

米国で拡大するボラティリティ投資

—— ETN を利用した投資状況とその投資リスク

志馬 祥 紀

要 旨

米国では2008年のリーマン・ショック以降、株式市場のボラティリティを示す指標（VIX, 「恐怖指数」として有名）を取引対象とする証券化商品市場（及びデリバティブ取引市場）が拡大している。本稿ではこれら株式ボラティリティ商品の取引仕様、市場状況について述べた後、その投資リスクを説明する。その後、近年発生した同種商品に関する問題事例を紹介し、証券化商品上場がデリバティブ市場に与えた影響について実証分析を行った。その結果、以下のファインディグズが得られた。

まず、VIX に示される株式市場のボラティリティを対象とする商品市場（ETN・ETF・先物取引）が米国で急拡大中である。これはVIX（指数）を直接取引する市場がないことから、投資家はデリバティブを利用したETN・ETFへの投資を行っている実体がある。

しかしながら、ボラティリティ ETN への中長期投資は（過去のデータによる限り）損失が発生する可能性が高い。これはボラティリティ ETN がその資産を運用するVIX先物市場の期間構造に起因している。投資家がこうした損失を回避しようとするならば、同種ETNの保有期間を短期間に限定するべきだと考えられる。

最後に、株式ボラティリティを対象とするETNの出現が、その資産運用市場であるVIX先物市場の取引流動性へ与えた影響について実証分析を行った。その結果株式ボラティリティ ETN の出現は、先物市場について取引流動性の拡大という正の効果を有するものの、レバレッジの付与されたボラティリティ ETN についてはその効果は必ずしも正ではないこと指摘した。

株式ボラティリティを対象とするETNは、株式保有に伴うリスクを減少させ投資家の利便性を向上させ得る、新たな投資ツールである。投資家による中長期の保有は向かない等の欠点はあるが、タイミングをとらえれば株式ポートフォリ

オのヘッジやボラティリティに対する投機上、有効な商品であろう。

しかしながら、その商品性は複雑であり、投資家の商品性の理解が必須であり、またボラティリティ指標の性格、すなわち大規模・突然の変動による損失可能性について留意する必要があるだろう。

目 次

はじめに

I. 米国で拡大する株式ボラティリティ投資

II. VIX 関連証券化商品の問題点

終わりに

はじめに

米国では2008年のリーマン・ショック以降、株式市場のボラティリティを示す指標（VIX、「恐怖指数」として有名）を取引対象とする証券化商品及びデリバティブ取引が拡大している。

本稿では、これら株式ボラティリティ商品の取引仕様、取引市場の状況について述べた後、その投資リスクを説明する。その後、近年発生した同種商品に関する投資トラブルを紹介し、その取引流動性について実証分析を行う。

I. 米国で拡大する株式ボラティリティ投資

1. VIX とは：VIX 指数の説明

米国では、2008年秋のリーマン・ショック以降、株式市場のボラティリティを示す指標への注目度が上昇、関連金融商品への投資が拡大している。複数ある指標中、最も注目されているのは、ボラティリティ・インデックス（Vola-

tility Index, 以下 VIX と記載）と呼ばれる指標である。

VIX とは、シカゴ・ボード・オプション取引所（CBOE）が算出・公表する指数であり、S&P500株価指数オプション取引の価格から算出される「市場の予想する将来のボラティリティ値」を指標化したものである。

株式市場ではその価格変動状況を把握するために、過去よりボラティリティを測定する試みが行われてきた。しかしボラティリティは直接観測できないことから、従来は資産価格の過去の時系列データから統計的に推定したものや、オプション価格から逆算したインプライド・ボラティリティ（IV）が用いられてきた。そして現在では、特定のモデルを想定しない「モデルフリー・インプライド・ボラティリティ（MFIV）」が中心的に使用されている¹⁾。

こうした中、Robert Whaley [1993, 2009 等] が、S&P100 株価指数オプションのニア・ザ・マネー銘柄のインプライド・ボラティリティの平均値（VIX）を提唱した。これを受けて、CBOE では S&P500 株価指数オプション取引価格を対象とする VIX（旧型指数）の算出を1993年から開始。その後、CBOE で

は、対象を S&P500株価指数オプション価格に変更し、幅広い権利行使価格の取引を加重平均方法により再公式化した、(現行) VIX の算出を開始、現在に至っている。

この VIX について近年マスコミ等の注目度が上昇している。これは、2008年のリーマン・ショック以降、VIX 指数は市場の先行きに対する投資家のセンチメントを示す指標(「市場の恐怖の尺度」²⁾)として注目されたことによる。

こうした VIX への注目については、「指標」及び「投資対象」としての二つの面が存在する。

「指標」としての注目度には、VIX 指数が将来の株式市場のボラティリティを反映している点である。具体的には、過去の株式市場の下落局面(正確には市場のボラティリティ上昇局面)において、VIX 値が上昇していたことから、「恐怖指数 (Market Fear Gauge)」として注目されている。

「投資対象」としての性格は、株価(株価指数)と VIX 指数の変動に逆相関の関係がみられることから、VIX は、ポートフォリオの多様化(株式と代替的な資産)に貢献するとの見方が広がった点である。VIX と株価指数の間に逆相関の関係が存在するのであれば、株式市場全体が下落している場合に、VIX 指数に投資することで、保有株式の評価損のカバーが可能となる。この場合、株式と代替的な投資対象資産としての VIX の可能性が検討されることになる。しかし VIX は株や債券のような取引可能な現物資産を有しない指標であり、投資家の直接的な取引は不可能という問題がある。

2. ボラティリティを対象とする金融商品

本節では、以下、VIX 及び株式市場のボラティリティに関連する金融商品(ETN・ETF、先物取引)の歴史について説明する。

株式市場のボラティリティを対象とする金融商品はその開発された時期によって5つの世代に分類できる。

最初にボラティリティを取引可能とした商品は、株価指数オプションである。代表的な商品である S&P500株価指数オプションは、CBOE において1983年に上場されている。

第2世代商品としては、株価指数のボラティリティ(標準偏差)を対象とする、ボラティリティ・スワップ(ヴァリアンス・スワップ)がある。このスワップ取引は金融機関相互の相対取引が中心であり、取引所への上場はなされていない。なお、この取引の対象値は市場において実現したボラティリティの実測値である。

2000年代に入ると、第3世代商品として、株価指数オプション取引から算出されるインプライド・ボラティリティを加工して算出した VIX を対象とする、先物・オプション取引が取引所に上場された。なお以上の商品は全てデリバティブ取引の形態をとっている。

2009年には、第4世代商品として、VIX を対象とする先物価格から算出される指数を証券化した商品(ETN(上場投資証券)及びETF(上場投資信託))が開発された。これら商品は有価証券の形態を有することから、証券取引所に上場され、個人投資家を含む広範な投資家に取引されている。なお後述の VXX ETN は同タイプの商品である。

最後の、第5世代商品のレバレッジ(又はイ

米国で拡大するボラティリティ投資

ンバース) ETN は、ボラティリティを対象とする最新の投資商品である。これら商品は第4世代商品と同様に、VIX 先物価格から算出される指数を対象としている。第4世代商品と異なる点は、これら商品は当該先物価格指数の変動にレバレッジが付与されており、対象ベンチマークの日中リターンの2倍といったリターンを実現する点である(インバース商品は、ベンチマークの日中リターンの-1倍のリターンを実現)。後述の TVIX ETN は同タイプの商品である。なおこれら商品も有価証券形態をとっており、証券取引所に上場されている。

取引所に上場された株式ボラティリティを対象とする ETN・ETF のファンド数は、当初2009年の ETN2銘柄のみだったが、2011年末には ETF2銘柄、ETN17銘柄と増加し2011年の資産残高は20億ドルを超えた。

これら株式ボラティリティを対象とする ETF・ETN の取引金額(合計値)も2009年の28億ドルから2011年の3,187億ドルまで成長しており、その人気商品ぶりがうかがえる。

CBOE CFE 取引所(CBOE の子会社先物取引所)に上場されている、VIX 先物取引も取引高が大きく成長しており、取引が上場された2004年の8.9万単位から2011年には1203.1万単位まで拡大している。とりわけ直近3年間の規模の拡大は著しい(2011年取引高は2009年の2.7倍)。

続いて株式ボラティリティを対象とする代表的 ETN である iPath S&P 500 VIX Short-Term Futures ETN (以下 VXX ETN と記載)、及び株式ボラティリティを対象としてレバレッジが付与されたタイプの代表的 ETN である Velocity Shares Daily 2x VIX ST ETN (以下 TVIX ETN と記載)の商品仕様について述べる。

VXX ETN は2009年1月に NYSE Arca 取引所に上場された。同種の商品中最も早期に上場され、資産残高も最大規模であることから、株式ボラティリティを対象とする ETN の代表的商品といえる。

VXX ETN は、S&P500 VIX 短期先物指数のリターンの複製を目的としており、直接 VIX のリターンを複製するものではない。これは VIX への直接投資が不可能であることによる。

S&P500 VIX 短期先物指数は、複数ある VIX 先物の取引限月(具体的には第1限月及び第2限月を対象)からポジションを組成し、加重平均した平均残存期間が常に一か月となるように調整した先物価格指数である(同投資において、VIX 指数先物ポジションの限月入替等は日々継続的に行われる)。

このように、VXX ETN は(VIX ではなく代替的に) VIX 先物価格から算出される指数をベンチマークとする点に特徴がある。その結果 ETN の資産運用者は、日々、ベンチマークをトラックするために、ファンド保有する先物ポジションを微調整する(直近限月を売却し、次限月を購入する)必要がある。

次に、TVIX ETN は2010年11月に NYSE Arca 取引所に上場された。

TVIX ETN が VXX ETN と異なるのは、運用のベンチマークを同じ S&P500 VIX 短期先物指数としつつも、その目標リターンがベンチマークの日中リターンの2倍となっている点である。これは、TVIX ETN のリターンに2倍のレバレッジが設定されていることを意味しており、具体的にはベンチマークが10%上昇した日の TVIX ETN のリターンは20%となる(指

図表1 指数間の相関係数 (対数収益率)

相関係数	VIX と S & P500	S & P500と VIX 先物第1限月	S & P500と VIX 先物第2限月	VIX と VIX 先物第1限月	VIX と VIX 先物第2限月
2005年	-0.83	-0.51	-0.44	0.47	0.39
2006年	-0.82	-0.56	-0.60	0.56	0.57
2007年	-0.83	-0.71	-0.61	0.83	0.66
2008年	-0.80	-0.68	-0.70	0.77	0.76
2009年	-0.73	-0.72	-0.78	0.81	0.80
2010年	-0.84	-0.74	-0.71	0.76	0.71
2011年	-0.84	-0.80	-0.80	0.87	0.85

数が10%下落すれば、TVIX ETN のリターンは-20%)。

TVIX ETN ではこのようにレバレッジの付与されたリターンを実現するために、先物（あるいはオプション、スワップ等のデリバティブ）取引を利用して、日々、日中のリターンがベンチマークの2倍となるように調整を行っている（なお、VXX ETN について日々先物ポジションを調整することでポジション全体の残存日数が一か月となるように調整する作業があるが、当該作業はTVIX ETN についても発生する）。このようにTVIX ETN における日々のポジション調整作業は、VXX ETN に比しても複雑になっている。

またCBOE CFE 取引所において取引されているVIX 指数先物取引の取引仕様について簡単に触れておくと、VIX 指数先物取引は、2004年3月にCBOE CFE 取引所に上場された。取引単位は指数×1,000ドルであり、限月は連続した直近9か月及び2・5・8・11月サイクル中の5限月が設定されている。

II VIX 関連証券化商品の問題点

1. リターンの問題

本節では、株式ボラティリティ ETN の代表的商品であるVXX ETN を取り上げ、その投資リスクについて説明する。

図表1は、米国の株価指数（S&P500株価指数）及びVIX（指数）、そしてVIXを対象とする先物価格（VIX先物の第1・2限月）について、対数化した日次収益率の相関係数を示している。

まず、S&P500株価指数とVIXの相関係数について、数値は概ね-0.8前後で推移しており、比較的安定した負の相関の関係を有している。こうした関係の存在がVIXの株式との代替的投資資産として投資家の関心を引き付けている点であろう。なお同関係はS&P500株価指数とVIX先物についても該当するが、VIX先物はその相関の程度がVIX指数より低い点が注目される。また、VIXとVIX先物については、両者は正の相関関係を有しており、その強さは高まる傾向にある。しかしながら、両者は完全

図表2 限月別取引高比率（全限月合計＝100％）

	第1限月	第2限月	その他	全限月合計
2005年	46.7	25.3	27.9	100.0
2006年	32.2	22.3	45.6	100.0
2007年	46.7	19.2	34.1	100.0
2008年	47.4	26.8	25.8	100.0
2009年	45.3	36.6	18.1	100.0
2010年	47.3	33.8	18.9	100.0
2011年	41.4	30.0	28.7	100.0

に一致しているとは言えず、限月取引の期間が長期化するにつれて、VIX との相関度は下がる傾向がみられる。

VXX ETN が保有する先物ポジションの残存期間は、前述のように加重平均して1カ月となるよう調整されており、その限月間の乗換え（ロールオーバー）が日々継続的に実施されている。当該ロールオーバーは、具体的には「第1限月の一部を売却、第2限月を同単位だけ購入」する取引であり、他の先物取引のように、限月の取引最終日（近辺で）一括して保有限月ポジションを一斉に交代させるといった形ではない。

このように、VIX を対象とする ETN や ETF の運用形態は、S&P500に連動する ETF (SPDR) のようにベンチマークに連動するように株式ポジションを構築・保有し続ける伝統的な ETF に比して複雑であり、「投資家の理解が難しい」あるいは「ポジションのロールオーバー等運用者の取引コストが高い」等の特徴が存在する。

図表2は、VIX 先物取引において、全取引のうち第1限月（直近限月）及び第2限月の取引が占める比率を示している。同図表からは、第1限月及び第2限月は、合計で全取引の約7

割程度を占め、短期の限月に取引が集中していることがうかがえる。

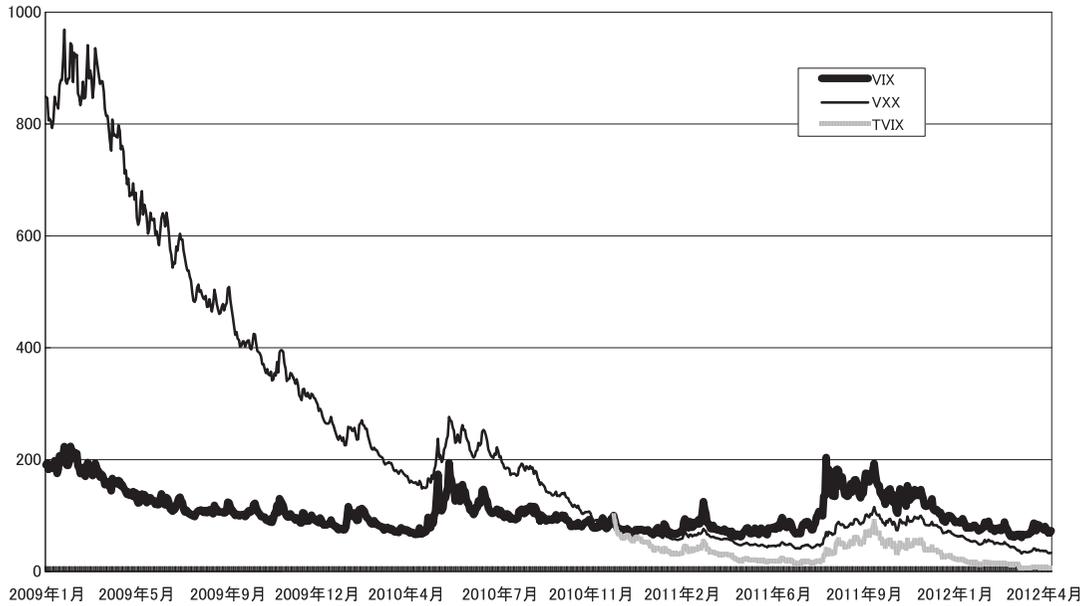
図表3は VXX ETN が上場された2009年1月から2012年3月までの VIX 値、VXX 価格及び TVIX 価格の推移を示している（比較の都合上、TVIX が上場された2010年1月30日＝100として基準化）。

同グラフには株式ボラティリティを対象とする ETN のリターンについて、その典型的な特徴が示されている。対象期間中 VIX 指数の水準は約75%減少しているが、VXX ETN の価格は約95%減少しており、VIX に比して減少幅が大きい。こうしたリターンの違いをもたらす理由として、VIX ETN の資産運用対象である VIX 先物取引市場の期間構造（Term Structure）の問題が挙げられる（当該内容は TVIX ETN についても該当するため、以下では VXX ETN を中心に説明する）。

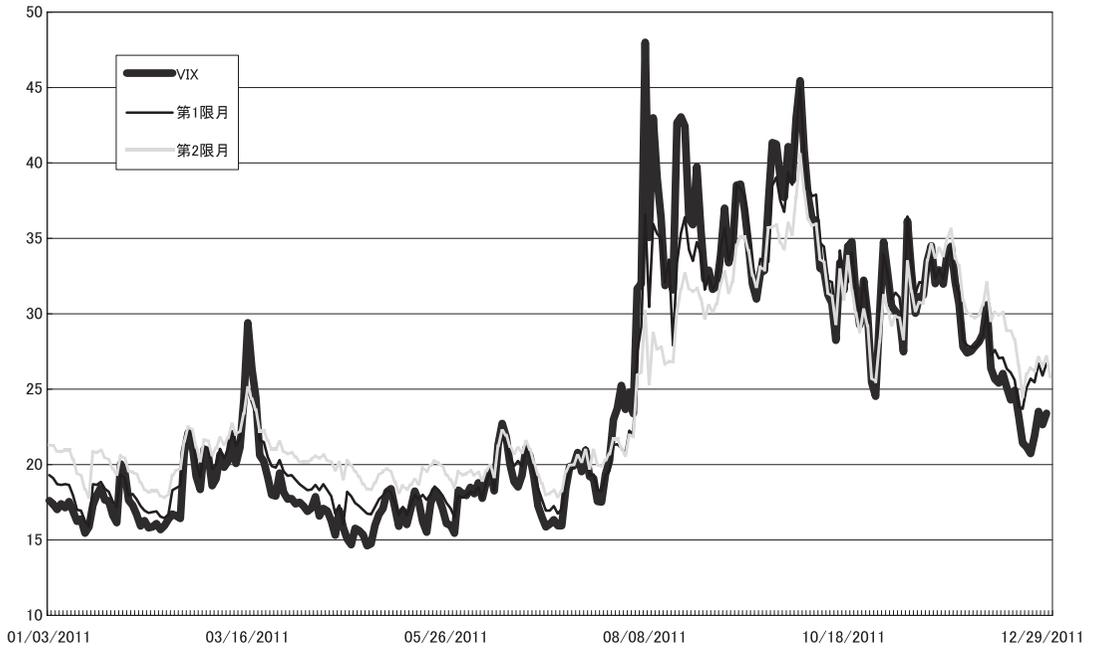
図表4は、VIX 指数及び VIX 先物取引の第1・第2限月価格の推移を示している。当該図表では、VIX 指数と先物価格が概ね似た動きをしつつも、その水準及び変動は必ずしも一致していない。

例えば、VIX の水準の高低、すなわち株式市場のボラティリティが高い時期と低い時期を

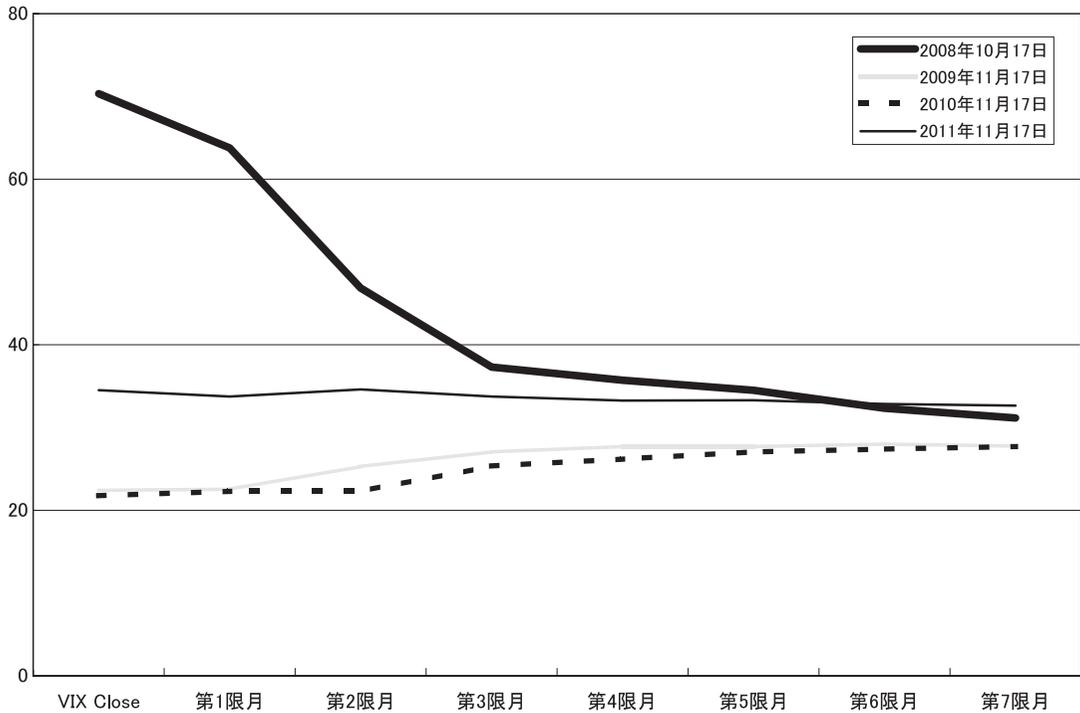
図表3 VIXを対象とするETN 価格の推移 (基準化済, 2010年1月30日=100)



図表4 VIX及び先物価格の推移



図表5 VIX先物価格構造



比較すると、各々先物価格と VIX 値の程度に違いがみられる。高ボラティリティ時には「VIX 値 > 第 1 限月価格 > 第 2 限月価格」となり、低ボラティリティ時には「VIX 値 < 第 1 限月 < 第 2 限月」となるなど、VIX 及び先物の限月価格に違いがみられる。こうした違いは、先物市場の期間構造 (Term Structure) の問題として捉えられる。

図表 5 は VIX 先物の期間構造 (Term Structure) を示している。具体的には、2008~2011 年各秋の、いわゆるリーマン・ショック時 (2008年10月17日) 及び2009~2011年の11月17日の VIX 値及び先物各限月の価格水準を示している。同図表では、2008年については「VIX 値 > 第 1 限月 > 第 2 限月 > 第 3 限月」と VIX 指数及び直近限月に近い先物ほど高価格である

のに対し、2009~2011年については「ほぼ横ばい」あるいは「第 1 限月 < 第 2 限月 < 第 3 限月」となっている。

図表 5 の内容を全期間について数値的に示したものが図表 6 である。図表 6 では、2005年から2011年にかけて、先物価格が「第 1 限月価格 > 第 2 限月価格」となった日数を正 (+), 「第 1 限月価格 < 第 2 限月価格」となった日数を負 (-) として、その日数及び構成比率を示している。

この結果、明らかになったのは、VIX 値が最も大きな値をとった2008年でさえ、「第 1 限月価格 > 第 2 限月価格」となった比率は半分以下 (45.8%) であり、他の年は概ね 7 割~9 割程度が「第 1 限月価格 < 第 2 限月価格」となっている。

図表6 先物の期間構造（正・負の構造（+：第1限月>第2限月，単位：日数，%））

	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年
+	15	35	73	116	67	15	76
(第1>第2)	(6.0%)	(13.9%)	(29.1%)	(45.8%)	(26.6%)	(6.0%)	(30.2%)
-	237	216	178	137	185	237	176
(第1<第2)	(94.0%)	(86.1%)	(70.9%)	(54.2%)	(73.4%)	(94.0%)	(69.8%)
合計	252	251	251	253	252	252	252
	(100.0%)	(100.0%)	(100.0%)	(100.0%)	(100.0%)	(100.0%)	(100.0%)

ここで、VXX ETN は継続的に「第1限月売り，第2限月買い」を実施していることを踏まえると、VIX 先物市場の期間構造がVXX ETN のリターンに与える影響が明らかになる。すなわち、VXX ETN の運用者は、ほぼ恒常的に「相対的に安価な第1限月のポジションを売却して、高い第2限月を購入する取引」を行っていることになり、VXX ETN には「損失が継続的に発生し続ける」ことになる。こうしたVXX ETN の商品特性が、VIX 指数値に比して低いリターンをETN 投資家にもたらしていると考えられる。

投資家は、こうしたボラティリティ ETN の商品性に伴うリスクを理解した上で投資する必要があるが、Husson, et. al [2011]が指摘するように、実際には「米国の投資家の多くはVIX 先物の期間構造を理解していない」（= ETN のリスクを理解していない）状況もみられるようである。

なお、このように（ボラティリティが上昇している時期を除き）ほぼ一貫して、満期までの期間の長い先物ほど価格が高い期間構造が存在する理由について、必ずしも確定した説明はない。例えば、原油や穀物等の商品先物市場において、長期の先物取引限月ほど価格が短期の取引限月に比して高めとなる同様の期間構造がみ

られるが、こうした状況は商品の保存コストによって説明されている。VIX 指数は純粋に計算された数値でありVIX 先物について合理的な説明とはならない。

また、VIX 指数とその先物価格の関係については、VIX 指数が現物資産として取引不可能な点も影響していると考えられる。投資家にとってVIX 先物とVIX 指数間での裁定取引が実務上困難であり、その結果、先物価格は現物であるVIX 指数との連動性を失う傾向が強いと考えられる。

こうしたVIX 先物の期間構造について Zhu and Lian [2011], Duan and Yeh [2011] は「先物市場におけるボラティリティは長期的な平均に回帰する」と主張している。彼らは、算出される現在のVIX 指数が「想定された平均値よりも上ならば、その期間構造は下方へ減少」し、「VIX 指数が平均を下回っていればその期間構造は上方上昇する構造」であり、全体としては平均値に回帰するとの説明する。これは「金融危機等のボラティリティが高い時期には、市場の不確実性は将来解決されるだろうと考えられていることを暗示」する直観的な説明であり、現在のところ、一定の支持を得ている（但し、当該モデルが成立するか否かは今後の長期データに基づく実証分析が必要であろう）。

2. 取引流動性の問題

(1) TVIX ETN の問題事例

本節では、株式ボラティリティを対象とする ETN 中、リターンについてレバレッジが付与された ETN である TVIX ETN の流動性リスクについて説明する。

前述のように TVIX ETN のリターンは、ベンチマークの2倍の日中リターンを実現するよう設定されている。すなわち、TVIX ETN のベンチマークである、S&P500VIX 短期先物指数が日中5%上昇した場合、TVIX ETN のリターンは10%を実現する。

このように株式や金利、ボラティリティなどのレバレッジを設定された ETN (及び ETF) は、ベンチマークのリターンの整数倍リターンを実現するために、日々デリバティブのポジション調整(リバランス)を行う必要がある。リバランスの具体的作業としては、立会時間中、市場が引けに近づくとき、ベンチマークのリターンの終値に基づき執行されている。具体的には、立会時間中にリターンが上昇(プラス)している場合には、保有先物ポジションを増加させる必要があり、先物取引の買い注文を発注する必要がある。リターンが減少(マイナス)している場合には、保有する先物ポジションを減少させる必要があることから、先物売り注文の発注する必要がある。このように、リバランス時の特徴としては、毎日のベンチマークの変動に合わせて、変動と同方向にポジションを調整する取引が市場で発生する。

しかしながら、こうしたリバランス行動については、問題点も指摘されている。

具体的には、①市場の引け間際の予測可能で集中された取引行動は、フロントランニングを

誘発する可能性があること、②リバランスに伴う取引コストの累積的な効果は大きく、投資家のリターン上、大きな負担となること、の2点である(これらリバランス行動の詳細と、その市場への影響の可能性については志馬 [2012] を参照)。

こうした TVIX ETN の商品特性が、現実の市場で問題になったと解される事例があるので、以下紹介する。

以下では、TVIX ETN を発行するクレディ・スイス社のトラブルについて説明する(図表7参照)。

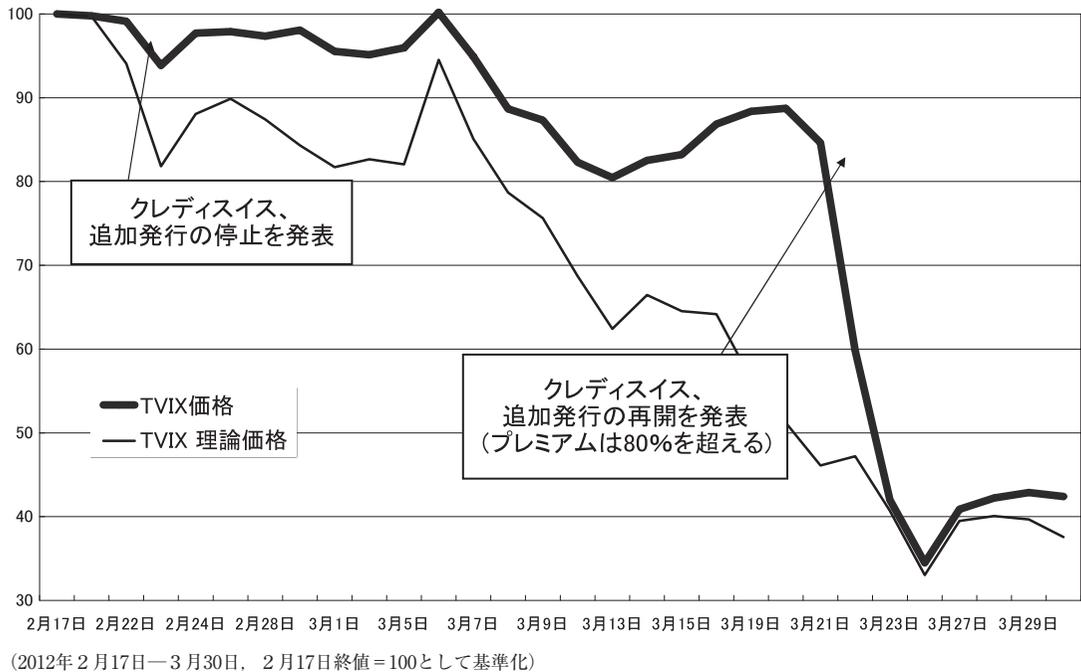
TVIX ETN は、Credit Suisse AG (以下、クレディ・スイス社)が発行者兼運用者として発行する ETN であり、2010年11月29日に設定、翌30日に NYSE Arca 取引所に上場された。TVIX ETN の満期日は2030年12月4日であり、投資家は同日に運用期間中のリターンに相当する金額を償還される。

TVIX ETN に投資された投資家の資金は、先物市場で運用され、原則として先物の残存期間が1か月となるように調整・運用されている。TVIX ETN の最も活発な取引者はヘッジファンドであるが、ある程度低コストかつ取引が容易であることから、一般の小口投資家に投資家にも人気商品となっている。

ボラティリティ指数を(先物経由での)投資対象とし、その変動にレバレッジをかけている TVIX ETN は、2010年の上場以降、急激に取引が拡大し、2011年末にその資産残高は1億6,279万ドルに達した。

そうした中、クレディ・スイス社は2012年2月21日に「TVIX ETN の規模が内規に抵触した」として、追加発行の一時停止を発表した。翌2月22日以降、VIX 指数が下落するにも関

図表7 TVIX ETN の市場状況 (理論価格及び市場価格)



ならず、一部投資家は TVIX ETN の購入を継続し、市場価格は上昇した。その結果、市場価格にプレミアムが発生し、VIX の水準に基づく指標価格 (indicative value, ETF における純資産額 (NAV) に相当) とのギャップ拡大状態が継続した。3月21日には ETN の終値は 14.43ドル、指標価格は7.62ドルと市場におけるプレミアムは89%に達した。しかし、翌22日に TVIX 価格は急落し、終値は10.2ドルと29%の価値が失われた。同日夜、クレディ・スイスは TVIX ETN の限定的な発行再開を発表した。23日より TVIX ETN の追加設定が再開されたこともあり、TVIX ETN の価格は7.16ドル (終値) まで下落した。この下落を経て、TVIX ETN の市場プレミアムはほぼ解消した。言い換えれば同 ETN の投資家は、3月21日から23日にかけての市場プレミアムが消滅する過

程で約50%の価値を失った。

業界の参加者によれば、TVIX ETN のオフリング (追加発行) に関するトラブルは、運用資産が7億ドルに達した2月に始まっていた。同残高は年初から4倍まで拡大しており、市場にとってその存在が大きくなりすぎリターンの複製が困難となっていた。こうした資産残高の急増に対し、クレディ・スイスは性急な問題処理を進めた結果、意に反して今回のトラブルを発生させたと言われている。

具体的な問題としては、マスコミ報道等 (代表的なものとして2012年3月29日付 WSJ オンライン版記事³⁾) によれば、TVIX ETN は、そのポートフォリオをベンチマークの変化に基づいて毎日取引終了時にリバランスする必要があったが、他社トレーダーはクレディ・スイス社の取引動向を把握しており、TVIX に先行し

て取引を行うことで利益を得ていた。こうした他社トレーダーの行動は先物価格をクレディ・スイスの取引ポジションと同方向に変動させ、同社の執行コストを増大させた。問題は、当該状況下でクレディ・スイス社が、追加発行を停止したことで、TVIX ETN が品薄化・市場でプレミアムが付いた点にある。

こうした問題は、VIX 先物取引市場における取引流動性の問題として認識することができる。もし先物取引市場における流動性が十分であれば、クレディ・スイス社及び他社トレーダーの取引注文は豊富な流動性によって吸収され、先物の価格変動をもたらすことはなかった（あるいは価格変動は軽微であった）とも考えられる。言い換えれば、先物取引の流動性について、株式ボラティリティ ETN の流動性への影響を分析することで、市場の実際の状況を分析可能となる。については次節において先物市場の取引流動性状況について実証分析を行う。

(2) 先物市場への影響

VIX 先物取引は、2009年1月に初のボラティリティを対象とする ETN (VXX ETN) が上場されて以降取引が拡大を始め、2010年11月に初のレバレッジが付与された ETN (TVIX ETN) の上場を機に、更に取引高が急増した。

株や先物といった取引の流動性を分析する上で、Kyle [1985] の提唱した市場流動性の3つの概念、すなわち ① 価格指標 (tightness, 代理指標としてビッド・アスク・スプレッドを測定)、② 市場の厚み (depth, 代理指標としてマーケット・インパクトを測定、具体的には取引執行に伴うクォートの変化率を出来高で割った値であり、いわゆる Kyle の λ (ラムダ))、③ 市場の回復力 (resiliency, 代理指標

として市場弾力性 (取引後のビッド・アスク・スプレッドの収束速度) を測定) のうち、データの入手方法の容易さを踏まえて、② 市場の厚みを中心に分析を行う。

具体的には、先物市場の分析に際して VXX ETN 及び TVIX ETN の導入前後の第1限月及び第2限月取引のマーケット・インパクトの大きさを、ETN 導入ダミーを用いて比較する。この考え方は、VIX 先物取引についてマーケット・インパクトの指標を推定することで、VXX ETN 及びレバレッジ ETN 導入前後の、VIX 先物市場の取引流動性の変化の有無及びその程度を推定・比較しようとするものである。分析の結果、ETN の導入により先物市場のマーケット・インパクトが減少していれば、取引流動性が改善していると考えられる (マーケット・インパクトが上昇している場合は、追加的注文に対する価格変動が拡大することを意味することから、取引流動性は減少したものとする)。

具体的には、以下の①-③の3つの推定モデルを設定する。

$$\textcircled{1} R_{t,n} = \alpha \text{Const} + \beta_1 F \text{Vol} + \beta_2 V \text{XX} D + \beta_3 T \text{VIX} d$$

$$\textcircled{2} R_{t,n} = \alpha \text{Const} + \beta_1 F \text{Vol} + \beta_2 V \text{XX} D$$

$$\textcircled{3} R_{t,n} = \alpha \text{Const} + \beta_1 F \text{Vol} + \beta_3 T \text{VIX} d$$

①は基本形であり、2種類の ETN 上場の影響についてダミー変数を用いて測定しようとするものである。②は VXX ETN 上場の影響のみを、③はレバレッジ ETN 上場の影響を、それぞれダミー変数を用いて測定を試みる。分析対象は VIX 先物取引の第1・第2限月とする。データは日次データであり、期間は2007年1月から2012年3月末である。

図表8 第1限月の分析結果(被説明変数: Rtn)

説明変数	α (定数項)	$\beta 1$ (Fvol)	$\beta 2$ (VXXd)	$\beta 3$ (TVIXd)	Sargen Test
①	-0.013760*** (-2.469)	0.008378*** (4.678)	-0.001485*** (0.000)	-0.000504 (-1.316)	4.0639 (0.254) ₍₁₎
②	-0.009093** (-2.364)	0.006889*** (5.531)	-0.001452*** (-4.812)	—	3.8551 (0.145)
③	-0.001847 (-0.390)	0.004044*** (2.790)	—	-0.000449 (-1.141)	2.3026 (0.3162)

()内はt値 ***: 1%水準で有意, **: 5%水準, *: 10%水準で有意を示す

* FVol, VXXd, TVIXdはFVol(-1), FVol(-2), VXXd(-1), VXXd(-2), TVIXd(-1), TVIXd(-2)を操作変数として推計した値を使用。

(1)J-Statistic (Chi-sq (2) P-val, カイ2乗検定によるP値)。①の場合、モデルの特定が正しいとの帰無仮説が採択されている。

変数の形式は以下のとおりである。

Rtn: VIX先物(第1・第2限月)の価格収益率(対数収益率, 日次ベース)

FVol: VIX先物(第1・第2限月)出来高(対数)

VXXd: VXX ETN導入後のミニ導入後のVIX先物出来高ダミー(VXX導入前=0, 導入後=取引高(対数))

TVIXd: レバレッジETN導入後のVIX先物出来高ダミー(VXX導入前=0, 導入後=取引高(対数))

なお、説明変数は、1期前及び2期前データに基づきGMM法により推計した値を使用している。

図表8はモデルの分析結果を示している(なお、同データについてリーマン・ショック発生前後の構造変化の有無を調べるために、リーマン・ショック以前のデータを削除して分析したが、以下の内容と変化は見られなかった)。

分析結果においては、2種類のダミー変数(VXXの上場, TVIXの上場の影響)について第1限月・第2限月の結果は共通した結果となった。

VXX導入ダミー($\beta 2$)はモデル①②共に「係数符号は負(-)」かつ「有意水準1%で統計的に有意」であった。これは、VXX ETNの導入が、VIX先物(短期)の取引流動性を向上(VIX ETNの上場後、VIX先物取引のマーケット・インパクトは減少)させたことを示している。

TVIX導入ダミーについてはモデル①③において、「係数の符号は正(+)」となっているが「統計的に有意」ではない。これは、TVIX ETNの導入はVIX先物(短期)の取引流動性に与えた効果は不明確であるが、レバレッジETNの上場が、取引流動性を減少(すなわちマーケット・インパクトを増加)させた可能性を示唆している。

以下では、以上の結果(あるいはその含意)をより詳細に示す。

まず、ボラティリティを対象とする証券化商品(ETN)の導入は、VIX先物市場の取引流動性を拡大させたと考えられる。これはマーケット・インパクトが減少していることから推測される。具体的にはVXX ETN等ボラティリティを対象とするETNが登場し、その資産

を VIX 先物市場で運用することで、先物取引注文の厚みが増し、取引流動性が向上したと考えられる。この結果、先物取引の投資家は、その取引注文の執行に係る価格変動が低下することで、取引コストの減少を享受できたと考えられる。

しかしレバレッジを付与した ETN (TVIX ETN) の導入が、VIX 先物市場の取引流動性を増したかは疑問である。TVIX ETN の運用者は、立ち合い時間中（多くは引け間際）に、ポジションのリバランスを（機械的に）行う必要がある。具体的には同日立会時間中のベンチマークが上昇した場合には買い注文を出し、ベンチマークが下落している場合には売り注文を出す必要があることから、立会終了時にかけては一方に偏った大量の注文が短期間に出されることになる。また当該注文行動は、第三者のトレーダーから容易に予測されるため、先回りの注文が出される可能性が高い。こうした結果、先物市場の価格変動が立会時の終わりにかけて、増幅される（マーケット・インパクトが拡大）可能性があることが本分析によって示唆されている⁴。当該事象の可能性については、今後より詳細なデータを用いた継続的な分析が必要であろう。

終わりに

以上、本稿においては、米国で拡大している株式市場のボラティリティ商品について、その取引状況や投資リスクを報告し、その資産が運用されている先物市場の取引流動性への影響について実証分析を行った。その内容要約は以下のとおりである。

VIX に示される株式市場のボラティリティ

を対象とする商品市場（ETN・ETF・先物取引）が米国で急拡大中である。これは VIX を直接取引する市場がないことから、投資家はデリバティブを利用した ETN・ETF への投資を行っている状況がある。

しかしながら、ボラティリティ ETN への中長期投資は過去のデータによる限り損失が発生する可能性が高い。これはボラティリティ ETN がその資産を運用する VIX 先物市場の期間構造に起因しており、投資家が ETN の商品性（あるいは先物市場の期間構造）による損失を避けようとするのであれば、同種 ETN 保有期間を株式市場の変動が拡大している短期間のみ限定されるべきだと考えられる。

また本稿では、レバレッジを付与した VIX ETN について、2012年2～3月にかけて発生したトラブルについても紹介した。これは、レバレッジを付与した ETN の商品性に起因しており、投資家リスクの観点からは注目される事項である。

最後に、株式ボラティリティを対象とする ETN の出現が、その資産運用市場である VIX 先物市場の取引流動性へ与えた影響について実証分析を行った。その結果ボラティリティ ETN の出現は、先物市場について取引流動性の拡大という正（+）の効果をもつものの、レバレッジの付与されたボラティリティ ETN についてはその効果は必ずしも正ではないこと指摘した。

株式ボラティリティを対象とする ETN は、株式保有に伴うリスクを減少させ投資家の利便性を向上させ得る、新たな投資ツールである。投資家による中長期の保有は向かない等の欠点はあるが、タイミングをとらえれば株式ポートフォリオのヘッジやボラティリティに対する投

機上、有効な商品であろう。

しかしながら、その商品性は複雑であり、投資家の商品性の理解が必須条件であること、具体的には投資家は「VIX 先物市場の期間構造 (= 長期の下落リスク)」を理解していること。また、ボラティリティ指標の性格、すなわち大規模・突然の変動による損失可能性を覚悟が必要な点について留意する必要がある。

注

- 1) MFIVの詳細はCBOEウェブサイト(<http://www.cboe.com/micro/VIX/vixwhite.pdf>)を参照。
- 2) CBOEは「不確実性の尺度がより正確な表現である」と指摘している。
- 3) 2012年3月29日付WSJオンライン版記事：<http://online.wsj.com/article/SB10001424052702304177104577310070587737332.html>
- 4) クレディ・スイスのTVIX ETNについても、報道等によれば、第三者による先回り注文行動が、ETNのリバランス・コストを上昇させた旨が報道されており、本分析結果と整合的である。

参 考 文 献

- 志馬祥紀, 「レバレッジETFを巡る議論—テリバティプを組みこんだETFの紹介とSECの動き—」証研レポート1670号(2012年2月), 日本証券経済研究所 (http://www.jsri.or.jp/web/publish/report/pdf/1670/1670_04.pdf)
- Alexander, C., D. Korovilas “Understanding ETNs on VIX Futures”, ICMA Centre, Henley Business School at Reading, April 22, 2012, (http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2043061)
- Deng G., C. McCann, and O. Wang, “Are VIX Futures ETPs Effective Hedges?”, working papers series, June 27, 2012, (http://www.slcg.com/pdf/workingpapers/Are_VIX_Futures_ETPs_Effective_Hedges.pdf)
- Duan, Jin-Chuan and Chung-Ying Yeh, [2011], “Price and Volatility Dynamics Implied by the VIX Term Structure”, Working paper, National University of Singapore.
- Husson, T., C. McCann, “The VXX ETN and Volatility Exposure” PIABA Bar Journal, Volume 18, No. 2 (2011), (<http://investor.financialcounsel.com/Articles/Investment/ARTINV0000428TheVXXETN.pdf>)
- Kyle, A. S., “Continuous Auctions and Insider Trading,” *Econometrica*, 53 (6), 1985.
- Wright, C., Diavatopoulos D., and James Felton, “Exchange Traded Notes: An Introduction”, August 10, 2009, (<http://southwesternfinance.org/conf-2010/G2-1.pdf>)
- Whaley, Robert E., [1993], “Derivatives on Market Volatility: Hedging Tools Long Overdue,” *Journal of Derivatives*, 1, pp. 71-84.
- Whaley, Robert E., [2009], “Understanding the VIX,” *The Journal of Portfolio Management*, Vol. 35, pp. 98-109. (<http://www.growthpointinvestments.com/newsletters/images/UnderstandingVIX.pdf>)
- Zhu, Song-Ping and Guang-Hua Lian, [2011], “An Analytical Formula for VIX Futures and its Applications”, *The Journal of Futures Markets*, Volume 32, Issue 2.
(帝塚山大学准教授・当研究所客員研究員)