

## 現代企業과 R & D

金 貞 欽\*

### <內 容>

- |                         |                            |
|-------------------------|----------------------------|
| I. 우리나라의 科學技術水準         | VI. 飽和技術과 技術 Cycle의 例      |
| II. 消費慾求가 高度化 되어가는 未來社會 | VII. 商品의 Life Cycle과 R & D |
| III. 高度選擇社會와 商品의 情報의 機能 | VIII. 歷史的으로 본 技術革新         |
| IV. R & D와 自體開發         | IX. 直接過程의 導入               |
| V. 技術革新과 技術의 Life Cycle | X. 極限狀況의 物性과 그 開發          |
|                         | XI. 結 語                    |

### I. 우리나라의 科學技術水準 : 10<sup>6</sup>에의 挑戰<sup>1)2)</sup>

한 나라의 科學技術의 現水準을 評價하고 그 未來를 豫測해 본다는 것은 매우 힘든 일이다. 그 通常的인 方法의 하나는 <表 1>과 같이 工業製品을 만드는데 있어 어떤 技術習得을 하고 있는가를 評價해 보는 方法이고, 또 하나는 <表 2>에서 보는 바와 같이 産業革命以來 發達되어 온 世界的인 産業成長의 패턴에 따라 産業發達過程을 時代的으로 살펴 그 이것을 勞動集約的, 資本集約的 및 知識勞動集約的 等の 型으로 分類해 보고, 이것을 다시 産業의 中心이 材料·加工·組立의 어느 段階에 있는가를 살핌으로써 評價하는 方法이다.

이 두가지 方法의 共通的인 點은 製品의 部分品數에 의한 再分析이 可能하다는 점이다. 즉 어느 評價法을 쓰든간에 工業이 發展해 가는데 따라 部分品數가 10의 冪으로 各 段階마다 늘어난다는 점이다.

\*高麗大學校 理科學 教授

1) 金貞欽, 「10의 6乘에 挑戰한다」, 朝鮮日報 1978年 9月 22日 4面 記事.

2) 金貞欽, 90年代의 科學技術과 그 政策의 方向, 과학과 기술 1978年 10月號, pp. 14~20.

〈表 1〉과 〈表 2〉에 의하면 우리나라의 現工業水準은 部分品數로 따져 약 10<sup>4</sup>정도의水準에 있으며 1980년에 가서는 10<sup>5</sup>정도, 1990年度에 가서는 10<sup>6</sup>정도의水準에 挑戰함으로써 先進隊列에 躰 수 있지 않나 推測이 된다. 部分品數가 10<sup>5</sup>~10<sup>6</sup>程度(自動車는 10<sup>4</sup> 즉 약 1萬個)가 되는 組立爲主(이

〈表 1〉 習得技術로 본 韓國의 科學技術水準

段階	習 得 技 術	部分品數
1	雜貨·玩具	10 <sup>0</sup> ~10 <sup>1</sup>
2	織物·cement·陶磁氣·용조림·石炭·自動車·食料品·pulp·電線	10 <sup>1</sup> ~10 <sup>2</sup>
3	Radio·TV·Camera·時計·非鐵鑛·鐵鋼·오토바이·肥料·鐵道·農業機械·製縫機	10 <sup>2</sup> ~10 <sup>3</sup>
4	自動車·船舶·通信機·工業計器·合成化學·航空機·計測器·高級特殊鋼·大型發電機·電子計算機·電波兵器·大型建設機械	10 <sup>4</sup> ~10 <sup>5</sup>
5	宇宙 rocket·原子力	10 <sup>5</sup> ~10 <sup>7</sup>

우리나라 現況: 第 4 段階 突入中  
 第 1 次 5 年計劃期間中: 第 4 段階의 習得  
 80 年代後期~90 年代初期: 第 5 段階

〈表 2〉 産業成長 Pattern으로 본 韓國의 科學技術水準

期	産業의 種類	集 約	pattern	部分品數
1	農業·原始工業(家內工業)	勞動集約的	材 料	10 <sup>0</sup> ~10
2	輕工業	勞動集約的	加 工	10 <sup>2</sup> ~10 <sup>4</sup>
3	重化學工業等의 裝置産業	資本集約的	組 立	10 <sup>5</sup> ~10 <sup>7</sup>
4	組立中心의 知識集約的産業	(知識)勞動集約的		

우리나라 現況: 第 3 期突入  
 80 年代後半, 90 年度初期: 第 4 期

組立이란 保稅加工 따위의 低級한 組立이 아니고 部分品數 數百萬個의 人工衛星이라던가, 高速電算機, 또는 EC3 哨戒機등과 같은 精巧한 機械를 組立한다는 뜻)의 知識集約的 産業構造에 到達하면 製品은 多樣한 選擇의 價値·情報的價値를 가질 것이 豫測되고 또 要望된다. 이런 時代는 情報化 社會·脫工業化社會·高度選擇社會 등으로 불리고 있다.

## II. 消費慾求가 高度化 되어가는 未來社會

情報化社會란 有形의 物財를 生産하는 것을 주로 하는 所謂 工業化社會와는 달리 無形의 知識·情報의 生産이 主軸을 이루는 社會를 뜻한다. 勿論 情報化社會에 있어서도 物財의 生産은 繼續되겠지만 이 時代의 特徵은 그 賣上高에 있어서나 影響力에 있어 無形의 情報의 生産品이 有形의 物財를 앞지르고, 누르게 된다는 點이다. 이와 같은 情報化時代에서는 工業化社會(韓國의 現段階)에서의 單一品種의 多量生産이라는 産業形態는 漸次 그 세어가 줄어들고 多品種少量生産(全品種을 합치면 大量生産)이 優位를 차지하게 된다. 勿論 컴퓨터와 自動數値制御裝置와 連結된 自動製造裝置의 稼動으로 色, 크기, 모양, 냄새, 디자인 등등 製品 하나 하나가 個性과 特性을 갖는 多樣한 商品이면서도 單一品種大量生産 때와 거의 비슷한 單 價로 物品을 만들어내는 技術이 發達될 것이다. 그리하여 生産의 傾向은 材料에서 加工, 加工에서 組立産業 쪽으로 重點이 옮겨질 것이다. 事實 現在 美國의 産業構造를 살펴보면 이 傾向이 뚜렷이 나타나고 있다. 예컨대 NASA의 宇宙計劃의 宗主品인 아폴로 宇宙船의 計劃에서는 가장 큰 塊이 약 千萬個의 部分品을 여러 段階로 組立·再組立·再再組立하는 등등의 여러 組立過程에 있었다 한다.

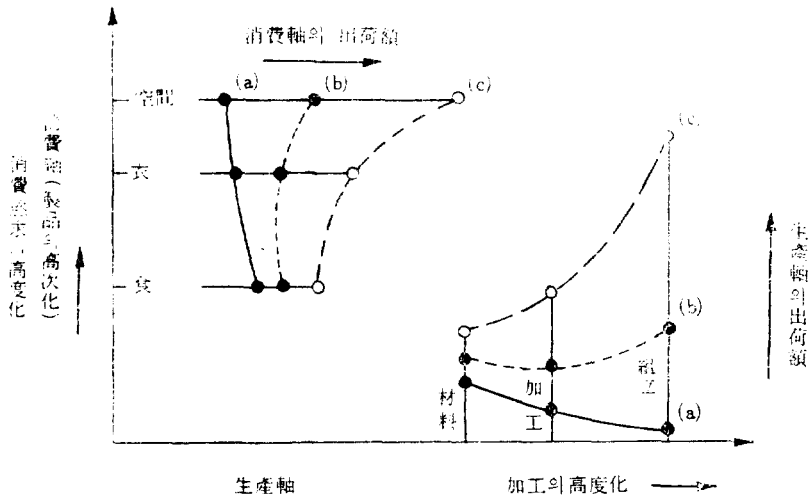
또 技術進歩가 늘어남에 따라 人間의 慾求와 環境의 機能 사이에는 gap이 생기고, 이것이 慾求不滿을 誘發한다. 그 결과 消費者 立場에서 본다면 消費傾向이 食에서 衣, 衣에서 空間으로 重點이 옮겨지고 있다. 空間이란 生活이나 生産을 하는 機能의인 場의 全體를 뜻하는 것으로서 간단히 말해 먹는것, 입는것 以外の 모든 生活 및 生産機能을 뜻한다.

周知하는 바와 같이 未開發國家일수록 消費支出中 食을 나타내는 係數인 英鎊係數가 높다. 그러나 工業化段階를 거쳐 先進國段階로 移行하는데 따라 英鎊係數는 줄어들고, 그 대신 衣, 그리고 그 다음으로는 空間 쪽으로 係數가 커져간다.

空間의 具體的인 例로서는 冷蔵庫나 食卓用品 등의 食關聯空間, 電氣洗濯機나 裁縫틀 등의 衣關聯空間, 家具가 TV 등의 信關聯空間 등등의 所謂 生活空間 外에 自動車나 電話 등의 輸送·通信空間, 生産品製造의 生産空間, 敎育·敎養 등의 文化空間 등등이 있다. 어떻든 <그림 1><sup>3)</sup>에서 보는

3) 林 雄二郎, 「高度選擇社會」, 1970年, 日本講談社, p. 27.

바와 같이 産業構造나 技術進步의 高度化에 따라 消費傾向이 食→衣→空間으로 重點이 옮겨지고 또 이에 발 맞추어 生産도 材料→加工→組立으로 重點이 옮겨가는 것이 80年代 및 90年代 등 곧 다가올 未來社會의 傾向이.



<그림 1> 産業構造 高度化에 따른 衣→食→住 및 材料→加工→組立의 遷移過程 高度化 되어가는데 따라 各己 (a)→(b)→(c)로 變遷

며 先進國에서는 바로 70年代인 現在の 모습이기도 하다. 따라서 現代의 韓國企業이 國際競爭에 나서려면 이와 같은 高度의 消費慾求를 充足시켜 줄 製品을 가지고 高度의 選擇社會가 되어가고 있는 國際市場에 臨하는 길 밖에는 없다. 그리고 그 길은 오직 하나, 즉 企業自體가 創造活動을 할 研究開發(R & D) 機構를 통해서만 이루어진다.

### Ⅲ. 高度選擇社會와 商品의 情報的機能

消費慾求의 高度化에 따라 未來社會(先進國家에서는 이미 그 一部가 現實化되어 있는)에서의 商品의 價値와 機能도 實用的인 價値로부터 情報的인 價値로, 基本的(實用的) 機能으로부터 選擇的 機能으로 重點이 옮겨가게 되어 있다.

예컨대 時計라는 商品을 사는 경우 우리들은 時計라는 商品의 어느 機能을 보고 사는가를 살펴보자. 于先 時計는 正確한 時刻을 가르쳐준다는 機能을 가져야 한다. 이 機能은 오늘날처럼 바쁜 세계에서는 없어서는 안 될 重要한 機能의 하나로서 時計라는 商品이 반드시 內藏하고 있어야 할

基本的機能·實用的機能이다.

우리가 돈을 주고 時計를 사게 되는 첫 目的은 바로 이 基本的인 機能을 사기 위해서였다. 그렇다면 時計라는 商品은 단 一種이면 족하다. 그러나 現實的으로는 時計房에 가면 수십 수백 가지의 時計가 있는 것은 웬 일인가?

時計를 살 때 우리는 이것이나 저것이나 하고 自己 趣向과 氣分에 알맞는 것을 골라 산다. 이때 時計의 가장 基本的인 機能인 「時刻이 잘 맞는가」의 여부를 묻는 사람은(옛날 時計工業이 덜 發達되었을 時代는 몰라도) 하나도 없다. 어느 時計를 고르건 간에 現代의 時計치고 正確하지 않은 時計는 없기 때문이다. 따라서 現代의 時計는 時計인 以上 正確性이라는 基本的(實用的)機能에는 그리 큰 差가 있을 수 없다. 따라서 우리가 時計를 고를 때에는 時刻을 잘 맞춘다는 基本的機能을 살피는 것이 아니라 디자인이라든가 색깔, 模樣, 그것을 착용했을 때 멋을 내게 해 주는 여러 附屬品, 裝飾品 등등 「正確한 時刻을 맞추어준다」는 基本的機能·實用的機能과는 아무런 關聯도 없는 附隨的인 機能에 의해서 고르게 마련이다. 다시 말해 이 附隨的인 機能이야말로 商品으로서의 時計의 附加價値를 높여주는 重要的인 機能인 것이다. 이 附隨的인 機能을 選擇的機能 또는 情報的機能이라 하면, 이와 같은 非基本的機能으로 인한 商品의 附加價値가 情報的價値인 것이다. 時間이 잘 맞는다는 基本的機能은 消費者 個個人의 趣向과는 無關하게 모든 사람에게 同一한데 비해서 選擇的機能은 消費者 個個人마다 다르다.

時計뿐만 아니라 飲食物·구두·옷·椅子·집·自動車 등등 오늘날의 모든 商品에서는 基本的機能보다 選擇的機能에 더 많은 重點을 두고 있다. 歷史的으로는 1920年代後期에 이르러 自動車の 基本的機能에만 力點을 둔 포오드 自動車會社가 選擇的機能에 力點을 둔 GM會社에게 首位를 빼앗긴 以來 現在까지도 首位다툼에서 敗北하여 2位에 머물러 있게 된 理由도 바로 이런 點에 있다.

또 우리의 日常生活에서는 基本的機能으로는 거의 꼭 같은 칼로리와 營養素를 提供해주는 100원짜리 라면이나 50원짜리 해장국이 있는가 하면 1萬원짜리 풀 보오스의 洋食도 있다. 50원짜리 燒酒 한 잔이나, 2천원짜리 「댄헛탄」 한잔이나 醉하게 한다는 基本的機能은 같으면서도 「마티니」나 「진 앤 토닉」을 드는 것은 霧圍氣라는 選擇的機能을 사는 셈이다. 합쳐 보아야 萬원도 될까 말까 하는 값어치의 캔버스나 그림물감으로 製作된 파블로 피카소의 「아비뇽의 딸들」이나 레오나르드 다 빈치의 「모나 리자」의 값

은 그 情報的機能·選擇的機能으로 인해 數 10億원을 주고도 살 수조차 없는 것이다.

이와 같은 高度의 選擇的機能과 情報的附加價値를 지닌 商品이야말로 80年代 및 90年代, 그리고 先進國에서는 바로 現在에 이미 要求되는 商品들이다. 이와 같은 商品을 만들어내기 위해서는 高度의 技術開發, 研究開發이 切實히 要求되고 있다.

#### IV. R & D와 自體開發

韓國의 產業界는 지금까지 美國이나 日本 또는 유럽 先進國들로부터 高度의 技術을 마구 사들여 그것을 模倣함으로써 發展해 왔다. 그 결과 基礎研究에는 별 神經을 쓰지 않아도 無妨하였다. 사실 製品生産에 必要的인 know-how는 特許料를 물고 사오기만 하면 되었고, 그것이 결국은 값싸게 먹혔었던 것이다. 즉 비싸더라도 特許料를 물고 技術導入을 하는 쪽이 基礎研究로부터 쌓아올려 自體開發해 나가는데 必要的인 努力과 時間과 費用에 비하면 싸게 먹혔었던 것이다. 게다가 賃金이 싸기 때문에 國際競爭에서는 充分히 勝算이 있었다.

그러나 그러한 製品들은 大部分이 先進國에서는 비싼 工賃때문에 이미 斜陽化된 製品들이었다. 그리고 그러한 製品의 市場 또는 市場占有率은 이제 거의 飽和狀態에 가까와지고 있다. 따라서 좀더 有利的한 競爭을 하려면 基礎研究에서 우리나라는 自體開發型의 製品을 만들어내어야 한다.

특히 앞서 말한 바와 같이 部分品數가  $10^4$ 에서  $10^5, 10^6$  등으로 늘어나는 高級製品 이야말로 다가올 未來의 世界市場에서 우리가 先進國들과 싸워 볼만한 製品들이고, 또 日用品에 있어서 마저도 高度의 選擇的·情報的機能을 具備한 附加價値가 높은 製品의 製造 만이 先進國隊列에 끼는 入場券口實을 하게 된 것이다.

이렇게 앞으로의 產業界, 그리고 世界市場의 競爭에서는 바로 現在에 常場이라도 必要的인 것이 獨自的으로 自體開發한 商品이다. 이를 위해서는 물론 두말 할 必要도 없이 基礎研究 및 開發엔지니어링의 均衡있는 育成이 무엇보다도 앞서야 한다. 그렇다면 研究·開發이나 技術革新이란 무엇이며 그 實像은 어떠한가.

### V. 技術革新과 技術의 Life Cycle

한 나라의 經濟成長은 企業이 뒷받침해 주고, 企業의 成長은 技術革新이 技術革新은 R & D가 뒷받침해 주고 있다. 그렇다면 도대체 技術革新 또는 좀더 넓게 innovation 즉 革新이란 무엇인가?

Schumpeter<sup>4)</sup>에 의하면 「革新(innovation)이란 <doing things differently>」 즉 在來式方式과는 다른 方法으로 事物을 다루거나 만들어내는 것이라 定義하고 있다. 具體的인 內容으로는 새로운 製品을 만들어내는 것, 새로운 生産方法이나 販賣方法, 新市場, 新供給源 등을 찾아내는 것, 더 나아가서는 이들을 위한 新組織을 開拓하는 것까지 包含하는 등 範圍가 꽤 넓다. 그러나 本 論文中에서 이야기하는 技術革新이란 新製品의 創造 乃至 開發을 뜻하며, 技術突破란 말을 써도 좋을 것이다.

모든 技術의 發展過程에는 人間의 生長過程과 비슷한 패턴이 보인다. 即 技術革新을 위한 研究開發은 <表 3>과 같은 3段階를 거쳐 이루어진다.

<表 3> 技術의 Life-Cycle

期	名 稱	特 徵	進 行 性 格
第一期	研究開發의 懷胎期	基礎研究·基礎 data 中心으로 理論的 考察	進行의 可能性이 不透明하여 暗中 摸索 製品導入
第二期	急激한 技術進歩期	工業化段階에 들어가 러다다 顯著한  Tempo로 進行	市場成熟
第三期	技術進歩의 飽和期	部分的改良으로 延命 先進國서는 斜陽化	販賣減少 廢棄 또는 다른 新製品으로 代替

第1期은 人間으로 말하면 懷妊과 出生段階로서 製品으로서의 可能性, 즉 그 製品은 開發possible한 것인지, 開發되더라도 商品으로서의 價値가 있는지, 商品의 價値가 있더라도 人氣種目이 될 것인지 등등 商品으로서의 可能性이 不透明한 時代로서 他社와의 눈치作戰을 하는 한편 基礎研究나 基礎 data를 充分히 蓄積시켜 놓아 有事時에는 他社에 지지 않도록 準備를 게을리 하지 않아야 되는 時期이다. 그러나 競爭에는 恒常 冒險이 必要하고

4) Joseph A. Schumpeter, *Business Cycle*, 1964.

危機意識이 必要하다. 不安하고 暗中摸索하는 이 段階가 지나가면 드디어 製品은 出生段階에 들어가고, 試作品이 製作되어 여러가지 모니터링을 통해 市場에의 可能性을 테스트하게 된다.

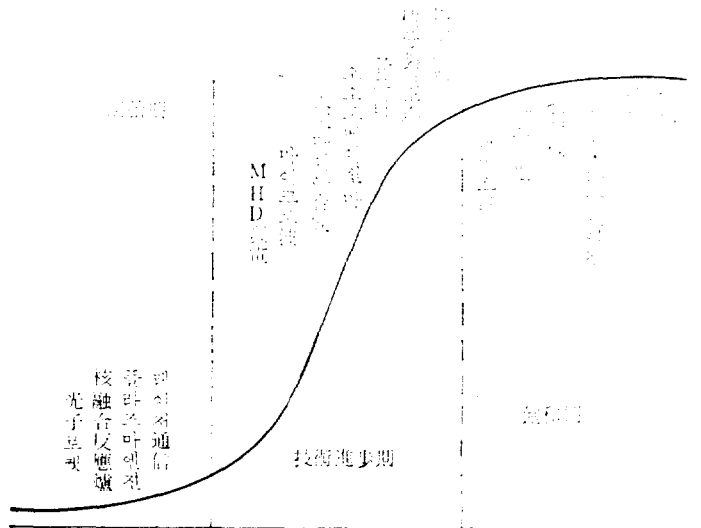
第2期는 人間에 比喩하면 嬰兒·幼兒·青年·壯年期로서 製品은 工業化段階에 들어가 急速한 改良에 改良을 거듭하여 商品으로서 確固不動한 時期에 들어가게 되고 市場도 成熟期에 들어간다.

第3期는 技術的進歩에 飽和가 이루어져 部分的인 改良으로 겨우 겨우 延命을 하게 되고 先進國에서는 斜陽化 길에 들어가 販賣는 衰退·減少되고 드디어는 新製品의 導入으로 廢棄되는 段階, 人生으로 치면 老年期를 거쳐 死亡에 이르는 期間이다.

## Ⅵ. 飽和技術과 技術 Cycle의 例

거의 모든 技術이 그 cycle 壽命의 長短은 있어도 결국은 이와 비슷한 패턴으로 興盛·衰亡의 길을 밟게 되며 그 發展過程은 한 나라의 人口曲線인 로지스틱스曲線과 비슷한 曲線을 그리게 된다. 예컨대 몇몇 代表的인 技術을 들어 圖示하면 <그림 2>와 같다.

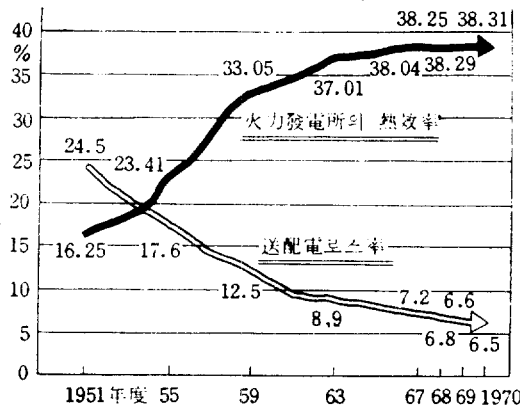
이 그림에서 注目할 만한 事實은 低開發國家일수록 工業化段階에서는 最右端의 飽和技術부터 習得하게 되고, 離陸段階에 가서야 技術進歩期 쪽으



<그림 2> 各 life cycle 에 있는 各種 技術(縱軸은 技術의水準)

로 移行할 수 밖에 없다는 사실이다. 예컨대 우리나라가 現在 손을 대고 있는 것은 船舶·自動車·다이젤-가솔린엔진·트랜지스터 등 飽和期에 들어 있는 것들 뿐이고 現在 開發에 着手하고 있는 것이 航空機·가스터빈·化學로켓·核分裂原子爐·컴퓨터 등등이다. 그러나 앞으로 國際的競爭에 이기려면 좀 더 果敢히 技術進步期 및 最左端에 있는 懷胎期에 있는 技術에 挑戰하여야 한다.

飽和技術의 한 例를 들면 <그림 3>과 같다. <그림 3>은 送配電時의 電力損失率과 火力發電所에서의 熱效率의 時代的 推移를 그린 그림<sup>5)</sup>인데, 이



<그림 3> 送配電損失率과 火力發電所의 熱效率의 推移<sup>5)</sup>

그림에서 보듯이 熱效率은 1966년의 38.04% 以來 거의 飽和狀態로 增加率이 0에 가까와 1970年度에 이르러서도 38.31%로서 거의 限界에 도달되고 있음을 말해주고 있다. 즉 아무리 改良해 보아도 39%를 넘기는 힘들어 보이며, 이것은 熱力學的 理論限界值에 다다르고 있음을 뜻한다. 마찬가지로 送配電時의 電力損失(로스)率도 6.5%에서 限界値로 接近하고 있다. 일반적으로 <그림 2>의 오른 쪽에 있는 飽和期 技術은 全部가 이와 같이 飽和期에 들어 있는 것들 뿐이며, 우리나라 産業이 依支하고 있는 技術이 大部分 이런 飽和技術이란 점에 問題의 深刻性이 있다.

## Ⅶ. 商品의 Life Cycle과 R & D<sup>6)</sup>

5) 牧野昇, 超技術, 日本中央公論社(1971) p. 16.

6) 申應均, 「企業과 研究開發」, 韓國科學著述人協會主催세미나: 「模倣에서 創造로-韓國科學의 오늘과 來日」(1978年 5月 12~13日)에서의 主題講演原稿. 이 節의 相當部分은 이 講演原稿에서 借用함.

技術의 life cycle에 平行해서 商品에도 life cycle이 있고, 人生과 비교하면 각각

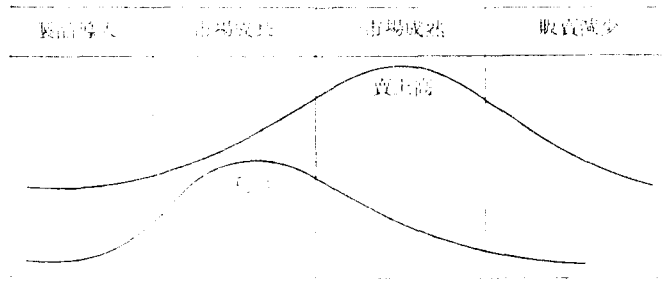
人生：懷妊·出生·嬰兒·幼年·靑壯年·老人·死亡

商品：開發·導入·成長·成熟·飽和·衰退·廢棄

와 같이 對應된다.

商品의 life-cycle에 對應해서 商品의 賣上高는 <그림 4>와 같이 市場成熟期가 가장 높지만 利益은 오히려 製品이 導入된 初期段階인 市場成長期가 最高로서 成熟期는 販賣量은 增加하나 利益은 오히려 減少되기 시작하고 있다.

따라서 재빠른 企業은 市場成長期에 이 製品에서 손을 떼고 수많은 know-how를 後續企業體에 넘기고 다음 世代의 商品開發에 손을 대게 되



<그림 4> 商品의 Life-Cycle과 賣上高 및 利益

며, 그렇게 함으로써 더 많은 利益을 올리게 된다. 그러나 이와 같은 果敢한 行動을 위해서는 強力한 R & D가 必要하다.

製品開發을 위한 R & D에는 時間과 努力과 費用이 든다. Bocz, Allen & Hamilton, Inc.의 例를 든다면 <表 4>와 같다. 즉 提案된 60가지의 idea中

<表 4> R & D의 各 段階와 商品化 成功까지의 險難한 길

段 階	R & D 狀 況	살아 남는 idea	
探 索	基 礎 研 究	提案된 idea	60
screening	試行錯誤·探索	screening을 거친 idea	15
企業性分析	部 分 開 發	企業性 有望한 것	6
開 發	生 產 開 發	開發 成功한 것	3
試 驗	生 產 engineering	市場進出 成功	1
商 品 化	生 產		

第1次探索에서 살아 남는 것은 15個 그 중에서 企業性이 有望하다고 判定되는 것이 6個, 開發에 成功한 것이 3個이고, 最終적으로 市場性이 있는 것은 平均적으로 단 하나만이 살아 남는다는 것이다. 이것은 바꾸어 말하면 약 60가지의 基礎研究를 해야만 平均적으로 단 하나가 살아남아 實際는 商品化가 된다는 것을 뜻한다. 그렇다고 처음부터 60개중의 어느 하나만을 골라내서 開發시킬 수는 없고, 研究開發의 오랜 試行錯誤過程을 거쳐서야 겨우 開發이 成功하게 된다. 따라서 研究開發에는 두뇌 忍耐의 돈과 時間과 努力이 든다.

같은 말을 日本 소니會社の 井深 名譽會長도 이렇게 얘기하고 있다<sup>7)</sup>. 즉 「製品開發에 거는 企業의 웨이트는 發明·發見의 段階는 1, 그것을 實用化시키는 段階에는 10, 最後로 生産을 해내는 段階에는 100을 걸어야 한다.」 基礎研究에 1, 實用化에 10, 生産化에 100의 웨이트를 건다는 것은 바꾸어 말하면 100가지 基礎研究를 하여야 겨우 企業性이 有望할 것이 10, 商品化될 수 있는 것이 1個가 된다는 것으로서 Booz, Allen & Hamilton社의 結論과 거의 一致한다.

특히 요즘처럼 技術突破가 沈滯狀態에 있고, 國際競爭이 甚하고, 또 高度로 情報를 入手하기 쉬운 時代에는 수많은 基礎 data와 基礎研究를 골고루 해두어 臨戰態勢를 持續하다가 生産의 可能性, 商品의 可能性이 생겨날 때 全社的 努力으로 一舉에 製品化하여 市場을 席捲하려는 傾向이 많다. 따라서 이와 같은 時代에는 基礎研究 및 開發엔지니어링의 蓄積이 豊富한 企業일수록 有利하며, 世界의 여러 企業體가 이 方向으로 方向轉換을 摸索하고 있다.

## VIII. 歴史的으로 본 技術革新

技術革新을 歴史的으로 살펴보면 <表 5>와 같다. <表 5>의 技術革新의 패턴은 <表 1>이나 <表 2>와도 긴밀한 關係를 갖는다.

<表 5>에서 뚜렷하게 나타나 있는 特徵은 第1·2·3期와 第4期는 뚜렷한 性格差를 가진다는 점이다. 第3期까지의 技術革新이 주로 個別的인 發明·發見에 基礎를 둔 技術革新인데 비해서 第4期는 個別的 發明·發見이나 技術突破는 거의 없는 대신, 既存 知識이나 技術의 綜合化·시스템化에 의해서 새로운 種類의 技術革新이 이루어지고 있다는 점이다. NASA

7) 坂野昇, 未踏技術時代, 日本工業新聞社, 1976.

&lt;表 5&gt;

## 歴史的으로 본 技術革新

## 第一期 技術革新

19世紀初의 第1次産業革命은 紡績機械와 蒸氣機關의 發明을 中心으로 技術革新이 강한 驅動力을 發揮.

人間은 처음으로 사람의 손을 紡績機械로 바꾸고, 발 代身 蒸氣機關을 代用시켜 飛躍的인 能率向上을 얻어 이것이 經濟·産業에 큰 革命을 줌.

## 第二期 技術革新

19世紀末頃부터 第1次大戰前 까지에 걸쳐 新技術群 登場  
自動車·Propeller飛行機·無線通信·鐵鋼量産法.

## 第三期 技術革新

第2次大戰 前後에 걸쳐서 現在의 市場變革에 크게 寄與한 技術突破가 연이어 出現.

TV, Penicillin, 超 duralumin, 合成 고무, Radar, DDT, 原子力, jet機, 農藥, 抗生物質, Transistor, Computer

學問分野: electronics, 有機合成化學, 原子力工學 등 出現.

## 第四期 技術革新

새로운 發明·發見을 網羅한 1925~1950년까지의 第3期와는 달리 1950年以後에는 個別的인 發明型·發見型的 技術革新은 없고, 既存技術의 綜合化·組合化에 의한 systems approach的인 技術革新, 예컨대 Apollo宇宙線, 로켓, 原子力, 新幹線(日本鐵道) 등등이 特色을 나타냄. 1979年 現在는 技術革新의 停滯期임.

## 第五期 技術革新

次期 技術突破의 方向

Technetronics 展開·Energy의 轉換·材料革命 및 Exotic Material·Life Science·Technology Assessment의 加味·直接過程.

(美國航空宇宙局)의 宇宙開發의 研究投資가 그 傾向을 보여주는 典型的인 例이다. 아폴로計劃은 滿 8년에 걸쳐 240億弗이 걸린 劃期的인 事業이면서도 새로운 發明이나 發見에 힘입은 바는 하나도 없다고 한다. 그러면서도 그와 같은 劃期的인 「技術革新製品」을 만들어낼 수 있었던 것이다. 즉 第4期の 技術革新은 시스템즈 어프로치(systems approach), 인터디시플리너리 어프로치(interdisciplinary approach)에 의한 面이 強하다. 原子力, 로켓産業, 人工衛星通信·新幹線·電子計算機의 hardware 및 software 등등 모두가 그렇다.

第4期の 末期라고 생각되는 1979年 現在의 技術革新의 狀況은 多分히 停滯期에 들어 있다고 볼 수도 있다. 시스템즈 어프로치에 의한 所謂 빅 사이언스(Big Science), 예컨대 海洋開發産業·住宅·都市開發産業·宇宙

開發産業·情報産業·醫療産業·公害防止産業·教育産業 등등이挫折 내지 주춤하고 있다. 너무도 時代에 앞섰기 때문이거나 또는 어떤 根本的인 缺陷이 있어선가, 어떻게 크나큰 試煉을 받고 있다.

이 第四期 技術革新時代가 언제 끝날지는 몰라도 곧 또는 언젠가는 끝나 새로운 時代가 도달될 것이 예상된다. 이런 時代를 未踏技術時代라 부른다면, 이 時代에는 브레진스키가 말한 것처럼 技術과 電子工學이 결합한 technetronics가 展開될 것이 예상된다. 이 時代의 可能的 技術革新의 樣相은 Energy의 轉換問題, 超高溫·超低溫·超高壓·超低壓(超眞空)·超結晶·超微小化·超純粹 등등의 極限狀態에서의 物性和 物質(exotic material)을 쓰는 技術, 工程이나 轉換過程을 二重 三重으로 거치는 過去의 技術과는 달리 모든 것을 될수록 直接過程으로 가져가려는 技術革新이 이루어질 것이 예상된다. 또 이것 외로 technology assessment(技術의 再評價) 思想에 依據한 새 技術이 開發되고, life science에 根據를 둔 生命科學을 中心으로 한 技術革新이 이루어질지도 모른다.

## XI. 直接過程의 導入

「現代는 Direct Age」라는 말은 技術革新의 現況 또는 未來를 꼭 들어맞게 象徵하고 있다.

近代技術의 基本的動向을 정해주는 「에너지變換」이나 「動力機關」의 原理에는 直接發電이라든가 터빈機關과 같은 direct mechanism이 登場하고 있으며, 또 化學工場, 冶金工場, 機械工作 등 分野에서의 開發에는 Direct Process에 焦點이 놓여 있어 技術革新의 中心的 課題가 되어 있다.

直接過程의 例로서는 MHD發電·燃料電池·電子冷凍·半導體變換素子·直接製鐵法·直接製鍊法·光合成法·直接發酵法·Float 유리法·Rotary Engine法·가스 터빈·로켓·連續鑄造法·熔接 및 塑性加工法·不織布·粉末加壓合金法 등등이 있다.

例컨대 發電의 경우 在來式的 發電에서는 熱에너지를 일단 機械的 에너지로 變換(最高效率은 40% 前後) 시킨 후 이 機械的 에너지를 다시 電氣 에너지로 變換(最高效率 10%) 시키는 2段法을 썼는데 MHD(磁氣流體力學的方法) 發電에서는 途中段階 없이 直接 熱에너지를 電氣 에너지로 變換시키자는 것으로서 그 效率은 50~60%가 되리라 豫想된다. <表 6>은 直接發電 및 直接冷凍의 例를 表示한다.

이 以外로 半導體素子を 내서 各種 에너지 사이를 直接 連結시키는 여

<表 6> 直接發電 및 直接冷凍의 例

直接過程의 例		熱에너지	機械的에너지	電氣에너지
發電	(在來式發電)	→	→	→
	MHD發電	→	→	→
	熱電發電	→	→	→
冷凍	電子冷凍	←	←	←

러 裝置로서

太陽發池：光에너지 → 電氣에너지

原子電池：原子에너지 → 電氣에너지

電場發光：電氣에너지 → 光에너지

가 있다. 또 直接反應을 利用하는 것으로서는

直接酸化

直接發酵

直接製鐵

直接精鍊

등이 있다.

直接反應 또는 直接過程은 比喩를 든다면 交通混雜이 있을 때 옆으로 迂回路를 더주면 時間節約이 되듯이 製造工程의 flow chart 중 몇 個를 短終(short cut, 直接化)시켜 生産性を 높이자는 것이다. 味元이나 味豊에서의 製造方法은 直接發酵의 한 좋은 例이다.

또 보통의 驅動裝置, 例컨대 在來의 往復機關에서는

燃料(熱) → 往復運動(機械的並進運動) → 廻轉運動(機械的回轉運動) → 推力の 3段階를 거쳤는데 방켈엔지(로타리엔진)서는 燃料 → 廻轉運動으로 途中의 往復運動을 省略하는데 成功했고, 로켓에서는 燃料에서 推力으로 直接轉換되기 때문에 2段階나 過程이 節約이 되어 매우 效率이 높다.

또 普通의 電鐵에서는

電氣에너지 → 廻轉에너지 → 推力

의 段階를 거치는데 線型모터電鐵에서는

電氣에너지 → 推力

으로 直接 推力으로의 傳達이 可能하다. 但 線型모터電鐵은 그냥은 運行이 不可能하고 空氣底浮遊 또는 磁氣浮遊라는 補助手段이 必要하다.

이와 같은 直接法은 連續鑄造·精密鑄造에서의 粉末加工·精密塑性加工 등 여러가지가 考案되어 있고, 不織布도

pulp → 실 → 澱物

의 途中段階를 省略한 것이다. 또 英國의 핀킨톤社가 開發시킨 float glass 法은

熔融유리固화 → 酸化제거 研磨劑로 研磨 → 高級研磨유리 라는 過程을 줄이기 위해 熔融유리를 金屬朱錫液體面위로 通過시킴으로써 直接高級研磨유리를 만드는 過程으로서 人員은 33%, 生産코스트는 20~30%나 節減시킬 수 있다고 한다.

其他 造船이나 鐵骨建造時 리벳代身 熔接하는 方法, 熔接法을 利用하여 地上에서 블록을 建造 後 組立하는 方法, 建물을 지을 때의 prefabricated house, modular house, unit house 등을 쓰는 方法도 一種의 直接過程이라 볼 수 있다.

위의 여러 例는 그 大部分이 이미 開發되어 있거나 또는 開發途中에 있는 것 들이지만, 이 以外에도 直接過程은 얼마든지 있어 그 開發이 時急하게 要求되고 있다.

## V. 極限狀況의 物性和 그 開發

直接化過程에 關치 않게 重要한 것은 極限狀況에서의 物性을 利用한 商品의 開發로서 이 分野야말로 앞으로의 企業이 注力할 分野의 하나이다. 이 部類에 屬하는 技術은 大部分이 <그림 2>의 左端에 屬하는 것들이다.

極限狀況이란 超高温 · 超低溫 · 超高壓 · 超眞空 · 超純粹 · 超微小化 · 超結晶 · 超音波 등등 溫度 · 壓力 · 크기 · 結晶의 不純性 등등의 物理的 파라미터의 값이 極限值를 취할 때의 物理的狀況을 뜻하며 이런 狀態에서는 物質이 特異한 變化를 일으킨다. 例컨대 몇몇 金屬은 超低溫이 되면 電氣傳導度가 無限大로 커져 電氣抵抗이 0이 되는 결과 이런 金屬으로 만든 電磁石은 電力消耗는 거의 0에 가까우면서도 極히 큰 磁性을 나타낸다. 이것을 利用하면 10 ton이나 50 ton이 되는 列車나 機關車를 空中에 10cm~30cm나 浮遊시킬 수 있어 時速 500km의 列車을 開發해 낼 수도 있다. 또 無重力(超低重力) 狀態서 만든 볼 · 베어링은 매우 精密해서 高度의 精密性을 要求하는 遠心分離機 其他 機械에 使用할 수 있고, cat whisker타 해서 轉位라는 缺陷이 없는 質結晶狀態에 있는 金屬은 普通金屬의 20~30배의 強度를 유지한다. 超高壓에서는 다이아몬드가 合成될 뿐만 아니라 金剛石 보다 더 굳은 보라존이란 結晶도 만들 수 있다고 科學者는 생각하고 있다.

또 超高温으로서 1億度 以上の 溫度를 1秒간만 유지시킬 수 있다면 人類에게 無限의 에너지를 供給해 줄 熱換反應이 可能해져서 바닷물 1톤이면 石炭 100만톤에 해당하는 에너지를 얻을 수 있으리라 期待되고 있다.

또 超微小化技術이 이루어지면 現在의 IC나 LSI가 無色해 보이는 超小型의 optoelectronics 장치가 發達되어 部分品の 크기가 數용스트롬(電子 beam 加工法)이나 되는 光電子部品이 생겨 情報産業은 더욱 더 發達시킬 것이 예상된다. 이와 並行해서 레이저를 쓴 長距離通信法이 開發되면 한 通信回路에 數 100萬채널(理論上으로는 數 10億채널 可能)의 電話回路가 混信없이 使用될 可能性이 있다. 이 모든 것은 다가올 80年代 또는 90年代를 위해 現代企業이 準備는 해두어야 할 R & D의 分野들이다.

## IX. 結 語

다가올 80年代는 部分品數  $10^4$ 에서  $10^5$ , 90年代는  $10^6$ 을 갖는 製品이 輸出의 主宗產品이 될 것이 豫想된다. 또 이 時代에는 商品의 基本的機能·實用的機能 外에 選擇의機能에 의한 附加價値가 높은 製品을 만들어야만 가혹한 國際競爭에서 이기게 된다. 이를 위해서는 政府水準 뿐만 아니라 企業레벨에서 R & D에 힘써야 한다.

R & D는 무척 돈과 人員과 努力이 들고 忍耐力이 要求되는 일이긴 하지만 技術의 後進性을 脫皮하려던 꼭 이룩하여야 할 必須條件이고 또 先進隊列에 끼기 위한 入場券과도 같은 것이다.

R & D에는 最終商品의 生産에 드는 努力이나 財政만큼 基礎研究에도 힘을 써야 한다. 企業의 R & D의 目的은 무엇보다도 利潤追求에 있고 또 製品指向의이어야 한다는 것은 當然한 이치이다. 그러나 그 利益이 어느 레벨에서 본 利益이냐에 따라 基礎研究에 投資할 額數는 달라진다. 긴 眼目에서 計劃할수록 基礎研究의 몫은 重要해진다. 한편 當場의 勝利를 위해서는 基礎 보다는 最後製品에 힘쓰지 않을 수 없게 된다. 이 두가지의 相反된 見解는 항상 그칠줄 모르게 뒤따른다. 어느 쪽에 더 웨이트를 주느냐 하는 것은 그 企業의 歷史, 既存研究體制의 業績과 陣營 등에 따라 다를 것이다. 그러나 어느 경우건 지나치게 한쪽에 기울어진 政策은 쓰지 말아야 한다. 끝으로 R & D를 행하는데 있어서는 大學研究陣과의 긴밀한 關係를 유지하도록 産業協同의 美를 거두는 동시에 企業은 좀더 果敢하게 大學의 研究陣을 도와주기를 바란다. 大學에의 研究投資는 긴 눈으로 보면 自社에 대한 基礎研究投資와 별다를 바가 없는 果實을 안겨줄 것이다.