

# 資料

## インプライド・ボラティリティの指標性に関する実証分析

### (目 次)

- |                 |                           |
|-----------------|---------------------------|
| 1. はじめに         | [補論] 回帰分析の方法および結果         |
| 2. 分析対象および使用データ | 1. 月次もしくは3か月ごとのデータによる実証分析 |
| 3. 各データの特徴      | 2. 日次データによる実証分析           |
| 4. 回帰分析結果       |                           |
| 5. おわりに         |                           |

### 1. はじめに

オプション取引は1980年代後半から急速に拡大してきたが、その取引価格（プレミアムと呼ばれる）からは従来の現物や先物市場の取引価格からは得られない情報が読み取れ、注目を集めている。すなわち、先物市場の取引価格は、市場参加者が抱く将来の現物価格の予想水準を反映するとされるが、オプション価格からは、将来の現物価格の予想される変動性が読み取れると言われており、このオプション価格から逆算されたボラティリティは、一般にインプライド・ボラティリティ（以下IVと略称）と呼ばれ

ている。したがって、オプション市場での期待形成が、現時点で利用可能な先行きに関する情報を織り込んで行われており、その結果として市場での取引価格が、原資産価格の将来の変動性に対し、ある程度予測力を有するのであれば、IVは将来の原資産価格に関するひとつの有用な指標になり得ると考えられる（注1）。

そこで本稿では、比較的容易に利用できるデータを用いながら、IVが将来時点において実際に実現されたボラティリティ（リアライズド・ボラティリティ、以下RV）に対し、どの程度

(注1) もっとも、IV自体は市場で直接観察されるわけではなく、IVの算出に際しては、背後に想定しているオプション・モデルが正当であることが前提となる。しかし、一般的に用いられているブラック＝ショールズ・モデル等は、いくつかの厳しい制約条件に基づいており、IVを先行指標として利用する場合には、これらの前提条件（例えば、俊野・大村（1991）、pp.82～83を参照）について十分考慮しておく必要がある。

の予測力を有するかを中心に、オプション市場のボラティリティに関して、基礎的な実証分析を試みる。

なお、ボラティリティの指標としては、I V 以外にも過去の一定期間における原資産価格変動の実績値から単純に算出するヒストリカル・ボラティリティ（以下、H V）という指標も存在する。この場合、先行きに実現されるボラティリティが過去の実際の変動率により影響される度合いが大きいとすれば、H V 自体が将来のボラティリティの水準を予測するうえでの重要な情報を有していることになる。逆に、データの変動率が安定せず、投資家の期待が大きく変動する状況では、当然のことながらH V は将来のボラティリティに関する有用な指標とはなり得ない。このような場合には、H V 以外にも足元の利用可能な情報を織り込んで形成されているI Vの方が、H V よりは将来の原資産価格の変動性についての予測指標として優れた側面を有すると考えられる。

米国では、株価指数オプション等について、I V、H V が将来の原資産価格の変動に関する有用な情報を含んでいるのか否かについての実証分析がいくつかなされている。例えば、Lamoureux and Lastrapes (1993) によれば、10企業の個別銘柄の株式オプションに関する分析で、I V は近い将来の原資産価格の変動に対しては、統計的に有用な情報を有しているとしている。これに対し、Canina and Figlewski (1993) は、株価指数（S & P 100）オプションに関して、包含

検定<sup>(注2)</sup>の結果からI V はH V に比べ有用な指標ではないと結論付けている。

そこで以下では、わが国におけるI V、R V、さらにH V についてデータのサーベイを行ったうえで、I V のR V に対する予測力について、H V のI V に与える影響等についても考慮しながら、回帰分析を行う。

## 2. 分析対象および使用データ

### (1) 分析の対象とする市場

わが国では、外為取引の実需原則が撤廃された84年、通貨オプションの店頭取引が初のオプション取引として開始された後、近年になって、債券<店頭>（89年）、株価指数（89年）、債券先物（90年）、日本円短期金利先物（91年）の各オプション取引が次々と始められた。そこで本稿では、市場の成熟度などを考慮しつつ、なるべく広くオプション取引をサーベイするという観点から、①日経平均株価オプション、②債券先物オプション、③日本円短期金利先物オプション（以上、取引所取引）、④通貨オプション（店頭取引）の4市場を分析対象とした。なお、債券店頭オプションについては、比較的取引量も多く、わが国の代表的なオプション取引のひとつであるが、標準的な時系列データを入手することが困難なため、本稿での分析対象にはしなかった。

### (2) 使用データ

分析に用いるデータおよびその採取・作成方法<sup>(注3)</sup>については、図表1にまとめてあるが、

(注2) 包含検定の概略については、補論1(3)を参照。考え方の詳細については、Maddala (1992)、pp.408~411を参照。

(注3) オプションに関するデータは、対象原資産の採り方（例えば、期近物を採るか、取引量の大きなものを採るかなど）やデータの計算方法によって差異が生じ得るが、本分析においては、既存のデータ（例えば日経平均オプションIV<日本経済新聞社作成>など）が利用可能であればできるだけこれらのデータを用い、既存のデータがない場合に、既存データの作成方法等に合わせる形でデータの補充を行った。

(図表1)

各データの算出方法等

データ	日経平均	債券先物	金利先物	通貨	
IV	(算出方法)	直近限月のNTMの銘柄(原則として、日経平均株価の終値をはさむ権利行使価格を持つコール、プットの計4銘柄)のIVを単純平均。	原則として、先物中心限月を原資産とするオプションについて、NTMの銘柄(原資産の終値をはさむ権利行使価格を持つコール、プットの計4銘柄)のIVを単純平均。詳細は非公表。	原則として、先物直近限月を原資産とするオプションについてNTMの銘柄(原資産の終値に最も近い価格を持つコール、プットの計2銘柄)のIVを単純平均。	ブローカーで取引されるATMのコール、プットのIVの平均。
	(データ・ソース等)	『日本経済新聞』	「山一長国オプションIV」(山一証券調べ)	先物直近限月およびこれを原資産とするオプションに関するデータを基にブラック＝ショールズ・モデルにより算出(安全利利率はCD3か月物レート)。	『日本経済新聞』
HV	(算出方法)	過去20営業日の日経平均株価終値より以下の方法によって算出。 $HV = \sqrt{\frac{1}{20} \sum_{t=1}^{20} (dt)^2} \times N$ ただし、 dt(日次変化率) = $\frac{\text{当営業日の終値}}{\text{前営業日の終値}}$ の対数値 N(年間営業日数)=250営業日	各限月の先物終値(過去20営業日)より、日経平均HVと同様の方法によって算出。さらに、IVの基礎となっている先物中心限月の変更に応じてこれらを接続。	各限月の先物終値(金利ベース、過去20営業日)より、日経平均HVと同様の方法で算出。さらに、IVの基礎となっている先物直近限月の変更に応じてこれらを接続。	過去20営業日の為替相場終値より、日経平均HVと同様の方法によって算出。
	(備考)	通常、標準偏差は、偏差(=dt-d̄)に基づいて計算されるが、本分析では日次変化率の平均値(d̄)を0とみなして計算しているため、d̄=0という例外的な場合を除くと、ここでのHVは通常の定義に基づくHVよりも高めの値になることに留意。		金利先物オプションの場合、原資産の値動きを利回りベース(100-価格)で認識してボラティリティを算出するのが一般的であるので、本分析でもこのベースで算出。なお、『日本経済新聞』紙上のHVは価格ベースのもの。	
RV	(算出方法)	取引最終日までの日経平均株価終値を用いて以下の方法により事後的な将来の変動率を算出。 $RV = \sqrt{\frac{1}{s+1} \sum_{t=0}^s (dt)^2} \times 250$ ただし、 S=取引最終日までの営業日数	取引最終日までの各限月の債券先物終値を用いて日経平均RVと同じ方法で算出。さらに、IVの基礎となっている先物中心限月の変更に応じてこれらを接続。	取引最終日までの各限月の金利先物終値を用いて日経平均RVと同じ方法で算出。さらに、IVの基礎となっている先物直近中心限月の変更に応じてこれらを接続。	為替相場終値を用いて、以下の方法により算出。 $RV = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{t=0}^{m-1} (dt)^2} \times 250$ ただし、mは20営業日(1か月物の場合)もしくは60営業日(3か月物の場合)。
	(備考)	また、先行きs営業日の変動率についても、上の方法に準じて算出(残存日数がs営業日に満たない場合は取引最終日までで算出)。			
	(備考)	HVの場合と同様、通常用いる標準偏差とは異なる。 (RVの場合、残存営業日数が1日となった時点では通常の意味での標準偏差が0となることから、HVと同様、平均d̄=0として計算を行っている。)			

(注) 1. ATM…アット・ザ・マネー(原資産価格と権利行使価格が一致している状態)。  
NTM…ニア・ザ・マネー(原資産価格と権利行使価格がほぼ一致している状態)。  
2. 日経平均、通貨はヨーロッパタイプ、債券先物、金利先物はアメリカンタイプ。

その要点を整理すれば以下のとおり。

① I V (インプライド・ボラティリティ)

市場で観察されたプレミアム等のデータから、一定のモデルに基づいて算出されたボラティリティの予測値。本分析では、オプション理論の標準モデルとされるブラック＝ショールズ・モデルがベースとなっている。

② H V (ヒストリカル・ボラティリティ)

過去一定期間に実際に生じた原資産価格の平均変動率。算出に当たっては、どの程度のサンプル数にするか(どの程度長く過去に遡って算出するか)が問題となるが、一義的なものはないため、本分析では、日本経済新聞社が作成・公表している日経平均H Vに合わせる形で、すべての市場について前営業日から過去20営業日分のものを使用した。

③ R V (リアライズド・ボラティリティ)

事後的にみた将来の原資産価格の平均変動率で、I Vなどの予測力を検証するために作成したデータ。具体的には、当営業日からオプションの満期日までの原資産価格の変動率の実績値から算出しており、H Vと異なり、残存期間に応じてサンプル数は異なる(注4)。

また、検証に当たっては、価格形成が近視眼的に行われている可能性をチェックするため、便宜的に当営業日から先行き5営業日分の事後的な原資産価格の変動率(以下、R V 5)も算出し、比較的近い将来の変動率のデータとして、R Vと代替的に用いた。

なお、I V、R V、H Vの各変数間の先行運行関係をあらかじめ概念的に整理すれば、次のとおり。

① R VとH Vは両者とも原資産価格の実績値から算出された変動率の指標であり、算出の対象となる期間が異なるだけで、R VがH Vに先行する。ただし、H Vは一律観測期間を20日としたのに対し、R Vは残存期間に応じて観測期間の長さが変化するため、後にみるように、R VとH Vのグラフの形状は一致していない。

② R VとI Vについては、I VはR Vの予測値であることから、I VがR Vをほぼ完全に予測できるならば、両者はほぼ同時期の相関が高くなる。一方、将来に対する予測が完全ではなく、原資産価格の現実の動きを認識するか、ある程度確実視し得る程度にならないとI Vが変化しないのであれば、I VはR Vに遅行する。

③ I VとH Vについてみると、I VはR Vの予測変数であり、その予測がほぼ完全もしくはある程度可能であるとすると、I VとH Vの関係は①でみるR VとH Vの関係に近いものとなり、I VはH Vに先行することになる。もっとも、I Vが将来についての予測力がほとんどなく、足元のH Vの変動に強く影響を受け、これを認識しないとI Vが変化しないのであれば、I VはH Vとほぼ同時期の相関が高くなる(このとき、②の関係から、R VはI Vに先行する)。

④ この①～③の関係を簡単にまとめると、R VはH Vに先行し、I VはR Vに対する予測力もしくはH Vに影響を受ける度合いによって異なるが、時間的にR VとH Vの間に位置する。

(注4) 本分析に使用したデータの残存期間は、日経平均(直近限月を使用)が平均半月、最大1か月、債券先物(中心限月を使用)が平均2か月、最大4か月、金利先物(直近限月を使用)が平均1か月半、最大3か月となっており、通貨は、店頭取引で特定の限月が存在せず残存期間が一定で1か月および3か月である。

### 3. 各データの特徴

#### (1) 市場別にみたデータの動き

まず、各市場ごとにIVとRV、HVの月末値ベースのデータを図示して、IVとの関係を概観してみた。また、93年秋から94年春にかけてのデータを例にとって、原資産価格とIVの動きを日次ベースでやや細かくみてみた。

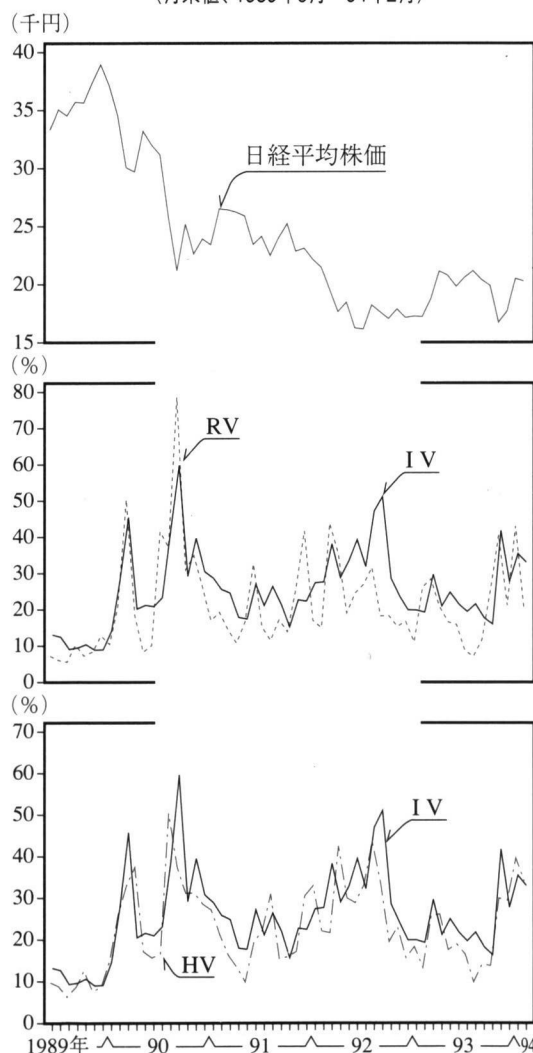
#### (日経平均株価オプション)

まず月次の日経平均株価の場合(図表2)、IVとRVは割合似通った動きを示している。すなわち、原資産価格が90年、92年に急低下した局面、および93年後半に上下した時期においては、IVも大きな値を示しているほか、IVの変動はRVとほぼ同時に生じており、市場がある程度先行きの変動を予測していたように見受けられる。もっとも、IVはHVとも近い動きを示している。このことは、株価の場合、例えばいったん変動率の上昇(ボラティリティの増加)が生ずると、ある程度の期間内持続する傾向があるため、市場が先行きの予想形成を行うに当たり、HVの情報が比較的大きなウエイトで取り込まれてきたことを示唆するものとも考えられる。

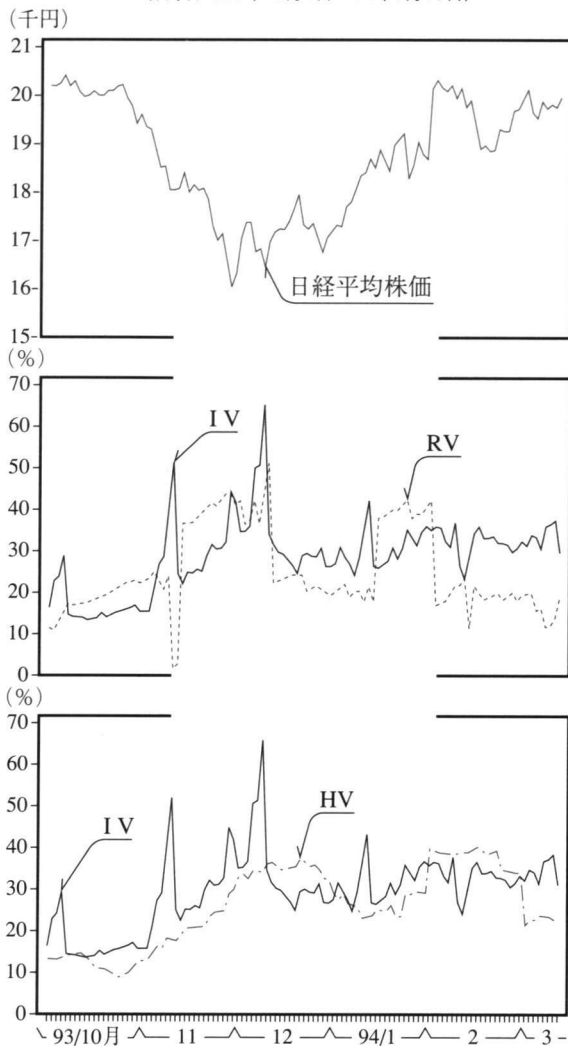
次に、93年秋以降の日経平均株価とIVの動きを日次データを用いてやや細かくみると(後掲図表3)、この時期日経平均株価は、11月以降、企業業績の不芳観測等を背景にそれまでの2万円台の水準から大幅に下落し、12月には1万6千円台に至るとともに、景気対策を巡る思惑が交錯し、値動きの激しい展開となった。その後、1月には、外国人投資家の買いが続く中、政治改革関連法案が成立したこともあって回復に向かった。こうした中で、IVは10月下旬に株価の低下が始まった時期から、若干のラグは伴い

つつもさほど遅れることなく、それまでの10%半ばから30~40%の水準にまで上昇し、その後も、30%前後の水準で推移した。こうした点を見ると、原資産価格が急激に一方向へ動く局面では、IVが事前に原資産価格の急激な動きを予測しているとは言えないとしても、原資産価格の安定性が崩れたという足元の現実に速やか

(図表2) 日経平均株価オプション  
(月末値、1989年6月~94年2月)



(図表3) 日経平均株価オプション  
(日次、1993年10月1日～94年3月10日)



に反応し、結果的にしばらく続く相場の波乱を先取りする様子が窺われる。

なお、日経平均IVはほぼ毎月のように取引最終日近くになると、一時的に急上昇する傾向

がみられるので、IVの基調的な動きをみる場合、この点について考慮しておく必要がある。

(債券先物オプション)

月次データで債券先物オプションのIVとRVの関係を見ると(図表4)、90年の債券先物価格のボトム時期および93年末のピーク時期の前後においてIV、RVともに上昇するなど、RVがIVに先行しつつ急激な変化が生じた場合を中心に似通った動きを示している。一方、HVとの関係を見ると、HVの振れに比べIVの振れは僅かなものにとどまっておらず、グラフをみる限りHVの情報が特にIVに影響を与えているという形にはなっていないように見える。このことが、IVがHVには含まれていない足元の情報をも織り込んで、よりforward-lookingに形成されていることを示すものか、あるいは逆に市場が不完全でIVはHVに含まれる情報すら消化していないのかは、グラフからは必ずしも明らかではない(この点については次節で実証分析を行う)(注5)。

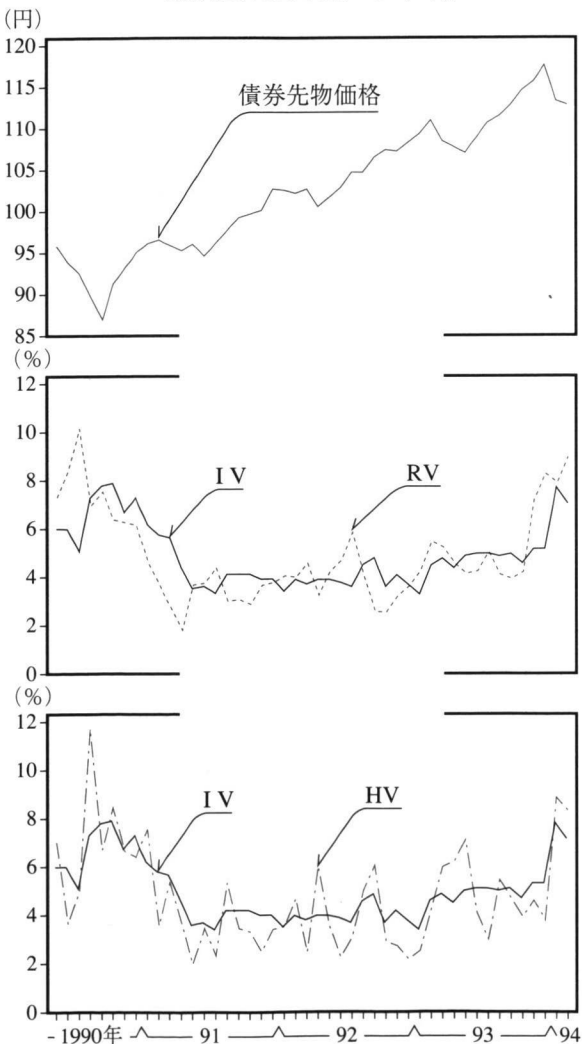
一方、日次データから債券先物価格の93年秋以降の動きをみると(図表5)、短期金利の低下や景気の先行き不透明観等から年末にかけて上昇傾向を辿った後、94年に入り、米国長期金利上昇等を背景に低下に転じた。こうした中、1月半ば以降の債券先物価格の大きな変動を反映して、RVは11月半ばの限月交代とともに7～8%に達し、その後も徐々に上昇していった(注6)。これに対し、IVはこの時期にはほとんど反応せ

(注5) この間、RVとHVの変動を比べると、両者とも同じ原資産を用いて算出しているにもかかわらず、HVの振れの方がRVの振れに比べて大きくなっていることがわかる。このことは、HVを一律20日間で計算したため、平均残存期間が60日と長い債券先物オプションでは、RVの方が算出のベースとなるデータ数が多く、原資産に攪乱的な動きが生じた場合に振れが小さくなるということが影響しているものと思われる。ここでのHVのサンプル期間は、既存の日経平均のHVに従ったが、こうしたデータの作成方法そのものも今後の重要な検討課題である。

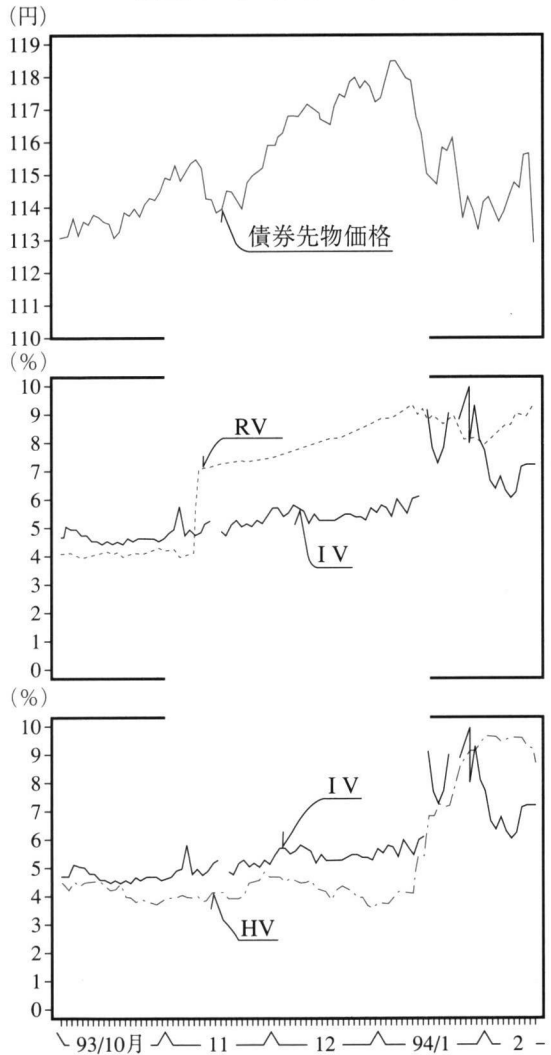
(注6) 債券先物オプションのRVは、限月の交代により大きな段差が生じる。図表5でもこの段差が明確に表れている。

ず、年初までは5～6%程度で安定しており、1月半ばになって実際に債券先物価格が低下に転じた時点において、ようやくそれまでの5～6%から8～9%の水準に急上昇した。このように、債券先物IVは、原資産価格の急激な変化を前もって予測しているというよりも、むしろ足元の原資産価格の急激な変化がIVの形成に影響を与えているように窺われる。

(図表4) 債券先物オプション  
(月末値、1990年5月～94年2月)



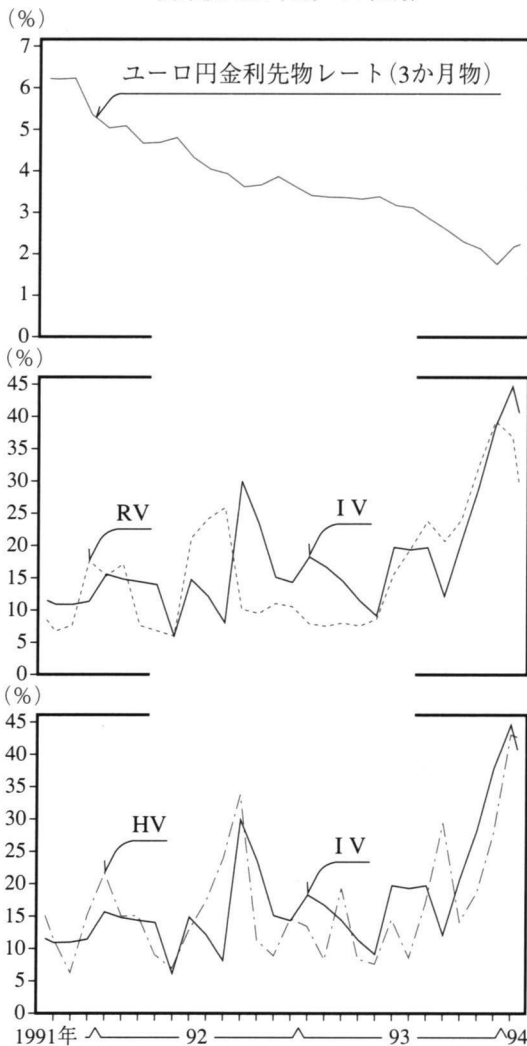
(図表5) 債券先物オプション  
(日次、1993年10月1日～94年2月17日)



(日本円短期金利先物<以下、金利先物>オプション)

月次の金利先物オプションの動きを大まかにみれば(後掲図表6)、IVとRVは似通った動きを示しているようにみえるが、RVがやや先行する形で推移しており、むしろIVはHVの動きに近い。すなわち、金利先物オプション市場においては、IVが足元の情報を織り込んで

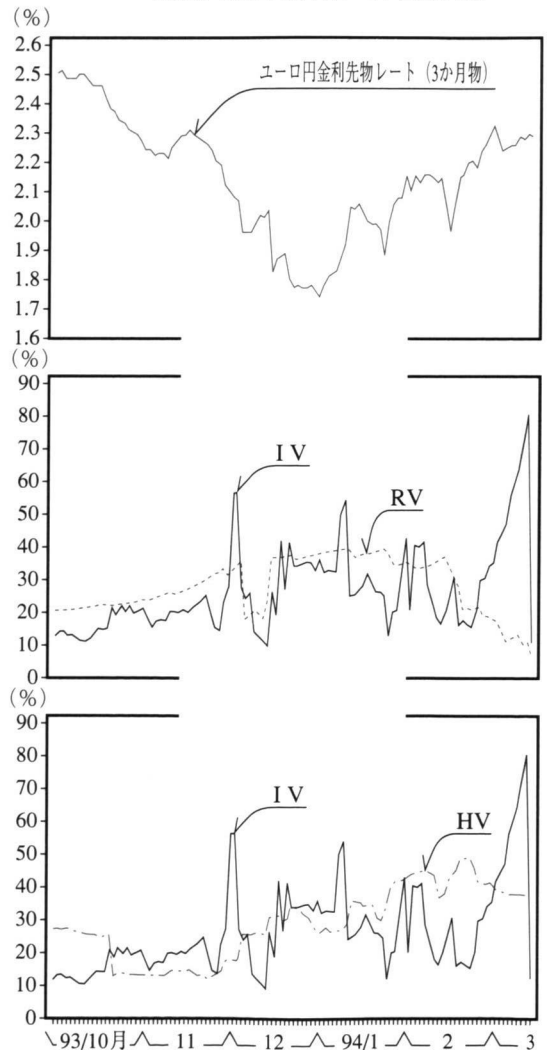
(図表6) 金利先物オプション  
(月末値、1991年9月～94年2月)



事前にRVを予測しているというより、HVの影響をより強く受けており、結果としてみるとIVの予測力は必ずしも高くないものと考えられる。また、公定歩合引き下げ時(91年11、12月、92年4、7月、93年2、9月)において、「利下げ観測(IVの上昇)→利下げ実施による金利先安期待の鎮静化(IVの低下)」といったパターンは、必ずしも明確な動きとして観察されない。

次に、日次ベースで93年秋以降のユーロ円先物金利の動きをみると(図表7)、93年9月の公定歩合引き下げ以降も、短期金利の低下および金利先安期待から引き続き低下し、93年12月～94年1月にかけて一時2%を大きく割り込んだ後、反転上昇した。これに対し、IVは、ユーロ円先物金利のボトムの頃に30～40%程度に上昇し、その後は振れを伴いつつも、やや低下に向

(図表7) 金利先物オプション  
(日次、1993年10月1日～94年3月14日)





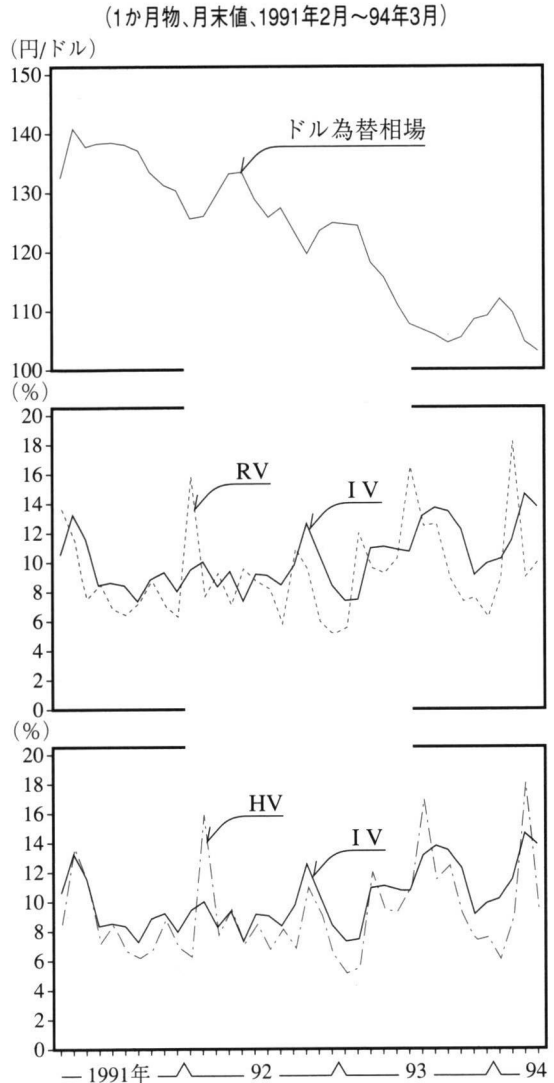
かった。こうした動きは、原資産の値動きから予想されるIVの変動パターンとほぼ整合的であり、また、振れをならしてみれば(注7)、この時期のRVの動きとも符合している。すなわち、月次ベースでの観察結果とやや異なり、日次ではIVがある程度の予測力を有している可能性がある。この点については、次節の実証分析で再度検討する。

(通貨オプション<1か月物および3か月物>)

月次の1か月物通貨オプションをみると(図表8)、92、93年の円高進行期にはいずれもIVが上昇しており、大まかな動きはRVと共通しているが、細かくみるとIVはRVにやや遅行しているようにみえる。一方、後掲図表9の3か月物については、IVとRVの間に特に目立った相関関係はみられない。これは、通貨の場合変動が激しく、1か月程度であればともかく3か月先までのボラティリティを予測することは困難であることを反映しているものと考えられる。また、為替相場の場合、各種ニュース等を反映して突発的に乱高下することがあるため、実績値であるRV、HVは、予想値であるIVに比べ、相対的に変動率の振れが大きくなっている点が、通貨オプションの特徴となっている。

一方、日次ベースで為替相場の動きをみてみ

(図表8) 通貨オプション

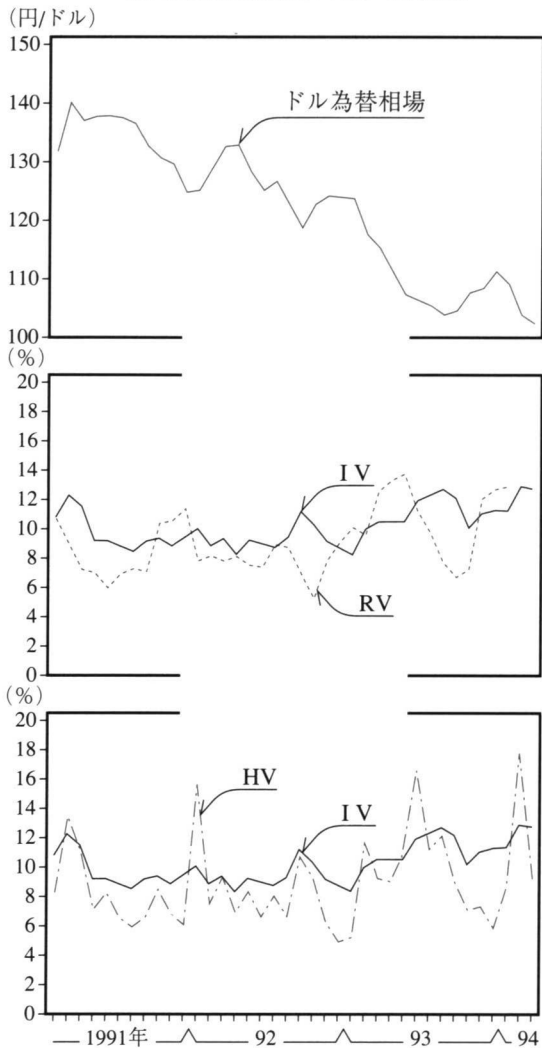


(注7) IVについては、短期間に急上昇している場面が多くみられているが、これは、取引不成立の際のデータの処理の問題によるものである。すなわち、金利先物オプションは他のオプション市場に比べ取引が薄くアット・ザ・マネー(原資産価格と権利行使価格が一致している状態)では取引が成立しないことも多いが、実際に取引が成立しない場合であっても、東京金融先物取引所(TIFFE)が前日の清算値をその日の値として公表している。それ故、こうしたデータを用いてIVを算出した場合、本来タイムディケイ(オプションの権利行使までの期間が短くなり、その価格が低下すること)によってプレミアムが低下するはずであるが、同じ値を用いているため、結果的にIVが過大に算出される点に注意が必要である。ちなみに、94年2~3月にかけてのIVの異常な上昇はこうしたことが影響しているものと思われる。また、金利が変化しているにもかかわらず前日の清算値を用いた場合、算出されたIVに歪みが生じ、データに振れをもたらしている可能性もある。

なお、日経平均、債券先物、金利先物の各オプション市場の原資産市場との対比でみた取引規模については、日本銀行営業局(1994)、p.51を参照。

(図表9) 通貨オプション

(3か月物、月末値、1991年2月～94年3月)

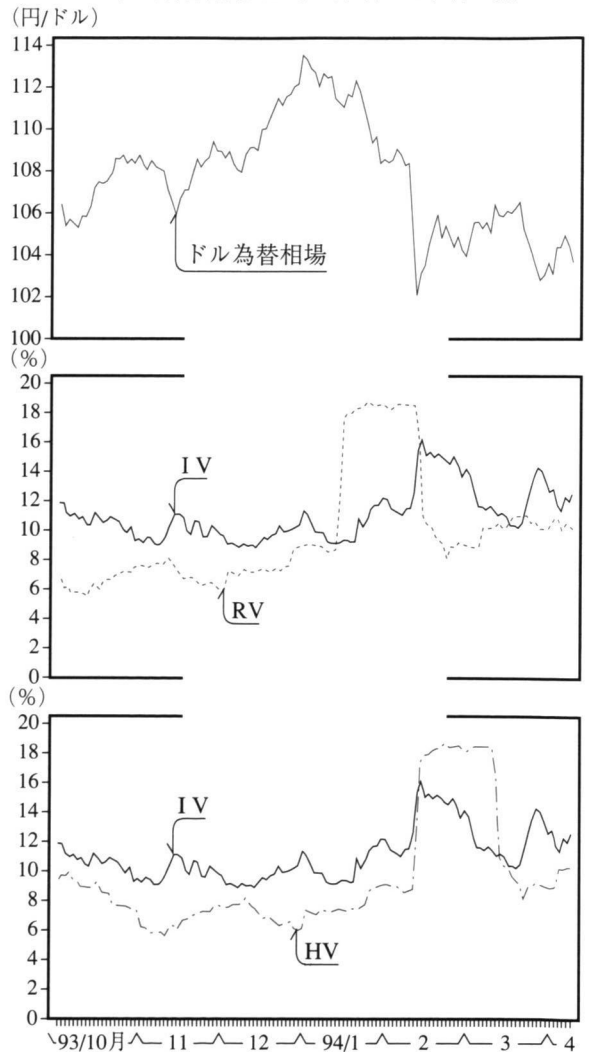


ると(図表10、11)、93年秋から年末にかけて、日米の景気回復局面のすれ違い等を背景に、円は軟調に推移していたが、年明け以降円高に転じ、2月には日米経済包括協議の不調等から急騰した。これに対し、1か月物のIVは1月まで10～12%程度で推移した後、2月に円が急騰したのと同時に上昇したが、その後しばらくして、以前の水準近くまで戻した。一方、3か月

物は、2月の急速な円高を受けてやや上昇したが、全体に動きは安定している。このように、IVは原資産価格が急激な変化をした時にはほぼ同時に変化しているが、必ずしも変化自体を事前に予測している様子は窺われず、RVとの比較でもIVが遅行している(IVの動きはむしろHVに近いように見える)。

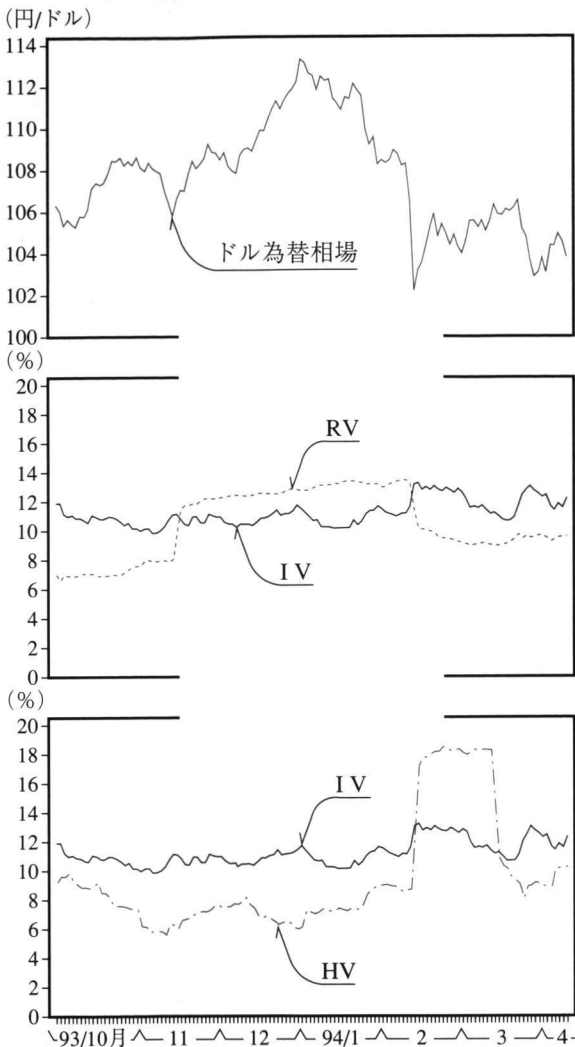
(図表10) 通貨オプション

(1か月物、日次、1993年10月1日～94年4月12日)



(図表11) 通貨オプション

(3か月物、日次、1993年10月1日~94年4月12日)



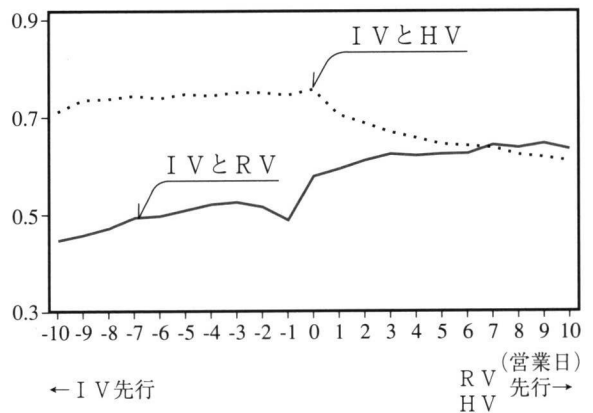
(2) IVとRV、HVの時差相関の計測

次に、日次ベースのデータを使って、IVとRV、IVとHVの間の時差相関係数を計測して、時間的先行運行関係をチェックしてみる(図表12~15)。

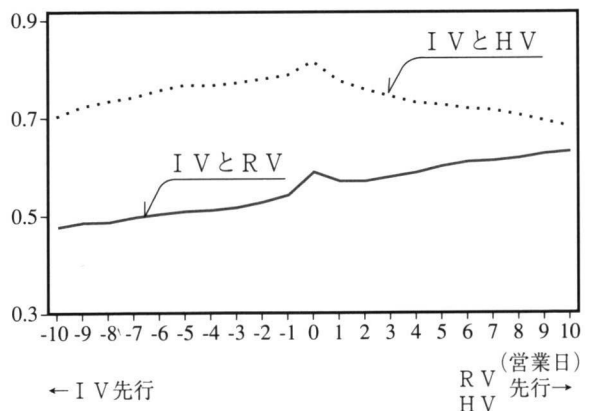
まずIVとRVの関係をみると、いずれの市場においても、RVが先行するにつれて相関係数は高くなっており、IVが将来を完全に予測している場合に成り立つIVとRVの同時相関

はみられなかった。これに対し、IVとHVの間の計測結果をみると、債券先物、通貨では同時期において最も相関係数が高く、IVはむしろ原資産価格のヒストリカルな変動によって影響を受けているとの姿になった。もっとも、金利先物においては、IVが8営業日HVに先行しており、IVがHV以外の情報を取り込んで、将来の変動をある程度先取りしているとの見方も一応可能である。また、日経平均の場合は、IVとHVが同時のケースもIV先行のケースも相関係数にほとんど差異がなく、明確な関係は見出せなかった。

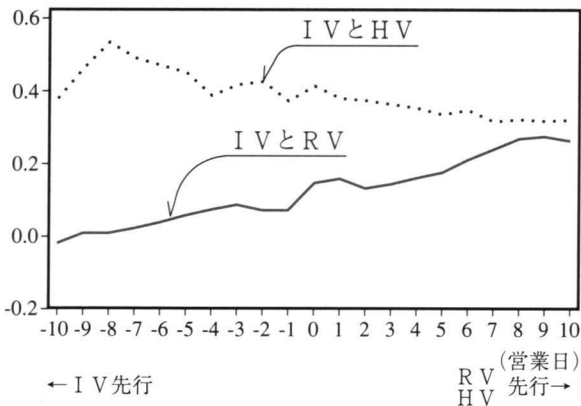
(図表12) 日経平均株価オプションの時差相関係数



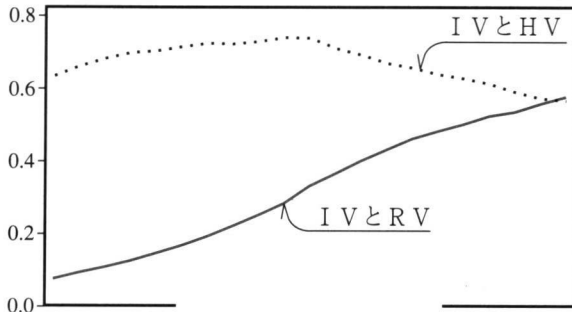
(図表13) 債券先物オプションの時差相関係数



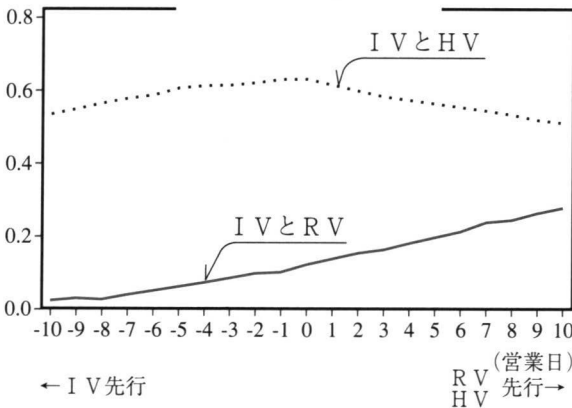
(図表14) 金利先物オプションの時差相関係数



(図表15) 通貨オプションの時差相関係数  
(1か月物)



(3か月物)



## 4. 回帰分析結果

IVのRVに対する予測力を統計的に検証するために、4つのオプション市場について、月次、日次データ別に各種パターンの回帰分析を行ってみた。具体的には、①事後的なボラティリティであるRVを市場の予測値であるIVで回帰してそのパラメータを検定することに加え、②RVに対するIVとHVの説明力の比較について包含検定(前掲注2参照)を用いてチェックした。さらに、IVが有する変動率の情報量には、先行き極く短期についての予測しか反映されていない(期待形成が近視眼的である)可能性も考えられるため、分析に当たっては、RVと合わせ、先行き5営業日までの事後的に実現された変動率(以下RV5)に対する回帰も行った(注8)。

これらの分析内容は補論に詳述するが、市場ごとに分析結果を取りまとめ、その特徴点を整理すると次のとおり。

### (日経平均株価オプション)

日経平均株価オプションの場合、月次データでは、IVはRVに対してほぼ1対1で対応しており、RVに対する予測力もHVより優れているという結果が得られた。一方、日次データでみると、RVの予測という点では、IVのほかにHVに含まれる情報も必要との結果ではあるが(注9)、いずれにしてもIVはRVの説明変数として有意であり、IVのRVに対する先行

(注8) こうした回帰分析による予測力のテストは、説明変数が予測時点で利用可能な材料をすべて織り込んでいるとすれば平均的にみて予測は適中する(予測誤差はランダムになる)はずという仮説の当否をみるものである。したがって、「IVはRVに対して高い予測力を有する」という結果が得られたとしても、IVが常に事後的に実現するRVと一致することを意味するものではないことは言うまでもない。

(注9) 日次データの場合、グラフでみたように、日経平均IVは限月交代直前になると大きく上昇する傾向がみられる。このため、こうした局面においては、RVの予測に際して、このような異常な振れが生じていないHVの方が好ましいと思われることが、こうした結果となって表れたものと考えられる。この点については、以下にみる金利先物(この場合は、取引不成立の際のデータ処理に伴うIVの上昇が原因)においても、似たような結果となっている。

指標としての有用性に対しては、明確に肯定する結論が得られた。

こうした背景には、日経平均株価オプション市場が、債券先物や金利先物のオプション市場に比べ取引が比較的容易で（プレミアムの刻み幅が原資産価格の変動に対して比較的小さい、比較的小ロットでの取引が可能といったことなど）、原資産市場との対比でみた取引規模が大きい（前掲注7参照）結果、市場参加者の相場観が価格形成に反映されやすいことがあるものと思われる。また、グラフでもみたように、株式市場の性質として、株価を変動させる何らかの材料が生じた場合、変動がある程度継続する傾向があり、このことが市場参加者の先行き予想を確かなものとしていると考えられる。

#### （債券先物オプション）

債券先物オプションの場合、グラフでみる限りでは、I Vの動きはH Vと異なっており、見方によってはI VがH Vには含まれていない独自の情報をもってR Vの動きを予測しているということも考えられた。これに対し、回帰分析では、月次もしくは3か月ごとのデータについてみると、I VはR Vに対してほぼ1対1で対応しているが、R Vに対する予測力という点では、H Vに比べてI Vが特に優れているとの結果は得られなかった。また、日次でみると、I Vの説明力はR Vに対しては有意ではなく、R V5にのみ有意となり、日々の動きに関してはI Vは極く近い将来に対する期待のみによって形成されていると考えられる。このように、債券先物オプションの場合、全体としてみると、日経平均株価オプションに比べI Vの情報量は限られたものという結果となった。

ただし、日次データに関して言えば、先のグ

ラフでもみたように、R Vのデータは限月交代時にかかなりの段差を生じており、これが日次データの計測結果に影響を与えている可能性がある。

#### （金利先物オプション）

金利先物オプションの分析結果をみると、日次データでは一応I VのR Vに対する説明力が有意となったが、月次もしくは3か月ごとのデータについては、I VはR Vに対して有意な説明力を持たなかった。また、日次データのケースにおいても、R Vの予測に際してはI VのみならずH Vの情報も必要であるとの結果が出ており、日経平均株価オプションのような形でI VのR Vに対する予測力を強く肯定する結果とはならなかった。

このように、上記結果をみる限りでは、金利先物オプションのI Vに映されている市場の相場観は、R Vに対する先行指標としての期待には応えていない。これは、日経平均株価オプションと同様、データ観測上の問題から生ずるI Vの異常値がR Vの予測力に影響している面もある（前掲注9参照）が、金利先物オプションの場合、より根本的には、原資産価格の変動に比べ、プレミアム、権利行使価格の刻み幅が大きく、取引量が他のオプションに比べて伸び悩んでいることから、十分な価格形成がなされにくいことによるものと思われる。また、日次ベースでは、I VはR Vに対し有意との結果が得られたが、先述のとおり期近物のニア・ザ・マネー（権利行使価格が原資産価格に最も近い状態）で取引が成立しないケースが多く、時系列的に特定の原資産に対するI Vの動きを把握することが、そもそも難しいと言わざるを得ないのが実情である。

(通貨オプション)

通貨オプションについては限月の長さによって異なった結果が得られた。まず、1か月物の場合、月次データでは、IVはRVに対してほぼ1対1で対応しており、RVに対する説明力についても、HVとの比較においてIVが優れているという結果が得られた。また、日次データでは、IVはRVに対して1対1で対応しているとは言えないものの、IVはRVに対しては有意であり、HVに比べて有用な情報を含んでいるとの結果になった<sup>(注10)</sup>。したがって、1か月物通貨オプションは、今回分析対象とした取引の中では、IVのRVに対する情報が最も有用であることが見出された。

これに対し、3か月物は、1か月物とは対照的に月次、日次ともにIVはRVに対し有意な説明力を有しなかった。ただし、極く近い将来の変動率を示すRV5でみた場合は、いずれのケースにおいてもIVは有意となっており、3か月物の場合、IVは、極めて近い将来の予測によって価格形成がなされているという可能性を示唆する結果となった。

これらの結果の意味するところを断定的に結論付けることはできないが、1か月物におけるIVのRVに対する有意な予測力は、通貨オプションがわが国のオプション市場の中で最も古く、為替ヘッジ等のための市場として活発に取引がなされているという事実と無関係ではないであろう。また、3か月物においてIVがRV

の予測力を持たず、RV5に対し有意であるという点も、為替レートの変動が、政治的な要因など予期できない要因によってもたらされるケースが多く、長期的な予測が難しいということを考慮すれば、ある程度納得のいくものである。つまり、3か月物におけるIVにも市場参加者の相場観は反映されるとしても、むしろ期間が長く相場変動が大きいために、市場参加者が満期日までの変動性を予期し得ないというのが実情と考えられる。

## 5. おわりに

IVの指標性に関する分析は、限月交代、残存期間の短縮に伴うデータのノイズが計測結果に影響を与えるほか、日次データを使用した回帰分析では、誤差項の系列相関の問題もあり、上記分析のみから断定的な結論を導くことはできない。しかしながら、本稿により、これまで漠然と意識されていたオプション市場ごとのIVの指標性の違いを、ある程度計数的に把握することができたと言えよう。特に、取引に厚みがある日経平均株価、通貨といったオプション市場では、IVが将来の原資産価格の変動率に対する独自の情報を持っていることも示唆された。

なお、オプション取引のデータの場合、取引不成立日の価格、残存期間の定義など、IV計算の前提に統一的な基準がなく、データの採り方によって算出されるIVが変動する問題点にも留意が必要である。

(注10) 前にも述べたように、為替相場はニュース等から大きな変動が生じることが多く、また、実際にグラフをみてもHVはIVに比べて大きな振れを生じており、こうしたことから、日々のHVの動きに対してはIVはあまり影響を受けていないものと思われる。

## [補論] 回帰分析の方法および結果

### 1. 月次もしくは3か月ごとのデータによる実証分析

回帰式による実証分析は、データのオーバーラップによって誤差項に系列相関が生じることを避けるために、まず、各市場ごとの満期日の頻度に応じて月次もしくは3か月ごとのデータを用いた計測を行った<sup>(注11)</sup>。

#### (1) I VのRVに対する予測力

まず、I Vが事後的に観察された将来の原資産価格の変動(RV)に対して予測力を有するか否かについて、以下の(I)式を検証した。

$$RV_t = a + b * IV_t + \epsilon_t \dots (I)$$

(ただし、aは定数項、bはRVのI Vに対する回帰係数、 $\epsilon_t$ は誤差項)

ここで、(I)式の $b = 0$ が棄却されれば、I VはRVに対して予測力を有している可能性があると言える。さらに、I Vに表れている将来のボラティリティに関する市場の期待形成が、1か月もしくは3か月単位でみる限り、その時点で利用し得る情報をほぼ織り込んでいるならば、 $b = 1$ が棄却されず、かつ、誤差項に系列相関がなくなるはずである。

なお、I Vが実際には権利行使日までではなく先行き極く短期についてのみの期待を反映している(期待形成が近視眼的である)という可能性も考えられるため、(I)式のRVを先行き5営業日までの間の変動率(RV5)に置き換えた検定も並行して行った。

計測結果は次のとおり(詳細は後掲図表16)。

#### ▽RVについて

仮説	日経平均	債券先物	金利先物	通貨1M	通貨3M		
					(1)	(2)	(3)
b=0	○	○	×	○	×	×	×
b=1	×	×	×	×	×	×	×
系列相関	なし	なし	なし	なし	負	なし	なし

#### ▽RV5について

仮説	日経平均	債券先物	金利先物	通貨1M	通貨3M
b=0	○	○	○	○	○
b=1	×	×	○	×	×
系列相関	なし	なし	なし	なし	なし

(注) ○は棄却(5%有意水準)される場合、×は棄却(同)されない場合を表す。系列相関については、「なし」がダービン・ワトソン統計量から5%有意水準で誤差項に系列相関がないことを、「負」が負の系列相関があることを表す。最小2乗法による計測結果。

(注11) IV、HV、RVの各データは、先のグラフでもみたように日次ベースのものが本来利用可能であるが、データの頻度(日次)よりも算出した期間が長いデータであるHV(20営業日)やRV(長い場合で1か月~4か月)について日次データを用いて回帰した場合、ある営業日に攪乱的な動きが生じると、それがHV、RVの算出の期間に含まれている間、常に誤差として表れる。この結果、回帰式の誤差項に系列相関が生じ、パラメータのt値を過大評価するおそれがある。

(図表16) (I) 式の計測結果 (月次、もしくは3か月ごとのデータ)

$$RV_t = a + b * I V_t + \varepsilon_t \dots (I)$$

(RV)

オプション市場	最小2乗法					備考
	b	R <sup>2</sup>	D.W.	t 値 (b = 0)	t 値 (b = 1)	
日経平均	0.765 (0.120)	0.41	1.74	6.35**	1.96	限月交代後の初日
債券先物	0.992 (0.232)	0.53	1.71	4.27**	0.04	〃
金利先物	0.539 (0.393)	0.08	1.82	1.37	1.17	〃
通貨1M	0.542 (0.237)	0.10	2.02	2.29*	1.93	月末値
通貨3M(1)	0.374 (0.403)	△0.01	2.81	0.93	1.55	
通貨3M(2)	0.372 (0.462)	△0.03	2.19	0.81	1.36	
通貨3M(3)	0.367 (0.565)	△0.06	1.97	0.65	1.12	

(RV5)

オプション市場	最小2乗法					備考
	b	R <sup>2</sup>	D.W.	t 値 (b = 0)	t 値 (b = 1)	
日経平均	0.968 (0.113)	0.56	2.35	8.56**	0.28	限月交代後の初日
債券先物	1.085 (0.247)	0.29	2.65	4.40**	△0.34	月末値
金利先物	0.594 (0.166)	0.29	2.39	3.58**	2.45*	〃
通貨1M	0.901 (0.227)	0.29	1.95	3.98**	0.44	〃
通貨3M	1.184 (0.347)	0.22	1.90	3.42**	△0.53	〃

- (注) 1. RVについての通貨3Mは、(1)が1991年2月から、(2)が同年3月から、(3)が同年4月から、それぞれ3か月ごとの月末値を用いて計測した。  
 2. bの( )内はパラメータの標準誤差。  
 3. R<sup>2</sup>は自由度修正済決定係数。  
 4. D.W.はダービン・ワトソン統計量。  
 5. t値に付してある\*は5%水準で有意、\*\*は1%水準で有意であることを示す。  
 6. b=1についてのt値は(1-b)/(bの標準誤差)。

	RV	RV5
計測期間：日経平均	1989年6月～94年2月	同左
債券先物	90年2Q(5月)～94年1Q(2月)	1990年5月～94年2月
金利先物	91年3Q(9月)～94年1Q(3月)	91年9月～94年2月
通貨1M	91年2月～94年3月	同左
通貨3M	—	91年2月～94年3月
通貨3M(1)	91年1Q(2月)～94年1Q(2月)	—
通貨3M(2)	91年1Q(3月)～94年1Q(3月)	—
通貨3M(3)	91年2Q(4月)～94年1Q(1月)	—



なお、以下1か月物通貨オプションおよび、3か月物通貨オプションをそれぞれ通貨1M、通貨3Mとする。

- ① R Vについてみると、日経平均、債券先物、通貨1Mでは、 $b = 0$ が棄却され、かつ、 $b = 1$ が棄却されず、誤差項に系列相関もみられていない。したがって、1か月もしくは3か月単位でみる限り、これらのI VはR Vに関して、その時点で利用可能な情報をほぼ織り込んでいる可能性がある。
- ② 金利先物、通貨3Mについては、 $b = 0$ が棄却されず、これらのI VはR Vに対して有用な情報を含んでいない。
- ③ 一方、R V 5に対しては、すべてのケースで $b = 0$ が棄却された。特にR Vの検定で $b = 0$ が棄却されなかった金利先物、通貨3Mについては、将来の原資産価格の変動に対する期待形成が近視眼的になされている可能性がある。
- ④ 日経平均、債券先物、通貨1Mについては、R VでもR V 5でも $b = 0$ が棄却されており、将来に対する期待形成が近視眼的か否かを統計的に判断することはできない。

## (2) I Vの形成に対するH Vの影響

(1)の計測では、R VをI Vに直接回帰してみたが、先にも述べたように、I VとH Vの間に同時相関がみられるケースが存在する。この場合、I VがH Vに影響を受けているとしても、将来に対する独自の情報を含んでいるなら

ば、I VはR Vに対する予測指標として有用なものとなるが、もしI VがH Vのみの情報から形成され、その結果としてR Vを予測できるとすれば、特にI Vを用いることなく、H Vがそのまま予測指標としての役割を果たすことになる。そこで、まず予備的に、I Vの形成がH Vにどの程度影響を受けているかについて、以下の(II)式を計測してチェックしてみた。

$$I V_t = a + b * H V_t + \varepsilon_t \dots \dots (II)$$

この式で、 $b = 1$ が棄却されなければ、I VはH Vが変化しただけ同様に变化する(I VはH V以上の情報を含んでいない)可能性がある。また、 $b = 1$ が棄却されたとしても、 $b = 0$ も棄却されれば、I VはH Vに一定の影響を受けているものと考えられる。

計測結果は次のとおり(詳細は後掲図表17)。

すべてのケースで $b = 1$ 、 $b = 0$ ともに棄却されており、I Vの形成にはH Vも影響しているが、H Vの変動がそのままI Vに反映されているわけではなく、I Vが「H Vには含まれていないが、期待形成時点で利用可能な先行きに関する情報」を織り込んでいる可能性を示唆している。

なお、誤差項の系列相関が生じた場合、最小2乗法によって求めた統計量ではt値を過大評価するおそれがあるため、コクラン・オーカット法に基づく統計量によっても合わせて検定したが、同様の結果となった。

仮 説	日経平均	債券先物	金利先物	通貨1M	通貨3M
$b=0$	○	○	○	○	○
$b=1$	○	○	○	○	○

(注) ○は棄却(5%有意水準)される場合、×は棄却(同)されない場合を表す。最小2乗法による計測結果。

(図表17)

## (Ⅱ) 式の計測結果 (月次データ)

$$IV_t = a + b * HV_t + \epsilon_t \dots (Ⅱ)$$

オプション市場	最小2乗法					コ克蘭・オーカット法				
	b	R <sup>2</sup>	D.W.	t 値 (b = 0)	t 値 (b = 1)	b	R <sup>2</sup>	D.W.	t 値 (b = 0)	t 値 (b = 1)
日経平均	0.808 (0.088)	0.60	2.36	9.18**	2.18*	0.868 (0.077)	0.60	2.04	11.22**	1.70
債券先物	0.481 (0.056)	0.62	1.31	8.67**	9.33**	0.204 (0.043)	0.78	2.17	4.79**	18.66**
金利先物	0.670 (0.123)	0.50	1.31	5.43**	2.67*	0.438 (0.137)	0.57	1.87	3.20**	4.11**
通貨1M	0.501 (0.072)	0.56	1.24	6.95**	6.92**	0.310 (0.058)	0.66	1.83	5.34**	11.88**
通貨3M	0.300 (0.056)	0.43	0.77	5.34**	12.46**	0.160 (0.033)	0.73	1.78	4.92**	25.82**

- (注) 1. bの( )内はパラメータの標準誤差。  
 2. R<sup>2</sup>は自由度修正決定係数。  
 3. D.W.はダービン・ワトソン統計量。  
 4. t値に付してある\*は5%水準で有意、\*\*は1%水準で有意であることを示す。  
 5. b=1についてのt値は (1-b)/(bの標準誤差)。

計測期間：日経平均 1989年6月～94年2月  
 債券先物 90年5月～94年2月  
 金利先物 91年9月～94年2月  
 通貨1M 91年2月～94年3月  
 通貨3M 91年2月～94年3月

## (3) RVに対するIVとHVの包含検定

(2) から、いずれの市場においてもIVとHVは1対1で対応するものではないことが確認された。そこで、RVについての予測指標としてIV、HVのいずれかでよいか、もしくは

双方ともに用いる必要があるのか、といった点について、Canina and Figlewski (1993) による米国の実証例と同様、次の(Ⅲ)式を計測し、包含検定を行ってみた(注12)。

(注12) ここでの包含検定は、IV、HVの包含関係、すなわち、[ケース①] 双方のデータともRVに対する有用な情報の含有量は同等でいずれの変数でも説明することが可能なケース、[ケース②、③] いずれか一方のデータが他の一方のデータに含まれている有用な情報をすべて含み、かつ、さらに独自の有用な情報を含んでいるため、より情報量の多い方のデータで説明する必要があるケース、[ケース④] 他の一方のデータには含まれない有用な情報を互いに有するため、双方のデータで説明することが必要なケース、のいずれであるかについて検定するものである。これらの検定はすべてt検定で行う。各ケースとb=0、c=0の対応関係を整理すると下表のようになる。包含検定の考え方の詳細はMaddala (1992)、pp.408～411を参照。

	c=0が棄却されない	c=0が棄却される
b=0が棄却されない	IVのみで説明することも、HVのみで説明することも受容される[ケース①]	IVのみで説明することは受容されないが、HVのみで説明することは受容される[ケース②]
b=0が棄却される	IVのみで説明することは受容されるが、HVのみで説明することは受容されない[ケース③]	IVのみで説明することも、HVのみで説明することも受容されない[ケース④]

$$RV_t = a + b * IV_t + c * HV_t + \epsilon_t \dots \dots (III)$$

計測結果は次のとおり（詳細は後掲図表18）。

▽RVについて

仮 説	日経平均	債券先物	金利先物	通貨1M	通貨3M
b=0	○	×	×	○	×
c=0	×	×	×	×	×

▽RV5について

仮 説	日経平均	債券先物	金利先物	通貨1M	通貨3M
b=0	○	○	×	○	○
c=0	×	×	×	×	×

(注) ○は棄却（5%有意水準）される場合、×は棄却（同）されない場合を表す。最小2乗法による計測結果。

- ① RVに対する説明力をみると、日経平均、通貨1Mでは、IVがHVに比べ優位にある（IVのみで説明することは受容されるが、HVのみでの説明は受容されない）。
- ② 債券先物、金利先物、通貨3Mの場合は、IV、HVともにRVに対する説明力に関しては有意な差がなく、IVが特に優れているということは言えない（ケース①）<sup>(注13)</sup>。
- ③ 一方、RV5では、日経平均、債券先物、通貨1M・3Mでb=0のみが棄却された（ケース③）。このうち（I）式の計測で、将来に対する期待形成が近視眼的である可能性のあった通貨3Mは、包含検定においても同様の可能性が示唆された。
- ④ （I）式からは、近視眼的な期待形成を行っていると思われる金利先物の場合は、包含

検定でみるとIV、HVともにRV5に対する説明力には有意な差はなく、近い将来の変動の予測についてもIVが特に優れているということは言えない。

## 2. 日次データによる分析

日次データを用いた計測では、データのオーバーラップに伴う誤差項の系列相関の問題が生じるため、1.の分析では、月次もしくは3か月ごとのデータを用いた。しかしながら、月次等のデータでは、利用可能なデータのうちの極く一部しか活用されていない。また、IVを日々の市場動向をみるための指標として利用する場合には、IVの日々の動きについてもその有用性に関して、本来、検証しておく必要がある。したがって本節では、統計的厳密性に問題

(注13) ただし、金利先物、通貨3Mについては、そもそも（I）式の計測においてIVのRVに対する説明力が有意ではなく、この検定的前提を満たしていない。

(図表18) (Ⅲ) 式の計測結果 (月次もしくは3か月ごとのデータ)

$$RV_t = a + b * I V_t + c * H V_t + \varepsilon_t \dots (Ⅲ)$$

(RV)

オプション 市場	最 小 2 乗 法				備 考
	b	c	R <sup>2</sup>	D.W.	
日 経 平 均	0.725 (3.00**)	0.038 ( 0.19 )	0.40	1.76	限月交代 後の初日
債 券 先 物	0.600 (1.66 )	0.306 ( 1.38 )	0.56	2.14	〃
金 利 先 物	1.411 (1.57 )	△0.456 (△1.08 )	0.10	1.59	〃
通 貨 1 M	0.780 (2.14* )	△0.208 (△0.86 )	0.10	1.80	月 末 値
通 貨 3 M (1)	0.588 (0.79 )	△0.111 (△0.35 )	△0.10	2.75	
通 貨 3 M (2)	0.486 (0.80 )	△0.082 (△0.31 )	△0.12	2.21	
通 貨 3 M (3)	0.656 (0.94 )	△0.245 (△0.73 )	△0.11	2.02	

(RV5)

オプション 市場	最 小 2 乗 法				備 考
	b	c	R <sup>2</sup>	D.W.	
日 経 平 均	1.232 (5.52**)	△0.254 (△1.37 )	0.57	2.16	限月交代 後の初日
債 券 先 物	1.708 (4.35**)	△0.476 (△2.00 )	0.33	2.29	月 末 値
金 利 先 物	0.309 (1.35 )	0.372 ( 1.73 )	0.34	2.52	〃
通 貨 1 M	1.149 (3.31**)	△0.216 (△0.94 )	0.28	1.80	〃
通 貨 3 M	1.173 (2.49* )	0.007 ( 0.03 )	0.20	1.91	〃

- (注) 1. RVについての通貨3Mは、(1)が1991年2月から、(2)が同年3月から、(3)が同年4月から、それぞれ3か月ごとの月末値を用いて計測した。  
 2. b、cの( )内はt値。t値に付してある\*は5%水準で有意、\*\*は1%水準で有意であることを示す。  
 3. R<sup>2</sup>は自由度修正済決定係数。  
 4. D.W.はダービン・ワトソン統計量。

	RV	RV5
計測期間：日経平均	1989年6月～94年2月	同 左
債券先物	90年2Q(5月)～94年1Q(2月)	1990年5月～94年2月
金利先物	91年3Q(9月)～94年1Q(3月)	91年9月～94年2月
通貨1M	91年2月～94年3月	同 左
通貨3M	—	91年2月～94年3月
通貨3M(1)	91年1Q(2月)～94年1Q(2月)	—
通貨3M(2)	91年1Q(3月)～94年1Q(3月)	—
通貨3M(3)	91年2Q(4月)～94年1Q(1月)	—

が残ることはある程度やむを得ないものとして、1. の (I) ~ (III) 式について、日次ベースのデータを用いた計測を行うことを試みた (注14)。

(1) I VのRVに対する予測力

$$RV_t = a + b * IV_t + \epsilon_t \dots (I)$$

計測結果は次のとおり (詳細は後掲図表19)。

- ① RVについては、日経平均、金利先物、通貨1Mでb=0が棄却された。したがって、日次ベースでみた場合、これらの市場ではIVはRVに対する有用な情報を有していると言える。

- ② 債券先物、通貨3Mではb=0が棄却されなかった。
- ③ RV5に対しては、すべてのケースでb=0が棄却された。このうち債券先物、通貨3Mについては、RVに対してb=0が棄却されなかったことからすると、将来の原資産価格の変動に対する期待形成が近視眼的になされている可能性がある。
- ④日経平均、金利先物、通貨1Mについては、RVに対してもb=0が棄却されており、将来に対する期待形成が近視眼的の否かを統計的に判断することはできない。

▽RVについて

仮説	日経平均	債券先物	金利先物	通貨1M	通貨3M
b=0	○	×	○	○	×
b=1	○	○	○	○	○

▽RV5について

仮説	日経平均	債券先物	金利先物	通貨1M	通貨3M
b=0	○	○	○	○	○
b=1	○	○	○	○	×

(注) ○は棄却 (5%有意水準) される場合、×は棄却 (同) されない場合を表す。コ克蘭・オーカット法による計測結果。

(注14) データの重複に伴う誤差項の系列相関の問題については、取り敢えず (I)、(II) 式の計測においてコ克蘭・オーカット法を併用することで対処した (計測結果は、コ克蘭・オーカット法による計測結果に基づいて説明する)。ただし、こうしたデータのオーバーラップにより生ずる系列相関に対してはコ克蘭・オーカット法は厳密には適切とは言えない。このような系列相関を除去するには、例えばHansen (1982) の方法があり、Canina and Figlewski (1993) ではこの方法を用いている。また、コ克蘭・オーカット法は、誤差項の系列相関が極めて強い場合は、階差型関数を最小2乗法で推計した形に近くなるため、説明変数と被説明変数の日々の変化幅について相関が高くないとb=0が棄却されにくいことに留意しておく必要がある。なお、(III) 式については、本来の分析方法に則って最小2乗法で計測したが、誤差項に系列相関が生じている点で、厳密にはこの分析枠組みの前提を満たしておらず、この点についても留意が必要である。

(図表19)

(I) の計測結果 (日次データ)

$$RV_t = a + b * I V_t + \varepsilon_t \dots (I)$$

(RV)

オプション市場	最小2乗法					コ克蘭・オーカット法				
	b	R <sup>2</sup>	D.W.	t値 (b=0)	t値 (b=1)	b	R <sup>2</sup>	D.W.	t値 (b=0)	t値 (b=1)
日経平均	0.590 (0.025)	0.32	0.34	23.53**	16.37**	0.126 (0.025)	0.83	2.14	4.96**	34.49**
債券先物	0.816 (0.038)	0.34	0.05	21.48**	4.86**	0.029 (0.026)	0.98	1.88	1.13	38.06**
金利先物	0.398 (0.034)	0.18	0.10	11.63**	17.58**	0.091 (0.012)	0.96	1.98	7.55**	75.90**
通貨1M	0.546 (0.058)	0.11	0.06	9.37**	7.78**	0.102 (0.045)	0.96	1.79	2.28*	20.12**
通貨3M	0.215 (0.064)	0.01	0.01	3.35**	12.27**	0.017 (0.033)	0.99	1.76	0.51	29.35**

(RV5)

オプション市場	最小2乗法					コ克蘭・オーカット法				
	b	R <sup>2</sup>	D.W.	t値 (b=0)	t値 (b=1)	b	R <sup>2</sup>	D.W.	t値 (b=0)	t値 (b=1)
日経平均	0.677 (0.027)	0.35	0.46	25.05**	11.97**	0.187 (0.032)	0.77	2.02	5.79**	25.24**
債券先物	1.067 (0.051)	0.32	0.31	20.76**	△1.31	0.258 (0.112)	0.81	1.78	2.30*	6.62**
金利先物	0.389 (0.042)	0.12	0.25	9.21**	14.48**	0.079 (0.030)	0.83	1.73	2.62**	30.54**
通貨1M	0.880 (0.073)	0.17	0.37	12.12**	1.66	0.528 (0.131)	0.72	1.82	4.04**	3.62**
通貨3M	1.059 (0.110)	0.11	0.35	9.65**	△0.53	0.765 (0.228)	0.72	1.84	3.36**	1.03

- (注) 1. bの( )内はパラメータの標準誤差。  
 2. R<sup>2</sup>は自由度修正決定係数。  
 3. D.W.はダービン・ワトソン統計量。  
 4. t値に付してある\*は5%水準で有意、\*\*は1%水準で有意であることを示す。  
 5. b=1についてのt値は(1-b)/(bの標準誤差)。

計測期間：日経平均 1989年6月12日～94年3月10日  
 債券先物 90年5月22日～94年2月17日  
 金利先物 91年9月17日～94年3月14日  
 通貨1M 91年3月1日～94年2月4日  
 通貨3M 91年3月1日～94年2月4日

(2)  $I V$ の形成に対する $H V$ の影響

$$I V_t = a + b * H V_t + \epsilon_t \dots \dots (II)$$

計測結果は次のとおり(詳細は後掲図表20)。

- ①  $b = 1$ についてはすべて棄却された。すなわち、日次ベースでも、 $I V$ が $H V$ とほぼ1対1に対応しているとは言えない。
- ② 日経平均、金利先物については $b = 0$ が棄却された。すなわち、これらの市場では、 $I V$ は $H V$ の日々の変動から影響を受けて

いる。

- ③ 一方、債券先物、通貨1M・3Mでは $b = 0$ が棄却されず(注15)、これらの市場では、 $I V$ は $H V$ の日々の変動にはあまり影響を受けずに形成されているとの結果が得られた。

仮 説	日経平均	債券先物	金利先物	通貨1M	通貨3M
$b=0$	○	×	○	×	×
$b=1$	○	○	○	○	○

(注) ○は棄却(5%有意水準)される場合、×は棄却(同)されない場合を表す。コ克蘭・オーカット法による計測結果。

(3)  $R V$ に対する $I V$ と $H V$ の包含検定

$$R V_t = a + b * I V_t + c * H V_t + \epsilon_t \dots \dots (III)$$

計測結果は次のとおり(詳細は後掲図表21)。

▽ $R V$ について

仮 説	日経平均	債券先物	金利先物	通貨1M	通貨3M
$b=0$	○	○	○	○	○
$c=0$	○	×	○	×	○

▽ $R V5$ について

仮 説	日経平均	債券先物	金利先物	通貨1M	通貨3M
$b=0$	○	○	○	○	○
$c=0$	○	×	○	×	○

(注) ○は棄却(5%有意水準)される場合、×は棄却(同)されない場合を表す。最小2乗法による計測結果。

(注15)  $b = 0$ が棄却されなかった債券先物、通貨1M・3Mは、先のグラフでもみられているとおり、いずれも $H V$ の変動の大きさに比べて、 $I V$ の動きは小さいといった特徴がある。

(図表20)

## (Ⅱ) の計測結果 (日次データ)

$$I V_t = a + b * H V_t + \epsilon_t \dots\dots(Ⅱ)$$

オプション市場	最 小 2 乗 法					コクラン・オーカット法				
	b	R <sup>2</sup>	D.W.	t値 (b=0)	t値 (b=1)	b	R <sup>2</sup>	D.W.	t値 (b=0)	t値 (b=1)
日経平均	0.785 (0.020)	0.56	0.63	38.64**	10.60**	0.616 (0.044)	0.77	2.08	13.96**	8.71**
債券先物	0.539 (0.013)	0.65	0.20	41.54**	35.50**	0.035 (0.029)	0.95	2.50	1.19	33.06**
金利先物	0.525 (0.036)	0.25	0.56	14.48**	13.11**	0.483 (0.081)	0.63	2.04	5.94**	6.36**
通貨 1 M	0.473 (0.016)	0.53	0.26	28.77**	32.04**	△0.061 (0.033)	0.92	2.11	△ 1.87	32.58**
通貨 3 M	0.284 (0.013)	0.41	0.13	22.57**	56.85**	△0.023 (0.017)	0.95	2.02	△ 1.34	58.79**

- (注) 1. bの( )内はパラメータの標準誤差。  
 2. R<sup>2</sup>は自由度修正済決定係数。  
 3. D.W.はダービン・ワトソン統計量。  
 4. t値に付してある\*は5%水準で有意、\*\*は1%水準で有意であることを示す。  
 5. b=1についてのt値は (1-b)/(bの標準誤差)。

計測期間：日経平均 1989年6月12日～94年3月10日  
 債券先物 90年5月22日～94年2月17日  
 金利先物 91年9月17日～94年3月14日  
 通貨 1 M 91年3月 1日～94年2月 4日  
 通貨 3 M 91年3月 1日～94年2月 4日

(図表21)

## (Ⅲ) の計測結果 (日次データ)

$$R V_t = a + b * I V_t + c * H V_t + \epsilon_t \dots\dots(Ⅲ)$$

(RV)

(RV5)

オプション市場	最 小 2 乗 法				オプション市場	最 小 2 乗 法			
	b	c	R <sup>2</sup>	D.W.		b	c	R <sup>2</sup>	D.W.
日経平均	0.317 ( 8.75**)	0.381 ( 10.02**)	0.37	0.31	日経平均	0.416 ( 10.54**)	0.365 ( 8.82**)	0.39	0.43
債券先物	0.827 ( 12.79**)	△0.010 (△0.23 )	0.34	0.05	債券先物	0.932 ( 10.66**)	0.111 ( 1.91 )	0.32	0.32
金利先物	0.169 ( 4.79**)	0.472 ( 12.92**)	0.36	0.08	金利先物	0.097 ( 2.25* )	0.600 ( 13.43**)	0.32	0.31
通貨 1 M	0.592 ( 6.94**)	△0.040 (△0.73 )	0.11	0.06	通貨 1 M	0.831 ( 7.82**)	0.043 ( 0.63 )	0.17	0.38
通貨 3 M	0.328 ( 3.94**)	△0.078 (△2.12* )	0.02	0.01	通貨 3 M	0.723 ( 5.09**)	0.231 ( 3.67**)	0.13	0.38

- (注) 1. b、cの( )内はt値。t値に付してある\*は5%水準で有意、\*\*は1%水準で有意であることを示す。  
 2. R<sup>2</sup>は自由度修正済決定係数。  
 3. D.W.はダービン・ワトソン統計量。

計測期間：日経平均 1989年6月12日～94年3月10日  
 債券先物 90年5月22日～94年2月17日  
 金利先物 91年9月17日～94年3月14日  
 通貨 1 M 91年3月 1日～94年2月 4日  
 通貨 3 M 91年3月 1日～94年2月 4日



- ① R Vに対する説明力をみると、債券先物、通貨1 MではI VがH Vに比べ優位にある（I Vのみで説明することは受容されるが、H Vのみでの説明は受容されない）。ただし、債券先物については、(I) 式をコ克蘭・オーカット法によって計測した場合、I VはR Vに対し有意な説明力を有さず、この検定の前提条件を満たさないという問題がある（注16）。
- ② 日経平均、金利先物、通貨3 Mの場合は、 $b = 0$ 、 $c = 0$ ともに棄却され（ケース④）、I VとH Vの双方のデータによる説明が必要との結果が得られた。ただし、通貨3 Mについても、(I) 式のコ克蘭・オーカット法による計測ではI VはR Vに対し有意な説明力を持たず、この検定の前提条件を満たさないという問題がある。
- ③ この間、R V 5では、債券先物、通貨1 Mは、 $b = 0$ のみが棄却された（ケース③）。(I) 式の計測で将来に対する期待形成が近視眼的である可能性があった債券先物は、包含検定においても同様の可能性が示唆された。
- ④ 一方、日経平均、金利先物、通貨3 Mでは、 $b = 0$ 、 $c = 0$ ともに棄却された（ケース④）。このうち、(I) 式からは将来に対する期待形成が近視眼的である可能性があった通貨3 Mでは、I V、H VともにR V 5に対する説明力に有意な差はなく、近い将来の変動についてもI Vが特に優れているということはいえない。
- （調査統計局）

#### 【参考文献】

- Canina, L. and S.Figlewski, "The Informational Content of Implied Volatility," *The Review of Financial Studies*, Vol.6, No.3, 1993, pp.659~681
- Hansen, L.P., "Large Sample Properties of Generalized Method of Moments Estimators," *Econometrica*, Vol.50, No.4, 1982, pp.1029~1054
- Lamoureux, C.G. and W.D.Lastrapes, "Forecasting Stock-Return Variance : Toward an Understanding of Stochastic Implied Volatilities," *The Review of Financial Studies*, Vol.6, No.2, 1993, pp.293~326
- Maddala, G.S. (和合肇訳), 『計量経済分析の方法』, マグロウヒル, 1992年
- 日本銀行営業局, 「国内オプション取引の市場別特徴 — 債券、株式、短期金利 — 」, 『日本銀行月報』 1994年7月号, pp.49~60
- 俊野雅司・大村敬一, 『ゼミナール オプション 仕組みと実際』, 東洋経済新報社, 1993年

(注16) こうした矛盾は、計測方法の違い（(I) 式はコ克蘭・オーカット法、(III) 式は最小2乗法）による影響が大きいものと思われる。