

# マルチファクターモデルの測定方法が説明力に与える影響

流田 慎也 \*

平成 30 年 1 月 21 日

## 概要

Fama and French(1993) によって提唱された 3 ファクターモデルは、広く認知されている一方で十分に活用されているとは言えない。この背景には、それぞれのファクターの測定方法が明確でなく、データの扱いが難しいといった事情がある。本論文では、ファクターの測定方法の 1 つであるポートフォリオのリバランス頻度がモデルの説明能力に影響を与えるかについて検証した。リバランス頻度を年 1 回、月 1 回、週 1 回と変化させてファクターを測定し、Gibbons, Ross, and Shanken(1989) の提唱した方法で評価した。検証の結果、リバランス頻度によってモデルの説明力が変化するほか、測定されるファクターの大きさにも差異が生じることが明らかになった。したがって、3 ファクターモデルにおいては、リバランス頻度を所与とすべきではないと結論づけられる。

キーワード： 資産評価モデル、マルチファクターモデル、GRS 検定、測定方法、割安株効果

## 1 はじめに

Fama and French(1993) によって提唱された 3 ファクターモデル（以下、FF3 と呼ぶ）は、資本資産評価モデル（以下、CAPM と呼ぶ）では説明しきれないリターンを説明する資産評価モデルとして広く知られている。しかし、経済理論による裏付けがないことや、ポートフォリオの構築方法や 3 つのファクターの測定方法（以下、測定方法等と呼ぶ）が明確に定まっていないことなど、いくつかの課題がある。そのため、実証研究や実務の分野においては、FF3 が十分に活用されているとはいえ、依然として CAPM が利用されているのも事実である。

実証研究や実務の分野において、FF3 が十分に活用されるようになるためには、測定方法等に関する検討を進める必要がある。測定方法等には、対象とする市場や利用するファクター、測定する期間、除外すべき資産などさまざまな論点が存在する。それらの論点のうち、検討が不十分なものの 1 つにポートフォリオのリバランス頻度がある。リバランス頻度は、CAPM では考慮する必要がなかったため、3 ファクターモデルにおいても今まで研究されてこなかった。

上場株式は、一般に、情報が速やかに価格に反映されるというセミストロング型の効率的市場仮説に従うといわれており、これを踏まえるのであれば、リアルタイムにファクターを再測定する資産評価モデルが、最も正確なモデルとなるはずである。しかしながら、FF3 のファクターを測定するために構築するポートフォリオについては、従来、年に 1 回のみリバランスする測定方法が所与とされてきた。これは、Fama and French(1993)

が行った方法を踏襲したものではあるが、実際の証券市場におけるポートフォリオのリバランスの頻度とは異なるものである。

証券取引所に上場する企業は、四半期ごとに決算を報告する義務を負っている。決算月は企業によって異なるから、毎月いずれかの企業が新たな決算を発表していることになる。当然、これらの情報は速やかに株価に反映される。投資家は、それらの決算を踏まえて投資判断を行い、業績が好ましければ継続的に投資を行うが、そうでなければ株式を売却して別の企業に投資をするのが一般的である。また、新たな決算が発表されていない場合でも、株価に大きな変動があった場合は投資先として検討しなおすと考えられる。

したがって、FF3 の測定方法等においても、毎月またはそれ以上の頻度でポートフォリオを構築しなおす測定方法を検討する必要がある。

本論文では、3 つのファクターを測定するためのポートフォリオのリバランス頻度の変更によって、モデルの説明力や信頼性、ファクターの大きさなどが変動しているのかを検証する。検証に当たっては、東京証券取引所に上場する日本企業の株式を対象として、Gibbons, Ross, and Shanken(1989) の提唱した方法（以下、GRS テストと呼ぶ）を用いて評価・考察する。

## 2 FF3 の測定方法等

### 2.1 リスクファクターと資産評価モデル

一般的に、投資家はリスク回避的である。したがって、将来価値の期待値が同じでリスクが異なる 2 つの資産が存在した場合、リスクの低い資産のほうを好んで購入する。このとき、リスクの低い資産は相対的に

\*慶應義塾大学経済学部

需要が高くなって価格が上昇し、リスクの高い資産は相対的に需要が少なくなって価格が下落する。このため、リスクの高い資産ほど現在価格と将来価格の差であるリターンが高くなる。したがって、リターンとリスクは対応関係にあるから、リスクによってリターンを説明することができる。

まず、株式はリスク資産であるから、株式であるということそのものが無リスク資産に対する超過リターンの源泉となる。このリスクに基づく超過リターンをマーケット・リスク・プレミアム（以下、MRPと呼ぶ）である。CAPMは、MRPとMRPへの感応度という1対のリスクファクターで期待リターンを説明しようとした資産評価モデルである（式1）。

$$r_i - r_f = \alpha_i + \beta_i(r_m - r_f) \quad (1)$$

$r_i$ は個別資産のリターン、 $r_f$ は無リスク資産のリターン、 $r_m$ は市場ポートフォリオのリターンを表す。 $r_m - r_f$ はMRPである。また、 $\beta_i$ は、 $r_i - r_f$ とMRPの感応度を表し、 $\alpha_i$ は、MRPでは説明しきれないリターンを表す。

FF3は、CAPMの式に2つの説明変数を加えた資産評価モデルである（式2）。

$$r_i - r_f = \alpha_i + \beta_i^{MRP} MRP + \beta_i^{SMB} r_{SMB} + \beta_i^{HML} r_{HML} \quad (2)$$

ただし、

$$r_{SMB} = r_S - r_B \quad (3)$$

$$r_{HML} = r_H - r_L \quad (4)$$

式2において、 $r_i, r_f, MRP$ は式1と同じである。 $r_{SMB}$ は大型株ポートフォリオに対する小型株ポートフォリオの超過リターン（以下、小型株効果と呼ぶ）を表し、 $r_{HML}$ は割高株ポートフォリオに対する割安株ポートフォリオの超過リターン（以下、割安株効果と呼ぶ）を表す。式3と式4における $r_S, r_B, r_H, r_L$ はそれぞれ、小型株ポートフォリオ、大型株ポートフォリオ、割安株ポートフォリオ、割高株ポートフォリオのリターンである。また、 $\beta_i^{MRP}, \beta_i^{SMB}, \beta_i^{HML}$ はそれぞれ、 $MRP, r_{SMB}, r_{HML}$ に対する個別資産のリターンの感応度を表し、 $\alpha_i$ は右辺の第2～4項では説明できないリターンを表す。

SMBとHMLそれぞれSmall minus BigとHigh minus Lowの頭文字である。また、HighとLowは割安度合いを示している。

## 2.2 MRPの測定方法

MRPは、無リスク資産に対する市場ポートフォリオの超過リターンとして測定されるが、市場ポートフォリオの構築方法は一意ではない。Fama and French(1993)においては”NYSE, Amex. And NASDAQ stocks for the 1963-1990 period”が分析対象とされている。このため、日本の株式市場に当てはめる場合は、これらに相当する東京証券取引所の市場第一部、市場第二部、マザーズ、JASDAQが対象となりうる。しかし、久保田・竹原(2007)においては「会計情報の硬度、株価の信頼性、低流動性等の問題」を理由に市場第一部と市場第二部に上場している株式に限定されているなど、常にすべての市場が対象となっているわけではない。さらに、資本市場には国外からまたは国外へのアクセスも存在するから、日本企業の株式を分析の対象とする場合でも、市場ポートフォリオには海外の企業の株式も含めるべきだという考え方もありうる。

このように、対象とする市場についても議論の余地が大きいが、本論文の目的は「ポートフォリオのリバランス頻度によってモデルの説明能力が向上しうるかどうかを明らかにすること」であるから、対象とする銘柄の選択については厳密な議論を行わない。

また、分析対象期間については、2008年の金融危機の影響を取り除くため、日本市場において株価が低迷していた2009年から2011年よりも後の時期を対象とした。

以上を踏まえて、本論文では、1. 東京証券取引所の市場第一部、市場第二部、マザーズ、JASDAQのいずれかの市場に上場している、2. 金融銘柄ではない内国株である、3. 2012年1月1日から2016年12月31日までの期間に継続的に上記の市場に上場している、4. 上記の期間において一定の流動性がある、5. 上記の期間において債務超過となっていない、という5つの条件をすべて満たす株式を市場ポートフォリオの構成銘柄とする。

ただし、各銘柄の組入比率は時価総額加重とし、金融銘柄であるとは、東京証券取引所が定める33業種区分において「銀行業」「保険業」「証券、先物取引業」「その他金融業」のいずれにも属さないこと意味する。4つ目の流動性については、2012年1月から2016年12月の期間のうち取引が行われなかった日が全日数の1割を超える銘柄を市場ポートフォリオの構成銘柄から除外した。

また、株価はヤフー株式会社が提供するYahoo! Financeから取得し、財務データはS&Pグローバル・レー

ディング社が提供する Capital IQ から取得したため、いずれかにおいて必要なデータの欠損があった銘柄は取り除いた。以上に当てはまる株式は 2,086 種である。

無リスク資産のリターンについては、Fama and French(1993) と同じ方法である 1 month treasury bill rate が用いられるのが一般的である。本論文でもこの方法を踏襲した。

## 2.3 小型株効果及び割安株効果の測定方法

本節では、まず、小型株・大型株・割安株・割高株を定義し、それから各ポートフォリオの組入比率について検討する。これらの定義や組入比率の検討は、本論文の主たる目的ではないから、原則として Fama and French(1993) の測定方法を踏襲した。

### 2.3.1 小型株・大型株ポートフォリオの構成銘柄

一般的に、規模の小さな企業は規模の大きな企業と比べて流動性や信用性が低い。このため、非上場化リスクが高くなるほか、負債コストが上昇するなどしてデフォルトするリスクも高くなる。したがって、規模が小さい企業の株式は、規模の大きい企業の株式と比べてハイリスクである。このリスクに伴うリターンの上昇を小型株効果と呼ぶ。

小型株効果は、大型株ポートフォリオに対する小型株ポートフォリオの超過リターンとして測定される。しかし、小型株・大型株ポートフォリオは、市場ポートフォリオ同様に測定方法が一意ではない。

Fama and French(1993) では、市場ポートフォリオの構成銘柄を銘柄の時価総額降順で並べて、中央値以上の時価総額を持つものから大型株ポートフォリオを構築し、残りから小型株ポートフォリオを構築している。久保田・竹原(2007) は、NYSE・Amex・NASDAQ に上場する株式の時価総額の中央値を日本の株式市場においても基準として。また、東京証券取引所が発表する株価指数においては、大型株の指数が 100 銘柄、中型株の指数が 400 銘柄によって構成されており、残りの大部分が小型株として扱われている。

このような背景から、日本の株式市場における大型株の数と小型株の数は、前者のほうが少なくなるのが自然である。本論文では、東京証券取引所の株価指数の銘柄数を参考として、市場ポートフォリオの構成銘柄のうち、時価総額降順で 500 位以内のものを大型株と扱い、それ未満のものを小型株として扱う。

### 2.3.2 割安株・割高株ポートフォリオの構成銘柄

一般に、同じ資産が 2 つ存在するとき、両者の価格は一致する。株式においても、2 つの企業が類似していると考えられるとき、両者の時価総額は近い値になる。

しかし、実際の株式市場では、類似した企業の間は何らかの理由で時価総額の乖離が生じることがある。このとき、一時的に価格が高くなっているほうを割高であると表現し、他方を割安であると表現する。一時的な価格差が解消されると両者の価格は同一になるため、割安な資産の期待値リターンは割高な資産の期待リターンよりも高くなると考えられる。この価格差によるリターンを割安株効果と呼ぶ。

Fama and French(1993) では、自己資本を時価総額で除した簿価時価比率によって割安か割高かを判定している。簿価時価比率が高いほど割安である。簿価時価比率の高いポートフォリオのリターンから、簿価時価比率の低いポートフォリオのリターンを引くことによって割安株効果を得るから、HML と表現する。ただし、割安株であるとは、市場ポートフォリオの構成銘柄を簿価時価比率の降順で並べたとき、上位 30% に含まれることを意味し、割高株ではとは、同じく下位 30% に含まれることを意味する。割安株ポートフォリオと割高株ポートフォリオの構成銘柄は、すべての割安株とすべての割高株にそれぞれ一致する。

本論文でも、この測定方法にならって、市場ポートフォリオを構成する株式のうち、簿価時価比率の上位 30% および下位 30% の株式によって 2 つのポートフォリオを構築する。

### 2.3.3 組入比率と 2 ファクターの測定

前項では、小型株・割安株についての定義を行った。しかし、小型株効果と割安株効果を具体的に測定するためには、ポートフォリオへの組入比率を考える必要がある。この項では、小型株・大型株・割安株・割高株の 4 つのポートフォリオにおける各銘柄の組入比率の決定方法を検討する。

まず、分析対象となる銘柄群を表 1 のように分類する。

表 1: 銘柄群の分類

	大型 Big	小型 Small
割安 High	大型/割安 BH	小型/割安 SH
中位 Middle	大型/中位 BM	小型/中位 SM
割高 Low	大型/割高 BL	小型/割安 SH

次に、上の分類に基づいて 6 つのポートフォリオを構築する。大型・小型・割安・割高はすでに定義されているため、これらの 6 つのポートフォリオの構成銘柄は特定できる。また、それぞれのポートフォリオの組入比率は時価総額加重とする。このとき、小型株ポートフォリオ、大型株ポートフォリオ、割安株ポートフォリオ、割高株ポートフォリオのリターンは次の方法で測定される。

$$\begin{aligned} r_S &= \frac{1}{3}(r_{SH} + r_{SM} + r_{SL}) \\ r_B &= \frac{1}{3}(r_{BH} + r_{BM} + r_{BL}) \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} r_H &= \frac{1}{2}(r_{SH} + r_{BH}) \\ r_L &= \frac{1}{2}(r_{SL} + r_{BL}) \end{aligned} \quad (6)$$

ただし、 $r_{SH}$  は  $SH$  の収益率を表す（ほかの5つについても同様である）。したがって、次の式（式3と式4に同じ）から小型株効果と割安株効果が測定できる。

$$\begin{aligned} r_{SMB} &= r_S - r_B \\ r_{HML} &= r_H - r_L \end{aligned} \quad (7)$$

### 3 ポートフォリオの再構築について

本章では、本論文の主たる目的であるポートフォリオのリバランスの方法について検討する。リバランスとは、小型株効果および割安株効果を測定するための6つのポートフォリオについて、最新の時価総額や自己資本を用いて小型株・大型株等を判定しなおし、ポートフォリオの組入銘柄と組入比率を再設定することを指す。

Fama and French(1993)を含めて、従来の研究では、6つのポートフォリオを1年に1度だけリバランスする測定方法がとられてきた。しかし、実際の株式市場においては、少なくとも決算が公開される四半期に1度は投資先が見直されていると考えられるし、それより短い期間であっても、急激に株価が上昇・下落すれば投資先として再検討されていると考えるのが自然である。このことを鑑みて、本論文では1年に1度を超える頻度でリバランスを行う場合を考える。

まず、対照実験のため、従来のおり1年に1度だけリバランスを行う方法によって割安株効果と割高株効果を測定する。この際、ポートフォリオのリバランスは、3月末時点の発行済株式数及び自己資本を利用して毎年6月末に行う。日本の株式市場では、3月末に決算となる企業が最も多く、決算の詳細を記した有価証券報告書が決算締日から90日以内に提出されるためである。決算短信について有価証券報告書が提出された後であれば、決算情報が公知のものとなるに十分な期間が経過していると考えられる。

次に、毎月リバランスを行うポートフォリオを構築する。発行済株式数及び自己資本は、決算締日から2か月後のものを使用する。これは、各企業の決算短信が決算日から45日以内に提出を義務付けられているた

め、決算締日から2か月が経過した時点であれば、速報性のある情報が市場に十分に反映されていると考えられる一方で、3か月以上の期間が経過した場合は次の四半期の決算締日を超えるため、次の四半期の予想情報などに強く影響を受ける可能性が高いからである。また、株価については、発行済株式数および自己資本の基準と同じ2か月後時点の終値を利用する。このとき、小型株効果と割安株効果には、常に直近の四半期決算の情報が織り込まれていることになる。

さらに、自己資本や株価などがすばやく株式市場に反映されるケースを考えるため、リバランス頻度を1週間に1度まで縮めた測定方法も検討する。発行済株式数及び自己資本は、各企業の決算単信が出そろった決算日から45日後以降のものを利用し、株価は週末の終値を使用する。すなわち、毎月15日以前は、2四半期前の決算の発行済株式数と自己資本によって小型株効果と割安株効果を測定し、毎月16日以降は直近の四半期決算の発行済株式数と自己資本を利用して測定する。

以上の測定方法は、表2のようにまとめることができる。

表2: リバランス頻度別の測定方法等

	毎年	毎月	毎週
リバランス時期	6月末	毎月末	毎週末
株価データ	同上	同上	同上
財務データ	3か月後	2か月後	45日後

また、いずれの場合においても、発行済株式数と自己資本はS&Pグローバル・レーティング社が提供するCapital IQより取得し、株価はヤフー株式会社が提供するYahoo!ファイナンスから取得する。ただし、株式の取引が発生せず、株価がつかなかった日があった場合は、前日の終値で代用する。

## 4 評価方法と測定結果

### 4.1 測定方法等の評価

測定方法の説明力や信頼性に対する評価は、GRSテストを用いて行う。GRSテストは、 $N$ 個の資産のリターンをFF3で推定した際に生じるアノマリーのベクトルを $\alpha$ としたとき、帰無仮説 $\alpha = \mathbf{0}$ の有意性を検定する仮説検定である。GRSテストは、マルチファクターモデルの評価における代表的な手法である。

GRSテストにおいては、データ数がファクター数と資産数の合計を上回っている必要がある。このため、2,000個を超える資産によって検証することは事実上不可能であり、検証に用いる資産数を絞らなければならない。資産数を減らすための方法には、多くの先行研

究にみられるとおり、企業規模と割安性で分類した 25 ポートフォリオの収益率によって検証する方法を利用する。

25 ポートフォリオとは、分析対象となっているすべての銘柄を、時価総額 (Size) および簿価時価比率 (BE; Book value to Equity Ratio) を 5 段階ずつの計 25 個に分類して組成するポートフォリオを指す。  $p_{ij}$  は、Size が昇順で上から  $i$  番目のグループに属し、かつ、BE が降順で  $j$  番目のグループに属す企業の株式によって構成されたポートフォリオである。ただし、それぞれのポートフォリオにおける組入比率は時価総額加重とする。

このポートフォリオを検証用の資産として使用することで、資産数を十分に小さい値にすることができる。

表 3: Size/BE の 25 ポートフォリオ

Size \ BE	High	2	3	4	Low
Small	$p_{11}$	$p_{12}$	$p_{13}$	$p_{14}$	$p_{15}$
2	$p_{21}$	$p_{22}$	$p_{23}$	$p_{24}$	$p_{25}$
3	$p_{31}$	$p_{32}$	$p_{33}$	$p_{34}$	$p_{35}$
4	$p_{41}$	$p_{42}$	$p_{43}$	$p_{44}$	$p_{45}$
Big	$p_{51}$	$p_{52}$	$p_{53}$	$p_{54}$	$p_{55}$

また、これらの 25 ポートフォリオは、割安株・割高株・小型株・大型株ポートフォリオと同じタイミングでリバランスを行う。小型株ポートフォリオのリバランス頻度が毎月である場合は、25 ポートフォリオのリバランスも毎月となる。

## 4.2 測定方法別の結果

測定方法別の結果は、表 4.2 および図 1~3 に示したとおりである。

市場ポートフォリオは時価総額加重によって組成されているから、リバランス頻度によって構成比率が変化しない。したがって、MRP はリバランス頻度によらない (図 1)。

次に、SMB ファクターについては、測定方法による影響が少なく、いずれのリバランス頻度においても近い正の値となった (図 2)。

一方で、HML ファクターは、毎年リバランスの場合とそれ以外の場合で大きく異なる。従来の研究にあるような毎年リバランスするタイプのポートフォリオにおける HML ファクターは、毎月または毎週リバランスするポートフォリオと比べて非常に大きな値となった (図 3)。ただし、いずれの場合も割安株効果は観測できず、多くの実証研究と異なる結果となっている。

また、各ファクター間の相関係数は、表 4.2 のとおりである。ただし、毎週リバランスのポートフォリオについては、4 週間分のリターンによって相関係数を計

算している。

図 1: 累積 MRP

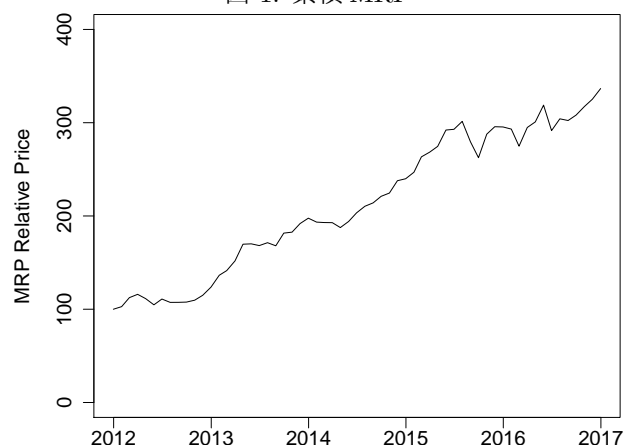
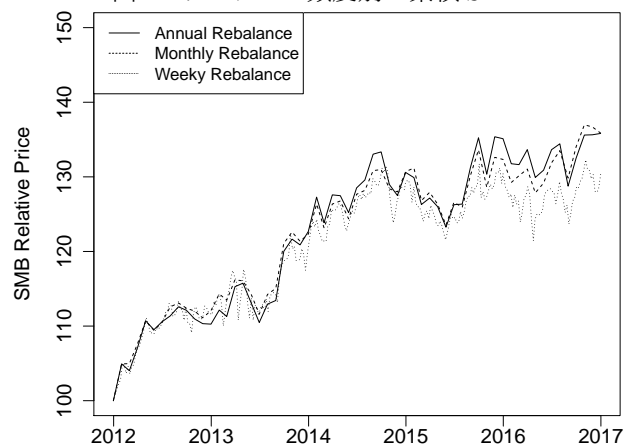


図 2: リバランス頻度別の累積 SMB



## 4.3 推定結果の検定

CAPM 及び FF3 に対して GRS テストを行った結果は表 5 のとおりである。また、それぞれのファクターの係数や p 値をまとめた表を本稿の末尾に付した。

いずれの場合も、リバランス頻度が高いほうが GRS 統計量が小さくなった。また、リバランス頻度によらず、FF3 は CAPM よりも高い説明力を持つといえる。ただし、FF3 の毎年リバランスの測定方法について p 値が高くなっている点には注意が必要である。

## 5 考察

まず、本研究の目的であるリバランス頻度によるモデルの説明力の変化について考察し、そのうえで、測定方法によって特に大きな乖離が生まれた HML ファクターについて考察を深める。

表 4: 各ファクターの大きさと相関

	MRP		SMB		HML		Correlation		
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	MRP/SMB	SMB/HML	HML/MRP
Annual	0.0213	0.0433	0.0053	0.0224	-0.0282	0.0236	-0.0644	-0.3620	-0.3904
Monthly	0.0052	0.0433	0.0011	0.0203	-0.0065	0.0246	-0.1030	-0.3003	-0.3406
Weekly	0.0052	0.0258	0.0011	0.0113	-0.0065	0.0139	-0.2195	-0.2195	-0.4563
(4 weeks)	0.0211	0.0516	0.0044	0.0226	-0.0258	0.0278	—	—	—

図 3: リバランス頻度別の累積 HML

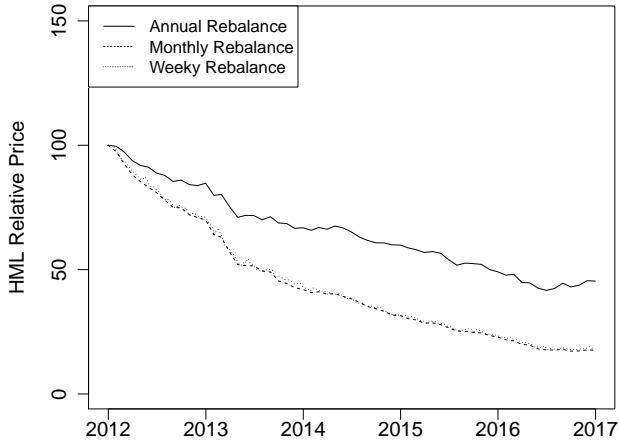


表 5: GRS テストによる評価

	CAPdM		FF3	
	GRS	p-value	F-value	p-value
Annual	2.0761	0.0240	1.6279	0.0965
Monthly	6.6593	0.0000	3.0219	0.0018
Weekly	8.0520	0.0000	5.1756	0.0000

## 5.1 リバランス頻度についての考察

GRS テストの結果には 2 通りの解釈が存在する。

1 つ目は、毎年リバランスの測定方法における p 値が十分に高いととらえた場合の解釈である。このとき、毎年リバランスの方法において GRS 統計量が小さいことは、偶然当てはまりが良かっただけであるととらえることができる。高リバランス頻度の測定方法の検定結果のとおり、FF3 にはアノマリーが存在し、毎年リバランスの方法ではそれを評価することができていないと考えることが可能である。すなわち、FF3 の正のアノマリーの一部が HML ファクターに吸収されており、毎年リバランスの測定方法において HML ファクターが過大に評価されているとみなすことができる。

この解釈に基づけば、FF3 の測定方法においてリバランス頻度が十分でない場合、各ファクターが過大または過少に評価される可能性がある。したがって、FF3

の測定方法においてリバランス頻度は無視できず、十分な検討のうえで設定しなければならないということになる。

2 つ目は、毎年リバランスの測定方法における p 値が十分に低いととらえた場合の解釈である。このとき、最も説明力が高いモデルは、毎年リバランスの測定方法によって構築されたモデルである。株式市場においては、1 年よりも長い期間においては相殺される正負のアノマリーが存在し、リバランス頻度を月に 1 度まで高めた場合のみ観測される。また、割安株効果は 1 か月よりも長い期間にわたって投資し続けることによって得られるファクターであり、短期間でリターンを得ようとするむしろリターンが下がってしまうという特徴を持つことになる。

こちらの解釈の場合は、FF3 の測定方法においてリバランス頻度の検討は重要ではない。リバランス頻度を上昇させても、短期的にのみ生じるアノマリーを余計に観測してしまうにすぎず、中長期的な資産評価には影響しないといえる。

## 5.2 HML ファクターについての考察

FF3 のファクターの測定方法等に関して、3 通りのリバランス頻度によってファクターを測定したところ、特に HML ファクターに大きな差がみられた。従来、日本の株式市場においては割安株効果が存在すると考えられてきたが、いずれの場合も HML ファクターが負となり、特にリバランス頻度が高いケースで顕著であった。

毎年リバランスの FF3 の p 値が十分に高い（表 5 参照）という立場で考えれば、従来の HML が過大に評価されていた可能性を否定できない。多くの先行研究における FF3 の GRS テストでは、p 値が決して小さくない傾向がある。たとえば、久保田・竹原 (2007) による 1992 年 1 月から 2006 年 8 月を対象とした FF3 の GRS テストでは、p 値が 0.094 であった。

このことについて、HML ファクターが正であるための要件を設定しつつ、HML ファクターが存在しうるかを検討する。

### 5.2.1 HML ファクターが正であるための要件

HML ファクターが表している割安株効果は、類似した資産の価格が類似すること、すなわち、簿価純資産の水準が類似している資産は時価総額の水準も近くなることを仮定している。したがって、割安株効果が存在するためにはいくつかの前提が存在する。

まず、割安株効果を構成する要素を分解する。資産  $i$  の  $t$  時点でのリターン  $r_{i,t}$  を自己資本と簿価時価比率を使って表すと次のようになる。 $BV_{i,t}$  は、 $t$  時点の資産  $i$  の自己資本であり、 $BE_{i,t}$  は、 $t$  時点の資産  $i$  の簿価時価比率である。

$$r_{i,t} = \frac{BV_{i,t}}{BV_{i,t-1}} \times \frac{BE_{i,t}}{BE_{i,t-1}} - 1 \quad (8)$$

このとき、割安株効果が存在するためには、 $BE_i$  と  $\Delta BE_i$  に負の相関がある必要があり、また、 $\Delta BE_i$  と  $\Delta BV_i$  が独立していなければならない。

整理すると、HML ファクターが正であるためには、1. 現在の簿価時価比率と将来の簿価時価比率が独立している、2. 現在の簿価時価比率と自己資本成長率が独立している、の2つの条件が必要になる。

すなわち、簿価時価比率が高い企業が将来にわたって高い簿価時価比率を維持すると考えられる場合や、簿価時価比率の高い企業ほど自己資本成長率が高いまたはその逆であると考えられる場合は、割安株効果が存在しないまたは僅少である理由となる。

### 5.2.2 現在と将来の簿価時価比率の独立性

本論文では、東証に上場する 2,068 銘柄について 2012 年 1 月から 2016 年 12 月の 60 か月間のデータを利用して FF3 のモデルを検証している。現在と将来の簿価時価比率の独立性についても、同様のデータを用いて考察する。ただし、外れ値の影響を取り除くため、簿価時価比率の上位 1% および下位 1% を除外している。この対象については次節以降でも同様である。また、自己資本および時価総額のデータは毎月リバランスのポートフォリオを構築する際に利用したデータと同一である。

図 4 は、簿価時価比率について、上記の期間の最初の 1 年間の平均値を横軸に、最後の 1 年間の平均値を縦軸にプロットした図である。1 年目の簿価時価比率を説明変数、5 年目の簿価時価比率を被説明変数として回帰すると、切片が 0.219、回帰係数が 0.638 となる。このときの  $p$  値は 0.000 であり、決定係数は 0.534 である。確かに、割安株の BE は下落する傾向があり、割高株の BE は上昇する傾向がある。

しかし、短期間でリバランスを行う場合を考えると、上のような考え方は必ずしも当てはまらない。

図 4: 現在の BE と将来の BE の独立性

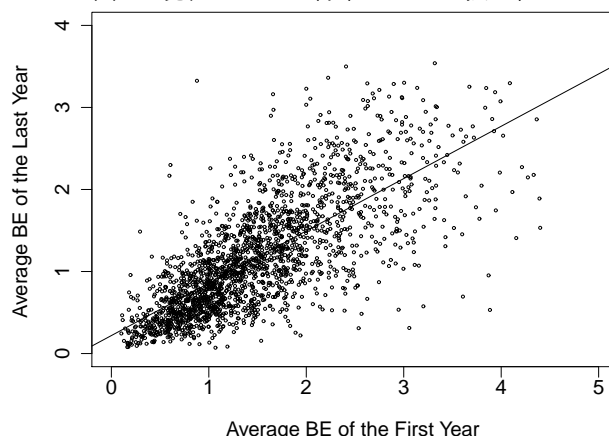
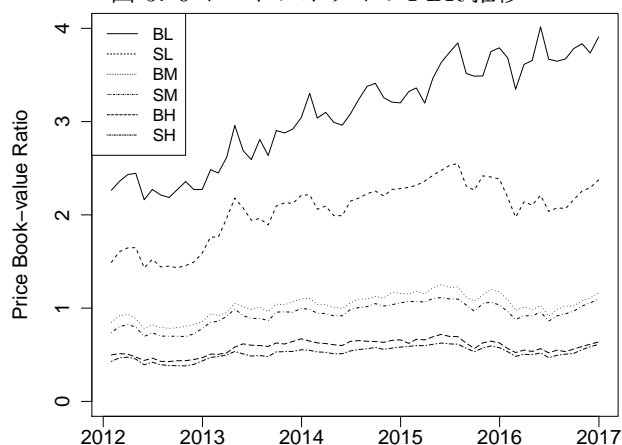


図 5 は、小型株効果と割安株効果を測定するさいに利用した 6 つのポートフォリオそれぞれについての時価簿価比率の推移を表している。時価簿価比率は、時価総額を自己資本で割った値であり、簿価時価比率の逆数である。Price Book-value Ratio であるから、PBR と呼ばれる。

図 5: 6 ポートフォリオの PBR 推移

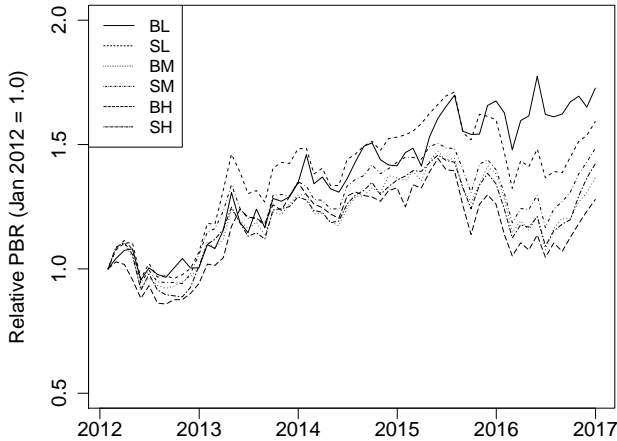


割高株ポートフォリオの PBR の値は年々成長しているが、割安株ポートフォリオの PBR は割高株ポートフォリオと比べて上昇が緩やかである (図 6)。したがって、リバランスを考慮した場合、少なくとも本論文の分析期間においては、割高株に投資をし続けていてもリターンが得られる状態であった。

### 5.2.3 割安性と自己資本成長率の独立性

一般に、割高である資産は、投資家からの期待が大きいことを意味する。この期待のため、現状の自己資本に対して価格が高くなりやすく、リターンは小さくなる。一方、割安な資産は投資家からの期待が少ないため価格が安く放置されやすく、結果的に大きなリター

図 6: 6 ポートフォリオの PBR 推移 (相対)

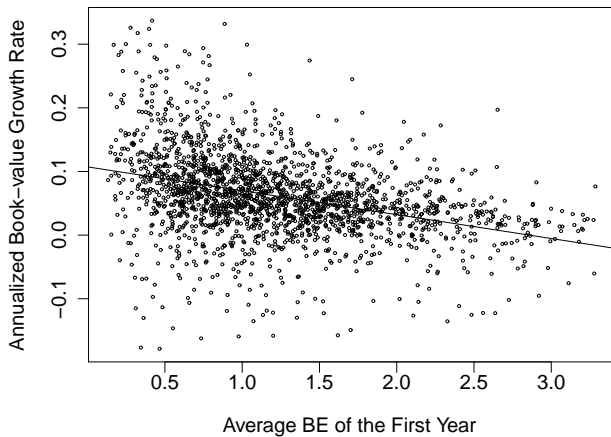


ンにつながりやすい。割安株効果については、このような期待されていない資産に対するリスクファクターだととらえることもできる。

しかし、割高株が投資家の期待にこたえて成長しつづけた場合は、割高でありつづけるもののリターンは高くなる。一方、割安株の自己資本が成長しなかった場合は、割安が是正されたとしても大きなリターンにはつながらない。したがって、HML ファクターが正になるためには、簿価時価比率と自己資本成長率がある程度独立している必要がある。

この独立性を確認するために、自己資本成長率を被説明変数、簿価時価比率を説明変数として回帰分析を行ったところ、図 7 のようになった。

図 7: 割安性と自己資本成長率の独立性



横軸は測定期間の 1 年目の簿価時価比率の平均値であり、縦軸は 1 年目の自己資本の平均値から 5 年目の自己資本の平均値までの成長率を年率化したものである。回帰分析においては、切片が 0.107、回帰係数が -0.038 であり、p 値と決定係数はそれぞれ 0.0000 と 0.132 となった。決定係数が大きいとは言えず、小型株効果な

どほかのファクターの影響を除去してはいないものの、おおむね割高株のほうがハイリスク・ハイリターンとなる傾向がみられる。簡易的な確認ではなるが、簿価時価比率と自己資本成長率が独立しているという証拠は得られなかった。

したがって、割安株効果が存在するための要件は十分に満たされていないといえる。

## 6 結論

本論文では、FF3 の測定方法におけるリバランス頻度がモデルの説明力に影響を与えるかを検証した。

リバランス頻度を向上させた測定方法では、従来型の測定方法よりもはっきりとアノマリーが観測された。従来型の年 1 回のリバランスを行う測定方法は、GRS 上での当てはまりは最も良かったが、偶然当てはまりがよかっただけである可能性を否定できていない。

解釈の方法によっては、毎年リバランスの測定方法では、HML ファクターが過大に評価されるととらえることも可能である。

最適なりバランス頻度についての結論を出すには至らなかったものの、少なくとも、FF3 の測定方法においてリバランス頻度を所与とすべきではないことは明らかになった。

また、割安株効果は、従来、日本市場においてリターンの源泉となると考えられており、それを否定する意見はほとんど存在しなかった。しかし、2008 年の金融危機以降においては、割高株の PBR と自己資本の成長率が大きく、どちらの成長率も割安株の成長率を上回ったため、本論文の分析期間においては割安株効果が観測されなかった。

このことは、米国企業と比べて日本企業の PBR が著しく低いことや、利益剰余金の使い道について活発に議論が行われていることと無関係ではないと考えられる。また、PBR が株価収益率と自己資本収益率の積であることを踏まえると、近年の日本企業における自己資本収益率を重視する姿勢などの影響も考慮すべきだろう。

このように、FF3 の測定方法等についてはいまだ議論が不十分である。国内の実証研究などにおいて FF3 が活用されるようになるために、測定方法等に関する議論がより活発に行われることを期待したい。



表 6: Annual Rebalance GRS Test

Portfolio	CAPM						FF3									
	intercept		MRP		CAPM		intercept		MRP		SMB		HML		FF3	
	Coef.	p-value	Coef.	p-value	R2	Coef.	p-value	Coef.	p-value	Coef.	p-value	Coef.	p-value	Coef.	p-value	R2
$p_{11}$	0.0065	0.2266	1.0178	0.0000	0.5916	0.0058	0.2004	1.2528	0.0000	1.1200	0.0000	0.8042	0.0001	0.7548		
$p_{12}$	0.0128	0.0539	1.1215	0.0000	0.5407	0.0126	0.0394	1.3727	0.0000	1.1303	0.0000	0.8748	0.0016	0.6701		
$p_{13}$	0.0186	0.0222	1.1233	0.0000	0.4426	0.0153	0.0602	1.2589	0.0000	0.9931	0.0051	0.3840	0.2810	0.5164		
$p_{14}$	0.0138	0.0252	1.1206	0.0000	0.5785	0.0074	0.1263	1.2549	0.0000	1.3586	0.0000	0.2938	0.1701	0.7718		
$p_{15}$	0.0332	0.0072	1.2120	0.0000	0.2910	0.0256	0.0391	1.2935	0.0000	1.2677	0.0174	0.0759	0.8877	0.3715		
$p_{21}$	0.0028	0.4896	0.9158	0.0000	0.6686	0.0023	0.2582	1.1730	0.0000	1.1961	0.0000	0.8868	0.0000	0.9318		
$p_{22}$	0.0015	0.7117	0.9959	0.0000	0.7136	-0.0012	0.6206	1.1757	0.0000	1.1162	0.0000	0.5552	0.0000	0.9038		
$p_{23}$	0.0126	0.1790	1.0189	0.0000	0.3226	0.0114	0.2301	1.2399	0.0000	1.1216	0.0070	0.7406	0.0792	0.4091		
$p_{24}$	0.0124	0.0180	0.9703	0.0000	0.5889	0.0092	0.0723	1.0433	0.0000	0.7074	0.0017	0.1667	0.4551	0.6594		
$p_{25}$	0.0233	0.0304	1.3079	0.0000	0.3816	0.0122	0.2487	1.1394	0.0000	0.5910	0.1902	-0.8984	0.0564	0.4743		
$p_{31}$	0.0013	0.7501	1.0465	0.0000	0.7155	0.0018	0.2408	1.3432	0.0000	1.2437	0.0000	1.0545	0.0000	0.9664		
$p_{32}$	-0.0002	0.9622	1.0312	0.0000	0.7297	-0.0016	0.3075	1.2770	0.0000	1.2462	0.0000	0.8238	0.0000	0.9657		
$p_{33}$	0.0036	0.3383	0.8655	0.0000	0.6788	0.0022	0.3482	1.0643	0.0000	1.0453	0.0000	0.6576	0.0000	0.8953		
$p_{34}$	0.0041	0.3085	0.9745	0.0000	0.7009	-0.0011	0.6646	1.0862	0.0000	1.1120	0.0000	0.2484	0.0231	0.9075		
$p_{35}$	0.0088	0.0554	1.0757	0.0000	0.6950	0.0018	0.6052	1.0802	0.0000	0.8513	0.0000	-0.1761	0.2666	0.8360		
$p_{41}$	-0.0052	0.2403	1.2598	0.0000	0.7628	-0.0006	0.8328	1.5642	0.0000	0.7833	0.0000	1.1955	0.0000	0.9076		
$p_{42}$	-0.0022	0.5319	1.0942	0.0000	0.7946	0.0005	0.7363	1.3648	0.0000	0.8594	0.0000	1.0254	0.0000	0.9629		
$p_{43}$	-0.0004	0.9310	1.1199	0.0000	0.7052	-0.0023	0.5778	1.2559	0.0000	0.8312	0.0000	0.4228	0.0257	0.7878		
$p_{44}$	0.0016	0.4962	0.9508	0.0000	0.8741	0.0002	0.9064	1.0400	0.0000	0.5542	0.0000	0.2753	0.0007	0.9371		
$p_{45}$	0.0042	0.2719	0.9106	0.0000	0.6922	-0.0027	0.2948	0.9123	0.0000	0.8382	0.0000	-0.1856	0.1014	0.8851		
$p_{51}$	-0.0086	0.2122	1.3627	0.0000	0.6102	0.0009	0.8832	1.6546	0.0000	0.1348	0.6077	1.2888	0.0000	0.7340		
$p_{52}$	-0.0114	0.0141	1.2035	0.0000	0.7377	-0.0015	0.5728	1.4584	0.0000	-0.0712	0.5364	1.1689	0.0000	0.9207		
$p_{53}$	-0.0030	0.4967	1.1117	0.0000	0.7187	0.0051	0.1319	1.3237	0.0000	-0.0430	0.7643	0.9682	0.0000	0.8597		
$p_{54}$	-0.0067	0.0042	1.0884	0.0000	0.9025	-0.0043	0.0452	1.1823	0.0000	0.1279	0.1617	0.3953	0.0001	0.9265		
$p_{55}$	0.0060	0.0061	0.8960	0.0000	0.8771	0.0025	0.0811	0.7550	0.0000	-0.1953	0.0018	-0.5923	0.0000	0.9540		

表 7: Monthly Rebalance GRS Test

Portfolio	CAPM										FF3									
	intercept		MRP		CAPM		intercept		MRP		SMB		HML		FF3					
	Coef.	p-value	Coef.	p-value	R2	R2	Coef.	p-value	Coef.	p-value	Coef.	p-value	Coef.	p-value	Coef.	p-value				
$p_{11}$	-0.0148	0.0001	0.8905	0.0000	0.7259	0.7259	-0.0083	0.0056	1.1025	0.0000	1.0271	0.0000	0.5828	0.0000	0.9012	0.9012				
$p_{12}$	-0.0101	0.0046	0.9330	0.0000	0.7458	0.7458	-0.0038	0.2280	1.1361	0.0000	0.9733	0.0000	0.5611	0.0000	0.8938	0.8938				
$p_{13}$	-0.0033	0.4612	0.9270	0.0000	0.6254	0.6254	-0.0029	0.5502	1.0845	0.0000	1.1081	0.0000	0.3442	0.0349	0.7829	0.7829				
$p_{14}$	-0.0063	0.1456	1.0741	0.0000	0.7136	0.7136	-0.0066	0.1537	1.2148	0.0000	1.0449	0.0000	0.2932	0.0574	0.8338	0.8338				
$p_{15}$	0.0092	0.2261	1.4541	0.0000	0.5948	0.5948	-0.0023	0.7867	1.5328	0.0000	1.4915	0.0000	-0.0686	0.8089	0.7362	0.7362				
$p_{21}$	-0.0130	0.0002	0.8638	0.0000	0.7290	0.7290	-0.0022	0.2382	1.1303	0.0000	1.0746	0.0000	0.7882	0.0000	0.9583	0.9583				
$p_{22}$	-0.0070	0.0498	0.9163	0.0000	0.7292	0.7292	0.0007	0.7545	1.1633	0.0000	1.1835	0.0000	0.6824	0.0000	0.9511	0.9511				
$p_{23}$	-0.0019	0.6571	0.9856	0.0000	0.6767	0.6767	0.0003	0.9149	1.2032	0.0000	1.4027	0.0000	0.5084	0.0000	0.9159	0.9159				
$p_{24}$	0.0013	0.7635	1.0119	0.0000	0.7026	0.7026	-0.0021	0.6062	1.1252	0.0000	1.0888	0.0000	0.1726	0.2005	0.8566	0.8566				
$p_{25}$	0.0221	0.0009	1.1130	0.0000	0.5510	0.5510	0.0114	0.1556	1.1110	0.0000	0.8396	0.0050	-0.2234	0.3968	0.6418	0.6418				
$p_{31}$	-0.0163	0.0000	1.0114	0.0000	0.7534	0.7534	-0.0008	0.6206	1.3342	0.0000	1.1148	0.0000	1.0027	0.0000	0.9724	0.9724				
$p_{32}$	-0.0075	0.0478	0.9734	0.0000	0.7309	0.7309	0.0049	0.0015	1.2829	0.0000	1.2648	0.0000	0.9106	0.0000	0.9789	0.9789				
$p_{33}$	-0.0011	0.7348	0.8589	0.0000	0.7414	0.7414	0.0059	0.0047	1.0812	0.0000	1.0611	0.0000	0.6152	0.0000	0.9481	0.9481				
$p_{34}$	0.0061	0.1174	0.9305	0.0000	0.6990	0.6990	0.0044	0.1856	1.0679	0.0000	1.1342	0.0000	0.2571	0.0214	0.8880	0.8880				
$p_{35}$	0.0209	0.0009	1.1694	0.0000	0.6054	0.6054	0.0052	0.4047	1.1562	0.0000	1.1555	0.0000	-0.3497	0.0913	0.7842	0.7842				
$p_{41}$	-0.0234	0.0000	1.2251	0.0000	0.7576	0.7576	-0.0004	0.8732	1.6150	0.0000	1.0065	0.0000	1.2979	0.0000	0.9521	0.9521				
$p_{42}$	-0.0129	0.0003	1.0613	0.0000	0.7969	0.7969	0.0039	0.0434	1.3656	0.0000	0.8742	0.0000	0.9900	0.0000	0.9667	0.9667				
$p_{43}$	-0.0065	0.0299	1.0213	0.0000	0.8301	0.8301	0.0055	0.0077	1.2630	0.0000	0.8017	0.0000	0.7589	0.0000	0.9590	0.9590				
$p_{44}$	0.0021	0.3786	0.9512	0.0000	0.8627	0.8627	0.0034	0.1116	1.0621	0.0000	0.6999	0.0000	0.2628	0.0005	0.9441	0.9441				
$p_{45}$	0.0178	0.0003	0.9748	0.0000	0.6425	0.6425	0.0061	0.2093	0.9684	0.0000	0.8829	0.0000	-0.2522	0.1185	0.7987	0.7987				
$p_{51}$	-0.0311	0.0000	1.3098	0.0000	0.6090	0.6090	-0.0004	0.9523	1.6401	0.0000	-0.0418	0.8697	1.3294	0.0000	0.7765	0.7765				
$p_{52}$	-0.0154	0.0012	1.0914	0.0000	0.6978	0.6978	0.0135	0.0000	1.4223	0.0000	0.1021	0.3288	1.2948	0.0000	0.9386	0.9386				
$p_{53}$	-0.0152	0.0000	1.2159	0.0000	0.8351	0.8351	0.0035	0.2449	1.4573	0.0000	0.2598	0.0209	0.8967	0.0000	0.9341	0.9341				
$p_{54}$	-0.0051	0.0332	1.0582	0.0000	0.8908	0.8908	0.0036	0.2011	1.1693	0.0000	0.1162	0.2556	0.4134	0.0000	0.9206	0.9206				
$p_{55}$	0.0104	0.0000	0.8995	0.0000	0.8736	0.8736	-0.0016	0.3511	0.7286	0.0000	-0.2831	0.0000	-0.6094	0.0000	0.9579	0.9579				

表 8: Weekly Rebalance GRS Test

Portfolio	CAPM						FF3									
	intercept		MRP		CAPM		intercept		MRP		SMB		HML		FF3	
	Coef.	p-value	Coef	p-value	R2	R2	Coef.	p-value	Coef.	p-value	Coef.	p-value	Coef.	p-value	Coef.	p-value
$p_{11}$	-0.0031	0.0002	0.7136	0.0000	0.6803	0.6803	-0.0021	0.0010	0.9815	0.0000	1.0488	0.0000	0.5427	0.0000	0.8425	0.8425
$p_{12}$	-0.0013	0.1188	0.7851	0.0000	0.6910	0.6910	-0.0004	0.5300	1.0451	0.0000	1.0365	0.0000	0.5200	0.0000	0.8245	0.8245
$p_{13}$	-0.0004	0.7000	0.7979	0.0000	0.6187	0.6187	-0.0004	0.6375	1.0249	0.0000	1.1418	0.0000	0.3710	0.0000	0.7755	0.7755
$p_{14}$	0.0000	0.9889	0.9064	0.0000	0.6230	0.6230	-0.0005	0.6374	1.1193	0.0000	1.2113	0.0000	0.2990	0.0025	0.7714	0.7714
$p_{15}$	0.0050	0.0046	1.1067	0.0000	0.5146	0.5146	0.0035	0.0393	1.2827	0.0000	1.3504	0.0000	0.1249	0.4524	0.6372	0.6372
$p_{21}$	-0.0028	0.0000	0.7730	0.0000	0.7857	0.7857	-0.0009	0.0193	1.0927	0.0000	1.0310	0.0000	0.7246	0.0000	0.9418	0.9418
$p_{22}$	-0.0013	0.0747	0.8232	0.0000	0.7834	0.7834	0.0003	0.4353	1.1337	0.0000	1.0770	0.0000	0.6776	0.0000	0.9302	0.9302
$p_{23}$	0.0002	0.8463	0.8559	0.0000	0.7411	0.7411	0.0011	0.0734	1.1390	0.0000	1.1500	0.0000	0.5586	0.0000	0.8903	0.8903
$p_{24}$	0.0014	0.1183	0.8125	0.0000	0.6841	0.6841	0.0015	0.0440	1.0295	0.0000	1.0693	0.0000	0.3626	0.0000	0.8290	0.8290
$p_{25}$	0.0066	0.0000	0.9578	0.0000	0.5899	0.5899	0.0048	0.0001	1.0667	0.0000	1.0865	0.0000	-0.0104	0.9286	0.7286	0.7286
$p_{31}$	-0.0037	0.0000	0.9161	0.0000	0.8192	0.8192	-0.0004	0.1650	1.3297	0.0000	1.0994	0.0000	1.0193	0.0000	0.9750	0.9750
$p_{32}$	-0.0017	0.0199	0.9246	0.0000	0.8219	0.8219	0.0011	0.0001	1.3217	0.0000	1.1830	0.0000	0.9343	0.0000	0.9796	0.9796
$p_{33}$	-0.0004	0.5135	0.8893	0.0000	0.8332	0.8332	0.0011	0.0022	1.1879	0.0000	1.0327	0.0000	0.6523	0.0000	0.9563	0.9563
$p_{34}$	0.0015	0.0714	0.8587	0.0000	0.7420	0.7420	0.0017	0.0016	1.1072	0.0000	1.1775	0.0000	0.4316	0.0000	0.9088	0.9088
$p_{35}$	0.0054	0.0000	0.9525	0.0000	0.6449	0.6449	0.0038	0.0000	1.0974	0.0000	1.1987	0.0000	0.0726	0.4264	0.8150	0.8150
$p_{41}$	-0.0051	0.0000	1.0656	0.0000	0.7684	0.7684	0.0002	0.7561	1.5868	0.0000	1.0575	0.0000	1.3995	0.0000	0.9332	0.9332
$p_{42}$	-0.0028	0.0001	0.9944	0.0000	0.8408	0.8408	0.0009	0.0195	1.3997	0.0000	0.9454	0.0000	1.0453	0.0000	0.9645	0.9645
$p_{43}$	-0.0014	0.0184	0.9852	0.0000	0.8804	0.8804	0.0009	0.0157	1.2920	0.0000	0.8567	0.0000	0.7420	0.0000	0.9633	0.9633
$p_{44}$	0.0005	0.4254	0.9485	0.0000	0.8795	0.8795	0.0009	0.0331	1.1274	0.0000	0.7554	0.0000	0.3430	0.0000	0.9426	0.9426
$p_{45}$	0.0036	0.0001	0.9673	0.0000	0.7630	0.7630	0.0016	0.0084	1.0378	0.0000	0.9191	0.0000	-0.0826	0.1805	0.9033	0.9033
$p_{51}$	-0.0072	0.0000	1.1856	0.0000	0.6174	0.6174	0.0010	0.3410	1.6776	0.0000	0.0406	0.7094	1.6564	0.0000	0.8551	0.8551
$p_{52}$	-0.0035	0.0009	1.0730	0.0000	0.7402	0.7402	0.0028	0.0000	1.4764	0.0000	0.1634	0.0071	1.3125	0.0000	0.9350	0.9350
$p_{53}$	-0.0029	0.0002	1.0696	0.0000	0.8381	0.8381	0.0014	0.0075	1.3779	0.0000	0.2628	0.0000	0.9547	0.0000	0.9386	0.9386
$p_{54}$	-0.0013	0.0142	1.0477	0.0000	0.9163	0.9163	0.0008	0.0731	1.1947	0.0000	0.1067	0.0302	0.4618	0.0000	0.9443	0.9443
$p_{55}$	0.0020	0.0000	0.9550	0.0000	0.9152	0.9152	-0.0008	0.0065	0.7356	0.0000	-0.2692	0.0000	-0.6506	0.0000	0.9723	0.9723

## 7 参考文献

Fama, E.F.and K. R. French(1993), "Common risk factors in the returns on stocks and bonds," Journal of Financial Economics 33, 3-56.

Michael R. Gibbons, Stephen A. Ross and Jay Shanken(1989), "A Test of the Efficiency of a Given Portfolio," Econometrica 57(5), 1121-1152.

久保田敬一, 竹原均 (2007), 「Fama-French ファクターモデルの有効性の再検証」, 『現代ファイナンス』 22, 3-23.

竹俣潤, 宮崎浩一, 小林寛司 (2013), 「日本株式市場における資産評価モデルの GRS 検定に関する一考察」, 『日本経営工学会論文誌』 64, 75-84.