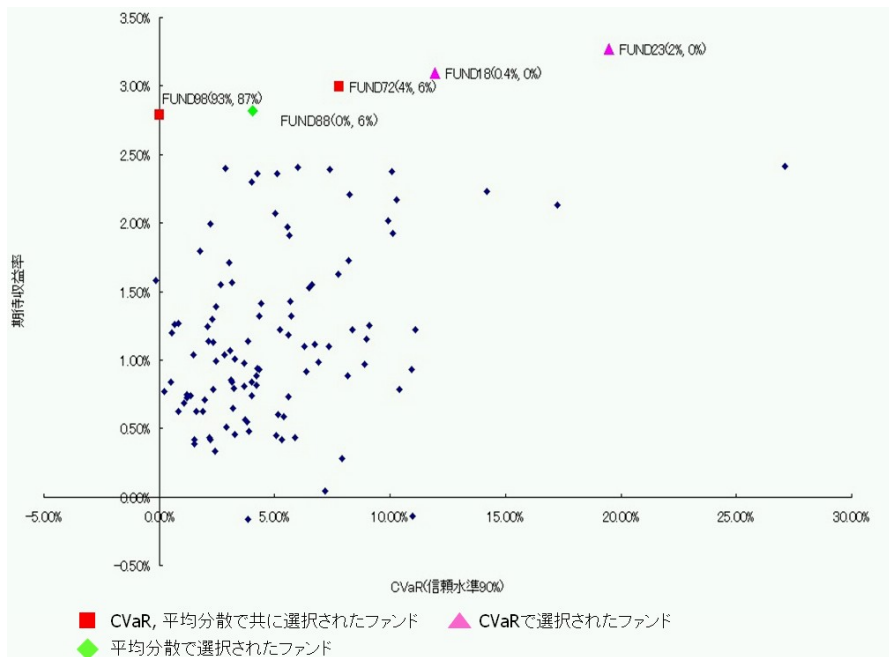


図 6: CVaR, 平均分散アプローチで選択されたファンド (横軸 CVaR)

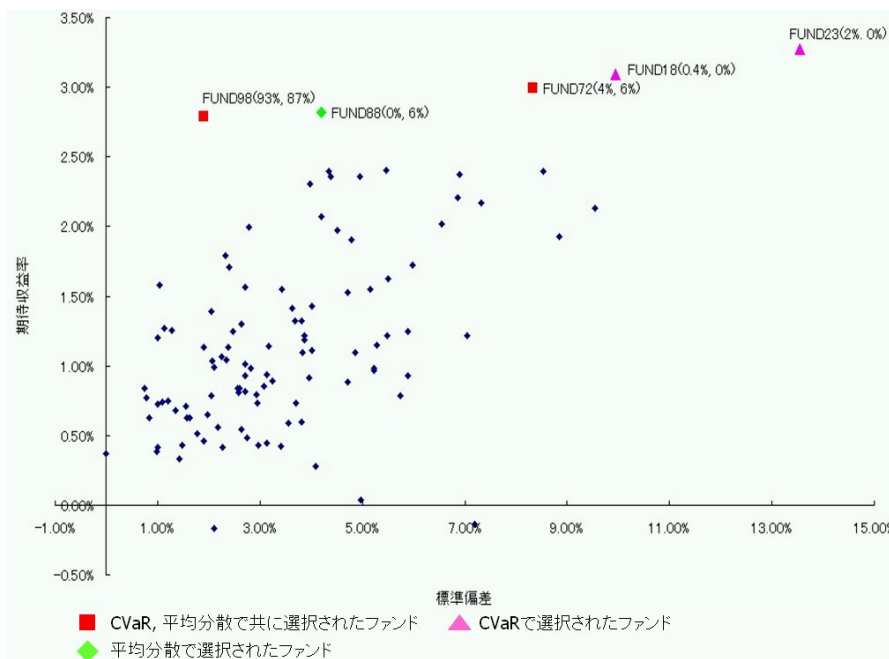


図 7: CVaR, 平均分散アプローチで選択されたファンド (横軸 標準偏差)

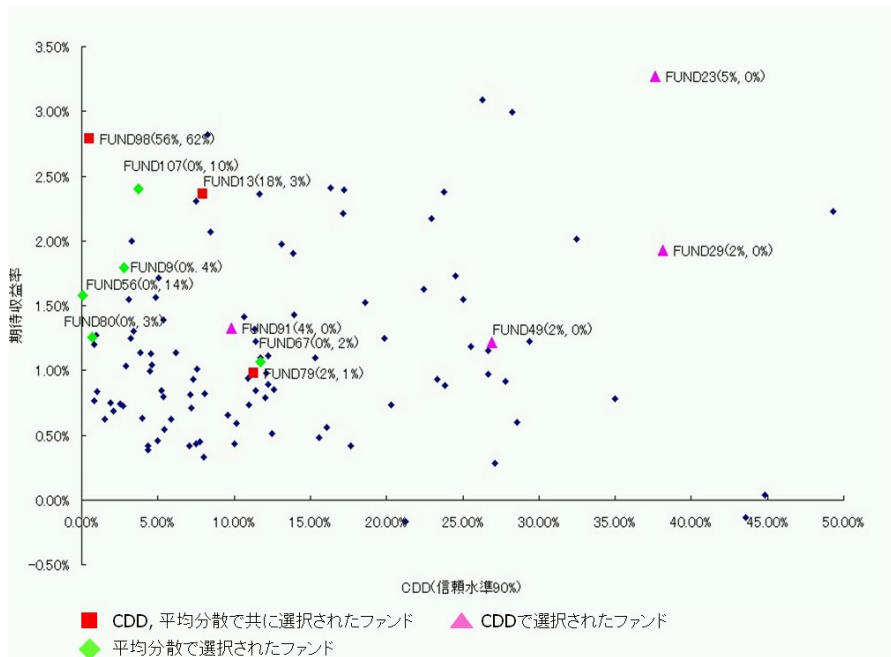


図 8: CDD, 平均分散アプローチで選択されたファンド (横軸 CDD)

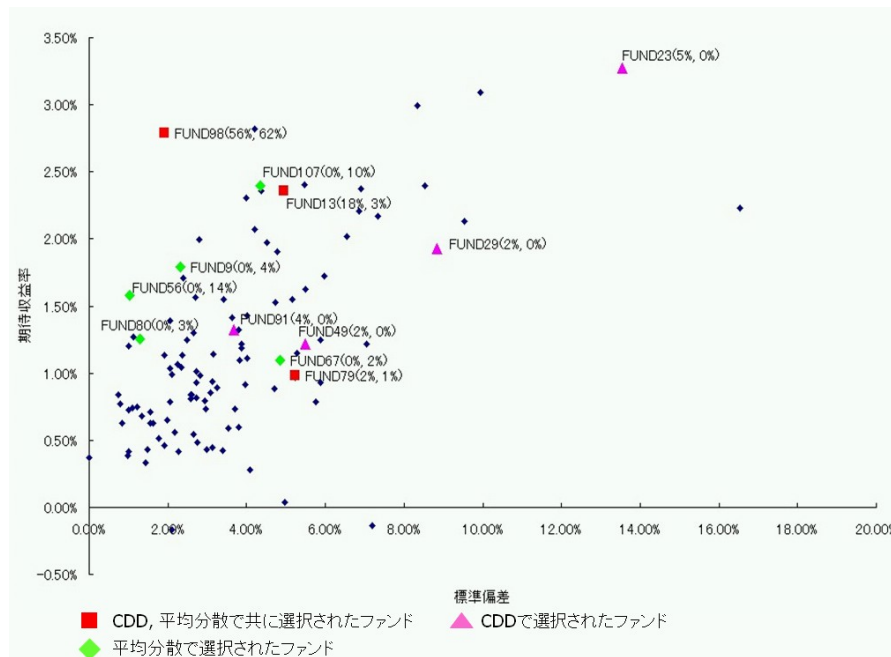


図 9: CDD, 平均分散アプローチで選択されたファンド (横軸 標準偏差)

に 93 % を配分しているが、平均分散最適ポートフォリオでは 87 % と配分が減っている。これは、テイル部分をリスクと見なした場合、FUND98 はほぼ無リスクであるのに対し、標準偏差をリスクと見なした場合、FUND98 がリスクをもったファンドとなることによる。FUND98 に配分した残りの部分は CVaR 最適ポートフォリオでは FUND98 が損失を被っている時に利益をあげている期待収益率の高いファンドに配分する。FUND88 に配分されていないのは FUND98 が損失を被っている時に FUND88 も損失を被っているためである。一方、平均分散アプローチでは分散の小さなポートフォリオを構成するために FUND98 と相関が低く、さらに標準偏差の小さなファンドに配分する。FUND88 は全体としては FUND98 と相関が低く、FUND18, 23 に比べて標準偏差が小さいため選択されている。FUND18, 23 が選択されていないのは標準偏差が大きいためである。次に CDD 最適ポートフォリオと平均分散最適ポートフォリオの違いを考察する。CDD 最適ポートフォリオの FUND98 への配分が 56 % と少ないが、この理由は先に述べた。FUND98 に配分した残りの部分は、FUND98 がドローダウンを被っている時に収益をあげているファンドに配分する。一方、平均分散アプローチでは FUND98 と相関が低く、さらに標準偏差の小さなファンドに配分する。図 9 を見ると、選択されたファンドは全て標準偏差が 5 % 以下と小さいことが確認できる。平均分散アプローチでは FUND98 と FUND56 への配分が非常に高くなった。表 7 に主に配分された FUND98 と FUND56 のリスク指標、また今回利用したファンドのリスク指標の平均を示した。

	FUND56	FUND98	平均
(1) 平均月次リターン	1.58 %	2.79 %	1.23 %
(2) 平均月次超過リターン	1.38 %	2.59 %	1.03 %
(3) 月次標準偏差	1.03 %	1.91 %	3.94 %
(2)/(3)	1.34	1.36	0.32
(4) CVaR(信頼水準 90 %)	-0.14 %	0.01 %	5.16 %
(5) CDD(信頼水準 90 %)	0.03 %	0.51 %	14.89 %

表 7: FUND56, 98 のリスク指標と利用したファンドのリスク指標の平均

FUND98 と FUND56 は標準偏差が小さいだけでなく CVaR, CDD も非常に小さい。平均分散最適ポートフォリオの CVaR, CDD が非常に小さいのはこのためである。

### 2.3 out-of-sample の結果

ここでは 2.2 で紹介した各手法で運用した時の違いを out-of-sample の結果で検証する。まず 2001 年 1 月から 12 月の月次リターンを in-sample として

リスク許容度	0.10 %	0.50 %	1.00 %	2.00 %	3.00 %	4.00 %	5.00 %
年率リターン	23.40 %	21.92 %	20.43 %	17.49 %	13.93 %	10.67 %	7.36 %
標準偏差	4.87 %	4.72 %	4.63 %	4.59 %	4.91 %	5.34 %	5.87 %
シャープレシオ	4.31	4.13	3.90	3.29	2.35	1.55	0.85
最大ドロウダウン	1.68 %	1.54 %	1.42 %	2.02 %	2.98 %	3.76 %	4.63 %
CVaR(信頼水準 90 %)	1.22 %	1.18 %	1.11 %	1.19 %	1.41 %	1.79 %	2.20 %
CDD(信頼水準 90 %)	1.43 %	1.41 %	1.29 %	1.63 %	2.07 %	2.55 %	3.73 %

表 8: CVaR(信頼水準 90%) 最適ポートフォリオの 2004-2005 のパフォーマンス

2002 年 1 月のポートフォリオを構築し、次に 2001 年 1 月から 2002 年 1 月の月次リターンを in-sample として 2002 年 2 月のポートフォリオを構築する。以下同様に、過去の月次リターンのデータを全て in-sample として次の月のポートフォリオの最適化を行う。

out-of-sample として 2002 年 1 月から 2005 年 12 月まで各手法で運用した時の資産の推移を図 10-12 に示した。CVaR, CDD 最適ポートフォリオの資産の推移を見ると、初めの 1 年間はドロウダウンを被って収益が伸びていないことが見て取れる。図 13 にリスク許容度 0.1% の CVaR 最適ポートフォリオで運用した場合の配分の推移を示した。

CVaR 最適ポートフォリオの配分の推移を見ると、2002 年の 1 月から 3 月は FUND13 に高い割合で配分している。これは FUND13 が 2001 年に大きな損失を被らずに高い収益をあげていることによる。FUND13 が 2002 年 3 月 4 月に連続して損失を被ったため、5 月には配分を FUND88 に大きくシフトしている。しかし、5 月には FUND13 が大きな収益をあげたため、6 月にはまた FUND13 に大きくシフトし、損失を被っている。このようにこれらの手法はサンプルパスアプローチであるためサンプル数が少ない場合はある月に大きな収益をあげたファンドに次の月から多く配分し、損失を出した場合は次の月には配分を引き抜くという性質がある。CDD 最適ポートフォリオが初めの 1 年間にドロウダウンを被っているのも全く同じ原因である。また、信頼水準を 90% としているため、例えば 20ヶ月分のサンプル数しかない場合はテイルリスクとして参照される月は 2ヶ月のみである。したがって、サンプル数が少ない場合は CVaR, CDD の信頼度は非常に低い。このような理由から CVaR, CDD 最適ポートフォリオはサンプル数の少ない初めの 1 年程は配分の変化が非常に大きくなっている。以上のことから、上で紹介した手法はサンプル数が少ない場合は信頼性が低いといえる。3 年の in-sample のデータが確保できる 2004 年から 2005 年の out-of-sample の各手法でのパフォーマンスのリスク指標を表 8-10 に示した。

シャープレシオから判断すると、リスク許容度 0.1% の CDD 最適ポートフォリオが最も良いパフォーマンスをしている。さらに年率リターンも 24.04% と一番高い。CVaR, CDD も非常に低く、低リスクで高リターンを得ることがで

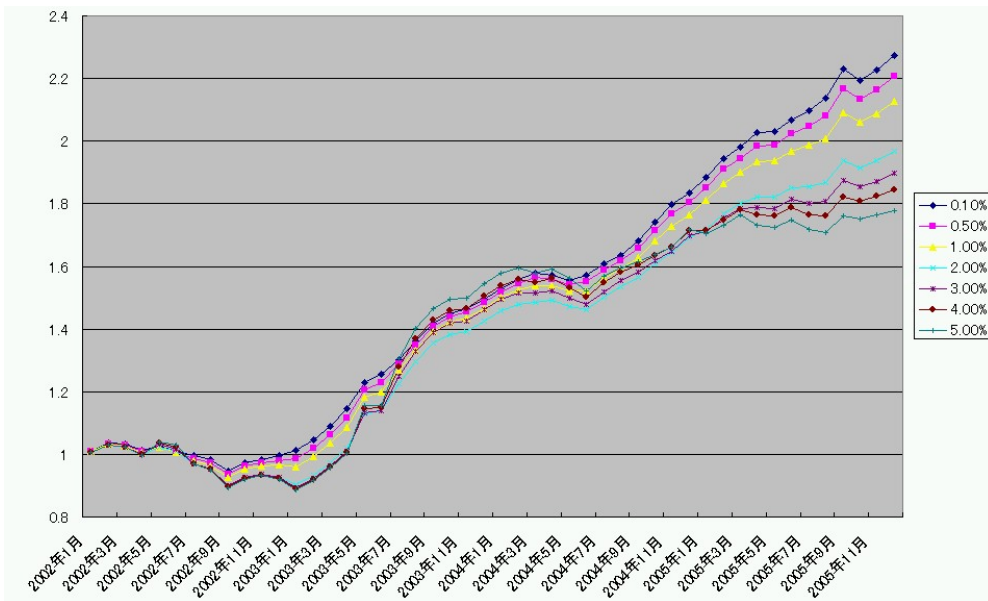


図 10: CVaR 最適ポートフォリオで運用した場合の資産の推移

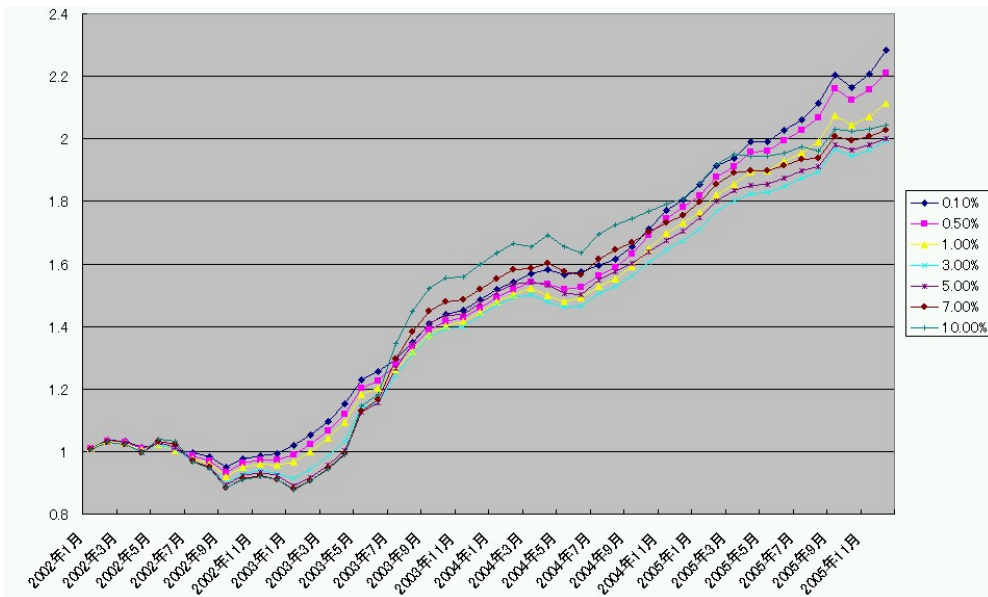


図 11: CDD 最適ポートフォリオで運用した場合の資産の推移

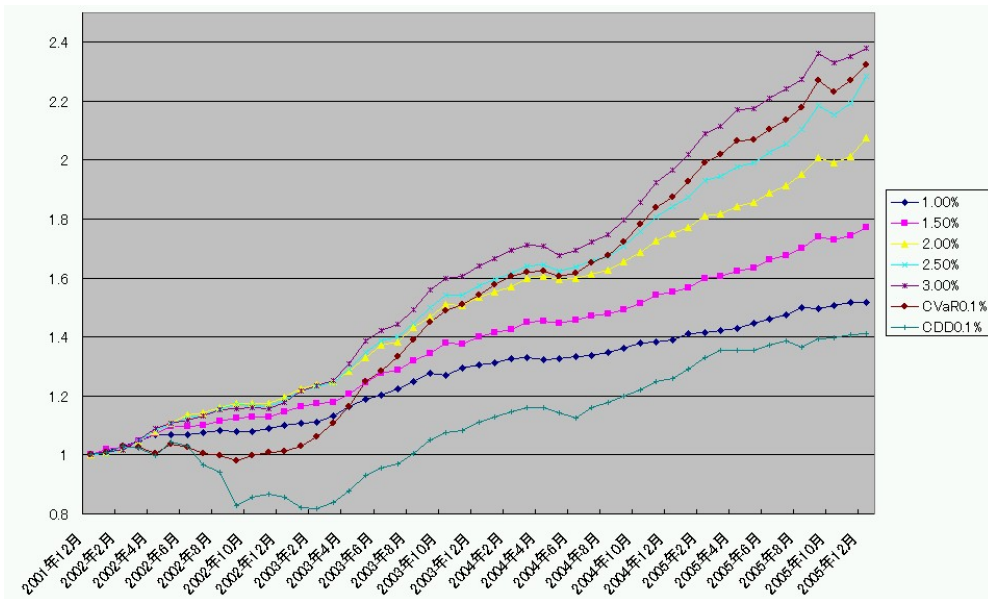


図 12: 平均分散最適ポートフォリオで運用した場合の資産の推移

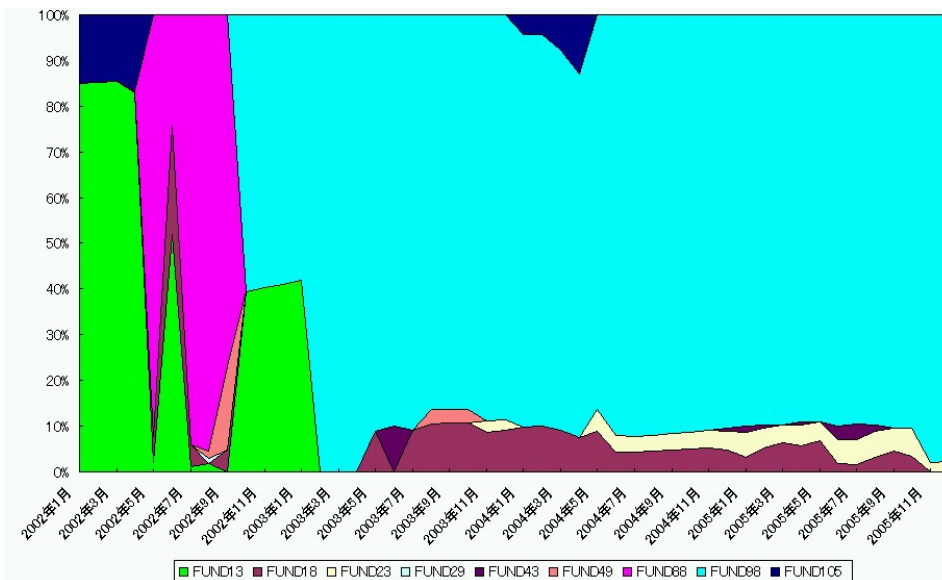


図 13: CVaR 最適ポートフォリオ (リスク許容度 0.1%) で運用した場合の配分の推移

リスク許容度	0.10 %	0.50 %	1.00 %	3.00 %	5.00 %	7.00 %	10.00 %
年率リターン	24.04 %	23.12 %	20.98 %	17.81 %	16.49 %	15.50 %	13.10 %
標準偏差	4.94 %	4.89 %	5.03 %	4.64 %	4.52 %	4.46 %	5.15 %
シャープレシオ	4.38	4.23	3.69	3.32	3.11	2.94	2.08
最大ドローダウン	1.80 %	1.65 %	2.87 %	2.67 %	2.50 %	2.42 %	3.29 %
CVaR(信頼水準 90 %)	1.14 %	1.23 %	1.47 %	1.30 %	1.16 %	1.11 %	1.49 %
CDD(信頼水準 90 %)	1.19 %	1.47 %	2.30 %	2.39 %	2.14 %	1.83 %	2.33 %

表 9: CDD(信頼水準 90%) 最適ポートフォリオの 2004-2005 のパフォーマンス

期待収益率	1.00 %	1.50 %	2.00 %	2.50 %	3.00 %	CVaR0.1 %	CDD0.1 %
年率リターン	7.90 %	12.55 %	16.30 %	20.48 %	20.42 %	22.78 %	12.82 %
標準偏差	1.90 %	2.42 %	3.33 %	4.50 %	4.93 %	4.83 %	4.45 %
シャープレシオ	2.90	4.20	4.17	4.02	3.65	4.22	2.34
最大ドローダウン	0.62 %	0.61 %	0.88 %	1.35 %	2.05 %	1.68 %	3.04 %
CVaR(信頼水準 90 %)	0.37 %	0.41 %	0.64 %	1.04 %	1.38 %	1.20 %	1.45 %
CDD(信頼水準 90 %)	0.41 %	0.46 %	0.77 %	1.12 %	1.60 %	1.30 %	2.21 %

表 10: 平均分散最適ポートフォリオの 2004-2005 のパフォーマンス

きている。またリスク許容度 0.1% の CVaR 最適ポートフォリオもこれと同じ位良いパフォーマンスをしている。リスク許容度を大きくしていくにつれ、CVaR, CDD 最適ポートフォリオ共にリスクが大きいことが見てとれる。これは、リスク許容度が小さい時には FUND98 に非常に高い割合で配分していることによる。先に述べたように FUND98 は非常にリスクが小さい一方で高い収益をあげている。このため、リスク許容度を小さくすればするほど FUND98 の配分が増え、結果的に安定してリターンをあげることができている。リスク許容度が大きい場合の方が小さい場合より期待リターンが高くなるため実現リターンも大きくなることが予想されるが、今回は逆の結果となった。これは 2001 年からのデータを in-sample とした一方で、out-of-sample の結果を 2004 年から 2005 年のパフォーマンスで評価したことによる。FUND98 より期待収益率が高く、リスク許容度を大きくすることによって配分が多くなったファンドは 2003 年以前に非常に高い収益をあげているが、2004 年以降は高い収益をあげることができなかった。

平均分散アプローチで CVaR, CDD 最適ポートフォリオと同じ位の高いリターンを目指そうとした場合、リスク許容度 0.1% の CVaR 最適ポートフォリオと同じ期待収益率をターゲットリターンとした時は FUND98 に多く配分することにより非常に良いパフォーマンスとなっているが、リスク許容度 0.1% の CDD 最適ポートフォリオと同じ期待収益率をターゲットリターンとした時とターゲットリターン 3.00% の時は、シャープレシオは小さい。このよう

に高い収益率を目指した場合平均分散アプローチは非常に不安定になる。また、この3つの場合全てにおいて平均分散最適ポートフォリオの各リスク指標はリスク許容度0.1%のCVaR, CDD最適ポートフォリオのそれを下回っている。このことから、高いリターンを目指す場合は平均分散アプローチよりCVaR, CDD最適化の方が適した手法であるといえる。しかし、高いリターンを目指すのではなく、安定して収益をあげるようなポートフォリオを目指す場合、例えばターゲットリターンが1.5%の時は、年率リターンが12.55%でシャープレシオが4.20と非常に安定して収益をあげられていることが分かる。さらに、CVaRやドロウダウンも非常に小さく抑えられている。このように安定して収益をあげるようなポートフォリオを目指す場合は平均分散アプローチは依然有力な手法である。

一つのファンドに高い割合で配分するとそのファンドが大きく損失を出した時には我々が構築したポートフォリオも大きな損失を被る。そのようなリスクは標準偏差やCVaRなどの数字には表れない。fund of fundsを運用する際には、そのようなリスクの軽減が期待されるため、非常に良いパフォーマンスをしているファンドが存在する場合においても一つのファンドに集中的に配分することは投資家の要望に反する場合がある。数字に表れないリスクを軽減してもポートフォリオのパフォーマンスが落ちないのであれば、一つのファンドに高い割合で配分するのは避けた方がよい。ここではシングルファンドへの配分に資産の最大15%という制約を加え、上と同様の最適化を行い、表11-13に2004年から2005年のout-of-sampleのパフォーマンスのリスク指標を示した。

リスク許容度	0.10 %	0.50 %	1.00 %	2.00 %	3.00 %	4.00 %	5.00 %
年率リターン	15.42 %	16.30 %	15.09 %	13.97 %	12.66 %	8.76 %	8.45 %
標準偏差	6.39 %	7.18 %	7.11 %	7.19 %	6.73 %	7.28 %	7.95 %
シャープレシオ	2.04	1.94	1.79	1.61	1.52	0.87	0.76
最大ドロウダウン	5.16 %	6.33 %	5.93 %	5.74 %	4.49 %	5.00 %	6.18 %
CVaR(信頼水準 90 %)	2.16 %	2.66 %	2.56 %	2.36 %	2.45 %	2.84 %	2.89 %
CDD(信頼水準 90 %)	5.06 %	6.10 %	5.64 %	5.14 %	4.14 %	4.74 %	5.55 %

表 11: 15%制約つき CVaR(信頼係数 90%) 最適ポートフォリオの 2004-2005 のパフォーマンス

15%の制約を加えた場合と加えない場合のリスク指標を比べると、全てのケースにおいて15%の制約を加えない方がよいパフォーマンスをしていることが分かる。15%の制約を加えることにより、リターンが下がり、各リスク指標が大きくなることが確認された。

本稿で利用したヘッジファンドは2001年から2005年までの月次リターンが取得可能なものであったため、サバイバシップ・バイアスがかかっていることには注意する必要がある。つまり、今回利用したヘッジファンドは少



リスク許容度	0.10 %	0.50 %	1.00 %	3.00 %	5.00 %	7.00 %	10.00 %
年率リターン	13.58 %	14.83 %	13.20 %	14.52 %	12.18 %	10.27 %	7.48 %
標準偏差	5.88 %	6.91 %	7.74 %	6.75 %	6.91 %	7.14 %	8.29 %
シャープレシオ	1.90	1.80	1.40	1.80	1.42	1.10	0.61
最大ドローダウン	5.27 %	6.50 %	7.77 %	4.73 %	4.55 %	4.07 %	8.27 %
CVaR(信頼水準 90 %)	2.16 %	2.66 %	3.25 %	2.24 %	2.75 %	2.59 %	3.10 %
CDD(信頼水準 90 %)	5.20 %	6.47 %	7.75 %	4.65 %	4.21 %	3.88 %	7.61 %

表 12: 15 %制約つき CDD(信頼係数 90%) 最適ポートフォリオの 2004-2005 のパフォーマンス

期待収益率	1.50 %	2.00 %	2.50 %	3.00 %
年率リターン	12.49 %	14.29 %	12.79 %	11.95 %
標準偏差	2.75 %	4.07 %	5.31 %	5.43 %
シャープレシオ	3.68	2.92	1.96	1.76
最大ドローダウン	0.85 %	1.89 %	4.28 %	4.01 %
CVaR(信頼水準 90 %)	0.52 %	0.93 %	1.72 %	2.07 %
CDD(信頼水準 90 %)	0.72 %	1.74 %	3.91 %	3.70 %

表 13: 15 %制約つき平均分散最適ポートフォリオの 2004-2005 のパフォーマンス

なくとも5年間存続しているものであるため、パフォーマンスの悪さゆえに破綻したファンドが含まれていない。このため、非常に危険なファンドに集中投資するリスクは始めから回避されている。非常に危険なファンドが存在する場合、テイルリスクを考慮しない平均分散アプローチによって最適化を行った時に危険なファンドが選択される可能性や、集中投資を避けた時のほうがパフォーマンスが良くなる可能性があることには注意する必要がある。

### 3 ヘッジファンドのパフォーマンス分析とファンド・オブ・ファンズ運用への適用

Fung and Hsieh (1997, 1999, 2000a, 200b, 2001, 2002a, 2002b, 2004a, 2004b) や Agarwal and Naik (2004) などの研究によると、ヘッジファンドのリターンも個別株や投資信託と同様に株価インデックスなどのリスクファクターによって説明される場合が多い。ここでヘッジファンドのリターンが投資信託のそれと大きく異なるのは、ショートやレバレッジの影響に加えてリターンが原資産に対して非線形に反応する場合があるということである。3.1 でヘッジファンドのリターンの要因分解を行い、3.2 で2節のポートフォリオ最適化と3.1のヘッジファンドのパフォーマンス分析を統合してファンド・オブ・ファンズ運用におけるファンドの選択からリスク管理の一連の流れを示す。

#### 3.1 ヘッジファンドのパフォーマンス分析

理論上ではファンドのリターンは式(11)のようにリスクファクターのリターンとそのファンドの付加価値(alpha)に要因分解することが出来る。

$$r_i = \alpha_i + \sum_{j=1}^m \beta_{ij} f_j + \epsilon_i. \quad (11)$$

ここで、 $r_i$  はファンド  $i$  のリターンを表し、 $f_j$  はリスクファクター  $j$  のリターンを表す。 $\alpha_i, \epsilon_i$  はリスクファクターでは説明できない部分であり、 $\alpha_i$  はファンド  $i$  の付加価値、 $\epsilon_i$  は誤差を表す。この節では39のヘッジファンドに対し、リターンを株価インデックスなどの市場で観測できるリスクファクターのリターンを説明変数として回帰分析を行うことにより式(11)のように要因分解を行う。本稿では、回帰分析を行った結果の切片をアルファと呼ぶことにする。

本稿でリスクファクターとして採用したのは株価インデックスとしてアジア各国の代表的な株価インデックスとS&P500、ダウ欧州株価指数、ボンドインデックスとしてアジア各国とUSAのMSCI bond index、各国の対米ドル為替レート、そして上で採用した株価インデックスのオプションである。以上のインデックスはBloombergのデータを利用した。表14-16に今回利用したインデックスを示した。日本の株価インデックスはラッセル・野村のスタイルイ

オーストラリア	AS25 Index AS26 Index AS31 Index AS34 Index AS38 Index AS39 Index AS40 Index AS51 Index AS52 Index	AS25 S & P/ASX 100 INDEX AS26 S & P/ASX 20 INDEX AS31 S & P/ASX 50 INDEX AS34 S & P/ASX MIDCAP 50 INDEX AS38 S & P/ASX SMALL ORDS INDEX AS39 ASX SMALLCAP RESOURCES AS40 ASX SMALLCAP INDUSTRIALS AS51 S & P/ASX 200 INDEX AS52 S & P/ASX 300 INDEX	シンガポール	BTSRI Index SESALL Index STI Index UOBDAQ Index	BTSRI SING: BUSINESS TIME REGN SESALL SINGAPORE ALL INDEX STI STRAITS TIMES INDEX UOBDAQ SING: UOB SESDAQ INDEX
シンセン	SZASHR Index SZBSHR Index SZCOMP Index SIASA Index SIBSB Index SICOM Index SHSZ300 Index FXTID Index XIN3I Index XIN3I Index SHASHR Index SHBSHR Index SHCOMP Index SSE180 Index SSE50 Index SHSZ300 Index	SZASHR CHINA SE SHENZHEN A SZBSHR CHINA SE SHENZHEN B SZCOMP CHINA SE SHENZ COMPOSITE SIASA SSE A-SHARE INDEX SIBSB SSE B-SHARE INDEX SICOM SSE CONSTITUENT STOCK IX SHSZ300 SHSE-SZSE300 INDEX FXTID FTSE/XINHUA CHINA 25 XIN3I FTSE XINHUA CH A200 INDX XIN3I FTSE XINHUA CH A400 INDX SHASHR CHINA SE SHANGHAI A SHBSHR CHINA SE SHANGHAI B SHCOMP CHINA SE SHANG COMPOSITE SSE180 CHINA SE SHANG 180 A SHR SSE50 SHANGHAI SE 50 A-SHR IDX SHSZ300 SHSE-SZSE300 INDEX	韓国	KRX100 Index KOSPI Index KOSPI2 Index KOSDAQ Index KOSPI100 Index KOSPI50 Index KOSPLMKC Index KOSPMMKC Index KOSPSMKC Index KOSTAR Index KOSDAQ50 Index KOSD100 Index KOSDM300 Index KOSDSMAL Index TWSE Index TW50 Index TWMC Index TWIT Index TWOTCI Index SET Index SET50 Index MAI Index SET100 Index	KRX100 KOREA EXCHANGE 100 INDEX KOSPI KOREA COMPOSITE INDEX KOSPI2 KOREA KOSPI 200 INDEX KOSDAQ KOSDAQ COMPOSITE INDEX KOSPI100 KOREA KOSPI 100 INDEX KOSPI50 KOREA KOSPI 50 INDEX KOSPLMKC KOSPI LARGE CAP INDEX KOSPMMKC KOSPI MID CAP INDEX KOSPSMKC KOSPI SMALL CAP INDEX KOSTAR KOSDAQ STAR INDEX KOSDAQ50 KOSDAQ50 INDEX KOSD100 KOSDAQ 100 INDEX KOSDM300 KOSDAQ MID300 INDEX KOSDSMAL KOSDAQ SMALL INDEX TWSE TAIWAN TAIEX INDEX TW50 TSEC TAIWAN 50 INDEX TWMC TSEC MID-CAP 100 INDEX TWIT TSEC TECHNOLOGY INDEX TWOTCI TAIWAN GRE TAI EXCHANGE SET STOCK EXCH OF THAI INDEX SET50 THAI SET 50 INDEX MAI THAI STOCK EXCHG MAI IX SET100 THAI SET 100 INDEX
上海	HSHKLI Index HSHKMI Index HSHKSI Index HKSPLC25 Index HKSPGEM Index JCI Index MBX Index DBX Index LQ45 Index D300IN Index JAKISL Index SSXCSP1 Index KLSI Index KL2ND Index KLCI Index MCI Index NZSE Index NZSEG Index NZSE10 Index NZSEMC Index NZSESC Index PASHR Index PCOMP Index SME Index	HSHKLI HANG SENG HK LARGE CAP HSHKMI HANG SENG HK MID CAP IDX HSHKSI HANG SENG HK SMALL CAP HKSPLC25 S & P/HKEx LargeCap Index HKSPGEM S & P/HKEx GEM Index JCI JAKARTA COMPOSITE INDEX MBX JAKARTA SE MAIN BOARD IX DBX JAKARTA SE DEVEL BRD IDX LQ45 JAKARTA LQ-45 INDEX D300IN HSBC Dragon INDONESIA JAKISL JAKARTA ISLAMIC INDEX SSXCSP1 SSX CSPI KLSI KUALA LUMPUR SYARIAH IX KL2ND KUALA LUMPUR 2ND BOARD KLCI KUALA LUMPUR COMP INDEX MCI MESDAQ COMPOSITE INDEX NZSE NZX ALL INDEX NZSEG NZX ALL GROSS INDEX NZSE10 NZX TOP 10 INDEX NZSEMC NZX MID CAP INDEX NZSESC NZX SMALLCAP INDEX PASHR PHILIPPINES ALL SHARE IX PCOMP PHILIPPINES COMPOSITE IX SME PHILIPPINES SM-MED ENTER	台湾	TAIEX Index TWSE Index TW50 Index TWMC Index TWIT Index TWOTCI Index SET Index SET50 Index MAI Index SET100 Index	TWSE TAIWAN TAIEX INDEX TW50 TSEC TAIWAN 50 INDEX TWMC TSEC MID-CAP 100 INDEX TWIT TSEC TECHNOLOGY INDEX TWOTCI TAIWAN GRE TAI EXCHANGE SET STOCK EXCH OF THAI INDEX SET50 THAI SET 50 INDEX MAI THAI STOCK EXCHG MAI IX SET100 THAI SET 100 INDEX
香港	HSHKLI Index HSHKMI Index HSHKSI Index HKSPLC25 Index HKSPGEM Index JCI Index MBX Index DBX Index LQ45 Index D300IN Index JAKISL Index SSXCSP1 Index KLSI Index KL2ND Index KLCI Index MCI Index NZSE Index NZSEG Index NZSE10 Index NZSEMC Index NZSESC Index PASHR Index PCOMP Index SME Index	HSHKLI HANG SENG HK LARGE CAP HSHKMI HANG SENG HK MID CAP IDX HSHKSI HANG SENG HK SMALL CAP HKSPLC25 S & P/HKEx LargeCap Index HKSPGEM S & P/HKEx GEM Index JCI JAKARTA COMPOSITE INDEX MBX JAKARTA SE MAIN BOARD IX DBX JAKARTA SE DEVEL BRD IDX LQ45 JAKARTA LQ-45 INDEX D300IN HSBC Dragon INDONESIA JAKISL JAKARTA ISLAMIC INDEX SSXCSP1 SSX CSPI KLSI KUALA LUMPUR SYARIAH IX KL2ND KUALA LUMPUR 2ND BOARD KLCI KUALA LUMPUR COMP INDEX MCI MESDAQ COMPOSITE INDEX NZSE NZX ALL INDEX NZSEG NZX ALL GROSS INDEX NZSE10 NZX TOP 10 INDEX NZSEMC NZX MID CAP INDEX NZSESC NZX SMALLCAP INDEX PASHR PHILIPPINES ALL SHARE IX PCOMP PHILIPPINES COMPOSITE IX SME PHILIPPINES SM-MED ENTER	タイ	SET Index SET50 Index MAI Index SET100 Index	SET STOCK EXCH OF THAI INDEX SET50 THAI SET 50 INDEX MAI THAI STOCK EXCHG MAI IX SET100 THAI SET 100 INDEX
ジャカルタ	JCI Index MBX Index DBX Index LQ45 Index D300IN Index JAKISL Index SSXCSP1 Index KLSI Index KL2ND Index KLCI Index MCI Index NZSE Index NZSEG Index NZSE10 Index NZSEMC Index NZSESC Index PASHR Index PCOMP Index SME Index	JCI JAKARTA COMPOSITE INDEX MBX JAKARTA SE MAIN BOARD IX DBX JAKARTA SE DEVEL BRD IDX LQ45 JAKARTA LQ-45 INDEX D300IN HSBC Dragon INDONESIA JAKISL JAKARTA ISLAMIC INDEX SSXCSP1 SSX CSPI KLSI KUALA LUMPUR SYARIAH IX KL2ND KUALA LUMPUR 2ND BOARD KLCI KUALA LUMPUR COMP INDEX MCI MESDAQ COMPOSITE INDEX NZSE NZX ALL INDEX NZSEG NZX ALL GROSS INDEX NZSE10 NZX TOP 10 INDEX NZSEMC NZX MID CAP INDEX NZSESC NZX SMALLCAP INDEX PASHR PHILIPPINES ALL SHARE IX PCOMP PHILIPPINES COMPOSITE IX SME PHILIPPINES SM-MED ENTER	インド	BSE100 Index BSE200 Index SENSEX Index DOLLEX Index NIFTY Index DOLL30 Index BSE500 Index DEFTY Index BSEMDCAP Index BSESMCAP Index NIFTYJR Index CNXBANK Index CNXMCAP Index FTYI1D Index KSE Index KSE100 Index CSEALL Index SPX Index SXXP Index	DHAKA DHAKA STK EXG DHAKA EXCH BSE100 BOMBAY STOCK EX 100 IDX BSE200 BOMBAY STOCK EX 200 IDX SENSEX BSE SENSEX 30 INDEX DOLLEX DOLLEX INDEX DOLLEX IDX NIFTY NSE S & P CNX NIFTY INDEX DOLL30 DOLLEX INDEX DOLL BSE30 BSE500 BOMBAY STOCK EX 500 IDX DEFTY NSE S & P CNX DEFTY INDEX BSEMDCAP BSE MID-CAP INDEX BSESMCAP BSE SMALL-CAP INDEX NIFTYJR NSE S & P CNX MIDCAP INDEX CNXBANK BANK NIFTY INDEX CNXMCAP NSE CNX MIDCAP INDEX FTYI1D FTSE World India KSE Pakistan All Share KSE100 PAKISTAN 100 INDEX CSEALL Sri Lanka All Share S & P 500 ダウ欧州株価指数
スラバヤ マレーシア	JCI Index MBX Index DBX Index LQ45 Index D300IN Index JAKISL Index SSXCSP1 Index KLSI Index KL2ND Index KLCI Index MCI Index NZSE Index NZSEG Index NZSE10 Index NZSEMC Index NZSESC Index PASHR Index PCOMP Index SME Index	JCI JAKARTA COMPOSITE INDEX MBX JAKARTA SE MAIN BOARD IX DBX JAKARTA SE DEVEL BRD IDX LQ45 JAKARTA LQ-45 INDEX D300IN HSBC Dragon INDONESIA JAKISL JAKARTA ISLAMIC INDEX SSXCSP1 SSX CSPI KLSI KUALA LUMPUR SYARIAH IX KL2ND KUALA LUMPUR 2ND BOARD KLCI KUALA LUMPUR COMP INDEX MCI MESDAQ COMPOSITE INDEX NZSE NZX ALL INDEX NZSEG NZX ALL GROSS INDEX NZSE10 NZX TOP 10 INDEX NZSEMC NZX MID CAP INDEX NZSESC NZX SMALLCAP INDEX PASHR PHILIPPINES ALL SHARE IX PCOMP PHILIPPINES COMPOSITE IX SME PHILIPPINES SM-MED ENTER	パキスタン	KSE Index KSE100 Index CSEALL Index SPX Index SXXP Index	KSE Pakistan All Share KSE100 PAKISTAN 100 INDEX CSEALL Sri Lanka All Share S & P 500 ダウ欧州株価指数
NZ	JCI Index MBX Index DBX Index LQ45 Index D300IN Index JAKISL Index SSXCSP1 Index KLSI Index KL2ND Index KLCI Index MCI Index NZSE Index NZSEG Index NZSE10 Index NZSEMC Index NZSESC Index PASHR Index PCOMP Index SME Index	JCI JAKARTA COMPOSITE INDEX MBX JAKARTA SE MAIN BOARD IX DBX JAKARTA SE DEVEL BRD IDX LQ45 JAKARTA LQ-45 INDEX D300IN HSBC Dragon INDONESIA JAKISL JAKARTA ISLAMIC INDEX SSXCSP1 SSX CSPI KLSI KUALA LUMPUR SYARIAH IX KL2ND KUALA LUMPUR 2ND BOARD KLCI KUALA LUMPUR COMP INDEX MCI MESDAQ COMPOSITE INDEX NZSE NZX ALL INDEX NZSEG NZX ALL GROSS INDEX NZSE10 NZX TOP 10 INDEX NZSEMC NZX MID CAP INDEX NZSESC NZX SMALLCAP INDEX PASHR PHILIPPINES ALL SHARE IX PCOMP PHILIPPINES COMPOSITE IX SME PHILIPPINES SM-MED ENTER	スリランカ US 欧州	CSEALL Index SPX Index SXXP Index	CSEALL Sri Lanka All Share S & P 500 ダウ欧州株価指数
フィリピン	JCI Index MBX Index DBX Index LQ45 Index D300IN Index JAKISL Index SSXCSP1 Index KLSI Index KL2ND Index KLCI Index MCI Index NZSE Index NZSEG Index NZSE10 Index NZSEMC Index NZSESC Index PASHR Index PCOMP Index SME Index	JCI JAKARTA COMPOSITE INDEX MBX JAKARTA SE MAIN BOARD IX DBX JAKARTA SE DEVEL BRD IDX LQ45 JAKARTA LQ-45 INDEX D300IN HSBC Dragon INDONESIA JAKISL JAKARTA ISLAMIC INDEX SSXCSP1 SSX CSPI KLSI KUALA LUMPUR SYARIAH IX KL2ND KUALA LUMPUR 2ND BOARD KLCI KUALA LUMPUR COMP INDEX MCI MESDAQ COMPOSITE INDEX NZSE NZX ALL INDEX NZSEG NZX ALL GROSS INDEX NZSE10 NZX TOP 10 INDEX NZSEMC NZX MID CAP INDEX NZSESC NZX SMALLCAP INDEX PASHR PHILIPPINES ALL SHARE IX PCOMP PHILIPPINES COMPOSITE IX SME PHILIPPINES SM-MED ENTER			

表 14: 株価インデックス

MDALTR Index	MSCI Australia TR
MDJPTR Index	MSCI Japan TR
MDNZTR Index	MSCI New Zealand TR
MDUSTR Index	MSCI US Treasury TR
MAHKTR Index	MSCI Hong Kong Dollar Swap TR
MAIDTR Index	MACI Indonesia Rupiah Swap TR
MAPHTR Index	MSCI Philippines Peso Swap TR
MASGTR Index	MSCI Singapore Dollar Swap TR
MASKTR Index	MSCI South Korea Won Swap TR
MATHTR Index	MSCI Thailand Baht Swap TR
MATWTR Index	MSCI Taiwan Dollar Swap TR

表 15: ボンドインデックス

JPY Currency	日本円
EUR Currency	ユーロ
SGD Currency	シンガポールドル
KRW Currency	韓国ウォン
TWD Currency	台湾ドル
HKD Currency	香港ドル
THB Currency	タイバーツ
MYR Currency	マレーシアリング
IDR Currency	インドネシアルピア
AUD Currency	オーストラリアドル
NZD Currency	ニュージーランドドル
INR Currency	インドルピー
PHP Currency	フィリピンペソ
CNY Currency	中国人民幣元

表 16: 対米ドル為替レート

ンデックスを用い、さらにリスクファクターとしてサイズ・ファクター (small minus big, SMB) と book-to-market ファクター (high minus low, HML) を構成する。発展途上諸国では大型株、小型株、あるいはバリュー株、グロース株の分類が困難で日本のようにスタイルインデックスが存在しない国も多い。したがってこれらの国においては、サイズ・ファクターや book-to-market ファクターを構成することができないため、ファクターとしては株価インデックスそのものしか採用できない。MSCI bond index に関しては各国のボンドインデックスそのものリターンと各国と US treasury のスプレッドをファクターとして採用し、為替に関しては各国の対米ドル為替レートのリターンをファクターとする。fixed income や distressed debt などの戦略をとるファンドに対してはクレジットスプレッドのインデックスがリスクファクターとして期待されるが、データの取得が困難であるため、本稿においては株価インデックスで代用する。株価インデックスのオプションは ATM, OTM のプットとコールをブラック・ショールズ式で計算したものを利用する。ここではボラティリティはヒストリカルボラティリティとし、OTM の行使価格はプットオプションに対してはスポット価格の 99%、コールオプションに対してはスポット価格の 101% とする。ここでオプションのリターンとは次のようなトレーディングによって得られるリターンを表す。例えば、2001 年 4 月のリターンとは 2001 年 3 月末に 5 月満期のオプションを購入し、4 月末に 5 月満期のオプションを売却して得られるリターンを表す。

Agarwal and Naik(2004) では event driven や distressed debt などの戦略をとるヘッジファンドは株価インデックスのリターンに対し、非線形なリターン

を生む傾向があることが確認された。我々はまずファンドのリターンを株価インデックス、ボンドインデックス、為替のファクターに要因分解し、リスクファクターに対するファンドのリターンの反応の仕方を考察し、非線形性が確認されたファンドに対して株価インデックスのオプションをリスクファクターに加えて再び要因分解を行う。回帰分析は2001年1月から2005年12月までの60ヶ月分の全ての月次リターン、2001年1月から2003年4月までの28ヶ月分の月次リターン、2003年5月から2005年12月までの32ヶ月分の月次リターンの3つに対して行う。ここで前半と後半に分けた2003年4月はバブル景気以降で日本の株価が底値を記録した月である。

回帰分析を行った結果を表17-25に示した。戦略別の特徴と主なリスクファクターは以下の通りである。

- 戦略：Distressed Debt

主なファクター：株価インデックス, SMB, オプション, ボンドインデックス

前半ではオプションの有意性が目立つが、後半ではオプションファクターを持つファンドは少ない。市場が大きく下がった時にさらに大きな損失を出す傾向があると考えられる。

- 戦略：Relative Value

主なファクター：株価インデックス, SMB, HML, オプション, ボンドインデックス

特に前半ではオプションが有意である。全体的に株関連のファクターが有意であり、ボンドの有意性は小さい。

- 戦略：Long / Short Equities

主なファクター：株価インデックス, SMB, HML, オプション

Korea, Greater China, AS/NZ, emerging, Asia-ex Japan を投資対象とするファンドの説明力は高い。Japan Only を投資対象とするファンドの前半の説明力は特に低い。各ファンドが市場全体が下がっている時に利益を出すようなトレーディング戦略を駆使していると考えられる。

- 戦略：Fixed Income

主なファクター：株価インデックス, SMB, オプション, ボンドインデックス, US-スプレッド

株価インデックスの有意性が高く、クレジット関連の市場に対するエクスポージャーが高いと考えられる。

- 戦略：Multi Strategy

主なファクター：株価インデックス, SMB, オプション, ボンドインデックス, US-スプレッド, 為替

ファンドによって有意なファクターが大きく異なる。またファンド毎にも前半と後半でエクスポージャーが大きく異なる。

- 戦略：Macro

主なファクター：株価インデックス, SMB, ボンドインデックス, US-スプレッド, 為替

レバレッジを大きくとって投資している。市場が大きく動いたときに、さらに大きな利益や損失を出している。その一方でオプションファクターが有意にならず、為替の有意性が目立つ。

- CTA

主なファクター：株価インデックス, SMB, オプション, ボンドインデックス, US-スプレッド, 為替

Macro と同様にレバレッジを大きくとって投資している。市場が大きく動いたときに、さらに大きな利益や損失を出している。Macro と異なる点は為替の有意性が少なく、後半でオプションファクターが有意なファンドがあるということである。また Macro に比べて損益の振れは小さい。

- 戦略：Event Driven

主なファクター：株価インデックス, SMB, 為替

株価インデックスが主に有意なファクターであるが、後半で為替が有意である。

オプションをファクターに加えることにより説明力が特に向上したものは、Distressed Debt の戦略をとるファンドと日本の株関連の市場にエクスポージャーを持つファンドであった。表 26 に戦略別の説明力を示した。60ヶ月分の全ての月次リターンに対して行った場合は説明力は全体的に低かったが、前半と後半に分けた場合説明力は向上している。戦略別で特に Macro, CTA が説明力が大きく向上していることが分かる。また Long / Short Equities の改善度は小さい。表 27 に地域別の説明力を示した。Global や Asia inclu Japan のように投資対象地域を広くとっているファンドの説明力が前半と後半に分けることにより大きく向上した。また、特に前半で Japan Only の説明力が低いことが、このことから各ファンドが市場全体が下がっている時に利益を出すようなトレーディング戦略を駆使していると考えられる。一方、Emerging Markets や Asia ex-Japan などのような投資対象地域で差別化をはかっているファンドは線形のファクターで高い説明力を実現することができた。

各ファンドの持つリスクファクターを見ると前半と後半でエクスポージャーが大きく変わっているファンドが多く見受けられる。このことから各ファンドは状況に応じて投資対象地域やスタイルを切り替えていることが分かる。したがって各時点でファンドの持つリスクを把握するためには非線形性を表すより適切なファクターを説明変数に加えるか、ファンドのエクスポージャーを動的に捉える必要がある。

### 3.2 ファンド・オブ・ファンズ運用への適用

最後に、ポートフォリオ最適化とパフォーマンス分析を統合して、我々の手法の実務への適用を示す。我々は2節の最適化によって構成されたポートフォリオの2005年のリターンをリスクファクターとファンドのアルファによって再現することを試みる。ここでは、最もシャープレシオの高いリスク許容度0.1%のCDD最適ポートフォリオに対して分析を行った。まず、過去2年のデータを使って選択されたファンドのリターンの要因分解を行い、ファクターへのエクスポージャーとファンドのアルファを調べる。この際、回帰分析の説明変数とその係数はin-sampleのデータを1,2個取り替えても大きく変わらないと考えられるため、3ヶ月ごとに回帰分析をやり直して、エクスポージャーの変化を捉えることにする。四半期毎のエクスポージャーを表28-31に示した。そして、ヘッジファンドのポートフォリオをリスクファクターとファンドのアルファのポートフォリオと見なし、これらからポートフォリオのリターンを再現する。

図14にCDD最適ポートフォリオで運用した場合の資産の推移と(ファクターリターン)+(アルファ)の資産の推移を示した。

5月と10月の損益をリスクファクターによって再現できていないことが見てとれるが、他の10ヶ月に関しては精度良く再現できている。図19に配分の推移を示した。10月まではFUND98がポートフォリオの90%前後を占めていることが分かる。図15-18にFUND98を始め、配分比率が高い上位4ファンドのリターンとその(ファクターリターン)+(アルファ)の推移を示した。図15を見るとFUND98の5月と10月の損益をリスクファクターで再現できていないことが確認され、このことが最適ポートフォリオのリターンを2ヶ月予測できなかった要因であると考えられる。

リスクファクターの動きは日次で観測することができるため、個別ファンドの運用状況がレポートされていない場合においても各ファンド、またファンド・オブ・ファンズのパフォーマンスを予測することが出来る。さらに、リスクファクターが取引されている場合にはリスクをヘッジすることが可能である。ポートフォリオ最適化とパフォーマンス分析への我々のアプローチはファンド・オブ・ファンズ運用におけるポートフォリオ構築とリスク管理に有用であろう。さらなる要因分解の精度向上のためには、より適切なリス

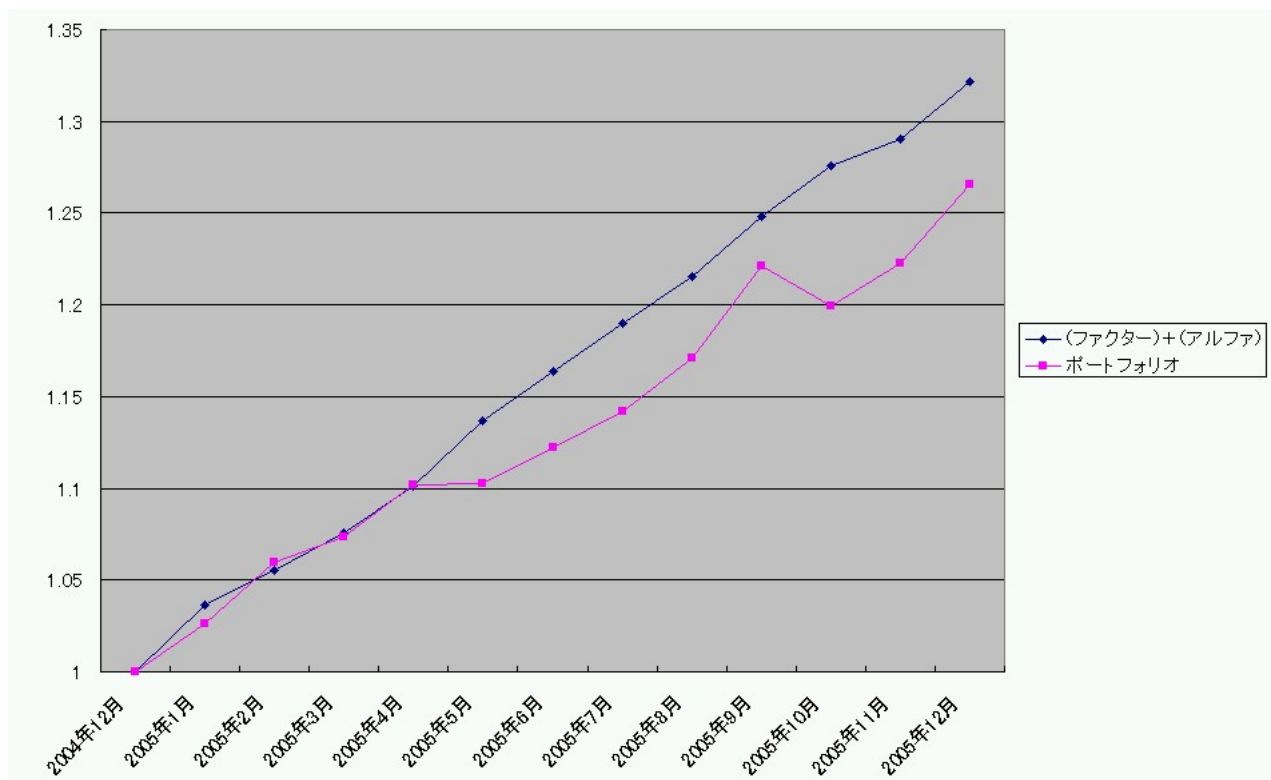


図 14: CDD 最適ポートフォリオ (リスク許容度 0.1%) と (ファクターリターン) + (アルファ) の資産の推移



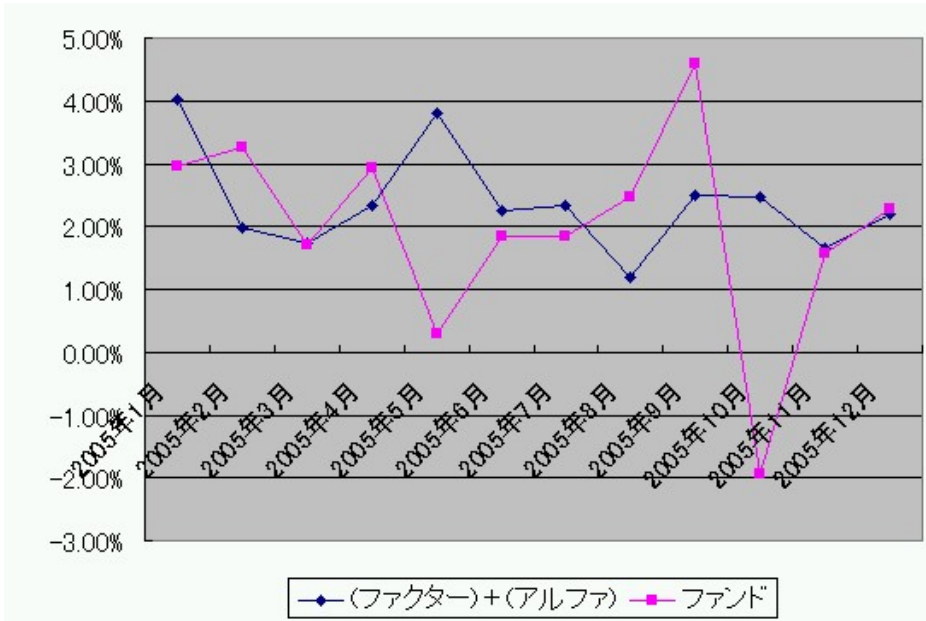


図 15: FUND98(Event Driven) のリターンと (ファクターリターン) + (アルファ)

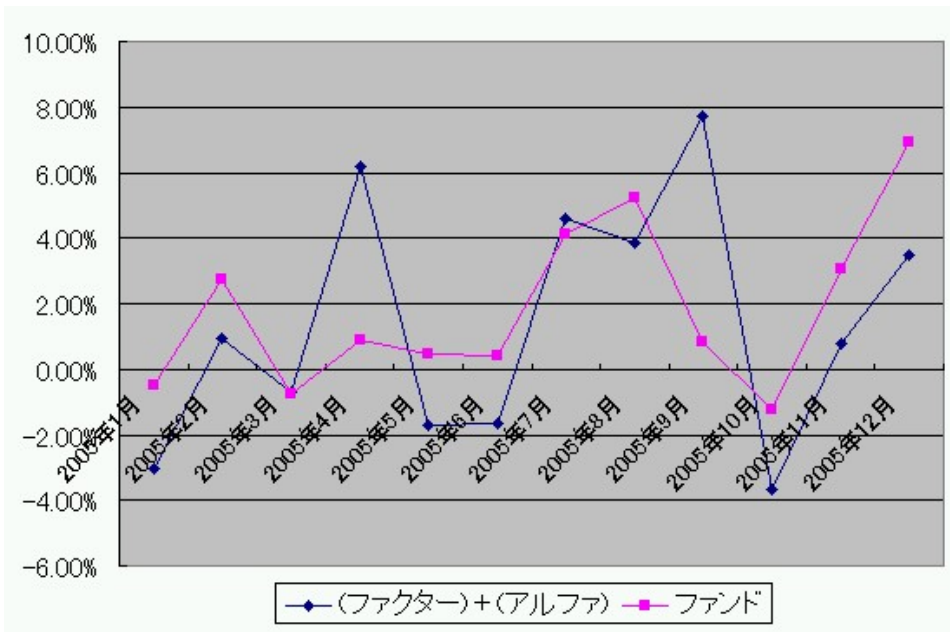


図 16: FUND13 (Multi-Strategy) のリターンと (ファクターリターン) + (アルファ)

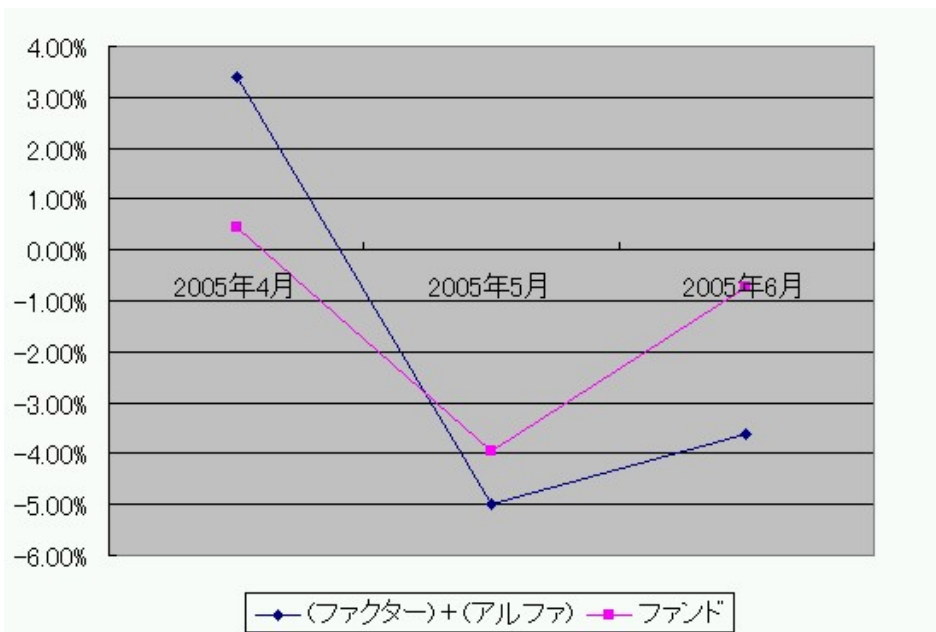


図 17: FUND105(Long / Short Equities) のリターンと(ファクターリターン) + (アルファ)

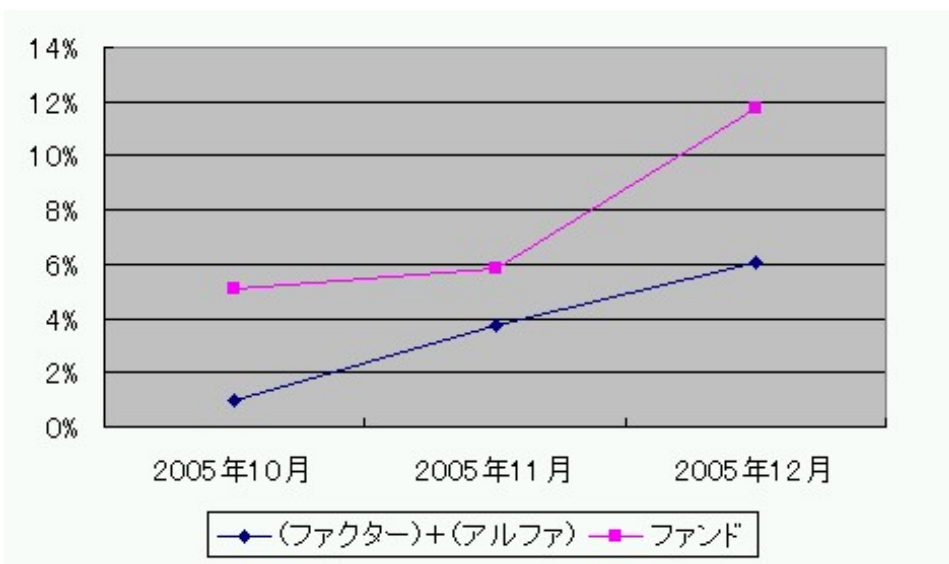


図 18: FUND73(Long / Short Equities) のリターンと(ファクターリターン) + (アルファ)

クファクターの選択と要因分解の技術の向上が必要であるが、これらについては今後の研究課題としたい。

## 4 結論

在アジアおよびアジア太平洋を投資対象とするヘッジファンドのポートフォリオ構築という観点から実証研究を行った。まず、ヘッジファンドのリターンの特性を調べた結果、非正規性と負のテイルリスクの重要性が確認された。このことから、ヘッジファンドのポートフォリオ構築には従来の平均分散アプローチに替わるテイル部分を考慮した最適化手法が必要となる。我々は CVaR または CDD という 2 つのリスク指標に制約を加えて期待収益率を最大化する Rockafellar and Uryasev (2000,2002) , Chekhlov et al. (2000) のアルゴリズムを利用して最適化を行った。この手法によれば、テイルリスクを抑えながら高いリターンを期待することができる。out-of-sample の結果からヘッジファンドのポートフォリオ構築にはサンプル数が十分ある場合は CVaR, CDD 最適化手法が強力な手法であることが確認された。また、シングルファンドへの配分に資産の最大 15% という制約を加え、上と同様の作業を行い、結果の比較を行った。集中投資を避けた場合、パフォーマンスを評価する指標が悪化することが確認された。

さらに 39 のヘッジファンドに対し、リターンを株価インデックスなどの市場で観測できるリスクファクターのリターンを説明変数として回帰分析を行うことにより要因分解を行った。この結果から、各ファンドは状況に応じて投資対象地域やスタイルを切り替えていることが分かる。したがってファンドの持つリスクを把握するためには非線形性を表すより適切なファクターを説明変数に加えるか、ファンドのエクスポージャーを動的に捉える必要がある。

最後にポートフォリオ最適化とパフォーマンス分析を統合して、我々の手法の実務への適用を示した。最適化によって構成されたポートフォリオの 2005 年のリターンをリスクファクターとファンドのアルファによって再現した。最適化によって得られたポートフォリオのリターンを 2 ヶ月は再現できなかったが、12 ヶ月中 10 ヶ月は精度良く再現できた。ポートフォリオ最適化とパフォーマンス分析への我々のアプローチはファンド・オブ・ファンズ運用におけるポートフォリオ構築とリスク管理に有用であると思われる。さらに精度良くリターンを再現するためには、より適切なリスクファクターの選択と要因分解の技術の向上が必要であるが、これらについては今後の研究課題としたい。

Fund Name	FUND2	FUND64	FUND70	FUND6	FUND87	FUND29	FUND4	FUND5	FUND63	FUND24	FUND48	FUND106	FUND66
投資戦略	Distressed Debt	Distressed Debt	Distressed Debt	Distressed Debt	Relative Value	Relative Value	Relative Value	Long / Short Equities	Long / Short Equities	Long / Short Equities	Long / Short Equities	Long / Short Equities	Long / Short Equities
投資対象地域	Asia ex-Japan	Asia ex-Japan	Asia ex-Japan	Global	Japan Only	Asia ex-Japan	Asia incl Japan	Korea	Korea	Greater China	Australia / New Zealand	Australia / New Zealand	Japan Only
補正 R <sup>2</sup>	0.43	0.43	0.57	0.36	0.33	0.36	0.42	0.48	0.80	0.56	0.83	0.68	0.34
切片	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
t 値	4.41	10.60	11.65	4.67	2.13	1.67	3.38	1.72	1.37	1.91	1.32	5.12	3.08
説明変数 1	PASHR Index	JCI Index	JCI Index ATM put	AS26 Index	RNIRIS Index -RNIRIL Index	SET Index	HSHKSI Index	KOSPMK Index	KOSPI Index	SIBSB Index	AS26 Index	AS52 Index -AS51 Index	RNIRISV Index
係数	0.38	0.26	0.00	-0.44	0.30	0.87	0.59	0.31	0.61	0.26	0.84	23.59	0.47
t 値	4.10	4.61	-6.05	-4.59	3.54	5.46	4.89	5.32	8.87	6.69	9.10	5.51	4.93
説明変数 2	PASHR Index ATM call	JAKISL Index	KOSPMK Index -KOSPLMK Index	SET Index	RNIRIL Index OTM call	SET Index -SET50 Index	AS51 Index	KOSDAQ50 Index -KOSD100 Index	KOSPI Index -KRX100 Index	HSHKSI Index -HSHKLI Index	AS39 Index	AS52 Index	RNIRIS Index -RNIRIL Index
係数	-0.01	-0.16	-0.06	0.14	0.00	2.07	-0.83	0.97	0.78	0.77	0.11	0.47	0.17
t 値	-3.03	-3.40	-4.00	4.38	2.92	3.69	-3.32	3.01	3.85	3.82	2.10	5.29	1.03
説明変数 3	MATHTR Index	NZSEMC Index ATM put	HSHKSI Index -HSHKLI Index	NZSESC Index -NZSEMC Index	RNIRIS Index ATM put	NZSE Index	KLSI Index	KOSPMK Index -KOSPLMK Index	KOSDSMAL Index	HSI Index	AS34 Index	NZSE Index -NZSE10 Index	
係数	0.44	0.00	0.09	0.28	0.01	-1.00	0.32	0.17	0.16	0.95	0.20	0.67	
t 値	2.91	-3.36	3.58	3.04	2.83	-3.13	2.44	2.05	3.28	3.50	1.88	2.57	
説明変数 4	KL2ND Index	AS26 Index	KOSPMK Index OTM put	SXXP Index	RNIRAV Index -RNIRAG Index	SZASHR Index OTM call	AS38 Index ATM call		KOSPI Index -KOSD100 Index	HSHKMI Index	NZSE Index	NZSE10 Index	
係数	0.09	-0.08	0.00	0.17	0.15	0.02	0.01		0.25	-0.39	-0.10	0.10	
t 値	2.53	-2.18	3.44	2.82	1.90	2.27	2.02		2.68	-1.42	-1.26	1.07	

表 17: サンプル期間全体での回帰分析結果 1/3

Fund Name	FUND72	FUND73	FUND80	FUND91	FUND107	FUND18	FUND55	FUND60	FUND105	FUND39	FUND88	FUND90	FUND9
投資戦略	Long / Short Equities Japan Only	Long / Short Equities Japan Only	Long / Short Equities Japan Only	Long / Short Equities Japan Only	Long / Short Equities Japan Only	Long / Short Equities Emerging Markets	Long / Short Equities Asia ex-Japan	Long / Short Equities Asia ex-Japan	Long / Short Equities Asia ex-Japan	Long / Short Equities Asia incl Japan	Long / Short Equities Asia incl Japan	Long / Short Equities Asia incl Japan	Fixed Income Emerging Markets
投資対象地域	Japan Only	Japan Only	Japan Only	Japan Only	Japan Only	Emerging Markets	Asia ex-Japan	Asia ex-Japan	Asia ex-Japan	Asia incl Japan	Asia incl Japan	Asia incl Japan	Emerging Markets
補正 R <sup>2</sup>	0.70	0.72	0.16	0.49	0.52	0.61	0.79	0.68	0.91	0.25	0.53	0.41	0.62
切片	0.11	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00	0.01	0.01	0.00	0.02	-0.03	0.00
t 値	5.17	11.66	7.66	1.61	3.77	2.85	0.75	3.69	3.22	-0.06	4.40	-3.16	-0.68
説明変数 1	RNIRISG Index	RNIRISG Index OTM call	RNIRIS Index -RNIRIT Index	RNIRIMS Index -RNIRIT Index	RNIRISG Index OTM call	D300IN Index	SET Index	HSKSI Index	SZBSHR Index	RNIRIMS Index -RNIRIT Index	SZBSHR Index	RNIRISG Index OTM call	BSE500 Index
係数	1.20	0.01	0.10	0.27	0.03	0.67	0.90	0.70	0.40	0.57	0.08	0.01	0.34
t 値	6.29	5.52	3.46	2.42	5.36	7.87	12.11	7.47	23.96	3.89	4.06	4.39	6.75
説明変数 2	RNIRAG Index ATM call	RNIRIA Index OTM call		RNIRIMS Index -RNIRIT Index	RNIRIS Index OTM call	NZSEG Index ATM call	JCI Index	SZBSHR Index	HSKSI Index	SICOM Index	JAKISL Index	FTY1ID Index ATM put	FTY1ID Index ATM call
係数	0.05	0.06		0.59	-0.02	-0.03	0.23	0.08	0.50	-0.36	0.21	-0.14	-0.06
t 値	6.93	4.31		3.58	-2.81	-3.49	3.35	5.12	5.10	-2.84	3.75	-3.98	-3.54
説明変数 3	RNIRAV Index -RNIRAG Index	RNIRISG Index ATM put		RNIRITV Index ATM call	RNIRIS Index -RNIRIT Index	MCI Index	SET Index -SET50 Index	HSI Index	HSI Index	SHASHR Index	BSE100 Index	NIFTYJR Index	SHASHR Index
係数	1.40	0.01		0.01	0.28	0.15	0.82	-0.29	-0.35	0.38	0.20	-0.21	0.13
t 値	5.05	2.32		2.46	2.18	2.42	3.27	-3.04	-3.60	2.68	3.16	-3.19	3.38
説明変数 4	RNIRAV Index OTM put					KL2ND Index ATM call	AS26 Index	SET Index	UOBDAQ Index	AS39 Index	BSE100 Index -SENSEX Index	KLSI Index	SHASHR Index ATM call
係数	0.31					0.02	-0.35	0.14	0.16	0.13	0.70	0.20	-0.13
t 値	4.64					2.28	-2.40	2.59	3.07	2.51	2.77	2.13	-3.20

表 18: サンプル期間全体での回帰分析結果 2/3

Fund Name	FUND56	FUND76	FUND37	FUND13	FUND25	FUND40	FUND23	FUND43	FUND49	FUND67	FUND79	FUND81	FUND98
投資戦略	Fixed Income	Fixed Income	Multi-Strategy	Multi-Strategy	Multi-Strategy	Multi-Strategy	Macro	Macro	Macro	CTA	CTA	CTA	Event Driven
投資対象地域	Emerging Markets	Emerging Markets	Emerging Markets	Asia incl Japan	Asia incl Japan	Global	Asia incl Japan	Global	Global	Global	Global	Global	Global
補正 R <sup>2</sup>	0.34	0.56	0.46	0.44	0.37	0.28	0.32	0.29	0.35	0.32	0.29	0.43	0.38
切片	0.01	0.01	0.03	0.02	0.00	0.01	0.04	0.03	0.00	0.01	-0.01	0.01	0.02
t 値	10.37	5.05	7.25	3.89	0.34	6.26	2.46	1.36	0.36	2.40	-0.85	3.87	11.66
説明変数 1	KOSPMKC Index -KOSPMKC Index	D300IN Index	THB Currency	SESALL Index	TWSE Index	NZD Currency	MDJPTR Index	JCI Index	NZSEC Index -NZSE10 Index	SHKSI Index -SHKMI Index	DHAKA Index	PASHR Index	STI Index
係数	-0.15	0.10	-0.98	-0.94	0.16	0.14	-6.37	1.09	-0.73	0.87	0.33	-0.42	-0.24
t 値	-5.21	4.85	-4.37	-6.03	3.52	3.55	-2.45	3.78	-4.49	4.40	3.56	-5.98	-4.00
説明変数 2	CSEALL Index	TWSE Index	EUR Currency	TWSE Index	MCI Index	KOSPMKC Index -KOSPLMKC Index	AS38 Index -AS34 Index	KOSPI Index	MATHTR Index	AS52 Index	PASHR Index	SZASHR Index	SHKMI Index -HSKPLC25 Index
係数	0.04	0.12	-0.51	0.36	0.08	0.06	1.76	-1.07	1.45	0.71	-0.49	0.13	0.33
t 値	3.04	3.98	-4.10	4.57	3.48	2.95	2.52	-3.45	3.27	3.29	-2.88	3.16	3.95
説明変数 3	MDNZTR Index -MDUSTR Index	NZSE10 Index	KSE100 Index OTM call	BTSRI Index ATM call	AS38 Index -AS34 Index	RNIRIS Index -RNIRIT Index	NZSE Index	TWSE Index	MASKTR Index -MDUSTR Index	SZCOMP Index	MDNZTR Index	PHP Currency	KLCI Index
係数	0.35	0.16	0.04	0.03	-0.55	-0.11	1.08	0.77	-0.76	0.28	1.74	0.58	0.20
t 値	2.53	2.78	3.05	3.38	-3.23	-2.82	2.35	2.53	-1.95	3.21	2.48	3.04	3.95
説明変数 4	MASKTR Index -MDUSTR Index	MASGTR Index	SHKSI Index -HSHKLI Index	NZSE10 Index	CSEALL Index	MASKTR Index -MDUSTR Index	KOSPMKC Index -KOSPLMKC Index	RNIRIS Index -RNIRIM Index	CSEALL Index	SHKSI Index	JCI Index	D300IN Index	SHKMI Index
係数	-0.19	0.41	0.14	0.34	0.10	-0.15	-0.47	-2.24	0.15	-0.40	0.25	0.09	0.13
t 値	-2.05	2.19	1.93	2.59	2.22	-1.99	-1.98	-2.42	1.95	-3.20	2.35	2.89	2.34

表 19: サンプル期間全体での回帰分析結果 3/3

Fund Name	FUND2	FUND64	FUND70	FUND6	FUND87	FUND29	FUND4	FUND5	FUND63	FUND24	FUND48	FUND106	FUND66
投資戦略	Distressed Debt	Distressed Debt	Distressed Debt	Distressed Debt	Relative Value	Relative Value	Relative Value	Long / Short Equities	Long / Short Equities	Long / Short Equities	Long / Short Equities	Long / Short Equities	Long / Short Equities
投資対象地域	Asia ex-Japan	Asia ex-Japan	Asia ex-Japan	Global	Japan Only	Asia ex-Japan	Asia incl Japan	Korea	Korea	Greater China	Australia / New Zealand	Australia / New Zealand	Japan Only
補正 R <sup>2</sup>	0.65	0.72	0.72	0.48	0.54	0.54	0.64	0.67	0.89	0.69	0.88	0.79	0.54
切片	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.02
r 値	5.05	9.92	8.48	4.81	-0.97	1.53	3.53	0.39	0.46	1.13	1.24	4.85	3.37
説明変数 1	PASHR Index	AS52 Index	LQ45 Index OTM put	CNXMCAP Index	RNIRIL Index ATM call	SHASHR Index ATM call	NZSE10 Index ATM put	KOSPI50 Index	KOSPI2 Index	SZBSHR Index	AS26 Index	AS26 Index	RNIRIS Index
係数	0.35	-0.39	0.00	0.14	-0.26	0.07	-0.01	0.14	0.55	0.25	0.95	0.52	0.74
r 値	5.65	-6.39	-5.51	3.62	-4.58	4.56	-4.13	1.02	6.27	7.02	8.60	3.68	4.89
説明変数 2	SZASHR Index ATM call	AS34 Index	KOSPSMKC Index OTM put	DHAKA Index	RNIRIL Index OTM call	HKSPCLC25 Index	CNXMCAP Index	KOSDAQ50 Index	KOSPI2 Index -KRXX100 Index	HSKSI Index	AS34 Index	AS52 Index -AS26 Index	RNIRIS Index -RNIRIM Index
係数	0.08	0.43	0.01	-0.22	0.22	-1.17	0.25	0.19	1.31	0.78	0.75	1.71	0.54
r 値	3.91	5.87	4.98	-3.55	4.13	-3.43	3.83	2.54	5.30	5.36	3.46	3.52	1.57
説明変数 3	SHCOMP Index OTM call	PASHR Index	KOSD100 Index ATM put	MDNZTR Index -MDUSTR Index	RNIRIS Index ATM call	BTSRI Index	KOSPI2 Index	KOSPI100 Index -KOSPI50 Index	KOSPI2 Index -KOSPI00 Index	SHASHR Index -SZCOMP Index	NZSE Index	AS39 Index	
係数	-0.06	0.15	-0.01	1.38	0.08	0.99	-0.19	4.10	0.57	2.56	-0.52	0.23	
r 値	-3.53	4.98	-3.36	3.49	1.37	3.32	-3.63	2.33	4.57	3.51	-2.44	2.65	
説明変数 4	MATHTR Index	SZCOMP Index ATM put	KOSD100 Index OTM call	NZSE Index	RNIRIS Index OTM call	BSE100 Index	D300IN Index	KOSPLMKC Index -KOSPI50 Index	KOSDSMAL Index	NZSE10 Index -NZSE Index	AS52 Index -AS51 Index		
係数	0.65	0.00	0.00	-0.20	-0.06	0.52	0.09	1.57	0.27	0.62	13.32		
r 値	3.16	-3.06	-1.21	-2.41	-1.07	1.98	2.16	1.89	3.94	1.89	1.31		

表 20: サンプル期間の前半の回帰分析結果 1/3



Fund Name	FUND72	FUND73	FUND80	FUND91	FUND107	FUND18	FUND55	FUND60	FUND105	FUND39	FUND88	FUND90	FUND9
投資戦略	Long / Short Equities	Long / Short Equities	Long / Short Equities	Long / Short Equities	Long / Short Equities	Long / Short Equities	Long / Short Equities	Long / Short Equities	Long / Short Equities	Long / Short Equities	Long / Short Equities	Long / Short Equities	Fixed Income
投資対象地域	Japan Only	Japan Only	Japan Only	Japan Only	Japan Only	Emerging Markets	Asia ex-Japan	Asia ex-Japan	Asia ex-Japan	Asia incl Japan	Asia incl Japan	Asia incl Japan	Emerging Markets
補正 R <sup>2</sup>	0.50	0.47	0.00	0.20	0.21	0.88	0.88	0.66	0.96	0.66	0.62	0.51	0.78
切片	0.02	0.01	0.00	0.00	0.02	0.03	0.00	0.01	0.03	-0.01	0.02	0.01	0.02
r 値	2.28	4.89	0.00	0.32	2.08	3.28	0.68	1.94	5.58	-3.02	3.40	4.31	5.49
説明変数 1	RNIRMG Index ATM call	RNIRITY Index OTM put		RNIRMV Index	RNIRAV Index -RNIRAG Index	D300IN Index	SET Index	HSHKSI Index	SZBSHR Index	DHAKA Index	DHAKA Index	KOSPSMKC Index -KOSPLMKC Index	BSE500 Index -BSE200 Index
係数	0.08	-0.01		0.44	0.50	0.64	0.81	0.93	0.41	0.40	0.51	0.26	10.17
r 値	4.20	-3.58		2.65	3.16	8.19	12.32	6.83	20.86	5.10	5.01	4.84	7.75
説明変数 2	RNIRILV Index	RNIRISG Index OTM put		RNIRISG Index	RNIRAG Index OTM put	TWOTCI Index	NZSEMC Index -NZSE10 Index	HKX Index	HKSPGEM Index	RNIRIMS Index -RNIRIT Index	JAKISL Index	KLSI Index	FTY1ID Index
係数	1.30	0.00		-0.20	-0.01	-0.38	0.55	-0.68	0.57	0.88	0.33	0.52	0.19
r 値	2.36	2.29		-1.33	-1.79	-4.79	4.27	-4.24	7.59	2.99	4.94	4.57	5.05
説明変数 3	RNIRIMG Index	RNIRITY Index OTM call			RNIRAV Index OTM put	KLSI Index	DHAKA Index	DHAKA Index	HKX Index	SICOM Index	PCOMP Index	KLSI Index ATM put	BSE500 Index -CNXMCAP Index
係数	-1.21	0.01			0.06	0.99	0.20	0.27	-0.40	-0.15	-0.28	0.01	0.62
r 値	-2.26	1.68			1.55	4.27	2.59	2.39	-3.76	-2.86	-2.87	3.82	4.62
説明変数 4	RNIRILV Index OTM call					MCI Index	HSHKMI Index	TWOTCI Index	SHCOMP Index	RNIRAV Index -RNIRAG Index	BTSRI Index ATM call	AS26 Index	MATHTR Index
係数	-0.03					0.10	-0.20	0.11	-0.27	0.37	0.02	0.15	0.35
r 値	-2.19					2.20	-2.20	2.25	-3.07	1.87	2.84	2.07	2.10

表 21: サンプル期間の前半の回帰分析結果 2/3

Fund Name	FUND56	FUND76	FUND37	FUND13	FUND25	FUND40	FUND23	FUND43	FUND49	FUND67	FUND79	FUND81	FUND98
投資戦略	Fixed Income Emerging Markets	Fixed Income Emerging Markets	Multi-Strategy Emerging Markets	Multi-Strategy Asia incl Japan	Multi-Strategy Asia incl Japan	Multi-Strategy Global	Macro Asia incl Japan	Macro Global	Macro Global	CTA Global	CTA Global	CTA Global	Event Driven Global
投資対象地域	Emerging Markets	Emerging Markets	Emerging Markets	Asia incl Japan	Asia incl Japan	Global	Asia incl Japan	Global	Global	Global	Global	Global	Global
補正 $R^2$	0.79	0.65	0.67	0.51	0.60	0.62	0.83	0.53	0.55	0.50	0.48	0.79	0.51
切片	0.02	0.00	0.02	0.04	0.02	0.01	0.06	-0.01	0.06	0.00	0.01	0.01	0.03
$t$ 値	19.55	0.55	5.51	4.24	2.88	7.17	4.85	-0.38	5.46	0.27	1.86	1.99	8.58
説明変数 1	MASGTR Index	TWSE Index	KOSPMMKC Index	KOSPI Index ATM call	JPY Currency	AS51 Index -AS25 Index	HSHKMI Index	EUR Currency	NZSE Index	KOSPI Index -KOSPI50 Index	PASHR Index	KOSPI2 Index -KOSPI Index	KLCI Index
係数	-0.59	0.29	0.21	0.06	0.96	6.40	2.01	4.28	0.73	13.33	-0.62	-6.06	0.35
$t$ 値	-6.16	4.35	5.93	4.84	4.81	5.96	9.40	3.92	3.97	4.20	-4.19	-6.33	4.99
説明変数 2	CNXMCAP Index -BSE500 Index	JCI Index	HSHKSI Index -HSHKLI Index	HSHKMI Index	THB Currency	THB Currency	RNIRIS Index -RNIRIL Index	CNY Currency	NZSE Index -NZSEG Index	CSEALL Index	JCI Index	KOSPMMKC Index -KOSPI Index	RNIRAV Index
係数	0.22	0.16	0.39	-1.29	-1.39	0.46	-1.99	-1695.39	6.43	0.44	0.31	-0.72	0.29
$t$ 値	6.00	3.32	4.38	-4.72	-3.45	4.07	-4.04	-3.78	3.59	3.97	3.00	-5.34	3.85
説明変数 3	FTYIID Index	MAIDTR Index	SZASHR Index -SHCOMP Index	KOSPSMKC Index -KOSPMMKC Index	MATHTR Index	PHP Currency	DHAKA Index	JPY Currency	IDR Currency	KOSPMMKC Index -KOSPI50 Index	SZCOMP Index -SHASHR Index	PASHR Index	SESALL Index
係数	0.14	0.98	1.26	0.93	-0.93	-0.33	-0.72	2.89	0.37	-2.15	1.49	-0.26	-0.20
$t$ 値	5.35	3.13	4.27	3.68	-2.71	-3.75	-3.07	2.88	2.89	-3.40	2.99	-4.61	-3.24
説明変数 4	NIFTYJR Index	TWOTCI Index ATM call	HSHKSI Index OTM call	HSHKMI Index OTM put	CSEALL Index	MASGTR Index -MDUSTR Index	MDJPTR Index -MDUSTR Index	JCI Index	KSEI100 Index	KOSPI Index	TWD Currency	MAIDTR Index	RNIRAV Index -RNIRILV Index
係数	-0.08	-0.01	-0.01	0.03	0.11	0.35	-1.93	0.76	-0.20	0.22	0.95	0.51	2.15
$t$ 値	-3.92	-2.19	-1.45	1.84	1.84	2.78	-2.24	2.38	-2.87	2.23	1.63	2.16	3.16

表 22: サンプル期間の前半の回帰分析結果 3/3

Fund Name	FUND2	FUND64	FUND70	FUND6	FUND87	FUND29	FUND4	FUND5	FUND63	FUND24	FUND48	FUND106	FUND66
投資戦略	Distressed Debt	Distressed Debt	Distressed Debt	Distressed Debt	Relative Value	Relative Value	Relative Value	Long / Short Equities	Long / Short Equities	Long / Short Equities	Long / Short Equities	Long / Short Equities	Long / Short Equities
投資対象地域	Asia ex-Japan	Asia ex-Japan	Asia ex-Japan	Global	Japan Only	Asia ex-Japan	Asia incl Japan	Korea	Korea	Greater China	Australia / New Zealand	Australia / New Zealand	Japan Only
補正 R <sup>2</sup>	0.35	0.69	0.84	0.73	0.27	0.67	0.63	0.44	0.70	0.66	0.79	0.72	0.36
切片	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
t 値	9.77	7.21	10.52	6.95	2.10	3.38	1.70	1.21	2.58	1.52	0.35	2.32	1.88
説明変数 1	SET Index	D300IN Index	BTSRI Index	AS26 Index	RNIRIS Index -RNIRIL Index	SET Index	KOSPI2 Index -KOSPI Index	KOSPSMKC Index	KOSPLMKC Index	SIBSB Index	AS26 Index	AS52 Index -AS51 Index	RNIRISG Index
係数	-0.09	0.10	0.18	-0.50	1.01	0.73	5.39	0.71	0.53	0.53	0.75	22.09	0.39
t 値	-3.14	3.41	10.00	-6.82	3.32	6.03	4.08	4.68	2.71	5.17	6.52	6.67	4.20
説明変数 2	KOSPSMKC Index -KOSPLMKC Index	SESALL Index OTM put	KOSPSMKC Index -KOSPMMKC Index	KL2ND Index	RNIRISV Index -RNIRITV Index	SET Index -SET50 Index	HSHKLI Index	KOSDAQ50 Index -KOSDAQ Index	KOSDAQ Index	HKSPGEM Index	AS39 Index	AS52 Index	RNIRAV Index -RNIRAG Index
係数	-0.07	0.00	-0.09	0.13	-0.62	1.94	0.71	0.68	0.20	0.44	0.78	0.43	0.57
t 値	-2.52	-3.33	-5.08	4.45	-2.69	5.46	3.78	2.66	2.70	3.15	2.78	4.65	2.51
説明変数 3	AS38 Index -AS34 Index	NZSESC Index	MDALTR Index -MDUSTR Index	SET50 Index	RNIRIL Index ATM call	NZSESC Index	JCI Index	KRX100 Index	KOSPI50 Index ATM put	SHASHR Index -SHCOMP Index	AS40 Index -AS38 Index	NZSEG Index -NZSE10 Index	RNIRIS Index -RNIRIL Index
係数	0.21	0.09	-0.33	0.10	0.01	-0.61	0.33	-0.45	0.23	20.82	3.62	0.36	-0.29
t 値	2.51	2.72	-3.44	3.93	1.85	-2.83	2.34	-2.44	2.35	1.75	2.38	1.99	-1.42
説明変数 4	KL2ND Index	JAKISL Index	MATHTR Index -MDUSTR Index	KSE Index	RNIRIS Index ATM call	KSE Index	MDALTR Index -MDUSTR Index		KOSPLMKC Index ATM put		AS40 Index		
係数	0.07	-0.08	0.27	0.08	0.00	-0.21	-1.21		-0.22		-0.46		
t 値	2.31	-1.99	3.37	3.49	-1.38	-2.02	-1.96		-2.34		-1.59		

表 23: サンプル期間の後半の回帰分析結果 1/3

Fund Name	FUND72	FUND73	FUND80	FUND91	FUND107	FUND18	FUND55	FUND60	FUND105	FUND39	FUND88	FUND90	FUND9
投資戦略	Long / Short Equities Japan Only	Long / Short Equities Japan Only	Long / Short Equities Japan Only	Long / Short Equities Japan Only	Long / Short Equities Japan Only	Long / Short Equities Emerging Markets	Long / Short Equities Asia ex-Japan	Long / Short Equities Asia ex-Japan	Long / Short Equities Asia ex-Japan	Long / Short Equities Asia incl Japan	Long / Short Equities Asia incl Japan	Long / Short Equities Asia incl Japan	Fixed Income Emerging Markets
投資対象地域	Japan Only	Japan Only	Japan Only	Japan Only	Japan Only	Emerging Markets	Asia ex-Japan	Asia ex-Japan	Asia ex-Japan	Asia incl Japan	Asia incl Japan	Asia incl Japan	Emerging Markets
補正 R <sup>2</sup>	0.80	0.80	0.49	0.65	0.68	0.71	0.83	0.81	0.91	0.53	0.88	0.69	0.85
切片	-0.01	0.00	0.01	0.00	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.03	0.01
r 値	-0.94	0.78	5.11	-0.15	3.55	2.83	1.34	4.41	4.61	-0.81	3.11	5.42	5.14
説明変数 1	RNIRMSG Index ATM call	RNIRIMG Index ATM call	RNIRISV Index -RNIRISG Index	RNIRISV Index OTM call	RNIRISG Index OTM call	UOBDAQ Index ATM call	SET Index	KLSI Index	SZBSHR Index	KOSPI100 Index -KOSPI Index	DOLLEX Index	RNIRAV Index ATM call	BSE200 Index
係数	0.05	0.01	-0.29	0.01	0.01	0.03	0.86	0.47	0.41	1.87	0.29	0.15	0.13
r 値	3.76	3.21	-4.24	3.05	2.97	7.16	8.87	5.05	8.62	4.45	7.67	6.49	5.82
説明変数 2	RNIRIMS Index -RNIRIT Index	RNIRIMG Index	RNIRIMV Index	RNIRISV Index	RNIRILV Index ATM call	AS25 Index ATM call	HSHKSI Index	UOBDAQ Index	KLSI Index	KSE100 Index	KLCI Index	RNIRAV Index -RNIRAG Index	BSE200 Index -FTYIID Index
係数	1.62	0.34	0.12	0.29	-0.02	-0.29	0.56	0.22	0.61	0.11	0.28	-1.68	0.28
r 値	3.29	3.08	2.98	1.60	-2.81	-2.39	4.49	4.77	6.50	2.63	3.68	-5.03	4.66
説明変数 3	RNIRMSG Index ATM call				RNIRISG Index -RNIRILV Index	AS51 Index ATM call	AS51 Index	SET50 Index	SET50 Index	AS31 Index	JCI Index	KLSI Index	TWSE Index
係数	0.49				0.35	0.27	-0.78	0.16	0.24	0.34	0.19	0.74	0.12
r 値	1.20				2.75	2.21	-2.97	3.88	5.68	2.60	3.40	4.28	3.74
説明変数 4					RNIRILG Index	KSE100 Index OTM call	SET Index -SET50 Index	KLSI Index KLCI Index	NZSE Index		SZASHR Index	HKSPGEM Index	MDJPTR Index -MDUSTR Index
係数					0.30	0.07	0.56	1.00	-0.54		0.15	-0.43	-0.24
r 値					1.29	1.97	2.11	2.18	-4.99		3.38	-3.66	-2.24

表 24: サンプル期間の後半の回帰分析結果 2/3

Fund Name	FUND56	FUND76	FUND37	FUND13	FUND25	FUND40	FUND23	FUND43	FUND49	FUND67	FUND79	FUND81	FUND98
投資戦略	Fixed Income	Fixed Income	Multi-Strategy	Multi-Strategy	Multi-Strategy	Multi-Strategy	Macro	Macro	Macro	CTA	CTA	CTA	Event Driven
投資対象地域	Emerging Markets	Emerging Markets	Emerging Markets	Asia incl Japan	Asia incl Japan	Global	Asia incl Japan	Global	Global	Global	Global	Global	Global
補正 R <sup>2</sup>	0.67	0.67	0.60	0.66	0.74	0.64	0.55	0.64	0.67	0.66	0.63	0.57	0.57
切片	0.01	0.05	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	-0.04	-0.04	0.00	0.00	0.01	0.02
t 値	5.24	4.31	3.54	-0.79	-0.52	5.11	0.44	-2.21	-5.19	0.62	0.05	3.34	9.71
説明変数 1	TWSE Index	CNXMCAP Index	KSE100 Currency	RNIRIMG Index	SET Index	KOSPMK Index -KOSPLMKC Index	CNXBANK Index	JCI Index	MDNZTR Index	AS51 Index	EUR Currency	SZASHR Index OTM put	DOLLEX Index
係数	0.11	0.12	0.19	0.43	0.24	0.10	-0.90	2.12	6.35	0.97	0.92	-0.01	0.10
t 値	5.39	5.44	4.47	5.11	5.48	4.72	-3.45	5.31	6.49	4.26	3.81	-5.11	3.83
説明変数 2	NZSEG Index	CSEALL Index	SPX Index	MDNZTR Index	KLSI Index	NZD Currency	BSE100 Index	SPX Index	RNIRAV Index -RNIRAG Index	MASGTR Index	KOSPI Index -KOSPI100 Index	LQ45 Index OTM put	AUD Currency
係数	0.15	0.45	-0.50	2.36	0.40	0.15	1.36	2.81	1.63	-1.48	3.44	0.05	0.24
t 値	4.68	4.42	-3.69	3.96	5.11	3.52	3.27	3.54	4.45	-3.42	3.62	3.90	3.03
説明変数 3	NZSEG Index -NZSE Index	MASGTR Index	MCI Index	MDJPTR Index -MDUSTR Index	NZSE Index	HSI Index -HSHKLI Index	MDJPTR Index	PCOMP Index	MASGTR Index	MAIDTR Index -MDUSTR Index	TWOTCI Index	JCI Index OTM call	SPX Index
係数	0.58	0.66	0.09	1.12	-0.28	0.32	-9.02	-1.48	-3.22	-0.59	0.29	-0.04	-0.22
t 値	4.05	4.31	2.85	3.49	-2.81	2.84	-3.09	-3.97	-4.33	-3.40	3.09	-3.82	-2.49
説明変数 4	AS31 Index	CSEALL Index ATM put	AUD Currency	KRW Currency	TWD Currency	CNY Currency	CSEALL Index	MYR Currency	HKSPCL25 Index -HKX Index	SZCOMP Index	RNIRIS Index -RNIRIM Index	MASKTR Index	SZBSHR Index
係数	-0.18	0.18	0.32	-0.65	-0.54	0.48	0.40	16.66	2.56	0.28	-0.93	0.77	0.06
t 値	-3.92	3.76	2.65	-2.83	-2.62	1.58	1.92	2.44	3.96	3.26	-3.02	2.55	1.98

表 25: サンプル期間の後半の回帰分析結果 3/3

投資戦略	Distressed Debt	Relative Value	Long / Short Equities	Fixed Income	Multi-Strategy	Macro	CTA	Event Driven
ファンド数 (総数 39)	4	3	18	3	4	3	3	1
平均補正 $R^2$ 全体	0.45	0.37	0.58	0.50	0.39	0.32	0.35	0.38
平均補正 $R^2$ 前半	0.64	0.57	0.65	0.74	0.60	0.64	0.59	0.51
平均補正 $R^2$ 後半	0.65	0.52	0.69	0.73	0.66	0.62	0.62	0.57

表 26: 戦略別回帰分析結果

投資対象地域	Asia ex-Japan	Asia incl Japan	Korea	Global	Emerging Markets	Greater China	Australia / New Zealand	Japan Only
ファンド数 (総数 39)	7	7	2	8	5	1	2	7
平均補正 $R^2$ 全体	0.59	0.39	0.64	0.34	0.52	0.56	0.75	0.46
平均補正 $R^2$ 前半	0.73	0.62	0.78	0.56	0.75	0.69	0.83	0.35
平均補正 $R^2$ 後半	0.73	0.67	0.57	0.64	0.70	0.66	0.76	0.58

表 27: 地域別回帰分析結果

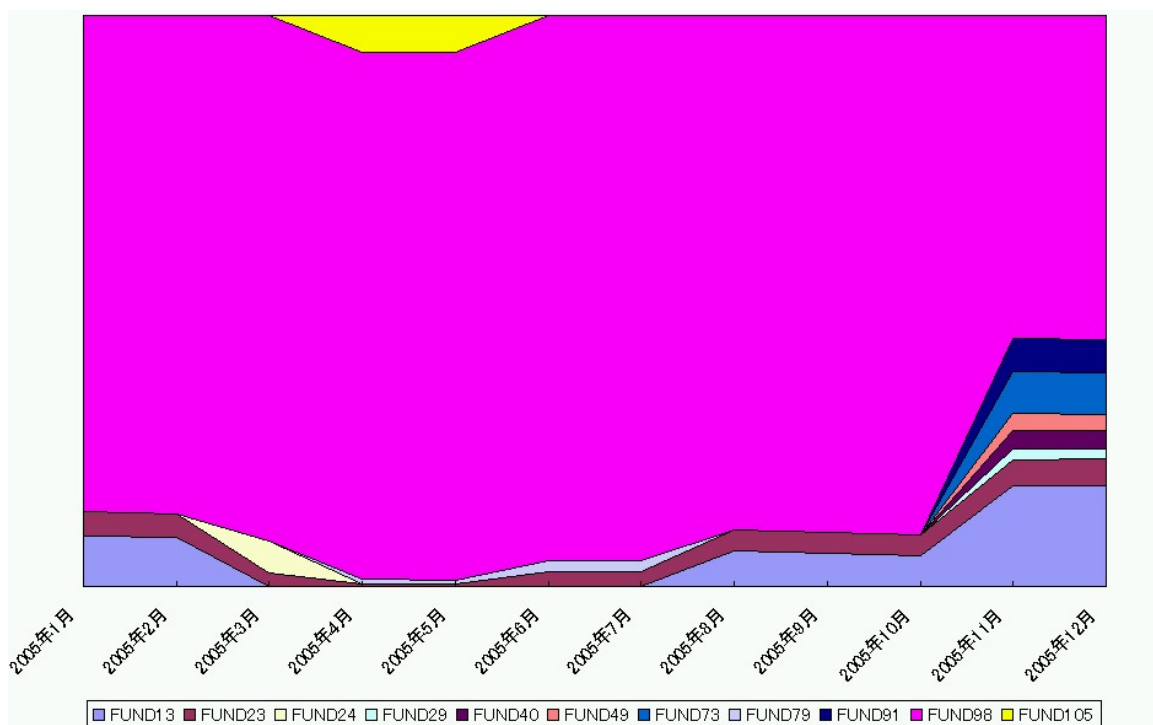


図 19: 2005 の CDD 最適ポートフォリオ (リスク許容度 0.1%) の配分の推移

ファンド名	FUND13	FUND23	FUND24	FUND98
投資戦略	Multi-Strategy	Macro	Long / Short Equities	Event Driven Driven
投資対象地域	Asia incl Japan	Asia incl Japan	Greater China	Global
補正 $R^2$	0.75	0.74	0.74	0.78
切片	0.01	0.17	0.01	0.03
t 値	2.15	5.98	1.06	16.66
説明変数 1	RNIRIMG Index	BSE100 Index	SIBSB Index	IDR Curncy
係数	0.93	2.63	0.78	-0.38
t 値	7.03	7.32	5.64	-5.24
説明変数 2	RNIRIS Index -RNIRIL Index	CSEALL Index OTM call	SHBSHR Index	THB Curncy
係数	-1.37	0.43	-0.74	-0.56
t 値	-5.85	5.33	-3.06	-3.63
説明変数 3	JAKISL Index	BTSRI Index	HKSPGEM Index	SGD Curncy
係数	0.37	-3.47	0.32	0.62
t 値	4.79	-4.90	2.45	3.44
説明変数 4	NIFTY Index	CNXBANK Index	SHBSHR Index ATM put	MATWTR Index
係数	-0.43	-1.05	-0.02	0.58
t 値	-4.74	-4.15	-2.23	3.42

表 28: 2005.1-3 の各ファンドのエクスポージャー



ファンド名	FUND23	FUND79	FUND98	FUND105
投資戦略	Macro	CTA	Event Driven	Long / Short Equities
投資対象地域	Asia incl Japan	Global	Global	Asia ex-Japan
補正 $R^2$	0.73	0.62	0.80	0.90
切片	0.17	-0.01	0.02	0.02
t 値	5.52	-0.68	15.40	5.08
説明変数 1	BSE100 Index	EUR Curncy	IDR Curncy	SIBSB Index
係数	2.61	1.41	-0.35	0.70
t 値	6.96	5.05	-5.81	7.19
説明変数 2	CSEALL Index OTM call	KSE100 Index	KOSPI Index	KLSI Index
係数	0.42	0.37	0.11	0.73
t 値	5.14	3.39	4.40	7.04
説明変数 3	BTSRI Index	SXXP Index	HKD Curncy	SIBSB Index ATM call
係数	-3.60	-0.73	-3.23	-0.02
t 値	-4.34	-2.61	-4.28	-4.08
説明変数 4	CNXBANK Index	CNY Curncy	DHAKA Index	NZSE Index OTM call
係数	-1.01	-323.19	-0.04	-0.01
t 値	-3.75	-1.32	-1.96	-3.73

表 29: 2005.4-6 の各ファンドのエクスポージャー

ファンド名	FUND13	FUND23	FUND79	FUND98
投資戦略	Multi-Strategy	Macro	CTA	Event Driven
投資対象地域	Asia incl Japan	Asia incl Japan	Global	Global
補正 $R^2$	0.84	0.70	0.58	0.57
切片	0.01	0.03	0.02	0.02
t 値	2.10	2.38	1.68	9.71
説明変数 1	RNIRIMG Index	MDJPTR Index -MDUSTR Index	RNIRIS Index -RNIRIL Index	DOLLEX Index
係数	1.17	-9.21	-2.10	0.10
t 値	7.42	-6.35	-4.59	3.83
説明変数 2	MDNZTR Index	MASGTR Index	JAKISL Index OTM call	AUD Curncy
係数	2.78	-4.85	0.02	0.24
t 値	6.86	-3.99	4.00	3.03
説明変数 3	MATWTR Index -MDUSTR Index	MASKTR Index -MDUSTR Index	DEFTY Index	SPX Index
係数	1.72	3.41	-0.49	-0.22
t 値	6.00	2.39	-3.31	-2.49
説明変数 4	RNIRISV Index	MATWTR Index	RNIRISV Index ATM put	SZBSHR Index
係数	-0.79	-4.73	-0.04	0.06
t 値	-5.39	-2.33	-2.63	1.98

表 30: 2005.7-9 の各ファンドのエクスポージャー

ファンド名	FUND13	FUND23	FUND29	FUND40	FUND49	FUND73	FUND91	FUND98
投資戦略	Multi -Strategy	Macro	Relative Value	Multi -Strategy	Macro	Long / Short Equities	Long / Short Equities	Event Driven
投資対象 地域	Asia incl Japan	Asia incl Japan	Asia ex-Japan	Global	Global	Japan Only	Japan Only	Global
補正 R <sup>2</sup>	0.76	0.67	0.64	0.58	0.76	0.90	0.71	0.62
切片	-0.01	0.02	0.04	0.01	-0.02	0.00	0.00	0.02
t 値	-1.95	5.92	3.71	7.07	-3.31	0.36	-0.54	14.12
説明変数 1	MDNZTR Index	MDALTR Index	SET Index	NZSESC Index -NZSE10 Index	DHAKA Index	RNIRIMG Index	RNIRISV Index OTM call	THB Curncy
係数	2.14	-1.66	0.79	-0.13	-0.35	0.37	0.01	-0.60
t 値	5.14	-3.90	4.74	-3.96	-5.03	5.50	3.21	-4.11
説明変数 2	THB Curncy	RNIRAV Index -RNIRAG Index	SET Index -SET50 Index	RNIRIS Index -RNIRIM Index	MDALTR Index	RNIRIMV Index OTM call	RNIRISV Index	EUR Curncy
係数	-1.01	0.66	1.89	-0.17	2.87	0.01	0.29	-0.32
t 値	-4.20	2.12	4.04	-3.06	4.66	3.97	1.46	-3.73
説明変数 3	IDR Curncy	MAIDTR Index -MDUSTR Index	AS40 Index	KSE100 Index	RNIRAV Index -RNIRAG Index			AUD Curncy
係数	0.57	0.23	-0.95	0.05	2.09			0.21
t 値	3.62	1.94	-2.94	2.96	4.04			2.34
説明変数 4	AS31 Index	HKD Curncy	KSE Index	CNXMCAP Index	MAHKTR Index -MDUSTR Index			HKD Curncy
係数	0.57	4.83	-0.36	-0.04	-1.88			-2.60
t 値	3.56	1.69	-2.60	2.18	-3.55			-2.15

表 31: 2005.10-12 の各ファンドのエクスポージャー