

○福田佳也乃 (J S T), 渡辺千仞 (東工大社会理工学)

1. 序

2004 年 12 月、米国の競争力評議会 (Council on Competitiveness: CoC) は National Innovation Initiative 最終レポート“*Innovate America*” (パルミサーノレポート) を公表した。そして、米国の競争力の基盤が蝕まれていることに警鐘を鳴らし、“*National Innovation Ecosystem*” の構築に活路が期待されることを示した。このレポートの公表を皮切りに、議会でも議論が活発化し、様々な法案が提出された。2006 年 1 月にはブッシュ大統領による一般教書演説の中で“*America Competitiveness Initiative*” が発表された後も法案の提出が続いているが、これらを統合した法案を今冬に成立させる方向性が示されている。

一方、日本でも 2005 年 2 月、産業構造審議会 (経済産業省所管) が、技術革新が絶えることなく生まれる「生態系の構造」の構築を提唱した。この提案は第 3 期科学技術基本計画に反映され、政策目標「イノベーター日本」の下、「科学の発展と絶えざるイノベーションの創出」を大きな方向として明記している。これを実現するため、2006 年 6 月には、総合科学技術会議がイノベーション創出総合戦略を発表するとともに、経済財政諮問会議が経済成長戦略大綱を公表し、「日本型経済成長モデル」の実現に向けて推進すべき具体的施策を提言した。

イノベーション政策を重視する動きは欧州でも認められる。2006 年 1 月、欧州委員会が任命した専門家グループが報告書“*Creating an Innovative Europe*” を発表した。その中で、小企業と大企業が共生する“*Ecology of Industry*” の強化とそれに対する支援の重要性、研究開発の生産性向上の必要性を指摘している。

日米欧共に、イノベーション誘発の観点から、研究開発のインプットではなく、そのアウトプットを最大化させる「イノベーションを生み出す構造」と「投資」に注視し、その構造としてエコシステムに着目していること、また、イノベーションは、その土壌とも言うべきインスティテューションとの共進化 (Co-evolution) に依存することを認識している。こ

のような現状の下、日本企業におけるイノベーション誘発ダイナミズムが変容し、世界競争が新構図に直面している。本研究では日本ハイテク企業の事例を紹介し、National Innovation Ecosystem における企業の位置づけを考える。

2. 日本の研究開発と技術経営の 5 潮流

1980 年代から現在までの日本の研究開発および企業の技術経営の推移から、注目すべき 5 潮流が認められる。

(1) 研究開発のインプット大国、アウトプット小国

日本の研究開発強度 (GDP あたり研究開発費) は 1980 年代に米国を上回った後も上昇し続けている。しかし、技術の限界生産性は 1990 年代に激減した後、目立った回復は認められず、米国に大きく差を開けられている (図 1-1、1-2)。

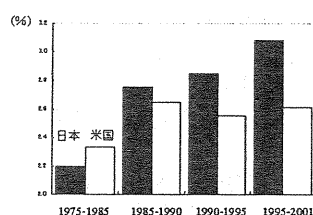


図 1-1. 日米の研究開発強度の推移 (1975-2001).
Sources: White Paper on Japan's Science and Technology (annual issues).

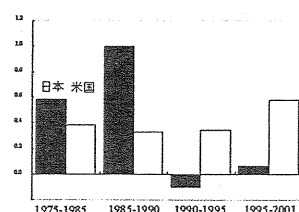


図 1-2. 日米の技術の限界生産性の推移 (1960-2001).
Sources: European Competitiveness Report (2001). White Paper on Japan's Science and Technology (annual issues).

(2) 研究開発投資営業利益率の激減

研究開発投資営業利益率は 1990 年代半ばから減少が続いている (図 2)。

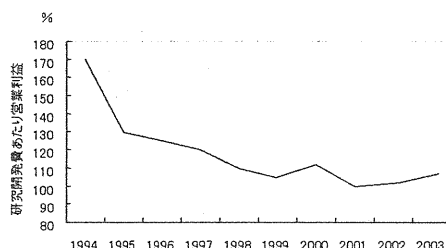


図 2. 日本企業の研究開発投資営業利益率 (OIR) の推移 (1994-2003).

出所: 内閣府「平成 17 年 経済財政白書」(2005).

(3) 収益性が2極化するハイテク企業

日本の化学上位10社の売上高営業利益率は、1980年代末から1990年代にかけてほぼ同様に推移してきたが、2000年代に入り2極化している(図3)。同様の傾向は電気機械においても認められる。

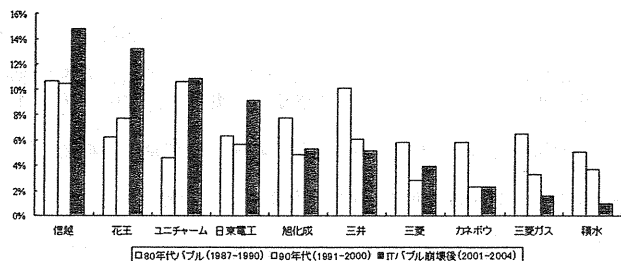


図3. 化学上位10社の売上高営業利益率の推移
(1987-2003、各期間平均、連結ベース)。

(4) 市場学習努力の好対照

2000年代に入り、鮮明になっている電気機械大手企業の業績格差は、企業の市場学習に対する見方およびそれに伴う努力の結果が収益に現れてきていることを示している。企業の市場学習努力は、学習係数¹によって追跡することができる。代表的電気機械4社の市場学習係数の推移において、学習係数が低下から増大に変局した年に時間的な差が認められる(図4)。

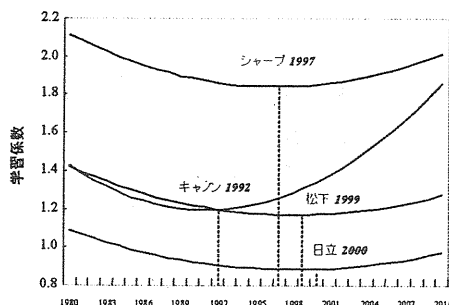


図4. 日本の代表4ハイテク企業の学習係数の推移(1980-2003)。

(5) 国内画一体質と国際企業群への雄飛の2極化

日本のハイテク企業はこれまで画一体質を保ち、各種の制度・施策もそれを前提に作られていたが、米国企業と同様な技術経営ポジションを取り、国際企業群へ雄飛する企業が現

れており、2極化し始めている。

以上の5潮流は、以下の4課題を啓発する。

- (1) ポスト情報化社会に向けては技術経営規範として研究開発(R&D)のインプット(R/S)からアウトプット(OIR)への転換が不可欠。
- (2) このためには、自前のR&Dから継続的な学習をてこにした外部技術の獲得へのシフトが鍵。
- (3) 外部技術の獲得の努力は技術経営構造を変えることになり、伝統的な日本型同質企業群を2極化。
- (4) 以上はイノベーション誘発ダイナミズムを変容させ、世界競争の構図を変革。また同質性を前提にした日本の制度・施策・ビジネスモデルを大きく変容。

3. 技術経営戦略と技術進歩

技術進歩 W は研究開発への投資率 X と売上高に対する収益性 Y に依存するので、次のように表せる。

$$W = F(X, Y)$$

2次項までテーラー展開すると

$$\ln W = a + b \ln X + c \ln Y + d \ln X \ln Y \quad a, b, c, d: \text{係数}$$

$\ln W, \ln X, \ln Y$ をそれぞれ $\frac{\Delta TFP}{TFP}$ (全要素生産性), R/OI (営業利益あたり研究開発費), OIS (売上高営業利益率) とすると、

$$\frac{\Delta TFP}{TFP} = a + \frac{b}{OI/R} + c \frac{OI}{R} \cdot \frac{R}{S} + d \frac{R}{S}$$

と表すことができる。このことから、図5に示されるような共進ダイナミズムが示唆される。すなわち、

- (1) OIS は時価総額 (MVE) に反映。
- (2) 高 MVE は市場からの「研究開発資源」の調達を可能化 (研究開発資金の調達と市場学習機会の増大)。
- (3) その結果、 R/OI を上昇。
- (4) これは研究開発強度 (R/S) と OIS に影響。
- (5) 以上のダイナミズムは TFP 成長率の増大に貢献。
- (6) このダイナミズムは
 - ① OIS と R/OI の精妙なバランスの乗数効果として生み出された R/S ($OIS \times R/OI = R/S$)、および
 - ② その OIS 生産性たる OIR ($OIS \div R/S = OIR$) に依存。
- (7) したがって、
 - ① TFP 成長率は OIS 、 R/S 、 R/OI の3者のダイナミズムで表され、
 - ② そのダイナミズムは、 R/S (OIS と R/OI の乗数効果) および OIR (R/S の OIS 生産性) に依存。

$$^1 \text{学習係数 } \lambda = -\frac{\partial \ln P}{\partial \ln T}$$

学習曲線は一連の学習曲線の連続であり、それぞれの学習効率は教育、経験および技術革新等の関数で表され、かつそれらはすべて時間 t の関数であり、次式のように示される。

$$\lambda = \lambda(\lambda_1(t), \lambda_2(t), \dots, \lambda_n(t)) \approx \sum_{i=0}^n a_i t^i$$

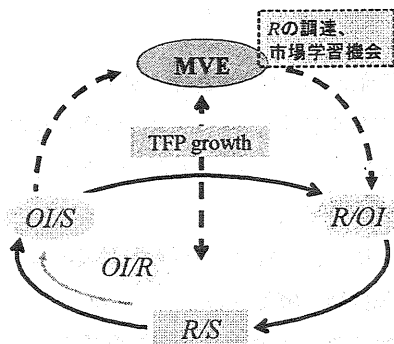


図5. 技術経営の共進化構造。

MVE: 株式時価総額; TFP: 全要素生産性; OI/S: 売上高営業利益率; R/S: 売上高研究開発投資; R/OI: 営業利益あたり研究開発投資。

以上のような技術経営の共進化構造の中で、日本のハイテク企業は市場学習への柔軟性と独自技術への拘泥との狭間に立たされている。多くの企業が、グローバル経済下において市場学習の重要性に注目し、その機会を増大するために企業価値の増大、つまり高時価総額の実現を図っている。しかし、他社から学ぶことの不可能なもの、拘り続けるべきもの、他社から学んではならないものも存在する。つまり、学ぶべきものを見逃さず、効果的に活用するためには内部技術の涵養が不可欠である。このような概念は「Domestication」という用語で説明される。「Domestication」とは、新たな技術や意義、手段を社会的条件と統合して開発・獲得ことを指す。すなわち、市場学習によって外部から技術や知識を単に獲得するのではなく、内部技術の涵養に資するものとして取り込み、内部技術と相乗効果を生み出すことが要諦である。

4. 日本ハイテク企業の技術経営ダイナミズム

図5の技術経営の共進化構造に基づき、市場への柔軟性と独自技術への拘泥との共進化については、 R/S の OI/R への代替弾性値 α^2 によって検証することができる。日本の電気機械、化学および輸送機器各代表企業を対象に検証した結果を表1-1、表1-2および表1-3に示す。

表1-1 日本の電気機械19社*の代替弾性値 (2001-2004 平均)

$$\ln R/S = -2.399 - 0.354 D_1 \ln OI/R + 0.700(1 - D_1) \ln OI/R - 0.638 D_2$$

(-19.68) (-5.07) (4.45) (5.01) $adj. R^2 = 0.612$

D_1 : キーエンス、ファナック、村田、京セラ、キャノン、リコー、

² $R/S = A \cdot OI/R^\alpha$ A : スケールファクターと表すと、

$$\ln R/S = \ln A + \alpha \ln OI/R$$

セイコー、シャープ、三洋、TDK = 1

その他 = 0

D_2 : キーエンス、ファナック、ローム、村田、キャノン = 1

その他 = 0

* 80社のうち時価総額が平均以上。

表1-2 日本の化学29社*の代替弾性値 (2001-2004 平均)

$$\ln R/S = -3.260 - 0.824 D_1 \ln OI/R + 0.754 D_2$$

(-52.82) (-8.29) (4.50) $adj. R^2 = 0.709$

D_1 : 小林製薬、エアウォーター、ユニ・チャーム、信越、太陽日本酸素、大日本インキ、花王、日東電工、東ソー、電気化学 = 1、その他 = 0

D_2 : 小林製薬、ユニ・チャーム、信越、花王、日東電工、電気化学 = 1、その他 = 0

* 64社のうち売上高上位30社のうちカネボウを除く。

表1-3 日本の輸送機械15社*の代替弾性値 (2001-2004 平均)

$$\ln R/S = -2.907 - 0.921 \ln OI/R + 1.435 D_1 \cdot \ln OI/R - 0.989 D_2$$

(24.77) (5.00) (3.92) (3.53) $adj. R^2 = 0.900$

D_1 : ダイハツ、日野、いすゞ、マツダ = 1、その他 = 0

D_2 : 車体3社 = 1、その他 = 0

*自動車10社(三菱を除く)、アイシン精機、デンソー、車体3社(トヨタ車体、関東自動車、日産車体)。

ここで、 $R/S = B \cdot OI/R^\beta$ とすると、 $\beta = \frac{\alpha}{\alpha+1}$ と表される。

α は R/S と OI/R の代替・補完関係を、 β は R/S と OI/S の代替・補完関係をそれぞれ示す。表2に3業種の代替・補完関係の結果をまとめる。

表2 日本の3業種代表企業における R/S - OI/R および R/S - OI/S の代替・補完関係

		R/S と OI/R		R/S と OI/S	
		α	関係	β	関係
電気機械	10社	-0.354	代替	-0.548	代替
	9社	0.700	補完	0.411	補完
化学	9社	-0.824	代替	-4.682	代替
	21社	0.000	補完	0.000	補完
輸送用機器	11社	-0.921	代替	-11.658	代替
	4社	0.514	補完	0.339	補完

この結果から、 OI/R および OI/S の R/S 代替は

輸送用機器 > 化学 > 電気機械

の順に大きく、 OI/R および OI/S の R/S 補完は

電気機械 > 輸送用機器 > 化学

の順に大きいことがわかる。

5. 日本ハイテク企業の技術経営に関するインプリケーション

以上から、日本の3業種代表企業は OIR および OIS と RS が補完している企業群と OIR および OIS が RS を代替している企業群に2極化していることがわかった。

図6に OIR および OIS の RS 代替のスキームを示す。補完企業群は変動費および固定費を削減することによって、研究開発投資 (R) を増大させるとともに営業利益率 (OI) を確保している。しかし、 R を削減しようとする、 OI も減少してしまう。一方、代替企業群は変動費および固定費を削減することなく R を削減し、それによって OI を増加させている。補完企業群のうち、リストラによって R_3 を増大させるほど、 OIR および OIS の RS 補完が大きくなる。また、代替企業群の場合、獲得外部資源 A が大きいほど、 OIR および OIS の RS 代替が大きくなる。

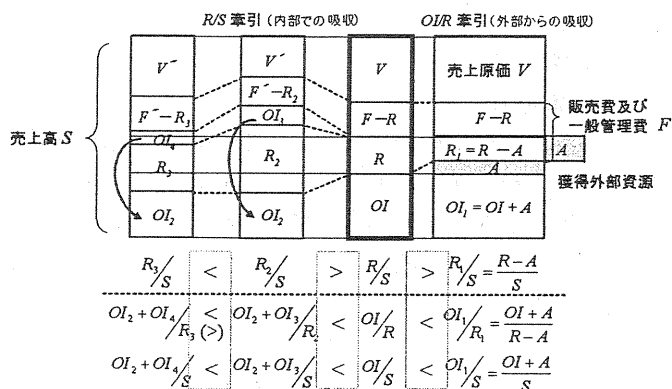


図6. 外部資源の獲得を通じた RS - OIR - OIS の代替・補完スキーム。

3業種の各代表4社の RS 、 OIR 、 OIS について、1998-2000と2001-2004の2期間の変化を図7に示す。

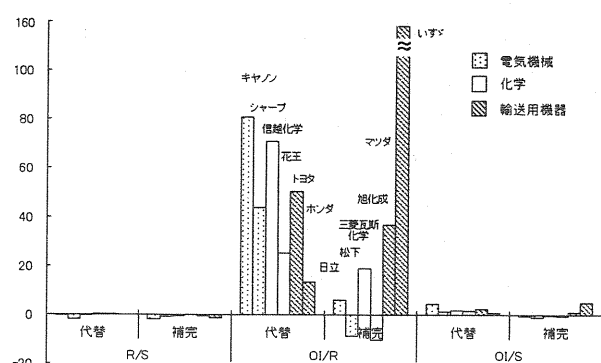


図7 日本の3業種代表4社の RS 、 OIR 、 OIS の変化 (1998-2004、各期間実質値平均%の変化ポイント)

代替企業群について、電気機械2社と化学1社で、 RS の値が減少し、 OIR および OIS の値がともに増大している。一方、化学1社と輸送用機器2社で、 OIR および OIS の値とともに RS も増大している。つまり、電気機械企業は R を

抑制して OI を増大しているが、輸送用機器企業は OI を増大させた余力によって R への投資を増加させている。このことから、代替企業群は3業種とも獲得外部資源 A によって OI を増加させており、 A が大きい輸送用機器企業はさらに R への再投資を進めていると考えられる。

補完企業については、電気機械および化学では RS の値が1社を除き減少しているが、4社とも OIR または OIS の値が減少している。つまり、 R_3 の抑制によって OI を増大できていない。また、輸送用機器2社では、 RS の値が減少し、 OIR および OIS の値がともに増加している。これはリストラ策の励行によるものと考えられる。

では、 OI の増加分 A はどのように獲得したのか。それは、市場学習努力によって獲得した外部資源と考えられる。企業は独自の技術ストックを資本として、社内または社外において外部資源を獲得する。そして、その獲得経験に基づき、また技術ストックを資本として、学習による獲得経験を蓄積していく。この過程には属業種性、超業種性が影響していると考えられる。

日本ハイテク企業は、市場学習への柔軟性と独自技術の拘泥との2極化が生じている。これらの異質な企業群の多様な比較優位・劣位に即した共進化を実現するため、異質な企業間の Agility, Adaptability, Alliance を促進させ、新たな相互作用とその相乗効果を創出することが重要である。このような複雑な現象を把握するには、National Innovation Ecosystem の観点からのさらなる深遠な洞察が必要である。

参考文献

- [1] Council on Competitiveness, Innovate America: National Innovation Initiative Report (2004).
- [2] Domestic Policy Council, Office of Science and Technology Policy. American Competitiveness Initiative: Leading the World in Innovation. Washington, DC: Domestic Policy Council, Office of Science and Technology Policy (2006).
- [3] 産業構造審議会、技術革新を目指す科学技術政策 (2005).
- [4] 日本政府、科学技術基本計画 (2006).
- [5] 総合科学技術会議、イノベーション創出総合戦略 (2006).
- [6] 財政・経済一体改革会議、経済成長戦略大綱 (2006).
- [7] European Commission, Creating an Innovative Europe (2006).
- [8] R. Williams et al., Social Learning in Multimedia (2000).