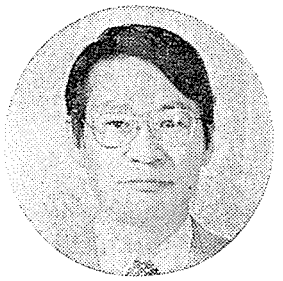
『論　　壇』

高度化와 産業構造의 技術開發

K.I.S.T. 技術經營研究室長　李　在　潤



李 在 潤 室長

1. 科學技術과 産業發展
   (1) 國家資源으로서의 技術
   (2) 技術乘數效果(technological multiplier effect)
2. 우리나라 産業構造 高度化의 基本方向
   (1) 加工段階別 分類에 의한 産業構造의 展望
   (2) 産業構造 高度化의 目標와 方向

오늘날 技術의 開發과 利用은 종래에 흔히 引用되던 '急速'(speedy) '加速的'(accelerating)이라는 표현을 넘어 '暴發的'(jerking and explosive)이라는 말로밖에는 나타낼 수 없을 정도로, 量的인 면에서나 速度면에서나 急激하게 發展하고 있다.

이러한 技術을 과거의 학자들은 經濟내의 現象으로 취급하거나(Schumpeter), 經濟學의 한 要素로 간주하였기 때문에 技術進步와 技術革新을 經濟現象으로 파악하려고(Cobb-Douglas, Solow, Robinson 등) 노력하였다. 현재는 技術을 經濟 및 社會한 부분이라기보다 그것과 部分的으로 Overlapping하는 獨立된 現象으로 파악하고 있으며, 특히 自然資源의 限界와 人口暴發에 직면하면서 人間의 基本的이고도 物質的인 欲求를 充足시키는 最大의 手段으로서 인식하고 있다.

따라서 오늘날 大部分의 國家가 당면한 主要 課題의 하나는 國家가 科學과 技術 및 技術革新을 어떻게 活用하고 어떤 方向으로 유도할 것인가 하는 문제이다. 특히 우리나라의 경우는 '60年代 이후 急成長한 經濟基盤을 持續的이고 安定的이며 均衡있게 發展시키기 위하여, 産業構造를 高度化하고 이를 具現시키는 基本手段인 技術을 합리적으로 선정하여 效率的으로 推進하는 것이 産業 및 科學技術政策의 주요 골자로 되어 있다. 그러나 技術은 이를 開發하거나 導入·消化改良하여 産業生産에 應用되는 이른바 技術革新의 단계를 가져오기까지에 장기간이 소요되므로 必要한 技術을 適期에 供給하기 위하여는 미리부터 주도면밀한 계획을 수립하지 않으면 안된다.

이 글의 1절에서는 科學技術이 한 나라의 經濟成長을 촉진하는 國家資源으로서 중요시되고 있는 점을 고려하여 生産과 技術과의 관계 및 産業技術의 經濟的 效果(技術의 乘數的 效果)에 중점을 두어 설명하였다.

2절에서는 우리나라의 經濟社會가 指向하는 1980年代 産業構造 高度化의 基本方向과 目標를 未來指向的인 새로운 産業分類方式에 입각하여 設定하고, 3절에서는 이를 실현하기 위해 重點的으로 努力해야 할 産業技術開發課題를 소개하며 끝으로 이의 效率的 推進을 위한 産業政策 지원방향을 提示함으로써 글을 맺고자 한다.

1. 科學技術과 產業發展

(1) 國家資源으로서의 技術

오늘날 科學技術은 역사상 다른 어느 시기보다도 國家資源(national resources)으로서의 중요성이 크게 인식되고 있다. 이것은 科學技術그 자체로서뿐 아니라 다른 物的·人的 資源을 개발활용하는 수단으로서 더욱 重要한 國家資源의 성격을 지니는 것이다.

한 나라의 經濟成長이나 物質的인 富는 그 나라의 利用可能한 人力(human skills), 資本(capital), 土地(land)와 自然資源(natural resources)의 結合으로 이룩되는 生產量에 의해서 결정된다고 볼 수 있다. 經濟成長이란 보다 많은 資源을 투입하여 보다 많이 生產함으로써 촉진될 수도 있고, 資源의 有用性(usefulness)을 증대시켜 生產性을 提高(productivity improvements)함으로써 가속화될 수도 있다. 技術은 이 두가지 측면 모두를 통하여 經濟成長에 기여하는 것이다. 예를 들어 이제까지 無價値한 것으로 생각되어온 資源과 原料를 經濟的으로 活用하는 技術을 개발하여 生產으로 유도하거나, 새로운 製造方法의 開發과 改善·효과적인 工程管理를 통한 生產性의 向上으로 經濟成長을 촉진시키는 것이다.

이와같이 經濟發展을 위한 國家資源으로서 技術의 중요성이 점점 더 크게 부각됨과 아울러, 일부 학자들은 勞動과 資本(資本材·生產材) 등으로 생각되어온 종래의 生產要素 분류방식을 떠나 高度 技術社會로 접근해가는 현대 工業社會에 맞도록 새로운 각도에서 生產要素를 분류하고 있는데 그 가운데 物質(M)·에너지(E)와함께 技術 혹은 技術的 情報(I)를 중요한 要素로 등장시키고 있다. (日本의 牧野昇)이에 의하면 勞動이란 결국 機能(I*l*)과 人力(E*l*)의 두가지로 구성되어 있으며 資本에 속하는 資本材(機械·裝置)와 生產材(原料·材料)는 각각 (Im)과 (M)에 해당된다. 따라서 여기서 말하는 에너지(E)란 自然에너지(En)와 人力(E*l*), 技術 또는 技術的 情報(I)란 勞動力에 포함된(I*l*)과 資本材로 구체화된 (Im)의 총화로서 나타나는 것이라 할수 있다. 오늘날 產業發展의 경향을 보면 生產要素로서 技術(I)의 비중이 상대적으로 커지는 추세에 있으며 이는 앞으로 등장한 정보社會·超技術社會의 필연적인 기초가 된다는 것이다.

아뭏든 技術進步와 產業發展을 통한 經濟成長간에 positive한 상관관계가 존재한다는 사실에는 거의 모든 經濟學者들이 동의하고 있다. 이에 따라 現代에 있어서 대부분의 國家들은 종합적인 科學技術振興計劃을 수립하여 이를 체계적으로 추진하는 가운데 經濟成長을 도모하고 있다. 科學技術상의 새로운 idea, 새로운 개발 및 技術革新은 經濟成長의 도약판(springboard)을 제공해 준다는 사실은 거의 모든 국가가 확신하게끔 된 것이다. 사실상 우리 시대의 위대한 발견의 하나가 技術革新이 단순히 우연의 결과가 아니라 정부와 산업계의 노력과 연구개발(R&D)을 통하여 계획적이고 체계적인 革新이란 개념을 발전시켰다는 사실이다. 즉 "體系化된 革新(systematized innovation)의 발견은 經濟에 있어 중요한 質的 變化로서, 지난 2세기 동안 資本投資의 개념이 가졌던 것과 같은 중요성을 미래의 成長에 대하여 가지는 것"(Ralph Sanders 'Science & Technology')이다. 이러한 개념을 더욱 발전시킨 것이 다음에 소개할 〈技術乘數效果〉의 내용이다.

(2) 技術乘數效果(technological multiplier effect)

일반적으로 잘 알려진 케인즈 乘數는 資本投資의 증가에 따라 支出이 증가되고 支出의 증가에 의해 需要가 創出된다는 것이 그 내용이다. 즉 케인즈乘數는 資本投資의 증가가 有效需要의 創出에 미치는 效果를 의미한다. 이 케인즈乘數라는 개념을 技術에 適用하여 技術乘數(technological multiplier) 즉 技術革新이 成長에 미치는 效果에 대하여 살펴보기로 하자.

한 部門의 技術혁신은 본래 혁신에 投資된 케인즈 乘數를 훨씬 능가하여 다른 部門에 變化와 發展이란 複合的 效果(matrix effect)를 초래한다. 예를 들면 어떤 새로운 地域에 대한 送電網

의 投資는 저렴한 電氣를 生産하고 새로운 製造設備의 도입을 가능케 하며, 서비스地域을 넓힘으로써 規模의 經濟(economy of scale)를 얻고 전에는 없었던 家庭用電氣機械의 需要水準을 확대시킨다. 그러나 반대로 같은 規模의 投資를 빌딩건립에 한다면 이러한 投資는 投資自體에서 오는 케인즈 乘數效果 이외의 技術乘數效果는 비교적 기대할 수 없다는 것이다.

다음에는 技術革新에서 얻을 수 있는 效果를 直接과 間接效果로 나누어 논하여 보기로 하자.

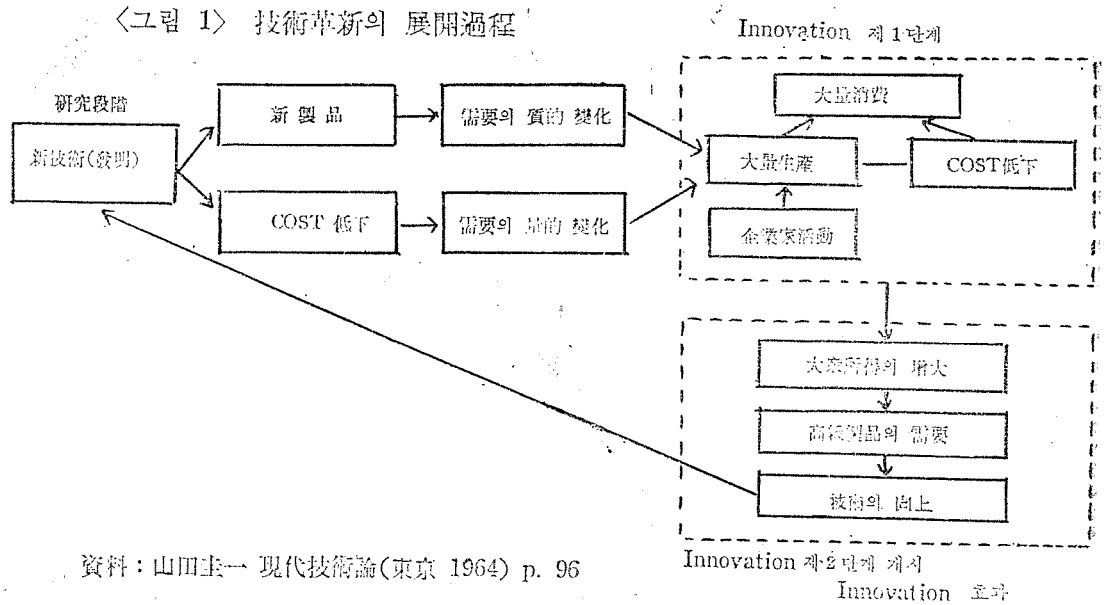
直接的인 效果를 예로 들면 技術革新에 의하여 Computer maker는 보다 싼값에 빠르고 융통성 있는 Computer를 만듬으로써 자신의 生産性을 향상시키고 남은 資源(人力과 資金)을 다른 生産活動에 사용할 수 있다. 이러한 技術革新은 새로운 次元의 製品生産을 가능하게 함으로써 技術開發에 投資한 費用과는 비교할 수 없는 效果(return)를 가져온다. 이러한 成長은 maker로 하여금 계속적인 技術變化를 추구하게 끔하는 자극제가 될 수 있는 것이다.

또한 이러한 技術革新은 다른 企業과 기타 部門에 間接的인 乘數效果를 가져올 수 있다. 예를 들어 한 製造會社가 技術革新에 의한 原價節減과 品質向上을 꾀하려할 것이고 購買者들은 그만큼 싼 값에 良質의 제품을 구입할 수 있을 것이다. 또한 製造會社에 部品이나 機械를 공급하던 업체들 역시 技術革新에 의해 原價를 절감하고品質을 향상시켜 市場을 넓혀 가려할 것이다.

이러한 部品이나 機械供給者, 製造會社, 購買者들의 관계는 技術革新에 의해 위에서 설명한 바와 같은 變化를 경험하고 또 새로운 秩序가 形成되어 가는 것이다. 이는 技術革新이 資本投資에 의한 需要刺戟뿐 아니라 보다 광범위하게 社會全體를 통해 變化와 進步에 많은 영향을 미친다는 것을 말하는 것이다. 이와 같은 과정을 요약하여 그림으로 나타내면 아래와 같다.(그림 1 참조)

그러므로 科學技術政策을 수립하는 데 있어서 반드시 고려해야 할 점은 國家經濟의 長期的인 成長을 추진하는 과정에서 1차적인 推進力이 投資 그 자체에 있는 것이 아니라 技術革新이 가져온 技術乘數에 있다는 것이며, 이 技術乘數는 ①새로운 技術이 도입된 部門의 生産性과 附加價値를 증가시키고 需要費用을 절감함으로써 자원을 他部分에 利用할 수 있다록 해준다는 점을 중요시하여 이를 최대한 活用하여야 할 것이다.

〈그림 1〉 技術革新의 展開過程



資料 : 山田圭一 現代技術論(東京 1964) p. 96

2. 우리나라 產業構造 高度化의 基本 方向

(1) 加工段階別分類에의한 產業構造의 展望

일찌기 슘페터(J.A. Schumpeter)는 資本主義 經濟의 經濟發展에 있어서 技術革新(technical innovation)의 역할을 强調한 바 있다.

슘페터에 따르면 技術革新의 크기에 따라 이른바 資本主義 經濟의 景氣變動에서 長期波動이 일어난다고 보았으며, 景氣變動理論에 있어서 革新說을 제시하게 되었던 것이다.

슘페터는 첫째, 18世紀의 80年代後半에서 始作된 產業革命에서 紡織機械와 蒸氣機關의 發明을 들고 있다. 둘째, 19世紀 中葉에 電氣와 鐵鋼 그 중에서도 鐵道建設을 들고 있다. 세째 19世紀부터 20世紀 初半에 이르러 電力, 化學, 自動車등에서 技術革新이 일어났던 것을 例로 들고 있다.

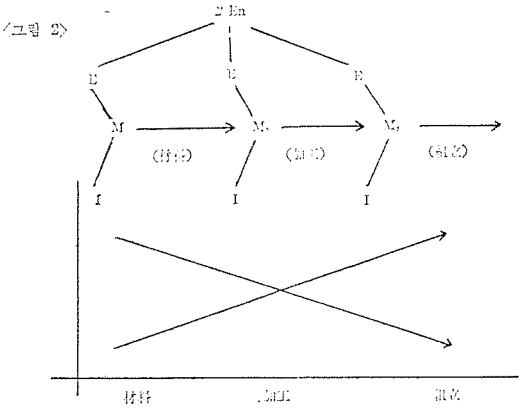
이러한 사실을 관찰하여 보면 技術革新이라는 것은 그 性格上으로 보아 長期에 걸쳐 새로운 技術革新이 일어나고 있다는 사실을 우선 지적할 수가 있다. 이러한 事實을 감안하면 우리나라의 產業構造의 高度化와 技術革新의 問題를 다루게 될 때에는 長期에 있어서 우리나라의 未來像을 구상하면서 論議를 始作해야 할 것이다.

未來產業構造를 展望하는 데는 現代工業社會의 實態를 즉시 分析할 수 있는 視角을 確立하는 것이 무엇보다 重要하다 하겠다. 本章에서는 產業構造의 發展方向을 分析하는 데 있어서 干廻生產槪念을 發展시켜 加工段階別 分類方式을 정립한 日本의 牧野 昇의 理論을 利用하여 보겠다.

加工段階別 產業構造는 한 나라의 工業生產構造가 最終的으로 消費까지 連結되는 過程을 巨視的으로 나타낸 것이다. 이러한 개념을 도입하면 一國의 工業生產 構造를 材料→加工→組立이라는 段階構造別로 파악할 수 있다.

이러한 段階에 生產要素의 投入과 重要性의 변화는 그림과 같이 表示될 수 있으며 앞에서 論議한 바와 같이 에너지(E)는 材料段階에서 最大로 되고 加工의 高度化가 進行됨에 따라 減少하고 技術 혹은 技術的 情報(I)는 加工의 高度化에 따라 增大한다.

〈그림 2〉

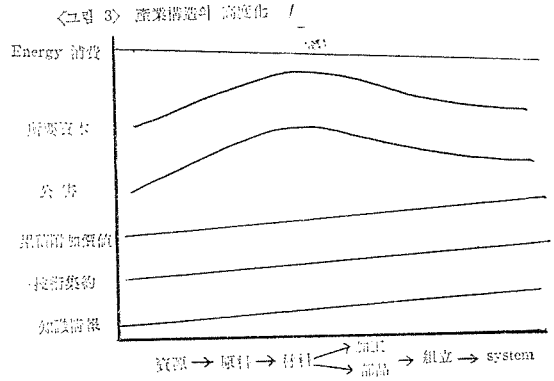


여기서 材料產業에서 組立產業으로 產業構造가 發展하여 가는 것은 加工度가 높아가는 過程인 동시에 附加價値가 누적 확대하여 가는 과정이며 技術的 情報와 關聯知識消費量이 增大하여 가는 過程이라고 볼 수 있다.

產業構造가 高度化된다는 것은 裝置的 에너지 및 原料 多消費產業인 材料產業中心에서 技術과 情報의 利用度가 높은 加工, 組立產業中心의 產業構造로 移行되어 가는것을 말한다(그림3 참조).

따라서 工業生產面에서 볼 때 加工의 高度化를 통하여 工業部門의 生產이 확대되지 않는 한 產業構造의 目標를 達成하기란 쉽지 않을 것이다.

〈그림 3〉 產業構造의 高度化



그리고 각 段階에 있어서도 單純한 것에서 複雜한 것으로 單純商品에서 System化 商品으로 高度化하여 에너지 消費的 加工에서 知識·情報的 加工으로 나아가야 할 것이다. 이와 같은 分類基準에 입각하여 過去 약 20年間 日本·美國·西獨등 先進工業國의 產業構造를 살펴보면 다음과 같다.

表 1. 主要國의 加工段階別 比較 (單位 : %)

國別 / 年次 / 內譯	日本				美國			西獨	
	第1期 1951~1955	第2期 1956~1960	第3期 1961~1965	第4期 1966~1970	1955	1960	1966	1952	1961
出荷額 材料	54.9	48.2	42.1	38.0	34.3	33.5	31.4	42.6	36.2
加工	36.2	37.8	41.3	43.0	48.0	47.2	45.8	42.7	41.3
組立	8.9	14.0	16.6	19.0	17.7	19.3	22.8	13.7	22.5
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

資 料 : 日本産業材料調査研究所「日本의 産業材料」
註 : 日本의 境遇 5年間의 平均値임.

表에 나타난 바와 같이 日本의 工業生産은 1950年 이후 계속 加工의 高度化를 推進하여 왔음을 알 수 있다.

材料産業의 比重이 급격히 減少한데 反하여 加工産業은 완만히 증가하였고 加工水準上 高度技術을 요하는 組立産業의 比重은 무려 倍이상 增加하였다.

그러나 日本은 美國과 西獨 등 先進國家와 比較하여 볼 때 아직도 組立産業의 比重이 낮은水準에 있음을 알 수 있다. 또한 일본의 加工産業比重은 美國, 西獨에 比하여 계속 증가추세에있고 반면에 美獨은 加工産業比重이 最高點을 지나 점차 감소하고 있고 組立産業部門의 比重이 增加하고 있다.

이러한 사실을 分析하여 보면, 工業構造의 高度化 측면에서 日本과 美·獨간에는 아직도 심한 격차가 있음을 알 수 있다. 이는 GNP規模에서는 世界第3位이나 1人當 GNP면에서 15~16位에 지나지 않는 日本의 産業構造를 한마디로 말하여 주는 것이다.

現代 産業社會에서는 技術進步에 따라 機械化 System化, 情報化가 推進되고 이에 따라 組立産業의 比重이 增大하고 있다. 이와같은 加工段階別 産業構造分類法은 先進國의 産業構造의 發展 패턴을 새로운 視角에서 分析할 수 있을 뿐 아니라 앞으로 우리나라 産業構造의 發展方向을 제시하는데 有用한 tool이 될 수 있을 것이다.

(2) 産業構造高度化의 目標와 方向

1982年부터 始作되는 第5次 經濟開發計劃을 앞둔 요즈음 産業構造의 未來設計에 관한 論議가 盛行하고 있다.

이러한 論議가 進行되고 있는 것은 70年代 후반에 예상했던 것보다 훨씬 앞질러 輸出 目標를 達成했으며 輸出이 신장됨에 따라 賃金이 상승하고 따라서 國際市場에서 比較優位를 누렸던 價格競爭力이 점차 그 優位를 상실하게 됨에 따라 우리 與件에 適合한 새로운 産業構造를 設計하여 未來 輸出 및 産業의 새로운 基盤을 조성하기 위한 것이다.

물론 이와 같은 問題에 대한 分析 및 검토는 當然한 일이며 未來産業構造의 設計를 考慮함에 있어 대단히 유익한 基盤이 될 것이다.

그러나 이러한 論議에 앞서 무엇보다도 검토하고 넘어가야 할 것은 우리들이 왜 産業構造의 轉換에 대하여 논란을 벌이고 있으며 産業構造는 과연 무엇을 指向해야 할 것인가 하는 것이다.

産業構造의 轉換이란 産業構造의 高度化를 의미하며 産業構造의 高度化는 결국 産業이 國民의 "needs"에 보다 더 適應하며 이를 充足시키기위한 轉換을 뜻하는 것이다.

물론 國民의 "needs"에 適應한다고 하더라도 그것은 環境·土地·물 또는 資源·에너지 등의 制約條件속에서 어떻게 하여 보다 더 適應하도

록 할 것인가 하는 것임은 두말할 나위도 없다.

요즈음 대두되고 있는 省資源, 省에너지型의 産業構造라는 것도 産業構造를 고찰함에 있어 극히 重要한 것 이기는 하나 이것은 産業構造高度化에 있어서 하나의 制約條件을 緩和하기 위한 것임에 불과하다. 즉, 産業構造度化 그 自體가 目標는 아니다.

가령 省資源, 省에너지型 産業의 典型은 公務서어비스, 또는 金融保險業이지만 省資源, 省에너지型 産業構造라고 해도 아무도 이들 産業만의 産業構造로써 韓國經濟가 成立될 수 있다고 보지는 않을 것이다.

또 鐵鋼業이 資源, 에너지 多消費型 産業이라고 하여 모두 輸入으로써 이를 해결해야 한다고 생각하는 사람은 없을 것이다.

말하자면 어떤 種類의 制約條件, 또는 指標를 基準으로 하여 産業構造를 設計하는 것은 극히 위험하며 産業構造高度化의 設計는 國民의 "needs"에 適應한다는 目標에서 出發하여 그 後에 모든 制約條件을 檢討하여 모습을 그리는 것이 重要하다 하겠다.

따라서 먼저 국민의 "needs"충족이라는 目標를 設定하고 이 目標를 達成하는데 고려해야 할 모든 制約條件을 검토하여 볼 때 우리나라의 將來 産業構造는 高度精密加工 및 複合技術에 立脚한 시스템産業이 될 것이며 技術集約인 두뇌産業이 輸出特化産業으로 育成될 것이다. 이번에는 目的別로 産業類型을 分類하고 具體的으로 어떠한 産業이 育成되어야 할 것인가를 살펴보기로 하겠다.

첫째는, 輸出指向型 産業으로써 高級플랜트, 大型建設機械, 産業用 로보트, 電子計算機의 소프트웨어부문, 시스템, 엔지니어링부문, 自動車集積回路 등을 들 수 있다.

둘째, 防衛産業을 들 수 있다. 가령 수송차량 미사일, 항공기, 通信機器, 電子장비등을 들 수 있다.

셋째, 文化型 産業으로써 住宅用 建資材, 敎育機器, 家庭用 冷暖房器具, 敎育關聯 소프트웨어, 電氣音響機器, 原子力 發電등이다.

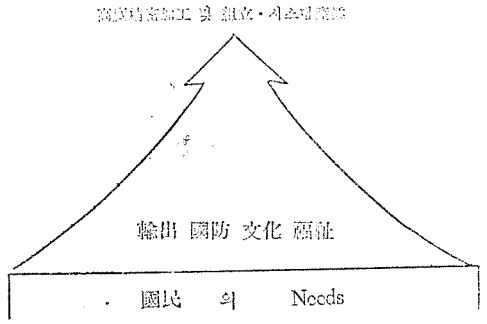
넷째로, 福祉産業을 들 수 있다.

이는 公害防止機器 및 시스템, 低公害 動力源電氣自動車, 海洋開發등 環境保全分野와 醫療用素材및 機器, 安全한 食品加工 및 化學製品등 國民保健向上에 관련된 分野를 포함하는 것이다.

이러한 分類는 國民의 "needs"에 適應한다는 目標에 도달하기 위한 Sub-goal을 輸出, 國防, 文化水準向上, 福祉向上 등으로 나누었을 때 이에 따른 産業分類라고 할 수 있다. 우리나라의 모든 制約條件을 고려하여 볼 때 이러한 輸出, 國防, 文化水準向上, 福祉向上등의 各産業部門이 결국 高度精密加工 및 組立·시스템部門으로 나아감으로써 국민의 "needs"에 가장 效率的으로 適應할 수 있을 것이다.

技術進步는 産業構造의 高度化를 可能하게 하여 人間의 經濟的·社會的 要求를 만족시킨다. 逆으로 人間의 經濟的 社會的 要求는 産業構造의 高度化를 필요로하고 産業構造가 高度化하기 위해서 기존기술을 改善·綜合하고 새로운 技術

그림 3) 産業構造 高度化의 方向



을 開發하여 技術革新을 實現시켜야 한다.

따라서 物的 資源이 부족한 우리나라는 앞으로 頭腦集約的이고 技術·情報의 集積度가 높은 高度의 精密 加工 미 組立시스템 産業을 中心으로 産業構造를 高度化하여야 할것이다.

筆者 略歷

- 서울大學校 法科大學 法學士(行政學)
- 美國 Hartford大學校 大學院 卒
  經營學 碩士(財務管理)
  經濟學 碩士(國際經濟)
- 美國 Hartford National Bank and Trust 會社財務管理 硏究室 次長으로 근무
- 현직 : 韓國科學技術硏究所(KIST)
  技術經營硏究室長