# ストック・オプションの価値評価と会計基準

三浦良造　　（一橋大学大学院　国際企業戦略研究科　教授）
長山いづみ　（一橋大学大学院　国際企業戦略研究科　助教授）
野間幹晴　　（一橋大学大学院　国際企業戦略研究科　助教授）
伊藤正晴　　（大和総研　資本市場調査本部　主任研究員）
千葉義夫　　（大和総研　資本市場調査本部　研究員）

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

2006 年 2 月

<u>目次</u>

## 1. はじめに

わが国でも 2005 年 12 月にストック・オプションの会計基準が公表され、ストック・オプションを付与している企業ではストック・オプションの費用計上が要求されることとなった[1]。1997 年 5 月にストック・オプション制度が導入されてから、数多くの日本企業でストック・オプション制度が普及しているが、財務諸表に費用計上が要求されることでストック・オプションの導入に慎重になる企業が増加することが予想される。

従来、わが国ではストック・オプションに関する会計基準が公表されていなかった。このため、ストック・オプションに固有の会計処理はなく、他の会計基準の枠内で会計処理が行われてきた[2]。すなわち、ストック・オプションを付与するために自己株式を取得した場合には、自己株式の取得に係る会計処理が行われ、付与時には仕訳は行わない。さらに、ストック・オプションの権利が行使されると、自己株式あるいは新株発行の決済に伴う会計処理が行われる。したがって、従来は企業がストック・オプションを付与しても、費用が計上されることはなかった。

これに対して、会社法の施行日以降は、ストック・オプションの付与に応じて従業員などから取得するサービスは費用として計上される。具体的には、ストック・オプションの公正な評価額（以下、公正価値）のうち、当期に発生したと認められる額が各会計期間における費用計上額となる。同時に、ストック・オプションは権利の行使または失効が確定するまでの間、貸借対照表の純資産の部に新株予約権として計上される。すなわち、ストック・オプションが付与されると、その行使期間にわたって公正価値が費用として按分され、相手勘定として貸借対照表に新株予約権が計上される。

従来、ストック・オプションは費用計上されてこなかったが、今後は公正価値で測定したうえで費用として計上されるので、利益が減少する[3]。このため、ストック・オプションの費用化が利益に与える影響が大きいと考えられるベンチャー企業などでは、ストック・オプション制度の活用が縮小する可能性がある[4]。

このように、ストック・オプションの会計基準は費用計上を要求しており、日本企業の

---

[1] 厳密には、費用計上が要求されるのは会社法の施行日以降に付与されるストック・オプションである。施行日より以前に付与されたストック・オプションについては付与数や行使数、変動数などについての開示が要求されるだけである。ただし、会社法の施行日よりも前に付与されたストック・オプションでも、施行日以降に条件を変更した場合には、公正価値の増加額が費用計上される。

[2] 従来の会計基準や商法におけるストック･オプションの会計処理については、伊藤･徳賀･中野[2004]を参照。

[3] 竹口[2002]は 2000 年までにストック・オプションを導入した日本企業を対象にして、公正価値を評価したうえで、当期純利益に与える影響を検証している。また乙政[2001]でも、ストック・オプションの費用計上が利益に与える影響が分析されている。

[4] 米国でも 2006 年からストック・オプションを費用計上することが義務づけられており、これに伴い、複数の企業が報酬制度の見直しを検討している。例えば、インテルはこれまで全従業員にストック・オプションを付与してきたが、2006 年からは現物株の支給を中心とした報酬制度に変更する。

報酬制度に多大な影響を与えることが予想される。本稿では、ストック・オプションの価値評価に焦点を当て会計基準の特徴を論じ、価値評価の方法について検討する。議論を価値評価に絞るのは、ストック・オプションの価値評価に数多くの論点が含まれているにもかかわらず、わが国ではストック・オプションの価値評価について検討された先行研究が少ないためである[5]。

本稿の構成は、次のとおりである。まず、第 2 節で日本におけるストック・オプションの導入状況を確認する。第 3 節では、企業会計基準委員会（以下、ASBJ）が 2005 年 12 月 27 日に公表した企業会計基準第 8 号「ストック・オプション等に関する会計基準」と企業会計基準適用指針第 11 号「ストック・オプション等に関する会計基準の適用指針」を議論の俎上に載せ、IASB や FASB のストック・オプションの会計基準と比較することで、その特徴を浮き彫りにする。既に述べたように、ストック・オプションの会計処理には数多くの論点があるが、本稿では価値評価に焦点を絞る。第 4 節では、オプション価格理論にてらして、ストック・オプションの評価方法について論じる。第 5 節では、第 4 節で論じた各種モデルによる価値算出を行う。さらに、第 6 節では本稿のまとめを行う。

## 2.　日本企業におけるストック・オプションの導入状況

### (1)サンプル選択

1997 年 5 月の商法改正により、自己株式方式のストック・オプション制度と新株引受権方式のストック・オプション制度が導入された。それまでも、1995 年頃から当時の制度の枠内でストック・オプションと同様の効果を持つ擬似ストック・オプションが導入され始めていたが、1997 年の商法改正で一般的なストック・オプション制度が導入されたのである。そして、2001 年 11 月に成立した商法改正により、ストック・オプション制度は「新株予約権」という新たな概念のもとで、従来の自己株式方式と新株引受権方式の制度が統合され、現在にいたっている。

本節では、1995 年のストック・オプション制度の導入から現在までの、日本企業のストック・オプションの導入状況と、その特徴を分析した結果を紹介する。分析に当たっては、実際のストック・オプションに関するデータが必要となるのだが、個別のストック・オプションに関するデータを入手することは困難である。そこで、本稿では大和証券 SMBC が収集しているデータ（2005 年 7 月 28 日時点）を用いて、このデータを分析することで日本におけるストック・オプションの実情を紹介する。

各ストック・オプションを年度別に分析しているが、その年度は株主総会決議を基準としている。具体的には、1996 年度の決算期にかかる株主総会で決議されたストック・オプションは 1996 年度とし、以降の年度についても同様の処理を行っている。ただし、2004 年

[5] 例外として、與三野[2002]がある。しかし與三野[2002]はストック・オプションの会計基準が公表される以前の研究であるため、会計基準の特徴については議論されていない。

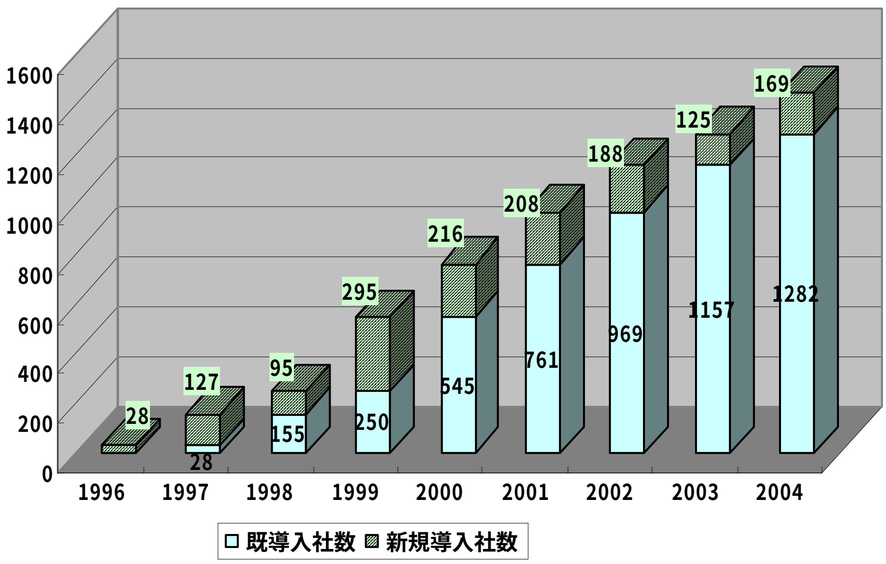
度に関しては、2004 年度の決算期にかかる株主総会と 2005 年度にかかる株主総会のいずれかで決議されたものを 2004 年度としている。また、株主総会で複数のストック・オプションの決議が行われている場合は、それぞれを１件として付与件数に数えている。加えて、各分析に必要なデータが取得できたものを分析対象としているため、分析ごとにサンプル数が異なっている。

(2)ストック・オプションの導入状況

まず初めに、日本におけるストック・オプションの導入状況をみるために、ストック・オプション制度を導入している企業の数と、ストック・オプションの付与件数をまとめた。

図表 1 は、日本におけるストック・オプションの導入状況を示している。図中の新規導入社数は、その年度に初めてストック・オプションの付与を決議した企業の数を示している。既導入社数は、過年度までにストック・オプションの付与を決議した企業の累計を示している。この図から、毎年、概して 100 から 200 社程度の企業が新たにストック・オプション制度を導入しており、直近では上場企業全体の 1／3 を超える 1451 社がストック・オプション制度を導入していることがわかる。

図表 1：ストック・オプションの導入社数の推移




（出所）大和証券 SMBC、大和総研。

次に、図表 2 はストック・オプションの付与件数を示している。自己株式方式は 2001 年度までで計 653 件、新株引受権方式は 2001 年度までで計 628 件のストック・オプションが付与されている。新株予約権方式は 2001 年度以降、計 2384 件の付与があり、ストック・オプションの付与件数は新株予約権方式になってから大きく増えていることがわかる。ストック・オプション全体では、1999 年度以降は毎年 500 件前後の付与が決議されており、

合計のストック・オプションの付与件数は 3665 件となっている。

図表 2：ストック・オプションの方式別付与件数

| 年度 | ストック･オプションの方式 | | | 合計 |
|---|---|---|---|---|
| | 自己株式 | 新株引受権 | 新株予約権 | |
| 1996 | 28 | 0 | 0 | 28 |
| 1997 | 94 | 47 | 0 | 141 |
| 1998 | 85 | 63 | 0 | 148 |
| 1999 | 225 | 185 | 0 | 410 |
| 2000 | 213 | 249 | 0 | 462 |
| 2001 | 8 | 84 | 454 | 546 |
| 2002 | 0 | 0 | 592 | 592 |
| 2003 | 0 | 0 | 601 | 601 |
| 2004 | 0 | 0 | 737 | 737 |
| 合計 | 653 | 628 | 2384 | 3665 |

（出所）大和証券 SMBC、大和総研。

以上のように、日本におけるストック・オプションは毎年着実に制度導入企業が増えているとともに付与件数も増加しており、日本企業がストック・オプション制度を活用している姿がうかがえる。

図表 3 は、ストック・オプションの行使期間別に付与件数を示している。表中の「～1年」は行使期間が 1 年以下のストック・オプション、「～2 年」は行使期間が 1 年超から 2 年以下のストック・オプションの件数である。また、「～3 年」から「～10 年」も同様で、「10 年超」は行使期間が 10 年を超えるストック・オプションの件数である。全体の平均は 4.6 年であった。この表をみるとわかるように、行使期間が 2 年超から 3 年以下であるストック・オプションの合計件数が最も多く、また、各年度においてもこのゾーンの件数が多い。そして、行使期間がこのゾーン前後であるストック・オプションの数も多い。次いで多いのが 7 年超から 8 年以下のゾーンのストック・オプションである。日本において付与されているストック・オプションは、行使期間が 4 年前後のものが圧倒的に多いが、それを除くと 8 年程度のものも多いといえる。

図表 3：ストック・オプションの行使期間別の付与件数

| 行使期間 | 年度 | | | | | | | | | 合計 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | |
| ～1年 | 4 | 4 | 4 | 5 | 8 | 8 | 3 | 7 | 11 | 54 |
| ～2年 | 9 | 18 | 17 | 61 | 81 | 82 | 91 | 78 | 81 | 518 |
| ～3年 | 3 | 39 | 48 | 159 | 165 | 195 | 214 | 190 | 193 | 1206 |
| ～4年 | 2 | 17 | 14 | 69 | 72 | 79 | 88 | 93 | 91 | 525 |
| ～5年 | 1 | 15 | 11 | 55 | 61 | 99 | 103 | 115 | 121 | 581 |
| ～6年 | 1 | 2 | 3 | 5 | 8 | 12 | 18 | 19 | 18 | 86 |
| ～7年 | 3 | 1 | 2 | 8 | 10 | 14 | 13 | 23 | 27 | 101 |
| ～8年 | 0 | 7 | 11 | 22 | 41 | 68 | 68 | 83 | 101 | 401 |
| ～9年 | 0 | 1 | 3 | 5 | 1 | 7 | 8 | 10 | 12 | 47 |
| ～10年 | 0 | 2 | 2 | 0 | 5 | 20 | 28 | 43 | 47 | 147 |
| 10年超 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 51 | 57 |
| 合計 | 23 | 106 | 115 | 389 | 452 | 584 | 634 | 667 | 753 | 3723 |

（出所）大和証券 SMBC、大和総研。

次いで、図表 4 はストック・オプションの行使価格アップ率別ごとに件数をまとめている。図表 4 では、アップ率をストック・オプションの公表前日株価に対する行使価格のアップ率で算出しており、ストック・オプションの行使価格決定の条件から求めているのではないことに注意が必要である。表中の「～0.0」はアップ率が 0.0%以下のストック・オプション、「～1.0」はアップ率が 0.0%超から 1.0%以下のストック・オプションの件数で、「～2.0」以降も同様である。

図表 4 から、アップ率が 0%以下のストック・オプションの件数が非常に多いとともに、10%を超えるものも多いことが明らかである。全体での平均は、5.04%となった。そして、実際のストック・オプションの行使価格決定条件をみると「Max {前月終値平均×1.05 発行日終値}」と記載しているものが多いことなど、日本企業が付与しているストック・オプションの行使価格は平均して 5%程度のアップとなっているようである。また、付与の公表前日株価と行使価格決定に用いる株価の水準の違いの影響もあろうが、行使価格が 1 円で付与されるストック・オプションなど付与される側にとって非常に有利な条件のものがあるなどで、アップ率の低いゾーンでのストック・オプションの件数が多いと考えられる。

図表 4：ストック・オプションの行使価格アップ率別の付与件数

| 行使価格アップ率 (%) | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 合計 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ～ 0.0 | 1 | 11 | 9 | 57 | 137 | 267 | 109 | 175 | 132 | 898 |
| ～ 1.0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 12 | 8 | 10 | 4 | 44 |
| ～ 2.0 | 2 | 2 | 1 | 4 | 7 | 5 | 10 | 15 | 7 | 53 |
| ～ 2.5 | 0 | 3 | 5 | 4 | 1 | 4 | 5 | 7 | 3 | 32 |
| ～ 3.0 | 0 | 2 | 44 | 10 | 3 | 11 | 4 | 4 | 6 | 84 |
| ～ 4.0 | 0 | 10 | 0 | 3 | 9 | 19 | 10 | 8 | 9 | 68 |
| ～ 5.0 | 0 | 17 | 0 | 21 | 8 | 9 | 12 | 9 | 13 | 89 |
| ～10.0 | 0 | 0 | 0 | 81 | 20 | 62 | 43 | 77 | 57 | 340 |
| 10.0 超 | 0 | 0 | 0 | 0 | 57 | 104 | 312 | 257 | 119 | 849 |
| 合計 | 4 | 46 | 60 | 183 | 246 | 493 | 513 | 562 | 350 | 2457 |

（注）行使価格アップ率＝ストック・オプション付与の公表前日株価に対する行使価格のアップ率。
（出所）大和証券 SMBC、大和総研。

図表 5 は、付与の対象者別にストック・オプションの付与件数を示している。自己株式方式と新株引受権方式に関しては、役員と従業員のそれぞれの付与対象者数データが取得できたので、そこから付与対象者を判別した。新株予約権方式のストック・オプションに関しては、付与対象者に役員、社長などの「役員」に関連する文言のみが存在しているものは付与対象者を「役員のみ」とした。また、従業員、使用人、部長などの「従業員」に関連する文言のみが存在しているものは付与対象者を「従業員のみ」とした。そして、役員に関連する文言と、従業員に関連する文言の存在するものを「役員と従業員」とした。

図表 5 から、日本企業が付与しているストック・オプションは役員と従業員の両者を対象としているものが非常に多いことがわかる。また、役員のみと従業員のみとを比較すると、役員のみを対象としたストック・オプションの方が多い。

図表 5：ストック・オプションの付与対象者別の付与件数

| 付与対象 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 合計 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 役員のみ | 4 | 15 | 10 | 29 | 22 | 40 | 47 | 63 | 109 | 339 |
| 従業員のみ | 24 | 5 | 9 | 32 | 39 | 33 | 40 | 25 | 39 | 246 |
| 役員と従業員 | 0 | 121 | 123 | 334 | 384 | 471 | 503 | 508 | 578 | 3022 |
| 合計 | 28 | 141 | 142 | 395 | 445 | 544 | 590 | 596 | 726 | 3607 |

（出所）大和証券 SMBC、大和総研。

図表 6 は、ストック・オプションの付与株数についてまとめている。企業によって総株数（発行済み株式総数）が異なるため、総株数に対する付与株数の比率で件数をまとめている。表中の「～0.01」は付与株数の比率が 0.01%以下のストック・オプションの件数、「～0.025」は比率が 0.01%超から 0.025%以下のストック・オプションの件数で、「～0.05」以降も同様である。全体の平均は 2.25%であった。この表からわかるように、ストック・オプションの付与株数は 2.5%程度のものが多いが、付与件数の多いゾーンが 0.1%から 5%まで幅広く分布している。また、各年度でこの比率の分布に大きな違いはないようであるが、絶対数でみると付与株数の比率の高いストック・オプションの件数が増加している。

図表 6：ストック・オプションの付与株数比率別の付与件数

| 付与株数／総株数比率 (%) | 年度 | | | | | | | | | 合計 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | |
| ～0.01 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 6 | 20 |
| ～0.025 | 4 | 2 | 3 | 11 | 10 | 4 | 6 | 5 | 15 | 60 |
| ～0.05 | 7 | 3 | 5 | 11 | 12 | 9 | 10 | 11 | 29 | 97 |
| ～0.1 | 4 | 11 | 7 | 17 | 23 | 21 | 20 | 25 | 32 | 160 |
| ～0.25 | 9 | 13 | 17 | 34 | 48 | 54 | 52 | 41 | 58 | 326 |
| ～0.5 | 2 | 21 | 13 | 59 | 48 | 58 | 62 | 65 | 66 | 394 |
| ～1 | 1 | 52 | 23 | 75 | 85 | 88 | 80 | 89 | 101 | 594 |
| ～2.5 | 0 | 31 | 48 | 116 | 138 | 143 | 156 | 170 | 188 | 990 |
| ～5 | 0 | 6 | 24 | 67 | 77 | 108 | 133 | 102 | 147 | 664 |
| 5 超 | 0 | 0 | 6 | 18 | 19 | 57 | 71 | 87 | 94 | 352 |
| 合計 | 28 | 141 | 148 | 410 | 462 | 545 | 591 | 596 | 736 | 3657 |

（出所）大和証券 SMBC、大和総研。

（4）ストック・オプションの付与と企業属性の特徴

さらに、ストック・オプションの付与を決議している企業について、上場市場、業種、株式公開年、時価総額、ROE といった企業属性ごとにストック・オプションの付与件数をまとめた。

図表 7 は、その発行会社の上場する市場ごとストック・オプションの付与件数をまとめている。複数市場に上場している企業に関しては、表中の「東証 1」から「その他」の順で上場市場を調べ、最初に該当する市場を上場市場とした。まず、付与件数の合計をみると、東証 1 上場企業の付与が総付与件数の過半数を占めていることがわかる。いわゆる大企業でのストック・オプションの付与が多いといえよう。そして、新興 3 市場（東証マザーズ、大証ヘラクレス、JASDAQ）の上場企業のストック・オプションの付与が急速に増加しており、成長企業でのストック・オプション制度の導入が浸透していることがうかがえる。

図表 7：ストック・オプション発行会社の上場市場別の付与件数

| 発行会社の上場市場 | 年度 | | | | | | | | | 合計 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | |
| 東証1部 | 18 | 78 | 85 | 261 | 271 | 318 | 316 | 306 | 341 | 1994 |
| 東証2部 | 3 | 12 | 15 | 37 | 33 | 46 | 52 | 48 | 53 | 299 |
| 大証 | 1 | 5 | 3 | 16 | 21 | 15 | 20 | 20 | 13 | 114 |
| 名証 | 6 | 1 | 1 | 6 | 1 | 1 | 2 | 4 | 10 | 32 |
| 新興3市場 | 0 | 45 | 43 | 90 | 135 | 165 | 201 | 218 | 309 | 1206 |
| その他 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 4 | 8 | 16 |
| 合計 | 28 | 141 | 148 | 410 | 462 | 546 | 592 | 600 | 734 | 3661 |

（注）直近時点での上場市場。複数の市場に上場している場合は、表への掲載順（東証 1 部からその他）で最初に該当する市場でカウントしている。

（出所）大和証券 SMBC、大和総研。

図表 8 は、ストック・オプションを付与している企業が属している業種ごとに付与件数をまとめたものである。合計の付与件数でみると、サービス、小売、電気機器、卸売、通信に属する企業でのストック・オプションの付与が多い。また、最近になって特に通信に属する企業の付与件数が増えていることが目立つ。

図表 9 は、ストック・オプションを付与している企業の株式公開年別に付与件数をまとめたものである。1990 年から 2000 年（表中の「～2000 年」）に株式を公開した企業の付与件数が圧倒的に多い。そして 2000 年以降に株式を公開した企業の付与件数が大きく増えている。“ 若い ” 企業によるストック・オプション制度の導入が増えていることを反映していよう。

図表 8：ストック・オプション発行会社の所属業種別の付与件数

| 発行会社の所属業種 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 合計 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 年度 | | | | | | | | | |
| 水産･農林 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 3 | 4 | 2 | 2 | 19 |
| 鉱　業 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 建　設 | 0 | 8 | 2 | 12 | 10 | 13 | 12 | 9 | 9 | 75 |
| 食　品 | 1 | 1 | 3 | 9 | 9 | 9 | 11 | 12 | 16 | 71 |
| 繊維製品 | 2 | 2 | 3 | 7 | 10 | 10 | 9 | 8 | 10 | 61 |
| パルプ･紙 | 0 | 1 | 0 | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 3 | 10 |
| 化　学 | 3 | 6 | 7 | 30 | 26 | 23 | 24 | 29 | 28 | 176 |
| 医薬品 | 0 | 3 | 3 | 8 | 9 | 6 | 10 | 9 | 11 | 59 |
| 石油･石炭 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 5 |
| ゴ　ム | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 16 |
| ガラス･土 | 2 | 2 | 0 | 8 | 6 | 8 | 5 | 7 | 8 | 46 |
| 鉄　鋼 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 5 | 9 |
| 非鉄金属 | 0 | 1 | 1 | 5 | 5 | 3 | 5 | 2 | 1 | 23 |
| 金属製品 | 0 | 1 | 3 | 4 | 10 | 7 | 6 | 6 | 3 | 40 |
| 機　械 | 3 | 9 | 11 | 36 | 27 | 31 | 27 | 25 | 27 | 196 |
| 電気機器 | 1 | 16 | 22 | 48 | 60 | 68 | 72 | 69 | 75 | 431 |
| 輸送用機器 | 1 | 3 | 2 | 12 | 10 | 19 | 15 | 23 | 17 | 102 |
| 精密機器 | 0 | 0 | 1 | 0 | 4 | 6 | 10 | 12 | 19 | 52 |
| その他製品 | 0 | 8 | 8 | 14 | 16 | 11 | 15 | 17 | 12 | 101 |
| 電気･ガス | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 陸　運 | 0 | 2 | 2 | 5 | 5 | 2 | 0 | 1 | 1 | 18 |
| 海　運 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 4 | 2 | 2 | 12 |
| 空　運 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| 倉庫･運輸 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 6 |
| 通　信 | 0 | 0 | 0 | 1 | 6 | 9 | 59 | 87 | 148 | 310 |
| 卸　売 | 4 | 17 | 19 | 40 | 42 | 54 | 57 | 52 | 63 | 348 |
| 小　売 | 1 | 25 | 20 | 59 | 60 | 71 | 72 | 61 | 86 | 455 |
| 銀　行 | 0 | 1 | 6 | 15 | 14 | 8 | 6 | 5 | 6 | 61 |
| 証　券 | 1 | 5 | 3 | 9 | 8 | 13 | 9 | 14 | 19 | 81 |
| 保　険 | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 3 | 5 | 18 |
| その他金融 | 1 | 2 | 2 | 6 | 6 | 11 | 9 | 9 | 14 | 60 |
| 不動産 | 1 | 0 | 1 | 6 | 9 | 14 | 14 | 23 | 27 | 95 |
| サービス | 6 | 25 | 24 | 64 | 96 | 137 | 128 | 96 | 95 | 671 |
| 合計 | 27 | 139 | 144 | 410 | 461 | 545 | 590 | 594 | 720 | 3630 |

（注）直近時点での所属業種。

（出所）大和証券 SMBC、大和総研。

図表 9：ストック・オプション発行会社の株式公開年別の付与件数

| 発行会社の株式公開年 | 年度 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 合計 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ～1960年 | 6 | 13 | 16 | 71 | 78 | 80 | 74 | 84 | 91 | 513 |
| ～1970年 | 1 | 15 | 15 | 46 | 42 | 49 | 47 | 47 | 49 | 311 |
| ～1980年 | 7 | 4 | 6 | 20 | 18 | 26 | 20 | 22 | 15 | 138 |
| ～1990年 | 13 | 36 | 27 | 75 | 67 | 75 | 93 | 72 | 90 | 548 |
| ～2000年 | 0 | 72 | 84 | 193 | 246 | 244 | 227 | 202 | 215 | 1483 |
| 2000年以降 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 70 | 128 | 167 | 262 | 633 |
| 合計 | 27 | 140 | 148 | 405 | 457 | 544 | 589 | 594 | 722 | 3626 |

（出所）大和証券 SMBC、大和総研。

図表 10 は、企業の時価総額ごとのストック・オプション付与件数を示している。企業の規模とストック・オプションの関係をみるために、ここでは時価総額を用いた。表中の「～10 億円」は時価総額が 10 億円以下の企業の付与件数、「～50 億円」は時価総額が 10 億円超から 50 億円の付与件数で、「～100 億円」以降も同様である。図表 10 から、時価総額が 100 億円から 500 億円の比較的規模の小さい企業によるストック・オプションの付与件数が多いことがわかる。さらに、2004 年度には「～5000 億円」の比較的規模の大きな企業による付与が大きく増えている。

図表 10：ストック・オプション発行会社の時価総額別の付与件数

| 発行会社の時価総額 | 年度 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 合計 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ～10億円 | 1 | 1 | 15 | 2 | 2 | 7 | 14 | 4 | 2 | 48 |
| ～50億円 | 7 | 35 | 24 | 46 | 87 | 104 | 147 | 88 | 72 | 610 |
| ～100億円 | 6 | 28 | 54 | 54 | 46 | 77 | 73 | 68 | 94 | 500 |
| ～500億円 | 4 | 39 | 10 | 145 | 161 | 176 | 192 | 222 | 280 | 1229 |
| ～1000億円 | 6 | 14 | 25 | 47 | 48 | 57 | 42 | 68 | 80 | 387 |
| ～5000億円 | 1 | 11 | 6 | 72 | 73 | 75 | 77 | 88 | 124 | 527 |
| ～1兆円 | 1 | 8 | 9 | 16 | 20 | 27 | 27 | 24 | 33 | 165 |
| ～5兆円 | 1 | 2 | 1 | 23 | 22 | 19 | 16 | 30 | 34 | 148 |
| 5兆円超 | 0 | 1 | 0 | 5 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 | 16 |
| 合計 | 27 | 139 | 144 | 410 | 461 | 545 | 590 | 594 | 720 | 3630 |

（注）株主総会決議時点の月末時価総額。
（出所）大和証券 SMBC、大和総研。

図表 11 は、ROE 別にストック・オプションの付与件数をまとめたものである。表中の「～0」は ROE が 0%以下の企業の付与件数、「～2」は ROE が０%超から 2%以下の企業の付与件数で、「～5」も同様である。ROE が正のケースだけで ROE の平均を算出すると 9.3%であった。付与件数の合計でみると、ROE が 5%から 20%（表中の「～10」と「～20」）の企業による付与件数が多い。また、ROE が 0 以下の赤字企業によるストック・オプション

の付与もかなりある。

図表 11：ストック・オプション発行会社の ROE 別の付与件数

| 発行会社の ROE (%) | 年度 | | | | | | | | | 合計 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | |
| ～ 0 | 2 | 21 | 29 | 52 | 79 | 148 | 127 | 67 | 109 | 634 |
| ～ 2 | 6 | 20 | 21 | 47 | 54 | 59 | 52 | 49 | 31 | 339 |
| ～ 5 | 13 | 40 | 28 | 107 | 91 | 77 | 99 | 95 | 102 | 652 |
| ～ 10 | 6 | 36 | 32 | 113 | 117 | 113 | 143 | 179 | 190 | 929 |
| ～ 20 | 0 | 19 | 27 | 74 | 103 | 114 | 126 | 156 | 220 | 839 |
| 20 超 | 0 | 3 | 6 | 16 | 17 | 34 | 40 | 46 | 66 | 228 |
| 合計 | 27 | 139 | 143 | 409 | 461 | 545 | 587 | 592 | 718 | 3621 |

（注）株主総会決議時点の直近実績利益と自己資本から算出。
（出所）大和証券 SMBC、大和総研。

## 3. 会計基準の論点

本節では、ASBJ が 2005 年 12 月に公表した企業会計基準第 8 号「ストック・オプション等に関する会計基準」（以下、ストック・オプションの会計基準）と企業会計基準適用指針第 11 号「ストック・オプション等に関する会計基準の適用指針」（以下、ストック・オプションの適用指針）における論点について議論する。ストック・オプションの会計処理には数多くの論点があるが、本稿では公正価値評価をめぐる議論に焦点を絞る[6]。

まず、ストック・オプションの公正価値の定義を明確にする。ストック・オプションの会計基準では、「各会計期間における費用計上額は、ストック・オプションの公正な評価額のうち、対象勤務期間を基礎とする方法その他の合理的な方法に基づき当期に発生したと認められる額である。」（会計基準第 5 項）として、費用計上を要求している。さらに、「ストック・オプションの公正な評価額は、公正な評価単価にストック・オプション数を乗じて算定する」と定義している（会計基準第 5 項）。つまり、「公正な評価額＝公正な評価単価×オプション数」と定義している。そこで、本稿では「公正な評価額」を公正価値と呼び、「公正な単価評価」を公正価値単価と呼ぶことにする。

### (1)公正価値単価

ストック・オプションには譲渡制限があるため、市場で取引されないので、その公正価値を観察することはできない。このためストック・オプションの会計基準では、株式オプ

6 ストック・オプションの会計処理をめぐる論点としては、ストック・オプションの費用認識をめぐる利益測定上の論点や、費用認識の相手勘定が負債か持分かなどかの論点がある。こうした点については、斎藤[2004]、斎藤[2005]、Ohlson and Penman[2005]などを参照。

ションの合理的な価額の見積もりに広く受け入れられている算定技法を利用して公正価値単価を算定することを要求している（会計基準第 6 項(1)）。具体的には、二項モデルなどの離散時間モデルとブラック・ショールズ式などの連続時間モデルをあげている。

またストック・オプションの公正価値単価の算定技法が満たすべき要件として、①確立された理論を基礎としており、実務で広く適用されていること、②権利確定の見込数に関するものを除き、算定の対象となるストック・オプションの主要な特性をすべて反映していることを求めている（会計基準第 5 項）。

さらに、ストック・オプションの特性は、①株式オプションに共通する特性、②ストック・オプションに共通する特性、③算定対象である個々のストック・オプションに固有の特性、として整理している（会計基準第 5 項(2)）。このうち、③算定対象である個々のストック・オプションに固有の特性については、ストック・オプションの失効の見込数に関するものとしている（会計基準第 5 項(2)）。

ストック・オプションの会計基準は公正価値単価の測定について特定のモデルを推奨していないという点において、IASB の IFRS 第 2 号「株式報酬」や FASB の改訂 FAS123 号「株式報酬」と共通している。IASB は、オプション価値評価モデルを特定しない 2 つの理由をあげている（IFRS2 号，BC131）。1 つは、他のモデルよりも理論的に優れているとされるオプション・プライシング・モデルが存在しないことである。いま 1 つは、また現在優れているとされるモデルよりも優れたモデルが、将来、開発されるリスクがあるためである。

一方、IASB あるいは FASB の会計基準と比較すると、ストック・オプションの会計基準には価値評価に関して次の 2 つの特徴がある。1 つは予想残存期間についてである。ストック・オプションの適用指針では、予想残存期間を合理的に見積もることができない場合に、算定時点から権利行使期間の中間点までの期間を予想残存期間として価値算定を行うこととしている（適用指針第 14 項）。

いま 1 つの特徴は、株価条件の公正価値への反映方法である。株価条件とは、ストック・オプションに付された株価に関連する条件である。例えば、権利行使価格が 130 円であり、今後、5 年間以内に 1 度でも株価が 150 円以上に達したら、権利が確定するストック・オプションでは、「今後、5 年間以内に 1 度でも株価が 150 円以上に達すること」が株価条件である。わが国の会計基準では、株価条件を公正価値単価に反映されることは認めておらず、ストック・オプション数への反映を通じて公正価値に反映させることが容認されている。これに対して、IASB や FASB の会計基準では、株価条件は公正価値単価に反映することが要求されている。

(2)予想残存期間

ストック・オプションの適用指針では、予想残存期間を合理的に見積もることができない場合に、算定時点から権利行使期間の中間点までの期間を予想残存期間として価値算定を行うこととしている（適用指針第 14 項）。これは、わが国でストック・オプション制度

が導入されたのは1997年と日が浅いため、連続時間モデルによってストック・オプションの公正価値単価を算定するにあたり、各企業で予想残存期間を合理的に見積もることができない事態が生じることを予測したうえでの措置だと考えられる。

　では、従業員はストック・オプションをいつ行使するのだろうか。わが国ではデータの蓄積がないため、ストック・オプション制度が企業に根付いている米国のデータを検討する。それによると、米国ではストック・オプションを付与された従業員による早期の権利行使（early exercise）行動が確認されている（Aboody[1996]、Huddart and Lang[1996]等）。

　図表11は、権利が付与されてから権利が確定されるまでのヴェスティング･ピリオドと、付与されたストック・オプションのうち1年間のうちに行使可能な比率を示している。これによると、約10%の企業（48社）で、ストック・オプションの付与と同時にその100%を行使できるスキームのストック・オプションが付与されている。

図表11：ヴェスティング・ピリオドとヴェスティング・タイプ

| | **1年に権利行使可能な比率** | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vesting Period | 17% | 20% | 25% | 30% | 33% | 50% | 100% | **合計** |
| 0 | 1 | 38 | 29 | 0 | 21 | 11 | 48 | 148 |
| 0.5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 5 | 7 |
| 1 | 0 | 23 | 208 | 1 | 18 | 3 | 39 | 292 |
| 1.5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 |
| 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 3 | 1 | 10 | 16 |
| 2.5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 5 |
| 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 4 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| 合計 | 1 | 65 | 240 | 1 | 49 | 15 | 107 | 478 |

（出所）Aboody[1996],p.368より。

　また図表12は、ストック・オプションを付与してから1年後～10年後の間に行使されたストック・オプションの比率を示している。これによると、10年満期のストック・オプションであれば､4年以内に50%以上のストック･オプションが行使されている｡したがって、10年満期のストック・オプションを簡便法で評価した場合、予想残存期間は5年だが、実際には4年以内にストック・オプションが行使されるので、算出されるオプション価値は高くなる。

　ストック・オプションを付与された従業員による早期の行使行動は、合理性と心理的要因の2つの側面から説明される。まず合理性の側面からは、ストック・オプションには譲渡制限があり、市場で売却することができないので、早期にストック・オプションを行使することにつながる（Hemmer, Matsunaga and Shevlin[1995]）。またHeath, Huddart and Lang[1999]によって心理的要因が行使行動に影響を与えることが実証的に示されている。す

なわち、株価が過去 1 年間における最高値を超えたときに、オプションを付与された従業員は行使する傾向があることを報告されている。このことは、従業員は過去の株価の最高値を基準としてリファレンスポイントを設定しており、リファレンスポイントに株価が到達するときにオプションを行使していることを意味する。

図表 12：付与日以降に行使されたストック・オプションの比率

| | 10年満期 | |
|---|---|---|
| **付与日からの年数** | **平均値** | **中央値** |
| 1 | 1.70% | 0.00% |
| 2 | 18.90% | 15.10% |
| 3 | 18.80% | 16.80% |
| 4 | 14.80% | 11.70% |
| 5 | 9.90% | 8.60% |
| 6 | 6.60% | 4.20% |
| 7 | 5.00% | 1.70% |
| 8 | 2.50% | 0.00% |
| 9 | 1.30% | 0.00% |
| 10 | 0.40% | 0.00% |
| **合計** | 79.90% | 58.10% |

（出所）Aboody[1996],p.370 より。

仮に、こうしたストック・オプションの早期の権利行使が日本企業でも確認されるとすれば、算定時点から権利行使期間の中間点までの期間を予想残存期間として価値算定を行うことは、本来計上すべき費用よりも多額の費用を計上することにつながる。残存期間が長ければ、オプション価値は高くなるためである。

日本ではストック・オプション制度が導入されてから 10 年も経過しておらず、ストック・オプション制度の実態がまだまだ解明されていない。早期の権利行使は米国企業の実態から導出された結果であり、日本企業については包括的かつ詳細なリサーチが求められる[7]。

(3)株価条件の公正価値評価への反映方法

ストック・オプションの会計基準のいま 1 つの特徴は、株価条件を公正価値単価に反映することは認めず、ストック・オプション数に反映することを認めている点である（会計基準第 51 項）。具体的には、株価条件の付されたストック・オプションが 100 単位付与され、株価条件による失効数が 20 と見積もられた場合、公正価値を算出するうえでのストック・オプション数は 80 とすることができる。つまり、株価条件をストック・オプション数に反映させることで公正価値の評価へ織り込むのである。

[7] 米国におけるストック・オプションの実証研究のレビューについては、野間[2003]を参照。また加賀谷[2003]、乙政[2004]、Nagaoga[2005]などの先駆的研究によって、日本企業におけるストック・オプション制度の実態が徐々に解明されつつある。

ストック・オプションの会計基準では、公正価値単価を算定するにあたり、付与するストック・オプションの特性や条件等を反映するよう必要に応じて調整を加えることを要求している（会計基準第 6 項(2)）。ただし、失効の見込みは、ストック・オプション数に反映させるため、公正価値単価の算定上は考慮しないこととしている（会計基準第 6 項(2)）。失効とは、ストック・オプションが付与されたものの、権利行使されないことが確定することを指す（会計基準第 2 項(12)）。さらに、失効には権利確定条件が達成されなかったことによる失効と、権利行使期間中に行使されなかったことによる失効がある（会計基準第 2 項(12)）。この権利確定条件の 1 つに、株価条件が含まれる業績条件がある[8]。すなわち、株価条件は業績条件に含まれ、業績条件は失効数に反映することを要求しているため、公正価値単価に反映することは認めていないのである。

一方、IASB や FASB などの会計基準では、株価条件はストック・オプションの公正価値単価の測定に含めることが要求されている（IFRS2 号,par19，改訂 FAS123 号,par.A52）。ただし、IASB や FASB などでも株価条件以外の権利確定条件については、ストック・オプション数に反映することを要求している。

オプション評価理論の観点からは、オプションの価値評価（ここでは、ストック・オプションの公正価値単価）に反映させることのできる特性は、可能な限り反映させるのが自然である。オプションの価値評価には、そもそも行使価格という株価に関する特性が含まれており、株価条件をオプションの価値評価に含めることは理論的にも可能である（Hull and White[2004]）。また、バリアー・オプションなどの株価条件が付されたオプションは市場で取引されており、そこでは株価条件を単価に反映させた評価が行われている。

しかしながら、わが国の会計基準では株価条件を公正価値単価に反映することは認めていない。その一方で、離散時間型モデル等を用いて合理的に失効数を見積もることが可能な場合は、ストック・オプション数に反映させることを容認している。第 5 節の数値例で示すように、株価条件をオプション数に反映させた公正価値は、株価条件を公正価値単価に反映させた公正価値単価より著しく小さな金額になる。このことは、オプション数に株価条件を反映させた公正価値は、ストック・オプションの会計基準が定義する「公正な評価額」とは大きく異なることを意味する。

すなわち、会計基準では「「公正な評価額」とは、一般に、市場において形成されている取引価格、気配値又は指標その他の相場（以下「市場価格」という。）に基づく価額をいうが、市場価格がない場合でも、当該ストック・オプションの原資産である自社の株式の市場価格に基づき、合理的に算定された価額を入手できるときには、その合理的に算定された価格は公正な評価額と認められる」と定義しているが（会計基準第 2 項(12)）、株価条件をオプション数に反映させることで算出される公正価値はこの定義と乖離することになる。

8 株価条件以外の業績条件には、ストック・オプションの行使にあたって一定の利益水準や利益率などの企業業績が達成されていることを必要とする条件などがある。

## 4.　ストック・オプション評価理論

ここでは、ストック・オプションの公正価値単価の評価方法について述べる。まず、ストック・オプションと、金融商品である通常のアメリカン・オプションとの違いを述べる。次に、一般のオプションの価格評価方法について整理し、ストック・オプションの公正価値単価評価への応用について述べる。

### (1)一般のオプションとストック・オプションとの違い

ストック・オプションにより付与される権利は、アメリカン・オプションの権利に類似しているが、大きく分けて次の 2 点において相違がある。

#### (a)ヴェスティング・ピリオド

ストック・オプションでは、ヴェスティング・ピリオドと呼ばれる、あらかじめ決められた一定期間経過の後、権利行使可能となる。そのため、価格評価の際には、このヴェスティング・ピリオドを考慮する必要がある。

#### (b)オプション保有者による権利行使の非合理性

通常のアメリカン・オプションにおいては、保有者が合理的な行動を取るならば、最適行使時点で権利行使が行われることになる。しかし、ストック・オプションでは、必ずしもそうではない。まず、ストック・オプションの保有者がヴェスティング・ピリオド中に退職した場合は、付与されたストック・オプションは無効となる。またヴェスティング・ピリオド経過後の権利行使可能期間中に退職する場合は、その時点で権利行使するか、さもなければ無効となる。これらの場合、一般には最適行使時点での行使にはならない。またストック・オプションは譲渡性がない、すなわち第三者への売却が禁止されているために、ストック・オプションの換金手段は事実上権利行使のみとなる。オプションの専門家ではないために、最適行使時点についての十分な知識がない場合もありうる。これらの理由から、オプション期間中に退職しない場合であっても、最適行使時点以外での行使が少なからず行われると考えられる。したがって、最適行使を前提とする通常のオプション理論をそのまま適用したのでは、過大な単価評価になってしまうと考えられる。

### (2)一般のオプション評価理論

オプション評価モデルとして最も普及しているのは、ブラック・ショールズモデル(1973)であろう。これは、株価過程が対数正規過程に従うことを前提とするモデルである。単純なヨーロピアン・オプションを始め様々なデリバティブが、このモデルの前提の下で評価されている。これらの価格を求める方法を大別すると、解析的手法と数値計算による手法

とがある。

(a)解析的手法

商品毎に問題を解く必要があり、解ける場合と解けない場合がある。解析解が見つかれば、計算量は少ないので扱いやすい。ヨーロピアン・オプション価格は解析的に求めることができ、ブラック・ショールズ式として広く知られている。

(b)数値計算手法

株価過程を離散時間近似することによって、オプション価格を数値的に近似する手法で、代表的な手法に、ツリーによる計算方法やモンテカルロ法などがある。

・ツリーによる方法

オプションの発行日から満期日までを、いくつかの微小期間に分割し、各期間においては、株価が数通りに分岐するとする方法であり、アメリカンのように将来時点における条件付期待値が必要となる計算に適しているが、ペイオフ関数が過去の経路に依存する商品を評価するには更なる工夫が必要となる。

2 通りに分岐するモデルは、Cox, Ross and Rubinstein[1979]が提唱した二項モデルと呼ばれるモデルと同等である(補論Ａ参照)。また、3 分岐するモデルはパラメータが時間依存する場合への拡張が容易であるなどのメリットがある(補論Ｂ参照)。

・モンテカルロ法

乱数によって株価変動を生成し、それを用いてオプション価値を計算する方法である。ペイオフ関数が過去の経路に依存する商品の評価に適しているが、アメリカンタイプのオプション評価には更なる工夫が必要である(補論 D 参照)。

(3)ストック・オプションの公正価値単価評価への応用

(1)で述べたストック・オプションの特徴を考慮した公正価値単価の評価方法がいくつか提案されている。

(a)ブラック・ショールズ式(ヨーロピアン・コール価格式)の応用

本来ストック・オプションはヴェスティング・ピリオド終了後から満期までのいつでも権利行使可能であるが、これに対して、決められた一時点においてのみ権利行使可能なヨーロピアン・オプションの価格式、いわゆるブラック・ショールズ式を適用するというものである。これによれば、現在の株価を $S$,無リスク金利を $r$,株価ボラティリティを σ とするとき、残存期間 $T$年、権利行使価格 $K$のヨーロピアン・コール・オプション価格 $C(S, r, \sigma, T, K)$は、

$$C(S,r,\sigma,T) = SN(d_1) - Ke^{-rT}N(d_2)$$

ただし、

$N(x)$：標準正規分布関数

$$d_1 = \frac{\log(S/K) + (r + 0.5\sigma^2)T}{\sigma\sqrt{T}}, \quad d_2 = \frac{\log(S/K) + (r - 0.5\sigma^2)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

となる。

同じ残存期間のアメリカンとヨーロピアンとでは、後者は前者の価格以下となる。さらに、他の条件が同じならば残存期間が短いほど評価値は低くなる。残存期間を適切に設定することで、権利行使の非合理性やヴェスティング・ピリオドの存在に見合う公正な単価評価に近づけるという考え方であるが、適切な残存期間を理論的に見積もることは難しい。例えば、権利行使が起こるまでの期間の期待値で代用してブラック・ショールズ式に代入することは、理論的な公正価値単価には理論上結びつかない。しかし、この問題を除けば、計算が容易であることが利点である。

(b)アメリカン・オプションとして求める方法

二項ツリーなどを用いて、通常のアメリカンとして求める方法がある。この場合、権利行使できないヴェスティング・ピリオドを反映することは容易である(補論 A 参照)。しかし、権利行使判断の非合理性を加味した公正な価値単価にするには、非合理性に見合う適切な割引を別途考える必要がある。

(c)Hull-White モデル

Hull and White[2004]は、離職率 $\lambda$ および行使倍率 $M$ という二つの定数パラメータを導入して、権利行使の非合理性を反映することを提案した。すなわち、オプション保有者は常に一定 $\lambda$ で離職すると共に、ヴェスティング・ピリオド終了後始めて株価が権利行使価格の $M$ 倍になった時に権利行使が起こるというモデルでストック・オプションの公正価値単価を求めた。

パラメータ $M$ (行使倍率)の値をいかに見積もるかという問題がある。Carpenter[1998]は、1979 年から 1994 年に渡る 40 社での 10 年ストック・オプションの事例を分析し、権利行使されたときの株価は平均で行使価格の約 2.75 倍、行使までの平均期間は約 5.83 年であるとの結果を得た。

上記 Hull-White は同論文の中で、二項ツリーを用いた価値単価算出について述べている(補論 C 参照)。しかし、オプション評価理論の分野でよく知られているバリア・オプション評価式を拡張することで、解析的な評価式を導出することができる(式の導出については、補論 F 参照)。ヴェスティング・ピリオド終了までの期間を $T_0$, オプション満期までの期間を $T$, 権利行使価格を $K$, 行使倍率 $M$ とするとき、公正価値単価 $C^{HW}(S, K, M, T_0, T)$ は、

$$C^{HW}(S, K, M, T_0, T)$$
$$= S N(d_2^{+}(T_0)) - K e^{-rT_0} N(d_2^{-}(T_0))$$

$$+ SN_2(-d_2^+(T_0), d_1^+(T); \rho) + MK\left(\frac{MK}{S}\right)^{\frac{2r}{\sigma^2}} N_2(-d_3^+(T_0), -d_4^+(T); \rho)$$

$$- Ke^{-rT}\left\{N_2(-d_2^-(T_0), d_1^-(T); \rho) - N_2(-d_2^-(T_0), d_2^-(T); \rho)\right\}$$

$$+ Ke^{-rT}\left(\frac{MK}{S}\right)^{\frac{2r}{\sigma^2}}\left\{N_2(-d_3^-(T_0), d_3^-(T); \rho) - N_2(-d_3^-(T_0), -d_4^-(T); \rho)\right\}$$

$$- K\left(\frac{MK}{S}\right)^{\frac{2r}{\sigma^2}} N_2(-d_3^+(T_0), d_3^+(T); \rho) - \frac{S}{M} N_2(-d_2^+(T_0), d_2^+(T); \rho)$$

ただし、$N_2(x, y; \rho)$は、相関$\rho$の 2 変数標準正規分布の分布関数で、

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

$$d_1^{\pm}(T) = \frac{\log\frac{S}{K} + (r \pm \frac{1}{2}\sigma^2)T}{\sigma\sqrt{T}}、\qquad d_2^{\pm}(T) = \frac{\log\frac{S}{MK} + (r \pm \frac{1}{2}\sigma^2)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$d_3^{\pm}(T) = \frac{\log\frac{S}{MK} - (r \pm \frac{1}{2}\sigma^2)T}{\sigma\sqrt{T}}、\qquad d_4^{\pm}(T) = \frac{\log\frac{M^2K}{S} + (r \pm \frac{1}{2}\sigma^2)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

離職率$\lambda$を反映させる場合は、次を求めればよい。

$$\int_{T_0}^{T} C^{HW}(S, K, M, T_0, t)\ \lambda e^{-\lambda t} dt + C^{HW}(S, K, M, T_0, T) \times e^{-\lambda T}$$

(d)期待効用最大化モデル

Kulatilaka and Marcus[1994], Huddart[1994], Rubinstein[1995]等は、オプション保有者は効用が最大になるように権利行使時点を決定するとするモデルを提案した。株価推移の二項ツリーを作成し、各ノード上で、権利行使によって得られる効用とオプション継続によって得られる将来の効用の期待値とを比較し、前者が後者以上となった場合に権利行使するものとする。権利行使の場合の効用は、行使によって得られる利得を満期まで無リスク金利運用したときの満期における効用とする。こうして、ツリー上で権利行使戦略を求めておいて、それに基づいて得られるペイオフの期待現在価値をストック・オプションの公正価値単価とする。このモデルによる公正価値単価は効用関数やそのパラメータに依存するが、Ammann and Seiz[2004]は、このモデルを単純なアメリカン・オプションとしてのモデルや Hull-White モデルと共に分析し、オプション行使までの期間の期

待値と公正価値単価との関係はモデルに依らず概ね一致することを示した。

(4)株価条件のあるストック・オプション公正価値単価評価への組み入れ

ストック・オプションの中には、一定期間中に株価が水準 $L$ に達した場合にのみ権利が有効となるといった、いわゆる株価条件がついたものがある。条件を満たさなかった場合には、ストック・オプションは無効となってしまう。3 節で述べたように、会計基準上では株価条件を単価評価には反映させずに、数に反映させることで株価条件を評価価額に織り込むという考え方を採っている。

しかし、オプション価格理論の視点からは、株価条件は数ではなく単価評価に組み入れると考える方が自然であり、実際オプション価格理論を応用することにより、それが可能である。Hull-White モデルの下で解析式を求めることも可能であるが、二項ツリーを使うのであれば、アメリカンとして扱うにせよ Hull-White モデルの前提で扱うにせよ、同様に少しの修正でこれが算出できる(補論 A 参照)。

株価条件を数で調整する方法と、価値単価に織り込む方法では、評価価額の値が異なる。それに関する数値例は次節で紹介する。

5.　計算例

(1)各モデルを用いた公正価値単価計算結果例

いままで述べてきた各種モデルを使用して、これまでに実際に発行されたストック・オプションをいくつか選び、その公正単価価値を計算してみた。計算にはいくつかのパラメータを決める必要がある。これらのパラメータには、個々のオプションの発行時点で決まっているもの(オプション期間、権利確定期間、オプションの行使価格、発行時の株価)もあるが、一方では、将来における値を見積もる必要のあるものもある。これらのパラメータの見積りは、今回は下記のように行った。

・リスクフリーレート

発行時点における、オプション期間と同じ国債の利回りを採用。該当する期間の国債が無い場合には補間する。

・配当利回り

過去数年間の配当利回りの平均値とする。配当の考え方が昔とは異なってきているため、あまり昔の配当利回りは参考にならないため。

・ボラティリティ

オプション発行時点から、オプション期間と同期間だけ過去に遡った時点からの週次の株価を用いて計算したボラティリティを採用する。

以上のようにして求めたパラメータを使って計算した公正価値単価を次に示す。ここで、「BS 式(満期日行使)」はブラック・ショールズ式を用いて、オプション期間終了日に行使したものとして計算したものである。一方、「BS 式(中間日行使)」は、行使可能期間の中間

点で行使したものとして計算した結果である。ここで「行使可能期間の中間点」とは、たとえば、オプション期間が 8 年、権利確定期間が 2 年の場合には、発行日から 5 年後(=2+(8-2)/2)のことである。

また H&W とは、前節で紹介した Hull & White の二項ツリーによる計算である。このモデル独自のパラメータとして、行使倍率($M$)、離職率($\lambda$)というものがあるが、これを見積もるのは難しいため、ここでは典型的な例として、$M$=1.5, 2.0, 2.5 および $\lambda$ = 0%, 3% の場合について計算してみた。

最後の MC はモンテカルロ法による計算例である。

A 社は、一般的な行使価格(交付日の株価に近い価格)のオプションと、行使価格が 1 円のオプションを同時に発行しているため、ここで採り上げた。この行使価格が 1 円のオプションは他社にも実例があるが、株券を渡すのと大差がない特殊なオプションである。

B 社は重厚長大型の製造業であり、一方 C 社は新興の IT 関連企業で、対照的な両者について採り上げてみた。なお、C 社は最近になって配当を始めたため、直近 1 年の配当利回りを採用している。

| | | A社(1) | A社(2) | B社 | C社 |
|---|---|---|---|---|---|
| オプション | 付与日 | 2005/6/24 | 2005/6/24 | 2005/8/11 | 2005/5/12 |
| | 付与株数 | 2600000 | 538000 | 502000 | 4000 |
| | 付与日の株価(円) | 694 | 694 | 294 | 220000 |
| | 行使価格(円) | 729 | 1 | 294 | 242250 |
| | 権利確定期間(年) | 2.000 | 0.016 | 1.882 | 1.101 |
| | 権利行使期間(年) | 6.000 | 19.984 | 4.000 | 8.000 |
| | 対象者(名) | | 91 | 26 | 42 |
| パラメータ | 株価 | 694 | 694 | 294 | 220000 |
| | 行使価格 | 729 | 1 | 294 | 242250 |
| | リスクフリーレート | 0.894% | 1.899% | 0.839% | 1.142% |
| | 配当利回り | 1.203%<br>(過去8年平均) | 1.203%<br>(過去8年平均) | 1.261%<br>(過去6年平均) | 0.206%<br>(直近1年間) |
| | オプション期間 | 8.000 | 20.000 | 5.882 | 9.101 |
| | 権利確定期間 | 2.000 | 0.016 | 1.882 | 1.101 |
| | ボラティリティ | 48.539% | 44.320% | 35.247% | 85.800% |
| 計算結果 | BS式 (満期日行使) | 308.43 | 544.91 | 88.08 | 173445.95 |
| | BS式 (中間日行使) | 257.29 | 614.51 | 74.37 | 143526.85 |
| | アメリカン | 317.43 | 692.87 | 90.13 | 174172.16 |
| | H&W ( λ=0%,M=1.5) | 248.80 | 692.87 | 81.00 | 101517.73 |
| | H&W ( λ=0%,M=2.0) | 285.80 | 692.87 | 88.47 | 120497.56 |
| | H&W ( λ=0%,M=2.5) | 302.77 | 692.87 | 89.80 | 133767.54 |
| | H&W ( λ=3%,M=1.5) | 230.28 | 692.53 | 75.44 | 96858.49 |
| | H&W ( λ=3%,M=2.0) | 262.34 | 692.53 | 82.02 | 114015.41 |
| | H&W ( λ=3%,M=2.5) | 276.78 | 692.53 | 83.15 | 125828.15 |
| | MC ( λ=0%,M=1.5) | 253.10 | 692.84 | 84.52 | 116754.25 |

なお、行使価格が 1 円のストック・オプションは、極端なイン・ザ・マネー状態であり、即時行使が最適となる。さらに行使すれば株券を渡す行為とほぼ同じであるため、BS 式以外での計算結果は株価とほぼ等しくなる。これに対し BS 式では、ヨーロピアン・オプ

ションとして計算を行うため、権利行使までの配当の利得を得られない分、現在の株価より安くなってしまう。したがって、このようなオプションに対して、満期日や中間日に行使を行うとして BS 式を適用することは適切ではないと考えられる。

(2) 株価条件のあるストック・オプション公正価値計算例

株価条件のあるストック・オプションの公正価値評価に際し、株価条件を価値単価に織り込む方法と、数で調整する方法とで、価値評価にどのような差がでるか、具体的な数値例で比較した。ここでは例として、以下のような株価条件のついたストック・オプションを考える。

・株価条件：3 年以内に 1 度でも株価が $L$ 以上に達したら、権利が確定

・権利行使期間：3 年目以降 5 年まで

・権利行使価格：$K$ 円

・ストック・オプション付与枚数：10,000 枚

また、計算のための前提として、

・現時点の株価：100 円

・無リスク金利：1%

とする。公正価値単価評価モデルとして、以下の 3 通りを設定し、いずれの場合も公正価値＝オプション単価×オプション数として、公正価値を比較する。

方法１：

公正価値単価＝期間 5 年、権利行使価格 $K$ のヨーロピアン・オプション価格

オプション数＝3 年以内に 1 度でも株価が $L$ 以上に達する確率×10,000

方法 2：

公正価値単＝期間 4 年、権利行使価格 $K$ のヨーロピアン・オプション価格

オプション数＝3 年以内に 1 度でも株価が $L$ 以上に達する確率×10,000

方法３：

公正価値単価＝行使倍率 $M$ の Hull-White モデルをベースにして、株価条件を単価に織り込む

オプション数＝10,000

なお、方法 1、2 における、「3 年以内に 1 度でも株価が $L$ 以上に達する確率」については、ブラック・ショールズモデルと同じ枠組みの下で、数学的に導出された確率算出式に基づいて計算する。この計算式は次の通りである。

「現在 $S$ 円の株が $T$ 年以内に 1 度でも $L$ 円以上に達する確率」

$$= N\left(\frac{-\log\frac{L}{S}+(r-\frac{\sigma^2}{2})T}{\sigma\sqrt{T}}\right)+\left(\frac{L}{S}\right)^{\frac{2r}{\sigma^2}-1}N\left(\frac{-\log\frac{L}{S}-(r-\frac{\sigma^2}{2})T}{\sigma\sqrt{T}}\right)$$

計算結果は以下のとおりである。

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **権利行使価格（K）** | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 |
| **株価条件**(L) | 150 | 120 | 150 | 150 | 120 |
| **行使倍率**(M) | 2.75 | 2.75 | 2 | 2.75 | 2 |
| **ボラティリティ** | 30% | 30% | 30% | 20% | 30% |
| **株価条件を満たす確率** | 37% | 67% | 37% | 22% | 67% |
| **計算方法** 1**：公正価値単価** | 18.95 | 18.95 | 18.95 | 10.10 | 18.95 |
| **公正価値** | 69,786 | 127,449 | 69,786 | 22,022 | 127,449 |
| **計算方法** 2**：公正価値単価** | 15.81 | 15.81 | 15.81 | 8.01 | 15.81 |
| **公正価値** | 58,220 | 106,327 | 58,220 | 17,466 | 106,327 |
| **計算方法** 3**：公正価値単価** | 16.11 | 18.25 | 15.78 | 7.23 | 17.92 |
| **公正価値** | 161,059 | 182,489 | 157,798 | 72,299 | 179,187 |

このように、公正価値の計算結果に大きな差が出るのには、数理的に見て、必然的な理由がある。すなわち、株価条件を枚数で調整するという方法は、

「有効枚数の期待値」×「オプション 1 枚あたりのペイオフ額の期待値」

を計算するのに対し、

株価条件を単価に織り込む方法は、

「(有効枚数×オプション 1 枚あたりのペイオフ額)の期待値」

を計算することに対応する。有効枚数とオプション 1 枚あたりのペイオフ額とが全く無関係(独立)である場合には両者は一致するが、正の相関がある場合には前者は後者より小さい値となることは、数学では良く知られている。

通常の株価条件付きストック・オプションでは、株価が高い時に株価条件達成となるように設定されている。また、コール・オプションは株価が高いときほど満期でのペイオフも大きい。従って必然的に、将来の有効オプション枚数と 1 枚あたりペイオフ額は正の相関を持つ。このことから、

予想オプション数 × ヨーロピアン・オプション単価

＜ 付与総数×株価条件を織り込んだ理論単価

すなわち、

株価条件を枚数で調整する方法による公正価値

＜株価条件を公正価値単価に織り込む方法による公正価値

という関係になる。

## 6. おわりに

本稿では、ストック・オプションについて次の 3 点から議論を行った。

第 2 節では、日本企業におけるストック・オプションの導入状況に調査結果を示した。わが国では 1997 年 5 月の商法改正によってストック・オプション制度が導入された。また 2001 年 11 月の商法改正に伴い、従来の自己株式方式と新株引受権方式が新株予約権に統合された。調査から、現在までに 3665 件のストック・オプションが付与されており、直近では上場企業の 1/3 を超える企業でストック･オプションが導入されていることが明らかになった。数多くの企業でストック・オプション制度が導入されていることは、ストック・オプションの費用化の影響が日本企業に多大な影響を与える可能性を示唆する。

第 3 節では、価値評価の論点に焦点を当て、ASBJ が 2005 年 12 月に公表したストック・オプションの会計基準およびストック・オプションの適用指針を検討した。本稿では、ストック・オプションの会計基準を価値評価の観点から検討すると、その特徴は株価条件を公正価値単価ではなくストック・オプション数に反映させることであることを指摘した。こうして算出される公正価値は、株価条件を公正価値単価を通じて公正価値に反映させる値よりも小さくなる。

第 4 節では、一般的なオプションとストック・オプションの違いを指摘したうえで、オプション評価理論とストック･オプション評価理論への応用について論じた。そのうえで、第 5 節では各モデルによるストック・オプションの公正価値単価を計算した。それと同時に、株価条件のあるストック・オプションの公正価値の計算例を示し、株価条件をストック・オプション数で調整することによって算出される公正価値は、株価条件を公正価値単価に反映させることで計算される公正価値よりも大幅に小さくなることを指摘した。

会社法の施行と同時に、わが国でもストック・オプションを公正価値で測定し、費用化することが要求される。ストック・オプションの公正価値評価にはさまざまな論点が含まれており、ストック・オプション制度を効果的に活用し続けるためには、公正価値評価への理解が必要不可欠である。

補論 A　一般的な二項モデル (Cox, Ross & Rubinstein)

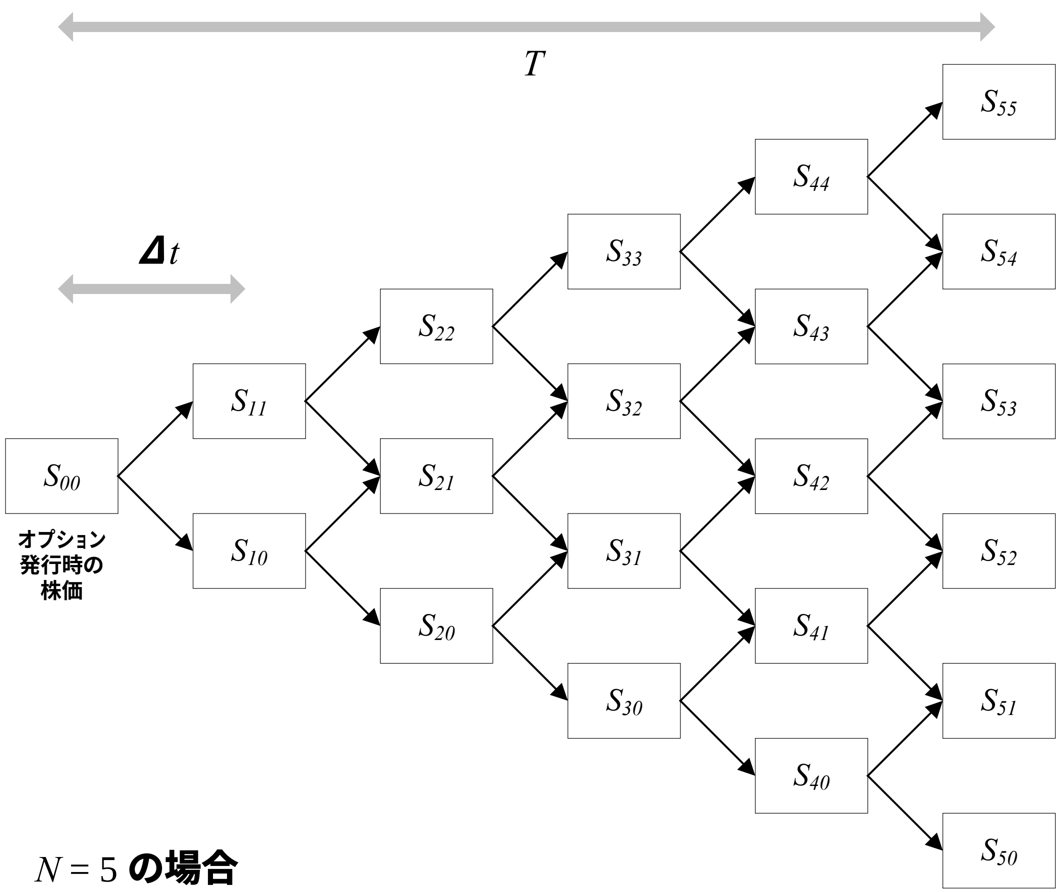
二項モデルは、オプションの発行日から満期日の間($T$)を、$N$ 個の小期間($\Delta t = T / N$)に分割し、各々の時点 $i$ ($0 \leqq i < N$)における株価を $S_{i,j}$ としたとき、次の時点で成立する株価の値を 2 個($S_{i+1,j}$, $S_{i+1,j+1}$)のみとした離散的なモデルである。ここでボラティリティを σ とすると、次の時点での株価($S_{i+1,j}$, $S_{i+1,j+1}$)は、次の式により求める。

$$S_{i+1,j+1} = S_{i,j} \cdot u \qquad S_{i+1,j} = S_{i,j} \cdot d \qquad \cdots\cdots \text{(A-1)}$$

ここで、$u, d$ は上昇率・下落率で、ボラティリティを $\sigma$とすると、

$$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} \qquad d = e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}} \qquad \cdots\cdots \text{(A-2)}$$

で表される。各時点での株価を図示すると次のような格子状になる。




このように格子の各点における株価が求まったら、下記の式によって $f_{i,j}$ の値を $i$ が $N$

から 0 まで順番に計算していく。そして最後に求まった値 $f_{00}$ が求めるオプション価値になる。

$i = N$ の場合

$$f_{N,j} = \max(S_{N,j} - K, 0) \qquad \cdots\cdots \text{(A-3)}$$

$0 \leqq i \leqq N\text{-}1$ の場合

$i\Delta t \geqq \nu$ (Vesting 期間終了時点)の場合

$$f_{i,j} = \max(S_{i,j} - K, e^{-r\Delta t}[pf_{i+1,j+1} + (1-p)f_{i+1,j}]) \qquad \cdots\cdots \text{(A-4)}$$

$i\Delta t < \nu$ (Vesting 期間終了時点)の場合

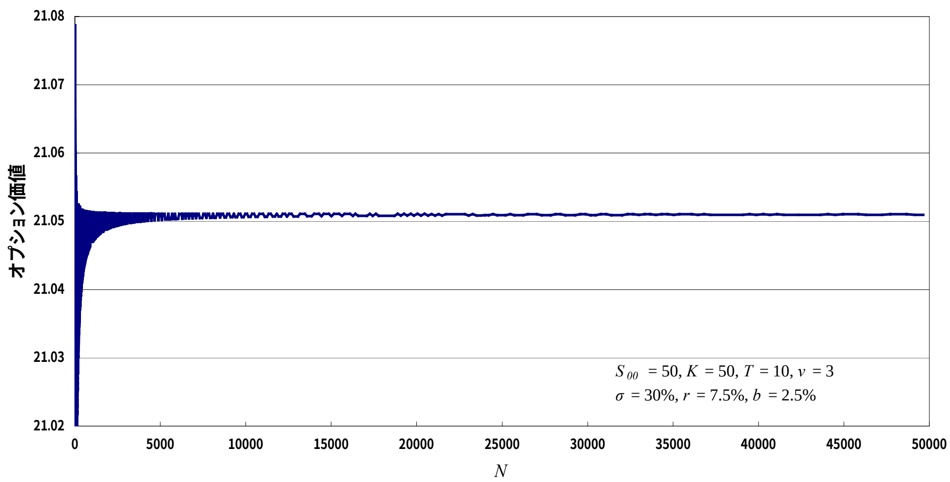
$$f_{i,j} = e^{-r\Delta t}[pf_{i+1,j+1} + (1-p)f_{i+1,j}] \qquad \cdots\cdots \text{(A-5)}$$

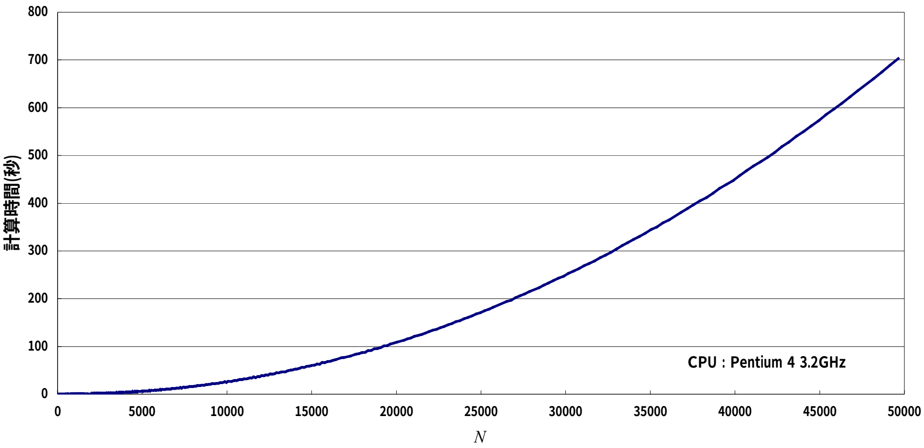
ここで、$K$ は行使価格、 $\nu$ は Vesting 期間終了までの期間、$r$ はリスクフリーレートである。また $p$ はリスク中立確率で、配当利回りを $b$ とすると次の式で表される。

$$p = \frac{e^{(r-b)\Delta t} - d}{u - d} \qquad \cdots\cdots \text{(A-6)}$$

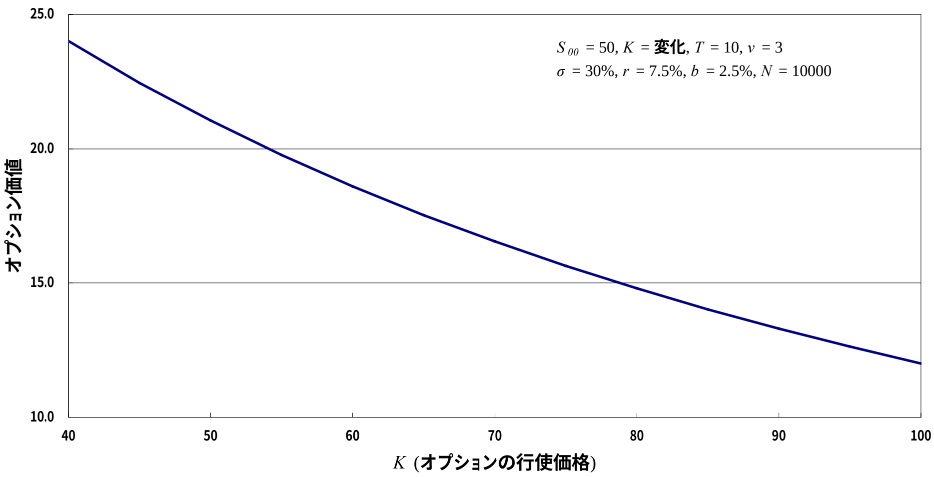
以上のことをまとめると、オプション価値 $f_{00}$ を求めるのに必要となるパラメータは次のようになる。

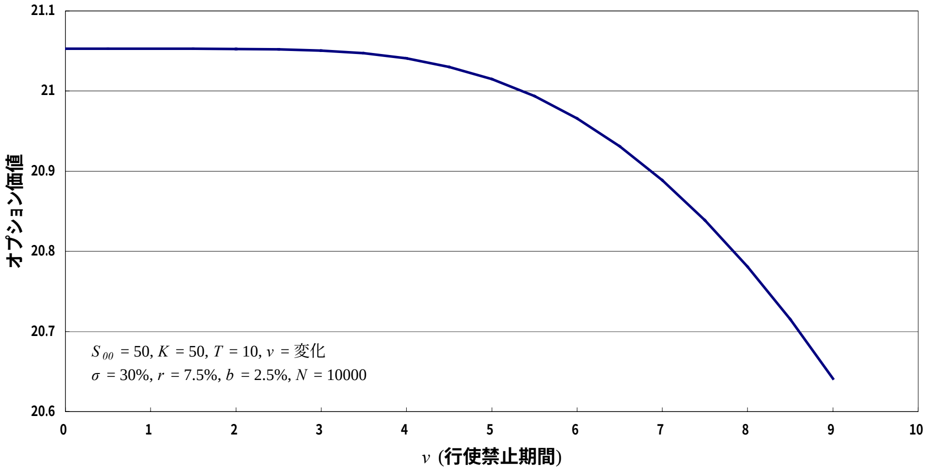
ここでステップ数 $N$ を大きく取ることにより、離散モデルである二項モデルは連続モデルに近づく。ただし、計算量は $N$ の 2 乗に比例し、また計算のためのメモリを多く必要とするため、際限なく大きな値とすることはできない。このモデルにおいて、$N$ を変化させた場合の計算結果および計算時間を次に示す。





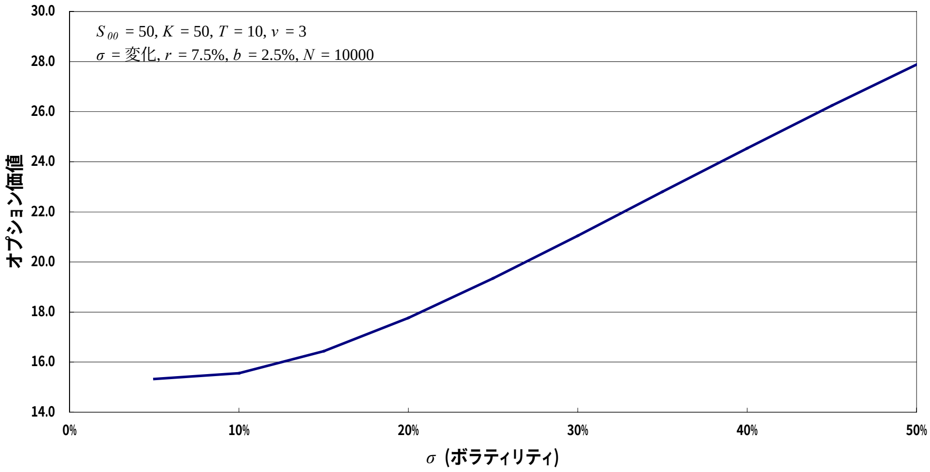

次に、このモデルにおいて、各種パラメータを変化させて、それに伴いオプション価値がどのように変化するかを調べてみた。まずは、オプションの設計段階で決まっている値、$K$ (オプションの行使価格)、$\nu$(オプションの権利確定期間)について調べた結果が次のグラフである。

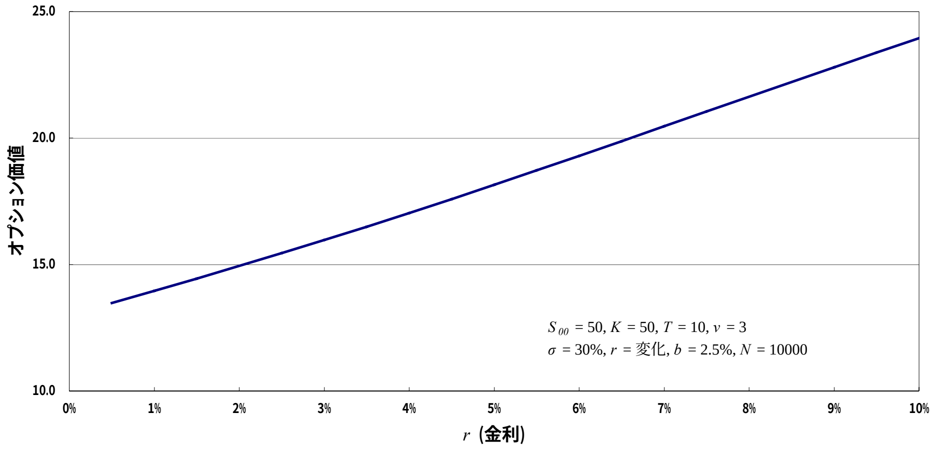


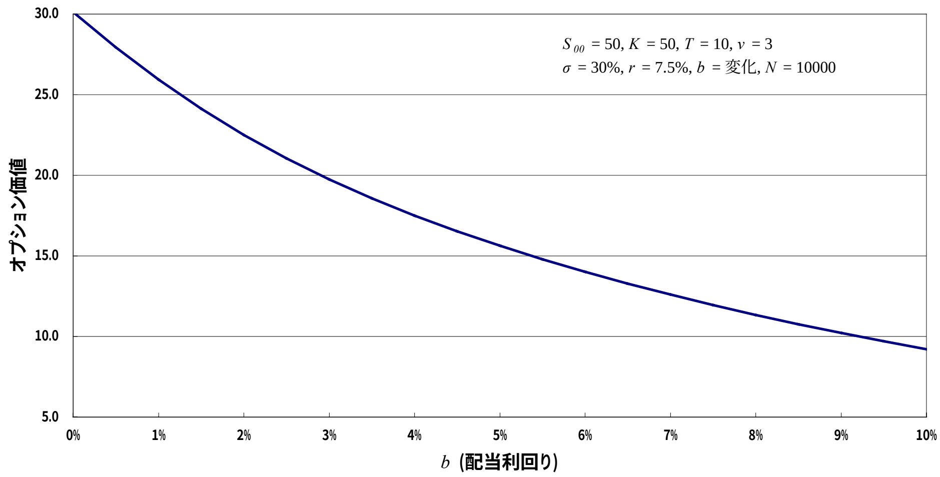



行使価格は低いほど付与された側に利益があるのでオプション価値は高くなり、権利確定期間は長いほど行使の自由度が低くなるので価値が下がるであろうという予測と一致する結果になった。

次に、将来の値を予測する必要がある、$\sigma$ (ボラティリティ)、$r$ (リスクフリーレート)、$b$ (配当利回り)について同様に調べた。






最後に、「時点ν’(≦ν)までに株価が水準 L に達した場合にのみ権利が有効となる」という株価条件がついている場合の計算方法について述べる。

株価条件のないストック・オプション価値単価

＝株価条件を満たした場合にのみ有効となるオプションの価値単価　(A-7)

＋株価条件を満たした場合にのみ無効となるオプションの価値単価　(A-8)

である。ほしいのは(A-7)のオプション価値単価であるが、それよりも(A-8)の方が容易に求まるので、これを株価条件のないストック・オプション価値単価から差し引くことで、株価条件付きストック・オプション価値単価とすればよい。(A-8)の価値単価は次のように求めることができる。

$i\Delta t$ ＞ $\nu'$ までは、株価条件のない場合と同様に求める。

$$f_{N,j} = \max(S_{N,j} - K, 0) \qquad \cdots\cdots \quad \text{(A-3)}$$

$0 \leqq i\varDelta t \leqq \nu'$の場合

$S_{i,j} \geqq L$の場合

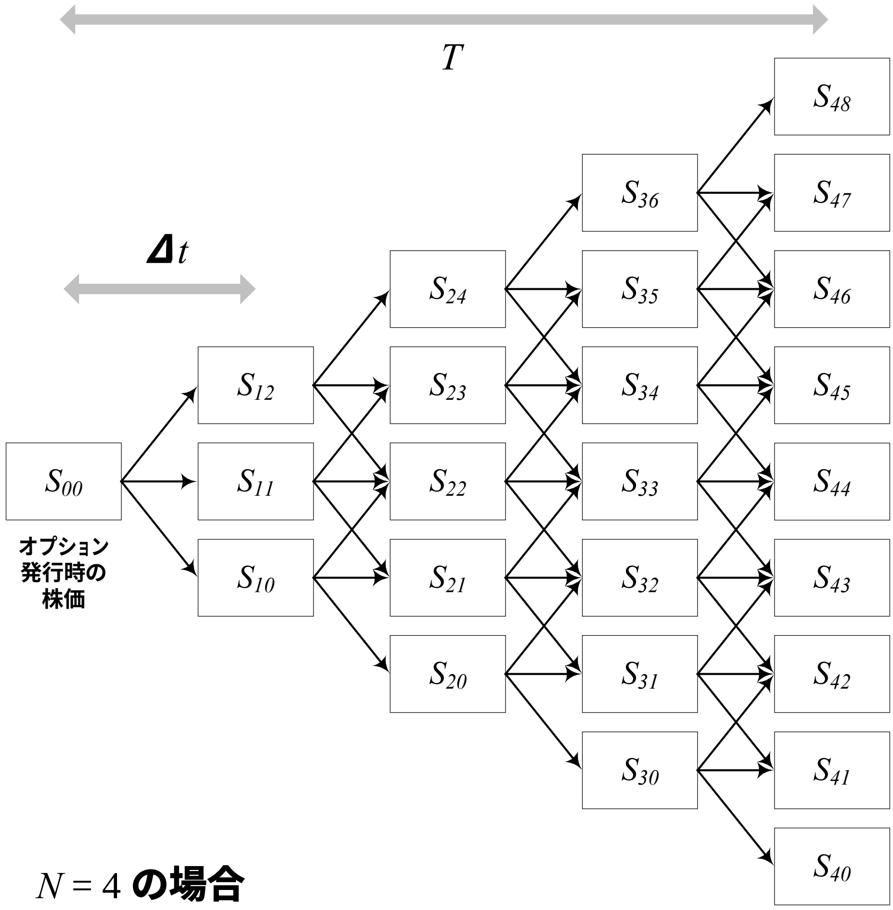
$$f_{i,j} = 0 \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots \text{(A-4)}$$

$S_{i,j} < L$の場合

$$f_{i,j} = e^{-r\Delta t}[pf_{i+1,j+1} + (1-p)f_{i+1,j}] \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots \text{(A-5)}$$

## 補論 B　期間構造を持つパラメータを可能にする三項モデル

ボラティリティ、リスクフリーレート、配当利回りを時間の関数とした場合( $\sigma_t$ $r_t$, $b_t$)、二項モデルでは自由度が低く、計算が難しい。そこで、より自由度の高い三項モデルを採用する。三項モデルは、ある時点での株価に対して、次の時点で成立する株価を 3 個としたモデルである。




格子の各点での株価は、

$$S_{i+1,j+2} = S_{i,j} \cdot u \qquad S_{i+1,j+1} = S_{i,j} \cdot m \qquad S_{i+1,j} = S_{i,j} \cdot d \qquad \cdots\cdots\cdots \text{(B-1)}$$

で表される。ここで、$u, m, d$ は上昇・下落率で、ボラティリティを $\sigma_t$ すると、

$$u = e^{\bar{\sigma}\sqrt{\Delta t}+\bar{\nu}\Delta t} \qquad m = e^{\bar{\nu}\Delta t} \qquad d = e^{-\bar{\sigma}\sqrt{\Delta t}+\bar{\nu}\Delta t} \qquad \cdots\cdots\cdots \text{(B-2)}$$

ただし、

$$t = i \cdot \Delta t \qquad \cdots\cdots\cdots \text{(B-3)}$$

$$\nu_t = \mu_t - \frac{1}{2}\sigma_t^2 \qquad \mu_t = r_t - b_t \qquad \cdots\cdots \text{(B-4)}$$

$$\overline{\sigma} = \max(\sigma_t) \qquad \overline{\nu} = \frac{\max(\mu_t) + \min(\mu_t)}{2} \qquad \cdots\cdots \text{(B-5)}$$

で表される。このとき、(A-4)の式を三項モデルに拡張すると、

$$f_{i,j} = \max(S_{i,j} - K, e^{-r_t \Delta t}[p_u f_{i+1,j+2} + p_m f_{i+1,j+1} + p_d f_{i+1,j}]) \qquad \cdots\cdots \text{(B-6)}$$

ここで、

$$p_u = \frac{1}{2}\left[\frac{\sigma_t^2}{\overline{\sigma}^2} + \left(\frac{\nu_t - \overline{\nu}}{\overline{\sigma}}\right)\sqrt{\Delta t}\right] \qquad \cdots\cdots \text{(B-7)}$$

$$p_m = 1 - \frac{\sigma_t^2}{\overline{\sigma}^2} \qquad \cdots\cdots \text{(B-8)}$$

$$p_d = \frac{1}{2}\left[\frac{\sigma_t^2}{\overline{\sigma}^2} - \left(\frac{\nu_t - \overline{\nu}}{\overline{\sigma}}\right)\sqrt{\Delta t}\right] \qquad \cdots\cdots \text{(B-9)}$$

となる。

## 補論 C　二項ツリーによる Hull- White モデル

Hull と White は、離職率 $\lambda$ および行使倍率 $M$ というパラメータを定義して、一定率 λで退職が発生すると共に、Vesting 期間経過後は株価が行使価格の $M$ 倍となったところで行使が起こるというモデルを立て、二項ツリーを使って公正価値単価を求めた。補論 A と同じツリーを使って、$f_{i,j}$ を求める式を以下のように変更すればよい。

$i = N$ の場合

$$f_{N,j} = \max(S_{N,j} - K, 0) \qquad \cdots\cdots \text{(C-1)}$$

$0 \leqq i \leqq N\text{-}1$ の場合

$i\Delta t \geqq \nu$ (Vesting 期間終了時点)の場合

$S_{i,j} \geqq KM$ の場合

$$f_{i,j} = S_{i,j} - K \qquad \cdots\cdots \text{(C-2)}$$

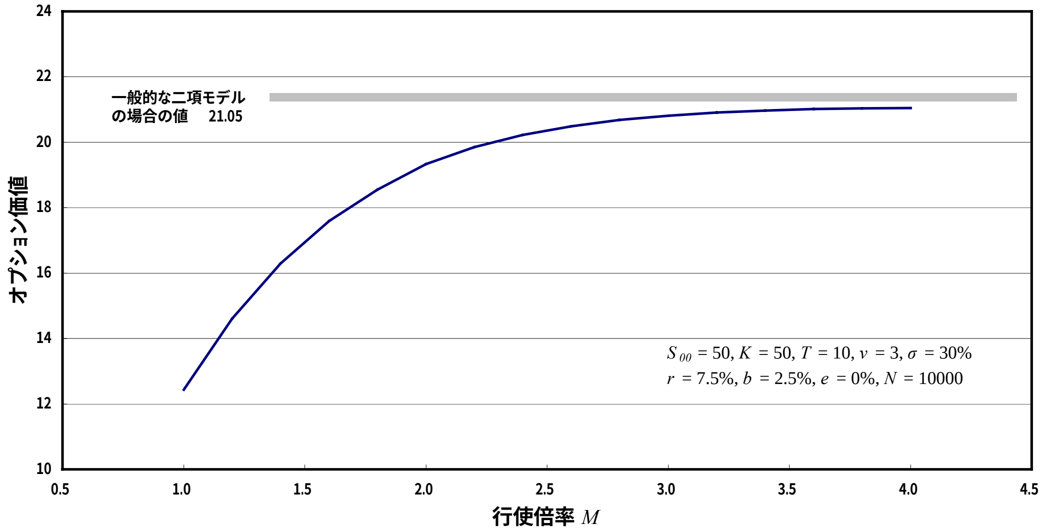
$S_{i,j} < KM$ の場合

$$f_{i,j} = (1-\lambda\Delta t)e^{-r\Delta t}[pf_{i+1,j+1} + (1-p)f_{i+1,j}]) + \lambda\Delta t \max(S_{i,j} - K, 0) \qquad \cdots \text{(C-3)}$$

$i\Delta t < \nu$ (Vesting 期間終了時点)の場合

$$f_{i,j} = (1-\lambda\Delta t)e^{-r\Delta t}[pf_{i+1,j+1} + (1-p)f_{i+1,j}] \qquad \cdots\cdots \text{(C-4)}$$

行使倍率 $M$ に対するオプション価値の関係を図にしたのが次のグラフである。



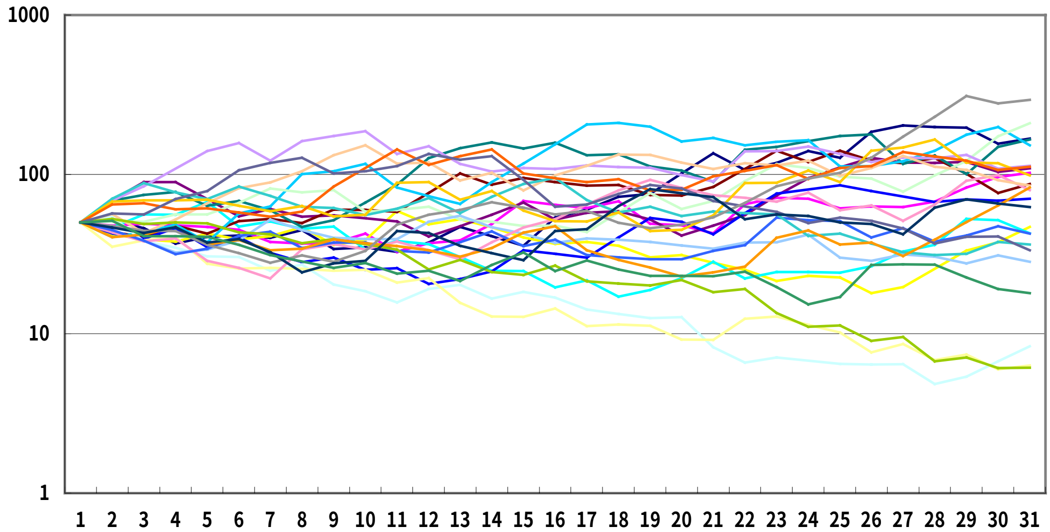
## 補論 D　モンテカルロ法

モンテカルロ法により株価推移のパスを生成し、それを用いてオプションの価値を計算することができる。時系列の株価 $S_i$ ($0 \leqq i \leqq N$)は、下記の式により求める。

$$S_{i+1} = S_i e^{\mu\Delta t + \sigma\sqrt{\Delta t}\varepsilon_{i+1}} \qquad \text{(D-1)}$$

ここで $\varepsilon_i$ は正規乱数である。

このようにして生成した株価推移のパスを図にしたのがが次のグラフである。




ここでは、擬似乱数として、Mersenne Twister[9]を使用した。

アメリカン・オプションの場合は、ある時点において権利行使が行われるか否かは、その時点の行使により得られる利得とオプション継続の場合の価値を比較することに

---

[9] モンテカルロ法は、乱数の質の良し悪しによって結果が左右されるので、できるだけ質のいい乱数を使用する必要がある。コンピュータが生成する擬似乱数の中でも非常に優れたアルゴリズムである Mersenne Twister を使用した。このアルゴリズムの特徴としては、

- 長周期($2^{19937}$-1)である
- 高次元(623 次元)空間の中で均等分布する
- 生成速度が速い

といったことが挙げられる。最初の 2 つの特徴は、今回の計算のように多くの異なった株価変動を生成するためには必要不可欠である。

よって行われる。しかし、継続の場合の価値を求めるには、その時点以降起こり得る利得の期待値を求める必要があり、モンテカルロによる価格算出は困難である。しかし、Hull-White モデルの場合は、その時点の株価が $MK$ 以上であるかどうかだけで権利行使の判断ができるので、モンテカルロによる算出が容易である。パラメータの設定を補論 C と同じとすると、公正価値単価を計算するための式は、次のようになる。

$i = N$ の場合

$$f_N = \max(S_N - K, 0) \quad \cdots\cdots \quad \text{(D-2)}$$

$0 \leqq i \leqq N\text{-}1$ の場合

$i\varDelta t \geqq \nu$ (Vesting 期間終了時点)の場合

$S_i \geqq KM$ の場合

$$f_i = S_i - K \quad \cdots\cdots \quad \text{(D-3)}$$

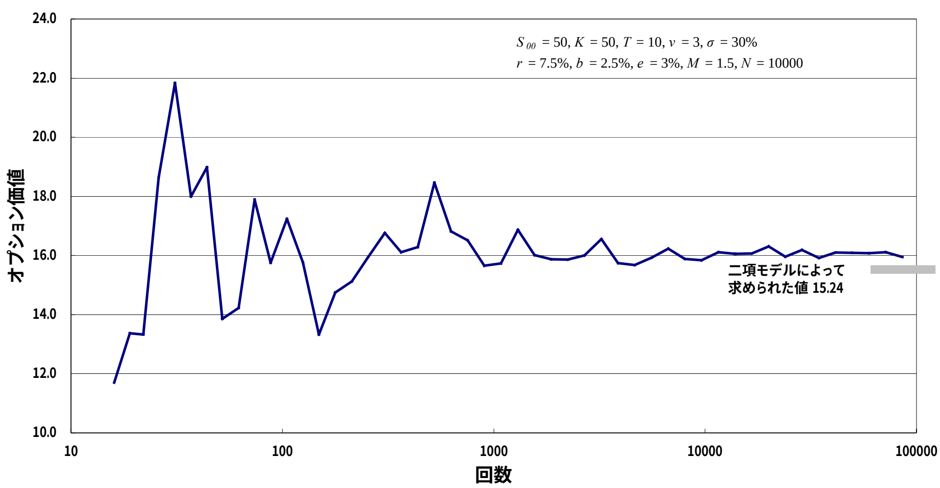
$S_i < KM$ の場合

$$f_i = (1 - \lambda\Delta t)e^{-r\Delta t} \cdot f_{i+1} + \lambda\Delta t \max(S_i - K, 0) \quad \cdots\cdots \quad \text{(D-4)}$$

$i\varDelta t < \nu$ (Vesting 期間終了時点)の場合

$$f_i = (1 - \lambda\Delta t)e^{-r\Delta t} \cdot f_{i+1} \quad \cdots\cdots \quad \text{(D-5)}$$

このようにしてモンテカルロ法で計算した結果の例が次のグラフである。ここで横軸は、繰り返した回数(生成した株価の時系列数)で、縦軸がオプション価値である。回数を増やすとある値に向かって収束している様子がわかる。



補論 E　バリアー・オプションの Hull-White モデルへの応用

証券価格がある決められた満期 $T$ までに，あらかじめ決められた水準 $H > S$ に達した場合にのみ，権利行使価格 $K$ のコールが無効となりその時点でリベート R を受け取る契約は、アップ・アンド・アウト・コールオプションとも呼ばれ、バリアー・オプションの一つである。満期 $T$ までに一度も $H$ に達しなければ、行使価格 $K$ のコールが有効である。この価格は、次のようになることが知られている。

$$
\begin{aligned}
C_0 &= S_0 N(d_1) - e^{-rT} K N(d_2) \\
&\quad - \left[ S_0 \left\{ \left( \frac{H}{S_0} \right)^{\frac{2r}{\sigma^2}+1} (N(d_{41}) - N(-d_{31})) + N(d_{21}) \right\} \right. \\
&\qquad \left. - e^{-rT} K \left\{ \left( \frac{H}{S_0} \right)^{-1+\frac{2r}{\sigma^2}} (N(d_{32}) - N(-d_{42})) + N(d_{22}) \right\} \right] \\
&\quad + R \left[ \left( \frac{H}{S_0} \right)^{\frac{2r}{\sigma^2}} N(d_{31}) + \left( \frac{H}{S_0} \right)^{-1} N(d_{21}) \right]
\end{aligned}
$$

ただし，

$$
\begin{aligned}
d_1 &= \frac{\log\frac{S_0}{K} + (r + \frac{\sigma^2}{2})T}{\sigma\sqrt{T}}, \quad d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T} = \frac{\log\frac{S_0}{K} + (r - \frac{\sigma^2}{2})T}{\sigma\sqrt{T}} \\
d_{21} &= \frac{\log\frac{S_0}{H} + (r + \frac{\sigma^2}{2})T}{\sigma\sqrt{T}}, \quad d_{22} = d_{21} - \sigma\sqrt{T} = \frac{\log\frac{S_0}{H} + (r - \frac{\sigma^2}{2})T}{\sigma\sqrt{T}} \\
d_{31} &= \frac{\log\frac{S_0}{H} - (r + \frac{\sigma^2}{2})T}{\sigma\sqrt{T}}, \quad d_{32} = d_{31} + \sigma\sqrt{T} = \frac{\log\frac{S_0}{H} - (r - \frac{\sigma^2}{2})T}{\sigma\sqrt{T}} \\
d_{41} &= \frac{\log\left(\frac{H^2}{S_0 K}\right) + (r + \frac{1}{2}\sigma^2)T}{\sigma\sqrt{T}}, \quad d_{42} = d_{41} - \sigma\sqrt{T} = \frac{\log\left(\frac{H^2}{S_0 K}\right) + (r - \frac{1}{2}\sigma^2)T}{\sigma\sqrt{T}}
\end{aligned}
$$

特に $R = H - K (> 0)$ の場合

$$
\begin{aligned}
C_0 &= S_0 N(d_1) - e^{-rT} K N(d_2) \\
&\quad + H \left( \frac{H}{S_0} \right)^{\frac{2r}{\sigma^2}} N(-d_{41})) \\
&\qquad + e^{-rT} K \left\{ \left( \frac{H}{S_0} \right)^{-1+\frac{2r}{\sigma^2}} (N(d_{32}) - N(-d_{42})) + N(d_{22}) \right\} \\
&\qquad\quad - K \left[ \left( \frac{H}{S_0} \right)^{\frac{2r}{\sigma^2}} N(d_{31}) + \left( \frac{H}{S_0} \right)^{-1} N(d_{21}) \right]
\end{aligned}
$$

ストックオプションにおいて、オプション保有者による権利行使のタイミングを、行使価格 $K$ より高い $H$ にヒットした時点であると仮定する場合は、ヒットしたその時点で、権利行使により、$R = H - K$ を受け取ることになる。満期 $T$ までヒットしなければ、満期 $T$ に $(S_T - K)^+$ を受け取ることになる。したがって、上記アップ・アンド・アウト・コールオプション価格が応用できる。

さらに、ストック・オプション付与後 $(T_0)$ までの期間が Vesting 期間、すなわち権利行使できない期間となる場合の価格 $\tilde{C}_0$ は、$T_0$ での理論価格の期待値を取ることで、評価式が得られる。

改めて、リベート $R$ が $R = H - K(> 0)$ の場合について、現在の株価が $S$、残存期間が $T$ の価格式を $f(S,T)$ とおく。即ち、

$$\begin{aligned}
f(S,T) &= SN(d_1(S,T)) - e^{-rT}KN(d_2(S,T)) \\
&\quad +H\left(\frac{H}{S}\right)^{\frac{2r}{\sigma^2}} N(-d_{41}(S,T)) \\
&\qquad +e^{-rT}K\left\{\left(\frac{H}{S}\right)^{-1+\frac{2r}{\sigma^2}} (N(d_{32}(S,T)) - N(-d_{42}(S,T))) + N(d_{22}(S,T))\right\} \\
&\qquad\quad -K\left[\left(\frac{H}{S}\right)^{\frac{2r}{\sigma^2}} N(d_{31}(S,T)) + \left(\frac{H}{S}\right)^{-1} N(d_{21}(S,T))\right]
\end{aligned}$$

とおく。

求めるオプションは、時点 $T_0$ において $S_{T_0} > H$ ならば $S_{T_0} - K$ を受け取り、そうでなければヒット水準 $H$、行使価格 $K$、リベート $H-K$、残存期間 $T-T_0$ のアップ・アウト・コールを受け取る契約と同等である。求めるオプション価値 $\tilde{C}_0$ は、

$$\begin{aligned}
\tilde{C}_0 &= E[e^{-rT_0}((S_{T_0} - H)^+ + (H-K))] \\
&\quad +E[e^{-rT_0}1_{\{S_{T_0}<H\}} \times f(S_{T_0}, T-T_0)] \\
&= S_0N(d'_{21}) - He^{-rT_0}N(d'_{22}) + (H-K)e^{-rT_0}N(d'_{22}) \\
&\quad +\int_{-\infty}^{-d'_{22}} e^{-rT_0} f(S_{T_0}, T-T_0)n(x)dx
\end{aligned}$$

である。

ここで、Black-Scholes モデルを仮定しているので、$T_0$ での株価は、$S_{T_0} = S_0 e^{(r-\frac{1}{2}\sigma^2)T_0 + \sigma\sqrt{T_0}x}$(ただし $x$ は標準正規分布に従う) と表される。

$$S_{T_0} > H \iff x > \frac{\log(H/S_0) - (r - \frac{\sigma^2}{2})T_0}{\sigma\sqrt{T_0}} = -d'_{22}$$

ので、$n(x)$ を標準正規密度関数とすると、

$$\begin{aligned}
&f(S_{T_0}, T-T_0) \\
&= S_0e^{(r-\frac{1}{2}\sigma^2)T_0}e^{+\sigma\sqrt{T_0}x}N(\tilde{d}_1 + \sqrt{\frac{T_0}{T-T_0}}x) - e^{-r(T-T_0)}KN(\tilde{d}_2 + \sqrt{\frac{T_0}{T-T_0}}x) \\
&\quad +H\left(\frac{H}{S_0e^{(r-\frac{1}{2}\sigma^2)T_0}}\right)^{\frac{2r}{\sigma^2}} e^{-\frac{2r\sqrt{T_0}}{\sigma}x} N(-\tilde{d}_{41} + \sqrt{\frac{T_0}{T-T_0}}x) \\
&\quad +e^{-r(T-T_0)}K\left(\frac{H}{S_0e^{(r-\frac{1}{2}\sigma^2)T_0}}\right)^{-1+\frac{2r}{\sigma^2}} e^{(\frac{-\sqrt{T_0}(2r-\sigma^2)}{\sigma})x} \\
&\qquad\qquad \times(N(\tilde{d}_{32} + \sqrt{\frac{T_0}{T-T_0}}x) - N(-\tilde{d}_{42} + \sqrt{\frac{T_0}{T-T_0}}x)) \\
&\quad +e^{-r(T-T_0)}KN(\tilde{d}_{22} + \sqrt{\frac{T_0}{T-T_0}}x) \\
&\quad -K\left(\frac{H}{S_0e^{(r-\frac{1}{2}\sigma^2)T_0}}\right)^{\frac{2r}{\sigma^2}} e^{-\frac{2r\sqrt{T_0}}{\sigma}x} N(\tilde{d}_{31} + \sqrt{\frac{T_0}{T-T_0}}x) \\
&\quad -K\left(\frac{H}{S_0e^{(r-\frac{1}{2}\sigma^2)T_0}}\right)^{-1} e^{+\sigma\sqrt{T_0}x} N(\tilde{d}_{21} + \sqrt{\frac{T_0}{T-T_0}}x)
\end{aligned}$$

ただし，

$$
\begin{aligned}
\tilde{d}_1 &= \frac{\log\frac{S_0}{K} + (r+\frac{\sigma^2}{2})(T-T_0) + (r-\frac{1}{2}\sigma^2)T_0}{\sigma\sqrt{T-T_0}}, \\
&= \frac{\log\frac{S_0}{K} + (r+\frac{\sigma^2}{2})T - \sigma^2 T_0}{\sigma\sqrt{T-T_0}} \\
\tilde{d}_2 &= \tilde{d}_1 - \sigma\sqrt{T-T_0} = \frac{\log\frac{S_0}{K} + (r-\frac{\sigma^2}{2})(T-T_0) + (r-\frac{\sigma^2}{2})T_0}{\sigma\sqrt{T-T_0}} \\
&= \frac{\log\frac{S_0}{K} + (r-\frac{\sigma^2}{2})T}{\sigma\sqrt{T-T_0}} \\
\tilde{d}_{21} &= \frac{\log\frac{S_0}{H} + (r+\frac{\sigma^2}{2})(T-T_0) + (r-\frac{1}{2}\sigma^2)T_0}{\sigma\sqrt{T-T_0}} \\
&= \frac{\log\frac{S_0}{H} + (r+\frac{\sigma^2}{2})T - \sigma^2 T_0}{\sigma\sqrt{T-T_0}} \\
\tilde{d}_{22} &= \tilde{d}_{21} - \sigma\sqrt{T-T_0} = \frac{\log\frac{S_0}{H} + (r-\frac{\sigma^2}{2})(T-T_0) + (r-\frac{\sigma^2}{2})T_0}{\sigma\sqrt{T-T_0}} \\
&= \frac{\log\frac{S_0}{H} + (r-\frac{\sigma^2}{2})T}{\sigma\sqrt{T-T_0}} \\
\tilde{d}_{31} &= \frac{\log\frac{S_0}{H} - (r+\frac{\sigma^2}{2})(T-T_0) + (r-\frac{1}{2}\sigma^2)T_0}{\sigma\sqrt{T-T_0}} \\
&= \frac{\log\frac{S_0}{H} - (r+\frac{\sigma^2}{2})T + 2rT_0}{\sigma\sqrt{T-T_0}} \\
\tilde{d}_{32} &= \tilde{d}_{31} + \sigma\sqrt{T-T_0} = \frac{\log\frac{S_0}{H} - (r-\frac{\sigma^2}{2})(T-T_0) + (r-\frac{1}{2}\sigma^2)T_0}{\sigma\sqrt{T-T_0}} \\
&= \frac{\log\frac{S_0}{H} - (r-\frac{\sigma^2}{2})(T-2T_0)}{\sigma\sqrt{T-T_0}} \\
\tilde{d}_{41} &= \frac{\log\left(\frac{H^2}{S_0K}\right) + (r+\frac{1}{2}\sigma^2)(T-T_0) - (r-\frac{1}{2}\sigma^2)T_0}{\sigma\sqrt{T-T_0}} \\
&= \frac{\log\left(\frac{H^2}{S_0K}\right) + (r+\frac{1}{2}\sigma^2)T - 2rT_0}{\sigma\sqrt{T-T_0}} \\
\tilde{d}_{42} &= \tilde{d}_{41} - \sigma\sqrt{T-T_0} = \frac{\log\left(\frac{H^2}{S_0K}\right) + (r-\frac{1}{2}\sigma^2)(T-T_0) - (r-\frac{\sigma^2}{2})T_0}{\sigma\sqrt{T-T_0}} \\
&= \frac{\log\left(\frac{H^2}{S_0K}\right) + (r-\frac{1}{2}\sigma^2)(T-2T_0)}{\sigma\sqrt{T-T_0}}
\end{aligned}
$$

となる。

ここで、

$$
\begin{aligned}
&\int_{-\infty}^{-d'_{22}} e^{\alpha x} N(\beta x+\gamma) n(x) dx \\
&= \int_{-\infty}^{-d'_{22}} e^{\alpha x} \int_{-\infty}^{\beta x+\gamma} n(y) dy n(x) dx \\
&= e^{\frac{1}{2}\alpha^2} \int_{-\infty}^{-d'_{22}-\alpha} \int_{-\infty}^{\beta x+\alpha\beta+\gamma} n(y) n(x) dy dx
\end{aligned}
$$

特に、$\beta=\sqrt{\frac{T_0}{T-T_0}}$ のとき、$\rho=-\sqrt{\frac{T_0}{T}}$ とおくと、$\beta=-\frac{\rho}{\sqrt{1-\rho^2}}$ なので、

$$
\begin{aligned}
&\int_{-\infty}^{-d'_{22}} e^{\alpha x}N(\sqrt{\frac{T_0}{T-T_0}}x+\gamma)n(x)dx \\
&= e^{\frac{1}{2}\alpha^2}\int_{-\infty}^{-d'_{22}-\alpha}\int_{-\infty}^{-\frac{\rho}{\sqrt{1-\rho^2}}x+\frac{(\alpha\beta+\gamma)\sqrt{\frac{T-T_0}{T}}}{\sqrt{1-\rho^2}}} n(y)n(x)dydx \\
&= e^{\frac{1}{2}\alpha^2}N_2\left(-d'_{22}-\alpha,\alpha\sqrt{\frac{T_0}{T}}+\gamma\sqrt{\frac{T-T_0}{T}};-\sqrt{\frac{T_0}{T}}\right)
\end{aligned}
$$

以上のことから、整理すると、

$$
\begin{aligned}
\tilde{C}_0 &= S_0N(d'_{21})-Ke^{-rT_0}N(d'_{22}) \\
&\quad +\int_{-\infty}^{-d'_{22}} e^{-rT_0}f(S_0e^{(r-\frac{1}{2}\sigma^2)T_0+\sigma\sqrt{T_0}x},T-T_0)n(x)dx \\
&= S_0N(d'_{21})-Ke^{-rT_0}N(d'_{22}) \\
&\quad S_0N_2(-d'_{21},\hat{d}_1;\rho)-e^{-rT}KN_2(-d'_{22},\hat{d}_2;\rho) \\
&\quad +H\left(\frac{H}{S_0}\right)^{\frac{2r}{\sigma^2}}N_2(-d'_{31},-\hat{d}_{41};\rho) \\
&\quad +e^{-rT}K\left\{\left(\frac{H}{S_0}\right)^{-1+\frac{2r}{\sigma^2}}(N_2(-d'_{32},\hat{d}_{32};\rho)-N_2(-d'_{32},-\hat{d}_{42};\rho))+N_2(-d'_{22},\hat{d}_{22};\rho)\right\} \\
&\quad -K\left[\left(\frac{H}{S_0}\right)^{\frac{2r}{\sigma^2}}N_2(-d'_{31},\hat{d}_{31};\rho)+\left(\frac{H}{S_0}\right)^{-1}N_2(-d'_{21},\hat{d}_{21};\rho)\right]
\end{aligned}
$$

ただし,

$$
\begin{aligned}
\hat{d}_1 &= \frac{\sigma T_0}{\sqrt{T}}+\tilde{d}_1\sqrt{\frac{T-T_0}{T}}=\frac{\log\frac{S_0}{K}+(r+\frac{\sigma^2}{2})T}{\sigma\sqrt{T}}=d_1 \\
\hat{d}_2 &= \tilde{d}_2\sqrt{\frac{T-T_0}{T}}=\frac{\log\frac{S_0}{K}+(r-\frac{\sigma^2}{2})T}{\sigma\sqrt{T}}=d_2 \\
\hat{d}_{21} &= \frac{\sigma T_0}{\sqrt{T}}+\tilde{d}_{21}\sqrt{\frac{T-T_0}{T}}=\frac{\log\frac{S_0}{H}+(r+\frac{\sigma^2}{2})T}{\sigma\sqrt{T}}=d_{21} \\
\hat{d}_{22} &= \tilde{d}_{22}\sqrt{\frac{T-T_0}{T}}=\frac{\log\frac{S_0}{H}+(r-\frac{\sigma^2}{2})T}{\sigma\sqrt{T}}=d_{22} \\
\hat{d}_{31} &= -\frac{2rT_0}{\sigma\sqrt{T}}+\tilde{d}_{31}\sqrt{\frac{T-T_0}{T}}=\frac{\log\frac{S_0}{H}-(r+\frac{\sigma^2}{2})T}{\sigma\sqrt{T}}=d_{31} \\
\hat{d}_{32} &= -\frac{(2r-\sigma^2)T_0}{\sigma\sqrt{T}}+\tilde{d}_{32}\sqrt{\frac{T-T_0}{T}}=\frac{\log\frac{S_0}{H}-(r-\frac{\sigma^2}{2})T}{\sigma\sqrt{T}}=d_{32} \\
\hat{d}_{41} &= \frac{2rT_0}{\sigma\sqrt{T}}-\tilde{d}_{41}\sqrt{\frac{T-T_0}{T}}=\frac{\log\left(\frac{H^2}{S_0K}\right)+(r++\frac{\sigma^2}{2})T}{\sigma\sqrt{T}}=d_{41} \\
\hat{d}_{42} &= \frac{(2r-\sigma^2)T_0}{\sigma\sqrt{T}}-\tilde{d}_{42}\sqrt{\frac{T-T_0}{T}}=\frac{\log\left(\frac{H^2}{S_0K}\right)+(r-\frac{\sigma^2}{2})T}{\sigma\sqrt{T}}=d_{42} \\
d'_1 &= \frac{\log\frac{S_0}{K}+(r+\frac{\sigma^2}{2})T_0}{\sigma\sqrt{T_0}}\ ,\ d'_2 = \frac{\log\frac{S_0}{K}+(r-\frac{\sigma^2}{2})T_0}{\sigma\sqrt{T_0}}
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
d'_{21} &= \frac{\log\frac{S_0}{H} + (r + \frac{\sigma^2}{2})T_0}{\sigma\sqrt{T_0}}\ ,\ d'_{22} = \frac{\log\frac{S_0}{H} + (r - \frac{\sigma^2}{2})T_0}{\sigma\sqrt{T_0}} \\
d'_{31} &= \frac{\log\frac{S_0}{H} - (r + \frac{\sigma^2}{2})T_0}{\sigma\sqrt{T_0}}\ ,\ d'_{32} = \frac{\log\frac{S_0}{H} - (r - \frac{\sigma^2}{2})T_0}{\sigma\sqrt{T_0}} \\
d'_{41} &= \frac{\log\left(\frac{H^2}{S_0K}\right) + (r + \frac{1}{2}\sigma^2)T_0}{\sigma\sqrt{T_0}}\ ,\ d'_{42} = \frac{\log\left(\frac{H^2}{S_0K}\right) + (r - \frac{1}{2}\sigma^2)T_0}{\sigma\sqrt{T_0}}
\end{aligned}
$$

<u>参考文献</u>

Aboody, D. “Market Valuation of Employee Stock Options,” *Journal of Accounting and Economics*, Vol.22 Nos1-3, Aug-Dec 1996, pp.357-391.

Ammann, M. and R. Seiz, “Valuing Employee Stock Options: Does the Model Matter?,” *Financial Analysts Journal*,Vol.60 No.5, September 2004, pp.21-37.

Black, F.., and M. Scholes. “The Pricing of Options and Corporate Liabilities.” *Journal of Political Economy*, Vol.81, no.3, May-June 1973.pp.637-659.

Carpenter, J. N., “The exercise and valuation of executive stock options,” *Journal of Financial Economics*, Vol. 48 No.2, May 1998, pp.127-158.

Cox, J. C., S. Ross, and M. Rubinstein. “Option Pricing: A Simplified Approach.” *Journal of Financial Economics*, Vol.7, no. 3, September 1979.pp.229-264.

Heath, C., S. Huddart and M. Lang, “Psychological Factors and Stock Option Exercise,” *The Quaterly Journal of Economics*, Vo.114 No.2, May 1999, pp.601-627.

Hemmer, T., S. Matsunaga and T. Shevlin, “Estimating the "Fair Value" of Employee Stock Options with Expected Early Exercise,” *Accounting Horizons*, Vol.8 No.4, December 1994, pp.23-42.

Huddart, S. and M. Lang, “Employee Stock Option Exercises an Empirical Analysis,” *Journal of Accounting and Economics*, Vol.21 No.1, February 1996, pp.5-43.

Hull, J. and A. White, “How to Value Employee Stock Options,” *Financial Analysts Journal*, Vol.60 No.1,January 2004,pp.114-119.

Kulatilaka, N.,and A.J. Marcus. “Valuing Employee Stock Options.” *Financial Analysts Journal*, Vol. 50, no.6, November/December 1994.pp.46-56.

Nagaoka, S., “"Determinants of the Introduction of Stock Options by Japanese Firms: Analysis from the Incentive and Selection Perspectives,” *Journal of Business*, Vol.78 No.6, November 2005, pp.2289-2315.

Ohlson, J. A. and P. H. Penman, “Debt vs. Equity: Accounting for Claims Contingent on Firm's Common Stock Performance with Particular Attention to Employee Compensation Options,” Center for Excellence in Accounting and Security Analysis, White Paper Number One, January 2005.

Rubinstein, M. “On the Accounting Valuation of Employee Stock Options.” *Journal of Derivatives*, Vol. 3,no. 1, Fall 1995.pp.8-24.

伊藤邦雄「ストック・オプション制度の諸課題」『企業会計』, 第 49 巻第 9 号, 1997 年 9 月, 18-25 頁.

伊藤邦雄・徳賀芳弘・中野誠『年金会計とストック・オプション』中央経済社, 2004 年.

乙政正太「ストック・オプション制度と会計上の利益」『阪南論集　社会科学編』, 第 36 巻第 4 号, 2001 年 3 月, 79-86 頁.

乙政正太『利益調整メカニズムと会計情報』森山書店, 2004 年.

加賀谷哲之「ストック・オプションと会計政策」『商学研究』，第 44 巻，2003 年，167-231 頁.
斎藤静樹「新会計基準と基準研究の課題ー資本会計の論点を中心に」『企業会計』，第 58 巻第 1 号，2006 年 1 月，20-26 頁.
斎藤静樹「ストック・オプションの費用と資本会計ー条件付株主持分の認識と評価」『會計』，第 165 巻第 3 号，2004 年 3 月，1-16 頁.
竹口圭輔「ストック・オプション会計の理論構造精緻化プロセス」『企業会計』，第 52 巻第 8 号，2000 年 8 月， 87-93 頁.
竹口圭輔「ストック・オプションの測定に関する一考察」『産業経理』，第 60 巻第 4 号，2001 年 1 月， 98-109 頁.
竹口圭輔「わが国におけるストック・オプションの潜在的コスト」『會計』，第 161 巻第 3 号，2002 年 3 月, 131-144 頁.
豊田俊一「ストック・オプション等に関する会計基準・適用指針（案）についてー企業会計基準公開草案第 11 号・企業会計適用指針公開草案第 14 号の解説」『企業会計』，第 58 巻第 1 号，2006 年 1 月，88-98 頁.
野口晃弘「ストック・オプションの本質と会計処理」中村忠編著『制度会計の変革と展望』白桃書房，2001 年，第 3 章.
野間幹晴「コーポレート・ガバナンスとストック・オプションをめぐる実証研究(1)(2)」『企業会計』，第 55 巻第 3 号；同 4 号，2003 年 3 月；同 4 月，78-80 頁；126-128 頁.
與三野禎倫『ストック・オプション会計と公正価値測定』千倉書房，2002 年.