

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 1 日現在

機関番号：34310

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24510213

研究課題名(和文)リアルオプション評価法による汚染物質削減投資プロジェクトの評価モデルの開発と応用

研究課題名(英文) Development of Evaluating Models of Pollutant Reduction Investment Projects by using Real Options Approach and Their Applications

研究代表者

辻村 元男 (Tsujiura, Motoh)

同志社大学・商学部・准教授

研究者番号：40335328

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：リアルオプション評価法を用い、不確実性下における汚染物質削減投資プロジェクトについて、以下の分析を行った。1) 汚染物質削減装置の導入を必要に応じて何度でも実施することを検討している企業の問題を、特異確率制御問題として定式化し、最適な汚染物質削減装置への投資戦略を求めた。2) 2つのR&D投資プロジェクトのいずれかへの投資を検討している企業の問題を、最適停止問題として定式化し、最適な投資戦略を求めた。これらの分析結果、汚染物質削減投資プロジェクトの評価モデルを開発し、投資の意思決定に重要な影響を与える不確実性などのパラメータの影響を明らかにした。

研究成果の概要(英文)：This study investigates pollution abatement investment projects by using real options method. Especially this study focuses as follows. 1) This study examines a firm's pollutant abatement investment problem under uncertainty. It is assumed that the firm can invest in the pollutant abatement capital as necessary. Then, the firm's problem is formulated as a singular stochastic control problem. The optimal investment strategy is shown. 2) This study also considers a firm's R&D project investment uncertainty. The firm has two R&D project options and must decide in which project to invest and when to invest in the chosen R&D project so as to maximize profit. Using this analysis, the firm's expenditure on R&D investment is endogenously derived and the optimal R&D investment strategy is shown. Furthermore, comparative static analyses show that how economic parameters like uncertainty impact on investment decision.

研究分野：ファイナンス

キーワード：リアルオプション 汚染物質削減 確率制御

1. 研究開始当初の背景

(1) 研究の社会的背景

現代社会は、経済活動に必要なエネルギーを、主に枯渇性資源である化石燃料から得ており、地球環境に対して多大な負荷を掛けている。日本においては、東日本大震災以降、火力発電による電力供給が増えており、環境悪化が懸念されている。こうした環境問題は経済学においては「持続可能な社会の制約条件」として考慮可能である。中でもファイナンスの理論を実物資産の評価などに応用したリアルオプション評価法は、不確実性と不可逆性を数理的に捉え、環境問題の分析に新たな知見を加えてきた。

(2) 研究の学術的背景

不確実性下における環境政策に関して、Arrow and Fisher (1974), Henry (1974) は、政策の実施が、異時点間にわたる主体の意思決定であること、政策の実施に関する不可逆性が存在することに注目した分析を行なった。その後、Pindyck (2000) とそれに続く一連の研究では、リアルオプション評価法を用いて環境問題の分析を行い、環境政策の評価に関わる研究が積み重ねられている。しかし、未だ解決されていない問題点も多い。従来の研究は、環境政策の実施が1回の場合について分析しているが、例えば、大気中にある汚染物質の削減を意図した投資を1回だけ行っても、汚染物質がすぐに根絶されるわけではない。むしろ通例、同様の投資を繰り返し行わなければ、環境改善という効果は見られない。そこで、本研究は、リアルオプション評価法を用い、不確実性下の環境政策として、汚染物質を削減する投資が繰返されるプロジェクトについて考察し、新たな評価モデルを構築する。

2. 研究の目的

上記の学術的背景およびこれまでの研究成果を基に、本研究の目的は、リアルオプション評価法を用い、汚染物質を削減する投資プロジェクトについて、投資が繰返されること、技術進歩、投資のタイムラグなどの現実性を考慮した新たな評価モデルを構築することにある。研究対象は、代表的な汚染物質削減投資プロジェクトである、(I) 汚染物質削減装置の投資プロジェクト、(II) 汚染物質の排出がより少ない設備への投資プロジェクト、の2つの投資プロジェクトである。更に、開発されたモデルを使い、現実の投資プロジェクトへの示唆を明らかにする。

3. 研究の方法

リアルオプション評価法を用いて、汚染物質削減投資の代表的な投資プロジェクトである、次の2つの投資プロジェクトの新たな評価モデルを開発する。

(I) 汚染物質を削減する装置への投資プロジェクト

(II) 汚染物質の排出がより少ない設備へ更

新する投資プロジェクト

両投資プロジェクト共に、投資が繰返されることを考慮して、経済主体の問題を、特異確率制御問題あるいは確率インパルス制御問題として分析する。更に、現実の汚染物質削減投資プロジェクトへ近づけるため、技術進歩、代替プロジェクト間の選択、投資のタイムラグ等を考慮し、分析を拡張する。

4. 研究成果

平成24-26年度の3年間に3件の学術雑誌論文(うち査読付き論文1件)、および9件の学会・国際会議発表を行った。得られた研究成果は以下のようにまとめることが出来る。

(1) 企業がアウトプットを作り出す過程で、資本の生産性を低下させる汚染物質が、副産物として排出される。企業は汚染物質の排出に応じた環境税を支払わなければならない。従って、企業は汚染物質を削減する資本の導入を検討している。検討している資本は、必要に応じて、機動的に何度でもなされるような汚染物質削減装置のような小規模な資本である。このような企業の汚染物質削減プロジェクトへの投資問題を、特異確率制御問題として定式化し、変分不等式を用い企業の問題を分析した。分析の結果、閾値によって特徴付けられる最適な投資戦略を明らかにした。さらに、投資戦略にとって重要なパラメータについては比較静学を実施した。その結果、汚染物質削減資本の不確実性が高まるにつれ、汚染物質削減資本への投資が抑制される一方、環境税が高くなるにつれ、汚染物質削減資本への投資が促進されることが明らかになった。

(2) 生産性は高いが投資コストが高い技術と、生産性は低い投資コストが低い技術の2つのR&D投資プロジェクトがあり、企業はどちらかのプロジェクトへの投資を検討する。この企業の問題を最適停止問題として定式化し、変分不等式を用いて分析した。分析の結果、内生的に最適なR&D投資額と閾値で特徴付けられる最適な投資戦略を明らかにした。さらに、投資戦略にとって重要なパラメータについては比較静学を実施した。その結果、R&D投資によって生み出されるキャッシュフローの不確実性が高まるほど、両プロジェクトへの投資が抑制される。さらに、プロジェクトへの投資額が高まることが示された。

(3) 汚染物質の排出フローとストックを削減する環境政策について考察を行った。排出フロー削減は毎時実施される絶対連続制御問題として、汚染物質のストックの削減は、排出フローの削減より大規模な汚染物質削減投資が必要な場合を考慮し、確率インパルス制御問題として定式化した。政策実施者の問題は、これら2種類の汚染物質削減を同時

に検討する問題を考察した。分析の結果、最適な汚染物質の排出フローと、汚染物質のストックを削減する閾値を求めることが出来る式を示した。

5. 主な発表論文等

(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 3 件)

Motoh Tsujimura, Sequential Investment in Pollution Control Equipment under Uncertainty, Doshisha Syogaku, 66, 267-279, 2014. 査読無し

Motoh Tsujimura, A Two-Period Model of Capital Investment under Ambiguity, RIMS Kôkyûroku, 1886, 18-22, 2014. 査読無し

<http://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~kyodo/kokyuroku/contents/pdf/1886-02.pdf>

Motoh Tsujimura, Assessing Alternative R&D Investment Projects under Uncertainty, International Journal of Real Options and Strategy, 1, 1-16, 2013. 査読有り
DOI: 10.12949/ijros.1.1

[学会発表](計 9 件)

Motoh Tsujimura, Pollutant Abatement Investment under Ambiguity in a Two-Period Model, 2014 INFORMS Annual Meeting, 2014 年 11 月 12 日, San Francisco, USA.

Motoh Tsujimura, Sequential Investment in Pollution Control Equipment under Uncertainty, 13th European IAEE Conference, 2013 年 8 月 19 日, Düsseldorf, Germany.

Akira Maeda and Motoh Tsujimura, A Combined Model of Classical and Impulse Controls for Emission and Stock Abatement Policies, 17th Annual International Conference on Real Options, 2013 年 7 月 26 日, 東京大学, 東京.

Motoh Tsujimura, Sequential Investment in Pollution Control Equipment under Uncertainty, The 36th Annual IAEE International Conference, 2013 年 6 月 18 日, Daegu, Korea.

Akira Maeda and Motoh Tsujimura, A Combined Model of Classical and Impulse Controls for Emission and Stock Abatement Policies, The 51st Meeting of the Euro Working Group on

Commodities and Financial Modelling, 2013 年 5 月 17 日, London, UK.

Akira Maeda and Motoh Tsujimura, A Combined Model of Classical and Impulse Controls for Emission and Stock Abatement Policies, 2012 INFORMS Annual Meeting, 2012 年 10 月 16 日, Phoenix, USA.

Akira Maeda and Motoh Tsujimura, A Combined Model of Classical and Impulse Controls for Emission and Stock Abatement Policies, 12th IAEE European Energy Conference, 2012 年 9 月 11-12 日, Venice, Italy

Motoh Tsujimura, Sequential Investment in Pollution Control Equipment under Uncertainty, 16th Annual International Conference on Real Options, 2012 年 6 月 29 日, London, UK.

Motoh Tsujimura, Sequential Investment in Pollution Control Equipment under Uncertainty, Bachelier Finance Society Seventh World Congress, 2012 年 6 月 20 日, Sydney, Australia.

[図書](計 0 件)

[産業財産権]

出願状況(計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
取得年月日:
国内外の別:

[その他]

ホームページ等
<http://mtsujimu.doshisha.ac.jp/>

6. 研究組織

(1)研究代表者

辻村 元男 (TSUJIMURA, Motoh)

同志社大学・商学部・准教授

研究者番号: 40335328

(2)研究分担者 ()

研究者番号：

(3)連携研究者 ()

研究者番号：