

# リアルオプションと戦略

2016 February

Vol. 8 No. 1


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

## 巻頭言

リアルオプション学会のリアルオプション [後藤 允] ————— 1

 公開  
研究会  
2015-2016

## 講演要旨

 すべての企業を世界につなぐ言葉のコンシェルジュ [二宮 俊一郎] ————— 2  
 ~専門性の高度化と言葉の事業領域の拡大~

バイオ燃料の製造における不確実性 [小井土 賢二] ————— 6

 「グループ連邦経営」への挑戦 [川井 潤] ————— 20  
 ~変化に対応する柔軟なビジネスモデル構築を目指して~

 大会  
JAROS  
2015

## 研究発表大会 講演要旨

地方創生と企業家精神 —新潟地域における企業家と企業家教育— [丸山 一芳] ————— 10

デザイン的思考とイノベーション [岩佐 十良] ————— 15

## 寄稿

プロジェクトの総合的評価法 (5) [宮原 孝夫] ————— 24

 査読  
論文

 不適切会計に揺れる東芝のウエスチングハウス買収戦略に関する一考察  
 [中岡 英隆] ————— 30

 オプション価格理論の学説史 (2) ブロンジーノ・モデル (1908) とその拡張  
 [森平 爽一郎] ————— 37

学会ニュース

## 第8巻 第1号

### 目次

#### 巻頭言

リアルオプション学会のリアルオプション	後藤 允	1
---------------------	------	---

#### 公開研究会 講演要旨

すべての企業を世界につなぐ言葉のコンシェルジュ	二宮 俊一郎	2
～専門性の高度化と言葉の事業領域の拡大～		
バイオ燃料の製造における不確実性	小井土 賢二	6
「グループ連邦経営」への挑戦	川井 潤	20
～変化に対応する柔軟なビジネスモデル構築を目指して～		

#### JAROS2015 研究発表大会 講演要旨

〈セミナー:「地方創生と価値創造イノベーション」より〉

地方創生と企業家精神 ―新潟地域における企業家と企業家教育―	丸山 一芳	10
デザインの思考とイノベーション	岩佐 十良	15

#### 寄稿

〈研究メモ〉

プロジェクトの総合的評価法(5)	宮原 孝夫	24
------------------	-------	----

#### 査読論文

不適切会計に揺れる東芝のウエスチングハウス買収戦略に関する一考察	中岡 英隆	30
オプション価格理論の学説史(2)		
ブロンジーノ・モデル(1908)とその拡張	森平 爽一郎	37

〈学会ニュース〉

日本リアルオプション学会 会員募集中!	5
本機関誌へのご寄稿のお願い	5
JAROS2016研究発表大会へのご案内	9
2015年度 第12回 公開研究会へのご案内	19
日本リアルオプション学会 法人会員	29
論文誌「リアルオプション研究」原稿募集のご案内	29
Call for Paper: International Journal of Real Options and Strategy	36
学会だより	48
編集後記	48

## 巻頭言

## リアルオプション学会のリアルオプション

後藤 允

(日本リアルオプション学会論文誌担当理事 北海道大学大学院経済学研究科)

筆者がリアルオプションと出会ったのは、修士1年生のときだった。前会長の大野高裕先生の研究室で、先輩が修士論文の題材としてリアルオプションを発表していたのを聞いたのが初めてである。これは面白そうだが、実際には競争相手がいるはずで、こんなに悠長に投資を待ってられるはずがないと直感した。実際、自分の修士論文で、競争環境下のリアルオプションを研究するうちにのめり込んでいき、当時の助手の先輩の勧めもあって、博士課程へ進学を決めた。

修士論文の提出も終えた頃、当時研究室の後輩だった宮口直也氏（現アジュアスカイコンサルティング代表取締役、広報担当理事）から、東京大学での勉強会に誘われた。実はあまり気乗りしなかったのだが、せっかくなので行ってみると、発表者は当時修士2年生の高嶋隆太氏（現東京理科大学、総務担当理事）だった。今度は高嶋先生のお誘いで、青山学院大学で開催されているリアルオプション研究会へ参加することになった。この研究会の主査は現機関誌担当理事の高森寛先生であり、この研究会こそが本学会の前身である。この研究会には、服部徹会長、副会長の長谷川専氏と今井潤一先生、研究大会担当理事の辻村元男先生をはじめ、現在の本学会の根幹を成す方々が参加されており、当時学生だった筆者は大いに刺激を受けた。

数年後、高森先生を中心に本学会の設立準備委員会が発足され、2006年にリアルオプション学会が設立された。振り返ってみると、筆者が本学会の前身であるリアルオプション研究会に参加するまでに、3つの分岐点があったように思う。1つめは、助手の先輩に博士課程を勧められたこと。2つめは、宮口氏から東京大学の勉強会に誘われたこと。3つめは、高嶋先生からリアルオプション研究会に誘われたこと。これらは、3人から筆者へ無償で譲渡されたリアルオプションであったと考えることができる。これら3つのリアルオプションを最適に行使できた結果が、現在である。

このように人生がリアルオプションであるならば、当然ながら組織もリアルオプションであろう。しか

し、企業ならば他社から無償でリアルオプションが譲渡されることはありえないので、企業努力を積み重ねてリアルオプションを創出していかねばならない。このような観点から、本学会の現状を見直してみたい。設立当時の正会員数は159人、法人会員数は15口、第1回研究発表大会は100名を超える参加者があり、学术界と産業界の両方からの注目の高さが伺えた。しかし残念ながら、会員数、大会参加者ともに減少を続けており、なんらかの対策を打たなければならない時期に来ている。もちろん、対策とはリアルオプションである。

また、論文誌担当理事の立場からは、論文の投稿数、掲載数の低迷が大きな問題である。学会設立から遅れること2年、2008年に論文誌「リアルオプション研究」が創刊され、創刊号は5編を収録した。2010年には査読セッションを立ち上げ、年2回刊として掲載数も倍増した。さらに2013年には、英文誌 *International Journal of Real Options and Strategy* を創刊し、それまで和英混在だったリアルオプション研究は和文限定誌となった。しかし、英文誌創刊以降は投稿数、掲載数ともに減少を続けており、編集委員会としても危機感を強めているところである。査読セッションというリアルオプションの行使は大正解であったが、英文誌創刊で2誌に分散したことが負の効果となっていることを認めざるを得ない。

そこで現在、不確実性も高いが価値も高いと思われるリアルオプションを創出中である。2013年に本学会も東京で共催した、Annual International Real Options Conference (ROC) の主催者である Lenos Trigeorgis 先生に協力を依頼し、国際化を推進して広く投稿を募るとというのが主旨である。この協力関係も、本学会員の先生方が継続的に ROC に参加していること、東京で共催した実績があることが大きく寄与していることは言うまでもない。

このように、本学会はさまざまな課題を抱えており、その対策としてリアルオプションを創出していくことが不可欠である。まさに、リアルオプション学会としての底力が試されている。

<公開研究会 2015年5月26日：講演要旨 於：野村総合研究所 会議室>

## すべての企業を世界につなぐ言葉のコンシェルジュ

～ 専門性の高度化と言葉の事業領域の拡大 ～

二宮 俊一郎

(株式会社 翻訳センター)

### 1. 会社紹介

#### 1.1 会社概要

当社は、1986年に大阪道修町に医薬専門の翻訳会社として創業。道修町は昔からの薬問屋街であり、製薬企業への事業展開の利便性が高かった。1988年には工業分野、1997年には特許分野、1998年には金融分野に進出し、2006年には大証ヘラクレス（現東証ジャスダック）に上場した。2008年には外国特許出願支援サービスを開始し、2012年には通訳、派遣、コンベンション事業などを手掛けるISSを子会社化、2014年にはメディカルライティングを手掛けるパナシアを設立した。

当社の売上高は91億円であり、まだまだ中小規模の企業ではあるが、翻訳業界では大手である。従業員数は400名を超えている。

私は、株式会社翻訳センター（以下、当社）に入社して約20年になる。当社が翻訳から各種語学サービスへと展開するプロセスに、経営陣の一員として関わってきた。

#### 1.2 世界の語学サービス会社ランキング

Common Sence Advisory社の調査によると、当社は世界第14位の規模である。1位は米国のLionbridge社、2位も米国のTransPerfect社。Lionbridge社の売上規模は500億円レベルであり当社の約5倍の規模を誇る。同社は、翻訳ビジネスでも数百億円規模まで成長できるモデルを提示してくれる会社である。

#### 1.3 事業内容

当社は外国語サービスの総合サプライヤーを目指している。具体的には、翻訳、通訳、派遣、コンベンション、通訳者・翻訳者教育、外国特許出願支援、メディカルライティング、多言語コールセンター、の8事業を展開している。3年ほど前までは翻訳専業であったが、M&Aやジョイントベンチャーを活用して事業領域を広げてきた。

#### 1.4 事業別売上高構成比

2015年3月期の事業別売上高構成比は、主力の翻訳事業が70.6%。他は、派遣14.3%、通訳7.0%、コンベンション4.5%、語学教育2.4%、その他1.3%。翻訳事業は、専門分野に特化している。内訳は、特許18.8%、医薬24.6%、工業20.8%、金融・法務6.5%。今後の展開としては、翻訳事業の各専門分野を拡充していくのと同時に、翻訳以外の事業をいかに伸ばしていくが重要になる。



### 2. 翻訳専門分野の拡大

#### 2.1 産業翻訳とは

一般的な翻訳のイメージとしては、例えば映画の字幕や小説の翻訳などが思い浮かぶことだろう。しかしこれらは事業としては成り立ちにくい。小説の場合、出版社が手掛けているが、翻訳者に入る印税は数%×販売部数。しかも真面目に翻訳をする場合、年間に2~3冊程度しか訳せないの、ヒット作に恵まれない限りまとまった金額にはなりにくい。

映画の場合、国内にある映画館の数が決まっており、配給本数もある程度決まっている。そのため、翻訳者も固定化される傾向が強い。昔、衛星放送が日本に入ってきたときに、一気に大量の海外番組が入ってきたため、従来の映像翻訳者だけではこなせられず当社にもオファーが来た。しかし単価が合わず受託しなかった。映画の字幕をやりたい、という人はいくらでもいるので、価格競争が厳しくなる。

それに対して、製品カタログや電化製品・ソフトウェアのマニュアル、薬の添付文書、各種契約書等を翻訳する産業翻訳は、対象となる文書は小説ほど面白

いものではないが、収益性は高い。

当社が得意とするのは、特許明細書や新薬申請資料など、専門性の高い分野となる。メーカーが部品会社に発注する際に提示する仕様書の翻訳ニーズも多い。他にも製造設備のマニュアル、人事労務資料など、企業内部の文書の翻訳も手がける。医薬系では新薬申請資料の他、市販後調査資料などもある。ビジネス分野では契約書、プレゼンテーション資料、IR や M&A 資料などの翻訳もある。こちらは、専門技術文書や法律文書、企業内部資料などであり、業界用語や技術知識に精通していなければよい翻訳が出来ない。そのため、ニーズが安定しているうえに、価格競争が起りにくく、ビジネスとして成り立つ。

## 2.2 翻訳事業—ビジネスモデル

翻訳者はフリーランスが基本である。当社は顧客から依頼を受け、フリーランス翻訳者をアサインして翻訳してもらう。その後、社内で校正作業とDTP加工を行って、安定的品質を確保し、顧客に納品する。このように、翻訳会社の基本的な機能はエージェント機能である。

翻訳事業をビジネスとして成り立たせるためのポイントとしては、翻訳者の選定と翻訳支援ツールの提供が挙げられる。翻訳者の選定には基幹業務システムを活用し、案件と翻訳者のレベルがマッチするように管理すること、また各翻訳者が適正な仕事量を確保できるような案件の量を確保することが重要になる。翻訳支援ツールは、過去の翻訳文書や指定用語等が参照可能なシステムであり、表現や用語の統一に役立つ。このことが翻訳作業の効率化や質の確保につながる。

## 2.3 翻訳新分野への進出

当社の強みは高度な専門性にあり、医薬翻訳会社として創業した後、特許、金融法務と順次専門分野を確立してきた。今後の新規専門領域としては、工業分野のなかの自動車、エネルギー、情報通信関係を注力ターゲットにしている。特に自動車は、工業分野の4割を占めており有望である。

## 3. 専門性の高度化 — 翻訳+α

### 3.1 メディカルライティング

製薬会社の新薬の各開発フェイズで発生するドキュメントは決まっている。各フェイズの試験結果から原稿を作成するのがメディカルライティングである。当社は翻訳業務において製薬会社との長い付き合いがあり、実績に基づく信頼関係が構築できている。このような顧客に対して、翻訳業務だけでなく、

翻訳の元原稿となる資料（新薬申請資料）そのものを書くサービス（メディカルライティング）を提供ようになってきている。

近年の製薬会社の開発の傾向は、生活習慣病関連のような巨大な需要が想定される分野だけでなく、小規模市場の特定領域に向けた開発も加速していると予想される。小規模市場をターゲットにした場合、ひとつの医薬品の市場規模は小さくなるが、他方、薬のパイプラインは増えることになり、申請業務の負荷は増大する。したがって、当社が製薬企業を支援できる機会も増加すると予想している。

## 3.2 外国特許出願支援サービス

外国に日本企業が特許を出願する際に、明細書等の作成や各種レスポンスをやる必要がある。日本企業は、日本の特許事務所経由で外国特許事務所を通して外国特許庁へ特許出願しているケースが多い。しかしこのフローに法律上の縛りがあるわけではなく、日本企業が直接、外国の特許事務所へ依頼することも可能である。本来ならばターゲットとする外国に直接出願した方がコスト的にもメリットがある。そこで当社が、外国特許事務所とのコミュニケーション支援と出願事務を受け持っている。

外国特許出願サービスの顧客開拓においては、既存の翻訳分野でお取引いただいている顧客へのサービス提案を行っている。翻訳サービスの場合、比較的容易にメーカー企業との取引開始が可能であり、実際、年間約4,000社のクライアントが稼働している。多数の翻訳事業の顧客へ新規サービスを提案できる点が、当社の強みのひとつである。

## 3.3 翻訳事業とのシナジー

新規サービスを、翻訳の既存顧客に提案して受け入れていただくと、結果として、翻訳の受託量も増加する。

例えば、特許出願支援を行えば、外国語への翻訳業務も一括して受託するケースが多い。また、メディカルライティングを受託して新薬申請資料を作成すれば、それによって当社が保有する専門性の高さをアピールでき、翻訳受託量が増加するというブランド効果もある。

## 4. 言葉の事業領域の拡大—M&A

### 4.1 事業内容

当社はISSを買収することによって、事業領域を一気に拡大できた。ISSには、通訳者/翻訳者の人材派遣事業、通訳の請負事業、コンベンション事業がある。

日本国内の通訳市場規模は明確にはなっていない

が、肌感覚では翻訳市場の1/4程度の数百億円ではないかと推察している。また、翻訳業界のプレーヤーが大小合わせて2000社あると言われていたのに対して、通訳業界の主要なプレーヤーは数社に留まる。翻訳業界と通訳業界は非常に似通っているように見えるだろうが、実際は、それぞれ特有のノウハウを有する異業種であるともいえる。それゆえに、当社が通訳業界に進出するには、M&Aは効果的な手段であった。

通訳の種類としては、同時通訳と逐次通訳がある。同時通訳（ウイスパリング）はスピーカーが喋っているのを聞きながら、しゃべり終わる前に通訳する特殊な技能である。そのため、専門教育訓練を受けないと同時通訳技能を習得するのは困難である。ISSは通訳翻訳学校（ISSインスティテュート）を保有しており、この点も他社との差別化ポイントのひとつである。

通訳が必要なシーンは、国際会議や著名外国人のアテンドだけでなく、海外役員付き通訳、社内ミーティングの通訳、外国監査機関対応時の通訳、外国人研修時の通訳など多岐に渡る。

#### 4.2 収益拡大—営業シナジー

先に述べたとおり、翻訳業界と通訳業界は、サービス提供者側からすると似て非なるものではあるが、ユーザーにとっては、やはり一体的に提供されたほうが利便性が高い。翻訳センターの顧客に通訳サービスを提案し、ISSの顧客に翻訳サービスを提案することによって、顧客の利便性を向上させるとともに、両社の収益拡大が図れる。特に、翻訳センターでは年間4000社の顧客との取引があるので、このクロスセーラーによる通訳事業拡大効果には期待できる。

#### 4.3 コンベンション事業

ISSではコンベンション部門で、国際会議などのオーガナイズをやっている。資金調達や会場手配から会議運営や報告書の作成まで、当社で会議の企画立案から実施まで全て一貫して対応できる。宿泊先手配や接遇プランの策定など、細かいところまで配慮が行き届いた対応をすることが顧客の信頼獲得のために重要である。

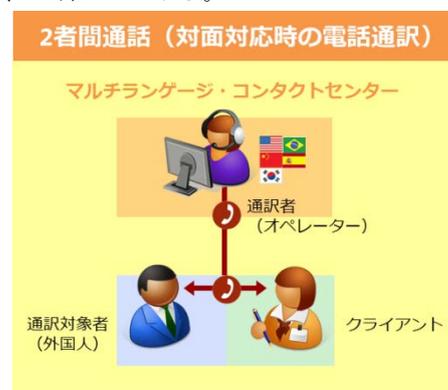
2013年のアフリカ開発会議では、当社が全体統括を手掛けた。これは外務省の重要な国際会議のひとつであり、50カ国の首脳が3日間集まっておこなわれた。



来年はサミットがあり、すでに開催地が決まって入札提案が始まっている。当社のこれまで蓄積してきたノウハウに基づいた独自提案を各省庁に対して展開していく。

例えば地方都市の国際会議場で国際会議を行う場合、会場に備え付けの通訳機材を利用するケースが多い。しかし、これらの通訳機材がアナログ無線であった場合、カメラのフラッシュで音声途切れる場合がある。これでは、多数の記者が集まる可能性のあるサミットでは、通訳が機能しなくなる可能性が高い。そのため、サミットに際しては、会場にアナログ通訳機材がある場合でも、外部からデジタル通訳機材を持ち込むほうが確実である。

このような実績に基づくノウハウを提案できる蓄積が当社にはある。



#### 4.4 他言語コンタクトセンター

NEC ネットエスアイの子会社（キューアンドエー）と組んでジョイントベンチャーを設立した。通訳者が電話回線を介して通訳するサービスを始めている。このようなニーズは、観光地での外国人対応やホテルでWi-Fiが繋がらない場合などの対応などがある。今はまだ外国人が買い物に来るときのサポートが多いが、将来は日本に居住する外国人の方のサポートを視野に入れている。いわば、「社会インフラとしての外国語サービス」を目指している。

例えば、公共交通機関では東京メトロのサポート

をさせていただいている。NEC ネットエスアイが強い消防無線（119番通報）などの公共機関での多言語サービスも強化していきたい。

#### 4.5 人材育成

当社グループの通訳者翻訳者育成機関である ISS インスティテュートは50年の歴史を有する。日本国内では競合先となる機関は他に2校しかない。長い歴史とノウハウを持つ人材育成機関は、当社にとっ

て、短期的収益よりも、将来の事業拡大に欠かせない機能である。

養成機関を終了した方々は、直ぐに会議通訳者や実務翻訳者になれるわけではなく、相応の実務経験が必要となる。そのため、当社では派遣就業という方法で、実務経験を積む機会を提供している。

学校から通訳者/翻訳者デビューまでキャリア形成をグループ内で提供しているのであり、こうしてプロになった方々が将来の当社事業拡大の基盤となる。

## 日本リアルオプション学会 会員募集中！

### 学会の目的と使命：

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

### 会員恩典：

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

## 本機関誌へのご寄稿のお願い

本機関誌は、学会員のための情報誌、コミュニケーションの場として、そして、社会へ向けての情報発信のメディアとして、2015年度からは、年4回刊行の季刊としております。学会主催の公開研究会を月例で開催し、その講演要旨を掲載します。また、掲載記事の種類を多様化して、次のようなカテゴリーで Short paper の投稿を公募いたします。投稿方法等、詳しくは、学会ホームページ <http://www.realopn.jp/> をご覧ください。

1. 紹介および解説記事：本学会からみて、隣接あるいは関連分野・領域の動向の紹介
2. 研究メモ：研究上の新奇アイデア、異なるモデル間の関連性など
3. リアルオプションの他分野での応用の紹介
4. 論説、書評、研究サーベイ
5. リアルオプションに関連をした事例研究
6. 研究室だより、ご自分の研究紹介、これまでの研究経緯
7. 査読論文

<公開研究会 2015年8月8日：講演要旨 於：電力中央研究所 会議室>

## バイオ燃料の製造における不確実性

小井土 賢二

(東京理科大学 理工学部 経営工学科 助教)

### 1. はじめに

バイオ燃料は世界の一次エネルギー供給量のなかで10.4%を占め、13.5%を占める再生可能エネルギーのなかでは最も高い割合である(図1)。そもそもバイオ燃料を製造するためには、バイオマスからエネルギーを取り出すエネルギー変換を行う必要がある。その方法にはさまざまな方法があるが、大別すると、物理的変換、熱化学的変換、生物学的変換に分類できる。バイオマスの収集からエネルギー変換までのプロセスには様々な障壁や不確実性があり、これらを乗り越えるためのあらゆる努力がバイオ燃料の製造のために行われてきた。

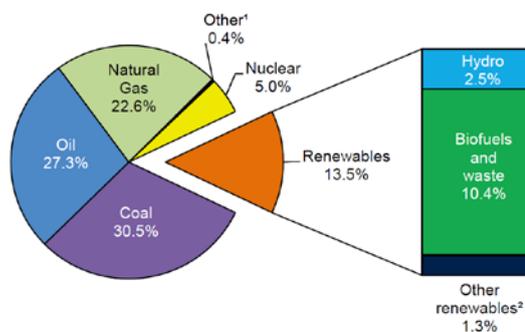
国内のバイオマスはその大半が海外の豊富な資源をもつ国々に比べて、広く薄く分布するいわゆる「小規模分散型」であり、大規模のプラントを建設して集中的に燃料製造する「大規模集中型」のエネルギー変換方法とは異なる製造方法と原料調達になる。つまり、原料の選択がプラント建設に直接的にかかわってくる。特に、プラントオペレーションにおいてはエネルギーバランスの観点から原料の不確実性を加味することが重要であろう。

これまでの技術主導のバイオマスによるバイオ燃料製造に対し、ライフサイクルアセスメント(LCA)の手法を用いた定量的な調査が有用であるとされ注目を浴びている。これは、トータルシステムのホットスポットを探し出して改善を行ったり、原料に対し適切な変換方法を選んだりすることが、LCAの全体を俯瞰して面的に考える理念とマッチするからである。本稿では、バイオマスのエネルギー利用を阻む障壁と、その際に生じる可能性のある不確実性とその対策の現状を紹介したい。

### 2. バイオマスエネルギーの特徴

バイオマスは枯渇しない原料であり、石油などの化石燃料と違い、適正な管理を行えば、半永久的に利用できるといえる。また、いったんガス化などの技術により合成ガス(CO + H<sub>2</sub>)などとしたのち、触媒な

どにより合成をおこなえば液体燃料にもなり得るうえ、化学原料や工業原料としても利用できる。太陽、風力などの他の再生可能エネルギーに比べ、チップ化、ガス化、液体化などによって備蓄を行うことが比較的簡単できる。また、原料が確保できれば天候に左右されないため、高い年間稼働率が可能であることに加え、石油のように、特定の国や地域でしか産出できないのではなく、ほとんどすべての地域で生産が可能である。持続的に管理すれば、大気中の二酸化炭素濃度を増加させないカーボンニュートラルである。しかしながら、化石燃料に比べエネルギーレベルが低いという特徴があり、多くの場合、コストが化石燃料に比べ高い。また、バイオマスが農業残さや海藻などの場合、供給に季節性があり、食糧と競合する場合がある。



1. Includes electricity from energy sources not defined above, such as non-renewable wastes, peat, oil shale and chemical heat.  
2. Includes geothermal, wind, solar, tide.

Note: Totals in graphs might not add up due to rounding.

図1 世界の一次エネルギー供給量(2013年)

出典：『Renewables Information』(IEA Statistics, 2015)

### 3. 原料の不確実性

#### (1) バイオマスの世代分類と含水率

バイオマスには様々な分類方法があるが、図2は、生産系と未利用資源系の二つに分類している。また、その他の分類としては世代による分類が可能である。第1世代としては、デンプン・糖生産型(トウモロコシ、サトウキビ etc...)、油生産型(アブラヤシ、ア

ブラナ、ダイズ etc…)などがあげられ食糧との競合が危惧されている。第 2 世代はリグノセルロース系バイオマスであり、木質系（人工林、天然林、ササ、タケ、間伐材）、草本系（スイッチグラス、イネ）、廃棄物系（黒液、リグニン）などがあげられる。第 3 世代は、藻類である。つまり、水生（紅藻類、ノリ、スピルリナ）、海産（大型藻類（海藻）、微細藻類）に分類できる。

これらのバイオマスは、図 3 のように含水率により取り出せるエネルギーが異なり、そもそも利用可能な技術が異なる。例えば含水率の低いバイオマスは、ペレット状にしたり、熱分解やガス化と呼ばれる方法によってエネルギー変換が可能である（図 4）。これに対して、70 wt%以上の含水率を有する高含水バイオマスと呼ばれるバイオマスは、乾燥のためにエネルギー投入が必要なため、ガス化や熱分解などの熱化学的変換が比較的難しい。メタン発酵（嫌気性発酵・好気性発酵）などの高含水用の技術を用いたり、高含水バイオマスをガス化に適用するための臨界含水率を調査する研究も行われている(Koido et al. (2014))。このように、含水率によりエネルギー変換技術が異なり、特に高含水バイオマスは複数の技術の組み合わせが期待されている。

**(2) 原料の季節性**

また、バイオマス原料は季節によって収集できる量が異なり、季節性があると言える。例えば、公益財団法人かながわ美化財団の調査によると、ホンダワラやカジメなどの海藻が逗子海岸に流れ藻として漂着するが、冬場の 11 月から 2 月にかけて海藻の回収量はほぼゼロで推移する。このように、季節性が強い

原料に対しては、他の原料を組み合わせる必要があると言える。ただし、プラントのエネルギーバランスを崩さないような原料選択が必要である。

**(3) 調達の難しさ**

資源エネルギー庁の資料によると、5000 kW 級の木質バイオマス発電設備では年間 6 万トンほどの木質バイオマスが必要であり、その際の集荷想定範囲は半径 50 km 程度とされている（図 5、経済産業省、調達価格等算定委員会（第 16 回）配布資料）。地理的な要因からこのような広範囲からの安定的な原料調達が可能な地域は限られており、原料調達が主な課題である。また、図 5 によると木質バイオマス発電を断念した要因が示され計画段階事例と構想段階事例を含めて原料調達が圧倒的に高かった(経済産業省、調達価格等算定委員会（第 17 回）配布資料)。このように、木質バイオマス発電は、他の再生可能エネルギー源と異なり原料の調達が必要であることから、安定的かつ持続的に運転を行うためには、地域の実情に即した原料の供給体制を確立し、適切な規模で取り組むことが重要であるとされる。このため小規模な木質バイオマス発電に取り組む気運が高まりつつある(経済産業省、調達価格等算定委員会（第 16 回）配布資料)。

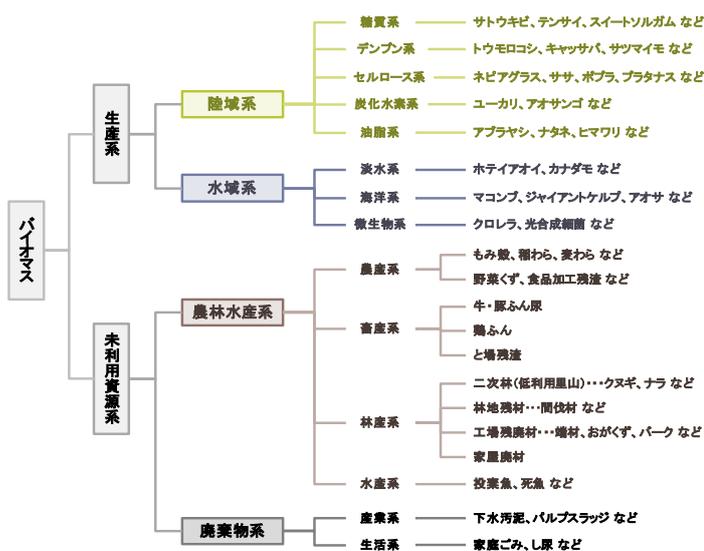


図 2 バイオマスの分類

出典：平成 10 年度調査報告書『バイオマス資源を原料とするエネルギー変換技術に関する調査』より筆者作成

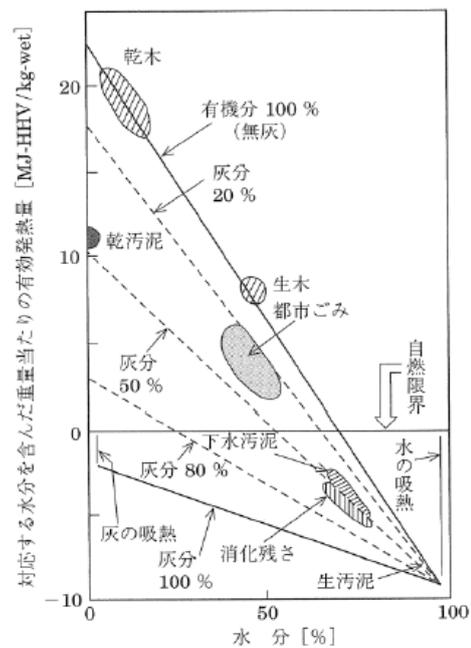


図 3 バイオマスの含水率と発熱量

出典：日本エネルギー学会編『バイオマスハンドブック 第 2 版』より

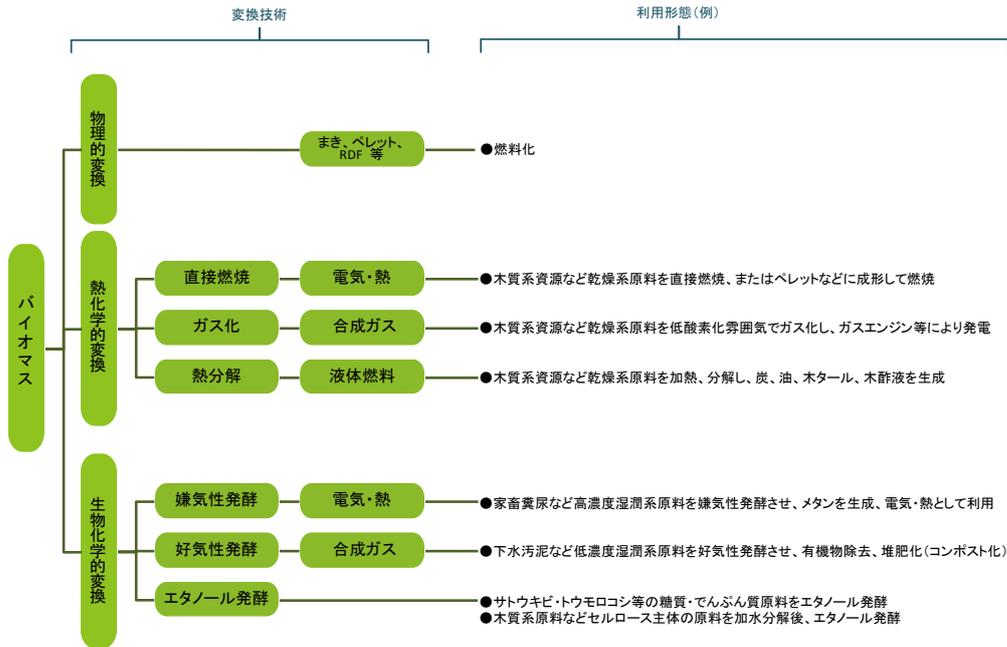


図4 バイオマスエネルギーの変換技術・利用方法

出典：NEDO「バイオマスエネルギー高効率転換技術開発」パンフレットより筆者作成

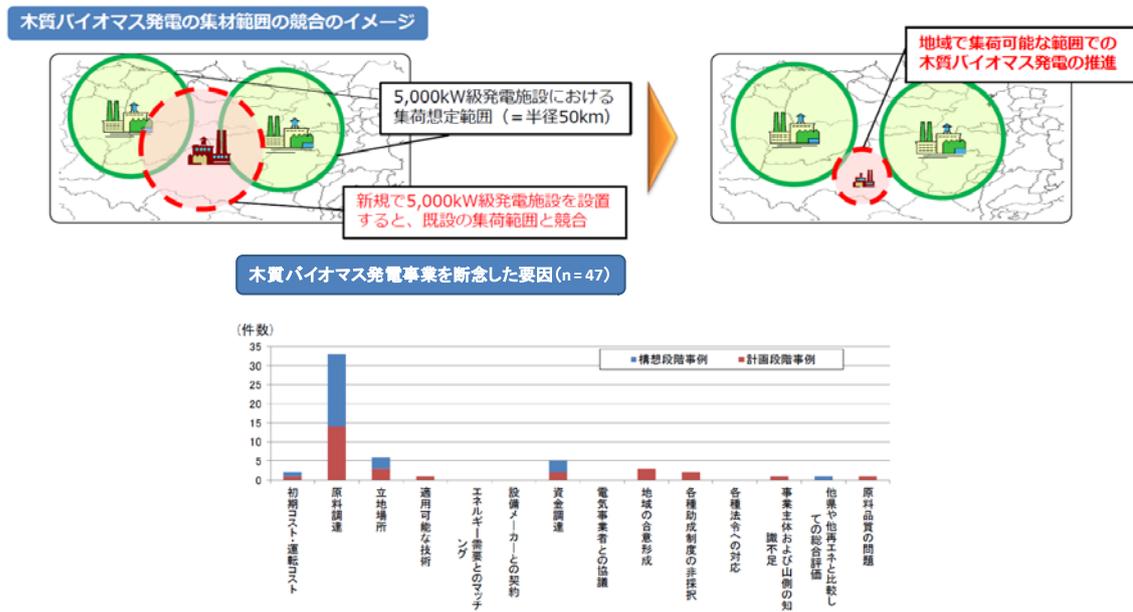


図5 バイオマス発電の木質バイオマス原料調達について

出典：経産省、調達価格等算定委員会（第16回、第17回）資料

#### 4. おわりに

わが国の小規模分散型バイオマスを原料とする燃料製造において、本稿では、原料の含水率、季節性、調達性が、エネルギー変換技術の選択にかかわってくることを、その対策とともに見てきた。バイオマス由来のバイオ燃料は、化石燃料の代替となることから再生可能エネルギーの中でもっとも期待されているエネルギー源の一つである。特に水素は燃料電池の燃料として期待され、低コスト化に向けて更なる効率化や持続可能な方策が必要となるだろう。

#### 参考文献

1. International Energy Agency, Renewables Information, (IEA Statistics, 2015), < [http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/RENTEXT2015\\_PARTIIIEcerpt.pdf](http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/RENTEXT2015_PARTIIIEcerpt.pdf) >.
2. 新エネルギー・産業技術総合開発機構, バイオマス資源を原料とするエネルギー変換技術に関する調査 (平成 10 年度調査報告書, NEDO-GET-9815).
3. 日本エネルギー学会編, バイオマスハンドブック 第2版, p. 6.
4. 経済産業省 資源エネルギー庁, バイオ燃料のいま, 2008, < [http://www.enecho.meti.go.jp/about/pamphlet/new\\_energy/pdf/baio\\_ima.pdf](http://www.enecho.meti.go.jp/about/pamphlet/new_energy/pdf/baio_ima.pdf) >.
5. Koido K, Watanabe Y, Nunoura T, Dowaki K, Synthesis gas production via non-catalytic and catalytic gasification of lignin with high-moisture content, J Jpn Inst Energ 93, (2014), 667-674.
6. 経済産業省, 調達価格等算定委員会 (第 16 回) 配布資料, 小規模な木質バイオマス発電の推進について(農林水産省), <[http://www.meti.go.jp/committee/chotatsu\\_kakaku/pdf/017\\_01\\_00.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/chotatsu_kakaku/pdf/017_01_00.pdf)>.
7. 経済産業省, 調達価格等算定委員会 (第 17 回) 配布資料, 最近の再生可能エネルギー市場の動向について(資源エネルギー庁), < [http://www.meti.go.jp/committee/chotatsu\\_kakaku/pdf/016\\_01\\_00.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/chotatsu_kakaku/pdf/016_01_00.pdf) >.

#### JAROS2016 研究発表大会へのご案内

期間：2016年11月19日(土)、20日(日)

場所：中央大学 後樂園キャンパス

予定セッション

一般研究報告、査読セッション、シンポジウム、チュートリアルセッション

大会実行委員会(敬称略)

実行委員長：	鳥海重喜	中央大学
副実行委員長：	高嶋隆太	東京理科大学
プログラム委員長：	辻村 元男	同志社大学
実行委員：		
	伊藤 晴祥	国際大学
	小田 潤一郎	地球環境産業技術研究機構
	後藤 允	北海道大学
	佐藤 公俊	神奈川大学
	鈴木 正昭	東京大学
	高森 寛	早稲田大学
	内藤 優太	三菱 UFJ モルガン・スタンレー証券
	服部 徹	電力中央研究所 (JAROS 会長)
	伊勢 美里	(株) 共立 (JAROS 事務局)

<JAROS2015 研究発表大会 講演要旨 セミナー：「地方創生と価値創造イノベーション」より>

## 地方創生と企業家精神

—新潟地域における企業家と企業家教育—

丸山 一芳

(事業創造大学院大学 新潟地域活性化研究所 所長代理 事業創造研究科 准教授)

### 1. はじめに

今大会開催地の新潟地域における企業家や企業家教育に関して論じることで地方創生における企業家精神を議論する。

まず地方創生ということで Local について考えてみたい。Local が集まったものが Global だとするならば、昨今の日本のエレクトロニクス産業は韓国サムスングループに Global 市場で歯が立たない。実は、この現状について Local と企業家精神という視点から説明ができるのだ。

10年程度調査しているサムスングループの人材育成には「地域専門家制度」というものがある。これは、1990年からおこなわれている取り組みで、給与以外に1,000万円程度の予算を与えて希望する国に社員を1年間派遣するという制度だ。派遣国においては現地の工場や事務所などの支援を受けてはならないし、ソウルの本社からも育成プランが示されるものではなく、本人が自律的にプランを考えて派遣国のコンテクストを理解し言語を習得することが責務となるものだ。すでにこの研修を終えた社員が約10,000名近くいるというから、Global市場へのサムスングループの覚悟は25年前から日本企業の比ではなかったのだ。しかも、現在の派遣国の多くは新興国である。今日もアフリカで、東欧で、南米で「地域専門家」が自由な研修をおこなっているに違いない。最近では日本がベンチマーク先にならないために日本を希望する社員はほとんどいないそうだが、80年代90年代は日本へ来た社員も多かったそうだ。

日本を選んだ「地域専門家」の中には日本中を旅してまわり、旅をしながら日本語を習得したという方がいる。この方にインタビューしたことがある。彼は予算1,000万円のほとんどを電話代とホテル代に費やしたという。北海道から沖縄までほとんどの地を訪れその地の名士と酒を酌み交わし、その名士に次の地域の名士を紹介してもらったという。日本人よりも日本の地域の名士に詳しい専門家であった。ある「地域専門家」は島根県にずっと滞在して松平不味

公の武士の茶を習得したという。

翻って地域のわれわれは地域を本当に知っているのだろうか。「地域専門家」の「1,000万円による自由な1年」をこえる体験と知識がわれわれにあるのだろうか。地域には創生の種がたくさんあることは確かだが、世界中の地域を10,000人が英語でも母国語でもなくその地域の言語で学んだGlobal企業と競争することはとても大変である。また、今の日本企業でこのような研修制度を導入した際にどの程度の人数が受講したいと手を挙げて自律的に1年を全うできるのだろうか。こういったサムスングループの企業家精神との競争はすぐには追い越すことのできない大きなLocal知識の蓄積としてのGlobal知識ができてしまっているといえるだろう。

それでは、この新潟地域にはどのような企業家がいいて、どのような企業家育成のチャレンジがあるのかについてお話をしたい。

### 2. 誰も競争相手のいない市場の日本酒（新潟市西区の塩川酒造）

あなたが酒蔵の御曹司で急に跡継ぎとなるならばどのような経営をおこなうだろうか。自分事として日本酒における未開拓市場「ブルーオーシャン」を探してみたい。

一般的にはこの質問をするとアルコールの無い日本酒をつくることや、酵母菌や醸造の知識・技術をいかした化粧品などの化学製品の製造などをこたえる方が多い。もちろん、アルコールフリーの日本酒は米ジュースなのかもしれないが存在しているし、お肌に優しそうな日本酒に関連した化粧品などは多く販売されている。さらには、日本食が世界遺産となったように世界的な日本食ブームがあるために海外へ日本酒を輸出すればよいというアイデアもよく出る。しかし、当然のことながら輸出を熱心におこなっている大手の酒蔵はすでに多い。朝日酒造の「久保田」を飲めるすし店は海外で十分な数がある。

新潟市西区の塩川酒造では、これまでの日本酒と

は全く異なる、競争相手のいない製品を作り出している。従業員が10名に満たないこの酒蔵がそのターゲットとしているのは特異な市場である。その日本酒は真黒なボトルにラベルも黒を採用し金色の文字で「COWBOY YAMAHAI」と書かれており、さらに金色のイラストでアンガス牛が大きく描かれている。小さなカウボーイのイラストもあしらわれている。毛筆で書かれることの多い日本酒のラベルにおいてここまで変わったラベルを採用しているのにはわけがある。この日本酒が供されるのは、主に北米である。およそ日本人が知らないようなアメリカのステーキハウスで食中酒としての販売を目的に醸造されている山廃造りの純米原酒なのである。これは原酒なのでアルコール度数が高い。この高いアルコールが肉の油を気持ちよく流してくれるそうだ。日本人には思いもよらない日本酒とアンガス牛ステーキのマリアージュを狙った商品である。

このヒットから欧州向けのエビ・カニとの相性がよい味を目指した甘めの日本酒を真っ赤なボトルに銀色のカニの絵をあしらった「FISHERMAN SOKUJO」など明確に差別化されたマーケットに対して商品を生み出し続けているのだ。

東京農業大学や広島県の醸造試験場で身につけた高度で科学的な醸造技術と新潟地域において脈々と培われてきた杜氏の技の両方を製造部長の塩川和宏氏が受け継ぎ、新しいマーケットに対して商品を展開しているのである。

日本酒の売上高は現在、往時の3分の1である。このようなときに従来の概念に縛られ続けているのは家業であり大好きな醸造という仕事を継続することは困難である。また、伝統のある蔵であればあるほどにその伝統技術というプライドがイノベーションの邪魔をするのではないだろうか。

また、塩川酒造は単なる流行において勝負することも避けている。近年の日本酒市場においてイノベーションの成功の代表格といえば、山口県の旭酒造「瀬祭」であろう。徹底的に酒米を削りその精米歩合を高めて雑味の無いすっきりとした味わいを目指しているとしても表現すればよいのだろうか。この流行から、「いかに米を削れるのか」、「ギリギリまで削るにはどうすればよいのか」という熾烈な競争が展開されている。しかし、塩川酒造ではこの競争に参加していない。この競争は米の核が無くなるその直前というゴールがはっきりしている競争だといえる。また、大手がこぞって参入している競争であるから地域の小さな酒蔵での設備投資では到底勝てる日がこない。すなわちこの競争をやっているのは山口県の旭酒造とその他の大手だけなのである。塩川酒造は

そのように考えて全く逆の戦略をとっている。それは、業界全体で削り落としている米の表皮に注目するというものだ。赤い古代米の表皮に含まれるポリフェノールに注目して赤い日本酒をつくっているのである。近くの新潟大学農学部の先生の協力を得ながら、他とは一線を画した技術開発をおこなっている。赤い色を際立たせるために瓶は真っ白なものを採用し、ラベルには日本酒からはかけ離れた西洋のお姫様のようなデザインを施してある。これは塩川酒造の戦略に共感する新潟大学美術科の先生が協力している。

塩川酒造の挑戦には地域発 Global のヒントや大企業が必要としている企業家精神あるいはボーングローバル企業を垣間見ることができるといえよう。

### 3. オープンファクトリー・オープンオフィスの産業観光（燕三条地域のものづくり）

2014年12月に上場した企業が新潟県にある。三条市に本社を構えるスノーピーク社である。テントなどのアウトドア製品を手掛けている企業で、東京や大阪に直営店を構えている。台湾や韓国にも進出しており、北米でもその商品が販売されている。価格帯は高めで、高級志向の製品を企画・設計・製造・販売している。製品にはワンタッチで折りたたむ機能があるなどギミックとしてひと工夫の遊びが施されており、かつ永久保証というのも同社の特徴である。

実は新潟県内で大学生にスノーピークについて知っているかと授業で聞いてみるとほとんどの学生が知らない。3つの大学の講義で尋ねてみたがほとんどの学生が知らないとこたえた。それは、新潟の大学生があまりアウトドアに関心がないからなのかもしれないし、価格帯が高いからかもしれないが、それ以上の理由がある。それは、本社を除いて新潟県内に直営店舗がないからである。一方で、世田谷や丸の内には直営店があり、都会からほど近い昭島にはレストラン併設店がある。大阪の箕面にはキャンプ場併設店もあるので、都会の学生の知名度は高いのだ。

学生が知らないというので、本社見学を課題として出してみると学生は一様に新潟県とは思えないおしゃれな企業だという印象を持って帰ってくる。それはこの企業でオープンオフィス・オープンファクトリーを採用しているからだ。ガラス張りコンクリート打ちっぱなしから構成される三階建てで横に長い社屋の前にはゴルフ場と勘違いするような広大な芝生のキャンプ場が併設されている。本社でありながらショップも構え、さらに工場とキャンプ場が併設されているのである。

本社オフィスはいつでも見学することができるよ

うになっており、誰が急に訪れても総務担当の方が社内を案内してくれる。その社内は昔で言うところの大部屋制が採用されており、かつフリーレイアウトも採用している。ただルールとして、明日は必ず違う席で仕事をしなければならない。これによって部署の垣根をこえたコミュニケーションを狙っているという。いわゆる脇机や引き出しのようなものを占有しているわけでもないで仕事の仕方は自ずと変わる。大部屋の真ん中にはキャンプ用品の椅子とテーブルが輪を描いて並べられており、そこでいつでもミーティングをおこなうことができる。そういった様子が1階で繰り広げられているところを2階のガラス張りの廊下から見学できるというオープンオフィスなのである。組織の透明性の象徴でもあろう。

さらに、見学を進めていくと今度はガラス越しに工場の様子を見ることもできるし、修理の現場を見学することもできる。山積みになった修理を待つ製品を1つ1つ丁寧に職人が修理していく様子も見ることができるのだ。「永久保証」を実際にその目でみることができるのである。

併設されているショップにはデザインの優れた商品が並んでいて、その3分の2程度は近郊の三条市・燕市の中小企業による高い金属加工技術によって製造がなされている。この地域ならではの技術と相互の信頼関係によって、ギミックがあり永久保証を謳う製品を可能としているのだ。

その製品を借りたり買ったりすることで、目の前の広大なキャンプフィールドですぐにキャンプをはじめられることもできる。事実、山井社長は年間の数日はこのキャンプ場で一夜を過ごしてから入社するという。セグウェイに乗ることのできる美しい芝生のキャンプフィールドでのキャンプは、シャワー室やトイレ、優れた水回り設備なども備えられており、ラグジュアリーなキャンプを体験できるようになっている。

すなわち、本社にオフィス、販売店、工場、補修、キャンプ場が集まっていて、「つくって、つくって、うって、つかって、なおして、つかって」という一連のビジネスが一所にしてわかるのである。これらの施設を見学してきた大学生たちは、経験価値や組織の透明性、やりたいことを仕事にするモチベーションなど、経営学の面白さを現場で体験してきてくれるのであまり指導しなくてもよくなり助かるのである。

このスノーピークよりも前からオープンファクトリーを実施しているのが、諏訪田製作所である。同じ三条市にあるこの企業は、高級爪切り市場というGlobal ニッチにおいて世界のトップ企業である。シ

ョッピングモールなどに入居しているネイルアートのお店や、俳優などの爪の手入れに使われているプロ用の爪切りを扱っている。ニッパーのような形状で1本約1万円程度の価格である。

爪切りが金属の塊から鍛造によって鍛えられ、職人によってミクロンの世界の磨きをおこなうことで機械にはとうてい製造のできない刃を作り上げるその工程全てを公開している。その工場は、すべてを黒で統一されたデザインになっており、聞かされていなければ到着したその地が工場であることはおそらくわからないだろう。レクサスの店舗のような玄関を入ると、ショーケースに収められた歴代爪切りや、爪切りができあがるまでの工程を美しくディスプレイしてある。大きな液晶パネルによってその技術や技も解説されているのだ。

爪切りは100円ショップでも購入ができるものであるが、このSUWADAの爪切りは非常に高価だ。職人の技によって磨き上げられた刃は鋭く切れ味もちがう。プロはSUWADAを使い続けるというのだから間違いがないのだろう。この工場にはショップがブティックのような外観・内装で併設されており自分の爪を実際に切ってみることができる。この際にはじめてこの爪切りの本当の素晴らしさを知ることになる。

工場では、見学用通路が整備されており、モノトーンの内・外装できれいに清掃された現場に、やはり黒の優れたデザインの制服を着た熟練工が研磨作業しているところをガラス越しに見ることができる。熟練工の手元には小型カメラが用意されており、その映像を見学用通路に設置されているタブレット型端末から自由に見ることもできる。端末をつかって自由に手元をズームしてみることもすらもできるのである。熟練工の技をエンターテイメントとして楽しむ工夫がとてもおしゃれな形で展開されているのである。大きな鍛造プレス機によって金属が鍛えられていく工程も見学することができる。鑄型に金属を流す鑄造ではなく、たたき上げる鍛造であるからこそ金属組織が整然と並んだ硬い金属を作り出すことができる。この硬い金属も切れ味の重要なポイントになっている。

以前に、あるアジアの企業の役員夫妻をこの諏訪田製作所へ見学にお連れしたことがある。到着前に「今日は爪切り工場を見学します」とお話しするとあまりよい表情を浮かべなかったその役員夫人は、工場に到着すると外観の美しさに本当に工場なのかと驚き、製造工程を見学しては職人の技に感動し、鍛造の理屈を知っては爪切りの合理性にも納得し、ショップで爪切りを自分の爪で試し切りして、コーヒ

一を飲んだ後には高価な爪切りを2本も購入していたことがある。オープンファクトリー全体がSUWADAブランドのストーリーを体感できるしかけになっているのである。1周したころにはすっかりファンになっているのである。

実はこの工場は以前からオープンであったわけでも、綺麗でおしゃれな空間であったわけでもなかった。むしろ、職人は職人気質であるから社長の言うことなど聞かず、また工場はまったく掃除もされていなかった。しかし、高級爪切り市場というニッチを開拓して業績を伸ばすことで職人の信頼を獲得し、オープンファクトリーにすることで職人の技を公開すると自然に掃除をするようになり、また職人はこれまで自分の技を自分が理解して自分が納得してきたものから、他人が手元を見て感動する対象と変化することでモチベーションのあり方が大きく変わったのだという。

こういったオープンファクトリーの流れはこの地域に根付きつつある。ほかにも燕市の伝統工芸鋳起銅器を制作する玉川堂でも職人が1枚の銅板を叩き続けることで1つのやかんをつくりあげる職人技を間近で見ることができるよう工場(こうば)を公開している。スノーピーク、諏訪田製作所、玉川堂の社長はよく会食などの機会をもち、互いに学びあい、燕・三条地域のものづくりについて地域とともに発展することを模索しているという。これらのオープンオフィス・オープンファクトリーの成功の影響を受けて、さらに黒檀の箸を製造・販売するマルナオでもオープンファクトリーを新設している。さらには、「燕三条工場の祭典」というイベントとして年に一度この地域のものづくり中小企業がその工場を開放して見学させるというイベントもはじまっている。

燕・三条地域は和釘からはじまる金属加工技術の集積地として、大田区、東大阪市とならぶ中小企業のメッカである。多くは大企業や大流通の下請けとしての仕事を確実にこなしながら、その優れた技術を環境の変化に合わせて進化させてきてはいた。地道な職人気質にはそれがとてもフィットしていたのかもしれない。しかし、産地として環境が厳しくなってきたことは他の産業、地域と比べても何も変わらないという現実がある。そういった環境下においてオープンファクトリー、オープンオフィスという方法や、自社ブランドによってGlobal市場でビジネスをおこなうということは、これまでの下請けの仕事とは一線を画するものであるといえるだろう。

その商品の核心的な技術が地域において伝統的に培ってきたものであるということがとても重要である。また、産業観光として工場を見学を訪れる観光客

も増えてきている。この地域には培ってきた技術が集積しているだけにこの産業観光クラスターが大きくなりインバウンドの増加による地域活性化にもつながっていく可能性が十分にある。

#### 4. 企業家教育の潮流

地方を創生するような種や技がたしかに地域にはまだまだ眠っているだろう。しかし、単に伝統に胡坐をかいているだけでは、何も変わらず縮小均衡していくだけであることは明白だろう。

ここまで見てきた、日本酒や燕三条地域の事例のように、伝統技術や地域の培ってきた文脈に、プラスアルファとして、もう1つ、デザインや科学的知識、マーケティング手法、Global市場への眼差しなどの視点をきちんと組み込むことで地方創生は成しうるのかもしれない。さらに、地域には都市には無い大きな差別化の源泉が文脈として息づいているはずだ。その文脈をわれわれは知っているのだろうか。サムスングループの「地域専門家」の方が日本の地域について理解しているという状況も生まれているのかもしれない。

起業家の育成を建学の理念とする専門職大学院の事業創造大学院大学(新潟市)では、新潟地域活性化研究所を2014年に設置した。新潟地域活性化のため地域企業、地域行政の課題発見と解決を目指す研究所である。さらに、新潟企業の事例研究によってオリジナルMBA教材も開発中である。燕市や南魚沼市と具体的な政策において経営学の知見を活かした取り組みも始めている。

この研究所でもっとも目指していることは、まさに地域の文脈にプラスアルファをもたらすことによって地方創生を実現することである。研究者のアカデミックな知見をもっと地域の文脈において活用できることを目指すものである。

この研究所の活動のために今夏に米国の起業家教育ランキング1位のバブソン大学へ訪問してきた。この大学の教育方法はとてもユニークである。突然1ドルを渡されて「この1ドルを1時間で増やさない」と言われる講義や、1つの講義にたいして2つの専門分野から2人の先生(たとえば、ミクロ経済学とマーケティング論)が同時に登壇して1つのケーススタディー(たとえば競争戦略のケース)について多角的に討議するものなど枚挙に暇がない。自分についての360度評価を実施することから組織行動論の授業ははじまったりもするそうだ。そのようなバブソン大学でもっとも特徴的なのは「コンサルティングプロジェクト」と呼ばれるものだろう。実際にボストン市内の企業などとコラボレーションをして、対

象企業のコンサルテーションをサポート教員とともに体験するそうだ。たとえば、「ボストンのうつ病に関する NPO において組織運営をおこなう」というプロジェクトや「ATT でマーケティング調査をおこなう」というテーマだ。

起業家教育において身につけるべき知識が他の経営学教育と異なる点については、経営資源が乏しくかつ個別具体的な特定の文脈において必要な何らかの経営知識を「活用する」能力とされている。すなわち、いまここで起きている 2 度と起きない状況において、自らの全ての知識を「活用して」状況や問題を把握し、最善の解決策を考えて実行する知識である。

(高橋, 2014)

こういった知識を身につける方法論としては 2 つが挙げられる。1 つは、事業テーマ、背景、ビジネスモデル、マーケティング、組織計画、財務計画などを複数年にわたって想定し書き上げる「事業計画書」を書くプロセスから様々な困難を想定し、その対処をじっくりと考えることでその能力を身につけるべきだという立場 (Timmons, 1994 ほか) である。失敗の確率を下げてくれる効果ももたらされるという。

もう 1 つは「ジャストスタート」(Schlesinger et al., 2012)や「リーンスタートアップ」(Ries, 2011)と呼ばれる近年流行している起業方法で、プロトタイプを顧客に早く投入してフィードバックを得るかたちで仮説と検証のサイクルを短くすることの方が、直近において必要のない事業計画書に書くような 5 年先の財務三表を予測して書くことよりも大事であるとする立場である。

こういった「リーンスタートアップ」などの流行は、わが国における起業家教育の潮流にも影響を与えており、事業計画書を書く指導を大学院でおこなうことはナンセンスだという大学も増えている。

しかし、ティモンズもシュレジンガーも同じアントレ分野でナンバーワン評価の米国バブソン大学の

元看板教授と前学長であるように、どちらの考えが正しいのかは一概に言うことはできない。事実、バブソン大学において事業計画書を書く講義は必修ではないが現在も実施されている。しかし、ジャストスタートという言い方はシュレジンガーが学長を退任した後は学内に残っていない。

さらに、昨今のスタンフォード大学や MIT、あるいはハーバード大学といった大学で盛んな IT の発展に則った技術ベースの起業が流行している。たとえば「スタートアップウィークエンド」は「リーンスタートアップ」の考え方が影響をあたえている。これは、週末 3 日間で起業を目指す世界各地でおこなわれている起業イベントである。ほかにもハッカソンやアイデアソンといった流行もある。

## 5. おわりに (事業創造大学院大学の挑戦)

第 2、第 3 の伝統産業における新市場や、オープンファクトリーを生み出す企業家精神のために、事業計画書を書いてもいいし、「リーンスタートアップ」を実行してもいい。いずれにせよ、地方を創生するようなアントレプレナーシップのためには、「経営知識を『活用する』能力」によって地域の文脈を掘り起こし、さらにプラスアルファの価値(デザインやアートと科学技術)を付加することを必要としている。

このために、われわれ事業創造大学院大学では新潟地域活性化研究所という場をつかって、院生と修士を中心とした客員研究員とともに地域という現場で経営知識をわかりやすく「活用する」方法を構築していく。こういった研究知識、経営知識を活かした起業家育成プロセスからさらなる研究知識、経営知識を生み出していくサイクルによって地方創生の企業家精神を生み出しイノベーションを実現することこそが地域において大学が担うべき役割であると考えているのである。

<JAROS2015 研究発表大会 講演要旨 セミナー：「地方創生と価値創造イノベーション」より>

## デザインの思考とイノベーション

岩佐十良

(株式会社 自遊人 代表取締役)

### 1. 会社案内

株式会社自遊人は、私が武蔵野美術大学在学中の1989年に創業した会社です。編集プロダクションとして、主に『東京 Walker』や『東京一週間』などの特集記事を制作していました。2000年に、出版社に業務をシフトしライフスタイル誌『自遊人』を創刊します。また、2004年には、東京・日本橋にあった本拠地を新潟・南魚沼に移転しました。

私自身、東京・池袋の出身で、南魚沼はもちろん、新潟県に親戚もいなければ、もともと会社の中枢人物に新潟出身者がいたわけでもありません。

移転した当時、私たちは東京で雑誌を出版すると同時に、日本の「本物の食」だけを扱う食品販売事業を行っていました。雑誌と食品販売に共通するのは「メディア」であるということ。雑誌で伝えきれないことを食品販売では伝えられることに大きな意義を感じていました。そして自らのライフスタイルを見直し、また日本の食文化の根幹である米がつくられている現場を「自分たちの目で見て学びたい」と新潟県南魚沼市に移転したのでした。最初は永住のつもりはなく、「おおよそ2年」のつもりでしたが、気づけば南魚沼に移住して10年以上が経ちます。食を中心にした体験施設をつくらうと考えたのも、食品に次ぐ「リアルメディア」を持ちたいと考えたからでした。そんな思いを形にしてつくった施設が2014年5月に新潟県大沢山温泉にオープンした『里山十帖』です。

築150年の古民家を移築し、約25年旅館として運営していた建物を引き継ぎ、2年間に及ぶリノベーション工事ののち、開業しました。雑誌の出版に、食品販売、旅館の経営と「今どき多角経営だね」とおっしゃる方もしばしばいますが、私たちの会社がやっていることを、私たちは、『ソーシャル・ライン・デザイン (Social Line Design)』と呼んでいます。『ソーシャル・ライン・デザイン』とは、世の中にあるモノとモノ、人と人をつなぎ、新しい価値観をつくるという意味。実際に『里山十帖』で

はさまざまなものを結んでイノベーションを生んでいますし、私たちの会社のライフワーク、食品事業では、新しい商品を開発したり、いままでにない価値の食品を生んだり、生産者と工場を結んだり、さまざまな付加価値を世の中に送り出してきました。雑誌に食品に旅館に、伝える「メディア」は異なれど、共通しているのは、世の中に新しい価値観を提供したいという思いなのです。

### 2. 南魚沼という地域の潜在力

正直なところ、私たちは移転当初、南魚沼市を含む「魚沼」という地域に、観光的な魅力をまったく感じていませんでした

2004年の移転前、有力な候補地は軽井沢でした。実は私たちの会社は長野オリンピック以前の数年間、軽井沢にセカンドオフィスを持っていたことがあり、その後も軽井沢とはなにかと縁がありました。さらに軽井沢と隣接する佐久や小諸、上田といった地域には魚沼以上に農業生産者の知り合いが多く、当時のスタッフの誰もが、いずれは軽井沢に移転すると信じていたほどです。ところが私たちは魚沼での暮らしを重ねていくうちに「なんという素晴らしい土地だろう」と実感していったのです。

まず食環境がなにより素晴らしいことに気づきました。魚沼産コシヒカリはもちろん、京都や金沢にもけっして負けない伝統野菜がたくさんあり、さらに八海山、鶴齢、高千代といった酒もあります。江戸時代、北前船の寄港地としては日本最大だった新潟湊から、日本一の大河である信濃川を上ってきたさまざまな文化、そして雪国ならではの保存食・発酵食という伝統的な食文化があったのです。

そして圧倒的な自然環境にも気がつきました。有名観光地こそありませんが、標高2000メートルの山々に囲まれた魚沼には、無名のブナ林が点在し、無名の渓谷や滝があり、無名の絶景ポイントや紅葉名所がいたるところにあったのです。

温泉の豊富さにも驚きました。魚沼市・南魚沼市に

ある全源泉の湧出量を合計したところ、なんと毎分1万8495リッター。仮に『魚沼温泉郷』を名乗れば、全国で第8位の温泉地になってしまうことがわかりました(雑誌『自遊人』2009年7月号別冊『温泉図鑑』より)。

しかも東京からは、新幹線で1時間15分、車でも2時間ちょっとというアクセスの良さなのです。

「軽井沢周辺と比べても自然環境は圧倒的に魚沼が上。温泉の泉質と湯量も魚沼に軍配が上がる。食文化も魚沼が上。しかもインターからのアクセスは抜群。勝ち目はある」。

現実的には軽井沢・上田エリアにかなうわけがないのですが、魚沼にも潜在的な可能性は十分にあると考えたのです。

最大の問題は知名度とPR手法。軽井沢・上田エリアと比べて魚沼に足りないのは「ブランド力」です。とはいえ『里山十帖』はわずか12室。地域の魅力を盛り込んだ施設をつくり、共感してくれる層にピンポイントでPRしていけば、必ず満室になるという自信があったのです

### 3. 里山から始まる10の物語。里山十帖。

『里山十帖』の十帖とは「十の折り本」という意味。施設内では、「食」「衣」「住」「癒」「遊」「農業」「環境」「芸術」「集う」の10個のテーマを散りばめています。里山十帖を訪れた方には、10個のテーマのうち1個でもいいから何か感じて帰って欲しいという思いからこの名前をつけました。

『里山十帖』は宿泊施設として初めて2014年度の『グッドデザイン賞 ベスト100』に選ばれ、さらに『ものづくりデザイン賞(中小企業庁長官賞)』も受賞しました。審査委員の評にはこう書かれています。

「地域発信のためにデザインを活用した取り組み。宿とサービスを提供するしくみだけでなく、高いクオリティでまとめられたデザインも高く評価された。新潟・南魚沼地域の「食」と「農」の連携など、10のテーマを集めてつなげる事で、単に「泊まる」だけではない価値を提供している。地域の住民も取り組みに参加し、山村の活性化と雇用創出も生み出している点が評価された」

「高いクオリティでまとめられたデザインも高く評価された」とありますが、文脈を読み取れば、新しい「取り組み・仕組み」が受賞理由であることがわかるとおもいます。

たとえば、『里山十帖』の最も重要なテーマは「食」。日本の素晴らしい食文化を世界に発信することが私たちのミッションだと思っています。『里山十帖』で

提供するお料理は、通常の旅館料理とは全く異なります。山菜や野菜が中心で、豪華食材はほとんど出てきません。見た目も地味かもしれません。

しかし私たちは食の安全性と素材の味を最も大切にしています。『里山十帖』で使っている食材は、野菜も米も調味料も、基本的にすべて「顔の見える」生産者のもの。最近では「顔の見える」食材は流行でもありますが、単に生産者を限定するのではなく、味も徹底的に吟味しています。有機栽培や無農薬栽培の野菜などを中心に、安心できる素材だけを各地から集めているのです。

そして、生産者とのコミュニケーションをとりながら、その生産者の人柄が出るような料理を心がけています。料理にはいっさい添加物を使わず、だしをきちんと取って、伝統製法の無添加の調味料を使って……。「ごちそう」の語原を考えても、そういった料理をご提供することが「もてなし」だと考えているのです。

### 4. 開業から3ヵ月で稼働率9割を突破。

グランドオープン時点での稼働率はかなり厳しい数字でした。土曜日はすべて満室でしたが、平日の予約がまったく入りません。平日の稼働率は30%程度でしかなかったのです。

「平均稼働率60%なんて、やはり無理なのか」

焦りが日増しに強くなり、絶望感が感情を支配しそうになります。しかしその一方で、明るい兆しも見え始めていたのです。

それはお客様の声。

「こんな宿ができるのを待っていました」

「本当に自宅のように、いや、自宅よりもくつろげました」

「旅館のお料理で感動したのは初めてです」

「今までにないタイプの宿でびっくりしました。もちろん大満足です」……

ブログを書いてくれたお客様や、フェイスブックやインスタグラムで発信してくれた方も多く、次第に「共感の輪」が広がりつつあることを実感していたのです。お帰りの際に次回の予約をしてくれるお客様も多く、それが心の支えであり、そして希望でした。

また6月下旬になると、雑誌やテレビ、ラジオなどで取り上げられることが多くなりました。けっして焦ってプロモーションをかけたわけではありません。実際にお越しいただいた雑誌の編集長さんや、旅行作家、エッセイスト、料理研究家の方々が「あそこはいいよ!」と推薦してくれるようになったのです。

そして、「共感の輪」が大きく広がっていること

を実感したのが6月下旬。予約件数は日々、増えていきましたが、1日12件以上のご予約をいただく日が多くなってきました。つまり予約日ベースで見れば、稼働率100%以上というわけです。

予約日ベースの稼働率は実際の客室稼働率の先行指標です。そしてオープンから3か月になる8月、データから「宿の成功はあり得ない」という地域での開業にもかかわらず、『里山十帖』の客室稼働率は92%を記録したのです。

## 5. ターゲットを絞り込むということ。

どうして無名の温泉地で、無謀と言われた平均稼働率60%を超えることができたのか。

その理由はやはり、『里山十帖』が「共感メディア」として、特定の人たちに強烈に伝わったからだと思います。リピーターのお客が多く、しかも2度目は連泊される方も多いのが特徴です。3連泊、なかには5連泊されるお客様もいらっしゃるほどで、そういった方から支持されたおかげで、『里山十帖』はまもなくオープンから1年半が経過しようとしています。

私たちの宿は、リアルな雑誌、つまり、体験の場を提供することを目的としています。

一般的に宿というのは「お客様を限定する」という意識を持っていません。もちろんそれなりにターゲットは明確なのですが、「すべてのお客様に満足」と考えていることがほとんど。お客様の要望は基本的になんでも聞いて実現することが「もてなし」と考えている宿も少なくありません。

つまりターゲット層は広く、しかも本来のターゲット層と違うお客様でも満足してもらえるように自分たちが軟体動物のように変化する、それが日本の宿の特徴であり、また「お・も・て・な・し」だと考えられています。しかし本来、「もてなしの心」とは茶の湯の主客同一という考え方からもわかるように、亭主が客人をどのようにもてなすか、ということ。亭主、つまり宿がどのようなお客様に来て欲しいのか、もっと明確に打ち出すべきです。

雑誌はこの点から考えると、さらにターゲットが絞り込まれています。「最高!」と思う人もいれば「なにがいいの?」と思う人もいます。その代わり、共感してくれた層には、さまざまなことを「伝える」ことができるのです。雑誌がターゲティングメディアといわれる所以です。

私たちは、『里山十帖』を雑誌よりも強い「共感メディア」にしたいと考えていました。紙だけでなく、リアルな体験をしてもらうことによって、より強く「伝える」ことができる考えたのです。

ただし、それは一歩間違えるとクレームの嵐になりかねません。ターゲット以外の方が雑誌を手にとったときに「つまらない」と感じるように、お泊まりいただいたお客様のなかには、「なんだこは!」という方もいらっしゃると思います。

サービス面のご指摘でいちばん多いのが、「タオルはなぜ使い放題ではないのか」ということです。

「タオル使い放題」は高級旅館から始まったサービスですが、いまではかなりの旅館で浴場にタオルを備えつけてあります。

しかし無農薬で米づくりをしている私たちにとって、「タオル使い放題」は環境保護の観点から、どうしても取り入れたくないサービスでした。温泉旅館に泊まった際、皆さんは何度お風呂に入るでしょうか。私は4~5回は入るのですが、フェイスタオルとバスタオル各5枚を洗濯するとなると、それだけでけっこうな洗剤を使うこととなります。

けっしてコスト削減のために「タオル使い放題」を取り入れないわけではありません。

その代わり、『里山十帖』では客室に濡れたタオルを乾かすタオルウォーマーを設置しました。そしてオーガニックコットンのフェイスタオルは、持ち帰っていただけるようにしました。

## 6. 現実社会とデータの反復検証

デザインとはそこにある図形や、最終的にアウトプットされた形のことを指すと思われがちですが、本来のデザインとは問題解決や目的達成のプロセスやテクニックを指します。では「デザインの思考」とはなにか。

私が考える「デザインの思考」をひとことで表すなら、「現状の閉塞感を打破するための、従来とは異なる思考アプローチ」でしょうか。現状を打破する、これまでの思考とは異なるアプローチ。簡単にいうならば「もう一度根本的に考え直して問題解決の方法を探ろうよ」ということなのです。

私が「デザインの思考」とはなにか考えるとき、もっとも重要なスタート地点は「データを見ないこと」だと思います。ありとあらゆる白書も、マーケティングデータも見てはいけません。ではなにをすればいいのか。対象となる事象をとにかく自分で体験してみることから始めるのです。

地域おこしを考えているなら、ひたすらほかの地域を訪れます。宿泊施設の開業を検討しているなら興味のある施設に泊まってみます。そして重要なのは、その際に自分の興味と趣味に走らないこと。自分自身をどれだけ俯瞰しながら体験できるか、そこが重要なのです。

できるなら、自分自身のなかにいくつもの価値観を存在させて、多重人格的に体験するのです。どのようなタイプの人から「共感」を得られるのか、自分のなかで複数の検証を行うのです。データを見るのはそのあとです。

なぜなら、データというのは統計をとる時点から、誰かの個人的価値観が介在しています。たとえ恣意的な意図がなくても、設問の一字一句によって必ず差が出ます。さらに白書やマーケティングリサーチの結果報告書などには、個人的価値観が強く介在します。データを読むには、まず自らが複眼的に、多重人格的に対象となる事柄を体験することが重要で、その上で、そのデータがどの見地に立って書かれたものなのかを加味しながら検証しなければならないのです。

重要なことは、自分のセンス、つまり肌感覚を磨くこと。さらに多数の人格で、ものごとを見る訓練が必要だと思うのです。

私たちの会社ではこの作業を「現実社会とデータの反復検証」と呼んでいます。私は編集長として雑誌の特集を決める際にも、まったく下調べをしません。本屋にも行きませんし、ネットも見ません。正直な話、特集タイトルはなんでもいいのです。

すし特集と天ぷら特集ではすし特集のほうが売れるのはわかっていますし、食べ放題特集と野菜特集では圧倒的に食べ放題特集が売れることもわかっています。これは、調べなくても、それまでの経験からすでにわかっていることです。

ですから「部数を取りたい！」と思えば「すし特集」ですし、「部数はいらぬから特定の層にコミットしたい！」と思うならば「野菜特集」にすればいいのです。

通常、すし特集と決めると、たいていの編集部ではまずはリサーチを行います。ネットをひたすら調べ、本や類誌を買い込み、それらの情報からある程度の企画と取材先を決めてしまうのです。

しかし私たちのアプローチは異なります。まずはなにも調べないで適当なすし屋に行くのです。そしてすしを食べながら、まわりの人を観察したり、自分自身のなかに他の人格を思い描きながら、「いま、消費者がどんなすしを好んでいるのか」を考えます。その後、部数を取りたい場合はあらゆる人格を憑依させて、最大公約数の嗜好をひたすら検証します。ある特定の層にコミットしたいならその層の人を憑依させて、嗜好を探るのです。

この作業は回数を重ねれば重ねるほど、精度を増します。

自分の肌感覚や直感を大切に、現地で「心に引っかかったこと」に対して「なぜそう感じたのだろう」「その場にいたほかの客は、なぜそういう行動をとっていたのだろう」という、徹底した検証・考察を行うのです。

## 7. 共感の統合

多くの人格を同時に脳内で走らせて「現実社会とデータの反復検証」を行ったあとは、膨大にふくれあがった脳内の情報を統合していきます。自分のなかに形成された複数の人物から「必要とする」人物を抜き取り、それらの価値観を同時に走らせながら、共通する価値、つまり「共感ポイント」を探っていくのです。

「共感ポイント」とはその特定の人たちの流行でもあり、ときには世相でもあります。そしてひとつの大きなトレンドを見つけたら、自分の会社とコミットする点がどこなのか、さらに検証します。潜在的にアピールするにはどうしたらいいのか。さらに共感の輪を広げるにはどうしたらいいのか。今度は脳内の価値観を一本化しながら、つまり複数の人格を一本化しながら、反復検証を重ねるのです。

私はこの作業を「共感の統合」と呼んでいます。いわば多重人格者をひとつの価値観を持つ人間に戻す作業といえいいでしょうか。ここにいる「ひとつの人間」というのは、自分ではありません。自分たちが目指す方向性とコミットする複数の人たちの「意識共同体」のようなもの。「共感の集合体」ともいえます。ここにたどりつけば、いままで見えなかった地下を流れる巨大水脈が見えてきます。

雑誌でいうならば、ここがまさに「編集」という作業です。ある特定の層にコミットするために、最小の労力で最大の効果を出すにはどうしたらいいのか。限られた誌面のなかに、なにを掲載するのか。なにを採用し、なにをボツにするのか。

ここで絶対にやってはいけないのは、複数の人格で編集作業してはいけない、ということです。反復検証は複数の人格を必要としますが、「編集」はひとつの人格でなければならないのです。雑誌では編集長がこの部分に絶対的な権限を持っていますが、それは限られた誌面で最大の効果を生むためには、「ブレない」ことが重要だからです。しかもそれは編集長自身の人格ではいけません。私のつくっている『自遊人』であれば、編集長は「自遊人」という人格でなければならないのです。

『里山十帖』を例に説明するとどうなるのでしょうか。「現実社会とデータの反復検証」では、宿泊客が、

誰と、どんな目的で宿を訪れ、またそこになにを望んでいるのかを考えています。首都圏から近い箱根・伊豆にはどんなお客様が来ているのか。宿のタイプによって客層はどう変わるのか。山梨や長野の場合はどうか。また、全国の宿ではどうか。『俵屋旅館』や『玉の湯』『二期倶楽部』といった、ほかにはない個性を打ち出している宿はどうか。

私の場合はいままで温泉入湯数で1300、見学も含めて訪ねたことのある宿が3000軒程度ありますから、その記憶を引き出しながら、あらゆる顧客層をイメージして、ひたすら妄想するのです。

想像するのは宿だけではなく。レストラン、スパ、スキーリゾート……、関連しそうなあらゆる場所と人物の組み合わせを妄想するのです。

さらに、妄想した人物から、誰が新潟・魚沼に来てくれる可能性があるか、どういう施設なら来てくれるかを考えます。具体的に例を出すならば、新潟初のブランドスパを誘致した宿をつくったらこんな層が来るだろう、とか、オーガニックをテーマにしたらこんな層とか、食べ放題にしたらこんな層とか……とにかく、ありとあらゆる組み合わせを考えます。

その後、はじめて自分の会社の方向性、やりたいことと、妄想した嗜好と可能性を結びつけるのです。提供する食事はオーガニック&デトックスをテーマにしたいが、そこに来る人はどんな人だろうとか、自宅のように暮らすことをテーマにしたいが、このタイプの人からはクレームが出るだろうな、とか。ここでもあらゆる人物を自分に憑依させて、自分自身の感覚として「共感」していくのです。

## 8. 思考のスクラップ&ビルド

デザイン的思考は、世の中の微妙な空気感や世相

を自分のなかに取り込んでいく考え方ですから、1年後には1年後の結論がありますし、3年後には結論がまったく違うものになるのは当然です。

石橋を叩いて叩いて、検証して検証して、と時間をかけていると、その間に結論は変わってしまいます。そのときに自分が肌で感じたリアルな直感値を猛スピードで検証して、やると決めたらすぐにやらないと、答えが変わってしまう。つまり、結論は時間軸とともに変化するのです。

一般的に会社でのミーティングは、時間を決めて、複数回の積み重ね型で結論を出していくと思います。積み重ね型の合議制は、ある意味公平で、知恵を出し合い、リスクを検証できるとも考えられますが、現実的には声の大きい人の意見に流され、しかも時間軸とともに急速に陳腐化していくことも多いのではないのでしょうか。

いったんつくり上げた、しかも合議制で積み重ねたロジックを白紙に戻すのは容易ではありません。しかしデザイン的思考では、ときには「白紙に戻して考える」「いままでのロジックを崩す」という作業も必要になります。デザイン的思考から生まれた「共感の統合」、つまりひとつのアイデンティティは、「勘ピュータ」が導き出した答えなのです。検証数が少なければ統合した共感と価値観そのものが間違っていることもありますし、各論の修正は絶えず行わなければいけません。

絶えず人間の微妙な肌感覚を検証し、そのゆらぎによる調整をかけていく必要があるのです。この作業を私たちは「思考のスクラップ&ビルド」と呼んでいます。

### 2015年度 第12回 公開研究会へのご案内

共催：日本リアルオプション学会 「価値創造のイノベーションと戦略」研究部会

早稲田大学ファイナンス稲門会

協賛：早稲田大学ファイナンス研究センター

テーマ： 『富士急グループの経営戦略』

～「エンターテインメント」力を成長のドライバーとする ONLY1 企業に～

講師： 齊藤 隆憲 氏 富士急行株式会社 IR 推進室 部長

司会：小林 孝明 氏 NRI (株) 野村総合研究所 上級研究員

日時：2016年3月17日(木) 18:00 - 19:45

場所：野村総合研究所 会議室、千代田区丸の内 1-6-5 (丸の内北口ビル9階)

交通アクセス：[http://www.nri.com/jp/company/map/nri\\_honsha.html](http://www.nri.com/jp/company/map/nri_honsha.html)

- ・ 参加申込み先/お問い合わせ先：日本リアルオプション学会ホームページ <http://www.realopn.jp/> の「公開研究会のお申し込みはこちらへ」の申込みページからお願いいたします。

<公開研究会 2015年11月26日：講演要旨 於：野村総合研究所 会議室>

## 「グループ連邦経営」への挑戦

～変化に対応する柔軟なビジネスモデル構築を目指して～

川井 潤

(株式会社クリエイト・レストランツ・ホールディングス 専務取締役)

### 1. 当社概要および沿革について

株式会社クリエイト・レストランツ・ホールディングスは、1999年に三菱商事の社内ベンチャーとして創業された。当社社長の友人であった筆者は、当社の内部管理体制強化及び上場準備のため、2003年に日本興業銀行（現在のみずほ銀行）から転職し、管理本部長として経営に参画した。

当社は、その社名が示す通り、多様な業態・店舗を直営で全国展開する外食企業であり、そのブランドは「しゃぶ菜」、「はーべすと」、「デザート王国」、「磯丸水産」、「鳥良」、「かごの屋」など180を超える。事業規模としては、約800店舗、売上高で約1,000億円（2016年2月期見込み）の東証一部上場企業である。

創業以来、三菱商事による信用力などを後ろ盾としながら、商業施設等への出店を中心とした店舗数の拡大によって成長し、2005年には東証マザーズの上場を果たした。特に2006年2月期から2008年2月期までは、大型の郊外ショッピングセンターの建設が急ピッチで進んだことを背景として、毎年100店舗規模の大量出店により急成長を実現した（急成長期）。

ただし、2009年2月期に入ると、ショッピングセンター建設の一巡と、急激な出店拡大の歪みが見られたことから、新規出店を抑えながら不採算店舗の整理を進めたことで店舗数及び売上高は縮小を余儀なくされた（調整期）。

その後、不採算店舗の整理・業態変更およびコスト・コントロールによる利益率の改善に効果が表れたことから、2010年に持株会社制へ移行、2012年に三菱商事との資本関係を解消し、2013年2月期からは新たな成長戦略としてM&Aや海外展開を実施、2013年に東証一部へ市場変更するなど、現在は新たな成長フェーズを迎えている（グループ拡大期）。

本稿では、当社が急成長期、調整期、グループ拡大

期とそれぞれの事業環境の変化に合わせて、どのように戦略を変更・調整してきたか、について論ずる。なお、本稿はあくまで筆者個人の論考を表現したものであることを念のため申し添えさせて頂く。

### 2. 創業時・急成長期の「マルチブランド・マルチロケーション戦略」

#### 2.1 創業時の時代背景

「外食元年」と呼ばれた1970年頃、すかいらーくやケンタッキー・フライドチキン、ロイヤルホスト、マクドナルドといった外食企業が米国流のチェーン理論を日本に導入したことで、外食の産業化が始まった。具体的には、セントラルキッチンを自前で持ち、レシピやオペレーションをマニュアル化するなどして標準化・合理化を進める手法である。その後、消費者のモータリゼーションの動きに呼応して、ロードサイド等への出店を進め、外食産業の市場規模は大きく拡大した。

ところが、1980年代後半のバブル崩壊期を迎え、1997年をピークとしてその市場規模が縮小し始めると、外食産業は転換期を迎えることになった。消費者は、比較的廉価でコモディティ化したチェーン店舗を日常的に利用する一方、既に一般化した海外旅行やインターネット上に溢れる「食の情報」に基づいて、今までにない新しい価値や非日常感を求めるようになっていった。

その後長いデフレ時代を迎えるにあたり、コモディティ化した商品を主として扱う外食企業は、コンビニエンスストア等による中食の参入もあり、熾烈な過当競争を繰り広げることになった。一方、こうした競争から抜け出すためには、外食企業は、消費者に新たな付加価値を提供することが必須になった。

#### 2.2 よいロケーションとは

こうした変化を目のあたりにした当社は、後発の

外食企業として、当初から「チェーン戦略」に基づくブランド展開を採用するのではなく、集客立地に合致したコンセプトを自ら創造し、多様なレストランを運営する「マルチブランド・マルチロケーション戦略」を採用した。すなわち、外食チェーン企業のようにブランドを立ち上げてからロケーションを探すのではなく、むしろ人が集まっているロケーション（集客立地）を探してから、それに合致したブランドを創造することにより、顧客のニーズを捕捉する手法を採用したのである。

釣りの例に例えると、分かりやすいかも知れない。魚が集まっている良い漁場であっても、多くの熟練した「釣り人」が集まっている場所で、初心者が釣果をあげることは極めて困難であろう。これを外食産業に置き換えると、潜在顧客が多いからというだけの理由で、新宿駅前や渋谷駅前でノーブランドの飲食店を立ち上げたとしても、よほどの付加価値を提供できない限り、過当競争に巻き込まれ、成功を取めることは極めて難しい。

もし初めて釣りに挑戦するのであれば、あらかじめ食欲旺盛な魚が用意されていて、過度な競争がされないように区画が整理された「釣り堀」に行くのがよい。それと同じように、目的顧客を惹きつけるブランドを未だ持たない新規の外食企業としては、飲食以外の目的で多くの人が集まっている集客立地に店すべきである、と考えたのである。

例えば、東京ディズニーランド内のレストランは概ね盛況であるが、顧客の目当てはあくまでアトラクションやパレードなどの各種エンタテイメントであって、目的としての飲食のプライオリティはさほど高くないのが現実であろう。2～3時間を集客立地で過ごし、空腹になった顧客に対して、飲食を提供する「機能」（ブランドではない）が結果として求められているのである。

同じように、郊外のショッピングセンター、百貨店、駅ビルといった「集客立地」においても、買い物に来られた顧客は、食事の時間を迎えると、併設されたレストラン街を訪れ、「とりあえずここで済ませよう」となる場合が殆どであろう。かかる立地に店を出ることができれば、路面繁華街の過当競争から逃れることが可能になる。

### 2.3 マルチブランド・マルチロケーション戦略

問題は、どのようにすればこうした集客立地に店を出せるか、である。そこで重要になるのが「業態の創造・提案力」である。商業施設オーナーは、自らの新規施設の魅力を向上させるために、どこにでもあ一般的チェーン店舗ではなく、その施設の顧客

層のニーズに合致したユニークかつオンリーワンの店舗を誘致したい、と考えている。そこで、既に完成された展開済のブランドを売り込むのではなく、商業施設オーナーのニーズを汲み取り、それに合致したブランドを開発運営する、という手法をとった（当時は、三菱商事という親会社の高い信用力も出店の武器になったかも知れない）。この「集客立地にオーダーメイドで出店する」手法を「マルチブランド・マルチロケーション戦略」と名付け、店舗展開を推進した。

当社のこの戦略は、従来のチェーン戦略とはいくつかの点で大きく異なっている。一般的なチェーン戦略は、国民経済の拡大期に、プロダクトアウトの発想で効率的に店舗展開を行う手法であるが、当社のマルチブランド・マルチロケーション戦略は、国民経済の変革・成熟期にマーケットインの発想で付加価値のあるブランドを展開する、という手法である。

このようにして施設オーナー（ディベロッパー等）の様々なニーズに対応し、和食、洋食、中華のほか、エスニックやカフェなど多岐にわたる業態を運営することで、比較的出店のハードルが高い商業施設においても、複数の店舗を出店することで展開を有利に進めることができたのである。

表1：チェーン戦略との違い

	チェーン戦略	マルチブランド・マルチロケーション戦略
経営環境	拡大期	変革期
アプローチ思想	プロダクトアウト	マーケットイン
オペレーション	マニュアル対応	現場主導 (権限移譲)
スクラップ & ビルド (適応力)	困難	容易
競争優位	コスト競争力	付加価値創造

## 3. 持続的・安定的な成長に向けた戦略調整

### 3.1 「改正まちづくり三法」の施行による環境変化

ただし、冒頭に述べたとおり、当社のこれまでの業績は順風満帆であった訳ではない。2007年11月に大型ショッピングセンター等の商業施設が地元の商店街や近隣自治体に悪影響を与える（いわゆる「シャッター街問題」）として、店舗面積1万平方メートルを超える大型郊外型施設について建設の抑制がかけられた。いわゆる改正まちづくり三法の施行である。

施行前には、大型の郊外型ショッピングセンターの建設が急ピッチに進んだことが背景にあり、当社

も大量出店により高い売上高成長を実現してきた（成長期）。

しかしながら、2009年2月期に入ると、法律改正後のショッピングセンター建設の一巡を原因として、新規出店数が頭打ちとなった。また施行前に乱立したショッピングセンターの淘汰に加えて、当社においても施行前の大量出店の影響により、一部で立地の見誤り、業態の不適合が生じ、不採算店舗が増加することとなった。

### 3.2 不採算店舗の整理とコスト・コントロール強化

元来、マルチブランド・マルチロケーション戦略は、チェーン戦略が掲げるオペレーションの標準化・効率化を一部否定し、個店毎の裁量運営を容認するものであったため、店舗における人件費等のコスト・コントロールの徹底に甘さを残していた。

そこで続く4年間をかけて、新規出店を抑えながら不採算店舗の整理とコスト・コントロールの強化に努めることとした（調整期）。

具体的には、従来のチェーンストア理論に習い、全店舗の労働生産性をリアルタイムで把握するシステムを開発導入し、従業員一人あたりが1時間あたりにお客様を接客する数（人時客数）を本社で管理する体制に移行した。

これにより社員を含めた店舗人件費を限りなく変動費化することに成功した。また店舗数及び売上高はいったん縮小傾向をたどったものの、利益率は大きく改善した。

## 4. 第二の成長戦略：「グループ連邦経営」

不採算店舗の整理・業態変更およびコスト・コントロールによる利益率の改善に効果が現れたことから、2010年に持株会社制へ移行、2012年に三菱商事との資本関係を解消するなど、資本政策を見直した後、2013年2月期からは新たな成長戦略に基づく第二の成長を目指した。ここでは、国内商業施設の建設スピードや景気動向といった他律的な要因に左右されない自律的な成長を可能とする戦略が求められた。その成長を支えるのが「グローバル戦略」と「M&A戦略」である。

### 4.1 グローバル戦略

日本国内の少子高齢化により、外食産業の市場規模は引き続き縮小傾向に向かうと予想される一方、海外に目を向けると、昨今の所謂インバウンド効果・健康志向の広まりも手伝って、中国やASEAN諸国における日本食ブームは、富裕層のみならず中流層にも拡大しつつある。このような環境の下、当社の強み

である商業施設立地におけるマルチブランド・マルチロケーション戦略は、これら海外諸国においても有効であると判断した。

当初、一人当たりGDPの伸長率が高く、人口増加が見込まれる中国でのショッピングセンターへの出店を目指した。2008年に上海現地企業と合弁会社を設立したことを皮切りに、2010年に中国において独資進出を果たしたが、和食に対する浸透度の低さから平均客単価が上昇せず、苦戦した。

結果として、中国進出は不味に終わったものの、2011年にシンガポール、2012年に香港におけるショッピングセンターへの出店は成功を収め、そのノウハウを活かして2014年に台湾に進出、2016/2期は海外部門の黒字化を見込んでいる。

今後は和食人気の高い北米やASEAN地域（インドネシア、マレーシア、ベトナム、タイなど）への展開により、4年間で100億円の売上高増加を目指している。

海外における成長を支えるのは、拠点マネジメントの現地化・高度化であると考えている。海外現地法人の立ち上げ時においては、国内から派遣された日本人が国内の成功を参考にしながら、立地開発やブランド開発を行わざるを得ない場合もある。

しかしながら、複数店舗を構え、店舗展開が活性化する成長期においては、現地の事情に詳しいローカル人材を現地法人のトップに据えて、持株会社のグループ方針の下、現地法人毎に裁量運営を容認して舵取りを任せることが重要である。この方針に基づいて当社グループでは、既に香港や台湾においては、それぞれローカル人材を現地法人の社長に据えている。

### 4.2 M&A 戦略

当社は従来、ナショナルチェーン企業による競争の激しい繁華街・路面立地やロードサイド立地を嫌い、集客力のある商業施設に立地を絞ってマルチブランド・マルチロケーション戦略に基づいて事業展開を行ってきた。しかしながら、こうした立地ポートフォリオの偏重は、景気動向や法制度の変更により商業施設の建設スピードが鈍化すると、再び新規出店の機会が減少しかねない。

そこで、いくつかの試行錯誤を行った結果、繁華街・路面やロードサイドにおいても立地の優位性が極めて重要であり、かかる立地における出店ノウハウや立地情報をこれから自前で積み重ねるよりも、既に実績のある外食企業をM&A（資本提携）することでグループを形成し、共に成長を目指す手法が効率的であると判断した。

一般に、外食チェーン企業による M&A は、グループ化して規模の利益により食材等の購買を一元化することで購買力を高め、コストメリットを追求するケースが多い。しかしながら、当社グループでは、これまでも 2007 年に和食ブランドの吉祥、2012 年にイタリア料理の(株)ルモンデグルメを持株会社の傘下に収め運営する中で、各事業子会社にオペレーションの共通化を強制せず、事業子会社毎に裁量運営を容認する手法を採用し、一定の効果を発揮していた。

そこで今後の M&A 戦略においても、①収益性、②ブランド力、③成長余力、そして④情熱ある経営者、を有する候補企業であれば、あえて親会社(持株会社)の論理(求心力)を押し付けるのではなく、これまで通り事業子会社が裁量を効かせた形(遠心力)で共に成長していく手法を採用することとした。

このような当社の M&A 戦略は、グループ傘下入りを検討する資本提携先(花嫁候補企業)にとっては魅力的に映る。株主が持株会社になるものの、店舗オペレーションやマネジメントスタイルを大きく変える必要がなく、グループ会社としての共通のプラットフォーム(資金提供や人材募集の支援、コスト管理システム)を効率的に利用できるからだ。

こうしたメリットに魅力を感じ、2013 年には、居酒屋業態の SFP ダイニング(株)、および AW キッチンブランドを有する(株)イトウォークの2社、2014 年にはつけめん TETSU ブランドを有する(株)YUNARI、2015 年にロードサイド和食の KR フードサービス(株)、および海外テーマレストランの RC ジャパン(株)の2社が次々と M&A を通じて当社グループに加わった。その後、SFP ダイニング(株)については、2014 年 12 月に東証 2 部に新規上場している。

このようにグローバル戦略を支える海外現地法人や、M&A を通じて加わった事業子会社に対して一定の裁量運営を容認し、持株会社(親会社)が様々なシナジー効果の発現や共通のプラットフォームの提供を通じて更なる成長をバックアップすることにより、最終的にグループの成長を図る成長戦略を、当社では「グループ連邦経営」を呼んでいる。

## 5. VISION2020 の成長シナリオ

当社は、4 年後の成長イメージとして「VISION 2020」を発表している。その中で、オリンピックイヤーである 2020 年までに「グループ連邦経営」を更に発展させることにより、強いポートフォリオの構築による継続的成長を目指している。

これまでの M&A により、従来の商業施設立地に加えて、繁華街・駅前立地(SFP ダイニング)やロードサイド立地(KR フードサービス)のほか、海外(中華圏、ASEAN など)を含めて、立地(ロケーション)の多様性が図られてきた一方で、業態(専門ブランド)の種類も拡充してきたことから、立地の多様性と様々なブランドの専門性の掛け合わせをさらに追及することにより、新たな成長機会を生み出すことが可能であると考えている。

定量的には、①商業施設を中心とした出店、②更なる国内 M&A、③グローバル展開、の3つで、現在の売上高 1,000 億円から 2020 年には売上高を 2,000 億円にしたい。具体的には、従来の商業施設立地における出店でプラス 600 億円、国内 M&A でプラス 300 億円、海外展開でプラス 100 億円、というイメージであることを目指してこれからも事業に邁進したい。

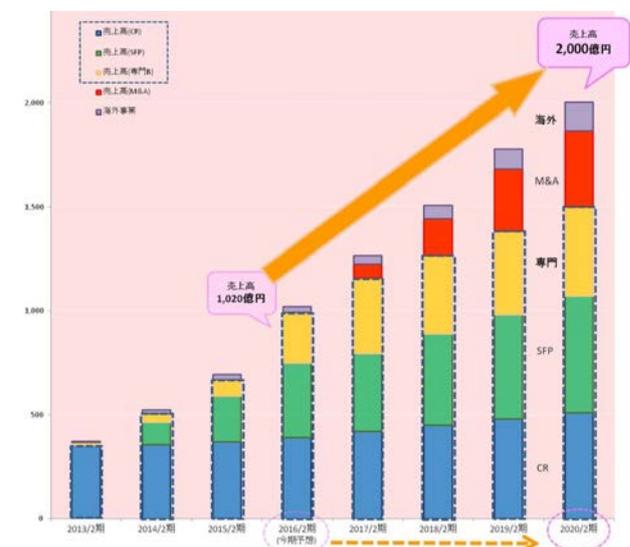


図1：VISION2020の成長イメージ(会社資料より)

## プロジェクトの総合的評価法 (5)

宮原 孝夫

名古屋市立大学名誉教授、立命館大学客員教授

## 6. 動学的リスク鋭感的価値尺度

プロジェクトの推進過程における戦略の選択（すなわち、リアルオプション・アプローチ）は時間の経過とともに各時点でなされる。従って、プロジェクトの価値評価は各時点ごとになされる必要がある。それを可能にするものが動学的価値尺度である。

## 6.1. 動学的凹マネタリ価値尺度

まず、動学化した形値の定義を与える。

## 定義 6.1 (動学的凹マネタリ価値尺度)

各時点  $t, t = 0, 1, 2, \dots, T$ , ごとに凹マネタリ価値尺度 (a concave monetary value measure)  $v_t(X): L(F_T) \rightarrow L(F_t)$  が定義されているとき、その全体  $\{v_t(X), t = 0, 1, 2, \dots, T\}$  を動学的凹マネタリ価値尺度 (dynamic concave monetary value measure) と呼ぶ。

## 6.1.1. 動学的価値尺度と時間的整合性

動学的価値尺度が適切な評価尺度であるための要請として、時間的整合性の問題がある。すなわち、プロジェクトの推進過程における戦略の選択は時間の経過とともになされるので、各時点での価値評価が統一的な基準で整合性を持ってなされることが望ましい。上に導入した動学的マネタリ価値尺度がそのような性質を持っているための条件として導入されているものが時間的整合性 (time consistency) の概念である。これは次のように定義される。

## 定義 6.2 (時間的整合性(time-consistency))

動学的マネタリ価値尺度  $\{v_t(X), t = 0, 1, 2, \dots, T\}$  が次の性質

$$\begin{aligned} v_t(X) &= v_t(v_{t+1}(X)), \\ t &= 0, 1, 2, \dots, T-1, \end{aligned} \quad (6.1)$$

を持っているとき、時間的整合性 (time-consistency) を持っていると言う。

いま時間的整合性を持った動学的凹マネタリ価値尺度が一つ与えられたとして、それを  $\{v_t(X), t = 0, 1, 2, \dots, T\}$  する。この時、 $F_t$ -適合的なキャッシュ

フロー  $C = \{C_1, C_2, \dots, C_T\}$  に対して  $\tilde{C}_t = \frac{C_t}{(1+r)^t}$  と置いて、

$$\begin{aligned} v_0(RPV(C)) &= v_0\left(v_1\left(\sum_{s=1}^T \tilde{C}_s\right)\right) \\ &= v_0\left(\tilde{C}_1 + v_1\left(\sum_{s=2}^T \tilde{C}_s\right)\right), \end{aligned} \quad (6.2)$$

$$\begin{aligned} v_1\left(\sum_{s=2}^T \tilde{C}_s\right) &= v_1\left(v_2\left(\sum_{s=2}^T \tilde{C}_s\right)\right) \\ &= v_1\left(\tilde{C}_2 + v_2\left(\sum_{s=3}^T \tilde{C}_s\right)\right). \end{aligned} \quad (6.3)$$

が成立する。同様にして

$$\begin{aligned} v_t\left(\sum_{s=t+1}^T \tilde{C}_s\right) &= v_t\left(v_{t+1}\left(\sum_{s=t+1}^T \tilde{C}_s\right)\right) \\ &= v_t\left(\tilde{C}_{t+1} + v_{t+1}\left(\sum_{s=t+2}^T \tilde{C}_s\right)\right) \end{aligned} \quad (6.4)$$

を得る。ここで

$$V_t = \tilde{C}_t + v_t\left(\sum_{s=t+1}^T \tilde{C}_s\right) \quad (6.5)$$

と置くと、( $\tilde{C}_0 = 0$  として)次式が得られる。

$$\begin{aligned} V_t &= \tilde{C}_t + v_t(V_{t+1}), \quad t \\ &= 0, 1, \dots, T-1, \end{aligned} \quad (6.6)$$

$$V_T = \tilde{C}_T. \quad (6.7)$$

この関係式により、 $\{V_t; t = T-1, T-2, \dots, 0\}$  を最終時点から再帰的に求めることができ、最終的に

$$\begin{aligned} V_0 &= \tilde{C}_0 + v_0(V_1) = 0 + v_0\left(\sum_{s=0}^T \tilde{C}_s\right) \\ &= v_0(RPV(C)) \end{aligned} \quad (6.8)$$

が求まる。

## 6.1.2. 再帰的评价とベルマン方程式

上で時間的整合性を持った動学的マネタリ価値尺

度に対して行った考察を戦略 (コントロール) を入れた場合に行うことにより、次のような結果が得られる。

いま  $F_t$ -可予測な戦略

$$\Phi = \{\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_T\} \quad (6.9)$$

のクラスがあり、各戦略  $\Phi$  に対して得られるキャッシュフローを

$$\mathbf{C}^\Phi = \{C_1^\Phi, C_2^\Phi, \dots, C_T^\Phi\} \quad (6.10)$$

とする。ここで、プロジェクトの構造が、このキャッシュフローが  $F_t$ -適合的になるような構造になっていることを仮定する。このキャッシュフローを現在

価値  $\tilde{C}_t^\Phi = \frac{C_t^\Phi}{(1+r)^t}$  に変換したものを

$$\tilde{\mathbf{C}}^\Phi = \{\tilde{C}_1^\Phi, \tilde{C}_2^\Phi, \dots, \tilde{C}_T^\Phi\}, \quad (6.11)$$

とする。このとき、時間的整合性を持った動学的マネタリ価値尺度  $\{v_t(X), t = 0, 1, 2, \dots, T\}$  による最適戦略によるキャッシュフローの評価額は次のように計算される。

$$\begin{aligned} \bar{V} &= \sup_{\Phi} \left\{ v_0 \left( RPV(\mathbf{C}^\Phi) \right) \right\} = \sup_{\Phi} \left\{ v_0 \left( \sum_{t=1}^T \tilde{C}_t^\Phi \right) \right\} \\ &= \sup_{\Phi} \left\{ v_0 \left( v_1 \left( \sum_{t=1}^T \tilde{C}_t^\Phi \right) \right) \right\} \\ &= \sup_{\Phi} \left\{ v_0 \left( \tilde{C}_1^\Phi + v_1 \left( \sum_{t=2}^T \tilde{C}_t^\Phi \right) \right) \right\} \\ &= \sup_{\phi_1} \left\{ v_0 \left( \tilde{C}_1^\Phi + \sup_{\phi_2, \dots, \phi_T} \left\{ v_1 \left( \sum_{t=2}^T \tilde{C}_t^\Phi \right) \right\} \right) \right\} \\ &= \dots \\ &= \sup_{\phi_1} \left\{ v_0 \left( \tilde{C}_1^\Phi + \sup_{\phi_2} \left\{ v_1 \left( \tilde{C}_2^\Phi + \dots \right. \right. \right. \right. \\ &\quad \left. \left. \left. \dots \sup_{\phi_T} \left\{ v_{T-1} \left( \tilde{C}_T^\Phi \right) \right\} \right\} \right\} \right\}. \end{aligned} \quad (6.12)$$

この公式はベルマン方程式の形をしており、時間的に逆向きの再帰方程式になっている。従って、マルコフ的な構造の下では、マルコフ確率制御理論の手法が適用できる。

## 6.2. リスク鋭感的価値尺度の動学化

リスク鋭感的価値尺度を動学化して、次の動学的リスク鋭感的価値尺度 が定義される。

**定義 6.3.**  $\alpha > 0$  に対して

$$U_t^{(\alpha)}(X) = -\frac{1}{\alpha} \log E \left[ e^{-\alpha X} | F_t \right], \quad t = 0, 1, \dots, T. \quad (6.13)$$

をリスク回避度  $\alpha$  の動学的リスク鋭感的価値尺度 (risk-sensitive dynamic value measure) と言う。

### 6.2.1. 動学的リスク鋭感的価値尺度の時間整合性

上で導入された動学的リスク鋭感的価値尺度が時間的整合性を持っていることは容易に確かめられる。従って、リスク鋭感的価値尺度を実際プロジェクトの評価に使う場合には、リアルオプション・アプローチが自然な形で適用可能である。

重要なことは、他の望ましい性質とともに時間整合性を持った凹マネタリ価値尺度は、ほぼこの動学的リスク鋭感的価値尺度に限られるということである。これについて説明する。

4節で検討したように、適切な凹マネタリ価値尺度は効用無差別価値の中から選ぶことが妥当であった。その立場から、「効用無差別価値として構築される動学的凹マネタリ価値尺度が時間整合性を持つような効用関数は何か？」という問題が生じる。これに対して、次のような結果が得られている。

**命題 6.1 (Kupper and Schachermayer (2009))** 或る適当な仮定の下で、効用無差別価値として構成される時間的整合性を持った動学的凹マネタリ価値尺度は動学的リスク鋭感的価値尺度に限られる。

**注意 6.1.** この命題を効用関数に対して言いなおせば、「或る効用関数からの効用無差別価値として定まる動学的凹マネタリ価値尺度が時間的整合性を持つのは、その効用関数が指数型の効用関数の場合でありかつその場合に限られる。」ということである。

### 6.2.2. 動学的リスク鋭感的価値尺度によるプロジェクト評価

戦略  $\Phi$  およびそれに対応して得られるキャッシュフロー  $\mathbf{C}^\Phi$  および  $\tilde{\mathbf{C}}^\Phi$  は前と同じものとする。評価は次のようになる。

$$U^{(\alpha)}(RPV(\mathbf{C}^\Phi)) = -\frac{1}{\alpha} \log E \left[ e^{-\alpha \sum_{s=1}^T \tilde{C}_s^\Phi} \right], \quad (6.14)$$

$$U_t^{(\alpha)}(RPV(\mathbf{C}^\Phi)) = -\frac{1}{\alpha} \log E \left[ e^{-\alpha \sum_{s=1}^T \tilde{C}_s^\Phi} | F_t \right], \quad t = 1, 2, \dots, T, \quad (6.15)$$

$$\bar{V} = \sup_{\Phi} \left\{ -\frac{1}{\alpha} \log E \left[ e^{-\alpha \sum_{t=0}^T \tilde{c}_t^{\Phi}} \right] \right\}. \quad (6.16)$$

**注意 6.2** この形をみると、これはリスク鋭感的コントロール (risk sensitive control) の形をしている。この事実が、「リスク鋭感的価値尺度 (risk-sensitive value measure)」なる命名の主たる理由である。

ここで得られた値  $\bar{V}$  がリアルオプション・アプローチを使った場合のリスク鋭感的価値尺度によるプロジェクトの評価値である。この結果、次のような判断がなされよう。

(1)  $\bar{V} > 0$  の場合、最適戦略の採用を前提にしてプロジェクトを実行する価値がある。

(2)  $\bar{V} \leq 0$  の場合、プロジェクトは実行する価値が無い。

### 6.2.3. プロジェクトの評価値 $\bar{V}$ の計算

いまの場合、Bellman 型の逆向き方程式は、次のようになる。

$$\begin{aligned} \bar{V} = & -\frac{1}{\alpha} \log \left( \inf_{\phi_1} \left\{ E \left[ e^{-\alpha \tilde{c}_1^{\Phi}} \inf_{\phi_2} \{ E[ \dots \right. \right. \right. \right. \\ & \left. \left. \left. \left. \dots \inf_{\phi_T} \left\{ E \left[ e^{-\alpha \tilde{c}_T^{\Phi}} |F_{T-1}] \right] \dots |F_1 \right] \right\} \right\} \right\} \right). \end{aligned} \quad (6.17)$$

こうして、逆向きに条件付き期待値と最適値を求めてゆけば良く、これは確率的最適化問題を解く場合の標準的な手順である。

以上から、プロジェクトの構造が可能な戦略のクラスも含めて与えられれば、リアルオプション・アプローチを使ったリスク鋭感的価値尺度によるプロジェクトの価値を求める問題は、標準的な確率的最適化理論(特に、リスク鋭感的確率制御理論)を使って解く問題に帰着されることになる。

### 6.2.4. 動学的リスク鋭感的価値尺度の優れた点

すでに前節で述べたリスク鋭感的価値尺度の持つ特徴に加えて、時間整合性を持っていることが分かった。ここで、これらの点を改めて列挙しておく。

(1) 動学的凹マナタリ価値尺度になっている。  
 (2) 指数型効用関数の効用無差別価値である。  
 (3) 規模リスクおよび規模に対する最適性を議論できる。

(4) 独立加法性を持っている。(効用無差別価値の中でこの性質を持つものは、ほぼリスク鋭感的価値尺度のみである。)

(5) 時間整合性を持っている。(効用無差別価値の中でこの性質を持つものは、ほぼ動学的リスク鋭感

的価値尺度のみである。)

(6) 分布の特徴を反映したリスク鋭感的な価値尺度であり、リスクへの態度はパラメーター  $\alpha$  の中に入っている。

## 7. リスク鋭感的価値尺度によるプロジェクトの評価

第4節において価値尺度に基づくプロジェクトの評価法を述べた。そして第5節および6節でリスク鋭感的価値尺度がプロジェクトの価値評価のための望ましい性質を持った価値尺度であることを説明した。本節ではこの評価法の適用法を説明し、さらにこの評価法の利点および検討すべき問題点などについて考察する。

### 7.1. リスク鋭感的価値尺度法の適用手順

これまで、リスク鋭感的価値尺度法の特徴を説明してきたが、具体的な問題への適用は次のような手順でなされることになる。

- 1) 確率モデルの設定
- 2) ランダムなキャッシュフローのランダムな現在価値の計算
- 3) 採用すべきリスク回避度の決定
- 4) 得られたランダム現在価値の RSVM による評価
- 5) リアルオプション・アプローチ等の戦略を考慮した評価
- 6) 採否の判定と最適な規模の設定。

これらの事項について、順次見てゆく。

#### 7.1.1. 確率モデルの設定

まずは評価対象となる確率的なキャッシュフロー列の元になるプロジェクトを確率モデルとして設定することが必要である。その中にはリアルオプション・アプローチとしての戦略が含まれているので、可能な戦略(コントロール)の構造を明確にしたうえで確率的最適制御理論を適用できる構造を持つものとして定式化することになる。簡単なモデルとして、次のようなものが考えられる。

#### 例 7.1 (マルコフ的確率制御理論モデル)

・系の状態空間:

$$S^X = \{s_1, s_2, \dots, s_n\} \quad (7.1)$$

・戦略(コントロール)の状態空間:

$$A = \{a_1, a_2, \dots, a_d\} \quad (7.2)$$

・戦略過程:

$$\Phi = \{\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_T\}, \quad (7.3)$$

$$\phi_t: S^X \rightarrow A \quad (7.4)$$

・ 内的マルコフ過程 :

$$\{I_t, t = 0, \dots, T\}, \quad (7.5)$$

・ 系の状態過程 (制御マルコフ過程) :

$$X_t^\Phi = g(t, X_{t-1}^\Phi, I_t, \phi_t(X_{t-1}^\Phi)) \quad (7.6)$$

$$\in S^X, \quad t = 1, \dots, T$$

ここで、

- (1)  $X_0^\Phi (\in S^X)$  は与えられた初期値
  - (2)  $\phi_t(X_{t-1}^\Phi) \in A, t = 1, \dots, T$  は  $F_t$ -可予測な戦略,
  - (3)  $X_t^\Phi \in S^X, t = 0, \dots, T$  は  $F_t$ -適合的なマルコフ過程、
- となっている。

評価対象のキャッシュフロー列は、系の状態過程  $\{X_t^\Phi\}$  から

$$C_0^\Phi = f_0(X_0^\Phi), \quad (7.7)$$

$$C_t^\Phi = f(t, X_t^\Phi, \phi_t(X_{t-1}^\Phi)), \quad (7.8)$$

$$t = 1, \dots, T$$

として定まる。

### 7.1.2. キャッシュフローのランダム現在価値の計算 ランダムなキャッシュフロー

$$C^\Phi = \{C_1^\Phi, \dots, C_T^\Phi\} \quad (7.9)$$

の割引キャッシュフロー (現在価値に直したもの)

$$\tilde{C}^\Phi = \{\tilde{C}_1^\Phi, \tilde{C}_2^\Phi, \dots, \tilde{C}_T^\Phi\} \quad (7.10)$$

は

$$\tilde{C}_t^\Phi = C_t^\Phi / (1+r)^t, t = 1, \dots, T. \quad (7.11)$$

で与えられる。そしてランダム現在価値は

$$RPV(C^\Phi) = \sum_{t=1}^T \tilde{C}_t^\Phi \quad (7.12)$$

である。

ここで市場金利  $r$  をどのように推定するかが課題になるが、国債の金利体系を元にして推定することが一般的であろう。また、 $r$  をランダムなものとして、時系列  $\{r_t\}$  とすることもありうる。

### 7.1.3. 採用すべきリスク回避度の決定

リスク鋭感的価値尺度法の適用のためには、採用すべきリスク回避度を設定した上でそれに対応した価値尺度  $U^{(\alpha)}(\cdot)$  を採用することになる。(リスク回避度の推定法については、いくつかの案がありうる。) なお、リスク回避度を1つの数値に設定することが困難な場合には、ある幅を持たせて考察することも考えられる。さらに、リスク回避度に重み  $\rho(\alpha)$  を付けた平均値

$$\frac{\int_{\alpha_1}^{\alpha_2} U^{(\alpha)}(X) \rho(\alpha) d\alpha}{\int_{\alpha_1}^{\alpha_2} \rho(\alpha) d\alpha} \quad (7.13)$$

を導入することも考えられる。

### 7.1.4. ランダム現在価値の評価

ランダム現在価値  $RPV(C^\Phi)$  が与えられているものすると、その価値が  $U^{(\alpha)}(RPV(C^\Phi))$  で与えられる。そして、

$$\bar{V} = \sup_{\Phi} U^{(\alpha)}(RPV(C^\Phi)) \quad (7.14)$$

がプロジェクトの価値となる。

### 7.1.5. リアルオプション・アプローチの導入

プロジェクトの推進過程でなされる選択 (プロジェクトの延期、拡大、中止、等) は付加的なオプションと看做せる。複合的なオプションを考えると、それらは戦略としてとらえられる。戦略を柔軟に適用することによりプロジェクトの価値が高まる可能性がある。これがリアルオプション・アプローチである。

すなわち、リアルオプション・アプローチの導入とは戦略  $\Phi = \{\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_T\}$  の導入のことである。その時、最適な戦略によるプロジェクトの価値が当該プロジェクトの価値であり、その値は式 (31) で与えられる。この式は次のようになる。

$$\bar{V} = \sup_{\Phi} U^{(\alpha)} \left( \sum_{t=1}^T \tilde{C}_t^\Phi \right)$$

$$= \sup_{\Phi} \left\{ -\frac{1}{\alpha} \log E \left[ e^{-\alpha \sum_{t=1}^T \tilde{C}_t^\Phi} \right] \right\} \quad (7.15)$$

前節でみたように動学的リスク鋭感的価値尺度は時間整合的であった。そのことから、この  $\bar{V}$  の値は次のように後ろ向きに再帰的に求めることができる。

$$\bar{V} = -\frac{1}{\alpha} \log \left( \inf_{\phi_1} \left\{ E \left[ e^{-\alpha \tilde{C}_1^\Phi} \inf_{\phi_2} \{ E[ \dots \right. \right. \right. \right. \right. \left. \left. \left. \left. \dots \inf_{\phi_T} \left\{ E \left[ e^{-\alpha \tilde{C}_T^\Phi} | F_{T-1} \right] \dots | F_1 \right] \right\} \right] \right\} \right) \right) \right) \right) \right) \quad (7.16)$$

### 7.1.6. 採否の判定と最適な規模の設定

プロジェクトを実行するか否かの判断は、上で得られた  $\bar{V}$  の値を見てなされることになる。リアルオプション・アプローチを導入した結果として、それが無いときには低い評価であったプロジェクトも、柔軟な戦略を導入した結果高い評価となり実行する価値が認められることもありうる。

さらに、プロジェクト (あるいは投資) の最適な規模を決定する。ただし、すでに戦略の中に規模につい

でのオプションが含まれている場合には、上での最適戦略の中に規模も考慮されていることになる。

## 7.2. リスク鋭感的価値尺度法の適用に関する検討課題

### 7.2.1. リスク回避度の算定法

第一の課題は、リスク回避度  $\alpha$  の算定である。これは事業等の主体である企業や個人のリスクへの態度を反映したパラメーターであり、個々の企業や個人に特有のものと考えられる。リスク鋭感的価値尺度法の適用に当たっては、このリスク回避度  $\alpha$  の値が既定値として与えられていることが前提となっている。しかし、これをどう算出するかについては、まだ手探りの状態であり、いくつかの方法が検討されている段階である。

### 7.2.2. 割引率の算定法

第二の課題は、ランダム現在価値を計算するときの割引係数の算定法である。これは、安全資産とされる国債の金利から推定することが標準的な方法であろう。

なお、割引係数もランダムなものであるとして議論することも考えられる。

## 8. リスク鋭感的価値尺度の応用分野

ランダムな要素のある資産の価値評価のほぼあらゆる問題に対応可能であると言えるが、特にランダムネスやリスク要因が大きいと考えられる対象に対して有効である。下にいくつかの応用可能分野を列挙しておく。

### 8.1. 動学的リスク鋭感的価値尺度の活用分野

本稿ではプロジェクトの価値評価を目指して考えてきたが、そこでの対象は戦略を伴ったランダムなキャッシュフロー  $C^{\Phi} = \{C_1^{\Phi}, \dots, C_T^{\Phi}\}$  の評価である。評価尺度にリスク鋭感的価値尺度を採用し、この尺度の下での最適な戦略を採用する。その結果として得られる価値尺度の値が当該プロジェクトの価値である。

この種の問題は、プロジェクトの価値評価が典型的のものと言えるが、ランダムなキャッシュフローの現れるものであれば共通に扱える。その例をいくつかあげておこう。

① 知財の価値評価、研究開発の価値評価、ベンチャー企業の将来性の評価、など。(Mishiro, Miyauchi, and Misawa (2008)、Miyauchi, Miyahara, Misawa, and Okada (2007)など。)

② ポートフォリオの価値評価。ポートフォリオとしては金融資産のポートフォリオと同時に、複数の事業の組み合わせとしてのポートフォリオも入る。(Miyahara and Tsujii (2011) など。)

③ 設備や工場の最適なメンテナンス法 (三輪、宮原 (2010) など。)

これらのうち、②に挙げたものは「複数の事業・投資の総合評価」に通じるものであり、企業の総合的リスク管理 (ERM: Enterprise Risk Management) において重要な役割を果たしうるものと考えている。

### 8.2. リスク鋭感的価値尺度のその他の活用分野

戦略を伴わない一つのキャッシュフロー  $C = \{C_1, \dots, C_T\}$  を評価したい場合には、動学的に扱う必要はなくなる。たとえば、固定的なポートフォリオの評価はその一例である。投資信託の選択基準設定などはそのような問題の一例であろう。

種々の資産の格付けをする問題もリスク鋭感的価値尺度を適用して考察することができる。この場合、§6.6 で導入した内部リスク回避度 (IRRA) が有効性を発揮する。

## 9. 終わりに

今回の連載はこれで一段落です。この「研究メモ」に興味を持って下さった方がおられれば幸いです。そして、ここで述べた RSVM 法の適用を考えていただければ、大変うれしく思います。

私自身もこの方法の有効性について引き続き検討を続けるつもりでいます。その過程で実務的な問題との接点を持つことを希望しており、適用の可能性のある具体的な事例をお持ちの方からのご提案を大いに歓迎したいと思います。

最後になりますが、本稿の執筆を助めてくださった高森先生ならびに投稿に関して種々のアドバイスやお世話をいただいた編集委員の皆様に、心より感謝いたします。

1. Ban, L., Misawa, T. and Miyahara, Y., "Valuation of Hong Kong REIT based on Risk Sensitive Value Measure Method", to appear in International Journal of Real Options and Strategy.
2. Kupper, M. and Schachermayer, W. (2009), Representation Results for Law Invariant Time Consistent Functions, Mathematics and Financial Economics, Vol.2, No.3, 189-210.
3. Mishiro, J., Miyauchi, H. and Misawa, T. (2008), "Project Value Assessment of Thermal Generation Plant by Utility Indifference Net Present Value." The

- 2008 Annual Meeting Record IEE Japan, Vol.6, No.6-040, p.69.
4. 三輪昌隆、宮原孝夫 (2010)、「設備維持管理計画の価値評価に対する 制御マルコフ過程によるリアルオプションアプローチ」、リアルオプション研究、Vol.3, No.1, 1-23.
  5. Miyahara, Y. (2010), Risk-Sensitive Value Measure Method for Projects Evaluation, Journal of Real Options and Strategy, Vol.3, No.2, pp.185-204.
  6. Miyahara, Y. and Tsujii, Y.(2011), Applications of Risk-Sensitive Value Measure Method to Portfolio Evaluation Problems, Discussion Papers in Economics, Nagoya City University, No. 542, pp. 1-12.
  7. Miyauchi, H., Miyahara, K., Misawa, T. and Okada, K. (2007), “Risk Assessment for Generation Investment based on Utility Indifference Pricing”, Proceedings of CIGRE Symposium Osaka Japan 2007, “System Development and Asset Management under Restructuring”, Paper #405, pp.1-6.

### 日本リアルオプション学会 法人会員

日本リアルオプション学会、は以下の法人の方からのサポートを受けています

株式会社 シーエスデー

株式会社 アーク情報システム

株式会社 構造計画研究所

同志社大学 大学院ビジネス研究科

### 論文誌「リアルオプション研究」原稿募集のご案内

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

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

#### 募集する原稿:

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

投稿原稿は、次の3類型に分けて審査されます。

1. 理論研究
2. 応用研究
3. 研究ノート

<査読論文 2016年1月29日採択>

## 不適切会計に揺れる東芝の ウエスチングハウス買収戦略に関する一考察

### Analysis of the Adverse Effect on Toshiba's Firm Value under Accounting Scandal with respect to the Acquisition of Westinghouse

中岡 英隆  
(多摩大学大学院)

Hidetaka Nakaoka  
Graduate School of Tama University

**Summary:** Acquisition of Westinghouse by the international consortium led by Toshiba attracted a great deal of global attention, although Toshiba concluded a secret agreement to give put options to their partners in the deal. As a result, the execution of the options by a partner gave an additional blow to the already daunted Toshiba, when Toshiba was said to suffer a huge loss through its nuclear power engineering business after the Fukushima nuclear disaster due to the Great East Japan Earthquake in 2011, which is said to have eventually triggered off Toshiba accounting scandal. In this paper, we evaluate the put options Toshiba gave to their partners and estimate how much loss Toshiba suffered from the consequences of the Fukushima nuclear disaster, in order to take a better view of Toshiba accounting scandal, through the approach of Real Options, Merton model and the Event Study.

キーワード：東芝不適切会計，企業価値，リアルオプション，マートン・モデル，イベント・スタディ

#### 1. はじめに

東芝が不適切会計に揺れている。2015年7月10日付の日本経済新聞によれば、不適切会計はリーマン・ショック後の半導体の収益悪化と東日本大震災後の原発事業の伸び悩みで、無理な会計処理を重ねたことが背景にあり、東芝は事業構造改革や保有株式の売却を検討して、保有資産を順次手放し、2000億円規模の現金を用意する考えと報じられている。同紙によれば、この懸案となっている資産の筆頭が米国の原子力事業子会社、ウエスチングハウス

(WH) 株の一部であるが、経営環境が厳しい原子力事業の株売却は容易ではなく、今後は売り先を広げて交渉に臨むとみられる。

東芝はこの不適切会計を受けて、2009年3月期から2014年4～12月期までの決算修正として、総額2248億円もの巨額の税引き前利益の減額を行った<sup>1</sup>。さらに、東芝は9月30日の臨時株主総会で経営陣を刷新、11月7日には西田厚聡元社長ら旧役員5人への損害賠償訴訟を提起して、会計不祥事問題に一定のけじめの姿勢を示した<sup>2</sup>。しかしながら、その後もWH社が2012～13年度で合計約13億2000万ドル(約1156億円)ものれんの減損処理を行っていたことが発覚、特に2012年度は減損額が親会社の東芝の連結純資産の3%を上回って、東京証券取引所の適時開示基準に

該当していたにもかかわらず、情報を開示していなかったことが判明した。東芝は、東証から指摘されてようやく11月17日に詳細を開示し、11月27日に室町正志社長がお詫びの会見を行った。同日公表された資料によれば、WH社の営業損益は、この減損が響き2012年度に8億6600万ドルの赤字、2013年度に5億7300万ドルの赤字を計上、WH社を含む東芝の原子力事業全体でも2013年度と2014年度が赤字だったことが明らかにされた<sup>3</sup>。

このように、華やかなM&Aとして脚光を浴びた東芝中心の国際コンソーシアムによるWH社の買収は、結果として東芝の屋台骨を揺るがす不適切会計の大きな引き金となっていったのであるが、その不幸な原因となったのが2011年3月11日の東日本大震災によりもたらされた福島原発事故である。本稿では、リアルオプションの視座を通じて、この東芝のWH社買収戦略の顛末を考察してみたい。

#### 2. 東芝コンソーシアムのWH買収戦略

2006年10月16日、東芝を中心とするコンソーシアムが米国原子力機器大手メーカーWH社を総額54億ドル、約6400億円で買収したが、このWH社買収戦略は当初から波乱含みの様相を呈した。まず、このWH社売却の入札において、東芝コンソーシアムの提示額

1 2015年9月7日付 日本経済新聞夕刊。  
2 2015年11月8日付 日本経済新聞朝刊。

3 2015年11月28日付 日本経済新聞朝刊。

が次点の三菱重工業より 2000 億円も高く、買収は割高との評価が伝わり、WH 社買収が表面化した 2006 年 1 月と買収契約が成立した 2006 年 2 月に東芝株は値下がりした。

さらに、2006 年 10 月 4 日、東芝コンソーシアムの一員で約 20%の出資を期待されていた丸紅が出資を断念したことが発表されるや、翌 5 日に東芝株が前日比 40 円 (5.2%) 安の 723 円で 3 日続落となり、わずか 1 日で時価総額にして 1287 億円余りが失われた。この WH 社買収直前の東芝の株式時価総額の推移は図 1 のとおりである。この株価急落には、もうひとつの要因があり、東芝コンソーシアムの一員で WH 社に 20%出資する米エンジニアリング大手のショー・グループが、丸紅の出資断念表明に合わせて、東芝とショーとの間の密約内容を大筋公表したことがダブルパンチとなった。この両社間の契約によると、2010 年 3 月から 2012 年 9 月の間に WH 社の収益が期待値に満たなければ、東芝はショーからその持分を買い取るということになるというものである。その場合、東芝は WH 社の 97%を保有することとなり、WH 社への投資リスクをほぼ東芝 1 社だけで負う仕組みとなっていたのである<sup>4</sup>。



図 1: WH 買収直前の東芝の株式時価総額の推移

当時の新聞報道では明示的に示されなかったが、このショーと東芝との間の密約はプット・オプションに他ならず、ショーはその WH 保有株を買収後 3 年半から 6 年の間に東芝に売ることができるアメリカン・プット・オプションを東芝から無償で手に入れていたのである。プット・オプションの行使価格は買収時のショーのコスト (約 1280 億円) 近辺であることが報道からは容易に推量されたが、ショーが福島原発事故の翌年にプット・オプションを行使した際、それが約 1250 億円であると報じられ、改めて当初の報道が正確であったことが確認された。

東芝がショーに付与したプット・オプションの価値は、二項モデルにより容易に算定可能である<sup>5</sup>。WH 社買収契約締結時のオプションの原資産価値は 1280 億円、行使価格は 1250 億円、オプションの行使可能期間は契約後 3 年半から 6 年であり、リスクフリーレートは 2006 年 10 月の翌日物有担保コールレート 0.211% を適用する。WH 株は非上場株であったので、株価のボラティリティが市場データから推定できないが、仮に同じ米国企業で原子力機器メーカーであるゼネラルエレクトリック (GE) 社の当時の株価のボラティリティ 19.83% で代替すると、オプション価値は 218.3 億円と推定される。ただし、GE 社が世界でも有数の安定的高収益多角化企業であることを勘案すると、単一事業会社である WH 社の株価のボラティリティは GE 社に比べるとある程度高いことが容易に推察される。仮に、WH 社の本来の株価のボラティリティが GE 社より 5% 高いとすると、オプション価値は 276.2 億円に跳ね上がる。東芝は、自社の WH 社への投資のエクスポージャーを減らすために、これだけの価値のオプションを無償でパートナーに与えたということになる。

なお、東芝の 2007 年 3 月期の有価証券報告書には、このプット・オプションに関して「ショーおよび石川島播磨重工業 (WH 社株式の 3% を保有、以下 IHI) と締結した株主間協定により、ショーおよび IHI は 6 年間 WH 社の持分を第三者に譲渡することが禁止されている一方、少数株主の利益を保護するために、一定の期間持分の全部または一部を東芝に売却することができる権利を有している」と報告されているが、ここでは肝腎の行使価格に関して何の記述もなされていない。もし行使価格が権利行使時点の時価であるならば、少数株主保護のための条項としてさほど不自然なものではないが、報道で明らかになったように、行使価格がショーの WH 社株式取得時の価格であったとしたら、少数株主保護の範疇を大きく逸脱した契約と言わざるを得ない。WH 社買収の前 4 期の東芝の年間税後純利益が 185 億円から 782 億円の間であったことを考えると、これだけの価値のプット・オプションを無償で与えた東芝経営陣の判断を正当化することは難しいと言わざるを得ない。

### 3. 東日本大震災による東芝の原子力事業価値の毀損

2007~2008 年の金融危機後、東芝は原子力事業を半

4 東芝の WH 買収に関連する一連の報道は 2006 年 10 月 6 日付 日本経済新聞を参照。

5 二項モデルに関しては Copeland and Antikarov (2001) を参照。

導体と並ぶ成長分野に位置づけたが、2011年3月11日に発生した東日本大震災による福島原発事故がその経営戦略を打ち砕いた。悪い契約を結ぶと、その最悪の事態が身に降りかかることが往々にしてあるものだが、福島原発事故はまさに東芝がショーに与えたオプションの行使期間のど真ん中で発生してしまったのである。本章では、福島原発事故により、東芝の企業価値がどのように毀損されたのか、オプション理論による企業価値評価モデルである Merton (1974)モデルとイベント・スタディの手法を用いて検証してみたい。

### 3.1 企業の資産価値評価アルゴリズム

Merton (1974)によれば、企業の総資本が株式と単一クラスのゼロクーポン債という2つのクラスの請求権で構成されており、時点  $t$  における企業の総資産価値  $A_t$  がリスク中立確率の下で確率微分方程式

$$\frac{dA_t}{A_t} = rdt + \sigma d\tilde{z}_t \quad (1)$$

に従うとした場合、時点 0 における企業の総資産価値  $A_0$  は、株主資本時価総額  $E_0$ 、負債時価総額  $D_0$  により次式のように表せる。

$$A_0 = E_0 + D_0, \quad (2)$$

$$E_0 = C_0, \quad (3)$$

$$D_0 = Fe^{-rT} - P_0. \quad (4)$$

ただし、無リスク金利  $r$  は定数、 $d\tilde{z}_t$  は標準ブラウン運動の増分、 $F$  はゼロクーポン債の額面、 $T$  はその満期までの期間、 $C_0$  は Black-Scholes モデルによるヨーロッパアン・コール・オプションの現在価値、 $P_0$  は同じくヨーロッパアン・プット・オプションの現在価値で、

$$C_0 = A_0 N(d_1) - Fe^{-rT} N(d_2), \quad (5)$$

$$P_0 = -A_0 N(-d_1) + Fe^{-rT} N(-d_2), \quad (6)$$

$$d_1 = \frac{-\ln d + \frac{1}{2}\sigma^2 T}{\sigma\sqrt{T}},$$

$$d_2 = \frac{-\ln d - \frac{1}{2}\sigma^2 T}{\sigma\sqrt{T}}, \quad d = \frac{Fe^{-rT}}{A_0} \quad (7)$$

と表される。

(3) 式は、会社法に定められた株主の有限責任と残余財産分配請求権の規定により、株式会社における株主価値が、企業の総資産を原資産、負債の額面を行使価格として、負債の返済期限を満期としたヨーロッパアン・コール・オプションの現在価値に等しいことを表している。また、(4) 式において、右辺の第一項の

$Fe^{-rT}$  は、負債に信用リスクがない場合の負債の現在

価値を表しており、第二項の  $P_0$  は、負債の満期にこの企業が倒産した場合に債権者が蒙る損失の期待値を表している。すなわち、信用リスクのある負債の現在価値は、信用リスクのない場合の負債の現在価値から、借手が倒産した場合の貸手の損失の期待値を差し引いたものに等しいことを表している。

この Merton (1974)モデルは構造型モデルとして非常に明快なモデルであるが、総資産価値を求めるにはコール・オプションとプット・オプションの値が既知でなければならず、一方でコール・オプションとプット・オプションの値を求めるには総資産価値の値とそのボラティリティが既知でなければならないという循環の問題が存在する<sup>6</sup>。中岡(2009)は、その循環の問題を解決する方法として、Merton (1974)の構造型モデルをベースとして、株価の時価総額がヨーロッパアン・コール・オプションの値に等しくなるよう総資産価値とそのボラティリティを同定する新たなアルゴリズムを提案した。本章では、このアルゴリズムを用いて東日本大震災発生当時の東芝の総資産価値の変化を測定する<sup>7</sup>。

### 3.2 東日本大震災の爪痕

2011年3月11日に発生した東日本大震災によって日本の多くの企業が被害を蒙ったが、取り分け原子力発電事業に深く携わっている東芝が深い傷を負ったことは容易に推察される。本節では、前節の企業価値評価モデルとイベント・スタディの手法を用いて、大

6 循環の問題についての補足説明は文末の付録1を参照。

7 詳細は中岡 [2009] を参照。

震災によって東芝が毀損した企業価値について考察する<sup>8</sup>。

まず、2010年3月31日～2011年3月31日の東芝の株価データから、中岡(2009)のアルゴリズムを用いて当該期間の東芝の企業価値を推定する。ちなみに、東芝の2011年3月期の有価証券報告書から、ゼロクーポン債に換算した東芝の連結有利子負債は2兆2692億円、その満期は11.85年と推定され、リスクフリーレートは2010年4月～2011年3月の翌日物有担保コールレートの平均値0.065%を採用した。その結果、東芝の企業価値のボラティリティは23.6%と推定された。

そして、イベント日である3月11日の前後各10日間をイベント・ウィンドウに設定し、このウィンドウの前120日間(推定ウィンドウ)のTOPIXの日次収益率 $R_t^m$ に対する東芝の株価終値日次収益率の推定量

$\hat{R}_t^i$ の回帰式を算定すると以下の式が得られる。

$$\hat{R}_t^i = 0.00086 + 1.026742R_t^m. \quad (8)$$

この回帰式の決定係数は0.404557(相関係数は0.636048)、誤差項の標準偏差は0.011845、切片の標準誤差は0.00109、 $R_t^m$ の係数の標準誤差は0.11467、t値

は8.95386である。なお、このイベント・スタディのウィンドウの設定は図2に示すとおりである。

この回帰式を用いて、2月25日から3月31日までのTOPIXデータから東芝のTOPIX連動ベースの期待株価を推定し、この株価から再度中岡(2009)のアルゴリズムを用いて東芝の企業価値のTOPIX連動ベース期待値を推定する。こうして推定したTOPIX連動ベースの企業価値期待値と実際の東芝企業価値の市場評価をグラフにしたものが図3である。なお、東芝の株価日次収益率のTOPIXに対する累積異常リターンSCARは、イベント日である3月11日を含む事後2日間で-4.09、3日間で-7.04と、有意水準5%の片側検定の境界値-1.66を大きく下回り、東日本大震災による負の異常リターンが有意に認められる。

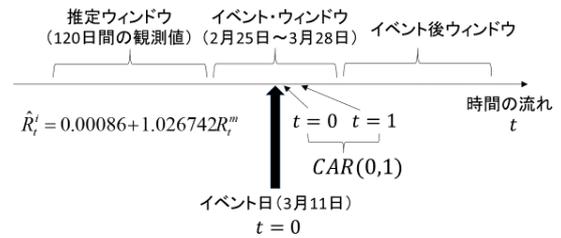


図2：東芝のイベント・スタディの時間の流れ

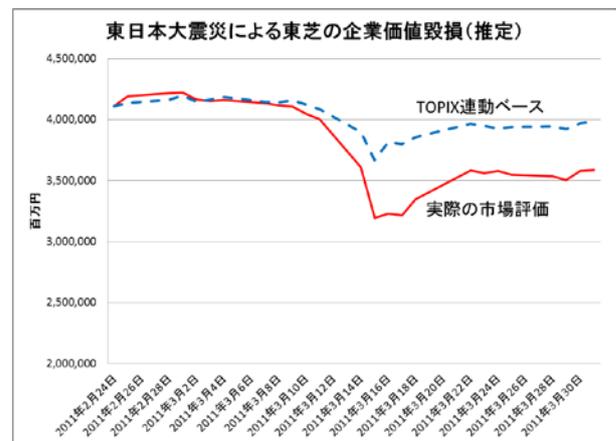


図3：東日本大震災による東芝の企業価値毀損(推定)

図3によると、2月24日に4兆1112億円であった東芝の企業価値は、大震災後TOPIX連動ベースでは3月15日に3兆6699億円の最安値をつけた後、3月31日には3兆9811億円まで回復している。これに対して、東芝の実際の企業価値は3月15日に3兆1930億円、3月31日に3兆5867億円とTOPIX連動ベースに対して平均4300億円程度低い評価を受けている。この差異は、福島原発事故によって東芝の被ったWHを中核とする原子力事業の価値の毀損が主因であると推測される。このマーケットの評価に従えば、東芝の与えたプット・オプションがショーによって行使される可能性が極めて高いことが、既にこの時点で予見される。2006年に東芝コンソーシアムがウェスチングハウス(WH)を総額54億ドルで買収した際に、東芝とショーとの密約が露見し東芝の株価が急落した事実によって示された投資家の不安が、不幸にして的中してしまったのである。ちなみに、Merton(1974)モデルによれば、東芝の負債利回りに対する市場評価は、2月24日に1.33%であったものが3月15日には2.00%

8 イベント・スタディに関する補足説明は文末の付録2を参照。イベント・スタディの手法を使った企業価値の分析

の詳細に関しては、中岡[2011]およびCampbell, Lo and MacKinlay(1997)の第4章を参照。

まで跳ね上がっている。

2012年10月10日、東芝はショー・グループから約1250億円でこのプット・オプションの権利を行使するとの通告を受けたことを発表した<sup>9</sup>。この結果、東芝が保有するWH社の株式シェアは実に87%まで上昇した。報道によれば、東芝はこの株式買い取りについて手元資金などで賄うものの、財務リスクを考慮し、今後新たな出資先を募る考えを表明したが、今回の不適切会計問題の結果を受けて旧経営陣が提訴された今もWH社への新たな出資先は見つかっていない。

そして、2015年11月17日、東証からの適時開示基準違反の指摘を受けて、東芝はWH社株に関するのれんの減損問題に関して書面による公式発表を行った。それによると、2006年度に東芝がWH社を買収した際、米国会計基準に基づきWH社および東芝連結ベースで約29億3000万ドル（当時のレートで3500億円相当）ののれんを計上している。しかるに、福島原発事故の影響により、WH社は2012年度に約9億3000万ドル（約762億円）、2013年度に3億9000万ドル（約394億円）、合計約13億2000万ドル（約1156億円）ののれんの減損損失を認識したにも拘わらず、東芝の連結ベースでは、WH社と東芝の原子力事業部を合わせた事業の減損テストという形をとっているとして、のれんの減損の認識は全くなされなかったと報告された。この結果、2015年9月末時点で、WH社ののれんは約15億2000万ドル（約1828億円）であるのに対して、東芝連結ベースののれんは約3441億円と大きな齟齬が生じていることが報告されている。

2015年12月21日、東芝は2016年3月期の連結最終損益が5500億円と過去最大の赤字となる見通しであることを発表した<sup>10</sup>。この結果、2016年3月末の東芝の自己資本は4300億円と前期末の1兆839億円から6割減となり、自己資本比率は10%割れの危険水域に下がる見込みである。翌12月22日の東芝の株価は、一時13%安の221円まで下げて、連日で年初来安値を更新、株価の時価総額も1兆円を割り込んで9471億円まで減少した。この過去最大の赤字決算見通しにおいても、東芝が保有するWH社の株式の減損処理はまだなされていない。

### 参考文献

1. 中岡英隆(2009)、「企業における資源開発事業の統合リスク評価」『ジャフィー・ジャーナル：ベイズ統計学とファイナンス』朝倉書店、179-205.
2. 中岡英隆(2011)、「マネジメントの価値創造力と

M&Aの評価」『ジャフィー・ジャーナル：バリュエーション』朝倉書店、114-133.

3. Black, F. and M. Scholes (1973), "The Pricing of Options and Corporate Liabilities," *Journal of Political Economy*, 81, 637-654.
4. Campbell, J.Y., A.W. Lo and A.C. MacKinlay (1997), *The Econometrics of Financial Markets*, Princeton University Press. (祝迫得夫他訳(2003)、『ファイナンスのための計量分析』共立出版)
5. Copeland, T. and V. Antikarov (2001), *Real Options*, Thomas E. Copeland. (栃本克之監訳(2002)、『決定版リアル・オプション』東洋経済新報社)
6. Merton, R. C. (1974), "On the Pricing of Corporate Debt: the Risk Structure of Interest Rates," *Journal of Finance*, 29, 449-470.

### 付録1：Merton (1974)モデルの循環問題に関する補足説明

Merton (1974)モデルにおいては、3.1節に示したように、時点0における企業の総資産価値 $A_0$ は、株主資本時価総額 $E_0$ 、負債時価総額 $D_0$ により、

$$A_0 = E_0 + D_0, \quad (2)$$

$$E_0 = C_0, \quad (3)$$

$$D_0 = Fe^{-rT} - P_0, \quad (4)$$

と表される。

上記において、無リスク金利 $r$ は市場データから定まる定数であり、ゼロクーポン債の額面 $F$ とその満期までの期間 $T$ は企業の有価証券報告書の負債データから求まる定数であるが、 $C_0$ はBlack-Scholesモデルによるヨーロピアン・コール・オプションの現在価値、 $P_0$ は同じくヨーロピアン・プット・オプションの現在価値で、

$$C_0 = A_0 N(d_1) - Fe^{-rT} N(d_2), \quad (5)$$

$$P_0 = -A_0 N(-d_1) + Fe^{-rT} N(-d_2), \quad (6)$$

9 2012年10月10日付 日本経済新聞 Web 刊速報。

10 2015年12月19日付 日本経済新聞夕刊～同年12月23

日付 日本経済新聞朝刊。

$$d_1 = \frac{-\ln d + \frac{1}{2}\sigma^2 T}{\sigma\sqrt{T}},$$

$$d_2 = \frac{-\ln d - \frac{1}{2}\sigma^2 T}{\sigma\sqrt{T}}, \quad d = \frac{Fe^{-rT}}{A_0} \quad (7)$$

と表される。

Merton (1974)モデルでは、(5) ~ (7) 式から  $C_0$  と  $P_0$  が求められれば、それらを (3)、(4) 式に代入して  $E_0$  と  $D_0$  が求まり、さらにそれらを (2) 式に代入すれば  $A_0$  を求めることができる。

しかしながら、(5) ~ (7) 式から  $C_0$  と  $P_0$  を求める際には、(5)、(6) 式の右辺にある  $A_0$  が既知でなければならず、さらに (7) 式の  $d_1$ 、 $d_2$  を定める式の右辺にある  $\sigma$  ( $A_0$  のボラティリティ) も  $A_0$  が既知でなければ求めることができないので、これらが既知でない状況下においては  $C_0$  と  $P_0$  を求めることができない。

従って、 $C_0$  と  $P_0$  を求めることができない限り、 $A_0$  を求めることができない。これが Merton (1974)モデルにおける循環問題である。

中岡(2009)は、この循環の問題を解決する方法として、株価の時価総額  $E_0$  が与えられれば、 $E_0$  がヨーロッパ・コール・オプションの値  $C_0$  に等しくなるよう総資産価値  $A_0$  を同定し、このプロセスを株価の時価総額の時系列データに順次適用すれば、総資産価値と負債価値の時系列データを導出できるので、その総資産価値の時系列データのヒストリカル・ボラティリティに等しくなるまで再度  $A_0$  とそのボラティリティ  $\sigma$  を同定する新たなアルゴリズムを提案した。

付録2：イベント・スタディに関する補足説明

企業の経営上のイベントが企業価値に与える影響を測定する手法として、イベント・スタディ分析の手法が広く用いられている。これらの手法のうちマーケット・モデルを用いたイベント分析の手法を以下に示す。

マーケット・モデルは、証券のリターンを市場ポートフォリオのリターンに回帰する統計モデルで、時点  $t$  における任意の証券  $i$  の収益率を  $R_t^i$ 、市場ポートフォリオの収益率を  $R_t^m$  とすると

$$R_t^i = \alpha_i + \beta_i R_t^m + \varepsilon_t^i,$$

$$E[\varepsilon_t^i] = 0, \quad Var[\varepsilon_t^i] = \sigma_{\varepsilon^i}^2 \quad (9)$$

と表される。ただし、 $\varepsilon_t^i$  はホワイト・ノイズである。

M&A などのイベント・アナウンスメントが株価ないし企業価値に与える影響については、マーケット・モデルを用いたイベント・スタディの手法により検証することができる。イベント・スタディにおける時間のウィンドウの設定は図4に示すとおりである。

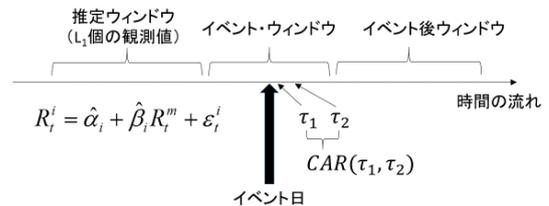


図4：イベント・スタディの時間の流れ

(9) 式において、 $L_1$  個の観測値からなる推定ウィンドウから求めたパラメータの推定値を  $\hat{\alpha}_i$ 、 $\hat{\beta}_i$  とすると、イベント・アナウンスメントにより引き起こされた異常リターン  $AR_t^i$  は

$$AR_t^i = R_t^i - \hat{\alpha}_i - \hat{\beta}_i R_t^m \quad (10)$$

と表される。すると、イベント・ウィンドウの時点  $\tau_1$

から  $\tau_2$  までの証券  $i$  の累積異常リターン  $CAR_i(\tau_1, \tau_2)$  は

$$CAR_i(\tau_1, \tau_2) = \sum_{t=\tau_1}^{\tau_2} (R_t^i - \hat{\alpha}_i - \hat{\beta}_i R_t^i) \quad (11)$$

である。推定ウィンドウから求めた  $\tau_1$  から  $\tau_2$  の長さに相当する分散の推定値  $\hat{\sigma}_i^2(\tau_1, \tau_2)$  によりこの  $CAR_i(\tau_1, \tau_2)$  を標準化すると、標準化された累積異常リターン  $SCAR_i(\tau_1, \tau_2)$  は

$$SCAR_i(\tau_1, \tau_2) = \frac{CAR_i(\tau_1, \tau_2)}{\hat{\sigma}_i(\tau_1, \tau_2)} \quad (12)$$

と表される。イベントの発生がリターンの分布に何の影響も与えないという帰無仮説の下で、

$SCAR_i(\tau_1, \tau_2)$  の分布は

$$E[SCAR_i(\tau_1, \tau_2)] = 0,$$

$$Var[SCAR_i(\tau_1, \tau_2)] = \frac{L_1 - 2}{L_1 - 4} \quad (13)$$

の  $t$  分布となり、これによりイベント・アナウンスメントが異常リターンを引き起こしたか否かの検定を行う<sup>11</sup>

**CALL FOR PAPER**  
**INTERNATIONAL JOURNAL OF REAL OPTIONS AND STRATEGY**  
<https://www.jstage.jst.go.jp/browse/ijros/>

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

**Themes and topics that are welcome for this Journal :**

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

**Papers that appeared in recent Volume 3 issued in December , 2015**

Hiroto Suzuki, Makoto Goto, Takahiro Ohno, "A Model of Purchase Behavior under Price Uncertainty: A Real Options Approach"

Motoh Tsujimura, "Pollutant Abatement Investment under Ambiguity in a Two-Period Model"

11 詳細は Campbell, Lo and MacKinlay (1997)を参照。

<査読論文 2016年2月13日採択>

## オプション価格理論の学説史(2) ブロンジーノ・モデル(1908)とその拡張

### Option Pricing Models: The Review of Literatures (2) Bronzin (1908) and Its extensions

森平 爽一郎

(早稲田大学 大学院ファイナンス研究科)

Soichiro Moridaira

Graduate School of Finance, Waseda University

This paper investigates the option pricing model by Bronzin (1908) and its extensions. His approach is different from Bachelier (1900) that is the oldest option pricing model and other option pricing models such as Black and Scholes (1973). He derived the European option pricing model by integrating the survival function (one minus distribution function) of the underlying asset. We try to extend his basic model in the following three points. The first, it is possible to obtain the same result based on definite integral, rather than indefinite integral as done by Bronzin. Secondly, as a result, visualization of the option premium becomes possible because the premium can be represented by the area under the survival function. Thirdly, we study the way to incorporate the risk preference of the investors in the option premium. The risk adjustment can be done by moving the survival function up and down. As an example, Black and Scholes (1973) model can be obtained by sifting the survival probability curve downward by the risk premium. It corresponds to a change of the drift term from the expected return to the risk free rate.

キーワード **Bronzin**, 生存関数、可視化、**Black and Scholes**、**Bachelier**

#### 1. はじめに

ブロンジーノ(Vinzenz Bronzin (1872–1970))は、イタリアの応用数学者である。Bachelier(1900)に遅れること8年後の1908(明治41)年、ドイツ語で「Theorie der Prämien-geschäfte(プレミアム契約の理論)」を著した<sup>1</sup>。この場合「プレミアム取引」とは、Bachelier(1900)が対象にしたオプションと同様、原資産が先物(先渡し)契約であるヨーロッパンオプションを意味している<sup>2</sup>。彼は原資産が先渡し契約である場合のヨーロッパンオプション公式を導出した。

Bronzin(1908)のオプション価格決定式の導出方法は、Bachelier(1900)と異なるばかりでなく、それ以降のさまざまなオプション価格決定モデルの導出方法とも全く異なるものであった。その特徴は、1) 原資産について離散的な(Bachelier(1900)の連続的なブラウン運動でなく)1期間モデルを考え、2) ヨーロッパンオプション価格を行使価格で微分した結果が1-分布関数 $F_X(x)$ 、すなわち生存関数 $S_X(x)$ になることに注目し、さらに原資産価格に特定の分布(一様、三角、指数分布、正規分布、二項分布など)を想定し、生存関数の不定積分によりオプション価格の閉じた解を求めた。

#### ブロンジーノの生涯

ブロンジーノは、1872年(明治5年)、イストリア(現在のクロアチア)の小さな村であるRovigno(現在のRovini)に生まれ、1970年に98歳の長寿をトリエステ(Trieste)で、全うした。

彼はVienna工科大学で数学と教育学を学び、その後1897年にトリエステの高校の数学教師になった。1900年にはトリエステにあった*I. R. Accademia di Commercio e Nautica*で商業数学と政治算術の教授になり、1910年から37年間のこの大学のDirectorの地位にあった。同大学において、土木工学、政治経済学、商学、金融、保険に関する応用数学を教えた。金利や年金の計算、人口統計、生命表など保険会社の仕事に関する事柄が「政治算術」の講義内容であり、他方、「商業数学」では銀行業や貿易業務に関する数学を教えた。当時のトリエステはオーストリア共和国直轄領の首都であり、造船業、貿易都市としても栄えた。

2005年に行われた彼の息子(Andrea Bronzin)へのインタビューによると、ブロンジーノはトリエステで一番のギャンブラーであったそうである。多分彼の数学能力とギャンブルへの興味が、Bachelier(1900)とは全く異なるオプション価格決定モデルを生み出したのであろう。

1 ブロンジーノ(1908)論文は、ドイツ語原文(ファクシミリ版)、及びその英訳版がHafner and Zimmermann(2009)の第3章と第4章に収録されている。またその内容の紹介が

Zimmermann and Hafner(2007)で行われている。

2 古い時代のオプション市場では、現在では取引が行われていないオプション契約も数多く存在した。詳しくは、

この論文では、こうしたブロンジーノモデルをさらに拡張することを目指す。拡張の方向は次の3点にある。1) オプション価格を、生存関数の「定積分」で表現できることを示し、2) オプション価格が生存関数下の行使価格移行の面積によって表されること、つまりオプション価格の「可視化」が可能であることを示す。また、3) Black and Scholes(1973)を、こうした方法によって求め、ブラック＝ショールズモデルの可視化を試みる。

この論文の構成は以下のとおりである。第2章の第1節では、Bronzinモデル(1908)年の導出と結果の特徴について説明する。第2節では同様な結果を生存関数の「定積分」によっても求めることができることを示す。第3節では、生存関数の定積分、つまり面積を計算することによって、オプション価格の可視化が可能であることを示す。第3章では、ブロンジーノの方法(生存関数の不定積分)、あるいはその定積分によって、原資産の不確実性が一様分布、指数分布、正規分布に従う時のコールオプション価格を求める。これらは、リアルオプション分析において興味深い応用事例と成り得る。また、正規分布を仮定した時の結果が、この連載の第1回で示したバシュリエ・モデルと同じになることを示す。第4章では、投資家のリスク選好を、ブロンジーノモデル導出の特長を生かした形で、価格モデルにどの様に織り込むことができるかについて議論する。第5章では、そうした試みの1つとして、リスク中立世界におけるオプション価格決定モデルにおいて最も重要な位置を占めるBlack and Scholesモデルを、リスク中立世界における生存関数を考え、その定積分として求める。

## 2. Bronzin(1908)とその拡張

### 2.1 Bronzin(1908)の数理的な背景

#### 2.1.1 方法 I : Bronzin(1908)

Bronzin(1908)によるオプション公式の導出は、以下の5段階を経ておこなわれる。なお、この第2節では、議論を簡単にするためにコールオプションからの期待キャッシュフローを現在価値に割り引く場合の割引率をゼロと考える。

Step1: ヨーロピアンオプション価格を定式化する。

Step2: 価格を行使価格で微分し、結果が1-分布関数、つまり生存関数で表現できることを確かめる。

Step3: 原資産の確率分布を特定化する。

Step4: この結果を行使価格に関し不定積分する。

Step5: 積分を解き、特定分布に対応するオプション価格の閉じた解を求める。

この5段階を、コールオプションを例にとり、図1

で要約する。以下、順を追ってより詳しく各段階を説明しよう。

**Step1:** ヨーロピアンオプション価格式 将来 $T$ 期の原資産価格 $S_T$ の確率分布とすると、コールオプションの価格は、 $K$ を行使価格、割引率をゼロとすると次の

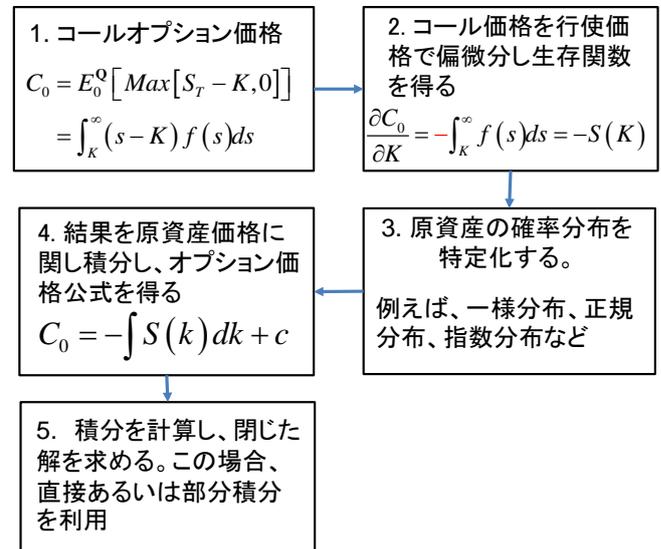


図1 Bronzinモデル(1998)の導出過程

ように定式化できる。

$$C_0 = E_0 \left[ \text{Max}[S_T - K, 0] \right] = \int_K^\infty (s - K) f(s) ds \quad (2.1)$$

**Step2:** 式(2.1)の2行目において行使価格が積分の下限 $K$ と、被積分変数 $(s - K)$ の2カ所に現れていることに注意し、Leibnitz規則を用い、オプション価格を行使価格 $K$ で偏微分すると、次の結果を得る(詳細な導出については数学付録(A1)を参照)。

$$\begin{aligned} \frac{\partial C_0}{\partial K} &= -\int_K^\infty f(s) ds = -\left[ 1 - \int_0^K f(s) ds \right] \\ &= -[1 - F(K)] = -S_S(K) \end{aligned} \quad (2.2)$$

ここで、 $S_S(K)$ は行使価格 $K$ で評価した生存関数であり、次のような意味を持っている。

$$S_S(K) = \Pr(S_T > K) \quad (2.3)$$

つまり、この場合の生存関数は満期時の原資産価格 $S_T$ が行使価格 $K$ を上回る確率であり、1から分布関数を差し引いたものに相当する。「生存」関数と名づけられているのは、確率変数 $S_T$ が人間や機械、製品の寿命を表している時に、それがあある特定年齢や保証期間 $K$ を超える確率を表しているからである。その具体例は後ほど示すことにする<sup>3</sup>。

$$\frac{\partial^2 C_0}{\partial K^2} = f(K)$$

オプション価格の行使価格に関する二階偏微分は、

Barone and Cuoco,(1989), Weber (2009)などを参照。

3 ちなみに、この結果を再度行使価格 $K$ で微分すると、密度関数を得る。

**Step3 :** 原資産価格の確率分布を特定化する。Bronzin(1908)では、対称な、一様分布、対称三角分布、指数分布、平均がゼロの正規分布、二項分布の例が示されている。この論文では、これらの中で一様分布、指数分布、正規分布をより一般化した時の結果とその応用を述べる。

**Step4 :** 特定の確率分布を想定した後に、式(2.2)の両辺を行使価格  $K$  で不定積分する(つまり元のコール価格に戻すと)と、

$$C_0 = -\int S(k) dk + c \quad (2.4)$$

が得られる。ここで  $c$  は積分定数である。積分定数  $c$  は、行使価格が無限大  $K = \infty$  の時のコール価格がゼロ:  $C_0 = 0$  に成ること、あるいは行使価格がゼロ:  $K = 0$  の時のコール価格は原資産価格に等しい  $C_0 = S_0$  ことを利用してその具体的な値を決定することができる。

**Step5 :** 式(2.4)の積分を計算し、コール価格を求める。

### 2.1.2 方法 II : 部分積分を用いた解法

式(2.4)で、 $u \equiv S_x(K), v = K$  と置き、部分積分を行うと次の式(2.5)を得る。

$$C_0 = \int k \frac{\partial S_s(K)}{\partial K} dk - S_s(K)K + c \quad (2.5)$$

この計算式のほうが、特定の分布については、計算が容易である場合がある。

以上が、ブロンジーノが提案したオプション価格決定モデルの基本的な考え方である。導出はやや機械的であり、結果の経済的な意味付けが十分なされていないとも言えない。以下では、この基本的な価格決定モデルを拡張し、さらにその経済的な意味付けを議論することにする。

## 2.2 拡張 : 定積分としてのコール価格

### 2.2.1 方法 III: 生存関数の定積分としての価格式 :

上で示した Bronzin(1908)の方法は、式(2.4)に示す様にコール価格を生存関数の不定積分、結果として積分定数  $c$  を求める必要があり計算がやや冗長になる。より簡便で、かつオプション価格の可視化を可能にする計算方法として、定積分によりコール価格を求める方法を考えてみよう(詳しい導出については**数学付録 A1**を参照)<sup>4</sup>。この場合、オプション価格を次のように表すことができる。

$$\begin{aligned} E_0^Q[C_T] &= E_0[Max[S_T - K, 0]] \\ &= \int_K^\infty [s - K] dF_S(s) = \int_K^\infty S_S(s) ds \end{aligned} \quad (2.6)$$

密度関数をもたらす。Banz and Miller(1978)および Breeden and Litzenberger(1978)を参照。

4 ただしこの方法は原資産、あるいはオプションのペイオフが非負である場合に限られる。通常の金融資産

コールオプション価値(割引金利がゼロの時のオプション価格)は、生存関数を、積分の下限を行使価格  $K$ 、上限を無限大と置き、定積分することによって求める。この方法は特定の分布に依存しない一般的な結果であるとともに、分布を特定化した場合の計算が、不定積分に比べてより簡単になる。より重要な点はこの様に考えることによりオプション価格を可視化できることである。

### 2.2.2 方法 IV: 定積分+部分積分を用いた表現

式(2.6)についても、式(2.5)と同様、部分積分を用いた計算方法を考えることができる。

$$C_0 = S_s(k)k \Big|_K^\infty - \int_K^\infty k \frac{\partial S_s(K)}{\partial K} dk \quad (2.7)$$

特に原資産が正規分布あるいは対数正規分布をしている場合には、この部分積分を用いる方が、計算が容易である。

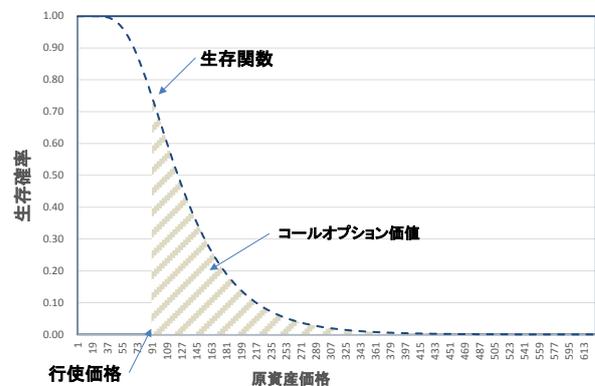


図 2 生存関数  $S(x)$  下の面積としての期待オプション価格

### 方法 V 通常の方法によるコール価格

方法 I から IV によるコール価格の導出とその結果の特徴を明らかにするために通常よく用いられるコールオプション価格の評価法(リスク中立的評価)を確認しておこう。

$$\begin{aligned} C_0 &= E_0[Max[X - K, 0]] \\ &= \int_K^\infty sf(s) ds - K \int_K^\infty f(s) ds \\ &= E_0[S_T | S_T > K] - K Pr(S_T > K) \\ &= E_0[S_T | S_T > K] - K S_S(K) \end{aligned} \quad (2.8)$$

ここで期待値は実(物理、自然)確率、あるいはリスク中立確率いずれの世界の下でも計算できる。この章と次章では実確率の世界を想定する。

### 2.3 オプション価格式の可視化

あるいは、金融資産を原資産とするオプションでは、この点は満足されるが、そうでない場合も有ることに注意する必要がある。

式(2.6)を可視化したものが図2に示されている。期待コール価値は、行使価格  $K$  を積分の下限として、定積分したものである。つまりオプション価格は、生存関数で示される曲線の下に行使価格  $K$  以上の面積として表現できる。

その現時点における価格は、式(2.6)をリスク調整後の割引率で現在価値に引き戻して得られる。

期待値が、危険中立測度、あるいはリスク調整後の期待値として計算されていれば、コール価格は、それをリスクフリー・レートで現在価値に割り引いた

$$C_0 = e^{-r_f T} \int_K^{\infty} S_S(s) ds \quad (2.9)$$

として求めることができる。この場合、図2で生存関数は、 $0 \leq e^{-r_f T} < 1$  だけ下にシフトし、その場合の、オプション価格は、下にシフトした生存関数の行使価格以上の範囲に限った面積によって表される<sup>5</sup>。

### 3 特定の確率分布を想定した時のコール価格

ここでは、生存関数に関して特定の分布を考え、その場合のコールオプション価格がどのように表現できるかを考える。Bronzin(1908)では、得られたオプション価格モデルの経済的な解釈については十分議論がされていないが、ここでは経済的な含意について議論をする。

#### 3.1 一様分布にもとづくオプション価格

最初に、最も簡単でかつ理解が容易な、原資産の確率分布が一様分布に従う場合のオプション価格について考える。将来  $T$  時点の原資産価格  $X_T$  が、下限が  $L$  円、上限が  $U$  円の一様分布に従う場合のオプション価格を、Bronzin(1908)の方法によって、どのように導くことができるかを説明する<sup>6</sup>。

実際のところ、原資産価格の分布に一様分布を想定した時のオプション価格の計算では、積分計算を必要としない。長方形や三角形の面積を求めるという初等数学で十分である。

まず図によって一様分布、その密度関数、累積分布関数、生存関数、平均、および条件付き期待値がどのように表現できるかを確認し、さらにコール価格を直角三角形の「面積」として求めることができることを示す。

図3は上限が  $U$ 、下限が  $L$  の一様分布の密度関数を示している。将来  $T$  期の原資産価格  $X_T$  は  $L$  と  $U$  の間を一様に分布しているの、その「高さ」を示す密度関数は、

$$f_X(x) = 1/(U-L) \quad (2.10)$$

5 この場合、リスクフリーレートはゼロ以上であることを仮定している。ゼロ金利下ではシフトは生じ無い。マイナス金利下では上にシフトが生じるかもしれない。

6 Bronzin(1908)では、 $x = [-\varpi, +\varpi]$  であるような一様分

となる。ここで、分布の面積は確率の定義から1に等しい。つまり、図3の長方形の面積は1である。

図4は将来原資産価格の期待値を表している。一様分布は平均値の周りで対称であるので、上下限を足して2で割れば平均(期待)値が計算できる。つまり、

$$E_0[X_T] = (U+L)/2 \quad (2.11)$$

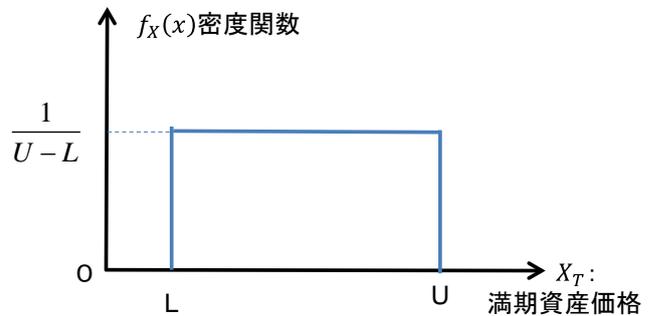


図3 一様分布の密度関数

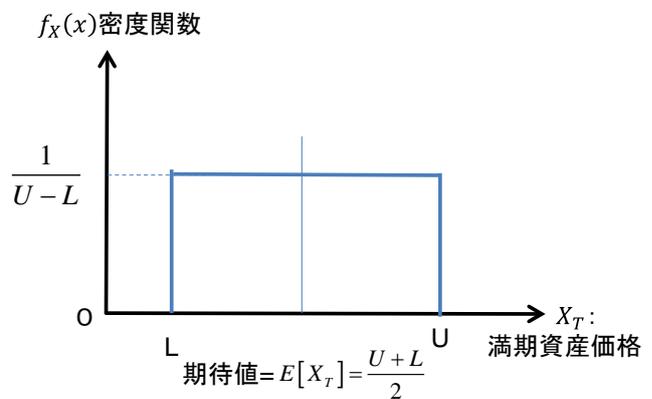


図4 一様分布の期待値

図5は密度関数の累積和としての分布関数  $F_X(x)$  と1から分布関数の値を差し引いて得る生存関数  $S_X(x)$  を示している。

分布関数は、将来資産価値  $X_T$  が、ある特定の値  $x$  以下の値を取る確率、つまり面積として示される。生存関数は、その逆で、将来資産価格  $X_T$  が、ある特定の値  $x$  以上の値を取る確率である。従って、生存関数も面積として表現できる。その面積は図5で、底辺が  $U-x$ 、高さが密度関数を示す  $1/(U-L)$  の積である長方形面積として示されている。つまり、

$$\begin{aligned} S_X(x) &= \Pr(X_T > x) = \underbrace{(U-x)}_{\text{底辺}} \underbrace{\frac{1}{U-L}}_{\text{高さ}} \\ &= \frac{U}{U-L} - \left( \frac{1}{U-L} \right) x \end{aligned} \quad (2.12)$$

布を考えている。これは、平均がゼロ、密度関数が  $1/(2\varpi)$ 、生存関数が  $(\varpi-x)/(2\varpi)$  を考えていることになる。ここでは、より一般化した一様分布を考えた。

となる。つまり、生存関数は、 $U/(U-L)$ を定数項、 $1/(U-L)$ を傾きとする、直線の方程式として表現できる。

この結果から、生存関数のグラフを描いてみよう。図6において、横軸に「特定の値 $x$ 」を取り、縦軸に生存関数の値 $S_x(x)$ をとったときに、生存関数は、右下りの直線(式(2.12))として示されている。

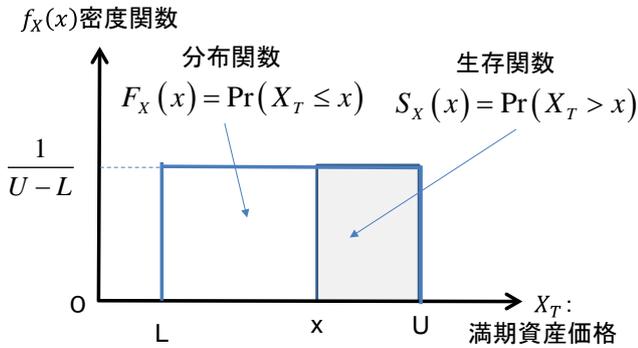


図5 一様分布の分布関数と生存関数

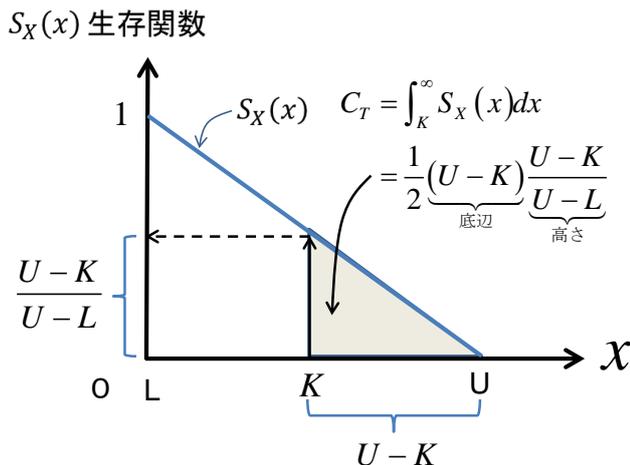


図6 一様分布の生存関数とコールオプション価格

3.1.1 面積としてのコール・プットオプション価格：可視化

式(2.6)によってコール価格は生存関数を積分の下限を行使価格とした時の定積分として求めることができることを示した。一様分布の生存関数は図6で右下りの直線になっている。オプション価格は、生存関数下の行使価格 $K$ 以上の面積、すなわち、網掛けをした直角三角形として求めることができる。

逆に考えると、プットオプション価格は、生存関数下の行使価格 $K$ 以下の面積であるので、図6に示すように、直角三角形「と」長方形の面積の和となる。

図6において、コールオプションを保有していて、満期に利益を得ることができるのは、原資産価格(の特定の値) $x$ が行使価格 $K$ 以上に成る時である。 $x > K$ 以上になる場合の、生存関数 $S(x)$ が示す直線の下面積としてのコール価格は、底辺が $U-K$ 、高さが

$(U-K)/(U-L)$ の直角三角形の面積に等しい。

$$C_0 = \frac{1}{2} \underbrace{(U-K)}_{\text{底辺}} \underbrace{\frac{U-K}{U-L}}_{\text{高さ}} = \frac{(U-K)^2}{2(U-L)} \quad (2.13)$$

従って、以下の式(2.17)に示された解析的に(2.14)求めたコールオプション価格を得ることができた。直角三角系の面積を求める公式を知っていれば、コールオプション価格を導くことができた。

プットオプション価格は、次のように成る。

$$P_0 = \underbrace{\frac{U-K}{U-L}(K-L)}_{\text{長方形の面積}} + \underbrace{\frac{1}{2} \left(1 - \frac{U-K}{U-L}\right)(K-L)}_{\text{直角三角形の面積}} = \frac{1}{2}(K-L) \left( \frac{2U-K-L}{U-L} \right) \quad (2.15)$$

他方、プット価格は、図6で生存関数曲線の下すべての面積からコール価格を示す面積を差し引いたものである。生存関数下の面積は、行使価格が $L$ のオプション価格、すなわち原資産価格を示す。したがって、プットオプション価格はまた、

$$P_0 = \underbrace{\frac{1}{2}(1(U-L))}_{\text{原資産価格}} - \underbrace{\frac{1}{2} \frac{(U-K)^2}{(U-L)}}_{\text{コール価格}} \quad (2.16)$$

とも表現できる。式(2.16)は当然式(2.15)と同じになる。更に、こうした考え方によれば、価格モデルを構成するパラメータの変化がオプション価格に与える影響を、いわゆる Greeks を計算することなく、直感的に知ることができる。

図6を見てみよう。行使価格 $K$ が増加するとコール価格を示す面積は小さくなるので、行使価格の増加はコールオプション価格を低下させることがわかる。更に、 $L$ を固定し、価格の上限 $U$ を $U'$ に増加させて、原資産価格のボラティリティを増加させてみよう。直角三角形の底辺が $U-L$ から $U'-L$ に増加するので、その面積であるコール価格が増加する。このように、オプション価格の比較静学分析、つまりオプション価格に影響を与えるパラメータ変化の効果をオプション価格を示す図から直感的に理解できるようになる。

3.1.2 生存関数の積分としてのコール価格

第2章において、4つの異なる方法で、生存関数を積分する(面積を求める)ことによりオプション価格を求めることができることを示した。一様分布に従う原資産価格を例に取って、その積分計算過程を示そう。

まず、割引率をゼロとした時のコールオプション価格(期待オプション価値)は次のようになることを確認しておく。

$$C_0 = E[C_T] = \frac{(U-K)^2}{2(U-L)} \quad (2.17)$$

方法I 生存関数の不定積分。Bronzin(1908)によるオリ

ジナルな導出は、式(2.4)から、

$$\begin{aligned} C_0 &= -\int S(K) dK + c = \frac{-1}{U-L} \int (U-K) dK + c \\ &= \frac{1}{U-L} \frac{(U-K)^2}{2} + c \end{aligned} \quad (2.18)$$

ここで、行使価格  $K$  を一様分布の上限  $U$  に置いた時のコール価格がゼロに成ることから、

$C_0 = 0 \Rightarrow c = 0$  が得られ、この結果を式(2.18)に代入すると最終結果である式(2.17)を得る。

#### 方法 II 部分積分を用いた不定積分

式(2.5)で示された方法 II を一様分布の場合に適用すると、

$$\begin{aligned} C_0 &= \int k \frac{\partial S_s(K)}{\partial K} dk - S_s(K) K + c \\ &= \frac{-1}{U-L} \int k dk - KS(K) + c \\ &= \frac{-1}{U-L} \frac{k^2}{2} - KS(K) + c \end{aligned} \quad (2.19)$$

ここで前と同様に行使価格  $K$  を一様分布の上限  $U$  に等しく置いた場合のコール価格がゼロに成ることから、積分定数  $c$  は、 $c = U^2/2(U-L)$  となる。この結果を上式の(2.19)に代入しまとめると、式(2.17)のコール価格を得る。

#### 方法 III と方法 IV 生存関数の定積分

定積分による方法によっても、ここでは詳細をしめさないが同様な結果を得ることができる。計算はこれらの方法の方が容易である。

#### 方法 V 通常の方法との比較

通常オプション価格決定モデルでは、コールオプションを満期ペイオフの期待値として計算する。つまり、式(2.8)で示したように、コールオプションの期待ペイオフは、「オプションの条件 ( $X_T \geq K$ ) 付き期待値 - 行使価格の現在価値  $\times$  (原資産価格が行使価格を超える) 確率」として表現できる。一方、生存関数を積分して求めたコール価格は、そうした結果になっていないようにも思える。本来価格形式は同じ結果をもたらすものであるはずである。この点を確認するために方法 V によるオプション価格を計算してみよう。

$$\begin{aligned} E_0^Q[\tilde{C}_T] &= E_0[Max[X-K, 0]] \\ &= \int_K^U (x-K) \frac{1}{U-L} dx = \frac{1}{U-L} \left[ \frac{x^2}{2} \Big|_K^U - Kx \Big|_K^U \right] \\ &= \frac{U+K}{2} \left( \frac{U-K}{U-L} \right) - K \left( \frac{U-K}{U-L} \right) \\ &= E_0[X | X > K] \Pr(X > K) - K \Pr(X > K) \end{aligned}$$

式の4行目はそれぞれが図4と図5から、3行目の各項が

$$\begin{aligned} \frac{U+K}{2} &= E_0[X | X > K] \\ \frac{U-K}{U-L} &= \Pr(X > K) = S_X(K) \end{aligned} \quad (2.21)$$

と解釈できることから導かれる。つまり、上の式(2.21)の左辺  $(U+K)/2$  は、原資産価格  $X$  が行使価格以上であるという条件の下での原資産価格の条件付き期待値を意味している。これは図5の網掛けをした長方形の平均を示している。また、 $(U-K)/(U-L)$  が、原資産価格が行使価格以上になる確率であることは、図5の横軸で、 $x$  を行使価格  $K$  に置き換えることで理解できよう。結局、生存関数の積分としてのコールオプションの期待ペイオフは、通常の価格モデルと同様、原資産価格と行使価格を行使確率で加重したものとして求めることができた。

## 3.2 指数分布にもとづくオプション価格

指数分布の母数(強度)を  $\lambda$  とすると、指数分布の密度関数  $f_X(x)$ 、生存関数  $S_X(x)$ 、および期待はそれぞれ次のようになる。

$$\begin{aligned} f_X(x) &= \lambda e^{-\lambda x} \\ S_X(x) &= \Pr(X_T > x) = \int_x^\infty f_X(t) dt = e^{-\lambda x} \quad (2.22) \\ E_0[X_T] &= \int_0^\infty x \lambda e^{-\lambda x} dx = 1/\lambda \end{aligned}$$

### 3.2.1 オプション価格

これらの結果から、指数分布に従う原資産に対するコールオプションの価値は、方法 III と式(2.22)を用いると、次のようにして得ることができる。

$$\begin{aligned} C_0 &= \int_K^\infty S_S(s) ds = \int_K^\infty e^{-\lambda s} ds = \frac{1}{\lambda} e^{-\lambda K} \\ &= E_0[X_T] \Pr(X_T > K) \\ &= E_0[X_T] S_S(K) \end{aligned} \quad (2.23)$$

最後の行は式(2.22)の2行目と3行目から導かれる。つまり、コール価格は期待原資産価値に将来の原資産価格が行使価格  $K$  を超える確率(生存確率)を掛けたものとなる。

他方、方法 V を用いるとコール価格は、

$$\begin{aligned}
 C_0 &= E_0 \left[ \text{Max} [X_T - K, 0] \right] \\
 &= \int_K^\infty x \lambda e^{-\lambda x} dx - K \int_K^\infty \lambda e^{-\lambda x} dx \quad (2.24) \\
 &= E_0 \left[ X_T | X_T > K \right] - K \Pr (X_T > K)
 \end{aligned}$$

となる。一様分布の場合の、式の4行目と同様な表現が得られるが、これが式(2.24)と同じ結果であることを確かめるのはやや面倒である。生存関数を定積分する式(2.23)による方法の方が計算と結果の解釈は容易である。

**3.2.2 応用例：年金価値の計算。** 原資産価値が指数分布に従うような事例は金融ではほとんど無い（価格ジャンプ(跳躍)の幅が指数分布に従うとする定式化は存在する）が、実物の世界での事例は多く見られる。まれな現象(イベント)の生起回数はポアソン確率過程によって表現できるが、まれなイベントが生じるまでの時間、生存時間(Survival time)は指数分布に従う<sup>7</sup>。指数分布に従う確率変数  $X$  を人の寿命としよう。そのコールオプションとは年金と考えることができる。現在年齢  $X_0$  歳の人の、年金満期  $T$  時の不確実な寿命  $X_T$  が  $K$  歳を越えればその差： $X_T - K$  に1円掛けた金額を満期  $T$  年に支払う1時払いの「長寿を祝う」年金の価値、つまり現在時点で支払う年金料は、式(2.23)で計算できる。同様な考え方は製品保証の価値の算定、あるいは無償保証を考慮した製品価格の決定にも応用できるであろう。その場合は、指数分布にしたがうバイナリー・コールオプションを考えればよい。

**3.2.3 オプション価格の可視化**

図7は、上の3.2.2で示した原資産が不確実な人の寿命とし、それが指数分布に従うと仮定した時の、生存確率曲線とオプション(年金)価値を示している。点線が式(2.22)の実(自然)確率世界における生存確率(関数)を示しており、その下の面積が、式(2.23)にもとづいて計算された行使価格(年齢)が40歳の場合の年金価値を示している。

さらに以下の第4節の式(2.34)で計算されるリスク回避度を考慮した生存関数を実線で示されている。またその時のオプション価格が、リスク調整後の生存関数下の、40歳以上の区間の面積で示されている。年金を販売する会社の期間回避度に応じて年金料は増加している。

**3.3 正規分布にもとづくオプション価格<sup>8</sup>**

Bronzin(1908)では、将来原資産価格の期待の価格決定を考えている。このことは原資産価格が確率1/2で負の値を取ることを意味する。この点を改善するために、より一般的な、以下の様な正規確率過程を考える<sup>9</sup>。

$$dS_t = \mu dt + \sigma dW_t \quad (2.25)$$

ここで、 $S_t$  は  $t$  期の原資産価格、 $\mu$  は原資産価格変化の期待値(ドリフト)、 $\sigma$  はその標準偏差、 $dt$  は時間増分、 $dW_t \sim N(0, \sqrt{dt})$  は増分ウィナー過程である。

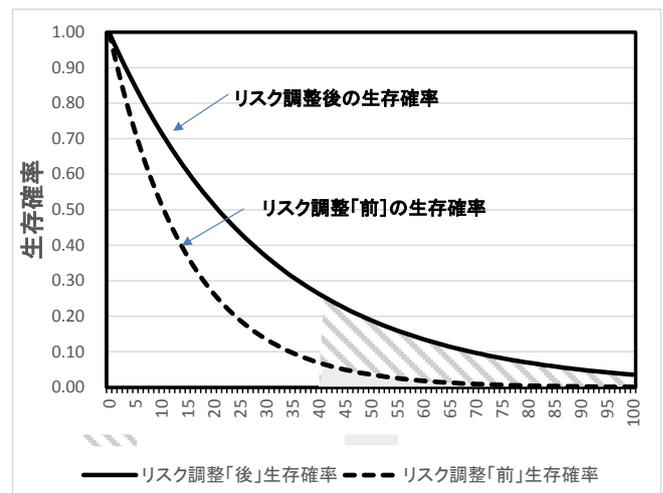


図7 原資産(寿命)が指数分布に従う時の生存関数とオプション価格。

行使年齢を40歳として時の生存関数下の綿製期がオプション価格を示す。点線がリスク調整「前」、実線がリスク調整「後」を示す。

式(2.25)の確率微分方程式を解くことにより、将来  $T$  期の原資産価格は、 $\varepsilon$  を標準正規分布に従う確率変数とした時、次の式(2.26)に従う。

$$S_T = S_0 + \mu T + \sigma \varepsilon \sqrt{T} \quad (2.26)$$

これから生存関数は、

$$S^P(x) = \Pr(S_T > x) = N(d(x)) \quad (2.27)$$

となる。ここで、 $N(\bullet)$  は標準正規分布の分布関数であり、 $d(x)$  は

$$d(x) \equiv (S_0 + \mu T - x) / \sigma \sqrt{T} \quad (2.28)$$

と定義される。方法IV、つまり式(2.7)を用いると、コールオプション式は、次式で計算できる。

<sup>7</sup>  $t$  期までのイベント生起回数  $N(t)$  が  $n$  回である確率は、 $\lambda > 0$  を強度(Default intensity)とすると、次のポアソン確率過程に従う。

$$\Pr(\tilde{N}(t) = n) = \exp\{-ht\} (ht)^n / n!$$

ここで、 $t$  期までにイベントが生じない確率は、この式で  $n = 0$  と置くことによって得られる。結果は式(2.22)の2番目の式である生存関数になる。

<sup>8</sup> ブロンジーノ(1908)では、原資産価格が平均ゼロ、標準偏差が  $\sigma/h\sqrt{2}$  に従う時のコールオプション価格モデルを考えている。その詳細は Hafner and Zimmermann(2009)の pp.188-194 に示されている。また、その解説については Zimmermann and Hafner(2009)の 5.4.5 節を参照のこと。

<sup>9</sup> ここでの導出過程は、第5章におけるブラック＝ショールズモデルの導出とほぼ同様である。

$$C_0 = S_s(k)k \Big|_k^\infty - \int_K^\infty k \frac{\partial S_s(K)}{\partial K} dk$$

$$= \lim_{x \rightarrow \infty} N(d(s))s - N(d(K))K - \int_K^\infty s \frac{\partial N(d(s))}{\partial s} ds \quad (2.29)$$

この式(2.29)右辺第1項はゼロになり、第3項は以下第5章の式(2.43)を求めた場合と同様な方法によって

$$\int_K^\infty s \frac{\partial N(d_2(s))}{\partial s} ds$$

$$= - \left[ (S_0 + \mu T) N(d) + \sigma \sqrt{T} n(d) \right] \quad (2.30)$$

となる。ここで $n(\bullet)$ は標準正規密度関数である。

これらの結果から、コールオプション価格は、割引率をゼロとしたときに次のようになる。

$$C_0 = (S_0 + \mu T - K) N(d) + \sigma \sqrt{T} n(d)$$

$$\text{whew } d \equiv (S_0 + \mu T - K) / \sigma \sqrt{T} \quad (2.31)$$

$\mu = 0$ をすれば Bachelier(1900)モデルを得る(詳しくは森平(2015)を参照)。

#### 4. リスクを調整したオプション価格の導出

これまで投資家は真の意味でリスク中立的に振舞っている仮定した。言い換えるならば、投資家のリスク回避度を全く考慮していなかった<sup>10</sup>。

ここでは、リスク回避度を明示的に考慮した上でのオプション価格の導出を、保険数理に基づく2つの方法にもとづいて議論する。

##### 4.1 保険数理に基づく方法

伝統的な保険数理あるいは工学では、生存関数を超過確率曲線(Exceeding Probability Curve)と呼び、それを用いた保険料率や建設コストの決定を行っている。

リスクを調整した後の保険料率は、生存関数をリスク負荷分だけ上下にシフトするように、工学では、技術革新による事故の発生確率の減少を、生存関数をシフトさせる形で表現している。こうした操作を、一般的に記述すると次のようになる。

$$S^Q(x) = g(S^P(x)) \quad (2.32)$$

ここで、 $S^P(x)$ はリスク調整「前」の生存(自然、物理)

確率、 $S^Q(x)$ はリスク調整「後」の生存確率である。式(2.32)におけるリスク調整は $g(0) = 0$ 、 $g(1) = 0$ であるような単調増加 $g(\bullet)$ によって行われる<sup>11</sup>。

例えば、このような条件を満たす関数として、

$$g(S^P(x)) = (S^P(x))^{1/\rho} \quad (2.33)$$

を考えてみよう。ここで $\rho$ はリスク調整項である。もし $\rho = 1$ ならばリスク調整を行わないことを意味する。原資産が保険契約の対象になる場合 $X$ は損失を意味するので $0 < \rho < 1$ であるように生存確率を上シフトすることにより予想損失額をリスクプレミアム分だけ上乗せすることによりリスク調整をおこなう。原資産価値がプラスの値だけを取るような金融資産の場合には $\rho > 1$ とる

このような変換を「比例ハザード (PH: Proportional Hazards) 変換」とよぶ<sup>12</sup>。つまり、こうした定式化は、危険回避的な投資家や技術者が自分にとって良い(悪い)ことが起きる確率を低め(高め)に見積もろうとしている、ことを表そうとした結果である。

例えば、式(2.22)で示された指数分布の場合に PH 変換を適用すると、 $S_X^P(x) = \exp\{-\lambda x\}$ であるので、原資産を寿命と考えた時のリスク調整後のオプション(年金)価格は、

$$C_0 = \int_K^\infty S_s^Q(s) ds = \int_K^\infty e^{-(\lambda/\rho)x} ds$$

$$= \frac{\rho}{\lambda} e^{-(\lambda/\rho)K}$$

$$= E_o^Q[X_T] \Pr(X_T^Q > K) \quad (2.34)$$

となる。ここで、 $E_o^Q[X] = \rho/\lambda$ はリスク調整「後」の期待キャッシュフローを示し、 $X^Q$ は指数分布の母数が $\lambda/\rho$ であるようなリスク調整「後」の指数分布に従う確率変数を示す。

##### 4.2 Wang(王)変換

式(2.33)の比例ハザード変換がもつ幾つかの問題点を考慮して、Wang(2000)は、式(2.32)のもう一つの特別な場合の確率測度の変換方法を示した。それが、次の式(2.35)で示す Wang 変換である<sup>13</sup>。

10 これまでの議論で、ボラティリティを示す項がオプション価格式に表れることは、投資家のリスク回避傾向を示すものではない。行使価格で切断された原資産分布を考えているからである。この場合、行使価格の値によってボラティリティが変化し、それがさらに切断正規分布の期待値に影響するからである。あくまでも、投資家は依然として期待値のみに関心を持っているにすぎない。

11 さらに $g(\bullet)$ が満足すべき性質としては、凸関数かつ $g'(0) = +\infty$ である。 $g(\bullet)$ このような確率測度の変換とそ

の場合の保険料率決定について、より広範な議論が Wang, Young and Panjer(1997)で行われている。

12 比例ハザード(PH)変換の特性については Wang(1995)を参照のこと。

13 Wang 変換の詳細については Wang(2000)を、リアルオプションに対する応用例については伊藤(2015)を参照。但し伊藤(2015)では式(2.35)において生存関数でなく分布関数 $F(x)$ を用いている。また伊藤(2015)では式(2.35)の両辺を $x$ で微分しリスク調整後の密度関数を求めオプション価値を計算していることに注意。

$$S^Q(x) = N\left(N^{-1}\left(S^P(x)\right) + \alpha\right) \quad (2.35)$$

ここで、 $N(\bullet)$ は標準正規分布の分布関数、 $N^{-1}(\bullet)$ はその逆関数、 $\alpha$ はリスクプレミアムである。もし $\alpha = 0$ であれば、いかなる $x$ に対しても $S^Q(x) = S^P(x)$ でありリスク調整は行われぬ。  $x > (<) 0$ である場合、 $\alpha > (<) 0$ がリスク回避型の投資家によるリスク調整を意味する。

ただし、こうした方法は、どの様にしてリスク調整をおこなうか、その直感的な理解と計算が容易であるという利点があるものの、その背後にある経済理論が明確でないという問題点があることは否めない。

## 5. Black and Scholes モデル(1973)の導出

裁定利益が得られないという意味でのオプション価格決定モデルは、Black and Scholes(1973)によって初めて得られ、Harrison and Kreps(1979)によってその背後にある数学的な考え方が明らかになった。

生存関数を行使価格以上の範囲で積分することによってオプション価格を求める方法は、そうした考え方と全く異なるように思える。しかし、原資産価格の確率過程、したがって生存確率をリスク中立世界で定義し、生存関数の積分を計算することによって Black and Scholes モデルを求めることができる。以下その点を確かめることにしよう。

### 5.1 Black and Scholes(1973)モデルの導出過程

#### Step1: 原資産の確率過程：幾何ブラウン運動の想定

原資産価格が対数正規分布に従う次の様な確率過程を想定する。

$$\frac{dS_t}{S_t} = \mu dt + \sigma dW_t \quad (2.36)$$

ここで $\mu$ は期待投資収益率を、 $\sigma$ は投資収益率のボラティリティを示す。 $dW_t$ は増分ウィナー過程であり、平均がゼロ、標準偏差が $\sqrt{dt}$ の正規分布に従う。

#### Step2: リスク中立的な確率過程に変換

式(2.36)の右辺の期待収益率 $\mu$ をリスクフリー・レート $r_f$ で置き換え、原資産価格に関するリスク中立確率過程を考える。

$$\frac{dS_t}{S_t} = r_f dt + \sigma dW_t \quad (2.37)$$

#### Step3: リスク中立世界における生存関数 $S_s(s)$ を導く

リスク中立世界のもとで、将来時点 $T$ の原資産価格 $S_T$ が特定の値 $s$ より大きくなるリスク中立生存確率を求める。そのためには、まず式(2.37)に伊藤積分をほどこし確率微分方程式を解き、次の結果を得る。

$$S_T = S_0 \exp\left\{\left(r_f - \frac{\sigma^2}{2}\right)T + \sigma\sqrt{T}\varepsilon_T\right\} \quad (2.38)$$

ここで、 $\varepsilon_T$ は平均ゼロ、標準偏差が1の標準正規分布に従う確率変数である。式(2.38)から生存関数は

$$\begin{aligned} S_s^Q(s) &= \Pr^Q(S_T > s) = \Pr^Q(\ln S_T > \ln s) \\ &= \Pr^Q\left(\ln S_0 + \left(r_f - \frac{\sigma^2}{2}\right)T + \sigma\sqrt{T}\varepsilon_T > \ln s\right) \\ &= \Pr^Q\left(\varepsilon_T > \left(\ln(s/S_0) - \left(r_f - \frac{\sigma^2}{2}\right)T\right) / \sigma\sqrt{T}\right) \\ &= 1 - N(-d_2) = N(d_2) \end{aligned} \quad (2.39)$$

となる。ここで、 $N(\bullet)$ は標準正規分布の分布関数であり、引数 $d_2$ は以下のように定義される。

$$d_2(s) = \left(\ln(S_0/s) + \left(r_f - \frac{\sigma^2}{2}\right)T\right) / \sigma\sqrt{T} \quad (2.40)$$

もし、この式(2.40)において、 $s$ を行使価格 $K$ で置き換えると、 $N(d_2)$ はBlack and Scholes 式の右辺第2項の $N(d_2)$ に等しくなる。

#### Step4: リスク中立的な生存関数からコール価格を求める

コールオプション価格は、リスク中立世界において、オプション満期 $T$ の期待オプションペイオフを、リスクフリーで現在価値に割り引くことによって求めることができる。

$$\begin{aligned} C_0 &= \exp(-r_f T) \int_K^\infty S_s^Q(s) ds \\ &= \exp(-r_f T) \int_K^\infty N(d_2(s)) ds \end{aligned} \quad (2.41)$$

この式の積分部分で、 $u \equiv N(d_2)$ かつ $dv \equiv ds$ と置き、部分積分を式(2.41)に適用すると、次の結果が得られる。

$$\begin{aligned} &\int_K^\infty N(d_2(s)) ds \\ &= N(d_2(s))s \Big|_K^\infty - \int_K^\infty s \frac{\partial N(d_2(s))}{\partial s} ds \\ &= \lim_{s \rightarrow \infty} N(d_2(s))s - N(d_2(K))K - \int_K^\infty s \frac{\partial N(d_2(s))}{\partial s} ds \end{aligned} \quad (2.42)$$

この式(2.42)の最後の式の右辺第1項は、式(2.40)から $\lim_{s \rightarrow \infty} d_2 = -\infty$ 、従って $N(-\infty) = 0$ となる。ゼロへの収束は $s \rightarrow 0$ よりも早いことから右辺第1項は極限でゼロになる。式(2.42)の右辺第3項は、数学付録A2に示したように、やや冗長な計算が必要であるが、

$$\int_K^\infty s \frac{\partial N(d_2(s))}{\partial s} ds = -\exp(r_f T) S_0 N(d_1) \quad (2.43)$$

と表すことができる。これらの結果を式(2.42)に代入し、現在価値に引き戻す(式(2.41))を用いると、Black and Scholes のヨーロッパコールオプション式

$$C_0 = \exp(-r_F T) \int_K^\infty N(d_2(s)) ds \quad (2.44)$$

$$= e^{-r_F T} (-N(d_2) K + e^{r_F T} S_0 N(d_1))$$

を導くことができる。

### 5.2 Black and Scholes 式の可視化

Black and Scholes 式を生存関数の定積分として求めることができた。図 8 に示すように、これからオプション価格は、生存関数下の面積として可視化できる。

図 8 の実線が式(2.37)のリスク中立的な原資産の確率過程にもとづく生存確率(式(2.39))を、その下の面積が式(2.44)の Black and Scholes 式によるコールオプション価格を示している<sup>14</sup>。

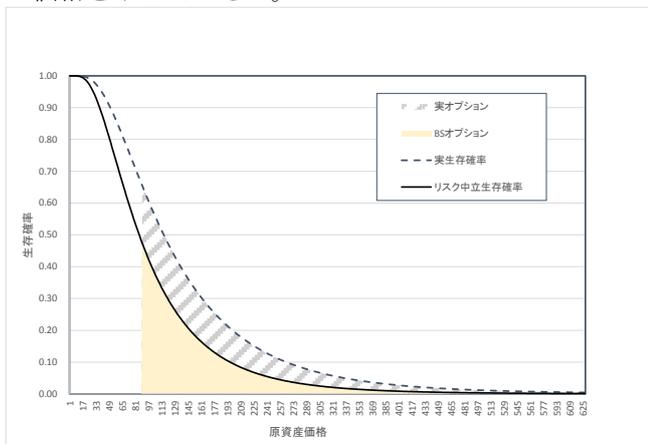


図 8 生存確率曲線下の面積としての Black and Scholes コールオプション価格。

注：実線がリスク中立世界、点線が実確率世界のもとにおける生存確率を示す。

### 6. おわりに

生存確率(関数)の不定積分としてオプション価格を求めることができることを明らかにした Bronzin(1908)のオプション価格モデルの概要を検討した上で、その拡張を試みた。拡張は、1) 生存関数の「定」積分で同様なことが可能に成ることを明らかにした上で、2) そのことがオプション価格の「可視化」を可能にすることを示した。こうした方法により、オプション価格に影響を与えるパラメータ、例えば、現在の原資産価格やボラティリティ、残存期間を連続的に変化させることにより、オプション価格がどのように変化するかを、生存曲線下の面積の変化によって表現できることを示した。また、原資産が正規分布をするときのコールオプション価格を Bachelier (1900)と整合的な確率過程から出発して、生存関数の定積分として求めた。

さらに Bronzin(1908)では考慮されていなかった、リスク回避度を取り込む方法を、保険数理における比例ハザード変換と Wang 変換を用いて説明した。また、現

代ファイナンスで標準的なデリバティブの価格決定方法であるリスク中立確率測度のもとで、Black and Scholes(1973)モデルを生存関数の定積分を求めることによっても得ることができることを示した。

多くの確率分布では、生存関数を容易に定義でき、その定積分も比較的容易に閉じた解として求めることができる。そうした意味で、多様なリスクとその確率分布を取り扱うリアルオプション研究においてこうした価格決定方法は新しい視点を提供していると思われる。

### 数学付録

#### A1. 生存関数の定積分としてのコールオプションの期待ペイオフ：式(2.6)の導出

$$E_0^Q [\tilde{C}_T] = E_0^Q [Max[\tilde{S}_T - K, 0]]$$

$$= \int_0^\infty Max[s - K, 0] dF_s^Q(s) \quad (2.45)$$

$$= \int_K^\infty (s - K) f_s^Q(s) ds$$

$$= - \int_K^\infty (s - K) dS_s^Q(s)$$

ここで最後の式の導出は次の関係を利用することによって得られる。

$$f_s^Q(s) = \frac{dF_s^Q(s)}{ds} = \frac{d(1 - S_s^Q(s))}{ds} = -\frac{dS_s^Q(s)}{ds} \quad (2.46)$$

更に、式(2.45)の最後の行において  $u \equiv s - K$ 、 $dv \equiv dS_s^Q(s)$  と置き、部分積分を適用すると、

$$E_0^Q [\tilde{C}_T] = - \int u dv = -uv|_K^\infty + \int_K^\infty v dv$$

$$= -(s - K) S_s^Q(s)|_K^\infty + \int_K^\infty S_s^Q(s) ds \quad (2.47)$$

$$= -(\infty - K) S_s^Q(\infty) + (K - K) S_s^Q(K) + \int_K^\infty S_s^Q(s) ds$$

$$= 0 + 0 + \int_K^\infty S_s^Q(s) ds = \int_K^\infty S_s^Q(s) ds$$

となり、本文における式(2.6)を得る。

#### A2. Black and Scholes モデル導出の詳細：式(2.43)の 2 つの導出方法

$d_1 \equiv d_2 + \sigma\sqrt{T}$ 、 $d_2(s) \equiv (\ln(S_0/s) + (r_F - \frac{\sigma^2}{2})T) / \sigma\sqrt{T}$  であり、 $n(\bullet)$  が標準正規分布の密度関数であることに注意すると次の結果が得られる。

14 この場合のコールオプション式は Boness(1964)に相当す

る。

$$\begin{aligned}
& \int_K^\infty s \frac{\partial N(d_2(s))}{\partial s} ds = \int_K^\infty s \frac{\partial N(d_2(s))}{\partial d_2(s)} \frac{\partial d_2(s)}{\partial s} ds \\
& = \int_K^\infty sn(d_2(s)) \frac{1}{\sigma\sqrt{T}} \frac{-1}{s} ds \\
& = -\int_K^\infty \frac{1}{\sigma\sqrt{T}} n(d_1(s) - \sigma\sqrt{T}) ds = \\
& -\int_K^\infty \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2 T}} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left(d_1^2 - 2d_1\sigma\sqrt{T} + \sigma^2 T\right)\right\} ds \\
& = -\exp\{\ln S_0 + r_F T\} \int_K^\infty \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2 T}} \exp\left\{\frac{-d_1^2(s)}{2} - \ln s\right\} ds
\end{aligned} \tag{2.48}$$

ここで、 $\varpi \equiv \ln s$  と置けば  $K \rightarrow \ln K$ 、 $d\varpi = 1/s ds$

$\Rightarrow sdw = ds \Rightarrow e^\varpi dw = ds$  であり、式(2.48)は

$$\begin{aligned}
& = -S_0 e^{r_F T} \int_{\ln K}^\infty \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2 T}} \exp\left\{\frac{-d_1^2(\varpi)}{2} - \varpi\right\} e^\varpi d\varpi \\
& = -S_0 e^{r_F T} \int_{d_1(K)}^\infty \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left\{\frac{-z^2}{2}\right\} dz \\
& = -S_0 e^{r_F T} N(d_1(K))
\end{aligned} \tag{2.49}$$

となる。あるいは式(2.48)の2行目の式において  $\varpi \equiv \ln s$  と置くと、

$$\int_{\ln K}^\infty e^\varpi n(\varpi) d\varpi \tag{2.50}$$

を得る。この式(2.50)は、正規分布に関する偏積率母関数(partial moment generating function)であり、Winkler, Roodman, and Britney(1972)、あるいは Rubinstein(1976)の数学付録に示されたように  $w' \sim N(\mu + \sigma^2 T, \sigma^2 T)$  とした時に、

$$-\exp\left\{\mu + \sigma^2/2\right\} \Pr(w' > \ln K)$$

と表すことができる。この式の指数部分は

$$\begin{aligned}
& \exp\left\{\mu + \sigma^2/2\right\} \\
& = \exp\left\{\ln S_0 + \left(r_F - \frac{\sigma^2}{2}\right)T + \frac{\sigma^2}{2}T\right\} = e^{r_F T} S_0
\end{aligned}$$

となり、確率部分は

$$\Pr(w' > \ln K) = 1 - N(-d_1) = N(d_1)$$

と成ることを示すことができる。これらの結果をまとめると式(2.43)を得る。

### 参考文献

- Bachelier, Louis (1900), "Théorie de la Spéculation", *Annales Scientifiques de l'École Normale Supérieure* 3 (17): 21–86 English translation in Cootner, Paul H (1984). *The Random Character of Stock Market Prices*. M.I.T. Press, 1964, Risk Books, 2000, and in *Louis Bachelier's Theory of Speculation: The Origins of Modern Finance*. Princeton University Press, 2011.
- Banz, Rolf W., and Merton H. Miller (1978). "Prices for State-Contingent Claims: Some Estimates and Applications" *The Journal of Business* 51, no. 4 (1978): 653–72.
- Black, Fischer, and Myron Scholes (1973). "The Pricing of Options and Corporate Liabilities." *Journal of Political Economy* 81, no. 3 (May 1, 1973): 637–54.
- Boness, A. James (1964). "Elements of a Theory of Stock-Option Value." *Journal of Political Economy* 72, no. 2 (Spring 1964): 163–75.
- Bronzin, Vinzenz (1908) "Theorie der Prämienengeschäfte." *Monatshefte für Mathematik und Physik* 21, no. 1 (1910). 英語版は Hafner and Zimmermann (2009)の第4章に収録されている。
- Breeden, Douglas T., and Robert H. Litzenberger (1978). "Prices of State-contingent Claims Implicit in Option Prices". *Journal of business*, 1978, 621–51
- Barone, E., and Cuoco, D. (1989). The Italian Market for 'Premium Contracts: An Application of Option Pricing Theory. *Journal of Banking & Finance*, 13(4), 709-745.
- Hafner, Wolfgang, and Heinz Zimmermann (2009). *Vinzenz Bronzin's Option Pricing Models: Exposition and Appraisal*. Springer Science & Business Media, 2009.
- Harrison, J. Michael, and David M Kreps (1979). "Martingales and Arbitrage in Multipored Securities Markets." *Journal of Economic Theory* 20, no. 3 (June 1, 1979): 381–408.
- Rubinstein, Mark (1976). "The Valuation of Uncertain Income Streams and the Pricing of Options." *The Bell Journal of Economics* 7, no. 2 (1976): 407–25.
- Wang, Shaun (1995). "Insurance Pricing and Increased Limits Ratemaking by Proportional Hazards Transforms." *Insurance: Mathematics and Economics* 17, no. 1 (August 1995): 43–54.
- Wang, Shaun S., Virginia R. Young, and Harry H. Panjer (1997). "Axiomatic Characterization of Insurance Prices." *Insurance: Mathematics and Economics*, in Honor of Prof. J.A. Beekman, 21, no. 2 (November 15, 1997): 173–83.
- Wang, Shaun S (2000). "A Class of Distortion Operators for Pricing Financial and Insurance Risks." *The Journal of Risk and Insurance* 67, no. 1 (Spring 2000): 15–36.
- Weber, Ernst Juerg (2009). "A Short History of Derivative Security Markets" in *Vinzenz Bronzin's Option Pricing Models*.
- Winkler, Robert L., Gary M. Roodman, and Robert R. Britney(1972). "The Determination of Partial Moments." *Management Science* 19, no. 3 (Spring 1972): 290–96.
- Zimmermann, Heinz, and Wolfgang Hafner (2007). "Amazing Discovery: Vincenz Bronzin's Option Pricing Models." *Journal of Banking and Finance* 31, no. 2 (2007): 531–46.
- 伊藤晴祥、「積雪リスクマネージメントにおける一考察；新潟県のスキー場における事例研究」、『日本リアルオプション学会機関誌』、第7巻第3号、32–39.
- 森平爽一郎、「オプション価格決定モデル：その学説史的展望(1) バシエリエ(1900)モデル」、『日本リアルオプション学会機関誌』、第7巻第3号、22–32.

## 学会だより

### ● JAROS2016 研究発表大会について

2016年度の研究発表大会は、2016年11月19日（土）、20（日）に、中央大学後楽園キャンパスで開催される予定です。実行委員長は、鳥海重喜氏（中央大学）、実行副委員長は高嶋隆太氏（東京理科大学）です。学会創設十周年を記念してのシンポジウム等を企画・検討中です。

### ● 学会創設十周年について

本学会は、2006年7月28日に創設されました。2016年は、創設十周年の年にあたります。本誌も、臨時増刊号の発行を企画・検討中です。

### ● 会員データの確認と更新のお願い

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

## 編集後記

リアルオプション学会の機関誌「リアルオプションと戦略」の第8巻第1号をお届け致します。まず、公開研究会の講演要旨を講演者の二宮様、小井土先生、川井様にご執筆頂きました。また、JAROS2015研究発表大会でのセミナー「地方創生と価値創造イノベーション」での講演要旨を、岩佐様、丸山先生にご執筆頂きました。

そして、前号に引き続いて編集委員会から寄稿をお願いした宮原先生の第5弾目となる研究ノートに掲載させて頂きました。宮原先生の「プロジェクトの総合的評価法」に関する研究ノートは今回で最後となりますが、研究者のみならず実務家の方々にも研究ノートからのヒントを実務にお役に立てて頂ければと思います。さらに、前号に引き続き、査読済み論文として2篇の論文を採択し、中岡先生と森平先生の論文に掲載致しました。次号第8巻第2号は2016年4月に刊行予定ですが、査読論文をはじめとして、リアルオプション研究や実務への応用に寄与するさまざまな論文、研究ノート、事例研究などの投稿をお願い致します。最後になりますが、2016年はリアルオプション学会の10周年となる節目の年ですので、機関誌特集号を初めとして様々な企画を考えております。リアルオプション学会会員の皆様のお力添えをお願い申し上げます。

伊藤晴祥

日本リアルオプション学会機関誌  
**リアルオプションと戦略 第8巻 第1号**

2016年2月29日 発行

(機関誌編集委員会)

委員長：高森寛

委員：森平爽一郎、中岡英隆、伊藤晴祥

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1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

## Reviewed Papers, Vol. 8, No. 1

Analysis of the Adverse Effect on Toshiba's Firm Value under Accounting Scandal with respect to the Acquisition of Westinghouse

[Hidetaka Nakaoka] ————— 30

Option Pricing Models: The Review of Literatures (2)  
Bronzin (1908) and Its extensions

[Soichiro Moridaira] ————— 37



---

<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