

「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

株式会社 日本経済新聞社

- ・日本経済新聞社（以下「日経」という）が、2010年11月から算出・公表を開始した「日経平均ボラティリティー・インデックス」を、2012年1月よりリアルタイム算出化することに伴い、同指数のリアルタイム算出要領を作成いたしました。同算出要領は、今後、ルールの見直しなどに伴い変更されることがあります。
- ・本資料は日経の著作物であり、本資料の全部又は一部を、いかなる形式によっても日経に無断で複製、複製又は転載することができません。本資料は、指数への理解を深めるために作成された資料であり、有価証券の売買等に関する勧誘を行うためのものではありません。

(2014年3月24日版)

1：考え方

通常、オプション取引では、原資産の将来のボラティリティー(変動率)をもとに価格が決まる。本指数では、この考え方に基づき、市場で取引されたオプションの価格(プレミアム)から将来のボラティリティーを計算する。

本指数の算出では、店頭デリバティブ市場で取引されているバリエーション・スワップ取引などで、フェア・バリエーションを推定する際に広く使われている方式を用いた。

2：指数の計算

(1) 基本事項

- ・ 指数値は、小数点以下第3位を四捨五入して第2位まで。単位はポイントとする。
- ・ 算出に用いる先物、オプションの価格は、大阪取引所の日経平均先物、日経平均オプション取引における取引所公表値を用いる。
- ・ 大阪取引所の日経平均オプションの日中立会の間、15秒間隔(ただし、プレ・クロージング中を除く)で算出する。オープニング・オークション終了の15秒後(通常は午前9時00分15秒)から算出し、クロージング・オークション終了時にも算出を行う。
- ・ 対象となるオプションの限月は、期近の限月(第1限月)と翌限月(第2限月)で、取引最終日の3営業日前に、それぞれ翌限月にシフトして算出する。先物の限月も同様に、期近の限月(ただし、いわゆるミニ先物は対象としない)と対象として、取引最終日の3営業日前に、翌限月にシフトする。

(2) 価格

算出に用いる先物、オプションの価格は、以下の優先順で採用する。

- ① 直近15秒間のうち、もっとも直近の約定値(ただし、クロージング・オークション終了時にあっては板寄時の約定値)
- ② 算出時点におけるザラ場中の売買気配の仲値(ただし、クロージング・オークション終了時にあっては板寄時の売買気配の仲値)(*1)。
- ③ 直近15秒間より前の当日直近約定値(前営業日の夜間立会を含む)

*1: 1)買気配が10円以下で、かつ買気配から売気配が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、かつ買気配から売気配が30%以上かい離している場合、または3)売気配が買気配以下(同値を含む)の場合は、当該仲値は無効とする(売買気配の組み合わせの例は表1を参照のこと)。

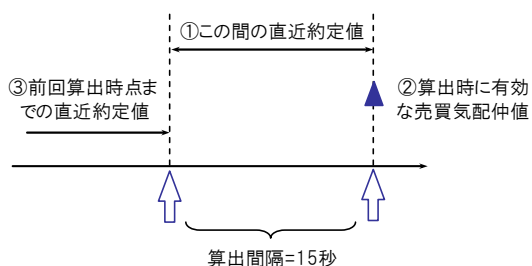


表1：売買気配の組み合わせ例

売買気配の組み合わせ	有効/無効
売気配12円、買気配12円	無効
売気配13円、買気配10円	有効
売気配14円、買気配10円	無効
売気配14円、買気配11円	有効
売気配15円、買気配11円	無効

(3) 算式

日経平均ボラティリティー・インデックスは、以下の算式に従って、算出する。

① 時点 t の第 1 限月のボラティリティー $\sigma_{1,t}$ 、第 2 限月のボラティリティー $\sigma_{2,t}$ を算出

$$\sigma_{i,t} = \sqrt{\frac{1}{(T_i - t)/Y_{365}} \left(1 + \frac{L_{i,t}(T_i - t)}{Y_{360}}\right) \sum_{j=0}^{n_j} \left(\frac{V(K_{i,j,t}, T_i, t)}{K_{i,j,t}^2} + \frac{V(K_{i,j+1,t}, T_i, t)}{K_{i,j+1,t}^2}\right) \Delta K_{i,j,t}}$$

T_i : i 限月の満期 (SQ 日の午前 9 時 00 分 00 秒) (*2)

Y_{365} : 365 日ベースの年間秒数 (31,536,000 秒)

Y_{360} : 360 日ベースの年間秒数 (31,104,000 秒)

$L_{i,t}$: 前営業日付のユーロ円 LIBOR (第 1 限月は 1 カ月物、第 2 限月は 2 カ月物を使用) (*3)

$K_{i,j,t}$: 時点 t の i 限月の j 番目 (昇順) の行使価格

$V(K_{i,1,t}, T_i, t) \sim V(K_{i,p_t-1,t}, T_i, t)$: 時点の満期 T_i のプット・オプション価格

$V(K_{i,p_t,t}, T_i, t) \sim V(K_{i,n_i,t}, T_i, t)$: 時点 t の満期 T_i のコール・オプション価格

(ただし、 $V(K_{i,0,t}, T_i, t) = 0, V(K_{i,n_i+1,t}, T_i, t) = 0$,

$$V(K_{i,q_t,t}, T_i, t) = \frac{Put(K_{i,q_t,t}, T_i, t) + Call(K_{i,q_t,t}, T_i, t)}{2} - \frac{|F_t - K_{i,q_t,t}|}{2(1 + L_{i,t}(T_i - t)/Y_{360})} \text{ とする (*4)}$$

F_t : 時点 t の直近限月の先物価格

p_t : $F_t < K_{i,j,t}$ を満たす最小の j

q_t : 時点 t において、 F_t と $K_{i,j,t}$ の差の絶対値が最小となる j (*5)

$n_{i,t}$: 時点 t の i 限月において、指数算出の対象とする行使価格の数 (*6, *7)

$\Delta K_{i,j,t} = K_{i,j+1,t} - K_{i,j,t}$ (ただし、 $\Delta K_{i,0,t} = \Delta K_{i,1,t}, \Delta K_{i,n_j,t} = \Delta K_{i,n_j-1,t}$ とする)

*2 : 満期までの期間は秒単位で計測する。

*3 : 前日の東京市場が休日の場合、前営業日付のロンドン市場が休日の場合、または何らかの理由でユーロ円 LIBOR が公表されない場合は、ロンドン市場における直近の有効値を使用する。

*4 : 先物価格に最も近い行使価格のオプション価格については、プットとコール両方のオプション価格を用いて算出する調整値を用いる。なお、 $Put(K_{i,q_t,t}, T_i, t), Call(K_{i,q_t,t}, T_i, t)$ は、それぞれ時点 t 、満期 T_i 、行使価格 $K_{i,q_t,t}$ のプット価格、コール価格を表す。

*5 : $F_t < K_{i,q_t,t}$ の場合は $q_t = p_t$ 、 $F_t \geq K_{i,q_t,t}$ の場合は $q_t = p_t - 1$

*6 : 算出の対象となるオプションは、算出時点の先物価格を ATM (アット・ザ・マネー) とした場合の OTM (アウト・オブ・ザ・マネー) にあたる行使価格のプットまたはコールのオプション。ただし、各算出時点において、有効な価格が取得できないオプションについては、当該行使価格が設定されていないものとして扱う (売買停止および即時約定可能値幅制度によるものを含む)。

*7 : 6 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、有効な価格が取得できる場合であっても算出の対象としない。

② 満期が 30 日になるように、 $\sigma_{1,t}$ と $\sigma_{2,t}$ で線形補間 (*8, *9, *10)

$$\text{指数値} = \sqrt{\frac{1}{M} \left(\frac{(M - (T_1 - t))(T_2 - t)}{T_2 - T_1} \sigma_{2,t}^2 + \frac{((T_2 - t) - M)(T_1 - t)}{T_2 - T_1} \sigma_{1,t}^2 \right)} \times 100$$

M : 30 日の秒数 (2,592,000 秒)

*8 : 直近限月の満期が 30 日より大きい場合は、補外となる。

*9: 時点 t において、補外の結果、指数値が虚数になる（平方根内が負数になる）場合は、直前の指数値（ただし、当日の初回算出の場合は前営業日の終値）の算出時に使用した $\sigma_{1,t-1}$ 、 $\sigma_{2,t-1}$ を、それぞれ $\sigma_{1,t}$ 、 $\sigma_{2,t}$ に代えて、時点 t の指数値を算出する。

*10: 時点 t の i 限月において、1) 有効な価格を取得できる行使価格が 2 銘柄未満となる場合、または 2) 直近限月の先物で有効な価格 F_i を取得できなかった場合は、当該時点 t の $\sigma_{i,t}$ は算出せず、直前の指数値の算出に使用した $\sigma_{i,t-1}$ を代わりに用いて、時点 t の指数を算出する（ただし、「3: 指数値の取り扱い（3）日経平均先物に連動したサーキット・ブレーカーの発動時」に該当する場合を除く）。

3: 指数値の取り扱い

(1) 過去の指数値

本指数の算出開始時点(2010年11月19日)から2012年1月27日までは、1日1回終値ベースで算出していた。また、1989年6月12日以降2010年11月18日までの指数値は、終値ベースと同様の方法で遡及算出値として算出した。

(2) 指数値の修正

取引所公表値の訂正など、指数値に影響を与える事象が後日判明した場合、原則として、過日にさかのぼっての修正は行わない。

(3) 日経平均先物に連動したサーキット・ブレーカー発動時

日経平均先物に連動して、同一原資産のすべての先物・オプション取引がサーキット・ブレーカーの対象となった場合は、本指数の更新を停止する。取引所のシステム障害などによる全面売買停止の場合なども同様の扱いとする。

4: 算出例（2011年11月1日終値(15時15分00秒)の場合）

① 算出の条件は以下の通り。

日経平均先物期近物(2011年12月限月)終値=8850円

ユーロ円 LIBOR 1ヵ月=0.14313%, 2ヵ月=0.15863%

第1限月(2011年11月限)の満期までの秒数=841500秒

第2限月(2011年12月限)の満期までの秒数=3260700秒

ATMに最も近い行使価格=8750円

② 第1限月(2011年11月限)の対象オプションを決定(網掛部が対象となるオプション)

コール・オプション			プット・オプション		
行使価格	直近約定値	売買気配仲値	行使価格	直近約定値	売買気配仲値
5000	-	3850	5000	1 (9:00)	-
5500	-	3350	5500	1 (15:09)	-
6000	-	2850	6000	1 (13:26)	-
6250	-	2600	6250	1 (9:23)	-
6500	2400 (13:00)	2350	6500	1 (15:15)	-
6750	-	2100	6750	1 (9:11)	-
7000	-	1850	7000	1 (15:15)	1.5
7250	-	1600	7250	1 (15:15)	1.5

7500	-	1350	7500	2 (15:15)	2.5
7750	1190 (9:49)	1105	7750	4 (15:15)	4.5
8000	855 (14:53)	857.5	8000	8 (15:15)	7.5
8250	650 (13:54)	617.5	8250	16 (15:15)	15.5
8500	380 (14:57)	390	8500	36 (15:15)	36.5
8750	195 (15:09)	192.5	8750	95 (15:15)	92.5
9000	70 (15:15)	67.5	9000	215 (15:15)	217.5
9250	17 (15:15)	17.5	9250	415 (15:05)	417.5
9500	4 (15:15)	3.5	9500	625 (13:02)	652.5
9750	1 (15:15)	1.5	9750	-	900
10000	1 (9:28)	-	10000	-	1150
10250	-	-	10250	-	1400
10500	-	-	10500	-	1650
10750	-	-	10750	-	1900
11000	-	-	11000	-	2150
11500	-	-	11500	-	2650
12000	-	-	12000	-	3150
12500	-	-	12500	-	3650
13000	-	-	13000	-	4150
13500	-	-	13500	-	4650
14000	-	-	14000	-	5150

注)先物価格以下はコールを採用

注)- (ハイフン)は約定値なし、
または有効な売買気配なし

③ 第1限月(2011年11月限)のうち、先物価格に最も近い行使価格での調整値を算出

$$\text{調整値} = \frac{192.5 + 95}{2} - \frac{|8850 - 8750|}{2(1 + 0.14313\% \times 841500 / 31104000)} = 143.75 - 100 \div 2.00007745 \doteq 93.75193607$$

④ 第1限月(2011年11月限月)の分散を算出

行使価格	通番 (j)	ΔK	採用値	α (*11)
-	0	500	-	0.00002000
5000	1	500	1	0.00003653
5500	2	500	1	0.00003042
6000	3	250	1	0.00001334
6250	4	250	1	0.00001232
6500	5	250	1	0.00001140
6750	6	250	1	0.00001059
7000	7	250	1	0.00000986
7250	8	250	1	0.00001365
7500	9	250	2	0.00002554
7750	10	250	4	0.00004790
8000	11	250	8	0.00009002
8250	12	250	16	0.00018334
8500	13	250	36	0.00043070
8750	14	250	93.75193607 (*12)	0.00052218
9000	15	250	70	0.00026572
9250	16	250	17	0.00006075
9500	17	250	4	0.00001371
9750	18	250	1	0.00000513
10000	19	250	1	0.00000250

*11: α は「2: 指数の計算 (3) 算式」の①の算式のΣの内部

*12: 先物価格に最も近い行使価格は調整値を採用

$$\sigma_1^2 = \frac{1}{841500 / 31536000} \times \left(1 + \frac{0.14313\% \times 841500}{31104000} \right) \times \sum \alpha \doteq 37.47738701 \times 0.00180559 \doteq 0.06766863$$

⑤ 第2限月(2011年12月限)の対象オプションを決定(網掛部が対象となるオプション)

コール・オプション			プット・オプション		
行使価格	直近約定値	売買気配仲値	行使価格	直近約定値	売買気配仲値
3000	-	5850	3000	-	-
3500	-	5350	3500	-	-
4000	-	4850	4000	1 (9:00)	-
4500	-	4350	4500	2 (15:06)	1.5 (*13)
5000	-	3855	5000	2 (9:00)	1.5 (*13)
5500	-	3355	5500	3 (14:57)	2.5 (*13)
6000	-	2855	6000	4 (15:15)	4.5
6250	-	2610	6250	6 (15:15)	6
6500	2430 (10:54)	2360	6500	8 (14:47)	7.5 (*13)
6750	-	2110	6750	11 (15:15)	10.5
7000	-	1865	7000	13 (15:15)	13.5
7250	-	1620	7250	18 (15:15)	18.5
7500	-	1380	7500	26 (15:15)	26
7750	1200 (10:01)	1140	7750	38 (15:15)	37.5
8000	910 (15:05)	912.5	8000	55 (15:15)	57.5
8250	750 (9:23)	692.5	8250	90 (15:15)	87.5
8500	485 (14:47)	490	8500	135 (15:15)	137.5
8750	310 (15:15)	315	8750	215 (15:15)	212.5
9000	185 (15:15)	180	9000	325 (15:15)	327.5
9250	95 (15:15)	92.5	9250	480 (14:38)	487.5
9500	41 (15:15)	41.5	9500	-	-
9750	17 (15:15)	16.5	9750	830 (9:22)	912.5
10000	7 (15:15)	7.5	10000	1150 (15:15)	1150
10250	3 (14:32)	2.5	10250	-	1400 (*13)
10500	1 (14:06)	-	10500	-	1645
10750	1 (8:00)	-	10750	-	1895
11000	-	-	11000	-	2145
11500	-	-	11500	-	2645
12000	-	-	12000	-	3145
12500	-	-	12500	-	3645
13000	-	-	13000	-	4145
13500	-	-	13500	-	4645
14000	-	-	14000	-	5145
14500	-	-	14500	-	5645
15000	-	-	15000	-	6145
15500	-	-	15500	-	6645
16000	-	-	16000	-	7145

注)先物価格以下はコールを採用

注)- (ハイフン)は約定値なし、または有効な売買気配なし

*13:クロージング・オークション終了時に有効な売買気配仲値を採用

⑥ 第2限月(2011年12月限)のうち、先物価格に最も近い行使価格での調整値を算出

$$\text{調整値} = \frac{310+215}{2} - \frac{|8850-8750|}{2(1+0.15863\% \times 3260700 / 31104000)} = 262.5 - 100 \div 2.00033259 \div 212.50831338$$

⑦ 第2限月(2011年12月限)の分散を算出

行使価格	通番 (j)	ΔK	採用値	α (*14)
-	0	500	-	0.00003125
4000	1	500	1	0.00006829
4500	2	500	1.5	0.00006704
5000	3	500	1.5	0.00007132
5500	4	500	2.5	0.00009688
6000	5	250	4	0.00006618

6250	6	250	6	0.00008278
6500	7	250	7.5	0.00010474
6750	8	250	11	0.00012668
7000	9	250	13	0.00015194
7250	10	250	18	0.00020117
7500	11	250	26	0.00027372
7750	12	250	38	0.00037301
8000	13	250	55	0.00054542
8250	14	250	90	0.00079771
8500	15	250	135	0.00116103
8750	16	250	212.50831338(*15)	0.00126489
9000	17	250	185	0.00084856
9250	18	250	95	0.00039115
9500	19	250	41	0.00015828
9750	20	250	17	0.00006221
10000	21	250	7	0.00002345
10250	22	250	2.5	0.00000822
10500	23	250	1	0.00000443
10750	24	250	1	0.00000216

*14: α は「2: 指数の計算(3)算式」の①の算式の Σ の内部

*15: 先物価格に最も近い行使価格は調整値を採用

$$\sigma_2^2 = \frac{1}{3260700 / 31536000} \times \left(1 + \frac{0.15863\% \times 3260700}{31104000} \right) \times \sum \alpha \doteq 9.67315125 \times 0.00698250 \doteq 0.06754283$$

⑧満期が30日(2592000秒)になるように線形補間

$$\sqrt{\frac{1}{2592000} \left(\frac{(2592000 - 841500) \times 3260700}{3260700 - 841500} \times 0.06754283 + \frac{(3260700 - 2592000) \times 841500}{3260700 - 841500} \times 0.06766863 \right)} \times 100 \doteq \underline{25.99} \dots \text{指数値}$$

5：その他

① 利用許諾

「日経平均ボラティリティー・インデックス」は日経の知的財産であり、同指数の算出、数値の公表、利用など指数に関するすべての権利は日経が有している。このため、「日経平均ボラティリティー・インデックス」を利用した先物・オプションなどの金融派生商品を提供したり、ファンドやリンク債などの金融商品を組成・売り出す、又はデータ提供する場合などで日経平均ボラティリティー・インデックスを商業的に利用したりする場合は、日経との利用許諾契約が必要になる。

② 免責

「日経平均ボラティリティー・インデックス」は原則として本資料に記載された方法等に基づいて算出される。ただし、本資料に記載のない事象が発生した場合や本資料の方法による算出が困難と日経が判断した場合は、日経が適当とみなした処理方法により算出することがある。また、同算出要領は、今後、ルールの見直しなどに伴い、変更されることがある。

「日経平均ボラティリティー・インデックス」の算出において、電子計算機の障害又は天災地変その他やむを得ない事由が発生した場合は、その算出を延期又は中止することがある。また、日経は、「日経平均ボラティリティー・インデックス」がいかなる場合においても真正であることを保証するものではなく、「日経平均ボラティリティー・インデックス」等の算出において、数値に誤謬が発生しても、日経は一切その責任を負わない。

資料に記載された情報を利用したことにより発生するいかなる費用又は損害などについて、日経は一切その責任を負わない。

なお、「日経平均ボラティリティー・インデックス」の開発にあたっては、野村証券金融工学研究センターの協力を得ており、上記免責事項は野村証券金融工学研究センターにも適用される。

「日経平均ボラティリティー・インデックス」に関するお問合せは

日本経済新聞社 インデックス事業室

電話：03-6256-7341、メール：index@nex.nikkei.co.jp まで

(別紙) 算出要領・変更履歴

2012年1月30日版	初版
2012年2月9日版	(削除)
2012年3月5日版	「4:算出例(2011年11月1日終値(15時15分00秒)の場合)」中の ・「④第1限月(2011年11月限月)の分散を算出」の表中、行使価格が8500円、8750円の α の数値を修正。 ・「⑤第2限月(2011年12月限)の対象オプションを決定(網掛部が対象となるオプション)」の限月表記を修正。 ・「⑥第2限月(2011年12月限)のうち、先物価格に最も近い行使価格での調整値を算出」の調整値の桁数および数式の一部を修正。 ・「⑦第2限月(2011年12月限月)の分散を算出」の表中、行使価格が8750円の採用値の桁数を修正。
2013年9月30日版	「2:指数の計算(3)算式注記(*7)」中の ・「3つ以上連続した行使価格」を「6つ以上連続した行使価格」に変更。
2014年3月24日版	「2:指数の計算(1)基本事項」中の「大阪証券取引所」および「大証」を「大阪取引所」に変更。