

# ヘッジ・ファンドのテール・リスクについて\*

福 田 徹

## 要 旨

ヘッジ・ファンドの定義の1つとして、絶対収益を追求するというものがある。つまり、どのような投資環境下においても、幾ばくかのプラスの収益を上げることが要求されると言う考え方である。さて、過去を振り返ると、ヘッジ・ファンドはその定義通りに収益を上げてきたのだろうか。ほとんどの期間については、その通りであったと評価されよう。ただし、市場急変動期については、その様相が異なってくる。例えば、アジアおよびロシア通貨危機に前後して突然破綻したLTCM (Long-Term Capital Management) の事例は良く知られたところであるし、サブプライム・ショックからリーマン・ショックに至る金融危機の過程でも同様の現象が見られている。つまり、絶対収益の獲得を実現し続けているヘッジ・ファンドが、突然破綻すると言う事例が少なからず存在するのである。

その理由としては、ヘッジ・ファンドがテール・リスクを負う傾向にあることが挙げられる。テール・リスクとは、投資収益率の確率密度分布の度数において、同一の平均値を持つ正規分布と比較するとその両端における裾の部分が厚くなっていると言う状態を表現しており、特に左側の部分を指すことがほとんどである。そして、最近登場した様々な金融商品を組み合わせて、ほとんどの場合で安定的に収益を上げられるものの、破綻する微小の可能性を抱えるように投資対象の選択を行っているヘッジ・ファンドが存在していると指摘されるのである。それだけでは無く、借入れを行って収益のみならずテール・リスクの増幅を行っているものがある。また、運用に供している新しい金融商品の投資収益率の確率密度分布を十分に把握しておらず、感知していない大きなテール・リスクに晒されている場合もあるだろう。

\* 本研究は、(公財)石井記念証券研究振興財団の助成を受けている。記して謝意を表したい。

なお、テール・リスクを計量化するためにいくつかの指標が提案されている。主だったところでは、歪度 (skewness) や尖度 (Kurtosis) といった確率密度分布の形状を示すためのもの、バリュー・アット・リスク (Value at Risk) や期待ショート・フォール (Expected Shortfall) といった被る可能性のあるテール・リスクの度合いをそれぞれの観点から数値化したものなどが挙げられる。

## 目 次

### はじめに

#### I. 市場急変動時におけるヘッジ・ファンド

1. ヘッジ・ファンドは絶対収益を確保出来たのか
2. LTCM の事例
3. ベア・スターンズのヘッジ・ファンドの事例
4. エイム・ミレニアム・ファンドの事例

#### II. テール・リスクが顕在化する背景

1. テール・リスクとはなにか
2. ヘッジ・ファンドがテール・リスクに捕われる背景

### III. テール・リスクの計量化

1. 計量化に利用される指標の概観
2. 歪度と尖度
3. バリュー・アット・リスクと期待ショート・フォール
4. ソルティノ・レシオ
5. ボラテリティ歪度
6. 条件付テール・リスク, 市場テール・リスクおよび固有テール・リスク
7. 条件付き情報比

おわりに

## はじめに

絶対収益の獲得を実現し続けて来たヘッジ・ファンドが、突然破綻すると言う事例がいくつ也存在する。アジアおよびロシア通貨危機に前後して顕在化した LTCM の事例は多くの人々に最も良く知られているものと言えるだろう。また、サブプライム・ショックからリーマン・ショックに至る金融危機の過程でも、同様の現象が見られている。それだけではなく、金融システムが安定している時期においてさえ、そのような事例が発生することがある。この場合は、不正会計処理等の異なった問題を付随していることが多いのも確かであるかもしれないけれども。

このようなヘッジ・ファンドが突然破綻する

と言う背景に対して、様々な分野からの注目が集まっている。その1つの切り口がテール・リスクと言うものである。詳細については後述するが、伝統的なポートフォリオ理論の範疇で扱ってきたリスクの概念を補完すると言う性質を持つものである。言い換えれば、ヘッジ・ファンドの登場等によってこれまでのリスクの概念のみでは表現出来ない事例が増加したため、それを解決するためにテール・リスクと言うものが提案されているのである。

本稿では、第 I 章で市場急変動時におけるヘッジ・ファンドの投資収益率の動向について解説する。また、突然破綻したかのように見えるヘッジ・ファンドの事例について、その背景に関する説明を含めながらいくつか紹介する。第 II 章では、突然破綻する要因の1つとしてテール・リスクの存在を挙げ、その定義につい

て言及する。また、第I章の事例を敷衍しながらヘッジ・ファンドがテール・リスクに捕われやすい理由を考察する。第III章では、テール・リスクを探る上で有効であると考えられる様々な指標について解説する。そして、今後のテール・リスクに関連する研究の方向性等にふれて結びとしたい。

## I. 市場急変動時におけるヘッジ・ファンド

### 1. ヘッジ・ファンドは絶対収益を確保出来たのか

ヘッジ・ファンドの定義を簡潔に済ませることは、困難である。SEC [2003]では様々な文献に記述された定義を紹介しているが、それらが多岐にわたっていることを確認出来るだろう。ただし、その中の多くが掲げている定義として絶対収益を追求すると言うものがある。つまり、どのような投資環境下においても、幾ばくかのプラスの収益を上げることが要求されるという考え方が定義上の主流になっているのである。

一方、この定義が存在する背景としては、ヘッジ・ファンドへ資金を委託する顧客側に大きいニーズがあることが指摘出来る。巨額の資金を保有する富裕層や機関投資家などを中心に、リスクを限定しながらある程度以上の収益を確保したいと考えているのである。その観点において、絶対収益を追求すると言う定義はビジネス上守られるべき重要なポイントでもあろう。

さて、過去を振り返ると、ヘッジ・ファンドはその定義通りに収益を上げてきたのだろう

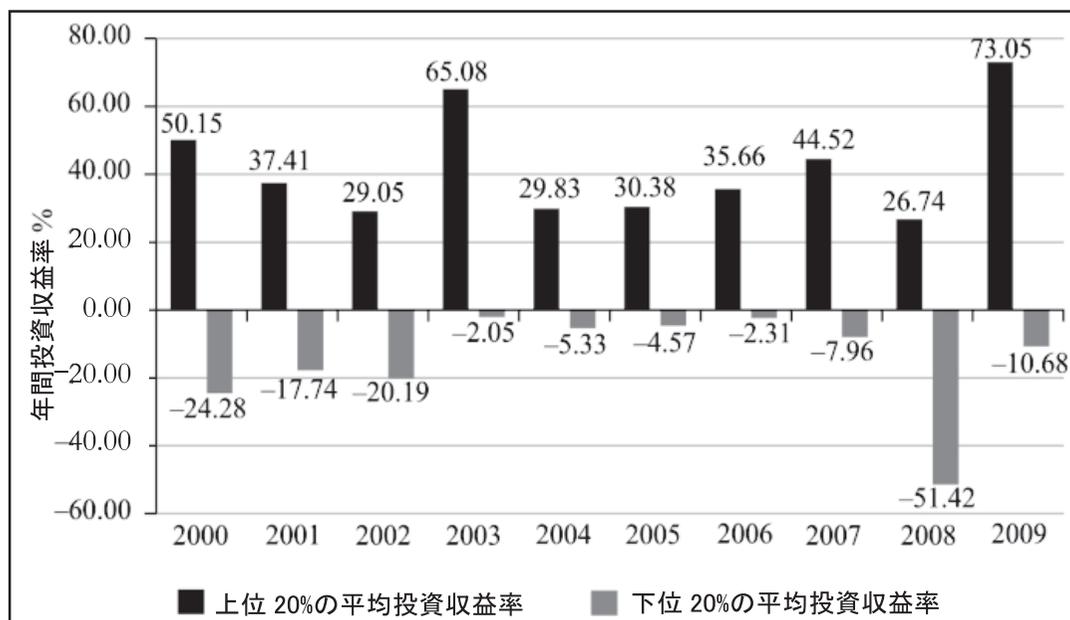
か。ほとんどの期間については、その通りであったと評価されよう。ただし、市場急変動期については、その様相が異なってくるようだ。図表1は、2000年から2009年それぞれの年間投資収益率に関して上位20%と下位20%に位置したヘッジ・ファンドのそれについての平均値を示したものである。これを見ると、2003年から2007年の下位20%のヘッジ・ファンドの平均年間投資収益率は-10%以内に収まっており、損失が限定されていたことが伺える。ところが、市場の急変動期となったリーマン・ショックに当たる2008年においては、下位20%のヘッジ・ファンドの平均年間投資収益率が-51.42%を記録するまでとなっており、大変悪化したことがわかる。同年の上位20%に位置するヘッジ・ファンドの平均年間投資収益率は26.74%であり、他の年と比較すると若干見劣りする程度の水準にとどまっていたにも関わらずである。

このような現象は、他の市場急変動期においても顕在化する傾向にあるとされている。つまり、急速に投資収益率を悪化させるヘッジ・ファンドが現れるのである。また、取引手法次第では、急変動期でなくても、少数ながらそのような事態に陥るものも存在する。以下では、そのような事例についていくつか紹介する。

### 2. LTCM の事例

1998年8月に起こったLTCMの破綻は、ヘッジ・ファンドの歴史の中で最も著名なもの1つであろう。LTCMは、ソロモン・ブラザーズの副会長であったジョン・メリウエザーによって1994年に設立された。ジョン・メリウエザーは債券の自己売買部門の担当であったが、計量的な手法を利用した裁定取引によって巨額の収益を上げたことで知られていた。同

図表1 上位および下位グループのヘッジ・ファンドの年間投資収益率



〔出所〕 Zask [2013]

ファンドの取締役会には、ソロモン・ブラザーズ時代の主要なスタッフの他、オプション価格の評価式を完成させたことでノーベル経済学賞の受賞者となるマイロン・ショールズとロバート・マートン等が名を連ねていた。

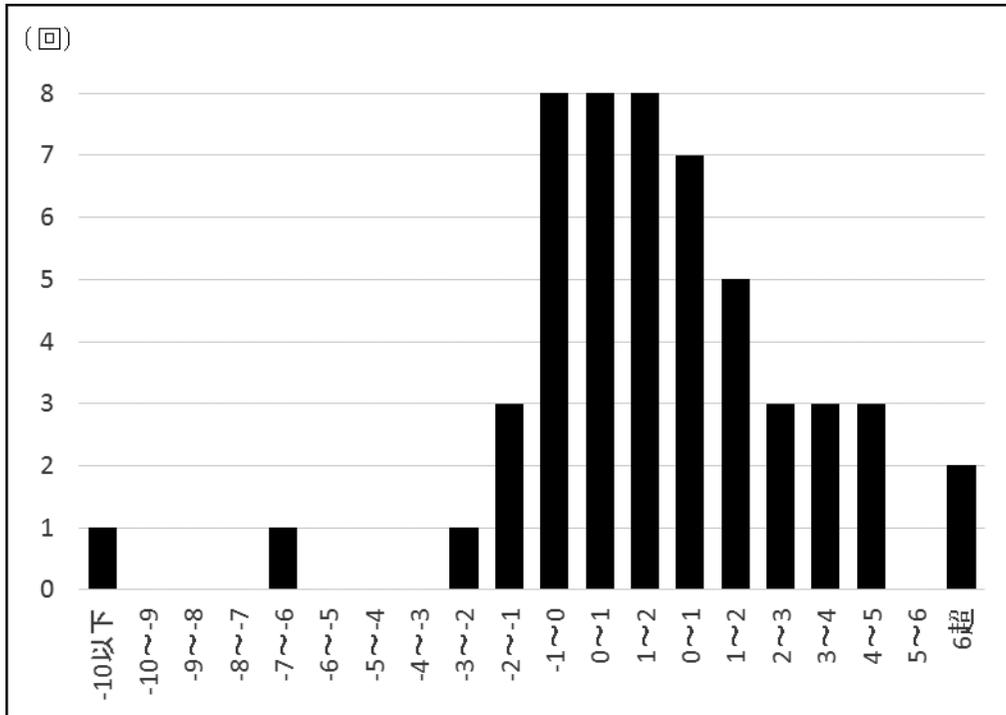
この取締役会の顔ぶれからわかる通り、LTCMの運用戦略の特色として最初に挙げられるのは、フィナンシャル・テクノロジーを駆使して実行される多様な取引手法である。その基本となる考え方は、資産間における価格の収束あるいは相対的な価格差の水準に着目したものである。従って、ある資産を購入する一方、ある資産を空売りするポジションを組むことになる。つまり、理論や統計的なデータ分析によって2資産間の価格形成の比較において歪みがあると判断される場合、それが正常なものへと回帰すると想定して利益を上げ得るポジションを組む戦略がとられるのである。このような

取引方法は広義の裁定取引と呼ばれている。

運用を開始した1994年3月から破綻する直前の1998年7月までの月次純投資収益率<sup>1)</sup>分布は図表2に示される。これを眺めるとわかる通り、対象となった53ヶ月のうち39ヶ月分の投資収益率がプラスであり、-1%を超えるほど悪化したのは6ヶ月分に過ぎない。つまり、着実に絶対収益を獲得出来るように運用されているかのように見えていたといえるだろう。

LTCMは様々な取引手法を駆使していたが、その中の1つとしてスワップ・スプレッドに着目したコンバージェンス・トレードが指摘される。これは、過去の経験則からスワップ・スプレッドがある程度水準に収まると考え、外れた場合にはそこに戻ると仮定してポジションを組むのである。アジアおよびロシア通貨危機時においては、質への逃避が起った。従って、スワップ・スプレッドの上昇が顕在化したのであ

図表2 LTCMの月次純投資収益率分布 (1994/3~1998/7)



〔出所〕 Perold, Andre F. [1999]に基づき筆者作成

る。そこで、LTCMは米英の国債を空売りする一方でそれらの国々を対象とした金利スワップ（固定受け、変動払い）の契約を結ぶと言うポジションを大量に保有したのである。ただし、スワップ・スプレッドの外れ度合いは小さいものであるのが通常である。そこで、LTCMはそれを増幅するために最大で自己資本の30倍超と言う借り入れを行うと言う大きいレバレッジをかけて運用を行っていたのである。

しかしながら、アジアおよびロシア通貨危機のさらなる深刻化によって、スワップ・スプレッドはここ数年では考えられないくらいの水準まで跳ね上がってしまった。これによって、LTCMは保有するコンバージョン・トレードのポジションによって巨額の損失を被ること

になったのである。破綻直前の8月21日のみにおける自己資本の毀損額は5.5億ドルに達したとされる。7月末の自己資本は41億ドルであったから、かなり厳しい状態に追い込まれたと推察されよう。そして、図表2の分布の左にかけ離れた位置に最後の度数を加えたのである。

### 3. ベア・スターンズのヘッジ・ファンドの事例

ベア・スターンズによって運用されていたハイ・グレード・ストラクチャード・クレジット・ストラテジーズ・エンハンスト・レバレッジ・ファンド (the High-Grade Structured Credit Strategies Enhanced Leverage Fund) とハイ・グレード・ストラクチャード・クレジット・ファンド (the High-Grade

Structured Credit Fund) の2007年7月における破綻は、サブプライム・ローン危機の影響を受けた典型的な事例といえるだろう。なお、これらの破綻はリーマン・ショックに至る一連の金融危機の嚆矢と位置づけられる出来事とされている。

さて、サブプライム・ローン危機との関連性を探る上で不可欠である両者の取引手法であるが、以下の通りである。①サブプライム・ローンを担保としている住宅ローン担保証券を裏づけとしたダブル A 格以上の債務担保証券 (Collateralized Debt Obligation) を購入する。これに投資した理由は、この債務担保証券の利回りがこれを担保に借入れを行った場合の金利より高かったからである。②購入した債務担保証券を担保にして借入れを行ってさらに債務担保証券を買い入れる。なお、レバレッジの度合いであるが、自己資本に対して10倍程度になっていたとされている。③借入れによって債務担保証券を大量に購入していると言うリスクを過剰に負っている状態をコントロールするためにクレジット・デフォルト・スワップ (Credit default Swap) を購入する。

以上のような取引手法を用いたポジションを保有することで、収益源である債務担保証券からの受取り利子を獲得する一方、費用である借入れによる支払い金利およびクレジット・デフォルト・スワップの手数料の支払いを行って、それらの差額である収益を安定的に得られると言う予定になっていた。つまり、このヘッジ・ファンドも絶対収益を追求していたのである。

しかしながら、その目論見通りとはならなかった。サブプライム・ローン危機によってヘッジ・ファンドの当初の想定を大幅に超えて

債務担保証券の価格が急落したことがそのきっかけとなった。つまり、契約していたクレジット・デフォルト・スワップでは不十分だったのである。そして、これが以下の過程をたどってさらなる苦境へ追い込んだのである。債務担保証券価格の下落は担保価値の減少を意味する。従って、貸し手は追加担保の設定や資金返済をヘッジ・ファンドに要求した。ヘッジ・ファンドはそれに答えるべく、債務担保証券の売却を試みる。ただし、この動きを先読みした他の投資家による売却が加わったため、債務担保証券の流通市場は売り状態に陥った。そして、さらなる債務担保証券の暴落によってベア・スターンズのヘッジ・ファンドは破綻したのである。

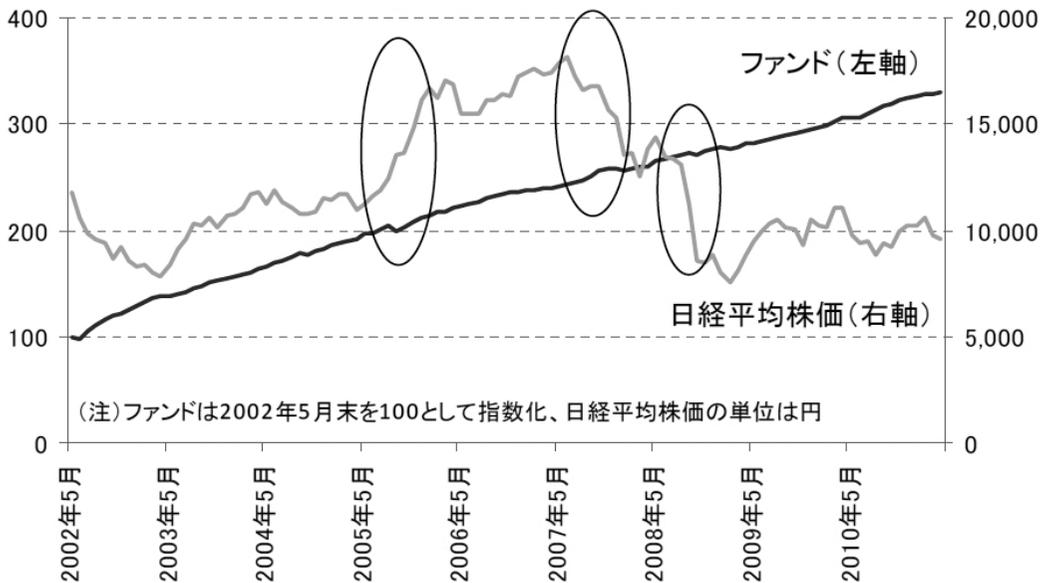
#### 4. エイム・ミレニアム・ファンドの事例

我が国においても、安定的な収益の確保を目指した私募投資信託による詐欺事件が2012年1月に発覚した。その投資信託を運用していた投資顧問業者の名称を取って AIJ 事件と言われている。

AIJ 投資顧問が運用するエイム・ミレニアム・ファンドの取引手法は日経225オプションの売り戦略を中心に据えると説明されていた。そして、それによって獲得されるオプション・プレミアムによって毎月の収益を確保するのである。この取引手法の前提条件として考えられるのは、日経平均が毎月ある一定の範囲に収まると言うことである。その通りとなれば、絶対収益を追求する観点から有効な取引手法と判断されよう。ただし、その範囲を逸脱すれば、大幅な損失を被ることも確かである。

さて、図表3が説明資料に記載されている

図表3 エイム・ミレニアム・ファンドの価値と日経平均株価の推移



〔出所〕 井出 [2012]

2002年から2010年までのエイム・ミレニアム・ファンドの運用実績と日経平均の推移である。これを眺めると、エイム・ミレニアム・ファンドの価値が着実に増加していることがわかるだろう。オプションの原資産になっている日経平均が何回も大幅な変動を経験しているにもかかわらずであるが。

やはり、以上で説明したような単純な取引手法で絶対収益を上げ続けるのは、無理であったようである。AIJ 投資顧問が投資信託の運用を開始した当初である2003年の時点でエイム・ミレニアム・ファンドは運用資産の半分を失ったとされ、それ以降は粉飾決算を続けたとされている。たとえ運が良かったとしても、ある程度のプラスの収益を積み上げた後に遅かれ早かれ大幅な損失を被ることになったであろう。つまり、その場合の投資収益率の分布も若干のプラス水準で多くの度数が固まり、大幅なマイナスの位置にその1つが乗っていると言う形状とな

るのである。

## II. テール・リスクが顕在化する背景

### 1. テール・リスクとはなにか

以上で紹介した事例から、ほとんどの期間における絶対収益の確保と引き換えに大幅な損失を被る小さい可能性を負担しているかもしれないヘッジ・ファンドがいくつか存在したことが理解されよう。言い換えれば、通常は収益を着実に獲得するヘッジ・ファンドに見えるものの、突然破綻するリスクがあるということである。

ポートフォリオ理論において、リスクは将来予想される投資収益率の確率密度分布における標準偏差として表現されるのが一般的である。しかしながら、このような大幅な損失を被る小

さい可能性をそのリスク指標から十分に捉えきれないと言われようになった。Lo [2008]では、S&P500指数のプット・オプションを売却してオプション・プレミアムを積み上げると言う典型的な取引手法<sup>2)</sup>について、1992年1月から1999年12月のデータを利用したシミュレーションを行っている。この結果によると、同一の期間においてS&P500指数に投資した場合のシャープ・レシオ<sup>3)</sup>が1.39であったのに対し、オプション・プレミアムを積み上げる取引手法によるそれは2.15と上回ったとしている。つまり、標準偏差をリスクの指標として用いるシャープ・レシオでは大幅な損失を被る小さい可能性を十分に把握出来ないと言う懸念が生じるのである。

従って、これをテール・リスクと名づけ、特別なものとして認識すべきであると考えられるようになった。また、このようなリスクを含んだ投資収益率の確率密度分布を、世に知らしめた Taleb [2001] の名前を取ってタレブ分布 (Taleb distribution)<sup>4)</sup> と呼ばれる場合がある。

なお、テール・リスクの定義については今のところ統一された見解が存在する訳ではない。最も抽象的なものとしては、稀な事象が出現することによって生じる大きな価格変動リスクとしている<sup>5)</sup>。従って、テール・リスクと言う言葉を誰も想定していない突発的な事象自体として新聞記事等で利用されるようになっている。もう少し具体的な定義としては、図表4で示されるように対象となる確率密度分布の度数が、同一の平均値を持つ正規分布と比較するとその両端における裾の部分において厚くなっている(より高い度数になっている)と言う状態を指すと言うものがある。なお、このような形状はファット・テール (Fat Tail) と呼ばれてい

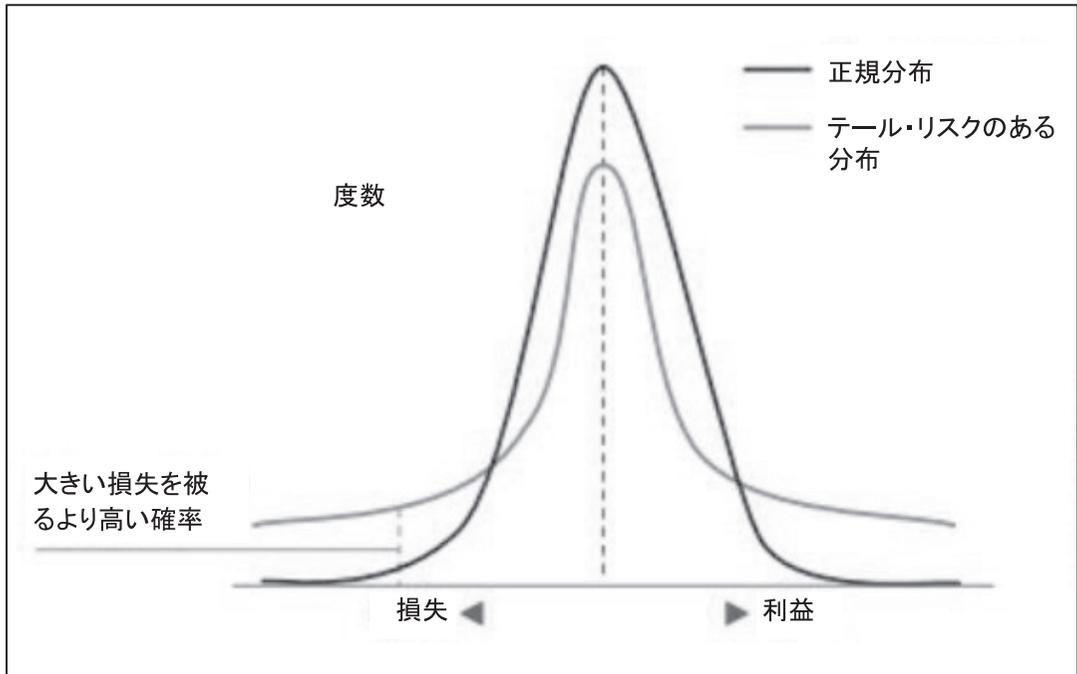
る。あまり一般的ではないが、さらに厳密な定義としては、投資収益率の平均値から3標準偏差分離れた度数を指すこと<sup>6)</sup>がある。なお、いずれの定義においても確率密度分布の左側、つまり大きく劣る投資収益率が出現する部分を指すのが実務的な見地において一般的である。

## 2. ヘッジ・ファンドがテール・リスクに捕われる背景

テール・リスクと言う概念が定着したのは、それほど昔の話ではない。それがアカデミックな世界や運用業界で話題に上るようになったのは、投資対象の選択肢としてヘッジ・ファンドが一般的になってからといえるであろう。その意味では、ヘッジ・ファンドによってテール・リスクと言う概念がもたされたと言って過言ではない。この理由は前述した通り、絶対収益を確保するためにテール・リスクが出現しやすい取引手法を駆使しているからであるといえるだろう。前述の様々な事例に基づきながら、機能毎にそれらを分類すると以下の通りになる。

最初に挙げられるのは、ヘッジ・ファンドの取引手法に利用される投資対象の投資収益率において、確率密度分布がテール・リスクをかなりの程度含んでいるものがあることであろう。端的なものとしては、エイム・ミレニアム・ファンドの事例や Lo [2008] によるシミュレーションで用いられたオプションの売却が指摘される。これは、ほとんどの場合でオプション・プレミアムを獲得出来るが、大幅な損失を被ることがあると言う取引手法である。また、同様の傾向を持つ資産としては、クレジット・デフォルト・スワップの売却、十分分散されていない損害保険の引き受け等も挙げられよう。ただし、世の中に存在するほとんどの取引手法は

図表4 テール・リスクのある確率密度分布



〔出所〕 [ft.com/lexicon-Definition of tail risk](http://ft.com/lexicon-Definition of tail risk)

大なり小なりテール・リスクを負っていると考えるべきである<sup>7)</sup>。高格付けの債券を満期まで保有すると言う例を提示するならば、利子から得られる収益機会が着実に積み上がる一方で債務不履行になって大幅な損失となる微小な可能性も存在していると考えることが出来るからである。

次に、借入れによるテール・リスクの増幅が挙げられる。それは、LTCM やベア・スターンズのヘッジ・ファンドの事例で示されていた通りのものである。つまり、借入れによってテール・リスクが出現した際に被ると想定される損失金額が、投資家から集めてきた資金と比較すると相対的に大きくなっており、即座に破綻する可能性が高まっていると言う状態に陥っていることである。また、借入れの裏づけとなった運用に供する資産価値の減少に伴う追加

担保や資金返済の要求はテール・リスクの影響をさらに拡大させるといえるだろう。

最後に、過去のデータから構築される事後分布は将来のそれを必ずしも表している訳ではないことが指摘される。LTCM の事例が典型的であるが、資産間における価格の取束あるいは相対的な価格差の水準を推計する上では、過去のデータが重要になる。コンバージェンス・トレードに利用される金利スワップ取引は、1980年代半ば頃から盛んになり始めたとされている。その意味ではデータは1998年の時点で10年強しか存在せず、それらは十分に歴史的な洗礼を受けていなかった可能性が高いであろう。また、ベア・スターンズのヘッジ・ファンドの事例で登場した債務担保証券が最初に組成されたのは1980年代後半であるが、サブプライム・ローンを裏づけとした住宅ローン担保証券を組

み込んだものが拡大したのは、2000年に入ってからのことであった。従って、十分な過去のデータを持たないまま格付けがなされていたと考えられ、それを額面どおりに受け取って運用したベア・スターンズのヘッジ・ファンドに悪影響を及ぼしたと指摘されよう。

### Ⅲ. テール・リスクの計量化

#### 1. 計量化に利用される指標の概観

以上で示してきた通り、ヘッジ・ファンドなどのように投資収益率の標準偏差のみでは、それに投資する際のリスクを表すのが不十分である場合が存在することがわかった。従って、把握しきれていないものの中で正規分布の裾部分の度数よりも厚くなっている状態をテール・リスクと名付けたが、その度合いを具体的に数値化するための指標がいくつか提案されている。以下ではそれについて紹介したい。

なお、テール・リスクを計量化する指標は図表5の通りに分類出来る。歪度と尖度は確率密度分布の形状を示すための指標である。平均値や標準偏差では十分に表現出来ない情報を示す役割を果たす。バリュエーション・リスクと期待ショート・フォールは、被る可能性のあるテール・リスクの度合いをそれぞれの観点から数値化したものである。ソルティノ・レシオ (Sortino Ratio) は、超過収益率をマイナスの投資収益率の部分のみで算出した標準偏差で除したものである。

図表5に掲載をしているものの、以下で紹介するものはあまり一般的ではない。ボラティリティ歪度 (Volatility skewness)<sup>8)</sup>は、投資収益率の確率密度分布において平均値から見て左の

部分と右の部分の散らばり具合を比較するものである。条件付テール・リスク (Conditional Tail Risk)<sup>9)</sup>は、市場全体の状態が悪化したタイミングにおける投資対象の期待ショート・フォールを計量化するものである。また、条件付テール・リスクは市場全体の影響による市場テール・リスク (Systematic Tail Risk)<sup>9)</sup>とその投資対象固有のものである固有テール・リスク (Idiosyncratic Tail Risk)<sup>9)</sup>に分解される。条件付情報比 (Conditional Information Ratio)<sup>10)</sup>は、市場全体の状態が悪化したタイミングにおいて、投資対象の投資収益率と市場全体のそのズレに対してどの程度の市場を上回る超過収益を獲得したかを示す指標である。

#### 2. 歪度と尖度

歪度と尖度は、確率密度分布の形状を示す上で投資収益率の評価だけでなく一般的に利用される指標である。歪度と尖度の定義は図表5にある通りである。

歪度は、図表6にある通り確率密度分布の非対称性を表す指標である。平均値から見て左右どちら側の度数が大きいかを示すものである。歪度が0より大きければ、平均値から見て左側の度数が大きいことを意味する。また、それを平均値まで押し戻さなければならないから、右側の値が平均値とかけ離れたものになっているはずである。歪度が0であれば、左右対称の確率密度分布の形状になっていると判断される。歪度が0より小さければ、平均値から見て右側の度数が大きいことを意味する。また、それを平均値まで押し戻さなければならないから、左側の値が平均値とかけ離れたものになっているはずである。

テール・リスクの評価と言う観点からの歪度

図表5 テール・リスクを探るための様々な指標

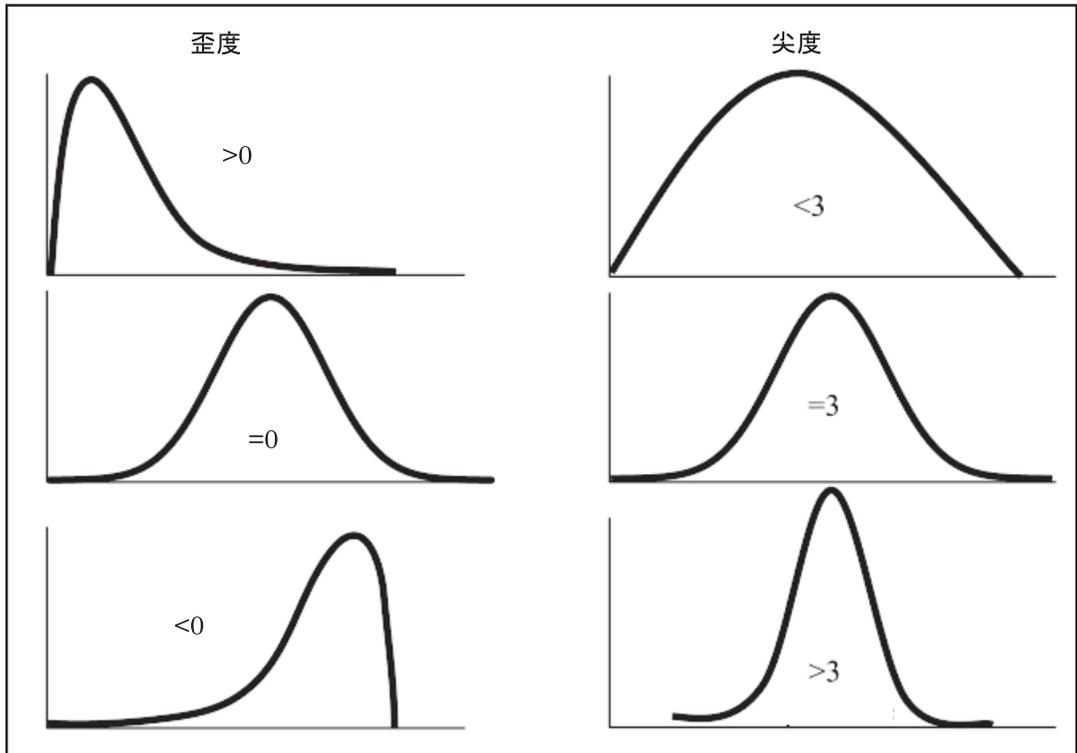
<p>・歪度と尖度 確率変数 <math>X</math> の確率密度関数を <math>f(X)</math> とする。 <math>\mu = \int Xdf(X)</math>, <math>\mu_n = \int (X-\mu)^n df(X)</math> とすると, 歪度 <math>= \mu_3/\mu_2^3</math>, 尖度 <math>= \mu_4/\mu_2^2</math> となる。</p>
<p>・バリュエーション・リスクと期待ショート・フォール 確率変数である投資収益率を <math>R</math> として, 投資収益率が <math>x</math> 以下となる累積分布関数を <math>F_R(x) = \Pr[R \leq x]</math> とする。 投資収益率が信頼水準 <math>1-\alpha</math> に収まるとすると, バリュエーション・リスク <math>= -\inf\{x \in \mathbb{R}; \alpha \leq F_R(x)\}</math> 期待ショート・フォール <math>= -E[R   R \leq -\text{バリュエーション・リスク}]</math> となる。</p>
<p>・ソルティノ・レシオ 投資対象の期待投資収益率を <math>R</math>, 無リスク資産の収益率を <math>R_f</math>, 投資対象の負の投資収益率における標準偏差を <math>\sigma_d</math> とすると, ソルティノ・レシオ <math>= (R - R_f) / \sigma_d</math> となる。</p>
<p>・ボラテリティー歪度 確率変数である投資収益率を <math>R</math> とすると, ボラテリティー歪度 <math>= SD[R - E[R]   R &lt; E[R]] / SD[R - E[R]   R &gt; E[R]]</math> となる。</p>
<p>・条件付テール・リスク、市場テール・リスクおよび固有テール・リスク 市場全体の投資収益率 <math>R^m</math> が信頼水準 <math>1-\alpha</math> に収まる場合のバリュエーション・リスクをバリュエーション・リスク<sup>m</sup>, <math>R^i</math> を投資対象 <math>i</math> の投資収益率とする。 また, <math>R^i = \alpha^i + \beta^i R^m + \epsilon^i</math> とすると, 投資対象 <math>i</math> における 条件付テール・リスク <math>= -E[R^i   R^m \leq -\text{バリュエーション・リスク}^m]</math> 市場テール・リスク <math>= -E[R^i - \epsilon^i   R^m \leq -\text{バリュエーション・リスク}^m]</math> 固有テール・リスク <math>= -E[\epsilon^i   R^m \leq -\text{バリュエーション・リスク}^m]</math> となる。</p>
<p>・条件付情報比 市場全体の投資収益率 <math>R^m</math> が信頼水準 <math>1-\alpha</math> に収まる場合のバリュエーション・リスクをバリュエーション・リスク<sup>m</sup>, <math>R_i</math> を投資対象 <math>i</math> の投資収益率とする。 投資対象 <math>i</math> における 条件付情報比 <math>= E[R^i - R^m   R^m \leq -\text{バリュエーション・リスク}^m] / SD[R^i - R^m   R^m \leq -\text{バリュエーション・リスク}^m]</math> となる。</p>

の意義についての説明は、以下の通りである。  
歪度が0より大きければ、ある程度の損失を被る大きな可能性と平均値からかけ離れた利益を得る小さいそれがあることを示している。一方、歪度が0より小さければ、ある程度の利益を獲得する大きな可能性と平均値からかけ離れた損失を被る小さいそれがあることを意味するのである。従って、後者は避けるべきテール・

リスクであろう<sup>11)</sup>。

尖度は、図表6にある通り確率密度分布の平均値における集中度や裾の厚さを示す指標である。尖度が3より小さければ、より丸みがあった平均値近辺と短く細い裾を持った分布であると判断される。尖度が3であれば、正規分布と同等のそれを持つことになる。尖度が3より大きければ、鋭い平均値近辺と長く太い裾を持つ

図表6 歪度と尖度



〔出所〕 Zask [2013]を利用して筆者作成

た分布を持つことになる。

テール・リスクの評価と言う観点からの尖度の意義についての説明は、以下の通りである。尖度が3より小さければ、平均値から大きく外れた利益や損失となる可能性が低い。一方、尖度が3より大きければ、平均値から大きく外れた利益や損失となる可能性が高まる。従って、尖度が大きくなるに従って、テール・リスクが高まっていると解釈すべきであろう。

### 3. バリュースコア・リスクと期待ショート・フォール

投資収益率の確率密度分布が存在しているとす。バリュースコア・リスクとは、図表5で示す通り将来のそれがその中のある閾値（通

常はある確率）に収まるものとして、その中で最悪の事態が出現した場合に得られる損失率（投資収益率の符号を反転）である。例を挙げて説明すると、確率密度分布の右側の95%に収まる（最悪の5%は回避出来る）と仮定して、その場合に得られる最も大きい損失率の値となる。

テール・リスクの評価と言う観点からのバリュースコア・リスクの意義についての説明は、以下の通りである。平均値から見てバリュースコア・リスクがかけ離れば、テール・リスクが大きくなっている（確率密度分布の裾が厚くなっている）ことを意味する。つまり、閾値に収まっていたとしても、厳しい損失を負う可能性があるとして解釈することが出来よ

う。

一方、期待ショート・フォールとは、図表5で示す通りバリュウ・アット・リスクの閾値通りにいかない場合に得られる損失率の期待値である。先ほどの例を用いれば、最悪の5%の範囲となる事態が出現した場合、平均してどの程度の損失率を被るかという意味する値である。

テール・リスクの評価と言う観点からの期待ショート・フォールの意義についての説明は、以下の通りである。平均値から見て期待ショート・フォールがかけ離れば、閾値通りにならなかった場合において平均的に大きい損失率を被るであろうと言うことである。つまり、閾値と言う将来に対する予想が外れた場合の損失の度合いを示していると解釈される。閾値から外れることをテール・リスクとするならば、期待ショート・フォールはそれをより直接的に表す指標と言えよう。

#### 4. ソルティノ・レシオ

図表5で示す通り、ソルティノ・レシオは投資収益率がマイナスになる部分の標準偏差をリスクとして捉え、それ1単位当たりの超過投資収益率を算出したものと解釈される。類似する指標としてシャープ・レシオがあるが、この指標においては全ての投資収益率を用いて計算した標準偏差をリスクとしており、それで超過投資収益率を除している。従って、シャープ・レシオの場合にはプラスの投資収益率のブレもリスクとして把握されていると判断される。一方、ソルティノ・レシオではそれをリスクに含めないようにしていると言う特徴がある。

テール・リスクの評価と言う観点からのソルティノ・レシオの意義についての説明は、以下の通りである。投資収益率の確率密度分布の平

均値がプラスの0近傍で標準偏差が同一であるが、歪度が0より小さい投資対象と0より大きいそれが存在したとしよう。また、無リスク資産の投資収益率を0とする。当然ながら、シャープ・レシオは同一となる。しかしながら、歪度が0より小さい分布を持つ投資対象のソルティノ・レシオは小さい値となるだろう。つまり、左側に裾の長い傾向にある投資収益率の確率密度分布をテール・リスクとした場合には、それを見出すことが可能となる<sup>12)</sup>。従って、厳密と言う訳ではないがテール・リスク1単位当たりの超過投資収益率と見ることも出来よう。

#### 5. ボラテリティ歪度

ボラテリティ歪度は、投資収益率の確率密度分布において平均値から見て左の部分と右の部分の散らばり具合を比較するものである。図表5にある通り、投資収益率の標準偏差全体の中で平均値以下の部分からもたらされるものを平均値以上のそれによって除した指標である。ボラテリティ歪度が1より大きければ平均値よりも左の裾が長く、1であれば左右対称、1より小さければ平均値よりも右の裾が長いと解釈される。テール・リスクの評価と言う観点からのボラテリティ歪度の意義についての説明は、歪度の場合と同様である。

#### 6. 条件付テール・リスク、市場テール・リスクおよび固有テール・リスク

条件付テール・リスク、市場テール・リスクおよび固有テール・リスクは、ある投資対象のそれを市場全体の変動との関連性から評価しようとするものである。なお、条件付テール・リスクは、市場テール・リスクおよび固有テ

ヘッジ・ファンドのテール・リスクについて

ル・リスクそれぞれに分解することが出来る。

まず、条件付テール・リスクであるが、図表5にある通り設定した閾値を超えて市場全体の状態が悪化した場合における、ある投資対象の期待ショート・フォールを計量化している。つまり、市場全体の状態が悪化したタイミングで、その投資対象が平均的にどの程度の損失を被るかを評価しているのである。

市場テール・リスクは、条件付テール・リスクに内包されている市場全体の状態が悪化したことによってもたらされた部分のみを取り出したものである。つまり、市場全体の状態の悪化が影響を与えた投資対象における期待ショート・フォール分を計量化したものである。また、これはなんらかの方法でヘッジ出来る部分であると解釈されよう。

固有テール・リスクは、条件付テール・リスクに内包されているその投資対象固有の要因によってもたらされた部分のみを取り出したものである。つまり、市場全体の状態が悪化したタイミングにおいて、その投資対象固有の要因の影響による期待ショート・フォール分である。また、これに関するヘッジは一般的に困難であると考えられよう。

## 7. 条件付き情報比

条件付き情報比は、市場全体がテール・リスクを負う状態にある場合に投資対象の収益性を評価するものである。具体的には、図表5にある通り設定した閾値を超えて市場全体の状態が悪化した場合における、その投資対象の投資収益率と市場全体のそのズレに対してどの程度市場を上回る超過収益が得られたかを評価しているのである。従って、この指標は、市場全体がテール・リスクを負うような状態に陥った場

合において、その投資対象がヘッジに利用出来るかを判断するための材料を提供していると判断される。

## おわりに

投資対象が多様化し、それらを組み合わせることによって様々な形状を持つ投資収益率の確率密度分布が設計可能となった現在において、リスクを標準偏差として定義するだけでは、実態を捉えきれなくなっていると思われる。また、それを利用して低リスク（標準偏差で計測したもの）を装うヘッジ・ファンドが存在していると言う事例が存在している。実際、着実に収益を上げ続けていたヘッジ・ファンドが突然破綻すると言う事態が発生したのである。従って、それに対応するためにテール・リスクに対する多くの投資家の意識が高まり始めている現状にあるといえるだろう。本稿では、テール・リスクを計量化する指標をいくつか紹介した。しかしながら、それらは直感的であると同時に単純でもある。現実に対してどれだけ有効性があるかについて、若干の疑問が残るところであろう。

さて、筆者自身の今後の課題であるが、ヘッジ・ファンド等のテール・リスクに関する実証研究が挙げられよう。具体的には、紹介した指標の有効性に関する検証を実施すべきところである。また、不勉強と言うこともあって本稿で言及することが出来なかったが、テール・リスクの評価に対する極値理論 (Extreme Value Theory) の応用等についても考えたい。さらにファイナンス研究の基本と言う観点から、テール・リスクとリスク・プレミアムの関係性について議論することも魅力的なテーマである

う。

### 注

- 1) LTCM への手数料控除後。
- 2) 行使価格が7%程度アウト・オブ・マネー、行使期限まで3ヶ月以内のS&P500指数のプット・オプションを売却することを繰り返すと言う取引手法。
- 3) 超過投資収益率（実績ベースの投資収益率-無リスク資産の利回り）をリスク（実績ベースの投資収益率の標準偏差）で除したものを。標準偏差で示されるリスク1単位当たりを得られる超過投資収益率を示している。
- 4) Wolf [2008]。
- 5) PIMCO [2008]。
- 6) PERMANENT SUBCOMMITTEE ON INVESTIGATIONS UNITED STATES SENATE [2013]
- 7) 株式等の伝統的資産の投資収益率分布ですら厳密な正規分布に従っている訳ではない。大村・福田 [1990] では、東京株式市場の株価形成を投資収益率で見た場合、分布の中央が尖り、両端における裾の部分が厚くなる傾向にあることを検証している。つまり、投資に供される資産は大なり小なりテール・リスクを負っていると考えられる。
- 8) Rom and Ferguson [1993]。
- 9) Joenväärä and Kauppila [2015]。
- 10) Benson et al. [2013] に基づいている。ただし、Benson et al. [2013] が条件の部分へ市場全体を示す値を直接的に入れ込んでいるのに対して、バリュエーション・アット・リスクが条件となるように筆者が書き換えている。
- 11) Ilmanen [2011] によると、歪度が0より小さいことに対する投資家の選好と言う観点からの評価は専門家間で必ずしも一致していない。Taleb [2004] において、ファンド・マネージャーは歪度が0より小さい投資対象をより好むかもしれないと述べていると言及している。一方、Ilmanen [2011] は Mitton and Vorkink [2007] 等の最近の様々な論文を引用しながら反論している。
- 12) 必ずそうなるとは限らない。最も簡単な例としては、全ての投資収益率がプラスとなる確率密度分布を持つ投資対象が挙げられる。

### 参 考 文 献

- 井出真吾 [2012], 「AIJ 投資顧問 脅威の運用成績と成功報酬」『研究員の眼』, ニッセイ基礎研究所, 2月。
- 大村敬一・福田徹 [1990], 「東京株式市場における株価形成の歪みについて」『経済志林』, 法政大学, 2月。
- Benson, Robert, Robert K. Shapiro, Dane Smith, and Ric Thomas [2013], “A comparison of tail risk protection strategies in the U.S. market”, *Alternative Investment Analyst Review* 1.
- Goldstein, Matthew and David Henry [2007], “Bear Stearns’ Hunt for Big Cash”, *Business Week*, June 13.
- Ilmanen, Antti [2011], *Expected Returns: An Investor’s Guide to Harvesting Market Rewards*, Wiley.
- Joenväärä, Juha and Mikko Kauppila [2015], “Hedge Fund Tail Risk: Performance and Hedging Mechanisms”, *working papers series*.
- Lo, Andrew [2008], *Hedge Funds: An Analytic Perspective*, Princeton University Press.
- Mitton, Todd and Keith Vorkink [2007], “Equilibrium Underdiversification and the Preference for Skewness”, *The Review of Financial Studies*, 20.
- PERMANENT SUBCOMMITTEE ON INVESTIGATIONS UNITED STATES SENATE [2013], “JPMORGAN CHASE WHALE TRADES: A CASE HISTORY OF DERIVATIVES RISKS AND ABUSES”, *MAJORITY AND MINORITY STAFF REPORT*.
- Perold, Andre F. [1999], “Long-Term Capital Management, L.P. (A)”, *Harvard Business School Case* 9-200-007.
- Perold, Andre F. [1999], “Long-Term Capital Management, L.P. (B)”, *Harvard Business School Case* 9-200-008.
- Perold, Andre F. [1999], “Long-Term Capital Management, L.P. (C)”, *Harvard Business School Case* 9-200-009.
- Perold, Andre F. [1999], “Long-Term Capital Management, L.P. (D)”, *Harvard Business School Case* 9-200-010.
- PIMCO [2008], “Tail Risk Management: Why

ヘッジ・ファンドのテール・リスクについて

- Investors Should Be Chasing Their Tails”, *Viewpoints*.
- Rom, Brian M. and Kathleen W. Ferguson [1993], “Post-Modern Portfolio Theory Comes of Age”, *Journal of Investing*, 2.
- SEC [2003], “Selected Definitions of “Hedge Fund””, *Comments for the U.S. Securities and Exchange Commission Roundtable on Hedge Funds*.
- Taleb, Nassim Nicholas [2001], *Foiled by Randomness: The Hidden Role of Chance in Life and in the Markets*, Random House and Penguin. (望月 衛 [2008], 『まぐれ—投資家はなぜ、運を實力と勘違いするのか』, ダイアモンド社)
- Taleb, Nassim Nicholas [2004], “Bleed or Blowup: What Does Empirical Psychology Tell Us About the Preference For Negative Skewness?”, *Journal of Behavioral Finance*, 5.
- Wolf, Martin [2008], “Why today’s hedge fund industry may not survive”, *Financial Times*, March 18.
- Zask, Ezra [2003], *All About Hedge Funds, Fully Revised Second Edition*, McGraw-Hill.

(当研究所主任研究員)