

CDRS 개발기술평가에 있어서 어려운점과 극복방안*

박정규**, 최미희***, 허은녕****

Suggestions to solve the difficulties of CDRS assessment*

Jeong Kyu Park**, Mi Hee Choi***, Eunnyeong Heo****

1. 들어가기

지구 온난화로 인한 지구시스템 변화의 불확실성을 최소화하기 위한 방편으로 세계는 기후변화협약 등 다양한 자구책 마련에 급급하다. 기후변화협약에서는 대기 중 온실가스 농도 안정화를 목적으로 선진국의 역사적 책임에 따른 선도적 역할, 개도국의 특별한 사정존중, 지속가능한 성장보장 등을 원칙으로 규정하고 산업선진국에는 이산화탄소 저감의무가 주어졌으며, 개도국 중 특히 한국이나 멕시코와 같이 경제발전이 어느 정도 이루어졌고 이미 OECD에 가입한 나라들에 대해서는 이러한 압력이 보다 가시화 될 것으로 보인다. 이에 따라 우리나라는 기후변화협약 관련 선진국 의무에 상응하는 부담에서는 벗어났다고 하더라도 자발적인 온실가스저감 노력을 대내외에 천명해야 할 당위성이 커지고 있다.

이러한 현실적 여건을 고려하여, 과학기술부에서는 21c 프론티어 사업의 일환으로 “핵심 원천기술 개발을 통하여 기후변화협약에 적극 대처하고 대외적 경쟁력을 향상시키기 위해” 이산화탄소 저감처리 기술개발(CDRS) 관련 연구를 수행 중이다. 이산화탄소 발생을 억제하는 기술과 발생된 이산화탄소를 저비용으로 처리하는 혁신 기술개발을 통한 기후변화협약 대응기술을 확보하고, 철강, 석유화학, 시멘트, 발전 등 관련 CDRS 관련 기술을 개발하여 의무감축시 경제적 부담을 최소화하기 위함이다.1)

본 연구에서는 이와 같은 CDRS를 통한 개발기술이 정책적 목적인 “개발기술을 상용화” 함에 있어서 중시해야 할 점을 사업수행 초기에 파악하고자 한다. 이를 통하여 정책 수행상의 난제를 확인하고 추후 수행 방향을 제시할 수 있을 것이다. “개발기술의 상용화”라는 목표 달성 여부는 개발기술이 갖는 가치가 얼마나 큰 것인지 평가를 통하여 간접적으로 평가 가능할 것이라는 전제 하에, 개발기술의 가치평가분석틀을 통하여 상용화 관련해 중시해야 할 점을 파악하기로 한다. 우선, 개발기술평가 분석틀 중 상용화의 의미, 둘째 CDRS 개발기술자들이 느끼는 상용화에 있어서의 어려운 점 파악, 셋째 CDRS 관련 개발기술의 상용화에 있어서 어려운 점을 완화시키기 위해 고려할 사항은 무엇이며 이를 해결하기 위한 정책적 지원에 어떠한 것이 필요한 지 모색하고자 한다.

2. 개발기술평가 기본 분석틀

전통적인 개발기술평가는 1990년대 이후 본격화 된 바 있다(설성수(2000a)). 동 평가에는

* 본 연구는 과학기술부 지원 21C 프론티어 연구 개발 사업 이산화탄소 저감 및 처리기술 개발 사업(CDRS)의 연구 일환으로 진행되었습니다.

** 서울대학교 공과대학 지구환경시스템공학부 석사과정

*** 서울대학교 공과대학 지구환경시스템공학부 BK21 Post-Doc.

****서울대학교 공과대학 지구환경시스템공학부 조교수

1) 2003년 CDRS(Carbon dioxide reduction and sequestration R&D) 사업목표

민간기술 그 자체만이 아니라 기업활동과 연계를 평가 대상으로 한다. 기술가치의 원천이나 지표는 기술요인, 사업요인, 경제요인, 평가요인이 주된 것이다(설성수(2000b); 한국기술거래소(2002); 박종오(1999))2). 선행연구에서의 기술가치평가 지표는 개발기술이 지닌 기술성과 더불어 시장내에서의 수익성, 제품화 가능성 등을 주된 평가 대상으로 함을 알 수 있다. 당해 기술의 “상용화”가능성을 기술가치의 핵심요소로 보고 있다.

최근 연구에서 그런데 이와 같은 기술가치평가 방식은 지속가능한 발전지표에 비추어 볼 때, 지속가능성의 일부만을 반영하고 있다는 지적을 받고 있다(최미희 외2, 2003). 지속가능성을 고려하기 위해서는 환경 측면, 사회 측면 및 경제 측면에 대한 고른 평가가 필요하며 객관적 평가결과를 보증받기 위해서는 학제간 통합을 요한다는 것이다. 이러한 필요성은 설성수·이중현(1999)이 3000명이 넘는 표본을 통한 우리나라 지원사업의 ‘학제간 연구의 필요성’관련 조사에서도 확인된 바 있다.

지속가능발전과 기술가치평가지표간의 관계는 다음 [표1]와 같이 정리할 수 있다.

[표1] 지속가능한 발전 지표와 기술평가 지표의 관계

지속가능한 발전지표	지속가능성을 고려한 기술평가지표	세부 기술평가지표	
생태적 지탱가능성	환경성, 기술성	생태, 환경요인	
		기술의 혁신성 (기술 자체 속성)	기술의 우수성, 신뢰도, 수명주기, 전용성 개발자의 신뢰도, 사업화 가능성
		기술의 환경성 (다른 기술과 관계)	기술인프라, 기술간 경쟁과 보완, 기술표준, 기술적 파급효과
사회적 형평성과 문화적 정체성	사회성, 문화성	*	
경제적 효율성	경제성	시장환경요인 (시장외적 문제)	경제요인(경기변동, 해외시장 충격)
		상품/산업특성 (공급자 특성)	용용가능 상품/산업 식별과 특성
		시장특성 (수요측 요인)	진출가능 상품시장 식별 및 특성 수요특성 시장간섭요소
		경쟁특성	시장장벽, 경쟁 형태 대체 및 보완재, 잠재적 경쟁, 경쟁우위 요인
제도적 뒷받침	제도적 지원 측면	용용가능 상품/산업에서의 제도적 지원 정치, 사회, 문화적 요인	

출처 : 최미희 외(2003) 및 한국기술거래소(2002) 수정 보완

* 사회성과 문화성은 추후 연구과제로 남김.

2) 박종오는 개별기술권리측면, 개별기술경제적 측면, 개별기술 환경적 측면을 든다. 우리나라 각 기술가치평가기관에서는 기술성, 시장성, 전략성, 사업성 기업요인, 수익성 경영요인 등의 항목에 기초해 기술가치평가를 수행하고 있다.

3. 개발기술평가에 있어서 난제 : CDRS를 사례로

3.1 기술개발자가 중시하는 요인

CDRS 관련기술은 크게 4가지 부문으로 나눈다. 고온순산소연소기술, 반응분리동시공정 기술, 이산화탄소 회수처리기술, 및 미활용에너지 이용기술³⁾이 그것이며 아래 [표2]와 같다.

[표2] CDRS 기술분류

기술분류	세부기술분류	주된 연구목표
고온순산소 연소기술	저가산소제조기술, 연소기설계 지능형가열시스템기술 저가산소제조, 고온재료기술	지능형 연소 시스템 개발
반응분리 동시공정 기술	부분산화, 탈수소화, 탈수 NCC, 신반응/신분리기술	에너지 절약 단위기술개발, 반응조건 개선
미활용 에너지 이용기술	열원대응고성능 열교환기 열저장 및 고밀도 열수송	미활용에너지 이용, 열회수용 열펌프 개발
이산화탄소 회수·처리 기술	고부가제품화, 고순도정제기술 심해수 및 해저퇴적층 저장 분리용 막소재개발	물리화학적 분리, 대규모 저장, 생물학적처리, 화학적처리

위 4개 기술분야 기술개발자가 개발기술평가 중 “기술의 상용화” 관련하여 가장 어려운 점을 무엇이라고 생각하는지에 관하여 면접조사를 통하여 확인하여 보았다. CDRS 사업에 참여하는 총괄 과제 33개의 담당자, 혹은 실무자와 심층면접을 통하여 개별과제 수행 시 상용화에 대한 난제에 대해 중복 기재를 허용하고 설문을 수행하여 데이터를 구축하였다. 33개 과제 중 5개의 과제에서는 의견이 없었으며 나머지 과제에서는 여러 가지 난제를 표하였다. 조사방법은 개방형질문을 채택하여 개발기술 상용화와 관련해 기술개발자들이 중시하는 요인과 당해 요인에서 느끼는 어려움이 무엇인지 제약없이 조사하는 방법을 택하였다.

기술개발자들은 각 과제에서 가장 어렵다고 느끼는 요인을 아래와 같이 9개의 분류, 즉 기술(기술연계), 재료, 신뢰(인지)도, 실험관련, 경제성, 연구인력, 연구기간, 연구비, 원천기술, 실험 관련으로 분류 의사표명 하였다. 이 같은 난제 요인들은 [표1] 지속가능한 발전 지표와 기술평가평가지표와 연관시켜 해석하면 아래 표 [표3]과 같이 정리할 수 있다. 기술개발자가 상용화에 필요하다고 보는 요인으로는 경제성을 뒷받침하기 위한 기술성과 더불어 정책적 지원을 중시하고 있음을 확인할 수 있다. 즉, 기술개발자들이 본 “개발기술의 상용

- 3) 각 분야에서 개발기술의 형태는 다양하다. 첫째, 고온순산소연소 분야는 가열설비의 소형화, 저가 산소제조기술, 에너지 절약형 초정정 가열기술을 개발하는 것으로, 가열설비 고온화를 통한 연소의 효율화로 생산성 향상과 에너지소비 절감이 그 주된 목적으로 부수적인 기술들 또한 필요하다. 둘째, 반응분리 동시공정은 차세대 반응분리 동시공정 기술의 확보, 분리소재 및 촉매 제조 기술 확보, 화학공정 단순화, 청정화기술로, 반응과 분리를 하나의 공정으로 통합하여 기초 원료의 제조 신공정의 에너지 소비를 절감하는 기술이다. 셋째, 미활용에너지 분야는 고효율 폐열회수 및 열수송 기술확보, 하이브리드 열이용 시스템 개발기술과 광역 에너지 네트워크 핵심기술 확보로 인해 기존 냉·난방부하를 대체하는 기술이다. 넷째, 이산화탄소 회수·처리 분야의 경우 저비용, 고효율, 혁신적 기술이며 우량규준, 의료·의약품진단 시약, DME, HC 등의 제품으로 상용화가 가능하며 또한 해당산업의 활성화에 기여하는 것이 이산화탄소 회수·처리 분야의 기술 특성이라 할 수 있다.

화"란 경제성, 기술성, 그리고 정책적 지원을 통한 기술의 개발, 그리고 제품의 생산의 필요성을 상용화와 연계시키고 있는 것이다.

[표3] 평가자의 지표에 비추어 본 기술개발자의 견해

평가자의 평가지표	기술개발자이 중시하는 요인		의견수 /과제수	주된 분야
환경성	-	이산화탄소 저감 인센티브 필요	2/27	이산화탄소 회수 처리
기술성	기술성	기술연계(핵심기술, 부수기술, 제품 양산기술) 어려움 원천기술(국내 최초 시도이므로 기초연구가 어려움) 재료(재료비 고가이고 재료 개발이 어려움) 개발(공정운전상 기술적 어려움, 모듈개발의 어려움)	12/27	4개분야 골고루
경제성	경제성	상용화에 있어 경제적 측면의 경쟁력 부족 수요처 확보 어려움(인지도 부족)	9/27	
사회 문화성	-	-	-	
제도적 측면	정책적 지원	환경성 관련 정부 환경규제 필요 기술성 관련 연구비, 연구인력 지원 요청 및 연구기간 연장 필요 경제성 관련 경제성 확보를 위한 정부지원 필요	2/27 1/27 3/27	

출처 : 최미희 외 (2003).

3.2 개발기술자가 본 기술평가상 어려운 점

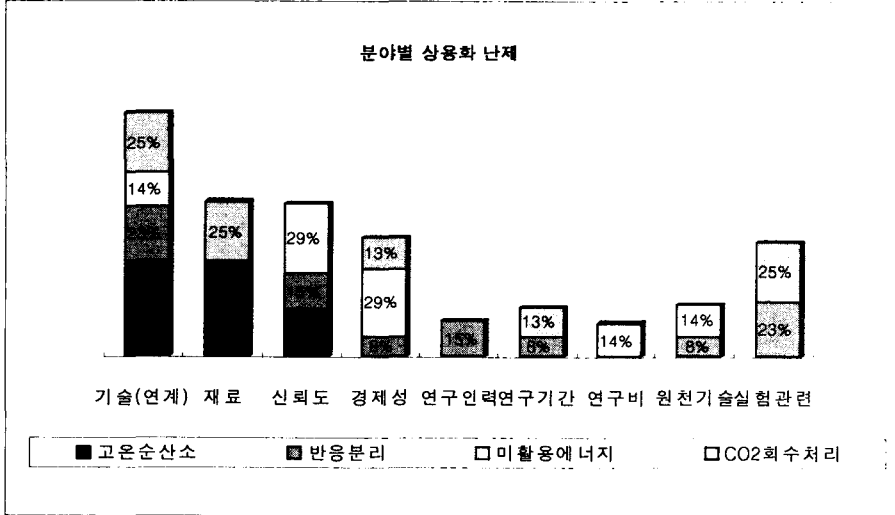
좀 더 구체적으로 기술개발자가 보는 개발기술 평가에 있어서 어려운 점을 보기로 한다. 각 과제에서 제시한 난제의 항목을 아래와 같이 9개의 분류, 즉 기술(기술연계), 재료, 신뢰도, 실험관련, 경제성, 연구인력, 연구기간, 연구비, 원천기술, 실험 관련으로 분류할 때, 구체적인 세부 난제요인은 아래 [표4]와 같이 정리 할 수 있다.

[표4] 기술개발자가 본 개발기술의 요인별 난제

요인	세부 요인	요인별 난제
기술성	기술(기술연계)	핵심기술, 부수기술, 제품 양산기술 개발
	실험관련	운전의 어려움과 모듈개발 생물학적 전환 분야의 늦은 반응속도 등 실험적인 부분
	원천기술	국내에서 처음 시도되는 기술로서 기초연구의 어려움
	재료	사용되는 재료의 고가, 재료의 개발
경제성 (상품/ 수요)	제품	상용화 제품의 경제성
	수요시장	수요의 측면으로 신제품에 대한 수요시장의 불안 기술 인지의 부족으로 인한 시제품 현장적용의 어려움
제도적 뒷받침	연구인력	연구인력 부족
	연구기간	연구기간 부족
	연구비	연구비 부족

위 요인별 난제를 각 분야별로 비교하면 다음 [그림1]과 [표5]와 같다.

[그림1] 분야별 상용화 난제

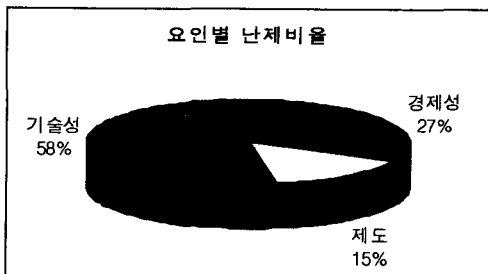


[표5] 난제 요인별 비중

난제항목	기술 (기술연계)	신뢰 (인지도)	실험관련	경제성	재료	원천기술	연구인력	연구기간	연구비
%	25%	15%	15%	12%	12%	6%	6%	6%	3%

전체적으로 기술(기술연계)와 재료, 신뢰도, 실험관련에 대한 난제가 대부분을 차지한다. 그 중 특히 기술(기술연계)의 난제는 가장 많은 수로 나타났다. 고온순산소연소 과정의 경우 기술(기술연계), 신뢰도에 대한 난제가 각각 40%로 타 분야와 다른 양상으로 보이고 있었고 반응분리 동시공정 및 이산화탄소 회수·처리분야의 경우에는 25%정도로 기술적인 부분에서 난제가 있음을 알 수 있었다. 또한 가지 특이한 사실은 미활용에너지 분야의 경우에는 신뢰도와 경제성에 대한 난제가 각각 30%정도로 10%~20% 내외인 타 분야와 구별된다.

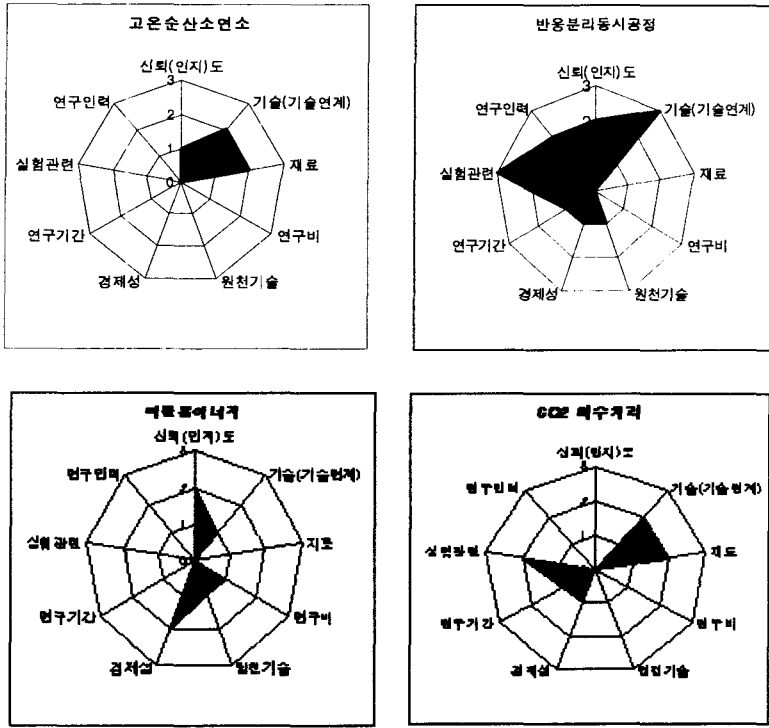
[그림2] 요인별 난제비율



[그림2]에서는 분야별 상용화 난제를 [표4]에서 설명하고 있는 요인별로 나눈 것이다. 기술성 58%, 경제성 27%, 제도적 뒷받침이 15%로 난제를 표했다. 각 과정의 기술개발자들은 경제성의 고찰보다는 기술적인 부분에서 더 많은 고찰을 하고 있다고 해석이 가능하며, 또한 신기술을 개발로 인한 결과라 생각되어 진다. 그리고 아래 [그림3]을 비추어 살펴보면 고온순

산소연소, 이산화탄소 회수처리 분야에서 상대적으로 많은 기술적인 난제를 표하고 있음을 알 수 있다.

아래의 네 가지 [그림3]는 각 기술 분야별로 난제의 영역들을 도식화 한 것으로 타 분야와 비교하여 난제의 유·무에 대한 영역과 크기를 표현하고 있다.



[그림3] 분야별 어려운 점 영역

고온순산소연소 분야는 위에서 설명 하였듯이 기술(기술연계), 재료, 신뢰도 의 영역에서 난제가 표현되고 있으며 기술(기술연계)와 재료의 난제는 같은 비율로 나타났다. 반응분리 동시공정분야의 경우에는 재료에 대한 난제는 없었고 타 분야에서 표시되지 않은 연구인력의 부족이 난제로 작용하는 것으로 나타났고, 상대적으로 실험관련에 대한 난제가 크게 작용한다고 할 수 있다. 미활용에너지 분야에서는 위에서 서술하였듯 경제성과 신뢰도가 난제가 크게 작용하는 것이 그 특색이며 CO2 회수처리 분야의 경우에는 기술(기술연계), 그리고 재료, 실험에 관한 난제가 크게 작용하는 것으로 나타났다. 이는 위에서 살펴 본 기술특성에 따른 결과라 할 수 있다. 이산화탄소 저감의 경우에는 제품화 기술도 포함되어 있기 때문에 재료에 대한 난제와 경제성, 그리고 실험에 대한 난제가 두드러졌고 종합적 네트워크 시스템을 구축하려는 미활용에너지에서 두드러지는 신뢰도 부분의 난제는 표현되지 않고 있다. 또한 반응분리 동시공정분야는 반응과 분리를 통합한 통합기술이며, 기초원료 제조 신공정의 에너지 절약기술로 실험적인 난제와 기술, 그리고 연구인력에 대한 난제가 그 기술의 특성에 따른 것으로 사료된다.

3.3 소결론

CDRS에서 개발하는 기술들은 네 분야로 분류되어 공통된 목적으로 종합적이면서도 각각 다른 초점으로 연구가 수행되고 있다. 본 연구를 통해서 종합적으로 난제들을 살펴 본

결과 개발기술자들은 기술의 경제성 지표(27%)인 “상용화”보다는 “기술성”지표(58%)에서의 어려움을 표명하고 있다. 즉, 개발기술자들이 기술을 개발함에 있어서는 “기술성”을 “상용화”보다 더 중시하고 있는 것이다. 그 이유는 CDRS에서 개발되는 기술들은 여러 기술이 수반된 complex technology이며, 개발되는 기술은 수준이 높은 high technology이기 때문에 나타나는 현상이 아닌가 조심스런 예측을 해 본다. 결국 상용화와는 좀 거리가 있는 “기반기술”에 대한 “상용화” 평가에는 신중을 기해야 함을 확인할 수 있다.

다른 한편, 기술평가자의 입장은 기술성, 경제성, 환경성 등 각종 지표에 대한 고른 평가를 하려 함에 비해, 개발기술자들은 기술성에 관심이 치우치고 있다. 향후 개발 기술에 대한 기술평가는 평가지표 선정 및 평가들의 확립도 중요하지만, 개발기술자와 평가자간의 연구 필요성에 대한 심도있는 의사소통이 바람직함도 확인할 수 있다. 그러므로 바람직한 기술가치평가를 도출하기 위해서는 학제 간 통합연구를 통한 연구수행이 바람직할 것이다.⁴⁾

4. 나가며 : 정책제안

그동안 우리나라의 과학기술에 대한 연구개발투자 및 기술인력 확충으로 비약적인 기술발전이 있었지만 지금까지 정부는 과학기술에 대한 확고한 정책적 비전을 제시하지 못하였기 때문에 많은 어려움에 부딪혔으며 기술선진국과의 기술격차가 좀처럼 좁혀지지 않고 있다. 또한 지금까지의 체제를 살펴보면 형식상으로 과학기술 종합조정기능이 사실상 없으므로 기술개발에 있어서의 여러 가지 문제점이 그대로 산재되어 대물림되고 있는 것이다.

그러므로 국가 과학기술의 발전을 위해 그리고 여러 상황의 필요로 혹은 국제시장의 기술과 어깨를 나란히 하기 위하여 기술을 개발하는 과정에서 종합적인 사고로서 체계적인 지원이 필요하다. 즉 기술개발 R&D를 거시적으로 그리고 지속적인 것으로 인식하고 기술개발, 인력양성, 기초과학의 꾸준한 수행, 그리고 급변하는 상황에 맞는 기술정책 등 모든 것이 장기적인 국가기술발전의 요소임을 인지하고 투자해 나가야 하는 것이 우리의 과제이다.

본 연구에서, 이러한 과제를 해결하기 위해 개발기술에 대한 가치평가에 있어서 상용화와 관련한 개발기술자와 평가자간의 학제간 통합연구를 통하여, 화급히 해결해야 할 기술개발 및 평가에 있어서의 난제가 무엇인지 확인해 보았다. 결국 기술개발 시 개발기술자와 평가자간의 다양한 학제간 통합연구를 통하여 각종 난제를 파악하고, 이를 해결함으로써 바람직한 기술 개발로 국가기술발전을 통한 국가경쟁력 강화를 모색하는 것이 바람직함을 제안하고자 한다.

5.참고문헌

1. 설성수, 2000a, “기술가치평가의 개념적 분석,” 기술혁신학회지 제3권 제2호, 한국기술혁신학회.
2. 설성수, 2000b, “기술가치평가의 분석틀,” 기술혁신학회지 제3권 제1호, 한국기술혁신학회.
3. 박종오, 1999, “개별기술평가 모델의 구상,” 1999 추계콜로퀴엄, 한국기술혁신학회, 서울, 11월 25일.
4. 한국기술거래소, 2002, 업종별 기술가치평가 기본모델 구축사업 1, 2, 3권.
5. 설성수·이종현, 1999, “학제연구의 패턴과 지원 정책에 대한 기대 분석,” 기술혁신학회지 제2권 제1호, 한국기술혁신학회.
6. 박현우, 유선희, 이방래, 2002a, R&D 타당성 및 기술평가시스템, 한국과학기술정보원.
7. 박현우, 정혜순, 유선희, 2002b, 기술이전과 기술가치평가모델 연구, 한국과학기술정보원.

4) 최미희, 안은영, 허은녕, 2003.

8. 최미희, 안은영, 허은녕, 2003, “CDRS(이산화탄소 저감 및 처리 기술개발 사업) 기술가치 평가에 있어서 학제간 통합연구의 유용성”, 지구시스템공학회 제 80회 학술발표회
9. 한국과학기술한림원, 1998, “우리의 과학기술, 무엇이 문제인가?”, 1998년도 한국과학기술한림원 주최 한림원탁토론회.
10. OECD편, 이근외역, 1995, “과학과 기술의 경제학”, 경문사