

令和 2 年 6 月 9 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K01254

研究課題名(和文) 確率モデルによる企業活動メカニズムの解明

研究課題名(英文) Elucidation of mechanism of firm behavior in stochastic models

研究代表者

西原 理 (Nishihara, Michi)

大阪大学・経済学研究科・准教授

研究者番号：20456940

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、ベンチャー、事業拡大、事業縮小という3段階における企業活動を確率的・動的なモデルに定式化し、理論モデルを数理的に分析した。これによって、先行研究では知られていなかった多くの理論メカニズム(非対称情報の資産売却・倒産への影響、技術・市場価値・競合企業の不確実性の研究開発投資への影響等)を解明することができた。多数の国内外の学会等で、得られた研究成果を口頭発表し、合計9本の論文が、国際的な査読付きジャーナルに掲載された。多くの研究結果が、国際的にインパクトのある重要な結果と判断され、レベルの高い著名なジャーナルに掲載された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

企業の実物投資・資金調達行動等の理論に関して、以前は静的なモデルで分析されてきたが、近年では動的な確率モデルによる分析が主流になりつつある。本研究で行った動的な確率モデルによる企業活動の理論の研究は、近年の経済・金融分野の最先端の研究テーマの一つであり、学術的意義が非常に大きい。実際、多くの研究成果が、国際的にレベルの高い著名なジャーナルに掲載された。また、現代社会は、急速に変化し、将来の不確実性も増している。このような変化に対応する企業のダイナミックな行動に関する理論メカニズムを明らかにすることは、社会的意義も大きい。

研究成果の概要(英文)：In this research project, I have developed the stochastic and dynamic models of firm behavior in the three stages, namely, venture, expansion, and contraction stages and analyzed them mathematically. In this approach, I have elucidated many theoretical mechanisms, which were not shown in previous researches. For instance, I have revealed the effects of asymmetric information on the asset sale and bankruptcy process, as well as the effects of technology, market, and competition uncertainty on the research and development process. I have presented these results at many international and domestic conferences and published nine papers in peer-reviewed international journals. These papers have been judged to be important results and greatly impact the research area, and then, they have been published in high-quality and prominent journals.

研究分野：ファイナンス

キーワード：ファイナンス 金融工学

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

Modigliani, Miller(American Economic Review, 1958)が、摩擦のない市場での企業の実物投資と資金調達問題の独立性を示して以来、現実に存在する様々な摩擦が企業活動に及ぼす影響を解明することが、経済・金融分野の主要な研究の一つとなった。例えば、株主・債権者・経営者の間の利害対立・非対称情報が資金調達・実物投資行動に及ぼす影響が理論的に示され、実証結果も行われてきた。

当初、静学的モデルを中心とする研究が行われていたが、80～90年代、連続時間確率モデルで資金調達・実物投資行動が分析されるようになった。さらに、McDonald, Siegel(Quarterly Journal of Economics, 1986), Dixit, Pindyck(本, 1994)等が、Black-Scholesモデル以降に大きく発展した金融オプションの価格付け理論を用いて、実物投資行動を分析する研究(リアルオプションと呼ばれる)を始め、Leland(Journal of Finance, 1994)等が、負債の構造モデルを提唱したことで、連続時間確率モデルによる企業活動の分析は主流となっていった。

近年では、リアルオプションモデルと構造モデルの統合、資本構成と実物投資の相互作用、非対称情報を含む連続時間確率モデル等の研究が進んでいる。この研究動向の中で、私も、リアルオプション分野で精力的に研究を行ってきたが、これまでの研究を発展させ、図1に示すように、ベンチャー、事業拡大、事業縮小という3段階における企業活動のメカニズムを明らかにしたいと考え、本研究を開始した。

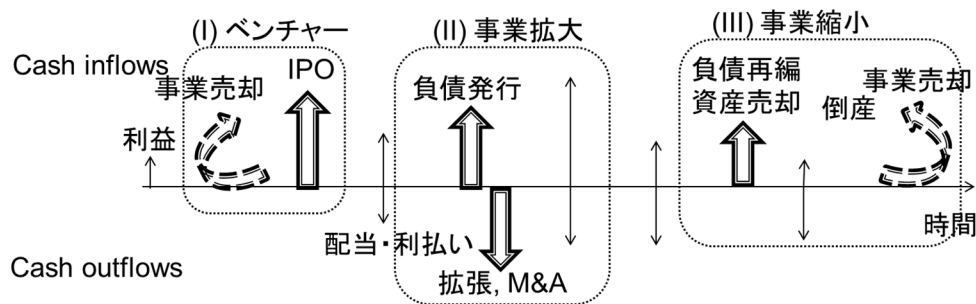


図1: 3つの段階での主な企業活動

### 2. 研究の目的

企業の実物投資・資金調達行動等の理論に関して、以前は静学的モデルで分析されてきたが、近年では動学的な確率モデルによる分析が主流になりつつある。本研究では、図1に示すように、ベンチャー、事業拡大、事業縮小という3段階における企業活動を動学的な確率モデルに定式化して、企業活動の動学的なメカニズムを解明する。動学的な確率モデルによる企業活動の理論は、近年の経済・金融分野の最先端の研究テーマの一つであり、学術的意義が非常に大きい。

### 3. 研究の方法

本研究では、確率論(確率過程、確率制御理論)を基本ツールとして用いて、企業活動を動学的な確率モデルに定式化し、理論モデルの数理的な分析を行った。一部の研究では、確率モデルに加えて、情報の非対称性があるゲーム理論モデル(スクリーニングモデル、シグナリングモデル)を併用することで、非対称情報をもつ複数のプレイヤー(経営者、株主、債権者、他企業等)が関わる企業活動のモデル化とメカニズムの解明も行った。理論研究を中心に行ったが、モデルの仮定や結果の整合性について、実証結果と厳しく照合し、実証結果を説明できるように工夫した。さらに、一部の研究では、米国やカナダの大学の研究者と協力し、最新の統計手法と企業データを用いて、理論結果の実証研究も行った。

### 4. 研究成果

本研究では、図1に示すように、ベンチャー、事業拡大、事業縮小という3段階における企業活動を確率的・動学的なモデルに定式化し、理論モデルを数理的に分析した。これによって、先行研究では知られていなかった多くの理論メカニズムを解明することができた。研究成果報告書の「主な発表論文等」の欄の通り、研究期間中に、多数の国内外の学会等で、得られた研究成果を口頭発表し、合計9本の論文が、国際的な査読付きジャーナルに掲載された。多くの研究成果が、本研究分野において国際的にインパクトのある重要な結果と判断され、Journal of Economic Dynamics and Control, Journal of Corporate Finance, Journal of Financial Research, European Journal of Operational Research 等のレベルの高い著名なジャーナルに掲載された。

以下では、より具体的に、(1)非対称情報の資産売却・倒産への影響、(2)研究開発投資、(3)資金制約の資金調達・実物投資への影響、(4)既存負債が引き起こす過少投資の研究に分類して、研究成果をまとめる。

### (1) 非対称情報の資産売却・倒産への影響

Nishihara, Shibata (Journal of Economic Dynamics and Control, 2018)では、資産の売り手企業が買い手企業よりも資産価値（資産の質）をよく知っているという非対称情報が、倒産プロセスに与える影響を理論的に解明した。企業が、買い手企業に質が良い資産であることをシグナリングする目的で、資産売却を遅らせることを示した。情報の非対称性による資産売却の遅れは、実証結果と整合的である。さらに、このシグナリングコストが高くなると、企業が、資産売却をあきらめ、清算という形の倒産を行い、結果として、負債価値を大きく減少させることを示した。

Nishihara, Shibata (Journal of Economic Dynamics and Control, 2019)では、とは逆に、資産の買い手企業が売り手企業よりも資産価値（当該資産をどのように活用して自社の利益をあげるか）をよく知っているという非対称情報が、倒産プロセスに与える影響を理論的に解明した。企業が、買い手企業の情報レントを抑えるために、資産売却を遅らせることを示した。さらに、このスクリーニングコストが高くなると、企業が、資産売却をあきらめ、清算を行い、結果として、資産価格を大きく減少させ、売り手企業から買い手企業への価値移転が生じることを示した。これによって、倒産企業による資産の投げ売りと呼ばれる現象を説明することができた。

### (2) 研究開発投資

Nishihara (Managerial and Decision Economics, 2018, EURO Journal on Decision Processes, 2018)では、研究開発期間や費用等の技術的な不確実性、市場価値の不確実性、競合企業の研究開発状況の不確実性という3種類の不確実性を考慮した新規的な研究開発投資の理論モデルを開発した。技術的な不確実性が、市場価値の不確実性とは異なり、（とりわけ競合企業のリスクが高い場合には）研究投資を早めることを示した。これによって、研究開発投資の割合と競合企業のリスクが高い産業においては不確実性が研究投資を促進させるという実証結果を説明することができた。

Jeon, Nishihara (European Journal of Operational Research, 2018)では、特許技術の開発企業とその技術を製品化・商業化する企業との間の利害交渉や契約が研究開発投資に与える影響を理論的に解明した。開発企業と製品化企業がともに、新事業への投資を遅らせる可能性があるが、政府が確率的な特許認可と特許侵害に対する罰金からなる特許システムを最適に調節すると、社会厚生を最大化と合理的な利益配分が行われることを示した。政府による最適な特許システムがない場合にも、開発企業と製品化企業が、自発的に交渉力を調節して社会厚生をある程度上昇させる可能性があることも示した。

### (3) 資金制約の資金調達・実物投資への影響

Shibata, Nishihara (Journal of Corporate Finance, 2018, International Journal of Theoretical and Applied Finance, 2019)では、実物投資の部分的な可逆性（投資額の一部が清算価値として残る）と清算（担保）価値に基づいた負債の借入制約を考慮した新規的な資金調達・実物投資の理論モデルを開発した。借入制約が直観とは逆に投資を早める可能性があること、借入制約が厳しくなると無リスクの負債を発行すること、キャッシュフローのボラティリティが高くなるほど借入制約に制限されやすくなること、借入制約に制限される企業では、そうでない企業と異なり、投資の可逆性が高くなるほどクレジットスプレッドが上昇すること等を示した。この理論モデルによって、資金調達・実物投資に関する多くの実証結果を説明することができた。

### (4) 既存負債が引き起こす過少投資

Nishihara, Sarkar, Zhang (Journal of Business Finance and Accounting, 2019)では、企業が実物投資の規模とタイミングを最適化する理論モデルを開発して、既存負債が引き起こす過少投資の問題（デットオーバーハングと呼ばれる）を理論的に解明した。先行研究では、規模かタイミングの一方だけを最適化する理論モデルを用いていたため、デットオーバーハングによる損失を過小評価していたが、本研究の理論モデルによって、規模とタイミングの両方を最適化する場合には、一方のみを最適化する場合に比べて、デットオーバーハングによる損失が10倍以上も増加することを示した。

Jiao, Nishihara, Zhang (Journal of Financial Research, 2019)では、営業レバレッジがデットオーバーハングに及ぼす影響を理論的に解明した。実物投資（事業拡大）によってキャッシュフローが増えると倒産リスクも減少するため、投資費用を負担する株主だけでなく、投資費用を負担しない債権者も利益を得る。このために既存負債が過少投資をもたらすデットオーバーハングの問題が生じるが、営業レバレッジが高い企業では、事業拡大が（固定費の増加により）倒産リスクを高める効果もあるため、デットオーバーハングの問題が緩和されることを理論モデルで示した。さらに、米国の企業データを用いた実証研究を行い、営業レバレッジ

がデットオーバーハングの問題を緩和するという理論結果をデータで実証することもできた。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Nishihara Michi、Sarkar Sudipto、Zhang Chuanqian	4. 巻 46
2. 論文標題 Agency cost of debt overhang with optimal investment timing and size	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Business Finance & Accounting	6. 最初と最後の頁 784 ~ 809
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/jbfa.12379	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 SHIBATA TAKASHI、NISHIHARA MICHII	4. 巻 22
2. 論文標題 CREDIT SPREAD AND LIQUIDATION VALUE-BASED DEBT FINANCING CONSTRAINT	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Theoretical and Applied Finance	6. 最初と最後の頁 1950021 ~ 1950021
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1142/S0219024919500213	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Jiao Feng、Nishihara Michi、Zhang Chuanqian	4. 巻 42
2. 論文標題 OPERATING LEVERAGE AND UNDERINVESTMENT	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Financial Research	6. 最初と最後の頁 553 ~ 587
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/jfir.12188	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Nishihara Michi、Shibata Takashi	4. 巻 108
2. 論文標題 Liquidation, fire sales, and acquirers' private information	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Economic Dynamics and Control	6. 最初と最後の頁 103769 ~ 103769
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jedc.2019.103769	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Michi NISHIHARA, Takashi SHIBATA	4. 巻 90
2. 論文標題 Dynamic bankruptcy procedure with asymmetric information between insiders and outsiders	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Economic Dynamics and Control	6. 最初と最後の頁 118 ~ 137
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jedc.2018.02.006	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Michi NISHIHARA	4. 巻 6
2. 論文標題 Valuation of an R&D project with three types of uncertainty	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 EURO Journal on Decision Processes	6. 最初と最後の頁 93 ~ 113
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s40070-018-0076-5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Haejun JEON, Michi NISHIHARA	4. 巻 270
2. 論文標題 Optimal patent policy in the presence of vertical separation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 European Journal of Operational Research	6. 最初と最後の頁 682 ~ 697
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ejor.2018.03.027	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shibata Takashi, Nishihara Michi	4. 巻 48
2. 論文標題 Investment timing, reversibility, and financing constraints	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Corporate Finance	6. 最初と最後の頁 771 ~ 796
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jcorpfin.2017.12.024	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nishihara Michi	4. 巻 39
2. 論文標題 Valuation of R&D investment under technological, market, and rival preemption uncertainty	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Managerial and Decision Economics	6. 最初と最後の頁 200 ~ 212
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/mde.2896	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計21件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 13件)

1. 発表者名 Michi NISHIHARA
2. 発表標題 The effects of asset liquidity on bankruptcy decisions
3. 学会等名 Forum for Economists International 11th Global Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Michi NISHIHARA
2. 発表標題 Liquidation, fire sales, and acquirers' private information
3. 学会等名 9th International Conference of the Financial Engineering and Banking Society (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Michi NISHIHARA
2. 発表標題 Preemptive competition between two firms with different time discounts
3. 学会等名 Operations Research 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Michi NISHIHARA
2. 発表標題 The effects of asset liquidity on bankruptcy decisions
3. 学会等名 World Finance and Banking Symposium (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Michi NISHIHARA
2. 発表標題 Capital structure and contagious bankruptcy
3. 学会等名 16th RSEP International Economics and Social Sciences Conference (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Michi NISHIHARA
2. 発表標題 The effects of asset liquidity on dynamic bankruptcy decisions
3. 学会等名 27th EBES Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Michi NISHIHARA
2. 発表標題 The effects of asset liquidity on dynamic bankruptcy decisions
3. 学会等名 9th Global Business Research Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年



1. 発表者名 Michi NISHIHARA
2. 発表標題 Bankruptcy, liquidation, and fire sales under asymmetric information
3. 学会等名 29th European Conference on Operational Research ( 国際学会 )
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Michi NISHIHARA
2. 発表標題 Bankruptcy, liquidation, and fire sales under asymmetric information
3. 学会等名 9th International Research Meeting in Business and Management ( 国際学会 )
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Michi NISHIHARA
2. 発表標題 Investment timing when investment opportunities arrive in a random sequence
3. 学会等名 5th Stochastic Modeling Techniques and Data Analysis International Conference ( 国際学会 )
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西原理
2. 発表標題 The effects of asset liquidity on dynamic bankruptcy decisions
3. 学会等名 日本オペレーションズ・リサーチ学会2019年春季研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西原理
2. 発表標題 The effects of asset liquidity on dynamic bankruptcy decisions
3. 学会等名 京都大学数理解析研究所「ファイナンスの数理解析とその応用」
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西原理
2. 発表標題 Liquidity, investment timing, and value of waiting
3. 学会等名 日本オペレーションズ・リサーチ学会「数理的発想とその実践」研究グループ 第1回研究集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Michi NISHIHARA
2. 発表標題 Bankruptcy decision under asymmetric information
3. 学会等名 Fifth Asian Quantitative Finance Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Michi NISHIHARA
2. 発表標題 Bankruptcy, liquidation, and fire sales under asymmetric information
3. 学会等名 23rd EBES Conference (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Michi NISHIHARA
2. 発表標題 Bankruptcy, liquidation, and fire sales under asymmetric information
3. 学会等名 Dynamic Corporate Finance Workshop
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Michi NISHIHARA
2. 発表標題 Investment timing when investment opportunities arrive in a random sequence
3. 学会等名 ISERD 335th International Conference on Accounting and Finance (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西原理
2. 発表標題 Default and liquidation decisions under asymmetric information between insiders and outsiders
3. 学会等名 第19回丸の内QFセミナー (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 西原理
2. 発表標題 Bankruptcy decision under asymmetric information
3. 学会等名 Nippon Finance Association 25th Annual Conference
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 西原理
2. 発表標題 Bankruptcy, liquidation, and fire sales under asymmetric information
3. 学会等名 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」
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 西原理
2. 発表標題 Investment timing when investment opportunities arrive in a random sequence
3. 学会等名 日本オペレーションズ・リサーチ学会2018年春季研究発表会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

西原理のホームページ <a href="http://www2.econ.osaka-u.ac.jp/~nishihara/index.html">http://www2.econ.osaka-u.ac.jp/~nishihara/index.html</a>
---

6. 研究組織		
氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考