

○渡辺 千仞 (通商産業省)

1. 序 論

日本のハイテクミラクルの源泉は「技術進歩が成長を促進し、それがまた技術進歩を促す」という好循環のシステムにあると言われる。企業の旺盛な研究開発投資がこのシステムを作り上げてきた。だが、今日、バブル崩壊下における景気停滞の長期化の中で、企業の研究開発離れは時とともに顕著化し、その結果、この好循環のシステムの崩壊が懸念されるに至っている。本分析は、製造業に視点を据えて、その実態・波及ならびに要因について明かにすることをねらいとする。

2. 実 態

図1は、①第2次石油危機から国際石油価格が下落に転じる直前までの1979-1982年、②石油価格下落からバブル経済に突入するまでの1983-1986年、③バブル期の1987-1990年、④バブル崩壊後の1991-1992年の4期間における製造業の研究開発費支出（実質ベース）の伸び率を見たものであり、バブル期以降の低迷傾向が伺われる。

このような傾向は、とくに92年以降顕著に伺われ、産業構造審議会産業資金部会の調査¹⁾(1993年3月31日時点)では、製造業全体で、1992年には対前年度比マイナス1.4%、93年マイナス0.8%と、聖域と言われた研究開発費への蚕食を余儀なくされるに至っている実相が伺われる(表1)。

3. 要 因

企業の研究開発投資戦略は、研究開発費の売上高比率にマクロ・代表的な傾向が伺われる²⁾。また、研究開発と生産との好循環を見るためにはこの比率と合わせて売上高の拡大傾向も見る必要がある。

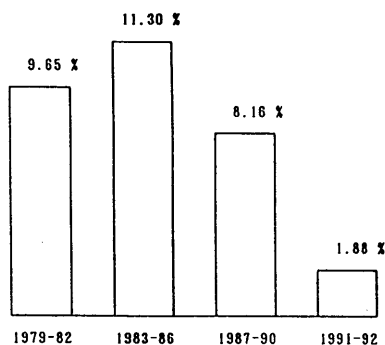


Fig. 1 Average Increase Rate of R&D Expenditure in the Japanese Manufacturing Industry (1979-1992) - % per annum using constant prices

a Sources 1979-1991: Report on the Survey of Research and Development, Management and Coordination Agency; 1992: Investment Plan of Industry in 1993 (Industrial Structure Council of MITI - June 1993)

Table 1 Change Rate of R&D Expenditure in the Japanese Manufacturing Industry (1992 and 1993) - % using current prices

	1992 ^a	1993 ^b
Manufacturing industry total	▲1.4	▲0.8
Basic materials industry	▲0.8	▲2.7
Processing and assembling industry	▲1.6	▲0.1

a Provisional at March 31, 1993 survey.
b Projection at March 31, 1993 survey.
c Source: Investment Plan of Industry in 1993 (Industrial Structure Council of MITI - June 1993)

図2は、4期間の研究開発費の増加率を、「生産拡大要因」（売上の増大）及び「企業戦略要因」（研究開発費の売上高比率）に分けて見たものであり、バブル期においては、「企業戦略要因」は急減し、大半を「生産拡大要因」に依存していたことが鮮明に伺われる。バブル崩壊期においては、「生産拡大要因」が激減し、「企業戦略要因」がやや持ち直したものの縮小均衡の域を抜けていない。

図3は、売上高の増加に対する資本・労働及び技術ストックの貢献を見たものであり、バブル期における研究開発費支出の鈍化がバブル崩壊期における技術ストックの鈍化に現れ¹⁾、資本・労働の鈍化と合わせて売上の低迷の一因となっていることがわかる。このように、バブル期における研究開発に対する「企業戦略要因」の減少→バブル崩壊後における技術ストックの鈍化→売上増大への貢献の減少→「生産拡大要因の減少→研究開発の低迷の構図が伺われる。

次にこのような構図のトリガーを切ったバブル期における「企業戦略要因」減少の実態を分析する。

図4は、設備投資に占める研究開発投資（研究開発費のうち土地・建物・構築物・機械・器具等の支出で全体の10数%を占める。表2、表3）の割合の推移を示したものである。この割合は企業の投資戦略における研究開発重視の程度を端的に

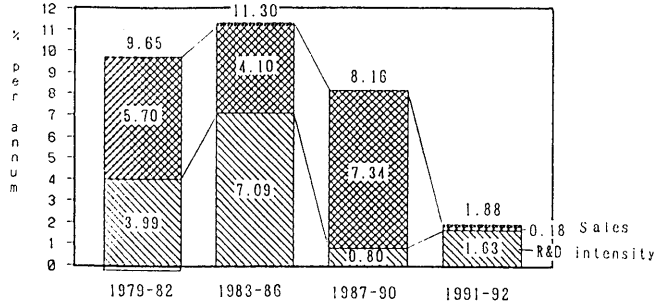


Fig. 2 Factors Contributing to Change in R&D Expenditure in the Japanese Manufacturing Industry (1970-1992)

a Magnitude of contribution is measured by the following equation:
 $\Delta R = \Delta R/S + \Delta S$ where R: R&D expenditure, R/S: R&D intensity, and S: Sales.

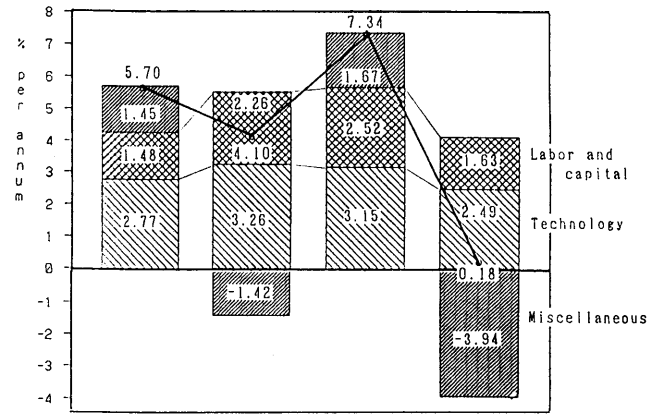


Fig. 3 Factors Contributing to Change in Sales in the Japanese Manufacturing Industry (1979-1992)

a Magnitude of contribution is measured by the following equation:
 $\ln(S/L) = -0.19 + 0.24 \ln(K/L) + 0.39 \ln(T/L)$ 1974-92 adj. $R^2 = 0.983$
 $\Delta S = 0.37 \Delta L + 0.24 \Delta K + 0.39 \Delta T + \eta$ $T_t = R_t - m + (1-\rho)T_{t-1}$
 where S: sales, L: labor, K: capital stock, T: technology stock, η : miscellaneous, R_t : R&D expenditure in the period t-m, m: time lag of R&D to commercialization, and ρ : rate of obsolescence of technology.

Table 2 Composition of Intraural Expenditure on R&D in the Japanese Manufacturing Industry in 1990 -- %

Labor costs	Materials	Expenditures on tangible fixed assets			Other expenses
		Land & buildings	Machinery	Others	
39.1	21.8	3.2	10.3	0.9	24.7
		14.4			

Source: Report on the Survey of Research and Development (Management & Coordination Agency).

Table 3 Trends in Share of Expenditures on Tangible Fixed Assets out of Intraural Expenditure on R&D in the Japanese Manufacturing Industry (1976-91) -- %

	1976	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
	10.4	10.7	11.2	12.2	13.9	14.9	14.9	14.2	14.2	15.6	14.8	14.5	13.6	14.7	14.4	15.2

Source: Report on the Survey of Research and Development (Management & Coordination Agency).

1) 製造業における研究開発から商業化に至るリードタイムは3.3年とみられているので [3]、バブル期における研究開発の鈍化による技術ストック鈍化への影響は今後顕著に現れることが懸念される。

現すものである。図4を見るとこの割合は1987年をピークに大きく減少傾向に転じており、バブル期において企業の投資戦略は、研究開発のようなリスクを賭した将来に向けての投資よりも短期の比較的安直な生産能力増強等の投資ビヘイビアに走ったことを示している。このようなビヘイビアは図5に端的に伺われる。

研究開発投資は、研究設備や機械・機器の整備に結果し、それとともに、具体的な研究活動が開始されることになる。従って、研究開発投資割合は、一定のタイムラグをもって研究開発費の売上高比率に反映することになる。表4は両者の相関を分析したものであり、ほとんどの業種において、1-2年のタイムラグをおいて売上高比率に反映していることがわかる。以上により、研究開発投資割合から1-2年先の売上高比率を予見することができる(表5)が、これはまた先にみたバブル期における「企業戦略要因」減少の原因をも示すものである。

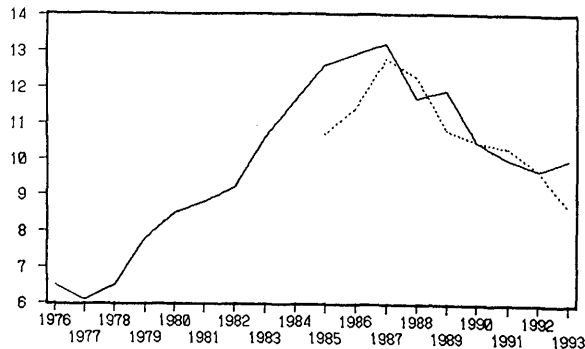


Fig. 4 Trends in R&D Investment Share out of Total Investment in the Japanese Manufacturing Industry (1976-1993)- X

a Shares are as follows:

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
— Japan Develop. Bank	12.6	12.9	13.2	11.7	11.9	10.5	10.0	9.7	10.0
- - - Ind. Struc. Council	10.7	11.4	12.8	12.3	10.8	10.5	10.3	9.7	8.7

(Shares in 1993 are projections at Aug. and March 1993 respectively)

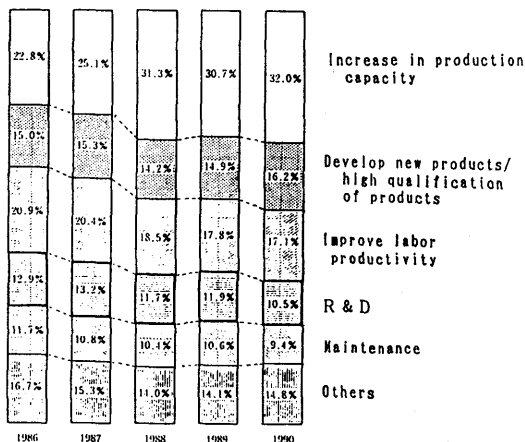


Fig. 5 Trends in Objectives of Investment in the Japanese Manufacturing Industry (1986-1990)

Source: Japan Development Bank

Table 4 Correlations between R&D Investment Share out of Total Investment and Ratio of R&D Expenditure to Sales (Real) in the Japanese Manufacturing Industry (1978-90)

	$\ln(R/S)r =$	$\text{adj. } R^2$	DW	D
Manf.	$\ln(R/S)r = -0.59 + 0.66 \ln(\text{Lag}2(RD/I)) + 0.07 D$ (22.86)	0.980	1.59	1990=1
Chea.	$\ln(R/S)r = -0.02 + 0.52 \ln(\text{Lag}2(RD/I))$ (12.96)	0.933	2.53	
Iron.	$\ln(R/S)r = 0.07 + 0.30 \ln(\text{Lag}1(RD/I)) + 0.21 D$ (7.36)	0.907	1.58	1985-87, 90=1
Cera.	$\ln(R/S)r = -0.16 + 0.48 \ln(\text{Lag}1(RD/I)) - 0.32 D$ (10.87)	0.943	1.68	1978, 79=1
Mach.	$\ln(R/S)r = -0.24 + 0.58 \ln(\text{Lag}2(RD/I)) + 0.06 D$ (8.74)	0.886	1.51	1986, 90=1

a Manf.: Manufacturing industry total; Chea.: Chemicals; Iron.: Iron & steel; Cera.: Ceramics; Mach.: Machinery (general machinery, electrical machinery, transport equipment and precision instruments).

b (R/S)r: Ratio of R&D Expenditure to Sales at Constant Prices, (RD/I): R&D Investment Share out of Total Investment.

「企業戦略要因」減少の他の原因は、「名目と実質の錯覚」にもある。企業は一般に名目の数字を見て生きている。それが減り始めると猛烈にあわてる。研究費の売上高比率もその典型である。ほとんどのハイテク企業はその数字を減らさないように努めてきた。だが、研究費と売上高のデフレーターの違いにより(図6、図7)、この数字の実質値は名目値より低めに推移しており、多くの業種では既に

伸び率は既にバブル期においてマイナスになっていた(図8)ことに気がつかなかった。言うまでもなく研究開発の成長への貢献は実質値ベースの次元であり、この限りにおいて名目値に固執してもあまり意味がない。「企業戦略要因」の実質的減少の一因はここにもある。

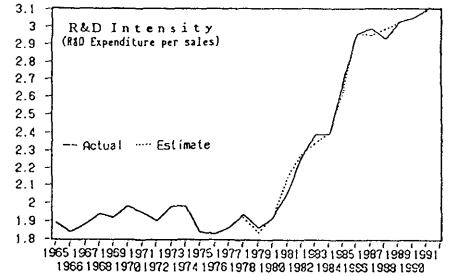
4. 波及

「企業戦略要因」の減少すなわち、研究開発費の売上高比率の減少は研究開発の量的な側面にとどまらず、各種の質的な側面にもゆゆしき影響をもたらす。第1は取り組み研究の性格の変化である。表6は製造業主要業種の研究費売上高比率と基礎研究比率との相関を分析したものである。分析したすべての業種において両者の相関が大きく売上高比率の減少は、基礎研究の削減すなわち応用・開発シフトをもたらすことが伺われる。景気の低迷・研究開発の縮少は必然的に短期間に業績の改善につながる応用・開発研究に走る傾向を増大させるが、分析結果はこれを裏付けるものである。これはまた主要企業を対象としたアンケート調査(表7)においても示されている。

第2は研究目的の変化である。表8は研究費売上高比率のエネルギー・環境・情報の各分野の研究開発費への影響を分析したものである。売上高比率は環境研究に最も敏感に影響し、エネルギー研究がこれに次ぐ。これ

Table 5 Trends in R&D Intensity in the Japanese Manufacturing Industry (Actual value and estimated value: 1970-1994 - % using 1985 constant prices)

Year	Actual Value	Estimated Value ^a
1970	1.98	
1971	1.95	
1972	1.90	
1973	1.98	
1974	1.98	
1975	1.84	
1976	1.83	
1977	1.86	
1978	1.94	
1979	1.86	1.92
1980	1.92	1.84
1981	2.06	1.92
1982	2.26	2.15
1983	2.39	2.28
1984	2.39	2.34
1985	2.69	2.40
1986	2.96	2.64
1987	2.99	2.96
1988	2.99	2.95
1989	3.03	2.99
1990	3.05	3.03
1991	3.10 ^a	3.05



a Provisional value.

b Estimation function is as follow:

$$\ln(R/S) = -0.56 + 0.65 \ln(\text{Laz}2(RD/I)) + 0.07 D$$

(26.68) (3.94)

adj. R ²	DW	D
0.987	2.23	(1986, 90=1)

where R/S: R&D intensity (ratio of R&D expenditure to sales at 1985 constant prices) and RD/I: R&D investment share out of total investment.

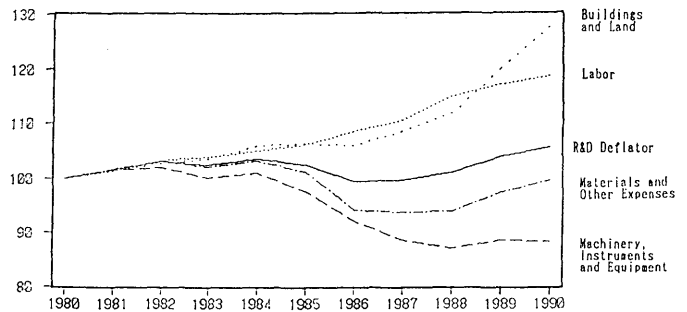


Fig. 6 Trends in R&D Deflator and its Components in the Japanese Manufacturing Industry (1980-90) - Index: 1980=100

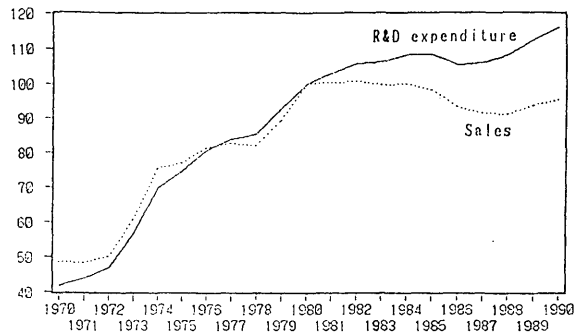


Fig. 7 Trends in R&D Expenditure and Sales in the Japanese Manufacturing Industry (1970-1990) - Index: 1980=100 using 1980 constant prices

に対して情報研究はこの影響が少なく生産に直結する研究として、売上高比率の変化に係わりなく別の企業戦略を軸に推進されていることがわかる。

表9はエネルギー生産性の向上と研究費売上高比率との関係进行分析したものであり、売上高比率はエネルギー生産性の向上にも大きな貢献を果たすことを示している。従って、売上高比率の減少はこの面にもゆゆしき影響をもたらすことが懸念される。

表10は1990-92年の企業のエネルギー研究開発費の増加率の推移を示したものであり、企業における売上高比率の減少と軌を一にしたこの分野の研究の低迷を示している。

このように研究費売上高比率の減少は企業の研究開発目的を生産直結型のものにシフトさせ、環境やエネルギー等の公共的性格の強い研究開発から離れていくことを懸念させる。

第3は研究人材への波及である。企業における研究開発費の削減は、研究者の削減や転用に波及する。表11はそのような兆候を端的に示しており、我が国の世界にほこる研究開発と生産との間の好循環のシステムの破綻が強く懸念される。

5. 考察

企業の研究開発離れの要因としては以上の他、半導体や家電や自動車等に代表的に見られるような構造的サイクルに起因するものもある。

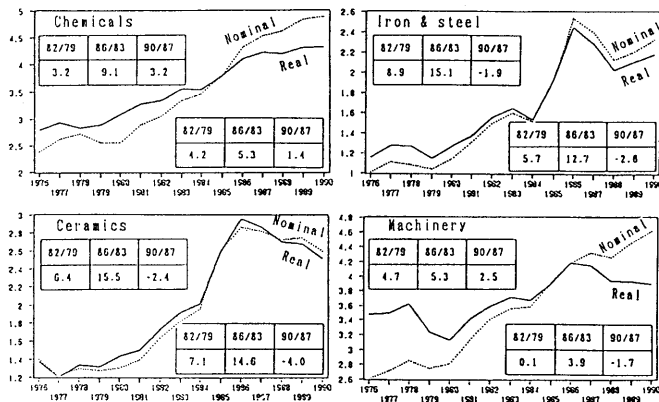
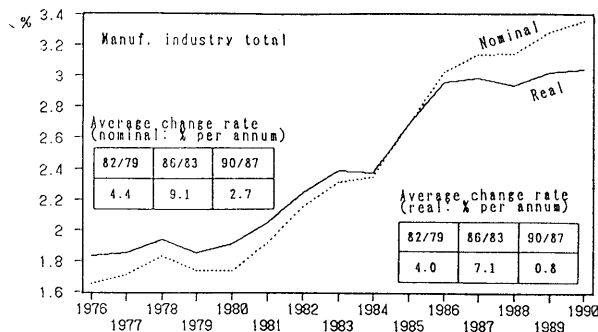


Fig. 8 Trends in the Ratio of R&D Expenditure and Sales in the Japanese Manufacturing Industry (1978-1990) - Current prices and 1985 constant prices (% per annum)

Sources: Report on the Survey of Research and Development (Management and Coordination Agency), White Paper on Japanese Science and Technology (Science and Technology Agency), and Economic Statistics Annual (The Bank of Japan)

Table 6 Correlations between R&D Intensity and Ratio of R&D Expenditures for Basic Research in the Japanese Manufacturing Industry

Chemicals	adj. R ²	DW	D
(1977-90) $\ln BR = 1.19 + 0.94 \text{Lag1}(\ln RS) + 0.14 D$ (9.45)	0.862	1.88	1000.00-1
(2.87)			
Iron & Steel			
(1977-90) $\ln BR = 1.73 + 0.72 \text{Lag3}(\ln RS) - 0.30 D$ (7.79)	0.831	1.65	1000.00-1
(-3.28)			
General Machinery			
(1975-90) $\ln BR = -2.36 + 3.76 \text{Lag0}(\ln RS) - 0.43 D$ (6.40)	0.858	2.57	1070.00-1
(-2.06)			
Electrical Machinery			
(1974-90) $\ln BR = 0.11 + 0.84 \text{Lag1}(\ln RS) - 0.20 D$ (6.96)	0.835	1.26	1000.00-1
(-5.48)			
Transport Equipment			
(1970-90) $\ln BR = 0.67 + 0.71 \text{Lag0}(\ln RS) - 0.60 D$ (2.48)	0.893	1.79	1070.70-1
(-9.64)			

a BR: Ratio of R&D expenditures for basic research (%).
RS: R&D intensity (1985 constant prices, %).

Table 7 Focus of R&D by Type of Activity to be Undertaken by the Japanese Leading Firms in a Few Years Time - %

	Increase	Stable	Decrease	Not decided	Total
Basic research	18.9	43.2	14.9	23.0	100
Applied research	22.7	49.3	10.7	17.3	100
Development research	42.7	34.7	10.7	12.0	100

a Questionnaire to leading firms (valid sample 76) by AIST of MITI (March 1993).

Table 8 Inducing Factors for R&D on Energy, Environmental Protection and Information Technology in the Japanese Manufacturing Industry (1976-90)

	adj. R ²	DW	D
Energy R&D			
$\ln ERT = 2.12 + 0.77 \ln ENERS + 1.50 \ln RS + 0.45 \ln PE + 0.12 D$	0.918	1.54	1990-1
	(2.64)	(3.70)	(1.29)
			(1.34)
R&D for Environmental Protection			
$\ln ENVRD = 2.86 + 1.07 \ln ENVRS + 2.08 \ln RS + 0.21 \ln PE - 0.14 D$	0.847	1.85	1986-1
	(7.94)	(8.97)	(1.57)
			(-1.77)
R&D for Information Technology			
$\ln INFRD = 2.75 + 1.53 \ln INFRS + 0.87 \ln RS + 0.27 \ln PE$	0.955	2.44	
	(23.10)	(6.25)	(4.92)

Multipliers of Inducing Factors

	R&D Share by Objectives	R&D Intensity	Energy Prices
Energy R&D	0.77	1.50	0.45
R&D for Environmental Protection	1.07	2.08	0.21
R&D for Information Technology	1.53	0.87	0.27

a Firms with capital of more than 100 million yen.
 b ERT, ENVRD, and INFRD: R&D expenditures for energy, R&D, R&D for environmental protection and R&D for information technology respectively.
 ENERS, ENVRS, and INFRS: the ratio of R&D expenditures for energy, environmental protection and information technology respectively.
 RS: R&D intensity.
 PE: Prices of energy.
 c All 1985 constant prices.

Table 9 Impacts of R&D Intensity on Energy Productivity in the Japanese Manufacturing Industry (1974-1990)

$$\ln(E/IIP) = 2.00 - 0.77 \ln(R/S) - 0.39 \ln(Pe) - 0.10 D \quad \text{adj. R}^2 \text{ 0.968. DW 1.41}$$

1979-1

where E: energy consumption, IIP: index of industrial production, R/S: R&D intensity, and Pe: energy prices.

Table 10 Change Rate of Expenditure for R&D for Environmental Protection in the Japanese Leading Firms (1990-1992)

	1990	1991	1992
Change rate of average expenditure (%)	37.7	26.9	14.4

a Questionnaire to leading firms (valid sample 47) which are involved in MITI's R&D program project (AIST of MITI, June 1993).

Table 11 Trends in Numbers of Employment of Researchers in the Japanese Leading Firms (1989-1993)- Average number

	1989	1990	1991	1992 ^a	1993 ^b
Persons engaged in R&D	110.3	130.3	134.6	119.0	79.8
Regular researchers	74.7	88.8	92.7	82.2	60.0

a Provisional one.
 b Projection.
 c Source: Questionnaire to leading firms (valid sample 76) by AIST of MITI (March 1993).

Table 12 Impacts of MITI'S R&D Budget on Inducement of Manufacturing Industry's R&D Investment (1978-1990)

$$RD \text{ Inv./Inv.} = 0.29 NERD + 0.16 ER - 2.03 \ln(R/S) \quad \text{adj. R}^2 \text{ 0.944 DW 1.85}$$

(1.85) (9.37)

R&D investment there out of total investment non-energy R&D energy R&D (2 Years time lag)

いずれにせよ、今日の景気停滞局面下において、研究開発にリスクマネーを投ずることは企業経営上容易なことではない。だが、日本の製造業が営々として構築してきた「技術進歩が成長を促進し、それがまた技術進歩をもたらす」という好循環のシステムは今の、一時の難局に屈して破綻させるようなことがあれば、将来再び構築することは至難の技である。このような時にこそ他国の追随をゆるさない日本企業の長期展望に立った経営哲学が問われ、また、政府も「世界の財産」たる好循環システムを維持すべく、産業技術予算のカンフル効果が極めて大きい(表12)こと等を早期しつつ、企業の研究開発投資を奮起させる機動的な施策を重点的に傾注することが必要である。

参考文献

- [1] Industrial Structure Council of MITI, Investment Plan of Industry in 1993 (Tokyo, June 1993).
- [2] Economic Planning Agency, White Paper on the Japanese Economy (Tokyo, 1989).
- [3] C. Watanabe, "Trends in the Substitution of Production Factors to Technology", Reserch Policy 21, No. 6 (1992).
- [4] C. Watanabe, "R&D Intensity in the Japanese Manufacturing Industry has Changed to a Decreasing Trend since the Bubble Economy", The Nihon Keizai Shimbun (November 25, 1992).