<査読論文 2016年9月4日採択>

残余利益オプションモデルによる インターネット企業の株式評価 Stock Valuation of Internet Company based on Residual Income Option Model

佐藤 清和¹

(金沢大学 人間社会研究域)

Kiyokazu Sato

Institute of Human and Social Sciences, Kanazawa University

Summary: Stocks are securities embedding two contingent claims consisted of residual assets and dividend distribution. These claims yield a future pay-off replicated as real option for stockholders. Accountability in corporate accounting represents the responsibility of reporting the useful information to evaluate these two claims. It follows that firms' managers ultimately execute their accountabilities by reporting the real option value included in stocks. This paper indicates that some stock valuation models are derived by double account system supporting this execution of accountability. On that basis, we demonstrate the characteristics of these valuation models by illustrating internet business company faced a heightened risk. Superiority of residual income option model is inferred by Monte-Carlo simulation and sensitivity analysis.

キーワード：バリュエーション、残余利益モデル、オールソンモデル、アカウンタビリティ

1. はじめに

企業会計には、情報利用者の意思決定に有用な会計情報を伝達する役割とともに、委託財産の運用状態に関する会計報告を実行する責務が課されている²。後者の責務とは、委託財産として拠出された資本の運用状態に関する会計報告責任を意味するアカウンタビリティとして履行される。

経営者（会計担当者）に課されたアカウンタビリティという責務は、資本の運用状態を継続的に記録し、これを組織的に集計した上で、最終的に財務表に表示するという一連の会計処理が、複式簿記に基づいて実行されることによって自律的に解除される。

本稿は、このようなアカウンタビリティを前提とする会計情報に基づく株式価値評価モデルである残余利益モデル(Residual Income Model: RIM) を取り上げ、つぎの2点について検討する。

- (1) RIM とは、株式に化体された条件付請求権を評価するリアルオプションモデルと解されること。
- (2) リアルオプションモデルとしての RIM によりインターネット企業の株式価値を評価すること。

なお、本稿において株式価値とは、株式に化体された残余財産請求権および利益配当請求権という2つの条件付請求権の価値として定義される。これらの条件付請求権に基づいて株主に分配される残余財産および利益配当とは、企業の資産および資本を原資産とするリアルオプションからのペイオフとみなされる。したがって、株主に対するアカウンタビリティとは、株式が内包するこれらのリアルオプション価値に関する会計報告責任ということが可能である³。

本稿では、このような問題意識の下で次のような3つの株式価値評価モデルについて検討していく。

- (1) 残余財産オプションモデル (2 節)
- (2) 残余利益オプションモデル (3 節)
- (3) Schwartz and Moon モデル (4 節)

その上で、わが国のインターネット企業を取り上げ、その株式価値を(2)および(3)のオプションモデルに基づくシミュレーションによって評価する。

本稿でインターネット企業を取り上げるのは、同業界が市場の急速な拡大に伴う取引額の増大や、新規企業の頻繁な参入退出といった需給両面における大き

1 E-mail : kiyosato@staff.kanazawa-u.ac.jp

2 本稿における企業会計とは、営利事業を行う株式会社形態の企業で実践される会計実務を意味している。

3 拠出資本の運用情報の伝達のみでアカウンタビリティが解除されるわけではない。これはキャッシュ・フロー

計算書が制度化されていることから明らかである。一方で現行のキャッシュ・フロー計算書が、複式簿記による会計記録から誘導的かつ直接的には作成されないという問題は未だ解決されておらず、引き続き検討を要する理論的課題である（佐藤・佐藤[2000]）。

な不確実性に晒されており、このような不確実性に伴うオプション価値が、株式価値の評価額に含まれると期待されるからである。

シミュレーションによれば、株式時価総額を基準として、残余利益オプションモデルの方が Schwartz and Moon モデルより高い評価精度を示すという結果が得られた。

本稿の構成は、以下のとおりである。次節では、Black and Sholes (1973)で指摘された株式のオプション的性質について、企業会計の基本等式を用いて検討する。3節では、Edwards and Bell (1961) および Ohlson (1995)によって示された残余利益モデルが、リアルオプションモデルの一つと解されることを示す。4節では、Schwartz and Moon (2000)を取り上げ、その計算構造を3節の残余利益オプションモデルと比較する。5節はインターネット企業 R 社の株式価値をモンテカルロ・シミュレーションによって評価し感度分析を行う。最後の6節は、本稿の問題点と今後の課題である。

2. リアルオプションとしての株式

企業会計の記録対象となる経済事象は、「資産」、「負債」および「資本」という3つの取引要素に分類され会計帳簿に記録される。このように分類された取引情報は、当期末 t において次式のような「貸借対照表等式」に従って財務表に集計される。

$$\text{資産}_t \equiv \text{負債}_t + \text{資本}_t \quad (1)$$

同式の右辺は資金の調達源泉を示し、また左辺は資金の運用状態を示す⁴。図表1の上段は、(1)式による貸借対照表の例である。ここでは、資本金75と利益45の資本、ならびに流動負債10と長期負債40の負債で調達された資金が、流動資産90および固定資産80で運用されていることが表示されている。

貸借対照表

資 産		負 債	
流 動 資 産	90	流 動 負 債	10
		長 期 負 債	40
固 定 資 産	80	資 本	
		資 本 金	75
		利 益	45
資産合計	170	負債・資本合計	170

損益計算書

費 用		収 益	
売 上 原 価	20	売 上	70
そ の 他 費 用	5		
利 益	45		
費用・利益合計	70	収益合計	70

図表 1 財務諸表の数値例

このように債権者への返済を要する負債および出資者から委託された資本を源泉とする資金が企業活動に投下され、その運用結果である資本増分が利益として、同図表の下段にある損益計算書に表示されることになる。

経営者には、このような株主から拠出された資本の変動状況に関する報告責任としてのアカウンタビリティが課せられている。この点を明確にするため、(1)式を次式の「資本等式」に変形する。

$$\text{資産}_t - \text{負債}_t \equiv \text{資本}_t \quad (2)$$

ここでは、左辺における資産と負債の差額である正味財産として右辺の資本が定義されている。これより将来時点 T_L における株式保有によるペイオフは、次式のように表わされる⁵。

$$\tilde{V}_{T_L} = \text{Max} \left[\tilde{\text{資産}}_{T_L} - \text{負債}_{T_L}, 0 \right] \quad (3)$$

ここで、左辺の $\tilde{V}_{T_L}$ は時点 T_L における株式価値であり、右辺の資産は市場価値を表す確率変数で与えられている。また負債は、同時点を満期とする負債額面を表している。

(3)式のとおり、右辺の正味財産が正の値をとる場合、正味財産としての資本と株式価値は一致する。しかしながら、正味財産の値が負の値をとるような債務超過の場合、株式価値はゼロになる。すなわち、(3)式は資

4 「資金」とは、希少価値を有する経済財（通貨を含む）を意味しており、経済学でいう「資本」あるいは会計学の「企業資本」と同義である。ただし、貸借対照表等式における資本との混同を回避するため、「資金」という言葉を用いている

る [杉本(1991)]。

5 本稿では、会計等式から株式価値評価モデルが導かれることを明瞭に示すために、資産、負債、資本等の取引要素を記号化せず、これらの用語のまま定式化している。

産の市場価値を原資産、また返済すべき負債額を行使価格とするユーロピアン・コールオプションからの満期ペイオフを表している⁶。

図表2では、(2)式のように資産と負債の差額で与えられる正味財産が、株主の残余財産請求権に基づく請求対象であることを示している。これは、図表1の貸借対照表を変形し、左側に資産および負債を上下に配置して、両者の差額（資産の変動額を＋の符号および負債の変動額を－の符号で表した両者の合計）から正味財産が得られることを示すものである。

一方、同図表の右側には正味財産に対する分配請求権を意味する資本が、収益および費用の発生にともなって利益として増加し、これが資本全体の増分として報告されることにより、アカウンタビリティが履行されることが示されている。

以上の関係から、株主の時点 T_t における残余財産（Residual Assets: RA）に対する請求権としての株式価値は、次式のように与えられる。

図表2 正味財産等式とアカウンタビリティ

$$V_t^{RA} = e^{-r_f(T_L-t)} E_t^Q \left(\text{Max} \left[\tilde{\text{資産}}_{T_L} - \text{負債}_{T_L}, 0 \right] \right) \quad (4)$$

ここで、 V_t^{RA} は残余財産請求権としての株式価値、 r_f はリスクフリーレート、また $E_t^Q[\cdot]$ は時点 t におけるリスク中立確率測度の下での期待値オペレーターである。

6 ここでは、利払い日における企業の倒産は考慮していない。
7 先行研究において、(4)式のオプションモデルは企業の倒産確率を推定するリスク管理モデルの一つとして研究されている。詳細については、森平(2007)を参照されたい。

8 Merton (1974)では、株式と単一クラスのゼロクーポン債という2つのクラスの請求権によって企業資本が構成されるとして、株式価値がモデル化されている。その発展的かつ現

(4)式のオプションは、残余財産としての実物資産を原資産とするリアルオプションであるから、本稿ではこれを「残余財産オプションモデル (Residual Assets Option model: RAO モデル)」と呼ぶこととする⁷。

ただし、このオプションモデルによって株式価値を評価することは困難である。なぜなら、金融商品や不動産以外の諸資産については、一般に取引市場が存在せず、資産ごとに逐一その価値変動をモデル化することは困難だからである。権利行使価格としての負債についても同じことが言える。

周知のとおり、上述のコールオプションは、Black and Scholes (1973)によって指摘されたものであるが、株式を原資産とする株式オプションの価格モデルを確立した同論文において、原資産である株式自体がオプション価値を有すると指摘されていることは大変興味深い。なぜなら、彼らは株式オプションの評価について検討する過程で、その原資産である株式そのものが、企業資産を原資産とするリアルオプションとして定式化される、ということを指摘しているからであり、したがって、アカウンタビリティとはこのような株式のリアルオプション価値を報告対象とする会計報告責任と言い得るからである⁸。

3. 残余利益に基づく株式価値評価モデル

3.1 期間損益計算と配当割引モデル

以下では、現在の時点 t を当期末（翌期首）、また時点 $t+1$ を翌期末と定義する。前述のように、株主から委託された資本の変動要因を明らかにするアカウンタビリティが履行されるには、図表2の右下にある収益および費用という取引要素を導入し、次式のような期間損益計算を必要とする。

$$\text{収益}_t - \text{費用}_t \equiv \text{利益}_t (= \Delta \text{資本}_t) \quad (5)$$

(5)式は、収益と費用の差額で定義された利益が、当期末 t の資本増分（ $\Delta \text{資本}_t$ ）であることを示している。ここで、(2)式の資本 $_t$ に(5)式の資本の増分を加えることにより、次式のとおりに翌期末 $t+1$ の正味財産が得られる⁹。

$$\begin{aligned} \text{資産}_{t+1} - \text{負債}_{t+1} &= \text{資本}_t + \Delta \text{資本}_{t+1} \\ &= \text{資本}_t + \text{利益}_{t+1} \\ &= \text{資本}_t + (\text{収益}_{t+1} - \text{費用}_{t+1}) \end{aligned} \quad (6)$$

(6)右辺の1式および2式は、翌期末の正味財産が、

実応用については、本機関誌の中岡(2016)を参照されたい。

9 収益および費用とは、資本という取引要素の変動理由を示す特殊な機能（利潤計算機能）を付与された取引要素の集合であり、その性質は資本変動の代理変数としての「代位勘定」であるという点で、資産、負債、資本という取引要素とは異質だと考えられる（杉本 [1997]）。

当期末 t の資本と翌期末 $t+1$ の資本の増分（すなわち利益）からなることを示している。また3式は、このような資本増分は、資本の増加要因である収益ないしその減少要因である費用の差額として与えられることを示している。

ここで、以上の期間損益計算によって把握された資本変動（利益）のうち、株主へのリターンとして実際に分配される価値総額に基づく株式価値評価モデルとして、次式のような配当割引モデル（Discounted Dividends Model: DDM）を考える。

$$V_t^{DDM} = \sum_{\tau=1}^{\infty} \frac{1}{(1+r_F)^\tau} E_t^Q \left[d(\widetilde{\text{収益}}_{t+\tau} - \widetilde{\text{費用}}_{t+\tau}) \right] \quad (7)$$

ここで、 V_t^{DDM} は DDM による株式価値、 d は配当性向、また τ は当期末 t からの経過期間を表している。なお、ここでは増資や減資等の資本取引は考慮しない。

評価時点 t における株式価値を構成するのは、 t 以降における配当支払額であるが、その原資は利益であるから、(7)式では利益の計算要素である収益および費用の将来流れを確率変数とおいた上で、リスク中立確率測度の下における期待値の割引現在価値として株式価値が評価されている。

(7)式の DDM は、収益と費用の差額である利益の将来流れを現在価値に割り引くという点で、いわゆる「利益還元法」をベースとしており、これに既知の配当性向が仮定された株式価値評価モデルということになる¹⁰。

なお、(6)式のとおり当期末 t の株主資本簿価の中には、収益と費用の他にも資本 I_t が含まれているが、これは配当の原資とはならないため、(7)式の DDM から除外されている。

ただし、DDM は継続企業を前提とする株式価値評価モデルではあるものの、長期間にわたる配当額を推定することは困難であり、通常は有限の評価期間が設定される。この場合、推定期間の最終時点以降における株式価値の増分をターミナルバリューして与える必要がある。すなわち、当初の資本 I_t はこのターミナルバリューの一要素として、企業清算時における残余財産に含まれることになる。

2節では、負債満期時における残余財産請求権のオプション価値という視点からRAOモデルが得られたが、株主には他にも毎期の利益に対する利益配当請求権

が与えられている。この請求権とは、配当の原資となる利益が稼得されることを条件として支払われる条件付き請求権という意味でオプション価値を有している。したがって、このような配当金の支払額に基づく配当割引モデルもまた、リアルオプションモデルということになる。

ただし、配当割引モデルにおいて、経営者の配当政策に依存する配当性向を、客観的な方法で予測ないし特定することは困難である。そこで、次にこのような配当性向に関する問題点が回避された残余利益モデルについて検討する。

3.2 残余利益オプションモデル

前述の配当割引モデルにおける配当性向の問題は、利益から株主資本コストを控除して得られる残余利益をベースとする「残余利益モデル(Residual Income Model: RIM)」によって回避される¹¹。

そこで、以下ではRIMの導出過程に依拠しながら、RIMに備わるリアルオプションとしての性質について考察する。そこで、まず次式のようなクリーンサープラス条件が成立していると仮定する¹²。

$$\text{資本}_{t+1} = \text{資本}_t + \text{利益}_{t+1} - \text{配当}_{t+1} \quad (8)$$

ここで、株主資本コスト率を r_E として、株主資本コスト $r_E \text{資本}_t$ を(8)式の右辺に加減した上で配当額を求め、これを配当割引モデルに代入すると、次式の残余利益モデルが求められる¹³。

$$V_t^{RIM} = \text{資本}_t + \sum_{\tau=1}^{\infty} \frac{\text{利益}_{t+\tau} - r_E \text{資本}_{t+\tau-1}}{(1+r_E)^\tau} \quad (9)$$

(9)式のとおり、RIMによる株式価値とは、時点 t の資本に t 以降における残余利益の現在価値を加算していくことによって求められることになる。

そこで任意の時点 T における資本を、図表3のような正方形で表すと、この資本に加算される利益（線）から株主資本コストを差し引くことにより残余利益（線）が求められる。この結果、縦軸の切片にRIMによる株式価値 V_{T+1} が与えられる。

ここで、 $t+1$ 以降の利益を確率変数とおくと、リス

10 なお、利益還元法と配当割引モデルおよび本稿のRCモデルとの関係性について、文末の付録A1で検討している。

11 このような利益から控除される株主資本コストを、資本が生み出す正常な利益と考えれば、残余利益とは正常利益を上回る超過利益とみなされる。これにより残余利益とは、会計上の「のれん」の価値を説明する理論的根拠とされている(Edwards and Bell [1961])。

12 クリーンサープラス会計とは、収益取引および費用取引が(5)式および(6)式にしたがって、すべて損益計算書を経由して貸借対照表の資本増分に計上される会計記録システムである。これに対して、例えば金融資産の時価評価損益等が資本直入されるような会計処理が容認されている場合、これはダーティーサープラス会計と呼ばれる。

13 付録A2に(9)式のRIMの導出過程が記されている。

図表 3 残余利益と株式価値

ク中立確率測度の下で、RIM は次式のように表される。

$$V_t^{RIM} = \text{資本}_t + \left(\sum_{\tau=1}^{\infty} \frac{1}{(1+r_F)^\tau} E_t^Q \left[\tilde{\text{利益}}_{t+\tau} - r_F \tilde{\text{資本}}_{t+\tau-1} \right] \right) \quad (10)$$

さらに時点 T 以降における残余利益の流列を TV で与えることにより、株式価値評価モデルとして次式のようなリアルオプションモデルが得られる¹⁴。

$$V_t^{RIO} = \text{Max} \left\{ \text{資本}_t, \left(\sum_{\tau=1}^T \frac{1}{(1+r_F)^\tau} E_t^Q \left[\tilde{\text{利益}}_{t+\tau} - r_F \tilde{\text{資本}}_{t+\tau-1} \right] \right) + E_t^Q [TV], 0 \right\} \quad (11)$$

このオプションは、毎期の利益を状態変数とし、「期末資本＋残余利益の割引現在価値の総和の期待値 (TV を含む)」を原資産、行使価格をゼロとするコールオプションと解される。そこで、この(11)式を「残余利益オプションモデル (Residual Income Option Model: RIO モデル)」と呼ぶこととする¹⁵。ただし、 TV は時点 t まで割り引かれたターミナルバリューである。

14 2 節の RAO モデルでは、負債の満期時を株式価値の評価時点としたが、RIO モデルは負債に依存しない資本変動モデルであり、任意の時点 T を評価時点とすれば、 T 以降の価値としての TV を外生的に与えなければならない。

15 (11)式の残余利益オプションモデルは、2015 年度 JAROS 研究発表大会 (国際大学) で、佐藤・大谷(2015)として報告した株式価値評価モデルである。

16 オプションベースの株式価値評価モデルは、Burgstahler and Dichev (1997)、また非線形の残余利益モデルは、Biddle et. al., (2001)等によって提案されている。ただし、それらは本稿

Ohlson(1995)は、残余利益が 2 変数 (残余利益とその他の情報) の自己回帰モデルに従うと仮定することにより、RIM を線形回帰モデルとして再構築した (Linear Information Dynamics, LID と呼ばれている)。

これに対し本稿の RIO モデルとは、RIM を非線形のリアルオプションモデルに拡張したところに特徴があると考えられる¹⁶。

4. Schwartz and Moon(2000)のオプションモデル

Schwartz and Moon (2000)は、米国のインターネット企業の株式価値をモンテカルロ・シミュレーションによって評価することを目的とするリアルオプションモデルを提示した (以下、S&M モデルと略称する)。

S&M モデルでは、(7)式の DDM と同じように期間損益計算で得られる利益を株式価値の源泉とするが、利益としては EBITDA (利子、税金および減価償却費等控除前利益) を用いるとともに、この EBITDA が現金の代理変数として次期以降に繰越され、全額が無リスク金利で運用されると仮定されている。

すなわち S&M モデルとは、期首の現金有高を初期値として、これに(7)式の期間損益計算を「収益－費用＝ Δ 現金」と変形した上で、毎期の現金累計額をもって株式価値とする評価モデルである。

その上で、この現金有高がゼロになった時点で企業は倒産し、同時点における残余財産が株主に分配されると仮定することにより、負数のペイオフが生じないコールオプションとして企業価値が評価される¹⁷。

すなわち、評価期間のターミナル時点 T における現金有高の推定値と同時点の EBITDA から得られるターミナルバリューの合計額について、リスク中立確率測度の下で期待値がとられ、その現在価値としての企業価値 FV_t が、次式のように求められる¹⁸。

$$FV_t = e^{-r_F(T-t)} E_t^Q \left[\left\{ \text{現金}_T + M(\text{収益}_T - \text{費用}_T) \right\} \right] \quad (12)$$

ここで、 FV_t は時点 t における企業価値 (総資本) である。また右辺の現金 $_T$ は、 $t \sim T$ 期間において EBITDA が全額内部留保され安全利子率で運用されて得られた現金有高を示している。

さらに(12)式右辺の M は任意の乗数であり、 $M(\text{収益}_T - \text{費用}_T)$ は時点 T における EBITDA を M 倍

のように株主 (投資家) の視点ではなく、経営者の投資政策という視点から企業価値モデルが提示されている。

17 森平(2015)では、負のペイオフを記述することができる確率過程モデルの詳細について、歴史的かつ理論的に考察されている。

18 (12)式は Schwartz and Moon (2000)の改良型モデルとして、Schwartz and Moon (2001)で示されたリアルオプションモデルである。

した値がターミナルバリューとして与えられることを示している。ただし費用については、収益に比例して発生する変動費とそれ以外の固定費に分解され、その上で変動費と収益の比率（変動費率 v ）を定数と仮定し、 $EBITDA = (1-v) \text{収益} - \text{固定費}$ というように、 $EBITDA$ は収益の1次式で与えられる。つまり S&M モデルでは、収益のみが確率変数とされている。

前述のとおり、 $EBITDA$ の全額が現金の増分として内部留保され、 $d \text{現金}_t = \text{利益}_t dt$ という関係が成立すると仮定される。なお、繰越欠損金がない場合には法人税の支払額だけ現金の内部留保額は減少する。

以上の S&M モデルで評価されるのは総資本としての企業価値であるから、推定された企業価値から評価時点における負債総額を控除した値が、株式価値を示すことになる¹⁹。

本稿では、この S&M モデルと 3.2 節の RIO モデルによって株式価値評価のシミュレーションを行い、両モデルの評価精度について比較する。すなわち前掲の(6)式のとおり、S&M モデルの状態変数である収益とは、資本変動の増加要因を総額（グロス）で表す会計数値であるのに対して、RIO モデルにおける利益とは、この収益から費用が差し引かれた資本変動の純額（ネット）情報であるから、両モデルにおけるリスクの源泉は相違する。したがって、このようなリスクが株式価値に及ぼす影響力について比較検討することが、次節での検討課題となる。

5. モンテカルロ・シミュレーション

5.1 確率過程モデルと離散化式

前節の Schwartz and Moon(2000)で分析されたのは、インターネットビジネスを牽引する米国企業の株式価値であるが、彼等の問題意識とは、当時の過熱した株式市況（後にネットバブルと呼ばれる株価高騰）の実態を解明するために、インターネットビジネスの中核を占める企業の株式価値を、リアルオプションをベースとするシミュレーションによって評価することで、その不確実性や脆弱性を検証することにあった。

一方、本稿で取り上げる R 社もまた、日本のインターネット市場において急速な成長を果たした企業の一つであることから、まず S&M モデルによる株式価値評価を実行し、その上で RIO モデルの結果と比較検討することとした。

まず S&M モデルの最大の特徴は、状態変数である収益が幾何ブラウン運動に従い、かつ収益の期待成長率はこの収益とは独立の平均回帰過程に従うと仮定されているところにある。これは急成長するインターネット企業といえども、当初の高い収益性が永続することではなく、いずれ市場の平均的趨勢に収束するとい

う想定によるものである。

図表 4 には、シミュレーション期間における R 社の

図表 4 R 社の収益および収益の成長率

収益ならびに収益成長率が示されているが、ここでは S&M モデルの状態変数である収益に仮定された状況と同様の傾向が観察される。その一方、R 社は創業間もなくして企業買収を開始し、これを繰り返しながら多様な事業展開を推し進めたために、需要の変動に起因するビジネスリスクはもとより、企業買収にともなう多額の資金調達に伴う財務リスクにも晒されてきた。

図表 5 には、同社の純資産額と負債比率が示されているが、当初は負債比率の急増による財務リスクが拡大していたが、後半には純資産の増加にともない同リスクは減少に転じている。

図表 5 R 社の純資産および負債比率

以上のように、事業リスクに加え大きな財務リスクにも晒された同社の株式価値を評価するには、S&M

19 Schwartz and Moon (2000)では、負債および資本の構成要素に応じて負債と資本を分離しているが、その処理は相当に

煩雑であるため、本稿では負債総額を用いた。

モデルのような収益を状態変数とする評価モデルよりも、事業活動のパフォーマンスを示す利益ならびに資金調達コストとしての株主資本コストが反映されたRIOモデルを用いることが有効だと考えられる。

この点を明らかにするために、本稿ではS&MモデルとRIOモデルの両方を用いてR社の株式価値を評価し、両モデルの評価精度について比較検討する。

はじめに両モデルの状態変数であるが、本稿では両者ともS&Mモデルで設定されたのと同じ確率過程ならびに時系列に従うものと仮定する。ただし、以下では両モデルを代表して、RIOモデルの状態変数である利益に関する確率過程と時系列に関する諸仮定、およびそれらの離散化式を示しておく。

RIOモデルの原資産は「期末資本+残余利益の割引現在価値の総和の期待値(TVを含む)」であり、その権利行使価格はゼロである。なお確率変動する状態変数としての利益は、 $d\text{資本}_t = \text{利益}_t dt$ で与えられる。ここで、利益の期待成長率を μ_t 、またそのボラティリティを σ_t とおき、次式のような確率過程を設定する。

$$\frac{d\text{利益}_t}{\text{利益}_t} = \mu_t dt + \sigma_t dz_1 \quad (13)$$

さらに利益の期待成長率 μ_t が、次式のような長期の期待成長率 $\bar{\mu}$ をもつ平均回帰過程に従うと仮定する。

$$d\mu_t = \kappa(\bar{\mu} - \mu_t)dt + \eta_t dz_2 \quad (14)$$

ここで、 κ は平均回帰係数であり利益の長期平均からの乖離の半減期は $\ln(2)/\kappa$ で与えられる。これは当初は大きな利益成長率を示すインターネット企業でも、いずれ業種に応じた持続可能な利益成長率に確率的に収束するという仮定によるものである。なお、(13)式と(14)式の dz_1 と dz_2 はウィーナー過程の増分を表すが、本稿では両者を無相関と仮定する。

さらに(13)式の利益のボラティリティ σ_t は、次式のように時間の変動とともに長期平均 $\bar{\sigma}$ に収束すると仮定する。

$$d\sigma_t = \kappa_1(\bar{\sigma} - \sigma_t)dt \quad (15)$$

また(14)式の利益の期待成長率のボラティリティ η_t については、時間の経過とともに次式のようにゼロに収束すると仮定する。

$$d\eta_t = -\kappa_2 \eta_t dt \quad (16)$$

以上の確率モデルには、利益および利益の期待成長率のそれぞれに対して不確実性が仮定されている。したがって、これらの状態変数に対するリスク中立化のプ

ロセスとして、次のような測度変換を行う。

$$\frac{d\text{利益}_t}{\text{利益}_t} = (\mu_t - \lambda_1 \sigma_t)dt + \sigma_t dz_1^* \quad (17)$$

$$d\mu_t = [\kappa(\bar{\mu} - \mu_t) - \lambda_2 \eta_t]dt + \eta_t dz_2^* \quad (18)$$

ここで、 λ_1 および λ_2 は利益および利益の期待成長率に係るリスクの市場価格である。

以上のような連続時間の確率過程モデルおよび時系列モデルに基づいて、モンテカルロ・シミュレーションに必要な利益および利益の期待成長率 μ_t 、また両者のボラティリティである σ_t と η_t に関する離散化式は、それぞれ次式のように与えられる²⁰。

$$\text{利益}_{t+\Delta t} = \text{利益}_t e^{\{[\mu_t - \lambda_1 \sigma_t - (\sigma_t^2/2)]\Delta t + \sigma_t \sqrt{\Delta t} \varepsilon_1\}} \quad (19)$$

$$\mu_{t+\Delta t} = \mu_t e^{-\kappa \Delta t} + \bar{\mu}(1 - e^{-\kappa \Delta t}) + \eta_t \varepsilon_2 \sqrt{\frac{1 - e^{-2\kappa \Delta t}}{2\kappa}} \quad (20)$$

$$\sigma_t = \sigma_0 e^{-\kappa_1 t} + \bar{\sigma}(1 - e^{-\kappa_1 t}) \quad (21)$$

$$\eta_t = \eta_0 e^{-\kappa_2 t} \quad (22)$$

既述のとおり、これらの確率過程および時系列モデルに関する離散化式は、S&Mモデルにおける状態変数である収益に対して設定されたものと同様の仮定に基づいている。これはS&MモデルとRIOモデルによる株式価値の評価精度を、状態変数に設定される確率過程や時系列の性質ではなく、両モデルの計算構造上の相違に帰着させるための措置である。しかしながら、厳密には両モデルの状態変数ごとに理論的に適切な確率過程が設定されるべきところである。

5.2 タイムラインとパラメータの設定

シミュレーションのタイムラインは、次のとおりである。株式価値の評価時点は、2001年第3四半期末および2013年第4四半期末の2時点とする。前者はR社の収益(売上高)が、上場以来3年で約30倍と急成長するとともに、大規模な企業買収のために多額の資金調達が繰り返されるなど、市場環境ならびに資金調達の内外両面における高い不確実性に直面していた時期に当たる。これに対して第2の評価時点は、創業期における不確実性が徐々に低減し、収益性ならびに資金調達の両面で安定期に入ったと見られる時期である。

モンテカルロ・シミュレーションの推定期間は、四半期を一つのタイムステップとして、その25年分である100期間とし、各期間におけるシミュレーション

ている。本稿の(20)式は修正後の離散化式である。

20 Schwartz and Moon (2000)で示された(20)式には誤謬(typo)があったが、この点はSchwartz and Moon (2001)で修正され

の試行回数は100万回とする。

また図表7には、S&MモデルおよびRIOモデルの変数とパラメータ、ならびにデータソースと推定方法が示されている。ただし、両モデルの状態変数に対して同じ確率過程が設定されているため、両者に共通のパラメータについては、同一の記号で表されている。

なお、これらのパラメータは、会計情報、市場情報、外部情報および推定情報の4つのカテゴリに分類することができる。会計情報とは、それぞれの状態変数の初期値、成長率およびボラティリティからなり、これらは財務諸表から入手可能である。本稿では、各評価時点およびその直近の3期間の決算短信からこれらの情報を入手した。

また市場情報とは、状態変数の長期成長率ならびに長期ボラティリティ等からなる市場の長期的傾向を表すデータである。なお、S&Mモデルにおける収益の長期成長率は経済産業省サービス動態統計室資料をもとに推計した。ただし、RIOモデルにおける利益に関する長期成長率および長期ボラティリティに関する情報は得られなかったため、やむを得ず収益と同じ値を用いた。また無リスク金利は、評価時点ごとに直近5年分の10年物日本国債の金利の平均値を用いた。

さらに分析者による推定作業を必要とする推定情報については、Schwartz and Moon (2000)ではアナリストによる予想値等が用いられているが、本稿では同様の情報が得られなかったため、Schwartz and Moon (2000)の数値をそのまま採用した。この点についても解消されるべき検討課題である。

最後にターミナルバリュー TV は、シミュレーションの最終期間 T におけるEBITDAならびに残余利益の10倍とする²¹。

5.3 シミュレーションの実行結果と感度分析

図表6の上段(A)が、前半の2001年第3四半期末、また下段(B)が、後半の2013年第4四半期末におけるシミュレーションの結果である。

ここで、シミュレーションによる株式評価額を時価総額で除した比率を評価精度と定義すると、いずれの時点においても、RIOモデルの方がS&Mモデルよりも時価総額に近似する評価額を産み出している。すなわち、時価総額を基準とした場合、RIOモデルよりもS&Mモデルの方が、株式価値を過小ないし過大評価する傾向があるという結果になった²²。

このような結果が生じたのは、S&Mモデルが資本の増加要因を示す収益を状態変数とするフローモデルであるのに対して、RIOモデルは当初の株主資本簿

価に残余利益の現在価値が加算されるストックモデルであることが要因の一つになっていると考えられる。ここでフロー情報とは、収益および費用のような総額(グロス)情報を意味し、一方のストック情報とは、利益のように2時点間におけるフロー情報の差額としての純額(ネット)情報を意味する。

既述のとおり、売上高などの収益は資本の増加要因を示しており、それは資本の減少要因である費用が差し引かれる前の総額情報である。このような収益は、市場における需要変動などの外部環境に起因する不確実性の影響を受けやすく、このことが収益の成長率やボラティリティを通じて株式価値の評価額に大きく影響したものと考えられる。

さらに両モデルの状態変数である、収益および利益それぞれの成長率とボラティリティは、R社の創業時に近い2001年第3四半期末の方が、後半の2013年第4四半期末より大きく、創業時に近い方が不確実(不安定)な経営環境にあったといえることができる。

しかしながら、図表6のとおりRIOモデルは、前半が3.3%また後半は20.2%と両時点とも過小評価になっている。すなわち、利益が安定している後半の方が評価精度は低くなっているところに、同モデルの改善の余地があるといえることができる。

これに対して、S&Mモデルでは前半が-9.8%の過小評価、また後半が+49.3%の過大評価となっており、RIOモデルとは異なり、過大・過小両方の評価額が得られている。しかしながら、S&Mモデルでも後半の評価時点では、状態変数である収益の面では安定期にあるにも拘わらず、評価精度が低下している点には注意が必要である。

(A) 評価時点；2001年第3四半期

株式価値評価モデル	資本 簿価	時価 総額	評価額	評 価 精 度
RIOモデル			153,237	97.7%
S&Mモデル	36,980	156,850	141,521	90.2%

(B) 評価時点；2013年第4四半期

株式価値評価モデル	資本 簿価	時価 総額	評価額	評 価 精 度
RIOモデル			1,652,585	79.8%
S&Mモデル	306,454	2,070,522	3,090,696	149.3%

図表6 シミュレーションの結果 (金額単位:百万円)

21 3.1節で述べたように、理論的には TV の中には企業の清算価値まで含まれるから、モデル毎に異なる値を付加することは適切ではない。ただし、この点については企業の倒産価値に基づく TV の推定法という視点から別稿で論じることとする。

22 残余利益モデルによる株式価値評価額は、事業投資によって得られる評価額であり、現に保有されている金融投資

(現預金や投資有価証券からなり、その価値は時価の合計額で把握できる)から得られる価値部分を含まないと考えることもできる(桜井[2016]p.309)。このような金融投資として、R社の現金預金の現在有高を加味すれば、図表6のRIOモデルによる株式価値の評価額は、2001年が156,062百万円、また2013年が2,036,593百万円となる。

以上の諸点について検討するため、図表7に示されたパラメータの感度分析の結果について検討する。ここでの感度分析とは、2013年第4四半期における各種のパラメータを、それぞれ5%増加させた場合に生じる株式評価額の変化率をいえる。

図表7(B)のS&Mモデルにおいて、収益成長率のボラティリティ初期値、および収益成長率の平均回帰速度の2つのパラメータが、株式価値に大きな変化を生じさせていることが分かる(+10.17%と-10.20%)。

このことは、S&Mモデルでは状態変数である収益の期待成長率に係わるリスク、およびその期待成長率の市場平均への回帰速度で示される、いわば市場における需要動向といった企業の外部要因が、株式価値の評価に大きく影響することを示唆している。したがっ

て、上述のように一見したところ安定期にあると思われる収益状況であっても、株式価値の評価額が過小・過大と大きく変動するという点で、S&Mモデルは株式価値の評価精度上の不確実性が高い評価モデルとすることができる。さらに、S&MモデルではEBITDAの推定にあたり、費用構造に関する分解分析が行われたが、変動費と固定費の感応度(-7.37%と-5.53%)の方が、収益成長率の感応度(3.36%)よりも大きな値を示している。このように企業内部の費用構造をモデル化することは、ファンダメンタル分析における評価モデルとしては優れているが、その反面、株式価値の評価精度を高めるために費用構造等からなる内部情報への十分なアクセスが要請されることにも留意する必要がある。

(A) RIOモデル

情報特性	確率変数およびパラメータ	記号	2001年Q3	2013年Q4 →	感応度 (+5%)	情報源または推定法
会計情報	状態変数＝純利益・初期値＝ 期末資本＋純利益	—	30,649	306,454	—	
	利益成長率・初期値	μ_i	-7.67%	4.00%	1.33%	直前3期平均値
	利益ボラティリティ・初期値	σ_i	11.26%	6.50%	0.02%	〃
	利益成長率ボラティリティ・初期値	η_i	7.93%	3.53%	0.77%	〃
市場情報	利益成長率・長期平均	$\bar{\mu}$	-0.94%	0.19%	1.49%	経産省サービス動態調査
	利益ボラティリティ・長期平均	$\bar{\sigma}$	2.14%	0.82%	-0.11%	〃
外部情報	無リスク金利	r_F	1.69%	1.09%	-5.62%	日本国債10年物平均
推定情報	利益成長率・平均回帰速度	κ	0.08	0.17	-1.98%	Schwartz and Moon
	利益ボラティリティ・平均回帰速度	κ_1	0.08	0.17	0.01%	〃
	利益成長率ボラティリティ・平均回帰速度	κ_2	0.08	0.17	-0.39%	〃
	利益・リスクの市場価格	λ_1	0.01	0.01	-0.04%	〃
	利益成長率・リスクの市場価格	λ_2	0	0	—	〃

(B) S&Mモデル

情報特性	確率変数およびパラメータ	記号	2001年Q3	2013年Q4 →	感応度 (+5%)	情報源または推定法
会計情報	状態変数＝収益・初期値	—	1,770	148,843	—	四半期：百万円
	期首現金残高・初期値	—	2,825	384,008	—	
	収益成長率・初期値	μ_i	12.81%	3.45%	3.36%	直前3期平均値
	収益ボラティリティ・初期値	σ_i	19.56%	5.98%	-0.17%	〃
	収益成長率ボラティリティ・初期値	η_i	2.06%	7.00%	10.17%	〃
	変動費率・初期値	v_i	23.78%	33.94%	-7.37%	費目別法による推定
	固定費	—	824	71,879	-5.53%	〃
市場情報	収益成長率・長期平均	$\bar{\mu}$	-0.94%	0.19%	2.35%	経産省サービス動態調査
	収益ボラティリティ・長期平均	$\bar{\sigma}$	2.14%	0.82%	-0.46%	〃
外部情報	法人税率	tax_i	40.00%	36.00%	-5.38%	実効税率表
	無リスク金利	r_F	1.69%	1.09%	-0.97%	日本国債10年物平均
推定情報	収益成長率・平均回帰速度	κ	0.08	0.17	-10.20%	Schwartz and Moon
	収益ボラティリティ・平均回帰速度	κ_1	0.08	0.17	1.22%	〃
	収益成長率ボラティリティ・平均回帰速度	κ_2	0.08	0.17	-3.10%	〃
	収益・リスクの市場価格	λ_1	0.01	0.01	-0.46	〃
	収益成長率・リスクの市場価格	λ_2	0	0	—	〃

図表 7 シミュレーションのパラメータおよび感度分析の結果

一方の図表7 (A) のRIOモデルでは、全体としてパラメータの変動率である5%を大きく超えるような株式価値の変動が生じることはなく、設定されたパラメータには安定性があることが確認された。

具体的には、状態変数である利益の成長率は、前半の-7.67%から後半には4.00%まで大きく回復したが、このことが必ずしも株式価値の感応度に大きな影響を及ぼしているとは言えない、ということである(1.33%)。ただし、本稿のRIOモデルではターミ

ナル時点における残余利益の10期分をTVとしてカウントしているが、これはEBITDAをTVとするS&Mモデルよりも相当小さなTVであり、このことが同モデルの過小評価の一因になっているとも考えられる。

この他、RIOモデルに大きく影響するのが無リスク金利であることも分かった(-5.62%)。このことは、リスク中立確率測度を導出する際の測度変換プロセスに関して慎重な対応が必要であることを示唆する

結果である。

6. 本稿の問題と今後の課題

本稿では、株主からの委託財産に関する会計報告責任としてのアカウンタビリティという視点から、株式に含まれるリアルオプション価値に基づく株式価値評価モデルについて考察した。

まず2節では、Black and Scholes(1973)で示された「残余財産オプションモデル」が、実物資産である企業資産を原資産とするリアルオプションモデルとして定式化されることを確認した。

その上で3節では、アカウンタビリティを履行するために必要となる期間損益計算に基づいて、株主へのリターンという視点から配当割引モデルのリアルオプション的性質について言及し、さらに配当割引モデルから導出される残余利益モデルの計算構造に着目して「残余利益オプションモデル (RIO モデル)」を提案した。

残余利益モデルは、Ohlson(1995)によって線形情報ダイナミクスモデル(LID)として拡張されて以来、利益を説明変数とする線形回帰モデルの理論的根拠を与える株式価値評価モデルとして位置づけられてきた。これに対して、本稿におけるRIOモデルは株式に含まれるリアルオプション価値を推定する非線形モデルとして独自の意義を有するものと考えられる。

そこで4節では、このようなRIOモデルの比較対象としてSchwartz and Moon (2000)のモデル (S&Mモデル) を取り上げ、同モデルが「配当割引モデル」に基づいた現金ベースのリアルオプションモデルであることを確認した。

以上の検討をもとに、5節では日本におけるインターネット企業の株式価値を、RIOモデルおよびS&Mモデルを用いて評価した。シミュレーションの結果、時価総額を基準として両モデルの評価精度を比較すると、RIOモデルの方がS&Mモデルよりも評価上の差異率が小さくなるという結果が得られた。

このような結果が得られたのは、S&Mモデルの場合、インターネット市場における需要変動に起因する大きな不確実性に晒される収益を状態変数とするため、収益に関するパラメータの設定次第で株式価値の評価額が大きく変動するのに対して、RIOモデルの場合、残余利益の算出段階で収益から費用および株主資本コストが控除されるため、S&Mモデルのような不確実性が減殺されパラメータの安定性が確保されるからだと考えられる。

一方、モンテカルロ・シミュレーションに基づく感度分析からも明らかなように、各種のパラメータが株式価値の評価額に正負・大小の影響を与えるため、これらパラメータの決定方法や推定方法については、さらなる検討と改善が必要であることは明らかである。

そもそも収益と利益という異なる会計数値を状態変数とする2つの評価モデルを比較するためには、状態変数ごとの性質が反映された適切なパラメータ

が設定されるべきところである。それにも拘わらず、本稿では主としてS&Mモデルを踏襲したシミュレーションに終始していることは、今後に残された大きな課題である。

さらに、本稿ではインターネット企業1社の株式価値が評価されたに過ぎない。したがって、RIOモデルの評価精度をより精確に検証するためには、さらに多くの事例、あるいはアーカイバルデータを用いた計量的手法に拠る株式価値評価を行うことが必要である。

参考文献

1. Biddle, G., P.Chen and G. Zhang (2001). When capital follows profitability: Non-linear residual income dynamics. *Review of Accounting Studies* 6: 229-265.
2. Burgstahler, D.C. and I. Dichev (1997). Earnings, adaptation and equity value. *The Accounting Review* 72: 187-215.
3. Black, F. and M. Scholes. (1973). The pricing of options and corporate liabilities. *Journal of Political Economy*, 81, 637—659.
4. Merton, R. C. (1974). On the pricing of corporate debt: the risk structure of interest rates, *Journal of Finance*, 29, 449-470.
5. Edwards, E. and P. Bell. (1961). *The Theory of Measurement of Business Income*. Cambridge University Press.
6. Ohlson, J. A. (1995). Earnings, Book Values, and Dividends in Equity Valuation. *Contemporary Accounting Research*, 11(2): 661-687.
7. Schwartz, E. S. and M. Moon. (2000). Rational Pricing of Internet Companies. *Financial Analysts Journal*, 56, 62-75.
8. Schwartz, E. S. and M. Moon. (2001). Rational Pricing of Internet Companies Revisited. *The Financial Review*, 36, 7-25.
9. 大野薫(2013).『モンテカルロ法によるリアルオプション分析—事業計画の戦略的評価』．きんざい.
10. 桜井久勝(2016).『財務諸表分析〔第6版〕』．中央経済社.
11. 佐藤清和・大谷毅(2015).「残余利益で推定する株式のリアルオプション価値」．『日本リアルオプション学会 2015 年度研究報告大会予稿集』．
12. 佐藤靖・佐藤清和(2000).『キャッシュ・フロー情報—ブームの異現象を超えて』．同文館出版.
13. 杉本典之(1991).『会計理論の探求—会計情報システムへの記号論的接近』．同文館出版.
14. 中岡英隆 (2016).「不適切会計に揺れる東芝のウェスティングハウス買収戦略に関する一考察」．『日本リアルオプション学会機関紙』．第8巻 第1号.30-36.
15. 森平爽一郎 (2009).『信用リスクモデリング—測定と管理』．朝倉書店.
16. 森平爽一郎 (2015).「オプション価格決定モデ

ル：その学説史的展望(1) バシェリエ(1990)モデル」．『日本リアルオプション学会機関紙』．第7巻第3号.22-31.

謝 辞

お二人の匿名のレフェリーより、株式価値評価モデルならびにシミュレーションに関する改善点について多くのご教示をいただいた。ここに記して深謝申し上げる。また Schwartz and Moon (2000)に関するモンテカルロ法は、大野(2013)掲載の乱数ジェネレータおよび VBA プログラムを利用して実行されたものであるが、本稿の分析内容と結果のすべては筆者の責に帰すものである。大野薫先生には、同プログラムの利用についてご快諾いただいたことを感謝申し上げます。なお、本研究は JSPS 科研費 15K03767 の助成を受けたものである。

付 録

A1. 利益還元法と配当割引モデル²³

利益還元法とは、将来利益の流列の現在価値をもって株式価値とする評価方法であり、これに配当性向を乗ずれば配当割引モデルが得られる。しかしながら、利益還元法では内部留保された利益の再投資の効果が明示的には考慮されない。この点について検討するため、まず利益と配当支払額の差額が、翌期の事業に再投資されると仮定する。すなわち、配当性向を d とおけば、利益 - 配当 = 利益 $\times (1 - d)$ という関係が成り立つ。

このようにして再投資された事業の期待収益率を r_S とすると、利益 $\times \{1 + (1 - d)r_S\}$ が翌期の利益となる。ここで、利益が毎期一定の成長率 G で成長しているとすると、 $(1 - d)r_S = G$ となる。そこで、この r_S が株式の期待収益率 r_E と等しいと仮定することにより、次式の関係が得られる。

$$r_E - G = r_E d \quad (23)$$

一方、配当割引モデルにおいて、配当支払額の成長率が利益の成長率 G に一致するとすれば、株式価値は、配当 / $(r_E - G)$ で与えられることから、次のような関係式が導かれる。

$$\frac{\text{配当}}{r_E - G} = \frac{\text{利益}d}{r_E d} = \frac{\text{利益}}{r_E} \quad (24)$$

ここで、左辺は配当の成長率 G が仮定された配当割引モデルであり、右辺は利益還元法による株式価

値評価モデルである。このように内部留保利益の再投資の効果が織り込まれた利益還元法と配当成長が織り込まれた、配当割引モデルの同一性が示されることになる。

A2. 残余利益モデルの導出

ここでは、(9)式の残余利益モデルが導かれることを示す。本文(8)式で示されたクリーンサープラス関係式、資本 _{$t+1$} = 資本 _{t} + 利益 _{$t+1$} - 配当 _{$t+1$} の右辺に $+(r_E \text{資本}_t - r_E \text{資本}_t)$ と株主資本コストを加減する項を加えてから、 $t=0, t=1, t=2 \dots$ の各期の配当 _{t} を抽出した上で、これを配当割引モデルに代入する。

これより配当割引モデルによる株式価値 V_t^{DDM} は、次式のように表される²⁴。

$$\begin{aligned} V_t^{DDM} = & \frac{(1+r_e)\text{資本}_0 + \widetilde{\text{利益}}_1 - r_e \text{資本}_0 - \text{資本}_1}{1+r_e} \\ & + \frac{(1+r_e)\text{資本}_1 + \widetilde{\text{利益}}_2 - r_e \text{資本}_1 - \text{資本}_2}{(1+r_e)^2} \quad (25) \\ & + \frac{(1+r_e)\text{資本}_2 + \widetilde{\text{利益}}_3 - r_e \text{資本}_2 - \text{資本}_3}{(1+r_e)^3} + \dots \end{aligned}$$

ここで、 $t \rightarrow \infty$ のとき、 $\text{資本}_t / (1+r_e)^t \rightarrow 0$ と仮定すれば、時点 t における株式価値の評価額は、本文(9)式の残余利益モデル V_t^{RIM} が与えられる。

なお、本文5節のような RIM によるシミュレーションを実行する場合には、シミュレーションの試行期間における最終時点 T とした場合、 $t \rightarrow T$ のときに $\text{資本}_t / (1+r_e)^t \rightarrow 0$ と仮定することはできない。そこで、時点 T 以降の株式価値として何らかのターミナルバリュー TV を設定することが必要となる。

²³ 配当割引モデルと収益費用オプションモデルとの整合性に関する(23)式および(24)式の記述は、匿名のレフェリ

ーからのご教示に基づくものである。

²⁴ RIM の導出は、桜井(2016)第13章に拠るものである。