

平成 22 年 5 月 20 日現在

研究種目：若手研究（B）  
 研究期間：2008～2009  
 課題番号：20710116  
 研究課題名（和文） リアルオプション研究：理論モデルの構築・分析とケーススタディ  
 研究課題名（英文） Real options studies: development and analysis of theoretical models and case studies

研究代表者  
 西原 理（NISHIHARA MICHI）  
 大阪大学・大学院経済学研究科・講師  
 研究者番号：20456940

研究成果の概要（和文）：2種類のリアルオプションに関する研究を行った。第一に、コーポレートファイナンスにおける企業の投資問題の分析を行った。この研究では、企業の資金調達や資本構成と投資戦略の関連性を分析し、経営者、株主、債権者という異なるプレーヤー間の利害対立行動を明らかにした。第二の研究は、ケーススタディである。この研究では、「私立大学のブランド価値と定員数の調整」などに関する実証研究を行い、多くの知見を得た。

研究成果の概要（英文）：I carried out two types of researches. The first is an analysis of real investment problems in the corporate finance framework. I revealed interactions among corporate financing, capital structure, and investment strategies, and I pointed out the presence of agency problems among managers, shareholders, and bondholders. The second research consists of case studies on real options. This includes many useful findings in evaluation of universities and adjustment of the number of entrants.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2009年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,300,000	690,000	2,990,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学・社会システム工学・安全システム

キーワード：ファイナンス，金融工学

## 1. 研究開始当初の背景

（1）1980年代後半 Dixit (1989), McDonald and Siegel (1986), Pindyck (1988)などが、企業を経営の柔軟性（プロジェクトへの参入や拡大，縮小，撤退など）というリアルオプションを持つオプションホルダーとみなし、金融オプション（特にアメリカンオプション）

の価格付け理論を用いて、企業の投資戦略や投資プロジェクト価値について分析をはじめた。こういった研究は、Tobinのqの理論やNet Present Valueによるプロジェクト評価などを拡張する理論として大きな発展をとげた。実際、リアルオプションモデルによって、以前のアプローチでは捉えること

が難しかった、実物投資のもつ2つの特徴：部分的な不可逆性、将来の利益の不確実性の分析が可能となり、リアルオプション研究は大きく発展を遂げた。

(2) 初期のリアルオプション研究は金融オプションの価格付け理論をそのまま応用できるような一主体の投資問題を分析していたが、投資機会といったリアルオプションは、ほとんどの場合、一主体が独占的に保有しているものではない。例えば、同一の業界内でのR&D投資争いや出店競争のように、複数の競合する企業が同様のプロジェクトに投資を行うことが考えられる。また、単一の企業内においても、株主、経営者、債権者という投資プロジェクトに関して保有する情報や権限、利害の異なる3種類のプレーヤーが存在している。

(3) 近年、こういった複数のプレーヤーが関わるリアルオプションの研究が著しく発展してきている。例えば、Grenadier (1996)、Weeds (2002)、Huisman and Kort (2003)などは、ゲーム理論におけるタイミングゲームの概念を取り入れたリアルオプションモデルを構築して複数企業による投資争いを分析している。また、Grenadier and Wang (2005)は、契約理論（ノーベル経済学賞受賞者Myersonらが基礎を築いた理論でメカニズムデザインの理論とも呼ばれる）を組み込んだリアルオプションモデルを構築し、投資プロジェクトに関する株主と経営者の間の非対称情報が企業の投資戦略とプロジェクト価値に与える影響を分析している。

(4) 主に欧米を中心として発展してきたリアルオプションの研究であるが、国内においても、リアルオプション学会が設立され、特に若手研究者を中心に研究が活発に行われるようになってきている。さらに最近では、コンサルティング会社などで実務への活用もはじまり、ますますリアルオプション研究に対する需要が高まっている。

## 2. 研究の目的

本研究では、大きく分けて以下の二種類のリアルオプションの研究を行う。

コーポレートファイナンスにおける企業の投資問題の分析

リアルオプションモデルによるケーススタディ

研究では、企業の資金調達や最適資本構成の問題と企業の最適投資戦略の問題を結びつけ、経営者、株主、債権者という3種類のプレーヤーを考慮したリアルオプションモデルの構築と分析を行う。これによって、ア

メリカンオプションの価格評価モデルをそのまま実物投資の問題に適用するだけの研究とは一線を画して、コーポレートファイナンス特有の問題を分析することができる。特に、プレーヤー間の利害対立や非対称情報といった問題が企業のプロジェクト投資とプロジェクト価値に与える影響や、企業の特性（資本構成や可能な資金調達方法）に応じた投資戦略の違いなどを明らかにする。

研究では、様々な問題に対してリアルオプションモデルを用いてケーススタディを行うことにより、その有用性を検証する。具体的には、現代社会において注目を集めている問題である、「大学のブランド価値と定員数の調整」などといった問題に関してリアルオプションという観点から数理的に分析する。理論モデルばかりが先行してその有用性について疑問視される向きもあるリアルオプションの研究に対して、個別ケースに合わせたモデルの構築と実証的な分析を行うことは意義がある。

## 3. 研究の方法

(1) 研究の目的で記述した2種類の研究を平行して進める。効率的に研究を進めるために、必要に応じて、適宜、関連分野の研究者と共同研究という形をとり、各々の得意な分野を生かす。リアルオプションの研究に関しては日本より欧米の研究の方が進んでいるので、積極的に国際会議で研究成果の発表を行い、そこで得たコメントを参考にして改善していく。論文を国際学術誌（特に欧米の学術誌）に投稿して掲載されることにより、研究成果について、日本だけでなく国際的に広く公表する。

(2) 本研究には、モデル構築の着想が沸かなかつたり、数理的な分析がうまくいかなかつたりして研究が進まないリスクが存在する。このような場合には、共同研究者との打ち合わせや学会参加を集中的に行うことによって、局面の打開をはかる。また、本研究は、多くのモデル、ケーススタディを含んでおり、研究経過をみながら必要に応じて取捨選択を行い、うまく結果が出たものから順に研究成果を発表していく。このような研究スタイルによって、研究が壁にぶつかって進まないリスクを減少させる。

## 4. 研究成果

研究の目的で記述した2種類の研究

コーポレートファイナンスにおける企業の投資問題の分析

リアルオプションモデルによるケーススタディ

を行い、有意義な研究成果を得ることができ

た。下記の(1)~(5)が、主な研究成果である。(1)~(3)は、コーポレートファイナンスのフレームワークで資金調達と投資の問題を分析したの研究に属し、(4)と(5)は、より具体的な問題をリアルオプションという観点から分析したの研究に属する。

(1)株主と経営者間の非対称情報から生じる利害対立下における資本構成と実物投資の相互作用について調べた。具体的には、Sundaresan and Wang (2007)のモデルをGrenadier and Wang (2005)の拡張モデルであるNishihara and Shibata (2007)と結び付けて非対称情報モデルに拡張し、株主による最適な契約を導出した。契約によって生じる投資行動を分析することによって、負債調達が、投資を促進する効果がある一方、社会厚生を減少させることを示した。この結果は、いくつかの実証研究の結果とも整合的であり、モデルの妥当性も高いと考えられる。本研究の成果をまとめた論文(雑誌論文)は、国際的に評価の高い査読付ジャーナルJournal of Economic Dynamics and Controlに掲載された。

(2)複数企業が負債調達によって競争的に投資行動を行う場合に生じる均衡について分析を行った。具体的には、Sundaresan and Wang (2007)のモデルをGrenadier (1996), Weeds (2002), Huisman and Kort (2003)らによる競争的なリアルオプションモデルに拡張した。ゲームの均衡を調べることによって、企業数が増加するに従って社会的損失が増加する仕組みを明らかにした。本研究の結果は、Grenadier (2002)と同様の結果を異なる設定の下で導出したものと捉えることができる。本研究の成果をまとめた論文(雑誌論文)は、査読付ジャーナルInternational Journal of Management Science and Engineering Managementに掲載された。

(3)新株発行に関する高いコストや内部資金の不足という資金調達における制約が実物投資に与える影響を明らかにした。具体的には、Sundaresan and Wang (2007)のモデルをGrenadier (1996), Weeds (2002), Huisman and Kort (2003)らによる競争的なリアルオプションモデルに発展させた上で、資金制約を考慮したモデルを構築して、ゲームの均衡を導出した。これによって、資金調達制約が企業間争いを緩和して社会厚生を高める可能性があることを初めて指摘した。

資金制約だけ、あるいは、企業間争いだけが存在する場合には、これらのフリクシオンは、

企業にとってマイナスの効果しか及ぼさない。しかし、資金制約と企業間争いという2種類のフリクシオンが同時に存在する状況下では、資金制約が企業間争いと相互作用によってプラスの影響をもたらす可能性があることを本研究では示している。この結果は、異なる2種類のフリクシオンが打ち消しあう相互作用を明らかにしたMookherjee and Png (1995), Hirshleifer and Thakor (1992), Mao (2003), Hackbarth (2009)などの研究成果と類似的である。

さらに、本研究では、資金制約がもたらすプラスの効果は、次の特徴を持つ産業に期待されることも示した。

先行者利益が大きい(企業間争いが激しい)

内部資金が少ない

将来の利益のボラティリティが高い

倒産コストが高い

例えば、ITベンチャー企業間の争いは、上記の特徴をすべて満たしている。すなわち、本研究の結果は、ベンチャーキャピタルによる過剰なITベンチャー企業への投資は、企業間の争いを激化させ、社会厚生を減少させる可能性があることを示唆している。本研究の成果をまとめた論文(雑誌論文)は国際的に評価の高い査読付ジャーナルJournal of Economics and Management Strategyに採択された。

(4)リアルオプションの観点から、自動車メーカーのハイブリッド車と電気自動車への投資戦略を分析した。具体的には、ハイブリッド車から電気自動車へ投資を移行するオプションを表現するスプレッドオプションをペイオフに組み込んだ形のマックスオプションの性質を調べた。これによって、電気自動車の需要の増加が、電気自動車だけでなくハイブリッド車への投資も促進する可能性が高いことを示した。

また、本研究は、テクニカルな観点からは、Geltner, Riddiough, Stojanovic (1996), Broadie, Detemple (1997)によるマックスオプションの最適停止領域に関する研究成果とLoubergé, Villeneuve, Chesney (2002)などによるスプレッドオプションの最適停止領域に関する研究成果を融合させた研究と位置付けることができる。本研究の成果をまとめた論文(雑誌論文)は、国際的に評価の高い査読付ジャーナルOperations Research Lettersに掲載された。

(5)私立大学の応募者数、入学者数、入学定員数のデータを用いて、「私立大学のブランド価値の評価」、「私立大学の定員数の最適

調節」,「私立大学の定員割れリスクの予測」に関する実証研究を行った。大学経営に関しては、概念的な既存研究が多い中、経営政策や将来の動向について、数理的な切り口から検証を行うことによって、多くの新しい知見を得た。

#### 5. 主な発表論文など

(研究代表者, 研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計8件)

Michi NISHIHARA, Takashi SHIBATA “Interactions between preemptive competition and a financing constraint”, Journal of Economics and Management Strategy, forthcoming (採択済), 査読有  
Michi NISHIHARA, “Hybrid or electric vehicles? A real options perspective”, Operations Research Letters, 38, 2010, 87-93, 査読有

Michi NISHIHARA, Takashi SHIBATA “Strategic investment with debt financing”, International Journal of Management Science and Engineering Management, 5, 2010, 3-14, 査読有

Takashi SHIBATA, Michi NISHIHARA, “Dynamic investment and capital structure under manager-shareholder conflict”, Journal of Economic Dynamics and Control, 34, 2010, 158-178, 査読有

西原理, 芝田隆志, “リアルオプションと資金調達”, オペレーションズ・リサーチ, 53, 2008, 628-634, 査読無

芝田隆志, 西原理, “企業内の利害対立と最適投資タイミング”, オペレーションズ・リサーチ, 53, 2008, 620-627, 査読無

Atsuyuki OHYAMA, Michi NISHIHARA, “Optimal aid in environmental policy: a real options approach” The Kyoto Economic Review, 71, 2008, 21-50, 査読有

西原理, “R&D 投資のリアルオプションモデル”, オペレーションズ・リサーチ, 53, 2008, 288-293, 査読無

[学会発表](計13件)

西原理, “リアルオプションマネジメント”, 日本オペレーションズ・リサーチ学会 2010 年春季研究発表会, 東京, 首都大学東京, 2010 年 3 月 4 日

西原理, “Preemptive Investment Game with Alternative Projects”, 日本オペレーションズ・リサーチ学会研究部会「ソフトコンピューティングと最適化」「不確実性下の意思決定モデリング」合同研究会, 京都, 龍谷大学, 2010 年 2 月 20 日

西原理, “Preemptive Investment Game

with Alternative Projects”, 京都大学数理解析研究所研究集会「ファイナンスの数理解析とその応用」, 京都, 京都大学, 2009 年 11 月 26 日

Michi NISHIHARA, “Real Options with multidimensional state variables”, 23rd European Conference on Operational Research, Bonn, Germany, Gustav-Stresemann-Institut, 2009 年 7 月 8 日

西原理, “2次元の状態変数を持つリアルオプション”, 日本オペレーションズ・リサーチ学会 2009 年春季研究発表会, つくば, 筑波大学, 2009 年 3 月 18 日

西原理, 芝田隆志, “リアルオプションと資金調達”, 関学 阪大金融・保険合同講演会, 大阪, 関西学院大学, 2009 年 1 月 17 日

Michi NISHIHARA, Takashi SHIBATA, “The effects of the debt financing restriction in a real options model”, The IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, Singapore, Hotel Furama River Front, 2008 年 12 月 10 日

Michi NISHIHARA, Takashi SHIBATA, “The effects of the debt financing constraint in a real options model” The 2nd International Colloquium on Business & Management, Bangkok, Bangkok Palace Hotel, 2008 年 11 月 18 日

西原理, 芝田隆志, “リアルオプションにおける資金制約の影響”, 日本リアルオプション学会 2008 年研究発表大会, 浦安, 明海大学, 2008 年 11 月 9 日

Michi NISHIHARA, Takashi SHIBATA, “The effects of debt financing constraint in a real options model”, INFORMS Annual Meeting, Washington D.C., Marriott Wardman Park Hotel, 2008 年 10 月 14 日

Michi NISHIHARA, Takashi SHIBATA, “Strategic Investment with Debt Financing”, Workshop on Finance and Related Mathematical and Statistical Issues, Kyoto, Kyoto Research Park, 2008 年 9 月 6 日

Michi NISHIHARA, Takashi SHIBATA, “Investment Game with Debt Financing”, Daiwa International Workshop on Financial Engineering, Tokyo, Otemachi Sankei Plaza, 2008 年 8 月 4 日

Michi NISHIHARA, Takashi SHIBATA, “Real Options, Debt financing, and Competition”, Real Options 12th Annual International Conference, Rio de Janeiro, Brazil, Pestana Rio Atlantica Hotel, 2008 年 7 月 10 日

〔その他〕

ホームページなど

<http://www2.econ.osaka-u.ac.jp/~nishihara/nishihara-study.html>

6 . 研究組織

(1)研究代表者

西原 理 ( NISHIHARA MICH I )

大阪大学・大学院経済学研究科・講師

研究者番号：2 0 4 5 6 9 4 0