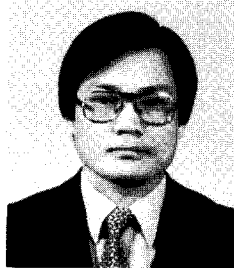


# 環境親和的 에너지 技術開發 方向



손재익 선임부장  
한국에너지기술연구소

## 1. 序 論

앞으로 맞이해야 할 21세기는 한반도의 급속한 周邊 政勢 變化와 점차로 가속되는 地球化 물결 속에서 우리의 위치가 흔들리지 않는 선진 대열의 국가로 발돋움하고 인류의 번영에 기여하는 민족사적 위치를 내세워야 하는 중요한 시기이다.

우리나라는 과거 成長 一邊倒의 경제정책을推進하였고 최근 환경 파괴의 문제가 사회 전반적으로 膨排되어 있기 때문에 이를 잘 감당해야 한다는 사회적 輿論으로까지 나아가고 있다. 그러나 국가경제를 지탱하기 위해서는 지속적인 경제성장을 추구할 수밖에 없는 실정이기 때문에 그러한 目的追求와 그 결과 도래하는 環境 破壞에 대한 부담을 최소화시켜야 하는 양대 목적을 안고 있는 입장에 놓여 있다.

에너지문제에서도, 산업발전과 경제성장을 추구하기 위해서 근원이 되는 에너지 安全 確

保와 지속적인 사회발전을 찾아가기 위해서 다가올 21세기의 국가 에너지 戰略이 에너지 節約形, 環境保全形, 技術革新形, 에너지 分散形 등으로 구축되어야 하며 이들은 기술개발에 공간을 이루어야 한다.

앞으로의 全世界 에너지 수요 증가의 대부분은 현재 개도국에서 이루어질 전망이다. OECD에서는 예견하고 있다. 거의 대부분의 개도국들은 좀더 현대적이고 효율적인 淸淨 技術을 確保할 수 있는 재정적 手段을 갖고 있지 못하기 때문에 현재 사용이 가능한 기술을 위주로 활용하지만 최고의 效果를 내지는 못한다. 이러한 요인이 점차 요구되기 때문에 持續 可能한 에너지 기술을 적극 개발해야 하는 當爲性이 대두되는 것이다.

특히 우리나라는 에너지 해외 의존도가 매우 높고 기술 集約度를 요구하는 에너지 多消費 産業 構造形이자 新興工業國으로서 에너지 소비 비중이 꾸준히 증가하고 있는 에너지 敏感

形 國家이다. 그렇기 때문에 기술개발의 역할이 다른 어느 나라보다 效率的이고 持續的으로 이루어져야 한다.

따라서 本 考에서는 이러한 周邊與件을 고려한 環境 親和的이고 持續可能한 에너지 기술개발 방향에 대하여 論하고자 한다.

## 2. 國際 環境 變化의 흐름

世界 經濟는 美國, 日本, EU의 3極 체제 중심에서 점차로 아시아·환태평양쪽으로 이동해 가고 있다. 또한 東西 冷戰이 解決됨에 따라서 國際 秩序가 경제 시스템 내에서 활발히 움직여 가고 있으며 이러한 추세는 21세기에든 계속될 것으로 豫見되고 있다.

전세계의 경제사회 여건을 살펴보면, 유럽과 태평양 지역은 경기 후퇴에서 다시 成長勢로 돌아서고 있고 OECD 총 GDP는 현재 3% 성장세를 나타내고 있는 반면에, 앞으로 2000년에서 2010년 경까지는 年평균 2.3%에 머무를 것이라고 豫測한다. 그 가운데 동북부 아시아 국은 가장 빠른 성장을 나타내고 있으며 현재 GDP성장이 6.6%를 유지하고 있고 2000년대 초반은 年평균 5.7%를 차지하리라 展望하고 있다. 또한 세계 인구는 年평균 0.6%를 유지하고 있으며 1990년의 50억 인구가 2010년에는 70억으로 增加할 것이다. 특히 제3세계국가들의 인구는 계속 증가하고 있으며, 2010년에는 세계 인구의 78% 차지, 1인당 소득은 점차로 줄어들어 지역적인 貧困의 隔差가 더욱 심해질 것이다.

사람들이 에너지를 사용함은 에너지가 제공

하는 서비스를 필요로 하기 때문이다. 다시 말하면, 좀더 안락하고 편안한 생활의 추구하고 물질에 대한 욕망, 그리고 이러한 慾求를 充足시키기 위한 財源들이 다른 무엇보다도 에너지 수요의 증가를 야기시켰고 이러한 수요 증가를 충족시킬 수 있는 동기를 부여해 주었다. 그러므로 에너지 소비자들은 점차적으로 다른 무엇보다도 싸고, 安定的으로 공급할 수 있는 에너지를 찾게 되고, 이러한 소비자들의 選好意識은 浪費에너지를 없애는 消費體制를 원하게 되었다. 이러한 결과 기술개발에 의한 노력이 가장 현저한 결과를 나타내고 있기 때문에 에너지 사용의 효율 향상을 위하여 꾸준한 기술 진보가 이루어져 에너지를 공급하는데 많은 影響力을 과시하였고 또한 環境에 미치는 영향을 줄여왔다.

산업혁명이 시작된 이래로 에너지 생산의 效率性, 에너지 轉換, 輸送 및 最終 需要는 눈에 띄게 증가해 왔다. 그리고 에너지 사용 形態는 그 폭이 굉장히 넓다. 이는 에너지 使用處가 늘어날수록 에너지의 獲得 및 효율적인 이용에 관하여 深度있는 연구가 이루어지고 있고 국가 간의 보이지 않는 전쟁이 치열하게 전개되고 있다. 특히 에너지 기술은 효율 향상과 環境汚染 방지를 위하여 복지사회 구현에 크게 기여하고 있다. 따라서 산업체 등에서의 에너지 利用技術은 생산성 향상과 에너지 소비 부담을 줄여주는 결과를 주었고 에너지 사용에서 유발되는 環境汚染 또한 기술의 향상에 의하여 크게 개선되고 있음을 알 수 있다.

1990년 세계 전체 에너지 요구량의 3/4은 산업부문의 化石燃料로 공급되었다. 그러나 에너지 수요 측면에서 볼 때 수송 에너지와 電力使

用이 가장 빠른 속도로 증가하고 있고, 특히 육로 수송의 빠른 증가는 석유의 증가를 加速化 시키고 있으며 輸送部門의 화석 에너지 사용으로 인한 環境汚染은 전체 이산화탄소의 20%를 차지한다.

이러한 에너지를 사용함에 있어서의 不均衡을 줄이기 위하여는 未知의 에너지를 사용할 수 있도록 기술개발의 노력이 필요한 시기이다. 우리의 현실을 볼 때, 이러한 潛含量들이 사용되기까지는 앞으로도 몇 십년을 더 노력해야 하는 초보적인 기술개발의 단계에 놓여 있다. 향후 30여년은 에너지 소비의 가장 큰 증가가 개도국에서 일어날 것이며 단기적으로 에너지 효율 향상이 가장 크게 이루어질 곳은 過渡期에 있는 경제체제일 것이다. 따라서 더욱더 현대적이고 효율이 높은 기술을 採擇해야만 한다. 그러므로 앞으로 에너지기술은 미래세계에 있어서 매우 중요한 역할을 하게 될 것이다.

앞에서도 약간 言及했으나 21세기의 에너지 문제는 環境汚染과 連結하여 解決策을 찾아야 할 것이다. 국제환경 문제는 1970년대 이후 새로이 대두된 국제적 이슈로 2차 대전 이후 성장해온 세계경제의 심각한 제약 요인으로 작용하고 있다. 1960년대까지는 지구 환경문제보다는 주로 국지적 환경문제가 중심이었으나 그 이후 地球溫暖化, 生物多樣性, 오존층 파괴 등 지구 환경문제가 국지적·국내적 환경문제에서 擴大된 것이다. 이러한 문제는 에너지 사용과 밀접하며 환경오염 문제의 해결은 기술개발 문제와 併行하여 추구되어야 한다는 共感帶를 형성하고 있다.

따라서 범 世界的 공동 노력에는 국가별로 상이한 입장을 보이고 있으며, 대책의 완급 및

그 범위는 地球溫暖化 가설의 과학적 不確實性, 선진국의 역사적 책임론, 경제성장론, 희생 부담의 형평성 등의 논리와 조화를 이루어야 하기 때문에 현재 氣候變化協約에 反影시키고 있다.

앞으로의 에너지수요는 전세계 인구의 50% 이상을 차지하는 개도국에 의해 큰 영향을 받을 것이며, 과거 10년 동안 개도국의 에너지 수요 증가는 49%이었고 선진국은 14%에 불과하였다. 따라서 앞으로 2020년에 가서 연료에서 발생하는 溫室가스 배출량은 대부분 現 개도국에서 발생하리라는 전망이다. 따라서 21세기를 대비하는 입장에서 볼 때 持續可能한 기술개발이 이루어지도록 주변 환경을 개선해 나가야 한다.

### 3. 持續的인 에너지 技術 開發

持續可能한 개발의 일반적인 정의는 다음 世대의 필요를 충족시키기 위하여 그들의 능력을 약화시키지 않으면서 現세대의 필요를 충족하는 것으로 持續可能한 에너지 기술 개발은 중장기적으로 확실하고 효과적인 에너지의 공급과 사용을 위해 경제적인 기술 대안을 개발하는 것이다.

지속적인 에너지 기술개발은 첫째, 環境에 無害한 것이며 둘째, 산업화된 국가에서의 環境에 대한 악영향을 가능한 감소시키기 위해 합리적인 가격을 책정하여 市場 浸透를 원활하게 하거나 셋째, 점차로 증가하는 지구의 脆弱性에 의해 우리 모두에게 정해져 있는 한계 내에서 제3국가나 과도기에 있는 국가들의 경제를 유

지하는데 적용될 수 있고 공유할 수 있는 것이어야 한다는 大命題를 갖고 있는 것이다.

따라서 기술적인 관점에서 볼 때 앞서 주시해 본 에너지 현황과 관련하여 이에 대응하기 위한 선택적 전략은 다음의 원칙을 우선으로 한다.

- 예측 불가능한 미래 상황 변화에 대응할 수 있는 彈力性을 갖추고
- 현재의 우세한 정치적 견해만을 이유로 특정 기술을 배제하지 않으며
- 정부의 기술 강요보다는 실행 가능한 Option을 개방하고 다음 세대가 伸縮的으로 선택할 수 있는 것과
- 새로운 挑戰의 상황에 신속한 기술적 답변이 가능하며
- 제3世界國家들의 필요를 충족시킬 수 있는 것이 모든 사항을 고려해 볼 때 우리에게 적합한 기술 전략에 대하여 論議해보면 아래와 같다.
- 새로운 기술 도입에는 보통 長期的인 準備期間이 요구되며 현재 사용 중인 기술을 改善하여 새로운 기술의 開發과 導入에 필요한 시간적 여유가 있어야 한다.
- 제한된 자원을 낭비하지 않기 위하여 潛在性이 크고 신속한 개발이 가능한 기술에 노력을 집중해야 한다.
- 需要側은 물론 供給側도 고려에 포함되어야 한다.

선진국에서는 21세기를 준비하면서 새로운 환경에 대비한 전략을 구상하고 있다. 따라서 각국에서 추진하고 있는 持續可能한 기술개발에 대한 方向을 살펴보고자 한다.

독일의 경우, 持續可能한 기술개발을 위한 研究開發 전략은 科學基盤을 수립하고 체계적

으로 相關關係를 식별하면서 신기술을 개발하고자 하며 이를 위한 實踐 事項으로는 未來에 너지 소비를 가능한 最低化시키고, 예측 불가능한 미래 상황을 직면함에 있어서 독일의 에너지 제도의 彈力性을 손상시키지않고 溫室 가스 的 排出량을 줄여나가도록 方向을 잡고 있다.

영국의 경우, 持續可能한 기술개발이란 未來 에너지 確保에 있어서 확실하고 효과적인 에너지 공급과 사용을 위해 彈力的인 대안을 개발하는 것으로, 영국의 에너지 부문은 대체로 민간부문에서 주로 다루어지고 있고 이미 시장에 의해 최적의 자원 할당을 위해 움직이고 있으며, 정부의 역할은 상업적인 가치는 없어보이지만 앞으로 언젠가는 필요하게 될 기술을 時期 適切하고 충분히 개발하도록 하여 시장의 不完全性을 해결하자는데 있다.

프랑스의 경우, 持續可能한 시스템의 평가를 위하여 시나리오를 작성하였으며 이는 3단계로 구분하였다.

첫째, 自生的 변화의 범위를 정하는 것 둘째, 이러한 시나리오는 持續性을 가질 수가 있는지 셋째, 더 나은 에너지 발전 방향과 또한 선택시의 制約點 등에 있다. 이들에 의한 에너지 기술개발의 戰略的 優先順位는 환경적 제약, 에너지 수입의 流動性, 에너지 비용 제한의 필요, 에너지 有關 産業의 強化 등에 따라 선택하고 있다.

네델란드의 경우, 持續可能한 시스템에 대한 올바른 선택을 위하여, 가능하고 바람직한 미래의 에너지 상황으로부터 현재의 새로운 연구 필요에 까지 이르는 과정을 추적하는 방법 (SYRENE 프로그램)을 사용하고 있으며 이는 장기적 에너지 연구 개발의 優先順位 결정에

도움을 주고, 기술의 혼용(Technology Mix) 상태, 기반시설 및 확대한 에너지 시스템의 경제 등을 재검토하고 있다. 특히 研究開發 활동을 위해 고려되는 기술들은 技術/費用 측면에서 개선될 수 있고 환경문제를 완화할 수 있는 潛在力이 있어야 한다.

일본의 경우, 持續적인 개발은 목표 設定과 連繫한다. 에너지 수급의 目標은 어떤 법적인 拘束力을 갖도록 결정된 것이 아니라 에너지 및 환경정책의 결정과 계획에 공통적으로 기초의 역할을 할 것이다. 이들이 제시한 기본 제시안은 상대적으로 낮은 에너지 要求量과 環境汚染 低下에 대한 關心度의 집중을 나타낸 것이다.

위에서 지적한 여러 국가들의 주변 여건과 마찬가지로 우리의 에너지기술은 持續可能한 근본적 개발 방향 아래 연구 개발 프로그램의 실천 방안이 다음과 같이 요구된다.

- 未來를 위한 장기적 對應策으로 기존의 에너지 자원을 더욱 개발한다.
- 장기적으로 潛在力이 크고 이산화탄소의 排出이 없는 새로운 에너지원을 개발하며 현재까지 알려진 에너지원에는 신재생에너지, 증식형 원자로 및 핵 융합 등이 포함된다.
- 效率的인 에너지 轉換 및 에너지 節約을 위하여 신기술을 개발하거나 기존 기술을 더욱 발전시킨다.
- 에너지 시스템에서 放出되는, 기후에 영향을 주는 有害 가스를 계속 줄이기 위해 적절한 戰略 방법을 개발한다.
- 환경보존에 바람직하지 않은 해를 입히거나 바로잡을 수 없도록 氣候變化를 초래하지 않으면서 증가하는 세계 인구에게 에너지 공급을

보장하는데 도움을 제공한다.

#### 4. 에너지 技術의 開發 方向

세계적으로 볼 때 지난 20년간 우리들이 이루어왔던 에너지 戰略들이 성공을 거두었음에도 불구하고 경제의 모든 부문에서 아직도 에너지 節約의 可能性은 찾을 수 있다. 1980년대 후반부터 나타난 저유가 시대는 더욱더 소비 증가를 부추기고 있으며 에너지 效率性을 강조하기에 이르렀다. 이러한 점은 에너지기술 개발의 영역이 크다는 것을 입증한다.

광의의 의미로 보면, 환경보호와 에너지 절약을 위한 조처는 서로 상반되는 것이 아니라 대부분의 경우는 서로 강력한 시너지 효과를 내게 되는데 단 그 조건으로서 단기적으로 발생할 수 있는 다양한 문제에 대하여 연구 및 기술혁신을 집행하는 해결책을 추구해야 한다. 도시의 쓰레기, 일반적인 산업폐기물 및 농업 廢棄物의 상당 부문이 모두 국가 에너지 자원의 일부를 구성하고 있으며 지역 난방이나 발전에 재생 可能 資源과 함께 개발이 가능하다는 점이 강조되어야 한다.

산업부문에서의 에너지 절약은 産業 競爭力의 중요한 요인 중의 하나이며 이러한 경쟁력은 새로운 淸淨技術 및 비낭비성 기술의 개발과 보급에 달려있다. 그러나 이들이 많은 에너지 節約 可能량을 보유하고 있으나 현재의 에너지 시장에서 이들의 위치는 점점 약해지고 있기 때문에 이를 보장하기 위해서는 새로운 기술을 促進하고 다양한 대표적 기술을 최적화하며 이러한 기술들을 보급하기 위한 연구개발

프로그램의 지원이 적극적으로 제공되어야 하겠다. 또한 이러한 프로그램은 에너지 효율을 높이는데 중점(폐열회수기술, 산업용 냉동기술 등)을 두어야 한다.

지방의 환경문제 그리고 더 중요한 것은 세계 환경 문제에 대한 자극이 증가함에 따라 재생 가능 에너지 자원의 개발이 더욱 강조되고 있다. 특히 바이오매스의 경우에는 적절한 조치를 취하면 오염이 거의 없기 때문에 이러한 자원들은 온실효과의 측면에서 볼 때 세계 환경에 대한 有害度가 낮으며 화석이나 핵연료보다 정치적 기술적 논란의 범위가 거의 없다.

따라서, 앞으로의 국제 에너지 시장은 자원 개발에 의한 공급량 확대와 에너지원 生産, 轉換, 輸送, 利用, 廢棄物 處理 등의 전과정에 이르는 기술의 개발에 의해 좌우될 것이다. 이러한 급속한 환경 변화와 요구되는 기술개발의 당위성에 따라 앞으로의 에너지 기술개발의 방향은 OECD에서 지적한 바와 같이 아래와 같이 신재생 에너지기술, 화석 에너지기술, 에너지 효율기술 등에 집중적으로 개발해 나가야 할 것이다.

■ 新再生 에너지기술 : 앞으로의 에너지원 개발에 큰 영향을 줄 수 있는 분야로서 특히 태양광발전 및 바이오매스 활용기술에 많은 지원이 필요.

- 지금까지 개발된 기술의 조기 상용화를 위해 그러한 기술의 비용절감 가능성을 이용한다. 즉 대형 Demonstration 프로젝트나 다른 연구 개발 프로그램의 결과를 이전하는 것이다.

- 근본적으로 새로운 기술을 장려한다.(광기전 장치용 박막기술 혹은 신재료개발 또는 풍력발전소에 적용되는 신생산기술을 사용하여 현기

술의 제한된 가능성을 확대하고 그리하여 현재 제한되어 있는 기술 사용 기회를 확대)

- 장기 개발을 적극 추진한다 (바이오매스 부문의 일부 등 더 많은 에너지원을 개발하며, 재생가능 에너지원의 가능성을 최대한 이용하기 위하여 태양에너지와 결합하여 수소를 이차 에너지원으로 사용하는 등 새로운 공급 시스템을 개발한다.

■ 에너지 효율기술 : 지난 수년간 광범위한 연구 프로그램들을 진행한 결과 에너지의 효율적 전환과 사용을 위한 수없이 많은 기술이 개발되었다. 이러한 기술들을 현재 상업적으로 이용할 수 있다. 따라서 이들의 바람직한 發展方向은 아래와 같이 구분할 수 있다.

- 중요한 필수적인 기술들을 더욱 개발하여 費用이 적게 드는 에너지 절약 潛在性을 더욱 이용하고 그렇게 하여 신기술들이 더 쉽게 시장에 침투할 수 있게 한다.

- 이미 이용 가능한 기술 옵션에 대한 정보의 대규모 分配 體系 등 특수 상담 및 정보 시스템의 수립을 통해, 예를 들면 集團 에너지 供給 등과 같은 분야에서, 특히 장래성이 있는 연구 및 개발 결과를 적극적으로 이용함에 있어서 서로 協力한다.

- 다른 분야의 기본 연구를 통해 등장하는 신기술 및 새로운 기회를 적용하는 면과 관련된 문제 들을 解決한다.

이러한 사업들은 危險 負擔이 높고, 시장의 惠澤과 구조가 技術革新에 대한 독립적 해결책을 내놓기에는 불충분하지만 사용 가능성이 큰 중요한 분야를 위해 특별히 역점을 뒤야 한다. 산업부문은 꾸준한 연구 개발을 통하여 많은

의문점을 해소해 나가고 있다. 이는 정부 프로그램의 폭넓은 지원과 산업계의 적극적인 참여로 수행되고 있으나 일부의 포괄적인 주요 문제들은 보편적 중요도가 매우 크기 때문에 정부의 지원이 계속 요청되며, 특히 이러한 기술에는 분리 공정, 절단 및 건조 기술, Stirling 엔진, 열교환 공정 및 재료기술 등을 포함된다.

■ 化石에너지 기술 및 溫室가스 戰略 : 천연가스나 clean coal 및 석유 기술은 다가올 장기간에 에너지 공급의 주요한 역할을 감당해 갈 것이며 이들로 인하여 유발되는 오염을 감소시킬 수 있는 기술개발이 더욱 필요하다.

최근 주요 회의 및 심포지움 등에서 溫室가스 문제에 대처하기 위한 노력이 많았으며 이러한 노력을 분석하면 아래와 같은 미해결된 핵심적인 문제들을 안고 있다.

· 향후 10년 내지 20년간 溫室가스의 영향을 조사하는데 기여할 수 있는 핵심적인 기술은 무엇이고 그러한 것들에 대해 우리가 잘못 갖고 있는 개념은 무엇인지?

· 신뢰할만한 이산화탄소 減縮 戰略을 수립하는 것이 가능한지 또한 현실적 및 방법적 制約은 무엇인지?

· 계속 변화하는 정치적 환경 속에서 에너지 研究開發 계획들은 어느 정도나 필요에 대한 현실적 분석 및 타당한 수단에 기초를 두고 있는가?

그러므로 持續 可能한 발전을 위해 효율적이고 종합적인 에너지 기술 개발 전략을 도

출하기 위해서는 위의 문제들 그리고 다른 많은 질문에 대한 답을 요구할 것으로 思料된다.

과거에는 대형 化石燃料 研究開發 프로그램들을 통해 바로 사용할 수 있는 수없이 많은 기술이 탄생했었다. 이제 化石 연구 개발 프로그램의 주된 목표는 公害低減 기술을 개발하는 것이다. 각각의 프로그램은 연소과정, 고온 가스터빈, 및 현대적인 청정 化石 발전소 등을 포함하고 있다.

결론적으로 말하면, 앞으로의 新에너지 개발 기술은 지금까지 연구 개발이 實驗室 規模 중심으로 많이 이루어져 왔고 차세대 에너지를 대비한 代替에너지원의 개발이 부분적으로 이루어져 왔으나 점차로 에너지의 枯渴에 대비하여 전술한 바와 같이 持續可能한 에너지기술 개발 방향을 향하여 기술적 그리고 경제적으로 유익하도록 기술개발 投資 效果를 향상시켜 나가야 한다. ⇐

