

TOPIX は有効フロンティア上に乗っているか

—様々なヴァリュエーション手法による株式モデルの検討—

第一生命保険相互会社 投資開発室

課長 三木 隆二郎

(日本証券アナリスト協会検定会員)

小守林 克哉

(日本証券アナリスト協会検定会員)

目 次

- | | |
|------------------------------------|----------------------------|
| I. 東証一部上場全銘柄からの有効フロンティアの導出 | II. 日本株式のヴァリュエーション手法と運用モデル |
| 1. 有効フロンティア導出の意義 | 1. 日本株アクティブモデルの分類 |
| 2. TOPIXは有効フロンティアに乗っているか | 2. 各手法の理論と方法 |
| 3. TOPIXをベンチマークとするインデックス・モデルの理論と実践 | (1) インフルエンス・タイプ |
| | (2) バリュエーション・タイプ |
| | (3) タイミング・タイプ |
| | 3. パフォーマンス検証 |
| | 4. おわりに |

1952年にマーコウィッツのポートフォリオ選択理論が初めて世に出て既に40年の歳月が経過している。その現代投資理論(MPT)が日本に紹介されて以来、日本株式市場についての実証分析も種々行われてきているが、東証一部市場のポートフォリオとしての特性を明らかにするために、東証一部上場全銘柄から有効フロンティアを導出するという基本的な作業は、膨大な計算を要するため従来は余りなされてこなかった。

ハードおよびソフトの改善の結果、計算スピードが飛躍的に向上し、今回複数の有効フロンティアを計算した結果、少なくとも過去の株価リターンから描かれた有効フロンティアには、TOPIXはのっていないことが検証された。したがって、時価加重の指数であるTOPIXより、リターンが高くリスクの低いポートフォリオを作る現実的可能性があるという示唆が得られた。

しかし、TOPIXを追従するモデルを作ることの重要性は、市場内の構造変化に伴ってTOPIXによ

三木 隆二郎(みき りゅうじろう) 一橋大学社会学部卒、第一生命保険相互会社に1979年に入社した後ペンシルバニア大学ウォートン・ビジネス・スクールにてMBAを1985年に取得。ロンドン駐在、運用企画部、債券投資部を経て1990年4月より現職。さらに本年4月より運用企画部ALM開発室長を兼任。日本証券アナリスト協会検定会員、米国フィナンシャル・アナリスト・フェデレーション会員。第一生命の訳出した『年金ALMと財務戦略』(金融財政事情研究会刊)に訳者の1人として参加。

小守林 克哉(こもりばやし かつや) 慶応大学理工学部卒、第一生命保険相互会社に入社、投資調査部、株式投資部、第一生命投資顧問(株)出向を経て現職。

る市場の動きの説明力が近年高まっている状況からますます高まっている。そこで、日本株運用モデルの体系として、まずパッシブ運用スタイルのTOPIX型インデックス・モデルの理論の一つである「インフルエンス分析の手法」を検討し、その有効性について当社の運用実績で確認してみる。

次いで、アクティブ運用スタイルについては、様々なヴァリュエーション手法に基づく株式モデルの体系として、「I V Tタイプ」という分類を試みた。すなわち、マクロの経済変数を使った「インフルエンス・タイプ」(I)、ミクロのファンダメンタルズ分析をベースにした「バリュウ・タイプ」(V)、さらには、当社のエキスパートのノウハウをナレッジエンジニアがAIを使ってシステム化した「タイミング・タイプ」(T)であり、各タイプについて検討する。

さらに、先に導出した有効フロンティアと当社で開発した種々のアクティブ運用モデルを重ね合わせ、パフォーマンスの検証を行う。

I. 東証一部上場銘柄からの有効フロンティアの導出

1. 有効フロンティア導出の意義

MPTによると有効フロンティア上のポートフォリオとは、ある期待収益率を最小のリスク負担で組成するポートフォリオであり、分散効率が最も大きいポートフォリオの集合である。MPTを東証一部という日本株式市場に応用すれば、有効フロンティア上には東証一部の市場ポートフォリオが存在していると考えられている。

しかし、投資対象資産が1,000銘柄を超えるようなポートフォリオ選択問題の解を求めるためには膨大な計算が必要であるため、これまで実際に東証一部上場全銘柄から有効フロンティアを導出するというような実証研究は余りなされてこなかった。[1]

しかし、近年コンピュータ処理能力の向上によって、この1000×1000規模の大型マトリクスを含む最適化問題を解くことが可能になって

きており、ここで日本株式市場における東証一部というポートフォリオの効率性を実際の過去データを用いて検証することは極めて重要な意義を持っていると考えられる。「東証一部全銘柄をユニバースとして導出した有効フロンティアにTOPIXがのっているか」という問題設定は、投資家としてマーケット・ポートフォリオをベンチマークとすることの妥当性を実際の有効フロンティアとTOPIXの位置関係から検討する材料を提供すると同時に、仮にTOPIXが有効フロンティアから乖離しているのであれば、果たしてどの程度TOPIXよりリターンが高くリスクの低いポートフォリオ構築が可能であるかを定量的に見極め、アクティブ運用モデルの目標設定の指針にすることが出来る。

もともと、マーコウィッツによるポートフォリオ選択の理論では、事前に予想される期待リターンと期待リスクを用いて有効フロンティアを描き、最適ポートフォリオを実際の投資に役立てようとするものであるが、この第一部では日本株式市場における過去の事後の株価データを用いて投資家のリスク・リターンについての予想を推定し、それによりTOPIXという時

価加重指数の効率的性を検証し、その状況を考察する。

2. TOPIXは有効フロンティアにのっているか

この問題設定に際しては、有効フロンティアは予測としてのリスク・リターンに依存するので、投資家について以下の仮定を置いている。

- (i) 投資家のリスク・リターンの予測値は90週の時系列データで推定される。
- (ii) リスク一定の時には、リターン最大を求め、リターン一定の時にはリスク最小を求めるような「合理的」投資家である。
- (iii) TOPIXの予想も90週の時系列データで推定される。

今回我々が用いた方法はマーコウィッツの提案した mean - variance アプローチ（平均・分散法）で最も基本的な標準モデルと呼ばれるものである。

標準モデル

minimize

$$V(x) = x^T C x$$

subject to

$$r^T X = E$$

$$\sum_i x_i = 1$$

$$x_i \geq 0$$

$V(x)$: ポートフォリオの分散
 C : 分散共分散行列
 X : 各銘柄の投資比率 x_i を要素とするベクトル
 E : ポートフォリオの収益率
 r : 各銘柄のリターン・ベクトル

これは、与えられた資産について空売りなしの制約の下で定められたリターンEに対し、最

小のリスク（標準偏差）を持つ資産の組み合わせ比率を最適解として求める。この際リターンEをパラメトリックに動かしていくことで得られる最適解の集合を「有効フロンティア」として定義する。

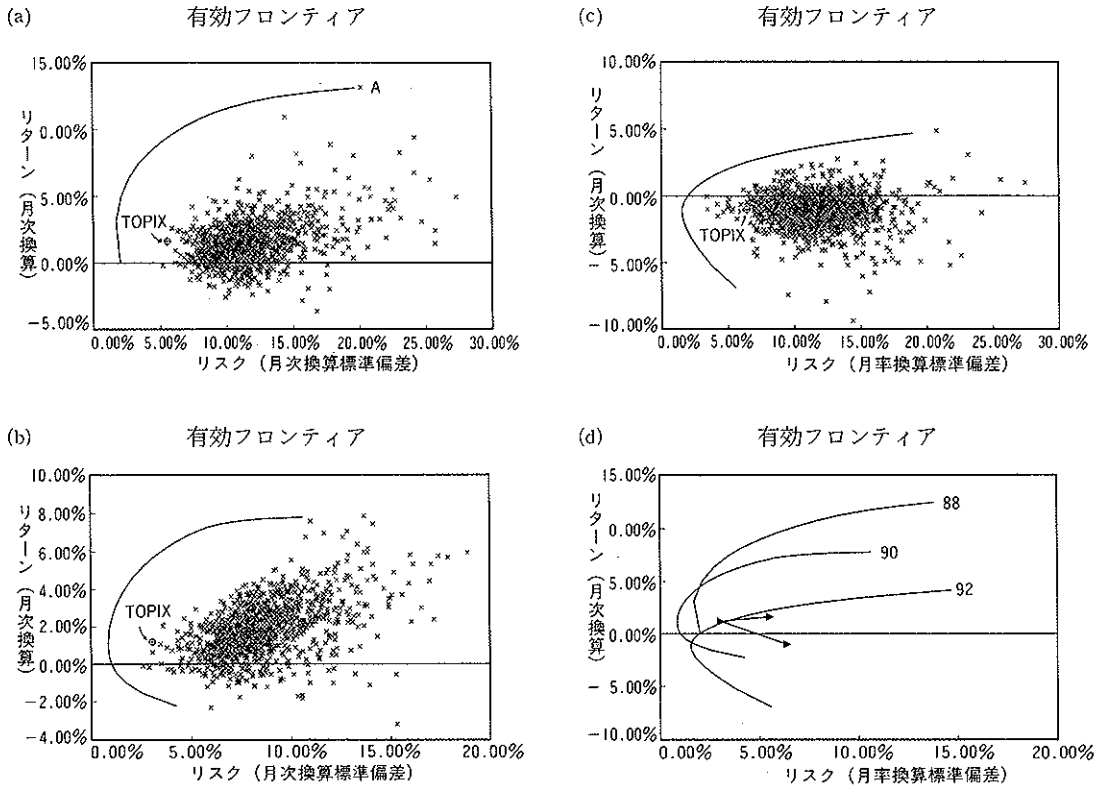
使用したデータは東証一部上場全銘柄を対象として、1988年1月、1990年1月、1992年1月の3時点からそれぞれ90週間さかのぼった週次株価データである。この株価は増資等の資本異動をすべて調整してある。この東証一部全銘柄の mean - variance と標準モデルより求められた有効フロンティアを月次換算して対象期間のTOPIXと共に図に表したものを<グラフ1 a ~ c>に更に3時点の有効フロンティアの推移を<グラフ1 d>に示す。

まず<グラフ1 a ~ c>を見て分かることは、3つの時点ともに TOPIX は有効フロンティアよりかなり内側に位置しているということである。日本株式市場の過去の3時点での株価を使う限り、結果として見ればTOPIXよりかなり効率的（リターンが高く、リスクが低い）なポートフォリオが存在したことがわかる。

この事実の解釈はいかになされるべきであろうか。合理的な投資家は、各人の期待収益率に基づいて分散投資を極限まで押し進めていった結果、すべての投資家が市場の証券ポートフォリオを持つことになり、それが市場指数として有効フロンティアに乗るという理論的帰結となる。しかし学者の間でも、実際にこの理論にどれ程現実妥当性があるか、という点で評価が分かれている。

例えば、平均・分散法 (mean - variance) において「リスク」は「分散」と定義づけられて

グラフ 1

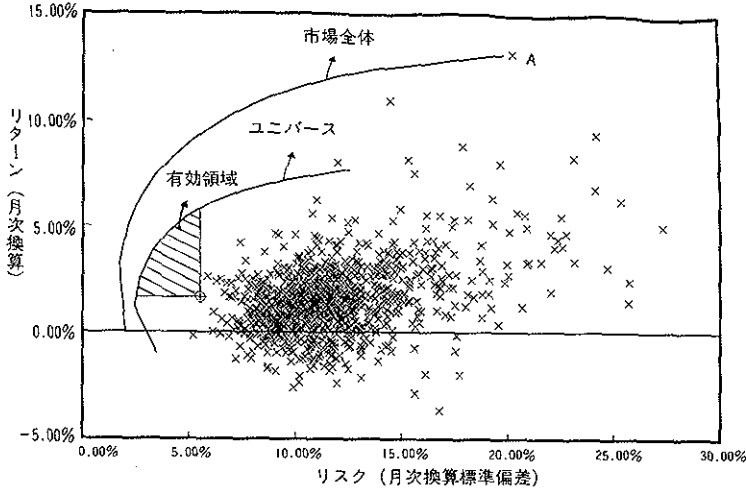


いる。その際、各投資家が合理的な行動、すなわち分散投資によるリスク最小化を行ったとしても、市場ポートフォリオとして見た時にすべてを足したものが有効フロンティアにのっている保証はない。例えば、現実問題として取引コストの存在が制約条件となっており、市場ポートフォリオを有効フロンティア上にのせることの妨げになる。また外人投資家の存在や税率の異なる投資家が同一市場内で運用していることを考えると、ある特定投資家にとっての効率的市場ポートフォリオは他の投資家のそれと同一のものでない、ということもあり得る。このことも時価加重の指数が有効フロンティアの内側に位置する理由としてあげられよう。また、〈グ

ラフ1〉の有効フロンティアは90週の時系列データでリスク・リターンの予測を推定していると仮定しているが、現実には相違するということも考えなければならない。

従来TOPIXをベンチマークとしている投資家が多いにもかかわらず、TOPIXよりリターンが高くリスクの低いポートフォリオがあったという事実は、市場ポートフォリオの代替物として時価加重の指数を用いることの問題点を示していると言えよう。この点については日本だけの特殊性ではなく、米国でも時価加重指数は非効率であるという研究 [2] が R.A. Haugen によってなされている。それによると米国の時価加重指数 (S&P 500 と Wilshire

グラフ2 有効フロンティア
880101



5000) は有効フロンティア上にはなく、同じリターンでリスクの小さい“Efficient Index”が存在すると主張されている。

以上市場の時価加重の指数より効率的（リターンが高く、リスクが低い）な運用を行う現実の可能性はある、という示唆が得られた。

しかし、ここで現実の問題としてこのTOPIXよりリターンが高く、リスクが低いポートフォリオが実際に投資可能なものであったかどうかを考えてみよう。例として、88年の有効フロンティア上にあるポートフォリオの具体的な銘柄の組み入れ比率をみてみると、このポートフォリオにはかなり高い割合でAという銘柄を組み入れていることが分かる。銘柄Aは確かに定量的には対リスク当たりのリターンが高い半面、定性的には仕手性が強く、流動性に乏しいため、現実のポートフォリオに高い比率で組み込むことは極めて困難である。つまり、定量的に求められた有効フロンティア上のポートフォリオは結果として効率的（リターンが高く、

リスクが低い）ポートフォリオではあるが、現実的には投資不可能なポートフォリオであったということになる。

それでは、現実の株式運用に即した有効フロンティアはどのようなものであったかを考えてみたい。方法としては、計算の際に投資対象を東証一部全銘柄でなく、流動性・業種・規模を考慮した608銘柄から成るユニバースを用いて有効フロンティアを計算してみた。(11)このユニバース内の銘柄であれば自由なアロケーションが可能であり実際の多くのマネージャーはこの銘柄の中からポートフォリオ構築を行っていると考えられるため、これを用いた有効フロンティアは現実性を重視したものであるということが言える。この結果を<グラフ2>に示す。このユニバースを用いると有効フロンティアはかなり下方へシフトするがやはりTOPIXからは、かなりかけ離れており、TOPIXに対する「有効領域」(<グラフ2>の斜線)が依然としてこの期間については存在している。実際的にも、市

るが、89年末の最高値をつけた瞬間を境にTOPIXの説明力(R-squared)は10%程度より40%程度に急上昇している。この意味するところは、日本株式の市場内に何らかの構造変化が生じており、個別銘柄の非システムティックリスクに比し、市場のシステムティックリスクの相対的な占率が高まっていることを示している。つまり、TOPIX という指数のもつ説明力が増しているわけであるから、TOPIX型インデックス・モデルとしてTOPIXとのトラッキング・エラーの少ない精度の高いものを作ることの重要性が以前にも増して高まっているといえよう。それはさらに、市場の構造変化にも対応できるような柔軟性のあるインデックス・ファンド構築の手法が求められることをも意味している。

かかるプロセスを経て、インデックス・ファンドが構築された後に、その手法を応用してさらに効率的(リターンが高く、リスクの低い)なポートフォリオ構築が可能となるような手法を取り入れることが望ましい。

ここで目指すインデックス・モデルが満たすべき要件として以下の三点があげられる：

- (1)市場の構造変化への対応
 - (2)市場ポートフォリオよりリターンが高くリスクの低いポートフォリオ構築を目指すための理論的に堅固な土台
 - (3)パイサイドの開発するモデルとして、入れ替えに伴う売買手数料を最小化すること
- ということになるが、上記三要件をクリアするようなインデックス・モデルの構築手法とは具体的に一体どのようなものであろうか。

まず最も一般的な手法である層化抽出法につ

いては、その問題点として次の諸点があげられる。

(i)セクター分散を市場と同一にすることによって分散の度合を同じにするという考え方には、現在の市場の構造を層化抽出法で選択されたポートフォリオで複製すれば、将来にわたって市場の動きにうまく追隨していくという前提がある。〈グラフ3〉に見た通り、市場の動き全体の中でTOPIXで説明できない部分は市場の構造変化によってダイナミックに動くことがわかっており、この前提自体に疑問符がつけられよう。

(ii)たとえセクター分散を同一にしても、同一内セクターでどの銘柄を選ぶかは、ポートフォリオマネジャーの主観に依存することが大きく、継続的に高い市場追隨率を期待するためのディシプリン(運用規範)の点で問題が大きい。
(iii)入れ替えをすべきかどうかの判断が定量的に行いにくい。

また、市場の動きを複数のマクロ経済変数で説明しようとする手法、さらには、個別企業のミクロ・ファンダメンタル・データを使って追隨率の高いモデルを作るといった試みもなされている。これらの手法は、各々インデックス・モデル自体が目的でなく、市場ポートフォリオよりリターンが高くリスクの低いポートフォリオを狙うための土台として作られている点は、要件の一つを満たしているが、市場の構造変化にいかに対応していくかという点が検討のポイントになる。

マクロにしるミクロにしる、市場の動きを説明する際に用いられる手法の最大の短所は、過去の市場の動きを最も良く説明した複数の変数

(表1) インデックスファンドのトラッキング

	インデックスファンド		TOPIX	
	リターン (年率)	標準偏差	リターン (年率)	標準偏差
86	56.68%	17.92%	56.41%	17.70%
87	11.82%	21.86%	9.38%	21.41%
88	8.90%	12.54%	12.87%	11.33%
89	-10.92%	15.88%	-9.79%	15.61%
90	-10.89%	29.04%	-11.53%	28.30%
91	-27.20%	14.34%	-27.53%	13.97%

(なお、モデルの実際の稼働は90年末より行っている)

目し、APTとは異なり各ファクターに意味付け(ラベル化)しないという意味でファクターをインフルエンスと呼んでElton-Gruberのモデルと差別化した。そしてさらにインフルエンスの抽出方法に工夫を加えて、各インフルエンスの独立性と安定性をさらに改善することによってElton-Gruberのファクター・モデルより統計的にロバストな(強固な)独自モデルを作り上げた。このインフルエンス・モデルを用いてTOPIXをターゲットとする450銘柄から成るインデックス・ファンドを構築し、そのパフォーマンスを測定した。^(注3)1985年から1991年まで各年初にポートフォリオを構築し、そのシミュレーション上のリターンとリスクをTOPIXと比較したものを<表1>として示す。1985年から1991年の間、日本株式市場では過剰流動性の形成からその崩壊というダイナミックな構造変化を経ており、マーケットにおけるTOPIX自体の重要性も大きく変化しているのは先に見た通りである。こうした市場の変化に対してもインフルエンス・モデルによるインデックス・ファンドはTOPIXの特性を定量的

にとらえていることが<表1>より読み取れる。また、<グラフ4(a)(b)>はこのインデックス・ファンドについて90年末より実際に運用を行っているファンドのトラッキング・レコードであるが、これを見ても、年率トラッキング・エラー(標準偏差)が80bpで、年間最大ドリフト(乖離幅)が70bpに収まっている。このファンド以外にも、91年4月、91年6月よりスタートしたファンドもあるが、すべて同様にドリフトは80bp以内に収まっている。運用開始以来、これらのファンドはドリフトが小さいため、入れ替え売買を全く行っておらず、この点では、恐らく従来開発されたモデルの中で、機関投資家サイドにとっては売買手数料節減効果の最も高いタイプのインデックス・モデルという可能性が高い。

なお、<表1>に見られる1987年から88年にかけてのシミュレーション上のリターンとTOPIXとの差の大きな要因はNTTの上場とその後の株価の動きが指数に与えた影響等によるもので、特殊要因と言えよう。

実際に構築したこのモデルは、Elton-Gruberのアプローチで確かめられたマルチ・ファクター・モデルの有効性を更にロバストな(強固な)ものに改善したものである。我々のインフルエンス・モデルの理論的説明力の高さと時間的な安定性、実際に構築したインデックス・ファンドの精度、さらには売買回転率の低さは、我々の目標とするインデックス・ファンドの要件を満たしていると言える。次のステップとしては、このインデックス・ファンドをスタートポイントとして様々なアプローチで有効領域に位置するポートフォリオを構築することになる。

ってアノマリーが生じているため、これに基準を設けてルール化し、エキスパートシステムに落とし込むことによって、ある一定以上の条件を満たす銘柄について売買を行う。これは、いわゆるチャート分析によるものではなく、あくまでもベースは経験の深いエキスパートが同定した市場の非効率性（アノマリー）を追求するものである。⁽ⁱⁱ⁶⁾

(ii) 長期のタイミング手法

長期の日本株特性については様々なものがあるが、我々の研究の中で最も効果の大きいものは株価の行き過ぎ（買われ過ぎ、売られ過ぎ）をとらえるもので、これらの銘柄はその後定常状態に戻るという特性がある。これらの銘柄を用いてインデックス・ファンドにバイアスをかけ、有効領域にあるポートフォリオを作る手法であるが、このバイアスをかける銘柄を定期的に見直すことでパフォーマンスを高める。⁽ⁱⁱ⁷⁾

米国の同様な研究としては、De Bondt & Thaler の株価のオーバー・リアクションについての論文がある。[9]それによると過去3年売られ過ぎの銘柄は、その後3年では逆に買われる傾向があるということである。

以上が我々の用いている短期、長期のタイミング手法である。先に述べた(1)、(2)の手法は基本的に buy & hold を前提としているのに対し、このタイミング・タイプは必要に応じて銘柄の入れ替えを行うという点でアクティブな要素の強い手法である。この意味では単純に他のポートフォリオや有効フロンティアと比較すべきものではないかも知れないが、アクティブ運用担当者のノウハウが詰まっているだけに、うまくルールを定量化出来れば、ポートフ

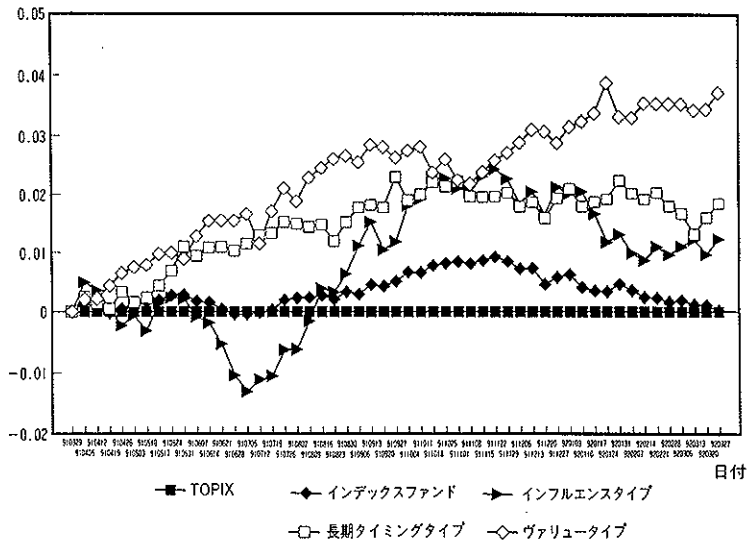
ォリオのパフォーマンスとして見た時には最も高い成果の期待できる手法であると言える。

ここで強調しておきたいのは、運用スタイルを分散させるにあたっての基本方針(ポリシー)の重要性である。従来日本では、米国よりクオンツ技法の開発という面で遅れがある上、米国の理論の直輸入では日本株式市場の定性的相違からモデルがワークしにくいという考えに基づき、どちらかという理論的な裏付けの検討に時間を費やすより、手っ取り早くインデックスを上回るアクティブ・クオンツ・モデルの研究と実践を、試行錯誤してすぐ実践してしまう傾向があったように思われる。

しかし、定性的に異なるといっても、日本株だけが特殊であるという根拠は乏しく、指数より効率的（リターンが高く、リスクの低い）なモデルを作るクオンツ研究の基本は市場指数と連動性の高いインデックス・モデルをしっかりと作り上げることにある。売買手数料を考慮に入れた上でTOPIX型として質の高いものを作る上で大事なことは、ポートフォリオ構築に関して運用開始前にしっかりとしたファンド・マネージメント・ツールを作り、さらには入れ替えに関するの当事者間の合意を形成し、その合意を守るディシプリン（運用規範）を確立することである。これはアクティブ・モデルにも多分にあてはまることである。アクティブ・モデルの場合は市場指数よりリスクが高くなりがちであり、指数をアンダーパフォームした際のロス・カット・ルールの制定とその厳守を付け加えないといけないうであろう。

パッシブにせよ、アクティブにせよ、シミュレーションでは結果が良くとも、実際にはどん

グラフ5 TOPIXとアクティブ・クォンツ・モデルの累積差異
91年4月から92年3月まで



な事態になるかわからないわけで、現在のように絶対値ではピーク時から60%も下落している中で日本株式運用モデルの開発に携わっていくためにはリスク管理のためのディシプリンの確立が必須である。

では次節で、我々が開発してきた様々なヴァリエーション手法による株式モデルのパフォーマンス検証を行う。

3. パフォーマンス検証

前節までに「有効領域」に位置するポートフォリオの構築方法について整理し、各手法の内容について簡単に触れたが、ここでそれらの手法が実際にどの程度効果があったかについてパフォーマンスの検証を行う。〈グラフ5〉は91年3月から92年4月までの各ポートフォリオのリターンとTOPIXのリターンの差を示したものである。インデックス・ファンドは期間中TOPIXとの乖離が1%以内となっているが、他

のポートフォリオはこれにバイアスがかかり92年4月末では1~4%アウトパフォームしているのが分かる。そこでさらにこの期間の有効フロンティアと照らし合わせたものを〈グラフ6〉に示す。

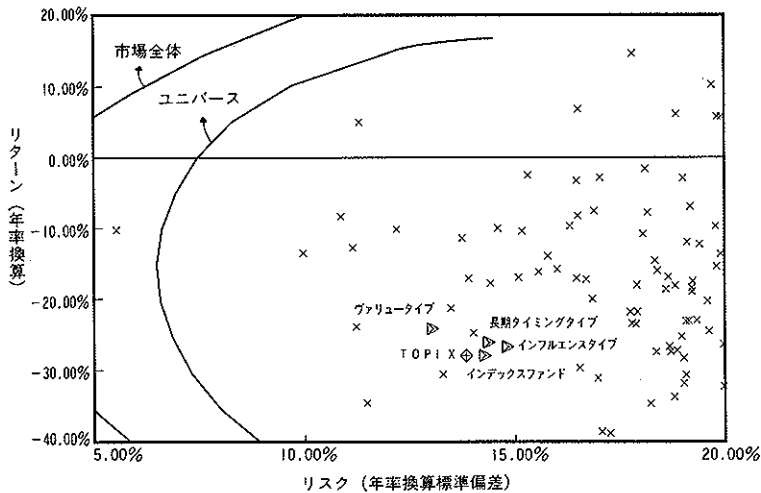
〈グラフ5〉では、ヴァリュー・タイプの実践開始時である91年3月をスタートとして、インデックス・モデル、インフルエンス・タイプおよび長期タイミング・タイプのシミュレーション結果を合わせて比較出来るように表示している。短期タイミング・タイプは過去のシミュレーションが不可能なため割愛している。

〈グラフ6〉に見られる通り、インデックスに対し左上の「有効領域」にこの時期入っているのは1つの運用スタイルのモデルだけであるが、〈グラフ5〉でわかる通り時期によってはモデル間で動きが異なり、1つのモデルが常に良いとは言えないようである。

つまり、互いに相関関係の低いアクティブ・

グラフ6 有効フロンティア

91年4月から92年3月まで



クオンツの運用スタイルを持ち、各々がわずかに指数を上回ってれば、指数よりリスクが低く、リターンの高いパフォーマンスが総体としてあげられる可能性が高いということが言える。この点については、今後さらに検証を行ってきたい。

4. おわりに

日本株式市場の「株価とヴァリュエーション」というテーマを Buy Side の機関投資家として考えると、単に現在の株価が理論値に比べて割安か割高かを議論すればそれで済むということにはならない。

何故なら、個人投資家が自己資金を用いた運用をするのに比し、機関投資家は資金を委託されて運用しているという意味で受託者責任があり、リターンだけを追求するのではなく、リスク(分散)に配慮したヴァリュエーションが必要とされるからである。

そこで本稿では、リスク・リターンのフレー

ム・ワーク (平均—分散法) の中で投資家のベンチマークであるべき TOPIX 自体が過去の株価データから作られた有効フロンティアと比べてどういう位置関係にあるか検証し、その上で TOPIX よりリターンが高く、リスクが低いポートフォリオを構築するための土台として、市場の構造変化に耐え得るインデックス・ファンドをインフルエンス分析に基づいて構築するプロセスをたどってみた。

そして、TOPIX より効率的なポートフォリオを作り出すアクティブ運用スタイルを分散させる上で、日本株式市場に適したヴァリュエーションの枠組みとしてインフルエンス、ヴァリュエーション、タイミングという I V T アプローチを考え、各々に適合したモデル構築について概観し、パフォーマンス検証を行った。

その結果として、市場構造がダイナミックに変化していく中でリスクを考慮したヴァリュエーション手法を考えると、どれか一つ常にインデックスよりリターンが高くリスクの低いスタ

イルというものを探求するよりも、このように複数のアクティブ・クォンツ・モデルを同時に走らせた方が、総体としてインデックスよりリターンが高く、リスクが低いというパフォーマンスが得られるのではないか、という結論を得るに至った。

- (注1) 機関投資家が流動性や取引コスト（マーケットインパクト）に配慮して投資対象からはずす銘柄は、かなり共通していると思われる。それらの銘柄の値付けが果たして効率的になされているか、また仕手性の値動きを排除するためにデータ取得頻度を変えてみるのはどうか、などについては興味深いテーマと考えられるが、本稿の研究テーマとしては割愛した。
- (注2) 当社では、1990年に英国のNat West Investment Bank (NWIB) と第一生命ナットウェスト投資顧問会社 (Dai-Nat) を設立し、両社のノウハウを持ちよって日本株式のクォンツ・モデルを開発している。モデルの開発においては、当社の投資開発室が株式投資部等の日本株運用で経験の深い担当者の協力を得て、先方と作業を進めている。実際の運用にあたっては第一生命投資顧問のシステム運用チームがDai-Natで開発したモデルを用いて実践している。また国内における年金資産運用のためのマーケティングも第一生命投資顧問営業部で行っている。
- (注3) Dai-Natでは、第1番目のモデルとして90年秋からこのインデックス・モデルの開発を行い、91年初めから実際に一般勘定や特別勘定でも投資対象として組み入れを行っている。
- (注4) Dai-Natでは、第2番目のモデルとして91年から92年にかけて開発を行っており、モデルは完成している。
- (注5) 第一生命では投資開発室が中心となって定性・定量のハイブリッド（複合型）のモデルとして独自に90年から開発を推進してきた。91

年3月よりモデルは稼働している。

- (注6) Dai-Natでは、第3番目のモデルとして現在開発中である。
- (注7) Dai-Natでは、第4番目のモデルとして91年から92年にかけて開発を行っており、今秋完成予定である。

[参考文献]

- [1] 中里宗敬、古川浩一 “わが国における有効フロンティアの特長” 東京工業大学工学部経営工学科テクニカルレポート No J-12, 1991.12
- [2] Robert A. Haugen “Building a better index - Cap weighted benchmarks inefficient vehicles” Pensions and Investments, p56 (October 1, 1990)
- [3] Eugene F. Fama and Kenneth R. French “The Cross-Section of Expected Stock Returns”, Journal of Finance Vol. 47, No 2, June 1992
- [4] Phoebs J. Dhrymes, Irwin Friend and N. Bulent Gultekin “A Critical Reexamination of the Empirical Evidence on the Arbitrage Pricing Theory”, Journal of Finance Vol. 139, No 2, June 1984
- [5] Edwin J. Elton & Martin J. Gruber “A Multi-index Risk Model of the Japanese Stock Market” Japan and the World Economy, Vol. 1 p21-44, 1989
- [6] Frank Russell Japan, Pension Investment Round table - session #4 Jul. 1992
- [7] 中里宗敬、古川浩一 “週次収益率による有効フロンティアの計測” 東京工業大学 JIMA 特設テーマ3, 1992.5
- [8] Ronald G. Layard-Liesching “The End of Efficient Market” Working Paper (July, 1992)
- [9] De Bondt, Werner F. M., and Richard H. Thaler, 1985 “Does the stock market overreact?”, Journal of Finance Vol. 40, 557-581