



1. 서론

1970년대 두 차례에 걸친 석유파동을 겪으면서 에너지기술의 중요성과 국가안보적 가치가 인식되어 에너지기술개발을 위한 지속적인 지원과 연구기관의 설립 등 그 기반을 마련하는 계기가 되었다.

한국열관리시험연구소와 태양에너지연구소가 설립되어 전문 연구기관으로서 체계적인 에너지기술개발의 중심적 역할을 담당하였으나, 경제개발과 정치적 변화, 그리고 국제에너지 환경변화 등 내외여건에 따라 한국중합에너지연구소로 통합된 후 다시 한국동력자원연구소로 바뀌면서 에너지기술의 전문성과 공공성이 부각되었다.

따라서 1980년대에는 정부의 정책대응과 에너지기술개발이라는 국가 에너지 기반조성과 정부의 연구개발 수요에 부응하는 전문연구기관과제와 학계, 산업계의 파상적 연구가 에너지분야의 기술개발을 주도하였다.

1979년에 제정된 '에너지이용합리화법'이 여러 차례 개정되면서, 국가 에너지이용계획 및 기술개발의 근간이 되어 왔으며, 1987년에 국가적 필요성에 따라 '대체에너지기술개발촉진법'이 제정됨으로써 대체에너지기술개발사업이 1988년에 착수되었고, 1992년에는 에너지절약기술개발 사업도 시작되었다.

이와같이 에너지기술이 공공부문으로 전문화되어가는 추세에 따라 1991년 한국동력자원연구소가 다시 한국에너지기술연구소로 분리되어 에너지절약, 에너지환경 및 대체에너지기술개발을 수행하게 되었고, 전담관리기관도 '에너지자원기술개발지원센터'가 1989년부터 전문성을 가지고 국가적 수요에 부응하고 있다.

따라서 '국가에너지기술개발 10개년 계획'이 수립되기까지는 70년대, 80년대, 90년대를 거쳐 오면서 국제적, 국내적인 상황변화에 따라 에너지기

술개발사업이 계속 보완 강화되어야 한다는 추세와 지구환경문제와 미래에너지 문제에 있어서 에너지기술개발이 중요한 해결방안이라는 인식이 필연적으로 작용하였다고 하겠다.

에너지 부존자원이 절대적으로 부족한 우리에게 있어 자본과 기술을 복합적으로 투입하는 에너지정책만이 효과적인 대응수단이 될 뿐만 아니라 구조적으로 해외에 지나치게 의존하고 있는 에너지수급 구조를 근본적으로 개선하기 위해서는 기술개발을 통한 새로운 에너지공급 대안을 모색하는 것과 에너지이용의 효율화를 추구하는 것이 필수적이다.

에너지절약기술개발로 에너지 수요를 감축하고, 대체에너지기술개발로 에너지 자립도 제고와 미래에너지의 대안을 제시하며, 청정에너지기술개발로 환경보전과 기후변화에 대처해야 할 것이다. 그러나 에너지부문의 기술개발은 기술주기의 장기성으로 지속적인 기술개발 추진과 안정적 재원의 확보가 매우 중요하다.

또한 기술의 수혜자가 국가나 사회 전체이며, 공공성이 강하므로 정부의 주도적인 역할이 요구되는 대표적인 분야라고 할 수 있다.

2. 국가에너지기술개발 10개년 계획

에너지기술개발 10개년 계획은 2006년 기준 국내 최종 에너지사용량의 10% 절감을 목표로 하는 효율향상기술개발사업과 2006년 대체에너지 비중을 2%로 제고한다는 대체에너지기술개발사업 그리고 환경오염 배출물질(SOx, NOx, 분진, CO₂ 등)의 최소화를 위한 화석연료의 청정에너지기술개발사업으로 대별된다.

에너지이용 효율향상기술개발사업(열에너지 분야) 및 대체에너지기술개발사업 분야의 프로그램 중에서 국가기술개발계획에 따라 선정된 중점추

진 분야는 다음과 같다.)

- 대형직화식 2중효용 냉온수기 고효율화
- 대체냉매 적용 소형공냉화 기술개발

【 열에너지분야 중점추진분야 】

■ 고효율건조기

- 개발목표
 - 고효율건조시스템 개발 및 성능 평가 체계 확립
 - 국산 건조시스템의 효율향상(평균 30%)
 - 외국산 건조시스템의 국내개발 및 효율향상(평균 15%)
- 기술개요
 - 산업용 건조기 개발
 - 입자부양식, 열풍식, 회전식 등
 - 성능자료 Data Base 구축 및 평가시스템 개발

■ 공조시스템

- 개발목표
 - 건물에서 에너지소비량을 선진국 수준으로 달성(240Mcal/m²)
 - 요소기능 성능 향상
 - 시스템 설계기술 확보
- 기술개요
 - 공조시스템 설계 기술개발
 - 공조기기(급기/급수장치, 온습도 조절장치 등)기술과 자동제어시스템 개발
 - 공조시스템 성능평가 및 유지관리 기술개발

■ 에너지변환·축적시스템

- 개발목표
 - 중대형 흡수식 냉온수기의 고효율화
 - 소형 흡수식 시스템의 상품화를 위한 기술 확보
- 기술개요
 - 소형 흡수식 냉난방기 개발

■ 고효율 공업로

- 개발목표
 - 고효율 공업로 분야의 에너지효율 향상 및 보급 촉진
 - 연소로 분야의 가열로, 열처리로, 용해로 설비 국산화 및 효율향상(30%)
 - 전기로 분야의 고주파 유도로 효율향상(40%) 특수저항전기로 국산화
- 기술개요
 - 연소로 기술개발
 - 로체설계, 제어계측, 연소기기, 배열회수, 초고온 단열재료
 - 전기로 개발
 - 고주파 표면 열처리로, 대용량 고주파 용해로, 고온저항가열로

■ 보급형에너지 절약건물

- 개발목표
 - 건물에 적용 가능한 우수 요소기술의 개발, 평가, 보급을 통한 건물에서의 에너지 절약 기술 확보
 - 요소기술 평가 및 요람작성 등
- 기술개요
 - 건물에 적용 가능한 에너지절약기술의 평가 등을 통한 보급기반 구축
 - 우수요소기술의 시범적용을 통한 관련기술 보급 활성화

■ 소형열병합 발전기술

- 소형열병합 발전기술
 - 가스터빈, 가스엔진 등의 성능 향상
 - 폐열회수 보일러 등 폐열회수 기기의 성능 향상



- 열병합 시스템의 제어기술 향상
- 열전달 S/W 및 신소재 개발

○ 기술개요

- 폐열회수 보일러, 가스터빈 등 원동기 설계 및 제작
- 시스템 제어기술 개발
- 시스템 표준화 및 자동화

【 대체에너지 중점추진분야 】

■ 산업용 태양열 시스템 개발

태양열을 이용하여 중·고온 시스템(100~200℃, 200℃ 이상)을 개발, 건물의 냉·난방 온수급탕분야부터 산업공정분야와 발전까지 활용할 수 있는 다양한 시스템 개발

■ 태양광 발전시스템 이용 기술개발

햇빛을 받으면 전기가 발생하는 태양전지를 이용한 발전시스템의 각 용도별 최적설계 및 운영기술 개발

■ 석탄가스화 복합발전(IGCC) 실용화 기술개발

석탄을 가스화하여 정제후 가스터빈 연료로 사용하여 발전하고 그 배열을 이용하여 증기를 발생, 증기터빈을 구동하는 복합발전시스템 개발

■ 인산형 연료전지 발전시스템 개발

수소와 공기중의 산소를 이용 전기화학 반응에 의해 발전시키는 장치로서 현지설치형 및 분산배치형의 대규모 발전시스템 개발

■ 용융탄산염 연료전지 발전시스템 개발

전해질로 탄산염을 사용하여 고온에서(650℃) 작동하는 대용량복합발전시스템 개발

3. 에너지이용합리화 시책(1997)

1997년도 에너지이용합리화 시책을 보면 중앙부처의 실시계획과 시·도별 에너지이용합리화 실시계획, 그리고 유관기관인 에너지관리공단, 한국지역난방공사 에너지경제연구원, 한국에너지기술연구소 그리고 여성·사회단체의 에너지 이용합리화 실시계획이 각각 제시되어 있다.

더불어 공공부문 에너지절약 추진계획과 에너지이용합리화 사업지원제도를 안내하고 있으나, 전체적으로 여러가지 시책과 기술개발과의 연관성을 찾기가 힘들다.

그중 태양열이용과 건물에너지절약에 관련된 주요시책을 보면, 수요분야의 가정, 상업부문에 있어서 지역난방의 보급확대, 미활용에너지 및 폐기물의 연료화 추진, 에너지소비 효율제고 강화, 고효율 조명기기 보급확대, 주택의 에너지사용량 변동고지 및 절약운동 전개, 에너지다소비 건물 집중관리.

그리고 공공부문에 있어서 공공부문 에너지절약 추진지침 시행, 공공부문 에너지 성과배분 계약제도 도입, 공공기관의 에너지 관리진단 의무화 추진, 공공부문의 고효율 에너지기자재 사용권고제도 도입, 에너지절약형 공공시설 건설유도, 정부투자기관 경영평가시 에너지절약분야 적극 반영 등이 있고, 각 시·도별 에너지이용 합리화 실시계획이 별도로 수립·시행되고 있다.

4. 대체에너지 개발 및 이용보급 촉진법

1987년에 공포된 '대체에너지기술개발 촉진법'에 따라 지난 10여년 동안 연구기반구축 및 실용화 기술개발을 목표로 대체에너지기술개발 사업이 추진되어 왔으며 보급을 위한 금융지원 및 실증 시범사업도 단계별로 시행되어 왔다.

그러나, 1996년에 그간의 추진실적을 점검하고 향후 10년의 계획을 수립하고자 '대체에너지 기술 개발 기본계획 연구'가 수행되어 신·재생에너지 분야의 기본 실행계획이 제안되었으며, 1997년에는 기술개발과 이용 보급을 촉진하기 위하여 '대체에너지 개발 및 이용보급 촉진법'으로 개정, 제정되었다.

개정안에 따르면 대체에너지원의 다원화 뿐만 아니라 청정에너지활용 및 환경보전에의 기여도를 추가하여 대상범위를 확대하고, 대체에너지 사업에 관한 정부의 보호, 육성이라는 정책의지를 선언하였다.

또한 모든 기술개발사업을 이용·보급계획과 연계하여 효율성을 제고하고 사전협의 제도와 수호관리제도 그리고 시범사업과 국제협력사업을 추가·보완함으로써 실질적인 보급 효과를 거둘 수 있도록 보완하였다. 대체에너지 기술개발·사업·이용 등의 권고, 그리고 공공기관, 지방자치단체에서의 우선 시행, 권한 위임 등을 포함하고 있다.

따라서 향후에는 기술개발 주체와 이용·보급 등 사업시행 주체와의 긴밀한 협조가 예상되며, 2006년의 신·재생에너지 2% 대체목표 달성을 위한 구체적인 사업활성화를 기대할 수 있을 것이다.

6 건물에너지 절약기술 연구

건물에서의 에너지절약을 위한 방법으로는 ① 에너지요구량(energy requirement)을 감소시키는 건축적인 방법과 ②에너지 사용기기 및 시스템의 효율을 향상(efficiency improvement)시키는 설비적인 방법의 2가지가 있으며, 이러한 제요소로부터 개발·채용된 각 에너지절약 기법이 실제건물에 어떻게 영향을 미치는가에 대한 예측기술, 즉 건

물에너지 해석기술이 간접적인 에너지절약방법으로서 상당히 중요한 부분이다.

이를 기술분야별로 세분하여 요약하면 아래와 같이 분류된다.

- ① 단열기술
 - 단열시공, 개수, 표준화
 - 구조축열, 지중 건축기술
 - 창호 관련기술
- ② 냉난방 공조 및 급탕기술
 - 냉·난방 설비 및 공조시스템
 - 급탕, 배열회수, 축열시스템
 - fan, pump 관련 에너지 절약기술
- ③ 전기설비기술
 - 조명등 약전시스템
 - 가전기기
 - 건물내 수송수단 등
- ④ 실내 환경개선 기술
 - 침기, 환기, 실내 쾌적조건, 기상관계
 - 실내공기 오염방지 기술
- ⑤ 건물에너지 관리기술
 - 제어관리 시스템 및 자동화
 - 건물에너지 해석 및 전산도구
- ⑥ 재료개발
 - 부·자재의 성능 시험검사
 - 조립식 부품, 부·기자재 개발
- ⑦ 열병합발전
 - 지역 냉·난방
 - 열병합발전

우리나라는 1960년대 초반부터 시작하여 수차례 걸친 경제사회 발전 5개년계획의 성공적인 수행으로 국민소득의 향상과 생활환경의 질적 향상을 가져왔다. 또한 인구증가와 핵가족화 및 고도의 산업화에 따른 건축물의 수요증대 등으로 건물에너지 소비가 차지하는 비중이 증대되고 있어 건



물부문에 대한 적극적이고 체계적인 에너지절약 대책이 절실히 요구되어 왔다. 다시말해서 과거 수년동안 기계적인 냉난방, 환기, 조명계획의 발전은 건물에서의 다소비를 유발시켰다.

커다란 유리창을 통해서 실내로 사입되는 일사를 정면으로 받으면서 강제로 냉방한다거나 인공 조명에만 분별없이 의존해서 전기부하가 크게 되는 등, 많은 건축물이 에너지 절약과는 무관하게 지어져 왔다. 이러한 에너지 다소비는 에너지 문제에만 그치는 것이 아니라 공기오염 등으로 과밀도시의 환경악화에 크게 영향을 주고 있다는 것을 고려하지 않으면 안될 것이다.

특히 최근에는 전기·가스와 같은 고급에너지의 선호경향과 소득증대로 인한 냉방수요의 급격한 증가와 노사문제, 고임금 등으로 인한 각 분야에서의 자동화설비의 증가 등으로 인해 전력소비가 폭발적으로 증가하여 전력 예비율이 4~5% 정도밖에 되지 않는, 전력 수급상의 극도로 위험한 지경에 이르러 이에 대한 다방면에서의 대책마련이 절실한 지경이다.

현대의 건축에서는 경량화를 위한 구조적 요구, Prefab화를 위한 공업적 요구, 초기 투자경감을 위한 경제적 요구 또는 의장적인 면에서의 요구가 그 건축계획을 지배해왔다. 그러나 이러한 제요구에 에너지 절약이라는 요소를 넣어서 건축계획을 진행하면서 위의 제요구에 제약과 조절을 적당히 가미함으로써 이른바 에너지 절약형 건물을 건축할 수 있을 것이다.

다행히 1차에너지 파동 이후 건축물에서의 에너지 절약의 필요성을 인식하게 되어 주요 대학을 포함하여 관련 연구기관에서 활발하게 동 분야의 연구를 수행해왔으나 연구비, 시설, 인력 등의 부족으로 제기능을 다하는데 어려움이 많았다. 특히 현 한국에너지기술연구소의 전신인 한국열관리시험연구소가 설립(1977년)되고, 정부와 출연연구소가 주도적으로 체계적이고 능동적인 연구개발을

수행하면서 건물에너지 절약기술의 수준이 크게 향상되고 건물에너지 절약에 대한 중요성이 국민들에게 크게 계몽되었다고 볼 수 있다.

이러한 환경변화 과정을 주요 사안별로 정리, 요약하면 다음과 같다.

- ① 초기단계(1차 석유위기 전후) : 단기적인 처방으로 절약효과 및 전시효과 제고
 - 건축 구조물의 단열강화
 - 환경수준의 하향 조정
 - 정부조직내 동력자원부 신설
- ② 80년대 초반 : 선진기술의 도입, 소화, 개량으로 다소간의 기술적 저력 배양
 - Energy Conscious Building Design
 - 설비기기 및 시스템의 효율 제고
 - 건물에너지 해석 프로그램 개발
- ③ 80년대 중반 : 국민생활수준 향상과 국제원유가 인하로 경쟁적 과소비 및 국민적 절약 의식 해이
 - 에너지소비 원단위의 하향 추세
 - 고급연료의 선호경향으로 수입에너지 소비 증가
 - 산·학·연의 지속적 연구개발은 진행
- ④ 80년대 후반 : 장기연구 개발계획, 실용화 계획 수립 및 목표지향적 기술개발 추진
 - 대체에너지 기술개발 사업(동자부)
 - 국가주도 대형 국책연구사업(과기처)
- ⑤ 90년대 초반 : '폐탄사태'로 에너지 위기의 식 고조 및 이에 따른 장기계획 보완, 단기적 처방 재가동
 - 사태의 진전에 따른 단계별 에너지절약 대책 발표
 - 장기 에너지절약기술 개발 추진
- ⑥ 90년대 중반 : 국민소득 증대와 유가안정으로 인한 국가적 에너지 위상의 하락과 새로운 환경정책의 등장

- 전력소비에서의 침두부하 급상승
- 정부조직내 동력자원부가 상공자원부, 통상 산업부로의 흡수 통합에 따른 국가적 에너지의식 둔화
- 환경기술을 포함한 에너지기술개발 10개년 계획 수립
- 환경청이 환경부로 격상되어 위상·기승 제고
- 환경기술이 중요시되는 에너지기술개발의 필요성이 강조되고 DSM에 관심이 증대
- ⑦ 90년대 후반 이후 : 자원 재활용을 포함한 환경기술이 더욱 중요시되는 에너지기술의 개발과 실용화를 위한 시스템 기술 및 종합화 기술 개발의 활성화
- 지구환경보전을 위한 그린빌딩기술의 중요성 부상
- 에너지절약 및 건축폐기물 저감을 위한 기존건물의 개수의 중요성 부상으로 건물에너지관리기술의 연구·개발 활성화
- 지구온난화가스(CO₂) 저감을 위한 에너지절약기술의 중요성 재인식 및 기술개발 강화

기술개발전략의 효율적 운용

태양열이용과 건물에너지 절약기술은 건물의 개념설계부터 빌딩커미셔닝까지 전 건물 설계시공 및 사후관리 과정을 통하여 효율적으로 적용되어야 하며, 건물에너지절약의 극대화를 위하여 자연형, 설비형 등 태양열이용 기술과 함께 복합적으로 적용되었을 때 최대 효율화를 기할 수 있다.

미국 에너지성(DOE)의 에너지절약 및 신·재생에너지 프로그램을 보면 건물, 공공에너지관리, 산업, 수송 그리고 발전기술분야로 분류하고, 건물

분야는 신주택기술과 에너지절약, 신·재생에너지 그리고 환경오염조감 기술 등을 포함한다. 특히, 건물에 있어서의 에너지절약 및 신·재생에너지 평가 소프트웨어 개발은 중요한 프로그램으로 추진된다. 공공에너지 관리도 공공건물의 에너지 사용절감과 운용계획, 그리닝(Greening) 적용, 그리고 에너지절약 기자재의 공용 우선 구매 등 건물 에너지 수요를 매우 중요한 에너지 사용분야로 보고 여러분야의 프로그램과 연계되어 있다.

따라서 기술개발과 상용화, 이용보급사업, 그리고 실증시범사업 등이 같은 분야의 전문성을 중심으로 상호 보완적으로 수행된다.

1997년부터 에너지절약, 대체·청정에너지 기술 개발 사업에서 중점기술개발 사업은 사업단을 구성하고, 일반 추진분야는 연구회를 구성, 운용하고 있다.

사업단의 기능은 중점분야의 중·장기 기술개발 추진전략 수립, 중점분야의 연도별 추진 실적 보고서 작성, 공모대상 세부과제 발굴 및 수행결과 자체 평가, 연 4회 이상 회의 및 세미나 개최 등이며, 연구회의 기능은 대상분야의 각종 기술분석에 의한 과제 도출, 연 3회 이상 주제 발표, 연도별 연구활동 결과보고, 대상기술과 관련한 학술활동 및 전문가 교류 등이다.

기술개발 하부구조 확충사업을 위한 학술진흥사업, 국내 협력사업 등도 병행 추진함으로써 유관기관과의 업무분장을 명확히 하고 협력관계를 유지하면서 중복 투자를 방지하고 전문가들간에 종적·횡적 교류를 확대하도록 운용하고 있다.

그러나 사업단과 연구회 등 추진분야의 획일적 구성에 따른 문제점도 지적되고 있으며 유사분야의 통합운용, 관련전문가 그룹의 다양한 참여 유도 등 향후 개선방안을 적극 수용해야 할 것이다.

결론



국가 에너지기술개발 계획의 대체에너지와 에너지절약기술개발 계획에 따르면 태양열이용 기술은 산업용 태양열시스템 개발과 건물태양열 복합이용기술, 그리고 건물에너지절약기술은 건물외피단열구조시스템, 고효율공조시스템, 건물자동화시스템, 보급형에너지절약건물 등과 건물에너지성능기준 등으로 구분된다.

그 가운데 산업용 태양열시스템 개발, 고효율공조시스템, 보급형에너지절약건물은 중점 연구개발 분야로 선정되어 사업단을 운용중이며, 연구개발 전문인력 및 관리기관간에 긴밀한 토론과정을 거쳐 기술개발 계획이 추진되고 있다.

그 밖의 분야로 연구회가 구성되어 활발한 토의와 협력관계를 구축하고 있다. 그러나 기술개발뿐만 아니라 실용화시책 및 이용보급 확대 등 보다 광범위한 공공정책 부문에까지 다양한 활동이 기대된다.

태양열 이용 및 건물에너지 기술에 관한 제반환경 변화와 동 부문의 기술이 가지는 특징과 연계시켜 종합적으로 살펴볼 때 이 부문의 기술개발의 특성과 중요성을 아래와 같이 요약·정리할 수 있다.

첫째, 우리나라 건물부문의 에너지 사용량은 국내 총 에너지사용량의 30% 정도되며, 최근 건물 부문에서 고급연료의 선호경향과 수입에너지 소비가 증가하는 우리나라 실정을 고려할 때 건물 에너지절약과 태양열이용 기술은 국가 필수개발 기술의 하나이다.

둘째, 건물은 설계자와 소유자의 취향에 따라 형태와 성능을 달리하고 소유자와 사용자가 다르기도 하여 최소 초기투자과 최소 유지관리비라는 서로 궤를 달리하는 면에서 입장의 차이가 있는 특징이 있으며, 건물의 수명이 타산업 제품에 비해 길어서 개발된 기술이 장기간 계획 활용되는 등의 기술의 회임기간이 긴 기술로서 개발된 기술의 적용도 점진적이기 때문에 충분한 연구기간

및 시험적용 기간이 필요하며, 태양열이용기술 또한 당장의 경제적 효과보다는 미래의 에너지대체 효과를 기대하므로 정부의 선도적 역할이 요구되는 공공기술이다.

셋째, 80년대 중반이후 급속한 국가경제 성장으로 인한 국민소득증가는 생활환경의 질적 향상을 가져왔고, 인구증가와 핵가족화 및 고도의 산업화에 따른 건축물의 수요증대와 아울러 기계적인 냉·난방, 환기, 조명계획의 발전은 에너지 다소비를 유발시켰으며, 이러한 에너지 다소비는 에너지 문제에만 그치는 것이 아니라 공기오염 등으로 과밀도시의 환경악화에 크게 영향을 주고 있으므로 건물부문의 에너지 절약 및 태양열이용 기술 개발로 다양하고 복합적인 미래에너지 문제에 대응하는 효과적 전략을 수립해야 한다.

특히, 환경문제는 스톡홀름에서 1972년에 개최된 '유엔 인간 환경회의'를 시발로 하여 1992년 브라질 리우데자네이루에서 개최된 '지구 환경회의'에서는 '환경과 개발에 관한 리우선언'과 이 선언의 실천 및 행동지침은 '의제(Agenda) 21'을 채택하였다. 이후 '지속 가능한 개발(Sustainable Development)'은 우리의 후손을 포함해 지구상의 전 인류의 평화를 실현하기 위한 규범처럼 되었다.

환경문제가 워낙 많이 거론되다 보니 식생활만도 하지만 오직 하나뿐인 지구환경을 보전하자는 명제는 슬로건 정도가 아니라 무조건적 실천만이 요청될만큼 시급한 문제로 대두되어 있다.

이러한 에너지와 환경문제를 동시에 해결할 수 있는 건축분야의 21세기 대안으로서 그린빌딩(Green Building)이 거론되고 있는데 이를 해결하기 위한 연구·개발은 에너지절약기술과 에너지·환경기술 및 대체에너지기술의 연구·개발과 연계하여 추진되어야 할 것이다.