



研究開発の生産性と人材育成

植之原道行 前日本電気(株) 顧問
Michiyuki Uenohara

R&D Productivity and Human Development

1 はじめに

厳しい国際競争の中で生き残り、健全に発展して行くためには、欧米に先行指標を求め、安くて品質の良い製品の生産で大きく発展してきた80年代前半までの研究開発だけでは通用しなくなってきた。海図なき航海に乗り出したのと同じ状況にある。そのような航海を断行せざるをえなくなった船の艦長は、あらゆる必要な情報を収集して進路を決め、緻密な航海計画を立案し、気象や障害物に的確に対応しながら航海を続けるのである。会社丸、そして日本丸を安全かつ早く目的地に到着させる艦長のブレインに、研究開発は匹敵すると例えることができるであろう。

日本電気の元名誉会長、故小林宏治氏は、小林語録の中で、「会社経営の秘訣は、事業環境を、時間軸と空間軸にしっかりと位置付けて考慮することである。それを実現するためには、より正確に判断するためのメンタル・コンパスを持たなければならない。すなわち、(1)海図なき競争における現状を認識できるコンパス、(2)10年から20年先の将来像を描けるコンパスである。」と述べている。研究開発は、この10年から20年先の将来像を経営トップに描かせるための基本的情報を提供する細く永い活動である。とともに、その成果を会社事業に有効に寄与させるために、市場の現状を認識して、事業戦略を整合させながら開発を推進する活動でもある。

研究開発の生産性の向上は、事業活動を支援する側面だけでなく、より基礎よりの研究段階から、研究マネジメントは一貫して配慮しなければならない。研究開発の生産性が向上すれば、会社の業績は当然向上する。研究資源にゆとりが生じ、将来を指向した研究投資が可能となる。研究開発の生産性を高めるためには、研究開発に関与する各層のブレインと実行力が重要である。特に中間管理層以上のマネジメントの創造力によって、生産性は大幅に向上する。

すなわち、マネジメントの創造力が鍵であり、そのためには市場と技術の相関が読める人材の育成が必要である。研究開発のマネジメントも、科学技術だけでなく、社会環境、経済環境、政治環境の変化の底流を把握する能力を培うとともに、市場の動向に敏感であることが、的確な研究開発の方向付けと計画を推進し、成果を事業に有効に生かし、研究開発の生産性を向上させる鍵である。

2 研究開発の生産性の定義

事業計画が明確な最終製品開発を除いては、研究開発の生産性は測定が不可能に近いものとして、永く定性的評価の域をでなかった。最近、技術経営の一貫として、いろいろな研究¹⁾が推進されている。これから説明するものは、筆者が永年NECの研究開発の生産性向上を目的として研究し、試行してきたもの²⁾を更に修正したものである。

後で詳しく説明するが、研究開発の生産性は、シナジー(synergy) ネットワークの構成とその的確な活用によって大幅に変わるものである。そこで、研究開発の生産性を定義するにあたって、研究開発マネジメントに有効に寄与することを目的として、筆者の経験から導出した次の3つのマネジメント機能を仮定する。

- (1) 研究開発の生産性は、研究成果をいかに多くの製品に役立てるかいなかによって決まる。
- (2) 共通基盤技術をいかに広く活用するかいなかは、リーダーの広く深い市場と技術の相関知識で決まる。
- (3) したがって研究開発の生産性は、優れたマネジメントの創造力と実行力で左右される。

企業における研究開発の成果は、いかに学界で高く評価されても、売れる製品として付加価値を生まなければ価値はない。したがって、研究開発の出力は、製品の売上高 P に貢献係数 α を掛けた αP とするのが最も妥当である。入

力である研究開発投資を I とすると、研究開発の生産性 η は、次式で表現できる。

$$\eta = \text{出力} / \text{入力} = \alpha P / I \cdots \cdots (1)$$

研究開発の生産性評価の経営への活用の観点から、総合生産性 η_t 、プロジェクト生産性 η_p 、研究生産性 η_r を定義する。

総合生産性：技術創造型事業を前提とすると、企業戦略を具現化するために、永年布石されてきた研究の成果を事業化に向けて開発し、事業戦略遂行のために製品化したものを生産し、販売することによって価値が創造させる。このプロセスを総合して評価するのが総合生産性で、次式で定義することにする。

$$\eta_t = \{\text{売上貢献額}(\alpha P)\} / \{\text{R\&D投資額}(I)\} \cdots \cdots (2)$$

$$= f(\eta_r, \eta_d, \eta_p, \eta_m, \eta_a) \cdots \cdots (3)$$

上式で η_r = 研究生産性

η_d = 開発生産性

η_p = 製品化プロジェクト生産性

η_m = 生産ライン生産性

η_a = 販売、一般管理生産性

を示す。

総合生産性を、変数 $\eta_r, \eta_d, \eta_p, \eta_m, \eta_a$ の関数として表現したのは、それぞれが密接な相関を持ってマネジされて研究開発の成果は売上という価値を生むもとであり、研究開発のマネジメントに、生産現場だけでなく、販売活動やスタッフの生産性向上にも積極的に協力することが必要なことを強調するためである。 η_m は厳しく定量評価して管理されてきたが、他の生産性は主に定性的評価に止まっている。'80年代までは、生産ラインの生産性向上のための投資が、常に全研究開発投資を遙かに上回ってきた。しかし'90年代に入って逆転し始めてきた。研究開発の生産性を向上するために、定量評価によってマネジメントの向上を推進しなければならない。

研究生産性：基礎よりの研究になればなるほど、その成果が事業に貢献するまでに永い歳月がかかり、また多くのグループや製品開発部門を経て、その成果は付加価値を生むことになる。そのために生産性の評価は大変困難であり、未だに普遍的な手法は確立されていない。また生産性評価は好ましくない評価であるとも言われてきた。それは研究担当者レベルに対する評価の問題であって、マネジメントの向上のためには、研究の生産性は定量的に評価する努力が必要である。

大小各種の研究オーダー（研究計画が承認され、予算が計上された研究活動単位）が毎年走っている。その大部分は前年からの継続研究で、その表面的なテーマ名は変わっても、創造しようとする基盤技術は同じである。その典型的

な研究オーダー（No.1）の生産性は、次式で定義する貢献係数、あるいはシナジー係数、すなわち

$$\alpha P = \sum_{i=1}^n \alpha_i P_i \cdots \cdots (4)$$

を用いてつぎのように定義する。

$$\eta_{r1} = (\sum_{i=1}^n \alpha_i P_i) / R_1 \cdots \cdots (5)$$

上式で、 R_1 は研究オーダー（No.1）の研究投資の累積であり、 $\alpha_i P_i$ は後で述べるシナジーネットワークを通じて、研究成果が $(SBU)_i$ の売上に貢献した付加価値である。貢献したSBU（Strategic Business Unit）の数が多ければ多いほど、研究生産性は向上することがわかる。これが研究、すなわち共通基盤技術という知的創造物の特長である。シナジーマネジメントこそが、生産性向上の鍵であることを示唆している。

プロジェクト生産性：開発研究の生産性は、研究生産性と同質と考えてよいので、生産性の定義も定量評価も生産の生産性に近い最終製品の開発生産性、ここではプロジェクト生産性と呼ぶ、について検討しよう。最終製品の開発は、過去の研究開発の成果と、より顕在化してきた市場のニーズに対して、緻密な計画のもとに必要な資源を限られた期間に集中して行なわれるのが通常である。そのために、プロジェクトの入力と出力は比較的に定義が容易であり、また測定も容易である。

プロジェクト（No.m）のプロジェクト生産性を、つぎのように定義する。

$$\eta_{pm} = P_m / I_m \cdots \cdots (6)$$

上式で $P_m = \epsilon P_m + i P_m$ で、 ϵP_m はプロジェクトの成果が売上高に貢献した評価額で、 $i P_m$ はプロジェクトで得られた知的財産権収入による貢献額である。入力 I_m は、プロジェクトに直接投資された I_{m0} と他の組織からの技術支援 I_{me} の和、 $I_m = I_{m0} + I_{me}$ である。 I_m は、

$$I_m = \sum_{i=2}^n \beta_{mi} D_i + \sum_{i=1}^n \alpha_{mi} R_i + \sum_{i=1}^n \gamma_{mi} IT_i + \sum_{i=1}^n \delta_{mi} OT_i \cdots \cdots (7)$$

で表現する。

上式で

D_i = 開発プロジェクト（i）への直接投資

R_i = 研究プロジェクト（i）への直接投資

IT_i = 開発プロジェクト（i）への社内他部門技術の活用費

OT_i = 開発プロジェクト（i）への社外技術導入費

また $\beta, \alpha, \gamma, \delta$ はシナジー効果係数である。

製品開発プロジェクト（No.m）の直接投資 I_{m0} は D_m で、 β_{mm} は1であり、通常 $\beta_{mi} (i \neq m)$ と α_{mi} は1よりかなり小さな値である。式(7)から単純に判断すると、 I_m は D_m より大きいから、他からの技術支援を受けない方が生産性が高くな

ると誤解されやすい。しかし、もしマネジメントが悪く、製品開発がプロジェクト組織内だけで実行され、他の組織からの支援を受けなかった場合は、必要な技術を開発するために I_{m0} は増大し、また開発期間が大きく延びる場合が多い。この場合の I_{m0} を $\overline{I_{m0}}$ とすると、つぎの関係式が一般に成立する。

$$\overline{I_{m0}} > I_m > I_{m0} \dots\dots\dots(8)$$

シナジーネットワークを有効に活用して推進する製品開発プロジェクトは、開発期間も短く、直接投資も少なく、しかも生産段階で発生する信頼性、歩留り問題も少なく、生産性は大幅に向上することがわかる。

3 基幹技術プログラムによる人材育成

NECにおいては、事業戦略と技術戦略の整合を計り、基幹事業の健全な発展を推進するために、1975年から基幹技術プログラムを中心として研究開発を推進してきた。このプログラムマネジメントは、技術と市場の相関が読める中間管理者の育成に大きく役立ただけでなく、社内の複雑なシナジーネットワークを構築することができた。また分散と集中の戦略によって、シナジーマネジメントを大きく向上し、研究開発の生産性を大きく向上した。つぎに基幹技術プログラムの概念、基幹技術の選定、集中と分散の戦略について概略説明する。

基幹技術プログラムとは：基幹技術プログラムは限られた研究開発資源をもとにして、会社を健全に発展成長させるために不可欠な技術の柱をどの分野に確立するか、事業戦略を先取りして長期研究開発方針を示し、具体的に研究開発を運営するための枠組みを提示するものである。

事業戦略を先取りして長期研究開発方針を立案するためには、企業戦略を十分に理解し、市場動向と科学技術の動向を調査分析しなければならない。その結果から、将来10年間にわたって、いかなる製品がどのようなタイミングで事業化されなければならないかを想定し、それに必要な新技術を抽出する。莫大な数の基盤技術を戦略的に優先度の重み付けを行ない、同一専門家グループが、大きく専門を変更することなく創造し、確立可能な基盤技術を束にしたものが基幹技術である。会社の戦略事業分野の基盤を確立するために不可欠な基幹技術を、持てる資源と増強可能な資源を想定して設定し、それぞれの基幹技術に対して、戦略目標と創造すべき重要共通基盤技術の視点を提示したものが基幹技術プログラムの骨格をなしている。

基幹技術プログラムを推進するには、多くの戦略的活動を総合して運用しなければ、期待する成果をあげることは困難である。図1に、基幹技術プログラムの総合的運用を

図示してある。人材の育成は重要な位置を占めている。

市場と技術の相関分析：基幹技術プログラムを立案するための基盤は、市場動向と科学技術の動向を調査分析し、その相関図を作成する作業である。会社が事業を展開する実市場を調査分析することは、大変難しい作業であり、また大変な工数を費やす割には成果は少ないのが通常である。研究所の成果の直接の市場は、社内の事業部門、すなわちSBUであるので、市場動向の調査分析は、SBUの調査分析を対照とした。科学技術の動向は、研究者自ら日常行なっているもので、その情報を戦略的に総合し分析した。

各研究所から、約50名の優秀な中堅管理者を選抜して研究企画室に兼務させ、半数は市場分析を残りの半数は技術分析を担当させ、その結果を図2に示すような市場—技術相関マトリックスに凝縮させるのである。この作業は、概念的には簡単であるが、実際には大変な考察力と忍耐力を必要とする作業である。システムズ・エンジニアリングの概念³⁾を教育し、SBU幹部との交流によって、競争力ある将来新製品の企画力を育成することが必要であった。

中堅管理者は、本来担当する研究分野については十分な情報を持っているが、関連する事業部門以外の事業分野については無知に近い。市場調査で、今まで関心がなかったSBUも広く調査し、SBU幹部に鍛えられ、新製品候補の絵を描き、重要基盤技術候補を提案するうちに、今まで関心がなかったSBUにも、自分のグループの研究成果が大変貢献する可能性が大きい事実を認識できるように進歩するのである。これは大変な効果であり、シナジーマネジメントを推進するために重要な基盤となるのである。またSBU幹部との広く濃厚な交流が、シナジーネットワークの布石に大変役立ったのである。

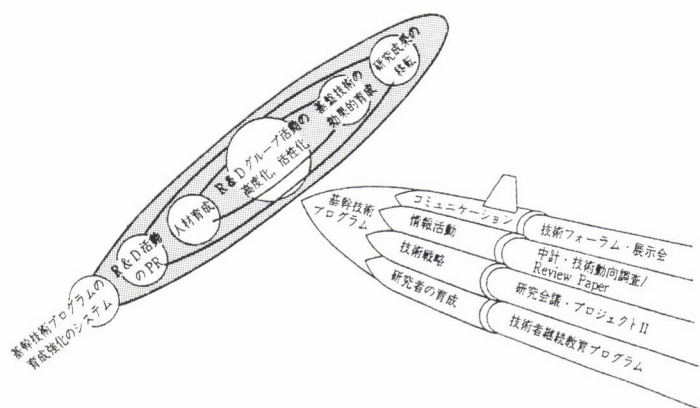


図1 基幹技術プログラム推進のしくみ

図2の縦軸は市場、ここではSBUで、横軸は基幹技術である。SBUの現市場規模の左に示してある記号は、事業ポートフォリオ分析の象限のスター事業(★)、金のなる木事業(¥)、問題児事業(?)、負け犬事業(X)である。最上段にSTD (Strategic Technology Domain) が幾つかの基幹技術を纏めて示してあるが、これは戦略的事業分野の略で、主に指向すべき事業分野を提示したものである。二重丸は、戦略上不可欠な技術を示し、一重丸は、重要な技術を示す。印のない技術は、既にSBUが確立している基盤技術で事足りるか、社外に依存しても戦略上問題が生じる可能性が非常に小さいものである。

二重丸の数が多い基幹技術は、会社の事業戦略上大変重要な技術である。またたとえ研究上のリスクは大きくとも、成功すれば大変インパクトが大きい技術である。研究所のマネジメントの観点からは、成果を事業に生かすリスクは非常に小さく、研究者としては挑戦的でやり甲斐のある研究である。一方、二重丸が特定のSBUのみについている基幹技術は、研究としてはリスクが小さくても、成果を事業に生かすリスクは大変大きい。このような技術への投資は、SBUと真剣な戦略上の検討を行なう必要がある。負け犬事業のSBUにも少なからず二重丸がついていることは、他の有力事業を主な対照として投資した研究の成果をうまく流用すれば、スター事業や金のなる木事業に活性化できる可能性を示している。もし活性化を実現すれば、研究開発の生産性は大きく向上することになる。

分散と集中の戦略：事業戦略と技術戦略を整合させ、研究開発の成果を効果的かつタイムリーに事業に役立てるために、基幹技術プログラムを運用してきた。この運用を実効あらしめるために、分散と集中の戦略が大きな効果を発揮してきた。

図3に分散と集中のマネジメントを簡略化して図示してある。左端は研究所で、基幹技術プログラムで設定した共通基盤技術を、それぞれの専門グループが中心となって、創造し確立する分散活動を示している。細く永い、強い動機と忍耐の活動である。右端はそれぞれのSBUが、市場のニーズに直結した最終製品の開発を行なう分散活動を示している。両端の分散活動には大きな時間差があり、研究が開発研究段階に前進して、事業グループの開発研究所の活動とは時間差が殆ど無くなって、相互に入組んだ協力が展開される。この活動が中央の集中の活動分野となるが、生産性を大きく向上するために、C&C (Computers & Communications) 横断プロジェクト制度にもとづく複数SBUとの共同開発を行なっている。

このC&C横断プロジェクトは、複数のSBUと単一あるいは複数の共通基盤技術グループが、それぞれの特長技術と

	STD	基幹技術	I				II				III...	
			a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
SBU	市場	Size										
★	¥Mill.	1	○	◎	○		○	◎	◎	○		◎
★		2	○	◎	◎	○	◎	○	○			◎
★		3	○	◎	◎	◎		◎	○		○	○
¥		4		◎			○		◎	◎		○
¥		5	○	◎					○	○	◎	◎
¥		6	◎	○		○			◎		◎	○
?		7	○	◎	○	◎	◎	○	○	◎	○	◎
X		8	○	◎					◎			◎
		・										
		・										
		・										

図2 基幹技術と市場の相関マトリックス

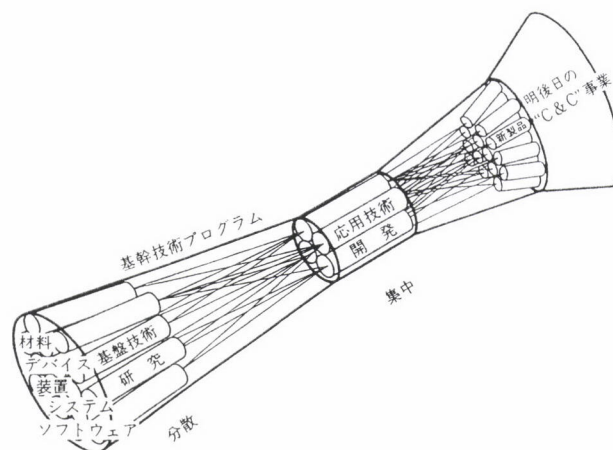


図3 分散と集中のマネジメント

技術者を集中して、それぞれのSBUの最終製品開発に役立つ製品基本モジュールを共同開発するもので、最終製品を開発するプロジェクトではない。このプロジェクトを提案する研究リーダーは、有力プロジェクト・メンバーとなりうるSBUの近未来新製品候補を分析し、これらのSBUに魅力ある製品基本モジュールを提案できる能力を持たなければならない。

それぞれのSBUは、このプロジェクトで共同開発した幾つかのモジュールの組合せによって製品の大部分を完成し、最終製品に独特な技術と応用ソフトウェアを開発すれば、最終製品が短期間で開発可能である。モジュールの組合せで、多くの新製品の開発が可能となる。個々にSBUに協力していた時に比べ、研究グループは同時に複数のSBUに技術移管することができ、SBUはお互いの経験を共有することが可能となり、研究開発の生産性は大きく向上できた。

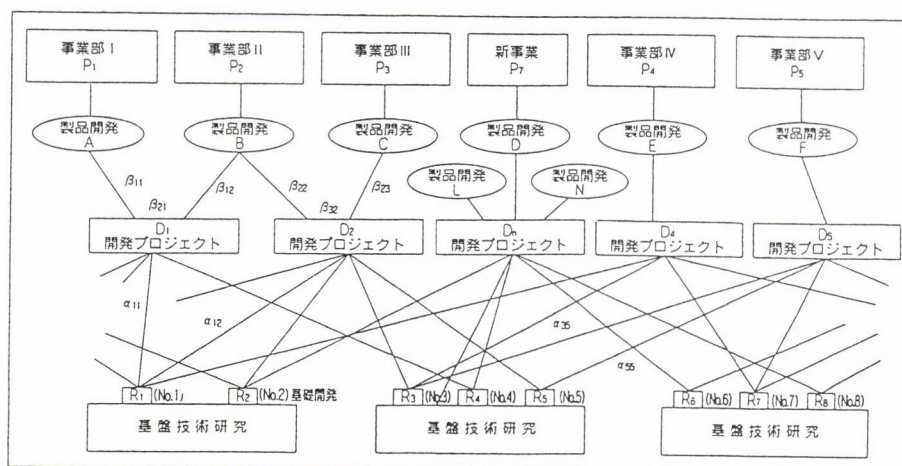


図4 研究開発活動のシナジーネットワーク

4 生産性向上のマネジメント

情報技術が進歩発展し、情報技術製品のみでなく、製品開発に占める情報技術の比率の増大、そして生産、組織運営、販売にまでも情報技術や情報ネットワークが重要な役割を果たすようになって、技術革新も市場のニーズで大きく誘導されるようになってきた。技術革新は画期的新技術を核として芽生える確率よりは、異分野、異業種、学際的な知識や技術の融合による新技術によって芽生える確率が増大し、研究開発から事業化までの速度が急速に早まりつつある。このような環境変化の中では、研究開発の生産性向上にマネジメントが果たす役割は非常に大きなものがある。

今まで各所で、いかにシナジー効果を向上するシナジーマネジメントが、研究開発の生産性向上に効果を発揮するものであることを述べてきた。研究者の研究成果を向上するマネジメントについては、永く広く論じられ、大変な努力が傾注されてきた。しかしながら、マネジメントの創造性によって、研究開発が大きく向上することについては余り論じられてこなかった。筆者が強調したかったことは、いかに優れた研究者が優れた成果をあげても、その成果を生かすも殺すもマネジメントであって、マネジメントが研究開発の生産性向上に大きな役割と責任を持っているということである。

図4は、大変複雑なシナジーネットワークを単純化して示したものである。このシナジーネットワークを構成し、効果的に機能させるのも、主力はマネジメントの役割であり、責任である。その責任を果たすためには、中堅管理者以上は、真剣に市場と技術の相関が読める能力を身につける努力をしなければならない。この能力がシナジーマネジメント力を向上し、シナジーネットワークの構成と効果的活用を可能とし、研究開発の生産性を大きく向上することになる。そのためには、企業における技術の価値は市場が決めるもので、技術者が決めるものでもなく、会社が決めるものでもない現実を認識し、謙虚に市場のニーズに学ぶことが重要である。第一線の研究者は、学界で高く評価される技術の創造に挑戦してもよい。その成果を市場のニーズに答えるように集大成するのはマネジメントの実力である。

参考文献

- 1) 生産性研究所社会経済生産性本部：「研究開発と知識生産性」，1997年3月
- 2) 植之原道行，篠田大三郎：「研究・技術マネジメント」16章，コロナ社，1995年10月
- 3) 文献2) —13章

(1997年8月18日受付)