

リアルオプションと 戦略

リアルオプションと 戦略

2008 January

No.2

 日本リアルオプション学会
The Japan Association of Real Options and Strategy
www.realopn.jp

特集1

予測市場とリアルオプション

[森平爽一郎・張替一彰]

3

特集2

リアルオプションとITビジネス

[加藤 敦]

10

解説

Excelとリアルオプション [池田修一・辺見和晃・後藤 允・高嶋隆太・西山直樹]	17
コンテンツファイナンスの現状 [石井 晃]	24
エネルギー産業におけるリアルオプションと経営戦略 [中岡英隆]	29
スポーツ・ファイナンス [内誠一郎]	33

特別講演論文

エネルギー需給問題と分散型電源の位置づけ [浅野浩志]	36
-----------------------------	----

海外動向／研究室紹介／書評／学会ニュース

第2号

目 次

卷頭言 適者生存とリアルオプション.....川口有一郎 1

特集 1

予測市場とリアルオプション.....森平爽一郎・張替一彰 3

特集 2

リアルオプションとITビジネス.....加藤 敦 10

解 説

Excelとリアルオプション.....池田修一・辺見和晃・後藤允・高嶋隆太・西山直樹 17

コンテンツファイナンスの現状.....石井 晃 24

エネルギー産業におけるリアルオプションと経営戦略.....中岡英隆 29

スポーツ・ファイナンス.....内誠一郎 33

特別講演論文

エネルギー需給問題と分散型電源の位置づけ.....浅野浩志 36

海外動向

リアルオプション研究最前線—国際会議Annual International Real Options Conferenceに
参加して.....辻村元男 40

電力・エネルギー市場における投資問題の動向と今後.....高嶋隆太 42

国際会議参加報告.....後藤 允 45

〈研究室紹介〉

大野研究室の紹介.....後藤允・大野高裕 47

〈書評〉

NERAエコノミックコンサルティング編『知財紛争の経済分析』.....服部 徹 49

〈学会ニュース〉

日本リアルオプション学会研究発表大会.....51

第2回横幹連合コンファレンスに出席して.....54

エネルギービジネス研究部会設立のご報告とご案内.....55

〈付録〉

日本リアルオプション学会 評議員および監事.....56

日本リアルオプション学会 会長・副会長・理事および各委員.....57

編集後記.....58



卷頭言

適者生存とリアルオプション

川口 有一郎

(早稲田大学大学院ファイナンス研究科、日本リアルオプション学会会長)

1. はじめに

最近、ゴルフを始めた。約3年になる。スコアは120程度。はっきり言って下手である。それでも「いつかはタイガーウッズ」と密かに燃えている。それにしてもウッズのスwingは素晴らしい！ウッズの素晴らしいはダーウィンの理論に忠実であること。「最も強い種や最も賢い種が生き残るのではない。変化に最もよく順応できる種が生き残るのであるⁱ。」ウッズは21歳で世界のゴルフ界の頂点に立っていた。ところが、ビデオを見て自分のスwingがひどいことに気がついた。彼は、スwingを改良することにした。しかし、これは短期的には不調に陥るリスクを負うことを意味する。実際、その後の約2年間はたった1勝しか上げることができなかつた。それでも彼はスwingの改良を続けた。2年後に新しいスwingが完成した。その後、史上初めて連続して4大メジャーを制覇するなど輝かしい功績を納め、大躍進を続けている。

2. 適応度の地形

ウッズのこの話は、適応度の地形(adaptive landscape)について考えるうえで参考になる。適応地形は進化生物学において、遺伝子と再生の関係を示す概念であり、種がどのように環境への適応能力を高めるのかを理解するために作り出された概念であるⁱⁱ。この地形は複数の山と谷からなる。山の頂

上は適応度が高く、逆に谷の底は適応度が低いことを示している。適応度は、企業の視点からみれば、価値創造の潜在能力に等しい。各企業は、大きな利益をもたらす山々と価値を破壊する谷間が散在する地形の中で事業を行っている。地形の形状は産業や業種ごとの特性により異なる。

3. リアルオプション

地形が平坦であれば適応度（経済的な価値）の評価は伝統的なDCF法で十分である。しかし、少しでも起伏のある地形では、伝統的なDCF法とリアルオプション（戦略オプション）をうまく組み合わせる必要がある。リアルオプションは、新しい価値を創造するビジネス・チャンスを追求するうえで不可欠なツールである。

近年、イノベーションのスピードの加速、継続的な規制緩和、グローバル化の進展により、世界中の適応度の地形の起伏がかつてないほど激しくなりつつある。こうしたなかで競争する企業は現状の適応度と潜在的な適応度を見極めるために、常にリアルオプションを検討しなければならない。

長期的にもっとも大きな利益を創出するという目標に向かって、価値を創造する戦略を構築し、実行することが、より高い山の頂上に到達することを意味する。

適応度を高めるためには、いくつもの選択肢を創り出し、最高の選択をしなければ



ならない。数多くの山や谷があるので、山の頂上に到達したとしても、最も高い山に到達しているかどうかはわからない。企業がより高い山頂を目指すには、短期的には適応度を下げるという犠牲を払ってでも、長期的に適応度を上げなければならないかもしれません。ウッズが経験したことと同じである。

4. おわりに

今年（2008年）は年初から、経済新聞の紙面が暗い。今日（1月21日）、また日本株は値を下げた。ウェブのマーケット概況を見ると、日経平均が昨年来安値を更新した。米国のサブプライム問題の深刻化で米経済が減速しているのが主な原因である。加えて、世界経済に占める日本のウェートが低下し、海外に比べても日本株の足取りが重い。

日本の魅力が低下していることは確かである。アジアばかりではなく欧米に比べても成長率が低く、日本へ向かう直接投資の機会も少ない。しかも、経済改革のペースも鈍化している。

タイガー・ウッズは、変革は短期的には痛みを伴うが、長期的に適応度を向上させるためには必要であることを示した。日本のモノ造りが米国や中国向けのみを対象とするスタンスを切り替えて、インド、ブラジル、およびロシア向けも対象とするという変革は短期的には痛みを伴うかもしれない。また、モノ造りだけに頼るのではなく、例えば、日本の金融市場をもっと活性化させて、英国や香港、シンガポールのような多くの雇用を生み出す新しい金融業を育て、1500兆円の家計の金融資産の運用力を高め

る、こうした方向に大きく舵を切ることも短期的には痛みを伴うかもしれない。

ここで紹介した適応度の地形ⁱⁱⁱについての考え方は、国や企業がその潜在力に見合う戦略を探り、そのための適切な組織をもっているかを評価する助けとなる。また、現在のように起伏の激しい地形の中で、国や企業にとってリアルオプション・アプローチは不可欠の戦略的なツールである。

行動は常に周囲の反応をもたらす。高齢化時代・人口減少時代の中にあっても、日本のこの国土の上に、成長の機会を仕掛けることはできるはずである。

日本リアルオプション学会の会員の皆さんと一緒にこの学会の活動を通して、いくつもの選択肢を創出し、国や企業が最高の選択をするための礎を築きたいと思う。

ⁱ 『種の起源』

ⁱⁱ Kauffman, Stuart (1996) *At Home in the Universe*, Oxford University Press

ⁱⁱⁱ 本稿の内容は、Maubossin, Michael(2006) *More Than You Know*, (邦訳 川口監訳・早稲田大学大学院応用ファイナンス研究会訳(2007)投資の科学、日経BP社)の第19章を参考・引用しました。



特集1

予測市場とリアルオプション

森平 爽一郎

張替 一彰

(早稲田大学大学院ファイナンス研究科) (野村證券株式会社金融工学研究センター)

「予測市場 (Prediction Markets)」への関心が、最近、急激に高まっている。この予測市場を理解するためには、まず、「集合知」あるいは「群衆の叡智」という考え方を理解する必要がある。この考え方は、Surowiecki (2005)が示したものであり、個々人の不完全な判断情報を集約すると、結果的に完全に近い判断情報になる事象を指している。Surowiecki (2005)はイギリスで行われた雄牛の重量当てコンテストを群衆の叡智の例として説明している。この例では、多彩な顔ぶれを持つ 800 人のコンテスト参加者の平均予測値が 1197 ポンドであり、実際の重さの 1198 ポンドとほとんど一致していたとされる。その他にも海底深く沈んだ潜水艦の探索成功例などの色々な事例を紹介している。

この群衆の叡智の具体的な活用は、インターネットなどの低成本でオープンな不特定多数のコミュニケーション手法が実現されたことで、90 年代以降、一気に花開いた。その例として、CGM (消費者が主体的に内容を生成していく双方向メディア)、オークソノミー (Web 上にあるデータについてエンドユーザーが自ら好きなようにタグを付けて、情報の収集・分類を行うこと)、ピアプロダクション(不特定多数の参加者が目標を共有して作品を制作すること)などがある。

群衆の叡智が成立するためには、その集団が多様性、独立性、分散性、集約性の四つの条件を満たしている必要があるとされる。予測市場は市場メカニズムを使って、個々の参加者が持つ予測情報を効率的に集約できる手法であり、先の四番目の条件を実現する上で優れている。様々な予測を効率的に集約することで、少数の専門家よりも、より優れた予測能力が得られる点が期待されている。

この予測市場の代表的なものはアイオワ大学経営大学院がインターネット上で運営する種々の先物取引である⁴。例えば、米国大統領選挙では、2008 年の選挙において、共和党が勝てば 1 ドルを、負ければゼロドルのペイオフを約束する証券 (銘柄 REP08) が取引されている。これに対し、銘柄 DEM08 は逆に、民主党が勝てば 1 ドル、負ければ何も払わない証券として取引されている。図 1 はこの 2 つの証券の 2007 年 6 月 6 日から 12 月 7 日までの市場価格を示している。

注目すべきことは、市場価格データから、市場参加者がいだく共和党あるいは民主党が 2008 年の大統領選挙で勝利する確率を抽出出来ることである。たとえば、REP08 を 1 株購入することから得られる期待ペイ

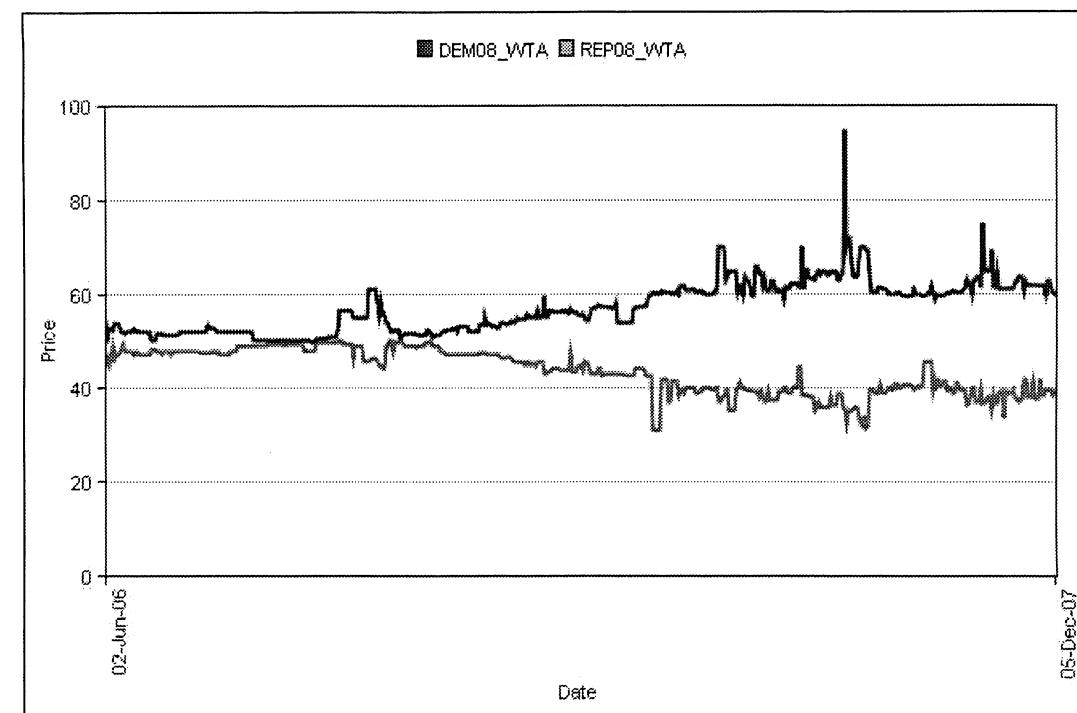


図1 米国大統領先物価格の推移 2007年6月2日より12月7日までの価格

注：REP08（下の折れ線）は、大統領選挙日(2008年11月7日)に共和党が勝てば1ドル、負ければゼロ、銘柄DEM08（上の折れ線）は民主党が勝てば1ドル、負ければゼロドルのペイオフを約束する証券。

オフは、 q_1 を共和党が勝利するリスク中立確率、 $1-q_1$ を敗北するリスク中立確率とすれば、次のようになる。

$$\begin{aligned} q_1 Y_1 + q_2 Y_2 &= q_1 Y_1 + (1-q_1)Y_2 \\ &= q_1 1 + (1-q_1)0 \quad (1) \\ &= q_1 \end{aligned}$$

従って、この証券の理論価格は、この証券を1株購入したことからの期待ペイオフの現在価値として求めることが出来る。 T を大統領選挙日(2008年11月7日)までの年換算での期間とすれば、理論価格 V_0 は、次の式によって表すことが出来るであろう。

$$V_0 = \frac{1}{(1+r_f)^T} q_1 \quad (2)$$

つまり、金利を無視し、市場価格と理論価格が等しいとすれば、図1に示した市場価格が共和党が2008年大統領選挙で勝利する「リスク中立」確率を表している。

このことは、予測市場で成立する市場価格を単に観察することで、多くの市場参加者が予想するイベント成立確率を誰もが知ることが出来ることを意味する。重要な点は、そうした情報が、即時かつわざわざ低いコストで知ることが出来るようになったことである。

無論、こうしたことが意味を持つためには、市場価格=イベント生起リスク中立確率が、予測力を持つことが必要である。多くの予測市場の価格データの実証分析から、価格が意味するイベント生起確率は、かなりの予測力を持つことが示されている。

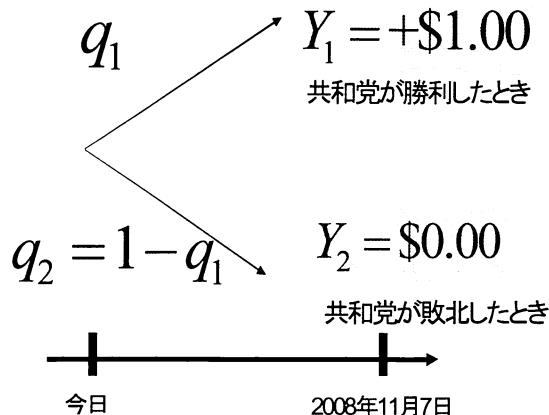


図 2 銘柄 REP08 株への投資からのペイオフ。

注: q_1 は 2008 年度米国大統領選挙において共和党が勝利する確率, $1 - q_1$ は敗北する確率を表す

しかしながらこの点は, Hayek の古典的な市場擁護に関する主張や, Roll (1986)が示したように, シカゴ商品取引上でのオレンジジュース先物価格が翌年のフロリダでの気候を米国気象庁よりも適切に予測していたこと, Grossman (1977)や Kyle (1985)が示したように競争的な先物市場で成立する先物価格は, 市場参加者の予想を最も良く集計化したものである, といった主張から考えてみると, 至極当然のことといえよう。よりくだけた表現をするならば, Surowiecki (2005)が, こうした予測市場以外の様々な事例を通じてあきらかにしたように「みんなの意見は案外正しい」のである。

予測市場で取引される原資産には, 株や債券, 為替など金融指標にとどまらず, ありとあらゆるリスクや不確実なイベントがある。伝統的には, 欧米の賭屋(Odds Bodkins)が取り扱うスポーツイベントにとどまらず, 政治イベント, 天候, オスカー受賞, マクロ経済指標, 大きな裁判の判決, 大災害(台風や疫病など)など多数の物があり, これらに対してはインターネットを

通じて世界中から投資や賭けができる。賭博行為が違法ではないアイルランド籍の企業が運営している TradeSports⁵では, 主にスポーツの勝敗を取り扱う原資産としており, 現金通貨を用いた取引を行っている。1日の注文が 75 万件もあるとされる。最近では, 仮想通貨ではあるが FINANCIAL TIMES のような大手マスメディアにおいても, 2008 年の大統領選の予測市場を開催している⁶。なお, Emile, Justin, David and Brian (2004)の研究では, 仮想通貨を用いた予測市場は現実通貨を用いた場合と比べても遜色ないとの結果が得られている。

その他に幅広い時事問題を扱った市場としては, NewsFutures⁷が有名である。仮想通貨と商品を交換できる利点がある。エンターテイメントを原資産としたものには Hollywood Stock Exchange⁸がある。アカデミーの候補作や監督などを株式に見立て, 受賞しそうな銘柄に架空通貨「ハリウッドドル」で売買する。最高値の銘柄が受賞候補となり, 専門家よりも高い的中率がしばしば話題になる。



その他にも O'Reilly と Yahoo による IT 用語・技術動向の予想市場である Tech Buzz Game⁹などがある。yahoo 上での IT 用語の頻出度数予測を対象にして売買を行う。最も収益が上がったものに対しては、iPod などの賞品がもらえる。変わったところでは、インターネット上で寄付マッチングサービスをしている GlobalGiving¹⁰がある。複数ある寄付先を決めるために予測市場の仕組みを活用したという。その一方で 2003 年にはテロの予測情報に役立てる目的で、テロ先物市場を米国国防総省が創設しようとしたが、逆にテロを引き起こしかねないと世論の集中砲火を浴びて撤退したこともある。

また、最近では、企業内にこうした予測市場を作成し、自社の将来に重大な影響を与えるイベントや戦略の予想確率を推定しようとする試みもある。HP では社員と管理職向けの予測ソフトウェア「BRAIN」を開発しており、製薬大手 Pfizer が 2007 年から使用を開始しているという。HP が自社のメモリ価格でテストした結果、メモリの価格予想における誤差率は、従来の方法では 4% だったのに対し、予測市場を使用した場合は 2.5% と、37% も改善された。次のテストでは HP Services の営業利益を予測したが、同様の結果が得られた。HP では、プリンターの販売部員が将来の売上予測を売買する実験も行ったという。予測が当たると配当が貰える仕組みで、16 回ほど試行した所、1 回を除き、売上予測を行う部署よりも予測が正確であった。

Google では、社内で予測市場を設け、製品の提供開始日などの重要事項に関する予測に活用している。四半期ごとに決定され

る成績優秀者に賞金と T シャツを贈呈している。各部門で優秀な社員を把握することができるため、人事評価に組み込むことを想定しているという。

以上のように、製品の公開日や将来価格の推移、あるいはサービス内容といった重要な予測項目に対して、企業内予測市場が成功を収めている例が複数報告されている。こうした企業内予測市場の ERM (企業リスク管理) における利用方法としては以下のようないえよう。一つ目は製品開発や投資案件計画などの評価に関する意思決定支援である。二つ目は多くの人間の主観判断結果を使って、将来のリスク分布を推定評価することである。三つ目はリスク評価に優れたリスクマネージャー評価を行うことである。

高度化する産業技術や顧客ニーズを背景に、経営陣と R&D や販売の現場にいる社員との間で情報の非対称性が発生することは避けられない。こうした情報の非対称性を解消するための方法として、企業内予測市場の活用が想定される。その場合に期待値だけではなく、リスクの分布も得られることでより優れた経営判断が行えよう。また、先を見通せる力はマネージャーとして非常に重要な資質であり、そうした人材を正しく評価できる機会でもある。ただし、これまでの経営陣の意思決定に関して、新たな圧力がかかる可能性は否定できず、その部分をどのように調整していくかがポイントとなろう。また、社内という閉ざされた、ある程度の同質性も想定される集団が本当に正しく機能するかどうかについては疑問も湧く。これは社内カルチャーにも大きく影響を受ける心理的な問題である。予測市



場に参加する従業員が自由な立場で意見表明できる雰囲気をいかに醸成できるかが大きなポイントとなろう。

その他における予測市場の活用方法として、欧米の投資銀行や組織化された先物市場、たとえばシカゴ商品取引所は、予測市場をネットあるいは実際の取引所内に設定し、様々な経済予想やそれを原資産とするオプション取引の機会を提供しようと試みている。

たとえば、シカゴ商品取引所(CBOT、現CME)は米国連邦準備銀行による目標金利(Federal Fund Rate)に関するバイナリーオプションを上場した。これは、将来T年後の100-FF金利(S_T)がある一定以上、つまり一定の行使価格(K)を上回れば10ドルを支払い、そうでなければ何も支払わないようなオプション契約である。これは、デジタルあるいはバイナリーオプションと呼ばれるエキゾチックオプション契約であるが、その理論価格(C_0)は、もしFF金利が対数正規分布をすれば、有名なブラック=ショールズのコールオプション公式の右辺第

2項

$$\begin{aligned} C_0 &= Q[e^{-r_F T} N(d_2)] \\ &= e^{-r_F T} Q \cdot \Pr^Q(S_T \geq K) \end{aligned}$$

ここで

$$d_2 = \frac{\log_e\left(\frac{S_0}{K}\right) + \left(r_F - \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad (3)$$

で、 $Q=10$ ドルとした場合に等しい。つまり、FF金利が、いまからT年後に一定の目標比率(K)を超える「リスク中立」確率は、オプ

ション価格(C_0)から $N(d_2)$ をもとめることにより抽出できることとなる。

このように考えると、予測市場で成立する市場価格から導かれた将来のイベントあるいは経済変数の生起確率が、企業や個人、政策当局によるさまざまな意思決定に役立つことは明らかであろう。

実際にシカゴ・マーカンタイル取引所(現CMEグループ)が取引を行っていた経済指標オプション(EIO: Economic Indicator Option)において、Justin(2004)によれば、EIOの153回分の取引とそれに対応しているアナリストの予想を比較し、その予測能力を評価したところ、EIOの方が5%~10%ほど優れていた。また、Refet and Justin(2005)は、EIOとサーベイの予測能力を比較した。その結果、EIOの方がエラーが少なく、実績との相関が高いという結果になった。このため、EIOは重要な経済指標に関する予測情報として使える可能性を示したのである。ただし、残念ながらCMEグループが発足した2007年夏のタイミングで取引が中止されている。

CMEのほかにも、HedgeStreet¹¹が運営する私設電子取引市場がある。予測の経済合理性がCFTC(米商品先物取引委員会)から認められ、この取引が賭博と認知されていないために現実通貨での取引が可能となっている。既存のオプション取引所と違う点は、HedgeStreetが独占的にオプションのライターとして、バイナリーオプション商品を販売している点にある。従って、ブローカーは存在しない。HedgeStreetで取引されている商品は以下のようなものである。Economic Events(Interest Rates, Initial Claims(新規失業保険申請件数), Nonfarm



Payrolls(非農業部門雇用者数), Core CPI, Fed Fund Rate), Housing Prices(Chicago, New York, San Francisco), Hurricanes insurance estimates, Quarterly Corporate Revenues, Quarterly Earnings Per Share(対象は30社であり, Wal Mart, ExxonMobil, 3M, Apple, Caterpillar, Google, Halliburton, Intel, Microsoftなどであり, 投機目的のほか, 決算発表で生じる株価の下落リスクをヘッジする需要を見込んでいるという)。上場商品としては, 正当な経済的目的があるものに限定されており, テロ活動やギャンブルに関連するものは認可されない。

ヘッジしたい事業リスクを原資産としたデリバティブは, 現行の取引所で扱っていないか, もしくは扱っていても使いづらい商品が多い。流動性が低く, 商品性も複雑になるためである。現在, こうした事業リスクデリバティブの取引市場は, 事業会社のヘッジニーズに十分に応えられるレベルにはない。しかし, 予測市場の仕組みを使って市場実験した結果, ある程度の成果を得ることには成功しており, 今後の実需のニーズが高まった場合に, 実務的に対応できる可能性を示したといえる。

このように予測市場での取引資産の多くは,これまで金融市场では取引されてこなかった実物(リアルな)資産である。その意味で, 予測市場の分析は, すなわち, リアルなデリバティブズ, オプションや先物取引に関わる問題である。リアルオプション研究に携わる多くの実務家と研究者が, すでにある予測市場に関する実証と理論的な研究をより進めるとともに, さらに, 実際に予測市場を制度設計し, 運営していく努力が求められていると言えよう。

参考文献

1. Grossman, Sanford J. "The Existence of Futures Markets, Noisy Rational Expectations and Informational Externalities," *Review of Economic Studies*, 1977, 44 (138), 431-450.
2. Gürkaynak, Refet and Wolfers, Justin. "Macroeconomic Derivatives: An Initial Analysis of Market-Based Macro Forecasts, Uncertainty and Risk," NBER Working Paper, 2005, No. 1192.
3. Kyle, Albert S. "Continuous Auctions and Insider Trading," *Econometrica*, 1985, 53 (6), 1315-1336.
4. Malone, W. Thomas. *The Future of Work*, Harvard Business School Press, 2004. (高橋則明訳『フューチャー・オブ・ワーク』, ランダムハウス講談社)
5. McCullagh, Declan. 「みんなの意見」の活用法—IT企業が導入する予測市場の成果, CNET Japan, 2007.
6. Roll, Richard. "Orange Juice and Weather," *American Economic Review*, 1984, 74 (5), 861-880.
7. Servan-Schreiber, Emile, Justin Wolfers, Justine Pennock, David Galebach, Brian. "Prediction Markets: Does Money Matter?" *Electronic Markets*, 2004, 14-3, September.
8. Surowiecki, James. *Wisdom of Crowds*, Anchor Books, 2005. (小高尚子訳『「みんなの意見」は案外正しい』, 角川書店, 2006年)
9. Tapscott, Don and Williams, Anthony D. *Wikinomics: How Mass Collaboration Changes Everything*, Portfolio, 2006. (井口耕二訳『ウイキノミクス』, 日経BP社)



10. Wolfers, Justin. "New Uses for New Macro Derivatives," *FRBSF Economic Letter*, 2006, Number 2006-21.

注

- ⁴ <http://www.biz.uiowa.edu/IEM/>
⁵ <http://www.tradesports.com/>
⁶ <http://www.ftpredict.com/aav2/trading/tradingHTML.jsp>
⁷ <http://us.newsfutures.com/>
⁸ <http://www.hsx.com/>
⁹ <http://buzz.research.yahoo.com/bk/index.html>
¹⁰ <http://www.globalgiving.com/>
¹¹ <http://www.hedgestreet.com/>

論文誌「リアルオプション研究」原稿募集のお知らせ

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」）を発刊します。つきましては、掲載論文を募集しますので、ふるってご投稿下さい。

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やリスクマネジメント等についての理論、実証および応用に関する研究のほか、ケーススタディ、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または英文の論文で新規性または有用性のあるもの。他学会への二重投稿のない未公刊のものに限ります

投稿原稿は次のアカデミック論文、プラクティス論文、研究ノートの3類型に分けて審査されます。投稿時に、上記の3類型のいずれでの審査を希望するかについて明示してください。ただし審査の過程で、類型の変更等をお願いすることがあります

1 アカデミック論文

学術論文の形式に則り、理論、実証および応用等に関する学術的な価値を有する研究成果の発表を目的とするもの

2 プラクティス論文

実務に基づいた研究成果、実務への応用方法の研究等、主に実務に資する研究成果の発表を目的とするもの

3 研究ノート

論文にまで至らない段階の調査・研究等の成果ないし経過の発表を目的とするもの

詳しくは、投稿規定（http://www.realopn.jp/data/memo_article_nov2006.pdf）をご覧ください。

投稿先

投稿原稿は、以下のあて先にお送りください。電子メールで提出される場合も、ハードコピーをお送りください。本件に関するお問い合わせも同じメールアドレスまでお送りください。

〒103-0027 東京都中央区日本橋1-4-1 日本橋1丁目ビル5階
早稲田大学大学院ファイナンス研究科川口研究室
『リアルオプション研究』編集係
E-mail : journal@realopn.jp



特集2

リアルオプションとITビジネス

加藤 敦

(同志社女子大学)

5. はじめに

本稿ではリスクに富むIT（情報通信）ビジネスにおいてリアルオプションがどう活用されるか考察する。リスクとは「事態の確からしさとその結果の組合せ、又は事態の発生確率とその結果の組合せ」（『JISQ2001 リスクマネジメント構築のための指針』）と定義される。周知の通りリアルオプションは、外生的に与えられるリスクに伴う機会利益を極大化し、機会損失を極小化するために有効な経営ツールである。急速な技術進展及びそれに伴う市場変化・複雑化はITビジネスをきわめて不確実性の高いものとしており、インフラ投資やセキュリティ投資など投資可否判断、最適投資タイミングの見極め、ITベンチャー企業価値の評価、ソフトウェア開発手法の見直し、企業間取引の柔軟性評価など様々なテーマでリアルオプションが活用できる。本稿では代表的な3つのリアルオプション・アプローチすなわちITインフラ投資、ITセキュリティ投資、サプライチェーンの柔軟性確保について検討し、オプション戦略の要点について考察しよう。

6. ITインフラ投資

ITインフラ投資は後続プロジェクトを実施するための前提となる基礎投資である。例えばアプリケーション・ソフト開発の前

提となるネットワーク環境整備や、大規模なシステム開発に先行して進める最小規模構成のシステム開発などがある。

インフラ投資は直ちに業務的効果に結びつくことは少なく採算性が低くなりがちであるが、将来、状況が許せば拡張投資を行うというオプションを確保する役割を果たしている。こう考えるとインフラ投資自体の正味現在価値（NPV）に、拡張オプション価値を加えた「能動的NPV」で評価するのが良い。このときオプションの原資産は拡張投資に伴う事業価値、権利行使価格は拡張投資額である。こうした考えは Dos Santos(1991)がはじめて提起したものだが、それ以来、Benaroch & Kauffman (1999) がVAN事業者のサービス拡張投資に用いるなど、多くの先行研究がある。

このモデルにはオプション価値導出にあたり、原資産である拡張投資の事業価値の適切な算定、不確実性の推定、競争相手への対応などの課題がある。しかしITビジネスを見渡すと、ソフトウェア・アーキテクチャー、システム開発、ネットワーク技術などの階層的構造を基礎としたビジネスモデルは数多く、インフラ投資の先行はごく一般的なことであり、拡張オプションとしてモデル化できる事例は少なくない¹。（表1）



表1 ITビジネスとリアルオプション

適用分野	インフラ投資	セキュリティ投資	サプライチェーン
リアルオプション類型	拡張オプション	廃棄オプション	切り替えオプション
原資産	拡張後の事業価値	IT資産価値	現事業価値：現行操業モードによる事業価値
権利行使価格	拡張投資額	(損害発生前の) 当初IT資産価値	代替事業価値：代替操業モードによる事業価値
権利確保の対価（オプション料）	インフラ投資	損害保険料	柔軟性確保に要する費用
選択権	権利行使価格で原資産入手する権利	価値を減じた原資産を当初の価格で売りつけることができる権利	現事業価値と代替事業価値を何度も切り替えることができる権利
備考			現事業価値と代替事業価値の双方ともリスク資産であると想定 切り替えの都度、切り替え費用が発生

7. ITセキュリティ投資

ITセキュリティ投資は損害保険すなわち一種の廃棄オプションとしてモデル化することができる。セキュリティ・リスクをすべてカバーするような仮想的な損害保険があると仮定しよう。するとセキュリティ・リスクを低減させるIT投資の価値は、投資しない場合と、投資した場合の保険料の差としてとらえることができる。

セキュリティ障害は、予期できぬ人為的事故または自然災害により発生するという点で外生的である。想定されるオプションは、障害によって価値が低下したIT資産(原資産)を、当初のIT資産価値(権利行使価

格)で買い取らせる選択権である。権利確保の対価はセキュリティ投資額となる。なお多くのセキュリティ投資は業務効率化等のメリットもたらすため、拡張オプションの場合と同様に、コスト削減等の一般効果による当初NPVに、損害保険料差(オプション価値差)を加えたものを「能動的NPV」として評価すればよい。

なお情報漏えい事故等を対象とした損害保険が実際に発売されているが、実際の保険で填補されるのは直接的な復旧費用並びに損害賠償費用などに限られ、ブランドダメージに伴う販売減など機会損失は対象とならない。これに対し伝統的リスク分析手

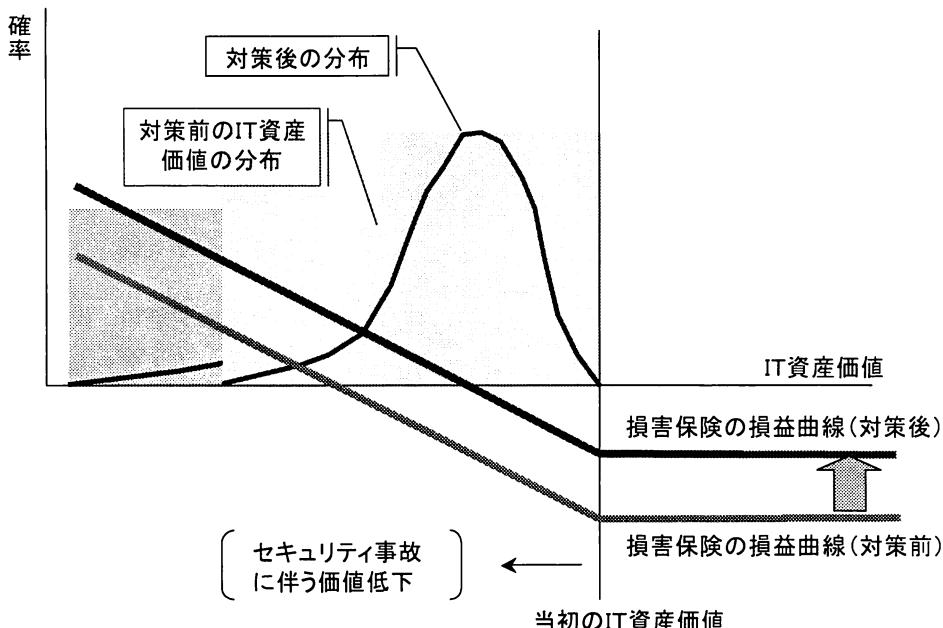


図1 廃棄オプションとセキュリティ投資

法とリアルオプションのメリットを足し合わせることにより、リスク因子、リスク顕在化過程、波及、損害範囲等を適切に選択し、自社にもっとも適した「損害保険」を創出しセキュリティ投資価値を計算することができる。ここで人為的侵害や自然災害など複数の不確実性ソースを想定するなら、モンテカルロ・シミュレーションが利用しやすいだろう（図1）。

8. サプライチェーンの柔軟性確保

サプライチェーンとは部品調達・生産・販売に至る、企業が価値創造するための連鎖である。激変する経済動向や技術進歩、国際化進展に伴い原料・部品価格や委託加工賃の不確実性は大きくなってしまっており、硬直的なサプライチェーンはコスト、納期面で機会損失に陥りやすい状況になっている。一方、ITは新たな取引の場を創造し、サプライチェーンの柔軟性を確保するための戦略の幅を広げてきた。

取引先などサプライチェーンを構成する要素（以下、操業モード）を切り替える柔軟性は、2つのリスクイーな資産を何度も交換できる切り替えオプションとしてとらえることができる²。現行操業モードによる事業価値を原資産とすると、権利行使価格は代替操業モードによる事業価値である。

複数の操業モードをとると、それらが質的に異なる市場に向かい合っていたり、不確実性の源泉から受ける影響が質的に異なったりすると、切り替えオプションは大きな利益を生む。図2は操業モードA・Bが不確実性の影響をどう受けるかを示したものであるが、左のように受ける影響が全く逆であるなら切り替えオプションを設定することが有効であるが、右のようにほぼ同じであるなら、オプションの意味を成さなくなる。（図2）

コストをかけて切り替えオプションを確保すべきか否か、を判断するにはオプショ

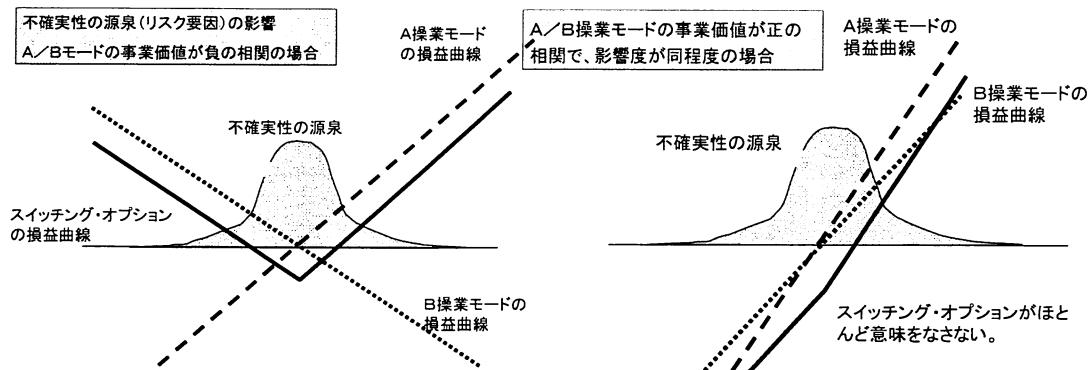


図2 切り替えオプションと不確実性

ン純価値をみればよい。オプション純価値は、切り替えオプション価値から柔軟性確保の対価及び切り替え費用を控除したものである。切り替えオプションの対価としては、例えば特定取引先に継続発注する場合と比べ失われるボリュームディスカウント、多くの相手と取引するため標準化に要する費用などがある。また実際に切り替えを行う際には、各種手続き、教育訓練、設備等購入などの切り替え費用が都度発生する。

Billington, Johnson & Triantis(2002)によるとヒューレット・パッカード社はサプライチェーンのオプション戦略を推進している。例えば部品発注にあたり、ベース部分はコスト競争力のある大規模な生産拠点に頼る一方、需要に応じ変動する部分は割高だが速やかに対応可能な生産拠点を起用し、切替オプションを確保している。また Baldwin and Clark(1999)はIT産業におけるモジュール化進展がオプション価値を拡充していることを示した。モジュールとは、抽象化、隠蔽化、インターフェースといった特徴を備えた「標準部品」である。

一般的企業もITを活用し切替オプションを内在したビジネスモデルを構築しやすくなっている。例えばe-マーケットプレイ

スと呼ばれる仮想的市場が形成され、売れ残り品を処分したり、急に必要になった部品を調達したりすることが可能になった。

サプライチェーン以外にも切替オプションは広くITビジネスに用いられつつある。小谷・飯島(2007)は、ITシステム全体の予算・要員の割当を調整してポートフォリオ価値を最大化するという枠組みに、切り替えオプションの考え方を織り込んでいく。

9. オプション戦略の要点

ITビジネスにおけるリアルオプションの多くは契約によらない仮想的なオプションである。恣意的に数字が作られているとの誤解を生じないよう、リアルオプション活用にあたっての要点を述べておきたい。

9.1. リスク源泉の特徴に応じた対応

仮想的なりアルオプションにおけるオプション価値算定は基本的にはマネジメントの責任によって行われる。ここで説明責任を確保するには、リスク源泉の特徴に注意を払うことが重要である。

表2を参照していただきたい。まずインフラ投資の場合、原資産である拡張投資後の事業価値に影響を与える外生的リスクには製品価格・販売数量など市場リスクや部



表2 リスク源泉の区分

	インフラ投資	セキュリティ投資	サプライチェーン
原資産(リスクキーな資産)	拡張投資後の事業価値	IT資産	現行操業モードによる事業価値 代替操業モードによる事業価値
外生的リスク	製品価格・販売数量など 市場リスク 部品等要素価格に関する市場リスク 法規制や制度の改訂	人為的侵害 自然災害	部品等要素価格に関する市場リスク 法規制や制度の改訂
内生的リスク	システム開発リスク 自社のIT活用力	自社のセキュリティ事故対処力	自社の業務遂行能力
その他	競争相手の行動に関する不確実性		

品等要素価格に関する市場リスク、法規制や制度の改訂などがある。内生的リスクにはシステム開発リスクや自社のIT活用力がある。またその他として、競争相手の行動に関する不確実性がある。またセキュリティ投資の場合、原資産であるIT資産に影響を与える外生的リスクとして人為的侵害や自然災害があり、内生的リスクとして自社のセキュリティ事故対処力などがある。サプライチェーンの場合、リスクキーな資産である現行／代替サプライチェーンにもとづく事業価値に影響する外生的リスクには部品等要素価格に関する市場リスク、法規制や制度の改訂などがあり内生的リスクには自社の業務遂行能力がある。

オプションは外生的リスクに対し、リスク移転を図る手段である。換言すれば外生的リスクのみがオプション価値につながるのであり、内生的リスクは適切なマネジメ

ントを通じて最小化を図るべきものである。

一方、オプション価値につながる外生的リスクであるが、原資産などが市場取引されず観察が難しいことが多い。だからこそビジネスモデルが類似する企業に準じて推計したり、調査統計を用いたりするなど客観性確保の努力が求められる³。

なお競争相手の行動は、複占や寡占の場合、自社と競争相手が互いに影響を与え合うので、ゲームの理論的仮定を設けるなどの対応が必要となる。(表2)

9.2. マネジメント体制

内生的リスク最小化のためには企業内／企業間マネジメント体制を適切に構築しなければならない。これは仮想的なリアルオプションの実現性を確保するためにも欠かせない。目的達成の成否は情報システムなどの物的資産のみでなく、インタンジブルな資産すなわち組織成熟度や人的資本に依



存する、という考え方方がIT経営においては広く受け入れられている。例えばセキュリティ向上は情報システム対策のみでなく組織としての対策や要員訓練を通じはじめて可能となる。

インタンジブルな資産をも考慮したマネジメント体制の構築にはバランスト・スコアカード的手法が効果的である。はじめにマネジメントの全体目標やオプション価値がどう形作られるか、利害関係者間の共通認識をつくる。次にオプション価値の保持及び適切な行使のための仕組みづくりである。ここでは外生的リスク並びにこれにより生み出されるオプション価値を関連付けて主要成功要因を定義する。一方、内生的リスクについてはオプションと切り離し、これを克服・低減するための主要成功要因を定義する。次にこれら主要要因を情報システム、業務システム、人的資本などの区分毎にブレイクダウンし達成すべき成果指標を明確にする。仮想的なリアルオプションの場合、選択権をいかに保持し続けるか、いつ権利行使するか、が権利保持者に委ねられるので、実行管理を怠ると現実には権利行使できなくなってしまう。これを防ぐモニタリングの仕組みも織り込まれるべきである。

10. おわりに

本稿ではITビジネスにおける主要テーマを考察した。拡張オプションによるインフラ投資評価をはじめ、セキュリティ投資やサプライチェーンの柔軟性確保にリアルオプションが活用できることを示した。

確かに契約にもとづかない仮想的なオプションは脆弱な面がある。しかしITビジネスは不確実性に富み、機会損失を避け機

会利益を得ることの意義は大きい。重要なのは説明責任を果たすこと、そしてオプション価値を維持しタイムリーに行使するプロセスを、マネジメント体制にビルト・インすることである。

ところで現実には投資評価などにあたり、一部の大企業を除くとNPVさえ必ずしも定着しているといえない。定量的なオプション価値導出を行う代わりに「将来利益を生み出す（定性的）ストーリーとこれを裏付ける指標により企業の実態や将来性を説明すること」も、中小企業などに適したリアルオプション・マネジメントの一つのやり方として認められるべきだろう⁴。

参考文献

- [1]青木克人(2007)「戦略的IT投資定量評価モデルの構築とその業種別ケースの策定」埼玉大学博士論文
- [2]加藤敦 (2006)「サプライチェーンのオプション戦略」高森寛・井出正介編著『金融・契約技術・エージェンシーと経営戦略』東洋経済新報社 pp.231-250
- [3]加藤敦 (2007)『リアルオプションとITビジネス』エコノミスト社
- [4]小谷正文・飯島淳一 (2007)「リアルオプションによるプロジェクト選択のITポートフォリオ管理フレームワーク」『経営情報学会2007全国発表大会予稿集』pp.226-229
- [5]Dos Santos, B. L. (1991). "Justifying Investment in New Information Technologies", *Journal of Management Information Systems*, Vol7, No4. Spring, 71-79
- [6]Benaroch, M., and R.J.Kauffman (1999). "A Case for Using Option Pricing Analysis to Evaluate Information Technology Project Investments", *Information Systems Research*,



Vol 10, No1, 70-86.

[7] Billington, Coery., Johnson, Blake and Alex Triantis (2002). "A Real Option Perspective on Supply Chain Management in High Technology," *Journal of Applied Corporate Finance*, 15-2, 32-43

[8] Baldwin, Carliss and Kim Clark (2000). Design Rules, Vol.1, Cambridge: MIT Press

注

¹ 青木（2007）は様々な拡張オプション事例を実務家に提案している。

² 切替が1度限りの場合、交換オプションとして解析的に価値を求めることができる。

³ 例えばセキュリティ事故における人為的侵害、自然災害について実績数値の一部が情報処理振興事業団から公表されている。

⁴ 『平成18年度中小企業白書』pp.64-65

リアルオプションとITビジネス —基礎理論とケーススタディ— 加藤 敦 著

定価：本体4,800円+税 エコノミスト社



リアルオプションは金融オプションを実社会の様々な課題に応用した新鋭の経営ツールであり、不確実性下での高度な意思決定を可能とするものである。本書はビジネス社会においてリアルオプション・アプローチを実践する手助けとなることを目的とし、次の読者層を念頭に企画されたものである。

第1にリアルオプションの原理は学んだがまだ実践には至っていない方に対し、マネジメント上の要点を明らかにし、具体的なケーススタディを通じテンプレート（ひな型）を提示することで、実践の後押しをしたいと考えている。

第2にITビジネスに携わる方に対し、当該分野における様々な意思決定問題に適用することで、いかに豊かなソリューションがもたらされか、その限りない可能性を知って欲しいと考える。



解説

Excel とリアルオプション

池田修一　辺見和晃　後藤允　高嶋隆太　西山直樹

(構造計画研究所) (構造計画研究所) (早稲田大学) (東京大学) (構造計画研究所)

1. はじめに

本稿は、2007年9月18日に行なわれた、日本リアルオプション学会「企業金融工学フォーラム」2007年第2回入門セミナー：Excel とリアルオプションの報告内容をまとめたものである。報告内容は、

1. Crystal Ball を用いたモンテカルロ DCF の実践（池田修一）
2. Excel と CrystalBall によるリアルオプション計算（辺見和晃）
3. マルチエージェントによるリアルオプション・シミュレーション（後藤允、高嶋隆太、西山直樹）

であった。本稿では特に、3 の競争モデルのシミュレーション計算に焦点を当て、モンテカルロ・シミュレーションとマルチエージェント・シミュレーションの説明の後、実験結果と今後の展望を述べる。

2. モンテカルロ・シミュレーション

長年、金融をはじめ多くの分野において将来の不確実性を分析する方法の研究がなされてきた。例えば金融オプションなどの場合、ブラック＝ショールズモデルを代表する解析型の解法によって解が得られている。しかし、これらのモデルでは高度な確率計算法であるため、説明が難しくモデルの柔軟性に欠ける。そこで、近年ではモン

テカルロ・シミュレーションなどによる解法が積極的に用いられつつある。

モンテカルロ・シミュレーションの手法となるモンテカルロ法 (Monte Carlo method) はジョン・フォン・ノイマン (John von Neumann) より考案された手法であり、カジノで有名な都市国家モナコ公国 の地区的 1 つであるモンテ・カルロから名付けられた。カジノではルーレットやサイコロがランダムに発生したサンプリングにより作用されるように、この手法ではシミュレーションや数値計算において乱数を用いることで近似解などを求める。元々は核分裂のコンピュータシミュレーションにおいて考案された手法のため、量子力学などの分野で利用されていたが、コンピュータの普及に伴い、物理学をはじめとして、統計学、オペレーションズ・リサーチ、情報科学、建築学、マーケティング、金融工学など多くの分野で活用されている。

モンテカルロ・シミュレーションの特徴はモデルに対して、仮定された確率分布に従って生成される乱数に基づいて何度も計算を行なうことにより、結果を定量的に把握できる点にある。ただし、一般的にコンピュータによって生成される乱数は一様乱数であるため、モンテカルロ・シミュレーションを行なう際に必要に応じて確率分布



をプログラミングによって生成しなければならず、だれしもが扱えるものではなかった。しかし、PCの普及とともにCrystal Ballのようなエクセル上でも容易に様々な確率分布を仮定してモンテカルロ・シミュレーションを行なえるツールも登場してきた[1]（図1～2を参照）。

現在では事業投資評価や投資評価においてDCF法とモンテカルロ法を組み合わせたモンテカルロ DCF 法（ダイナミック DCF 法）を行なうことも一般的になっている。通常、DCF 法では 1 つのシナリオで NPV, IRR を計算するが、モンテカルロ法を利用することで、通常何千、何万回の起こり得るシナリオを表現することが可能になる。これにより、ある金額以上の損失が出る確率が何%あるなど、定量的なリスク分析を行なうことができる。

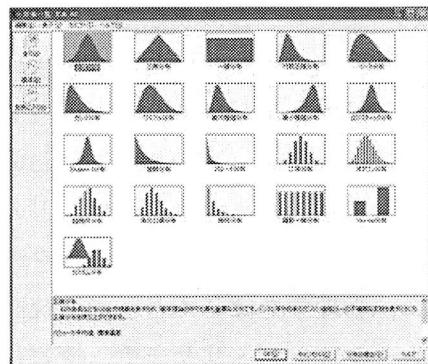


図1 Crystal Ball 上での確率分布の仮定

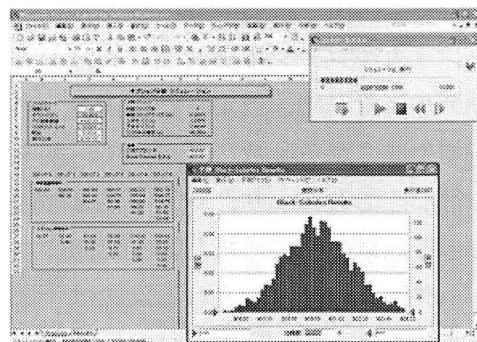


図2 Crystal Ball 上での実行画面

3. マルチエージェント・シミュレーション

ある1つの系（システム）をモデル化する場合、一般的には大きく分けて2方向のアプローチがある。ひとつには、系の状態を表す変数群を抽出し、それら変数間の関係について微分方程式系などの数理モデルを構築するアプローチがある。もう1つは、系全体を複数の構成要素に分割し、各要素のインプットとアウトプットおよび要素内で進行する過程を定式化した上で、各要素間の連結関係を定義することにより系全体の挙動を表現するアプローチである。後者のモデル化手法はシステムダイナミクスとして広く知られている。

これらの手法は、各々の構成要素の振舞いの独立性が比較的強い系に関しては非常に有効なアプローチであるが、一方、各構成要素の挙動が他要素の振舞いから多種・多様な影響を受けるような、要素間の相互依存性が強い系に関しては、系全体の挙動を適切に説明し得ない場合がしばしばある。これは、個別の要素同士の行動が相互に影響を及ぼしあうという循環的構造（ミクロ・ミクロフィードバック）、また同様に、個別要素の行動と系全体の挙動との間に成立する循環的構造（ミクロ・マクロフィードバック）が十分に表現されていないことに起因する。

これに対し、互いに独立な個別要素の集合として系を捉えるのではなく、系全体は部分の挙動の総和としては表現しきれない振舞いを示すという前提にもとづき、部分同士の相互作用および、部分と全体の間の相互作用に着目した、複雑系とよばれるコンセプトが提唱されている。このような複



雜系のアプローチを取り扱う手法のひとつとして、近年、マルチエージェント・シミュレーションとよばれるシミュレーション手法が、とくに社会科学の分野において広く活用されている。

マルチエージェント・シミュレーションのモデルは、自らの判断基準に基づいて自律的に意思決定を行なう行動主体（エージェント）と、それらが多数併存する環境から構成される。各エージェントは他のエージェントの挙動に依存して自身の行動を決定し、また同時に、全てのエージェントの行動決定の結果として現れるマクロな環境情報からも影響を受けて自身の行動を決定する。モデル化に際しては、各エージェントが参照するマクロ・ミクロ両面の情報および、参照した情報の内容に対応する各エージェントの反応を記述することがモデリングの中心的な作業となる。

複雑な社会現象をモデル化する手法としてマルチエージェント・シミュレーションは有効な手法ではあるが、将来予測のための手法としての妥当性に関して特に留意しなくてはならない点が存在する。それは、シミュレーション結果に対する初期値依存性が非常に高いこと、また、シミュレーションの途中段階での微小な挙動の違いが結果の大きな違いとなって現れることである。したがって、シミュレーションの試行結果については、起こり得る可能性の1つが観察されているものと解釈すべきであり、将来予測を主目的とする場合には、多数の初期条件に対してシミュレーションを行なつたうえで、それらの結果を統計的なアプローチにより処理する等の手法を採用する必要がある。

4. 競争モデルのシミュレーション計算

4.1 理論モデルによる解析解

シミュレーション計算のベンチマークとして、理論モデルの解析解を求めておく。モデルは、Grenadier [3] を簡便化したものである。

同質な2企業が、未開拓の市場に対して投資のタイミングを伺っているとする。投資費用 I を支払うことによって、毎期 P_t の利益フローを受け取るという、単純なモデルである。ただし、 P_t は、

$$P_t = \begin{cases} X_t & 1\text{企業のとき} \\ \frac{1}{2}X_t & 2\text{企業のとき} \end{cases} \quad (1)$$

であり、需要ショック X_t は幾何ブラウン運動

$$dX_t = \mu X_t dt + \sigma X_t dW_t \quad (2)$$

に従うとする。

このとき、各企業は十分に待って高い利益を得たいというリアルオプションの側面と、競争相手を先取りして長く独占状態を作りたいというゲーム理論の側面の両方に直面している。この問題は、価値関数を先取りに成功した「先導者」と、先取りされて後から投資する「追従者」に分けて考え、2企業の最適な行動戦略を求める。

追従者になった場合は、先導者がすでに投資を終えているため、競争はなく、単独の意思決定となる。割引率を ρ とすると、追従者の価値関数は、

$$F(x) = \sup_{\tau} E \left[\int_{\tau}^{\infty} e^{-\rho t} \frac{1}{2} X_t dt - e^{-\rho \tau} I \right] \quad (3)$$

のように投資時刻 τ で最大化する問題となる。この問題は一般的なリアルオプションの枠組みであり、(3)式の解は、



$$F(x) = \begin{cases} \left(\frac{Z/2}{\rho - \mu} - I \right) \left(\frac{x}{Z} \right)^{\beta} & x < Z \\ \frac{x/2}{\rho - \mu} - I & x \geq Z \end{cases} \quad (4)$$

である。ただし、 β は特性2次方程式の正根である。このとき、最適な投資閾値は、

$$Z = \frac{\beta}{\beta-1} (\rho - \mu) I \quad (5)$$

と求められ、追従者は需要ショック X_t が投資閾値 Z を初めて超えた瞬間に投資することが最適となる。

一方、先導者はすでに独占的な利益を得ているが、追従者が時刻 τ で参入してくるため、価値関数は、

$$L(x) = E \left[\int_0^{\tau} e^{-\rho t} X_t dt + \int_{\tau}^{\infty} e^{-\rho t} \frac{1}{2} X_t^2 dt - I \right] \quad (6)$$

のようになり、すでに投資を終えているため最大化問題にならない。(6)式の解は、

$$L(x) = \begin{cases} \frac{x}{\rho - \mu} - \frac{Z/2}{\rho - \mu} \left(\frac{x}{Z} \right)^{\beta} - I & x < Z \\ \frac{x/2}{\rho - \mu} - I & x \geq Z \end{cases} \quad (7)$$

となる。1行目の第2項は、追従者の参入可能性による減少価値である。

(4), (7)式により、追従者と先導者の価値が導かれ、(5)式により追従者になった場合の最適な投資閾値が導かれた。ここで、企業が先導者になる最適なタイミングを求める。図1は、先導者と追従者の価値を表している。パラメータは、 $\rho = 0.04$, $\mu = 0.02$, $\sigma = 0.2$, $I = 50$ であるが、関数の概形には影響を与えない、 $L(x)$ と $F(x)$ の交点 Y は常に一意に存在する。

両企業は価値を最大化するため、 $x \in [Y, Z]$ のとき先導者になる動機が存在

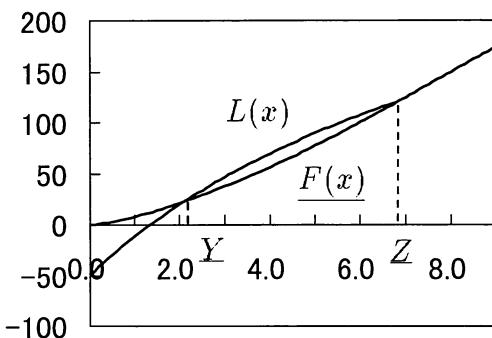


図1 先導者と追従者の価値関数

する。 $x \in (0, Y)$ では追従者の価値の方が高く、 $x \in (Z, \infty)$ では追従者が即座に投資してくるため同時投資になるからである。

このとき、企業は先導者の中で最大の価値を得るために $x = Z$ の直前で投資しようとするが、競争相手も同じことを考えているため、さらにその直前で投資して相手を先取りすることを考える。しかし、競争相手もさらにまたその直前で投資しようと考える、というように相手を先取りしようとしてタイミングはどんどん早くなり、結局は両企業ともに $x = Y$ で先導者にならうことになる。ここでは、簡単のため確率 $1/2$ で一方の企業が先導者になり、他方の企業が追従者になると仮定する¹。

図1のパラメータのときの解析解を表1にまとめる。

表1 投資閾値の解析解

投資閾値	値
Y (先導者)	2.10
Z (追従者)	6.83

4.2 シミュレーション・モデル

本項では、前項の理論モデルをシミュレーションによって近似的に解くことを試み



るため、シミュレーション用にモデルを再設定する。

市場の持つ需要ショック X^t は、標準正規乱数 ε によってブラウン運動を起こし、

$$X^{t+1} = (1 + \mu\Delta t + \sigma\varepsilon\sqrt{\Delta t})X^t \quad (8)$$

で定義する漸化式に基づいて推移する。

企業 i ($\in N = \{1, \dots, n\}$, $n = 2$) は投資費用 I_i^t を支払うことで、生産を行なうことが可能となる。生産量 q_i^t は、

$$\tilde{\delta}_i^t = \sum_{s=0}^t \delta_i^s, \tilde{\delta}_i^T \leq 1 \quad (9)$$

で定義される投資履歴 $\tilde{\delta}_i^t$ と等しいものとし ($q_i^t = \tilde{\delta}_i^t$)、全企業の生産量の総和を $Q^t = \sum_{i=1}^n q_i^t$ で表す。

(9)式が表す投資履歴は、時間 t までの投資機会 δ_i^t (= {0,1}) の総和であるが、本モデルでは投資機会は 0 もしくは 1 の値しか取らないため、投資タイミングで不連続となる階段関数で表すことができる。

各企業は、

$$\delta_i^t = \begin{cases} 1 & \text{if } X^t \geq Y_i, Q^t = 0 \\ 0 & \text{if } X^t \geq Z_i, Q^t = 1, \tilde{\delta}_i^t = 1 \end{cases} \quad (10)$$

によって与えられる戦略に応じて投資を行なうタイミングを決定する。これは、市場に参入している企業が存在しない場合 ($Q^t = 0$) は、需要ショック X^t が閾値 Y_i を超えた時に投資を行ない、既に他の企業が参入している場合 ($Q^t = 1, \tilde{\delta}_i^t = 1$) は、需要ショック X^t が閾値 Z_i を超えた時に投資を行なうこと意味している。

生産物価格は、総生産量 Q^t の増加に伴つて減少し、

$$P^t = P(Q^t, X^t) = \begin{cases} 0 & \text{if } Q^t = 0 \\ \frac{1}{Q^t} X^t & \text{if } Q^t \neq 0 \end{cases} \quad (11)$$

で表される。各企業の収益は、

$$\begin{aligned} V_i(x, Q, \tilde{\delta}_1, \dots, \tilde{\delta}_n) &= \sum_{t=0}^T \left(\frac{1}{1+\rho} \right)^t \left(P^t - \delta_i^t I_i^t \right) \\ - x &= \{x^0, \dots, x^T\} : \text{需要ショックの実現値} \\ - Q &= \{Q^0, \dots, Q^T\} \\ - \tilde{\delta}_i &= \{\tilde{\delta}_i^0, \dots, \tilde{\delta}_i^T\} \\ - \rho &: \text{割引率} \end{aligned} \quad (12)$$

で定義される価値関数 V_i によって評価される。

4.3 最適戦略の計算アルゴリズム

最適戦略である場合の Y_i 及び Z_i を以下に示すアルゴリズムにより求める。

Z_i は既に企業 j が参入している状況において、最も $V_i(Z_i)$ の期待値が高い Z_i を求めることで算出する（図 2）。

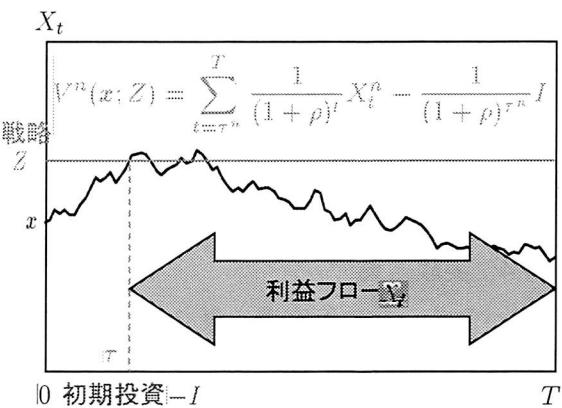


図 2 Z_i 算出アルゴリズムのイメージ

1. $q_j^t = 1$ とする。
2. Z_i の値を与える。
3. X^t についてシミュレーションを行なう。
4. V_i を計算する。
5. 3-4 を M 回繰り返し、 $V_i(Z_i)$ の平均を求める。
6. Z_i を変化させて 2-5 を繰り返す。
7. $V_i(Z_i)$ の平均が最も高い Z_i を、最適戦略 (Z_{opt}) とする。

次に、 Y_i の算出方法を示す。 $Z_i = Z_j = Z_{opt}$ と



し、各 Y_j に対して $V_i(Y_j)$ の期待値を最大化する Y_i を取り $Y_i(Y_j)$ を求める。同様の処理を i と j を入れ替えて行ない、 $Y_i(Y_j)$ と $Y_j(Y_i)$ の交点を均衡点 (Y_{opt}) とする。

1. $q'_j = 0$ とする。
2. Y_j の値を与える。
3. Y_i の値を与える。
4. X^t についてシミュレーションを行なう。
5. V_i を計算する。
6. 4-5 を M 回繰り返し、 $V_i(Y_i, Y_j)$ の平均を求める。
7. Y_i を変化させて 4-6 を繰り返す。
8. Y_j に対して $V_i(Y_i)$ の平均が最も高い Y_i を、 $Y_i(Y_j)$ とする。
9. Y_j を変化させて 2-8 を繰り返す。
10. i と j を入れ替えて 1-9 を行なう。
11. $Y_i(Y_j)$ と $Y_j(Y_i)$ の交点を均衡点とする。

4.4 実験結果

パラメータの仮定値を表 2 に示す。 $Y_i=Y_j$ となり、両者が同時に投資を行なう場合は確率 $1/2$ でどちらかが先行して投資を行なうものとする。また、 $0 \leq t \leq \frac{1}{3}T$ に先導者が投資、もしくは $\frac{1}{3}T \leq t \leq \frac{2}{3}T$ に追従者が投資を行なわない場合は結果を破棄する。

X_0 は Z_i の計算では 5、 Y_i の計算では 1.5 とし、 Z_i は $[5.5, 8.0]$ 、 Y_i 及び Y_j は $[1.5, 2.4]$ の間で変化させて (Z_i は 0.25 刻み、 Y_i 及び Y_j は 0.1 刻み) 数値計算を行なった。

表 2 計算パラメータ値

パラメータ	値
Δt	0.001
T	1000
M	10000

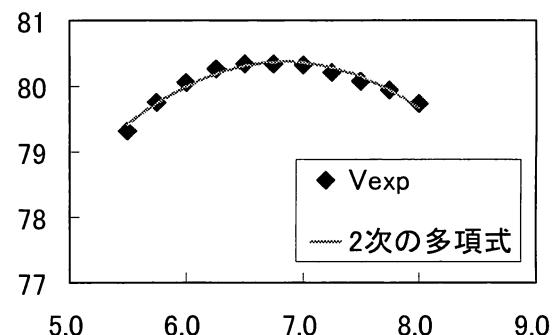


図 3 Z の関数としての V_{exp}

図 3 に $V_i(Z_i)$ の期待値 V_{exp} を示す。 V_{exp} は $Z_i = 6.75$ で最大となった。曲線は $V_i(Z_i)$ の期待値を 2 次の多項式で近似したもので、

$$V_{exp} = -0.5304Z_i^2 + 7.2596Z_i + 55.53 \quad (13)$$

の式で表すことができる。このとき、 V_{exp} の頂点は $Z_i = 6.84$ の点なので、 $Z_{opt}=6.84$ となる。

上記の結果をもとに、 $Z_{opt}=6.84$ として、 $Y_i(Y_j)$ を求めた。図 4 にその結果を示す。点線は $Y_i(Y_j)$ を 2 次の多項式で近似したもので、

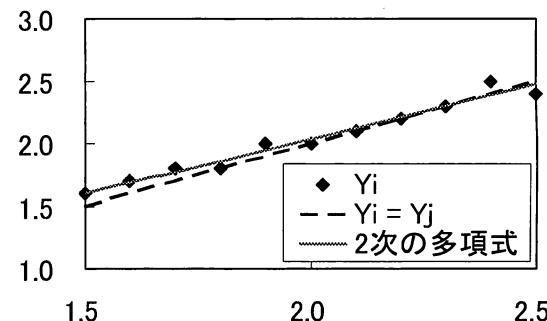


図 4 Y_i と Y_j の最適応答関数

$$Y_i(Y_j) = 0.0233Y_j^2 + 0.7795Y_j + 0.3818 \quad (14)$$

の式で表すことができる。本モデルでは $Z_i=Z_j$ としているので、 $Y_j(Y_i)$ は $Y_i(Y_j)$ と同様の条件下で計算を行なうこととなる。そのため、 $Y_j(Y_i)$ は、 $Y_i(Y_j)$ が $Y_i = Y_j$ に対して線対称の分布を取ると考えられる。従って、 $Y_i(Y_j)$



と $Y_j(Y_i)$ の交点は、 $Y_i(Y_j)$ と $Y_i = Y_j$ の交点により求めることができる。 $Y_i(Y_j)$ と $Y_i = Y_j$ の交点は $(Y_i, Y_j) = (2.28, 2.28)$ であるので、 $Y_{opt} = 2.28$ となる。

4.5 解析解と近似解の比較

表 3 に、理論モデルによる解析解とシミュレーション・モデルによる近似解の比較を示す。先導者の閾値、追従者の閾値とともに誤差比率は 10%未満であった。特に、追従者の閾値は非常に高い精度で計算できていることが分かる。それに比して、先導者の閾値は 10 倍近く精度が落ちている。この理由としては、最適応答関数の近似として、2 次近似が適さないことが挙げられる。この近似方法を含めて、先導者の閾値計算の精度向上は、今後の課題としたい。

5. おわりに

本稿では、Grenadier [3] を簡略化したリアルオプションの競争モデルを、モンテカルロ・シミュレーションを応用した計算によって近似解を求めることを試みた。その結果として、解析解に対してある程度高い精度の近似解が得られた。

表 3 解析解と近似解の比較

閾値	解析解	近似解	誤差比率
Y	2.10	2.28	+8.6%
Z	6.83	6.84	+0.1%

今後の方向性としては、シミュレーション・モデルの利点を生かした発展を目指す。具体的には、状態変数過程、費用関数などの複雑化による現実社会への接近、設備の拡大・縮小、生産の停止・再開など投資後

のオプションの考慮、プレイヤー数の拡大などが挙げられる。これらの設定では、理論モデルによる解析解を得ることは難しく、シミュレーションの威力が期待される。

また、プレイヤー数の拡大は、3 節のマルチエージェント・シミュレーションと深く関連している。プレイヤー数が多くなるにつれて、図 4 のような最適応答関数を求めるよりも、マルチエージェント的な相互作用を考える方が効率的かつ現実的であると考えられるためである。このようなリアルオプション思考をもったエージェントによるマルチエージェント・シミュレーションは過去に例がなく、非常に革新的なモデルとなることが期待される。

【参考文献】

- [1] 橋詰匠『ビジネスリスク分析入門』早稲田大学出版部, 2005.
- [2] D. Fudenberg and J. Tirole, Preemption and Rent Equalization in the Adoption of New Technology. *Review of Economic Studies*, **52**, 383-401, 1985.
- [3] S. R. Grenadier, The Strategic Exercise of Options: Development Cascades and Overbuilding in Real Estate Markets, *Journal of Finance*, **51**, 1653-1679, 1996.

¹ この先取り過程と均衡の詳細については、Fudenberg and Tirole [2]を参照されたい。



解説

コンテンツファイナンスの現状

石井 晃

(シネマ・インベストメント株式会社)

1. はじめに

無形資産であるコンテンツを活用してファイナンスを行おうという動きがここ数年来活発化している。メガバンクや主要金融機関にはこの分野を専門とした担当部署も設置され、真剣な取り組みがなされ始めているが、まだまだ未成熟な分野として今後の発展の余地の大きな分野であるともいえる。

2005年4月より日本初のブラインドプール型の映画専門投融資ファンドであるインディペンデントフィルムファンドの運営者として、コンテンツファイナンスの実践に取り組む者として、コンテンツファイナンスのこれまでの流れ、今後の方向性について総括したい。

2. コンテンツビジネスとコンテンツファイナンス

そもそもコンテンツビジネスとは、「事業のシードとなるコンテンツを創造し、これを利用することによって収益を生み出すビジネス」と定義できる。具体的には、映画ビジネス、TV放映作品やインターネット放映用作品などその他の映像コンテンツビジネス、音楽ビジネス、イベントビジネス、演劇ビジネスなどがコンテンツビジネスといわれる。また、広義にはエンタテインメ

ント分野以外のコンテンツビジネスもあるが、ここでは上記のようなエンタテインメントコンテンツビジネスに限定して議論したい。

では次に、コンテンツファイナンスとは何であろうか。コンテンツファイナンスは、アセットファイナンスの一種であると考えられる。つまり、コンテンツというキャッシュフローを生み出す資産に着目し、このキャッシュフローに担保価値を見出し、ファイナンスすることといえる。従って、ファイナンスのコンセプトとしては、不動産ファイナンスとなんら変わることはないと考えられる。

しかしながら、不動産には、資産自体の本源的な価値があり、これにアセットマネージャーなどの関与者の力量が加わることで、その不動産の価値が決定されると考えられるが、コンテンツ、一特にいまだ収益化が始まっていないコンテンツの一の場合、コンテンツ単体での価値というのは殆ど意味をなさないものである。なぜなら、コンテンツを消費者に届けるディストリビューターの力量がコンテンツの価値を決める факторとして非常に大きなものとなる、つまり、同じ映画を違う配給会社が配給した場合、その収益力は10倍以上の差が開くこともありえるためである。従って、これ



からコンテンツを作るという開発プロジェクトへファイナンスする場合、それは事業全体へのファイナンスと考えなければ成立しない。一方で、既に収益化が始まっているコンテンツ、例えば過去にリリースした映画ライブラリーや音楽著作権は、そのコンテンツ自体を単独で評価して、そのキャッシュフローを担保にファイナンスしうるということになる。

3. 映画ビジネスの基礎知識

コンテンツビジネスと一括りにしても、各分野によってそのビジネス様態は大きく異なる。以下、コンテンツビジネスの中でも筆者の専門分野である映画ビジネスに絞って議論したい。

議論の前提として、映画ビジネスの基礎知識を説明したい。映画ビジネスは、3つないし、4つの勢力によってビジネスが展開されている。消費者に近い存在から説明すると、まずは劇場運営者（興行者）である。興行者は、配給会社から映画の提供をうけ、消費者に映画を見る場所とサービスを提供する機能を有する。日本には2000を超える劇場があるといわれているが、東宝や東映、松竹といった大手映画会社や、ワーナーマイカルなどのシネコンチェーンが有力な興行者として存在する。

次に、その興行者に映画を供給する配給会社である。配給会社は、その映画を興行してくれる興行者に映画を売り込むとともに、消費者に対して宣伝活動等を行い、映画をヒットさせるべく、様々な活動を行う。配給会社は、日本には大小様々約80社が存在し、興行網も有する東宝、東映、松竹といった大手映画会社、これに続く角川映画

（前角川ヘラルド映画）、アスミックエースエンタテインメント、GAGA 等が有力な配給会社となっている。

第三の勢力が、二次利用事業者、つまり劇場興行以降の映画の利用を担当する事業者である。ビデオグラムの販売事業者、TV放送局、インターネット配信者等々、時代と共に二次利用事業者の種類は増加していく傾向がある。

最後の勢力が、製作者である。映画業界では、著作権を保有し事業主体となる者を製作者と呼び、実際の製作実務を行う者を制作者と使い分けている。現状の邦画の製作システムは、製作委員会方式が採用されることが多い。製作委員会とは、配給会社や、二次利用事業者であるTV局、ビデオグラム会社、その他出版社やマスコミなどが共同事業者として製作資金を出し合い、リスクとリターンを共有する仕組みである。但し、一般的には事業者各社が資金を負担しあうリスク軽減効果以上に、プロモーションを共同で行うプロモーション同盟としての意義が大きい。

4. コンテンツファイナンスの歴史

続いて、映画業界におけるこれまでのコンテンツファイナンスの流れを概観するとともに、今後のコンテンツファイナンスの方向性について議論したい。

4.1. ハリウッド投資

1990年前後のバブル時代に日本は、新たな投資先を探してハリウッドへの投資を開始した。その多くは、米国のハリウッドスタジオや有名プロデューサーの組成するリミテッドパートナーシップ等で組成されたファンドへの参加という形態で、ファンド



を使って製作する映画の選択権はファンドの GP に一任されるという形態のものだった。その結果、スタジオによっては、儲かりそうな作品は自社資金で製作し、チャレンジングな作品のみをファンド資金で製作するなどしたため、ファンドは当然の結果として大損害を受けた。

この時代の投資活動は、そもそも映画ビジネスに対する理解度の低さ、ファンドガバナンススキーム上の欠陥、欧米に対する交渉力の弱さ、製作者との信頼関係の欠如など様々な点で欠陥だらけだったと考えられる。

また、今回のテーマからは若干余談になるが、この頃、タックスメリットを享受するための海外映画への投資という金融商品も開発された。この商品が課税上の問題を生じさせたため、映画を使った金融商品はしばらく組成されなくなった。

4.2. エモーショナルマネーの調達

コンテンツファイナンスへの注目が集まりつつ黎明期となった 2 - 3 年前に、日本映画の製作資金を集めるコンテンツファイナンスが行われた。この時期の特徴は、SPC や信託などの証券化スキームを利用して、投資額を小口化し、金融商品として以上に映画自体に興味を持つ個人の資金をターゲットにした資金調達であった。これらの個人資金は、投資対象自体への感情的な入れ込みを利用したものであるため、エモーショナルマネーといわれることもあった。映画産業に対する個人の関心を高める手段として歓迎される向きもあったが、これらの商品の殆どは元本割れという結果に終わっている。これは前述（4-1）と同様、供給される作品に問題があったからである。つまり、

証券化スキームは製作委員会システムよりも手間もコストもかさむこともあり、有力と思われる作品は、証券化スキームに提案される前に業界の目利きたちで構成される製作委員会で取り合いとなってしまうことが多かったためである。

4.3. ファンドマネージャー型

2004 年から、日本映画ファンド（運営者：角川映画）、インディペンデントフィルムファンド（運営者：シネマ・インヴェストメント）、シネカノンファンド（運営者：シネカノン）などのファンドマネージャー型のコンテンツファンドが登場し始めた。

いずれのファンドも、一定の制約条件やチェック体制のもとで、ファンドマネージャーの意思決定により、複数作品に投資し、リスク分散効果を活かして投資家にリターンを出す構造になっている。まだ、運営はいずれのファンドも始まったばかりで最終的な結果は出ていないが、日本映画ファンドでは、「着信アリ 2」「戦国自衛隊」、シネカノンファンドでは、「フラガール」、インディペンデントフィルムファンドでは、「ただ、君を愛している」「さくらん」等ヒット作品も出ている。

ファンドマネージャー型の映画ファンドを成立させるには、映画ビジネスとファイナンスを熟知したプロデューサー型のファンドマネージャーの存在が必須といえる。

4.4. 新たなコンテンツファイナンス手法の模索

特に日本においては、コンテンツ業界と金融業界はなかなか歩み寄れない関係にあった。その理由は、お互い理解しあわなかつたという点が大きい。つまり、金融業界はコンテンツ業界を特殊な世界であるとい



う目で見ることにより、積極的な研究をしなかったという側面があり、コンテンツ業界側も、長年で創り上げた業界慣習の中で、新たな資金源を悪い言葉で言えば、食いつぶしていくようなところがあった。しかしながら、日本のコンテンツ産業（映像産業）が外を向き始めたとき、その発想は自ずと変わらざるをえない段階に来ていると思われる。日本の映像産業の規模は、ここ数年間横這いの状況が続いている。この現状を打破し、日本の映像産業を飛躍的に拡大させるには、海外マーケットに対しどのように取り組むかが最も重要である。海外マーケットを意識し、海外の才能とのコラボレーションの中で世界に通用する作品を製作していくうと思えば、自ずと現状の資金規模では無理が生じてくる。そうなると、たとえ優良な事業者であっても、外部資金を必要とすることとなる。優良な事業者の資金需要があつて初めて、本当の意味でのコンテンツファイナンスが活きてくるものと思われる。新たな枠組みの構築と映像産業の海外マーケットへの野心こそが、新たなコンテンツファイナンスの道を切り開く鍵となるだろう。

5. コンテンツファンドの資金調達とコンテンツの評価手法

最後に、コンテンツファンドの資金調達とコンテンツ評価手法の現状を述べることにする。

5.1. コンテンツファンドの資金調達

ブラインドプール型のコンテンツファンドは、資金調達時点において、製作する作品が決まっていないため、個別作品の証券化と異なり、個人のエモーショナルマネー

は調達が難しい。また、ブラインドプール型のファンドはいずれも最終的な結果が出でていないため、ファンドとしてのトラックレコードで調達することも困難であり、ファンドへの資金供給者は先進的な取り組みができる一部の機関投資家とファンドマネージャーの技量の評価が可能なコンテンツ業界の富裕個人のみという非常に限られたものとなっている。

より広い機関投資家から投資を呼び込まない限り、コンテンツファイナンスの産業としての発展は困難であるが、多くの機関投資家が参加に消極的な理由は、①コンテンツ業界に対する不安感・不信感、②コンテンツの評価手法の未確立という2点に大別される。前者は、従前のドンブリ勘定に代表される管理の行き届いていない業界という評判が、他業界の不安感・不信感の根拠になっているように思われるが、ここ数年間で、コンテンツ業界でも資金管理の重要性が認識されてきており、この点は、今後解消されていくと考えている。後者は、それぞれのコンテンツ事業者が独自の基準で行っているという現状ではあるが、ある程度のスタンダードを機関投資家との間で合意することができれば解消されるはずである。

5.2. コンテンツの評価手法

コンテンツの評価は、①コンテンツ要素の評価、②キャッシュフローの算定、③定量評価の3段階で行われる。

①コンテンツ要素の調査及び評価は、a.コンテンツ自体の調査、b.流通及びプロモーションに関する調査、c.製作予算に関する調査、d.契約関係の調査、e.制作会社の調査、と大きく5つの分野にわけて調査される。これ



らの項目を調査し、評価することで、コンテンツの評価がなされる。

②キャッシュフローの算定は、①のコンテンツ要素の調査及び評価を基に算定される。ここで用いられる手法としては、まずは a.類似作品批准法である。コンテンツ要素から考え、過去の類似作品と考えられる作品の結果から評価対象コンテンツのキャッシュフローを算定する方法である。この類似作品批准法は、その作品がどの作品に類似するのかを判断する能力が最大のポイントとなる。単に、監督が同じであるとか、同種の話であるという程度で類似していると判断するのは極めて危険である。配給体制や時代感も含めて総合的な判断のもとで類似作品が決定されるべきである。次に、b.複数シナリオ法である。事業展開のパターンを複数作成し、事業シナリオに対応したキャッシュフローパターンを複数作成する手法である。a と b は、どちらか一方のみを使用するということではなく、両者を使用し総合的な評価を行うことが多い。

最後に c.モンテカルロシミュレーションである。劇場数やキャパシティの稼働率、上映日数などのパラメーターでシミュレーションを行うことで、より客観的な説明が可能になると共に、収益のドライバーになっている要素をより厳密に理解することができるため一定の利用価値はあるものと思われる。ただし、シミュレーションの前提となる確率分布は、現実の数字を使えず、経験に基づいた代用の確率分布を使わざるを得ないため結果の利用にも注意が必要である。

③定量評価は、②で求めたキャッシュフローを、正味現在価値法により評価することで求められる。ここでは、割引率が問題となるが、投資の意思決定の場合には、投資主体のハードルレートを用いることになる。

リアルオプション学会 会員募集中！

2006年7月に設立した当学会には、すでに130名を超える方(個人会員)と10社の企業にご加入いただいております。(2007年12月14日現在)

しかし、学会の開催する研究会等を滞りなく実施するため、そして、会員の皆様方の相互交流を活発化するためには、さらに多くの個人・企業に学会にご参加いただきたいと考えております。皆さまのお近くに学会に興味をお持ちの方がおられましたら、ぜひお声を掛けていただきたいと存じます。

入会の手続きはホームページからできますが、学会事務局には入会申込書もありますので、必要に応じてお問い合わせください。



解説

エネルギー産業におけるリアルオプションと経営戦略

中岡 英隆

(多摩大学大学院経営情報学研究科)

1. はじめに

リアルオプション理論を活用して実際の投資の意思決定を行ったパイオニアとしてその名を残しているのがエンロンである。エンロンは1999年前後に相次いでピーク対応発電所の建設・運営を行って広く世間の耳目を集めた。ピーク対応とは、年に数回の電力需要急増に対応するために稼動させる発電所である。このような不稼動期間の長い発電所を新たな独立したビジネスとすることなど、一般的な事業者には思いもつかなかつたが、それをエンロンはビジネスとした。エンロンは、リアルオプション理論を用いて、プラント稼動時のキャッシュフローに加えて、運転停止と運転再開という二つのオプション価値によってこのビジネスが成立することを確かめ、投資の意思決定を行ったのである。

この事例のほかにも、エネルギー産業においては一般的に原油価格を始めとして市場価格のボラティリティが高いため、参入オプション、撤退オプション、スイッチング・オプションなどの価値を有効に活用できるチャンスが少なくない。これがリアルオプション研究においてエネルギー産業が頻繁に取り上げられる理由である。その中でも、資源開発事業、とりわけ原油・ガス探鉱開発事業は、その投資額の巨大さに加

えて、事業契約そのものが複合オプションで構成されているため、リアルオプション・アプローチに適したビジネスである。したがって、本稿では原油・ガス探鉱開発事業のリアルオプション評価につき従来の手法の問題点をレビューした上で、その解決を図る新しいアプローチを紹介する。

2. 探鉱開発事業のリアルオプション評価

原油・ガス探鉱開発事業は、まさに地質・物理探鉱・石油工学などの技術分野から契約、更には財務分野にまでわたる不確実性の制御技術の集約とも言える事業である。原油・ガス探鉱開発事業の事業者は、通常まず産油国政府と原油・ガス開発鉱区のリース契約を締結し、探鉱権益を獲得する。この契約に基づいて探鉱、開発、生産と言う3段階のフェーズを経た上で、成功の暁に初めて原油・ガスを獲得する。

探鉱フェーズでは、産油国政府から提供されるプレリミナリーな地質データを基に、リース契約に従って地震探鉱や探鉱井の掘削を行い、原油・ガス埋蔵量の有無を調査する。そして原油・ガスが存在する場合は、その地質構造の詳細情報を獲得し、可採埋蔵量の評価を行なうと同時に、開発コストの推定を行なう。この結果が有望であれば、次に開発フェーズへと進み、生産設備の建



設や生産井の掘削を行って、未開発状態の可採埋蔵量を実際に採掘可能な開発された状態の可採埋蔵量へと転換する。その後、実際の生産開始とともに生産フェーズへと進む。政府はリース契約を付与する際に開発期限を設け、事業者はこの期限内に限って探鉱から開発フェーズへと進むオプションを保有し、このオプションを行使した時に限り、生産フェーズへと進む事になる。したがって、原油・ガス探鉱開発事業のバリュエーションは、この多段階プロセスのキャッシュフローを評価することである。

探鉱フェーズにおける鉱区の探鉱権益の価値は、探鉱の結果確認されることになる原油・ガス可採埋蔵量の価値の期待値として表わされる。現在を時点 s ($s < t$) として、鉱区全体の未開発状態の可採埋蔵量の現在価値を $Y_s(U_s(Q))$ とすると、鉱区全体の探

鉱権益の価値 Y_s^* は、

$$Y_s^* = \int Y_s(U_s(Q)) dP(Q)$$

のように書くことができ、この期待値が探鉱コストの期待値を上回れば探鉱権益を取得することになる。ただし、 Q はプレリミナリーな情報に基づいた鉱区全体の推定可採埋蔵量、 $P(Q)$ は Q の確率分布関数、 $U_s(Q)$ は開発され生産可能な状態の鉱区全体の原油・ガス可採埋蔵量の現在価値である。探鉱前のプレリミナリーな情報に基づいた推定可採埋蔵量の確率分布は、地質学上の技術的な個別リスクであり、昨今では実際に原油・ガスが全く存在しない確率は全世界平均で概ね 40% 程度である。

探鉱フェーズで商業生産可能な原油・ガス埋蔵量が発見されると、Front End Engineering Design (FEED) を実施して

詳細な開発計画の策定がなされ、開発フェーズに進むか否かの意思決定がなされる。この意思決定に際して、事業者は開発コストを行使価格として開発された原油・ガス可採埋蔵量を受け取るアメリカン・コール・オプションを保有することとなる。

事業者がいったん開発オプションを行使すると生産フェーズへと進み、開発され生産可能な状態になった原油・ガスを保有して、これを生産するオプションを保有することになる。冒頭に述べたとおり、このオプションは生産縮小、生産停止、生産再開、拡張、撤退などのオプションにより構成される。この生産フェーズにおける地下に埋蔵された採掘可能な原油・ガス資源の価値が、オプション評価に際しての原資産価値となる。

3. 探鉱開発事業評価の新手法

このように、原油・ガス探鉱開発事業は多段階にわたる複合オプションとして評価することができる。実際、リアルオプション・アプローチは、BP やシェル、アモコ・オランダなどのリーディング・カンパニーによって、パイロット的な内部研究として油田開発事業に適用されてきた。しかしながら、地下に埋蔵された原油・ガス資源は、米国のメキシコ湾洋上油田や北海油田など入札などで比較的活発に市場取引されている鉱区においてもその流動性は高くない。したがって、多くのリアルオプション・アプローチに共通するように、原油・ガス探鉱開発事業においても、原資産価値とそのボラティリティの測定問題が実ビジネス上でリアルオプションを適用するに際しての大きなハードルとなっている。



この問題への対応策として、これまでのリアルオプション・アプローチでは原油スポット価格のボラティリティを原資産価値のパラメータとしてそのまま適用してきた。しかしながら、原油価格にはいわゆる Samuelson hypothesis と呼ばれる先物価格のボラティリティの期間構造が存在し、期近になる程ボラティリティが上がる maturity effect のため、長期事業価値のボラティリティは一般的にはコモディティのスポット価格のボラティリティとは異なる性質のものである。中岡 [2006c] は、従来のモデルでは織り込めなかった先物価格とそのボラティリティの期間構造という状態に関する新しい情報をモデル化し、長期事業の原資産価値を測定する「先物期間構造事業評価モデル」を提示してこの問題の解決を図っている。

また、原油・ガス探鉱開発事業においては、地下数千メートルに偏在する地下資源を掘り当て、掘り出す事業であるため、探鉱フェーズはもちろんのこと、開発・生産フェーズにおいても地質構造や温度・圧力などの状態により可採埋蔵量には常に不確実性が伴う。これを業界では一般に「埋蔵量リスク」と称している。昨今はこの原油・ガスの埋蔵量リスクというものが、事業評価上はもちろんのこと、会計上も国際石油スーパー・メジャーの大きな経営問題となるなど、資源開発にとって重要な課題となっている。一般に、原油開発事業の方がガス開発事業よりもこの埋蔵量リスクが高いことが知られている。

こうした地下の残存可採埋蔵量の確率的変動による拡散項を考慮し、生産フェーズにおける可採埋蔵量の数量 B_t が幾何ブラ

ウン運動

$$\frac{dB_t}{B_t} = -\gamma dt + \sigma_B dz_{B,t}$$

に従うものと仮定することにより、埋蔵量リスクを明示的にモデル化することができる。 γ ($\gamma > 0$)、 σ_B は定数、 $dz_{B,t}$ は標準ブラウン運動の増分である。

また、生産フェーズにおける単位数量当たりの可採埋蔵量価値 V_t が確率微分方程式

$$\frac{dV_t}{V_t} = \alpha_V dt + \sigma_V dz_{V,t}$$

に従うものとする。ただし、 α_V 、 σ_V は確定的係数、 $dz_{V,t}$ は標準ブラウン運動の増分であり、

$$dz_{V,t} \cdot dz_{B,t} = 0$$

という関係を満たすものとする。

ここで、生産フェーズにおける鉱区全体の可採埋蔵量の価値を U_t と置くと、 $U_t = B_t V_t$ と表すことができる。伊藤の公式などにより、 U_t は確率微分方程式

$$\frac{dU_t}{U_t} = (\alpha_V - \gamma)dt + \sigma_U dz_{U,t}$$

に従うことが導かれる。ただし、

$$\sigma_U^2 = \sigma_V^2 + \sigma_B^2, \quad \rho = \frac{\sigma_B}{\sqrt{\sigma_V^2 + \sigma_B^2}},$$

$$dz_{U,t} \cdot dz_{B,t} = \rho dt$$

という関係を満たすものとする。導出された上記の U_t に関する確率微分方程式において、ボラティリティの中に埋蔵量リスクが明示的に織り込まれていることがわかる。

この原資産価値 U_t の上に書かれた鉱区全体の開発オプション価値、即ち未開発状態の可採埋蔵量の価値 Y_t は、原資産価値 U_t が複製可能であると仮定すると、伊藤の公式などにより以下の偏微分方程式に従うことが導かれる。



$$\frac{\partial Y_t}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 Y_t}{\partial U_t^2} \sigma_u^2 U_t^2 + (r - \gamma) U_t \frac{\partial Y_t}{\partial U_t} - r Y_t = 0$$

ただし、 r は無リスク利子率である。この境界条件は、鉱区全体の開発コストを D^* とすると、 $C_t = U_t / D^*$ が停止時刻 τ において初めてある一定の閾値 C_τ^* を下からヒットした時、

$$Y_\tau(U_\tau^*) = (U_\tau^* - D^*)_+ = U_\tau^* - D^*$$

のように書ける。また、満期を T とすると、他の境界条件は以下の通りである。

$$Y_t(0) = 0,$$

$$Y_T(U_T) = (U_T - D^*)_+.$$

この開発オプション価値に関する偏微分方程式は一般的に解析的に解くことは難しいが、数値解法により解くことができる。

4. 国際スーパーメジャーの経営戦略

以上のアプローチにより、鉱区ごとの財務条件に応じた探鉱開発事業のリアルオプション評価が可能になるが、最後に、リアルオプションの視点から国際スーパーメジャーの経営戦略につき論じて本稿のまとめとしたい。

エクソンモービル、シェル、BPなど、国際スーパーメジャーの巨大な収益力の根源は、伝統的にいわゆる上流と呼ばれる原油・ガス探鉱開発事業にあるが、探鉱事業には大きなリスクが存在し、巨額の投資が要求される。こうした巨額の投資リスクに対する国際スーパーメジャーの伝統的な経営戦略は、技術的な高リスク・エリアでの積極的な探鉱リスクの取得と戦略的な分散投資という基本戦略である。

これは、探鉱開発事業における高いオプション価値への分散投資により、探鉱事業という個別リスクのヘッジと企業価値の向

上を図ろうとする戦略である。こうした経営戦略の下、国際スーパーメジャーは、持続的優位性を保つための基本戦略として、優秀な技術者の囲い込みと巨大合併によるスーパーメジャー誕生という戦略をデザインし実現させてきた。このように、世界で最も収益力の高いスーパーメジャーの基本的な経営戦略において、オプション戦略が重要な役割を果たしているのである。

[参考文献]

中岡英隆 [2006a]、「リアル・オプションによる資源開発プロジェクトの資産価値評価」『2006 年度日本ファイナンス学会第 14 回大会予稿集』、224-235.

中岡英隆 [2006b]、「原油・ガス E&P 事業の埋蔵量リスクとオプション評価」『日本リアルオプション学会 2006 年研究発表大会予稿集』、64-67.

中岡英隆 [2006c]、「リアル・オプションによる資源開発プロジェクトの事業価値評価」『ジャフィー・ジャーナル』掲載予定。

Paddock James L., Daniel R. Siegel and James L. Smith (1988), "Option Valuation of Claims on Real Assets : The Case of Offshore Petroleum Leases," *The Quarterly Journal of Economics*, August 1988.

Schwartz, E.S. (1997), "The stochastic behavior of commodity prices: Implications for valuation and hedging," *Journal of Finance* 52(3), 923-973.



解説

スポーツ・ファイナンス

内 誠一郎

(スタンダード&プアーズ)

1. はじめに

2007年、松坂大輔選手がボストン・レッドソックスに移籍した際に約60億円という途方もない金額が大リーグ球団から西武ライオンズに支払われた。一方、数年前には近鉄バファローズの身売りや合併等のニュースもあった。前者はプロ野球球団が非常に大きな収入を得たというニュースであり、後者は球団が非常に大きな赤字を出したという正反対のニュースという図式である。このような大きな問題に対し、日本プロ野球が上手に対処しているとは思われない。なぜだろうか？しかも取りざたされる金額は非常に大きいので野次馬的関心も俄然高まる。

こうした（多分に興味本位の）問題意識を抱えつつ、筆者はこれまでスポーツ、特に野球をテーマにファイナンスの観点から分析を行ってきた。こうした研究は「スポーツ・ファイナンス」と分類できるが、それは一つの学術分野というより、スポーツを主題としたファイナンス分析を総称しているという方が正確である。従って、スポーツを分析対象としたものはすべてスポーツ・ファイナンスと整理できるし、同時にリアルオプション分析などの個別金融理論による研究であると言うことも可能である。

筆者は分析対象の面白さに引かれてこの

分野に関わってきた。その発表の場を日本リアルオプション学会が提供していることにまずは深謝である。（本学会がなければ、筆者の散漫な研究は学術的には「フランチャイズを持たないチーム」のようではなかったか。）

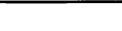
本稿では米国での先行研究や筆者のこれまでの研究などを紹介し、この分野に関心を持たれる向きが増えることを期待したい。

2. 先行研究

（1）米国

米国では「スポーツ経済学（Sports Economics）」という分野はニッチでありながら、社会的には大きな役割を果たしてきた。特に、中心テーマである大リーグに関する様々な分析は大リーグ自体の運営にも非常に大きな影響を与えてきた。

米国で本格的スポーツ経済学の嚆矢として位置付けられるのは、Gerald Scullyによる「The Business Of Major League Baseball」である。1989年に書かれた本書は、大リーグについて（筆者の知る限りでは初めて）様々な角度から経済学的分析を加えており、例えば野球ビジネスのマーケット構造やそれに対して野球運営制度が与える影響、チームの経営分析や持続性、選手の労働市場等が取り上げられている。大リーグは独占



という特権が合法的に認められている極めて特殊な業態である。その中でオーナーと選手との間の数多くの労働争議が発生し、たびたび議会での公聴会も開催され、フリーエージェント制等々の新制度が導入されてきた経緯がある。こうした中、野球ビジネス全体を学術的に整理しようと言う動きが出るのは自然な流れであり、同書がその後の分析にも大きな影響を与えていた。

Scully の手による各種研究の後、多くの学術関係者が大リーグをテーマにした分析を行っているが、現在もアクティブに活躍している学者の筆頭格が Andrew Zimbalist である。Zimbalist には多数の著書があり、日本でも「60 億を投資できる MLB のからくり」(鈴木友也訳、ベースボール・マガジン社) が出版されている。Zimbalist は大リーグに対するコンサルタントを務めるなど実務にも積極的に関わっている。その他にも多くの研究があるが、基本的にはこの二者がスポーツ経済学の中心と言えよう。

大リーグ以外でもアメリカン・football やサッカーを対象にした様々な分析がある。スポーツの規模的にはサッカーの方がこうした研究は多くても良いと思われるが、筆者が調べた限りでは野球以外はそれほど多くない。統計的・経済的分析に必要な原データが極めて豊富にある野球の特徴がその要因かもしれない。

この分野の内容も、かつての労働経済学的アプローチ中心から、リアルオプションによるスタジアム建設に関する分析、選手のプレー・データに基づく年俸分析など多様なものが増えている。

(2) 日本

我が国では、「プロ野球の経済学」(樋口

美雄編著、日本評論社) が確立した先行研究と言えるだろう。労働経済学から日本プロ野球を分析した同書は 1993 年に出版された。当時、フリーエージェント制の導入を巡って非常に大きな議論があったことを踏まえると、米国と同様に社会的に大きな議論がある場合にそれに対する理論的研究を行うことは非常に意義深いと考えられる。本書で行われたいいくつかの統計分析についてはデータが古くなっているため、是非、新データによる分析が行われることを期待したい。

3. 筆者のこれまでの研究

筆者は、早稲田大学大学院ファイナンス研究科在学中から、高森教授の指導の下、日本プロ野球を対象にした分析をいくつか行ってきた。

一つは、新人選手に対して支払われる契約金に関するリアルオプション分析である。2006 年はファイマン・カツツ解に基づくシミュレーション分析や二項モデル分析を行った。本年は「高森モデル」に基づく分析を行った。(詳細は 2007 年大会予稿集を参照されたい。) 断るまでもなく、プロ野球は非完備市場である。従って、オプション価値算定のためにはマルチングールとなるよう確率測度を変換することが必須となり、そのためにエッシャー変換のようなリスク回避度の概念を価格式に持ち込むことが必要だという考えに現在は至っている。

筆者はまた、プロ野球のガバナンス構造についても分析を行った。野球界全体としては運命共同体でありつつも、親会社が異なるインセンティブを持つなど、プロ野球全体のために利害調整を行う場合には容易



には解決できない構造要因が確認される。この辺りが冒頭述べた普通の企業経営では至極当然なことがなかなか実現しない要因である。

こうした二種類の研究は、経営者のリスク選好という問題を軸に、更に融合することができると考えている。結局のところ、リーグと球団の経営に関するイシューであり、分析対象としての興味は尽きそうにない。

また、プロ野球内での競争状態はプレイヤーが特定されているのでゲーム理論が適用しやすい分野ではないかと考えており、その観点から制度設計など分析するのも面白いのではないかと思っている。

筆者のこれまでの研究で参考にさせてもらった米国の分析は、未だ「スポーツ経済学」中心である。既に時代は経済学からファイナンスに流れしており、そういう意味では、日本でリアルオプションやゲーム理論、ガバナンス理論などのファイナンス理論による分析が進めば、彼我の差を縮めることにもなろうと思う。

4. 他のスポーツ

他のスポーツは野球と異なった構造にあるため、野球とは異なるアプローチを考えよう。ガバナンス構造一つをとっても、Jリーグのようにコミッショナーが各チームの財務状況まで管理しているほど異なる。また、「サッカーで燃える国 野球で負ける国—スポーツ文化の経済史」(シマンスキーリンパリスト、日経ビジネス)によると、欧洲サッカーのリーグ構造も非常に独特で、経営問題に根深いものがある。

他スポーツも含めてスポーツ・ファイナ

ンスを行う上で大きなネックになるのが、公開データの少なさである。特に球団やチームの財務データは少なく、大リーグでも公開されているものに監査がないなど、分析に支障があることが指摘されている。やはりこの分野の研究を突き詰める上では、実業の現場とのコミュニケーションが必須となるだろう。

5. おわりに

スポーツ・ファイナンスは、いわゆる「プロ」として成立している職業スポーツはすべからく対象とすることができる。また、冒頭で述べた通り、あくまでもスポーツ・ファイナンスは「分析対象がスポーツ・ビジネス」というだけで、分析に利用される金融理論は様々な非常に柔軟性のある分野であるので、多くの研究者が着手することができるフィールドであろう。

プロ・スポーツには、多額の金銭が動くこと、ファンというステークホルダーの存在、社会的厚生が大きいこと、などが特徴としてある。このようなビジネスは極めて特殊であり、従来は「興行」としてマネジメントしてきたが、サービス産業として経済におけるウェイトもかつてないほど高まっている。それがスポーツに「経営」が求められている最大の要因である。従って、スポーツ・ファイナンスは、机上の空論であってはならず、実践性が問われる分野である。



特別講演論文

エネルギー需給問題と分散型電源の位置づけ

浅野 浩志

(東京大学)

1. はじめに

現在、2008年春を目指して京都議定書目標達成計画の見直しが進んでいる。地球環境問題への対応は、京都議定書目標より長期的観点が重要であり、低炭素社会を実現する技術の組合せをいかに普及させていくかがポイントである。エネルギー供給に占める割合が増加傾向にある電力供給システムを低炭素型に移行していくことが求められる。

エネルギーセキュリティ向上の観点から原子力利用を着実に進めていくことと価格変動リスクの相対的に小さい石炭のクリーン利用が不可欠である。2030年以降、2050年の温室効果ガス半減を視野に入れると、資源保有国、とりわけ北米や北欧など枯渇した油田や天然ガス田を有する地域でCCS(炭素回収・貯留)が重要な位置を占める。一方、我が国の温暖化対策として強化できる可能性があるのは、需要サイドのエネルギー効率化と再生可能エネルギーの本格普及である。その中で、我が国の自然条件・社会条件から風力発電およびバイオマスエネルギー利用にある一定の制約があるため、太陽光発電(PV)に過大な期待が寄せられている。例えば、現行の長期エネルギー需給見通しでは、PVを数千万kW普及することが織り込まれているが、現在の配電系統

では電圧制御などが困難になり、電力系統側に技術革新が必要である。本稿では、燃料価格変動、気候変動、規制変更などさまざまなりスクに直面している電力システムのロバスト化および低炭素化に貢献できる分散型エネルギー資源の役割と課題、さらにリアルオプションの適用性を論じる。

2. 分散型エネルギー資源とリスク要因

分散型電源(Distributed Generation)には、PVなど出力変動の大きい再生可能エネルギー利用型と主にコーチェネレーションとして用いられているガスエンジンなど化石燃料投入型がある。近年、瞬時電圧低下などに備え、電力品質対策やピーク負荷対策としてNaS電池などの分散型電力貯蔵装置を工場や下水処理場に設置する動きがみられる。また、需要家のエネルギー機器を制御したり、自家発を活用して電力系統のピーク負荷削減に協力する需要反応プログラム²も長期契約で供給力と代替できるとみなされると、分散型エネルギー資源(Distributed Energy Resources: DER)に含まれる。

分散型電源は、大型電源に比べて、運転開始までのリードタイムが短く、需要等の不確実性への対応が容易になり、このメリットは投資の柔軟性としてオプションで評



価できる。

一方、新たに顕在化したリスクとして、地震による大規模発電所停止と小売自由化進展に伴う一般電気事業者以外の電力供給增加があげられる。前者は、ベース電源供給力の大幅減による卸電力価格への影響、事業収支悪化、CO₂排出大幅増により炭素クレジットの国際市場において炭素価格への影響が懸念される。新国家エネルギー戦略で長期的に全電力の3-4割の原子力供給割合を維持することを大きな目標としているが、その際には考慮されていなかったリスクである。

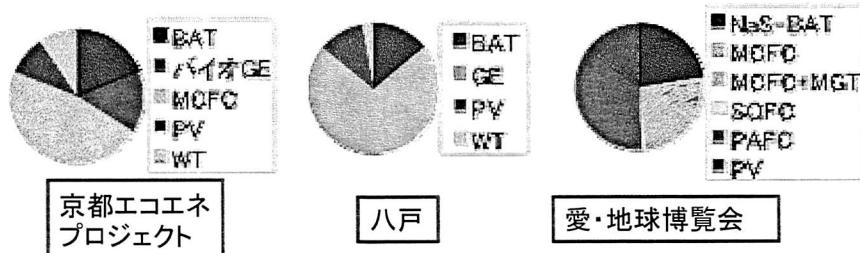
後者は、電力規制改革の結果、特に関東圏である程度のシェアをもってきた特定規模電気事業者（PPS）が自前の供給力を100%もたないで市場に参入しているため、地域全体で適切な予備率を確保できるとは限らない状況やCO₂排出の自主規制の外側にあるという問題をもたらしている。需要家側で自己防衛的に供給信頼度を高める対策として分散型電源を高度に利用するニーズが高まる。また、地域全体で分散型電源が系統事故時にバックアップ電源としてどの程度寄与できるか、高騰している燃料価格にかかわらず、安定的に運用されるかが問われる。これまで、重油など化石燃料を消費する自家発は、燃料価格が高騰すると、自家発を停止し、系統電力に切り替えるため、電気事業側としてはこのような自家発を供給力と代替するとはみなせず、常に予備の供給力をもたざるを得なかつた。燃料価格に左右されることのない、再生可能エネルギーをある一定の割合で有する分散型電源の組み合わせ（マイクログリッド¹⁾に変えれば、この問題の一部を緩和すること

ができる。

3. 分散型電源の統合制御

技術的観点から、エネルギーセキュリティや温暖化対策として有意な規模で再生可能エネルギーが普及するための条件を説明する。配電系統にその容量比で3-5割の容量のPVなど間欠的な出力の分散型電源が大量に連系すると、配電線の電圧を規程範囲に制御するのが難しくなる。この問題に対応するには、2つの考え方があり、ひとつは既存配電系統をActive Networkにする対策と、間欠的な出力の電源をマイクログリッド化する現在NEDO技術開発機構等が進めている実証試験段階の方法である⁶⁾。前者の方法は、現在我が国で分散型電源が集中的に連系されつつある地域に適用する方法で、SVR(Step Voltage Regulator)など系統構成機器を配電系統に追加し、運用者は系統構成機器のみ制御する方法である。さらに連系容量を増やすためには、PVなど需要家の機器を契約に基づき制御し、いわゆるアンシラリーサービスを需要側から供給するスマートグリッドに置き換える対策も研究されている。ただし、これを実現するには運用者と需要家機器間に安価でセキュアな高速通信インフラが整備されることが前提となり、技術開発が必要で、実現には時間がかかる。

現在、3箇所の試験サイトでNEDOによる新エネルギー等地域集中実証試験が行われている。これまでの試験により、マイクログリッドにより事業用LFC（負荷周波数制御）容量を増やすことなく、間欠性再生可能エネルギー導入率を高める可能性があることを示唆している。



BAT: バッテリー、PV: 太陽光発電 GE: ガスエンジン、WT: 風力, MCFC, SOFC, PAFC: 各種燃料電池

図1 マイクログリッド実証試験設備の電源構成

図1に示すように各実証試験における電源機器構成では自然変動電源は最大20%導入されている一方、同時に自然変動電源と同程度のインバータ出力をもつ蓄電装置を併設し、需給制御能力を高めている。高コストの蓄電装置の設備容量を抑制し、自然変動電源導入量を増大させるマイクログリッドが経済性と環境性を両立させる。そのため、制御可能な分散型電源の負荷追従性を活かし、マイクログリッド内の熱供給も含め、エネルギーコストを最小化する設計指針が求められる。著者らは、東京ガス横浜研究所の試験設備を用いて、鉛蓄電池のSOC(残存容量)をできるだけ一定に保ち、あまり大きな容量を必要としないバッテリーマネジメントと連系線潮流一定制御の効果を検証している³。このようなマイクログリッドの技術を適用することにより、我が国の電力系統に過大な負担をかけることなく、再生可能エネルギーの割合を増やしていくのが研究目標である。

4. 再生可能エネルギーの環境価値評価

2005年以降高騰する化石燃料価格に引きずられて欧米では卸電力価格が急上昇して、大きな政治問題にもなっている。風力やバイオマス発電など既存発電技術とある程度

競合可能な再生可能エネルギーは、温室効果ガス抑制に加えて、運転価格に変動リスクが殆どなく、発電コスト水準も卸価格に近接してきており、電力価格変動リスクを抑制する意味でも、投資意欲が高まっている。我が国の場合、風力やバイオマス発電などへの投資判断には、電力の販売価格のみでなく、RPS (Renewables Portfolio Standard)相当量とよばれる取引可能な環境価値の不確実性をどう見込むかが鍵であるが、その予測は難しい。著者らは、各種新エネルギーの資源量と開発費用に関するデータを収集し、我が国全体でRPS調達コストを抑制するための新エネルギー最適開発計画をモデルにより求めている⁴。2014年度におけるRPS相当量の限界取引価格は、義務量が140~160億kWhの範囲では5~6円/kWh程度と推定される(図2)。RPS法では2014年度における義務量は160億kWhとし、2011~14年度はPVのRPS相当量を2倍換算する。RPS相当量の限界取引価格や調達費用は、義務量水準だけでなく、各新エネルギーの技術進歩や供給制約の度合いに大きく左右される。特に、風力およびバイオマス発電の動向は、これらに大きな不確実性をもたらす。

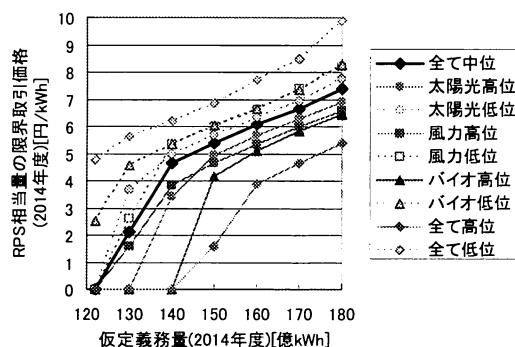


図2 RPS相当量の限界取引価格

現在、燃料価格上昇に伴い電気価値が上昇していくであろう。環境価値の不確実性を考慮した新エネルギープロジェクト投資のオプション価値を明らかにすることは新エネルギー政策上も意義があろう。

5. おわりに

今後コーチェネレーションの普及・拡大が進むのは、大きく変動する燃料価格に依存する。分散型電源の燃料価格のボラティリティが相対的に小さかったときは、排熱利用できるコーチェネレーションへの一括投資のリスクは小さかったが、ボラティリティが大きくなることが予想されると、まず、ピーク用、ベース用と段階的に投資ができる柔軟性の価値が上がっていく⁵。

その他、各種分散型電源導入に関して今後の研究課題として、以下があげられる。

- ・電力貯蔵など技術進歩を考慮した新エネルギープロジェクト投資
- ・炭素価格の不確実性を考慮した分散型電源と集中電源の発電ポートフォリオ
- ・政策的な間欠的な再生可能エネルギーの導入ペースと配電事業者の新しい配電系統への置き換えのタイミング

以上のように技術進歩、エネルギー価格、

炭素価格、エネルギー政策の変更などをリスク要因として、リアルオプションアプローチを適用することによって分散型電源の価値を定量的に評価し、今後のエネルギー政策や技術政策の策定に貢献することが期待される。

文献

1. 浅野浩志:マイクログリッドによる分散型新エネルギーシステム、日本機械学会誌、2006年7月
2. 山口順之、今中健雄、浅野浩志、服部徹:電力市場における需要家の役割—米国需要反応プログラムを中心に—、電気学会電子・情報・システム部門大会、2006年9月
3. 佐々木勇太、坂東茂、浅野浩志、田上誠二:マイクログリッドにおける自然変動エネルギーの導入可能量の評価、電気学会メタボリズム社会・環境システム研究会、2007年12月
4. 西尾健一郎、田頭直人、山本博巳、浅野浩志:RPS義務量の仮定条件下における2014年度までの新エネルギー導入可能性の分析、第26回エネルギー・資源学会研究発表会、2007年6月
5. 有木和歌子、坂東茂、浅野浩志、:燃料価格不確実性下のコーチェネレーションシステムの多段階投資戦略、第24回エネルギー・経済・環境コンファレンス講演論文集、2008年1月(発表予定)
6. Nikos Hatziargyriou, Hiroshi Asano, Reza Iravani and Chris Marnay, Microgrids for Distributed Generation, IEEE Power and Energy Magazine, July/August 2007



海外動向

リアルオプション研究最前線 - 国際会議 Annual International Real Options Conference に参加して

辻村 元男

(龍谷大学経済学部)

昨年度の今井潤一氏（東北大学）に続いて、本年度は、私がリアルオプションの国際会議の簡単な紹介と、国際会議に参加した感想を述べたいと思います。

この国際会議は、1997年に始まり、2007年で第11回目となりました。個人的には、祈念すべき第10回大会に参加できなかつたことが残念でなりません。この国際会議でどのような報告がなされたかは、第3回以降の Academic Conference については、ウェブサイト：

<http://www.realoptions.org/>

で、見ることが出来ます。第3回から第11回まで、総数371件の研究報告がありました。各回の報告件数は、図1のようになっています。

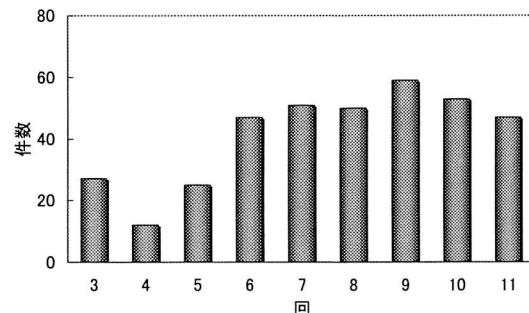


図1：報告件数

これらを、理論・手法、投資、資源・環境、財務戦略、その他の5つに分類して集計す

ると図2のようになります。

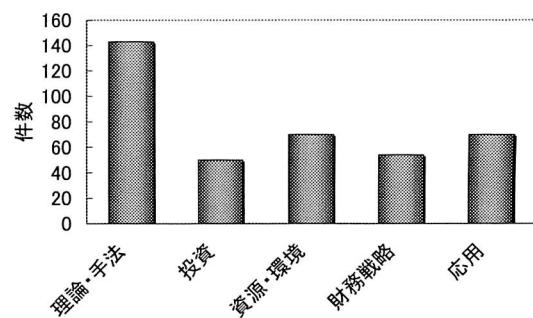


図2：大分類別の発表件数

やはり Academic Conference だけあり、理論・手法に関する研究が、一番多く報告されています。ただし、この分類は報告のタイトルに基づいて分類したものであることに注意が必要です。残念ながら Practitioner Conference のタイトルはウェブサイトにはありませんでしたので、実務の方々がどのような報告をされたのかは分かりませんでした。

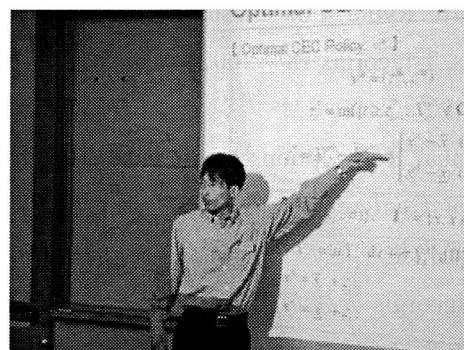
理論・手法をさらに、理論、計算方法、ゲーム・情報・契約の3つに分類すると、それぞれ46件、16件、81件となり、ゲーム・情報・契約が一番多く報告されています。このことは、リアルオプション研究における研究者の興味が何処にあるのかをよく表わしていると思います。リアルオプション研究の王道ともいえる不確実性の下で



の投資決定問題は、当初、他の企業の戦略による影響を受けない、単一の企業の問題に関する研究が主流でした。その後、より現実の企業行動を説明するために、他の企業の戦略に当該企業の戦略が影響される複占市場における2企業の問題に対する研究が活発になされています。日本においても、渡辺隆裕氏（首都大学東京）、今井潤一氏、芝田隆志氏（首都大学東京）、後藤允氏（早稲田大学）が、この分野の研究を精力的にされております。以上が、第3回から第11回までの研究報告に関する紹介です。

次に、私がこの国際会議に参加した感想を述べたいと思います。リアルオプションに関わる研究をしている者として、この国際会議には、以前から是非参加したいと考えていました。残念ながら、これまでには都合がつかず、参加出来ずにいましたが、漸く念願が叶い、2007年の国際会議に参加することが出来ました。今回の国際会議では、後藤允氏と高嶋隆太氏（東京大学）との共同研究である“Capacity Expansion and Contraction with Fixed and Quadratic Adjustment Costs”というタイトルの企業の設備の拡張・縮小問題に対する研究を報告してきました。国際会議に参加した第一の目的は、自分の研究を報告し、他の研究者と議論することで、研究を発展させていく

ことがあります。この点に関して、自分の報告に対して、Lenos Trigeorgis 教授はじめ、いろんな方から意見を頂戴し、議論することが出来きました。第一の目的の議論をするまでは達成されました。研究を発展させることが出来て、初めて目的が達成されますが、その目的を達成するためには、もうしばらく時間が必要なようです。



研究報告をする著者

最後に、次回 2008年に開催される 12th Annual International Conference の案内です。次回は、2008年7月9日から12日までブラジルの Rio de Janeiro で開催される予定です。日本から多くの研究者・実務家の方が参加されることを期待しています。

日本リアルオプション学会 ホームページへアクセスを

<http://www.realopn.jp/>

研究会などの学会からのお知らせやニュースレター、論文誌投稿規程などを見ることができます。ぜひ定期的にアクセスしてください！



海外動向

電力・エネルギー市場における投資問題の動向と今後

高嶋 隆太

(東京大学大学院工学系研究科)

1. はじめに

「To Ryuta For mastering difficult real options. Trigeorgis 18/7/2002」

著者がリアルオプションの国際会議「Annual Real Options Conference」(以下、Annual Conference)の存在を知ったのは、高森寛先生主催のリアルオプション研究会でTrigeorgis先生が講演されたときである。そのときにTrigeorgis先生が編集された本を持って行き、文頭にあるようなサインを頂いた。まだ、そのときはリアルオプションの研究をやり始めた頃で、Trigeorgis先生に会えただけで嬉しく思うと同時に、いつかAnnual Conferenceに参加し研究発表をしたいと思っていた。その5年後、今年の6月にカリフォルニア大学バークレー校で行われたAnnual Conferenceに参加し、「Electricity and Energy Investment」のセッションで念願の研究発表を行うこととなつた。

本稿では、これまでのAnnual Conferenceにおける電力・エネルギー関連の発表内容を含め、著者が参加した本セッションの発表内容について概説し、この分野の研究動向について述べたいと思う。

2. これまでの発表内容

電力・エネルギー関連分野のリアルオプション研究において、発電プラントの建設

や廃棄問題、もしくは発・停止可能な火力発電プラントの操業問題を分析する研究が、多数見受けられたが、最近では複雑な事象やプロジェクトを扱う研究が増えている。

表1は、過去4年間、Annual Conferenceの電力・エネルギー関連のセッションで発表された研究内容について、まとめたものである。表1から分かるように、分析対象が徐々に複雑化しており、その時点での興味のある問題を分析している。

表1：過去4年間の電力・エネルギー関連のセッションでの発表内容

2003年	ガス火力発電プラントの投資・操業・廃棄問題
2004年	大型プラントとモジュール型プラントの選択
	ガス火力発電プラントの柔軟性と技術の選択
2005年	ガス化複合発電の投資と選択
2006年	供給制約下での発電プラントの評価 電力貯蔵システムの評価 天然ガス火力発電プラントの投資問題

3. 「Electricity and Energy Investment」セッション

今年2007年のAnnual Conferenceの「電力・エネルギー投資」のセッションでは、2件の発表があった。一つは、本セッショ



ンの座長を務めた UCL の Siddiqui 先生の「分散型電源の投資とアップグレード問題」で、もう一つは、著者らの「供給関数の発電プラント投資への影響分析」である。本節では、これら 2 つの発表内容について説明する。

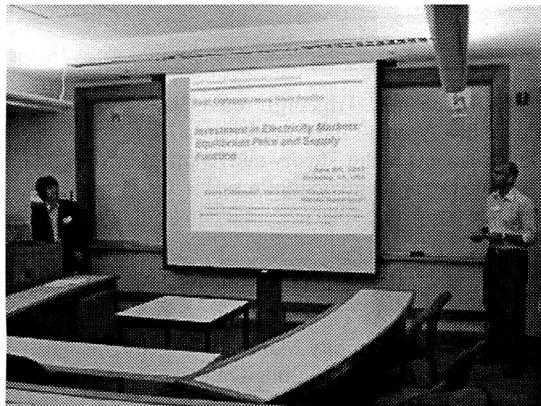


図 1 : 筆者 (左) の発表風景。右 : 座長の Siddiqui 先生

3.1 分散型電源の投資とアップグレード問題²

本研究では分散電源の投資や容量拡大、高効率化といったアップグレードを行う問題を分析している。プラントの燃料費（液化天然ガス価格）が不確実であることを考慮し、容量拡大と高効率化されたプラントを完成型プラントとして、完成型に至るまでの以下の 4 つの投資とアップグレードに関する戦略について考えている。(1) 直接、完成型プラントの建設投資を行う。(2) 高効率化を行った後、容量拡大を行い完成型にする。(3) 容量拡大を行った後、高効率化し完成型にする。(4) 最初に、容量拡大か高効率化の選択を行い、選択された他のアップグレードを行い完成型にする。それぞれの戦略に対する最適投資の閾値を求め、不確実性（燃料費のボラティリティ）の影

響について分析している。この結果、(1) の直接投資を行うより、(2) – (4) のようなモジュラー型の投資を行うインセンティブが高いことが分かった。

3.2 供給関数の発電プラントの投資への影響分析³

これまで、発電プラントの投資問題における不確実性を電力価格とした場合、幾何ブラウン運動や平均回帰過程のような確率微分方程式で表すことが多かった。しかしながら、近年、電力価格モデルに供給関数の特性を組み込むことでモデル化を行う必要性が示されている。そこで本研究では、供給関数の特性を考慮した発電プラントの投資問題の分析を行った。電力価格は、供給関数を指數関数、需要量を幾何平均回帰過程としてモデル化を行った。この結果、発電プラント投資に対する、供給関数特性の影響が明らかとなり、特に、供給関数の勾配が急なときは、投資機會が減少する傾向にあることが分かった。

4. 電力・エネルギー市場における投資問題の動向と今後

上記の 2 つの研究内容からも分かるように、複雑な事象（シナリオ）を分析する研究や価格モデルと投資問題に関連する研究を大きな軸として、研究が進むものと考えられる。また、リアルオプションとゲーム理論の融合研究という近年の動向から、電力市場の参入競争問題に応用した研究⁴が増えるものと考えられる。さらに、このような研究が進んだ先には、リアルオプション的な思考を持ったエージェント間の電力市場における競争ゲームといった、リアル



オプションとエージェントベース・シミュレーションの融合研究が考えられるだろう。

5. おわりに

Annual Conference から帰国して数日後, Siddiqui 先生から著者らの論文に対するコメントのメールが送られてきた。かなりじっくり読んでくれたようで、査読されたような（査読以上の）8つものコメントが付けられていた。これは、このコメントに対する返答を早急に返さなければいけないと思い、なんとか2日間かけて返答文を作成し、Siddiqui 先生に送り返すことが出来た。その返答に対しても、すぐに返信メールが送られてきて、そのメールの最後に「... it would be nice to meet again at a future conference.」と書かれてあり、大変嬉しく思った。さらに Siddiqui 先生は、エネルギー経済・電力関連の国際会議にも参加されていることから、近い将来また会えるだろうなと思っていたら、その2ヵ月後、Siddiqui 先生主催の国際ワークショップ⁵のお誘いのメールが送られてきた。これまた初めて

の経験で驚きと嬉しい気持ちでいっぱいだった。国際会議での発表は、自分の研究を知らせると同時に、このように世界での研究ネットワークを作ることにも意味があるのだと痛感させられた。

これからも Annual Conference に参加し続けたいと考えている。

¹ M.J. Brennan, L. Trigeorgis (eds), 2000. Project Flexibility, Agency, and Competition: New Developments in the Theory and Application of Real Options, Oxford University Press.

²<http://www.realoptions.org/Academic/SiddiquiMariburoC2007.pdf>

³<http://www.realoptions.org/Academic/takashima.pdf>

⁴ R. Takashima, M. Goto, H. Kimura, H. Madarame, Entry into the Electricity Market: Uncertainty, Competition, and Mothballing Options. Energy Economics, forthcoming.

⁵ Policy-making benefits and limitations from using financial methods and modelling in electricity markets. International workshop, 9th and 10th July 2008, Worcester College, Oxford, UK.

<http://www.ukerc.ac.uk/Downloads/PDF/08/0807FinancialMethodsModelling.pdf>

■会費納入のお願い■

未だ年会費の納入をされていない会員の皆様におかれましては、できるだけ速やかに会費を納めていただきますようお願い申し上げます。年会費は、個人会員の場合、正会員 7,000 円、学生会員 3,000 円、法人会員の場合、一口 50,000 円となっております。

振込先は下記のとおりです。

銀行・支店

スルガ銀行 東京支店

種類・口座番号

普通 2678529

名義人

リアルオプション学会



海外動向

国際会議参加報告

後藤允

(早稲田大学)

1. はじめに

2007年6月7日から9日まで、アメリカのカリフォルニア大学バークレー校で開催された Annual International Real Options Conference に参加してきましたので、会員の皆様に少しでもお役に立てる情報をと思い、ご報告いたします。

今回、日本からの参加者は、

- 首都大学東京 渡辺隆裕先生
- 東北大学 今井潤一先生
- 龍谷大学 辻村元男先生
- 東京大学 高嶋隆太先生
- 早稲田大学 後藤允
- 早稲田大学 岸田一彌君

という6名でしたが、すべて日本リアルオプション学会の会員の方々でした。今まで私が参加した国際会議は、オペレーションズ・リサーチや経営工学の分野のものでしたので、リアルオプションの研究発表そのものが少なかったのですが、今回は日本から4件の発表がありましたので、非常に心強く感じました。

他の参加者は、リアルオプションの有名な教科書を書いている、L. Trigeorgis, M. Amram, N. Kulatilaka, T. Copeland, V. Antikarovなどの著名人や、最新の研究論文の著者、コンサルタントや大企業のCFO級の実務家まで、幅広い層の方々でした。

プログラムは、研究発表だけでなく、成

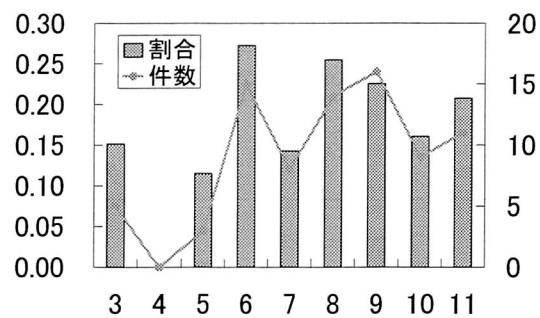


図1 競争分野の発表件数と割合

長オプション、サプライチェーン、リアルオプションの今後の展望など、興味深いトピックを扱ったパネル・ディスカッションも充実していました。

2. 競争分野の発表について

ここからは、私の専門分野であります、競争とリアルオプションの分野に特化して、ご報告いたします。

まず、過去の会議でどのくらい競争分野の発表があったのか、図1にまとめました（この図に使用しているデータは、辻村先生が分析されたものを使用しています）。件数としては多少のバラツキはあるものの、増加傾向にあります。正のドリフトをもつたブラウン運動といえるかも知れません。また全体に対する割合ですが、第4回を除き、ほぼ20%を占めています。ここからも、競争分野の注目度の高さが分かります。

次に、競争分野を



表1 第11回の発表内訳

セッション	ゲーム	契約	情報
Investment Games	3		
Strategy Games	3		
Innovation Theory	1		
Venture Capitalists and Entrepreneurs		1	
Investment and Financing Interactions		1	
Electricity and Energy Investment			1
Relocation, Renovation, Growth and Investment			1

表2 発表された研究のまとめ

研究	主体	応用	不確実性	均衡基準	操業状態	解法
Goto et al.	2	—	1	1	2	解析
Imai and Watanabe	2	—	1	2	1	数値
Ruffino and Treussard	2	設備立替	1	1	1	解析
Carson et al.	2	—	2	1	1	解析
Azevedo and Paxson	2	技術選択	3	1	1	解析
Trojanowska and Kort	3	企業合併	1	1	1	解析
Hoe and Diltz	2	医薬 R&D	3	1	1	擬似

- ゲーム
 - 2主体問題
 - 投資タイミング
- 契約
 - エージェンシー問題
 - モラルハザード
- 情報
 - 私的情報
 - 情報コスト

のように3つの項目に分類して、どのセッションにどの項目が発表されたのか、表1にまとめました。様々なセッションで、各項目が発表されていることが分かります。

最後に、今回発表された研究の中で、私が興味をもった研究を表2にまとめました。

難しい研究ばかりでしたので、表に誤りがあるかも知れませんが、論文は会議のHP (<http://www.realoptions.org/abstracts/abstracts07.html>)をご覧ください。今後の展望としては、不確実性を増やす方向、均衡基準を分析する方向、操業状態を増やす方向などが見えてきます。

3. おわりに

今回、リアルオプション専門の国際会議に初めて参加して、非常に刺激的な経験となりました。世界の最先端と触れ合うことは、研究者にとって最も重要なことの1つではないでしょうか。次回以降も、英語力を向上させて臨みたいと思います。



研究室紹介

大野研究室の紹介

後藤允・大野高裕

(早稲田大学)

1. 研究室の概況

大野研究室は、早稲田大学創造理工学部経営システム工学科／大学院創造理工学研究科経営システム工学専門分野に属する研究室です。発足当初の研究領域は「コストマネジメント研究室」でしたが、現在では環境マーケティングや環境ビジネスモデルの開発、リアルオプションを用いた経営意思決定モデルの開発など、研究領域が広がり、「プロフィットデザイン研究室」と変遷しています。これは、もはやコストやプロフィットをマネジメントするという受身的な姿勢から、積極的に設計する・造り込んでいくという意味を込めています。

所属メンバーは2007年10月現在、教授1名、助手2名、修士課程10名、学部生22名の計35名です。昨年度までは修士課程の学生が非常に多く、学部生よりも多い年度もある、学科最大のマンモス研究室でした。学生からの評判は、「大野先生は魅力的だが、助手が怖い」という有り難くないものですが、毎年度人気は上位3位には入っています。

2. 研究分野

大野研究室の研究分野は、リアルオプションはもちろん、ファイナンス、マーケティング、環境、医療など、非常に多岐に渡ります。この度量の広さが、人気の理由の1つといえるでしょう。

(1) リアルオプション

大野研究室では、2001年から本格的にリアルオプションの研究がスタートしました。当時から基本テキストとして、Dixit and Pindyck (1994)を輪読して基礎を学んでから、日々の興味あるテーマへ進むという方針をとっています。昨年は、第36回日本経営システム学会全国研究発表大会で、メンバーの卒論が学生研究発表優秀賞を受賞しました。また、日本リアルオプション学会でも、2006年研究発表大会で5件、2007年研究発表大会で3件の研究発表を行ないました。

(2) ファイナンス

大野研究室のファイナンスチームでは、主にデリバティブや債券など金融商品の価格評価を中心研究しています。近年では株価や金利、為替以外にも気温や降水量などから派生する天候デリバティブや電力などから派生するエネルギーデリバティブなどや、より複雑なペイオフ（支払構造）を持つエキゾチックオプションなど新しい金融商品が多く開発されており、こうした金融商品の特性を捉えた価格評価が必要となっています。そこで、こうした新しい金融商品や従来は数学的な解析が困難であるとされてきた金融商品の特性を考慮した価格評価の研究を行なっています。

(3) マーケティング

大野研究室のマーケティングチームでは、



実務で活かせる学問を中心に学び、実際に企業と提携して学んだことを現場で活かしていくことを目的とし活動しています。前者の学問に関しては、基礎的な考え方・手法を身につけるためにマーケティング・サイエンスや統計学を中心にゼミを行なっています。また、それらを実務で活かすフィールドとして、医療・環境をはじめとした様々なプロジェクト活動を行なっており、これまで多くの功績を残してきました。また、プロジェクト中には学問以外の部分での気付きも多く、非常によい経験となっています。現在でも、この「学ぶ→実務で活かす→新たな知識・経験の創出」といった流れは変わらず、多くの学生の成長を促しています。

(4) 環境

大野研究室の環境チームでは、経営システム工学の立場から官公庁とともに環境に関する問題解決を図っています。一昨年度の事例として、「北九州市の環境パスポート事業」があります。2007年度に導入される北九州市の環境パスポート事業における市民の環境配慮行動モデルを用いた経済性分析モデルの開発とそれに基づく最適なシステム導入について検討しました。具体的には、RVMの導入規模やノーレジ袋のポイント還元率などをどう設定するかを考えました。これにより、北九州市と加盟商店街と消費者の参加プレイヤー全てが経済的メリットを享受し、かつゴミ減量による地球環境の負荷を低減させることが可能となりました。

(5) 医療

高度経済成長時期、医療需要の増大と医療行政による規制・保護政策によって、医

療機関は安定した利益を確保し、経営基盤を拡大し続けることが可能でした。しかし現在は、保護政策の緩和化が進み、利益を獲得することが難しい状況になっています（約70%が赤字経営）。医療機関は利益を確保するためには、法規制の少ない原価面の改善（原価管理）が有効ですが、医療機関はどのように原価管理を導入すればよいか全くわからない状況が続いています。大野研究室の医療チームでは、この問題の解決をめざした活動・研究を行なっています。

3. 研究室の活動

イベントとしては他の研究室と比べてそれほど多いとは思いませんが、それでも学生を中心とする日常的なゼミ活動のほかに毎年度、次のようなイベントが行なわれています。

4月：キックオフ会

5月：学会発表

6月：春合宿

7月・8月：夏休み（集中ゼミ）

9月：秋合宿・3年生歓迎会

10月：学会発表

11月：OB会

12月：年末ゼミ

1月：卒論・修論提出

2月：卒論・修論発表

3月：謝恩会

この他にも大野研究室ではFC RED SLOPEというサッカーチームがあります。また、不定期に有志で野球やテニス等をしています。飲み会が大好きなメンバーが多いのも特徴です。

大野研究室へご興味をもっていただいた方は、HPもご覧いただければ幸甚です。

<http://www.ohno.mgint.waseda.ac.jp/>

**書評**

NERA エコノミックコンサルティング 編

知財紛争の経済分析

(中央経済社、2007年3月)

服部徹

(電力中央研究所)

本書は、企業活動にとってかつてないほど重要性が高まっている知的財産をめぐる紛争について、経済学的に分析した結果をまとめたものである。原書のタイトルは、"Economic Approaches to Intellectual Property: Policy, Litigation and Management"で、2005年に出版されているが、邦訳が2007年に出版され、日本語でこの興味深い分析に触れるができるようになった。日本語版の副題が「米国先進事例に学ぶ損害賠償額の算定原則」となっているとおり、豊富な事例に基づいた実践的な内容になっている。執筆者は、高度な経済分析を行うことで知られる NERA エコノミックコンサルティングに所属するエコノミストたちである。

本書は、大きく分けて6部から成り、全体で23章という構成となっている。第一部は、「知的財産権の経済学的考察」として、知識と情報の経済学における不確実性に関する理論的考察と特許政策に関する実証研究のレビューを行っている。第二部は、「知的財産権に関する損害の基礎知識」ということで、実務的な損害賠償の評価や裁判所の考え方などを紹介している他、特許以外の知的財産権の価値評価などにつ

いても解説している。第三部は「知的財産訴訟と損害の経済分析」で、知的財産に関する損害の評価に関する分析手法を具体的な事例とともに紹介している。第四部は、「反トラストと知的財産権の交叉」として、反トラスト法と知的財産法における「法と経済学」の視点による分析を行っている。第五部は、「日本および中国における知的財産権保護」として、米国とはやや異なる我が国や近年話題に上ることの多い中国における知的財産権の保護について取り上げている。第六部は「知的財産ポートフォリオの管理問題」として、研究開発や知的財産のマネジメントにとって興味深い問題を取り上げている。

本書におけるアプローチは、基本的にはミクロ経済学をベースにしたものであるが、リアルオプションを用いた分析が、第六部21章の「リアルオプションによる知的財産の評価」において紹介されている。リアルオプションの入門書によく見られるように、DCF法との比較から始まって、リアルオプションの考え方方が知的財産の評価に有用なことが示されている。章の後半は、架空事例に基づく評価の例が紹介されているが、具体的にはデシジョン・ツリ

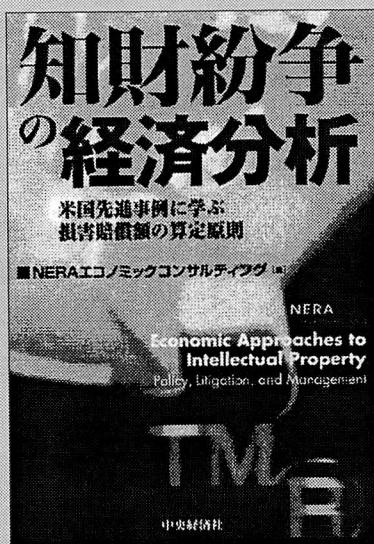


ーとブラックショールズモデルを用いた評価である。かなり単純化された事例であり、手法も決して目新しいものではない。また、研究開発や知的財産の価値をリアルオプションの価値として評価するという試み自体も決して最近始まったわけではなく、より現実的で複雑な評価方法について既に多くの研究が蓄積されていることを考えると、この章の内容は入門レベルにとどまっている。しかしながら、必要となるデータや計算結果について具体的に述べられているので、とりあえずリアルオプ

ションが知的財産の価値評価にどのように適用されるのかを知るためには、比較的分かりやすい内容といえよう。

リアルオプションの知的財産の価値評価への適用に关心がある研究者や実務家にとっては、第三部の分析も興味深い内容と思われる。特に、11章の「知的財産権に関する損害における金利と割引率」などは、米国に限定される部分が大きいとはいえる、実務への示唆に富んでいる。

知財紛争の経済分析 —米国先進事例に学ぶ損害賠償額の算定原則— NERAエコノミックコンサルティング【編】 定価：本体4,800円+税 中央経済社



米国のプロのエコノミストが解き明かす。パンデュイット基準、ジョージア・パシフィック基準など知的財産分野への経済学応用実例を詳しく紹介
第1部 知的財産権の経済学的考察◆第2部 知的財産権に関する損害の基礎知識◆第3部 知的財産訴訟と損害の経済分析◆第4部 反トラストと知的財産権の交叉◆第5部 日本および中国における知的財産権保◆第6部 知的財産ポートフォリオの管理問題



学会ニュース

日本リアルオプション学会研究発表大会

11月10日および11日の2日間にわたり、日本リアルオプション学会の2回目の研究発表大会が南山大学名古屋キャンパスで開催された。当日は26件にのぼる研究発表のほか、1件の特別講演があり、会場では活発な議論が行なわれ、盛況のうちに終了した。

研究発表は14のセッションに分かれ、理論的な研究から幅広い分野での応用研究まで、最新の成果が発表された。プログラムは以下のとおりである。

11月10日（土）

11:00-12:00

A会場 ゲーム理論および競争戦略

座長 渡辺 隆裕（首都大学東京）

「2つの投資機会を有する複占企業の戦略的投資モデル」

海老名 剛*（東京工業大学）・多辺田 将（首都大学東京）

“Entry and Exit Decisions under Uncertainty in a Symmetric Duopoly”

後藤 允*（早稲田大学）・高嶋隆太（東京大学）・辻村元男（龍谷大学）・大野 高裕（早稲田大学）

B会場 設備投資1

座長：高嶋 隆太（東京大学）

「跳躍拡散過程での投資決定」

董 晶輝*（東洋大学）・飯原 慶雄

「情報システム化投資の定量評価－効果とコストの四項ツリーを用いたアプローチ」

青木 克人（住友信託銀行）

13:30-14:30

A会場 会計・監査

座長 後藤 允（早稲田大学）

「コンサルタント・サービスの価値評価とフィーの算定」

高森 寛*（千葉商科大学）・高嶋 隆太（東京大学）・八木 恒子（東京大学）

「事業資産の評価と減損意思決定」

大川 雅也（ヤンマー株式会社）

B会場 設備投資2

座長 董 晶輝（東洋大学）

「毎年キャッシュフロー モデルを考慮した二項格子モデルの構築とその適用」

加藤 守利（株式会社テプコシステムズ）・周 意誠*（株式会社テプコシステムズ）・高森 寛（千葉商科大学）

“Abandonment and replacement of power



plants under uncertainty”

高嶋 隆太*（東京大学）・後藤 允（早稲田大学）・辻村 元男（龍谷大学）・木村 浩（東京大学）・班目 春樹（東京大学）

11月11日（日）

10:00-11:00

A会場 コーポレート・ファイナンス1

座長 今井 潤一（東北大学）

「ライセンス契約に見る撤退・拡張オプション価値—ITセキュリティビジネスにおける事例研究—」

伊藤 晴祥*（慶應義塾大学）・山田 憲司（株式会社コトヴェール）・岩崎 茜（早稲田大学）

「リアルオプション、デットファイナンス、競争」

西原 理*（大阪大学）・芝田 隆志（首都大学）

B会場 環境1

座長 小田 潤一郎（財団法人地球環境産業技術研究機構）

“Pollution reduction policies under uncertainty and their costs”

辻村 元男（龍谷大学）

「CO₂排出規制と供給者間の市場調整モデル」

高森 寛*（千葉商科大学）・長坂 研（東京農工大学）・吳 瑛祿（株式会社シーエスディー）

11:10-12:10

A会場 コーポレート・ファイナンス2

座長 八木 恵子（東京大学）

「持ち株会社の多角化が事業会社の生産性に与える影響：米国の電力会社に関する実証分析」

後藤 美香（財団法人電力中央研究所）

「シルクアパレルとM&Aの可能性」

藤原 祐*（信州大学）・大谷 肇（信州大学）・森川 英明（信州大学）・高橋 正人（信州大学）

B会場 環境2

座長 辻村 元男（龍谷大学）

「柔軟性のある温暖化長期目標の有効性評価」

小田 潤一郎（財団法人地球環境産業技術研究機構）

「京都メカニズムにおける代替的な環境事業の選択」

大鳥 祐生*（早稲田大学）・岸田 一彌（早稲田大学）・後藤 允（早稲田大学）・大野 高裕（早稲田大学）

13:30-14:30

A会場 スポーツ・ファイナンス1

座長 大川 雅也（ヤンマー株式会社）

「高森モデル」による日本プロ野球新人契約金のリアルオプション分析」

内 誠一郎（スタンダード&プアーズ）



「スポーツ選手の契約年数：モラルハザードモデルを用いた分析」

西原 理（大阪大学）

安達 肇*（東京大学）・茂木 源人（東京大学）

15:50-16:50

B会場 エネルギー1

座長 安達 肇（東京大学）

「予測誤差デリバティブを用いた最適ヘッジ戦略について」

山田 雄二（筑波大学）

“Beneficiary Rights in the Japanese REIT Market”

竹澤直哉*（南山大学）・竹澤伸哉（国際基督教大学）・高島耕平（メリルリンチ日本証券）

「供給セキュリティと予備生産容量オプション」

八木 恒子（東京大学）・高嶋 隆太（東京大学）・高森 寛（千葉商科大学）

「わが国企業のストック・オプション付与行動」

吉田 靖（千葉商科大学）

14:40-15:40

A会場 スポーツ・ファイナンス2

座長 西原 理（大阪大学）

「松坂投手の移籍金は合理的であったか？ - DCF法、リアルオプションアプローチ、Esscher変換を利用した検証 - 」

伊藤 晴祥*（慶應義塾大学）・内 誠一郎（スタンダード&パーズ）

B会場 プロジェクト・ファイナンス

座長 長谷川 専（株式会社三菱総合研究所）

「デフォルトリスクを考慮した環境型プロジェクトの評価モデル構築 一木質バイオマスプロジェクトを事例とする採算性とリスク特性の分析-」村内 佳子（三菱UFJ証券株式会社）・湊 隆幸（東京大学）

B会場 エネルギー2

座長 服部 徹（財団法人電力中央研究所）

特別講演では、東京大学教授の浅野浩志様より、「エネルギー需給問題と分散電源の位置づけ」と題する講演が行われた。公演内容については、本誌の特別講演論文をご覧いただきたい。

「市場のメカニズムを考慮した火力発電所の価値評価」

岸田 一彌*（早稲田大学）・後藤 允（早稲田大学）・大野 高裕（早稲田大学）

「太陽光発電 R&D プロジェクトのコンペウンド・オプション評価」



学会ニュース

第2回横幹連合コンファレンスに出席して

高森 寛

(日本リアルオプション学会副会長)

1. 横幹連合とは

日本リアルオプション学会は、2006年12月から、横断基幹科学技術研究団体連合（通称：横幹連合）に加盟し、同連合の会員として、活動しております。

横幹連合は、文理にまたがる43の学会が、自然科学と並ぶ技術の基礎である「基幹科学」の発展を目指して、これまで「縦」に細分化されてきた科学技術の現実に対して、「横」の軸の重要性を訴え、強化することを目指すNPO（特定非営利活動法人）として、2005年11月に設立されました。平成17年11月に、第1回横幹連合コンファレンスを長野で開催し、細分化されている個別分野の「知の相互関係を探求」し、知の統合を目指す新たな戦略目的として、「ことづくり」を提唱する長野宣言を採択しました。

産業界においては、横断型基幹科学技術推進協議会（略称：横幹技術協議会、会長 桑原 洋氏）があり、横幹連合との連携を通して、新産業を創出し、新たなソリューションを生み出す、产学連携の新しい枠組み構築と産業力の強化を推進しています。

2. 横幹型アカデミック・ロードマップづくり

横幹連合では、現在、学会間の知の交流と統合を試みながら、横断型科学技術の将来方向を示す責任があるとの認識に立って、アカデミック・ロードマップ（ARM）づくり

にとりかかっております。

この学会横断型ARMづくりは、横幹連合のメンバー学会が、次の5つのワーキンググループ（WG）に分かれて、マップ作りを試みようとしています：

WG1：「制御・管理」関連学会、WG2：「シミュレーション」関連学会、WG3：「ヒューマン・インターフェイス」関連学会、WG4：「ものづくり」関連学会。

日本リアルオプション学会は、WG1で、高森寛副会長が、ブレーン・ストーミングの作業に参加し、試論的なロードマップづくりにとりかかっております。

3. 第2回横幹連合コンファレンス

第2回連合コンファレンスが、11月29, 30日に、京都大学百周年時計台記念館で開催され、構成学会の会長懇談会には、川口会長の代理で、高森副会長が出席しました。次の「京都宣言」なるものが採択されました：

- (1) 知の統合による社会的・経済的価値の創造
- (2) イノベーションを推進する技術開発マネジメントの確立
- (3) イノベーションに資する横幹科学技術の構築

以上の推進にあたり、産業界との協力と産業競争力の強化の点が打ち出されおり、わがリアルオプション学会が、貢献できる分野であるとおもわれます。



学会ニュース

エネルギービジネス研究部会設立のご報告とご案内

服部 徹

(電力中央研究所)

日本リアルオプション学会の研究部会として、このたび「エネルギービジネス研究部会」の設立が2007年12月17日の役員会にて承認されました。

部会名：「エネルギービジネス研究部会」
(Workshop on Energy Business)

主査：服部徹（電力中央研究所）
幹事：高嶋隆太（東京大学）

本研究部会では、主にエネルギー産業（石油、電力、ガスなど）におけるリアルオプションの価値評価に関する研究を行っていきますが、リアルオプションのみならず、新しい研究テーマの発掘のための情報交換も積極的に行っていきたいと考えております。メンバー間の議論を通じて、理論と実務の融合を重視していきたいと存じます。

活動内容としまして、年に数回の会合を開き、部会メンバーによる報告のほか、ゲストスピーカーを招いて講演していただくことも検討しております。メンバーによる報告では、自身の研究についての報告の他、文献の紹介なども行っていくことも考えております。2007年度中に最初の会合を予定しています。また、3月の下旬にはJAROSの企業金融工学フォーラムを本研究部会の企画で開催致します。活動内容の詳細や今後の予定などにつきましては、隨時、ウェ

ブサイトを通じてお知らせいたしますので、ご関心のある方はご覧ください。

<http://www.realopn.jp/rb/web.php>

この研究部会は、学会員であれば、どなたでも参加できます。ウェブサイトを通じてご連絡いただければ、メンバーとして登録させていただきます。また、ご質問やご意見などもウェブサイトを通じてお寄せいただければ幸いです。

エネルギービジネスの分野は、安定供給や温暖化対策といった側面に配慮しつつも、資本市場のグローバル化や国内の規制緩和による競争の進展にも対応していくかなければならず、従来にも増して様々なリスクに直面しています。一方で、以前には存在しなかったビジネスチャンスも生まれつつあり、非常にエキサイティングな分野もあります。リアルオプションのアプローチで、資源小国の中日本にとってまさに最重要ともいえるエネルギービジネスの新しい可能性にチャレンジしたいという方の積極的なご参加をお待ちしております。



日本リアルオプション学会

評議員および監事

産業界および研究機関

内 誠一郎
スタンダード&プアーズ

尾出 和也
電力中央研究所

北原 康富
日本インテグラート株式会社

桑原 洋
日立マクセル株式会社

吳 瑛録
(株) シーエスディー

種市 健
(株) 東京電力

長谷川 専
(株) 三菱総合研究所

服部正太
(株) 構造計画研究所

藤井 悅郎
(株) アーク情報システム

前田 章
(株) 日立製作所システム開発研究所

山元 順雄
日本グローバルインフラストラクチャー研究財団

教育機関

今井 潤一
東北大學經濟學部

大野 高裕
早稻田大學大學院理工學術院

大村 敬一
早稻田大學大學院ファイナンス研究科

澤木 勝茂
南山大學數理情報學部

高森 寛
千葉商科大學大學院

竹澤 直哉
南山大學大學院ビジネス研究科

中岡 英隆
多摩大學大學院經營情報學研究科

宮原 孝夫
名古屋市立大學大學院經濟學研究科

森平 爽一郎
早稻田大學大學院ファイナンス研究科

山口 浩
駒澤大學グローバル・メディア・スタディーズ學部

監事

吉田 靖
千葉商科大學大學院會計ファイナンス研究科

山田 雅章
住友信託銀行マーケット資金事業部



日本リアルオプション学会
会長・副会長・理事および各委員会

会長

川口 有一郎
早稲田大学大学院ファイナンス研究科

副会長

服部 正太
(株)構造計画研究所

高森 寛
千葉商科大学大学院

理事

山口 浩 (庶務・論文誌)
駒澤大学グローバル・メディア・スタディーズ学部

長谷川 専 (会計)
(株)三菱総合研究所

大野 高裕 (研究・金融工学フォーラム)
早稲田大学理工学術院

前川 俊一 (涉外・論文誌)
明海大学不動産学部

森平 爽一郎 (広報)
早稲田大学大学院ファイナンス研究科

服部 徹 (機関誌・研究部会)
(財)電力中央研究所

《庶務・会計委員会》

委員長 山口 浩

委員

杉山 明
バームスコーポレーション(有)(幹事)

高森 寛

長谷川 専

加藤 行雄
日本システムインテグレーション協会

松尾 雄治
マイルストン アセットマネジメント株式会社

《研究大会(JAROS2007)実行委員会》

大会委員長 澤木 勝茂 (南山大学)

実行委員長 田畠 吉雄 (南山大学)

プログラム委員長 辻村 元男 (龍谷大学)
高嶋 隆太 (東京大学)

委員

赤壁 弘康 (会場)
南山大学

杉山 明 (広報)
バームスコーポレーション

山下 忠康 (会計)
南山大学

竹澤 直哉 (出版・登録)
南山大学



《広報・ホームページ委員会》

委員長 森平 爽一郎

幹事

杉山 明

バームスコーポレーション（有）

高嶋 隆太

東京大学大学院工学系研究科

《渉外・法人担当委員会》

委員長 川口 有一郎

幹事

余語 将成

(株) 東芝

内 誠一郎

スタンダード・アンド・プアーズ

中村 基治

アーバストラット・ヤング・トランザクション・アドバイザリー・サービス

《学会誌編集委員会》

委員長 前川 俊一

論文誌委員会

山口 浩

《研究委員会》

委員長 大野 高裕

幹事

高嶋 隆太

東京大学大学院工学系研究科

後藤 允

早稲田大学創造理工学部経営システム工学科

◆編集後記

学会員の皆様のご協力により、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」の第2号を何とか発行することができました。ご多忙の中、記事の執筆を引き受けていただきいた皆様には、あらためて感謝申し上げます。

第2号は、特集1として、予測市場とリアルオプションを取り上げました。予測市場は、リアルオプションの研究と実務の双方に多大な影響を与える可能性があり、これから発展が注目されます。また、特集2として、リアルオプションとITビジネスを取り上げています。ITビジネスに潜むリスクとそれに対するオプション戦略についての興味深い検討です。各分野の専門家による解説記事として、企業金融工学フォーラムなどで紹介されたトピックスを4つ取り上げています。Excelの活用事例や、コンテンツファイナンス、エネルギー産業、そしてスポーツ・ファイナンスまで、リアルオプションのアプローチが様々な分野に適用しうることを示すとともに、今後は、実務においても積極的に活用される可能性があることをうかがわせます。

機関誌では、これからも、リアルオプション研究の最新動向を会員の皆様に分かりやすい形で紹介していきたいと思います。記事の掲載のご希望がありましたら、遠慮なく学会事務局までお知らせください。また機関誌全体に関するご意見もお寄せください。

最後に、新しく始まる2008年が、リアルオプション学会と会員の皆様にとって、実りある一年となることを願っております。

(編集長 服部徹)

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2号

2008年1月31日 発行

〈機関誌編集委員会〉
服部徹（編集長）、高森寛、長谷川専

発行所 日本リアルオプション学会
The Japan Association of Real Options and Strategy
〒103-0027
東京都中央区日本橋1-4-1 日本橋一丁目ビル5F
早稲田大学大学院ファイナンス研究科 川口研究室内

製作：(有) インスプレス 印刷：信毎書籍印刷



www.realopn.jp

早稲田大学大学院ファイナンス研究科 川口研究室内
〒103-0027 東京都中央区日本橋1-4-1 日本橋1丁目ビル5F