

インターネットに公開される株価情報を利用した
データベースの開発とその活用
－平均分散モデルと資本資産価格モデルへの応用－

中西 真悟

工学部 技術マネジメント学科

(2010年5月31日受理)

Development of Local Database for Obtainable Data of Stock Prices from Website and Its
Applications of Mean Variance Model and Capital Asset Pricing Model

by

Shingo NAKANISHI

Department of Technology Management, Faculty of Engineering

(Manuscript received May 31, 2010)

インターネットに公開される株価情報を利用した
データベースの開発とその活用
－平均分散モデルと資本資産価格モデルへの応用－*

中西 真悟**

工学部 技術マネジメント学科

(2010年5月31日受理)

Development of Local Database for Obtainable Data of Stock Prices from Website and Its
Applications of Mean Variance Model and Capital Asset Pricing Model

by

Shingo NAKANISHI

Department of Technology Management, Faculty of Engineering

(Manuscript received May 31, 2010)

Abstract

This study deals with a local database that is developed using Microsoft Office Access 2007 for the obtainable data of stock prices downloaded from website. This automatic downloading system made by SQL and Visual Basic Script is used efficiently for several financial calculations. After downloading it is possible to confirm that the characteristic values are obtained rapidly, precisely and easily connected with Microsoft Office Excel 2007 throughout the data link function. By using Excel Matrices Function and Solver, calculations can be solved and mapped for a mean variance model both with and without considering the short position. In the same way, indices like Alpha and Beta for the capital asset pricing model are calculated. Furthermore, several tendencies of weighted investment proportions are shown visually in the mean variance model with short position.

キーワード： インターネット, データベース開発, 情報教育, 自動ダウンロード, 株価情報, 平均分散モデル,
資本資産価格モデル

Keyword : Website, Database Development, Computer Literacy, Automatic Downloading, Data of Stock
Prices, Mean Variance Model, Capital Asset Pricing Model

* 日本経営工学会平成22年度春季大会で発表 (2010年5月16日, 日本大学)

** 大阪工業大学 工学部 技術マネジメント学科

1. 緒言

現在はインターネット上に様々なデータベースが公開されている¹⁾。たとえば、Yahoo!ファイナンス等のウェブサイトには膨大な株価情報データが掲示されている²⁾。したがって、経済分析を含む社会システムの数値実験についてデータ分析が容易に行える環境が整っており¹⁾、専門機関だけではなくエンドユーザでも工夫次第でホームユースのMicrosoft Office Excel 2007（以下Excelと呼ぶ）を活用すれば実施可能といえる^{3)~10)}。小規模のデータ分析にはExcelのWebクエリを使用するか、もしくはコピー・アンド・ペーストによるデータ収集が良いが、大規模なデータ収集とその分析には、株価情報データのダウンロードによるローカルデータベース構築が必要であり、多くの研究や実務書でもこれに関する取扱いを試みた文献は少ないようである³⁾。

そこで、本研究ではファイナンスの教育効果を目的に、まず、インターネット上に公開されている株価情報データをMicrosoft Office Access 2007（以下Accessと呼ぶ）にダウンロードし、その分析に必要なファイナンスの基礎情報をローカルデータベース上での操作により実施することを提案する。事例として無リスク資産に国債長期金利¹¹⁾を、株価情報が公開されているウェブサイトの一つであるYahoo!ファイナンスからローカルデータベースにダウンロードするシステムを活用して、Accessでの基礎情報をもとにExcelとのデータ接続を用いて平均分散モデルの視覚化や資本資産価格モデルの指標を容易に算出^{4)~8)}できることを示している。また、株式分割の演算を実施したダウンロードとデータベースでの演算に不整合がないかを調べるために、日経ヴェリタス2010年1月10日号の掲載データ¹²⁾の株価上昇倍率の上位95社を利用して開発したシステムの妥当性を検証している。さらに、その結果得られた平均分散モデルの空売りのある場合の投資比率をExcelのグラフ機能により視覚化し、その傾向についても考察を試みている。

2. Accessによるインターネットに公開される株価情報データダウンロードとデータベースの活用

2.1 データ収集の現状と本研究の着眼点

株価情報データの日次、週次、もしくは月次の時系列データについて事例としてYahoo!ファイナンスからダウンロードするため、Excelを活用するとWebクエリを用いて容易に各設定期間のデータを50個ごとにブロックしてYahoo!ファイナンスからコピーすることができる。学生との演習や卒研を通じて、初期の演習では株価騰落率の特性値の理解のためのデータ収集はこの方法が視覚的で良いと考えられる。しかし、分散投資の効果が理解できると、どの銘柄選好（以下、銘柄は証券と呼ぶ）が望ましいか、どの位の数の証券を分散投資に用いるとポートフォリオの分散のリスク低減効果があるかが次のステップとして興味の対象となる。そこで、数ある文献とインターネット上で検索を試みたが、無償でこのような情報を掲載する文献やサイトはあまり見られないようである。しかし、ここ数年の間にExcelを用いた井領の「新・Excel VBAで極めるシステムトレード」³⁾をはじめ、株価情報データをエンドユーザがExcel上にVBA（Visual Basic for Application）を用いた簡易な方法で活用できることを示している。そこで、上記の分散投資のための複数証券のデータ収集のためにこの方法を用いるためには、Excelではワークシートでのデータ整理に問題があるので、ホームユースでかつExcelと親和性の高いAccessを利用することを試みている。

すなわち、Accessに東京証券取引所に上場される主な公表される全証券の全時系列データをダウンロードすることが可能であり、Excelのグラフ機能との連携でこれまで視覚化されなかった分散投資効果のリスク低減の傾向を表示することが可能となる。また、得られた長期間における複数証券の株価情報を用いた数値計算をAccessで容易に実施できることから東京証券取引所に上場される全証券を対

象に資本資産価格モデルの指標の計算後にアルファやベータの大きさについて抽出やソートを実施するなど、インターネットのウェブサイトに掲載されている大量の株価情報データを活用できるので、ファイナンスの学習コンテンツとしても有効である。

そこで、次節以降においてAccessに株価情報データのダウンロードを実施する方法とそのデータベース活用による効果について解説する。

2.2 株価情報データダウンロードとデータ挿入の方法

井領の「新・Excel VBAで極めるシステムトレード」³⁾では、Excel VBAにVBScript (Visual Basic Script) 中の正規表現に関するRegExpオブジェクト¹³⁾を用いた株価ダウンロードの方法を解説している。この方法はWebクエリ機能をExcel VBAで直接操作するよりも実行時間が3倍速いとのことである。したがって、大量のデータダウンロードではその効果が期待できる。

そこで、井領のシステムはExcelのワークシートにダウンロードを標準とすることから、本研究で用いるAccessのインタフェイスとの相違点もあり、そのソースコードを参考にして、東証株価の上場証券のうち、井領の文献で紹介する提示証券に若干加えて2151社と日経平均株価およびTOPIXの月次株価データをダウンロードするインタフェイスを図-1に示すように作成している。

また、Accessのデータベースへのデータの挿入には、副プログラムとしてSQLを用いてVBAで操作し、ADO (Microsoft ActiveX Data Objects) の採用ではなくDAO (Data Access Object) によるデータアクセスの方法で実行速度の向上を考慮している¹⁵⁾。特記すべき点として、このデータアクセスはAccessに特化したものであり、他のデータベースにはアクセスはできない不利な点もあるが、本研究ではAccessを教育環境に使用することを想定してDAOを活用したデータベースとしてシステム開発を実施している。さらに、株式分割について分割

数による遡及効果を考慮して入力するように改良を試みている。しかしながら、厳密な意味での株価情報の収益率を求める基本式¹⁴⁾

$$\text{収益率} = \text{キャピタルゲイン} + \text{インカムゲイン} \quad (1)$$

すなわち

$$\tilde{R}_{i,t} = \frac{\tilde{P}_{i,t} - P_{i,t-1}}{P_{i,t-1}} + \frac{\tilde{D}_{i,t}}{P_{i,t-1}} \quad (2)$$

$\tilde{R}_{i,t}$: 証券*i*の*t*期における収益率

$\tilde{P}_{i,t}$: 証券*i*の*t*期における株価

$P_{i,t-1}$: 証券*i*の*t*-1期における株価

$\tilde{D}_{i,t}$: 証券*i*の*t*期における配当額

には、有償の増資などの条件等も考慮する必要があり、今回のデータには配当やこれらの条件が欠落した中でのデータ分析となることも付記しなければならない。したがって、本研究で実施するデータ分析では加工されたデータを用いて疑似のキャピタルゲインの分析的な側面を有している。

さらに、細かな設定では、データの入力設定期間の日付の上下限やデータの取込み倍数の制限などユーザビリティを改善するために、井領のコード³⁾の改良を行っている。図-1では実際にシステムのインタフェイスを掲載し、2151社と日経平均株価、TOPIXのすべての証券の株価情報を月次でダウンロード中の様子を表示している。たとえば、図-1で示される期間の月次データダウンロードとデータ挿入では、100BASE-TXのネットワーク接続環境において約20分で実施が可能である。

このデータ挿入では、証券番号と日時を複合主キーとする図-2に示す「T_全銘柄時系列データ」のテーブルに、2151社と日経平均株価、TOPIXのすべての株価情報をダウンロードしている。実際には、Yahoo!ファイナンスの掲載期間の最初のデータである1983年1月から日次ベースでは、Accessのデータ保存容量の上限を超えるので、行うことが

できないが、月次ベースであるときには、データ挿入が可能であり、月次ベースのデータ分析に役立つデータの入手が可能である。

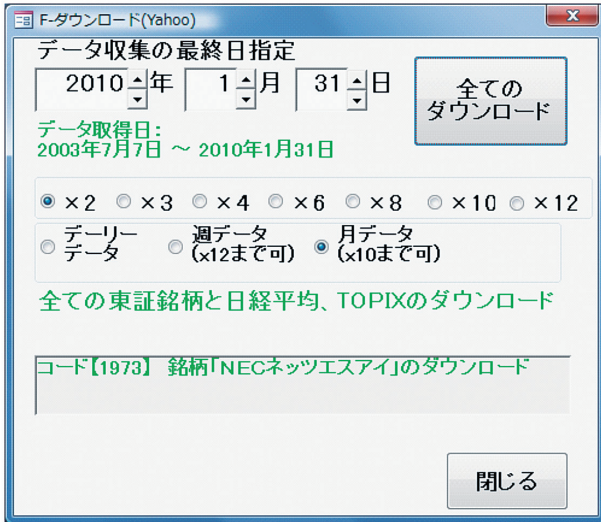


図-1 Yahoo!ファイナンスの株価情報データのダウンロードフォーム

Fig. 1 Dialog form for data of stock prices downloading from Yahoo! Finance

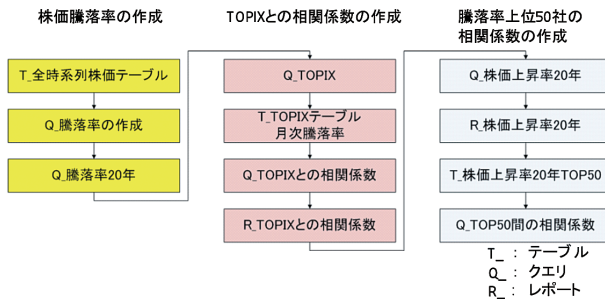


図-2 データベース操作の概略図

Fig. 2 Concept diagram for using database

この期間のデータのダウンロードとデータ挿入には上記と同じネットワークに接続の場合、約2時間30分で完了することができ、株価情報に関する長期間のデータ分析実施についてその効果が期待できる。

2.3 株価騰落率とデータベース操作による基礎情報の作成

株価情報データのデータ収集が完了した後、本研究では図-2に示すデータベース操作にAccessを用

いて実施している。

まず、図-2の左側の列では、2.2において収集した株価情報データを基に、データベース操作により基準となる今日日時と前月日時の自己結合により、株価騰落率を下記の対数式として生成している。すなわち

$$\tilde{R}_{i,t} = \ln \frac{\tilde{P}_{i,t}}{P_{i,t-1}} \quad (3)$$

である。この式(3)を用いると、式(2)により期待収益率を計算するときを生ずる危険性のある元本割れを正しく評価でき、その符号の不整合を回避できるため、月次ベースの株価の増減を効果的に期待収益率として算出することができる。また、後ほど検証する日経ヴェリタスの株価上昇率とも月次ベースで合致するため、本研究での株価騰落率はデータベース操作において式(3)により算出する。その検証期間となる1990年1月から2009年12月までの20年間、すなわち240ヵ月のデータについて株価騰落率を平均分散モデルの視覚化の際に用いている。このとき、必要な統計量である証券間の株価騰落率の共分散がデータベースに標準関数として存在しないので

$$\sigma_{i,j} = E(\tilde{R}_i \tilde{R}_j) - E(\tilde{R}_i)E(\tilde{R}_j) \quad (4)$$

として算出して活用している。

次に、図-2の中央列のようにTOPIXの騰落率を生成し、これに対応するすべての証券の相関係数を求めている。このデータと国債長期金利を無リスク資産として用いて資本資産価格モデル(CAPM)に活用している¹⁰⁾。無リスク資産には、本来であれば短期安全資産の金利の利用が望ましいとされているが、流動性と金利の期間構造から情報を織り込み済みと判断し、長期の運用資産効果の対比のために2009年12月末の国債長期金利¹¹⁾である年利回り1.285%を月次に調整して使用している。

さらに、図-2の右側列のように平均分散モデル⁴⁾

である。ここに、 $\mathbf{0}$ は0だけを要素とする $n \times 1$ のベクトルである。これらの等号より、最適ポートフォリオのウェイトは次のように求まる。すなわち

$$\begin{aligned} \mathbf{w} &= (\mathbf{V}^{-1}\mathbf{e} \quad \mathbf{V}^{-1}\mathbf{1})\mathbf{M}^{-1}\begin{pmatrix} \tilde{m} \\ 1 \end{pmatrix}, \\ \mathbf{M} &= \begin{pmatrix} \mathbf{e}^T\mathbf{V}^{-1}\mathbf{e} & \mathbf{e}^T\mathbf{V}^{-1}\mathbf{1} \\ \mathbf{e}^T\mathbf{V}^{-1}\mathbf{1} & \mathbf{1}^T\mathbf{V}^{-1}\mathbf{1} \end{pmatrix}, \\ \mathbf{w}^T\mathbf{V}\mathbf{w} &= (\tilde{m} \quad 1)\mathbf{M}^{-1}\begin{pmatrix} \tilde{m} \\ 1 \end{pmatrix} \end{aligned} \quad (13)$$

として求められる¹⁶⁾。この解法は、Excelの行列関数を用いて演算すれば求まるので^{4)~7)}、その結果を用いてVBAにより効率的フロンティアとその下の部分の描画を実施する。

4. 資本資産価格モデル (CAPM) の導出

4.1 資本市場線 (CML) とシャープレシオ

無リスク資産を考慮した効率的フロンティアとなる資本市場線は下式として定義できる⁹⁾。すなわち

$$E[\tilde{R}_p] = R_f + \left(\frac{E[\tilde{R}_M] - R_f}{\sigma_M} \right) \cdot \sigma_p \quad (14)$$

$E[\tilde{R}_p] = \mathbf{w}^T\mathbf{e}$: ポートフォリオの期待リターン

$\sigma_p = \sqrt{\mathbf{w}^T\mathbf{V}\mathbf{w}}$: ポートフォリオの標準偏差

$E[\tilde{R}_M]$: マーケットインデックスの期待リターン

σ_M : マーケットインデックスの標準偏差

R_f : 無リスク資産の収益率

である⁹⁾。この式の意味は、「期待リターン=無リスク利率+リスクの市場価格×リスク量」としてとらえることができる。そのため、リスクの市場価格であるシャープレシオ θ は

$$\begin{aligned} \max \theta &= \frac{E[\tilde{R}_p] - R_f}{\sigma_p} \\ \text{s.t. } &\mathbf{w}^T\mathbf{1} = 1 \end{aligned} \quad (15)$$

を探索して資本市場線 (CML) を活用することができる⁹⁾。また、本研究ではポートフォリオを作成する前に個別証券のシャープレシオについても、5章で示す数値例では式 (15) の右辺を活用して求めており、3章で取扱った平均分散モデルの効率的フロンティアとその下の部分の描画に利用している。

4.2 証券市場線 (SML) とマーケット・モデル (シングル・ファクタ・モデル)

均衡状態における任意の個別証券 i の均衡価格について

$$E[\tilde{R}_i] = R_f + E[\tilde{R}_M - R_f] \cdot \frac{\sigma_{i,M}}{\sigma_M} = R_f + \beta_i E[\tilde{R}_M - R_f] \quad (16)$$

と定義される⁹⁾。このとき、リスク量として見積もるベータ β_i は

$$\beta_i = \frac{\sigma_{i,M}}{\sigma_M} \quad (17)$$

として算出できる⁹⁾。これは、マーケットポートフォリオの超過リターンを回帰方程式として

$$\tilde{R}_i - R_f = \alpha_i + \beta_i(\tilde{R}_M - R_f) + \tilde{\epsilon}_i \quad (18)$$

\tilde{R}_i : 証券 i のリターン

α_i : マーケット・インデックスに依存しないリターンの期待値

β_i : マーケット・インデックスの収益率に対する感応度

を立てて回帰分析することによって、アルファ α_i とベータ β_i を推定するとき、証券 i の期待リターンは

$$E[\tilde{R}_i] - R_f = \alpha_i + \beta_i(E[\tilde{R}_M] - R_f) \quad (19)$$

と算出できる⁹⁾。このときのアルファ α_i とベータ β_i をデータベース操作により表示する方法を容易に実施できる。また、個別証券のベータをベクトルとして表わすとき

$$\mathbf{b} = \{\beta_1, \dots, \beta_n\}^T \quad (20)$$

を用いて、TOPIXや日経平均のようなマーケットインデックスではなく、証券のみで作成される効率的フロンティアとCMLとの接点であるマーケットポートフォリオを選択し、その最適投資比率であるウェイトベクトル \mathbf{w} からそのベータは

$$\beta_p = \mathbf{w}^T \mathbf{b} = 1 \quad (21)$$

となる関係が確立し、ポートフォリオの期待収益率が市場平均ポートフォリオと一致するので¹⁷⁾、Excelにデータ接続して確認することができる。

5. 数値計算と考察

5.1 資本資産価格モデルの指標の算出

本研究で開発したシステムを用いると日経ヴェリタス2010年1月10日号掲載の1990年1月から2009年12月までの20年間の騰落率の上位50社¹²⁾のうち、Yahoo!ファイナンスに20年間分のデータがないものとして18社が存在することが分かった。これら18社を取り除き、その不足分の証券をローカルデータベースから抽出して、期待収益率と標準偏差を示したものが表-1である。本研究で作成したAccessのデータベースにより検索した月次騰落率上位50社には、日経ヴェリタスでは68位までの証券が整合しており、月次騰落率を補正して20年間の資産上昇倍率に直すと期待収益率はほぼ一致する。すなわち

$$\text{資産上昇倍率} = (1 + \text{期待収益率}/12)^{12 \times 20} \quad (22)$$

として計算する。このとき、ファイナンスの教育効

果の一つとして、実際のデータから月次ベースの小さな期待収益率が複利計算による資産上昇倍率の大きさに影響することを学習することができる。また、日経ヴェリタスには記載されていなかった標準偏差や共分散の算出により次節の平均分散モデルの視覚化や本節の指標計算が可能となる。

表-1 騰落率上位50社の期待収益率と標準偏差
 Table 1 Expected returns and these standard deviations about top 50 fluctuations of monthly data of stock prices

順位	証券コード	期待収益率	標準偏差	順位	証券コード	期待収益率	標準偏差
1	4530	0.00634	0.0920	26	6367	0.00222	0.0989
2	6861	0.00537	0.0959	27	7739	0.00213	0.1024
3	8113	0.00528	0.0886	28	6923	0.00211	0.1041
4	8227	0.00512	0.1103	29	4502	0.00209	0.0670
5	7267	0.00510	0.0858	30	6273	0.00207	0.0938
6	7741	0.00495	0.0877	31	6988	0.00199	0.1095
7	7751	0.00485	0.0786	32	7251	0.00186	0.1077
8	4063	0.00467	0.0875	33	7259	0.00178	0.0914
9	4543	0.00450	0.0905	34	6971	0.00173	0.1087
10	4062	0.00450	0.1193	35	6857	0.00163	0.1349
11	6967	0.00408	0.1373	36	4452	0.00146	0.0595
12	6963	0.00387	0.1114	37	6767	0.00142	0.1392
13	8035	0.00358	0.1276	38	6301	0.00141	0.0999
14	7915	0.00349	0.1098	39	5444	0.00139	0.1138
15	7269	0.00348	0.0875	40	6995	0.00129	0.1028
16	6981	0.00339	0.1019	41	7756	0.00126	0.1350
17	6794	0.00315	0.1380	42	4185	0.00123	0.1083
18	6806	0.00289	0.0918	43	9735	0.00120	0.0764
19	7974	0.00288	0.1001	44	7221	0.00111	0.0767
20	7309	0.00281	0.0979	45	6586	0.00096	0.0961
21	7733	0.00279	0.0954	46	6902	0.00086	0.0765
22	6370	0.00264	0.1053	47	5214	0.00085	0.1168
23	7203	0.00256	0.0722	48	7731	0.00082	0.1342
24	4523	0.00255	0.0847	49	4021	0.00082	0.1114
25	5947	0.00230	0.0817	50	6363	0.00080	0.1033

次に、表-1に示す証券についてTOPIXとの資本資産価格モデルを作成して、そのうちのアルファの降順に上位20社を表-2に示している。実際には、もう少し短期のパフォーマンスを調べるために期間を短く設定するようであるが、本論文ではその一例として期間を2005年1月から2009年12月までの5年間とした。表-2には、表-1に掲載の証券のうち、アルファの降順に上位20社のみの掲載ではあるが、

Accessによるデータベースではこの期間に1885社の証券と日経平均、TOPIX自身を合わせた1887証券の計算をほとんどストレスなく算出できるので、アルファの大きさによるソートだけではなく、ベータの大小のソートを実施した演習も可能である。このため、実際のデータからベータのリスク感応度やアルファの大きさの意味などを理解することにも活用できる。

表-2 資本資産価格モデルの指標算出例
Table 2 Alpha and Beta for Captial asset pricing model

順位	証券コード	アルファ	ベータ	期待収益率	標準偏差
1	6794	0.0280	1.7068	0.0204	0.1686
2	6363	0.0257	0.9577	0.0220	0.1084
3	6301	0.0241	1.7046	0.0165	0.1190
4	7915	0.0212	0.5801	0.0194	0.1437
5	5444	0.0200	1.4284	0.0139	0.1071
6	6370	0.0151	0.9746	0.0113	0.0985
7	4062	0.0148	1.4761	0.0085	0.1326
8	4543	0.0144	0.7305	0.0118	0.0833
9	6767	0.0142	1.9199	0.0055	0.1602
10	4021	0.0141	1.3713	0.0082	0.1076
11	6586	0.0140	1.1147	0.0095	0.1085
12	7731	0.0140	1.7718	0.0061	0.1354
13	7974	0.0127	0.9044	0.0092	0.1012
14	5214	0.0126	1.4729	0.0063	0.1364
15	6967	0.0121	1.8142	0.0040	0.1517
16	7733	0.0110	1.3740	0.0052	0.1148
17	8113	0.0101	0.3344	0.0096	0.0551
18	5947	0.0086	0.3264	0.0081	0.0687
19	6367	0.0086	1.2151	0.0035	0.1072
20	6995	0.0080	1.2667	0.0027	0.1135

5.2 平均分散モデルにおける効率的フロンティアの視覚化

平均分散モデルのために必要な基礎情報である平均、標準偏差、相関係数、共分散を必要に応じてAccessのクエリ（一般的にデータベースではビューと呼ぶ）を活用し、SQLで記述する。ここに、平均と標準偏差は標準関数であるが、共分散や相関係数は式（4）を活用し算出しなければならない。このため、本研究では、分散や標準偏差の分母も整合性

をとることから、株価情報データ数 n で割るAccessの標準関数を用いている。

まず、クエリでSQLを用いて、1990年1月から2009年12月までの240ヵ月の期間について得られた株価情報データから2151社の月次株価騰落率の平均を降順にソートし、表-1に示す騰落率上位50社を抜取る。次に、この証券コードを基に騰落率上位50社の月次騰落率の相関係数行列に相当するデータを同様にSQLで計算し、式（4）の結果であるクエリを生成する。その後、Excelにデータ接続して共分散を表示すると、Excelにて式（10）に示す平均分散モデルの空売りのある場合の解法¹⁶⁾を用いて効率的フロンティアを図-3に示すとおりに容易に描画できる。

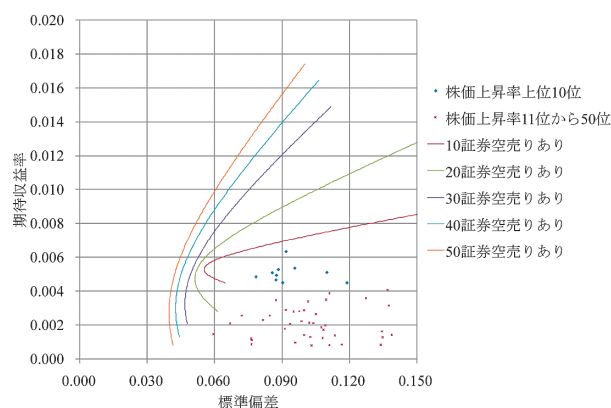


図-3 空売りのある場合の効率的フロンティアとその下の部分

Fig. 3 Risk-return representation for portfolios with short position

図-3に示す効率的フロンティアの上部は、最大期待収益率を有する証券と最小期待収益率の証券の期待収益率の差を2倍上まで描画しており現実的ではないが、その曲線傾向について視覚化を行っているため、その特性は理解しやすい。

ただし、個別証券のうちの最大期待収益率を超える投資比率を作成するときには注意を要することを教育上では誤解のないように説明することが必要である。

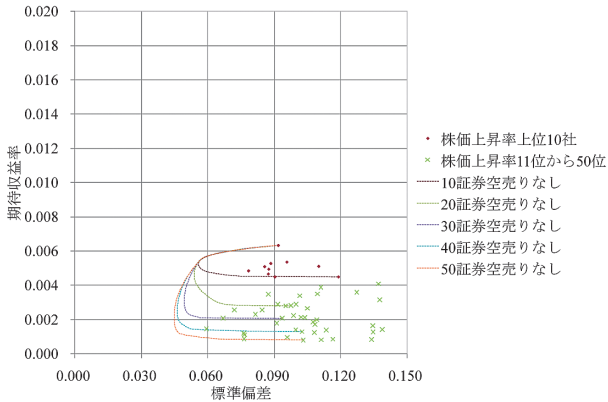


図-4 空売りのない場合の効率的フロンティアとその下の部分

Fig. 4 Risk-return representation for portfolios without short position

また、式(5)に示す空売りのない場合の平均分散モデルの解の探索のため、ExcelのSolverをVBAで操作し^{4)~7)}、同様に図-4に描画することができる。しかしながら、大規模な最適化の計算実行なので、図-4に示された描画には相当の待ち時間を要する課題が残る。図-3と図-4の表示結果から空売りの有無の視覚化による資産分散のリスク低減効果の傾向を理解できるので、両者を合わせた図-5を作成して効率的フロンティアとその下の部分を描画している。

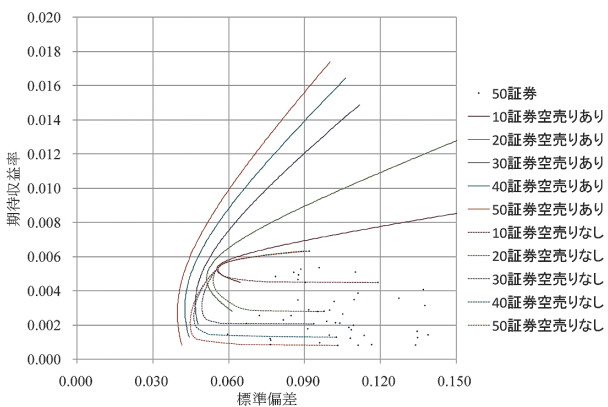


図-5 月次株価騰落率上位50社の効率的フロンティアとその下の部分 (騰落率の降順)
 Fig. 5 Risk-return representation for portfolios both with and without short position (Descending sort of expected return)

この図-5から空売りのない場合には、期待収益率の大きい証券からポートフォリオに取込むリスク低減効果は認められるものの、最小分散ポートフォリオの期待収益率の減少がより大きくなる可能性を残すこともわかる。また、この場合には資本市場線を10証券もしくは50証券により作成したとしても、シャープレシオについてはあまり大きな変化は想定されないことも理解できる。

同様に、図-6はシャープレシオの大きい証券から10証券ずつ増してポートフォリオを作成し、効率的フロンティアとその下部分を描画したものである。図-5と図-6では効率的フロンティアとその下部分の形状こそ異なるものの、本質的な資産分散によるリスク低減効果については空売りのない場合と空売りのある場合の傾向は図-5と同様の性質であることが確認できる。これはデータベースから騰落率上位50社を予め検索している影響も含まれた効果であるともいえる。したがって、証券数の少ない騰落率の上位10証券の効率的フロンティアか、シャープレシオの上位10証券の場合では、図-5と図-6に見られる形状の違いのように異なるポートフォリオであることを認識しておく必要がある。

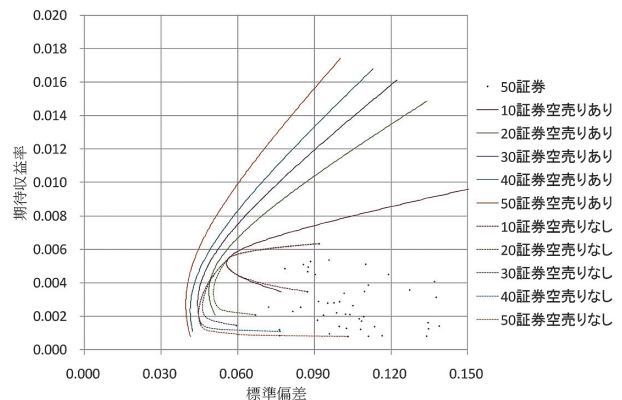


図-6 月次株価騰落率上位50社の効率的フロンティアとその下の部分 (シャープレシオの降順)

Fig. 6 Risk-return representation for portfolios both with and without short position (Descending sort of Sharp ratio)

5.3 空売りのある場合の平均分散モデルにおける投資比率の傾向

次に、空売りのある場合の投資比率効果について月次騰落率上位10社に対して、視覚化したものが図-7である。

図-7の横軸のマイナスの符号領域は売りポジションを意味し、プラスの符号領域は買いポジションの投資比率の解の傾向を示している。また、縦軸の目盛りは表示していないが、個別証券のうち最大期待収益率と最小期待収益率の差を取り、最小期待収益率を下端に取り、その差を2倍して加えたものを上端として以降の縦軸の目盛りのない図は表示している。

この図-7から最小分散ポートフォリオ付近の投資比率の絶対値の総和が小さく、効率的フロンティアの上部に移動するに従って条件の良い証券の投資比率がかなり買いポジションになり、逆に良くない証券は売りポジションになる投資比率が大きくなる傾向がわかる。

また、投資比率を計算したにもかかわらず、その総和が1を満たすことだけが成立し、個別証券の投資比率 w_i の絶対値の総和は期待収益率の大きさによりかなり異なっていることと、場合によってはその絶対値の総和が大きくなることもわかる。また、

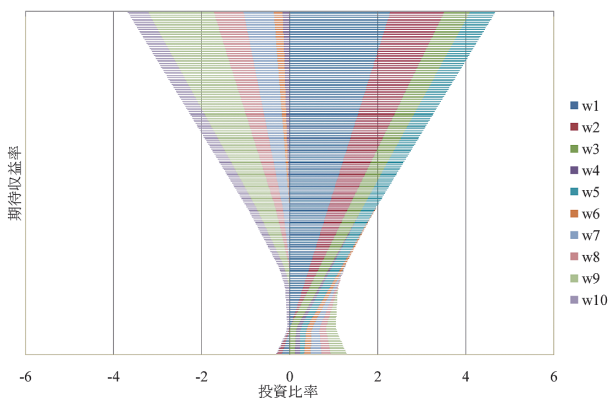


図-7 空売りのある場合の投資比率
(月次株価騰落率上位10証券)

Fig. 7 Investment proportion for portfolios with short position
(Top 10 of expected return of stock prices in Table 1)

個別証券の最大期待収益率をポートフォリオのパフォーマンスが超えるとき、売りポジションと買いポジションの投資比率が共に大きくなるので現実的な側面からこの結果を修正し直して用いる必要がある。

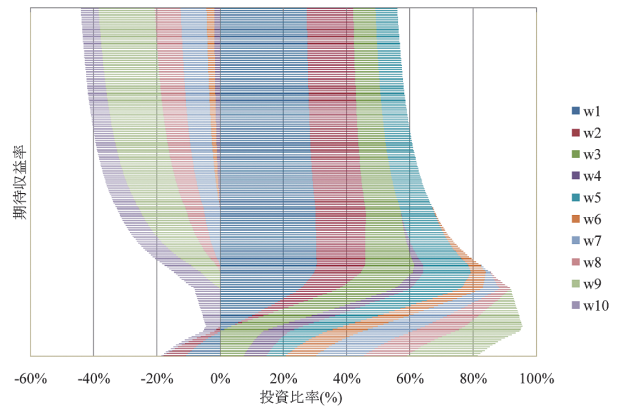


図-8 空売りのある場合の投資比率の絶対値の総和が1である場合
(月次株価騰落率上位10証券)

Fig. 8 Investment proportion for portfolios with short position as absolute sum is equal to 1
(Top 10 of expected return of stock prices in Table 1)

そこで、空売りのある場合には、容易に効率的フロンティアを描画した投資比率を算出できることから、図-7の傾向について空売りを含む全体の相対投資比率の絶対値の総和が100%になるように騰落率上位10社のポートフォリオを視覚化しなおしたものを図-8に示している。最小分散ポートフォリオに近づくにつれて空売りの比率が減少しているので、ねじれて歪んだ投資比率の傾向が確認できる。

同様に、図-9は表-1のうちの証券のシャープレシオが大きいもの上位10社について、式(10)の解法により投資比率を求めたものの傾向を図-7と比較するために示したものである。その傾向は、概ね同様の特徴が得られるようである。そこで、図-8とも比較のために図-10を作成すると、最小分散ポートフォリオ付近の投資比率が売りのポジションのない投資になるので、図-8とは異なる形状でねじれて歪んだ傾向を有することがわかる。すなわち、こ

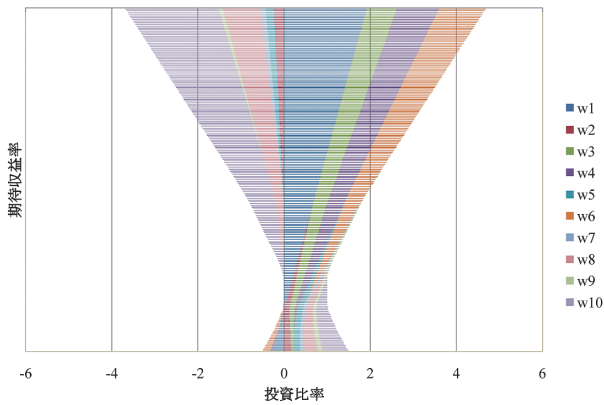


図-9 空売りのある場合の投資比率
 (シャープレシオ上位10証券)

Fig. 7 Investment proportion for portfolios with short position (Top 10 of Sharp ratio of stock prices in Table 1)

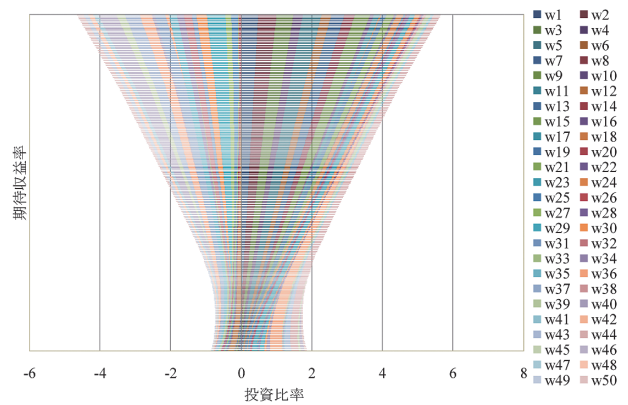


図-11 空売りのある場合の投資比率
 (月次株価騰落率上位50証券)

Fig. 11 Investment proportion for portfolios with short position (Top 50 of expected return of stock prices in Table 1)

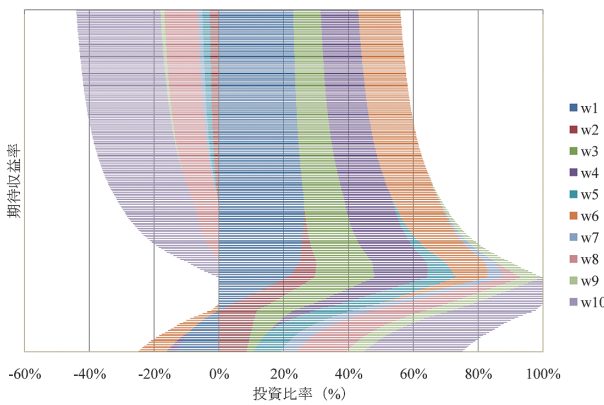


図-10 空売りのある場合の投資比率の絶対値の総和が1である場合
 (シャープレシオ上位10証券)

Fig. 10 Investment proportion for portfolios with short position as absolute sum is equal to 1 (Top 10 of Sharp ratio of stock prices in Table 1)

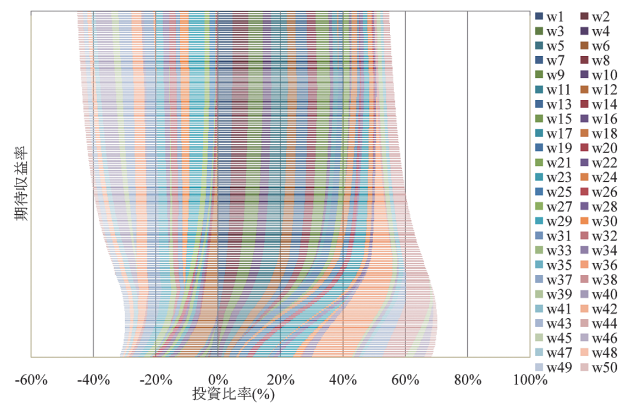


図-12 空売りのある場合の投資比率の絶対値の総和が1である場合
 (月次株価騰落率上位50証券)

Fig. 8 Investment proportion for portfolios with short position by absolute sum is equal to 1 (Top 50 of expected return of stock prices in Table 1)

の場合には空売りのない場合と一致する期待収益率の区間を得るポートフォリオが存在することが改めて確認できる。

さらに、式(10)の解法について表-1に示す月次騰落率上位50社の証券の投資比率についても調べてみるため、図示したものが図-9および図-10である。図-9は図-7の特徴と同様の傾向があり、最小分散ポートフォリオの付近の期待収益率では、その

他の区間に比べて投資率の絶対値の総和が小さいことは明らかである。

また、図-10は図-8の傾向と同様なので、ポートフォリオに含まれる証券数の影響は見られないようである。したがって、図-7、図-9、図-11のような期待収益率の大きさに応じた投資比率の変化が他の数値例についても確認できると考えられる。

5.4 資本市場線におけるマーケットポートフォリオの傾向

2009年12月末の長期国債金利（通常は短期資産）1.285%について月次調整をして無リスク資産として活用する。図-13では▲と◆が重なる点である。これを用いて、式（5）の平均分散モデルにより最適化の計算で得られた空売りのない場合のポートフォリオと資本市場線との交点をマーケットのインデックスの代用としてマーケットポートフォリオ◆とする。すなわち、効率的フロンティアを描く図-13における資本市場線上の交点◆の投資である。

また、空売りのある場合の期待収益率を◆の投資と期待収益率が等価になるように無リスク資産を組み合わせたポートフォリオを図-13の資本市場線上にポートフォリオ▲のとおり構成する。このポートフォリオ▲は無リスク資産への投資によるリスクの低減効果を図-13から読取ることができ、同じ期待収益率を得る方策として、空売りを検討すればリスクが軽減される効果は大きい投資規模が空売りなしの場合よりもかなり大きいので、無リスク資産との投資比率の関係も重要であることがわかる。

図-13におけるポートフォリオ◆の投資とポートフォリオ▲の投資について、Accessのデータベース

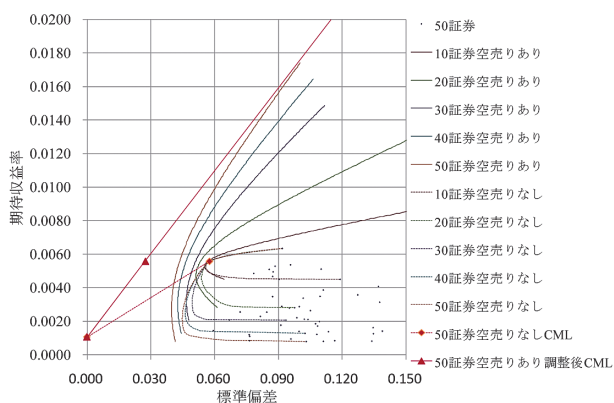


図-13 空売りのある場合とない場合の資本市場線のマーケットポートフォリオの活用（月次株価騰落率上位50証券）

Fig. 13 Risk-return representation for portfolios both with and without short position and these capital market lines (Descending sort of expected return)

から時系列の騰落率を得て、期間中20年間の騰落率の時系列推移を図示したものが図-14である。図-13に示す結果のとおり、図-14ではポートフォリオ◆の月次騰落率の時系列推移のブレ幅よりもポートフォリオ▲によるリスク低減効果が確認できる。

その結果として、資産上昇倍率を期間中の時系列推移として図示してみたものが図-15である。この

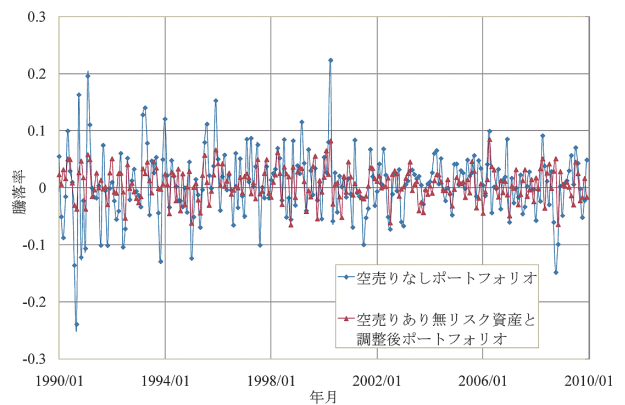


図-14 図-13で示したマーケットポートフォリオの騰落率の時系列推移（月次株価騰落率上位50証券）

Fig. 14 Time series returns about Risk-return representation for portfolios both with and without short position (Top 50 of return of stock prices in Table 1)

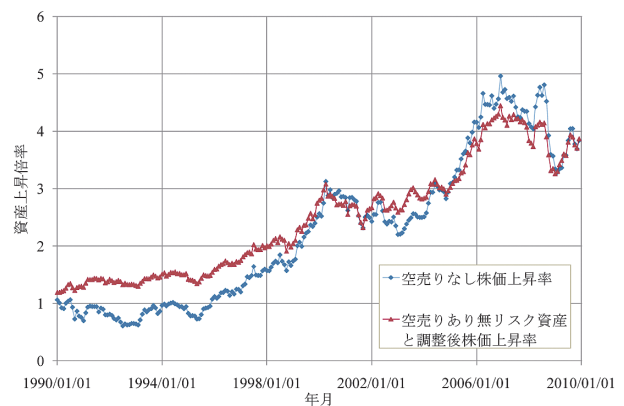


図-15 図-13で示したマーケットポートフォリオの資産上昇傾向の時系列推移（月次株価騰落率上位50証券）

Fig. 15 Time series assets about Risk-return representation for portfolios both with and without short position (Top 50 of expected return of stock prices in Table 1)

図-15から、図-14の特徴と同様にリスク低減効果の視覚化が可能である。

さらに、別の数値例として期間中20年間の騰落率について1993年1月から2009年12月までの各月より以前の3年間の空売りなしのマーケットポートフォリオのベータを計算した場合に、インデックスとして用いたマーケットポートフォリオが $\beta_p = 1$ となる式(21)が成立することもAccessとExcelのデータ接続により確認することができる。

したがって、本研究で開発したデータベースを使用すると平均分散モデルと資本資産価格モデルに有効に活用できることから、これらのモデルにおける様々な図による視覚化や重要な指標の数値計算の数値の一致、複雑な演算処理後のデータの比較などの確認を通じて、ファイナンスの理論の理解にも効果的であるといえる。

6. 結 言

本研究では、下記の三つの研究意義を述べている。

1. インターネット上に公開されるウェブサイトを利用して教育研究機関が長期間の株価情報データを効果的に得るためにダウンロードの方法の提案と得られた株価情報データのためのデータベース開発とその活用を実施している。
2. 得られたデータベースの応用例として平均分散モデルと資本資産価格モデルへの適用を試み、これらで重要な指標の算出や視覚化を容易にできる活用方法を提案し、インターネットを活用したファイナンスの教育に効果的であることを示している。
3. 視覚化が容易になった結果、平均分散モデルの空売りのある場合の解法から得られた投資比率の大きさと性質について新たに図としてグラフ化でき、その傾向が確認された。

以上、1から3のように、教育研究機関がインターネットに公開される株価情報データを活用し、Excelと親和性の高いAccessをローカルデータベ

ースとして用いることでファイナンスに関する教育効果を高める工夫ができることについて応用例を通じて示している。

謝辞

最後に、本研究の遂行に際しご支援を賜った大阪大学大学院 経済学研究科 大西匡光 教授、近畿大学 経営学部 林芳男 教授、並びに校閲者から多数の有益な助言を賜ったことを記して感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 細井真人；インターネット経済統計学，オーム社，(2002)
- 2) Yahoo!ファイナンス
<[http://finance.Yahoo.co.jp/](http://finance.yahoo.co.jp/)>，(2010)
- 3) 井領邦弘；新・Excel VBAで極めるシステムトレード，技術評論社，(2009)
- 4) S. Benninga; Financial Modeling 3rd Edition, The MIT Press, (2008)
- 5) サイモン・ベニング；ファイナンシャル・モデリング，清文社，(2005)
- 6) M. Jackson, M Staunton; Advanced Modeling in Finance Using Excel and VBA, John Wiley & Sons, (2001)
- 7) メアリー・ジャクソン，マイク・ストーン；EXCELとVBAで学ぶ先端ファイナンスの世界，パンローリング株式会社，(2005)
- 8) 大川勉；コンピュータ金融工学入門 -エクセルとマセマティカによる実践的ポートフォリオの構築-，阿咩社，(2002)
- 9) 藤林宏，岡村孝，矢野学；EXCELで学ぶ証券投資分析 -改訂版-，金融財政事情研究会，(2001)
- 10) 石野雄一；道具としてのファイナンス，日本実業出版社，(2005)
- 11) 日本銀行統計時系列データ

- <<http://www.boj.or.jp/type/stat/dlong/index.htm>>, (2010)
- 12) バブル高値を抜く95社, 地方めだつ, 日経ヴェリタス2010年1月10日号, 日本経済新聞社, p.11, (2010)
 - 13) 佐藤信正; VBScript実用プログラミング・テクニック, メディア・テック出版社, (2006)
 - 14) 小林道正; ファイナンス数学の基礎, 朝倉書店, (2000)
 - 15) きたみあつこ; 仕事がかどるAccess2007の技VBA編, 技術評論社, (2008)
 - 16) 吉田あつし, 福地純一郎; 平均分散モデルにおける最適ポートフォリオのリスク推定, ジャフィー・ジャーナル, 東洋経済新聞社, (2003)
 - 17) 今野浩; ORモデルと経済学モデル, オペレーションズ・リサーチ, Vol.50, No. 8, (2005)