

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 18 日現在

機関番号：32682

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2015

課題番号：24530235

研究課題名(和文) 設備投資モデルによる資産の価格付け

研究課題名(英文) Asset Pricing Model Based on the Capital Investment

研究代表者

鈴木 和志 (Suzuki, Kazuyuki)

明治大学・商学部・教授

研究者番号：40226501

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円

研究成果の概要(和文)：投資資産価格モデルを利用して企業価値の変動を説明する際に、有形資産投資(設備投資)のみならず無形資産の代表としてR&D投資を追加すると、説明力が飛躍的に向上することを実証的に明らかにした。医薬品や電気機械・電子部品産業に属する技術革新的企業では、資産を1単位増加させることで得られる企業価値の増分は、R&D資産(無形資産)による方が設備資産(有形資産)によるよりもはるかに大きい。時価評価の有形資産に対する企業価値の比率であるTobinのqは、従来から設備投資の唯一絶対的な指標とされてきたが、技術革新的企業ではそれが不適切であることを明らかにした。

研究成果の概要(英文)：We find a remarkable improvement in model performance once we introduce R&D capital into the investment-based asset pricing model which explains the firm value or Tobin's q. In addition, the increase in firm value with the introduction of additional unit of capital is far larger for R&D capital compared with that of physical capital, particularly for innovative firms belonging to the drugs and electric and electronic equipment industries. Tobin's q is regarded as the unique explanatory variable for physical capital investment in the finance and economic literature, however, we show that Tobin's q is an inappropriate measure of physical capital investment for those innovative firms.

研究分野：ファイナンス、応用計量経済学

キーワード：資産価格モデル Tobin's q 企業価値 無形資産 投資の調整費用

1. 研究開始当初の背景

ファイナンスの分野では、資産価格理論は、CAPM から C-CAPM(Consumption CAPM) へと発展してきているが、その実証上の成果は芳しいものではない。Cochrane(1991, 1996) は、緩やかな消費の変動が株価の変動を説明できないのであれば、設備投資の変動で株価の変動を説明できるのではないかとの発想で、Production-Based Asset Pricing Model、又は Investment-Based Asset Pricing Model と呼ばれる投資資産価格理論を提唱した。当該理論は、企業価値最大化条件から実物投資の収益率と加重平均資本コスト(WACC)が等しくなることを導き、株式の収益率を実物投資の収益率から説明しようとするものである。Zhang(2005) が Value Premium 現象(Book to Market 比率の低いグロース株よりも当該比率の高いバリュー株の方が、株式の収益率が高い)を、設備投資の非可逆性に起因するリスクと絡めて巧みに説明したことを契機に、企業の設備投資行動により株式の収益率を説明しようとする試みが米国で再び注目されている。Cochrane(1991, 1996)以後の代表的文献として、Liu, Whited, and Zhang (2009)、Belo et al. (2013)を挙げることができるが、Liu, Whited, and Zhang (2009)に無形資産を加えたモデルも、Li and Liu (2012)、Belo, Lin, and Vitorino (2013)、Vitorino (2014) により発表されている。

2. 研究の目的

(1) 日本の資本市場を対象に Cochrane(1991, 1996)が提唱した初期の投資資産価格モデルを実証した研究として、Bakshi et al. (1995) と Hori (1997)を挙げることができるが、Liu, Whited, and Zhang (2009)以降の発展を踏ま

えた日本市場を対象とした研究は我々が知る限り見当たらない。まず、日本の株式市場のデータを利用して、Liu, Whited, and Zhang (2009)や Belo et al. (2013)で展開されているモデルが日本市場において妥当するの否かを実証的に明らかにする。

(2) Liu, Whited, and Zhang (2009)や Belo et al. (2013) は、モデルに設備投資と有形資産のみを導入した single capital モデルである。次のステップとして、Li and Liu (2012)に倣い、設備投資と有形資産に加えて、無形資産投資の代表として研究開発(R&D)投資と R&D 資産を導入した multiple capital モデルが日本市場で妥当するかを検討する。さらに、リスクな R&D 資産を加えたことで、果たして multiple capital モデルが single capital モデルを凌駕する結果を生むのかを検討する。

3. 研究の方法

(1) (株)日本経済研究所が提供する「企業財務データバンク」を購入して、他のデータベースでは作成不可能な資産別の設備投資と設備資本ストックの系列を構築する。また、(株)東洋経済新報社が提供する「減価償却、設備投資、研究開発データ」を購入して、研究開発投資と R&D 資本ストックの系列を作成する。特に、2000年以前においては、有価証券報告書に研究開発支出額を掲載していないか、もしくはその一部のみを報告している企業が多く、「企業財務データバンク」に加えて当該データベースは必須のものである。

(2) Belo et al. (2013) による企業価値(Tobin's q)の変動を説明する single capital モデル(設備投資と有形資産のみを導入)に研

究開発投資と R&D 資産を導入した **multiple capital** モデルを構築する。なお、当該モデルはフローの投資に関する最適化条件のみを利用しているため、資産価格モデルに必ず登場する将来の不確実なキャッシュフローを割引引く確率的割引ファクター(SDF)を必要としないという特徴がある。これを純粋な企業価値モデルと呼ぶことにする。次いで、Li and Liu (2012)に倣い、Liu, Whited, and Zhang (2009)による株式の収益率を説明する **single capital** モデルに研究開発投資と R&D 資産を導入した **multiple capital** モデルを構築する。当該モデルはフローの投資のみならずストックの資産に関する最適化条件も利用しているため、本来はモデルに SDF が入ってくるが、彼らは Liu, Whited, and Zhang (2009)に倣い SDF の利用を回避する方式を採用している。本研究では、SDF を明示的に導入して彼らのモデルを資産価格理論の基本式に忠実なモデルに修正すると同時に、彼らのように株式の収益率を説明するのではなく、企業価値の代理変数である Tobin's q を説明するモデルへと変更する。これをオイラー方程式付き企業価値モデルと呼ぶことにする。

(3) 米国における先行研究では、毎年洗い替えたポートフォリオ単位でモデルの推定を実行しているが、この方法は各ポートフォリオの構成企業が毎年変わるという問題点を有している。ポートフォリオの洗い替えは、金融のポートフォリオ分析においては常套手段であるが、今年はあるポートフォリオに属した企業が来年は別のポートフォリオに移動するというのは、とりわけ R&D 資産がその成果を生むまでのタイムラグの重要性を考慮すると望ましくない。各ポートフォリオの R&D

資産が毎年異なる企業で構成されると、R&D 活動とそれがラグを伴って生み出す成果との対応関係がとれなくなるという問題である。極端な例ではあるが、昨年までは第 1 ポートフォリオに属していた 35 社が、今年は第 2 ポートフォリオから第 12 ポートフォリオに分散してしまうと、これまで第 1 ポートフォリオが行ってきた研究開発努力は、今年は第 1 ポートフォリオの成果として実現しないことになる。米国のように R&D の成果を M&A を通じて手に入れる企業が多ければ、上記の問題は緩和されるかもしれないが、日本企業を対象とした研究では注意を要する。本研究では、R&D 資産の継続性に配慮して、構成企業を固定する形でポートフォリオを組成することでこの問題を克服する。具体的には、R&D 資産対有形資産比率や、研究開発投資額対売上高比率のような R&D 集約度の標本期間中の平均値で、日本の製造業に属する上場企業 424 社を 12 個のポートフォリオに分割する。以後、R&D 資産対有形資産比率で分割したポートフォリオを G/K ポートフォリオ、研究開発投資額対売上高比率で分割したポートフォリオを F/S ポートフォリオと呼ぶことにする。

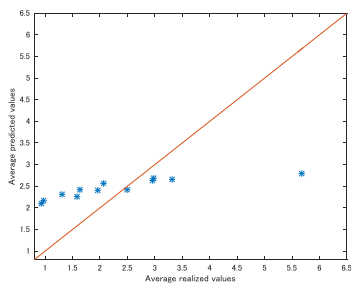
4. 研究成果

(1) これまでの **single capital** 型投資資産価格モデルに研究開発投資と R&D 資産を導入すると、モデルから計算される Tobin's q に関する予測値(内挿値)と現実のデータから計算される実現値との差であるモデルエラーは大幅に減少する。ここで、各ポートフォリオのモデルエラーの標本平均の絶対値を 12 個のポートフォリオについて平均したものを平均絶対値モデルエラー (mean absolute model error)と呼ぶとする。そうすると、Tobin's q の

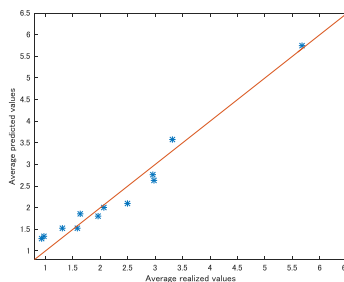
実現値に対する平均絶対値モデルエラーの比率は、純粋な企業価値モデルについては、G/Kポートフォリオでは、**single capital** モデルでは 36%に達していたが、**multiple capital** モデルでは 9.7%に減少している。また、F/Sポートフォリオでは 28%から 7.4%に減少している。一方、オイラー方程式付き企業価値モデルについては、G/Kポートフォリオでは、**single capital** モデルでは 33%に達していたが、**multiple capital** モデルでは 8.9%に減少している。また、F/Sポートフォリオでは 25%から 6.2%に減少している。下図は、G/Kポートフォリオについて、横軸に Tobin's q の実現値の標本平均を、縦軸にモデルによる予測値の標本平均をとったもので、45度線上にポートフォリオが位置していれば、当該ポートフォリオについて両者が一致していることを示している。図から **multiple capital** モデルにすることでモデルのあてはまりが飛躍的に向上したことが分かる。

(G/K ポートフォリオ)
純粋な企業価値モデル

(a) Single capital モデル

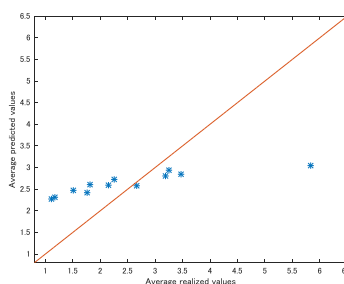


(b) Multiple capital モデル

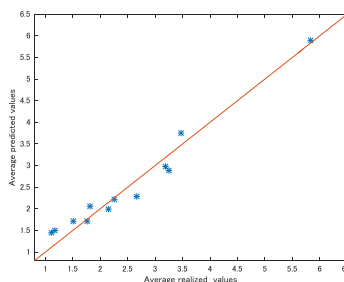


オイラー方程式付き企業価値モデル

(c) Single capital モデル



(d) Multiple capital モデル



(2) Single capitalモデルから推計される有形資産投資に関する調整費用(設備投資により新たに取得した資産が機能を発揮するために必要な付随的費用: 機械の据付費用や運転要員の技術習得までにかかる費用等に相当)は先行研究と同等の水準にあることが分かったが、R&D資産を追加して multiple capitalモデルにすると、有形資産投資に関する調整費用は著しく減少し、R&D投資に関する調整費用にとって代わられることが分かった。実は市場均衡の下では、資産の潜在価値(資産を 1

単位増加させることで得られる企業価値の増分)は限界的な調整費用と密接な関係があり、以上の事実は、資産の潜在価値は、R&D 資産(無形資産)の方が設備資産(有形資産)よりはるかに大きいことを示唆するものである。ポートフォリオを R&D 集約度で分割したので、こうした現象は、医薬品や電気機械・電子部品産業に属する R&D 集約度の高い技術革新的企業で顕著にみられるということである。

(3) 2 種類の企業価値モデルと 2 種類のポートフォリオから計算された R&D 投資に関する調整費用は、売上高の 2.1%から 2.5%といった妥当な範囲にあり、米国における先行研究である Li and Liu (2012)で報告された売上高の 25%以上というような極端に高い値とはならないことが明らかとなった。これは、彼らが R&D 資産の推計を過去 5 年間の研究開発投資の累計に限定したため当該資産が過少推計に陥ったこと等によるものと思われる。これに対して、我々は恒久棚卸法により推計期間をフルに反映した R&D 資産を推計している。

(4) 有形資産に対する企業価値の比率である Tobin's q は、有形資産の追加的 1 単位の増加に対する企業価値の増分である限界値でみれば限界的な調整費用と密接な関係があり、(2)で得られた研究成果は、医薬品や電気機械・電子部品産業に属する R&D 集約度の高い技術革新的企業では、企業価値増加に対する貢献は有形資産ではなく、その大半が R&D 資産のような無形資産によってなされていることを示唆するものである。Tobin の q は、従来から設備投資の唯一絶対的な指標とされてきたが、以上の事実から技術革新的企業では

それが不適切であることが明らかとなった。

以上の成果は、

Kazuyuki Suzuki & Ryokichi Chida

“Contribution of Intangible Assets to Changes in Tobin's q: Evidence from an Investment-Based Asset Pricing Model” (February 2016). として、国際雑誌に投稿中である。また、GMM 推定に関する以下の展望論文も成果に含まれる。

福田 慎・溜川 健一

「一般化積率法に関するサーベイ：資産価格モデルへの応用を中心に」2016年3月

<引用文献>

- Bakshi, G.S., Z. Chen and A. Naka. 1995. Production-based asset pricing in Japan. *Pacific-Basin Finance Journal* 3:217-240.
- Belo, F., X. Lin and M.A. Vitorino. 2013. Brand capital and firm value. *Review of Economic Dynamics* 17:150-169.
- Belo, F., C. Xue and L. Zhang. 2013. A Supply approach to valuation. *The Review of Financial Studies* 26:3029-3067.
- Cochrane, J.H. 1991. Production-based asset pricing and the link between stock returns and economic fluctuations. *The Journal of Finance* 46:209-237.
- Cochrane, J.H. 1996. A cross-sectional test of an investment-based asset pricing model. *Journal of Political Economy* 104:572-621.
- Cummins, J.G. 2005. A new approach to the valuation of intangible capital. in Corrado, C., J. Haltiwanger and D. Sichel eds. *Measuring capital in the new economy*, The University of Chicago

- Press. Chicago:47-72.
- Hayashi, F. 1982. Tobin's marginal q and average q: A neo-classical interpretation. *Econometrica* 50: 213-24.
- Hayashi, F. and T. Inoue. 1991. The relation between firm growth and Q with multiple capital goods: Theory and evidence from panel data on Japanese firms. *Econometrica* 59:731-753.
- Hori, K. 1997. Japanese stock returns and investment: A test of production-based asset pricing model," *Japan and the World Economy* 9:37-56.
- Li, X.N., and L.X. Liu. 2012. Intangible assets and cross-sectional stock returns: Evidence from structural estimation. Working Paper, Cheung Kong School of Business and Hong Kong University of Science and Technology.
- Liu, L.X., T.M. Whited, and L. Zhang. 2009. Investment-based expected returns. *Journal of Political Economy* 117:1105-1139.
- Merz, M. and E. Yashiv. 2007. Labor and the market value of the firm. *American Economic Review* 97:1419-1431.
- Miyagawa, T. and Y. Kim. 2008. Measuring organizational capital in Japan: An Empirical assessment using firm-level data. *Seoul Journal of Economics* 21:171-193.
- Shima, K. 2010. Adjustment costs of investment (in Japanese). *Shakai-Keizai-Kenkyu* 58, 27-39.
- Vitorino, M.A. 2014. Understanding the effect of advertising on stock returns and firm value: Theory and evidence from a structural model. *Management Science*. 60: 227-245.
- Zhang, L. 2005. The Value Premium. *The Journal of Finance* 60: 67-103.
5. 主な発表論文等
[学会発表] (計 2 件)
- (1) 鈴木和志(発表者)・千田亮吉
“Asset Pricing and High Cash Flow Investment”, 日本経済学会 2013 年春季大会、2013 年 6 月 22 日、富山大学(富山県富山市)。
- (2) 鈴木和志(発表者)・千田亮吉
“Investment-Based Asset Pricing Model with R&D in Japan”, 日本経済学会 2015 年秋季大会、2015 年 10 月 10 日、上智大学(東京都千代田区)。
6. 研究組織
- (1) 研究代表者
鈴木 和志 (Suzuki Kazuyuki)
明治大学・商学部・教授
研究者番号：40226501
- (2) 研究分担者
千田 亮吉 (Chida Ryokichi)
明治大学・商学部・教授
研究者番号：80179944
溜川 健一 (Tamegawa Kenichi)
山形大学・人文学部・准教授
研究者番号：80409424
福田 慎 (Fukuda Shin)
福島大学・経済経営学類・准教授
研究者番号：90573957