

21세기를 대비한 전략적 에너지 연구개발

한국과학기술원산업경영학과
안 현 수

1. 서론

지구온난화문제 등과 같은 환경문제의 대두, 고도 경제성장에 따른 에너지 수요의 급격한 증가, 전세계 에너지 부존자원제약의 가시화등으로 인해 21세기의 신에너지원의 개발과 고효율의 에너지기술개발에 대한 관심이 그 어느때 보다 높은 상태에 있다. 그러나 막대한 투자비를 요구하는 에너지 연구개발의 추진이 21세기 전체적 국가 에너지 시스템의 전략적 목표아래 체계적이고 일관성있게 추진되지 않으면 그 결과의 장기적 영향은 막대할 것으로 예상된다.

본 논문은 전략적 에너지 연구개발 체계의 확립을 위한 에너지시스템의 전략적 목표수립 및 각 에너지 연구개발 부문의 전략적 에너지 R&D평가들의 제시등을 목적으로 한다. 또한 에너지 R&D의 전략적 평가들의 사용사례로써 최근 고효율, 청정 석탄이용기술로 각광받고 있는 석탄가스화 복합발전시스템 기술의 실제 전략적 평가들을 소개하고자 한다.

2. 21세기 에너지 시스템의 기본구조

에너지시스템의 변화를 언급함에 있어 에너지 시스템을 둘러싼 에너지 수요부문의 변화와 공급 및 기술관련 변화의 파악이 필수적이다. 수요부문의 변화는 에너지수요의 증대 및 고급화와 에너지 GNP탄성치 증가등이 한국적 상황에서 중요하게 지적된다. 그리고 에너지 공급 및 기술관련 변화

의 근원으로는 국내외 환경문제의 대두와 부존자원제약의 가시화 등 2가지로 정리할 수 있다.

3. 국가 에너지 R&D전략

에너지 연구개발의 특징

에너지 연구개발의 특징은 먼저, 기술적 특성으로 요소기술보다는 복합적인 시스템 기술적 성격을 가지고 있으며, 연구개발기간이 길고 불확실성이 높다. 그리고 타분야 기술의 파급효과가 크다. 두번째는 경제적특성으로 투자규모가 방대하며 시장실패의 가능성이 크다는 점을 특성으로 지적할 수 있다.

세번째, 정책적특성으로 공공성이 매우 크다는 점에서 국가기간산업의 성격을 가진다고 할 수 있다. 마지막으로 환경적 특성으로 연구개발 결과 이용이 환경오염의 원인을 제공한다는 점과 환경오염의 결과가 단일국가 아닌 지구규모의 환경문제로 이어진다는 점을 특징으로 지적할 수 있다.

에너지 R&D 국가전략의 기본목표

전략목표의 설정에 앞서 대상기간을 2000년까지의 단기, 2010년까지의 중기, 2030년까지의 장기로 구분하기로 한다. 2000년까지 단기적으로 21세기 초반이후 OPEC의 석유수출능력 감소 등 석유공급 불안정 가능성에 대비하고 단기간에 에너지수급체계내에 진입할 수 있는 기술들을 주 대상으로 연구개발을 추진하는 것이 바람직할 것이다.

각 목표 기간별 에너지 기술개발여건 및 전략목

표를 정리하며 [그림 1]과 같다. 기술개발구분상 화살표의 출발점이 현재로 일치하는 것은 각 기간의 전략목표의 실현을 위해 전체 기술개발의 시작점은 현재가 되어야 함을 의미한다. 이와같은 국가 에너지 R&D 전략목표하에서 원자력, 전력, 석탄, 가스, 석유, 신재생, 에너지 정책 등 각 부문별 연구개발 목표를 세분화하면 [그림 2]와 같다.

에너지 R&D의 전략적 평가기준 및 평가를

본 연구에서는 에너지 R&D평가기준의 궁극적 역할을 “개발대상 시스템이 국가 에너지 시스템 전체에 어느정도의 기여를 할 수 있는가”로 설정하고 크게 연구개발 체계상의 기준으로써 미래의 에너지 수급에 기여하는 정도인 수급공헌도, 개발 후 목표시장에서의 수요가능성을 감안한 경제적 가능성과 기타 환경 및 여건분석에 의한 기준들인 연구개발의 성공가능성으로서의 기술획득 가능성, 기술적/경제적/사회문화적 파급효과 그리고 환경

의 영향 및 입지상의 제반 제약정도의 다섯가지 기준으로 설정하였다. 각각의 기준에 대해 간략히 정리하면 다음과 같다.

	현재	2000년	2010년	2030년
주요 여건		OPEC수출 능력감소	CO ₂ 규제 현실화	원유 고갈 우라늄 고갈
선진국 상황		신기술의 부분적 현실화	신기술의 보급확대	미래기술의 실현
문제점		석유공급 감소	화석연료제한	기준연료고갈
기술 개발 구분		→		
전략 목표		석유공급 불안정예의 대비	국제환경 규제대비 (이산화탄소)	신에너지의 확보

[그림 1] 기간별 에너지 기술개발 여건 및 전략

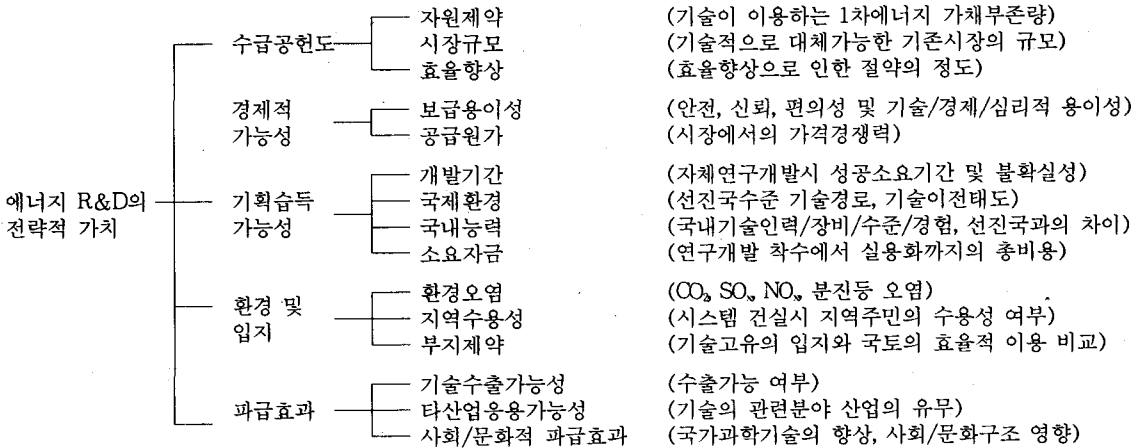
	단 기	중 기	장 기
종합전략목표	석유공급불안예의 대비	국제환경규제예의 대비	신에너지원의 확보
부문별 목표			
원자력	안전성 확보 및 입지절약형 기술확립		우라늄 이용을 제고
전 력	경제성 있는 효율 향상기술 보급	유연탄발전효율제고 전력중심의 수요체제 확보	
석 탄		이산화탄소 저감을 위한 효율향상	
가 스	석유대체이용체계		
석 유	수요 고급화 대비	석유의 고부가가치화	
신재생	기술의 가치평가	수출산업화 전략의 모색	
산업절약	상용화 기술보급	선진국기술의 탐색 및 평가	
건물절약	기존건물 효율제고	신 건물 시스템 도입	
수송절약	탈석유화 방안 강구	탈 확정에너지	
정책 및 전반	지속적인 전략의 재검토 전반적인 선진국기술의 탐색		

[그림 2] 부문별 기술개발 전략목표

수급공헌도 기준은 대상 에너지기술이 개발되어 보급되었을 때, 에너지 수급에 공헌할 수 있는 잠재력의 총량가치를 말하며, 이는 공급측면의 요인인 에너지부존자원제약과 수요측면의 대체가능 시장규모, 그리고 에너지 수급체계 전반에 걸친 에너지 효율향상에의 기여도 등에 의해서 결정된다고 할 수 있다.

경제적 가능성 기준은 대상 시스템이 개발되어

보급되었을때, 목표로 하는 시장에서 실제로 수급에 기여할 수 있는가를 평가하는 것임에 비해, 경제적 가능성은 보급용이성과 공급원가등의 실제 수급에 영향을 미치는 요소들을 반영한 것이다. 기술획득 가능성은 국내에서 뿐만 아니라 외부기술획득도 포함하여 해당기술의 확보가 얼마나 용이한가 혹은 성공의 확률이 얼마나 되는가를 의미한다.



[그림 3] 에너지 R&D의 전략적 평가기준과 평가틀¹⁾

기술이 개발되었을 때 기대되는 파급효과는 그 영향이 광범위하고 파급분야도 다양하여 정확하게 정의하기가 어렵다. 본 연구에서 정의된 파급효과는 해당기술이 개발되었을때 기대되는 경제, 사회, 문화적인 파급효과로 크게 기술수출 가능성, 타산업응용 가능성, 그리고 사회문화적 파급효과등 3가지에 한정하여 구분할 수 있다. 이와같이 설정된 국가 에너지 R&D평가를 위한 주요 기준들을 계층적으로 구조화하여 살펴보면 다음 [그림 3]과 같다. 그리고 이러한 기술평가들에 의한 실제 전략적 기술평가의 구체적 방법론은 다기준/다수의

사 결정자에 의한 의사결정 이론에 근거하여 실행된다.

4. 전략적 평가들의 적용 : 석탄가스화 복합발전기술²⁾

평가기준 및 평가틀

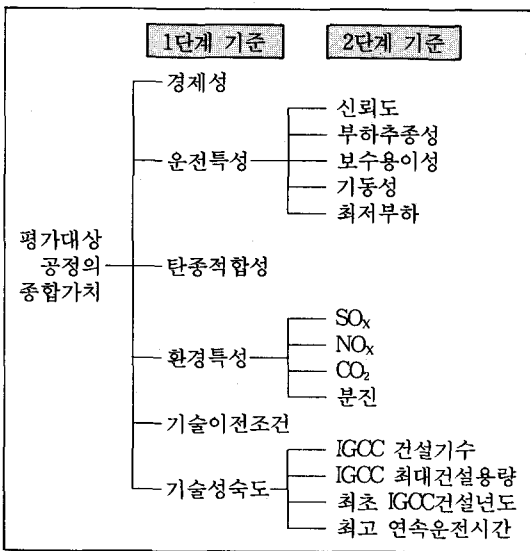
본 절에서는 3절에서의 전략적 가치평가틀을 보다 세분화하여 IGCC기술특성에 적용시키기로 한

1) 한국과학기술원 "에너지/자원 연구개발 현황분석과 추진전략에 관한 연구" 1992

2) 한국과학기술원 "IGCC최적공정평가방법 개발"1994

다. 가능한 여러가지 IGCC공정중 경제성, 기술이전 조건, 발전소 건설시 운전특성, 환경영향, 연료의 적합성, 국내 기술성숙도등의 기준을 중심으로 엔지니어링 측면에서의 공정기술 평가에 앞서 에너지전략 차원의 부합성 측면에서 평가하였다.

본 평가를 위한 평가기준 및 평가들의 구조는 (그림 4)와 같다.



(그림 4) IGCC공정평가틀

설문조사 및 평가계수의 산출

실제 기술평가시 상기한 여러가지 기준들의 중

(표 1) 설문종류 및 설문대상 전문가

설문	설문대상자	비고
1단계 기준간 중요도 설문	기술정책 전문가	정부/한전/대학/연구소
경제성평가 기준틀 설정 설문	한전전력경제전문가	경영정보처/기획관리처/전원계획처/기술기획처
기술이전 요구기술 설문	국내 IGCC전문가	
운전특성 하부기준간 중요도 설문	발전소 운전 전문가	보령,삼천포화력발전소등 8개 화력발전소
환경특성 하부기준간 중요도 설문	국내 환경 전문가	환경처/환경연구원/대학/환경기술개발원
주요 요소기술간 중요도 설문	선진국 IGCC전문가	미국/일본/독일/네덜란드
기술성숙 하부기준간 중요도 설문	한국전력기술연구원	한전기술연구원/한전기술주식회사

합가치에 대한 중요도가 서로 다를 수 있다. 각 단계별 기준들의 상대적 중요성등 평가들의 계수 설정을 위해 총 7가지 설문을 311명의 설문대상자들을 대상으로 실시하였다. 설문은 AHP기법에 근거하여 작성되었으며, 총 응답률은 64%였다.

각 단계별/설문별 설문대상 전문가집단은 (표 1)과 같다.

평가시산 및 민감도 분석

현 시점이 실제 공정도입을 위한 평가가 이루어지는 단계가 아니므로 실제와 근사한 가상 기술 시나리오를 구성하여 모의평가를 실시하였으며, 평가결과의 안정성을 검증하기 위해 시나리오에 의한 공정자료 변화 및 설문에 의해 산출된 평가틀 계수의 변화에 대한 평가결과의 민감도를 분석하였다. 분석결과 본 연구에서의 평가틀이 매우 안정적인 평가결과를 제공함을 보였다.

이러한 평가결과의 안정성이 평가결과의 객관적 정확성을 의미하지는 않으며, 전문가들의 의견 집약에 의한 평가결과가 안정적인 결과를 보여 평가결과의 유용성이 높음을 의미하는 것이다. 이와같은 전략적 차원의 기술평가는 특정기술의 공학적 측면에서의 평가이전에 의사결정자의 목표에 부합하는 기술의 방향을 제시하는 것이다. ㉔