

特集 学会賞

投資信託を用いた個人投資家の資産運用モデル

三菱UFJトラスト投資工学研究所、中央大学理工学部

山本 零¹ / *Rei Yamamoto*

〈要 約〉

本研究は、数理計画法を用いた資産運用手法を個人投資家の資産運用に適用し、リターン/リスクを適切にコントロールする手法を提案するものである。特に個人投資家がもつ少額資産では銘柄分散を行うことが難しいことを考慮し、投資信託を用いて少数銘柄で安定した運用を行えるモデルの構築を行った。

また、過去11年間の投資信託の収益率データを用いて投資シミュレーションを行い、提案したモデルの有効性だけでなく、投資戦略としてリバランス期間、回転率、保有銘柄数に関する考察を行った。結果として、平均的な投資信託やTOPIXに比べて、より安定的な資産運用を行えることを報告した。

目 次

- 1 はじめに
- 2 数理計画法による資産運用モデル
 - 2.1 基本設定
 - 2.2 実務的な制約条件
 - 2.3 リスクの表現
- 3 実証分析
 - 3.1 投資信託データの分析
 - 3.2 投資シミュレーション
 - 3.2.1 計算時間
 - 3.2.2 モデルの比較
 - 3.2.3 リバランス間隔に関する分析
 - 3.2.4 回転率に関する分析
 - 3.2.5 保有銘柄数に関する分析
 - 3.2.6 パフォーマンス分析
- 4 結論と今後の課題

リスク指標を用いた運用モデル (Konno et al. (2002)) などの研究も行われている。

しかし、個人投資家の場合、数理計画法を用いた資産運用手法を利用することは稀である。その理由の1つは、数理計画問題を解いて得られるポートフォリオが、通常数十銘柄から数百銘柄によって構成されるためである。個人投資家がもつ少額資産の場合、多くの銘柄を含むポートフォリオの構築はできず、たとえ構築できたとしても、多くの銘柄を管理することは負荷が大きすぎる。今野他 (2001) は、この問題に対して、平均・絶対偏差モデルを用いた少額資産運用モデルを提案している。この研究では、非線形の取引コストや最小取引単位を制約に取り込むことによって、投資銘柄数が少ないポートフォリオが構築できることを示している。また、Konno and Yamamoto (2005) は、保有銘柄数が一定数を越えないという条件の下で、ポートフォリオを構築する方法を提案している。これらの研究により、銘柄数を抑制したポートフォリオ構築が可能であることが示されたが、あまりにも銘柄数の少ないポートフォリオではリスクを十分に管理できない可能性がある。

この問題点を解決する1つの方法が、投資信託を用いたポートフォリオ構築である。投資信託を用いるメリットは、(i)少額資産でも安定した利益が得られる可能性が高いこと、(ii)投資の専門家に

1 はじめに

平均・分散モデル (Markowitz (1959)) を代表とする数理計画法を用いた資産運用手法は、ポートフォリオのリターンとリスクを同時にコントロールするための手法である。近年、市販のパッケージソフトウェアを用いて、比較的簡単に大規模な数理計画問題を解くことができるようになったため、機関投資家に広く利用されている。またその延長線上で、取引コストを考慮した運用モデル (Konno and Yamamoto (2005)) や、多様な

¹ 本論文の内容は、著者個人に属するものであり、三菱UFJトラスト投資工学研究所の公式見解を示すものではありません。また、本論文に含まれる誤りは全て著者の責に帰するものです。

よる運用のメリットを享受できることである。(i) に関しては、投資信託は通常多くの資産を組み入れているため、投資信託を組み合わせることで、多くの銘柄に投資するのと同様の効果を得ることができる。また(ii)に関しては、外国株式や債券を組み合わせた投資など、個人投資家では情報も集めにくく、売買が困難な商品への投資も行うことができるため、収益獲得の可能性が高まるというメリットがある。

しかしながら、投資信託を用いた資産運用は、個別銘柄への投資に比べてコストが高いというデメリットがある。投資信託のコストには、購入手数料、解約手数料、信託報酬があり、これらのコストを差し引くと、収益率がマイナスになることも多い。

また、実際の資産運用は長期間にわたって行われるものであり、定期的にポートフォリオを組み替える（リバランスを行う）ことによって効率的な状態を回復する必要がある。ところが、頻繁にリバランスを行うと、購入/解約手数料が高くなるだけでなく、投資家にもリバランスの負荷がかかる。リバランス戦略に関しては、Riepe and Swerbenski (2006) がモンテカルロ・シミュレーションを用いて分析を行っているが、コストの考慮や実際のデータを用いた分析は行っていない。

そこで本研究では、これらの点を考慮し、数理計画法を用いた資産運用理論を個人投資家の資産運用に適用する方法を提案する。具体的には、コストを考慮したうえで、少数の投資信託を組み合わせたポートフォリオを構築し、安定的な資産運用を行うことができるモデルを提案する。また、提案したモデルに対し、1997年1月から2007年12月までの投資信託データを用いて投資シミュレーションを行い、保有銘柄数やリバランス期間などの投資戦略についても考察を行う。

次節では、数理計画法を用いた個人投資家のための資産運用モデルについて説明を行う。本研究では個人投資家の運用に欠かせない、保有銘柄数制約、回転率制約などの制約条件を考慮する。また、投資家によってリスクの捉え方が異なることから、リスク指標として絶対偏差（今野他（2001））や下方リスク（Konno et al. (2002)）を採用する。第3節では投資信託の収益率データを用いて、提案した投資手法のシミュレーションを行い、その効果を検証する。最後に第4節で結論と今後の課題を述べる。

2 数理計画法による資産運用モデル

2.1 基本設定

市場に n 個の資産 $S_j, j = 1, 2, \dots, n$ があるものとし、 R_j を資産 S_j の収益率を表す確率変数、 r_j を R_j の期待値とする。また、投資家は現在 $x_j^0, j = 1, 2, \dots, n$ の投資比率で資産 S_j を保有しており、リバランス後の投資比率 $x_j, j = 1, 2, \dots, n$ を決定するものとする。

ベクトル $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ を投資家の所有するポートフォリオとしたとき、ポートフォリオの収益率 $R(x)$ は以下のように表すことができる。

$$R(x) = \sum_{j=1}^n R_j x_j \quad (1)$$

以下では収益率ベクトル (R_1, R_2, \dots, R_n) が $(r_{1t}, r_{2t}, \dots, r_{nt}), t = 1, 2, \dots, T$ を実現値集合とする離散分布に従うものとし、その確率

$$p_t = \Pr\{(R_1, R_2, \dots, R_n) = (r_{1t}, r_{2t}, \dots, r_{nt})\}, t = 1, 2, \dots, T$$

は既知であるものとする。以下では議論を簡単にするため、 $p_t = 1/T$ とする。

このとき、リターン指標であるポートフォリオの期待収益率 $E[R(x)]$ は、以下のように表現される。

$$\begin{aligned} E[R(x)] &= \sum_{j=1}^n E[R_j] x_j \\ &= \sum_{j=1}^n r_j x_j \end{aligned} \quad (2)$$

また本研究では、投資信託にかかるコストとして、購入手数料 c_j^b 、売却手数料 c_j^s 、保有手数料（信託報酬） c_j^h を考慮し、コスト控除後の期待収益率 $E'[R(x)]$ を以下のように表現する（図1）。

$$E'[R(x)] = \sum_{j=1}^n r_j x_j - \sum_{j=1}^n (c_j^b |x_j - x_j^0|_+ + c_j^s |x_j - x_j^0|_- + c_j^h x_j) \quad (3)$$

ここで $|a|_+ = \max\{a, 0\}$ 、 $|a|_- = -\min\{a, 0\}$ である。(3) 式は数理計画法で取り扱う際には、補助変数を導入して線形式で表現することができる（今野（1995、1998）、山本（2008））。

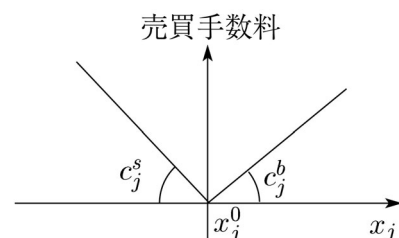


図1 売買手数料関数

2.2 実務的な制約条件

ポートフォリオ最適化における標準的な制約条件として、与えられた予算を使い切る予算制約と投資上限制約が挙げられる。これらの制約条件は以下の形で表現される。

$$\sum_{j=1}^n x_j = 1 \quad (4)$$

$$0 \leq x_j \leq u_j, j = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

本研究では、個人投資家が考慮する制約条件として、以下の2つを取り上げる。その1つは銘柄数制約、すなわち保有する銘柄を p 以下に抑える制約である。この条件は整数変数を用いて、以下のように表現することができる。

$$\sum_{j=1}^n z_j \leq p \quad (6)$$

$$0 \leq x_j \leq u_j z_j, j = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

$$z_j = 0 \text{ または } 1, j = 1, 2, \dots, n \quad (8)$$

ここで z_j は 0 または 1 の値をとる 0-1 変数であり、(7) 式から銘柄 x_j を保有する場合には 1、そうでなければ 0 となる。このような整数変数を含む制約条件を考慮する場合、数理計画問題は整数計画問題となるため、求解が困難になる。そのため、リスク指標には線形問題として表現できる指標を採用することが望ましい。

もう1つの制約条件は、リバランスを行う際に大量の売買を抑制するための回転率制約である。長期的な資産運用を考える場合、定期的にポートフォリオの組み替え（リバランス）を行う必要があるが、大量の組み替えはコスト増加を引き起こし、売買を行う手間も大きくなる。そのため、リバランスの際には、その総量を抑制する以下のような制約条件が必要となる。

$$\sum_{j=1}^n |x_j - x_j^0| \leq M \quad (9)$$

ここで M は回転率の上限である。この制約条件は、補助変数を導入することにより、線形制約として表現することが可能である（山本（2008））。

これらを考慮した上で、実行可能領域 X を以下のように定義する。

$$X = \{x \in R^n \mid \sum_{j=1}^n x_j = 1; \sum_{j=1}^n z_j \leq p;$$

$$0 \leq x_j \leq u_j z_j, j = 1, 2, \dots, n;$$

$$z_j = 0 \text{ または } 1, j = 1, 2, \dots, n;$$

$$\sum_{j=1}^n |x_j - x_j^0| \leq M\}$$

2.3 リスクの表現

ポートフォリオのリスクとしては様々な指標が提案されており、投資家の選好に応じて適切なものを選択することができる（今野（1995、1998）、山本（2008））。本研究では、数学的に 0-1 混合整数線形計画問題として定式化できる3つのリスク指標を選択する。

1つ目のリスク指標は、今野他（2001）で利用されている絶対偏差である。絶対偏差は、期待収益率からの乖離の絶対値を用いて以下のように定義される（図2(a)）。

$$\begin{aligned} W(x) &= E[|R(x) - E[R(x)]|] \\ &= E \left[\left| \sum_{j=1}^n (R_j - r_j) x_j \right| \right] \\ &= \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \left| \sum_{j=1}^n (r_{jt} - r_j) x_j \right| \end{aligned}$$

この指標は標準的なリスク指標である分散（標準偏差）にかわる指標として、Konno and Yamazaki（1991）によって提案されたものであり、補助変数を導入することにより線形計画問題として定式化できる。また、このモデルは2次確率優越の意味で平均・分散モデルよりも優れたモデルであることが確認されているため、様々な研究で用いられているリスク指標である（Konno and Koshizuka（2005））。

2つ目のリスク指標は、下方リスクの代表である期待ショートフォール（Conditional Value at Risk: CVaR）である。CVaRは収益率分布の下側 $(1 - \beta)$ %点以下の期待値として以下のように定義される（図2(b)）。

$$CVaR(x) = E[L(x) \mid L(x) \geq VaR_\beta[L(x)]] \quad (10)$$

ここで $L(x) = -R(x)$ は損失関数、 $VaR_\beta[L(x)]$ は $L(x)$ の $(1 - \beta)$ %分位点である。CVaR最小化問題はRockafellar and Uryasev（2000）によって絶対偏差と同様線形計画問題として定式化されることが示されている。

最後のリスク指標は、目標値以下リスク（Below Target Risk: BTR）であり、目標値 τ を下回る部分の期待値として、以下のように定義される（図2(c)）。

$$BTR(x) = E[|R(x) - \tau|_-] \quad (11)$$

$\tau = 0$ であれば、損失をリスクとみなすことに相当する。BTRはFishburn（1977）によって線形計画問題として定式化できること、また2次確率優越の意味での効率性が示されている。

これより、個人投資家の資産運用モデルをコス

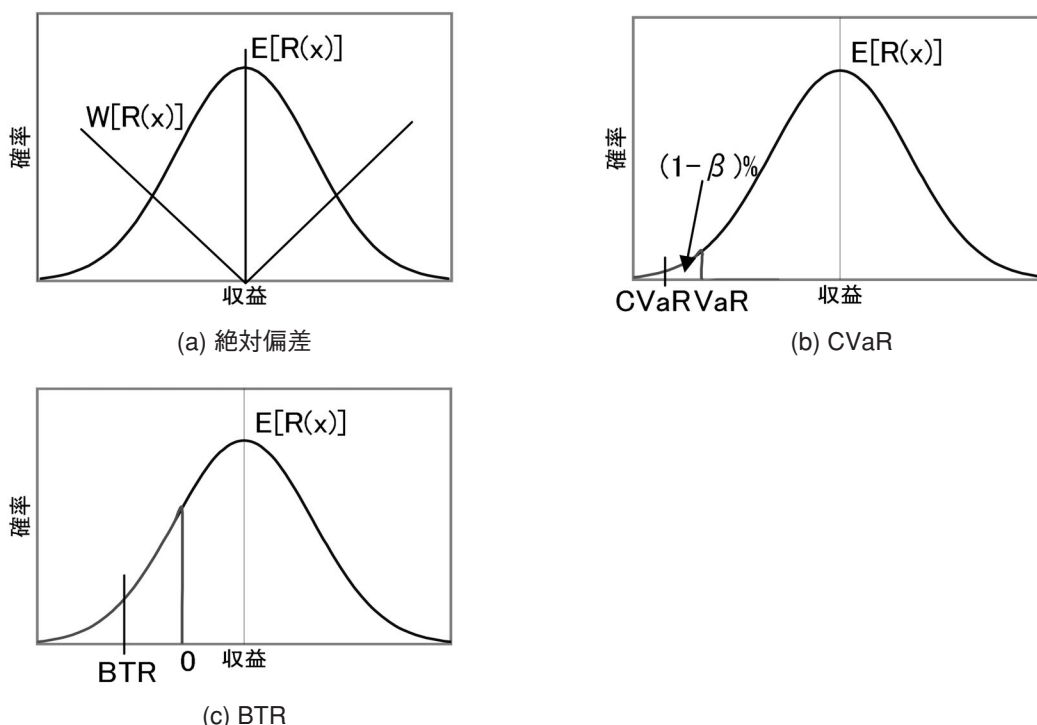


図2 各リスクのイメージ

ト控除後の目標収益率 ρ の下でリスクを最小化する問題として以下のように定義する。

$$\begin{array}{l} \text{最小化} \quad Risk(x) \\ \text{条件} \quad E[R(x)] \geq \rho \\ \quad \quad x \in X \end{array} \quad (12)$$

ここで $Risk(x)$ は各投資家が用いるリスク指標であり、本研究では絶対偏差、CVaR、BTRを採用した。

3 実証分析

3.1 投資信託データの分析

今回の分析で使用したデータは、2008年1月時点でYAHOO JAPAN、MORNINGSTARのホームページで取得可能な投資信託のうち、純資産、購入時手数料、解約時手数料、信託報酬の欠損値

がない1814銘柄の1997年1月から2007年12月までの月次データを用いた。

図3は取得した投資信託の銘柄数と投資信託協会が行っている大分類²の2007年12月断面の割合を示している。

図3より、投資可能な投資信託は、1997年1月では約200銘柄であったのに対し、2007年では約1800銘柄となっている。また、投資信託の種類としては、株式・債券の両方を保有し、安定した運用を目的とするバランス型が最も多く、これに続く国内株式型、国際株式型の株式ファンドで全体の約90%をカバーしている。

このことより、現在では個人投資家でも様々な投資信託を選択することが可能であることがわかる。しかしながら、このような膨大な数の投資信

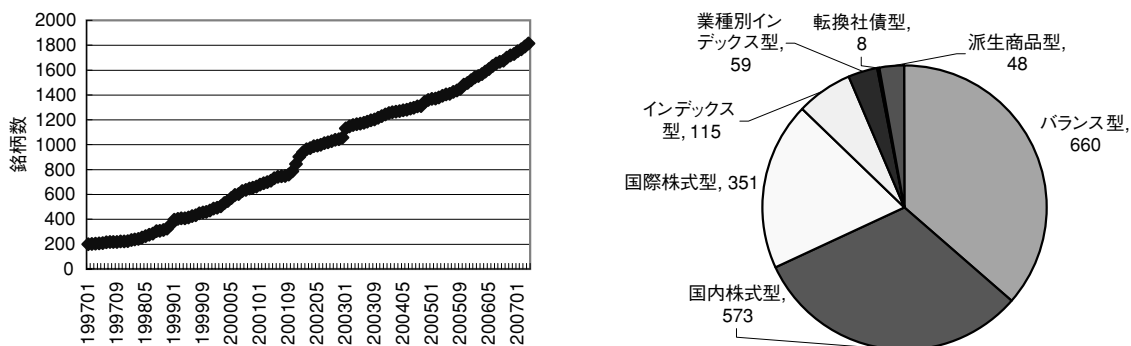


図3 銘柄数の推移と構成比率（2007年12月）

² 分類の定義は<http://www.toushin.com/guide/bunrui/kyoukai/index.html>を参照。

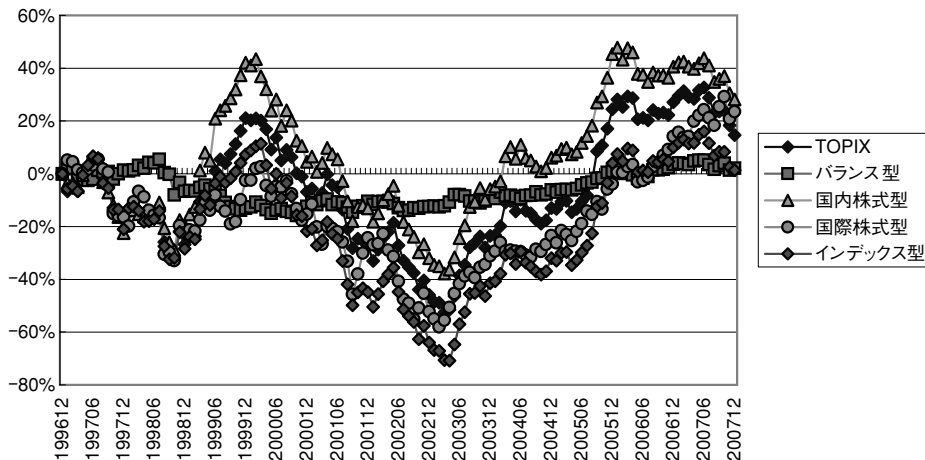


図4 各分類の平均パフォーマンス

託から各投資家が選好にあった投資対象を選択することは非常に困難な作業である。

次に各分類の投資信託の平均的なリターンを考察する(図4)。比較対照として国内株式の代表的なインデックスであるTOPIXを追加し、転換社債型、派生商品型は、サンプル数が少ないため除外した。

本来であれば、各ファンドがターゲットとしているインデックスと比較するのが当然であるが、大雑把な比較としてTOPIXと比較した場合、国内株式・国際株式型は最終的にTOPIXを上回る収益を得られている。ただし、投資信託に投資を行う場合、信託報酬として1%から2%のコストが引かれるため、コスト控除後のリターンがマイナスになることも多い。また、バランス型についても債券を取り入れているため、安定的な動きをしているものの、平均的にはほぼマイナスのリターンとなっている。これより、投資信託であればどのような銘柄を購入しても利益を得ることができわけではなく、銘柄選択の際には注意する必要があることがわかる。

次に投資信託を用いるメリットを見るため、株式の個別銘柄への投資との比較を行う。表1は2007年12月から過去36ヶ月のリターンデータが取得可能な東証1部上場の個別銘柄と投資信託のデータのパフォーマンス統計量の平均値を示したものである。ここでシャープ・レシオは、短期金利

(CD3ヶ月)からの超過収益率を標準偏差で除したものであり、リスク1単位で得られる超過収益を表す効率性の指標である。また、国内株式の個別銘柄と比較するため、国内株式型の投資信託と比較しているが、参考情報として全ての投資信託のパフォーマンスも記した。

表1より、国内株式の投資信託の平均的な年率リターンが8.68%であるのに対し、個別銘柄は7.00%である。信託報酬が1%から2%であるため、コスト控除後ではほぼ同等であると考えられる。ただし、標準偏差を比べた場合、投資信託が15.71%に対し、個別銘柄は29.73%であり、シャープ・レシオも高まっている。最小リターンも大きく改善していることから、投資信託を用いることで、個別銘柄への投資に比べて安定したパフォーマンスが得られることがわかる。またバランス型など多彩なファンドを組み入れることで、よりリスクが低くなり、長期的にも安定した投資を行えることがわかる。

これより、投資信託への投資は、個別銘柄の投資に比べて安定的ではあるが、投資可能なファンドが数多くあり、平均的に見ると必ずしもよいパフォーマンスをあげるとは限らない、つまり投資判断を誤ると、マイナスのリターンとなることも多々あるということがわかる。

そこで次節では、第2節で紹介したモデルを用いた投資シミュレーションの結果を報告する。

	銘柄数	リターン (%/年)	標準偏差 (%/年)	シャープ レシオ	最大 (%/月)	最小 (%/月)
投信(国内株)	553	8.68	15.71	0.53	12.36	-9.36
個別銘柄	1494	7.00	29.73	0.22	24.03	-16.96
投信(全て)	1368	7.47	11.45	0.62	8.30	-7.09

表1 平均的なパフォーマンスの比較

3.2 投資シミュレーション

本研究ではポートフォリオ構築モデルとして、平均・絶対偏差モデル (MAD)、平均・CVaRモデル (CVaR)、平均・BTRモデル (BTR) を検討し、保有銘柄数、リバランス期間、コストを考慮した資産運用モデルを考察する。ここで、CVaRの信頼水準 (β) は90%、BTRのターゲット (τ) はゼロ、個別銘柄の投資上限 (u_i) は50%としている。

分析に利用した期間は1997年1月から2007年12月までであり、分析ケースは表2に示す192通りである。また、リスク/リターンを推計するサンプル期間 (T) は36ヶ月である。分析にはPentiumIV (512Mb, 2.8GHz)、最適化問題を解くソフトウェアはCPLEX10.1 (ILOG) を利用した。

パラメータ	分析ケース
期待収益率 (ρ) (年率)	1%、3%、5%
リバランス間隔	1ヶ月、3ヶ月、6ヶ月、12ヶ月
回転率上限	なし、20%、10%、5%
保有銘柄数上限	なし、10銘柄、5銘柄、3銘柄

表2 分析パラメータ

3.2.1 計算時間

はじめに、問題を解くために必要な計算時間を考察する。保有銘柄数に関する制約条件を含む問題は、0-1混合整数計画問題として定式化される。この問題は、整数変数を含まない問題に比べて求解に時間がかかる可能性がある。表3は、全分析ケースの計算時間をまとめたものであり、上段が平均計算時間、下段 (括弧内の数字) が標準偏差である。

表3より、各モデル、制約条件によって計算時間が異なるものの、ほぼ10秒以内に解けていることがわかる。

銘柄数制約	なし	10	5	3
MAD	0.45 (0.24)	2.27 (4.74)	3.53 (7.32)	1.41 (1.82)
CVaR	0.46 (0.45)	15.06 (35.12)	11.87 (30.4)	1.70 (2.52)
BTR	0.54 (0.48)	2.30 (2.70)	9.24 (23.04)	3.49 (7.68)

表3 平均計算時間 (秒)

3.2.2 モデルの比較

次に全モデルのポートフォリオ特性を考察する。図5は、2007年11月に構築したポートフォリオの事前分布の形状である。

図5より、各モデルの特徴がわかる。CVaRモデルは、確率分布の下側10%の平均値を抑えるモデルであるため、-0.1%以下のリターンをゼロに抑えている。しかしながら、それ以上はリスクとみなさないため、-0.05%に大きな山がある。BTRモデルはゼロ以下の収益をリスクとみなすため、他のモデルに比べ、ゼロ以下の部分が全体的に小さくなっている。MADモデルはこれらのモデルに比べ、分布の上側と下側のバラツキをリスクとみなすため、上側の収益も抑えていることがわかる。このように使用するモデルにより、構築するポートフォリオの特性が大きく異なっている。

次にこれらのモデルを用いた事後パフォーマンスを表4に示す。ここでのパフォーマンスはコスト控除後のものであり、リバランス間隔は1ヶ月、回転率、銘柄数制約はないものである。

表4より、すべてのモデルにおいて期待収益率 (ρ) を高めると事後リターン、事後リスク (標準偏差、CVaR、BTR) が高まる傾向があることがわかる。

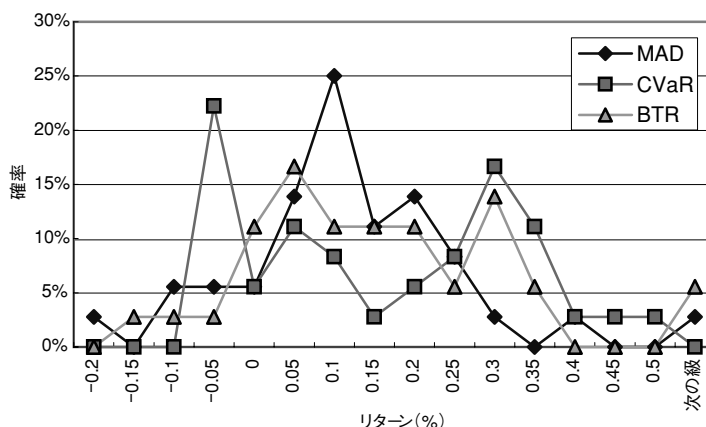


図5 各モデルのヒストグラム (2007年11月)

モデル	ρ (%/年)	リターン (%/年)	標準偏差 (%/年)	CVaR (%/月)	BTR (%/月)	回転率 (%/月)	銘柄数
MAD	1	0.53	1.63	-0.74	-0.11	12.47	20.23
	3	1.13	2.14	-0.07	-0.16	14.02	15.89
	5	1.68	2.92	-1.51	-0.23	15.94	12.38
CVaR	1	-2.29	3.38	-1.86	-0.45	38.55	20.01
	3	-0.67	3.87	-2.00	-0.38	31.32	21.05
	5	0.40	4.13	-2.21	-0.35	28.27	19.66
BTR	1	-0.06	3.07	-1.54	-0.28	58.54	24.03
	3	1.45	3.49	-1.48	-0.27	50.58	23.17
	5	1.89	4.44	-1.94	-0.32	34.46	19.17

表4 各モデルのパフォーマンス

全モデルのリスク項目を見た場合、全てのリスク項目で平均・絶対偏差モデル（MAD）のリスクが低いことがわかる。これはMADモデルに比べ、CVaR、BTRは収益率分布の一部の情報しか制御しないため、少ないサンプル数では十分な信頼性を得にくいことが原因と考えられる。この結果は、サンプル期間数を増やせば変わることが予想されるが、本研究ではできるだけ長い期間で分析を行うことを目的とするため、以下の分析ではサンプル期間数は変えず、平均・絶対偏差モデルを用いて分析を行うこととする。

3.2.3 リバランス間隔に関する分析

次にリバランス間隔を変化させた場合のパフォーマンスへの影響を分析する。ここでは期待収益

率3%とし、回転率、銘柄数制約は考慮していない。

表5より、リバランス間隔を大きくするとリターン、リスクが悪化していくことがわかる。また、1回当たりの回転率が高くなり、大きなリバランスコストが必要となる。

図6は、全分析ケースのコスト控除後リターンをリバランス間隔ごとにプロットしたものである。図6より、全体的な傾向として、リバランス間隔が短いほうがリターンが高いことがわかる。

Riepe and Swerbenski (2006)では、リバランス期間が長いほどリターン/リスクが上昇することを示唆しているが、この研究は、資産クラスのリターン/リスク特性を一定と仮定し、モンテカルロ・シミュレーションを行ったものであり、

	リターン (%/年)	標準偏差 (%/年)	シャープ レシオ	CVaR (%/月)	回転率 (%/月)	銘柄数
1ヶ月	1.13	2.14	0.42	-1.07	14.02	15.89
3ヶ月	1.10	2.88	0.30	-1.67	29.55	13.09
6ヶ月	-0.17	3.98	-0.10	-2.52	52.71	13.31
12ヶ月	-0.78	4.70	-0.22	-3.34	71.38	10.38

表5 リバランス間隔とパフォーマンスの関係

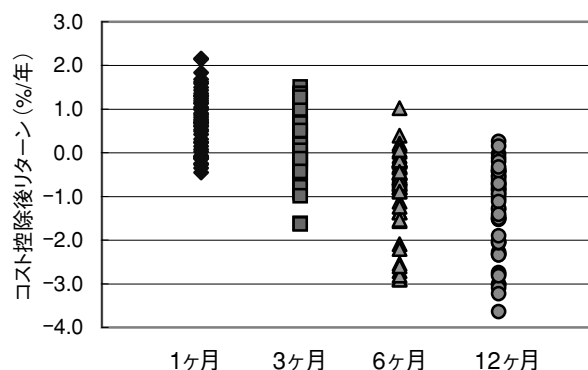


図6 全分析パターンのリバランス間隔ごとのまとめ

回転率上限 (%/月)	リターン (%/年)	標準偏差 (%/年)	シャープ レシオ	CVaR (%/月)	回転率 (%/月)	銘柄数
なし	1.13	2.14	0.42	-1.07	14.02	15.89
20	1.31	2.44	0.44	-1.25	12.07	15.79
10	0.42	2.60	0.07	-1.51	9.83	17.77
5	0.15	3.11	-0.03	-1.94	6.00	23.02

表 6 回転率の違いとパフォーマンスの関係

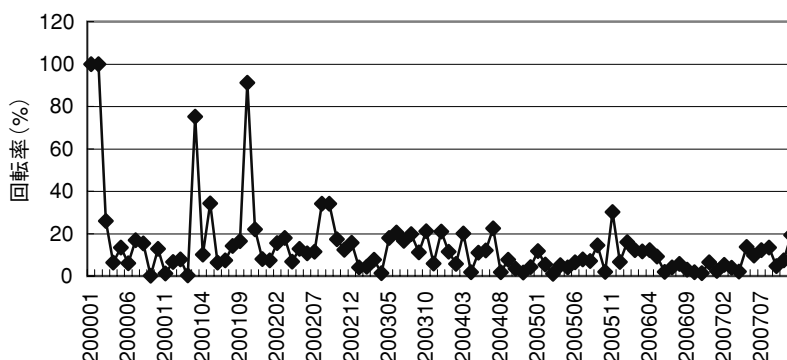


図 7 回転率制約がない場合の回転率

時間の経過とともにリターン/リスク特性が変化していく状況では、ある程度こまめにリバランスを行う必要があると思われる。

3.2.4 回転率に関する分析

次に回転率についての考察を行う。表 6 は、1ヶ月リバランス、期待収益率 3%、銘柄数制約なしの結果である。表 6 より、回転率が 10% 以下の場合には、リターン/リスクが大きく悪化することがわかる。これは回転率を制限することで、ポートフォリオの効率性が損なわれることが原因と考えられる。

また、図 7 は回転率制約がないケースの毎月の回転率を時系列で示したものである。図 7 より直

近の回転率は低い水準を推移しているものの、80% 近い売買が必要になるケースが散見される。実際にリバランスを行う際に資金の 80% 以上を入れ替えることはコスト増加を招く上に、作業負荷も大きいため、ある程度の制約を加えることが必要であろう。

3.2.5 保有銘柄数に関する分析

次にポートフォリオの保有銘柄数とパフォーマンスの関係を図 8 に示す。図 8 は全分析ケースのコスト控除後リターン、標準偏差を保有銘柄数ごとにプロットしたものである。図 8 より、全ての銘柄数でほぼ同等のリターン/リスクとなっていることがわかる。これは投資信託そのものが分散

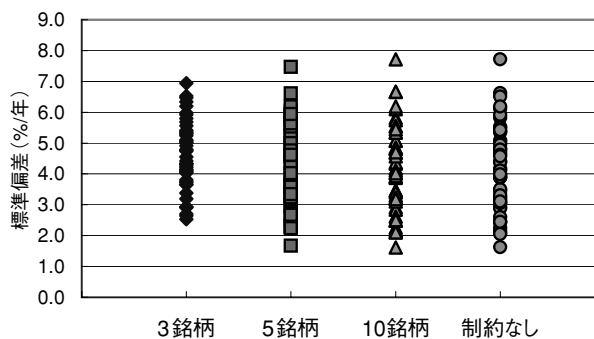
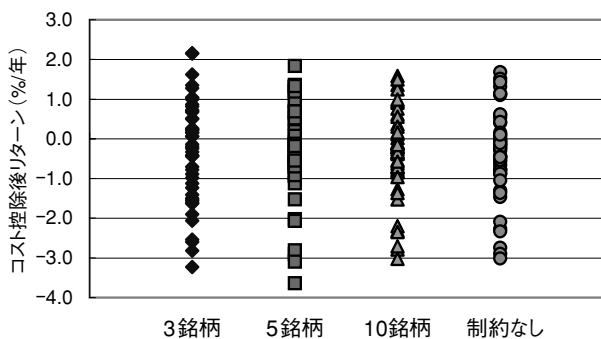


図 8 保有銘柄数とリターン/リスクの関係

投資をしているため安定性が高く、少ない銘柄数でも安定した投資を行うことができることを示している。

3.2.6 パフォーマンス分析

最後に、これまでの分析を踏まえた上で1つのケースを取り上げ、そのポートフォリオ構成、パフォーマンスを考察する。分析したケースは1ヶ月リバランス、回転率20%、5銘柄保有の平均・絶対偏差(MAD)モデルである。まず、最終断面2007年11月のポートフォリオの構成を以下に記す。

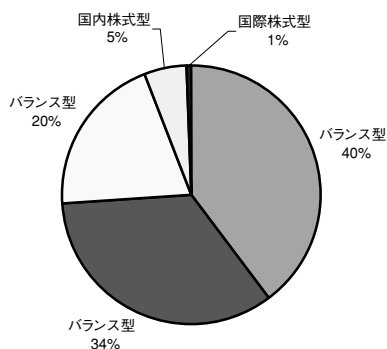


図9 ポートフォリオ構成 (2007年11月)

図9より、90%以上のウェイトをバランス型で占めていることがわかる。バランス型は債券を含む安定的なファンドであるため、リスクを減らす

平均・絶対偏差モデルでは選択されやすいと考えられる。

次に作成したポートフォリオのパフォーマンスを示す。比較対象として、ウェイトの大半を占めるバランス型の平均的なリターンとTOPIXを記載している。なお、バランス型ファンドの平均リターンは信託報酬を控除している。表7、図10より、作成したポートフォリオのパフォーマンスは、バランス型ファンドの平均的なパフォーマンスに比べ安定していることがわかる。特に、バランス型の平均的なパフォーマンスが2000年、2003年、2006年に一時的に低下している局面において、今回構築したポートフォリオがあまり低下していないことは注目に値する。数理計画法を用いたリスク管理の効果が現れていると考えられる。

4 結論と今後の課題

本研究では、機関投資家が利用する数理計画法による資産運用理論を、個人投資家の資産運用に適用する方法を提案した。具体的には、個人投資家をもつ少額資産では銘柄分散を行うことが難しいことを考慮し、投資信託を用いて少数銘柄でリスクを考慮した運用を行う方法である。

また、過去11年間の投資信託の収益率データを用いて投資シミュレーションを行い、提案したモデルの有効性を検証した。また、投資戦略としてリバランス期間、回転率、保有銘柄数に関する考察を行い、平均的な投資信託やTOPIXに比べて

	リターン (%/年)	標準偏差 (%/年)	シャープ レシオ	勝率 (%)	CVaR (%/月)
MAD	1.30	2.99	0.36	60.00	-0.69
バランス型	0.78	4.05	0.14	56.84	-1.58
TOPIX	-0.71	15.14	-0.06	51.58	-5.85

表7 パフォーマンス比較

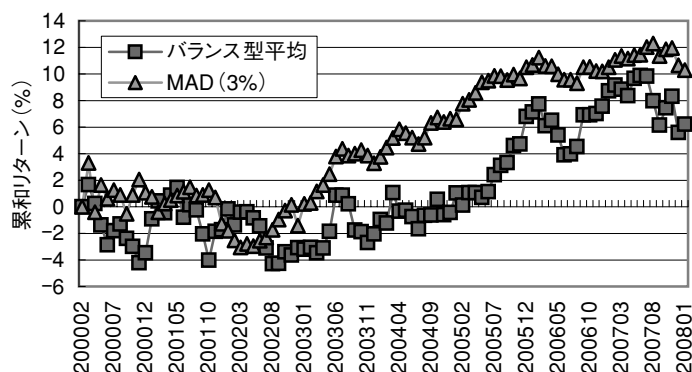


図10 パフォーマンス

安定的な資産運用が可能となることを実証した。

これらの分析結果は、この方法が全ての投資家にとって最適な方法であることを示すものではない。しかし、数理計画法を用いてリスクを考慮した投資を行うことは、個人投資家にとっても重要性が高いことを示唆するものと考えられる。特にインターネットの普及により、資産運用モデルに投入するデータの入手が容易になったことや、数理計画法ソフトウェアが安価になったことにより、今回提案した資産運用モデルを利用する環境が整ってきている。今回の分析がFP諸氏や、個人投資家にとって一つの参考になることを願っている。

今後の課題としては、このような資産運用に関する研究を、世帯の資産形成モデル枇々木他(2005)に取り込むことが考えられる。

謝辞

論文の執筆にあたり、有益なコメントを下さいました中央大学今野浩教授に謝意を表します。

参考文献

- 今野浩・白川浩・Wijayanayake, A., (2001) 「少額資産運用のためのポートフォリオ最適化モデル」、『ファイナンシャル・プランニング研究』1、8-14.
- 今野浩 (1995、1998) 「理財工学Ⅰ、Ⅱ」、日科技連.
- 枇々木規雄・小守林克哉・豊田暢子 (2005) 「多期間最適化手法を用いた世帯の資産形成モデル」、

- 『日本保険・年金リスク学会誌』1、45-68.
- 山本零 (2008) 「ポートフォリオ最適化」、『ファイナンシャル・テクノロジーの過去・現在・未来』、三菱UFJトラスト投資工学研究所、153-192.
- Fishburn, P. C. (1977) “Mean-Risk Analysis with Risk Associated with Below-Target Returns,” *American Economic Review*, 67, 116-126.
- Konno, H. and Koshizuka, T. (2005) “Mean-Absolute Deviation Model,” *IIE Transactions*, 37, 893-900.
- Konno, H., Waki, H. and Yuuki, A. (2002) “Portfolio Optimization under Lower Partial Risk Measures,” *Asia-Pacific Financial Markets*, 9, 127-140.
- Konno, H. and Yamamoto, R. (2005) “Integer Programming Approaches in Mean-Risk Models,” *Computational Management Science*, 4, 339-351.
- Konno, H. and Yamazaki, H. (1991) “Mean-Absolute Deviation Portfolio Optimization Model and Its Applications to Tokyo Stock Market,” *Management Science*, 37, 519-531.
- Markowitz, H. (1959) *Portfolio Selection; Efficient Diversification of Investment*, John Wiley & Sons.
- Riepe, M. W. and Swerbenski, B. (2006) 「ポートフォリオのリバランス効果」, *J. of Financial Planning*, July, 40-41.
- Rockafellar, R. T. and Uryasev, S. (2000) “Optimization of Conditional Value-at-Risk,” *J. of Risk*, 2, 21-41.