

インデックス・ファンド

—コンセプト, 利用状況, 問題点—

井手 正介, 明田 雅昭

1. モダン・ポートフォリオ理論と

インデックス・ファンド

1952年のマーコヴィッツの「ポートフォリオ・セレクトジョン」をもって始まったモダン・ポートフォリオ理論(MPT)研究は, 60年代の半ばにシャープ・リントナー・モッソンが資本市場における期待リターンとリスクの均衡関係を, 資本資産評価モデル(CAPM)として定式化したことによって, ほぼ理論体系として完成された。シャープ等が当初提唱した形のCAPM(オリジナルCAPMと呼ばれる)は表1に示すようないくつかの条件の下で, 均衡状態においてはすべての証券やそれを組み入れたポートフォリオの期待リターンは, リスクフリーレートを r_f と切り, 点(ベータ=1, 市場ポートフォリオ M の期待リターン= E_m)を通る直線上にプロットされると主張するものである(図1)。換言すれば, 均衡状態の下ではすべての資本資産の期待リターンはベータで示されるリスク(システムティック・リスク)の1次の増加関数で示される関係が成立するというのである。

オリジナルCAPMの諸仮定の下では, 株式に代表されるリスク資産を市場価値合計に等しい割合で組み込んだ, いわゆる市場ポートフォリオは, 中心的な役割を演ずる。このモデルによれば, 合理的な投資家はすべてリターン, リスクに関して最も有効(efficient)なポートフォリオを持つとして裁定が働く結果, 市場ポートフォリオこそが最適なリスク資産の組合せになる。そして有効な投資戦略はすべて, この市場ポートフォリオとリスクフリーレートによる貸し付けあるいは借り入れの組合せだけから構成され, それ以外のいかなる投資戦略もそれより劣る, というのである(図2)。

この理論の持つ実務的インプリケーションは重大であ

いで まさすけ 大阪大学 経済学部

〒560 豊中市待兼山町1-1

あけた まさあき 榊野村総合研究所

表1 オリジナルCAPMの想定する世界

- すべての投資家は証券のリターンとリスクのみに関心を持っており, 期待リターンが同じならより小さいリスクを, リスクが同じならより大きい期待リターンを好む
- すべての投資家は同一の投資情報を共有し, 同じ方法で分析し処理する
- すべての投資家はあらゆる証券のリターン, リスクの予想に関し一致した意見を持つ
- 取引コストが存在せず, 税金も投資政策に影響を与えない
- すべての投資家はリスクフリー金利で無制限に貸し付け, あるいは借り入れることが可能である。またすべての証券は自由に空売りできる
- 投資家はいわゆるプライス・テイカーであり, 個々の投資家の行動によって市場価格が影響を受けることはない
- 資本資産は市場性があり, 取引にさいしては無限に分割可能である。
- すべての投資家の投資期間は1期である

る。伝統的にプロの証券アナリストやファンド・マネジャーの予測や判断にもとづいて“積極運用”されてきたポートフォリオよりも, 何の判断・コストも加えないで市場ポートフォリオを機械的にレプリケートしたインデックス・ファンドによって“消極運用”されるポートフォリオの方が優れているというのである。すべての積極運用ポートフォリオの平均は所詮市場平均にすぎず(現実には運用コスト分だけ下回る), 市場が効率的になるにつれて特定の積極運用手法, 積極運用マネジャーがコンスタントに平均以上のパフォーマンスをあげつづけることが至難の技であることも, さまざまな実証研究が一致して示すところである。積極運用で成功するためには専門家を多数かかえる必要があるうえ売買回転率も高いため, 大変なコストがかかるにもかかわらず, 平均以上のパフォーマンスが上がる保証はない。それに比べるとインデックス・ファンドによる消極運用は最少の人間と

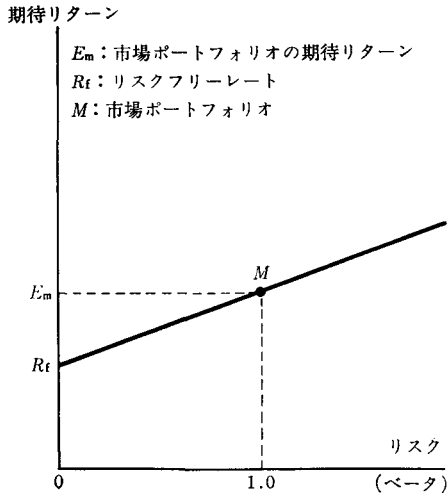


図1 オリジナルCAPMにおける期待リターンとリスクの関係(証券市場線)

[出所] ウィリアム・シャープ, Investments, 3rd edition

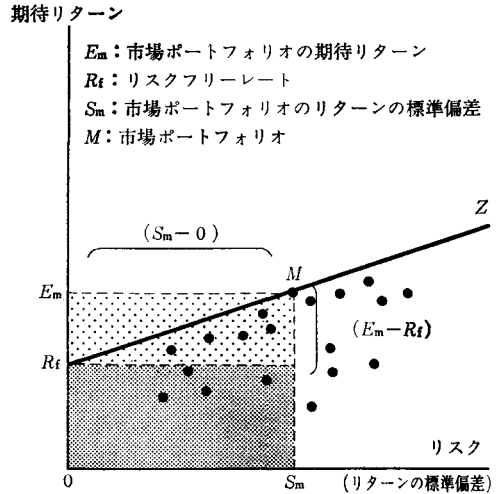


図2 オリジナルCAPMにおける有効な投資機会集合(資本市場線)

[出所] 図1に同じ

コンピュータによる機械的な運用で、常に平均並のパフォーマンスが約束されている。このため、特に年金のように長期間継続して運用されるファンドの運用方法としては、インデックス・ファンドによる消極運用が最もコスト・パフォーマンスがよいというのがMPT学者グループの結論であった。

なおCAPMについてはその後現実をよりよく説明するためにいろいろな修正や拡大が行なわれているが、ここではそれについては言及しない。

2. インデックス・ファンドの利用状況

インデックス・ファンドはこのような強力な理論的根拠と実務上の利便性を兼ね備えた、資産運用上の一大イノベーションであった。従来から市場平均という発想はあったが、コンピュータの普及も相俟って現実にインデックス・ファンドが実用化されたことによって、誰でもいつでも最低のコストで市場平均に投資できるようになったのである。

インデックス・ファンドを利用した消極運用という考え方に対する実務界の当初の受け止め方は、大いなる戸惑いと職業的反発であった。しかし74年の株式市場の暴落にともなって過度の集中投資を行っていた年金ポートフォリオのパフォーマンスの悪化が目立ち、銘柄選択中心の運用が行き詰まったこと、その当時成立した74年従業員退職所得保証法(ERISA)が、年金の分散投

資の原則を謳ったことなどがきっかけとなり、実務界が次第にMPT研究の成果を取り入れ始めた。その一環として、年金のように大規模で長期に運用されるファンドの場合には、積極運用と消極運用を併すべきであるという考え方が定着し始め、その配分(アクティブ・パッシブ・ミックス)が、ファンド運用上の戦略的な判断事項の1つと考えられるようになった。

また最近では株式と債券、あるいは株式とリスクフリーアセットなど、異なるリスク・クラスの資産の組み入れ比率の選択を中心にすえた、いわゆる「アセット・アロケーション戦略」が一種の流行となっている。この場合にも株式ポジションの運用は、何らかのインデックス・ファンドで行なうのが普通である。

株式インデックス・ファンドは、70年代半ばにウェルズ・ファーゴなどの金融機関が商品化して売り出し、次第に普及した。その後、多くの運用機関や大手年金でも独自にインデックス・ファンドを開発し、自家運用に利用し始めた。80年代にはいと、インデックス・ファンドは年金を中心とする機関投資家の資産運用上欠くことのできない、重要な位置を占めるようになった。たとえば、大手200年金基金の株式運用についてみると、80年代後半には過半の基金がインデックス運用を行なっている(表2)。金額ベースでみると、年によってふれはあるが、20~30%がインデックス運用されている。また債券ポートフォリオについてもその割合はまだ低いが、イン

デックス運用が増加している。そしてインデックス・ファンドの最大手業者であるウェルズ・ファーゴの89年11月末のインデックス・ファンドの規模は760億ドル、うち国内株式だけで500億ドルに達している。

わが国においても、機関投資家の有価証券運用が急拡大し始めた80年代の半ば以降、限られたスタッフで巨額の資産を効率的に運用する有効な手段として、インデックス運用が急速に普及した。たとえば、85年にはインデックス型株式投資が登場し、最近では株式に100%運用可能な追加型投信の20%がインデックス運用されている(表3)。また広義消極運用という意味で多かれ少なかれ機械的にコンピュータ運用を行なう、いわゆる

「システム運用」まで広げてみると、89年に新設された追加型投信の実に9割がシステム運用タイプになっている。

投信以外の業界に関しては具体的な統計はないが、生保、信託、投資顧問会社の大手などもそれぞれ独自にインデックス・ファンドを開発して自家運用に利用している。システム運用まで広げて考えれば、わが国でも消極運用は最近では機関投資家の資産運用の重要な部分を占めるにいたっている。

3. インデックス・ファンドのロジックと設計方法

インデックス・ファンドの作成方法は大別して2つある。1つは完全法であり、もう1つはサンプル法である。完全法では、株価指数の計算方式に完全に一致するようにポートフォリオを構築する。すなわち、株価指数の構成銘柄をすべて保有し、しかも各銘柄がポートフォリオの中で占める割合を、その銘柄が株価指数の中で占める割合に一致させる。当然ながら、株価指数の計算方式によってポートフォリオの構築方法は違ってくる。

世界の主要株価指数を見ると、大半はTOPIX(東証株価指数)のような時価総額指数である。古い歴史を

表2 米国大手200年金基金の資産運用

| | | 85年9月末 | 86年9月末 | 87年9月末 | 88年9月末 |
|------|--------------|--------|--------|--------|--------|
| 金額 | 総資産 | 8,124 | 10,118 | 11,975 | 12,024 |
| | 株式 | 2,980 | 3,620 | 5,584 | 5,146 |
| | (うちインデックス) | 756 | 1,089 | 1,413 | 1,143 |
| | (インデックスの比率) | 25.4 | 30.1 | 25.3 | 22.2 |
| | 債券 | 2,650 | 2,840 | 3,848 | 4,244 |
| | (うちインデックス) | 103 | 138 | 450 | 408 |
| | (インデックスの比率) | 3.9 | 4.9 | 11.7 | 9.6 |
| 利用基金 | 株式インデックスファンド | 77 | 100 | 105 | 105 |
| | 債券インデックスファンド | 18 | 32 | 41 | 44 |

〔出所〕 Pension & Investment Age 紙より作成

(注) 金額の単位は億ドル、利用基金の単位は機関数

表3 日本国内追加型株式投信中のインデックス型投信

| | 85年末 | 86年末 | 87年末 | 88年末 | 89年末 |
|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| オープン総資産額 | 1,483,078 | 2,323,961 | 2,481,659 | 3,846,993 | 8,491,557 |
| インデックス総資産額 | 126,199 | 312,328 | 273,854 | 402,238 | 1,734,588 |
| インデックスの比率 | 8.5 | 13.4 | 11.0 | 10.5 | 20.4 |

〔出所〕 投資信託事情より作成

(注) 金額の単位は百万円

もつ指数としては、ダウ式修正指数がある。この例としては、ニューヨーク・ダウ式工業株、日経平均などである。また、幾何平均型指数として、米国パリュールライン指数、英国FT30指数などがある。

時価総額指数は、個別銘柄毎に株価と発行済み株式数を乗じて計算した時価総額を全構成銘柄について合計し、指数化したものである。

注1) この場合は、個別銘柄の保有株式数が、発行済み株式数に比例するようにポートフォリオを構築すればよい。ダウ式修正指数は、構成銘柄の株価を合計して、除数で割ったものである。

注2) 除数は、資本異動などに伴う株価指数の不連続性を調整するためのもので、構成銘柄に資本異動による権利落ちがあったり、銘柄変更のときだけ修正される定数である。ダウ式修正指数の場合は、指数構成銘柄を等株数で保有すればよい。幾何平均指数は、その定義上、完全インデックス・ファンドは構築できないという特徴がある。

サンプル法では、指数の全構成銘柄を保有することはせず、なんらかの基準により銘柄を選択して、インデックス・ファンドを構築する。TOPIXの指数構成銘柄数は現在1,100を超えている。このようなケースでは、

全銘柄を保有する完全法は実務上ほとんど不可能であり、サンプル法が用いられる。サンプル法の基本原理は、個別銘柄の価格変動要因を分析し、ポートフォリオの価格変動特性を、目標指数の価格変動特性と一致させることである。この価格変動特性を一致させる技術として、層化抽出法と最適化法の2種類が有名である。

層化抽出法では、業種分類、時価総額分類など、個別銘柄の株価変動が類似するセクターを考える。同一業種の銘柄は価格変動性が似ていると想定するのは自然であろう。また、大型株(時価総額が大きい株)や小型株(時価総額が小さい株)も連れて動く傾向がある。これらのセクターによって、株価指数およびポートフォリオを区分してセルをつくり、各セルへの投資比率が指数と一致するようにポートフォリオを構築する。

通常は、次のようなステップを踏む。まず、指数構成比率が高い銘柄を、指数と同じ構成比率で、強制的にポートフォリオに組み込む。TOPIXの場合は時価総額の大きい銘柄であり、日経平均では株価の高い銘柄である。これらはコア銘柄と呼ばれる。その後で、各セル毎に、非コア銘柄から数銘柄選択し、セルのウェイトが指数とポートフォリオで一致するように非コア銘柄の組み入れ比率を調整するのである。ポートフォリオが小さい場合は、セクターとして、業種だけを使うのが普通である。すなわち、コア銘柄の構成比率を一致させ、その上で非コア銘柄を追加して、指数とポートフォリオの業種比率を一致させるのである。ポートフォリオが大きい場合は、業種ともう1つのセクター分類(通常は時価総額分類)を用いてセルを定義することもある。たとえば、28業種分類と時価総額による3分類(大型、中型、小型)を使い、 $28 \times 3 = 84$ 個のセルを定義するのである。

最適化法は、より数理的な手法である。次のように、ポートフォリオのリターン r_p と指数のリターン r_i の差(トラッキング・エラー)の分散を最小化する。

$$\begin{aligned} \text{目標関数 } \text{Var}(r_p - r_i) \\ = \sum \sum (x_i - y_i) * \text{Cov}(r_i, r_j) * (x_j - y_j) \end{aligned} \quad (1)$$

y_i は銘柄 i の指数構成比率、 $\text{Cov}(r_i, r_j)$ は銘柄 i と銘柄 j のリターン r_i と r_j の共分散であり、ともに所与の値である。共分散は本来的には予測ベースであり、これを推定するためのモデルは、リスクモデルと呼ばれる。複数のファクターを説明変数として、個別株式のリターンを記述するマルチ・ファクター・モデルの形式であることが多い。 x_i は銘柄 i のポートフォリオ構成比で、目標関数を最小化するように解を求める。 x_i については、

最低限次のような条件を満たさなければならない。

$$0 \leq x_i \leq 1 \text{ で、かつ } \sum x_i = 1 \quad (2)$$

(2)式を満たす範囲で目標関数(1)を最小化する x_i は、当然 $x_i = y_i$ である。これは完全法に対応する。最適化法は連動性を高く維持した上で保有銘柄数を減らすための技術であるから、実際にはいくつかの条件をさらに付加して、その上で(1)を最小化する。たとえば、ある銘柄については組み入れ対象外にする($x_i = 0$)などである。また一定銘柄数の組み入れ(たとえば50銘柄の x_i だけ非負)で、(1)を最小化するというのも実務的には高いニーズがある。この場合は、通常の2次計画法では本来解けないため、さまざまな工夫をこらして近似的に解いている。一定銘柄数で最も指数に連動するポートフォリオを構築するのは、組合せ最適化の問題である。このため、最近ではホップフィールド型ないしボルツマン型のニューラル・ネットワークを用いて、この問題を解く試みも行なわれている。

4. インデックス・ファンドの問題点と限界

インデックス・ファンドは代表的なパッシブ運用であるが、指数先物取引、指数オプション取引と複合してアクティブ運用においても基本的な投資ツールとして重要な役割を演じる。そのさいにインデックス・ファンドに要求されるのは、可能な限り小さいトラッキング・エラーである。2節の説明から、株価指数の定義を十分に理解していれば、インデックス・ファンドはかなり機械的に構築できるものと考えられよう。このため、インデックス・ファンドの構築はそれほどインテリジェンスを必要としない作業と見なされ、十分に小さいトラッキング・エラーは簡単に達成できるものとする人が多い。しかし、これは誤解であり、「実務的にトラッキング・エラーをゼロに近づける」のは至難の技である。ここでは、この点をいくつかの観点から説明する。

まず、完全法の場合のトラッキング・エラーについて考察する。これは言葉の矛盾である。しかし、実際には「完全法」といっても、「指数構成銘柄を全部保有した上で、可能な限り完全に近づける」という意味に過ぎないのである。

第1の問題は、株数である。時価総額指数の完全インデックス・ファンドを作るには、発行済み株数に比例した株数を保有する。しかし、株式の売買は原則として千株単位で行なわれるので、端株の保有は難しく、この分

の誤差が生じることになる。さらに、発行済み株数は増資、転換社債およびワラントの行使によって変化する。この変化株数と指数計算への反映時点の情報を、正確にしかも事前に把握しておかなければならない。これは、指数計算機関のディスクロージャーの問題であるが、この種の情報公開が不十分な場合がある。これらの情報がタイムリーに入手できたとしても、株数変化や銘柄変更に伴う株価指数側の不連続性の修正を、ファンド側で追従できないことが多い。たとえば、日経平均に完全連動するためには、「常に」等株運用を行わなければならない。そのために、225銘柄をすべて1万株保有していたとしよう。ここで、ある銘柄に1:0.05の無償増資があったとする。この銘柄は権利落ち後に実質10,500株になる。ファンドを指数に完全追従させるためには、権利落ち時点でこの500株を売却して、同時にその売却金額で225銘柄を等株になるように買い付けなければならない。しかし、このような端株買付けは実務上できないのである。

第2の問題は、見落としがちだが、株価の定義である。日経平均を計算する時に使われる株価は、原則として、直近の出来値であるが、注文が買ひまたは売りのいずれか一方だけになって特別気配値がついている場合はそれが優先する。一方、ポートフォリオの時価評価は、会計的には出来値に限定されることが多い。この特別気配値か出来値かの違いも、見かけ上は多少のトラッキング・エラーにつながる。月中に構成銘柄の変更も資本異動もなかった、1988年4月の例で考えてみよう。前月末に全225銘柄を等株数の保有した場合のポートフォリオの時価評価変化率は、出来値ベースでは4.72%であった。これに対して特別気配値優先の日経平均は4.76%であり、4ベース・ポイントの誤差となる。海外の例では、ドイツのFAZ指数がある。指数は昼の価格を用いて計算されるため、ファンドを終り値で評価する場合は、大きい時には1%近い誤差になる。

第3の問題は配当の扱いである。多くの株価指数は、配当権利落ちによる株価変動は調整していない。ファンド運用との対比でいえば配当を受け取っていないことになる。しかし実際のファンドでは、配当を受け取る。会計的には値上がり率とともに、この受取配当も含めて投資成績が判断される。このため、配当を含めた株価指数のリターンが必要になるが、このような総合リターンは指数計算機関が発表していないことが多い。そこで、ファンドマネージ会社がみずから指数の総合リターンを計

算することになる。SP500指数のインデックス運用の成績について興味深い記事がある。

注3) 完全法によるインデックス運用で、1985年に、A社は32.10%の成績で指数の31.90%に対して+0.20%の誤差、B社は32.29%の成績で指数の32.17%に対して+0.12%の誤差だったと主張している。他の10社も含めてみると、目標であるSP500の総合リターンは、31.47%から32.17%と0.70%の範囲にある。これは、主として配当を計上するタイミング(権利落ちベースか受取ベースか、日次ベースか月末ベースか)等の違いに起因している。

第4の問題は取引コストのハンデである。株式の売買には委託手数料と取引税がかかる。資金規模によるが、ファンドをスタートさせる時には通常は0.5から1%程度の手数料が必要である。ファンド運用は、指数に対してこの分のハンデを背負って始まり、途中でリバランスをするたびに、さらに若干の取引コストがかかる。これに対して指数は常にノーコストで運営されている。

第5は致命的な問題で、指数側の間違いである。外部からの検証は困難であるが、指数計算機関でもデータベースのデータの入力ミスや入力遅れが有り得る。データベースにもとづいて計算されている株価指数でも、常に必ず正しく計算されているとは断言できない。海外の有名株価指数の中には、スプレッドシートに株価と株数を手入力して計算しているものすらある。この場合は計算ミス発生の可能性はさらに高まる。間違った値でも一度公表された値は「正しい」と見なされる。ファンド側からみると回避不可能なトラッキング・エラーが発生する。

次にサンプル法の例を考察する。少なくとも1つの銘柄を保有対象から外すため、ポートフォリオと指数の連動性を表わす相関係数は1より小さくなる。そこで、相関係数とトラッキング・エラーの関係を調べてみよう。証券分析でポピュラーなマーケット・モデルを仮定する。ポートフォリオ・リターン r_F の指数リターン r_t に対する感応度を β とすると、次のようになる。

$$r_F = \beta * r_t + \varepsilon \quad (3)$$

ここで ε は残差項と呼ばれる。トラッキング・エラー($r_F - r_t$)の標準偏差を σ_{TE} とすると、簡単な計算の結果、次の式を得る。

$$\sigma_{TE} = \sigma_t \sqrt{(\beta - 1)^2 + \beta^2(1/R^2 - 1)} \quad (4)$$

σ_t は r_t の標準偏差、 R は相関係数である。インデックス・ファンドを考えているので、 $\beta=1$ のポートフォリオに限定してトラッキング・エラーの大きさを推定して

みよう。1ヵ月でみると、 σ_t は5%程度である。したがって、 $R=0.99$ なら $\sigma_{TE}=0.71\%$ 、 $R=0.999$ なら $\sigma_{TE}=0.22\%$ となる。相関係数がかなり高くても、トラッキング・エラーは月率で数十ペーシス・ポイントはあることがわかる。

ひとつの極端な事例を紹介しよう。1989年12月に日経平均のインデックス・ファンドとして、指数を構成する225銘柄の中から、松坂屋、片倉工業、松竹の3銘柄を除いた222銘柄の等株ポートフォリオを保有していたとする。この月の日経平均の値上がり率は4.42%でポートフォリオの(配当を除く)リターンは、3.12%であった。1ヵ月で1.30%のトラッキング・エラーである。

このように、トラッキング・エラーをある程度以上小さくするのは非常に困難であることを銘記すべきである。たとえば、「150銘柄のポートフォリオで、TOPIXに対する年間のトラッキング・エラーを確実に25ペーシス・ポイント以下にしたい」などの要求は、そもそもできないものと思われる。

注4) このような過剰な要求を達成するための理論構築やシミュレーションを繰り返す努力は徒勞であろう。トラッキング・エラーの大きさを容認して諦めるか、あるいはトラッキング・エラーがプラスに出るような銘柄選択方法を研究するのに時間を割く方がずっと建設的である。

最適化法によるインデックス・ファンドの構築技術は、ORのテーマとして魅力的だと思う。しかし、実務的には、本論文で説明した技術的な問題と同様に、あるいはそれ以上に制度的および会計的な問題が重要である。投資信託の例でいえば、解約に備えていつも現金を保有しておかなければならないことがインデックス・ファンドの成績を鈍化させてしまう、税金のために売買基準価格が指数値上がり率の8割になってしまう等である。このような問題も含めて考えると、インデックス・ファンドの構築と運用は決して単純なものではなく、創意と工夫

が必要な挑戦的な課題のひとつと言えよう。

注1) 発行済み株数の代わりに上場株数を使うことも多い。時価総額指数には、基準時点の時価総額の計算方式により、パーシェ型とラスパイレス型という種類がある。また、配当権利落ちのときの株価変動の調整をする指数としない指数がある。前者の例としてドイツのDAX指数がある。多くの時価総額指数は後著である。このように、時価総額指数といっても、詳細な定義は少しずつ違っていることに注意が必要である。

注2) 日経平均の場合は、各銘柄の株価を50円額面換算した後で合計している。具体的な例として、5万円額面のNTT株は株価を千で割り、500円額面の東京電力の株価は10で割ってから合計している。

注3) Pension & Investment Age誌の1986年3月3日号の記事

注4) 「確実に25ペーシス・ポイント以内に」を、「確率95%程度で25ペーシス・ポイント以内に」と解釈するなら、必要な相関係数は0.999974程度となる。

参考文献

CAPMについては、主として次の文献にもとづいている。

William F. Sharpe, *Investments*, 3rd edition, Prentice-Hall 1987

証券界の研究によるインデックス・ファンド関連の概観としては、次のような文献が参考になろう。

- [1] 明田雅昭「株式運用の実際」、厚生年金基金連合会、第6回年金資産運用実務研究会講義録、和昭63年6月28日
- [2] 小原沢則之「株式インデックス運用の現状と展望」、証券アナリストジャーナル1989年10月号
- [3] 後藤勝・斎藤正彦「インデックスファンドの開発と位置づけ—信託銀行の立場から—」、証券アナリストジャーナル1990年5月号

平成2年度版『会員名簿』発刊

先に、お知らせいたしておりました、平成2年版「会員名簿」が完成しました。ご予約いただいた方々には、すでに発送済ですが、わずかに残部がありますので会員の方々に限り、お頒けいたします。ご希望の方は、電話またはハガキで学会事務局までお申し出ください。

(価格2000円—送料込—)