

転換社債の市場価格分析とリスク管理

大嶽文伸 / 小田信之 / 吉羽要直

要 旨

本論文は、株式と債券のハイブリッド商品である転換社債を対象として、プライシング方法に関する解説、市場リスク管理上の留意点の考察、および市場特性の分析を行う。

転換社債の市場価格を分析する上では、転換オプションの評価が必要不可欠である。本研究では、二項ツリーによるプライシング・モデルを用いて、過去の市場価格情報（個別銘柄毎の時系列データ）を転換オプションのインプライド・ボラティリティ（以下IV）に換算する。このIVデータを利用して、モンテカルロ・シミュレーションにより転換社債の仮想ポートフォリオの市場リスク額を計測、価格変動の要因分析を行うとともに、IVデータに対する各種回帰分析により、転換社債市場の特性について実証する。

この結果、市場リスク管理に関する分析からのインプリケーションとして、IVの変動リスクを認識することの必要性が示された。特に現在のように株価連動度合いの低下した銘柄が多い市場環境では、IVに留意したリスク・マネジメントの重要性が高いことが示唆された。また、市場特性に関する実証からは、IVと原資産株価の間に有意な逆相関関係があること、IVは原資産株価のヒストリカル・ボラティリティとの乖離幅を縮小させる方向に変動する傾向を持つこと、バブル期の転換社債による資金調達が発行体にとって必ずしも有利なファイナンスでなかったこと、が示された。

キーワード：転換社債、インプライド・ボラティリティ、ヒストリカル・ボラティリティ、市場リスク、アービトラージ、発行条件

.....
本論文は、1998年7月に日本銀行で開催された「フィナンシャル・エンジニアリングによる株式市場の分析」をテーマとする研究ワークショップへの提出論文に加筆・修正を施したものである。同ワークショップ参加者から貴重なコメントを多数頂戴したことを記して感謝したい。

大嶽文伸 東京三菱銀行 市場リスク管理部 (E-mail: fuminobu.otake@btm.co.jp)
小田信之 日本銀行 金融研究所 研究第1課 (E-mail: nobuyuki.oda@boj.or.jp)
吉羽要直 日本銀行 金融研究所 研究第1課 (E-mail: toshinao.yoshiba@boj.or.jp)

1. はじめに

一般に、金融商品を売買する上では、業者（マーケット・メーカー）であれ投資家（エンド・ユーザー）であれ、当該取引の公正価格（フェア・バリュー）を認識することが重要である。その推定に当たっては、何らかのプライシング・モデルが利用される場合が多い。導出された価格は、フロント・オフィスにおいて市場のミスマイニングを探索したりリスク・ヘッジを行う上で利用される。また、ミドル・オフィスにおいてリスク・コントロールや資本配分を行う上でも活用される。こうした事情は、本論文の分析対象である転換社債についても、そのまま当てはまる。

転換社債¹は社債と株式（オプション）のハイブリッド商品であるため、プライシングに当たっては、オプション価格理論の応用（株式部分）および信用リスクの評価（社債部分）が鍵となる。また、最近では転換価額修正条項等を付加した複雑な商品が増加傾向にあるが、これらを扱う上では、特にオプション価値の評価に当たって高度な技術が必要となる。しかしながら、転換社債のプライシング方法について系統的に整理した解説書はこれまでほとんど見あたらないのが実状であろう。そこで、本論文では、転換社債のプライシングに関する理論的な解説を行うこと、その理論を踏まえて実証分析を行い、市場リスク管理上の留意点を考察すること、市場実態等に関するインプリケーションを導出すること、の3点を目的とする。

本論文の構成は次のとおりである。まず、第2章では、転換社債のプライシング理論について解説を行った上、実務的に利用可能なプライシング・モデルの具体例を紹介する。これを利用して、市場リスク分析と価格変動要因分析を具体的な銘柄を用いて計算し、転換社債の転換オプションに市場リスク管理上無視できない要素が含まれていることを示す。さらに第3章で転換社債の転換オプションに関するインプライド・ボラティリティを用いた実証分析を行い、転換社債の市場価格特性について考察を加える。最後に第4章で簡単な結びを述べる。

1 しばしば転換社債とともに議論される金融商品としてワラント債（新株引受権付社債）があるが、本論文では、これを議論の対象とはしない。ワラント債は、ワラント（新株引受権）と普通社債（エクス・ワラント）とに分離されて流通する場合が多く、それぞれを単独でプライシングすることが可能である点で転換社債よりも扱いが容易である。また、複雑な条項を具備したエキゾティクな商品も、ワラント債より転換社債において目立っている。こうした事情を踏まえ、本論文は転換社債の検討に特化する。なお、ワラント債のプライシング方法に関する基本的な解説は、Hull [1997]、高橋 [1996] 等を参照。

2. 転換社債のプライシング理論と市場リスクの計測

本章では、転換社債のプライシング方法に関する理論的解説と市場リスクの計測に関する実務的な分析を行う。はじめに転換社債の商品性を簡単にまとめた後、プライシング・モデルの具体例を紹介する。次に、転換社債の仮想ポートフォリオを設定し、その市場リスクをバリュウ・アット・リスクとして計測し、リスク管理上の留意点を考察する。

(1) 転換社債の商品性

本節では、転換社債の基本的なスキームと商品性について簡単に整理する。

転換社債とは、企業が発行する社債の一種であって、予め定められた条件（転換条件）に従って同じ発行体²の普通株式に転換することができるという権利を具備したものである。典型的な転換条件の形態としては、社債満期以前に特定の転換可能期間（アメリカン型オプションにおける行使期間に相当）が定められており、この期間内であれば、投資家は発行体に対し予め定められた比率で転換社債を普通株式に交換することを要請できる。この比率を転換比率（conversion ratio）という。仮に現時点で転換比率に従って株式へ転換を行うと考えた場合に得られる価値をパリティ（parity）という。また、転換社債の額面によって転換比率相当数の株式を買うと考えた場合に1株あたり価格を転換価額という。例えば、転換社債の額面が1,000円、現時点の株価が400円、転換比率が2の場合には、パリティは800円、転換価額は500円である。すなわち、

$$\text{パリティ} = \text{原資産株価} \times \text{転換比率}$$

$$\text{転換価額} = \text{転換社債額面} / \text{転換比率}$$

という関係がある。また、現実の転換社債価格がパリティからどの程度離れているかを示す尺度を乖離率といい、

$$\text{乖離率} = (\text{転換社債価格} - \text{パリティ}) / \text{パリティ} \times 100$$

で定義する。そして転換社債価格がパリティを下回り、乖離率が負になる状態を逆乖離という。

2 例外的に、転換社債の発行体とは別の会社の株式に転換可能な条件を持つスキームもある（他社株転換社債と呼ばれる）。この場合、転換時には、通常の転換社債のように新株が発行されるのではなく、予め転換社債の発行体が保有している他社株式を受け渡すこととなる。他社株転換社債発行の一例としては、系列企業（グループ企業）等の株式を流動化したいが直接それを売却するのはためらわれるといった場合の利用を挙げることができる。

以上では、最も基本的な商品スキームを示した。最近では、これを基にしつつ、付加的な条項を加えた転換社債が発行される例が増加している。以下、そうした付加条項のうち代表的な例を紹介する。

イ．コール条項

この条項は、残存期間が予め定められた期間（通常3年から4年程度）以下になった場合に、一定の価格で繰上償還ができるというものである。これは従来からわが国の転換社債でしばしば付されてきた代表的なものであるが、市場慣行として、この条項は通常行使されないことが前提とされており、実際にこの条項に従って期前償還された（コールされた）例は数件に止まっている。このため、投資家の間では実質的に本コール条項は経済的な意味を持たないと認識されており、プライシング上もその効果は織り込まれていないと考えられる。

一方、96年以降には、新たな形態のコール条項（所謂130%コールオプション³）が付与されるケースが見られる。この条項は、実際の行使可能性を前提に設定されるもので、この場合にはコール条項のオプション価値をプライシングに反映させる必要がある。

ロ．転換価額下方修正条項

この条項は、発行の一定期間後に、転換価額の下方向修正を可能にするものであり、転換の可能性を高める効果を有する。これには、株価下落によりオプション価値の低下した転換社債の価値を復活させることで、投資家に利点を与える面があり、同時に、着実に転換を進めたいとの意向を持つ発行体にとっても利点がある。一方、既存の株主にとっては、転換価額の修正時に潜在株式数の変化が起きることで、1株あたりの価値が減少するリスクにさらされることになる。従って精緻な分析をするためには、このダイリューション効果（脚注13参照）を勘案することが不可欠である⁴。

国内市場においてこの条項付き転換社債は、96年の規制緩和により登場し、その年の発行銘柄の3割弱を占めた⁵。

3 コールオプションを行使できるのは、パリティが130以上の状態になった場合に限るという条項が付された取引。例えば日商岩井#1では、パリティ130以上の状態が20日連続して起きた場合、行使価格100円で繰上償還ができるという規定になっている。

4 銀行が付加的な条項（転換価額下方修正条項等）を付けて発行した転換社債が、株価に与える影響を分析したレポートに鎌田・檜田 [1997] がある。

5 日経公社債情報 [1997] による。

八．満期強制転換条項

この条項は、満期時点において、それ以前に転換が行われずに残っているすべての転換社債につき、予め定められた転換比率（この比率が満期までに修正され得るスキームも存在）に従って強制的に株式へ転換を行うことを定めたものである。この強制転換は、転換社債の保有者および発行体の意思にかかわらず執行される。ここ2～3年間に邦銀が発行した転換権付社債・劣後債・優先株のほとんどがこのような条項を備えている。

ただし、本条項行使により潜在株式が一斉に転換されると、株式需給の悪化を招き、株価の下落を引き起こす懸念がある。それを回避するため、強制転換のタイミングを満期一括から期中に分散する対応が採られている銘柄もある。

(2) プライシング理論

転換社債のプライシング・モデルという、実務家にとって2とおりの意味がある。第一には、無裁定条件に基づき評価時点での公正価値を理論的に算定するモデルである。これは、株式オプションでいえば、ブラック・ショールズ・モデル等に該当する。第二には、価格の決定に影響を持つ諸要因を特定しその影響度をモデル化するもので、マルチファクター・モデルと呼ばれるものがこれに該当する⁶。これは主として将来の価格動向を予測するために用いられる。本論文では、第一の意味でのプライシング・モデルを検討対象とする。

プライシングの基本的枠組みを直観的に理解するには、便宜的に次式に従って考えると都合がよい⁷。

$$\text{転換社債価値 (CB)} = \text{社債価値 (B)} + \text{株式オプション価値 (OP)}$$

6 証券（典型的には株式）の収益率に関するマルチファクター・モデルの一般的形態は、次のとおりである。

$$\tilde{R}_j = R_F + \sum_{k=1}^M x_{j,k} \tilde{F}_k + \tilde{e}_j$$

ここで、 \tilde{R}_j は証券 j の収益率、 \tilde{F}_k は第 k 番目のファクターの値（ファクター・リターン）、 $x_{j,k}$ は第 k 番目のファクターに対する証券 j の感応度（ファクター・エクスポージャー）、 R_F は無リスク金利、 \tilde{e}_j は誤差を表す。右辺に現れる各ファクターの具体的な種類および感応度については、実証分析に基づき推定される。株価収益率を対象とするバーラ（BARRA）モデルが代表的な例である。この枠組みを転換社債の収益率の推定に応用したモデルの一例として、「日興バーラCBリスク・モデル」を挙げることができる。その具体的内容については、宮井・鈴木 [1991] を参照。

7 実際には、転換社債では（ワラント債と異なり）社債部分と株式オプション部分が分離されて流通することがない。プライシングを行う上でも、両部分が互いに相関を持つことから、厳密にはこれらを分離して評価するのは適当ではない。従って、ここでの議論（および他の文献でもしばしば見られるこうした議論）はあくまで便宜的に導入されたものである点に注意を要する。

以下では、上式右辺を評価するプライシング・モデルについて解説する。モデルには各種のバリエーションがあり、評価の正確さと計算の複雑さとの間にトレードオフがある。解説の順序としては、はじめに最も単純かつ近似的なモデル（以下、シンプル・モデルと呼ぶ）を示した上、そこでどのような点が近似的な要素となっているかを解説する。次に、シンプル・モデルにおけるそれぞれの近似的要素を排除するために、修正を施したモデルを紹介する。修正の方法にはバリエーションがあり、最適な方法が一つだけ存在するわけではない。従って、本論文では、実務家向けの各種文献等で紹介された3種類のモデルを例示的な意味で取り上げる。

イ．シンプル・モデル

簡便性を重視したプライシングの方法として、まず、社債部分と株式オプション部分を切り離して個別に評価することを考える。社債部分の価値（ B ）については、評価時点でのスプレッド⁸を無リスク金利に上乗せした割引金利によって、将来のすべてのキャッシュフローを現在価値化、合算することにより求める。一方、株式オプション部分の価値（ OP ）は、評価時点のパリティを原資産価格とし、転換社債の額面を行使価格とするコール・オプションの理論価格（ブラック・ショールズの公式）によって扱う。これらを数式で表現すると、転換社債価格（ CB ）は、

$$CB = B + OP$$

$$B = \sum_{t=1}^T \frac{CF_t}{[1 + R_F(t) + SP(t)]^t}$$

$$OP = x \cdot N(d) - k \cdot e^{-R_F(T)T} \cdot N(d - \sigma \sqrt{T})$$

$$d \equiv \frac{\ln \frac{x}{k} + [R_F(T) + \frac{1}{2} \sigma^2] T}{\sigma \sqrt{T}}$$

となる。ここで、 CF_t は社債部分の t 期キャッシュフロー、 $R_F(t)$ は期間 t に対応する無リスク金利、 $SP(t)$ は期間 t に対応するスプレッド、 x はパリティ、 k は転換社債の額面、 σ は株価ボラティリティ、 T は転換可能期間最終日、 $N(\cdot)$ は標準正規分布の累積密度関数を表す。

ここで、株価が転換価額を大幅に上回る（パリティが転換社債の額面を大幅に上回る）局面を想定すると、 $\frac{x}{k} \gg 1$ より $N(d) \approx 1$ 、 $N(d - \sigma \sqrt{T}) \approx 0$ が成り立つ。従って、

$$CB \approx x + (B - k \cdot e^{-R_F(T)T})$$

となる。社債部分のクーポンとスプレッドの効果が株式オプション部分に比べて十

8 信用リスクおよび流動性リスクの点で類似の性質を有する他の債券等の市場価格を参考にして、評価時点において適当と考えられるスプレッドを決定することとなる。

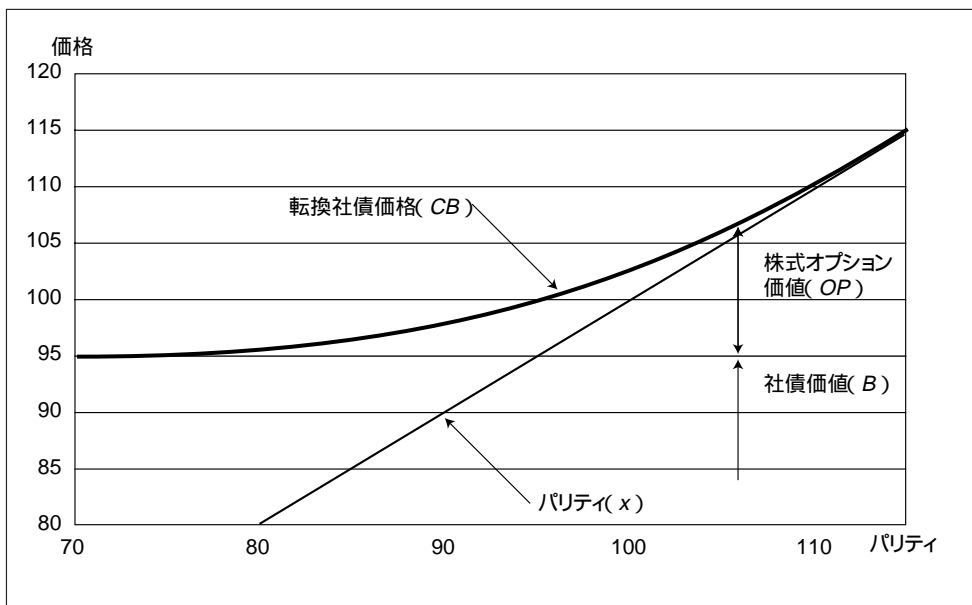
分小さい場合には、上式第2項を捨象可能であり、 $CB \approx x$ という関係を得る。これは、株式オプション部分がディープ・イン・ザ・マネーの場合には転換社債の価値がほぼパリティに一致することを表す（図1参照）。逆に、株価が転換価額を大幅に下回る（パリティが転換社債の額面を大幅に下回る）局面では、オプション価値がゼロに近づく結果、 $CB \approx B$ という関係を得る。これは、株式オプション部分がファー・アウト・オブ・ザ・マネーの場合には転換社債の価値がほぼ社債部分の価値に一致することを表す。これらの性質は、実際に市場で観測されるものであり、後述のような本シンプル・モデルの限界とは無関係に成り立つ。

次に、ここで示したシンプル・モデルの限界について説明する。具体的には、次の2点について、近似的な扱いがなされていることに注意する必要がある⁹。

株式オプション価値の評価において、行使価格を固定していること。

転換社債では、オプション行使によりパリティ相当分の価値を（株式の形態で）受け取ると同時に行使時点での社債の価値を（社債現物の形態で）支払う。この社債価値は、行使時点での金利（の期間構造）やスプレッドの水準に依存しており予め確定的に予想することはできない。にもかかわらず、シンプル・モデルにおいては、行使時点の社債がパー・バリューである（社債価値が額面に一致している）と

図1 転換社債の価格曲線の例



9 実際、正確な価格を計算する必要がある局面では、ここでのシンプル・モデルのような簡便法による結果は不十分であるとの報告がある（例えば、正田 [1996] を参照）。

仮定して評価を行っている。

この近似を是正するには、原資産価格（株価）だけでなく行使価格（債券価格）も確率過程に従って変動するというモデルを使う必要がある。一般論としては、将来の債券価格の確率変動をモデル化するには、何らかのイールドカーブ・モデル¹⁰を利用する必要がある。特に債券価格そのものが対数正規過程に従うという比較的簡単なモデルを想定する場合には、交換オプション（exchange option）のプライシング理論を適用可能である¹¹。

行使時点における社債の価値を決める要素の一つとして信用リスク・プレミアムがあるが、その動向は原資産の株価（ないしパリティ）の動向と関係があると考えられる¹²。例えば、原資産の株価が当初より下落した場合には、信用リスク・スプレッドは当初より拡大し、（無リスク金利が不変であるとすれば）行使価格たる社債価格も下落する傾向にあると考えられる。シンプル・モデルにおいては、こうした連動効果も捨象されている。

株式オプションをヨーロピアン・オプションとみなしていること。

転換社債は通常、一定の転換可能期間内にはいつでもオプションを行使可能であるというように設計されているため、アメリカン・タイプのオプションとして評価するのが適当である。シンプル・モデルでは、解析的な分析を行うための便宜上の理由により、これをヨーロピアン・タイプとして近似的に扱っている。

アメリカン・オプションを正確に評価するには、格子法（二項ツリー法や有限差分法等）を利用するのが一般的である。

次に、上記の近似的な要素¹³を改良したモデルを例示する。

10 各種のイールドカーブ・モデルについては、例えばHull [1997] を参照。

11 交換オプションとは、2種類の異なる資産（ここでは株式と債券）を交換するオプションとして定義される。いずれの資産価格とも対数正規過程に従うと仮定できる場合には、特にヨーロピアン・オプションについて解析解が存在することが知られている（Margrabe [1978] 参照）。ただし、ここでの例のように債券価格について対数正規過程を当てはめると、金利の平均回帰性を勘案できないなどかなり強い仮定を置くこととなるため、特に長期のタイム・ホライズンで分析を行う場合に非現実的な結果を得る可能性がある。

12 債券格付けと株価の関係について分析した論文に鈴木 [1998] がある。

13 実際には、本文中で扱った2点の他に、ダイリューション効果が勘案されていない点もシンプル・モデルにおける近似的要素の一つであるが、この点については深く立ち入らない。なお、ダイリューション効果の概要を簡単に説明すると以下のとおりである。

まず、新株発行が株価に与える影響の基本パターン（ここでは、新株発行のシグナリング効果等については考えない）として、（1）時価を上回る価格での発行は株価を上昇させる、（2）時価発行増資は株価に影響を与えない、（3）時価を下回る価格での発行は株価を低下させる、の3とおりが想定可能である。転換社債でオプションが行使され転換が発生するのは、パリティ（または株価）を社債額面（または転換価額）が下回る時のみであるから、基本的には上の（3）が問題となる。このため、転換発生時の期待が高まるにつれて、株価が低下する力が働く。この現象をダイリューション（希薄化）効果と呼ぶ。ダイリューション効果の大きさは、転換時点の株価と転換価額との乖離幅および新株への転換数に依存して決まる。

ロ．二項ツリー法による計算方法

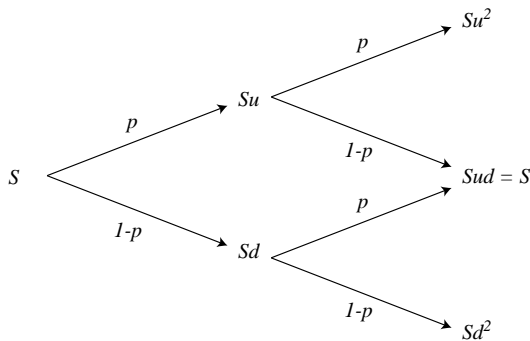
前述のシンプル・モデルの限界（ 、 ）のうち、 の一部および に対処したモデルとして、二項ツリー法を用いた手法がある。

本手法の枠組みは、ツリー上の各ノード（時間と状態のペアで表現）において、その時点で転換オプションを行使した際の価値（パリティ）と転換社債として保有する際の価値の比較をバックワードに実行し、転換社債の価格を評価するものである。この方法では、発行体によるコール条項付きの転換社債の評価も可能になる。以下でそのプロセスを記述する。

ステップ1：パリティのツリー作成

転換価額の修正条項がない転換社債では、転換比率が不変であるため、株価のツリーを作成すれば後は単純に換算するだけでパリティのツリーが作成できる。ここではまず、リスク中立確率下の株価ツリー（図2）を作成する。

図2 株価の二項ツリー



- S：現在の株価
- u：株価の上昇率
- d：株価の下落率
- p：推移確率
(株価が上昇する確率)
- q：配当率
- r：無リスク金利
- σ：株価のボラティリティ
- t：1 期間の長さ

ここで、 u, d, p はそれぞれ以下の式で表記できる。

$$u = \exp(\sigma\sqrt{\Delta t})$$

$$d = \exp(-\sigma\sqrt{\Delta t})$$

$$p = \frac{\exp[(r - q)\Delta t] - d}{u - d}$$

上記により株価のツリーが求められ、株価に転換比率を乗じることによってパリティのツリーが求められる（本章（1）節参照）。

ステップ2：各ノードにおける転換社債価値の計算

(a) 満期時点の価値の算出

転換社債の満期時点における社債価値とパリティを比較し満期時点の各ノードの価値を求める。なお、コール条項・プット条項がある場合を勘案し、以下の基準で算出する。

$$FVCB(T,i) = \text{Max} [Z(T,i), P(T), \text{Min}(C(T), B(T,i))]^{14}$$

ただし、時間を表す添え字を t ($t=0,1,\dots,T$, T =満期)、状態を表す添え字を i ($i=1,\dots,t+1$)、各ノード (t,i) における転換社債価値、パリティ、プット価値、コール価値をそれぞれ、 $FVCB(t,i)$, $Z(t,i)$, $P(t)$, $C(t)$ 、満期時点の社債価値を $B(T,i)$ で表記した。

(b) バックワードに各ノードの価値を計算する

(a) で求めた (各状態 i での) 満期価値に基づき、その1時点前のノードにおける現在価値の期待値を計算する。この際、満期の状態が債券であれば、信用リスクを考慮して無リスク金利に信用スプレッドを加味した割引率を、株式転換の状態であれば、単に無リスク金利に基づく割引率を用いて、現在価値 (PV_t^i) を算出する。さらに、推移確率 (p) を用いて、債券として保有した場合の期待価値 ($X(t,i)$) を計算する。これに関して (a) と同様にこのノードにおける転換社債価値を計算する。

$$X(t,i) = pPV_t^i (FVCB(t+1,i)) + (1-p)PV_t^{i+1} (FVCB(t+1,i+1))$$

$$FVCB(t,i) = \text{Max} [Z(t,i), P(t), \text{Min}(C(t), X(t,i))]$$

以降この作業を繰り返し、現時点 ($t=0$) までバックワード・インダクションを実施することで現在価値が求められる。

ただしこの二項ツリー法では、将来の無リスク金利の変動可能性については依然として考慮しないこと、信用リスク・スプレッドについては確定的な扱いとすること等の問題も残っている¹⁵。

14 発行体がコール条項に従って、合理的な行動として期前償還権を行使した場合、それを認識した投資家は、実際に償還が行われる前に、転換オプションの行使 (またはプット条項の行使) が可能であることを前提とするものである。

15 二項ツリーを用いた他のプライシング・モデルとしては、交換オプションの考え方を取り入れた Cheung and Nelken [1994] の方法を挙げることができる。これは、株価だけでなく金利も確率変数として扱う 2 ファクター・モデルである。アメリカン型オプションに対してツリー法を適用する点は上記のモデルと同様であるが、確率変数が 2 つあるため 2 種類の二項ツリーを用意するイメージとなる。

ただし、金利と株価の変動には独立性を仮定しているとともに、信用リスク・スプレッドについては、現時点で評価した値を固定的に将来に適用する扱いとなっている。

ハ．企業の資産価値に着目したプライシング・モデル

前述のシンプル・モデルの限界（ 、 ）のうち、 の一部と に対処するモデルとして、Bloomberg社が開発・提供している転換社債評価モデル（OVCVモデル）がある¹⁶。このモデルは企業の資産価値に着目したプライシング・モデルで、転換社債が企業資産を原資産とするオプションと考えるアプローチを採っている¹⁷。これらのモデルの特徴点としては、デフォルト時の債務超過幅を明示的に評価することにより、転換社債の債券部分の信用リスクをモデルで内生的に取り扱えることである。ただし、企業価値をブラウン運動と仮定することの妥当性等については検討する必要がある。

ニ．エキゾティック転換社債の評価方法

本章（1）節で紹介したように、わが国では最近、付加的な条項を付した転換社債の発行が増加傾向にある。事業法人による発行では、転換価額下方修正条項を付すケースが多いようである。銀行による発行では、転換価額下方修正条項に加え、満期強制転換条項も付すことが多い。特に銀行の転換社債¹⁸については、BIS自己資本比率規制上の自己資本を調達する目的もあって、満期強制転換条項が付されていると考えられる。

プライシング理論では、経路依存型商品（非マルコフ過程に従うデリバティブ商品）に対しては、再結合（recombine）を取り入れた格子法は有効でないとされ、モンテカルロ・シミュレーションを利用するのが一般的である。一方、（バックワード・インダクションが必要となる）アメリカン・オプションに対しては、（フォワード・インダクションを前提とする）モンテカルロ・シミュレーションは有効でなく、格子法を適用するのが一般的である。ところが、本節で扱う商品は経路依存型アメリカン・オプションであるから、何らかの工夫を凝らす必要が生じる。対応方法としては、Hull [1997]（Section 18.3）に従って、格子法の枠組みの中で計算負担の軽減に配慮しながら経路依存性を取り入れる方法や、再結合しない格子モデルの作成、さらには下方のみの修正条項付きであれば、投資家の期前行使を考慮しないことを仮定したモンテカルロ・シミュレーション等が考えられる。ただ、転換価額の決定方法が多様化していることを踏まえると（特に邦銀の発行銘柄）、厳密なプライシングを実行するためには個別取引毎に最適な計算方法を検討する必要がある。

16 同モデルの概要等については、大井 [1997]、グプタ [1997]、パーガー・クライン等 [1997]、パーガー・クライン [1997] を参照。

17 Brennan and Schwartz [1977]、Ingersoll [1977] 等を参照。

18 転換社債（転換権付社債）だけでなく、転換権付優先株・劣後債が発行されるケースも少なくないが、本論文では以下、便宜上これらをすべて転換社債と呼ぶ扱いとする。

(3) 市場リスクに関するバリュー・アット・リスク (VaR) の算出

本節では、転換社債の市場リスクについて分析する。具体的には、マーケット・リスクの計量モデルとして一般的なバリュー・アット・リスク (以下、VaR) を転換社債の仮想ポートフォリオについて計算し、転換社債の市場リスクを評価する上での留意点等を考察する。

イ．転換社債の市場リスク算出に関する論点

社債と株式のハイブリッド商品である転換社債の市場リスクを計測する際は、リスク発生の要因として株価、金利およびインプライド・ボラティリティ (以下、IV) を考慮する必要がある。また、転換社債価格は株価の変動に関して非線形な性質を持っているため¹⁹、各種のVaR計測手法の中で正確性の点で最も優れているのは、各リスク・ファクターの変化に対し転換社債のプライシング・モデルを用いてリスク額の算出 (差分計算) を行うモンテカルロ・シミュレーションによる方法 (以下、MS法) であると考えられる。ただ、MS法には計算負荷が重いという欠点もあるため、場合によっては何らかのより簡便な方法を使うという選択もあろう。本論文ではその一例として、転換社債をデルタ相当の株式とみなし、その株価変動リスクのみを計測する (その際、転換社債としての評価は行わない) 方法 (以下、簡便法) を考え、MS法とともに試算・比較分析を行う。

転換社債市場は、80年代後半には株式相場の上昇を受け上場銘柄数・時価総額が上昇を続けていたが、株価のピークアウトと期を同じくして転換社債市場も軟調局面に入り、株価連動から金利連動へ移行する銘柄が増加した。こうした事情を踏まえ、バブル期以降に起債された銘柄について2時点 (94年と98年) におけるVaRを算出し、転換社債に内在する市場リスクの変遷について考察する。

ロ．ポートフォリオ分析

本分析でVaR計測のために採用するMS法および簡便法の概要はそれぞれ以下のとおりである。

MS法の概要

リスク・カテゴリーとリスク・ファクター

株価・金利・IVの3つをリスク・カテゴリーとし、さらに、株価とIVは個別銘柄データを、金利は国債利回り (0.5年、1年、2年、10年) をリスク・ファクターとする。

19 厳密に言えば、金利に対しても非線形要素 (コンベキシティ) を持っている。

乱数の発生

リスク・ファクター毎に多変量正規乱数を発生させ、モンテカルロ・シミュレーションによりVaRを計測する。多変量正規乱数は、Box-Muller法により作成した標準正規乱数に、各リスク・ファクター毎に観測期間1年の週次の収益率データから計算した相関行列にコレスキー分解²⁰を行った行列を乗じて求めた。

シミュレーション回数

1万回

VaR算出方法

上記で得る多変量正規乱数ベクトルにより、シミュレーション毎に各銘柄の株価、IV、金利²¹を決定する。これをプライシング・モデルに入力し、ポートフォリオの時価について基準日時点との差分を計算する。具体的には、銘柄*i*に対する株価、IV、金利の各リスク・ファクターを S_i, IV_i, R_i 、ポートフォリオの価値を P 、個々の転換社債の価値を $V_i(S_i, IV_i, R_i)$ とすると、 k 回目のシミュレーションにおける計算は次のとおりである。

$$\Delta P_k = \sum_i \Delta V_{i,k} = \sum_i [V_i(S_{i,k}, IV_{i,k}, R_{i,k}) - V_i(S_{i,0}, IV_{i,0}, R_{i,0})]$$

$$k = 1, 2, \dots, 10000$$

$V_i(S_{i,0}, IV_{i,0}, R_{i,0})$: 基準日時点の転換社債の価値

なお、プライシング・モデルには二項ツリー・モデルを使用する。

VaR算出基準

保有期間2週間、基準日時価に対する価格変動率 ($\Delta P_k /$ 基準日時価総額) の下側99パーセンタイル値をVaRとする。

20 多変量正規乱数を発生させるためには、正定値対称な相関行列 $C(\rho_{ij})$ に対し、

$$C = AA^T$$

を満たす行列 $A(a_{ij})$ に分解する必要がある。これを満足する A に対し、正規乱数ベクトル x を乗じたベクトル y は、相関行列 C と同じ相関構造を持っている。

行列 A を求める簡便な手法の一つがコレスキー分解で、行列 A の成分を以下の方法で計算する。

$$\begin{aligned} a_{11} &= \sqrt{\rho_{11}} = 1, & a_{i1} &= \rho_{i1} & i &= 2, 3, \dots, n \\ a_{jj} &= \sqrt{\rho_{jj} - \sum_{k=1}^{j-1} a_{jk}^2} & & & j &= 2, 3, \dots, n \\ a_{ij} &= \frac{1}{a_{jj}} \left(\rho_{ij} - \sum_{k=1}^{j-1} a_{ik} a_{jk} \right) & j < i, & & j &= 2, 3, \dots, n-1 \\ a_{ij} &= 0, & 1 \leq i < j \leq n & & & \end{aligned}$$

21 転換社債の残存年数に端数のある場合(5.5年など)の金利は、線形補間により求める。

VaR算出基準日²²

94年7月1日と98年3月31日。

簡便法の概要

リスク・カテゴリーとリスク・ファクター

株価のみをリスク・カテゴリーとし、個別株価をリスク・ファクターとする。

乱数の発生

MS法と同じ方法で株価について多変量正規乱数を発生させる。

シミュレーション回数

1万回（MS法と同じ）。

VaR算出方法²³

株価の多変量正規乱数ベクトルから、株価の変化額を計算し、各転換社債価格の株価に対する感応度ベクトルとの積を計算する。すなわち、

$$\Delta P_k = \sum_i \Delta V_{i,k} = \sum_i [S_{i,k} - S_{i,0}] \frac{\partial V_{i,0}}{\partial S_{i,0}}$$

簡便法では近似的に株式としてのリスクを評価するため、MS法の場合とは異なり転換社債の価格そのものを再計算する必要がない。感応度はブラック・ショールズの公式から解析的に計算する。

VaR算出基準

MS法と同じ。

VaR算出基準日

MS法と同じ。

22 基準日の選択理由を示すため、94年の転換社債市場の動向を簡単にまとめると以下のとおりである。

バブル崩壊後、増資・転換社債・ワラント債起債等によるエクイティ・ファイナンスは大幅に減少していたが、94年に入ると株式市場も上昇に転じ、転換社債によるファイナンスの環境が整い始めた。機関投資家や個人が株価の上昇期待から転換社債投資にも関心を示すようになり、7月頃まで転換社債市場も堅調に推移していた。

企業側は、過去のエクイティ債の償還原資の確保や設備投資資金の調達等を目的にエクイティ債の発行を活発化させた。

発行増加による需給の悪化、クーポン低下による投資妙味の薄れ等から、8月以降になると転換社債市場は一転悪化し、上場初値が額面を割る銘柄が続出した。転換社債市場は、同年後半は軟調に推移した。

このような環境下において、転換社債市場が軟化に転じる前の段階（ の状態）で、当時の転換社債構成に近いポートフォリオの購入を仮定することとしたものである。

また、もう一つの基準日の98年3月31日は、分析データの直近日付として採用したものである。

23 デルタを用いた簡便なVaR計測方法として、分散・共分散法を用いることも可能である。ここでは、手法（モンテカルロ・シミュレーション法と分散・共分散法）の相違による影響を回避するために、MS法と同じ多変量正規乱数によるシミュレーションを行うことにする。両手法の違いは、リスクの源泉の定義とリスク・ファクターの変化に対する評価値変化（ ΔP ）の算定方法である。

八．ポートフォリオ構成銘柄

本節で分析するポートフォリオの構成銘柄は別表1（本論文においては、別表および別図は本文の後に添付されている）に示した²⁴。さらに、このポートフォリオを94年7月1日基準で高パリティ・低乖離なサブポートフォリオAと、低パリティ・高乖離なサブポートフォリオBに分け、それぞれのVaRを計測して転換社債の市場リスクについて比較をする。サブポートフォリオに分ける理由は、転換社債の市場リスク特性がパリティ等によって異なることを確認するためである。

別表1より両基準日における時価総額の変化（表の下側2行）を見ると、株価連動性の高い銘柄から構成されるサブポートフォリオAは、16円（0.97%）低下している一方、金利連動性の高い銘柄で構成されるサブポートフォリオBは、129.4円（9.69%）上昇しており、ポートフォリオ構成を反映し、異なるパフォーマンスが現れている。参考までに両基準日におけるパリティと乖離率の分布を別図1で示す。また、両基準日における日経平均株価指数と債券先物（10年物）金利は以下のとおりである。

表1 VaR 算出基準日の株価および金利水準

	日経平均株価指数	債券先物(10年物)
94年7月1日	20,543.41円	4.577%
98年3月31日	16,527.17円	2.290%

二．VaR 計測結果と考察

表2、表3は、それぞれサブポートフォリオA、Bについて、94年7月7日と98年3月31日のVaRの算出結果等を示したものである。2つの表には、各銘柄（またはサブポートフォリオ）のVaRについて、各リスク・カテゴリーの寄与度を測る計数を算出し併記した。

24 このポートフォリオの構成については、野村證券 [1997] を参考にした。同書には、転換社債市場（対象は東証上場銘柄）に関する各種の指標が、年度末基準で14年分掲載されている。本節のポートフォリオは、このうち94年3月基準の転換社債市場と、業種別、パリティ別、乖離率別、単価別の各時価構成比率に関して近い値になるように構成した。例えば、単価別の時価構成比率に関しては以下のとおりである。

	100円以下	100円～150円	150円以上
東証	62.73%	36.16%	1.11%
本節ポートフォリオ	57.98%	42.02%	0.00%

表2 VaRシミュレーション結果：サブポートフォリオA

基準日：94年7月1日

銘柄	回	MS法VaR	S・VaR	IV・VaR	R・VaR	無相関VaR	簡便法VaR
積水ハウス	15	8.13%	3.85%	7.39%	1.63%	8.49%	4.54%
信越化学工業	5	9.77%	9.86%	0.97%	0.29%	9.91%	10.65%
住友ベークライト	5	5.61%	2.66%	5.54%	1.85%	6.42%	4.46%
ジャパンエナジー	4	4.93%	3.21%	3.61%	1.77%	5.15%	4.94%
荏原製作所	2	7.86%	5.98%	5.27%	0.91%	8.02%	6.65%
日立製作所	5	10.13%	6.21%	7.42%	1.13%	9.74%	7.19%
東芝	6	6.89%	6.13%	3.06%	0.73%	6.89%	7.55%
シャープ	11	7.25%	6.53%	1.88%	0.37%	6.81%	7.32%
九州松下電器	3	7.41%	6.94%	2.49%	0.90%	7.43%	8.03%
松下電工	7	5.91%	3.67%	3.47%	1.26%	5.20%	5.11%
大日本印刷	5	7.52%	6.09%	5.35%	1.26%	8.21%	7.24%
三井物産	3	6.47%	6.04%	3.42%	1.04%	7.02%	6.82%
大丸	12	9.93%	7.71%	7.77%	1.80%	11.09%	7.45%
日本通運	4	8.32%	6.36%	5.57%	0.95%	8.51%	7.01%
中部電力	1	3.48%	0.79%	1.69%	2.26%	2.93%	1.36%
サブポートフォリオ		4.00%	4.09%	1.69%	1.13%	4.57%	4.76%
正相関VaR		-	5.57%	4.27%	1.17%	-	6.54%

基準日：98年3月31日

銘柄	回	MS法VaR	S・VaR	IV・VaR	R・VaR	無相関VaR	簡便法VaR
積水ハウス	15	0.88%	0.32%	0.37%	0.71%	0.86%	0.32%
信越化学工業	5	10.75%	11.20%	1.32%	0.02%	11.28%	12.74%
住友ベークライト	5	0.15%	0.01%	0.01%	0.15%	0.15%	0.11%
ジャパンエナジー	4	0.62%	0.05%	0.05%	0.62%	0.62%	0.00%
荏原製作所	2	4.40%	4.08%	5.12%	0.59%	6.58%	4.14%
日立製作所	5	6.85%	3.87%	6.21%	0.46%	7.34%	4.74%
東芝	6	2.96%	1.77%	2.93%	0.41%	3.45%	2.29%
シャープ	11	0.20%	0.06%	0.06%	0.20%	0.21%	0.00%
九州松下電器	3	0.65%	0.07%	0.07%	0.65%	0.65%	0.00%
松下電工	7	4.68%	3.85%	4.77%	0.25%	6.14%	4.30%
大日本印刷	5	6.53%	6.55%	3.06%	0.29%	7.23%	6.91%
三井物産	3	4.92%	4.00%	2.40%	0.45%	4.69%	5.15%
大丸	12	1.69%	0.66%	1.04%	1.18%	1.71%	0.67%
日本通運	4	6.23%	4.03%	5.46%	0.80%	6.83%	4.13%
中部電力	1	0.29%	0.04%	0.04%	0.28%	0.28%	0.00%
サブポートフォリオ		1.74%	2.12%	1.08%	0.42%	2.41%	2.29%
正相関VaR		-	3.05%	2.25%	0.45%	-	3.43%

注) MS法VaR：MS法によるVaR、 S・VaR：MS法VaRにおける株価変動の寄与度

IV・VaR：MS法VaRにおけるIV変動の寄与度、 R・VaR：MS法VaRにおける金利変動の寄与度

無相関VaR：リスク・カテゴリー間の相関を0としたVaR

正相関VaR：銘柄間の相関を1とした場合のVaR

簡便法VaR：簡便法によるVaR

各銘柄（またはサブポートフォリオ）において、リスクの主要因と考えられる（この場合、最もVaRの大きい）リスク・カテゴリーにシャドーをかけた。

表3 VaRシミュレーション結果：サブポートフォリオB

基準日：94年7月1日

銘柄	回	MS法VaR	S・VaR	IV・VaR	R・VaR	無相関VaR	簡便法VaR
積水ハウス	3	6.78%	2.02%	6.75%	2.18%	7.37%	2.06%
サッポロビール	1	10.11%	1.78%	9.82%	2.36%	10.26%	1.89%
帝人	7	6.99%	3.25%	6.80%	2.04%	7.81%	3.71%
旭化成	7	8.60%	3.66%	9.49%	2.16%	10.39%	3.66%
三菱化学	6	5.28%	1.78%	4.18%	2.56%	5.22%	1.94%
日本石油	4	8.95%	2.45%	8.78%	2.23%	9.39%	2.45%
日本石油	5	5.05%	1.06%	4.44%	2.15%	5.05%	1.21%
三菱電機	4	6.84%	2.94%	5.98%	1.95%	6.94%	3.32%
日本電気	6	7.01%	3.65%	6.21%	2.11%	7.51%	3.94%
大和証券	7	10.44%	4.27%	10.17%	2.02%	11.21%	4.98%
日興証券	4	9.50%	3.13%	9.30%	2.09%	10.03%	3.32%
日興証券	8	8.67%	3.70%	8.23%	1.83%	9.20%	3.73%
野村証券	7	5.66%	1.75%	5.05%	2.08%	5.74%	2.22%
三菱地所	16	8.01%	2.26%	7.92%	2.48%	8.61%	2.45%
全日本空輸	4	6.95%	2.51%	6.10%	2.24%	6.96%	2.87%
サブポートフォリオ		3.30%	1.86%	2.65%	2.17%	3.89%	1.92%
正相関VaR		-	2.69%	7.28%	2.16%	-	2.93%

基準日：98年3月31日

銘柄	回	MS法VaR	S・VaR	IV・VaR	R・VaR	無相関VaR	簡便法VaR
積水ハウス	3	1.70%	0.74%	1.41%	0.66%	1.72%	0.72%
サッポロビール	1	0.70%	0.04%	0.05%	0.67%	0.68%	0.09%
帝人	7	2.08%	1.43%	1.71%	0.67%	2.33%	1.38%
旭化成	7	1.59%	0.71%	1.40%	0.81%	1.77%	1.10%
三菱化学	6	0.75%	0.18%	0.21%	0.70%	0.75%	0.21%
日本石油	4	1.15%	0.56%	0.72%	0.83%	1.23%	0.41%
日本石油	5	0.66%	0.39%	0.39%	0.33%	0.65%	0.30%
三菱電機	4	1.44%	0.34%	1.22%	0.87%	1.54%	0.65%
日本電気	6	2.89%	1.68%	2.49%	0.62%	3.06%	1.79%
大和証券	7	1.12%	0.43%	0.70%	0.72%	1.09%	0.40%
日興証券	4	0.58%	0.07%	0.10%	0.61%	0.62%	0.10%
日興証券	8	0.34%	0.00%	0.00%	0.34%	0.34%	0.00%
野村証券	7	0.35%	0.00%	0.00%	0.34%	0.34%	0.07%
三菱地所	16	3.01%	1.74%	2.70%	0.77%	3.30%	1.69%
全日本空輸	4	0.80%	0.00%	0.00%	0.86%	0.86%	0.01%
サブポートフォリオ		0.76%	0.34%	0.52%	0.64%	0.89%	0.36%
正相関VaR		-	0.56%	0.88%	0.65%	-	0.60%

注) MS法VaR：MS法によるVaR、 S・VaR：MS法VaRにおける株価変動の寄与度

IV・VaR：MS法VaRにおけるIV変動の寄与度、 R・VaR：MS法VaRにおける金利変動の寄与度

無相関VaR：リスク・カテゴリー間の相関を0としたVaR

正相関VaR：銘柄間の相関を1とした場合のVaR

簡便法VaR：簡便法によるVaR

各銘柄（またはサブポートフォリオ）において、リスクの主要因と考えられる（この場合、最もVaRの大きい）リスク・カテゴリーにシャドーをかけた。

計算されたVaRに関して、以下のような特徴が観測される。

サブポートフォリオAに固有の特徴（表2）

1. 94年7月1日を基準日とする結果を見ると、個別銘柄単位では、MS法VaRにおけるIV変動の寄与度（ $IV \cdot VaR^{25}$ ）が株価変動の寄与度（ $S \cdot VaR$ ）と同水準程度（場合によっては $S \cdot VaR$ 以上：例えば日立製作所#5等）に高い銘柄が散見される。これは、パリティが高く株価連動性が大きい銘柄であってもIV変動リスクを無視できない場合があることを意味する。
2. 98年3月31日を基準日とする結果を見ると、株価が低下したことを受け、株価変動の寄与度（ $S \cdot VaR$ ）は低下したが、IV変動の寄与度（ $IV \cdot VaR$ ）は引き続き高い値を示す銘柄が多い。株価水準が低下し、転換社債の特性が株価連動から金利連動にシフトする中で²⁶、IVは両基準日に共通して価格変動インパクトを与えるファクターと考えられる。
3. 基準日間の変化については、サブポートフォリオのVaRは94年7月1日の4%から98年3月31日には1.74%になった。リスク・カテゴリー別に見ると株価変動と金利変動の寄与度が大幅に低下した（ $S \cdot VaR$ ：4.09% 2.12%、 $R \cdot VaR$ ：1.13% 0.42%）。IV変動の寄与度は、個別銘柄単位で見ると低下しているが（例えば積水ハウス#15では7.39% 0.37%）、ポートフォリオとして見ると分散効果が働き、その影響は個別銘柄ほどには現れていないことがわかる（サブポートフォリオ：1.69% 1.08%）。

サブポートフォリオBに固有の特徴（表3）

1. 94年7月1日を基準日とする結果を見ると、IV変動の寄与度（ $IV \cdot VaR$ ）が株価変動と金利変動の寄与度（ $S \cdot VaR$ と $R \cdot VaR$ ）を上回っている。こうした状態では、IVに対するリスク管理が重要であるといえる。
2. 98年3月31日を基準日とする結果を見ると、多くの銘柄の $S \cdot VaR$ が1%以下に低下し、リスクの主因はIVと金利になっている。特に残存期間が比較的長い銘柄では、IVがリスクの主因となる傾向がある。
3. 基準日間の変化については、すべての銘柄についてMS法VaR（サブポートフォリオの数字を例示すれば3.30% 0.76%）、 $S \cdot VaR$ （同1.86% 0.34%）、 $IV \cdot VaR$ （同2.65% 0.52%）、 $R \cdot VaR$ （2.17% 0.64%）の各値が低下している。

25 $IV \cdot VaR$ はIVのみをリスクの源泉とみなして計算したVaRである。具体的には、原資産株価と金利は基準日の値で固定した上で、IVのみ変動させて（多変量正規乱数を発生させて）MS法を用いてVaRを算出したものである。これと同様に、 $S \cdot VaR$ は株価を、 $R \cdot VaR$ は金利を、それぞれ変動させ、他の2つのリスク・カテゴリーを固定した上で計算したVaRである。

26 株価水準の低下により、パリティが低下する一方、転換社債の市場価格は株価に遅れて低下していった。その結果、パリティの低下は乖離率の上昇につながり、金利連動性が大きくなったと言ってよい。

サブポートフォリオAとBに共通の特徴（表2、表3）

1. リスク・カテゴリー間の影響を考察するために、リスク・カテゴリー間の相関を0と設定して算出したVaR（無相関VaR²⁷）を見ると、両基準日の各サブポートフォリオとも、MS法VaRが無相関VaRを下回っていることがわかる（例えば表2の94年7月1日基準において、サブポートフォリオのMS法VaRの値は4.00%、無相関VaRは4.57%）。こうした関係は、個別銘柄単位でも頻繁に見られる。これは各リスク・カテゴリー間の相関（株価変動とIV変動の間の逆相関性²⁸、および株価変動と金利変動の間の正相関性）が全体のリスク額を削減する効果を持つことによる。
2. 銘柄間の影響を考察するために、銘柄間の相関を1と設定して算出したVaR（正相関VaR²⁹）を見ると、リスク・カテゴリー内の関係では金利、株価、IVの順に同一カテゴリー内での正相関性が薄れていく（正相関VaRとサブポートフォリオの数字との間に差が大きいほど相関は小さい）。特にIVの変動性については、銘柄間の正相関性が小さいという意味で、個別銘柄の要因に大きく依存するといえる。

以上の観測結果をまとめると、MS法によるVaR算定結果からのインプリケーションとして次の3点を指摘できる。

IVが市場リスクの主要因になる状態が存在する（ポートフォリオBの94年7月1日基準）

パリティが低く株価連動の度合いが低い状態になってもIVリスクの存在により、金利リスクのみの把握ではリスクを過小評価する可能性がある（ポートフォリオBの98年3月31日基準）

IV変動によるVaRに関しては、個別銘柄単位で見ると比較的大きなリスク額が算出されるが、ポートフォリオを組むことによりリスク削減効果がある。

なお、本節では、株価リスクのみを考慮した簡便法による計算も行ったが、その特徴点をMS法の結果と対比しつつ纏めると以下のとおりである。

まず、個別銘柄単位で見ると、株価連動度合いの高い一部の銘柄（デルタ0.8以上かつベガ0.7円以下）を除いて簡便法によるリスク額はMS法よりも保守的とはいえなかった。

27 銘柄*i*（またはサブポートフォリオ）について無相関VaRの計算式は以下のとおりである。

$$(\text{無相関 VaR}_i)^2 = (S \cdot \text{VaR}_i)^2 + (IV \cdot \text{VaR}_i)^2 + (R \cdot \text{VaR}_i)^2$$

28 株価とIVの逆相関性については、3章(1)節で統計的に分析する。

29 正相関VaRは、各銘柄の99パーセンタイルに相当する価格変動が同時に起きた場合のVaRである。つまり、銘柄*i*について、リスク・カテゴリー*j*の変動による価格変動幅の99パーセンタイル値を $\Delta V_i(99\%)_j$ とすると、リスク・カテゴリー*j*に対する正相関VaRの算出式は以下のとおりである。

$$\text{正相関 VaR}_j = \sum_i \Delta V_i(99\%)_j / \sum_i V_{i,0} \quad V_{i,0}: \text{銘柄 } i \text{ の基準日の時価}$$

次に、ポートフォリオとして見た場合、簡便法がMS法よりも保守的なVaRを算出したのは、サブポートフォリオAの両基準日の場合であった。これらの結果から推測すると、この簡便法の特徴として次の2点を指摘できる。

簡便法を個別銘柄単位の管理に利用する場合には、デルタが高く（例えば0.8以上）、ベガがさほど高くない銘柄（例えば0.7円以下）に対しては有効であるが、それ以外の銘柄に対しては、IV変動に伴うリスクが無視できなくなるため、別途IV変動に伴うリスク（さらには金利変動に伴うリスク）の見積もりが必要である。

簡便法をポートフォリオの管理に利用する場合には、IV変動に起因するリスクの影響が、銘柄間の分散効果により相対的に小さくなるため、デルタリスクのみを把握する簡便法であっても、有効に機能する場合が多くなる。

ホ．転換社債のリスク要因分析

本節では、個別銘柄の株価・IV・金利に対する感応度について分析する。先の市場リスク分析において、この3つのリスク・カテゴリーはある程度の相関を持ちながら変化していることが窺われた。ここでは、特にIVに注目して考察することにしたい。

表4に個別銘柄のプライス・ボラティリティP-Vol（市場価格の週次変動率の標準偏差＜週率＞。観測期間は94年1月7日から95年12月1日）を示す。各リスク・カテゴリー（株、IV、金利）がプライス・ボラティリティに及ぼす寄与度（それぞれ、S-Vol、IV-Vol、R-Vol）を算出し併記した。

表4では、計測期間中の平均パリティが高い銘柄から順に掲載している。この表から、パリティの高い（従ってデルタも高い）転換社債ほどプライス・ボラティリティ（P-Vol）も高いという傾向が確認できる。価格変動要因について見てみると、平均パリティが80以下の水準になるとIVに対するリスク寄与度（IV-Vol³⁰）が高まり、IVの変動が転換社債価格変化の主要因になることがわかる。また、株価変動の寄与度（S-Vol）は、平均デルタが低いほど低下する傾向がある一方、IV変動の寄与度（IV-Vol）は、平均デルタや平均パリティが低い銘柄に対しても比較的安定して高い値を示していることが窺われる。

次に、96年から97年について同様の分析を行った結果を表5に掲載する。この時期には、株価水準がさらに下落したことから、各銘柄の金利連動度合いが一層増大した状態にあった。このような状況下でもIV変動が転換社債価格変化の主要因であったことがわかる。

30 IV-Volは、IVの変動のみを考慮した場合の転換社債のプライス・ボラティリティである。具体的には、IVのみ当該の値を、他の価格変動要因（原資産株価、金利）は前の値を、それぞれ用いて転換社債の理論価値を二項ツリー・モデルで求め、その理論価格の収益率から週率のプライス・ボラティリティを計算したものである。これと同様に、S-Volは株価の変動を、R-Volは金利の変動を、それぞれ考慮し、他の価格変動要因を不変として計算した理論価格から求められたプライス・ボラティリティである。

表4 価格変動要因分析：計測日94年1月7日～95年12月1日

銘柄	P-Vol	S-Vol	IV-Vol	R-Vol	平均バリティ	平均デルタ
リコー6	2.774%	2.933%	1.642%	0.303%	107.293	0.720
日産自動車5	2.576%	2.673%	2.387%	0.382%	102.769	0.644
富士通10	2.300%	2.469%	1.343%	0.332%	101.106	0.728
富士通8	2.208%	2.361%	1.079%	0.344%	101.106	0.767
富士通9	2.100%	2.376%	1.007%	0.346%	101.106	0.618
住友ベークライト6	2.036%	2.457%	1.426%	0.313%	100.571	0.857
松下電産6	2.012%	2.183%	0.882%	0.325%	98.442	0.840
松下電産5	1.844%	1.959%	0.896%	0.345%	98.442	0.774
東芝6	1.901%	1.921%	1.996%	0.426%	96.562	0.599
アサヒビール10	1.751%	1.764%	1.369%	0.237%	95.581	0.750
アサヒビール9	1.596%	1.666%	1.300%	0.269%	95.581	0.574
アサヒビール8	1.540%	1.642%	1.314%	0.255%	95.581	0.700
日立金属12	1.410%	2.171%	1.351%	0.363%	94.994	0.711
アイシン精機7	1.677%	1.879%	1.393%	0.420%	94.961	0.781
日立製作所5	1.857%	1.804%	1.816%	0.425%	94.236	0.614
三井物産6	1.702%	2.151%	1.312%	0.419%	93.714	0.856
荏原製作所2	1.713%	1.961%	0.405%	0.405%	93.462	0.748
日本通運4	1.716%	1.896%	1.596%	0.395%	91.643	0.775
北海道電力1	1.229%	0.960%	1.664%	0.495%	91.062	0.468
北陸電力1	1.540%	0.936%	1.622%	0.480%	89.620	0.518
日本特殊陶業3	1.709%	2.021%	2.727%	0.400%	88.057	0.721
日本特殊陶業4	1.570%	1.833%	1.600%	0.405%	88.057	0.646
清水建設1	1.824%	1.842%	2.323%	0.514%	87.978	0.538
クボタ7	1.536%	1.567%	1.571%	0.412%	86.740	0.609
クボタ9	1.529%	1.692%	1.573%	0.383%	86.740	0.540
クボタ8	1.481%	1.625%	1.499%	0.407%	86.740	0.525
三洋電機6	1.697%	1.902%	2.145%	0.566%	86.665	0.551
安田火災3	1.407%	1.216%	1.529%	0.475%	84.011	0.385
興亜火災3	1.203%	0.978%	1.113%	0.367%	82.911	0.285
中外製薬5	1.800%	1.741%	1.757%	0.420%	82.069	0.753
東北電力1	1.180%	0.886%	1.590%	0.575%	81.727	0.419
中国電力1	1.270%	0.603%	1.363%	0.600%	80.470	0.391
福山通運2	2.250%	2.223%	1.727%	0.471%	79.858	0.720
阪神電鉄9	1.727%	1.649%	1.801%	0.511%	79.489	0.516
積水ハウス14	1.795%	1.325%	1.934%	0.538%	79.280	0.509
積水ハウス15	1.697%	1.124%	1.699%	0.517%	79.280	0.563
東レ7	1.534%	0.963%	1.709%	0.706%	72.195	0.430
積水ハウス5	2.020%	0.810%	2.158%	0.676%	69.345	0.387
積水ハウス6	1.028%	0.537%	1.010%	0.559%	69.345	0.227
前田建設2	1.412%	1.046%	1.692%	0.681%	68.377	0.420
帝人7	1.172%	0.836%	1.349%	0.849%	57.085	0.282
積水ハウス3	1.409%	0.466%	1.464%	0.811%	56.463	0.266
旭化成7	1.185%	0.582%	1.458%	0.836%	53.666	0.282
日本電気6	1.109%	0.835%	1.047%	0.790%	53.631	0.267
全日本空輸4	1.254%	0.731%	1.488%	0.796%	50.943	0.323
日本石油4	1.278%	0.390%	1.304%	0.868%	48.417	0.229
日本石油5	0.862%	0.179%	1.043%	0.683%	48.417	0.114
日興証券4	0.973%	0.596%	1.155%	0.756%	46.769	0.229
大和証券7	1.459%	1.004%	1.471%	0.837%	44.523	0.314
サッポロビール1	1.357%	0.349%	1.356%	0.842%	44.292	0.230
三菱化学6	1.179%	0.388%	1.281%	0.932%	43.568	0.144
三菱地所16	1.323%	0.437%	1.284%	0.898%	41.895	0.223

注) P-Vol:プライス・ボラティリティ、S-Vol : P-Volにおける株価変動の寄与度

IV-Vol:P-VolにおけるIV変動の寄与度、R-Vol : P-Volにおける金利変動の寄与度

各銘柄において、P-Volの主要因と考えられるリスク・カテゴリーにシャドーをかけた。

表5 価格変動要因分析：計測日96年5月1日～97年11月21日

銘柄	P-Vol	S-Vol	IV-Vol	R-Vol	平均バリティ	平均デルタ
北海道電力1	0.898%	0.285%	1.009%	0.376%	81.922	0.176
北陸電力1	1.080%	0.449%	1.167%	0.365%	81.653	0.250
東レ7	0.543%	0.824%	0.927%	0.354%	79.553	0.300
中国電力1	0.422%	0.266%	0.588%	0.358%	73.200	0.151
東北電力1	0.450%	0.270%	0.599%	0.369%	70.117	0.143
積水ハウス5	0.930%	0.377%	0.904%	0.449%	67.563	0.108
積水ハウス6	0.472%	0.161%	0.445%	0.261%	67.563	0.049
日本電気6	0.881%	0.573%	0.728%	0.390%	66.873	0.156
帝人7	0.622%	0.282%	0.627%	0.443%	57.573	0.085
三菱地所16	0.664%	0.368%	0.579%	0.488%	57.212	0.098
積水ハウス3	0.471%	0.157%	0.487%	0.444%	55.012	0.052
旭化成7	0.628%	0.219%	0.705%	0.481%	51.477	0.097
サッポロビール1	0.462%	0.179%	0.560%	0.422%	45.722	0.100
日本石油4	0.547%	0.230%	0.630%	0.481%	44.860	0.104
日本石油5	0.276%	0.109%	0.333%	0.277%	44.860	0.048
全日本空輸4	0.635%	0.235%	0.700%	0.476%	42.441	0.106
日興証券4	0.663%	0.239%	0.517%	0.371%	37.401	0.085
三菱化学6	0.502%	0.199%	0.495%	0.442%	35.384	0.087
大和証券7	0.685%	0.225%	0.655%	0.450%	33.891	0.121

現在の転換社債市場は、株価が転換価額を下回った銘柄の比率が高いが、このような状況においては、転換社債特有のリスク・パラメータであるIVのマネジメントが重要であるといえる。

なお、今回のモンテカルロ・シミュレーション（VaR算出）では、時間の経過が転換社債の価値に影響を与えるという点を明示的には考慮しなかった。転換社債にはロークーポン債が多いため、債券部分の価値はアンダー・パーである場合が多い。こうした債券部分の価値は、（他の条件を不変とした場合）時間の経過とともに価値を高め³¹、パー（額面）に近づいていく。一方、転換オプションの時間価値は残存年の減少とともに減衰していく。従って、転換社債価値は、株価連動性の高い状態では時間の経過により低下方向に、金利連動性の高い状態では上昇方向にバイアスがかかりやすくなる。今回のシミュレーションではこれらの効果を予見可能な要素として、リスクの定義から除外して考えたが、これらの効果をシミュレーションに取り込む方法もあり得よう。特に、株価連動性の高いポートフォリオについては、時間価値の減衰分に注意を払うことが重要である。

31 低金利環境下では、転換社債の中にもオーバー・パーの銘柄があり得るが、その場合には、時間の経過とともに価値が低くなっていく効果がある。

3. 転換社債市場の特性に関する実証分析

本章では、2章で解説した二項ツリー法によるプライシング・モデルを利用して、転換社債の市場価格データをIVのデータに変換したうえ、各種の回帰分析を実行し、市場特性等を分析する。

ところで、80年代後半に日本企業は資金調達手段として、銀行借入のウエイトを減少させる一方で転換社債やワラント債といったエクイティ債券の発行を増加させた。この企業行動を説明する場合、従来の通説は、「エクイティ債券での資金調達は、銀行借入や普通社債に比べ、割安であったから」というものであった。この「割安」という意味は、銀行借入や普通社債よりも低いクーポンが設定されたことを指していると思われる。しかし、発行体にとっての転換社債による資金調達コストを見る場合は、クーポンのみでなく、クーポン引き下げのために売却したオプションに対する評価が必要である。発行体にとっては、オプションを投資家に売却することでプレミアムを得ることとなり、結果的に発行コストを低下させることができる。言い換えれば、転換オプションのIVがより高い発行条件となっているほど発行体にとっては有利な資金調達であるといえる。

この例からもわかるように、転換社債の市場特性を理解するためにはIVの分析が必要不可欠である。前章の分析で示されたように転換社債のIVは銘柄毎の個性が強い（互いの相関が小さい）が、従来の転換社債の市場分析では、IVのデータを個別銘柄レベルで詳細に分析した研究はあまり見受けられない。本章では、先の二項ツリー・モデルにより算出されたIVの時系列データを用いて、転換社債市場の特性について考察を加えることにする。

分析対象は、87年と94年に発行された転換社債の中で、格付けBBB以上、発行額200億円以上の銘柄とし、週次のデータを使用した。なお、別図2と別図3には、参考として、本章で分析対象とした銘柄の一部につき、IV等の推移を図示している。

(1) 転換社債市場と株式市場の関連性

前章(3)節において、転換社債のリスク・パラメータである株価とIVには大半の銘柄で負の相関があることが観察された。ここではその有意性を統計的に検証するために、次の回帰モデルを設定する³²。

$$IV_{i,t+1} - IV_{i,t} = a_i + b_i(SP_{i,t+1} - SP_{i,t}) + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

(i : 銘柄、 t : 経過週数 $t = 0, 1, 2$ 、 SP : 株価)

32 ここでのモデルを含め本論文で設定するモデルはすべて個別銘柄毎の時系列データ分析モデルである。こうしたモデルの代替として、パネルデータ分析モデルがあり得る。本論文における分析を行うに当たっては、まずパネルデータ分析を試みた結果、F検定によりパネルデータで扱うことが棄却され、個別銘柄毎の分析が採択された。そのため、以下の分析では個別銘柄毎の時系列データ分析を行う。

係数 b が負で、 t 値（絶対値）が大きければ、株価とIVの変動性には逆相関性が強いことになる。個別銘柄毎の回帰結果は別表2に示すが、その全体的傾向をまとめたのが表6である。

表6 回帰モデル(1)における係数 b の推定結果の全体像

係数 b が負である銘柄および同 t 値が有意である銘柄が全サンプル数に占める割合

87年発行銘柄		94年発行銘柄	
$b < 0$	$t < -2$	$b < 0$	$t < -2$
100.0%	85.7%	100.0%	96.3%

この結果より、係数 b については全銘柄で負の値であり、またその t 値（絶対値）はほとんどの銘柄で2以上になっていることがわかり、株価変動とIV変動の間の逆相関性が有意であることが確認された³³。

次に、この逆相関性について、以下の2とおりの仮説を想定してみよう。

株価と原資産を株式とするオプションのIVの間に一般的に認められる現象であり、転換社債市場に特有な現象ではない。

転換社債市場に特有の現象であり、その原因は原資産である株価の変動に対し、転換社債価格の反応が鈍いために起こる。例えば、株価が上昇（下落）したときに、転換社債価格がその効果を織り込まないままであると、見かけ上IVが下落（上昇）するように見える。

まずの検証をするため、日経平均オプションで同様の分析を行った結果は表7のとおりである。これを見ると、係数 b の t 値はいずれの観測期間でも有意でなく、転換社債のような逆相関性は観測されない。

表7 日経平均株価指数に対する回帰モデル(1)の推定結果

期間	a	t 値	b	t 値	R^2
94-95	-0.0768	-0.2608	0.0007	1.2249	0.0049
95-96	-0.0677	-0.1814	0.0007	0.8942	-0.0020
96-97	0.0765	0.2125	-0.0001	-0.1581	-0.0097

従って、この結果から、原資産価格の変動とIVの変動の逆相関性が一般的な現象であるとは考え難く、この説は棄却できる。

この説については、本論文では直接的な検証は行わない（この限りでは、この説以外に負の相関を引き起こす原因が、転換社債市場に存在する可能性を否定できない）。ただし、先行研究³⁴には株価の変化に対する転換社債価格の変化にタイムラ

33 同様にIVと金利の変動性についても、正の相関があることを示すことができると思われる。

34 中村・鈴木 [1997]

グが存在するとの指摘がある。日経平均指数に関する市場に比べ、流動性が劣り、有効なヘッジ機能（先物市場、貸借市場）を有しない転換社債市場では、その価格形成において原資産である株式市場の値動きを十分に反映しきれないことがこの現象の背景にあると思われる。このような価格反応の鈍さがIVの動向に影響を与えるという事実は、転換社債市場の特色の一つであろう。

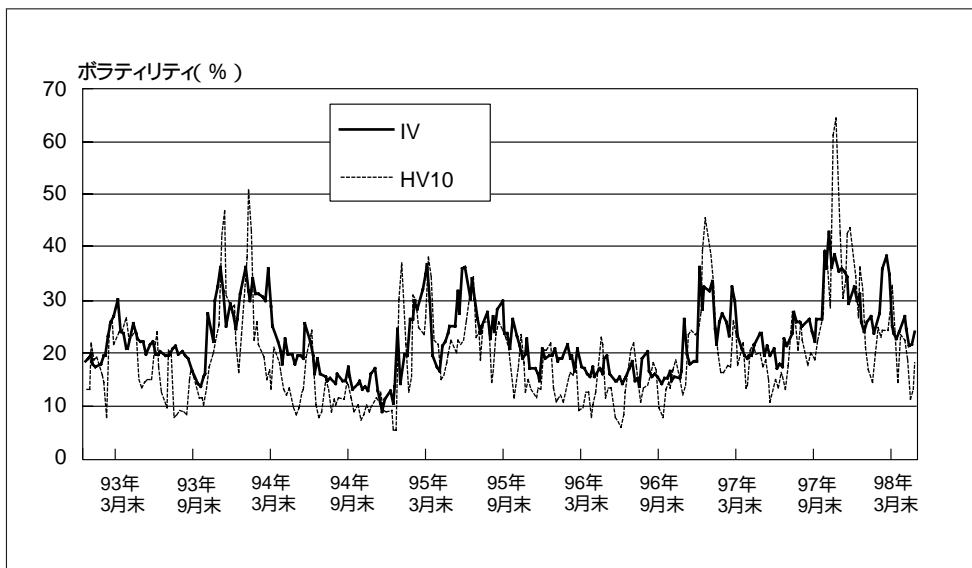
（２）転換社債市場における弱いアービトラージ

本節では、流通市場における転換社債のIVの変動特性についてヒストリカル・ボラティリティ（以下HV）を用いた考察を行う。

オプション性商品の投資を検討する際には、前述のとおりIVの評価が不可欠である。IVの割高・割安の判断をする一つのメルクマールがその時点における原資産価格のHVであろう³⁵。ここで、日経平均オプションのIVとその原資産である日経平均株価指数のHVの関係についてまず触れておく。

図3は日経平均オプションの期近限月についてのIVの推移と、日経平均株価指数の観測期間10日のHV（以下、HV10）である。全体としては、IVの推移がHVの推移と密接に関係している様子が窺われる。

図3 日経平均オプションのIVおよびHV10の推移



35 ヒストリカル・ボラティリティは、過去の原資産価格の変動性を示すデータであり、今後の変動性を直接予測するものではないという限界には注意する必要がある。

このIVとHVについて以下の回帰式による検定を行った。

$$IV_t = bHV_t \quad (2)$$

(HVは観測期間10日、20日、30日の3種類で実施)

回帰分析を行った結果は表8のとおりである。

表8 回帰モデル(2)の推定結果

	b	t 値($b=0$)	t 値($b=1$)	R^2
HV10	1.0331	54.9245	1.7597	0.5386
HV20	1.0549	67.3274	3.5050	0.5918
HV30	1.0570	69.1783	3.7300	0.5670

以上の結果、いずれのHVについても係数 b の値は1に近いことがわかる。表中の「 t 値($b=1$)」は帰無仮説 $b=1$ に対する t 値であるが、特にHV10に対する検定では、仮説「 $b=1$ 」は棄却できないという結果が得られ、IVとHVの連動性の強さを窺うことができる。なお、修正済み決定係数(R^2)は概ね50%程度であった。

次に、転換社債価格から計算されたIVと原資産株価のHVとの関係を分析した。日経平均株価指数と同様の方法で回帰分析を行った結果を別表3(87年発行銘柄)と別表4(94年発行銘柄)に示す。転換社債はオプション期間が長いいため、HVの観測期間を最長200日まで延ばして分析を行った。

この結果、係数 b については、87年発行銘柄に関しては28銘柄中23銘柄(82.1%)で、また94年発行銘柄に関しては27銘柄中25銘柄(92.6%)で仮説「 $b=1$ 」が棄却され、全体としては日経平均オプションに見られたような連動関係は観測されなかった。この理由としては、転換社債のオプション期間が長いこと、転換社債市場には有効なヘッジ手法がないこと、市場流動性が十分でないこと等により、日経平均オプションのようなアービトラージが働かないことが考えられる。そこで、株価のHVと転換社債のIVには、日経平均株価と日経平均オプションに見られるような強い連動性はないものの、何らかの弱い関係が存在すると予測し、以下の仮説を立てて検証を行った。

仮説：IVがHVから有意には乖離しない。

転換社債は、日経平均オプションに見られたような(IVとHVの水準が比較的高い相関を持って変動するような)市場ではなく、一定時間の経過の中で(本分析では1週間後)HVとの乖離が縮小する方向へIVが動く市場であると考え(本論文ではこのメカニズムを「弱いアービトラージ」と呼ぶことにする)。

この仮説が成り立つとすれば、転換社債のHVは、IVの変動に対して何らかのメルクマールとして機能し、ある意味で当該企業の将来性や不確実性を安定的に反映

させたボラティリティであると解釈できる。

ここでは次の回帰モデルを設定し、この仮説を検定する。

$$IV_{i,t+1} - IV_{i,t} = a_i + b_i(HV_{i,t} - IV_{i,t}) + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

係数**b**が正で、*t*値が高ければ、統計的に有意な「弱いアービトラージ」の存在を確認することができる。検定には、20日、60日、100日および200日の各観測期間について算出したHVを使用した。個別銘柄毎の回帰結果は別表5（87年発行銘柄）および別表6（94年発行銘柄）に示すが、その全体的傾向をまとめたのが表9である。

表9 回帰モデル（3）における係数**b**の推定結果の全体像

係数**b**が正である銘柄および同*t*値が有意である銘柄が全サンプル数に占める割合

	87年発行銘柄		94年発行銘柄	
	<i>b</i> > 0	<i>t</i> > 2	<i>b</i> > 0	<i>t</i> > 2
HV20	100.0%	75.0%	100.0%	59.3%
HV60	100.0%	82.1%	100.0%	85.2%
HV100	100.0%	85.7%	100.0%	88.9%
HV200	100.0%	100.0%	100.0%	92.6%

この表より「弱いアービトラージ」の存在を示す係数**b**の値は、全銘柄で正であることがわかる。また、係数**b**の統計的有意性は、HVの観測期間が長くなるほど高まる傾向にある。この結果を踏まえ、モデル（3）を改訂した下記モデルを新たに設定する。

$$IV_{i,t+1} - IV_{i,t} = c_i(x_i - IV_{i,t}) + \varepsilon_{i,t} \quad (4)$$

これは、HVの極限として、銘柄毎に一定の収束値（*x*）の存在を仮定した平均回帰モデルである。（3）と同じデータを用いて分析を行った結果が別表7である。またその全体的傾向をまとめると表10のとおりである。

表10 回帰モデル（4）における係数**c**の推定結果の全体像

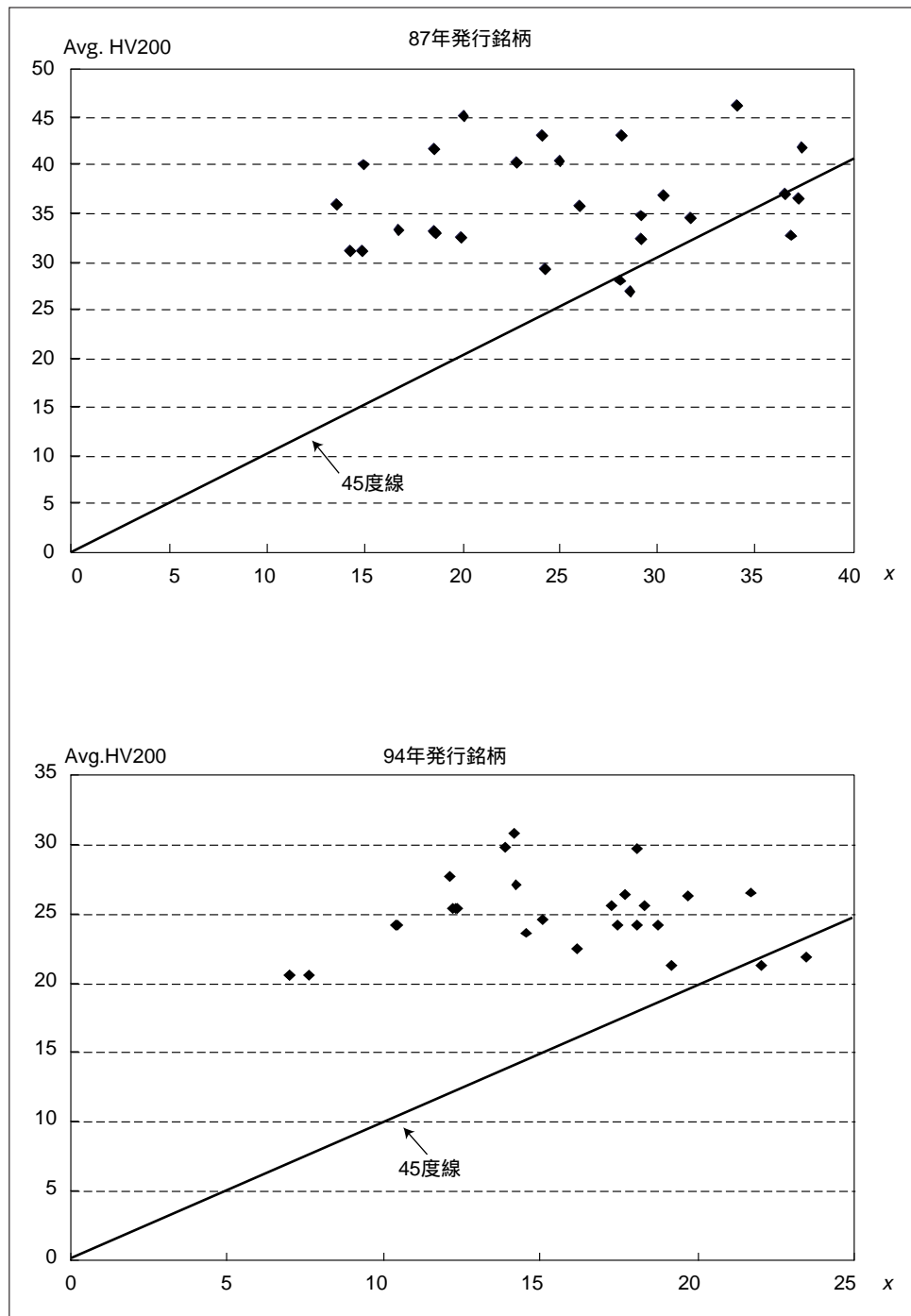
係数**c**が正である銘柄および同*t*値が有意である銘柄が全サンプル数に占める割合

	87年発行銘柄		94年発行銘柄	
	<i>c</i> > 0	<i>t</i> > 2	<i>c</i> > 0	<i>t</i> > 2
収束値(<i>x</i>)	100.0%	100.0%	100.0%	92.6%

ここでも係数**c**は全銘柄で正であることが確認できる。また、統計的有意性については、87年発行銘柄に関しては全銘柄で、94年発行銘柄に関してもほとんどの銘柄（27銘柄中25銘柄）で、有意であることがわかる。

図4は各銘柄のHV200の平均値 (Avg.HV200) とIVの収束値 (x) をプロットした散布図である。

図4 IVの収束値 (x) とHV200の平均値 (Avg.HV200) の散布図



これを見ると、IVの収束値はHV200の平均値よりも広いレンジに存在し、かつほとんどの銘柄について、IVの収束値がHV200の平均値よりも低いことがわかる（45度線より上に分布）。このようにIVの収束値がHVの平均値を下回る傾向が現れる原因としては、転換社債市場に存在する諸コスト（借株コスト、流動性コスト）により裁定が働き難いことを反映したものではないかと推測される。

以上の分析結果より、転換社債のIVには日経平均オプションほどの強い裁定機能は働かないものの、1週間程度のラグを伴って何らかの収束値へ回帰するという「弱いアービトラージ」機能が働いていることが示された。

（3）IVから見た転換社債の発行条件

バブル当時の転換社債市場の特徴として、上場直後の価格が発行価格を大幅に上回るという現象が起きていたことは広く知られた事実である。この理由としては、大別して次の2つの考え方があり得よう。

条件決定から上場に至る間に原資産の株価が急上昇し、その変動に則して合理的に転換社債の価格が形成された。

発行条件が実勢比割安であったか、あるいは逆に、上場直後に投機的な資金が投入されて実勢比割高な価格がついた。

の効果は、転換社債の価格が株式市場の動向に合理的に反映したに過ぎず、転換社債に固有の現象ではない（株価が急上昇した原因については、本論文では立ち入らない）。一方、の效果は、転換社債市場に特有の反応であって、IVの動向を観察することにより検証可能である（具体的には、上場直後の市場価格から算出されるIVが、発行条件から算出されるIVよりも高くなる）。もし、の效果で価格急騰のすべてを説明できるならば、IVに特異な動きは現れないはずである。このような問題意識からの效果について分析した例は、これまでほとんど見受けられない。そこで以下では、転換社債市場における発行直後のIVの動向について統計的に検証する。

はじめに、バブル期の87年およびバブル崩壊後の94年に発行された転換社債について、発行価格から求められるIVと上場後の市場価格から求められるIVを比較・図示したところ（一例として別図2³⁶と別図3を参照）、両時点とも、上場直後にIVが急騰する銘柄が多いことが観察された。

この傾向を統計的に分析するために、以下の仮説を設定し、検定を行う。

36 別図2の日本電気#6では、2度ほどIVの急落が観測される。これは、逆乖離（転換社債価値が転換後に得られる株式価値を下回る状態）によって、転換オプションのIVを合理的に評価できないケースの一例である。プライシング・モデルの改善などにより、こうしたデータへ適切に対処することは、今後の課題である。

仮説：上場直後の転換社債価格から計算されるIVには特異な動きがある。

転換社債には、上場直後に価格が急上昇（例えば100円 120円）する 경우가多く見られるが、その過程には株価や金利の変動では説明できない要因が含まれており、結果的にIVに特異な変動をもたらす。

ここでは、次の回帰モデルを設定する。

$$IV_{i,t+1} - IV_{i,t} = a_i(x_i - IV_{i,t}) + b_i DUM0_t + \varepsilon_{i,t} \quad (5)$$

(i ：銘柄、 t ：経過週数 $t=0,1,2$ 、 x ：前節で求められたIVの収束値、 $DUM0_t$ ：発行時点 ($t=0$) のみ 1、他は0のダミー変数)

ダミー変数の係数 b が正で、 t 値が高ければ、上場直後 ($t=1$) 時点の時価で評価されたIVは他の時点とは異なった特異な急騰をしていることになる。個別銘柄毎の分析結果は別表 8³⁷に示したが、その全体的傾向をまとめたものが表11である。

表11 回帰モデル (5) における係数 b の推定結果の全体像

係数 b が正である銘柄および同 t 値が有意である銘柄が全サンプル数に占める割合

87年発行銘柄		94年発行銘柄	
$b > 0$	$t > 2$	$b > 0$	$t > 2$
96.3%	63.0%	82.6%	43.5%

この結果を見ると、係数 b については、ほとんどの銘柄で正の値となっている。特に、バブル期の87年発行銘柄の方が、94年発行銘柄よりも統計的に有意な結果が多いことがわかる。以上より、転換社債の上場直後には、統計的に有意なIVの急騰が存在することを確認できた。

このような上場直後のIVの急騰に関しては、発行条件が実勢比割安であったため、または上場直後に投機的な資金が投入されて実勢比割高な価格がついたため、といった理由が考えられる。と のいずれが原因なのかを判断する材料として、発行条件から求められるIVと上場直後のIVを本章 (2) 節で求めたIVの収束値と比較する。

表12³⁸は、上場直後に統計的に有意なIVの急騰が見られた銘柄 (別表 8 参照) を対象として、上場後のIV (それぞれIV ($t=0$) とIV ($t=1$)) とIVの収束値 (x) をまとめた結果である。

37 上場直後に逆乖離が起きている銘柄については、ここでの分析対象から除外した。

38 計測期間中に逆乖離 (転換社債価値が転換後に得られる株式価値を下回る状態) が起きた回数が多い銘柄は、ここでの分析対象から除外した。具体的には、計測期間中の25%以上で逆乖離が発生していた銘柄を除外した。

表12 上場前後のIVおよびIV収束値との関係

87年発行銘柄

銘柄	回	IV(t=0)	x	IV(t=1)	収束値(x)との乖離度 ³⁹	
					IV(t=0)	IV(t=1)
日本電気	6	4.461	28.193	36.408	-84.2%	29.1%
日興証券	4	6.648	34.087	45.484	-80.5%	33.4%
サッポロビール	1	8.041	36.743	38.363	-78.1%	4.4%
帝人	7	7.205	28.579	35.093	-74.8%	22.8%
東レ	7	8.567	28.101	30.263	-69.5%	7.7%
三菱地所	16	13.481	30.299	40.425	-55.5%	33.4%
旭化成	7	9.707	29.136	35.464	-66.7%	21.7%
日立製作所	5	11.009	24.063	52.389	-54.2%	117.7%
三菱化学	6	4.006	29.207	39.409	-86.3%	34.9%
ソニー	2	18.086	18.661	40.792	-3.1%	118.6%
積水ハウス	3	7.926	31.718	40.058	-75.0%	26.3%
大和証券	7	17.336	37.365	48.626	-53.6%	30.1%
中国電力	1	17.234	37.153	45.961	-53.6%	23.7%
東北電力	1	16.042	36.447	58.433	-56.0%	60.3%
村田製作所	4	5.121	20.009	32.275	-74.4%	61.3%
全日本空輸	4	6.139	24.309	19.921	-74.7%	-18.1%

94年発行銘柄

銘柄	回	IV(t=0)	x	IV(t=1)	収束値(x)との乖離度 ³⁹	
					IV(t=0)	IV(t=1)
日本通運	4	10.117	17.695	18.972	-42.8%	7.2%
積水ハウス	14	15.654	22.016	26.135	-28.9%	18.7%
積水ハウス	15	13.992	19.185	24.014	-27.1%	25.2%
荏原製作所	2	12.940	21.694	26.738	-40.4%	23.3%
安田火災	3	12.614	14.207	19.482	-11.2%	37.1%
中外製薬	5	15.719	23.474	22.945	-33.0%	-2.3%
興亜火災	3	11.458	12.071	16.107	-5.1%	33.4%

注) IV(t=0): 発行時点のIV、x: 前節で求められたIVの収束値、IV(t=1): 上場直後のIV
 収束値(x)との乖離度³⁹の絶対値が40%以上のIVにシャドーをかけている。

表12からは、次の2点を指摘可能である。

87年の発行銘柄については、上場直後のIV(t=1)はIVの収束値(x)とさほど差がない一方(乖離度の絶対値が40%以下の銘柄が全体の75%に達する)、発

39 収束値 x とIVとの乖離度の計算式は以下のとおりである。

$$\text{乖離度} = (IV - x) / x$$

行時点のIV ($t=0$) はIVの収束値よりもかなり低い銘柄が多い(乖離度の絶対値が40%以上の銘柄が全体の93.8%に達する)。これらの銘柄では、発行時のIVが過小評価されたものと考えられる(例えば日本電気#6、日興証券#4など)。94年の発行銘柄に関しては、上場直後のIVも発行時のIVも87年ほどには収束値と差がない(表12でシャドー部分が少ない)。

従って、IVという尺度でファイナンスの採算性を考察すると、バブル当時(87年)の転換社債は、市場実勢を反映したボラティリティ指標(IVの収束値)を大きく下回る水準のIVによって発行条件が設定されていた例が少なくないことになる。言い換えれば、より高いプレミアムで転換オプション権を売却できたはずの発行体にとっては不利なファイナンス(逆にそれを購入できた投資家にとっては有利な投資対象)となった例が多いと考えられる。また、バブル崩壊後(94年)はこの現象が徐々に薄れてきたことが確認できる。これは、主に発行条件の決定方式が実態に即したものに変わってきたことによると推測できる。

4. おわりに

本論文では、転換社債の個別銘柄のIVに注目した実証分析を通して、以下のような結論を得た。

転換社債市場は、個別銘柄レベルで見れば、株価等の変動に対し反応が遅い市場である。こうした点を改善するには、借株市場の整備等によって市場の効率性を高めることが望まれる。

転換社債のIVは、実際の株価の変動性(HV)から、大きくは乖離しないように平均回帰的に変動する。このメカニズムは「弱いアービトラージ」として解釈できる。個別銘柄のIVを評価した結果、バブル時代のエクイティ・ファイナンスは、必ずしも発行体にとって有利なファイナンス手段ではなかったといえる。

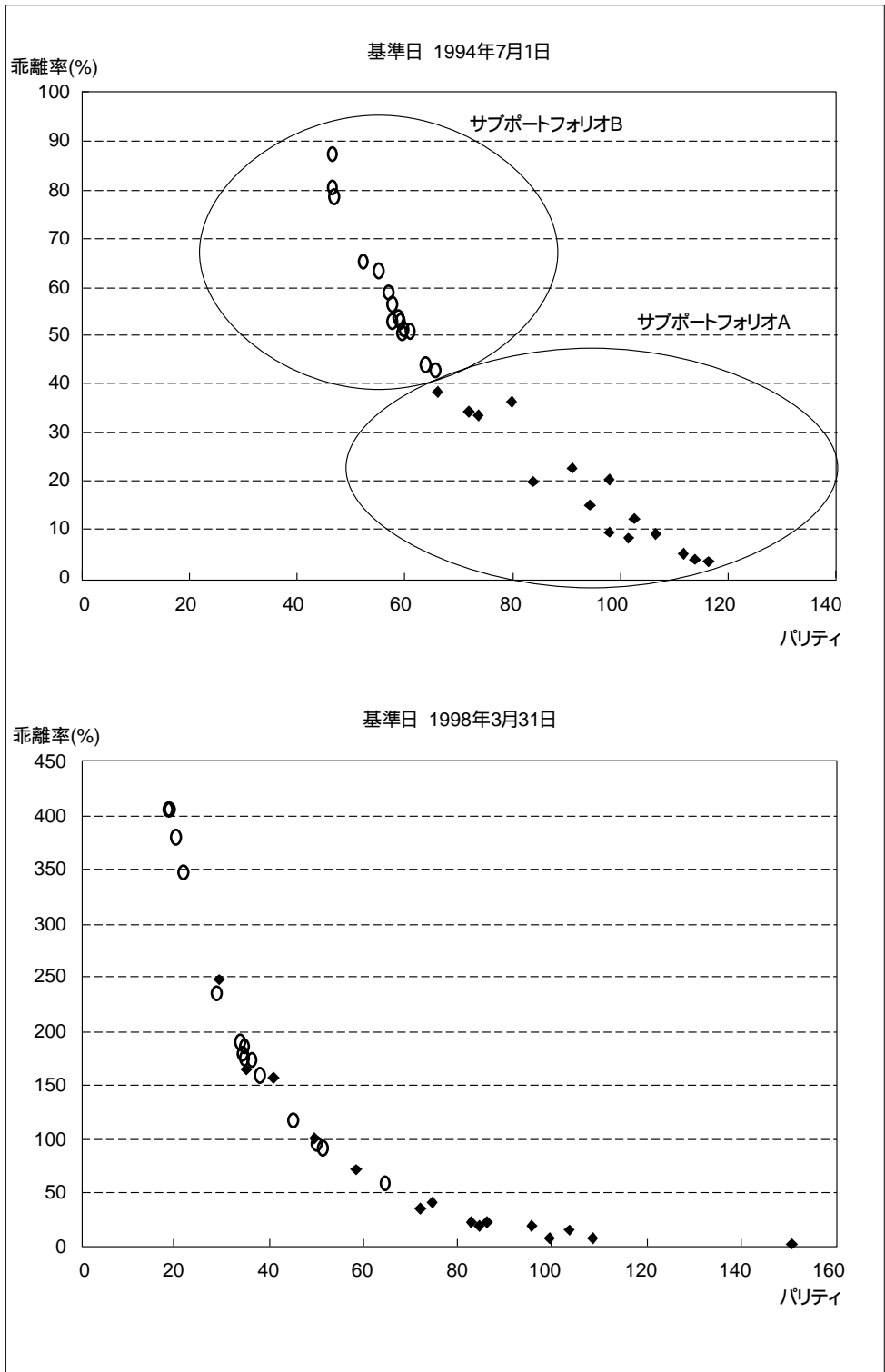
転換社債の市場リスク管理を行う上では、IVのマネジメントが重要である。特に、株価連動性の度合いが低下した転換社債には、IVが株価や金利以上に転換社債の価格変動に強い影響を及ぼす場合が多い。

一方、本論文で取り上げきれなかったテーマの中から重要な課題として、特に次の2点を指摘しておきたい。

デフォルト可能性(信用リスク)を考慮した転換社債のプライシングおよびリスク管理の方法。

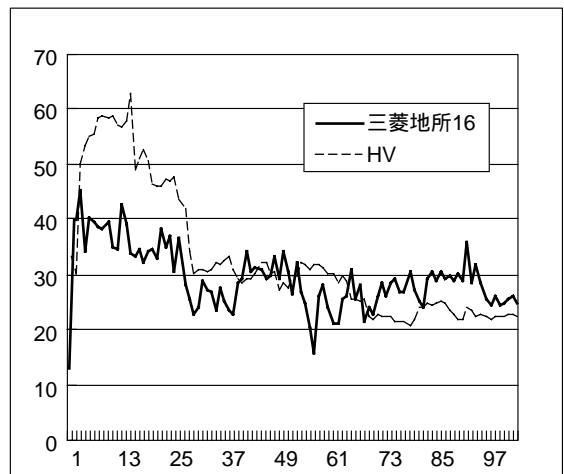
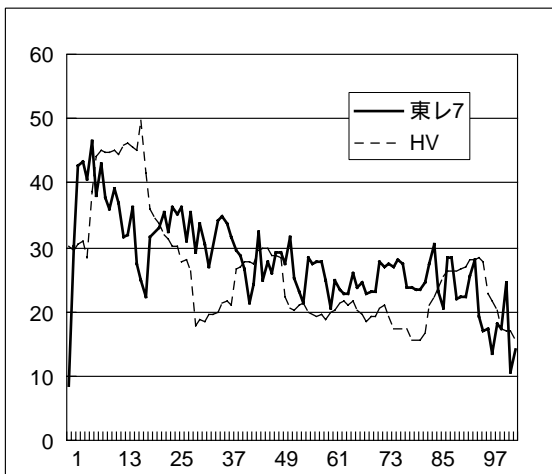
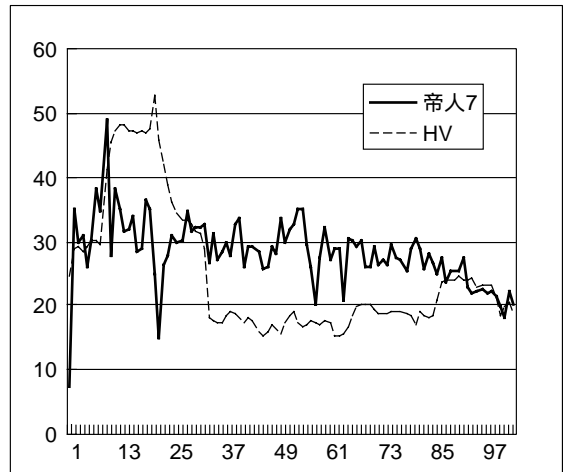
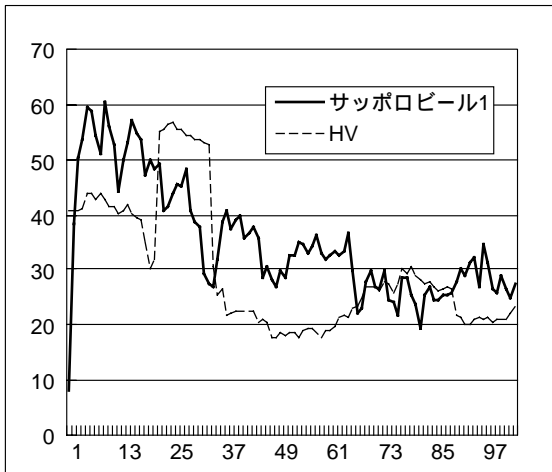
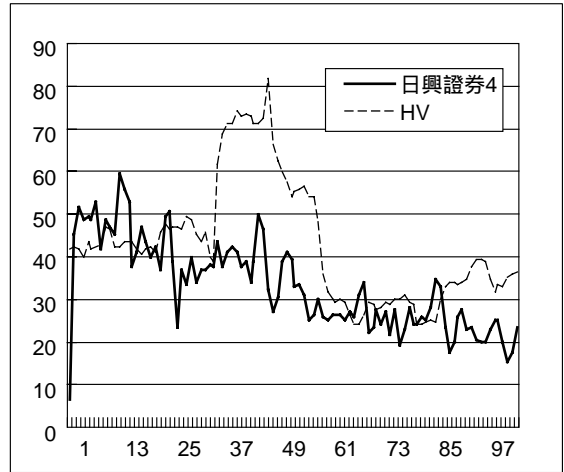
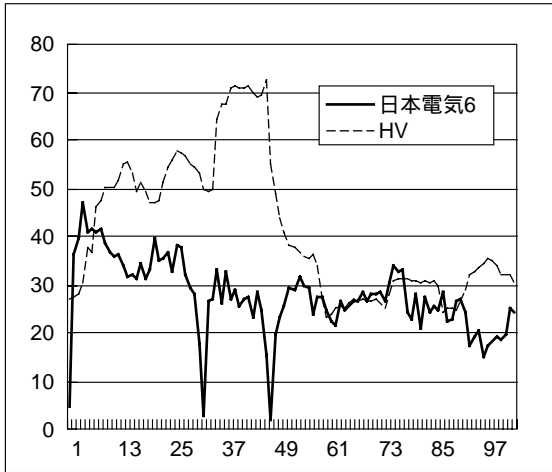
エキゾティックな条件が付与された転換社債のプライシング方法および実証分析。昨年11月に発生した転換社債市場のクラッシュはまさに の影響であり、現在のよう
に株価が転換価額から大きく乖離した金利連動銘柄に関しては、デフォルトを織り込んだ
プライシングが不可欠と言える。 に関しては、金融機関が自己資本規制対策の目的で発行した強制転換権付転換社債が今後の株価に与える影響について分析することも重要なテーマである。

別図1 ポートフォリオ構成銘柄の乖離率およびパリティ



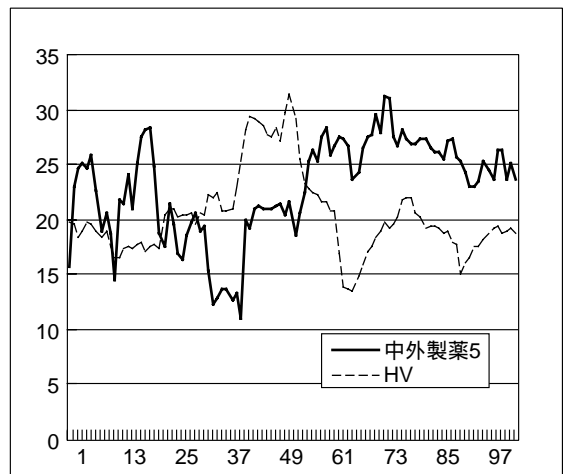
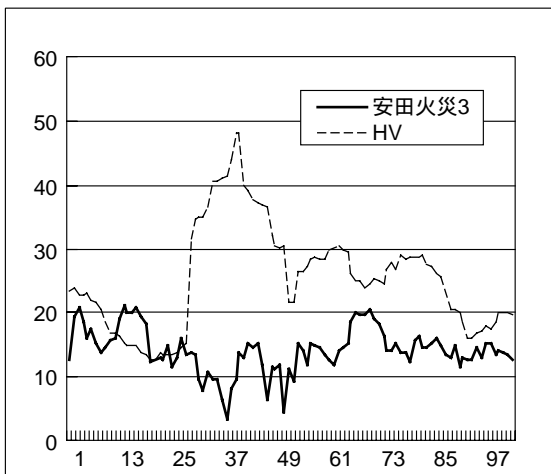
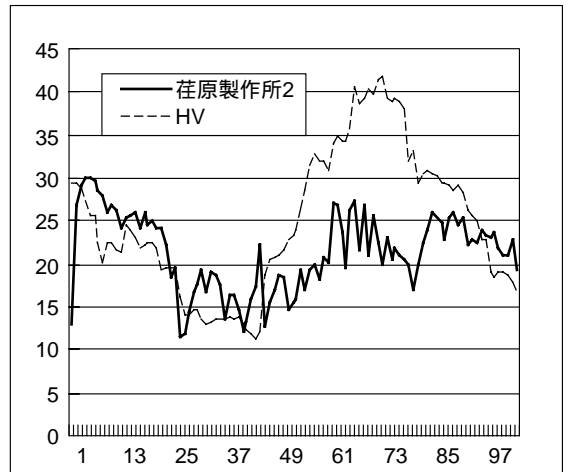
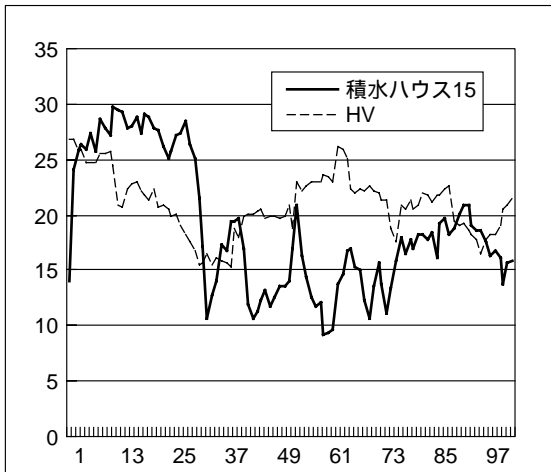
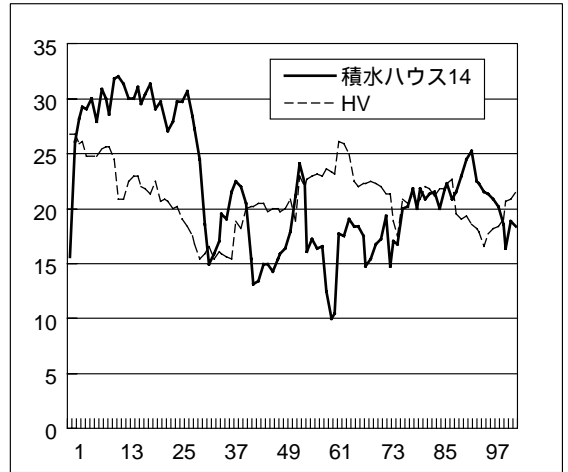
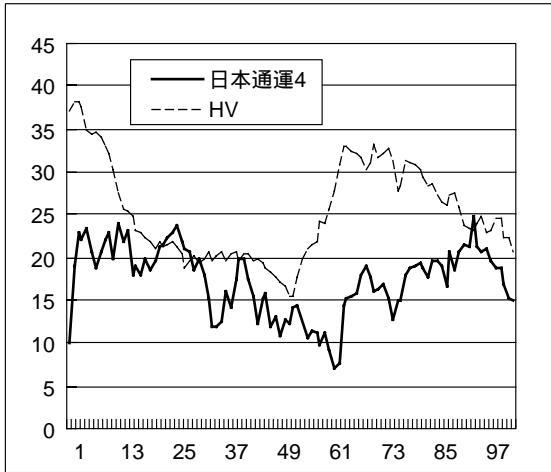
別図2 87年発行転換社債のIV(実線)と観測期間60日のHV(点線)

(縦軸: %、横軸: 発行後経過週数)



別図3 94年発行転換社債のIV（実線）と観測期間60日のHV（点線）

（縦軸：%、横軸：発行後経過週数）



別表1 ポートフォリオ構成銘柄一覧

銘柄	回	バリティ	残存年	乖離率	サポートフォロ	時価(1)	時価(2)	変化幅
シャープ	11	116.474	4.249	3.378	A	118.5	99.9	-18.6
信越化学工業	5	114.040	4.748	3.468	A	118.0	153.0	35.0
東芝	6	111.602	7.742	5.016	A	117.2	104.1	-13.1
荏原製作所	2	106.502	8.748	8.919	A	116.0	105.3	-10.7
日立製作所	5	102.726	7.742	11.948	A	115.0	113.5	-1.5
日本通運	4	101.463	9.748	8.118	A	109.7	101.2	-8.5
三井物産	3	97.919	8.748	9.171	A	106.9	107.5	0.6
九州松下電器	3	97.863	6.247	20.066	A	117.5	105.4	-12.1
大日本印刷	5	94.228	7.915	14.828	A	108.2	116.6	8.4
松下電工	7	91.111	6.416	22.379	A	111.5	118.0	6.5
積水ハウス	15	83.610	7.082	19.603	A	100.0	97.0	-3.0
ジャパンエナジー	4	79.787	6.247	35.987	A	108.5	102.1	-6.4
住友ベークライト	5	73.511	4.249	33.410	A	98.3	100.0	1.7
大丸	12	71.840	9.660	34.326	A	96.5	93.0	-3.5
中部電力	1	65.839	4.748	38.208	A	91.0	100.2	9.2
三菱電機	4	65.625	9.249	42.629	B	93.6	98.6	5.0
日興證券	8	63.810	5.748	43.866	B	91.8	98.0	6.2
帝人	7	61.009	8.249	50.797	B	92.0	97.7	5.7
日本電気	6	59.996	7.742	51.010	B	90.6	102.1	11.5
積水ハウス	3	59.316	8.082	50.211	B	89.1	98.0	8.9
日興證券	4	59.031	7.244	52.632	B	90.1	95.5	5.4
旭化成	7	58.738	8.748	53.223	B	88.9	98.4	9.5
日本石油	4	57.537	8.748	52.424	B	87.7	96.2	8.5
日本石油	5	57.537	5.748	56.422	B	90.0	100.0	10.0
大和証券	7	56.985	8.249	58.814	B	90.5	93.0	2.5
野村証券	7	55.238	5.748	63.111	B	90.1	99.0	8.9
全日本空輸	4	52.129	8.748	65.167	B	86.1	96.0	9.9
三菱化学	6	46.858	8.082	78.197	B	83.5	97.6	14.1
三菱地所	16	46.538	8.748	80.496	B	84.0	97.2	13.2
サッポロビール	1	46.460	7.992	87.257	B	87.0	97.1	10.1
合計						2,967.8	3,081.2	113.4
サポートA合計						1,632.8	1,616.8	-16.0
サポートB合計						1,335.0	1,464.4	129.4

注) サポートフォリオAとBの区分:

A.....バリティ65.8以上、乖離率40%以下

B.....バリティ65.8以下、乖離率40%以上

バリティ、残存年、乖離率、時価(1)の基準日は94年7月1日、時価(2)の基準日は98年3月31日

別表2 回帰モデル(1)の推定結果
87年発行銘柄

IV(+1)-IV=a+b(SP(+1)-SP)						
銘柄	回	a	t値	b	t値	R ²
日本電気	6	0.199	0.352	-0.020	-4.181	0.144
日興証券	4	0.025	0.043	-0.029	-6.376	0.288
東芝	6	0.114	0.181	-0.038	-2.505	0.051
サッポロビール	1	0.036	0.079	-0.037	-4.315	0.152
帝人	7	0.130	0.274	-0.089	-5.877	0.255
東レ	7	0.069	0.144	-0.010	-0.672	-0.006
清水建設	1	0.008	0.006	-0.021	-1.269	0.006
三菱地所	16	0.080	0.190	-0.017	-4.603	0.171
日本石油	4	0.169	0.305	-0.044	-4.461	0.162
日本石油	5	0.116	0.206	-0.049	-4.977	0.195
旭化成	7	0.163	0.451	-0.032	-3.982	0.132
三洋電機	6	0.116	0.121	-0.088	-2.567	0.054
日産自動車	5	0.492	0.217	-0.102	-2.129	0.035
日立製作所	5	0.125	0.123	-0.040	-3.091	0.080
三菱化学	6	0.084	0.174	-0.062	-6.075	0.268
北海道電力	1	0.229	0.210	-0.022	-3.294	0.091
ソニー	2	0.014	0.016	-0.007	-2.018	0.030
積水ハウス	3	-0.055	-0.109	-0.031	-4.216	0.146
積水ハウス	5	0.082	0.184	-0.033	-4.627	0.172
積水ハウス	6	0.004	0.010	-0.020	-3.132	0.082
大和証券	7	-0.265	-0.485	-0.036	-9.863	0.496
中国電力	1	0.079	0.104	-0.007	-1.515	0.013
東北電力	1	-0.092	-0.132	-0.007	-1.462	0.011
北陸電力	1	-0.169	-0.161	-0.017	-2.419	0.047
リコー	6	0.351	0.229	-0.081	-3.010	0.076
村田製作所	4	0.193	0.282	-0.029	-6.351	0.286
前田建設工業	2	0.354	0.604	-0.051	-5.811	0.251
全日本空輸	4	-0.005	-0.018	-0.022	-4.071	0.137

94年発行銘柄

IV(+1)-IV=a+b(SP(+1)-SP)						
銘柄	回	a	t値	b	t値	R ²
日本通運	4	0.014	0.081	-0.051	-7.528	0.362
積水ハウス	14	0.011	0.051	-0.022	-3.038	0.077
積水ハウス	15	0.009	0.040	-0.014	-2.005	0.030
荏原製作所	2	0.072	0.276	-0.034	-6.004	0.263
アサヒビール	8	-0.044	-0.146	-0.051	-4.110	0.140
アサヒビール	9	-0.059	-0.165	-0.044	-3.030	0.077
アサヒビール	10	-0.063	-0.184	-0.047	-3.398	0.097
安田火災	3	0.014	0.063	-0.043	-3.963	0.130
三井物産	6	0.008	0.037	-0.054	-5.909	0.257
クボタ	7	0.015	0.090	-0.047	-5.324	0.218
クボタ	8	0.012	0.075	-0.047	-5.649	0.240
クボタ	9	0.014	0.086	-0.054	-6.259	0.280
住友ベークライト	6	-0.029	-0.081	-0.053	-3.546	0.106
阪神電鉄	9	-0.027	-0.144	-0.084	-5.305	0.217
松下電産	5	0.025	0.164	-0.010	-3.384	0.096
松下電産	6	0.016	0.100	-0.013	-4.106	0.139
日立金属	12	-0.014	-0.101	-0.031	-10.112	0.508
アイシン精機	7	0.095	0.400	-0.034	-5.907	0.257
富士通	8	0.065	0.388	-0.015	-3.260	0.089
富士通	9	0.093	0.695	-0.019	-5.166	0.208
富士通	10	0.114	0.614	-0.023	-4.502	0.164
中外製薬	5	-0.006	-0.029	-0.042	-5.203	0.210
興亜火災	3	-0.001	-0.007	-0.038	-3.665	0.113
川崎重工業	5	0.106	0.258	-0.152	-5.449	0.226
福山通運	2	-0.032	-0.089	-0.020	-1.814	0.023
日本特殊陶業	3	-0.027	-0.111	-0.060	-10.911	0.546
日本特殊陶業	4	0.020	0.110	-0.026	-6.301	0.283

注) シャドー部分はt値(絶対値)が2以上である領域

別表3 回帰モデル(2)の推定結果(87年発行銘柄)

		IV=bHV				HV60			
		HV20				HV60			
銘柄	回	b	t値(b=0)	t値(b=1)	R ²	b	t値(b=0)	t値(b=1)	R ²
日本電気	6	0.590	20.840	-14.455	0.105	0.602	23.433	-15.474	0.018
日興證券	4	0.705	21.517	-9.000	0.100	0.730	29.290	-10.827	0.191
東芝	6	0.564	15.637	-12.083	0.004	0.592	19.148	-13.181	0.053
サッポロビール	1	1.063	21.911	1.295	0.189	1.078	30.008	2.170	0.296
帝人	7	0.967	20.085	-0.691	0.048	0.991	24.981	-0.222	0.074
東レ	7	0.973	24.274	-0.679	0.182	0.995	33.308	-0.176	0.230
清水建設	1	0.576	12.604	-9.271	0.004	0.587	13.739	-9.647	0.016
三菱地所	16	0.800	23.431	-5.846	0.192	0.830	37.626	-7.733	0.408
日本石油	4	0.489	15.568	-16.238	0.023	0.520	20.148	-18.565	0.051
日本石油	5	0.492	16.185	-16.732	0.040	0.523	21.403	-19.523	0.090
旭化成	7	0.802	18.160	-4.494	0.007	0.832	25.129	-5.068	0.008
三洋電機	6	0.449	9.948	-12.208	0.066	0.479	13.414	-14.580	0.313
日産自動車	5	0.519	8.263	-7.666	0.003	0.514	8.530	-8.081	0.004
日立製作所	5	0.538	15.183	-13.058	0.004	0.545	16.126	-13.473	0.001
三菱化学	6	0.767	22.487	-6.816	0.158	0.790	29.266	-7.758	0.202
北海道電力	1	0.652	13.276	-7.088	0.000	0.649	13.206	-7.134	0.126
ソニー	2	0.687	15.102	-6.876	0.190	0.658	15.591	-8.115	0.199
積水ハウス	3	0.798	17.506	-4.439	0.136	0.827	22.824	-4.779	0.131
積水ハウス	5	0.586	16.050	-11.356	0.001	0.494	16.448	-16.873	0.046
積水ハウス	6	0.565	16.708	-12.864	0.001	0.472	16.548	-18.521	0.035
大和證券	7	0.916	24.382	-2.229	0.306	0.933	39.480	-2.816	0.520
中国電力	1	0.977	17.925	-0.421	0.021	1.037	22.151	0.790	0.017
東北電力	1	1.062	24.136	1.415	0.028	1.105	31.151	2.957	0.046
北陸電力	1	0.450	10.831	-13.232	0.006	0.481	12.948	-13.956	0.028
リコー	6	0.373	10.996	-18.497	0.073	0.369	10.804	-18.499	0.047
村田製作所	4	0.455	17.864	-21.364	0.179	0.438	16.663	-21.368	0.074
前田建設工業	2	0.547	15.872	-13.149	0.043	0.567	19.020	-14.511	0.066
全日本空輸	4	0.688	13.465	-6.106	0.048	0.725	18.163	-6.899	0.011

		HV100				HV200			
銘柄	回	b	t値(b=0)	t値(b=1)	R ²	b	t値(b=0)	t値(b=1)	R ²
日本電気	6	0.608	23.720	-15.266	0.005	0.609	28.106	-18.023	0.004
日興證券	4	0.729	29.518	-10.963	0.142	0.709	32.919	-13.524	0.135
東芝	6	0.592	19.886	-13.714	0.076	0.592	21.982	-15.168	0.593
サッポロビール	1	1.072	35.824	2.406	0.373	1.053	39.978	2.020	0.351
帝人	7	1.002	27.091	0.048	0.063	0.982	34.684	-0.620	0.132
東レ	7	1.001	39.605	0.027	0.281	0.974	50.492	-1.344	0.417
清水建設	1	0.597	14.396	-9.734	0.013	0.618	15.835	-9.798	0.024
三菱地所	16	0.811	37.636	-8.772	0.300	0.780	42.252	-11.922	0.228
日本石油	4	0.536	23.033	-19.945	0.008	0.550	27.482	-22.460	0.041
日本石油	5	0.538	24.846	-21.296	0.026	0.552	30.072	-24.403	0.009
旭化成	7	0.841	27.951	-5.293	0.007	0.841	34.893	-6.619	0.005
三洋電機	6	0.482	14.382	-15.437	0.456	0.455	13.989	-16.769	0.634
日産自動車	5	0.522	9.052	-8.277	0.022	0.516	9.267	-8.681	0.054
日立製作所	5	0.550	17.119	-14.011	0.003	0.555	19.258	-15.433	0.048
三菱化学	6	0.795	32.269	-8.322	0.233	0.786	31.787	-8.652	0.077
北海道電力	1	0.652	13.264	-7.088	0.334	0.680	13.813	-6.507	0.557
ソニー	2	0.663	17.834	-9.082	0.366	0.643	19.805	-11.013	0.663
積水ハウス	3	0.836	25.369	-4.987	0.112	0.835	28.244	-5.575	0.030
積水ハウス	5	0.482	17.102	-18.391	0.057	0.479	20.652	-22.440	0.162
積水ハウス	6	0.460	17.186	-20.140	0.043	0.460	21.225	-24.947	0.155
大和證券	7	0.915	36.801	-3.423	0.394	0.885	38.019	-4.964	0.372
中国電力	1	1.052	24.742	1.217	0.012	1.003	27.776	0.071	0.024
東北電力	1	1.079	32.896	2.399	0.097	1.000	40.586	0.008	0.373
北陸電力	1	0.488	13.879	-14.540	0.107	0.480	13.524	-14.644	0.134
リコー	6	0.365	10.522	-18.307	0.024	0.361	10.290	-18.250	0.004
村田製作所	4	0.429	15.633	-20.832	0.015	0.413	15.800	-22.446	0.001
前田建設工業	2	0.579	21.429	-15.568	0.030	0.574	25.098	-18.641	0.000
全日本空輸	4	0.740	22.323	-7.852	0.100	0.727	25.798	-9.678	0.041

別表4 回帰モデル(2)の推定結果(94年発行銘柄)

		IV=bHV				HV60			
		HV20				HV60			
銘柄	回	b	t値(b=0)	t値(b=1)	R ²	b	t値(b=0)	t値(b=1)	R ²
日本通運	4	0.652	24.823	-13.254	0.013	0.660	34.311	-17.691	0.038
積水ハウス	14	1.003	29.401	0.097	0.009	1.020	36.093	0.691	0.023
積水ハウス	15	0.875	26.175	-3.739	0.008	0.890	30.969	-3.833	0.026
荏原製作所	2	0.784	24.372	-6.699	0.074	0.795	32.130	-8.307	0.174
アサヒビール	8	0.420	18.706	-25.825	0.368	0.411	17.519	-25.093	0.363
アサヒビール	9	0.416	17.829	-24.990	0.349	0.408	16.879	-24.471	0.366
アサヒビール	10	0.466	17.787	-20.359	0.373	0.456	16.746	-19.943	0.389
安田火災	3	0.463	15.958	-18.486	0.135	0.485	19.239	-20.398	0.209
三井物産	6	0.741	27.209	-9.486	0.180	0.754	38.530	-12.584	0.323
クボタ	7	0.683	22.303	-10.332	0.005	0.715	32.398	-12.911	0.104
クボタ	8	0.709	22.441	-9.215	0.005	0.741	32.302	-11.304	0.097
クボタ	9	0.738	23.208	-8.222	0.017	0.770	33.780	-10.071	0.134
住友ベークライト	6	0.626	26.088	-15.559	0.138	0.637	32.872	-18.757	0.211
阪神電鉄	9	0.635	29.060	-16.688	0.245	0.651	35.663	-19.095	0.407
松下電産	5	0.435	26.282	-34.105	0.005	0.437	33.176	-42.760	0.028
松下電産	6	0.440	27.630	-35.137	0.069	0.441	34.869	-44.206	0.137
日立金属	12	0.423	27.872	-38.026	0.004	0.444	39.970	-50.022	0.069
アイシン精機	7	0.448	24.391	-29.993	0.197	0.476	38.126	-42.001	0.466
富士通	8	0.462	30.674	-35.781	0.006	0.471	38.937	-43.702	0.022
富士通	9	0.460	30.402	-35.675	0.002	0.470	38.954	-43.916	0.042
富士通	10	0.461	29.736	-34.725	0.000	0.472	37.943	-42.520	0.055
中外製薬	5	1.042	23.980	0.960	0.153	1.075	31.234	2.191	0.113
興亜火災	3	0.414	20.165	-28.499	0.136	0.434	29.072	-37.870	0.013
川崎重工業	5	0.615	24.049	-15.045	0.101	0.633	30.272	-17.572	0.212
福山通運	2	0.674	17.921	-8.664	0.278	0.712	21.443	-8.657	0.205
日本特殊陶業	3	0.690	25.588	-11.470	0.028	0.706	31.762	-13.226	0.006
日本特殊陶業	4	0.644	26.604	-14.693	0.038	0.661	35.033	-17.992	0.000

		HV100				HV200			
銘柄	回	b	t値(b=0)	t値(b=1)	R ²	b	t値(b=0)	t値(b=1)	R ²
日本通運	4	0.655	42.098	-22.199	0.168	0.660	65.700	-33.843	0.588
積水ハウス	14	1.022	42.637	0.905	0.200	1.027	42.993	1.126	0.484
積水ハウス	15	0.893	35.374	-4.258	0.197	0.896	35.215	-4.068	0.484
荏原製作所	2	0.786	40.197	-10.931	0.298	0.794	52.489	-13.634	0.305
アサヒビール	8	0.406	17.575	-25.715	0.458	0.378	15.800	-25.992	0.258
アサヒビール	9	0.402	16.743	-24.915	0.423	0.374	15.168	-25.347	0.241
アサヒビール	10	0.449	16.576	-20.327	0.444	0.417	14.909	-20.818	0.230
安田火災	3	0.498	23.290	-23.457	0.127	0.514	35.497	-33.617	0.000
三井物産	6	0.758	47.677	-15.195	0.400	0.725	54.644	-20.758	0.335
クボタ	7	0.731	43.774	-16.077	0.328	0.706	72.734	-30.279	0.547
クボタ	8	0.758	44.091	-14.064	0.333	0.732	74.260	-27.197	0.554
クボタ	9	0.787	46.460	-12.545	0.390	0.758	72.630	-23.186	0.522
住友ベークライト	6	0.636	33.617	-19.254	0.161	0.604	31.576	-20.715	0.003
阪神電鉄	9	0.657	39.038	-20.425	0.596	0.626	29.781	-17.784	0.197
松下電産	5	0.436	40.183	-52.026	0.081	0.430	55.335	-73.321	0.229
松下電産	6	0.439	42.066	-53.709	0.237	0.431	51.647	-68.070	0.415
日立金属	12	0.450	45.164	-55.136	0.090	0.451	43.998	-53.565	0.011
アイシン精機	7	0.481	44.654	-48.266	0.571	0.466	37.124	-42.622	0.492
富士通	8	0.473	44.387	-49.466	0.074	0.470	46.553	-52.449	0.076
富士通	9	0.471	43.403	-48.687	0.092	0.468	43.944	-49.981	0.061
富士通	10	0.472	41.310	-46.142	0.095	0.468	40.493	-46.012	0.034
中外製薬	5	1.088	36.490	2.960	0.049	1.032	46.616	1.465	0.027
興亜火災	3	0.441	35.092	-44.495	0.001	0.434	48.509	-63.164	0.148
川崎重工業	5	0.630	30.111	-17.683	0.164	0.590	26.149	-18.197	0.001
福山通運	2	0.735	24.175	-8.697	0.099	0.737	29.037	-10.368	0.016
日本特殊陶業	3	0.711	38.493	-15.620	0.014	0.703	43.713	-18.498	0.029
日本特殊陶業	4	0.666	44.355	-22.290	0.049	0.658	55.413	-28.741	0.152

別表5 回帰モデル(3)の推定結果(87年発行銘柄)

IV (+1) - IV = a+b (HV - IV)

銘柄	回	HV20					HV60				
		a	t値	b	t値	R ²	a	t値	b	t値	R ²
日本電気	6	-0.281	-0.389	0.040	1.220	0.005	-0.222	-0.273	0.031	0.781	-0.004
日興證券	4	-0.545	-0.758	0.095	2.607	0.056	-0.957	-1.162	0.117	2.352	0.044
東芝	6	-1.310	-1.644	0.090	2.521	0.052	-1.908	-1.999	0.121	2.552	0.053
サッポロビール	1	0.833	1.528	0.088	2.501	0.051	0.863	1.638	0.131	2.961	0.073
帝人	7	0.575	0.993	0.097	2.163	0.036	0.568	1.003	0.130	2.462	0.049
東レ	7	0.385	0.789	0.107	2.405	0.047	0.339	0.722	0.173	3.028	0.077
清水建設	1	-2.617	-1.885	0.229	3.339	0.094	-3.775	-2.564	0.298	3.948	0.130
三菱地所	16	0.035	0.077	0.050	1.484	0.012	-0.257	-0.526	0.104	2.102	0.034
日本石油	4	-0.862	-1.116	0.077	2.002	0.030	-2.187	-2.279	0.158	3.023	0.077
日本石油	5	-1.162	-1.480	0.097	2.461	0.049	-2.453	-2.484	0.174	3.192	0.086
旭化成	7	0.181	0.508	0.100	4.332	0.153	-0.015	-0.040	0.080	2.536	0.053
三洋電機	6	-2.742	-2.358	0.178	3.537	0.105	-5.171	-3.456	0.282	4.135	0.141
日産自動車	5	-7.467	-3.374	0.581	6.479	0.295	-8.636	-3.748	0.602	6.506	0.297
日立製作所	5	-2.492	-1.895	0.153	2.882	0.069	-2.992	-2.109	0.172	2.928	0.072
三菱化学	6	-0.124	-0.218	0.082	2.113	0.034	-0.395	-0.667	0.118	2.395	0.046
北海道電力	1	-1.014	-0.828	0.113	2.063	0.032	-1.564	-1.253	0.149	2.687	0.060
ソニー	2	-1.100	-1.148	0.128	2.174	0.037	-2.000	-1.962	0.190	3.142	0.083
積水ハウス	3	0.272	0.507	0.044	1.434	0.011	0.145	0.270	0.057	1.501	0.013
積水ハウス	5	-1.039	-1.730	0.104	2.407	0.047	-0.884	-1.331	0.059	1.592	0.015
積水ハウス	6	-0.892	-1.639	0.083	2.110	0.034	-0.751	-1.278	0.047	1.469	0.012
大和證券	7	0.246	0.326	0.124	2.504	0.051	-0.256	-0.346	0.243	3.283	0.091
中国電力	1	0.318	0.410	0.078	1.908	0.026	0.410	0.536	0.119	2.487	0.050
東北電力	1	0.317	0.421	0.090	1.697	0.019	0.438	0.589	0.138	2.193	0.037
北陸電力	1	-2.117	-1.585	0.104	2.189	0.037	-4.062	-2.517	0.186	3.015	0.076
リコー	6	-7.874	-3.339	0.345	4.276	0.150	-9.261	-3.715	0.387	4.579	0.169
村田製作所	4	-1.654	-1.312	0.090	1.858	0.024	-1.724	-1.248	0.084	1.671	0.018
前田建設工業	2	-0.404	-0.511	0.053	1.510	0.013	-1.075	-1.234	0.095	2.298	0.042
全日本空輸	4	0.062	0.209	0.077	4.455	0.161	-0.091	-0.295	0.071	3.258	0.089

銘柄	回	HV100					HV200				
		a	t値	b	t値	R ²	a	t値	b	t値	R ²
日本電気	6	-0.732	-0.894	0.068	1.682	0.018	-1.842	-1.913	0.130	2.683	0.059
日興證券	4	-1.294	-1.539	0.143	2.820	0.066	-2.729	-2.760	0.223	3.850	0.124
東芝	6	-2.419	-2.344	0.147	2.853	0.068	-3.563	-2.943	0.205	3.346	0.094
サッポロビール	1	0.983	1.974	0.201	4.094	0.139	0.700	1.463	0.209	3.984	0.132
帝人	7	0.681	1.234	0.181	3.269	0.090	0.535	1.059	0.303	4.787	0.183
東レ	7	0.362	0.803	0.266	4.092	0.138	-0.067	-0.168	0.478	6.661	0.307
清水建設	1	-4.499	-2.998	0.350	4.414	0.159	-5.786	-3.771	0.456	5.243	0.213
三菱地所	16	-0.554	-1.111	0.143	2.987	0.075	-0.970	-1.689	0.157	2.999	0.075
日本石油	4	-3.111	-2.902	0.219	3.565	0.107	-6.001	-4.728	0.410	5.319	0.218
日本石油	5	-3.660	-3.319	0.256	3.969	0.131	-6.935	-5.305	0.475	5.872	0.255
旭化成	7	-0.116	-0.301	0.095	2.758	0.063	-0.436	-1.123	0.158	3.919	0.128
三洋電機	6	-8.119	-4.749	0.419	5.336	0.219	-11.488	-5.503	0.522	5.887	0.256
日産自動車	5	-10.340	-4.394	0.674	7.021	0.330	-12.361	-5.098	0.740	7.541	0.363
日立製作所	5	-4.127	-2.783	0.230	3.665	0.113	-5.899	-3.426	0.306	4.096	0.139
三菱化学	6	-0.728	-1.221	0.175	3.320	0.093	-0.884	-1.405	0.168	3.138	0.083
北海道電力	1	-1.711	-1.361	0.158	2.820	0.066	-1.780	-1.437	0.179	3.060	0.079
ソニー	2	-3.186	-2.848	0.274	3.936	0.129	-5.898	-4.321	0.428	5.109	0.204
積水ハウス	3	0.033	0.062	0.085	2.066	0.032	-0.206	-0.375	0.113	2.514	0.052
積水ハウス	5	-1.124	-1.610	0.072	1.906	0.026	-2.018	-2.409	0.120	2.687	0.060
積水ハウス	6	-0.870	-1.405	0.052	1.585	0.015	-1.715	-2.285	0.098	2.496	0.051
大和證券	7	-0.559	-0.747	0.239	3.455	0.100	-1.336	-1.689	0.287	4.027	0.134
中国電力	1	0.426	0.564	0.147	2.858	0.068	0.128	0.176	0.195	3.510	0.104
東北電力	1	0.627	0.905	0.236	3.786	0.120	-0.054	-0.085	0.348	4.690	0.176
北陸電力	1	-6.254	-3.535	0.280	4.062	0.137	-6.227	-3.409	0.271	3.871	0.125
リコー	6	-9.730	-3.841	0.400	4.686	0.176	-11.719	-4.499	0.466	5.352	0.220
村田製作所	4	-2.095	-1.487	0.097	1.940	0.027	-3.456	-2.162	0.140	2.596	0.055
前田建設工業	2	-1.560	-1.679	0.125	2.713	0.061	-2.586	-2.425	0.175	3.312	0.092
全日本空輸	4	-0.228	-0.726	0.087	3.525	0.104	-0.418	-1.227	0.089	3.201	0.086

注) シャドウ部分はt値が2以上である領域

別表6 回帰モデル(3)の推定結果(94年発行銘柄)

$IV(+1) - IV = a + b(HV - IV)$

銘柄	回	HV20					HV60				
		a	t値	b	t値	R ²	a	t値	b	t値	R ²
日本通運	4	-0.551	-2.028	0.085	3.487	0.102	-1.044	-3.159	0.137	4.216	0.146
積水ハウス	14	0.114	0.497	0.075	2.336	0.044	0.106	0.475	0.113	3.014	0.076
積水ハウス	15	-0.082	-0.373	0.062	2.114	0.034	-0.185	-0.829	0.098	2.848	0.068
荏原製作所	2	-0.131	-0.425	0.077	2.498	0.051	-0.305	-0.929	0.103	2.658	0.058
アサヒビール	8	-2.896	-3.429	0.247	3.508	0.103	-3.550	-3.957	0.295	4.041	0.135
アサヒビール	9	-3.816	-4.221	0.327	4.386	0.157	-4.289	-4.360	0.357	4.490	0.164
アサヒビール	10	-2.654	-3.316	0.241	3.457	0.101	-3.005	-3.604	0.265	3.743	0.117
安田火災	3	-0.250	-0.810	0.024	1.296	0.007	-0.368	-1.045	0.033	1.428	0.011
三井物産	6	-0.308	-1.120	0.077	2.239	0.039	-0.577	-1.842	0.126	2.726	0.062
クボタ	7	-0.126	-0.595	0.035	1.735	0.020	-0.327	-1.370	0.069	2.443	0.048
クボタ	8	-0.088	-0.446	0.031	1.566	0.015	-0.263	-1.213	0.064	2.392	0.046
クボタ	9	-0.067	-0.327	0.032	1.511	0.013	-0.251	-1.139	0.073	2.513	0.051
住友ベークライト	6	-0.851	-1.773	0.117	2.540	0.053	-1.407	-2.528	0.181	3.170	0.085
阪神電鉄	9	-0.361	-1.123	0.046	1.423	0.010	-0.889	-2.117	0.110	2.389	0.046
松下電産	5	-0.374	-1.287	0.034	1.572	0.015	-0.528	-1.433	0.044	1.614	0.016
松下電産	6	-0.449	-1.395	0.039	1.622	0.016	-0.720	-1.734	0.058	1.884	0.025
日立金属	12	0.013	0.033	0.004	0.167	-0.010	-0.748	-1.308	0.051	1.520	0.013
アイシン精機	7	-0.607	-1.343	0.042	1.666	0.018	-1.255	-1.951	0.084	2.137	0.035
富士通	8	-0.820	-2.058	0.069	2.441	0.048	-1.170	-2.232	0.095	2.479	0.050
富士通	9	-0.651	-1.887	0.057	2.358	0.044	-0.976	-2.120	0.082	2.432	0.048
富士通	10	-0.945	-2.040	0.082	2.508	0.051	-1.575	-2.561	0.129	2.882	0.069
中外製薬	5	0.268	1.118	0.065	2.424	0.047	0.273	1.125	0.076	2.285	0.041
興亜火災	3	-0.821	-2.393	0.063	3.033	0.077	-0.878	-1.799	0.062	2.019	0.030
川崎重工業	5	-1.108	-1.865	0.126	2.806	0.066	-1.555	-2.257	0.167	2.932	0.072
福山通運	2	-0.363	-0.898	0.061	2.015	0.030	-0.526	-1.261	0.089	2.463	0.049
日本特殊陶業	3	-0.341	-0.769	0.070	1.632	0.017	-0.840	-1.711	0.142	2.690	0.060
日本特殊陶業	4	-0.133	-0.466	0.028	1.044	0.001	-0.542	-1.610	0.079	2.296	0.042

銘柄	回	HV100					HV200				
		a	t値	b	t値	R ²	a	t値	b	t値	R ²
日本通運	4	-1.444	-3.677	0.174	4.443	0.161	-4.040	-5.909	0.451	6.221	0.278
積水ハウス	14	0.082	0.363	0.118	2.696	0.060	0.070	0.308	0.092	2.054	0.032
積水ハウス	15	-0.204	-0.876	0.096	2.404	0.046	-0.149	-0.630	0.072	1.782	0.022
荏原製作所	2	-0.651	-1.836	0.158	3.497	0.103	-0.985	-2.236	0.205	3.189	0.086
アサヒビール	8	-3.741	-3.854	0.302	3.910	0.127	-3.021	-3.274	0.224	3.318	0.093
アサヒビール	9	-4.489	-4.347	0.363	4.457	0.161	-3.679	-3.665	0.273	3.757	0.118
アサヒビール	10	-3.010	-3.467	0.257	3.578	0.107	-2.481	-2.964	0.193	3.055	0.078
安田火災	3	-0.516	-1.256	0.043	1.547	0.014	-1.745	-2.751	0.135	2.956	0.073
三井物産	6	-0.901	-2.547	0.186	3.303	0.092	-1.650	-3.382	0.264	3.761	0.118
クボタ	7	-0.454	-1.680	0.091	2.499	0.051	-1.284	-2.856	0.189	3.209	0.087
クボタ	8	-0.375	-1.544	0.086	2.463	0.049	-1.067	-2.662	0.173	3.046	0.078
クボタ	9	-0.366	-1.504	0.099	2.599	0.055	-0.968	-2.562	0.177	3.049	0.078
住友ベークライト	6	-1.550	-2.601	0.191	3.137	0.083	-1.942	-2.798	0.201	3.169	0.084
阪神電鉄	9	-1.016	-1.961	0.124	2.110	0.034	-0.491	-1.135	0.054	1.264	0.006
松下電産	5	-0.827	-1.814	0.065	1.954	0.028	-2.061	-2.716	0.150	2.787	0.065
松下電産	6	-1.193	-2.263	0.092	2.376	0.045	-3.071	-3.412	0.222	3.464	0.101
日立金属	12	-1.276	-1.775	0.083	1.943	0.028	-1.875	-2.300	0.119	2.453	0.049
アイシン精機	7	-1.829	-2.158	0.119	2.267	0.041	-3.944	-3.179	0.236	3.247	0.089
富士通	8	-1.683	-2.595	0.132	2.782	0.064	-2.522	-3.163	0.192	3.310	0.092
富士通	9	-1.283	-2.273	0.104	2.510	0.051	-1.848	-2.790	0.143	2.991	0.075
富士通	10	-2.175	-2.968	0.173	3.227	0.088	-2.861	-3.541	0.220	3.778	0.119
中外製薬	5	0.340	1.407	0.109	2.898	0.070	0.219	0.974	0.154	3.375	0.096
興亜火災	3	-1.767	-3.009	0.123	3.229	0.088	-4.369	-4.242	0.280	4.332	0.153
川崎重工業	5	-1.661	-2.309	0.172	2.916	0.071	-1.813	-2.293	0.154	2.758	0.063
福山通運	2	-0.575	-1.336	0.100	2.421	0.047	-0.961	-1.992	0.146	2.929	0.072
日本特殊陶業	3	-1.368	-2.446	0.212	3.298	0.092	-2.348	-3.640	0.325	4.399	0.158
日本特殊陶業	4	-0.830	-2.013	0.111	2.513	0.051	-1.787	-3.270	0.213	3.645	0.111

注) シャドー部分はt値が2以上である領域

別表7 回帰モデル(4)の推定結果
87年発行銘柄

IV(+1)-IV=c(x-IV)						
銘柄	回	c	t値	x	R ²	Avg.HV200
日本電気	6	0.350	4.939	28.193	0.193	43.175
日興証券	4	0.237	3.882	34.087	0.126	46.248
東芝	6	0.135	2.648	22.748	0.058	40.255
サッポロビール	1	0.139	3.092	36.743	0.080	32.845
帝人	7	0.625	7.277	28.579	0.346	26.972
東レ	7	0.270	4.070	28.101	0.137	28.077
清水建設	1	0.451	5.221	19.945	0.211	32.660
三菱地所	16	0.379	5.120	30.299	0.205	36.770
日本石油	4	0.400	4.981	18.565	0.195	33.148
日本石油	5	0.546	6.103	18.581	0.270	33.148
旭化成	7	0.448	6.037	29.136	0.266	32.368
三洋電機	6	0.214	3.388	13.578	0.097	36.093
日産自動車	5	0.703	7.234	16.698	0.344	33.347
日立製作所	5	0.331	4.286	24.063	0.151	43.209
三菱化学	6	0.348	4.919	29.207	0.191	34.762
北海道電力	1	0.264	3.837	25.926	0.123	35.885
ソニー	2	0.168	2.893	18.661	0.070	32.998
積水ハウス	3	0.294	4.537	31.718	0.167	34.530
積水ハウス	5	0.167	2.796	14.864	0.065	31.254
積水ハウス	6	0.143	2.531	14.233	0.052	31.254
大和証券	7	0.190	3.220	37.365	0.087	41.831
中国電力	1	0.169	2.972	37.153	0.074	36.547
東北電力	1	0.157	2.561	36.447	0.054	37.144
北陸電力	1	0.241	3.605	18.560	0.109	41.656
リコー	6	0.619	6.593	14.927	0.302	39.987
村田製作所	4	0.252	3.807	20.009	0.121	45.108
前田建設工業	2	0.414	5.228	24.997	0.212	40.456
全日本空輸	4	0.313	4.628	24.309	0.172	29.340

94年発行銘柄

IV(+1)-IV=c(x-IV)						
銘柄	回	c	t値	x	R ²	Avg.HV200
日本通運	4	0.165	3.108	17.695	0.081	26.473
積水ハウス	14	0.084	2.118	22.016	0.034	21.225
積水ハウス	15	0.068	1.878	19.185	0.025	21.225
荏原製作所	2	0.241	3.797	21.694	0.120	26.588
アサヒビール	8	0.189	3.140	6.961	0.083	20.547
アサヒビール	9	0.232	3.535	7.010	0.105	20.547
アサヒビール	10	0.169	2.956	7.602	0.073	20.547
安田火災	3	0.242	3.654	14.207	0.112	27.114
三井物産	6	0.241	3.583	16.194	0.108	22.413
クボタ	7	0.169	2.999	17.421	0.075	24.180
クボタ	8	0.151	2.819	18.066	0.066	24.180
クボタ	9	0.174	3.058	18.740	0.079	24.180
住友ベークライト	6	0.392	4.833	15.064	0.186	24.532
阪神電鉄	9	0.071	1.868	14.545	0.025	23.602
松下電産	5	0.281	3.995	10.482	0.132	24.168
松下電産	6	0.202	3.299	10.382	0.092	24.168
日立金属	12	0.244	3.944	13.857	0.129	29.871
アイシン精機	7	0.149	2.779	14.162	0.064	30.801
富士通	8	0.239	3.889	12.198	0.126	25.368
富士通	9	0.197	3.900	12.331	0.127	25.368
富士通	10	0.304	4.916	12.263	0.191	25.368
中外製薬	5	0.142	2.862	23.474	0.068	21.972
興亜火災	3	0.313	4.243	12.071	0.148	27.679
川崎重工業	5	0.304	4.150	18.071	0.142	29.690
福山通運	2	0.182	3.119	19.719	0.082	26.283
日本特殊陶業	3	0.423	5.203	18.331	0.210	25.587
日本特殊陶業	4	0.223	3.628	17.225	0.110	25.587

注) シャドー部分はt値が2以上である領域

別表 8 . 回帰モデル (5) の推定結果
87年発行銘柄

$$IV (+1) - IV = a (x - IV) + bDUM0$$

銘柄	回	a	t値	x	b	t値	R ²
日本電気	6	0.2471	3.7274	27.3556	26.2910	5.1429	0.3605
日興證券	4	0.1511	2.8215	32.1548	34.9808	6.2187	0.3701
東芝	6	0.1363	2.6802	22.2787	6.4164	1.0286	0.0584
サッポロビール	1	0.0684	1.8054	33.9860	28.5479	7.1499	0.3936
帝人	7	0.4845	5.4989	28.2714	17.6817	3.8670	0.4287
東レ	7	0.1913	2.9921	27.2278	18.1266	4.2201	0.2645
清水建設	1	0.4512	5.2560	19.5766	16.4681	1.4975	0.2213
三菱地所	16	0.2567	3.8935	29.5517	22.8187	6.2202	0.4272
日本石油	4	0.3907	4.8208	18.4440	4.9501	0.9006	0.1939
日本石油	5	0.5467	6.0193	18.5874	-0.3632	-0.0670	0.2625
旭化成	7	0.2425	3.6110	28.4831	21.2038	7.0695	0.5120
三洋電機	6	0.2232	3.5841	12.7379	19.5558	2.1393	0.1287
日立製作所	5	0.2990	4.1612	22.7478	37.8694	4.1642	0.2730
三菱化学	6	0.1989	3.1987	27.9136	30.6478	6.8624	0.4518
北海道電力	1	0.2637	3.8448	25.4530	12.3467	1.1557	0.1259
ソニー	2	0.1657	2.9606	17.2570	22.8437	2.7957	0.1310
積水ハウス	3	0.1802	3.1508	30.5933	28.0470	6.4793	0.4141
積水ハウス	5	0.1671	2.7936	14.6203	4.0373	0.8534	0.0624
積水ハウス	6	0.1423	2.5186	13.9422	4.0271	0.9824	0.0519
大和證券	7	0.1531	2.7623	35.5149	28.5072	4.1365	0.2172
中国電力	1	0.1371	2.5440	35.1997	26.2632	3.7538	0.1841
東北電力	1	0.0858	1.6976	30.7414	41.1304	7.3069	0.3855
北陸電力	1	0.2484	3.7110	18.0623	13.1849	1.2991	0.1153
リコー	6	0.6183	6.6380	14.5844	21.0001	1.5899	0.3131
村田製作所	4	0.2256	3.5506	19.0057	24.0208	3.2927	0.2020
前田建設工業	2	0.4085	5.0008	24.9626	1.6890	0.2721	0.2042
全日本空輸	4	0.2166	3.0397	23.9174	9.9312	3.2247	0.2455

94年発行銘柄

$$IV (+1) - IV = a (x - IV) + bDUM0$$

銘柄	回	a	t値	x	b	t値	R ²
日本通運	4	0.1285	2.5538	17.1534	7.9503	3.9380	0.2007
積水ハウス	14	0.0652	1.8174	20.5359	10.1625	4.9634	0.2235
積水ハウス	15	0.0543	1.6741	17.4232	9.8363	5.0866	0.2241
荏原製作所	2	0.1894	3.2259	21.1145	12.2499	4.6122	0.2725
アサヒビール	8	0.2072	3.5382	6.6170	8.3718	2.7673	0.1418
アサヒビール	9	0.2509	3.9150	6.6989	8.8721	2.6075	0.1555
アサヒビール	10	0.1852	3.3155	7.1836	9.0480	2.6942	0.1293
安田火災	3	0.2333	3.6566	13.9223	6.5634	2.9878	0.1790
三井物産	6	0.2418	3.5776	16.1389	1.3343	0.5528	0.1013
クボタ	7	0.1649	2.9325	17.2717	2.5234	1.3671	0.0836
クボタ	8	0.1459	2.7552	17.8544	3.1433	1.7887	0.0869
クボタ	9	0.1687	2.9721	18.5756	2.8609	1.5417	0.0914
住友ベークライト	6	0.3896	4.7856	15.1253	-2.3897	-0.7028	0.1815
阪神電鉄	9	0.0708	1.8638	14.5961	-0.3529	-0.1700	0.0149
松下電産	5	0.2803	3.9563	10.4657	0.4688	0.3137	0.1243
松下電産	6	0.2010	3.2630	10.3291	1.0449	0.6439	0.0861
日立金属	12	0.2710	4.3034	13.9514	-3.3028	-1.7954	0.1489
アイシン精機	7	0.1614	2.9891	14.4190	-4.0595	-1.5217	0.0767
中外製薬	5	0.1192	2.4658	23.0404	6.3536	2.8995	0.1345
興亜火災	3	0.3093	4.2864	11.9247	4.5046	2.3198	0.1847
川崎重工業	5	0.3032	4.1130	18.0405	0.9060	0.2087	0.1335
日本特殊陶業	3	0.4222	5.0896	18.3254	0.2323	0.0712	0.2019
日本特殊陶業	4	0.2153	3.4351	17.1663	1.4965	0.7390	0.1062

注) シャドウ部分は t 値 (絶対値) が 2 以上である領域

参考文献

- 大井智生、「OVCVモデルで転換社債の価格水準を検討」、『Bloomberg』Vol. 6, No. 9、ブルームバーグ社、1997年9月
- 鎌田良彦、槍田良信、「優先株、転換社債の銀行株への影響」(No. 97-301)、野村証券金融研究所、1997年9月19日
- グプタ、サンジィ、「転換社債の評価を簡素化したOVCVモデル」、『Bloomberg』Vol. 6, No. 9、ブルームバーグ社、1997年9月
- 正田智昭、「転換社債価格、『かい離』検出」、『日経金融新聞・金融フロンティア』、1996年12月26日
- 鈴木 誠、「債券格付けと株価(リターン)に関する考察」、『証券アナリストジャーナル』Vol. 36, No. 4、日本証券アナリスト協会、1998年4月
- 高橋正文、「ワラント・転換社債評価の考え方」、『オペレーションズ・リサーチ』、日本オペレーションズ・リサーチ学会、1996年11月
- 中村哲郎、鈴木博之、「転換社債のヘッジに関する一考察」、『投資工学』、日興証券投資工学研究所、1997年秋季
- 日経公社債情報、「国内CBの多様化」、日本公社債研究所、1997年1月13日
- 野村証券 金融研究所『NRI-CBPI HANDBOOK June 1997』
- バーガー、エリック、デビッド・クライン、ブルームバーグOVCV開発チーム、「転換社債トレーダーのための数学講座」、『Bloomberg』Vol. 6, No. 9、ブルームバーグ社、1997年9月
- バーガー、エリック、デビッド・クライン、「転換社債評価モデルにおける金利ファクターの重要性」、『Bloomberg』Vol. 6, No. 9、ブルームバーグ社、1997年9月
- 宮井 博、鈴木博之、「日興バーラCBリスク・モデルの構造と機能」、『投資工学』、日興証券投資工学研究所、1991年春季
- Brennan, M. J. and E. S. Schwartz, "Convertible Bonds: Valuation and Optimal Strategies for Call and Conversion." *Journal of Finance* 32(5), 1977, pp. 1699-1715.
- Cheung, W. and I. Nelken, "Costing the Converts." *Risk* 7(7), Jul. 1994.
- Hull, J. C., *Options, Futures, and Other Derivatives*, Third Edition, Prentice Hall, 1997.
- Ingersoll, J., E., "A Contingent-Claims Valuation of Convertible Securities." *Journal of Financial Economics* 4, 1977, pp. 289-322.
- Margrabe, W., "The Value of an Option to Exchange One Asset to Another." *Journal of Finance* 33 (1), 1978, pp. 177-186.