

# 日経平均ボラティリティー・インデックスのリアルタイム算出について

日本経済新聞社 インデックス事業室  
麻植 周

## 1. 日経平均ボラティリティー・インデックスの開発経緯

日本経済新聞社（日経）は、2012年1月30日から「日経平均ボラティリティー・インデックス（日経平均VI）」をリアルタイム（15秒間隔）算出に移行した。日経平均VIは日経平均株価を対象としたボラティリティー・インデックス<sup>1</sup>で、2010年11月19日の算出開始以来、終値ベースで算出していた。

本指数の公表以前に、日経が類似の指標として「日経平均インプライド・ボラティリティー」を算出していたことはあまり知られていないようだ（日経平均VIの公表に伴い、算出を終了）。

この日経平均インプライド・ボラティリティーは、1989年6月に、大阪証券取引所が日経平均オプションの取引を開始した当時から算出しており、いわゆるブラック＝ショールズ・モデルを使って、個別のオプション価格から求めたインプライド・ボラティリティー（BSIV）を平均し、指標化したものであった<sup>2</sup>。

日経は、このように日経平均インプライド・ボラティリティーを20年以上算出してきたが、ここ数年、ボラティリティー・インデックスに対する関心の高まりの中で、この指数を知る市場関係者から主に二つの課題事項について指摘されることが多くなっていた。

一点目は、BSIVに関する問題である。よく知られているように、BSIVは、行使価格や満期によって示すボラティリティーが異なり、個別のオプションのプライシングにとっては重要であるが、市場全体のボラティリティーを表すには適していない部分がある。それにも関わらず、BSIVの平均を指標とするのは、有効であるのかという指摘であった。

二点目は、満期の取り扱いに起因する問題である。日経平均インプライド・ボラティリティーは、直近限月のみを対象として算出し、期間の換算等を行っていなかったため、指標が表す満期が徐々に減少していく形となっていた。その結果、取引最終日近辺では、市場の実勢とかい離したボラティリティーを示すことが多く、指標として参照しにくいという声が多かった。

おりしも、2007年のサブプライム問題や2008年のリーマンショックを経て、将来の市場変動の指標としてのボラティリティー・インデックスに注目が集まるようになってきたことから、日経はこうした指摘に応えた新しいボラティリティー指数の開発に着手し、野村証券金融工学研究センターの協力を得て、2010年11月から日経平均VIの算出を開始するに至った。

<sup>1</sup> ボラティリティー・インデックスの意義や一般的な挙動については、本資料では直接取り扱っていない。本シリーズ「先物・オプションレポート」の渡部(2007)や大屋(2009)、仁科(2011)、石田(2011)などを参照されたい。

<sup>2</sup> より具体的には、直近限月のみを対象として、原資産である日経平均の終値をはさむ2つの行使価格のプット・オプションとコール・オプションの計4銘柄の平均値（各銘柄の15時以降のすべての約定値で計算したBSIVを算術平均した値を銘柄の代表値として、さらに4銘柄の間で平均を取る）を指標としていた。

設計に際しては、シカゴ・オプション取引所（CBOE）が算出している VIX 指数や、STOXX が算出している VSTOXX 指数などでも使われ、現在のボラティリティー指数の主流となっているモデル・フリーと呼ばれる手法による算出方法を採用し、2つの限月間で線形補間することで、常に一定の満期（30日）となるようにするなど、日経平均インプライド・ボラティリティーの課題検証を踏まえて算出方法を大きく改めた。

2011年11月の算出・公表開始以降、1日1回終値のみで算出していたが、欧州不安などを背景に、日本市場における日中の値動きに対する投資家の関心がより高まってきていることから、2012年1月30日から、日経平均オプションの日中取引時間帯を対象に、15秒間隔で算出（リアルタイム化）することにした。

## 2. 日経平均 VI 算出のリアルタイム化に伴う変更点

1日1回終値のみ（日次終値ベース）であった日経平均 VI の算出を、リアルタイム化するにあたって、いくつかの点で算出方法を変更する必要が生じた。具体的な変更点とその背景は以下のとおりである。

### 2-1. 満期までの期間を秒単位で計測

取引時間中に少しずつ減少する満期までの期間を指数値に厳密に反映させるように、満期までの期間を秒単位で計測することに変更した。

これまでの日次終値ベースの算出では、対象となるオプションの限月の満期までの期間を日数単位で計測していた。具体的には、それぞれの限月の特別清算指数算出日（SQ日）を満期日として、算出日からSQ日までの日数（両端入れ）を満期までの期間としていた。この方法であっても、前日の指数値から当日の指数値の間の時間の経過は、ちょうど1日であるため、指数値同士の比較の上で齟齬はなかった。

しかし、リアルタイムで算出する場合、これまで通り、満期までの期間を日数単位で計測すると、寄り付き（午前9時00分15秒）と大引け（午後3時15分00秒）との間で、実際には6時間以上の差があるにも関わらず、満期までの期間を同じとして計算してしまうことになる。

例えば2012年2月1日で確認してみる。この日の大引けの指数値（終値）は20.69であったが、仮に寄り付き時点でも、すべてのオプション銘柄で採用価格が大引け時点と全く同じであったとして指数値を算出してみると、その指数値は20.59となる。リアルタイムでの算出においては、満期をSQ日の午前9時00分00秒に設定しているため、寄り付き（午前9時00分15秒）での算出が、日数単位で計測しているのとほぼ同じ状況になる。このため、満期の計測が日数単位のままであった場合、2月1日の終値は0.1ポイントほど小さくなっていたことが分かる。ただ、満期までの秒単位での計測の影響は、SQ日までの期間の長短や、指数採用価格（相場）の状況などにより異なるため、当該影響はひとつの事例に過ぎないことに留意すべきである。

## 2-2. 気配値を含む価格採用ルールを導入

取引時間中に時々刻々と変化する先物およびオプションの価格を指数値に反映するため、気配値を含む価格採用ルールを導入した。具体的には、①直近 15 秒間における約定値、②算出時点で有効な売買気配の仲値（単純平均）、③当日の直近約定値、の順で価格を採用することとした。

基本的には、約定値がもっとも透明性、公示性の高い価格であると考えており、これまでの日次終値ベースの算出でも、終値（最終約定値）を採用していた。リアルタイム算出以降の指数も日次終値ベースのものと接続して公表を続けるため、継続性、整合性という観点からも、価格採用ルールの中で、約定値を最優先する考え方を採った。

一方で、約定値だけを採用すると、特に相場が急変する場面では、指数値が実際のマーケットの動きについていけない可能性があるため、直近 15 秒間における約定値が存在しない場合には、一定の条件下<sup>3</sup>で、売買気配の仲値を採用することにした。

また、市場に十分な流動性がある局面においては、ある算出タイミングと次の算出タイミングとの間の 15 秒で、通常なんらかの価格変動が発生し、その価格変動を約定値または気配値という形で捕捉することが可能である。しかしながら、指数を算出する上では、流動性が十分でない局面においては、特定の算出タイミングで、約定もなく、有効な気配も存在しない個別のオプション銘柄が存在する可能性があることを考慮しておく必要がある。

有効な価格が存在しないオプション銘柄については、ルールの上では、指数の算出に組み入れられないが、算出のタイミングごとに、個別のオプション銘柄の採否が変わってしまうと、指数値の挙動が不安定になるため、第三の優先順として、直近約定値<sup>4</sup>を置くことにした。こうすることで、算出間隔のあいだに有効値がない場合であっても、少なくとも当日に発生している約定値で補完することになり、指数値の挙動がより安定化することになる。

## 2-3. ATM 調整値の導入など指数値の安定化策を導入

リアルタイムでの算出においても、指数算出の対象となるオプション銘柄が OTM（アウト・オブ・ザ・マネー）のオプションであることは変わらないが、OTM の範囲を決定する ATM（アット・ザ・マネー）として先物価格を用いているため、日次終値ベースでの算出とは異なり、ATM を決定する先物価格が取引時間中に刻々と変化し、それに連れて OTM となる対象のオプション銘柄も変化することになる。

この際、先物価格が特定のオプションの行使価格近辺で小刻みに変動すると、当該行使価格において OTM となる（＝指数算出の対象となる）オプションが、コールになったり、プットになったり安定を欠く現象が発生する。一般に、同一行使価格のプットとコールの価格は、一定の差があるため、この結果、指数値も安定を欠くことになりかねない。

<sup>3</sup> 1) 買気配が 10 円以下で、かつ売買気配が 4 円以上かい離している場合、2) 買気配が 10 円より大きく、かつ売買気配が 30%以上かい離している場合、3) 売気配が買気配以下の場合、有効な売買仲値とはならない。

<sup>4</sup> 前営業日の夜間取引での約定値を含む。日次終値ベースの算出では、最終約定値を用いており、日次終値ベースの算出との整合性にも配慮している。

そこで、ATMに最も近い行使価格については、単純にOTMとなるオプション銘柄の価格を採用するのではなく、当該行使価格のコールの価格とプットの価格の中間となる調整値<sup>5</sup>を採用するよう変更した。このようにすることで、ATMとなる先物価格が行使価格をまたいで価格変動しても、当該行使価格における採用値が大きく変動せず、結果として、指数値の挙動が安定することになる。

加えて、3つ以上連続した行使価格で有効な価格が取得できない場合、ATMから見て当該行使価格より外側の行使価格のオプションについては、有効な価格があっても指数の計算の対象としないことなど、日中の算出値を安定化させるためのルールを、リアルタイム化を機に組み込んでいる。

こうした日経平均VIのリアルタイム算出に関する詳細なルールや計算例示、過去のデータなどは、日経の指数情報サイト「日経平均プロフィール」(<http://indexes.nikkei.co.jp/>)を参照していただきたい。

### 3. 日中の日経平均VIの挙動

リアルタイム化後の、日中の日経平均VIの挙動について検証してみる。表1は、2012年2月9日から17日までの7営業日について、日別に、日経平均株価と日経平均VIのティック・バイ・ティックのリターン<sup>5</sup>の相関を調べた結果である。結論から言えば、この期間のティック・バイ・ティックのリターン<sup>5</sup>の間に明確な相関は見られない。例えば、2月14日のように、分足、5分足とサンプルの間隔を延ばしていくと負の相関が現れた日もあるが、全体としては分足、5分足、あるいは前後にラグを取ってみても明確な相関は見られなかった。

表1：2012年2月9日から2月17日までのティック・バイ・ティックのリターン<sup>5</sup>の相関

日付	日経平均のリターン <sup>5</sup> の標準偏差 (%)	日経平均VIのリターン <sup>5</sup> の標準偏差 (%)	日経平均と日経平均VIのリターン <sup>5</sup> の相関
2月9日	0.0126	0.2393	0.0578
2月10日	0.0118	0.2378	0.0101
2月13日	0.0135	0.2421	-0.0176
2月14日	0.0154	0.2568	-0.0626
2月15日	0.0164	0.3667	-0.0041
2月16日	0.0150	0.2527	-0.0932
2月17日	0.0199	0.2481	-0.0028

<sup>5</sup> 調整値は、単純な仲値（平均値）ではなく、いわゆるプット・コール・パリティの算式にしたがって、先物価格と対象行使価格の差を金利で割り戻した値を仲値から引いている。調整値の詳細な算式については、「日経平均ボラティリティー・インデックス リアルタイム算出要領」を参照されたい。

日々のリターンについて言えば、日経平均株価と日経平均VIの間では、負の相関が存在している<sup>6</sup>が、上記の通り、日中の挙動については、相関関係が明確ではない。ただし、図1や図2のグラフの外形からは、順相関の期間あるいは逆相関の期間があるようにも見えるため、今後、検証を深めていきたい。

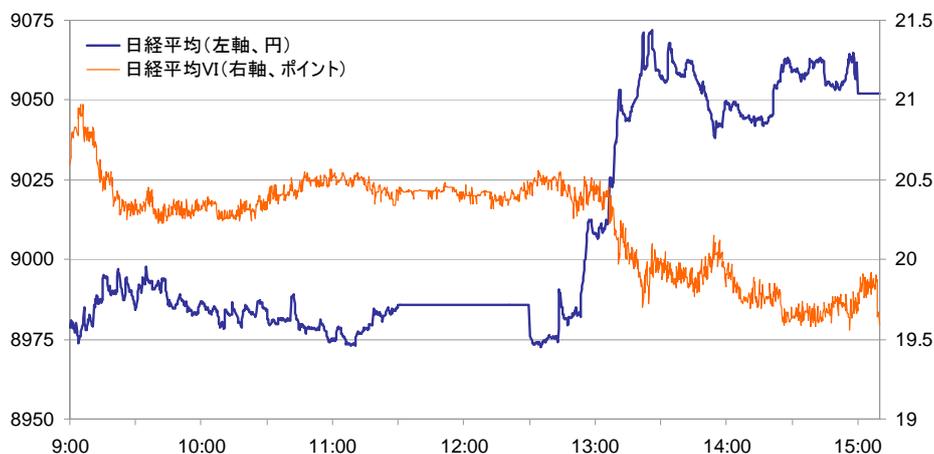


図1：2012年2月14日の日中の値動き

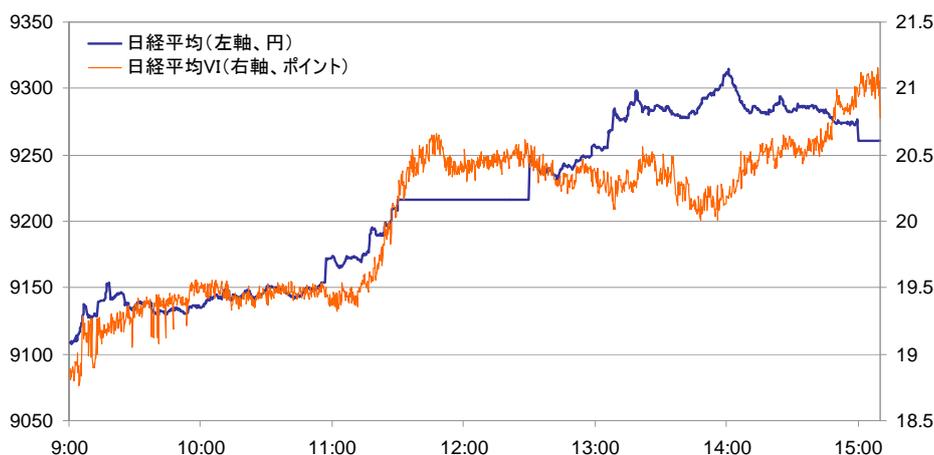


図2：2012年2月15日の日中の値動き

#### 4. おわりに

以上、日経平均VIの開発の経緯と日経平均VIを終値算出からリアルタイム算出に移行するにあたり、算出方法に変更を加えた点とその背景を中心に論点を整理した。文中意見にわたる部分は筆者の私見である。

<sup>6</sup> 例えば、2002年初から2011年末の10年間の日経平均の日次リターンと日経平均VIの日次リターンの相関係数は-0.58となり、明確な負の相関が見られる。

本稿を執筆している時点では、リアルタイム化されてから3週間程度しか経過しておらず、日中の値動きを詳細に分析するには、データ不足が否めなかった。今後、一定のデータが蓄積された段階で、あらためて分析を試みることにしたい。

なお、本年2月27日より、大阪証券取引所で、日経平均VIを原資産とした先物が上場される予定である。この結果、欧米の市場ではすでに普及しているボラティリティー指数とボラティリティー指数先物が、日本市場に揃うことになる。本指数および先物が、新たな投資機会の創出を通じて日本市場の活性化に貢献することを期待している。

(参考文献)

- 1 「日経平均ボラティリティー・インデックス」リアルタイム算出要領  
(<http://indexes.nikkei.co.jp/>)
- 2 濱田真也(2011)「見えないリスクを”見える化” -ボラティリティー・インデックス商品が日本でも上場へ-」, 月刊資本市場 2011.12(No.316)
- 3 山中智(2011)「ボラティリティーと相関のリスク・プレミアム -ボラティリティー・インデックスが切り開く新たなフロンティア-」, 証券アナリストジャーナル VOL.49 No.8