

リアルオプションと戦略

2016 December

Vol. 8 No. 3


 日本リアルオプション学会
The Japan Association of Real Options and Strategy
<http://realopn.jp>

巻頭言

世界で最初に「ブラック・ショールズモデル」を用いたリアルオプション研究は誰によって行われたのか? [森平 爽一郎] ————— 1

公開
研究会
2016

講演要旨

次代に向けた企業価値創造へのチャレンジ [長谷川 直和] ————— 2
～自販機ビジネスモデルの革新～

「No.1セキュリティ・リサーチ・チーム」を目指すFFRIの成長戦略 [鵜飼 裕司] ——— 6

富士急グループの経営戦略 [斉藤 隆憲] ————— 10
～「エンターテインメント」力を成長のドライバーとするONLY1企業に～

リンゴ皮むき工法の向こうに見える風景 [吉野 佳秀] ————— 17

査読
論文

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 [佐藤 清和] ——— 21

物価連動国債の元本保証 [森平 爽一郎、湯山 智教] ————— 33
—消費者物価指数に関するリアルオプション—

学会ニュース

第8巻 第3号

目次

巻頭言

世界で最初に「ブラック・ショールズモデル」を用いたリアルオプション研究は誰によって行われたのか?.....	森平 爽一郎	1
---	--------	---

公開研究会 講演要旨

次代に向けた企業価値創造へのチャレンジ ～自販機ビジネスモデルの革新～	長谷川 直和	2
「No.1セキュリティ・リサーチ・チーム」を目指すFFRIの成長戦略	鶴飼 裕司	6
富士急グループの経営戦略	斉藤 隆憲	10
～「エンターテインメント」力を成長のドライバーとするONLY1企業に～		
リンゴ皮むき工法の向こうに見える風景	吉野 佳秀	17

査読論文

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	佐藤 清和	21
物価連動国債の元本保証	森平 爽一郎、湯山 智教	33
—消費者物価指数に関するリアルオプション—		

〈学会ニュース〉

学会創立10周年記念号への原稿募集	5
J-Stage: 電子ジャーナル掲載予告	5
日本リアルオプション学会 会員募集中!	9
Call for Paper: International Journal of Real Options and Strategy	47
論文誌「リアルオプション研究」原稿募集のご案内	47
学会だより	48
法人会員リスト	49
編集後記	49

巻頭言

世界で最初に「ブラック・ショールズモデル」を用いた
リアルオプション研究は、誰によって行われたのか？

森平 爽一郎

(早稲田大学 大学院 ファイナンス研究科)

BS モデルとリアルオプション研究：世界で最初にブラック・ショールズモデルをリアルオプション研究に適用したのは誰だろうか？ トゥリジョリスやクーブランドはリアルオプション研究のパイオニアだが、それよりもっと前にブラック・ショールズモデルの適用を考え、その考え方を示した人がいた。一体誰なのだろうか？

答えはブラックとショールズその人達である。彼らは1973年シカゴ大学から出版されている有名な学術誌「*Journal of Political Economy*」に”Pricing of Options and Corporate Liabilities”と題し、後世BSモデルとして広く知られるようになったオプション価格決定モデルに関する論文を発表した。最初に投稿された論文のタイトルは”Pricing of Options”であったが、あえ無く採択拒否とされた。拒否された理由の一つが「この論文は数学の応用論文であり経済学の論文でない」ということであったそうだ。どんなに数学を使っている、それが経済分析に役立つということでない限り「政治経済学誌」と題する雑誌には掲載が拒否されるのは、当時のオプションがそれほど重要なものとされていた状況からすると当然のことであろう。まだ助教授であったブラックとショールズは何としても論文を受理してもらうために、論文の題名を”Pricing of Options and Corporate Liabilities”と直し再投稿した。つまり論文題名に”Corporate Liabilities”をつけ加え、このオプションモデルを用いると企業の財務諸表の右側、つまり負債Liabilities側の、狭義の「負債」と「株式」の価値を決定することができることを、数式を用いることなく、言葉によって説明したのである。多分、数学を用いたモデリングを行う時間がなかったし、数学を使うと再び採択拒否になると考えたからであろう。

株式価値(株価)がプラスの値がついているのは、有限責任制度のもとでは、貸借対照表の左側の企業(資産)価値が負債価値以上になるだろうということ、つまりその企業が債務超過にならないと投資家が考えているからである。言い換えるならば、株式は、企業資産を原資産とし、負債額面を行使価格と

するコールオプションであると考えることができる(その立ち入った分析については本号における佐藤教授の論文で説明されているのでこれ以上ここでは述べない)。そうであるならば、論文の前段で示した数学、伊藤定理を用いて導いたオプション価格決定モデルは経済学的にも意味があると主張したのである。このような企業の株式と負債はオプションとみなせるといえるのは、その原資産が資産という市場で取引されていない実物資産であることを考えれば、まさにリアルオプションの研究の嚆矢をなすものであるといえる。ブラック・ショールズ論文の重要性に関してこうした点を言及した人がほとんどいないのは残念というしかない。

その後の発展：こうした考え方は、その後Mertonによってデフォルト・リスクのある企業負債の評価や預金保険の価格決定において、数学的に厳密な形で展開された。また、企業が債務超過に陥る確率を、彼らの考え方をもとにして、株価や債券の市場価格から推定しようとする「デフォルト確率のオプションアプローチ」は今や世界中の金融機関や事業会社がリスク管理のために用いている。

マイナス金利の時代：ブラックは1985年8月30日に亡くなった。57歳の若さでノーベル経済学賞を受賞することなく没した。彼は死を目前として、*Journal of Finance*に”Interest Rate as Options”という、数式が一本もなく、参考文献リストも引用もない、JF誌としては異例の論文を投稿した。その内容は、貨幣の価格は負にならないのであるから名目金利は負にならない。しかし、負になり得る「影の金利」を考えれば、名目金利は、影の金利を原「資産」とし、行使価格がゼロのコールオプションであるとかんがえることができることを提唱した。

しかし、今や名目金利は負である。どのように考えたら良いのであろうか？彼の遺志を通じてさらなる研究をすべき時かもしれない。

われわれの身の回りには、あらゆるところでオプションがある。そうしたものを探し出し研究することが学会に課せられた我々の責務であろう。

〈公開研究会 2016年6月13日：講演要旨 於：野村総合研究所 会議室〉

次代に向けた企業価値創造へのチャレンジ ～自販機ビジネスモデルの革新～

長谷川 直和

(ダイドードリンコ株式会社 執行役員コーポレートコミュニケーション本部長)

1. はじめに

ダイドードリンコ株式会社(以下、当社という)は、「缶コーヒーの会社」「自動販売機の会社」として広く認知されている。しかしながら、当社の強みである「自販機ビジネス」は成熟期にあり、現在の枠組みの中では飛躍的な成長は望めないことも事実である。そこで本日は、当社の強みを活かしながら、時代や環境の変化に対応した新しい価値をお客様や社会に提供し、持続的成長を実現するための「自販機ビジネスモデルの革新」へのチャレンジをご紹介したい。

2. ビジネスモデルの特徴

2.1 ダイドグループの変遷

当社の強みである「自販機ビジネスモデル」は、一般的な清涼飲料メーカーのビジネスモデルとは大きく異なるものであり、その違いは当社の創業時のビジネスに由来する。

当社は 1975 年に清涼飲料の会社として設立されているが、ダイドグループの創業のビジネスは戦後まもなくに始めた配置薬業である。家庭や事業所に救急箱を配置し、使った分だけ代金をいただくというビジネスであり、このスタイルが自販機ビジネスモデルの原型となっている。すなわち、販売網を先に築きあげ、お客様から求められる商品を高品質なサービスとともにお届けしていくというビジネスモデルであり、現在の自販機ビジネスと共通している。

1970 年代になり缶コーヒーが発売され、HOT と COLD が併売できる自販機の普及とともに、当社のビジネスも大きく成長してきた。現在に至るまで、ビジネスモデルそのものがキャッシュを生む仕組みをまわしながら着実な成長を続けてきた。この仕組みについては、2.6 で詳述したい。

2.2 グループ理念と中期経営計画

当社は、自販機の普及とともに成長を続けてきたが、今や自販機市場も飽和状態となり、新たな成長に向け

た変革が必要なステージに差しかかっている。現社長高松富也は、2年前の就任時に新たなグループ理念、グループビジョンを制定し、強いリーダーシップをもって変革を推進している。

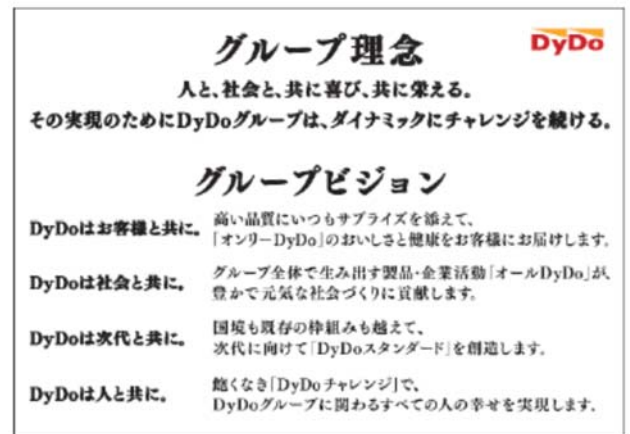


図 1 グループ理念、講演資料より

創業以来の企業理念である「共存共栄」は、新たなグループ理念の 1 行目にある「人と、社会と、共に喜び、共に栄える。」という言葉でその精神を受け継ぎつつ、2 行目にある「その実現のために DyDo グループは、ダイナミックにチャレンジを続ける」という言葉を新たに加えた。

これは、時代や環境の変化に対応し、永続的に発展する企業グループを目指していくために、ビジネスモデルの革新や新規事業領域の拡大、M&A などにも積極的にチャレンジしていくという決意を表すものである。

中期経営計画「Challenge the Next Stage」では、既存事業で安定的にキャッシュを生み出しつつ、海外展開による市場の拡大と M&A 戦略を活用した新規事業領域の拡大にチャレンジすることで、2018 年度には売上高 2000 億円、営業利益率 4%の達成を目指している。



図 2 中期経営計画、講演資料より

2.3 自販機×コーヒーによる安定した利益の確保

当社の売上構成比は、同業他社とは大きく異なる。例えば、自販機を通じた売上高構成比は、業界全体が約30%程度であるのに対し、当社は約85%を占める。また、商品別ではコーヒーの売上構成比は業界全体が約20%であるのに対し、当社は約57%となっており、いずれも業界平均を大きく上回っている。

主力商品である缶コーヒーは収益性が高く、自販機ビジネスに強みを持つことにより安定的な利益の確保につながっている。

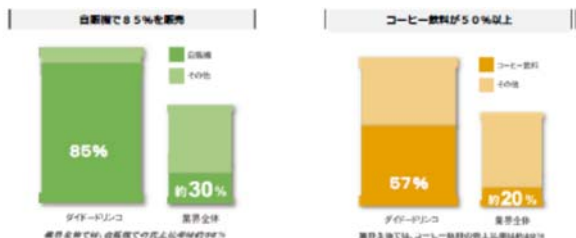


図 3 商品シェア：わが社と業界全体、講演資料より

2.4 自販機はダイドードリンクコの大切な店舗

当社は、「自販機はダイドードリンクコの大切な店舗」と考えている。自販機は当社商品を販売する直営店舗であることから、多店舗展開を行う小売業と同様に、好立地の確保(ロケーション)、魅力ある商品ラインアップ(プロダクト)、店舗である自販機を常に良好な状態に保つこと(オペレーション)の3つをトータルにコントロールすることが重要である。

そして、店舗としての付加価値を高めるためにはこれらに加えて「楽しさ」も必要と考えている。自販機にルーレット機能やおしゃべり機能、ポイントカード機能などを付加して、お客様に買い物をする楽しさをお届けしている。

2.5 強固なオペレーション体制

店舗である自販機の販売力を最大限発揮させるためには、自販機ロケーションごとの特性に応じた最適な商品ラインアップを実現することや、チャンスロスが発生させないことなど、その自販機を管理するルート担当者による自販機オペレーションの品質が極めて重要な要素となる。

当社が全国広範囲に保有する約28万台の自販機は、子会社と特約オペレータである共栄会によって直接管理する体制をとっている。共栄会は、創業時から共に事業を発展させてきた当社のパートナーであり、当社の社員が現場レベルまで入り込んで指導している。

自販機を常に良好な状態に保つための質の高いオペレーションは、当社の大きな強みである。

2.6 ファブレス経営による効率的な経営資源の活用

当社は自社工場を持たず、製造はパッカーと呼ばれる協力業者に委託する「ファブレス経営」を実践しており、商品の企画開発と自販機の運営に経営資源を集中する体制をとっている。

この仕組みは、財務面で大きなメリットがある。自販機での販売は現金回収である一方で、販売する商品はファブレスであるため、すべて仕入れている。すなわち、先に資金が回収され、支払いは後になる。利益＝キャッシュであり、運転資本が少なく済む。また、1台の自販機には30アイテム以上の品ぞろえが必要である。そのため、自社生産よりも、全国の協力工場を使って多品種のアイテムを仕入れた方が自販機ビジネスには適している。

3. 清涼飲料業界の動向

3.1 転換期を迎えた清涼飲料業界

清涼飲料業界は生産数量の伸長が続いているが、少子高齢化の進展を考慮すれば、どこかでピークアウトすることは不可避である。また、容器の軽量化や内製化比率向上等の原価低減施策についても、限界が近づいてきており、今後は劇的なコストダウンは見込みにくい。

今年に入って、飲料業界各社は収益重視の方針へと転換を図ることを表明しているが、消費者の節約志向の高まりや流通チェーンの強い交渉力に対応していくことが求められることから、実現への道筋は決して平坦なものではない。

3.2 消費者物価指数の推移

食品全般の消費者物価指数が上昇に転じていることとは対照的に飲料の消費者物価指数は低下が続いている。

商品カテゴリー別に見ると、特にミネラルウォーターと茶飲料の下落が著しい。中期的には販売数量の大

きな伸長が見込みにくく、劇的なコストダウンも難しい状況の中で、このような単価下落への対応が飲料メーカー各社の大きな経営課題となっている。

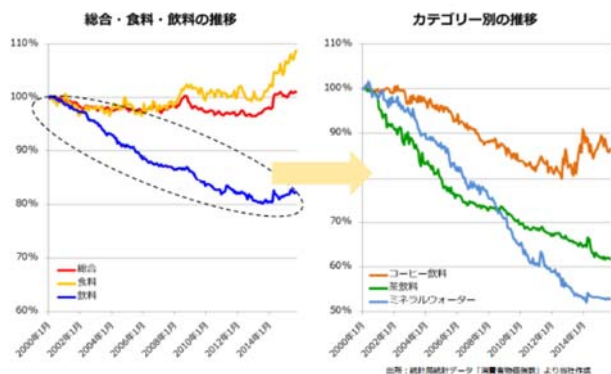


図 4 食料・飲料、カテゴリー別の販売推移、講演資料より

一方、飲料の1世帯あたり支出の推移を見ると消費増税に大きく反応しており、価格感応度が極めて高いことが分かる。

飲料メーカー各社は特保や機能性表示などの付加価値を高めた新商品を発売するなどの努力を続けているものの、販売単価を高めながら、一定の販売数量を維持確保することは、現状においては難易度が高いと言える。



図 5 1世帯当り1か月支出の対前年増減率、講演資料より

3.3 時代の変化に対応した収益構造への変革

このような現状を打破していくためには、価格以外の付加価値をお客様にお届けしていくとともに、時代の変化に対応した収益構造へ変革していくことが求められている。

自販機チャンネルは、人件費と自販機のハードにかかるコストが大きいことから、固定費が高いが、限界利益率も高い。販売価格を自社でコントロールできることが、自販機チャンネルの大きな強みである。

一方、コンビニエンスストアやスーパーなどの流通チャンネルは、自販機チャンネルと比較すると限界利益率が低い。また、近年は流通チェーンの合併、統合等を

背景とした販売促進活動に対する交渉力の強化や競争力の高いプライベートブランドのさらなる拡大により、限界利益率は年々低下する傾向にある。

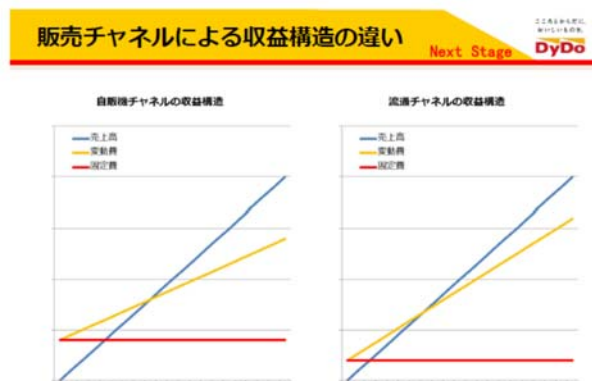


図 6 販売チャンネルによる収益構造の違い、講演資料より

自販機チャンネルを主力とする当社は、固定費の大幅な低減を図るとともに、自販機を通じてお客様に付加価値をお届けしていくことで、収益性を大きく改善することが可能になると考えている。

4. 次代に向けたビジネススタンダードの確立

4.1 自販機にかかる固定費構造の抜本的改革

当社は、次代に向けたビジネススタンダードを確立していくために、自販機ビジネスモデルの革新への取り組みをスタートさせた。

まずは、自販機の調達方法の見直しによる1台あたり購入コストの低減を図るとともに、環境面に配慮しながら、自販機使用年数の長期化にも取り組んでいる。このことにより、今後5年間で約50億円の固定費削減が可能になると見込んでいる。

4.2 攻めのIoT投資

固定費削減により創出したキャッシュは、攻めのIoT投資へ活用していく。2016年4月より、スマートフォンを介してお客様と自販機をつなぐ新サービス「Smile STAND」を導入した。これを皮切りに、ネットワーク化した自販機が様々なサービスを提供できるプラットフォームを確立していく。

2018年までに全国約15万台の自販機をIoTプラットフォーム化し、飲料を買うだけの自販機から、情報発信基地へと変革することを目指している。

自販機プラットフォームを次代のビジネススタンダードとしていくためには、オープンイノベーションの考え方が大切になる。様々な人や企業を呼び込んでいくことで、新しいビジネスを創出していきたい。

5. 持続的成長の実現に向けて

伊藤レポート「持続的成長への競争力とインセンティブ」によると、厳しい環境下でも高いパフォーマンスを維持している企業には、

- (1) 他社との差別化で顧客に価値を提供して価格決定力を持っている。
- (2) 自社の存在が不可欠となるポジショニングと事業ポートフォリオ最適化を徹底している。
- (3) オープンイノベーション等他社との連携も視野に入れた継続的なイノベーションを行っている。
- (4) 変化を恐れず、時代や自社に合った経営革新に合理的、積極的に取り組んでいる

といった共通項が見られるという。

これらの要素を当社にあてはめて考えてみると、

- (1) 自販機の付加価値を高め、差別化を図ること
で、価格決定力を維持していくこと。
- (2) 自販機ビジネスモデルに強みを持つことにより、業界における確固たるポジションを維持していくこと。
- (3) 自販機プラットフォームビジネスの可能性をオープンイノベーションによって広げていくこと。
- (4) 変化を恐れず、自販機ビジネスモデルの革新に積極的にチャレンジしていくこと。

以上の4つのポイントが持続的成長を実現していくための大きなカギとなる。

自販機ビジネスモデルの革新により、時代や環境の変化にあった新しい価値を創造し、お客様や社会に提供し続けていくことで、ダイドールグループは永続的に発展する企業グループを目指していく。

学会創立十周年記念号への原稿募集

本学会は、2016年に、創立十周年をむかえました。これを記念して、本誌次号の第9巻第1号(2017年3月発行予定)を特集テーマ「リアルオプションの原点とこれからのフロンティア」のもとに創立十周年記念号といたします。

広く皆様から、一般の原稿募集に加えて、特集テーマに沿ったご投稿を歓迎いたします。

原稿の種類は、紹介、解説、書評、研究メモ、論説、論文等があります。投稿の期限を2017年2月15日といたします。

査読を希望する論文は、その希望を明示してください。(査読希望論文については、1月末を投稿期限とします。それ以降の投稿については、第2号以降での掲載になる場合があります。)ご投稿は、案内ページ http://www.realopn.jp/prep_page8.htm からのご投稿をお願いします。

記事の分量は、上記案内ページのテンプレート・フォーマットで、なるべく10ページ以内でお願いします。

本機関誌は、電子ジャーナルとして、皆様が、個々において、広く、国内外にむけて情報発信する場です。皆様のふるってのご投稿をお待ちしております。

本誌「リアルオプションと戦略」は、国内外に公開される電子ジャーナルとなります

本誌の各号は会員限定の刊行後、3か月を経過してからインターネット上の電子ジャーナルプラットフォーム「J-Stage」に đăng載されます。これにより本誌掲載の記事は、Google Scholar などからも検索可能となり、社会に向けて広く情報発信されます。なお、各記事にはDOI(Digital Object Identifier)が登録され、本機関誌の記事は、すべて、国内外から恒久的にアクセスが保証される公開記事になります。

< 公開研究会 2016年7月6日 講演要旨 於: 野村総合研究所 会議室 >

「No.1 セキュリティ・リサーチ・チーム」

を目指す FFR I の成長戦略

鵜飼 裕司

(株式会社 FFR I 代表取締役社長)

1. はじめに

株式会社 FFR I は 2007 年に設立した企業であり、サイバーセキュリティの研究開発に特化した企業である。

まず、これまでの日本のセキュリティ製品供給の状況と当社設立の経緯について述べる。私は米カリフォルニア州のセキュリティベンチャー企業でエンジニアとして 4 年半研究開発を行い、その現場で日本におけるセキュリティに関するリスクに強い懸念を抱いた。当時、サイバーセキュリティの研究開発は日本では行っておらず、国内の企業は北米からソフトウェアを輸入して国内で販売するビジネスモデルを展開していた。つまり研究開発は北米で、日本は運用、というビジネスモデルであった。このため、日本は北米から見ると一つの営業拠点にすぎず、本来、成功すれば大きな収益の上がる研究開発の多くが、特に北米に依存しているため、このままでは北米と日本の格差は広がる一方だと感じていた。また、安全保障の面からも憂慮すべき状況にあった。日本特有の問題や日本が最初に直面した脅威は、市場規模の大きさを理由に後回しにされがちであり、そのような問題が発生した場合、自国で問題解決できないことは大きなリスクになるであろうという危機感を感じていた。

そんな中、日々サイバーセキュリティの脅威は大きくなるが、日本で研究開発を行う企業が現れず、このような状況を打破したいという思いから起業に至った。起業後、官公庁や重要インフラなど多くの顧客へ当社製品・サービスを展開し、2014 年にはマザーズに上場した。

本稿では、サイバーセキュリティ領域の現状と当社の取り組み、当社の成長戦略について論ずる。

2. 効果が薄れる従来型ウイルス対策

サイバー攻撃の被害がここ数年で増加している。ハッキングやウイルスを使った攻撃は以前から存在した。近年、それらに対する報道が増加傾向にある

のは、ここ数年でサイバー攻撃の方法が一新され、攻撃者のモチベーションも一転したためである。以前は自身の技術力を誇示しようといった愉快犯による犯行が殆どであったが、ここ数年でハッキングやウイルスのアンダーグラウンドエコノミーが急速に発達した結果、サイバー攻撃が収益のあがるビジネスとして扱われるようになった。また、IT 技術の発達に伴いあらゆるものがシステム化され、安全保障とも絡むようになったため、サイバー諜報活動も活発化した。アンダーグラウンドエコノミーの発達による経済的なインセンティブの劇的な増加と、サイバー諜報活動による国や軍の関与により、攻撃の技術が進化していった。

攻撃技術の進化の結果、従来までの防御の仕組みでは防御が困難になってきている。

従来型のウイルス対策ソフトは、標的型攻撃ではない一般的なウイルスに対しても、検知率は低いと言われている。原因はウイルス対策ソフトの検知技術、パターンマッチング技術にある。

昨今新種のウイルスは 1 日 10 万個以上発生すると言われている。大手ウイルス対策ベンダーは日々膨大に増加するウイルスを収集し、パターン化してユーザーに配信している。このパターンに基づいてパターンマッチングを行い、ウイルスを防御する。例えるならば、ウイルスの指名手配写真集による検知がパターンマッチングである。標的型攻撃の場合、特定の相手、組織用に新たなウイルスが作成される。つまりパターンにない初犯のウイルスが使用されるため、パターンマッチング技術では検知ができない。そもそも新種のウイルスが 1 日に 10 万個以上発生すると言われているため、ウイルス対策ベンダーはパターンファイルの作成とユーザーへの配信が追いつかなくなってきている。このような状況に陥っているにもかかわらず、大手ウイルス対策ベンダーは未だに有効なソリューションを提供できていない。

また、従来型のウイルス対策ソフトは、Windows 8.1 以降、Windows Defender として標準搭載されるようになってきている。Windows Defender は従来型ウイル

ス対策ソフトと同じパターンマッチング技術を用いたウイルス対策ソフトである。つまり、わざわざウイルス対策ソフトを購入する必要がなくなっている。しかしながら、それでも対策ソフトは売れ続けており、不要な対策に費用をかけるという矛盾した状況に陥っている。

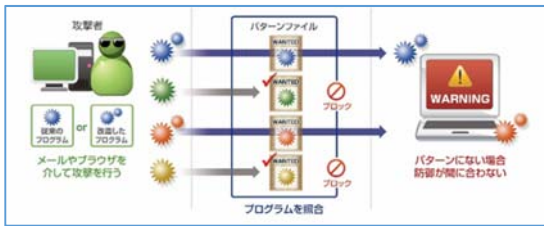


図 1：パターンマッチング技術のイメージ(FPRI 講演資料より)

3. 日本の公的機関へのサイバー攻撃

2015年以降の1年半を見ただけでも、公的機関、大学、金融機関などで多くのサイバー攻撃による被害・事件が起きている。

例えば、2015年6月に発覚した日本年金機構へのサイバー攻撃の場合、計3回攻撃を受けている。

1回目の攻撃は5月8日で、メールに添付されたウイルスをウイルス対策ソフトが検知せず感染した。感染に気付いた担当者は、ウイルス対策ベンダーに報告し、パターンファイルを作成してもらった。これで同じパターンのウイルスが来た場合は防御可能となった。

2回目の攻撃は5月18日で、同様の手口でメールによる添付ファイルから再度ウイルスに感染した。つまり1回目とは異なるパターンのウイルスであった。担当者は、再度ウイルス対策ベンダーに報告し、パターンファイルを作成してもらった。

3回目の攻撃は5月20日で、同様の手口で再びウイルスに感染し、ついに内部情報が漏洩した。

一連の経過から、パターンマッチングの手法が全く通用しなかったことが判断できる。

4. ランサムウェアとは

ランサムウェアという新たな脅威も従来型のウイルス対策ソフトで検知が難しい脅威として、近年攻撃が急増しており、2016年3月IPA(情報処理推進機構)から注意喚起がなされた。

ランサムウェアとは、データを人質にとり、データの回復のために身代金(ransom)を要求するソフトウェアのことである。攻撃者は取引先からのメールなどを装って攻撃を行う。ランサムウェアに感染するとファイルが暗号化される。ランサムウェアは感染と同時に身代金を要求し、身代金の支払方法などが詳しく記載されたメッセージが表示される。ユーザーはメッセージに従って仮想通貨等で身代金を支払うことでデータを復号させる方法を攻撃者から受

け取ることができる、といった攻撃手法である。

ランサムウェアにより想定される企業のリスクとして、管理部門が感染した場合、決算が実施できなくなる可能性、また開発部門が感染した場合、開発中の商品がリリースできなくなる可能性など多岐に渡る被害が考えられる。

現在、一般的に知られている対策としては、ソフトウェアのアップデート、ウイルス対策ソフトの導入、定期的なバックアップなどが存在する。しかしながら、ソフトウェアのアップデートを実施していても、ソフトウェアベンダーが修正できていない0-day脆弱性(未知の脆弱性)が存在し、この0-day脆弱性を利用した攻撃を防ぐことは困難である。また、ウイルス対策ソフトもこれまでに述べたように、ウイルス対策ソフトベンダーがパターンを配信できていない新種のウイルスによる攻撃は防ぐことができない。バックアップに関しても、バックアップファイルごと暗号化されるケースがある。

5. サイバーセキュリティに対する整備

標的型攻撃やランサムウェアなど増大するサイバー脅威やユーザーのセキュリティ体制の整備の遅れを背景に政府・官公庁、金融庁においても国家戦略としてサイバーセキュリティに対する整備が進められている。

現時点においては日本のサイバーセキュリティに関する施策の基本事項を定めたサイバーセキュリティ基本法が施行されているほか、地方公共団体向けには、マイナンバー制度の運用において、総務省よりセキュリティ対策が提示されており、特に「未知マルウェア(悪意のあるウイルスの総称)」対策が要求されている。また、民間企業に対しては、内閣府のガイドラインで、情報システムの保護と適切な運用が求められている。

また、2015年4月に金融庁の検査マニュアルが改正された。金融機関においてはサイバーセキュリティを確保することが喫緊の課題と定義され、システムリスク管理体制の強化が求められるようになった。

上記のようにサイバー脅威の増大とともに整備が進められる中で、標的型攻撃や未知の脅威に対応できるソリューションが求められている。

6. FFR I の強み

当社が開発した「FFR yarai(法人向け)」、「FFRI プロアクティブ セキュリティ(個人向け)」は、従来型ウイルス対策ソフトが防御できなくなってしまった標的型攻撃や未知脅威からシステムを守る新しいコンセプトの製品である。

従来型ウイルス対策ソフトで採用されているパターンマッチング技術と異なり、当社製品が採用しているのが、ヒューリスティック技術である。

パターンマッチング技術は、いわば泥棒の顔写真

を撮ってブラックリストを作り、リストに基づいて犯人を見つける手法。

それに対して当社が採用しているヒューリスティック技術は、犯罪者の不正な動き、振る舞いを見つけ、検知する手法である。どのようなウイルスも、どこかで必ず不正な動きを見せるので、例え未知のウイルスであっても検知及び防御が可能というメリットがある。

ヒューリスティック技術のデメリットとして、開発の技術的ハードルが高いということが挙げられる。ヒューリスティック技術を開発するには、過去のウイルスの攻撃技術の詳細に精通するだけでなく、今後発生し得る脅威を予測しなければならない。つまり攻撃者より先に攻撃技術を見つける必要がある。

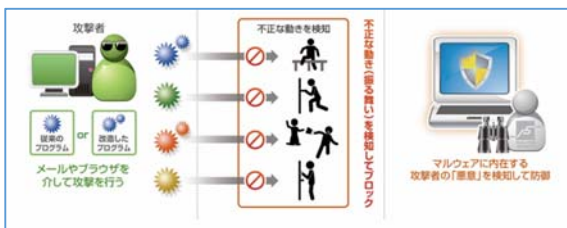


図 2: ヒューリスティック技術のイメージ(FFRI 講演資料より)

7. 防御にはエンドポイントの対策が必要

ヒューリスティック技術は当社以外でも主に北米の新興企業が製品を提供していて、大きく分けて 2 つのタイプが存在する。

1 つがゲートウェイ型と呼ばれるものであり、先行して普及した。これは社内ネットワークとインターネットの境界に専用機器を設置し、通過するプログラムを分析するタイプだ。ゲートウェイ型のメリットは導入が容易であるという点である。デメリットは脅威の検知は可能だが、防御は困難である点が挙げられる。社内ネットワークとインターネットを通過するプログラムは膨大な数であるため、ゲートウェイで防御しようとするると遅延が発生してしまいユーザーは通常業務に支障をきたすことになる。つまり可視化は可能だが、感染を防ぐことは難しい。そのためゲートウェイ型製品を販売する企業は、ゲートウェイ製品での検知を知らせるアラートが発生した際に実施する、緊急対応サービスを併せて提供し、結果的にコストが大きくなってしまふ。

もう 1 つがエンドポイント型と呼ばれるもので、それぞれの PC 端末でプログラムを分析するタイプで、PC 端末に 1 台ずつインストールする必要がある。そのため、導入に時間がかかるというデメリットがある。ただし、検知だけでなく防御も可能であり、検知時の緊急対応が不要であるため、導入後はコストが安価となり、かつ安全である。当社の FFR yarai、FFRI プロアクティブ セキュリティはエンドポイント型の対策ソリューションとなる。

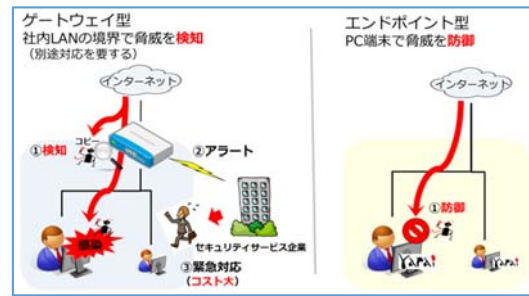


図 3: ゲートウェイ型、エンドポイント型のセキュリティ対策のイメージ(FFR 講演資料より)

8. 当社製品の優位点

当社エンドポイント型のソリューションである FFR yarai、FFRI プロアクティブ セキュリティの優位点として以下が挙げられる。

- ・ 豊富な防御実績
- ・ 5 種類の検知エンジンから成るプログレッシブ・ヒューリスティック技術
- ・ パターンファイルの更新が不要であり、動作が軽い

まず防御実績についてだが、2009 年に FFR yarai を発売後、標的型攻撃で使用されたウイルス検体を収集し、FFR yarai がリアルタイムに防御ができたか検証し、公表している。入手できたウイルス検体については、現在全て防御できている。

次に当社製品の優位点として、5 種類の検知エンジンを搭載しており、プログラムを多角的に分析することで、標的型攻撃を含む未知の脅威を防御することが可能である点が挙げられる。この 5 種類のエンジンは当社の独自技術であるプログレッシブ・ヒューリスティック技術を使用している。

また、パターンマッチングを一切用いていないため、パターンファイルの更新が不要であり、端末への負荷が軽いという点も当社製品のメリットである。

9. 当社製品の契約ライセンス数の推移と業種別ライセンス数

前述のような当社製品の優位点が評価され、FFR yarai のライセンス数は 2015 年 3 月期第 1 四半期から順調に増加しており、2017 年 3 月期第 1 四半期には 55 万台を突破した。業種別で見ると中央省庁が全体の 4 分の 1 強。その他官公庁を合わせると 5 割弱が官公庁になる。民間では金融機関のウエイトが高く、続いて運輸、情報通信と導入が進んでいる。

10. FFRI の事業モデル

当社はセキュリティ・プロダクトとセキュリティ・

サービスを提供している。セキュリティ・プロダクトは法人向けと個人向けに分かれており、法人向けではすべて販売パートナー経由のチャネル販売となっている。

製品を提供するにあたっては、導入・構築支援、運用などを行う必要があるが、その部分を販売パートナーに委託している。

個人向けについてはダウンロード販売とパッケージ販売の両方行っているほか、ディストリビューターを通じて様々な窓口で販売を実施している。

セキュリティ・サービスについてのクライアントは大手企業や官公庁であり、直接サービスを提供している。

11. 今後の取組み

今後当社は FFR yarai、FFRI プロアクティブ セキュリティにより、ウイルス対策市場の置換えを進める。従来型ウイルス対策ソフトは Windows defender と同様の防御手法(パターンマッチング)を用いているため、従来型ウイルス対策ソフトを購入し、Windows defender と入れ替えを行っても効果は限定的である。当社は Windows defender では防げない未知のウイルスに対処するための新しいセキュリティ対策ソフトとして、Windows defender と併せての使用を推奨し、市場に展開していく。



図 4：本来あるべきセキュリティ対策のイメージ (FFR 講演資料より)

12. 2017年3月期の取組み

2017年3月期においては4点を中心に取組みを進める予定である。

まずは FFR yarai の拡販である。当社ではこれまで FFR yarai の拡販に取り組み、導入ライセンス数は2016年6月末で55万台以上となるが、市場全体からみると当社製品の導入はごく一部となっており、当社製品の導入余地は大きく、より多くのユーザーに利用していただけるよう拡販活動を実施する。

次に海外の販路開拓である。海外展開についての取組みはこれまでも海外企業の日本法人との交渉を中心に行ってきたが、次期においては速度を上げて取り組む予定である。今後においては現地の親会社と直接交渉を行い、迅速な販路開拓を図る予定である。

3点目に個人向け製品の販売チャネルの拡充である。販売店にとってインセンティブのあるプランの設定などにより販売数の増加を狙うなど、実売に寄与する活動を重点的に行う予定である。販売チャネルについては現時点においてもオンライン・オフラインともに徐々に増加しているが、今後においても他社サービスとのオプション販売など、様々な形でユーザーに当社製品を届けられるよう取り組む予定である。

最後はIoTセキュリティ分野、車載セキュリティ分野の研究開発である。こちらについては短期的に業績寄与する性質のものではないが、このような技術革新による未知のセキュリティリスクについての研究は、当社の中長期的な成長に欠かせない取組みとなってくる。当社では今後においても短期的なもの併せて長期的な目線で研究開発を行う。

以上のような取組みを中心に、今後も当社は、コンピュータ社会の健全な運営に寄与していきたい。

※本寄稿は、2016年7月現在の情報に基づく

日本リアルオプション学会 会員募集中！

学会の目的と使命：

不確実な将来の可能性に、新しい価値認識をもたらし、有用な意思決定指針を追求します。投資における価値の評価、事業価値の創出と拡大、リスクへの対応と挑戦、戦略などの問題にとりくんでいる研究者、経営実務者、投資家のための交流と研究の学会です。多岐の分野と領域にわたって横断的な交流を通して、各領域のフロンティアを広げ、また、新しい時代へむけての有効な知識、技術、モデルを、ともに、探検・開拓することを目指します。

会員恩典：

1. 上記、研究会等に属し、共に、研究と情報交換を共有する。
2. 年次研究発表大会、シンポジウム等の参加費、および協賛学協会等の大会参加に割引を受ける。
3. 各論文誌に、論文を掲載する資格を有する。
4. 機関誌「リアルオプションと戦略」(pdf版)を学会ウェブサイトより、無料でダウンロードできる。

入会の申し込み：学会ホームページ http://realopn.jp/S2_menu.html より

〈公開研究会 2016年3月17日：講演要旨 於：野村総合研究所 会議室〉

富士急グループの経営戦略

～「エンターテインメント」力を成長のドライバーとする ONLY1 企業に～

斉藤 隆憲

(富士急行株式会社 IR推進室 部長)

1. 会社の沿革と株価の推移

富士急行は、富士山麓地域を世界的な観光地にする構想のもと、1926年に鉄道会社として創業しました。その後は、運輸業、不動産業、レジャー・サービス業などの事業を富士急グループとして展開しています。

創業は「鉄道」ではありますが、実は、成長のドライバーは「エンターテインメント」力であると考えております。

特に、今から12年ほど前の2004年5月に、富士急グループ経営理念・経営ビジョンを発表、翌2005年11月には、中期経営計画を発表とともに機関投資家向け説明会をはじめ開催し、企業価値向上の取り組みを強化しはじめました。さらに、2013年6月には富士山が世界文化遺産登録されたことや最近の訪日外国人旅行者の増加などが当社を取り巻く外部環境としてフォローになっていると考えております。なお、当社企業収益は、過去最高益(純利益)を更新中です。



図1 富士急行の株価の推移：講演資料より

当社株価も大幅に上昇しております。2004年3月末の株価は418円でしたが、本日2016年3月17日の株価は1,358円となり、3倍以上になっております。時価総額で言えばこの12年で1,000億円以上増えたこととなります。なお、同期間のTOPIXは1,179pts(2004年3月末)→1,358pts(2016年3月17日)であり、15%の上昇にとどまっております。

2. 富士山の世界文化遺産としての評価

富士山は、世界遺産に登録されるまでの手続きとして、ICOMOS(イコモス：国際記念物遺跡会議)という、ユネスコの諮問機関の事前審査を受けました。

その2012年8～9月に実施されたICOMOSの審査結果が、翌2013年5月に公表され、表1のような非常に高い評価をされました。

「富士山は疑いなく日本における一つの国家的な象徴ではあるが、その影響は日本をはるかに越えて及んでおり、今や国家的意義を広範に越えている。」

富士山が世界文化遺産に登録されたことは、富士急グループにとって外部環境の大きなフォローの一つになっていると考えております。

3. 富士山エリアにおけるインバウンドの動向

富士山エリアにおける足元のインバウンドの動向は、富士急行線河口湖駅やロープウェイなどの運輸事業や、富士急ハイランドやハイランドリゾートホテル&スパなどのレジャー事業においても定点観測をしています。顕著な伸びが続いています。例えば、上述の運輸事業では、利用者全体に占める外国人の比率は、この1年間で大幅に伸びた結果、利用者の半分が外国人になっております。

表 1 国際記念物遺跡会議による「富士急グループ」の評価と勧告：講演資料より

➤ ICOMOS（国際記念物遺跡会議）の評価結果及び勧告の概要（一部を抜粋）

- ・富士山は疑いなく日本における一つの国家的な象徴ではあるが、その影響は日本をはるかに越えて及んでおり、今や国家的意義を広範に越えている。
- ・個々の構成資産は、それら自体で意味を持つのではなく、一つの大きな絵の中の（複数の）要素である。
- ・2016年の第40回世界遺産委員会において審査できるように、2016年2月1日までに「保全状況報告書」を提出するように勧告する。

➤ 富士山の世界文化遺産登録までの経緯

2012年1月	日本政府よりユネスコへ推薦書を提出
2012年8～9月	ICOMOSの専門家による現地調査
2013年5月	ICOMOSの評価結果及び勧告の通知
2013年6月	第37回世界遺産委員会において、世界遺産登録決定

世界遺産登録名『富士山—信仰の対象と芸術の源泉—』
 「信仰の対象」であり、「芸術の源泉」として、日本人の自然観や日本文化に大きな影響を与えてきた歴史を背景に、歴史・文化にゆかりのある25か所の「構成資産」からなる富士山が世界文化遺産として登録

【世界文化遺産構成資産】

- ・富士山城
- ・山頂の信仰遺跡群、登山道（吉田口・大宮・村山口・須山口・須走口）、北口本宮富士浅間神社、西湖、精進湖、本栖湖
- ・富士山本宮浅間大社
- ・浅間神社（河口・富士御室・山宮・村山・須山・富士）
- ・御師住宅 ・山中湖 ・河口湖 ・忍野八海
- ・胎内樹型（船津・吉田） ・人穴富士講遺跡
- ・白糸ノ滝 ・三保松原

全25か所

出所 文化庁ホームページより当社作成

4. 企業プロフィール

4.1 富士急グループの売上構成比

当社グループの売上構成比(2015年3月期)は、(1)レジャー・サービス業：48%、(2)運輸業：32%、(3)不動産業：6%、(4)その他の事業：14%。特に、レジャー・サービス業がコア事業であり、運輸業の中ではバス事業が約75%の割合となっています。

レジャー・サービス業の内訳は、遊園地事業：52%、ホテル事業：18%、ゴルフ・スキー事業：8%、アウトドア事業：4%、飲食・物販事業：9%、その他：9%。主力は遊園地事業であり、富士急ハイランドが中核施設です。

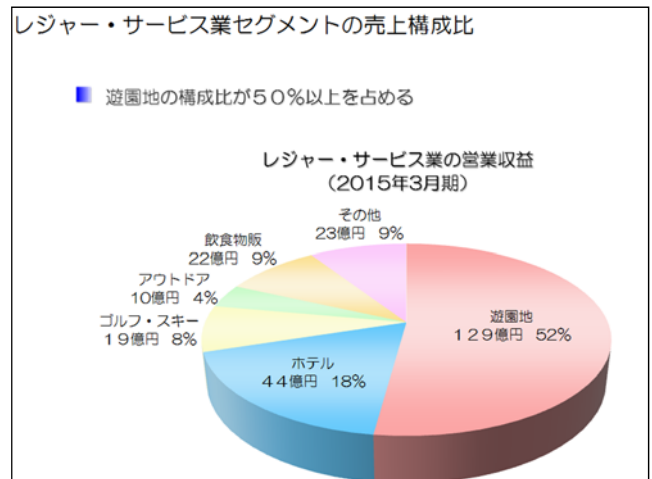


図 3 レジャー・サービス業セグメントの売上構成比：講演資料より

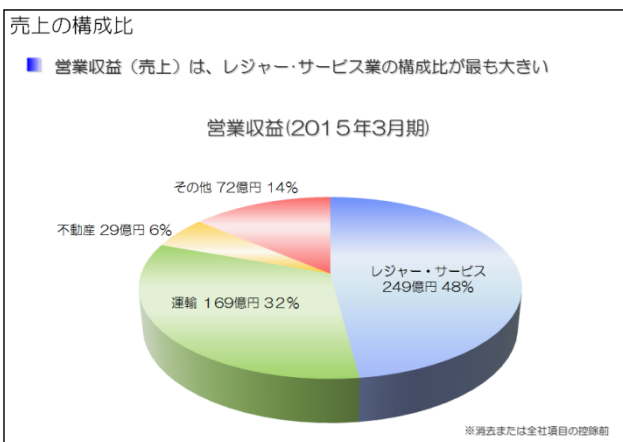


図 2 富士急グループの売上構成比：講演資料より

4.2 富士急ハイランドの差別化戦略

当社の重要な経営ポリシーの一つは差別化戦略です。特に、競争力の源泉でもある、「オリジナル」と「エンターテインメント」へのこだわりの一例である施設が、富士急ハイランドです。1996年オープン「キング・オブ・コースター・FUJIYAMA」、2001年には「ワールドブッチギリコースター ドドンパ」、2006年には「ええじゃないか」、2011年は「高飛車」、と5年ごとに大規模な投資を行ってきました。

これら4つの施設は、速度などでいずれもギネス世界記録に認定され、これこそが差別化戦略の具体事例と考えております。

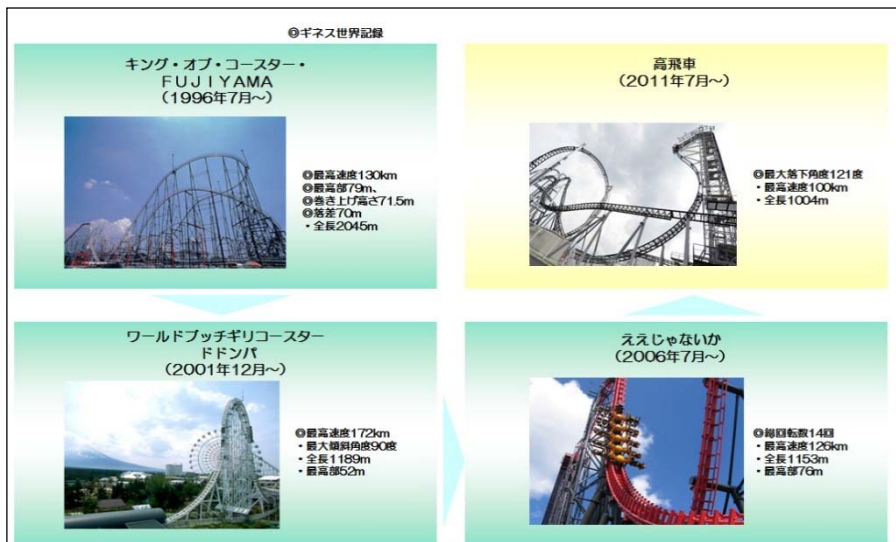


図 4 富士急ハイランドのギネス世界記録：講演資料より

4.3 M&A

当社は 1926 年に創立され、2016 年で創立 90 周年となります。1927 年より、自動車運送事業と山中湖畔別荘地の分譲を開始し、1961 年には「富士五湖国際スケートセンター(現 富士急ハイランド)」がオープンしました。

国内経済が低迷しているここ 10 年ほどでは、M&A を活用したエンターテインメント施設の拡充も進めております。2004 年：PICA、2007 年：さがみ湖ピクニックランド(現さがみ湖リゾート)、2015 年：富士吉田シティホテル(現富士山ステーションホテル)、が富士急グループ入りしております。

当社の沿革は、以下の通りです。

- 1926 年 9 月 富士山麓電気鉄道株式会社創立
富士山麓土地株式会社 創立
(1932 年 4 月 合併)
- 1927 年 3 月 自動車運送事業開始
- 1927 年 6 月 山中湖畔別荘地」分譲開始
- 1961 年 12 月 「富士五湖国際スケートセンター」
(現 富士急ハイランド)オープン
- 2004 年 6 月 「PICA」が富士急グループ入り
- 2007 年 2 月 「さがみ湖ピクニックランド(現 相模湖リゾート)」が富士急グループ入り
- 2015 年 4 月 「富士吉田シティホテル(現「富士山ス

テーションホテル」)が富士急グループ入り

4.4 PICA

2004 年にグループ入りした当時は、2 か所でキャンプ場の経営をしており、売上は 3 億円弱でした。富士急グループ入り後は、静岡、山中湖、神奈川(さがみ湖)、秩父、にキャンプ場を開設しました。さらに、物販・飲食のノウハウを活かして、駅、バスターミナル、サービスエリア、道の駅など交通ターミナルでの物販・飲食事業も展開し始めました。富士山エリアでの来訪者をターゲットに富士急グループ客単価を上げることが狙いです。現在では、アウトドア(キャンプ場)事業と物販・飲食事業等で、40 億円以上の売上にまで成長しております。

4.5 さがみ湖リゾート

2007 年より富士急グループ入りしましたが、当時の入場者数は 20 万人ほどでした。グループ入り後、まずアスレチック施設を開設、さらに、イルミネーションイベントを開始し、徐々に拡大して関東最大級にまで拡大。また、PICA のノウハウを活用して日本最大級のキャンプ場にバリューアップさせ、その後もフードコート、温泉、関東最大級の雪遊び広場であるスノーパラダイスなどをオープンさせていきました。一連のエンターテインメント施策により、現在の入場者数は 100 万人レベルまで増えております。



図 5 さがみ湖リゾートの複合型リゾートへのステップアップ：講演資料より

5. 富士急グループの経営戦略(2015 年度～)

5.1 経営理念・ビジョン

創業以来、「富士を世界に拓く」という創業精神で経営をしてきました。

それが 2004 年 5 月には、富士急グループとしてグループ経営を強化することなどを背景に、事業展開を富士山エリアに限定しないことやエンターテインメントが成長のドライバーであることを明確にすることなどから『いつも「喜び・感動」』を経営理念に掲げ、また将来のあるべき姿として、『富士急グループは十二分に安全を心がけ、「夢・喜び・やすらぎ・

快適・感動』を提供するアメニティビジネスのリーディングカンパニーを目指します』という経営ビジョンを策定、公表しました。

それから 10 年以上経っておりますが、この経営ビジョンを目指す事業展開の中で、(1) 世界中のお客様を顧客にすること、(2) 株主価値の向上、(3) 自然環境・地域社会への貢献、(4) 社員価値の向上、の 4 つの視点を意識しておりますが、(1)についてはインバウンド需要の増大、(2)については当社株価の上昇、(3)については富士山の世界文化遺産登録、など、経営ビジョン実現に向けて具体的な形となってきたこともあると考えております。



図 6 富士急グループ経営理念・経営ビジョン：講演資料より

5.2 経営戦略

今回の中期経営計画より、Integrated『Greater 富士山』戦略を経営戦略として、掲げております。『Greater 富士山』において、経営資源の一体化による価値向上を図り、国内外の幅広い層から多面的な需要を取り込むことを目指しております。

具体的には、2つのエンジンで取り組んでまいります。

(1) Original であること、① エンターテインメントが成長のドライバーであること、② オリジナリティ

の高いハード及びソフトを産み出すこと、を図ります。

(2) Seamless であること、① 当社グループをはじめ、経営資源をシームレスに結ぶこと、② ブランド・マネジメンを強化すること、です。地域観光資源も含め、当社交通・レジャー施設などの経営資源をシームレスに結び、それぞれの当社の事業・施設にはエンターテインメントによる新たな付加価値をつけることで、当社でなければできない新しい価値を創造していきたいと考えております。

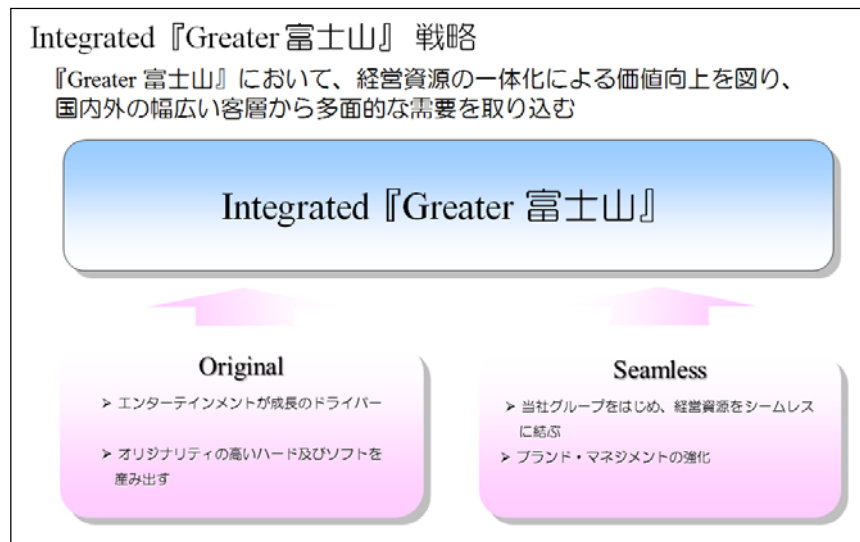


図7 Integrated『Greater 富士山』戦略：講演資料より

5.3 『Greater 富士山』エリアにおける展開

『Greater 富士山』エリアの考え方は、中核は富士山ですが、山梨、静岡、神奈川、東京までを当社の事業エリアとして幅広く捉えていることです。当社のお客様は、首都圏から大きな割合であることやインバウンド需要などを考えると、首都圏での情報発信や首都圏から富士山までの「シームレス」な導線を実現することが重要であると考えております。

現在、富士山周辺観光客数は年間3,377万人ですが、これを5,000万人にしたいと考え、取り組んでおります。

そこでまずキーになると考えているのが、訪日外国人客です。日本人が富士山に行く場合、夏期や休日がメインになるため、それ以外の時期での集客が課題でした。それがインバウンドは年間を通して訪れる傾向にあり、コンスタントな来訪者が見込めるからです。春は桜、秋は紅葉、冬は雪の観光をし、平日でも非常に動きが目立ち、さらに、雨が降っても計画

通り旅行をする大変ありがたいお客様なのです。

さらに、交通インフラの整備も追い風となっております。成田エクスプレスが富士急行線河口湖駅まで運行を始めました。2016年3月からは東京・八重洲の鉄鋼ビルから高速バスが1日12往復の運行を開始するなど、利便性が格段に高まっております。2016年4月からは新宿南口に高速バスターミナルが新設され、新宿駅周辺でこれまで各社バラバラであった乗車口が統合されます。また、2020年に向けて新東名高速の整備が進められており、付随する自動車道路の開通により、車のアクセスが格段に向上する見通しです。さらに、地元では富士山の5合目まで登山鉄道を敷設する構想も議論され始めております。そうすれば老若男女を問わず、気軽に5合目までアクセスできるようになり、自動車での往復に比べ、環境負荷の低減も期待できます。また冬場のアクセスも向上します。将来的にはリニア新幹線が山梨県にも

走る予定であり、東京からの所要時間は約20分にな

ると聞いております。

また、富士山周辺観光客数5,000万人のモデルとなるのが京都と考えております。京都市の場合は、1994年に世界遺産となった時点では4,000万人程度の観光客数であったのが、それから15年後には5,000万人を突破しました。特に、以前の京都の観光シーズンは紅葉シーズンの秋に偏っていましたが、インバウンドの取り込みやイルミネーションによるお寺のライトアップ等、イベントなどによって、観光客の季節変動を平準化する施策の実施などにより、今では

一年を通して観光客を取り込めるようになったためと考えております。

富士山エリアでも、京都と同様、電線の地中化や看板の景観配慮も進められております。したがって、富士山エリア全体でも、世界遺産登録により、よりよい環境に整備しようという人々の意識の変化が京都と同様の変化をもたらす起爆剤になるのではと感じています。

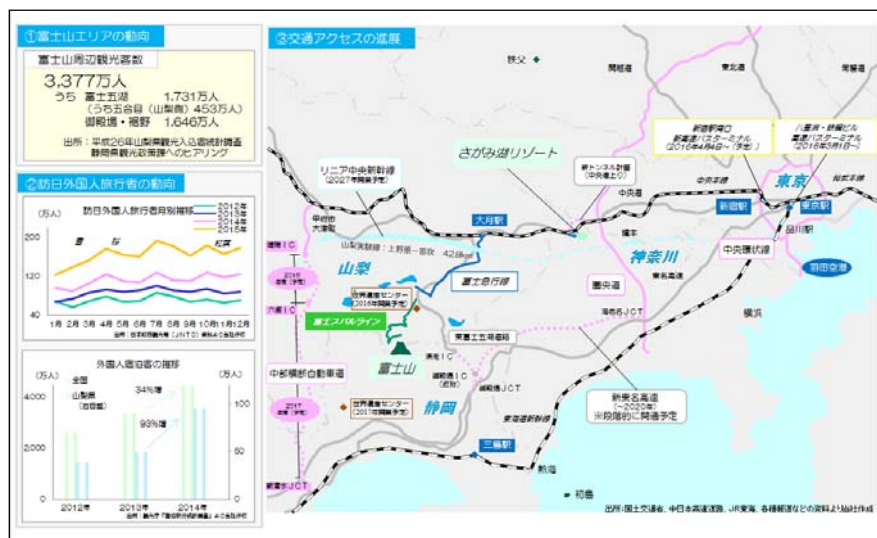


図8 富士山エリアにおける観光客の動向と交通アクセスの進展：講演資料より

5.4 富士山エリアにおける展開

当社のビジネスモデルは富士山を中心に構築されており、当社が90年前から富士山を観光開発してきたことから、参入障壁が高いのがポイントと考えております。そのため、富士山で世界文化遺産を構成する25ヶ所の構成資産へ観光しようとする、なんらかの形で当社の交通や宿泊も含めたレジャー施設を利用いただけることが多いと考えております。また、他社のホテルのお客様であっても、当社の交通やレジャー施設なども利用いただけると考えております。

また、もう1点挙げるとすれば、豊富な経営資源を保有していること。販売用土地、借地を含めた事業用土地をトータルすれば、1,000万㎡以上の土地になります。この膨大な経営資源の中にはまだ未開発の資源も多く、今後、「点から線、線から面へ」とシームレスに結ぶことで、当社でなければできない新たな価値の創造をしていきたいと考えております。

5.5 多面的な需要の取込みを図る施策

「エンターテインメント」を成長のドライバーに、国内外の幅広い客層から多面的な需要を取り込むことを進めてまいります。

足元で取り組んでいる重点施策の事例としては、富士急ハイランドでは歩行距離世界一でギネス世界記録にも登録されたお化け屋敷を進化させた「絶凶・戦慄迷宮」、120万人が挑戦してもまだ2組しか脱出できてない「絶望要塞2」、エンターテインメントレストラン「甲斐宝刀信玄館」を導入しました。また富士急ハイランドの隣接地には世界初の「リサとガスパールトウン」にて、シニア層やファミリー層などの幅広い客層の取り込みを進めております。世界遺産構成遺産である「忍野八海」近くには「忍野しのびの里」を開業しました。ここは外国人観光客にも楽しんでもらえるような忍者テーマビレッジです。運輸事業でも、山中湖の自然を五感で体感できる水陸両用バス「YAMANAKAKO NO KABA」の運行や、この春

に運行予定の「富士山ビュー特急」など、「乗ること」が目的となるエンターテインメントの付加価値をつけた乗りものを創出しております。今後、公共の宿を取得してアウトドアリゾートとして再開発する計画もあります。

以上、今後もオリジナリティの高いエンターテイ

ンメント施設を創出していき、かつ当社交通インフラでシームレスに結びつけ、エリアを面に創りあげていくことで、『Greater 富士山』エリアの更なる価値向上を実現したいと考えております。

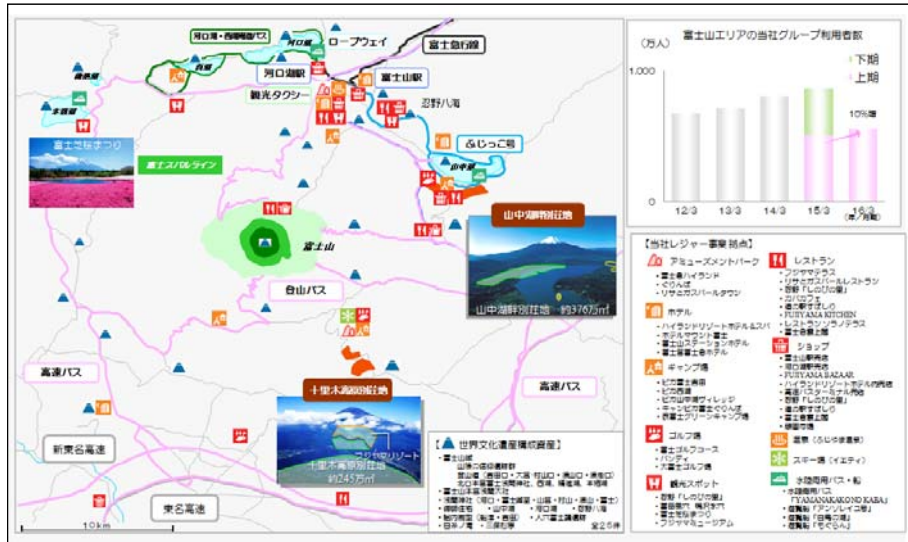


図9 富士山エリアにおける主な当社事業：講演資料より



図10 オープン予定の当社諸施設：講演資料より

<講演要旨 2016 年 5 月 30 日 野村総合研究所 会議室>

リンゴ皮むき工法の向こうに見える風景

吉野 佳秀

(ベストテラ株式会社代表取締役社長)

1. はじめに

筆者は、1974 年にベストテラ株式会社(以下、当社)を創業し、現在、代表取締役社長を務めている。当社はプラント(製鉄所、発電所、石油化学工場など)の解体に特化した企業であり、「リンゴ皮むき工法」を始めとする独創的な工法で業績を伸ばしてきた。2015 年には東証マザーズに上場しており、足元の業績も順調に伸びている。

世の中の仕組みを変えるような「何か」を世に出すには、思い込みを排除して、物事を色々な角度から考えることが重要である。本論では、思い込みを排除して、物事には色々な見方、考え方があるということ、様々な題材を取り上げて見ていきたい。

2. 本質を見抜く～「なぜ、どうして」を考えてみよう～

2.1 松尾芭蕉～古池に蛙は飛び込んだか～

松尾芭蕉の有名な俳句に「古池や 蛙飛び込む水の音」がある。芭蕉が 42 歳の時に詠んだ句であり、奥の細道に出発する 3 年前の作だ。



この句は誰でも知っている有名な句であるが、考えてみると、「蛙が飛び込む音」を聞いた人は、いないのではないか、という疑問がわく。蛙が水に入るのを見たことがある人ならば誰でも知っているが、ポチ

ャンと音を立てて飛び込むことはない。実際には音を立てずに水に入っていく。つまり芭蕉は、音を本当に聞いたのではなく、心の中の風景を詠んだのではないか。「古池に」ではなく「古池や」として、上の句と下の句が分かれているところを見ると、先に心の中の風景として「飛び込む蛙」があり、それにふさわしいのが「古池」だ、と連想したのではないかと思う。

2.2 忠臣蔵 ～武士道をどう見るか～

赤穂浪士は、当社、浪士と呼ばれていたが、いつの間にか義士になった。

忠臣蔵はよく知られているように、江戸城の殿中で、赤穂藩主浅野内匠頭が吉良上野介と刃傷沙汰となったことに端を発する。赤穂藩は 5 万 4,000 石の大名であり、今でいえば 500 名ほどの従業員を率いる上場企業の社長と言ったところだ。この浅野内匠頭は即日切腹を言いつけられ、死んだ。それに対して赤穂藩の家老であった大石内蔵助は、1 年 9 ヶ月後に吉良邸に討ち入りし、主君の仇を討ったことになっている。

一説では、天皇の勅使を迎える役を仰せつかった浅野内匠頭が、吉良上野介に接待の作法について教えを乞うたが、賄賂が足りずに、田舎者呼ばわりされたことに激昂して刃傷沙汰に及んだと言われている。

しかしこの話もよく考えてみるとおかしい。吉良家は、高家(こうけ：江戸幕府における儀式や典礼を司る役職)筆頭の旗本であり、石高こそ 4,200 石しかないが、加賀 100 万石に匹敵する格式があるとされた、由緒正しい家柄。このような家柄の人が本当に賄賂を要求するだろうか。

調べてみると、吉良家が治めていた吉良町は塩田の町であり、浅野家が治めていた赤穂も塩で有名な地である。もしかしたら、塩を巡るトラブルが背景にあったのかもしれない。

2.3 浅井三姉妹 ～なぜ彼女達はその生き方を選ん

だか～

織田信長の妹であるお市の方は、浅井長政との間に二男三女をもうけた。三女とは、茶々、初、江、の 3 人。茶々は 3 度の落城を経験した人として有名である。最初は浅井家、次は柴田家、最後に豊臣家の滅亡を目の当たりにした。

次女である初の夫であった京極高次は佐々木源氏の名門であり、もとは織田信長の家来であったが、明智、豊臣、徳川、と主君を次々に乗り換え、戦国時代を生き延び、最後は若狭 8 万 5,000 石の大名になった。複数の主君に使え、生き延びた高次の生き方は、前述の忠臣蔵の義士とは対照的な生き方、と言える。

2.4 カモメのジョナサン

リチャード・バックの小説で、ある 1 羽のカモメが長老と出会い、下界のカモメを救おうとする話。元オウム真理教の村井秀夫は、大阪大学を出て神戸製鋼に勤めるエリートサラリーマンであったが、この小説を読み、オウム真理教に入信した、と言われている。家を出る際に、母子家庭に育った彼は、母親にこの小説を見せて、「これを読めば私の気持ちが分かる」と言ったそうだ。

しかし、五木博之氏はこの本の解説で「理想を追うだけでなく、食べることも考えなければ駄目」と書いている。つまり、この解説を読めば村井秀夫は入信などしなかったと考えられ、原書を読んだのではないか、と思われる。実際は、原書ではなく日本語訳を読んでいたのだが、後書きにある五木博之氏の解説を読まなかったのであろう。

2.5 キリマンジャロの雪

アフリカ最高峰のキリマンジャロの山頂近くの万年雪の下に、一頭の豹の死体がある。なぜそんな場所に豹の死体があるのか、説明できたものは一人もいない。

アーネスト・ヘミングウェイの短編、「キリマンジャロの雪」の冒頭はこのように始まっている。これは筆者の意見であるが、豹には友達がいなかったのではないか。もしこの豹が一人でなかったならば、「そんな危ないところへ行っちゃいけない」と、雪山へ向かう彼を止めるものがいただろう。

筆者は、工事現場でこの話をするところがある。現場は常に安全を第一とするところであるが、一人で行動していたならば、必ず人間は間違いを起こすからだ。それを防ぐためには、声を掛け合うことだ。「今から切り落とすぞ」「安全帯は大丈夫か」。その一言が

事故を未然に防ぐことになる。

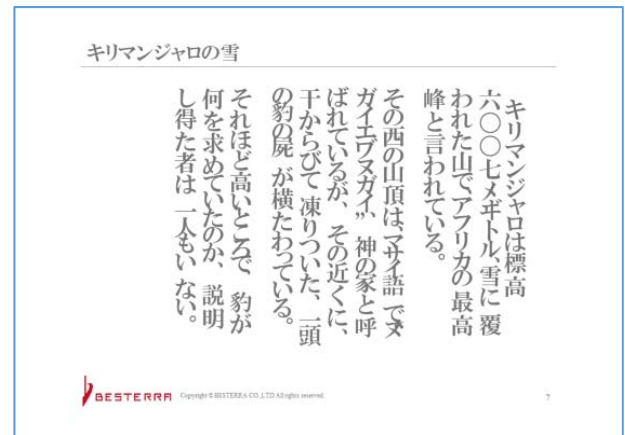


図 1 キリマンジャロの雪、講演資料より

2.6 ブンナよ、木からおりてこい

水上勉が書いた童話。子供向けではなく、子を持つ母親のために書かれている。トンビが獲物を置いておくえさ場に迷い込んだ蛙の話である。トンビに捕まった蛇などが瀕死の状態連れて来られるが、それでも蛇は本能的に、主人公の蛙を食べようとする。それに対して蛙は必死になって自分を食べないよう蛇を説得し、最後は生きて木からおりてくる、という話。知恵があれば弱者であっても生き残れる、ということをお伝えしたい。

2.7 失敗の本質

ノモンハン事件と大東亜戦争の敗因を追求した本。詳細は割愛するが、戦略がない組織は生き残ることが出来ない、ということだ。

2.8 中谷宇吉郎

中谷宇吉郎は、世界で初めて雪の結晶を人工的に作った人。中谷氏の本で「立春の卵」という随筆がある。一年のうち、立春の日に限っては卵を立たせることが出来る、という噂が世界中を駆け巡り、それを中谷氏が試してみたところ、立春でなくともいつでも卵は立つことが分かった。つまり、「卵は立たない」というのは思い込みに過ぎなかった。

中谷氏の、この思い込みに惑わされず、世界で初めてのものを創り出した精神に学ぼうと、当社では毎週火曜日の夕方に「卵の会」を開催している。社内の人間に限らず、誰でも参加可能な勉強会で、自由に意見を出し合う場である。この「卵の会」から新たな事業である人材サービスと 3D 計測事業が生まれた。

3. 会社概要

3.1 ビジネスモデル

「つくった人には壊せない」のがプラント解体。家を建てるときは大工さんに頼むが、壊すときは専門業者に頼むのと同じで、我々は壊す側の視点で物事を考える。プラントの解体の場合、昔はゼネコンやプラントを建てた会社に解体を依頼していたが、彼らは建造のプロセスを逆にたどるだけの計画なのだ。



図 2 企業理念、講演資料より

しかし壊すには壊すテクニックがある。当社はプラント解体工事専門会社として 40 年以上の経験がある。製鉄、電力、ガス、石油など、高い安全性が要求される分野でノウハウを蓄積してきた。また、解体作業には、特定化学物質、PCB、アスベスト、ダイオキシン、土壌汚染などの環境関連工事も不可避的に出てくる。これらにも対処できないといけない。

また、当社はファブレス企業であり、工事用の重機や工事部隊は保有していない。材料などの仕入・生産取引も存在しない。これは当社のコアとなる経営方針であり、リスクを回避しつつ、時代の変化に応じてビジネスを柔軟に変えていけるような体制を取っている。そのため、当社の仕事はプラントの解体工事の設計、提案、計画などの、いわゆるエンジニアリング業務である。現在、40 名強の人員で 30 億円以上の売上高を計上しているが、施主が何を欲しているか、どの分野を伸ばしていけばいいのかを常に考えて行動することが重要だ。

3.2 リンゴ皮むき工法

当社は工法の特許を 14 件保有しており、特に将来性の高いものについては世界特許として世界各国に出願中である。この特許の中でも、当社の代名詞とも

言われているのが、「リンゴ皮むき工法」だ。当社が開発したリンゴ皮むき工法とは、ガスホルダーを始めとする貯蔵タンクをリンゴの皮をむくように切断していく工法。現在、日本全国のガスタンクのほぼ全てに当該工法が使われており、専用の溶断ロボッ

「りんご☆スター」を使用して施工している。その特徴を当社ホームページから引用すると以下の通り。

“(リンゴ皮むき工法は)作業のための足場を組む必要がありません。高所作業車に乗ったままの作業となるので、足場仮設は不要となるわけです。

次に切断後の処理ですが、北極点からまさに「リンゴの皮をむくように」渦巻き状に切除していくと、鋼板は重力に従ってホルダーの内部に降りていきます。



図 3 リンゴ皮むき工法、講演資料より

従って作業員に危険を及ぼすことはないし、切断片を階下に降ろすというエネルギーも必要ありません。しかも切除した鋼板は、ホルダーの底に「蚊とり線香」状になって行儀よく並びます。(中略)

正に「より早く、より安く、より安全に」を実現できる弊社の「リンゴ皮むき工法」で皆様が望む理想の工事を実現させていただきたいと思っております (<http://www.besterra.co.jp/technology/>)。

3.3 プラント解体の市場規模

日本は 1964 年の東京オリンピック以降、経済の高度成長が続いた。それに伴い建設投資額も右肩上がり増加した。この流れは 1990 年代前半まで続いた。この右肩上がりの約 30 年の間に建設された構造物が、順次、老朽化していく。当社の事業領域であるプラントも同様である。

製鉄や石油石化は、プラントの寿命 (50 年を超える) という物理的な要因に加え、人口減や競争力低下の影響から、国が国策として企業再編を促している。

そのため、大手製鉄メーカー、石油業者の合併や施設の統廃合が急ピッチで進んでいる。このことも当社にとっては大きな追い風となっている。

また、これらの設備を建設した人たちや管理していた人たちの多くがいわゆる団塊の世代であり、引退の時期を迎えていることから、当該施設の状況を正確に把握している人材が枯渇しつつある。設計図は 50 年前に書かれたものであり、しかも度重なる修繕で現状とは異なっている。そのため、設備全体の把握、管理が困難になってきている。これを当社にとっての新たなビジネスチャンスとして捉え、新規事業として 3D 計測事業を 2015 年 1 月から始めているのだ。

業への応用も行っていく。



図 5 計測事業、講演資料より



図 4 実績と目標 (講演資料より)

4. おわりに

思い込みを排除して物事を深く考えることが大切とはいえ、思い込みに気付かないことは誰にでもある。我々は創業以来、知恵と創造力でビジネスモデルを確立し、成長を続けてきたが、常に柔軟な軌道修正ができるようであればいけないと考えている。そのためにも、お互いに気が付く風通しのいい会社、失敗をとがめず、言いたいことは全部言える企業を目指していきたい。

3.4 3D 計測事業

3D 計測事業は解体作業に IoT を活用する試みである。当社の持つ高性能レーザースキャナ、モデリング技術、そして解体技術を活かし、コンピュータ上に 3 次元図面を起すことができる。さらに、大規模なプラント設備も、トヨタの子会社である朝日航洋と手を組むことで計測が可能だ。朝日航洋は応用計測のプロであり、計測用の飛行機、車、船を保有している(当社はこのような資産を持たない方針を採っている)。そして、3 次元データに基づき、施工計画を作成し工程管理を行う「3D 解体」を実現したいと考えている。将来的にはロボットによるプラント設備の監視や、原発の廃炉などの人が入れない場所での作



図 6 さらになる発展へむけて、講演資料より

<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、アカウントビリティー

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トビリティーとして履行される。

経営者（会計担当者）に課されたアカウントビリティーという責務は、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トビリティー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トビリティーとは、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トビリティー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トビリティーが課せられている。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 [杉本(1991)]。

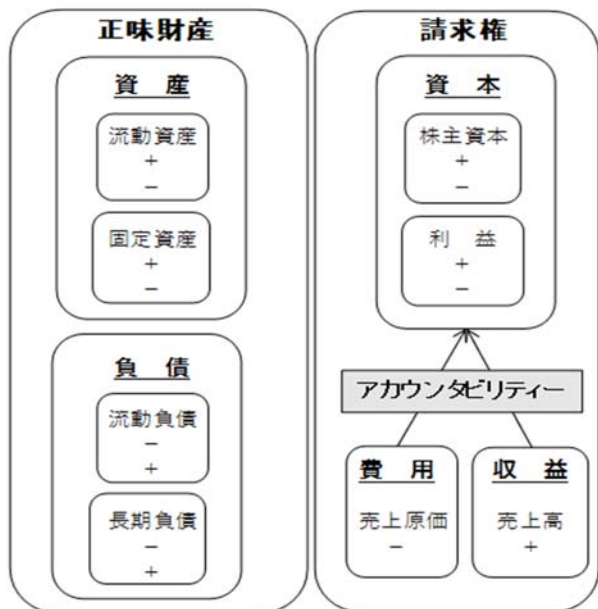
5 本稿では、会計等式から株式価値評価モデルが導かれることを明瞭に示すために、資産、負債、資本等の取引要素を記号化せず、これらの用語のまま定式化している。

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、アカウントビリティー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トビリティー

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

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こととして、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、原資産である株式それ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、ということ指摘しているからであり、したがって、アカウントビリティー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トビリティーが履行されるには、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 V_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列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列を現在価値に割引くという点で、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 $_t$ 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 $_t$ 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 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。

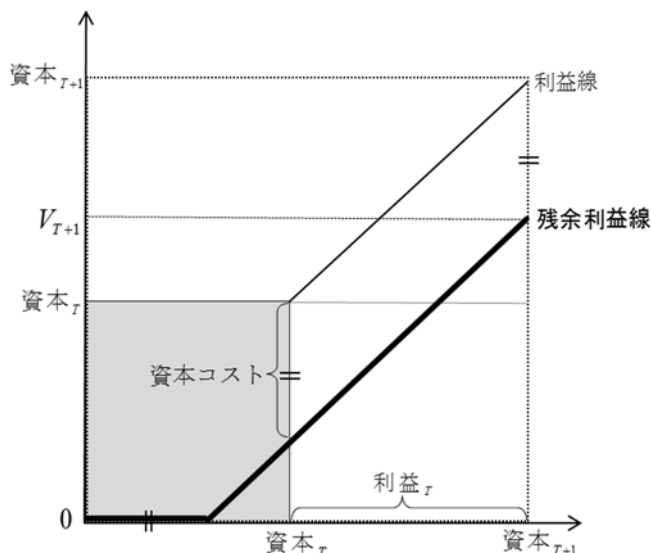
ここで、 $t+1$ 以降の利益を確率変数とおくと、リス

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。

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

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。

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

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 (利息、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。

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

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

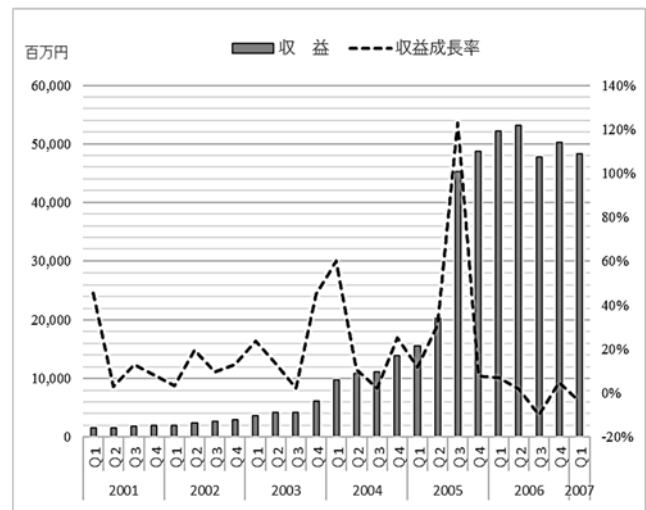
前節の Schwartz and Moon(2000)で分析されたのは、インターネットビジネスを牽引する米国企業の株式価値であるが、彼等の問題意識とは、当時の過熱した株式市況（後にネットバブルと呼ばれる株価高騰）の実態を解明するために、インターネットビジネスの中核を占める企業の株式価値を、リアルオプションをベースとするシミュレーションによって評価することで、その不確実性や脆弱性を検証することにあった。

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。

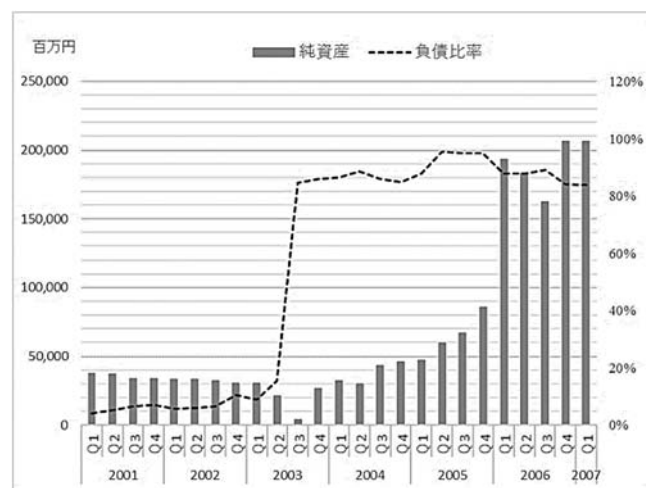
図表 4 には、シミュレーション期間における R 社の



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ふ。

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_t	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_c	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トビリティーという視点から、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、アカウントビリティー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

- Biddle, G., P.Chen and G. Zhang (2001). When capital follows profitability: Non-linear residual income dynamics. *Review of Accounting Studies* 6: 229-265.
- Burgstahler, D.C. and I. Dichev (1997). Earnings, adaptation and equity value. *The Accounting Review* 72: 187-215.
- Black, F. and M, Scholes. (1973). The pricing of options and corporate liabilities. *Journal of Political Economy*, 81, 637—659.
- Merton, R. C. (1974). On the pricing of corporate debt: the risk structure of interest rates, *Journal of Finance*, 29, 449-470.
- Edwards, E. and P. Bell. (1961). *The Theory of Measurement of Business Income*. Cambridge University Press.
- Ohlson, J. A. (1995). Earnings, Book Values, and Dividends in Equity Valuation. *Contemporary Accounting Research*, 11(2): 661-687.
- Schwartz, E. S. and M. Moon. (2000). Rational Pricing of Internet Companies. *Financial Analysts Journal*, 56, 62-75.
- Schwartz, E. S. and M. Moon. (2001). Rational Pricing of Internet Companies Revisited. *The Financial Review*, 36, 7-25.
- 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.
- 桜井久勝(2016).『財務諸表分析〔第6版〕』. 中央経済社.
- 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』.
- 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.
- 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.
- 中岡英隆 (2016).「不適切会計に揺れる東芝のウエ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.
- 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.
- 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) バジエリ(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。

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

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。

<査読論文 2016年12月22日 採択>

物価連動国債の元本保証 —消費者物価指数に関するリアルオプション— Face Value Guarantee for the Inflation-Indexed Government Bonds - Real Options on Consumer Price Index -

森平 爽一郎
(早稲田大学 大学院ファイナンス研究科)

湯山 智教
(早稲田大学 大学院商学研究科)

Soichiro Moridaira (Graduate School of Finance, Waseda University)
Tomonori Yuyama (Graduate School of Commerce, Waseda University)

Summary: In this paper, we first overview several issues related to price-linked government bonds in several countries in terms of the policy background and conditions of issuance, then we discuss risk premium and principal guarantee option when extracting the expected inflation rate by Break-Even Inflation rate (BEI). When we try to derive the pricing model for the principal guarantee option premium, we employ the pricing kernel (SDG: Stochastic Discount Factor) approach. Therefor we can obtain the value of guarantee as a put option pricing formula by maximizing the expected utility from consumption of representative investors. Regardless of the fact that we assumed the investors are risk averse, it is possible to derive risk neutral valuation formula, which is free from the risk preference and the expectation of the investors. We also derive the exact formula for the future deflation probability embedded in the equilibrium price. It can be shown that necessary information to compute the probability comes from the market price of actual nominal discount bonds and inflation-indexed government bonds only. We also discussed the possibility of estimating the degree of risk aversion of the representative investors based on the Japanese government bond price.

1. はじめに

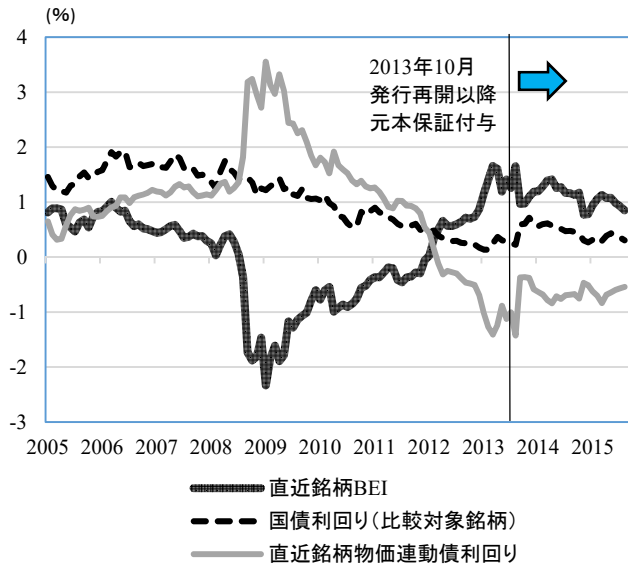
我が国では、物価連動国債(償還年限は10年。以下、単に「物価連動債」ともいう)が2004年3月以降、第16回債まで年4回発行されたものの、リーマンショックの影響や、デフレが続き元本減少が続いたことなどから需要が減少したこともあり、2008年10月に一時発行が休止された。その後、2013年10月から発行が再開されたが、発行条件が変更され、米国等と同様、インフレ率がマイナスすなわちデフレが生じた場合、元本支払いが保証される形に発行条件が変更された(財務省 2013)。すなわち、デフレ保証あるいはデフレ保険が付されたことになる。これにより、物価連動債の利回りは、行使価格が元本価格であるプットオプションの価値が差し引かれる形、すなわち本来の利回りから、そのプットオプション価値相当分だけ低くなる形で評価されると考えられる。発行者である政府の立場からみると、その分だけ発行コストが安くなる一方、投資者の立場からみる

と、その分だけ利回りが低くなることになるが、デフレ時の元本割れリスクを回避できる。

また、このデフレ保険に関するオプションプレミアムは、物価連動債の取引時に考慮する必要があるだけでなく、物価連動債利回りを元に算出されるブレイク・イーブン・インフレ率(以下、「BEI」という)を評価する際に考慮すべき要素となる。BEIは、中央銀行を含めた市場関係者が注目している指標であり、その背景としては、これにより市場参加者による将来の物価上昇率に対する期待(以下、「期待インフレ率」という)を評価することができることがあげられる。特に、物価安定目標を有する国にとっては、期待インフレ率は金融政策の先行きを示しうる指標であることから、注目されている。例えば、我が国においても、日本銀行が消費者物価上昇率2%の「物価安定の目標」を掲げた2013年1月前後に、BEIが0%台前半から1%台半ばへと上昇したが、これが期待インフレ率の上昇を示すものとして市場関係者等の間で注目された(黒田(2013)等)。

本稿では、物価連動債に係る仕組みや各国における発行状況・発行の背景等について概観し、続いてBEIによる期待インフレ率抽出の際のリスクプレミアムと元本保証オプションプレミアムのもたらす影響について示す。その上で、その元本保証にかかるオプションの経済的な含意について述べる。

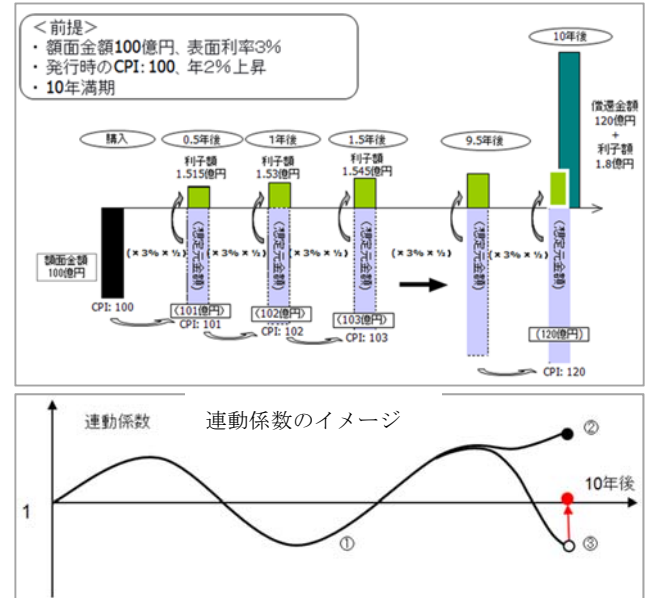
であり、利子の額についても、各利払い時の想定元金額に表面利率を乗じて算出される。表面利率は発行時に固定し、全利払いを通じて同一であり、物価上昇により想定元金額が増加すれば利子の額も増加するが、利払い時の連動係数には元本保証は付されていない。



(注) 2015年9月までのデータ。直近銘柄BEIは直近に発行された物価連動債の同年限国債とのスプレッド。2008年10月～2013年9月の間は発行休止されていたため残存年限は必ずしも10年ではない。

(出所) 日経 QUICK

図1 我が国の直近銘柄BEI、物価連動債利回り、国債利回り(10年物)の推移



(注) 連動係数(期初を1として全国消費者物価指数に連動)が、①1を下回る場合、期中の想定元金額は額面を割り込み、②償還時に1以上の場合、そのまま想定元金額を算出し、元金・利息が支払われ、③償還時に1を下回る場合、額面金額で償還される。ただし、利息に対してフロア効果はなし。

(出所) 財務省ホームページより抜粋。

図2 我が国の物価連動債の仕組み

2. 我が国の物価連動債の仕組み

我が国の物価連動債は、発行後に物価(具体的には全国消費者物価指数(生鮮食品を除く総合指数。以下「CPI」という))が上昇した場合に、その上昇率に応じて、連動係数変動し、元金額が増加(以下、増減後の元金額を「想定元金額」という)する仕組みとなっている。なお、連動係数が参照するCPIは3か月前のものとなるため、物価と元金償還額には3か月のラグが存在することになり、厳密に言えば我が国の物価連動債はこの期間分のインフレリスクを負うことになっている。

償還額は、償還時点での想定元金額となるが、2013年の発行再開後の物価連動債には、償還時のCPIへの連動係数が1を下回る場合、額面金額にて償還される元本保証(フロア)が設定された。利払いは年2回

3. 主要国における導入状況

次に、欧米諸国及び我が国における発行状況を概観する¹。物価連動債は、ほぼすべての主要先進国で導入されているが、主要先進国で初めて発行されたのは英国であり、"Linker"と呼ばれ1981年に発行が開始された。

それ以前の物価連動債発行国は、ブラジルやメキシコなどの高インフレ国やイスラエル・アイルランドなどに限られていた。英国の物価連動債は、その流通量も多く、2015年3月末時点で全国債発行残高の25%を占め、主要先進国では最も多い。他方、我が国や米独仏と異なり、デフレ時の元本保証が付されていないこと、参照される物価が消費者物価指数ではなく、RPI(小売価格指数)であることが特徴となっている²。米国では、長年にわたる議論の末、1997年か

¹ Brynjolfsson and Fabozzi, eds(1999)等を参考とした。

² 英国政府は2010年に、参照物価指数をRPIのかわりに

CPIとすることを検討し市中協議に付したものの、結局、CPIの採用をやめ、RPIを使用継続することと決定した。

ら発行が開始され、"TIPS(Treasury Inflation-Protected Security)"と呼ばれている。発行規模は主要国の中で最も大きく、また2015年11月末で国債に占める割合も9%程度となっている。他方、我が国の状況をみると、2004年から10年物で導入が開始されたが、国債発行残高に占める割合が低く、その流動性の向上が課題になっている。流動性が低い場合には、物価連動債にかかる流動性リスクプレミアムが大きくなり、発行コストも高つくためである(後述)。また、我が国の物価連動債への投資家の多くは、海外機関投資家であるとみられ(北村 2010)、国内の年金基金や保険会社などに投資家層を広げることにも課題となっている。

	日本	米	英	独	仏
導入時期	2004年	1997年	1981年	2006年	1998年
発行年限	10年	5,10,30年	5~55年	5,10年	2~5年 7~30年
参照指数	CPI(生鮮食品を除く)	CPI	RPI 注1	HICP 注2	CPI(たばこを除く) HICP 注2
償還時の元本保証	あり(2013年以降)	あり	なし	あり	あり
国債に占める割合	0.6%(2015年3月末)	8.8%(2015年11月末)	25%(2015年3月末)	7%(2015年末)	12%(2014年末)
債務管理当局	財務省理財局	Office of the Debt Management	Debt Management Office	Finance Agency GmbH	Agence France Tresor

(注1)小売物価指数

(注2)ユーロ圏消費者物価指数(除きたばこ)

(出所)財務省(2013, 2015)、各国債務管理当局ホームページ等

表1 主要国における物価連動債の状況

これは、デフレ期待が根強かったことから、そもそもこれらの投資家においてインフレに対する懸念が少なかったことも背景として考えられるが、2013年の日本銀行による「量的・質的金融緩和(2%の物価安定目標の設定を含む)」なども相まってあらためて注

目された。

なお、物価連動債には個人等への譲渡制限がっていたが、2016年1月以降に満期を迎える物価連動債については、2015年1月より、譲渡制限が解除され、個人等による保有も可能となる。2016年度(平成28年度)の国債発行計画では、年間2兆円の発行予定となっている(2013年度は6000億円、2014年度は1.8兆円、以降は年間2兆円の発行計画を維持)³。

4. 物価連動債導入の背景

では、なぜ各国は、物価連動債を導入したのか。その背景について、発行当局、投資家、市場参加者の3つの立場から考えてみる⁴。

まず発行当局の立場からみると、物価連動債はインフレリスクプレミアムに相当する分だけ発行コストが減少することが見込まれたことがあげられる。すなわち、フィッシャー方程式が成立していると考ええると、通常の普通国債の利回り(i)は、実質金利(r)と期待インフレ率($E\pi$)に加えて、将来のインフレ変動リスクに相当する分だけ、インフレリスクプレミアム(IRR)が生じていると考えられる。

$$i = r + E\pi + IRR \quad (25)$$

一方、物価連動債($TIPS$)はインフレを完全にヘッジできるためにそのリスクが発生しないため、この分だけ発行コストを削減できる⁵。米国において、発行がなされた最大の理由も、この発行コスト削減に資するというものであったとされる⁶。

また、高インフレ国の発行当局にとって、インフレになればその分だけ償還額が増える物価連動債を発行することは、政府にとってインフレ抑制のためのインセンティブが働くとも考えられた。政府債務削減のためにインフレを起こして実質債務残高を減らすというインセンティブをなくすことにより、政府のインフレ抑制に対する信認が増すことが見込まれたわけである。同時に高インフレ国にとって、物価連動債の場合、当初の発行コストに期待インフレ率相当額が含まれないで実質金利のみで済むことから、発行コストが抑えられると考えられたこともあげられる。

では、過去の発行状況に関する限り、普通国債と比

ができる。導出とその経済的な意味付けについては、第6.2.4節の式(20)を参照のこと。

⁶ もっとも、実際には、後述のとおり、発行時の流動性リスクプレミアムが予想以上に大きかったことから、普通国債よりも発行コストが増加しかねない状況も生じた。

³ 財務省「平成28年度国債発行計画」(財務省ホームページより)

⁴ 各国における導入の背景については、Brynjolfsson and Fabozzi, eds.(1999)、Campbell, Shiller, and Viceira.(2009)等を参考とした。

⁵ この式は恒等式でなく経済的な均衡式として求めること

較して物価連動債の発行コストは抑えられたのだろうか。事後的にみれば、近年、世界的にみてインフレ率が抑制されてきたことから、発行時の期待インフレ率よりも実績のインフレ率が低く収まったケースが多いとみられ、普通国債対比でみて発行コストは抑えられたとみられる。もっとも、発行コストは事後的にみるべきではなく、発行当時の BEI と実際の投資家の期待インフレ率の比較で考えるべきという指摘もある(Dudley, Roush, and Steinberg, 2009)。この考え方による場合、BEI を、例えば期待インフレ率のサーベイ予測と比較して、BEI の方が高い場合にコスト抑制的であると考える。物価連動債の発行時の利回り(発行時のコスト)は、発行時の期待インフレ率が高く、そして実績のインフレ率が低いほど、小さくなると考えられるためである。逆にいうと、発行時の期待インフレ率が低い時、すなわちデフレが見込まれるときには発行時の利回りが高くなりかねない。実際、我が国においてもリーマンショック後には、デフレが見込まれた上に、後述の流動性リスクプレミアムも生じ⁷、発行コストが高く、物価連動債の発行を取りやめた(北村 2010)。

次に、物価連動債への投資家の立場からみると、インフレリスクに晒されかねない長期投資家、具体的には年金基金や保険会社などの機関投資家にとって、インフレリスクを長期においても完全にヘッジしてくれる物価連動債は投資対象として魅力があったことがあげられる。また、投資先の分散化に資するとともに、投資家である国民にとってインフレリスクのない投資対象の選択肢が増えることから、貯蓄率向上に資することなども指摘されている⁸。

最後に、市場参加者、特に中央銀行などの物価安定に責務を有する市場参加者の立場からみると、物価の影響を受けない実質金利(r)であるとみなされる物価連動債利回り i と、普通国債利回り(j)の差から計算されるブレイク・イーブン・インフレ率(BEI)は、フィッシャー方程式より、期待インフレ率を示すと考えられたことから、市場の期待する期待インフレ率を示す指標、そして中央銀行の政策変更の先行きを示しうる指標として有用であると考えられた。もっとも、BEI は、式(1)により示されるように、インフレリスクプレミアムに相当する分だけ、真の期待インフレ率を過大に評価していると考えられることにも留意する必要がある(式(2))。

$$BEI(\doteq E\pi) = i - r - IRR \quad (26)$$

5. リスクプレミアムや元本保証オプションプレミアムが BEI にもたらす影響

物価連動債の利回りは、物価の影響を受けないことから理論的には実質金利に等しいとも考えられるが、実際には、物価連動債の流動性が必ずしも十分とはいえないことから、流動性リスクプレミアムが生じていると考えられる⁹。このため、物価連動債利回り($rTIPS$)は、実質金利(r)にその流動性リスクプレミアム(LRR)を加えて考える必要がある。

さらに、既に述べたとおり、英国を除き、我が国を含めた主要国の物価連動債には元本保証が付されている。このため、将来の期待インフレ率にマイナスが見込まれる場合には、その分を補填するオプションが付されていると考えられる。このオプションプレミアムに相当する分は、元本を保証している政府が受けとるプットオプションプレミアムに相当すると考えられことから、その分だけ発行コストが削減されることになる。すなわち、物価連動債利回り($rTIPS$)は、実質金利(r)に、流動性リスクプレミアム発行時の利回りを加えた水準から元本保証オプションプレミアム(POP)相当分を差し引いて考える必要がある(式(3))。

$$rTIPS = r + LRR - POP \quad (27)$$

このことは、普通国債と物価連動債を用いて抽出される BEI に対しても影響を与える。すなわち、BEI が真の市場参加者による期待インフレ率を示すものとみなされるためには、普通国債利回りから物価連動債利回りを差し引いた単純な BEI では不十分であり、インフレリスクプレミアム、流動性リスクプレミアム、それに元本保証オプションプレミウムを勘案して考える必要がある。

$$BEI(\doteq E\pi) = i - rTIPS - IRR + LRR - POP \quad (28)$$

式(4)に示されるように、単純な BEI は、真の期待インフレ率を、流動性リスクプレミアム分だけ過小評価し、インフレリスクプレミアムと元本保証オプションプレミウムの分だけ過大評価しているものと考えられることになる。これらのプレミアムの水準がどの程度であるかを把握することが、真の期待イ

⁷ このため、リーマンショック時の前後で流動性が著しく不足した期間には、物価連動国債の流動性を増やすための流動性供給入札等を実施した(北村 2010)。

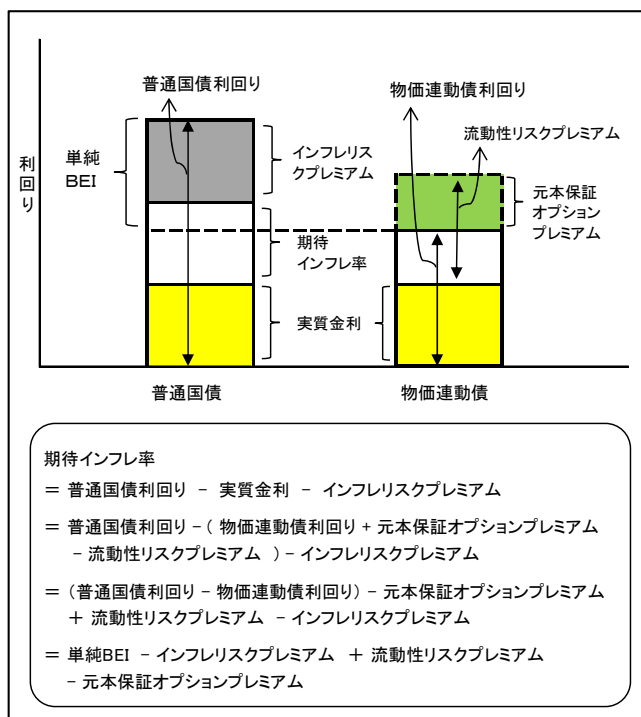
⁸ 米国で物価連動債導入の理由のひとつとして、貯蓄率向

上に資することがあげられている(IMF,1997)。

⁹ 例えば、図1をみると、リーマンショック後に物価連動国債利回りが急上昇していることが読み取れるが、これは流動性リスクプレミアムの影響と指摘されている。

ンフレ率を抽出するためには極めて重要となる。図3に、普通国債利回り、物価連動債利回りとBEIの関係について示す。では、これらのプレミアムの水準はどの程度であると考えられるのだろうか。

湯山・森平(2017)は、我が国の物価連動債によるBEIに関するインフレリスクプレミアムと流動性リスクプレミアムの水準について、カルマンフィルターを用いて推計し、我が国ではインフレリスクプレミアムが比較的小さい上に、時にはマイナスも示した一方で、流動性リスクプレミアムの水準が大きく、単純なBEIは期待インフレ率を過小評価している可能性が高いことを示した。



(注)正確には、実質金利にも実質金利リスクプレミアムが含まれると考えられる。

図7 普通国債利回り、物価連動債利回りとBEIの関係

海外の先行研究をみてもおおむね同様の結果を示しており、例えば D'Amico, Kim and Wei(2014)は、米国において 2000 年代前半に 100bp 程度、リーマンショック時には 350bp 程度の流動性リスクプレミアムが生じ、インフレリスクプレミアムよりも流動性リスクプレミアムが大きいと考えられることを示した。

他方、物価連動債の元本保証オプションプレミアムに関する研究は多くない。これは、リーマンショッ

ク以前の先進国の状況を見ると物価がマイナスとなるような状況よりもむしろインフレ懸念の方が多かったため、物価がマイナス時のことを考えたオプションプレミアムはほぼ無視しても構わなかったためであると推察される。こうした中、リーマンショック後のデフレ懸念を受けてなされた Grishchenko, Vanden, and Zhang (2012)は、数少ない先行研究のひとつであり、米国物価連動債(TIPS)に内包されるオプション価値を推計し、その水準はデフレ期待に応じて時変であり、例えば 10 年物の物価連動債では極めて小さいが 5 年物物価連動債では無視できない水準となり 27bp 程度にまで達すると推計しており、リーマン・ショック後の 2009 年にピークに達したことを示した。

また、Wright(2009)は残存期間が同じ 2 つの TIPS であっても、発行時点が異なれば参照とする CPI の水準が異なることを活用し、元本保証オプションプレミアムを求めることが可能であると示している。Christensen, Lopez, and Rudebusch (2014)も、米国において名目・実質のアフィン金利期間構造モデルを構築することで推計されたイールドカーブ情報を用いて、デフレに陥る確率を推計し、これを用いて物価連動債にかかる元本保証オプションプレミアムを推計する方法を示し、その水準は 2009 年にピークに達し 41bp に達したとしている。

我が国における研究としては、森平・湯山(2015)があげられる。以下において、この研究に沿って、物価連動債にかかる元本保証を非完備市場におけるオプション価格決定理論によって、その特徴を分析する。

6. オプション理論による支払い保証評価

元本保証は物価に関するプットオプションと考えることができるが、物価そのものは取引されているわけではないし、そのデリバティブもすでに述べたように取引が活発でないため流動性リスクを抱えている。そのため、デリバティブ評価の一般的な方法であるリスク中立的評価は適切とはいえない¹⁰。したがって、代替的な方法としてプライシング・カーネル(確率的割引率)法を用いた価格決定モデルを採用する。この場合、投資家の効用関数を特定化することによってプライシング・カーネルを導く方法と、効用関数を特定化せずに、プライシング・カーネルが未知の状態変数、あるいは特定の経済変数、例えば短期金利や物価水準の関数であるとする、2つの方法がある。後者の方法を採用したものとしては、Campbel, Shiller,

Wright (2013), Smith(2012), Wu,(2012)など多数がある。

¹⁰ こうした論文としては、例えば、Grishchenko, Vanden, and Zhang (2012), Bodie(1990), Falbo, Paris, and Pelizzari(2010), Formica and Kingston (1991), Kitsul, and

and Viceira (2009)、Foresi, Penati, and Pennacchi(1997)、Evans(1998)などがある。前者の代表的な論文としては、Pennacchi(1991)や Lioui and Poncet(2005)がある。しかし、これらの論文では(1)問題を不確実性下における動的最適化問題として定式化し、(2)投資家の効用関数を対数効用関数に限定したことから、結果の導出と得られた結果の解釈が複雑になっている。以下で示すモデルでは、消費と物価に連続的な確率過程を仮定するものの、投資家の効用関数を消費に関するベキ型に従うものと定式化した上で、1 期間モデルの枠組みでの分析を行い、より分かりやすい結果を得ている。

6.1 元本・クーポン支払い保証を物価に関するオプションによって実現

物価連動債の元本のみならず、ここでは、クーポンに関してもデフレ保証を付与することが許容できる事例を考え、その時の「デフレ保証物価連動債」の均衡価格を導く。

3つ異なるタイプの割引債が発行されているとしよう。第1は満期に額面1円をその時の物価水準に関わらず支払う通常の割引国債(以下、「名目割引債」という)、第2は満期の額面1円の支払いが物価に連動する割引国債(以下、「(保証のない)割引物価連動債」という)、第3は、物価に連動はするが、デフレ時に、満期時の額面保証がある物価連動債(以下、「(額面)保証のある割引物価連動債」という)である。

1 円の支払いを額面保証する割引物価連動債からの満期ペイオフは、保証のない割引物価連動債の額面償還額と額面保証1円との大きい方であるから、

$$\text{Max}\left[1, \left(\frac{I_T}{I_0}\right)1\right] \quad (29)$$

と書くことができる。ここで I_T/I_0 は基準時点 ($t=0$) 時点の物価に対する元本償還時期 ($t=T$) の物価変化率を示している。

この割引物価連動債の1円保証は、2つの異なるタイプのポートフォリオによって合成できるとも考えられる。第1のポートフォリオは、保証のある物価連動債を、保証の無い物価連動債の買いと、物価に関するプットオプションの買いとからなるものと考えられる。この点を式(29)が次のように変形できることによって説明できる。

$$\begin{aligned} & \text{Max}\left[1, \left(\frac{I_T}{I_0}\right)1\right] \\ &= \left(\frac{I_T}{I_0}\right) + \text{Max}\left[1 - \left(\frac{I_T}{I_0}\right), 0\right] \quad (30) \\ &= \left(\frac{1}{I_0}\right)\tilde{I}_T + \left(\frac{1}{I_0}\right)\text{Max}\left[I_0 - \tilde{I}_T, 0\right] \end{aligned}$$

最後の式の右辺第1項は、 T 年後の元本1円あるいはクーポン1円の支払いが物価水準 I_T に連動する国債を $1/I_0$ 単位買うことから得られるキャッシュフローを表し、第2項は行使価格が I_0 円、原資産が物価水準 I_T 、残存期間が T 年のプットオプションを $1/I_0$ 単位買ったことからのキャッシュフローを示している。

式(30)の右辺と左辺との関係はまた図4によっても示すことができる。

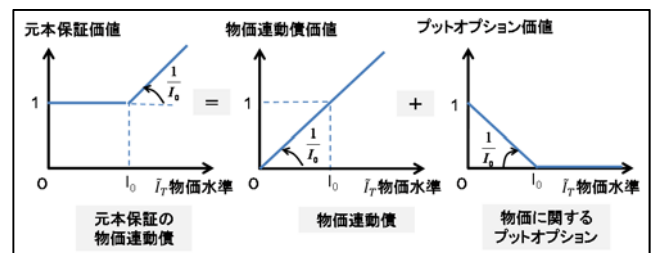


図4 1円保証のある割引物価連動債の満期損益: 保証の無い物価連動債と物価に関するプットオプションによる合成

図4の横軸は T 年後の物価水準であり、縦軸はそれぞれの資産からの T 年後のキャッシュフローを表している。図4の左図が1円保証のある割引物価連動債の満期キャッシュフローを表し、中央図が元本あるいはクーポン1円の約定支払いがその時々の物価水準に連動する国債を $1/I_0$ だけ購入した時のキャッシュフローを、そして右図が物価水準を原資産とし、行使価格を基準時点 ($t=0$) の物価水準 I_0 円とする、物価に関するプットオプションを $1/I_0$ 単位だけ購入した時のキャッシュフローを示している。左のキャッシュフローは中央と右のキャッシュフローの合計になっている。

同様のことは、物価に関するコールオプションを用いても表現できる。元本保証のある割引物価連動

債の額面価値は、額面償還時の物価水準がどのようであろうとも、確定的な額面 1 円を支払う割引国債

1 単位の買いと、行使価格が基準時点の物価水準 I_0

である物価に関するコールオプションを I_T/I_0 単位

買うことによって合成できる。数式を用いてこの点を説明すると次のようになる。

$$\begin{aligned} & \text{Max} \left[\left(\frac{\tilde{I}_T}{I_0} \right) 1, 1 \right] \\ & = 1 + \text{Max} \left[\left(\frac{\tilde{I}_T}{I_0} \right) - 1, 0 \right] \quad (31) \\ & = 1 + \left(\frac{1}{I_0} \right) \text{Max} \left[\tilde{I}_T - I_0, 0 \right] \end{aligned}$$

この点は図5によっても図4と同様に説明できる。

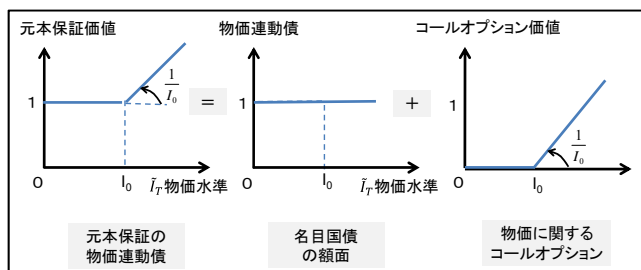


図5 1円保証のある割引物価連動債の満期損益：割引債と物価に関するコールオプションによる合成

6.2 デフレ保証の価格決定

額面保証のある割引物価連動債の現時点での価値は、したがって、式(30)あるいは式(31)のリスク調整後の期待現在価値として求めることができる。いずれの式を用いても同じ結果が得られるが、その経済的な含意はそれぞれの式の右辺が異なる資産から成り立っていることから異なった意味を持っている。

ここでは図5で示された物価に連動しない名目割引債と物価に関するコールオプションによって保証のある割引物価連動債を合成する方法によって議論をすすめることにする。この場合、期待現在価値の計算にあたって、よく知られた Black and Scholes(1973) あるいはリスク中立化法のいずれをも用いることは適切でない。なぜならば、物価が取引されていないことから、いずれの場合であっても、仮定を満たさないからである。本稿では、そのかわりに、Rubinstein(1976)による投資家の期待効用を最大にするような均衡オプション価格を導く方法を採用する。この方法を用いると、オプション価格のみならず、名目割引債(リスクフリーレート)と割引物価連動債の価格をも同時に導くことができる。

6.2.1 プライシング・カーネル

将来キャッシュフローを、時間価値とリスクを同時に考慮して現在価値に割り引くためには何らかの割引ファクターが必要になる。割引ファクターが確率的であるようなもの、つまりプライシング・カーネルを考え、状態変数として代表的投資家の消費が対数正規分布に従うとする。また、代表的投資家の効用関数がベキ型であるとする。

代表的投資家の消費：消費は負にならないので、消費に関し次のような幾何ブラウン運動に従う確率微分方程式を考える。

$$d\tilde{C}_t = \mu_C C_t dt + \sigma_C C_t d\tilde{W}_t^C \quad (32)$$

ここで μ_C は消費変化率の期待値であり、 σ_C はその

ボラティリティ(標準偏差)である。 $d\tilde{W}_t^C$ は消費の増分ブラウン運動を示し、標準正規分布する確率変数を $\varepsilon_t^C \sim N(0,1)$ とすれば、 $d\tilde{W}_t^C = \varepsilon_t^C \sqrt{dt}$ と表すこ

とができる。伊藤の補題を用いてこの確率微分方程式を解くと、将来 T 期の消費水準は

$$\tilde{C}_T = C_0 \exp \left(\left(\mu_C - \frac{\sigma_C^2}{2} \right) T + \sigma_C \tilde{W}_T^C \right) \quad (33)$$

投資家の効用関数：消費に関するベキ型効用関数は

$$u(\tilde{C}_T) = \frac{1}{1-\lambda} \tilde{C}_T^{1-\lambda} \quad (34)$$

で示される。ここで λ はリスク回避度を示している。ベキ型効用関数は相対的リスク回避度が一定であるような特徴を有する。

プライシング・カーネル：将来キャッシュフローを時間価値とリスクの両面を考慮して現在価値に割り引くためのプライシング・カーネル M_T は、 β を効用に関する時間選好率とすると、

$$\tilde{M}_T \equiv \beta^T \frac{u'(\tilde{C}_T)}{u'(C_0)} = \beta^T \left(\frac{\tilde{C}_T}{C_0} \right)^{-\lambda} \quad (35)$$

と示される。ここで $u'(C_t)$ は消費の限界効用を示す。

つまり、将来キャッシュフローを現在価値に割り引

くためには、消費の限界代替率が重要な役割を示すことがわかる。式(33)の両辺を現在の消費水準 C_0 で割った結果を式(35)の右辺に代入し整理をすると、

$$\tilde{M}_T = \exp \left\{ T \ln \beta - \lambda \left(\mu_C - \frac{\sigma_C^2}{2} \right) T + \lambda \sigma_C \tilde{W}_T^C \right\} \quad (36)$$

を得る。

6.2.2 名目割引債価格

満期時に、その時の物価水準に関わらず 1 円を確実に払う割引国債(名目割引債)の現時点の価値は、式(36)のプライシング・カーネルを用いると、

$$\begin{aligned} Z_0^N(T) &= E_0^P \left[\beta^T \left(\frac{\tilde{C}_T}{C_0} \right)^{-\lambda} 1 \right] \\ &= 1 \exp \left\{ \left(\ln \beta - \lambda \left(\mu_C - \frac{\sigma_C^2}{2} \right) + \frac{\lambda^2 \sigma_C^2}{2} \right) T \right\} \end{aligned} \quad (37)$$

と表すことができる(導出に関しては**数学付録 A-1**を参照)。他方、名目割引債価格は将来 1 円の確定的な支払いを名目金利 i によって現在価値に引き戻したものの、つまり $Z_0^N(T) = \exp\{-i_T T\}$ と定義できるので、これと式(37)の右辺を比較することにより、名目金利は

$$i_T = -\ln \beta + \lambda \left(\mu_C - \frac{\sigma_C^2}{2} \right) - \frac{\lambda^2 \sigma_C^2}{2} \quad (38)$$

と表すことができる。つまり名目金利 i は、(1) β :

時間選好率、(2) μ_C : 消費の期待成長率、(3) σ_C^2 : 消費変化率の分散、(4) λ : 投資家の相対的リスク回避度によって説明できる。

6.2.3 割引物価連動債価格

額面がその時々の物価水準に連動する国債価格を求めるために、物価水準の変動が次のような確率微分方程式によって表現できるとしよう。

$$d\tilde{I}_t = \mu_I I_t dt + \sigma_I I_t d\tilde{W}_t^I \quad (39)$$

つまり物価水準 I_t は対数正規分布に従う。 μ_I は物価変化率の期待値であり、 σ_I はそのボラティリティ(標準

偏差)を、 dW_t^I は物価の増分ブラウン運動を示している。さらに、消費と物価には相関 ρ_{CX} があると考え

$$d\tilde{W}_t^C d\tilde{W}_t^X = \rho_{CX} dt \quad (40)$$

と定式化する。

式(39)の確率微分方程式を解くことにより現在と将来時点の物価変化率は、

$$\frac{\tilde{I}_T}{I_0} = \exp \left(\left(\mu_I - \frac{\sigma_I^2}{2} \right) T + \sigma_I \tilde{W}_T^I \right) \quad (41)$$

となるので、この結果とプライシング・カーネルを用いると、割引物価連動債価値は次のようになる(導出に関しては**数学付録 A-2**を参照)。

$$\begin{aligned} Z_0^R(T) &= E_0^P \left[\beta^T \left(\frac{\tilde{C}_T}{C_0} \right)^{-\lambda} \frac{\tilde{I}_T}{I_0} 1 \right] \\ &= \exp \{ (\mu_I - i_T - \lambda \rho_{CI} \sigma_C \sigma_I) T \} \end{aligned} \quad (42)$$

ここで r_T は物価連動債の T 期間の利回り、つまり T 期間実質利回りを、言い換えるならば実質金利を示すものとする。

6.2.4 リスクとリスク回避度を考慮した Fisher 方程式

式(42)の割引物価連動債価格は、 T 期間実質金利 r_T を用いると $Z_0^R(T) = \exp\{-r_T T\}$ と表現できるので、この結果と式(42)の右辺を比較すると、実質金利は

$$r_T = i_T - \mu_I + \lambda \rho_{CI} \sigma_C \sigma_I \quad (43)$$

となる。この式を名目金利に関して解くと、名目金利と実質金利との間の関係は

$$i_T = r_T + \mu_I - \lambda \rho_{CI} \sigma_C \sigma_I \quad (44)$$

で示される。この式は物価のシステムティックなリスク $\rho_{CI} \sigma_C \sigma_I$ とリスク回避度 λ を考慮した Fisher 方程式になっており、既に示した式(44)が**均衡モデル**として得られたことを示している。式(44)の右辺の第 1 項は実質金利であり、第 2 項は「期待インフレ率」である。第 3 項はリスク回避度と消費変化率と物価変化率の間の共分散を示している。つまり最後の項は物価変化に関するリスクプレミアムを表していると考えられることができる。

相関係数の符号：データによる確認

注意すべき点は、相関係数の値に応じて、リスクプレミアムはプラス、マイナス、ゼロのいずれもの値を理論的に取りうることである。リスク回避度がプラスであると仮定すると、消費変化率と物価変化率の相関がマイナス、プラス、ゼロの値を取る場合、リスクプレミアム項は、それぞれマイナス、プラス、ゼロの値を取りうる。

物価と消費の成長率の相関がプラスであることは、消費リスクがヘッジされていることを意味している。これに対し、相関がマイナスであることは、物価が上昇しているときに消費を少なくしなければいけないことを意味している。したがって、名目金利は高くなければいけない。

相関係数の符号を実際のデータによって確認してみよう。生鮮食料品を除く物価の月次変化率と消費水準の月次指数変化率との間の相関は、

(1) 1980年1月から2015年4月では、 -0.2149

(2) 2010年1月から2015年4月では、 -0.4868 である。いずれであったても相関係数はマイナスの符号をとるので、リスクプレミアムは、リスク回避的な投資家にとっては、プラスの値をとるものと考えられる。

6.3 額面保証のある割引物価連動債

額面保証のある割引物価連動債の時点0における均衡価格決定は、式(31)の期待現在価値として次のようになる(導出に関しては**数学付録 A-3**)。

$$\begin{aligned} Z_0^C(T) &= e^{-rT} 1 + \left(\frac{1}{I_0}\right) E_0^P \left[\left(\beta^T \left(\frac{\tilde{C}_T}{C_0} \right)^{-\lambda} \text{Max} \left[\tilde{I}_T - I_0, 0 \right] \right) \right] \\ &= Z_0^N(T) + \left(\frac{1}{I_0}\right) \left[e^{-rT} N(d_1) - e^{-rT} N(d_2) \right] \\ &= Z_0^N(T) + \left(\frac{1}{I_0}\right) \left[Z_0^R(T) N(d_1) - Z_0^N(T) N(d_2) \right] \\ &= Z_0^R(T) \left(\frac{1}{I_0}\right) N(d_1) + Z_0^N(T) \left(1 - \left(\frac{1}{I_0}\right) N(d_2) \right) \end{aligned} \quad (45)$$

$t=0$ における物価水準を $I_0=1$ と基準化すると、標準正規分布は平均ゼロに関して対照であることから、

結果は次のようにより簡単になる。

$$Z_0^C(T) = Z_0^R(T) N(d_1) + Z_0^N(T) N(-d_2) \quad (46)$$

ここで、

$$\begin{aligned} d_1 &\equiv \frac{1}{\sigma_I \sqrt{T}} \left(\left((i_T - r_T) + \frac{\sigma_I^2}{2} \right) T \right) \\ &= \frac{1}{\sigma_I \sqrt{T}} \left(\ln \left(\frac{Z_0^R(T)}{X_0^N(T)} \right) + \frac{\sigma_I^2 T}{2} \right) \end{aligned} \quad (47)$$

$$\begin{aligned} d_2 &\equiv \frac{1}{\sigma_I \sqrt{T}} \left(\left((i_T - r_T) - \frac{\sigma_I^2}{2} \right) T \right) \\ &= \frac{1}{\sigma_I \sqrt{T}} \left(\ln \left(\frac{Z_0^R(T)}{X_0^N(T)} \right) - \frac{\sigma_I^2 T}{2} \right) \end{aligned} \quad (48)$$

であり、 $Z_0^R(T)$ は式(42)で示された額面保証のない

割引物価連動債の価値であり、 $Z_0^N(T)$ は式(37)で示

された名目割引債の価値である。また $N(\bullet)$ は標準正規分布の分布関数である。これらの結果から得られる興味深い性質として次のような点があげられる

6.3.1 額面保証のある割引物価連動債は名目割引債と割引物価連動債によって「合成」可能

式(45)の最後の結果からわかるように、額面保証のある割引物価連動債は、(1)右辺の第1項で示される $Z_0^R(T)$ 円している保証のない割引物価連動債を

$1/I_0 N(d_1)$ 単位購入し同時に、(2)第2項で示され

る $Z_0^N(T)$ 円している名目割引債を

$(1 - (1/I_0)N(d_2))$ 単位購入することにより合成で

きる。言い換えるならば、額面保証債を新たに発行する必要はない。投資家は、名目割引債と保証のない割引物価連動債を国債市場で購入することによって、額面保証付きの物価連動債をつくりだすことができる¹¹。

¹¹ この点はブラック・ショールズモデルが示す帰結と同じことである。ブラック・ショールズモデルは、ヨーロピアンコール(あるいはプット)オプションが、原資産と安全資産で合成できることを示しているからである。言い換え

るならば、オプションは「無駄な資産(Redundant Asset)である。しかしながら、日経225オプション市場のように実際のオプション市場ではオプションが活発に取引されている。こうしたパラドックスについての議論は、例えば

6.3.2 リスク中立評価(RNVR)と均衡モデル

式(45)の3行目の $e^{-rT}N(d_1) - e^{-rT}N(d_2)$ は

Bodie(1990)の示した「インフレ保険」価値と同様であるが、その経済的含意に関しては顕著な違いがある。このモデルにおいては、名目割引債と保証のない割引物価連動債、言い換えるならば、実質金利と名目金利は、Bodie(1990)とは異なり、式(43)と式(38)を通じて内生的に決定される。それらは、実質金利と名目金利は消費に関する予想(μ_c)やそのボラティリティ(σ_c)、リスク回避度(λ)、消費と物価の共分散(σ_{Cl})、期待インフレ率(μ_I)やそのボラティリティ(σ_I)などの関数である。したがって、これらの値が変化した時の割引債や割引物価連動債の価値評価、インフレヘッジ戦略などを考えることができる。

6.3.3 デフレ確率とインフレ確率の推定

式(46)の右辺の $N(-d_2)$ は、 d_2 を期待 μ_I やリスク回避度 λ 、システムティックリスク σ_{Cl} の関数として表現した場合、将来 T 年後にデフレになる「実」確率を表している。(導出については数学付録 A-4 を参照)。

$$d_2 \equiv \frac{1}{\sigma_I \sqrt{T}} \left(\left(\mu_I - \left(\lambda \rho_{Cl} \sigma_c \sigma_I + \frac{\sigma_c^2}{2} \right) \right) T \right) \quad (49)$$

この結果はまた、式(48)の最後の式で示されているように、市場で取引されている割引債と割引物価連動債の価格で表現できる。この場合のデフレ確率は、期待やリスク回避度を含まないことから、リスク中立的なデフレ確率を意味している。

6.4 実証研究の可能性

日本の物価連動債は名目国債と異なり元本およびクーポン部分の分離(Strip)が行われていない。そのため、これまでに述べた方法で、割引物価連動債としてのクーポンと元本の市場価格から期待やリスク回避度などの推定を行うことができない。しかし、クーポン債は割引債のポートフォリオであることから、

クーポン支払いのある物価連動債の価格モデルを用いてパラメータの推定を行うことが可能になる。残存年数が T_j 、クーポンレートが c_j の i 番目の物価連動債の市場価格は、2つの割引債価格を毎期のクーポン支払額 $c_j F$ と満期の額面とで加重平均した

$$B_j(0, T_j) = c_j F \sum_{n=1}^{T_j} Z_0^R(n) + F Z_0^C(T_j) \quad (50)$$

として表される。ここで、 $Z_0^R(n)$ は式(42)で示された残存期間が n 期間の割引物価連動債価格であり、 $Z_0^C(T_j)$ は式(45)で示された元本保証のある割引物価連動債の価格である。

この結果から、元本保証のある物価連動債価格を定めるパラメータの推定は次のような方法に基づいて可能である。

方法1：物価連動債の市場価格のみを用いる方法

(1) 現在市場で取引されている $j=1, 2, \dots, N$ 銘柄の

残存期間 T_j 、クーポンレート c_j を確認し、現時点における物価連動債の市場価格 $B_j(0, T_j)$ を得る。ただし、元本は $F=100$ 円とする。

(2) 市場価格が意味する割引係数 β 、期待消費変化

率 μ_c とそのボラティリティ σ_c 、期待インフレ

率 μ_I とそのボラティリティ σ_I 、リスク回避度 λ 、

相関係数 ρ_{Cl} の7つのパラメータ推定値を非線形の最小二乗法を用いて得る。

さらに式(46)の右辺の $N(-d_2)$ で示される T 年後

のデフレ確率もこれらの推定パラメータから計算できる。しかし、現在、日本の国債市場で取引されている物価連動債の銘柄は第10回から第21回のわずか11銘柄にすぎないため実際には安定的したパラメータの推定は困難である。

方法2：物価連動債と名目割引債の市場価格を用い

Livnat and Zhang(2012)を参照のこと。

る方法

名目国債は元本とクーポンの分離が行われておりその取引がおこなわれている。そのため、残存期間 n が異なる多数の名目割引債の市場価格 $Z_0^N(n)$ を得ることができる。物価連動債 11 銘柄の市場価格に加え、これらの名目割引債の市場価格からなる標本と、式 (37) に示された名目割引債の価格式と式 (45) の物価連動債価格式を用いて、より安定的なパラメータ推定値を得ることができよう。

7. 要約と結論

クーポン支払いが物価に連動し、かつ元本に関してデフレ保証があるような物価連動債について、(1) その内外における制度的な枠組みについて展望を行うとともに、(2) 物価連動債価格から導かれる均衡 Fisher 方程式をもとにしてその経済的な含意を議論した。物価が資本市場で取引されていないこと、また物価連動債の取引が市場で活発でないことから、元本保証のある物価連動債の価格を、リスク中立的評価でなく、投資家のベキ型効用関数を最大にすることから導かれる均衡価格として求めた。また均衡価格に内容されている将来のデフレとインフレ確率をどのように計算できるか、実際の名目割引債と物価連動債の市場価格から投資家の抱く将来の期待インフレ率やそのボラティリティ、消費と物価の間の相関、リスク回避度などの推定できることを、現在の国債市場の現状を踏まえた上で、議論した。

今後は、ここで示したような方法に基づく実証研究を行うとともに、実証結果に基づき日本銀行のインフレ目標率、マイナス金利政策などについての議論を深めることが必要となろう。

数学付録

数学付録 A-1: 名目割引債価格

$$\tilde{Y} \equiv \beta^t (C_t / C_0)^{-\lambda} \text{ であるときに } \tilde{Y} = e^{\tilde{y}} \text{ であり、}$$

かつ $\tilde{y} \equiv t \ln \beta - \lambda (\mu_C - \frac{1}{2} \sigma_C^2) t + \lambda \sigma_C \tilde{W}_t^C$ であるので
正規分布の積率母関数を用いると、

$$\begin{aligned} Z_0^N &= E_0^P \left[\beta^t \left(\frac{\tilde{C}_t}{C_0} \right)^{-\lambda} 1 \right] = E_0^P [\tilde{Y}] = E_0^P [e^{\tilde{y}}] \\ &= \exp \left\{ E_0^P [\tilde{y}] + \frac{1}{2} \text{Var}(\tilde{y}) \right\} \\ &= \exp \left\{ t \ln \beta - \lambda (\mu_C - \frac{1}{2} \sigma_C^2) t + \frac{1}{2} \lambda^2 \sigma_C^2 t \right\} \end{aligned}$$

名目金利は割引国債の利回り i_t であり、割引国債と

その利回りとの間の関係は、 $Z_0^N(T) = \exp(-i_t T)$ と定義されるので、これら 2 つの結果を比較することにより、名目金利は

$$i_t = -\ln \beta + \lambda (\mu_C - \frac{1}{2} \sigma_C^2) - \frac{1}{2} \lambda^2 \sigma_C^2$$

とあらわすことができる。

数学付録 A-2: 割引物価連動債価格

$X \equiv I_T / I_0$ かつ $X = e^{\tilde{x}}$ であり、更に、

$$\tilde{x} \equiv (\mu_I - \frac{1}{2} \sigma_I^2) T + \sigma_I \tilde{W}_T^I, \quad \tilde{W}_T^I = \tilde{\varepsilon}_T^I \sqrt{T}$$

であるので、2 変量正規分布の積率母関数を用いると、

$$\begin{aligned} Z_0^R &= E_0^P \left[\beta^t \left(\frac{\tilde{C}_t}{C_0} \right)^{-\lambda} \frac{\tilde{I}_t}{I_0} \right] \equiv E_0^P [\tilde{Y} \tilde{X}] = E_0^P [e^{\tilde{y}} e^{\tilde{x}}] \\ &= E_0^P [e^{\tilde{y} + \tilde{x}}] = \exp \left(E(x + y) + \frac{1}{2} \text{Var}(x + y) \right) \\ &= \exp \left\{ \mu_y + \mu_x + \frac{1}{2} (\sigma_y^2 + 2\sigma_{yx} + \sigma_x^2) \right\} \\ &= \exp \left\{ \left(\mu_y + \frac{1}{2} \sigma_y^2 \right) + \mu_x + \frac{1}{2} \sigma_x^2 + \sigma_{yx} \right\} \\ &= \exp \left\{ -i_t t + \left(\mu_I - \frac{1}{2} \sigma_I^2 \right) t + \frac{1}{2} \sigma_I^2 t - \lambda \sigma_C \sigma_I \rho_{CI} t \right\} \\ &= \exp \left\{ (\mu_I - i_t - \lambda \sigma_{CI}) t \right\} \end{aligned}$$

他方、実質金利は $Z_0^R(T) = \exp(-r_T T)$ と定義される

ので、 $r_T = i_t - \mu_I + \lambda \rho_{CI} \sigma_C \sigma_I$ と表現できる。

数学付録 A-3: 額面保証のある割引物価連動債価格

式(45)の 1 行目右辺第 2 項の物価に関するコール

$$\text{オプション価値、 } E_0^P \left[\beta^T \left(\frac{\tilde{C}_T}{C_0} \right)^{-\lambda} \text{Max}[\tilde{I}_T - I_0, 0] \right]$$

は、すでに定義した2つの確率変数 X と Y を用いると次のように表現できる。

$$\begin{aligned} P_0^G &= E_0^P \left[\beta^T \left(\frac{\tilde{C}_T}{C_0} \right)^{-\lambda} \text{Max}[\tilde{I}_T - I_0, 0] \right] \\ &= I_0 E_0^P \left[\beta^T \left(\frac{\tilde{C}_T}{C_0} \right)^{-\lambda} \text{Max} \left[\frac{\tilde{I}_T}{I_0} - 1, 0 \right] \right] \\ &= I_0 E_0^P \left[\tilde{Y} \text{Max}[\tilde{X} - 1, 0] \right] \\ &= I_0 \left(E_0^P \left[\tilde{Y} \tilde{X} \mid \tilde{X} > 1 \right] - E_0^P \left[\tilde{Y} \mid \tilde{X} > 1 \right] \right) \\ &= I_0 \left(E_0^P \left[e^{\tilde{y}} e^{\tilde{x}} \mid e^{\tilde{x}} > 1 \right] - E_0^P \left[e^{\tilde{y}} \mid e^{\tilde{x}} > 1 \right] \right) \\ &= I_0 \left(E_0^P \left[e^{\tilde{y} + \tilde{x}} \mid \tilde{x} > 0 \right] - E_0^P \left[e^{\tilde{y}} \mid \tilde{x} > 0 \right] \right) \\ &= I_0 \left(E_0^P \left[e^{\tilde{y} + \tilde{x}} \right] \Pr(\tilde{x}'' > 0) - E_0^P \left[e^{\tilde{y}} \right] \Pr^P(\tilde{x}'' > 0) \right) \\ &= I_0 \left(\exp\left\{ (\mu_I - i_t - \sigma_{CI})T \right\} N(d_1) - \exp\left\{ -i_t T \right\} N(d_2) \right) \\ &= I_0 \left(Z_0^R N(d_1) - Z_0^N N(d_2) \right) \end{aligned}$$

この結果を式(45)の1行目右辺第2項に代入すれば、式(45)の最後の行、すなわち元本保証の価値を得ることができる。ただし、6行目から7行目への導出に当たっては確率変数 x と y が2変量正規分布に従うときの部分積率母関数の公式を用いた。

補題 Rubinstein(1976)、Winkler, Roodman, and Britney.(1972)

$$\begin{aligned} &E_0^P \left[e^{\tilde{y}} \mid \tilde{x} > a \right] \\ &= E_0^P \left[e^{\tilde{y}} \right] \Pr^P(\tilde{x}'' > a) \\ &= \exp \left\{ \mu_y + \frac{\sigma_y^2}{2} \right\} N \left(\frac{-a + (\mu_x + \rho_{xy} \sigma_x \sigma_y)}{\sigma_x} \right) \end{aligned}$$

ここで、 $\tilde{x}'' \sim N(\mu_x + \rho_{xy} \sigma_x \sigma_y, \sigma_x^2)$ であり、かつ

$$\begin{aligned} &E_0^P \left[e^{\tilde{x} + \tilde{y}} \mid \tilde{x} > a \right] \\ &= E_0^P \left[e^{\tilde{x} + \tilde{y}} \right] \Pr^P(\tilde{x}''' > a) \\ &= \exp \left\{ \mu_y + \frac{\sigma_y^2}{2} \right\} \exp \left(\mu_x + \frac{1}{2} (\sigma_x^2 + 2\rho_{xy} \sigma_x \sigma_y) \right) \end{aligned}$$

ここで $\tilde{x}''' \sim N(\mu_x + (\sigma_x^2 + \rho_{xy} \sigma_y \sigma_x), \sigma_x^2)$ 。

これから、

$$\begin{aligned} \Pr(\tilde{x}''' > 0) &= N \left(\frac{-0 + (\mu_x + \sigma_x^2 + \rho_{xy} \sigma_x \sigma_y)}{\sigma_x} \right) \\ &= N \left(\frac{(\mu_I - \frac{1}{2} \sigma_I^2)T + \sigma_I^2 T - \lambda \sigma_C \sigma_I \rho_{CI} T}{\sigma_I \sqrt{T}} \right) \\ &\equiv N(d_1) \end{aligned}$$

を導くことができる。

また A-2 の実質金利の定義より、上の d_1 に関し、次の結果を導くことができる。

$$\begin{aligned} d_1 &\equiv \frac{1}{\sigma_I \sqrt{T}} \left(\left((i_t - r_t) + \frac{\sigma_I^2}{2} \right) T \right) \\ &= \frac{1}{\sigma_I \sqrt{T}} \left(\ln \left(\frac{Z_0^R(T)}{Z_0^N(T)} \right) + \frac{\sigma_I^2 T}{2} \right) \end{aligned}$$

この d_1 は投資家の期待やリスク回避度に依存していないが、それらは名目割引国債や実質割引国債の中に隠れている。 d_2 に関しても同様にして求めることができる。

数学付録 A-4: デフレ確率は $N(-d_2)$ で示される。

$$\begin{aligned} &\Pr(\tilde{I}_T \leq I_0) \\ &= \Pr(\tilde{I}_T'' \leq I_0) = \Pr(\ln \tilde{I}_T'' \leq \ln I_0) \\ &= \Pr \left(\ln I_0 + (\mu_I - \lambda \sigma_{CI} - \frac{\sigma_I^2}{2})T + \sigma_I \tilde{\varepsilon}_T^I \sqrt{T} \leq \ln I_0 \right) \\ &= \Pr \left(\tilde{\varepsilon}_T^I \leq -\frac{1}{\sigma_I \sqrt{T}} \left((\mu_I - \lambda \sigma_{CI} - \frac{\sigma_I^2}{2})T \right) \right) = N(-d_2) \end{aligned}$$

ここで

$$d_2 \equiv \frac{1}{\sigma_I \sqrt{T}} \left((\mu_I - \lambda \sigma_{CI} - \frac{\sigma_I^2}{2})T \right)$$

であるが、 d_1 と同様、実質と名目の割引国債とを用いて、投資家のリスク回避度や期待などに依存しない

い形で表現することができる。

参考文献

1. Brynjolfsson, John, and Frank J. Fabozzi, eds (1999). *Handbook of inflation indexed bonds*. Vol. 44. John Wiley & Sons.(米澤康博監訳、三井アセット信託銀行公的年金運用研究会訳(2003)『インフレ連動債ハンドブック』東洋経済新報社)
2. Black, Fischer (1976). “The Pricing of Commodity Contracts.” *Journal of Financial Economics* 3.1: 167-179.
3. Black, Fischer, and Myron Scholes (1973). “The Pricing of Options and Corporate Liabilities.” *The Journal of Political Economy* 81.3: 637-654.
4. Bodie, Zvi (1990). “Inflation Insurance.” *Journal of Risk and Insurance* 57.4: 634-645.
5. Campbell, John Y., Robert J. Shiller, and Luis M. Viceira (2009). “Understanding Inflation-Indexed Bond Markets.” *Brookings Papers on Economic Activity* 79.1: 79-120.
6. Christensen, Jens HE, Jose A. Lopez, and Glenn D. Rudebusch (2014). “Pricing Deflation Risk with US Treasury Yields.” Working Paper. Federal Reserve Bank of San Francisco.
7. D'Amico, Stefania, Don H. Kim, and Min Wei (2014). “Tips from TIPS: the Informational Content of Treasury Inflation-Protected Security prices.” FEDS Working Paper No. 2014-24.
8. Dudley, William, Jennifer E. Roush, and Michelle Steinberg (2009). “The Case for TIPS: an Examination of the Costs and Benefits.” *Economic Policy Review* 15.1. Federal Reserve Bank of New York.
9. Evans, Martin D. D(1998). “Real Rates, Expected Inflation, and Inflation Risk Premia.” *The Journal of Finance* 53.1: 187-218.
10. Falbo, Paolo, Francesco M. Paris, and Cristian Pelizzari (2010). “Pricing Inflation-Linked Bonds.” *Quantitative Finance* 10.3: 279-93.
11. Foresi, Silverio, Alessandro Penati, and George Pennacchi (1997). “Estimating the Cost of U.S. Indexed Bonds.” FRB of Cleveland Working Paper No. 9701.
12. Formica, Andrew, and Geoffrey Kingston (1991). “Inflation Insurance for Australian Annuitants.” *Australian Journal of Management* 16.2: 145-63.
13. Grishchenko, Olesya V., Joel M. Vanden, and Jianing Zhang (2012). “The Information Content of the Embedded Deflation Option in TIPS.” *FEDS Working Paper* No. 2013-24.
14. Haubrich, Joseph, George Pennacchi, and Peter Ritchken (2012). “Inflation Expectations, Real Rates, and Risk Premia: Evidence from Inflation Swaps.” *Review of Financial Studies* 25.5: 1588-1629.
15. IMF (1997). “The Rationale and Design of Inflation-indexed Bonds” (prepared by Robert Price). *IMF Working Paper* No. 97/12.
16. Jin, Wen, Joshua Livnat, and Yuan Zhang (2012). “Option Prices Leading Equity Prices: Do Option Traders Have an Information Advantage?” *Journal of Accounting Research* 50.2: 401-432
17. Kitsul, Yuriy, and Jonathan H. Wright (2013). “The Economics of Options-implied Inflation Probability Density Functions.” *Journal of Financial Economics* 110.3: 696-711.
18. Lioui, Abraham, and Patrice Poncet (2005). “General Equilibrium Pricing of CPI Derivatives” *Journal of Banking and Finance* 29.5: 1265-94.
19. Mercurio, Fabio (2005). “Pricing Inflation-indexed Derivatives.” *Quantitative Finance* 5.3: 289-302
20. Pennacchi, George G. (1991). “Identifying the Dynamics of Real Interest Rates and Inflation: Evidence Using Survey Data.” *Review of Financial Studies* 4.1: 53-86.
21. Rubinstein, Mark. (1976). “The valuation of uncertain income streams and the pricing of options.” *The Bell Journal of Economics* 7.2: 407-425.
22. Smith, Tom (2012). “Option-implied Probability Distributions for Future Inflation.” *Bank of England Quarterly Bulletin*. Q3.
23. Winkler, Robert L., Gary M. Roodman, and Robert R. Britney (1972). “The Determination of Partial Moments.” *Management Science* 19 (3): 290-96.
24. Wright, Jonathan H. (2009). “Comment on Understanding Inflation-Indexed Bond Markets.” *Brookings Papers on Economic Activity*. Spring. 126-138.
25. Wu, Lixin (2012). “A New Paradigm for Inflation Derivatives Modeling.” *Derivative Securities Pricing and Modelling* 94:305.
26. 北村行伸 (2010) 「国債の経済学再考—物価連動債に関する市場の動向と政策対応を中心に—

- 」『証券アナリストジャーナル』第48巻第3号、28-37、日本証券アナリスト協会
27. 黒田東彦（2013）「日本の非伝統的金融政策と国際金融システム安定に向けた取り組み」カンザスシティ連邦準備銀行主催シンポジウム（米国ワイオミング州ジャクソンホール）講演、日本銀行
28. 財務省（2013）「特集 脱デフレ期待で順調にスタート 物価連動国債が5年ぶりに発行再開」『ファイナンス』平成25年11月号、3-10、財務省
29. 財務省（2015）「債務管理レポート2015—国の債務管理と公的債務の現状—」
30. 森平爽一郎・湯山智教（2015）「物価連動債の元本保証：そのオプション価値」日本リアルオプション学会2015年研究発表大会報告
31. 湯山智教・森平爽一郎（2017）「リスクプレミアムを勘案した市場における期待インフレ率の抽出について」『現代ファイナンス』（掲載予定）MPTフォーラム・日本ファイナンス学会

CALL FOR PAPER**INTERNATIONAL JOURNAL OF REAL OPTIONS AND STRATEGY**

<https://www.jstage.jst.go.jp/browse/ijros/>

The International Journal of Real Options and Strategy (Online ISSN 2186- 4667) is a peer-reviewed and open access journal that publishes theoretical and application-oriented articles in areas of real options, strategy and related themes. Digitized scholarly articles in this Journal can be accessed from anywhere in the world via J-Stage, Japan Science and Technology Information Aggregator, Electronic. Please visit the site: http://www.realopn.com/association_index, for submission of papers.

Themes and topics that are welcome for this Journal :

Theories, applications, Empirical Studies and Case Studied on Real Investment, Strategy, Risk Analysis, Valuations, Insurance, Games, Agency Problems, Infrastructure Policy

Papers that appeared in recent Volume 2 issued in December 10, 2014

Jing-Hui Dong, Yoshio Iihara, "The Optimal Timing of an Announcement for a Merger and Acquisition"

論文誌「リアルオプション研究」原稿募集のご案内

日本リアルオプション学会は、査読付論文誌「リアルオプション研究」（英文名称： Journal of Real Options and Strategy）を発行しております。本論文誌は、電子ジャーナル化されて、国内外に広く、公開されております。 <https://www.jstage.jst.go.jp/browse/realopn>

募集する原稿: リアルオプションおよびこれに関連する経営科学、リスクマネジメント、オプション的資産の価値、投資戦略、ゲームと戦略などについての理論、実証および応用に関する研究のほかケーススタディー、あるいは、この分野における教育方法の改善などに関する和文の論文で、新規性または、有用性のあるもの。

投稿原稿は、次の3類型に分けて審査されます。 1. 理論研究 2. 応用研究 3. 研究ノート

学会だより

● 会員データの確認と更新のお願い

会員の皆さまにお願いいたします。「メールアドレス」や、「学会からの郵便物の宛先」が変わり、学会から連絡が取れなくなっている方がいられます。このほか、ご所属の変更や、会員身分(学生会員、あるいは、正会員)の変更など、ご本人からのお届けがないかぎり、学会は、データ変更をできません。これらの更新のお届けは、学会ホームページの「各種届出」ページから、「変更届けの用紙」をダウンロードして、ご記入のうえ、学会事務局へのメール添付などをお願いいたします。

● 「学会創立 10 周年記念号」への原稿募集

本学会は、2016年に、創立十周年をむかえました。これを記念して、次号の第9巻第1号(2017年3月発行予定)を特集テーマ「リアルオプションの原点とこれからのフロンティア」のもとに創立十周年記念号といたします。広く皆様から、一般の原稿募集に加えて、特集テーマに沿ったご投稿を歓迎いたします。

原稿の種類は、紹介、解説、書評、研究メモ、論説、論文等があります。投稿の期限を2017年2月15日といたします。査読を希望する論文は、その希望を明示してください。(査読希望論文については、1月末を投稿期限とします。それ以降の投稿については、第2号以降での掲載になる場合があります。)

ご投稿は、案内ページ http://www.realopn.jp/prep_page8.htm からのご投稿をお願いします。記事の分量は、このページのテンプレート・フォーマットで、なるべく10ページ以内でお願いします。

本機関誌は、電子ジャーナルとして、皆様が、個々において、広く、国内外にむけて情報発信する場です。皆様のふるってのご投稿をお待ちしております

● JAROS2017 研究発表大会

2017年度の研究発表大会は、次の日程で、金沢で開催される予定です。

- (1) 日程 : 2017年 11月 25日、26日(土日開催)
- (2) 場所 : 石川県政記念 しいの木迎賓館 石川県金沢市広坂 2-1-1

予約はお早めに: 日程は観光シーズンであることに加え、同時期に市内で他の大きなイベントがあるよていです。参加ご予約の方は、JAROS2017へのお申込だけでなく、できるだけお早めに(半年から数か月前)宿泊や交通機関の予約をご検討下さい。

法人会員リスト

日本リアルオプション学会は
以下の法人の方からのサポートを受けています。
ここに記して感謝いたします。

株式会社 シーエスデー
株式会社 アーク情報システム
株式会社 構造計画研究所
同志社大学 大学院ビジネス研究科
株式会社 サンセイランディック
日本管理センター 株式会社
株式会社 翻訳センター
---- (入会順) -----

編集後記

日本リアルオプション学会は「リアルオプション」という研究テーマに取り組む世界で唯一の学会です。規模は小さいのですが、毎年2日間にわたる研究発表大会、そして英文誌、日本語での研究論文誌、そして本号のような季刊の機関誌の3つを定期的に出版してきました。そして、今年で第1回の創立大会から数えて10周年の節目を迎えました。今後もたゆまない活動を続けていきたいとおもっています。

本号の第8巻第3号は例年通り10月に発行する予定でしたが、査読論文の掲載準備に時間がかかり、発行が遅れ12月になってしまいました。お詫び申し上げます。なお、この秋から、発行後3ヶ月を経過した号の機関誌掲載論文は、従来の論文誌、英文誌とともに、J-Stage搭載の電子ジャーナルとして一般公開されることとなります。また、次号は上に示したように、学会の10周年を記念し、次の10年に向けたリアルオプション研究とその実際への適用を見据えた特集号となります。奮っての投稿をお願いいたします。

第8巻3号 責任編集担当者 森平 爽一郎

<p>日本リアルオプション学会機関誌 リアルオプションと戦略 第8巻 第3号</p>
<p>2016年12月31日 発行</p>
<p>[機関誌編集委員会] 委員長：高森寛 委員：森平爽一郎、中岡英隆、伊藤晴祥 HTTP://WWW.REALOPN.JP/PREP_PAGE8.HTM</p>
<p>発行所 日本リアルオプション学会 THE JAPAN ASSOCIATION OF REAL OPTIONS AND STRATEGY HTTP://WWW.REALOPN.JP/</p>
<p>事務局本部： 〒103-0027 東京都中央区日本橋1-4-1 日本橋1丁目ビル5F 早稲田大学ファイナンス研究センター</p>
<p>事務業務担当： 〒104-0033 東京都中央区新川2-22-4 新共立ビル2F</p>
<p>電話：03-3551-9893 FAX：03-3553-2047</p>

Reviewed Papers, Vol. 8, No. 3

Stock Valuation of Internet Company based on Residual Income Option Model
[Kiyokazu Sato] ————— 21

Face Value Guarantee for the Inflation-Indexed Government Bonds
- Real Options on Consumer Price Index -
[Soichiro Moridaira, Tomonori Yuyama] ————— 33



<http://realopn.jp>

早稲田大学ファイナンス研究センター
〒103-0027 東京都中央区日本橋1-4-1 日本橋1丁目ビル5F