

リアルオプションと戦略

2014 March

No.5

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

大会
JAROS
2012

2012年11月3日

シンポジウム「世界の中の日本を見据えて」

プラチナ社会における新産業の創造 —日本版CCRCの試み— [松田 智生] ——— 2

震災後のエネルギー業界における新たな潮流と新産業の可能性 [上杉 武弘] 5

ワークショップ

Competition and the Bad News Principle
in a Real Options Framework [西出 勝正・八木 恭子] ——— 10

特別セッション「リアルオプションと教育」

青山ビジネススクールにおける「リアルオプション」講義 [北村 智紀] ——— 14

リアルオプション教育に関わる事例と研究
: 北海道大学経済学研究科のケース [後藤 允] ——— 19

公開研究会 講演要旨

生命リスク債券市場の動向 [井手 道久] ——— 22

資産クラスとしての金 —金のファンダメンタルズと金投資— [津金 真理子] ——— 27

書評・図書紹介／記録・ルポ／学会ニュース

第5号

目次

巻頭言 リアルオプションの実践とユースケースの蓄積を……………長谷川 専 1

講演要旨:シンポジウム「世界の中の日本を見据えて」(2012年11月3日)より

プラチナ社会における新産業の創造—日本版CCRCの試み—……………松田 智生 2

震災後のエネルギー業界における新たな潮流と新産業の可能性……………上杉 武弘 5

ワークショップ:Asian Workshop on Real Investment Strategy and Risk Analysis

Competition and the Bad News Principle in a Real Options Framework
……………西出 勝正・八木 恭子 10

特別セッション:「リアルオプションと教育」より

青山ビジネススクールにおける「リアルオプション」の講義……………北村 智紀 14

リアルオプション教育に関わる事例と研究:北海道大学経済学研究科のケース
……………後藤 允 19

公開研究会 講演要旨

生命リスク債券市場の動向……………井手 道久 22

資産クラスとしての金—金のファンダメンタルズと金投資……………津金 真理子 27

〈書評・会員近著紹介〉

加藤 敦 著「ソフトウェア・ビジネス—利用側と提供側の双方に立った複眼的研究—」
……………松島 桂樹 32

福澤 英弘・小川 康 著「不確実性分析—実践講座—」……………高森 寛 34

青木 克人 著「情報システム化投資の定量評価—金融機関業態別モデルの構築—」……………26

〈記録・ルポ〉

国際リアルオプション大会に参加して……………佐藤 公俊 36

JAROS2012 研究発表大会 第7回……………38

JAROS2013 研究発表大会 第8回……………39

協賛:国際会議 17th International Real Options Conference, July 25-27, 2013, Univ. of Tokyo
……………40

〈論文募集のご案内〉

論文誌「リアルオプション研究」……………9

Call for Paper: International Journal of Real Options and Strategy……………21

〈付録〉

日本リアルオプション学会 会員募集のご案内……………41

日本リアルオプション学会 評議員および監事……………42

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……………43

学会だより……………44

編集後記……………44



巻頭言

リアルオプションの実践とユースケースの蓄積を

長谷川 専

日本リアルオプション学会副会長・株式会社三菱総合研究所)

1. はじめに

私とリアルオプションとの出会いは2000年に出張中のニューデリーで川口有一郎先生からいただいた「リアルオプションのテキストを一緒に翻訳しませんか?」という一本のメールでした。この翻訳を契機に数多くの関連文献を読み漁りました。

そこには「先行き不透明なら先送り」、「小さく産んで大きく育てる」など、わが国の従来型意思決定を支持する含意が理論的に多数導かれていることに大変驚きました。リアルオプションを究めることで、わが国が自信を取り戻し、また、理論的にチューンナップされた戦略的意思決定で更なる飛躍を遂げられるのではないかと大いに期待を膨らませ、心躍る思いをしていました。

そのような折、高森寛先生からお声掛けをいただき、設立時から日本リアルオプション学会に携わることになった次第です。

2. 産業界での低い認知度は難解だから?

リアルオプション理論は実物資産を生産要素とする事業会社にこそ有用なはずですが、しかし、本学会に携わる中で、産業界での認知度がかなり低いことが分かりました。

確かに理論で用いるツール(特に連続モデル)は、産業界に身を置く者にとっては難解でとっつきにくい。だから適用実績も少ないのだという意見もあります。しかし、例えばデリバティブ取引に携わる者全員が

B/S 式を完全に理解しているでしょうか? 有用性が認識されれば、学界に理論を委ね、産業界はこれを実践し果実を獲得しようとする。リアルオプションも同じはずですが。

3. 実践とユースケースの蓄積を

産業界での認知度を高め有用性をしっかり認識してもらおう。そして、産業界での実践を進める。その中で、新たなテーマが学界に提示され、学術研究がさらに有用化、高度化していく。この正のスパイラルを生み出す起点は、学界と産業界の会員で構成される本学会こそが担うべきと考えます。

起点の起点は、産業界会員と学界会員が密にコミュニケーションを図り、産業界が関心ある課題やテーマを学界会員に提供する。学界会員はこうした課題やテーマに関する研究を積極的に実施し、分かりやすく実践可能な成果を産業界に還元する。産業界はこれを実践しユースケースの蓄積を図る。こういうことなのだろうと思います。

4. おわりに

本稿で示した考えはアイデアレベルです。もっといい方法もあるはずですが。リアルオプションの実践とユースケースの蓄積が図られるよう、是非、衆知を結集させて議論できればと思っています。そしていつか、かつての期待を現実のものとし、皆さんと一緒に心躍らせられれば最高です!



シンポジウム：「世界の中の日本を見据えて」（2012年11月3日、於：早稲田大学国際会議場）より
講演要旨

プラチナ社会における新産業の創造

- 日本版 CCRC の試み - (Continuing Care Retirement Community)

松田 智生

(三菱総合研究所 プラチナ社会研究センター 主席研究員)

1. プラチナ社会～課題先進国から課題解決先進国へ

今、日本は3つの大きな課題を抱えている。第一に環境問題、第二は高齢化問題、第三は雇用問題である。かつて日本は先進国であったが今は課題の先進国となっている。しかし、この3つの課題を世界に先駆けて解決し、社会モデルとして提示することが、日本が課題解決先進国になるということである。その社会モデルのイメージは、シルバーでもグリーンでもなく、常に輝きを失わない上質なイメージのプラチナであり、三菱総研ではプラチナ社会と呼んでいる。

2. 高齢化をチャンスに変える～米国におけるリタイアメント・コミュニティと CCRC

高齢社会先進国日本。今後約800万人の団塊の世代が定年を迎えるが、充実した老後は約10万時間と言われる定年後の自由時間の過ごし方にかかっている。米国では、ゴルフ場に隣接して住居や娯楽が整備されたリタイアメント・コミュニティという街が、フロリダ、アリゾナなどの温暖な地域で多数開発・運営されている。ゴルフ三昧のシニアの理想郷は大きく普及しているが、課題も幾つか表面化してきた。第一に「介護」の問題だ。歳を重ねて健康

上何かあった時に、せっかく購入した場所から別の介護施設に転居しなければならないのは経済的に大きな負担である

第二に知的刺激の不在だ。温暖な気候、ゴルフ三昧、ストレスフリーといった快適過ぎる環境は、頭を使わなくなることから、急速に衰えてアルツハイマー病など患うおそれがある。シニアには体の元気だけでなく頭の元気も必要なのである。

介護リスクの払拭 CCRC: Continuing Care Retirement Community

◇同一敷地で継続的なケアを受けられる
移転がなく、安心して暮らし続けられるコミュニティ。

◇介護時の追加費用負担は原則なし。



第一の介護転居問題を解決したのが、CCRC(Continuing Care Retirement Community)というシステムだ。日本の高齢者住宅が、一般住宅、サービス付高齢者住宅、有料老人ホーム、特別養護老人ホームと分かれるように、米国でも高齢者住宅は、①健常者用、②軽介護、③重介護、④認知症と分かれている。CCRCはこの①～④の居



室をひとつの敷地にまとめたもので、居住者は健康時から介護時まで同一敷地で継続的にケアを受けられ、移転の心配なく安心して暮らすことができる。

第二世代のリタイアメント・コミュニティ: CCRC
Continuing Care Retirement Community

CCRCは、全米に2千ヶ所、60万人が居住、市場規模は2.7兆円。都市型・郊外型・地方型あらゆる立地で成立。



また月々の家賃は介護になっても同じであり、経済的・精神的な負担感が軽減される。米国ではCCRCが都市、近郊、地方と多様な立地で約2千ヶ所存在し、約60万人が住む巨大市場を形成している。第二の知的刺激不在を解決したのが、大学連携型のCCRCだ。大学の敷地内や近隣のCCRCから、シニアは大学の講座やイベントに参加して、再びキャンパスライフを満喫する。こうした大学連携型のCCRCは全米で約70存在する。例えば、マサチューセッツ州のラッセル・ビレッジでは、入居条件として年間450時間以上の講座を受講となっている。他の大学では、シニアが自分の経験を講義したり、学生のキャリア・アドバイザーにもなる。シニアは学んだり教えたりするなかで、「何かに打ち込んでいる」、「誰かの役に立っている」という実感を得て、充実した老後を送ることができるのだ。

3. 平均年齢84歳、入居率98%の大学連携型CCRC

東海岸の名門校ダートマス大学の近隣の

ケンダル・アット・ハノーバーは、約400人が暮らすCCRCで平均年齢は84歳、米国の平均寿命79歳を上回り、しかも8割が元気だ。入居率は98%と経営面も順調で、地元には多くの雇用を生み出し地域社会に貢献している。

CCRCの経営で重要なのは、「居住者を介護にさせない」ことであり、ここでは食事、運動、学び、社会参加など様々なプログラムが用意されている。

注目すべき点は、「大学街」というコンセプトだ。地元の市は人口約1万人で、その半数がダートマス大学の関係者で、アカデミックさと活気を感じられる。また大学の生涯学習は、歴史、文学、音楽、健康、国際、環境、健康など多彩な約50の講座でシニアの知的好奇心を満たしており、CCRCの多くの居住者が受講している。

ではアクティブシニアはどんなライフスタイルを送っているのだろうか。その声を紹介したい。



○84歳・女性

ここでの楽しみは夕食を誰かと毎日食することだわ。健康支援が充実していることも満足しているわ。生涯学習ではパソコンを勉強しているの。

○88歳・男性



気に入っているのは、コミュニティの運営が居住者に任されていることだよ。今は、コミュニティ雑誌の編集長として毎日忙しくしているよ。

印象的だったのは、彼らが昔の話をほとんど話さないことである。成功したシニアほど過去の自慢話になりがちだが、今夢中になっていることを楽しそうに話す。アクティブシニアは、「過去を語るのではなく、今を語る」のだ。

4. 四方一両得のライフスタイル・ビジネス

CCRCは①シニアの健康、生きがい、②地域社会の雇用、③企業の新規事業、④大学の活性化という四方一両得をもたらす。しかし、CCRCは単にシニア住宅を建設する事業ではない。住居、健康、介護、学習、社会参加、保険、資産運用など様々な要素を組み合わせたライフスタイル・ビジネスであり、建設した後の運営が特に重要になってくる。ゆえに綿密な事業計画や高度な運営ノウハウが求められる事業である。

CCRCは、超高齢社会を迎える日本で、地域活性化やビジネスに多くの示唆を与えている。

5. 日本型 CCRC とは

CCRCが普及しない理由は、「あれは米国の事例だから、日本人の国民性や習慣に合わない」とか「これ

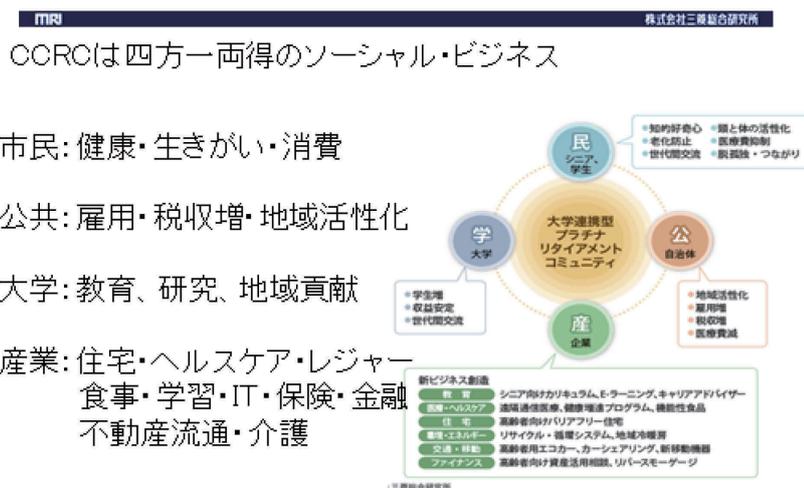
までの老人ホームと何が違うのか」というメンタルブロックと、日本の特性にあった日本型 CCRC モデル像が示し切れていないことに尽きる。

従来のシニア住宅と日本型 CCRC との違いは以下の通りであり、日本の国民性や立地特性、街づくりに合った形態での産業化が成功のポイントである。

6. おわりに： 一歩踏み出す勇気

CCRCは超高齢社会における有望ビジネスであることは間違いない。日本でコミュニティの崩壊が言われて久しいが、今ほどつながりや共助、あるいはシニアの生きがいが重視されている時はない。

確かに CCRC のような新しい住まい方や暮らし方には様々な阻む壁があるが、できない理由を幾ら並べても、現状の課題は何も解決しない。日本版 CCRC 実現のために、意志のある企業や自治体や大学、そして市民が一歩踏み出す勇気、これに尽きる。





シンポジウム：「世界の中の日本を見据えて」（2012年11月3日、於：早稲田大学国際会議場）より
講演要旨

震災後のエネルギー業界における新たな潮流と 新産業の可能性

上杉 武弘

(アーサー・D・リトル・ジャパン株式会社 プリンシパル)

1. はじめに

昨年3月11日に発生した東日本大震災に伴う福島第一発電所の被災は、関東地方で国内初の計画停電をもたらしたが、その影響は単なる電力供給不足に留まらず、原子力利用を軸とした長期エネルギーミックスに大きな変曲点を形成することになった。そして、これらを受け、これまで国内ではあまり活況でなかった、蓄エネルギーや分散型電源における新技術の実現時期前倒しなど、関連技術開発・事業化へのニーズが高まっている。今回は、福島原子力発電所の長期停止が及ぼす影響について俯瞰し、

エネルギー業界のバリューチェーンにとって持つ意味合い・新たな産業の可能性について考察する。

2. 震災がもたらした変化

震災による福島第一原子力発電所の停止は、エネルギー業界に大きく3つの地殻変動をもたらすこととなった（図1参照）。

第一に、エネルギーミックスへの影響が挙げられる。日本版FITの導入や“革新的エネルギー・環境戦略”にもみられる通り、原子力発電の新規立地が困難になることによる代替エネルギーシフトが発生する。



図1 原発停止がエネルギー産業界にもたらす三つの地殻変動



代替エネルギーとして天然ガス、石炭へのシフトは必須であるが、温室効果ガス排出増大を考慮すると再生可能エネルギーの積極利用も促進されるであろう。

第二に、電力システムの改革が挙げられる。発送配電分離に関しては電力会社の機能分離による経営効率化という目的以外にも、再生可能エネルギーのシェア拡大のための広域的系統運用、及び運営リスクの高い原子力発電所の所有分離、などという目的において合理性が高まっている状況にあるといえ、今後電力事業体制の在り方について活発な議論がなされると予想される。

第三に、電力利用のスマート化が挙げられる。日本においては、これまで諸外国に比べ電力需給やその品質が安定していたこともあり、所謂“スマートグリッド”の普

及は遅々として進んでこなかった一面があった。しかし、今般発生した東日本大震災によりその前提は大きく変わったと言える。特に、基幹電源であった原子力発電の新規開発が事実上困難となり、且つ今後20年の間に既存の原子力発電所の多くは寿命を迎えて大幅に減少すると仮定すると、2030年時点想定では約44GWもの代替電源を導入しないと埋め合わせが出来なくなる。即ち、電力インフラの問題は今後数年の急場をどう凌ぐかという単純な問題ではなく、極めて中長期的且つ深刻なものであると認識すべきである(図表2)。

原子力発電の代替としては火力発電を中心に、再生可能エネルギー発電を積極導入することが考えられるが、前者にはCO2排出の問題、後者にはコストの問題があり、

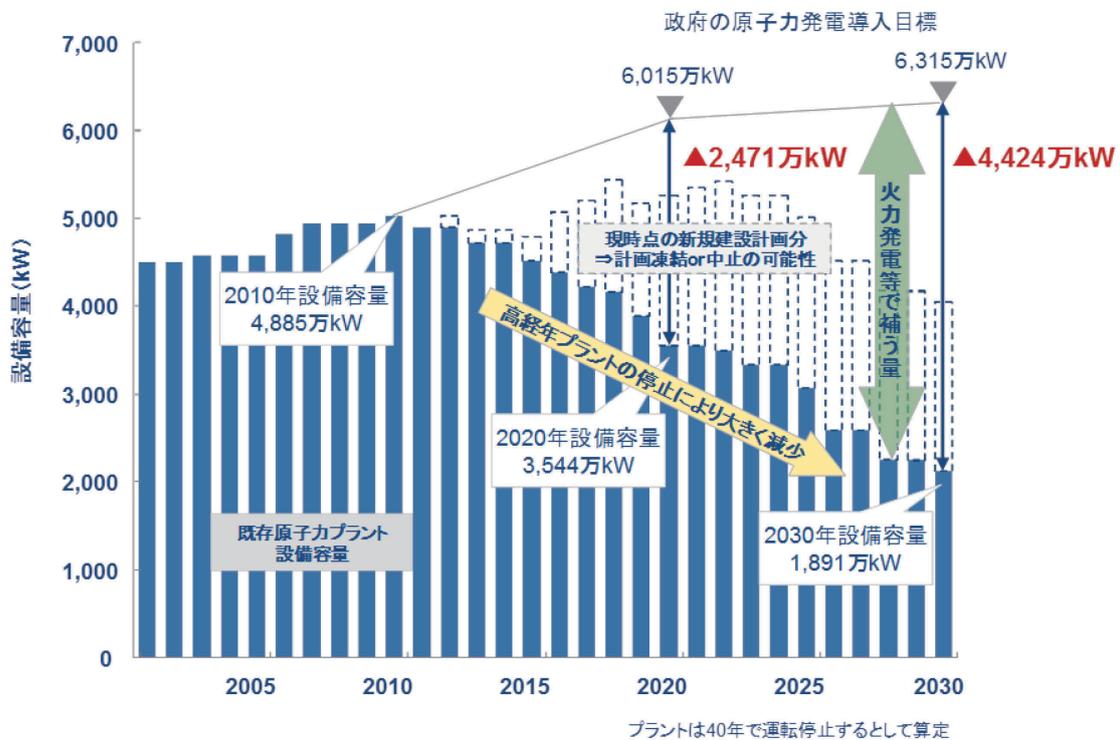


図2 既存原発の高経年化停止と新規計画の凍結のゆくえ



単純な解決策はない。日本としては、官民一体となって二酸化炭素回収貯留（CCS）やバイオ燃料等温室効果ガス削減に寄与する新技術の開発をこれまで以上に強力で促進する一方、系統広域化による発電アセットの利用最適化や、デマンドレスポンスによるピーク需要抑制など、上記課題に直結する有効な“スマートグリッド”ソリューションを積極活用していく必要がある。これにより、発電アセットに対する投資を必要最小限として電力料金の上昇を抑えつつ、CO2 排出量の抑制を目指すことができる。

国内のスマートメータの導入については、震災以前から東京電力、関西電力を中心としてそれぞれ独自のスマートメータの開発を進めてきた。しかし、これらは遠隔検針、計量関係業務の簡素化を主目的としたものであり、海外で導入が進むAMI で用いられるスマートメータに比べて機能が限定されている。例えば、リアルタイムの電力使用量把握に必要なBルート通信（需要家側への計量データの直接開放）が装備されておらず、ピーク負荷抑制のためのデマンドレスポンスへの適用や、HEMS との連携を想定したものとなっていない。また、計量・通信の分離モジュール構造を採用しているために海外で主流の一体構造型に比べてコスト面で不利なものと言われている。また、電力会社とメータ間の通信方式については、主にマルチホップ方式の採用が検討されてきたが、リアルタイムの双方向通信には適さないことや、バックボーン的光ファイバーへの投資が大きくなってしまふなどの理由により、海外では携帯電話通信網（3G）の活用や電力線通信方式（PLC）の採用が主流となっている。

これに関して、現在公的管理下にある東京電力において、原子力賠償支援機構が主導する形で、スマートメータ仕様、及び通信方式それぞれについて仕様公開と意見公募を行ってきた。この結果、多数の改善提案が出されており、これを受けて海外主流方式の採用を視野に入れたメータ・通信仕様の見直しの検討が進められているところである。

このような活動により東京電力のスマートメータ仕様は海外主流方式に見直された場合、今後スマートメータ導入を進める電力会社における仕様決定に大きく影響すると見られる。現在、政府方針により各電力会社は2015年までに8割の需要に対するスマートメータの導入を進めることになっているが、その技術仕様は今後10年のスマートグリッド導入を先取りしたものである必要があり、先に述べた電力を取り巻く社会ニーズの変化を確実に取り込んだスマートメータインフラ導入が強く望まれる。

3. 新たな産業の可能性

このように、我が国においても今後急ピッチでスマートグリッド及びデマンドレスポンスの普及が進むものと思われるが、それによって大きく2つの新たな事業機会が生まれる可能性がある。

ひとつは、電力会社と需要家の間に立ち、需要家毎の（個別には小さな）ピーク需要カット電力をアグリゲート（集積）し、所謂“ネガワット”として電力会社に提供する新たなサービス事業が考えられる。

実際、先行する北米市場では、ENERNOC社やCOMVERGE社などの新興ベンチャーが登場している（図表3）。本サービスでは、彼らは多数の需要家と「電力消費のピーク



時に一定範囲内で電力供給をカットすることを容認する」旨の契約を個別に結ぶ一方、系統側とはその削減量を取りまとめ、電力の需給逼迫時の削減電力量をコミットする契約を締結する。その上で、系統側から受け取った対価を需要家と40対60程度でシェアすることで需要家にもメリットを提供する仕組みとなっている。FERC（米連邦エ

ネルギー規制委員会）によれば、このようなデマンドレスポンスアグリゲーションサービス市場は、現時点では産業、商業部門の顧客を中心にまだ50億ドル程度だが、2030年には291億ドルに成長すると予測されている。

我が国においても、このようなサービス事業の萌芽は見られる。

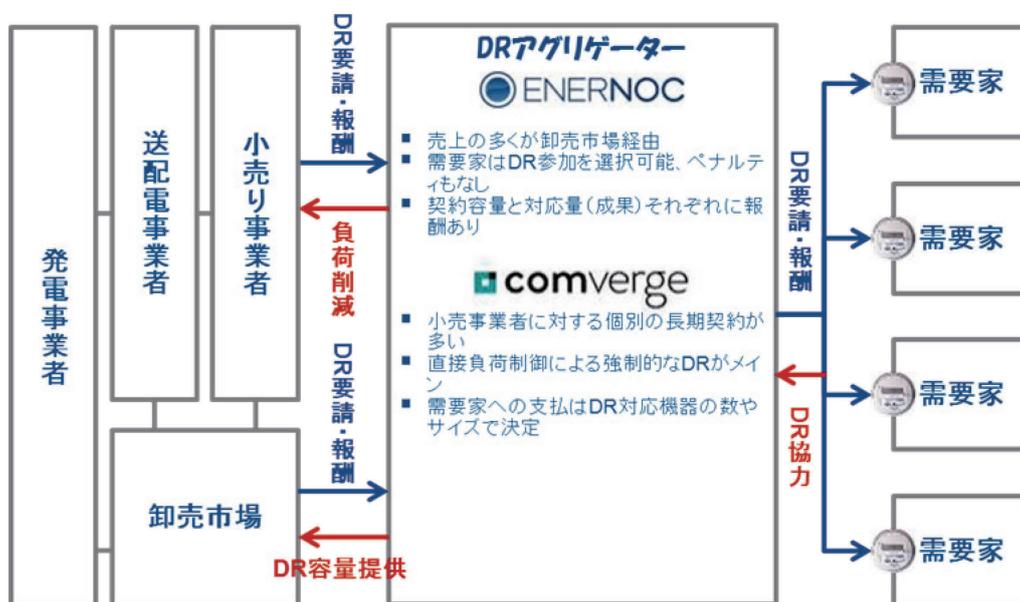


図3 エネルギー消費情報を活用した新たな付加価値サービス

東京電力は本年「電力デマンドサイドにおける『ビジネス・シナジー・プロポーザル』として、平成24年度から26年度の主に夏期のピーク需要抑制に寄与するビジネスプランを広く募集し、結果として5件が採択されている。その全てが産業・業務用の需要家を対象に、BEMS (Building energy Management Systems) を各施設に導入した上で、ピーク時の電力使用を見える化・安定化する共に、電力使用機器を制御することで節電を実現し、それらを集積すること

で東京電力にネガワットとして販売するモデルである。現状は参加企業も不動産・ビル管理会社系（野村不動産、NTTファシリティーズ等）、新興ベンチャー系（エナリス等）、PPS系（オリックス電力等）と多岐に渡っており、米国と異なって発電から小売までが垂直統合化されている我が国においてこのような中間サービス事業がどこまで成り立つか不透明な部分はあるものの、新たな可能性として注目すべき動きと言える。もうひとつの可能性として、これまでと



異なり電力消費データがリアルタイム且つ電力消費機器個別に「見える化」されることにより、それら情報を活用した新たなサービス事業が展開されることも考えられる。

例えば、少子高齢化に伴い社会問題となっている独居老人に対する「見守り」サービスがある。現状の類似サービスは象印マホービンが提供する「みまもりほっとらいん i-POT サービス（独居老人が毎日利用するポットの利用状況を NTT の FOMA 電話回線で送信し、別居家族に e-mail で 1 日 2 回知らせる）」のような非常に簡易的なタイプか、独居老人宅の冷蔵庫やベッドに各種センサーを多数設置し、生活行動情報をきめ細かく収集する非常に高度なタイプの 2 方向しか存在していない。“スマート”な電力消費プロファイルを活用し、安否を高精度に自動判定するアルゴリズムが開発出来れば、見守り精度と簡便さ（＝設置負担の

少なさ）を両立した魅力的なサービスが展開出来る可能性があるものと思われる。これ以外にも、所謂“駆けつけ”型ではない簡易型のホームセキュリティサービスや、環境省がモデル事業を推進する「エコ・アクション・ポイント（国民一人一人の環境配慮活動に経済的インセンティブを与える取組み）」の枠組みに、こまめな節電活動等、エネルギー消費に関する側面から活用していくなど、様々な可能性が考えられる。

4. おわりに

昨今様々なメディアで報道されている通り、自由化範囲の拡大や発送電分離についても官主導で積極的な議論がなされており、スマートグリッドの普及と並行して、エネルギー業界を取り巻く事業環境は大きく変化することは間違いない。この機を捉え、新しい可能性に積極果敢にチャレンジする企業が次々と登場することに期待したい。

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、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。他学会への二重投稿のない未公開のものに限ります。

投稿原稿は、次の 3 類型に分けて審査されます。

1. アカデミック論文
2. プラクティス論文
3. 研究ノート

本論文誌は、これまで、和文論文と英文論文の混載の形をとっておりましたが、2013 年から、和文論文のみを掲載いたします。

本学会は、2013 年 7 月から、英文論文誌 “International Journal of Real Options and Strategy” を刊行いたしております。<https://www.jstage.jst.go.jp/browse/ijros>

論文投稿には、学会論文募集サイト http://www.realopn.jp/prep_page7.htm をご覧ください



Asian Workshop on Real Investment Strategy and Risk Analysis

ワークショップ (2012年11月3日、於：早稲田大学国際会議場)

招待研究報告

Competition and the Bad News Principle in a Real Options Framework

西出 勝正

八木 恭子

(横浜国立大学大学院国際社会科学研究所)

(秋田県立大学システム科学技術学部)

1. はじめにⁱ

本研究では、経済環境に不確実性が存在する状況下での企業の投資意思決定問題を競争という観点から考察する。先行研究では、Guo et al. (2005)や Goto et al. (2012)などのように経済環境の不確実性を斉時的な Markov 連鎖としてモデル化することがほとんどであった。本件では、Nishide and Nomi (2009)に従って経済環境が変化する時点が既知であるという仮定の下で、Nielsen (2002)と同様の対称 2 企業の最適投資時点問題を考える。

2. 設定

基本的な設定は Nishide and Nomi (2009)と同じである。

同質的企業 2 社が同一の潜在的な投資機会を持っているとする。この投資機会の状態変数過程を $P=\{P_t\}$ として、以下の確率微分方程式に従うとする。

$$dP(t) = \mu(t)P(t)dt + \sigma(t)P(t)dz(t)$$

但し、 z は標準ブラウン運動である。ここで、割引率 r と P の期待成長率・及びそのボラティリティ・は $t < T$ において (r_0, μ_0, σ_0) の値を取り、 $t \geq T$ において以下の確率分布に従うとする。但し、各状態の生起確率は確率過程 z と独立である。

$$(r(t), \mu(t), \sigma(t)) = \begin{cases} (r_1, \mu_1, \sigma_1) & \text{確率 } q_1 \\ \vdots \\ (r_s, \mu_s, \sigma_s) & \text{確率 } q_s \end{cases}$$

ここで、経済環境が変化する時点 T は各企業にとって既知であるとする。また、時点 T 以降は $(r(t), \mu(t), \sigma(t))$ が変化しないものとする。

各企業は不可逆な投資費用 K を支払うことでこの投資機会から収益を得ることが出来るものとする。この収益は、当該企業が先導企業か追随企業かによって水準が異なるものとする。即ち、 $D_1 > D_2$ として以下を仮定する。

$$\begin{aligned} & 1_{\{\tau_L \leq t < \tau_F\}} D_1 P(t) + 1_{\{t \geq \tau_F\}} D_2 P(t) && \text{先導企業の場合} \\ & 1_{\{t \geq \tau_F\}} D_2 P(t) && \text{追随企業の場合} \end{aligned}$$

但し、 τ_L と τ_F はそれぞれ先導企業と追随企業の投資実行時点であるとする。どちらの企業が先導企業となるか事前的には追随企業となるかは決められていないⁱⁱ。2つの係数の比率 D_1/D_2 が大きければ大きいほど先導企業となることで高い収益を得られることを意味する。

時点 $t < T$ において各企業は(1)現時点における投資環境 (r_0, μ_0, σ_0) , (2)時点 T 以降の投資環境の構造とその確率 $(r_s, \mu_s, \sigma_s, q_s)$, $s=1, \dots, S$, (3)投資環境が変化する時点 T までの残存期間、を考慮して最適な投資実行



時点を選択する。即ち、追随企業は

$$E_t \left[\int_{\tau_F}^{\infty} e^{-\int_t^u r(v)dv} D_2 P(t) dt - e^{-\int_t^{\tau_F} r(u)du} K \right] \quad (1)$$

を τ_F について最大化し、先導企業は τ_F を所与として

$$E_t \left[\int_{\tau_L}^{\tau_F} e^{-\int_t^u r(v)dv} D_1 P(t) dt + \int_{\tau_F}^{\infty} e^{-\int_t^u r(v)dv} D_s P(t) dt - e^{-\int_t^{\tau_L} r(u)du} K \right]$$

を τ_L について最大化するものとする。但し、 E_t は時点 t までの情報集合による条件付期待値である。

時点 $t > T$ における最適投資問題は、追随企業の場合は McDonald and Siegel (1986) によって、先導企業の場合は Nielsen (2002) によってそれぞれ既に解かれている。また、 $t < T$ における追随企業の最適投資問題は Nishide and Nomi (2009) によって既に解かれている。従って、本研究では $t < T$ における先導企業の最適投資問題を考察する。

3. 最適解の導出

先導企業の最適投資時点を導出する前に Nishide and Nomi (2009) の結果を再確認する。以下の関数を定義する。

$$\phi_s(P) = 1_{\{P \geq P_{Fs}^*\}} \left(\frac{D_2 P}{r_s - \mu_s} - K \right) + 1_{\{P < P_{Fs}^*\}} \left(\frac{P}{P_{Fs}^*} \right) \left(\frac{D_2 P_{Fs}^*}{r_s - \mu_s} - K \right)$$

$$G_F(t, P) = D_2 P \left(\frac{1 - e^{-(r_0 - \mu_0)(T-t)}}{r_0 - \mu_0} + \sum_{s=1}^S q_s \frac{e^{-(r_0 - \mu_0)(T-t)}}{r_s - \mu_s} \right)$$

但し、 P_{Fs}^* は時点 T 以降において状態 s が生じたときの最適投資閾値であり、以下で与えられる。

$$P_{Fs}^* = \frac{\beta_s}{\beta_s - 1} (r_s - \mu_s) \frac{K}{D_2}$$

$$\beta_s = \frac{1}{2} - \frac{\mu_s}{\sigma_s^2} + \sqrt{\left(\frac{1}{2} - \frac{\mu_s}{\sigma_s^2} \right)^2 + \frac{2r_s}{\sigma_s^2}}$$

このとき、時点 $t < T$ における先導企業の価値関数は以下の命題で与えられる。

命題 1 関数 $V_F = V_F(t, P)$ を時点 $t < T$ における (1) の価値関数とする。このとき、 V_F は以下の偏微分方程式の解である。

$$\frac{\partial V_F}{\partial t} + \mu_0 P \frac{\partial V_F}{\partial P} + \frac{\sigma_0^2}{2} \frac{\partial^2 V_F}{\partial P^2} - r_0 V_F = 0 \quad (2)$$

但し、境界条件は以下で与えられる。

$$\begin{cases} V_F(t, B_F(t)) = G_F(t, B_F(t)) - K \\ \frac{\partial}{\partial P} V_F(t, B_F(t)) = \frac{\partial}{\partial P} G_F(t, B_F(t)) - K \\ V_F(T, P) = \sum_{s=1}^S q_s \phi_s(P) \end{cases}$$

時点 $t < T$ における追随企業の最適投資閾値は偏微分方程式 (2) の自由境界 B_F を解くことで得られる。

一般に、投資閾値 B_F は数値的にのみ解くことができる。但し、以下の重要な解析的結果を得ることができる。

命題 2 投資閾値 B_F について以下が成り立つ。

$$\lim_{t \rightarrow T} B_F(t) = \max_{s: q_s > 0} P_{Fs}^*$$

命題 2 は「追随企業は経済環境の変化が予測される時点においては常に最悪の状況が起こるかのように想定して投資の意思決定を行う」ことを示唆している。この示唆は、Bernanke (1983) によって提唱された *Bad News Principle* と整合的な結果である。

次に先導企業の最適停止問題を考える。以下の関数を定義する。



$$\psi_s(P) = \frac{D_1 P}{r_s - \mu_s} - \left(\frac{P}{P_{Fs}^*} \right) \frac{(D_1 - D_2) P_{Fs}^*}{r_s - \mu_s}$$

このとき、時点 $t \geq T$ において状態 s が生じたときの投資閾値 P_{Ls}^* は

$\psi_s(P_{Ls}^*) - K = \phi_s(P_{Ls}^*)$ で与えられることが分かっている (Nielsen, 2002).

時点 $t < T$ における投資閾値 B_L は以下の命題によって導出することができる。

命題 3 関数 $G_L = G_L(t, P)$ を以下で定義する。

$$\frac{\partial G_L}{\partial t} + \mu_0 P \frac{\partial G_L}{\partial P} + \frac{\sigma_0^2}{2} \frac{\partial^2 G_L}{\partial P^2} - r_0 G_L + D_1 P = 0 \quad (3)$$

但し、境界条件は以下で与えるとする。

$$\begin{cases} G_L(t, B_F(t)) = G_F(t, B_F(t)) \\ G_L(T, P) = \sum_{s=1}^S \psi_s(P) \end{cases}$$

このとき、先導企業の投資閾値は $G_L(t, B_L(t)) - K = V_F(t, B_L(t))$ で与えられる。

追随企業の場合と異なり、与えられた偏微分方程式(3)は固定境界である。関数 G_L を数値的に解くことによって先導企業の $t < T$ における投資閾値 B_L 導出し、その性質を考察する。

4. 数値計算

分析を簡単にするために $S=2$ を仮定する。また、特に断らない限り $K=10$, $D_1=1.5$, $D_2=1.0$ とする。投資環境を規定する係数の値は以下の表で与える。このとき、時点 T 以降における最適投資閾値が以下のように計算できる。

表 1：投資環境を規定する係数

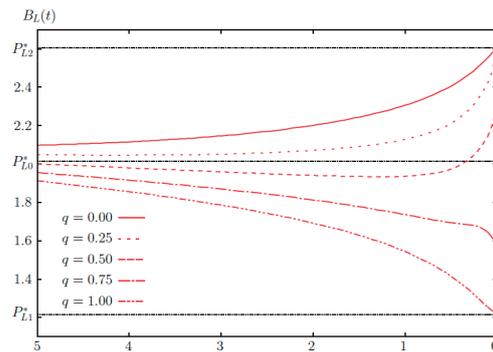
	r_s	μ_s	σ_s	P_{Fs}	P_{Ls}
現時点	0.1	0.00	0.7	4.21	2.01
状態 1	0.1	0.1	0.2	2.55	1.21

状態 2	0.1	-0.05	0.8	5.42	2.61
------	-----	-------	-----	------	------

以上の数値設定では状態 1 が投資にとって良い環境であり、状態 2 は悪い環境であることが分かる。以下、状態 1 が生起する確率を q として表す。

先ず生起確率 q が先導企業の投資意思決定に与える影響を考察する。数値結果は図 1 の通りである。先導企業の投資閾値 B_L は状態 1 の生起確率 q に対して単調増加である。即ち、将来時点での投資環境が良くなることが予想される場合には先導企業の投資が促進される。

図 1：先導企業の投資閾値 (生起確率 q の影響)



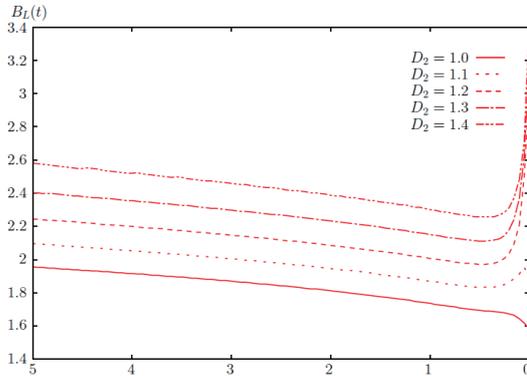
しかしながら、 $q \geq 0.5$ の場合には時点 T の直前において、それ以降の閾値と比較してやや高い値を取ることが分かる。即ち、変化時点以降に現時点と比して投資環境が好転される確率が十分大きくなければ Bad News Principle が先導企業の投資意思決定にも適用されていることが分かる。

次に、追随企業の収益構造を規定する D_2 が先導企業の投資閾値に与える影響を考察する。但し、 $q=0.75$ として計算している。この数値結果は図 2 の通りである。先導企業の投資閾値 B_L は D_2 に対して単調増加である。特に、 $D_2 \geq 1.1$ においては投資環境



の変化時点 T が近づくにつれて閾値 B_L が上昇していることが分かる。

図2：先導企業の投資閾値
(収益構造 D_1 の影響)



以上の数値結果から以下の示唆を得ることができる。

1. 時点 T 直前の先導企業の投資閾値は option 価値（投資を待つことによつてどの状態が生じたかを観察することができる価値）と preemption 価値（先導企業となることによつて追随企業よりも多くの収益を獲得できる価値）の2つの価値の比較によつて決まる。
2. 企業は preemption 価値が option 価値と比較して十分大きい（高い q かつ $D_1 \gg D_2$ ）の場合にのみ先導企業となつて早期に投資を実行しようとする。
3. 上記以外の場合には先導企業の場合にも Bad News Principle に基づいて慎重な投資判断を行う。

競争を導入した Nielsen (2002) 他 の論文では、競争が先導企業の投資を促進させることは明らかにしているが、投資を待つという option 価値が先導企業に与える影響について必ずしも明確な答えを与えてこなかった。本研究では、Nishide and Nomi (2009) に競争を導入することで、先導企業の投資意

思決定においても option 価値が重要な要素であることを示した。

5. おわりに

結論として、以下の点を述べておきたい。先導企業が option 価値と preemption 価値を比較して最適な投資意思決定を行うという示唆は Nielsen (2002) 他 の斉時的な設定では明らかにすることが容易ではない。即ち、Nishide and Nomi (2009) と同様の非斉時的設定を採用することで、企業間の動学的相互依存関係の結果としての先導企業の意思決定が明らかにされたと言える。

6. 参考文献

- Bernanke, B.S. (1983), "Irreversibility, Uncertainty, and Cyclical Investment," *Quarterly Journal of Economics*, **98**(1), 85-106.
- Goto, M., K. Nishide and R. Takashima (2012), "Irreversible Investment under Competition with a Markov Switching Regime," working paper.
- Guo, X., J. Miao and E. Morellec (2005), "Irreversible Investment with Regime Shifts," *Journal of Economic Theory*, **122**(1), 37-59.
- McDonald, R. and D. Siegel (1986) "The Value of Waiting to Invest," *Quarterly Journal of Economics*, **101**(4), 707-727.
- Nielsen, M. J. (2002), "Competition and Irreversible Investments," *International Journal of Industrial Organization*, **20**(5), 731-743.
- Nishide, K. and E. K. Nomi (2009), "Regime Uncertainty and Optimal Investment Timing," *Journal of Economic Dynamics and Control*, **33**(10), 1796-1807.
- Nishide, K. and K. Yagi (2012), "Competition and the Bad News Principle in a Real Options Framework," working paper.

7. 謝辞

本原稿は Asian Workshop on Real Investment Strategy and Risk Analysis 2012 における報告内容をまとめたものである。本報告の機会を下さった高森先生、森平先生をはじめ、関係の方々に謝意を表したい。

ⁱ 本研究は Nishide and Yagi (2012) の概略を述べたものである。完成論文は以下の URL より入手可能である。 <http://ssrn.com/abstract=2012267>

ⁱⁱ Nielsen (2002) などと同様に、どちらの企業が先導企業あるいは追随企業となるのかは本研究において考察の対象外とする。



JAROS2012 研究発表大会：特別セッション「リアルオプションと教育」より

青山ビジネススクールにおける「リアルオプション」の講義

北村 智紀

(ニッセイ基礎研究所 金融研究部門)

(青山学院大学大学院国際マネジメント研究科)

1. はじめに

筆者は青山学院大学大学院国際マネジメント研究科(以下、青山ビジネススクール「ABS」とする)で「リアルオプション」の講義を担当するが(以下、「本講義」とする)、本稿はABSにおける本講義の内容及び講義実施上の問題点をまとめたものがある。

ABSは、1990年に国内の私立大学で最初に設置された社会人向けの夜間大学院であり(当時は大学院国際政治経済学研究科)、2003年に現在の組織である専門職大学院国際マネジメント研究科となった。募集定員が100名、収容定員は200名で、標準で2年間で修了する。2012年度の学生数は男性144名、女性54名で、平均年齢は男女ほぼ同じで34歳である。過去においてはファイナンス専門コース等が存在したが、現在のABSのコンセプトは「ジェネラルMBA」であり、必修科目や選択科目に含まれるファイナンス関連の講義は概ね25%程度となっている。そのため学生は製造業や金融以外の非製造業に勤める者が多く、ファイナンスの中でも証券投資関連分野ではなく、プロジェクト評価などのコーポレート・ファイナンス分野へ関心が高いようである。過去における本講義の受講者の特徴も概ね同じであり、金融機関に勤める者の割合は少ない。また、会社で投資やプロジェクト

の評価等を会社で実際に担当した経験がある学生も多くなく、ファイナンス関連の科目を大学院に来て初めて履修したとする学生も少なくない。そのため、例えば、ブラックショールズ・モデルや2項格子モデル等は教科書で見て知っているか、実際に利用したことがないとする学生も多い。このような背景ではあるが、学生に本講義を受講した動機を聞くと、例えば「プラント会社に勤めるが海外における石油採掘プラントの評価をしたい」、「製薬会社に勤めるが新薬開発プロジェクトの価値をどのように測ったらよいか知りたい」、「マーケティング関連の部署にいるが新規事業への参入や既存事業からの撤退評価しながらマーケティング戦略を考えたい」など講義への関心は高い。特に実際のビジネスに応用できる内容を期待している。

2. 講義の内容

リアルオプションは不確実性のある中、プロジェクトへの追加参入や撤退を考慮してその価値やリスクを評価できる考え方である。これまでのNPV(正味現在価値)法では扱うことが難しい事項を評価できるコーポレート・ファイナンス分野における重要なツールと言える。しかし、その評価には、オプション価格理論やゲーム理論を利



用するため、ジェネラルMBA志向の学生には難しい点も多い。そこで本講義ではABS学生の背景を考慮して、講義期間の前半では、基本的な知識の取得に重点を置くテキストを利用した講義を行い、後半では、実際のビジネスへの応用性を考慮して、ケーススタディーを使った演習を行っている。

前半のテキストは慶応大学の今井潤一先生が執筆された『リアルオプション』(中央経済社)を利用し、リアルオプションの基本的な考え方、ブラックショールズ・モデルや2項格子モデルを応用したリアルオプションの評価、スイッチング・オプションの評価等について、パワーポイント資料で要点をまとめながらテキストを解説している。単にテキストを理解するだけでなく、講師が作成したスプレッドシートを利用して、学生自らが手を動かしてオプション価格を求める体験型学習に重点をおいている。

後半のケーススタディーでは、ハーバード・ビジネススクールの4つのケースを取り上げている。これらは、リアルオプションの講義で利用するケースの典型であろう。

最初の2つは、実際にはケース風のテキストと問題集であり、これまでの復習とも言える。最初のケースとして利用しているのが、”Investment Opportunities as Real Options: Getting Started on the Numbers”である。これはプロジェクト評価にリアルオプションの考え方をどのように導入すればよいか容易に書かれたハーバード・ビジネスレビューの記事である。このケースの狙いは、NPV法とオプション価格理論を使った評価法とは何が異なるのか、プロジェクト評価を行う際にどこにオプション性があるのか、ブラックショールズ公式をどのように適用すればよいかについて理解を深めることである。簡単なプロジェクト評価をNPV法とブラックショールズ公式を利用した方法で行い、これら2つの違いが説明されている。本講義では講師が用意したスプレッドシート(図表1)を用いて、学生が数値計算を体験できるようにしている。

特に、ブラックショールズ・モデルをどのように適用すればよいか、ボラティリティなどのパラメータが変化した場合に、

図表1：スプレッドシートの例

Year	0	1	2	3	4	5	6
Operating projections							
Revenues		455	551	800	1080	1195	1255
- cost of good sold		341.3	414.9	596	811.1	893.9	941.3
= gross profit		113.7	136.1	204	268.9	301.1	313.7
- SG&A		110.4	130	219.2	251.6	280.3	287.4
= operating profit		3.3	6.1	-15.2	17.3	20.8	26.3
Cash flow calculation							
EBIT(1-tax)		2.2	4	-10	11.5	13.7	17.4
+ depreciation		19	21	21	46.3	48.1	50
- capital exp.	100	8.1	9.5	307	16	16.3	17
- increase NWC	25	4.1	5.5	75	7.1	8	9.7
= free cashflow	-125	9	10	-371	34.7	37.5	40.7
+ terminal value							610.3
Discount factor							
Present value (PV)							
NPV							
Phase 1							
cash flow		0	9	10	11	11.6	12.1
+ terminal value							191
- investment	-125						
discount factor		0	0	0	0	0	0
PV (cash flow)		0	0	0	0	0	0
NPV							
Phase 2 (Real option)							
cash flow					0	23.1	25.4
+ terminal value							419.3
- investment					-382		
dis.fact.(12%)							
PV(cash flow 12%)							
dis.fact.(5.5%)							
PV(investment 5.5%)							
表を利用 BSCALL利用							
PV(cash flow)		S					
PC(Inv.)		X					
NPV		rf	5.50%				
		t	3				
NPVq		sigma	40%				
Sigma*sqrt(3)							
表より→							
Value of Phase 2					BsCall→		
Value of Phase 1 + Phase 2							
Total NPV							



価値はどのように変化するのかを解説している。スプレッドシートは、リアルオプションの考え方を理解するために重要だと思われる箇所には数式が入力されていない穴埋め方式のものであり(図表1の水色部分が穴埋め部分で、黄色部分が入力するためのヒントになる箇所である)、受講者がその部分にどのような式を入力すればよいか考える方式としている。以前は、スプレッドシート全てを受講者に考えてもらう方式としていたが、近年、スプレッドシート自体の使い方に慣れていない受講者も多く見受けられ、リアルオプション以外の説明に時間を要することもあったため、このような形式としている。

2番目のケースは、“Corporate Financial Management: Option Exercises”である。これはブラックショールズ公式と2項格子モデル

ルの使い方をプロジェクト評価仕立にしてある問題集である。学生はこれまで得た知識を参考に、スプレッドシートを利用して問題を解くことになる。問題の内容は、コール価格とパラメータとの関係がどのようになっているのかを尋ねるものや、2項格子モデルやブラックショールズ公式を利用して、追加投資の可能性があるプロジェクトを実施するかどうかの判断を行う。

残り2つはハーバード・ビジネススクールの典型的なケースの様相を持つものである。3番目に実施するのは、映画の続編作成権の購入がテーマである“Arundel Partners: The Sequel Project”である。学生は初作がヒットした映画の続編を作成できる権利の購入について、どこの映画会社から、

図表2：モンテカルロ・シミュレーションの実施

前提条件	平均	標準偏差
生産開始時(T=2時点)における利益の鉱山価値 (実際の資本投資額&ペナルティーを除く)	\$ 1,000	\$ 1,000
実際の資本投資額 (T=2時点の現在価値)	\$ 500	
探査コスト	\$ 20	
割引率 (r)	5%	
ビット戦略		
初期支払いコスト (IP)	\$ 50.0	最低 \$17.5
投資コミットメント (IC)	\$ 200	最低 \$135
「ビットポイント」	\$ 110	IP+ 30%*IC
モンテカルロ・シミュレーション		
	T=0	T=2
生産開始時(T=2時点)における利益の鉱山価値 V(2)		\$ 368.4 正規分布を仮定
- 実際の資本投資額 (T=2時点の現在価値) (I)		\$ 500.0
- ペナルティー(T=2時点の現在価値) (P)		\$ -
初期支払いコスト	\$ 50.0	=IP
+ 探査コスト	\$ 20.0	
= 初期時点コスト (C)	\$ 70.0	
= T=2時点における利益(全ての状況を考慮した場合)		-\$131.6 =V(2)-I-P
利益の現在価値(全ての状況を考慮した場合)	-\$189.3	
= T=2時点における利益(撤退可能性を考慮した場合)		\$0.0 =max(V(2)-I-P,0)
利益の現在価値(撤退可能性を考慮した場合)	-\$70.0	



どのような価格・条件で購入するかを検討し、提案書を作成する。続編作成権の評価にはブラックショールズ公式を利用するが、公式をどのように適用すればいいのかを検討することが課題の本質である。特に、原資産、権利行使価格を何にすればいいのか、ボラティリティーをどのように推計すればよいか考える必要がある。利用するデータはケースの中に仮想的なものが示されている。その内容は、例えば、初作や仮に続編を作成した場合の予想売上、予想コスト、予想収益率等が映画作成会社毎に示されている。学生はグループで作業を行い、検討内容をプレゼンテーションで報告する。講

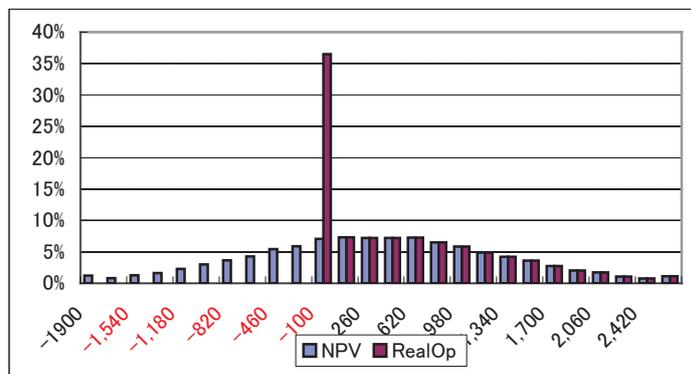
まず、悲観、平均、楽観の3つにシナリオについて産出物の予想産出量とコストが示され、これらに基づき開発投資終了後の鉱山の価値を、キャッシュフロー表を作成することなどにより推計する。次に、モンテカルロ・シミュレーションを利用して、鉱山から撤退できることを考慮しながら、鉱山開発の現在価値の分布を推計し、ビットポイントを決めることが求められる。モンテカルロ・シミュレーションには講師が作成したスプレッドシート(図表2)を利用する。具体的には、第一段階で求めた鉱山

師との議論や他のグループのプレゼンテーションを見ることにより、自分たちの検討内容で改善すべき箇所や優れている箇所は何処か明らかにできる。

4番目のケーススタディーは、撤退オプションがある(銅と亜鉛)鉱山の開発権をテーマとした“Bidding for Antamina”である。これは、一定のペナルティーを支払えば鉱山開発から撤退できるオプションがある鉱山開発のオークションに自分の会社が参加することになり、学生は会社としてのビットポイント(ケースで定められた入札価格の評価方法)を決め、経営者に提案する。

価値より平均と標準偏差、平均資本コスト(図表2の青色部分)を入力する。次に、ビット戦略を入力(同黄色部分)する。(厳密性は欠けるが)鉱山価値が正規分布に従うと仮定し(同緑色部分)、鉱山撤退からのペナルティー支払いを考慮したシミュレーションを10000回実施して、鉱山開発の純利益の現在価値の分布を計算する(図表3)。別のビット戦略を入力するなど試行錯誤を行うことでビットポイントを決定しようとするものである。3回目のケースと同様に学生はグループで検討を行い、どのようにビット戦

図表3：モンテカルロ・シミュレーションの結果



	NPV	RealOp
平均	418	617
標準偏差	966	711
1%タイル	-1,827	-38
5%タイル	-1,169	-38
25%タイル	-227	-38
50%タイル	414	414
75%タイル	1,065	1,065
95%タイル	2,019	2,019
99%タイル	2,641	2,641



略を決めたかについてプレゼンテーションを行う。

これらのケーススタディーには、メリットとデメリットがある。メリットとしては、理論や計算方法を単に理解するだけでなく、ケースの検討はリアルオプションの考え方を実際のビジネスにどのように役立てるかヒントを与えてくれるはずである。また、グループワークを検討した経験は、実務でも役に立つはずである。一方、デメリットとしては、扱うケースの設定が古いことである。また、必ずしも実際のビジネスにすぐに応用できるほど精緻なものではない。このようなケースの利用についての学生の評価であるが、ABSでは講義の終わりの際に授業評価アンケートを行っており、例年、ケーススタディーは継続した方が良いとする評価が多い。

本講義では、講義期間中の1回を外部講師による講演としている。2011年度は早稲田大学の高森寛先生に「リアルオプションとゲーム理論の世界」、2012年度は慶応大学の今井潤一先生に「リアルオプションの現実への利用可能性」をテーマに講演して頂き、リアルオプションについての幅広い知識を得る機会としている。外部講師による講演は履修生だけでなく、当講義の既修者も出席可能とし、ブラッシュアップの機会に役立ててもらおうと考えている。また講演終了後は懇親会を行い、現在の履修生と修了生との交流の場としている。

3. 講義上の問題点

本講義を実施する問題点としては、まず、リアルオプションに関するケーススタディーが少ないことである。現在、ハーバード・ビジネススクールのケースを利用しており、

これらは古いとは言え、完成されたケースである。世界中の大学院で利用されているものと言っても過言ではないだろう。しかし、可能であれば日本企業に関するケーススタディーの方が、学生にとっても親近感や現実感が高まるものと思われる。しかし、残念ながら日本企業を対象としたケースは限られており、本講義では利用した経験は少ない。ケースの蓄積が必要だと思われる。次に、学生の数学への嫌悪感が高いことである。リアルオプションであれば、オプション価格の評価やその解法で一定レベルの数学は必要だと思われるが、講義の内容にそれらを組み入ると、学生もモチベーションが著しく低下する。そこで本講義では、数学的な内容は可能な限り避け、スプレッドシートを利用して、モデルの導出方法を理解するよりも、「モデルを利用する」ことに重点を置いている。例えば、ブラックショールズ公式についても、エクセルの関数として学生に提供し、使うことに専念してもらっている。しかし、この先自分の評価したいリアルオプションが固有なものであり、ブラックショールズ公式など既存の枠組みでは評価できない場合には困ることになるだろう。以前はVBAでプログラムを作成する方法を講義に取り入れていたが、難しいという声もあり、現在ではシミュレーション部分は講師が作成し、VBAの説明を省いている。改善策が必要であると思われるが、例えば、スプレッドシートと既存の(クリスタルボールのような)シミュレーションソフトを組み合わせる方法などを検討している。



JAROS2012 研究発表大会：特別セッション「リアルオプションと教育」より

リアルオプション教育に関わる事例と研究：北海道大学経済学 研究科のケース

後藤 允

(北海道大学経済学研究科)

1. はじめに

筆者が北海道大学大学院経済学研究科においてリアルオプションの講義を担当してから、まだ2年半と日が浅く十分な情報量があるわけではないが、本稿ではリアルオプション教育に関わる事例の1つとして、まとめさせていただくことにしたい。筆者が所属する北海道大学経済学研究科は、後述するように2つの専攻があり、リアルオプションの講義は両専攻の学生が履修可能になっている。そのため、両専攻の学生の選好の違い、質の違いから講義の組立てが難しいという問題点がある。本稿では、この問題にどのように対処してきたか、さらには現状でどのような課題が残されているのかを中心にまとめていく。

2. 研究科の構成

北海道大学大学院経済学研究科は、現代経済経営専攻と、会計情報専攻の2つの専攻から構成されている。会計情報専攻は、2005年に会計専門職大学院が設置されたときにできた専攻であり、現代経済経営専攻は既存の経済学部大学院である。すなわち、会計情報専攻の学生は経済学を学ぶというよりも、公認会計士になることを希望して大学院に進学しているということである。当然ながら両専攻の学生は、リアルオプション理論の習得に必要な数学のバック

グラウンドはもちろん、興味そのものの対象も異なる。

また、経済学研究科の講義には、現代経済経営専攻と会計情報専攻にまたがるものがあり、筆者が担当するリアルオプションの講義がまさにこれに当たる。現代経済経営専攻においてはリアルオプション特論A、Bという講義名、会計情報専攻においては経営情報I、IIという講義名で科目設置されている。

3. これまでの経過

2009年度

筆者が2009年度の後期から赴任したため、後期のみの開講であった。また前節のような研究科の状況を把握していなかったため、両専攻の学生をリアルオプション特論A（経営情報I）に集めて、表1,2のシラバスでの講義とした。各学生の理解度を確認しながら、適宜予備知識を詳細に説明するなどしたため、シラバスどおりの進行にはならなかった。

2010年度

2010年度からは、前期にリアルオプション特論A（経営情報I）、後期にリアルオプション特論B（経営情報II）という開講になった。会計情報専攻の学生は、1年生時には経営情報Iしか履修できないという制約



がある。前期は会計情報専攻の学生のみが履修し、後期は受講なしであった。前年度

と同様のシラバスで講義を進行した。

表1 シラバス

1. 授業の目的 組織経営における情報の分析という立場から、不確実性下の意思決定手法を習得する。具体的には、市場における価格情報あるいは需要予測から、経営上の最適戦略（特に投資戦略）を数理的に分析する手法であるリアルオプション・アプローチ（投資決定理論）の基礎を習得する。
2. 授業の方法 教材に沿って授業を進め、各内容について課題を与える。
3. 使用教材 教科書は指定せず、プリントを配布する。
4. 成績評価の方法 出席を前提とし、課題（30%）・期末試験（70%）による評価の合計を100点として、59点以下を不可、60～69点を可、70～79点を良、80～89点を優、90点以上を秀とする。

1. 情報と投資戦略（1回） 投資戦略、市場情報
2. 単純な例と分析上の概念（2回） 正味現在価値法（NPV法）、柔軟性の価値
3. 確率過程と伊藤の公式（2回） テイラー展開、伊藤の公式、ブラウン運動
4. 不確実性下の動的最適化（3回） ベルマンの最適性原理、微分方程式、スモースペースティング条件
5. 投資機会と投資タイミング（2回） 問題の定式化、投資閾値、不確実性の影響
6. プロジェクトの価値と投資意思決定（2回） プロジェクトの柔軟性、プロジェクトの価値、投資機会の価値
7. 応用問題（2回） 参入退出問題、複占市場、電力市場
8. 期末試験（1回）

2011年度

前期は両専攻の学生が履修し、後期は現代経済経営専攻の学生のみであった。2011年度から、前期は会計情報専攻の学生を想定して離散モデル中心、後期は現代経済経営専攻の学生を想定して連続理論中心の内容に変更した。参考書は、前期が参考文献[1]の8章、後期が参考文献[2]の3～5章である。

4. 教育上の課題

2009年度後期の赴任以来、北海道大学大学院経済学研究科の特徴を踏まえて、前節

のような経過で講義内容を改善してきた。しかし現状でもまだ、根本的な問題が存在する。

現代経済経営専攻の学生は前後期ともに履修可能であるが、会計情報専攻の学生は後期の履修が難しいことである。実際、後期も履修を希望する会計情報専攻の学生がいたが、必要な数学的予備知識の程度と、前期と異なり予備知識の説明に時間を割けないことを伝えると、履修を断念した。やる気ある学生が履修を断念しなければならぬという、非常に心苦しい事態となってしまった。

前期を離散モデル、後期を連続理論という構成は両専攻の学生の理解度を高める目

表2 進行表



的であり、どちらかを排除するものではない。ならば構成を考え直す必要がある。たとえば、前期をケーススタディ中心、後期を離散モデル中心とすれば、両専攻の学生が前後期ともに履修可能になる。しかし、これではリアルオプションで博士論文を書きたいという学生には物足りない内容になってしまう。このような学生には、ゼミで個別に対応するしかないのが、北海道大学大学院経済学研究科での現状であろう。

5. おわりに

本稿では、筆者が北海道大学大学院経済学研究科においてリアルオプションの講義を担当した経験を、リアルオプション教育に関わる事例の1つとしてまとめた。研究

科に存在する2つの専攻の学生に対して十分な教育をするために、今後も内容を改善していく必要がある。

その意味で、今回の企画「リアルオプション教育に関わる事例と研究」は筆者にとって非常に有意義なものであった。

各発表者の方に、この場を借りて改めて感謝したい。

参考文献

- [1] 木島正明, 鈴木輝好, 後藤允 (2012). 「ファイナンス理論入門: 金融工学へのアプローチ」. 朝倉書店.
- [2] A.K.ディキスト, R.S.ピンディク著, 川口有一郎他訳 (2002). 投資決定理論とリアルオプション: 不確実性のもとでの投資」. エコノミスト社.

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 above.

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 Volume 1 issued on July 17, 2013

Motoh Tsujimura, "Assessing Alternative R&D Investment Projects under Uncertainty"

Makoto Goto, Ryuta Takashima, "Investment, Capacity Choice and Outsourcing Options under Uncertainty"

D. Yamashita, T. Niimura, H. Takamori, T. Wang, R. Yokoyama, "Plug-in Electric Vehicle Markets and Their Infrastructure Investment Policies under Fuel Economy Uncertainty"

Invited Paper

Tadashi Uratani, Masanori Ozawa, "A Simple Model of the Japanese Public Pension System and the Risk Management by an Option Hedging Strategy"



公開研究会 講演要旨

(2013年2月15日、早稲田大学 日本橋キャンパス)

生命リスク債券市場の動向

井手 道久

(クレディ・スイス証券株式会社 債券本部 ヴァイス プレジデント)

1. 保険市場と資本市場

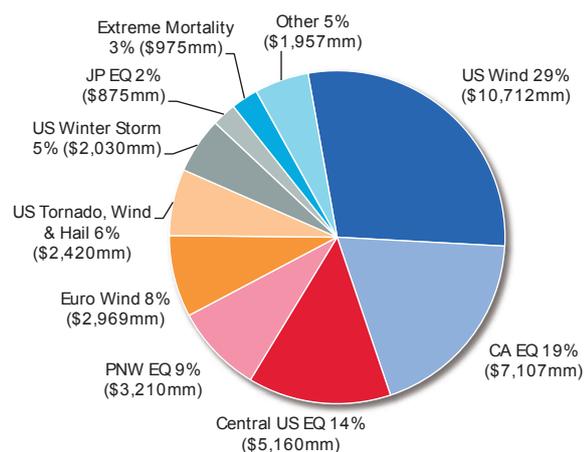
保険リスクを取引する市場はその当初から数世紀にわたり独自の発達を遂げ、近代まで資本市場とは異なる市場を形成してきた経緯がある。そのような中、1997年に最初の CAT ボンドが組成・発行されたのは、保険市場と資本市場の融合の象徴であり、新たな保険リスク資産市場の幕開けであった。以降、主に自然災害にリンクする CAT ボンドが組成・発行されたが、その流れが大きく加速したのは 2005 年 - ハリケーン・カトリーナ、リタ、ウィルマが到来した 2005 年であった。これら一連のハリケーンがもたらした保険損害は甚大で、それまでの、元受と再保険とそれらを取り持つブローカーという 3 者間でのリスクの吸収力では足りず、資本市場へとその機能を求め始めた大きな契機となった。

既に組成・発行されていた CAT ボンドではあったが、2005 年以降、サイズや証券化されるリスクの種類も大幅に増加し現在に至る。市場にて発行される CAT ボンド(保険リンク証券)の中で大部分を占めるのが、米国の天災リスク、中でもハリケーンやトルネード・竜巻といった風害に関連するものであり、次いで北米各地における地震リスク関連のものがある。既発行・新規発行のおよそ 70%が米国関連

のリスクであり、証券化され市場で販売される保険リンク証券の大部分は地域的な集中度が高いといえる。そのうち生命関連リンク証券は、現状では全体の 3%程度と、割合は非常に小さい。

証券化されて資本市場に移転される保険関連リスクはごく一部であり、大部分は相対の再保険契約という形式で、(再)保険市場へと、私募の再保険契約として移転されている。この市場サイズは CAT ボンド市場の 4 倍とも 5 倍とも推計されており、CAT ボンド市場と同様さらに拡大を続けている。

リスク種類別 CAT ボンド残高 (2013年1月7日時点)



2. 保険リンク戦略

ヘッジファンドやプライベート・エクイ



ティ等のオルタナティブ投資が拡大する中、ここ数年は保険リンク証券などへ投資をする投資家が増加、これらのリスクに特化した保険リンク戦略ファンドも増加している。これらファンドは、証券化された保険リスクであるCAT ボンドや、再保険会社などから出される再々保険、または元受の保険会社と相対で個別に再保険を引き受ける形式でポートフォリオを構築する。

これらファンドは従来の金融投資の運用とは異なり、保険業界で引受やブローキング経験の有る専門家や専門会社が、独自のネットワークとリスクモデルを用いてその投資判断を行っている。従来の運用資産である株や債券などとの相関は基本的に低く、投資家はポートフォリオの分散として徐々に保険リンク戦略への投資を拡大しており、これが保険リスクの資本市場における引受キャパシティ拡大につながっている。

3. 生命リスク

生命に関連するリスクは大きく2つに分類され、それぞれ「長寿リスク(Longevity Risk)」と「短命リスク(Mortality Risk)」と定義される。長寿リスクは「長寿」が「リスク」となる方向性であり、代表的には終身給付を実施する年金制度が負っている。短命リスクは「短命」が「リスク」となる方向性であり、代表的には死亡保障をする生命保険会社が負っている。これらの生命関連リスクは、従来は主に生命再保険という形式で保険市場内で移転されてきたが、昨今は証券化商品やスワップなどの形態で、資本市場にも移転され、そのボリュームも拡大している。

年金制度や生命保険会社などが負うリスクのヘッジニーズがあり、一方で資本市場

の投資家は既存資産クラスと相関の低いリスクへの分散ニーズがあり、それらの利害が一致して保険リンク戦略の市場は拡大してきた。保険リスクには生命系と非生命が有るが、生命系リスクは基本的には先進諸国の人口動態に対するエクスポージャーである。長期間における統計的なデータが完備されており、医療や数理技術の発達による人口推移予測の確からしさは高まる中、投資商品としてのボラティリティも比較的低いと考えられ、これら生命関連リスクへの投資家の関心は更に高まりを見せている。

4. 生命リスク関連証券

生命リスク関連の金融商品は、主に短命リスクが内包される証券化商品(債券)が資本市場に見られる。これに加えて、2009年以降は、英国の年金制度から出される長寿リスクがスワップ等の形式で資本市場に移転されている。

短命リスクを内包した証券化商品には、「超過死亡債券」「エンベディド・バリュー証券化商品」「XXX証券化商品」の3つが挙げられる。長寿リスクを内包したのものとして「長寿スワップ」を本稿では紹介する。

● 超過死亡債券(Extreme Mortality Bond)

Mortality CAT Bond などとも呼ばれる、事前に定義されたトリガーを超過する死亡率が観測された際に元本が毀損する仕組みの債券である。再保険会社が主な発行体であり、グローバルに引き受けた短命リスクをベースに、それら国々で死亡率が極端に上昇する状況をヘッジするために発行する。

参照する指標は、各国政府が発表する年代率死亡率であり、債券発行時を100とする相対的な仮想インデックスを設定、トリ



ガーを設定しそれを超える死亡率の上昇が観測された場合に事前に定義されたルールで元本が減じられる。トリガー抵触が観測されなければ、定義された利息を払い出し、満期には元本で償還される。再保険会社がグローバルに引き受ける短命リスクと、債券上でヘッジする短命リスクには「ベシス」が存在する(保険人口 vs.一般の人口)。

● Embedded Value 証券化商品

生命保険契約からの利益は、それぞれの契約の期間に応じて、毎年毎年少しずつ認識されていくべきものであり、その価値はまさに Embedded Value (埋め込まれた価値)と呼ばれるが、証券化によってこの価値を現金化することが出来る。

将来の受取金利と元本償還を対象とした住宅ローン証券化とコンセプトは類似している証券化手法で、保険契約ブロックの将来収入保険料現価と将来支払保険金現価を数理的に計算し、この差額が「Embedded Value」であり、証券化の対象となる。実際には、更にこの差額を優先部分と劣後部分に分けることで信用補完を行い、この優先部分を資本市場にて投資家に売却するという手法が取られる。

投資家としては、当初予測した保険契約者群の動態に応じてリスクを負う。また、保険契約の解約や失効、または契約の予定利回りに応じて保険会社が行う投資運用の成果に関するリスクも内包されている。

● XXX 証券化商品

米国では、国内の生命保険会社には Regulation XXX(トリプルエックス)という資本準備規制が課せられている。これは1980年代に見られた保険料引き下げ競争

とそれに伴う生保各社の資本基盤の弱体化を受け、懸念した規制当局が導入した積み立て強化規制であった。この規制の前提では、1980年の死亡率表をベースにした計算(死亡率前提が高い)での資本準備額となり、以後の長寿化に見られる死亡率改善や、さらには保険加入時における健康診断効果(一般人口を対象とするよりも、健康状態がより良好)が反映されていないことから、結果的にその要請準備額は、各生命保険会社それぞれが本来考える必要準備よりもはるかに大きな額となっている。

XXX証券化では、この規制上の準備金額と、本来必要と考えられる準備金額との差額を、資本市場からファイナンスする。債券やスワップなどの形態も見られるが、最も活用されている手法は信用状(Letter of Credit – LOC)であり、これにより保険会社は資本市場にて、投資家とLOCを通じて融資枠・コミットメントラインのようなものを設定し、これを各州の規制当局に届出・認可を受けることで規制準備要請を充当する。

実際の死亡が予測よりも大幅に増加して保険会社が元々必要と判断した準備金額を超過するような場合、実際にこの融資枠から資金を引き出して保険金支払いに充当することとなる。しかしながら、当然保険会社が判断した必要準備額も相当程度の死亡率上昇シナリオをシミュレーションで算出されたものあり、この時点で十分なバッファがあると想定される。そのリスクの程度を反映し、XXX証券化商品の設定利息は Libor+0.8~1.0%程度と非常に低いものとなっている。



● 長寿スワップ

終身給付を行う年金制度は長寿リスクを負っている。これは制度設計上で前提とした期待余命を大幅に上回る長寿化が進んだ場合、制度運営側が負担する年金給付が増加し制度存続が困難になることを現している。この問題は特に英国で顕著であり、法的に終身給付が原則的に義務付けられている同国では、会計基準の変更や運用環境の悪化もあり、多くの企業年金がその制度を変更しており、多くは確定給付の制度を閉鎖、新規や現役の加入者は確定拠出型の制度へと移行を進めている。実際には2010年3月時点で、新規加入者を受け入れる給付建制度は全体の18%に過ぎず、その他は全て新規加入不可、制度閉鎖、給付の積み上がりが停止されている状態である。これら閉鎖した確定給付の制度に対しては、年金制度の「バイアウト」が行われてきた。これは年金の資産債務全てを、第三者に移転するという手法である。移転する企業側は、制度債務に対しての積立不足があれば資金拠出をしてそれを解消し、更に「バイアウトプレミアム」を追加した額を支払い、事実上年金制度全部を「持って行ってもらう」という手法である。初期コストは膨大では有るものの、これによりスポンサーである企業は年金の運用や金利・インフレ率などの変動、長寿化といった変動要因から切り離されることとなる。

ただし、スポンサー企業にとってリーマンショック後の財政状況は厳しく、高額となるバイアウトプレミアムの支出は簡単ではない。一方で、年金制度のリスク要素のほとんどは、例えば金利リスク、インフレリスクなど市場のツールでヘッジする

ことが出来る。これまでそのツールが無かったのが長寿リスク部分であったが、ここに2009年にクレディ・スイスが初めてスワップでのリスクヘッジを組成、以後各投資銀行が参入し、長寿リスクのヘッジが活発化してきた。またバイアウトのケースでも、バイアウトした主体がそのリスク要因を分解してヘッジする際、長寿スワップを活用している。

これらの長寿リスクはスワップという形式で投資銀行に移転され、これら投資銀行はさらにその裏側でリスクを移転している。移転先は今までは主に再保険会社であったが、最近ではファンド等の資本市場の投資家へも移転されている。

5. 生命リスク関連証券化市場の状況

生命保険会社などからのリスク移転が昨今増加しているが、それはソルベンシーや各国の生命保険会社に対する資本準備規制の強化の動きが一因と考えられる。また、Embedded Value 証券化については、元々は貸出債権の積み上げというバランスシート競争をしていた銀行が、資本規制の強化の中でよりバランスシートを使わずローンのアレンジでの手数料収入獲得へのビジネスモデルへと転換していったことと非常に類似していると考えられる。生命保険会社も、生命保険契約のアレンジによる初期手数料を獲得し、実質の短命リスクやその他付随する金利・運用・解約・失効リスクを資本市場へと証券化によって移転することでバランスシートのスリム化を進め、より資本効率の高いビジネスモデルへと転換する流れが観測される。

一方で、年金制度の長寿リスクのヘッジ



については、現状そのほとんどが、年金制度改革が進む英国からのものである。前述の通り、成熟した確定給付制度が多い同国では、終身給付の義務などから制度負債がますます企業財政を圧迫しており、結果確定給付年金制度の閉鎖と確定拠出制度への全面的移行、さらには閉鎖中の制度の売却(バイアウト)等が活発化している。そのような中、制度負債の様々な要素(金利やインフレ)の中でも、ここ数年は更なる長寿化要素をヘッジする「長寿スワップ」も見られるようになった。最近では、英国以外にもオランダやスカンジナビアの年金制度から徐々に長寿リスクの移転が見られる。長寿スワップは、クレディ・スイスをはじめとした投資銀行によりアレンジされ、当初のリスクの引受手は主に欧州の再保険会社であった。従来積み上がっている短命リスクに対しての分散という目的に加え、近年規制当局が必要準備金の計算上、長寿リスクと短命リスクの25%の相関を認めたことから、更に再保険会社からの長寿リスクの引受意欲は高まった(短命と長寿はそもそも互いに相殺する方向性のリスクである)。以後、長寿リスクは保険戦略ファンドやその他資本市場の投資家により、スワップや債券などの形式で引き受けられており、その

キャパシティは拡大している。

付録：ライフ・セトルメント

生命リスク証券化の1つとして「ライフ・セトルメント」というものが主に米国を中心に存在している。本稿で論じてきた、生命保険会社(含む再保険)や年金制度から移転される短命リスクや長寿リスクなどとは大きく異なるこのライフ・セトルメントは、米国の個人の生命保険契約を二次買取市場でファンド等の投資家に売却するという取引である。本稿の短命リスクや長寿リスクの証券化商品は、ある国のある年齢層の死亡率であったり、数万(時には数十万)の保険契約ブロックの証券化であったり、数千人～数万人の受給者を持つ年金制度の長寿リスクであったりと、そのリスクの対象は多数の法則が効く「マクロ」の人口プールである。一方で「ライフ・セトルメント」は生命保険契約の死亡前換金であり、その取引価格は被保険者が今後どのくらい生存するかを、当人の医療情報や生活スタイルなどを分析し、その「デュレーション」とディスカウントレートを将来の受取死亡保険金に適用して算定する。個々人の期待余命の読み解きが非常に重要となり、自ずとそのポートフォリオの対象数も限られたものとなるため、「マイクロ」の人口プールを対象とした(従って多数の法則は効かない)リスクである。

会員の近著紹介！

青木 克人 著

情報システム化投資の定量評価

— 金融機関業態別モデルの構築 —

時潮社 2011年11月

推薦： 富家友道 埼玉学園大学 客員教授



公開研究会 講演要旨

(2013年3月19日、早稲田大学 日本橋キャンパス)

資産クラスとしての金 ～金のファンダメンタルズと金投資

津金 真理子

(ワールド ゴールド カウンシル リサーチ・アナリスト)

1. 保険市場と資本市場

1971年のニクソン・ショック時に金とドルの兌換が停止されてから40年以上が経過した。金は紀元前から装飾品として人々から愛され、また金貨としての歴史も長く、世界各国で大切に保有されている資産である。

日本においても金を知らない人はいないであろうが、金に関する満足な情報やデータをもとに、金の投資対象としての可能性やその効果について十分な議論がなされていないのが現状であろう。

本稿では、まず金のファンダメンタルズ(需給構造)について解説し、次にポートフォリオにおける金投資に関するいくつかの分析結果を紹介する。

2. 金の持つ特有性

金本位制の時代は、通貨は金を裏付けとして発行され、その発行量は金の保有額により制約された。現在では国の信用を裏付けとしたペーパーマネーが発行されている。しかし、先進各国の金融緩和によりペーパーマネーは増加し、ペーパーマネーの価値は下落している。さらに裏付けとなるべき国の信用も債務問題が拡大しソブリンリスクの高まる中で揺らいでいる。一方、金はどの国の通貨政策によっても供給量が増加することのない無国籍通貨ということがで

き、現在でも金の代替通貨としての認識は明らかに存在している。

また、金は信用リスクのない、富を保全する資産である。リスクフリーと呼ばれていた国債への信頼は欧州債務問題をきっかけとし大いに揺らいだ。債券に限らず株式についてもデフォルトにより紙屑になってしまう可能性が存在する。金は誰の負債でもなく発行体のデフォルトは発生することはなく、信用リスクが存在しない資産である。価値がゼロになることはないため、富を保全する資産の中核である。

3. 金のファンダメンタルズ(需給構造)

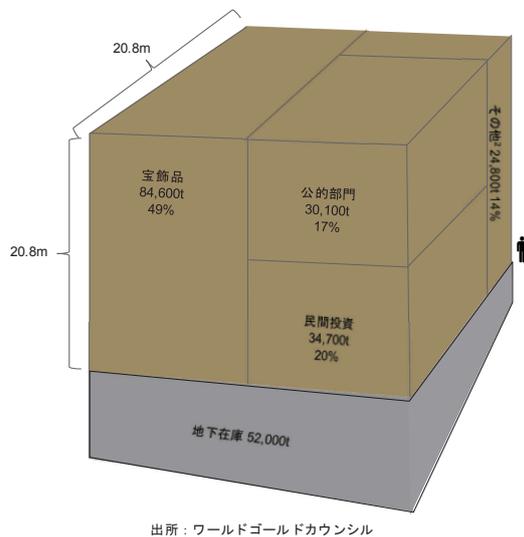
金の地上在庫

金は、一旦採掘されると形を変えることがあっても、未来永劫存在し続けることが可能である。現在地上在庫として存在する金は、重さにしておよそ174,100トン、大きさにしておよそ20.8メートル四方の立方体、金額にして9.6兆ドルである。⁽¹⁾ その地上在庫の金は用途別に大きく4つに分類でき、宝飾品が49%、金貨(コイン)や金地金(金のバー)などとして民間が投資として保有している金が20%、17%が各国の中央銀行等公的セクターが保有し、残りの14%が半導体や歯科用途などのテクノロジー分野で利用されている。一方、現在分かっている地下の在庫は52,000トンと推定さ



れ、限られた資源である。

図1 金の地上在庫



金の年間需要

新規での金の年間の需要は、ここ数年4000トン前後で推移し、2012年は世界全体で4,405トン（約2364億ドル相当）であった。⁽²⁾ そのうち43%が宝飾品としての需要であり、35%が金貨・金地金や金ETFへの投資用、10%がテクノロジー分野で利用され、12%が世界の中央銀行等の公的セクターの購入であった。

ここ10年は金価格の上昇とともに、宝飾品の割合が減少する一方で、投資の割合が増加する傾向にある。特に2008年のリーマンショック後は投資分野での需要割合が増加した。これは世界経済への将来の不安を反映した動きであると言われている。また、価格が低下すると宝飾品需要が増える傾向にある。各分野別需要の量はそれぞれ異なる要因で変化し需要の目的も異なっている。また地域別にも分散され、金需要の安定化につながっている。

また金のテクノロジー分野の需要は毎年

ほぼ10%程度である。銅の産業用利用が約95%、銀の産業用利用が約50%であるのに対して、金の産業用比率は極めて低い。そのため金の需給は景気循環による影響を受けにくい。

公的部門の金保有

金市場の需給で近年最も大きな変化は、世界の中央銀行等公的セクターの動きである。公的セクターは長期間にわたり保有する金準備資産を放出し金市場ではネットベース（世界の中央銀行等の売り買いの合計）で金の提供者側であった。しかし、2010年には21年ぶりにプラス（購入）に転じ、2012年は535トンの買い越しとなった。2008年までの売却額は年間400トンから500トンであったので、年間の総需給額が4000トン前後の市場の中で非常に大きな変化であり、金需要の支えとなっている。

中央銀行等公的セクターがネット購入へと変化したのは、新興国の中央銀行が金の購入を進めている一方で、長期間金の売却側であった先進国による売却がほとんどなくなったことによる。特に欧州の中央銀行は「ユーロ」の誕生を機に金を計画的に売却するようになったが、金融危機以降その行動は急変し、現在は事実上停止している。

表1は、各国中央銀行等の金保有量上位20カ国とその国の外貨準備に占める金リザーブの比率を示したものである。金本位制当時の先進国は、自国通貨発行の裏付けとして金を保有していたため金の保有量が多い。中国、ロシア、インド等経済発展の著しい新興国では、外貨準備が増加し外貨準備に占める金リザーブの比率が低くなっている。新興国では、外貨準備の分散を図る目的で、金を購入する動きが広がっている。



基軸通貨ドルへの過度な依存に対するヘッジとしての側面もあるものの、金は基軸通貨ドルと有意な逆相関の関係にあり、金を組み入れることでリザーブポートフォリオの安定化を目指すものでもある。

表1 世界の中央銀行等の金保有と外貨準備に占める金リザーブ比率

		金保有量 (トン)	外貨準備 に占める 金リザーブ の比率(%)			金保有量 (トン)	外貨準備に 占める金リ ザーブの比 率(%)
1	米国	8133.5	76	11	インド	557.7	10
2	ドイツ	3391.3	72	12	ECB	502.1	33
3	IMF	2814	-	13	台湾	423.6	5
4	イタリア	2451.8	72	14	トルコ	408.9	17
5	フランス	2435.4	70	15	ポルトガル	382.5	90
6	中国	1054.1	2	16	ベネズエラ	365.8	66
7	スイス	1040.1	10	17	サウジアラビア	322.9	2
8	ロシア	981.6	10	18	英国	310.3	15
9	日本	765.2	3	19	レバノン	286.8	28
10	オランダ	612.5	59	20	スペイン	281.6	29

2013年5月現在取得可能な情報により作成

(出所) ワールドゴールドカウンシル

二大需要国のインドと中国

地域別では、インドと中国が金の2大需要国である。2012年の世界の消費者の金需要（中央銀行とETFによる需要を除く）のうち、インドが27%、中国本土・台湾・香港を含めたグレーター・チャイナが26%で、2カ国合わせて53%を占める。

インド人は古くから金を好む国民であり、その嗜好は宗教や文化に根付いたものである。ある調査結果によると、インド人が金を購入する機会の45%が結婚式、39%が祝祭行事の時である。結婚式の際には新郎新婦の両親から新婦に金を送るのが習わしである。インドの金需要はほとんどを輸入で賄っており、金は原油に次ぐ輸入品で輸入全体の1割を占める。インド政府は、巨額の貿易赤字対策の一環として金の輸入関税の引き上げ等を行っているが、宗教的・文化的な嗜好ゆえ、インド人の金へのニーズは衰えていない。またインドの一人当たりの収入はここ10年で3倍強に増加し、今後

も中間層の拡大とともに金需要を下支えすると見られている。

中国もインドと同様に金に対する文化と伝統があり、金は幸運を意味し皇帝の色とされてきた。出産や誕生日、旧正月や婚礼時に金の宝飾品を送る伝贈るある。取引所の設立や、金の供給や販売の民間への開放等が進み、現在では商業銀行が金の現物や金地金の売買ができる。商業銀行が金現物を販売している国は世界でも中国だけである。民間部門による金需要はここ5年で2倍以上の伸びを見せている。民間部門に加え中国政府も金の購入を行っており、中国政府は2003年から2009年にかけて454トン購入したことを2009年4月に公表している。中国は、インドと異なり世界一の金生産国でもあり、さらに不足分は輸入に頼っている。

金の供給（金生産とリサイクル）

金の供給は、金鉱山からの生産とリサイクルからの供給に分けられる。2012年における国別の金の鉱山生産は、1位は中国（14%）、2位オーストラリア（9%）、3位米国（8%）、4位ロシア（8%）、5位ペルー（6.5%）、6位南アフリカ（6%）である。1970年の金生産量（共産圏からの生産量を除く）のうち南アフリカが79%を占めていたので、現在は様変わりである。金の鉱山生産地は世界各地域に分散されている。銅の生産の半分以上はラテンアメリカ、またオイルは中東の依存度が高いことに比べると、供給が特定の地域や国に起因するリスクにより影響を受けることは少ない。

またリサイクルが可能な点も、金のひとつの特徴である。エネルギーや農作物のように消費され消滅することはなくまた鉄の



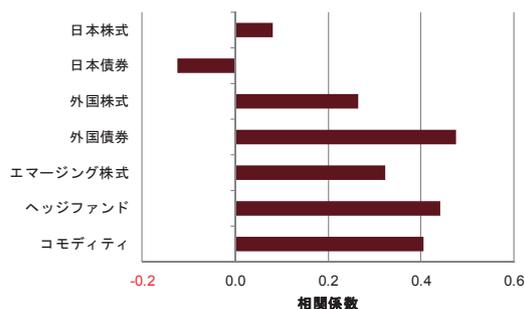
ように腐食してしまう事もないため、不要になった宝飾品などは溶かされて再利用される。2012年の総供給量4,453トンの内、リサイクルからの供給が1,626トンと36.5%を占める。リサイクルによる金の供給量は、金価格の上昇に伴い増加する傾向にあるため金価格の上値が抑えられ、長期的にみると価格コントロールのメカニズムを内包しているとも言える。他のコモディティと比較して価格のボラティリティが小さい理由のひとつとも考えられる。

4. ポートフォリオにおける金投資の役割

低相関による分散効果

低相関な資産を組み合わせることで、ポートフォリオ全体のボラティリティを効率的に低下させることができる。金は、投資家が主に保有している株式や債券といった伝統的な資産やオルタナティブ資産と相関が低い(図2)。

図2 金と主な資産間の相関



日本株式：TOPIX、日本債券：NomuraBPI、外国株式：MSCIKokusai、
外国債券：CitiWGBI、エマージング株式：MSCIEW、ヘッジファンド：HFRJ、コモディティ：GSCI、金：London PM Fix
期間：1985年から2012年12月 月次リターンの相関
(出所) Bloomberg, ワールドゴールドカウンシル

特にポートフォリオの中でもウェイトの高い日本債券との相関はマイナスであり、日本株式との相関もほぼゼロに近い。外国資産やヘッジファンドやコモディティすべ

て円ベースで計算しているために為替の影響が含まれ、その分高めの数字となっているものの、0.5以下に収まっている。また、同じコモディティとの相関も0.4と決して高くない。金は、今まで保有している資産とは違う新たなベータであり、ポートフォリオに加えることで真の分散効果が期待できる資産である。

テールリスク時における金保有の有効性

金は他の資産と低い相関を持つことを説明した。加えて金はテールリスク発生時においても効果を発揮する。

テールリスクに関しての厳密な定義はないが、ブラックマンデーやサブプライムショック、リーマンショック等が過去におけるテールイベントであろう。このような混乱期に金を組み入れていたとすれば、ポートフォリオ全体の損失抑制効果が期待できるという分析結果がある。⁽³⁾ グローバル化の進展で世界の株式市場の相関は高まっており、テールイベント発生時にも互いに影響を及ぼし共に下落する傾向にある。債券市場についてもまた同様である。しかし、金は株式や債券とは異なる動きをする資産である。

金をポートフォリオに組み入れることで将来起こるかもしれない万が一の際にポートフォリオ全体の損失抑制効果を発揮し、テールリスクのヘッジとして有効な手段となる可能性がある。

金の最適保有比率

ポートフォリオ内に保有すべき金の最適比率に関する分析を紹介する。⁽⁴⁾

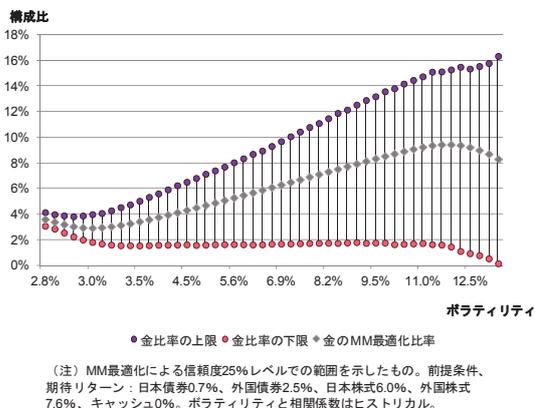
伝統的な5資産と金のみを保有する場合を想定し、各資産の期待リターンとボラティリティを用い最適化を行った。金の期待



リターンは、インフレ率並み（実質リターンゼロ％）という保守的な前提とした。最適化のアルゴリズムは、日本ではあまりなじみはないが、ミシヨール・リサンプリング・効率的フロンティア法（MM 最適化）を用いた。この方法は入力データの曖昧さをあらかじめ加味し最適比率の統計的に有意な範囲も同時に算出する方法である。

最適化の結果、たとえばリスク 10%の場合、キャッシュ 2.4%、日本債券 18.5%、外国債券 16.2%、日本株式 26.1%、外国株式 28.1%で金 8.7%の構成が最適ポートフォリオであった。金の最適保有比率の中心値は、ポートフォリオ全体のボラティリティ水準に応じ 2.1%から 9.4%であり、リスク水準が上昇するのに伴い組み入れ比率もほぼ増加する。また図 3 は、リスクに応じた金の最適保有比率の統計的有意な範囲を示したものである。金の組み入れ下限値は、最もリスクの高い一部を除いてゼロ以上であり、入力データの曖昧さを考慮してもある一定の組み入れが支持される事を示している。

図 3：最適保有比率とその優位な範囲



ここで特筆すべきは、金の期待リターンが実質ゼロ％という非常に保守的な前提で

の分析においても、金の持つ他資産との相関の低さゆえに、最適化ポートフォリオの中に金を一定比率組み込む結果となったことである。

5. おわりに

世界的な金融危機やドル信認への不安、先進国の財政問題・ソブリンリスク、金融緩和によるペーパーマネーの価値の低下など世界的な不安材料を背景に、金価格は上昇する。

一方で、インドや中国を中心とし文化伝統に根付いた宝飾品や金貨・金地金に対する金需要が存在する。また世界の中央銀行等公的セクターが地上在庫の 17%を保有し、さらに新興国はリザーブポートフォリオ内の分散のために、金購入を行っている。

金は金融商品であり、コモディティであり、宝飾品でもあり、現物資産でもありさらに通貨性も存在する。また多種多様な需要構造により支えられている。

金は、株や債券あるいは他のコモディティや実物資産とは異なる唯一無二の資産である。

1 2012年第4四半期の平均価格

US\$1721.8/oz

2 詳細については、「ゴールド・デマンド・トレンド 2012 年年間」ワールドゴールドカウンシル、2013年2月を参照

3 “Gold : hedging against tail risk” WGC

Oct,2010、「日本の投資家にとってのテールリスクと金の役割」2012年12月を参照

4 最適保有比率に関する分析の詳細は、「日本の投資家にとっての金の最適保有比率」2012年2月を参照。



書評

加藤 敦 著

ソフトウェア・ビジネス —利用側と提供側の双方に立った複眼的研究— (晃洋書房、2012年3月)

松島 桂樹

(武蔵大学)

日本のIT産業、とりわけソフトウェア産業は、もはや構造不況と言ってよいくらい、成長が止まっている。日米のIT投資額の相違以上に、日米のIT産業の格差は開いてしまった。

日本は、ハードウェアは強いがソフトウェアは弱いという俗論も聞かれるが、そこに本質があるとも思えない。ハードウェアからソフトウェア、そして、現在のクラウドサービスへの転換に、黒船来襲とばかりに外資の進出に危機感を募らせているだけである。

このように、日本のソフトウェア・ビジネスは、大きな課題に直面しているにも関わらず、現在入手可能な研究書は極めて少なく、本書の意義は極めて大きいといえる。本書前半の基礎編では、“ソフトウェア・ビジネスの現在”として、その全体像、産業論を論じ、後半の研究編では、“未来に向けて”として、情報化と流通システム統御メカニズム、システムエンジニアの人的資産マネジメント、ベンチャー企業のリスクマネジメント、ソフトウェア分業生産過程のプロジェクトマネジメント、中国ソフトウェア産業との戦略的互惠関係の在り方、対日オフショア開発に携わる中国企業の将来

的な選択肢、などソフトウェア・ビジネスに関わる多様な論考から構成される。

本書には、日本のソフトウェア産業のビジネス改革が根底にある。すなわち、受注コストの低減を目指してオフショアを進めてきたが、中国の人件費高騰によってベトナム、そしてミャンマーへと転々としている。著者は沖縄や地方などの国内オフショアという現実的な解を提起している。

本書は、ソフトウェア・ビジネスを検討する際、ビジネス上の目的を達成するためソフトウェアをいかに活用するかという利用者側と、ソフトウェア制作をビジネスとする提供側の2つの視座を提起し、現状と課題、あるべき姿を検討している。

とりわけ、リアルオプション・アプローチにもとづく研究成果が、本書を際立たせている。第7章では、ITベンチャーがリスクにどう向き合い、経営の柔軟性をいかに発揮してきたか、第10章では、対日オフショア開発を受注してきた中国企業が、為替変動や労務費上昇などの不確実性の下で将来どのような選択肢を採用するかを、切り替えオプションにもとづきシミュレーションした。その結果、中国企業がいつまでも日本企業のオフショアビジネスを喜んで受



け入れるはずがないと結論付け、日本企業への重要な警告を発する。

著者は、これまでも、IT ビジネス、とりわけIT投資マネジメントにおけるリスクの問題にリアルオプション・アプローチを先駆的に研究してきた。システム導入、システム開発、業務改革における段階的な進め方の利点に言及し、今、投資すべきかどうか、目指す機能が投資によって実現できるかどうか、などの不確実性に着目し、保険金モデルを援用した新たなIT投資評価モデルを提起してきた。

これまでも、近年のeビジネスなどでのIT投資には、大きな不確実性やリスクが備わっている。他社より先に実施することは、一般にハイリスク、ハイリターンであるが、1年後であればローリスク・ローリターンの投資となるかもしれない。また、ハイリスク・ハイリターンのプロジェクトとローリスク・ローリターンのどちらを投資として優先すべきか、投資のリスクとタイミングを考慮してどのように意思決定するかは重要な意思決定であるが、これまで、議論されることはほとんどなかった。

IT投資マネジメントにおける不確実性とリスクにリアルオプション・アプローチを最初に応用したのは **Dos Santos** である。この手法は、不確実な環境下で、将来のとりうる投資オプション（選択権）の価値を、機会原価として評価し、従来のNPVに付加する。

情報システム更新において、投資を段階的に実施し、計画の継続、変更、あるいは中止というオプションの価値を評価することによって、ERP(Enterprise Resource

Planning)などの大規模なIT投資での、経営者の意思決定リスクの低減をもたらす。現在のビジネス環境急変の際の損失を最小化する価値をもっている。

また、情報システム開発における最近のアジャイル開発方式の価値づけに際しても、リアルオプション・アプローチは興味深い洞察を提供する。つまり、プロジェクトを小ロット化することによって段階ごとの継続、縮小、中止に関する意思決定オプションを増やす。トヨタ生産システムを源流とするこの開発手法は欧米では主流となりつつあるが、日本では、一部での利用にとどまっている。その理由として、日本で一般的な一括請負契約に求めることができる。リスクを受注者に負わせる契約では、アジャイル方式のような発注者と受注者双方のリスクを軽減させる開発方式を、発注者が利益と感じないからである。

しかし、一括請負方式であっても、システム障害が発生すれば、発注者のレピュテーションリスクが高まる。さらに、受注者も、激変の中で業務の仕様確定後に開発する手法では、業務変更によって大幅に仕様が変わり、大きなコスト増をもたらし、赤字に追い込まれるリスクが高い。

ソフトウェア・ビジネスは、まさしくリスクにあふれ、それを無視してビジネスは成り立たないにもかかわらず、それを可視化しようとしていない。日本のソフトウェア・ビジネスの根本問題がここにあり、著者の今後の貢献がますます期待される。



-書評-

福澤 英弘・小川 康 著

不確実性分析
—実践講座—

(ファーストプレス、2009年12月)

高森 寛

(早稲田大学)

本書は、ケースで学ぶ意思決定の書として書かれている。本書の全般にわたって、15個の事例をつかって、ビジネスにおける意思決定の質を高めるためのトレーニングの書であるといえよう。

本書は、2007年に出版された「定量分析 実践講座」の続編としてかかっている。前書と同様、あるコンビニエンスストアのオーナーが降りかかる課題に立ち向かうプロセスを通じて、経営者として学習を積んでいく形がとられている。

15の各ケースについて、「事例記述」、「思考プロセス」、「解説」の三段階構成となっている。読者は、まずケースを読み、自分だったらどうするかを頭の中で考え、仮説を作ったのちに「思考のプロセス」に読み進めるように整えられている。そして、その「思考のプロセス」の部分には、主人公のコンビニエンスストアのオーナーが結論に至った思考のプロセスが記述されている。その後で「解説」を読み、理論や概念を学ぶように仕組みられている。

我が国においては、経営者やビジネスマンは、講義やビジネススクールなどで育てられるのではなく、オン・ザ・ジョブ・トレーニングでの経験を積んで、鍛えられ

るとする伝統がある。しかし、米国では、ビジネススクールの歴史は古く、そこで、よき経営者を育成できるという考え方が確立している。その場合、やはり、ケース・スタディが重視され、経営者が直面する難問や、経営リスクを疑似体験させ、戦略思考や、意思決定の能力や行動力を磨いていくトレーニングがなされる。現実の企業の中で、オン・ザ・ジョブで、経営者を育成するといっても、そんなに多くの経営意思決定の局面を体験させられるわけでもない。確かに、システムティックに、段階的に、各種のケースをとおして、経営力を育成する仕組みや、プログラムは意義が大きい。

本書は、豊富なケースをもって、ビジネスマンが不確実な未来にチャレンジしながら、1) 情勢分析をし、2) アイディアを形にし、3) モデルで論理思考し、4) 定量化し、5) 不確実性を的確に評価し、6) 戦略プランニングを生み出すというプロセスを体験させながら、ビジネスマンとしての成長を学習させようとしている。

本書は六つの章からなり、以下に、各章のタイトルとそこでのポイントを紹介する。



第1章「不確実性分析を行う意味と目的」

まず、ここでは、ビジネスにおける不確実性とはなにか。また、不確実性を所与としたとき、どう振る舞うべきかを概観する。

第2章「アイデアを形にする」

漠然としたアイデアをまず「形」にすることにより、起こりうる不確実性を特定し、自分自身の「立ち位置」を明確にすることを学ぶ。手法としては、「デシジョンヒエラルキー」、「ストラテジーテーブル」、「インフルエンスダイアグラム」、「モデル化」を学ぶ。

第3章「アイデアを定量化する」

アイデアを数字で表現することにより、立体的、現実的なものとし、また、複数メンバー間で建設的に議論・検討することを体験させる。

第4章「妥当性をシミュレーションする」

アイデアの不確実性を表現、計測し、起こりうる事象をシミュレーションすることを体験する。手法としては、「What-If分析」、「感度分析」、「モンテカルロシミュレーション」を学ぶ。

第5章「不確実性に立ち向かう武器を活用する」

不確実性に対処しながら、意思決定の質を高めるために、いくつかの有用な道具立て - 武器を紹介し、どう活用できるかを演習する。ここでの主要な武器としては、「デシジョンツリー」、「リアルオプション」、「ゲーム理論」を学ぶ。

第6章「学習と不確実性」

ここでは、ビジネスは必ずしも1回勝負ではないこと、また、個人プレーでもないという認識にたつて、組織として学習し、中長期的に、不確実性とリスクに適応する

ことが可能であることを学ぶ。手法としては、「逆損益計算法」、「マイルストーンプランニング」、「シナリオプランニング」を学ぶ。

以上が、本書の構成であるが、あるコンビニエンスストアのオーナーが体験するいろいろな難問、課題を学習者が共有し、また、みずからの問題としても、それらに直面するプロセスは、まさしく、経営者としての能力育成を目指して、システムティックに、多面的に、凝縮して、オン・ザ・ジョブ・トレーニングをしているといえる。

ちなみに、どんなケースが使われるかを概観する意味で、第2章から3章までで、使われるケースのタイトルを以下に記す。

第2章「アイデアを形にする」

Case1: 「イベント限定商品の企画ーデシジョンヒエラルキー」

Case2: 「他の可能性を洗い出すーストラテジーテーブル」

Case3: 「ロング串団子企画の見える化ーインフルエンスダイアグラム」

Case4: 販売収益の見える化ーモデル化

Case5: 「見込みどおりには行かないーデータの幅をつける」

Case6: 「変数確認会議ー妥当性を高める会話」

Case7: 「成功の条件、失敗の条件ーWhat if 分析」

Case8: 「影響度の見える化ー感度分析」

Case9: 「確率で表現するーモンテカルロシミュレーション」

以上のように、本書は、硬い専門用語を避け、実務家に、平易なことばで、不確実性分析の世界へと道案内している。



-ルポ-

国際リアルオプション大会に参加して

佐藤 公俊

(早稲田大学大学院ファイナンス研究科)

1. はじめに

2013年7月24日から27日まで東京大学山上会館で Annual International Real Options Conference が開催された。この国際大会は1997年からスタートし、今回で17回目を迎える。企業でリアルオプションを用いる実務家と大学の研究者との交流を目的とした大会である。本大会は Japan Association of Real Options and Strategy (JAROS) 協賛の大会であり、茂木源人実行委員長（東京大学）を筆頭に準備を実行委員会で進め、4日間で国内外から60名を超える方に参加頂いた。

8. 研究発表

この大会は、現場でのリアルオプションの応用を報告する Managerial セッションと学術研究を報告する Academic セッションに分かれている。24日と25日に Managerial セッション、25日の午後と26日に Academic セッションが開催された。会場はいずれも東京大学山上会館の会議室で行われた。まず、講演に先立ち、リアルオプショングループ会長（大会委員長）である Lenos Trigeorgis 氏 (University of Cyprus) より、Managerial セッションの趣旨説明が行われた。Managerial セッションでは24件の発表があり、現場における問題解決へリアルオプションを用いる実務家の話を聞く貴重な機会であった。また、Academic セッションでは31件の研究発表が行われ、活発な議論

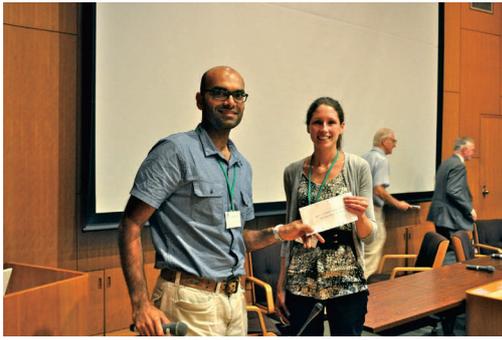


本大会の実行委員長の茂木源人氏（左）とリアルオプショングループ会長（大会委員長）の Lenos Trigeorgis 氏（右）



基調講演を行う川口有一郎氏

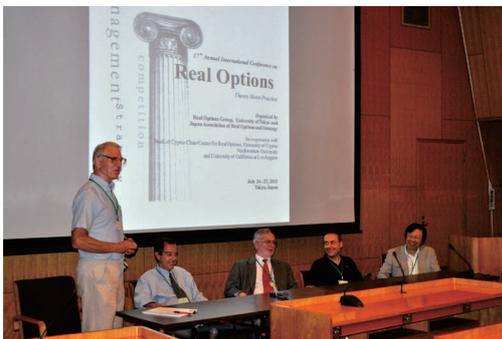
がなされた。本会議では、Lenos Trigeorgis 氏と川口有一郎氏（早稲田大学）による基調講演をはじめ、エネルギーと不動産、技術と戦略といったテーマごとのラウンドテーブルや2回のパネルディスカッションなど、多様な形式で活気ある討論が行われた。また、大会初の学生論文セッションが設けられ、4件の発表の中から Hettie Boonman 氏 (Tilburg University) に Best Student Paper Award が授与された。夕方には、ネットワ



Best Student Paper Award に輝いた Hettie Boonman 氏 (右)
と表彰委員長の Afzal Siddiqui 氏 (左)



東京大学三四郎池での集合写真



パネルディスカッションの様子 (左から, Dean Paxson 氏,
Luiz Eduardo Brandao 氏, Gordon Sick 氏, Yuri Lawryshyn 氏,
川口有一郎氏)



東天紅での懇親会の様子

ーキングレセプションが行われ、懇親を深めた。JAROS では新たに刊行された International Journal of Real Options and Strategy (IJROS)で本大会の特集号を発行する予定である。

9. 箱根ツアー

27日は1台のバスで箱根ツアーが行われた。土曜日のため、道が混んでおり、予定よりも遅れて芦ノ湖湖畔に到着した。湖畔の昼食会場はワカサギや野菜を自分で揚げてフライにするスタイルの店で好評であった。芦ノ湖で写真撮影を楽しんだあと、大湧谷に向かった。大湧谷の大地には硫黄のにおいのする白煙が立ちこめ、火山活動の迫力が感じられた。噴煙池の側にある玉子茶屋では1つ食べると7年寿命が延びると言わ

れる黒たまごを食べた。この黒たまごを連続で5つ食べた参加者がいたが、寿命を縮めていないか心配である。渋滞の中、都心へ戻り、上野の東天紅で最後に懇親会を行った。この日は隅田川の花火大会が開催され、会場内からスカイツリーと花火の両方を見ることができた。しかし、花火開始から30分ほどで天候が悪化し、花火大会は中止となった。花火だけでなく雷光も楽しむことができ、思い出に残る懇親会となった。

10. おわりに

4日間 にわたる大会を無事終えることができました。これは実行委員長の茂木先生をはじめ開催準備にかかわった諸先生方、参加・ご講演頂いたすべての方々、ならびに関係各位のご支援とご協力のおかげであり、参加者を代表して心より感謝申し上げます。



記録： 日本リアルオプション学会 2012年研究発表大会

開催期間： 2012年11月3日（土）、5日（日） 場所：早稲田大学 国際会議場

協賛：日本感性工学会、日本オペレーションズ・リサーチ学会、経営情報学会、Asian Association of Management Science and Applications (AAMSA)、日本ファイナンス学会

－11月3日（土）－

シンポジウム：新産業の創出と地域クラスター戦略、10:00 - 12:00

司会：大野高裕（早稲田大学）

1. 「国際市場を前提としたファッションのマーケティング・設計・製造戦略」、森川英明（信州大学）・高橋正人（信州大学）
2. 「産業クラスター戦略とその地域発展政策への応用」、山下彰一（広島大学名誉教授）

12:00－13:00 役員・評議員会（4階共同研究室7）

シンポジウム：リアルファイナンスの新潮流、13:30 - 14:30

－日本の新しい選択（エネルギー問題と高齢化社会への対応）－

モデレーター：川口有一郎

13:30－14:30

上杉 武弘（アーサー・D・リトル（ジャパン）マネジャー）

「東日本大震災後のエネルギー業界における新たな潮流」

14:30－15:30

松田 智生（株式会社三菱総合研究所 プラチナ社会研究センター 主任研究員 シニア・プロジェクトマネージャー）

「プラチナ社会における新産業の創造－日本版 CCRC の試み－」

15:40－16:40

パネル討論：日本の新産業の可能性－リアルオプションの思考と技術－

司会：川口 有一郎（早稲田大学）

パネラー：上杉 武弘、松田 智生、他

研究報告 10:00－12:00

B会場 M&A 座長：佐藤 公俊（早稲田大学）

1. “Real Option Models for Merger and Acquisition with Considering Economy of Scale and Production Consolidation”, Yuanbin Wang（横浜国立大学）・Peijun Guo（横浜国立大学）
2. 「リアルオプション・アプローチによる

M&A 実施時点の決定」、董 晶輝（東洋大学）・飯原 慶雄

3. 「企業買収における入札競争」、寺田 起也（早稲田大学）・高橋 啓（早稲田大学）・大野 高裕（早稲田大学）

4. 「MBOによる上場廃止効果とデフォルトリスクのトレードオフについて」、後藤 允（北海道大学）

5. 「実在する日本のアパレル企業 X 社の買収と将来展開」、関 佳織（信州大学）・高橋 正人（信州大学）・森川 英明（信州大学）・高寺 政行（信州大学）・大谷 毅（信州大学）

17:45－19:45 懇親会（イルデパン）

－11月4日（日）－

研究報告：10:00－12:00

A会場 Workshop 1: Games Strategy and Real Options（招待研究報告）

Chair: Soichiro Moridaira, Waseda University

“Sports Finance Post Moneyball,” Nobuya Takezawa, Rikkyo University

“Competition and the Bad News Principle in a Real Options Framework,” Katsumasa Nishide, Yokohama National University, Kyoko Yagi, Akita Prefectural University

B会場 Investment Projects

座長：八木 恭子（秋田県立大学）

「研究開発事業における税額控除の効果」 登谷 裕樹（秋田県立大学）・八木 恭子（秋田県立大学）・相馬 隆雄（秋田県立大学）

“The Real Option Model for Urban Renewal Project: A Case Study in Taiwan,” Yu-Hsiang Zao（横浜国立大学）・Peijun Guo（横浜国立大学）

“Sequential Investment, Capacity Sizing, and Dividing Flexibility”, 佐藤 公俊（早稲田大学）・内藤 優太（三菱UFJモルガンスタンレー証券）・高嶋 隆太（千葉工業大学）

“Investment in Alternative Energy Technologies under Physical and Policy Uncertainty,” Afzal Siddiqui（University College London, Stockholm University）



高嶋 隆太 (千葉工業大学)

“Diversification of Risk Under the Risk Sensitive Measure,” 竹澤 直哉 (南山大学)

12:00-13:00 役員・評議員会 (4階共同研究室7)

13:10-15:10

A会場 Workshop 2: Risk Management (招待研究報告)

Chair: Ryuta Takashima, Chiba Institute of Technology

“Market Risk Management based on Value-at-Risk,” Chunhui Xu, Chiba Institute of Technology, President of Asian Association of Management Science and Applications

“Public Pension, Longevity and Interest Risk,” Tadashi Uratani, Hosei University

B会場 Energy 座長: 董 晶輝 (東洋大学)

「仮想的売却の取引形態に関する考察」, 三枝 まどか (電力中央研究所)・服部 徹 (電力中央研究所)

“A Dynamic Pricing Strategy under Renewable Energy Uncertainty- An Efficient Energy Management of the Smart Community -”

王 媿 (早稲田大学)・山下 大樹 (早稲田大学)・横山 隆一 (早稲田大学)・高森 寛 (早稲田大学)・新村 隆英 (法政大学)

「競争的電力市場における供給力の確保と信頼度オプション」服部 徹 (電力中央研究所)

「電力の安定供給と原子力発電所の価値」, 伊藤 晴祥 (ハワイ大学)・松尾 雄治 (マイルストーンアセットマネジメント)

「気象リスクと意志決定—情報システム開発の意思決定への四項格子適用可能性—」青木 克人 (三井住友信託銀行)

記録: 日本リアルオプション学会 2013年研究発表大会

開催期間: 2013年11月8日(金) 場所: 早稲田大学 日本橋キャンパス

協賛: 早稲田大学ファイナンス研究センター

研究報告

10:00-12:00

A会場 リスク評価

座長: 佐藤 公俊 (早稲田大学)

“An Analogy to Apply Real Options Approach

15:20-17:20

A会場 特別セッション: リアルオプション教育に係わる事例と研究

座長: 川口 有一郎 (早稲田大学)

報告者:

中岡 英隆 (首都大学東京)、
北村 智紀 (ニッセイ基礎研究所)、
後藤 允 (北海道大学)、
小川 康 (インテグラート株式会社)

B会場 査読セッション・コーポレートファイナンス

座長: 鈴木 淳生 (名城大学)

「企業の投資行動を考慮したコミットメントライン契約の設計」 田山 諭 (早稲田大学)・高橋 啓 (早稲田大学)・大野 高裕 (早稲田大学)

「経営者へのストックオプション付与と資本構成」八木 恭子 (秋田県立大学)・高嶋 隆太 (千葉工業大学)

「リアルオプションを活用した医薬品開発パイプラインのポートフォリオ設計フレームワーク」末次 浩詩 (野村総合研究所)・本谷 高寛 (野村総合研究所)・小久保 欣哉 (野村総合研究所)

“Plug-in Electric Vehicle Markets and its Infrastructure Investment Policies under Fuel Economy Uncertainty,” 山下 大樹 (早稲田大学)・王 媿 (早稲田大学)・横山 隆一 (早稲田大学)・新村 隆英 (法政大学)・高森 寛 (早稲田大学)

「出版ビジネスにおける利益マネジメントの最適化~増刷オプションを考慮した最適刷部数決定モデル~」鈴木 映 (学研プロダクツサポート)・中岡 英隆 (首都大学東京)

17:25-18:00 総会 (3階第1会議室)

for Decision Making Effected by Meteorological Risks”青木 克人 (三井住友信託銀行)

「パレート分布に従うリスクの価格付けについて」小倉 宏之 (東京工業大学)

「規模のリスクとその評価」宮原 孝夫 (名古屋



屋市立大学)

「大災害債券のリスクプレミアム—投資家は
大災害リスクを過少推定しているのか—」
森平 爽一郎 (早稲田大学)

“Stock Valuation Model based on Stochastic CVP
Analysis” 佐藤 清和 (金沢大学)

B会場 投資

座長：八木 恭子 (秋田県立大学)

「2次元幾何ブラウン運動でのリアルオプション」
董 晶輝 (東洋大学)・飯原 慶雄

“The optimal bid price for takeover” 鈴木 輝
好 (北海道大学)・陳 雯君 (北海道大学)

「電力の安定供給と原子力発電所の価値」伊藤
晴祥 (国際大学)・松尾 雄治 (マイルスト
ンアセットマネジメント)

「インフラ投資における法人税と補助金の効
果について」 都築 貴文 (秋田県立大
学)・八木 恭子(秋田県立大学)・高嶋 隆太
(東京理科大学)・相馬 隆雄 (秋田県立大
学)

「景気変動を考慮した商業用店舗の賃貸戦略」
岸井 貴大 (秋田県立大学)・八木 恭子(秋田
県立大学)・相馬 隆雄 (秋田県立大学)

12:30-13:55 役員・評議員会

(共同研究室)

セミナー：再生エネルギーを軸とする地域
成長戦略 (C会場)

司会：森平爽一郎 (早稲田大学)

14:00-15:00

「再生エネルギーを軸とする地域成長戦略
『八策』～提言&その実現に向けた地域
ビジョン～」 田邊 敏憲 氏 埼玉大学大
学院経済科学研究科 客員教授

15:10-16:10

「シェール革命と日本経済」中島 厚志 氏
独立行政法人経済産業研究所 理事長

16:10-16:20

まとめ(総括) 森平 爽一郎 氏 早稲田大学
大学院ファイナンス研究科 教授

16:30-17:00 総会 (C会場)

18:00-20:00 懇親会

記録：国際会議 17th International Real Options Conference, July 25-27, 2013, Sanjo Kaikan, University of Tokyo, Organized by Real Options Group

日本リアルオプション学会は、上記の国際会議を協賛しました。

協賛委員会： 委員長 茂木源人、委員：安達毅、高嶋隆太、辻村元男、高森寛、八木
恭子、佐藤公俊、伊勢美里

本学会の法人会員、(株)構造計画研究所は、上記国際会議を協賛し、支援しました。また、(株)
インテグレートおよび Advantage Partners, LLP が協賛し、支援しました。この国際会議の
内容等については、本誌 36 ページに掲載の佐藤公俊氏によるルポ記事をご覧ください。

この国際会議は、二つの部門からなり、17th Managerial Conference, July 25-26, と 17th Academic
Conference, July 26-27 がありました。Managerial Conference では、川口有一郎氏が、Luncheon
Keynote Speech, July 24, 13:00- をされました。Managerial Conference では、本学会会
員や、本学会推薦による講演がありました：

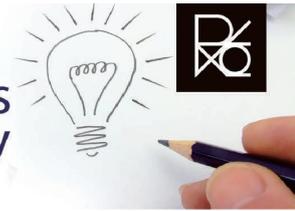
- “Investment Strategy in Special Stainless Steel in Japan,” Hiroshi Yoshida,
Nippon Yakin Kogyo Co., and Gento Mogi, U. of Tokyo, Japan
- “Real Options Decision Making Effected by Meteorological Risks,” Katsuto
Aoki, Sumitomo Mitsui Trust Bank, Japan
- “Valuing Intellectual Property: A Simulation Approach,” Gen Abiko, MINORU
International Patent Office, Japan
- “The Value of Nuclear Plant and Stable Electricity Supply,” Haruyoshi Ito,
International U. of Japan, and Yuji Matsuo, Milestone Asset Management Co., Japan
- “Social Option Value of Sustained Nuclear Power in Japan,” Naofumi
Wakabayashi, Yu Fujinami, and Gento Mogi, U. of Tokyo, Japan

また、Academic Conference では、多くの本学会会員の方が、研究報告をされました。



日本リアルオプション学会
The Japan Association for Real Options and Strategy

Japan Association of
Real Options
and Strategy



日本リアルオプション学会 会員募集中！

下記のように、ご案内いたします。

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。

主な活動：

1. 各テーマについて研究部会が中心になり（公開）研究会を開催。
2. 年次研究発表大会の開催、合わせて、適宜のテーマでの「シンポジウム」の開催。
3. 和文論文誌「リアルオプション研究」の刊行。下記のウェブサイトをご覧ください：
<https://www.jstage.jst.go.jp/browse/realopn/-char/ja/>。
4. 英文論文誌 International Journal of Real Options and Strategy の刊行、ウェブサイト：
<https://www.jstage.jst.go.jp/browse/ijros/>をご覧ください。
5. 機関誌「リアルオプションと戦略」の刊行。学会ウェブサイト：<http://realopn.jp/>
6. その他、講習会など、学会の目的・使命にあった活動を、随時、行います。

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。

会員年会費： 正会員: 7,000 円 学生会員： 3,000 円

法人会員: 50,000 円（1口）

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

1. 「入会申込書」にご記入のち、下記、事務業務担当宛に送付 FAX: 03-3533-2047 か メール <info@realopn.jp>。または「入会申込みフォーム」より、お申し込みください。（この時点で仮登録です。）
2. 折返しご案内する口座へお振込ください。年会費納入をもって正規登録となります。（仮登録日より6カ月を過ぎてご連絡のないまま年会費納入が確認できない場合、自動的にキャンセル扱いとなりますので、ご注意ください。）

事務局：

1. 事務局本部：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
2. 事務業務担当：(株) 共立、〒104-0033 東京都中央区新川 2-22-4 新共立ビル2F、TEL：03-3551-9893 FAX：03-3533-2047、Email：info@realopn.jp



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

浅川 博人
三井物産

池田 修一
構造計画研究所

内 誠一郎
MSCI

大川 雅也
ヤンマー

垣川 達馬
Chubu Energy Trading Singapore PTe Ltd

呉 瑛禄
シーエスデー

田中 豊久
アーク情報システム

長谷川 専
三菱総合研究所

服部 正太
構造計画研究所

門田 伸一
三井住友海上プライマリー生命保険

教育機関

今井 潤一
慶應義塾大学 理工学管理工学科

大村 敬一
早稲田大学大学院 ファイナンス研究科

川口 有一郎
早稲田大学大学院 ファイナンス研究科

北原 安富
名古屋商科大学大学院マネジメント研究科

高森 寛
早稲田大学ファイナンス研究センター

竹澤 直哉
南山大学大学院 ビジネス研究科

中岡英隆
多摩大学大学院

宮原 孝夫
名古屋市立大学 経済学研究科

森平 爽一郎
早稲田大学大学院 ファイナンス研究科

山口 浩
駒澤大学 グローバルメディア・スタディーズ
学部

監事

池田 修一
構造計画研究所

中岡 英隆
多摩大学大学院



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

大野 高裕
早稲田大学理工学術院

副会長

服部 徹
電力中央研究所
長谷川 専
三菱総合研究所

理事

会計 青木 克人
三井住友信託銀行
研究普及 辻村 元男
同志社大学
法人・渉外 小林 孝明
野村総合研究所
広報 (HP) 田中 豊久
アーク情報システム
論文誌 森平 爽一郎
早稲田大学大学院
国際 大谷 毅
信州大学
機関誌 余語 将成
東芝 社会インフラシステム社
総務 高森 寛
早稲田大学

論文誌編集委員会

委員長 森平 爽一郎
副委員長 後藤 允
委員：高嶋隆太、竹澤直哉、八木恭子、
山口順之、高森寛

機関誌編集委員会

委員長 余語 将也
委員：瀬井 哲也、藤江 大輔、伊藤 晴祥、
高森 寛

研究部会

エンターテインメントビジネス研究部会

主査：川口 有一郎 幹事：余語将成

非完備市場における価格づけとその応用

主査：森平 爽一郎 幹事：内 誠一郎

エネルギー・環境と新ビジネス開拓

主査：服部徹 幹事：高嶋 隆太

JAROS2014 研究発表大会

実行委員会

プログラム委員長

高嶋 隆太 東京理科大学

実行委員

安達 毅 秋田大学
大谷 毅 信州大学
後藤 允 北海道大学大学院
佐藤 公俊 早稲田大学大学院
高森 寛 早稲田大学
竹澤 直哉 南山大学大学院
中岡 英隆 多摩大学大学院
服部 徹 (財) 電力中央研究所
森平 爽一郎 早稲田大学大学院
八木 恭子 秋田県立大学大学院
伊藤 晴祥 国際大学
伊勢 美里 事務局、共立

学会のあり方検討委員会

委員長：大野 高裕
委員：服部 徹、長谷川 専、辻村 元男、
高森 寛、後藤 允、高嶋 隆太



学会だより

● JAROS2014 研究発表大会について

2014年度の研究発表大会については、現在、9月第1週末に、開催する計画で進めております。近日中に、確定次第、学会ホームページにアナウンスいたします。

● 横幹会議 2013.8に参加

日時： 2013年8月2日（金）14時～17時30分

場所： デスカット東京 日本ビル店 1階 会議室

主旨： 横幹連合を構成する学会の長と、横幹技術協議会を構成する企業とが、下記テーマを議論するというもの。

テーマ： 社会的イノベーションに向けた横断型基幹科学技術の可能性と方向付けについて

この会議では、今回、下記の学会から、技術シーズ動向が紹介された。社会情報学会（伊藤守会長）日本リアルオプション学会（高森寛理事）、日本オペレーションズリサーチ学会（田口東・中央大教授）日本リモートセンシング学会（赤松幸生副会長）、日本シミュレーション学会（萩原一郎副会長）。本学会については、「エネルギー・環境ビジネス研究部会」での研究活動を中心に報告しました。

編集後記

本誌「リアルオプションと戦略」第5号は、編集に時間がかかりまして、執筆者の方々からは、はるかに早い時期に、貴重なるご原稿をご執筆いただきながら、やっと、いま、刊行にこぎつけることができました。刊行が遅れましたこと、深くお詫び申し上げます。

本誌は、先の第4号から電子版として、学会ウェブサイトからダウンロードしていただく形でしたが、本号につきましては、紙媒体に印刷・刊行する形をとり、今年に始める会員増強キャンペーンに、学会への御案内として使わせていただきます。

本誌のpdfファイルは、学会のホームページから、ダウンロードできます。図や写真はカラーです。

（高森）

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5号

2014年3月20日 発行

〈機関誌編集委員会〉

委員長：余語将成

委員：瀬井哲也、藤江大輔、伊藤晴祥、高森寛

発行所 **日本リアルオプション学会**

The Japan Association of Real Options and Strategy

事務局本部

〒103-0027

東京都中央区日本橋1-4-1 日本橋一丁目ビル5F

早稲田大学ファイナンス研究センター

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

電話: 03-3551-9893 Fax: 03-3553-2047



<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