

# 成長機会価値に対する研究開発投資と 変動性の効果

鄭 義 哲

本研究は、1995年から2002年までの日本の製造業を対象にして、次の二点について検証を行っている。まず一番目は、成長機会の価値（The Value of Growth Opportunities）とR&D投資との関連性について実証を行なった。その結果両者には統計的に有意にプラスの関係があることが分かった。二番目は、成長機会の価値と変動性との関係を通して、オプション理論との整合性の検証を行った。企業の成長機会（投資機会）はよくオプションに例えられる。なぜなら、企業は状況によって投資を延期するかあるいは拡張するかなどの義務ではない権利を持っているからである。このように成長機会をオプションとして捉えた場合、成長機会の価値（オプションの価値）と変動性（ボラティリティ）には正の関係が予想される。本研究で行なった実証の結果でも、両者が統計的に有意に正の関係であることが確認された。これらの結果は、R&D投資は成長オプションを創出し、それは企業価値の増大につながるということを示唆している。

## 1. はじめに

近年企業価値を生み出すバリュー・ドライバーとして、R&D投資のような無形資産投資が大いに注目されるようになった。経済統計によれば、世界的にも固定資産投資の対GDP比率は概して減少傾向にあるのに対し、無形資産投資は増大傾向にあるという<sup>1</sup>。

---

<sup>1</sup> 古賀智敏 [2003]

企業にとってR&D投資をするということは、現在の投資によって将来成長機会 (growth opportunities) が発生した時に選択的な資本的支出を実施して得られるであろうプラスの期待収益に対するオプションを保有することに他ならない。つまり、R&D投資は企業内部で成長オプションを創設するコストと考えることができるのである。

また研究開発活動が直接的に商品化にまで結びつかなくても、投資自体の意味がなくなるわけではない。例えば後藤 [1993] は、研究開発に失敗したとしても研究開発を通して得られる学習 (learning) 効果は知識ストックとして企業の内部に残るといふ。企業は研究開発投資を行うことによって、イノベーション活動の最終的な成果だけでなく、他の関連する新しい知識 (new knowledge) の吸収や適用がより容易になるという (Lev / Sougiannis [1996])。

したがってこのようなオプションをたくさん保有している企業に対して市場での評価は、相対的にそうでない企業についての評価とは異なってくるのが考えられる。多くの海外の先行研究は、研究開発投資は企業価値の増大に影響を与えていることを報告している。

Chauvin / Hirshey [1993] やBen Zion [1978] は、株式時価総額で計った企業価値に対する研究開発費や広告支出などの無形資産投資の効果についての実証を行なった。その結果、研究開発費は企業価値にプラスの影響を与えており、これは研究開発投資の資産的な側面を示唆していることであると報告している。もちろん回帰を行なう時には、企業価値に影響を与えると考えられる他のファクターをコントロールして分析を行なっている。Chauvin / Hirshey [1993] では、キャッシュフロー、リスク、成長性変数、マーケットシェアを用いており、Ben Zion [1978] では自己資本簿価、収益 (net income)、市場 $\beta$ を用いている。

他にOttoo [2000] は、株式時価総額から純資産簿価を引いた値を成長機会価値の代理変数として定義し、R&D投資との関係について分析を行なった。サンプルを新興企業 (emerging) と成熟企業 (mature) の二つのグループに分けて<sup>2</sup> R&D投資や特許関連変数を含む複数の説明変数を用いて分析を行って

<sup>2</sup> グループ分けの基準はサンプル期間中、現金配当を実施していない企業を新興企業と分類している。

る。

その結果、R&D投資にかかる係数に関しては、新興企業の場合は有意にプラスの効果を与えているのに対して成熟企業は反対に負であったという。成熟企業のR&D投資にかかる係数の負の符号に関してOttoo [2000] は、フリーキャッシュフローにかかわる過多投資問題 (Jensen [1986]) と関連づけて解釈している (つまり不確実なペイオフをもたらすリスクなR&Dへの投資はムダである)。

次に日本の研究の中で、R&D投資と企業価値 (株式時価総額) の関連性に関しての先行研究としては市川/中野 [2005] がある。彼らは1980年から2001年までを標本期間とし、医薬品と化学工業業種に属している49社を対象に、研究開発投資と企業価値との関連性について実証を行ない、研究開発費と企業価値の間にはプラスの関係があることを報告している。

本稿ではこのような先行研究の結果を踏まえ、日本の製造業を対象にして実証分析を行ない、次の二つの点について検証することを目的とする。一番目は、企業価値の一部を占めている成長機会の価値とその価値を創出する一つのファクターとして考えられるR&D投資との関連性についてである。企業の成長機会の価値 (the value of growth options or growth opportunities) の重要性に関しては今までいろいろな先行文献で指摘されてきた (Kester [1984], Pindyck [1988], Brealey / Myers [1997] など)。しかしこれらの先行研究のほとんどは、株式の時価総額から、何らかの現有資産の価値の代理変数を引いて得られる差額としての企業の成長機会価値の存在を認識するというところのみに重点をおき、実際にデータを用いて実証分析を行った研究はほとんどない。その中でOttoo [2000] は、R&D投資が持っているオプション的な特徴に注目して、米国の企業を対象に、成長機会価値とR&D投資との関連性に関しての実証分析を行っており、本稿でも研究のアイディアはOttoo [2000] に基づいている。

二番目は、成長機会の価値とオプション理論との整合性の検証を行う。企業の成長機会 (投資機会) はよくオプションに例えられる。なぜなら、企業は状況によって投資を延期するかあるいは拡張するかなどの義務ではない権利 (オ

プション)を持っているからである。このように成長機会をオプションとして捉えた場合、成長機会の価値(オプションの価値)とその価値を生成するファクターとの符号条件は、オプション理論から類推することができるであろう。特に本稿では、変動性と成長機会の価値の関係に注目する。というのは変動性(ボラティリティ)はオプションの価値を決める一番重要な要素であるからである。

本稿の構成は以下の通りである。2節では本稿で用いているデータや分析で導入している各変数について説明する。3節では、実証方法について説明する。4節で分析結果を述べ、5節で全体をまとめる。

## 2. データ及び変数作成

### 2. 1 データ

企業財務データや株価関連データは、野村総合研究所のデータベース(AURORA Data Line)から入手した。データを取る期間は1990年から2002年までであるが、分析に用いる変数作成(市場ベータ、売上伸び率の標準偏差)の時、最初の5年間は失われるため、実際の分析対象期間は、最終的には1995年から2002年までの8年間となった。また、本稿で分析に用いた財務データは、すべて連結決算ベースの数値である。

サンプルとしては、東証1部上場企業に属する製造業を選んだ。また、データベースで入手可能な製造業813社の中で、データ(研究開発費<sup>3</sup>、売上高)が一つでも欠損している企業や決算期が3月ではない企業は標本から除外した。

データの抽出の手順は次の通りである。まず、1990年から2002年まで継続して研究開発費のデータ(連結決算数値)が入手可能な企業を収集し(189社)、その中で他の変数作成のため必要なデータが取れる企業をもう一度抽出した結果、標本数は最初の年813社から最終的に年当たり170社になった。

---

<sup>3</sup> 有価証券報告書をデータソースとしている。なお研究開発費は、製造原価内の研究開発費および販管費内の研究開発費の合計値である。その該当科目は、研究開発費、技術研究費、試験研究費、調査研究費、試作開発費、商品開発費である。

なお、本稿で用いているサンプルは全部で14産業群から構成されており、その内訳は次の通りである。食料品（5）、繊維製品（10）、輸送用機器（8）、非鉄金属（12）、電気機器（41）、鉄鋼（4）、精密機器（6）、金属製品（4）、機械（26）、化学（31）、医薬（11）、パルプ・紙（2）、ガラス・土石製品（7）、その他製品（2）である。

## 2. 2 変数の作成

### 2. 2. 1 説明変数

研究開発投資と成長機会の価値との関係をみてみるため、次のような変数を考慮した上で、研究開発投資にかかる回帰係数の有意性を判断する。変数としては、一般的に価値創出と関係があると思われる収益性変数、規模変数、成長性変数を用いた。なお、オプション理論との整合性を見るために組み込む変動性変数は、2つの代理変数を用いる。それぞれの変数についての説明は以下の通りである。

第1にR&D投資は当期（フロー）の研究開発費と、過去から累積されてきたストックとしての研究開発費の累計額の二つを用いた。現在の成果は、当期のR&D投資のみではなく過去に行った投資の効果に起因していると考えられるからである。そこで本稿ではR&D投資変数として、当期のR&D投資額（ $R\&D_{it}$ ）と、当期と過去2年間のR&D投資額を合計したもの（ $R\&D_{it} + R\&D_{it-1} + R\&D_{it-2}$ ）の両方を用いる。後者はR&D投資ストックの簡便的な代理変数として用いている。第2に収益性変数としては、企業の業績をみる代表的経営指標である経常利益を説明変数に組み込んで分析を行なう。経常利益は企業の現有資産から発生する収益であるので、説明変数に加えることによって、成長機会の価値に貢献する現有資産の部分をコントロールする役割もする。またもう一つの収益性の指標としては、経常利益以外にEVA<sup>4</sup>（Economic Value Added, 経済付加価値）数値を使用した。EVAは、本稿で成長機会の価値の代理変数として用いているPVGO 1（株式時価総額－自己資本簿価）と理論的に密接な関

<sup>4</sup> EVA＝税引き後営業利益－資本費用＝税引き後営業利益－（負債費用＋株主資本費用）

係にある<sup>5</sup>。須澤淳 [2003] はEVAを含む幾つかの利益指標の株価説明力に関する実証を行なった。その結果EVAは、株価に対する説明力は全体的に営業利益や経常利益よりは落ちるが、MVAを被説明変数とする場合には、利益変数に匹敵する説明力を持っていると述べている。そこでEVA変数は須澤淳 [2003] に倣って次のように算出した。

$$\text{EVA} = (\text{経常利益} + \text{支払利息} \cdot \text{割引料}) \times (1 - \text{法人税率}) \\ - \text{加重平均資本コスト (WACC)} \times \text{平均投下資本}$$

ここで平均投下資本は有利子負債と株主資本簿価の合計の期首と期末の平均値である。また、法人税率は40%としている。

第3に規模変数としては、総資産の対数値を分析に用いる。一般的に成長機会の代理変数としてよく用いられている株価/収益 (PER) や株価純資産倍率 (PBR) は大型企業であるほど高い傾向があるという (Keim [1986])。したがって成長機会の価値と研究開発投資との間に正の関係があるとしても、それは単なる規模と成長機会との関係を表している可能性がある。第4に成長性指標としては、次の式で算出される過去5年間における資産の成長率を用いる<sup>6</sup>。

$$\text{資産の成長率} = \sqrt[5]{\frac{\text{資産}_t}{\text{資産}_{t-5}}} - 1$$

第5に変動性変数を取り上げる。金融オプションにおいてその価値を決定づける一番重要な要素は、原資産のボラティリティ (変動性) であろう。将来の原資産の価値の変動が大きいほど、オプションの価値は高くなる。なぜなら、オプションの買い手は、損失の限度はオプションを購入したコストに制限しているのに対して、将来原資産の価値が上昇した時に得られるであろう利益の上限は限度がないからである。したがって本稿で用いている成長機会 (成長オプション, リアル・オプション) の価値を、オプションの考え方で捉えると、変

<sup>5</sup> MVA (Market Value Added, 市場付加価値) =  $\sum EVA_n / (1+k)^n$ 。ここでMVAは次のように定義される。MVA = 企業価値 - 投下資本 = {株式時価総額 + 負債(時価)} - {株主資本(簿価) + 負債(簿価)} = 株式時価総額 - 株主資本(簿価) (須澤淳 [2003])

<sup>6</sup> 他に成長性指標として売上の成長率 (同じ式で算出) も用いてみたが、研究開発投資と変動性の統計的有意性を判断する上での結果の差は見られなかったので資産の成長率だけ用いた。

動性<sup>7</sup>とはプラスの関係が予想される。

本稿では変動性の尺度として次の2つを用いる<sup>8</sup>。一つは株価の変動性で、Ottoo [2000]、Chauvin / Hirshey [1993] を参考にし、各年度の3月末の時点において過去52週の間で一番高い株価と一番低い株価の比率の自然対数  $\left[ \text{Ln} \left( \frac{\text{high}}{\text{low}} \right) \right]$  を用いている（以下、変動性1とする）。Ottoo [2000] と Chauvin / Hirshey [1993] では、同一変数を用いているが、その目的は異なる。前者は本稿と同様、成長機会の価値を被説明変数とし、プロジェクトの変動性の代理変数として分析に用いており、結果は統計的に有意ではないがプラスと報告している。これに対して後者は、企業価値（株式時価総額）に対するR&D投資の効果を計るために、企業価値に影響を与えるリスク要素をコントロールする目的で導入しており、その符号は負であると報告している。本稿で用いるもう一つの変動性の代理変数は、売上の変動性で、売上の年間成長率の自然対数の5年間における標準偏差を用いている（以下、変動性2とする）。

## 2. 2. 2. 被説明変数（成長機会の価値）

企業価値の一部には、将来企業によって選択的に行われるプロジェクトからの収益の現在価値（リアル・オプション）が反映されている（Myers [1977]）。

企業価値＝現有資産の価値＋成長機会の価値(PVGO)

Kester [1984] によると、平均的に企業の市場価値の50%以上が将来の成長機会の価値で占められているという。しかし実際に企業価値を、現有資産の貢献分と将来の成長機会の貢献分の二つに分けることは不可能である。したがって実証を行なうためには代理変数を用いざるをえない。そこで本稿では既存研究を参考にして企業の成長機会の価値の代理変数として次の二つの変数を用いている<sup>9</sup>。一つは、期末株式時価総額－期末株主資本簿価（＝以下、PVGO 1

<sup>7</sup> リアル・オプション・アプローチにおいて原資産は投資プロジェクトに該当し、変動性はプロジェクトに関わる不確実性に当るであろう。

<sup>8</sup> 変動性の代理変数として他にも、1年間の日次株価収益率の標準偏差も分析に用いたが、符号条件はプラスであったが、統計的有意性は不安定であった。

とする)である。もう一つは、[期末株式時価総額－(収益の割引現在価値額)] (=以下、PVGO 2 とする<sup>10</sup>)。ここで、収益の割引現在価値額というのは、当期純利益を資本資産評価モデル (CAPM) で導かれた企業固有の割引率で割引いた永続価値、 $\frac{\text{純利益}_{i,t}}{r_{i,t}}$  のことである。つまり理論上は、現有資産からの収益の成長率をゼロと仮定することによって、現有資産の拡張などによる価値の増加は成長機会の価値には反映されないことになる。また企業の最終利益である純利益 (株主の取り分) を用いることによって、成長機会価値の代理変数 PVGO 2 は、株主にとっての成長オプションの価値に該当する。なお被説明変数 PVGO 1 と PVGO 2 は、成長機会の価値 (成長オプションの価値) は正であるという前提を満たす標準だけに限った。なぜなら、成長機会の価値をオプション理論から捉えると、オプションの価値はマイナスにはならないからである<sup>11</sup>。

### 3. 実証方法

研究開発投資と成長機会の価値との関連性を調べるために、本節では次のような方法で分析を行った。まず企業の成長機会の価値を表す代理変数 PVGO 1 と PVGO 2 を上記で述べた方法で年度ごとに作成する。次に両変数を被説明変数として、年度別クロス・セクション回帰分析を行なう。その後、年度をプールしたものをそれぞれ PANEL A (1066社) と PANEL B (869社) と定義し、各

<sup>9</sup> 次は先行研究で用いられている現有資産の価値の代理変数を整理したものである。

- ・Kester [1984] : EPS/割引率。EPSは単年度の予想値を用いている。現有資産からの収益の現在価値を計算する時、すべての企業に同じ割引率を適用している。
- ・Brealy / Myers [1996] : EPS/割引率。Kesterとは異なり、分子のEPSを単年度ではなくて2年間 (現在と次の年) の予想EPSの平均値を用いて計算している。そして割引率もKesterと違って資本資産評価モデルを使って各企業の割引率を求めた。
- ・Chung / Charoenwong [1991], Ottoo [2000] : 純資産簿価を用いている

<sup>10</sup> PVGO 2 は純利益の割引き現在価値を求めるために赤字の企業を取り除いた。

<sup>11</sup> 企業の正常収益力として意味がある経常利益の永続価値を用いて時価総額から引いた場合は、成長オプションの価値は正であるという前提を満たさない被説明変数が急激に増えてしまうので純利益の永続価値を用いた。純利益の5年間の平均値で算出した永続価値を用いた分析も行なってみたが、結果にはほとんど影響がなかった。特に被説明変数がPVGO 2 の時は、R & D投資と変動性にかかる係数の統計的有意性は変わらなかった。



標本を分析対象にして次の式（１）と（２）を用いて回帰分析を行なう<sup>12</sup>。

なお式（２）には、オプション理論との整合性を見るため、式（１）の説明変数に変動性の変数を加えて分析を行なう。オプション理論で言えば、オプションの価値は変動性（ボラティリティ）が大きいほど、高くなるので、変動性は成長機会の価値（成長オプションの価値）とはプラスの符号が予想される。

分析時には、各変数（説明変数と被説明変数）を実額ではなく規模変数の売上高で企業規模を調整して行なう。また、誤差項の分散不均一性を考慮し、White [1980] の方法で  $t$  値を補正して各偏回帰係数の有意性を判断することにする。

$$\begin{aligned} \text{成長機会価値}_{it} = & \alpha + \beta (\text{R\&D投資}_{it}) + \gamma (\text{収益性変数}_{it}) + \\ & \delta \log (\text{資産}_{it}) + \zeta (\text{資産の成長率}) + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{成長機会価値}_{it} = & \alpha + \beta (\text{R\&D投資}_{it}) + \gamma (\text{収益性変数}_{it}) + \\ & \delta \log (\text{資産}_{it}) + \zeta (\text{資産の成長率}) + \theta (\text{変動性}_{it}) + \\ & \sum_{i=1}^7 \lambda_i D_i + \sum_{i=1}^3 \pi_i K_i + \varepsilon_i \end{aligned} \quad (2)$$

さらに市場全体の影響と、産業の影響を除去するために年度ダミー ( $D_i$ ) や産業ダミー ( $K_i$ ) を入れて分析を行なう。実際に年度効果がないという帰無仮説と産業効果がないという帰無仮説はF検定を行なった結果、有意水準 1% で棄却された。

ここで産業ダミーに関しては、売上高に対する研究開発費の比率（研究開発集約度）が他の産業より高い数値を見せている医薬品（9.99%）、電気機器（3.89%）、精密機器（4.01%）の 3 業種にダミーを入れて回帰を行なった<sup>13</sup>。既

<sup>12</sup> 研究開発投資とともに代表的な無形資産投資のひとつである広告費を加えて回帰を実施してみたが、広告費の成長機会の価値に対する説明力は発見できなかったため結果には記載していない。分析期間に継続して取れる宣伝・広告費データの利用可能性の制限により、回帰は縮小された406社を対象に行った。なお連結ベースのデータは入手できなかったため宣伝・広告費データだけ単体ベースのデータを用いた。

<sup>13</sup> それぞれの (R&D/売上) は、本稿のサンプルである製造業170社の95年から02年までの平均値である。全体の平均値は3.28%であった。

存研究で成長機会の代理変数としてよく用いているPBR（株価純資産倍率）の水準も、この3業種は他の業種より高い数値を見せている。例えば、1995年から2002年までの標本全体（1360社、170社×8年）のPBR平均値が1.82であるのに対して医薬品は2.17、精密機器は2.30、電気機器は2.02である。特に、ITやバイオ・テクノロジーなどへの成長期待が高かった2000年度の場合は、よりはっきりその差が現れており、2000年度の標本全体170社の平均値が1.81であるのに対して、それぞれ2.65、3.44、2.71の高水準にある。なお、このような傾向は、次の表1から分かるように、分析で被説明変数として用いているPVGO1とPVGO2の平均を見ても同様のことが言えそうである。PVGO1やPVGO2のどの変数においてもこれら3業種の場合は高い水準である<sup>14</sup>。

表1 業種別の成長機会の価値の平均

業 種	pvgo1	pvgo2
ガラス・土石製品	0.523	0.653
そ の 他 製 品	0.252	0.386
パ ル プ ・ 紙	0.227	0.335
医 薬 品	0.951	0.684
化 学	0.317	0.387
機 械	0.557	0.583
金 属 製 品	0.260	0.329
食 料 品	0.369	0.457
精 密 機 器	1.022	0.835
織 維 製 品	0.237	0.358
鉄 鋼	0.236	0.354
電 気 機 器	0.480	0.561
非 鉄 金 属	0.310	0.397
輸 送 用 機 器	0.205	0.261
全 体	0.460	0.500

次に分析で用いる成長機会の価値の一つであるPVGO2を算出するためには、企業の収益から理論的に想定される現有資産の価値を求める必要がある。この時、収益を永続価値に換算するために用いる割引率は、資本資産評価モデル

<sup>14</sup> ITバブルの影響があった2000年度を除いて計算しても、3つの業種は高い数値を見せている。例えば、医薬品は（PVGO1：0.871、PVGO2：0.619）、精密機器は（0.849、0.675）、電気機器（0.423、0.496）である。

(CAPM) で求める。

$$E(r_{i,t}) = r_f + \beta (E(r_m) - r_f)$$

ここで $\beta$ 値は、マーケット・モデルで回帰し求めた。各年度の3月末の時点においてその時点から過去60ヶ月の各企業の月次株価収益率を東証1部株価指数の月次収益率に回帰した。また年度によって変化する市場リスクを反映するために、年度ごとに違うマーケット・リスク・プレミアムを用いる<sup>15</sup>。つまりマーケット・リスク・プレミアム ( $E(r_m) - r_f$ )は、分析期間の95年から02年までの各年度の3月末の時点において、その時点で得られる過去の市場収益率と長期国債（10年物）新発債流通利回りの平均値を用いて算出した。ここで東証1部株価指数の月次収益率の取得開始期間は1970年3月からで、安全資産収益率として用いた長期国債（10年物）新発債流通利回りは、1986年1月からとなっている<sup>16</sup>。なお、安全資産収益率 ( $r_f$ )は、各年度の3月時点における収益率を用いた。

## 4. 結果

### 4. 1 基本統計量及び相関係数

表2と3は分析に用いる変数同士の相関係数を表したものである。

単相関の結果から言えば、成長機会の価値PVGO1やPVGO2と、R&D投資とはそれぞれ24%と15%の正の相関がある。また収益性変数である経常利益とは、PVGO1の場合は約55%で、PVGO2は28%という、R&D投資に比べ相対的に高い相関を見せている。この結果は、成長機会の価値に対するR&D投資の影響を判断するに当たって、現有資産からの収益の影響をコントロールする必要性を物語っている。もう一つの収益性変数として用いたEVAは、理論的に密接な関係にあるPVGO1とは、経常利益よりは低いが、32%の相関を見せている。

<sup>15</sup> 市場収益率として1970年から2002年までの平均値を用い、安全資産収益率は1986年から2002年までの平均値を用いて、分析期間の全期間において同一のマーケット・リスク・プレミアムを適用した分析も行なってみたが、各回帰係数の統計的有意性の結果にはさほど影響はなかった。

<sup>16</sup> 長期国債（10年物）新発債流通利回りのデータは、1986年からしかなかったので、開始期間は1986年からとせざるを得なかった。

実際にEVAは時価総額とは27%の相関（表には記載していない）を見せており、僅かながら時価総額に対してよりPVG0 1（市場付加価値）に対する相関が強いようである。これに対して、PVG0 2との相関は約-10%の結果となっている。他に資産の成長率も成長機会価値とは正の関係にある。

他方、成長機会の価値と変動性の関係に関しては全体的に、オプション理論から予想される符号条件であるプラスの相関を見せてはいるが、その水準は高くない。代理変数として用いている3つの変数の中では、変動性2（PVG0 1と6%、PVG0 2と17%）が一番高い。このように全体的に相関係数だけでみると分析で用いている説明変数間の相関による多重共線性の問題は生じていないと考えられる。

表2 相関係数行列 (PANEL A)

PANEL A	PVG01	R&D	経常利益	EVA	ln(資産)	資産成長率	変動性1	変動性2
PVG0 1	1							
R&D	0.241	1						
経常利益	0.548	0.342	1					
EVA	0.319	0.273	0.843	1				
ln(資産)	0.039	0.292	0.054	0.176	1			
資産成長率	0.263	0.095	0.357	0.332	0.196	1		
変動性1	0.014	-0.105	-0.232	-0.201	-0.176	-0.095	1	
変動性2	0.058	-0.091	-0.084	-0.190	-0.051	0.120	0.077	1

(注) 変動性変数とln(資産)を除いて、すべての変数は売上高で標準化したものである。n=1066

表3 相関係数行列 (PANEL B)

PANEL B	PVG02	R&D	経常利益	EVA	ln(資産)	資産成長率	変動性1	変動性2
PVG0 2	1							
R&D	0.153	1						
経常利益	0.283	0.270	1					
EVA	-0.095	0.223	0.775	1				
ln(資産)	-0.033	0.259	0.001	0.172	1			
資産成長率	0.180	0.102	0.317	0.286	0.157	1		
変動性1	0.094	-0.049	-0.141	-0.117	-0.166	-0.068	1	
変動性2	0.172	-0.066	-0.034	-0.168	-0.025	0.160	0.041	1

(注) 変動性変数とln(資産)を除いて、すべての変数は売上高で標準化したものである。n=869

次に、表4と5ではPVG0 1とPVG0 2の基本統計量と相関をまとめている。

本稿で成長機会の価値の代理変数として用いている両変数が、予想通り同じ要素を捉えているとすると、当然のごとく両者には統計的に有意な関係が予想される。

そこでまず両者の相関係数<sup>17</sup>を求めてみた。その結果、相関は約76%であり、さらにPBRとの相関もそれぞれ62% (PVGO 1) と43% (PVGO 2) という高い相関を見せている。無相関の検定でもすべて1%の水準で、相関はないという帰無仮説は棄却された。なお各業種における成長機会の価値 (PVGO 1・2) の平均値に対する順位の相関も、約87%という高い水準を見せている (表には記載していない)。

表 4 成長機会価値変数の基本統計量

	サンプル	平均	中央値	標準偏差	最小値	最大値	Q1	Q3
PVGO 1	1066	0.453	0.284	0.612	0.001	6.390	0.144	0.513
PVGO 2	869	0.499	0.396	0.502	0.002	5.878	0.215	0.638

(注) Q1=1st quartile, Q3=3rd quartile.

表 5 被説明変数の相関係数行列

	相関係数行列		
	PVGO 1	PVGO 2	PBR
PVGO 1	1		
PVGO 2	0.761 ***	1	
PBR	0.623 ***	0.425 ***	1

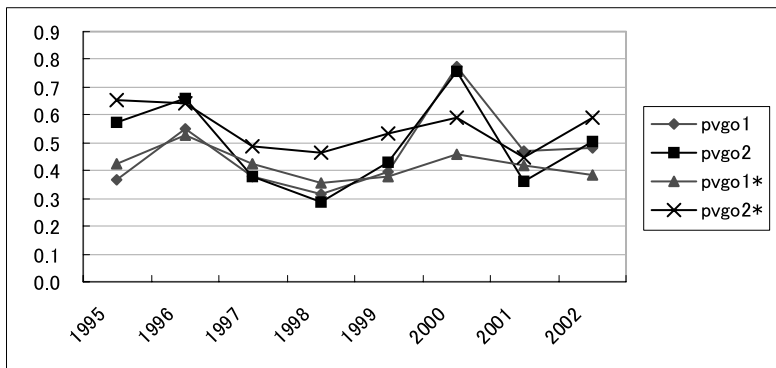
(注) \*\*\*は1%水準で有意 (無相関の検定)

図1は、標本期間において年度ごとに算出した両変数の平均値を図で表したものである。PVGO 1は約31%から77% (全年度の平均: 45%, 中央値: 28%) で、PVGO 2は約28%から76% (50%, 40%) を見せている。各変数は売上で規模を調整しているの、それぞれの数値は売上高に占める、成長機会の価値の割合の平均値を表している。そこで成長機会の価値を企業価値 (株式時価総額) で標準化して求めたPVGO 1\*とPVGO 2\*の平均値も加えて図1に示した。

<sup>17</sup> 相関係数については、PANEL A (1066社) とPANEL B (869社) は標本数が異なるので、両標本からそれぞれPVGO 1とPVGO 2が正である条件を同時に満たすサンプル (757社) をもとにして計算した。

PVGO 1\*は35%から53% (42%, 43%) で、PVGO 2\*は45%から65% (55%, 57%) という水準であり、図1からも分かるように全体的にはPVGO 1・2と同様の傾向を見せている。

図1 成長機会の価値（対売上・株式時価総額）の割合の年度別平均



注) PVGO1\*とPVGO2\*は、それぞれ時価総額で割っていることを意味している。

## 4. 2 回帰結果

本節では、上で作成した2つの変数（PVGO 1とPVGO 2）を被説明変数として、まず年度別に回帰を行ない、次に各年度をプールして回帰を行なう。

### 4. 2. 1 年度別クロス・セクション回帰結果

表6は、年度ごとにクロス・セクション回帰を行なった回帰の結果を示したものである。各回帰係数は、係数の時系列平均を表しており、t値は係数の平均と標準偏差によって計算された。したがって各回帰係数は、各説明変数と被説明変数の平均的な関連性を表していることになる。両者に何らかの体系的な関係があるとすれば、その変数にかかる係数は統計的に有意になるであろう。

まずR&D投資に関していえば、被説明変数がPVGO 1の時は、係数の符号はプラスを見せているものの、統計的有意性は見られない。これに対してPVGO 2の場合は、すべて1%の水準で有意であり、成長機会の価値に対してプラスの効果をもたらしていることが分かる。表には記載していないが、収益性指標

として経常利益ではなくEVAを用いた時にも同様の結果が出た。しかし被説明変数がPVGO 1の時のR&D投資にかかる係数のt値の水準はすべて上昇し、変動性が2の場合、R&D係数は統計的に有意となった。

次に変動性について見ると、全体的な傾向として、オプション理論においての符号条件であるプラスを満たしており、統計的にも有意である。特に変動性2は、両方の成長機会の価値に対して一貫して有意なプラスの影響を与えている。

表6 年度別クロス・セクション回帰結果

被説明変数	C	R&D投資	経常利益	ln(資産)	資産成長率	変動性1	変動性2
PVGO 1	-0.5911	0.4644	6.8075	0.0170	0.8006	0.3196	
	-1.6072	0.4425	<b>5.3285</b>	1.5796	<b>2.5896</b>	<b>1.8334</b>	
	-0.3691	0.4483	6.8574	0.0141	0.5216		0.5243
	-0.9482	0.4821	<b>4.9551</b>	1.1442	<b>1.7955</b>		<b>1.8785</b>
PVGO 2	0.2734	2.1885	3.8109	-0.0070	0.6177	0.1434	
	0.4070	<b>2.5930</b>	<b>2.6970</b>	-0.3624	1.3049	0.9307	
	-0.0351	2.2565	4.1417	0.0050	-0.0214		0.9818
	-0.0502	<b>3.0838</b>	<b>2.8587</b>	0.2180	-0.0393		<b>2.5775</b>

注) 表内の上段は回帰係数であり、下段はt値を表している。なお係数は各回帰係数の時系列平均である。業種ダミーの回帰係数は記載していない。

#### 4. 2. 2 年度をプールして回帰

表7は、PANEL A (1066社) を対象にしており、表8はPANEL B (869社) を対象にして、2. 2. 2節で作成したPVGO 1とPVGO 2を被説明変数として回帰分析を行なった結果を表している。

まずPVGO 1について見てみよう。成長機会の価値とR&D投資の統計的関連性は、収益性指標として用いた変数によって異なった。EVAを説明変数とした時のR&D投資のバリュー効果は、他の要素を全部コントロールした後も認められる。他方、経常利益を説明変数とした時は、回帰式(1)においては有意で符号はプラスであるものの、年度ダミーや産業ダミーなどをいれて説明変数をフルに用いた場合は、R&D投資にかかる係数の統計的有意性はなくなってしまう結果となっている。

これに対してPANEL B (時価総額ー収益の割引現在価値)におけるR&D投

資は、収益性や規模、成長性を全部コントロールした後もすべてのケースにおいて1%の水準で統計的に有意である。ただしPANEL Aの結果とは異なりEVAの説明力はないようである。資産の成長率に関しては両標本ともに、成長機会の価値に対して正の影響を与えている。

次に表9は、研究開発費を当期の数値ではなくて、過去3年間の合計額を用いた場合の分析結果を表している。R&D投資を実施してから、その効果が表れるまでのタイム・ラグを考えると当期のR&D投資額だけではなくて、過去に行ったR&D投資も考慮するのが妥当であるかも知れない。この時、問題となるのは、何年前のR&Dまでを考慮するべきかである。しかしこれに関してはまだ定まった見解がなく、本稿では当期を含む過去3年間までを考慮することにした。

その結果、当期のR&D変数を用いた時、R&D係数の統計的有意性がなかったPANEL A(表7)においても、その係数は10%の水準で統計的に有意にプラスの符号となった。

表7 回帰分析結果1

PANEL A		被説明変数：PVG01						n=1066社	
C	R&D投資	EVA	経常利益	ln(資産)	資産成長率	変動性1	変動性2	AdjR <sup>2</sup>	F値
0.2623	5.5119							0.0571	<b>65.455</b>
<b>9.3195</b>	<b>6.1324</b>								
1.3782	4.3387	3.9285		-0.0426	2.6726			0.1594	<b>51.473</b>
<b>4.9072</b>	<b>5.2900</b>	<b>2.9038</b>		<b>-3.9931</b>	<b>5.2794</b>				
0.5757	2.8853	5.0169		-0.0194	2.4414	0.2755		0.2333	<b>22.608</b>
<b>1.6021</b>	<b>2.1074</b>	<b>3.0791</b>		<b>-1.4613</b>	<b>4.6411</b>	<b>2.4434</b>			
0.8908	2.8247	4.9623		-0.0265	2.1905		0.5994	0.2342	<b>22.709</b>
<b>2.4684</b>	<b>2.0777</b>	<b>3.3850</b>		<b>-1.9463</b>	<b>4.3908</b>		<b>2.3866</b>		
0.4283	1.6230		5.5079	-0.0117	1.1981			0.3067	<b>118.807</b>
<b>1.4008</b>	<b>2.0283</b>		<b>8.1155</b>	<b>-1.0308</b>	<b>2.8987</b>				
-0.5686	1.8806		6.4148	0.0126	0.9643	0.4648		0.3903	<b>46.459</b>
<b>-1.5360</b>	<b>1.5133</b>		<b>8.7693</b>	<b>0.9646</b>	<b>2.3388</b>	<b>4.4104</b>			
0.1161	1.7800		5.9712	-0.0029	0.8628		0.5410	0.3754	<b>43.673</b>
0.3358	1.4177		<b>8.7465</b>	<b>-0.2177</b>	<b>2.0783</b>		<b>2.3152</b>		

注) 下段のイタリック体の数値はt値を表しており、太字は統計的に有意であることを示している。なお説明変数をフルに用いた場合の産業ダミーや年度ダミーの係数は記載していない。



表 8 回帰分析結果 2

PANEL B		被説明変数：PVGO2							n=869社	
C	R&D投資	EVA	経常利益	ln(資産)	資産成長率	変動性1	変動性2	AdjR <sup>2</sup>	F値	
0.3941	3.1163							0.0223	<b>20.817</b>	
<b>15.6088</b>	<b>4.1344</b>									
1.1769	3.9547	-3.5613		-0.0334	2.7007			0.0870	<b>21.668</b>	
<b>3.5691</b>	<b>5.3233</b>	<b>-1.9627</b>		<b>-2.7191</b>	<b>4.4304</b>					
0.6442	2.8265	-2.5224		-0.0174	2.3918	0.2209		0.1675	<b>12.643</b>	
<b>1.6177</b>	<b>2.0100</b>	<b>-1.1364</b>		<b>-1.1356</b>	<b>3.8098</b>	<b>1.8401</b>				
0.8799	2.8474	-2.2125		-0.0233	2.0224		0.6483	0.1767	<b>13.424</b>	
<b>2.0638</b>	<b>2.0618</b>	<b>-1.2085</b>		<b>-1.4707</b>	<b>3.6042</b>		<b>2.2645</b>			
1.0587	2.0810		2.5318	-0.0298	1.3246			0.0965	<b>24.174</b>	
<b>3.3912</b>	<b>2.8073</b>		<b>3.2727</b>	<b>-2.5346</b>	<b>2.8695</b>					
0.2717	2.9291		3.2639	-0.0119	1.0318	0.3941		0.2145	<b>16.804</b>	
<b>0.7122</b>	<b>2.3270</b>		<b>3.7119</b>	<b>-0.8945</b>	<b>2.3697</b>	<b>3.6428</b>				
0.7378	2.8954		3.0171	-0.0225	0.6790		0.8344	0.2199	<b>17.311</b>	
<b>1.9816</b>	<b>2.3205</b>		<b>3.6736</b>	<b>-1.6832</b>	<b>1.5033</b>		<b>2.2507</b>			

注) 下段のイタリック体の数値はt値を表しており、太字は統計的に有意であることを示している。なお説明変数をフルに用いた場合の産業ダミーや年度ダミーの係数は記載していない。

表 9 回帰分析結果 3

PANEL A			被説明変数：PVGO1					n=1066社	
C	R&D(累積)	EVA	経常利益	ln(資産)	資産成長率	変動性1	変動性2	AdjR <sup>2</sup>	F値
0.6618	1.2152	5.1754		-0.0235	2.5238	0.2833		0.2351	<b>22.821</b>
<b>1.9209</b>	<b>2.3418</b>	<b>3.2573</b>		<b>-1.9317</b>	<b>4.6847</b>	<b>2.5630</b>			
0.9754	1.1483	5.0912		-0.0302	2.2697		0.5965	0.2354	<b>22.861</b>
<b>2.9695</b>	<b>2.2586</b>	<b>3.5066</b>		<b>-2.4696</b>	<b>4.4751</b>		<b>2.4565</b>		
-0.4970	0.8645		6.4447	0.0091	1.0418	0.4684		0.3917	<b>46.724</b>
<b>-1.3673</b>	<b>1.8403</b>		<b>8.7995</b>	<b>0.7120</b>	<b>2.4712</b>	<b>4.4556</b>			
0.1783	0.7716		5.9935	-0.0057	0.9323		0.5346	0.3763	<b>43.835</b>
<b>0.5340</b>	<b>1.6954</b>		<b>8.7720</b>	<b>-0.4545</b>	<b>2.2273</b>		<b>2.3775</b>		

PANEL B			被説明変数：PVGO2					n=869社	
C	R&D(累積)	EVA	経常利益	ln(資産)	資産成長率	変動性1	変動性2	AdjR <sup>2</sup>	F値
0.8213	1.5666	-2.2559		-0.0264	2.5157	0.2314		0.1777	<b>13.507</b>
<b>2.4072</b>	<b>2.5739</b>	<b>-1.1194</b>		<b>-2.2313</b>	<b>3.8627</b>	<b>1.9884</b>			
1.0634	1.5405	-1.9689		-0.0321	2.1433		0.6492	0.1863	<b>14.250</b>
<b>3.1129</b>	<b>2.5941</b>	<b>-1.1783</b>		<b>-2.6690</b>	<b>3.7245</b>		<b>2.3712</b>		
0.4658	1.7134		3.2813	-0.0218	1.2140	0.4006		0.2280	<b>18.091</b>
<b>1.3043</b>	<b>2.4449</b>		<b>3.7232</b>	<b>-1.8289</b>	<b>2.6144</b>	<b>3.7228</b>			
0.9295	1.6425		3.0263	-0.0320	0.8574		0.8231	0.2318	<b>18.463</b>
<b>2.9811</b>	<b>2.5443</b>		<b>3.6743</b>	<b>-2.8624</b>	<b>1.9317</b>		<b>2.3855</b>		

次にオプション理論との整合性を見るために、回帰式に組み込んだ変動性についてみてみよう。表 7, 8, 9 の回帰結果から分かるように、変動性に関しては PANEL A と PANEL B とともに、有意にプラスの結果となっている。つまり変動性が大きいほど、市場が付加するオプションの価値（プレミアム）は高いということを示唆している。

そこで回帰結果から得られた両者のプラスの関係を踏まえて、それぞれの標本（PANEL A と PANEL B）を変動性の大きさによってグループ分けして、上位分位（Q4）と下位分位（Q1）における成長機会の価値の平均差の t 検定をさらに行った。変動性の違いが成長機会の価値の大きさに違いをもたらすのであれば、当該基準で分けた両グループにおける成長機会の価値の平均差は統計的に有意に認められるであろう。

ここで成長機会の価値としては、分析対象である PVGO 1・2 以外にも、時

価総額で標準化した変数PVGO 1\*とPVGO 2\*も用いた。グループ分けは、毎年変動性の大きさをランクをつけた後、年度をプールして得られる標本を4つの分位に分けて下位25%（変動性が小さい）をQ1、上位25%（変動性が大きい）をQ4とした。ここで、変動性のランクをつける時の基準は、成長機会の価値（PVGO 1及びPVGO 2）と一番相関が高かった変動性2を用いた。回帰結果からは、平均差はゼロであるという帰無仮説は棄却され、Q4の平均の方が高いことが予想される。表10では平均差のt検定の結果を示している。

結果を見ると、変動性が一番最大分位（Q4）における成長機会の価値の平均と最小分位（Q1）の成長機会の価値の平均の差は、統計的に有意である。ただしPANEL Aにおいては、成長機会の価値を売上で標準化した場合は、分位間の差は認められないものの、時価総額で標準化した場合における平均の差は1%の水準で有意である<sup>18</sup>。これは回帰結果から得られた成長機会の価値と変動性（ボラティリティ）のプラスの関係を、支持する結果となっている<sup>19</sup>。

表10 平均差のt検定

panel A				
分位	pvgo 1 (対売上)		pvgo 1 (対時価総額)	
	平均	t 値	平均	t 値
Q1 (n=267)	0.475	0.222	0.401	<b>3.320</b>
Q4 (n=267)	0.486		0.460	

panel B				
分位	pvgo 2 (対売上)		pvgo 2 (対時価総額)	
	平均	t 値	平均	t 値
Q1 (n=219)	0.438	<b>3.456</b>	0.538	<b>1.980</b>
Q4 (n=219)	0.617		0.586	

注) 太字は統計的に有意であることを示している。  
分位は変動性2の大きさのランクで分けている。

<sup>18</sup> ノンパラメトリック検定（Mann and WhitneyのU検定）では、すべてのケースにおいて、両グループの差は統計的に有意であった。例えば、t検定で有意でなかったPVGO 1の場合も、P値は0.0113で有意となった。

<sup>19</sup> ランクをつける変動性の基準として、変動性1ではなく変動性2を用いてもグループ間における成長機会の価値の平均差のt検定の結果には殆ど影響がなかった。

最後に本稿で得られた結果（R&Dや変動性にかかる係数の符号や統計的有意性）は、被説明変数がPVGO 2の時は、規模を調整する変数として売上ではなく、自己資本や株式時価総額を用いても、依然として成立している。これに対してPVGO 1の時は、用いるデフレーター変数によってR&Dにかかる係数は有意になったり、ならなかったりして不安定な結果となった。例えば、デフレーター変数として自己資本を用いた場合は、1%の水準で有意でプラスであったが、時価総額でデフレートしたら有意性はなくなった。しかし、被説明変数として、本稿で用いている成長機会の価値ではなく、株式時価総額を用いた場合はすべての回帰式において、統計的に有意にプラスの符号を見せており、企業価値に対する研究開発投資のプラスの効果は確認された。これは企業価値として株式時価総額を用いた既存研究の結果と一致している。

## 5. まとめ

本稿では1995年から2002年までの分析期間において日本の東京証券取引所第1部に上場している企業（製造業）を対象に、企業の成長機会の価値に対するR&D投資の統計的関連性と、オプション理論との整合性について実証分析を行った。

成長機会の価値の代理変数（PVGO 1とPVGO 2）としては、企業の株式時価総額から現有資産の現在価値を引いた値を用いた。ここで現有資産の現在価値は、純資産簿価と純収益の割引現在価値額（永久価値）を使用した。なお分析の対象は、上記で作成した成長機会の価値がプラスである標本に限った。

分析は年度別のクロス・セクション回帰をした後、年度をプールしてもう一度回帰を行なったが、両方において同様な結果が得られた。分析結果をまとめると、次のようである。

第一に、分析期間において企業価値（株式時価総額）に占める成長機会の価値の割合は、1995年から2002年までの平均値で言うと、PVGO 1\*が約42%、PVGO 2\*は約55%を示しており、概ね株式時価総額の約50%を占めていることが分かった。

第二に、成長機会の価値と研究開発投資との統計的関連性に関しては、用い

る被説明変数によって異なる結果が得られた。例えば、説明変数をフルに用いた場合R&D投資の統計的有意性がなくなったPVG0 1とは異なり、PVG0 2は収益性、規模、成長性などの要因をすべてコントロールした後もプラスの有意性は保たれていることが確認された。ただし、PVG0 1の場合も、R&D投資額を当期ではなくて3年間の合計値を用いた場合は、R&Dにかかる係数は統計的に有意となった。

第三に、オプション理論との整合性を見るために用いた変動性に関しては、すべての回帰において、成長機会（成長オプション）の価値に対して統計的に有意にプラスの効果を与えていることが分かった。

これらの結果は、R&D投資は成長オプションを創出し、それは企業価値の増大につながるということを示唆している。

## 引用文献

- 宮本順二郎 [2004], “The Stock Market Valuation of Research & Development Information,” IFSAM 7<sup>th</sup> World Congress 報告論文, 1-16.
- 市川朋治・中野誠 (2005), 「研究開発投資と企業価値の関連性—日本の化学産業における実証分析—」, 『経営財務研究』24 (2), 133:146
- 古賀智敏 [2003] 現代経営学学会第42回ワークショップの配布資料, 神戸大学。
- 後藤晃 [1993], 『日本の技術革新と産業組織』東京大学出版会。
- 須澤淳 [2003], 「企業の経営指標に関する実証分析」 ディスカッションペーパー, 郵政研究所
- Ben-Zion, U. [1978], “The Investment Aspects of Non-Productive Expenditures: An empirical test,” *Journal of Economics and Business* 30, 224-229.
- Brealey, R. A and S. C. Myers [1996], *Principles of Corporate Finance [Fifth Edition]*, McGraw-Hill.
- Chan, S. Han., J. Martin, and J. Kesinger [1990], “Corporate Research and Development Expenditures and Share Value,” *Journal of Financial Economics* 26, 255-276.
- Chauvin, K. and M. Hirshey [1993], “Advertising, R&D Expenditures and the Market Value of the Firm,” *Financial Management* 22, 128-140.
- Chung, K. H. and C. Charoenwong [1991], “Investment Options, Assets in Place, and the Risk of Stocks,” *Financial Management* 20, 21-33.
- Doukas, J. and L. Switzer [1992], “The Stock Market Valuation of R&D Spending and Market Concentration,” *Journal of Economics and Business* 44, 95-114.
- Fama, E. F. and J. MacBeth [1973], “Risk, Return, and Equilibrium: Empirical Tests,” *Journal of Political Economy*, May-June, 107-118.
- Keim, D. [1986], “The CAPM and Equity Return Regulations,” *Financial Analysts Journal*, 19-34.
- Kester, W. C [1984], “Today’s Options for Tomorrow’s Growth,” *Harvard Business Review*, March-April, 153-193.
- Lev, B. and T. Souginannis [2001], “The Capitalization, Amortization, and Value-Relevance of R&D,” *Journal of Accountings and Economics* 21, 107-138.
- Myers, S. [1977], “Determinants of Corporate Borrowing,” *Journal of Financial economics* 5, 147-175.
- Otto, R. [2000], *Valuation of Corporate Growth Opportunities: A Real Options Approach*, Garland Publisher.
- Pindyck, R. [1988], “Irreversible Investment Capacity Choice, and the Value of the Firm,” *American Economic Review* 78, 969-985.
- Thomadakis, S. B. [1977], “A Value-Based Test of Profitability and Market Structure,”

*Review of Economics*, May, 179-185.

White, H. [1980], “A Heterokedasticity-consistent Covariance Matrix Estimator and a Direct Test for Heterokedasticity,” *Econometrica* 48, 817-838.