



한밭대학교 ‘에너지청정기술연구소’

이 원 목 | 한밭대학교 에너지청정기술연구소 소장

■ 설립배경

작년 초에 25\$ 이하에서 출발한 두바이산 원유가가 40\$/barrel을 넘어섰고 텍사스 중질 유가 가격은 이미 50\$/barrel을 넘긴지 오래다. 이는 경제적 측면과 기술적 측면에서 시사하는 바가 매우 크다. 에너지 부존자원이 빈약한 우리나라는 세계 5위의 에너지 다소비국으로서 처음으로 연간 수출량의 20%가 넘는 400억 달러 이상이 원유 도입비로 지출되면서 에너지 문제가 노동문제보다 더 심각한 국가적 해결과제로 등장하였다. 기술적 측면에서 볼 때 연료로 사용되는 석유보다 석탄이 경쟁력을 갖게 되고 석유는 자동차, 전력 생산을 위한 것보다 부가가치가 높은 석유화학산업을 비롯한 산업 기초 원료로 사용량을 늘려야 할 정책적 전환이 요구되는 시점에 와있다. 더구나 우리나라의 에너지 소비행태는 선진국에 비하여 구조적으로 많은 취약점을 가지고 있다. 즉 국민 GDP 단위당 에너지소비량을 지수화한 에너지 소비지수를 보면 일본 0.096 프랑스 0.15, 독일 0.13인 것에 비하여 우리나라는 0.4로써

일본의 4배가 넘는다. 그만큼 에너지경쟁력이 취약하다는 증거다. 최근에 기술선진국들은 에너지 안보(Energy Security)를 국가안보(National Security)와 같은 개념으로 정책을 운용하고 있다. 화석연료 사용증가로 인한 지구환경문제를 해결하기 위하여 각국의 이해관계가 복잡하게 얽혀 있음에도 불구하고 적극적인 비준으로 교토의정서가 발효되었고 선진국에서 더욱 강화하고 있는 환경규제는 새로운 에너지 활용기술과 고효율 에너지시스템개발 경쟁을 촉진하고 있다.

이러한 시대적 상황을 배경으로 한밭대학교 에너지청정기술연구소는 1995년에 대학연구소로 설립되어 올해로 만 10년이 되었다. 본 연구소는 환경친화적이며 지속가능한 신재생 에너지(Renewable and sustainable energy)를 비롯한 미래 에너지 기술을 개발하고, 자원 재활용, 환경친화적 공정개발 및 환경복원기술에 이르기까지 새로운 청정기술(Clean technology) 개발을 위한 연구를 수행하고 있다. 이 밖에도 연구와 관련된 논문집 발간, 각종 세미나, 국내외 연구소와의 학술교류,

“

한밭대학교 에너지청정기술연구소는 환경친화적이며
지속가능한 신재생 에너지를 비롯한 미래 에너지 기술을 개발하고,
자원 재활용, 환경친화적 공정개발 및 환경 복원기술에 이르기까지
새로운 청정기술 개발을 위한 연구를 수행하고 있다.
이 밖에도 연구와 관련된 논문집 발간, 각종 세미나, 국내외 연구소와의
학술교류, 산업체 기술교육을 비롯한 기술정보 제공, 개발기술의 상업화를 비롯한
창업지원에 이르기까지 각종 학술활동을 통하여 학문발전과
국가경제발전에 기여하고자 설립되었다.

”

산업체 기술교육을 비롯한 기술정보 제공, 개발기술의 상업화를 비롯한 창업지원에 이르기까지 각종 학술활동을 통하여 학문발전과 국가경제발전에 기여하고자 설립되었다.

한밭대학교가 위치한 대전광역시 유성구에는 19개의 에너지관련 정부출연 및 민간 연구소가 밀집하고 있으며 이들과 긴밀한 파트너십을 통하여 연구 활동을 할 수 있는 여건을 갖추고 있다. 특히 한국화학연구원, 한국에너지기술연구원, (주)SK 대덕기술원, LG-칼텍스정유연구소 등과 기술협력 관계를 맺었으며, 독일의 마르틴루터대학교 결정화청정기술연구소와 공동연구, 학생교류, 기술교류를 위한 자매결연을 맺고 학술교류를 하고 있다.

본 연구소는 한밭대학교 화학공학과, 응용화학과, 환경공학과, 신소재공학부, 기계공학부, 경제학과 등 관련학과 교수 15명이 연구책임자로서 참여하고 있으며, 각 교수님들이 운영하는 연구실에는 대학원 학생들과 박사후연구원들로 구성된 50여 명의 연구원들이 연구에 참여하고 있다.

■ 연구분야

본 에너지청정기술연구소의 연구분야는 에너지기술과 청정기술로 나눌 수 있지만 두 연구 영역은 상호 밀접한 연관성을 갖고 있다. 예를 들면 양질의 가솔린 생산을 위한 개질기술은 옥탄가 향상에 의한 내연기관의 효율을 크게 증가시킬 수 있는 에너지 기술이지만, 개질반응에 의하여 생성된 방향족 화합물은 공해 유발 물질이기 때문에 이들의 생성 억제 기술은 청정 기술이다. 특히 새로운 에너지 기술은 강화되고 있는 환경 규제치에 부합되기 위해서는 청정기술이 도입되어야 하고 에너지 소비로 인하여 유발되는 환경문제를 저감시키고 복원시키기 위한 청정기술의 도입이 매우 중요하다. 따라서 에너지 청정기술은 현재 사용되고 있는 에너지의 효율성 및 경제성을 높이고 환경 친화적인 기술이 요구되고 있을 뿐만 아니라 미래에 대체할 수 있는 신재생에너지의 개발과 이 에너지들을 활용할 수 있는 기술을 포함하고 있다

지금까지 사용되어온 주 에너지원(Main

Energy Resources)은 석유, 석탄, 천연가스
와 원자력을 들 수 있다. 이들 화석연료를 대체
하기 위한 대체에너지로는 지열, 수력, 풍력 조
력, 태양광, 생물 등 가공성이 적고 지속적이며
자연으로부터 직접 얻을 수 있는, 환경친화적
재생에너지(Renewable Energy)와 미래 에너
지인 수소에너지, 핵 융합에너지처럼 일정한
공정을 통하여 원료의 가공처리를 필요로 하고
별도의 에너지 전환 시스템이 요구되는 현재의
주 에너지원을 대체할 수 있는 에너지
(Sustainable Energy)로 나눈다. 자연으로부터
얻을 수 있는 재생에너지 기술 발전은 아직
효율성과 경제성이 낮아 크게 발전되지 못하고
있는 실정이지만 미국은 이 분야의 에너지 사
용량을 4%까지 늘렸으며, 앞으로 지속적으로
활용성과 경제성을 향상시키기 위한 정책을 추
진할 것이다. 그러나 최근 과학기술자들의 관
심은 현재의 화석연료를 대체 할 수 있는 단기
적 기술 개발 분야인 수소에너지 활용 기술 분
야와 장기적 연구과제인 핵융합기술에 초점이
맞추어져 있다. 이들 기술은 시스템 기술개발
과 소재기술개발 분야로 크게 분류할 수 있다.
수소는 지금 주 에너지원으로 사용되고 있는
석탄이나 석유, 천연가스에 다량 함유되어 있
을 뿐만 아니라 물을 비롯한 지구상에 존재하
는 많은 물질에 포함되고 있어서 수소를 이들
물질로부터 저렴하게 분리할 수 있다면 미래의
주 에너지로 등장할 것이다. 수소에너지 기술
은 생산, 운송, 저장 및 전환기술로 나눌 수 있
다. 수소의 생산기술은 기존의 화석연료나 최
근의 해저에 존재하는 가스수화물(Gas
Hydrates)로 존재하는 천연가스의 물과의 포
접화합물 사용에 이르기까지 탄화수소의 수증
기 개질반응을 비롯한 분해반응에 의한 수소생

산이 가장 저렴하며 일반화 되었다. 이들은 귀
금속을 대체할 수 있는 신촉매개발과 신공정
개발이 매우 중요하다. 물을 원료로 하는 수소
의 생산기술은 태양광, 전기, 미생물 등 의한
물 분해기술이 다양하게 연구되고 있다. 광 효
율 3% 이상 광촉매 개발, 고온, 저온 물 분해
용 전극 및 시스템 개발, 고효율 미생물 및 효
소개발 등이 해결되어야 할 핵심 기술이다. 또
한 수소는 매우 가벼운 기체이므로 저장과 운
송을 위하여 고압(600atm 이상)과 저온의 조
건이 필요하다. 이들 조건을 완화하는 것은 안
전성과 경제성에 밀접한 관련을 갖는다. 전환
기술의 대표적인 것으로 물 분해의 역반응을
이용한 수소에너지의 전기에너지로의 변환 공
정인 연료전지의 개발은 전력생산은 물론, 자
동차 가전제품 등에 적용될 수 있기 때문에 기
존의 내연기관이나 터빈을 대체할 수 있는 매우
중요한 기술로 떠오르고 있다. 이미 미국과 일
본은 전력생산과 자동차 내연기관 대체를 위한
신형 전지시스템으로 상용화된 예가 있으며, 앞
으로 수년 내에 일반화 될 것으로 예측된다.

연료전지는 전극과, 전해질, 그리고 반응물
들의 운송과 제어를 위한 시스템으로 구성되어
있다. 양극에서는 수소가 전자와 양이온으로
환원 되고, 음극과 전위차에 의한 기전력이 발
생되고 음극에서는 공기 중의 산소와 전해질
로부터 전달된 프로톤, 회로로부터의 전자가
산화 반응하여 전기에너지와 열에너지를 동시
발생 시킴으로써 열에너지만을 활용하는 내연
기관 열효율(30% 이하)에 비하여 60% 이상
까지 에너지효율을 극대화시킬 수 있는 에너지
전환장치다. 이 기술은 전극의 성능과 내구성,
전해질의 효율성, 그리고 시스템의 경제성향상
에 기술의 초점이 있다.



개질공정 Pilot Plant 전경 ▲

이상의 에너지 관련 분야와 관련지어 그동안 본 연구소에서 수행하고 있는 과제는 다음과 같다

1) 수소제조 분야

- 수소 생산을 위한 탄화수소 수증기 개질 분야 : 수소 제조를 위한 개질 및 수성가스 전위반응용 촉매 개발, 최적 반응조건, 반응기 설계 등
- 수소 분리 및 정제기술 : 수소분리용 막의 개발 및 정제시스템개발

2) 에너지전환공정 분야

- 저공해 고 옥탄 가솔린 제조공정 개발 : 저방향족 화합물 함유 고 옥탄 가솔린 제조를 위한 촉매개발 및 공정 개발
- 탄산가스 활용기술 : 탄산가스 개질, 탄산화반응 공정 개발

- 연료전지 개발 : 용융탄산염 연료전지 (Molten Carbonate Fuel Cell, MCFC), 고분자 전해질 연료전지 (Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell, PEMFC)

- 차세대 이차전지 개발

3) 청정기술 분야

- 탄산가스 활용기술 : 탄산가스 개질, 탄산화반응 공정 개발
- 환경 친화형 석유화학공정 촉매용 미세기공 제올라이트 합성 : Ga계 ZSM-5 제올라이트의 합성, 구조해석, 촉매활용기술
- 정밀화학 및 의약품 생산을 위한 결정화 기술
- 미생물을 이용한 토염된 토양의 복원 기술 개발
- 태양광이용 기술 : 공기 및 수질 정화용


광촉매 개발, 태양광 집열판 제조기술
- 플라즈마를 이용한 프라스틱 분해기술

■ 연구성과 및 업적개요

본 연구소는 『Angewante Chemi』를 비롯한 해외 저명 학술지에 매년 20여 편의 논문을 게재하고 있으며, 국제학회를 비롯한 국내와 학술대회에서 50여 편의 논문을 발표하고 있다. 또한 신기술 및 특허가 매년 10건 내외로 등록되고, 산업체 기술지도 기술교육을 통하여 개발된 기술을 산업화하는데 노력하고 있다. 최근 5년 동안 연구비 수주실적을 보면 산업자원부를 비롯한 정부로부터 연구비 수주건수가 매년 5건 이상이며, 연 평균 4억 내외의 연구비를 가지고 연구에 전념하고 있다. 특히 작년에는 본 연구소에 참여하고 있는 교수들이 산업자원부 기술혁신센터사업을 유치하여 그동안 이 분야의 연구를 통하여 개발된 기술을 상업화하기 위한 사업을 병행할 수 있게 되었다. 산업자원부 기술혁신센터사업(Technology Innovation Center)은 5년간 정부에서 50억 원과 대전시를 비롯한 지역에서 20억을 지원받게 된다. 또한 본연구소는 독일 Institut fuer Verfahrens technik/Thermische Verfahrens technik, Martin-Luther Universiteat, Halle-Wittenberg와 학술교류 및 학생교류를 위하여 협력 관계를 맺었으며, 독일의 7명의 연구원과 공동으로 2005년 9월에 일주일간 산업체교육을 대전에서 함께 실시할 예정이다. 본 연구소는 작년 10월 14일에 경주 힐튼호텔에서 Bremer International Workshop on Industrial Crystallization (11th BIWIC)을 성황리에 개최한 바 있다.

이 워크숍에는 28개국 150여명이 참가하여 4박5일 동안 총 180여 편의 논문을 발표하였다.

■ 주요 보유 장비

본 연구소는 고옥탄 가솔린 제조용 pilot plant를 비롯한 고압(150atm)의 연속 흐름반응기 등 10여 종의 각종 기상 액상 반응기를 보유하고 있으며, React-IR, BET Surface Area Analyzer, SEM, HPLC, XRD, TPD, 등 물성 분석장치를 보유하고 있으며, 각종 성분분석을 위한 ICP, GC 등 다수의 분석장비를 보유하고 있다. 이밖에 NMR, XPS, TEM 등 고가장비는 공동분석실 장비를 활용하고 있다. 

이원목

연세대학교 대학원 공학석사 및 박사학위를 취득하였고, 캘리포니아대학교 버클리캠퍼스에서 박사후연구원을 지냈다. 현재 한밭대학교 화학공학과 교수, 기술혁신센터(TIC)소장과 에너지청정기술연구소장을 맡고 있으며, 한국화학공학회 기획이사, 한국공업화학회 석유화학분과회장이다. 주요 저서로는 『저서화학반응공학』, 『나노화학과 촉매기술』 등이 있다.