

基礎 연구와 人力 양성

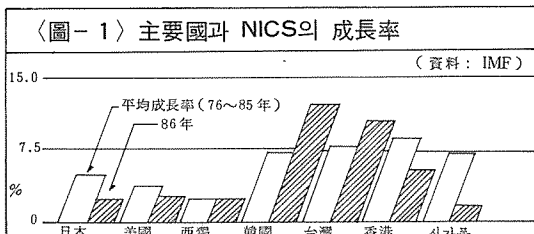
“巨視的인 계획과

운영의 묘 살려야”

趙炳夏
(韓國 과학기술원 교수)

◇ 經濟成長에 대한 技術進步의 寄與度

지난 20년 동안에 世界經濟는 大西洋圈中心에서 太平洋圈中心으로 전환되었고, 한국을 包含한 新興工業國(NICS)의 工業化로 世界經濟의 新勢力이 조성되었다.



위와 같은 經濟成長(3요소; 技術, 資本, 勞動)에 미치는 技術進步의 寄與度는 日本에서 이미 50%를 넘어서고 있다. 그들은 科學·技術의 導入·消化와 生産技術의 革新을 效果의으로 연계시켜 技術入國에 成功한 것으로 본다.

기술진보의 기여도의 국제비교

① 日本 : 1975년부터 50% 이상

② 美國 : 같은 기간 10~20%水準

③ 한국 :

1972년~1983년 7%(實績) (成長率= 8.2%)

1984~1990년 22%(展望) (成長率= 7.9%)

1991~2000년 28%(展望) (成長率= 7.2%)

작금 선진각국에서는 技術 뿐만 아니라 과학에 대해서도 保護政策을 펴고 있어, 각국은 과학 技術진흥에 주력하고, 특히 基礎研究를 強化시켜 技術源泉의 自體確保에 血眼이 되어 있는 실정이다. 기초기술을 갖는 나라와 기업이 강한 주도권을 가질 수 있기 때문이다.

◇ 基礎研究는 新技術創出의 源泉

研究開發(R&D)은 新知識과 新發見(新知見)을 찾는 기초적인 研究에서 實用化의 단계까지 여러가지가 있으나 그것을 구별하기 위한 여러가지의 分類와 定義가 있다.

美國에서는 「Basic Research」, 「Applied Research」, 「Development」라는 일반적인 3구분 외에, 美國방성에서는 「Research」, 「Exploratory Development」, 「Advanced Development」, 「Engineering Development」, 「Operational System Development」의 5구분이 사용되고 있다.

또 西獨에서는 기초와 應用·開發의 2區分으로 되어 있다.

그러나, R&D에 관한 國際比較를 하기 위해서는 되도록 共通定義를 사용하는 것이 바람직하며, OECD(經濟協力機構)에서는 「基礎」, 「응용」 및 「開發」이라는 3區分 概念을 採擇하고 있다. 이것은 研究의 目的性에 着眼한 것이다.

① 基礎研究(Basic Research)

특별한 應用, 用途를 直接的으로 고려하지 않고, 가설이나 理論을 形成하기 위하거나 또는 形狀과 觀察可能한 사실에 관해서 新知見을 얻기 위해 행하는 理論的·實驗的 研究.

② 應用研究(Applied Research)

基礎研究에서 얻어진 新知見을 活用하여 特정한 目標를 定해서 實用化의 가능성을 확보하기 위한 研究와 이미 실용화되어 있는 방법에 관해서 新應用法을 探究하는 研究.

③ 開發研究(Development)

基礎研究, 應用研究 및 實際의 經驗에서 얻어

진 知識을 이용하여, 新材料, 裝置, 製品, 시스템, 工程등의 도입 또는 기존의 이같은 것의 개량을 目標로 하는 企業化探究 研究.

이 定義는 OECD諸國의 研究開發과 統計의 專門家들에 의해 研究開發의 實態와 統計作成의 容易性과 明瞭性등을 綜合的으로 조화시켜서 작성된 것이라 한국, 일본, 미국(NSF)등 많은 나라에서 사용되고 있다.

「基礎研究는 應用目的을 갖지 않는다」라고 좁게 「순수」하게 또는 「문화적」으로만 생각하여 非實用인 것이라고 생각하는 경향도 있으나, 研究의 실정은 이같은 定義만으로는 명확하게 구분지을 수 없는 면도 있는 것이다. 그 예로서 最近의 高温超傳導體의 發見에서 볼 수 있는 것과 같이, 작년에 발견되자마자 高温超傳導體材料開發이 시작되어 「基礎」와 「應用·開發」이 寸刻의 格差도 없이 一體化되어 同時並行되고 있는 것이 現在 世界의 實態이다.

또 질병발생의 메카니즘이나 人體의 機能等 理解를 目標로 하는 研究에서 많은 사람들을 구제하는 것을 目的으로 研究를 進行시키고 있으나, 이들 연구는 일반적으로 基礎研究로만 간주되고 있다.

또 다른 면에서는 粒子物理學과 같이 物質의 超深層構造와 에너지의 本質에 관한 研究와 같은 基礎研究 中에는 極히 장기적으로 보면, 原子力의 이용처럼 언젠가는 응용에 연계될 것으로 생각되는 것도 있다. 미국에서는 입자가속기건설 등 입자물리학의 대부분이 DOE(에너지부)에서 지원되고 있다.

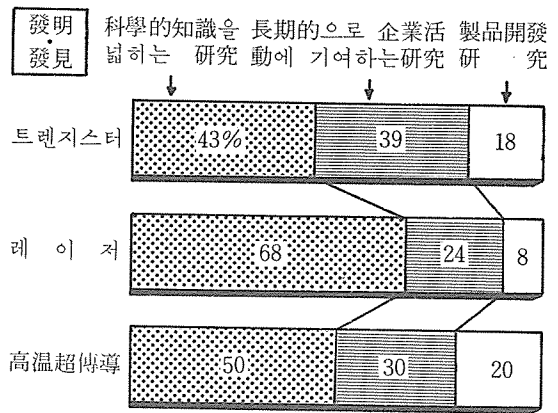
이와같이 研究가 基礎的인가 아닌가를 應用目的의 有無, 應用에 連繫되는 期間의 長短등에 따라 分類하는 것도 쉬운 일은 아니고, 또한 「기초」와 「應用」을 對立시켜서 把握하는 것도 적절하지 못하다.

따라서 OECD의 基礎研究에 대한 定義를 應用目的의 有無를 묻지 말고, 假說이나 論理를 형성하거나 新知見을 탐구하는 基礎科學研究와 基礎工學研究로 폭넓게 하는 것이 바람직한 基礎研究의 定義가 될 것으로 본다. 즉, ① 「應用目的

을 當장 생각하지 않은 基礎研究」, ② 「新技術·新科學 창출을 기대하는 기반기술 연구」를 우리는 기초연구로 보는 것이 현실적이라고 생각한다.

發明·發見은 어떠한 研究에서 창출되고 있는지를 살펴보면 다음과 같다. 노벨상급의 研究成果가 ภูมิภาค의 기업연구소에서 속속 나타나고 있다.

〈圖-2〉發明·發見은 어떤 研究에서 生成됐는가



◇ 未來 科學技術時代의 展開

Kyoto대학의 高木教授는 「1990년대는 하이테크하고 基礎研究가 격렬하게 승부를 펼치는 時代」라고 말하고 있다. 그리고 그는 기초연구, 하이테크研究의 25年周期交代說을 提唱하고 있다. 1940~65년은 Transistor, Laser, Computer, 人工위성, 원자력이 탄생된 제1차 基礎지향時代이고, 1965년부터 今까지는 이들의 發見·發明을 보다 高度化하여 低코스트로 製造하고 品質의 先進化에 중점이 주어진 이른바 하이테크지향時代이다. 최근까지 일부에서는 技術飽和論이 나타나고 있었으나, 최근에 발견된 고온초전도는 새로운 돌파구를 마련해 주고 있다. 현재 先進 各국에서 일어나고 있는 基礎研究붐은 다시 1990年代 이후 新技術革新을 가져오는 新知見을 탐구하는 제2차 基礎研究時代의 先驅인 段階라고 分析하고 있다.

◎ 학술중계 ◎

그렇다면, 新技術革新의 內容은 무엇이라고 展望되는가?

- ① 量子物質과 量子技術(Quantum Matter & Quantum Technology)(量子·分子水準)
- ② 生命科學과 生命技術(Life Science & Biotechnology) (分子生物學 水準)

◇ 우리의 현위치는 어디에 있는가

- ① R&D投資……世界 14位(1982) (1985 日本 백서) [韓國:1조원, 日本:33배, 美國:104배]
- ② 研究員數……세계 12위(1982) (1985 日本 백서) [韓國:3만명, 日本:12배, 美國:25배]
- ③ 技術進歩의 寄與度……7%(1983)
[韓國:1(=7%), 日本:7배, 美國:3배]
- ④ 研究論文數(SCI基準)……17위(1984)(1986 KAIST 조사) [韓國:1(=555편), 日本:69배, 美國:383배]
- ⑤ 노벨상, 필드상(수학), 기타 國際 專門學會가 授與하는 賞의 受賞實績은 아직 없음(1986)
우리는 現在 世界 15位程度의 重進國水準에 있다.

◇ 세계 10位권 과학기술 선진국이 될려면 …

- ① 政府에서는 科學技術投資 擴大計劃을 다음과 같이 마련하고 있다.

R & D 投資計劃(1987-2001)

項目 \ 年度	1987	1991	2001
投資規模	2조원	4조 2천억 원	19조 9천억 원
GNP 對比 %	2.2%	3.0%	5.0%

GNP 對比 5%의 R&D投資規模는 %로 보다 世界平均의 2倍規模이다. 1987~2001년 까지의 投資總額은 78조2천억 원에 달한다.

그리고 研究性格別 投資配分은 「基礎」에 20%, 「應用」에 30%, 「開發」에 50%로 하여 均衡發展을

도모하는 것이 바람직하다. 그리고 「基礎」 20%는 實額으로는 15조6천4백억 원이다. 우리나라 기초연구가 약하다는 現實과 基礎研究를 強化하고 있는 國際趨勢를 勘案하면 20%投資는 타당하다고 생각한다.

② R&D人材確保計劃도 다음과 같이 마련되어 있다. 이 計劃은 人口 萬名當 研究人口密度를 先進國形인 30名으로 잡는 것이 基本이다.

研究開發人材의 確保計劃 (단위: 명)

項目 \ 年度	1987	1991	2001
總研究開發人材	57,000	81,000	150,000
人口萬名當密度	13.3	18	30

이 중에서 10%에 해당하는 15천명은 獨自的인 研究指導力을 갖춘 核心科學技術頭腦(Post-Doc. 2년 經歷所有者)로 양성·확보할 계획이며, 養成機關別 目標量은 다음과 같다.

- ㉞ 理工系大學院 9,000명
 - ㉟ 科學技術院 4,000명
 - ㊱ 海外留學生 2,000명
- 計 15,000명

위와같은 目標達成을 위해서는 이 같은 巨視計劃을 바탕으로 하여 細部實踐計劃을 마련하여 學生들의 進路選擇의 指針이 되고 教授들의 指導方向으로 활용될 수 있도록 조치해나가야 할 것이다. 특히 海外部門에 있어서는 現實性있게 準備되고 計劃은 融通性있게 遂行되어야 할 것이다. 國內部門에서는 大學院教育·研究가 量的 質的으로 並行되어 갈 것으로 기대하지마는 關係部處間의 協助不足이 우려된다. 그리고 현재만 해도 博士學位所持者들의 就業希望 優先順位는 大學→研究所→企業으로 되어 있는 실정이고, 技術革新을 할려면 企業研究所에 그들이 제일 먼저 就業를 希望하도록 誘引政策이 實施하다. 특히 企業에서의 技術教育費는 損費處理(안하고 있다면)를 認定해주었으면 한다.

原子力發電기술자립을 통한

“에너지自立”

우리의 지상목표는 자주국가의 건설에 있다. 에너지자립이 없이는 국가의 자립이 어렵다는 것을 우리는 1,2차 유류파동을 통하여 체험하게 되었다.

우리가 그토록 부르짖는 자주국가, 자주국방, 자립경제도 에너지자립이 없이는 한낱 물거품이 되어 버릴지 모른다. 그러므로 자립경제, 자주국방, 자주국가를 이룩하기 위하여 무엇보다도 먼저 에너지자립을 달성해야 한다.

에너지를 절약하고 관리하는 것도 중요하지만 원인부터 해결하려는 보다 근본적 조치가 필요하다. 그리고 보다 적극적으로 에너지 문제를 해결하려는 자세가 필요하다. 이러한 근본적 조치와 적극적 자세 없이는 나라와 후손의 영광된 미래를 기약하기란 힘들 것으로 생각된다.

현재의 상황으로 보아 이의 가장 확실하고 실질적인 해결책은 원자력에너지이며, 이 목표달성의 수단은 우리 손으로 원자력발전소를 건설하고 운전하기 위해 본격적으로 기술을 개발하고 축적해 나가는 일이다.

다행히 우리는 근래에 원자력발전소 11,12호기의 건설을 추진하면서 철저한 기술전수를 계획하여 13호기부터 독자적 설계에 의한 원자력 발전소 건설이라는 의욕적 목표를 향해 원자력 관계 종사원들이 적극 심혈을 기울이고 있다. 이 11,12호기 이후의 원자력발전소는 우리 손으로 짓고, 발전소 건설 뿐만아니라 핵연료의 자급자족까지도 90년대부터는 우리 힘으로 하자는 것

이 우리 구상이며 의지인 것이다.

이제 꿈같이만 생각되던 에너지 자립은 구체화 단계에 놓여 있다. 원자력기술자립을 통한 에너지의 유토피아 즉, 에너토피아는 이제 환상이 아니라 현실로의 문제로 부각되었다. 이를 위해 국가의 총력을 다해 매진해야 할때가 바로 지금인 것이다.

◇ 두뇌자원을 활용해야

원자력에 있어서 우리나라는 수입하지 않으면 안되나 석유처럼 막대한 부두시설도, 거대한 탱크로 운반할 필요도 없을 뿐만아니라 거대한 비축기지도 건설할 필요가 없다. 1000Mwe 발전소 1기당 석유는 연당 130만톤, 석탄은 220만톤, 천연가스는 100만톤의 양이 소비됨에 비해 원자력은 30톤이라는 적은 양이 소비된다. 또한 값이 저렴할 때 비축도 용이하다. 석유나 석탄을 저장하기 위해서는 우리나라 저장 시에 비해 3만~7만 배의 저장시설이 필요하다.

또 얼마 안되는 양으로 수년간 원자력발전소를 움직일 수 있기 때문에 설사 석유파동과 같은 우리나라에 직면한다 하더라도 그렇게 당황하지 않을 수 있다. 그뿐만아니라, 핵연료주기 기술을 개발하게 되면 우리나라의 이용도를 60~70배 증가시킬 수 있게 된다. 바꾸어 말하면 우수한 두뇌로서 새로운 에너지자원을 만들어 내는 셈이 된다. 에너지자원이 전무한 나라라 하더라도 스스로의 힘으로 에너지를 창출하는 일이 가능한 것이다.

우리나라에 있어 원자력에너지가 갖는 특별한 의의가 바로 여기에 있는 것이다. 우리나라는 부존자원이 부족한 대신 우수한 두뇌자원을 풍부하게 가지고 있다. 우리가 소유하고 있는 이 풍부한 두뇌 자원을 잘 활용하는 길만이 우리가 취할 수 있는 유일한 방법이다. 그러기에 슬기와 땀으로 얻을 수 있는 에너지 기술만 가지고 있으면 무한정하게 공급이 가능한 에너지인 원자력은 우리에게 가장 적합한 천혜의 에너지라 하지 않을 수 없다.

◇ 원자력 기술자립은 지금이 최적기

1970년대의 두번에 걸친 유류파동으로 인해 전 세계의 원자력 이용은 급격히 증가했다. 그리하여 원자력 시장은 파는 자가 주도권을 가진 Seller's Market이 되었다. 그러나 1980년대에 들어와 미국의 TMI 원자력발전소 사고와 세계적인 경기 침체로 인해 원자력발전소의 건설 계획이 무더기로 취소되었고, 원자력산업여건이 악화되었다. 따라서 원자력시장은 사는 자가 주도권을 가진 Buyer's Market이 되어, 우리와 같은 구매자에게 유리한 조건으로 변했다.

그러나 국제정세에 가장 민감한 반응을 보이는 것이 바로 원자력 기술이다. 기술을 쥐고 있는 선진국들은 언제 개방교류체제에서 폐쇄체제로 전환할 지 모른다. 그렇게 되면 기술정보를 상품화하고, 주요 핵심기술의 유출을 제한할 것이며, 또 물질 특허나 지적 소유권의 보호를 강요하고, 기술 산업화에 따라 값비싼 기술료를 요구할 것이다. 원자력기술개발 또는 그 습득에는 장기간이 소요된다.

21세기 초반에 닥쳐올 석유, 석탄 공급에 있어서의 불안을 미리 막기 위해서는 지금부터 그 기술개발에 노력하지 않으면 안된다. 또한 현재 국제적으로 기술전수 제약이 완화되고 있는 추세이므로 기술전수에 있어서는 지금이 가장 호적기인 것이다.

우리의 에너지 자립과 미래의 안정된 에너지 공급을 위해서 우리는 때를 놓치지 말고 원자력 기술자립에 힘써야 할 것이다.

◇ 기술확립을 위한 국가적의지 필요

그러나 불행하게도 원자력기술은 탄생의 비극으로 인하여, 핵무기로의 전용가능성을 사전에 배제코자 하는 기술공여국의 각종 제약이 우리의 독자적 원자력발전 핵심 기술과 핵연료주기 기술 확보와 자설을 보유를 어렵게 하고 있다.

일본은 서독과 함께 제2차 세계대전의 도발국이기 때문에 1950년대 초까지는 미, 영, 불, 소와

같은 핵기술조기보유국으로부터 핵기술의 접근은 물론, 자체연구개발도 철저히 봉쇄 당하고 있었다. 그러나 그들은 에너지 자립에 대한 강력한 의지를 갖고 기술보유국과의 관계를 원활히 유지하면서 독자적기술과 시설의 확보에 온갖 노력을 경주한 결과, 오늘날에는 원자력 선진국으로 부상하였을 뿐 아니라 원자력수출국으로 발전되었다.

자원이 부족한 프랑스는 에너지의 해외의존도를 줄이기 위하여 새로 건설하는 발전소의 거의 전부를 원자력발전으로 충당하고 있다. 한편, 에너지 자원이 비교적 충분한 소련도 조기에 원자력개발 체제를 갖추으로써 화석연료가 고갈되기 이전에 동구권에서 에너지 공급국의 위치를 계속 유지하고자 노력하고 있는 것이다.

우리 나라에서도 원자력기술 확립을 위해서는 국제적 이해의 획득은 물론, 여하한 난관도 이겨나가야 하겠다는 국가적 의지가 필요한 것이다.

◇ 원자력은 평화적으로 이용돼야

에너지의 안정공급은 세계각국의 경제발전과 인류복지 향상에 필수적인 요소로서 석유에너지 자원의 한계로 말미암아 오늘날 인류가 당면한 가장 큰 과제의 하나라고 하겠으며, 이를 해결하기 위하여 원자력에너지의 이용과 확대는 불가피하다고 하겠다.

그러나, 우리는 원자력이 갖는 이와 해의 양면성을 생각하지 않을 수 없다. 원자력은 인류의 미래를 구할 수 있는 가장 확실한 영양인 동시에 인류를 파멸로 몰아 넣을 수도 있는 극약의 요소도 함께 지니고 있기 때문이다.

위험이 크면 그 위험을 어떻게 제어할 것인가를 먼저 생각하지 않으면 안된다. 위험성이 크니까 그 이익을 버리자고 하는 것으로는 진보하지 않을 것이다. 그래서 위험을 되도록이면 줄여나가는 기술이나 제도를 착실히 추구해 나간다는 자세가 무엇보다도 중요하다고 생각된다.

원자력의 평화적 이용을 통해 변형된 내일을 추구할 수 있도록 다함께 노력해야 할 것이다.