

松井 好 (立教大学), 佐々木 邦良,  
○福谷 正信, 今井 保次 (社会経済生産性本部)

## 1 知識生産性の理念

### 1.1 科学と技術の接近と融合

自然への理解を深め、独創的な原理・原則を発見し、それを人類の繁栄に役立たせることがホモサピエンスとしての人間の使命である。人類の歴史は個人の創造性に依存して科学を発展させ、集団の生産性に依存して技術を発展させてきた。

科学と技術は、個人と集団という発展過程の主体の相違から永い間時間的・空間的距離が大きく、科学の成果が技術に応用され社会に実用化されるには数十年の歳月を必要としてきた。

しかし、科学と技術が高度に発達した現代工業社会においては、科学と技術は相互に共鳴し、接近し、融合する傾向が強まり「科学技術」として新たな発展過程を迎えようとしている。このことは、科学と技術に関する知識生産過程を見直し、知識生産の生産性研究を新しい人類の課題として計画し、実践しなければならなくなったことを示唆している。

### 1.2 知識生産性の基本概念

先進工業国では、科学技術知識の実用化過程における物的財の生産性の向上を達成してきた。日本は欧米の科学知識や基盤技術を導入し「生産大国」を実現してきた。この物的財の生産性向上に成功した日本は、知識という知的財の生産性向上によって技術大国の地位を確立すべきである。そのために必要な知的財の生産性を、ここでは「知識生産性」(Knowledge productivity)と仮称する。

知識生産性の基本概念は、日本の生産大国への過程を支えてきた従来の生産性理論の枠を越えて「技術大国」さらには「科学大国」への過程を支える新しい生産性理論を確立し、知的生産の飛躍的向上を可能にする経営革新を進め、地球環境時代の人類の繁栄に貢献する道を拓くことである。

## 2 知識生産性の研究方法

知識生産性の研究には、企業の革新過程に関する実証的研究と、研究成果を意思決定に役立たせることができるようなマネジメント指標の理論的研究とが必要である。本研究では、意思決定方法のモデル化と指標化方法の基礎研究を先行させ、そのうえで類型別の革新過程の研究を進めることとした。それらの中で今回の報告は指標化について行う。

図1に示すようなクライン・モデルの意思決定に着目し、簡略化したモデルで検討した結果、指標化の可能性が確められた。

知識生産性は、この概念図に示されたようなマクロ・レベルの生産性指標と  
クライン・モデルで示されたようなプロセスとメカニズムについて吟味できる  
ミクロ・レベルの生産性指標とに大別される。

マクロ・レベルの生産性指標については、エレクトロニクス産業の代表的企  
業について指標化の可能性を確めた。

一方、ミクロ・レベルの生産性指標については、各プロセスやメカニズム毎  
の指標化は理論的には可能である。しかし、研究開発人材の創造的活動は、固  
定的ではなく、個人と個人との関係、個人と環境との関係によって動態的に変  
化するので実証的には困難性が高い。この点については、ミクロ・データの蓄  
積と意思決定過程のモデル化の両面から、より詳細な分析が必要である。

### 3 特許出願生産性のマクロ分析

#### 3.1 企業の研究開発活動における投入・産出モデル

知識生産性測定に際し、その領域を研究開発活動に限定した。その研究開  
発の生産性を検討するために、研究開発活動の投入・産出モデルを図2に示  
した。研究開発活動の場(図2)に、研究開発資源(研究開発人材、設備、  
材料、情報等)が投入されると研究開発活動が行われ、産出側においては、  
研究開発人材に新しい知識や能力が創造されるとともに技術知識ストックお  
よび技術・技能ストックとして蓄積される。毎年(度)の研究開発資源投入  
によって、知識等は研究開発人材に蓄積され、知識体系あるいは技術・技能  
体系が進化していく。また研究開発人材の外部には知識・技術が明示化され  
た知的ストックが産出される。この知的ストックのうち、研究開発マネジメ  
ント方針に適合した範囲の知的成果が、特許、論文等の種々の形態により外  
部に公表される。

#### 3.2 企業の研究開発活動における投入ストックと産出ストックの関係

ここでは、研究開発活動における投入資源および産出成果をストック量で  
把握し、投入ストックと産出ストックの関係から研究開発生産性を測定しよ  
うとするものである。

新しい知識、能力の創造は既存の知識ストックや技術・技能ストックに立  
脚しており、研究開発ストックの質的レベルに応じたレベルの知識・能力が  
創造されると考えられるので、研究開発の生産性はストック(累積)で考え  
ることが合理的であろう。

投入ストック  $F(t)$  と産出ストック  $S(t)$  の関係は

$$S(t) = A \{F(t-\nu)\}^\gamma \quad \text{..... (1)}$$

と表すことができる。

ここで、 $A$  は定数、 $\nu$  は投入から産出までのタイムラグ、 $\gamma$  は産出弾力性  
である。

投入ストック  $F(t)$  の限界生産性  $\xi$  を、 $F(t)$  を追加的に1単位増加  
させたとき得られる産出ストック  $S(t)$  の増加分を定義すると、

$$\xi = dS(t)/dF(t-\nu) = \gamma \cdot \{S(t)/F(t-\nu)\} \quad \text{..... (2)}$$

で与えられる。

### 3.3 出願特許の産出弾力性と限界生産性

ここでは、複数のエレクトロニクス系企業について、研究開発投入側要因として研究開発費の累積データを、産出側要因として特許出願件数の累積データを用いて分析を行った。

特許出願件数の累積  $S(t)$  と研究開発費の累積  $F(t)$  との関係は、式(1)で与えられ、 $\nu$  は研究開発費の投入から特許出願までの期間を表す。式(1)から、

$$\log S(t) = \log A + \gamma \log F(t - \nu) \dots\dots\dots (3)$$

が得られる。

式(3)から、 $\log S(t)$  を  $\log F(t - \nu)$  に対してプロットすれば直線が得られ、傾斜は  $\gamma$  を与える筈である。

1974年以前に関するデータ収集ができなかったので、1975年(年度)以降のデータを用いて、また、 $\nu = 0$  として分析を行った。

図3に1977~1992年における出願特許の産出弾力性  $\gamma$  を示した。さらに図4に限界生産性と研究開発費の累積  $F(t)$  の関係を明らかにした。

このように、特許出願件数と研究開発費の累積データを用いて、 $\gamma$  および  $\nu$  等により投入・産出の生産性を把握することができる。

## 4 生産関数による研究開発の生産性測定

研究開発活動は図2に示したように、研究開発費、研究開発人材を投入しその成果として論文、特許、実用新案、技術輸出などを産出する非線形ブラックボックスと考えることができる。

ここでは研究開発の投入と産出の関係を表すため、研究開発における生産関数を導入し、研究開発の非線形計測モデルを構築する。これにより、研究開発の生産性の長期トレンドを抽出し、知識生産性の指標化を試みる。

### 4.1 コブ・ダグラス型生産関数モデル

研究開発活動を表す関数としてコブ・ダグラス型生産関数

$$Z = C X^a Y^b \dots\dots\dots (4)$$

を用いる。

ここで、 $X$ 、 $Y$  は研究開発における投入側要因であり、 $X$  は研究開発費、 $Y$  は研究者数を表す。 $Z$  は産出側要因であり、特許出願件数を表す。 $a$ 、 $b$ 、 $C$  は定数であり、 $X$ 、 $Y$ 、 $Z$  時系列データの統計分析から決定される。

この研究開発生産関数モデルを、複数のエレクトロニクス系企業の研究開発活動に適用し、研究開発の生産性(知的生産活動の指標化)に関する分析を行った。

各企業の研究開発費は有価証券報告書、研究者数はダイヤモンド経営開発情報の実発明者数で、特許出願件数は日本特許情報機構による。

日本では最近十年間において、人件費/研究開発費 = 0.40~0.45であり、

ほぼ一定と見なせるから、Xは人件費を除いた研究開発費と等価とみなしてよい。

また、研究者一人当りの研究開発費  $X/Y$  と特許出願件数  $Z/Y$  との関係は式(4)より、

$$Z/Y = C (X/Y)^{b+a-1} \dots\dots\dots (5)$$

と書き直すことができる。したがって、一人当りの研究開発の産出Zを増加させる方法としては、

$a + b < 1$  ならば、一人当り研究開発費 ( $X/Y$ ) を増加させること、

$a + b > 1$  ならば、一人当り研究開発費 ( $X/Y$ ) を増加させるのみならず、研究者数Yも増加させること

がより効果的であることを示唆している。

#### 4.2 研究開発における特許出願生産性

表1のaとbのプロット図(図5)から各企業における特許出願生産性に関する特徴がよみとれる。さらに、 $\ln C$ と $a+b$ のプロット図(図6)は極めて特徴的な企業の特性を示している。

$a+b$ の値に関しては、キヤノン(0.82)が1より小さく、収穫逓減となる。富士通(1.01)、三菱電機(1.05)、東芝(1.13)、日立製作所(1.27)シャープ(1.29)の各社は1を若干超えており、ほぼ収穫一定である。日本電気(1.45)および沖電気(2.02)、ソニー(2.13)は1.5前後から2前後であり、収穫逓増となる。

$a+b$ が小さく、 $\ln C$ が大きい場合は、特許出願生産性が投入要因X、Yよりも他の要因による影響が大きいことを示している。毎年度の研究開発投資により蓄積されてきた知的ストックのほかに、特許出願に対するマネジメントの強い影響力即ち、特許方針、特許戦略、組織的対応、他社との共同出願、譲受、特許アトニー(特許技術者)活動などの強い関与が考えられる。また、重点技術分野への研究開発資源の戦略的投入、研究者の特許に対する意識や能力の相違等の影響も否定できないであろう。

特許出願生産性を増すには収穫逓増企業のソニー、沖電気、日本電気は研究費、研究者数もしくは双方を増すことが有効である。特に、bの値が大きく研究者数の増員が特許出願生産性により貢献しうることが推測される。

また富士通、三菱電機、東芝、日立製作所、シャープの研究開発は規模に関してほぼ収穫一定となっているが、各社とも収穫逓増企業と同様な施策が有効である。しかし、収穫逓増企業キヤノンは、研究者数の増加より一人当りの研究費増額の方がより効果的な施策といえる。

すなわち、特許出願生産性を上げるには、収穫逓増の企業は研究費、研究者数もしくは双方を増すこと、収穫一定もしくは収穫逓減の企業も、同様の方策がよいが、収穫逓減の場合には、特に研究費の増加が有効である。一人当りの特許出願生産性を高めるには、収穫逓増の企業は一人当りの研究費のみならず、研究員数も増加させること、収穫一定および収穫逓減企業は一人当りの研究費を増加させる方が得策と言えよう。

図-1 研究開発（知識）のマクロ生産性

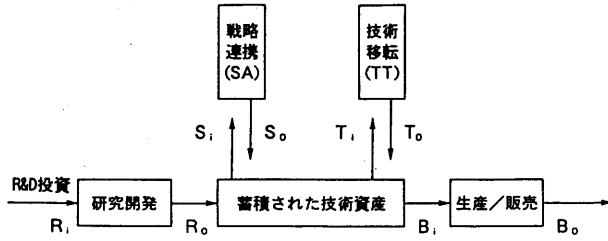


図-2 企業のR & D活動における投入・産出モデル

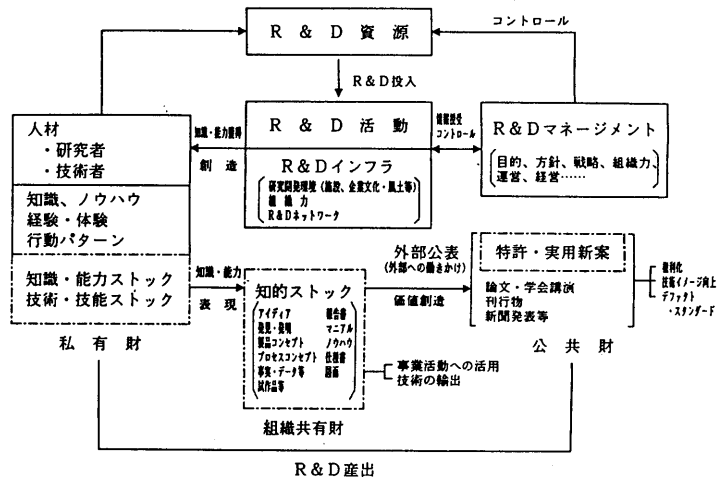


図-3 出願特許の産出弾力性 $\gamma$

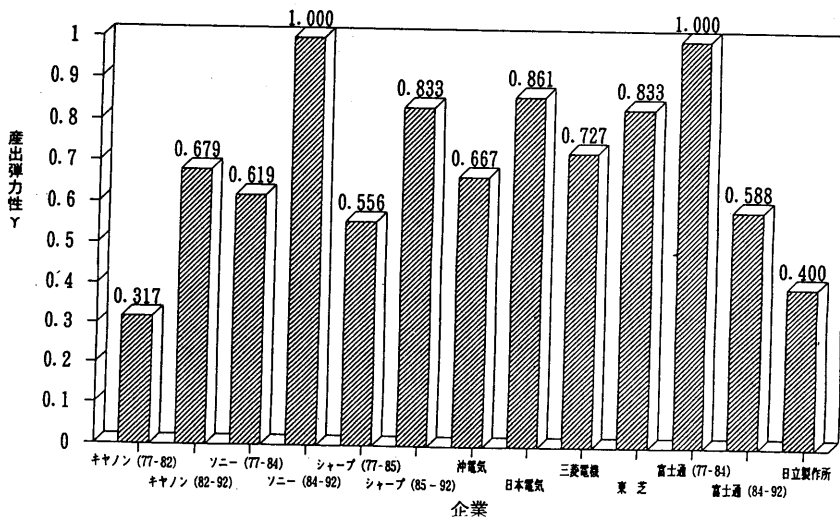


図-4 限界生産性と研究開発費の累積F(t)の関係  
(1992年度で算定)

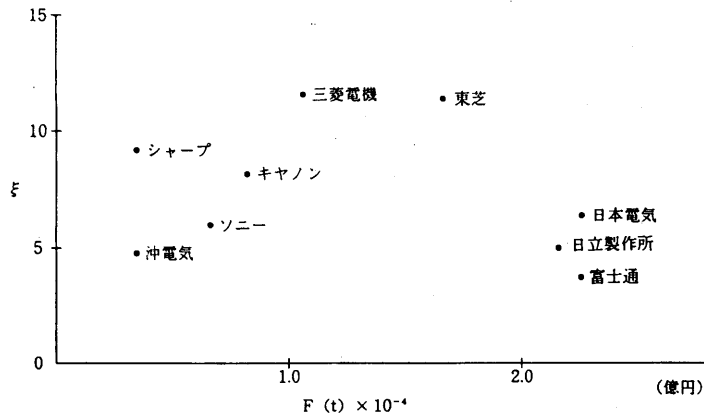


表-1 特許出願生産関数における定数等

	a	b	ln C	決定係数
キヤノン	0.10180	0.71473	2.78264	0.94137
ソニー	0.33089	1.80279	-8.09829	0.96800
シャープ	0.30357	0.98315	-1.5353	0.94889
沖電気	0.10237	1.91859	-7.43692	0.97400
日本電気	0.17460	1.27377	-3.4025	0.98965
三菱電機	0.13939	0.91100	0.16558	0.96753
東芝	0.03373	1.09170	-0.7393	0.72992
富士通	0.08521	0.92974	0.36770	0.96800
日立製作所	0.01886	1.25316	-2.4228	0.76397

図-5 a, bとの関係

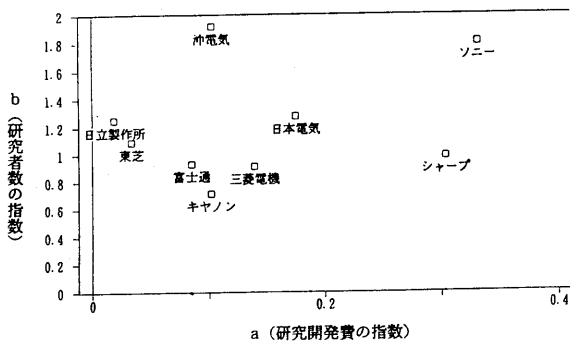


図-6 lnCとa+bの関係

