

Discussion Paper Series A No.584

設備投資研究の展開と Multiple q

浅子和美(一橋大学経済研究所)
外木好美(神奈川大学経済学部)
中村純一(一橋大学経済研究所)

2013年4月

Institute of Economic Research
Hitotsubashi University
Kunitachi, Tokyo, 186-8603 Japan

設備投資研究の展開とMultiple q *

浅子 和美（一橋大学経済研究所）

外木 好美（神奈川大学経済学部）

中村 純一（一橋大学経済研究所）

April 10, 2013

要 旨

本論文の前段では、この四半世紀の設備投資研究の展開を理論・実証の両面から振り返った。この間の成果に注目すれば、凸型（二次）の調整費用関数を前提とし、線形の投資関数を導く「 q 理論」が実証研究上の限界に直面したこと、事業所レベルの個票データの分析から「一括・断続的投資行動（lumpy and intermittent /infrequent investment）」の存在が確認されたことなどを受けて、非凸型の調整費用関数を前提とし、非線形の投資関数を導く分析枠組みが花開いた25年間であったと総括できる。しかしながら、こうしたモデルも、単一で満足な推定精度を獲得するものは現れておらず、その背景には、資本財別の投資行動の違いと、設備の新規取得行動（正の投資）と売却・除却行動（負の投資）の違い、という2つの「異質性」の解明が、新たな課題として浮き彫りになってきている。

そこで本論文の後段では、これらの課題に対する挑戦の方向性の1つとして、浅子・外木（2010）によって提案された、Multiple q による投資関数の非線形モデルへの拡張について改めて検討を加え、本邦上場企業の個票データを用いて詳細な実証分析を試みた。Wildasin（1984）に始まるオリジナルなMultiple q モデルに対し、われわれのモデルは資本財の異質性のみならず、正負の投資行動の違いや、投資率の一定の領域において固定費の存在等から線形投資関数が当てはまらない可能性を許容するよう一層の工夫が加えられている。推定結果からは、非線形性を考慮することで説明力が向上し、非線形となる投資率の領域は資本財の種類や時期によって大きく異なることなどが示唆されており、この方向でさらに当てはまりのよいモデルを探索していくことの意義が確認された。

* 本論文は、日本政策投資銀行設備投資研究所50周年記念論文集のために準備されたものであるが、本論文の見解はすべて研究者個人の責任で執筆されており、日本政策投資銀行や、研究者が所属する組織の見解を示すものではない。

1. はじめに

日本政策投資銀行の設備投資研究所25周年を記念して出版された宇沢弘文編『日本経済－蓄積と成長の軌跡』において、浅子・國則（1989）は「設備投資を巡る理論とわが国における実証研究」と題し、設備投資研究の進展をレビューした。このレビューが書かれた1989年当時、日本経済はバブル経済の絶頂期にあり、プラザ合意以降の急速な円高を克服した日本企業は自信にあふれ、旺盛な設備投資を実施していた。日本にとって設備投資は景気や経済成長、技術進歩のメインドライバーであり、またマイクロレベルでは企業の競争力を左右する重要な戦略変数として、常に注目を浴びる前向きなテーマであった。

本論文の前段は、浅子・國則（1989）の続編に当たる設備投資研究のレビューである。この25年間の日本経済や設備投資を巡る状況変化は、正に隔世の感がある。バブル景気の中で実施された設備投資の多くは過剰設備となり、企業はその処理に苦しむこととなった。金融部門の混乱や、グローバル化の進展や人口構造の変化に対応できない社会経済全般の制度疲労など、様々な要因も相まって、日本企業はかつてのような推進力を失っている。また、日本自身のみならず、世界全体の状況も大きく変化した。金融セクターの肥大化、新興国の経済力や教育水準の向上、IT・デジタル技術の急速な進歩と普及によって、経済成長にとっても企業経営にとっても物的資本の重要性は相対的に低下し、代わって人的資本やブランド価値など無形資産の役割が注目されている。

この間、設備投資に対する研究者の関心が薄れたわけでは決してない。トービンのアイデアに新古典派的なミクロ的基礎が付与され、投資理論の完成形と目された「 q 理論」の実証的パフォーマンスが期待外れであるという事実は、浅子・國則（1989）が書かれた時期にはほぼコンセンサスとなっていた。この「パズル」は研究者の意欲をかきたて、 q 理論に取って代わるような、あるいは q 理論を補完するような、新たな研究の方向性が様々な模索された。例えば理論面では、 q 理論が想定した凸型調整費用（期待収益の変化に対し小刻みな調整を行う投資行動）に代わって、調整費用における固定費的部分の存在や、投資の非可逆性（irreversibility）などによって説明される「一括・断続的投資行動（lumpy and intermittent /infrequent investment）」のモデルが提案された。その現実妥当性は事業所レベルの個票データによって裏付けられ、現在ではスタンダードな分析枠組の一つとしての地位を確立している。他方、実証面では、理論上の q （限界 q ）が直接観測できない変数であることから、観測可能な変数からこれを推定した場合の計測誤差を修正し、残された計測誤差に対しても頑健であるような計量経済学的テクニックの彫琢が大いに進展した。

こうした新たな研究の方向性の特徴である個票データの活用と高度な計量経済学的テクニックは、コンピュータの処理能力の急速な向上を背景としており、1980年代後半以降の経済学において共通にみられる潮流でもあった。そして、その恩恵により、われわれは q 理論の説明力の低さのうち、どこまでが計測誤差や推定手法の問題であり、どこからが理論的限界であるのか、また理論的限界のうちどのような側面が重要であるのか、といったことについて多くの知見を得たことは事実である。しかしながら、本論文のレビューの目的

は、浅子・國則（1989）と同様、これら膨大な研究の蓄積を網羅的に展望することにはない。近年の設備投資研究の展開については、既にCaballero（1999）、Hayashi（2000）、Bond and Van Reenen（2007）、また邦文文献でも、鈴木（2001）第2章、宮川（2005）第2章、などの詳細な展望論文がある。むしろ本論文のレビューで強調したいのは、1980年代後半以降の新たな研究の進展の結果として、資本財別の投資行動の違いと、設備の新規取得行動（正の投資）と売却・除却行動（負の投資）の違い、という2つの「異質性」の解明が、残された大きな課題として浮き彫りになってきているという点である。

現実に企業が保有する資本ストックは、建物、機械など多種類の資本財から構成される。そして資本財の種類ごとに、投資の変動パターンが異なる周期を示すことは、建設循環（クズネッツの波）や設備循環（ジュグラの波）などとして古くからよく知られるところである。しかしながら、 q 理論に代表される標準的な設備投資のモデルや実証研究は、ほとんどの場合、同質的な資本ストックという抽象的な概念が唯一の準固定生産要素であることを前提としてきた。実証パフォーマンスが振るわないにもかかわらず、このような単純化の想定が続けられてきた背景の一つには、資本財別のデータが極めて手に入りにくいという事情があったものと考えられる。また、雇用のモデルにおいては、個票データの利用が一般化した1980年代後半以降、雇用創出（job creation）と雇用喪失（job destruction）を相殺せずに行うグロスフローの分析が主流となったが、設備投資ではほとんど行われていない。これも、負の投資に関するデータが手に入らないか、入手できても信頼性に欠けるとい理由によるところが大きいと言えよう。

この種のデータ制約は、アメリカを中心に事業所データの利用が一般化したことによって、さらに厳しいものになった面もある。日本では、上場企業であれば有形固定資産の財別明細が開示されているが、事業所レベルの財別明細は存在しない。海外の資本財の異質性に着目したいいくつかの分析においても、企業レベルあるいは産業レベルのデータが利用されている。さらに、負の投資に関するデータの入手が困難であることについても、事業所の改廃の形をとる場合、事業所レベルでは欠損データとなってしまうことが原因の一つと考えられる。

近年のマイクロデータ利用の進展の中にあっては、企業レベルよりも事業所もしくは工場レベルのデータを用いる方が正確な分析が可能になると考える傾向があるが、上の例のように、集計レベルを下げることで失われる情報もあることには注意が必要である。加えて鈴木・本多（2013）が指摘するように、設備投資や雇用に関していえば、事業所は少なくとも単独で意思決定を行う主体ではなく、企業の意味決定に焦点を当てたいならば、企業データを用いる方が適切であると考えられる。

本論文の後段では、日本政策投資銀行が本邦上場企業について長年蓄積してきた有形固定資産明細データを用いて、標準的な q モデルを多数資本財に拡張した「Multiple q モデル」による実証分析を行う。Multiple q モデルは、理論的にはWildasin（1984）によって提案され、浅子・國則・井上・村瀬（1989）や同（1997）によって実証分析に応用されてき

たものである。これをベースに、われわれのMultiple q モデルは、正負の投資行動の違いや、 q モデルが前提とする凸型の調整費用が必ずしも妥当しないケースを包含するよう、一層の工夫が加えられている。

バブル期の土地・建設投資の異常なほどの盛り上がりとは、バブル崩壊後の過剰設備の解消過程（負の投資）を経験した日本企業は、資本財の種類や正負による異質性を分析するための格好のデータソースであると同時に、その分析結果は、学術的興味を超えて、今後の日本企業の再生を考える上での重要な基礎資料となるものであろう。

本論文の構成は以下の通りである。第2節では、まず q 理論の枠組みの中での実証パフォーマンス改善のための様々な試みについて述べるとともに、その限界を踏まえて提案され、マイクロデータの観察によって裏付けられた新しい理論的拡張の方向性について概観する。第3節ではこれらを、Cooper and Haltiwanger (2006)などを参考に、調整費用関数の定式化の違いという統一的視野の下で整理した上で、拡張された枠組みによる実証分析の成果についてレビューする。重要な点は、目覚ましい研究の蓄積にもかかわらず、依然として単一のモデルで満足な推定精度を獲得するものは現れておらず、今後考慮されるべき点の1つとして、資本財による違いと正負の投資行動の違いという2つの異質性の存在が浮かび上がって来ているということである。

そこで本論文の後半では、この2種類の異質性を明示的に分析に取り入れようとする、われわれの試みについて紹介する。まず第4節では、Multiple q による投資関数の非線形モデルへの拡張と実証分析の方法について述べる。第5節では主要な推定結果を報告し、その含意について考察する。第6節はまとめである。

2. ポスト q 理論の設備投資研究の展開

2.1 q 理論の完成と実証研究の蹉跎

Tobin (1969) によって提案され爾来 Tobinの q 理論と呼ばれるようになった投資理論は、企業の市場価値すなわち企業を丸ごと買収した場合にかかる費用と、企業が保有する資本ストックの再調達費用総額との比率を q と定義して、 $q > 1$ ならば設備投資が行われるというものである¹。この比率は実際にデータが観測可能な値であり、「平均 q 」と呼ばれるものである。しかしながら周知のように、この命題は株式所有よりも実物投資が有利であることを主張しているにすぎず、フローの投資量を決定するものではない。新古典派的な企業理論のミクロ的基礎を踏まえるならば、フローの投資量を決定するのは、投資1単位の実施に伴う企業価値の限界的な増分（すなわち資本の帰属価格）と²、限界的な資本スト

¹ 以下では、短期的には保有量を調整できないが長期的には調整可能な「準固定生産要素 (quasi fixed factor)」を代表して資本ストックと呼ぶことにする。通常は、建物や機械などの有形固定資産を資本ストックと考えるが、準固定生産要素の要件を満たすならば、在庫など（会計上の）流動資産、人的資本など（場合によっては企業の会計数値には認識されない）無形固定資産を含めることもでき、その場合でも議論の本質は変わらない。

² 一般に帰属価格とは、最適化問題における制約を1単位緩めることによる利益を意味する概念で、shadow priceとも呼ばれる。詳細については、例えば浅子・國則 (1989) を参照。

ックの再調達費用（すなわち資本財価格）の比率である「限界 q 」であるべきである。

実際、Tobin (1969) とは別の流れとして、投資の調整費用を考慮に入れることによって、投資の総限界費用（資本財価格と投資の限界調整費用の和）が資本の帰属価格に等しくなる水準でフローの投資量を決定するのが、競争的企業にとっての最適行動になることは、既にLucas (1967) , Gould (1968) , Uzawa (1969) などの研究で知られていた。この延長線上で、企業の動学的最適化行動の結果として、フローの投資量が限界 q と 1 対 1 に対応する形で投資関数を展開した初期の文献に、Lucas and Prescott (1971) , Mussa (1977) , Nickell (1978) , Abel (1980) 等がある。さらに、Yoshikawa (1980) やHayashi (1982) によって、平均 q と限界 q が一致する条件が示され³、投資関数の推定の際、直接観測が困難な限界 q の代わりに平均 q を使用することが理論的にも正当化された。こうして、トービンのアイディアに新古典派的なミクロ的基礎が付与された「 q 理論」が完成したわけである。この q 理論は、浅子・國則 (1989) が示したように、資本ストック調整理論として古くから用いられてきた加速度原理や、資本のユーザー・コストの概念に基づくいわゆるジョルゲンソン・モデルを特殊ケースとして含む、いわば「統一理論」としての魅力も持ち合わせていた。

また q 理論は、実証研究者にとってもパワフルな分析ツールとなることが期待された。すなわち q 理論のもとでは、平均 q は限界 q と同じく投資量に対する十分統計量となり、投資関数において q 以外の変数は冗長なものとなり追加的な説明力をもたない、という結論が得られる。さらに、調整費用関数を近似的に投資率 I/K の 2 次関数で定式化することが許されるならば、投資率が平均 q のみによる線形関数という極めてシンプルかつ推定しやすい投資関数が得られることとなる。

しかしながら、このような理論的予想に反し、平均 q による線形投資関数の推計は、現実のデータに対する説明力に乏しいことが早くから問題とされた⁴。代表的なものとしては、以下のような点が指摘された（浅子・國則 (1989)）。

- (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)⁵。
- (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⁶。

³ 生産関数および調整費用関数が一次同次 (linear homogeneous) であり、かつ生産物市場が完全競争的で、生産要素の価格および割引率も企業にとって外生的であることが条件となる。

⁴ 複数の投資モデルでパフォーマンスを比較競争させる研究 (いわゆる "horse race") においても、 q タイプは (原理的には q タイプの特殊ケースに過ぎない) 加速度タイプやジョルゲンソンタイプに勝つことができない、という結果は一般的なものである。

⁵ 線形投資関数における q の係数は、2 次の調整費用関数の接線の傾きの逆数に等しい。すなわち、 q の係数が非常に小さいということは、調整費用が非常に大きい (調整速度が非常に遅い) ということを意味する。Shaller (1990) は、アメリカのデータを用いた実証研究をサーベイし、推定された q の係数が概ね 0.003 ~ 0.01 の範囲であることを指摘した。

⁶ このほか、バブル景気の崩壊までの時期の日本企業に特有の現象として、銀行の土地担保融資を背景に、保有する土地資産の額や地価などが投資に有意なプラスの影響を及ぼしていたことが指摘されている (例

(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。

1980年代後半以降は、こうした問題の原因究明、あるいは解決を図ることが投資関数の研究の主要課題となり、様々な方向性が試みられた。これらを、時系列的な前後関係を顧みずに大まかに整理すれば、①より良い q の追究、②推定式の再検討、③新たな理論の登場とそれに関連した④マイクロデータの深耕、の4つに分類できるだろう。以下では、それぞれの成果について概括する。

2.2 より良い q を求めて

この方向では、まず平均 q そのものの改善を目指したものとして、法人税、投資税額控除、減価償却費の計上による法人税節約効果など、税制が企業価値や投資コストに与える影響を明示的に考慮したtax-adjusted q の研究が挙げられる。1980年代のアメリカではレーガン税制の導入と修正により投資環境が大きく変化し、その政策効果の計測がホット・イシューであったという背景もあり、tax-adjusted q による投資関数の推計が活発に行われた。tax-adjusted q は税制が大きく変更された時期の推定パフォーマンスの向上に一定の役割を果たしたが、平均 q が抱える問題の抜本的な解決には至らなかった。また、将来の税制については静学的期待を置かざるを得ないなど、税制の影響の考慮という点においても限界を持っていたことも事実である。

一方、より大きな問題提起として、平均 q による線形投資関数のパフォーマンスが良くないのは、限界 q の代わりに平均 q を利用することに根本的な問題があるからであり、観測可能な別の変数から限界 q を推定する方法を検討する方が生産的ではないか、という流れが生まれた（以下、これを限界 q アプローチと呼ぶ）。根本的な問題とは、1つは生産関数・調整費用関数の一次同次性や生産物市場の完全競争といった平均 q の利用を正当化するための理論的前提の不成立、もう1つは平均 q の分子である企業価値の測定に不可欠な株価に無視できない歪みが存在する可能性、である⁷。

もともと、限界 q が直接には観測不能であるというところから平均 q の利用が一般化したわけであり、限界 q の推定値を得るためには、それなりの代償も必要である。すなわち、無限期間の将来にわたる資本の限界収益や割引率に関する企業家の期待を特定しなけ

えば小川・北坂（1998）第10章および第11章）。

⁷ q 理論の枠組みでは、株価がいわゆるファンダメンタルズ（将来キャッシュフローの割引現在価値）としての資本ストックの市場価値を正しく反映していることが大前提となっている。しかし、現実の株価は、平均的にはファンダメンタルズに回帰するとしても、短期的には極めてボラティルであり、多くのノイズを含む。さらに、バブルのように長期にわたってファンダメンタルズから乖離するケースも珍しくない。こうした株価がもたらす歪みに焦点を絞って平均 q の改良方法を提案する研究は、近年でも根強く行われている。例えば、Cummins, Hassett, and Oliner（2006）は、将来の企業収益に関するアナリスト予測の割引現在価値によって企業価値を推定することで、線形投資関数における平均 q の有意性が向上し、流動性制約に直面していると考えられる企業群についてもキャッシュフロー変数は有意でなくなることを示した。またPhilippon（2009）は、Black-Scholes-Merton modelによる株式と負債の裁定関係を利用して債券市場の情報から企業価値さらには平均 q （Bond market's q ）を推定することを提案し、同様に実証パフォーマンスを改善できることを示した。

なお、Tobin（1969）は、ケインズ「一般理論」の第12章の議論を定式化しようとしたものであり、 q の分子がファンダメンタルズではなく、むしろ移ろいやすい「長期期待の状態」の反映であることを暗黙に想定していたと考えられる。このため、トービン自身は、自らの理論が新古典派的な枠組みの中で解釈されうることに早くから気付いていながらも、その解釈には否定的であったとされる。

ればならず、この部分に強い仮定を置かざるを得ない。代表的には、利潤率、割引率を生み出す確率過程が将来にわたって安定的であると仮定して、実績値をもとにVAR（ベクトル自己回帰）モデルによって企業家の期待を推定する、Abel and Blanchard（1986）や大瀧・鈴木（1986）の方法が広く用いられた⁸。

例えば小川・北坂（1995）は、この手法を用いて1970年～90年にかけての日本の産業別限界 q を計算し、平均 q と比較した。彼らは、限界 q が適切に測定されていれば、平均 q の限界 q からの乖離は、不完全競争等に基づく独占地代か、もしくは株価のバブルを反映していると考えた。そして分析の結果、平均 q の限界 q からの乖離は非正常であり、その乖離は独占地代では説明し尽くされないことから、平均 q にはバブルやファZZ的要素が含まれると結論づけている。さらに小川・北坂（1998）第10章では、同じ時期の日本の産業別データにより平均 q による投資関数と限界 q による投資関数のパフォーマンスを比較し、後者が勝るという結果を示した⁹。

しかしながら、彼らの限界 q による投資関数の推定結果においても、 q の係数そのものは小さく、キャッシュフローや土地資産などの方が説明力が高く、平均 q による投資関数が直面した問題を十分に克服できたわけではない。海外の研究においても、資金制約の要素を織り込むことで限界 q が有意となる例は少なくないが、Whited（1998）が総括したように、全般的なパフォーマンスや問題点は、平均 q と比べて抜本的に改善したとは言えなかった。

2.3 推定式の再検討

以上のように、 q の様々な改良努力にもかかわらず、投資に対してキャッシュフローが強い説明力を持つことは、素朴に考えれば、流動性制約など資本市場の不完全性が投資に何らかの影響を与えている証拠ということになる。このため、1990年代初頭のアメリカのクレジット・クランチやそれと対照的な事例として日本の企業銀行間関係を念頭において、投資のキャッシュフロー感応度（Investment-cash flow sensitivity）を指標として資本市場の不完全性の影響を検証しようとする研究が急速に進展した¹⁰。

この手法は、 q 理論に基づく投資関数の推定に伴う様々な問題点——例えば q の計測誤差や同時方程式の識別問題、さらには q 理論の前提条件（例えば完全競争）の不成立など——の影響を受けやすいことから、投資のキャッシュフロー感応度は資本市場の不完全性とは異なるものを捉えているにすぎないのではないかとの批判を数多く受けたが、それを

⁸ このような手法で構築された限界 q の推定値は、Gilchrist and Himmelberg（1995）にならい“fundamental q ”と呼ばれることも多い。

⁹ 小川・北坂（1998）第10章はさらに、限界 q による投資関数の説明変数に平均 q と限界 q の差から計算されるノン・ファンダメンタルズを追加し、バブルが投資水準に与える影響を分析した。彼らの推計では、土地資産が担保効果などを通じて投資に与える影響をコントロールしたうえで、ノン・ファンダメンタルズの係数はマイナスに有意であった。他方、Chirinko and Schaller（2001）は、1966～91年の日本の主要企業の集計データを用いて、バブルの存在と投資への影響に関する様々な分析の一環として小川・北坂に類似した（ただし土地資産を考慮しない）テストを行い、逆にバブルは投資を押し上げた結論づけた。

¹⁰ 代表的な成果とそれに対する批判については、Hubbard（1998）のサーベイにまとめられている。また、Erickson and Whited（2000）は、測定誤差の修正や、測定誤差に対して頑健な推定量の採用によって、金融制約下にある企業においてもキャッシュフローの説明力はほぼ消滅することを示した。

克服しようとする動機から、投資関数の推定式を再検討する動きが活発化した。

まず、検証されたのは、同時性の問題である。すなわち、 q 理論においては q と投資がともに内生変数として同時決定されるため、OLS（最小二乗）推定量にはバイアスが生じ、これがキャッシュフローの（見かけ上の）説明力を生みだしている可能性がある。実際、Hayashi and Inoue（1991）は、操作変数法を採用することで同時性の問題をコントロールすれば、キャッシュフローの有意性が低下することを示した。ただし、 q の係数は有意であるものの、その値は依然として小さいものであった。

また、キャッシュフローに限らず、 q 以外の変数を投資関数の説明変数リストにアド・ホックに付け加えることは、理論的基礎を欠いている。そこで、Hubbard and Kashyap（1992）やWhited（1992）は、 q 理論の最適化問題に借入制約を追加し、借入制約にかかる未定乗数が土地資産や将来収益などの関数であると仮定してオイラー方程式を推定することで、一定の根拠を伴った形で、資本市場の不完全性の検証を試みた。

オイラー方程式とは、投資に関する動学的最適化問題の一階の条件のうち、資本の帰属価格が今期と来期の間で動学的に満たすべき条件を表わす。この式に、投資と q の関係を与える一階の条件（ q 方程式）を代入して、帰属価格ないし限界 q の項を消去したうえで推定するというアイデア（オイラー方程式アプローチ）は、既にAbel（1980）から存在したが、資本市場の不完全性に関する議論が契機となって、広く用いられるようになったと言える。このアプローチの実証研究上の最大の利点は、推定に際して q の値を必要としないということである。つまり、限界 q の代わりに平均 q を用いることを正当化するために完全競争や株式市場の効率性を仮定する必要がないだけでなく、限界 q の推定のために期待形成過程に関する追加的な仮定を置く必要もなく、さらには計測誤差の問題からも解放される¹¹。

しかしながら、このオイラー方程式アプローチも、実践的な意味で十分な成功を収めたとは言い難い。すなわち、Whited（1998）が指摘したように、多くのケースでは代表的な推定手法であるGMM（一般化積率法）の過剰識別制約の検定が棄却され、定式化の誤りの可能性が示唆される。また、アメリカの資本財別集計データを用いてOliner, Rudebusch and Sichel（1995）が行った予測パフォーマンスの比較競争では、オイラー方程式アプローチは加速度原理など伝統的モデルや q モデルよりも劣っていた。さらに、Oliner, Rudebusch and Sichel（1996）は、ルーカス批判の観点からは安定的であるべきオイラー方程式による構造パラメータの推定値が、実際には不安定であることを指摘している。限界 q アプローチと同様、資本市場の不完全性という制約を課すことで説明力が向上したことを示す研究は散見されるが、もしそれがロバストなものだとしても、 q 理論の直面する問題のごく一部を解消したに過ぎないと考えるのが妥当であろう。

¹¹ 他方、当期と来期の間になり立つ一階の条件のみに注目し、最適解が存在するための十分条件である横断性条件（transversality condition）の情報を用いないため、理論的には推定量の有効性が劣ると考えられること（Hayashi（2000））、後に述べる「ゼロ投資」など端点解をもたらす状況では成立しないこと、といったデメリットも指摘される。

2.4 新たな理論の登場

以上のように、 q 理論の基本的な枠組みを維持した形での改善の試みが壁に当たりつつある中、 q 理論に不可欠な前提条件である凸型の調整費用（期待収益の変化に対し小刻みな調整を行う投資行動）の妥当性を根本から問い直し、新たな理論を構築しようという研究が次第に増えていった。すなわち、調整費用における固定費的部分の存在や、投資の非可逆性などによって説明される「一括・断続的投資行動」のモデルである。

所与の期待収益に対し最適な資本ストック水準が一意に決まるものとするれば、期待収益の外生的な変化によって最適水準からのギャップが生じる。このとき調整費用が存在しなければ、ギャップは常に瞬時に調整されるはずであり、フローの投資量は決まらない。そこで、投資量が決定されるメカニズムとして、 q 理論では凸型の調整費用をモデルに組み込んだ。凸型の調整費用（典型的には調整量もしくは調整率の2次関数）の下では、調整量が大きくなるほど追加的な調整費用が逡増していくため、新規に生じたギャップが大きい時はその全てを一挙に調整せず、新規のギャップが小さい時に積み残し分を調整する、といった「平準化」作用が生じる。しかしながら、このような滑らかな調整過程は、景気循環の分析において経験的に知られる設備投資の変動の激しさと相いれない面もある。

一括・断続的投資とは、全く投資を行わない、不活動（inaction）の時期がしばらく続くかと思えば、一挙に大型の投資を行う、といった投資行動を指す。言い換えると、資本ストックが最適水準から多少乖離してもすぐには行動を起こさず、ギャップがある閾値を越えたときに、まとめて調整するのである（ (S,s) ルール）¹²。直観的にも明らかなように、このような行動が合理性を持つ典型的なケースとしては、調整1回当たりに固定費がかかるような状況が考えられる（固定費が大きいほど調整を開始するギャップの閾値も大きくなる）。より一般的には、調整に関する技術的条件が収穫逡増的（調整費用関数が非凸型）であれば、 (S,s) 型の調整行動が導かれることが知られている。

一方、ギャップの存在にもかかわらずゼロ投資を引き起こすもう1つのメカニズムとして注目を集めたのが、投資の非可逆性の影響を考慮したモデルである。投資の非可逆性とは、一度据え付けられた資本ストックは転用が難しく、投資を行うと後戻りできないという性質のことで、その重要性については既にArrow（1968）が指摘していたが、 q 理論のオルタナティブを求める動きが活発化した1980年代後半以降、不確実性が投資に与える抑制的影響を分析する観点から再び注目が集まり、1990年代前半にかけて研究の蓄積が進んだ¹³。

¹² このような調整行動は、もともとは在庫管理モデルとして考案され、 (S,s) ルールないしは (S,s) ポリシーと呼ばれた。経済学において、貨幣需要、価格調整、耐久消費財の購入、そして設備投資の理論として応用されるにあたって、この名称がしばしば用いられている。

¹³ 不確実性が設備投資に及ぼす影響の理論的研究としては、一次同次の新古典派生産関数をもつ完全競争企業を仮定して「不確実性は投資を促進する」という結論を得たHartman（1972）やAbel（1983）が当初の基本文献とされた。これに対し、現実の企業行動においては不確実性によって投資が抑制される面が強いのではないか、という問題意識から始まったのが、投資の不可逆性を取り入れた一連の議論であり、その主要な成果はDixit and Pindyck（1994）にまとめられている。結局のところ、理論的には前提の置き方によって「促進」「抑制」の両面があるものの、実証的には不確実性が投資を抑制する面の方が強そうである、というのが現時点での大まかなコンセンサスだと言えよう。この分野のサーベイとしては、鈴木（2001）

典型的には、確定費用で不確実な投資収益をもたらす投資機会について、①完全非可逆性（投資額は完全に埋没費用となる、あるいは負の投資による回収額はゼロである）と、②投資機会の独占（投資を先送りしてもライバル企業に横取りされる心配はない）を仮定する。すると、このような投資機会の保有は、投資収益が最も有利になった時に行使できる行使期限のないコールオプションと解釈することができ¹⁴、投資の実行のためのハードル（ q の閾値）はオプションを手放すという追加費用（機会費用）の分だけ高くなる。そして不確実性が大きいほど、このコールオプションの価値は高まり、企業が投資の実行を留保する確率も高いということになる¹⁵。

もっとも、資本ストックが最適水準にない企業のゼロ投資行動そのものは、不確実性の有無にかかわらず、投資の非可逆性のみによって説明可能である。また、非可逆性についても、上記のような完全非可逆性を仮定する必要はなく、資本財の売却価格が購入価格を下回る（部分不可逆性もしくは *costly reversibility*）か、凸型調整費用が投資率=0の点を境に屈折（*kink*）している（左右で異なる微係数を持つ）といった非対称性があればよい¹⁶。ただし、固定費的な部分を含まない投資の非可逆性や調整費用の非対称性のモデルでは、後に第3節で見るように、投資と q の関係に不連続な部分は存在せず、一括・断続的投資行動のうち一括性の部分については説明することができない。

Abel and Eberly（1994）は、固定費的な部分と部分不可逆性を伝統的な凸型調整費用に組み込んだ不確実性下の投資モデルを考察し、投資は中間にゼロ投資の領域を持つ限界 q の非減少関数となることを示した。すなわち q には2つの閾値 q_H と q_L が存在し、 $q > q_H$ では正の投資、 $q_H \geq q \geq q_L$ ではゼロ投資、 $q < q_L$ では負の投資がそれぞれ最適となる。そして、もし $q_L < 0$ であれば、結果的に負の投資は観察されないこと（完全非可逆性）になる¹⁷。さらに、 q が閾値を超える瞬間には、投資率がゼロから（固定費や不可逆性がない場合に）凸型調整費用から示唆される水準へとジャンプする点で、ある種の一括性をも説明している。

ただしこれをもって、彼らが論文のタイトルにも示した通り、 q 理論と固定費用および非可逆性のモデルの「統一」に成功したと主張することに対しては、批判もある。Caballero and Leahy（1996）やCaballero（1999）は、1) Abel and Eberly（1994）モデルの固定費用は、連続時間モデルの中で調整時間の長さ依存してかかる「フロー固定費用」であり、(S,s)

の第6章や、中村（2003）の第4章および第5章が詳しい。

¹⁴ 金融の世界でのオプション契約と対比して「リアルオプション」と呼ばれる。

¹⁵ ただし、Caballero（1999）が指摘するように、このことを根拠に「不確実性の存在が最適水準より投資を抑制するため、政策的な投資促進が必要である」と主張するのは誤りである。投資の先送り行動は、不確実性の存在を所与とすれば、非可逆性のもとで過度な過剰設備の発生を防ぐための最適な反応であり、政策的関与が正当化されるのは、不確実性の低減が可能な場合のみである。

¹⁶ 左右非対称な凸型調整費用のモデルでは、屈折点が投資率=0以外のケースを考えることも可能である。例えば資本減耗率に等しい投資率が中心となるケースを考えれば、ある区間の q の値に対する最適投資率が資本減耗率に張り付く形で「不活動」が現れる。

¹⁷ $q < q_L < 0$ となることは、企業価値が負の値をとること、すなわち債務超過（会計上の債務超過ではなく経済学的な純現在価値が負）であることを意味する。少なくとも非確率的モデルでは、このような企業は存続しえないはずである。

ルール以来標準的に用いられてきた固定費用の定義（時間に依存しない「ストック固定費用」）とは似て非なるものであること、2)フロー固定費用であれば彼らの「拡張された調整費用関数（augmented adjustment cost function）」は全体として凸型の性質が保たれ、それゆえ q 理論の枠組みが有効となっているが、ストック固定費用を導入する投資関数の q に関する単調性（monotonicity）が成立しなくなること、3)フロー固定費用では (S,s) 的な一括性を説明したことにはならず、結局 q 理論を超えた枠組みが必要とされること、を指摘した¹⁸。もっとも、こうした固定費用や一括性の定義の違いは、理論的には重要な論点であるものの、離散時間モデルが前提となる実証分析の世界においては、かなり曖昧なものになってしまうことも事実であり、以下の議論において「固定費用」や「一括性」はAbel and Eberly (1994) 的な意味で用いることとする。

2.5 マイクロデータの深耕

これら一括・断続的投資行動に関する理論的な発展は、それ自体興味深いものであるが、現在のように設備投資研究のスタンダードな分析枠組の一つとして位置づけられるまでになったのは、やはり実証的にも一定の現実妥当性を持つことが裏付けられたからであると言える。その過程で大きな役割を果たしたのが、事業所レベルの個票データであった。

かつて統計といえば、原データを何らかの形で集計・集約したうえで提供されるものであった。これには、受け手の認知能力やコンピュータリソースに限界がある中での情報処理量の節約や、原データに含まれるノイズのキャンセル、秘匿性の確保といった意義がある一方、その過程で多くの情報が失われている。集計されない原データ（マイクロデータ）の分析の重要性は、早くはGort (1963) が指摘していたが¹⁹、コンピュータの処理能力の拡大とともに、このような問題意識が高まることは自然な流れであったと言える。

そこで1980年代後半から1990年代にかけて、アメリカのセンサス局によるLongitudinal Research Database (LRD) に代表されるように、従来、集計された形でしか利用できなかった事業所レベルの公的統計の原データを編集・統合し²⁰、長期追跡個票データとして研究用途に提供する動きが広まった²¹。それまでは、長期追跡個票データといえば企業レベル（かつ通常は上場企業）にとどまっていたため、実証研究者にとって大きなエポックとなり、雇用、設備投資、生産性など幅広い分野で事業所データの特性を活かした研究が行われた。

¹⁸ なお、個別企業レベルの調整行動を集計したマクロレベルの資本ストック調整の一括性については、これとはまた違った議論となる。例えば、経済全体に及ぶ深刻な不確実性によって、すべての企業が最適な水準より低い資本ストックで様子見をしていたならば、その不確実性が解消されたとき、一斉に調整を開始するため、個々の調整は凸型調整費用に従っていても、マクロレベルでは一括性が観察されることになる。また、ある企業が投資を行うとその投資需要が他の企業の収益環境を改善し、他の企業も投資を行うことが有利になる、といったある種の外部性ないし戦略的補完性を前提としたモデルや、情報の不完全性もしくはコーポレートガバナンスの不完全さから経営者が必ずしも最適でない「横並び行動」をとるようなモデルでも、マクロレベルの一括性が生じることになる。

¹⁹ Doms and Dunne (1998) p.428.

²⁰ 例えばLRDの場合、Census of Manufactures (CM) とAnnual Survey of Manufactures (ASM) という二つの統計がもとになっている。詳しくはMcGuckin and Pascoe (1988) を参照。

²¹ アメリカ以外の例としては、カナダ、イギリス、フランス、ノルウェーなどが挙げられる。なお、北米における長期追跡個票データの整備・公開の経緯に関する日本語の解説として神林 (2008) がある。

当初は、雇用に関するグロスフロー分析（企業レベルでは相殺されてしまう雇用創出（*job creation*）と雇用喪失（*job destruction*）を別々にとらえた分析）が先行したが²²、次第に設備投資に関する研究にも活発に利用されるようになった。

すると、事業所レベルでみれば一括・断続的投資行動が広範に存在することを示す研究が次々に登場した。例えば、初期の研究の代表例と言えるDoms and Dunne（1998）は、LRDに収録された1972～88年のアメリカの製造業事業所のデータから、半数以上の事業所が1年間に資本増加率37%以上の大型投資（*investment spike*）を経験していること、16年間のうち資本増加率が大きい2年は連続しているケースが多いこと、サンプル全体の集計された資本の動きの相当部分は大型投資の生起率によって説明されることなど、一括・断続的投資行動の傍証となる事実を多数見出した。また、こうした特徴は事業所→事業部門（*line of business*）→企業と集計度を高めるほど薄れていくが、企業レベルでも一定の一括・断続性は残ること、事業所間で見ても小規模事業所ほど一括・断続性が顕著であり、その背景には資本の不可分性（*indivisibility*）が示唆されることを指摘した。

さらに素朴なデータ観察から一歩進めた実証研究の流れとして、ミクロレベルの一括・断続性とマクロレベルの投資変動との関係を解明するため、各事業所の資本ストックの最適水準と実際的水準のギャップの「分布」に注目したCaballero, Engel, and Haltiwanger（1995）や、そのアイデアをよりフォーマルな形でモデル化し、集計された投資関数によって一括・断続性の存在を検証したCaballero and Engel（1999）がある²³。またもう一つの流れとして、一括・断続的投資行動のもとでは大型投資が行われる確率が前回の大型投資からの経過時間の長さとともに上昇することを理論的に示し、マイクロデータによって裏付けたCooper, Haltiwanger, and Power（1999）などがある²⁴。

3. 設備投資研究の到達点と資本財の異質性

3.1 包括的調整費用関数によるモデル比較

前節で概観したように、 q 理論の実証パフォーマンスに対する不満から出発し、新たな理論的枠組みの開発、事業所個票データの利用が可能になったことにより、1980年代後半から2000年代前半にかけての設備投資研究は理論・実証両面で大いに前進した。こうした進展を踏まえ、 q 理論と新たな研究の方向性を入れ子にした包括的な調整費用関数を考え、そのパラメータを推定することによって各理論の相互比較を試みたCooper and Haltiwanger（2006）は、設備投資研究の到達点と残された課題を確認するためのベンチマークを提供している。以下では同論文の枠組みを参考にしながら、主要な論点を再確認しよう。

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

²² Davis, Haltiwanger, and Schuh（1996）など。

²³ 日本の産業別データを用いて同様の検証を行った研究に、池田・西岡（2006b）がある。

²⁴ 日本の企業データを用いて同様の検証を行った研究に、嶋（2005）や宮川・田中（2009）がある。

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²⁵。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' は翌期初の資本ストック、 K は当期末の資本ストック、 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しない（翌期以降の生産に寄与する）と想定されている²⁶。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ーとして、

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

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

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

となる。

このとき、 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、

²⁵ 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。

²⁶ このように期中の投資が期末になって生産力化するという想定を外木・中村・浅子（2010）にならって「期末モデル」と呼ぶことにする。一方、期中の投資はすべて期首に生産力化し当期の生産に寄与するという想定を「期首モデル」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。

$$\frac{I}{K} = \frac{1}{\gamma} (\beta E_{A'|A} \{V_{K'}(A', K')\} - p) \cdots(3)$$

である。ここで、 $\lambda \equiv V_{K'}(A', K')$ は、資本1単位の追加による企業価値の限界的な増分、すなわち資本の帰属価格であり、それと資本の再調達価格 p との比である $q \equiv \lambda/p$ が限界 q である。これを踏まえて(3)式を書き換えると、

$$\frac{I}{K} = \frac{1}{\gamma} E_{A'|A} [(q - 1)p] \cdots(3')$$

という、 q に関して線形となるおなじみの投資関数が得られる²⁷。

さらに、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、

$$E_{A'|A} \{V_{K'}\} = E_{A'|A} \left\{ \frac{V}{K'} \right\}$$

が成立し、(3')式の限界 $q = V_{K'}/p$ を、平均 $q = V/pK'$ に置き換えることができる。

これに対し、一括・断続的投資行動を説明するためには、投資率 $\frac{K' - (1 - \delta)K}{K} \left(\equiv \frac{I}{K} \right)$ に関し固定費的な要素を組み込んだ非凸型の調整費用を導入するか、もしくは投資の非可逆性を想定する必要がある。ただし2.4節でも述べたように、後者の場合は、一括性は生じない。非凸型の調整費用を導入する場合、ベルマン方程式は次のように表現することができる。

$$\begin{aligned} V(A, K) &= \max \{V^i(A, K), V^a(A, K)\} \\ \text{where } V^i(A, K) &= AK^\alpha + \beta E_{A'|A} \{V(A', (1 - \delta)K)\}, \text{ and} \\ V^a(A, K) &= \max_{K'} [\mu AK^\alpha - FK - p(K' - (1 - \delta)K) + \beta E_{A'|A} \{V(A', K')\}] \\ &0 \leq \mu \leq 1, \quad F \geq 0 \end{aligned} \cdots(4)$$

すなわち企業は、ゼロ投資 (inaction) を選択した場合の企業価値 V^i と、正負いずれかの投資 (action) を選択した場合の企業価値 V^a とを比べ、大きい方を選択する。ゼロ投資を選択した場合は、資本財の購入売却や調整費用に伴うキャッシュフローの変動は生じない。一方、正負いずれかの投資を選択する場合、代表的な2種類の固定費用の発生を想定している。

1つ目は、機会費用タイプで、投資の実施によって操業が一時的に停止する ($1 - \mu$ が操業停止期間の割合に相当) と想定する。このタイプの固定費用は、 μ を一定とすれば景気が良い (生産性 A が高い) 時ほど抑制要因として強く働く。2つ目は、資本ストックの規模 K に比例する純粋な固定費用である。

²⁷ ここで q が来期初の「期待 q 」となっているのは、資本蓄積のタイミングに関し「期末モデル」を想定しているためである。

投資の非可逆性を想定する場合は、資本財の売却価格 p_s が購入価格 p_b を下回るという形でモデルに織り込むのが一般的であり、例えば次のようなベルマン方程式が考えられる。

$$\begin{aligned}
 V(A, K) &= \max\{V^b(A, K), V^s(A, K), V^i(A, K)\} \\
 \text{where } V^b(A, K) &= \max_{K'} [AK^\alpha - p_b(K' - (1 - \delta)K) + \beta E_{A'|A} \{V(A', K')\}], \\
 V^s(A, K) &= \max_{K'} [AK^\alpha - p_s(K' - (1 - \delta)K) + \beta E_{A'|A} \{V(A', K')\}], \text{ and} \\
 V^i(A, K) &= [AK^\alpha + \beta E_{A'|A} \{V(A', (1 - \delta)K)\}] \\
 p_s/p_b &\leq 1 \qquad \dots(5)
 \end{aligned}$$

(4)式や(5)式のようなケースは複雑であるため、閉形式 (closed form) の最適解を得ることが難しく、数値解析の手法が用いられることも多い。数値解析の例については補論を参照されたい。

Cooper and Haltiwanger (2006) が行ったことは、本質的には上記の5つのモデル (調整費用なし、凸型調整費用、機会費用のみを組み込んだ非凸型調整費用、資本比例的な固定費用のみを組み込んだ非凸型調整費用、投資の非可逆性) の説明力の比較競争であるが、投資関数の推定ではなく、次のような方法で行った。

第一のステップは、2.5節のLRDに収録された事業所レベルの設備投資等のデータから、その特徴を最もよく示すと考えられる統計量として、投資スパイク (投資率の絶対値が20%超) の正負それぞれの生起率、ゼロ投資の生起率、投資の系列相関、生産性ショックと投資の相関を選び、上記の各モデルがそれぞれ単独で、各統計量をどの程度再現できるか、シミュレーションによって比較した。その結果、凸型調整費用はゼロ投資の生起率、非凸型調整費用は正負の投資スパイクの生起率、投資の非可逆性は投資の系列相関、といった具合に、一部の統計量とフィットする場合があるものの、単独で全体を十分良く説明するモデルはないことが確認された。

そこで第二のステップとして、同じくLRDのデータセットにより、これらのモデルをすべて (調整費用なしを除く) 包含する次のようなベルマン方程式のパラメータ ($\gamma, \mu, F, p_s/p_b$) を、シミュレーテッド・モーメント法 (Simulated Method of Moment, SMM) によって推定した²⁸。

$$V(A, K) = \max\{V^b(A, K), V^s(A, K), V^i(A, K)\}$$

²⁸ 実際には、非凸型調整費用に関しては、機会費用タイプと資本比例的な固定費用タイプは別々に推定している。すなわち、 μ を推定する際には $F = 0$ 、 F を推定する際には $\mu = 1$ と置いている。

$$\begin{aligned}
\text{where } V^b(A, K) &= m_{K'} q x [\mu AK^\alpha - FK - \frac{\gamma}{2} \left(\frac{K' - (1 - \delta)K}{K} \right)^2 - p_b(K' - (1 - \delta)K) \\
&\quad + \beta E_{A'|A} \{V(A', K')\}], \\
V^s(A, K) &= m_{K'} q x [\mu AK^\alpha - FK - \frac{\gamma}{2} \left(\frac{K' - (1 - \delta)K}{K} \right)^2 - p_s(K' - (1 - \delta)K) \\
&\quad + \beta E_{A'|A} \{V(A', K')\}], \quad \text{and} \\
V^i(A, K) &= AK^\alpha + \beta E_{A'|A} \{V(A', (1 - \delta)K)\} \\
0 \leq \mu \leq 1, \quad F \geq 0, \quad p_s/p_b \leq 1 &\quad \dots(6)
\end{aligned}$$

SMMは、第一のステップでも用いた5つの統計量（モーメント）について、実際のデータとシミュレートされたモーメントの乖離が最も小さくなるようにパラメータの値を選択するものであるから、第一のステップに比べてフィットが改善することは自明であるが、重要なのは、すべてのパラメータが有意に推定され、どの単独モデルを排除してもフィットは悪化することを確認した点にある。つまり q 理論以来、提案されてきた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いうわけである²⁹。このことに関して、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指摘している³⁰。

3.2 非線形投資関数の推定と資本財および正負の投資の異質性

q 理論以降の投資理論の複雑化や構造推定の普及により、投資関数の陽表的な推定を目的とする実証研究は以前ほど目立たなくなっているものの、直観的な議論を可能にする分析ツールとして、その重要性が失われたわけではない。

固定的な調整費用や投資の非可逆性が存在すれば、理論的には投資行動は一定範囲の収益環境の変化に対し不感応となる。このことはマイクロデータの分析によって実証的にも裏付けられ、新たな「定型化された事実」として受け入れられてきた。例えば投資の非可逆性（あるいは調整費用の非対称性）と2次の調整費用関数の組み合わせを想定した場合、投資と q の関係は q 理論から導かれる線形の投資関数（図1）ではなく、図2のように $q = 1$ の周辺で不感応な部分を持つN字型の非線形な投資関数となることを意味する³¹。図2は、

²⁹ 同じ手法を日本の自動車部品産業のデータに適用した研究にUchida, Takeda, and Shirai（2012）がある。彼らの暫定的な推計結果では、どのタイプの調整費用のパラメータも有意ではなく、調整費用なしのモデルが消極的に支持されている。

³⁰ 彼らは、資本財ごとのデータが入手できないことに伴う問題点の例として、ゼロ投資（不活動）の把握を挙げている。すなわち実証分析において、投資額が完全にゼロに一致する場合のみを「不活動」と定義すると（恐らくは調整費用が極めて小さい）レンチ1本の購入が「不活動」であるか否かを左右することになってしまうが、研究者は資本財別の情報なしに適切な定義を選択しなければならない。

³¹ 2.4節でも議論したように、投資の非可逆性と凸型調整費用の組み合わせでは、投資関数の形状は屈折するものの図2のように連続性は保たれる。これに対し、第4節のMultiple q モデルの中で議論する固定的な調整費用と凸型調整費用の組み合わせでは、ゼロ投資の領域を超えた瞬間に投資率はゼロからジャンプし、図4のように不連続な形状となる。

仮に原点に対して点対称な形状を描いているが、(1)と(3)の傾きの絶対値の大きさや、(2)の領域が原点から左右にどれだけ伸びるかは、調整費用のパラメータに依存して変化する。例えば、極端なケースとして負の投資による回収可能額がゼロであることを想定すれば、(1)の傾きはゼロとなって(2)に吸収され、図2'のようになる。

このような非線形投資関数の推定においては、Abel and Eberly (1994) モデルを推定が容易な形に簡素化したBarnett and Sakellaris (1998) による調整費用の定式化が便利であることが広く知られており、それを用いた実証分析も数多く行われてきた。ただしこれらの枠組みについては、鈴木・本多 (2013) や鈴木 (2001) 第2章および第5章に詳述されているため、ここでは繰り返さない。むしろ次節以降の議論との関係で重要なのは、本書第6章も指摘しているように、こうした非線形性の形状について実証的には必ずしも一致した見解が得られていない、という点である。

Barnett and Sakellaris (1998) やHonda and Suzuki (2000) をはじめ、多くの実証研究では図3のように、 q の分布の両端で q に対し非感応的な部分が存在するような、ロジスティック曲線に似たS字型の投資関数を観測している³²。これは、投資の非可逆性から示唆される図2のような非線形投資関数から(1)の部分を取り去って、(c)の部分を付け加えた形状と見做すことができる。

このうち、図2の(1)の部分が存在しないことについては、図2'のような完全非可逆性の証拠と見做せるのか、負の投資データが欠落した結果に過ぎないのか³³、という論点は残るものの、投資の非可逆性と矛盾するものではない。他方、(c)のように q に対して凹型となる部分については、投資の非可逆性の枠組みを超えた説明が必要となる。例えば、理論的な観点からは、本書第6章で議論されているように、巨額の投資に対する禁止的な調整費用の存在が1つの可能性として指摘される。一方、実証的な観点からは、もし q の代理変数として平均 q を用いるのであれば、株価がバブルの影響を受けていることが原因とも考えられる³⁴。平均 q の上方への分散が大きければ、投資関数の傾きはフラットなものになるからである。しかしながら、S字型の投資関数は平均 q を用いない研究でも幅広く観察されている。

難しいのは、同様に数種類の調整費用関数を入れ子にしたモデルを推定したEberly (1997) のように、 q のより高い領域で投資が q に対してより感応的となるような、凸型部分のみ

³² S字型の形状は、図3の(A)~(B)にかけてのように q に対して投資率が凸となる部分と、(B)~(C)にかけてのように凹になる部分から成るが、Barnett and Sakellaris (1998) では、凸な部分は必ずしも明確ではない。S字型全体がグラフィックに確認できる例としては、米国の事業所データ (LRD) を用いた (厳密には投資率と q の関係ではないが) Caballero, Engel, and Haltiwanger (1995) の Figure 11, 日本の上場企業データを用いた西岡・池田 (2006a) の図表2, などが挙げられる。

³³ 理論的には、設備投資とは資本財の新規取得額から売却・除却額を差し引いたものであるが、売却・除却額のデータが入手困難あるいは信頼性が低いという理由で、実証研究においてはしばしば新規取得額が代理変数として用いられてきた。また、企業レベルの負の投資は、事業所の廃止という形で行われることも多いと考えられるが、事業所レベルの個票データではこうしたケースはサンプルからの脱落となり、負の投資とは認識されない。

³⁴ 例えば、Bond and Cummins (2000)。

から成る投資関数を観測する場合もあるということである³⁵。Abel and Eberly (2002) は、 q に対し凸型部分と凹型部分が混在する背景には、資本財の異質性が存在すると考えた。すなわち、資本財の種類ごとに非感応な領域の上限をなす q の閾値が異なることを許容するとき、 q の低い領域における q の上昇は、既に q に反応していた資本財が投資を増加させる「内延的効果 (intensive margin)」に加えて、これまで非感応だった資本財が q に反応を始める「外延的効果 (extensive margin)」をもたらすが³⁶、十分に高い q の領域では全ての資本財が閾値を超えているため、内延的効果のみとなる。このとき、もし閾値の分布が正規分布ならば、集計された投資関数は q に対し、 q の低い値では凸型で q の高い値では凹型となるS字型の形状を示すことになる³⁷。Eberly (1997) は、自身のデータでは凸型部分が、Barnett and Sakellaris (1998) では凹型部分が強く観測された理由として、前者が上場企業のバランスパネル、後者が中小企業も含む非バランスパネルであり³⁸、後者の方が相対的に q の高い領域に対応したデータが多かったことが考えられる、としている。

3.3 資本財別の投資関数推定へ

資本財の異質性を明示的に分析することの重要性については、 q 理論を多数財のケースに拡張したWildasin (1984) に始まるMultiple q モデルの存在からも明らかのように、古くから意識されていた。 q 理論の限界を克服しようとする新しい研究の流れが大きな成果をもたらした今日、再び資本財の多様性が意識されるようになったのは、大変興味深いことである。ただしこの間も、散発的にはあるが、資本財の異質性に注目した実証研究は行われてきた。ここでは次節以降で詳述するMultiple q 以外の研究例について、いくつか紹介する。

Chirinko (1993) は、アメリカのデータを用いて、単一資本財を仮定する通常の q モデルの実証パフォーマンスの悪さの原因が、資本財の異質性を無視したことによる定式化の誤りにあるのか、計測誤差にあるのかの検証を試みた。まず、通常の q モデルを、構築物 (structure)、機械器具 (equipment) それぞれに適用してマクロデータによる推定を行うと、残差に系列相関が見られ、その度合いは構築物でより強かった。そこで、Wildasin (1984) とは若干異なるが、調整費用のパラメータに関する資本財の異質性を明示的に考慮した定式化に基づき、1950~79年の年次企業データによる実証分析を行った。すると、資本財が同質であるという帰無仮説は棄却され、調整費用の大きさを示すパラメータは構築物の方が機械器具を上回るという結果を得た。他方、計測誤差仮説は棄却された。

Oliner, Rudebusch and Sichel (1995) は、アメリカのマクロデータを用い、 q モデル以外にも、加速度原理などの伝統的モデル、オイラー方程式アプローチなど様々な手法で、構築

³⁵ 分析に用いられたデータは正の投資しか収録されていないため、図2'に近い形状となる。

³⁶ ここでは図2のような連続のN字型ではなく、図4のようなジャンプのあるN字型が想定されている。

³⁷ もし閾値の分布が一様分布ならば、集計された投資関数は線形となる。

³⁸ 一般に、大企業データに比べ中小企業データの方が（特にアメリカなどの場合）会社の年齢が若く成長性の高いサンプルが多く含まれ、平均的には q が高いと考えられる。また、分析対象期間中の入れ替わりがないバランスパネルより非バランスパネルの方が、競争力の低い企業が退出し成長性の高い企業が参入してくる新陳代謝効果が含まれるため、やはり平均的には q が高いと考えられる。

物と機械器具の推定・予測結果を比較した。その結果、Chirinko (1993)と同様、構築物の結果が機械器具に劣ることを確認し、構築物の方がより多様な中身から構成されていることが原因ではないかと指摘した。

Goolsbee and Gross (1997)は、 q モデルの説明力が低い原因として、あまり頻繁に議論されないが等しく重要な問題が資本の異質性であると指摘した。例えば、企業があるタイプの資本を購入し、同じ価値を持つ別のタイプの資本を売却した場合、資本の異質性を認識しない限り投資額は差し引きゼロと認識されるが、調整費用はゼロではない。そこで彼らは、アメリカのエアライン産業が保有する16種類の異質な資本財（航空機）の財別増減をとらえたユニークなデータセットを用いて、投資関数の形状を計測した³⁹。その結果、図2のようなN字型の投資関数が示唆され、非感応の領域は正の方向に明らかに長かった（平均して、設備水準が40%過小で正の投資、10%過大で負の投資にアクションを起こす）⁴⁰。また、正負いずれでもアクションを起こす領域では投資関数は線形であり、標準的な2次の調整費用関数が示唆された。これら異質な資本財を企業レベルに集計した通常の q モデルのセッティングで投資関数を推定すると、非線形性は消え、傾きは本来よりも過小評価されることが示された。

Bontempi, Boca, Franzosi, Galeotti, and Rota (2004)は、イタリアの非上場中小企業のパネルデータを用いて、限界 q アプローチによる資本財別（構築物と機械器具）の線形投資関数をGMM推定した。記述統計的分析からも、構築物はゼロ投資のサンプルの割合が13.8%と機械の0.52%に比べて明らかに多く、構築物投資の調整費用における固定費的部分（もしくは非可逆性）の存在が示唆されている。実際、機械器具の投資関数は、伝統的な2次の調整費用関数を仮定した q 理論と整合的かつ有意な結果を示し、過剰識別検定も通過したのに対し、構築物の場合、係数は有意でなく、定式化の誤りが示唆される結果となった。

他方、これと同じデータを用いたBoca, Galeotti, and Rota (2008)においては、機械器具も含めて限界 q に対する非線形性を許容した形で投資関数の推定を行った。具体的には、区分的線形関数を採用し、屈折点が0個（すなわち通常の線形投資関数）、2個、4個のいずれの定式化が妥当かを統計的に検定したところ、基本的には4つの屈折点を持つモデルが支持された。さらに、この定式化を用いて構築物と機械器具それぞれの屈折点と各区分の傾きを推定したところ、いずれについても一定以下の q の値について、N字型（図2）というよりはS字型（図3）の形状が認められたとしている⁴¹。そして、もしこのS字型が、前述のAbel and Eberly (2002)が指摘した外延的效果と内延的效果のメカニズムによって出現しているのだとすれば、構築物、機械器具それぞれのカテゴリー内に、さらに観察できない異質性

³⁹ 実際には I/K と q の関係ではなく、Caballero, Engel, and Haltiwanger (1995) などと同様、 q の代わりに資本ストックの最適水準と実際の水準のギャップを用いている。

⁴⁰ ただし航空機は中古市場が最も発達した資本財の1つであり、通常の資本財ではまた異なる結果となることが予想される。

⁴¹ q の高い領域では線形となっている。ただし、これらの観察はグラフの視覚的印象に基づく判断に基づいており、頑健性についてやや疑問が残る。

が残されている可能性がある、と指摘している。

資本財別のマイクロデータを用いたGoolsbee and Gross (1997) , Bontempi *et al.* (2004) , Boca *et al.* (2008) は、いずれも設備の新規取得と売却・除却データを独立して保持しており、両者をネットアウトする通常の設備投資の定義だけでなく、新規取得のみ、売却・除却のみの投資関数の推定も試みている。これらに共通して言えるのは、新規取得データのみによる投資関数は、概ねネッティングされた投資関数と整合的な推定結果となるのに対し、売却・除却については q との相関がほとんど見られないということである。また、Abel and Eberly (2002) は、資本財の異質性は考慮していないものの、やはり新規取得のみ、売却・除却のみの投資関数を推定し、後者について q が有意でないとの結果を得た。一方で売却・除却の実施確率に対しては q が負で有意であったことから、負の投資に対する固定的な調整費用の存在を指摘している。

新規取得と売却・除却の相対的な頻度や大きさ（通常は前者が圧倒的に頻繁かつ大規模）を考えれば、通常の設備投資の定義による投資関数と、新規取得のみによる投資関数の結果が同傾向となるのは、当然のこととも言える。一方で、売却・除却行動については、明らかに新規取得とは異質であるにもかかわらず、利用可能なデータの少なさもあり、未解明の点が多い。資本財別の投資行動と合わせて、この2つの「異質性」の分析は、投資の実証分析に残された重要な課題の1つであると言えよう。

4. Multiple q の理論と非線形モデルへの拡張

4.1 Multiple q の基本的枠組み

資本財の異質性を織り込んだ投資関数のベンチマークと言えるのは、 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、加重平均となる一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。

バブル景気における投資行動の最大の特徴であった土地投資の特性を解明することに主眼を置いた浅子他 (1989) やその続編として1994年までを分析対象とした浅子・國則・井上・村瀬 (1997) が、企業が保有する全国の土地の時価評価データを精緻に構築したのに対し、2004年までを対象とした外木・中村・浅子 (2010) では、土地の評価を簡素化する代わりに、償却可能固定資産について建物・構築物、機械装置、船舶・車両運搬具、工具器具備品に細分化した分析を行った。加えて、設備投資および資本ストックデータの3通りの構築法（後に見る比例方式、簿価方式、ゼロ方式）による推定結果の比較を通じて、

設備の新規取得行動と売却・除却行動がどの程度異なるものかも間接的に検証している。

外木・中村・浅子（2010）の主要な結論は、次の通りである。第1に、スムーズな凸型の調整費用関数を前提とする限りでは、Single q よりも資本財の異質性を考慮した Multiple q の枠組みによる投資関数が望ましい⁴²。しかし、Multiple q の枠組みによる投資関数も、当てはまらざるも良好とはいえず、特に設備の新規取得と売却・除却をネッティングした通常の設定投資の定義による推定でその傾向が強い。第2に、相対的に説明力の高い、設備の新規取得行動のみを対象とした推計においても、キャッシュフロー比率や有利子負債比率といった、 q が十分統計量となる q 理論の枠組みでは本来冗長（redundant）な変数が有意に推定されており、凸型調整費用の枠組みを維持したまま資本財の異質性を考慮するだけでは、なお説明できない要因が残されていることが確認された。第3に、資本財別の投資行動の違いをみると、建物・構築物と工具器具備品の新規取得行動は時期を問わずスムーズな凸型の調整費用関数と整合的な形で行われたが、機械装置など他の資本財の新規取得行動や売却・除却行動全般については、一貫した形で有意な結果を得ることはできなかった。

これを踏まえ、浅子・外木（2010）は、調整費用関数が一括・断続型設備投資をもたらすような非凸型の部分を持つことを許容するよう、拡張されたMultiple q 型の投資関数を推定した。具体的には、固定費的部分と凸型調整費用の組み合わせを念頭に、通常の設定投資のように投資率の絶対値が小さい領域で投資率と q との相関が断たれ、ジャンプのあるN字型投資関数となる「内固定外凸型」に加え、図5が示すように、投資率の絶対値が大きい領域で投資率と q との相関が断たれている「内凸外固定型」の2つのモデルを考える⁴³。そして、 q との関係で非連続となる投資率の大小2つの閾値を、データセットの投資率の分布のパーセンタイル値として推定するのである。ただし、この閾値を直接推定することはできないため、グリッドサーチ的な手法で決定係数の最も高いものを選択する。ただし、浅子・外木（2010）の主目的は資本財の異質性の有無について厳密な統計的検証を行うことにあつたため、この分析に関してはかなり粗いグリッドでの概観にとどまった。本節では、浅子・外木（2010）の分析手法を踏襲しつつ、より細かいグリッドを用いて資本財ごとの投資関数の非連続性を明らかにしていく。

4.2 線形モデルから非線形モデルへ

本節で用いる非線形なMultiple q モデルは、標準的な q 理論の想定である完全競争・収穫一定のもとで展開され、投資関数の非連続性をもたらす調整費用関数の非凸性について

⁴² 資本財の異質性が統計的に有意なものであるか否かについては、外木・中村・浅子（2010）は5種類の資本財のうちの「どれか」が他と異質であることを検証したに過ぎないが、さらに浅子・外木（2010）では、(1)任意の資本財が残りの単純集計した資本財の合計と同質か否か、(2)任意の2つの資本財のペアが同質であるか否か、という2つの観点からより厳密な検証を行い、いずれの方法によっても、5種類の資本財が同質的であるとの帰無仮説を棄却した。

⁴³ 図5では投資率の絶対値が大きい領域での投資率は一括的投資のイメージで上下両方向にジャンプする線を描いているが、内凸外固定型の定式化そのものは、投資率の閾値の外側で投資率と q が相関しないという条件を課すのみであるから、図2のようなS字型投資関数とも矛盾はしない。

は仮定として与えられる。以下ではモデルの概要を、3.1節のモデル比較の枠組みを多数財に拡張する形で記述する⁴⁴。ただし、3.1節と異なり、資本蓄積に関する想定は「期首モデル」を採用する。すなわち、期中の投資はすべて期首に生産力化し当期の生産に寄与し、期末にそっくり1期分減耗する、と仮定される。

資本ストックには n 種類あるとして、第 j 番目 ($j=1,2,\dots,n$) 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。 $\delta_j(j=1,\dots,n)$ 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。このような「期首モデル」と3.1節の「期末モデル」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、外木・中村・浅子 (2010) において両者を推定した結果、前者のパフォーマンスが明らかに勝っていたため、一連の研究では「期首モデル」を採用している。

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 $\sum_{j=1}^n \alpha_j = 1$ とする。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 $Z_j = \frac{K'_j - (1-\delta_j)K_j}{(1-\delta_j)K'_j}$ の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、

$$C(K'_1, \dots, K'_n, K_1, \dots, K_n) = \sum_{j=1}^n \frac{\gamma_j}{2} (Z_j - a_j)^2 (1 - \delta_j) K'_j \quad \dots(7)$$

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。ベンチマークとなる a_j は一般的には0もしくは本書第6章が想定するように δ_j の近傍となることが自然であるが、本節では実証的に推定される⁴⁵。

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、

$$V(A, K_1, \dots, K_n) = \max_{K'_j} [AK'_1{}^{\alpha_1} \dots K'_n{}^{\alpha_n} - \sum_{j=1}^n \frac{\gamma_j}{2} (Z_j - a_j)^2 (1 - \delta_j) K'_j - \sum_{j=1}^n p_j (K'_j - (1 - \delta_j) K_j) + \beta E_{A'|A} \{V(A', K'_1, \dots, K'_n)\}] \quad \dots(8)$$

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、(8)式を $K_j (j=1, \dots, n)$ について微分して整理すると、企業価値の最大化条件

$$\frac{\partial V(A, K_1, \dots, K_n)}{\partial K_j} = (1 - \delta_j) \gamma_j (Z_j - a_j) + (1 - \delta_j) p_j \quad \dots(9)$$

⁴⁴ 詳細は浅子・外木 (2010) を参照。

⁴⁵ 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。

を得る。企業価値は、前期末資本ストック $(1 - \delta_j)K_j (j=1, \dots, n)$ に関して一次同次と考えるが、表記上は $K_j (j=1, \dots, n)$ に関して一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、

$$\sum_{j=1}^n \frac{1}{(1 - \delta_j)} \frac{\partial V(A, K_1, \dots, K_n)}{\partial K_j} (1 - \delta_j) K_j = V(A, K_1, \dots, K_n) \quad \dots(10)$$

が成立する。したがって、(9)式の右辺を(10)式に従って集計して整理すると、

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

ただし、

$$\begin{aligned} q &= \frac{V}{\sum_{j=1}^n p_j (1 - \delta_j) K_j} \\ P &= \frac{\sum_{j=1}^n p_j (1 - \delta_j) K_j}{\sum_{j=1}^n (1 - \delta_j) K_j} = \sum_{j=1}^n p_j s_j \\ s_j &= \frac{(1 - \delta_j) K_j}{\sum_{j=1}^n (1 - \delta_j) K_j} \end{aligned} \quad \dots(11)$$

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(11)式の体系を用いる。すなわち、(11)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⁴⁶。

以上が標準的な凸型調整費用関数のもとのMultiple q モデルの概要であるが、以下では調整費用の非凸性を許容するため、(7)式を次のように修正する。

$$\begin{aligned} C(K'_1, \dots, K'_n, K_1, \dots, K_n) &= \sum_{j=1}^n \frac{\gamma_j}{2} (Z_j - a_j)^2 (1 - \delta_j) K'_j & \text{if } |Z_j| \geq m_j \\ &= \sum_{j=1}^n \frac{\gamma_j}{2} (m_j - a_j)^2 (1 - \delta_j) K'_j & \text{otherwise} \end{aligned} \quad \dots(12)$$

すなわちこの定式化のもとでは、投資率の絶対値が m_j に達するまでは、投資の調整費用

⁴⁶ 外木・中村・浅子 (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。

は定額しかかからず、 m_j を超えると、超えた部分について投資率に関して2次の（凸型の）調整費用が追加的に発生すると想定していることになる。浅子・外木（2010）で言う「内固定外凸型」モデルである⁴⁷。

これとは逆に、投資率の絶対値が小さい領域においては通常の2次の（凸型の）調整費用がかかるが、それを超えると追加的な調整費用は発生しないというタイプの非凸性を考えることもできる。すなわち、この場合の調整費用関数は、

$$\begin{aligned} C(K'_1, \dots, K'_n, K_1, \dots, K_n) &= \sum_{j=1}^n \frac{Y_j}{2} (Z_j - a_j)^2 (1 - \delta_j) K'_j && \text{if } |Z_j| \leq m_j \\ &= \sum_{j=1}^n \frac{Y_j}{2} (m_j - a_j)^2 (1 - \delta_j) K'_j && \text{otherwise} \end{aligned} \quad \dots(13)$$

となる。こちらが浅子・外木（2010）で言う「内凸外固定型」モデルである⁴⁸。

「内固定外凸型」と「内凸外固定型」の違いを直観的に表現するならば、 q に対する不感応領域（すなわち q では説明できない領域）が小規模投資にあると想定するのが前者で、大規模投資にあると想定するのが後者であるということになる。

4.3 データ構築と実証分析の方法

推定に使用したデータセットは、外木・中村・浅子（2010）や浅子・外木（2010）と同じく、日本政策投資銀行「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に基づき⁴⁹、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る⁵⁰。

設備投資額は、理論に忠実に考えれば、「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される。しかしながら、控除する「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、先行研究においてはだまかに3通りの簡便法が用いられてきた。第1は、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。第2は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）などで採用されている。第3は、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、第3節でも触れた

⁴⁷ (11)式の固定費用部分は資本ストック K'_j に比例することから、(11)式全体で与えられる調整費用の $K_j(j=1, \dots, n)$ に関する1次同次性は維持されており、 q 理論の枠組みから外れるものではない。

⁴⁸ 内固定外凸型と異なり、内凸外固定型の定式化では全体としての凸性は満たされず、それ自体は q 理論の枠組みからは逸脱してしまう。しかしながら、もし投資の限界収益に相応の条件が対応するならば、企業価値最大化行動と矛盾しない可能性は残されている。

⁴⁹ 「企業財務データバンク」には、Multiple q モデルの推計に不可欠な、資本財別、増加減少別の有形固定資産明細データが有価証券報告書に開示されている限りすべて収録されている。

⁵⁰ 本節で言及しない決算期の扱い、土地を含む資本財別デフレーターや資本ストックの物理的減耗率、各データソースの出典、および異常値処理などの詳細については、外木・中村・浅子（2010）や浅子・外木（2010）を参照されたい。

ように海外の研究でも頻繁に採用されている。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、非定期的ないし大規模な売却・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て投資関数を推計した場合には、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。また、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1977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。設備投資データが3系列存在するため、それを用いた恒久棚卸法による資本ストックデータも3系列併存することになる。

「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分類であるが、このうち建物と構築物は投資率の相関が高いため、また船舶と車両運搬具については船舶を所有していない企業が多いため、それぞれ1つのまとまった資本財として扱うこととした。その結果、設備投資および資本ストックデータは、「建物・構築物」、「機械装置」、「船舶・車両運搬具」、「工具器具備品」、そして「土地」の5種類の資本財について、3通りの方式ごとに算出した。

平均 q (Total q) については、実在の企業の場合、企業価値には上記5種類の資本ストック以外の資産の市場価値も含まれることから、その分を差し引くことで(10)式の分子の企業価値との整合性が確保される。さらに企業価値に関し、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ものと仮定すれば、 q は

$$\frac{\text{株式時価総額} + \text{負債簿価} - \text{資本ストック以外の保有資産簿価}}{\text{資本ストックの再調達価額}}$$

と表される。ただし、期首モデルの想定を置いているために、これらの数値もすべて期首時点で計測される。

投資関数の推計期間は、以下の4期間である。

- (1) 第1期 1982～1986年度（前バブル期）
- (2) 第2期 1987～1991年度（バブル期）
- (3) 第3期 1992～1997年度（バブル崩壊後）
- (4) 第4期 1998～2004年度（金融危機および回復期）

各期の資本財別設備投資、資本ストックおよびTotal q の特徴については、外木・中村・浅子（2010）や浅子・外木（2010）で詳述されており、ここでは繰り返さないが、期間分割はかかる特徴や経済情勢の変化を踏まえて行ったため、各サブサンプル期間の長さは完

全に均一ではない。

固定部分と凸型部分の境界をなす閾値を推定するにあたっては、内固定外凸型（内凸外固定型）の場合であれば、投資率の分布において、内側（外側）が固定費用部分となる5%刻みの両側対称の10個のパーセンタイルで区切られた区間(0%, 100%) (5%, 95%) (10%, 90%) (15%, 85%) (20%, 80%) (25%, 75%) (30%, 70%) (35%, 65%) (40%, 60%) (45%, 55%) のどの場合が推計式の当てはまり具合（決定係数）が最も高いかを5つの資本財の組み合わせで比較し、10の5乗通りの組み合わせの中から最適な区切りを与えたパーセンタイルとして求める（図6参照）⁵¹。これを基本形として、左右非対称なケース、区間の長さを固定するケース、財によって内固定と内凸が混在するケースなどのバリエーションも試した。推定方法はOLSで、Hausman検定の結果を踏まえ、すべてのケースで固定効果モデルの結果を報告している⁵²。

5. 非線形Multiple q モデルの主要な推定結果とその含意

5.1 基本ケースの推定結果

表1は、基本形による内固定外凸型と内凸外固定型それぞれの推定結果（決定係数を最大にするパーセンタイルの組み合わせ）を示している⁵³。まず概括的に指摘できることとして、非線形性の導入による当てはまりの向上がみられる。すなわち、内固定型・ゼロ方式・第3期を除いて、投資率の全域にわたって凸型調整費用を仮定した通常のMultiple q モデルに比べて決定係数が上昇している⁵⁴。また、この上昇度合いを時期別にみると、総じて第2期と第3期において非線形性の導入による当てはまりの向上が大きく、特に第2期では設備の売却・除却を一体として取り扱った比例方式、簿価方式、第3期では設備の新規取得行動のみをとらえたゼロ方式の改善が顕著である。全体としては、全域凸型での推定と同様、ゼロ方式が比例方式や簿価方式に対し当てはまりが良いが⁵⁵、第2期に限ってみれば、非線形性を考慮した場合、ゼロ方式の優位はかなり小さいものとなる。これは、第2期がバブル景気を中心とする時期で、売却・除却が比較的少なかったことが関係しているのかも知れない。

内固定と内凸のいずれの当てはまりが良いかに関しては、絶対的な優越関係は認められ

⁵¹ 浅子・外木(2010)では10%刻みの両側対称の3個のパーセンタイルで区切られた区間(0%, 100%) (10%, 90%) (20%, 80%)のみで推定を行っていた。なお、このパーセンタイルからの逆算で(11)式や(12)式の m_j を具体的に求めることができるが、それには投資率が従う確率分布関数の検証・特定が必要であり、今後の課題とする。

⁵² この他、キャッシュフロー比率と有利子負債比率を追加的な説明変数として含むことなど、基本的な設定は全て外木・中村・浅子(2010)、浅子・外木(2010)と同様である。キャッシュフロー比率と有利子負債比率を追加したのは、資金制約仮説の検証等の意味ではなく、第2節で概観したような計測誤差など未解決の推定上の問題をコントロールする目的である。

⁵³ 決定係数は小数点第11位まで計算し、それでも複数のパーセンタイルの組み合わせが並ぶ場合は「同着」とした。

⁵⁴ ただし、内凸外固定型は、全域凸型を特殊ケースとして含むなかで最善のものを選択しているため、決定係数が上昇するのは自明である。

⁵⁵ 売却・除却に関する情報を使わない方が頑健かつ有意な推定結果を得やすいという傾向は、内外、時期を問わずロバストに観察される経験的事実と言える。

ないが、内固定の決定係数が内凸を上回るのは12ケースのうち4ケースに過ぎず、相対的には内凸型が優勢であるといえる。興味深いのは、第1期と第3期においては3方式すべてで内凸が優位なのに対し、第2期においては3方式すべてで内固定が優位と、時期による違いが顕著にみられることである。第2期は大型投資が多かった時期と考えられるが、それは一括的投資のモデルよりむしろ通常の凸型調整費用によってよく説明されるものであった、というわけである。ただし、当時の株価にバブルの要素が含まれていたとすれば、旺盛な設備投資水準でさえ過剰的な調整費用によってしか説明できないほど、 q の上昇が激しかったと解釈するのが妥当かも知れない。

次に、内固定、内凸それぞれのモデルで選択された固定費用に対応する区間を見ていく。まず、投資率の範囲が定義によって全く異なるので当然のことではあるが、設備の売却・除却を一体としてとらえる比例方式および簿価方式と、設備の新規取得のみをとらえるゼロ方式では、選択されるパーセンタイルが大きく乖離している。特に内固定型でその傾向が強く、比例方式と簿価方式の間でさえ整合的でない結果が散見される。そうした中であって、機械装置の新規取得行動（ゼロ方式）は比較的安定した結果を得ている。具体的には、第1期と第2期が全域で固定費用、第3期と第4期も（5%、95%）とほぼ全域で固定費用のケースが最適となっている。これは内固定型を前提とする限り、機械の新規取得と q の関係は非常に希薄なものであったことを示唆している。他方、建物構築物の新規取得行動をみると、第1期こそ（30%、70%）であるが、第2期以降はすべて（45%、55%）と固定費用の部分が狭く、凸型調整費用で説明される部分が大きくなっている。建物構築物は、比例方式と簿価方式をみても、両者の選択結果はほぼ一致しており、売却・除却行動を一体としてとらえたことで、固定費用の部分が広がったことがわかるなど、5種類の資本財の中では推定結果の安定感が際立っている⁵⁶。

続いて内凸型に目を移すと、全体的な当てはまりの良さを反映して、船舶・車両運搬具を除く各財で、比例方式と簿価方式の間でかなり整合的な結果が得られ、ゼロ方式との間にも内固定型ほど大きな乖離がみられない。まず、建物構築物では、3つの方式、4つの期間を通じて、全域凸型か、固定費部分があったとしてもごく狭い範囲のパーセンタイルが選択された。工具器具備品もいくつかの例外はあるものの同様な傾向を見せている。これらの結果は、全域凸型調整費用を仮定した外木・中村・浅子（2010）で、この2つの財の新規取得行動が最も有意に推定されたことと整合的である。一方、機械装置については、ゼロ方式は時期によるばらつきが大きいだが、比例方式と簿価方式ではほぼ一致して全凸もしくは（5%、95%）が選択されている。外木・中村・浅子（2010）では機械装置の推定パフォーマンスは総じて芳しいものではなかったが、固定部分を考慮したことによって当てはまりが改善した可能性もある。土地については、固定部分の区間が機械装置よりも若干

⁵⁶ 建物構築物の方が機械装置よりも凸型調整費用で説明される部分が大きく、推定結果の安定性も高いというこれらの結果は、第3.3節で紹介したアメリカやイタリアのデータによる実証研究とは整合的ではない。もっとも、われわれのデータセットでは、機械装置と工具器具備品が別の資本財として取り扱われており、単純な比較はできない。

広くなるが、やはり比例方式と簿価方式ではほぼ一致した結果が得られている。

以上、基本ケースの推定結果について特徴的な点を見てきたが、全体を通じて付言すべきことは、(45%, 55%)が選択されたケースが相当な割合を占めるという点である。特に、内固定型でその傾向は強く、比例方式の第1期と簿価方式の第2期を除く全ての方式・時期において、何らかの財でこのパーセンタイルが選択されている。また、内凸型でも12ケース中5ケースにおいて、何らかの財でこのパーセンタイルが選択されている。(45%, 55%)というパーセンタイルは、もう一步進めれば(50%, 50%)、すなわち内固定外凸型では全域が凸型、内凸外固定型では全域が固定型となる寸前を意味する。基本ケースでは、内固定と内凸の優劣を比較するという観点から、探索範囲を(0%, 100%)～(45%, 55%)としたが、(45%, 55%)は一種の端点解を意味しており、これが多く選択されたという事実は、内固定型の財と内凸型の財の混在可能性を示唆していると言える。そこで、次に両者が混合したケースを試すことにする。

5.2 内固定・内凸混合ケースの推定結果

内固定・内凸混合型になると、計算量がさらに莫大なものとなるため、グリッドの刻みは10%とした。表2は、その推定結果を示している。

まず、すべての財で内凸型のパーセンタイルが選択された第1期の比例方式と簿価方式を除く10ケースで、内固定型の財と内凸型の財が混在した組み合わせが選択されており、方向性としては前項の予測が裏付けられた形と言える。ただし決定係数の水準は、基本ケースとした混合のない推計での最大値と比較して、わずかな改善にとどまっている。グリッドの刻みを粗くした影響を差し引いても、有意な差とは言い切れない。なお、5財×12ケース=60件のパーセンタイルのうち、内凸型が選ばれたのが39件(同着で異なる型が支持された場合を除く)であり、内固定と内凸の比較という観点からは、基本ケースと同様、相対的には内凸型が優勢である。

次に財別にみていくと、機械装置ではゼロ方式の第4期を除く11ケースで、工具器具備品では簿価方式・ゼロ方式のそれぞれ第2期を除く10ケースで、内凸型のパーセンタイルが選択されており、基本的に両資本財の投資行動は一貫して内凸型で説明されると考えてよさそうである。つまり、絶対値でみて一定範囲の投資率では q 理論がフィットする一方、 q によって説明されない大型の新規取得や売却・除却もあるということになる。これと対照的に、船舶・車両運搬具の比例方式と簿価方式については内固定型が優勢であり、絶対値でみて一定範囲の投資率は q と無関係に行われるが、大型の新規取得や売却・除却には q 理論がフィットするということになる。建物・構築物や土地に関しては、以上のような明確な特徴を指摘することが難しい。

さらに期間別の特徴をみると、第1期は特に内凸型の優勢が著しく、選択されたパーセンタイルも外側の固定的部分が狭いケースがほとんどを占める。また、第3期も船舶・車両運搬具を除くと内凸型の優勢が著しく、選択されたパーセンタイルも土地を除くと外側の固定的部分が狭いケースがほとんどを占める。これに対し第2期と第4期では、内固定型が比

較的優勢となっている。第2期と第4期は株価が楽観と悲観の両極端に触れがちとなった時期であり（第4期にはITバブルという楽観期も含まれる）、一定範囲の投資率はそうした動きとは無関係に粛々と行われたという解釈も成り立ち得る。

5.3 その他の派生ケースの推定結果

これまでの推定は、基本ケースにしても内固定内凸混合ケースにしても、2つの閾値によって画された3つの区間が、投資率の分布の中心に関し両側対称な形で表れることを仮定していた。これに対し、両側対称という仮定を外し、3区間の真ん中の区間の幅を基本ケースと同じ50%タイルとして閾値を左右に5%タイルずつずらしていくモデルも考えられる（幅50%タイル固定モデル）。

これを内固定型、内凸型それぞれについて推定した結果が表3である。ここでは一方の閾値が0%タイルもしくは100%タイルとなり、2区間に退化するケースは排除されている。まず、内固定と内凸の決定係数を比較すると、比例方式では基本ケースと同様、内凸型が相対的に優勢であるものの、簿価方式とゼロ方式では内固定型が上回る形となっている。ただし、内固定・内凸の全24ケースのうち、基本モデルの決定係数と比較した場合、幅固定モデルが相対的に優勢となるのは内固定型・簿価方式・第2期のわずか1ケースであり、幅固定モデルで内固定が優勢となったのも、内凸型に比べて決定係数の低下幅が小さかったからに過ぎないことがわかる。このことは、3区間の真ん中の区間の「位置」については、50%タイルを中心に左右対称とするこれまでの想定で良く、「幅」の選択の方がより重要であることを示唆しているといえよう。

ただし、表3で選択されたパーセントタイルを見ると、内固定も内凸も（5%、55%）、（45%、95%）が多くを占めていることがわかる。これは、一方の閾値が0%タイルもしくは100%タイルとなるケースは排除した中では、やはり一種の「端点解」に当たる。幅固定モデルの当てはまりが必ずしも良くなかったことは、閾値の片方が分布の端に吸収される可能性を考慮することの重要性を示唆しているのかも知れない。

そこで最後に、幅固定の仮定を外し、1つの閾値による上下2パターンに退化した2つのケース、すなわち分布の下側が固定的部分で上側が凸型部分となる「下固定型」と、分布の下側が凸型部分で上側が固定的部分となる「上固定型」を推定した（表4）。すると、このモデルの決定係数は、上固定型と下固定型の高い方をとった場合、ゼロ方式の第3期を除く11ケースで、これまでで最も決定係数の高かった左右対称の内固定・内凸混合型モデルを上回っている。左右対称の想定は、投資率の分布の両端、すなわち比例方式や簿価方式を念頭におけば、典型的には大型の新規取得と売却・除却の両方に同じモデルを当てはめることを意味するが、上固定や下固定の決定係数の方が高いということは、むしろ大型の新規取得と売却・除却には異なるモデルを当てはめた方がよいことを示唆している。

上固定型と下固定型の決定係数を比べると、後者が12ケース中9ケースで上回っている。ただしこのモデルに関しては、両者の比較よりも次のような点が重要であると思われる。すなわち、上固定と下固定の示唆する固定費部分の区間は、ゼロ方式の建物構築物の第1期

と第3期や、同じくゼロ方式の工具器具備品の第1期、第3期と第4期のように、完全に整合的な結果が得られるケースもある一方、両者が完全に不整合な結果となるケースも散見される。完全に不整合とは、比例方式の土地の第1期や第2期のように、上固定モデルでは0-90%タイルが凸型部分、90-100%タイルが固定部分という結果を得ているのに対し、下固定モデルでは0-90%タイルが固定部分、90-100%タイルが凸型部分というように、閾値が同じで、凸型部分と固定部分が完全に逆転していることを指す。また、閾値が若干のずれを持ちながらも、このような逆転現象が生じているケースはさらに多く、全体として上固定の場合は凸型部分が広く、下固定の場合は固定部分が広く推定される傾向がみられる。

これは一見すると解釈に苦しむ状況であるが、完全に不整合なケースでも、推定された閾値そのものは整合的であることに注目すれば、決して不可解な結果ではない。すなわち投資行動がどの領域を境に変化するかという点では一貫した推定結果が得られており、あとはそのどちら側に凸型を当てはめるべきかという選択がモデルによって異なっただけである。そう考えると「不整合な」ケースの投資行動変化の閾値はおおむね70%タイルから100%タイルという投資率の分布の上側、つまり大型投資の領域にあることがわかる。2パターンの世界でみた場合、「不整合な」結果が得られた資本財・時期においては、潜在的にはどちらの領域にも凸型の調整費用が当てはまるが、そのパラメータが異なるために、全体を1つの凸型調整費用関数で説明し尽くすことは難しく、結果的にはどちらか一方が固定部分として推定された、と考えることができるだろう。

以上のように、調整費用の非凸性の可能性を許容したMultiple q モデルによる投資関数の推定結果から明らかになったのは、資本財別、時期別、さらには新規取得行動と売却・除却行動を一体としてとらえるか否かによって、適切な関数形には明確な違いがあるということである。これは、通常の資本財による区別のない設備投資データによって、 q 理論以降の設備投資研究の主要なモデルを特殊ケースとして包含する包括的投資関数の推定を行ったCooper and Haltiwanger (2006) が結論とした「異なるタイプの資本には異なる調整過程が対応する」という指摘を裏付けるものに他ならない。

6. おわりに

本論文の前半では、浅子・國則(1989)以来、25年間の設備投資研究の展開を駆け足で振り返った。その出発点は、新古典派的なミクロ的基礎を持ち伝統的な投資関数を糾合した統一理論として投資理論の完成形と目された q 理論が、期待されたような実証パフォーマンスを発揮できなかったということであった。その克服を目指して、事業所レベルの個票データから得られた新たな実証的発見を伴いながら、投資モデルは多様な発展を遂げ、目覚ましい速さで研究が蓄積された。

もっとも、これらの発展がかつての議論をすべて塗り替えてしまったわけではない。 q 理論が前提とする凸型の調整費用関数は、今でも投資行動の説明に不可欠な一要素として、一括・断続的投資などの新しい理論と共存している。これまであまり強調しなかったが、

投資主体に関する集計度の違いもその理由の一つと言えよう。例えば、最近の動学的一般均衡マクロモデルで、現実データとの整合性が高いとして標準的に用いられているCristiano, Eichenbaum, and Evans (2005) によって提案された投資関数（いわゆるCEEモデル）は、投資水準の変化にペナルティを課すような関数形であり、 q 理論のアノマリーの1つである過去の投資水準の影響を説明できるという点で、一括・断続的投資の理論とは対照的に、 q 理論以上に粘着的な投資行動を含意する。Eberly, Rebelo, and Vincent (2011) によれば、CEEモデルは大企業の投資行動に対して比較的高い説明力を持っており、かつてDoms and Duune (1998) が示唆したように、集計によって事業所レベルの一括・断続的な投資行動が平準化されている可能性があるという⁵⁷。

本論文の後半では、「共存」の重要な背景と思われる、資本財の異質性や、設備の新規取得行動と売却・除却行動の間の異質性の問題について、 q 理論の多数財ケースであるMultiple q の枠組みによって実証分析した。浅子・外木 (2010) による、調整費用関数が非凸型の部分を持つ可能性まで考慮できるよう拡張されたMultiple q による推定結果からは、資本財の種類、推定期間、そして新規取得行動のみか売却・除却行動も一体とするかによって投資関数の形は様々であり、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。しかしながら、資本財別の閾値の推定は、浅子・外木 (2010) や本論文で採用した3区間もしくは2区間の比較的単純なモデルでも膨大な計算量を必要とするため、現状では資本財別の特徴の一端が明らかになったに過ぎない。最後に、Multiple q の枠組みを用いた設備投資の実証分析に関する今後の研究課題を概観して、本論文の結びとしたい。

第一に、これまでの分析で最も当てはまりの良かった上固定型、下固定型モデルの推定から得られた含意として、2区間の双方にパラメータの異なる2つの凸型調整費用を適用したモデルの推定は、試みに値するであろう。そのパフォーマンスによって、固定費用型を適用することの必然性が試されることになる。例えばもし、凸型と固定型の組み合わせよりも、2種類の凸型調整費用のケースが望ましいのであれば、3区間の内固定外凸型モデルにおける外側の2つの区間にも、異なる凸型調整費用を適用すべきかも知れない。こうした探索を続けていくことで、資本財別の調整過程の特徴について、より説明力の高いモデルが特定されると考えられる。

第二に、売却・除却行動単独での調整過程の分析である。これまでは、新規取得行動と売却・除却行動の異質性については、新規取得のみによるデータと、新規取得および売却・除却を一体としたデータの比較によって分析してきた。これは、売却・除却サンプルが少

⁵⁷ 興味深いことに彼らはもう1つの可能性として、投資案件の最終決定権を持つ上級マネージャーが各事業所の投資予算を査定する際、前年の予算規模をスタートラインとしており、前年からの乖離幅が大きいほど予算の承認可能性が低いという、極めて実務的な要因を指摘している。

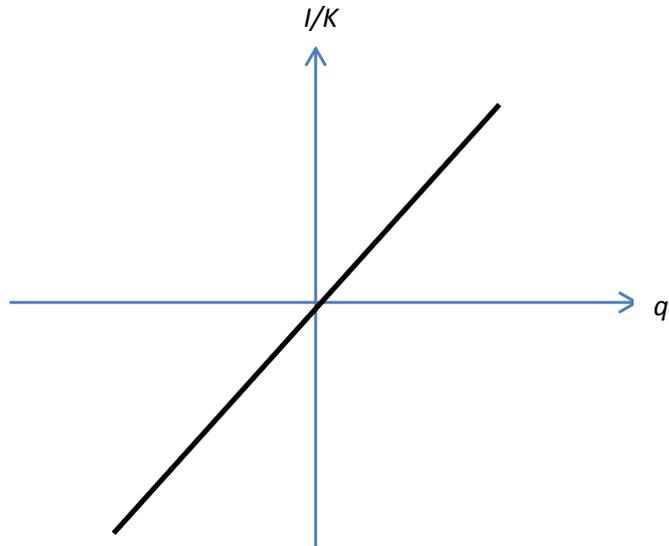
なく、計測誤差の可能性も新規取得に比べてかなり大きいことが懸念される現状では、安定した推定結果を得るためにやむを得ない方法であるが、売却・除却行動については間接的にしか分析していない点で隔靴搔痒の感がある。外木・中村・浅子（2010）以来用いてきたデータセットでは分析対象外となっていた2005年以降の財務データの蓄積や、2006年度に開始された内閣府「民間企業投資・除却調査」のような公的統計の個票の利用により、売却・除却行動単独での分析に耐えるデータ構築の可能性を探ることが望まれる。

最後に、準固定生産要素としての資本ストックの範囲について拡張の可能性を探ることも重要な研究課題である。従来も、例えば在庫を資本ストックの一部と考えて投資関数の推定を行う例などは珍しくなかったが⁵⁸、今後は、経済成長や企業経営における無形資産の重要性の高まりや、有形固定資産におけるリース利用の広がりなどを踏まえれば、これらも資本ストックの一部ととらえるべきかも知れない⁵⁹。この点は、Multiple q に限らず、設備投資研究全般に投げかけられた根本的な問いであり、その幅広い検討が待たれるところである。

⁵⁸ 例えばHayashi and Inoue（1991）。

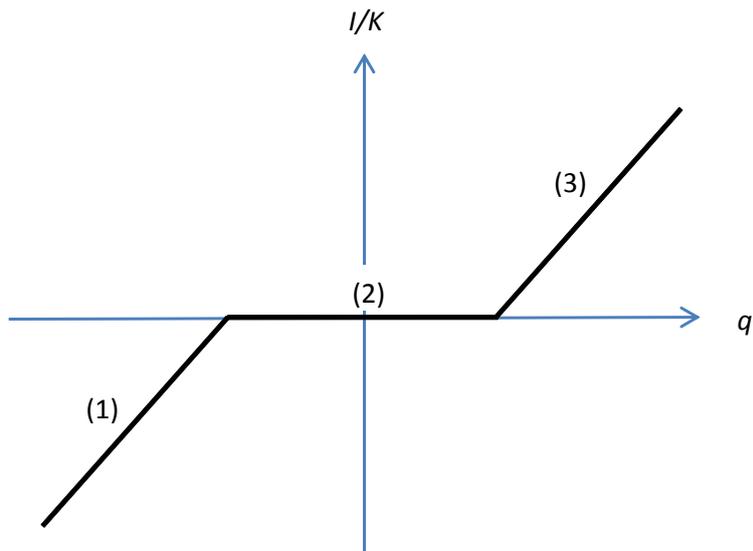
⁵⁹ 無形資産の重要な構成要素である人的資本を準固定生産要素ととらえて、その蓄積過程を理論的に分析した最近の研究として大瀧・柳沼（2012）がある。

図1: q 理論から導かれる線形投資関数



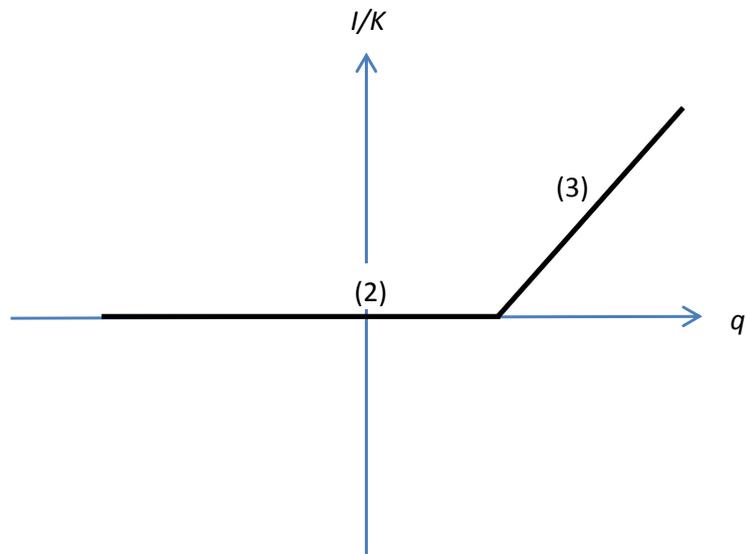
標準的には、グラフの原点は、 $q=1$ 、 $I/K=0$ に対応する。

図2: q に対し不感応な部分を持つ非線形な投資関数(N字型)



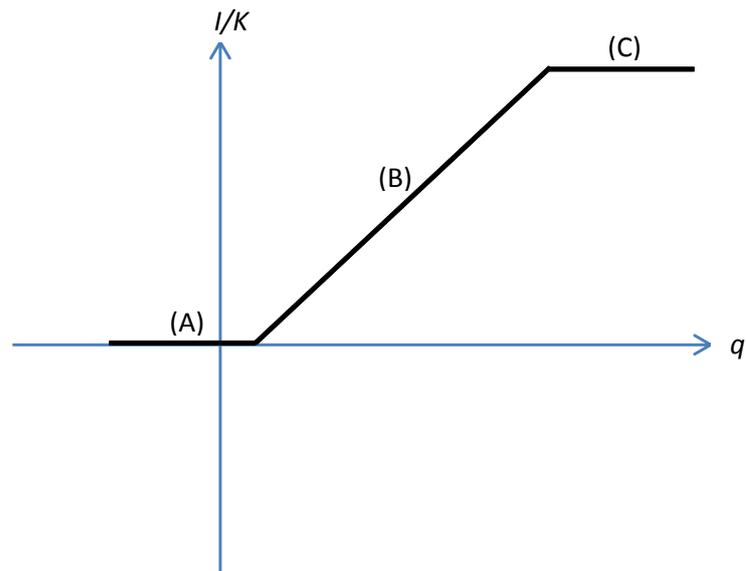
標準的には、グラフの原点は、 $q=1$ 、 $I/K=0$ に対応する。

図2': 図2の(1)の部分が退化した投資関数(完全非可逆性)



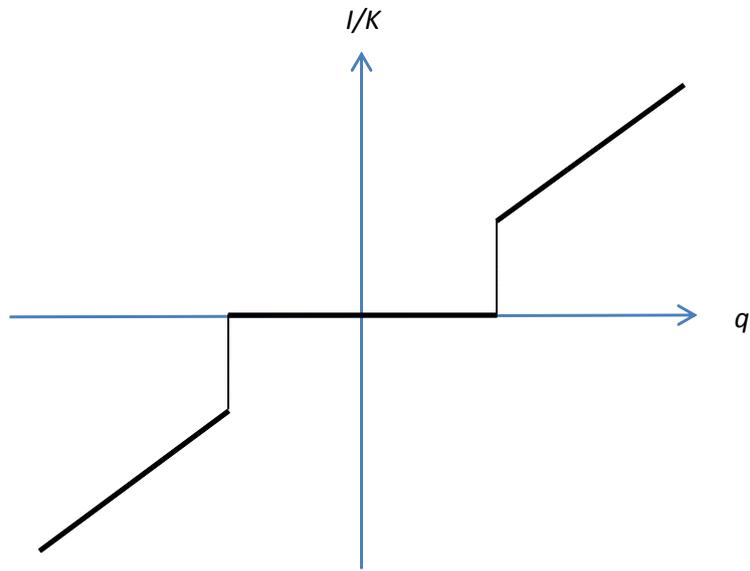
標準的には、グラフの原点は、 $q=1$ 、 $I/K=0$ に対応する。

図3: ロジスティック型(S字型)の投資関数



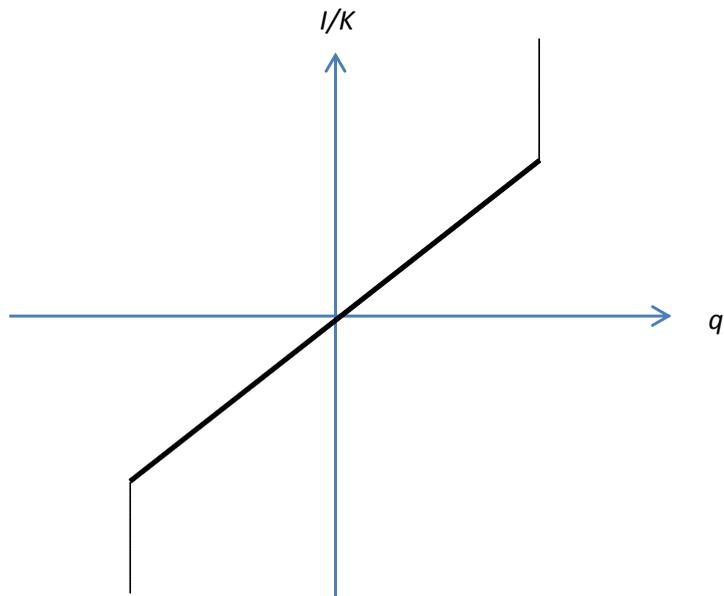
標準的には、グラフの原点は、 $q=1$ 、 $I/K=0$ に対応する。

図4: 内固定外凸型投資関数の例(ジャンプのあるN字型)



標準的には、グラフの原点は、 $q=1$ 、 $I/K=0$ に対応する。

図5: 内凸外固定型投資関数の例



標準的には、グラフの原点は、 $q=1$ 、 $I/K=0$ に対応する。

図6 凸型部分と固定部分の境界値 m_j 推定のイメージ(基本ケース)

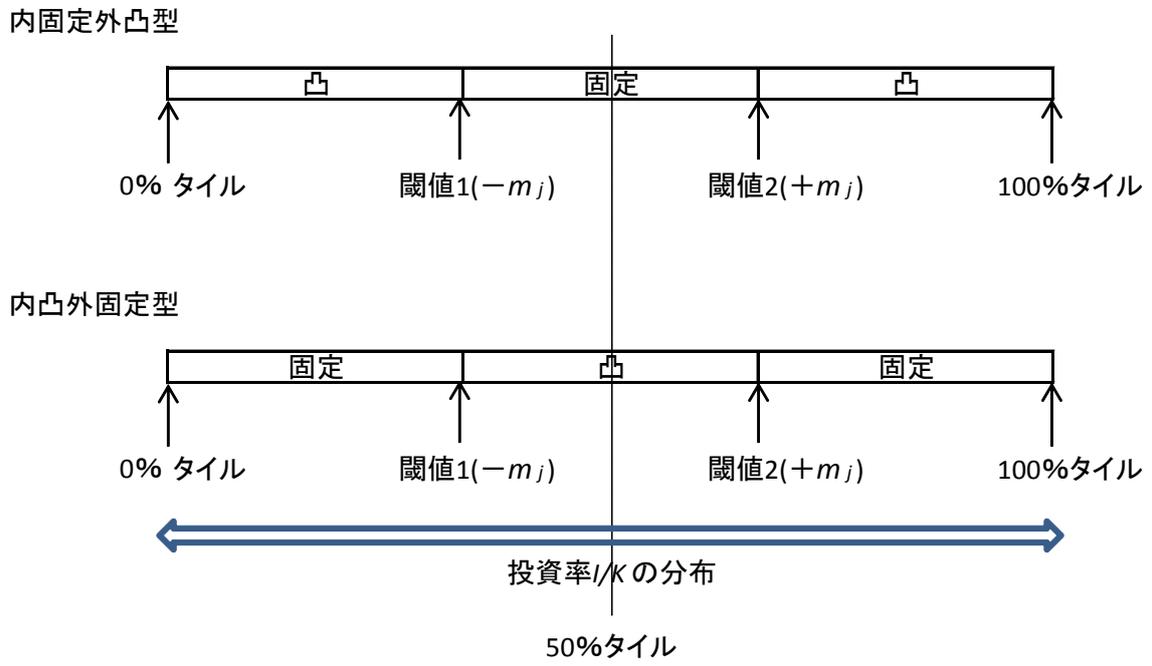


表1: 両側対称・基本ケース: 決定係数が最大となったパーセンタイル

内固定外凸型, 5%タイル刻み

	建物・構築物	機械装置	船舶・車両運搬具	工具器具備品	土地	決定係数	内凸型(本表下)との比較	内固定と内凸の混合可能性
比例方式 第1期(1982-86)	10-90	10-90	5-95	35-65	10-90	0.0947		
第2期(1987-91)	20-80	45-55	20-80	全固定	15-85	0.2095	○	○
第3期(1992-97)	5-95	45-55	20-80	35-65	35-65	0.1188		○
第4期(1998-2004)	5-95	45-55	5-95	45-55	30-70	0.1023		○
簿価方式 第1期(1982-86)	10-90	5-95	全固定	45-55	40-60	0.1296		○
第2期(1987-91)	20-80	全固定	5-95	20-80	15-85	0.2152	○	
第3期(1992-97)	5-95	45-55	5-95	45-55	25-75	0.1673		○
第4期(1998-2004)	5-95	45-55	40-60	25-75	35-65	0.1411		○
(同着あり)	同上	同上	同上	同上	40-60	同上		(○)
(同着あり)	同上	同上	同上	同上	45-55	同上		(○)
ゼロ方式 第1期(1982-86)	30-70	全固定	5-95	45-55	10-90	0.1604		○
第2期(1987-91)	45-55	全固定	10-90	15-85	45-55	0.2528	○	○
第3期(1992-97)	45-55	5-95	25-75	15-85	全固定	0.2298		○
第4期(1998-2004)	45-55	5-95	30-70	45-55	40-60	0.2922	○	○

内凸外固定型, 5%タイル刻み

	建物・構築物	機械装置	船舶・車両運搬具	工具器具備品	土地	決定係数	内固定型(本表上)との比較	内固定と内凸の混合可能性
比例方式 第1期(1982-86)	全凸	-5_95-	-15_85-	-5_95-	-5_95-	0.0979	○	
第2期(1987-91)	-5_95-	全凸	-20_80-	-30_70-	-15_85-	0.2066		
第3期(1992-97)	-10_90-	-5_95-	-45_55-	-5_95-	-25_75-	0.1310	○	○
第4期(1998-2004)	全凸	-5_95-	-45_55-	-5_95-	-10_90-	0.1544	○	○
簿価方式 第1期(1982-86)	全凸	-5_95-	-5_95-	全凸	-5_95-	0.1404	○	
第2期(1987-91)	全凸	全凸	-10_90-	-45_55-	-15_85-	0.2054		○
第3期(1992-97)	-10_90-	全凸	-25_75-	全凸	-25_75-	0.1786	○	
第4期(1998-2004)	-15_85-	-5_95-	-45_55-	-5_95-	-5_95-	0.1691	○	○
ゼロ方式 第1期(1982-86)	全凸	-25_75-	-40_60-	全凸	-10_90-	0.1795	○	
第2期(1987-91)	-5_95-	全凸	-5_95-	-15_85-	-15_85-	0.2311		
第3期(1992-97)	全凸	-5_95-	-25_75-	全凸	-40_60-	0.2442	○	
第4期(1998-2004)	全凸	-45_55-	-20_80-	全凸	全凸	0.2884		○

- 注
1. 内固定型は表示されたパーセンタイルの内側が、内凸型は表示されたパーセンタイルの外側が固定費用型の範囲に対応する。
 2. 決定係数の比較欄の○印は、比較対象に比べて決定係数が高いことを示す。
 3. 黄色くハイライトされた欄は(45%タイル、55%タイル)の組み合わせが選択されたことを示す。5種類の資本財のどれかでこのパーセンタイルが選択された場合、内固定型と内凸型の混在が示唆される(本文参照)。

表2: 両側対称・内固定内凸混合ケース: 決定係数が最大となったパーセンタイル

10%タイル刻み

		建物・構築物	機械装置	船舶・車両運搬具	工具器具備品	土地	決定係数	基本ケース(5%タイル刻み)の決定係数	
								内固定型	内凸型
比例方式	第1期(1982-86)	10-90	-10_90-	-10_90-	-10_90-	10-90	0.0998	0.0947	0.0979
	第2期(1987-91)	20-80	-20_80-	20-80	-10_90-	40-60	0.2105	0.2095	0.2066
	第3期(1992-97)	10-90	-10_90-	20-80	-10_90-	-30_70-	0.1257	0.1188	0.1310
	第4期(1998-2004)	全凸	全凸	全固定	-10_90-	-10_90-	0.1243	0.1023	0.1544
簿価方式	第1期(1982-86)	全凸	-10_90-	-10_90-	全凸	-10_90-	0.1391	0.1296	0.1404
	第2期(1987-91)	-20_80-	全凸	10-90	20-80	10-90	0.2279	0.2152	0.2054
	第3期(1992-97)	-10_90-	全凸	10-90	全凸	-30_70-	0.1790	0.1673	0.1786
	第4期(1998-2004) (同着あり)	10-90	-10_90-	40-60	-10_90-	全凸	0.1490	0.1411	0.1691
ゼロ方式	第1期(1982-86)	全凸	-20_80-	-40_60-	全凸	-10_90-	0.1794	0.1604	0.1795
	第2期(1987-91)	20-80	全凸	-20_80-	20-80	-10_90-	0.2585	0.2528	0.2311
	第3期(1992-97)	全凸	-10_90-	30-70	全凸	-40_60-	0.2468	0.2298	0.2442
	第4期(1998-2004)	30-70	10-90	-20_80-	全凸	20-80	0.2936	0.2922	0.2884

注 内固定型(無地)は表示されたパーセンタイルの内側が、内凸型(水色)は表示されたパーセンタイルの外側が固定費用型の範囲に対応する。

表3: 幅50%タイル固定モデル: 決定係数が最大となったパーセンタイル

内固定外凸型, 5%タイル刻み

		建物・構築物	機械装置	船舶・車両運搬具	工具器具備品	土地	決定係数	内凸型(本表下)との比較	基本ケースの内固定型(表1上)との比較
比例方式	第1期(1982-86)	10-60	25-75	5-55	10-60	40-90	0.0928	○	
	第2期(1987-91)	5-55	45-95	20-70	40-90	35-85	0.1615		
	第3期(1992-97)	10-60	45-95	20-70	35-85	35-85	0.1147		
	第4期(1998-2004)	5-55	5-55	40-90	5-55	30-80	0.0943		
簿価方式	第1期(1982-86)	5-55	25-75	45-95	5-55	40-90	0.1273	○	
	第2期(1987-91)	5-55	45-95	5-55	20-70	35-85	0.2169	○	○
	第3期(1992-97)	5-55	45-95	10-60	20-70	35-85	0.1657	○	
	第4期(1998-2004)	5-55	5-55	40-90	10-60	15-65	0.1258		
ゼロ方式	第1期(1982-86)	5-55	10-60	40-90	5-55	40-90	0.1541	○	
	第2期(1987-91)	5-55	10-60	40-90	20-70	45-95	0.2505	○	
	第3期(1992-97)	5-55	40-90	30-80	25-75	10-60	0.2275	○	
	第4期(1998-2004)	35-85	5-55	5-55	15-65	5-55	0.2896	○	

内凸外固定型, 5%タイル刻み

		建物・構築物	機械装置	船舶・車両運搬具	工具器具備品	土地	決定係数	内固定型(本表上)との比較	基本ケースの内凸型(表1下)との比較
比例方式	第1期(1982-86)	-45_95-	-15_65-	-15_65-	-45_95-	-35_85-	0.0905		
	第2期(1987-91)	-45_95-	-35_85-	-30_80-	-45_95-	-45_95-	0.1863	○	
	第3期(1992-97)	-20_70-	-20_70-	-45_95-	-45_95-	-35_85-	0.1224	○	
	第4期(1998-2004)	-20_70-	-45_95-	-5_55-	-45_95-	-5_55-	0.1150	○	
簿価方式	第1期(1982-86)	-45_95-	-20_70-	-10_60-	-45_95-	-35_85-	0.0938		
	第2期(1987-91)	-45_95-	-30_80-	-45_95-	-45_95-	-35_85-	0.1746		
	第3期(1992-97)	-25_75-	-20_70-	-25_75-	-15_65-	-35_85-	0.1238		
	第4期(1998-2004)	-5_55-	-45_95-	-15_65-	-45_95-	-5_55-	0.1628	○	
ゼロ方式	第1期(1982-86)	-45_95-	-30_80-	-5_55-	-45_95-	-40_90-	0.1110		
	第2期(1987-91)	-45_95-	-30_80-	-45_95-	-45_95-	-45_95-	0.2079		
	第3期(1992-97)	-30_80-	-20_70-	-40_90-	-10_60-	-35_85-	0.1577		
	第4期(1998-2004)	-5_55-	-40_90-	-45_95-	-45_95-	-45_95-	0.1901		

- 注
1. 内固定型は表示されたパーセンタイルの内側が、内凸型は表示されたパーセンタイルの外側が固定費用型の範囲に対応する。
 2. 決定係数の比較欄(右2列)の○印は、比較対象に比べて決定係数が高いことを示す。

表4: 1 閾値モデル: 決定係数が最大となったパーセンタイル

上固定型, 10%タイル刻み

	建物・構築物	機械装置	船舶・車両運搬具	工具器具備品	土地	決定係数	下固定型との比較	内固定・内凸混合ケース(表2)との比較	
比例方式	第1期(1982-86)	90-100	90-100	80-100	90-100	90-100	0.1163	○	○
	第2期(1987-91)	90-100	全凸	70-100	全固定	90-100	0.2103		
	第3期(1992-97)	80-100	90-100	20-100	60-100	20-100	0.1282	○	○
	第4期(1998-2004)	90-100	全凸	30-100	全凸	90-100	0.1280		○
	(同着あり)	同上	同上	40-100	同上	同上	同上		(○)
簿価方式	第1期(1982-86)	全凸	90-100	80-100	全凸	90-100	0.1438		○
	第2期(1987-91)	全凸	全凸	10-100	70-100	90-100	0.2055		
	第3期(1992-97)	80-100	全凸	全固定	全凸	20-100	0.1826		○
	第4期(1998-2004)	90-100	全凸	40-100	全凸	90-100	0.1508		○
	ゼロ方式	第1期(1982-86)	全凸	10-100	30-100	全凸	40-100	0.1898	○
第2期(1987-91)		90-100	全凸	90-100	80-100	90-100	0.2410		
第3期(1992-97)		全凸	90-100	10-100	全凸	全固定	0.2422		
(同着あり)		同上	同上	20-100	同上	同上	同上		
第4期(1998-2004)		全凸	10-100	80-100	全凸	全凸	0.2885		
(同着あり)	同上	20-100	同上	同上	同上	同上			

下固定型, 10%タイル刻み

	建物・構築物	機械装置	船舶・車両運搬具	工具器具備品	土地	決定係数	上固定型との比較	内固定・内凸混合ケース(表2)との比較	
比例方式	第1期(1982-86)	0-60	0-70	0-70	0-30	0-90	0.1110		○
	第2期(1987-91)	0-80	0-90	0-90	全固定	0-90	0.2135	○	○
	第3期(1992-97)	0-90	0-90	0-90	0-60	0-20	0.1259		○
	第4期(1998-2004)	0-90	0-20	0-90	0-30	0-80	0.2468	○	○
	(同着あり)	同上	0-30	同上	同上	同上	同上	(○)	(○)
簿価方式	第1期(1982-86)	0-40	全固定	0-80	0-10	0-90	0.1456	○	○
	第2期(1987-91)	0-90	全凸	0-90	0-80	0-90	0.2304	○	○
	第3期(1992-97)	0-90	全凸	0-80	0-10	0-30	0.1877	○	○
	(同着あり)	同上	同上	同上	同上	0-40	同上	(○)	(○)
	(同着あり)	同上	同上	同上	同上	0-50	同上	(○)	(○)
第4期(1998-2004)	0-90	0-20	0-90	全凸	全凸	0.1526	○	○	
ゼロ方式	第1期(1982-86)	全凸	全固定	0-90	全凸	全固定	0.1785		
	第2期(1987-91)	0-80	0-10	0-90	0-80	0-90	0.2618	○	○
	第3期(1992-97)	全凸	全固定	0-80	全凸	全固定	0.2443	○	
	第4期(1998-2004)	0-10	0-90	0-90	全凸	0-80	0.2950	○	○

- 注
1. 表示されたパーセンタイルはすべて固定費用型の範囲に対応する。
 2. 決定係数の比較欄(右2列)の○印は、比較対象に比べて決定係数が高いことを示す。

補論 数値解析による最適投資行動導出の例

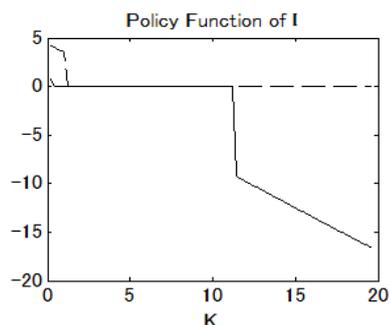
固定的な調整費用や投資の非可逆性を導入した投資のモデルでは、閉形式 (closed form) の最適解を得ることが難しいため、数値解析によるアプローチを行うことが多く、設備投資研究に不可欠な分析ツールの一つとなっている。そこで補論では、こうしたテクニックを用いた分析の一例を紹介する (詳しくは外木 (2013) を参照)。

1. 2種類の固定的調整費用のモデル

本文(4)式の各パラメータの値を、 $(\alpha, p, \delta, \beta, \mu, F) = (0.7, 0.5, 0.1, 0.5, 0.9, 0.1)$ とする。また、生産性ショックについては、 $A' = \mu + 0.6A + \varepsilon$ ($\mu = 0.4, E[\varepsilon] = 0, std[\varepsilon] = 0.2$)の自己回帰過程を、バッド・ショックとグッド・ショックの2つの状態が発生するマルコフ過程に近似し、その実現値と推移確率は以下の通りであるとする。

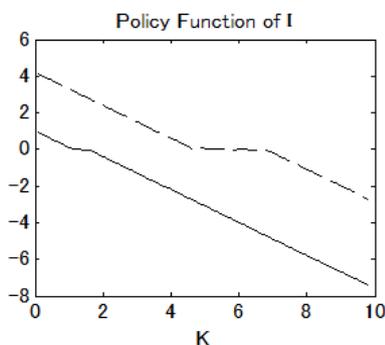
$$A = [0.75 \quad 1.25]' \quad \pi = \begin{bmatrix} 0.933 \dots & 0.066 \dots \\ 0.066 \dots & 0.933 \dots \end{bmatrix}$$

この場合、期初の資本ストック K (動的計画法の状態変数) の各値に対し、下図のような投資 I の最適解が得られる (実線はバッド・ショック、点線はグッド・ショックに対応)。



2. 投資の非可逆性のモデル

本文(5)式の各パラメータの値を、 $(\alpha, p_b, p_s, \delta, \beta) = (0.7, 0.5, 0.46, 0.1, 0.5)$ とする。生産性ショックに関する想定はケース1と同様とする。この場合の最適解は下図のようになる。



以上2つのケースの数値解析の結果からは、固定的な調整費用の場合、ゼロ投資の領域と閾値を超えた時のジャンプが両方生じるのに対し、投資の非可逆性の場合、ゼロ投資の領域はあってもそこからのジャンプは生じないという違いが確認できる。

参考文献

- Abel, A.B. (1980), "Empirical Investment Equations: An Integrative Framework," in: K.Brunner and A.H. Meltzer, eds., *On the State of Macroeconomics*, Vol.12 of the Carnegie-Rochester Conference Series, pp. 39-91.
- Abel, A.B. (1983), "Optimal Investment Under Uncertainty," *American Economic Review*, 73, pp. 228-233.
- Abel, A. B. and O. J. Blanchard (1986). "The Present Value of Profits and Cyclical Movements in Investment." *Econometrica*, 54, pp. 249-273.
- Abel, A.B. and J.C. Eberly (1994), "A Unified Model of Investment Under Uncertainty," *American Economic Review*, 84, pp. 1369-1384.
- Abel, A. B. and J. C. Eberly (2002). "Investment and q with Fixed Costs: An Empirical Analysis," mimeo, Northwestern University.
- Arrow, K. J. (1968), "Optimal Capital Policy with Irreversible Investment," J. N. Wolfe ed. *Value, Capital, and Growth, Essays in Honor of Sir John Hicks*, Edinburgh University Press, pp. 1-19.
- Barnett, S. and P. Sakellaris (1998), "Non-linear Response of Firm Investment to Q : Testing a Model of Convex and Non-convex Adjustment Costs," *Journal of Monetary Economics*, 42, pp. 261-288.
- Boca, A.D., M. Galeotti, and P.Rota (2008), "Non-convexities in the Adjustment of Different Capital Inputs: A Firm Level Investigation," *European Economic Review*, 52, pp.315-337.
- Bond, S. D. and J. G. Cummins (2000), "The Stock Market and Investment in the New Economy: Some Tangible Facts and Intangible Fictions," *Brookings Papers on Economic Activity*, 2000:1, pp. 61-124.
- Bond, S. and J. Van Reenen (2007), "Microeconomic Models of Investment and Employment," J. Heckman and E. E. Leamer eds., *Handbook of Econometrics*, North Holland, pp. 4417-4498.
- Bontempi, E., A. D. Boca, A. Franzosi, M. Galeotti, and P.Rota (2005), "Capital Heterogeneity:

- Does it Matter? Fundamental Q and Investment on a Panel of Italian Firms,” *RAND Journal of Economics*, 35, pp.674-690.
- Caballero, R. (1999), “Aggregate Investment,” J. B.Taylor and M. Woodford eds., *Handbook of Macroeconomics*, North Holland, pp. 813-862.
- Caballero, R.J., and E. Engel (1999), “Explaining Investment Dynamics in U.S. Manufacturing: A Generalized (S, s) Approach,” *Econometrica*, 67.
- Caballero, R. J., E. Engel, and J. C. Haltiwanger (1995), “Plant-Level Adjustment and Aggregate Investment Dynamics,” *Brookings Papers on Economic Activity*, 1995:2, pp. 1-54.
- Caballero, R. J., J. C. Haltiwanger, and L. Power (1999), “Machine Replacement and the Business Cycle: Lumps and Bumps,” *American Economic Review* 89, pp. 921-946.
- Caballero, R. J., and J. Leahy (1996), “Fixed costs: The Demise of Marginal q ”, NBER Working paper No. 5508.
- Chirinko, R. S. (1993), “Multiple Capital Inputs, Q , and Investment Spending,” *Journal of Economic Dynamics and Control*, 17, pp. 907-928.
- Chirinko, R. S. and H. Schaller (2001), “Business Fixed Investment and ‘Bubbles’: The Japanese Case,” *American Economic Review*, 91, pp. 663-680.
- Christiano, L. J., M. Eichenbaum, and C. L. Evans (2005), “Nominal Rigidities and the Dynamic Effects of a Shock to Monetary Policy,” *Journal of Political Economy*, 113, pp. 1-45.
- Cooper, R. and J. C. Haltiwanger (2006), “On the Nature of Capital Adjustment Costs,” *Review of Economic Studies*, 73, pp. 611-633.
- Cummins, J. G., K. A. Hassett, and S. D. Oliner (2006), “Investment Behavior, Observable Expectations, and Internal Funds,” *American Economic Review*, 96, pp.796-810.
- Davis, S. J., J. C. Haltiwanger and S. Schuh (1996), *Job Creation and Destruction*, MIT Press.
- Dixit, A., and R. Pindyck (1994), *Investment under Uncertainty*. Princeton University Press.

- Doms, M. and T. Duune (1998) "Capital Adjustment Patterns in Manufacturing Plants," *Review of Economic Dynamics*, 1, pp. 409-429.
- Eberly, J. C. (1997), "International Evidence on Investment and Fundamentals," *European Economic Review*, 41, pp. 1055-1078.
- Eberly, J. C., S. Rebelo, and Nicolas Vincent (2011). "What Explains the Lagged Investment Effect?," NBER Working Papers 16889.
- Erickson, T. and T. Whited. (2000), "Measurement Error and The Relationship between Investment and Q ," *Journal of Political Economy*, 108, pp. 1027-1057.
- Gilchrist, S. and C. Himmelberg (1995), "The Role of Cash Flow in Reduced-Form Investment Equations," *Journal of Monetary Economics*, 36, pp. 541-572.
- Goolsbee, A. and D. Gross, (1997), "Estimating Adjustment Costs with Data on Heterogeneous Capital Goods," NBER Working Paper No. 6342.
- Gort, M. (1963), "Analysis of Stability and Change in Market Shares," *Journal of Political Economy*, 71, pp. 51-63.
- Gould, J. P. (1968), "Adjustment Costs in the Theory of Investment of the Firm," *Review of Economic Studies*, 35, pp. 47-56.
- Gould, J. P. (1968), "Adjustment Costs in the Theory of Investment of the Firm," *Review of Economic Studies*, 35, pp. 47-56.
- Hartman, R. (1972), "The Effects of Price and Cost Uncertainty on Investment," *Journal of Economic Theory*, 5, pp. 258-266.
- Hayashi, F. (2000), "The Cost of Capital, Q , and the Theory of Investment Demand," in L. Lau ed., *Econometrics Vol.2 Econometrics and the Cost of Capital*, MIT Press, pp. 55-83.
- 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.

Honda, Y., and K. Suzuki (2000). "Estimation of the Investment Thresholds of Large Japanese Manufacturers," *Japanese Economic Review*, 51, pp. 473–491.

Hubbard, R. G. (1998), "Capital-market Imperfections and Investment," *Journal of Economic Literature*, 36, pp. 193-225.

Hubbard, R. G. and A. K. Kashyap (1992), "Internal Net Worth and the Investment Process: An Application to U.S. Agriculture," *Journal of Political Economy*, 100, pp. 506-534.

Lucas, R. E. (1967), "Adjustment Costs and the Theory of Supply," *Journal of Political Economy*, 75, pp. 321-334.

Lucas, R.E. and E. Prescott (1971), "Investment under Uncertainty," *Econometrica*, 39. pp. 659-682.

McGuckin, R. and G. Pascoe (1988), "The Longitudinal Research Database: Status and Research Possibilities," *Survey of Current Business*, 68, pp. 30-36.

Mussa, M. (1977), "External and Internal Adjustment Costs and the Theory of Aggregate and Firm Investment," *Economica*, 44 , pp. 163-178.

Nickell, S. (1978), *The Investment Decisions of Firms*, Cambridge University Press.

Oliner, S.D., G.D. Rudebusch and D. Sichel (1995), "New and Old Models of Business Investment: A Comparison of Forecasting Performance," *Journal of Money, Credit and Banking*, 27, pp. 806-826.

Oliner, S.D., G.D. Rudebusch and D. Sichel (1996), "The Lucas Critique Revisited Assessing the Stability of Empirical Euler Equations for Investment," *Journal of Econometrics*. 70, pp. 291-316.

Philippon, T. (2009), "The Bond Market's q ," *Quarterly Journal of Economics*, 124, pp. 1011-1056.

Schaller, H. (1990), "A Re-examination of the Q Theory of Investment Using U.S. Firm Data," *Journal of Applied Econometrics*, 5, pp. 309-325.

- Tobin, J. (1969), "A General Equilibrium Approach to Monetary Theory," *Journal of Money, Credit, and Banking*, 1, pp. 15-29.
- Uchida, I., Y. Takeda, and D. Shirai (2012), "Technology and Capital Adjustment Costs: Micro Evidence of Automobile Electronics in the Auto-parts Suppliers," RIETI Discussion Paper Series 12-E-001.
- Uzawa, H. (1969), "Time Preference and the Penrose Effect in a Two-Class Model of Economic Growth," *Journal of Political Economy*, 77, pp. 628-652.
- Yoshikawa, H. (1980), "On the "q" Theory of Investment," *American Economic Review*, 70, pp. 739-743.
- Whited, T. M. (1992), "Debt, Liquidity Constraints, and Corporate Investment: Evidence from Panel Data," *Journal of Finance*, 47, pp.1425-1460.
- Whited, T. M. (1998), "Why Do Investment Euler Equations Fail?" *Journal of Business & Economic Statistics*, 16, pp. 479-488
- Wildasin, D. E. (1984), "The q Theory of Investment with Many Capital Goods," *American Economic Review*, 74, pp. 203-210.
- 浅子和美・國則守生 (1989), 「設備投資理論とわが国の実証研究」, 宇沢弘文編, 『日本経済：蓄積と成長の軌跡』, 東京大学出版会, pp. 151-182.
- 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』, 10-3.
- 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』, 11-4.
- 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, pp. 323-349.
- 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』, 61, pp. 325-341.

- 池田大輔・西岡慎一 (2006a), 「不確実性下における企業の設備投資行動—リアルオプション理論に基づいた実証分析」, 日本銀行ワーキングペーパーシリーズ No. 06-J-09.
- 池田大輔・西岡慎一 (2006b), 「断続的な設備投資 (Lumpy Investment) : Generalized (S,s) モデルに基づいた分析」, 日本銀行ワーキングペーパーシリーズ No. 06-J-15.
- 大瀧雅之・鈴木和志 (1986), 「トービンの q と利潤率・割引率の変動」, 『国民経済』, 152.
- 大瀧雅之・柳沼寿 (2012), 「企業成長と人的資本の蓄積: 経営権と企業成長のコンフリクト」, DBJ Discussion Paper Series, No.1208.
- 小川一夫・北坂真一 (1995), 「資産市場における企業評価と設備投資」, 本多佑三編『日本の景気』有斐閣, pp. 23-47.
- 小川一夫・北坂真一 (1998), 『資産市場と景気変動—現代日本経済の実証分析』, 日本経済新聞社.
- 神林龍 (2008), 「北米における政府統計個票公開の現状に関する調査報告—米国労働統計局, 米国センサス局およびカナダ統計局のオンサイトリサーチを中心に—」, 『経済研究』, 59, pp. 164-186.
- 嶋恵一 (2005), 「設備投資の断続性—工具器具有形固定資産によるハザード分析」, 『電力経済研究』, 54, pp. 1-17.
- 鈴木和志 (2001), 『設備投資と金融市場—情報の非対称性と不確実性』, 東京大学出版会.
- 鈴木和志・本多佑三 (2013), 「非線形設備投資関数: 区分的線形関数によるアプローチ」, mimeo.
- 外木好美 (2013), 「数値解析による最適投資行動の比較」, 『商経論叢』.
- 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』, 31-2.
- 中村保 (2003), 『設備投資行動の理論』, 東洋経済新報社.

堀敬一・齊藤誠・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』, 25-4.

宮川努 (2005),『長期停滞の経済学－グローバル化と産業構造の変容－』,東京大学出版会.

宮川努・田中賢治 (2009),「設備投資分析の潮流と日本経済－過剰投資か過小投資か」, 深尾京司編『バブル/デフレ期の日本経済と経済政策 1 : マクロ経済と産業構造』, 慶應義塾大学出版会, pp. 87-128.