

開発 & 事業の合成企業価値モデルに基づく
研究開発費の企業価値創造力についての実証分析

2005.11.30

明治大学大学院グローバル・ビジネス研究科

木村 哲

目次

1 章 問題意識と分析の枠組み	
1-1. 研究目的-----	P3
1-2. McDonald and Siegel モデルによる研究開発と企業価値の関係把握 -----	P4
1-3. 研究開発の資産価値とコーポレートファイナンス理論の関係-----	P8
1-4. 資金調達・資産の分類と開発&事業の合成企業価値モデル-----	P11
2 章 研究開発費と企業価値に関する実証分析	
2-1. 先行研究と問題意識-----	P12
2-2. 研究開発費と株式時価総額の関係分析-----	P15
2-3. 研究開発費の実施状況と各種財務指標と関係時系列推移-----	P17
2-4. R&D 投資の収益力への影響分析-----	P19
2-5. R&D 対株式時価総額比率の株式リターンへの影響分析-----	P21
2-6. R&D 対売上高比率の株式リターンへの影響分析-----	P26
2-7. 過去リターンと R&D 対株式時価総額ファクターの関係分析-----	P29
2-8. R&D 対 MV 比率ファクターによる株式運用超過リターン分析-----	P31
2-9. その他の分析--株式時価総額の複数ファクター回帰分析-----	P35
2-10. まとめ -----	P36
APPENDIX (1) -----	P38
APPENDIX (2) -----	P41

1 章 問題意識と分析の枠組み

1-1. 研究目的

情報革命とグローバル化を背景に、企業の付加価値の源泉が、物理的設備から知的財産開発力・コンピュータソフト開発力・変化に対応するプロアクティブなリスク管理力に移ってきている。今後は、無形資産としての知的資本、人的資本、組織資本を蓄積する努力することなく、競争力を維持することはできない時代である。また、収益には、付加価値の高い競合他社製品と差別化しうる新規商品の投入による高利益率の確保が必要である。差別化商品であって初めて高い市場占有率を確保しえて、利益率も高くなる。これが、企業価値創造力としての収益力である。資本コスト並みの収益力では企業価値は増大しない。企業価値の創造の基本は、特許開発・ノウハウ開発・ビジネスモデル開発等の知的資本の開発であり、その開発力の維持である。また、開発された事業の開始に当たっては、いくらりっぱな設備を購入してもノウハウや運用知識がなければ収益のある競争力は維持できない。その意味からは、処分可能な時価を有する有形資産以外は、企業価値のすべてが無形資産である。

無形資産という言葉は一般的に多様な意味を持っている。従って、無形資産の企業価値創造力を分析する上で、無形資産という言葉の定義をしていくことが必要である。通常は、貸借対照表の簿外の資産価値について無形資産価値ということが多いかもかもしれない。ここでは、企業価値の時価から、土地建物のような明確な有形資産価値（時価）として把握できるものを除いた全ての価値を無形資産価値としてとらえることにする。

無形資産 = 企業価値 - 有形資産（時価）

さて、そのように無形資産を定義すると、企業価値との関係を整理することができる。次に基本的枠組みとして、企業価値を、有形資産価値と研究開発型無形資産価値とメンテナンス型無形資産価値とに分解する概念を導入しておくことを考えたい。有形資産の定義は、先程の明確な有形資産価値（時価）のみとする。研究開発型無形資産とはこれからの事業開発のための技術研究開発、ノウハウ開発、特許開発、ビジネスモデル開発、等である。メンテナンス型無形資産とは、ブランド価値、広告宣伝、システム運営ノウハウ、顧客財産、ビジネスモデル、組織資本、人的資本、等のすでに事業化された事業を支えている無形資産である。

本稿の目的は、上記の枠組みを理論的に整理し、無形資産の代表的な存在である研究開発投資と企業価値の関係及び市場の評価の関係を分析することを目的とする。

1-2. McDonald and Siegel モデルによる研究開発と企業価値の関係把握

企業価値の構造を考えるに当たって、研究開発のもつ価値と企業価値の基本的関係を認識しておくことが重要である。企業は、コストをかけて研究開発を行い、将来事業を開始して収益をあげられるような知的財産を獲得する。ここで、研究開発の価値を考える方法として、事業投資オプション(事業開始決定)価値の考え方を応用することを考える。Dixit and Pindyck(1994)¹において、事業投資オプションの価値の内容は、「行使期限がなく、将来の事業収益の現在価値の期待値が、必要な設備投資金額を十分上回ると思われるときだけ、設備投資を行って事業を開始する権利であり、事業投資(事業開始)機会オプションの価値」であると整理されている。この概念は研究開発にも当てはまる。事業投資機会は、行使期限のない有配株に関するコールオプションに相当する。完成した事業からの収入は株の配当と等価である。このようなオプションの価値の評価は、Samuelson(1965)によって最初に行われたといわれるが、ここでは、不可逆な投資に関するモデルである McDonald and Siegel (1986)²のモデルを利用して、事業投資オプションの構造を理解することにする。

Dixit and Pindyck(2001)による McDonald & Siegel (1986)のモデルの詳細は APPENDIX(1)を参照されたい。このモデルでは、企業は、単一の事業にどのタイミングで投資を行うかを決定しなければならない状況を前提にしている。その設備投資費用(以下記号 I)は既知でかつ不変であるが、事業の価値は、将来のフリーキャッシュフローの現在価値の合計の期待値として、幾何ブラウン運動に従うものとされる。V の現在の価値 V_0 は既知であるが、将来の V が最適投資基準 V^* を上回ったときに投資を行うとする。このモデルでは、将来の価値を最大にする最適投資基準が存在する³。

McDonald & Siegel モデルの概要は以下のようなものである。事業価値 V は次のような幾何ブラウン運動に従うとする。

$$dV = \alpha V dt + \sigma V dz \quad (1)$$

ここで α は期待事業成長率、 dz は、ウィナー過程の増分である。

事業投資オプション価値の記号を $F(V)$ とし、次式のように表現する。その期待現在価値を最大化することを考える。

¹ Dixit and Pindyck, 1994, "Investment Under Uncertainty" Princeton University Press、川口有一郎 他訳「投資決定理論とリアルオプション」2001年。

² McDonald and Shiegel, 1986, "The Value of Waiting to Invest" Quarterly Journal of Economics

³ この理論によれば、将来の V が、単に I を上回ったときが最適行使時期だと思ふことは誤りであり、通常は I の 2 倍から 3 倍が最適行使基準になることが示されている。

$$F(V) = \max E[(V_t - I) e^{-rT}]$$

ここで、E は期待値の演算子、T は投資が行われる将来の時点、r は割引率。最大化は、V に関する (1) 式を制約条件として行われる。

詳細は APPENDIX (1) を参照。ここでは、条件付請求権分析法に基づいて説明する。V を複製可能な、V と完全相関する資産 x の存在の概念を導入し、その期待収益率 μ を考える。また、 $\mu = \mu - \delta$ となる β_1 を導入する。 β_1 は、期待収益率から期待事業成長率を引いたものであり、期待配当率に相当する。 r_f は、無リスク金利である。以上の準備をして、F(V) の解を求め、さらに、最適行使基準としての V である V^* を求める。結果的に次のような式を得る。

$$F(V) = A \cdot V^{\beta_1} \quad (2)$$

$$V^* = \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} I \quad (3)$$

$$\beta_1 = \frac{1}{2} - \frac{(r_f - \delta)}{\sigma^2} + \sqrt{\left[\frac{(r_f - \delta)}{\sigma^2} - \frac{1}{2} \right]^2 + \frac{2 r_f}{\sigma^2}} \quad (4)$$

$$A = \frac{V^* - I}{(V^*)^{\beta_1}} = \frac{(\beta_1 - 1)^{\beta_1 - 1}}{(\beta_1)^{\beta_1} I^{\beta_1 - 1}} \quad (5)$$

この (2) 式の解から、研究開発した無形資産の価値は、予想される事業価値のべき乗倍に定数をかけた関係にあるという構造が示されている。

ちなみに、具体的な数値を入れてみる。ボラティリティ $\sigma = 30\%$ 、期待収益率 $\mu = 10\%$ 、期待事業成長率 $\delta = 5\%$ 、すなわち $\mu - \delta = 5\%$ 、無リスク金利 $r_f = 4\%$ とする。

計算すると $A = 0.3$ 、 $\beta_1 = 1.73$ すなわち

$$F(V) = 0.3 V^{1.73} \quad (6)$$

事業価値 V_0 の評価が設備投資の 0.5 倍の場合 ----- $F(V) = 1$ の 0.1 倍の価値、

事業価値 V_0 の評価が設備投資の 1.0 倍の場合 ----- $F(V) = 1$ の 0.3 倍の価値

事業価値 V_0 の評価が設備投資の 2.0 倍の場合 ----- $F(V) = 1$ の 1.0 倍の価値

最適投資 (事業開始) 基準は、事業価値 $V^* =$ 設備投資の 2.3 倍である。そのときの研究開発の価値 $F(V)$ は、設備投資の 1.3 倍である。つまり、それが事業化された場合の研究開

発の価値に該当することになる。ただし、モデルとしては、研究開発投資金額から、事業価値を直接推定するモデルではないことに注意。

McDonald & Siegel モデルは単純なモデルであり、現実との違いが多くあるにせよ、基本的な構造を理解するうえでは大変有用である。このモデルにより、研究開発の価値は、必要設備投資額を基準に考えるべきことがわかる。このモデルによる企業価値の構造を確認しよう。

今単純化した企業を想定する。企業は、2年かけて一つの研究開発を行い、その後2年間で事業を行う。これを繰り返すとする。

・ 開発投資 = 毎年 0.5×2 (2年合計 1.0)

・ 事業の必要設備投資(3年目期初)=1

・ 開発成果による3年目、4年目の EBITDA=1.1 (2年合計 2.2)

・ エクイティ資金調達により研究開発を行う。金利や資本コストはゼロと仮定する。

研究開発投資と事業設備投資の価値は3年目の事業開始後償却が開始され、2年間で全額償却、ゼロになるとする。

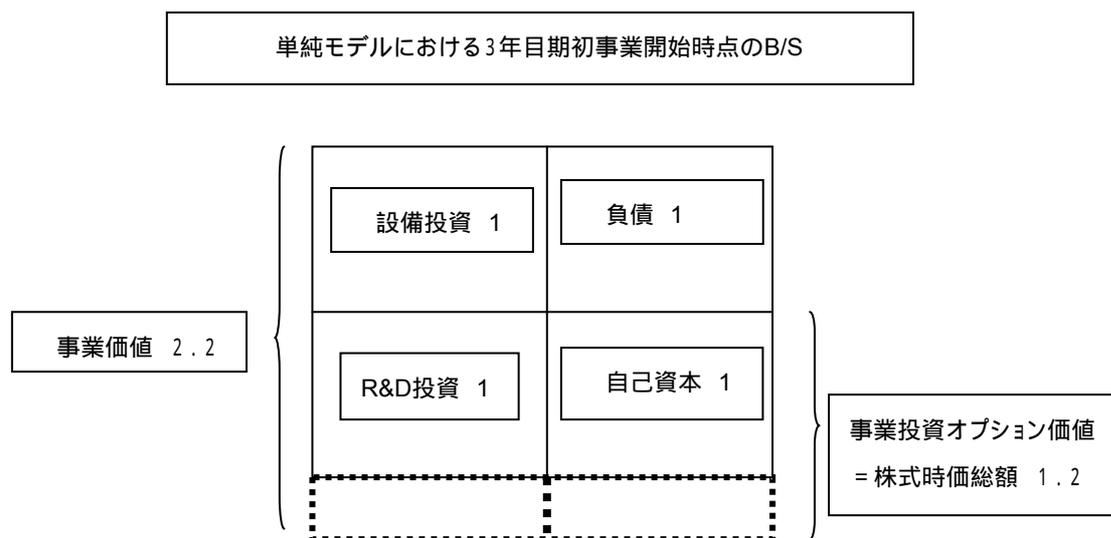
・ 3,4年目償却=研究開発投資償却が 0.5 +設備投資の償却が $0.5=1$

事業部門は、事業化にあたっては、設備投資1の資金を全額負債で調達する。2年後返済する。

・ 3年目期初の事業価値=2年間のフリーキャッシュフローの合計

$$= (\text{EBITDA } 1.1 - \text{償却損 } 1.0 + \text{償却 } 1.0 - \text{投資 } 0) \times 2 = 2.2$$

図表 1 : McDonald & Siegel モデルによる企業価値構成例



・ 研究開発による事業投資オプション価値

$$= \text{事業 NPV 価値} = \text{事業価値} - \text{設備投資額} = 2.2 - 1 = 1.2$$

- ・ 事業部門の収益は、研究開発部門から、開発された事業投資オプションをいくらかで購入するかによってかわる。もし開発コスト1で購入できたとすると

$$\text{事業部門価値} = \text{事業 NPV 価値} - \text{事業投資オプション購入費用} = 1.2 - 1 = 0.2$$

- ・ 3年日期初の事業開始時点では、事業投資オプション価値は、株式時価総額に等しい。

$$\begin{aligned} \text{事業投資オプション価値} &= \text{事業価値} - \text{負債} = 2.2 - 1 = 1.2 \\ &= \text{株式時価総額} \end{aligned}$$

ここで、開発 & 事業の合成企業価値モデルという概念を導入する。研究開発部門と、事業部門とは異なる企業活動と認識し、その合成としての企業価値モデルを考える。事業部門は、研究開発部門から事業投資オプションを購入して、事業を開始すると考える。開発 & 事業の合成企業価値モデルと McDonald & Shiegal モデルを考え合わせると、上記単純モデルでは次のように整理される。

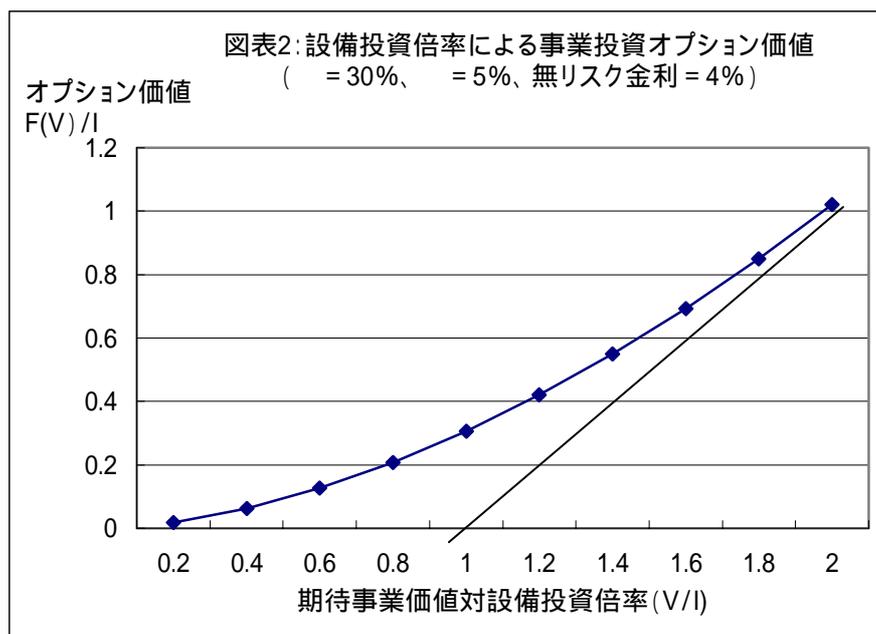
研究開発投資の価値は、事業投資オプション価値である。

事業投資オプション価値は、必要設備投資と負債が等しいと仮定すると、事業価値から負債価値を引いたものである。

事業投資オプション価値は、この定義から株式時価総額そのものである。

事業部門は、事業投資オプションを、価値と同じ価格で購入すると、事業部門の NPV はゼロになる。

なお、前述(6)式における事業の推定価値と研究開発による事業投資オプションの価値(対設備投資倍率)をグラフにすると、図表2のようになる。



1-3. 研究開発の資産価値とコーポレートファイナンス理論の関係

通常のコーポレートファイナンスの理論的世界では、MM 第一命題が成立する。すなわち税金がなければ企業価値は資本負債構成比率に依存しないというものである。この命題が前提にしているのは、企業価値が一つのフリーキャッシュフローから生まれることである。また、負債の元本が毀損されるような状況を想定していない。その前提においては、資本負債構成比率を変更しても企業価値は変化しない。ひとつのフリーキャッシュフローを支払い優先順位により、金利と配当等のキャッシュフローに分解することによって、また、リスクに対応した割引率である負債コストと株主資本コストを導入することによって、負債価値と株主価値に分解できる。

例えば、ごく簡単に、フリーキャッシュフロー無限一定と仮定し、記号 FCF として、その場合の企業価値を V としよう。全体を、いくつかのキャッシュフローと価値と資金コストに分解する場合は、次のように、キャッシュフローのリスクと資金コストを対応させて分解するのが一般的な処理である。

$$V = V_1 + V_2$$
$$V = \frac{FCF}{r} = \frac{FCF_1}{r_1} + \frac{FCF_2}{r_2}$$

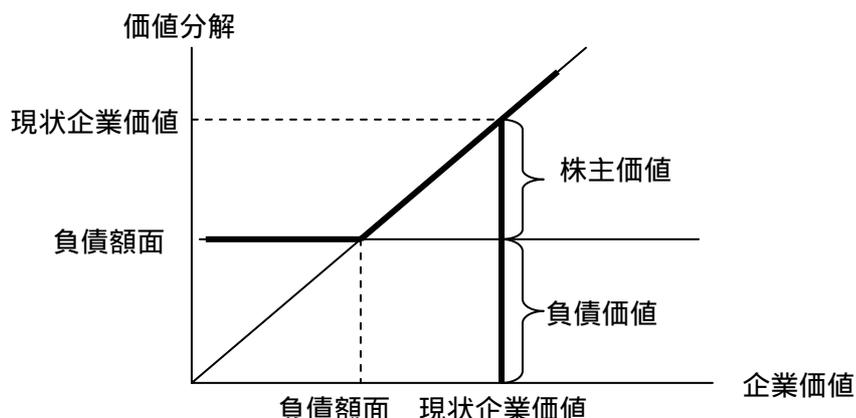
このような考え方が適用できる範囲では、MM の命題が成立する。通常の 1 本の事業収益のフリーキャッシュフローが生み出す企業価値は、優先劣後構造をもった負債の債権者価値と株主価値に分解することができる。負債の債権者にとって元本既存の可能性がなければ、MM 理論第一命題が成立する。

ただし、Merton (1973)¹は、その MM 理論の枠組みのなかでも、一定期間後の損益に注目すると、株主は企業価値を原資産とするコールオプションへの投資家であることを示し、その構造を利用して信用リスク理論を展開してみせた。Merton の企業価値モデルにおいては、図表 3 に描かれているように、株主価値 EV は、企業価値 V を原資産としたときの、負債額面金額 B を行使価格とするコールオプション価値としての解釈が可能である。

$$\text{株主価値 } EV = E[\text{MAX}(V-B, 0)]$$

¹ Robert C Merton (1974) 'On the Pricing of Corporate Debt' Journal of Finance'

[図表 3]



さらに、1本の事業収益キャッシュフローでも、債権者にとって元本毀損の可能性を考慮すれば、Leland(1996)¹にあるように、企業の倒産をロックアウトオプションの理論を展開することにより説明することができ、企業価値は、資本負債構成に影響を受け、最適資産配分比率が存在する。もはやこの段階ではMMの第一命題は成立しない。つまり、厳密に考えると、通常の実業収益のキャッシュフローに対しても、最適なエクイティ資金配分比率が存在することが示されている。

さて、改めて企業活動の流れを考えると、通常は次の流れである。

<資金> <資産> <収益> <価値>

ここで、もう一度現実の世界を振り返ってみよう。企業の活動は、大きくは研究開発投資と事業投資の2種類の活動から構成される。この事実は、MM理論の前提と異なるし、Lelandの前提とも異なる。従って、そのそれぞれに、

<資金> <資産> <収益> <価値>

が存在する。資金を提供するときには、この2種類の投資目的に対して2種類の資金を提供する実態がある。一般的に、研究開発資金に銀行は融資しない。研究開発資金は、自己資本・株式調達・ベンチャーキャピタル等からエクイティ資金として調達するのである。その理由は、前節で整理したように、研究開発投資は、投資額をコストとして、“事業化可能なときに初めて活用すればよい権利だけを手に入れる事業投資コールオプション”に対する投資であることによる²。

¹ Leland (1996) 'Optimal Capital Structure, Endogenous Bankruptcy, and the Term structure of Credit Spread' Journal of Finance

² さらに、現実には、5件のうち1件しか事業化できないかもしれない。しかし事業化できた1件は何十倍の収益を生む可能性があるような不確実性を持っている。これに対しては、ポートフォリオ研究開発投資の問題を考える必要があるが、今後の課題。

投資家からみると、通常の事業収益は正規分布的な不確実性であるが、オプション投資の収益は正規分布ではない。オプション投資は、数 10%の確率で元本がゼロになるようなリスクであり、正規分布でないハイリスク・ハイリターンである。従って、投資家も効用関数と最大許容損失が異なる投資家が二人いて、それぞれの資金を提供する。オプション価値に投資する投資家をエクイティ投資家と呼ぶことにすると、エクイティ投資家の受け取るペイオフはコールオプションとしてのペイオフである。

ここで、理解のために、上記の資金調達議論と、事業投資オプションと、開発&事業の合成企業価値モデルという概念を考え合わせて、サンプルとしての企業モデルを考えてみる。

- ・ 企業の研究開発部門は、10年かけて一つの研究開発を行うとする。エクイティ資金調達により研究開発を行っており、その開発しつつある事業の将来キャッシュフローの現在価値はまだ研究開発コスト並みで、事業を開始するには至っていない。
- ・ 企業の事業部門は、前回開発した研究成果により現在事業を行っており、その収益は、10年間持続する。その収益はほぼ正規分布で近似できる。リスクは比較的小さい。10年間の事業の収益の現在価値の期待値は、10年間に必要な設備投資額と研究開発費の合計より大きい。設備投資額はほとんど負債で調達するが、Lelandモデルの結論を引用して、倒産リスク対策として一部エクイティ資金で調達すると仮定する。負債の債権者にとっての収益は金利である¹。エクイティ投資家の収益は、倒産しない限り、事業収益に関する負債額面を行使価格にしたコールオプションとしてのペイオフである。

この開発&事業の合成企業価値モデルの特徴をさらに補足して次のように考える。

資金調達と資産は、収益とリスクにより、次の3種類に分類されるとする。

(ア) 大きなリスクのコールオプション型ペイオフをもつ研究開発の資金調達と資産
(ここではこれを開発型エクイティ分類という)

(イ) 事業化された事業収益の倒産リスクを引き受ける事業のコールオプション型ペイオフをもつエクイティとしての資金調達と資産 (ここでは、これを事業エクイティ分類という)

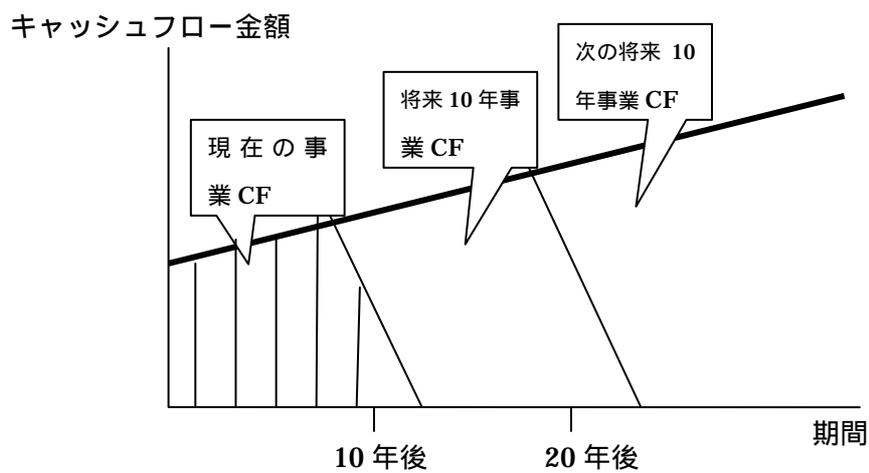
(ウ) 小さなリスクの正規分布型リスクをもつ事業収益を生むための資金調達と資産
(ここではデット分類という)

資産には、有形資産と、開発型無形資産と、メンテナンス型無形資産があるとする。企業価値は、開発型エクイティ分類の価値と事業エクイティ分類の価値とデット分類の価値の合計で表される。

¹ より厳密には、額面を行使価格にした、プットオプションを売っているポジションが加わっている。

キャッシュフローと企業価値の観点からみると、企業価値は、現在の事業から生まれるキャッシュフローと現在開発中の研究成果から生まれる将来のキャッシュフローの現在価値の期待値として構成される。図表4のように現在研究開発した成果により、次の10年の事業キャッシュフローが得られるイメージになる。

図表4：開発&事業の合成企業価値モデルとキャッシュフロー



1-4. 資金調達・資産の分類と開発&事業の合成企業価値モデル

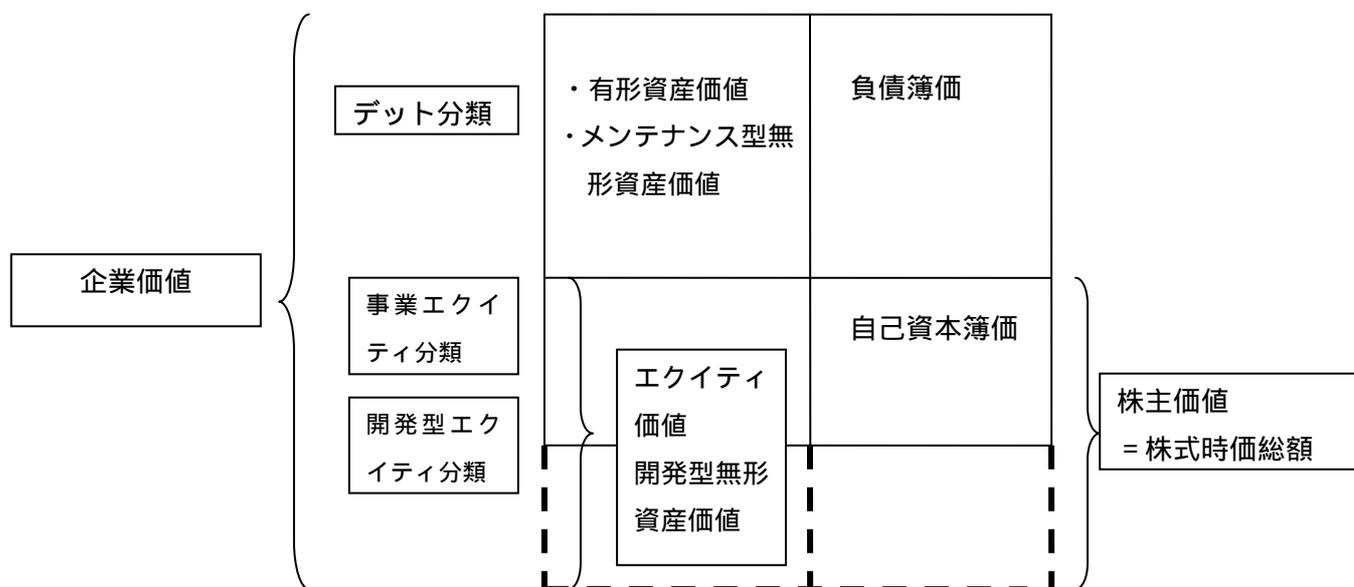
概念的に、資産と資金調達について、エクイティ分類とデット分類との関係を図表で整理すると次のようになる。

[図表5：資金調達と資産のエクイティ分類とデット分類]

	リスクリターン	収益を生む資産	資産価値の例	資金調達
開発型エクイティ分類	ハイリスク・ハイリターンコールオプション型	・研究開発型無形資産	特許開発、研究開発、資源開発、ビジネスモデル開発、職人技術開発、	株式調達、自己資金
事業エクイティ分類	ハイリスク・ハイリターンコールオプション型	・エクイティ資産 ・メンテナンス型無形資産	事業の劣後部分引受け資本、ベンチャー段階資産、生産技術、人的資本、リスク管理能力、	株式調達、自己資金、ベンチャーキャピタル
デット分類	正規分布型 ローリスク・ローリターン	・有形資産、 ・メンテナンス型無形資産	土地、設備、ソフト資産、ロイヤリティ、利用料、ブランド価値、リスク管理能力、生産技術、組織資本	銀行借入 社債発行 証券化

また、資産価値を資金調達の対応関係で整理すると次のような開発&事業の合成企業価値概念図となる。

図表 6：開発&事業の合成企業価値モデルの概念図



以上の開発&事業の合成企業価値モデルにより、分析の枠組みが整理できた。この枠組みによれば、研究開発型無形資産の典型である研究開発費は、株式時価総額との相関が高いということが予想される。次章以降でこの仮説を実証データで検証していくことにする。

2章 研究開発費と企業価値に関する実証分析

2-1. 先行研究と問題意識

本章では、開発型無形資産と企業価値の関係を、米国や日本での先行研究を参考に、日本市場データを対象に実証分析する。その前に先行研究を概観してみよう。

米国の先行研究は多くある。Lev and Sougiannis(1996)¹によると、R&D とその後の株式リターンには相関があり、R&D 注力度の高い企業の株式リターンが、その後高いパフォーマンスを示すことは、企業の株価があるべき適正な価格から乖離していることから生じてい

¹ Lev and Sougiannis (1996) "The Capitalization, Amortization, and Value-relevance of R&D" Journal of Accounting and Economics

ると指摘した。その理由は R&D の費用処理にあるとした。Aboody と Lev (2001)¹により、化学業種において R&D が企業価値を高めていることの実証分析が報告されている。また、Chan, Lakonishok, Sougiannis (2001)²では、米国の株式市場における、R&D と株式時価総額、R&D と株式リターンの分析が詳細にわたり行われている。結論としては、ファーマ・フレンチ型分析³、すなわち小型株効果と高 BPR 効果の要因を除いても、R&D 対時価総額比率（以下 R&D 対 MV 比率という）のファクターが、株式リターンに高い運用パフォーマンスを生むファクターになっていることを示した。また、その理由として、市場の R&D に対する過小評価を上げている。一方、その高いパフォーマンスの要因は、R&D にかかるリスクプレミアムであるとする解釈 (Benz, Hanna, and Zhang(2004)⁴) もある。Hand(2003)⁵によれば、無形資産の収益に対する規模の経済性が説明されている。例えば、固定費用が必要である一方、一旦開発に成功し製品が供給できる状態になれば、追加的な生産のための限界費用は極めて低く抑えることが可能になるとしている。

日本市場の先行研究としては、劉 (2005)⁶において、日本の医薬品の研究開発から営業利益が生まれるまでのタイムラグを 8 年程度と推計し、知的資産の陳腐化率を推定している。また、東証一部銘柄において、R&D を資産処理したほうが、株価の説明力が上がるとしている。野間 (2005)⁷ が、Chan の論文を参考に、R&D 対 MV 比率のファクターが超過リターンを生むことを報告している。また、その理由として、収益の過小評価説を支持し、さらに、その要因として心理の機能固定化説と情報の非対称説を検証し、情報の非対称性によると結論付けている。その方法は、アナリスト協会の発表する IR 優秀企業の認定企業であることの是非による株価リターン差を分析し、結果として、R&D 投資の情報効果は、IR により投資家に情報開示している企業の方が高い、即ちその後の株価リターンが高かったとしている。また、R&D 投資が、小サイズファクター、高 BPR ファクターと並んで、株価リターンのボラティリティを上昇させる説明ファクターになっていると報告している。

¹ Aboody and Lev (2001) " R&D PRODUCTION IN THE CHEMICAL INDUSTRY "

² Chan, Lakonishok, Sougiannis (2001) " The Stock Market Valuation of Research and Development Expenditures " The Journal of Finance

³ Fama and French, 1993, " Common Risk Factors in the Returns on Stocks and Bonds, " Journal of Financial Economics. ファーマとフレンチは、米国株式市場において、小型株銘柄と高 BPR (純資産/株式時価総額) 銘柄が、継続して相対的に高いパフォーマンスを生むことを示し、アノマリーファクターと呼んだ。その要因としては、リスクプレミアム説が有力である。日本市場においても同じような現象がある。高 BPR 銘柄は、日本では低 PBR (株式時価総額/純資産) 銘柄といわれることが多いが、本論文では、主として高 BPR という表現を利用する。また、高 BPR 銘柄をバリュー銘柄という。具体的計算手法は、APPENDIX (2) を参照。

⁴ Benz, Hanna and Zhang(2004) " Research and Development, Risk and Stock Return " Working Paper, University of Chicago.

⁵ Hand (2003) " Increasing return to scale of intangibles " Intangible Assets (Oxford Univ. Press)

⁶ 劉 (2005) 「研究開発投資の会計処理と市場の評価」

⁷ 野間 (2005) 「研究開発投資に対する株式市場の評価」、2005 日本会計研究学会「無形資産会計・報告の課題と展望」10 章

鄭 (2005)¹は、R&D 対 MV 比率とその後の株価リターンを分析し、ファーマ・フレンチの 3 ファクター (市場連動効果、小型株効果、高 BPR 効果) に加え、R&D 対 MV 比率をファクターにした 4 ファクターで分析すると、リターンの大半を説明するモデルになったことを理由に、リスクプレミアム説を支持している。山村 (2005)²は、Hand (2003) の分析を日本に当てはめ、R&D 投資 1 円当たり 0.28 円、広告・宣伝費については 0.42 円、一般管理費については 0.12 円の NPV (純現在価値) となっていると報告している。

また、2004 年度通商白書第 2 章において、米国市場と日本市場に関する先行研究と経産省の分析結果が提供されているが、そのうち興味深い結論を紹介すると、

- 米国では、会社が R&D に投資した金額が多ければ多いほど、生み出された特許件数とイノベーションの数は多くなること、及び特許件数やイノベーションの数が多ければ多いほど企業の市場価値は平均して高くなること、が明らかにされている。
- 米国では、Lev (2003)³が、非 R&D 知的資産が企業の成長の源泉として重要な要素であることを示した。Lev は、労働、資本、R&D を企業売上の説明変数とした上で、各要素で説明できない部分を、非 R&D 知的資産として推定し、更にその部分と、IT 支出、マーケットシェア、販管費との相関関係分析を行った。非 R&D 知的資産の規模は平均売上の 3% に相当し、売上増加分に対する寄与度は 43% であるとしている。
- 日本では、IT と医薬品業種では、特許件数/研究開発費と ROE の相関が高い。
- 日本では、非 R&D 知的資産の売上増加に対する寄与率は、製造業では 67%、小売サービス業等では 130% になっており、米国同様日本でも、成長の源泉になっている。

なお、先行研究の中には、オルソンモデルに注目し、株主価値の時価総額と簿価の差は、将来の ROE と株主資本コストの差が生み出すサープラスによって構成されるという理論的背景を利用し、そのサープラス収益力と無形資産価値を結び付ける論文も多いが、前章で整理した開発 & 事業の合成企業価値の枠組みによれば、無形資産価値を簿外資産価値として考えているわけではないので、サープラス部分だけの議論をする意味はない。

以上の先行研究を参考に、日本において、研究開発投資と企業価値の関係がどのようになっているかを分析したいというのが本章の問題意識である。開発型無形資産価値の代表は、研究開発投資であり、幸い、会計情報としてある程度蓄積されている。第 1 章での枠

¹ 鄭 義哲 (2005)「R&D 企業の株式パフォーマンス」証券アナリストジャーナル 11 月号

² 山村 (2005)「収益からみた無形資産投資の NPV と規模の経済性に関する考察」明治大学 MBS ワーキングペーパー

³ Lev and Radhakrishnan (2003), “The Measurement of Firm-Specific Organization Capital”, NBER Working Paper No9581

組みの整理により、研究開発費は、株式時価総額と相関が高い可能性があると推測されるが、より具体的な問題意識は、研究開発費は株式時価総額とどのような比率になっているのか、研究開発費を多く支出している企業のその後の収益力は、支出の小さい企業より高いのか、研究開発費を多く支出してきる企業の株価はどのように評価されるのかである。

2-2. 研究開発費と株式時価総額の関係分析

R&D 投資は、株式時価総額と相関が高いことが予想される。まずここでは、基本的な回帰分析で、その概略の関係を分析してみたい。研究開発費と株式時価総額のような規模の水準が大きく異なる数値のクロスセクション回帰関係は、不均一分散問題があるので単純な回帰分析はできない。クロスセクション分析において、変数を正規分布に近づけるため、対数処理を行うことにする。さらに、前述の McDonald and Siegel モデルによれば、研究開発費と事業の価値の関係式は、(2) 式でしめされているように、 $RD(V) = A \cdot V^\beta$ の形になることが示されており、対数処理により分析することが、当該理論とも整合的である。

また、年度毎にクロスセクション分析をして、その時系列的な変化を分析した。ただしその際に基本的なことで注意を要するのは、R&D 費から生まれる株式時価総額は、特にこの時期バブル市場であった TOPIX に連動する形で変動する部分の株式時価総額と関係がないということである。そのため、TOPIX 連動部分は除去して考えることにした。

分析手順は以下の通り。

1986 年以降の東証 1 部上場企業（除く金融）の全社を対象とする。

各企業の過去 5 年間の R&D 費の合計を求める。

1986 年以降において、過去 5 年間 R&D 費を計上した企業のみ抽出する。

市場のシステムティックリスクによる株式時価総額の変動を除去するため、TOPIX の 1986 年 1 月 4 日を基準値 1 として、TOPIX の価格変動指数を各年 3 月末の時点で計算しておき、対象全企業の株式時価総額をその TOPIX 変動指数で除して、TOPIX 連動部分を除去しておく。

各年において、抽出された企業の株式時価総額の対数を被説明変数とし、5 年間研究開発費の対数を説明変数として、全体にクロスセクション単純回帰分析を行う。

毎年 3 月末基準で、1986 年 3 月末から 2004 年 3 月末まで 19 年間のデータを得る。

年度毎の回帰分析の式は次のとおり。

記号として、t は年度、i は個別銘柄を示す。年度毎に銘柄の内容は変化する。

$$TOPIX \text{ 修正指数}_t = \frac{TOPIX \text{ 指数}_t}{1986 \text{ 年初} TOPIX \text{ 指数}}$$

$$\text{水準修正済み株式時価総額}_{i,t} = \frac{\text{株式時価総額}_{i,t}}{TOPIX \text{ 修正指数}_t}$$

年度毎に、次の回帰分析を行う。

$$\log(\text{水準修正済み株式時価総額}_{i,t}) = a_t + b_t \cdot \log(\text{過去 5 年研究開発費合計}_{i,t}) + \text{誤差項}_{i,t}$$

対数回帰であるので

$$\text{Log}(Y) = a + b \text{Log}(X)$$

の関係が得られて

$$Y = \exp(a) X^b$$

この関係式では、株式時価総額は、研究開発投資の水準に対してまず b 乗の水準に変換されたものの exp(a) 倍になっている。

図表 7

年度	観測数	補正 R2	係数		t 値	
			切片	研究費総計	切片	研究費総計
2004	857	0.54	12.2	0.57	30.9	32.0
2003	782	0.53	11.5	0.59	26.0	29.8
2002	779	0.52	11.1	0.60	24.0	29.0
2001	767	0.51	11.4	0.59	24.4	28.3
2000	737	0.47	11.6	0.57	23.3	25.7
1995	668	0.51	15.0	0.45	39.5	26.4
1990	594	0.52	16.2	0.40	46.3	25.3
1988	554	0.52	14.9	0.45	37.6	24.6

図表 8

R&D からの推定株式時価総額 (億円)			
年度	研究開発 10 億円	研究開発 100 億円	研究開発 1000 億円
2004	245	902	3325
2003	213	834	3261
2002	186	749	3010
2001	188	736	2885
2000	157	588	2208
1995	335	941	2640
1990	447	1130	2857
1988	341	961	2707

分析結果は、図表 7 の通りである。回帰の説明力としては、決定係数でみて 0.5 程度あり、切片と係数の t 値は大変高い数値になっている。ただし、この数値のままでは、意味が把握しにくいので、図表 8 で、具体的に 5 年間累積研究開発投資を 10 億円、100 億円、1000 億円のケースで、株式時価総額を推定してみる。図表 8 をみると、たとえば、2004 年度でみると、5 年間累積研究開発投資 100 億円の企業は、株式時価総額の推定値は約 900 億円となっている。同様に 5 年間累積研究開発投資 1000 億円の企業は、株式時価総額推定値約 3000 億円となっていることがわかる。厳密には、因果関係まで言えているわけではないが、定性的に、企業の競争力の源泉が研究開発にあることは自明であることから、研究開発投資の規模がもたらす株式時価総額の水準を示していると考えられる。時系列的にみると、バブル後の 1990 年代は、TOPIX 連動部分を差し引いてもなお、同じ研究開発費に対し推定株式時価総額が低くなっている様子が見え、また、最近回復してきている様子が見える。

ここで、McDonald & Siegel モデルを思い出して、研究開発費を被説明変数、株式時価総額を説明変数において、2004 年度のデータによりクロスセクション対数回帰分析してみた。その結果 $A = 0.01$ $B = 1.05$ となった。理論モデルのパラメータとはだいぶ差があった。当然、個々の研究開発費が実際どの程度の事業価値を生んでいるかは、モデルとは関係がないので、むしろ企業全体の現実が、モデルで表現できるレベルに近い事業化能力を有していると考えられる。研究開発の事業化成功率とポートフォリオモデルの問題の研究は、今後の研究課題としたい。

2-3. 研究開発費の実施状況と各種財務指標と関係時系列推移

日本の 1985 年から 2004 年のデータに基づき、東証 1 部上場銘柄（除く金融）過去 5 年間 R&D 費計上企業を対象に、研究開発費の実施状況と各種財務指標と関係時系列推移を分析した。ちなみに 2004 年では対象企業 834 社である。

Chan の論文における米国事情と比較しつつ分析する。図表 9 Panel A をみると、R&D 費対売上高比率は 1985 年の 1.2% から 2004 年 2.6% に上昇している。米国 1995 年の同比率は 3.7% であるので米国よりは低い。R&D 費対純資産比率は同じような水準で推移し 2004 年 4.8% となっている。米国 1995 年の同比率は 10.8% であるので、米国より低い。注目されるのは、R&D 費対当期利益比率である。利益水準が高まってきている 2004 年度をみても 100% 以上ある。R&D 費は費用処理されるので、経営者にとって、R&D を止めれば利益を上昇させることができるような局面でも、R&D に継続的に注力している状況がわかる。米国 1995 年の同比率は 67.5% で、これは日本の方が高い。しかし、日本の収益力が低いともい

えるので一概にいえない。なお、これらの比率は、合計値の比率を利用しており、各企業の指標の平均値をとったものではない。従って大企業の影響が大きい指標である。R&D への注力度という点で米国と比較すると、総じて、米国の方が、日本より高いといえる。

また、資産勘定処理を仮定した場合、資本勘定がどの程度変化するか計算した。過去 5 年間の R&D 費支出データにより、仮想の研究開発資産勘定を計算し、その仮想勘定対実績純資産比率を計算すると 14.7%相当であった。仮想研究開発資産勘定計算式は、償却率 20% として次のように計算している。

$$\text{仮想研究開発費資産勘定}_0 = R D_0 + 0.8 R D_{-1} + 0.6 R D_{-2} + 0.4 R D_{-3} + 0.2 R D_{-4}$$

2004 年度のデータについて東証 33 業種を利用して業種ごとに分析した図表 9 Panel B をみると、医薬品が最も R&D 投資に力を入れている状況がわかる。R&D 対売上高比率で 15.6%、R&D 対純資産比率で 10.7%にもなっている。電機機器、輸送、精密がついで大きい。電機機器の R&D 対売上高比率 4.6%、R&D 対純資産比率 8.2%、輸送の R&D 対売上高比率 4.2%、R&D 対純資産比率 10%である。精密は、R&D 対売上高比率 4.4%、R&D 対純資産比率 6.2% となっている。

図表 9

Panel A は、1981 年度 ~ 2004 年度のデータ(1981 ~ 1984 年は、仮想 R&D 資産勘定算出のみに使用)により、東証 1 部上場銘柄(除く金融)の内の過去 5 年間 R&D を実施している全ての企業を対象とする。仮想 R&D 資産勘定は、残存価値なし 5 年均等償却を仮定した当該年度の仮想 R&D 資産勘定である。Panel A は抜粋してある。Panel B は、2004 年度の業種分析である。東証 33 業種別コードを基に分類した。データ元は AMSUS。選択する業種は、各業種で 10 企業以上データがあるもの。表の比率は R&D 合計値(業種毎の R&D を行っている全ての企業の合計)と基礎となる変数の合計値との比率となっている。基礎となる変数は有価証券報告書(単独)の売上高・営業収益、当期利益、純資産、R&D 費、中間配当、期末配当である。

図表 9 Panel A : R&D 支出比率分析 (R&D 支出全企業合計)

	銘柄数	R&D 支出 / 各項目比率				仮想 R&D 資産勘定対純資産比率
		売上高	当期利益	配当	純資産	
2004	834	2.585%	108.400%	254.311%	4.762%	14.655%
2003	788	2.635%	270.473%	297.661%	2.005%	6.067%
2002	805	2.595%	-568.602%	318.916%	1.939%	5.705%
2001	808	2.406%	199.689%	282.594%	4.909%	14.386%
2000	775	2.362%	771.655%	321.341%	5.334%	15.951%
1995	703	2.096%	168.566%	278.084%	5.259%	16.153%
1990	615	1.992%	81.570%	233.705%	5.792%	14.875%
1985	535	1.233%	62.246%	169.142%	5.452%	13.293%

図表9 Panel B : 2004年度 R&D 支出比率分析

対象業種		銘柄数	R&D 支出 / 各項目比率				仮想 R&D 資産勘定対純資産比率
			売上高	当期利益	配当	純資産	
50	水産・農林業	5	0.485%	47.318%	79.660%	1.680%	4.839%
1050	鉱業	3	0.333%	4.932%	16.576%	0.193%	0.977%
2050	建設業	86	0.327%	18.654%	63.123%	0.986%	3.175%
3050	食料品	46	1.372%	124.500%	170.201%	2.738%	8.204%
3100	繊維製品	30	3.629%	146.180%	240.385%	3.763%	12.118%
3150	パルプ・紙	10	0.821%	51.393%	129.084%	1.652%	4.570%
3200	化学	98	3.743%	162.545%	288.158%	5.351%	16.405%
3250	医薬品	35	15.592%	123.761%	433.173%	10.714%	29.871%
3300	石油・石炭製品	4	0.151%	-7.116%	37.928%	0.892%	2.512%
3350	ゴム製品	7	0.995%	40.078%	91.953%	1.740%	4.968%
3400	ガラス・土石	22	2.446%	94.963%	206.348%	2.797%	9.061%
3450	鉄鋼	24	1.018%	50.210%	146.795%	1.918%	6.384%
3500	非鉄金属	21	1.952%	-52.950%	296.171%	3.803%	11.972%
3550	金属製品	24	1.185%	53.546%	150.057%	1.613%	4.999%
3600	機械	92	2.292%	92.765%	207.295%	3.309%	10.365%
3650	電気機器	130	4.630%	228.584%	518.968%	8.182%	27.423%
3700	輸送用機器	42	4.150%	225.745%	647.626%	9.965%	27.244%
3750	精密機器	18	4.355%	109.347%	268.359%	6.223%	17.095%
3800	その他製品	28	1.788%	61.339%	121.568%	2.230%	6.065%
4050	電気・ガス業	16	0.661%	15.048%	34.612%	1.163%	3.963%
5050	陸運業	2	0.511%	12.935%	49.437%	1.173%	3.292%
5150	空運業	1	0.597%	-2.981%	#DIV/0!	0.646%	3.416%
5250	情報・通信業	38	3.074%	32.711%	124.477%	2.455%	7.481%
6050	卸売業	23	0.038%	-21.133%	30.071%	0.425%	1.083%
6100	小売業	13	0.113%	9.545%	14.177%	0.279%	0.723%
8050	不動産業	3	0.261%	3.748%	15.032%	0.444%	1.034%
9050	サービス業	13	1.472%	27.255%	75.428%	1.624%	4.953%

2-4. R&D 投資の収益力への影響分析

ここでは、R&D 投資に注力する企業とそうでない企業の間で、将来の収益力に変化があるかどうかを分析する。R&D 投資の高低の分類には、R&D 対株式時価総額比率（以下 R&D 対 MV 比率という）を利用した。これは、R&D が株式時価総額と関係が深いと推測されることと、後述する株価リターンの分析と重ね合わせて利用するためである。

データは、東証1部上場銘柄（除く金融）、1986年6月から2005年6月。毎年6月末時点で、R&D 対 MV 比率により、等銘柄数で5分位に分ける。各年度に分類されたポートフォリオの銘柄において、その後5年間の総資産営業利益率（=営業利益/総資産）を見る。各

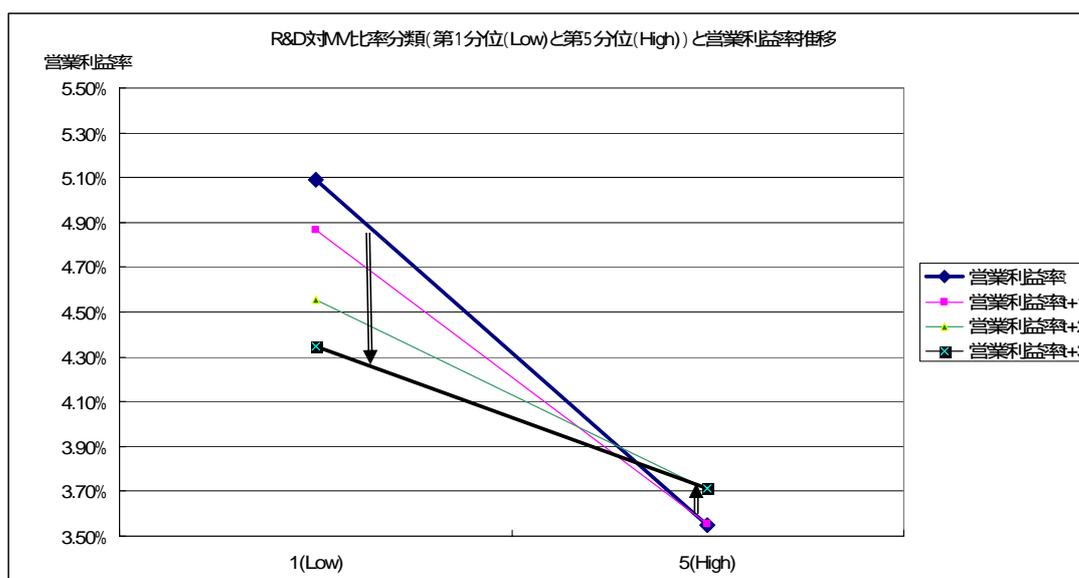
分位における銘柄は等ウェイトで平均する。また、1986年から2002年の各年の各分位の営業利益率変化を16年間で平均する。その結果は図表10の通り。

バブル以降のデータにより、平均的に総資産営業利益率が低下するデータになっているが、相对比较ができる。これにより、R&D対MV比率が高い企業は、同比率が低い企業と比較して、相対的に、その後の総資産営業利益率の改善度が高いことがわかった。図表11で、R&D対MV比率の最も高いグループと最も低いグループの、総資産営業利益率の水準と推移をグラフに示した。R&D対MV比率が低いグループの変化が良くわかる。ここでは3年までしか表示していないが、5年程度経過すると相対差は消滅する。また、その相対差が最も高いのは2年目である。ただし、水準そのものをみると、スタート時点では、R&D注力度が高い企業は、むしろ低い利益率である。このことから、投資家は、会計制度のR&Dの費用処理による利益低下を、そのまま企業価値の低下として評価していると考えられる。

図表10：R&D対MV比率分位と営業利益率の変化

1986-2002	1(Low)	2	3	4	5(High)	NONR&D	differ(5-1)
営業利益率 t	5.09%	4.27%	3.80%	3.61%	3.55%	5.86%	-1.54%
営業利益率 t+1	4.86%	4.00%	3.54%	3.49%	3.56%	5.76%	-1.31%
営業利益率 t+2	4.56%	3.78%	3.49%	3.49%	3.71%	5.69%	-0.85%
営業利益率 t+3	4.35%	3.62%	3.48%	3.47%	3.71%	5.58%	-0.64%
営業利益率 t+1	-0.23%	-0.27%	-0.26%	-0.12%	0.01%	-0.10%	0.24%
営業利益率 t+2	-0.31%	-0.22%	-0.06%	0.00%	0.15%	-0.07%	0.46%
営業利益率 t+3	-0.21%	-0.17%	-0.01%	-0.02%	0.01%	-0.11%	0.22%

図表11：R&D対MV比率分類と総資産営業利益率推移



2-5. R&D 対株式時価総額比率の株式リターンへの影響分析

多くの企業をポートフォリオとして把握すれば、個々の成功失敗はあったにせよ、利益から R&D 費を捻出し、その成果である知的資本が企業収益を生むのは自明である。また、全体としては、R&D 費用以上の経済効果があることも自明である。しかし、研究開発努力に関し、相対的に多大な努力をしてきた企業と、そうでない企業のあいだに、株式市場への影響がどのように違っているかは自明ではない。あるいは、時間軸の中でどのような形で影響するのかは自明ではない。

ここでの R&D と市場の評価に関する仮説は、次のようなものである。投資家は、会計利益情報を重視しており、R&D 費用処理にともなう会計利益情報により、企業価値評価を一度下げる。その低い評価の修正は、利益が上昇してきたなかで時間を経て行われる。実際には、2-4 の分析にあるように、R&D に力をいれた企業は相対的に収益力をつけるので、結果的に R&D 効果を過小評価する。従って、まだ市場が織込んでいない R&D 投資が高いという情報は、その後の平均を上回るパフォーマンスをあげる情報になりえる。

ここでは、上記仮説を検証する。そのために、R&D 投資に関する投資指標として、前年度 R&D 対 MV 比率を作成し、その指標を株式運用戦略ファクターとして利用して分析する。比較の観点もあり、Chan の米国市場での分析と同様の手法で日本市場を分析する。また、この仮説には、2-4 項で分析した結果、すなわち、R&D 対 MV 比率が高い企業のその後の総資産営業利益率は、相対的に同比率が低い企業より高くなる、という事実を踏まえている。

株式リターンへの影響を分析する場合、注意しなければならないのは、ファーマ・フレンチ 1993 年¹の分析にもあるように、市場全体を支配する市場連動効果、サイズ効果及びバリュウ効果の存在を除いて分析をすることが必要になることである。したがって、Panel A ではサイズとバリュウの効果を考慮しない分析を行うが、Panel B と Panel C においては、R&D 費を計上している企業を対象に、株価リターンから、市場のサイズの要因とバリュウの要因を排除して、純粋に R&D の影響をみる必要がある。

そのために、詳細は図表 12 の解説に付したが、次のような 25 個のポートフォリオを構築する。まず、6 月末時点時価総額ランキングで銘柄数 5 分位に分け、そのそれぞれの中で 6 月末時点 BPR (純資産/株式時価総額) ランキングによる銘柄数 5 分位に分ける。このよ

¹ 日本市場においても小型株と高 BPR 銘柄が、相対的に高いパフォーマンスを示す傾向がある。いわゆる小型株相場、バリュウ株相場が多い傾向がある。時価総額が小型か大型かというファクターをサイズファクターといい、高 BPR (低 PBR) かどうかというファクターをバリュウファクターという。

うにして構築した 25 個のブロックの中で、さらに R&D 対 MV 比率ランキングにより 5 分位を取り、各 R&D 対 MV 比率分位ごとに、等金額ポートフォリオを構築する。その 25 個の等金額ポートフォリオのリターンの平均値を計算することにより、各 R&D 対 MV 比率分位の数値とする。

図表 12 では、1980 年～2002 年までの各年度の 3 月末で、全ての企業を、R&D 費を計上している企業と、R&D 費を計上していない企業に分類し、次に R&D 実施企業を対象に、R&D 対時価総額比率で高い順番に並べたポートフォリオのパフォーマンスを分析している。データ元は AMSUS で東証 1 部上場銘柄(除く金融)を対象としている。分析およびリバランスタイミングは財務データの市場反映時点の毎年 6 月末である。

Panel A では、サイズと BPR の影響を除く前の影響分析を行った。R&D 投資を行っている企業の株価パフォーマンスは、R&D 投資をしていない企業に比較して高いと予想されるかもしれないが、Panel A をみれば、実はそんなことはないことがわかる。R&D 投資をしていない企業の平均的株価パフォーマンスは 5.7% であるのに対し、R&D 投資をしている企業の第 3 分位のパフォーマンスは 5.3% である。これは米国も同じである。

R&D 対 MV 比率でランキングしてポートフォリオを構築し、そのポートフォリオの過去 5 年のリターンを分析することにより、市場が R&D の高い企業を過去どのように評価してきたかの分析も行った。興味深い事実であるが、過去 5 年間のパフォーマンスで、R&D 対 MV 比率が高いポートフォリオ(第 5 分位)は 1.4% で、同比率が低いポートフォリオ(第 1 分位)8.9% に比較してパフォーマンスが悪いことがわかる。ノン R&D 企業の平均 5.7% よりも低い。これは米国でも同様の傾向がある。しかし構築後 3 年間平均では、第 5 分位(高位)のポートフォリオのパフォーマンス 2.7% で、第 1 分位の -2.3% より高い。スプレッドが 5.0% と大きい。R&D なし企業平均は -0.3% であるので、第 5 分位の優位性がわかる。これらの傾向は全く米国と同じである。

気になるのは、R&D の高いポートフォリオが、過去のパフォーマンスの悪い状況を、将来取り返せて余りあるというシナリオを予想するとそうではない。一見過去の悪いパフォーマンスを、取り返せていない状況に見える。この分析は後述のまとめで述べる。

Panel B は、サイズと BPR の影響を除いたパフォーマンス分析である。Panel A と同様に、過去 5 年では、第 5 分位が 1.2%、第 1 分位は、6.5% で、5.3% 悪い。一方ポートフォリオ構築後 3 年間平均リターンで第 5 分位が 1.9%、第 1 分位が -1.5% になっている。

ここで二つのことがわかる。一つは、サイズと BPR の効果を除いても、R&D 対 MV 比率の違いは株価リターンの違いを生み出していること。もう一つは、Panel A と比較して、R&D の効果が小さくなっていることである。

次に、Panel C では、BPR 指標に R&D を仮想資産処理したときの自己資本で作成した修正 BPR ファクターでランキングし、BPR 効果を除いたケースである。修正した Panel C では、Panel B よりも、さらに、R&D 効果が減少していることが重要な点である。

以上の結果をまとめて考察すると、次のようなことがわかる。

- R&D 対 MV 比率ファクターは、相対的に高い株価リターンを生む要因になっている。その効果は、小型株効果やバリュー効果と独立して存在する。
- R&D を仮想資産処理した高 BPR の効果を除くと、R&D 対 MV 比率ファクターの効果が減少したことは、R&D を仮想資産処理した上での高 BPR ファクターにより株式運用すれば、より効果が高いリターンを生むことを示している。このことは、投資家は、仮想資産処理した純資産が真の純資産に近いということを後で認識する傾向があることを示す。即ち、投資家は、単に会計上の利益や会計上の純資産を正しい情報として信じているということのように考えられる。つまり、前述の仮説が正しいと考えられる。また、R&D 対 MV 比率が高い企業の過去の株価パフォーマンスが悪いという事実も、この理由によるものと考えられる。
- また、投資家が会計情報を重視すると、株式運用で R&D 対 MV 比率が高いパフォーマンスを生むが、その要因という観点から整理すると二つの側面がある。実際には R&D 対 MV 比率の高い企業の収益率改善傾向が存在するので、R&D 対 MV 比率が、投資家の織り込んでいない収益の上方修正予測情報になっている。投資家の経営者のシグナルへの過小反応になってしまっている。経営者の評価が低くなってしまいうのかかわらず、売上に対し高い比率で R&D を続けるのは、経営者が、将来の企業業績の向上に対し自信をもっていることを示していると解釈できる。現状の会計制度では、R&D 投資をすることは収益を悪化させるので、投資判断は傷みを伴うはずである。このような場合の経営者の見通しは高く評価できる余地があるということを示している。
- Panel A と Panel B では、R&D 対 MV 比率が高い企業の、過去の株価パフォーマンスの相対的低水準は、その後の良いパフォーマンスでも取り返していない。しかし、Panel C を見ると、取り返している。従って、サイズ効果や、BPR 効果を除けば、ほぼ過去の会計上の利益の悪化によるパフォーマンス悪化は、その後の利益の上昇によるパフォーマンスの改善により相殺されているといえる。

図表 12

1980年～2002年までの各年度の3月末で、全ての企業を、R&D費を計上している企業と、R&D費を計上していない企業に分類する。データ元はAMSUSで東証1部上場銘柄(除く金融)を対象としている。分析およびリバランスタイミングは財務データの市場反映時点の毎年6月末である。

R&D費を計上している企業を対象に、Panel AからPanel Cにおいて、サイズの要因とバリューの要因を排除してR&Dの影響をみるために、次のような25個のポートフォリオを構築する。まず、6月末時点時価総額ランキングで銘柄数5分位を取り、そのそれぞれの中で6月末時点BPRランキングによる銘柄数5分位を取る。このようにして構築した25個のブロックの中で、さらにR&D対売上高比率ランキングにより5分位を取り、各R&D対MV比率分位ごとに等金額ポートフォリオを構築する。その25個の等金額ポートフォリオのリターンの平均値を計算することにより、各R&D対MV比率分位の数値とする。

Panel Aでは、R&D費を計上している企業を対象に、上述のようにR&D対MV比率5分位ごとの構築前5年間の平均リターン、構築後1年目リターン、構築後2年目リターン、構築後3年目リターン、構築後3年間平均リターンについてそれぞれ平均値を算出した。R&D費を計上していない企業は、NONR&Dとし構築前5年間の平均リターン、構築後1年目リターン、構築後2年目リターン、構築後3年目リターン、構築後3年間平均リターンについてそれぞれ平均値を算出した。

Panel Bでは、分位ごとの構築前5年間の平均リターン、構築後1年目リターン、構築後2年目リターン、構築後3年目リターン、構築後3年間平均リターンについてそれぞれ平均値を算出した。開発費・試験研究費を計上されていない企業は、NONR&Dとし構築前5年間の平均リターン、構築後1年目リターン、構築後2年目リターン、構築後3年目リターン、構築後3年間平均リターンについてそれぞれ平均値を算出した。

Panel Cでは、Panel Bで用いたBPRの代わりに、R&D費の仮想資産勘定を加算した自己資本を計算し、その修正自己資本を利用した、修正BPRを用いて分位を作成する。後は、Panel Bと同様。

Panel Dでは、Panel Aのポートフォリオの特徴を捉えるために、2004年の下記の指標を算出した。

平均企業数、R&D to Sales、R&D to Market Value、Book to Market、Adjusted Book to Market Value、Sales to Market Value、Earnings to Price、Dividend yield、Return on Equity、Log Size

図表 12 : R&D 対 MV 比率	1 (低)	2	3	4	5(高)	5-1 差	NONR&D
Panel A ポートフォリオ構築前リターン							
構築前 5 年間の平均リターン	0.08944	0.06941	0.05343	0.04056	0.01454	-0.0749	0.05726
構築後 1 年目リターン	-0.00283	0.01931	0.01465	0.01547	0.05050	0.05333	0.02120
構築後 2 年目リターン	-0.02870	-0.01918	-0.01312	-0.02099	0.02446	0.05316	-0.00702
構築後 3 年目リターン	-0.02097	0.00470	-0.00942	-0.00960	0.02349	0.04446	-0.00295
構築後 3 年間平均リターン	-0.02259	-0.00476	-0.00944	-0.01039	0.02707	0.04966	-0.00330
Panel B サイズ・BPR のファクター影響中立化ポートフォリオ超過リターン							
構築前 5 年間の平均リターン	0.06497	0.06431	0.04216	0.03140	0.01168	-0.05329	0.04397
構築後 1 年目リターン	-0.00606	-0.00877	-0.00846	-0.00167	0.03203	0.03809	0.00007
構築後 2 年目リターン	-0.02401	-0.02624	-0.01494	-0.00852	0.01289	0.0369	-0.00702
構築後 3 年目リターン	-0.01581	-0.00151	-0.01227	0.00315	0.01158	0.02739	-0.00295
構築後 3 年間平均リターン	-0.01529	-0.01217	-0.01189	-0.00235	0.01884	0.03413	-0.00330
Panel C R&D 資産の BOOK Value 修正後の超過リターン							
構築前 5 年間の平均リターン	0.05284	0.05391	0.04162	0.03273	0.03087	-0.02197	0.04397
構築後 1 年目リターン	-0.00266	-0.00186	-0.00309	-0.00493	0.01951	0.02217	0.00007
構築後 2 年目リターン	-0.02015	-0.01499	-0.02152	-0.00365	0.00200	0.02215	-0.00702
構築後 3 年目リターン	-0.01227	-0.00564	-0.00238	0.00241	0.00474	0.01701	-0.00295
構築後 3 年間平均リターン	-0.01169	-0.00750	-0.00900	-0.00205	0.00875	0.02044	-0.00330
Panel D Panel A のポートフォリオの特徴 (2004/3)							
平均企業数	114.35294	115.00000	114.64706	115.00000	115.29412	0.94118	190.11765
R&D to Sales	0.00172	0.00544	0.01218	0.02550	0.05398	0.05226	0.00000
R&D to Market Value	0.00136	0.00516	0.01149	0.02224	0.05478	0.05342	0.00000
Book to Market	0.53854	0.57054	0.56110	0.54380	0.57533	0.03679	0.58199
Adjusted Book to Market Value	0.54312	0.58571	0.59432	0.60723	0.72810	0.18498	0.58241
Sales to Market Value	1.90902	1.76937	1.73216	1.45897	1.50896	-0.40006	3.09363
Earnings to Price	0.00845	0.00746	0.00500	0.00235	-0.00660	-0.01505	0.00226
Dividend yield	0.00862	0.00877	0.00874	0.00832	0.00865	3E-05	0.00887
Return on Equity	0.01857	0.01809	0.01859	0.01820	0.01856	-1E-05	0.01779
Log Size	25.08750	25.03964	25.25422	25.43822	25.55546	0.46796	25.07233

2-6. R&D 対売上高比率の株式リターンへの影響分析

R&D 対 MV 比率の株式リターンへの影響は明確であるが、参考までに、一般的によく引き合いにだされる R&D 対売上高比率においても同じような分析を行ってみる。

分析結果は、図表 13 の通りである。

Panel A では、過去 5 年のリターンでは、第 5 分位のポートフォリオは 4.5% であるのに対し、第 1 分位のポートフォリオのリターンは 6.5% で、やはり R&D が高いポートフォリオの過去リターンは悪いパフォーマンスとなっている。

ポートフォリオ構築後 1 年間のリターンは、第 5 分位のポートフォリオ 3.2% であるのに対し、第 1 分位のポートフォリオのリターンは 1.5% でスプレッドは 1.7% である。この傾向は、R&D 対 MV 比率と同じである。しかし、その効果は、R&D 対 MV に比べ、売上高比率では小さい。

サイズとバリューの効果を除いた Panel B、Panel C の分析においても、R&D 対 MV 比率と同じ傾向、すなわち、R&D 対売上高比率の高いポートフォリオは、過去 5 年リターンは相対的に悪いが、その後の 1 ~ 3 年間は良い傾向にある。しかし、その良さは、スプレッドでみて、年間 1% でしかない。その効果は小さい。米国の分析でも同じような傾向になっている。

結論的に、R&D 対売上高比率では、その後の株価リターンを十分に説明できない。可能性としては、業種によって売上高の内容が異なることによる要因も考えられる。また、銘柄によっては、すでに R&D 注力情報を株価が織り込んでいて、株価が上昇してしまっている場合もありうる。売上高分析を行う場合には、少なくとも業種分析をする必要があると思われる。今後の課題としたい。

図表 13

1980年～2002年までの各年度の3月末で、全ての企業を、R&D費を計上している企業と、R&D費を計上していない企業に分類する。データ元はAMSUSで東証1部上場銘柄（除く金融）を対象としている。分析およびリバランスタイミングは財務データの市場反映時点の毎年6月末である。

R&D費を計上している企業を対象に、Panel AからPanel Cにおいて、サイズの要因とバリューの要因を排除してR&Dの影響をみるために、次のような25個のポートフォリオを構築する。まず、6月末時点時価総額ランキングで銘柄数5分位を取り、そのそれぞれの中で6月末時点BPRランキングによる銘柄数5分位を取る。このようにして構築した25個のブロックの中で、さらにR&D対売上高比率ランキングにより5分位を取り、各R&D対売上高比率分位ごとに等金額ポートフォリオを構築する。その25個の等金額ポートフォリオのリターンを計算することにより、各R&D対売上高比率分位の数値とする。

Panel Aでは、R&D費を計上している企業を対象に、上述のようにR&D対売上高比率5分位ごとの構築前5年間の平均リターン、構築後1年目リターン、構築後2年目リターン、構築後3年目リターン、構築後3年間平均リターンについてそれぞれ平均値を算出した。R&D費を計上していない企業は、NONR&Dとし構築前5年間の平均リターン、構築後1年目リターン、構築後2年目リターン、構築後3年目リターン、構築後3年間平均リターンについてそれぞれ平均値を算出した。

Panel Bでは、分位ごとの構築前5年間の平均リターン、構築後1年目リターン、構築後2年目リターン、構築後3年目リターン、構築後3年間平均リターンについてそれぞれ平均値を算出した。開発費・試験研究費を計上されていない企業は、NONR&Dとし構築前5年間の平均リターン、構築後1年目リターン、構築後2年目リターン、構築後3年目リターン、構築後3年間平均リターンについてそれぞれ平均値を算出した。

Panel Cでは、Panel Bで用いたBPRの代わりに、R&D費の仮想資産勘定を加算した自己資本を計算し、その修正自己資本を利用した、修正BPRを用いて分位を作成する。後は、Panel Bと同様。

Panel Dでは、Panel Aのポートフォリオの特徴を捉えるために、下記の指標を算出した。

平均企業数、R&D to Sales、R&D to Market Value、Book to Market、Adjusted Book to Market Value、Sales to Market Value、Earnings to Price、Dividend yield、Return on Equity、Log Size

図表 13 : R&D 対売上高比率	1 (低)	2	3	4	5(高)	NONR&D
Panel A ポートフォリオ構築前リターン						
構築前 5 年間の平均リターン	0.06589	0.06036	0.05094	0.04393	0.04599	0.05726
構築後 1 年目リターン	0.01487	0.01129	0.02382	0.01536	0.03207	0.02120
構築後 2 年目リターン	-0.02572	-0.01516	-0.00038	-0.00929	-0.00670	-0.00702
構築後 3 年目リターン	-0.01958	0.01007	0.00278	-0.00280	-0.00209	-0.00295
構築後 3 年間平均リターン	-0.01476	-0.00322	0.00267	-0.00545	0.00091	-0.00330
Panel B サイズ・BPR のファクター影響中立化ポートフォリオ超過リターン						
構築前 5 年間の平均リターン	0.05496	0.05461	0.04303	0.03149	0.02850	0.04397
構築後 1 年目リターン	0.00140	-0.00200	-0.00734	0.00257	0.01521	0.00007
構築後 2 年目リターン	-0.02185	-0.03071	-0.00011	-0.00148	-0.00468	-0.00702
構築後 3 年目リターン	-0.01637	-0.00457	-0.00431	0.00649	0.00487	-0.00295
構築後 3 年間平均リターン	-0.01227	-0.01242	-0.00392	0.00253	0.00513	-0.00330
Panel C R&D 資産の BOOK Value 調整後の超過リターン						
構築前 5 年間の平均リターン	0.04117	0.04628	0.04291	0.03399	0.04502	0.04397
構築後 1 年目リターン	-0.00065	0.01036	-0.00671	-0.00461	0.01171	0.00007
構築後 2 年目リターン	-0.02017	-0.01589	-0.00515	-0.00608	-0.01194	-0.00702
構築後 3 年目リターン	-0.01423	-0.00395	0.00806	-0.00210	-0.00057	-0.00295
構築後 3 年間平均リターン	-0.01168	-0.00316	-0.00127	-0.00426	-0.00027	-0.00330
Panel D Panel A のポートフォリオの特徴						
平均企業数	114.3529	115.0000	114.6471	115.0000	115.2941	190.1176
R&D to Sales	0.0009	0.0036	0.0091	0.0212	0.0639	0.0000
R&D to Market Value	0.0024	0.0069	0.0133	0.0246	0.0479	0.0000
Book to Market	0.6097	0.6230	0.5550	0.5242	0.4782	0.5820
Adjusted Book to Market Value	0.6173	0.6433	0.5935	0.5943	0.6110	0.5824
Sales to Market Value	2.9382	1.9662	1.4758	1.1644	0.8409	3.0936
Earnings to Price	-0.0024	-0.0028	0.0043	0.0044	0.0131	0.0023
Dividend yield	0.0095	0.0092	0.0084	0.0080	0.0079	0.0089
Return on Equity	0.0187	0.0178	0.0186	0.0180	0.0190	0.0178
Log Size	24.8625	24.9206	25.2186	25.4242	25.9465	25.0723

2-7. 過去リターンと R&D 対株式時価総額ファクターの関係分析

2.5 の分析で、R&D 対 MV 比率が高いポートフォリオは、過去リターンが悪いことが示されていた。株式分析に通じている人からみれば、サイズ、と BPR と、もう一つ有名なアノマリーファクターとしてリターンリバーサルがあるのが気になるだろう。リターンリバーサルというのは、相対的に過去のリターンが悪かった銘柄は、その後リターンが相対的に良くなる傾向があるというものである¹。R&D 対 MV 比率の高いポートフォリオが、その後の高いリターンを示したのは、R&D の要因ではなく、過去に悪いリターンだったことの単なるリターンリバーサル現象であったと主張できる可能性がある。

また、逆に、リターンリバーサルの要因は、R&D 対 MV 比率によるものだという主張もありうる。そこで、過去リターンと R&D 対 MV 比率の効果の分析を行った。

分析方法の詳細は、図表 14 の解説にあるとおりであるが、1980 年～2002 年の各年度の 3 月末で、全ての企業対象にする。開発費・試験研究費を計上している企業と、計上していない企業を分離し、開発費・試験研究費を計上している企業については、R&D 対 MV 比率により 5 分位に分ける。各分位のポートフォリオについて、さらに、高い過去リターングループと低い過去リターングループに等銘柄数で分けて、パフォーマンスがどのように異なるのか分析をおこなった。

計算結果は図表 14 の通りである。この表からわかることは、

- ・ リターンリバーサル現象は、R&D 対 MV 比率で分けた 5 分位の各分位毎に、過去 3 年リターンの 2 分類に関しても、共通しておきている。
- ・ R&D 対 MV 比率の高いポートフォリオについてみれば、過去リターンが低いポートフォリオも、高いポートフォリオも、同じようにリターンリバーサルがおきている。また、過去リターンにかかわらず、R&D 対 MV 比率が高いポートフォリオは、低いポートフォリオに比較して、将来リターンが高いことが確認できる。従って、R&D 対 MV 比率の高いポートフォリオの将来のリターンが高くなる要因は、リターンリバーサル要因とは独立していることが確認できる。
- ・ また、R&D 対 MV 比率の高いポートフォリオでも低いポートフォリオでも、同様にリターンリバーサル効果が示されており、リターンリバーサルの要因のひとつが R&D 対 MV 比率であるという事実はないことが確認された。

¹ 例えば、過去 1 ヶ月で相対的にリターンが悪かった銘柄は、その後 1 ヶ月のリターンが良くなる傾向がある。その要因としては、情報に関する過剰反応仮説が有力である。

図表 14

データは AMSAS の東証 1 部上場銘柄(除く金融)である。1980 年～2002 年の各年度の 3 月末で、開発費・試験研究費を計上している全ての企業を対象にする。毎年 6 月末時点で、前期末 R&D 対 MV 比率によって低い順に 5 分位わけし、等金額等銘柄数 5 分位ブロックを作成する。その分位内で、6 月末時点で、構築前過去 3 年間平均リターンを元にランキングし、低い順に 2 分位の等金額ポートフォリオを計 10 個構築する。そのそれぞれのポートフォリオで、個別銘柄リターンの単純平均により将来 3 年間平均リターンを算出する。

分析は超過リターンを利用しており、超過リターンは、前述のサイズと BPR の 25 分類を利用してリスク中立化した上での R&D 対売上高比率の 5 分位ポートフォリオリターンを基準に、各上記ポートフォリオリターンとリターン差を計算している。

図表 14：過去リターンの 2 分類分析

RD/時価総額	過去 3 年リターン	構築前 3-2	構築前 2-1	構築前 1-0	構築前 3 年間平均	将来 0-1	将来 1-2	将来 2-3	将来 3 年間平均
1!(Low)	1 (Low)	-5.29%	-6.96%	-6.45%	-6.23%	2.03%	-1.17%	-1.17%	-0.10%
	2(High)	19.63%	22.30%	21.04%	20.99%	-2.53%	-3.65%	-3.04%	-3.08%
2!	1	-6.89%	-7.66%	-7.48%	-7.35%	1.32%	-0.31%	0.42%	0.48%
	2	22.84%	21.93%	15.87%	20.21%	-1.60%	-3.31%	-1.72%	-2.21%
3!	1	-7.16%	-8.16%	-8.20%	-7.84%	-0.28%	0.85%	0.32%	0.30%
	2	16.91%	16.38%	15.79%	16.36%	-2.22%	-3.59%	-0.31%	-2.04%
4!	1	-8.57%	-9.16%	-9.45%	-9.06%	2.12%	0.37%	1.07%	1.19%
	2	18.24%	14.79%	12.44%	15.16%	-2.50%	-2.48%	-0.98%	-1.99%
5!(High)	1	-9.38%	-10.71%	-11.60%	-10.56%	4.66%	2.12%	2.60%	3.13%
	2	13.73%	11.42%	6.39%	10.51%	1.41%	0.76%	1.37%	1.18%
NONR&D	1	-6.51%	-7.74%	-8.16%	-7.47%	3.12%	0.62%	0.61%	1.45%
	2	19.74%	19.13%	14.29%	17.72%	-2.07%	-2.95%	-2.18%	-2.40%

2-8. R&D 対 MV 比率ファクターによる株式運用超過リターン分析

2-5 の項目で、R&D 対 MV 比率が、その後の高い株式リターンを生んでいる可能性が高いという結果が得られたが、この項目では、株式ポートフォリオ運用を行ったときに、本当に、投資家が、高いリターンを得られるかどうかを検証する。その理由は、部分的に株価に影響を与えるファクターだと思われても、総合的にポートフォリオ運用のテストをすると影響が消えてしまうことがよくあるからである。

日米比較の観点もあるので、Chan の論文同様の分析方法を行うことにする。Chan の分析においては、米国の企業で、R&D 対 MV 比率ファクターが、株式ポートフォリオ運用におけるリターンのファクターになっていたと報告されている。方法としては、この指標による企業のランキングと分位別バックテストを、ファーマ・フレンチ - 3 ファクター + リターンリバーサルファクターモデルの時系列回帰分析により行い、指標のパフォーマンス効果分析を行う。

今回行った具体的分析の手順はつぎの通り（詳細は、図表 15-2 の解説参照）。

データ期間は、1986 年 6 月末から、2004 年 6 月末までの 18 年間。ユニバースは、東証一部上場企業（除く金融）、単独決算数値。過去存在銘柄ベース。財務データは、毎年 4 月に更新される。株価データは月次で 216 ヶ月。毎年、6 月末の時点で、昨年実績として、研究開発・試験研究費を計上していた銘柄のみを対象にする。ちなみに 1986 年では、約 550 銘柄あった。

この銘柄を対象に、毎年 6 月末に、昨年実績の財務データと 6 月末の株式時価総額とを利用して R&D 対 MV 比率の指標を作成する。6 月末に R&D 対 MV 比率でランキングし、5 分位に銘柄を分割し、第 1 分位（高 R&D 対 MV 比率）の銘柄の当金額ポートフォリオと、第 5 分位（低 R&D 対 MV 比率）の銘柄の等金額ポートフォリオを構築する。1 年間リバランスしない。したがって、年次リバランスの月次リターンのデータが 214 ヶ月分できる。

この各分位のポートフォリオリターンが、超過リターンを生むかどうかを検証するのに、システムティックリスクに対する影響を除く必要があるので、Chan の論文と同様の、ファーマ・フレンチの 3 ファクターモデル + リターンリバーサルファクターを利用した。つまり、各ポートフォリオのリターンから国債利回りを引いたものを非説明変数にし、説明変数として、TOPIX リターン、サイズファクターリターン、BPR ファクターリターン、長期リターンリバーサルファクター（WML）、短期リターンリバーサルファクター（UMD）を利用し、回帰の結果、定数項がプラスであるか、そして、その安定性はどうかで超過リターンの存

在を判定する。

F F型サイズファクターリターンとバリューファクターリターンは、日本市場の東証1部と東証2部から求めた。その計算方法詳細は APPENDIX (2) を参照。

全体の時系列回帰式は以下の通り。

$$R_{pt} - R_{ft} = a + b[R_{Mt} - R_{ft}] + sSMB_t + hHML_t + wWML_t + dUMD_t + \epsilon_{pt}$$

この超過リターン回帰式の各項目は以下の通り。

$R_{pt} - R_{ft}$: t月の10年国債利回りを上回ったポートフォリオpの月次超過リターン。

$R_{Mt} - R_{ft}$: マーケットインデックスの超過リターン。

SMB_t と HML_t : Fama and French (1993) 方式の月次サイズファクターリターンと、月次BPRファクターリターン。意味は以下の通り。

SMBリターン : 小型株指数リターン - 大型株指数リターン

HMLリターン : バリュー株指数リターン - グロース株指数リターン

WML_t : 毎年6月末基準で、60ヶ月前と12ヶ月前の過去の株価によって計算される過去4年間リターンによってランキングされた等金額5分位ポートフォリオの、第1分位と第5分位ポートフォリオの月次リターンの差。

UMD_t : 7ヶ月前と1ヶ月前の過去のリターンによってランキングされた等金額5分位ポートフォリオの、第1分位と第5分位ポートフォリオの月次リターンの差。

時系列回帰(OLS)のデータ期間を、1994年6月から2004年6月までの120ヶ月、10年間分析した。

分析結果は図表15-1、図表15-2のとおりである。図表15-1は、単純に、R&D投資企業を対象に、年一回6月にリバランスし、R&D対MVファクターによって等銘柄数5分位ポートフォリオを構築した場合の、1986年6月に100円投資をしたときの各分位の累積パフォーマンスグラフである。第1分位のポートフォリオのパフォーマンスが高いことがわかる。

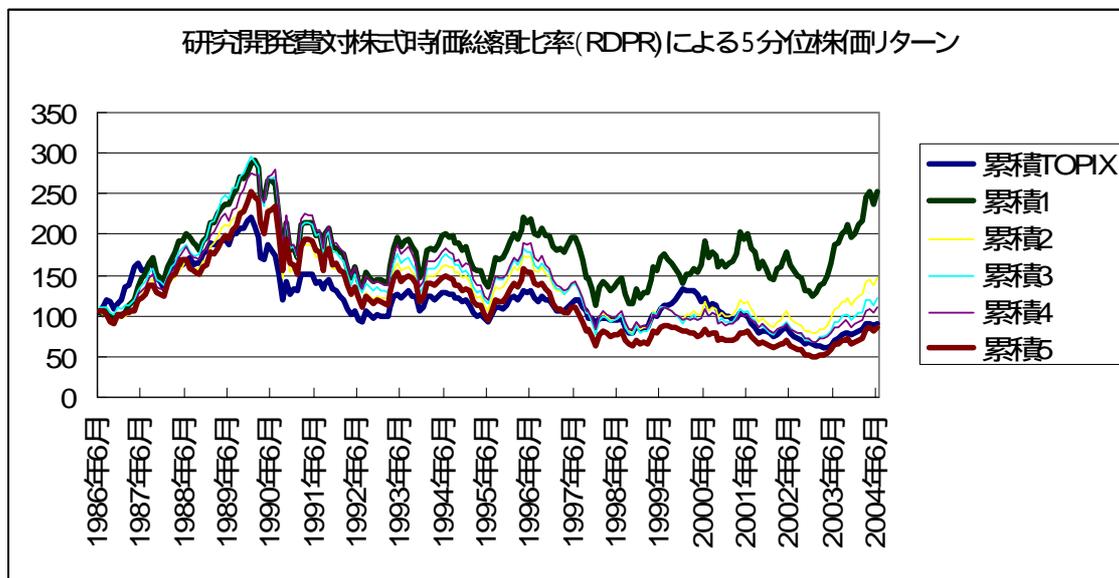
図表15-2は回帰分析の結果である。この回帰分析結果から、第1分位のポートフォリオの超過リターンは、5%有意水準で、安定的に存在していることがわかる。代表的なアノマリーファクターの影響を除いての超過リターンの存在が確認された。その水準は、定数項から判断されるが、1986年からの分析では、月次0.3%、年間3.6%である。また、R&D対MV比率が高い企業は、逆の小さい企業に対し、その後1年間の相対超過リターンで、月次0.4%、年間4.8%高い超過リターンを実現していることがわかる。

ポートフォリオ構築後3年間の分析をみると、R&D対MV比率が高い企業は、逆の小さい企業に対し、その後3年間の相対超過リターンで、月次0.4%、年間4.8%高いリターンを実現していることがわかる。従って、この分析においては、R&D対MV比率の影響は、ポートフォリオ構築後3年間を経過しても残ることが示されており、長期的なパフォーマンスを生むファクターであることを示している。

なお、ここでは掲載していないが、1994年からの10年間のデータでも概略の分析を行ってみた。1994年からの分析では、R&D対MV比率ファクターによる高分位ポートフォリオと低分位ポートフォリオのその後1年間の相対超過リターン差は、月次0.62%、年間7.4%である。直近の10年間のほうが比率の効果が大きくなり、かつ安定度も増しているといえる。この傾向は、グラフからもわかる。

以上のことは、前述の仮説と整合的であり、ポートフォリオでみれば、R&D投資に注力する企業は、過去から現状までの会計上の収益の低さに株価も低く評価されるが、その後、市場がR&Dによる収益力向上を織り込んでくる傾向があることを示していると考えられる。

図表 15-1



図表 15-2

ポートフォリオ構築前後の分析を行うため、1985年～1999年の各年度の6月末で、東証1部上場銘柄(除く金融)の研究開発費計上企業を対象。企業を、R&D対MVによってランキングし、等銘柄数5分位に割り当てる。データはAMSAS。回帰係数(Estimate coefficients)、t検定(t-statistics)、調整R²を計算。

$$R_{pt} - R_{ft} = a + b[R_{Mt} - R_{ft}] + sSMB_t + hHML_t + wWML_t + dUMD_t + \epsilon_{pt}$$

この超過リターン回帰式の各項目は以下の通り。R_{pt} - R_{ft} は月次 t において10年もの国債金利を上回ったポートフォリオ p の月次リターン。R_{Mt} - R_{ft} はマーケットインデックスの超過リターン。SMB_t と HML_t は Fama and French (1993) 方式(詳細 APPENDIX2) の月次サイズファクターリターンと、月次BPRファクターリターンである。

WML_t は、毎年6月末基準で、60ヶ月前と12ヶ月前の過去の株価によって計算される過去4年間リターンによってランキングされた等金額5分位ポートフォリオの、第1分位の月次リターン - 第5分位の月次リターン。UMD_t は、7ヶ月前と1ヶ月前の過去のリターンによってランキングされた等金額5分位ポートフォリオの、第1分位と第5分位のポートフォリオにおけるリターンの差。

図表 15-2	Portfolio	a	t(a)	b	t(b)	s	s(t)	h	h(t)	w	w(t)	d	d(t)	R ²
ポートフォリオ構築後1年目超過リターン分析	5(Low)	-0.001	-0.567	0.946	39.828	0.755	17.897	-0.020	-0.418	-0.024	-0.544	-0.105	-3.536	0.911
	4	0.000	-0.241	0.939	39.026	0.663	15.487	0.012	0.244	-0.073	-1.642	-0.119	-3.956	0.906
	3	0.001	0.480	0.970	39.431	0.632	14.455	0.008	0.163	-0.138	-3.043	-0.106	-3.455	0.908
	2	0.001	0.360	0.980	37.253	0.565	12.082	0.027	0.491	-0.188	-3.892	-0.226	-6.876	0.900
	1(High)	0.003	2.013	0.994	36.592	0.471	9.768	0.077	1.376	-0.237	-4.738	-0.222	-6.550	0.895
ポートフォリオ構築後2年目超過リターン分析	5(Low)	-0.002	-1.154	0.930	36.446	0.747	16.865	-0.014	-0.237	-0.014	-0.313	-0.067	-1.925	0.905
	4	-0.001	-0.783	0.948	35.924	0.665	14.506	0.108	1.788	-0.058	-1.227	-0.040	-1.099	0.900
	3	0.000	-0.027	0.968	40.718	0.580	14.034	0.034	0.628	-0.132	-3.104	-0.024	-0.747	0.918
	2	-0.001	-0.520	0.983	36.745	0.554	11.924	0.127	2.056	-0.152	-3.169	-0.057	-1.539	0.902
	1(High)	0.002	1.384	0.996	36.154	0.413	8.637	0.172	2.711	-0.212	-4.282	0.037	0.969	0.894
ポートフォリオ構築後3年目超過リターン分析	5(Low)	-0.001	-0.809	0.963	38.616	0.684	15.266	0.035	0.633	0.057	1.294	-0.087	-2.636	0.917
	4	0.000	0.059	0.982	39.830	0.642	14.493	0.109	1.959	0.009	0.212	-0.066	-2.008	0.921
	3	0.000	-0.181	1.019	38.583	0.579	12.212	0.110	1.854	-0.059	-1.268	-0.024	-0.677	0.915
	2	0.001	0.683	1.028	37.899	0.505	10.371	0.107	1.748	-0.076	-1.586	-0.071	-1.961	0.910
	1(High)	0.003	1.726	1.034	34.898	0.437	8.208	0.183	2.751	-0.056	-1.064	-0.002	-0.045	0.890

2-9. その他の分析-株式時価総額の複数ファクター回帰分析

前述の 2-2 で株式時価総額を研究開発費で説明させて関係をみたが、参考までに、それ以外の要素も入れた重回帰分析を行うとどのようになるか 2005/3 期の企業でクロスセクション分析してみた。

2005/3 期の東証 1 部上場銘柄（除く金融）のうち、研究開発費、ソフトウェア開発費、広告宣伝費を計上している企業 385 社のデータを利用する。被説明変数は、2005 年 3 月末の株式時価総額の対数。説明変数は、2005 年 3 月期の、研究開発費、販売管理費、ソフトウェア開発費、広告宣伝費、有形固定資産の 5 変数の対数である。規模の不均一分散の問題があるので、対数をとる。

計算結果は図表 16 の通りで、決定係数 0.72 となっている。この結果から、ソフトウェアの分析や広告宣伝費の分析も重要である可能性が伺える。それらの分析は今後の課題としたい。

図表 16：2005/3 期クロスセクション株式時価総額の重回帰分析（385 社）

	係数	t 値
補正 R2	0.72	
切片	3.95	10.1
開発費・試験研究費	0.08	3.8
販売費及び一般管理費	0.36	5.0
有形固定資産	0.20	5.0
ソフトウェア	0.07	3.2
広告・宣伝費	0.06	2.0

2-10.まとめ

企業価値創造の重要な要素である研究開発と企業価値の関係は、McDonald & Siegel の事業投資オプションモデルを利用した、開発&事業の合成企業価値モデルで考えると理解しやすいことを示すことができた。研究開発の価値は、必要設備投資額を基準に考えるべきことがわかった。実証的にも、株式時価総額と関係が深く、例えば5年分研究開発費1000億円の企業は、株式時価総額3000億円程度と推定される。また、研究開発に注力する企業は、その後総資産営業利益率が上昇することが確認できた。これにより、研究開発投資が企業価値創造をもたらす収益力向上の源泉となることが確認できた。

市場との関係でみると、R&Dに力をいれた企業はその後収益力を向上させる(2-4)、R&D分を修正した修正後高BPR株式運用はリターンを向上させる(2-5)、R&D対MV比率が高い企業は、過去の株価パフォーマンスが悪く、その後高いパフォーマンスを示す(2-5)、R&D対MV比率とリターンリバーサルは関係がない(2-7)、R&D対MV比率は、株式運用ファクターになりうる(2-8)といった分析結果となった。これにより、次のような仮説が成立するように思われる。「投資家は、会計利益情報を重視しており、研究開発をしている最中は、R&D費用処理にともなう利益情報により、企業価値評価を一度下げる。その低い評価の修正は、利益が上昇してきたなかで時間を経て行われる。実際には、R&Dに力をいれた企業は相対的に収益力を向上させるので、その結果R&D効果を過小評価したことになる。即ち、まだ市場が織り込んでいないR&D投資が大きいという情報は、その後の株式パフォーマンスを向上させる情報になりえる。」

この仮説が正しければ、知的財産報告書等により、研究開発の情報が投資家に十分伝達されると、情報の非対称性が小さくなり、投資家が利益情報を修正するようになると推測される。研究開発に注力している企業の会計上の利益情報は楽観的なものとなる。研究開発対株式時価総額比率というファクターがその後の高い株価パフォーマンスを示す、という現象が消えることを意味すると思われる。

ただし、研究開発費時価総額比率が、リスクプレミアム・ファクターであるか、単なる財務特性アノマリーファクターかの議論は、Daniel/Titman(1998)方式の分析等さらに詳細な分析も必要であるので、今後の課題としたい。

また、今後は、より厳密な議論をするために、業種分析を深めると同時に、広告費、ソフトウェア開発費、無形資産一般の関係も分析することを考えたい。また、企業のセグメント情報を活用した分析も行う必要があると考えている。

(参考文献)

- Chan, Lakonishok, Sougiannis “The Stock Market Valuation of Research and Development Expenditures” Journal of Finance No6. Des 2001
- Commission of the European Communities “STUDY ON THE MEASUREMENT OF INTANGIBLE ASSETS AND ASSOCIATED REPORTING PRACTICES”
- David Aboody and Baruch Lev “R&D PRODUCTION IN THE CHEMICAL INDUSTRY” 2001
- Dixit and Pindyck, 1994, “Investment Under Uncertainty” Princeton University Press
- Fama/French, 1993, “Common Risk Factors in the Returns on Stocks and Bonds,” Journal of Financial Economics.
- Hand, J. R. M., 2003, “Increasing return-to-scale of intangibles”, Intangible Assets (Hand and Lev Eds., Oxford Univ. Press).
- Lev & Sougiannis “The capitalization, amortization, and value-relevance of R&D” Journal of Accounting and Economics 21 1996
- Lev B., 2000, “New match for a new economy”, Fast Company, January-February.
- Lev B., 2001, “Intangibles: management, measurement, and reporting”, Brookings Institution Press.
- McDonald and Shiegel, 1986, “The Value of Waiting to Invest” Quarterly Journal of Economics
- Robert C Merton, 1974, “On the Pricing of Corporate Debt” Journal of Finance
- Shapiro, C. and Varian, H., 1999, “Information Rules”, (Boston, MA: Harvard Business School Press)
- Sougiannis T., 1994, “The accounting based valuation of corporate R&D”, The Accounting Review, 69:44-68.
- 刈屋 武昭「無形資産の理解の枠組みと情報開示」2005 ワーキングペーパー
- 刈屋 武昭「不動産金融工学とは何かーリアルオプション経営と日本再生」2003 通商白書 2004 年版
- ディキスト&ピンディック「投資決定理論とリアルオプション」, 2001、川口他翻訳
- 鄭 義哲 (2005)「R&D 企業の株式パフォーマンス」証券アナリストジャーナル 11 月号
- 中野誠「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研究」2003
- 中野誠「研究開発投資と企業価値の関係性：グローバル研究」2005、日本会計研究学会「無形資産会計・報告の課題と展望」11 章
- 野間幹晴「研究開発投資に対する株式市場の評価」, 2005、日本会計研究学会「無形資産会計・報告の課題と展望」10 章
- 山口不二夫「無形資産の分類と報告株式の研究」2005 ワーキングペーパー
- 山村能郎「収益からみた無形資産投資の NPV と規模の経済性に関する考察」2005 ワーキングペーパー
- 劉 慕和「研究開発投資の会計処理と市場の評価」2005

APPENDIX-(1)

McDonald and Siegel (1986) モデルの概要

Dixit and Pindyck(2001)により紹介されている McDonald and Siegel (1986) モデルは研究開発と企業価値の基礎的関係を理解する上で有用なモデルと思われる。以下その概要を Dixit and Pindyck(2001)に従って整理してみる。

ある研究開発された技術ノウハウに基づき、設備投資 I をして、事業を行うとすると、その事業の価値 V は、将来のフリーキャッシュフローの現在価値合計の期待値として認識できる。現在見込まれる事業の価値 V_0 は既知であるが、今後の事業の価値 V は確率変数であり、その変動が幾何ブラウン運動で表現できるとする。事業は、有利と判断されるときだけ開始すれば良いので、研究開発された技術ノウハウの価値は、行使期限のない事業投資オプションの価値であることがわかる。なお、McDonald and Siegel は、モデルを通じて、最適な事業開始時期を考えることができることを示し、その時期を $V > I$ になるときと考えるのは誤りであり、 V が I の 2 倍から 3 倍と判断される時期であることを示している。

モデルの概要は以下のようなものである。 V は次のような幾何ブラウン運動に従うとする。

$$dV = \alpha V dt + \sigma V dz \quad (1)$$

ここで α は、事業価値成長率、 dz は、ウィナー過程の増分である。

式(1)は、将来の価値 V は対数正規分布となり、その分散は、時間とともに線形的に増加することを意味している。事業投資オプション価値 $F(V)$ を次式のように表現し、その期待現在価値を最大化することを考える。

$$F(V) = \max E \left[(V_t - I) e^{-rT} \right]$$

ここで、 E は期待値の演算子、 T は投資が行われる将来の時点、 r は割引率(条件付請求権分析においては無リスク金利)。最大化は、 V に関する(1)式を制約条件として行われる。

重要なパラメータは、不確実性を示すボラティリティである σ である。

(A) $\sigma = 0$ の決定論的ケースの場合

まず $\sigma = 0$ のとき、 $V(t) = V_0 e^{\alpha t}$ である。ここで $V_0 = V(0)$ である。このとき、将来の任意

の時点 T において投資を行う場合の投資（事業開始）機会の価値は次式ようになる。

$$F(V_0) = (V_0 e^{\alpha T} - I)e^{-rT} \quad (3)$$

これからは、 V_0 の記号を V で表現することにする。ここで、 $\alpha < 0$ で、 $V > I$ ならば、現時点で事業開始することが最適となる。従って

$$F(V) = \max[V - I, 0] \quad \text{となる。}$$

次に $\alpha = 0$ かつ $0 < \alpha < r$ のときを分析する。自明ではないので、(3) 式における $F(V)$ を最大化する T の条件を求める。最大化の一階の条件は、

$$\begin{aligned} \frac{dF(V)}{dT} &= (\alpha - r)V e^{(\alpha-r)T} + rI e^{-rT} = 0 \\ \log(rI e^{-rT}) &= \log(-(\alpha - r)V e^{(\alpha-r)T}) \\ \log rI - rT &= \log(-(\alpha - r)V) + (\alpha - r)T \\ \alpha T &= \log \frac{rI}{(r - \alpha)V} \\ T &= \frac{1}{\alpha} \log \frac{rI}{(r - \alpha)V} \end{aligned} \quad (4)$$

これにより、最適行使時期の、 V と I の関係を $T=0$ とおくことにより求めることができる。そのときの V を臨界点 V^* とすれば、

$$V^* = \frac{r}{r - \alpha} I > I \quad (5)$$

(4) 式を (3) 式に代入すれば、 $F(V)$ の解が次ぎようになる。

$$F(V) = \begin{cases} \text{for } V \leq V^* & \frac{\alpha I}{(r - \alpha)} \left[\frac{(r - \alpha)V}{rI} \right]^{\frac{r}{\alpha}} \\ \text{for } V > V^* & V - I \end{cases} \quad (6)$$

ちなみに、(5) 式より、割引率を 10%、企業価値の上昇トレンド 5% とおくと、臨界点は $2I$ となる。

(B) 0 の確率論的なケース

0 の確率論的なケースは、前述のような簡単な計算で最適行使時期を示すことはでき

ない。ここでは、Dixit and Pindyck(2001)に従って、結論だけを示すことにする。本の中では、動的計画法でのアプローチと無裁定価格理論の条件付請求権アプローチが解説されているが、リスク中立性を仮定すれば、両者の解は等価になることが示されている。違いは割引率とするか無リスク金利とするかの違いである。一応ここでは、条件付請求権アプローチに従って概要を説明する。

Vを複製可能な、Vと完全相関する資産xの存在の概念を導入し、その期待収益率μを考える。xには配当がないとする。また、 $\mu = r_f - \delta$ となる μ を導入する。 δ は、期待収益率から期待事業成長率を引いたものであり、期待配当率に相当する。 r_f は、無リスク金利である。事業投資オプションの価値の記号をF(V)とする。以上の準備をして、F(V)の解を求め、さらに、最適行使基準としてのVであるV*を求める。

xは次式に従って変動するものとする。

$$dx = \mu x dt + \sigma x dz \quad (7)$$

ここで、 μ は、xの期待収益率である。

F(V)が満たされなければならない微分方程式は次のとおり導出される。

$$\frac{1}{2} \sigma^2 V^2 F''(V) + (r_f - \delta) V F'(V) - r_f F = 0 \quad (8)$$

この微分方程式は、次の境界条件を満たさなければならない。

$$F(0) = 0 \quad (9)$$

$$F(V^*) = V^* - I \quad (10)$$

$$F'(V^*) = 1 \quad (11)$$

結果的に、事業投資オプションの解の関数形と最適行使基準の臨界値は、次のように導出される。

$$F(V) = A \cdot V^{\beta_1} \quad (12)$$

$$V^* = \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} I \quad (13)$$

$$\beta_1 = \frac{1}{2} - \frac{(r_f - \delta)}{\sigma^2} + \sqrt{\left[\frac{(r_f - \delta)}{\sigma^2} - \frac{1}{2} \right]^2 + \frac{2 r_f}{\sigma^2}} \quad (14)$$

$$A = \frac{V^* - I}{(V^*)^{\beta_1}} = \frac{(\beta_1 - 1)^{\beta_1 - 1}}{[(\beta_1)^{\beta_1} I^{\beta_1 - 1}]} \quad (15)$$

APPENDIX-(2)

Fama and French (1993) 方式の月次 SMB, HML ファクターリターン作成方法

1. 東証1部銘柄(除く金融)を対象とし、3月末での時価総額を元に銘柄を2等分し、大型銘柄を1、小型銘柄を2とする。ただし、3月末BPRがマイナス(債務超過)の銘柄は除いた。
2. それぞれの大型、小型に分類されたものの中で、今度は、銘柄数が30%,40%,30%となるように3月末BPR分位を作成する。
3. TOPIX 除金融銘柄の時価総額メディアン、BPRを基準に東証二部銘柄を大型銘柄、小型銘柄および、高BPR銘柄、中BPR銘柄、低BPR銘柄にそれぞれ分割する。
4. それらを一つのシートにまとめ時価総額、BPRの分位を用いて、以下のように、6つのポートフォリオを作成する。(大型高BPR銘柄(1)、大型中BPR銘柄(2)、大型低BPR銘柄(3)、小型高BPR銘柄(4)、小型中BPR銘柄(5)、小型低BPR銘柄(6))
(ア)ポートフォリオごとに、個別銘柄の当年の6月末から翌年の5月末までの毎月の時価総額を算出し、分位内時価総額ウェイトを算出しておく。
(イ)たとえば、6月末から7月末までのポートフォリオ月次リターンを、6月末時点での個別銘柄の時価総額ウェイトを用いて算出する。同様に当年6月末から翌年6月末までの、毎月の時価総額ウェイト月次リターンを算出する。
5. 上記を1985年から2004年まで繰り返して得た月次リターンを元にSMB、HMLを算出する。
$$\text{SMB 月次リターン} = (\text{小型高 BPR 銘柄} + \text{小型中 BPR 銘柄} + \text{小型低 BPR 銘柄}) / 3 - (\text{大型高 BPR 銘柄} + \text{大型中 BPR 銘柄} + \text{大型低 BPR 銘柄}) / 3$$
$$\text{HML 月次リターン} = (\text{小型高 BPR 銘柄} + \text{大型高 BPR 銘柄}) / 2 - (\text{小型低 BPR 銘柄} + \text{大型低 BPR 銘柄}) / 2$$