

下方リスクと上方リスクのリスクプレミアム —ボラティリティ効果の構造分解—

石部 真人 CMA・CIIA
角田 康夫
坂巻 敏史 CMA

目 次

- | | |
|---------|---------|
| 1. はじめに | 3. 検証結果 |
| 2. 分析方法 | 4. まとめ |

リターンとのトレードオフという観点から下方および上方リスクの性質を調べた。下方リスクの測定基準として、平均、ゼロ、無リスク、相対の4つを調べた結果、プロスペクト理論と最も整合的なゼロが基準として適していることが分かった。将来リターンとの関係は下方リスクではトレードオフ、上方リスクでは逆トレードオフとなることが確かめられた。そして、ボラティリティ効果はこれら2つの複合効果である可能性が高い。

1. はじめに

株式市場において、高ボラティリティ銘柄ほ

ど相対的に低リターンであるという現象は、Blitz and Vliet [2007]、山田・上崎 [2009]、石部他 [2009] によりボラティリティ効果として



石部 真人 (いしべ まさと)

三菱UFJ信託銀行 パッシブ運用部統括マネージャー。1984年岡山大学法学部卒業、東洋信託銀行（現・三菱UFJ信託銀行）入社。2010年10月より現職。著書に、『アクティブ運用の復権』（共著、金融財政事情研究会、2005年）がある。



角田 康夫 (かくた やすお)

三菱UFJ信託銀行 年金運用部運用プランナーグループ参事役。1972年早稲田大学法学部卒業、東洋信託銀行（現・三菱UFJ信託銀行）入社。投資企画部等を経て、2007年4月より現職。主な著書に、『人生と投資のパズル』（文春新書、2004年）、『アクティブ運用の復権』（編著、金融財政事情研究会、2005年）、『行動ファイナンス入門』（PHPビジネス新書、2009年）、『新版行動ファイナンス』（金融財政事情研究会、2011年）がある。



坂巻 敏史 (さかまき さとし)

三菱UFJ信託銀行 株式運用部運用企画グループ主任調査役。1991年上智大学理工学部卒業、東洋信託銀行（現・三菱UFJ信託銀行）入社。2002年横浜国立大学国際社会科学研究所博士後期過程修了、博士（経済学）。06年4月より現職。著書に、『アクティブ運用の復権』（共著、金融財政事情研究会、2005年）がある。

明らかにされている。これは、ボラティリティをリスクと考える場合には、リスクとリターンとのトレードオフというファイナンス理論における重要な関係が現実には成立しないことを意味しており非常に興味深い。さらに、この効果はボラティリティ最小である最小分散ポートフォリオの効率性がTOPIXなどの時価加重インデックスのそれを下回らない要因とも考えられる（石部他 [2009]）。

それではどんなリスクであればリスクプレミアムが期待できるのか。Amenc *et al.* [2010] によれば、下方リスクの1つである半偏差（SEM, semi-deviation）が候補の1つに挙げられる。そして、このSEMはKahneman and Tversky [1979] のプロスペクト理論の損失回避概念に近いリスクであり、行動経済学的にも興味深いテーマである。また、Ang *et al.* [2002] は下方相関に関して、Ang *et al.* [2006] は下方ベータに関して将来リターンとのトレードオフ関係を報告している。

そこで、リスクとは変動性かそれとも損失可能性か、アップサイドとダウンサイドでは投資家の反応は異なるのではないかという問題意識を持って、下方リスク、上方リスク、ボラティリティとリスクプレミアムの関係を調査した。なお、分析の基調として、全ての投資家が合理的に行動するというCAPM的な考え方ではなく、プロスペクト理論が想定する限定合理的な投資家の観点を採用した。

2. 分析方法

下方リスクにもいろいろ種類があるが、限定合理的な投資家を想定するとVaRやCVaRは複雑過ぎると思われ、より直感的であるSEMを下方リスクに採用した。

マイナスリターンの平均的大きさである下方リ

スクの場合、SEMは次の式(1)で計算する。また、この式のminをmaxに置き換えたものを上方リスクと定義する。これはプラスリターンの平均的大きさを表す。なお、基準に抵触したデータは除外されるのではなく、0に置き換えられる。

$$SEM_i = \sqrt{E[\{\min(r_{i,t} - \tau, 0)\}^2]} \quad (1)$$

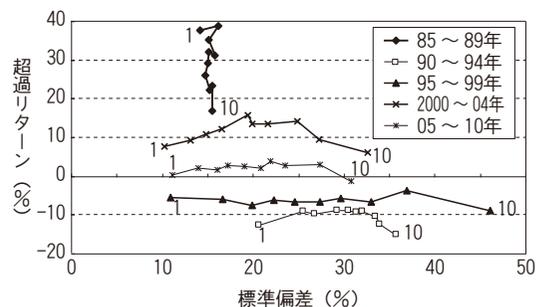
$r_{i,t}$: i 銘柄の t 時点のリターン
 τ : 基準値

下方および上方を定義する基準値 τ は利益と損失の分岐点であり、プロスペクト理論における参照点と考えられる。

分析対象は東証一部上場の日本株とし、分析に使用したデータは1980年1月から2010年12月までの配当込み月次リターン（日経NEEDSデータベースより取得）である。ボラティリティ、下方リスク、上方リスクは過去60カ月（5年）で推計した。

図表1は過去のボラティリティに基づいて84年12月から毎月10分位ポートフォリオ（第1分位はボラティリティが最も低く、第10分位はボラティリティが最も高い）を構築し、85年1月～10年12月の間運用した結果を5年（05年以降は6年）刻みの期間ごとに見たものである。図表を見ると85年1月～89年12月の期間はリスク

図表1 ボラティリティ分位の期間別結果



(出所) 筆者作成 (以下図表8まで同じ)

(標準偏差)とリターンの関係が明瞭でなく、ここに掲示していない下方リスクおよび上方リスクでも同傾向であったため、検討対象から除外した。この期間を除けば、分位ポートフォリオで事前のリスク推定と事後の標準偏差の順位が一致するという性質(以下、リスクの継続性)は全ての期間で観察される。

分析は通常の方法とクロス分位法で行った。通常の方法とは、ボラティリティとSEMの大きさに基づいて対象銘柄をそれぞれ銘柄数が等しくなるように10分割し、それを毎月繰り返す方法である。一方、クロス分位法では、最初に1つのリスクで4分割しそれをさらに別のリスクで4分割した。どちらの方法も、第1分位が最小リスク、最高分位が最大リスクである。

事後リターンは無リスクリターンからの超過リターン(年率)とし、事後リスクの評価は実現超過リターンの標準偏差(年率)で行った。無リスクリターンは短資協会発表の無担保コール翌日物レートの月中平均値を使用した。

3. 検証結果

(1) リスク測定の基準(τ)

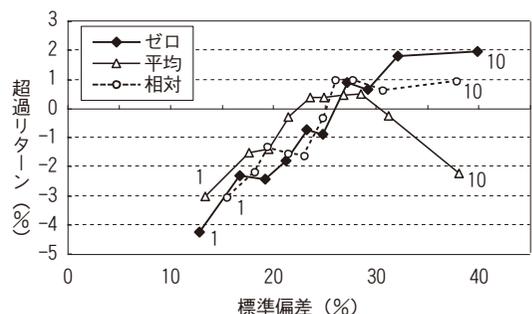
最初に(1)式の τ を決定する。候補は従来から使用されている*i*銘柄の平均リターン(以下、平均)、全ての銘柄に共通するゼロリターン(数値が0。以下、ゼロ)、無リスクリターン(以下、無リスク)、ベンチマーク(TOPIXなどの市場指数)リターン(以下、相対)とし、下方リスクに基づく10分位ポートフォリオ分析を行った。ベンチマークは配当込みTOPIXとした。

図表2が無リスクを除く3つの基準による下方

リスク分位の結果である(ゼロと無リスクはグラフ上で区別がつかないほどよく似ているため、ゼロで代表させた)。ゼロと相対は回帰係数(平均0.05、ゼロ0.25、無リスク0.25、相対0.20)も大きく、トレードオフが成立しているが、平均のグラフはボラティリティの結果(図表1)と似た形状をしていて、トレードオフは成立していない。また、ゼロはリターンおよび標準偏差のレンジが広く、銘柄のパフォーマンスの違いを最もよく識別すると思われるので、 τ はゼロとするのが適当と判断した。

マイナスリターンを下方リスク、プラスリターンを上方リスクとするゼロは直感的に把握しやすく、アクセシビリティが高いと考えられる(Kahneman [2002])(注1)。さらに、4つの候補の中ではプロスペクト理論の損失回避概念と最も整合的である。それに対し、平均の場合何を平均とするかは投資家によって異なり、また平均を計算するという認知処理を必要とするためアクセシビリティが低いことも障害となる。今までの下方リスクの研究では平均を基準とすることが多かったが、そうするとその特性(図表2に見られる山型の形状)はボラティリティの特性(図表1の形

図表2 3つの基準による下方リスク分位の結果(全期間)



(注1) 特定の観念内容が心に浮かぶ容易さ。似ていることは確率よりも、変化は絶対的の価値よりも、平均は合計よりもアクセシビリティが高いとされる。

状)にかなり近づくため、あえて下方リスクとボラティリティを区別する利点に乏しいように思われる。

また、相対はベンチマークが複数存在する点、関心を持つのが機関投資家に限定され一般の認知度が低い点に問題がある。一方、無リスクは数値的にはゼロと置換可能であるものの、直感的に把握しやすい点や認知処理にかかる負荷が少ない点でゼロの方に優位性がある。

(2) 3種類のリスクに基づく10分位分析の結果

図表3は検証期間を5年刻みとした期間別の下方リスク、上方リスク、ボラティリティ分位ポートフォリオの結果である。

下方リスクの10分位と1分位のリターン差(図表3の10-1)と回帰係数はどの局面でも正の値であり、リスクとリターンのトレードオフが成立している。特にバブル崩壊局面を含む90～94年と2000～04年では下方リスクのリターン差が大きく、回帰係数も有意である(注2)。一方、上方リスクとボラティリティではトレードオフは成立せず、しかもこれらの第10分位はどの局面でも最低のリターンであった。この関係およびボラティリティが下方と上方の中間に位置することは全期間を対象にした図表4ではっきりと確認できる。

一方、リスクの継続性は、90～94年の上方リスクの5分位と6分位で逆転があるのを除けば、

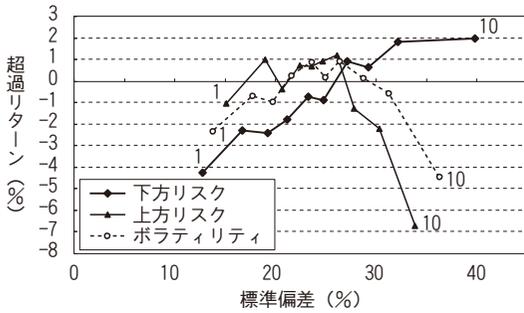
図表3 3種類のリスク分位の期間別結果

(A)90 ～94年	下方リスク		上方リスク		ボラティリティ		(C)2000 ～04年	下方リスク		上方リスク		ボラティリティ	
	リターン	標準偏差	リターン	標準偏差	リターン	標準偏差		リターン	標準偏差	リターン	標準偏差	リターン	標準偏差
1	-16.90	17.84	-9.65	22.91	-12.70	20.61	1	4.07	9.74	8.81	10.69	7.67	10.23
2	-12.66	23.62	-7.46	26.88	-9.13	25.50	2	6.44	12.21	12.36	13.74	9.42	13.14
3	-13.75	26.36	-7.04	28.08	-9.74	26.81	3	10.29	14.77	11.06	15.49	10.94	14.77
4	-10.88	28.18	-9.32	29.14	-8.78	29.21	4	9.35	16.03	14.53	17.71	12.16	16.55
5	-10.15	30.15	-9.32	29.91	-8.88	30.48	5	12.10	18.20	15.64	19.02	15.75	19.45
6	-10.47	31.49	-9.82	29.59	-9.17	31.34	6	12.71	19.26	14.23	20.56	13.69	19.84
7	-7.79	33.49	-8.91	32.12	-9.00	32.02	7	14.65	21.58	14.75	21.89	13.59	21.64
8	-8.86	34.49	-12.21	33.02	-10.48	33.49	8	14.35	25.30	10.37	23.97	14.20	24.86
9	-7.06	35.30	-13.80	33.08	-12.30	33.95	9	15.77	28.64	7.72	25.77	9.59	27.20
10	-6.68	38.95	-17.66	34.43	-15.03	35.78	10	13.54	34.86	3.82	31.21	6.26	32.60
10-1	10.22	21.11	-8.01	11.52	-2.33	15.18	10-1	9.47	25.13	-4.98	20.52	-1.41	22.37
傾き(t値)	0.50	(10.37)	-0.63	(-2.58)	-0.09	(-0.56)	傾き(t値)	0.40	(4.04)	-0.28	(-1.46)	-0.03	(-0.20)

(B)95 ～99年	下方リスク		上方リスク		ボラティリティ		(D)05 ～10年	下方リスク		上方リスク		ボラティリティ	
	リターン	標準偏差	リターン	標準偏差	リターン	標準偏差		リターン	標準偏差	リターン	標準偏差	リターン	標準偏差
1	-3.94	10.56	-5.65	12.46	-5.41	10.87	1	-0.85	11.22	1.85	11.43	0.45	11.14
2	-3.77	14.79	-5.61	18.75	-5.83	16.66	2	0.28	14.44	4.11	14.37	2.08	13.98
3	-7.50	18.20	-7.91	20.83	-7.47	19.92	3	0.70	15.86	1.95	16.50	1.76	16.03
4	-7.32	21.72	-5.43	23.95	-6.03	22.32	4	1.11	17.32	2.73	17.56	2.91	17.18
5	-7.14	24.62	-7.19	25.21	-6.54	24.55	5	1.85	18.71	3.19	18.99	2.72	19.03
6	-8.05	26.88	-4.51	27.62	-6.46	27.32	6	1.73	20.25	3.37	20.58	2.16	20.81
7	-7.94	30.43	-5.86	28.04	-5.70	29.60	7	4.09	22.17	4.27	21.80	4.01	21.85
8	-6.61	33.20	-4.97	30.56	-6.60	33.01	8	3.26	23.55	1.21	23.50	2.79	23.47
9	-8.39	37.85	-5.00	36.20	-3.57	36.88	9	6.12	26.77	1.55	26.23	3.13	27.34
10	-1.64	51.82	-10.17	40.93	-8.70	46.08	10	2.55	32.84	-3.42	29.14	-1.16	30.76
10-1	2.30	41.26	-4.53	28.47	-3.30	35.21	10-1	3.41	21.61	-5.27	17.71	-1.61	19.62
傾き(t値)	0.03	(0.39)	-0.07	(-0.97)	-0.03	(-0.72)	傾き(t値)	0.24	(3.18)	-0.24	(-2.09)	-0.03	(-0.29)

(注2) これは利益領域でリスク回避的になり、損失領域ではリスク追求的になるというプロスペクト理論の反転効果(および利益と損失の非対称性)と何らかの関連があるように思われる。

図表4 3種類のリスク分位の結果(全期間)



どの局面でも成立している。

(3) リターンリバーサルとの関係

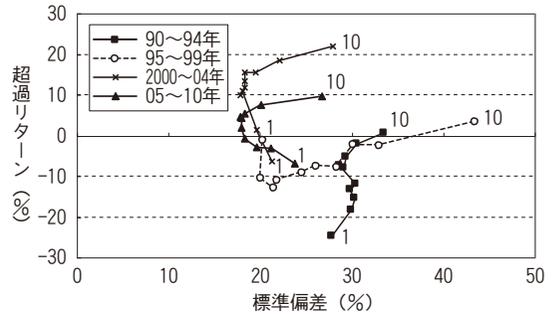
下方リスクは過去のマイナスリターンの平均的大きさを表しているため、下方リスクが大きいと実現リターンも大きくなるという事実は、過去の平均リターンが低い方が実現リターンは高いというリターンリバーサルとの密接な関係を示唆する。そこで、今までと同様の方法で過去60カ月の平均リターンに基づく分位ポートフォリオ分析を行った。この分析では第1分位が最大リターン、第10分位が最小リターンである。

図表5は平均リターン分位の期間別の結果である。95～99年の第1分位を除けば、分位が大きくなるほど事後のリターンは高まることが確認でき、しかもその効果は下方リスクよりも大きい。

これは平均リターン \equiv 上方リスク(プラスリターンの平均) - 下方リスク(マイナスリターンの平均)と考えれば説明できる。平均リターンが低いことは低上方リスクと高下方リスクの組み合わせを意味しており、どちらも事後のリターンは高い。一方、平均リターンが高い場合は高上方リスクと低下方リスクの組み合わせになり、どちらも低リターンである。

図表5を見ると、リスクの継続性は平均リターン分位では確認できず、2000年以降は第1と第

図表5 平均リターン分位の期間別結果



10という両端分位で標準偏差が大きくなる弓なりの形状をしている。これは第10分位には下方リスクが大きい銘柄が、そして第1分位には上方リスクが大きい銘柄が集まっており、そのどちらも標準偏差が高いことで説明できる。

以上により、リターンリバーサルは下方リスクと上方リスクの複合効果として説明可能である。

(4) リスク純化の試み

下方リスクは計算過程で上方リスクを無視しているため、下方リスクが高い銘柄の中には上方リスクも高い銘柄があるかもしれないし、その逆も考えられる。この点を確認するために、下方と上方の各分位で重複する銘柄を取り除くことを試みた。第1分位を例にとると、下方リスクと上方リスクの第1分位の銘柄全体から重複する銘柄を選び出し、下方のみ、上方のみ、重複の3グループに分ける。これを他の分位でも行う。重複銘柄数の平均は第1分位が86、第10分位が73、第2～9分位が平均すると30であった(分位の平均銘柄数は135)。SEMの最上位と最下位に重複銘柄が多いことから、このリスク純化の試みは第1と第10分位で特に効果的と思われる。

結果は図表6に示したが、これを純化前である図表4と比較すると、下方リスクでは第10分位のリターンが大きく伸び、上方リスクではハイリ

スク銘柄ほど低リターンとなる逆トレードオフ性がより明確になった。一方、重複銘柄にははっきりとした傾向が見られない。

図表7はここまでの10分位分析の結果の要約である。今まで述べてきたことを確認する結果であるが、1つ付け加えると、上方リスクは純化すると標準偏差の範囲(表のリスク差)が純化前と比べて半分になる点が興味深い。これは、上方リスクは他のリスクほど事後リスクである標準偏差に影響しないことを意味していると思われる。

(5) 3種類のリスクの相互関係

ここまでの分析で、ボラティリティの効果とされてきたものは下方リスクや上方リスクの反映に過ぎないという可能性が高まってきたが、それを確認するために相関分析およびクロス分位分析を実施した。

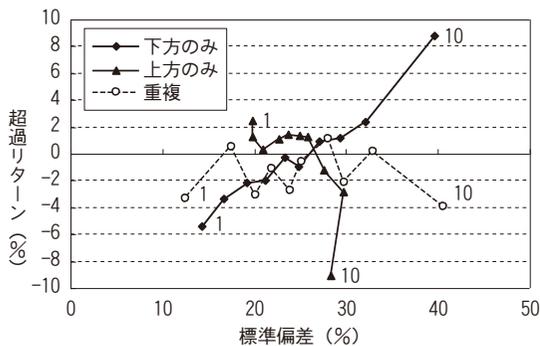
相関分析ではボラティリティ、下方リスク、上方リスクのクロスセクションでの順位相関を調べ

た。順位相関が大きければ分位ポートフォリオの内容は似通ったものになるはずである。その結果、90年1月～10年12月の順位相関の平均はボラティリティー下方が0.90、ボラティリティー上方が0.97、下方-上方が0.78であった。したがって、ボラティリティーと上方リスクの相関が極めて高いことから、上方リスクがボラティリティー分位ポートフォリオのリターン特性に大きな影響を与えている可能性が高い。

次に行ったクロス分位法では、ボラティリティをV、下方リスクをD、上方リスクをUで表す場合、ボラティリティで4分位に分割し、各分位をさらに下方リスクで4つに分割する方法はVD分割、その逆はDV分割と表記する。この分析では1つのリスクを同水準にそろえた場合のもう1つのリスクの影響を調べることができる。これを3種類のリスクで行うので、都合6回行うことになる。

図表8は分析の結果である(DU分割はDV分割、そしてUD分割はVD分割の結果と同傾向のため割愛)。結果をまとめると、ボラティリティが同水準である場合(VD、VU)、下方リスクが増加するとリターンも標準偏差も増加し、上方リスクが増加するとリターンは減少し標準偏差も横ばいか減少傾向を示す。一方、ボラティリティはDV分割では上方リスクの基本傾向(リターンは減少、標準偏差は横ばい)、そしてUV分割では下方リスクの基本傾向(リターンおよび標準偏差が増加)を反映している(それぞれ、先に同水準にそろえたリスクと反対の特性が表れる)。したがって、

図表6 銘柄の重複を考慮した分析の結果(全期間)

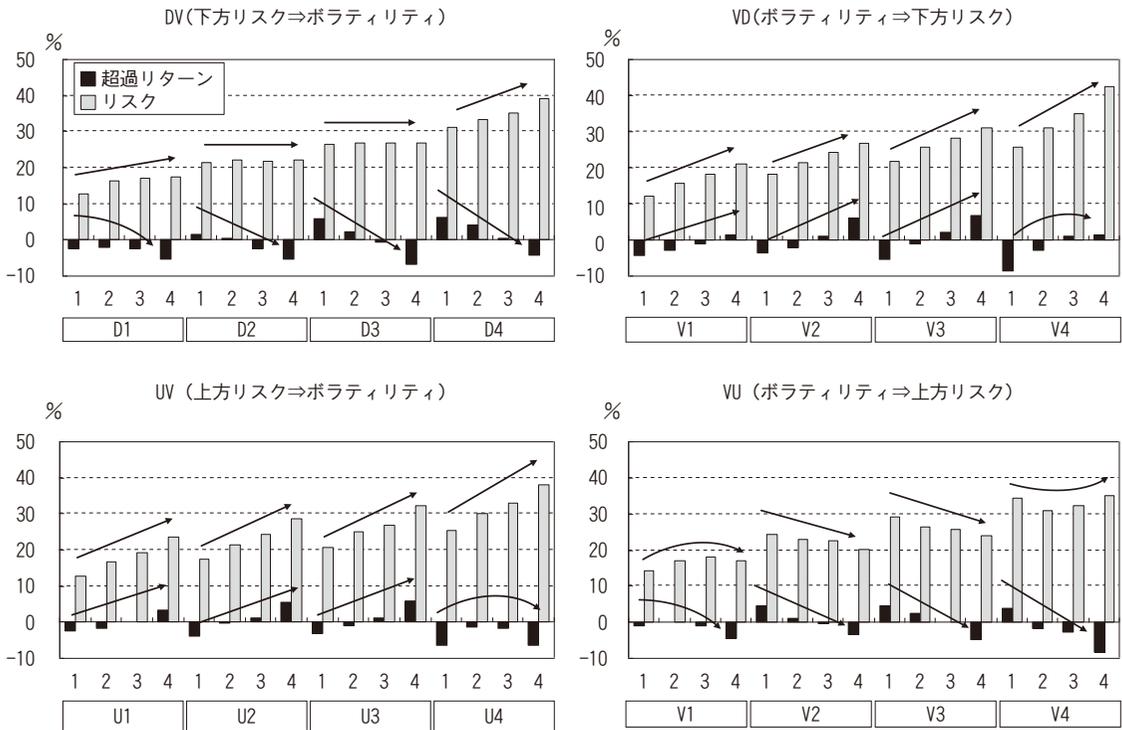


図表7 10分位分析結果の要約(全期間)

	ボラティリティ	下方	上方	平均リターン	下方のみ	上方のみ	重複
回帰係数	-0.06	0.25	-0.27	1.34	0.50	-0.65	-0.01
t値	-0.65	8.78	-2.30	3.17	12.41	-2.61	-0.09
10-1(リターン差%)	-2.13	6.21	-5.68	18.59	14.20	-11.54	-0.60
10-1(リスク差%)	22.52	26.99	18.77	9.68	25.31	8.55	28.13
リスクの継続性	◎	◎	◎	×	◎	○	◎

(図表注) リスクの継続性: ◎成立、○ほぼ成立、×不成立。

図表8 クロス分位法の結果（全期間）



下方リスクと上方リスクはそれぞれ固有の特性を持つが、ボラティリティの特性と見たものはこの2つのリスクの反映に過ぎない可能性が高い。つまり、リターンとの関係で重要なのは下方リスクと上方リスクをどの程度含んでいるかであって、ボラティリティ水準ではないと解釈できる。

4. まとめ

ボラティリティ、下方リスク、上方リスクという3種類のリスクと将来のリターン（リスクプレミアム）の関係を調べた。その結果、プロスペクト理論が示唆する通り、投資家はマイナスのリターン（下方リスク）とプラスのリターン（上方リスク）に対して非対称な反応をするという結果が得られた。つまり、リスクと事後リターンの関係

は下方リスクではトレードオフになり、上方リスクでは逆トレードオフとなったのである。この傾向は、下方リスクと上方リスクを純化する試みを通してより明確になった。

下方リスクと上方リスクを測定する基準は平均よりもゼロの方が有効であった。ゼロはマイナスリターンを下方リスクとし、プラスリターンを上方リスクとする考え方で、直感的に把握しやすく、アクセシビリティが高いと考えられる。さらに、平均や相対と比較するとプロスペクト理論の損失回避概念と最も整合的である。今まで平均がしばしば下方リスクの測定基準とされてきたが、その特性はボラティリティに近く、あえて下方リスクを問題にする利点に乏しいように思われる。

本稿で検証した結果に対する行動論的見地からの説明は以下ようになる。下方リスクが高い銘柄

柄に対して（限定合理的な）投資家はプレミアムを要求する。これを具体的に言えば、十分に値段が下がらないと購入しない。一方、上方リスクが高い銘柄に対して（限定合理的な）投資家は安心して投資するが、結果的に安心料を支払うことになる。これも具体的に言えば、上方リスクの高い銘柄を過大評価をするため、高値づかみとなる。

リターンリバーサル効果については、平均リターン \equiv 上方リスク-下方リスクという関係から、下方リスクと上方リスクの複合効果として説明可能である。

さらに、3種類のリスクの相互関係については、ボラティリティと上方リスクの順位相関が0.97と極めて高く、高ボラティリティ銘柄ほど低リターンであるというボラティリティ効果は上方リスクの特性を強く反映したものと考えられる。また、3種類のリスクのクロス分位法の分析結果から、下方リスクと上方リスクはそれぞれ固有の特性を持つが、ボラティリティの特性と見たものはこの2つのリスクの反映に過ぎないという可能性が高まった。

以上から、損失回避性、利益と損失の非対称性をファイナンス分析の枠組みとすることは有効と思われる。そして、さらに一歩進めて、株式リターンの生成プロセスに経路依存性を取り入れることも検討に値する。

今後の研究の方向性としては、わが国では確認されていないモメンタム効果が存在する欧米市場

では、下方リスクそして上方リスクと事後リターンの関係は日本市場とは違ったものであることが予想される。そして、これは本稿では過去60か月とした損失を認識する期間と密接に関係しているものと思われ、それらの点を検証したい。

【参考文献】

- 石部真人・角田康夫・坂巻敏史 [2009] 「最小分散ポートフォリオとボラティリティ効果」、『証券アナリストジャーナル』47 (12)。
 —— [2010] 「下方リスクとボラティリティの関係」、行動経済学会第4回大会プロシーディングス。
 山田徹・上崎勲 [2009] 「低ボラティリティ株式運用」、『証券アナリストジャーナル』47 (6)。
 Amenc, N., F. Goltz, L. Martellini and P. Retkowsky [2010] “Efficient Indexation: An Alternative to Cap-Weighted Indices,” An EDHEC-Risk Institute, January.
 Ang, A., J. Chen and Y. Xing [2002] “Downside Correlation and Expected Stock Returns,” NBER Working Paper 8643.
 —— [2006] “Downside Risk,” *Review of Financial Studies* 19 (4).
 Blitz, D. C. and P. van Vliet [2007] “The Volatility Effect,” *Journal of Portfolio Management* 34 (1), pp.102-113.
 Kahneman, D. [2002] “Maps of Bounded Rationality: A Perspective on Intuitive Judgement and Choice,” Prize Lecture, December 8.
 Kahneman, D. and A. Tversky [1979] “Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk,” *Econometrica*, 47, pp.263-291.

(この論文は投稿論稿を採用したものです。)