
RCESR Discussion Paper Series

企業別 R&D 投資の計測と Multiple q
—日本の上場企業に関する資本財別投資行動の分析—

2017 年 2 月

外木暁幸
一橋大学/オーストラリア国立大学

外木好美
立正大学

RCESR

一橋大学 経済研究所
経済社会リスク研究機構

〒186-8603 東京都国立市中 2-1
<http://risk.ier.hit-u.ac.jp/>

企業別 R&D 投資の計測と Multiple q^*

— 日本の上場企業に関する資本財別投資行動の分析 —

外木 暁幸†

外木 好美‡

概要

本稿では、日本の上場個別企業の R&D 投資とストック系列を作成し、様々な有形固定資産と共に、その投資行動を Tobin の q 理論に基づいて分析した。資本財の多様性を考慮した Multiple q の投資関数を推計し、R&D を新たな投資財として加えることで、投資関数の推計のパフォーマンスが改善するのかを検証した。R&D ストックのシェアは約 4 分の 1 以上を占めており、理論分析の結果通り、R&D 投資を資本財として取り上げることで平均 q の上方バイアスが改善された。また、Multiple q の投資関数のパフォーマンスも、調整コストのパラメータが正の値で有意に推計される資本財の数が増え、さらに決定係数も大きくなり、改善していることがわかった。一方、R&D 投資を考慮してもなお、redundant な変数（キャッシュフロー比率と有利子負債比率）が有意に説明力を持っていた。調整コストのパラメータ γ の推計値を資本財別に見ると、特に R&D 投資がその他の無形資産の蓄積と大きな関わりを持っていることがわかった。成長会計の国際比較からは、日本の経済成長には、有形固定資産よりも、無形資産の蓄積を重視した政策の実行が望ましい。少なくとも R&D に関しては、財務諸表上で捕捉が可能となっており、投資減税等の促進政策を打てる素地がある。R&D 投資を促進する経済政策は、R&D だけを実行ターゲットとしているが、無形資産全般の蓄積を重視した政策へとつながっている可能性が示唆された。

キーワード：設備投資，Tobin の q 理論，資本財の多様性・異質性，Multiple q ，R&D 投資，無形資産，凸型の調整費用関数

JEL classification : E22; D21; D24; D92; O32;

* 本論文は、財務省財務総合政策研究所機関紙「フィナンシャル・レビュー」特集「法人企業統計（仮称）」に掲載する論文として、財務省財務総合政策研究所からの依頼を受けて執筆したものである。この論文の作成にあたり、科学研究費補助金 No.25285062, No.15H03351 及び No.15K03349 による助成を受けた。また、H27 年度・一橋大学経済研究所共同利用共同拠点事業プロジェクト研究による助成を受けた。実証分析には日本政策投資銀行の「企業財務データバンク」、東洋経済新報社の「設備投資額・研究開発費・減価償却データ」及び財務省財務総合政策研究所の「法人企業統計年報」のデータを利用して頂いた。加えて、日本政策投資銀行設備投資研究所の中村純一氏、学習院大学経済学部宮川努教授から貴重なアドバイスを頂いた。記して感謝の意を表す。

† 一橋大学経済研究所・特任講師／オーストラリア国立大学クロフォード・スクール 客員研究員

‡ 立正大学経済学部・専任講師

1. はじめに

設備投資の実証分析において、標準的なアプローチとなるのが Tobin の q 理論である。Tobin (1969) によって提案された q 理論は、後の研究者たちによって、設備投資に対し凸型となる調整費用を伴う新古典派投資理論との融合が図られ、投資の実証分析において長年標準的な枠組みとして用いられてきた。しかし、投資の調整費用を伴った新古典派投資理論としての理論的堅固さに反し、現実のデータに適用した際の実証分析のパフォーマンスは必ずしも良好とはいえなかった。例えば、投資関数の初期の展望論文である浅子・國則 (1989) では、この間の事情を

- (1) 十分統計量であるべき q の説明力はさほど高いわけではない (q の係数が有意でないか、有意であるとしても係数が非常に小さい) 。
- (2) q のほかにキャッシュフロー、産出額、稼働率などを説明変数リストに加えるとこれらの変数が有意となり、 q 自体の説明力が低下する場合がある。
- (3) 誤差項に大きな系列相関が残ること、過去の q が説明変数として有意なこと。

の3点に総括した。

Erickson and Whited (2000) は、 q 理論に実証分析上の問題が生じる理由は、次の3つのいずれかであると指摘している。

- (1) 経営者の将来利潤に対する期待のみが投資を決めるという q 理論のアイデアそのものが、現実の投資行動と整合的でない。
- (2) 限界 q の内生性や非線形回帰の必要性など、平均 q による線形の投資関数を導く計量経済学的な諸前提が誤っている。
- (3) 限界 q の代理変数としての平均 q の計測誤差に問題がある。

Erickson and Whited (2000) の指摘は包括的ではあるが、いずれにも分類されていない第4の可能性がある。それは、本論文の分析目的でもある、調整費用に関する資本財の多様性・異質性の存在である。

q 理論が前提とする凸型調整費用の枠組みの中で、資本の多様性・異質性を考慮した最初の理論的研究は Wildasin (1984) であるが、その現実への当て嵌めは浅子・國則・井上・村瀬 (1989, 1997) を嚆矢とした日本企業の実証分析を中心に進められた。浅子・國則・井上・村瀬 (1989) は、資本財の多様性・異質性を捨象した Single q の理論に対し、同じく凸型調整費用の枠組みの中で資本財の多様性・異質性を明示的に取り扱った投資関数を Multiple q の理論と命名し、日本企業の財務データによる実証分析は資本財を土地と機械・建物等の土地以外に二分した浅子・國則・井上・村瀬 (1989, 1997) および資本財を5種類に細分した外木・中村・浅子 (2010) や浅子・外木 (2010) へと応用・発展してきた。

しかし、土地を特別視した浅子・國則・井上・村瀬 (1989, 1997) やより広く資本の多様性を考慮した外木・中村・浅子 (2010) や浅子・外木 (2010) の分析結果からは、いずれによっても Single q よりも Multiple q の枠組みの方が望ましい兆候は十分示されたもの

の、広義の Tobin の q 理論による投資関数のパフォーマンスの圧倒的な改善が見られた訳ではなかった。

そこで、凸型調整費用に加えて固定費用も導入した投資関数を、浅子・外木 (2010) での試験的な推計を精緻化して、浅子・外木・中村 (2014) において行った。多くの資本財で投資率によっては固定費用と見なすことによる推計パフォーマンスの向上が確認された。ここでは、純粋に凸型調整費用関数が当てはまるケースも一定の割合で観察されるものの、全体としては非凸型の部分が含まれるケースが多数派であること、その場合でも投資率のどの部分でどの程度の幅で非凸型となるかには、大きなバラつきがあることが確かめられた。

この結果は、資本ストックの異質性を考慮した上で、Cooper and Haltiwanger (2006) のようなハイブリッドタイプの調整費用の枠組みを用いての比較を試みることの重要性を示唆している。Cooper and Haltiwanger (2006) は、 q 理論に加え、 q 理論のオルタナティブとして登場した新たな枠組みをすべて特殊ケースとして包含する一般的な調整費用関数を提示し、資本財の多様性は考えず一つの資本財として集約して扱った時の、調整費用関数のパラメータを推定することによって各理論的枠組みの相互比較を試みた論文である。すなわち、凸型の調整費用に加えて、固定的費用、投資の非対称性、非可逆性等の要素を織り込んだ調整費用モデルとデータとの妥当性を、SMM (Simulated Method of Moment) によって検証したところ、結果的に様々なタイプのモデルを組み合わせることで、ようやく現実のデータに対する相応の説明力を確保できたと報告した。この帰結に対して、Cooper and Haltiwanger (2006) は、異なるタイプの資本には異なる調整過程が対応していると考えられ、資本財ごとのデータが入手できない限り、ハイブリッドタイプのモデルが有効になると総括した。しなしながら、Cooper and Haltiwanger (2006) 流のハイブリッドモデルを資本財多様性考慮して構造推計しようとする、直ちに次元の呪い (Curse of Dimension) の問題が浮上してくる¹。Tonogi, Nakamura and Asako (2014) では、資本財の多様性を考慮した凸型以外の様々な調整費用構造を統合した実証研究に向けての重要な通過点として、資本財の分類を行った。その分類には、因子分析の因子負荷の相異が小さい資本財は、理論モデルにおける調整費用のパラメータの値も近くなる²ことを利用している。因子分析の結果、建物と構築物の組合せ、機械装置と車両運搬具と工具器具備品の組合せで、因子負荷値の相異が小さく、理論モデルの構築の際にこれらの資本財を統合して扱うことで、Curse of Dimension の問題を改善できると考えられるとしている。以上のように、資本財の多様性を考慮した Multiple q の投資関数は、Single q よりも望ましいとの結果が得られたが、そのパフォーマンスは大きな改善は見られず、資本財の多様性を考慮したハイブリ

¹ 「推計パラメータ数=資本財の数×資本財別調整費用のパラメータ数」は、数十となる。

² 共通性の寄与が大きい (独自性の寄与が小さい) ということは、資本財別の投資行動のうち因子として捉えている企業特性に帰着できる部分が大きいということであり、適切なモデルを選択すれば理論による説明可能性が高いことを意味する。さらに、因子負荷の相異が小さいならば、理論モデルにおける調整費用のパラメータの値も近いものと考えられる。調整費用のパラメータと因子分析のパラメータの関係性については、Tonogi, Nakamura, and Asako (2014) の Appendix を参照。

ッドモデルの構造推計が、今後の研究の方向性となっている。

しかしながら、以上の投資関数の議論は、有形固定資産に限ったものである。近年は、有形だけでは無く、無形資産の重要性³が指摘されている。知識創造への投資には、教育訓練の形での人的資本、民間の科学調査、製品調査・開発へのビジネス支出、市場調査、組織運営効率へのビジネス支出も含まれており、無形資産は、長期的な成長のための戦略的な投資である。表1は、無形資産を考慮した成長会計を国際比較したものだが、無形資産投資は経済成長にとって非常に重要な要素である。アメリカやイギリスでは、労働生産性の3分の1は無形資産による寄与となっている。本稿では、ハイブリッドモデルの構造推計に入る前に、無形資産の中のR&D投資をもう一つの資本財としたMultiple q の投資関数の推計を試みる。しかし、企業会計基準委員会(2013)によると、『国際的な会計基準では包括的な無形資産の会計基準が存在し、無形資産の定義及び認識要件が定められている。しかし、我が国では、企業会計原則において無形固定資産に関する定めがあるほか、企業結合会計基準における企業結合により受け入れた仕掛研究開発の取扱いや、研究開発費及びソフトウェアについての企業会計審議会「研究開発費等に係る会計基準」(以下「研究開発費等会計基準」という。)等の定めがあるにとどまり、無形資産全般に関する会計基準は存在せず、無形資産の一般的な定義及び認識要件は定められていない。このため、ソフトウェア等を除き、多くの無形資産の計上は実務慣行に委ねられている状況にある。』したがって、経済分析を行う際には、何かしらの仮定の下、財務諸表の値などから推計に基づいた計測を行う他ない⁴。無形資産のうち、R&Dについては、東洋経済新報社が各企業に調査したR&Dデータと、1998年に公表され翌年4月より適用された会計基準に基づき公表されている各企業の研究開発費を接続することで、長期に信頼できる研究開発投資、ストック系列を作成が可能である。本稿では、このR&D投資、ストック系列を用いて、Multiple q の投資関数の推計を試みる。図1は、日本における無形資産投資の推移を描いたものであるが、無形資産投資のうちR&D投資は約3分の1を占めており、有形資産を含めたストックシェアを産業別に比較すると(図2)、製造業においては、かなりの割合をR&Dが占めていることがわかる。

本稿の第2節で詳しく説明するが、本来考慮すべき資本財を無視して投資関数を推計すると、平均 q が上方バイアスを持ち、さらには推計される調整コストのパラメータもバイアスを持つことが示される。これまで、Tobinの q に基づく投資関数のパフォーマンスが良好でなかったのは、有形固定資産だけを分析対象にしており、本来考慮すべき資本財、無形資産を分析対象としていなかった可能性が残されている。本稿では、無形資産の中でも、か

³ Corrad, Goodridge and Haskel(2011)において、賃金が高い国(EU,US等)の経済成長は、知識創造への投資に起因していることが指摘されている。Corrado, Hulten, and Sichel (2005, 2006) (以下CHS)で導入された方法に従って、無形資産投資を時系列で計測しているが、ここでは、大きくわけて、情報資産、革新的資産、経済競争力の3つの資産が計測されている。日本における無形資産の計測結果は、RIETI(独立行政法人・経済産業研究所)のサイト上で、JIPデータベースとして公開されている。

⁴ 例えば、宮川・滝沢・枝村(2013)。

なりの割合を占め、さらに長期にわたって精度の高い計測が可能な R&D 投資を、新たな資本財として加えた投資関数を推計し、そのパフォーマンスについて議論を行う。

本稿の構成は以下の通りである。2 節では、資本財の異質性を考慮した投資関数について、まとめる。2.1 では、Single q と Multiple q の理論の違いについて、2.2 は調整コストの有無が平均 q の値に与える影響について、2.3 では本来考慮すべき資本財を無視して投資関数を推計したときの影響について、取り上げる。3 節では、データの作成方法、とりわけ R&D 投資・ストック系列の作成方法について取り上げる。4 節は推計結果、5 節は結語である。

2. Multiple q の投資理論

2.1. Single q と Multiple q

企業の所有経営者 (owner-manager) は每期、期首の経営環境 (生産性ショック A) を観測したうえで、現在から将来にわたるネットキャッシュフローの割引現在価値である企業価値を最大化するよう動学的最適化問題を解いて投資の意思決定を行う。企業の粗利潤関数は、 $\Pi(A, K') = AK'^{\alpha}$ とする⁵。パラメータ α は技術特性もしくは市場支配力を表し、 $\alpha = 1$ ならば完全競争・収穫一定の標準的な q 理論の想定と一致する。さらに資本財の再調達価格を p 、資本蓄積式を $K' = (1 - \delta)K + I$ とする。ここで K' は期初の投資後資本ストック、 K は前期の資本ストック、 δ は資本減耗率、 I は当期の設備投資を表す。つまり、当期の投資は当期の生産には直ちに寄与すると想定されている⁶。以下、特にことわりのない限り、負の投資を行う場合の売却価格も p に等しく、設備投資 (資本財の購入) に伴うキャッシュアウトフローも負の投資に伴うキャッシュインフローも、 $p(K' - (1 - \delta)K)$ で表されるものとする。

以上の前提の下で、企業価値 V に関する最大化問題を動的計画法 (dynamic programming) で解くと、 V が今期と来期の間で満たすべき動学的関係を表すベルマン方程式は、 β を割引因子、 $E_{A'|A}\{\cdot\}$ を当期の情報に基づく来期の生産性ショックの予想に基づく期待値オペレータとして、

$$V(A, K) = \max_{K'} [AK'^{\alpha} - p(K' - (1 - \delta)K) + \beta E_{A'|A}\{V(A', K')\}]$$

⁵ 粗利潤とは、資本減耗や投資の調整費用を考慮していないことを意味する。なお、可変的生産要素は A と K' に対応して常に最適に選択されているものと想定されている。この想定は以下の議論に本質的な影響を与えない。

⁶ このように投資後の資本ストックが期首から生産力化するという想定を外木・中村・浅子 (2010) にならって「期首モデル」と呼ぶことにする。一方、期中の投資が直ちに生産力化せず来期の生産から寄与するという想定を「期末モデル」と呼ぶ。もちろん現実の企業の資本蓄積過程はこのような単純なものではないが、実証分析で採用可能なモデルは通常この 2 つに限られるであろう。2 つの想定の違いは、理論上は本質的な違いをもたらさないが、実証分析においては、データの特性や分析目的に応じて適切な選択を行う必要がある。詳しくは外木・中村・浅子 (2010) を参照。

… (1)

となる。投資の調整費用は考慮されていないが、離散時間モデルであるため、投資額は資本蓄積式からの逆算によって表面的には求められる。

q 理論では、投資率 $\frac{K'-(1-\delta)K}{K}$ ($\equiv \frac{I}{K}$) に関して凸型の調整費用関数 $C(K', A, K)$ が導入され、ベルマン方程式は、

$$V(A, K) = \max_{K'} [AK'^{\alpha} - C(K', K) - p(K' - (1 - \delta)K) + \beta E_{A'|A} \{V(A', K')\}] \quad \dots (2)$$

と書き換えられる。

いま、 $C(K', K) = \frac{\gamma}{2} \left(\frac{K' - (1 - \delta)K}{(1 - \delta)K'} \right)^2 (1 - \delta)K'$ と投資率の2次関数で特定化すれば、

$$V(A, K) = \max_{K'} [AK'^{\alpha} - \frac{\gamma}{2} \left(\frac{K' - (1 - \delta)K}{(1 - \delta)K'} \right)^2 (1 - \delta)K' - p(K' - (1 - \delta)K) + \beta E_{A'|A} \{V(A', K')\}] \quad \dots (2')$$

となる。

このとき、包絡線の定理により、 K に関する最大化の一階の条件 $V_K = 0$ (下付き添字は偏微分を表す) より、

$$\frac{I}{(1 - \delta)K'} = \frac{1}{\gamma} (V_K(A, K') - p(1 - \delta)) \quad \dots (3)$$

である。もし $\alpha = 1$ であれば、価値関数 V は K に関して一次同次となるため、 $V_K = V/K$ が成立し、(3)式は

$$\frac{I}{K} = \frac{1}{\gamma} (q - 1)p$$

$$\text{ただし、 } q = V/p(1 - \delta)K'$$

… (3')

とおなじみの投資関数を導出することができる。

以上の議論では、資本財は1つしか存在しなかったが、実際には建物から工具器具備品まで、多様な投資財が生産に用いられている。 q 理論の枠組みを多数財のケースに拡張した Multiple q の理論である。Wildasin (1984) は、多数財モデルではもはや単純に集計された投資量と平均 q との間に単調な1対1関係が一般的には成立しないが、加重平均となる1次結合として表されることを示した。浅子・國則・井上・村瀬 (1989) は、Wildasin (1984) の多数財モデルを「Multiple q の理論」、集計された単一の資本財を想定した通常の q 理論を「Single q の理論」と呼び、製造業に属する日本の上場企業の財務データを利

用して、土地と償却可能固定資産の2つの資本財からなる Multiple q による投資関数の実証分析を行った。この際、後にみるように、Wildasin (1984) の平均 q は、浅子他(1989)によって複数資本財すべてを対象とした「Total q 」と命名された。

資本ストックには n 種類あるとして、第 j 番目 ($j = 1, \dots, n$) の資本財の前期末の資本ストックを $(1 - \delta_j)K_j$ 、当期首の投資後の資本ストックを K_j 、当期末の資本ストックを $(1 - \delta_j)K'_j$ とする。 δ_j ($j = 1, \dots, n$) は各資本財の物理的減耗率であり、設備投資は $I_j = K'_j - (1 - \delta_j)K_j$ で表される。企業の粗利潤関数はコブダグラス型を仮定し、 $\Pi(A, K'_1, \dots, K'_n) = AK'_1{}^{\alpha_1} \dots K'_n{}^{\alpha_n}$ ただし $\sum_{j=1}^n \alpha_j = 1$ と書ける。投資の調整費用関数は資本財ごとに分離可能であり、まず基本形としては、期末の資本ストックを基準とした投資率2次関数として表される部分と期末資本ストックの規模との積として表現できるものと仮定する。すなわち、

$$C(K'_1, \dots, K'_n, K_1, \dots, K_n) = \sum_{j=1}^n \left(\frac{K'_j - (1 - \delta_j)K_j}{(1 - \delta_j)K'_j} - a \right) (1 - \delta_j)K'_j \quad \dots (4)$$

とする。ただし、 $\gamma_j > 0$ は投資の調整費用の大小を左右するパラメータであり、以下で明らかになるように Tobin の q 理論による投資関数を特徴付ける上で重要な役割を果たす。 a_j は、調整費用が最小値をとる投資率に対応するパラメータであり、投資率が a_j から乖離するほど調整費用が増加する⁷。

以上の前提の下で、企業価値 V に関する最大化問題のベルマン方程式は、 β を割引因子、 E を期待オペレータとして、

$$V(A, K_1, \dots, K_n) = \max_{K'_j} \left[AK'_1{}^{\alpha_1} \dots K'_n{}^{\alpha_n} - \sum_{j=1}^n \frac{\gamma_j}{2} \left(\frac{K'_j - (1 - \delta_j)K_j}{(1 - \delta_j)K'_j} - a_j \right) (1 - \delta_j)K'_j - \sum_{j=1}^n p_j (K'_j - (1 - \delta_j)K_j) + \beta E_{A'|A} \{ V(A', K'_1, \dots, K'_n) \} \right] \quad \dots (5)$$

と表される。ただし、 p_j は生産物価格をニューメールとした資本財 j の価格を表す。

包絡線の定理により、(5)式において K_j ($j = 1, \dots, n$) について微分して整理すると、企業価値の最大化条件

$$\frac{\partial V(A, K_1, \dots, K_n)}{\partial K_j} = (1 - \delta_j) \gamma_j (Z_j - a_j) + (1 - \delta_j) p_j \quad \dots (6)$$

を得る。企業価値は、前期末資本ストック $(1 - \delta_j)K_j$ ($j = 1, \dots, n$) に関して1次同次と考える

⁷ 理論的には投資率と同様、マイナス値を含めて $a_j \leq 1/(1 - \delta_j)$ の範囲をとりうる。

が、表記上は $K_j(j=1, \dots, n)$ に関して1次同次であるとした場合に、同次関数についてオイラーの定理により、

$$\sum_{j=1}^n \frac{1}{(1-\delta_j)} \frac{\partial V(A, K_1, \dots, K_n)}{\partial K_j} (1-\delta_j) K_j = V(A, K_1, \dots, K_n) \quad \dots (7)$$

が成立する。したがって、(8)式の右边を(9)式に従って集計して整理すると、

$$(q-1)P = \sum_{j=1}^n \gamma_j Z_j s_j - \sum_{j=1}^n \gamma_j a_j s_j \quad \dots (8)$$

ただし、

$$\begin{aligned} q &= \frac{V}{\sum_{j=1}^n p_j (1-\delta_j) K_j} \\ Z_j &= \frac{K'_j - (1-\delta_j) K_j}{(1-\delta_j) K'_j} \\ P &= \frac{\sum_{j=1}^n p_j (1-\delta_j) K_j}{\sum_{j=1}^n (1-\delta_j) K_j} = \sum_{j=1}^n p_j s_j \\ s_j &= \frac{(1-\delta_j) K_j}{\sum_{j=1}^n (1-\delta_j) K_j} \end{aligned}$$

と、Multiple q の枠組みによる投資関数が導出される。ここで、 q は n 種類の資本財を集計した資本ストックによる「平均 q 」、 P は集計された資本ストックのインプリシット・デフレータである。また、 s_j は集計された資本ストックに占める各資本財の構成比であり、かつ資本ストック別の投資率を集計する際の加重ウェイトでもある。

一般に、Multiple q の枠組みによる投資関数の推計には変数の定義も含めた(8)式の体系を用いる。すなわち、(8)式に登場するのは、両辺ともにすべて観察可能なデータ同士となるが、まず $(q-1)P$ を被説明変数、 $Z_j s_j(j=1, \dots, n)$ と $s_j(j=1, \dots, n)$ を説明変数として線形回帰し、調整費用関数の係数パラメータである γ_j と $\gamma_j a_j$ の推計値を得る。その後、それぞれの資本財別に γ_j と a_j の識別を行うのである⁸。

2.2. 調整コストの存在と平均 q の1からの乖離

もし調整コストが存在しない場合⁹、企業価値は、

$$V(A, K_1, \dots, K_n)$$

⁸ 外木他(2010)において、 γ_j がプラスに有意に推定された(凸型調整費用が支持された)ケースをみると、 a_j はプラスの値をとることが多かったことが報告されている。

⁹ この説の議論は、調整コストのパラメータ γ がゼロとなる特殊ケースとしてとらえても良い。

$$= \max_{K'_j} \left[AK_1^{\alpha_1} \cdots K_n^{\alpha_n} - \sum_{j=1}^n p_j (K'_j - (1 - \delta_j)K_j) + \beta E_{A'|A} \{V(A', K'_1, \dots, K'_n)\} \right] \quad \dots (5)$$

となる。調整コストがない場合も、企業価値の前期末資本ストック $(1 - \delta_j)K_j (j=1, \dots, n)$ に関する1次同次性が保たれ、調整コストがあるケースと同様にオイラーの定理により集計することができる。包絡線の定理により、(5)式を $K_j (j=1, \dots, n)$ について微分すると

$$\frac{\partial V(A, K_1, \dots, K_n)}{\partial K_j} = (1 - \delta_j)p_j \quad \dots (6')$$

が得られる。これを集計すると企業価値は

$$\begin{aligned} V(A, K_1, \dots, K_n) &= \sum_{j=1}^n \frac{1}{(1 - \delta_j)} \frac{\partial V(A, K_1, \dots, K_n)}{\partial K_j} (1 - \delta_j)K_j \\ &= \sum_{j=1}^n p_j (1 - \delta_j)K_j \end{aligned} \quad \dots (7)$$

と、資本ストックの名目価値の合計と等しくなる。つまり、通時的な企業の粗利潤は、資本ストックの供給者にすべて配分しつくされることを意味する。したがって、Tobin の q は

$$(q - 1)P = 0 \quad \dots (9)$$

であり、平均 q は常に1に等しくなることがわかる。(8)式を(9)式を比較すると、調整コストが存在すると、平均 q が1より乖離することがわかる。

2.3. 本来考慮すべき資本財を考慮しなかった場合の平均 q

調整コストが存在しないケース

次に、2.2節の調整コストが存在ケースを前提に、本来考慮すべき資本財を考慮しなかった場合に、平均 q にどのような影響を与えるかを分析する。以下では、資本財が n 個あるが、第 n 番目の資本財を考慮し忘れ、第1資本財から第 $(n - 1)$ 資本財のみ考慮した平均 q を求めてみる。(7)式より、

$$V(A, K_1, \dots, K_n) - \sum_{j=1}^{n-1} p_j (1 - \delta_j)K_j = p_n (1 - \delta_n)K_n$$

となることから、

$$(q_{-n} - 1)P_{-n} = \frac{p_n(1 - \delta_n)K_n}{\sum_{j=1}^{n-1}(1 - \delta_j)K_j} \quad \dots (10)$$

となる。ただし、

$$q_{-n} = \frac{V}{\sum_{j=1}^{n-1} p_j(1 - \delta_j)K_j}$$

$$P_{-n} = \frac{\sum_{j=1}^{n-1} p_j(1 - \delta_j)K_j}{\sum_{j=1}^{n-1}(1 - \delta_j)K_j}$$

である。(10)式より、本来考慮すべき資本財を考慮しないと、平均 q が 1 より乖離して計測され、さらに、考慮しなかった資本財のストックシェア (名目) が大きいほど、その離度合が高まるのが確かめられる。有形固定資産だけで平均 q を計算すると、有形以外の資産の重要性が高い企業であるほど、本来の平均 q よりも大きい値として計測され、上方バイアスが生じることになる。

実際、外木・中村・浅子 (2010) では、個別企業の平均 q の数値を見ると、ソフトウェア業や電算機関連情報サービス業といった IT (情報技術) 関連産業に属する企業を中心に、90 年代末以降、100 を超える例が目立つようになり、中には 1000 を超えるようなケースもあると報告している。その理由を、次のように挙げている。

- (1) 2000 年前後のいわゆる「IT バブル」の時期に株価がファンダメンタルズから乖離して上昇していた可能性。しかし、それだけでは 04 年度に至っても異常に高い平均 q が出現する状況を説明することは難しい。
- (2) 企業価値の源泉の違い。IT 関連ビジネスでは、有形固定資産をほとんど必要とせず、画期的なビジネスモデルや顧客ネットワークなどの無形資産を企業価値の源泉とする企業も多い。こうした無形資産は財務諸表にも載らないことが多く、通常の方法で平均 q を計算すれば、分母はゼロに近く、分子には無形資産の価値が残るため、非常に大きい数値が得られる。

宮川・滝沢・枝村 (2013) では、Corrado, Hulten and Sichel(2009)の無形資産の分類にしたがって、企業レベルのデータを利用した無形資産投資・ストックの計測¹⁰を行い、平均 q を計測している。分析の結果、無形資産を考慮した平均 q の平均値が限りなく 1 に近づき、標準偏差も無形資産を考慮しない平均 q に比べ縮小することが示された。本稿では、無形資産のすべてを考慮はしないが、無形資産の中でかなりの割合を占める R&D を投資財として考慮することで、同様に、平均 q が 1 に近づくことが予想される。

¹⁰ 宮川・滝沢・枝村 (2013) では、研究開発投資、ストックは、企業活動基本調査を利用し、全体の研究開発費 (自社研究+委託研究) から有形固定資産取得額 (研究) を控除したものを研究開発費 (投資) としている。1995 年度から恒久棚卸法で計算し、2000 年度から利用している。本稿は、東洋経済新報社の個別上場企業への調査に基づく研究開発費のデータを用いており、1989 年からデータがある..

ここで問題となって来るのは、一部の資本財を考慮しないことで上方バイアスが生じてしまった平均 q を使って、残りの資本財だけで Multiple q の投資関数を推計する場合である。

$$(q_{-n} - 1)P_{-n} = \sum_{j=1}^{n-1} \gamma_{j,-n}^* Z_j s_{j,-n} - \sum_{j=1}^{n-1} \gamma_{j,-n}^* a_j^* s_{j,-n}$$

ただし、

$$\begin{aligned} q_{-n} &= \frac{V}{\sum_{j=1}^{n-1} p_j (1 - \delta_j) K_j} = \frac{p_n (1 - \delta_n) K_n}{\sum_{j=1}^{n-1} (1 - \delta_j) K_j} \\ P_{-n} &= \frac{\sum_{j=1}^{n-1} p_j (1 - \delta_j) K_j}{\sum_{j=1}^{n-1} (1 - \delta_j) K_j} \\ s_{j,-n} &= \frac{(1 - \delta_j) K_j}{\sum_{j=1}^{n-1} (1 - \delta_j) K_j} \end{aligned} \quad \dots (11)$$

本来なら、(9)式のように、投資率と Tobin の q の値には相関がないにも関わらず、(10)式の右辺の考慮しなかった投資財の名目ストックシェアが、他の投資財の投資率と相関を持つことで、(8)式のような投資関数の関係が一見、出てしまうことである。(11)式からわかることは、本来考慮すべき資本財を考慮しないで投資関数を推計すると、名目ストックシェアとの相関により、本来ないはずの調整コストが推計されてしまう可能性である。

調整コストが存在するケース

調整コストが存在すると、状況はより複雑となる。企業価値は、

$$\begin{aligned} V(A, K_1, \dots, K_n) &= \sum_{j=1}^n \frac{1}{(1 - \delta_j)} \frac{\partial V(A, K_1, \dots, K_n)}{\partial K_j} (1 - \delta_j) K_j \\ &= \sum_{j=1}^n \gamma_j (Z_j - a_j) (1 - \delta_j) K_j + (1 - \delta_n) p_n (1 - \delta_n) K_n \end{aligned} \quad \dots (7)$$

となることから、Tobin の q は

$$(q_{-n} - 1)P_{-n} = \sum_{j=1}^{n-1} \gamma_j (Z_j - a_j) (1 - \delta_j) s_{j,-n} + \gamma_n (Z_n - a_n) \frac{(1 - \delta_n) K_n}{\sum_{j=1}^{n-1} (1 - \delta_j) K_j} + \frac{p_n (1 - \delta_n) K_n}{\sum_{j=1}^{n-1} (1 - \delta_j) K_j} \quad \dots (12)$$

となり、考慮しなかった投資財のストックシェアに加えて、各投資財の調整コストの存在の分も 1 より乖離することになる。このとき、第 n 資本財を考慮しないで

$$(q_{-n} - 1)P_{-n} = \sum_{j=1}^{n-1} \gamma_{j,-n}^{**} (Z_j - a_j^{**}) (1 - \delta_j) s_{j,-n}$$

… (13)

のように投資関数を推計すると、推計される調整コストのパラメータ $\gamma_{j,-n}^{**}$ には、各資本財の投資率($j = 1, \dots, n - 1$)が第 n 資本財の投資率や名目ストックシェアと相関を持つ分だけ、真の値 γ_j からバイアスが生じることがわかる。

調整コストのパラメータのバイアスの意味

調整コストとは、ペンローズ効果をとらえたものである。小田切 (2000) では、『資本を増やそうとすると比例的以上に投資費用が増加するであろう。例えば、工場を1つではなく2つ作ろうとすれば、2つ目の工場はより高価な、あるいはより不便な土地に建てざるを得ない。また、2つ目の工場の工事担当者や建設後の管理者は経験のより浅い、あるいはより能力の低い者になりがちである。経験や技能が十分にある者の数には限りがあり、それらの高い者から順に新設工場に割り当てていくからである。すなわち、企業の成長が速いとき、十分に経験を積んだ経営能力のある人材は不足しやすく、このことが投資費用を高めていく』とその効果の具体例が挙げられている。言い換えると、調整費用は技能や経験、技術といったものを捉えており、無形資産と考えられるものも含んでいる。

したがって、推計される有形固定資産の調整コストのパラメータ $\gamma_{j,-n}^{**}$ が真の値 γ_j からバイアスが生じていたとしても、その値を無意味なものとして捨てるべきではなく、各有形固定資産に付随する無形資産の分も一緒に推計したと考えることが可能なのである。宮川・金 (2010)では、様々な無形資産のアプローチを紹介し、その中で市場評価アプローチ¹¹を取り上げ、Tobinの q が1を超える部分については、無形資産の価値が反映されているとしている。

本稿では、有形資産だけを投資財として考慮した場合の投資関数の推計と、有形資産に加えてR&Dを投資財として考慮した場合の投資関数の推計を行う。平均 q の値は、R&D投資を新たな投資財として扱うことで、考慮しない投資財の範囲が小さくなり、1からのかい離幅も減少すると考えられる。また、本稿では、R&Dを新たな投資財として含んだ推計を行うことで、これまで有形資産の調整コストのパラメータとして推計されていたものを、明示的にR&D投資の調整コストとして抜き出すことになる。そのため、推計される有形資産の調整コストのパラメータ γ_j^{**} が小さい値となることが予想され、さらには、これまで含まれていたバイアスが取り除かれることでより安定した有意性の高い推計値が得られると考

¹¹ 無形資産の市場評価アプローチは、株式市場の完全情報を前提とし、株式市場が企業の将来収益を正確に反映していれば、CHSが述べる無形資産の将来の便益への寄与も、株価の中に反映されることになる。Hall (2000, 2001)は、この考え方を利用して、Tobinの q が1を超える部分については、無形資産の価値が反映されているとした。

えられる。R&D 投資を考慮してもなお残る調整コストの存在は、R&D 以外の無形資産に付随したものを捉えている。

3. データの作成方法

3.1. 有形固定資産投資とストック

本論文の分析に使用する企業財務データは、日本政策投資銀行¹²『企業財務データバンク』に収録された東証・大証・名証の各証券取引所一部・二部上場全企業の個別決算データである。ただし、財務データは、2004 年度までを対象とした外木・中村・浅子（2010）とは異なり、2014 年度までへと延長されている。上場廃止企業や新規上場企業もデータの存在する期間は分析対象とする非バランス型パネルデータであり、各企業の資本ストック・データは、1977 年度以前から存在する企業については同年度を、それ以降に上場した企業については『企業財務データバンク』にデータが初めて収録された年度をベンチマーク・イヤーとする恒久棚卸法により作成している。

『企業財務データバンク』の有形固定資産明細データに収録されている償却可能固定資産の種類は、分析対象外とした賃貸用固定資産とその他の償却資産を除くと、建物、構築物、機械装置、船舶（航空機を含む）、車両運搬具、工具器具備品の 6 分類であり、それに土地を加えた 7 種類の資本財の投資率データを構築する。

設備投資額は、「資本財の新規取得額」から「売却・除却設備の残存時価」を差し引いたものとして定義する。「売却・除却設備の残存時価」の部分については観察可能なデータが存在せず、しかも推計に利用可能なデータも限られることから、先行研究において採用されてきた 3 通りの方式を用いる。

- (1) 会計上の恒等式から逆算した売却・除却額の簿価に「時価簿価比率」を乗じた値を用いる方法（以下「比例方式」と呼ぶ）であり、浅子・國則・井上・村瀬（1989）や Hayashi and Inoue（1991）などで採用されている。
- (2) 会計上の恒等式から逆算した売却・除却額の簿価をそのまま使用する方法（以下「簿価方式」と呼ぶ）であり、鈴木（2001）で採用されている。
- (3) データの制約から正確な計算は不可能であると達観し、投資額全体に占める割合も比較的小さいと考えられるために、一律ゼロとする方法（以下「ゼロ方式」と呼ぶ）であり、堀・齊藤・安藤（2004）などで採用されている。ゼロ方式の別の解釈としては、売却・除却額は既存の設備の一定割合として、減価償却に含めて考えることであろう。もちろんこの解釈では、定期的ではない大規模な売却・除却は追跡できていないことになる。

3 通りの方式を相互に比較対照するならば、ゼロ方式による設備投資データを用いる場合には、推計結果は設備の新規取得行動のみを反映したものとなるのに対し、他の 2 つの方式

¹² 以下、DBJ

によるデータを用いた場合は、設備の売却・除却行動も一体として分析することになる。ストックを比較すると、売却・除却をゼロとするゼロ方式が最も大きい値となる。簿価方式と比例方式の値を比較すると、簿価方式の方がストックの値が大きい傾向がみられた。詳しい作成方法とデータの推移については、外木・中村・浅子（2010）を参照されたい。

3.2. R&D 投資とストック

長期間の R&D 投資パネルデータを作成するため、DBJ 企業財務データと東洋経済新報社『減価償却費・設備投資額・研究開発費データ』に収録されている上場企業の R&D データを接続する¹³。

両データベースの収録期間がオーバーラップしている 2000 年 3 月期の「DBJ 単体研究開発費総額／東洋経済 R&D 投資額」の比率が 0.9 より大きく、1.1 より小さいものの割合は 9 割を超える。この条件に該当する企業のみを接続可能なデータとして採用する。2000 年 3 月期以降は DBJ データの値を、それより前については、東洋経済の値を名目 R&D 投資額とする。この際、R&D 資本ストックの計測の必要性から、決算月が変動している企業は R&D 投資の期間が途中で変わるためデータから落とした。

企業ごとに、R&D 投資額が計上された最初の期と計上が最後の期を示し、その中間期にデータ欠損がある場合は線形補完を行う。但し、2 期以上データ欠損がある企業のデータは R&D 投資計測の精度が低下すると考え、データから落とした。

R&D デフレーターは科学技術研究調査における企業（全産業）の社内使用研究費の人件費、原材料費、リース料及びその他経費、そして有形固定資産減価償却費をそれぞれ、毎月勤労統計の定期給与指数（5 人以上の事業所）、企業物価指数の中間財価格指数、消費者物価指数の帰属家賃除く総合指数、総固定資本形成デフレーターを用いて実質化した後、合算して実質社内使用研究費を計算し、これで名目社内使用研究費を除して作成した¹⁴。

実質 R&D 投資額、 I_t^{RR} 、は名目 R&D 投資額、 I_t^{NR} 、を R&D デフレーターで叙して作成した。R&D デフレーターは全ての企業について同一のものを使用した。

実質 R&D ストックの資本減耗率、 δ^R 、は BEA(2006)及び内閣府国民経済計算部(2010)を参考に年率 0.15 とした。

初期実質 R&D 資本ストック額、 K_t^{RR} 、は次の式で企業ごとに推計した。

$$K_t^{RR} = \frac{(\sum_{j=0}^4 I_{t+j}^{RR})/5}{\frac{(\sum_{j=0}^4 (I_{t+1+j}^{RR}/I_{t+j}^{RR} - 1))}{5} + \delta^R}$$

初期より後の期の実質 R&D 資本ストックは以下のように資本蓄積式にしたがって、恒久棚卸法で計測した。

$$K_{t+1}^{RR} = (1 - \delta^R)I_t^{RR} + K_t^{RR}$$

¹³ 接続にあたって、日本政策投資銀行の中村純一氏から、貴重なアドバイスをいただいた。

¹⁴ 企業 R&D 投資デフレーター作成については、外木(2016)の方法に従った。

このようにして作成された、実質 R&D 投資額、実質 R&D 資本ストックの系列のデータサマリーは表 2 のとおりである。R&D 資本ストックが計測できた企業数は 475、R&D 投資を計測した平均期間は 22.85 年であった。

3.3. 平均 q

既述のように、外木・中村・浅子 (2010) と本論文では浅子・國則・井上・村瀬(1989, 1997) の Multiple q の枠組みによる先行研究同様、土地も投資に固有の調整費用がかかる資本財の 1 つと考えている。逆に、償却可能固定資産と土地以外の資産には、固有の調整費用を想定しない。したがって、(7)式で示した Multiple q による投資関数と整合的な Total q は、

$$\frac{\text{企業価値}-\text{資本ストック以外の保有資産時価}}{\text{資本ストックの再調達価額}}$$

と表される。ただし、期首モデルであるために、これらの数値はすべて期首時点で計測される。

以下では、企業価値は企業に対する請求権(株式・負債)の時価が正しく評価されており、かつ負債および資本ストック以外の保有資産の時価は簿価に等しいと仮定し、

$$\frac{\text{株価} \times \text{発行済株式数} + \text{負債簿価} - \text{資本ストック以外の保有資産簿価}}{\text{資本ストックの再調達価額}}$$

により算出する。株価は、日経 Financial Quest から取得している。設備投資の定義の違いにより分母の値が異なるため、Total q も 3 通りの数値が算出される。

3.3. 異常値の取り扱いについて

以上の異常値の扱いについては、比例方式、ゼロ方式、簿価方式のそれぞれについて、各企業の平均 q を計算し、各年の上位 1% 及び下位 1% の値を調べ、その区間に入らない観測値をデータセットから取り除いた。異常値除去後の比例方式、ゼロ方式、簿価方式のデータセットのパネルサマリーを表 3、表 4、表 5 に示した。

4. 推計

4.1. 推計式

2 つの推計式を推計する。ひとつは、R&D 投資を考慮した Multiple q の投資関数で、

$$(q-1)P = \sum_{j=1}^n \gamma_j Z_j S_j - \sum_{j=1}^n \gamma_j a_j S_j$$

… (8)

ただし,

$$q = \frac{V}{\sum_{j=1}^n p_j (1 - \delta_j) K_j}$$

$$Z_j = \frac{K'_j - (1 - \delta_j) K_j}{(1 - \delta_j) K'_j}$$

$$P = \frac{\sum_{j=1}^n p_j (1 - \delta_j) K_j}{\sum_{j=1}^n (1 - \delta_j) K_j} = \sum_{j=1}^n p_j s_j$$

$$s_j = \frac{(1 - \delta_j) K_j}{\sum_{j=1}^n (1 - \delta_j) K_j}$$

である. もう一つは, R&D 投資を考慮せず, 有形固定資産だけで Multiple q の投資関数を推計する

$$(q_{-n} - 1)P_{-n} = \sum_{j=1}^{n-1} \gamma_{j,-n}^{*,*} (Z_j - a_j^{**}) (1 - \delta_j) s_{j,-n}$$

… (13)

ただし,

$$q_{-n} = \frac{V}{\sum_{j=1}^{n-1} p_j (1 - \delta_j) K_j} = \frac{p_n (1 - \delta_n) K_n}{\sum_{j=1}^{n-1} (1 - \delta_j) K_j}$$

$$P_{-n} = \frac{\sum_{j=1}^{n-1} p_j (1 - \delta_j) K_j}{\sum_{j=1}^{n-1} (1 - \delta_j) K_j}$$

$$s_{j,-n} = \frac{(1 - \delta_j) K_j}{\sum_{j=1}^{n-1} (1 - \delta_j) K_j}$$

平均 q の値は, (13)式の方が (8)式に比べて, R&D 投資の名目ストックシェアが高い企業ほど, 1 より乖離する. また, 有形固定資産の調整コストのパラメータ γ は, (13)式の方が (8)式に比べて, R&D 投資に付随する調整コストの分だけ大きな値となり, また (8)式の方が真の調整コストの値に近づくことから, より安定した有意性の高い値を推計すると予想される.

4.2. 推計結果

表 3~5 の有形固定資産のデータ構築方法別の基本統計量を見てみると, R&D ストックのシェアが平均値で 0.27~0.31 とかなり大きく, 2.2 節の議論に基づけば, R&D 投資を考慮しない平均 q がした場合よりも上方バイアスを持つはずである. 有形固定資産のみを扱った外木・中村・浅子 (2010) の基本統計量と比較しても, R&D 投資を考慮した $(q - 1)P$ の値が, 考慮しない $(q_{-n} - 1)P_{-n}$ よりも平均値が 0 に近づいていることがわかる. さらには,

最小値と最大値も、R&Dを考慮した方が絶対値で0に近づいている。つまり、平均 q が1に近づいており、2.2節の議論で予測した通りの結果が得られている。有形固定資産だけを資本財として考慮すると、外木・中村・浅子(2010)で観測した通り、一部業種の平均 q が異常値な値を示すことになるが、それが大幅に改善している。

表6にR&D資本を含むMultiple q の推計結果を示した。推計結果表のModel(1), (3), (5)はそれぞれ、比例方式、ゼロ方式、簿価方式のデータを用いて(8)式を推定した結果である。Model(2), (4), (6)もそれぞれ、比例方式、ゼロ方式、簿価方式のデータを用いて(8)式を推定した結果であるが、有利子負債比率とキャッシュ・フロー比率を加えて推計している。Multiple q の枠組みによる投資関数に、キャッシュ・フロー比率や有利子負債比率といった本来 redundant な説明変数を追加して、それらの変数が有意に推計されるかどうかを検証すれば、Single q の枠組みによる投資関数の実証分析上の問題が、資本財の多様性・異質性を考慮していないことのみ帰着できるのか、あるいは redundant な説明変数がTobinの q 理論が想定していない何らかの役割を果たしていることによるのかが確認できる。

表6でModel(1)から(6)のそれぞれの推計モデルについて、固定効果モデルと変量効果モデル両方の推計結果を報告しており、いずれのモデルでもHausman検定の結果、固定効果モデルが支持されている。Model(1), (3), (5)の固定効果モデルの推定された係数を見ると、説明変数「資本ウェイト」の係数については全てが、説明変数「投資率×ウェイト」の係数も殆どが有意に推定されている。ただし、比例方式では船舶・車両の投資率の、ゼロ方式では土地の投資率の、そして、簿価方式では機械装置の投資率の係数が有意に推定されなかった。係数の符号を見ると全ての方式で船舶・車両の投資率の係数がマイナスとなった。Tonogi, Nakamura and Asako(2014)の因子分析の結果では、機械装置と車両運搬具と工具器具備品の調整コストのパラメータが近いと考えられており、機械装置と車両運搬具と工具器具備品のうちのどれかの動きが、これらすべての動きを説明しまっているために、残りの資本財の「投資率×ウェイト」の係数が正の値で有意に推計されなかったと考えられる。もちろん、船舶・車両を所有する企業が比較的少ないため、十分にロバストな結果となっていない可能性も考えられる。また、簿価方式では土地の投資率がマイナスで有意となった。バブル崩壊後に地価が低下する中、土地を手放す、つまり、マイナスの投資をすることがTobinの q の向上につながってケースがあると解釈も可能かもしれない。土地については、Tonogi, Nakamura and Asako(2014)の因子分析の結果から、他の資本財とは独立の動きをしていることがわかっており、他の資本財による影響で「投資率×ウェイト」の係数が正の値で有意に推計されていないわけではないと考えられる。

Model(2), (4), (6)の固定効果モデルの推定された係数を見ると、いずれの方式でも有利子負債比率とキャッシュ・フロー比率の係数は有意に推定されており、Multiple q モデルの説明変数が十分統計量であるという仮説に反する結果となっている。R&D投資率及びR&Dシェアをモデルに加えても、平均 q をMultiple q モデル完全に説明することは難しく、

R&D 投資を資本財として加味しても、なお、redundant な説明変数が有意に推計される問題が残ることとなる。

表 7 には R&D 資本を含まない場合の Multiple q の推計結果を示した。推計結果表の Model(1), (3), (5)はそれぞれ、比例方式、ゼロ方式、簿価方式のデータを用いて(13)式を推定した結果である。Model(2), (4), (6) もそれぞれ、比例方式、ゼロ方式、簿価方式のデータを用いて (13)式を推定した結果であるが、有利子負債比率とキャッシュ・フロー比率を加えて推計している。この結果を表 6 の R&D を含む Multiple q の推計結果と比較してみる。一見して、R&D 資本を含む場合の推計結果よりも、有意に推定される係数が少ないことがわかる。R&D 資本を含まない場合の Multiple q の推計において R-squar が著しく低い Model(1)を除外して、Model(3), Model(5)について、プラスで有意に推計された係数の値を比較する。Model(3)の結果を両方で比較すると、建物・構築物、機械装置、工具器具備品の係数は R&D を含むモデル (表 6) で低めに推計されている。また、Model(3)の結果を両方で比較すると、建物・構築物、工具器具備品の係数で同じことが言える。モデルの当てはまりを決定係数で比較すると、R&D を含んだ方が当てはまりが良いことがわかる。

Model(1), (3), (5)の資本財別の調整コストのパラメータ γ_j の推計値を、有形資産のデータ構築方法別に比較すると、どの方法においても、

機械装置<建物・構築物<工具器具備品<R&D

という結果が得られている。工具器具備品は、比例方式で 2.7 であったが、簿価方式やゼロ方式では 14.1 や 9.0 と高く、R&D についてはどの方式でも 16~17 という非常に高い値が得られている。パラメータ γ_j の推計値は、ペンローズ効果のそもそもの意味を考えると、当該資本財に付随する無形資産を捉えたものと考えることができ、以上の結果は、工具器具備品と、特に、R&D 投資が無形資産の蓄積と大きな関わりを持っていることがわかる。

図 3 は、Model(1)の推計結果を利用して(8)式の $\gamma_j Z_j s_j$ を計算し、それを各資本財の $P(q-1)$ への貢献と考え、全資本財の貢献の合計に対する当該資本財の貢献の比率を見たものである。2000 年に入る前は、機械装置の貢献比率が最も高く 35%を占めていたが、2000 年を超えると R&D の貢献率が最も高くなり、2012 年には 40%近くを占めるまでに至っている。

以上の推計結果をまとめると、以下の通りである。

- R&D ストックのシェアは約 4 分の 1 以上を占めており、R&D 投資を資本財として取り上げることで平均 q の上方バイアスが改善されている。
- また、Multiple q の投資関数のパフォーマンスも、調整コストのパラメータが正の値で有意に推計される資本財の数が増え、さらに決定係数も大きくなり、改善していることがわかる。

- 一方、R&D 投資を考慮してもなお、redundant な変数（キャッシュフロー比率と有利子負債比率）が有意に説明力をもっている。
- 調整コストのパラメータ γ_j の推計値を資本財別に見ると、工具器具備品と、特に、R&D 投資が無形資産の蓄積と大きな関わりを持っている。

4.3. 政策インプリケーション

推計結果から、有形固定資産を R&D 投資を資本財として扱うことで、平均 q の値も 1 に近づき、Multiple q の投資関数のパフォーマンスが大きく改善した。ペンローズ効果が技能や技術などの無形資産に該当すると考えると、調整コストのパラメータ γ_j の推計値は当該資本財の投資率と R&D 以外の無形資産のストックシェアとの相関を捉えたものであることから、当該資本財の蓄積に必要な無形資産（除く R&D）ストックとも考えることができる。推計結果から、工具器具備品と、特に、R&D への投資がその他の無形資産と大きく関わっていることが示されている。

表 1 の無形資産を考慮した成長会計の国際比較を見ると、アメリカやイギリス、フランスでは労働生産性の約 3 分の 1 を無形資産の資本深化が貢献しており、ドイツやフィンランドも約 5 分の 1 が貢献している。それに対し日本は、10 分の 1 となっており、先進国の中で一番小さい。アベノミクスの「成長戦略」においても、民間投資を喚起する成長戦略が明記されている。日本の経済成長には、有形固定資産よりも、無形資産の蓄積を重視した政策の実行が望ましいことが理解される。

企業会計基準委員会（2013）で述べられている通り、無形資産全般に関する会計基準は存在せず、無形資産の一般的な定義及び認識要件は定められていないが、研究開発をソフトウェアに関しては「研究開発費等に係る会計基準」として基準が存在する。少なくとも R&D に関しては、財務諸表上で捕捉が可能となっており、投資減税等の促進政策を打てる素地がある。現在、『我が国の研究開発投資総額の大宗（7～8割）を占める民間企業の研究開発投資を維持・拡大することにより、イノベーションの加速を通じた我が国の成長力・国際競争力を強化すること』を目的として、『所得の計算上損金の額に算入される試験研究費の額がある場合、その事業年度の法人税額（国税）から、試験研究費の額に税額控除割合を乗じて計算した金額を控除できる制度¹⁵』が導入されている¹⁶。

本稿の推計結果からは、特に、R&D への投資がその他の無形資産と大きく関係していることがわかった。今回の推計では因果関係まで特定はできないが、R&D 投資の促進と無形資産ストックの蓄積との間に大きな相関が認められた。この結果は、R&D 投資を促進する経済政策が、R&D だけを実行ターゲットとしているものの、その他の無形資産投資の促進

¹⁵ 中小企業者等については、地方税に関しても、地方税計算のベースとなる法人税額を研究開発税制による控除を受けた後の額とする優遇措置が手当てされている。

¹⁶ 経済産業省サイト『研究開発税制』http://www.meti.go.jp/policy/tech_promotion/tax.html より

と、それによる経済成長の加速を促す政策となり得る可能性を示唆している。しかしながら、その実際の政策効果については、今後のデータの蓄積とその分析が待たれる。

5. R&D 投資に関する現状分析

5.1. データ構築方法

本節では、4 節目で分析した企業財務データと R&D データを、法人企業統計（年報）と接続し、現状分析を試みる。法人企業統計とは、企業名¹⁷と資本金を使って、マッチングを行った¹⁸。法人企業統計では、上記のデータベースにはない、地域コードと兼業業種の分類とその売上が収録されている。本稿で作成したデータは、上場企業に限定はされるが、個別企業に関する精緻な R&D 投資のデータを約 20 年にわたる長期時系列で作成している。

R&D に関する主なマクロ統計は、総務省の『科学技術研究調査』と、その個票データの集計した『研究開発・イノベーション・生産性（RDIP）データベース』となる。また、今年度の国民経済計算の基準改定で R&D 投資が新たな投資項目として推計されることとなっている。こうしたデータを用いれば、産業別や地域別の研究開発の動向、そして生産性分析など行うことができる。しかしながら、これらはマクロまたはセミマクロの分析である。

本稿で作成した R&D 投資のデータベースは、個別企業の財務データとも接続されており、マクロ、セミマクロの分析で得られた事実を、個票ベースでも分析が可能になることを示唆する。

5.2. R&D 資本ウェイト及び R&D 投資率と本業への集中度の関係

法人企業統計の調査票では当該企業が複数の業種で売上を上げているケースを考慮して、本業（第 1 業種）、兼業（第 2 業種、その他業種）の売上が記録されている。法人企業統計の個票データと今回構築した企業別の R&D 資本ウェイト、R&D 投資率のデータを突合し、R&D 資本集積度・R&D 資本蓄積のスピードが企業の兼業状況とどのような関係にあるか考察することが、この節での課題である。

表 8 のうち上段 3 つの表は比例方式、ゼロ方式、簿価方式による R&D 投資率を計算し、企業ごとに時系列方向の平均値を計算した上で、中央値を境に分割し、第 1 業種、第 2 業種、第 3 業種の売上ウェイトの平均値をしたものである。第 1 業種、第 2 業種、第 3 業種の売上ウェイトは法人企業統計の 2003 年度（OLD）と 2013 年度（NEW）の 2 つのデータを突合した。どの方式で計算しても、R&D 投資率が高いほうが本業への集中度が高い傾向が見られる。下段 3 つの表は比例方式、ゼロ方式、簿価方式による R&D 資本ウェイトを計算し、企業ごとに時系列方向の平均値を計算した上で、中央値を境に分割し同様に本業、

¹⁷ 法人企業統計の個票のデータベースで、企業名が漢字表記になった 2003 年以降のデータをマッチングしている。

¹⁸ マッチングには、日本政策投資銀行の中村純一氏の協力を得た。

兼業の売上ウェイトの平均値を計算したものである。こちらでは更にはっきりと、R&D集中度が高い企業ほど本業の売上ウェイトが高い傾向が見られている。R&D集中度が高い企業やR&D資本蓄積のスピード（R&D投資率）が高い企業ほど、兼業での売上が少ないことはこのデータセットから得られる1つの発見である。業種のリーディングカンパニーほど、R&D資本投資を行う必要があるためこのような結果が観察されるのか、あるいは1つの業種でのR&D投資の蓄積は他の業種での汎用性が低いため第2、第3業種での売上が低いのか定かではない。今後、R&D投資と兼業との関係も研究を進める必要がある。

5.2. 地域別の平均 q 、R&D 資本ウェイト及び R&D 投資率

図4には、企業の所在する地域ブロック別に各年度の75パーセンタイル、中央値、25パーセンタイルの平均 q の推移を示した。地域ブロックは、東京(1)、東京以外の関東(2)、近畿(3)、北海道(4)、東北(5)、東海(6)、信越・北陸(7)、中国・四国(8)、九州(9)の9ブロックに分かれている。75パーセンタイル、中央値、25パーセンタイルいずれの値を見ても、北海道でわずかの上昇傾向を示しているほかは、1990年代初めから低下傾向となり、その後横ばいの推移を示している。

図5はR&D資本ウェイトの地域ブロック別75パーセンタイル、中央値、25パーセンタイルの値の推移を示している。九州で75パーセンタイルが一貫して低下傾向にあることが伺える。また、北海道、九州以外の地域では75パーセンタイルと25パーセンタイルの差が拡大する傾向にあることが伺える。R&D資本集約型の企業とそうでない企業の格差が拡大している可能性がある。

図6はR&D投資率の地域ブロック別75パーセンタイル、中央値、25パーセンタイルの値の推移を示している。総じて、横ばいか僅かな低下傾向を示している。

以上のように、地域別の平均 q 、R&D資本ウェイト、R&D投資率の中央値の動きと分布を見ることで、日本におけるR&Dの地域的な集積や企業間の格差のファクト・ファインディングが可能となる。

6. 結語

本稿では、日本の上場個別企業のR&D投資とストック系列を作成し、様々な有形固定資産と共に、その投資行動をTobinの q 理論に基づいて分析した。資本財の多様性を考慮したMultiple q の投資関数を推計し、R&Dを新たな投資財として加えることで、投資関数の推計のパフォーマンスが改善するのかを検証した。

理論分析によると、一部の資本財を考慮しないで平均 q を計算すると、考慮しない資本財の名目ストックシェアが高い企業ほど、1より乖離することが示された。また、Multiple q の投資関数により推計される調整コストのパラメータ γ は、一部の投資財を考慮しないと、各投資財付随する調整コストとしてバイアスが生じることが示された。したがって、R&D

投資を資本財として新たに考慮することで、平均 q の値は 1 へ近づき、推計される調整コストのパラメータ γ も真の調整コストの値に近づいた、より安定した有意性の高い値を推計すると予想される。

R&D 投資系列を構築し、投資関数を推計した結果、R&D ストックのシェアは約 4 分の 1 以上を占めており、R&D 投資を資本財として取り上げることで平均 q の上方バイアスが改善された。また、Multiple q の投資関数のパフォーマンスも、調整コストのパラメータが正の値で有意に推計される資本財の数が増え、さらに決定係数も大きくなり、改善していることがわかった。一方、R&D 投資を考慮してもなお、redundant な変数（キャッシュフロー比率と有利子負債比率）が有意に説明力を持っていた。

調整コストのパラメータ γ の推計値を資本財別に見ると、工具器具備品と、特に、R&D 投資が無形資産の蓄積と大きな関わりを持っていることがわかった。ペンローズ効果が技能や技術などの無形資産に該当すると考えると、調整コストのパラメータ γ_j の推計値は当該資本財の投資率と付随する R&D 以外の無形資産のストックシェアとの相関を捉えたものであり、当該資本財の蓄積に必要な無形資産（除く R&D）ストックとも考えることができる。

成長会計の国際比較からは、日本の経済成長には、有形固定資産よりも、無形資産の蓄積を重視した政策の実行が望ましいことが理解される。少なくとも R&D に関しては、財務諸表上で捕捉が可能となっており、投資減税等の促進政策を打てる素地がある。R&D 投資を促進する経済政策は、R&D だけを実行ターゲットとしているが、無形資産全般の蓄積を重視した政策へとつながっている可能性が示唆された。

なお、R&D 資産以外の無形資産を考慮した Multiple q の投資関数の推計と、Cooper and Haltiwanger (2006) 流のハイブリッドモデルを資本財多様性考慮して構造推計は、今後の研究課題である。

参考文献

- [1] Chun, H., T. Myagawa, H. K. Pyo, and K. Tonogi (2016), “Do Intangibles Contribute to Productivity Growth in East Asian Countries? Evidence from Japan and Korea,” in: Dale W. Jorgenson, Kyoji Fukao, and Marcel P. Timmer (des), *The World Economy: Growth or Stagnation?*, Cambridge University Press.
- [2] Cooper, R. and J. C. Haltiwanger (2006), “On the Nature of Capital Adjustment Costs,” *Review of Economic Studies*, 73, pp. 611-633.
- [3] Corrado, Carol A., Peter Goodridge and Jonathan Haskel (2011), “Constructing a Price Deflator for R&D: Calculating the Price of Knowledge Investments as a Residual,” Economics Program Working Paper Series, EPWP #11 – 03, The Conference Board, Economics Program.
- [4] Corrado, Carol A., Charles R. Hulten, and Daniel E. Sichel (2009), “Intangible Capital and Economic Growth,” *Review of Income and Wealth*, Volume 55, Issue 3, pages 661–685, September 2009.
- [5] Corrado, Carol., Jonathan Haskel, Cecilia Jona-Lasinio, Massimiliano Iommi (2012), “Intangible Capital and Growth in Advanced Economies: Measurement Methods and Comparative Results,” IZA Discussion Papers 6733, Institute for the Study of Labor (IZA).
- [6] Hall, R. (2000), “E-Capital: The Link between the Stock Market and the Labor Market in the 1990s,” *Brookings Papers on Economic Activity*, pp. 73-118.
- [7] Hall, R. (2001), “The Stock Market and Capital Accumulation,” *American Economic Review*, 91, pp. 1185-1202.
- [8] Hayashi, Fumio.(1982), “Tobin’s Marginal q and Average q : A Neoclassical Interpretation,” *Econometrica*, 50, pp.213-224.
- [9] 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, pp.731-753.
- [10] Miyagawa, T., and Y. Kim(2008), “Measuring Organization Capital in Japan: An Empirical Assessment Using Firm-Level Data,” *Seoul Journal of Economics*, Vol.21, No.1, pp.169-194.
- [11] Tobin, J. (1969), “A General Equilibrium Approach to Monetary Theory,” *Journal of Money, Credit, and Banking*, 1, pp. 15–29.
- [12] Tonogi, K., J. Nakamura, and K. Asako(2014), “Heterogeneity of Capital Stocks in Japan: Classification by Factor Analysis,” *Journal of Knowledge Management, Economics and Information Technology*, 4(2), pp.1-34.
- [13] Wildasin, D. E. (1984), “The q Theory of Investment with Many Capital Goods,”

American Economic Review, 74, pp.203-210.

- [14] 浅子和美・國則守生・井上徹・村瀬英彰(1989), 「土地評価とトービンの q /Multiple q の計測」, 経済経営研究, Vol.10-3, 日本開発銀行設備投資研究所.
- [15] 浅子和美・國則守生・井上徹・村瀬英彰(1991), 「設備投資と資金調達—連立方程式モデルによる推計」, 経済経営研究, Vol.11-4, 日本開発銀行設備投資研究所.
- [16] 浅子和美・國則守生・井上徹・村瀬英彰(1997), 「設備投資と土地投資: 1977-1994」, 浅子和美・大瀧雅之編『現代マクロ経済動学』, 東京大学出版会, 323-349 頁.
- [17] 浅子和美・外木好美(2010), 「資本ストックの異質性と Multiple q 」, 経済研究, 第 61 巻第 4 号, 325-341 頁, 一橋大学経済研究所.
- [18] 浅子和美・外木好美・中村純一 (2014), 「設備投資研究のフロンティア—「異質性」の解明と Multiple q モデル」, 堀内昭義・花崎正晴・中村純一編『日本経済—変革期の金融と企業行動』第 4 章, 東京大学出版会, 153-208 頁.
- [19] 小田切宏之(2000), 『企業経済学』, プログレッシブ経済学シリーズ, 東洋経済.
- [20] 企業会計基準委員会(2013), 「無形資産に関する検討経過の取りまとめ」, 平成 25 年 6 月 28 日, https://www.asb.or.jp/asb/asb_j/press_release/domestic/sme20/
- [21] 鈴木和志(2001), 『設備投資と金融市場』, 東京大学出版会.
- [22] 経済産業省サイト『研究開発税制の概要について』
http://www.meti.go.jp/policy/tech_promotion/tax.html
- [23] 外木暁幸(2016), 「R&D 投資を導入した一般均衡動学モデルによる日本の経済成長分析」『フィナンシャル・レビュー』 No.128. (近刊).
- [24] 外木好美(2015), 『資本蓄積の要因と景気循環・経済成長の国際比較』, 博士論文 (一橋大学).
- [25] 外木好美・中村純一・浅子和美(2010), 「Multiple q による投資関数の推計—過剰設備の解消過程における資本財別投資行動の考察—」, 経済経営研究, Vol. 31, No. 2, 日本政策投資銀行設備投資研究所.
- [26] 堀敬一・斉藤誠・安藤浩一 (2004), 「1990 年代の設備投資低迷の背景について—財務データを用いたパネル分析—」, 経済経営研究, Vol.25-4, 日本政策投資銀行設備投資研究所.
- [27] 宮川努・金榮慤(2010), 「無形資産の計測と経済効果—マクロ・産業・企業レベルでの分析—」, RIETI Policy Discussion Paper Series 10-P-014.
- [28] 宮川努・滝澤美帆・枝村一磨(2013), 「企業別無形資産の計測と無形資産が企業価値に与える影響の分析」, DISCUSSION PAPER No.88, National Institute of Science and Technology Policy (NISTEP).

表 1：無形資産を考慮した成長会計の国際比較

						(%)
	Labor productivity growth					
		Capital deepening			Labor composition	TFP growth
			Tangible assets	Intangible assets		
Japan	2.1	0.9	0.7	0.2	0.8	0.5
Austria	2.4	0.8	0.3	0.5	0.2	1.4
Belgium	1.8	0.7	0.2	0.5	0.1	0.9
Czech Republic	4.2	2.4	1.9	0.5	0.3	1.5
Denmark	1.4	1.2	0.7	0.5	0.2	-0.1
Finland	3.8	0.9	0.2	0.7	0.2	2.6
France	1.9	1.0	0.4	0.6	0.4	0.4
Germany	1.7	1.0	0.7	0.3	0.0	0.7
Ireland	3.8	1.4	0.8	0.6	0.1	2.2
Italy	0.6	0.7	0.5	0.2	0.2	-0.4
Netherlands	2.3	0.9	0.4	0.5	0.7	2.8
Slovenia	5.3	1.7	1.2	0.5	0.7	2.8
Spain	0.8	1.0	0.7	0.3	0.5	-0.6
Sweden	3.7	1.9	1.1	0.8	0.3	1.4
UK	2.9	1.5	0.8	0.7	0.4	1.1
US	2.7	1.7	0.8	0.9	0.2	0.8

(出展) Chun, Miyagawa, Pyo, and Tonogi(2016)

表 2：R&D 投資とストックの基本統計量

Summary of Statistics: R&D Investment and R&D Capital Stock

Variable		Mean	Std. Dev.	Min	Max	Observations
Nominal R&D Investment	overall	6,195.07	19,995.03	3.00	453,046.00	N = 10899
	between		17,569.31	26.42	284,874.70	n = 477
	within		7,822.05	- 94,265.33	314,912.70	T-bar = 22.8491
R&D Deflator	overall	0.9873	0.0283	0.8921	1.0202	N = 12402
	between		-	0.9873	0.9873	n = 477
	within		0.0283	0.8921	1.0202	T = 26
Real R&D Investment	overall	6,256.77	20,137.63	3.03	444,056.40	N = 10899
	between		17,750.59	27.01	288,552.00	n = 477
	within		7,739.90	- 89,341.12	305,539.50	T-bar = 22.8491
Real R&D Stock	overall	37,421.84	119,847.80	- 19,905.57	2,268,758.00	N = 11017
	between		110,614.70	- 6,730.83	1,968,989.00	n = 475
	within		31,174.51	- 324,055.30	1,000,627.00	T-bar = 23.1937

表 3 : 比例方式によるデータセットのパネルサマリー

Summary Table for the Panel Data (Market Price Method)

Variable		Mean	Std. Dev.	Min	Max	Observations	
(Tobin's q - 1) * Deflator	overall	0.1589	1.4830	-3.2985	14.7801	N = 9536	
	between		0.9219	-2.0192	5.2670	n = 475	
	within		1.2336	-5.1540	12.6883	T-bar = 20.0758	
Investment Ratio * Weight	Building and Construction	overall	0.1168	-6.5540	2.3909	N = 9429	
		between	0.0633	-1.2997	0.0985	n = 475	
		within	0.1081	-5.2401	2.3395	T-bar = 19.8505	
	Machinery and Device	overall	-0.0019	1.9669	-184.3080	20.8863	N = 9322
		between		0.4057	-8.3776	0.9552	n = 470
		within		1.9209	-175.9323	19.9291	T-bar = 19.834
Ship and Vehicle	overall	0.0011	0.0173	-0.1551	1.4196	N = 8912	
	between		0.0086	-0.0122	0.1581	n = 466	
	within		0.0161	-0.1785	1.2625	T-bar = 19.1245	
Tools, Equipment and Fixtures	overall	0.0076	0.0384	-0.8660	2.4684	N = 9423	
	between		0.0104	-0.0449	0.1109	n = 475	
	within		0.0369	-0.8330	2.3651	T-bar = 19.8379	
Land	overall	-0.0002	0.0833	-4.3757	1.1490	N = 9411	
	between		0.0174	-0.1895	0.1260	n = 475	
	within		0.0816	-4.1863	1.0229	T-bar = 19.8126	
R&D Capital	overall	0.0602	0.0418	0.0000	0.4473	N = 9430	
	between		0.0376	0.0027	0.1954	n = 475	
	within		0.0194	-0.0397	0.3247	T-bar = 19.8526	
Weight	Building and Construction	overall	0.1172	0.0025	0.9079	N = 9895	
		between	0.1086	0.0624	0.7899	n = 475	
		within	0.0528	-0.2185	0.5594	T-bar = 20.8316	
	Machinery and Device	overall	0.2172	0.1513	0.0000	0.7643	N = 9895
		between		0.1448	0.0000	0.7110	n = 475
		within		0.0537	-0.2949	0.5015	T-bar = 20.8316
Ship and Vehicle	overall	0.0047	0.0215	0.0000	0.5728	N = 9895	
	between		0.0251	0.0000	0.4907	n = 475	
	within		0.0055	-0.0661	0.2057	T-bar = 20.8316	
Tools, Equipment and Fixtures	overall	0.0663	0.0714	0.0000	0.6248	N = 9895	
	between		0.0680	0.0055	0.5874	n = 475	
	within		0.0235	-0.2497	0.3606	T-bar = 20.8316	
Land	overall	0.1326	0.1179	0.0000	0.8643	N = 9895	
	between		0.1066	0.0007	0.6046	n = 475	
	within		0.0584	-0.2416	0.5428	T-bar = 20.8316	
R&D Capital	overall	0.3196	0.1917	0.0000	0.9893	N = 9895	
	between		0.1820	0.0164	0.8682	n = 475	
	within		0.0696	-0.0366	0.8720	T-bar = 20.8316	
Interest Debt Ratio	overall	0.5973	0.8150	0.0000	16.1864	N = 9536	
	between		0.8309	0.0000	9.8633	n = 475	
	within		0.4245	-6.1720	12.7750	T-bar = 20.0758	
Cashflow Ratio	overall	0.0486	0.0526	-0.2473	0.3718	N = 9895	
	between		0.0348	-0.0635	0.2007	n = 475	
	within		0.0409	-0.2620	0.3739	T-bar = 20.8316	

表 4 : ゼロ方式によるデータセットのパネルサマリー

Summary Table for the Panel Data (Zero Disposal Method)

Variable		Mean	Std. Dev.	Min	Max	Observations	
(Tobin's q - 1) * Deflator	overall	-0.0332	1.2979	-3.0940	12.2504	N = 9536	
	between		0.8370	-1.9218	5.0199	n = 475	
	within		1.0665	-4.9769	10.2528	T-bar = 20.0758	
Investment Ratio * Weight	Building and Construction	overall	0.0194	0.0359	0.0000	0.6732	N = 9429
		between		0.0121	0.0020	0.0990	n = 475
		within		0.0343	-0.0795	0.6467	T-bar = 19.8505
	Machinery and Device	overall	0.0290	0.0340	0.0000	0.5279	N = 9343
		between		0.0198	0.0000	0.1488	n = 470
		within		0.0283	-0.0523	0.4885	T-bar = 19.8787
	Ship and Vehicle	overall	0.0010	0.0055	0.0000	0.2884	N = 9402
		between		0.0051	0.0000	0.0840	n = 474
		within		0.0035	-0.0825	0.2054	T-bar = 19.8354
	Tools, Equipment and Fixtures	overall	0.0098	0.0128	0.0000	0.2207	N = 9429
		between		0.0101	0.0005	0.0745	n = 475
		within		0.0079	-0.0457	0.1840	T-bar = 19.8505
	Land	overall	0.0059	0.0260	0.0000	0.7158	N = 9429
		between		0.0083	0.0000	0.0903	n = 475
		within		0.0250	-0.0844	0.6314	T-bar = 19.8505
	R&D Capital	overall	0.0517	0.0382	0.0000	0.4128	N = 9430
		between		0.0352	0.0017	0.1734	n = 475
		within		0.0162	-0.0417	0.2911	T-bar = 19.8526
Weight	Building and Construction	overall	0.2661	0.1113	0.0283	0.7938	N = 9895
		between		0.1063	0.0772	0.6674	n = 475
		within		0.0441	-0.0323	0.5098	T-bar = 20.8316
	Machinery and Device	overall	0.2368	0.1481	0.0000	0.7526	N = 9895
		between		0.1454	0.0000	0.7173	n = 475
		within		0.0419	-0.0535	0.4639	T-bar = 20.8316
	Ship and Vehicle	overall	0.0062	0.0242	0.0000	0.5774	N = 9895
		between		0.0280	0.0000	0.5055	n = 475
		within		0.0065	-0.0680	0.2188	T-bar = 20.8316
	Tools, Equipment and Fixtures	overall	0.0751	0.0823	0.0010	0.6256	N = 9895
		between		0.0796	0.0050	0.5884	n = 475
		within		0.0235	-0.1621	0.3781	T-bar = 20.8316
	Land	overall	0.1450	0.1244	0.0009	0.8486	N = 9895
		between		0.1127	0.0011	0.6165	n = 475
		within		0.0587	-0.2130	0.5381	T-bar = 20.8316
	R&D Capital	overall	0.2708	0.1743	0.0000	0.9454	N = 9895
		between		0.1693	0.0092	0.8120	n = 475
		within		0.0533	-0.0497	0.7190	T-bar = 20.8316
Interest Debt Ratio	overall	0.4739	0.5932	0.0000	11.9607	N = 9536	
	between		0.6128	0.0000	7.8867	n = 475	
	within		0.2988	-4.8004	6.0506	T-bar = 20.0758	
Cashflow Ratio	overall	0.0486	0.0526	-0.2473	0.3718	N = 9895	
	between		0.0348	-0.0635	0.2007	n = 475	
	within		0.0409	-0.2620	0.3739	T-bar = 20.8316	

表5：簿価方式によるデータセットのパネルサマリー

Summary Table for the Panel Data (Book Value Method)

Variable		Mean	Std. Dev.	Min	Max	Observations	
(Tobin's q - 1) * Deflator	overall	0.0915	1.4043	-3.2261	12.9478	N = 9513	
	between		0.8866	-1.9865	5.2256	n = 475	
	within		1.1643	-5.1584	11.7467	T-bar = 20.0274	
Investment Ratio * Weight	Building and Construction	overall	0.0167	0.0459	-1.2986	0.6939	N = 9408
		between		0.0146	-0.1359	0.0982	n = 475
		within		0.0443	-1.2823	0.6655	T-bar = 19.8063
	Machinery and Device	overall	0.0268	0.0397	-1.0262	0.7449	N = 9322
		between		0.0198	-0.0370	0.1601	n = 470
		within		0.0348	-0.9624	0.6960	T-bar = 19.834
	Ship and Vehicle	overall	0.0009	0.0052	-0.0571	0.2719	N = 9358
		between		0.0038	-0.0022	0.0705	n = 472
		within		0.0042	-0.0923	0.2023	T-bar = 19.8263
	Tools, Equipment and Fixtures	overall	0.0094	0.0122	-0.1892	0.2794	N = 9408
		between		0.0096	-0.0013	0.0766	n = 475
		within		0.0076	-0.1785	0.2467	T-bar = 19.8063
	Land	overall	0.0004	0.0700	-3.6032	1.0501	N = 9390
		between		0.0149	-0.1554	0.1138	n = 475
		within		0.0685	-3.4474	0.9366	T-bar = 19.7684
	R&D Capital	overall	0.0570	0.0396	0.0000	0.4291	N = 9408
		between		0.0363	0.0025	0.1830	n = 475
		within		0.0175	-0.0411	0.3100	T-bar = 19.8063
Weight	Building and Construction	overall	0.2627	0.1151	0.0279	0.8453	N = 9872
		between		0.1093	0.0695	0.7350	n = 475
		within		0.0478	-0.1539	0.5434	T-bar = 20.7832
	Machinery and Device	overall	0.2321	0.1489	0.0000	0.7800	N = 9872
		between		0.1458	0.0000	0.7320	n = 475
		within		0.0430	-0.0635	0.4644	T-bar = 20.7832
	Ship and Vehicle	overall	0.0055	0.0204	0.0000	0.5170	N = 9872
		between		0.0232	0.0000	0.4391	n = 475
		within		0.0059	-0.0586	0.2063	T-bar = 20.7832
	Tools, Equipment and Fixtures	overall	0.0745	0.0796	0.0010	0.6438	N = 9872
		between		0.0774	0.0050	0.6023	n = 475
		within		0.0225	-0.1009	0.3835	T-bar = 20.7832
	Land	overall	0.1245	0.1100	0.0000	0.8606	N = 9872
		between		0.0994	0.0007	0.6014	n = 475
		within		0.0541	-0.2450	0.5318	T-bar = 20.7832
	R&D Capital	overall	0.3008	0.1806	0.0000	0.9488	N = 9872
		between		0.1750	0.0143	0.8394	n = 475
		within		0.0571	-0.0364	0.7163	T-bar = 20.7832
Interest Debt Ratio	overall	0.5550	0.7165	0.0000	13.7286	N = 9513	
	between		0.7529	0.0000	8.5352	n = 475	
	within		0.3529	-5.1175	8.1460	T-bar = 20.0274	
Cashflow Ratio	overall	0.0487	0.0527	-0.2473	0.3718	N = 9872	
	between		0.0349	-0.0635	0.2007	n = 475	
	within		0.0409	-0.2620	0.3819	T-bar = 20.7832	

表 6 : R&D を含む Multiple q の推計結果

Estimation Results of Multiple q with R&D (Market Price Method): Trimmed Data

Variable	Model (1)				Model (2)				
	Fixed Effect Model		Random Effect Model		Fixed Effect Model		Random Effect Model		
	Coef.	(Std. Error)	Coef.	(Std. Error)	Coef.	(Std. Error)	Coef.	(Std. Error)	
Investment Ratio	Building and Construction	0.363	(0.140) ***	0.547	(0.138) ***	0.268	(0.134) **	0.553	(0.131) ***
	Machinery and Device	0.020	(0.006) ***	0.020	(0.006) ***	0.022	(0.006) ***	0.021	(0.006) ***
	Ship and Vehicle	-0.591	(0.760)	-0.306	(0.763)	-0.502	(0.715)	-0.242	(0.718)
	* Weight	2.767	(0.581) ***	2.928	(0.581) ***	1.825	(0.547) ***	1.876	(0.548) ***
	Land	-0.385	(0.158) **	-0.404	(0.160) **	-0.580	(0.149) ***	-0.649	(0.151) ***
R&D Capital	17.371	(0.721) ***	17.439	(0.686) ***	13.419	(0.689) ***	12.996	(0.655) ***	
Weight	Building and Construction	4.792	(0.659) ***	4.330	(0.469) ***	4.946	(0.620) ***	3.903	(0.430) ***
	Machinery and Device	7.048	(0.710) ***	4.634	(0.488) ***	7.200	(0.667) ***	4.317	(0.446) ***
	Ship and Vehicle	42.585	(2.637) ***	20.271	(1.464) ***	37.479	(2.483) ***	16.992	(1.332) ***
	Land	2.858	(0.667) ***	2.036	(0.472) ***	2.942	(0.627) ***	1.800	(0.432) ***
	R&D Capital	2.140	(0.665) ***	0.745	(0.476)	2.862	(0.625) ***	1.080	(0.436) **
Interest Debt Ratio					0.143	(0.033) ***	0.295	(0.028) ***	
Cashflow Ratio					10.006	(0.307) ***	9.999	(0.300) ***	
Constant		-4.969	(0.607) ***	-3.616	(0.425) ***	-5.573	(0.571) ***	-3.872	(0.388) ***
Observation		8,520				8,520			
Number of Firms		465				465			
R-square	within	0.144		0.133		0.244		0.231	
	between	0.021		0.049		0.068		0.182	
	overall	0.046		0.078		0.119		0.193	
Hausman Test		275.27				333.32			

Notice: Robust standard errors are in parentheses. "****" denotes p<0.01, "***" denotes p<0.05, and "**" denotes p<0.1.

Estimation Results of Multiple q with R&D (Zero Disposal Method): Trimmed Data

Variable	Model (3)				Model (4)				
	Fixed Effect Model		Random Effect Model		Fixed Effect Model		Random Effect Model		
	Coef.	(Std. Error)	Coef.	(Std. Error)	Coef.	(Std. Error)	Coef.	(Std. Error)	
Investment Ratio	Building and Construction	2.785	(0.350) ***	3.103	(0.352) ***	2.339	(0.330) ***	2.621	(0.333) ***
	Machinery and Device	0.931	(0.438) **	1.489	(0.436) ***	-0.025	(0.413)	0.612	(0.413)
	Ship and Vehicle	-5.776	(3.192) *	-1.183	(3.211)	-6.437	(3.004) **	-1.849	(3.033)
	* Weight	9.028	(1.659) ***	7.996	(1.653) ***	6.429	(1.564) ***	5.358	(1.563) ***
	Land	-0.361	(0.435)	-0.152	(0.441)	0.050	(0.415)	-0.088	(0.420)
R&D Capital	16.326	(0.681) ***	16.188	(0.646) ***	12.823	(0.650) ***	12.317	(0.620) ***	
Weight	Building and Construction	7.729	(0.586) ***	5.850	(0.422) ***	7.514	(0.553) ***	5.216	(0.397) ***
	Machinery and Device	8.540	(0.657) ***	4.924	(0.450) ***	8.797	(0.619) ***	4.680	(0.421) ***
	Ship and Vehicle	39.622	(2.029) ***	20.193	(1.267) ***	36.523	(1.914) ***	18.256	(1.190) ***
	Land	4.812	(0.594) ***	2.492	(0.424) ***	4.484	(0.560) ***	2.058	(0.396) ***
	R&D Capital	5.022	(0.587) ***	2.370	(0.435) ***	5.444	(0.553) ***	2.449	(0.407) ***
Interest Debt Ratio					0.061	(0.035) *	0.229	(0.029) ***	
Cashflow Ratio					8.225	(0.249) ***	8.189	(0.246) ***	
Constant		-7.418	(0.535) ***	-4.869	(0.384) ***	-7.647	(0.503) ***	-4.825	(0.359) ***
Observation		8,987				8,987			
Number of Firms		470				470			
R-square	within	0.201		0.189		0.292		0.278	
	between	0.076		0.117		0.112		0.207	
	overall	0.095		0.133		0.156		0.224	
Hausman Test		323.17				414.59			

Notice: Robust standard errors are in parentheses. "****" denotes p<0.01, "***" denotes p<0.05, and "**" denotes p<0.1.

Estimation Results of Multiple q with R&D (Book Value Method): Trimmed Data

Variable	Model (5)				Model (6)				
	Fixed Effect Model		Random Effect Model		Fixed Effect Model		Random Effect Model		
	Coef.	(Std. Error)	Coef.	(Std. Error)	Coef.	(Std. Error)	Coef.	(Std. Error)	
Investment Ratio	Building and Construction	2.195	(0.301) ***	2.248	(0.301) ***	1.875	(0.284) ***	1.969	(0.285) ***
	Machinery and Device	0.176	(0.388)	0.766	(0.388) **	-0.999	(0.367) ***	-0.374	(0.368)
	Ship and Vehicle	-9.228	(2.946) ***	-5.047	(2.951) *	-9.526	(2.774) ***	-5.199	(2.791) *
	* Weight	14.165	(1.800) ***	13.416	(1.791) ***	9.779	(1.700) ***	8.832	(1.697) ***
	Land	-0.487	(0.174) ***	-0.548	(0.176) ***	-0.420	(0.164) **	-0.538	(0.166) ***
R&D Capital	16.424	(0.696) ***	16.468	(0.662) ***	13.008	(0.663) ***	12.719	(0.633) ***	
Weight	Building and Construction	9.177	(0.660) ***	6.684	(0.469) ***	8.839	(0.622) ***	5.783	(0.436) ***
	Machinery and Device	11.563	(0.731) ***	6.657	(0.495) ***	11.630	(0.688) ***	6.083	(0.458) ***
	Ship and Vehicle	44.579	(2.354) ***	24.653	(1.518) ***	40.668	(2.220) ***	21.462	(1.409) ***
	Land	7.094	(0.675) ***	4.185	(0.477) ***	6.745	(0.636) ***	3.443	(0.443) ***
	R&D Capital	6.516	(0.678) ***	3.234	(0.485) ***	6.686	(0.638) ***	2.949	(0.450) ***
Interest Debt Ratio					0.087	(0.031) ***	0.226	(0.027) ***	
Cashflow Ratio					9.205	(0.279) ***	9.122	(0.275) ***	
Constant		-9.194	(0.612) ***	-5.921	(0.430) ***	-9.319	(0.577) ***	-5.622	(0.399) ***
Observation		8,936				8,936			
Number of Firms		469				469			
R-square	within	0.173		0.161		0.267		0.253	
	between	0.034		0.068		0.069		0.169	
	overall	0.063		0.100		0.123		0.198	
Hausman Test		316.25				417.24			

Notice: Robust standard errors are in parentheses. "****" denotes p<0.01, "***" denotes p<0.05, and "**" denotes p<0.1.

表 7 : R&D を含まない Multiple q の推計結果

Estimation Results of Multiple q without R&D (Market Price Method): Trimmed Data

Variable		Model (1)				Model (2)			
		Fixed Effect Model		Random Effect Model		Fixed Effect Model		Random Effect Model	
		Coef.	(Std. Error)	Coef.	(Std. Error)	Coef.	(Std. Error)	Coef.	(Std. Error)
Investment Ratio	Building and Construction	0.059	(0.123)	0.181	(0.123)	-0.071	(0.115)	0.039	(0.115)
	Machinery and Device	0.033	(0.037)	0.040	(0.038)	-0.006	(0.035)	-0.001	(0.035)
	Ship and Vehicle	-0.440	(0.889)	-0.232	(0.893)	-0.486	(0.833)	-0.352	(0.837)
	* Weight	0.972	(0.444) **	1.166	(0.447) ***	0.849	(0.442) *	1.193	(0.444) ***
	Land	-0.578	(0.185) ***	-0.551	(0.186) ***	-0.789	(0.173) ***	-0.788	(0.175) ***
Weight	Building and Construction	2.337	(0.695) ***	2.072	(0.558) ***	2.777	(0.652) ***	2.162	(0.513) ***
	Machinery and Device	5.350	(0.739) ***	2.874	(0.568) ***	5.397	(0.696) ***	2.770	(0.521) ***
	Ship and Vehicle	57.534	(3.291) ***	32.754	(2.353) ***	48.830	(3.094) ***	26.932	(2.149) ***
	Land	1.091	(0.719)	-0.168	(0.564)	1.344	(0.676) **	0.072	(0.517)
Interest Debt Ratio						0.073	(0.019) ***	0.100	(0.019) ***
Cashflow Ratio						17.856	(0.523) ***	18.330	(0.513) ***
Constant		-2.237	(0.605) ***	-0.874	(0.477) *	-3.339	(0.570) ***	-1.855	(0.438) ***
Observation		8,889				8,889			
Number of Firms		466				466			
R-square	within	0.061		0.056		0.176		0.168	
	between	0.005		0.002		0.011		0.054	
	overall	0.001		0.003		0.064		0.115	
Hausman Test		253.31				313.94			

Notice: Robust standard errors are in parentheses. "****" denotes p<0.01, "***" denotes p<0.05, and "**" denotes p<0.1.

Estimation Results of Multiple q without R&D (Zero Disposal Method): Trimmed Data

Variable		Model (3)				Model (4)			
		Fixed Effect Model		Random Effect Model		Fixed Effect Model		Random Effect Model	
		Coef.	(Std. Error)	Coef.	(Std. Error)	Coef.	(Std. Error)	Coef.	(Std. Error)
Investment Ratio	Building and Construction	3.140	(0.432) ***	3.326	(0.437) ***	2.328	(0.406) ***	2.472	(0.411) ***
	Machinery and Device	1.526	(0.573) ***	2.672	(0.574) ***	-0.232	(0.539)	0.886	(0.541)
	Ship and Vehicle	1.463	(4.855)	4.355	(4.926)	-1.662	(4.552)	0.963	(4.625)
	* Weight	17.213	(1.807) ***	16.939	(1.814) ***	12.453	(1.700) ***	11.889	(1.708) ***
	Land	-0.042	(0.593)	0.295	(0.602)	0.475	(0.563)	0.500	(0.571)
Weight	Building and Construction	10.086	(0.649) ***	7.574	(0.516) ***	9.307	(0.610) ***	6.468	(0.482) ***
	Machinery and Device	12.827	(0.742) ***	6.861	(0.549) ***	12.519	(0.695) ***	6.294	(0.510) ***
	Ship and Vehicle	49.667	(2.485) ***	29.505	(1.889) ***	44.341	(2.337) ***	26.018	(1.761) ***
	Land	6.951	(0.677) ***	3.063	(0.519) ***	6.101	(0.636) ***	2.299	(0.482) ***
Interest Debt Ratio						0.102	(0.043) **	0.236	(0.039) ***
Cashflow Ratio						13.876	(0.397) ***	14.257	(0.395) ***
Constant		-9.448	(0.580) ***	-5.707	(0.451) ***	-9.433	(0.544) ***	-5.610	(0.419) ***
Observation		9,339				9,339			
Number of Firms		471				471			
R-square	within	0.146		0.134		0.250		0.236	
	between	0.000		0.010		0.014		0.082	
	overall	0.020		0.049		0.078		0.161	
Hausman Test		383.09				535.31			

Notice: Robust standard errors are in parentheses. "****" denotes p<0.01, "***" denotes p<0.05, and "**" denotes p<0.1.

Estimation Results of Multiple q without R&D (Book Value Method): Trimmed Data

Variable		Model (5)				Model (6)			
		Fixed Effect Model		Random Effect Model		Fixed Effect Model		Random Effect Model	
		Coef.	(Std. Error)	Coef.	(Std. Error)	Coef.	(Std. Error)	Coef.	(Std. Error)
Investment Ratio	Building and Construction	2.786	(0.381) ***	2.717	(0.383) ***	2.166	(0.358) ***	2.108	(0.361) ***
	Machinery and Device	0.131	(0.514)	1.075	(0.516) **	-1.691	(0.485) ***	-0.788	(0.488)
	Ship and Vehicle	-1.701	(4.386)	1.044	(4.442)	-4.189	(4.117)	-1.595	(4.181)
	* Weight	24.294	(2.036) ***	25.289	(2.042) ***	16.758	(1.924) ***	17.282	(1.934) ***
	Land	-0.476	(0.224) **	-0.535	(0.227) **	-0.336	(0.210)	-0.444	(0.214) **
Weight	Building and Construction	9.984	(0.697) ***	8.013	(0.568) ***	9.074	(0.655) ***	6.647	(0.526) ***
	Machinery and Device	14.967	(0.777) ***	8.959	(0.595) ***	14.338	(0.730) ***	7.890	(0.548) ***
	Ship and Vehicle	54.597	(2.889) ***	36.876	(2.270) ***	48.048	(2.718) ***	31.312	(2.097) ***
	Land	8.372	(0.721) ***	5.060	(0.576) ***	7.456	(0.678) ***	3.925	(0.533) ***
Interest Debt Ratio						0.111	(0.038) ***	0.216	(0.034) ***
Cashflow Ratio						16.016	(0.463) ***	16.409	(0.460) ***
Constant		-10.156	(0.616) ***	-6.738	(0.497) ***	-10.066	(0.580) ***	-6.391	(0.459) ***
Observation		9,312				9,312			
Number of Firms		470				470			
R-square	within	0.117		0.107		0.223		0.209	
	between	0.006		0.000		0.003		0.056	
	overall	0.006		0.022		0.055		0.132	
Hausman Test		350.97				461.45			

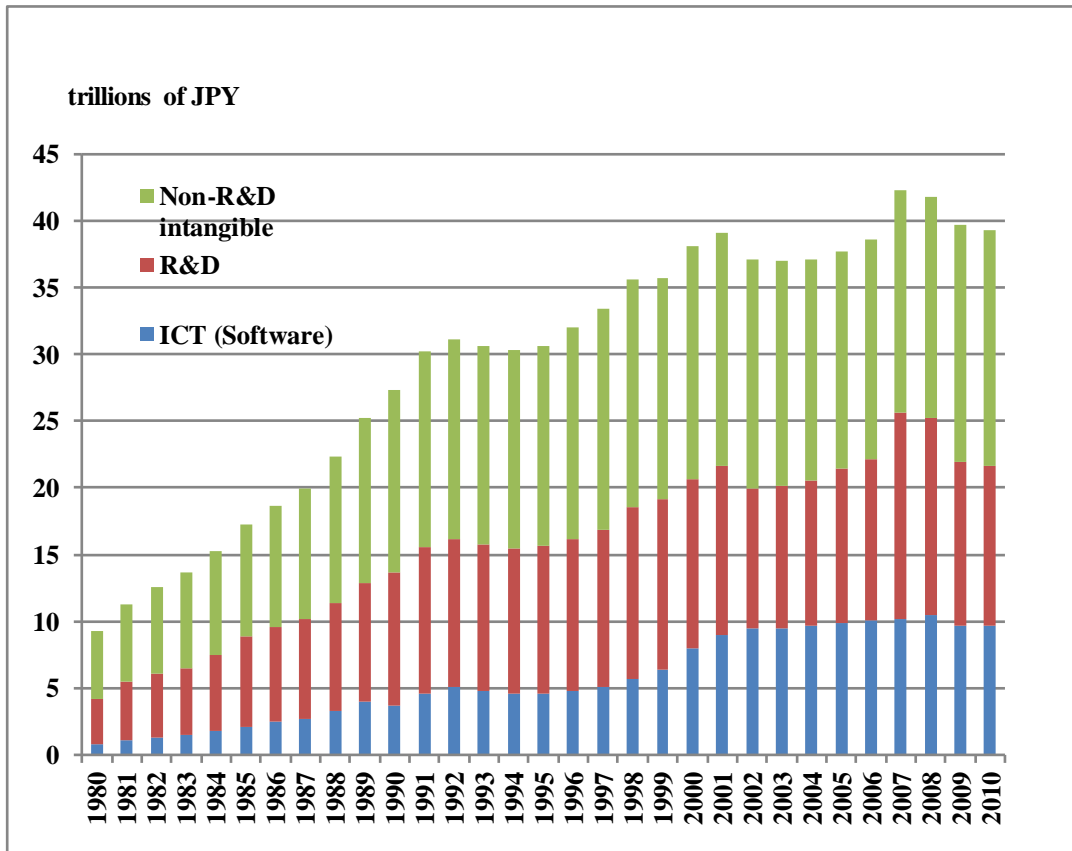
Notice: Robust standard errors are in parentheses. "****" denotes p<0.01, "***" denotes p<0.05, and "**" denotes p<0.1.

表 8 : R&D 投資率及び R&D 集積度と本業への集中度

Mean of Sales Share of First, Second and Third Industry

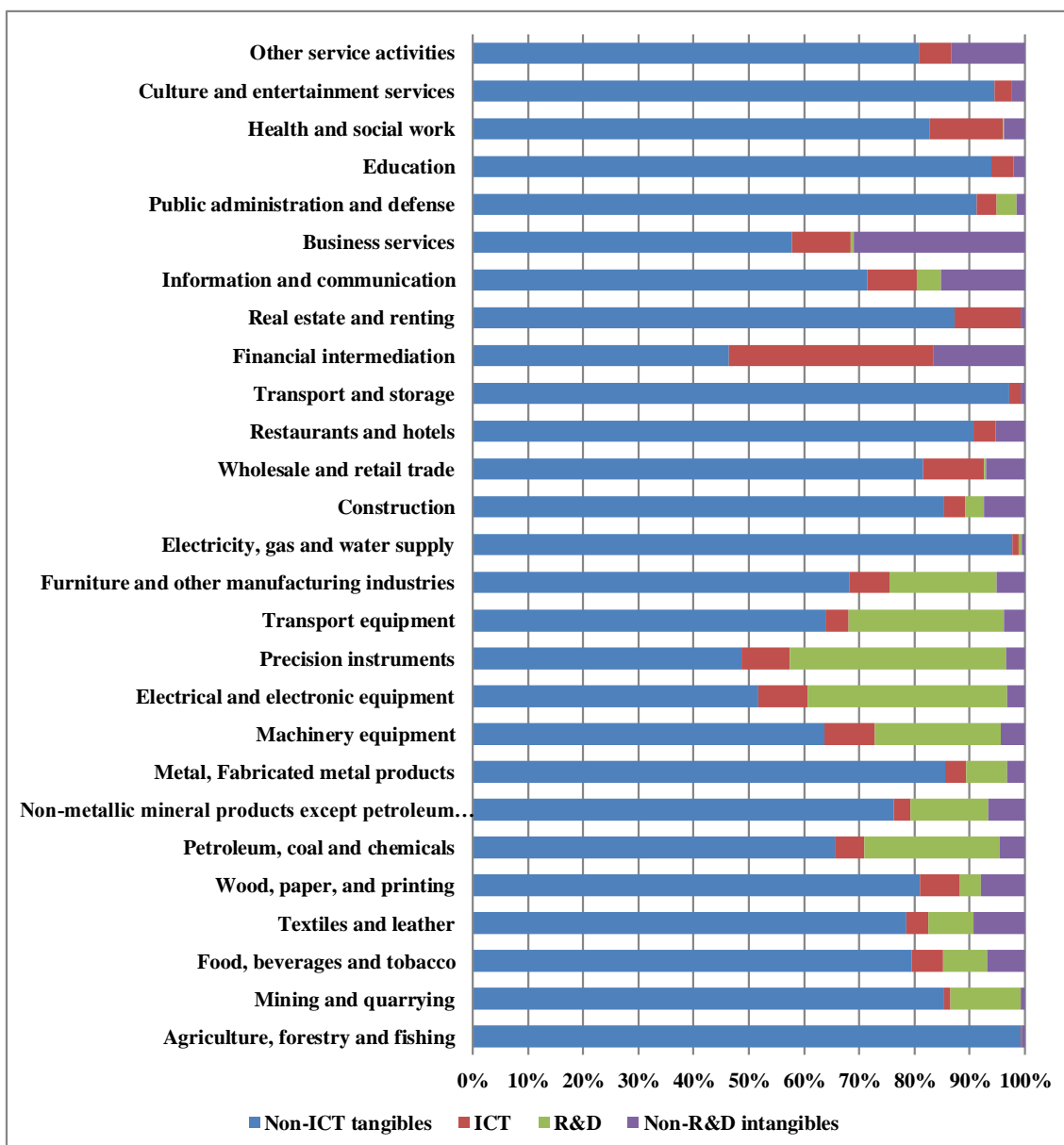
	Tobin's q	Sales Share of First, Second and Third Industry					
		OLD			NEW		
		First	Second	Third	First	Second	Third
<i>x</i> : Investment Ratio of R&D with Market Value Method							
<i>x</i> ≤ medium	0.9364	0.9182	0.0489	0.0329	0.9460	0.0345	0.0195
<i>x</i> > medium	1.4299	0.9360	0.0354	0.0286	0.9589	0.0255	0.0156
Total	1.1826	0.9270	0.0422	0.0308	0.9524	0.0300	0.0176
<i>x</i> : Investment Ratio of R&D with Zero Disposal Method							
<i>x</i> ≤ medium	0.7706	0.9221	0.0504	0.0276	0.9512	0.0343	0.0145
<i>x</i> > medium	1.2228	0.9322	0.0337	0.0341	0.9536	0.0256	0.0208
Total	0.9962	0.9270	0.0422	0.0308	0.9524	0.0300	0.0176
<i>x</i> : Investment Ratio of R&D with Book Value Method							
<i>x</i> ≤ medium	0.8995	0.9219	0.0489	0.0292	0.9509	0.0345	0.0146
<i>x</i> > medium	1.3381	0.9322	0.0354	0.0324	0.9539	0.0255	0.0206
Total	1.1183	0.9270	0.0422	0.0308	0.9524	0.0300	0.0176
<i>x</i> : Stock Share of R&D with Market Value Method							
<i>x</i> ≤ medium	1.1668	0.9107	0.0510	0.0382	0.9333	0.0403	0.0264
<i>x</i> > medium	1.1985	0.9421	0.0340	0.0238	0.9701	0.0205	0.0094
Total	1.1826	0.9270	0.0422	0.0308	0.9524	0.0300	0.0176
<i>x</i> : Stock Share of R&D with Zero Disposal Method							
<i>x</i> ≤ medium	0.9908	0.9090	0.0501	0.0409	0.9361	0.0389	0.0251
<i>x</i> > medium	1.0017	0.9439	0.0348	0.0213	0.9677	0.0217	0.0106
Total	0.9962	0.9270	0.0422	0.0308	0.9524	0.0300	0.0176
<i>x</i> : Stock Share of R&D with Book Value Method							
<i>x</i> ≤ medium	1.1231	0.9113	0.0503	0.0384	0.9330	0.0405	0.0265
<i>x</i> > medium	1.1135	0.9414	0.0348	0.0237	0.9702	0.0204	0.0094
Total	1.1183	0.927	0.0422	0.0308	0.9524	0.03	0.0176

図1：日本の無形資産投資



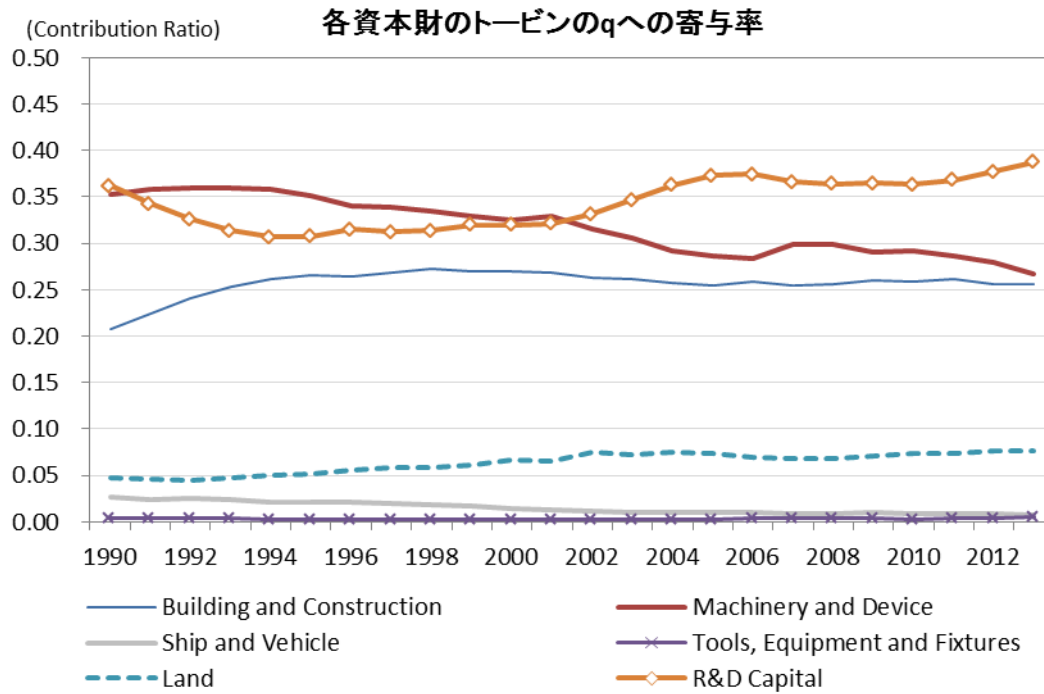
(出展) Chun, Miyagwa, Pyo, and Tonogi(2016)

図 2：産業別資本ストックの割合



(出展) Chun, Miyagwa, Pyo, and Tonogi(2016)

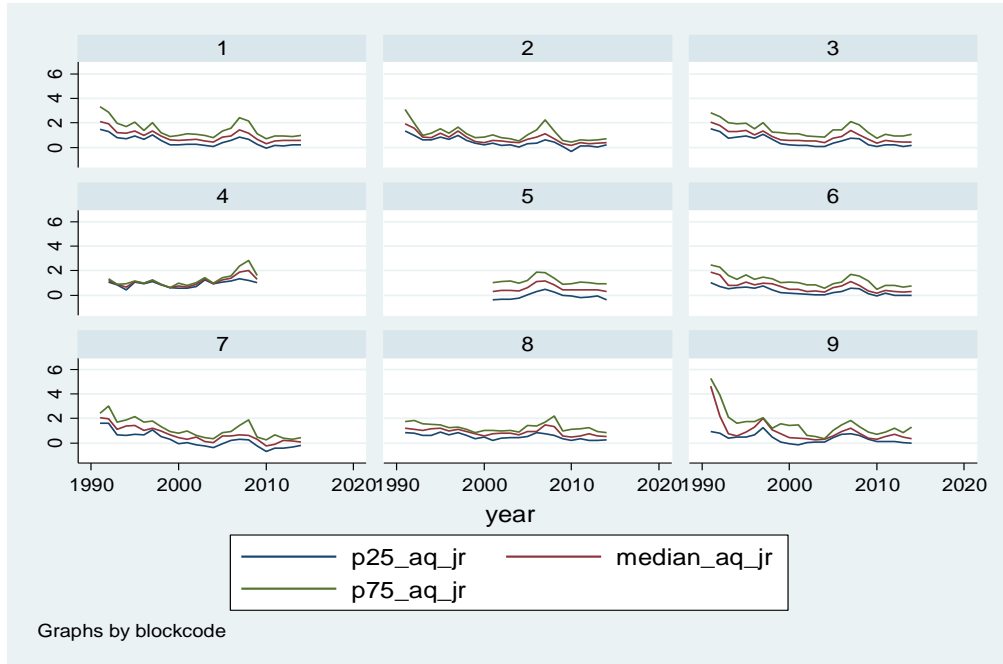
図 3 : $P(q-1)$ への投資率の変化を通じた貢献



(注) 時価方式モデルのトービンの q ($P(q-1)$) について中央値を取る企業を調べ、その企業の投資比率×資本シェア、資本シェアの値に時価方式モデルの固定効果推計において推計されたパラメータを乗じて寄与度を計算した。

図 4 : 地域ブロック別の平均 q (比例方式) の推移

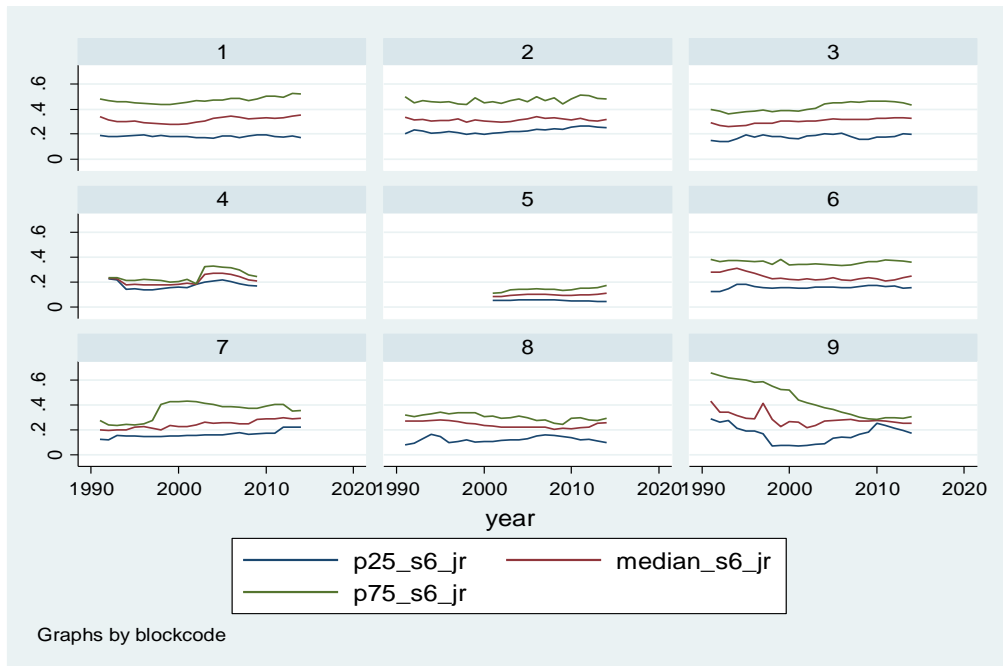
Tobin's q by Regional Block



Note: Block codes denotes as following: 1=Tokyo, 2=Kanto(excl. Tokyo), 3=Kinki, 4=Hokkaido, 5=Tohoku, 6=Tokai, 7=Shinetsu-Hokuriku, 8=Chu-Shikoku, 9=Kyusyu

図 5 : 地域ブロック別の R&D 資本 (比例方式) ウェイトの推移

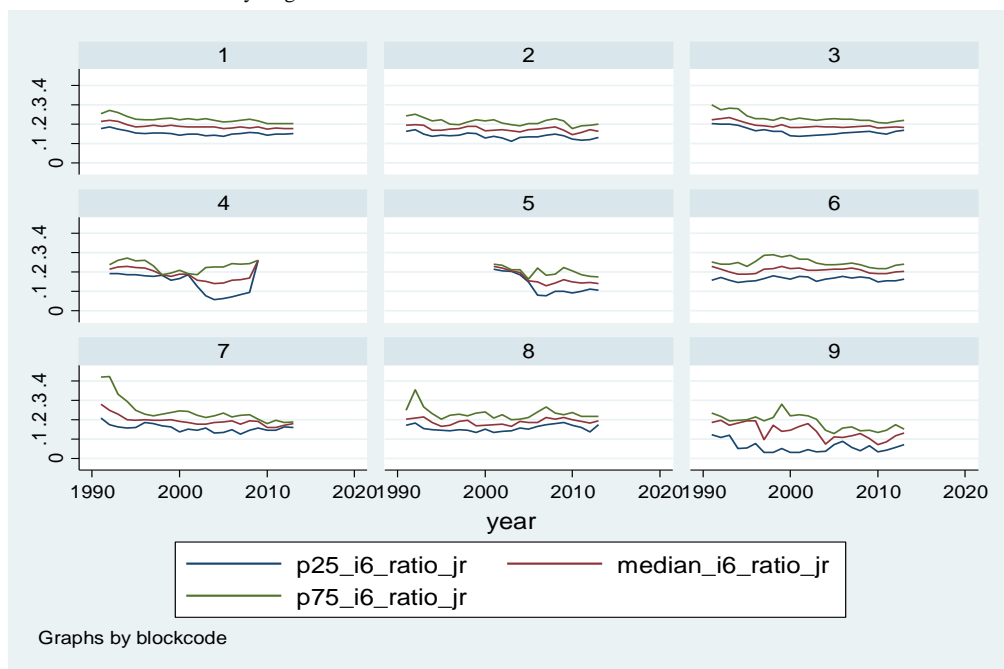
Stock Share of R&D by Regional Block



Note: Block codes denotes as following: 1=Tokyo, 2=Kanto(excl. Tokyo), 3=Kinki, 4=Hokkaido, 5=Tohoku, 6=Tokai, 7=Shinetsu-Hokuriku, 8=Chu-Shikoku, 9=Kyusyu

図 6 : 地域ブロック別の R&D 投資率 (比例方式) の推移

Investment Ratio of R&D by Regional Block



Note: Block codes denotes as following: 1=Tokyo, 2=Kanto(excl. Tokyo), 3=Kinki, 4=Hokkaido, 5=Tohoku, 6=Tokai, 7=Shinetsu-Hokuriku, 8=Chu-Shikoku, 9=Kyusyu