

日本の 技術開發 問題와 対策 (I)

바야흐로 세계는 에너지의 時代에서 技術의 時代로 轉換해가고 있다. 다가오는 時代는 「技術」이 「原油」의 역할을 하는 時代로 일컬어지고 世界의 主要國들은 技術移轉의 장벽을 쌓아올리면서 동시에 尖端技術開發에 国力을 쏟고 있다. 이러한 가운데 새로이 技術大國으로 浮上되고 있는 日本은 그 나름대로 歐美와 격차가 큰 技術 현실에 대한 自省과 함께 그 대책을 수립하기에 여념이 없다. 이 글은 그와 같은 側面에서 日本技術의 현황과 打開策을 살핀 것으로서 필자인 電子技術編輯人 志村幸雄씨는 매우 강대한 視野를 提供하고 있다. 우리의 현실 打開에도 크게 참고가 될 것으로 믿어 2회에 걸쳐 게재한다. (編輯者 註)

1. 취약한 基礎研究 단계

日本の 技術開發力에 대한 視角에는 전혀 相反된 두 가지가 있다. 예를 들면 尖端技術의 中核인 半導體技術의 경우 한편으로는 「半導體는 今世紀末까지 産業의 “原油”라고 말해지고 있

다. 만일 그렇다면 日本은 바야흐로 사우디아라 비아가 되어버렸다」(기본스 報告)는 긍정적 견해가 있는가하면 또 한편으로는 「半導體技術의 역사 가운데 日本人의 손으로 이룩된 革新的技術의 기록은 하나도 없다.(美Fortune誌)는否定論도 있어 어느 쪽이 정곡을 찌르고 있는지 판단하기 어렵다.

이와 같은 贊反 兩論이 생기는 이유의 하나는 한마디로 半導體技術이라고 하나 研究開發에서 生産技術에 이르기까지 폭이 넓어 어느 側面을 평가하느냐에 따라 결과가 크게 달라진다. 같은 研究開發이라도 基礎研究 영역과 應用研究 영역에 따라 평가는 크게 바뀌게 마련이다. 또 하나는 동일한 研究開發力, 生産技術力 일지라도 시간적 변화 가운데 그 力關係가 크게 바뀌고있다는 점이다. 따라서 과거의 데이터나 先入見으로 現時點의 실력을 판단한다면 잘못을 범할 수도 있다.

이와 같은 사실들을 염두에 두고 日本의 技術開發力의 특징을 살펴본다면 日本은 基礎研究 段階에서 취약하고 開發段階, 工業化 段階에 갈수록 실력을 발휘하고 있다고 해도 좋을 것 같다.

사실 通產省의 앙케이트 調査에 따르면 그림 1에서 볼 수 있듯이 日本이 歐美보다 優位라는 견해는 基礎 技術에서 0.8% 밖에 안되는데 應用技術에서는 20.8%, 開發商品化 技術에서는, 63.5%로 급상승을 보이고 있다. 基礎는 약하고 工業化에서는 강한 日本工業技術의 특징이 그대로 드러나고 있다고 할 수 있을 것이다.

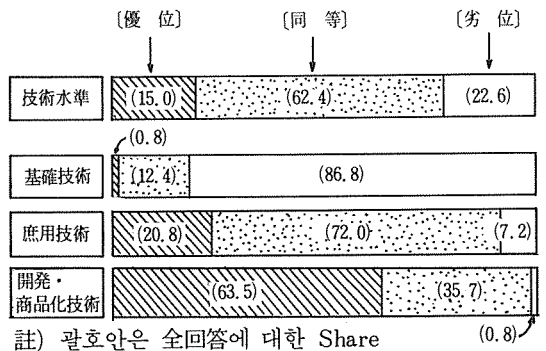


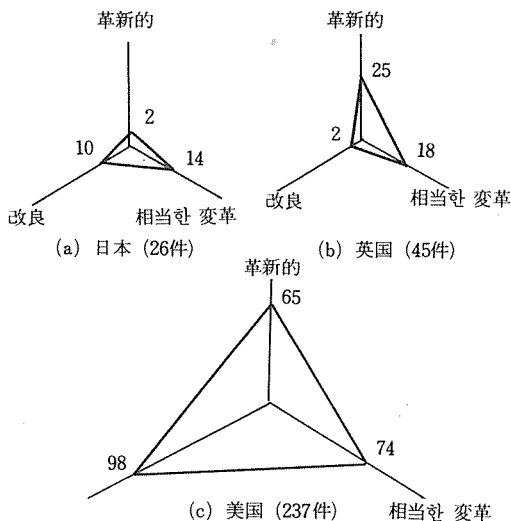
그림 1. 歐美와 비교한 日本의 단계별 技術水準

「基礎研究段階」에서 日本의 취약함을 드러내는 데이터는 흔하다. 하나는 국제적 科學賞으

로 최고 영예인 Nobel賞 受賞者數이다.

自然科學分野(物理學, 化學, 醫學, 生理學)만 본다면 1901~1982년 사이의 受賞者數는 美國 126名, 英國 63名, 獨逸 49名, 불란서 22名, 스웨덴 15名으로 上位 5 個國을 이루고있고 日本은 4名으로 13위에 불과하다. 1 위인 美國이 전체 (355名)의 35%를 점하고 있음에 비하여 日本은 1%強으로 그 격차는 너무나도 크다. 여기에는 語學上的 罅이나 研究發表의 기회가 제한되어 있는 등 불리함이 있다고는하나 日本의 基礎研究가 취약함을 여실히 보여주고 있다.

다른 데이터도 있다. 그림 2는 NSF(美國立科學財團)가 Germann 調査研究會社 위탁하여 1953~73년까지의 21年間의 革新技術 500건을 國別 및 革新度에 따라 분류한 것이다. 여기에서 알 수 있는 것은 美·英·日 3 個國 가운데 가장 件數가 많은 것은 美國으로 전체의 약 半數를 占하고 있으며, 日本은 전체의 5%에 불과하다. 이는 美國의 10%強, 英國에 비해서도 半을 약간 넘는 水準이다.



註: 1) 1953~73年間의 革新技術 500件을 대상으로 한 것임.

2) Germann社 報告書(1976年)에 의존 作成

그림 2. 美·歐·日의 技術革新度

한편 革新度로 보더라도 美國은 「革新的」 「相當한 變革」 「改良」이 각각 均衡있게 이루어지고 있어 「革新的」이 65件을 헤아리고 있으나 日本

은 「相當한 變革」 「改良」이 많고 「革新的」 2件에 지나지 않는다. 반대로 英國은 「革新的」 「相當한 變革」이 많고 「改良」은 2件에 불과하다.

基礎研究分野에서의 日本의 취약성은 1930年~40年代를 피크로한 「發明의 時代」에 Transistor, Computer, Plastic, Nylon, Penicillin, Jet-engine 등 획기적인 발명이 이루어졌음에도 불구하고 이들 발명에 기여한 것은 모두 歐美, 특히 美國이었다. 이 時點에서 日本은 전혀 라고해도 좋을 정도로 기여한 바가 없다. 日本의 創造性이 問題되는 緣由이다.

開發, 工業化段階에서 實力 發揮

基礎研究 段階에서의 力不足이 눈에 띄는 日本도 「開發段階」 즉, 基礎研究의 성과를 工業化로 移行하는 단계에서는 그나름대로 힘을 발휘하고 있다

日本의 Hi-tec 指向企業이라는 SONY는 開發段階에서 비범한 능력을 발휘한 대표적 企業이라 할 수 있다. SONY는 自社 발명인 Esaki diode, SMD (Sony Magnet Diode) 등은 제대로 키우지 못했으나 外國의 研究機關이나 企業이 낳은 발명, 특히 제대로 키워내지 못한 部門에 대해서는 실로 놀라울 정도로 製品化에 성공하고 있다. 예를 들면 美 Regency社는 Bell 研究所가 발명한 Transistor를 사용, Transistor Radio를 만들자는 構想을 가지고 있었으나 끝내 이루지 못했다.

그러나 SONY는 먼저 Transistor의 再現性이 좋은 工業生産 手法을 만들어내고 이를 바탕으로 Transistor Radio 개발에 성공했다. 마찬가지로 美 Paramount社의 Chromatron Color TV를 Trinitron Color TV로 살려내고 있으며 美 Amphex社의 VTR이나 和 Philips社의 Compact Disk 등을 製品으로 육성해냈다.

SONY의 看板商品의 대부분은 歐美에서 原理가 발견된 것으로서 發明者들이 製品化해내지 못한 것들이다. SONY는 이것들을 받아 들여 훌륭하게 新製品으로 商品化에 성공하여 國際市場을 지배하기까지에 이른다.

Rotary Engine, 放電加工機 등도 歐美胎生의 技術이지만 製品開發로 연결시킨 것은 각각 松

田, JAPACS 라는 日本企業이다. 그런 면에서 日本은 生母보다는 養母의 타입의 技術開發에서 강점을 발휘하고 있다.

다음의 「工業化 段階」 즉, 발명, 개발을 거쳐 新製品이 태어나고 工場產量 段階에 들어가면 日本의 技術水準은 한결 탁월해진다. 실제로 IC, 電卓, 時計, TV, VTR, 自動車, 船舶, 鐵鋼 등 분야에서 실현하고 있는 工業化 단계에서의 技術 Capability는 세계에 유례가 없을 정도의水準에 이르고 있으며 國際競爭에도 강하다.

이와 같은 製品化 能力的 탁월성은 아마 日本 産業社會 特有的의 企業基盤, 人的基盤, 技術基盤 등의 공고함이 서로 相乘作用하여 비로소 이루어진 것으로 보아야 할 것이다. 企業基盤을 살펴보면 오늘의 技術環境이 「發明의 時代」에서 生産의 時代로 移行하고 있는 가운데 日本 企業(특히 大企業·中堅企業)은 의욕적인 設備投

資와 協力工場(下請企業)의 활용으로 生産力 增強을 꾀해나가고 있다.

또한 人的基盤은 終身僱傭制를 배경으로 한 높은 勞動 Moral과 경험의 習熟이 큰 효과를 낳고 있다. 技術基盤은 新技術 指向性이 강한 점이라든가 生産工程 自動化에 대한 적극성이 유리하게 작용했다고 할 수 있다.

다음의 데이터는 이와 같은 日本의 실력을 材料技術, 加工·組立技術, 製品技術 등 Key Technology 水準으로 나타낸 것인데 美國에 대해서는 日本이 「높다」가 「낮다」를 아직 약간 밀돌고 있으나 歐洲에 대해서는 日本쪽의 압도적 優勢로 나타나고 있다. 또한 日本이 美國에 비하여 「同等」내지 「높다」로 보는 견해는 전체의 61%, 歐洲와의 경우는 82%라는 높은 數字가 나오고 있다.

歐美와 비교한 日本의 Key Technology 水準

(a) 日·美 比較

Key Technology의 Type 對美水準	材料 技術		加工·組立 技術					製品 技術			(計)
	新材料開發技術	材料 Processing 技術	大容量化·大形化 技術	自動化·連續化 技術	高性能 生産 技術	試驗·檢査 技術	生産 管理 技術	高機化 技術	Software 技術	設計 技術	
높 다	6	4	2	6	12	1	6	13	2	2	54
同 等	2	1	1	6	18	2	3	23	2	2	60
낮 다	8	0	4	4	7	2	1	22	4	20	72
(計)	16	5	7	16	37	5	10	58	8	24	186

(b) 日·歐 比較

Key Technology의 Type 對歐水準	材料 技術		加工·組立 技術					製品 技術			(計)
	新材料開發技術	材料 Processing 技術	大容量化·大形化 技術	自動化·連續化 技術	高性能 生産 技術	試驗·檢査 技術	生産 管理 技術	高機化 技術	Software 技術	設計 技術	
높 다	7	2	4	7	18	0	5	13	1	6	63
同 等	5	3	2	6	16	3	3	28	2	4	72
낮 다	2	0	1	2	2	2	0	11	0	10	30
(計)	14	5	7	15	36	5	8	52	3	20	165

註. 1) 表中의 數値는 Key Technology 項目數이다.

2) Key Technology란 製品이 어느 水準에 달하는데 필요한 技術을 말하며 예를들어 航空機의 경우 航空電子技術, 機體設計技術, 機體加工技術, Engine技術이 Key Technology라 할 수 있다.

3) 新材料 開發은 그 對象範圍가 매우 광범하나 이 調査에서 대상으로 한 新材料 범위는 한정된 것으로서 既存材料의 改良技術도 포함되어 있다. 日本이 歐美와 동등 또는 그 이상의 技術水準이라는 인상을 주는 결과가 되고 있으나 새로운 材料의 開發 및 장래의 新材料 開發을 위한 태세 등 측면에서는 크게 뒤떨어지고 있음이 눈이 띈다.

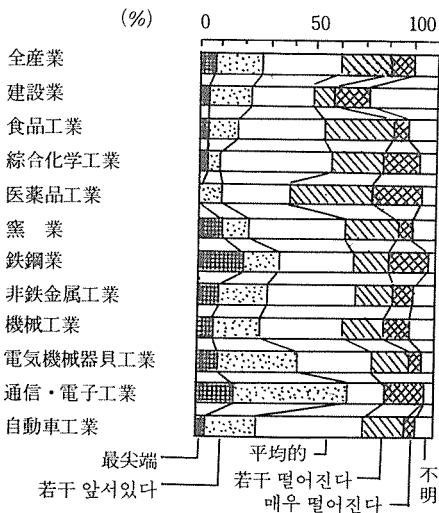
出處: 工業技術院委宅調査 「技術開業促進의 條件調査」(科學彈術 5 經濟의 손, 1982. 3月)

部品集積形 製品에는 강하고 System 集積形에는 약해

이상은 研究開發 狀況을 단계별로 분류하여 日·美·歐의 실력을 진단한 것인데 다음에는 産業分野別로 분류하여 技術水準을 비교해 보자.

最近 日·科學技術庁이 마련한 「民間 企業의 研究活動에 관한 調査」(調査對象은資本金 10億 円 이상의 企業 763社)를 보면 歐美企業에 비해 현재의 技術水準은 全産業에서 「是尖端」이 14%, 「약간 앞서있다」가 28%로 도합 42%에 이르고 있음에 비하여 「약간 떨어진다」거나 「매우 떨어진다」 등 열세를 認定하고 있는 企業은 18%에 그치고 있다.

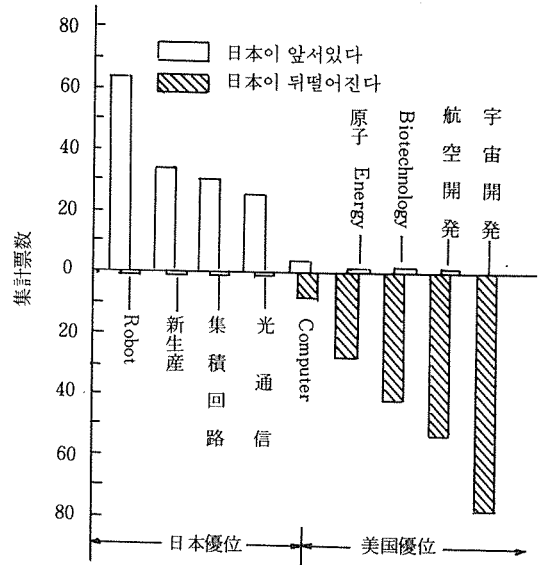
한편 技術의 底力을 나타내는 技術開發力의 水準은 그림 3에서 보는바와 같이 全産業의 경우 「最尖端」이 6%, 「약간 앞서있다」 19%로 약간 낮은 수치를 나타내고 있으며 「약간 떨어진다」와 「매우 떨어진다」는 도합 30%에 달하고 있다. 그 중에서도 醫藥品工業, 食品工業, 綜合化學工業 등 分野에서 취약함을 認定하는 기업이 많다. 반대로 通信·電子工業, 電氣機械器具工業 등 電子·電機關聯企業은 강한 입장을 취하고 있으며 鐵鋼業도 그에 가까운 입장을 지키고 있다.



註: 日·美技庁 「民間企業의 研究活動에 관한 調査」

그림 3. 歐美企業과 비교한 日社의 技術開發力 수준

데이터는 약간 낡았으나 실제로 研究開發 活動에 종사하고 있는 研究者의 눈으로 본 美·日의 技術水準 比較를 그림 4에 표시한다. 이 도표



註: 出處: 日의 代表의 企業의 研究所長 約 100名의 앙케이트 調査(實業之日 社, 1981年)

그림 4. 美國과 비교한 日本의 技術水準

는 日本의 大企業 研究所長 約 100名의 앙케이트 結果로부터 「日本의 優位가 드러나는 分野」와 「美國의 優位가 드러나는 分野」 上位 4 가지씩을 들었고 참고로 Computer에 대해 서로 併記하였다.

여기에서 알 수 있듯이 日本優位의 技術分野는 Robot, 新生産 Process 등 Mechatronics 分野와 IC, 光通信 등 Electronics 分野이다. 반대로 美國이 日本에 대해 優位를 지니고 있는 分野는 宇宙開發, 航空開發, 原子力 Energy 등 巨大科學에 기초를 둔 産業分野이며 더욱이 尖端技術로 새로이 浮上하고 있는 Biotechnology 分野이다.

Computer는 이 앙케이트 結果로 보는 한 互角之勢로 나타나고 있으나 정확하게 말하자면, 日本은 Hardware에 비교적 강하고 Software에서는 큰 격차를 감수하고 있다.

이상을 정리해보면 日本은 部品集積形 量産 單品製品에 강하고 System 集積形 大規模 製品

에 약하다. 전자의 경우는 歐洲의 EC 委員會가 數年前「日本으로부터 集中 上륙하고 있는 (강한) 商品」13個를 Listup한바 있는데 거기에는 自動車, 二輪車, VTR, Color TV, 音響機器, 카메라, 時計, 複寫機 등이 포함되어 있었다.

이들 商品에 共通的인 것은 첫째 部品集積形 商品으로서 수천점에서 2~3만점의 部品를 巧妙하게 조립한 것이 대부분이다.

둘째, 이들 製品에는 輕薄短小形 商品이 많은데 이는 小形·精緻한 것을 만드는데 능한 日本人의 특질이 살려진 것으로 볼 수 있다.

한편 後者에 속하는 것으로서는 般空·宇宙開發, 海洋開發, 그리고 兵器 System 과 같은 巨大科學 내지 Software 指向的인 것이 많은데 이들 Project는 單品을 만들어내는 능력과는 전혀 다른(部品點數도 前者보다 10배가 넘는 것이 많다) 多數·多樣한 構成要素를 쌓아올리는 System Management에 그 성패가 달려있다.

일반적으로 이와 같이 開發Target가 System 集積形으로 移行하여 그 규모가 巨大化해지면, 그 성공에는 높은 知的技術의 水準과 莫大한 研究資金이 필요하게 된다. 여기에서 知的技術이란 Softtechnology와 概念으로서「관계 지우는 技術」이라고나 할 것들이다.

이와 같은 技術分野에서는 異質的이고 다양한 要素間의 情報Communication 이들의 最適한 Process化, 목적 달성까지의 豫測·計劃의 適正化, 模擬實驗과 같은 Simulation 등 技術이 중요성을 띠게 된다.

美國은 이와 같은 技術 영역에서도 훨씬 앞서 가고 있다. 宇宙開發을 본다면 日本에서도 人工衛星의 純國産化에 본격 着手하려 하고 있으나 美國은 이미 宇宙基地(地上 400~500km 軌道를 旋回하는 有人宇宙 System)의 실현을 위해 움직이기 시작하였다.

海洋開發에서도 美國은「Wet NASA」로 불리는 一大 市場이 열려있으나 이는 軍事技術(潛水艦)과 石油採掘技術蓄積에 의해 그 진보가 이룩된 것이다. Software의 강함도 무시할 수 없다. IBM産業 Spy事件에서 분명해진 것처럼 日美間의 OS(基本Software) 技術의 결정적 格差는 周知의 사실이고 FA分野에서 NC工作機械, Robot 등 Hardware는 日本이 優勢한데

CAD나 FMS 등 Software 면에서는 약점을 드러내는 것도 그 증거이다.

日의 基礎研究費·人材供給에 문제점

작년말에 발표된 日本의「'83科學技術白書」는 그 副題를「21세기의 새로운 技術創出을 指向하여」로 하고 장래의 科學技術 發展의 源泉이 되는 基礎研究에 대한 중요성을 強調하고 있다.

그러나 이 白書의 基調를 이루고 있는것은 이 分野에 대한 日本의 대응이 뒤떨어지고 있음을 드러내는 것이었다. 문제의 첫째는 基礎研究費가 전체적으로는 개선되는 方向으로 가고있으나 外國에 비해서는 아직도 不備함이 두드러진 점이다. 특히 研究費 전체가 늘어나는 推移에 비한다면 基礎研究費의 伸張은 低調하다.

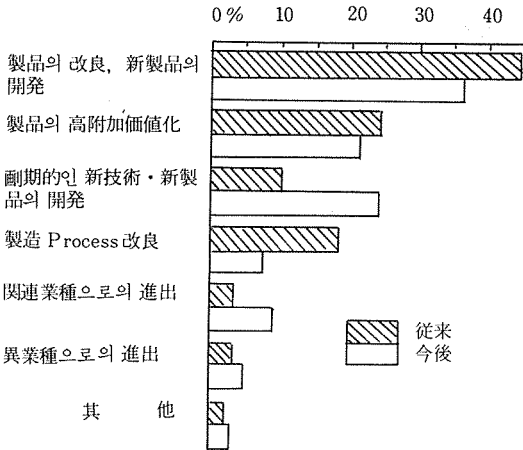
내용을 분석해보면 日本은 81年度 時點에서, 5兆3,640億圓의 研究費를 支出하고 있는데 이는 西獨(3兆7,423億圓), 佛蘭서(2兆5,351億圓), 英國(2兆6,944億圓) 등 이들 국가들보다는 上廻하고 있으나 美國과 비교하면 67年度에 美國의 14분의 1이었던 研究費總額이 82年度에는 10분의 3까지 上昇(5兆8,815億圓)하고 있다.

그 중 日本의 基礎研究費도 착실하게 增加勢를 이어와 82年度에 8,583億圓에 이르렀으며 이 數字는 美國의 3분의 1이고, 西獨, 佛, 英의 西歐 各國보다는 많은 금액이다. 문제는 그 伸張率로서 日本의 67~81年間 研究費 전체는 실질 160%의 伸張을 이루었는데 基礎研究費 伸張은 37%에 그치고 있다. 西歐勢는 같은 기간에 西獨의 86% 增加 등 充實도가 두드러지게 나타나고 있다. 美國은 21% 增加로 小幅 伸張에 그쳤으나 研究費 總額伸張도 24%이므로 그 格差는 크지않다.

新技術 創出面에서는 歐美의 경우 政府 역할이 커서 基礎研究費 總額에 占하는 政府負擔率도 크다(70~90%). 그러나 日本에서는 50% 前後에 머물러있으며 政策的 對應의 遲延이 두드러진다.

또 하나의 문제는 日本의 人材育成이 基礎보다 應用·開發研究에 치우쳐 있는 점이다. 日本의 大學進學率은 37.9%로서 美國의 40% 대에는

미치지 못하나 20% 前後인 佛·英·西獨의 水準을 잇돌고 있다. 그러나 學部學生에 대한 大學院學生 比率은 日本이 3.0%로 佛의 22%, 英의 19.4%는 물론 學部 進學率이 日本보다 높은 美國의 11.8%에 훨씬 미치지 못하고 있다.



註：出處：日·科技庁「民間企業研究活動에 關한 調査」

그림 5. 日本 主要企業의 研究開發 方向

日本の 大學院 進學率은 최근 碩士 雇傭이 上向 推移를 보이는 가운데 漸增 方向을 보이고 있긴하나 歐美는 工學系가 理學系의 3位를 웃돌고 있으나 歐美諸國에서는 반대로 數學, 物理, 化學, 生物 등 基礎知識 探求 指向性이 강하여 理學系에 비중이 두어지고 있으므로 兩者間 격차는 크다고 아니할 수 없다.

하여튼 日本의 基礎研究面에서의 취약성은 基礎研究費, 人材 등 研究體制 不備에 一大 요인이 있음은 부정할 수 없다. 시급한 개선이 促求되는 所以이다.

技術先進國으로의 탈피

지난 2月 13日부터 美 New York에서 열린 ISSCC (國際固體回路會議)에 제출된 日側發表論文이 美國을 웃돌았다. ISSCC라면 半導體 技術分野의 Olympic으로 일컬어지고 있어 이會議에 論文이 몇 編 채택되느냐가 이 分野 技術 水準을 나타내는 한가지 척도로 되어 있다.

이번 會議 一般論文 87편중 日本이 37編으로 전체의 43%를 차지 美國의 外國과의 共同論文을 포함한 35編(40%)을 앞섰다. 10年前인 75年의 日·美 比率이 5 (6%)對 56 (72%)이었음을 想起한다면 日本의 技術 레벨이 급상승하고 있음을 알 수 있다.

Second Runner 技術團에서 技術尖端國으로의 탈바꿈은 半導體分野의 실적이 말해주는 것처럼 그렇게 용이한 것은 아니나 日本이 이제, 二番走者 탈피를 목표로 새로운 국면을 개척하고 있음은 부정할 수 없는 사실이다. 이를 말해주고 있는 것이 그림 5이다. 이는 前記 科學技術廳 調査에서 밝혀진 것으로서 主要 民間企業의 研究開發力向이 어떤 것인지를 나타내고 있다. 이에 따르면 과거의 研究開發은 製品 改良에 가장 중점이 두어졌고 이어 高附加價值化, 製品 Process 改良에 注力되어 왔으나 앞으로는 「劃期的인 新技術·新製品 開發」 비중이 크게 늘어나고 있다.

日本企業은 文明開化 이래 계속해온 移入技術 의존에서 탈피, Original 發想에 따른 自主技術 獨創技術 開發을 指向하기 시작했다고 할 수 있을 것이다.

이에 따른 현상이라고 할 수 있을지 모르겠으나 一國의 科學技術 수준을 나타낸다는 技術貿易에도 변화를 드러내기 시작하고 있다.

技術貿易 대상은 特許, 實用新案, 技術 Know How 등인데 技術水準이 높은 나라로부터 낮은 나라로 흐르기 마련이다. 日本의 技術貿易 수지는 物流貿易收支와는 반대로 여실히 대폭 赤字 (技術輸入額에 대한 技術輸出額은 82年度의 경우 0.65) 狀態를 지속하고 있으나 新規契約分 (前該年度에 新規去來 届出이 있었던 分으로 계속 契約分 제외)에 한정한다면 72年 이래 出超로 전환, 계속 黒字 ('81=2.84, '82=1.43)를 유지하고 있다. 그만큼 日本의 技術 水準이 相對的 優位로 전환됐다는 이야기일 것이다.

技術無賃乘車, 二番走者 技術團으로 일컬어졌던 日本도 이제 분명히 새로운 바약의 轉換點을 맞고 있다고 할 수 있을 것이다.

(다음 號에 계속)