

松 山 大 学 論 集  
第 21 卷 第 4 号 抜 刷  
2 0 1 0 年 3 月 発 行

ポ ー ト フ ォ リ オ 理 論 と  
株 式 ポ ー ト フ ォ リ オ 作 成 の 具 体 例  
— 愛 媛 の ご 当 地 フ ァ ン ド —

松 本 直 樹

# ポートフォリオ理論と 株式ポートフォリオ作成の具体例

—— 愛媛のご当地ファンド ——

松 本 直 樹

## 1. はじめに

戦後、日本は「朝鮮戦争特需」、「岩戸景気」、「オリンピック景気」、「いざなぎ景気」と適宜、好景気が現れ、結果、高度経済成長を成し遂げることができた。その日本経済はバブル崩壊によって長い景気低迷の時代へと陥ったが、2002年2月以降、記録的な景気拡大が続いた。

2009年1月になって、漸く内閣府が景気の山を2007年10月と判定し、その長い景気拡大の終了時期がようやく公式に明らかとなった。拡大期間は69カ月にまで及んだことになる。1986年12月から91年2月までの「バブル景気」などを抑え、長らく戦後最長の景気拡大として知られてきたのが、先に触れた65年11月から70年7月まで、57カ月の「いざなぎ景気」である。今回の「いざなぎ超え」の回復過程は実感に乏しい低成長ぶりであったため、「かげろう景気」などとも称されているようである。とはいえ、この景気浮揚と足並みを揃え、株式市況もある程度の活況を呈した。TOPIX（東証株価指数）に関して最安値は2003年4月14日の770.46ポイント、景気の「山」の直近での高値は07年7月5日の1,796.89ポイントであり、他方、日経平均株価に関して03年4月28日に付けた最安値7,603円76銭、07年6月20日における直近高値18,297円であった<sup>1)</sup>。

本稿では分析期間として、株価指数が共に最安値を付けた2003年4月から

始め、日経平均株価に対しては最高値を付けた当月、TOPIXについてはその前月となる07年6月までを設定し、ポートフォリオを組む。対象は愛媛県に本社機能を有する上場銘柄とすることで、愛媛県における地域密着型ファンド、所謂ご当地ファンドの作成を試みることになる。更にそれに止まらず、解釈をより深めるため、ポートフォリオ算出後に、得られた結果としてのこのご当地ファンド自体に対しても更なる検討を加え、分析を進めていく。

この目的達成のための分析手順については、次のようになる。まずはリスクとリターンの観点から個々の組み入れ銘柄の特徴を把握し、コア対象銘柄からポートフォリオ内におけるコア銘柄を絞り込む。当然、これらは理論的にいって、ポートフォリオ内で最も中心となって保有されるべき銘柄となる。その上でそれぞれ銘柄間における連動性ないし関連性をも探りながら、先のコア銘柄に対して組み合わせ上、望ましい銘柄はどれかという視点から、計算により得られたポートフォリオとしてのファンドの結果に対するの正当化がなされる。これが私たちの計算結果としてのポートフォリオに対するの意味づけとなり、また解釈への第一歩ともなる。銘柄選定に関しては、後に明らかとなるように、実は3つの基準が適用されることが例示される。

さて本稿の構成は次のようである。まず、第2節でご当地ファンドの説明、その後、続く第3節にてポートフォリオの基礎理論を紹介する。その上で第4節において愛媛県に本社機能を有する上場銘柄を対象を限定してポートフォリオを導出し、愛媛版のご当地ファンドを組成してみる。そして、第5節では、ポートフォリオの考え方をより一層理解し、得られたファンドの解釈を付けるために、まずはリスクとリターンのみの観点から個々の株価の動きを把握し、大まかな傾向を捉えておく。その後、相関係数を駆使してご当地ファンド内でのコア銘柄とその他の銘柄間におけるその数値の評価をしながら、組み合わせの是非を論じる。更に第6節では、ここでの分析の問題点を指摘し、ポートフォリオのリターンに対応した銘柄構成比の推移、特にコア銘柄の推移を確認しながら、ポートフォリオの採用基準としてのもう1つ別の基準への言及がなされ

る。最後に全体がまとめられる。

## 2. ポートフォリオとご当地ファンド

本稿におけるキーワードはポートフォリオとご当地ファンドであり、意図は両者を組み合わせることである。

まず、ポートフォリオとは、本来、書類を整理し収納するためのフォルダのことである。ただその書類が何であるか、何に用いられるかによって意味合いが異なってくる。例えば学習との関連で取り上げられると、その文脈では学習者自身の経験や成果を蓄積した情報ファイルという意味になるし、逆に教師の立場からは自らの教育業績記録となる。何れにしてもポートフォリオは学習過程における個人の技能・成果などの証明のためのケースであり、当事者にとって日課や就職活動において欠かせないツールである。しかし投資関連の文脈で用いられるとなると、そこでは保有資産を収納・管理するケースの意味となり、株券や債券などの資産の内訳が念頭に置かれることになる。当然、本稿では後者の意味で使われる。更に言う、主たる分析対象はリスク資産である株式であり、その複数の銘柄をどのように組み合わせるべきかを示す保有比率がここでのポートフォリオとなる。

またご当地ファンドとは、地域密着型の投資信託を意味する。そこではある特定の地域内に本社またはこれに準ずるものを置いている企業、ないし本社は別地域にあるものの、その地域に進出して雇用創出の実績のある企業に投資対象が限定される。そして取り扱い金融機関もその地元の地方銀行等などが主体となって行われることが多く、いわば地域住民の資産運用とその地域経済の活性化との両立を図ろうとするものである。ご当地ファンドの人気は2005年の秋以降、一気に高まり、2008年では特にその傾向が目立ってきている<sup>2)</sup>。

さてこれらのご当地ファンドではその性格上、投資対象が地元関連企業に限られるため、後に触れる銘柄間のリスク低減効果が十分に働かず、リスクが高くなってしまうとの見方が通常ではなされよう。しかしながらデータ上では必

ずしもそうならないことも多い。この理由は、地域内の銘柄間では相関関係が意外に低くなる可能性があること、組み入れで中心となる銘柄が、電力、スーパー、地方銀行などとなっており、これらは基本的に株価変動が小さいこと、などが指摘できる<sup>3)</sup>。次節ではファンド設定の前提となるはずのポートフォリオの基礎的な考え方を紹介し、理論面での理解を深めよう。

### 3. ポートフォリオ理論とは

まず、ポートフォリオという考え方は、マルコビッツが書いた博士論文を基に発展した理論のことである<sup>4)</sup>。この理論では分散投資がなぜ有利に働くのかを説明する。直感的に言って、分散投資をすれば、一つの銘柄だけに投資した場合と比べ、リスクが減るといえるのは分かる。そしてリスクが半分になれば、その代償としてリターンも半分になってしまうと考えがちである。ところが、この理論が説明する分散投資の本質とは、このリターンが低下する以上の低い水準にリスクを抑えることができるという、投資家にとっては好都合なパフォーマンスを得ることなのである。

ポートフォリオには構成銘柄の単純合計ではなく、個々の諸特徴を超える何らかの効果が作用する。複数の銘柄を保有することは分散化を意味し、その代償として単一銘柄に特化させることで見込めるリターン享受の可能性を放棄しなければならない。このデメリットを補って余りある程のメリットをそこでどのようにして得るのか。これが分散化のメリットとなる。ポートフォリオのリターンは絶えず加重平均のままであるが、そのリスクは通常、加重平均より小さくなる。確かに相関係数が1の場合には、ポートフォリオのリスクは両銘柄リスクの加重平均になる。しかし相関係数がそれを下回る場合、特にマイナスの場合には、両銘柄を組み合わせることによってポートフォリオのリスクを極限まで小さくできる。このように銘柄を組み合わせることで、一定のリターン水準を維持しながらも、全体のリスクを十分に抑え込むことをここではリスク低減効果と呼ぼう。この存在によってリターンを極力下げずにポートフォリオ

のリスクだけを、構成銘柄の何れよりも小さくすることすら可能となってくるのである。

多種のリスク資産から構成されるポートフォリオを検討する前に、まず2つの株式銘柄（AとB）のみからなるポートフォリオから議論を始めることにする。株式の期待リターン（リターンの期待値）は各フェーズにおける実現リターンをその生起確率で加重平均したものになる。AとBの保有比率を $x:y$ とする。両銘柄のリターンを保有比率で加重平均すると、ポートフォリオのリターンは

$$r_P = xr_A + yr_B$$

その期待値は

$$E(r_P) = xE(r_A) + yE(r_B)$$

であり、ポートフォリオの分散は

$$\begin{aligned}\sigma_P^2 &= \sigma_A^2 x^2 + 2\rho_{AB}\sigma_A\sigma_B xy + \sigma_B^2 y^2 \\ &= (\sigma_A x + \sigma_B y)^2 - 2\sigma_A\sigma_B xy(1 - \rho_{AB}) \\ &= (\sigma_A x - \sigma_B y)^2 + 2\sigma_A\sigma_B xy(1 + \rho_{AB})\end{aligned}$$

となるから、AとBが完全相関のケース、つまり $\rho_{AB} = 1$ のときには

$$\sigma_P^2 = (\sigma_A x + \sigma_B y)^2$$

であり、ポートフォリオのリスクは単純に両銘柄のリスクの加重平均として表すことができる。またAとBが完全逆相関のケース、つまり $\rho_{AB} = -1$ のときには

$$\sigma_P^2 = (\sigma_A x - \sigma_B y)^2$$

であり、組み合わせ次第でそのリスクをゼロにまで最小化できることになる。このようにしてポートフォリオ作成時において、リターンは依然、加重平均のままであるが、通常、リスクは相関係数次第で加重平均より小さくなることがわかる。唯一の例外が完全相関のケースというわけである。

ここではポートフォリオの構成比を考えているため、当然、 $x+y=1$ 、つまり $y=1-x$ でなければならず、AとBの保有比率を以下 $x:1-x$ と表記しよ

う。そうすると先のポートフォリオのリターンは

$$r_P = xr_A + (1-x)r_B$$

であるから、その期待値を取ると

$$E(r_P) = xE(r_A) + (1-x)E(r_B),$$

ポートフォリオの分散は

$$\sigma_P^2 = (\sigma_A^2 - 2\rho_{AB}\sigma_A\sigma_B + \sigma_B^2)x + 2(\rho_{AB}\sigma_A - \sigma_B)\sigma_Bx + \sigma_B^2$$

と書き改められることになる。ここでは

$$\sigma_A^2 - 2\rho_{AB}\sigma_A\sigma_B + \sigma_B^2 \geq \sigma_A^2 - 2\sigma_A\sigma_B + \sigma_B^2 = (\sigma_A - \sigma_B)^2$$

が成立し、そのため第1項の係数が非負となることから、 $0 \leq x \leq 1$ の範囲において事実上、下に凸であることが分かる。またその判別式が

$$(\rho_{AB}^2 - 1)\sigma_A^2\sigma_B^2 \leq 0$$

であり、分散はマイナスにはなり得ないことが示される。 $\rho_{AB} = \pm 1$ のときのみゼロである。すなわち、 $\rho_{AB} = -1$ のときにはポートフォリオのリスクが $\sigma_P = x\sigma_A - (1-x)\sigma_B$ となることから、

$$x = \frac{\sigma_B}{\sigma_A + \sigma_B}$$

において、リスク(分散)がゼロとなりうる。また $\rho_{AB} = 1$ のときにはポートフォリオのリスクが $\sigma_P = x\sigma_A + (1-x)\sigma_B$ となることから、このときにおいて、ポートフォリオのリスクとリターンの関係が両銘柄AとBの座標を結ぶ線分を、単純に $1-x : x$ の比に内分する点として表されることとなる(凸結合)。両銘柄が逆行すれば前者、連動すれば後者にそれぞれ対応し、先述したことが改めてここでも確認できる。

さて以上の関係を踏まえ、簡単な数値例でこれまでの議論を再確認する。各フェーズを2つの経済状況(状況1と状況2)に限定する。当然、銘柄の収益は2つの経済状況に依存する。銘柄Aの収益は状況1のときには2倍、状況2のときには1/2倍となるが、銘柄Bの収益は状況1のときには3/4倍、状況2のときには3/2倍となるものとしよう(表1参照)。また状況が起こる確率を1/2とする。ほぼ自明であるが、銘柄Aを保有することでリターンは

表 1

	フェーズ 1	フェーズ 2
A	2	1/2
B	3/4	3/2

表 2

		B	
		3/2	3/4
A	2	1/6	1/3
	1/2	1/3	1/6

5/4, リスクは 3/4, 銘柄 B を保有することでリターンは 9/8, リスクは 3/8 となることから, A はハイリターンでハイリスクの銘柄, B はローリターンでローリスクの銘柄と見なせる。両銘柄を組み合わせると, リターンの変動に晒されることはある程度緩和できそうである。両銘柄の収益は状況に応じて同方向には動かず, 必ず逆方向に動いているからである。このように一方の収益が上がった場合に必ず他方の収益が下がっていることから, 相関係数が -1 と表現できる。このケースでは適切な割合で組み合わせると, 生起する状況にかかわらず安定した収益を得ることができ, リスクはゼロとなりうるのである。以下, これを見てみよう。

状況 1 が生じた場合, リターンは

$$\frac{5}{4}x + \frac{3}{4}$$

であり, 状況 2 が生じた場合,

$$\frac{3}{2} - x$$

である。リスクがゼロとは 2 つの状況の何れが生じてもポートフォリオの収益が同じであることであるから, 両者が等しくなるような  $x$  を求めればよい。それが  $x=1/3$  であることは言うまでもない。

次に逆行するばかりでなく, 同じ方向に連動する状況も含めたケースを考えてみよう。確率の程はともかく, 一般には収益が共に上がり下がりするようなこともありうるからである。そこで以下のような同時確率分布を想定する。逆行する確率が 1/3, 連動する確率が 1/6 とする (表 2 参照)<sup>9)</sup> 当然, 全確率 1 である。このようであるとき, ポートフォリオのリターンは

$$\frac{1}{8}x + \frac{9}{8}$$



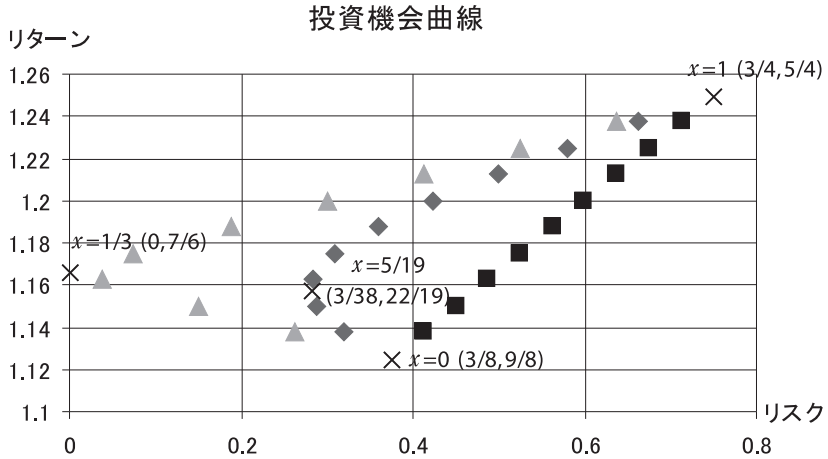


図1

であり、ポートフォリオの分散は

$$\frac{57}{64} \left( x - \frac{5}{19} \right)^2 + \frac{3}{38}$$

となる。そのため  $x=5/19$  のときにその分散が  $3/38$  となり、最小値が得られることになる。このときリターンは  $22/19$  であり、これによりリスク最小点  $(\sqrt{3/38}, 22/19)$  が求まる (以上、図1参照)。

より一般的に  $n$  銘柄で考えよう。ポートフォリオのリターンは各銘柄のリターンをその組み入れ比率でウェイト付けして加重平均したものになり、他方、ポートフォリオのリスクの方は個別銘柄のリスクの加重平均ではなく、組み入れ比率間に共分散が介在してくるため、銘柄の混合保有は、ポートフォリオのリスクをそれぞれ個別銘柄のリスクの加重平均以下に引き下げうる余地を生む。つまり上手く複数の銘柄を組み合わせることによって、一定のリターンを確保しながらより大きなリスク低減が可能となってくる。要はうまく組み合わせるとはどういうことなのかを探求することであり、その仕方を明らかにすることである。これを見るため、投資機会曲線の導出を以下の手順で解けばよい。

任意の水準でリスクを最小化させるポートフォリオの集合を求める。最小化問題を2次計画法を使って解く<sup>6)</sup>。これには投資機会集合の最大リターンと最小リターン間のレンジでの任意のリターンの水準の下でリスクを最小にするような各銘柄の構成比を決定することになる。目的関数はポートフォリオの分散であり、制約条件としては任意のリターン以外に、構成比の合計が1、また空売りを認めなければ構成比自体に非負制約を置く。こうして得た投資機会曲線から効率的フロンティア（最小リスク点に対応するリターン以上において成立する曲線の特に効率的な部分）が導出される。

まとめると、こうして期待リターンごとに、最も効果的な構成比の組み合わせを作ったときのリスクとリターンの関係がポートフォリオの投資機会曲線であり、この曲線上では、構成比のあらゆる組み合わせの中で、同等の期待リターンで最もリスクの小さな数値が実現される。単一銘柄に対応するリスクとリターンの単なる1次結合とはならず、リスクが低下してある程度たわんだ形となる<sup>7)</sup>。このたわみの存在こそが先述のリスク低減効果の作用を意味する。そして一度、このたわんだフロンティアを見出すことさえできれば、残されたなすべきことといえば、効率的フロンティアのどこに最適なポイントを確定すれば良いか、だけである。

さて金融資産は株式だけではなく、他に銀行預金やMMFのような値下がり少ない比較的安全なタイプのものもある。このような安全資産をここでは国債と考えると<sup>8)</sup>、その利回り（長期金利）から発する資本市場線が効率的フロンティアに接する点で危険資産間での最適なポートフォリオ（より正確には効率的ポートフォリオの中での接点ポートフォリオ）が得られることになる。

後はこのようにして決まった危険資産（株式）間の保有比率を前提に、無差別曲線の位置・形状から、資本市場線との接点で安全資産と最適危険資産ポートフォリオ間との保有比率が決定する。以上により最適ポートフォリオの完成となる。すなわちこのように安全資産が存在する場合には、接点ポートフォリオ決定のため効率的フロンティアと接する資本市場線がここでの新たな効率的

フロンティアとなり、このフロンティア上で投資家の期待効用を最大化するような最適ポートフォリオが決定されることになる。

このポートフォリオ理論においては、最適な危険資産間でのポートフォリオの決定が無差別曲線の位置・形状と無関係、つまり投資家のリスクに対する態度が独立しており、このことはトービンの分離定理として知られているものである<sup>9)</sup>。つまりこのことから、安全資産と複数の危険資産を同時に保有する場合の資産すべてに関する最適ポートフォリオの決め方とは無関係に、危険資産間の選択、つまり接点ポートフォリオ（市場ポートフォリオ）の決め方を投資家の選好から分離し、独立しているものとして取り扱うことができるのである<sup>10)</sup>。しかしながら本稿では、危険資産としての株式間のポートフォリオのあり方に焦点を当てており、両者間で特に混乱を招く恐れがないため、敢えてこの最適ポートフォリオの名で呼ぶことにする。

#### 4. 効率的フロンティア導出と最適ポートフォリオの決定

さてようやく準備が整った。本節では具体的に愛媛県に本社またはこれに準ずるものを置いている上場企業を対象として、最適ポートフォリオを作成する。この理由は、本社機能が設けられていれば、工場等の事業所も愛媛に多く付随して設置されることになり、地域への貢献大とならざるを得ないからである。また当該企業に関する情報も、評判という形で地域住民にある程度共有され易いであろう。身近に知った人が働いている会社は投資対象として比較的安心である。

そのような結果として、ここで対象となる企業には、2007年6月30日の時点で全29社が挙げられる。そしてそれら銘柄の2003年4月1日から2007年6月30日にわたる株式投資収益率のデータを基に、それぞれリターンとリスクを求めていく<sup>11)</sup>。これらについて表3を参照されたい。次いで銘柄間での分散・共分散行列を求め、銘柄間の結び付き方を押さえる。更に信用取引（空売り）を取り敢えずここでの考慮からは外し<sup>12)</sup>、そしてポートフォリオ全体に一

表 3

	リターン		リスク
住友重機械工業	0.061116	関西汽船	0.217950
木村化工機	0.050068	木村化工機	0.202451
住友金属鉱山	0.046323	NIS グループ	0.142884
関西汽船	0.027566	井関農機	0.122030
東レ	0.027386	住友重機械工業	0.120089
富士紡ホールディングス	0.026843	富士紡ホールディングス	0.109563
井関農機	0.024299	住友金属鉱山	0.109432
三浦工業	0.022006	不二精機	0.102132
NIS グループ	0.021998	東レ	0.097561
住友化学	0.021657	田岡化学工業	0.093648
アサヒビール	0.021445	ダイソー	0.081333
帝人	0.021411	住友化学	0.075440
パナソニック	0.021023	スズケン	0.074802
クラボウ	0.018855	クラボウ	0.073516
ダイソー	0.015631	ヨンキユウ	0.068876
伊予銀行	0.012942	帝人	0.068828
大日本住友製薬	0.012925	三浦工業	0.066324
スズケン	0.010474	愛媛銀行	0.063903
ユニ・チャーム	0.008983	パナソニック	0.063811
四国電力	0.007982	大日本住友製薬	0.063103
田岡化学工業	0.007469	伊予銀行	0.058462
四電工	0.007146	大王製紙	0.057177
四国コカ・コーラボトリング	0.006512	アサヒビール	0.054287
セキ	0.004875	ユニ・チャーム	0.050388
大王製紙	0.004684	セキ	0.045736
愛媛銀行	0.000929	四国コカ・コーラボトリング	0.044704
ヨンキユウ	0.000902	四電工	0.044603
フジ	-0.001155	四国電力	0.029947
不二精機	-0.004753	フジ	0.021638

定のリターンを与えた下で、そのポートフォリオのリスクを最小化するような構成比を逐次求めていく。より具体的には、まずリターンは-0.4%から原則0.2%ごとに6.0%まで順次与えることとし、<sup>13)</sup> その下で構成比のトータルが

## 投資機会曲線と全銘柄散布図

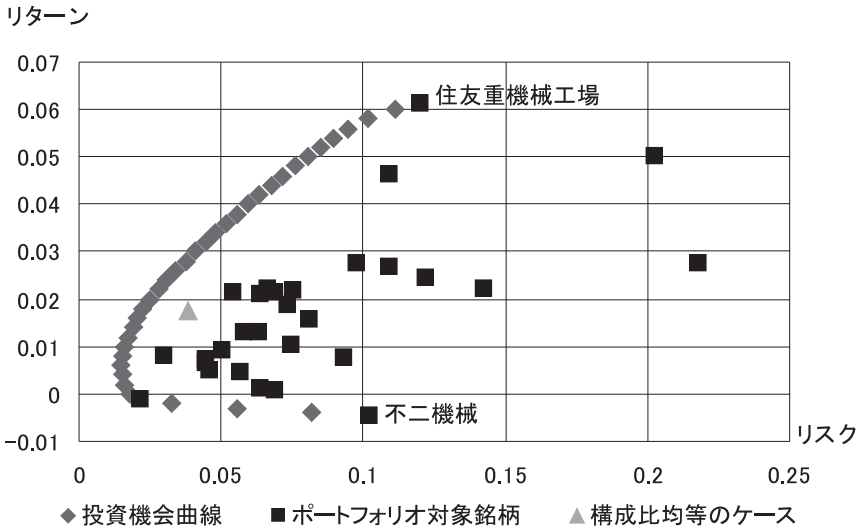


図 2

100%でなければならないという制約，更に個別銘柄ごとに非負制約を設けて，（ポートフォリオの）リスクの最小化問題を解いていく。後は求めたリスク・リターンの組み合わせを点の軌跡となるように並べてやればよい。このようにして図2のように，29銘柄の対応するリスク・リターンの座標とそれらの組み合わせでポートフォリオのリスクが最小化されるように各銘柄の構成比が調整される結果，それらの左方に位置する投資機会曲線（34のデータポイント）が大まかな形状ではあるが，描き出されることとなる。それらの下限を超えてリターンを $-0.48\%$ に近づけていくと，ポートフォリオの構成比は最終的に不二精機1銘柄に収束し，反対に上限を超えて $6.11\%$ に近づけていくと住友重機械工業1銘柄に収束していくことになる。

以上，図2では全銘柄の散布図と共に投資機会曲線が書き込まれているが，ここにおいてプロットされた全29箇所の点とその左方に位置する投資機会曲

線の点との位置関係により、個々の銘柄の加重平均とは決してならず、前節で述べたような共分散行列の介在によるリスク低減が生じていることを直ちに確認することができよう。また、ポートフォリオ構成比が最適に調整される前段階として、全銘柄の構成比均等 (3.45%) のケースを見てみると、(リスク, リターン) = (3.83%, 1.75%) となり、図2上で容易に確認できるように、まだまだ左側に余裕があり、構成比にメリハリを付けることでリスクを減らす余地が大きいことを示している。また空売りを認めた場合も、同様にして図3のように投資機会曲線が得られるが、図2と比較すると、より優位な位置づけとなっていることが確認できる。

このようにして得られる投資機会曲線において、最小リスク点が(リスク, リターン) = (1.01%, 0.00%) であることが容易に確認できる。しかしこのリスクを最小化したポートフォリオは投資家にとって必ずしも望ましくない。

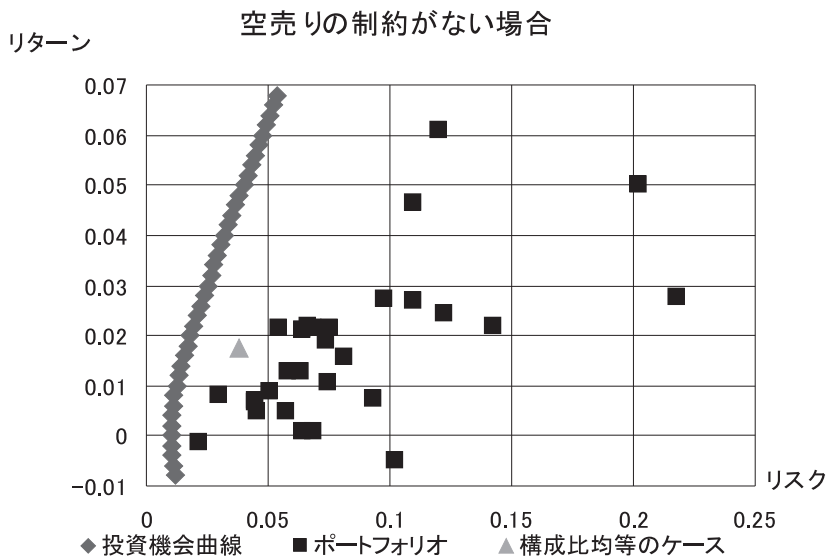


図3

リスクをあまりに避け過ぎており、低いリターンに甘んじているからである。ここでは投資家の効用をより高くするパレート改善の余地が残されている。そこで効率的フロンティアと最適ポートフォリオの図2において、長期金利を0.12%<sup>14)</sup>とすると、得られた効率的フロンティア上で資本市場線との接点(リスク, リターン) = (1.81%, 2.00%)から特定化される銘柄ごとのポートフォリオへの組み入れ比率が求まり、結局そこでは以下のような計12銘柄によるポートフォリオが算出される(図4<sup>15)</sup>参照)。

四国電力 39.51% アサヒビール 15.10% ユニ・チャーム 9.29% パナソニック 8.99% 住友重機械工業 7.67% 大日本住友製薬 6.71% 木村化工機 6.46% 住友金属鉱山 2.97% クラボウ 0.37% 東レ 1.97% スズケン 0.88% 富士紡ホールディングス 0.06%

効率的フロンティアとポートフォリオ

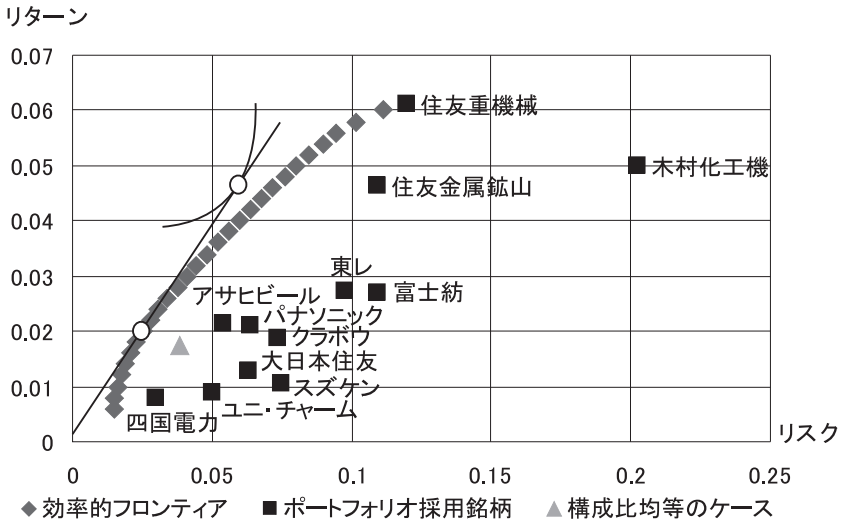


図4

こうして得られる銘柄選定の基準はただ単に複数の優良銘柄を組み合わせればよいというものではない。以下、見てみよう。まずそもそも優良銘柄の基準とは何なのか。候補の一つにシャープ・レシオが挙げられる。これはリスクに対してそれだけのリターンを

見込めるかを示しており、

$$\text{シャープ・レシオ} = (\text{個別銘柄のリターン} - \text{長期金利}) / \text{銘柄のリスク}$$

と定義される。リスクとリターンの相対的な関係を示しており、銘柄の善し悪しを推し量る尺度として望ましいものである。29社すべてに関してこの数値を求めると表4が得られるが、これを構成比に関して降順で並べ、私たちによる最適ポートフォリオの採用銘柄の結果と比較してみると、明らかに両者間で齟齬を来していることが分かる。またその下の表5においてポートフォリオのリターンは個別銘柄のリターンを構成比でウェイト付けした加重平均となるが、リスクは各銘柄の単なる加重平均とはならないことも確認できる。その場合、

表4

	シャープ・レシオ
住友重機械工業	0.498568
住友金属鉱山	0.411933
アサヒビール	0.372110
三浦工業	0.313036
パナソニック	0.309968
帝人	0.293012
住友化学	0.270581
東レ	0.267951
木村化工機	0.241164
クラブウ	0.239550
富士紡ホールディングス	0.233645
四国電力	0.224996
伊予銀行	0.200093
井関農機	0.188927
大日本住友製薬	0.185115
ダイソー	0.176893
ユニ・チャーム	0.153597
NISグループ	0.145251
四電工	0.132328
スズケン	0.123395
関西汽船	0.120772
四国コカ・コーラボトリング	0.117837
セキ	0.079391
田岡化学工業	0.066475
大王製紙	0.060163
愛媛銀行	-0.004936
ヨンキユウ	-0.004969
不二精機	-0.058716
フジ	-0.110893



表5

	リターン	リスク	構成比
四国電力	0.007982	0.029947	0.395121
アサヒビール	0.021445	0.054287	0.150984
ユニ・チャーム	0.008983	0.050388	0.092862
パナソニック	0.021023	0.063811	0.089872
住友重機械工業	0.061116	0.120089	0.076671
大日本住友製薬	0.012925	0.063103	0.067340
木村化工機	0.050068	0.202451	0.064574
住友金属鉱山	0.046323	0.109432	0.029729
東レ	0.027386	0.097561	0.019700
スズケン	0.010474	0.074802	0.008838
クラボウ	0.018855	0.073516	0.003692
富士紡ホールディングス	0.026843	0.109563	0.000619
ポートフォリオ	0.02	0.025093	1
リスク低減効果なし	0.02	0.063148	1

リスクは6.32%となり、これと2.51%との差が、正しくリスク低減効果の作用した結果となるのである。この効果の作用を最大限に追求するためには組み合わせの妙を適切に施さねばならず、そのための基準としては、先に触れたようなシャープ・レシオの上位銘柄の単なる羅列であってはならない。

このように最適ポートフォリオ組成の際、ただ単に複数の優良企業をリストアップするようなやり方は必ずしも合理的ではない。それではどのようにしてこの点を解釈すればよいのか。一層掘り下げるために、最適ポートフォリオの採用銘柄をまとめた表5の関係を、グラフにそのまま反映させて視覚化する。ここには3つの系列がある。それを反映させたものが図5のバブルチャートである。つまりここではリスクとリターンの2変数の関係をだけでなく、第3の系列値として表5の構成比を円の面積の大きさで表示させている。

さてもしここでリスクを極力避けたいと思うのであれば、図上での四国電力を選び、リターンを積極的に求めようとするのであれば、住友重機械工業を選ぶことになろう。そしてこれらの中庸を得んとするのであれば、アサヒビール

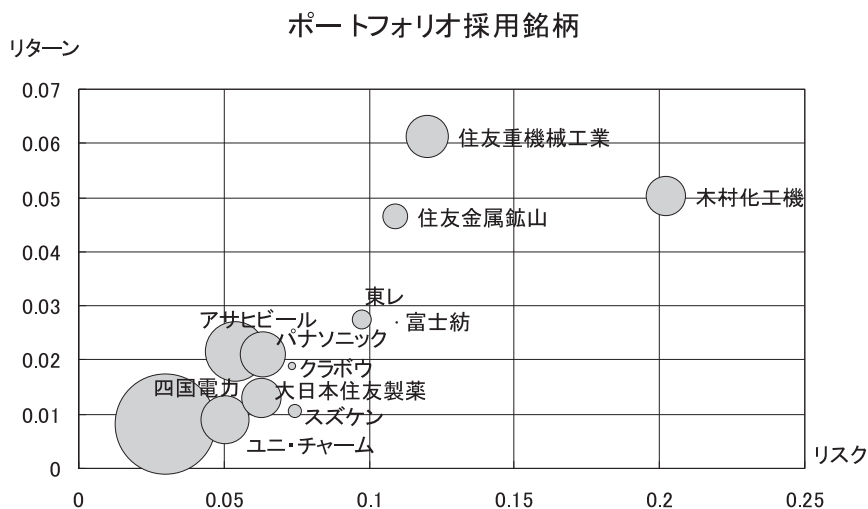


図 5

か精々住友金属鉱山などの銘柄を選ぶことになる。こうしてこの図の左下から右上までのほぼ対角線に位置する銘柄は、リスクとリターンの兼ね合いで、それぞれ選定が正当化でき、相互に矛盾はないことになる。このように左下か右上かは、投資家の要求するリターンの水準による選好であり、極論を言えば趣味の問題である。しかし、左上か右下かという選択を問われた際には、状況はまったく違ってくる。左上に位置する銘柄は、より高いリターンをより低いリスクで実現できることになり、その意味で優れたパフォーマンスを示しているのに対し、他方、右下に位置するものはより低いリターンをより高いリスクでもって達成する、言わば劣った銘柄である。この関係はシャープ・レシオの高低にほぼ対応する。そこでこの観点からは原則、投資家の選好に関わらず、極力左上に位置する銘柄を選ぶことが理に適っている。つまり散布図上、左上の銘柄を選択し、右下の銘柄を外すことになる。そうすると図5において、例えば木村化工機は住友重機械工業の右下に位置しており、その意味で劣ってい

るのにも拘らず、なぜかポートフォリオに選ばれていることが確認できる。同様に大日本住友製薬や厳密にはパナソニックもアサヒビールの右下に位置しており、それでいてなぜか採用されている。このような矛盾点を孕んだ結果をどのように解釈すればよいのか。本稿の最重要ポイントである。

これらの問題点をどのように解消し、結果を正当化するかについては、幸いにもポートフォリオ理論において果たす複数の銘柄間におけるリスク低減効果の役割を前節ですでに理解している。更に組み込まれる銘柄の関係性如何によってリスク低減の程度が異なってもくることを、確認済みである。銘柄間の株価連動性が小さければ小さい程、より一層のリスク低減がそのとき可能となる。この意味で銘柄間の連動性がマイナスで小さければ相性が良く、プラスで大きなものは相性が悪いことになる。相性が良いときは、波長が合うこと、つまり似ていることを指すのではなく、むしろ合わないこと、似つかわしくないことがここでの含意である。

以下、節を変えて、この相性の観点からどの程度、前節で算出された最適ポートフォリオの結果に対して正当化が可能となるかどうかを吟味し、そして私たちのポートフォリオを題材にして、ポートフォリオの組み方の根底にある理論を更に深く解釈していくことにする。

## 5. リスク・リターンによる銘柄選定と相関係数による銘柄分け

リターンとリスクに関して順位付けをした表3に戻ろう。そこでは順位付けとして、共に高いものから順に並べられていた。株式を購入する際、同じリターンならリスクは低い方が良く、同一のリスクならリターンは高い方が良いはずである。リターンはなるべく上に、リスクはなるべく下にある銘柄を見出すわけである<sup>6)</sup>。そのような基準によれば表4のシャープ・レシオの数値が高い銘柄がほぼそれに該当することになる。リスクを嫌うのであれば、それなりのリターンを断念せねばならず、リターンを求めるのであればそれなりのリスクを覚悟しなければならない。この基準によってまずローリスク・ローリター

ンの銘柄としては四国電力、ミドルリスク・ミドルリターンとしてはアサヒビール、そしてハイリスク・ハイリターンとして住友重機械工業、住友金属鉱山を、構成されるポートフォリオにおけるコア対象銘柄としておこう<sup>17)</sup>

他方でアサヒビール以下、25%以上のシャープ・レシオ上位銘柄としては、三浦工業、パナソニック、帝人、住友化学、東レがある。東レは構成比が低いいため無視すると、この中で実際に採用されたのはパナソニックだけであり、なぜか三浦工業や他2銘柄は漏れている。他方で同様に構成比の低いクラボウと富士紡ホールディングスを無視すると、25%を下回る木村化工機がなぜか選ばれている。三浦工業は住友化学よりもリターンが高く、かつリスクが低いという意味でより望ましいはずである。また木村化工機は住友重機械工業よりもリターンが低く、それでいてリスクが高いという意味で劣った銘柄である。更には、大日本住友製薬とユニ・チャームは四国電力と比べて多少リターンは高いものの相対的にリスクも高いため、結果、シャープ・レシオが低く出ている。四国電力で十分に代替できるにもかかわらず、なぜか同時に採用されている。さて、これらの適否の基準は如何様なものなのか、以下のようにして確認する。

ポートフォリオ銘柄の選定の際に考慮されるべきは、リスクとリターンとの相対的なバランス（兼ね合い）以外には銘柄間の株価連動性が挙げられ、この作用を考慮することがリスク低減に有効であった。さてこの要因をチェックするための尺度としては、先に用いた共分散が有効である。そこでポートフォリオ導出の際に用いた分散・共分散行列をここで再び用いてもよいが、この分散・共分散には一方の変数の散らばりが大きくなると値がそれだけで大きくなるという、尺度としての欠点を持つため、複数の変数がどのように連動しているのかをより正確に見るためには、相関係数の方が適切である。そこで連動性の指標にはこの相関係数を用いる<sup>18)</sup>

ここでコア対象銘柄間における相関係数を示した表6を見て頂きたい。3つのグループに分けられる。1つ目はポートフォリオにおけるコアグループであ

表6

	グループ1				グループ2				グループ3			
	四国電力	アサヒビール	住友重機械工業	住友金属鉱山	ユニ・チャーム	パナソニック	大日本住友製薬	木村化工機	三浦工業	帝人	住友化学	
G1	四国電力	1	0.133547	0.012937	0.041237	-0.050813	-0.172316	0.240700	-0.365449	0.372659	0.053376	-0.051228
	アサヒビール		0.133547	1	0.163659	0.083479	0.037814	0.038283	-0.096455	0.125510	0.114716	0.209311
	住友重機械工業		0.163659	1	0.387429	-0.052651	0.364086	0.138796	0.066817	0.337952	0.528645	0.534592
	住友金属鉱山		0.350368	0.387429	1	0.051115	0.260426	-0.051889	0.076894	0.226630	0.291132	0.362299
G2	ユニ・チャーム		0.093479	-0.052651	0.051115	1	0.262316	-0.051755	-0.039766	-0.026857	-0.018793	0.032594
	パナソニック		0.037814	0.364086	0.260426	0.262316	1	0.158189	-0.011075	0.073910	0.042133	0.257646
	大日本住友製薬		0.038283	0.138796	-0.051889	-0.051755	0.158189	1	-0.185812	0.078297	-0.026304	0.108252
	木村化工機		-0.096455	0.066817	0.076894	-0.039766	-0.011075	-0.185812	1	0.101362	0.303691	0.232929
G3	三浦工業		0.125510	0.337952	0.226630	-0.026857	0.073910	0.078297	0.101362	1	0.231031	0.195313
	帝人		0.053376	0.114716	0.291132	-0.018793	0.042133	-0.026304	0.303691	0.231031	1	0.399000
	住友化学		-0.051228	0.209311	0.362299	0.032594	0.257646	0.108252	0.232929	0.195313	0.399000	1

り、四国電力、アサヒビール、住友重機械工業、住友金属鉱山である。2番目はコアグループの銘柄に対して劣った位置付けでありながら、なぜかポートフォリオに組み入れられた銘柄であり、ユニ・チャーム、パナソニック、大日本住友製薬、木村化工機の4銘柄で構成される。最後はシャープ・レシオが高いにも拘らず、ポートフォリオから漏れた三浦工業、帝人、住友化学の3銘柄である。ユニ・チャームはコア銘柄（グループ1）に対して相関係数が高くても9.65%であり、四国電力、住友重機械工業に対しては僅かとは言えマイナスの値となっている。パナソニックは住友重機械工業と住友金属工業に対してともにやや高めの数値となっているが、その代わり構成比1位の四国電力に対して-17.23%であり、相性が良い。大日本住友製薬は四国電力と住友重機械工業に対してはやや大きな値であるものの、アサヒビールと住友金属鉱山に対しては小さな値を示している。最後に木村化工機はコア銘柄との相関係数が高くても7.69%であり、特に四国電力に対しては-6.55%と、結び付きが良好であることが分かる。他方、グループ3のうちの三浦工業はコア銘柄に対しては低くても12.55%と大きめの数値が並び、コア銘柄との相性は良くないことが分かる。他の2銘柄についても三浦工業程明瞭ではないものの、やはりコア銘柄との相性は良くないことが確認できる。

コアグループに属する銘柄とは実際にポートフォリオに組み入れられているものの中で、ある一定のリターンの下、最低のリスクを実現する銘柄、ないしある一定のリスクの下、最大のリターンを実現する銘柄であった。これらは概してシャープ・レシオが高く出がちである。これらコア銘柄は、ここでのポートフォリオに組み入れる基本銘柄として、リターンを追求する代わりに相応のリスクの増加を甘受するという態度で、それぞれ選定が正当化されうる。どの程度保有するのかについてはもちろん議論の余地はあるが、ある一定割合で組み入れること自体には問題はないであろう。

しかしながらポートフォリオ12銘柄全てがこの観点だけでは説明できず、またこの観点から選ばれるべきものが選ばれていないという問題が生じる。グ

グループ2に属する3銘柄はコア銘柄ないしは採用されなかったグループ3の三浦工業などに本来なら代替されてしかるべき劣った銘柄である。この点の解釈についてはリターンとリスクの兼ね合いからだけでは決して判断することができない。この矛盾点は相関係数を用いることでかなりの部分が解決し、算出された銘柄によるポートフォリオ自体への正当化がほぼ可能となったことになる。この意味で具体例として数値に基づき解明したことは、ここでの大きな成果である。

## 6. リターンと構成比の関係

これまで便宜的にリスクとリターンの関係を基本にまずコア対象銘柄を選び出し、更に相関係数により絞り込みながらコア銘柄を選定し、最終的にはコア銘柄とその他のポートフォリオ採用銘柄間での相関係数を基にポートフォリオ算出結果を正当化した。しかしながら、コア銘柄とはいえ、常に選ばれ続けるものではなく、ポートフォリオとして要求されるリターンの水準に応じて、その構成比、あるいはその採用の可否自体も、当然ながら変化していくものである。以下、この点を明らかにしよう。

まず図6を見て頂きたい。構成比上位5銘柄を取り上げた<sup>19)</sup> まず四国電力はポートフォリオではリターンが2.0%の下で39.50%となっており、コア銘柄として構成比第1位となっているが、その後リターンを高めるごとに構成比を低下させていき、リターンが3.0%のときに22.54%、3.8%以上のときには0.00%となってしまう。ユニ・チャームもやはり4.0%以上のリターンで、その構成比は0.00%となってしまう。これらは、典型的なローリスク・ローリターンの銘柄としての特徴をよく示している。

アサヒビールはポートフォリオのリターンが0.2%までは構成比が0.0%であるものの、それ以上では構成比が高まっていき、特にリターンが4.0%の時に28.85%でポートフォリオの構成比が最大となる。その後は低下し始め、リターンが5.6%以上で再び0.00%となる。これはミドルリスク・ミドルリター

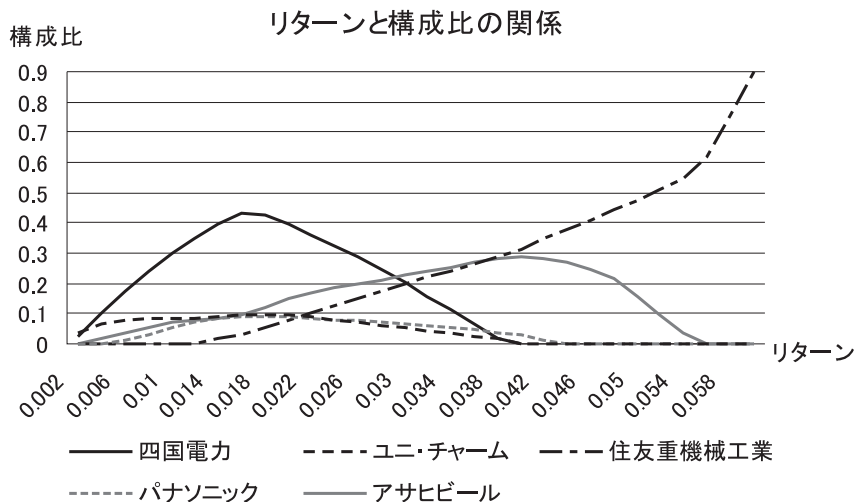


図 6

の銘柄の特徴を示している。パナソニックはリスク，リターンともにアサヒビールと近い特徴を持っているが，リターンと構成比の関係ではむしろローリスク・ローリターンのユニ・チャームに非常に近い動きを示している。

残る住友重機械工業は 1.2%の時に初めて構成比が 0.20%とプラスになり，その後のリターンが高くなるにつれ，構成比はどんどん高まっている。これはハイリスク・ハイリターンの特徴を示している。

このようにコア銘柄の選定については，銘柄自体のリターンがポートフォリオのリターンとどの程度近いかも重要となってくる。長期金利との絡みでポートフォリオのリターンが位置するレンジがローリターンか，ミドルリターンか，あるいはハイリターンかどうかで，その銘柄がポートフォリオに占める構成比は大きく異なりうる。ある銘柄のシャープ・レシオがどんなに高くとも，コア銘柄との相性がどんなに良からうとも，その銘柄のリターンがポートフォリオの要求するリターンから大きく離れていれば，その構成比は低くならざる



を得ないし、最悪の結果、組み入れが不可能ともなってしまうのである。

以上、この項ではポートフォリオの解釈の際には、コア銘柄に関するリターンと構成比の関係の点にも注意が必要であることを強調。図6においてポートフォリオのリターンが変化するにつれて構成比が大きく変動する様をそれぞれ確認されたい。

## 7. お わ り に

愛媛県内に本社機能を有する上場銘柄を対象にポートフォリオを組み、愛媛における地域密着型ファンド、所謂ご当地ファンドを作成した。そしてポートフォリオ算出後に、その得られた結果としてのこのご当地ファンド自体に対しても、更に分析を加えた。確認できたことをまとめると、銘柄採用基準には、1つはリスクとリターンのバランスが挙げられる。株式を購入する際、同じリターンならリスクが低いもの、同一のリスクならリターンは高いほうがよい。リターンはなるべく上に、リスクはなるべく下にある銘柄を見出すことになる。これによれば、ほぼシャープ・レシオの数値の高い銘柄が該当することになる。リスクを嫌うのであればそれなりのリターンを断念し、リターンを求めるのであればそれなりのリスクを覚悟しなければならないからである。

しかし基準はこれだけではない。2つ目には銘柄間のリスク低減効果に関わるものである。ポートフォリオの中で特に中心となって組み入れられるべき銘柄と比較的相性の良い銘柄が、仮にシャープ・レシオが低かろうとこの基準からは選ばれることになりうる。これによって組み入れられる銘柄は、本来、1の基準からは合理性を欠くことになるが、それでもリスク管理の観点から、積極的に選択される。この点は相関係数の数値をチェックすることで、ほぼ把握できることが分かった。

そして最後に個別銘柄のリターンが、長期金利との係わりでポートフォリオのリターンとどの程度近いかどうかという親近性による基準である。ポートフォリオの指定されるリターンのレンジがローリターンか、ミドルリターン

か、あるいはハイリターンへの何れに属するかどうかで、組み入れ対象の銘柄がポートフォリオに占める構成比は大きく異なりうることになる。1の観点からリスクの割にリターンの高い銘柄であり好ましく、また2の観点からポートフォリオ内で中心となる銘柄との相性が良くとも、そもそも大きくリターンが異なっていればポートフォリオからは外れざるを得ないのである。

このようにリスクとリターンの関係を基本に、まずポートフォリオにおいて中心となるコア銘柄を選び出し、更にコア銘柄との相性の善し悪しを相関係数により見定めながら絞り込み、最終的に構成比とリターンの関係を押さえながら、ポートフォリオとしての算出結果をより包括的に正当化することができた。

(追記) 本稿は2008年度教育研究助成による研究成果の一部である。

## 注

- 1) 2007年のTOPIXの実際の最高値は2月27日1823.89ポイントであるが、このときの値は一時的であったことと、景気の出から離れているという2つの理由のため、本稿では当面の高値として7月のものを用いている。日経平均株価についても、この年の実際の最高値は2月26日の18,300円39銭であることに注意されたい。
- 2) 2005年設定・発売の「富山応援ファンド」以降の傾向としては、当初の純粋なご当地ファンドよりも、外国債券などを含めたものやインデックスファンドといった形がむしろ増えてきている。2006年に扱いが開始された四国関連のものでは、「瀬戸内4県ファンド」を除けば「中国・四国インデックスファンド」、「香川県応援ファンド」、「愛媛県応援ファンド」、何れもインデックス型、ないし債権組入タイプに該当する。
- 3) ご当地ファンドの特徴については「変動幅小さい地域型」『日本経済新聞』（2003年10月19日）、「注目集めるご当地ファンド」『日経金融新聞』（2005年2月10日）を参照のこと。
- 4) オリジナルの論文はMarkowitz, H. M. "Portfolio Selection," *Journal of Finance*, vol. 7 (1952)である。またH. M. マーコビッツ『ポートフォリオ選択論』鈴木雪夫訳（東洋経済新報社, 1969）も参照されたい。
- 5) ここでの数値例は藤田岳彦『金融数学の基礎知識』（講談社, 2000）のものを用いている。
- 6) 一般的なポートフォリオの最小化問題は、例えばD. G. ルーエンバーガー『金融工学入

門] 今野浩/鈴木賢一/佐々木規雄訳 (日本経済新聞社, 2002) において, 2次計画問題として簡潔に説明されている。

- 7) リスク・リターン平面での2銘柄を組み合わせたポートフォリオは, 個々の銘柄単独での2点を結んだ直線上にはなく, 原則, それよりも左側に位置する。リスク・リターンの関係においてはそこにリスク低減効果が働くため, リスクが加重平均よりも小さくなり, 結果, 左にシフトする。以上, リスク・リターンの軌跡が左に膨らんだ形状となることを図で確認されたい。
- 8) 債券は必ずしも安全資産というわけではなく, 短期的には市場金利の推移により価格は少なからず変動する (市場リスク)。しかし償還日まで保有すれば価格は元々の購入価格に必ず収斂することになる。従ってその意味でのリスクは存在しないことになる。もちろんこの議論とは別に, デフォルトのリスク (信用リスク) が存在することは否定できない。
- 9) この定理は Tobin, J. "Liquidity Preference as Behavior toward Risk," *Review of Economic Studies*, vol. 25 (1958) において示された。
- 10) ポートフォリオ理論全般については, S. A. Ross / R. W. Westerfield / J. F. Jaffe 『コーポレートファイナンスの原理』大野薫訳 (金融財政事情研究会, 2007) が分かり易い。
- 11) このように, ここでは4年3ヶ月間における月次時系列データを取り扱っている。データはYahoo!ファイナンス (<http://quote.yahoo.co.jp/>) の調整後終値を利用している。株式リターン (投資収益率) は株価変動による部分 (キャピタル・ゲイン) と配当による部分 (インカム・ゲイン) に分けられるが, 本稿では後者の配当利回りは無視し, 株価変化率 (図1とは異なり, ここでは月次収益率) のみに注目することになる。収益率は各期における事象に依存するが, その生起確率は等しいものとし, リターンやリスクは期間数で割られることになる。また以下の投資決定はこの期間における判断の結果であり, それ以降の将来への期待ではないことにも注意されたい。投資期間にわたって株価は未知でなく既知のデータであるから, このことは当然である。しかしながら "Hindsight is better than foresight." との諺もある。まず当該期間, 個々の銘柄によるある一定の変動に晒されることが分かっているとき, 如何にして適切なポートフォリオを構築すべきかを論じ, そのうえで得られた結果を吟味し, 不確かな将来に活かす, といった態度で臨みたい。
- 12) 空売りができる場合は, 単純に個別銘柄ごとの非負制約を外せばよいが, ブラックにより知られる定理, すなわち, 任意の2つの投資機会曲線を所与とし, 実現可能集合の中ですべての投資機会曲線がそれらの凸結合になることを利用すれば, これとは違った経路で効率的ポートフォリオが導かれる。そこでは必ずしも直感的に分かりやすくはないが, その代わり投資機会曲線が関数として直接的に求められるので, 導出の手間は省ける。定理については, Black, F. "Capital Market Equilibrium with Restricted Borrowing," *Journal of Business*, vol. 45 (1972) を, 導出の差異と具体例については, Benninga, S. 『ファイナンシャル・モデリング』ファイナンシャル・研究会訳 (清文社, 2005) や滝川好夫・前田洋樹 『金融モデル実用の基礎』 (金融財政事情研究会, 2006) を参照されたい。

- 13) 間隔が開き過ぎないようにリターン $-0.3\%$ のときを例外的に登場させている。
- 14) 長期金利の当該期間における平均値は年率換算で $1.49\%$ であるため、ここでの月次データに合わせて変換すると $0.12\%$ となる。
- 15) ここでは本来、無差別曲線の位置・形状如何によって2つのケースが考えられる。接点ポートフォリオの左下で無差別曲線が資本市場線と接するとき（貸付けのケース）と右上で接するとき（借入れのケース）である。図4では借入れのケースで作図がなされている。
- 16) 先にも触れたが、散布図においてなるべく左上に位置するものを指す。
- 17) 一見、四国電力はシャープ・レシオが低いため、コア銘柄として相応しくないように思えるが、実際、四国電力よりもリスクが低く、かつリターンの高い銘柄は存在していない。その意味で相対的にポートフォリオ対象銘柄の中で優れた候補となりうる。
- 18) 相関係数は直線的な関係を確認するためのものであり、この概念でもって例えば敢えてU字型の関係を捉えようとする、そのとき無相関であると正確さを欠く判断結果を導いてしまう。また擬似相関という見かけ上の相関が成立している場合や外れ値の影響など、適用する場合にこれらの関係性の判断には十分注意が必要となる。
- 19) ここでは割愛するが、この種の分析により三浦工業も大域的に組み入れられることがないわけではなく、リターンが $3\%$ 台のときには僅かながら採用されうることとなっている。