

松 山 大 学 論 集
第 25 卷 第 2 号 抜 刷
2 0 1 3 年 6 月 発 行

ポートフォリオ理論に基づく
シミュレーション分析
—— 愛媛県関連企業への応用と解釈 ——

松 本 直 樹

ポートフォリオ理論に基づく シミュレーション分析 —— 愛媛県関連企業への応用と解釈 ——

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、それらをスプリングボードにして高度経済成長を成し遂げることができた。その後、日本経済は「バブル景気」に続く、長い景気低迷の時代へと陥ったが、2002年2月より「いざなみ景気」と呼ばれる記録的な景気拡大が続いた。拡大期間は73カ月にまで及び、戦後最長の57カ月続いた「いざなぎ景気」の記録を新たに塗り替えることになった。

それ以降は、サブプライムローン問題をきっかけに、2006年から2007年にかけてのアメリカの住宅バブル崩壊に端を発した世界金融危機の影響で景気は後退し、2008年9月、いわゆるリーマンショックで世界金融危機が激化した。必ずしも直接的な影響ではなかったものの、グローバル化の中、日本経済も無傷では済まず、大きく景気後退を招くこととなった。ただ翌2009年には回復の兆しが現れ、同時に株価も徐々に回復に向かった。

その後、緩やかな拡大を続けたが、2011年3月11日に起きた東日本大震災により、関連銘柄株が急落し、それに続いて株価指数も下落した。震災直後急落した株価も復興需要により、ある程度戻したものの、アメリカの格付け引き下げに加え、ヨーロッパにおけるギリシャ発の信用不安が連鎖するなど、悪条件が重なり、値を下げた。

その後の株式市場は基本的にボックス圏で推移した。ようやく11月15日になって相場が大きく動き出すものの、その意味で2012年も基本は停滞していたと言えよう。本稿では2012年の夏季における特に動きが見られなかった時期に焦点を当てる。そこでの株価指数の動きを見てみると、終値で日経平均株価に関して安値は2012年7月25日の8,365円9銭、高値は2012年9月19日の9,232円21銭であり、最安値は同じ7月25日の8,328円2銭、最高値も同じ9月19日の9,288円53銭であった。

以上を前提に本稿では分析期間として、日経平均株価が最安値を付けた週の初め月曜日の2012年7月23日から始め、最高値を付けた週の最後金曜日の2012年9月21日までを設定し、その上で最適ポートフォリオを組む。対象は愛媛県内に本社や工場を有する、あるいは積極的に店舗を出店している上場銘柄とすることで、愛媛における地域密着型ファンド、いわゆるご当地ファンドの作成を試みることになる。更にそれだけに止まらず、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（ポートフォリオ採用銘柄およびそれらの組み入れ比率）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、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の組み合わせ上、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を正当化するための分析を進める。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通りである。まず、第2節でポートフォリオとご当地ファンドを説明する。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節において愛媛への関連が高い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する。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、まずリスクとリターンを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組み入れ比率の推移、特にコア銘柄の推移を確認しながら、すでに前節で触れているもののポートフォリオの採用基準としてのもう1つ別の基準について改めて言及する。最後に7節で全体をまとめることとする。

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。いず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。更に言うと、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、より具体的に述べれば、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つ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年においては特にその傾向が目立っている¹⁾。

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²⁾。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³⁾。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。直感的にいて、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、リスクが減るというのは分かる。そしてリスクが半分になれば、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最小化できるようになる。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、構成銘柄のいず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。

表 1

	状況 1	状況 2
A	2 倍	1 / 2 倍
B	3 / 4 倍	3 / 2 倍

多種のリスク資産から構成される、一般的な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）のみからなる簡単な数値例を使ったポートフォリオから議論を始めることにする。ここでは各フェーズを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。まず以下のようなケースを考え、これをケース1とする。すなわち銘柄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倍となるものとする（表1参照）。また状況が起こる確率は共に1/2とする。このとき、ほぼ自明であるが、銘柄Aを保有することでリターンは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、相対的に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

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、この点を見てみよう。

AとBの割合を $x:1-x$ とし、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つの状況のいず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 $x = \frac{1}{3}$ であることは言うまでもない。

表2

	状況1	状況2
A	2倍	1/2倍
B	3/2倍	3/4倍

もしここで表2のような同じ方向に連動するケースを取り扱うのであれば、どのように変わるであろうか。両銘柄共に、リターンとリスクに関しては何ら変わるところはない。唯一の相違点は状況ごとの収益である。先の表1のケースでは状況1で銘柄Aが上昇、銘柄Bが低下し、他方、状況2では銘柄Aが低下、銘柄Bが上昇していた。ここでの表2のケースでは状況1で共に上昇し、状況2では共に低下している。つまり逆方向に動かず、むしろ同方向に動いて

おり、このことを相関係数が+1とも表現できる。当然、このケースでは両銘柄を組み合わせても、その割合によって銘柄ごとのリターンとリスクの数値の加重平均が得られるだけで、その際、特にリスクを引き下げる効果は期待できないことになる。

以上のことを再度、異なった観点から見てみよう。ここで6つのケースを扱う。いずれも横軸は時間を表しており、縦軸はリターンであり、収益の動きを表している。通常、項目軸で推移を示す場合には折れ線グラフを使うことが多いが、ここでは敢えてこれまでと同様に散布図を用いる。

まず図1のケース1.1と図2のケース1.2を見て頂きたい。ここではいずれも両銘柄が逆方向に動いており、かつ銘柄Bの動きは両ケース間で同じであるが、他方、銘柄Aの方はケース1.2において変動が小さく、その分、リスクも小さくなっている。ただしリターンは両者間で同一となっていることに注意されたい。当然、いずれのケースにおいても両銘柄を組み合わせることでリスク低減効果が狙えるものの、ケース1.2において銘柄Aを多く組み入れることで

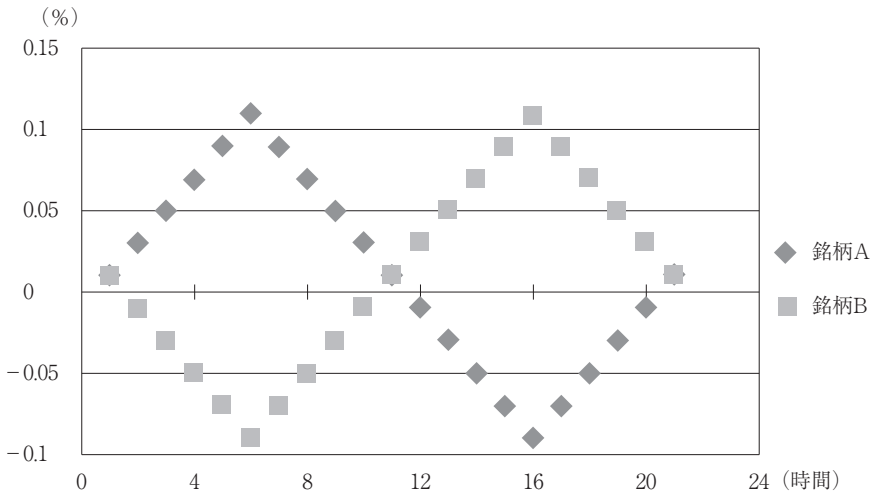


図1 ケース1.1

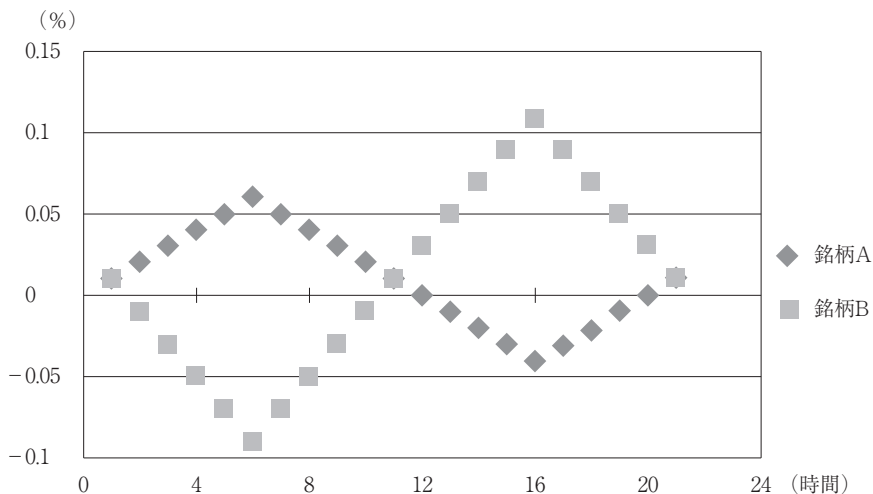


図2 ケース 1.2

メリットが増している。つまり銘柄Aはリターンに関しては同じであるものの、リスクに関してはケース 1.2において低まっているため、その低まった分、より多くの組み入れが正当化されることとなる。

今度は図3から図6において示されているケース 2.1 からケース 2.4である。これらはいずれも先のケースと対照的に収益の変動が同方向に起きている。従っていずれも組み合わせることでリスク低減効果を生じさせ得ない。特に図3のケース 2.1においてはリターンが両銘柄共に同一であり、リスクの大きい銘柄Bを外して銘柄Aのみに特化させることが合理的となる。ただ図4のケース 2.2にあるように、銘柄Bのリスクは依然大きいものの、そのデメリットに勝る程、リターンの高さが十分に大きくなれば、銘柄Bを取って保有することが正当化されることとなる。続く図5のケース 2.3においてはリスクの小さい銘柄Aのリターンの高さがちょうど引き合いバランスを取った状況であり、AとBの組み入れに関して無差別となっている⁴⁾最後の図6ケース 2.4においては銘柄Aがリターンとリスクの双方に関する保有するメリットの点で銘

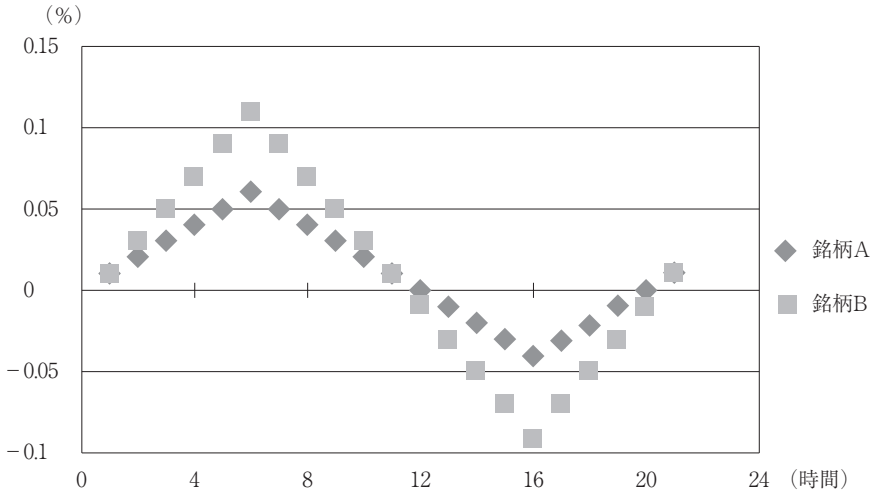


図3 ケース 2.1

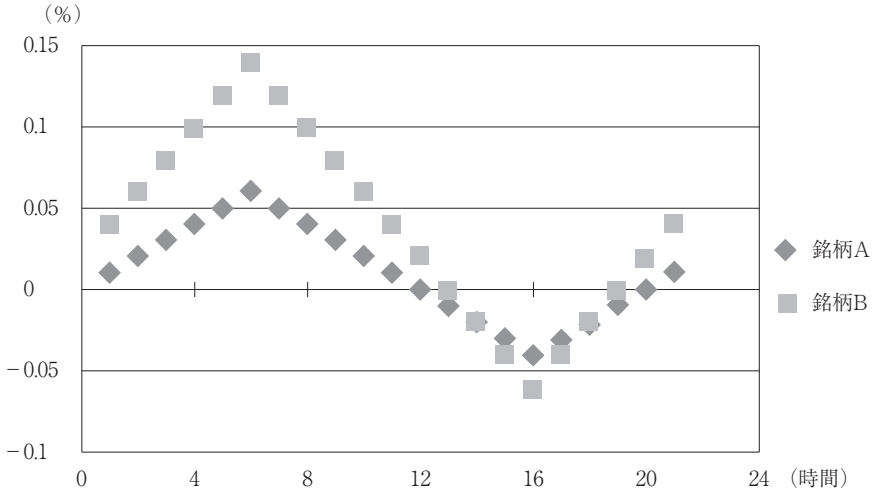


図4 ケース 2.2

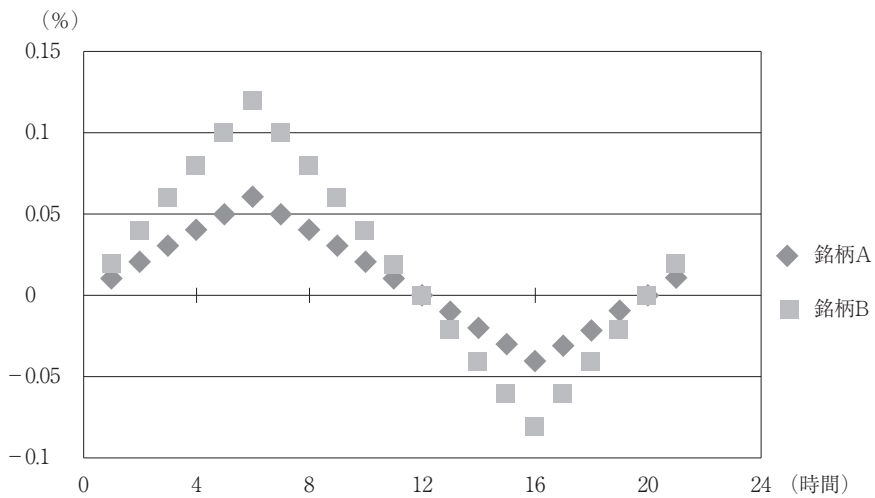


図5 ケース2.3

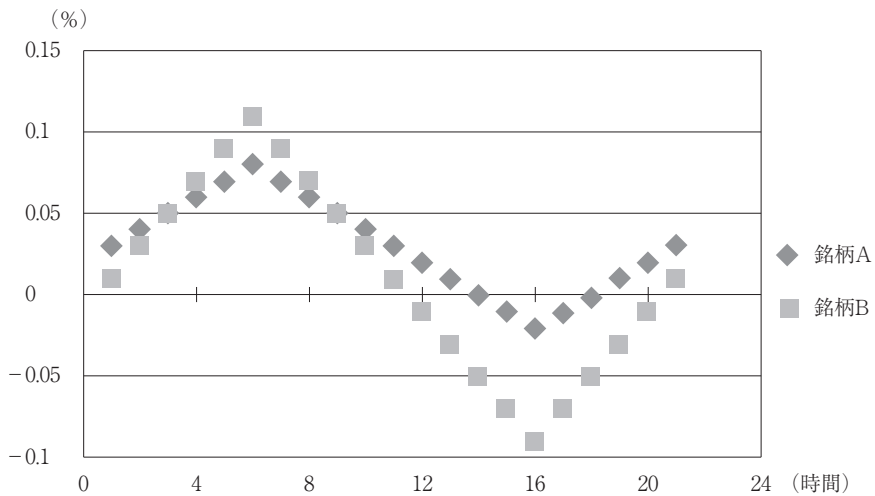


図6 ケース2.4

柄Bを上回っており，そのため銘柄Bの組み入れはまったく正当化されない。
最適な組み入れ比率は常に銘柄Aが1，銘柄Bがゼロとなる⁵⁾

表3

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

最後に残された同方向と逆方向に連動する状況を共に含めた，より一般的なケースを考えてみよう。まず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3参照）⁶⁾。当然，全確率1である。これをケース3とする。このようであるとき，ポートフォリオのリターンは

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

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。

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。つまりうま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

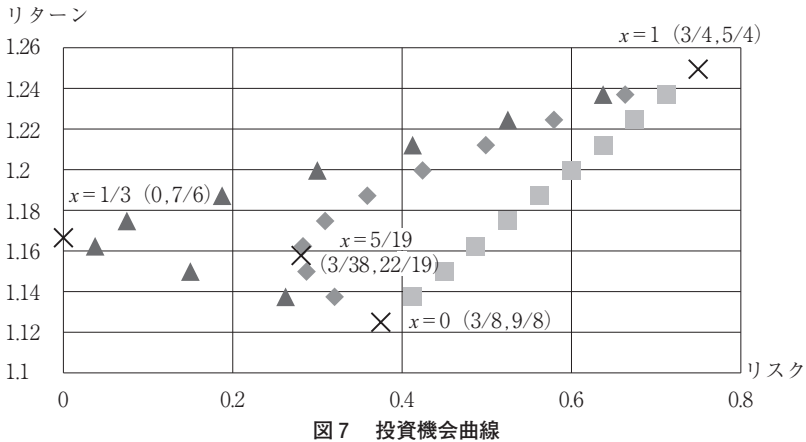


図7 投資機会曲線

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。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組み入れ比率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、組み入れ比率の合計が1、また空売りを認めなければ組み入れ比率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、最も効果的な組み入れ比率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、組み入れ比率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⁸⁾。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言えば、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 の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⁹⁾、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¹⁰⁾。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全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¹¹⁾。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

ようやく準備が整ったところで、本節では具体的に愛媛県内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、雇用や税収の意味で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。投資する側の心理として、身近で知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、2012年9月21日の時点で全50社が挙げられる。そしてそれら銘柄の2012年7月23日から2012年9月21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¹²⁾。これらについて表4と表5のようにまとめられる¹³⁾。

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）の場合をここでの考慮からは外す。そしてポートフォリオ全体に一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組み入れ比率を逐次求めていく。より具体的には、まずリターンは-4%から1%ごとに7%まで順次与えることとし、その下で組み入れ比率のトータルが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8のように、50銘柄に対応するリスク・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組み入れ比率が調整される結果、それらの左方に位置する投資機会曲線（12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-4.16%に近づけていくと、ポートフォリオの組み入れ比率は最終的に四国電力1銘柄に収束し、反対に上限を超えて

表 4

銘 柄 名	リターン	順位	銘 柄 名	リターン	順位
富士紡 HD	0.075007	1	三菱ケミカル HD	-0.00119	26
住友金属鉱山	0.027606	2	DCM・HD	-0.00163	27
ヨンキュウ	0.017976	3	セーラー広告	-0.00193	28
サイボウズ	0.016741	4	三浦工業	-0.00195	29
大王製紙	0.014134	5	ベルグアース	-0.00201	30
花王	0.012148	6	ベネフィット・ワン	-0.00238	31
ルネサスエレクトロニクス	0.0117	7	ダイソー	-0.00258	32
愛媛銀行	0.010723	8	ピーエスシー	-0.00262	33
住友化学	0.010129	9	大陽日酸	-0.00283	34
味の素	0.009872	10	田岡化学工業	-0.00329	35
伊予銀行	0.009392	11	井関農機	-0.00339	36
不二精機	0.00889	12	レデイ薬局	-0.00351	37
アサヒグループ HD	0.00804	13	川辺	-0.00391	38
リンテック	0.007093	14	クラボウ	-0.00413	39
パナソニック	0.005847	15	ヤスハラケミカル	-0.00525	40
小林製薬	0.005252	16	高島屋	-0.0059	41
東芝	0.004706	17	イオン	-0.00676	42
大日本住友製薬	0.003515	18	木村化工機	-0.00718	43
丸紅	0.003414	19	コスモ石油	-0.00859	44
三越伊勢丹 HD	0.002335	20	スズケン	-0.00936	45
ユニ・チャーム	0.001561	21	住友重機械工業	-0.0099	46
クラレ	0.000645	22	四電工	-0.01303	47
東レ	0.000631	23	レンゴー	-0.01724	48
愛知時計電機	0.000312	24	帝人	-0.02075	49
フジ	-0.00081	25	四国電力	-0.04166	50

表5

銘柄名	リスク	順位	銘柄名	リスク	順位
富士紡 HD	0.201359	1	レデイ薬局	0.033931	26
四国電力	0.108161	2	井関農機	0.03225	27
ピーエスシー	0.100658	3	ベルグアース	0.030057	28
住友金属鉱山	0.084001	4	高島屋	0.030036	29
住友重機械工業	0.080327	5	サイボウズ	0.029809	30
帝人	0.068501	6	東レ	0.029326	31
不二精機	0.066418	7	クラレ	0.029219	32
大陽日酸	0.063155	8	三越伊勢丹 HD	0.028691	33
三菱ケミカル HD	0.059031	9	田岡化学工業	0.027709	34
木村化工機	0.058316	10	愛知時計電機	0.026732	35
コスモ石油	0.055984	11	ダイソー	0.025456	36
住友化学	0.0489	12	大日本住友製薬	0.025166	37
レンゴー	0.047608	13	DCM・HD	0.023872	38
セーラー広告	0.04758	14	花王	0.023777	39
四電工	0.046492	15	ヤスハラケミカル	0.023746	40
ルネサスエレクトロニクス	0.046447	16	伊予銀行	0.021713	41
パナソニック	0.045835	17	フジ	0.021124	42
大王製紙	0.044493	18	三浦工業	0.019022	43
川辺	0.044373	19	ユニ・チャーム	0.018191	44
東芝	0.04437	20	スズケン	0.018186	45
愛媛銀行	0.044236	21	イオン	0.017758	46
リンテック	0.041796	22	アサヒグループ HD	0.01723	47
クラボウ	0.040648	23	小林製薬	0.013047	48
ヨンキユウ	0.036133	24	味の素	0.011109	49
丸紅	0.03542	25	ベネフィット・ワン	0.005344	50

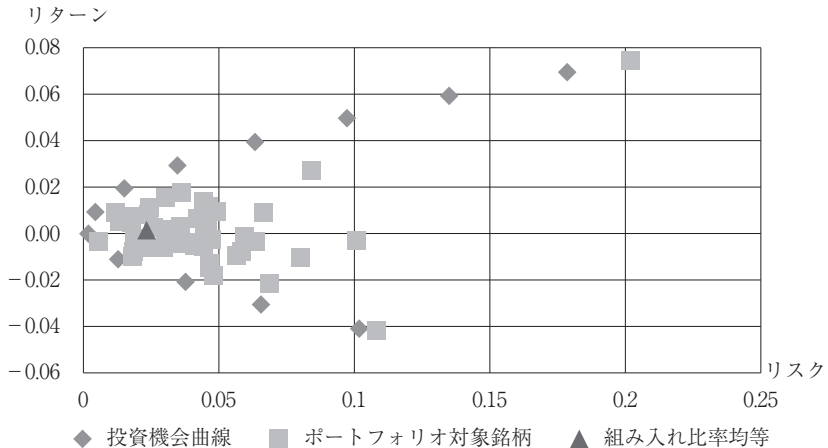


図8 投資機会曲線と全銘柄散布図

7.5%に近づけていくと富士紡HD1銘柄に収束していくことになる。

以上、図8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50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、ポートフォリオ組み入れ比率が最適に調整される前段階として、全銘柄の組み入れ比率均等（2%）のケースを見てみると、 $(\text{リスク}, \text{リターン}) = (2.3069\%, 0.1678\%)$ となり、図8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、組み入れ比率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。

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 $(\text{リスク}, \text{リターン}) = (0.188\%, 0.1845\%)$ であることが分かる。しかしこの点はポートフォリオとしてリスクを最小化しているものの、投資家にとって必ずしも望ましくない。リスクを避け過ぎており、そのためにより低いリターンに甘んじてしまっているからである。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関係を前提に長期金利を0.0152%¹⁴⁾とすると、図9のように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)=(0.5934%, 1.3298%)が最適ポイントとして求まり、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決定する。結局そこでは以下のように計6銘柄によるポートフォリオとなる。

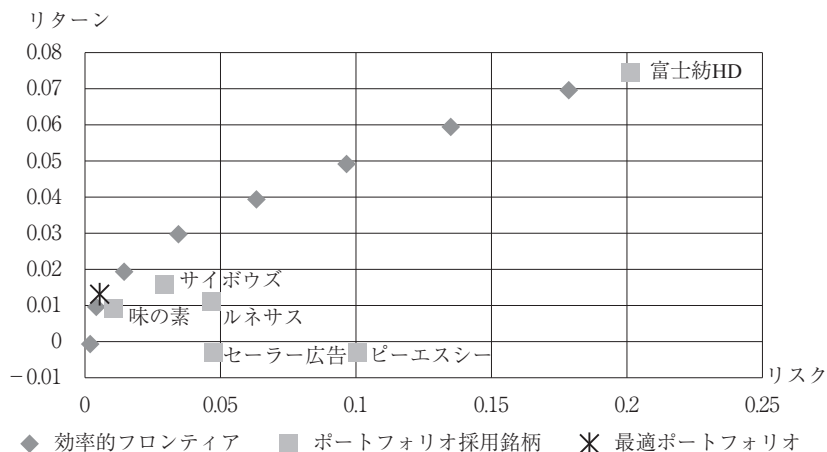


図9 効率的フロンティアと採用銘柄の関係

最適ポートフォリオ：

サイボウズ 32.22% ルネサスエレクトロニクス 24.15% ピーエスシー 22.89%
 セーラー広告 11.57% 富士紡HD 7.67% 味の素 1.49%

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（SR）が挙げられる。これはリスクに対してど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。50社すべてに関してこの数値を求めると表6が得られるが、これを組み入れ比率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7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組み入れ比率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、リスクは6.4985%となり、これと0.5934%との差がリスク低減効果となるのである。リスク低減効果とはリターンとリスクそれぞれに組み入れ比率を掛け合わせたものの平均の数値である。これが、最適ポートフォリオに近ければ近いほど良い。リターンはあまり数値に変化がないが、リスクは何十倍もの数値の差がある。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、そのための基準が、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正当化され得ない。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7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10のバブルチャートである。この図にはリスクとリターンの2変数の関係だけでなく、第3の系列値として表7の組み入れ比率が円の面積で表示されている。

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、図上での味の素もしくはサイボウズを選び、リターンを積極的に求めようとするのであれば、富士紡HDを選ぶことになるであろう。ミドルリスク・ミドルリターンに相当するものはない。こうしてこの図の左下方から右上方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

表6

銘 柄 名	SR	順位	銘 柄 名	SR	順位
味の素	0.874973	1	ピーエスシー	-0.0275	26
サイボウズ	0.556492	2	セーラー広告	-0.04385	27
花王	0.504503	3	フジ	-0.04543	28
ヨンキユウ	0.49329	4	大陽日酸	-0.04718	29
アサヒグループHD	0.457837	5	ベルグアース	-0.07184	30
伊予銀行	0.425535	6	DCM・HD	-0.07473	31
小林製薬	0.390866	7	川辺	-0.09156	32
富士紡HD	0.371749	8	クラボウ	-0.1053	33
住友金属鉱山	0.326833	9	ダイソー	-0.10748	34
大王製紙	0.314244	10	レデイ薬局	-0.10802	35
ルネサスエレクトロニクス	0.248624	11	井関農機	-0.1097	36
愛媛銀行	0.238963	12	三浦工業	-0.11034	37
住友化学	0.20402	13	田岡化学工業	-0.12431	38
リンテック	0.166067	14	住友重機械工業	-0.12517	39
大日本住友製薬	0.13364	15	木村化工機	-0.12565	40
不二精機	0.131557	16	コスモ石油	-0.15607	41
パナソニック	0.124248	17	高島屋	-0.20136	42
東芝	0.102639	18	ヤスハラケミカル	-0.22758	43
丸紅	0.092088	19	四電工	-0.28346	44
ユニ・チャーム	0.077472	20	帝人	-0.30517	45
三越伊勢丹HD	0.076074	21	レンゴー	-0.36521	46
クラレ	0.016886	22	四国電力	-0.38658	47
東レ	0.016329	23	イオン	-0.38939	48
愛知時計電機	0.005989	24	ベネフィット・ワン	-0.47398	49
三菱ケミカルHD	-0.02269	25	スズケン	-0.52327	50

表 7

	リターン	リスク	SR	組み入れ比率
サイボウズ	0.016741	0.029809	0.556492	0.322246
ルネサスエレクトロニクス	0.0117	0.046447	0.248624	0.24149
ピーエスシー	-0.00262	0.100658	-0.0275	0.228945
セーラー広告	-0.00193	0.04758	-0.04385	0.115736
富士紡 HD	0.075007	0.201359	0.371749	0.076706
味の素	0.009872	0.011109	0.874973	0.014877
最適ポートフォリオ	0.013298	0.005934		
リスク低減効果なし	0.013298	0.064985		

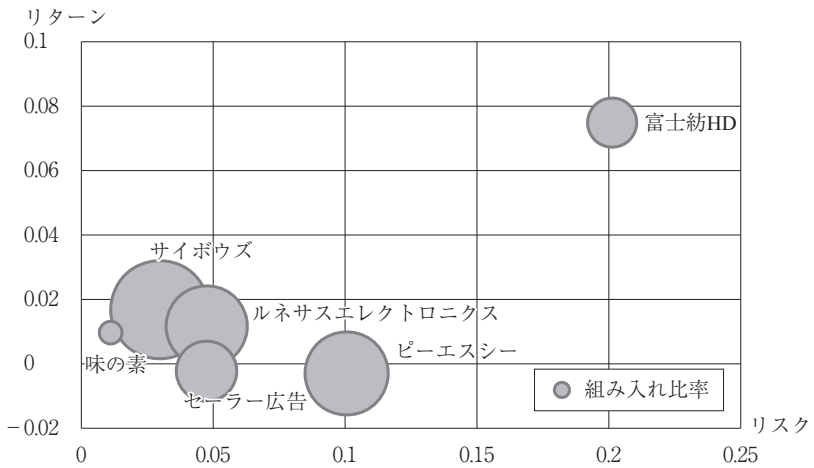


図 10 バブルチャート

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。つまり、どれほどリターンを欲するかで変わるのである。しかしながら、左上方か右下方かという選択を問われた際には、状況はまったく違って来る。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、投資家の選好にかかわらず、極力左上に位置する銘柄を選ぶことが理に適っている。銘柄単体で見た場合、わざわざ劣ったものを選ぶとは考えられない。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10において、例えばルネサスエレクトロニクスはシャープ・レシオが11位という劣った銘柄であるにもかかわらず、シャープ・レシオが2位の味の素よりも面積が圧倒的に大きく、組み入れ比率がその分高いことが容易に確認できる。またピーエスシー、セーラー広告は左下方、しかもリターンがマイナスな点に位置しており、明らかに保有にはナンセンスな銘柄であるにもかかわらず、なぜかポートフォリオに選ばれていることも確認できる。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くることも確認済みである。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。相性が良いときとは、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、似ていないことがここでの含意である。合わない波長を持つということは、一方が上昇しているときに、他方は下落しているということである。そうであれば、どちらか一方で損失が出て、もう一方で利益を得ることになるのである。要は変動という振れを互いに打ち消し合って、全体として滑らかな動きに調整できるかである。今回のケースをこの点から具体的に確認してみよう。

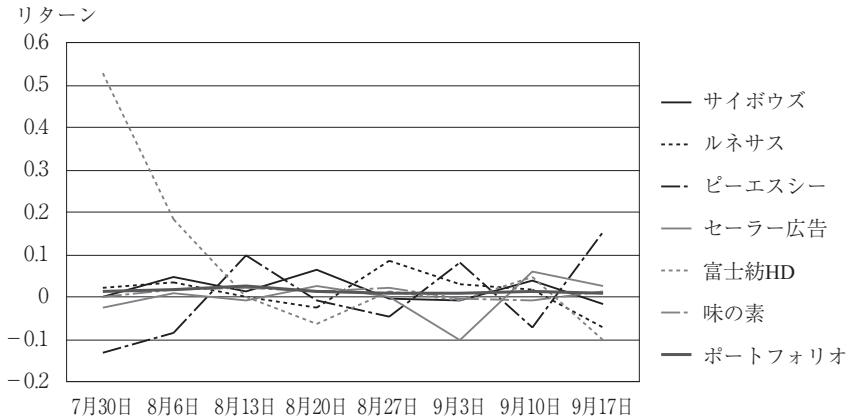


図 11 リターンの推移

図 11 はポートフォリオのリターンの推移を折れ線グラフにて表したものである。一見、激しく上下動を繰り返すものがあったり、大きく下降している銘柄があったりと統一性が無いように見えるが、そこでのポートフォリオの系列を見て頂きたい。値の異なるいくつかの銘柄が集まった結果として、ほぼ直線である。つまりブレという意味でのリスクがほとんどなく、算出されたポートフォリオが最適であることの証左となっている。

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原理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 4 と表 5 を見て頂きたい。こ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る。株式を購入する際であれば、同じリターンならばリスクは低い方が良く、同一のリスクを負

うのであればリターンは高い方がいいはずである。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。そのような基準によれば、表6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、相応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、今度はそれ相応のリスクを覚悟しなければならなくなる。

しかし先に触れたように結果は必ずしもそうなってはいない。花王は、シャープ・レシオが上位銘柄でありながらポートフォリオ採用銘柄に入っていない。他方でシャープ・レシオの低いはずのピーエスシー、セーラー広告がなぜか選ばれている。これらの矛盾点はなぜ起こったのか、まずそこから始めよう。以下のように考える。

まずグループ分けである。1つ目は、先ほどのポートフォリオ採用銘柄の内、リターンが最適ポートフォリオのそれに近い数値を持つものとして、サイボウズ・ルネサスエレクトロニクス・富士紡HD・味の素の4銘柄が挙げられる(グループ1)。つまりポートフォリオの要求する値(1.3298%)に近い(リターン7.5007%から0.9872%の間)、多少の乖離はあるもののこれら4銘柄をコア銘柄とするわけである。特にサイボウズはポートフォリオの要求するリターンに一番近く、またシャープ・レシオも高い。その意味で真のコア銘柄と呼べるかもしれない。実際、図9と図10の散布図で確認できるように、左上に位置しており、また採用銘柄の中で32%程度の比率を占めている。

2つ目は、シャープ・レシオが非常に高く、またポートフォリオの要求するリターンから大きく外れていないため、一見望ましく映るが、なぜかポートフォリオに選ばれていない花王である(グループ2)。3つ目は、逆に一見したところまったく望ましく映らないが、なぜか採用されているものとして、ピーエスシー、セーラー広告の2銘柄で構成される(グループ3)。最後は、ポートフォリオの要求するリターンにかなり近い(全銘柄の中で一番近い)にもかかわらず、やはり何らかの理由で入ってこなかったものとして、大王製紙がある。(グループ4)。

表 8

	サイボウズ	ルネサス	富士紡	味の素	ピーエス	セーラー	花王	大王製紙
サイボウズ	1	-0.04683	-0.03768	0.033534	-0.42609	0.509475	0.625168	0.646554
ルネサスエレクトロニクス	-0.04683	1	0.322683	-0.0117	-0.58683	-0.28312	-0.21538	-0.10925
富士紡HD	-0.03768	0.322683	1	-0.27885	-0.73029	-0.15097	0.33194	-0.19175
味の素	0.033534	-0.0117	-0.27885	1	0.237359	0.149713	0.331444	0.034875
ピーエスシー	-0.42609	-0.58683	-0.73029	0.237359	1	-0.21851	-0.33532	-0.10916
セーラー広告	0.509475	-0.28312	-0.15097	0.149713	-0.21851	1	0.385009	0.62877
花王	0.625168	-0.21538	0.33194	0.331444	-0.33532	0.385009	1	0.283618
大王製紙	0.646554	-0.10925	-0.19175	0.034875	-0.10916	0.62877	0.283618	1

次の準備は銘柄間の関係性についてである。先に触れたように、ポートフォリオ銘柄の選定の際に考慮されるべきことは、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を下げることに有効であった。そこで、以下の連動性の確認に際して、ポートフォリオ導出に用いた分散・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ってしまいう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みるためには、相関係数の方が適切である。そこで連動性の指標には以下のように、ここでは相関係数を用いる。

表8においてグループ1とグループ2の間での相関係数を見てみよう。コア銘柄に対するグループ2の各銘柄の数値は相対的に大きいものが多く、その意味でこれらの銘柄はコア銘柄との相性は良くないことが分かる。

次に、グループ1とグループ3の間での相関係数が確認できる。ピーエスシーについて見てみると、一部プラスではあっても十分に小さい値であり、他はかなり絶対値で大きなマイナスの値を示しているものが多いことが分かる。セーラー広告についても、サイボウズ間で数値が高いものの¹⁵⁾、その他ではほぼ同様の傾向となっており、このようなことから、コア銘柄と相性が良いため、

ポートフォリオに組み入れられたと言えよう。

最後に、グループ1とグループ4の間での相関係数を見て頂きたい。グループ4の銘柄は、単体ではポートフォリオの要求する値に近いものが多い。しかし、コア銘柄と対応するここでの数値を見てみると、相対的に大きなものが見受けられ、相性が悪いことが分かる。よって、コア銘柄からは外れたものと判断できる。

以上をまとめよう。ポートフォリオ採用の基準としては3つのものが挙げられる。まず第1にポートフォリオ全体の平均リターンに近いことである。ポートフォリオが要求するリターンから外れた銘柄を敢えて組み入れると、平均を変えないためには今度は反対側に離れたリターンの銘柄を取り込まなければならない。従ってその意味で個々の銘柄のリターンがポートフォリオのそれと近いことは相対的に有利である。2番目はシャープ・レシオの高さである。単独の銘柄で見たときにリスクに対して十分にリターンが大きいことは資産運用の観点からは合理的である。最後に以上2点から構成されたポートフォリオの中心となるコア銘柄間での相性である。ポートフォリオの要求するリターンに近く、かつシャープ・レシオが高くとも、相関係数が高ければポートフォリオ全体のリスクを低減する効果を発揮できないからである。以上がここでのポートフォリオ採用銘柄の解釈の際のポイントである。グループ2と4の銘柄はリターン水準やシャープ・レシオの高さからはポートフォリオに選ばれるべきであり、他方、グループ3の銘柄は逆に選ばれるべきではない。しかしながら、優れた銘柄に思えるものが採用されず、劣った銘柄に思える銘柄が採用された。この点の解釈についてはリターンとリスクの兼ね合いといったシャープ・レシオの数値やポートフォリオの要求するリターン水準への近さからだけでは決して判断することはできない。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。コア銘柄を基準に相関係数をセットで解釈に用いたことは、ここでの大きな成果である。

6. リターンと組み入れ比率の関係

これまではリスクとリターンの関係を基本として、最初にコア対象銘柄を選び、更に相関係数を使って絞りこみながらコア銘柄を選択し、最終的に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。その際、ポートフォリオが要求するリターンの水準に近いことの重要性に触れた。この点は自明といってもよいかもしれないが、敢えてここで注意したいのが、コア銘柄は常に選ばれ続けるものではなく、当然、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、組み入れ比率や採用等も変化していくということである。以下、具体的にこの点を明らかにしておこう。

初めに図12を見て頂きたい。まず、ペネフィット・ワンはポートフォリオではリターンが0%の下で83%となっており、その後リターンが高まるごとに組み入れ比率を低下していき、リターンが1.0%のときに22%，2.0%以上のときに0%となる。同じく、ルネサスエレクトロニクスはリターンが3.0%

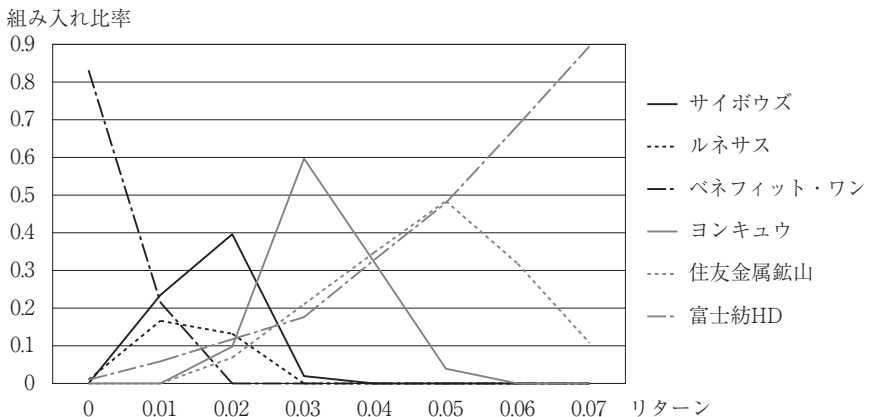


図12 リターンと組み入れ比率の関係

以上のときに、サイボウズはリターンが4.0%以上のときに、その組み入れ比率は0%となる。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示している。

ヨンキュウは、ポートフォリオのリターンが1.0%までは組み入れ比率が0%であるものの、それ以上では組み入れ比率が高まっていき、特にリターンが3.0%のときに59%でポートフォリオの比率が最大となる。その後は低下し始め、リターンが6.0%以上で再び0%となる。これはミドルリスク・ミドルリターンの銘柄の特徴を示している。住友金属鉱業はリスク、リターン共にヨンキュウに近い特徴を持っている。最後に富士紡HDはリターンと共に組み入れ比率も上昇しており、3.0%以降、急激な伸びを示している。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、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、どの程度近いかが重要になってくることが分かる。また、長期金利との関係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なのか、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組み入れ比率は大きく異なる。ある銘柄のシャープ・レシオがどんなに高い場合でも、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、その組み入れ比率は低くならざるを得ないし、最悪の場合、組み入れ自体が不可能となってしまう。

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組み入れ比率の関係が重要であることを確認した。

7. お わ り に

愛媛県内に本社機能を有する企業銘柄を対象にして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、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、得られた結果としてのご当地ファンド自体に、更に分析

を加えた。これらの分析によって3つの事が確認できた。

まず1つ目は、銘柄採用基準にはリスクとリターンのバランスが重要なポイントになるということである。株式を購入する際には、同じリターンであればリスクが低いもの、同じリスクであればリターンが高い方がよい。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。つまり、この分析からわかることは、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。もし仮に、リスクを避けたいのであれば、それなりのリターンを断念し、高いリターンを求めるのであれば、それなりのリスクを伴うことを覚悟しなければならない。

そして2つ目は、銘柄間のリスク低減効果に関わるものである。シャープ・レシオが低い場合であっても、ポートフォリオの中で中心となる銘柄と比較的相性の良い銘柄が選ばれることになる。これによって組み入れられる銘柄は、リスクとリターンのバランスの上では問題となるが、他方でリスク低減効果の観点より選択されることになる。これを明らかにするものが相関係数の数値の低さであることが分かった。

最後は、個別銘柄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どうかという基準である。このとき、ポートフォリオのリターンにおいては、長期金利との関係も考えておかななくてはならないが、そもそもポートフォリオにおける指定された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の3つのどれに属するかで組み入れ対象の銘柄のポートフォリオに占める組み入れ比率が大きく異なってくる。1、2で述べたように、リスクが低くリターンの高い銘柄であっても、ポートフォリオ内で中心となるコア銘柄との相性が良くても、大きくリターンが異なっていればポートフォリオから外されることとなる。

この3つの条件より、まずは現実的なコア銘柄としてポートフォリオの中心となる銘柄を選び出し、その上でリスクとリターンの関係を基準として、シャープ・レシオと相関係数を使い、個別銘柄としてのパフォーマンスとコア銘柄

との相性を秤にかけながら、数値計算で求められポートフォリオに対して解釈を加えた。そして最終的に組み入れ比率とリターンの関係を押さえることで、ポートフォリオの算出結果をより広い視点で評価することができた。

(付記) 本稿は 2011 年度に交付を受けた松山大学教育研究助成による成果の一部である。

注

- 1) 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」、「四国応援ファンド」、「愛媛県応援ファンド」の何れもインデックス型、ないし債券組み入れタイプに該当する。
- 2) 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。
- 3) 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。
- 4) ここで無差別となっているのは、後に明らかとなるように、リターンとリスクの兼ね合いを表すシャープ・レシオ（ただし長期金利を除く）が両者間でたまたま同一であるからである。
- 5) これら変動の幅と期待収益率が異なる 2 資産の解析的な検証については、批々木規雄/田辺隆人『ポートフォリオ最適化と数理計画法』（朝倉書店講談社, 2005）の第 1 章が分かりやすい。
- 6) 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）第 8 章のものを引用している。
- 7) 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/批々木規雄訳（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。
- 8) 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ではなく、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。

- 9) 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。
- 10) 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。
- 11) 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』第9版、大野薫訳（金融財政事情研究会、2012）が分かり易い。
- 12) 株価情報データの入手先は Yahoo!ファイナンス (<http://finance.yahoo.co.jp/>)、(参照 2012-12-21)。
- 13) 以下、本稿では基本的に銘柄名から株式会社を省略する。
- 14) この数値はここで設定している分析対象と同一の期間における新発10年債の年利の平均値を月利、更に週間にまで換算し直したものである。データの入手先に関しては、長期金利の動き「国債と財投金利の動き」(http://www31.ocn.ne.jp/~j_saijo/zaito/zaito.htm)、(参照 2012-12-21)。
- 15) このことがセラー広告のポートフォリオ組み入れ比率がピーエスシーのその約半分に止まっている原因と思われる。