

技術投資の資源配分とスピルオーバー効果

メタデータ	言語: jpn 出版者: 明治大学専門職大学院グローバル・ビジネス研究科 公開日: 2012-06-23 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 王, 京穂 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10291/13157

技術投資の資源配分とスピルオーバー効果

-A R&D investment model and technological spill over effects

王 京 穂

要旨 技術投資 (R&D 投資) は企業の無形資産形成の主要手段であり、その資源配分は重要である。しかし、技術投資ポートフォリオのリスク・リターンは、証券投資のそれより複雑で、モデリングしにくい。その原因の1つは外部との関連性、異なる技術間の関連性にある。本研究では、これらの外部関連性の主因を「スピルオーバー効果」に求め、スピルオーバー効果から企業・技術間の関連を捉え、その上で、技術投資問題をポートフォリオの視点から考察し、技術投資問題に適したリスク計測モデルと資源配分モデルの構築を試みる。

(キーワード) R&D、技術投資、資源配分、相関、技術距離、スピルオーバー、ポートフォリオ、システムティックリスク、整合的リスク指標

1. 研究背景

この20年間で経済のグローバル化・自由化、資本蓄積と技術革新の進展により、企業の競争力の構成要素は、土地家屋・機械設備などの有形資産から、研究開発、特許、ソフトウェア、ブランドなどの無形資産に大きくシフトされてきた。先進諸国では、最近、この無形資産への投資が、設備投資を上回り始め、企業の価値は、貸借対照表に記載されている有形資産ではなく、人的資産やブランドなどの「無形資産・知的資本」から発生している部分が負うようになってきている。Sullivan (2000) によると、企業価値における有形資産と無形資産の割合は、1978年では80%対20%であったが、1998年時点では30%対70%になった。

Sullivan は、無形資産を

- 固有資産 (人的資本、知的資産 (知財))
- 差別化可能資産 (生産設備、流通能力、販売力)
- 汎用資産 (不動産、一般機械、金融資産)

と分類している。この中の固有資産とは、企業の研究開発力、保有技術・特許、イノベーション創出能力と対応する。

企業の技術力とイノベーション創出力は、基本的に「R&D 投資」(以下技術投資とする)によって作り出される。この技術投資には、普通の事業投資と同様に、多くの選択肢があり、いわゆる資源配分問題が存在する。効率的に無形資産を形成するためには、技術投資の資源配分問題が大変重要である。技術投資は、証券投資、事業投資よりはるかに複雑かつダイナミックな問題である。特に、「スピルオー

バー効果」により、技術投資の成果は、企業外にも広く伝播するため、それぞれの企業のみでは、資源配分問題をハンドリングしにくいともいわれている。

本研究は、企業・技術間のこれらの外部関連性の主因を「スピルオーバー効果」に求め、スピルオーバー効果から企業・技術間の関連を捉える。その上、技術投資問題をポートフォリオの視点から考察して、技術投資問題に適したリスク計測モデルと資源配分モデルの構築を試みる。

2. 概念的な考察：技術投資ファンド

ここでは、問題を簡単にするために、技術開発のみに投資するファンドについて考えることとする。このファンドは開発失敗のリスクを負い、その対価としての超過利益を追求する。ファンドとしては、投資対象の技術の組み合わせを、投資全体のリスクとリターンの角度から最適化する必要がある。このような見方は、技術開発志向の大企業の R&D 投資予算管理部門にとっても同様であると思われる。

投資の評価は、それによって発生する利益に基づいてなされる。投資の結果が出た後の評価は、投資から生み出されるキャッシュフローが評価対象となる。一方、資金投入時点における評価は、将来の不確実性を考慮して行われることになるが、この将来の不確実性は、次のように捉えることができる。

複数の技術投資 $\{i=1,2,\dots,n\}$ があり、それぞれが1つの技術に投資し、初期投資を $\{X_i^0, i=1,2,\dots,n\}$ 、ファンドの満

期におけるそれぞれの回収額金額を $\{X_i, i=1,2,...,n\}$ とする。ここで満期を1期間とすると、それぞれの投資の収益率は、

$$R_i = \frac{X_i}{x_i^0} - 1 \quad \text{[式-1]}$$

となる。 R_i は不確実なもので、以下の期待値とリスクで表現される。

$$\{E[R_i], \sigma[R_i]\}$$

またそれぞれの技術への投資を $\{w_i, i=1,2,...,n\}$ とし、ここでは証券投資と異なり、全額投資するか、全く投資しないかという二者選択しかないとする。つまり、

$$w_i = \begin{cases} x_i^0 & \text{投資する} \\ 0 & \text{投資せず} \end{cases} \quad \text{[式-2]}$$

である。初期投資 $\{w_i \cdot x_i^0\}$ に対して、投資ポートフォリオの将来回収額 ΔX は、

$$\begin{aligned} \Delta X &= X - X^0 \\ \Delta X &= \sum_i w_i \cdot R_i \end{aligned} \quad \text{[式-3]}$$

であり、その期待値とリスクは次のように計算される。

$$\begin{aligned} E[\Delta X] &= E[\sum_i w_i \cdot R_i] = \sum_i w_i \cdot E[R_i] \\ \sigma^2[\Delta X] &= \sigma^2[\sum_i w_i \cdot R_i] \\ &= \sum_i w_i \cdot \sigma_i^2 + \sum_{i \neq j} \rho_{i,j} w_i \cdot w_j \cdot \sigma_i \cdot \sigma_j \end{aligned} \quad \text{[式-4]}$$

なお、ここで、 $\sigma_i \equiv \sigma[R_i]$ であり、 $\{\rho_{i,j}\}$ は、それぞれの投資収益率間の相関である。

ファンド全体からみると、個別投資のリスク σ_i も重要ではあるが、最も重要なリスクは、ポートフォリオ全体のリスク $\sigma^2[\Delta X]$ である。ファンドにとって、投資の最適資源配分問題は、ポートフォリオの期待収益 $E[\Delta X]$ の向上とリスク $\sigma^2[\Delta X]$ の低減問題である。

ファンドが、十分分散しているポートフォリオ $X = \sum_{i=1}^n x_i$ を所有しており、新しい投資対象 $n+1$ に追加投資 x_{n+1} をしようとする。 $n+1$ が追加される新しいポートフォリオを X_+ とする。新旧ポートフォリオのリスクをそれぞれ、 σ_X, σ_{X_+} とし、追加投資対象のリスクを σ_{n+1} とすると、 σ_{X_+} は以下のようになる。

$$\begin{aligned} \sigma_{X_+} &= \sqrt{\sigma_X^2 + w_{n+1}^2 \cdot \sigma_{n+1}^2 + 2 \cdot \rho_{n+1} \cdot \sigma_{n+1} \cdot \sigma_X \cdot \sigma_k} \\ &= \sigma_X \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{w_{n+1} \cdot \sigma_k}{\sigma_X}\right)^2 + 2 \cdot \rho_{n+1} \cdot \frac{w_{n+1} \cdot \sigma_k}{\sigma_X}} \end{aligned} \quad \text{[式-5]}$$

なお、相関係数 ρ_{n+1} は投資 $n+1$ と X との相関である。 $w_{n+1} \cdot \sigma_n$ は σ_X よりはるかに小さいので、

$$\sigma_{X_+} \approx \sigma_X \cdot \left(1 + \rho_{n+1} \cdot \frac{w_{n+1} \cdot \sigma_{n+1}}{\sigma_X}\right) = \sigma_X + \rho_{n+1} \cdot w_{n+1} \cdot \sigma_k \quad \text{[式-6]}$$

となる。この式は、ポートフォリオに $n+1$ を w_{n+1} 単位追加すると、ポートフォリオ全体のリスクは $\rho_{n+1} \cdot w_{n+1} \cdot \sigma_{n+1}$ 単位増えることを意味する。つまり、 $n+1$ への1単位投資の追加は、ポートフォリオ全体のリスクを $\rho_{n+1} \cdot \sigma_{n+1}$ 上昇させる。このリスクの限界的増分 $\rho_{n+1} \cdot \sigma_{n+1}$ はCAPMのシステマティックリスクと類似するものであり、ファンドの分散投資では消去されないリスクを表している。但し、ここでの議論は特定のファンドのポートフォリオをベースに展開したものであり、CAPMのように市場全体を対象とするものではない。

ファンドからみて、この追加投資に対する超過収益率は、

$$E[R_{n+1}] = r + \rho_{n+1} \cdot \sigma_{n+1} \cdot \lambda \quad \text{[式-7]}$$

となる。なお、 r は安全金利で、 λ はリスクプレミアムである。当然、一般的に、どの投資対象 i に対しても、

$$E[R_i] = r + \rho_i \cdot \sigma_i \cdot \lambda \quad \text{[式-8]}$$

となる。ポートフォリオ全体においては、

$$\frac{E[R_X] - r}{\sigma[R_X]} = \lambda \quad \text{[式-9]}$$

という超過収益率を獲得する。

3. 問題所在

上記のモデルは概念的な展開であり、実用化するには、次の2つの大きな課題がある。

1つは技術投資の将来性に対する予測の可能性である。モデルでは投資の将来価値を普通の証券投資と同様に $\{E[x_i], \sigma[x_i]\}$ と表現しているが、これが可能か否か、という問題がある。確かに、技術開発の将来予測は普通の証券投資より複雑かつ困難であるが、最近では、実務界を中心に、この問題に関する多くの手法が開発され、対象技術のプールをうまくまとめることによって、ある程度、精度のある推定が可能になってきている。

もう一つの問題は、それぞれの投資間の相関 $\{\rho_{i,j}\}$ の推定である。これは異なる投資成果間の相関問題であり、あまり研究されていない問題でもある。個別投資成果の推定問題は専門家の知恵と経験則を中心に展開されるが、相関問題はそれより広範囲の問題であり、より複雑である。

本研究は、後者の問題を対象にする。個別投資の成果間の相関は、構造的に「技術のスピルオーバー効果」に起因

すると考え、まず、「スピルオーバー」による相関の発生構造を考察する。そして、技術距離と相関との関係から、技術距離を用いて代替的リスク指標の構築の可能性を検討する。更に、そのリスク指標を用いた資源配分モデルを提唱する。最後に、モデルを用いて、いくつかの議論を展開する。

4. 技術のスピルオーバー

1970年代以降、「R&D 投資と技術進歩による生産性上昇への貢献」に関する研究が多く行われてきた。企業にとっての技術進歩は、単に自社の研究開発成果だけではない。Griliches (1979) は他企業の研究開発のスピルオーバー効果 (technological spillover effects) の存在を指摘している。スピルオーバーとは、「研究開発によって獲得した新しい知識・情報は、開発企業に完全に閉じ込めることはできず、必ず他企業にも漏れて伝わっていく」ことを指す。

スピルオーバーの経路は「取引による移転」と「公共財としての移転」に分類できる。

表1 スピルオーバーの経路

取引による移転	公共財としての移転
－資本財の販売	－知識としての伝播
－製品・原料の販売	－学会活動・研究者交流
－特許利用・ライセンス契約	－リバーエンジニアリング

「取引による移転」によって、買い手は対価を支払い、新しい設備、原料、技術を導入し、技術進歩の恩恵を受ける。一方、売り手側は、経済的な利益を得、開発コストの回収を可能にする。「公共財としての移転」は、開発企業に特に顕著なメリットはもたらさないが、受け手の企業は対価なしで、恩恵を享受できる。

スピルオーバーとは、技術進歩の動的メカニズムの一つの重要な側面である。その存在により、研究開発は一企業内に閉じ込められたものではなく、広く、外部と関係を持つ活動となる。もちろん、企業自身が開発する独自技術の重要性は言うまでもないが、外部からのスピルオーバーをキャッチし、消化することも同様に重要となる。Z.Griliches (1979) は、企業生産性の上昇に貢献する要因として、他企業が行う研究開発のスピルオーバー効果を、自社研究開発努力の次に挙げている。

なお、知的財産権の管理強化によって、スピルオーバーはなくなることはない。なぜなら、取引による移転は、取引双方の合意によるものであり、開発技術が大型化・複雑化した現在においては、技術知識や情報の伝播は簡単にとめられるものではないからである。

5. 同化能力と技術距離

スピルオーバーのフローは取引によって、あるいは公共財として広範囲に発生する。しかし、このフローは1つの可能性であり、すべての受け手が均等に受益するわけではない。スピルオーバーの恩恵を受けるためには、受け手に、それを利用する「同化能力 (assimilation capacity)」が必要とされる。この能力は、企業の重要な能力の1つである。

Z.Griliches (1979) は、スピルオーバー効果を十分に得られるための重要なファクターとして、「出し手側と受け手側の技術ポジション (technological position) の類似性」を指摘した。類似性が高い企業同士なら、

- －生産インフラ等の設備的な類似
- －情報取得・理解の速度
- －活用できる人材とノウハウ

などの点において、有利であり、同化能力が高い。

A.B.Jaffe (1986) は、この技術ポジションの類似度を示す数値指標として、以下のように i 企業と j 企業間の技術的距離 (technological distance) P_{ij} を提唱した。

$$P_{ij} = \frac{F_i \cdot F_j}{[(F_i \cdot F_i)(F_j \cdot F_j)]^{1/2}} \quad \text{[式-10]}$$

式の中で、企業 i の技術ポジションは、 $F_i = (F_{i1}, F_{i2}, \dots)$ と定義される。 F_i は i の技術ポジションのベクトルである。 F_{ik} は、 i (企業) の k (技術分野) への投入である。この投入を分野ごとへの研究開発投資(率)、あるいは、分野ごとの成果 (特許件数等) で測ることができる。この技術距離は 0 と 1 の間の数値であり、共通性・類似性が高ければ 1 に近づき、低ければ、0 に近づく。

Jaffe のモデルでは、 j の研究開発投資を R_j とし、 j 企業から i への技術のスピルオーバー量は R_{j-i} 、

$$R_{j-i} \propto R_j \cdot P_{ij} \quad \text{[式-11]}$$

と計算される。

スピルオーバー効果の存在について、Jaffe モデルを利用した検証研究は多くなされており、その効果の存在を裏付ける結論が得られている。

企業の技術力とイノベーション創出力とは、自ら技術を開発する能力とスピルオーバーの同化能力の和であるといえる。主要なスピルオーバー源と想定される企業と同じ技術ポジションに位置することは、スピルオーバー同化能力を向上させることができる。開発活動によって、十分な同化能力を形成し、いざというときに、他社に追随する力を保持することも、1つの優れた戦略であるといえる。

6. スピルオーバーと投資成果間の相関

有形資産投資も技術投資も基本的に将来の収益に着目したもので、また、どちらもリスクを伴うという点では共通している。しかし、一般的には、有形資産投資の将来の方が捉えやすい。その代表例は工場建設で、将来の売上げ・原価はある程度予測できる。一方、技術投資の将来は、かなり不確実である。その典型は新薬の開発、電気自動車などへの投資である。投資が成功するかどうかそれ自体が不確実なのである。

技術投資の結果は次の図1のように単純に表現する。

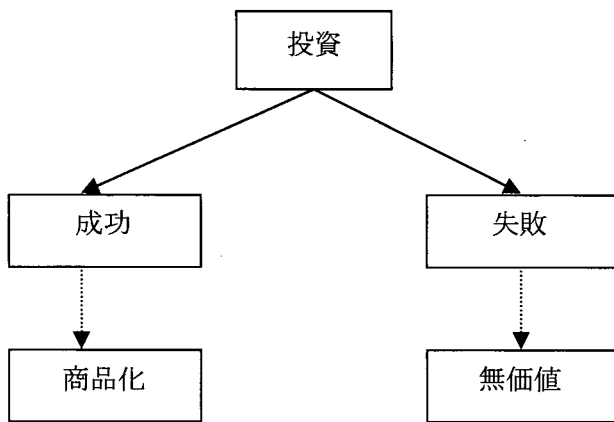


図1 技術投資の結果

技術開発のプロセスとスピルオーバーとの関係は、次の図2のフローで表現できる。

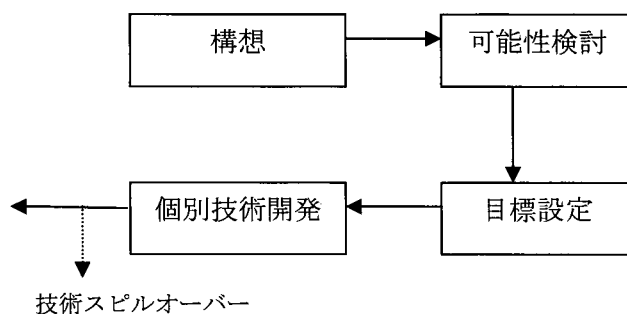


図2 技術投資のフローとスピルオーバー

図2に示したように、個別技術を開発する前には、「可能性を見極めて」、「目標を設定し」、「資源を集中する」という段階があり、それぞれの段階における出力も大事な情報となる。つまり、スピルオーバーフローには、成功した技術だけではなく、その前作業からは派生した「可能性」と「目標」も含まれる。投資の資源配分という観点からすると、「可能性」と「目標」に関する情報の方がむしろ価値が

大きい場合もある。この情報の溢出を拡張スピルオーバーと呼ぶ(図3)。

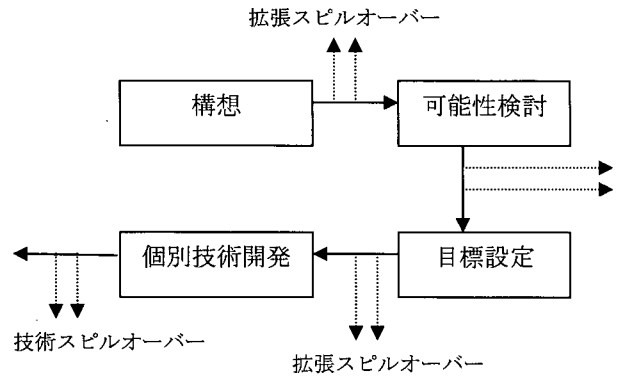


図3 拡張されたスピルオーバーの概念

拡張スピルオーバーによって、最終目的およびその実現可能性の情報が企業間にシェアされる。つまり、技術投資は、1つの企業の個別努力だけではなく、企業全体の努力として捉えられる一面もある。同時に、この情報の共有によって、企業全体の技術投資には共通のリスクが発生するようになる。

また、技術投資の成功可能性も、他社の関連開発の成功に影響されることが多く、他社の開発情報、他社製品や技術の導入によって、自社技術の開発の成功率は高まると考えられる。すなわち、異なる技術投資の成功の間にはプラスの相関が存在する構造が多いと言えよう(図4)。

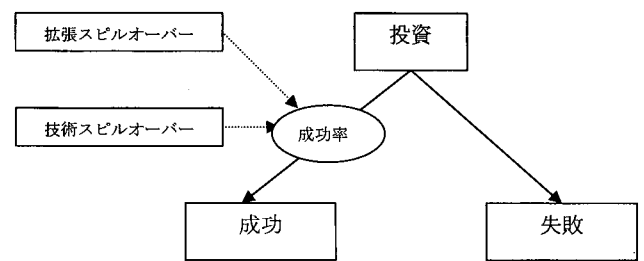


図4 スピルオーバーによる成功率の向上

万が一自社開発が失敗しても、その開発によって形成された「人的能力」、「ノウハウ」があるので、他社の(類似)成功技術を導入する場合の同化能力が高まる(図5)。このように、スピルオーバーによって、技術投資の完全失敗のリスクが減少され、投資価値が高まるのである。このメカニズムも、異なる投資にプラスの相関をもたらす。

このように、技術開発は、一見、個別企業単体で行われているように見えても、実際には、スピルオーバー効果によって、競争・協力関係を問わずに、企業相互間で、「多数連携」、「同時進行」的になる部分かなりあると考えられ

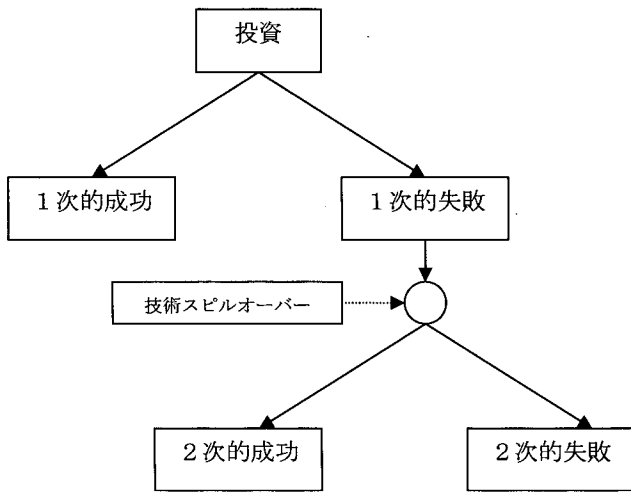


図5 スピルオーバーによる投資価値の向上

る。

Jaffe のモデルによれば、スピルオーバー効果をより効率的に得るためには、「スピルオーバー源」に技術ポジションを合わせることが最も有効とされる。ここでは、スピルオーバー源を企業からみた「外部全体」、即ち「他社の合計」あるいは「外部平均」と考える。外部平均との類似性が高い技術を、ここで「類似技術」と呼び、外部平均との類似性が小さい技術を、いわゆる「独自技術」と呼ぶことにする。上記の議論より、類似技術への投資はリスクが小さく、独自技術への投資はリスクが大きくなる傾向があることが分かる。もちろん、需給関係からみれば、開発成功後は、「独自技術」の方が「類似技術」より大きい収益が見込まれるが、このトレードオフの問題をここでは議論しない。

スピルオーバーによって、技術開発のリスク・リターンはダイナミックに変動する。このことが技術投資の資源配分を困難にしている。

7. 相関係数と技術距離と代替リスク指標

証券投資のCAPMモデルにおける相関(ベータ)は、当該証券のヒストリカルデータから求められることが多い。ある期間において、企業が継続的に同じ操業することから考えれば、これは大変適切な操作である。技術投資モデルにおける相関係数は、全く新しいものに対する投資であるから、証券投資モデルの手法を援用することは困難である。しかし、前述の議論の結果より、それぞれの個別投資の収益間の「相関構造」の主要要因の1つが、スピルオーバーにあることは明らかである。技術間のスピルオーバー効果が大きいほど相関も大きくなる。スピルオーバー効果の大きさを測る外部平均との「技術距離」と、投資成果の「外

部平均」との相関には密な関係があることが推測される。

$$\rho_i = Fun(P_{i,*}) \quad \text{[式-12]}$$

また、スピルオーバーのメカニズムから、技術距離と技術ベータとの関数関係はおおよそ通増的な関係にあるといえよう(図6)。

相関

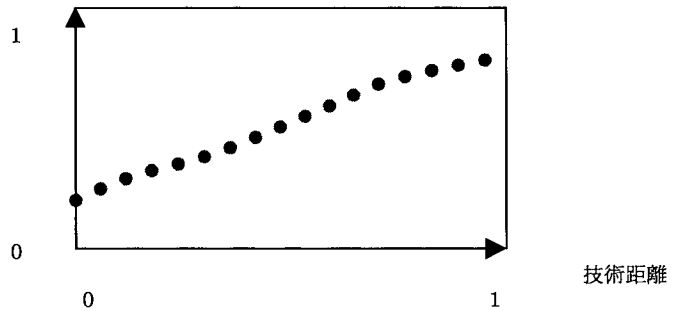


図6 イメージ：技術距離の関数としての相関

すなわち、関数の性質が分かれば、技術距離から相関係数を推定することが可能となる。

一方、標準偏差が、唯一のリスク指標ということではない。Artzner等(1999)によれば、次の条件を満たすものであれば、整合的なリスク指標として利用できる。

Z, Y をそれぞれポートフォリオの価値、あるいは収益で、確率変数とする。整合的なリスク指標(Coherent Risk Measure) $\theta(\cdot)$ は、次の性質を満たす。

①劣加法性 (Subadditivity)

すべての (Z, Y) に対して

$$\theta(Z+Y) \leq \theta(Z) + \theta(Y)$$

②単調性 (Monotonicity)

$Z \leq Y$ 、 Y が Z より優れるなら、 $\theta(Z) \geq \theta(Y)$

③一次同時性 (Positive homogeneity)

定数 $\lambda \geq 0$ に対して、 $\theta(\lambda \cdot Z) = \lambda \cdot \theta(Z)$

④安全資産のバッファ機能(Translation invariance)

すべての $a \in R$ に対して、 $\theta(Z+a) = \theta(Z) - a$

ここで、標準偏差の代わりに、それぞれの技術投資とポートフォリオに対して、以下の指標 ω を定義する。

$$\begin{aligned} \omega^2[w_i \cdot R_i] &\equiv \sigma_i^2[w_i \cdot x_i] \\ \omega^2[w_i \cdot R_i + w_j \cdot R_j] &\equiv \sigma_i^2[w_i \cdot R_i] + \sigma_j^2[w_j \cdot R_j] \\ &\quad + 2 \cdot P_{i,j} \cdot \sigma_i[w_i \cdot R_i] \cdot \sigma_j[w_j \cdot R_j] \\ \omega^2[\sum w_i \cdot R_i] &\equiv \sum_i \sigma_i^2[w_i \cdot x_i] \\ &\quad + \sum_{i \neq j} P_{i,j} \cdot \sigma_i[w_i \cdot x_i] \cdot \sigma_j[w_j \cdot x_j] \quad \text{[式-13]} \end{aligned}$$

この ω はリスク指標として機能するのであろうか。

Artzner の基準に照らして、 ω は基準③と④を満たす。

基準①は、 P_{ij} の性質によって、満たすことが分かる。基準②は、分布によっては、標準偏差さえも満たさないものであるが、標準偏差が基準を満たすような分布で、技術距離と相関係数と通増関係にある場合には、 ω は満たされる。

結論としては、 ω は完璧な整合的なリスク指標とはいえないが、標準偏差に劣らないリスク指標であることが分かる。

8. 新しいモデル

ここで、新しいリスク指標を用いた資源配分モデルを完成する。

複数の技術投資 $\{i=1,2,\dots,n\}$ に対する分散投資ポートフォリオの将来回収額 ΔX の期待値とリスクは次のように計算される。

$$\begin{aligned} E[\Delta X] &= E[\sum_i w_i \cdot R_i] = \sum_i w_i \cdot E[R_i] \\ \omega^2[\Delta X] &= \omega^2[\sum_i w_i \cdot R_i] \\ &= \sum_i w_i \cdot \sigma_i^2 + \sum_{i \neq j} P_{i,j} w_i \cdot w_j \cdot \sigma_i \cdot \sigma_j \end{aligned} \quad \text{[式-14]}$$

σ_i はそれぞれの投資収益率のリスク（標準偏差）であり、 $\{P_{i,j}\}$ は、それぞれの投資対象技術（群）の間の技術距離であり、 $\omega[\]$ は標準偏差の代替となるリスク指標である。

ポートフォリオにとって、最も重要なリスクは $\omega^2[\Delta X]$ であり、投資の最適資源配分問題とは、ポートフォリオの期待収益 $E[\Delta X]$ の向上とそのリスク $\omega^2[\Delta X]$ の低減である。

ポートフォリオに新しい投資対象 K を追加投資すると、ポートフォリオのリスク $\omega[\]$ は以下ようになる。

$$\omega_{X+} \approx \omega_X \cdot (1 + P_k \cdot \frac{w_k \cdot \omega_k}{\omega_X}) = \omega_X + P_k \cdot w_k \cdot \omega_k \quad \text{[式-15]}$$

つまり、ポートフォリオに k を 1 単位追加すると、ポートフォリオ全体のリスクは $P_k \cdot \omega_k$ 増える。このリスク $P_k \cdot \omega_k$ が、ポートフォリオにとっての投資 k のシステムティックリスクである。なお、ここの P_k は、投資対象 k の技術ポジションと現在ポートフォリオの技術ポジション間の技術距離である。この投資への要求超過収益率は、

$$E[R_i] = r + P_i \cdot \omega_i \cdot \lambda' \quad \text{[式-16]}$$

となる。 λ' はリスクプレミアムである。ポートフォリオ全体では、

$$\frac{E[R_X] - r}{\omega[R_X]} = \lambda' \quad \text{[式-17]}$$

となる。

スピルオーバーの存在によって、技術開発は、実質、「同時・連携」的に進行しているものと考えべきであり、この現象は競合企業間においても、協力企業間においても存在する。異なる技術開発の成否は互いに関連し合い、サポートし合うことになるのである。技術投資のポートフォリオからみると、それぞれの技術投資に関わるリスクには共通するものが存在する。これは技術投資のシステムティックリスクであり、 $P_k \cdot \omega_k$ そのものである。

「技術のシステムティックリスク」から超過収益率を要求するなら、見掛けが同じリスクでも、「平均的」な技術投資には高い超過収益が要求され、「独自技術」の開発投資には低い超過収益が要求されることになる。このモデルはイノベーションをファイナンスの面から促進するモデルでもある。

証券市場から技術投資を見る場合、あるいはポートフォリオが十分分散されている場合、 P_k は投資対象 k と世の中の平均的技術投資との間の技術距離と解釈できる。

9. まとめと考察

はじめにも述べたとおり、技術投資の将来価値の推定には多くの努力がなされており、対象技術をうまくプールすれば、実用可能な、精度の高い数字が出るようになりつつある。技術投資の資源配分まで考えると、相関問題に対するソリューションが必要となってくる。本研究では、異なる技術投資間の相関構造が主にスピルオーバー効果に起因すると考え、その構造に関する考察から相関の代替指標として、技術距離を用いることを提唱した。この技術距離を用いた指標 ω は、標準偏差に劣らないリスク指標としての性質を有している。

指標 ω を利用して構築されたモデルによって、困難とされている技術投資の資源配分問題が、現実性を帯びてくるようになる。それは、技術距離は相関よりもはるかに測りやすいものであり、人間の直感的な意思決定との接点も構築し易いからである。また、「外部平均技術」との距離を導入することによって、ベータモデルと同様に、個別投資間の関係を考慮せずすむので、概念も計算も単純明快となる。

スピルオーバー、技術距離の概念は、一見、技術開発の模倣・類似の側面のみ重みを置くものと理解されがちであるが、本研究のモデルによって、そのもう一つの機能を見出すことができたのである。

外部平均との距離を技術投資のシステムティックリスク

とすれば、外部平均類似の技術には高いリスクプレミアムが要求され、独自技術には低いリスクプレミアムが要求される。類似的な技術距離によって、技術的成功率が向上され、見かけの個別リスクは低減されるが、しかし、システムティックリスクは大きくなり、ファイナンス的には高いコストが要求されることになる。一方、独自技術は、見かけの個別リスクは大きい、システムティックリスクは小さいので、ファイナンス的にサポートされるようになる。このことは経済全体にとっても大変望ましいメカニズムといえよう。模倣よりイノベーション創出を、とファイナンス面から促進するという意義のあるモデルである。

証券市場の角度から考えれば、企業への投資には、技術への投資が含まれる。すなわち、証券市場のポートフォリオ投資家は、分散されている技術投資のポートフォリオをも所有していることになる。この投資は当然のことながら、ポートフォリオの角度からリスク・リターンを考える。企業側としては、自身がどういう技術を所有し、どういう技術投資をしているかを投資家に開示することが重要である。伝統的な企業の財務情報開示は、基本的には有形資産の情報に重点が置かれている。有形資産が企業の主な収益要素であれば、それで十分であるが、知的資産、無形資産の影響が大きくなった現在では、追加的開示が必要となる。この追加的開示は投資家にとっても、企業にとっても有益である。技術投資に限って言えば、情報開示が不十分な場合、企業の技術投資は「平均的なもの」とみなされることになり、本研究の結果からすると、高い超過収益率が要求されることになる。一方、技術投資の情報が開示されれば、独自技術への投資がより評価され、要求超過収益率が低下し、企業価値が向上することになる。知的資産・無形資産に関する投資情報の開示は、投資家にとってのリスク低減だけでなく、企業の資金調達のコストの低減にも貢献するものであり、且つ又、このメカニズムによって、証券市場が、直接、企業のイノベーション創出活動をサポートできるようになり、経済全体の活性化に貢献するようになっていくのである。

参考文献

- [1] 渡辺千仞 「技術革新の計量分析」 日科技連 2001
 [2] Patrick H. Sullivan, 森田松太郎監修、水谷孝三、一柳良雄、船橋仁、坂井賢二、田中正博訳 「知的経営の真髓」 東洋経済新報社 2002
 [3] Jaffe, Adam B, "Technological Opportunity and Spillovers of R&D: Evidence from Firms' Patents, Profits, and Market Value," The American Economic Review, Vol. 76, 1986

- [4] Artzner, P., F. Delbaen, J. M. Eber, and D. Heath, "Coherent Measure of Risk," Mathematical Finance, Vol. 9, No. 3, 1999
 [5] 刈屋武昭 「ブランド評価と価値創造」 日経広告研究社 2005