

論 壇

研究開発投資と企業価値
ーコスト・ベネフィット分析の視点からー

西村優子

<論文要旨>

本稿では、研究開発投資のコスト・ベネフィット分析の視点から、研究開発投資プロジェクトのインプット→中間的成果（技術知識ストック）→研究開発投資から得られる最終的成果（企業価値）に至る一連のイノベーション・チェーンを提示する。研究開発投資プロジェクトのインプットから生み出される技術知識は非競争性と非専有性の特性を有し、高いリスクを伴う。非競争性と非専有性を非財務的測度によって測定すると、特許残存期間、特許終了期間、製品化までの期間、研究開発投資の進捗状況と開発製品やサービスの成功件数、FDAの承認やベータテストなどによって測定される。企業目標は企業価値増大と考えられるため、研究開発投資のコストとベネフィットの測定にこの評価基準を適用すると、最終的成果（企業価値）はプロジェクトライフ期間に生じる DCF あるいは超過利益の現在価値によって測定される。DCF あるいは超過利益の現在価値によって測定する場合、プロジェクトライフ期間、将来のキャッシュ・フローあるいは超過利益、ならびに資本コストの測定が問題となる。

<キーワード>

研究開発投資、技術知識ストック、企業価値、キャッシュ・フロー、超過利益、資本コスト

R&D Investment and Corporate Value

Yuko Nishimura

Abstract

In this paper, I examine the innovation chain that is composed of inputs → intermediaries → outputs in R&D investment project. Inputs are the basic research investment aimed at creating innovation capabilities or new knowledge, the product development investment, and the process R&D investment such as efforts to increase the efficiency of production. Intermediaries are the stock of technological knowledge by which inputs are converted to outputs. Measurement difficulties concerning with the stock of technological knowledge are originated from no rivalry or nonappropriability and inherent high risk. Nonfinancial measures such as patent expiration dates, products off patents, anticipated development completion dates, FDA drug approval, a beta test for soft program, etc. are used to measure the stock of technological knowledge.

Outputs may be indicated by revenues from patent sales and royalties, sales of differentiated products, and measurable cost saving. To maintain consistency with the metrics of the corporate value, management should use DCF or the present value of excess earnings to measure the anticipated efficiency of R&D investment project. To evaluate DCF or the present value of excess earnings, we forecast project economic life period, future cash flow streams or future excess earnings, and the cost of capital.

Key Words

R&D Investment, Stock of Technological Knowledge, Corporate Value, Cash flows, Excess Earnings, Cost of Capital

2002年12月17日 受付
2003年1月21日 受理
東洋大学経営学部

Submitted 17, December 2002.
Accepted 21, January 2003.
Faculty of Business Administration, Toyo University

1. はじめに

経済のグローバル化による競争激化によって、企業の研究開発投資の戦略上の重要性は従来以上に高まっている。研究開発投資は本質的に戦略的投資であり、経営管理者の意思決定によって決定されるため、研究開発投資の予算管理を行うと共に、研究開発投資プロジェクト毎に、ライフ期間中のインプットである研究開発資源投入額とアウトプットである成果を対比したコスト・ベネフィット分析を行って、研究開発投資が十分な成果を生み出すか否かについて効率の測定を行う。研究開発投資の効率の測定は、研究開発投資プロジェクトの立案と代替案の評価・採択の段階、プロジェクトの進行途中の段階、ならびに投資プロジェクトの完了時に実施され、管理会計における戦略策定と実行、業績評価の大きな課題となっている。本稿においては、研究開発投資のコスト・ベネフィット分析の視点から、研究開発投資プロジェクトのインプットである研究開発投資→中間的成果（技術知識ストック）→研究開発投資から得られる最終的成果に至る一連のイノベーション・チェーンを提示する。企業の目標は企業価値増大と考えられるため、企業戦略である研究開発投資プロジェクトのコスト・ベネフィット分析に企業価値増大の評価基準を適用し、研究開発投資プロジェクトの達成に要する資源投入、技術知識ストック、研究開発投資から得られる最終的成果をどのような財務的測度によって測定するかについて考察し、今後の課題を明らかにしていく。

2. 研究開発投資のイノベーション・チェーン

企業の研究開発投資プロジェクトのコストとベネフィットの関係は、インプットからアウトプットの創出に至る一連のイノベーション・チェーンとして捉えることができる。図表1は、研究開発投資プロジェクトについて、研究開発資源投入→それから得られる中間的成果すなわち技術知識として蓄積し、この技術知識が最終的成果として結実し、企業価値の創出に統合されていくプロセスを明示したものである。研究開発投資の成果は、特許やノウハウのライセンス契約による収益、差別化戦略から生じる利益増、ならびに新製造プロセスから生じるコスト削減などである。経営管理者は、研究開発投資プロジェクトについて、技術知識の創出と蓄積を第1義的な目的として戦略プロジェクトを策定し、資源投入を行う。研究開発投資プロジェクトは製品差別化や新製造プロセスによるコスト削減といった成果を得るために、成果に結びつく技術知識の蓄積を目的として、戦略策定と実行による資源投入を行う。この点で研究開発投資プロジェクトはソフトウェア制作のための投資プロジェクトと共通している[FASB, 2001]。

(1) 研究開発投資プロジェクトのインプット

① 研究開発とイノベーション能力

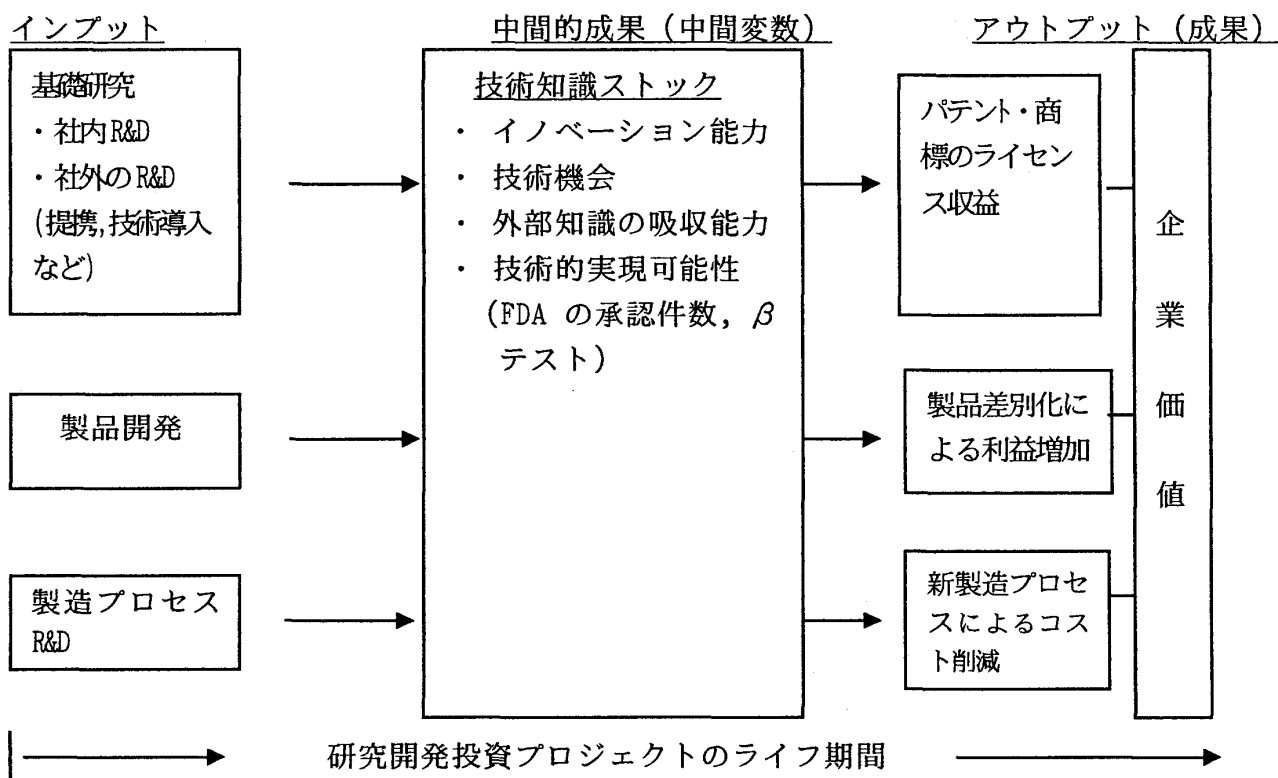
研究開発はイノベーション能力を産み出す。イノベーションとは、「技術革新」であり顧客が欲している新製品やサービスを提供するために新知識を利用することで、新知識は技術知識とマーケット知識からなる[Afuah, 1998, pp.57-58]。技術知識は製品やサービスをもたらす構成要素・方法・プロセス・技術との連鎖に関する知識である。マーケット知識とは、販売経路、製品アプリケーション、ならびに顧客の期待・好み・ニーズ・欲求に関する知識である。

イノベーションは、発見、製品イノベーション、プロセス・イノベーション、ならびに商業

研究開発投資と企業価値
ーコスト・ベネフィット分析の視点からー

化から成る[Lev, 2001, p.47]. ここで、発見は、新しいアイデア、知識の発見で、研究投資により創出され、製品イノベーションは一般に基礎研究,あるいは既存技術を改良するもので、開発投資によっている。プロセス・イノベーションは製造プロセスの効率性を改善するイノベーションで、社内で利用される製造プロセスの研究開発によるものである。

図表 1 研究開発投資のイノベーション・チェーン



② 研究開発パートナーシップ

企業は多額の研究開発投資を行っているが、研究開発の全ての活動を自社で行っている場合もあるが、外部の研究開発資源を活用するために、一連の研究開発活動の一部または全部について他機関あるいは他企業との戦略的パートナーシップ（Strategic Research Partnerships: SRP）をとる企業が 1990 年代後半から増加している。戦略的パートナーシップでは、一連の研究開発業務のうち、あるステージについてはライセンスリング、別のステージについては他大学や他機関との提携あるいはジョイント・ベンチャーが行う、といった多様な選択肢が採られている。たとえば、医薬品企業では創薬段階はベンチャー企業あるいは他機関と共同研究開発を行い、前臨床試験段階は自社で、臨床試験段階は外部委託するといった研究開発パートナーシップが採られる。

研究開発提携やジョイント・ベンチャーなどの研究開発パートナーシップは新製品、新サービス、あるいは新製造プロセスを立案し、改良するための貴重な研究開発資源を提供する。さらに、大学や公的な研究機関との連携、あるいは異分野、異業種の企業間の共同研究開発によって技術機会が高められるために[Hagedoorn & Schakenraad, 1994]、自社研究開発投資だけを行っている場合よりも多くの成果をもたらす場合が多い。大学、研究機関や異業種企業間の共同

研究開発は技術機会を高めイノベーション能力を高める。戦略的研究開発パートナーシップが企業の売上高やコスト削減あるいは企業価値などの企業業績にどのような影響を及ぼしているのかについて、米国の産業組織論や技術戦略論の分野において、Pisano[1990]、Teece[2000]、Dodgson[2001]などの研究者によって1990年代から実証分析が行われている。これらの分析から、研究開発パートナーシップを戦略として利用し、企業外部の研究開発資源を利用することによって、企業における研究開発投資効率を向上させ、イノベーション能力を高め、あるいはリスク軽減を図っていることが明らかとなった。わが国の企業についても、戦略的パートナーシップによる研究開発活動からいかなる成果が得られているのか、成果に及ぼす影響をどのように測定するかについて、今後十分な分析が必要である。

(2) 研究開発投資から生じる中間的成果

研究開発は新知識を創造する側面と、外部知識の吸収能力を形成するという2つの側面を有する[Cohen & Levinthal, 1989]。提携やジョイント・ベンチャーのような他機関あるいは他企業との戦略的パートナーシップによって外部の研究開発資源を利用するためには、外部知識の吸収能力の形成が必要であり、この点から内部研究開発投資も必要となる。

研究開発投資によって生み出された技術知識が最終的成果として結実するまでには長時間を要し、技術知識の特性である非競合性あるいは非排除性のために、研究開発投資プロジェクトの成果の測定は、他の有形資産以上に測定が難しいと考えられる。技術知識と研究開発投資の成果を測定するにあたり、特に非競合性あるいは非排除性を考慮する必要がある。技術知識は多目的に利用可能であり、同時に利用が可能であるために、限界原価はほとんどゼロと考えられる。この非排除性という特性によって、技術知識のような知的資産が、有形資産以上に多大な企業価値を産み出して行く可能性がある。たとえば、知識集約型企業のインテル社がマイクロ・プロセッサについて約77%という驚異的なマーケットシェアを達成できたのもこの特性による[Lev, 2001]。

非競合性と表裏の関係にあるのが技術知識に関わる非専有性である。特許権の登録などのように法的に保護されていなければ、技術知識ストックの専有は不可能であり、スピルオーバーが生じる。通常、技術知識ストックの専有が困難であるため、それに伴って著しい陳腐化が生じ、他の有形資産よりも陳腐化は著しいと考えられる。技術知識の非専有性のために、研究開発投資を行った企業が技術知識ストックから得られる成果を完全に支配することはほとんど不可能で[Lev, 2001]、研究開発投資から得られる成果が生じる期間を短期化し、成果に大きな影響を及ぼす。企業が有する技術知識ストックの非専有性を非財務的測度を用いて測定すると、新発見に関する特許や商標権の件数、特許権侵害に対する勝訴、特許期間、特許切れの製品となる。

イノベーション能力が新製品の差別化や、新製造プロセスの事業化として成果に結実するかどうかは不確実である。Lev[2001]やBoer[1999]によると、研究開発は、基礎研究、開発、商業化の段階へと進捗するに伴ってリスクは急激に減少していく。

(3) 研究開発投資の最終的成果

研究開発投資によってイノベーション能力が創造され、イノベーション能力によって製品差別化戦略による利益増加とコスト削減などの成果を産み出す。

Afuahによると、研究開発投資が生み出すイノベーション能力によって、次のような利益が

創出される[Afuah, 1998, pp.2-5].

$$PR = R - C$$

$$PR = P(z, q) \cdot Q(z) - C(q, z) \quad (1)$$

PR : 利益, R : 収益, P : 売価, Q : 販売数量, C : 製造原価および販売費,
 z : 製品特性, q : 販売量

(1)式のように、製品やサービスの売価は、製品特性と販売量の関数である。製品特性とは、製品の機能、品質、デザイン、耐久性、および市場での発売時期などである。製造原価は販売量と製品特性の関数である。企業が利益を持続的に確保するためには、競争企業よりも優越した特性を有する製品を高価格で販売するか、競争企業と同様の特性を有する製品を他社よりも低コストで提供することが必要となる。差別化は、獲得される収益が消費者ニーズを満たす製品の製造コストを上回る限りにおいて利益をもたらす。イノベーション能力を新技術として特許化した段階で売却するとパテント収益やライセンス収益を産み出し、製品化すると製品差別化戦略あるいはコスト・リーダーシップ戦略から生じる利益を産み出す。

3. 企業価値と研究開発投資プロジェクト戦略案の評価基準

わが国では、従来から、企業目標として、売上高、売上成長率、経常利益などの目標が設定され、米国では、ROI, EPS, ROE のような企業目標が用いられてきた。従来用いられてきた企業目標の測度は、自己資本コストを考慮に入れていなかったため、経営者は資本コスト意識をもたず、資本効率を追求しなかった点で、有用な会計測度として機能しているとは言い難い。たとえば、ROI, ROE, 経常利益増加率などの測度では、借入資本に対してはその使用対価を支払利息として利益から控除するが、株主資本に対してその使用対価を全く考慮に入れていない。企業価値の測度は、企業が投資によって獲得した利益から株主ならびに債権者などの資本提供者が要求する資本使用の対価を上回る利益を測定する⁽¹⁾。投資家は資本を提供するか否かの財務的意思決定を行うが、株主は、配当の他に、企業価値が高まれば株価の上昇によるキャピタル・ゲインを手にいれることができる。投資家は、金融資産の形で請求権を有しているので、需要と供給に基づいて市場価格が合理的に形成される効率的な金融・資本市場が存在することを前提に、企業価値が低下すると判断した場合には、他の投資家に金融資産を売却する。

企業価値の測定の方法としては、次のような方法がある[八重倉, 2000]。

第1の方法は将来のFCFの現在価値によるもので、企業価値を、将来の事業活動から得られる税引後営業キャッシュ・フローから運転資本と設備資本などの使用資本を控除したフリー・キャッシュ・フローを加重平均資本コスト率で割り引いた現在価値に基づいて測定する。この方法によると、次のような手順で測定される。

第1段階：一定の価値成長期間を区切ってフリーキャッシュ・フローを予測する。この区切りの最後の年が最終年度と呼ばれる。

第2段階：最終年度より先の期間についてフリーキャッシュ・フローを予測する。

第3段階：フリーキャッシュ・フローを資本コストで割り引き、フリーキャッシュ・フローの現在価値を算定する。

ここで問題となるのは、競争優位期間におけるフリーキャッシュ・フロー予測であろう。

第1段階では、一定の価値成長期間を区切ってフリーキャッシュ・フローを予測するが、価

値成長期間では、企業が競争力を持ちうる期間、すなわちその期間は資本コストで割り引いたキャッシュ・フローの現在価値がプラスになるような期間と定義される。様々な業界に関するこれまでの実証分析結果によると、競争優位期間は通常5-10年である。競争優位期間は、特許や強力なブランド・ネームによって保護されている場合には更に長期に及ぶが[Palepe, Bernard, & Healy, 1996, pp.6-6], 他企業と競争状態にある企業が、毎年新規投資や追加投資を行っても超過利益を長期間獲得できるとは考えられない。超過利益を獲得できれば他企業が参入し激しい競争を招き、企業の利益はある一定期間には正常な水準にまで低下し、投資プロジェクトの正味現在価値はゼロとなる。したがって、価値成長期間の売上高成長率と営業利益率を毎年見積もって、それに基づいてフリーキャッシュ・フローを予測する。競争優位期間を越えた最終年度より先の期間についてもフリーキャッシュ・フローを予測するが、通常、価値優位期間の最終年度のフリーキャッシュ・フローの額が用いられる。

企業価値の測定の第2の方法がEVA®に基づく方法である。この方法では、税引後営業利益からその利益を生み出すために使用される資本コストを控除したEVA®の現在価値に基づいて企業価値を測定する。税引後営業利益については基本的には会計データにより、資本コストについては加重平均資本コストを用いて企業価値を測定する。すなわち、資本コストを上回る税引後営業利益を獲得することによって、企業価値は増大する。

企業価値の測定にあたって、DCFに基づく場合でもEVA®に基づく場合のいずれも、資本コスト率として、加重平均資本コスト率が用いられる。加重平均資本コスト率の推定にあたって、株主資本コストについては、資本資産評価モデルに基づいて、リスクフリー・レートとリスク・プレミアムから成る期待収益率を利用する方法が一般に用いられる。企業価値は、資本市場で評価された企業レベルのリスクを含んだ期待収益率で割り引いた現在価値で測定され、将来の事業リスクと財務リスクとの両者のリスクを含んだ企業目標の測度である。

以上のようにして測定される企業価値は、売上成長率、ROE、ROIのような企業目標の測度や業績測度と比較すると、将来の多期間にわたる成長性とリターンとリスクの3つの要素を包括した測度であると考えられる。企業価値は包括的な測度であるため、企業目標を達成する手段である企業戦略および事業戦略の策定と実行からなる一連の戦略的意思決定プロセスにおける評価基準として利用される。Knightが指摘するように、企業価値は意思決定の通貨であり、事業単位、企業、産業間での比較可能性をもたらし、経営者が意思決定しなければならないトレード・オフを解決するメカニズムを提供する[Knight, 1998, p.121]。

こうした企業目標としての企業価値増大を図るため、企業目標の具体的な達成方法を明示する研究開発投資プロジェクト戦略案の探索と立案が必要となる。研究開発投資戦略案の選択にあたって、当該投資戦略案を選択したならば、どの程度の企業価値の増大を達成できるかを評価する会計情報が必要とされる。経営者は評価基準である企業価値に照らして、研究開発戦略プロジェクト案の効率に対する評価結果に基づいて、プロジェクト案の優先順位の決定を行い、立案されたプロジェクト案の評価を行って、投資戦略案の採否の意思決定を行う。これによって、ある研究開発戦略プロジェクトを採択すると、企業価値がどれだけ増大し、企業価値の達成に貢献しているかが明らかとなり、研究開発戦略案に対する評価基準が明示される。

4. 研究開発投資プロジェクトのインプット，技術知識ストック ならびに成果の測定

研究開発投資のコスト・ベネフィット分析では研究開発投資プロジェクトから得られる成果の額を，インプットの額で徐して算定される．研究開発戦略についてプロジェクト別に効率を測定する場合，各プロジェクト毎に，プロジェクトのライフ期間について，研究開発インプットと研究開発アウトプットに関する将来のキャッシュ・フローを予測し，キャッシュ・フローの現在価値で測定する．したがって，各プロジェクトの達成に要する研究開発投資インプットとそれから得られる研究開発成果について，それぞれを資本コストで割り引いた現在価値を対比した収益指数を測度として，各研究開発プロジェクト案の効率を測定し，比較・評価することとなる．

(1) インプットの測定

研究開発投資プロジェクトのコスト・ベネフィット分析では，インプットは(2)式で測定される．

$$IRD = \sum_{t=1}^n I_t (1+r_t)^{-t} \quad (2)$$

IRD ：研究開発プロジェクトのライフ期間中のインプット総額， I_t ：研究開発投資額， r ：インプットの割引率

戦略策定段階では，研究開発投資プロジェクトのインプットはプロジェクトライフ期間の各期の投資額を資本コストで割り引いた現在価値合計で測定される．前述のように研究開発提携やジョイント・ベンチャーなどの研究開発パートナーシップは新製品，サービス，あるいは新プロセスを立案し，改良するための貴重な研究開発資源を外部から提供する．社内での研究開発資源投入額と外部研究開発資源の当該研究開発投資プロジェクトへの配分額に基づいて，研究開発投資のインプットを測定する．

(2) 技術知識ストックあるいは成果の測定

企業目標である企業価値に対応して，技術知識ストックは，測定時点からプロジェクトライフ期間の終了時までの残存期間に生じると予想されるキャッシュ・フローあるいは超過利益の現在価値の総和で測定される．研究開発投資プロジェクトから生じる成果は，研究開発投資プロジェクトのライフ期間全ての期間に生じるキャッシュ・フローの現在価値，あるいは超過利益の現在価値の総和で測定される．技術知識ストックあるいは研究開発投資プロジェクトの成果は，基本的にキャッシュ・フローの現在価値あるいは EVA®の現在価値で測定されるが，技術知識ストックは測定時点からプロジェクトライフの終了時までの残存期間について測定され，研究開発投資プロジェクトの成果は，ライフ期間全期間が対象期間となる．

① DCF による測定

研究開発戦略プロジェクトの成果は，経済的ライフ期間に得られると予想されるキャッシュ・フローの現在価値で測定される．Myers & Howe は，新薬の研究開発投資プロジェクトの製品開発の開始段階から製品開発終了，さらに製品発売，製品の市場からの撤退に至る一連のラ

イフサイクル全期間における新薬の研究開発投資プロジェクトから獲得されると予測される正味現在価値を(3)式で測定する⁽²⁾[Myers & Howe, 1997, pp.22-38].

$$NPV = PV(NR) - PV(FC) \quad (3)$$

NPV : 研究開発プロジェクトから将来得られると予測される期待キャッシュ・フローの正味現在価値, $PV(NR)$: 研究開発投資プロジェクトから獲得できると予測される期待営業キャッシュ・フローの現在価値, $PV(FC)$: 研究開発投資プロジェクトの営業キャッシュ・フローを獲得するために必要とされる将来の開発費と設備投資額の現在価値

営業キャッシュ・フローは売上高から製造原価, 販売費, その他営業費(減価償却費は除く)を控除して算定する. なお, 毎期の基礎研究費やプロジェクトのセットアップコストはプロジェクトの間接費である. これらの間接費については, 各研究開発プロジェクトに合理的な基準で配賦した配賦額を営業キャッシュ・フローから控除する.

営業キャッシュ・フローの期待値は, 研究開発投資プロジェクトの開発開始段階から新製品開発終了段階までの累積成功確率を営業キャッシュ・フローに乗じて算定する. 各開発段階の成功確率は次段階に移ることができる確率を示し, 失敗した場合には, それ以降の段階の開発費や設備投資などの資源投入は生じない.

$$PV(NR) = \sum_{t=1}^n E[NR_t] (1 + r_{NR_t})^{-t} \quad (4)$$

$E[NR_t]$: 研究開発プロジェクトから得られる t 期の営業キャッシュ・フローの期待値

r_{NR_t} : t 期の営業キャッシュ・フローの資本コスト率

$$PV(FC) = \sum_{t=1}^n E[FC_t] (1 + r_{FC_t})^{-t} \quad (5)$$

$E[FC_t]$: t 期の開発投資額と設備投資額の期待値

r_{FC_t} : t 期のキャッシュ・アウトフロー(開発投資と設備投資額)の資本コスト率

各期の NR の資本コスト率と FC の資本コスト率を予測する必要がある.

② 超過利益の現在価値による測定

研究開発戦略プロジェクトについて超過利益を測度としてその成果を測定する場合, (6)式のように測定する.

$$\begin{aligned} ORD &= \sum_{t=1}^n E[NOPAT_t - r_t TA_t] (1 + r_t)^{-t} \\ &= \sum_{t=1}^n E[TA_t (ROIC_t - r_t)] (1 + r_t)^{-t} \end{aligned} \quad (6)$$

ORD : 研究開発投資プロジェクトから生じると予想される成果の額

NOPAT : 研究開発投資プロジェクトから生じる税引後営業利益

TA : プロジェクトに投下した総資本

r : 資本コスト率

ROIC : プロジェクトに投下された総資本に対する税引後営業利益率

n : プロジェクト・ライフ期間末までの期間

(6) 式より, 研究開発投資プロジェクトライフ期間から得られる超過利益の期待値を資本コストで割り引いた現在価値合計を成果の額として測定する. 研究開発投資プロジェクトの成果の予測をする場合に, 成果発現期間の予測を要する. この期間は, 研究開発投資が技術知識を産み出し, 技術知識として蓄積し, 最終的な研究開発成果である企業価値の増大にいたるまでの期間である. 研究開発投資プロジェクトのライフ期間は, 研究開発期間の短縮と, 価値成長期間(競争優位期間)の短期化によって, 短くなる傾向にある. 研究開発投資時期と新技術や新製品の発明・開発時期との間にラグが生じ, 新技術や新製品の発明・開発時期と新製品の販売時期との間とのラグがあり, タイムラグを考慮していつの時点で成果が生じるかを予測する.

以上のように, 財務的測度によって成果を測定するためには, プロジェクトライフ期間, プロジェクトライフ期間中の各期において生じる FCF の額あるいは超過利益の額の予測, ならびに資本コストの予測が必要となる. なお, (6)式で算定された研究開発投資プロジェクトの成果は, 研究開発投資プロジェクトで使用されている有形固定資産や運転資本のような補完資産⁽³⁾が技術知識と結合して成果を生じるため, これらの補完資産から生じる成果と分離できない場合が多い[Sullivan, 1998].

戦略の策定と実行段階において技術的実現可能性の測定は極めて重要である. 技術的実現可能性は, 開発中の製品, サービス, または工程の実現可能性を示し, アイデアを実際の製品へと変換することで, 開発中の製品, サービス, または工程に関する重要なリスクゲージである. 特許権の登録は基礎技術の実現可能性を示し, 医薬品の臨床試験, FDA の承認, ソフトウェア・プログラムの β テストも技術的実現可能性を示す[Lev, 2001].

将来キャッシュ・フローあるいは超過利益の現在価値は, 企業価値と直結した測度であり, 研究開発効率の測定に有用な測度と考えられる. しかし, 研究開発戦略案の策定時に, 各研究開発戦略プロジェクトに関わる将来のキャッシュ・フローあるいは超過利益と資本コストを予測しなければならないので, 不確実性を伴うと考えられる. たとえば, 新薬の研究開発プロジェクトについて観ると, プロジェクト開始以前の段階で, 製品開発に成功するか否かは明確でなく不確実性が高いため, それを反映して, モンテカルロ・シミュレーションを用いてキャッシュ・フローあるいは超過利益を予測する場合もある. また, 研究開発の基礎研究段階, 応用研究段階, 開発段階へと漸次, プロジェクトの進行と共に, 研究開発にともなう不確実性が減少し, 研究開発成果も明らかになって来る場合が多い. 研究開発プロジェクトを採択するか否かの意思決定では, 当該プロジェクトを中止するか, あるいはさらに投資を追加するかに関して, 環境変化に対応して, 研究開発プロジェクトのステージの進捗に応じて柔軟に決定することができる. 研究開発投資は, 研究開発に成功し商品化へと進行して新製品の生産のための設備投資等の多額な投資機会へと繋がっていく可能性があり, 将来の新しい事業機会を創出するオプションを取得したと考えられる. したがって, 研究開発投資意思決定の段階で, こうしたオプション価値の評価も必要である[西村, 2001, 第8章].

(3) リスクと資本コスト

研究開発投資プロジェクトの技術知識ストックと成果を DCF あるいは超過利益の現在価値によって測定する場合、現在価値に割り引く資本コストの予測が必要となる。企業価値測定のためには資本コスト率として加重平均資本コスト率を用いることが多いが、研究開発投資プロジェクトから生み出される成果測定のためには、プロジェクト固有のリスクならびに研究開発ステージによって異なるリスクを考慮する必要がある。積み上げ方式では、主要な投資リスクの構成要素のそれぞれの大きさを直接的に見積り、リスク構成要素の見返りとして必要資本利益率を予測する。たとえば、新技術の必要資本利益率 R は次のように予測される [Smith & Parr, 2000]。

$$R = R_f + R_p + R_m + R_i + R_{id} + R_{nt}$$

R_f : リスクフリーレート, R_p : 購買力リスク, R_m : 市場リスク, R_i : 利子率リスク,

R_{id} : 産業およびビジネス・リスク, R_{nt} : 新技術リスク

研究開発投資、技術知識、ならびに最終的な成果との関係を見ると、技術知識が成果となって実を結ぶかどうか不確実であるため、研究開発投資後の成果を予測する段階でリスクを考慮しなければならない。これらのリスクは、研究開発が、基礎研究、開発、商業化への段階へと進捗するに伴って急激に低下する。成果を測定する場合にはこうしたリスクの特性を考慮して割引率すなわち資本コスト率に反映させる必要がある [Lev, 2000]。

AICPA の IPR&D タスクフォースによると、技術の評価に用いる資本コスト率の予測の指針として、図表 2 のように米国のベンチャーキャピタルがベンチャー企業に要求する資本利益率を挙げている [AICPA, 2001, 5.3.89]。Plummer [1987] や Scherlis & Sahlman [1987] の調査結果による場合の要求資本利益率を図表 2 に示したが、両者はほぼ同じである。また、Hambrect & Quist の調査では、バイオテクノロジーと医薬品の研究開発プロジェクトの各ステージと製造開始段階の資本利益率は下記のとおりである [Smith & Parr, 2000, p.507]。

図表 2 に示されているスタートアップ段階では、設立後 1 年未満の会社で製品開発、プロトタイプテスト、テストマーケティングのために資金調達される。初期段階はプロトタイプを開発し、テクニカル・リスクは少なくなるが商業化リスクが大きくなる段階である。第 2 段階は技術的実現可能性が確立し顧客に製品を出荷できる段階である。IPO はパイロットプラント建設、製品デザイン、製品テストのような活動を行う [AICPA, 2001, 5.3.89]。このように、

図表 2 研究開発ステージ毎の要求資本利益率

開発段階	Plummer	Scherlis & Sahlman	Hambrect & Quist
スタートアップ段階	50~70%	50~70%	発見段階 80%
初期段階	40~60%	40~60%	前臨床段階 60%
第 2 段階	35~50%	35~50%	臨床段階 50%
IPO	25~35%	20~35%	臨床段階 40%
			臨床段階 25%
			新薬適用段階 22.5%
			製造開始段階 17.5~
			15%

研究開発投資の各ステージから商業化の段階への進捗に応じて投資プロジェクトのリスクは急激に低下することが指摘されている。

5. おわりに

本稿では、研究開発投資プロジェクトのコスト・ベネフィット分析の視点から、インプットである研究開発投資→中間的成果（技術知識ストック）→研究開発投資から得られる最終的成果に至る一連のイノベーション・チェーンを提示し、検討を加えた。

研究開発投資プロジェクトのインプット、技術知識ストック、ならびに研究開発投資から得られる成果を、企業目標である企業価値増大の評価基準によって測定すると、研究開発投資プロジェクトのプロジェクトライフ期間に生じるキャッシュ・フローの現在価値や超過利益の現在価値で測定される。したがって、プロジェクトライフ期間に生じるキャッシュ・フローや超過利益の予測と資本コストの予測が大きな問題となる。将来のキャッシュ・フローや超過利益の予測に関わる問題として、研究開発投資プロジェクト毎に予測を行う場合に、研究開発戦略プロジェクトから得られる成果にシナジー効果が生じる場合がある。その場合には、成果の測定においてプロジェクト間のシナジー効果を測定できるように、対象とするプロジェクトを選定し、プロジェクトの効率を測定することが必要となる。

次に、現在価値への割引計算に用いられる研究開発投資のプロジェクトライフ期間の将来の資本コスト率の予測にあたっては、研究開発投資プロジェクトの加重平均資本コスト率やベンチャーキャピタルがベンチャー企業に要求する資本利益率などが現在のところ1つの指針と考えられている。加重平均資本コスト率の予測には、ベータ値の予測が必要であるが、研究開発投資は、過年度に類似するプロジェクトが存在しないため、当該研究開発投資プロジェクトに関わるベータ値の予測がきわめて困難である。各研究開発プロジェクトに関わるリスクは、プロジェクトによって相違するため、プロジェクト毎にプロジェクト固有のリスクを予測するべきである。

研究開発投資プロジェクトのそれぞれの研究開発段階において予測されるキャッシュ・フローあるいは超過利益に伴うリスクは、プロジェクトのライフ期間中同一ではない。特に、研究開発戦略はプロジェクトの対象期間が長期に及ぶため、リスクもプロジェクトのライフ期間の各段階において異なっている。たとえば、新薬研究開発プロジェクトのリスクは、研究開発の各ステージによって異なり、通常、急激に低下していくと考えられる。したがって、研究開発の各ステージによっても、それぞれ異なる割引率が用いられなければならない。

謝 辞

本稿は、日本管理会計学会 2002 年全国大会における統一論題に加筆修正を加えたものです。貴重なコメントとご質問をいただき、ここに記して感謝の意を表します。

注

(1) Alfred Marshall は、「所有者または経営者の資本に対して当期の利率で計算した利子控除後の利益が、事業活動あるいは経営から得た経済的利益である」と指摘し[Alfred Marshall, 1890, p.142], ある期間に企業が創造した価値すなわち経済的利益の算定にあたっては、会計帳簿に記録された費用だけでなく、企業に投下された資本の機会原価を考慮しなければならないと述べる。経済的利益の観点からは、経営者が、収益を獲得するために費消した次の①から④までの経済的コスト以上の収益を生み出す場合に価値が生じると考える。

① 従業員の給料、および付加給付

② 材料費、消耗品費、および固定資産の経済的減価償却費

③ 諸税金

④ 資本の使用のための機会原価

経済的利益の測定においては、企業が投資によって獲得した利益から株主ならびに債権者などの資本提供者が要求する資本使用の対価を上回る利益を獲得してはじめて、企業は価値を高める。

(2) この点については、西村[2001]第8章参照。

(3) 技術を事業化するための補完資産とは、運転資本、設備、機械装置のような有形固定資産、販売網、ユーザーの使用やメンテナンスを支援するサービス網などである。

参考文献

- Afuah, A. 1998. *Innovation Management : Strategies, Implementation, and Profits*, Oxford University Press.
- AICPA Practice Aid Series. 2001. *Assets Acquired in a Business Combination to Be Used in Research and Development Activities: A Focus on Software, Electronic Divices, and Pharmaceutical Industries*, AICPA.
- Boer, F. P. 1999. *The Valuation of Technology: Business and Financial Issues in R&D*, John Wiley & Sons, Inc.
- Cohen & Levinthal. 1989. "Innovation and Learning: The Two Faces of R&D," *The Economic Journal*, 99: 569-596.
- Copeland, T., T. Koller, and J. Murrin. 1994. *Valuation: Measuring and Managing the Value of Companies*, John Wiley & Sons Inc.. 伊藤邦雄訳 1999. 『企業評価と戦略経営 新版』日本経済新聞社.
- Dodgson, M. 2001. *The Management of Technological Innovation : An International and Strategic Approach*, Oxford University Press.
- FASB, Special Report. 2001. *Business and Financial Reporting, Challenges from the New Economy*, FASB.
- Hagedoorn, John and Jos Schakenraad. 1994, "The Effect of Strategic Technology Alliances on Company Performance," *Strategic Management Journal*, 15- 3: 291-309.
- 伊丹敬之. 2001. 「見えざる資産の競争力」『DIAMOND ハーバード・ビジネス・レビュー』26-7: 62-73.

- Knight, J. A. 1998. *Value Based Management: Developing: a Systematic Approach to Creating Shareholder Value*, McGraw-Hill.
- Lev, B. 2001. *Intangibles : Management, Measurement, and Reporting*, Brookings Institution Press.
- Lev, B. 2000. *New Accounting for the New Economy*.
- Mard, M.J., Hitchner, J.R. ,Hyden , S.D. and Zyla, M.L.. 2002. *Valuation for Financial Reporting*, John Wiley & Sons, Inc.
- Marshall, A. 1890. *Principles of Economics*, Vol.1, MacMillan & Co..
- 西村優子. 2001. 『研究開発戦略の会計情報』 白桃書房.
- 西村優子. 2002. 「戦略に関連する知的資産の測定」 会計: 161・4: 33-45.
- 西澤脩. 2000. 『管理会計ビッグバン』 中央経済社.
- Palepu, K. G., V. L. Bernard and P. M. Healy, 1997. *Introduction to Business Analysis & Valuation*, South-Western Publishing Co.. 斎藤静樹監訳 筒井智彦, 川本淳, 村瀬安紀子, 1999. 『企業分析入門』 東京大学出版会.
- Pisano, Gary P. 1990. "The R&D Boundaries of The Firm:An Empirical Analysis, *Administrative Science Quarterly*, 35, pp.153-176.
- Smith, G. V. and Parr, R. L. 2000. *Valuation Intellectual Property and Intangible Assets*, third ed., John Wiley & Sons.
- Sullivan, P.H. 1998. *Profiting from Intellectual Capital: Extracting Value from Innovation*, John Wiley & Sons.
- 田中隆雄. 1998. 「EVA の理論的基礎および実務における有用性(1)(2)」 『会計』 : 154・6.
- Teece, D. J. 2000. *Managing Intellectual Capital: Organizational, Strategic, and Policy Dimensions*, Oxford University Press.
- 八重倉孝. 2002. 「業績指標と株価ーキャッシュ・フロー, EVA™, および Ohlson モデルー」 管理会計学. 8・12: 157-167.