

# ストック・オプションの評価誤差：理論・実証研究からの示唆

椎葉 淳\*・瀧野一洋†

## 概要

本研究では、ストック・オプションの価値評価に関する問題点について、評価誤差という観点から整理する。ここで本研究における評価誤差とは、評価公式それ自体が取り込むことのできない事由により発生する評価誤差と、評価公式適用者の裁量による評価誤差の2つを意味する。前者については、いくつかの理論研究を概観し、それぞれの評価公式を用いて算出された公正価値にどのくらいの価格差が発生するかを検証する。後者については、これまで米国において行なわれてきた実証研究にもとづいて、ストック・オプションの評価額の決定に際して、経営者がどのような裁量的行動を行なっているかを考察する。

キーワード：ストック・オプション、公正価値、Black-Scholes 式、評価誤差

## 1 はじめに

本稿の目的は、ストック・オプションの価値評価に関する問題点について、評価誤差という観点から整理することにある。ここで本稿における評価誤差とは、評価公式それ自体が取り込むことのできない事由により発生する評価誤差と、評価公式適用者の裁量による評価誤差の2つを意味する。

まず、評価公式それ自体が取り込むことのできない事由により発生する評価誤差については、いくつかの理論研究を概観し、それぞれの評価公式を用いて算出された公正価値にどのくらいの価格差が発生するかを検証する。ただし、ストック・オプションの評価方法については、さまざまな要因を考慮したモデルが数多く提案されてきている。ここではそのすべてを取り上げて考察することはせず、いくつかの研究をやや詳しく考察し、そのことによって近年の理論研究において、どのような要因をモデルに組み込もうとしているかについて理解することを目的とする。

また、本稿では評価公式適用者の裁量による評価誤差についても考察する。比較的単純であり実務において頻繁に用いられている評価公式である Black-Scholes 式でさえ、ボラティリティ、無リスク金利、配当率など、評価式を用いるためにはさまざまなインプットが必要である。そして、これまでに米国で行なわれた実証研究によれば、ストック・オプションの評価額の決定に際して、経営者はストック・オプションによる報酬を低くみせるようにこれらのインプットを操作しているという証拠が提示されてきている。上述のように、より多くの要因を考慮したより一般的で正確な評価を与える評価公式が研究されている一方で、これらの評価式にはより多くのインプットが必要になることも事実である。この点で、評価公式それ自体が取り込むことのできない事由により発生する評価誤差のみを考慮することは、現実に適用したときに代

\* 大阪大学大学院経済学研究科。〒 560-0043 大阪府豊中市待兼山町 1-7。

† 名古屋商科大学会計ファイナンス学部。〒 470-0193 愛知県日進市米野木町三ヶ峯 4-4。

E-mail: takino@nucba.ac.jp

えって大きな評価誤差が生じる可能性がある。そこで本稿では、これまで米国において行なわれてきた実証研究にもとづいて、評価公式適用者の裁量による評価誤差がどのような背景で、またどのような手段で行なわれているかを考察する。

本稿の構成は次の通りである。まず次節において、評価公式それ自体が取り込むことのできない事由により発生する評価誤差について、いくつかの理論研究を概観し、それぞれの評価公式を用いて算出された公正価値にどのくらいの価格差が発生するかを検証する。第3節では、ストック・オプションの評価において、経営者による推定が必要な項目である無リスク金利、ボラティリティ、配当率、および予想残存期間についての裁量的行動を考察している研究を検討する。このためにまず、米国におけるストック・オプションの会計基準について簡潔に説明する。次に、Aboody et al. (2006)、Hodder et al. (2006)、Johnston (2006)、および Bartov et al. (2007) の研究成果について考察する。また、ストック・オプションに関するその他の経営者による裁量的行動として、裁量的情報開示および権利行使日を後から操作するバックデーティングの研究についても簡潔に触れる。最後に第4節において結論を述べる。

## 2 スtock・オプションの評価理論

この節では、これまでのストック・オプション評価手法を概観・実装することで、評価公式それ自体が取り込むことのできない事由により発生する評価誤差について考察する。以下ではまず、オプションの代表的な評価手法である Black-Scholes モデル(1973)を簡単に解説する。そのあと、Black-Scholes モデルをより現実のストック・オプション制度に拡張させたモデルについて概観する。本節の最後には、Black-Scholes モデルと Hull-White モデル (2004) による公正価値単価の数値例をそれぞれ与える。

評価手法の説明に入る前に、本稿で用いる記号を定義しておく。表1には、本稿で用いるパ

表1 パラメーター一覧

	BS	BS (配当あり)	Huddart	HW	CWZ	SX
満期日: $T$	○	○	○	○	○	-
現在株価: $S(t)$	○	○	○	○	○	○
無リスク金利: $r$	○	○	○	○	○	○
行使価格: $K$	○	○	○	○	○	○
ボラティリティ: $\sigma$	○	○	○	○	○	○
配当率: $q$	-	○	-	-	-	-
行使待機期間終了時点: $T_0$	-	-	-	○	○	○
行使倍率 <sup>1)</sup>	-	-	-	○	○	○
離職率: $\delta$	-	-	-	○	-	-
リスク回避度: $\gamma$	-	-	○	-	-	-
税率: $\tau$	-	-	○	-	-	-
ハザードレート: $\lambda$	-	-	-	-	○	○
閉解の存在	○	○	-	○	-	-

BS は Black-Scholes モデル、HW は Hull-White モデル、CWZ は Cvitanic-Wiener-Zapatero モデル、SX は Sircar-Xiong モデルを指す。

ラメータとその記号および各評価モデルで使用するパラメータが整理されている。表の中で、各モデルで用いられているパラメータには○が記されている。また表1において、行使倍率はモデルによって使用する記号が異なるため記載されていない。

## 2.1 Black-Scholes モデル

この評価手法は1973年に発表されたもので、もっとも標準的なヨーロッパ型の株式オプションの価格公式として有名である。彼らは経済学で用いられる完全市場および証券の取引に摩擦のない金融市場を仮定し、幾何ブラウン運動（株価が負の値をとらない株価変動モデル）を用いて公式を導出した。Black-Scholes の公式は、評価時点での株価、金利、満期までの残存期間、権利行使価格、そして株価収益率の変動性（ボラティリティ）によって決定される。コール型の計算式は次の通りである。

$$C_{BS}(t) = S(t)\Phi(d_1) - e^{-r(T-t)}K\Phi(d_2) \quad (2.1)$$

ここに、 $\Phi(\cdot)$  は標準正規分布の分布関数で、

$$d_1 = \frac{\ln(S(t)/K) + (r + \sigma^2/2)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}, \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T-t}$$

次に、株式に配当がある場合のヨーロッパ型コールオプションの価格式を与える。

$$C'_{BS}(t) = S(t)e^{-q(T-t)}\Phi(d'_1) - Ke^{-r(T-t)}\Phi(d'_2) \quad (2.2)$$

ここに、

$$d'_1 = \frac{\ln(S(t)/K) + (r - q + \sigma^2/2)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}, \quad d'_2 = d'_1 - \sigma\sqrt{T-t}$$

## 2.2 拡張モデル

Black-Scholes モデルで価格付けの対象となるオプションとストック・オプションとは、その契約内容にいくつかの相違点がある。これらの相違点を考慮に入れた評価モデルがこれまで研究されている。本節ではそれらのモデルを概観するが、その前に Black-Scholes モデルで取り扱われるオプションとストック・オプションとの契約内容の違いを整理しておこう。

まずは付与されたストック・オプションは譲渡できない。Black-Scholes 公式の導出において、オプションが自由に売買可能であることが仮定されているため、大きく異なる点である。これは取引制約付きの評価モデルとしてみなされ、金融工学や数理ファイナンス論の中では非完備市場モデルの一例として挙げられる。さらにこの事実は、後に説明する Huddart モデルのような効用関数を用いた評価手法を考える一因となるものである。次に、ストック・オプションは付与されてからある一定期間を過ぎると、満期日までの残りの期間でオプションの行使が可能となる。すなわち、行使可能期間が設けられており、満期時点のみ行使可能なヨーロッパ型とはもはや異なる。したがって、Black-Scholes の公式を用いた評価方法が妥当ではないと考えられる。さらに、BTFA の覚書によれば、Black-Scholes の公式は割高な費用を算出することになると注意を喚起している。

金融工学においては金融資産の価格変動の振る舞いや評価対象となる派生証券の商品性をモデル化して議論が行われる。ストック・オプションは許可された期間においてオプションの権

利行使が可能であるため、アメリカ型のオプションであると考えられる。しかしながら、多くの文献で解説されているように、ストック・オプションのようなコール型のオプションに対しては、アメリカ型とヨーロッパ型オプションの価値は一致する。これは、金融市場がリスク中立的な世界であることが想定されているからでもある。したがって、アメリカ型を考慮に入れたとしても、適正な評価にはなり得ない。そこで、ストック・オプションを付与された従業員の行使戦略を考慮に入れた評価方法が提唱された。さらに、BS 公式を用いた場合の過大評価の問題についても解決されている。

このように現実のストック・オプション契約を考慮に入れた評価公式が提案されてきている一方で、表 1 にあるようにそれらの手法のいくつかは閉解（解析的な価格式）を持たない。すなわち、公正価値を算出するには数値解析技術が必要とされるため、計算コストがかかってしまう。したがって、モデルの複雑化と計算コストがトレードオフの関係となるため、実務上最適な評価手法が望まれる。

### 2.2.1 Huddart モデル

Huddart (1994) はストック・オプションを付与された従業員がリスク回避的な選好を持つと仮定し、効用最大化するようにオプションを行使するという設定で、二項ツリーを用いて価格付けを行った。二項ツリーによる計算手法はアメリカンプットオプションなどエキゾチックなデリバティブを計算する際によく用いられる。リスク回避的な従業員を想定することで、リスク中立的な行使戦略に比べ行使時期が早くなることを示し、FASB により推奨される BS 公式価値が割高に見積もられることを示した。

Huddart モデルでの評価方法について解説する。Huddart モデルは 2 項ツリーによる通常のアメリカンオプションの評価手法と、従業員の最適行使戦略を混合させたものである。具体的な手続きについては、以下の項目にまとめている。

- (i) オプションの保有者である従業員はリスク回避度が  $\gamma \in (0, 1)$  のべき型効用を持つものと仮定する。すなわち富の価値を  $x$  とすると、べき型効用は

$$U(x) = x^\gamma$$

と表される。評価方法については図 1 を使って説明する。ノード (2,1)<sup>\*2</sup> で説明する。まず、このノードでオプションを行使したときの価値は、 $(S^2 - K)^+$  であるので、このときの効用は

$$U((S^2 - K)^+) = ((S^2 - K)^+)^{\gamma} \quad (2.3)$$

となる。一方で、行使しない場合は、時点 3 まで保有することになるが、時点 3 は満期日であるのでオプションの価値が確定している。すなわち、ノード (3,1) でのオプション価値は  $(S^3 - K)^+$  で、ノード (3,2) でのオプション価値は  $(S - K)^+$  であるので、それぞれの効用は  $U((S^3 - K)^+)$ 、 $U((S - K)^+)$  となる。したがって期待効用は

$$pU((S^3 - K)^+) + (1-p)U((S - K)^+)$$

となるので、それを時点 2 まで割り引いた期待効用は

<sup>\*2</sup> 時点 2 で株価が上昇した場合を描いている。

$$e^{-r\Delta t}\{pU((S^3 - K)^+) + (1-p)U((S - K)^+)\} \quad (2.4)$$

となる。従業員は (2.3) 式と (2.4) 式を比較して意志決定を行う。つまり、(2.3) > (2.4) ならば即時行使を行い、そうでなければ即時行使を見合わせる。もし時点 2 で行使しない場合のオプションの価値は、その期待割引価値であるとする：

$$e^{-r\Delta t}\{p(S^3 - K)^+ + (1-p)(S - K)^+\} \quad (2.5)$$

- (ii) Huddart モデルが通常の 2 項ツリーによる評価手法と異なるのは、行使戦略が従業員の期待効用最大化によって決定されることである<sup>\*3</sup>。行使戦略については (i) で示したとおりである。(i) によって各時点でのオプション価値が決定されるので、あとは通常の 2 項ツリーによる評価手法と同様の手続きにより、現時点でのオプション価値を計算すればよい。

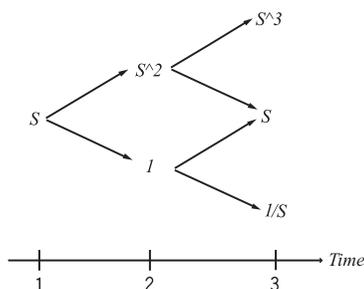


図 1 株価推移図

### 2.2.2 Hull-White モデル

Hull and White (2004) は Huddart (1994) とは異なり、株価の行使水準を設定し、株価がそれを上回った際に行使を行うという設定で価格付けを行った。もし株価が満期まで一度もその水準を超えない場合は、満期において通常のオプションの支払いが行われる。この設定は、バリアーオプションの設定と類似しており、Hull-White は数値シミュレーション<sup>\*4</sup>により価格計算を行ったが、三浦他 (2007) によって解析的な価格式が与えられている。本稿では彼らの結果を利用する。彼らの結果によれば、Hull-White モデルでのストック・オプションの価値は以下のようになる。

$$\begin{aligned} C_{HW}(t) = & S(t)\Phi(d_2^+(T_0)) - Ke^{-r(T_0-t)}\Phi(d_2^-(T_0)) \\ & + S(t)\Phi_2(-d_2^+(T_0), d_1^+(T); \rho) + MK \left(\frac{MK}{S(t)}\right)^{2r/\sigma^2} \Phi_2(-d_3^+(T_0), -d_4^+(T); \rho) \\ & - Ke^{-r(T-t)} \{ \Phi_2(-d_2^-(T_0), d_1^-(T); \rho) - \Phi_2(-d_2^-(T_0), d_2^-(T); \rho) \} \\ & + Ke^{-r(T-t)} \left(\frac{MK}{S(t)}\right)^{2r/\sigma^2-1} \{ \Phi_2(-d_3^-(T_0), d_3^-(T); \rho) - \Phi_2(-d_3^-(T_0), d_4^-(T); \rho) \} \end{aligned} \quad (2.6)$$

<sup>\*3</sup> 2 項ツリーモデルでは、オプションを行使したときの価値と行使しないときの期待価値とを比較して行使戦略が決定される。

<sup>\*4</sup> 2 項ツリーによる数値解法を利用した。

$$-K \left( \frac{MK}{S(t)} \right)^{2r/\sigma^2} \Phi_2(-d_3^+(T_0), d_3^+(T); \rho) - \frac{S(t)}{M} \Phi_2(-d_2^+(T_0), d_2^+(T); \rho)$$

ここに、 $\Phi_2(\cdot, \cdot; \rho)$  は相関が  $\rho$  の 2 変量標準正規分布の分布関数で、また

$$\rho = -\sqrt{\frac{T_0 - t}{T - t}},$$

$$d_1^\pm(T) = \frac{\ln(S(t)/K) + (r \pm \sigma^2/2)(T - t)}{\sigma(T - t)}, \quad d_2^\pm(T) = \frac{\ln(S(t)/(MK)) + (r \pm \sigma^2/2)(T - t)}{\sigma(T - t)},$$

$$d_3^\pm(T) = \frac{\ln(S(t)/(MK)) - (r \pm \sigma^2/2)(T - t)}{\sigma(T - t)}, \quad d_4^\pm(T) = \frac{\ln(M^2K/S(t)) + (r \pm \sigma^2/2)(T - t)}{\sigma(T - t)}$$

### 2.2.3 Cvitanic-Wiener-Zapatero モデル

Cvitanic-Wiener-Zapatero (2006) は、株価変動モデルなどの金融市場モデルは Black-Scholes モデルを使い、ストック・オプション制度の様々な特徴を考慮に入れた評価方法の提案と解析的な計算式の導出を行った。具体的には、ストック・オプションを付与された従業員の行動に関して 4 つの状況を設定し、各状況での価格の導出が行われている。各設定については下記の通りである。はじめに、以下の説明で用いられる語句を説明しておく。

**ケース A：行使タイミングを株価を見ながら決定するモデル(行使待機期間がない場合)** このケースでは、株価が従業員の希望する水準に到達したときオプションが行使される状況を想定している。ただし、行使水準は行使価格よりも高く設定されており、行使待機期間は設定されていないものとする。満期までに株価が希望する水準に到達しない場合は、満期日において行使される。時点  $t$  における行使水準  $L_t$  は  $L_t := Le^{\alpha t}$  で表されており、行使タイミングは次式のような到達時刻  $\tau$  で表される。

$$\tau = T_L := \inf\{t > 0, S_t > L_t\} = \inf\{t > 0, S_t e^{-\alpha t} \geq L\}$$

このとき、初期時点  $t = 0$  でのオプション価値  $P_A$  は

$$P_A = P_1 + P_2 := E[e^{-rT}(S_T - K)^+ \mathbf{1}_{\tau > T}] + E[(Le^{-r\alpha\tau} - Ke^{-r\tau}) \mathbf{1}_{\tau \leq T}]$$

となる。ここで、 $P_1$  は満期日において行使されるとき価値を、 $P_2$  は満期日より前に株価が従業員の希望する水準に達し際に行使されるとき価値を示している。

**ケース B：行使タイミングが株価以外から決定されるモデル(行使待機期間がない場合)** このケースでは、ケース A と同様に満期日までに行使される場合とそうでない場合を考慮に入れている。ケース A では行使タイミングが株価がある水準に達した時点として表現されているのに対し、本ケースでは満期日までに行使される確率<sup>55</sup>を用いることで、価格式を導出している。いま初めて行使される時刻の分布関数は、強度  $\lambda_t$  を用いて

$$F(t) = 1 - e^{-\int_0^t \lambda_s ds}$$

で与えられると仮定する。ここに、 $\lambda_t$  は任意の関数  $g$  に対して  $\lambda_t = g(t, S_t)$  で与えられる。このとき、ストック・オプションの価値  $P_B$  は次式で与えられる。

<sup>55</sup> 現実的な解釈を与えるとすれば、たとえば従業員が会社を解雇されたり退職する際に、保有するストック・オプションを行使せざるを得ない状況が考えられる。

$$\begin{aligned}
 P_B &= E \left[ \int_0^T e^{-rt} (S_t - K)^+ dF(t) + e^{-rT} (S_T - K)^+ (1 - F(T)) \right] \\
 &= E \left[ \int_0^T (S_t - K)^+ g(t, S_t) e^{-\int_0^t (r+g(u, S_u)) du} dt + (S_T - K)^+ e^{-\int_0^T (r+g(t, S_t)) dt} \right]
 \end{aligned}$$

Feynman-Kac の公式より、上式 2 行目の式は次の偏微分方程式を満たす。

$$\begin{cases} \partial_t P(t, S) + \frac{1}{2} \sigma^2 \partial_{SS} P(t, S) + r \partial_S P(t, S) - (r + g(t, S)) P(t, S) + g(t, S) (S - K)^+ = 0, \\ P(T, S) = (S - K)^+ \end{cases}$$

ただし、 $P_B \equiv P(0, S(0))$  で  $\partial_x$  は添字  $x$  での偏微分演算子である。特に、強度が定数で与えられる場合、すなわち  $g(t, S_t) \equiv \lambda$  で与えられるとき、ストック・オプションの価値は

$$P_B = E \left[ \int_0^T (S_t - K)^+ \lambda e^{-\int_0^t (r+\lambda) du} dt + (S_T - K)^+ e^{-\int_0^T (r+\lambda) dt} \right]$$

となる。

**ケースC：ケースA とケースB との組み合わせモデル(行使待機期間がない場合)** このケースは、ケース B に株価が従業員の希望する水準に達したときに行使が行われるモデル (ケース A) を組み合わせたものである。ケース A での行使時点を  $T_L$ 、ケース B での行使時点を  $T_\lambda$  とするとき、本ケースでの行使  $\tau$  は、 $\tau = \min(T_L, T_\lambda)$  で表されるものとする。 $T_L$  と  $T_\lambda$  が条件付き独立と仮定すると、行使時点の条件付き分布  $F(t)$  は

$$\begin{aligned}
 F(t) &= P_t(\tau \leq t) = P_t(T_L \leq t) + P_t(T_\lambda \leq t) - P_t(T_L \leq t)P_t(T_\lambda \leq t) \\
 &= \mathbf{1}_{\{T_L \leq t\}} + P_t(T_\lambda \leq t) - \mathbf{1}_{\{T_L \leq t\}} P_t(T_\lambda \leq t) \\
 &= \mathbf{1}_{\{T_L \leq t\}} + P_t(T_\lambda \leq t) \mathbf{1}_{\{T_L > t\}} = 1 - e^{-\lambda t} \mathbf{1}_{\{T_L > t\}}
 \end{aligned}$$

となる。したがって、このケースでのストック・オプションの価値は、

$$\begin{aligned}
 P_C &= J_1 + J_2 + J_3 \\
 &:= E \left[ \mathbf{1}_{\{T_L \leq T\}} e^{-r_\alpha T_L} (S_{T_L} - K)^+ \right] \\
 &\quad + E \left[ \mathbf{1}_{\{T_L > T\}} \left\{ \int_0^T e^{-rt} (S_t - K)^+ dF(t) + e^{-rT} (S_T - K)^+ (1 - F(T)) \right\} \right] \\
 &= E \left[ \mathbf{1}_{\{T_L \leq T\}} (L e^{-(r_\alpha + \lambda) T_L} - K e^{-(r + \lambda) T_L})^+ \right] \\
 &\quad + E \left[ \int_0^T \lambda e^{-(r + \lambda)t} (S_t - K)^+ \mathbf{1}_{\{T_L > t\}} dt \right] + E \left[ e^{-(r + \lambda)T} (S_T - K)^+ \mathbf{1}_{\{T_L > T\}} \right]
 \end{aligned}$$

で与えられる。ここで、 $J_1$  は満期までに株価が従業員の希望する水準に達した際に即時行使されるとき価値、 $J_2$  は会社を解雇されるなどの理由により即時行使されるとき価値、そして  $J_3$  は満期日において行使されるとき価値を示している。

**ケースD：ケースA とケースB との組み合わせモデル(行使待機期間がある場合)** このケースは、ケース C に行使待機期間を考慮に入れたモデルである。行使待機期間の終了時点を  $T_0$  ( $< T$ ) で表す。従業員はたとえ会社を解雇になった場合でさえ、 $[0, T_0]$  の間は保有するストック・オプションを行使することができない。この期間に早期行使する確率の強度を  $\lambda_0$  とする。行使待機期間終了後の強度および従業員の希望水準をそれぞれ  $\lambda$  と

$Le^{\alpha(t-T_0)}$ で表す。会社の解雇などによる早期行使時点を  $T_L^0$ 、株価が従業員の希望する水準に達したことによる早期行使時点を  $T_L^0$  とする。ただし、 $T_L^0$  は  $T_L^0 = \min\{t \in [T_0, T]; S_t \geq Le^{\alpha(t-T_0)}\}$  で与えられる。このとき、早期行使タイミング  $\tau$  は  $\tau = \min\{T_L^0, T_\lambda^0\}$  となる。このような設定の下で、ストック・オプションの価値  $P_D$  は

$$\begin{aligned} P_D &= K_{11} + K_{12} + K_2 + K_3 \\ &:= e^{(\lambda-\lambda_0)T_0} E \left[ (Le^{-\alpha T_0} e^{-(r+\lambda)T_L^0} - Ke^{-(r+\lambda)T_L^0}) \mathbf{1}_{\{T_L^0 \leq T, S_{T_0} < L_{T_0}\}} \right] \\ &+ e^{(\lambda-\lambda_0)T_0} E \left[ e^{-(r+\lambda)T_0} (S_{T_0} - K)^+ \mathbf{1}_{\{S_{T_0} \geq L_{T_0}\}} \right] \\ &+ e^{(\lambda-\lambda_0)T_0} E \left[ \int_{T_0}^T \lambda e^{-(r+\lambda)t} (S_t - K)^+ \mathbf{1}_{\{T_L^0 > t\}} dt \right] + e^{(\lambda-\lambda_0)T_0} E \left[ e^{-(r+\lambda)T} (S_T - K)^+ \mathbf{1}_{\{T_L^0 > T\}} \right] \end{aligned}$$

となる。ここで、 $K_{11}$  は行使待機期間終了時点では株価が希望する水準に達してなく、その後希望水準に達した際に行使されるとき価値、 $K_{12}$  は行使待機期間終了時点で既に株価が希望水準を超えているときに直ちに行使されるとき価値、 $K_2$  は行使待機期間終了後から満期日までの間に会社を解雇されたなどの理由で早期行使しなければならない場合の価値、最後に  $K_3$  は満期日において行使されるとき価値を示している。

## 2.2.4 Sircar-Xiong モデル

Sircar and Xiong (2007) は、他の論文でも用いられている行使待機期間や行使待機期間終了後から満期日までの期間でのアメリカン性を考慮に入れ、さらにリロードやリセット条項を取り入れた評価手法を提案している。2.2.1-2.2.3 の研究では、従業員に付与されたストック・オプションを評価しているのに対し、Sircar-Xiong は経営者へ付与されるストック・オプションの評価を行っている。これに伴い、考慮に入れなければならないオプション条項が生じる。すなわち「リロード条項」と「リセット条項」である。

リロード条項とは、大きな株価の上昇があり経営者が自身の保有するストック・オプションを行使した際、行使時点の株価と行使価格に応じて新たなストック・オプションが付与される制度である。たとえば、ある経営者に行使価格が 10 ドルのストック・オプションが 600 枚付与されているとしよう。いま株価が 15 ドルになり保有する全てのストック・オプションを行使したとする。このとき、通常のオプションであれば  $600 \times (15 - 10) = 3000$  ドルのペイオフが得られるのだが、リロード条項が付いたオプションは行使したときに  $600 \times 10/15 = 400$  枚の(通常の)ストック・オプションと  $200 (=600 - 400)$  枚の株式を受け取ることになる。いま株価は 15 ドルであるので、受け取った 200 株を市場で売却すれば 3000 ドル得られることになる。結果として、リロード条項が組み入れられていることで、通常のオプションを行使した際の受取額に加えて、新たなオプションが受け取れるようになっている。

リセット条項とは、株価が大きく下落しストック・オプションの価値や今後行使するインセンティブを失わせることのないように、行使価格を再設定したり新たにストック・オプションを付与することである。たとえば Sircar-Xiong の論文には次のような例が引用されている:米オラクル社の株価は 1997 年 8 月に 14 ドルの値が付いていたが、同じ年の 12 月には 7 ドル 50 セントにまで下落した。このとき、同社の取締役は発行済みストック・オプションのうち 20% のオプションの行使価格をスポット株価に設定した。

繰り返しになるが、Sircar-Xiong モデルは行使待機期間やアメリカン性を考慮に入れたのと

同時に、リロード条項・リセット条項そしてストック・オプションの非流動性<sup>\*6</sup>をも考慮に入れている。彼らの評価モデルは次のように構成されている。発行されるオプションは、行使価格  $K$  が現在の株価と等しいものとする。

**アメリカン性** 行使待機期間の終了時点を  $T$  とする。考察の対象となるストック・オプションは無期限満期<sup>\*7</sup>とし、 $(T, \infty)$  の任意の時点で行使が可能なアメリカンタイプのオプションとする。

**リロード条項** オプションの保有者（経営者）は、イン・ザ・マネーでオプションを行使する。行使時点を  $\tau > T$  とすると、経営者のペイオフは  $S_\tau - K$  と（リロード条項より） $\rho_H K / S_\tau$  枚の新たなストック・オプションとなる。新たに付与されたオプションは行使価格が  $S_\tau$  で行使待機期間が  $[\tau, \tau + T]$  のストック・オプションである。もちろん、リロード条項なども組み入れられている。上述のリロード条項の例は、 $\rho_H = 1$  の場合に対応する。

**リセット条項** 株価が  $lK$  ( $0 < l < 1$ ) まで下落したとき、行使待機期間の間であろうとなかろうと、オプションは行使価格が  $lK$  で行使待機期間が  $T$  年の新たなオプション  $\rho_L$  枚に置き換わる。さらに、新しいストック・オプションのリセット境界ラインは  $l^2 K$  となる。

**非流動性** 付与されたストック・オプションは売買することができない。これはストック・オプションの価値を減少させ、ひいては企業の費用も減少させる。この影響を取り入れるために、解雇によるオプション価値の減少をモデル化する。これは Cvitanic-Wiener-Zapatero モデルでも考慮に入れられている。すなわち、会社の解雇をハザードレートが  $\lambda$  のポワソン過程の最初のジャンプとしてモデル化する。 $\lambda$  は、オプション受領者の今後の勤務期間が  $1/\lambda$  年であることを示すものである。いったん会社を解雇されれば、保有するストック・オプションを即時行使しなければならないが、解雇が行使待機期間の間であったり、行使待機期間終了後の行使においてもリロード条項によって新たに得られたストック・オプションは行使することができない。

つぎに、ヘッジの観点から非流動性について言及しておかなくてはならない。上記では、ストック・オプションの非流動性について述べたが、経営者にはオプションだけではなく自社株の取引に付いても制約が課せられている。これはデリバティブのヘッジ戦略および価格付けに影響を及ぼす。Sircar-Xiong モデルでは、自社株は自由に取引ができるものと仮定し、したがってリスク中立評価法と呼ばれる通常のデリバティブ評価手法が利用可能とされている。

Sircar-Xiong モデルでは以上 4 つの項目に留意し、ストック・オプションの価格付けが行われている。いま株価が  $S$  で行使価格が  $K$  の行使待機期間中であるオプションの価値を  $V(S, t; K)$ ,  $t \in [0, T]$  で表す。行使待機期間終了後のオプションの価値を  $C(S; K)$  と記す。ただし、行使価格はリロードやリセットが行われた際に変更する。オプション行使に伴うリロードによって新たに付与されるオプションの価値を  $V(S, 0; S)$  と表す。行使待機期間終了後はオプションの保有者は最適な行使タイミングを決定することになる。これはアメリカンオプションの価格付け

<sup>\*6</sup> オプションを売却できないなど、証券の取引に制約を加えた性質のことである。

<sup>\*7</sup> Sircar-Xiong は論文の中で無期限満期とする妥当性についても言及している。

でよく用いられている最適停止問題を解いて求められる。つまり、株価がある水準に達した際にオプションを行使するのであるが、この水準は smooth-pasting 条件によって決定される。

評価公式の導出においては、行使タイミングとリセット境界それぞれにおけるペイオフの価値、行使待機期間終了後のオプションのアメリカン性および行使待機期間中のオプションのヨーロッパ性などが考慮に入れられる。 $D := V(S, 0; S)/S$  とする。

**行使待機期間中の価格付け** 行使待機期間中はオプションは行使できないため、行使待機期間終了時点の価値をペイオフとするヨーロッパ型オプションと同等となる。すなわち、ペイオフは

$$V(S, T; K) = C(S; K) \quad (2.7)$$

である。リセット境界価格に下落したとき、 $\rho_L$  枚の新しいオプションに置き換わる。ただし、このオプションには行使待機期間が備わっている。新たに発行されたストック・オプションの価値は、 $t \in (0, T)$  において

$$V(lK, t; lK) = \rho_L D lK \left( = \rho_L \times \frac{V(lK, t; K)}{lK} lK = \rho_L \times V(lK, t; K) \right) \quad (2.8)$$

である。上記2つの境界条件の内側 ( $S > lK, t \in (0, T)$ ) においてオプションの価値  $V(S, t; K)$  は次の偏微分方程式を満たす。

$$\partial_t V + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \partial_{SS} V + (r - q) S \partial_S V - (r + \lambda) V = 0 \quad (2.9)$$

行使待機期間中のストック・オプションの価値は、(2.7)、(2.8) を境界条件として (2.9) を解くことで得られる。

**行使待機期間終了後の価格付け** 行使待機期間終了後は無限満期のアメリカンオプションとなる。最適行使水準を  $hK$  とすると、 $S > hK$  においてオプションが行使されるので、そのときのペイオフは (リロード条項による新規発行オプションも含め)

$$C(S; K) = S - K + \rho_H DK \quad (2.10)$$

となる。最適行使水準  $hK$  の係数  $h$  は smooth pasting condition

$$\partial_S C(hK; K) = 1 \quad (2.11)$$

を解くことで求められる。次に、リセット境界価格を  $lK$  とすると、 $S = lK$  においてリセットが行われ、オプションは  $\rho_L$  枚の新たなオプションに置き換わる。リセットによって発行されたオプションの価値は

$$C(lK; K) = \rho_L D lK \quad (2.12)$$

である。行使水準とリセット境界価格の間、すなわち  $S \in (lK, hK)$  のときオプション価値  $C(S; K)$  は次の常微分方程式を満たす。

$$\frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \partial_{SS} C + (r - q) S \partial_S C - (r + \lambda) C + \lambda \max(S - K, 0) = 0 \quad (2.13)$$

行使待機期間終了後のストック・オプションの価値は (2.10)、(2.11)、(2.12) を満たすように (2.13) を解くことで求められる。

### 2.3 数値例

本節では、これまでに提案された評価公式の評価誤差を検証する。解析解が与えられ比較的

計算が容易な公式を用いて、公正価値を算出する。使用するモデルは、Black-Scholes（1973）と Hull-White（2004）である。計算結果は表 2 にまとめられている。

計算で使用したパラメータは、行使待機期間が 3 年、満期日までの残存期間が 13 年（権利行使可能期間は 10 年）、無リスク金利が 5 %、行使価格が 100、ボラティリティが 20 %、配当率 1 % とした。表 2 の一番左の列は現在の株価を表しており、BS、BS（配当付）はそれぞれ Black-Scholes モデルを、Hull-White モデルの 1.5、2.0、2.5 はそれぞれ行使倍率を表している。残存期間：8 年の列は従業員の早期行使を考慮に入れたもので、行使待機期間終了時点から満期日までの行使可能期間の中間の値を利用している。

表 2 によれば、残存期間：13 年よりも残存期間：8 年で計算したものが計算誤差が小さいと言える。なお、配当を考慮に入れない BS 価格は他の価格に比べ大きな差が確認できる。さらにファー・イン・ザ・マネーになるにつれて BS（配当付）と Hull-White（配当付）との価格差は広がっている。

表 2 公正価値

株価	残存期間：8 年					残存期間：13 年				
	BS	BS(配当付)	Hull-White（配当付）			BS	BS(配当付)	Hull-White（配当付）		
			1.5	2.0	2.5			1.5	2.0	2.5
80	23.63	19.15	20.98	20.31	19.88	35.49	27.12	32.90	31.89	30.99
90	31.92	25.68	28.29	27.42	26.84	43.78	34.08	40.67	39.75	38.85
100	40.22	32.80	36.23	35.21	34.47	52.08	41.40	48.53	47.81	46.97
110	48.52	40.37	44.59	43.49	42.63	60.37	48.98	56.38	55.95	55.25
120	56.81	48.30	53.22	52.13	51.18	68.67	56.78	64.16	64.09	63.59
130	65.11	56.50	61.98	61.00	60.02	76.97	64.75	71.83	72.19	71.94
140	73.40	64.92	70.77	70.00	69.06	85.26	72.85	79.37	80.20	80.25

### 3 スtock・オプションの評価に関する経営者の裁量的行動

この節では、これまでに米国において行なわれた実証研究の結果を概観することによって、ストック・オプションの評価において、経営者が裁量的にストック・オプションの評価額を操作している可能性について考察する。以下ではまず、米国におけるストック・オプションの会計基準について簡潔に説明する。続いて、ストック・オプションの評価において、経営者による推定が必要な項目である無リスク金利、ボラティリティ、配当率、および予想残存期間についての裁量的行動を考察している研究を検討する。さらに、この節の最後では、ストック・オプションに関するその他の経営者による裁量的行動として、裁量的情報開示および権利行使日を後から操作するバックデーティングの研究についても簡潔に触れる。

#### 3.1 スtock・オプションに関する米国の会計基準

米国では、ストック・オプションに関する会計基準として、1972 年に会計原則審議会（Accounting Principles Board、以下 APB と称する）の意見書第 25 号「従業員に発行された株式の会計（Accounting for stock issued to employee）」（APB, 1972）が公表され、ストック・オプション報酬の費用の測定を本源的価値によって行なうこととされていた。ここで、本源的価値

とは、株価が権利行使価格を上回っている場合における株価と権利行使価格との差額と定義される。なお、通常は権利行使価格は株価よりも高く設定されるため、APB 25 によるとストック・オプションの費用は認識されないことになる。

その後、1995 年に、財務会計基準審議会（Financial Accounting Standards Board、以下 FASB と称する）によって、財務会計基準書（Statement of Financial Accounting Standards、以下 SFAS と称する）第 123 号「株式に基づく報酬の会計処理（Accounting for stock-based compensation）」（FASB, 1995）が発行された。SFAS 123 では、ストック・オプション報酬の費用は公正価値に基づくこととされており、その測定には Black-Scholes 式に代表されるオプションの評価公式を利用することが推奨されていた。しかし、実務界からの反発もあり、APB 25 における本源的価値に基づく費用の認識も認められ、その場合には SFAS 123 における公正価値によった場合との差異を注記で開示することとされた。

1995 年に SFAS 123 が公表されて以来、ほとんどの企業は APB 25 を選択し、公正価値によって測定したストック・オプション報酬の費用については開示するだけで認識してこなかった。しかし、多くの巨額の会計不正が発覚するに伴い、2002 年 6 月以降、自発的にストック・オプションの費用を財務諸表上で認識することを発表する企業が増加してきた。このような自発的開示を行なう企業に対してガイドラインを示すため、FASB は 2002 年 12 月、SFAS 148 を発行し、また 2003 年 3 月にはストック・オプション報酬の会計処理の問題を再考するプロジェクトを発足した。そして、2004 年 12 月、SFAS 123 を改訂し SFAS 123(R) を発行し、2005 年 6 月 15 日以降に始まる決算期において、ストック・オプションの評価方法として、本源的価値による方法を認めず、公正価値にもとづいて費用を認識することを要求する基準を公表した。

### 3.2 公正価値の評価における裁量的行動

この節では、ストック・オプションの評価において、経営者による推定が必要な項目であるボラティリティ、配当率、無リスク金利、および予想残存期間についての裁量的行動を考察している研究を検討する。具体的には、Aboody et al. (2006)、Hodder et al. (2006)、Johnston (2006)、および Bartov et al. (2007) の研究成果について考察する。表 3 には、各研究において考察対象となっているストック・オプションの価値に影響するパラメータに○が記されている。

表 3

	ABK	HMMW	J	BMN
ボラティリティ:	○	○	○	○
配当率:	○	○	○	—
無リスク金利:	○	○	○	—
予想残存期間:	○	○	—	—

ABK は Aboody et al. (2006)、HMMW は Hodder et al. (2006)、J は Johnston (2006)、BMN は Bartov et al. (2007) を意味する。

#### 3.2.1 Aboody et al. (2006) の研究

Aboody et al. (2006) は、1996 年から 2001 年までの 887 社、3,368 企業・年のサンプルについて、SFAS 123 のもとで開示されているストック・オプションの費用を企業が過小に報告して

いるかどうかを考察している。具体的には、予想残存期間、ボラティリティ、配当率、および無リスク金利といったストック・オプションの評価において重要となる4つのインプットに焦点を当て、企業がこれらのインプットを裁量的に報告し、SFAS 123のもとで開示している報酬費用が過小になっていることを発見している。特に、4つのインプットのなかでは、予想残存期間とボラティリティについて強い証拠を得ており、これらの見積もりにおける自由度が高いことと整合している。その一方で、配当率の操作についての証拠は弱く、また無リスク金利については過小報告の証拠は得られていない。このことは、配当率や無リスク金利が比較的裁量の余地が小さいことと整合的である。さらに、費用額が大きく、コーポレート・ガバナンスが弱く、また経営者報酬が相対的に大きいほど、経営者はストック・オプション報酬を過小にみせるように裁量的な行動をすることを発見している。

Aboody et al. (2006) は、企業がこのようにストック・オプションの費用を過小に報告するインセンティブを持つ理由として、以下の2つを指摘している。第1は、投資家が企業の収益性に強い関心を有していることに関係がある。SFAS 123では費用は認識されないものの、その費用だけ営業利益が過大に表示されていると投資家が捉えているとする証拠がある。具体的には、Aboody (1996) は株価と研究者によるストック・オプション価値の推定額とが負の関係にあることを発見している。また、Aboody et al. (2004) は、株価とSFAS 123の費用とが負の関係にあることを報告している。したがって、SFAS 123の費用を過小に報告することによって、投資家が企業の収益性を高く評価すると経営者が信じるならば、そのような過小報告のインセンティブを持つことになるだろう。また、このようなインセンティブは、過小報告によって株価に大きな影響を与えるほど大きくなるだろう。したがって、彼らはストック・オプションの費用が大きいほど、その推定額を過小に報告すると予想している。

企業がSFAS 123の費用を過小に報告する第2のインセンティブは、経営者報酬額が過大であるとの利害関係者による認識を弱めたいということにある。Murphy (1999) は経営者報酬の文献をサーベイした結果、過剰な報酬を受け取っていると認識されるならば、厳しい検査を受けたり、メディア、労働組合、機関投資家、株主などから批判されるといったコストを被ると指摘している。また、経営者交代の確率が高まったり、将来の報酬が減額されたりといったかたちでコストが生じるかもしれない。このことから、Aboody et al. (2006) は経営者報酬額が過大であるとの認識が高くなればストック・オプションの推定額を過小に報告すると予想している。

以上のような仮説を検証するために、Aboody et al. (2006) は、企業が開示しているストック・オプションの評価額を被説明変数、彼らがSFAS 123にしたがって独自に推定したインプットを用いたBlack-Scholes式によるストック・オプションの評価額、およびその他の変数を説明変数とした回帰分析を行なっている。被説明変数に用いる企業が公表したストック・オプションの評価額は経営者の裁量が反映されている一方、説明変数に用いる研究者が推定したストック・オプションの評価額には経営者の裁量が含まれていないと考えられる。このことから、その他の説明変数によって被説明変数を説明できれば、その変数が経営者の裁量的行動を説明すると考えられるのである。ここでは検証式と検証結果を詳細に検討することはせず、Aboody et al. (2006) が独自にストック・オプションの評価額を算定する際のインプット、具体的には予想残存期間、ボラティリティ、配当率、および無リスク金利をどのように推定したかをみておこう。

まず予想残存期間については、企業が開示している予想残存期間を被説明変数、次の4つの変数を説明変数とした回帰式を推定し、そこで推定された係数を用いた予測値を用いている。ここで4つの変数とは、権利行使期間、年間の失効オプション数、年間のオプション行使数、上位5人の経営者に付与されたオプションの割合である。次に、ボラティリティについては、予想残存期間と同じ長さの期間におけるヒストリカル・ボラティリティを計算して用いている。また、配当率は前年度実績を用いている。最後に、無リスク利子率はストック・オプション付与年における予想残存期間と等しい期間物のアメリカ国債を用いている。そして、これらのインプットを用いたストック・オプションの評価額を説明変数としている。

### 3.2.2 Hodder et al. (2006)の研究

Hodder et al. (2006) は、1995年から1998年までの682社、1,748企業・年のサンプルについて、SFAS 123のもとで開示されているストック・オプションの費用が経営者の裁量に影響を受けているのか、受けているとすればそれはどのような要因によるものか、およびそのような裁量的報告はどのような経済的帰結をもたらすかについて考察している。彼らも、Aboody et al. (2006)の研究と同様に、予想残存期間、ボラティリティ、配当率、および無リスク金利といったストック・オプションの評価において重要となる4つのインプットに焦点を当てている。そして、彼らは経営者がこれら4つすべてにおいて裁量的な報告をしており、その結果、平均して1株当たり0.16ドルだけストック・オプションの評価額を過小に報告していることを発見している。しかしながら、彼らはまた、サンプルのうちおよそ半数の企業がストック・オプションの価値が大きくなるように裁量的行動をしていると指摘している。さらに、Hodder et al. (2006) は、公正価値を過小に報告している企業についてのみ機会主義的なインセンティブによって経営者の裁量的行動が説明できること、および公正価値を過大に報告している企業についてのみ情報提供のインセンティブによって経営者の裁量的行動が説明できることを発見した。つまり、状況によっては、経営者は自身の持つ優位な情報を伝達するような開示を行なっているという証拠を発見している。

Hodder et al. (2006) は、ストック・オプションの費用を裁量的に報告するインセンティブを持つ理由として、機会主義的な理由と情報伝達の理由の2つを指摘している。機会主義的な理由としては、Aboody et al. (2006)と同様に、ストック・オプションの費用は価値関連的であり株式市場で評価されること、および経営者報酬が大きすぎるという批判を避けたいという考えから、経営者は機会主義的に行動すると予想できるとしている。一方でまた、SFAS 123ではインプットの推定において過去の実績や産業平均などを用いる代わりに、それらが適切でないと考える経営者はそのような情報をインプットの推定において用いることを推奨している。したがって、インプットが実績値や産業ベンチマークと異なるときには、経営者の機会主義的行動によるバイアスを反映している場合もあれば、経営者の持つ私的情報を反映している場合もある。

具体的には、経営者はボラティリティや配当率の推定において、過去の実績や産業ベンチマークと比べて将来大きく（小さく）なると予想するときに、それを市場に伝えるために大きな（小さな）ボラティリティや配当率を用いて報告する可能性がある。

Hodder et al. (2006) は、報告されたインプットの値を被説明変数、過去の実績値と産業ベンチマークを説明変数とした回帰式を推定し、そこで推定された係数を用いた予測値と報告値と

の差を裁量的な値と定義している。ここで過去の実績値は次のように計算している。まず、ボラティリティの実績値は、ストック・オプションが平均して年度の間時点付与されると仮定して、開示のあった年度末の6ヶ月前から予想残存期間だけ遡った期間における月次株価比（前月比）の自然対数の標準偏差として定義している。次に、配当率の実績値は前年度配当額を年度末株価で割って計算している。また、予想残存期間の実績値は、前年度に公表された予想残存期間としている。最後に、予想残存期間に等しい期間物のアメリカ国債を用いている。また、産業ベンチマークについては、各インプットについて同様の計算をしており、報告されたインプットの各産業の同年度の平均としている。なお、各産業には最低でも6社は存在することを条件としている。

### 3.2.3 Johnston (2006)の研究

Johnston (2006) は、2002年度に自発的にストック・オプションの費用を認識した43社の企業と、それらと産業および規模によってマッチングされた認識はせず開示のみしている同数の企業をサンプルとして、費用を認識した企業の方が開示だけしている企業よりも、ストック・オプションの評価におけるインプットを操作することによって費用を下方に調整しているかどうかを検証している。具体的には、Johnston (2006) では、ボラティリティ、配当率、および無リスク金利の3つのインプットに焦点を当てている。検証の結果、認識している企業は、開示だけしている企業よりも、財務諸表におけるストック・オプション報酬の費用を下方に調整しているという証拠を発見した。また、追加的な分析により、それらの企業はボラティリティの水準を低く見積もっていることを明らかにしている。その一方で、配当率と無リスク金利についてはそのような証拠は得られなかった。

上述のように、1995年にSFAS 123が公表されて以来、ほとんどの企業は公正価値によって測定したストック・オプション報酬の費用を開示するだけで認識してこなかった。しかし、数多くの巨額の会計不正が発覚するに伴い、2002年6月以降、多くの企業は自発的にストック・オプションの費用を財務諸表上で認識することを発表した。Johnston (2006) は、このような企業をサンプルとして、ストック・オプション報酬の費用を開示するだけの企業よりも、財務諸表上で認識する企業の方が、費用を過小に報告するインセンティブがより強いという仮説を提示し、そのような結果を報告している。

Johnston (2006) は、Aboody et al. (2006) および Hodder et al. (2006) と同様に、ストック・オプションの費用は価値関連的であり株式市場で評価されることを指摘し、認識している企業は、ストック・オプション費用を下方に調整するインセンティブを持つことを主張している。さらに、認識された項目は開示されただけの項目よりも資本市場においてより大きな反応を引き起こすことを明らかにしている先行研究を指摘し、ストック・オプション費用を開示しているだけの企業よりも、認識している企業の方がより大きく下方に調整するインセンティブがあるとしている。

Johnston (2006) は、企業が報告しているストック・オプションの費用と彼が推定した費用との差額を被説明変数として、費用を認識した企業を1、開示だけしている企業を0とする変数などを説明変数にした回帰分析を行なっている。ここで、彼が推定したストック・オプションの費用は、次のようなインプットに基づいたものである。まず、ボラティリティについては、過去の月次リターンの自然対数の標準偏差として定義している。ここで、ボラティリティの計

算期間としては、2002年度において企業が報告している予想残存年数の期間だけ、2002年の期首から遡って計算している。また、配当率は2001年度の実績値を利用している。最後に、無リスク金利は、予想残存年数と同じ期間物のアメリカ国債の平均日次利子率を用いている。

### 3.2.4 Bartov et al.(2007)の研究

Bartov et al. (2007) は、1996年から2004年までの682社、9,185企業・年のサンプルについて、ストック・オプションの評価におけるインプットの1つであるボラティリティに焦点を当て、企業が開示しているボラティリティの数値がどのような要因によって決まっているかを検証している。具体的には、SFAS 123と整合的に、企業はヒストリカル・ボラティリティとインプライド・ボラティリティの両者にもとづいて、報告しているボラティリティの値を決定していることを発見している。また、企業が報告しているボラティリティを説明する際に、これら2つのボラティリティの重要度はその大きさと逆の関係にあることを発見している。つまり、より大きな(小さな)値のボラティリティのウェイトを小さく(大きく)していることを明らかにしている。具体的には、ヒストリカル・ボラティリティがインプライド・ボラティリティよりも大きいときには、そのウェイトは0.230であり、インプライド・ボラティリティの0.498よりもかなり小さくなっている。これと対照的に、ヒストリカル・ボラティリティがインプライド・ボラティリティよりも小さいときには、ヒストリカル・ボラティリティのウェイトは0.718と大きくなり、そしてこの値はインプライド・ボラティリティのウェイトである0.042よりも非常に大きい。これらの結果、および代替的な仮説の検証結果から、Bartov et al. (2007) は、経営者が機会主義的にボラティリティを推定し、ストック・オプションの費用を過小に報告しているという証拠を提示している。

Bartov et al. (2007) がボラティリティに焦点を当てている理由にはいくつかあるが、特にボラティリティが最終的なストック・オプションの評価額に与える影響が大きいこと、および配当率や無リスク金利に比べて、推定の際の裁量の余地が大きいことを指摘している。後者については、SFAS 123では、ヒストリカル・ボラティリティを出発点として、もしも過去の実績値が将来をよく反映していないと考えられるときには、その値を調整すべきであるとしている。さらに、SFAS 123 (R) においては、ヒストリカル・ボラティリティに加えてインプライド・ボラティリティを用いることを明示的に推奨している。

Bartov et al. (2007) による検証では、企業が報告しているボラティリティを被説明変数に、ヒストリカル・ボラティリティとインプライド・ボラティリティを説明変数とした回帰分析を用いている。ここでヒストリカル・ボラティリティは、貸借対照表日までの企業が開示している予想残存期間における月次リターンを用いて計算している。また、インプライド・ボラティリティは、同一年度末のコール・オプションとプット・オプションの価格を用いて算定している。

### 3.3 その他の裁量的行動

ストック・オプションに関する経営者の裁量的行動には、これまでみてきたような、ストック・オプションの価値に影響するパラメータを操作し、公正価値の評価に直接的に影響を与えることを意図して行なわれる行動以外のものもある。ここでは、そのような行動のうち、裁量的情報開示、およびバックデーティングについての実証研究について簡潔に触れることにす

る<sup>88</sup>。これらの行動は結果として公正価値の評価に影響を与えるものであり、またストック・オプションに関する裁量的行動という点で関係が深いものである。たとえば、これらの行動は権利行使価格を低くするためになされ、その意味ではストック・オプションの評価にも影響を及ぼすインプットの操作とも考えられる。しかし、公表される公正価値の操作を直接に意図している訳ではなく、そのような行動によってストック・オプション報酬を直接的に高めることを意図している。また、このような行動をするインセンティブは、ストック・オプションを評価するか否かにかかわらず、したがって会計上その費用を認識したり開示しなくても存在すると考えられる。本稿では、ストック・オプションに焦点を当てつつも、公正価値を用いて評価し、認識・開示する際の問題点を考察することを目的としていることから、ここではこれらの問題については簡潔に触れることにする。

ストック・オプションに関する経営者の裁量的行動について考察している先駆的研究の1つは Yermack (1997) である。Yermack (1997) は、1992年から1994年までの620のストック・オプションをサンプルにして、ストック・オプション付与のタイミングを分析し、経営者が報酬内容に影響を与えられるかについて検証している。その結果、権利付与日後に正の平均異常株式リターンが得られることを発見している。そして、経営者が機会主義的に報酬委員会に影響を与えることによって、好ましい利益公表がある前に、したがって株価が高くなると予想される前に権利を付与されている証拠としてこの結果を解釈している。Yermack (1997) の研究は開示される情報と付与日との関係についての証拠を提示しており、経営者による自発的情報開示の研究と関係しているし、また権利付与日のタイミングを操作していることを示唆していることから、権利行使日を後から操作するバックデーティングの研究にも関連がある。

経営者の自発の開示に関する研究としては、Aboody and Kasznik (2000) の研究がある。彼らは、1992年から1996年までの期間において、付与されることが予定されている572社、2,039のストック・オプションをサンプルにして、権利付与日前後において経営者が裁量的に自発的な情報開示を行なっているかどうかを検証している。なぜなら、経営者はグッド・ニュースを遅れて報告し、バッド・ニュースを早めて報告することによって、ストック・オプション報酬を高めることができるからである。彼らは、株価の変化とアナリストの利益予測などを用いて、グッド・ニュースを遅れて報告し、またバッド・ニュースを早めて報告することを発見し、経営者がストック・オプション報酬を最大化するように情報を裁量的に開示していることを示唆する証拠を提示している。

権利行使日を後から操作するバックデーティングの研究には Lie (2005) がある<sup>89</sup>。一般に、ストック・オプションの権利行使価格は、付与日の株価に等しく設定される。したがって、もしも経営者が付与日の時期に影響を与えることができるならば、株価の下落後あるいは株価の上昇前に付与日が来るようにするだろう。このとき、いずれのケースにおいても、ストック・オプションの付与日前に株価が下落し、付与日後に株価は上昇するといったかたちでその行動は明らかになると考えられる。Lie (2005) は1992年から2002年までの5,977の経営者に対する

<sup>88</sup> この他、たとえば利益マネジメントに関する研究などもある。ストック・オプションの付与日前後における利益マネジメントについての研究としては、たとえば Baker et al. (2009) がある。

<sup>89</sup> この他にも、バックデーティングの研究としては Heron and Lie (2007)、Narayanan and Seyhun (2008) などがある。

ストック・オプションをサンプルとして、付与日前に負の異常株式リターンが観察され、また付与日後に正の異常株式リターンが観察されることを発見した。そして、その傾向は年々大きくなっていることを指摘している。経営者が将来の株価変動を予想する能力が特に優れているということがない限り、この証拠は少なくともストック・オプションの一部は、付与日がバックデートされていることを示唆している。

#### 4 おわりに

本稿では、ストック・オプションの価値評価に関する問題点について、評価誤差という観点から整理してきた。まず、評価公式それ自体が取り込むことのできない事由により発生する評価誤差について、いくつかの理論研究を概観し、それぞれの評価公式を用いて算出された公正価値にどのくらいの価格差が発生するかを検証した。次に、評価公式適用者の裁量による評価誤差について、これまで米国において行なわれてきた実証研究にもとづいて、ストック・オプションの評価額の決定に際して、経営者がどのような裁量的行動を行なっているかを考察した。

ストック・オプションは通常のオプションと異なる特徴があり、特にストック・オプションを付与された者がどのように行動するかを考えた場合には、その評価を正確に行なうことは簡単ではない。しかしながら、本稿でみてきたように、理論研究が進むにつれさまざまな要因を考慮していくことで、そのような評価誤差は小さくすることはできると考えられる。その一方で、より正確な評価を与える評価公式には、一般により多くのパラメータが含まれている。そして、実際に企業において利用する際には、この点が非常に重要な考慮要因になると考えられる。具体的には、本稿でみてきたように、比較的単純であり実務において頻繁に用いられている評価公式である Black-Scholes 式でさえ、経営者はさまざまな手段を用いて、評価公式のインプットを操作している可能性がある。この点で、評価公式それ自体が取り込むことのできない事由により発生する評価誤差のみを考慮して、多くのパラメータを用いて評価することは、現実に会計基準などで採用したときには経営者による裁量的行動によって、かえって大きな評価誤差になる可能性がある。したがって、評価公式適用者の裁量による評価誤差がどのような背景で、またどのような手段で行なわれているかを認識し、それへの対処まで考えていくことが同時に重要である。

#### 謝辞

本研究を行なうにあたって、椎葉は文部科学省科学研究費補助金（若手研究（B）、課題番号 21730367）を受けている。また数値計算の際に、ニューメリカルテクノロジーズ株式会社の Excel アドインソフト NtRand を無償で利用した。ここに記して感謝の意を表したい。

#### 参考文献

- [1] 三浦良造、長山いづみ、野間幹晴、伊藤正晴、千葉義夫（2006）。「ストック・オプションの価値評価と会計基準」．一橋大学大学院国際企業戦略研究科ワーキングペーパー FS-2006-J-01.
- [2] Aboody, D. (1996). Market Valuation of Employee Stock Options. *Journal of Accounting and Economics*,22(1-3), 357-391.
- [3] Aboody, D., M. E. Barth, and R. Kaznik (2004). SFAS 123 Stock-Based Compensation Expense and Equity Market

- Values. *The Accounting Review*, 79(2), 251-275.
- [4] Aboody, D., M. E. Barth, and R. Kaznik (2006). Do Firms Understate Stock Option-Based Compensation Expense Disclosed under SFAS 123? *Review of Accounting Studies*, 11(4), 429-461.
- [5] Aboody, D., and R. Kaznik (2000). CEO Stock Option Awards and the Timing of Corporate Voluntary Disclosures. *Journal of Accounting and Economics*, 29(1), 73-100.
- [6] Accounting Principles Board (APB) (1972). *APB Opinion No. 25: Accounting for Stock Issued to Employees*. New York, NY: AICPA.
- [7] Baker, T. A., D. L. Collins, and A. L. Reitenga (2009). Incentives and Opportunities to Manage Earnings Around Option Grants? *Contemporary Accounting Research*, 26(3), 649-672.
- [8] Bartov, E., P. Mohanram, D. Nissim (2007). Managerial Discretion and the Economic Determinants of the Disclosed Volatility Parameter for Valuing ESOs. *Review of Accounting Studies*, 12(1), 155-179.
- [9] Black, F. and M. Scholes (1973). The Pricing of Options and Corporate Liabilities. *Journal of Political Economy*, 81(3), 637-659.
- [10] Cvitanic, J., Z. Wiener, and F. Zapatero (2008). Analytic Pricing of Employee Stock Options. *Review of Financial Studies*, 21(2), 683-724.
- [11] Financial Accounting Standards Board (FASB) (1995). Statement of Financial Accounting Standards No. 123: Accounting for Stock-Based Compensation. Norwalk, CT: FASB.
- [12] Financial Accounting Standards Board (FASB) (2004). *Statement of Financial Accounting Standards No. 123(R): Share-Based Payment*. Norwalk, CT: FASB.
- [13] Heron, R. A., and E. Lie. (2007). Does Backdating Explain the Stock Price Pattern Around Executive Stock Option Grants? *Journal of Financial Economics*, 83(2), 271-295.
- [14] Hodder, L., W. J. Mayew, M. L. McAnally and C. D. Weaver (2006). Employee Stock Option Fair-Value Estimates: Do Managerial Discretion and Incentives Explain Accuracy? *Contemporary Accounting Research*, 23(4), 933-975.
- [15] Huddart, S (1994). Employee Stock Options. *Journal of Accounting and Economics*, 18(2), 207-231.
- [16] Hull, J. and A. White (2004). How to Value Employee Stock Options. *Financial Analysis Journal*, 60(1), 114-119.
- [17] Johnston, D. (2006). Managing Stock Option Expense: The Manipulation of Option-Pricing Model Assumptions. *Contemporary Accounting Research*, 23(2), 395-425.
- [18] Lie, E. (2005). On the Timing of CEO Stock Option Awards. *Management Science*, 51(5), 802-812.
- [19] Murphy, K. J. (1999). Executive Compensation. In O. Ashenfelter and D. Card eds. *Handbook of Labor Economics*, Vol. 3b, Chapter 38, 2485-2563. Elsevier Science North Holland.
- [20] Narayanan, M. P., and H. N. Seyhun (2008). The Dating Game: Do Managers Designate Option Grant Dates to Increase Their Compensation? *Review of Financial Studies*, 21(5), 1907-1945.
- [21] Sircar, R. and W. Xiong (2007). A General Framework for Evaluating Executive Stock Options. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 31(7), 2317-2349.
- [22] Yermack, D. (1997). Good Timing: CEO Stock Option Awards and Company News Announcements. *Journal of Finance*, 52(2), 449-476.