

기술-제품-산업 연관도를 통한 기술개발경로 사례조사  
-CDRS 고온 순산소 연소 분야를 중심으로-1)  
정연재\*2), 허은녕\*\*3)

Case study of technology development path from  
technology-product-industry relation diagram  
Yeunjae Jeong\*, eunnyeong Heo\*\*

1. 서론

이산화탄소를 줄이기 위한 대책으로 국가간 기후변화협약이 1992년 6월에 유엔환경개발회의에서 채택되었고 그 후속조치로 1997년 12월 교토에서 OECD 국가들에 대한 선진국 의무를 강화하는 교토의정서가 채택되기에 이르렀다. 국내의 의무부담 적용이 예상되는 2012년에는 국내 이산화탄소 예상 발생량 189백만 탄소톤 중 상당량의 탄소톤을 감축해야 할 것으로 추정된다.

미국을 비롯한 선진국에서는 이산화탄소 저감 의무에 따른 자국 산업의 경쟁력 저하를 대비하여, 이산화탄소를 저감할 수 있는 선진 기술의 개발에 총력을 기울이고 있는 상황이다. 이러한 배경에서 이산화탄소 저감 의무를 위한 기후 변화 협약의 대응으로 우리 나라에서도 이산화탄소 저감 기술의 개발이 시급하고 그 중요성이 크다고 할 수 있다.

현재 과학기술부 21C 프론티어 연구개발 사업으로 추진되는 『이산화탄소 저감 및 처리 기술개발(CDRS) 사업단』은 이산화탄소 저감 잠재력이 높은 산업분야를 대상으로 에너지 이용 효율 향상 기술을 적용하여 이산화탄소 발생을 원천적으로 저감하는 기술과 발생된 이산화탄소를 경제적으로 회수하여 처리하는 기술 개발을 목적으로 2002년 7월에 출범하였다. 사업단은 2012년까지 국내 총 이산화탄소 배출량의 5%인 9백만 탄소톤의 이산화탄소를 저감하기 위해 고온 순산소 연소, 반응분리 동시공정, 미활용 에너지 이용, 이산화탄소 회수·처리라는 4개의 중과제로 구성하여 기반기술, 시스템기술, 응용기술 개발 등으로 구분 추진하며, 혁신적인 핵심 원천기술 개발을 통해 이산화탄소 저감 효과를 극대화시키고자 하고 있다.4)

본 연구에서는 CDRS기술 중 고온 순산소 연소 기술 분야에서 개발되는 기술개발의 경로를 파악하고 또한 그 기술의 개발 결과 파급 효과가 미치는 산업을 파악하고, 유용성에 대해 논하고자 한다.

2. CDRS 기술분류 및 고온 순산소 연소 기술 특성

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 조교수

4) 이산화탄소 저감 및 처리 기술 개발 사업단(CDRS) 사업 목표. 2003

## 2.1 CDRS 기술 분류

CDRS 관련기술은 크게 4가지 부문으로 나눈다. 고온 순산소 연소 기술, 반응분리 동시 공정 기술, 이산화탄소 회수·처리 기술, 및 미활용 에너지 이용기술이 그것이며 아래 [표1]과 같다.

[ 표 1 ] CDRS 기술분류

기술분류	세부기술분류	주된 연구목표
고온순산소 연소기술	순산소 연조기 설계 기술 지능형 가열 시스템 기술 저가 산소 제조, 고온 재료기술	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

## 2.2 고온 순산소 연소 분야의 특성

고온 순산소 연소 기술 분야는 이산화탄소를 연소 기술을 이용하여 처리하는 기술의 한 종류로, 산화제를 공기에서 산소로 대체하므로 연소실의 화염 온도를 높이고, 배기 가스의 이산화탄소 농도를 높여, 이산화탄소의 분리를 용이하게 하는 기술이다.

이산화탄소 저감 및 처리 기술 개발 사업 내 고온 순산소 연소 기술 개발 분야는 [표 2]와 같이 연소 시스템 개발 기술과 연소 시스템의 운영에 필요한 기술로 크게 두 부분으로 나누어져 있다.

연소 시스템 개발 기술 과제는 고온 순산소 연소 시스템 개발을 위한 순산소 연소기를 만드는 지능형 순산소 연소기 개발 기술과 가열로내 연소 메커니즘을 최적화하기 위한 연소 시스템 고성능 지능화 기술 개발로 이루어져 있다.

연소 시스템 운영에 필요한 기술 과제는 산화제를 공기에서 산소로 대체함으로써 높아진 연소실의 화염 온도에 견딜 수 있는 내화 재료를 개발하는 기술과, 고순도의 산소를 낮은 가격에 공급할 수 있는 저가 고순도 산소 제조 기술로 이루어져 있다.

[ 표 2 ] 고온 순산소 연소 기술 분야의 기술 과제 구성

연소 시스템 기술 과제	연소 시스템 개발	· 지능형 순산소 연소기 개발
		· 연소 시스템 고성능 지능화 기술 개발
연소 시스템 운영에 필요한 부수 기술 과제	내화재료 개발	· 산화물계 내화재료 개발
		· 비산화물계 내화재료 개발
	산소 제조 공정 개발	· 저가 고순도 산소 제조용 VSA 공정 개발
		· 저가 고순도 산소 제조용 ITM 소재, 모듈 및 시스템 개발

### 3. 기술-제품-산업 연관도

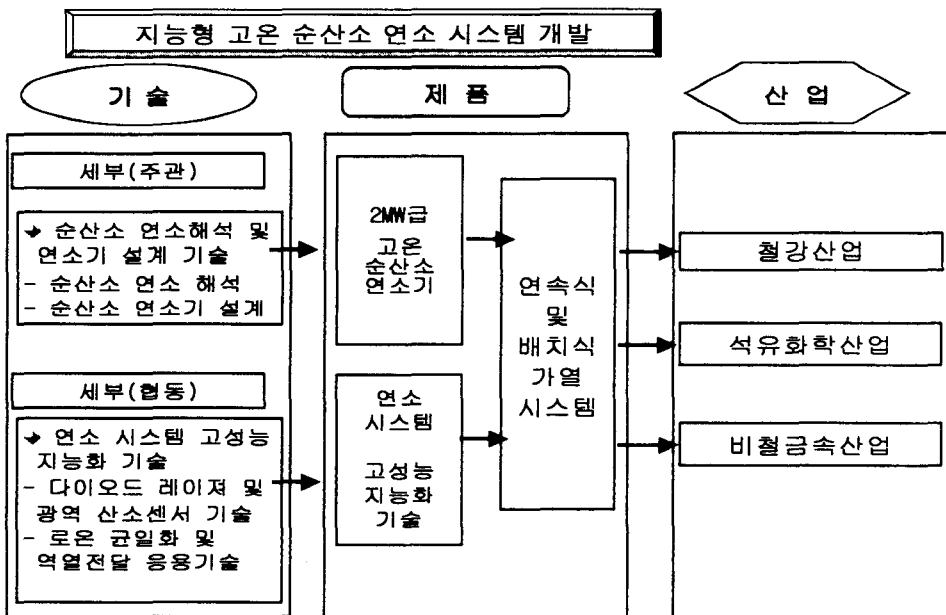
기술-제품-산업 연관도란 과제의 목표에 맞게 개발되어지는 기술이 그 특성에 따라 요구되어지는 여러 요소기술들을 나열하고, 기술개발로 생산되는 공정이나 시스템 혹은 제품을 파악하며 또는 기술자체로 제품이 되는지 그 연계를 일목요연하게 표시하여, 이를 통해 부가가치가 창출되는 산업의 경로를 표시한 것을 일컫는다.

기술-제품-산업 연관도를 이용하여, 기술 개발 결과의 제품이 어느 산업에 수요되는지를 명확히 하여, 기술의 경제적 파급효과를 산업 부문별로 고찰할 수 있게 됨으로서, 연구개발 투자(R&D)의 정책적 판단에 도움을 준다.

[그림 1]은 고온 순산소 연소 기술 분야 내 「지능형 고온 순산소 연소 시스템 개발 과제」의 기술-제품-산업 연관도를 나타낸 것이다. 과제의 목표 달성을 위해 개발되어야 하는 기술을 나열하고, 기술을 통해 개발되는 제품을 표시하였다. 기술 개발 결과 파급되는 산업은 기술을 통해 개발되는 제품이 각 산업에 수요되어 해당 산업에 부가 가치를 창출하는 산업으로 정의하고, 기술 개발자들과의 면담 및 설문을 통한 학제간 통합연구로 찾아내었다.

지능형 고온 순산소 연소 시스템 기술 과제의 개발 결과 CDRS 사업단의 목표인 이산화탄소를 저감하는 산업은 철강 산업, 석유 화학 산업, 비철 금속 산업으로 파악되었다. 과제의 기술을 통해 개발되는 연속식 및 배치식 순산소 연소 가열 시스템은 철강 산업에서 제강·제철 공정 내 가열로로, 석유 화학 산업 및 비철 금속 산업 내 용융로로 수요되어 이산화탄소를 저감하게 된다.

[그림 1] 지능형 고온 순산소 연소 시스템 개발 과제의 기술-제품-산업 연관도

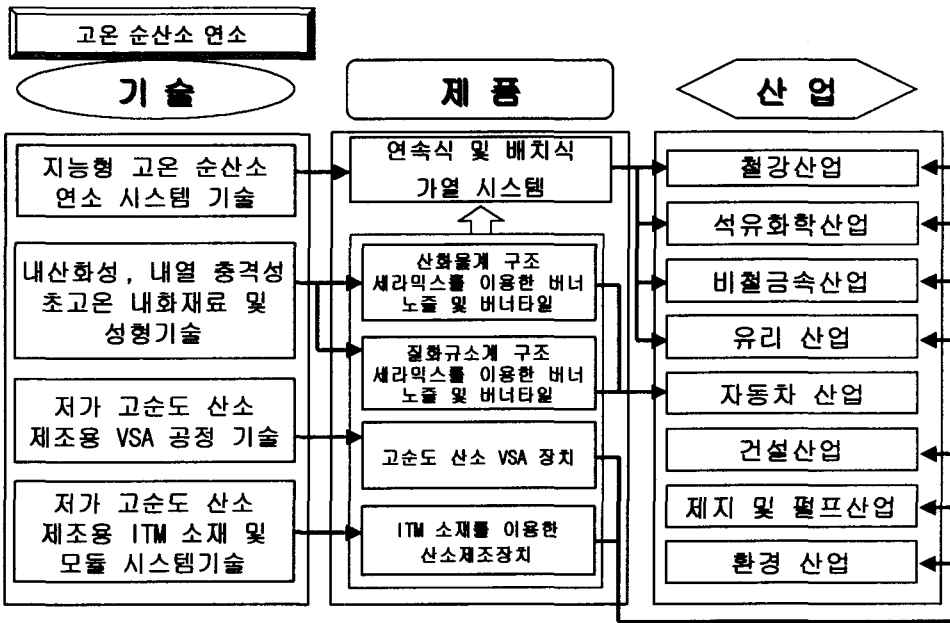


[그림 2]는 고온 순산소 연소 분야의 전체 기술 과제에 대한 기술-제품-산업 연관도를 나타낸 것이다. 고온 순산소 연소 분야의 기술 과제의 개발 결과, 순산소 연소기, 연소 시스템 최적화 기술, 내화 재료, 저가 고순도 산소 제조 장치 등의 제품이 개발됨을 그림을 통해

알 수 있고, 개발된 제품들은 연속식 및 배치식 순산소 연소 가열 시스템의 부분이 되어 고온 순산소 연소 분야의 최종 목표인 연속식 및 배치식 순산소 연소 가열 시스템을 이루게 되는 것을 보여준다.

연속식 및 배치식 순산소 연소 가열 시스템은 철강 산업, 석유화학 산업, 비철 금속 산업 등에 수요되어 기존 공정 대비 30% 이상의 에너지 절감으로 이산화탄소를 저감하게 되며, 내화 재료 기술 과제와 개발 결과 내화 재료들은 자동차 산업의 엔진 부품으로 수요되어, 더 높은 화염온도에 견딜 수 있게 하여 에너지 효율을 높이고, 결과적으로 이산화탄소를 저감하게 된다. 또한 저가 산소 기술 과제 역시 기술 개발로 인한 저가 고순도 산소 장치로, 기존의 산소 제조 공정 대비 30% 이상 에너지를 절감할 수 있어, 이산화탄소를 저감하게 된다.

[ 그림 2 ] 고온 순산소 연소 분야의 기술-제품-산업 연관도



[ 표 3 ] 은 [ 그림 2 ]의 연관도를 바탕으로 과제별 기술 개발이 파급 효과를 미칠 수 있는 수요 산업을 학제간 통합 연구를 통하여 조사한 것이다. [ 표 3 ]의 분석을 통하여, 과제별로 가장 파급효과가 큰 산업을 파악할 수 있고, 관련 산업과의 상호 교류를 통해 산업에 현장 적용한 기술을 선정하고 투자하는데 도움을 준다.

[ 표 4 ] 는 [ 표 3 ]의 파급 산업을 통계청의 산업 분류 코드를 이용하여 보다 더 구체적으로 나타낸 것이다. 이를 이용해, 산업 연관 분석을 하여, 기술 개발의 국가 경제적 파급 효과의 분석이 가능하고, 연구개발투자(R&D)의 효과를 정량적으로 분석할 수 있다.

[ 표 3 ] 과제별 파급 산업

과제/산업		철강	석유 화학	비철 금속	유리	자동차	산업용 로/버너 제조업	건설	제지/ 펄프	환경	계
고온 순산소 연소	과제 A	1	1	1	1						4
	과제 B	1	1	1	1	1	1				6
	과제 C	1	1	1	1			1	1	1	7
	과제 D	1	1	1	1			1	1	1	7
계		4	4	4	4	1	1	2	2	2	24

[ 표 4 ] 파급 산업의 산업코드 조사 결과(출처 : 통계청)

산업	산업 분류 코드
철강산업	27111 제철 및 제강업 27112 합금철 제조업
석유화학 산업	241 기초 화합물 제조업
비철금속 산업	27211 동 제련, 정련 및 합금 제조업 27212 알루미늄 제련, 정련 및 합금 제조업 27213 연 및 아연 제련, 정련 및 합금 제조업 27219 기타 비철금속 제련, 정련 및 합금 제조업
유리 산업	261 유리 및 유리제품 제조업
자동차 산업	29111 내연기관 제조업 29119 기타 기관 및 터빈 제조업 34301 자동차 엔진용 부품 제조업
산업용 로/버너 제조업	29150 산업용 오븐, 노 및 노용 버너 제조업
건설 산업	45 종합 건설업 461 토목시설물 및 건물 축조관련 전문 공사업 462 건물설비 설치 공사업
제지/펄프 산업	211 펄프, 종이 및 판지 제조업
환경 산업	90110 하수 처리업 90121 분뇨 처리업 90122 축산폐기물 처리업

#### 4. 결론

기술 개발 경로를 기술-제품-산업 연관도를 이용하여 나타냄으로서, 기술의 개발 결과 구체적으로 어떤 제품이 개발되고, 그 제품이 어떤 산업으로 수요되는지를 명확히 할 수 있다. 고온 순산소 연소 기술 분야의 기술적인 특성인 연소 시스템 기술 부분과 연소 시스템 운

영에 필요한 기술 부분은 기술-제품-연관도 상의 제품 부문에 반영되어, 기술-제품-연관도가 이들 특성을 잘 나타낸다고 할 수 있다.

기술-제품-산업 연관도를 이용하여, 기술 개발이 파급 효과를 미칠 수 있는 수요 산업을 분석함으로써 수요 산업과 기술 개발자간에 상호 교류를 통해 산업에 현장 적용한 기술을 선정하고, 연구개발투자의 판단을 제시하는 점에서 정책적 의의가 있다고 하겠다.

또한 기술 개발로 인한 파급 효과가 산업에 미치는 정도를 정량화하기 위하여, 학제간 논의를 통해, 광범위한 수요 산업을 산업 분류 코드상의 산업으로 구체화하였고, 이는 산업 연관 분석을 통한 기술 개발 파급 효과 분석에 기초가 된다.

## 5. 참고 문헌

1. 에너지 관리공단 기후변화협약대책 홈페이지 <http://co2.kemco.or.kr/>
2. 강광하 : “산업연관분석론”, 연암사(2000)
3. 최미희, 안은영, 허은녕 : “개발 기술 가치 평가에 있어서 학제간 통합연구의 필요성 -CO<sub>2</sub> 저감 기술을 중심으로 -” 지구시스템공학회 제 88회 학술 발표, 2003. 04
4. 김선근 : “국가 R&D 사업의 새로운 역할과 자금공급 패턴의 전환”, 과학기술부(2001. 07)
5. 엄미정, 박정규 외 : “주요 신기술의 혁신 추이 및 경쟁력 분석” STEPI(2002)