

長期的な価格変動の可視化に基づく株式ポートフォリオの分類

斉藤 康彦

(株)アイネス システムリサーチセンター

投資信託の分類は、投資の目的に適った投資信託を選ぶ上で有意義である。本論文では、特に、株式型の投資信託の分類を試みる。株式型の投資信託は、それに組み入れられた株式銘柄の組、すなわち、株式ポートフォリオとみなすことができる。ポートフォリオを構成する各銘柄の価格の日次変動に基づいて、ポートフォリオの長期的な価格変動の特性を把握するために、度数分布の時系列を可視化する手法である攪拌凝縮法を用いる。9種類の業種別のポートフォリオの分析に本手法を適用し、ポートフォリオを構成する各銘柄の価格の日次変動と、ポートフォリオ全体の価格の年次変動の間の相関について考察する。

Classifying Stock Portfolios Using a Technique for Visualizing Long-Term Price Fluctuations

Yasuhiko Saito

Systems Research Center, INES Corporation

Classifications of mutual funds are useful, when investors select the funds serving their purposes. In this paper, we attempt to classify stock mutual funds. A stock mutual fund is regarded as a stock portfolio. A portfolio tapestry is a technique for visualizing a time series of frequency distributions. It can be used to analyze features of long-term price fluctuations of a portfolio on the basis of daily price fluctuations of individual stocks included in the portfolio. We analyze nine portfolios of different industries and discuss correlation between daily price fluctuations of individual stocks included in a portfolio and yearly price fluctuations of the whole portfolio.

1. はじめに

預金に代わる資産運用の手段として、投資信託が注目されている。投資信託を購入する場合には、リターンとリスクのバランスを考えながら、投資の目的に適ったものを選ぶことが重要である¹⁾。すなわち、リターンを大きくするには、大きなリスクを負わなければならない、リスクを小さくするには、小さなリターンで満足しなければならない。そこで、購入の候補となる複数の投資信託につい

て、過去のリターンとリスクを分析することが必要になる。これがパフォーマンス評価である。本論文では、特に、株式型の投資信託のパフォーマンス評価を支援するために、各投資信託に組み入れられた株式銘柄の組、すなわち、株式ポートフォリオにおける、長期的な価格変動の特性を、攪拌凝縮法²⁾を用いて可視化することによって、投資信託を分類する。このような分類は、投資の目的に適った投資信託を選ぶ上で有意義である。

攪拌凝縮法は、度数分布の時系列を可視化する手法である。度数分布の時系列とは、時間的な順序にしたがって並べた帯グラフなどによって表現されるデータである。本手法は、度数分布の時系列の中に埋もれた特徴的なパターンの発見を支援する。すなわち、本手法を用いることによって、度数分布の系列を一覧し、視覚的印象に基づいて、類似する度数分布のグループや例外的な度数分布を検出することができる。また、どのような度数分布が系列中のどこに現れるかについての傾向を把握することができる。

本論文は、次のような構成になっている。第2章では、本研究の背景となる株式ポートフォリオ管理について説明する。第3章では、株式ポートフォリオの長期的な価格変動の特性を可視化する手法として、攪拌凝縮法を提示する。第4章では、本手法を用いて、業種別の株式ポートフォリオを分類する。第5章では、投資信託の分類を目的とする他の研究を紹介する。

2. 株式ポートフォリオ管理

株式投資におけるリスクを軽減する方策の基本は、将来の株価を的確に予測することである。株価予測の手法は、数多く存在する。たとえば、株価のテクニカル分析では、過去の価格変動のパターンを分析することによって、将来の株価が予測できると考える⁹⁾。しかし、複雑系としての株式市場における株価の変動には、明確な規則性が認められないことから、予測的中率は、偶然に当たる確率を大きく上回ることはない¹⁰⁾。近い将来の予測でさえ、的中率は高くないし、まして、遠い将来の予測が当たることは、ほとんど望めない。

より現実的なリスク軽減の方策としては、分散投資と長期保有がある。分散投資とは、複数の金融資産に対して同時に投資することによって、ある資産の価値の下落を、他の資産の価値の上昇によって、埋め合わせるものである。たとえば、株式型の投資信託は、複数の株式銘柄を組にしたポートフォリオに対する分散投資であり、株式投資の高いリターンを保持しながら、元本割れなどの

リスクの最小化を図る金融商品である。さらに、このようなポートフォリオを長期にわたって保有することによって、途中で価格が下落しても、長い間には、再び上昇することが期待できる。

ポートフォリオ管理⁹⁾では、過去の運用成績の評価、すなわち、パフォーマンス評価が重要になる。パフォーマンスは、リターンとリスクの両方に基づいて評価される。リターンは、収益率の平均として把握され、リスクは、収益率の標準偏差として把握される。さらに、この両者を組み合わせた測度として、Treyner測度、Sharpe測度、Jensen測度などが用いられる。これらの値は、評価期間に依存するので、特に、ポートフォリオを長期にわたって保有する場合には、評価期間を長く設定する必要がある。

本研究では、長期保有を前提とする場合のパフォーマンス評価を支援するために、長期的な価格変動の特性を、以下のようなマクロ特性とミクロ特性として把握する。

マクロ特性

ポートフォリオを構成する全銘柄の価格の合計を対象として、その年次変動率の平均と標準偏差として把握される特性である。

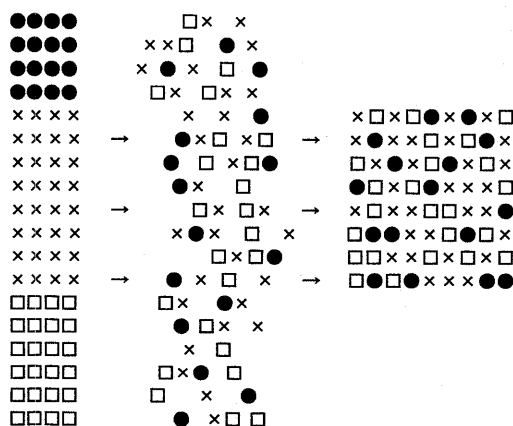
ミクロ特性

ポートフォリオを構成する各銘柄の価格を対象として、その日次変動率の分布の時系列として把握される特性である。

ポートフォリオの長期的な価格変動の特性を把握する場合、従来は、ポートフォリオ全体の価格の年次変動を観測していた。すなわち、これによって、マクロ特性を把握していた。一方、ポートフォリオを構成する各銘柄の価格の日次変動に基づく特性は、長期的な視点から把握することが難しかった。本研究では、このようなミクロ特性を把握するために、攪拌凝縮法を用いる。

3. 攪拌凝縮法

攪拌凝縮法を用いて、株式ポートフォリオの価格変動のミクロ特性を可視化することによって、



帯グラフ

乱点図

●: 画素1, ×: 画素2, □: 画素3

図1: 帯グラフから乱点図への変換

株式ポートフォリオの長期的な安定性が直観的に把握できるようになる⁹⁾。

本手法では、以下の手順で、度数分布から乱点図を生成する。

- (1) 帯グラフを用いて、度数分布を表現する。各カテゴリに対応する領域は、異なる色相で塗り分ける。
- (2) 帯グラフを微小な画素に分解する。
- (3) 異なる色相の画素が混ざり合うように、十分に攪拌した後に、再び凝縮する。これは、分解した画素を、平面上にランダムかつ稠密に再配置することである。
- (4) 画素を再配置した平面から、一定の大きさの矩形を切り出す。この矩形が乱点図である。

図1に示すように、本手順は、帯グラフから乱点図への変換である。

マイクロ特性を可視化する場合には、当該ポートフォリオを構成する全銘柄の度数分布を用意する。度数分布のカテゴリは、終値の変動率の絶対値である。各銘柄の変動率は、

(当日の終値 - 前日の終値) / 前日の終値
として計算する。また、カテゴリを塗り分ける色相としては、色相環⁹⁾を360等分し、赤を0として、順次、0~359の値を割り当て、この値を各カテゴリに対応させる。すなわち、

変動率の絶対値 $\times 4 \times 10^3$

を色相とする。なお、変動率の絶対値が0.065を超える銘柄は、変動率の絶対値が0.065であるものとして扱う。

乱点織とは、乱点図を上下左右の間隔を空けずに稠密に配置することによって得られる、抽象的なタペストリのような表現である。図2の乱点織は、東京証券取引所で扱われている銘柄から50銘柄を選択して構築したポートフォリオのマイクロ特性を可視化したものである。1990年1月~1999年12月の乱点図が、図3のように配置されている。

株価の変動においては、何らかの衝撃によって変動幅が大きく変わると、同じような変動幅がしばらく続く現象が観察される¹⁰⁾。この現象のために、通常、乱点織の内部には、互いに類似するテクスチャによる複数のクラスタが形成される。これらのクラスタから、ポートフォリオの安定性を把握することができる。すなわち、以下のような特徴が乱点織に認められるポートフォリオは、安定性が相対的に低いといえる。

- ・一定期間内のクラスタの数が多い。
- ・クラスタ間の境界が明瞭である。
- ・クラスタの色合いとしては、全体的に、赤が弱く、黄や緑が強い。その結果、綾模様が鮮明に現れている。

これらの特徴は、当該ポートフォリオが衝撃に反応しやすく、価格の変動幅が大きい期間が長く続きやすいことを意味している。

図2の乱点織は、類似するテクスチャによるクラスタに基づいて、以下のように分割される。

クラスタ(1) : 1990年1月~1992年12月

クラスタ(2) : 1993年1月~1996年12月

クラスタ(3) : 1997年1月~1999年12月

本論文のモノクローム画像では、反復する綾模様の微かな違いによって、クラスタを識別することができる。ただし、クラスタ(1)とクラスタ(2)の間の境界は、クラスタ(2)とクラスタ(3)の間の境界よりも曖昧である。本来のカラー画像では、クラスタ(3)、クラスタ(1)、クラスタ(2)の順に、より多くの黄、緑、青の画素が混ざっており、やは

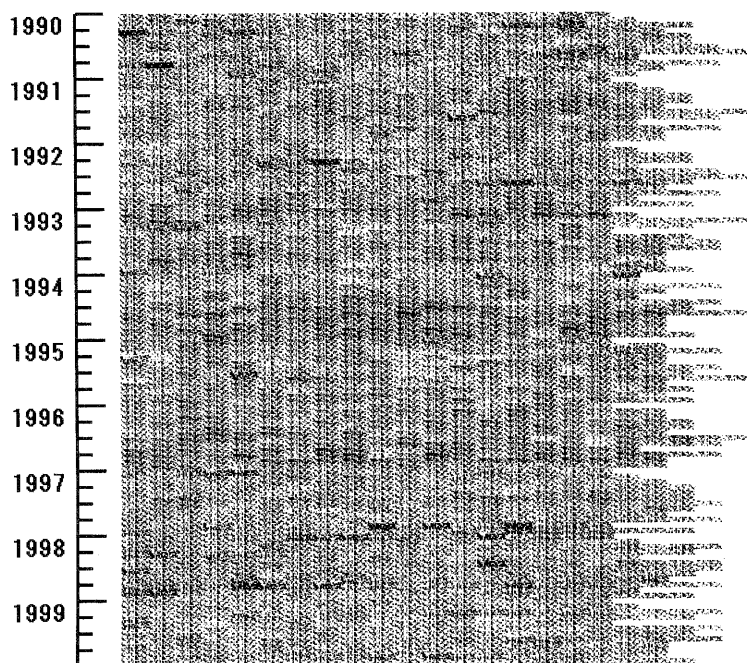


図2: 株式ポートフォリオのマイクロ特性を可視化する乱点織の例

	第1取引日	第2取引日	第3取引日	
1990年 1月	乱点図 ₁₁	乱点図 ₁₂	乱点図 ₁₃	...
1990年 2月	乱点図 ₂₁	乱点図 ₂₂	乱点図 ₂₃	...
1990年 3月	乱点図 ₃₁	乱点図 ₃₂	乱点図 ₃₃	...
⋮	⋮	⋮	⋮	...
⋮	⋮	⋮	⋮	...
1999年12月	⋮	⋮	⋮	...

図3: 乱点織における乱点図の配置

り、クラスタ(1)とクラスタ(2)の間の境界が曖昧である。

クラスタ間の境界に位置する衝撃は、ポートフォリオの特性を大きく変化させるので、各クラスタは、特性の異なる別々のポートフォリオであるとみなすことができる。したがって、たとえば、図2の例のポートフォリオについて、1999年12月末の時点で、近い将来の価格変動を予測する場合には、1999年12月末を含むクラスタ(3)が開始する1997年1月からの価格変動を分析の対象とすることができる。それ以前に溯って分析すると、予

測する時点での価格変動の特性と乖離してしまうおそれがあることに留意する必要がある。

4. 適用事例

投資信託に組み入れられた株式銘柄の組である株式ポートフォリオにおける、長期的な価格変動のマクロ特性とマイクロ特性の関係に基づいて、株式ポートフォリオを分類する。

各ポートフォリオは、業種別インデックス型の投資信託に組み入れられている銘柄から構成されている。業種別インデックス型とは、証券投資信託協会による分類であり、国内の各業種に属する銘柄の組に投資することによって、当該業種の株価指数と連動するように運用されるものである。ここでは、①医薬品、②機械、③金融、④公益、⑤自動車、⑥商社、⑦石油・非鉄、⑧繊維、⑨電機・精密を対象にした。各ポートフォリオを構成する銘柄の一覧を付録に示す。これらのポートフォリオは、元来、業種別インデックス型という同

表1: 株式ポートフォリオのマクロ特性

業種	変動率の平均	変動率の標準偏差
医薬品	-0.050	0.135
機械	-0.009	0.254
金融	-0.037	0.240
公益	-0.045	0.221
自動車	-0.034	0.183
商社	0.001	0.268
石油・非鉄	-0.125	0.160
繊維	-0.092	0.132
電機・精密	0.111	0.411

一のグループに属しているので、類似した特性を有する。したがって、ここでは、特性の類似したものを、さらに細かく分類することを試みる。

各ポートフォリオのマクロ特性を表1に示す。これは、ポートフォリオを構成する全銘柄の価格の合計について、1990年～1999年における年次変動率の平均と標準偏差を計算したものである。

各ポートフォリオのミクロ特性は、1990年～1999年を範囲とする乱点織によって可視化する。医薬品と電機・精密についての乱点織を図4と図5に示す。本論文のモノクローム画像でも、図4と図5の乱点織の綾模様には、かなり明確な違いが認められる。これは、図5の乱点織には、図4の乱点織に比べて、多くの黄、緑、青の画素が混ざっているためである。すなわち、電機・精密は、医薬品よりも、ミクロ的に不安定であるといえる。ただし、乱点織を分割する綾模様のクラスタについては、両者とも、境界が明瞭でない。

表2は、マクロ的な安定性とミクロ的な安定性という観点からポートフォリオを分類したものである。分類の結果は、グループ間の境界の設定に依存する。マクロ的な安定性については、年次変

動率の標準偏差が0.15以下を安定であるとし、0.3以上を不安定であるとしている。また、ミクロ的な安定性については、乱点織の綾模様から受ける視覚的印象に基づいて境界を設定している。

ほとんどのポートフォリオが、表の左上から右下への対角線上に位置するAとEとIに分類されることから、マクロ的な安定性とミクロ的な安定性の間には、「ミクロ的に安定（不安定）であるならば、マクロ的にも安定（不安定）である」という関係が成り立つと考えられる。その場合、Bの公益とDの繊維は、例外ということになる。

マクロ的な安定性は、パフォーマンス評価の対象とする期間に応じて、かなり変化する可能性がある。厳密には、たとえば、1990年～1999年、1991年～1999年、1992年～1999年、…の各々を対象にして、年次変動率の標準偏差を計算し、その結果を総合的に判断して、評価する必要がある。一方、ミクロ的な安定性は、1990年～1999年を範囲とする1枚の乱点織のみに基づいて、評価することができる。したがって、マクロ的な安定性とミクロ的な安定性の間に、上記の関係が成り立つと仮定すると、マクロ的な安定性を評価する際に、乱点織から導かれたミクロ的な安定性を参考にすることができる。

Iに属する電機・精密は、マクロ的にもミクロ的にも不安定であるが、年次変動率の平均も大きい。このとき、乱点織には、他の業種には見られない、特徴的な綾模様が現れている。すなわち、クラスタ間の境界がはっきりしないほど、全面にわたって、黄、緑、青が強く現れている。そこで、このような特徴が乱点織に認められるポートフォリオは、年次変動率の平均と標準偏差が大きい、

表2: 株式ポートフォリオの分類

マクロ ミクロ	安定		やや不安定		不安定	
安定	A	医薬品	B	公益	C	
やや不安定	D	繊維	E	機械、金融、自動車、 商社、石油・非鉄	F	
不安定	G		H		I	電機・精密

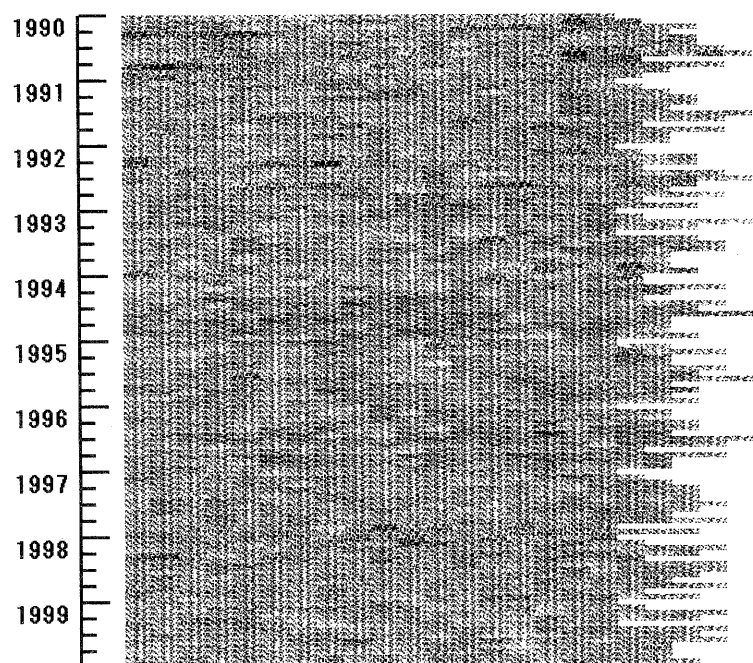


図4: 医薬品関連ポートフォリオのマイクロ特性を可視化する乱点織

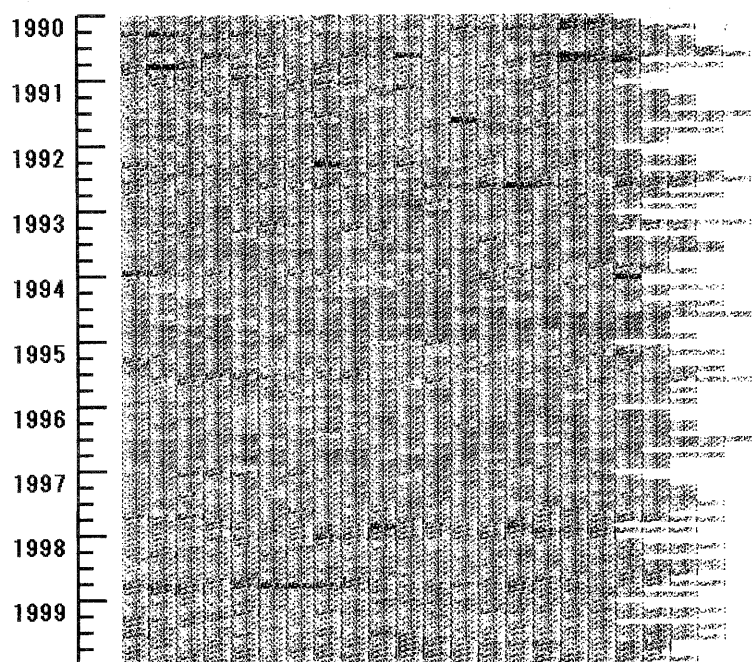


図5: 電機・精密関連ポートフォリオのマイクロ特性を可視化する乱点織

という形に一般化できる可能性がある。このような一般化は、いわゆるハイリスク・ハイリターン
のポートフォリオを識別する上で有意義である。
しかし、現時点では、電機・精密だけにしか、こ
の特徴が認められないので、一般化は難しい。

5. 関連研究

自己組織化マップを用いて、投資信託を分類した事例が報告されている²⁾。自己組織化マップは、教師なし学習を行うニューラルネットワークであり、入力したデータを構造化したものを視覚的なパターンとして出力する。この事例では、本研究と同様に、類似する投資信託のグループ（国際債券、中小企業株式、新興市場株式など）の中での分類を試みている。入力される各投資信託は、パフォーマンス、格付け、運用期間などの変量によって特徴付けられているが、株式銘柄などの構成要素の集合としては扱われていない。また、出力されるパターンは、投資信託の分類を表すものであり、各投資信託の特性を可視化するものではない。これらが、本研究と大きく異なる点である。

クラスタ分析を用いて、投資信託を分類した事例が報告されている³⁾。この事例では、上記の自己組織化マップによる事例や本研究と異なり、類似する投資信託のグループの中を、さらに細かく分類することではなくて、類似する投資信託のグループを発見することを目的としている。結果として、1742個の投資信託を、各々の月次収益率から算出した投資信託間のユークリッド距離に基づいて、40個のグループに分類した。これによって、証券投資信託協会による分類が、必ずしも投資信託の特性の実態を反映していないこと、さらに、異なるグループに属する投資信託を組み合わせで運用することによって、リスクが軽減されること、などが確認されたとしている。

6. おわりに

株式ポートフォリオの長期的な価格変動の特性を把握するために、ポートフォリオを構成する全銘柄の価格の合計を対象として、その年次変動率の平均と標準偏差に着目するマクロ特性と、ポー

トフォリオを構成する各銘柄の価格を対象として、その日次変動率の分布の時系列に着目するマイクロ特性を導入した。これらの特性に基づいて、株式ポートフォリオを分類できることを示した。このとき、度数分布の時系列を可視化する手法である攪拌凝縮法を用いて、マイクロ特性を可視化した。

今後の課題は、マクロ特性とマイクロ特性の間の関係を、より詳細に解明することである。これによって、日次に把握されるマイクロ特性の変化から、数年後のマクロ特性の変化を予測することが可能になるかもしれない。また、現時点での分類の結果が、将来、どのように変化するかを追跡していくことも、重要であると考えている。たとえば、「ある特定のグループに属するポートフォリオは、ある特定のグループに移行する傾向がある」ということが確認されれば、ポートフォリオを運用する上で有意義である。

参考文献

- 1) 安達智彦: 投資信託の見わけ方, 筑摩書房 (1998).
- 2) Deboeck, G.J.: Picking Mutual Funds with Self-Organizing Maps, in Deboeck, G.J. and Kohonen, T.K. (ed.): Visual Explorations in Finance with Self-Organizing Maps, Springer (1998). 徳高平蔵, 田中雅博(監訳): 金融・経済問題における可視化情報探索, シュプリンガー・フェアラーク東京.
- 3) 林康史(編著): はじめてのテクニカル分析, 日本経済新聞社 (1997).
- 4) 金子隆芳: 色の科学, 朝倉書店 (1995).
- 5) 日本証券アナリスト協会(編), 榊原茂樹, 青山護, 浅野幸弘(著): 証券投資論 [第3版], 日本経済新聞社 (1998).
- 6) 大橋一裕, 岡本訓幸: 投資信託のパフォーマンス特性分析, 日本オペレーションズ・リサーチ学会1999年度秋季研究発表会, 2-F-1 (1999).
- 7) 斉藤康彦: 多変量データ系列における規則性を発見するための可視化手法, 情報処理学会論文誌: データベース, Vol.40, No.SIG6(TOD3),

pp.1-11 (1999).

- 8) 斉藤康彦: 攪拌凝縮法の株式ポートフォリオ管理への応用, 情報処理学会第59回全国大会, 1Y-07 (1999).
- 9) Sherden, W.A.: The Fortune Sellers, Wiley (1998). 森孝恵(訳): 予測ビジネスで儲ける人びと, ダイアモンド社
- 10) 渡部敏明: 日本の株式市場におけるボラティリティの変動, 三菱経済研究所 (1997).

付録

本論文の適用事例で対象とした, 業種別の株式ポートフォリオを構成する銘柄を示す.

医薬品 (31銘柄)

三共, 武田薬品工業, 山之内製薬, 第一製薬, 大日本製薬, 塩野義製薬, 田辺製薬, 吉富製薬, 藤沢薬品工業, わかもと製薬, 帝国臓器製薬, 萬有製薬, 日本新薬, 富山化学, 中外製薬, 科研製薬, エーザイ, ロート製薬, 小野薬品工業, 日研化学, 久光製薬, 持田製薬, 大正製薬, 参天製薬, エスエス製薬, 扶桑薬品工業, 日ケミファ, テルモ, 富士レビオ, 北陸製薬, キッセイ薬品工業

機械 (33銘柄)

東洋エン지니어リング, 千代田化工建設, 日本製鋼所, 新潟鐵工所, タクマ, オークマ, アマダ, 牧野フライス製作所, 豊田工機, SMC, コマツ, 住友重機械工業, 日立建機, 井関農機, 北川鉄工所, クボタ, 小森コーポレーション, 荏原, ダイキン工業, トーヨーカネツ, 栗田工業, 椿本チエイン, ダイフク, フジテック, サンデン, プラザー工業, 日本精工, NTN, 光洋精工, 不二越, ミネベア, ゼクセル, 豊田自動織機製作所

金融 (49銘柄)

日本興業銀行, 第一勧業銀行, さくら銀行, 東京三菱銀行, 富士銀行, 住友銀行, 三和銀行, 東海銀行, あさひ銀行, 福岡銀行, 千葉銀行, 横浜銀行, 常陽銀行, 群馬銀行, 足利銀行, 七十七銀行, 東邦銀行, 静岡銀行, 北陸銀行, 八十二銀行, 山梨中央銀行, 紀陽銀行, 山口銀行, 三井信託銀行, 三菱信託銀行, 安田信託銀行, 東洋信託銀行, 京葉銀行, 日興証券, 野村証券, 新日本証券, 勧角証券, 和光証券, 国際証券, 東京海上火災保険, 三井海上火災保険, 住友海上火災保険, 日本火災海上保険, 安田火災海上保険, 日産火災海上保険, 日動火災海上保険, 大東京火災海上保険, クレディセゾン, 日本証券金融, 日本信販, ジャックス, オリエントコーポレーション, 日立クレジット, オリックス

公益 (24銘柄)

東京電力, 中部電力, 関西電力, 中国電力, 北陸電力, 東北電力, 四国電力, 九州電力, 北海道電力, 東京ガス, 大

阪ガス, 東邦ガス, 日本通運, ヤマト運輸, 山九, 福山通運, 西濃運輸, 日本郵船, 大阪商船三井船舶, 川崎汽船, 日本航空, 全日本空輸, KDD, TBS

自動車 (23銘柄)

横浜ゴム, 東洋ゴム工業, ブリヂストン, 住友ゴム工業, 日本車輛製造, 東急車輛製造, 日産自動車, いすゞ自動車, トヨタ自動車, 日野自動車, 日産ディーゼル工業, 三菱自動車工業, 新明和工業, トビー工業, NOK, カヤバ工業, アイシン精機, マツダ, ダイハツ工業, 本田技研工業, スズキ, 富士重工業, ヤマハ発動機

商社 (20銘柄)

オンワード樺山, 東京スタイル, ユニ・チャーム, 伊藤忠商事, 丸紅, トーメン, ニチメン, 兼松, 三井物産, 東京エレクトロン, 日製産業, 住友商事, 三菱商事, キヤノン販売, 日商岩井, 阪和興業, 岩谷産業, シナネン, サンリオ, 三信電気

石油・非鉄 (31銘柄)

三井鉱山, 帝国石油, アラビア石油, 日本石油, 昭和シェル石油, 東燃, 興亜石油, コスモ石油, ゼネラル石油, 日本軽金属, 三井金属, 東邦亜鉛, 三菱マテリアル, 住友金属鉱山, 同和鉱業, 古河機械金属, 昭和アルミニウム, 住友軽金属工業, 古河電気工業, 住友電気工業, フジクラ, 三菱電線工業, 昭和電線電纜, 日立電線, 東洋製罐, 三和シャッター工業, 文化シャッター, 三協アルミニウム工業, トステム, 東京製綱, ニッパツ

繊維 (28銘柄)

グンゼ, 東洋紡, 鐘紡, ユニチカ, 日清紡, クラボウ, 日東紡, 日本毛織, 帝人, 東レ, 三菱レイヨン, クラレ, サカイオーベックス, 厚木ナイロン工業, ワコール, 王子製紙, 日本製紙, 三菱製紙, 北越製紙, 大昭和製紙, レンゴー, トーモク, 凸版印刷, 大日本印刷, ヤマハ, パンダイ, タカラスタンダード, ココ

電機・精密 (76銘柄)

マキタ, リコー, イビデン, 日立製作所, 東芝, 三菱電機, 富士電機, 安川電機, 明電舎, 日立工機, 東芝テック, マブチモーター, NEC, 富士通, 沖電気工業, 日通工, 電気興業, サンケン電気, 東洋通信機, 田村電機製作所, 日本無線, 松下電器産業, シャープ, アンリツ, 富士通ゼネラル, 国際電気, ソニー, トーキン, アイワ, TDK, 三洋電機, ケンウッド, ミツミ電機, アルプス電気, パイオニア, 松下通信工業, 九州松下電器, 松下寿電子工業, 日本ビクター, クラリオン, 東光, ティアック, ヒロセ電機, 日立マクセル, ユニデン, アルパイン, 横河電機, 山武, アドバンテスト, キーエンス, スタンレー電気, ウシオ電機, 日本電池, YUASA, カシオ計算機, 日本NCR, ファナック, 新光電気工業, 京セラ, 太陽誘電, 双葉電子工業, 日東電工, 松下電工, ニチコン, 日本ケミコン, KOA, 大日本スクリーン製造, キヤノン, 三協精機製作所, デンソー, 島津製作所, ニコン, オリンパス光学工業, HOYA, ミノルタ, シチズン時計